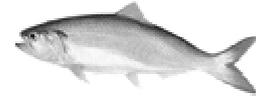




Poissons Migrateurs de Loire



Saumon



Grande Alose



Truite de mer



Lamproie marine



Anguille

Recueil de données biologiques 2010

Jean Michel BACH, Timothé PAROUTY, Cédric LEON, Angéline SENECAI, Pierre PORTAFAIX, Elie JOUIN TREMEUR, Romain MEYER & Aurore BAISEZ

Association LOGRAMI

Cellule Allier

8 rue de la ronde
03500 St Pourçain sur Sioule
logrami.allier@logrami.fr et
logrami@logrami.fr

Et la participation de :

**Florian Fergeault
Nanuk Sourek
Alice Missa
Renaud Terrade**

Association LOGRAMI

Cellule Vienne

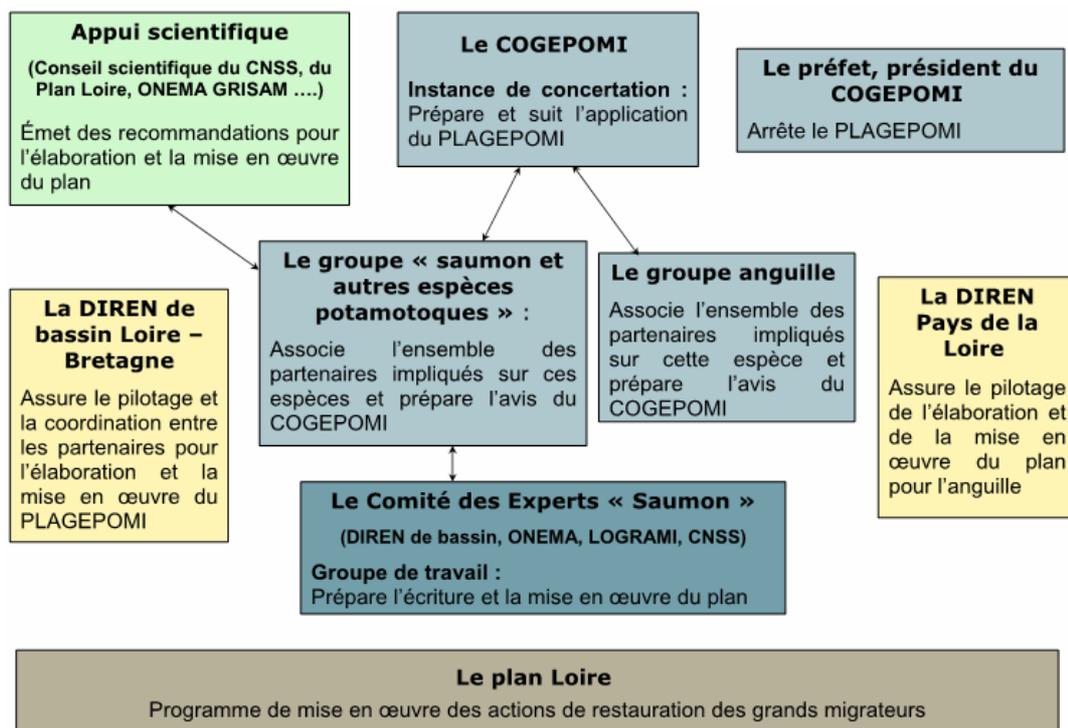
112 Faubourg de la Cueilie
86000 POITIERS
logrami.vienne@logrami.fr

Mars 2011

Descriptif technique des programmes d'actions 2010

Contexte

Pour répondre aux mesures identifiées dans le plan de gestion des poissons migrateurs, un programme opérationnel doit être élaboré. Ce programme sera financé dans le cadre de la plate forme « Eau, espaces, espèces » du Plan Loire Grandeur Nature III.



L'association LOGRAMI est un opérateur responsable de la coordination du recueil de données biologiques afin de suivre l'évolution des espèces amphihalines, l'impact des mesures de gestion et de répondre aux interrogations mentionnées dans le Plan de gestion des Poissons Migrateurs du bassin de la Loire 2009-2013.

Opérations 2010

Le programme *Recueil de données biologiques 2010* comporte huit opérations visant à recueillir des données biologiques sur les populations de poissons migrateurs du bassin de la Loire (Saumon, Aloses, Lamproies, Truite de mer, Anguille), à diffuser la connaissance et à répondre aux mesures du Plan de Gestion des Poissons Migrateurs 2009-2013 :

- 1) Suivi du réseau de stations de comptage du bassin de la Loire.
- 2) Suivi de la reproduction naturelle des espèces amphihalines (Saumons, Aloses, Lamproies)
- 3) Suivi de l'abondance et de la colonisation de l'anguille européenne sur le bassin versant de la Vienne.
- 4) Front de colonisation des anguilles sur l'axe Loire
- 5) Evaluation des pertes en ligne entre la Loire aval et l'entrée des sous-bassins de l'Allier et de la Gartempe.
- 6) Evaluation de la survie des œufs sur les zones de reproduction (test de survie sous-graviers).

- 7) Suivi par pêches électriques standardisées de la production naturelle de juvéniles de saumon et de l'implantation des juvéniles déversés.
- 8) Rencontres migrateurs sur la problématique des méthodologies de suivi.

| Opérations | Fiches | Espèces | Localisation | Action |
|------------|--------|------------------|---------------|--------------------------------|
| 1 | 1 | Tous | Bassin | Suivi des stations de comptage |
| 2 | 2 | Saumon | Bassin | Frayère |
| 2 | 3 | Aloses-Lamproies | Vienne | Frayère |
| 2 | 4 | Aloses | Loire- Allier | Frayère |
| 3 | 5 | Anguille | Vienne | Réseau d'observation |
| 4 | 6 | Anguille | Loire | Front de colonisation |
| 5 | 7 | Saumon | Loire- Allier | Perte en ligne |
| 6 | 8 | Saumon | Allier | Survie gravier |
| 7 | 9 | Saumon | Bassin | Juvéniles naturels et déversés |
| 8 | 10 | Tous | Bassin | Rencontres migrateurs |

Les différentes mesures sont déclinées sous forme de fiche par opération.

| | |
|--|-----|
| Fiche 1 : Suivi du réseau de stations de comptage du bassin de la Loire..... | 10 |
| Fiche 2 : Accessibilité, localisation et dénombrement des frayères de saumons atlantiques sur l'Allier, la Gartempe et leurs affluents | 92 |
| Fiche 3 : Suivi de la reproduction naturelle de la lamproie marine et de l'alose sur l'axe Vienne | 112 |
| Fiche 4 : Identification et validation de l'activité des frayères de la Grande Alose sur l'aval du bassin de l'Allier (Vichy – Bec d'Allier) | 127 |
| Fiche 5 : Suivi de l'abondance et de la colonisation de l'anguille européenne sur l'axe Vienne. | 132 |
| Fiche 6 : Front de colonisation de l'anguille européenne sur l'axe Loire..... | 145 |
| Fiche 7 : Evaluation des pertes en ligne en Loire aval et à l'entrée des sous-bassins de l'Allier, de la Loire et de la Gartempe. | 163 |
| Fiche 8 : Evaluer la survie des œufs sur les zones de reproduction (test de survie sous-graviers) | 174 |
| Fiche 9 : Suivi par pêches électriques standardisées de la production naturelle de juvéniles de saumon et de l'implantation des juvéniles déversés. | 202 |
| Fiche 10 : Communication sur les migrateurs | 249 |

Sommaire

Fiche 1 : Suivi du réseau de stations de comptage du bassin de la Loire

| | |
|--|----|
| 1. Introduction | 10 |
| 2. Présentation du réseau de suivi des migrations du bassin de la Loire..... | 10 |
| 3. Bilan du fonctionnement des stations de comptage en 2010..... | 12 |
| 3.1. Fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Vienne | 12 |
| 3.2. Fonctionnement des stations de comptage du bassin de l'Allier..... | 12 |
| 3.3. Fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Loire amont | 12 |
| 4. Bilan du fonctionnement des passes à poissons en 2010..... | 13 |
| 4.1. Fonctionnement des passes à poissons du bassin de la Vienne | 13 |
| 4.2. Fonctionnement des passes à poissons du bassin de l'Allier..... | 14 |
| 4.3. Fonctionnement des passes à poissons du bassin de la Loire amont | 14 |
| 5. Les passages de Saumon atlantique (<i>Salmo salar</i>) | 15 |
| 5.1. Analyse des passages par bassin | 15 |
| 5.1.1. Analyse historique de répartition des effectifs aux différentes stations..... | 15 |
| 5.1.2. Répartition des effectifs en 2010 | 16 |
| 5.2. Analyse des passages par stations | 16 |
| 5.2.1. Sur la Vienne à Châtellerault..... | 16 |
| 5.2.2. Sur la Creuse à Descartes..... | 17 |
| 5.2.3. Sur l'Allier à Vichy | 22 |
| 5.2.4. Sur l'Allier à Poutès (Voir Rapport, Bach <i>et al.</i> , 2011)..... | 28 |
| 5.2.5. Sur la Loire à Decize | 31 |
| 5.2.6. Sur l'axe Loire-Arroux à Gueugnon | 33 |
| 5.3. Évaluation du programme de déversement des smolts | 33 |
| 5.3.1. Sur le bassin de la Vienne..... | 33 |
| 5.3.2. Sur le bassin de l'Allier | 33 |
| 5.3.3. Sur le bassin de la Loire amont | 36 |
| 6. Les passages de truite de mer (<i>Salmo Trutta</i>) | 37 |
| 6.1. Passages annuels | 37 |
| 6.2. Passages journaliers | 38 |
| 7. Les passages d'aloses (<i>Alosa sp</i>) | 38 |
| 7.1. Analyse des passages par bassin | 38 |
| 7.1.1. Analyse historique de répartition des effectifs aux différentes stations..... | 38 |
| 7.1.2. Répartition des effectifs en 2010 | 39 |
| 7.2. Analyse des passages par station | 40 |
| 7.2.1. Sur la Vienne à Châtellerault..... | 40 |
| 7.2.2. Sur la Creuse à Descartes..... | 43 |
| 7.2.3. Sur l'Allier à Vichy | 46 |
| 7.2.4. Sur la Loire à Decize | 50 |
| 7.2.5. Sur l'axe Loire-Arroux à Gueugnon | 54 |
| 8. Les passages de lamproie marine (<i>Petromyzon marinus</i>) | 55 |
| 8.1. Analyse des passages par bassin | 55 |
| 8.2. Analyse des passages par stations | 56 |
| 8.2.1. Sur la Vienne à Châtellerault..... | 56 |
| 8.2.2. Sur la Creuse à Descartes..... | 61 |
| 8.2.3. Sur l'Allier à Vichy | 66 |
| 8.2.4. Sur la Loire à Decize | 69 |
| 8.2.5. Suivi de la reproduction de la Lamproie marine sur le bassin de l'Aron (affluent rive droite de la Loire amont) | 72 |
| 8.2.6. Sur l'axe Loire - Arroux à Gueugnon | 74 |
| 9. Les passages d'anguille Européenne (<i>Anguilla anguilla</i>) | 74 |
| 9.1. Analyse des passages par bassin | 74 |
| 9.2. Analyse des passages par station | 76 |
| 9.2.1. Analyse des passages sur l'axe Vienne | 76 |
| 9.2.2. Sur l'Allier à Vichy | 78 |
| 9.2.3. Sur l'Allier à Poutès..... | 81 |

| | |
|--|----|
| 9.2.4. Sur la Loire à Decize | 82 |
| 9.2.5. Sur l'axe Loire Arroux à Gueugnon | 82 |
| 10. Les passages de mulets porcs..... | 83 |
| 10.1. Analyse des passages par stations | 83 |
| 10.1.1. Sur la Vienne à Châtellerault | 83 |
| 10.1.2. Sur la Creuse à Descartes..... | 87 |
| 11. Conclusion | 90 |
| 12. Bibliographie | 91 |

Fiche 2 : Accessibilité, localisation et dénombrement des frayères de saumons atlantiques sur l'Allier, la Gartempe et leurs affluents

| | |
|---|-----|
| 1. Extrapolation des migrations observées en 2009 par radio pistage (voir Terrade <i>et al.</i> , 2010 et Bach <i>et al.</i> , 2010)..... | 92 |
| 1.1. Paramètres environnementaux | 92 |
| 1.2. Caractéristiques des saumons marqués | 93 |
| 1.3. Arrêt estival des saumons suivis..... | 94 |
| 1.4. Vitesse de migration des poissons radio pistés | 96 |
| 1.5. Mortalité des saumons marqués | 98 |
| 1.6. Distances de migration parcourues par les poissons suivis | 101 |
| 1.7. Franchissabilité des obstacles par les poissons marqués | 102 |
| 1.8. Estimations sur l'ensemble du contingent | 104 |
| 1.8.1. Mortalité estimée sur le contingent de Vichy en 2009..... | 104 |
| 1.8.2. Nombre de géniteurs sur l'Allier et l'Alagnon | 105 |
| 1.8.3. Impact des temps de retard sur la mortalité estivale..... | 105 |
| 1.8.4. Evaluation de l'impact de Poutès | 106 |
| 1.8.5. Bilan | 106 |
| 2. Dénombrement de frayère | 107 |
| 2.1. Objectifs du dénombrement de frayère..... | 107 |
| 2.2. Méthode | 107 |
| 2.2.1. Identification des frayères (<i>Voir Rapport Bach et al.</i> , 2010) | 107 |
| 2.2.2. Méthodes de comptage | 107 |
| 2.2.3. Traitement des données | 108 |
| 2.3. Opérations 2010..... | 108 |
| 2.3.1. La Sioule | 108 |
| 2.3.2. L'Allier | 108 |
| 2.3.3. L'Alagnon | 108 |
| 2.3.4. La Gartempe..... | 109 |
| 2.4. Conclusion | 109 |
| 3. Bibliographie..... | 110 |

Fiche 3 : Suivi de la reproduction naturelle de la lamproie marine et de l'alose sur l'axe Vienne

| | |
|---|-----|
| 1. Contexte et objectifs | 112 |
| 1.1. Historique et contexte de la colonisation du bassin de la Vienne par les poissons migrateurs | 112 |
| 1.2. Objectifs du suivi de la reproduction de la grande alose et de la lamproie marine | 112 |
| 2. Suivi de la reproduction de l'Alose | 112 |
| 2.1. Méthodologie | 112 |
| 2.1.1. Suivi de la reproduction des aloses | 112 |
| 2.1.2. Mise en évidence des fronts de migration | 113 |
| 2.2. Résultats | 113 |

| | |
|--|-----|
| 2.2.1. Contrôle de l'activité de reproduction | 113 |
| 2.2.2. Fronts de migration des aloses | 115 |
| 3. Suivi de la reproduction de la lamproie marine | 118 |
| 3.1. Méthodologie | 118 |
| 3.1.1. Caractérisation des frayères de lamproies marines | 118 |
| 3.1.2. Principe et protocole de suivi..... | 118 |
| 3.2. Zone d'étude et sites potentiels..... | 118 |
| 3.3. Résultats | 119 |
| 3.3.1. Déroulement de la campagne 2010..... | 119 |
| 3.3.2. Occupation des frayères potentielles et fronts de colonisation 2010 | 119 |
| 3.3.3. Evolution du front de colonisation depuis 1998..... | 122 |
| 4. Conclusion et perspectives | 126 |
| 5. Bibliographie..... | 126 |

Fiche 4 : Identification et validation de l'activité des frayères de la Grande Alose sur l'aval du bassin de l'Allier (Vichy – Bec d'Allier)

| | |
|---|-----|
| 1. Principes et méthodes | 127 |
| 1.1. Contexte | 127 |
| 1.2. Protocole | 127 |
| 2. Résultats | 128 |
| 2.1. Evaluation du potentiel..... | 128 |
| 2.2. Validation d'activité de reproduction..... | 129 |
| 3. Conclusions..... | 130 |
| 4. Bibliographie..... | 131 |

Fiche 5 : Suivi de l'abondance et de la colonisation de l'anguille européenne sur l'axe Vienne.

| | |
|--|-----|
| 1. Contexte et objectifs | 132 |
| 2. Méthodologie et protocole de pêche | 132 |
| 2.1. Choix et localisation des stations sur le bassin de la Vienne | 133 |
| 2.2. Analyse des résultats - Indice d'abondance | 134 |
| 2.3. Structure en âge | 134 |
| 2.4. Comparaison des données obtenues en 2010 par rapport à celles de 2009 | 136 |
| 3. Résultats | 136 |
| 3.1. Caractéristiques des stations échantillonnées | 136 |
| 3.2. Abondance de la population d'anguille en Vienne | 136 |
| 3.3. Structure en âge | 138 |
| 3.4. Analyse des données obtenues en 2010 par rapport à celles de 2009 | 139 |
| 3.4.1. Nombre d'anguilles capturées | 139 |
| 3.4.2. Nombre d'anguilles par classe de taille | 140 |
| 3.4.3. Présence / absence d'anguilles | 142 |
| 3.4.4. Analyse des résultats 2009-2010 en fonction des caractéristiques du milieu..... | 142 |
| 4. Discussion | 142 |
| 4.1. Période d'échantillonnage | 142 |
| 4.2. Abondances | 143 |
| 5. Conclusion et perspectives | 143 |
| 6. Bibliographie..... | 144 |

Fiche 6 : Front de colonisation de l'anguille européenne sur l'axe Loire

| | |
|---|-----|
| 1. Contexte et objectifs | 145 |
| 2. Méthodologie et protocole de pêche | 145 |
| 2.1. Choix et localisation des stations | 146 |
| 2.2. Hydrologie et connectivité des annexes hydrauliques de la Loire aval | 147 |
| 2.3. Autres caractéristiques environnementales | 149 |
| 2.4. Analyse des résultats | 149 |
| 2.4.1. Indices d'abondance | 149 |
| 2.4.2. Probabilités de présences | 150 |
| 3. Résultats | 150 |
| 3.1. Caractéristiques des stations échantillonnées | 150 |
| 3.2. Abondance en anguilles dans les annexes hydrauliques | 151 |
| 3.2.1. Le stock en place | 151 |
| 3.2.2. Le recrutement fluvial | 156 |
| 3.3. Probabilité de présence en anguilles dans les annexes hydrauliques | 156 |
| 4. Discussion | 159 |
| 4.1. Choix et localisation des stations | 159 |
| 4.2. Hydrologie et caractéristiques des habitats | 159 |
| 4.3. Indice d'abondance | 160 |
| 4.4. Répartition longitudinale et temporelle | 160 |
| 4.5. Evolution de la probabilité de présence | 160 |
| 5. Conclusion et perspectives | 161 |
| 6. Bibliographie | 162 |

Fiche 7 : Evaluation des pertes en ligne en Loire aval et à l'entrée des sous-bassins de l'Allier, de la Loire et de la Gartempe.

| | |
|--|-----|
| 1. Objectifs : | 163 |
| 2. Mise en œuvre | 163 |
| 2.1. Principe | 163 |
| 3. Resultats | 164 |
| 3.1. Effort de pêche | 164 |
| 3.1.1. Dynamique de pêche | 164 |
| 3.1.2. Efficacité de pêche | 165 |
| 3.2. Caractéristiques biométriques des poissons | 166 |
| 3.2.1. Structure âge | 166 |
| 3.2.2. Ablation de nageoire | 166 |
| 3.2.3. État sanitaire | 167 |
| 3.3. Périodicité des captures | 168 |
| 3.3.1. Relation entre les captures et les paramètres hydrologiques | 168 |
| 3.3.2. Relation entre les captures et les températures | 169 |
| 3.3.3. Estimation de la dynamique migratoire | 170 |
| 3.4. Devenir des poissons marqués | 171 |
| 4. Conclusion | 172 |
| 5. Bibliographie | 173 |

Fiche 8 : Evaluer la survie des œufs sur les zones de reproduction (test de survie sous-graviers)

| | |
|--|-----|
| 1. Introduction | 174 |
| 2. Principe | 174 |
| 3. Localisation de l'étude 2009-2010 | 175 |

| | |
|---|-----|
| 3.1. Site d'étude | 175 |
| 3.2. Localisation des frayères artificielles..... | 176 |
| 4. Matériel et Méthode | 176 |
| 4.1. Réalisation des frayères artificielles..... | 176 |
| 4.2. Caractéristiques physico-chimiques des frayères | 177 |
| 4.2.1. L'eau de surface | 177 |
| 4.2.2. L'eau interstitielle : Taux d'oxygénation du substrat..... | 177 |
| 4.2.3. Analyse granulométriques des frayères | 179 |
| 4.3. Contrôle de la survie | 180 |
| 4.3.1. Capsules d'incubation..... | 180 |
| 4.3.2. Manipulation des œufs et insertion des capsules..... | 181 |
| 4.3.3. Retrait des capsules et évaluation de la survie | 182 |
| 5. Faisabilité de l'étude | 183 |
| 5.1. Préparation du matériel | 183 |
| 5.2. Mise en place des frayères artificielles | 183 |
| 5.3. Préparation des capsules | 184 |
| 5.4. Mise en place des capsules sur les frayères artificielles | 185 |
| 5.5. Extraction des capsules et lecture des œufs | 185 |
| 5.6. Extraction et lecture des sticks hypoxies..... | 186 |
| 6. Résultats de l'étude de survie sous graviers 2009-2010..... | 187 |
| 6.1. Conditions générales d'incubation | 187 |
| 6.1.1. La température | 187 |
| 6.1.2. Le débit..... | 189 |
| 6.2. Lecture des œufs..... | 190 |
| 6.3. Survie des œufs | 192 |
| 6.4. Relations entre la survie des œufs et l'oxygène dissous dans l'eau | 195 |
| 6.5. Relation entre le taux de survie et le plus ou moins grand noircissement des bâtons hypoxie..... | 197 |
| 7. Présentation de l'étude 2010-2011 | 197 |
| 8. Conclusion | 199 |
| 9. Bibliographie..... | 201 |

Fiche 9 : Suivi par pêches électriques standardisées de la production naturelle de juvéniles de saumon et de l'implantation des juvéniles déversés.

| | |
|---|-----|
| 1. Contexte et méthodologie | 202 |
| 2. Bassin de la Gartempe | 204 |
| 2.1. Répartition et localisation des stations..... | 204 |
| 2.2. Déversement des alevins | 207 |
| 2.3. Déroulement des pêches | 208 |
| 2.4. Résultats | 208 |
| 2.4.1. Avertissement..... | 208 |
| 2.4.2. Résultats sur l'ensemble des stations | 209 |
| 2.4.3. Résultats sur les stations déversées..... | 210 |
| 2.5. Conclusion | 215 |
| 3. Bassin de l'Allier | 216 |
| 3.1. Préambule | 216 |
| 3.2. Localisations des stations | 217 |
| 3.3. Caractérisation des stations | 219 |
| 3.4. Déroulement des pêches et conditions hydrologiques | 220 |
| 3.5. Caractéristiques morphologiques des tacons | 220 |
| 3.5.1. Tailles des tacons pêchés | 220 |
| 3.5.2. Coefficient de condition des tacons 0+ | 224 |
| 3.6. Indices d'abondances | 227 |
| 3.6.1. A l'échelle du bassin de l'Allier..... | 227 |
| 3.6.2. A l'échelle des cours d'eau | 228 |

| | |
|----------------------------|-----|
| 3.6.3. Alagnon..... | 228 |
| 3.6.4. Allier..... | 231 |
| 3.6.5. Dore | 239 |
| 3.6.6. Sioule | 240 |
| 3.7. Bilan-Conclusion..... | 244 |
| 4. Bibliographie..... | 246 |

Fiche 10 : Communication sur les migrateurs

| | |
|--|-----|
| 1. Présentation de l'exposition..... | 249 |
| 1.1. Objectifs..... | 249 |
| 1.2. Description et contenu | 249 |
| 1.3. Dispositif de prêt | 250 |
| 2. Bilan de l'année 2010..... | 250 |
| 2.1. Volume des emprunts | 250 |
| 2.2. Itinéraire | 250 |
| 2.3. Typologie des emprunts | 251 |
| 2.3.1. Emprunteurs..... | 251 |
| 2.3.2. Manifestations..... | 252 |
| 2.3.3. Public touché | 253 |
| 2.4. Coûts des emprunts..... | 253 |
| 2.5. Communication | 254 |
| 2.5.1. Par LOGRAMI | 254 |
| 2.5.2. Par les emprunteurs..... | 255 |
| 3. Conclusion et perspectives..... | 256 |
| 4. Rencontres migrateurs | 256 |
| 4.1. Labélisation des rencontres..... | 256 |
| 4.2. Programme..... | 257 |
| 4.3. Participants..... | 258 |
| 4.4. Résumés des présentations des Rencontres Migrateurs 2010 | 260 |
| 4.4.1. Comptage des frayères de Lamproies..... | 260 |
| 4.4.2. A l'écoute de la reproduction des aloses - | 261 |
| 4.4.3. Photo-interprétation des frayères de Grande alose..... | 262 |
| 4.4.4. La survie sous gravier des œufs de salmonidés | 262 |
| 4.4.5. Indicateur d'abondance de juvéniles de saumon en Bretagne | 263 |
| 4.4.6. Le front de colonisation des jeunes anguilles sur le bassin Garonne Dordogne ... | 264 |
| 4.4.7. Échantillonner les ammocètes | 265 |
| 4.4.8. Le succès de la reproduction chez l'Alose feinte du Rhône..... | 266 |
| 4.4.9. Les stations de vidéo-comptage des poissons migrateurs..... | 267 |
| 4.4.10. Résultats de l'étude de radiopistage des saumons sur l'Allier en 2009 | 268 |
| 4.4.11. Étude du comportement de dévalaison des anguilles argentées sur le Rhin à l'aide de technologie NEDAP | 269 |
| 4.4.12. Comprendre les rythmes migratoires par des expérimentations en mésocosme | 270 |
| 4.4.13. Télémétrie acoustique en estuaire - | 271 |
| 4.4.14. La dynamique de population des juvéniles de saumons atlantique (Salmo salar) sur le Scorff : utilisation des méthodes de Capture-marquage-recapture et des marques de type PIT-tag - | 271 |
| 4.4.15. Outils génétiques pour la gestion des populations de poissons migrateurs - | 272 |
| 4.4.16. Modélisation bayésienne hiérarchique à couche latente pour l'écologie et l'aide à la gestion des populations naturelles - | 272 |
| 4.4.17. Présentation des tableaux de bord Migrateurs et du site migrateurs-loire.fr - ... | 273 |
| 4.4.18. Le fonctionnement du COGEPOMI | 274 |
| 5. Conclusion générale | 276 |

Fiche 1 : Suivi du réseau de stations de comptage du bassin de la Loire

1. INTRODUCTION

Depuis la mise en service effective de la première station de comptage à Vichy en 1997, il a été décidé d'étendre et de développer les points de contrôle des poissons migrateurs sur le bassin de la Loire. Ce développement répond aux préconisations émises dans le cadre de l'actuel Plan de Gestion des Poissons Migrateurs.

Le suivi engagé sur ces stations permet d'acquérir des données chronologiques sur l'état des populations de poissons migrateurs. Il permet de connaître l'abondance des poissons à différents endroits du bassin et de comparer ces effectifs d'une année sur l'autre. Les stations de comptage ont notamment permis d'attester le retour durable des poissons grands migrateurs dans le bassin de la Vienne à la suite de l'arasement de Maisons-Rouges et à l'équipement de certains ouvrages situés à l'aval du bassin (Châtellerault, Descartes). Ce suivi s'insère dans le cadre du programme de restauration des populations de poissons migrateurs sur le bassin et vise également à améliorer les connaissances sur la biologie et la dynamique de ces populations.

Pour cela l'association LOGRAMI a pris en charge la maîtrise d'ouvrage de ce réseau et s'est dotée de moyens humains et techniques performants afin de coordonner un suivi homogène des stations à l'échelle du bassin.

L'évaluation des stocks de poissons migrateurs sur un bassin fournit de précieuses informations qui vont même au delà de la gestion de l'ichtyofaune. En effet, la complexité et la spécificité des exigences mésologiques¹ de ces espèces ainsi que leur comportement migratoire sont d'excellents indicateurs de l'état hydrologique et morphologique de la rivière mais aussi de la continuité longitudinale du bassin. La présence de poissons migrateurs doit conduire les opérateurs locaux à mettre en place une gestion adaptée et conforme aux objectifs prioritaires du SDAGE ou à ceux de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau. Une bonne connaissance de ces populations est nécessaire pour évaluer « le bon état écologique de nos rivières ».

2. PRESENTATION DU RESEAU DE SUIVI DES MIGRATIONS DU BASSIN DE LA LOIRE

Plusieurs stations de contrôle des migrations ont été installées le long des principaux axes de migration du bassin de la Loire. Le réseau de suivi des migrations se compose actuellement de huit stations de comptage.

¹ *Mésologique* : Lié aux conditions du milieu naturel



Figure 1 : Répartition des stations de comptage sur le bassin de la Loire en 2010 (Source : LOGRAMI).

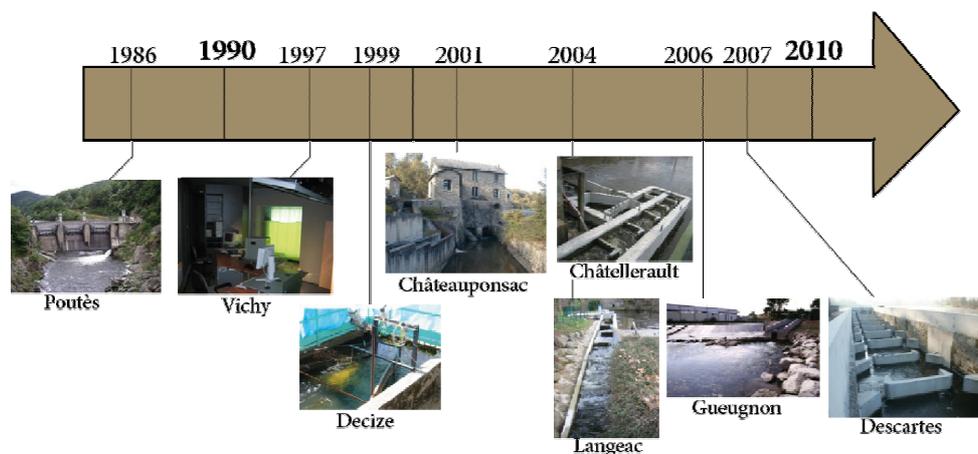


Figure 2 : Chronologie de la création des stations de comptage sur le bassin de la Loire (Source : LOGRAMI).

Sur le bassin de la Vienne, trois stations de comptage permettent de suivre les migrations. Les deux premières sont situées sur la Vienne et la Creuse, aux barrages de Châtelleraut (Département de la Vienne) et de Descartes (Département de l'Indre et Loire). La troisième est implantée plus en amont sur la Gartempe, au barrage de la Roche-Etrangleloup à Châteauponsac (Département de la Haute Vienne).

Trois stations de comptage sont implantées sur le bassin de l'Allier. Les deux premières stations, situées les plus en amont sont établies au niveau du barrage de Langeac et de Poutès en Haute Loire. La troisième station est, quant à elle, installée au pont barrage de Vichy dans le département de l'Allier.

La station de Poutès fait l'objet d'un suivi particulier à la montaison des géniteurs et à la dévalaison des saumonaux. Ce suivi est réalisé dans le cadre d'un dossier Plan Loire

spécifique et financé par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et EDF. Seuls, les principaux résultats sont intégrés dans le présent rapport.

Deux stations de comptage sur la Loire amont sont également suivies. L'une est située au niveau du barrage de Decize à Saint Léger des Vignes et l'autre sur le barrage des Forges de Gueugnon localisé sur l'Arroux qui est un affluent rive droite de la Loire.

Le détail de chacun de ces sites est disponible dans le rapport de Recueil de données biologiques de LOGRAMI réalisé sur les suivis en 2009 (Bach *et al.*, 2010).

3. BILAN DU FONCTIONNEMENT DES STATIONS DE COMPTAGE EN 2010

3.1. Fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Vienne

Le vidéo comptage à Châtellerault a fonctionné sur la quasi-totalité de l'année 2010, deux problèmes informatiques ont cependant entraîné une perte de contrôle sur un peu moins de deux jours le 6/01 et le 21/07. De plus des travaux de maintenance du réseau électrique ont entraîné une coupure de courant sur plus de 32h les 15/06 et 16/06.

A la station de comptage de Descartes, de nombreuses pannes informatiques ainsi qu'une coupure d'électricité ont interrompu le comptage pendant plus de 12 jours. Ces arrêts n'ont cependant pas eu lieu pendant les périodes de fortes migrations.

Le compteur de Châteauponsac, en panne suite à un orage courant 2009, n'a pu être réparé et installé que le 15 Novembre 2010. Le suivi de la migration des grands salmonidés à ce niveau de l'axe n'est donc pas significatif pour cette année 2010.

3.2. Fonctionnement des stations de comptage du bassin de l'Allier

Le contrôle des migrations par dépouillement des enregistrements vidéo a été effectif toute l'année sur la station de Vichy. Seuls quelques problèmes d'enregistrement sont survenus sur la passe rive gauche. Cependant, la présence d'un poste de secours a permis d'éviter la perte de données.

Pour des raisons de sécurité (détérioration des vitres), aucun suivi vidéo n'a été réalisé en 2010 à la station de comptage de Langeac. LOGRAMI avait pourtant prévu son équipement.

Aucun dysfonctionnement du système d'enregistrement de Poutès n'a été observé cette année.

3.3. Fonctionnement des stations de comptage du bassin de la Loire amont

Au cours du fonctionnement de la station de comptage de Decize, de nombreuses micro-interruptions de l'enregistrement se sont produites. Ces dernières sont survenues en liaison avec des coupures de courant. L'ensemble de ces interruptions cumule un total de 1,9 jours sur l'ensemble de l'année.

Pour le comptage des individus à la station de Gueugnon, deux problèmes sont venus interrompre le suivi. Tout d'abord, une panne d'alimentation de l'ordinateur a coupé le

fonctionnement du dispositif pendant une durée de 4 jours entre le 27/02 et le 03/03. Puis, un problème de caméra a rendu inopérant le dispositif vidéo durant une période de 19 jours entre le 13/05 et le 01/06. Les vérifications par internet n'ont pu mettre en évidence ce problème. Au total, 23,5 jours n'auront pu être suivis cette année.

Divers problèmes techniques n'ont pas permis de suivre l'intégralité des migrations. Cependant, ceux-ci représentent une très faible proportion de jours sur l'année. Un récapitulatif de la période de suivi sur chaque station du bassin de la Loire peut-être établi (Tableau 1).

Tableau 1 : Récapitulatif de la période de suivi sur chaque station du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI).

| Passé à poissons | Période de suivi | Jours de comptage |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Châtellerault | 01/01/2010 au 31/12/2010 | 361,8 (99,1%) |
| Descartes | 01/01/2010 au 31/12/2010 | 352,1 (96,5%) |
| Châteauponsac | 15/11/2010 au 31/12/2010 | 46 (12,6%) |
| Vichy | 01/01/2010 au 31/12/2010 | 365 (100%) |
| Langeac | Pas de comptage | 0 |
| Poutès | 01/01/2010 au 31/12/2010 | 365 (100%) |
| Decize | 01/01/2010 au 31/12/2010 | 363,1 (99,5%) |
| Gueugnon | 01/01/2010 au 31/12/2010 | 341,5 (93,6%) |

4. BILAN DU FONCTIONNEMENT DES PASSES A POISSONS EN 2010

4.1. Fonctionnement des passes à poissons du bassin de la Vienne

La passe à poissons de Châtellerault a été fermée à la circulation pisciaire au total 52h43. L'entretien des vitres et de la passe à poissons a nécessité 13 vidanges réparties sur l'ensemble de l'année. L'installation d'un cadre-antenne permettant de détecter des marques de type Tiris a été réalisée le 6 avril sur la première échancrure amont de la passe. Une vidange de 8h00 a dû être effectuée pour réaliser cette installation. Enfin, des travaux d'EDF sur l'usine hydroélectrique ont entraîné la fermeture de la passe durant 28h50 les 3 et 4 mai durant la période de migration des lamproies marines et des aloses.

Concernant le dispositif de franchissement de Descartes, 31 vidanges sur l'ensemble de l'année ont été effectuées représentant 42h26 de fermeture de la passe. Il s'agit de vidange liée à l'entretien des vitres (17 interventions) et à la maintenance des spots d'éclairage.

La retenue du barrage de la Roche Etrangleloup de Chateauponsac a été vidangée le 24 août 2010. Durant cette vidange, la passe à poissons a été fermée et a fait l'objet de quelques améliorations. Une vanne à crémaillère a été installée facilitant la fermeture de la passe et des grilles plus fines ont été installées au niveau de la prise d'eau du débit d'attrait de manière à limiter le passage par cette voie des smolts dévalants. La fermeture a duré 42 jours, du 24 août au 6 octobre et a donc empêché toute remontée sur cette période.

4.2. Fonctionnement des passes à poissons du bassin de l'Allier

L'entretien de la passe de Vichy a provoqué des arrêts de fonctionnement lorsqu'il était nécessaire de nettoyer les vitres pour obtenir une détection optimale des poissons. Au total, 29 interventions (vidanges) ont eu lieu cette année dont 20 sur la passe rive droite et 9 sur la passe rive gauche. L'arrêt des deux dispositifs a seulement duré 9h52 et par conséquent eu un impact négligeable sur les migrations.

Au cours de l'année 2010, 3 039 remontées d'ascenseur ont été effectuées au barrage de Poutès. Au total, les périodes de gel ont occasionné 75 arrêts et supprimé 979 remontées au cours de l'année, soit plus du double de remontées que l'an dernier, et plus de cinq fois plus qu'en 2008. Ceci s'explique par quatre arrêts de longue durée en début d'année (1^{er} au 14 janvier ; 24 janvier au 4 février ; 8 au 17 février et 6 au 13 mars) ; ainsi que plusieurs arrêts de 3 jours fin novembre et courant décembre. 75 % des arrêts pour gel ont été constatés au cours des mois de janvier à mars sans conséquence sur la migration du saumon puisque la totalité des passages observés depuis 1986 a lieu après cette période. Au cours du mois de mai, les 5 arrêts pour gel n'ont occasionné la suppression que de 5 remontées. A l'automne, les arrêts pour gel débutent le 21 octobre, 28 jours avant le passage du dernier saumon observé. Après les premiers arrêts pour gel, 11 saumons (42 % des passages de l'année) sont observés franchissant l'ascenseur. Notons que ce premier arrêt pour gel n'a pas entraîné de suppressions de remontées, 16 cycles sans arrêt de plus de deux heures étant notés au cours de cette journée. Il faut attendre 5 jours de plus le 26 octobre pour que des cycles soient supprimés. Trois arrêts de l'ascenseur de courte durée ont été réalisés pour son entretien fin mars - début avril. Ces arrêts ont entraîné la suppression de 24 remontées d'ascenseur, soit l'équivalent de deux journées.

Durant la période estivale, l'abaissement de la retenue pour entretien des vannes du barrage et de l'ascenseur est à l'origine de 441 suppressions de remontées entre les 10 août et 16 septembre. Une crue dont le pic de déversement horaire atteint 155 m³/s a entraîné l'arrêt de l'ascenseur entre le 30 octobre et le 2 novembre.

4.3. Fonctionnement des passes à poissons du bassin de la Loire amont

La mise à sec de la passe à poissons de Decize pour l'entretien des vitres de comptage cumule un total de 1h14 sur l'ensemble de l'année (2 vidanges). La majeure partie du temps le nettoyage peut être effectué sans condamner le dispositif de franchissement (34 interventions).

L'accumulation de végétaux aquatiques pélagiques (renoncules) et de débris ont également colmaté la grille amont de la passe à plusieurs reprises, limitant à certaines périodes l'alimentation en eau de la passe ainsi que le passage des poissons. L'ensemble de ces interruptions cumule un total de 10,5 jours sur l'ensemble de la saison.

Pour la passe à poissons de Gueugnon, l'entretien des vitres de comptage a lui aussi provoqué des arrêts de fonctionnement du dispositif. Au total, 16 interventions ont eu lieu cette année et représente un arrêt de fonctionnement de la passe de 4h35. En moyenne, une opération de nettoyage dure 16 min. On peut donc considérer que ces interventions ont un impact négligeable sur les migrations.

Un récapitulatif de la période de fonctionnement des passes à poissons du bassin de la Loire peut être établi.

Tableau 2 : Récapitulatif de la période de fonctionnement des passes à poissons du bassin de la Loire (Sources : LOGRAMI).

| Passes à poissons | Période de fonctionnement | Fonctionnalité de la passe |
|-------------------|--|----------------------------|
| Châtelleraut | 01/01/2010 au 31/12/2010 | 362,8 (99,4%) |
| Descartes | 01/01/2010 au 31/12/2010 | 363,2 (99,5%) |
| Châteauponsac | 01/01/2010 au 24/08/2010 06/10/2010 au 31/12/2010 | 322 (88,2%) |
| Vichy | 01/01/2010 au 31/12/2010 | 365 (100%) |
| Langeac | 01/01/2010 au 31/12/2010 | Pas de données |
| Poutès | 01/01/2010 au 31/12/2010 | 365 (100%) |
| Decize | 01/01/2010 au 31/12/2010 | 354,5 (97%) |
| Gueugnon | 01/01/2010 au 31/12/2010 | 365 (100%) |

5. LES PASSAGES DE SAUMON ATLANTIQUE (*SALMO SALAR*)

5.1. Analyse des passages par bassin

La répartition des stations de comptage sur l'ensemble du bassin de la Loire permet de connaître précisément le stock potentiel de **saumons atlantiques** se reproduisant chaque année sur les axes concernés par une station de comptage. En effet, les secteurs de reproduction se situent systématiquement au dessus des dispositifs de comptages. Les effectifs comptabilisés représentent les géniteurs remontant vers les zones de frayère. Afin de déterminer les **effectifs de géniteurs réels**, il est nécessaire d'appliquer sur ces comptages les mortalités estivales, la prédation, les captures illicites et les prélèvements par la pisciculture de Chanteuges.

5.1.1. Analyse historique de répartition des effectifs aux différentes stations

Selon le graphique historique des passages aux différentes stations, l'essentiel du contingent de saumon s'oriente chaque année sur le bassin de l'Allier avec en moyenne 87,5% des migrations contrôlées à la station de comptage de Vichy. L'axe de migration secondaire est le bassin Creuse-Gartempe qui accueille, en moyenne depuis 2007, 9,4% de la population du bassin de la Loire (station de Descartes).

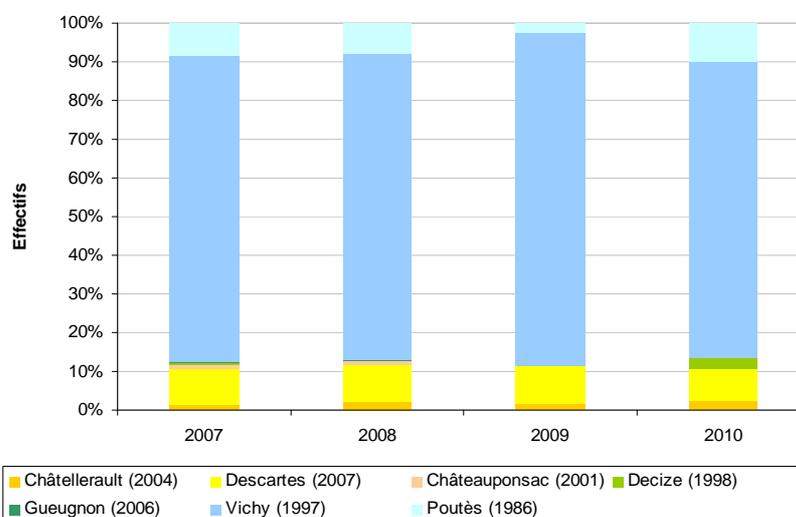


Figure 3 : Evolution des effectifs* de saumons atlantiques sur les stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2007 (Source : LOGRAMI)

* les comptages effectués sur un site en amont d'une station sont retranchés de la station aval.

5.1.2. Répartition des effectifs en 2010

En 2010, 86,7% du contingent de saumons dénombrés sur l'ensemble du bassin de la Loire a été contrôlé sur le bassin de l'Allier. Ce résultat s'apparente à la moyenne observée depuis 2007.

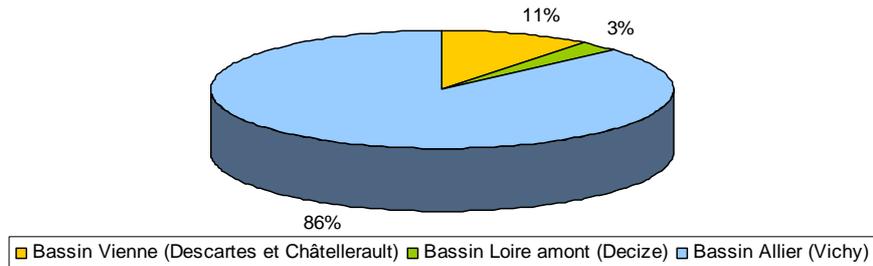


Figure 4 : Répartition des effectifs de saumon atlantique sur le bassin de la Loire contrôlés par les stations de comptage en 2010 (Source LOGRAMI).

La répartition des individus sur l'ensemble du bassin est essentiellement due au phénomène de *homing* des poissons (capacité de revenir se reproduire dans la rivière où ils sont nés) mais aussi aux capacités d'accueils du milieu et aux effectifs déversés chaque année sur les différents affluents de la Loire (Allier, Alagnon, Dore, Sioule, Arroux et ses affluents, Gartempe, Semme, Couze, Anglin).

5.2. Analyse des passages par stations

5.2.1. Sur la Vienne à Châtelleraut

5.2.1.1. Passages annuels

Sur l'axe Vienne, 6 saumons ont été comptabilisés à la station de comptage de Châtelleraut en 2010.

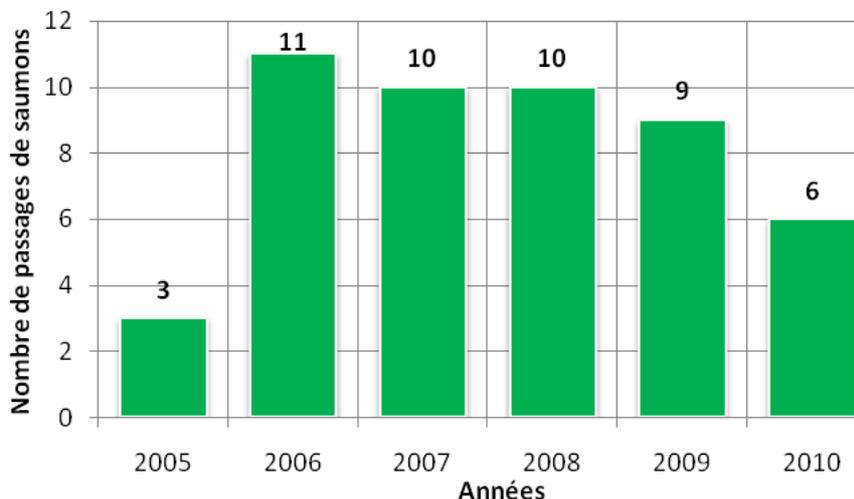


Figure 5 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Châtellerault depuis 2005 (Sources : LOGRAMI).

Ces effectifs sont stables de 2006 à 2009 alors qu'aucun soutien de population n'est engagé sur cet axe. En 2010, une baisse d'effectif est constatée comme sur l'ensemble du bassin de la Loire. La provenance de ces saumons est certainement exogène, étant donné que les zones potentielles de reproduction se situent en amont d'un ouvrage infranchissable, le complexe hydroélectrique de l'Isle Jourdain. Ces passages de saumons peuvent s'expliquer par la divagation de poissons nés ou déversés dans le bassin, éventuellement due à des problèmes de blocage partiel des saumons sur l'axe Creuse Gartempe.

5.2.1.2. Passages mensuels

Les passages de l'année 2010 s'étalent du 24 février au 9 novembre. Les poissons observés ont été mesurés de manière à déterminer leurs classes d'âge : 4 d'entre eux sont des saumons d'un an de mer, 1 de deux ans de mer et 1 de trois ans de mer.

L'analyse des périodes de passages des 49 saumons passés de 2005 à 2010 soutient l'hypothèse que certains poissons passés à Châtellerault n'ont pas eu pour premier objectif d'emprunter l'axe Vienne. En effet, des remontées très tardives de poisson d'un an et de deux ans de mer sont observées durant les mois de novembre et de décembre. La proximité avec la mer de la station de comptage de Châtellerault (271 km), laisse penser que très peu d'individus effectuent une pause estivale en dessous de la station de comptage. Ces saumons ont donc très certainement modifié leurs itinéraires à l'approche de la période de reproduction. Les classes d'âges des passages observés de janvier à septembre sont plus adéquates à celles habituellement observées pour la migration du saumon.

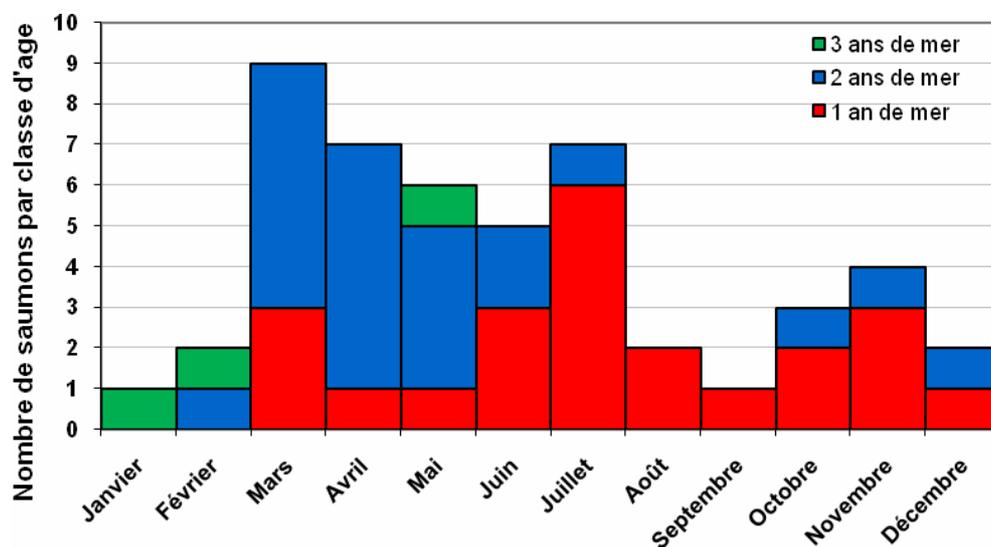


Figure 6 : Répartition mensuelles des classes d'âge des saumons ayant franchi la passe de Châtellerault depuis 2005 (Sources : LOGRAMI).

5.2.2. Sur la Creuse à Descartes

5.2.2.1. Passages annuels

En 2010, les passages de 22 saumons ont été enregistrés sur la Creuse à la station de comptage de Descartes. En moyenne de 2007 à 2009, 54 individus ont été comptabilisés.

Par rapport à ces trois dernières années, une diminution du nombre de passage de l'ordre de 59 % est donc constatée.

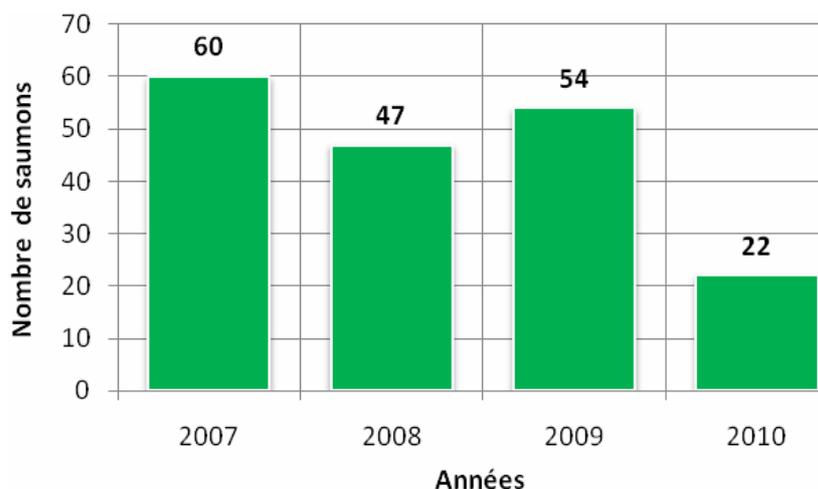


Figure 7 : Bilan des passages de saumons à la station de comptage de Descartes depuis 2007 (Sources : LOGRAMI).

A noter que le nombre de saumons n'est pas comptabilisé en année civile, certains saumons de trois ans de mer se reproduisant sur la Gartempe une année n peuvent franchir l'ouvrage de Descartes en fin d'année n-1.

La comparaison interannuelle des rythmes migratoires du saumon à Descartes permet de montrer que la migration de l'année 2010 est plutôt tardive par rapport aux autres années. En effet, la moitié de l'effectif a franchi l'ouvrage le 23 avril, alors qu'en 2009 ce chiffre était atteint le 8 avril.

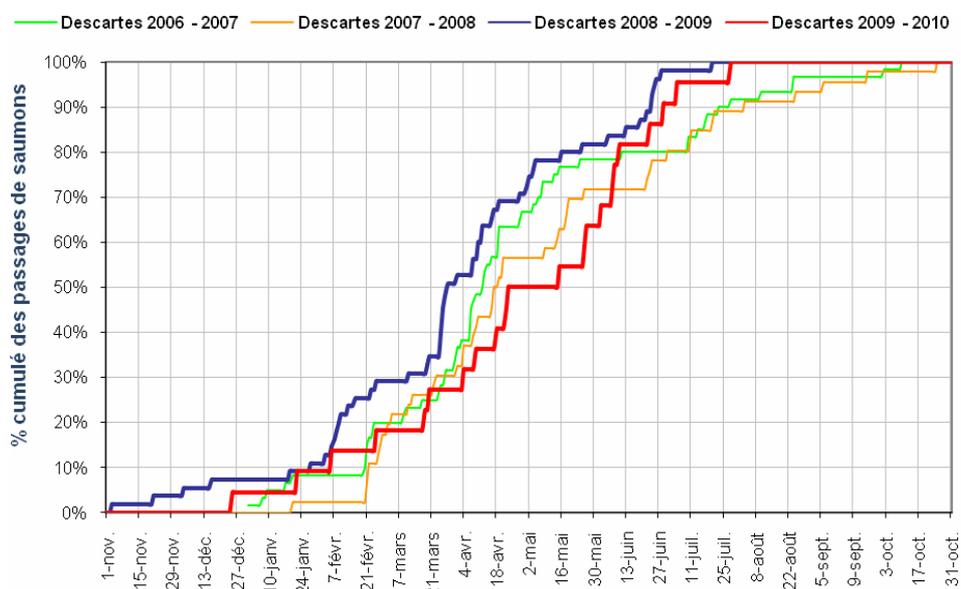


Figure 8 : Comparaison du rythme migratoire du saumon à Descartes depuis 2007 (Sources : LOGRAMI).

5.2.2.2. Passages mensuels et journaliers

Le premier saumon comptabilisé pour la reproduction de 2010 est passé le 25 décembre 2009 (semaine 52), le dernier passage a été enregistré le 28 juillet (semaine 30).

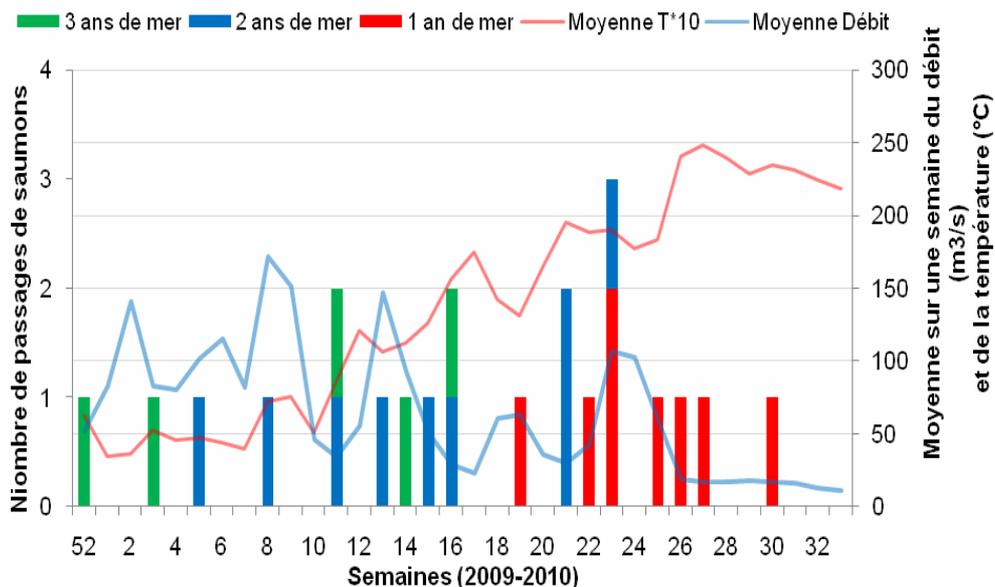


Figure 9 : Passages hebdomadaires de saumons atlantiques à Descartes en fonction de la température de l'eau et du débit de la Creuse à Leugny en 2010 (Sources : LOGRAMI et banque Hydro).

Le nombre d'individus étant assez faible en 2010, il est difficile de ressortir des périodes de migration. Un pic de trois saumons la semaine 23 est tout de même à noter. Aucune migration automnale n'est constatée.

Tous les poissons contrôlés ont été mesurés. Leurs tailles varient entre 49,2 et 94,7 cm, pour une moyenne de 74,3 cm (écart type de 12,4).

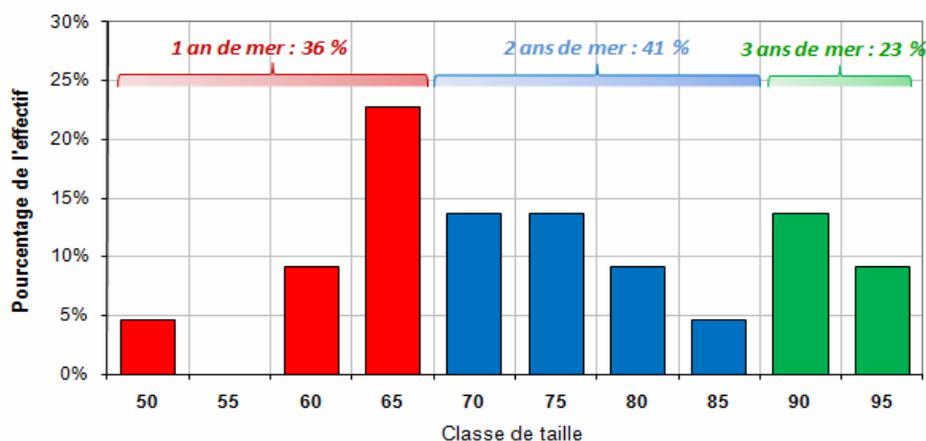


Figure 10 : Distribution en classes de taille des effectifs de saumon atlantique comptabilisés dans la passe à poissons de Descartes sur la Creuse en 2010 (Sources : LOGRAMI).

La classe de taille la plus représentée est celle de 65 cm (prenant en compte les poissons mesurés entre 62,5 et 67,5 cm) avec 23% de l'effectif. Ces classes de tailles ont permis de déterminer l'âge de chacun des saumons ayant franchi l'ouvrage : 36 % sont des poissons d'un an de mer (8 individus), 41 % de 2 ans de mer (9 individus) et 23 % de 3 ans de mers (5 individus).

Une comparaison depuis 2007 montre une diminution des passages de saumons de 2 ans de mer, passant de 35 individus en moyenne sur les trois dernières années à 9 en 2010 (soit une baisse de 74,2%). Le nombre de castillons reste à l'inverse stable sur les trois dernières années.

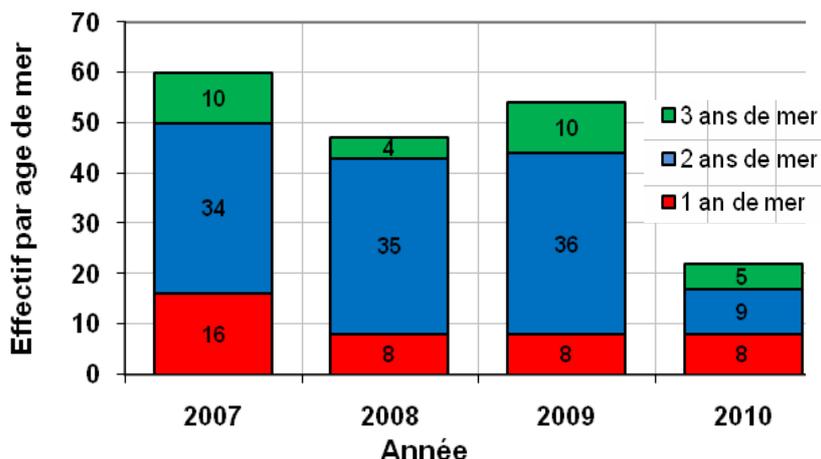


Figure 11 : Effectifs des saumons par classe d'âge de 2007 à 2010 à Descartes (Sources : LOGRAMI).

Chaque classe d'âge a une période spécifique de migration dans l'année. La figure, reprenant l'ensemble des saumons comptés depuis 2007 à Descartes (183 individus) montre ces périodes.

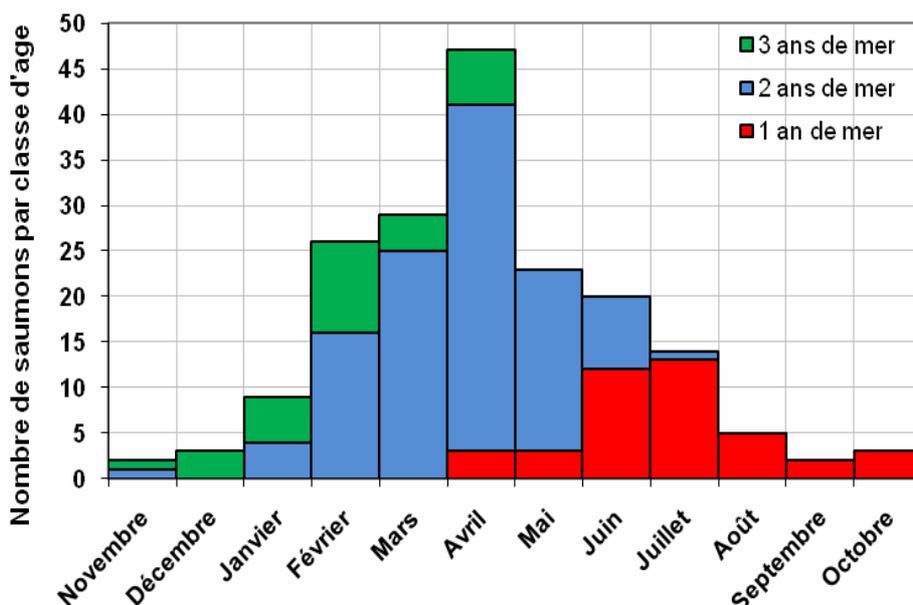


Figure 12 : Répartition mensuelle des classes d'âge des saumons ayant franchi la passe de Descartes depuis 2007 (Sources : LOGRAMI).

La période hivernale et printanière, est plus propice aux individus de tailles importantes. La totalité des trois ans de mer ont ainsi franchi l'ouvrage de Descartes avant le mois de mai. De même les saumons de deux ans de mer, ont tendance à migrer avant la période estivale. Les poissons d'un an de mer arrivent plus tardivement sur le bassin, et sont donc contrôlés à Descartes d'avril à octobre. Le pic de migration, sur les quatre années de suivi, comprend les trois classes d'âges. Il a lieu au mois d'avril.

La proportion de castillons est par ailleurs une spécificité du bassin de la Vienne, par rapport aux autres axes migratoires plus lointains du bassin de la Loire. La proximité de la Vienne avec l'océan, permet à ces poissons d'atteindre au minimum les parties aval de l'axe Creuse Gartempe avant la période de reproduction.

5.2.2.3.

Passages horaires

L'analyse des passages horaires des saumons depuis 2007 montre que les passages sont essentiellement diurnes (91,3 % entre 7h et 21h GMT). Le pic horaire a lieu entre 15h et 16h GMT avec 11,5 % des passages comptabilisés.

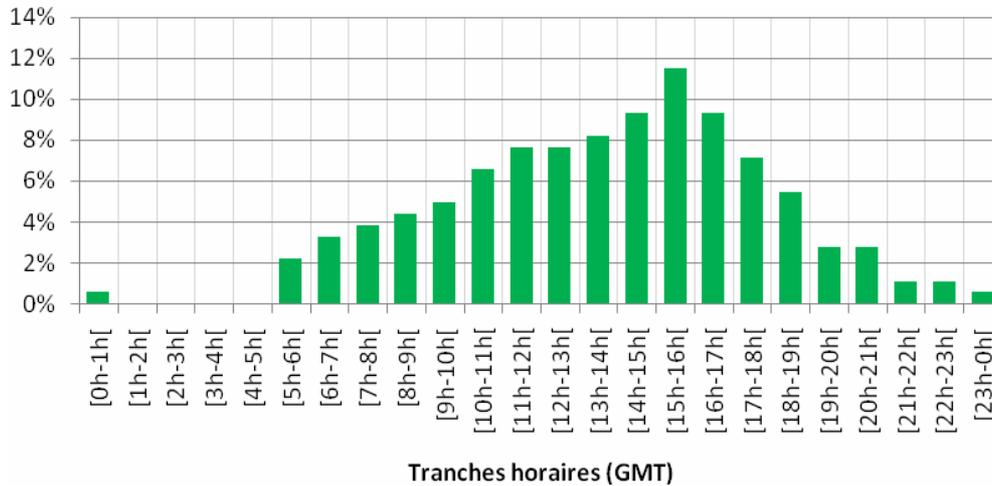


Figure 13 : Distribution en tranches horaires des passages de saumons à Descartes depuis 2007 (Source : LOGRAMI)

5.2.3. Sur l'Allier à Vichy

5.2.3.1. Passages annuels

Récapitulatifs des migrations observées depuis 1997

227 saumons ont été recensés à la passe de Vichy au cours de l'année 2010. C'est l'année qui comptabilise le plus faible nombre de passages depuis le début du suivi de la passe en 1997. En effet, la cohorte 2010 reste très faible au regard de la moyenne interannuelle qui est de 554 saumons.

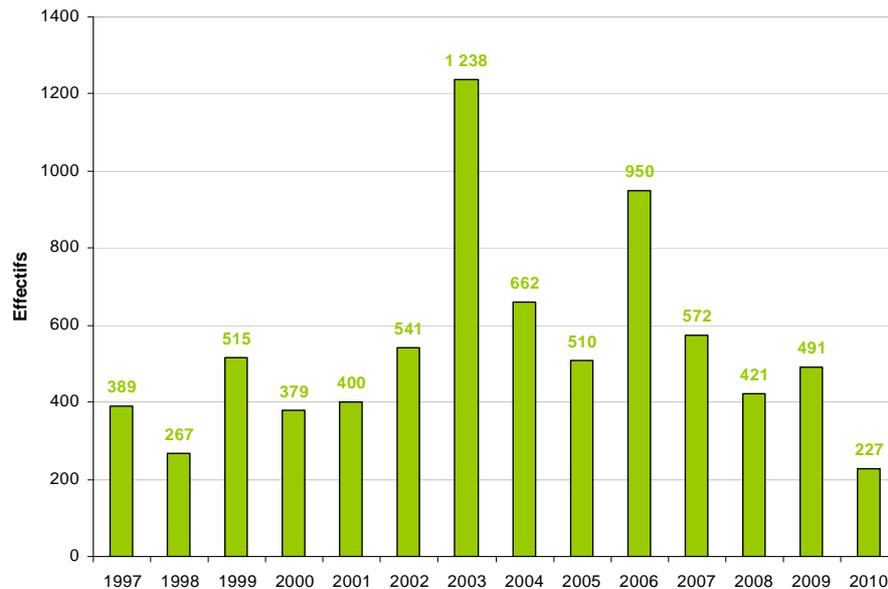


Figure 14 : Evolution des effectifs de saumons atlantiques observés à la station de comptage de Vichy depuis 1997 (Sources : LOGRAMI).

Répartition des classes d'âge depuis 1997

Sur la période de 1997 à 2008, l'essentiel de la population migrante est composée d'individus de 2 étés de mer, représentant en moyenne 64,6% des individus (Figure 15). Cependant, depuis 2009, la tendance semble s'inverser puisque la part du contingent constitué par des saumons de 2 étés de mer atteint 27% en 2009 et 39,6% en 2010. On peut donc se poser des questions quant au devenir de ces individus. Il peut être évoqué un problème au niveau de la phase marine ou continentale notamment au moment de la dévalaison des juvéniles.

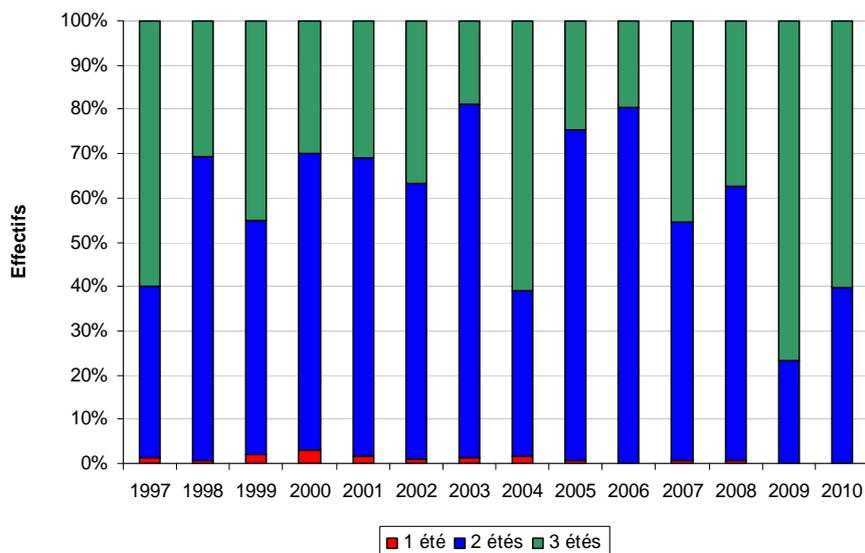


Figure 15 : Evolution de la répartition des pourcentages des classes d'âge de saumons atlantiques à la station de comptage de Vichy depuis 1997 (Sources : LOGRAMI).

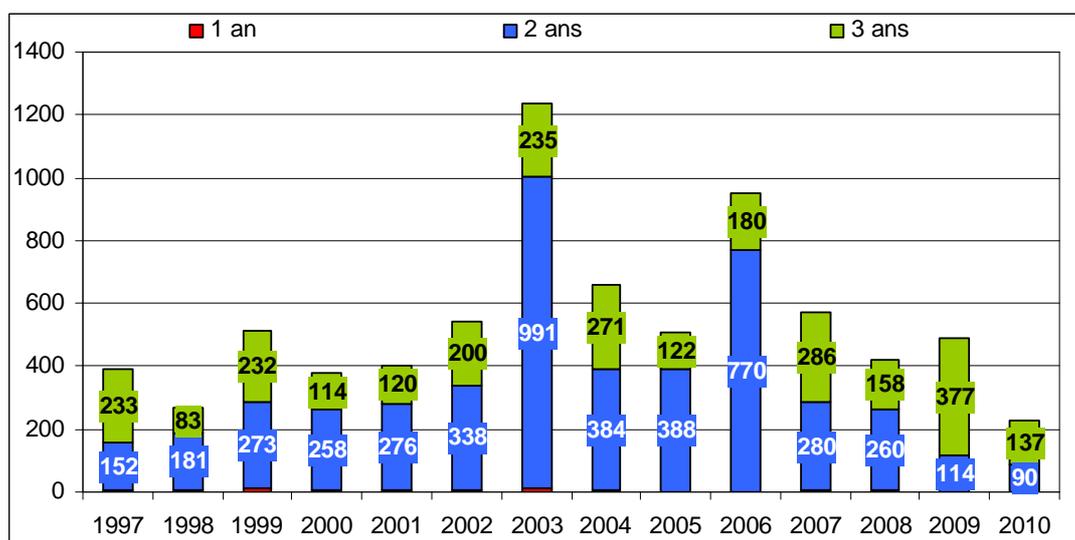


Figure 16 : Evolution de la répartition des nombres de saumons par classes d'âge de saumons atlantiques à la station de comptage de Vichy depuis 1997 (Sources : LOGRAMI).

Rythmes migratoires depuis 1997

Depuis 1997, un retard des premiers individus contrôlés est observé à la station de comptage de Vichy. En effet l'analyse de l'évolution de la date correspondant à 25% des passages de la cohorte sur l'ensemble de l'année, semble montrer que les individus arrivent de plus en plus tard. L'écart le plus important enregistré est de 40 jours entre 1997 (14 mars) et 2006 (23 avril).

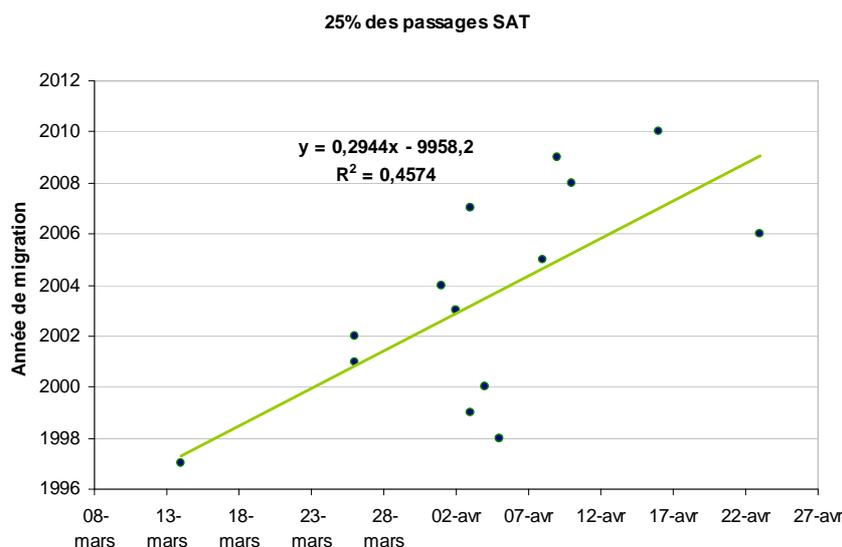


Figure 17 : Evolution du rythme de migration du premier quart des cohortes de saumons atlantiques entre 1997 et 2010 (Sources : LOGRAMI).

La migration du saumon atlantique en 2010 est plus tardive, de quelques jours, que la moyenne historique des passages (1997 à 2009). En effet pour le premier quart des passages de la population, un décalage de 12 jours est observé. Cependant, cette tendance s'atténue pour les individus de la fin de la migration.

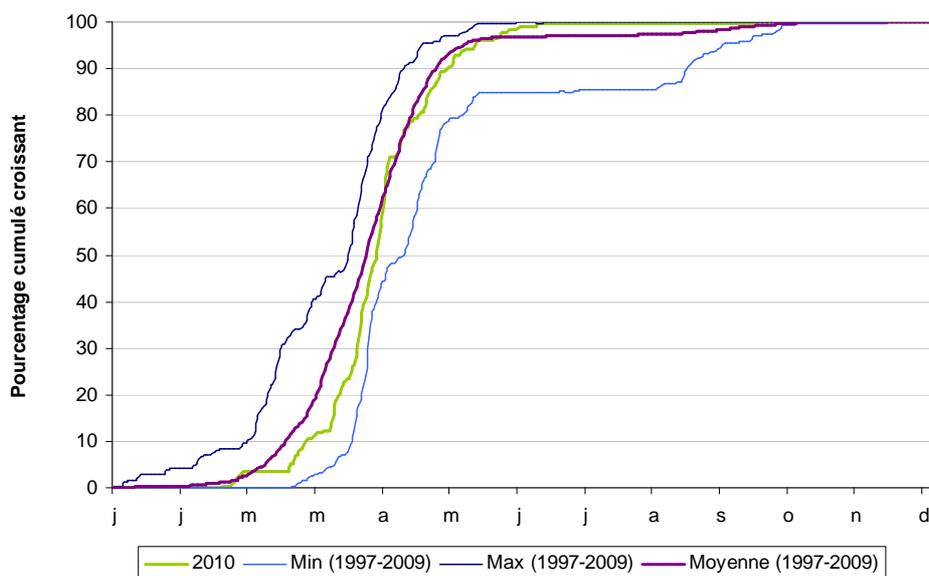


Figure 18 : Comparaison du rythme de migration du saumon atlantique à la station de comptage de Vichy en 2010 avec la moyenne 1997-2009 (Sources : LOGRAMI).

5.2.3.2. Passages journaliers

Analyse des passages journaliers

Le premier individu a été observé le 19 février et le dernier le 8 juillet (140 jours de migration). L'analyse de l'évolution du flux migratoire permet de dégager trois fortes périodes d'activité migratoire. En effet, les pics de passages observés du 20 au 28 mars

(20 individus), du 7 au 12 avril (24 individus) et enfin du 16 avril au 3 mai (108 individus) représentent 67% du contingent observé cette année. Après cette période les passages sont plus diffus et varient entre 1 et 5 passages journaliers. Un saumon très tardif a franchi l'ouvrage de Vichy le 13 novembre.

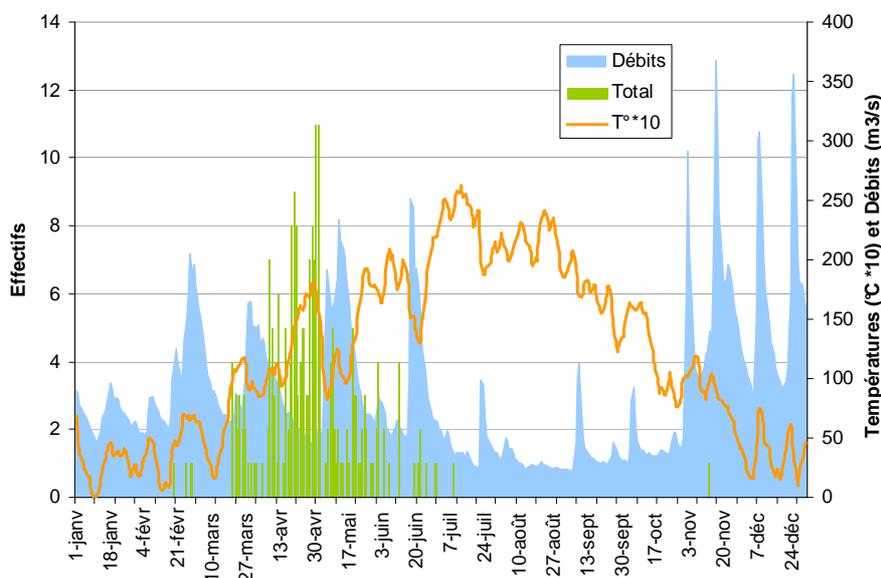


Figure 19 : Rythme migratoire journalier du saumon atlantique à la station de comptage de Vichy en 2010 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro).

Analyse biométrique de la population

Les classes d'âge les plus représentées en 2010 sont celles de 95 centimètres (55 individus), 100 centimètres (45 individus) et 80 centimètres (39 individus). L'analyse de l'histogramme des tailles permet de connaître la proportion des différentes classes. Aucun saumon de 1 été de mer n'a franchi le barrage de Vichy cette année.

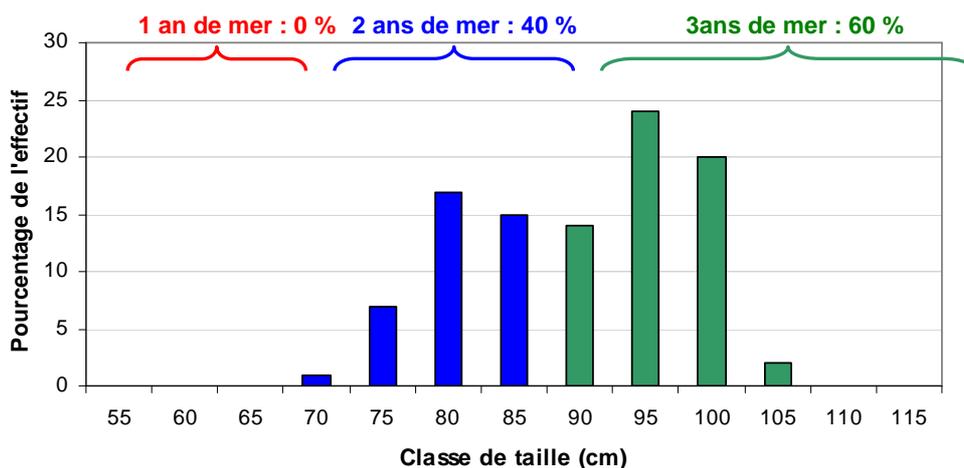


Figure 20 : Répartition des classes de taille de saumons atlantiques à la station de comptage de Vichy en 2010 (Sources : LOGRAMI).

Rythmes migratoires 2 et 3 étés de mer

La migration des individus de 3 étés de mer est nettement plus précoce que celle des 2 étés de mer sur l'ensemble de la période (une dizaine de jours). Cette donnée vient

confirmer l'ensemble des observations faites depuis le début du suivi à la station de comptage de Vichy (Bach et al, 2010) et connues par ailleurs sur d'autres bassins versants.

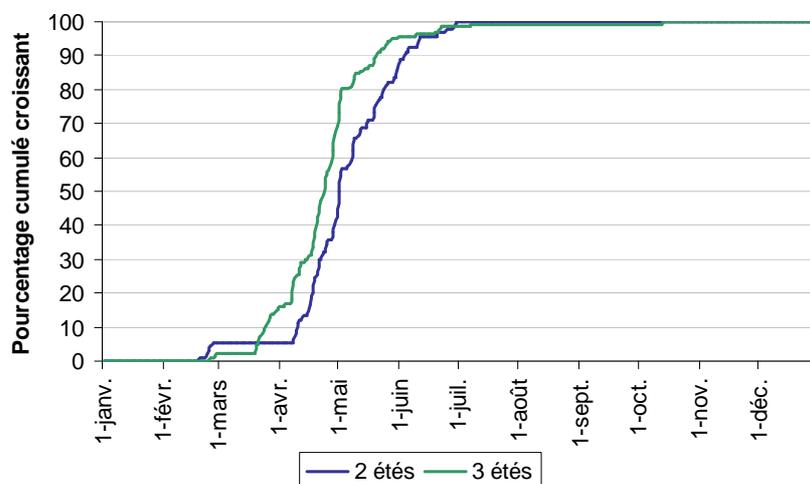


Figure 21 : Comparaison du rythme de migration du saumon atlantique en 2010 en fonction de l'âge de mer des individus à la station de comptage de Vichy (Sources : LOGRAMI).

Influence des paramètres environnementaux

En 2010, l'analyse des passages journaliers met en évidence une gamme de température relativement large au cours de laquelle l'activité migratoire du saumon atlantique est effective. Les passages de saumons ont été observés dans des conditions de température moyenne journalière comprises entre 5 et 24°C. 90% des saumons ont cependant franchi l'ouvrage dans une eau comprise entre 10 et 18°C.

La répartition des effectifs en fonction des températures moyennes journalières rencontrées cette année à Vichy pendant la période de migration semble indiquer qu'il n'y a pas, dans la gamme 10-18°C, de préférendum thermique pour l'activité migratoire du saumon atlantique. En effet, la répartition des passages en fonction des classes de température semble liée à l'occurrence de celles-ci.

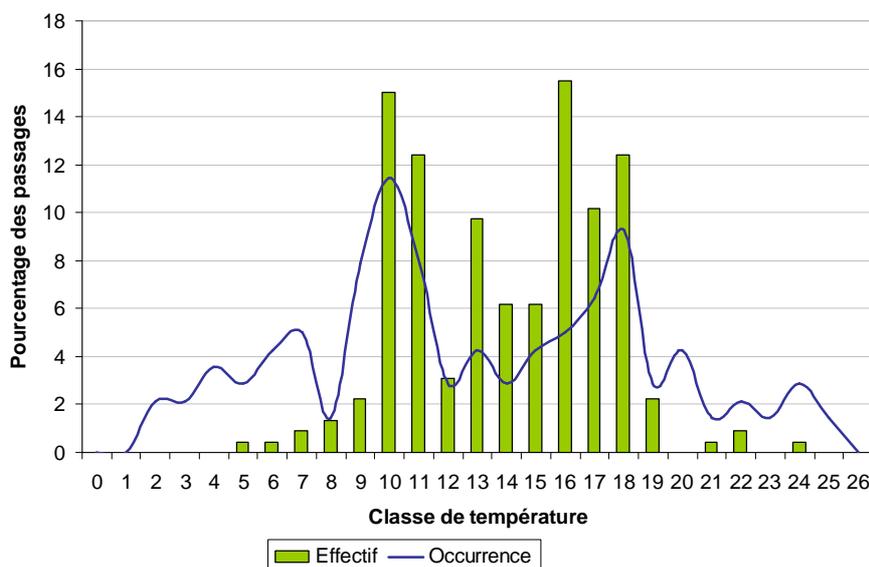


Figure 22 : Distribution et occurrence des classes de températures moyennes journalières induisant la migration du saumon atlantique à la station de comptage de Vichy en 2010 (Sources : LOGRAMI).

L'analyse journalière des passages de la saison 2010 met en évidence que la majorité des individus franchissent l'ouvrage dans des conditions hydrauliques comprises entre 50 et 240 m³/s. 40% des passages se produisent avec des débits moyens journaliers compris entre 60 et 80 m³/s. 55% des passages se produisent avec des débits inférieurs au module (100 m³/s). La puissante capacité de nage du saumon lui permet de continuer sa migration dans des conditions de débits importants (> 200 m³/s). Ces passages sont néanmoins très occasionnels. Toutefois, il faut être vigilant car le comportement d'un poisson dans une passe n'est pas forcément le reflet de son comportement dans le milieu naturel. Notons également, que lors de débits importants (> 400m³/s), les passes sont fréquemment fermées ou le barrage abaissé. De plus avec l'augmentation du débit de la rivière, l'attractivité des dispositifs de franchissement diminue, le débit de la passe représentant un pourcentage de plus en plus faible du débit total en aval de l'ouvrage.

Comme pour l'analyse des températures, il n'y a apparemment pas de préférendum de débits puisque la répartition des passages en fonction des classes de débits semble liée à l'occurrence des classes de débits rencontrés cette année.

Ainsi, la fenêtre optimale mise en évidence, semble résulter d'un compromis entre l'attractivité des passes (pour les valeurs les plus élevées) et la compatibilité des écoulements du cours d'eau avec les capacités de nage du saumon.

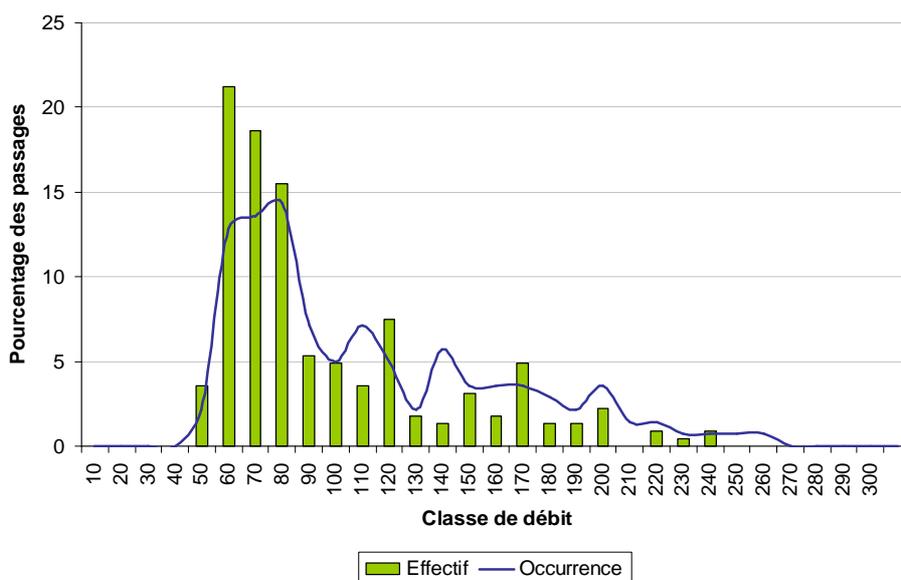


Figure 23 : Distribution et occurrence des classes de débits moyens journaliers induisant la migration du saumon atlantique à la station de comptage de Vichy en 2010 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro).

5.2.3.3. Passages horaires

Les passages historiques (1997 à 2009) pour cette espèce sont essentiellement diurnes. Les franchissements se font entre 5 et 19 heures (GMT) (84,5%). La répartition horaire des passages en 2010 est globalement conforme à celle observée depuis 1997 avec un léger prolongement dans le temps puisque des proportions plus importantes sont constatées 2 heures plus tard que les années précédentes (entre 20 et 21 heures : 6,60% en 2010 contre 3,76% pour 1997-2009). Ce décalage peut être induit par la faiblesse de l'effectif comptabilisé cette année ou par des passages plus tardifs avec un allongement de la durée des journées.

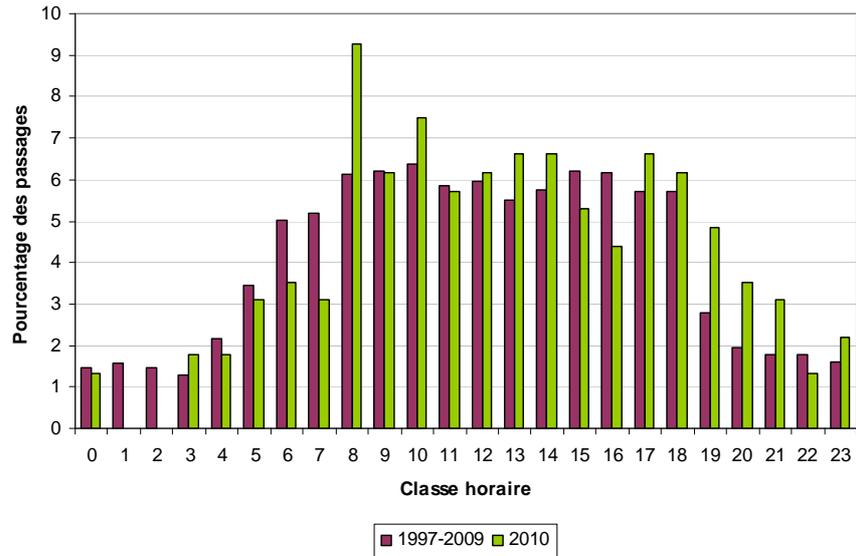


Figure 24 : Comparaison des passages horaires de saumons atlantiques à la station de comptage de Vichy entre 2010 et la moyenne 1997-2009 (Sources : LOGRAMI).

5.2.4. Sur l'Allier à Poutès (Voir Rapport, Bach et al., 2011)

5.2.4.1. Passages annuels

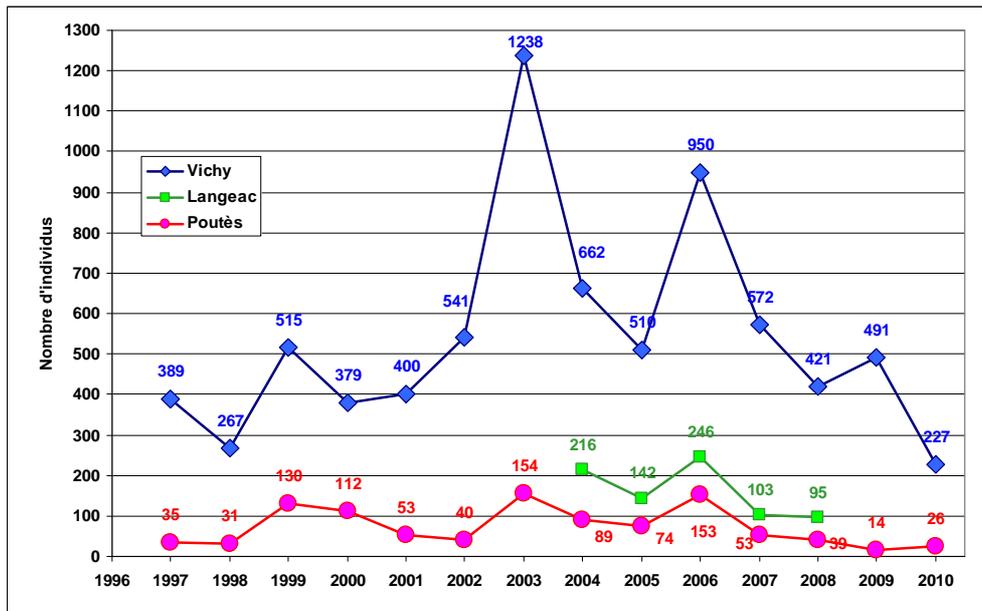
En 2010, l'ascenseur de Poutès a permis de comptabiliser 26 saumons entre le 20 mai et le 17 novembre ce qui représente une période de 182 jours entre le premier et le dernier saumon.

La migration printanière (jusque fin août) concerne 9 saumons soit 34,6 % du contingent migrant. La période de migration au printemps s'étale sur 40 jours, entre les 20 mai et le 28 juin. Au cours de cette période des saumons sont observés lors de 8 journées.

Les passages à l'automne s'étalent du 24 septembre au 17 novembre soit une période de 55 jours.

Progression des saumons sur le bassin de l'Allier depuis 1997

12,2 % des poissons comptabilisés à la station de comptage de Vichy (227 saumons moins 14 individus piégés pour la salmoniculture de Chanteuges) ont franchi le complexe hydroélectrique de Poutès-Monistrol. Les passages au niveau de la station de comptage de Vichy sont de très loin les plus faibles depuis 1997. Ce pourcentage est le meilleur résultat des quatre dernières années, mais reste très en dessous des années 1999 et 2000 où respectivement 26,3 et 30,9 % des passages de Vichy étaient observés à Poutès. La station de Langeac est donnée à titre informatif car le système de comptage ne prend pas en compte les saumons ayant franchi l'ouvrage par un autre accès que le dispositif de comptage. Ces chiffres ne sont donc pas exhaustifs.



*On a retranché aux passages à Vichy, les poissons capturés pour les besoins de la reproduction artificielle

Figure 25 : Evolution des comptages aux stations de Vichy, Langeac et Poutès (Sources : LOGRAMI et CNSS).

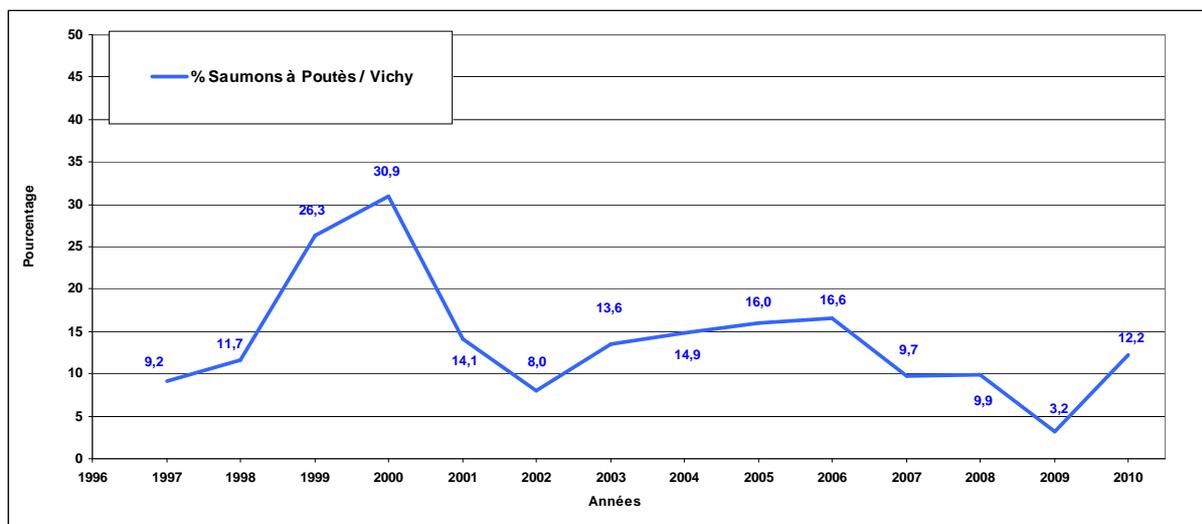


Figure 26 : Evolution des pourcentages de passages de saumons entre Vichy et Poutès de 2004 à 2010 (Sources : LOGRAMI et CNSS).

5.2.4.2. Passages journaliers

Analyse des passages journaliers

Au cours du mois de novembre, les passages sont les plus abondants avec 11 saumons, soit 42 % des passages de l'année. Le maximum des passages journaliers est noté le 8 novembre avec le dénombrement de 3 saumons (Figure 27).

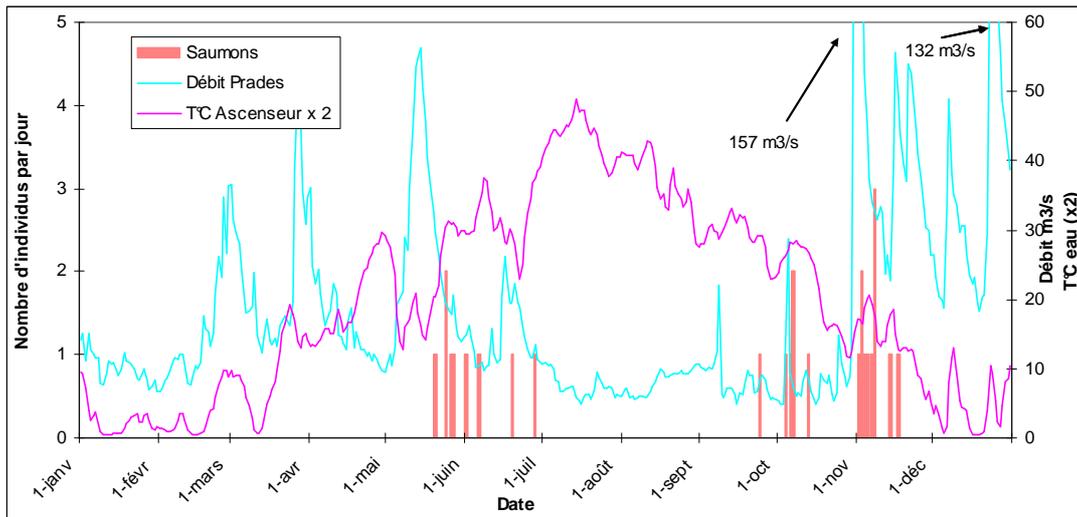


Figure 27 : Passages des saumons, débit et température de l'eau en 2010 (Sources : Banque hydro et LOGRAMI)

Analyse biométrique de la population

Si on regroupe les classes de taille par âge de mer, nous obtenons :

- 0 saumon de 1 été de mer, taille inférieure à 68 cm (dévalaison 2009) ;
- 18 saumons (69,2 %) de 2 étés de mer, taille comprise entre 68 et 87 cm (dévalaison 2008) ;
- 8 saumons (30,8 %) de 3 étés de mer, taille supérieure à 87 cm (dévalaison 2007).

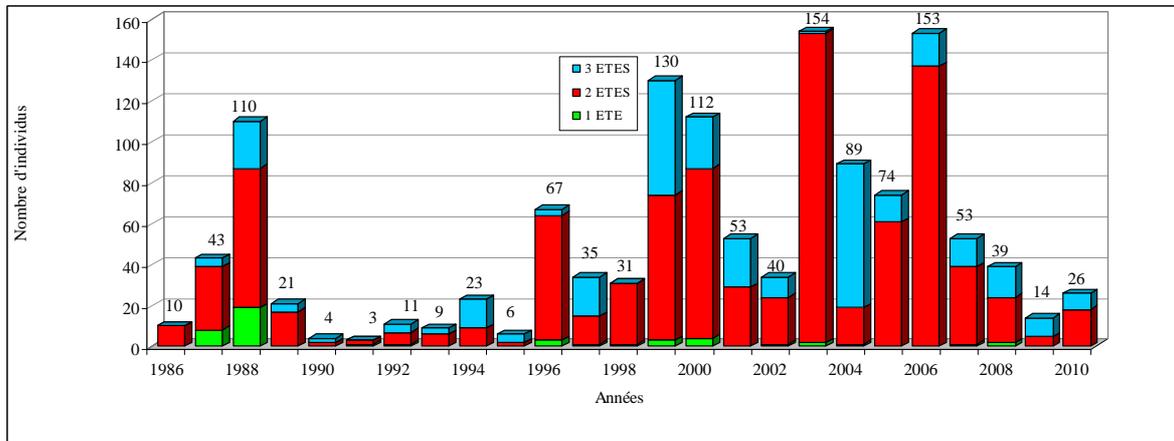


Figure 28 : Composition en âge de mer des contingents de saumons comptabilisés à Poutès de 1986 à 2010 (Source : LOGRAMI)

La composition du contingent de saumons observée à Poutès en 2010 montre un net déficit de saumon de trois années de mer, comparé à la population observée à Vichy (2 étés : 40,8% contre 69,2% à Poutès ; 3 étés : 59,3% contre 30,8% à Poutès). La proportion de saumons de 2 étés de mer (18 individus soit 69,2 %) est par conséquent nettement supérieure à celle observée à Vichy.

Sur les 9 saumons observés au printemps, 7 saumons appartiennent à la classe d'âge 2 étés de mer. Cette proportion est surprenante compte tenu des passages plus tardifs de cette classe d'âge au niveau de Vichy. Sur les 17 saumons dénombrés à l'automne, la proportion des saumons de 3 étés de mer représente 35,3 % des passages.

5.2.4.3. Passages horaires

Les 26 passages de saumons ont été observés entre 4 et 22 heures. Les deux tiers d'entre eux ont transité dans l'ascenseur entre 12 heures et 20 heures. La tranche horaire la plus fréquentée est celle comprise entre 12 et 14 heures au cours de laquelle près de 19,2 % des passages sont observés. Les passages nocturnes (20 à 6 H T.U) concernent 2 saumons soit 7,7 % des franchissements.

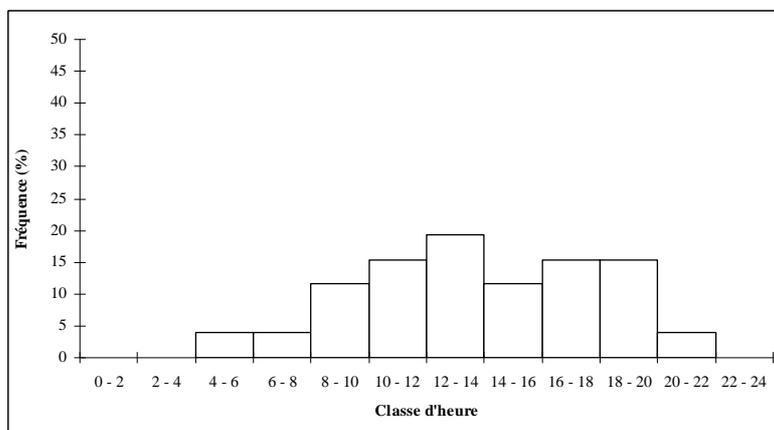


Figure 29 : Rythme migratoire journalier du saumon atlantique à la station de comptage de Poutès en 2010 (Source LOGRAMI).

5.2.5. Sur la Loire à Decize

5.2.5.1. Passages annuels

Récapitulatifs des migrations observées depuis 1998

Cette année, 7 saumons atlantiques ont été comptabilisés à la passe de Decize. Le contingent migrant recensé à la station de Decize depuis 1998 varie entre 41 et 0 individus. Jusqu'à 2009, ce comptage n'était pas exhaustif car il ne couvrait pas l'ensemble de la migration, et ne permettait pas de différencier une grosse truite de mer d'un saumon atlantique.

Depuis 2009 la mise en place d'une station de comptage à visualisation latérale permet de suivre toutes les espèces pisciaires 365 jours par an et d'identifier clairement chaque individu. Cependant, pour des questions de remise de projet, le comptage des poissons n'a pu être effectué qu'à partir du 19 mai 2009 soit trois semaines après l'ouverture de la passe. En conséquence, le suivi des passages à Decize en 2009 ne permet pas d'obtenir un comptage exhaustif du nombre de poisson ayant transité par ce système de franchissement. Il est nécessaire de considérer le comptage 2009 comme un minima annuel. En 2010, l'ensemble de la migration a été suivi.

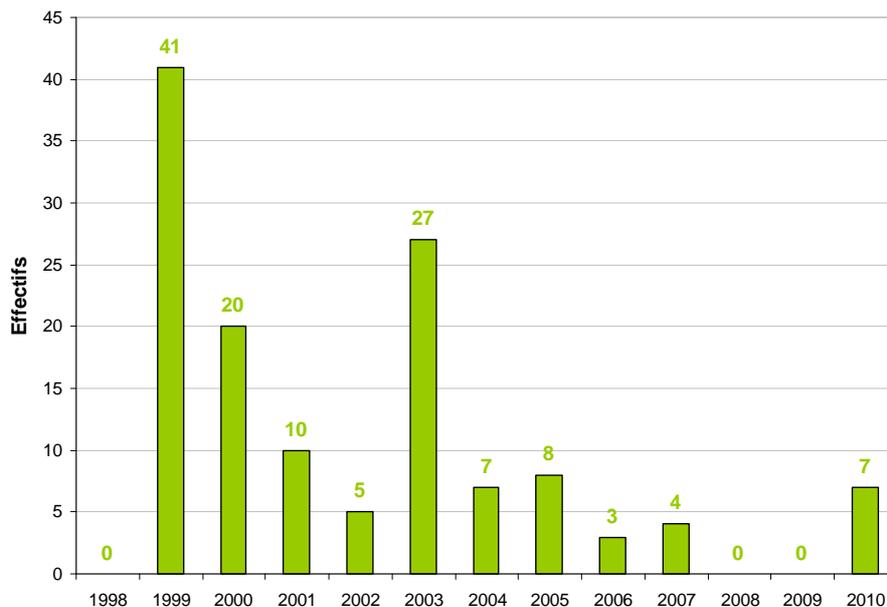


Figure 30 : Evolution des effectifs de grands salmonidés observés à la station de comptage de Decize depuis 1998 (Sources : LOGRAMI).

Remarque : Depuis 2009, seuls les saumons sont pris en compte. Avant cette date, il s'agit de grands salmonidés (grosses truites et saumons), la différenciation n'étant pas possible avec le dispositif mis en place jusqu'en 2008 (Bach et al, 2009).

5.2.5.2. Passages journaliers

Analyse des passages journaliers

En 2010, le suivi des migrations a permis d'évaluer la population colonisant le haut du bassin de la Loire à 7 saumons atlantiques. Le premier individu a été observé le 22 avril et le dernier le 27 mai soit une période totale de 35 jours de migration.

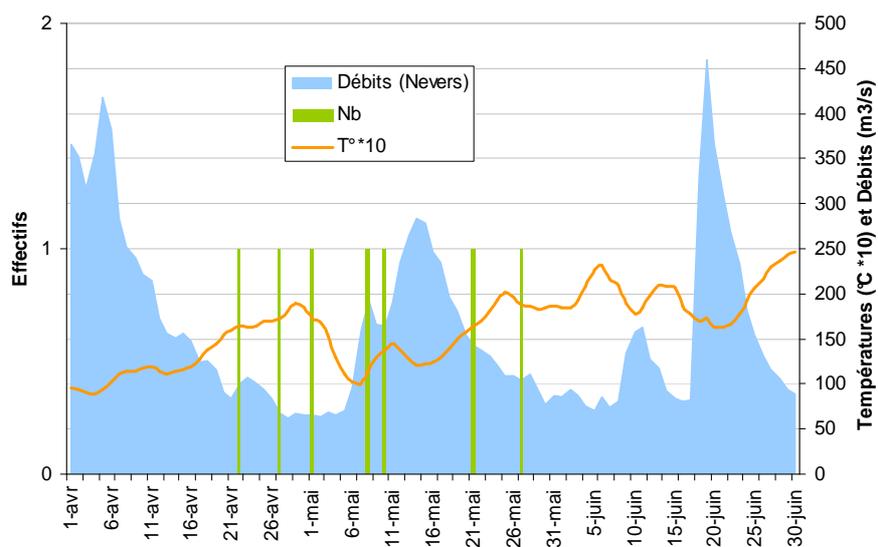


Figure 31 : Rythme migratoire journalier du saumon atlantique à la station de comptage de Decize en 2010 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro).

Analyse biométrique de la population

Depuis l'installation de la nouvelle station de comptage à visualisation latérale en 2009, les géniteurs font l'objet d'une mesure de leur taille à partir de l'enregistrement vidéo. Ainsi en 2010, sur les 7 saumons mesurés : 6 d'entre eux étaient des individus de 2 étés de mer et 1 seul de 3 étés. Ce constat est inverse aux observations de Vichy où une majorité des poissons franchissant l'obstacle en 2010 était des poissons de 3 étés de mer.

5.2.6. Sur l'axe Loire-Arroux à Gueugnon

Le résultat du suivi de la station de comptage met en avant un faible contingent de poissons migrateurs à ce niveau de l'axe Loire. Depuis le début du suivi en 2006, 6 individus ont franchi la passe à poisson. Tous les saumons étaient des poissons de 2 étés de mer.

Cette année aucun individu n'a été contrôlé. Cependant, le problème informatique survenu pendant la période de migration du saumon (19 jours) ne permet pas de garantir un comptage exhaustif.

5.3. Évaluation du programme de déversement des smolts

5.3.1. Sur le bassin de la Vienne

Depuis l'année 2009, les smolts déversés sur la Gartempe ont été marqués par ablation de la nageoire adipeuse. Des retours de ces smolts pouvaient donc être attendus dès l'année 2010, ce ne fut pas le cas puisque l'ensemble des 28 individus contrôlés en 2010 possédait une adipeuse.

Depuis les suivis sur le bassin Vienne et malgré l'absence de marquage les années précédentes, 5 poissons comptés aux stations sur l'ensemble des effectifs migrants du bassin de la Vienne (2 à Châtellerauld depuis 2004 et 3 à Descartes depuis 2007) ne possédaient pas d'adipeuse. Ce qui représente au total 2,2 % des 232 saumons comptabilisés depuis 2004. Il s'agit très certainement de retours de smolts issus du programme de repeuplement de l'Allier marqués par ablation d'adipeuse depuis 2003.

5.3.2. Sur le bassin de l'Allier

5.3.2.1. Proportion des géniteurs issus des déversements aux stades smolts sur l'Allier

Depuis 2003, la totalité des smolts déversés dans le bassin versant de l'Allier par le CNSS a été marquée par ablation de la nageoire adipeuse. Ces marquages permettent de distinguer les géniteurs de retour issus des déversements au stade smolts des autres issus soit de la reproduction naturelle soit d'alevinages à des stades plus précoces.

Cette année, 39 poissons sans adipeuse ont été contrôlés à l'observatoire de Vichy soit 17,3% de l'effectif annuel.

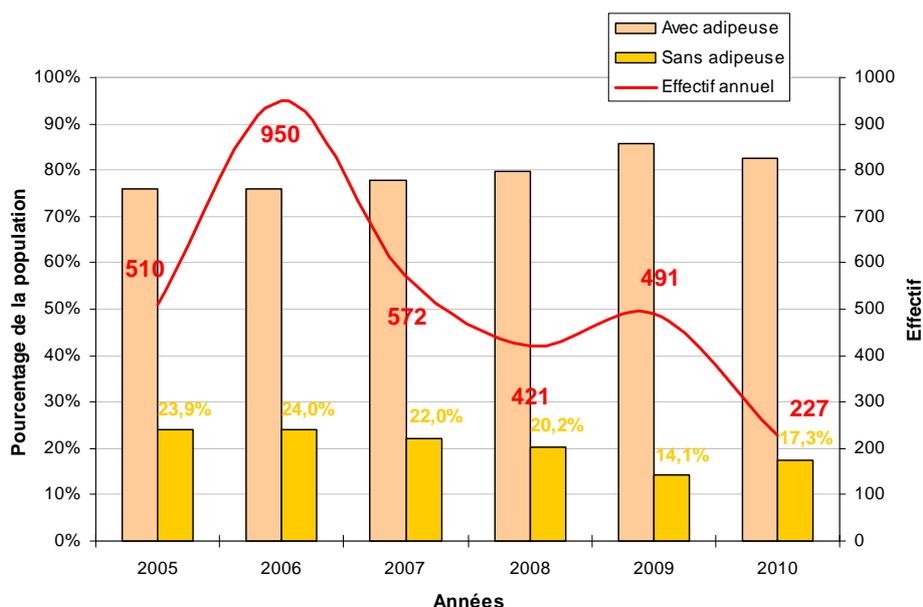


Figure 32 : Evolution de la composition de la population de saumons atlantiques à la station de comptage de Vichy depuis 2005 (Sources : LOGRAMI).

5.3.2.2. Evaluation des taux de retours des smolts déversés

Les smolts provenant de la salmoniculture de Chanteuges (CNSS) et marqués par ablation de la nageoire adipeuse sont déversés chaque année dans l'Allier. L'analyse biométrique de ces individus permet d'estimer le pourcentage de smolts aptes à dévaler l'année de leur déversement, la partie restante dévalant l'année suivante. De cette façon les géniteurs de retour issus de ces dévalaisons permettent d'estimer un taux de retour des smolts déversés.

Ainsi pour la saison 2007, 212 100 smolts ont été déversés sur le bassin de l'Allier. Il a été estimé que 88% de ces individus devaient dévaler dans l'année contre 12% l'année suivante. Les retours de saumons de 2 étés comptabilisés en 2009 (16 individus) et le retour de saumons de 3 étés comptabilisés au cours de l'année 2010 (31 individus) ont permis d'évaluer le taux de retour des 290 320 smolts ayant dévalé en 2007. Le retour de la fraction dévalante de 2007 (déversements 2006 et 2007) est donc de 0,024%. Le déversement de 6177 smolts serait donc nécessaire pour permettre le retour d'un adulte. Ce taux de retour est le plus faible enregistré depuis les premiers marquages en 2003.

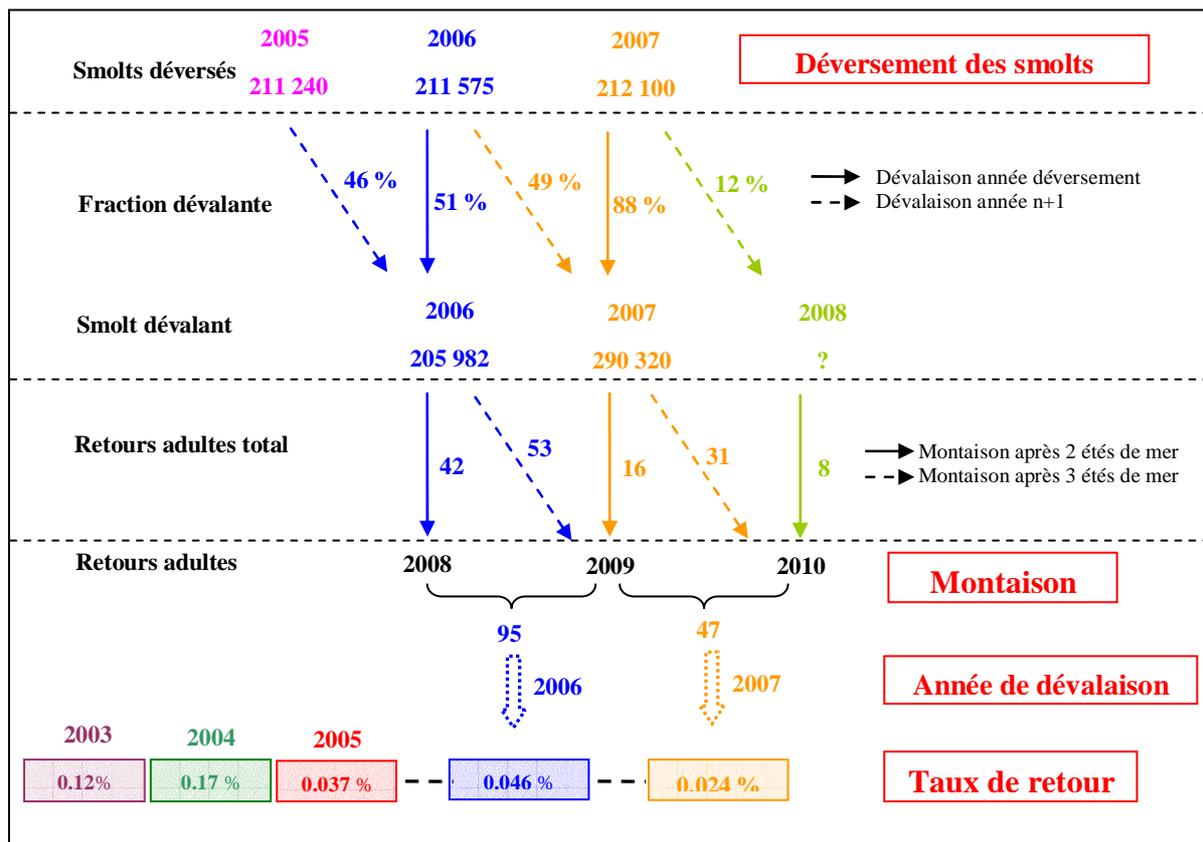
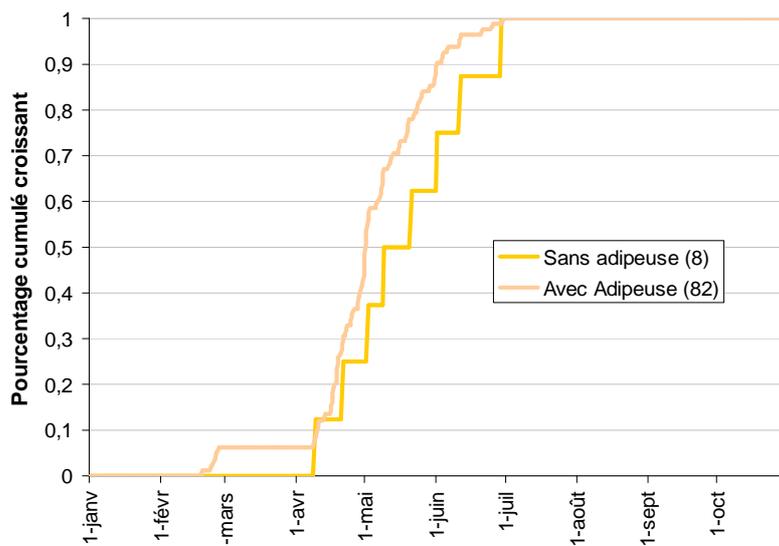


Figure 33 : Taux de retour des smolts déversés sur le bassin de l'Allier depuis 2003 (Sources : LOGRAMI et CNSS).

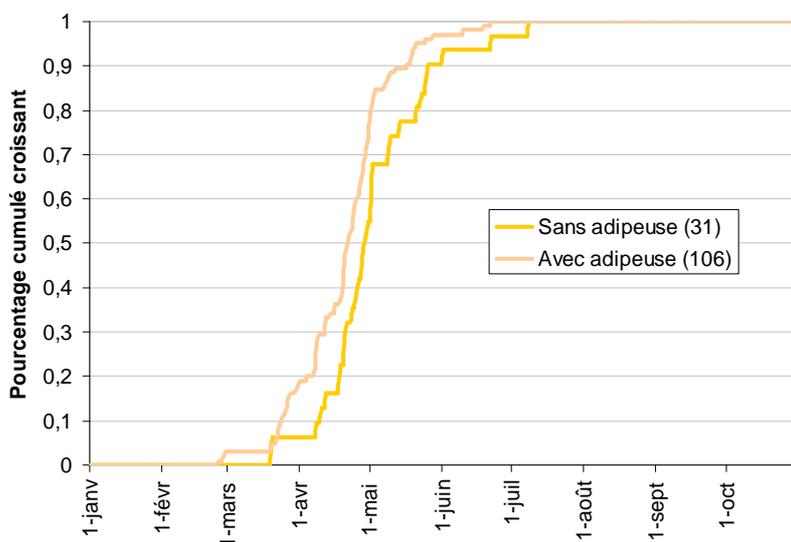
Pour l'année 2010, le déversement des smolts a produit moins de saumons de 2 étés que la reproduction naturelle et les déversements à d'autres stades. Aucun castillon issus des déversements de smolts (1 été de mer) n'a jamais été observé à la station de comptage de Vichy.

5.3.2.3. Comparaison des rythmes migratoires des saumons issus des déversements au stade smolt et ceux d'une origine différente

Les rythmes migratoires des saumons issus de déversements et d'origines différentes (reproduction naturelle ou déversement à d'autres stades) ont été comparés en fonction de l'âge de mer afin de limiter le décalage migratoire existant entre les deux classes d'âge. Pour l'année 2010, on constate que quelque soit la durée de séjour en mer, les saumons issus de ces déversements enregistrent un retard à la migration de plusieurs jours sur l'ensemble de la phase migratoire. Ce résultat confirme les observations faites depuis plusieurs années (Bach *et al.*, 2009).



2 étés de mer



3 étés de mer

Figure 34 : Comparaison des rythmes migratoires à la station de comptage de Vichy entre les saumons atlantiques issus des déversements au stade smolt et ceux d'une origine différente en 2010 (Sources : LOGRAMI).

5.3.3. Sur le bassin de la Loire amont

L'étude des potentialités du bassin de l'Arroux (MINSTER et BOMASSI, 1999) a permis de déterminer l'importance de cet affluent pour la reproduction du saumon. Ainsi depuis 1998, un programme de réintroduction est conduit sur le bassin.

Les alevins déversés proviennent de la salmoniculture de Chanteuges (CNSS). Chaque année environ 75 000 alevins de saumons sont répartis sur les affluents de l'Arroux. Depuis 2009 des déversements de smolts sont également réalisés sur l'axe principal.

Tableau 3 : Bilan des déversements d'alevins et de smolts sur le bassin de l'Arroux depuis 1998 (Sources : LOGRAMI et CNSS).

| Année | Quantité alevins déversée |
|--------------|----------------------------------|
| 1998 | 5 200 |
| 1999 | 102 150 |
| 2000 | 75 000 |
| 2001 | 59 300 |
| 2002 | 60 800 |
| 2003 | 73 270 |
| 2004 | 70 084 |
| 2005 | 33 500 |
| 2006 | 78 000 |
| 2007 | 51 395 |
| 2008 | 75 098 |
| 2009 | 84 542 (+ 10 461 smolts) |
| 2010 | 78 126 (+12 512 smolts) |

Même si les effectifs contrôlés à la passe de Gueugnon paraissent faibles, ces quelques retours sur un bassin dépourvu de saumons depuis plusieurs dizaines d'années peuvent être considérés comme des résultats encourageants. Les efforts de restauration (amélioration de la libre circulation, qualité de l'eau et des milieux aquatiques, etc.) de ce bassin doivent être poursuivis.

6. LES PASSAGES DE TRUITE DE MER (*SALMO TRUTTA*)

La proximité avec la mer du bassin de la Vienne est propice aux remontées de truite de mer. Ainsi depuis 2004, des individus sont contrôlés aux stations de Descartes et de Châtellerault. De plus, 40 individus ont également été contrôlés sur l'Allier à la station de Vichy entre 1997 et 2007. Cependant, aucun individu n'a été contrôlé en 2010 à la station de Vichy sur l'Allier ou de Decize sur la Loire.

6.1. Passages annuels

Dix truites de mer ont été observées sur le bassin de la Vienne aux deux stations de comptage de Châtellerault et de Descartes. Trois passages ont été enregistrés sur la Vienne et 7 sur la Creuse. Depuis la date de mise en service de la station de comptage de Descartes en 2007, en moyenne 8 individus sont passés aux deux stations.

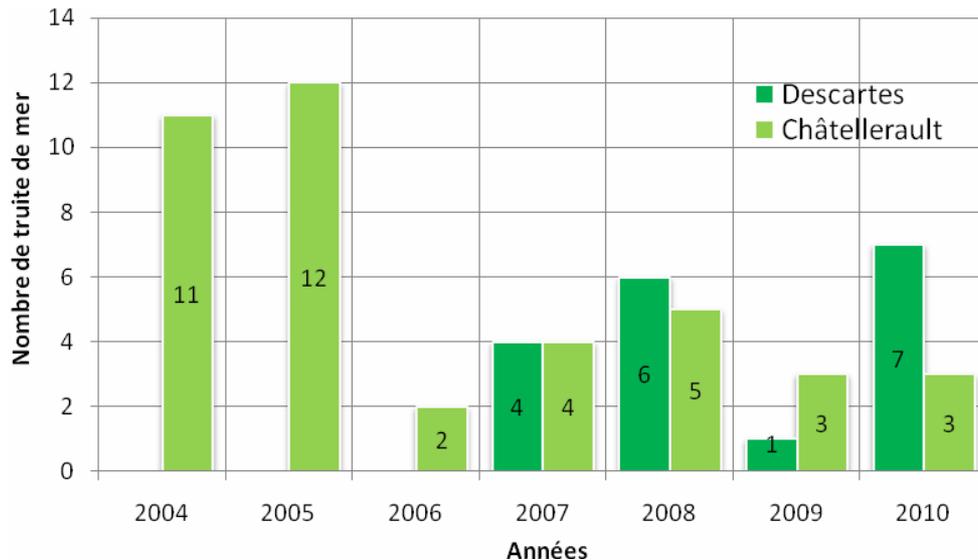


Figure 35 : Bilan des passages de truites de mer à Châtellerault depuis 2004 et Descartes depuis 2007, date de mise en service (Sources : LOGRAMI).

Depuis 2004, les effectifs de truite de mer ont diminué sur la Vienne, passant de 12 individus en 2005 à 3 en 2010. Le nombre restreint d'individus ainsi que l'absence de connaissance des zones de reproduction ne permettent pas de statuer sur l'origine de ces poissons et par conséquent d'un possible déclin de leurs populations.

6.2. Passages journaliers

En 2010, la grande majorité des passages a eu lieu en milieu d'automne puisque 9 truites de mer ont été observées entre le 21 octobre et 22 novembre 2010. Seul un individu est passé en dehors de cette période (le 24 juin à Châtellerault).

Leurs tailles varient entre 52,7 et 65,6 cm pour une moyenne de 58,6 cm ($\pm 5,5$). Depuis 2004, la moyenne mesurée de 72 individus est de 54,5 cm ($\pm 10,0$).

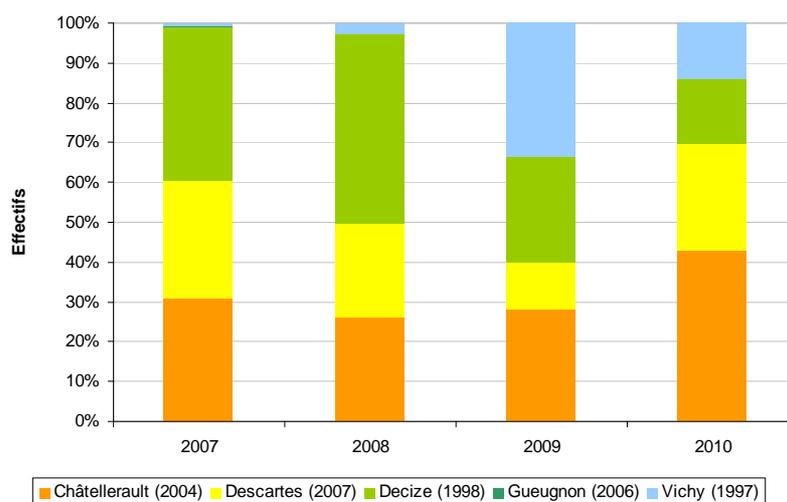
7. LES PASSAGES D'ALLOSES (*ALOSA SP*)

7.1. Analyse des passages par bassin

Le contrôle des migrations ayant lieu relativement haut sur le bassin, il est possible que des aloses fraient à l'aval des stations et ne soient jamais comptabilisées aux stations. Des études sont donc en cours pour mieux appréhender les zones potentiellement favorables pour l'alose et pour suivre la reproduction naturelle notamment à l'aval des stations (Bach et al., 2009).

7.1.1. Analyse historique de répartition des effectifs aux différentes stations

La population d'alose se répartie selon deux groupes. Le premier est contrôlé sur le bassin de la Vienne (station de Châtellerault et de Descartes) tandis que le second est recensé le long de l'axe Loire à la station de comptage de Decize. L'unité restante, contrôlée sur l'axe Allier, met en avant les difficultés de franchissement récurrentes rencontrées par cette espèce au niveau du complexe Guétin/Lorrains à l'entrée du bassin. Cependant, l'augmentation de la proportion d'aloses enregistrées à Vichy depuis 2009 semble être directement liée aux améliorations apportées à ces deux ouvrages.



* Le comptage des individus à la station de Decize en 2009 est non exhaustif (Installation tardive du nouveau dispositif de vidéo-comptage)

Figure 36 : Evolution des proportions d'effectifs d'aloses sur les stations de comptage du bassin de la Loire depuis 1997 (Sources : LOGRAMI).

7.1.2. Répartition des effectifs en 2010

En 2010, la population de grande alose suit majoritairement l'axe Vienne. En effet, 70% du contingent d'aloses dénombrés sur l'ensemble du bassin de la Loire a été contrôlé aux stations de Châtelleraut et Descartes. Le reste s'est réparti de façon équivalente entre le bassin de l'Allier (14%) et de la Loire amont (16%).

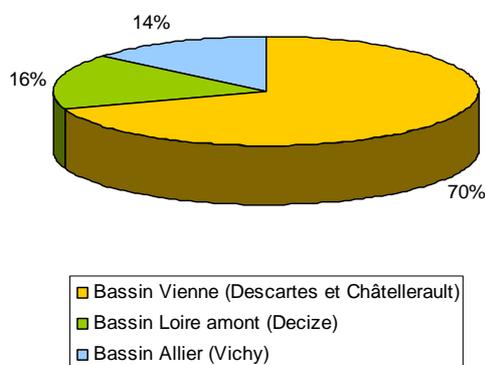


Figure 37 : Répartition des effectifs d'aloses sur l'ensemble du bassin de la Loire en 2010 (Sources : LOGRAMI).

La comparaison des passages cumulés d'aloses sur les différents sous bassins met en évidence une migration plus précoce sur le bassin de la Vienne. Pour 30% du passage de la population du bassin de la Vienne un décalage d'environ 28 jours est observé par rapport à celui de l'Allier et la Loire amont. Cette tendance s'atténue pour les individus de la fin de migration (80% des cumules représentant 10 jours de décalage). Cette différence peut s'expliquer par la proximité du bassin de la Vienne par rapport à la mer. En effet, les stations de comptage de Descartes et Châtelleraut sont localisées à environ 270 km de l'estuaire contre 576 km pour Decize et 653 km pour Vichy.

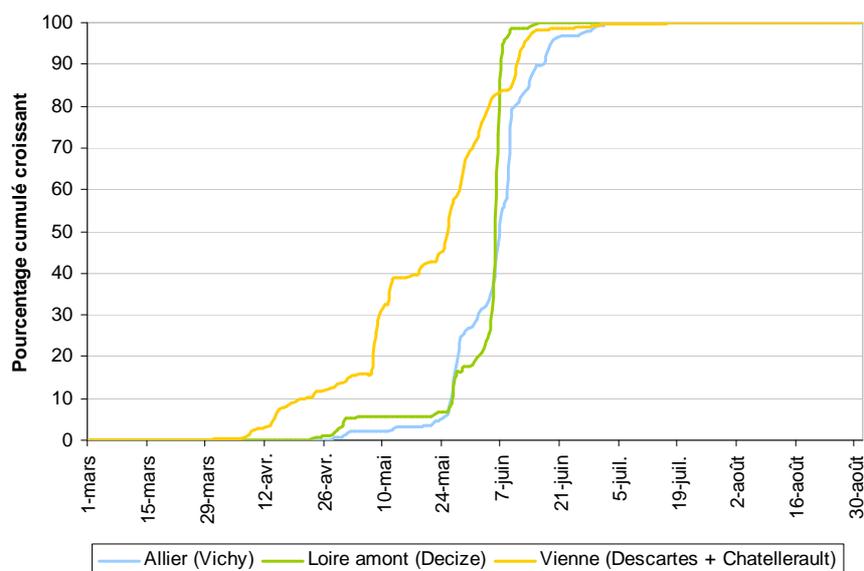


Figure 38 : Comparaison du rythme de migration des aloses sur les différents sous bassin de la Loire en 2010 (Sources : LOGRAMI).

7.2. Analyse des passages par station

7.2.1. Sur la Vienne à Châtelleraut

7.2.1.1. Passages annuels

Depuis l'effacement du barrage de Maisons Rouges, aucune pêche permettant de caractériser la population d'aloise sur le bassin de la Vienne n'a été effectuée par LOGRAMI. Le vidéo comptage ne permet pas de différencier les deux espèces d'aloses. En effet, même si l'aloise feinte est plus petite que la grande alose, il existe un dimorphisme sexuel pour les deux espèces ainsi qu'une hybridation donnant des individus ayant des caractéristiques de tailles intermédiaires. La distinction entre alose feinte et grande alose ne sera donc pas faite dans ce rapport.

En 2010, 811 individus ont été comptabilisés à la station de comptage de Châtelleraut. Une augmentation de 11,5 % est donc constatée par rapport à 2009. Hormis un pic avec plus de 9 500 aloses en 2007, les effectifs d'aloses franchissant le barrage de Descartes sont globalement en déclin.

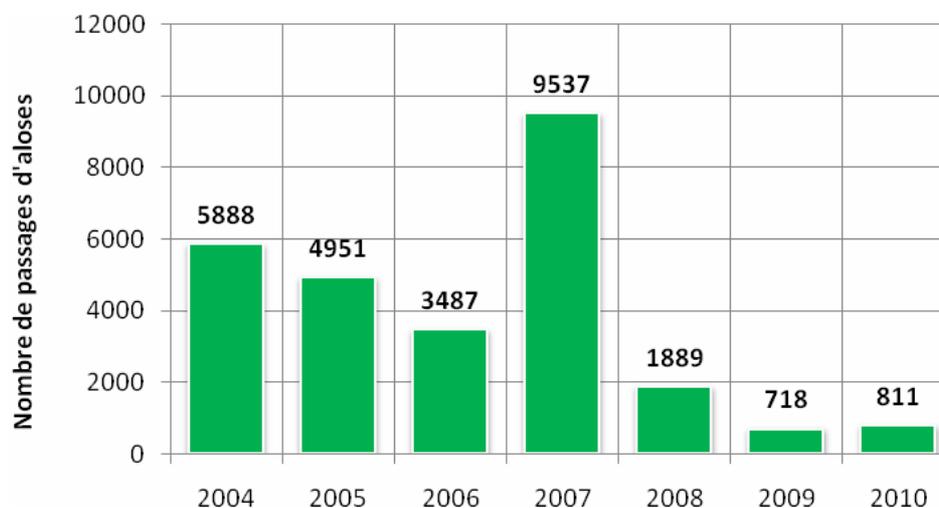


Figure 39 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptages de Châtelleraut depuis 2004 (Sources : LOGRAMI).

La migration 2010 est plus tardive que la moyenne historique (12 jours de retard à 50% des passages). La montaison des premiers individus est par contre plus précoce que les autres années.

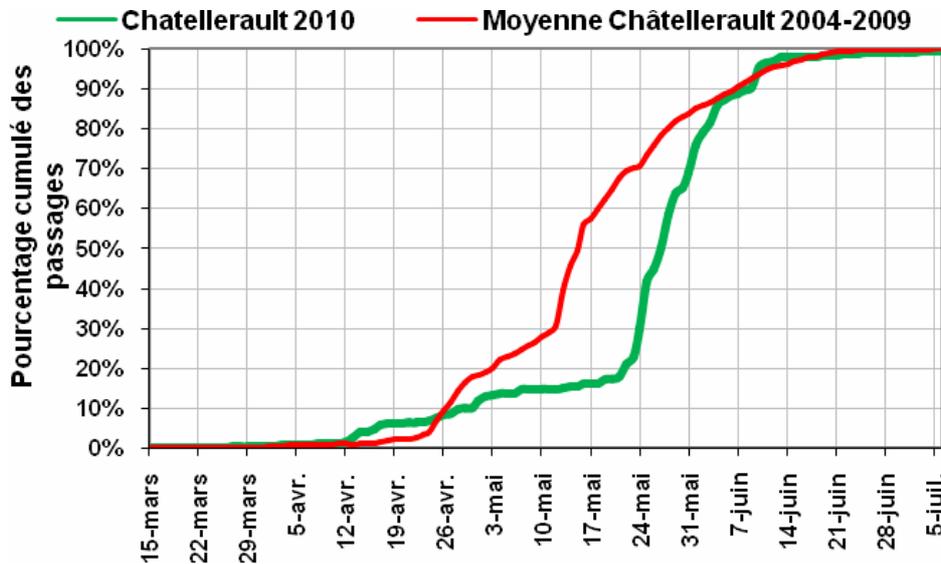


Figure 40 : Comparaison des rythmes migratoires des aloses à Châtelleraut depuis 2004 (Sources : LOGRAMI).

7.2.1.2. Passages journaliers

La première alose a franchi l'ouvrage de Châtelleraut le 27 mars, la dernière a été observée le 30 juillet. La migration s'est donc déroulée sur une période de 126 jours.

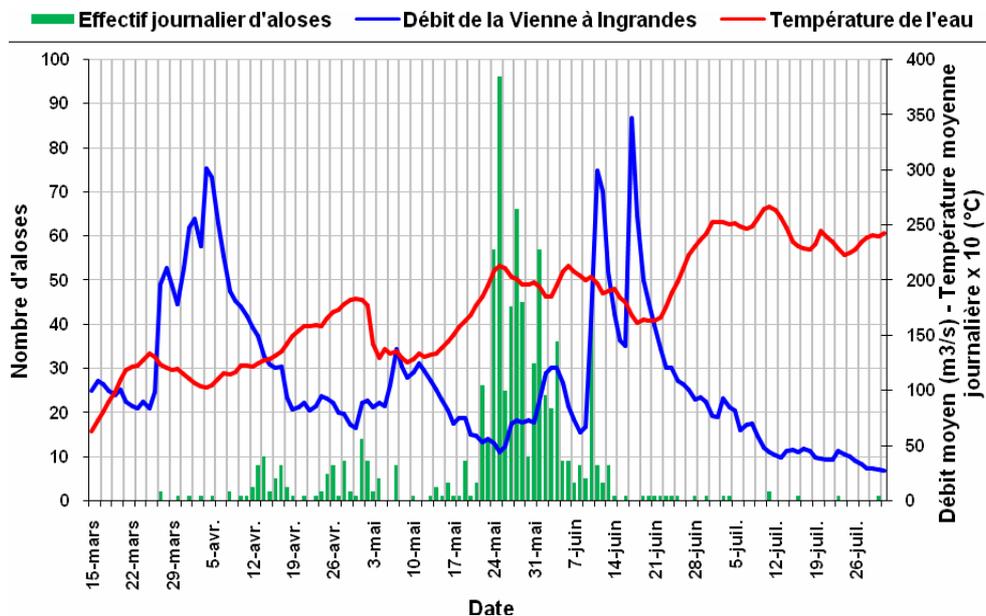


Figure 41 : Passages journaliers d'alesos à Châtelleraut en relation avec la température de l'eau et le débit de la Vienne à Ingrandes en 2010 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro).

Les passages sont essentiellement liés aux variations de débits et de températures. La vague principale de migration a lieu entre le 19 mai et le 13 juin avec 662 passages d'alesos comptabilisés, soit 81,6 % de l'effectif annuel. Durant cette période la

température augmente progressivement et franchit pour la première fois de l'année les 20°C. Un pic de 96 individus est observé le 25 mai représentant 11,8% du nombre total de passages.

En reprenant l'historique des passages d'aloses, couplé aux températures journalières à Châtellerault depuis 2004, des préférends thermiques de migration peuvent être établis. Les passages ont lieu sur une gamme de température large allant de 7 à 28°C. Un pic de passages est observé pour la classe [19-20°C[(23,6 % des passages sur 9,8 % de la période de migration). De manière plus globale, il existe une tendance positive de migration pour les températures allant de 16 à 21 °C puisqu'elle représente 78,6 % des passages sur 41,5 % de la période de migration.

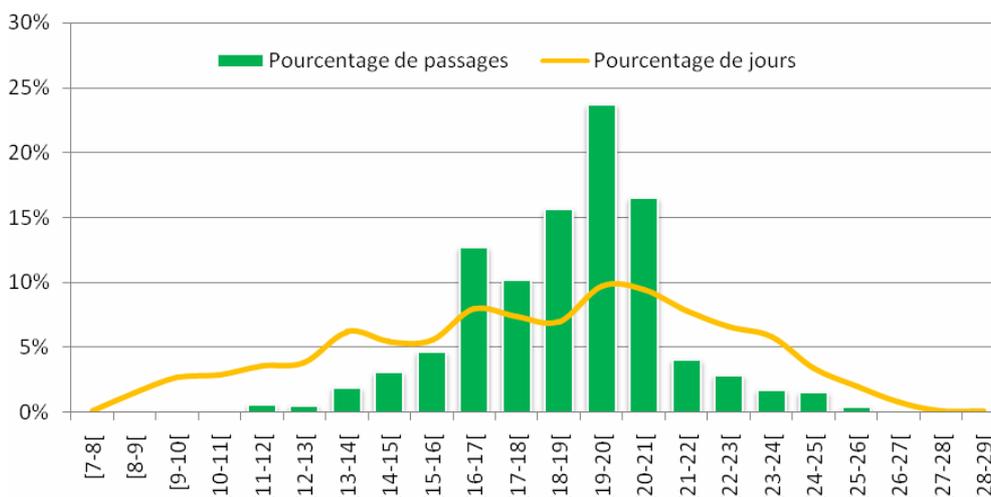


Figure 42 : Distribution en classes thermiques des passages d'aloses à Châtellerault depuis 2004 et fréquences d'occurrences de ces classes (Sources : LOGRAMI).

De même pour les débits, il existe des préférends hydrologiques. Ainsi un pic de passage se dégage pour la gamme de débits [60 -70m³/s[(17,8 % des passages sur 8,8 % de la période de migration). Bien qu'au-delà des 140 m³/s les passages soient faibles (7,1 %), la gamme de débits est très large puisque des individus ont été observés pour des débits allant jusqu'à 640 m³/s.

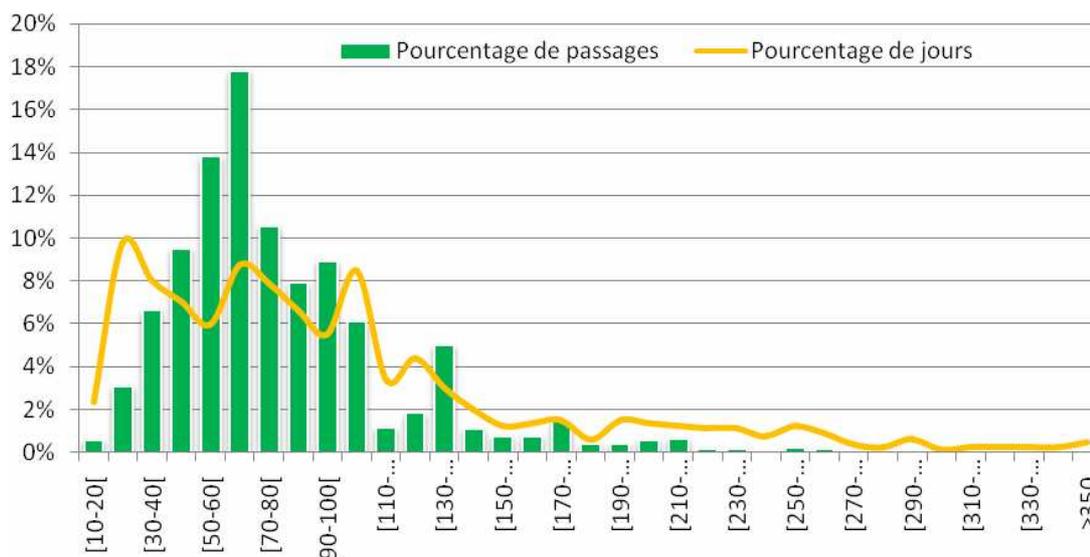


Figure 43 : Distribution en classes de débits des passages d'aloses à Châtellerault depuis 2004 et fréquences d'occurrences de ces classes (Sources : LOGRAMI).

7.2.1.3. Passages horaires

Les passages d'aloses sont essentiellement diurnes à la station de comptage de Châtellerault (90,2% des passages de 2004 à 2009 et 79,8% des passages en 2010 compris entre 7h et 21h). L'activité de migration augmente progressivement toute la journée jusqu'à atteindre un pic horaire lors de la tranche 17h-18h pour l'année 2010 (9,8 % des passages) et 19h-20h pour les données historiques de 2004 à 2009 (10,3 % des passages). Ce décalage dans le temps s'explique par le fait que les effectifs journaliers sont plus nombreux certaines années et donc les passages continuent à être importants en début de soirée.

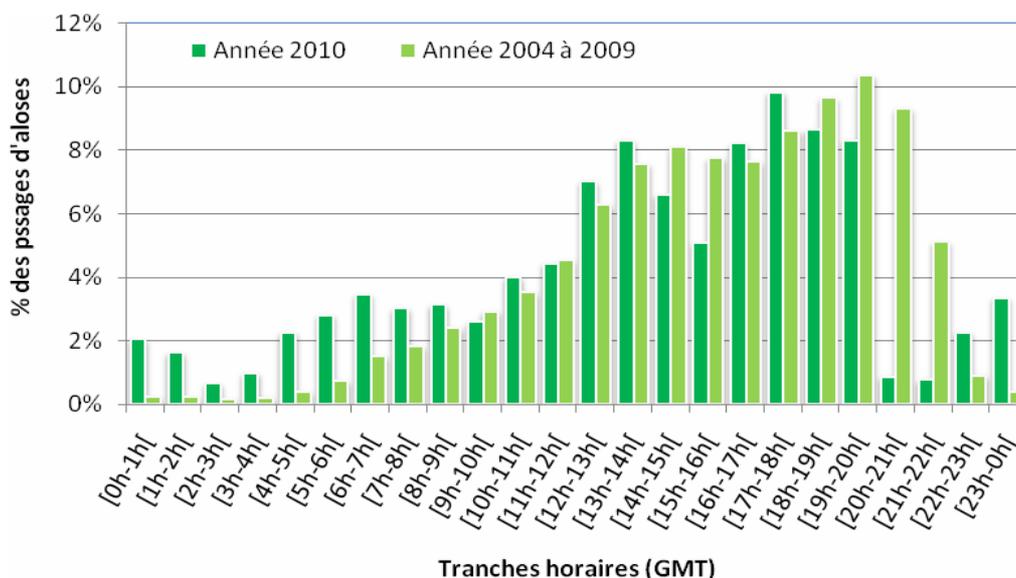


Figure 44 : Distribution en tranches horaires des passages d'aloses à Châtellerault de 2004 à 2009 et en 2010 (Sources : LOGRAMI).

7.2.2. Sur la Creuse à Descartes

7.2.2.1. Passages annuels

En 2010, 509 aloses ont franchi l'ouvrage de Descartes. Une augmentation des passages de 39,9% est constatée par rapport à l'année 2009. La tendance sur la Creuse est similaire à celle de la Vienne, sur la période de suivi de 2007 à 2010, les effectifs d'aloses diminuent.

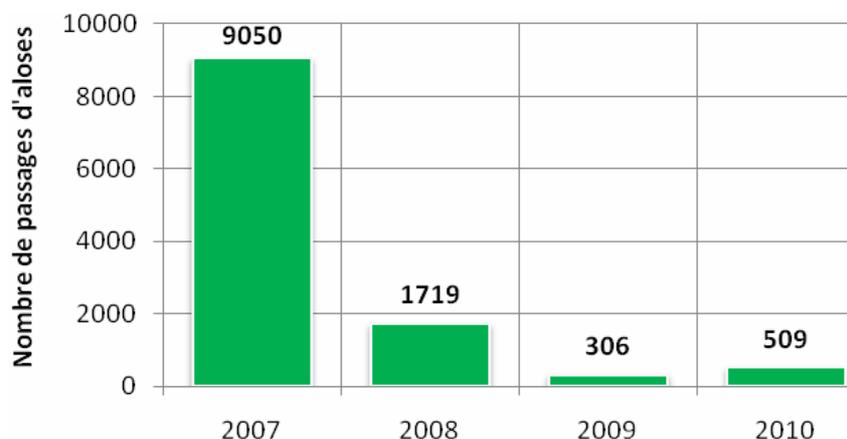


Figure 45 : Bilan des passages d'aloses à la station de comptages de Descartes depuis 2007 (Sources : LOGRAMI).

Comme à la station de comptage de Châtellerault, la migration 2010 est relativement tardive par rapport au rythme migratoire moyen de 2007 à 2009 (8 jours de retard pour atteindre les 50% des passages).

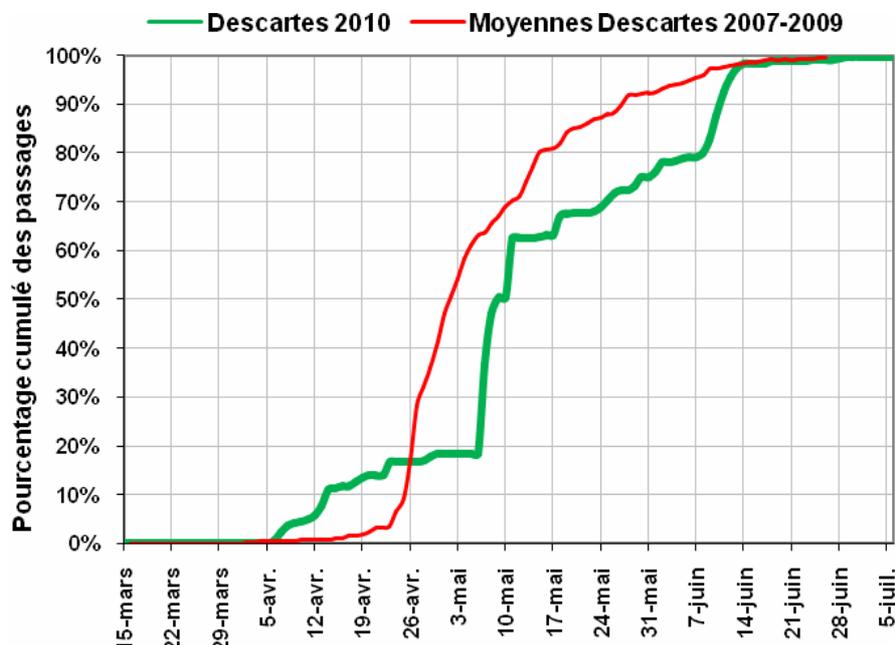


Figure 46 : Comparaison des rythmes migratoires des aloses à Descartes depuis 2007 (Sources : LOGRAMI).

7.2.2.2. Passages journaliers

La première alose a franchi l'ouvrage de Descartes le 2 avril et la dernière le 11 juillet. La période de migration s'étale donc sur 101 jours.

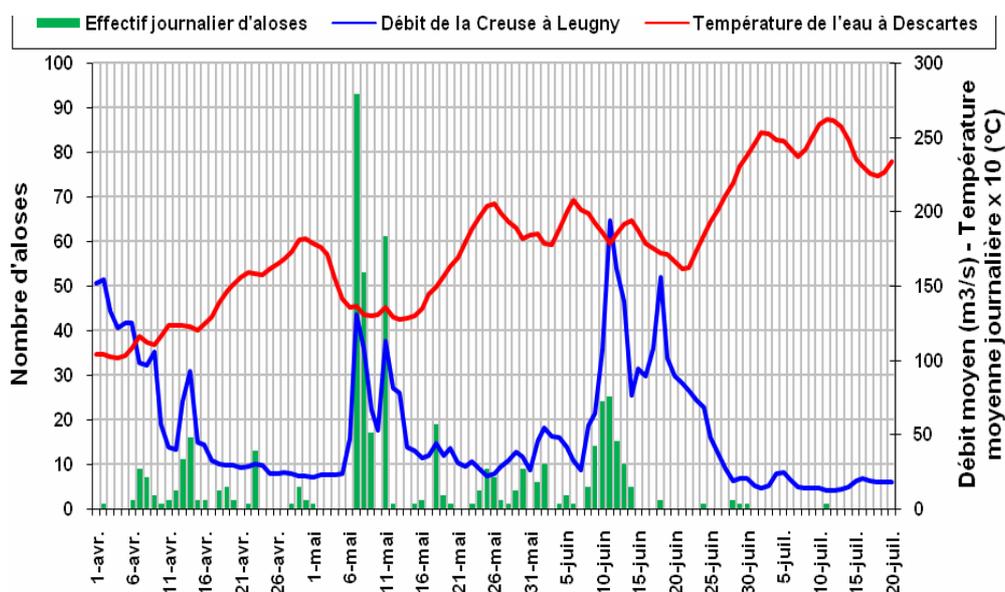


Figure 47 : Passages journaliers d'aloses à Descartes en relation avec la température de l'eau et le débit de la Creuse en 2010 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro).

En 2010, l'activité migratoire à Descartes ne peut pas être décomposée en vagues successives. Les passages sont discontinus au fil de la saison. Ils varient essentiellement

avec les débits et non avec une évolution positive de la température. Ainsi durant les augmentations de débits du 14 avril (92,7 m³/s), du 7 mai (131 m³/s), du 11 mai (113 m³/s) et du 11 juin (194 m³/s), le nombre de franchissement est plus important. Le pic d'activité a lieu le 7 mai avec 96 individus observés, soit 18,9 % des passages.

L'historique des passages journaliers depuis 2007 met en évidence une gamme de température assez large puisque des passages d'aloses ont été observés entre 10 et 22°C. L'activité de migration est plus soutenue pour la classe [19-20°C] avec 38,0 % de l'ensemble des passages. Il existe une tendance migratoire positive pour les températures allant de 17 à 20 °C puisque 77,1 % des individus franchissent l'ouvrage de Descartes sur 34,9 % du nombre de jours de la période de migration.

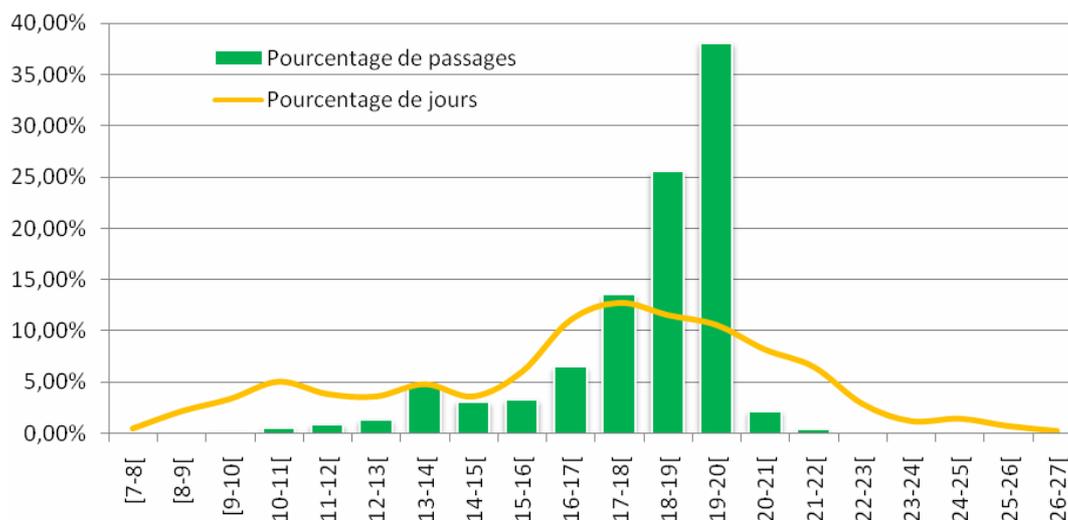


Figure 48 : Distribution en classes thermiques des passages d'aloses à Descartes depuis 2007 et fréquences d'occurrences de ces classes (Sources : LOGRAMI).

De même pour les débits, un pic de passages se dégage pour la classe [20-30 m³/s] pour laquelle 38,4 % des individus ont franchi l'ouvrage. Cette gamme de débits est aussi la plus rencontrée lors de la période de migration (24,8% d'occurrence).

Bien que les passages soient assez faibles au-delà des 60 m³/s (17,1 % de l'effectif depuis 2007), des individus ont franchi l'ouvrage sur une très large gamme de débits comprise entre 10 et 650 m³/s.

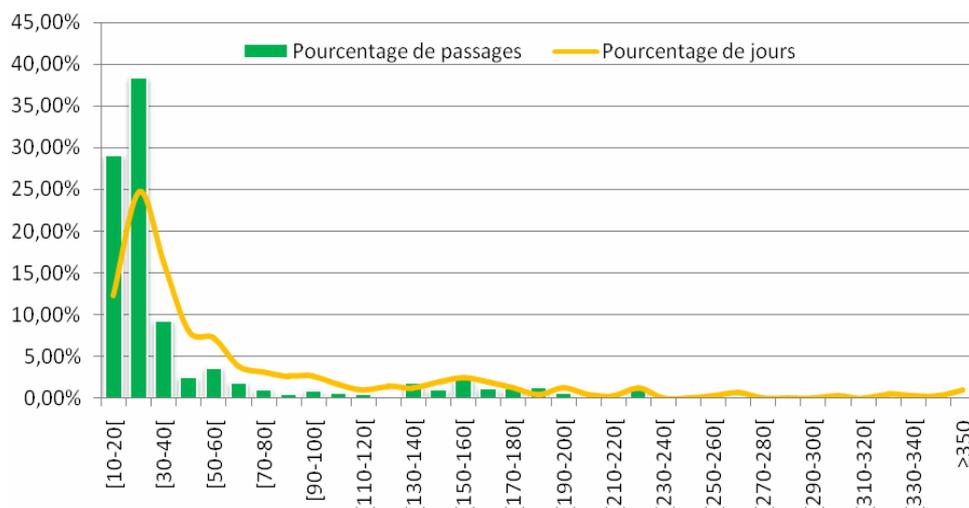


Figure 49 : Distribution en classes hydrologiques des passages d'aloses à Descartes depuis 2007 et fréquences d'occurrences de ces classes (Sources : LOGRAMI).

7.2.2.3. Passages horaires

Les passages d'aloses à Descartes sont très majoritairement diurnes (92,5% des passages en 2010 et 95,1% des passages de 2007 à 2010 compris entre 7h et 21h). La tendance de l'année est similaire à celle des données antérieures avec toutefois des passages plus nombreux en début de soirée pour les années 2007 à 2009. Deux pics horaires sont constatés, l'un en fin de matinée de 11h à 12h et l'autre plus important en milieu d'après midi de 15h à 16h (15,1% en 2010 et 10,8% de 2004 à 2009).

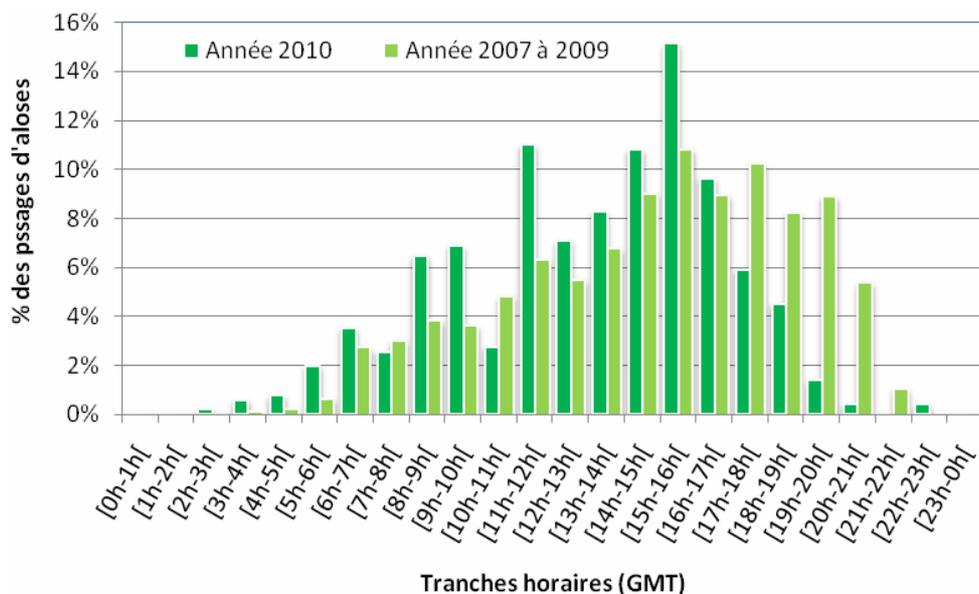


Figure 50 : Distribution en tranches horaires des passages d'aloses à Descartes de 2007 à 2009 et en 2010 (Sources : LOGRAMI).

7.2.3. Sur l'Allier à Vichy

7.2.3.1. Passages annuels

Récapitulatifs des migrations observées depuis 1997

Entre 1997 et 2010, les effectifs comptabilisés à la station de Vichy ont oscillé entre 10 et 3 000 individus. L'augmentation des effectifs à partir de 2004 coïncide avec l'amélioration des conditions de circulation en Loire moyenne. Les aménagements ont permis la réouverture des secteurs amont du bassin de la Loire à une importante population d'aloses auparavant cantonnée aux secteurs plus aval.

Depuis 2007, une baisse importante des passages d'aloses a été observée. Cependant, depuis 2009 une amélioration de la franchissabilité a été apportée aux deux ouvrages VNF (Voies Navigables de France) présents à l'aval du bassin : Barrage des Guétins et des Lorrains. Au total, cette année 265 aloses ont franchi le barrage de Vichy.

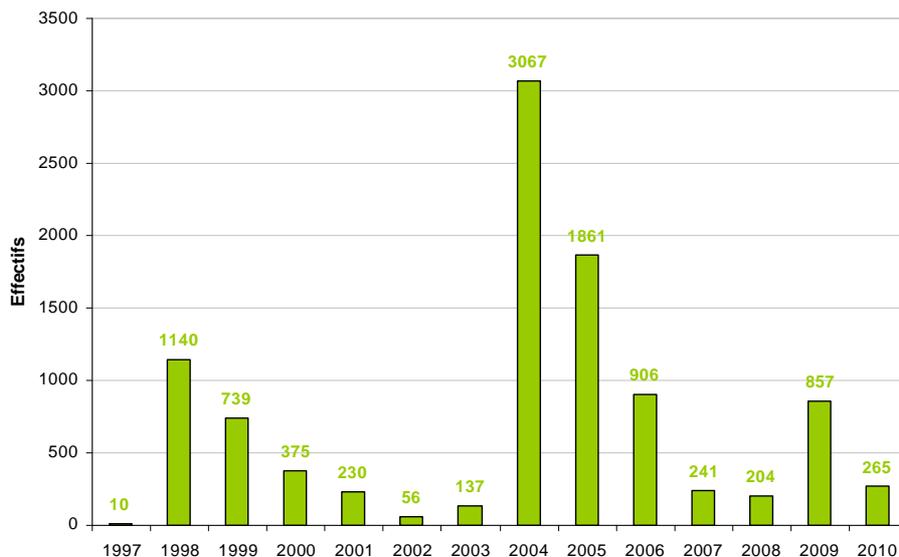


Figure 51 : Evolution des effectifs d'aloses observés à la station de comptage de Vichy depuis 1997 (Sources : LOGRAMI).

Rythmes migratoires depuis 1997

La migration 2010 est plus tardive de quelques jours que la moyenne historique (1997 à 2009). En effet, pour 50% du passage de la population, un décalage de 9 jours est observé. Cependant, cette tendance s'atténue pour les individus de la fin de la migration (à partir du 14 juin).

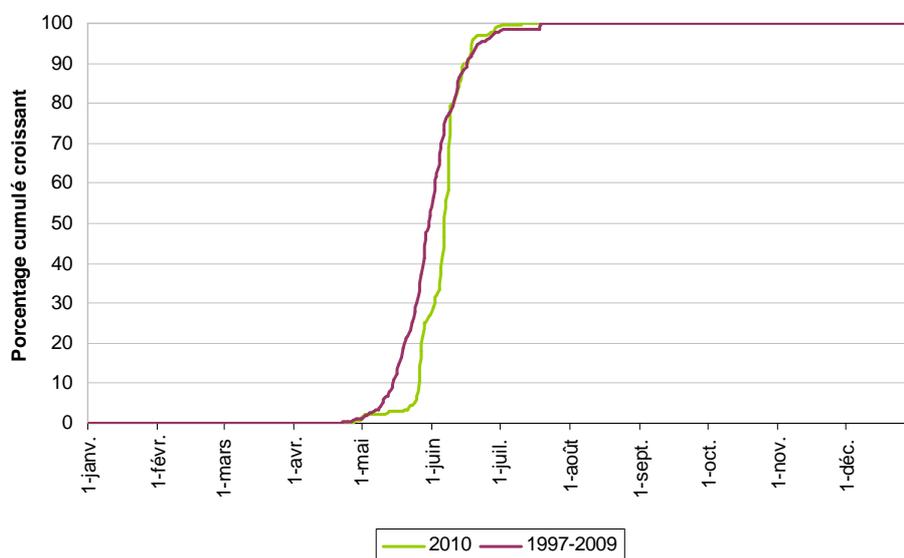


Figure 52 : Comparaison du rythme de migration des aloses à la station de comptage de Vichy en 2010 avec les valeurs de référence (Sources : LOGRAMI).

7.2.3.2. Passages journaliers

Analyse des passages journaliers

L'analyse de l'évolution du flux migratoire permet de dégager deux périodes de forte activité migratoire. En effet, les pics de passages journaliers observés le 25 / 27 mai et le 04 / 08 juin au cours desquels 171 aloses ont été dénombrées, représentent 55,2 % du contingent observé cette année. Après cette période, les passages diminuent et sont diffus.

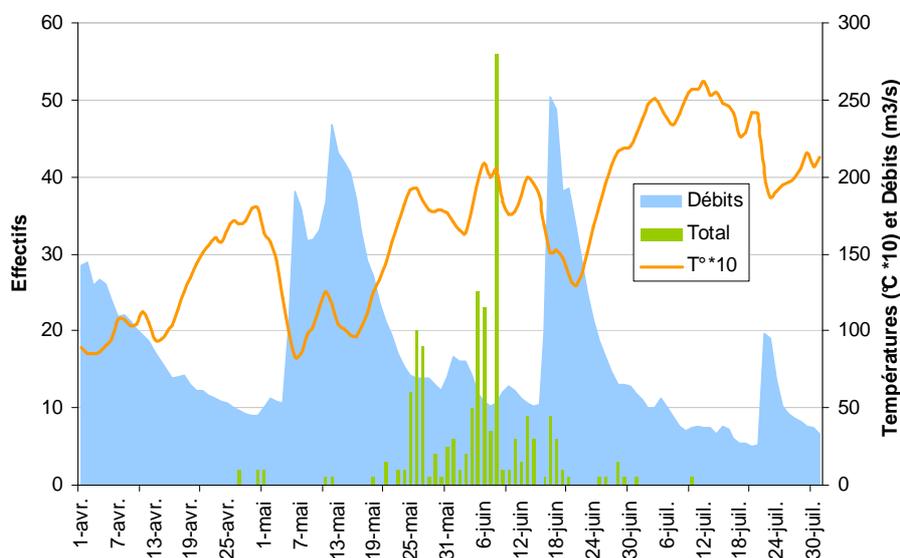


Figure 53 : Rythmes migratoires journaliers des aloses à la station de comptage de Vichy en 2010 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro).

Influence des paramètres environnementaux

Au cours de sa phase de migration continentale, l'aloise est une espèce sténotherme. L'analyse de la série chronologique de 1997 à 2010 met en évidence deux gammes de températures au cours desquelles l'activité migratoire de l'aloise est effective. 92,5% des passages ont été observés dans des conditions de températures moyennes journalières comprises entre 16-21°C et 23-24°C. Il est important de préciser que le deuxième pic de migration survenu entre 23-24°C est dû au caractère exceptionnel d'une année (2004) où la température a augmenté progressivement jusqu'à ce que l'intégralité des passages soit atteinte.

Le nombre d'occurrence sur les périodes de migrations de ces classes de températures rencontrées chaque année à Vichy permet de démontrer clairement que les premiers passages d'aloses sont déclenchés lorsque les températures atteignent 11°C. Ce graphique montre également que l'aloise possède un préférendum thermique entre 18 et 20°C. En effet, 46,8% des passages sont observés dans cette gamme de température alors qu'elle représente uniquement 28% des occurrences moyennes journalières au cours de la saison. L'évolution des températures sur cette partie de l'axe chaque année semble donc conditionner les passages enregistrés à la station de Vichy.

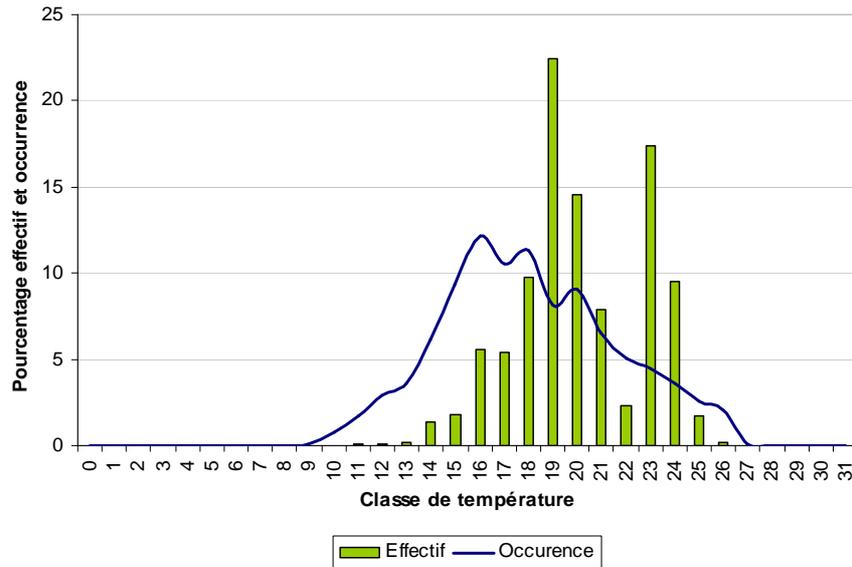


Figure 54 : Distribution et occurrence des classes de températures moyennes journalières induisant la migration des aloses à la station de comptage de Vichy entre 1997 et 2010 (Sources : LOGRAMI).

Les passages les plus fréquents s'effectuent lorsque les débits varient entre 30 et 80 m³/s avec 81 % des individus contrôlés. Un tiers des passages (34,4% du contingent) ont été enregistrés dans une gamme de débits comprise entre 30 et 40 m³/s. La réduction très importante des passages lorsque les débits deviennent supérieurs à 130 m³/s n'est pas à mettre en relation avec les capacités de nage limitantes de l'aloise mais plutôt avec la fréquence d'occurrence limitée de cette gamme de débit lorsque les conditions thermiques sont favorables à l'activité migratoire. Il n'y a donc apparemment pas de préférendum de débit pour l'activité migratoire de l'aloise à Vichy.

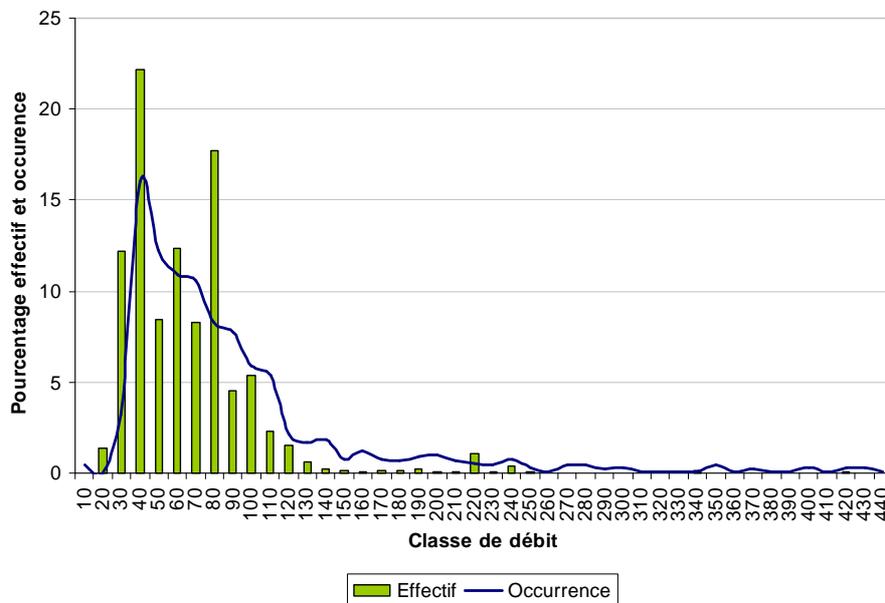


Figure 55 : Distribution et occurrence des classes de débits moyens journaliers induisant la migration des aloses à la station de comptage de Vichy entre 1997 et 2010 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro).

7.2.3.3. Passages horaires

Comme observé au cours des précédents suivis, les passages d'aloses cette année sont presque exclusivement diurnes mais un peu plus tardifs. En effet, plus de 92% des aloses sont observées à la sortie de la passe entre 7h et 19h contre 79% pour la période 1997-2009.

En 2010, la fréquence des passages augmente progressivement de 5 à 17h. Elle passe de 2,26 % (5h) à plus de 11,7 % (17h) avant de chuter brutalement à 20h.

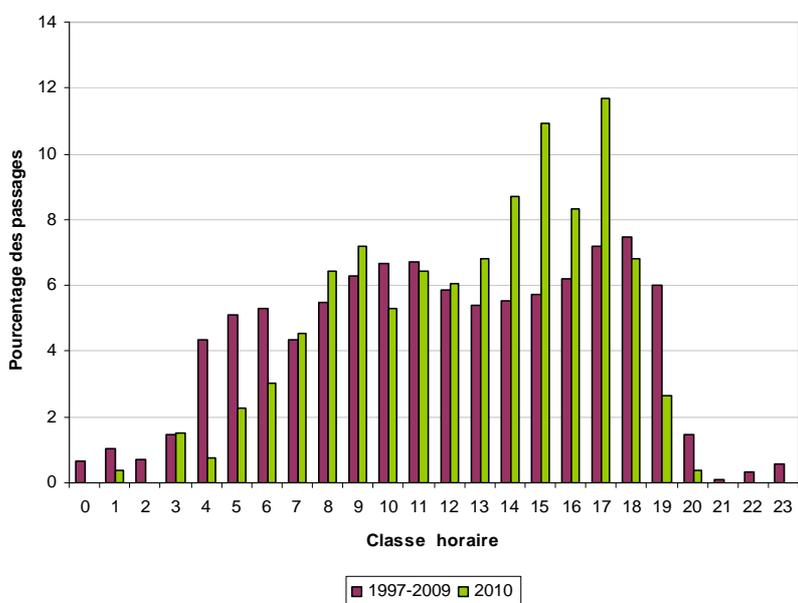


Figure 56 : Comparaison des passages horaires des aloses à la station de comptage de Vichy entre 2010 et les valeurs de références (Sources : LOGRAMI).

7.2.4. Sur la Loire à Decize

7.2.4.1. Passages annuels

Récapitulatifs des migrations observées depuis 1998

Sur la période 1998-2007, on constate une forte augmentation des effectifs d'aloses sur le bassin de la Loire à compter de 2004. Le niveau de population atteint 12 000 à 15 000 aloses annuellement alors que les effectifs étaient en stagnation depuis 1998. Cette augmentation traduit une pénétration plus importante des aloses à l'intérieur du bassin suite à une amélioration des conditions de circulation en Loire moyenne à compter de 2004.

Comme sur le bassin de l'Allier, une chute des populations est enregistrée depuis 2008. Cette année 2010, 310 aloses ont été contrôlées à la station de comptage. Cependant, le comptage des aloses en 2009 n'est pas exhaustif. Pour des raisons de remise de projet, le système vidéo a été installé 3 semaines après la réouverture de la passe. Un nombre d'individus a pu transiter pendant ce laps de temps.

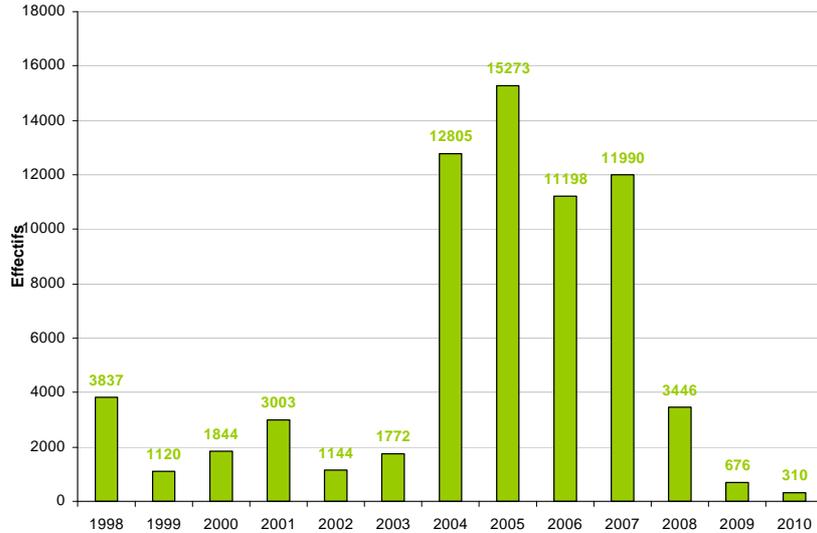


Figure 57 : Evolution des effectifs d’aloses observés à la station de comptage de Decize depuis 1998 (Sources : LOGRAMI).

Rythmes migratoires depuis 1998

La migration 2010 est beaucoup plus tardive que la moyenne historique (1997 à 2009). En effet, pour 20% des passages de la population un décalage de 26 jours est observé. Ce retard s’estompe avec le temps puisque pour 50% des passages de la population un décalage de 19 jours est constaté, et pour 80% des passages, le retard n’est plus que de 9 jours.

Ce retard semble fortement lié aux conditions hydrauliques pénalisantes rencontrées pendant la période migration. En effet, les débits moyens mensuels sont inférieurs aux données de références calculées sur 54 ans.

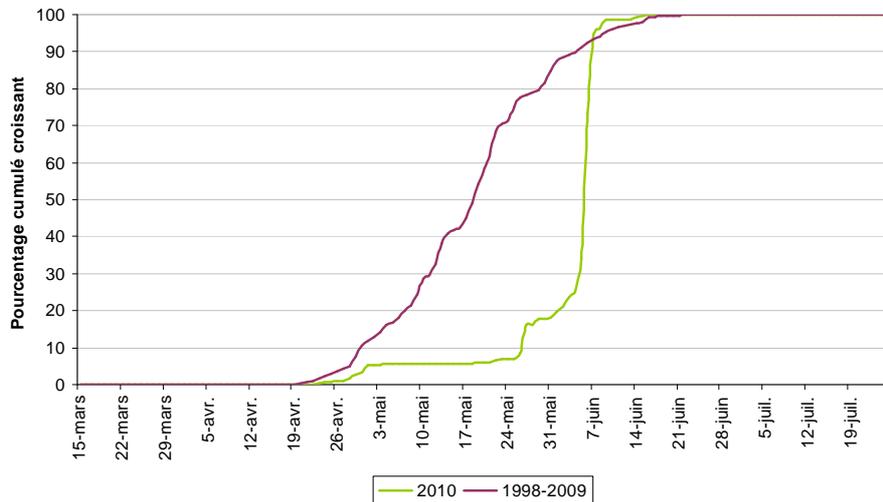


Figure 58 : Comparaison du rythme de migration des aloses à la station de comptage de Decize en 2010 avec les valeurs de référence (Sources : LOGRAMI).

Analyse des passages journaliers

En 2010, 310 aloses ont été recensées à la station de comptage de Decize. L'essentiel de l'activité migratoire survient entre le 4 et 6 juin soit 43 jours après l'arrivée de la première alose (22 avril). Cette vague représente à elle seule plus de 69,3% du contingent annuel dénombré au cours de cette période (Figure 59). Le pic journalier est atteint le 5 juin avec le passage de 121 géniteurs, soit 39% du contingent 2010.

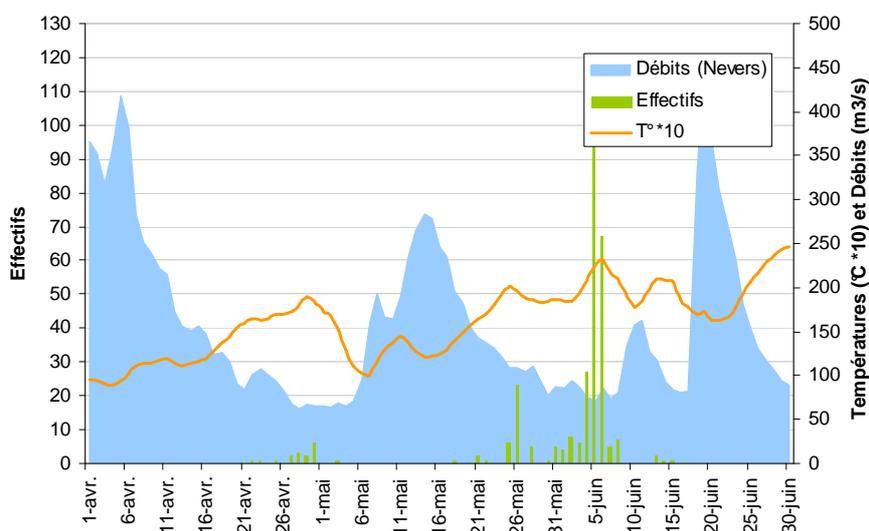


Figure 59 : Rythmes migratoires journaliers des aloses à la station de comptage de Decize en 2010 (Sources LOGRAMI).

Influence des paramètres environnementaux

L'historique des passages journaliers depuis 1998 met en évidence une gamme de température relativement large au cours de laquelle l'activité migratoire de l'aloise est effective. Les individus ont été observés depuis 1998 dans des gammes thermiques comprises entre 13 et 27°C. Cependant, 82% des aloses ont transité dans une eau comprise entre 17°C et 22°C.

Contrairement à la station de Vichy, cette observation est notamment liée au nombre important d'occurrence des classes de températures supérieures à 17°C rencontrés chaque année à Decize pendant la période de migration soit 72% des occurrences.

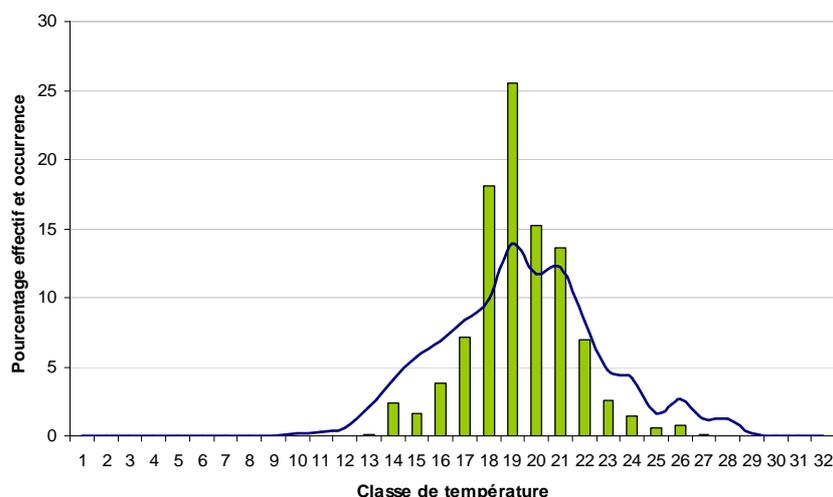


Figure 60 : Distribution et occurrence des classes de températures moyennes journalières induisant la migration des aloses à la station de comptage de Decize entre 1998 et 2010 (Sources : LOGRAMI).

La gamme de débit comprenant la majorité des passages historiques est comprise entre 40 et 150 m³/s (86,4% des passages). Le seuil au delà duquel l'activité migratoire est fortement restreinte semble correspondre à des valeurs avoisinant les 210 m³/s.

Les passages sont également liés au nombre d'occurrences des classes de débits rencontrées chaque année à Decize pendant la période de migration. Cependant, un préférendum hydraulique de migration semble apparaître puisque les passages sont plus importants entre 90 et 130 m³/s avec une occurrence des classes de débits de seulement 21,3%.

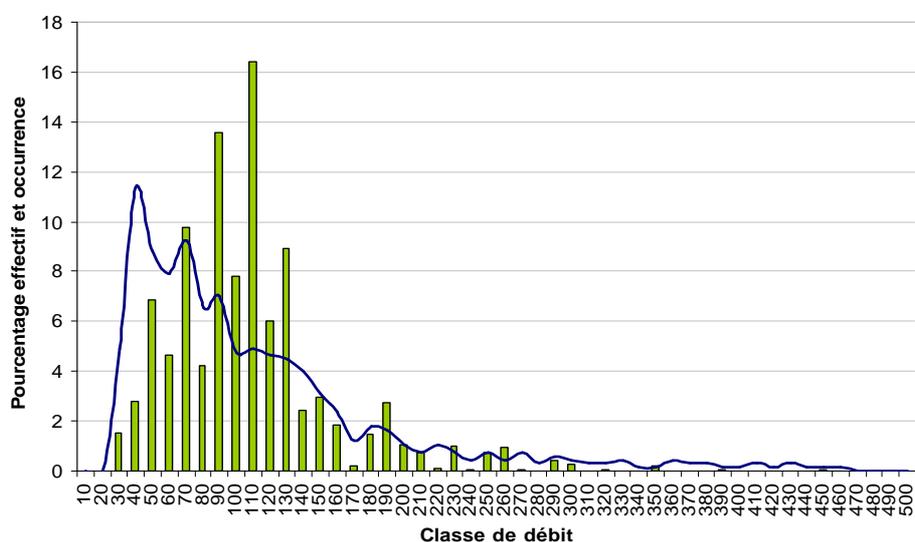


Figure 61 : Distribution et occurrence des classes de débits moyens journaliers induisant la migration des aloses à la station de comptage de Decize entre 1998 et 2010 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro).

7.2.4.3. Passages horaires

Comme sur le bassin de l'Allier, les passages d'alooses sont essentiellement diurnes. Depuis le début du suivi, 98% du stock d'alooses a franchi le barrage de Decize entre 5h et 22h.

En 2010, la répartition horaire des passages est globalement conforme aux valeurs de références. Deux pics d'activités horaires sont mis en évidence. Le premier intervient entre 7h et 9h et le second entre 16h et 20h. Tous deux cumulent un total de 63,5% des passages de l'année.

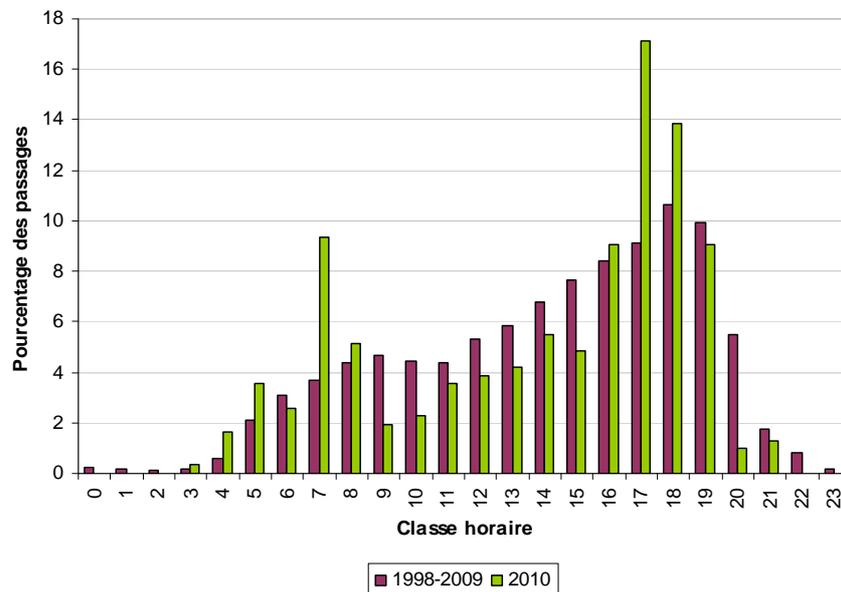


Figure 62 : Comparaison des passages horaires des aloses à la station de comptage de Decize entre 2010 et les valeurs de références (Sources : LOGRAMI).

7.2.5. Sur l'axe Loire-Arroux à Gueugnon

Le résultat du suivi de la station de comptage de Gueugnon laisse apparaître la migration d'un faible contingent d'aloses à ce niveau du bassin. Aucun individu n'a été comptabilisé à ce niveau de l'Arroux cette année. Cependant, un problème informatique survenu pendant la période de migration ne permet pas d'assurer l'exhaustivité des comptages en 2010.

La population d'aloses colonisant le bassin de l'Arroux chaque année est particulièrement faible au regard du contingent migrant observé au barrage de Decize situé seulement à 75 kilomètres en aval. De part sa localisation très éloignée (651 km de l'estuaire), cette station de comptage fournit uniquement des informations ponctuelles sur le niveau de colonisation de la population.

Il ne semble pas que les conditions de circulation à l'aval de la station de Gueugnon sur l'Arroux puissent pénaliser les migrateurs dans leur remontée le long de l'axe. En effet, l'ensemble des ouvrages à l'aval de la station est équipé de passes à poissons fonctionnelles.

La faible attractivité du bassin de l'Arroux peut être évoquée pour expliquer la faiblesse des contrôles enregistrés chaque année à la passe de Gueugnon. A la station de comptage de Decize, les passages d'aloses sont concentrés au début du mois de mai. Ainsi, la population migrante est susceptible de se trouver au niveau de la confluence de l'Arroux, située environ 55 kilomètres en amont du barrage de Decize, dès la mi-mai. Cependant, à cette période les débits de la Loire sont généralement prédominants et masquent très certainement l'attractivité de l'Arroux.

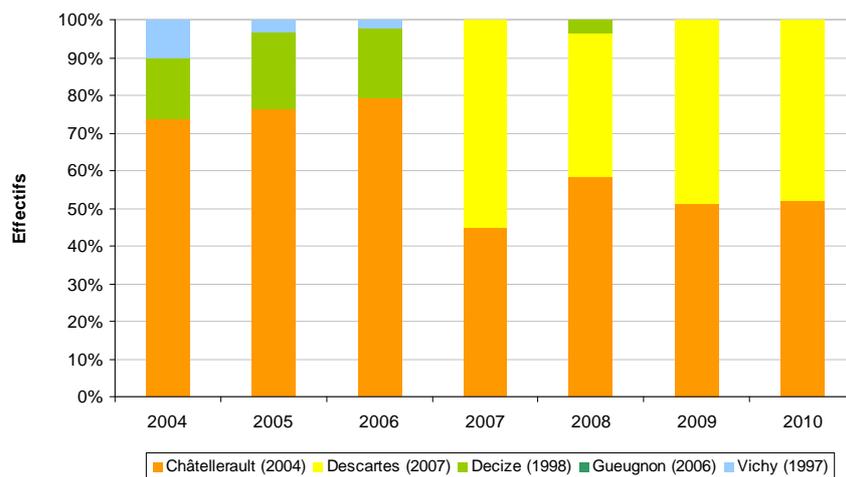
Il semble donc que les aloses restent préférentiellement sur l'axe principal de la Loire. Un suivi, par radiopistage par exemple, permettrait de déterminer le devenir de ces poissons sur la Loire amont et de déterminer les sites de reproduction fréquentés par cette population. De plus, la station de comptage en prévision au droit du barrage de Roanne apportera certainement quelques éléments de réponse.

8. LES PASSAGES DE LAMPROIE MARINE (*PETROMYZON MARINUS*)

8.1. Analyse des passages par bassin

L'historique des campagnes de suivi depuis 2004 des migrateurs sur le bassin de la Loire et de la Vienne ont permis de constater que la lamproie marine privilégie ce dernier affluent au cours de sa migration (93% des passages). En 2007, les passages à la station de Châtellerault et Descartes ont atteint leur plus haut niveau depuis le début du suivi de ces stations et constitue aujourd'hui un record national.

Certaines années, une portion de la population (0,1 à 16,3%) colonise le bassin de la Loire amont (station de Decize). En revanche, les effectifs restent généralement faibles sur l'Allier au niveau de la station de comptage de Vichy. Cette différence peut s'expliquer par un éloignement à l'estuaire de la station de Vichy (653 km) légèrement plus important que celle de Decize (576 km).



* Le comptage des individus à la station de Decize en 2009 est non exhaustif (Installation tardive du nouveau dispositif de vidéo-comptage)

Figure 63 : Evolution des effectifs de lamproies marines sur les stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2004 (Sources : LOGRAMI).

En 2010, l'espèce a été contrôlée presque exclusivement sur le bassin de la Vienne à 99,9 %. Aucune lamproie n'a été comptabilisée cette année sur le bassin de l'Allier. Seulement, 26 individus ont été comptabilisés sur la Loire amont au niveau de la station de comptage de Decize.

L'affinité de cette espèce avec le bassin de la Vienne peut également s'expliquer par la proximité de ce bassin avec les zones d'engraissemens marines. Ces données confirment ainsi que la population de lamproies marines du bassin de la Loire semble suivre une répartition géographique orientée.

8.2. Analyse des passages par stations

8.2.1. Sur la Vienne à Châtellerault

8.2.1.1. Passages annuels

En moyenne de 2004 à 2010, 25 451 lamproies marines ont été comptabilisées à la station de comptage de Châtellerault. Des effectifs supérieurs à 40 000 individus ont franchi l'ouvrage en 2007 et 2008.

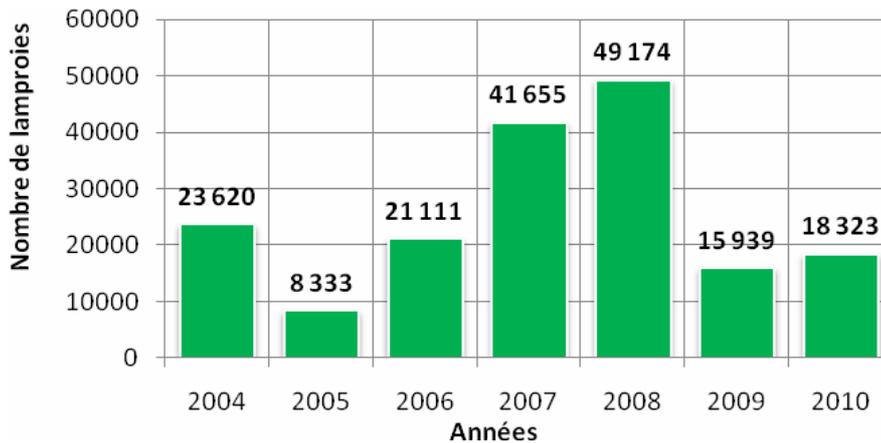


Figure 64 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004 (Sources : LOGRAMI).

En 2010, 18 323 lamproies marines ont été observées. Ce qui représente une augmentation de 15 % par rapport à l'année précédente. La lamproie ne semblant pas être soumise au phénomène de homing (Taverny et Elie, 2010), les variations d'effectifs ne peuvent s'expliquer à l'échelle locale. Ils peuvent toutefois être mis en relation avec des paramètres environnementaux.

La période de migration de la Lamproie marine sur la Vienne s'étale de janvier à mai (99,3 % des passages à Châtellerault sur cette période de 2004 à 2010). Une moyenne des débits sur cette période a été réalisée par année.

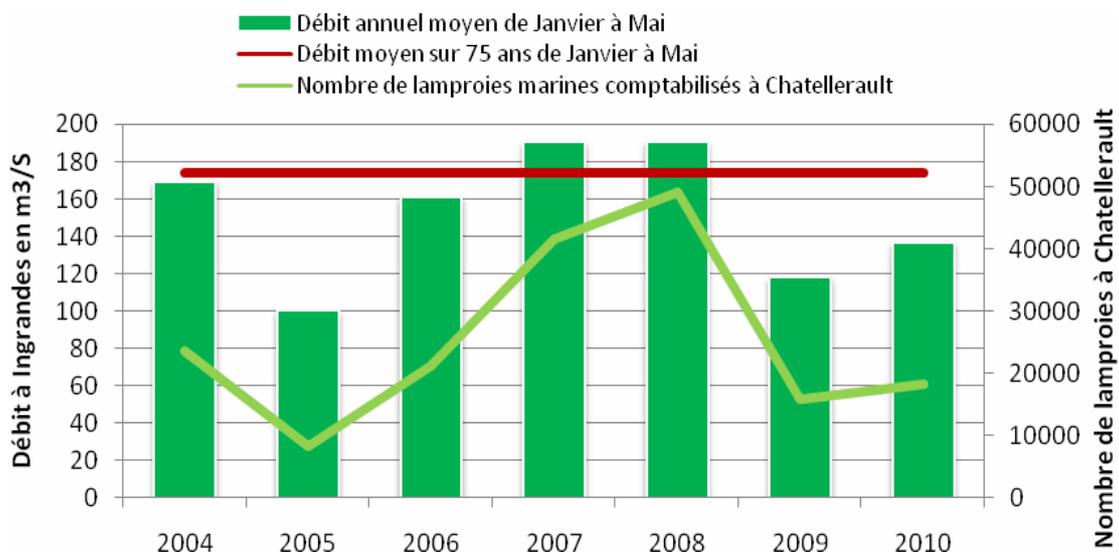
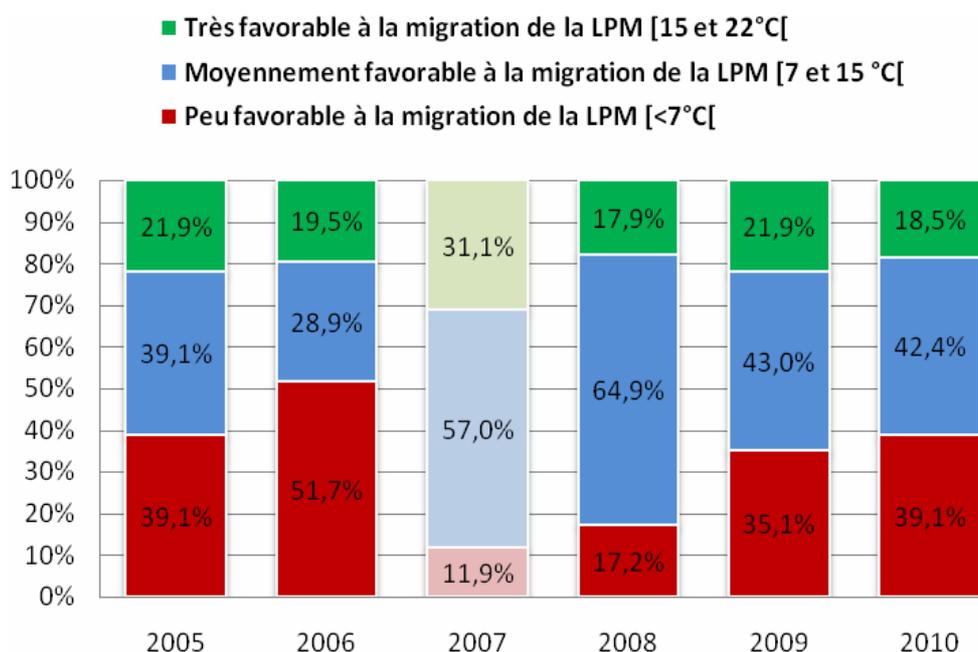


Figure 65 : Comparaison des débits annuels moyen de janvier à mai avec les effectifs de lamproies marines à Châtellerault depuis 2004 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro).

Une relation entre ces débits et les effectifs comptabilisés se dessine. Plus les débits sont importants, plus le nombre de lamproies franchissant Châtellerault est élevé. Les conditions hydrologiques sont un facteur prépondérant pour la migration de la lamproie, ils peuvent favoriser la montaison des individus.

La température de l'eau est aussi un facteur important pour toute migration. Les effets de la température sur l'activité de la lamproie marine ont pu être étudiés en laboratoire indépendamment des autres facteurs environnementaux (Binder and al., 2008). Cette étude a pu mettre en évidence qu'en dessous de 7°C, les lamproies ne présentaient que très peu d'activité. Entre 7 et 15 °C, un tiers des lamproies testées sont actives et au-delà de 15 °C, presque tous les individus deviennent actifs. Le pourcentage du nombre de jours présentant ces classes de température sur la Vienne de janvier à mai peut être établi par année de suivi.



* 2007 : données températures de Descartes sur la Creuse et non de Châtellerault

Figure 66 : Pourcentage du nombre de jours de janvier à mai pour lesquels la température de l'eau à Châtellerault est favorable à la migration de la lamproie en fonction de l'année (Sources : LOGRAMI).

A noter que pour l'année 2007, suite à un dysfonctionnement de la sonde, les données températures ne sont pas celles de Châtellerault mais celles de Descartes qui ont été utilisées. La température de la Vienne mesurée à Châtellerault étant en moyenne supérieure à celle de la Creuse à Descartes (de 2008 à 2010, température horaire supérieure en moyenne de 0,37°C), il est probable que le nombre de jours favorables ou très favorables à la migration de la lamproie soit légèrement supérieur en 2007.

Les années présentant les meilleurs effectifs ont les pourcentages de jours favorables à la migration les plus importants (2007 plus de 88,1 %, et en 2008 82,8 % de jours où la température est supérieure à 7°C de janvier à mai).

Face à ce constat plusieurs réflexions peuvent être émises. Si les effectifs comptabilisés à Châtellerault sont forcément liés au stock de reproducteurs entrant dans le bassin de la Loire, ils peuvent varier d'une année à l'autre en fonction des conditions hydrologiques et thermiques. Si ces conditions sont peu favorables à la montaison, il est probable qu'une partie importante des lamproies se reproduisent sur la partie aval de la Vienne. Le choix de l'axe de migration, voire du bassin pourrait aussi être remis en cause si les conditions sont peu favorables.

De même que le nombre d'individus compté, le rythme de migration varie d'une année à l'autre. La figure 67 présente les dates correspondant à 25, 50 et 75 % du nombre de passages enregistrés à la station de comptage de Châtellerault.

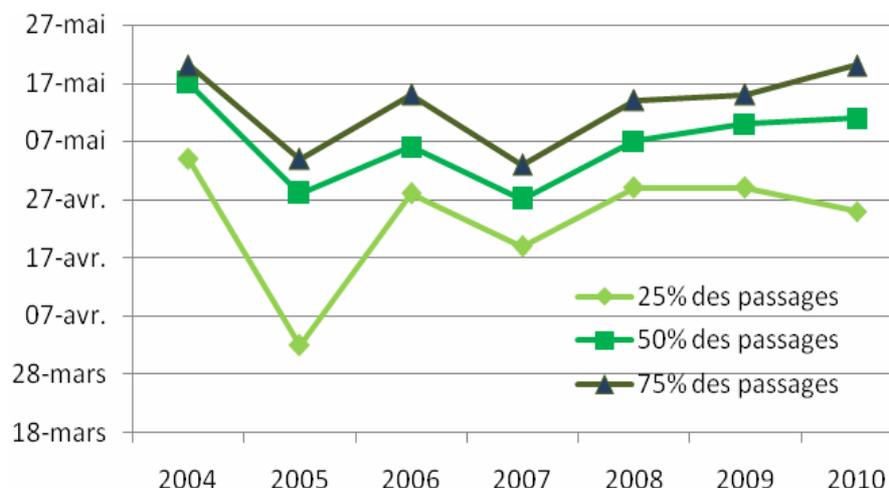


Figure 67 : Date à laquelle 25%, 50% et 75% des passages de lamproies marines à Châtellerault ont lieu en fonction de l'année (Sources : LOGRAMI).

Les migrations de 2005 et 2007 furent précoces par rapport aux autres années de comptage où le flux migrant est plus tardif. Là encore ce rythme de migration est induit par les conditions environnementales. Plus ces conditions sont favorables tôt dans la saison, plus les lamproies arrivent tôt aux stations. L'augmentation de débit ou une diminution de la température brutale peut stopper cette activité de migration en cours de saison, ce qui a pour conséquence d'allonger la période de montaison. A noter que les coefficients et rythme de marées jouent aussi un rôle important dans le déclenchement de la migration dans l'estuaire de la Loire.

8.2.1.2. Passages journaliers

La migration 2010 des lamproies marines à Châtellerault peut se décomposer en trois vagues successives induites par des crues et des baisses rapides de la température de l'eau.

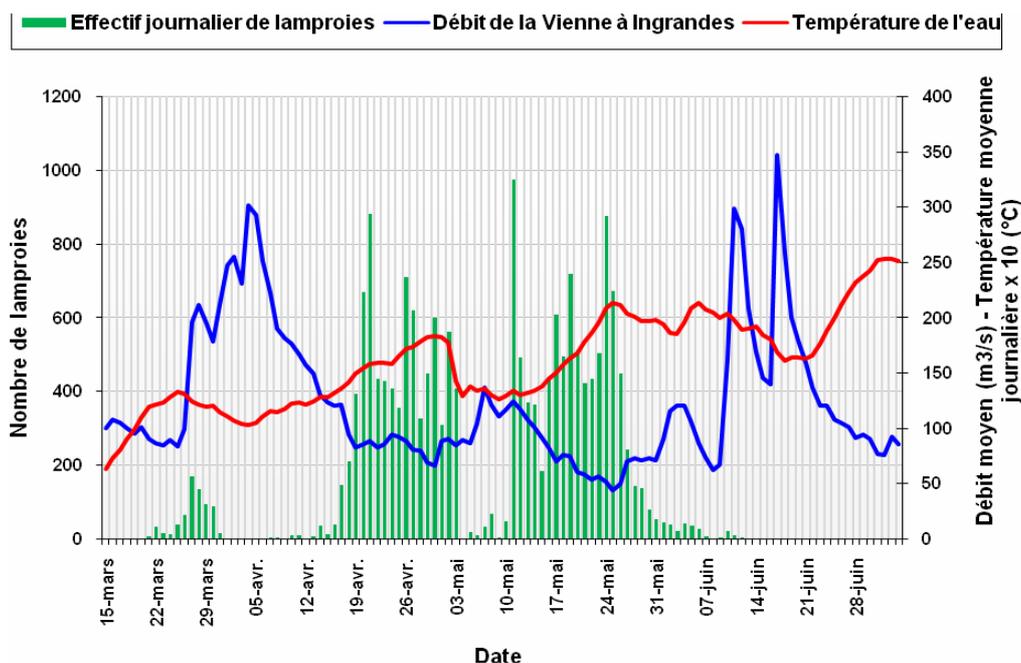


Figure 68 : Passages journaliers des lamproies à Châtelleraut en relation avec la température de l'eau et le débit de la Vienne en 2010 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

La première lamproie a franchi le barrage de Châtelleraut le 20 mars 2010, profitant d'une hausse de température favorable à la migration. Elle fait partie de la première vague de migration rapidement stoppée par la crue du 5 avril (293 m³/s accompagné d'une baisse de 3°C en 10 jours). Durant cette première vague de 14 jours, 682 lamproies marines ont été comptabilisées, soit 3,7% de l'effectif total.

La seconde vague est bien plus importante, elle accompagne une augmentation progressive de la température de l'eau (de 12,7 à 18,3 °C). Elle s'étale sur 20 jours du 14 avril au 3 mai et permet le franchissement de 7 995 individus, soit 43,6 % du stock. Un pic journalier de 882 individus est constaté le 21 avril. Cette seconde vague est stoppée par une diminution rapide de la température de 5,3°C en 4 jours (du 1^{er} au 4 mai) et une augmentation de débit avec un pic à 137 m³/s le 7 mai.

La troisième vague ne débute réellement que le 10 mai et accompagne une nouvelle fois une augmentation progressive de la température (8,4 °C du 10 mai au 25 mai). Le pic journalier de passages a eu lieu le 11 mai avec 973 individus comptabilisés. Cette troisième vague s'étale sur une période de 28 jours durant laquelle 9 417 passages de lamproies ont été enregistrés, soit 51,4 % du stock. Par la suite le nombre de migrants diminue progressivement, la majorité des lamproies ayant déjà frayé. La dernière lamproie a franchi l'ouvrage le 2 juillet.

L'analyse des passages depuis 2004 permet de déterminer des préférendums thermiques favorables à la migration de la lamproie marine. La gamme de température des passages s'étend de 8 à 25 °C. La classe de température la plus représentée est celle de [16-17°C] avec 19,2% des passages sur 7,8% de la période de migration.

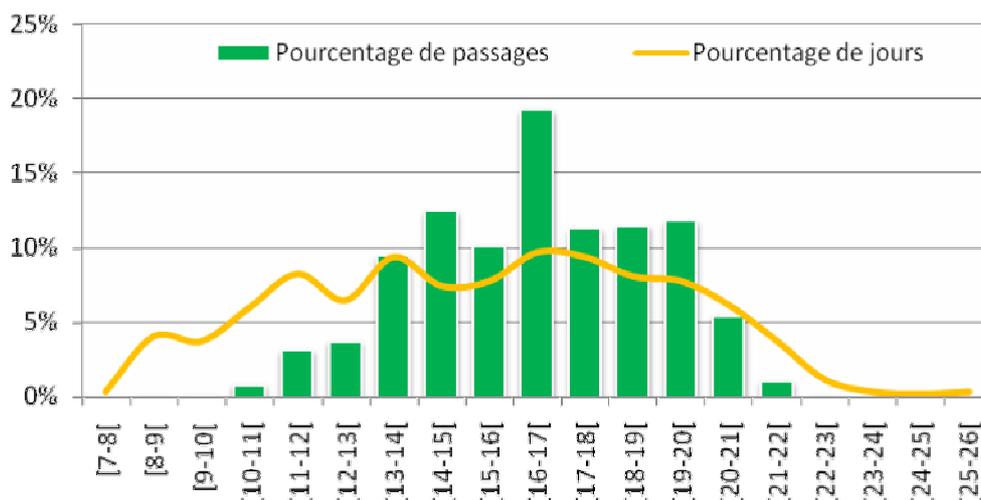


Figure 69 : Distribution en classes thermiques des passages de lamproies à Châtellerault depuis 2004 et fréquences d'occurrences de ces classes (Sources : LOGRAMI).

En ce qui concerne les débits, il semble plus difficile de ressortir de préférendum. 77,2% des individus sont passés pour des débits compris entre 30 et 140 m³/s.

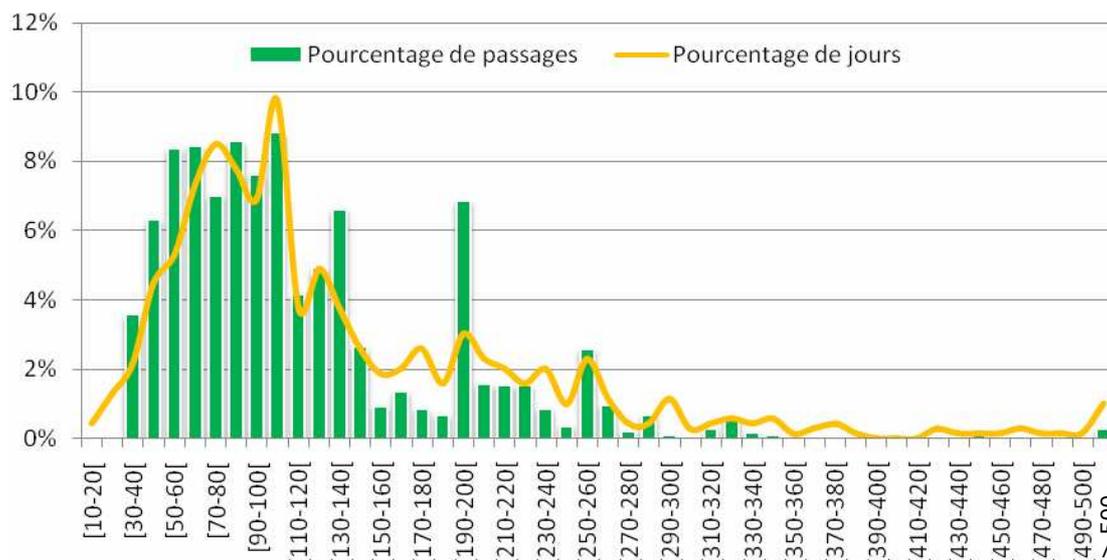


Figure 70 : Distribution en classes hydrologiques des passages de lamproies à Châtellerault depuis 2004 et fréquences d'occurrences de ces classes (Sources : LOGRAMI).

8.2.1.3. Passages horaires

Classiquement la lamproie marine a une migration nocturne. De 2004 à 2009, 72,7% des individus sont passés entre 21h00 et 7h00 GMT. En 2010, 78,8% des passages ont eu lieu entre 21h00 et 7h00 GMT.

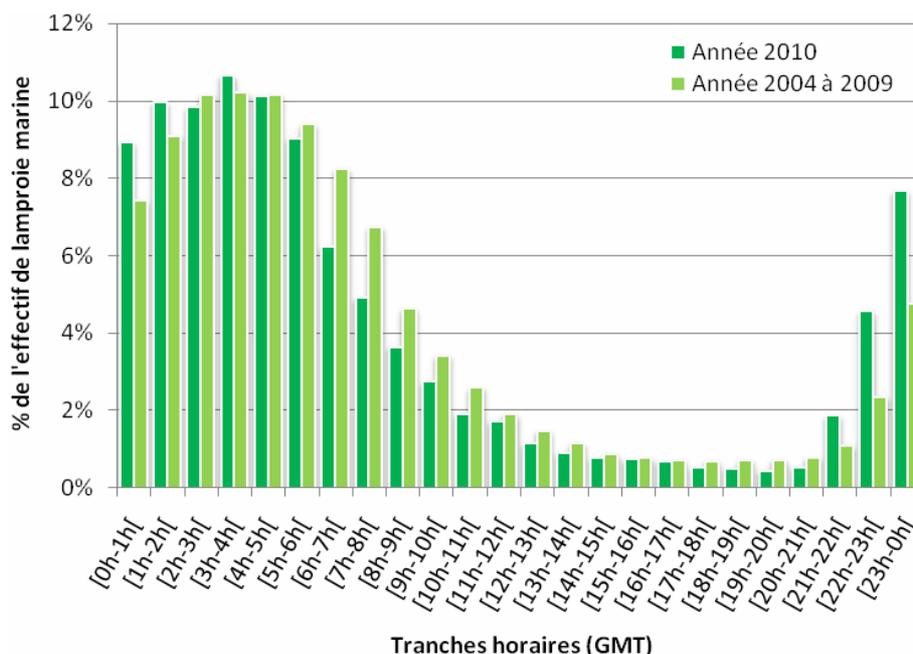


Figure 71 : Distribution en tranches horaires des passages de lamproies à Châtellerault de 2004 à 2009 et en 2010 (Sources : LOGRAMI).

La tombée de la nuit est accompagnée par une augmentation progressive de l'activité des lamproies, ainsi 14,0% des passages ont eu lieu entre 21h00 et 00h00. Durant la seconde phase de la nuit, l'activité est plus soutenue avec des pics horaires avoisinant les 10 % de passages pour chaque tranche horaire entre 1h00 et 6h00 du matin. Par la suite le nombre de passages diminue dans la matinée. La même tendance est observée sur l'ensemble du suivi de 2004 à 2009, avec toutefois un nombre plus important de passages durant la matinée. Malgré le caractère nocturne de sa migration, 21,2% des passages se font le jour. Ceci s'explique par le prolongement de la migration en journée lors des pics de montaison. De plus au-delà d'une température de 20 °C, les lamproies marines deviennent plus actives le jour que la nuit (Binder and McDonald 2008).

8.2.2. Sur la Creuse à Descartes

8.2.2.1. Passages annuels

La station de comptage de Descartes n'a vu le jour qu'en 2007 suite à l'aménagement d'une passe à bassins en rive droite. A partir des passages observés à Châtellerault sur l'axe Vienne, il est possible d'estimer le nombre de lamproies ayant franchi l'ouvrage de Descartes de 2004 à 2006. En moyenne de 2007 à 2010, 52,2% ($\pm 6,4$ %) des lamproies du bassin de la Vienne ont été comptées à Châtellerault et 47,8 % à Descartes ($\pm 6,4$ %). Ce rapport est appliqué pour estimer la population de 2004 à 2006.

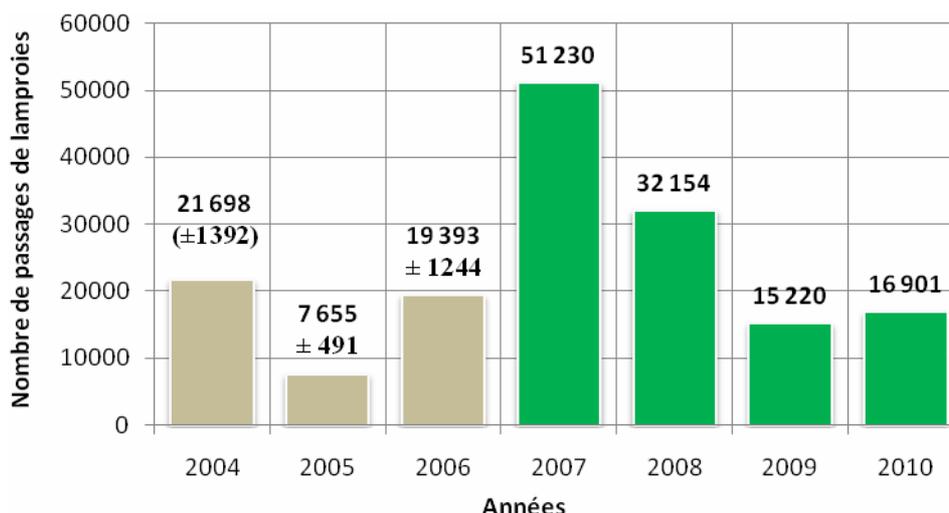


Figure 72 : Bilan des passages de lamproies marines à la station de comptage de Descartes comptabilisés depuis 2007 et estimés de 2004 à 2006 (Sources : LOGRAMI).

En 2010, 16 901 lamproies marines ont franchi l’ouvrage de Descartes, une augmentation de l’ordre de 11% est constatée par rapport à l’année 2009. Ce nombre d’individus reste cependant assez faible par rapport à la moyenne du nombre de passages sur la série de données qui est de 23 464 (estimé de 2004 à 2006 et comptés de 2007 à 2009). Le même constat que sur la Vienne peut être réalisé, les effectifs sont plus importants aux stations de comptage les années présentant des débits et températures favorables à la migration.

Le rythme de migration varie d’une année à l’autre. La figure 73 présente les dates correspondant à 25, 50 et 75 % du nombre de passages enregistrés à la station de comptage de Descartes.

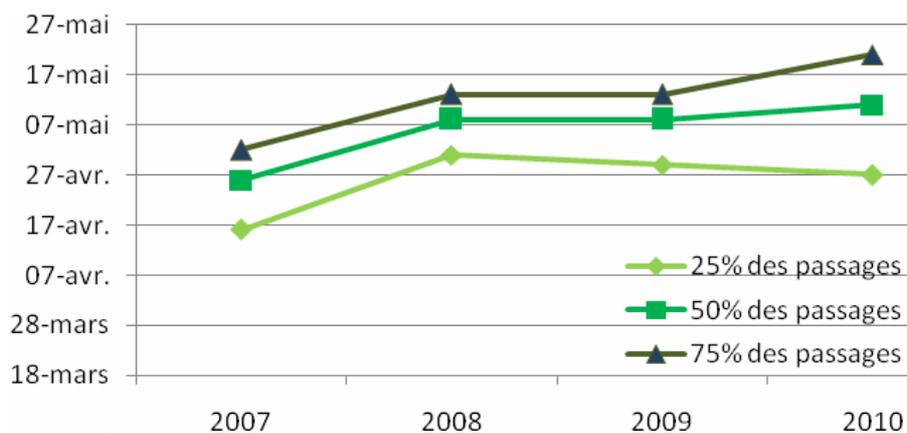


Figure 73 : Date à laquelle 25%, 50% et 75% des passages de lamproies marines à Descartes ont lieu en fonction de l’année (Sources : LOGRAMI).

L’année 2007 est tout comme à Châtellerault l’année la plus précoce (25% du nombre de passages a été enregistré avant le 16 avril et 75% avant le 2 mai), à l’inverse l’année 2008 est la plus tardive (25% avant le 1^{er} mai et 75% avant le 13 mai). Un arrêt de la migration provoqué par une chute de température ou des débits trop importants peut avoir pour effet de prolonger la période de migration.

8.2.2.2. Passages journaliers

Les deux premières lamproies ont franchi le barrage de Descartes le 1er janvier 2010, profitant de conditions hydrauliques et thermiques favorables à leurs remontées. Le mois

de décembre 2009 fut en effet assez doux avec une température moyenne de l'eau de 6,9°C et des moyennes journalières dépassant à 15 reprises les 7°C sur la Creuse.

En 2007, des passages de lamproies ont été enregistrés mi janvier à Descartes. Durant le mois de décembre 2006, les conditions thermiques étaient similaires à celles de 2009 (température moyenne du mois de décembre 2006 et de janvier 2007 respectivement de 7,0°C et de 8,0°C). Ces passages précoces sont un fait rare puisque ces deux dernières années les premiers passages étaient constatés plus tard dans la saison, au cours du mois de mars (3 mars 2008 et 17 mars 2009), les hivers 2007 et 2008 étant plus rigoureux.

Ces observations montrent une nouvelle fois l'importance du facteur thermique dans le déclenchement de la migration de montaison chez la lamproie.

La température durant les mois de janvier et février 2010 ayant chuté (température moyenne de l'eau de 4,5°C en janvier et 5,1°C en février), la troisième lamproie ne fut observée que le 26 février. Comme souvent en début de migration, les passages se font de manière éparses et discontinues. Ainsi 2% du stock, représentant 335 individus, a franchi le barrage de Descartes au 12 avril.

Par la suite la migration 2010 de la lamproie marine se décompose en trois vagues successives entrecoupées par des crues stoppant le flux migrant. Malgré le fait que les lamproies aient une bonne capacité de nage leur permettant de supporter des débits relativement forts, les passages diminuent fortement avec l'augmentation des débits. Ceci s'explique par une attractivité moindre de la passe à poissons. En période de crue le barrage déverse de manière beaucoup plus importante, déplaçant le débit d'attrait vers le centre du barrage et ainsi masquant l'entrée de la passe située en rive droite.

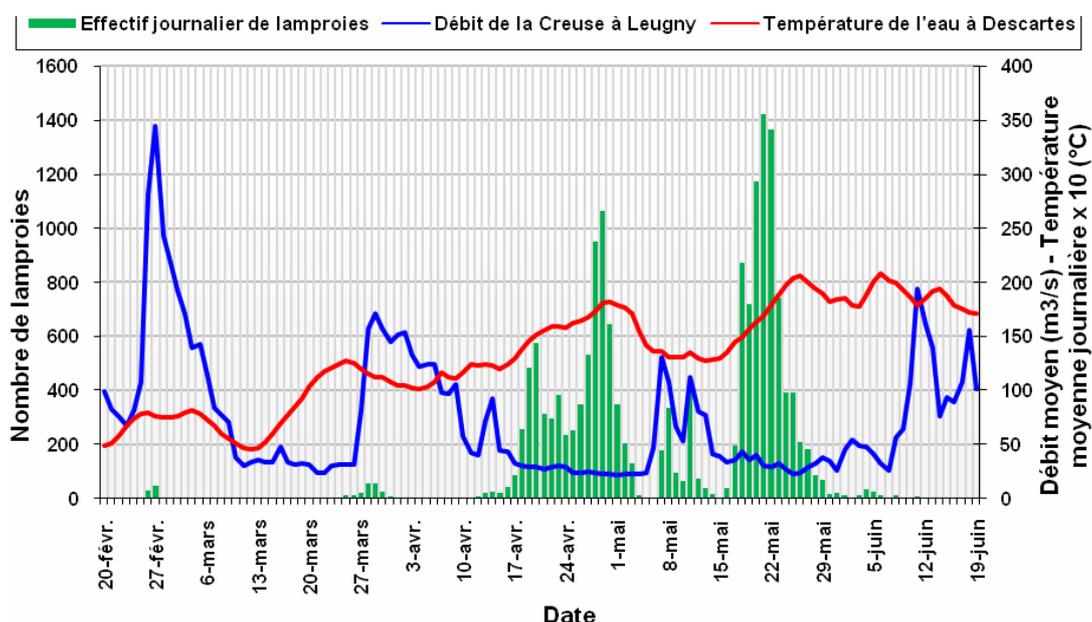


Figure 74 : Passages journaliers de lamproies marines à Descartes en relation avec la température de l'eau et le débit de la Vienne en 2009 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro).

Ces vagues de migrations sont plus ou moins importantes, la première débute le 13 avril et se termine le 4 mai. Les passages durant cette période de 22 jours représentent 43 % du total des passages avec 7 254 individus. Un pic journalier est observé le 29 avril, avec 1 064 lamproies comptabilisées. Alors que les débits diminuent fortement, la température pour la première fois franchit la barre des 15°C et devient donc très favorable à la montaison des lamproies.

La seconde vague, est plus courte (10 jours) et fait office de transition avec la suivante. La chute des températures dûe aux crues du 7 mai (131 m³/s à Leugny) et du 11 mai

(113 m³/s à Leugny) a limité la migration d'une partie des lamproies. Les températures sont en effet repassées en dessous des 15°C (12,7 le 13 mai et une diminution de 2,7°C durant la période). A contrario, l'augmentation des débits a pu avoir un effet positif, puisque 1 257 individus ont tout de même franchi l'ouvrage durant cette période, soit 7 % de l'effectif annuel.

La troisième et dernière vague est la plus importante, accompagnant une augmentation de température significative (7,8°C en 14 jours). Elle s'étale du 16 mai au 8 juin soit sur 24 jours, et représente 47% des passages. Au total 8 034 lamproies ont été comptées sur cette période, avec un pic de 1 421 individus le 21 mai.

Les derniers individus migrants ont été observés jusqu'au 28 juin, la période de migration s'étale donc sur 179 jours.

Depuis 2007, l'analyse des passages couplés aux températures journalières permet de déterminer des préférences thermiques pour la migration de la lamproie marine. Durant la période de migration, 32,37% des jours ont une température de l'eau comprise entre 8 et 12°C mais seulement 6,0 % des passages s'effectuent lors de cette période. La gamme de température comprise entre 15 et 20 °C comprend 80,2 % des passages, pour 39,2 % des jours de la période de migration. Il y a donc une tendance positive à l'activité de migration de la lamproie marine pour cette gamme de température.

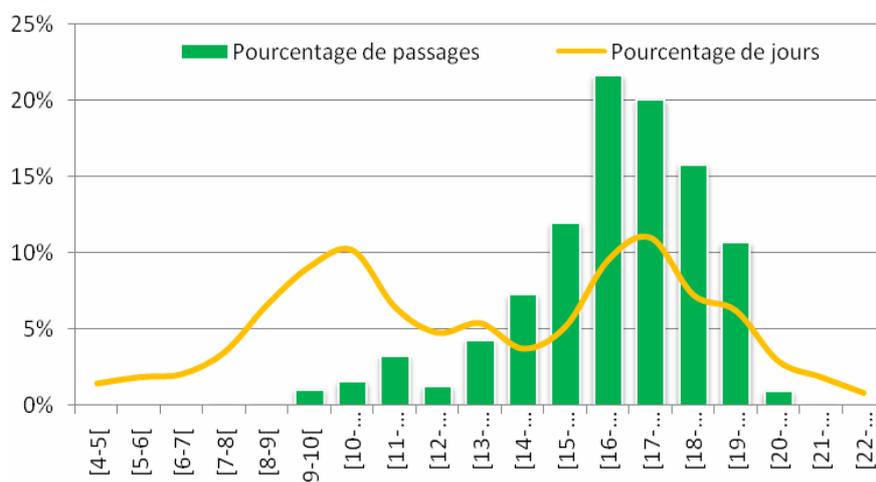


Figure 75 : Distribution en classes thermiques des passages de lamproies à Descartes depuis 2007 et fréquences d'occurrences de ces classes (Sources : LOGRAMI).

Concernant les débits, 63,4 % des individus sont passés entre 10 et 40 m³/s, alors que ces débits n'ont eu lieu que sur 40,3 % de la période de migration. Ce préférendum est certainement lié à la configuration du barrage de Descartes. Pour des débits importants, la passe est en effet beaucoup moins attrayante, les lamproies marines pourraient avoir des difficultés à trouver son entrée.

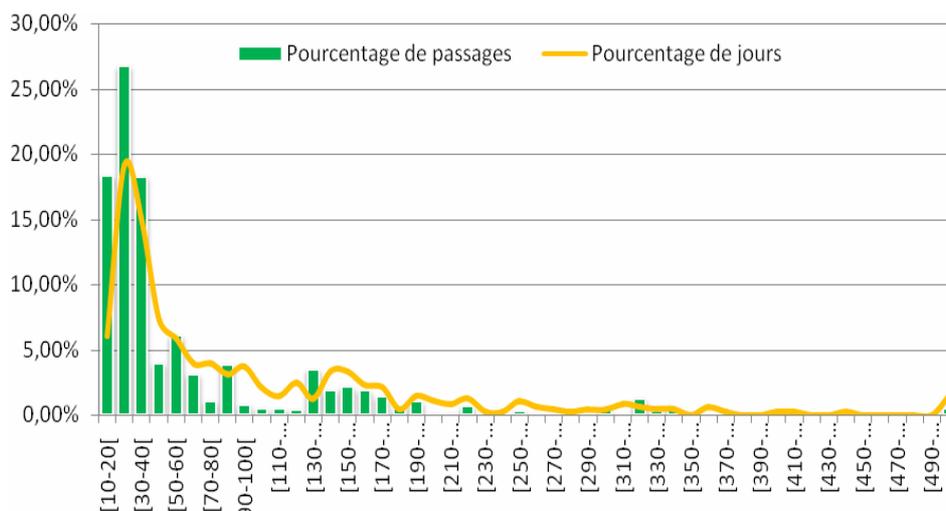


Figure 76 : Distribution en classes hydrologiques des passages de lamproies à Descartes depuis 2007 et fréquences d'occurrences de ces classes (Sources : LOGRAMI).

8.2.2.3. Passages horaires

La lamproie marine a une migration nocturne (82,6 % en 2010 et 83,0 % de 2007 à 2009 des passages entre 21h et 7h GMT). L'activité horaire de l'année 2010 est similaire à celles des années précédentes. Les passages s'intensifient en début de soirée, jusqu'à atteindre un pic horaire d'activité entre 2h et 3h en 2010 (11,6 % des passages) et entre 1h et 2h de 2007 à 2009 (12,3 % des passages). Par la suite l'activité diminue et devient faible durant la journée.

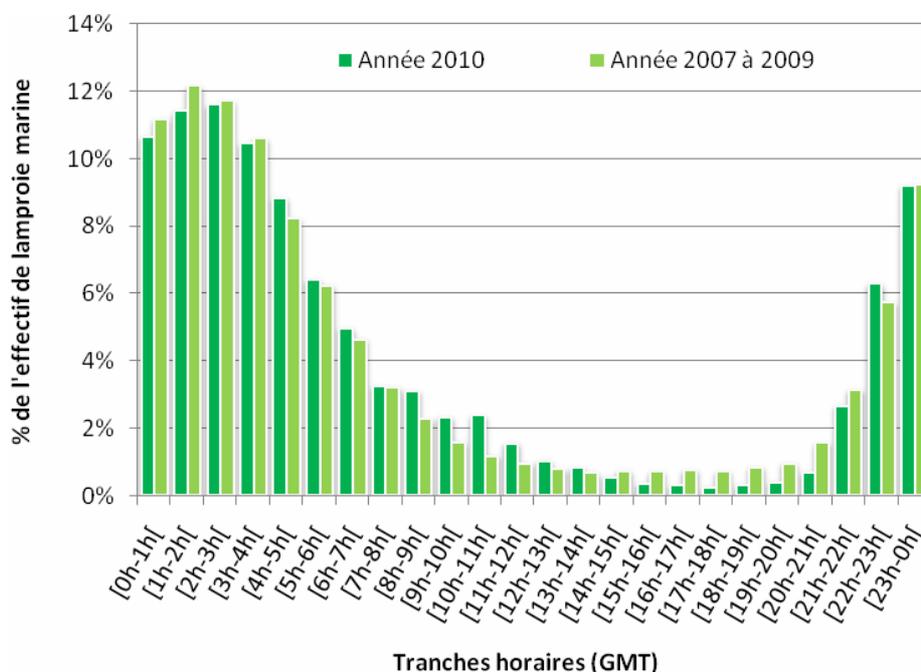


Figure 77 : Distribution en tranches horaires des passages de lamproies à Descartes de 2007 à 2009 et en 2010 (Sources : LOGRAMI).

8.2.3. Sur l'Allier à Vichy

8.2.3.1. Passages annuels

Récapitulatifs des migrations observées depuis 1997

Les effectifs contrôlés sur l'Allier sont faibles, puisque les retours annuels, entre 1997 et 2010, s'élèvent à seulement 500 individus en moyenne. Les remontées de lamproies marines à ce niveau de l'axe sont très irrégulières avec des années où aucun géniteur n'est observé. En 2010, aucune lamproie n'a été contrôlée à la station de comptage de Vichy.

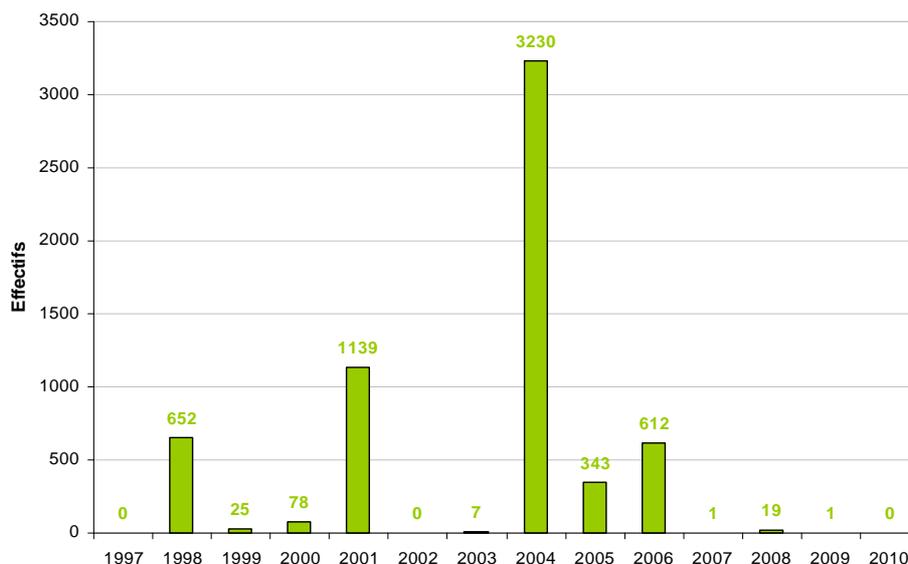


Figure 78 : Evolution des effectifs de lamproies marines observés à la station de comptage de Vichy depuis 1997 (Sources : LOGRAMI).

Rythmes migratoires depuis 1997

Le rythme de migration de l'ensemble de la population contrôlée à la station de comptage de Vichy depuis le début du suivi s'étale sur 43 jours. L'individu le plus précoce s'est présenté le 27 avril. Le plus tardif est quant à lui arrivé le 11 juin. Ainsi, l'essentiel de la migration a lieu pendant le mois de juin et représente 84.6% des passages.

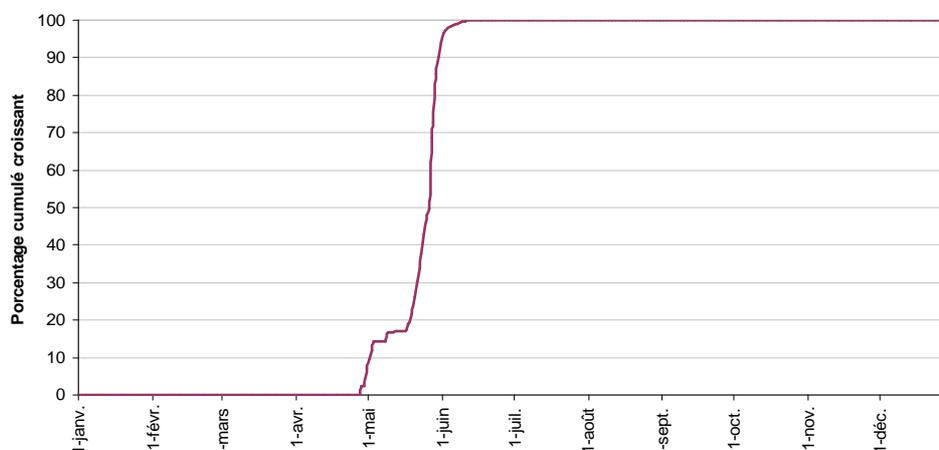


Figure 79 : Rythme de migration moyen des lamproies marines à la station de comptage de Vichy depuis 1997 (Sources : LOGRAMI).

8.2.3.2.

Passages journaliers

Influence des paramètres environnementaux

L'analyse des données historiques montre que les passages de lamproies marines ont été observés dans une gamme de température moyenne journalière comprise entre 12 et 23°C. Le pic d'activité est observé à 17°C avec 27,6% des observations. Toutefois, la fenêtre favorable à l'activité migratoire semble être comprise entre 16 et 19°C (85,6% des passages).

Le nombre d'occurrence des classes de températures rencontrées chaque année à Vichy pendant la période de migration permet de démontrer clairement que les passages de lamproies sont déclenchés lorsque les températures atteignent 15°C. La lamproie marine possède un préférendum thermique de migration situé entre 17 et 18°C. En effet, 53,4% des passages sont observés dans cette gamme de température alors qu'elle représente uniquement 26% des occurrences au cours de la saison. Comme pour l'aloise, l'évolution des températures sur cette partie de l'axe chaque année semble donc conditionner les passages enregistrés à la station de Vichy.

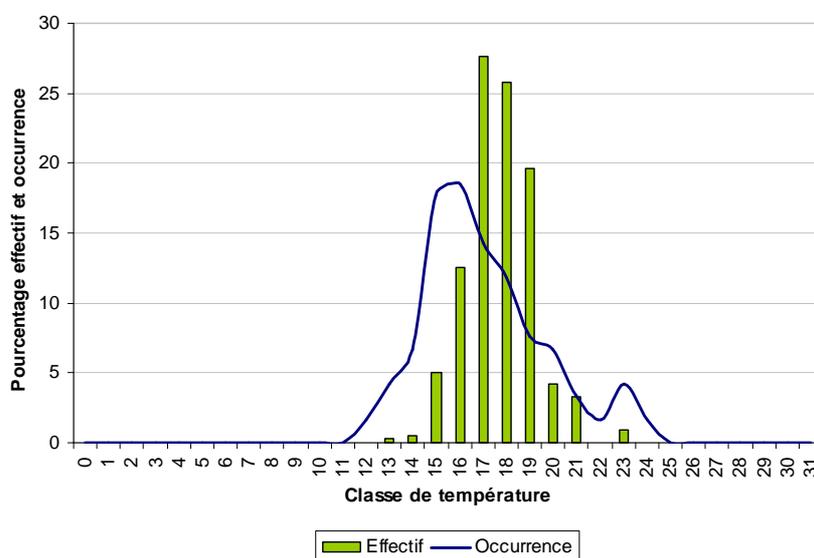


Figure 80 : Distribution et occurrence des classes de températures moyennes journalières induisant la migration de la lamproie marine à la station de comptage de Vichy entre 1997 et 2010 (Sources : LOGRAMI et banque Hydro).

94,2 % des passages ont lieu dans la gamme de débit comprise entre 30 et 120 m³/s. Toutefois, l'activité migratoire augmente lorsque les débits sont compris entre 50 et 80 m³/s, un pic étant observé pour des débits variant entre 60 et 70 m³/s (53% des passages).

On s'aperçoit clairement que les passages sont fortement liés à l'occurrence des classes de débits rencontrés chaque année à Vichy pendant la période de migration. Aucun préférendum de débit pour la migration ne peut être mis en évidence sur cette station.

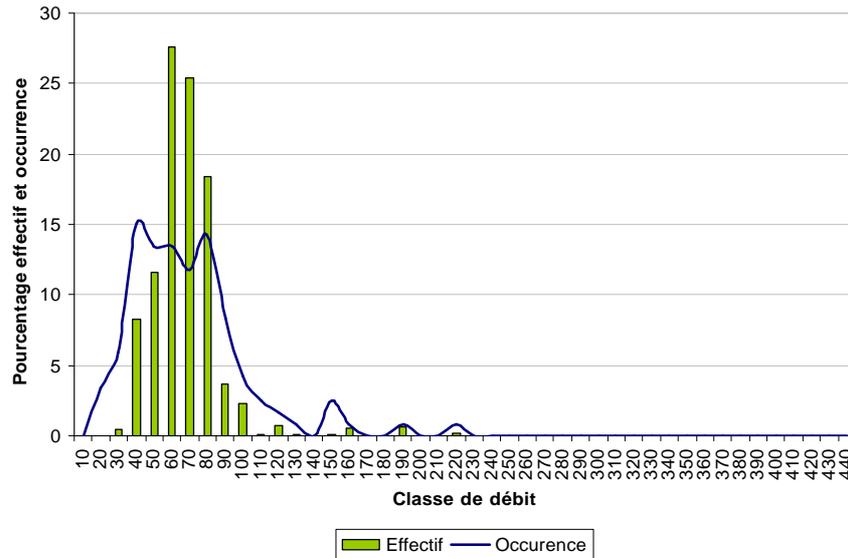


Figure 81 : Distribution et occurrence des classes de débits moyens journaliers induisant la migration de la lamproie à la station de comptage de Vichy entre 1997 et 2010. (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro).

8.2.3.3. Passages horaires

Contrairement aux aloses, les passages pour cette espèce sont essentiellement nocturnes. Les franchissements se font entre 21h et 6h représentant 88,8% des passages depuis le début du suivi en 1997.

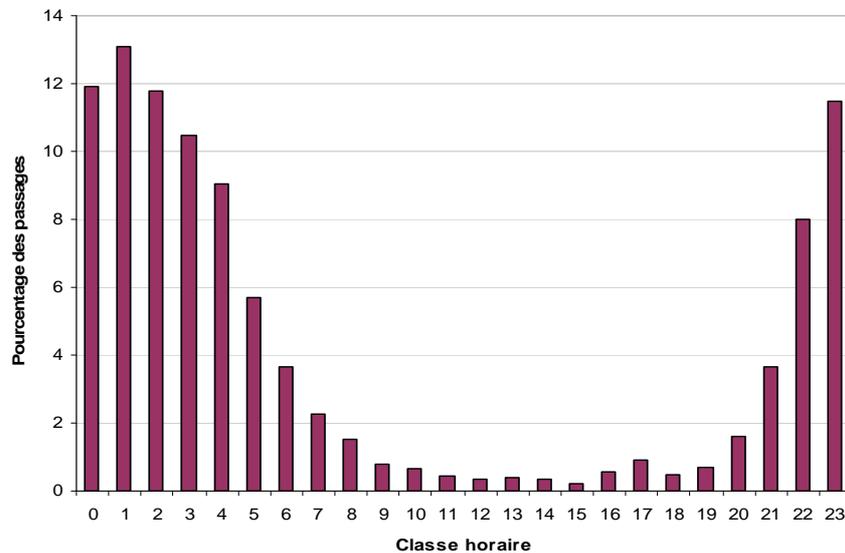


Figure 82 : Passages horaires des lamproies marines à la station de comptage de Vichy depuis 1997 (Sources : LOGRAMI).

8.2.4. Sur la Loire à Decize

8.2.4.1. Passages annuels

Récapitulatifs des migrations observées depuis 1998

A la station de Decize, les effectifs varient depuis 1998 de 0 à plus de 5 000 individus. De tels effectifs révèlent que le bassin de la Loire amont présente bien un potentiel d'accueil non négligeable pour l'espèce.

Il est important de préciser que le comptage des poissons en 2009 n'est pas exhaustif pour des raisons de remise de projet et d'installation tardive du dispositif de suivi vidéo. En 2010, l'ensemble de la période a été suivi.

Au total, 26 individus ont franchi le barrage de Decize en 2010.

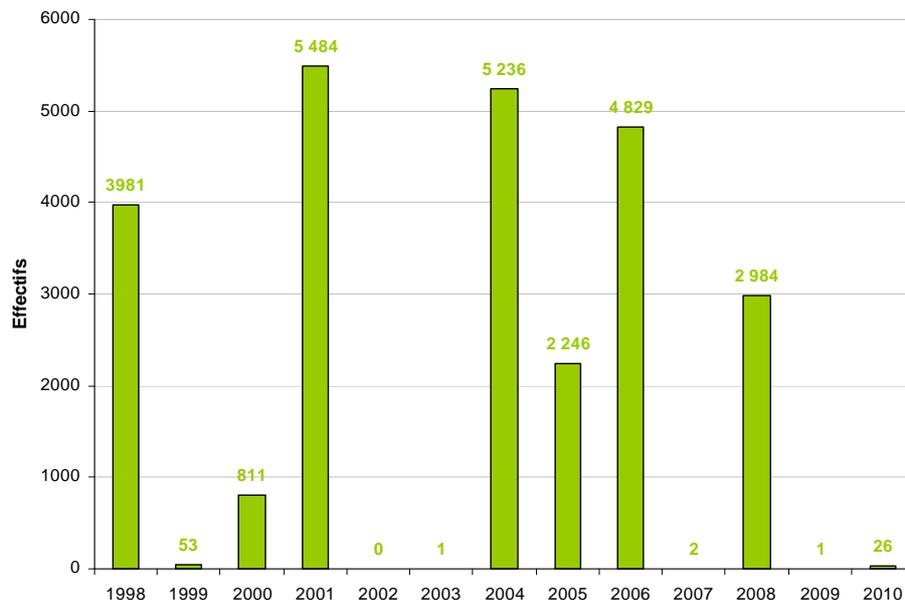


Figure 83 : Evolution des effectifs de lamproies marines observés à la station de comptage de Decize depuis 1998 (Sources : LOGRAMI).

Rythmes migratoires depuis 1998

La colonisation des lamproies marines s'observe généralement début mai et s'étale en moyenne sur une vingtaine de jours. Or, cette année les premiers passages de lamproies ont eu lieu le 25 mai soit 27 jours plus tard que les valeurs de références. La migration de cette année s'est donc déroulée tardivement sur une période très courte comparée aux données historiques. Ce retard semble fortement lié aux conditions hydrauliques pénalisantes rencontrées pendant la période de migration.

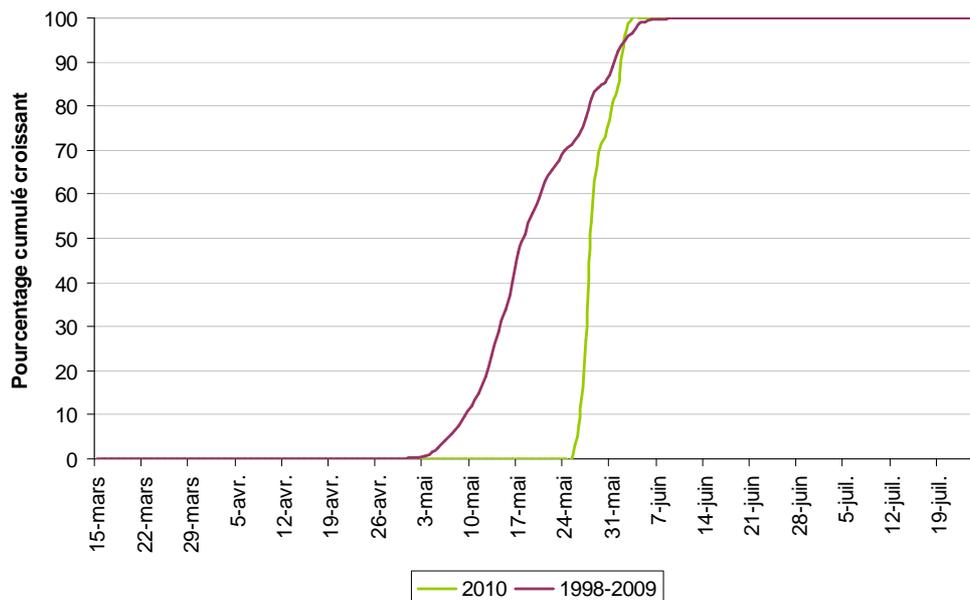


Figure 84 : Comparaison du rythme de migration des lamproies marines à la station de comptage de Decize en 2010 avec les valeurs de référence (Sources : LOGRAMI).

8.2.4.2. Passages journaliers

Analyse des passages journaliers

26 lamproies ont été recensées au cours de ce suivi. L'activité migratoire survient entre le 25 mai et le 2 juin soit 9 jours de colonisation. Les passages ont en majorité eu lieu entre le 25 et le 28 mai (76% de l'effectif). Le pic journalier est atteint le 27 mai avec le passage de 7 géniteurs, soit 26,9 % du contingent.

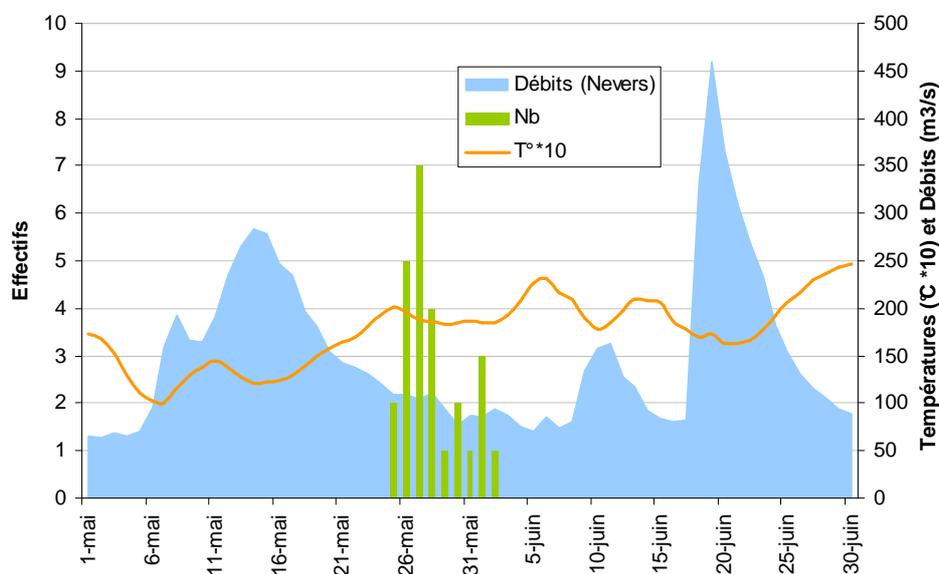


Figure 85 : Rythme migratoire journalier des lamproies marines à la station de comptage de Decize en 2010 (Sources : LOGRAMI).

Influence des paramètres environnementaux

A la station de Decize, les passages de lamproies marines ont été observés dans une gamme de température comprise entre 13 et 24°C. 97% des passages sont contrôlés entre 14 et 21°C avec un pic d'activité observé à 19°C (24,2% des passages).

Le nombre d'occurrence de ces classes de températures suit la même tendance que les effectifs contrôlés à la station de comptage. Il semblerait que les températures rencontrées chaque année pendant la période de migration soient favorables à la remontée des lamproies marines sur cette partie du bassin. De plus, il apparaît clairement que les franchissements de lamproies marines sont déclenchés lorsque les températures atteignent 12°C.

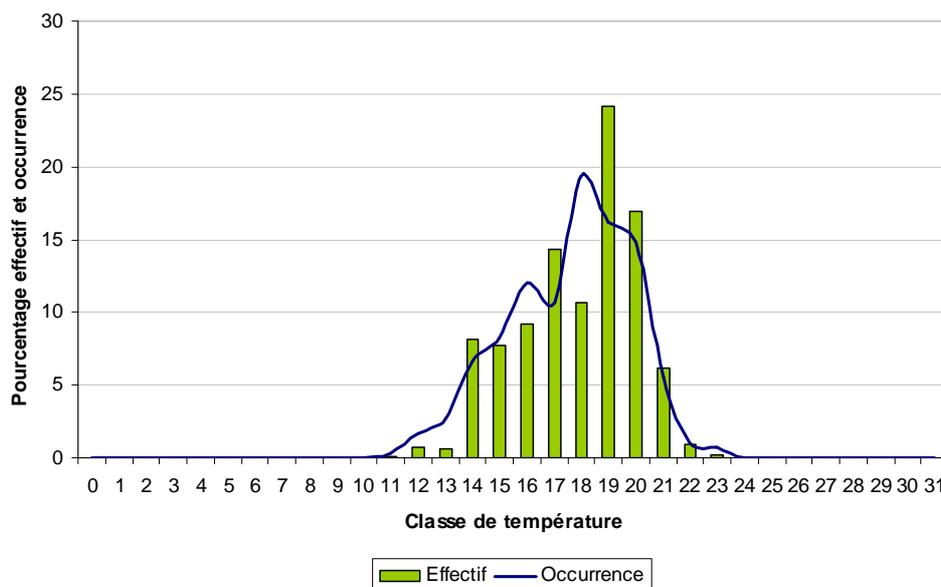


Figure 86 : Distribution et occurrence des classes de températures moyennes journalières induisant la migration de la lamproie marine à la station de comptage de Decize entre 1998 et 2010 (Sources : LOGRAMI).

Il semblerait que la remontée des lamproies à la station de comptage de Decize soit influencée par l'hydrologie de la Loire. En effet, l'influence de l'hydraulité sur la colonisation des secteurs amont est évidente au regard de la différence de débits entre les années à fortes migrations à Decize (2001, 2004, 2006 et 2008) et celles où les migrations sont quasi nulles (2002, 2003, 2007 et 2009).

Le débit de la Loire semble donc influencer de manière importante la répartition spatiale de la lamproie marine dans le bassin et conditionner les remontées sur les secteurs plus en amont. Ainsi, des débits importants vont inciter les lamproies marines à coloniser les zones amont.

Les débits de la Loire du début d'année 2010 ayant été faibles avec des valeurs moyennes mensuelles inférieures aux écoulements de référence, ceci peut expliquer la faible remontée de géniteur observée cette saison.

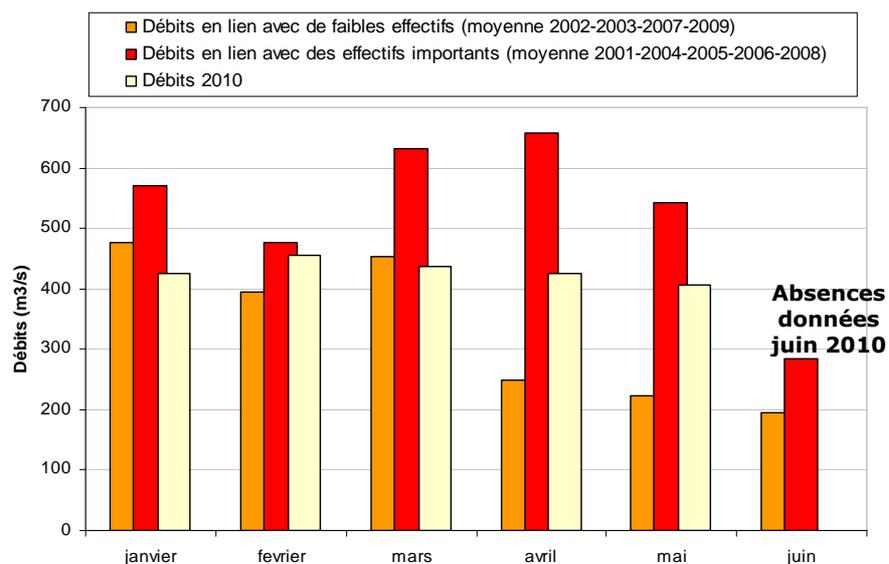


Figure 87 : Comparaison des débits de la Loire à la station de Blois entre 2001 et 2010 au cours de la période de migration des lamproies marines (6 premiers mois de l'année) (Sources : Banque Hydro & LOGRAMI).

8.2.4.3. Passages horaires

Comme pour la station de Vichy, les passages pour cette espèce sont essentiellement nocturnes. Les franchissements se font entre 21h et 8h. La répartition horaire des passages de 2010 est globalement conforme à celle observée sur ce site depuis 1998.

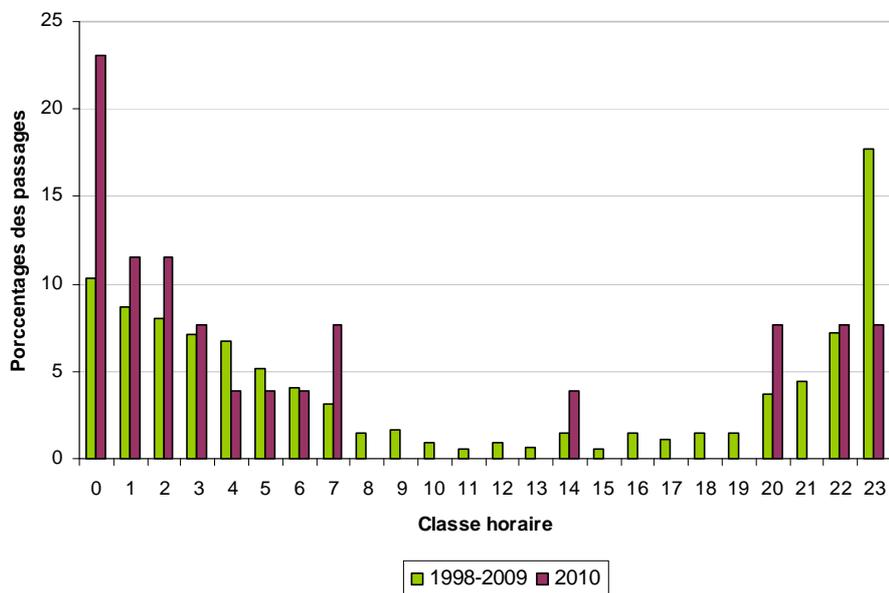


Figure 88 : Comparaison des passages horaires des lamproies marines à la station de comptage de Decize entre 2010 et les valeurs de références (Sources : LOGRAMI).

8.2.5. Suivi de la reproduction de la Lamproie marine sur le bassin de l'Aron (affluent rive droite de la Loire amont)

L'Aron est le premier affluent important de la Loire en amont immédiat du barrage de Decize. L'étude de Paulin (2005) ayant montré l'intérêt du rétablissement de la libre circulation aux regards des potentialités d'accueil du bassin de l'Aron pour la lamproie

marine, un suivi de la reproduction a été réalisé sur l’Aron et l’Alène (affluent rive gauche) en aval de deux ouvrages infranchissables (27 km sur l’Aron et 0,7 km sur l’Alène) (Sourek, 2010). Les objectifs de ce suivi ont été de localiser les nids de fraie de Lamproie et de les caractériser (dimensions, granulométrie, hauteur d’eau) afin d’évaluer un nombre de géniteurs s’étant reproduits sur le secteur prospecté.

La recherche de frayères actives a débuté le 22 juin 2010, soit trois semaines après avoir observé le premier passage de lamproie marine à Decize. Les prospections ont été réalisées en canoë pour l’Aron de l’aval de Cercy-la-Tour jusqu’à Decize (le 8 juillet) et à pied pour le petit bras de l’Alène (les 22, 24, 26 juin et 6 juillet).

Les prospections ont permis d’observer un seul nid sur l’Aron à mi-distance entre Cercy-la-Tour et la confluence avec la Loire et cinq nids sur le petit bras de l’Alène au niveau de la commune de Cercy-la-Tour. Malheureusement aucun géniteur n’a pu être observé.

Présentant des caractéristiques atypiques (granulométrie assez fine et/ou positionnement marginal au niveau du faciès), les nids de lamproies marines observés sur le petit bras de l’Alène en aval du moulin Beaugard témoignent d’un blocage et donc d’une reproduction forcée.

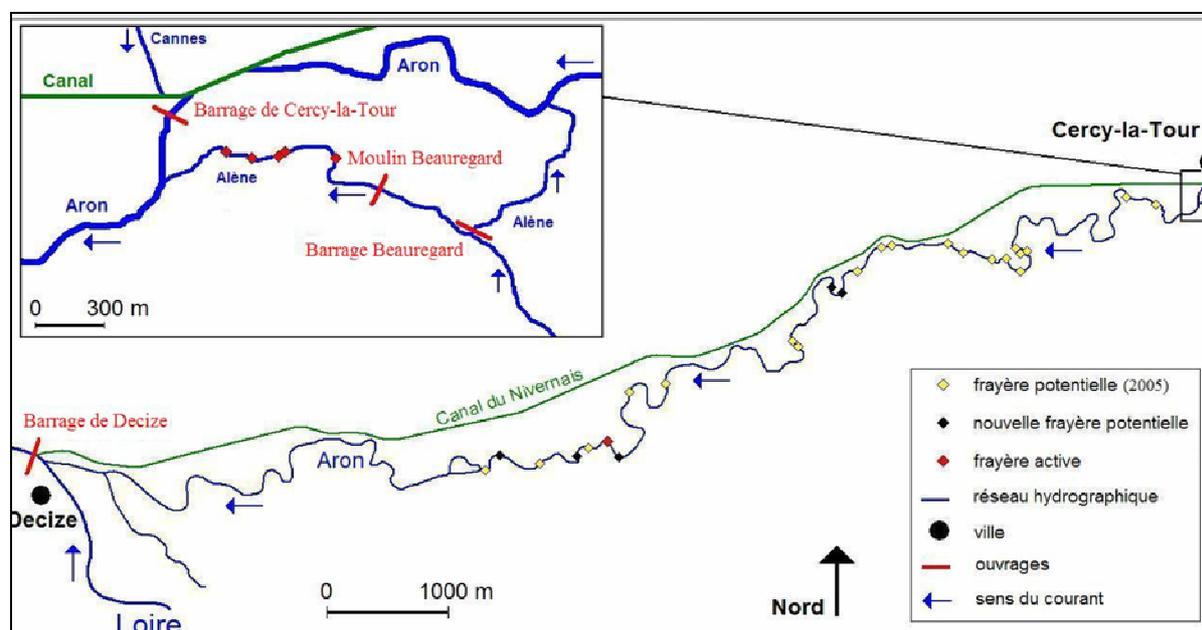


Figure 89 : Localisation des frayères potentielles et actives sur l’Aron et l’Alène en 2010 (Sources : LOGRAMI).



Figure 90 : Nids de lamproie observés sur l’Aron (droite) et sur l’Alène (gauche) en 2010 (Sources : LOGRAMI).

Le nombre de géniteurs s'étant reproduit sur le bassin de l'Aron en 2010 est estimé à 13 individus, ce qui représente, la moitié de l'effectif observé à Decize. Il semblerait que lorsque la colonisation au niveau de Decize s'avère tardive, comme en 2010, les lamproies, devant l'obligation de trouver rapidement des secteurs propices à leur reproduction, s'orientent pour partie sur le bassin de l'Aron qui est le premier bassin de la Loire amont intéressant.

Ce bassin constitue donc un intérêt majeur pour cette espèce. Le rétablissement de la libre circulation sur son réseau hydrographique s'avère ainsi nécessaire.

8.2.6. Sur l'axe Loire - Arroux à Gueugnon

Suite au problème de caméra ayant rendu inopérant le dispositif vidéo durant une période de 19 jours entre le 13/05 et le 01/06, il est très probable que la période de migration ait été manquée. En effet, les comptages réalisés sur Decize montrent des migrations entre le 25 mai et le 2 juin 2010. Ainsi, le fait qu'aucune lamproie n'ait été comptée à Gueugnon ne signifie pas qu'aucune lamproie n'ait réellement franchi la passe en 2010.

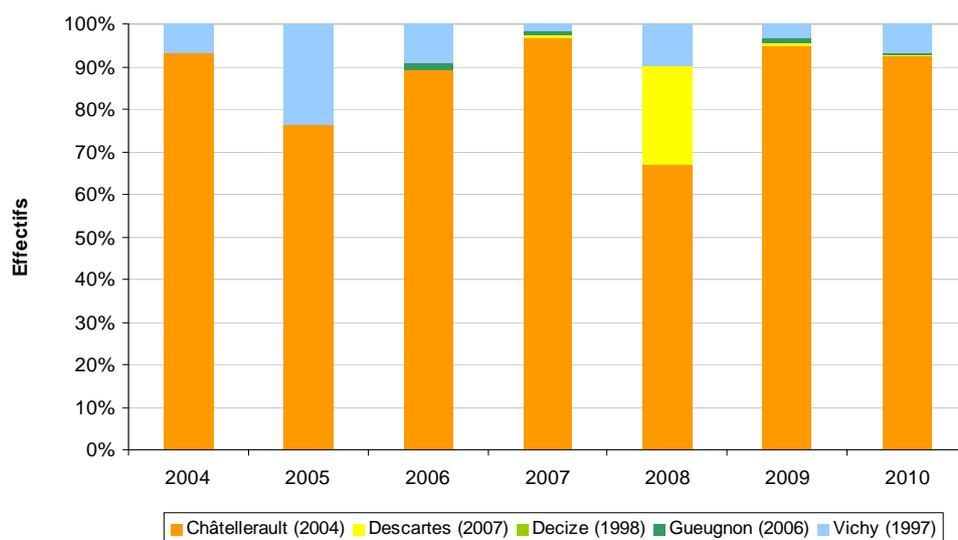
Cependant, historiquement, les résultats du suivi de la station de comptage laissent apparaître un faible contingent de lamproies marines à ce niveau du bassin. Ces chiffres sont à relativiser puisque de nombreux secteurs de reproduction sont présents à l'aval de cet ouvrage (Friedrich, 2002).

9. LES PASSAGES D'ANGUILLE EUROPEENNE (*ANGUILLA ANGUILLA*)

9.1. Analyse des passages par bassin

Les passages d'anguilles en phase de colonisation sont plus nombreux à la station de comptage de Châtellerault et témoignent d'un recrutement plus important sur le bassin de la Vienne que sur les bassins de la Loire amont (Decize et Gueugnon) et de l'Allier (Vichy). Cette différence peut s'expliquer par la proximité du bassin de la Vienne par rapport à la mer. En effet, le niveau de recrutement est inversement proportionnel à la distance à la mer.

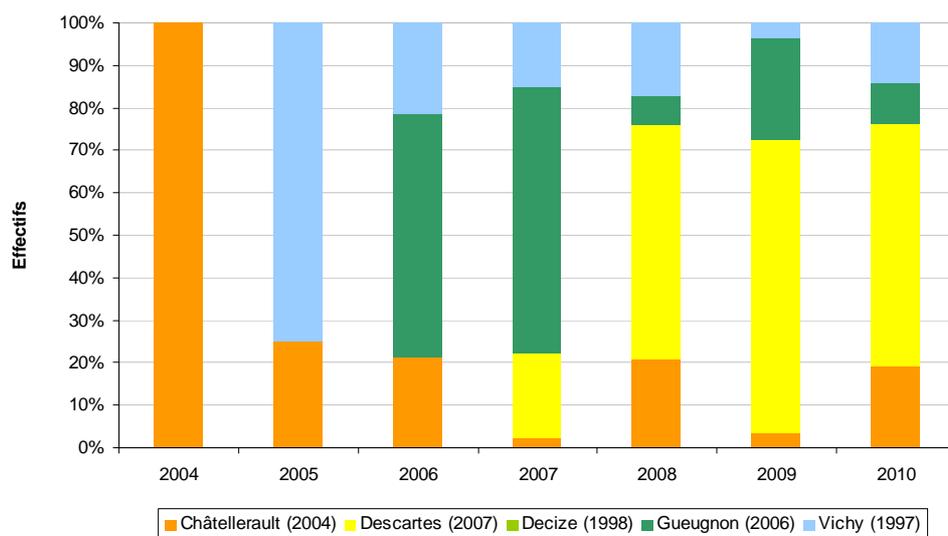
Cependant, il est possible que certains individus échappent au contrôle. En effet, les anguilles peuvent passer au fond de la chambre de visualisation sans offrir un contraste suffisant pour entraîner le déclenchement du système d'enregistrement vidéo et ainsi ne pas être dénombrées. De plus, le barrage de Descartes est équipé d'une passe à anguilles à plots bétons où aucun contrôle n'est effectué. Pour toutes ces raisons, le dénombrement du contingent d'anguilles jaunes n'est pas exhaustif.



* Le comptage des individus à la station de Decize en 2009 est non exhaustif (Installation tardive du nouveau dispositif de vidéo-comptage)

Figure 91 : Evolution des effectifs d'anguilles jaunes sur les stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2004, contrôles non exhaustifs (Sources : LOGRAMI).

Chaque année quelques anguilles argentées sont contrôlées aux stations de comptage. Ces trois dernières années le contingent contrôlé semble plus important aux stations de Descartes et Châtellerault. Cependant, les comptages d'anguilles dévalantes ne doivent pas être considérés comme exhaustifs. En effet, seuls les individus qui empruntent les passes à poissons sont contrôlés, ceux qui passent directement par-dessus le barrage ne peuvent pas faire l'objet d'un comptage avec le dispositif en place. Il existe de ce fait une variation interstationnelle (configuration du barrage) et interannuelle (conditions hydrauliques) qui limite la comparaison des effectifs entre les sites et sur des échelles chronologiques différentes.



* Le comptage des individus à la station de Decize en 2009 est non exhaustif (Installation tardive du nouveau dispositif de vidéo-comptage)

Figure 92 : Evolution des effectifs d'anguilles argentées sur les stations de comptage du bassin de la Loire depuis 2004 contrôles non exhaustifs (Sources : LOGRAMI).

9.2. Analyse des passages par station

9.2.1. Analyse des passages sur l'axe Vienne

9.2.1.1. Passages annuels

Les effectifs d'anguilles en montaison peuvent être sous estimés. Le vidéo comptage s'avère être non exhaustif pour cette espèce. Les anguillettes sont en effet difficilement détectables du fait de leurs petites tailles. De même, il est difficile d'évaluer le nombre d'anguilles en dévalaison, ces dernières n'empruntant en général pas les dispositifs de franchissement contrôlés. En 2010, 1 250 anguilles jaunes en montaison ont été comptées à Châtelleraut soit une augmentation de plus de 63 % par rapport à l'année 2009. Ce nombre d'anguilles reste cependant inférieur à la moyenne des effectifs comptés depuis 2004 (2 091 individus \pm 1 546).

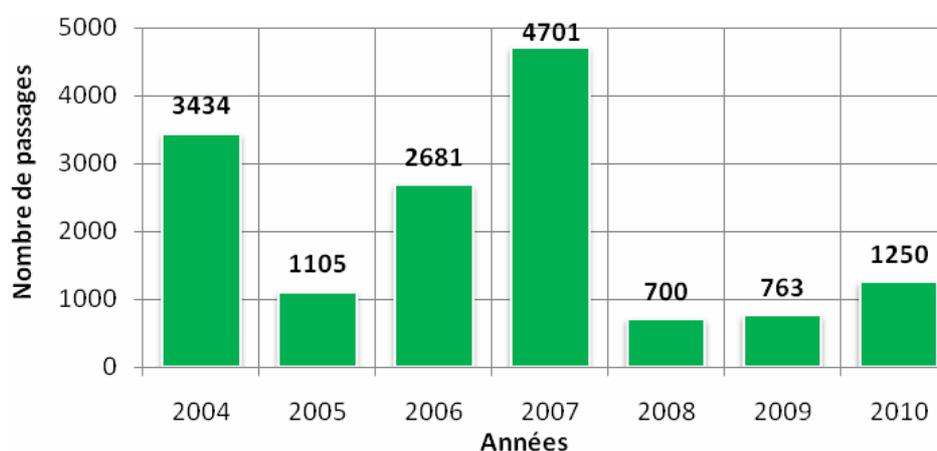


Figure 93 : Bilan des passages d'anguille européenne à la station de comptage de Châtelleraut depuis 2004 (Sources : LOGRAMI).

Concernant les anguilles en dévalaison, 4 ont emprunté la passe à poissons en 2010. Depuis 2004, en moyenne 4 individus (\pm 4) ont dévalé par le pertuis de comptage.

9.2.1.2. Passages journaliers

La première anguille a franchi l'ouvrage de Châtelleraut le 25 mars, la dernière le 28 juillet. La période de montaison s'étale donc sur 95 jours. La principale vague de montaison a lieu du 23 juin au 11 juillet, avec 1 025 individus en 19 jours (soit 82,0 % de l'effectif). Le pic de migration a eu lieu le 1^{er} juillet avec 135 individus (soit 10,8 % de l'effectif).

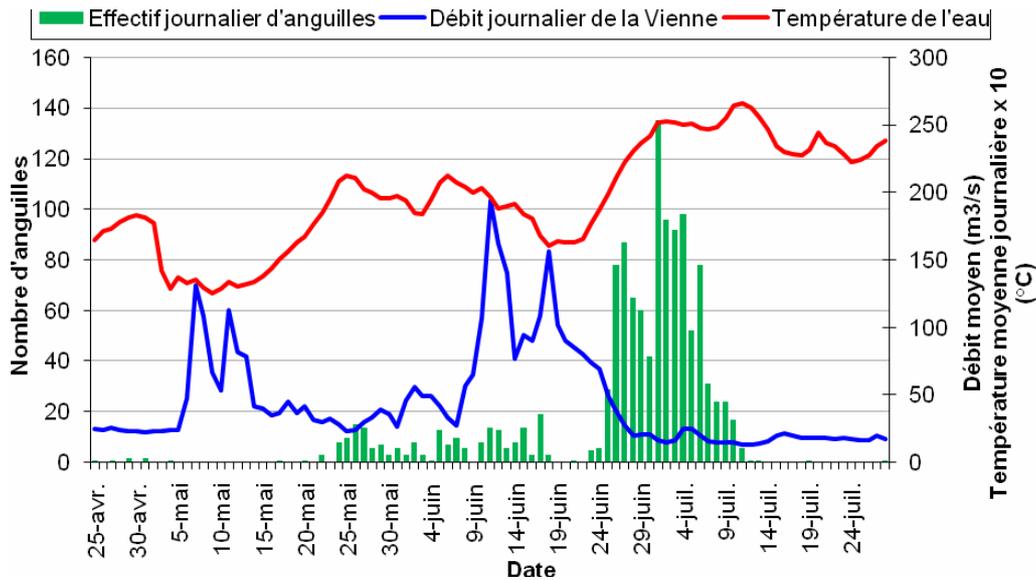


Figure 94 : Passages journaliers d'anguilles à Châtelleraut en relation avec la température de l'eau et le débit de la Vienne en 2010 (Sources : LOGRAMI).

Les tailles de 1 232 anguilles montantes ont pu être mesurées, soit 98,6% de l'effectif. Ces tailles sont comprises entre 7,6 et 73,6 cm, pour une moyenne de 31,0 cm et une médiane située à 30,3 cm (Ecart type de 8,0 cm).

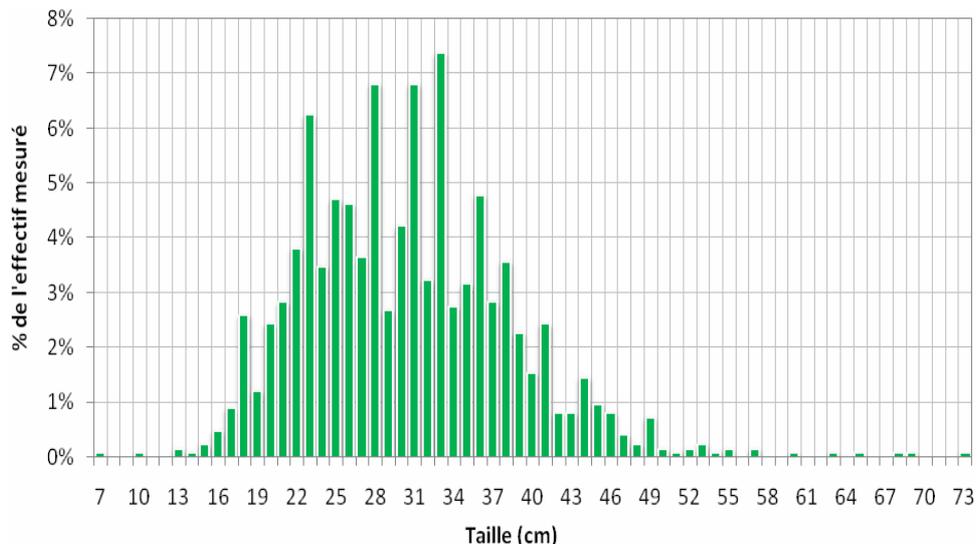


Figure 95 : Distribution en classes de taille de l'effectif d'anguille comptabilisé à Châtelleraut en 2010 (Sources : LOGRAMI).

La classe de taille la plus représentée est celle de 33 cm avec 7,4 % de l'effectif (soit 91 individus). Plus de 82% de l'effectif est compris entre 20 et 40 cm. 5 individus ont une taille inférieure à 15 cm et peuvent donc être considérés comme des anguilles de l'année. Ces individus ont pu être comptabilisés grâce à la présence d'une autre espèce permettant le déclenchement de la vidéo.

Le front de colonisation (individus de l'année colonisant) n'est donc pas assez important pour arriver jusqu'à la station de comptage. La colonisation de cet axe est donc effectuée par des individus de 2 à 4 ans.

9.2.1.3. Passages horaires

Les passages d'anguilles à Châtellerault de 2004 à 2009 sont majoritairement nocturnes (77,8 % des passages entre 21h et 7h) avec un pic horaire de 4 à 5 h (14,4 % des passages). Les passages de l'année 2010 ne suivent pas la même tendance, puisque seulement 41,0 % des passages ont lieu entre 21h et 7h.

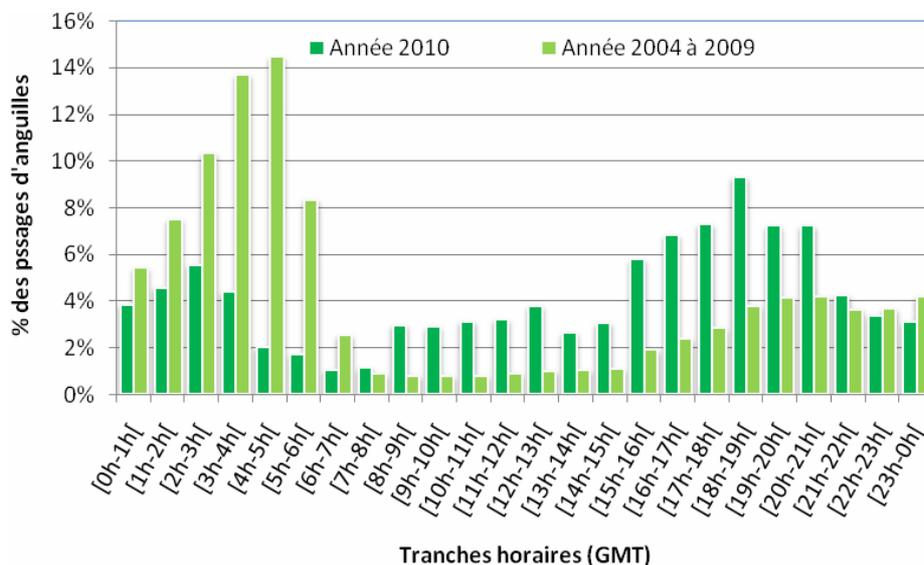


Figure 96 : Distribution en tranches horaires des passages d'anguilles à Châtellerault en 2010 (Sources : LOGRAMI).

9.2.2. Sur l'Allier à Vichy

9.2.2.1. Passages annuels

Au cours de l'année 2010, 92 anguilles jaunes ont été observées dans la passe à poissons de Vichy. Le nombre de passages cette année est très faible comparé à la moyenne annuelle, relativement stable, calculée entre 2002 et 2006, qui s'élève à environ 312 individus. Depuis 2006, la population d'anguille comptée en phase de colonisation transitant par le barrage de Vichy a été divisée par trois.

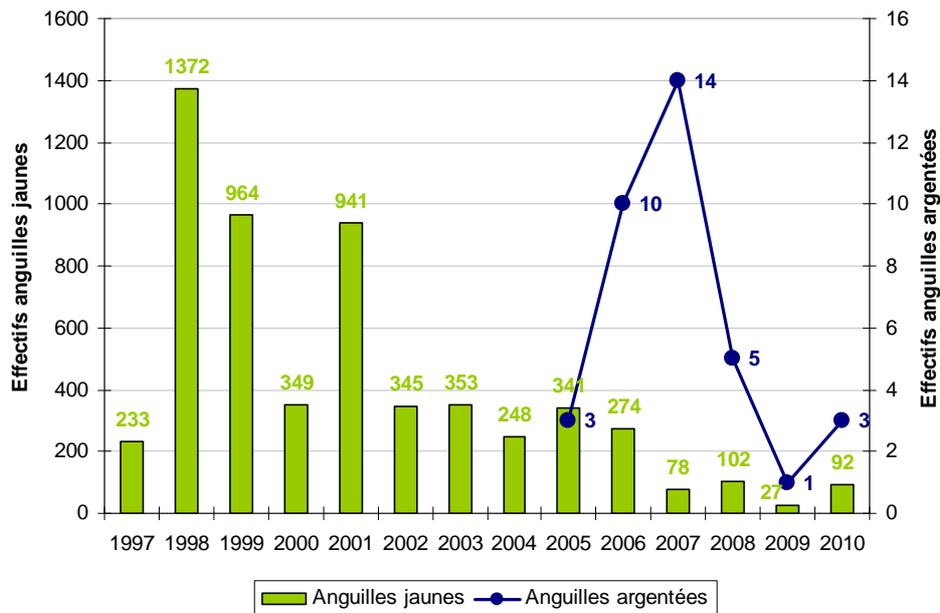


Figure 97 : Evolution des effectifs d'anguilles juvéniles et d'anguilles argentées observés à la station de comptage de Vichy depuis 1997 (Sources : LOGRAMI).

Cette année, trois anguilles argentées ont également été dénombrées (Figure 97). Ces anguilles dévalent à l'automne pour rejoindre les zones de reproduction marines de l'espèce. Seuls les individus qui empruntent les passes à poissons sont contrôlés, ceux passant directement par-dessus le barrage ne peuvent être recensés.

Ces valeurs doivent être relativisées au regard de la situation actuelle de l'espèce. Le front de colonisation est localisé au niveau du Maine et Loire (Fiche 6) et la station de comptage sur l'axe Allier est à une distance importante de la mer (plus de 600 km).

9.2.2.2. Passages journaliers

Au cours de la saison 2010, les premiers passages d'anguilles jaunes sont observés lors de la phase d'accroissement des températures (à partir de 17 °C). L'activité migratoire des anguilles est répartie sur l'ensemble de la période de migration (27 mai au 22 août) avec un pic d'activité observé mi-juillet. La majeure partie du contingent est comptabilisée au cours des mois de juin et de juillet (82 anguilles, soit 89 % de la population). Le pic journalier est observé le 12 juillet, date à laquelle 11 individus sont recensés. Les périodes d'observations de ces migrations confirment que les anguilles recensées sont encore en phase de colonisation.

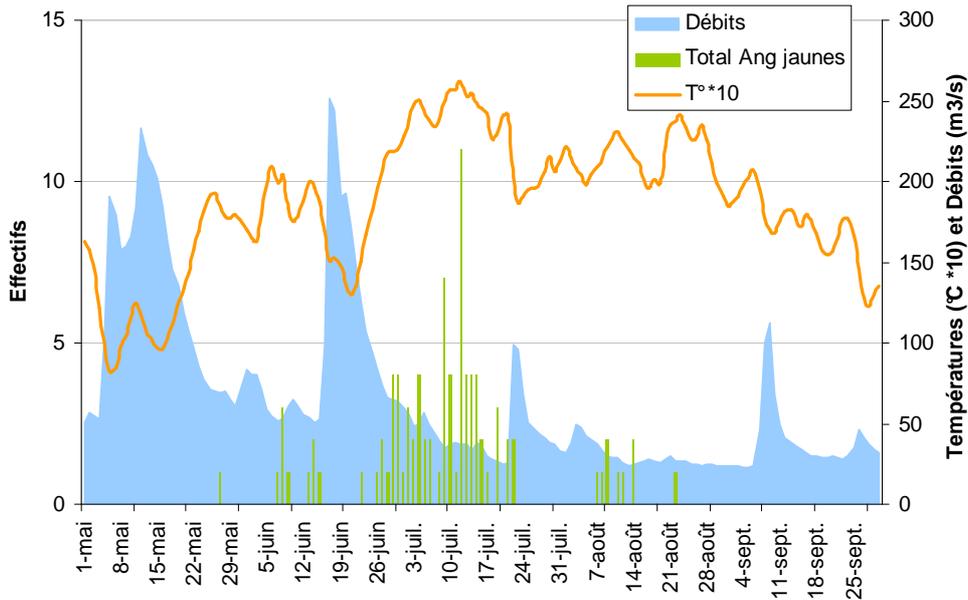


Figure 98 : Rythmes migratoires journaliers des anguilles jaunes à la station de comptage de Vichy en 2010 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro).

9.2.2.3. Passages horaires

En 2010, la répartition horaire des passages est globalement conforme aux valeurs de références. La majorité des passages ont eu lieu durant la phase nocturne entre 19 h et 4 h. Ces passages représentent 85,9 % du contingent migrant. Au cours de la journée, les franchissements sont diffus et moins abondants. Cette observation met en avant le caractère nocturne de la migration de cette espèce, notamment avec une augmentation des passages au lever et au coucher du soleil.

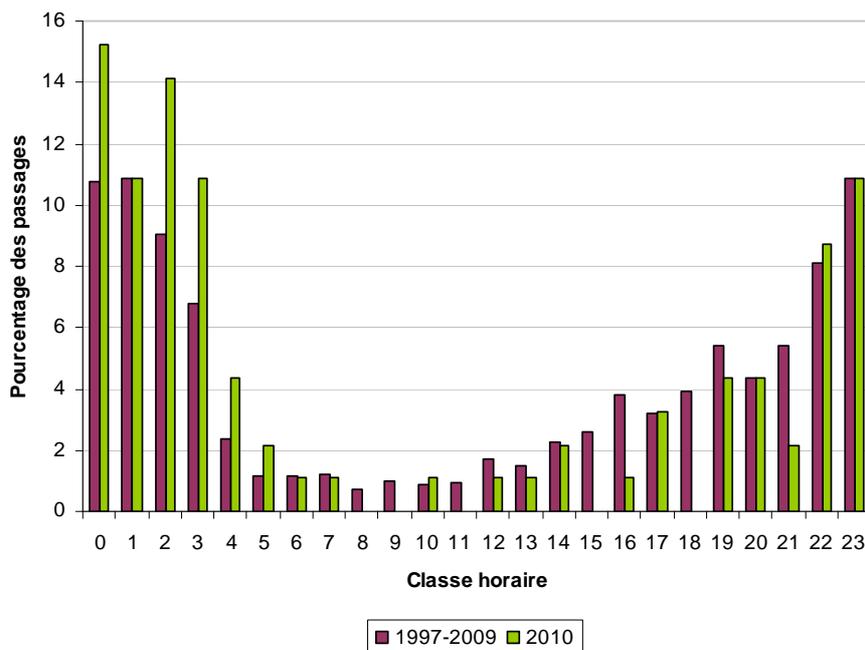


Figure 99 : Comparaison des passages horaires des anguilles jaunes à la station de comptage de Vichy entre 2010 et les valeurs de références (Sources : LOGRAMI).

9.2.3. Sur l'Allier à Poutès

La station de comptage de Poutès est la seule station dont le comptage des anguilles est exhaustif. Ainsi, 15 anguilles ont été remontées par l'ascenseur cette année en amont du barrage de Poutès. Cet indice d'abondance est faible, et très en dessous de la moyenne des 10 années précédentes (32 anguilles). Ces passages sont les cinquièmes plus faibles depuis dix ans, mais les fluctuations des passages sont importantes à ce niveau de l'axe Allier. En effet, alors que 135 individus avaient été observés en 2006, seulement 2 anguilles étaient observées l'année suivante.

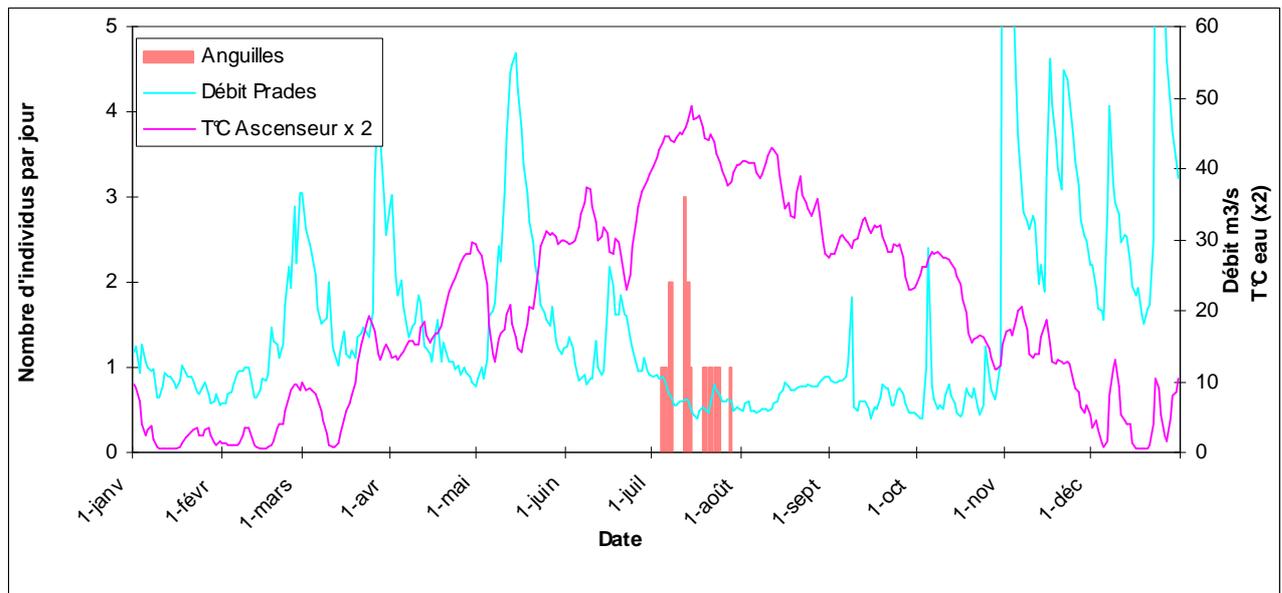


Figure 100 : Passages d'anguilles, débit et température de l'eau à Poutès en 2010

Les individus sont tous observés au mois de juillet entre les 5 et 28 juillet. Les passages s'étalent donc sur seulement 24 jours, mais rappelons que l'ascenseur a été fermé pour des travaux d'entretien à partir du 10 août, période propice à la migration de cette espèce. Le pic journalier ne dépasse pas 3 individus le 12 juillet. Deux coupures volontaires de l'alimentation en eau de la partie amont de la passe à poissons (28 juin et 15 juillet) pour procéder à des contrôles sous la cuve de l'ascenseur et dans la partie amont de la passe ont été réalisées lors de la migration des anguilles. Lors de ces arrêts de l'alimentation en eau, aucune anguille n'est observée au mois de juin, mais 20 sont dénombrées le 15 juillet. Après cette dernière coupure de l'alimentation en eau, seulement 5 individus sont remontés par l'ascenseur.

Les valeurs thermiques enregistrées lors des journées de passages varient entre 19,1°C et 24,2°C. Seul la dernière anguille est observée avec une température inférieure à 20°C, et 12 des 15 passages sont notés avec des températures égales ou supérieures à 22°C.

Les franchissements nocturnes (20 à 6 heures) ne représentent cette année qu'un tiers des passages, le pic horaire des passages est noté entre 18 et 20 heures avec 27 % des observations (Figure 101).

La classe de taille 40 cm totalise 47% des observations. La première anguille observée le 5 juillet mesurait 85 cm, ce qui est exceptionnel sur le site de Poutès.

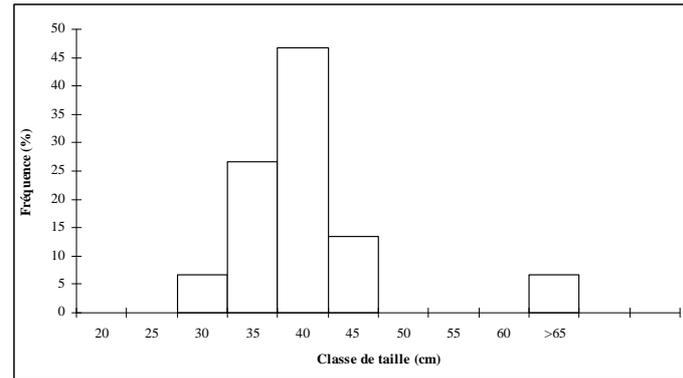
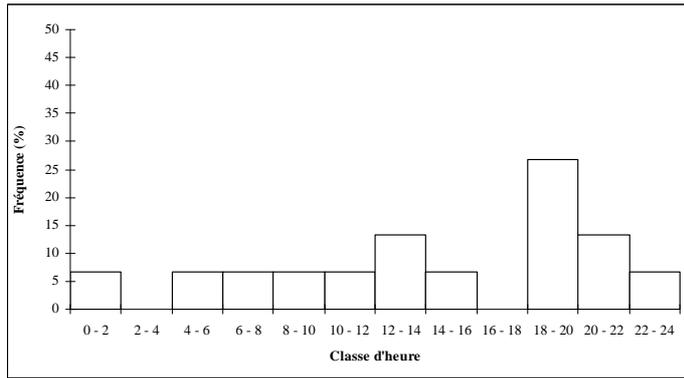


Figure 101 : Passages horaires des anguilles (Bach *et al.*, 2011)

Figure 102 : Tailles des anguilles (Bach *et al.*, 2011)

9.2.4. Sur la Loire à Decize

Cette année, 39 anguilles ont été contrôlées à la station de comptage. Les passages ont eu lieu entre le 03/06 et le 20/08 soit une période de 78 jours. L'analyse des passages permet de dégager deux périodes de forte activité migratoire. En effet, les pics de passage journalier observés le 6 juin et le 4 juillet au cours desquels 21 anguilles jaunes ont été dénombrées, représente 53,8 % du contingent observé cette année.

Une anguille argentée a été également observée le 14 septembre.

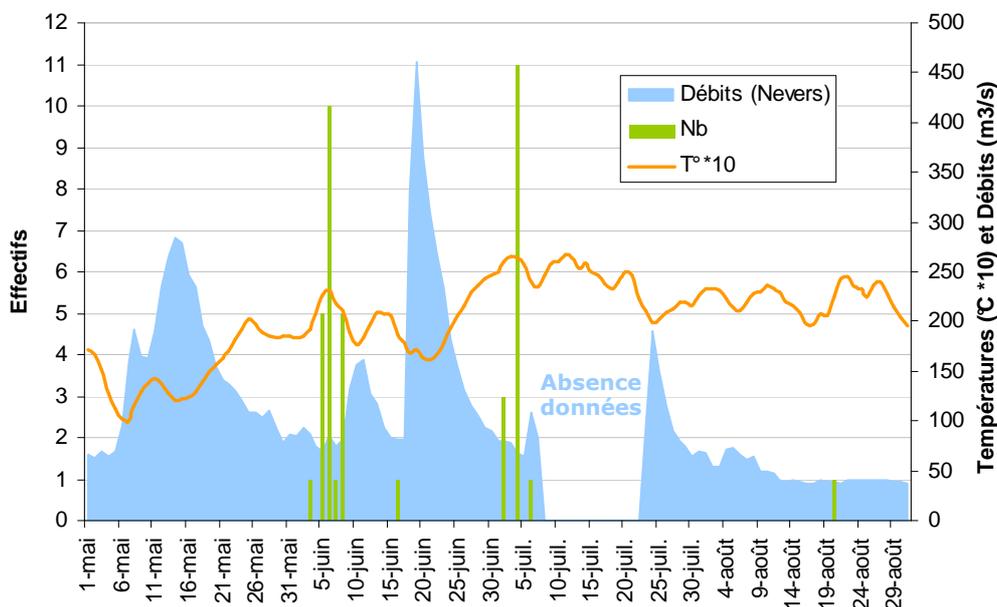


Figure 103 : Rythme migratoires journaliers des anguilles jaunes à la station de comptage de Decize en 2010 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro).

9.2.5. Sur l'axe Loire Arroux à Gueugnon

7 anguilles jaunes ont été dénombrées à la station de Gueugnon en 2010. Ce résultat est bien faible comparativement aux données obtenues les deux premières années de suivi.

2 anguilles argentées ont également été dénombrées en 2010. Comparativement aux années antérieures, le contingent d'anguilles dévalantes observé sur l'Arroux cette année est relativement faible. Les comptages d'anguilles argentées ne doivent pas être considérés comme exhaustifs. En effet, les individus peuvent également emprunter la surverse du barrage.

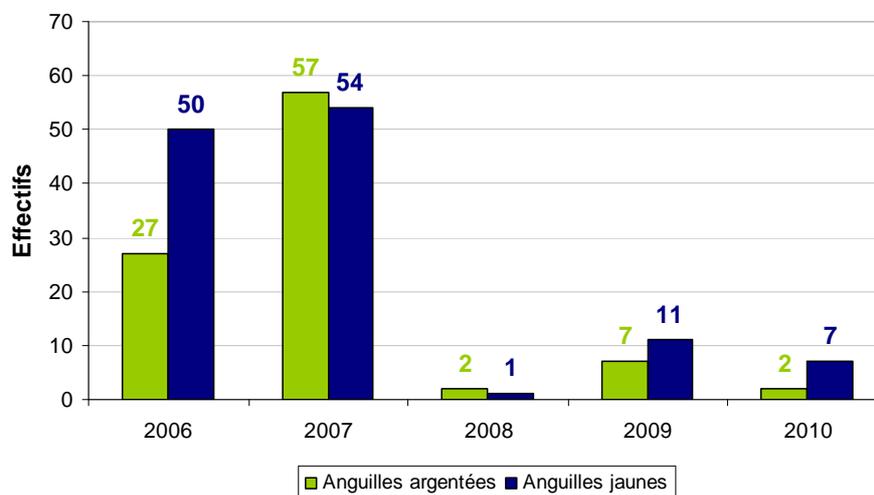


Figure 104 : Evolution des effectifs d'anguilles juvéniles et argentées observés à la station de comptage de Gueugnon depuis 2006 (Sources : LOGRAMI).

L'importance des contrôles effectués sur les anguilles dévalantes sur l'Arroux en 2006 et 2007 permet de confirmer l'intérêt de cette espèce pour le bassin. Ce dernier fournit à la population d'anguilles des conditions de croissance adéquates et permet l'échappement d'un certain nombre de géniteurs. Cet intérêt est renforcé par le déclin actuel de l'anguille dont les effectifs sont en nette régression sur l'ensemble de son aire de répartition européenne.

10. LES PASSAGES DE MULETS PORCS

La proximité avec la mer du bassin de la Vienne est propice aux remontées de mulets porcs. Ainsi depuis 2004 des individus sont contrôlés aux stations de Descartes et de Châtellerault.

Cependant, des individus ont été contrôlés à la station de comptage de Vichy en 2008 (1 mulet) et 2009 (14 poissons). Les améliorations apportées à la libre circulation des poissons migrateurs sur l'axe Loire-Allier depuis plusieurs années ont certainement permis à ces mulets de remonter aussi haut dans la partie continentale.

10.1. Analyse des passages par stations

10.1.1. Sur la Vienne à Châtellerault

10.1.1.1. Passages annuels

Sur ces sept dernières années, ce sont 495 mulets en montaison et 411 mulets en dévalaison qui ont été contrôlés à Châtellerault.

Il est important de noter que les périodes de montaison et de dévalaison se chevauchent légèrement et les derniers mulets contrôlés en montaison peuvent donc avoir deux origines distinctes : soit ils ont préalablement dévalé pour ensuite réemprunter la passe,

soit ce sont des poissons arrivés tardivement dans le bassin. C'est pourquoi les données concernant ces passages ne seront pas exploitées par la suite afin de ne pas fausser les résultats. Les effectifs de mulets montants en période de dévalaison sont généralement faibles à l'exception de l'année 2009 où 103 individus ont été comptés. Cela s'explique par le fait que la période de dévalaison a commencé plus tôt (le 5 juillet) que les autres années, la période de montaison n'étant probablement pas achevée.

La figure 105 permet de mettre en opposition les années 2004, 2005, 2006 et 2007 au cours desquelles très peu de mulets ont été comptabilisés et les années 2008, 2009 et 2010 où les effectifs comptabilisés ont connu une forte augmentation et semblent s'être stabilisés.

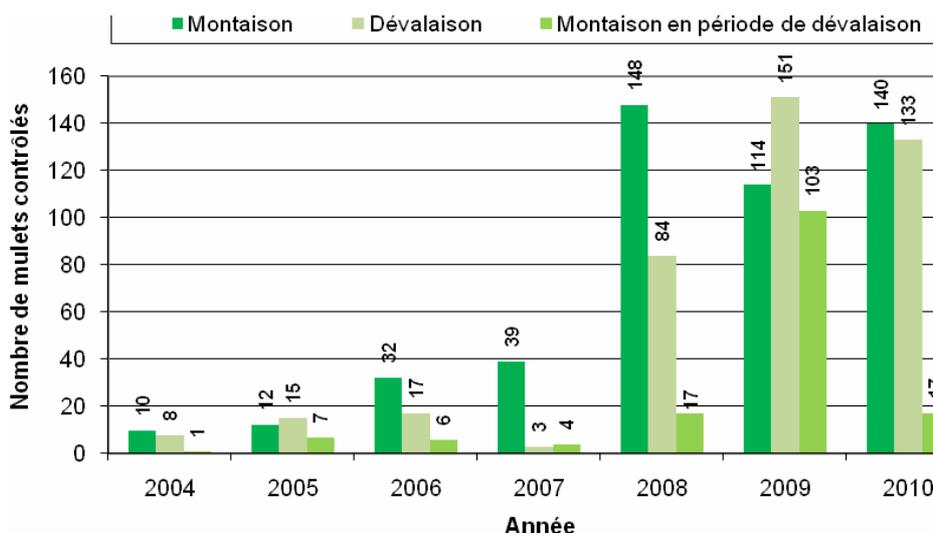


Figure 105 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Châtellerault depuis 2004 (Source : LOGRAMI).

10.1.1.2. Passages Journaliers

En 2010, la période de migration dans le sens de la montaison débute le 8 avril avec l'enregistrement du premier mulet et s'achève le 23 septembre avec le passage du dernier individu soit une durée de 169 jours. La première dévalaison est enregistrée plus tardivement le 28 juillet et le dernier mulet est contrôlé le 10 octobre soit une période de dévalaison qui s'étale sur 75 jours. Au total, il a été recensé 157 mulets en montaison dont 17 contrôlés en période de dévalaison et 133 mulets en dévalaison. Il est possible que ce dernier chiffre soit très légèrement sous-estimé du fait que les clapets du barrage peuvent occasionnellement permettre la dévalaison en période de surverse : cependant, la dévalaison ayant lieu en période estivale, les clapets du barrage ne sont alors que très rarement ouverts et la majorité des poissons dévalants est obligée d'emprunter la passe à poissons.

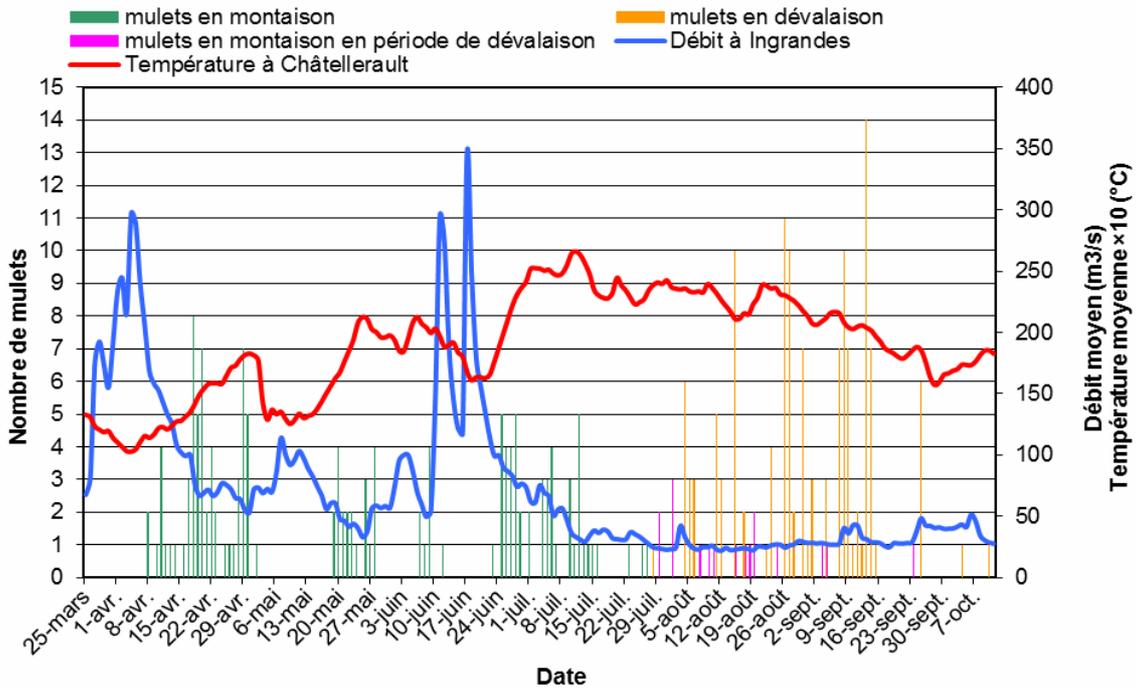


Figure 106 : Passages journaliers de mulets à Châtellerault en relation avec la température et les débits en 2010 (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro).

Quatre principales vagues de migration en montaison se distinguent et sont interrompues par des crues plus ou moins importantes accompagnées d'une chute des températures puis les passages diminuent progressivement jusqu'en septembre. La montaison des mulets semble stimulée par une hausse des températures et à l'inverse une baisse des débits de la Vienne. Le maximum de passages enregistré est de 8 mulets le 18 avril.

En revanche, il est difficile de mettre en évidence un ou plusieurs facteurs environnementaux favorisant la dévalaison. Il est probable que d'autres facteurs comme la maturation sexuelle rentrent en compte. Le maximum de passages est atteint avec 14 individus le 13 septembre.

Depuis 2004, la montaison des mulets a lieu pour des températures comprises entre 10 et 27 °C. Aucune classe thermique ne se distingue vraiment ni ne semble être plus favorable à la migration des mulets. Comme la figure le suggérait, il semble plutôt que ce soit l'augmentation de la température qui soit à l'origine de l'augmentation de la migration.

Les dévalaisons enregistrées ont été effectuées pour des températures variant de 13 à 27 °C à Châtellerault (dont 73,2% entre 19 et 24°C). Cette gamme de températures semble être favorable mais n'est probablement pas un facteur déclenchant puisque les températures de la Vienne dépassent le seuil des 20°C avant les premières dévalaisons.

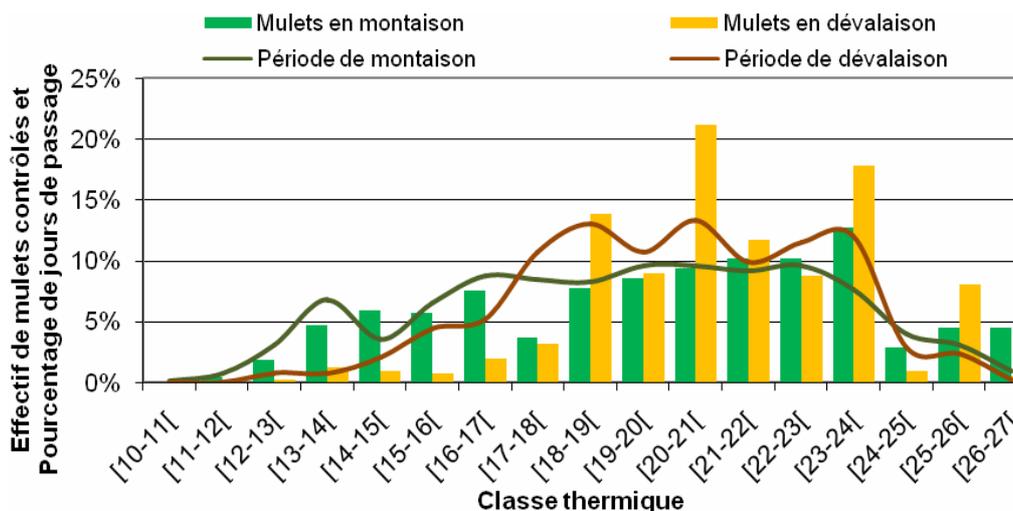


Figure 107 : Distribution des passages de mulets à Châtellerault en fonction des températures de la Vienne depuis 2004 (Sources : LOGRAMI).

Concernant les préférences hydrologiques, la montaison à Châtellerault a lieu pour des débits compris entre 23 et 273 m³/s. La majorité des passages (85,3%) s'effectue cependant entre 20 et 110 m³/s. Les dévalaisons ont lieu sur une gamme de débit moins large allant de 10 à 90 m³/s avec une préférence pour la classe [20-30[m³/s (37,0%). Cette préférence est liée au fort pourcentage d'occurrence du nombre de jours présentant ces débits durant la période.

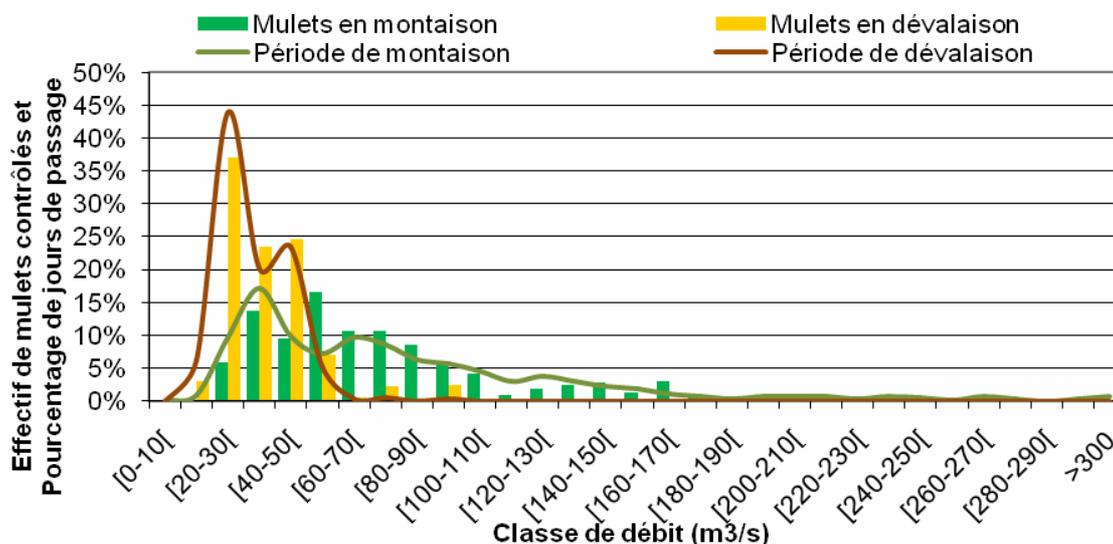


Figure 108 : Distribution des passages de mulets à Châtellerault en fonction des débits de la Vienne depuis 2004 (Sources : LOGRAMI).

10.1.1.3. Passages horaires

Les passages de mulets sont essentiellement diurnes. En 2010, ils s'étalent entre 4 h et 20 h (GMT). C'est entre 5 et 6 h qu'ont lieu le maximum de passages en 2010 (20,5%). Ce pic d'activité n'apparaît pas lorsque tous les passages depuis 2004 sont pris en compte. Les migrations ont également lieu principalement en journée de 4 à 22 h avec quelques rares passages entre 22 et 4h. Aucune différence majeure n'apparaît entre montaison et dévalaison.

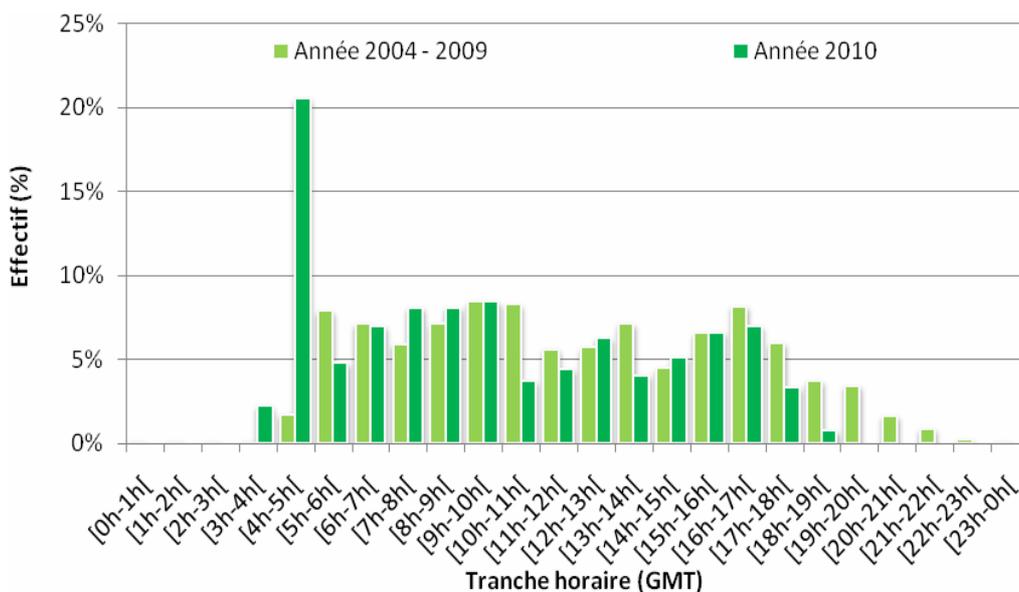


Figure 109 : Distribution en tranches horaires des passages de mulets en montaison et dévalaison à Châtellerault en 2010 et sur les sept dernières années (Sources : LOGRAMI).

10.1.2. Sur la Creuse à Descartes

10.1.2.1. Passages annuels

Depuis 2007, 972 mulets en montaison et 34 mulets en dévalaison ont été contrôlés à Descartes. Ce dernier chiffre apparaît comme étant faible en comparaison avec celui de Châtellerault mais il est probablement largement sous-estimé du fait de la configuration du barrage qui permet la dévalaison des poissons par surverse au niveau des clapets. 2008 apparaît comme une année record avec 547 mulets en montaison enregistrés. Les effectifs sont ensuite plus faibles en 2009 et 2010.

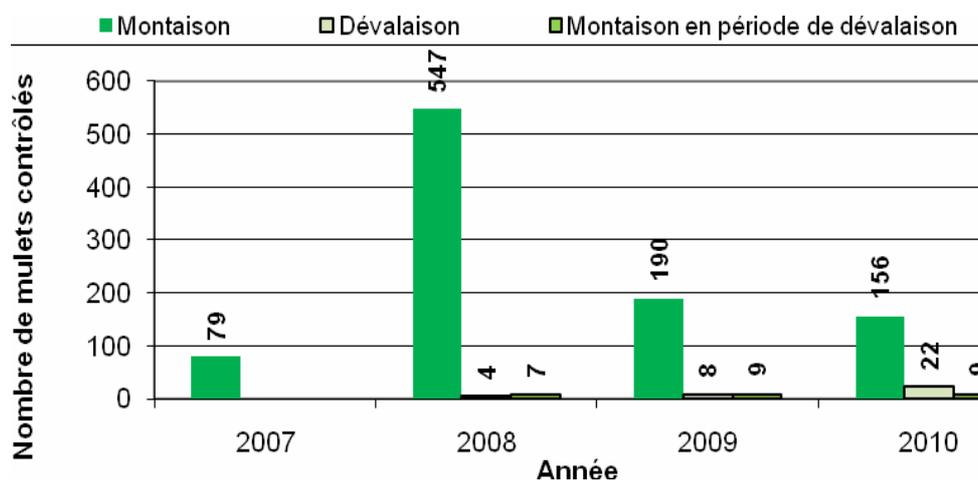


Figure 110 : Bilan des passages de mulets à la station de comptage de Descartes depuis 2007. (Sources : LOGRAMI).

10.1.2.2. Passages Journaliers

En 2010, la montaison débute le 7 avril avec le contrôle du premier mullet et s'achève le 22 août avec le passage du dernier individu soit une durée de 137 jours. La première dévalaison est enregistrée le 28 juillet et le dernier mullet sera contrôlé le 6 septembre

soit une période de dévalaison qui s'étale sur 40 jours. Tout comme à Châtellerault, ces deux périodes se chevauchent et il est donc possible que certains poissons ayant dévalé aient réemprunté la passe de nouveau et que l'effectif de poissons montants soit surévalué. Au total, 165 mulets en montaison dont 9 contrôlés en période dévalante et 22 mulets en dévalaison ont été comptés.

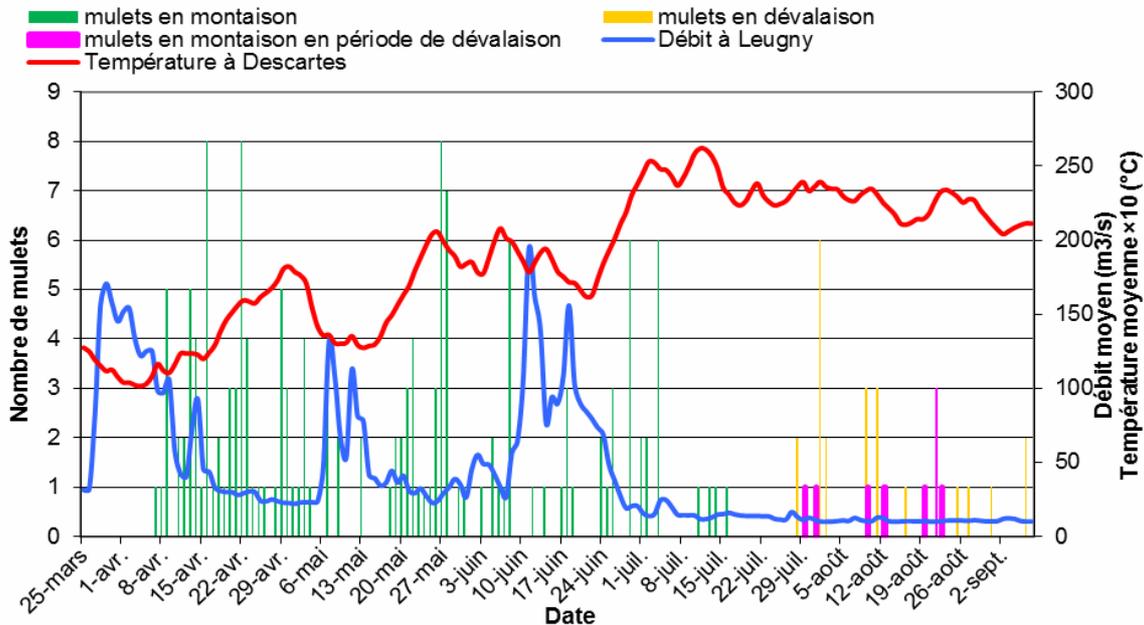


Figure 111 : Passages journaliers de mulets à Descartes en relation avec la température et les débits de la Creuse en 2010 (Source : LOGRAMI et Banque Hydro).

Concernant la montaison, les passages se font par vagues successives et trois pics majeurs de migration apparaissent les 16 et 22 avril et le 27 mai où à chaque fois sont enregistrés 8 passages de mulets. Le nombre de passages semble corrélé positivement avec l'augmentation des températures. Quant à la dévalaison, un pic est enregistré le 1^{er} août avec 6 individus comptés. Le faible nombre de dévalaisons ne permet pas de mettre en évidence un facteur déclenchant.

Les montaisons depuis 2007 ont lieu entre 10 et 29°C. Un pic de migration est enregistré entre 16 et 17 °C (22,8%). Les dévalaisons ont été enregistrées pour des températures comprises entre 17 et 29°C et un maximum de passages a été comptabilisé entre 23 et 24°C (41,5%).

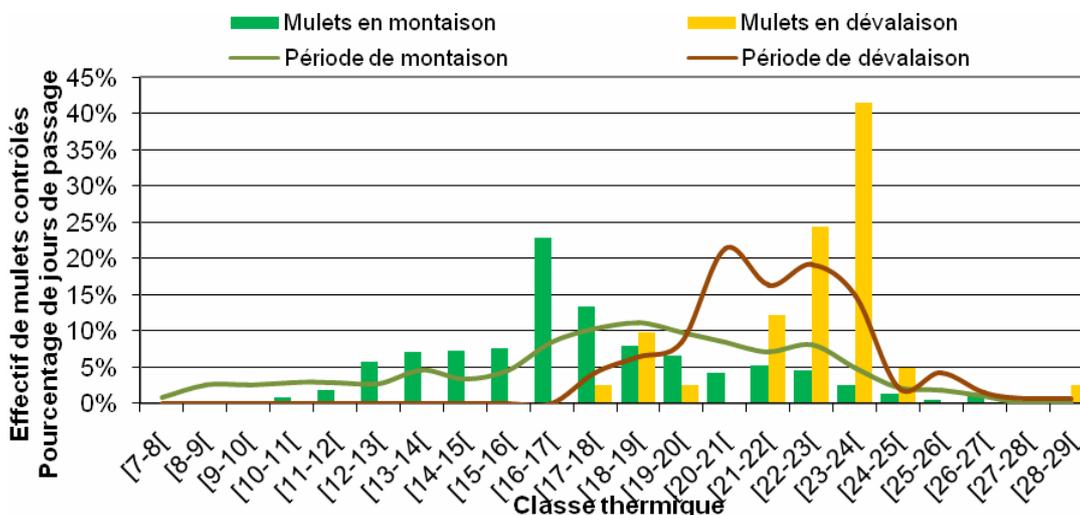


Figure 112 : Distribution des passages de mulets à Descartes en fonction des températures de la Creuse depuis 2007 (Sources : LOGRAMI).

Les montaisons à Descartes ont eu lieu depuis 2004 avec des débits compris entre 12 et 162 m³/s. La majorité des passages (77%) s'effectue entre 10 et 50 m³/s puis ils sont moins nombreux au-delà de cette valeur. La dévalaison a lieu pour une gamme de débits très restreinte comprise entre 10 et 30 m³/s avec une préférence pour la tranche [10-20[m³/s (95,2% des passages).

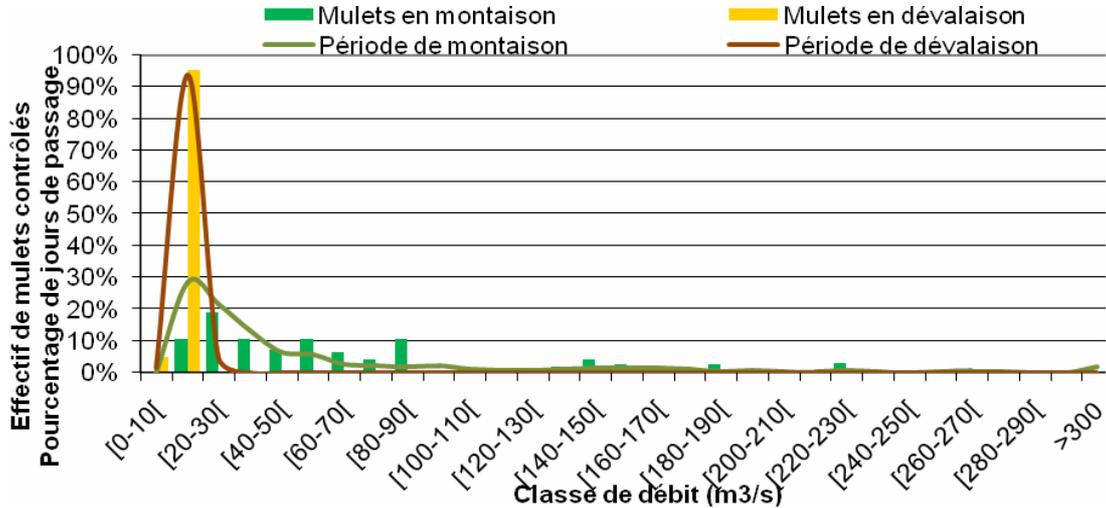


Figure 113 : Distribution des passages de mulets à Descartes en fonction des débits de la Creuse depuis 2007 (Source : LOGRAMI).

10.1.2.3. Passages horaires

Depuis 2010, les passages de mulets ont lieu entre 4 h et 20 h (GMT). Aucun pic d'activité ne se distingue réellement. Les passages depuis 2007 s'étendent entre 4 h et 22 h, avec un pic d'activité pour la tranche horaire [16h-18h[(11,2%) (Figure 114).

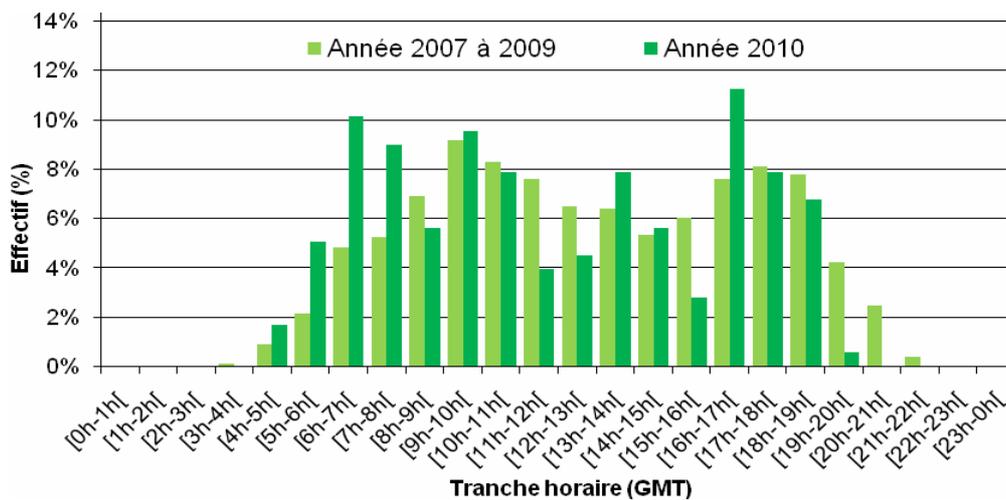


Figure 114 : Distribution en tranches horaires des passages de mulets à Descartes en 2010 et sur les quatre dernières années (Sources : LOGRAMI).

11. CONCLUSION

Le suivi annuel du réseau de stations de comptage du bassin de la Loire permet d'examiner l'évolution des effectifs de poissons migrateurs chaque année et représente un élément fondamental dans la gestion des différentes espèces.

L'essentiel du contingent de saumon s'oriente chaque année sur le bassin de l'Allier avec plus de 87,5% des migrations contrôlées à la station de comptage de Vichy. L'axe de migration secondaire est le bassin Creuse-Gartempe qui accueille, en moyenne depuis 2007, 9,4% de la population du bassin de la Loire.

Cependant, les faibles effectifs enregistrés sur les différentes stations confirment la situation critique du saumon sur le bassin de la Loire. En effet, 2010 est l'année qui comptabilise le plus faible nombre de passages depuis le début du suivi de la passe de Vichy en 1997 (227 individus).

Depuis le début du suivi de la grande alose sur le bassin de la Loire, il a pu être constaté que la population se subdivise en plusieurs groupes dont les pourcentages de répartition entre les différents bassins diffèrent en fonction des années. Pour la saison 2010, plus de 69,6% des effectifs comptabilisés aux stations de comptage ont colonisé le bassin de la Vienne. Le reste de la population a été contrôlé sur l'axe Loire à la station de Decize (16,4%) et l'axe Allier à la station de Vichy (13,9%).

L'étude des conditions de migration montre l'importance du facteur thermique sur la migration de l'aloise. Il doit être considéré comme le facteur principal induisant une activité migratoire et donc la répartition spatiale de l'espèce sur le bassin.

Les campagnes de suivi des migrateurs sur le bassin de la Loire ont permis de constater que la lamproie marine privilégie le bassin de la Vienne au cours de sa migration. Suivant les années, une partie de la population de la Loire colonise l'amont du bassin. Celle-ci semble être liée aux conditions hydrologiques de la Loire au moment de la migration. En 2010, l'espèce s'est exclusivement engagée sur le bassin de la Vienne à 99,9%.

Chaque année quelques anguilles jaunes et argentées sont contrôlées aux stations de comptage. Cependant, les comptages d'anguilles ne doivent pas être considérés comme exhaustifs en raison d'une sous-détection aux systèmes de comptage, de l'existence de passe sans comptage et d'un passage possible directement par-dessus le barrage pour les dévalaisons. Ces comptages aux stations attestent cependant de la colonisation par l'anguille de tous les secteurs du bassin. L'année 2010 se caractérise par une très faible abondance notamment sur les secteurs amont, témoignant d'un réel déficit d'individus colonisant.

La proximité du bassin de la Vienne avec la mer est propice aux remontées de mulets porcs. Ainsi, depuis la mise en fonctionnement des stations, des individus sont contrôlés aux stations de Descartes (depuis 2007) et de Châtelleraut (depuis 2004).

D'une manière générale, il est important de préciser que les chiffres énoncés ne prennent en compte que les données renseignées par les stations de comptage des bassins de la Vienne, de l'Allier et de la Loire amont. Ils ne correspondent donc pas aux effectifs de migrateurs entrant dans l'estuaire de la Loire. Certains individus peuvent en effet s'engager sur des axes non contrôlés ou pour différentes raisons ne jamais atteindre les stations de comptage. Ainsi, les effectifs comptés sur les différents bassins sont sous-estimés. Pour compléter ces données, il est donc nécessaire de mettre en parallèle d'autres études, comme le suivi de la reproduction des espèces potamotoques.

12. BIBLIOGRAPHIE

BACH J.M., BAISEZ A., LEON C., PAROUTY T, (2011) - Suivi de l'ascenseur du barrage de Poutès en 2010, 23 pages.

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENEAL A., CORNU V., PORTAFAIX P., JOUIN TREMEUR E., LELIEVRE M., BAISEZ A., 2010 - Recueil de données biologiques 2009 - Rapport d'activités LOGRAMI du 01/01/09 au 31/12/09, 346 pages.

BINDER, MCDONALD, (2008) - The role of temperature in controlling diel activity in upstream migrant sea lampreys (*Petromyzon marinus*).

FRIEDRICH T., (2002) - Etude des Lamproies marines de bassin de l'Arroux, évaluation du potentiel de frayères, Association LOGRAMI, St Pourçain sur Sioule.

PAULIN M., VIALARD J., & LELIEVRE M., (2005) – Etude des potentialités d'accueil vis-à-vis des espèces migratrices du bassin de l'Aron. LOGRAMI. 45 p. + annexes

SOUREK N., PAROUTY T., LEON C. et BAISEZ A., (2010) – Suivi de la reproduction de la Lamproie marine sur le bassin de l'Aron. LOGRAMI. 44 p. + annexes

TAVERNY C., ELIE P., (2009) - Bilan des connaissances biologiques et de l'état des habitats des lamproies migratrices dans le bassin de la Gironde, CEMAGREF, 85 pages.

Fiche 2 : Accessibilité, localisation et dénombrement des frayères de saumons atlantiques sur l'Allier, la Gartempe et leurs affluents

1. EXTRAPOLATION DES MIGRATIONS OBSERVEES EN 2009 PAR RADIO PISTAGE (VOIR TERRADE *ET AL.*, 2010 ET BACH *ET AL.*, 2010)

1.1. Paramètres environnementaux

Les conditions hydrologiques de l'automne 2009 sont particulières puisqu'il n'y a pas eu de crues ni de forte augmentation de débit. Cela a certainement eu une influence sur la reprise tardive et faible de la migration automnale. Les poissons ont profité d'une légère augmentation des débits. La reprise automnale a été observée pour des températures exclusivement inférieures à 18 °C. Cependant, l'arrêt estival a été marqué pour certains individus par des températures théoriquement favorables à leur migration. Ceci nous laisse donc penser que la température n'est pas le seul paramètre intervenant ici (les débits devaient notamment être suffisamment bas pour stopper la montaison des individus).

Une forte crue a eu lieu à la fin du mois d'avril sur l'Allier et l'Alagnon. Cela a vraisemblablement joué un rôle essentiel dans l'attractivité de l'Alagnon pour le saumon atlantique. Ceci explique la plus forte proportion de saumons de la 1ère session de marquage s'engageant sur l'Alagnon par rapport à ceux de la 2ème session. Dans la première session, sur 14 saumons, 5 ne dépassent pas le Saut du Loup, 5 vont sur l'Alagnon et seulement 4 sur l'Allier. La forte reproduction naturelle de 2004 sur l'Alagnon (qui correspond à la dévalaison de 2006 et au retour après 3 ans de mer en 2009) y a sûrement contribué également.

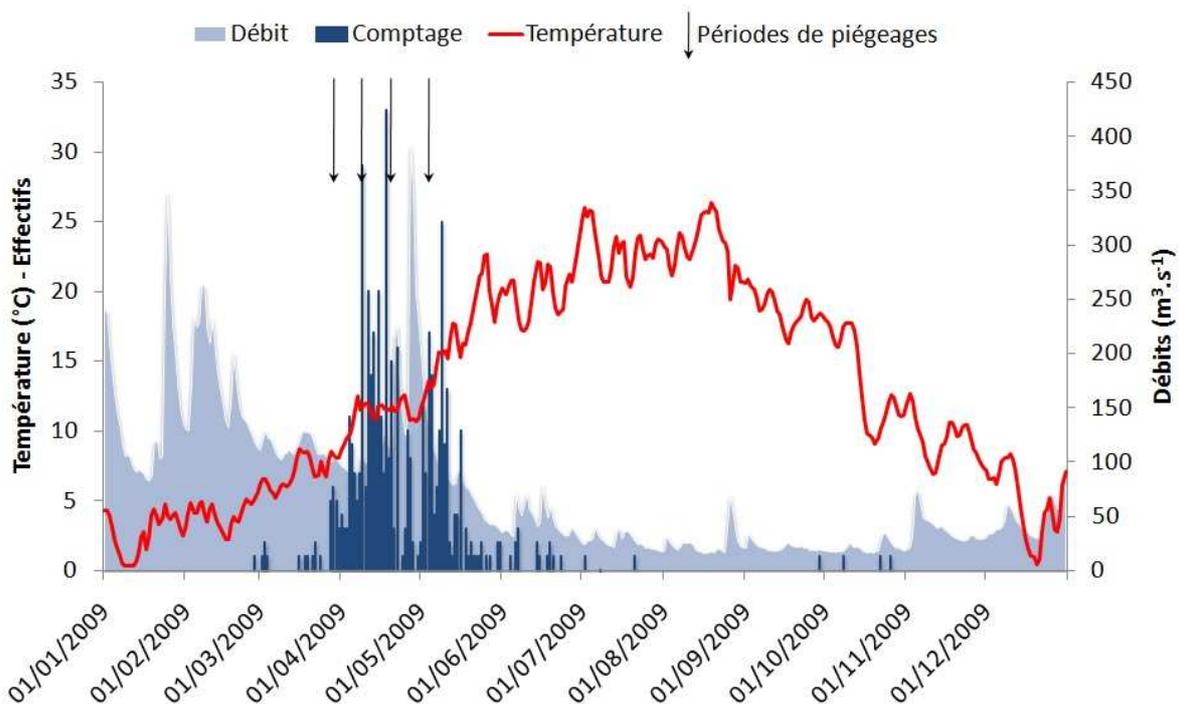


Figure 115: Période de piégeage sur l'ensemble de la migration du saumon atlantique

observée à Vichy en 2009 (Source : LOGRAMI)

1.2. Caractéristiques des saumons marqués

L'échantillon de saumons marqués en 2009 apparaît représentatif de l'ensemble de la population migrante de Vichy (tests statistiques significatifs). En effet, toutes les classes de taille, les proportions des classes d'âge, de saumons natifs ou issus de la pisciculture de Chanteuges ne diffèrent pas de la population totale de saumons observés à Vichy. De plus, toute la période de migration a été représentée, ce qui différencie cette étude de celle de 2006 où les poissons marqués ne concernaient que la deuxième moitié du contingent migrant à Vichy. Nos résultats sur les 30 saumons marqués en 2009 sont donc généralisables à l'ensemble de la population de saumons ayant franchis l'ouvrage de Vichy.

Cependant, des conclusions sont difficiles à tirer quant aux deux individus sans adipeuse puisque l'un d'entre eux a eu une migration très courte. En effet, il n'a franchi que le seuil de Joze et de l'A72, soit 52,8 km depuis Vichy avant de mourir durant l'arrêt estival en aval du seuil des Madeleines. L'autre saumon a bénéficié d'un transport en camion par le CNSS sur environ 42 km depuis le barrage de la Bageasse, ce qui lui a épargné le franchissement de 4 obstacles. Toutefois, ces deux individus ont été capturés tardivement à Vichy (c'est-à-dire lors de la seconde session de marquage).

Une nette amélioration de l'état sanitaire des saumons marqués en 2009 a aussi été observée par rapport à 2006. Cette amélioration peut être simplement due à la période moins tardive des captures. Elle ne reflète pas forcément une amélioration de l'état sanitaire des poissons. En effet, les trois saumons classés en (D) ont été capturés lors de la dernière semaine (4 et 5 mai), ainsi qu'un des deux poissons de la classe C. En 2006, les marquages à Vichy s'étalaient du 3 au 17 mai. Les deux saumons classés en classe E avaient été capturés les 3 et 9 mai 2006, 13 autres poissons présentaient un état préoccupant (classe D).

Les saumons de la souche Loire-Allier sont caractérisés par une prédominance des saumons de plusieurs étés de mer (2 et 3 ans de mer), les individus de 1 an de mer représentent généralement moins de 1% des contrôles à Vichy. Par rapport aux autres souches françaises (Adour, Gave, Normandie, Bretagne) ; leur taille est similaire avec ceux du bassin de l'Adour tandis que les saumons des cours d'eau bretons sont légèrement plus petits au sein d'une classe d'âge donnée. Ceci est sans doute lié à une sélection naturelle qui aurait favorisé les grands individus sur cet axe (étant donné la distance de migration qu'ils ont à effectuer).

Certaines études ont montré que les individus ayant passé plusieurs hivers en mer semblent migrer plus tôt. Cela se vérifie dans notre étude où l'on observe une plus grande proportion de saumons de 2 ans de mer dans la seconde partie des captures. Nous observons que ces individus arrivant tardivement à Vichy ont beaucoup moins de chance de se reproduire dans l'Allier ou l'Alagnon et finalement ces saumons participent plus faiblement au renouvellement de la population de saumon de la Loire.

En 2006, 2 saumons sur 46 capturés sur la Loire et l'Allier avaient passé 3 ans en mer (soit 4 %). Ceci est statistiquement différent de ce qui a été observé en 2009 à Vichy (Test de Fisher ; risque relatif=0,057 ; $p < 0,001$). Cela est probablement dû à la composition de la population contrôlée à Vichy en 2006 (80,5 % de saumons de 2 ans de mer) et au marquage plus tardif.

Sur les 30 saumons marqués à Vichy en 2006, 6 ne présentaient pas de nageoire adipeuse (soit 20 %). Cette proportion n'est pas statistiquement différente de celle obtenue en 2009 (Test de Fisher ; risque relatif=0,333 ; $p = 0,2542$). En 2006, ces 6 poissons étaient des saumons de 2 ans de mer.

1.3. Arrêt estival des saumons suivis

Un arrêt estival est nécessaire aux saumons quand les conditions environnementales ne sont plus favorables à leur progression vers les zones de reproduction. Les travaux de **THIOULOUSE (1972)** ont montré le rôle déterminant de la température comme facteur déclenchant l'arrêt de la migration. Les crues, la turbidité ainsi que la longueur du jour stimuleraient également la montaison. Sur l'Allier, il semble que c'est la synergie entre essentiellement deux facteurs (la température et le débit) qui va conditionner le début et la fin de l'arrêt estival. Il apparaît aussi que les saumons sont plus sensibles aux variations de débit et de température qu'à des valeurs seuils de température en tant que tels. En effet, une forte augmentation de température accompagnée d'une nette diminution des débits comme cela a été constaté durant le mois de mai 2009 a fortement contribué à l'arrêt des saumons.

En ce qui concerne la reprise automnale, les poissons semblent capables de percevoir l'arrivée d'une crue ou d'une augmentation de débit, probablement lié au changement de pression atmosphérique, même d'importance relative. Ceci leur est indispensable durant les années dépourvues de véritables crues automnales comme cela a été le cas en 2009. Ce sont, une fois de plus, les variations de conditions environnementales et non un dépassement d'une valeur seuil qui semble prédominant pour les débits et températures.

Le début de l'arrêt estival a été constaté selon les individus du 6 mai au 22 juin 2009. A l'automne, les saumons ont repris leur migration entre le 5 et 22 octobre 2009. En 2006, le début des arrêts estivaux avait été constaté entre le 17 mai et le 21 juin (il a donc été plus précoce en 2009 pour certains individus et s'est étalé sur une plus grande période). En 2006, seulement 3 saumons avaient repris leur migration à l'automne (le 25 septembre) soit presque 1 mois plus tôt qu'en 2009.

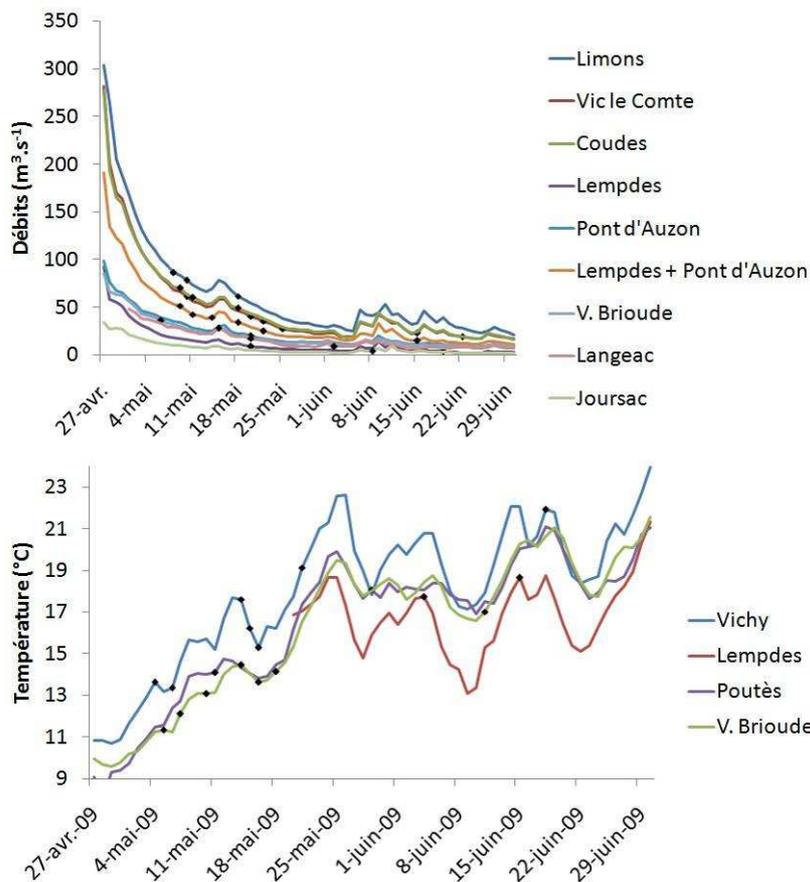


Figure 116 : Conditions de débits et de température lors de l'arrêt estival (Chacun des points sur les courbes correspond au début de l'arrêt estival d'un saumon sur la rivière où il se trouve (Nombre de poissons : 30) (Source : LOGRAMI & Hydro)

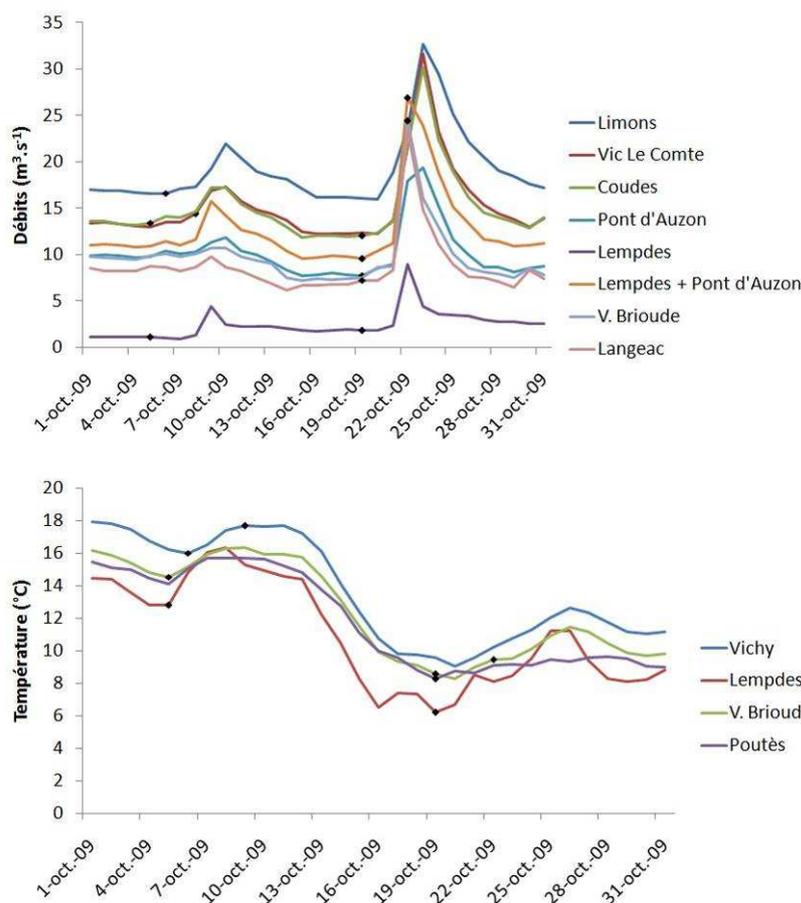


Figure 117 : Conditions de débits et de température lors de la reprise de migration automnale (chacun des points sur les courbes correspond au début de la reprise de migration automnale d'un saumon). (Source : LOGRAMI & Hydro)

1.4. Vitesse de migration des poissons radio pistés

La vitesse de migration du saumon atlantique dans les eaux continentales est généralement comprise entre $0,2 \text{ km.j}^{-1}$ et 28 km.j^{-1} . Les vitesses de migration printanière ($5,2 \text{ km.j}^{-1}$) et automnale ($1,7 \text{ km.j}^{-1}$) calculées dans notre étude dans la bassin versant de l'Allier sont tout à fait comparables. Toutefois, **HALTTUNEN (2009)** a calculé une vitesse moyenne de $1,6 \text{ km.h}^{-1}$ (soit $38,4 \text{ km.j}^{-1}$) dans la Rivière Alta (Norvège). Cependant, cette rivière de l'extrême Nord de la Norvège ne semble pas comparable aux cours d'eau français du point de vue des conditions environnementales qui conditionnent la migration des poissons (avec des températures totalement différentes de celles que l'on peut rencontrer en France). De plus cette vitesse est estimée sur de courtes périodes (en moyenne 33h). En 2009, les vitesses de progression après le marquage, mesurées sur des durées d'une heure varient de $2,6$ à 3 km.h^{-1} pour 3 saumons. Toujours après le marquage, un tiers des poissons progressent de 27 à plus de 34 km en 24 heures.

Les saumons se reproduisant dans l'Allier, bien qu'effectuant une migration beaucoup plus importante en termes de distance par rapport aux autres sous populations, notamment françaises, ont des vitesses de migration similaires alors que la rugosité de ces différents cours d'eau (c'est-à-dire la pente moyenne de la rivière) n'est pas la même. Cela se traduit par des courants plus ou moins rapides, donc plus ou moins difficiles à remonter. Le nombre d'obstacles à franchir est également différent.

Nous constatons une différence significative entre les vitesses de migration printanière et automnale. Les saumons progressent effectivement plus lentement après leur arrêt estival. Cela pourrait venir des conditions de débit moins favorables à l'automne 2009, à la condition physique des poissons et également aux pentes plus fortes des secteurs à parcourir à l'automne.

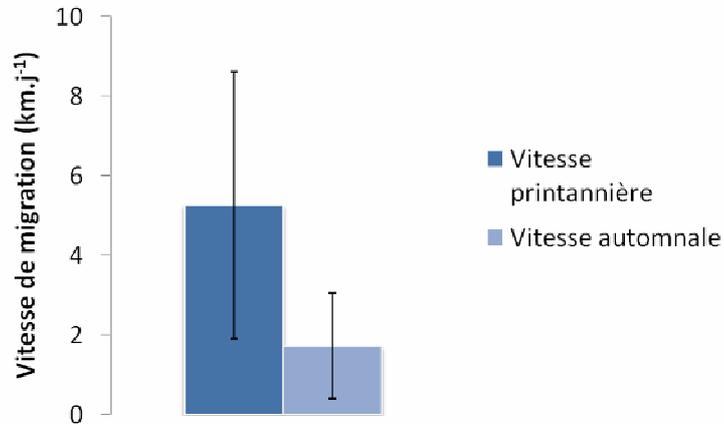


Figure 118 : Vitesses de migration printannière et automnale moyennes (\pm l'écart-type) des 15 saumons marqués à Vichy, ayant survécus après leur arrêt estival et non transportés en camion (Source LOGRAMI)

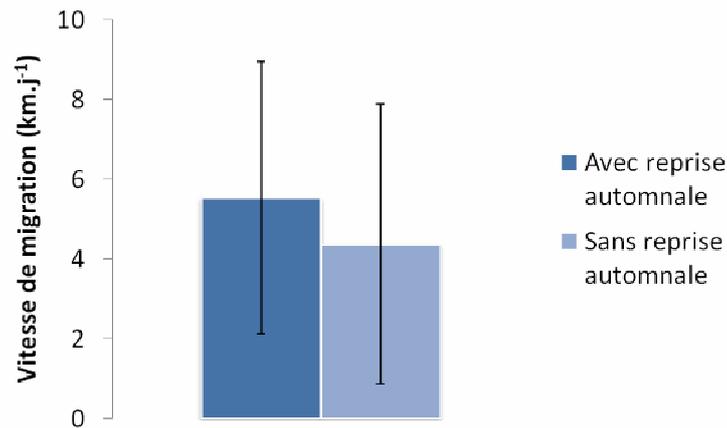


Figure 119 : Vitesses de migration printannières moyennes (\pm l'écart-type) des poissons ayant repris leur progression à l'automne (16 individus) ou étant mort ou disparu pendant la période estivale (14 individus). (Source LOGRAMI)

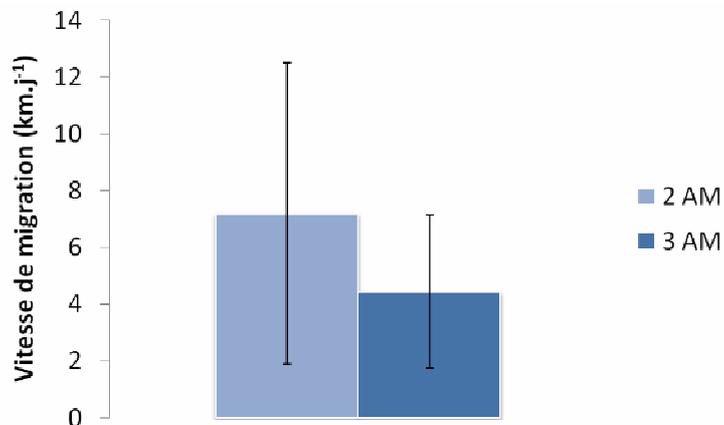


Figure 120 : Vitesses de migration printannières moyennes (\pm l'écart-type) des poissons ayant passé 2 (2 AM, 6 individus) ou 3 années (3 AM, 24 individus) en mer. (Source LOGRAMI)

Nous pouvons également penser que les plus gros individus avaient une vitesse de migration printanière plus élevée que les petits saumons. Or, nous observons l'inverse.

En 2006, une vitesse de migration moyenne avait également été calculée entre le point de capture des individus et leurs zones de reproduction. Celle-ci était alors de 7,77 km par jour. Nous constatons qu'elle est légèrement supérieure à celle calculée en 2009. Cela est peut-être dû au fait qu'en 2006, cette vitesse tenait compte de la partie en aval de Vichy et d'une partie de la Loire moyenne exempte de tout obstacle à la migration. En ne tenant compte que de l'amont de Vichy, la vitesse de migration moyenne était de 7,12 km par jour.

HALTTUNEN (2009) constate également que les femelles nagent significativement plus vite que les mâles. Une telle analyse n'a pas pu être faite ici puisque le sexage ne peut être fait que pour les saumons recapturés ou récupérés morts aux environs de la période de reproduction.

1.5. Mortalité des saumons marqués

La période estivale présente des taux de mortalité assez importants. **RILEY (2009)** l'estime entre 0 et 6 % et elle toucherait d'avantage les tacons au sein d'une population de la Rivière Itchen (Hampshire, Royaume Uni). Mais nos résultats sont plus pessimistes. Nous savons que le seuil de mortalité se situe à 25 °C mais des températures inférieures (18-20 °C) peuvent d'ores et déjà entraîner l'inactivité des saumons adultes (**ELLIOT, 1981**). Notre étude révèle en effet une mortalité estivale élevée puisque au minimum 36,7 % des saumons marqués en amont de Vichy ne survivent pas à la période estivale. Celle-ci touche d'autant plus les saumons qui sont arrivés tardivement à Vichy et qui sont forcés de passer l'été relativement en aval, dans des zones où la température est plus élevée l'été. La mortalité dans ces zones atteint en 2009 des taux très élevés (71,5 %) (Figure 122). Cela a également été constaté en 2006 : 27 saumons n'ont pas survécu à la période estivale sur les 31 suivis à partir de Vichy (soit 90 % de mortalité). Ce taux de mortalité important en 2006 peut s'expliquer par le fait que le marquage avait concerné le contingent de fin de migration, ne pouvant passer leur arrêt estival qu'en aval, et aux températures estivales plus élevées en 2006 qu'en 2009. Il apparaît donc primordial d'améliorer la transparence des obstacles situés en aval du Saut du Loup pour favoriser une meilleure progression des saumons, et donc une survie estivale au-delà de cette limite (soit en amont dans l'Allier, soit dans l'Alagnon).

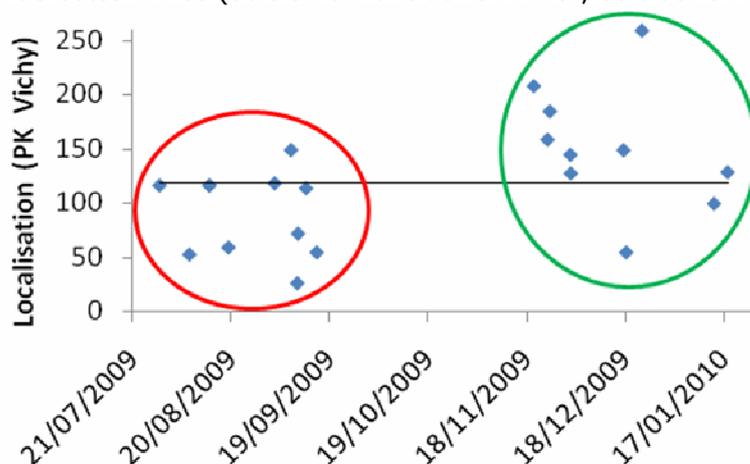


Figure 121 : Localisation et date de mort des saumons. En rouge, mortalité estivale et en vert mortalité hivernale. La droite indique le Saut du Loup. (Source LOGRAMI)

La température létale pour le saumon atlantique est de 25 °C (**ELLIOT, 1981**). Cependant, il est difficile de déterminer si ce seuil est vérifié dans notre étude. En effet,

la durée d'exposition à de telles températures doit être prise en compte. Un saumon subissant pendant une courte période une température élevée peut mieux survivre qu'un poisson ayant subi des températures légèrement plus basses mais pendant plus longtemps.

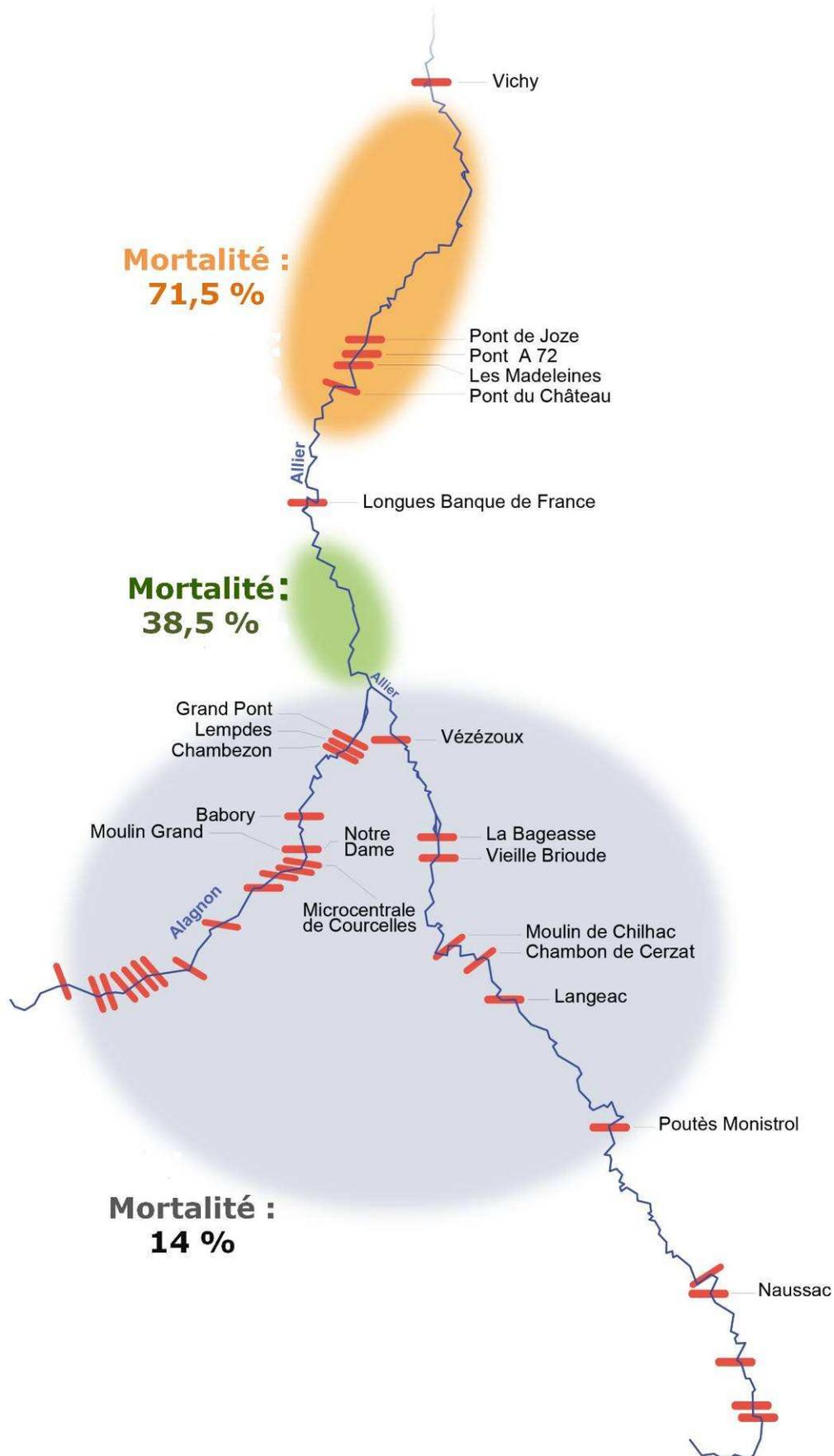


Figure 122 : Mortalité des saumons durant l'été selon la localisation de leur arrêt estival (Source LOGRAMI)

De plus en plus d'études s'intéressent aux enjeux posés par le réchauffement de la température de l'eau sur la migration des poissons (par exemple **LASSALLE ET ROCHARD, 2009**). **JONSSON ET JONSSON (2009)** rappellent combien les salmonidés sont soumis aux modifications des conditions environnementales (notamment la température et le débit). De plus, des changements ont déjà été observés pour certaines espèces de saumons du Pacifique (*Oncorhynchus spp.*) en lien avec des modifications de ces paramètres environnementaux (**JUANES et al., 2004**). **GOSSE et al. en 2009**, a publié une analyse de la température de la Loire moyenne en été sur la période 1949 à 2003. Sur cette période, un réchauffement de l'eau de 2 °C est observé à la station de Belleville-sur-Loire (à environ 75 km en aval de Nevers et du bec d'Allier). Si on considère la température comme principal facteur expliquant la mortalité des individus durant l'été, les 2 °C d'augmentation constatés par Gosse et al. sur la Loire sont cruciaux. En effet, notre étude révèle que seulement 1,5 °C de plus suffit à élever fortement la mortalité. Il reste donc à déterminer les causes de ce réchauffement de la température (réchauffement climatique, eaux de refroidissement des centrales nucléaires, pompages trop importants en période d'étiage, etc.) et de trouver des solutions pour limiter son impact (par exemple en favorisant les arrêts estivaux très en amont, par une meilleure progression des poissons).

Le saumon atlantique est une espèce en grande partie semelpare c'est-à-dire que la majorité des individus meurt juste après la reproduction. En effet, les taux de retour en Europe sont généralement inférieurs à 5 % (**LEVESQUES et al., 1985**). En 2009, ce sont 4 saumons qui ont entamé une dévalaison et ont été enregistrés à Vichy après la reproduction. D'autres avaient également commencé à dévaler (7 saumons) mais sont morts peu de temps après. Les 4 saumons ne sont donc pas certains d'arriver jusqu'à l'estuaire vivants (662,8 km restant à parcourir) et de pouvoir se reproduire l'année suivante ou dans deux ans lors d'une seconde remontée.

1.6. Distances de migration parcourues par les poissons suivis

En accord avec la bibliographie, il paraîtrait que la distance de migration ne diffère pas selon la taille des saumons sauvages (**FINSTAD, 2005**) mais il semblerait que les individus ayant passé plusieurs hivers en mer migrent plus tôt (**JONSSON et al., 1990 ; KLEMETSEN et al., 2003**). De même, **MCKINNELL et al. (1994)** observe une migration plus tardive chez les individus de plus petite taille. Les résultats de ces études sont confirmés ici. Les saumons de grande taille (3 ans de mer) migrent en effet aussi loin que les saumons de plus petite taille (2 ans de mer). Ces derniers arrivent à Vichy en moyenne 11 jours plus tard que les individus de 3 ans de mer. Ainsi, les plus gros individus ne bénéficieraient pas forcément des meilleures frayères mais de meilleures conditions pour y parvenir (puisqu'ils passent l'été plus en amont avec des températures plus basses).

Nous n'avons pas mis en évidence une influence de l'état sanitaire des poissons sur la distance de migration. Les saumons répertoriés dans les catégories C et D étaient très peu nombreux en 2009 (seulement 5 dont 4 capturés lors de la 2^{ème} session de marquage). Ainsi, les individus avec l'état sanitaire le moins satisfaisant ont pâti de conditions défavorables durant l'été (seuls 3 d'entre eux survivent). Ce taux de mortalité est identique à celui de l'ensemble de la population.

Nous avons constaté une différence significative entre la distance de migration des saumons empruntant l'Allier et l'Alagnon. Ce résultat n'est pas du tout étonnant puisque l'Alagnon est un axe beaucoup plus court que l'Allier, les saumons doivent y parcourir des distances plus courtes pour trouver des frayères de bonne qualité. Si l'on considère

l'amont de Langeac sur l'Allier et l'amont du barrage de Chambezon sur l'Alagnon, comme l'entrée des frayères les meilleures (**BACH, comm. pers.**), elles se situent 54,3 km plus en aval sur l'Alagnon.

1.7. Franchissabilité des obstacles par les poissons marqués

Une des principales causes de régression du saumon est la présence de nombreux ouvrages au travers des cours d'eau, rendant l'accessibilité aux zones de frai les plus en amont compromise. Certains de ces ouvrages sont maintenant équipés de passes à poissons, ascenseurs, etc., de façon à garantir une meilleure circulation des poissons migrateurs. La franchissabilité de ces ouvrages est donc largement étudiée en vue d'évaluer l'efficacité de ces aménagements (**CROZE, 2008 THESE ; TRAVADE et LARINIER, 2002**). Des retards de plusieurs semaines peuvent être observés et directement imputés au franchissement des ouvrages hydrauliques. **TRAVADE et al. (2001)** ont mis en évidence des blocages au pied d'aménagements d'une durée allant jusqu'à 185 jours (à Poutès). Ces blocages peuvent induire des dévalaisons avant que les individus n'aient pu se reproduire (**CHANSEAU ET LARINIER, 1999 ; RIVINOJA et al., 2001**). De même, **CROZE (2005)** explique que la présence d'obstacles peut engendrer l'abandon de la migration d'une grande majorité des individus.

Le débit est le paramètre le plus souvent cité comme principal facteur contrôlant la migration, même en absence d'obstacles majeurs (**TETZLAFF et al., 2008**). En effet, **WEBB et al. (2001)** montre que des débits plus élevés sont nécessaires pour le passage des obstacles. De plus, des débits trop faibles induisent des changements dans l'utilisation de l'habitat (**RILEY et al., 2009**). D'après **MITCHELL et CUNJAK (2007)** la corrélation entre le débit et la progression des saumons n'est pas toujours vérifiée, même si dans l'étude qu'il a menée la corrélation est forte. **HEGGENES et al. (1996 b)** démontre l'importance d'un débit minimum soutenable dans les cours d'eau régulés pour subvenir au maintien d'habitats favorables pour le saumon et la truite en termes de vitesse et de profondeur d'eau.

Cette étude a permis de mettre en évidence les points de blocage les plus problématiques pour le saumon atlantique. D'une part, certains ouvrages ne sont pas totalement transparents pour la montaison des poissons (Poutès, Langeac, Chambezon, etc.). D'autre part, certains engendrent des retards parfois importants (Moulin Grand, Poutès). Cependant, tous les seuils et barrages n'ont pas pu être équipés de postes fixes, ce qui nous oblige à nous baser sur des temps de retard maximums et à avoir une incertitude sur l'ampleur des retards engendrés. Quoiqu'il en soit, les obstacles majeurs à la migration du saumon sont d'ores et déjà connus et cette étude le confirme.

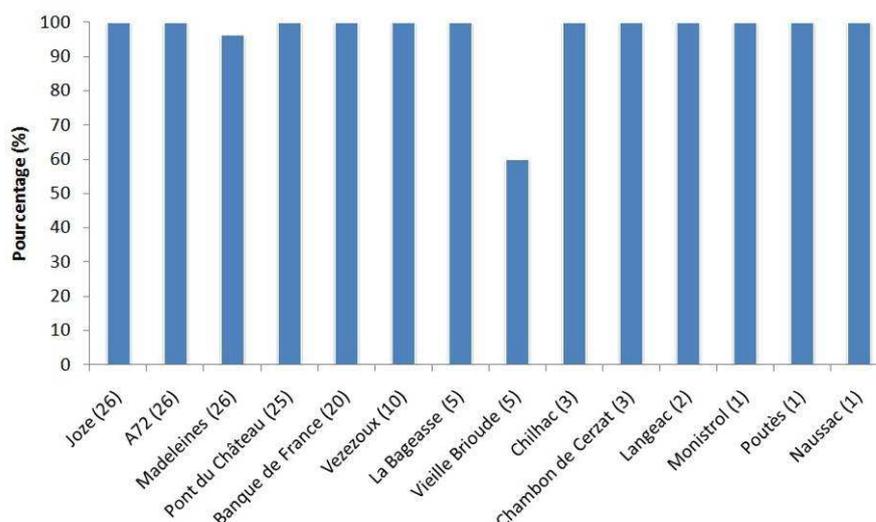
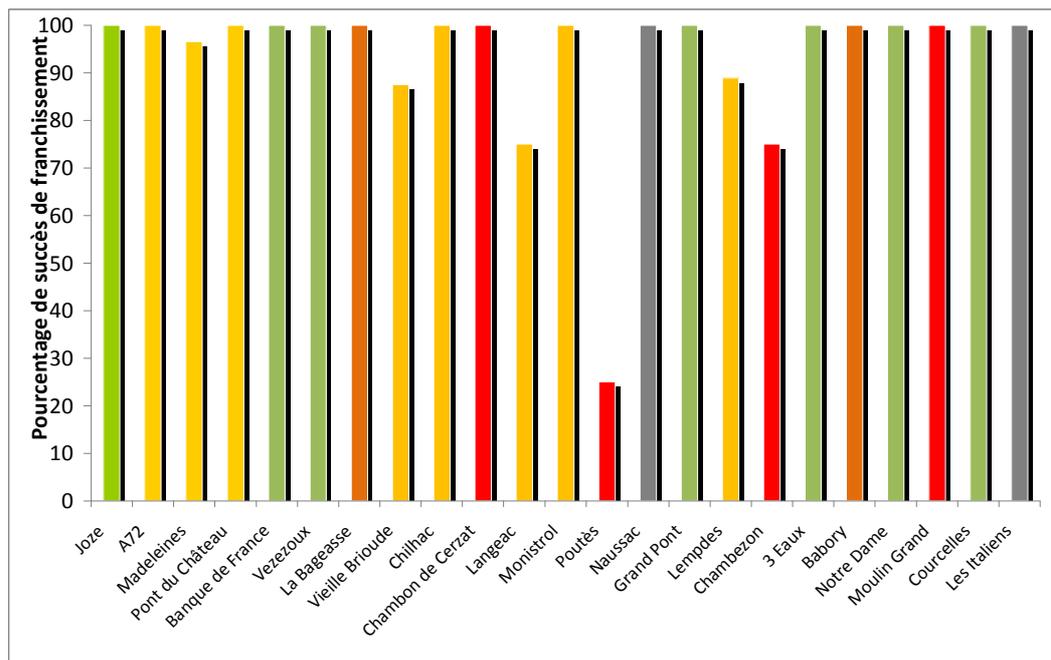


Figure 123 : Succès de franchissement de chaque ouvrage en amont de Vichy en fonction du nombre de saumons se présentant en aval en 2006 (Source LOGRAMI)

En 2006, le barrage de Vieille Brioude n'avait pas laissé passer la totalité des individus (3 individus sur 5 soit 60 %). Les 4 premiers seuils en amont de Vichy avaient engendré des retards relativement conséquents pour 12 individus (d'au moins 1 jour) et le seuil des Madeleines a retenu 1 poisson en aval sur 26. Le barrage de Poutès a laissé passer le seul saumon qui s'y est présenté mais celui-ci a franchi l'ouvrage après 43 jours de retard (du 6 octobre au 18 novembre 2006).

En 2009, des saumons se sont engagés sur l'Alagnon, permettant (contrairement à 2006) d'appréhender l'état de cet axe. Il apparaît alors que les barrages de Chambezon et de Moulin Grand sont particulièrement bloquants. Le rapport technique annexe permettra d'approfondir les causes des retards qu'ils engendrent mais on peut néanmoins mettre en avant un problème de non-entretien des systèmes de franchissement présents, ainsi qu'une mauvaise conception ou fonctionnement du dispositif de Moulin Grand qui n'est soit pas alimenté en eau soit devient rapidement infranchissable par sur alimentation du dispositif.



- Barrages considérés comme n'engendrant pas de retard
- Barrages pouvant engendrer de légers retards (< 50 h)
- Barrages engendrant des retards compris entre 75 et 100 h
- Barrages engendrant d'importants retards (> 120 h)
- Obstacles atteints pendant la période de reproduction

Figure 124 : Evaluation de la franchissabilité des obstacles en fonction du succès de franchissement et des temps de retard induits en 2009.

Les retards présentés dans cette figure sont, pour les ouvrages dépourvus d'enregistreur, des retards maximum. Pour certains ouvrages, en particulier Chilhac, Chambon de Cerzat, Babory, les couleurs des retards sont directement dues à l'espacement des localisations. Il est donc possible que ces ouvrages n'aient occasionné aucun retard.

1.8. Estimations sur l'ensemble du contingent

1.8.1. Mortalité estimée sur le contingent de Vichy en 2009

Au regard de la représentativité de l'échantillon, les conclusions tirées à partir de l'échantillon radiopisté ont été appliquées à l'ensemble de la population. Pour se faire, les mêmes proportions, les mêmes taux ont été considérés. Ainsi, pour connaître la mortalité estivale les taux de mortalité observés lors de l'étude ont été appliqués aux effectifs de Vichy correspondants. Les saumons prélevés dans le milieu par le CNSS ont été déduits des 491 saumons qui ont passé Vichy en 2009 (soit 35 au printemps, 14 à l'automne).

Ainsi, nous pouvons estimer que seulement 289 saumons ($491 - (167 + 35)$) sur les 491 franchissant Vichy ont survécu à la période estivale ou n'ont pas été prélevés par le CNSS au printemps pour la pisciculture de Chanteuges (**Tableau 4**). Nous devons encore déduire 14 autres saumons qui ont été piégés à la Bageasse par le CNSS à l'automne, soit un total de 275 saumons potentiellement reproducteurs dans le milieu naturel en 2009.

Tableau 4 : Application des taux de mortalité observés en 2009 à l'ensemble de la population

| Semaine de marquage | Morts / Effectifs | Taux de mortalité | Mortalité estimée sur les passages observés à Vichy |
|---------------------|-------------------|-------------------|---|
| Semaine 12 | 0 / 2 | 0 | 0 |
| Semaine 14 | 3 / 11 | 0,2727 | 34 |
| Semaine 16 | 2 / 6 | 0,3333 | 44 |
| Semaine 18 | 6 / 11 | 0,5454 | 89 |
| TOTAL | 11 / 30 | 0,3667 | 167 |

1.8.2. Nombre de géniteurs sur l'Allier et l'Alagnon

De même, les proportions de saumons choisissant l'Allier ou l'Alagnon en fonction des sessions de marquage ont été respectées pour obtenir le nombre de géniteurs potentiels sur ces deux cours d'eau. Les allers-retours entre l'Allier et l'Alagnon effectués par des individus qui se sont reproduits sur les deux axes ont également été pris en compte. Les chiffres obtenus ont été comparés au nombre de frayères répertoriées en 2009.

Sans pondération des effectifs en fonction des périodes de passages des poissons, nous avons estimé le nombre de reproducteurs sur chacun des deux cours d'eau (**Tableau 5**). Au total, en incluant les individus qui se sont reproduits sur les deux axes, l'Alagnon aurait été la rivière pour la reproduction de 129 individus contre 155 pour l'Allier. En comparant ces chiffres avec le comptage des frayères réalisé en 2009 (**Bach et al., 2010**), nous obtenons le nombre d'individus par frayère potentielle. Il y aurait ainsi eu 2,23 individus par frayère sur l'Alagnon et seulement 0,64 sur l'Allier. Ces résultats remettent en évidence le surcomptage sur l'Allier déjà expliqué dans la rapport Bach et al 2010.

Tableau 5 : Nombre d'individus par frayère sur l'Allier et l'Alagnon

| | Total | Frayères | Nombre d'individus par frayère |
|----------------|-------|----------|--------------------------------|
| Alagnon | 129 | 58 | 2,23 |
| Allier | 155 | 241 | 0,64 |

1.8.3. Impact des temps de retard sur la mortalité estivale

Une estimation de la mortalité estivale a été effectuée en considérant qu'aucun retard n'avait eu lieu jusqu'à la période estivale. Une vitesse de migration a été calculée pour déterminer la vitesse réelle en dehors des blocages au pied des obstacles. Ainsi, nous avons pu estimer le nombre de kilomètres potentiellement parcourus par chaque saumon en absence d'obstacles à la migration. En fonction de la localisation qu'ils auraient pu avoir durant l'arrêt estival, nous avons réappliqué les taux de mortalité aux différentes zones. Nous avons enfin généralisé à la population totale pour voir l'impact des seuils et barrages aval sur la mortalité estivale.

En reprenant la mortalité estivale observée dans les différentes zones (pour rappel, Zone 1 : de Vichy à l'amont de Pont du Château ; Zone 2 : de Longues au Saut du Loup ; Zone 3 : en amont de la confluence entre l'Allier et l'Alagnon), cela représente un **taux de mortalité de 41 %** en ne prenant pas en compte les saumons disparus durant l'été.

Appliqué à l'ensemble de la population (moins les 27 saumons suivis du radiopistage – non prise en compte des 3 saumons perdus- et moins les 35 saumons prélevés au printemps par le CNSS, soit 423 saumons), ce sont 173 individus qui meurent l'été (ce qui rejoint l'analyse faite précédemment sur la mortalité en fonction de la date d'arrivée à Vichy). La deuxième partie du Tableau 6 correspond à l'hypothèse selon laquelle aucun retard n'a été engendré avant l'arrêt estival. Plus de saumons auraient ainsi pu atteindre les zones plus favorables. Cela aurait pu permettre à 3 saumons radiopistés de plus de survivre. Quant à la population totale, ce sont 47 individus de plus qui auraient pu reprendre leur migration à l'automne vers les zones de reproduction (**Tableau 6**).

Tableau 6 : Impacts des temps de retard printaniers sur la mortalité estivale

| | Zone 1 | Zone 2 | Zone 3 | Total | Population totale ^(a) |
|-------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|
| Effectifs | 7 | 13 | 7 | 27 | 426 |
| Morts | 5 | 5 | 1 | 11 | 173 |
| Taux de mortalité | 0,71 | 0,38 | 0,14 | | 0,40 ^b |
| <i>En absence d'obstacles</i> | | | | | |
| Effectifs | 4 | 6 | 17 | 27 | 426 |
| Morts | 3 | 2 | 3 | 8 | 126 |
| Taux de mortalité | 0,71 | 0,38 | 0,14 | | 0,28 ^b |

^(a) Dédution faite des 30 saumons marqués et des 35 saumons prélevés par le CNSS à Vichy au printemps

^(b) Moyenne pondérée

1.8.4. Evaluation de l'impact de Poutès

Le barrage de Poutès semblant être l'obstacle majeur à la progression des saumons sur l'Allier, nous avons regardé le nombre de poissons potentiellement retenus en aval de celui-ci en comparaison avec ce qui s'est passé pour les 30 saumons de l'échantillon.

Celui-ci n'a laissé passé qu'un individu sur 4 qui s'y sont présentés en aval. Nous avons donc voulu savoir si cette proportion est représentative de ce qui s'est passé à l'échelle de la population totale. Si 1 saumon sur les 30 saumons radiopistés a franchi Poutès, cela représente donc potentiellement 14 saumons sur les 412 qui auraient franchi Vichy (après déduction des saumons capturés au printemps et à l'automne par le CNSS et des saumons radiopistés). Or, ce calcul est corroboré par le suivi des montaisons à Poutès puisque 14 saumons ont réellement franchi ce barrage en 2009, dont un radio pisté. Cela signifierait qu'environ 42 saumons n'ont pas réussi à passer en amont de Poutès en 2009.

1.8.5. Bilan

La bonne représentativité de l'échantillon nous permet de voir à plus grande échelle ce qui se passe sur l'ensemble du contingent. Nous pouvons tout d'abord noter l'importante mortalité estivale, notamment dans les zones les plus en aval. En imaginant qu'aucun retard n'ait été engendré durant le printemps, ce sont pas moins de 47 individus de plus qui auraient pu survivre à la période estivale. Il apparaît donc primordial d'améliorer la transparence des seuils et obstacles en aval, qui sera également bénéfique aux autres migrateurs.

D'autre part, on s'aperçoit que l'Alagnon présente un réel potentiel pour la reproduction naturelle du saumon. En effet, on peut penser qu'au maximum 129 individus ont pu s'y reproduire. En comparaison avec le comptage des frayères qui a été effectué la même année, il semble que ces frayères soient beaucoup mieux exploitées par les saumons sur

l'Alagnon (2,23 poissons par frayère) que sur l'Allier où il n'y en aurait que 0,64. Ces chiffres peuvent peut-être expliquer les allers-retours observés entre les deux rivières par certains individus notamment de l'Allier vers l'Alagnon.

Enfin, certaines zones les plus en amont ont, semble-t-il, un potentiel important non exploité. C'est le cas de l'amont du barrage de Poutès. Celui-ci condamne une quarantaine d'individus à rester et à se reproduire en aval. Cet effet bloquant est constaté sur le comptage des frayères avec une forte densité entre Poutès et Langeac.

2. DENOMBREMENT DE FRAYERE

2.1. Objectifs du dénombrement de frayère

Le suivi de la reproduction naturelle du saumon atlantique consiste principalement en des opérations de comptage et de repérage des frayères. Ces comptages permettent d'obtenir un indicateur de l'abondance et de la répartition géographique des géniteurs au moment de la reproduction, ainsi que des données concernant les effectifs de géniteurs présents dans les cours d'eau où aucun comptage des poissons n'est possible (cas de la Sioule par exemple).

Il est aussi possible à partir des dénombrements et des comptages vidéo d'estimer le taux de mortalité des géniteurs entre les stations de comptage et les frayères. Le repérage systématique des frayères permet d'établir des cartographies précises des lieux de ponte et d'estimer l'importance de la reproduction naturelle. Dans le cadre du soutien des effectifs, ce suivi permet d'adapter le plan d'alevinage réalisé l'année suivante en y intégrant les zones de frayères répertoriées, à proximité desquelles aucun déversement ne devra avoir lieu (PLAGEPOMI, principe général sur la réalisation du repeuplement).

2.2. Méthode

2.2.1. Identification des frayères (Voir Rapport Bach et al., 2010)

Dans des conditions d'observations favorables, les frayères de saumon atlantique sont facilement repérables et identifiables selon 4 critères principaux :

- leur positionnement dans la zone de transition « queue de mouille – tête de radier »
- leur teinte claire due aux galets les constituants.
- leur configuration classique : dépression en amont (source de granulats) et dôme de granulats décolmatés en aval (emplacement des poches d'œufs) ;
- leurs dimensions : surfaces comprises entre 0,8 et 5m² selon la taille du poisson et la vitesse du courant.

2.2.2. Méthodes de comptage

Le comptage de frayères s'effectue par survol du cours d'eau en hélicoptère sur l'amont du bassin. Lorsque les conditions météorologiques sont favorables, cette méthode offre une très bonne vision des frayères et permet une prospection rapide. Les observations sont complétées, sur certains secteurs par des prospections à pied. C'est également le cas de la Gartempe.

2.2.3. Traitement des données

Les données sont saisies puis géoréférencées (attribution de coordonnées géographiques) sur un logiciel de Système d'Information Géographique afin d'être facilement exploitables et facilement transmises aux partenaires notamment pour la réalisation du plan d'alevinage. Des densités kilométriques sont obtenues en se basant sur les points kilométriques classiquement employés sur les cours d'eau étudiés (pk).

2.3. Opérations 2010

2.3.1. La Sioule

Sur la Sioule, le comptage par survol en hélicoptère était programmé le 6 décembre 2010, reportable au 13 décembre.

Sur cette rivière, il est impératif de programmer le survol un lundi, un accord étant passé avec E.D.F qui exploite le barrage de Queuille pour que les opérateurs retardent le redémarrage des turbines qu'ils ont arrêtées ou dont ils ont réduit la production durant le week end. Le comptage n'est réalisable que si le débit est inférieur à 15 m³/s, il reste possible avec une mauvaise visibilité et un risque de ne pas voir certaines frayères avec 20 m³/s.

Le 6 décembre, il n'a pas été possible de réaliser le survol, une crue avec un débit moyen journalier de 105 m³/s avec un pic horaire de 135 m³/s (5,3 fois le module) à la station de débits de St Pourçain sur Sioule a annulé l'opération. Ces forts débits ont rendu définitivement inutile le survol de la rivière, les contrôles du bord de la rivière ne permettant plus de voir les frayères.

2.3.2. L'Allier

Sur l'Allier, des frayères étaient visibles dans le bras court-circuité de Poutès Monistrol le 22 novembre 2010. Ce jour, le débit de l'Allier avec 53 m³/s de moyenne journalière à la station de Prades ne permettait pas de voir les frayères plus en aval, le niveau d'eau étant trop haut et l'eau trop trouble. Notons qu'une crue avec un débit moyen journalier de 157 m³/s le 1^{er} novembre à la station de Prades avait rendu les fonds très propres, rendant difficile la visibilité des premières frayères.

Le comptage sur l'Allier avait été programmé le 7 décembre 2010, reportable au 15 décembre. Suite à l'annulation du survol de la Sioule le 6 décembre, nous sommes allés sur l'Allier vérifier si les frayères étaient visibles mais le débit de la journée en augmentation constante (moyenne journalière à Prades 34 m³/s) ne permettait aucune visibilité. Le lendemain, jour où le comptage aurait dû avoir lieu, le débit avait encore augmenté (moyenne journalière à Prades 49 m³/s). La faible baisse de débit au cours de la semaine suivante nous a contraints à annuler définitivement le comptage.

2.3.3. L'Alagnon

Sur l'Alagnon, le survol était programmé le 8 décembre 2010, reportable le 15 décembre. Les premières frayères observées l'ont été sur le Béal de Lempdes où le débit reste relativement constant le 22 novembre. Sur cette rivière, le comptage a été rapidement annulé car dès le 30 novembre, lors du creusement des frayères artificielles pour l'opération de survie sous gravier, nous nous sommes rapidement rendu compte qu'une fois creusées, les frayères étaient à peine visibles.

La raison était que les fonds avaient été fortement nettoyés par la crue du 15 novembre (débit moyen journalier 56 m³/s et pic horaire de 82 m³/s à la station de Lempdes, soit près de 7 fois le module). Le 7 décembre une nouvelle crue se produit sur cette rivière avec un pic horaire de 90 m³/s. Les dénombrements ont été définitivement annulés.

2.3.4. La Gartempe

Le suivi de la reproduction naturelle du saumon atlantique est réalisé depuis 1999 sur le bassin de la Gartempe. La recherche de frayère s'effectue par une série de prospections à pieds sur les zones potentiellement favorables à la reproduction (Chapon, 1991 ; Vauclin, 1994 ; Der Mickaelian, 1999 ; CSP et LOGRAMI, 2001 ; Visbecq, 2003). Une bonne luminosité et un faible débit sont nécessaires pour visualiser les nids sur le substrat de la rivière. Il est parfois difficile de réunir des conditions favorables durant les mois de Novembre et de Décembre correspondant à la période de reproduction.

En 2010, malgré le faible nombre de saumons comptabilisés à Descartes (22 individus), plusieurs prospections à pieds ont été menées sur la Gartempe en aval de Chateauponsac. Ainsi deux sorties ont été réalisées à la fin du mois de Novembre, sur des frayères régulièrement actives par le passé (moulin d'Ardent et l'ancienne papeterie de la Prade). Aucune trace de reproduction n'a été constatée en 2010.

Le 7 décembre une crue environ 4 fois supérieure au module (32,1 m³/s pour un module de 8,2 m³/s à Folles) a eu pour conséquence de lessiver les fonds et de teinter l'eau de la Gartempe avec les éléments charriés. La visualisation de frayères étant alors rendue très difficile le suivi n'a pas pu être poursuivi.

Par ailleurs, la Fédération de l'Indre pour la pêche et la protection du milieu aquatique a mis en évidence la présence de frayère en aval du complexe Hydro électrique d'Eguzon. En effet, deux secteurs sur le radier de Moulin neuf dont les galets ont été grattés correspondent par expertise à des frayères de grands salmonidés. Il s'agit très probablement de saumons ayant préféré l'axe Creuse à la Gartempe.

2.4. Conclusion

Cette opération de comptage de frayère est un élément important complémentaire des stations de suivi car les résultats permettent d'estimer au plus près les effectifs de géniteurs réels.

Cependant, l'année 2010 n'a pas permis un comptage des frayères de saumons dans la mesure où les conditions hydrologiques nécessaires à cette opération n'ont pas été favorables, ni sur l'axe Loire Allier ni sur l'axe Gartempe.

Bien que l'information ne soit pas disponible, nous pouvons supposer que le nombre de géniteurs réels sur l'Axe Allier-Alagnon soit proportionnellement plus important qu'en 2009. Nous pouvons en effet considérer que la mortalité estivale de 2009 (41%) n'a pas été atteinte en 2010 en raison de conditions estivales plus favorables (température moins élevée, débits plus importants) d'une part et une migration printanière plus importante vers l'amont (zone de moindre mortalité estivale). Cela semble se vérifier puisque davantage de saumons ont passé Poutès avant l'arrêt estival (3 saumons pour 452 à Vichy en 2009 et 9 saumons pour 212 à Vichy en 2010 au printemps et 11 saumons à l'automne à Poutès en 2009 et 17 en automne à Poutès en 2010).

Appliquée à la population de Vichy, les mortalités estivales (41% en 2009), les disparitions (7% en 2009) et les prélèvements de la pisciculture de Chanteuge (14

individus en 2010) donnent au minimum de 120 géniteurs. Nous pouvons donc émettre l'hypothèse que la population reproductrice sauvage est supérieure à ce chiffre (entre 120 et 213). Cela souligne cependant la faiblesse des effectifs de géniteurs en 2010.

Les repérages de frayères sur l'axe Creuse sont un encouragement à poursuivre les efforts de reconquête du milieu par les migrateurs.

3. BIBLIOGRAPHIE

BACH J.M., LELIEVRE M., TROTET M., 2008.- Evaluation de la libre circulation sur l'axe Loire Allier - Suivi par radiopistage de la migration anadrome du saumon atlantique en 2006. Rapport LOGRAMI.

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENEAL A., CORNU V., PORTAFAIX P., JOUIN TREMEUR E., LELIEVRE M., BAISEZ A., 2010 - Recueil de données biologiques 2009 - Rapport d'activités LOGRAMI du 01/01/09 au 31/12/09, 346 pages.

CHANSEAU M., LARINIER M., 1999 b.- Étude du comportement du saumon atlantique (*Salmo salar* L.) au niveau de l'aménagement hydroélectrique de Baigts (gave de Pau) lors de sa migration anadrome. Bull. Fr. Pêche Piscic., 353/354 : 239-262

CHAPON, 1991 A COMPLETER

CROZE O., SENEAL A., WOILLEZ M., 2002.- Suivi par radiopistage de la migration anadrome du saumon atlantique sur l'Aulne: campagne 2000. Rapport GHAPPE RA03.01., 135 p.

CROZE O., 2005.- Radio-tracking: a useful tool for the Aulne Atlantic salmon rehabilitation program. In Spedicato, M.T.; Lembo, G.; Marmulla, G. (eds.) 13. Aquatic telemetry: advances and applications. Proceedings of the Fifth Conference on Fish Telemetry held in Europe. Ustica, Italy, 9-13 June 2003. Rome, FAO/COISPA. 2005. 295 p.

CROZE O., 2008. - Impact des seuils et barrages sur la migration anadrome du saumon atlantique (*Salmo salar* L.): caractérisation et modélisation des processus de franchissement. Thèse

CROZE O., 2008.- The impact of the channeled part of the Aulne River (France) on the upstream migration of returning adult Atlantic salmon as determined by radio-tracking. American Fisheries Society Symposium, 61: 23-37.

CSP et LOGRAMI, 2001. - Opération Gartempe. Prospections des frayères de saumons sur la Gartempe (Département de la Haute-Vienne) - Saison 2001-2002. 26 p.

DER MIKAELIAN S., 1999. Evaluation des habitats potentiellement favorables au saumon atlantique (*Salmo salar*) sur la Gartempe aval, 55p + annexes.

ELLIOTT J.M., 1981. - Tolerance and resistance to thermal stress in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. Freshwater Biology, Volume 25, Issue 1, pages 61-70

GOSSE P., GAILHARD J., HENDRICKX F., 2009. - Analyse de la température de la Loire moyenne en été sur la période 1949 à 2003. Hydroécol. Appl., Tome 16, pp. 233-274

HEGGENES, J., SALTVEIT, S.J., LINGAAS, O., 1996 b. - Predicting fish habitat use to changes in water flow: modelling critical minimum flows for Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *S. trutta*. Regulated Rivers: Research & Management, 12 : 331-344

JUANES F., GEPHARD S., BELAND K.F., 2004. - Long-term changes in migration timing of adult Atlantic salmon (*Salmo salar*) at the southern edge of the species distribution. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 61 : 2392-2400

JONSSON, N., JONSSON, B., HANSEN, L.P., 1990. - Partial segregation in the timing of migration of Atlantic salmon of different ages. Animal Behaviour, 40 : 313-321

- JONSSON B., JONSSON N.**, 2009. - A review of the likely effects of climate change on anadromous Atlantic salmon *Salmo salar* and brown trout *Salmo trutta*, with particular reference to water temperature and flow. *Journal of Fish Biology*, 75 : 2381-2447
- KLEMETSEN A., AMUNDSEN P.A., DEMPSON J.B., JONSSON B., JONSSON N., O'CONNELL M.F., MORTENSEN E.**, 2003. - Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L., and Arctic charr *Salvelinus alpinus* L.: a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish*, 12 : 1-59
- LASSALLE G., ROCHARD E.**, 2009. - Impact of twenty-first century climate change on diadromous fish spread over Europe, North Africa and the Middle East. *Global Change Biology*
- LEVESQUES F., LEJEUNE R., SHOONER G., MAGNAN P.**, 1985. - Synthèse des connaissances sur le saumon atlantique (*Salmo salar* L.) au stade post-fraie et perspectives de recherche. Rapport hors-série Dir. Rech. Pêches, Ministère des Pêches et Océans (Québec) – 39 p.
- MCKINNELL S., LUNDQVIST H., JOHANSSON H.**, 1994.- Biological characteristics of the upstream migration of naturally and hatcheryreared Baltic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture and Fisheries Management*, 25 (Suppl 2) : 45-63
- MITCHELL S.C., CUNJAK R.A.**, 2007.- Relationship of upstream migrating adult Atlantic salmon (*Salmo salar*) and stream discharge within Catamaran Brook, New Brunswick. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 64 : 563-573
- RILEY W.D., MAXWELL D.L., PAWSON M.G., IVES M.J.**, 2009. - The effects of low summer flow on wild salmon (*Salmo salar*), trout (*Salmo trutta*) and grayling (*Thymallus thymallus*) in a small stream. *Freshwater Biology*, 54 : 2581-2599
- RIVINOJA P., MCKINNELL S., LUNDQVIST H.**, 2001.- Hindrances to upstream migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a northern Swedish river caused by a hydroelectric power-station. *Regulated Rivers: Research & Management.*, 17: 101-115
- TERRADE R., LAFFAILLE P., BAISEZ A., BACH J.M., LEON C.**, 2010. - A Analyses des données de radiopistage sur le saumon atlantique de l'Allier. 70 pages.
- TETZLAFF D., GIBBINS C., BACON P.J., YOUNGSON A.F., SOULSBY C.**, 2008. - Influence of hydrological regimes on the pre-spawning entry of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) into an upland river. *River. Res. Applic.*, 24 : 528-542
- THIOULOUSE G.**, 1972.- Le comportement du saumon. Essai d'éthologie du saumon de l'Allier. Clermont-Ferrand : Plein Air Service – 279 p.
- TRAVADE F., BOMASSI P., BACH J.M.**, 2001. - Impact de l'aménagement hydroélectrique de Poutès-Monistrol (Allier) sur les poissons migrateurs. Bilan des études réalisées de 1983 à 2000. 46 p. (+ tableaux, figures et annexes)
- TRAVADE F., LARINIER M.**, 2002. - Fish locks and fish lifts. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 364 (Suppl.) : 102-118
- VAUCLIN V.**, 1994. Potentialités salmonicoles de la Semme, 8p + annexes.
- VISBECQ C.**, 2003. Estimation des potentialités d'accueil en saumon atlantique (*Salmo salar*) des affluents de la Gartempe (Ardour, Brame, Couze, Semme, Vincou), 78p + annexes.
- WEBB J.H., GIBBINS C.N., MOIR H., SOULSBY C.**, 2001. Flow requirements of spawning Atlantic salmon in an upland stream: implications for water resource management. *Journal of the Chartered Institute of Water and Environmental Management*, 15 : 1-8

Fiche 3 : Suivi de la reproduction naturelle de la lamproie marine et de l'alose sur l'axe Vienne

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1. Historique et contexte de la colonisation du bassin de la Vienne par les poissons migrateurs

Dans les années 1990, le barrage hydroélectrique de Maisons-Rouges, haut d'environ 4 m et construit en 1922, bloquait l'accès des poissons migrateurs au bassin de la Vienne. En effet, par sa position de premier ouvrage depuis la mer et à 800 m en aval de la confluence Vienne-Creuse, il empêchait l'accès des géniteurs à la majorité des zones potentielles de frayères du bassin.

Son arasement, décidé en 1994 et réalisé en 1998 dans le cadre du premier Plan Loire Grandeur Nature, a permis le retour des poissons migrateurs sur la Vienne. Dès 1999, des frayères de lamproies marines ont été observées plus de 130 km en amont de l'ancien ouvrage et jusqu'à la Roche-Bât-l'Aigue, ouvrage hydroélectrique infranchissable sur la Creuse. Les 35 km de rivière rendus accessibles pour les aloses ont été colonisés : jusqu'à Châtellerault sur la Vienne et Descartes sur la Creuse.

1.2. Objectifs du suivi de la reproduction de la grande alose et de la lamproie marine

Le suivi de la reproduction de la grande alose et de la lamproie marine est un indicateur de l'état des populations en complément du suivi des migrations effectué aux stations de comptage à l'entrée des axes. Il est aussi un indicateur important de l'état de la colonisation du bassin par ces espèces, notamment au regard des aménagements réalisés en terme de restauration de la circulation piscicole depuis l'arasement de Maisons-Rouges à aujourd'hui.

Il permet de :

- vérifier la fonctionnalité des frayères potentielles identifiées lors des cartographies des habitats,
- déterminer les limites de colonisation des cours d'eau par chacune des espèces,
- suivre l'évolution des blocages migratoires en rapport avec la gestion et/ou l'aménagement des différents ouvrages présents.

Il apporte aussi des informations complémentaires sur le niveau de reproduction naturelle de chacune des espèces.

2. SUIVI DE LA REPRODUCTION DE L'ALOSE

2.1. Méthodologie

2.1.1. Suivi de la reproduction des aloses

2.1.1.1. Repérage des sites actifs

Sur l'axe Vienne, les sites de frayères à aloses sont connus. Ils ont été répertoriés lors d'études de potentialité menées sur le bassin (Provost C., 1999 ; Baudais M.J, 2003 et Donega C., 2004).

La détermination des sites actifs pour la reproduction des aloses est réalisée lors de prospections nocturnes au niveau des sites répertoriés comme potentiels sur la totalité du linéaire colonisé par les géniteurs.

Il s'agit alors pour chaque site de comptabiliser le nombre de bulls se produisant sur une période d'un quart d'heure lors des tranches horaires où l'activité des géniteurs est la plus intense (de 1 h à 4h du matin). Si au bout d'un quart d'heure, des bulls ont pu être observés, le site est dit actif. A l'inverse, si aucune preuve d'activité de reproduction n'a pu être mise en évidence, le site est considéré comme inactif. Si les observations ont été réalisées en dehors des plages horaires où l'activité des géniteurs est la plus intense, une écoute d'un quart d'heure supplémentaire est nécessaire.

Un site considéré comme inactif sur un suivi peut tout de même présenter une activité de reproduction durant la saison.

2.1.1.2. Suivi de la reproduction des aloses sur les sites témoins

Chaque année, 3 sites témoins font l'objet d'un suivi plus spécifique de la reproduction des aloses. Ce suivi concerne :

- Le site de Châtelleraut sur la Vienne, en aval du barrage,
- Le site des Hautes Saubières, en amont du barrage de Châtelleraut,
- Le site de Leugny sur la Creuse, en amont du barrage de Descartes.

Sur ces 3 sites, un comptage des bulls est effectué sur une nuit entière par quart d'heure. Ce comptage permet d'établir, pour chaque site, des courbes d'évolutions du nombre de bulls en fonction des tranches horaires. Il permet aussi de caractériser le déroulement de la reproduction sur la saison.

De manière à obtenir des résultats significatifs, le suivi des sites témoins ne peut être réalisé que les années où le contingent d'aloses est important.

2.1.2. Mise en évidence des fronts de migration

La mise en évidence des fronts de migration se fait par observation de tout indice prouvant la présence d'une espèce : poissons bloqués au pied d'un ouvrage, observation de bull ou encore présence de cadavres.

2.2. Résultats

2.2.1. Contrôle de l'activité de reproduction

Le suivi de la reproduction des aloses est réalisé par comptage de bulls. Au total quinze sorties ont été réalisées pour évaluer l'activité des géniteurs sur les frayères potentielles. Ces suivis ont été plus ou moins espacés dans le temps en fonction de l'évolution de la température de l'eau.

Il est difficile de dégager une température seuil de déclenchement de la ponte, celles-ci varient suivant l'année, le cours d'eau mais aussi l'espèce. En effet suivant les auteurs cette température seuil varie entre 12 et 19 °C pour la grande alose et 18 à 22 °C pour

l'aloise feinte (Baglinière et Elie, 2000). La population d'aloise du bassin de la Vienne n'ayant pas fait l'objet d'étude de caractérisation, une température seuil de reproduction de 18 °C sera retenue.

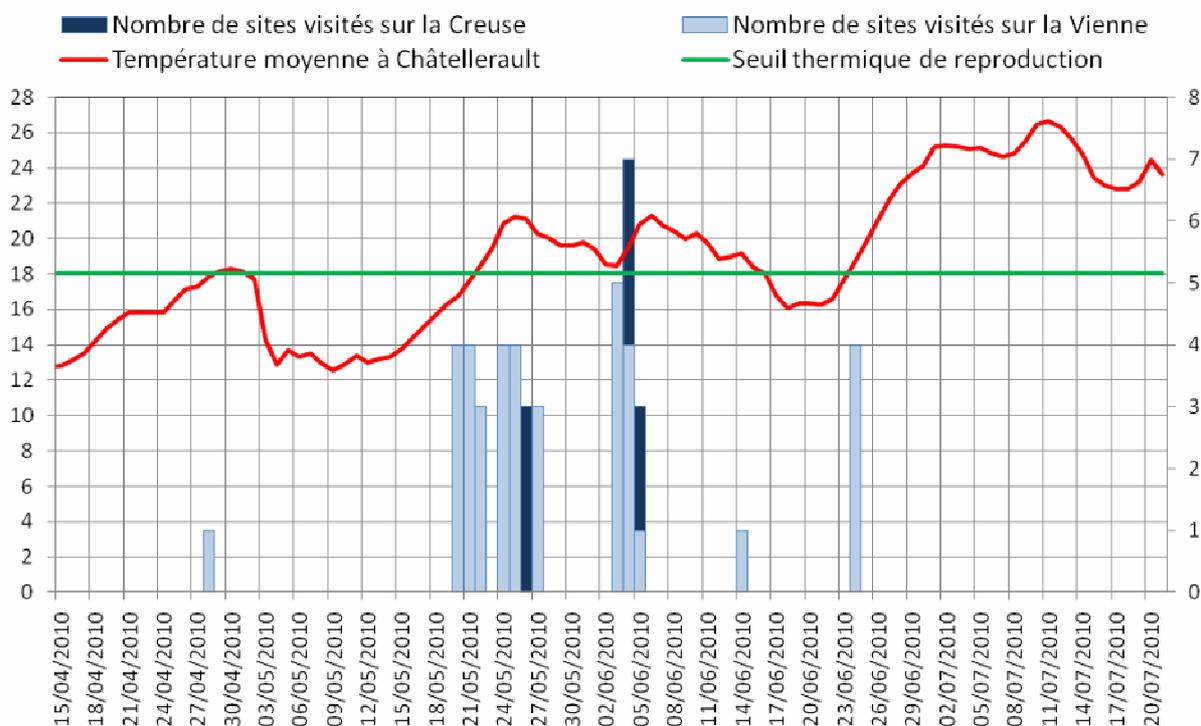


Figure 125 : Répartition des jours de suivis de l'activité de reproduction des aloses en fonction de l'évolution de la température (Sources LOGRAMI)

Une première sortie, le 28 avril, a permis de mettre en évidence le début de la reproduction. Plusieurs bulls ont en effet été constatés à Châtelleraut. Durant trois jours la température a dépassé le seuil des 18 °C. Cette fenêtre de reproduction a été très brève et fut stoppée par une diminution importante de la température de l'eau due à des intempéries.

Par la suite le seuil des 18°C n'a été dépassé de nouveau que le 22 mai, les suivis se sont intensifiés sur la Vienne et la Creuse mais ont du être stoppés durant le mois de juin suite à une crue importante entrainant augmentation des débits et diminution de la température (du 7 au 20 Juin une augmentation de 172 m³/s à Ingrandes et une diminution de 5,1°C à Châtelleraut).

La fenêtre propice à la reproduction de l'Alose en 2010 a donc été fragmentée par des variations importantes de la température. Du début de la saison de reproduction à la fin du mois de juin, seuls 20 jours présentent des températures en augmentation, supérieures à 18°C et seraient donc réellement favorables à la ponte.

Au total 46 visites ont été réalisées et 18 frayères différentes ont fait l'objet d'un suivi (certaines étant contrôlées à plusieurs reprises durant la saison). Malgré cet effort de prospection, des bulls n'ont été observés que sur deux frayères, celle de Châtelleraut sur la Vienne et de Leugny sur la Creuse (Tableau 7).

Tableau 7 : Récapitulatif du nombre de bulls observés et du temps de suivi pour chaque frayère d'alose suivie en 2010

| | Commune | Lieu dit | Temps de suivi | Nombre de bulls |
|----------------------|----------------------|---------------------------|---------------------|-----------------|
| Vienne | <i>Chatellerault</i> | <i>Quai</i> | <i>3h25</i> | <i>59</i> |
| | Vouneuil sur Vienne | Moulin de chitré | 0h35 | 0 |
| | Vouneuil sur Vienne | Port de Ribes | 1h20 | 0 |
| | Bonneuil-Matours | Hautes Saudières | 1h30 | 0 |
| | Bonneuil-Matours | Usine Hydro électrique | 1h00 | 0 |
| | La Chapelle Moulière | Moulin Saint Claude | 1h00 | 0 |
| | Bonnes | Les petits félins | 0h30 | 0 |
| | Chauvigny | Gibraltar | 0h30 | 0 |
| | Chauvigny | Parc de Chauvigny | 2h45 | 0 |
| | Chauvigny | La bouclière | 1h55 | 0 |
| | Chauvigny | Moulin Milon | 0h25 | 0 |
| | Valdivienne | Ile des dessous | 0h50 | 0 |
| | Valdivienne | Ile de la Gerbe | 0h30 | 0 |
| | Creuse | <i>Leugny</i> | <i>Leugny Stade</i> | <i>0h20</i> |
| La Roche Posay | | Barrage de la roche posay | 0h30 | 0 |
| Lurais | | Lurais | 0h30 | 0 |
| Tournon Saint Martin | | Tournon st Martin | 1h55 | 0 |
| Le Blanc | | Le Blanc | 1h00 | 0 |

2.2.2. Fronts de migration des aloses

Les fronts de migration de l'Alose sur le bassin de la Vienne sont déterminés avec les données du suivi de l'activité de reproduction et des observations de géniteurs.

2.2.2.1. Fronts de migration en 2010

En 2010, les informations issues du suivi de la reproduction ne peuvent pas permettre d'établir un front de migration sur les axes concernés. A partir des données de franchissabilité des ouvrages (ONEMA) ainsi que des observations réalisées depuis 2001, une zone potentiellement colonisable peut-être estimée.

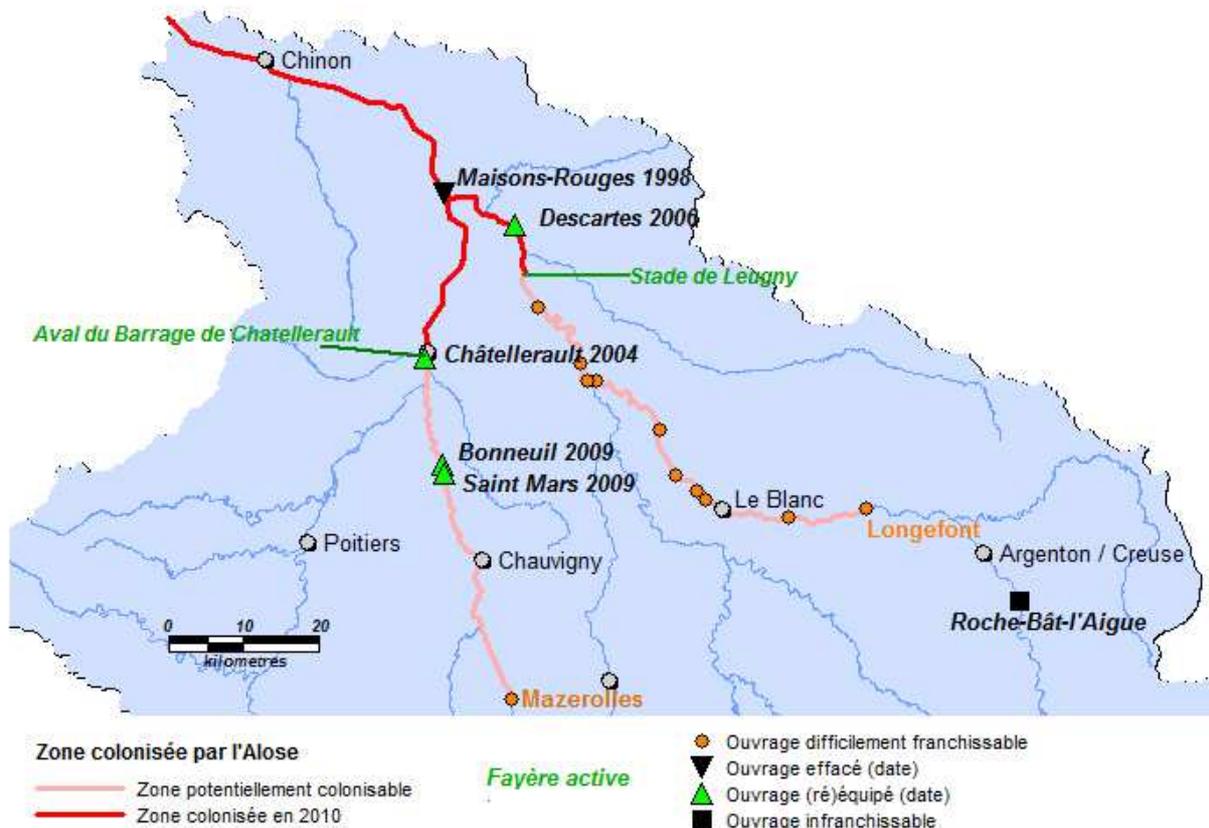


Figure 126 : Carte de colonisation du bassin de la Vienne par l’alose (Sources LOGRAMI)

Sur la Vienne, depuis les aménagements des barrages de Bonneuil et Saint Mars le premier ouvrage difficilement franchissable pour les aloses est celui de Mazerolles sur la commune de Lussac les Châteaux. Ce seuil est situé à 323 kilomètres de l’estuaire de la Loire.

Sur la Creuse, l’activité de reproduction la plus en amont observée en 2010 est située à Leugny. D’après les suivis des dernières années, la zone potentiellement colonisable s’étendrait jusqu’au seuil de Longefont, à 339 kilomètres de l’estuaire de la Loire. Les bonnes conditions hydrologiques observées en mai 2010 ont pu permettre aux aloses de franchir les différents ouvrages difficilement franchissables et atteindre ce seuil.

2.2.2.2. Evolution interannuelle des fronts depuis 2001

Sur la Vienne, avant l’équipement du barrage de Châtellerault en 2004, les aloses étaient stoppées sous cet ouvrage. De 2004 à 2009 le front de migration s’est déplacé 25 km en amont au barrage de Bonneuil. Les ouvrages de Bonneuil et de Saint Mars ont été équipés en 2010 d’une passe à bassins multi espèces. Malheureusement aucun résultat de suivi ne permet de valider le front de migration en amont de ces deux ouvrages. Il est cependant fort probable qu’une partie du contingent soit remontée plus en amont en 2010.

L’évolution du front de migration sur la Creuse, est plus difficile à estimer, il est lié aux conditions hydrologiques qui conditionnent le franchissement de certains ouvrages. Les effectifs d’aloses présents sur le bassin jouent aussi un rôle, la migration sera moins

importante pour un effectif de géniteurs plus faible. La Figure 127 présente l'historique des fronts de migration estimé par LOGRAMI.

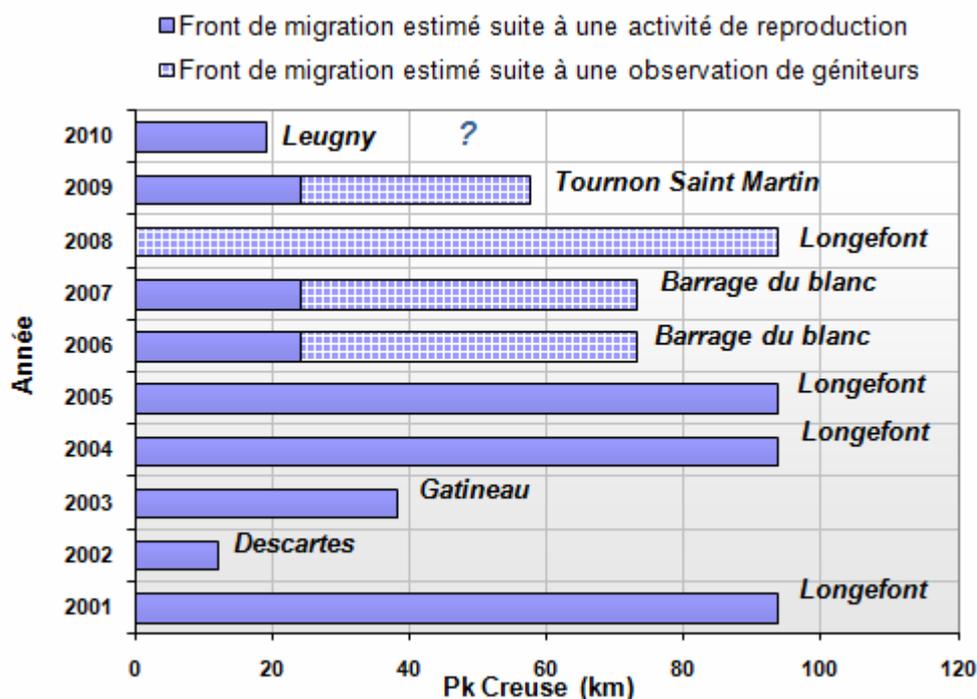


Figure 127 : Historique des fronts de migration de l'Alose sur la Creuse depuis 2001 (Sources LOGRAMI)

D'après les données et observations de terrain, l'ouvrage de Longefont constitue le point le plus en amont où des aloses ont pu être retrouvées. Les conditions de circulation piscicole sur la Creuse laissent cependant penser que peu de géniteurs atteignent ce front. Les données résultant du suivi de l'activité de reproduction en 2002 et 2003 n'ont pas été suffisantes pour tirer des conclusions sur une évolution positive de la limite de migration. En 2010, les faibles effectifs de géniteurs n'ont pas permis de déterminer s'il y a eu ou non reproduction en amont de Leugny.

3. SUIVI DE LA REPRODUCTION DE LA LAMPROIE MARINE

3.1. Méthodologie

3.1.1. Caractérisation des frayères de lamproies marines

La lamproie marine se reproduit dans les cours d'eau peu profonds à courant assez vif. La reproduction a lieu sur des faciès de plat-courant à profond, mais aussi radier, avec des substrats grossiers (galets, graviers) similaires à ceux utilisés par le saumon. Les vitesses de courant sont comprises entre 20 et 80 cm/s. Les lamproies construisent un nid semi-circulaire pouvant atteindre 2 m de diamètre, composé d'un creux et d'un dôme. L'ensemble forme une tâche claire très visible lorsque le substrat a été fraîchement remué (Figure 128).



Figure 128 : Frayère de lamproie marine (Photo : LOGRAMI).

3.1.2. Principe et protocole de suivi

Les prospections sont effectuées pendant la période de reproduction de la lamproie marine et au-delà. En effet, les nids de lamproies sont visibles après la présence des géniteurs sur les frayères.

Le suivi des zones de frayères à lamproies consiste à prospecter les frayères potentielles identifiées lors des cartographies des habitats (Provost, 1999 ; Baudais, 2003 ; Donega, 2004). En fonction des secteurs et de l'accessibilité, les sites sont prospectés à pied ou en canoë-kayak.

Il s'agit d'effectuer une recherche et un repérage visuel de nids et/ou d'individus en activité de reproduction. A partir de ce repérage, on valide ou non l'activité de reproduction sur chacun des sites. Les cours d'eau sont globalement prospectés par grand secteur d'aval en amont jusqu'à ce que le front soit identifié. Le front est identifié lorsque plusieurs sites successifs ne présentent aucune trace de reproduction.

3.2. Zone d'étude et sites potentiels

La zone d'étude potentielle comprend les cours d'eau du bassin habituellement colonisés par la lamproie marine, jusqu'aux ouvrages infranchissables de Chardes sur la Vienne et de Roche-Bât-l'Aigue sur la Creuse, ainsi que le barrage de la Roche-Etrangleloup sur la Gartempe.

Cette zone d'étude comprend un total d'environ 320 sites potentiels de frayères à lamproies marines sur les cours d'eau habituellement fréquentés par la lamproie (Vienne, Creuse, Gartempe et Anglin), sans compter les frayères potentielles parfois colonisées sur certains affluents (Bouzanne sur la Creuse, Benaize sur l'Anglin, Clain sur la Vienne, etc.) (Tableau 8).

Parmi ces sites, environ 200 sont inclus dans la zone prospectée ces dernières années et déterminée par les fronts de migration actuels.

Tableau 8 : Nombre de sites potentiels de reproduction de lamproie marine et de sites « références » (comptage de nids) par cours d'eau sur le bassin de la Vienne (Source Bach et al., 2010).

| Cours d'eau | Nbre sites potentiels identifiés | Nbre sites potentiels jusqu'aux fronts connus |
|--------------|----------------------------------|---|
| Vienne | 66 | 27 |
| Clain | 30 | Cours d'eau exceptionnellement fréquenté |
| Creuse | 112 | Environ 100 |
| Gartempe | 108 | 56 |
| Anglin | 40 | 30 |
| Salleron | 7 | Cours d'eau exceptionnellement fréquentés |
| Benaize | 10 | |
| Bouzanne | > 8 | |
| Total | > 380 | Environ 210 |

3.3. Résultats

3.3.1. Déroulement de la campagne 2010

Les prospections ont été effectuées du 6 au 29 juillet, en collaboration avec les agents de l'ONEMA pour le département 36.

Les conditions hydrologiques ont rendu complexe le suivi, en effet deux crues ont eu lieu au mois de juin (le 11 juin 194 m³/s à Leugny sur la Creuse et le 17 juin 347 m³/s à Ingrandes). Ainsi les sols ont été lessivés, les taches claires caractéristiques des nids ont donc disparu. De même le creux et le dôme formant la frayère furent en partie effacés sur de nombreux sites. Une partie des prospections jusqu'aux fronts de migration a tout de même pu être réalisée, le comptage de nids sur les sites « références » n'a par contre pas été effectué.

Le nombre total de sites potentiels de frayères visités en 2010 s'élève à 118 dont 42 sur la Vienne, 4 sur le Clain, 47 sur la Creuse et 25 sur la Gartempe.

3.3.2. Occupation des frayères potentielles et fronts de colonisation 2010

3.3.2.1. Sur la Vienne et le Clain

Sur la Vienne le front de colonisation a pu être établi sur la commune de Valdivienne à 23 km en amont des ouvrages de Bonneuil et de Saint Mars et à 30 km en aval du barrage infranchissable de Chardes.

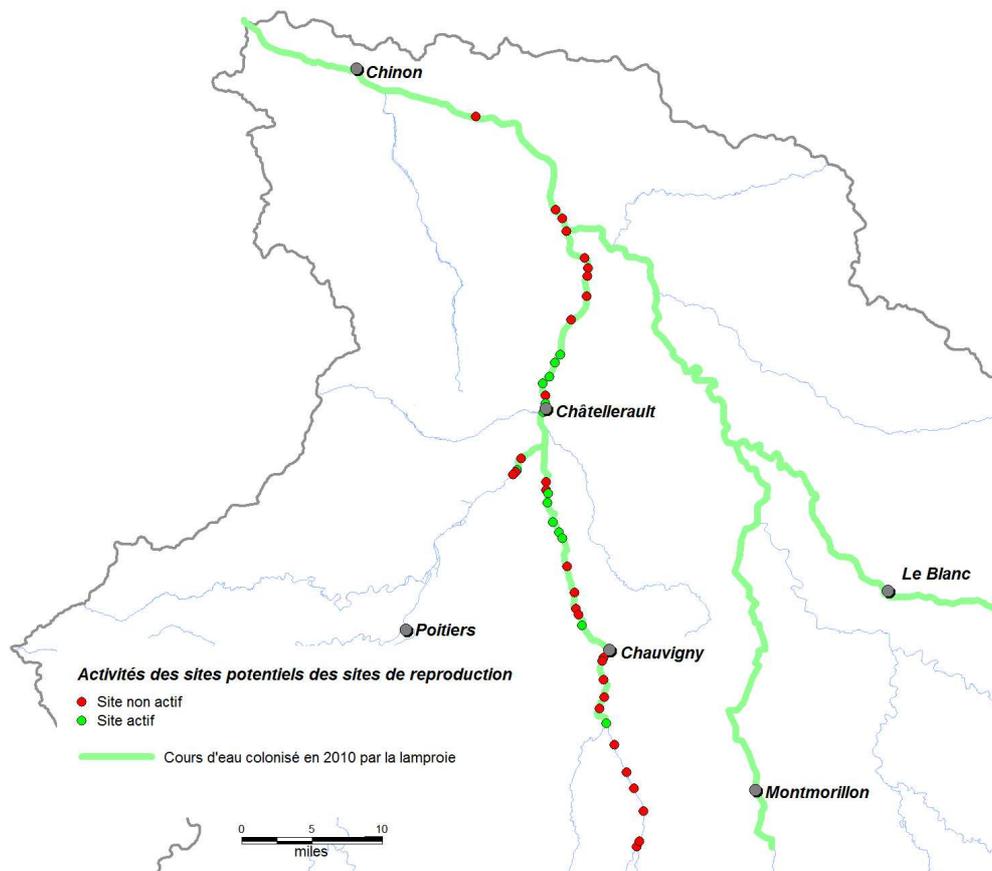


Figure 129 : Front de colonisation et activité de reproduction de la lamproie marine sur les sites potentiels de frayères de la Vienne et du Clain en 2010 (Sources : LOGRAMI/ONEMA)

Au total, 42 sites ont été prospectés. Parmi ceux-ci 14 étaient actifs (33%) et 28 inactifs (66%). Compte tenu des conditions d'observations, ces résultats ne permettent pas de tirer de conclusions plus précises sur la répartition des sites actifs. En effet, il est probable que certains sites jugés inactifs aient accueilli des nids de lamproies, effacés par la suite par la crue du 17 juin 2010.

Concernant le Clain, affluent de la Vienne, les quatre premiers sites potentiels ont été prospectés, un seul site s'est avéré actif à moins de 5 km de la confluence avec la Vienne (Ile d'Andouard, commune de Naintré). Il s'agit du front de migration 2010. Le Clain reste très impacté par les ouvrages hydrauliques qui rendent sa colonisation difficile pour la lamproie.

3.3.2.2. Sur la Creuse

Sur la Creuse, le front de colonisation des lamproies a pu être établi à Chitray sur la Creuse, soit 24 km en aval de Roche Bât l'Aigue, verrou infranchissable, et environ 5 km en aval du front 2009 (BACH. *et al.*, 2010).

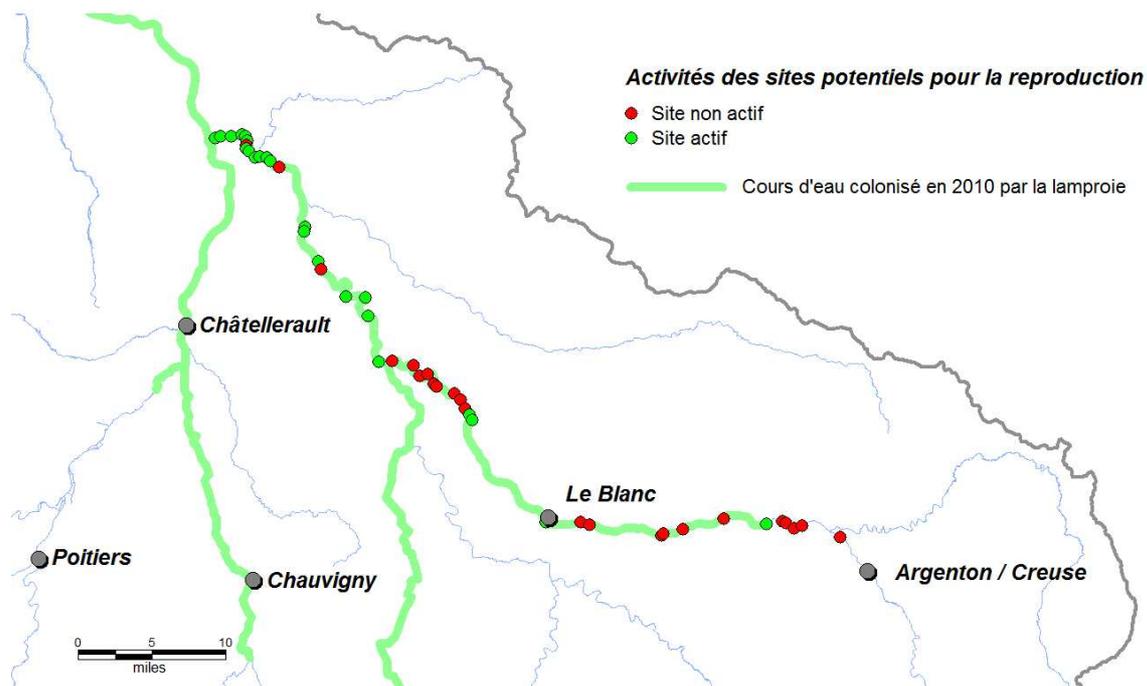


Figure 130 : Front de colonisation et activité de reproduction de la lamproie marine sur les sites potentiels de frayères de la Creuse en 2010 (LOGRAMI)

Parmi les 47 sites visités, 23 étaient actifs (49 %) et 24 inactifs (51 %) (Figure 130). De même que pour la Vienne, ces résultats ne peuvent être exploités plus précisément en raison des conditions d'observation.

3.3.2.3. Sur la Gartempe

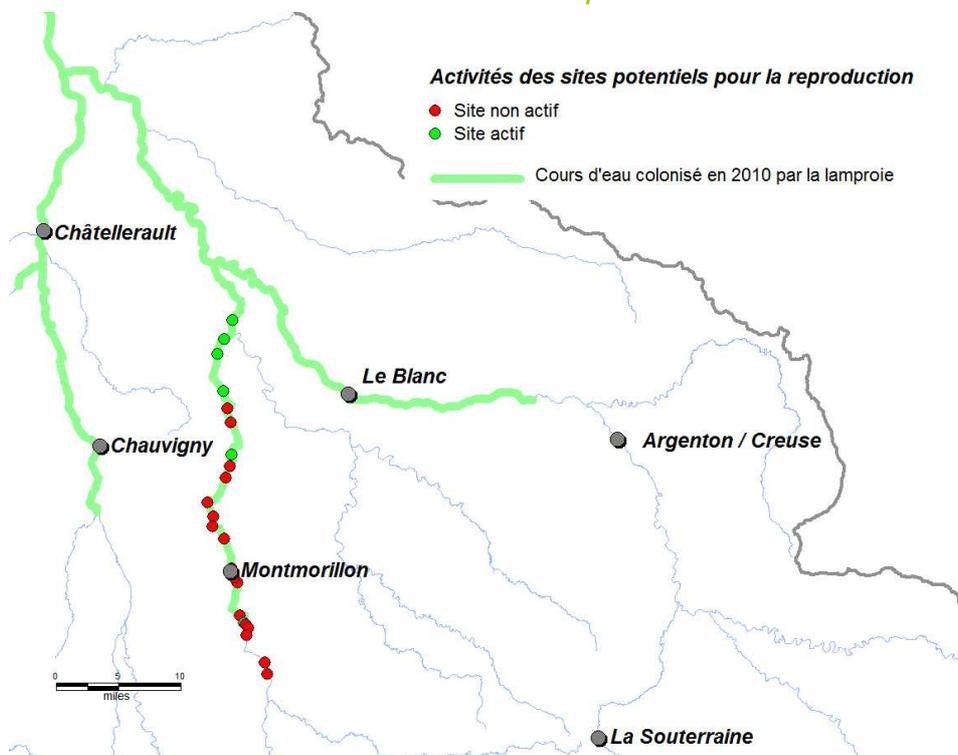


Figure 131 : Front de colonisation et activité de reproduction de la lamproie marine sur les sites potentiels de frayères de la Gartempe en 2010.

Le front de colonisation de la Gartempe est situé à Saulgé à 56 km de la confluence avec la Creuse. L'Anglin et ses affluents n'ont pas fait l'objet de prospections cette année, en raison des conditions hydrologiques peu favorables.

Sur les 25 sites prospectés sur la Gartempe seulement 7 nids de lamproies encore visibles ont été observés. D'après différentes observations réalisées au début du mois de juin, il semblerait que peu de lamproies se soient engagées sur la Gartempe en 2010. Le front 2009 avait été établi à Lathus 6 km en amont.

3.3.3. Evolution du front de colonisation depuis 1998

L'évolution du front de colonisation des lamproies a été réalisée sur la base des points kilométriques (pK). Le pK a été calculé :

- de la confluence Loire-Vienne au dernier site occupé pour l'axe Vienne,
- de la confluence Vienne-Creuse au dernier site occupé pour l'axe Creuse,
- de la confluence Creuse-Gartempe au dernier site occupé sur la Gartempe.

3.3.3.1. Relation entre l'évolution du front de migration et les effectifs annuels

L'évolution du front de migration sur la Creuse a été mise en relation avec les effectifs de lamproies marines sur la Creuse :

- estimés de 2004 à 2006 grâce aux comptages réalisés sur la Vienne à Châtelleraut et au rapport entre les effectifs Vienne et les effectifs Creuse de 2007 à 2010
- comptabilisés à la station de Descartes sur la Creuse de 2007 à 2010

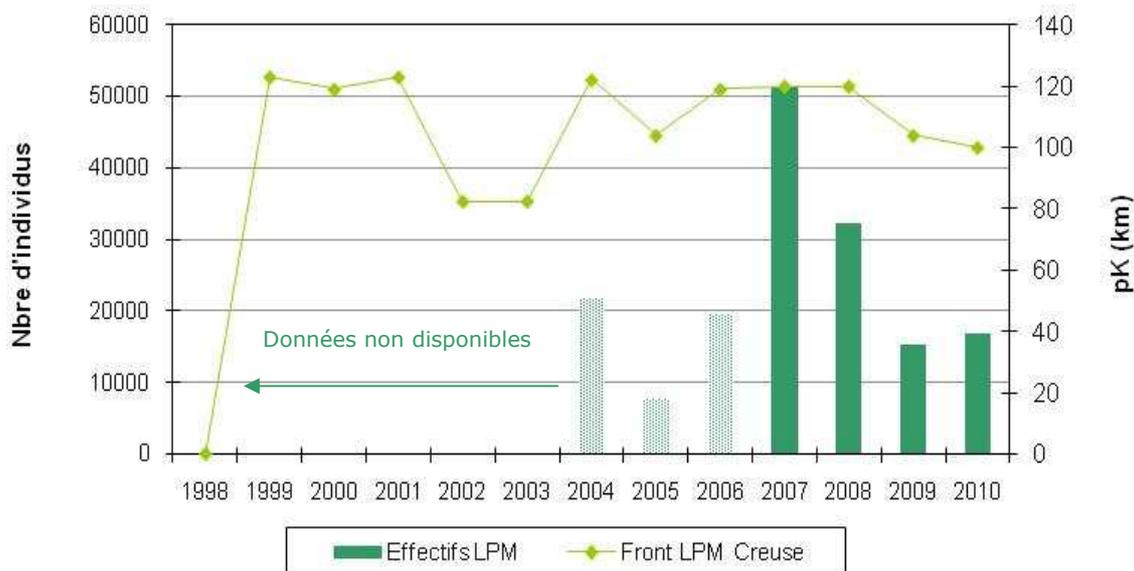


Figure 132 : Evolution du front de colonisation sur la Creuse de 1998 à 2009 et des effectifs de lamproies marines – estimés de 2004 à 2006/comptabilisés à Descartes de 2007 à 2010.

La série de données n'est pas assez étendue pour avoir une corrélation validée entre les deux paramètres. Il semblerait que la baisse des effectifs au-dessous du seuil des 15 000

individus exerce un impact sur la colonisation du cours d'eau par les lamproies (Figure 132). Ces observations sont à confirmer avec une série de données plus large.

Sur la Vienne, aucune relation entre l'évolution du front de migration et les effectifs annuels contrôlés depuis 2004 à la station de comptage de Châtellerault, ne peut être établie. Le front de colonisation est en effet très rapidement contraint par des obstacles à la migration. Les effectifs de lamproies marines ont varié entre 8 333 (2005) et 49 174 (2008) individus. La colonisation du secteur Châtellerault-Bonneuil a tout de même été réalisée chaque année depuis 2004, y compris en 2005, année où l'effectif compté à Châtellerault était le plus faible.

3.3.3.2. Relation entre l'évolution du front de migration et la franchissabilité des ouvrages

La Figure 133 illustre l'évolution du front de migration de la lamproie sur le bassin de la Vienne. Les cours d'eau correspondent aux zones colonisées les plus en amont sur la période donnée.

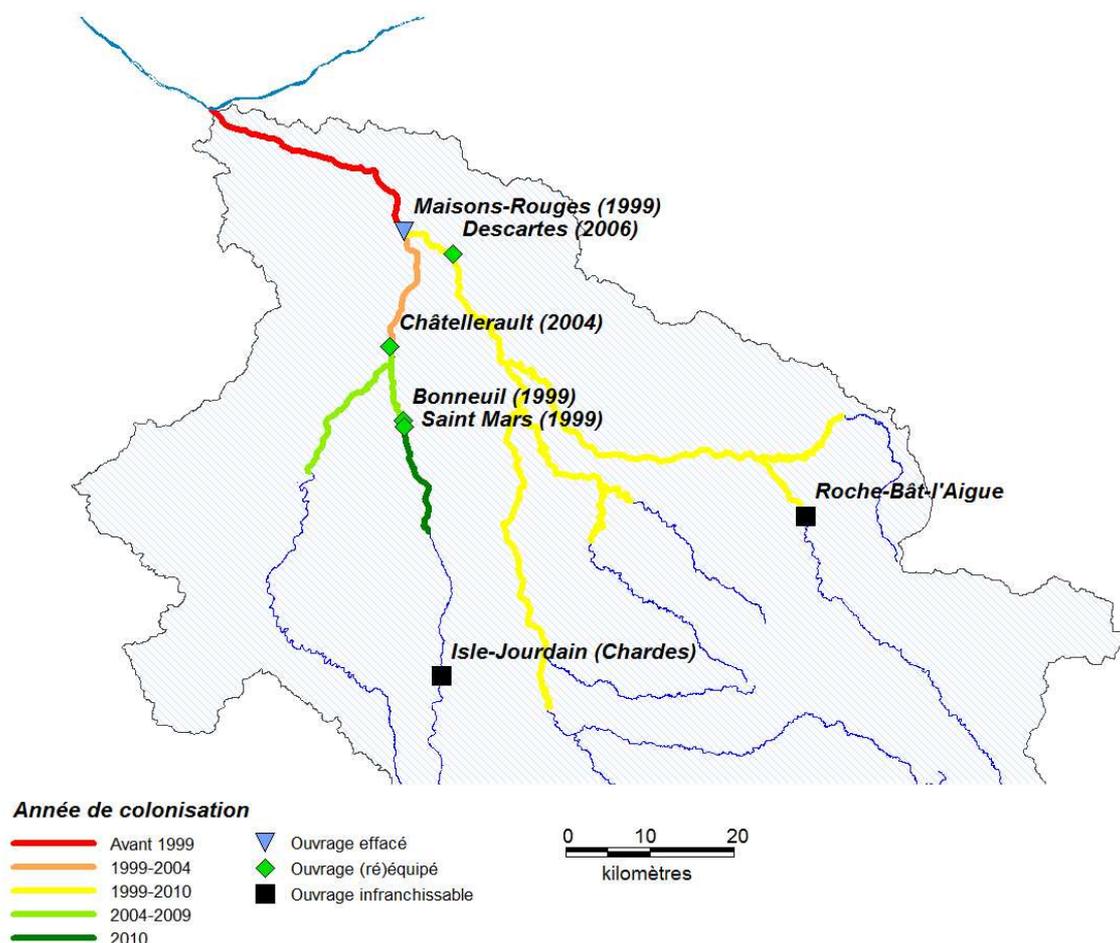


Figure 133 : Evolution du front de colonisation de la lamproie marine sur le bassin de la Vienne en relation avec l'évolution de la continuité piscicole de 1998 à 2009.

Sur la Vienne, le front de migration observé à partir de 1999 après l'arasement de Maisons-Rouges est situé au barrage de Châtellerault, ouvrage alors difficilement franchissable, jusqu'en 2004. Après la réalisation d'un dispositif de franchissement efficace à Châtellerault en 2004, ce front a atteint les deux seuils successifs de Bonneuil et Saint-Mars (pK~91). Il reste figé à ce niveau jusqu'en 2009, ces deux ouvrages étaient classés comme difficilement franchissables (pour les lamproies marines ; source :

ONEMA) formant un blocage migratoire pour cette espèce. Suite à l'aménagement de ces deux ouvrages, 39 km de cours d'eau sont désormais colonisables jusqu'à la microcentrale hydroélectrique de Gouex, ouvrage aussi difficilement franchissable pour la lamproie (Source ONEMA).

Depuis 1999, le front de migration correspondait donc à un obstacle difficilement franchissable pour la lamproie. En 2010, pour la première fois ce front n'a pas été stoppé par un ouvrage bloquant (Figure 134), il est situé à 116 km de la confluence Loire Vienne soit à 312 km de mer. Le barrage de Gouex est quant à lui 15 km en amont. Ce front pourrait donc une nouvelle fois évoluer avec des populations de lamproies plus importantes et des conditions hydrologiques et climatiques différentes.

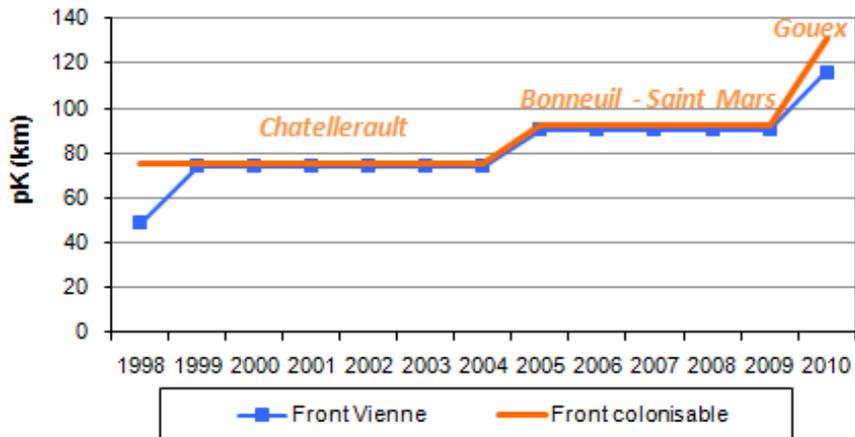


Figure 134 : Fronts de colonisation de la lamproie marine exprimés en points kilométriques et ouvrages pénalisants pour la migration sur la Vienne de 1998 à 2010.

Sur la Creuse et la Gartempe, on observe une similitude dans l'évolution des fronts de migration indiquant un comportement de colonisation identique sur ces deux cours d'eau.

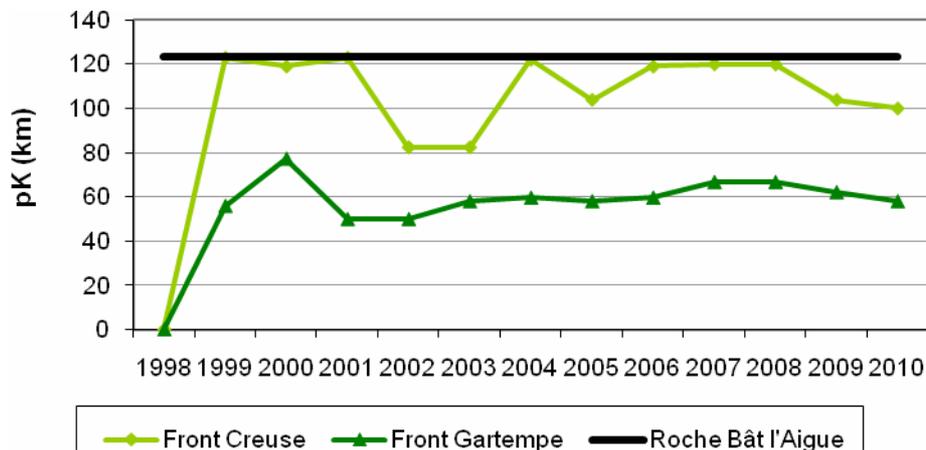


Figure 135 : Fronts de colonisation de la lamproie marine exprimés en points kilométriques sur la Creuse et la Gartempe de 1998 à 2010.

La Creuse a été colonisée par les lamproies à partir de 1999, suite à l'arasement de Maisons-Rouges situé à 800 m en aval de la confluence Vienne-Creuse. Sur la période 1999-2010, le front de migration s'établit plus ou moins haut sur la Creuse et ses affluents, en fonction des effectifs annuels de lamproies et des conditions hydrologiques. Il atteint à 7 reprises le barrage hydroélectrique de Roche-Bât-l'Aigue ou son aval immédiat (pK de 119 à 123), infranchissable par les poissons migrateurs (Figure 135).

Sur la Gartempe, le front le plus amont atteint par les lamproies est situé au pK 77 en aval de Moulin Bergé, classé franchissable avec retard (source : ONEMA) pour les lamproies. En aval de ce point, on recense une dizaine d'ouvrages classés identiquement pour la montaison des lamproies (source ONEMA). Bien que la succession d'ouvrages joue un rôle dans l'activité migratoire des lamproies, le front actuel sur la Gartempe ne semble pas seulement déterminé par un blocage migratoire. On peut y voir le résultat soit d'un phénomène de densité-dépendance, soit d'éloignement à la mer. Le front le plus amont observé sur la Gartempe indique une migration de 168 km depuis la confluence avec la Loire, soit environ 364 km depuis la mer.

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les conditions hydrologiques 2010 ont considérablement perturbé les suivis de la reproduction des aloses et de la lamproie marine sur le bassin de la Vienne.

Concernant les aloses, l'activité de reproduction a pu être validée sur seulement deux sites (Châtelleraut sur la Vienne et Leugny sur la Creuse). Ainsi, les fronts de colonisation observés en 2010 sont des fronts à minima. Les faibles effectifs d'aloses n'ont pas permis d'observer la présence ou la reproduction d'aloses sur le tronçon de la Vienne ouvert par l'aménagement des seuils de Bonneuil et Saint Mars.

En revanche, les suivis de reproduction de la lamproie marine ont permis, malgré des conditions d'observation difficiles, de valider l'avancée du front de colonisation au-dessus des seuils de Bonneuil et Saint-Mars. La frayère active la plus amont a été observée à 23 km en amont de ces seuils. A noter que des observations sur le Clain attestent d'une reproduction sur cet affluent de la Vienne, certainement colonisé à la faveur de conditions hydrologiques très favorables permettant une progression des lamproies sur cet axe jalonné de nombreux ouvrages.

Les données interannuelles montrent une évolution favorable des fronts de migration des aloses et lamproies en rapport avec les aménagements réalisés en faveur de la circulation piscicole sur le bassin Vienne-Creuse-Gartempe depuis 1999. Si les conditions hydrologiques et de température sont favorables, les suivis 2011 devraient permettre de compléter ces données. L'effort sera une nouvelle fois porté sur la Vienne afin de compléter les observations 2010, notamment au regard des améliorations concernant la circulation piscicole.

Enfin, concernant les lamproies, un suivi par marquage Tiris sera réalisé en 2011. Ce suivi a notamment pour but de connaître le contingent de reproducteurs restant en aval des stations de comptage sur le bas de la Vienne. Ces données seront corrélées avec les observations de reproduction en aval et en amont des sites de contrôle de passages des lamproies marquées.

5. BIBLIOGRAPHIE

BAGLINIERE J.L., ELIE P., 2000. – Les Aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.) : écobiologie et variabilité des populations, CEMAGREF, INRA, 275 p.

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENECAI A., CORNU V., PORTAFAIX P., JOUIN TREMEUR E., LELIEVRE M., BAISEZ A., 2010 - Recueil de données biologiques 2009 - Rapport d'activités LOGRAMI du 01/01/09 au 31/12/09, 346 pages.

Fiche 4 : Identification et validation de l'activité des frayères de la Grande Alose sur l'aval du bassin de l'Allier (Vichy – Bec d'Allier)

1. PRINCIPES ET METHODES

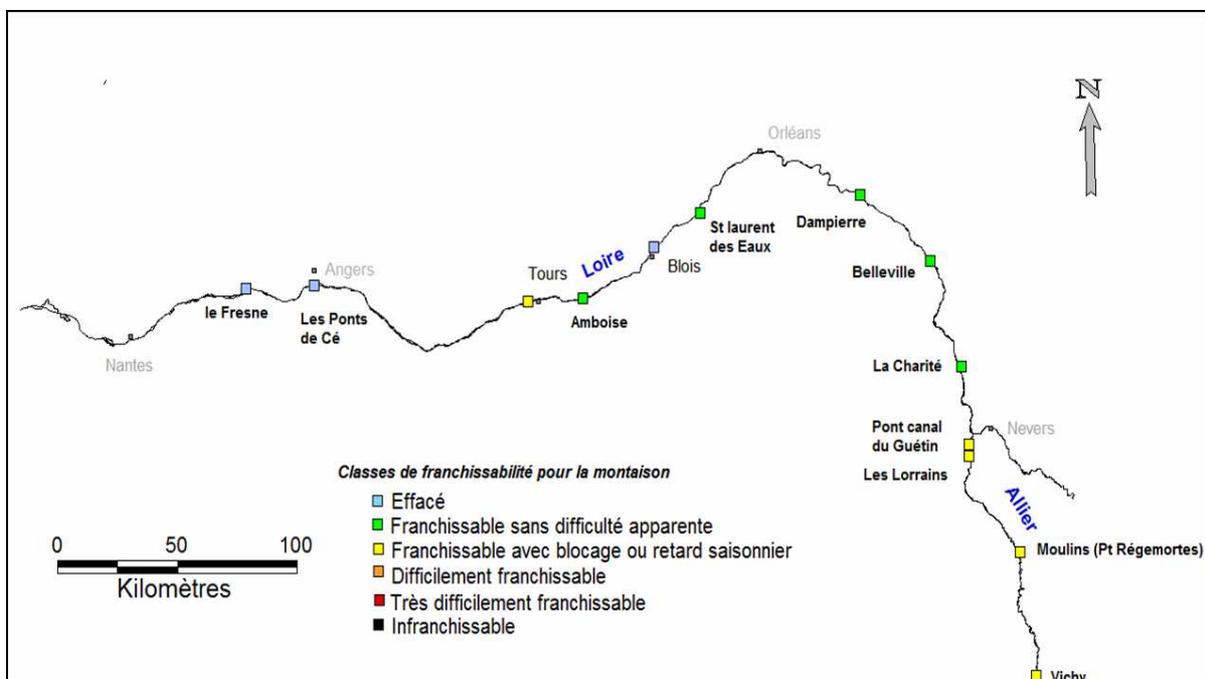
1.1. Contexte

En 2009, une étude préliminaire sur l'identification des frayères potentielles d'aloses par photo-interprétation a été réalisée sur le bassin de l'Allier (Portafaix, 2009 *in* Bach *et al.*, 2010). Cette dernière a permis de délimiter les faciès d'écoulement caractéristiques des frayères et d'estimer le degré de potentialité de la présence d'une frayère en fonction de différents paramètres. En effet, certains paramètres, tel que la granulométrie, la profondeur, la vitesse ou le type de faciès peuvent s'avérer limitant pour certaines zones de frai.

L'étude menée en 2010 a pour objectif de valider les frayères potentielles par une vérification de terrain et de consolider les acquis sur la reproduction de la grande alose sur cette partie du bassin. L'ensemble de ces recherches permettra d'aboutir à l'élaboration d'un protocole de suivi annuel de leur reproduction.

1.2. Protocole

La zone choisie pour le suivi est l'Allier aval, sur un linéaire de 122 kilomètres reliant Vichy au Bec d'Allier. En effet, peu de travaux sur la reproduction des aloses ont été faits sur cette zone. De plus, la zone couverte par l'étude doit être restreinte dans un souci d'efficacité et l'étude précédente (Portafaix *et al.*, 2009) semble révéler que le front de colonisation est situé dans cette partie de l'axe.



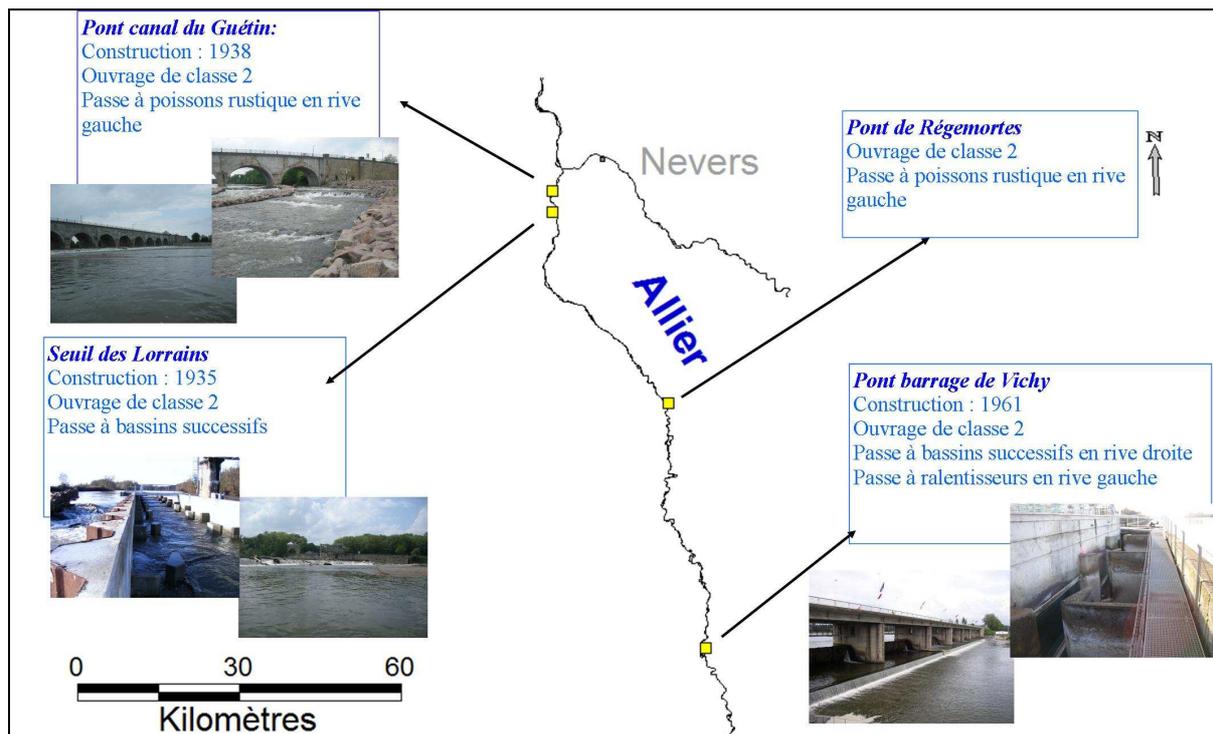


Figure 136. Détail des obstacles de l'Allier (Sources LOGRAMI et ONEMA)

Afin de déterminer dans quelles zones les aloses sont susceptibles de se reproduire à l'aval du pont barrage de Vichy, une descente en canoë sur 4 jours a été effectuée. L'opération s'est réalisée dans des conditions de débits similaires aux débits (entre 50 et 100 m³/s) des périodes de reproduction des aloses afin de bénéficier des faciès d'écoulements de la rivière proches de ceux disponibles durant la période de reproduction.

2. RESULTATS

2.1. Evaluation du potentiel

En 2009, le travail de photo-interprétation des frayères d'aloses a permis de mettre en évidence 178 zones de frayères potentielles sur un linéaire de 122 kilomètres (Vichy – Bec d'Allier). Parmi elles, 38 étaient jugées très favorables, 29 moyennement favorables et 111 faiblement favorables.

La descente en canoë effectuée en 2010 a permis de mettre en évidence 55 sites potentiels sur ce même tronçon de l'Allier. Sur ces 55 sites, 48 avaient déjà été mis en évidence par la photo-interprétation de 2009. En revanche, 7 sites repérés en 2010 n'avaient pas été repérés en 2009. Beaucoup de sites sont donc repérés à tort par la technique de photo-interprétation. Par exemple, en aval du pont barrage de Vichy, 10 sites y ont été supposés en 2009, alors que la descente en canoë en a validé uniquement 4.

Les frayères potentielles ne sont pas réparties uniformément sur le secteur. 3 zones remarquables semblent être plus denses en nombre de frayères. La première se situant entre Vichy et Billy, la deuxième aux alentours de Châtel de Neuvre. Pour finir un troisième tronçon assez étendu aux alentours de Moulins semble lui aussi intéressant. (Figure 137).

De plus, 63% des frayères potentielles sont situées en amont de Moulins, il est donc important de noter que pour accéder à 63% des zones, les aloses devront franchir 3 barrages sur l'Allier (le complexe Guétins-Lorrains et le pont de Régemortes à Moulins). Aucune frayère potentielle n'a été repérée à l'aval du complexe Guétins-Lorrains. Le nombre minimum d'ouvrages à franchir pour les géniteurs est donc de 2.

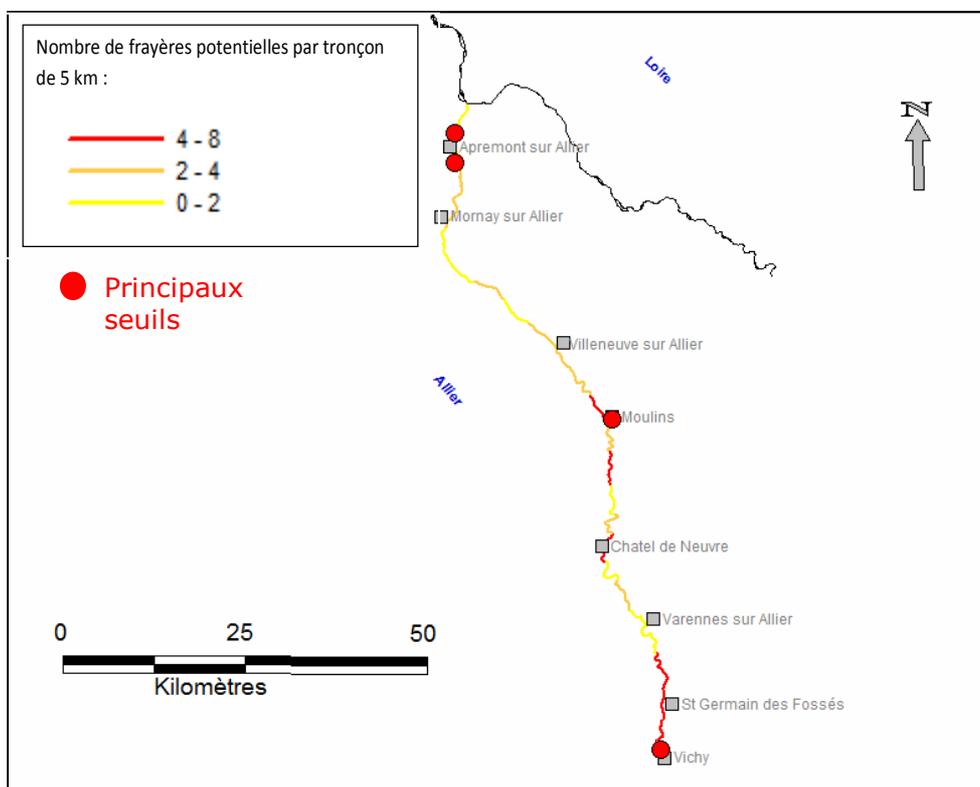


Figure 137 : Représentation des densités de frayères potentielles sur l'Allier (nombre de frayères potentielles) (Sources : LOGRAMI).

2.2. Validation d'activité de reproduction

Au total, 19 nuits d'écoutes effectuées dont 13 sur 22 potentiellement favorable ($>18^{\circ}\text{C}$) entre le 29 avril et le 13 juin sur 12 sites potentiels ont permis de vérifier une activité sur 3 frayères : Vichy-Rhue amont, les Petits Guinards et Saint Germain amont (Tableau 9 et Figure 138). Ces trois frayères situées en aval de Vichy dans un court tronçon de 5 km étaient déjà actives en 2009.

Tableau 9 : Tableau : Récapitulatif du suivi sur 12 frayères potentielles à l'aval de Vichy en 2010 (Sources : LOGRAMI).

| | Nb nuits | Nombre de minutes de suivi | Nuits entières | Nombre de bulls entendus |
|----------------------------|----------|----------------------------|----------------|--------------------------|
| Pont barrage Vichy | 3 | 75 | 0 | 0 |
| Pont boutiron | 4 | 225 | 0 | 0 |
| Vichy-Rhue amont | 16 | 1590 | 5 | 121 |
| Les Petits Guinards | 7 | 165 | 0 | 11 |
| Saint Germain amont | 2 | 105 | 0 | 7 |

| | | | | |
|-----------------------|---|-----|---|---|
| Le Grand Breuil | 3 | 90 | 0 | 0 |
| Billy | 5 | 135 | 0 | 0 |
| Créchy | 1 | 15 | 0 | 0 |
| Châtel de Neuvre pont | 1 | 45 | 0 | 0 |
| Châtel de Neuvre aval | 1 | 60 | 0 | 0 |
| Moulins piscine | 1 | 30 | 0 | 0 |
| Moulins ZI | 1 | 15 | 0 | 0 |

Conformément à la littérature, les activités de reproduction ont toutes été constatées lorsque la température dépassait 18°C, et le plus fréquemment elles se situaient dans des périodes où les températures augmentaient. C'est ce que l'on constate les 24 et 25 mai, du 4 au 6 juin et du 10 au 12 juin (Figure 138). En revanche, lorsque la température est en baisse ou inférieure à 18°C, les sorties ont été infructueuses et aucun bull n'a été entendu. Après le 12 juin, une crue, ayant pour conséquence une chute de température, a stoppé l'activité de reproduction.

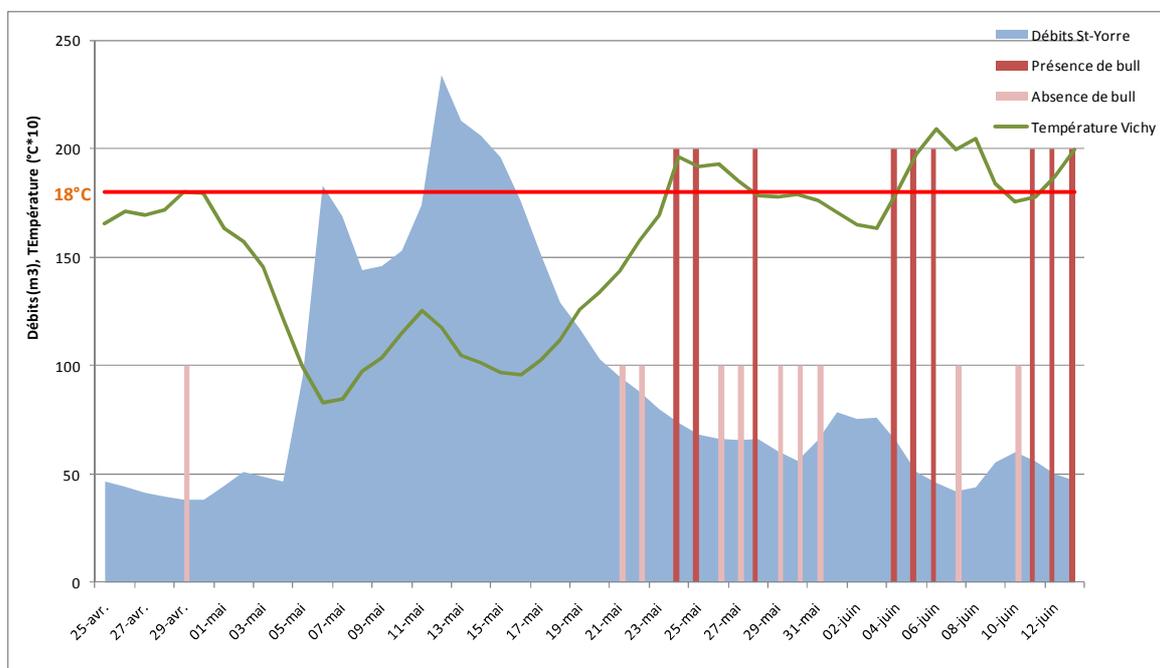


Figure 138 : Mise en relation de l'activité des frayères avec les moyennes de températures et des débits. (En orange la température seuil de 18°C) (Sources : Banque Hydro et LOGRAMI).

Les nuits complètes de suivi réalisées sur la frayère de Vichy-Rhue, lorsque celle-ci était active, ont montré que le pic d'activité entre 1h00 et 3h00 énoncé dans la bibliographie semble bien correspondre avec nos observations.

3. CONCLUSIONS

L'existence de frayères potentielles, 55 au total, tout le long de l'axe Allier aval a pu être démontrée, l'Allier a donc de bonnes potentialités d'accueil pour les aloses. Cependant bien que l'existence de ces zones ne fait aucun doute, elles ne sont pas réparties de la même façon le long de l'axe, 3 zones semblent plus intéressantes en termes de densité de frayères potentielles (Moulins, Châtel de Neuvre, Saint Germain des Fossés). Les zones représentant la plus grande surface d'accueil pour les géniteurs se situant en

amont de Moulins, 3 ouvrages sont à franchir (seuil des Guétins, barrage des Lorrains et pont de Régemortes à Moulins). Ces zones représentent les deux tiers des frayères potentielles comptabilisées et trois quarts des potentialités d'accueil (surface) de la grande alose sur l'Allier aval. Bien que ces ouvrages soient tous équipés de dispositifs de franchissement, il est important qu'ils restent entretenus, pour éviter tout problème de colmatage les rendant infranchissables.

Chaque activité de reproduction observée a été notée lorsque la température de l'eau égalait ou dépassait 18°C, cependant certains auteurs émettent l'hypothèse que les bulls peuvent se produire à des températures plus basses ; 15°C selon Vincent (1984), 16°C selon Boisneau et al. (1990), et 18°C selon Hoestland (1958). Nous n'avons pas observé ce phénomène en 2010, mais davantage de sorties réalisées à des températures de l'Allier inférieures à 18°C devraient permettre de vérifier ces hypothèses. On a pu remarquer, comme le cite Baglinière et Elie (2000) que les pluies fines ne stoppent pas la reproduction de l'alose. Cependant aucune observation n'a été faite par soirée de pluies fortes, on ne peut donc pas tirer de conclusion sur l'influence de la pluie sur la reproduction des aloses. Un suivi lors des soirées de pluies pourrait permettre de valider cette hypothèse.

Aucune conclusion ne peut être tirée de cette étude en ce qui concerne les débits propices à la reproduction des aloses. Généralement les aloses se sont reproduites à des débits inférieurs à 75 m³ /s, cependant lorsque les débits étaient plus forts (du 3 au 20 mai), les valeurs de températures étaient trop faibles (en dessous de 15°C).

Les températures particulièrement variables de l'Allier en ce printemps 2010, peuvent expliquer de faibles activités de reproduction. Seulement 22 nuits ont eu des températures supérieures à 18°C pendant la période de suivi. En effet, la température de l'eau ayant avoisiné les 18°C fin avril, puis ayant perdu 10°C en mai, les aloses ont peut-être entamé leur reproduction sur des parties plus aval de l'Allier au mois d'avril (aux alentours du 30 avril). Les températures sont revenues à des conditions favorables à la reproduction des aloses début juillet. Cependant, aucune activité de reproduction n'a été constatée lors d'une sortie réalisée afin de confirmer le prolongement de la saison de reproduction.

4. BIBLIOGRAPHIE

BAGLINIERE J.L., ELIE P., 2000. – Les Aloses (*Alosa alosa* et *Alosa fallax* spp.) : écobiologie et variabilité des populations, CEMAGREF, INRA, 275 p.

BOISNEAU P., MENESSION-BOISNEAU C., BAGLINIERE J.L., 1990. –Description d'une frayère et comportement de reproduction de la grande alose (*Alosa alosa* L.) dans le cours supérieur de la Loire. Bull. Fr. Pêche Piscic., 316 : 15-23.

HOESTLAND H, 1958. – Reproduction de l'alose atlantique (*Alosa alosa* L.) et transfert au bassin méditerranéen. Verh, Int. Ver. Theor. Angew. Limnol., 13 : 736-742

PORTAFAIX P., 2009 – Identification des zones de frayères potentielles de grande alose sur l'allier et la Loire amont. in **BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENECAI A., CORNU V., PORTAFAIX P., JOUIN TREMEUR E., LELIEVRE M., BAISEZ A.**, 2010 - Recueil de données biologiques 2009 - Rapport d'activités LOGRAMI du 01/01/09 au 31/12/09, 346 pages.

VINCENT P., 1984. – Note sur l'alose. Rev. Marit. Colon., 123 : 193-205 et 667-681.

Fiche 5 : Suivi de l'abondance et de la colonisation de l'anguille européenne sur l'axe Vienne.

Avec la participation technique et scientifique de Pascal Laffaille & Lilian Pacaud (ENSAT)

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Le règlement européen sur l'anguille² prévoit une évaluation des mesures de gestion décrites dans Le Plan National Anguille de la France à échéance 2012³. Au niveau local, le bassin de la Vienne est identifié dans les Zones d'Actions Prioritaires (ZAP). La ZAP a pour objectifs de prioriser les zones à actions sur les ouvrages selon le meilleur rapport coût/efficacité vis-à-vis de l'anguille.

Les potentialités semblent importantes sur la Vienne au regard d'autres affluents de la Loire situés à même distance de l'estuaire, notamment en terme d'accessibilité des zones aval pour les anguillettes depuis l'arasement de Maisons-Rouges en 1999 et l'aménagement pour un meilleur franchissement des ouvrages hydrauliques de Châtellerauld en 2004 et Descartes en 2007.

Les réseaux existants de suivi de l'ichtyofaune dans le domaine continental (notamment celui de l'ONEMA) n'ont pas été construits dans un objectif de suivi de l'anguille (implantation et répartition spatiale des stations, méthode d'échantillonnage, etc.) et, de ce fait, n'apportent pas toutes les informations nécessaires pour cette espèce.

Sur le bassin de la Vienne, la mise en place en 2009 d'un suivi par pêches électriques a été effectué dans l'objectif d'étudier l'abondance et la colonisation de l'anguille. Ces pêches électriques, ciblées sur le stade anguilette, ont pour but de déterminer le front de colonisation sur les deux axes Vienne et Creuse et de renseigner sur le niveau de recrutement et d'abondance sur le bassin (phénomène de densité-dépendance agissant sur la répartition spatiale des anguilles).

Le suivi effectué en 2010 s'inscrit dans la continuité de celui de 2009. Il a pour objectif de confirmer la méthodologie appliquée en 2009 et d'amorcer une série de données temporelle et spatiale permettant de suivre l'évolution de ce front de colonisation afin d'évaluer l'impact des mesures de gestion lors de la première échéance du Plan National Anguille de la France prévue en 2012 par le règlement européen.

2. METHODOLOGIE ET PROTOCOLE DE PECHE

Le protocole de pêche utilisé est celui de l'« indice d'abondance anguille » mis au point par Cédric Briand (Institut d'Aménagement de la Vilaine) et Pascal Laffaille (ex Université de Rennes 1, INP-ENSAT ; Laffaille et al. 2005). Cette méthode inspirée de l'Echantillonnage Ponctuel d'Abondance (EPA) et spécifique au suivi des stocks d'anguille a été développée afin de répondre à un besoin important d'échantillonnage par une méthode reproductible et de faible coût. Nécessitant peu de personnel et un matériel relativement léger, la méthode permet d'obtenir des échantillonnages importants en peu de temps (prospection de plusieurs stations par jour). Reproductible, elle admet les comparaisons spatiale et temporelle des différents points d'échantillonnage dans de nombreux types d'habitats (Germis 2009).

² Council Regulation EC 1100 / 2007

³ <http://www.migrateurs-loire.fr/?027-le-plan-de-gestion-anguille>

La méthode consiste à prospecter par points en balayant le cours d'eau selon un plan d'échantillonnage déterminé par la largeur du cours d'eau (Figure 139). La pêche sur un point dure 30 secondes.

Sur le bassin de la Vienne, le protocole a été mis en œuvre en 2009 avec la réalisation de deux passages sur les mêmes points afin de valider la technique aux caractéristiques de ce bassin (Bach *et al.* 2010). En 2010, compte-tenu de l'efficacité constatée l'année précédente entre les deux passages, un seul passage par station a été réalisé sur les 25 points afin de permettre un échantillonnage plus rapide.



Figure 139 : Equipe en pêche sur un affluent de la Vienne en 2009 (photo T. Besse 2009).

2.1. Choix et localisation des stations sur le bassin de la Vienne

Le choix des stations à échantillonner a été fait à partir des éléments de méthodologie, des données récoltées en 2009 et d'une visite de terrain effectuée au mois de mai 2010 : description générale et vérification des caractéristiques de chacune d'entre elles (notamment profondeur inférieure à 60 cm, accessibilité ; Figure 140).



Au vu des résultats 2009, le plan d'échantillonnage a été modifié afin de pêcher le plus en aval possible. En effet, la quasi-absence des anguillettes de taille inférieure à 150 mm indiquait que le front de colonisation se trouvait plus en aval du bassin. 9 stations pêchées en 2009 n'ont donc pas été retenues et 5 nouvelles stations ont été ajoutées sur la partie aval du bassin. Au total, 22 stations ont été pêchées en 2010 dont 17 stations communes à 2009 et 2010.

Figure 140 : Un affluent de la Vienne échantillonné lors des campagnes 2009 et 2010 (photo T. Besse 2009).

Les stations retenues sont situées sur les affluents de la Vienne et les affluents de la Creuse aval ainsi que sur un affluent de la Loire juste à l'aval de la confluence Loire-

Vienne (station Arceau Loire 1). Elles sont à une distance allant de 110 à 190 km de la limite tidale.

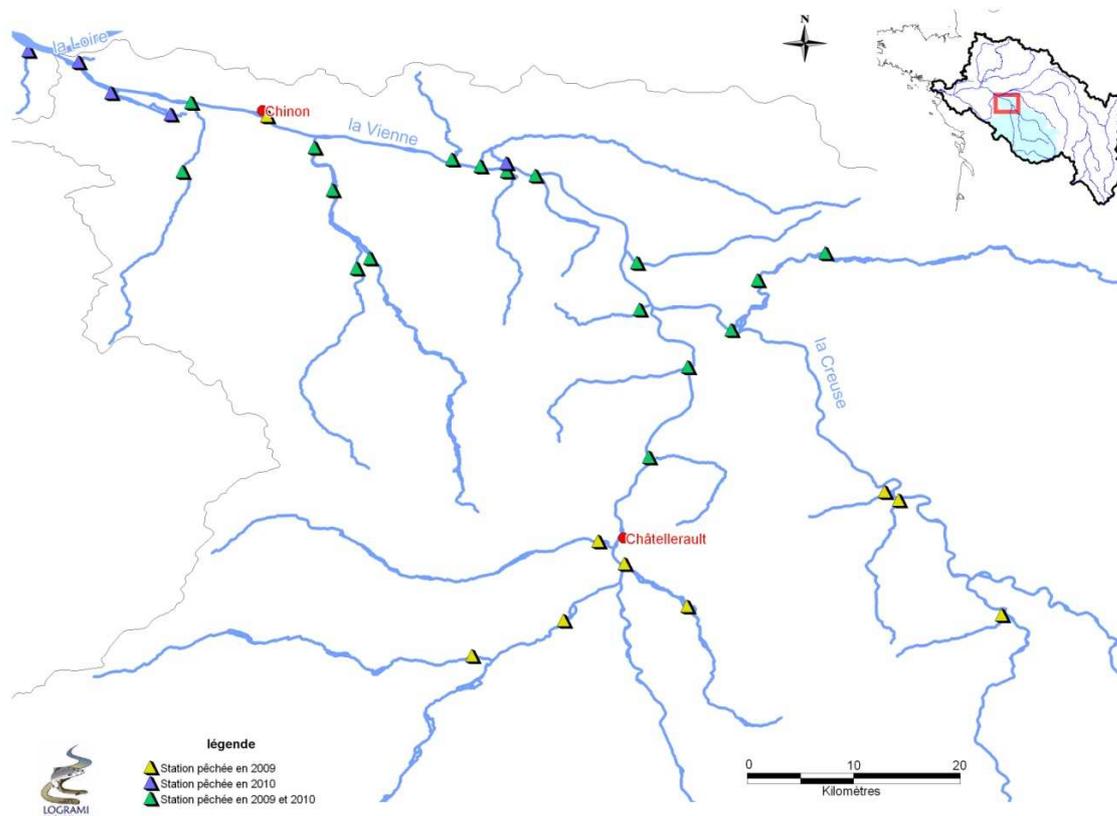


Figure 141 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi de l'abondance de l'anguille européenne sur le bassin de la Vienne en 2009 et 2010. (Source : LOGRAMI)

2.2. Analyse des résultats - Indice d'abondance

Les résultats s'expriment en nombre d'individus par station pêchée. On en déduit une Capture par Unité d'Effort, soit un nombre moyen d'individus capturés par point (nombre d'individus capturés par station / nombre de points d'échantillonnage). Le nombre de points étant le même pour toutes les stations, le nombre d'anguilles total par station sera utilisé pour l'analyse statistique par soucis de lisibilité.

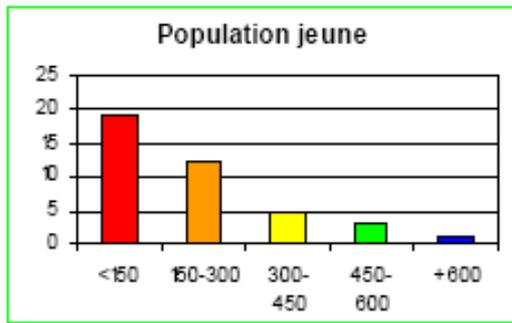
Ce nombre moyen de captures par point est transformé en abondance estimée selon la méthodologie développée par Laffaille et al. (2005). Dans notre cas, l'abondance en anguilles a pu être estimée en 2009 (en nombre d'individus pour 100 m²) en fonction du nombre moyen d'anguilles par EPA selon la relation suivante :

Densité estimée (ind. /100 m²) = nombre d'individus moyen par EPA x (10,36 ± 0,69)

Cette relation sera appliquée afin d'estimer l'abondance d'anguilles en 2010 et de pouvoir la comparer avec celle de 2009 pour les stations pêchées les deux années.

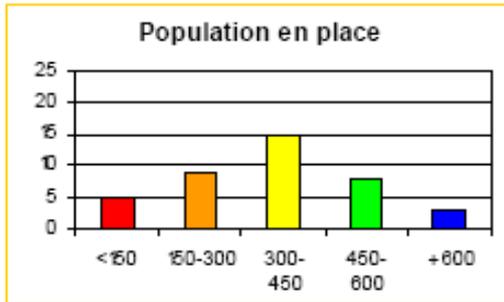
2.3. Structure en âge

Les histogrammes de tailles des anguilles capturées permettent d'analyser la structure en âge de la population en place et la part du recrutement fluvial dans la population. L'interprétation se fait en comparant la structure obtenue avec les trois types de structure de populations définies par Baisez & Laffaille, com pers. (Figure 142)



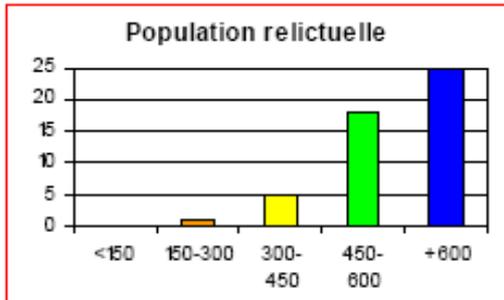
Population jeune :

La population est dominée par les plus jeunes individus (<150 mm et 150-300 mm).



Population équilibrée :

Une population équilibrée doit être centrée sur la classe 300-450 mm avec une présence de toutes les classes de taille.



Population relictuelle :

Une population relictuelle est dominée par les individus les plus âgés (450- 600 mm et plus de 600 mm).

Figure 142 : Histogrammes d'aide à l'interprétation de la structure en âge d'une population d'anguille européenne (nombre relatif d'individus par classe de taille) (source : A. Baisez & P. Laffaille, com. pers.).

2.4. Comparaison des données obtenues en 2010 par rapport à celles de 2009

Les résultats de la campagne d'échantillonnage 2010 ont été comparés aux abondances observées en 2009 en utilisant le test non paramétriques de Wilcoxon et les présence/absence par le test du Chi².

Des modèles linéaires généralisés ont été construits sur l'ensemble des données et sélectionnés par le critère AIC (Akaike Information Criteria) afin d'analyser l'importance des facteurs explicatifs sur l'abondance d'anguilles observée et leur évolution éventuelle entre les deux campagnes.

3. RESULTATS

3.1. Caractéristiques des stations échantillonnées

Les caractéristiques générales des stations échantillonnées sont données par le Tableau 10.

Tableau 10 : Caractéristiques des 22 stations échantillonnées sur le bassin de la Vienne en 2010. (Source LOGRAMI)

| <i>Campagne 2 : du 29 juin au 9 juillet 2010</i> | Moyenne | Ecart-type | Minimum | Maximum |
|--|---------|------------|---------|---------|
| distance à la limite tidale (km) | 150 | 5 | 110 | 190 |
| Largeur moyenne (m) | 3,7 | 0,4 | 1,2 | 7,4 |
| Profondeur moyenne (m) | 0,23 | 0,01 | 0,10 | 0,37 |
| Surface prospectée (m ²) | 259 | 24 | 106 | 580 |

3.2. Abondance de la population d'anguille en Vienne

Sur les 22 stations prospectées, un total de 31 anguilles a été pêché. Le nombre d'anguilles capturées varie de 0 à 8 individus (Tableau 11). Mais plus de la moitié des stations (59 %) n'ont pas fait l'objet de captures d'anguilles. Sur l'ensemble des stations échantillonnées, l'abondance d'anguilles varie ainsi de 0 à 3,32 ind./100 m² pour une moyenne de 0,58 ind. /100m² (Tableau 11 & Figure 143).

Tableau 11 : Nombre d'anguilles capturées et abondances/100 m2 sur les 22 stations de suivi d'abondance d'anguille du bassin de la Vienne en 2010. (Source LOGRAMI)

| Bassin versant | Cours d'eau | Station | Distance à la limite tidale (km) | Captures 2010 (sur 25 EPA) | Nombre moyen d'anguilles par point de pêche (EPA) | Abondance estimée (ind. /100m ²) |
|----------------|----------------------|-------------------|----------------------------------|----------------------------|---|--|
| Loire | L'Arceau | Arceau Loire 1 | 107 | 4 | 0,16 | 1,66 |
| Vienne | Grand Courant | Grand Courant 1 | 115,9 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | | Grand Courant 2 | 125,2 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | La Bourouse | Bourouse 1 | 149,4 | 1 | 0,04 | 0,41 |
| | La Manse | Manse 1 | 147,5 | 7 | 0,28 | 2,90 |
| | La Veude en Porcay | Veude Porcay 1 | 168,2 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | Mâble | Mâble 1 | 150,5 | 4 | 0,16 | 1,66 |
| | Négron | Négron 1 | 125,7 | 8 | 0,32 | 3,32 |
| | | Négron 2 | 127,6 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | Pont de l'Arche | Pont de l'Arche 1 | 112,3 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | R. de l'Arceau | Arceau 1 | 151,4 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | R. de Nouâtre | Nouâtre 1 | 163,3 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | R. des Trois Moulins | Trois Moulins 1 | 174,9 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | R. du Batreau | Batreau 1 | 184,2 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | R. du Ponceau | Ponceau 1 | 143,3 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | R. du Ruau | Ruau 1 | 145,9 | 3 | 0,12 | 1,24 |
| | Veude | Veude 1 | 137,3 | 2 | 0,08 | 0,83 |
| | | Veude 2 | 142,3 | 1 | 0,04 | 0,41 |
| | | Veude 3 | 149,4 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| Creuse | Esves | Esves 1 | 174,52 | 1 | 0,04 | 0,41 |
| | | Esves 2 | 180,9 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | | Esves 3 | 186,8 | 0 | 0,00 | 0,00 |

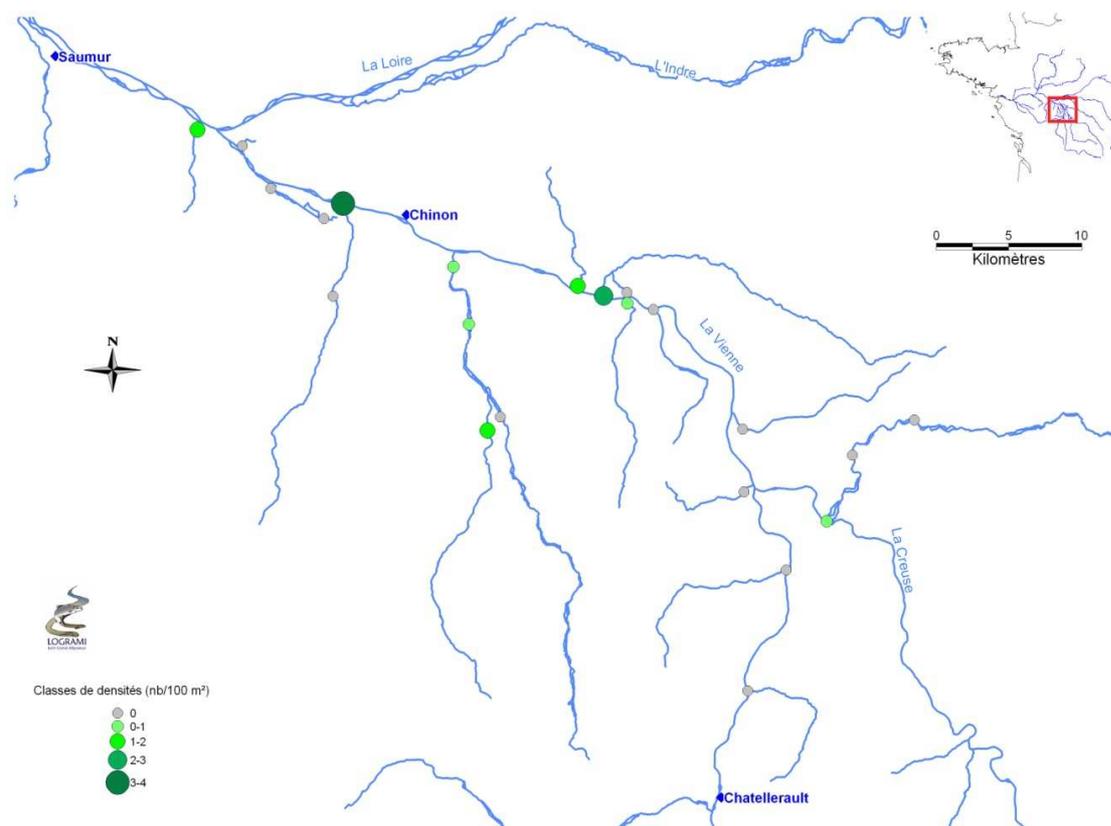


Figure 143 : Abondances estimées d’anguilles sur les affluents de la Vienne pêchés en 2010. (Source LOGRAMI)

3.3. Structure en âge

Sur l’ensemble du bassin, la structure en âge est celle d’une population dominée par les individus âgés (54,8 % des individus capturés ont une taille supérieure à 450 mm ; 29 % ont une taille supérieure à 600 mm) par rapport aux jeunes individus (25,8 % des individus capturés ont une taille inférieure à 300 mm). **Dans la Vienne, nous sommes donc en présence d’une population relictuelle où le recrutement fluvial est faible.**

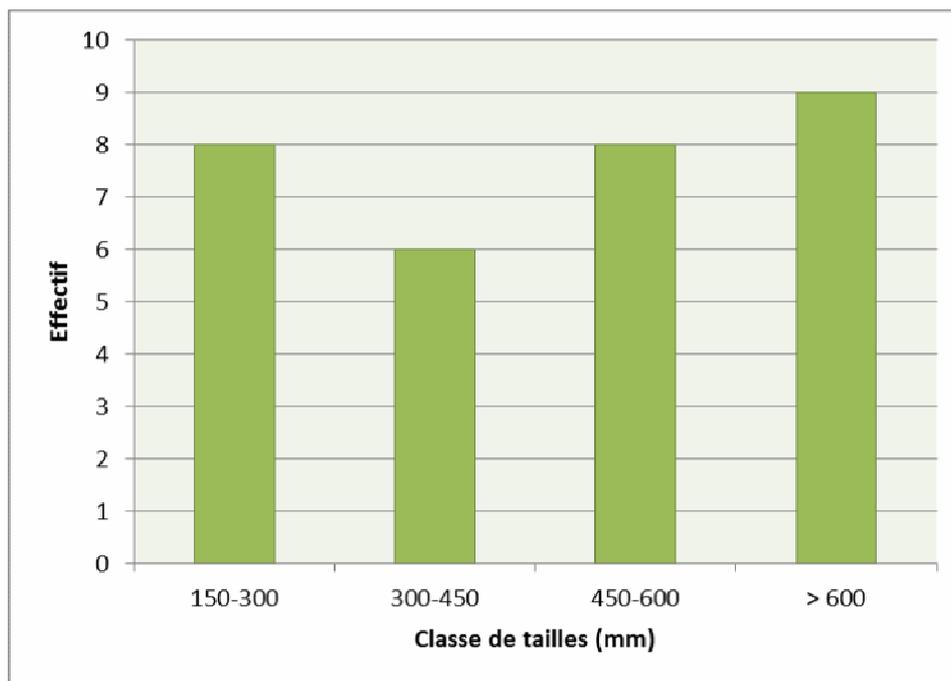


Figure 144 : Histogramme des tailles des anguilles capturées sur l'ensemble des 22 stations du bassin de la Vienne en 2010. (Source LOGRAMI)

3.4. Analyse des données obtenues en 2010 par rapport à celles de 2009

3.4.1. Nombre d'anguilles capturées

Les résultats des analyses sur le nombre d'anguilles capturées en 2009 et 2010 montrent une diminution significative de l'abondance des anguilles en 2010 (Wilcoxon, $W=84$, $p=0,005$). Cette observation n'est pas liée au changement des stations et à la distance entre les stations (l'interaction entre les effets des facteurs « année d'échantillonnage » et « distance à la limite tidale » n'a pas été retenue dans le modèle statistique optimal :
 $CPUE \sim [Année] + [Distance\ tidale]$
 $AIC=-63,92$

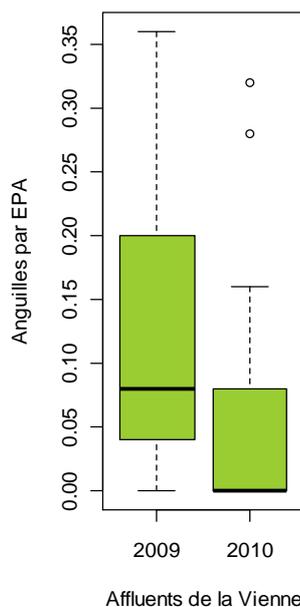


Figure 145 : Captures d'anguilles sur la Vienne entre 2009 et 2010. (Source LOGRAMI)

Cette diminution des abondances a été observée dans 12 stations sur les 17 communes entre 2009 et 2010 (Figure 146).

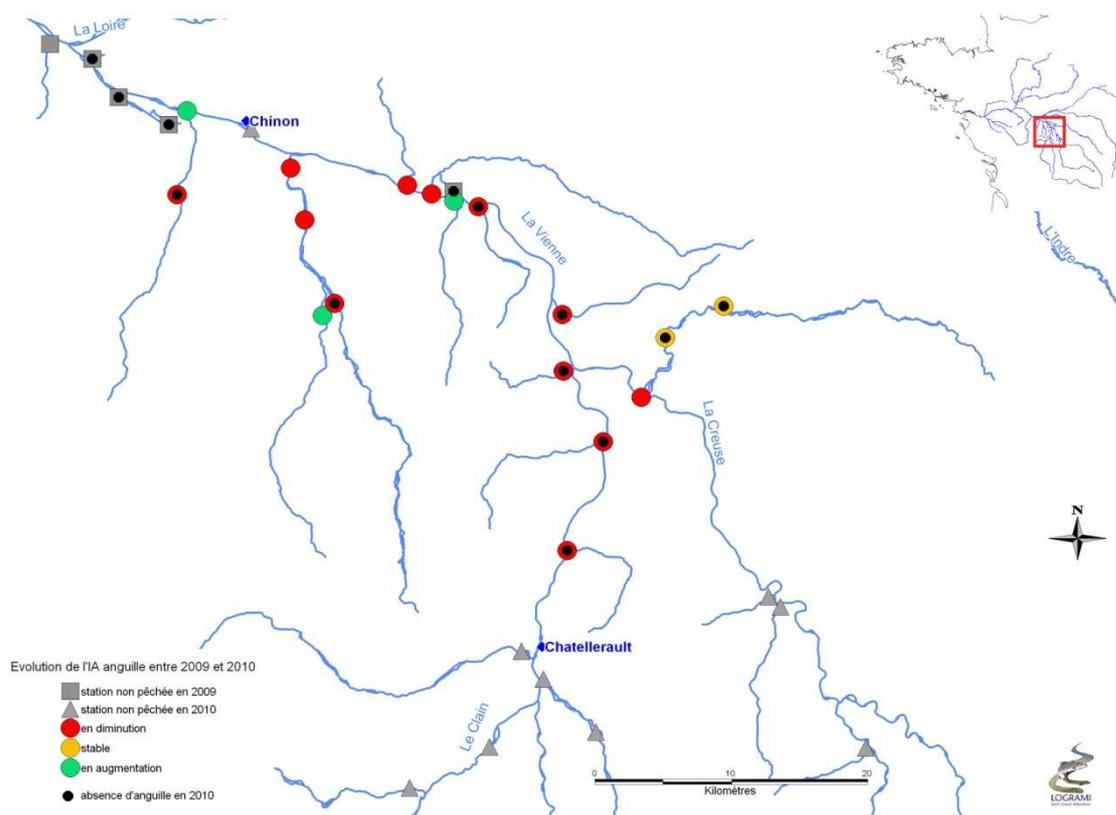


Figure 146 : Evolution du nombre d'anguilles capturées sur les affluents de la Vienne pêchés par la méthode des indices d'abondance entre 2009 et 2010. (Source LOGRAMI)

3.4.2. Nombre d'anguilles par classe de taille

Cette différence d'abondance n'est pas identique pour toutes les classes de tailles. En 2009, la structure de population des affluents de la Vienne était plus « équilibrée » et représentative d'un bassin relativement peu éloigné de l'estuaire. Mais en 2010, les

anguilles de 300 à 450 mm voient leur abondance divisée par 3 par rapport à l'année précédente sur les affluents de la Vienne.

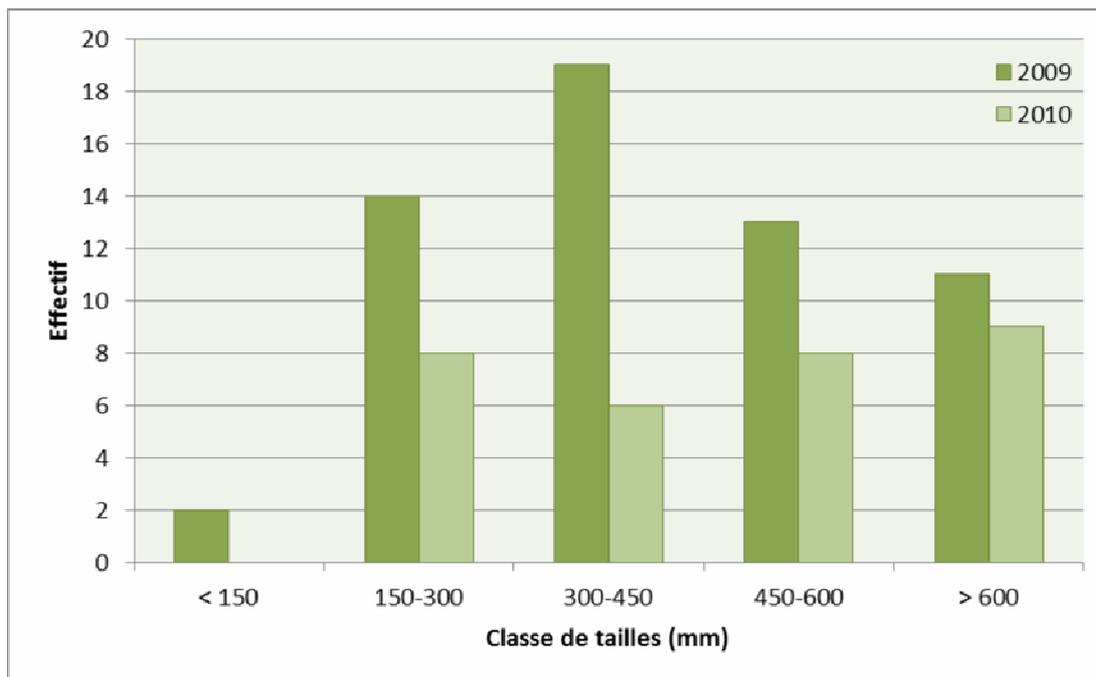


Figure 147 : Effectifs capturés par classe de tailles lors des campagnes d'échantillonnages 2009 et 2010 sur les affluents de la Vienne. (Source LOGRAMI)

Les résultats des analyses sur le nombre d'anguilles de moins de 300 mm capturées en 2009 et 2010 (Figure 148) ne montrent pas de différence significative (Wilcoxon, $W=15$, $p=0,06$) du fait d'un effectif trop faible d'anguilles < 300 mm dans les captures des deux campagnes d'échantillonnage.

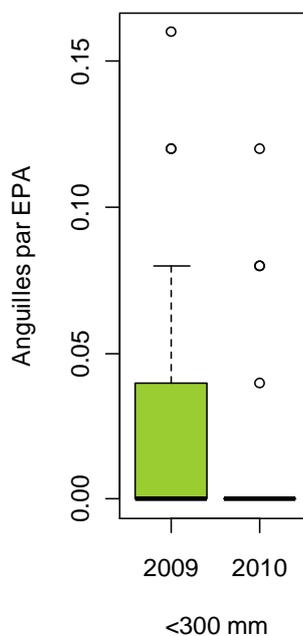


Figure 148 : Captures d'anguilles inférieures à 300 mm sur la Vienne entre 2009 et 2010. (Source LOGRAMI)

D'autre part, les résultats des analyses sur le nombre d'anguilles capturées > 300 mm en 2009 et 2010 (Figure 149) montrent une diminution (Wilcoxon, $W=57$, $p=0,048$).

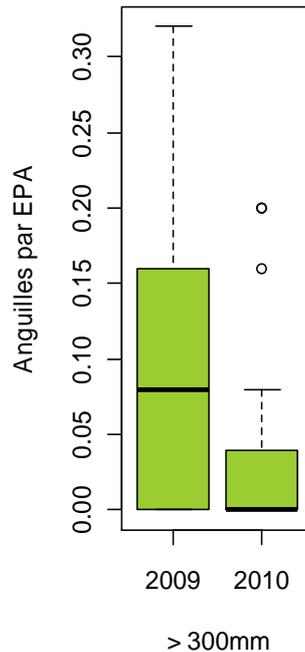


Figure 149 : Captures d'anguilles supérieures à 300 mm sur la Vienne entre 2009 et 2010. (Source LOGRAMI)

3.4.3. Présence / absence d'anguilles

Les résultats des analyses sur la présence ou l'absence d'anguilles en 2009 et 2010 sont identiques à ceux trouvés avec les abondances. Sur 17 stations communes aux deux campagnes, 3 étaient vides d'anguilles en 2009 contre 9 stations en 2010. L'absence d'anguille est significativement plus probable en 2010 (test χ^2 , $X^2=6.0470$, 1 ddl, $p=0.014$). Les stations sans anguille sont significativement plus présentes en amont (test χ^2 , $X^2=7.6497$, 1ddl, $p=0.006$) et cet effet de la distance à la limite tidale n'est pas significativement différent entre les deux années (test χ^2 , $X^2=0,0001$, 1ddl, $p=0,993$). L'analyse du front de colonisation permet d'interpréter plus finement ces résultats (Fiche 6).

3.4.4. Analyse des résultats 2009-2010 en fonction des caractéristiques du milieu

La matrice de corrélation entre le nombre d'anguilles capturées et les différentes caractéristiques du milieu ne montre aucun lien statistique.

Une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée sur ces données. Les deux dimensions principales du plan de l'ACP n'expliquant que 30,76% de la variabilité des données, aucune conclusion sur cette analyse ne peut être faite.

4. DISCUSSION

4.1. Période d'échantillonnage

Les échantillonnages sur les affluents de la Vienne ont été réalisés en 2010 entre le 29 juin au 9 juillet. La campagne d'échantillonnage est légèrement décalée par rapport à 2009 (mai-juin). Cette période correspond mieux à la fin de la période de colonisation

des anguillettes et des niveaux d'eau plus bas, permettant une meilleure capturabilité des individus.

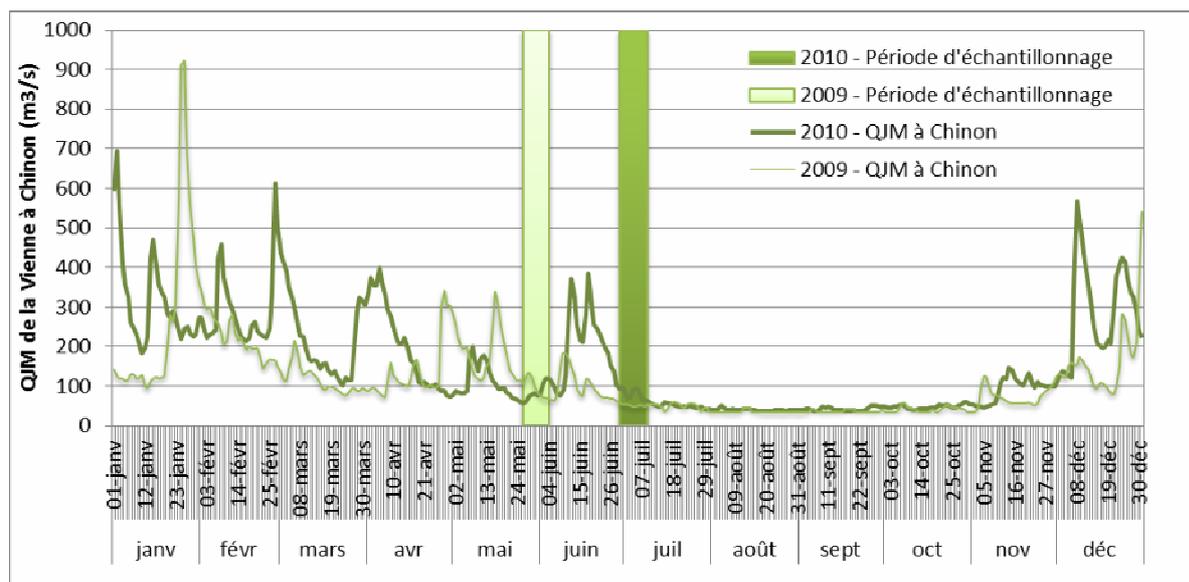


Figure 150 : Débits en périodes d'échantillonnages en 2009 et en 2010. (Source LOGRAMI)

4.2. Abondances

Sur les côtières armoricains, pêchés par la même méthode à des distances comprises entre 0 et 115 km de la limite tidale, les abondances obtenues permettent de distinguer (Germis, 2009) :

- des bassins aux faibles abondances (<10 ang./100 m²) : Aulne, Dossen et Blavet,
- des bassins aux abondances moyennes (entre 10 et 30 ang./100 m²) : Leff et Gouëssant,
- des bassins aux fortes abondances (>30 ang./100 m²) : Couesnon, Pont l'Abbé, Rance.

Les trois premiers (Aulne, Dossen et Blavet) présentent une forte problématique migratoire.

Sur le bassin Garonne-Dordogne, les suivis réalisés en 2008 (Lauronce & Albert, 2009) montrent une abondance moyenne de 33,6 ind. /100m² sur l'ensemble du bassin, sur des stations situées entre 0 et 159 km de la limite tidale.

Dans notre cas, les abondances sont en diminution par rapport à celles observées en 2009 (2010 = 0,58 ind./100m² et 2009 = 0,8 ind./100m²). Elles sont très faibles comparativement à la Bretagne et la Garonne mais tout à fait caractéristiques des résultats déjà obtenus dans l'axe Vienne-Creuse (Laffaille *et al.* 2009).

5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les données obtenues sur ces deux années de suivi par une méthode d'échantillonnage spécifique aux anguillettes et rapide confirment les résultats de l'étude de Laffaille *et al.* (2009) à partir des données des réseaux ONEMA. La méthode utilisée en 2010 a permis

d'échantillonner un bon nombre de stations (22) en un minimum de temps du fait qu'un seul passage a été réalisé contre deux en 2009. Ce type de suivi sera à reconduire à échéance de 3 à 4 ans (2013-2014) afin de permettre une analyse plus fine de l'évolution spatio-temporelle des abondances d'anguilles et du front de colonisation par les jeunes anguilles. L'objectif étant de suivre ces évolutions après l'application des mesures de gestion mises en place.

Les résultats du suivi d'abondance anguille en 2010 sur les affluents de la Vienne sont semblables à ceux obtenus en 2009 à savoir : une faible abondance d'individus toutes classes de tailles confondues et une très faible abondance d'individus < 300 mm signifiant un faible recrutement fluvial sur ce bassin. En outre, les données de 2010 montrent que les anguilles sont moins nombreuses cette année par rapport à 2009 plus particulièrement pour les individus les plus âgés (> 300 mm) en amont des bassins versants. Les futurs géniteurs anguilles vont quitter le bassin versant pour ce reproduire mais ne sont pas remplacées. **Sans recrutement fluvial conséquent, il est donc probable que l'anguille « disparaisse » du bassin de la Vienne.**

6. BIBLIOGRAPHIE

BAISEZ a. & LAFFAILLE P., Présentation COGEPOMI 16-10-2006.

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENEAL A., CORNU V., PORTAFAIX P., JOUIN TREMEUR E., LELIEVRE M., BAISEZ A., 2010 - Recueil de données biologiques 2009 - Rapport d'activités LOGRAMI du 01/01/09 au 31/12/09, 346 pages.

GERMIS G., 2009. Evaluation de l'état de la population d'anguille en Bretagne par la méthode des indices d'abondance « anguille » de 2003 à 2008, Bretagne Grands Migrateurs.

LAFFAILE P., BRIAND C., FATIN D., LAFAGE D., LASNE E., 2005. Point sampling abundance of European eel (*Anguilla anguilla*) in freshwater areas. Archiv. Hydrobiol., 162: 91-98.

LAFFAILE P., LASNE E., BAISEZ A., 2009. Effects of the improvement of longitudinal connectivity on colonization and distribution of European eel. Ecology of Freshwater Fish, 18: 610-619.

LAURONCE V., ALBERT F., 2009. Actions pour la sauvegarde de l'anguille européenne sur le bassin Gironde - Garonne - Dordogne. Janvier à décembre 2008.- MIGADO. 6D-09-RT. 74 p.

Fiche 6 : Front de colonisation de l'anguille européenne sur l'axe Loire

Avec la participation technique et scientifique de Pascal Laffaille & Lilian Pacaud (ENSAT)

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Suite à l'application du plan anguille de la France et la mise en place de mesures de gestion (voir <http://www.migrateurs-loire.fr/?027-le-plan-de-gestion-anguille>), notre objectif a été de suivre l'évolution temporelle de l'anguille, c'est-à-dire son devenir, en Loire aval. En effet, de par sa position géographique très favorable au recrutement estuarien d'anguille (Baisez & Laffaille 2005) et sa totale libre colonisation le long de l'axe principal (Lasne & Laffaille 2008; Laffaille *et al.* 2009), la Loire aval est certainement le bassin versant le plus avantageux pour les stocks continentaux d'anguilles européennes.

Afin de connaître l'évolution de la sous populations d'anguille en Loire aval nous avons échantillonné dans les annexes hydrauliques selon la méthodologie développée par Lasne *et al.* (2007). Ainsi nous avons pu estimer l'évolution du recrutement fluvial, c'est-à-dire le recrutement estuarien moins la sédentarisation des civelles dans l'estuaire et moins la mortalité naturelle et anthropique des civelles, le front de colonisation et le stock en place entre 2005 et 2010 par deux méthodes complémentaires: les indices d'abondances (Lasne *et al.* 2008) et les probabilités de présence (Lasne & Laffaille 2009).

Ces deux méthodes ont été un des fruits du projet INDICANG⁴, un réseau d'acteurs européens destiné à promouvoir le « transfert et la valorisation des connaissances concernant l'exploitation, l'habitat et l'évolution de l'anguille européenne » (Adam *et al.* 2008). Il s'est organisé en quatre boîtes thématiques d'indicateurs d'abondance (Recrutement, Stock en place, Potentiel géniteur et Environnement). Ces deux méthodes ont été développées dans la boîte « stock en place » (Laffaille & Rigaud, 2008). Le Tableau de bord anguille a assuré l'animation de ces boîtes thématiques à l'échelle du bassin de la Loire afin d'obtenir le maximum de connaissances possibles sur les stocks et leur évolution.

Ainsi, l'objectif des échantillonnages des anguilles en 2010 dans le cadre du volet recueil de données biologiques était de déterminer le niveau du recrutement fluvial, le front de colonisation par les individus de taille ≤ 300 mm (âgés de 1 à 3 ans en eau continentale), du stock en place et leurs évolutions par rapport à 2005. L'enjeu est de décrire l'évolution de la situation de l'anguille sur le bassin à travers le Tableau de bord Anguille et appuyer la gestion de l'espèce à l'échelle du territoire du COGEPOMI⁵.

2. METHODOLOGIE ET PROTOCOLE DE PECHE

Les annexes hydrauliques ont été échantillonnées par pêches électriques selon la méthode des échantillonnages ponctuels d'abondance (EPA) qui est bien adaptée au comportement de l'anguille face au champ électrique (Laffaille *et al.* 2005). Compte-tenu de la morphologie particulière des annexes hydrauliques et des surfaces à prospecter, le protocole utilisé est différent de celui mis en œuvre pour les petits affluents de la Vienne. Le matériel utilisé est un *EFKO* (Courant continu, 300-600V, 6-8A) équipé d'une anode de 30 cm de diamètre au bout d'un manche de 2 m. Dans chaque station, 30 points d'échantillonnage ont été effectués (30 secondes par point) sur une distance d'au moins 100 m en tâchant de visiter un panel représentatif des habitats disponibles sur le site. La

⁴ INDICANG : INDICateurs d'abondance et de colonisation de l'ANGuille européenne dans le sud de la partie centrale de son aire de répartition (<http://www.ifremer.fr/indicang>).

⁵ COGEPOMI : Comité de Gestion des Poissons Migrateurs

méthode a été autant que possible reproduite à partir de la campagne effectuée en juin 2005 pour limiter les biais et les sources d'incertitude.



Figure 151 : L'anode est lancée pour éviter la fuite des poissons lors de l'arrivée sur le point de pêche (photo T. Besse 2010).

2.1. Choix et localisation des stations

Afin de comparer au mieux les résultats de la campagne de 2010 par rapport à celle de 2005, l'ensemble des stations échantillonnées en 2005 ont été visitées à nouveau en 2010. Ainsi, sur la Loire aval entre Nantes et Saumur, 35 stations ont été échantillonnées entre le 31 mai et le 9 juin 2010 (**Figure 152**).

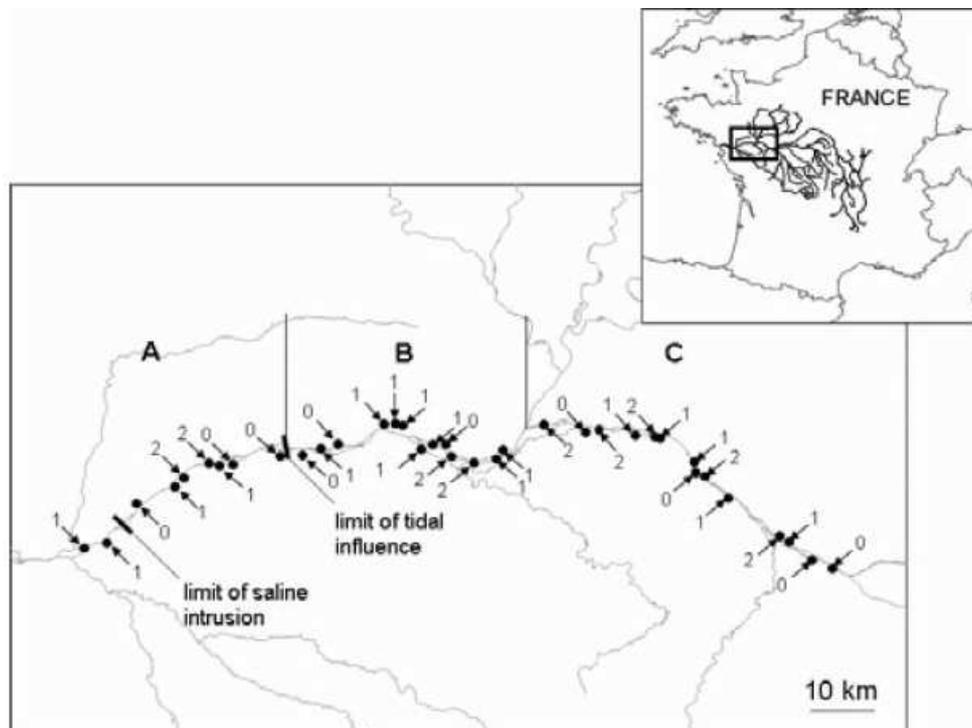


Figure 152 : Localisation des stations échantillonnées le long de la Loire aval (Lasne *et al.* 2008). Le secteur étudié est divisé en trois compartiments A, B et C. Les numéros font référence au niveau de connectivité de chaque annexe hydraulique.

Ces stations représentent la variété d'habitats de la plaine alluviale, connectés plus ou moins fréquemment avec le chenal principal de la Loire (

Figure 153).



Figure 153 : Exemple de station d'échantillonnage : Boire de la Savennière (A25) échantillonnée en 2005 et 2010 (Photo T. Besse 2010).

Ces stations ont été regroupées en 3 compartiments (**Tableau 12**). Le premier est le compartiment aval (compartiment A) dont la limite amont se situe à la limite de l'influence tidale. Le compartiment intermédiaire (compartiment B) a sa limite amont à la confluence entre la Loire et la Maine. Le compartiment amont (compartiment C) se situe en amont de cette confluence.

Tableau 12 : Compartiments des stations de l'échantillon 2010. (Source LOGRAMI)

| Compartiments | A aval | B intermédiaire | C amont | Total |
|------------------------------------|-----------|--------------------|------------|-------|
| Nombre de stations échantillonnées | 9 | 13 | 13 | 35 |

2.2. Hydrologie et connectivité des annexes hydrauliques de la Loire aval

L'accessibilité des annexes hydrauliques de la Loire est dépendante de leur connectivité avec l'axe principal et de la situation hydrologique de la Loire. La connectivité des sites échantillonnés est obtenue en classant les annexes hydrauliques en fonction de leur fréquence de connection avec le cours principal de la Loire (Lasne *et al.* 2008). Trois niveaux de connectivité sont identifiés en se basant sur les modalités de connection pendant la période d'étude. Les sites de type 0 sont uniquement connectés au chenal principal à des niveaux d'eau élevés ; les sites de type 1 sont connectés à des niveaux d'eau intermédiaires ; les sites de type 2 sont connectés la majeure partie de l'année (**Figure 154 & Tableau 13**).

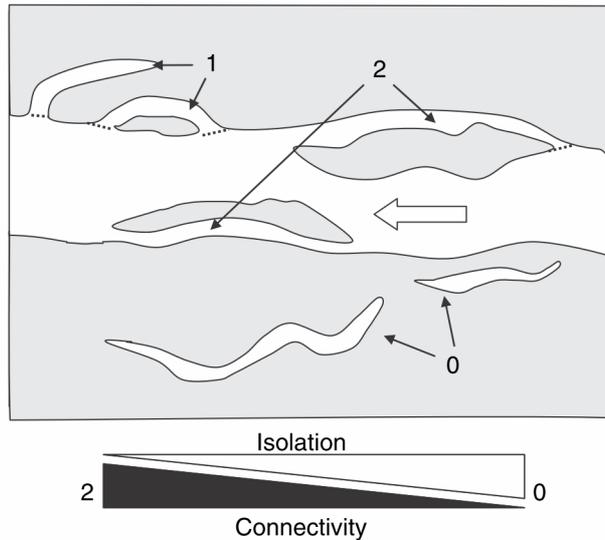


Figure 154 : Typologie de la connectivité latérale de la plaine inondable (Lasne *et al.* 2008).

Tableau 13 : Connectivité des stations de l'échantillon 2010. (Source LOGRAMI)

| Indice de connectivité | 0 | 1 | 2 | Total |
|------------------------------------|-----------------|----------------------|----------------------|-------|
| | connection rare | connection régulière | connection fréquente | |
| Nombre de stations échantillonnées | 10 | 17 | 8 | 35 |

Le débit pendant la période d'échantillonnage influe sur le niveau d'eau, donc la surface et les habitats disponibles à l'échelle de l'annexe hydraulique (surtout celle qui sont fortement connectées). La colonisation de l'annexe par l'anguille et les autres espèces de poissons est un phénomène intégrateur des variations hydrauliques passées et des connections et déconnections des annexes en fonction de leur connectivité et des périodes d'étiages et de crues.

Dans ces secteurs, les débits maximaux sont observés en hiver (**Figure 155**) et les régimes minimaux en août et septembre. Durant les crues hivernales, la plaine alluviale peut être inondée, cependant certains secteurs sont protégés par des levées. Les prélèvements de sable effectués dans le lit du fleuve au cours des derniers siècles ont baissé le niveau d'eau et modifié la connectivité des annexes hydrauliques.

Les échantillonnages ont été effectués en juin, où les débits sont suffisamment faibles pour permettre une large hétérogénéité des habitats dans la plaine inondable. Avant cette période, la plupart des annexes sont interconnectées et les poissons sont relativement libres de circuler sur la largeur du lit majeur (Lasne *et al.* 2007).

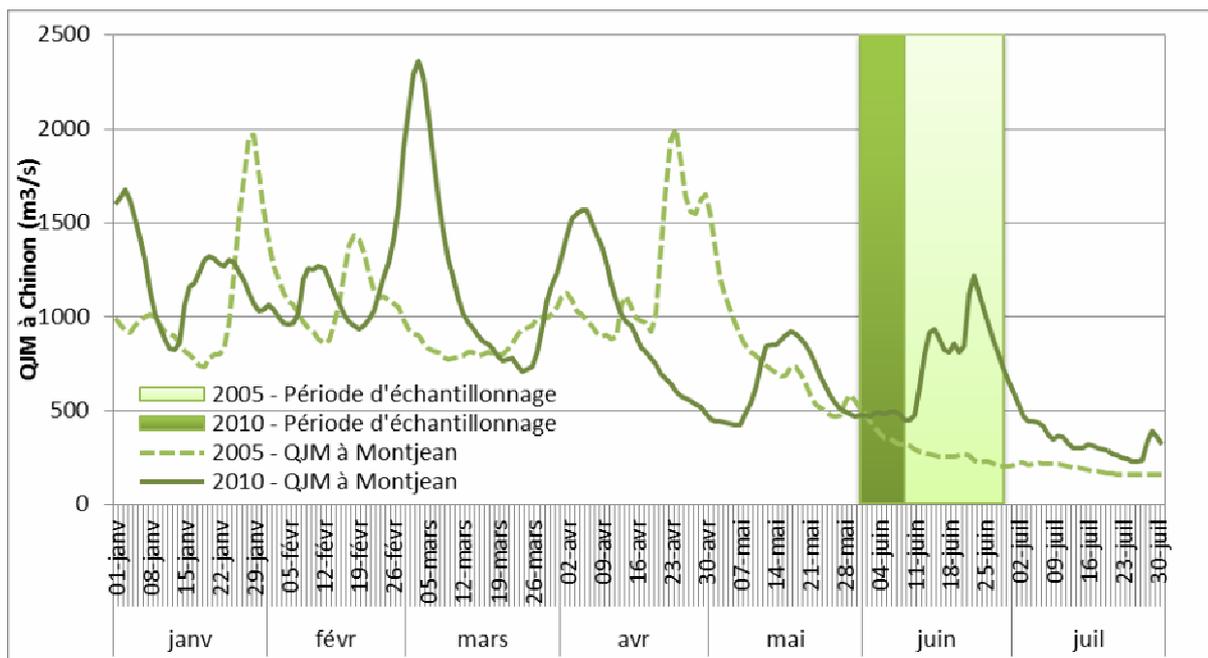


Figure 155 : Débits journaliers moyens de la Loire mesurés à Montjean-sur-Loire (Données sandre - BD Hydro).

Le débit moyen en juin était de 288,0 m³/s en 2005 et de 735,0 m³/s en 2010 (mais de 483 m³/s sur la période d'échantillonnage avant une crue de printemps).

2.3. Autres caractéristiques environnementales

Pour chaque EPA, nous avons aussi estimé la profondeur (cm), le % de recouvrement en végétation aquatique (% hélrophytes + % hydrophytes fixes + % hydrophytes flottantes + % filamenteuses), le % de vase, le % de bloc et la topographie qui sont les variables les plus discriminantes dans la répartition de l'ichtyofaune dans les annexes hydrauliques (Lasne *et al.* 2007). La topographie est une approximation de la pente de la berge (0 : la berge est plate ; 5 : la berge est verticale). Ces différentes variables environnementales ont été comparées entre 2005 et 2010 par un test t apparié.

2.4. Analyse des résultats

2.4.1. Indices d'abondance

Comme en 2005 (Lasne *et al.* 2008), un indice d'abondance (en nombre moyen d'anguille par EPA) a été obtenu pour chaque station et différentes classes de tailles : pour toutes les tailles, pour les anguilles < 150 mm, pour les anguilles d'une taille comprise entre 151 et 300 mm, pour les anguilles d'une taille comprise entre 301 et 450 mm et pour les anguilles > 450 mm. Ces différentes classes de taille ont été choisies car elles correspondent à différentes phases du cycle biologique de l'anguille et par ce que ces phases biologiques ont différents comportements et écologie (Laffaille *et al.* 2003 ; Rigaud *et al.* 2008). La première classe de taille (<150 mm) représente les anguillettes récemment recrutées qui commencent la colonisation du bassin versant. La seconde classe de taille (151-300 mm) correspond aux anguillettes plus âgées (de 2 à 5 ans). Les deux suivantes représentent les anguilles jaunes sédentaires, respectivement essentiellement les mâles (301-450 mm) et les femelles (>450 mm).

Toutes ces classes de taille ont été prises en compte pour l'analyse du stock en place. Nous avons pris en compte les deux plus jeunes classes de taille (<150 mm et 151-300 mm) dans le compartiment le plus aval afin d'analyser respectivement le recrutement

fluvial récent et passé. Les indices d'abondance ont été analysés en utilisant les tests non paramétriques de Wilcoxon et de Kruskal-Wallis (suivi d'un test de Dunn).

Les abondances des anguilles ont ensuite été estimées pour chaque station en ajustant un modèle de régression linéaire généralisé après avoir transformé les données en $\log(X+1)$ pour tendre vers une loi normale. Les facteurs explicatifs des abondances observées ont été retenus en sélectionnant le modèle le plus parcimonieux, à partir d'un modèle complet comprenant les facteurs suivants :

- Distance à la limite tidale (km)
- Connectivité de l'annexe (0 ; 1 ; 2)
- Année d'échantillonnage (2005 ; 2010)

Et les effets combinés de ces facteurs :

- Evolution du front de colonisation (Distance x Année)
- Evolution de la connectivité des annexes (Connectivité x Année)
- Accessibilité des annexes à l'échelle longitudinale et latérale (Connectivité x Distance)

Les modèles retenus ont été ceux dont les probabilités estimées sont les plus proches des occurrences observées par station, selon le critère d'Akaike (AIC) le plus faible :

$$AIC = -2 \times \log(L) + 2k$$

où L est le maximum de vraisemblance et k le nombre de paramètres dans le modèle.

2.4.2. Probabilités de présences

Concernant les probabilités de présence, nous avons examiné les patrons de distribution des petites anguilles (< 300 mm) le long du réseau hydrographique. Nous avons alors utilisé un indice standardisé de recrutement fluvial et de colonisation des bassins versants sur la base de l'analyse des probabilités de présence à l'aide de régressions logistiques (voir Laffaille & Rigaud 2008 ; Lasne & Laffaille 2008 & 2009 pour plus de détails). Dans ces analyses, deux paramètres à mesurer sont essentiels ; ils représentent les deux cibles recherchés (front de colonisation et recrutement fluvial) :

- La **$D_{0,5}$** qui correspond à la distance à la limite tidale pour laquelle nous avons une probabilité de 0,5 d'observer des anguilles de moins de 30 cm. C'est un indice de colonisation et d'accessibilité. C'est l'indice de front de colonisation.
- La **probabilité d'occurrence en aval** (la valeur de l'ordonnée à l'origine de l'abscisse), qui est une mesure de la « saturation » des zones aval analysées. C'est l'indice du recrutement fluvial et du stock en place en aval.

La surveillance de ces deux paramètres associés permet de visualiser assez simplement les retombées d'une gestion en termes d'intensité du recrutement fluvial sur le bassin versant, du stock en place et de l'accessibilité (Laffaille & Rigaud 2008 ; Lasne & Laffaille 2009).

3. RESULTATS

3.1. Caractéristiques des stations échantillonnées

Les stations échantillonnées sont décrites dans le tableau suivant (**Tableau 14**). Seules le pourcentage de recouvrement en végétation et le % de bloc sont significativement différents entre 2005 et 2010 (t test apparié, $t=2,911$, $p=0,0063$ et $t=2,170$, $p=0,0371$ respectivement).

3.2. Abondance en anguilles dans les annexes hydrauliques

Sur les 35 stations échantillonnées en 2010, 621 anguilles ont été dénombrées soit en moyenne 18 (+/- 22) anguilles par station (**Tableau 14**).

Tableau 14 : Caractéristiques des 35 stations échantillonnées en 2010 dans les annexes hydrauliques de la Loire. Dist : distance à la limite tidale (km) ; connect : connectivité (0, 1 ou 2) ; prof : profondeur moyenne (cm) ; végét : % de recouvrement moyen en végétation (%) ; vase : % de vase ; bloc : % de boc ; topo : indice de topographie (de 0 à 5) ; ang : nombre total d'anguille capturés. (Source : LOGRAMI)

| Code | Nom de la station | Dist | Connect | Prof | Végét | Vase | Bloc | Topo | Ang |
|------|------------------------------|------|---------|------|-------|------|------|------|-----|
| B01 | Boire Beaulieu | -35 | 1 | 48 | 69 | 83 | 0 | 2 | 40 |
| B02 | Boire de Longue Mine | -34 | 1 | 61 | 30 | 83 | 48 | 3 | 71 |
| B03 | Boire de Mauves | -24 | 0 | 50 | 9 | 27 | 9 | 3 | 89 |
| A11 | Boire d'Anjou | -18 | 1 | 42 | 116 | 36 | 9 | 1 | 59 |
| A10 | Boire Chapoin | -16 | 2 | 60 | 25 | 35 | 0 | 2 | 6 |
| B04 | île de la Macrière | -10 | 2 | 66 | 11 | 43 | 12 | 2 | 35 |
| A22 | Boire de la Patache | -9,4 | 1 | 40 | 17 | 36 | 0 | 2 | 37 |
| A12 | Boire des Greliers | -7,5 | 0 | 49 | 73 | 90 | 8 | 1 | 3 |
| A15 | Boire Sainte Catherine | -0,5 | 0 | 87 | 26 | 3 | 0 | 3 | 32 |
| A16 | Boire du Seil | 4 | 0 | 43 | 50 | 12 | 0 | 2 | 10 |
| B05 | Bras de l'île Moquart | 8,5 | 1 | 48 | 44 | 43 | 0 | 2 | 29 |
| A13 | Boire Torse la Petite Vallée | 10 | 0 | 70 | 0 | 85 | 37 | 2 | 2 |
| A28 | Boire de Champtocé aval | 19 | 1 | 37 | 67 | 41 | 6 | 1 | 12 |
| A24 | Boire de Champtocé medium | 20 | 1 | 54 | 52 | 25 | 18 | 2 | 40 |
| A27 | Boire de Champtocé amont | 21 | 1 | 31 | 38 | 28 | 0 | 2 | 24 |
| A17 | Bras du Fourneau du Lion | 26 | 1 | 61 | 67 | 41 | 38 | 1 | 0 |
| A19 | Bras des Doneaux | 27 | 1 | 54 | 83 | 20 | 5 | 2 | 9 |
| A20 | Boire Girouard | 29 | 0 | 37 | 74 | 28 | 0 | 1 | 0 |
| A18 | Bras de Cordez | 30 | 2 | 67 | 100 | 0 | 0 | 3 | 34 |
| A09 | La Cireterrie 3 | 34 | 2 | 43 | 0 | 52 | 1 | 2 | 26 |
| A07 | La Cireterrie 2 | 37 | 1 | 62 | 66 | 100 | 15 | 1 | 0 |
| A25 | Boire de Savennières | 39 | 1 | 33 | 27 | 18 | 57 | 0 | 1 |
| B06 | Bras de l'île aux Chevaux | 48 | 2 | 45 | 43 | 73 | 15 | 2 | 15 |
| B07 | Boire de Juigné | 55 | 0 | 47 | 123 | 57 | 43 | 1 | 0 |
| B08 | Bras de Belle-Île | 57 | 2 | 36 | 12 | 0 | 5 | 2 | 5 |
| B09 | Boire de Gohier | 63 | 1 | 81 | 16 | 100 | 0 | 3 | 0 |
| B11 | Boire des Groseilliers | 67 | 1 | 46 | 56 | 98 | 2 | 1 | 0 |
| B12 | Boire de Bessé | 75 | 1 | 46 | 46 | 67 | 1 | 1 | 0 |
| B13 | Boire du Cadran | 76 | 0 | 57 | 4 | 50 | 1 | 2 | 0 |
| B14 | Bras de Rosiers | 78 | 2 | 50 | 15 | 5 | 80 | 2 | 15 |
| B15 | Bras de l'île de Trèves | 83 | 1 | 75 | 35 | 0 | 0 | 3 | 8 |
| B16 | Bras de l'île Offard | 93 | 2 | 57 | 59 | 50 | 27 | 2 | 4 |
| B18 | Boire du Bénâcle | 95 | 1 | 51 | 93 | 87 | 0 | 1 | 0 |
| B17 | Boire du Chapeau | 99 | 0 | 50 | 50 | 2 | 0 | 2 | 4 |
| B19 | Sablières de Turquant | 103 | 0 | 101 | 154 | 5 | 0 | 3 | 11 |

3.2.1. Le stock en place

Les facteurs explicatifs de la variation d'abondance sont retenus par la sélection du modèle linéaire généralisé (GLM) le plus parcimonieux construit à partir du modèle complet, vis-à-vis du critère d'Akaike (AIC, sans unité) :

Modèle complet : Abondance (Classe de tailles) ~ [Année] + [Distance tidale] + [Connectivité de l'annexe] (+ combinaisons des 3 facteurs précédents).

AIC (toutes les classes de taille) = 176.7

Les modèles de prédiction des abondances d'anguilles retenus en fonction du critère d'Akaike sont les suivants :

- **Abondance (<150 mm)** ~ [Distance tidale]

AIC=109.5

- **Abondance (151-300 mm)** ~ [Année] + [Distance tidale] + [Année x Distance tidale]

AIC=61.65

- **Abondance (301-450)** ~ [Année] + [Distance tidale] + [Année x Distance tidale]

AIC=-59.88

- **Abondance (>450 mm)** ~ [Année] + [Distance tidale] + [Connectivité] + [Connectivité x Distance tidale]

AIC=-141.4

Les abondances observées sont donc expliquées par :

1) L'année d'échantillonnage.

Les abondances d'anguilles sont significativement plus faibles en 2010 par rapport à 2005 (test de Wilcoxon, $W=332$, $p=0.002$). En effet, en moyenne 1.05 anguilles (+/- 1.27) étaient pêchées par EPA en 2005 (Intervalle de confiance 95% : 1.56-3.66) alors qu'en 2010 leur abondance moyenne chute de 40% (0.59 +/- 0.74 anguilles / EPA ; Intervalle de confiance 95% : 0.34-0.84). Cette différence est significative pour toutes les classes de tailles à l'exception des anguilles < 150 mm (Tableau 15).

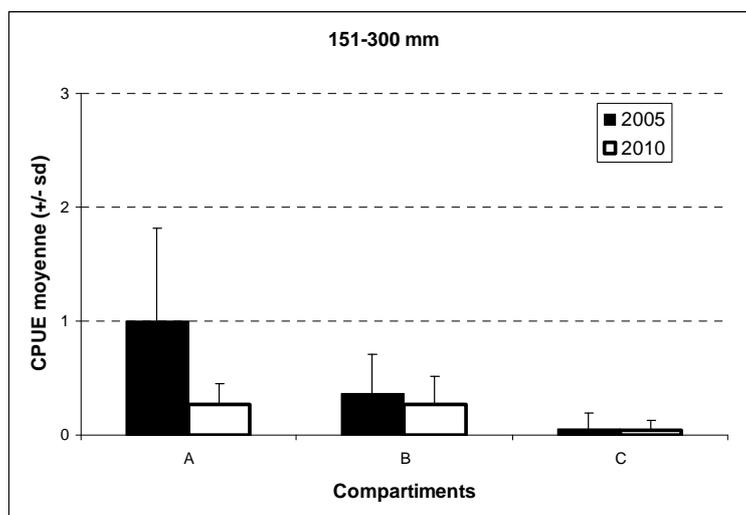
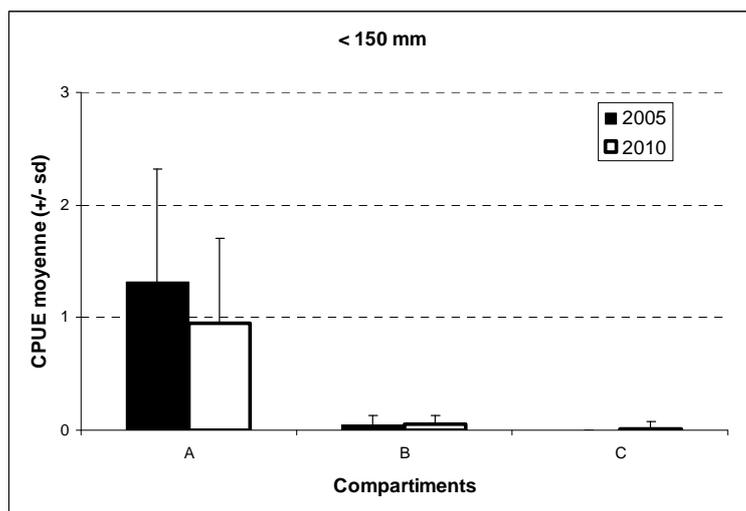
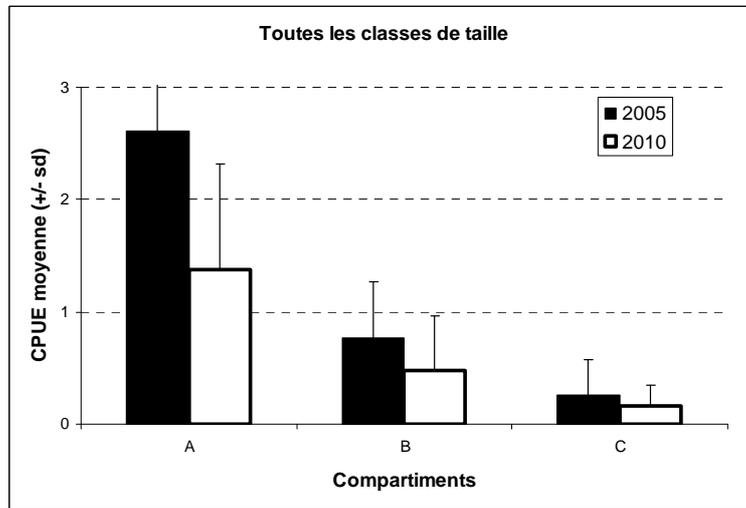
Tableau 15 : Tableau des abondances moyennes dans les annexes de la Loire en 2005 et 2010 et test de significativité. (Source : LOGRAMI)

| Classes de taille (mm) | Effectifs moyens par EPA en 2005 | Effectifs moyens par EPA en 2010 | P (test de Wilcoxon) |
|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| < 150 | 0.36 | 0.27 | 0.49 |
| 150-300 | 0.41 | 0.18 | 0.02 |
| 300-450 | 0.20 | 0.09 | 0.002 |
| > 450 | 0.10 | 0.05 | 0.05 |
| Total | 1.05 | 0.59 | 0.002 |

2) La distance tidale.

L'abondance totale des anguilles diminue significativement selon un gradient aval-amont (test de Kruskal-Wallis, $KW=12.665$, $p=0.002$ en 2010 ; Figure 6). Mais cette diminution n'est significative que pour les plus jeunes individus ($KW=22.639$, $p<0.0001$ et $KW=10.189$, $p=0.0061$ respectivement pour les anguilles <150 mm et les anguilles d'une taille comprise entre 151-300 mm en 2010). Pour les anguilles de tailles intermédiaires (150-450 mm), la combinaison des facteurs « année » et « distance tidale » indique que ce gradient longitudinal a été modifié depuis 2005. En effet, en 2005 les abondances dans le compartiment le plus aval étaient significativement plus importantes que dans les deux autres compartiments (test de Dunn), alors qu'en 2010 les abondances dans les compartiments aval et intermédiaire étaient similaires pour ces classes de taille intermédiaire (test

de Dunn). La diminution des abondances d'anguilles d'une taille comprise entre 151 et 300 mm est par conséquent très marquée dans le compartiment aval.



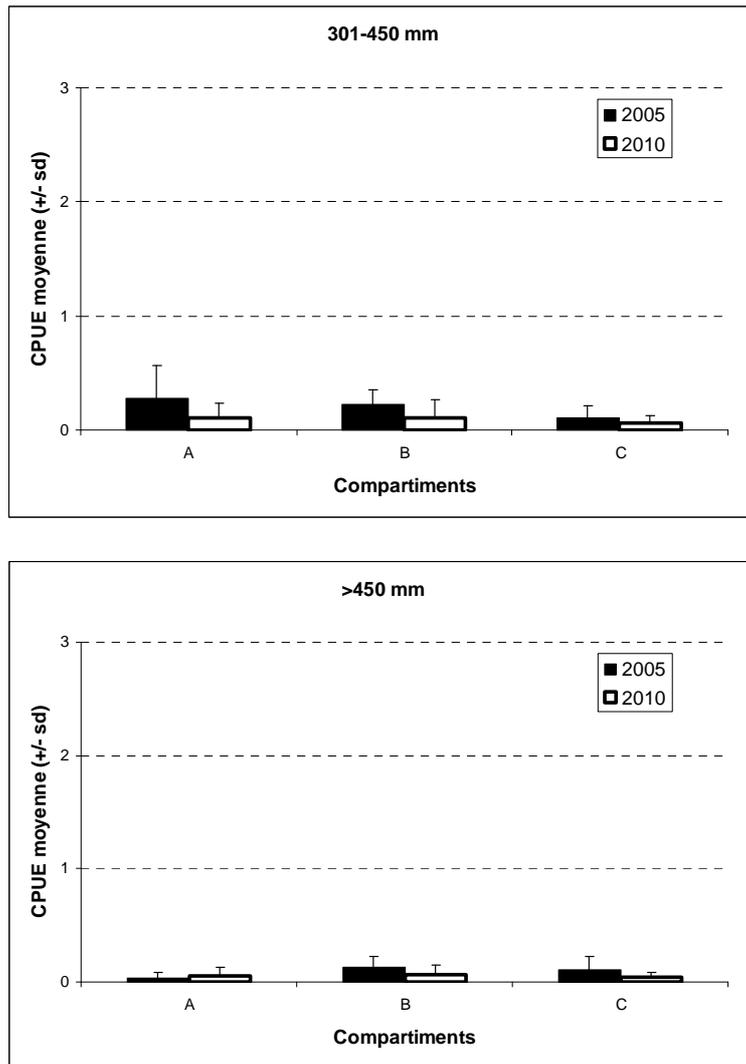
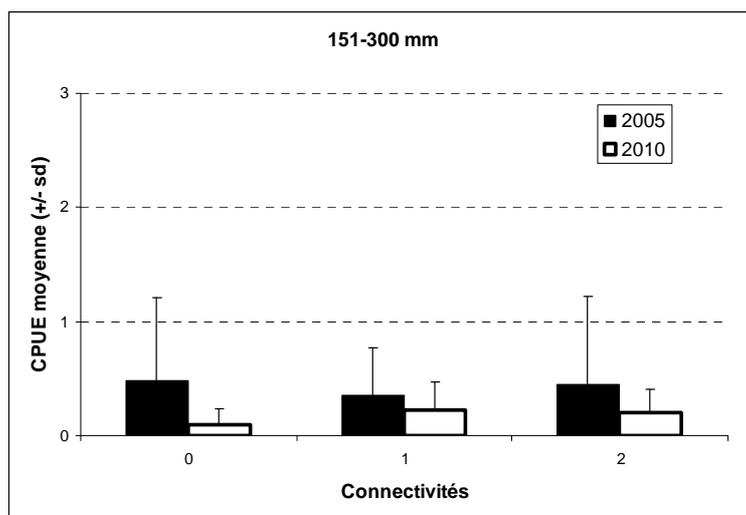
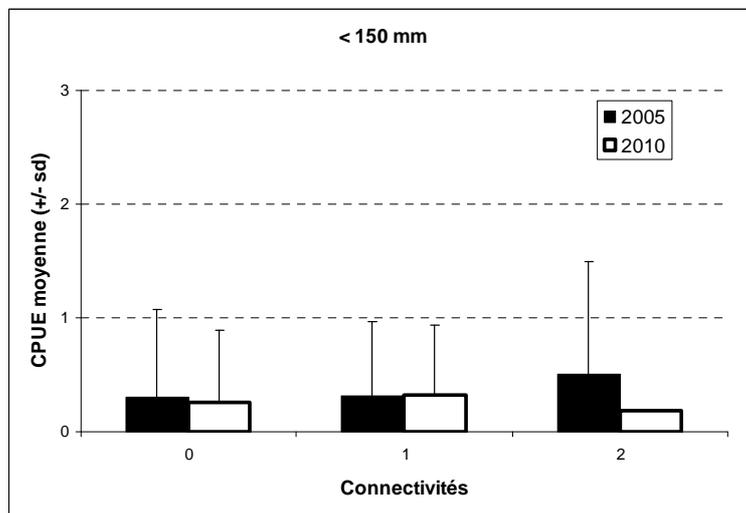
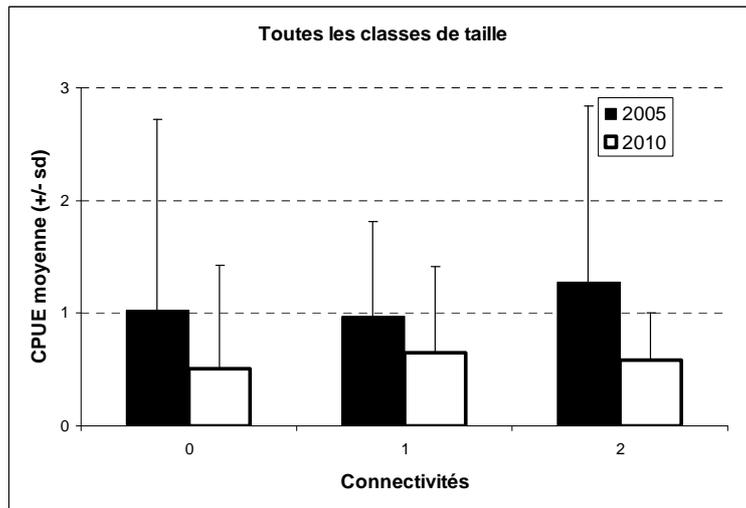


Figure 156 : Abondance moyenne (+/- sd) pour chaque groupe de classe de tailles selon le gradient longitudinal (compartiment A : aval, compartiment B : intermédiaire, compartiment C : amont).

3) La connectivité.

Seules les anguilles les plus âgées (> 450 mm) montrent en 2010 un gradient d'abondance en fonction de la connectivité des annexes (plus abondantes dans les annexes les plus connectés ; **Figure 157**). Mais ce gradient n'est pas significatif (KW=5.032, p= 0.08).



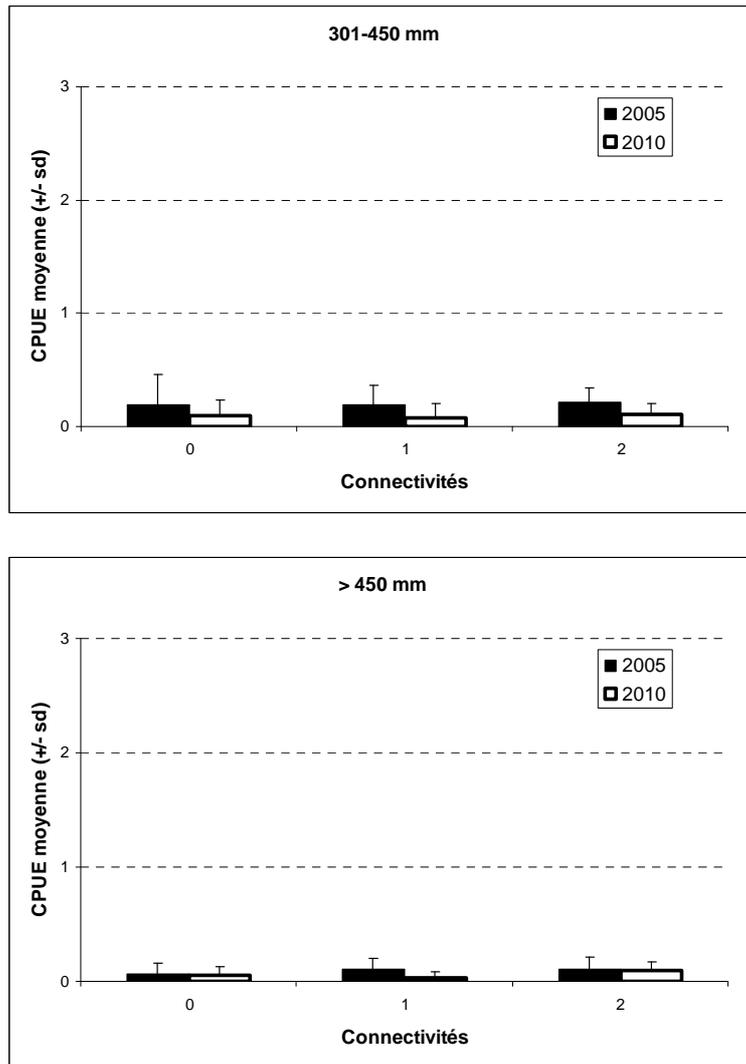


Figure 157: Abondance moyenne (+/- sd) pour chaque groupe de classes de taille selon le degré de connectivité (0 : déconnecté, 1 : intermédiaire, 2 : connecté). (Source LOGRAMI)

3.2.2. Le recrutement fluvial

Le recrutement fluvial actuel (anguilles <150 mm dans le compartiment aval) n'a pas significativement évolué entre 2005 et 2010 (test de Wilcoxon, $W=21$, $p=0,25$; **Figure 157**) indiquant un recrutement fluvial identique entre l'hiver 2004-2005 et l'hiver 2009-2010. Par contre le recrutement passé (anguille de taille 151-300 mm) est significativement plus faible en 2010 qu'en 2005 (test de Wilcoxon, $W=39$, $p=0,0195$; **Figure 157**) indiquant que le recrutement fluvial moyen entre 2005 et 2010 est 3 fois plus faible que le recrutement moyen entre 2000 et 2005.

3.3. Probabilité de présence en anguilles dans les annexes hydrauliques

Pour la campagne d'échantillonnage 2010 des anguilles ont été retrouvées jusqu'aux stations les plus amont (Saumur ; **Figure 158**). Mais, les anguillettes constituant le recrutement de juin 2010 (< 150mm) ne sont plus observées au-delà d'Angers, à 50 km

de la limite d'influence tidale. Des stations « vides d'anguilles » apparaissent à partir de 25 km de la limite tidale (A17 – Bras du Fourneau du Lion à Montjean-sur-Loire).

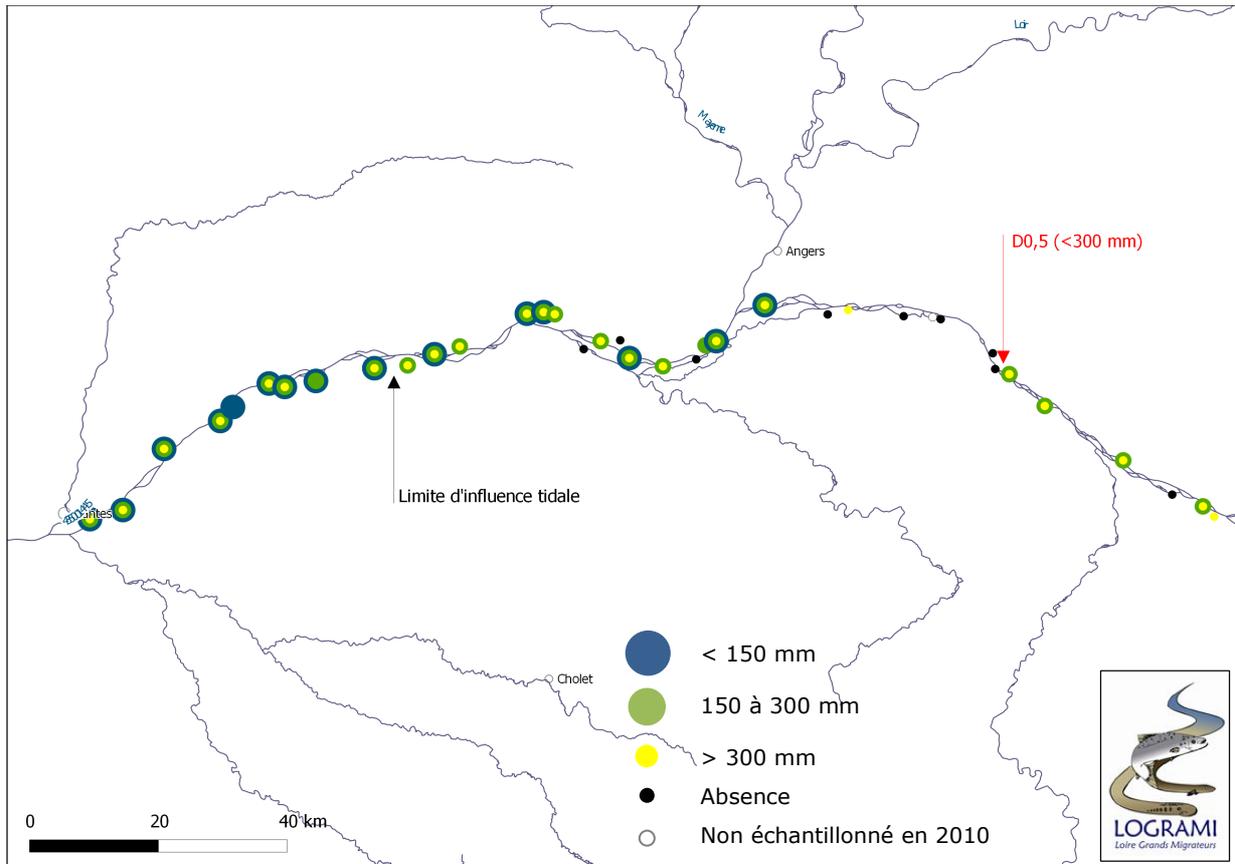


Figure 158 : Carte des occurrences d'anguilles par classes de tailles sur les annexes hydrauliques de la Loire échantillonnées en 2010. (Source LOGRAMI)

Nous pouvons observer que la $D_{0,5}$ des anguilles < 300 mm sur les annexes de la Loire se situe en 2010 comme en 2005 à 60 km de la limite tidale, en amont d'Angers (B09 – Boire de Gohier à Blaison-Gohier ; **Figure 158** et **Figure 159**). Cependant, même si ce front de colonisation apparaît moins contrasté en 2010 entre les probabilités de présence en amont et en aval de la $D_{0,5}$, les deux courbes logistiques ne sont pas significativement différentes (test t apparié, $t=1,045$, $p=0,3034$).

Par contre la probabilité de présence à la limite tidale s'est réduite en 2010, passant de 1 en 2005 (tous les sites sont aux moins occupés par une anguille < 150 mm) à 0,92 en 2010 (tous les sites ne sont pas occupés). Cela confirme que la chute du recrutement fluvial est importante.

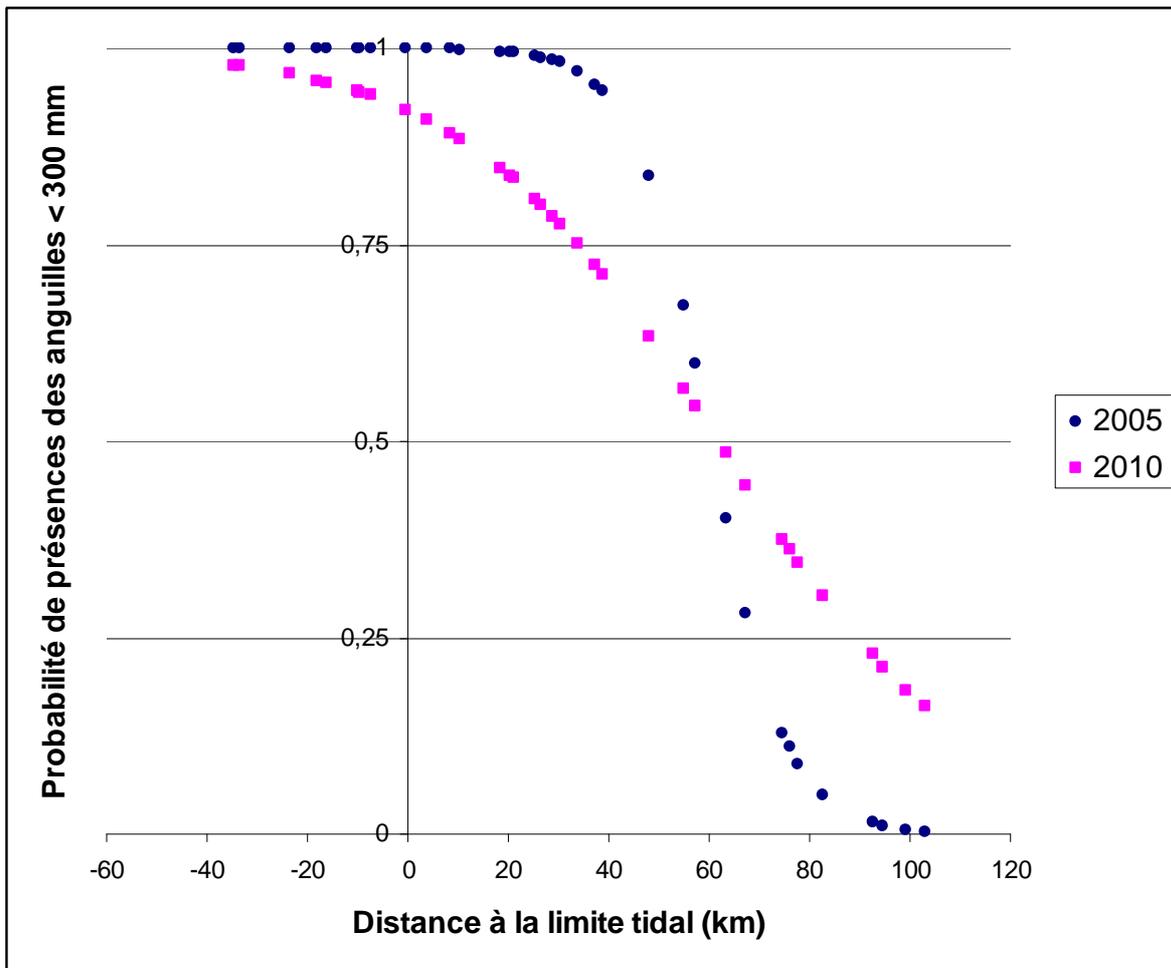


Figure 159 : Evolution des fronts de présence des différentes classes de taille de l'anguille sur les annexes de la Loire entre 2005 (trait pointillé) et 2010 (trait plein). Le front de colonisation (anguilles <300mm) est en rouge. (Sources : LOGRAMI)

4. DISCUSSION

4.1. Choix et localisation des stations

Les annexes hydrauliques échantillonnées en 2005 étaient choisies pour représenter une large gamme d'habitats pour l'ichtyofaune plus ou moins connectés avec le chenal principal (Lasne *et al.* 2007). L'objectif était de comprendre le lien entre les communautés présentes et la typologie des annexes hydrauliques. Le choix a été fait en 2010 de reconstituer au mieux cet échantillonnage (35 stations identiques) pour limiter les sources de biais lors des comparaisons temporelles.

L'axe de la Loire aval et moyenne ne présente pas d'obstacle à la colonisation longitudinale mais la connectivité des annexes (colonisation latérale) est souvent gérée par plusieurs seuils et ouvrages hydrauliques. Cette dimension latérale ajoute également un niveau de complexité dans l'analyse des effets des régimes hydrauliques sur la migration de colonisation. A partir des résultats des campagnes d'échantillonnages en 2004 et 2005, Lasne *et al.* (2007) a mis en évidence que la colonisation des annexes hydrauliques de la Loire (les boires et les bras secondaires) se fait sur deux dimensions :

- La **colonisation longitudinale** de l'axe Loire vers l'amont, à laquelle ne s'oppose aucun ouvrage hydraulique (Lasne & Laffaille 2008 ; Laffaille *et al.* 2009). Dans cette dimension, la connectivité est liée à la distance entre la source du recrutement fluvial (la limite d'influence tidale) et un point donné du bassin versant, c'est-à-dire la quantité d'énergie nécessaire pour se déplacer contre le courant vers les habitats amont.
- La **colonisation latérale** des annexes hydrauliques dépend de la fréquence et la synchronisation des périodes de migration de l'anguille d'une part et des connexions entre le cours principal et les annexes d'autre part (Lasne *et al.* 2008).

Les observations des campagnes d'échantillonnage précédentes montrent que ce sont les petits individus récemment entrés dans le bassin qui sont sensibles à ces gradients et la distribution tend à s'homogénéiser pour les grandes classes de tailles. Toutefois, la connectivité latérale n'influence pas l'abondance des anguilles que se soit en 2005 ou en 2010 ; au contraire de leur condition physiologique (Lasne *et al.* 2008). Comme l'axe principal de la Loire n'est pas échantillonnable de façon efficace, cet échantillonnage dans les annexes hydrauliques permet donc de suivre au mieux l'évolution longitudinale et temporelle des abondances et des probabilités de présence des différentes classes de taille d'anguille en Loire aval et moyenne.

4.2. Hydrologie et caractéristiques des habitats

La fréquence et l'importance des connections entre les annexes hydrauliques et la Loire est un facteur primordial pour la colonisation de ces habitats par les anguilles. Le nombre et l'importance des crues précédant les échantillonnages de 2005 et 2010 semblent comparables et suffisants pour assurer une bonne interconnection des habitats de la plaine inondable. La bonne accessibilité des annexes hydrauliques en 2005 et 2010 (ou du moins leur équivalence) semble être confirmée par les résultats qui indiquent que la connectivité des annexes n'explique pas les différences d'abondance des anguilles entre 2005 et 2010. Cependant le niveau d'eau est supérieur en 2010, ce qui peut avoir plusieurs impacts sur la capturabilité des anguilles :

- La surface des annexes hydrauliques est augmentée, diminuant la probabilité de capture des anguilles pour une même densité.

- Les habitats eux-mêmes sont modifiés par la morphologie de l'annexe hydraulique, ce qui peut redistribuer les anguilles en fonction de leur classe de tailles (disponibilité des proies, présence d'abris, ...).

Mais, l'analyse des caractéristiques du milieu (profondeur moyenne, végétation, substrat, etc.) montre peu de différence entre les habitats prospectés en 2005 et 2010 ce qui ne soutient pas cette dernière hypothèse.

4.3. Indice d'abondance

En moyenne 0,6 anguilles ont été pêchées par EPA sur la campagne d'échantillonnage de 2010. Cette abondance est près de deux fois moindre qu'en 2005.

Sur les bassins bretons échantillonnés entre 2003 et 2008 les abondances d'anguilles sont très contrastées : de 0,2 à 1,6 ind. / EPA en moyenne en fonction du bassin. La moyenne est de 0,65 anguilles par point de pêche (Germis 2009), ce qui est comparable avec les résultats obtenus en Loire en 2010. Cependant si ces deux régions hydrographiques sont bien situées par rapport au recrutement estuarien de la façade atlantique, les bassins échantillonnés en Bretagne sont pêchés jusqu'en amont et comportent souvent de nombreux obstacles à la migration (Germis 2009) ce qui n'est pas le cas en Loire aval et moyenne. Sur l'aval de ces bassins versants les captures dépassent souvent 2 anguilles / EPA ce qui est rare dans le cas de la Loire aval. Sur le bassin de la Vienne sur lequel le protocole appliqué est identique à celui utilisé en Bretagne, l'indice d'abondance des anguilles est 10 fois plus faible : 0,06 anguilles par EPA en 2010.

4.4. Répartition longitudinale et temporelle

La structure de tailles observée sur la Loire aval montre une population relativement jeune, représentative d'une population occupant l'aval d'un bassin versant, en contact direct avec le recrutement fluvial. Les anguilles représentant le recrutement fluvial de l'année (<150mm) ne sont plus observées au-delà d'Angers, à moins de 35 km de la limite d'influence tidale. Sur la Garonne-Dordogne en 2007, il a été observé une disparition totale des individus de moins de 150 mm à plus de 100 km de la limite de marée dynamique (Lauronce & Garcia, 2008 ; Lauronce & Albert, 2009).

Les anguillettes plus âgées (151-300 mm), correspondant au recrutement fluvial passé, semblent être les plus affectées par la chute d'abondance observée en 2010. La « perte » de ces anguilles peut se faire par plusieurs voies :

- Une migration plus active vers l'amont ;
- La prédation naturelle ;
- Le prélèvement par les pêcheurs de civelles ;
- Le prélèvement par les différentes catégories de pêcheurs d'anguilles jaunes ;
- L'argenterie et la dévalaison des anguilles les plus âgées.

Les résultats de cette étude ne permettent pas de faire la part de ces différents phénomènes, cependant il paraît peu probable que le comportement migratoire et la prédation naturelle aient été modifiés depuis 2005.

4.5. Evolution de la probabilité de présence

La méthodologie d'évaluation du front de colonisation a été élaborée à partir des données du réseau national Onema dont le protocole n'est pas spécifique à l'espèce et peut présenter des variations d'application au cours des années (Lasne & Laffaille 2008). La transformation en données de présence-absence des anguilles permet ainsi de rendre l'indicateur moins sensible aux biais créés par différents protocoles de suivi. Toutefois les courbes logistiques (mais aussi les $D_{0,5}$ et la probabilité à la limite tidale) ne montrent pas d'évolutions temporelles. Ainsi, même si les abondances ont chuté entre 2005 et 2010, cette diminution n'est pas suffisante pour réduire l'aire de distribution de l'anguille en Loire aval.

La méthodologie de l'utilisation de la probabilité de présence a été utilisée initialement pour évaluer l'impact de perturbations locales de la colonisation de l'anguille. Lasne et Laffaille (2008) ont ainsi montré que la densité d'ouvrages hydrauliques sur le bassin de la Maine retardait la migration de montaison par rapport au reste du bassin de la Loire. Un des enjeux de l'opération 2010 était de confirmer que cet indicateur pouvait également traduire des modifications temporelles de la colonisation de l'anguille. Au vu des résultats obtenus sur les annexes hydrauliques au bout de 5 ans, cet indicateur ne semble donc pas assez sensible à cette échelle de la Loire aval pour traduire l'évolution du recrutement et de l'aire de répartition sur le bassin. La mise à jour de l'analyse sur les données du réseau national Onema permettra peut-être de valider l'évolution du front de colonisation sur l'ensemble du bassin.

5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ces résultats montrent que l'axe Loire aval est fortement impacté en termes de recrutement fluvial, de stock en place et de colonisation.

La chute des abondances d'anguilles est un indice suffisamment inquiétant de la situation de la population en place et de l'inefficacité du recrutement fluvial. Dans ce contexte, et compte-tenu de la diminution régulière du recrutement estuarien déjà faible, les importants prélèvements sur la population ne permettent pas aux anguilles de coloniser correctement les habitats, d'y grandir et de constituer un bon potentiel de géniteurs pour le renouvellement de la population.

De par sa position géographique très favorable au recrutement estuarien d'anguille (Baisez & Laffaille 2005) et sa totale libre colonisation le long de son axe principal (Lasne & Laffaille 2008; Laffaille *et al.* 2009), la Loire aval est certainement le bassin versant le plus avantageux pour les stocks continentaux d'anguilles européennes. La forte baisse en quelques années du recrutement fluvial, du stock en place et des géniteurs potentiels en Loire aval et moyenne sont des signes majeurs du déclin rapide de l'anguille européenne. Il semble donc que les mesures de gestions du plan français pour la restauration des stocks d'anguilles ne sont pas suffisantes pour stopper ou du moins ralentir le déclin de cette espèce. Pour augmenter très rapidement en quantité le stock en place et notamment de géniteurs potentiels (principal objectif de la directive européenne sur l'anguille) il faut rapidement augmenter le recrutement fluvial. Mais cela ne servira à rien de déplacer des individus capturés dans l'estuaire vers des habitats plus en amont car en aval il y a déjà aujourd'hui des habitats non occupés par l'anguille et libre d'accès naturellement.

La mise en place de ces pêches de suivi spécifiques à l'anguille sur le bassin de la Loire permet de mieux replacer la situation de cette région hydrographique par rapport à l'ensemble de l'espèce à l'échelle européenne. L'échantillonnage de l'année 2010, limité par les moyens humains et techniques disponibles au sein de l'Association Logrami, devra être maintenu dans la durée et étendu aux autres affluents de la Loire. La comparaison

des différents bassins versants permettra de voir des réponses différentes des axes migratoires au recrutement fluvial. Ce travail poursuivra ainsi l'analyse spatiale du front de colonisation et fournira un éclairage supplémentaire aux démarches de restauration de la continuité écologique définies dans le SDAGE Loire-Bretagne.

6. BIBLIOGRAPHIE

- Adam G., Feunteun E., Prouzet P., Rigaud C., 2008. L'anguille européenne, indicateurs d'abondance et de colonisation. Editions Quae.
- Baisez A., Laffaille P., 2005. Un outil d'aide à la gestion de l'anguille : le tableau de bord anguille du bassin Loire. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, 378-379: 115-130.
- Germis G., 2009. Evaluation de l'état de la population d'anguilles en Bretagne par la méthode des indices d'abondance « anguille » de 2003 à 2008. Bretagne Grands Migrateurs, octobre.
- Laffaille P., Feunteun E., Baisez A., Robinet T., Acou A., Legault A., Lek S. 2003. Spatial organisation of European eel (*Anguilla anguilla* L.) in a small catchment. Ecology of Freshwater Fish, 12: 254-264.
- Laffaille P., Briand C., Fatin D., Lafage D., Lasne E., 2005. Point sampling the abundance of European eel (*Anguilla anguilla*) in freshwater areas. Archiv für Hydrobiologie 162: 91-98.
- Laffaille P., Rigaud C., 2008. Indicateurs de colonisation et de sédentarisation. In: Indicateurs d'abondance et de colonisation. Adam G., Feunteun E., Prouzet P., Rigaud C. (eds.). QUAE, Paris : 275-330.
- Laffaille P., Lasne E., Baisez A., 2009. Effects of the improvement of longitudinal connectivity on colonization and distribution of European eel. Ecology of Freshwater Fish, 18: 610-619.
- Lasne E., 2007. Connectivité hydrologique et distribution spatiale de l'ichtyofaune dans le bassin versant de la Loire : de l'assemblage à la population (cas de l'anguille européenne). Thèse, Université de Rennes 1.
- Lasne E., Lek S., Laffaille P., 2007. Patterns in fish assemblages in the Loire floodplain: the role of hydrological connectivity and implications for conservation. Biological Conservation, 139: 258-268.
- Lasne E., Laffaille P., 2008. Analysis of distribution patterns of yellow European eels in the Loire catchment using logistic models based on presence-absence of different size-classes. Ecology of Freshwater Fish, 17: 30-37.
- Lasne E., Acou A., Vila-Gispert A., Laffaille P., 2008. European eel distribution and body condition in a river floodplain: effect of longitudinal and lateral connectivity. Ecology of Freshwater Fish, 17: 567-576.
- Lasne E., Laffaille P., 2009. Information-theoretic approach for the assessment of freshwater yellow eel distribution in freshwaters. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, 390-391: 04.
- Lauronce V., Gracia S., 2008. Actions pour la sauvegarde de l'anguille européenne sur le bassin Gironde - Garonne - Dordogne. Juillet 2007 à décembre 2007.- MIGADO I8D-08-RT. 46 p.
- Lauronce V., Albert F., 2009. Actions pour la sauvegarde de l'anguille européenne sur le bassin Gironde - Garonne - Dordogne. Janvier à décembre 2008.- MIGADO. 6D-09-RT. 74 p.
- Rigaud C., Laffaille P., Prouzet P., Feunteun E., Diaz E., Castellano J., De Casamajor M.-N. 2008. Des compléments sur la biologie l'anguille européenne. In: Indicateurs d'abondance et de colonisation. Adam G., Feunteun E., Prouzet P., Rigaud C. (eds.). QUAE, Paris : 43-86.

Fiche 7 : Evaluation des pertes en ligne en Loire aval et à l'entrée des sous-bassins de l'Allier, de la Loire et de la Gartempe.

1. OBJECTIFS :

L'objectif de l'opération consiste à évaluer la proportion du stock de saumons entrant dans le bassin de la Loire par rapport aux effectifs comptabilisés à chaque entrée d'axe au niveau des stations de comptage de Vichy (Allier) et Descartes (Creuse puis Gartempe). Cette action se situe dans la continuité de l'opération menée en 2009 (BACH *et al.*, 2010). Les objectifs restent identiques.

2. MISE EN ŒUVRE

2.1. Principe

Une collaboration a été mise en place entre LOGRAMI et un pêcheur professionnel du Maine-et-Loire, situé à La Ménitré et pêchant au filet-barrage (**Figure 160**), pour la capture de saumons.



Figure 160 : Dispositif de pêche : Filet barrage sur la Loire

Chaque saumon capturé est marqué, par un agent LOGRAMI, à l'aide d'une puce Tiris et peut ainsi être contrôlé de façon individuelle (chaque marque possédant son propre code). Le réseau de détection au niveau de certaines passes à poissons du bassin a été renforcé cette année (**Figure 161**).

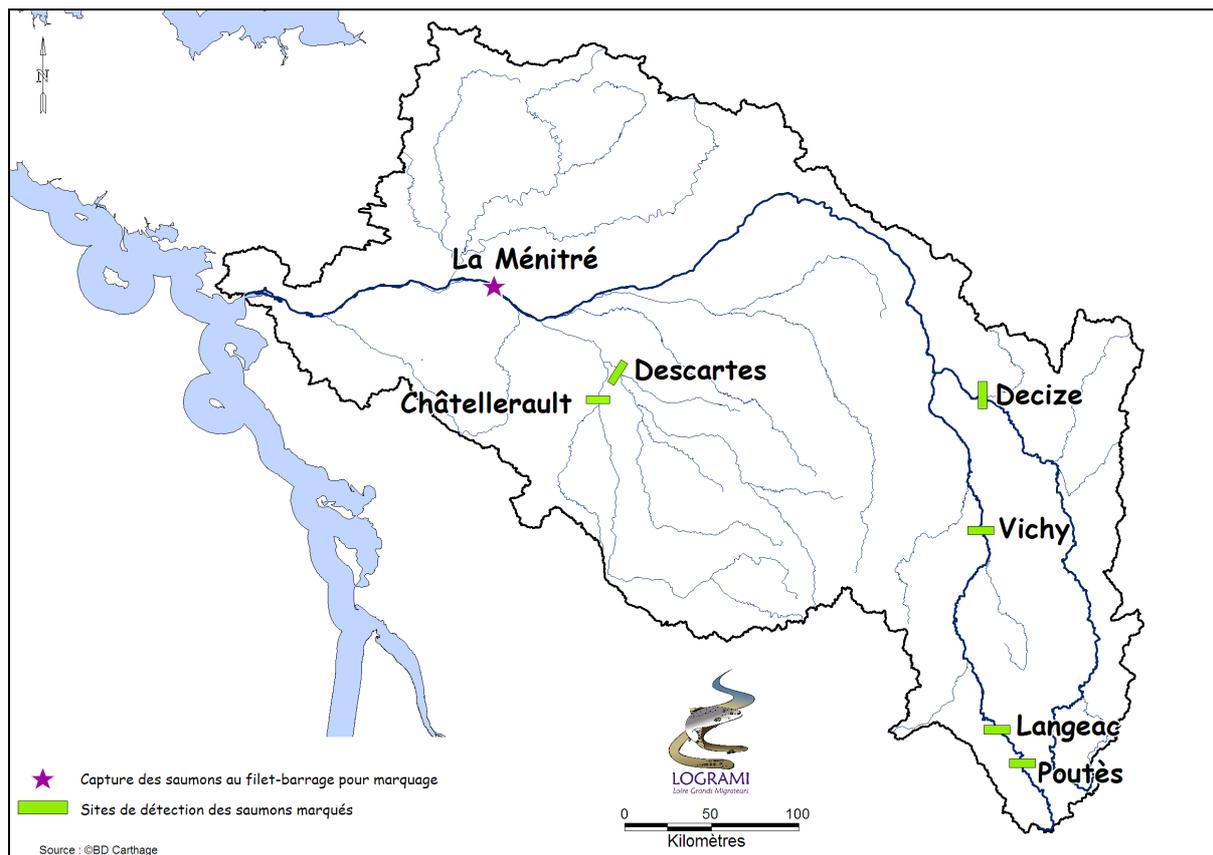


Figure 161 : Localisation du site de capture et de contrôle des saumons en 2010 (Source : LOGRAMI)

La différence entre le nombre de saumons marqués et le nombre de saumons contrôlés permet d'évaluer la perte en ligne. L'observation des dates de passages de chaque saumon renseigne sur la fraction du contingent subissant le plus de pertes. Le rapport date de marquage/date de passage permet d'estimer la vitesse moyenne de migration de chaque individu.

Lors de chaque capture, la date et l'heure de capture, les données biométriques (longueur totale, longueur à la fourche, mesure de la mâchoire supérieure), ainsi que la présence ou non de nageoire adipeuse sont notées. Des prélèvements d'écaillés ainsi que de tissus biologiques (env. 5 mm² de nageoire pelvienne) sont réalisés pour des analyses ultérieures par les laboratoires de l'INRA (détermination de l'âge de rivière et de l'âge de mer ainsi que recherche de paternité avec les géniteurs de la salmoniculture de Chanteuges).

3. RESULTATS

3.1. Effort de pêche

3.1.1. Dynamique de pêche

En 2010, la période de pêche a été augmentée notamment pour permettre des captures plus précoces qu'en 2009 et ainsi tenter de capturer plus de poissons de 3 ans de mer (poissons migrant habituellement en premier). La pêche a ainsi démarré le 15 janvier et s'est poursuivie jusqu'au 9 juin (soit durant près de 21 semaines contre 14 en 2009). Sur cette période, le pêcheur a effectivement été en activité durant 78 jours. En effet,

plusieurs augmentations brutales du débit ont eu lieu durant cette période qui ont obligé le pêcheur à stopper son activité (Tableau 16 et Figure 162).

Tableau 16 : Évènements responsables de l'arrêt de la pêche et nombre de jours total d'arrêt (Source : LOGRAMI)

| Période d'arrêt | Évènement responsable de l'arrêt | Remise en place du matériel de pêche | Reprise de la pêche | Nombre total de jours d'arrêt |
|----------------------|--|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| 08 févr. au 09 févr. | Augmentation brutale du débit conduisant à une crue | 10 févr. | 11 févr. | 3 jours |
| 27 févr. au 02 mars | Tempête ayant arrachée les filets, suivie d'une crue | 03 mars | 04 mars | 5 jours |
| 29 mars au 05 avr. | Augmentation du débit, arrachage des filets | 06 avr. | 07 avr. | 9 jours |
| 10 mai au 13 mai | Coup d'eau, arrachage des filets | 14 mai | 15 mai | 5 jours |

A ces jours d'arrêt s'ajoutent 12 jours d'arrêt nécessaires au déplacement régulier du filet-barrage afin de le positionner sur les lieux les plus propices à la capture des saumons selon le débit présent dans la rivière.

La pêche pouvant être réalisée 6 jours par semaine, et les manœuvres du filet-barrage ainsi que les évènements exceptionnels n'ayant pas permis la pêche pendant 34 jours, le pêcheur a été en activité 78 jours sur les 90 jours possibles de pêche, soit durant 86,7% du temps.

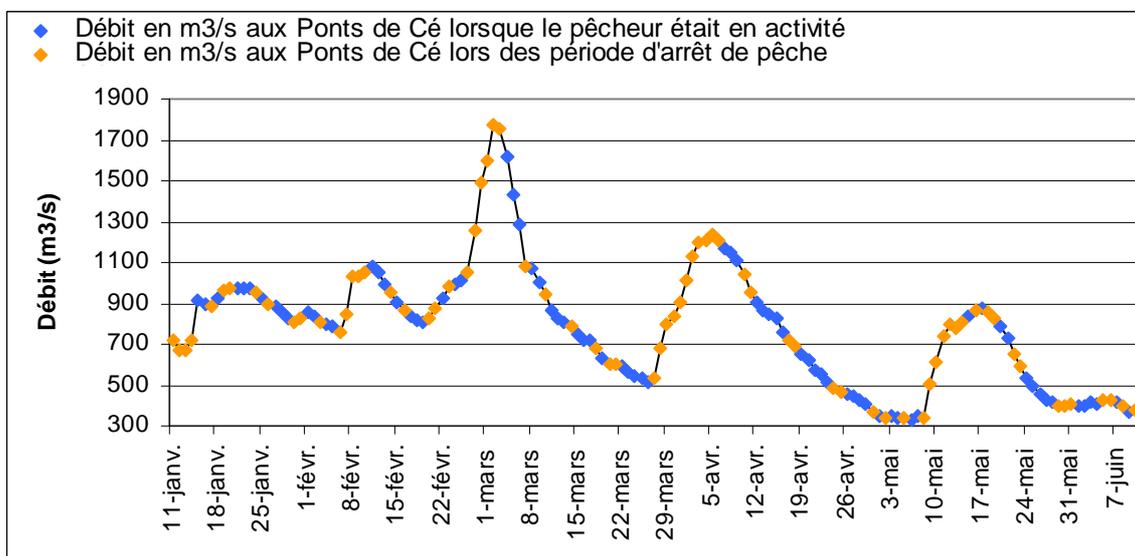


Figure 162 : Débits aux Ponts de Cé lors de l'activité ou de l'arrêt de la pêche (Source : LOGRAMI)

3.1.2. Efficacité de pêche

Sur la période considérée (15 janvier – 9 juin 2010), le pêcheur a capturé 9 saumons en 78 jours de pêche effective, soit 0,11 saumons capturés par jour de pêche. En 2009, sur une période allant du 23 mars au 27 juin et sur 38 jours de pêche effective, ce même

pêcheur avait capturé en moyenne 0,34 saumons par jour de pêche, soit une efficacité de pêche 3 fois supérieure. Ces captures sont toutefois à rapporter au nombre de saumons présents sur le bassin. Cet effectif reste inconnu, mais les stations de comptage du bassin permettent de connaître le nombre précis de saumons passés à un endroit donné. Même si ces stations sont assez éloignées du point de capture et que des mortalités existent certainement en aval des stations, ces données représentent une indication sur la plus ou moins grande abondance des saumons et peuvent être comparées d'une année sur l'autre. Ainsi, en 2010, le pêcheur a capturé l'équivalent de 4% du contingent compté à Vichy, contre seulement 2,6% en 2009. L'augmentation de l'effort de pêche est probablement à l'origine de cette meilleure proportion.

3.2. Caractéristiques biométriques des poissons

3.2.1. Structure âge

En 2010, sur les 9 saumons capturés, 3 avaient passés 3 ans en mer et 6 n'y avaient passés que 2 ans (**Figure 163**). Le commencement plus précoce de l'étude a donc permis de capturer plus de saumons de 3 ans de mer qu'en 2009 mais ce chiffre reste extrêmement faible, notamment en regard des effectifs passés à Vichy. En effet, l'année 2010 est l'année où le moins de saumons de 2 ans de mer (en nombre) ont été comptabilisés à Vichy. Ainsi, seuls 39,6% des saumons comptés étaient des 2 ans de mer alors que la proportion de cette classe d'âge est habituellement la plus importante à cette station. A l'inverse, les captures ne font apparaître qu'un tiers de 3 ans de mer.

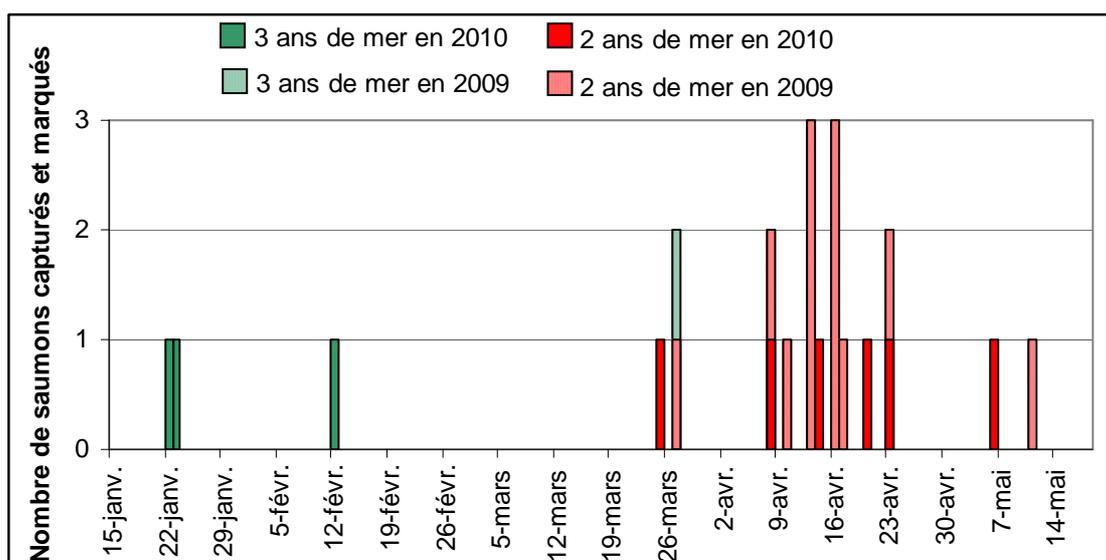


Figure 163 : Âge de mer des saumons capturés et marqués en 2009 et 2010 (Source : LOGRAMI)

3.2.2. Ablation de nageoire

Chaque année des smolts (juvéniles de saumons près à dévaler) provenant de la salmoniculture de Chanteuges sont déversés dans le bassin de la Loire (Allier, Arroux, Gartempe). Une ablation de la nageoire adipeuse est pratiquée sur ces individus afin de les identifier, notamment lors du retour des adultes dans le bassin. Un saumon présentant une nageoire adipeuse est alors soit un poisson sauvage, soit un poisson d'élevage déversé à un stade plus précoce que le stade smolt (stade œuf ou alevin) ou d'un smolt mis sur la Gartempe (non ablaté avant 2009).

En 2010, 17,3% des saumons comptabilisés à Vichy ne présentaient pas de nageoire adipeuse, soit 39 individus sur 227 comptabilisés cette année à cette station. La même année, lors des captures en Loire moyenne pour évaluer les pertes en ligne de saumons jusqu'aux stations de comptage, 3 poissons sur 9 ne présentaient pas de nageoire adipeuse (soit 33%, soit deux fois plus qu'à Vichy). Ces proportions de poissons avec et sans adipeuse à Vichy et à la Ménitré sont similaires en 2009 et 2010 (Figure 164).

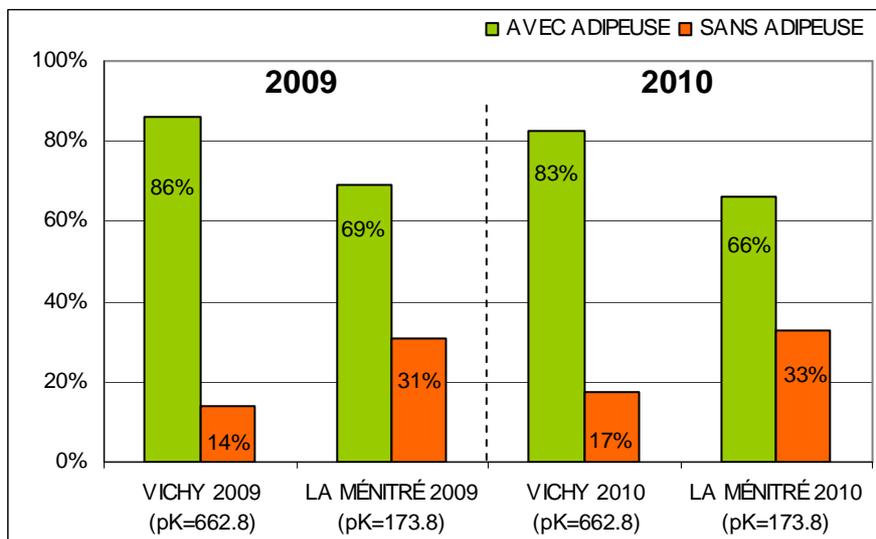


Figure 164 : Part des poissons avec ou sans adipeuse en Loire moyenne et à Vichy en 2009 et en 2010 (Source : LOGRAMI)

3.2.3. État sanitaire

Les saumons capturés en Loire moyenne dans le cadre de la présente étude ont fait l'objet d'une évaluation de l'état sanitaire, comme cela est systématiquement pratiqué dans toutes les études conduisant à la capture d'individus. L'état général des saumons est toujours évalué selon la même grille (Tableau 17) établie par un protocole d'observation (Bach *et al.*, 2010).

Tableau 17 : Grille d'évaluation de l'état sanitaire des saumons (Source : LOGRAMI)

| Code | Description |
|------|---|
| A | État très satisfaisant |
| B | État satisfaisant : écaillage partiel, blessures bénignes |
| C | État moyen : plaies, rougeurs, écailles manquantes, nageoires abîmées |
| D | État préoccupant : lésions importantes, écaillage important |
| E | État alarmant : état général très dégradé, survie compromise |

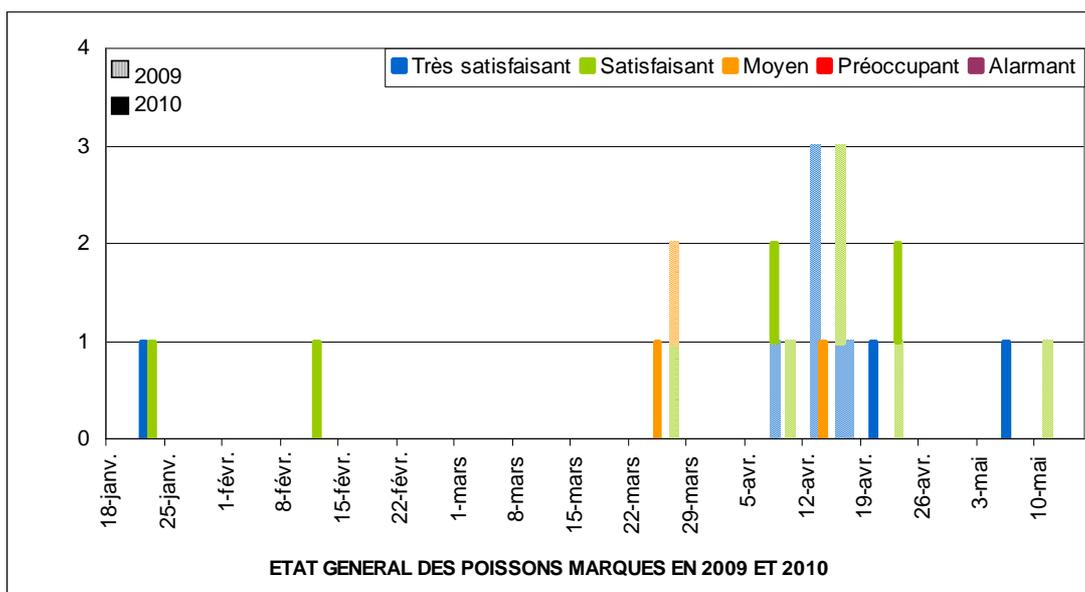


Figure 165 : État sanitaire des saumons capturés en Loire moyenne en 2009 et 2010 (Source : LOGRAMI)

Tout comme en 2009, aucun saumon n'a été classé en état sanitaire préoccupant voire alarmant, ce qui est plutôt encourageant. Les paramètres déclassant ont le plus souvent été : un écaillage important et des observations de lésions ou plaies.



3.3. Périodicité des captures

3.3.1. Relation entre les captures et les paramètres hydrologiques

Pendant toute la durée de l'opération, les débits journaliers sont fréquemment supérieurs aux débits moyens mensuels observés habituellement à la station hydrométrique des Ponts de Cé (Figure 166). Deux coups d'eau dépassant les 1000 m³/s, se produisent entre fin février – début mars et fin mars – début avril. Nous observons que le pêcheur

est en mesure d'être en activité même lors de débits importants, comme c'est le cas le 4 mars 2010, où les débits atteignent 1620 m³/s (Figure 162). En revanche, nous observons que lors de l'augmentation brutale du débit, la pêche est systématiquement suspendue, et ce pour des raisons évidentes de sécurité du matériel ; l'activité reprenant dès le début de la diminution des débits (Figure 162).

En 2010, les captures ont eu lieu entre 330 et 1150 m³/s, alors qu'elles avaient lieu pour des débits beaucoup plus faibles en 2009 (entre 408 et 672 m³/s), cependant il faut rappeler que les périodes de captures n'étaient pas tout à fait les mêmes (pêche plus tardive en 2009).

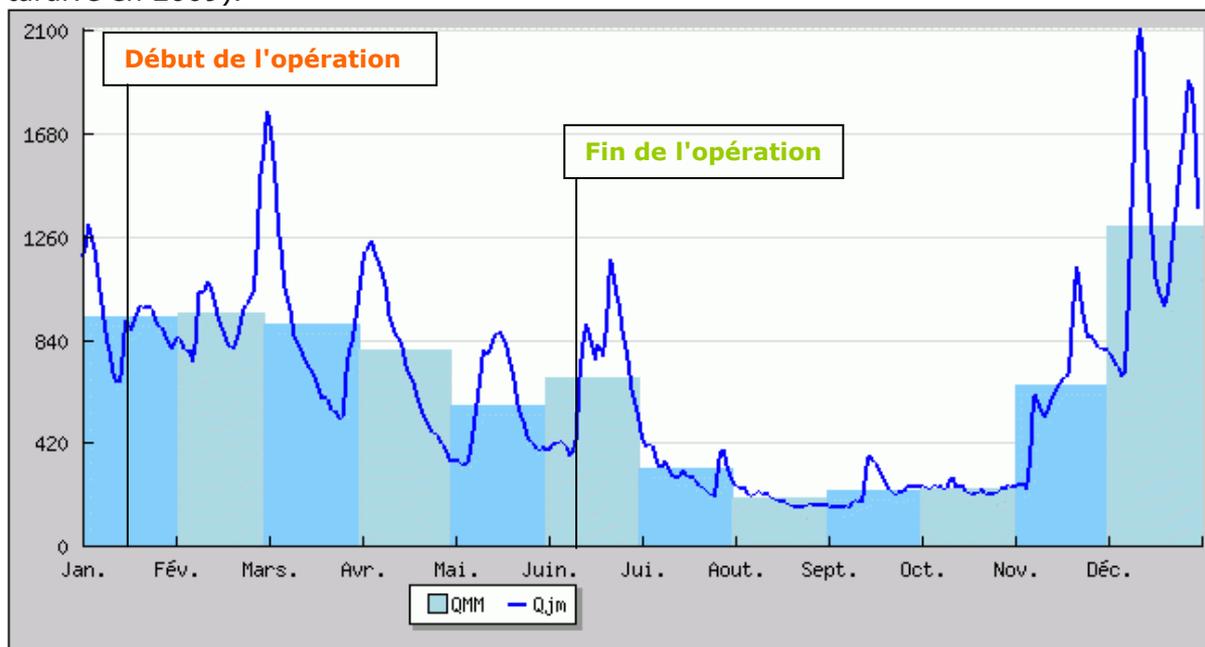


Figure 166 : Débits de la Loire aux Ponts de Cé en 2010 (Source : Banque Hydro)

3.3.2. Relation entre les captures et les températures

En 2010, une sonde température a été implantée sur le lieu de capture (sonde fixée sur l'engin de capture). La sonde a fonctionné en continu du 12 février au 29 juin 2010, à un pas de temps horaire (Figure 167).

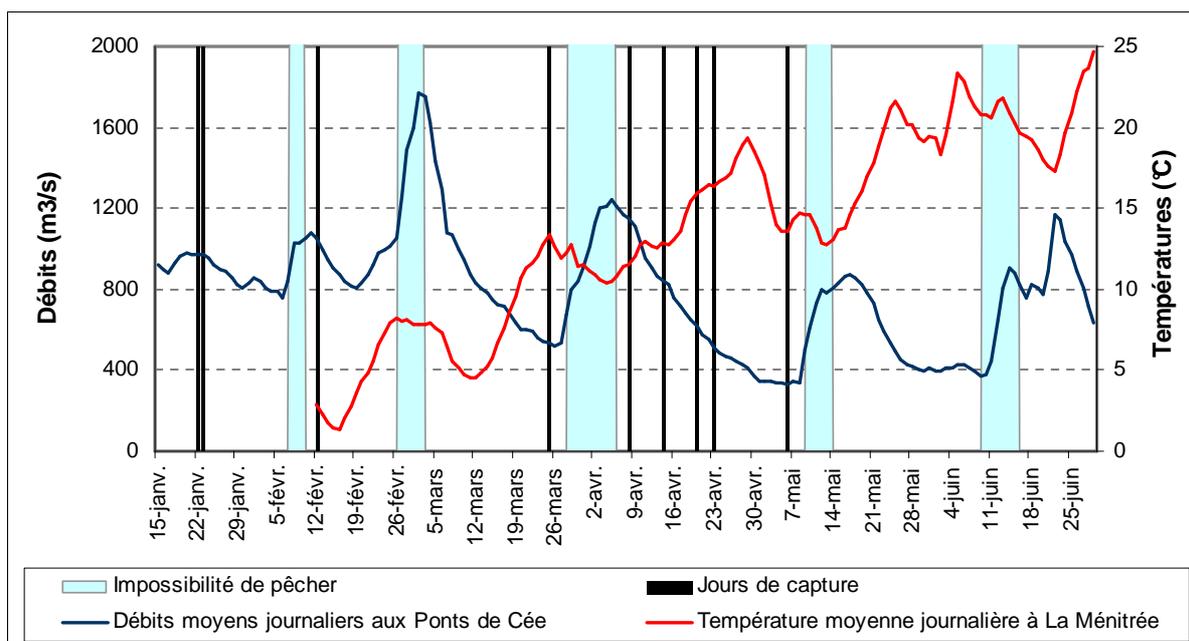


Figure 167 : Débit et température rencontrés durant l'opération et lors de la capture de saumons à La Ménitree en 2010 (Source : LOGRAMI et Banque Hydro)

Sur l'ensemble de la période, les températures moyennes journalières s'étendent de 1,4°C à 24,8°C, avec un pic horaire de température à 26,1°C le 29 juin.

Lors des captures effectives, la température est comprise entre 2,9°C et 16°C. La capture du saumon le 12 février a lieu pour une température extrêmement basse (<3°C). Pour cette température la migration est habituellement considérée comme faible voire nulle (Cohendet, 1993 ; Baglinière et Porcher, 1994). Nous observons que les captures ont globalement lieu lors d'une diminution du débit et d'une augmentation de la température. Ce constat est à nuancer par rapport au biais de capture énoncé dans le paragraphe précédent (le filet-barrage étant systématiquement retiré lors d'une augmentation importante du débit).

3.3.3. Estimation de la dynamique migratoire

Tout comme l'an dernier, nous essayons d'estimer les dates de passage des saumons à la Ménitree en fonction de leur date d'arrivée à la station de comptage de Vichy (Allier) et grâce à des données de vitesse de migration. La distance entre Vichy et la Ménitree est de 489 km. Deux scénarii sont ici envisagés selon deux sources de données :

- Étude radiopistage 2006 : la vitesse de migration observée durant cette étude sur 11 poissons marqués est de 9,1 km/jour.
- Cohendet, 1993 : 15 km/jour

Les calculs de date estimée de présence des saumons à la Ménitree sont réalisés selon l'âge de mer des saumons.

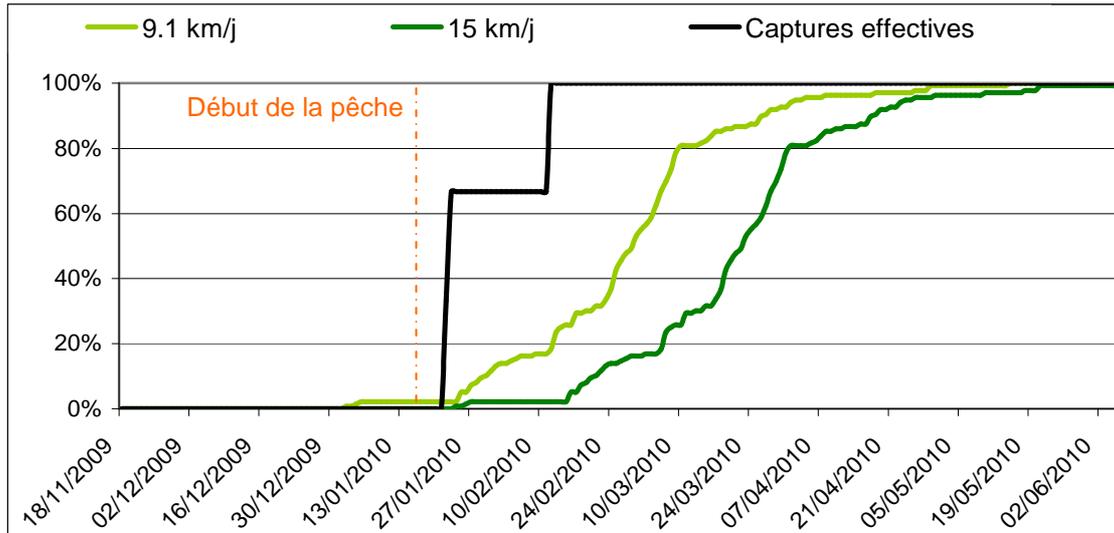


Figure 168 : Date estimée de présence des saumons de 3 ans de mer à la Ménétré et comparaison avec les captures effectives (Source : LOGRAMI)

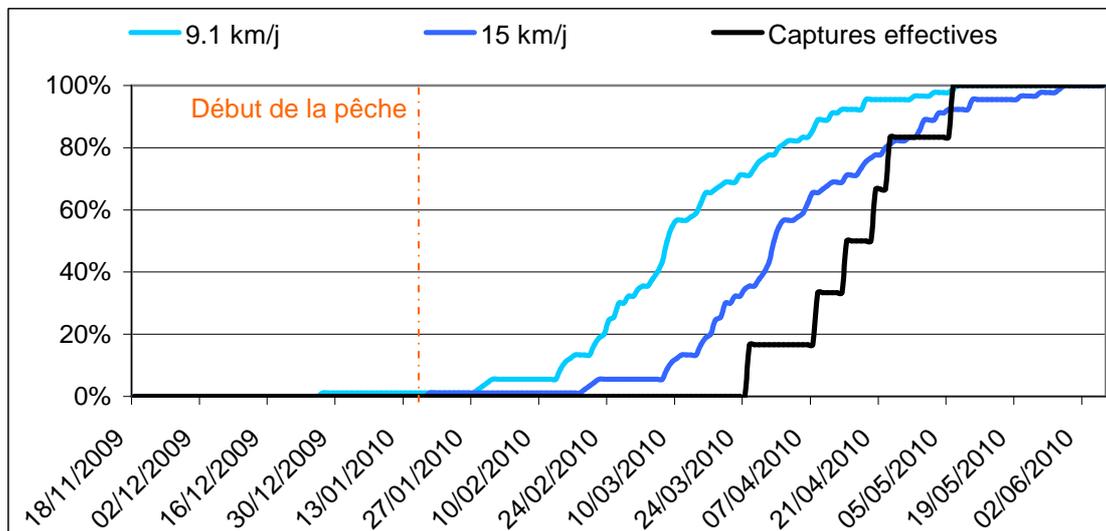


Figure 169 : Date estimée de présence des saumons de 2 ans de mer à la Ménétré et comparaison avec les captures effectives (Source : LOGRAMI)

Qu'il s'agisse des 3 ans de mer ou des 2 ans de mer, la période de capture semble être correctement ciblée sur la période de migration.

Nous observons, que les captures de saumons de 3 ans de mer semblent plutôt correspondre, d'après les deux scénarii envisagés, à la tête de cohorte, alors que les captures des saumons de 2 ans de mer semblent plutôt correspondre à la queue de cohorte.

Il est important de rappeler que l'engin de pêche utilisé (filet-barrage), est systématiquement retiré lors d'augmentations brutales du débit afin d'éviter tout endommagement du matériel. Ces périodes d'augmentation du débit sont cependant propices aux migrations des poissons. Ainsi, il est fort probable qu'un nombre significatif de saumons ait profité de ces coups d'eau pour migrer.

3.4. Devenir des poissons marqués

Sur les 9 saumons marqués en 2010, aucun n'a été enregistré sur un ou plusieurs postes fixes positionnés sur les principaux sous-bassins (**Figure 161**). C'est la deuxième année

consécutives où ce constat est réalisé. Depuis 2009, c'est ainsi 22 poissons qui ont été marqués et non détectés sur les postes enregistreurs du bassin. Des interrogations émergent ainsi sur le devenir de ces poissons.

Plusieurs hypothèses peuvent être soulevées :

- Les poissons seraient allés sur des axes non équipés de postes enregistreurs :
 - pour 2009 uniquement : Vienne, Loire en amont du bec d'Allier,
 - pour 2009 et 2010 : Maine, Indre, Cher, Sioule.

Il est à noter qu'en 2009, seuls 9 saumons ont été comptés à la station de Châtellerault sur la Vienne et qu'aucun saumon n'a été comptabilisé à la station de Decize. Cependant, pour cette dernière station, les retards dans la réfection de la passe à poisson n'ont pas permis de suivre l'ensemble de la période de migration et il est possible que quelques saumons soient passés sans qu'ils soient comptés. Toutefois, ce chiffre est certainement faible compte tenu des effectifs habituellement observés à cette station et des effectifs passés en 2009 à la station de Gueugnon sur l'Arroux (1). D'autre part, les axes Maine, Indre et Cher ont un potentiel faible pour les saumons. Il est ainsi fort peu probable que les saumons aient emprunté ces cours d'eau. En revanche, la Sioule offre des potentialités non négligeables et il n'est donc pas possible d'exclure qu'une partie des poissons ait migré sur cet axe.

- L'ensemble des poissons marqués ont subi une mortalité : dans ce cas deux hypothèses sont possibles :
 - Le mode de capture, bien que considéré comme le moins impactant parmi les différentes techniques de pêche disponibles sur le bassin, entraîne d'importantes mortalités. En effet, nous manquons de recul sur l'impact d'une telle capture et il n'est pas possible d'exclure entièrement l'hypothèse d'une mortalité dans les jours ou semaines suivant la capture. Le marquage est quant à lui peu traumatisant puisque la marque de petite taille est simplement insérée sous la peau. En 2006, une étude de radiopistage réalisée en Loire moyenne a porté sur 16 saumons. Le mode de capture était identique à celui pratiqué en 2009 et 2010. Sur 16 poissons marqués (avec une marque radiopistage et une marque passive de type TIRIS), seul 1 saumon avait atteint Vichy. Tous les autres étaient morts. Il est cependant difficile d'attribuer l'ensemble des mortalités au mode de capture compte tenu des températures particulièrement élevées subies cette année là.
 - La capture n'a pas d'effet direct sur la survie des poissons et dans ce cas là, la perte en ligne entre la Loire moyenne et les stations de comptage est très importante.
- Dysfonctionnement des marques. Cette hypothèse semble peu probable car toutes les marques utilisées ont été préalablement testées. Les marques passives TIRIS sont fiables et il n'y a pas de raison de penser qu'une marque ayant passé le test avec succès se mette ensuite à dysfonctionner.

4. CONCLUSION

La mise en place plus précoce du filet-barrage en 2010, devait permettre d'échantillonner l'ensemble de la migration des saumons, et notamment d'obtenir un nombre significatif de 3 ans et de 2 ans de mer. Notre échantillon relativement faible (9 individus) représente tout de même 4% des passages totaux à Vichy. Cependant, nous constatons que les proportions des 2 classes d'âge à Vichy et à La Ménitric ne coïncident pas. Ainsi, en 2010, seuls 39,6% des poissons passés à Vichy avaient passé 2 ans en mer, alors que cette classe d'âge représente 2 tiers des captures réalisées à La Ménitric (6 sur 9). Il n'y a pas de raison apparente de penser que les 3 ans de mer sont moins sujets à la capture par filet-barrage que les 2 ans de mer, ainsi ces différences de proportion dans les classes d'âge ne peuvent s'expliquer que par deux phénomènes. Les poissons ont massivement profité du premier coup d'eau de la fin du mois de février pour passer sans

être capturé (puisque le filet-barrage n'était pas en activité) et/ou les saumons de 3 ans de mer passent à la Ménitré avant le mois de janvier. Cette dernière hypothèse remettrait alors en cause les vitesses de migration utilisées pour réaliser l'estimation des dates de présence des saumons à La Ménitré, et signifierait que les vitesses de migration sont en dessous de 9 km/jour.

Quoiqu'il en soit, les 9 poissons marqués présentaient un état sanitaire très satisfaisant à moyen, comme cela avait déjà été observé en 2009. Parmi ces saumons, un tiers ne présentaient pas de nageoire adipeuse et étaient donc issus du programme de déversement des saumons au stade smolt. Cette proportion est deux fois supérieure à celle observée à Vichy. Cependant, le faible nombre de saumons capturés ne nous permet pas de conclure, même si le même phénomène avait été mis en évidence en 2009. Si l'échantillon se trouvait être représentatif, cela aurait pu signifier que les poissons issus de déversement au stade smolt subissent une mortalité plus importante avant d'arriver aux stations de comptage et donc ont moins de chance d'arriver jusqu'aux zones de frayères (situées en amont des stations).

Pour la deuxième année consécutive, aucun des saumons marqués n'a été détecté à l'un ou l'autre poste enregistreur implanté dans le bassin. Ce résultat pose question et un certain nombre d'hypothèses peuvent être avancées. Le dysfonctionnement des marques ne nous semble pas être une hypothèse solide puisqu'elles avaient toutes été testées avant emploi et que ce type de marque est connu pour être fiable. Il n'y a donc aucune raison de penser que ces marques auraient pu fonctionner pendant la durée du test et plus après. Deux autres hypothèses nous semblent plus plausibles. Il est, en effet, difficile d'écarter la possibilité que la capture des saumons au filet-barrage entraîne un stress important du poisson voire que le saumon s'abîme dans le filet ce qui pourrait conduire à sa mort plusieurs jours ou semaines après la capture. A ce jour nous manquons de données sur l'impact d'un tel mode de capture. Il paraît cependant le moins impactant comparé aux autres modes de captures, mais ceci reste à démontrer. Parallèlement à cette hypothèse, il est impossible d'écarter l'éventualité que certains poissons aient migré sur des axes non contrôlés et notamment sur la Sioule. Il paraît cependant peu plausible que l'ensemble des saumons marqués à ce jour ait emprunté cet axe. Ainsi, il est fort probable que les mortalités (naturelle et/ou induite par le mode de capture) entre la Loire moyenne et les stations de comptage soient non négligeables et qu'une partie des saumons aient échappé à notre contrôle.

5. BIBLIOGRAPHIE

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENEAL A., CORNU V., PORTAFAIX P., JOUIN TREMEUR E., LELIEVRE M., BAISEZ A., 2010 - Recueil de données biologiques 2009 - Rapport d'activités LOGRAMI du 01/01/09 au 31/12/09, 346 pages.

BAGLINIERE J.L., PORCHER J.P., 1994. Les stocks de reproducteurs et le comportement lors de la migration génésique. *In Le Saumon Atlantique*. Gueguen J-C., Prouzet P.

COHENDET F. 1993. Le saumon de l'Allier : Son histoire, sa vie, son devenir. 795 p.

Fiche 8 : Evaluer la survie des œufs sur les zones de reproduction (test de survie sous-graviers)

Remerciement à la pisciculture de **Moulin Piat** pour la fourniture gracieuse d'œufs de truite.

L'étude menée en 2009 constitue une grande première pour le bassin de l'Allier et pour l'association LOGRAMI. Elle consiste à évaluer la faisabilité du protocole de survie des œufs sur les zones de reproduction sur le bassin de l'Allier. En effet, jusqu'ici ce suivi a été réalisé uniquement sur des fleuves côtiers qui ne possèdent pas le même régime hydrologique (contraintes hydrauliques plus prononcées sur l'Allier). Cette étude a démarrée en 2009, compte tenu des temps biologiques, elle a été achevée en mars 2010 et n'a pas pu être intégrée au précédent rapport. Nous avons donc incorporé dans ce présent rapport, les résultats issus de l'opération 2009 et la présentation de l'étude 2010.

1. INTRODUCTION

Selon DUMAS, OLAÏZOLA, BARRIERE, 2007 : « La survie embryonnaire du saumon atlantique (*Salmo salar*) sous les graviers des frayères est l'une des phases les plus cruciales de son cycle vital ».

Cette phase intervient entre décembre et début avril à la limite sud de l'aire de répartition de l'espèce. Selon les cours d'eau, les taux moyen de survie entre les œufs déposés et les alevins émergents peuvent osciller de 2 à 35 % (MACKENZIE et MORING, 1988 ; DUMAS et DAROLLES, 1999).

Les mortalités sont essentiellement dues au colmatage des interstices du substrat, qui réduisent les apports d'oxygène et l'évacuation des déchets métaboliques ainsi que la destruction des frayères lors des crues (LISLE et LEWIS, 1992 ; CRISP, 1993, 1996 ; RUBIN et GLIMSÄTER, 1996 ; INGENDAHL, 2001 ; GUERRIN et DUMAS, 2001).

Dans la pensée collective, les zones amont de l'Allier sont, à priori, les zones présentant les meilleures conditions de développement des œufs de saumons. Cependant, aucun renseignement sur la survie des embryons de saumon atlantique de l'Allier n'est actuellement disponible. Ainsi, les gestionnaires s'interrogent sur l'existence d'une différence de fonctionnalité entre les secteurs en terme de taux de survie.

Afin de mieux comprendre cette phase du cycle biologique, des observations de la survie embryonnaire sont conduites en 2009 en milieu naturel sur le bassin de l'Allier. L'indicateur recherché est le taux de survie sous gravier et plus précisément le taux de survie entre la fécondation et l'éclosion. Pour cela, des frayères artificielles, mimant des frayères naturelles, sont équipées de capsules d'incubation (tubes cylindriques grillagés de quelques centimètres cubes) contenant un nombre connu d'œufs fécondés issus d'une même ponte provenant de la pisciculture de Chanteuges (Conservatoire National du Saumon Sauvage).

2. PRINCIPE

Il s'agit d'implanter, dans le substrat, des capsules contenant 10 œufs fécondés de saumon atlantique selon un protocole mis au point par l'INRA (DUMAS et MARTY, 2004). Différents secteurs de l'Allier peuvent être testés avec un nombre significatif de capsules. Il s'agit ensuite de contrôler le nombre d'alevins obtenus par rapport au nombre d'œufs mis en incubation dans le substrat. La moyenne de ce ratio permet d'estimer le taux de

survie de l'œuf fécondé à l'alevin éclos. Il convient de tester ce taux de survie sur l'Allier sur toute la zone de frayères potentielles d'Issoire (63) à Luc (48).

3. LOCALISATION DE L'ETUDE 2009-2010

3.1. Site d'étude

Principal affluent de la Loire, l'Allier prend sa source à 1380 m d'altitude dans le sud est du Massif central, au pied du Moure de la Gardille (1 423 m) en Lozère. Il se jette dans la Loire au bec d'Allier, près de Nevers, à la limite entre le département du Cher et celui de la Nièvre.

Les « saumons de l'Allier » constituent la dernière population d'Europe de grands saumons capables d'effectuer des migrations de plus de 900 km pour rejoindre leurs zones de reproduction. L'Allier abrite à elle seule plus des trois-quarts des zones de frayères à saumon du bassin de la Loire. Les zones potentielles de frayères sur l'Allier sont localisées entre le Pont de Coudes (63) et Luc (48) (Figure 170).

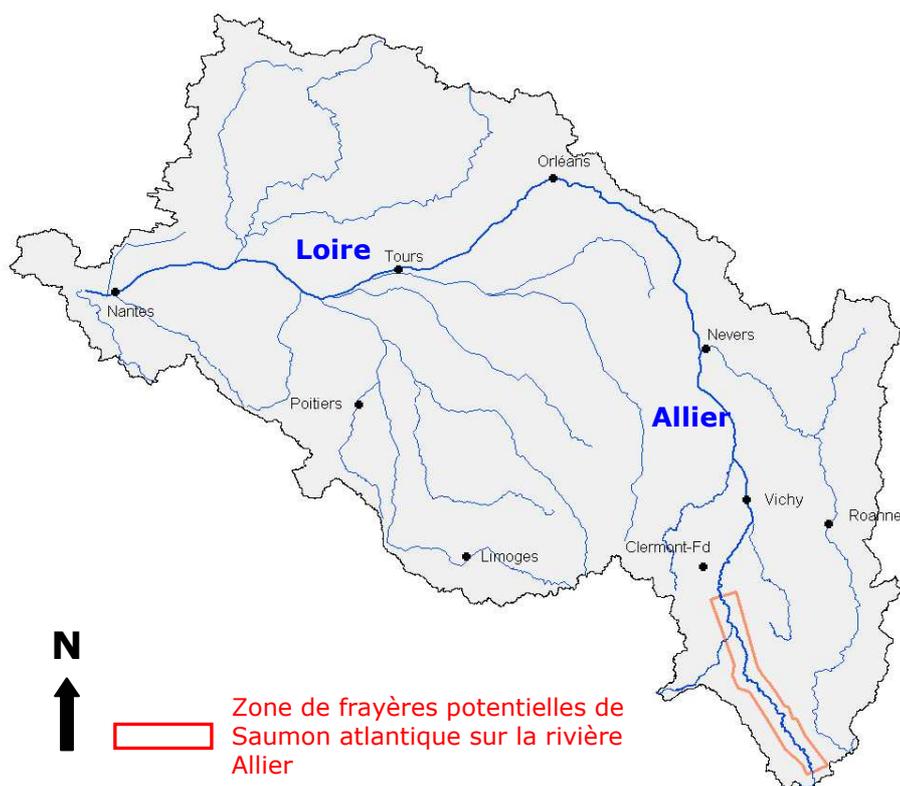


Figure 170 : Bassin versant de la Loire et de L'Allier (Source : LOGRAMI)

3.2. Localisation des frayères artificielles

L'étude est effectuée sur 4 sites, localisés sur des zones présentant des caractéristiques d'habitats favorables au frai du saumon atlantique (granulométrie, faciès...). Ces derniers ont également été sélectionnés en fonction de leur accessibilité et de leur faible fréquentation humaine pour éviter leurs altérations.

L'opération de comptage des frayères en 2008 n'a pas pu être réalisée en raison de conditions climatiques défavorables. Les résultats de 2007 ont donc été utilisés afin de déterminer les zones de frayères potentielles.

L'Allier est historiquement morcelé en plusieurs secteurs géographiques. Afin de répondre à l'objectif initial, une répartition des sites est effectuée entre la zone refuge (zone non alevinée en juvénile de saumon) et la zone aval. Ainsi deux sites se situent entre Issoire-Brioude-Langeac (secteur 4 et 5) et deux autres entre Langeac-Poutès-Luc (secteur 2 et 3) (Figure 171).

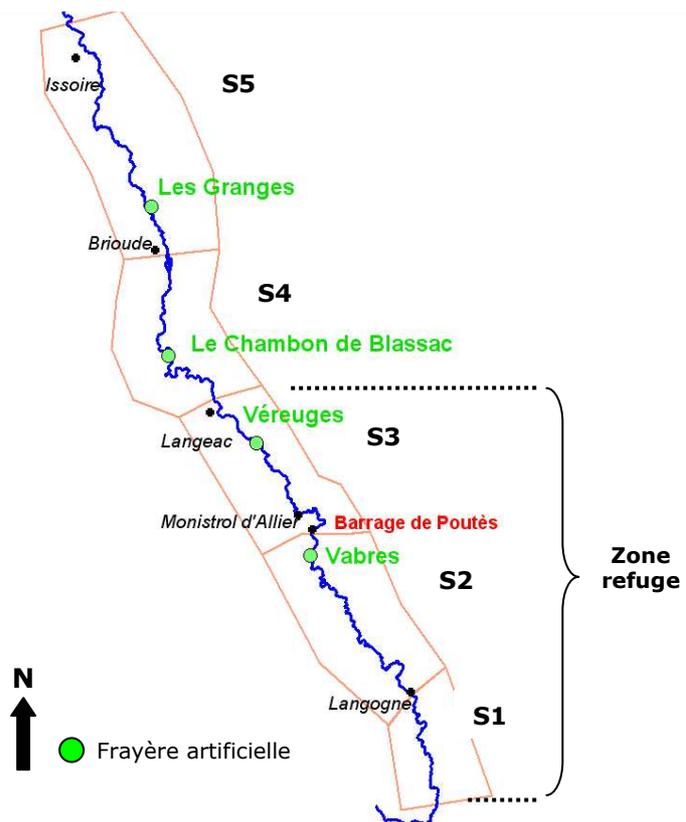


Figure 171 : Localisation des frayères artificielles sur le bassin de l'Allier (Source : LOGRAMI)

4. MATERIEL ET METHODE

4.1. Réalisation des frayères artificielles

Sur chacun des sites, une frayère artificielle est aménagée. Elle est positionnée en amont de radiers, comme le sont le plus souvent les frayères naturelles (BJORN et REISER, 1991 ; DUMAS et DAROLLES, 1999). Les frayères artificielles sont réalisées par creusement au moyen d'une houe dentée en s'aidant du courant pour chasser les fines. Cette opération s'effectue en progressant vers l'amont dans l'axe du courant sur une distance d'environ 3 m, le substrat remué remblayant la cavité en aval (DUMAS et MARTY, 2006). Une fois terminée, chaque frayère artificielle représente une tranchée de section trapézoïdale de 20 cm de large à la base et de 1 m à la surface du substrat, recouverte de substrat remué sur 20 cm de profondeur, ce qui correspond à une profondeur normale d'enfouissement des œufs chez le saumon atlantique (CRISP, 1996), avec une cavité en amont suivie d'un dôme allongé en aval (Figure 172).

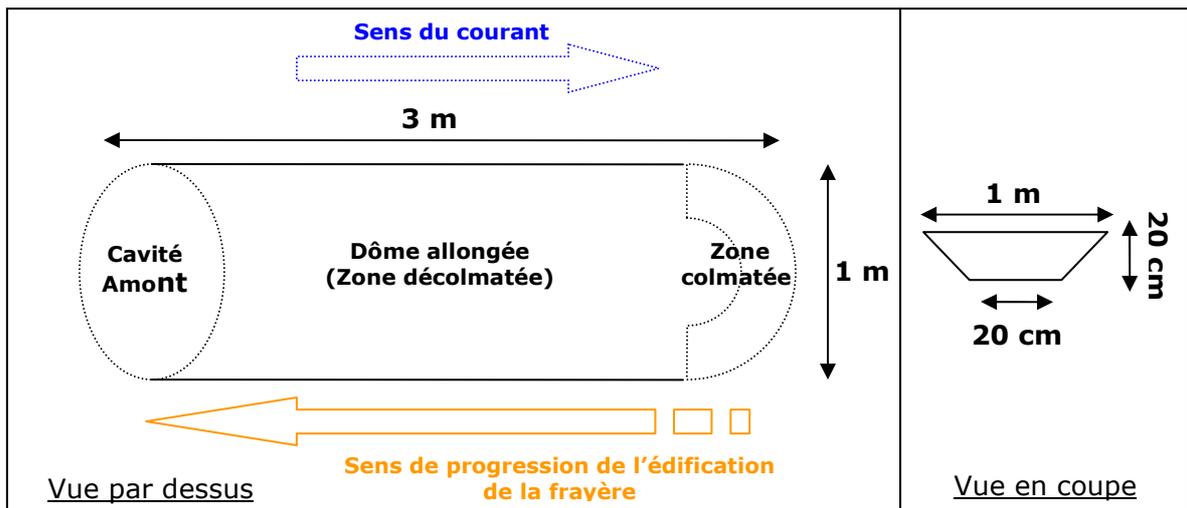


Figure 172 : Schématisation de l'édification d'une frayère artificielle (Source : LOGRAMI)

4.2. Caractéristiques physico-chimiques des frayères

4.2.1. L'eau de surface

La température moyenne horaire de l'Allier est enregistrée sur chaque site à l'aide de sondes thermiques directement placées en aval ou à proximité des frayères. A Chanteuges, où est placé un lot témoin, une sonde enregistre également les variations journalières de la température de la Desges (affluent rive gauche de l'Allier) qui alimente la pisciculture.

Le débit journalier moyen de l'Allier utilisé pour cette étude est celui mesuré à la station de Prades (banque hydro : www.hydro.eaufrance.fr). Une caractérisation des conditions hydrauliques au moment de la mise en place des frayères est également réalisée (hauteur d'eau moyenne, vitesse du courant, turbidité...).

4.2.2. L'eau interstitielle : Taux d'oxygénation du substrat

La qualité de l'eau interstitielle et plus précisément le taux d'oxygénation dans le substrat des frayères est contrôlée grâce à l'utilisation de bâtons hypoxies. Cette technique, mise au point par Pierre MARMONIER *et al.* (2004), permet de mesurer la profondeur d'oxygénation à l'aide d'une simple baguette en bois.

Le stick utilisé est une baguette de bois non traitée de section carrée de 1 cm de côté et d'une longueur de 30 cm. La longueur est suffisante pour atteindre la zone hypoxie dans le sédiment. L'essence utilisée est le pin, sa couleur jaune pâle permet d'avoir un contraste important entre les zones d'hypoxie grises et les zones oxygénées conservant la couleur originelle. Le stick est perforé à 2 cm d'une extrémité. Ce trou permettra d'attacher un fil de repérage de 25 cm de long. Il sera plus facile à retrouver dans la rivière lors du relevé (TREMBLAY, 2006). Un code couleur est utilisé pour différencier les zones où sont placés les bâtons.



Figure 173 : Stick hypoxie avant utilisation (Source : LOGRAMI)

Les sticks hypoxies sont positionnés au sein de la frayère à raison de 10 bâtons (5 en amont et 5 en aval), la veille de l'implantation des capsules. De plus, 10 autres bâtons seront positionnés en périphérie de la frayère artificielle (Figure 174). Cette disposition permet donc de comparer le taux d'oxygénation au sein même de la frayère ainsi qu'autour et de déterminer les conditions de développement des œufs.

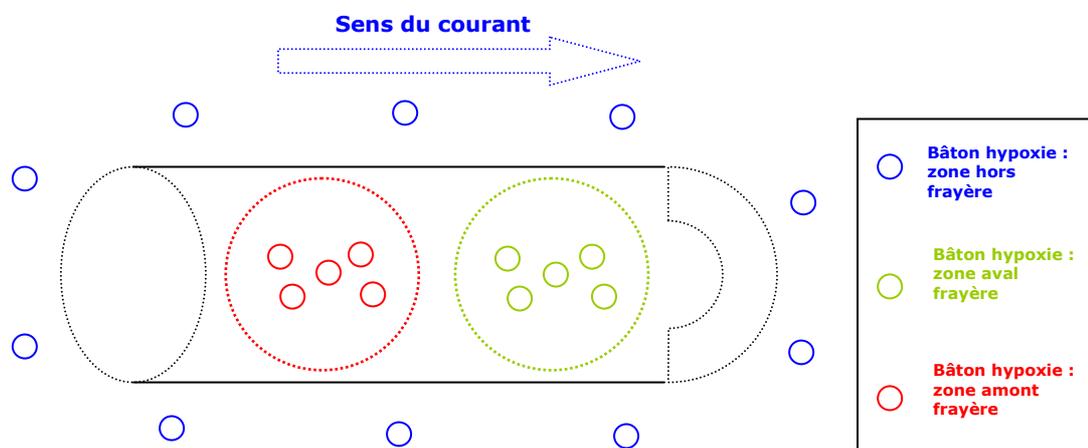


Figure 174 : Schématisation du positionnement des sticks hypoxies sur la frayère (Source : LOGRAMI)

L'utilisation d'une barre à mine est indispensable pour mettre en place les bâtons hypoxies puisque les zones d'introduction sont composées majoritairement de graviers. Elle est composée d'un tube métallique et d'une barre. Le tube est de 2,5 cm de diamètre extérieur et d'une longueur d'environ 1,30 m. Une marque est réalisée à 30 cm d'une extrémité, elle sert de référence pour la profondeur d'enfoncement. La barre métallique de 2 cm de diamètre mesure 1,45 m. Elle est équipée d'une butée bloquant le tube lors de l'enfoncement. Le tube et la barre doivent coulisser l'un dans l'autre. La matière utilisée est de l'acier dur (TREMBLAY, 2006).

L'installation de la baguette se fait à l'aide du tube guide. L'ensemble barre à mine et tube guide est enfoncé dans le substrat avec une masse à la profondeur souhaitée (1) ; la barre est retirée du tube mais le tube est laissé en place de manière à créer un guide pour le stick. La baguette est introduite dans le tube (2) et poussée au fond avec la barre à mine (3). Le tube peut alors être retiré, la baguette est installée (4) (Figure 175). Cette opération prend environ 3 minutes (TREMBLAY, 2006).

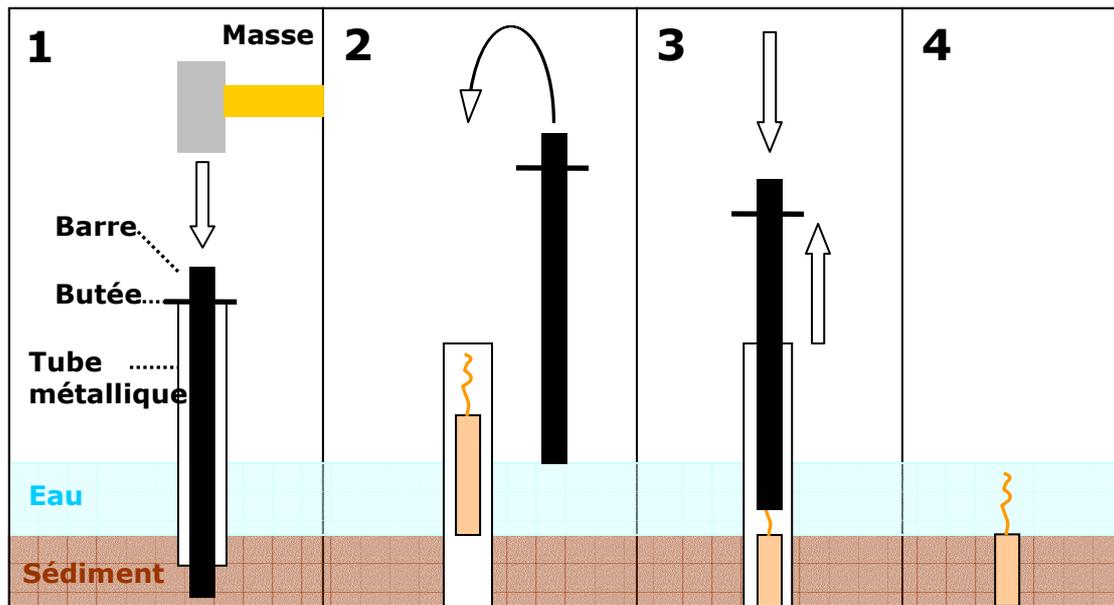


Figure 175 : Schématisation de l'installation d'un bâton hypoxie (Source : LOGRAMI)

4.2.3. Analyse granulométriques des frayères

Une analyse granulométrique grossière est également réalisée sur chaque site afin de caractériser le substrat dans lequel vont se développer les œufs. Les classes de taille utilisées pour la description des frayères sont les suivantes (Tableau 18) :

Tableau 18 : Classes de taille granulométrique

| Granulométrie | Classes de taille |
|---------------|-------------------|
| Roche mère | > 50 cm |
| Blocs | 20-50 cm |
| Pierres | 10-20 cm |
| Gros galets | 5-10 cm |
| Petits galets | 2-5 cm |
| Gravier | 2 mm à 2 cm |
| Sable | < 2 mm |

Les principales caractéristiques d'une frayère de saumon sont : un substrat constitué principalement de galets et de graviers associés à une profondeur et un débit qui permettent le développement optimal des œufs. De cette façon, les zones d'étude ont été choisies avec une granulométrie propice à l'édification de la frayère.

4.3. Contrôle de la survie

4.3.1. Capsules d'incubation

Les capsules d'incubation sont de petits tubes cylindriques en grillage d'acier inoxydable de 1,5 mm de vide de maille, de 15 cm de longueur pour un diamètre de 1,4 cm. Un bouchon plastique ferme chacune des extrémités (Figure 176). Un fil en nylon d'un diamètre de 2,4 mm et d'environ 30 cm est relié à l'un des bouchons fixé à la capsule à la colle à chaud. Ce fil permet de localiser et de retirer les capsules en fin d'observations. Un code couleur est utilisé pour différencier les zones amont et aval de la frayère.

Ce dispositif, d'un plus faible volume est facile à mettre en œuvre. Il respecte mieux la structure du substrat que les boîtes « Viberts », dont le remplissage et l'enfouissement provoquent une perte de fines améliorant ainsi le milieu d'incubation, ce qui avantage la survie (DUMAS et MARTY, 2006).



Figure 176 : Capsule d'incubation

Sur chaque frayère, 20 capsules formant deux groupes (10 capsules par groupe : zone amont et zone aval) sont insérées (Figure 177). A cet effet, chaque frayère est provisoirement équipée de 20 tubes en PVC de 25 cm de long et de 2,1 cm de diamètre intérieur destinés à conduire les capsules dans le substrat. Au total, 80 capsules sont positionnées sur l'Allier et un lot témoin de 20 capsules reste à la pisciculture.

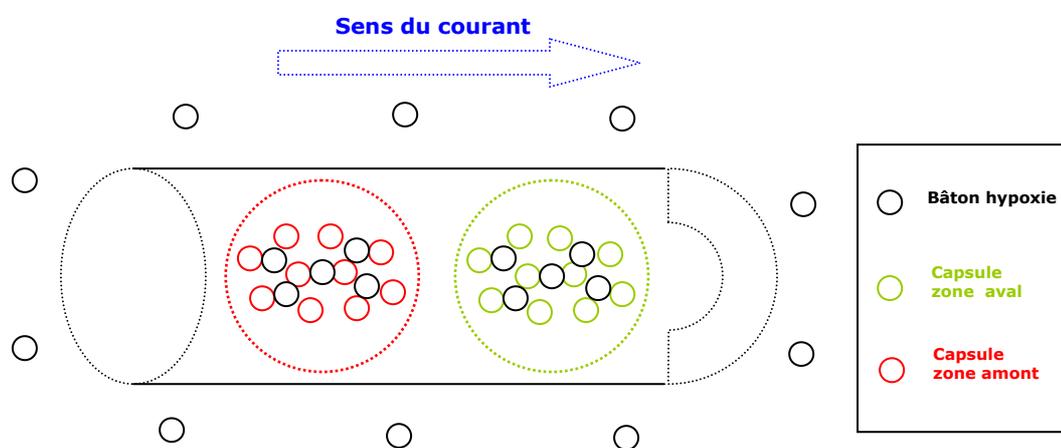


Figure 177 : Schématisation du positionnement des capsules sur la frayère

Les tubes PVC sont placés sur les frayères artificielles au moyen d'une barre à mine pointue et d'un tube acier de diamètre supérieur au tube (principe identique à celui des bâtons hypoxies : Figure 175). Le tube de 3 cm de diamètre extérieur et d'une longueur d'environ 1,30 m sert de guide à l'implantation des capsules dans la frayère. Une marque est réalisée à 20 cm d'une extrémité, elle sert de référence pour la profondeur d'enfoncement. La barre métallique de 2,5 cm de diamètre mesure 1,45 m. Une fois enfoncée dans le substrat à la profondeur voulue (20 cm : hauteur de substrat décolmaté) et la barre métallique retirée, le tube est positionné. Le tube PVC est ensuite bouché par un bouchon en liège afin d'éviter tout dépôt avant la mise en place des capsules d'incubation (DUMAS et MARTY, 2006) (Figure 178).

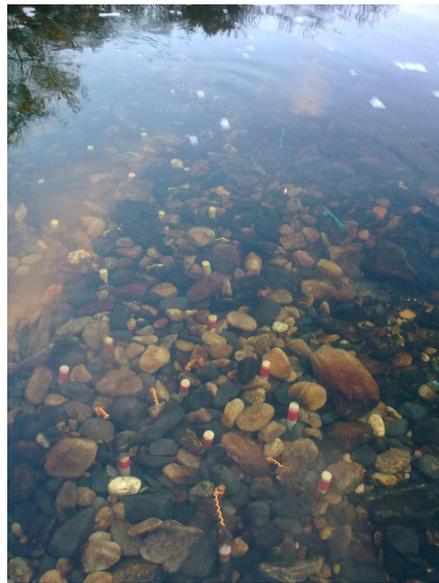


Figure 178 : Tube PVC placé sur la frayère (Source : LOGRAMI)

4.3.2. Manipulation des œufs et insertion des capsules



Les œufs utilisés pour cette étude proviennent d'une fécondation artificielle de géniteurs enfermés de la salmoniculture de Chanteuges.

Après un temps de repos et de gonflement des œufs dans l'eau d'une heure après la fécondation, des lots de 20 capsules contenant 10 œufs chacune sont réalisés à l'aide d'un entonnoir et d'une petite cuillère (soit 200 œufs destinés à équiper chacune des frayères). Au total, 800 œufs sont utilisés pour les 4 sites et 200 œufs pour un lot témoin (Figure 179). Les œufs sont répartis sur toute la hauteur des capsules grâce à l'utilisation de billes en verre de 0,5 cm de diamètre. Les œufs se trouveront alors enfouis entre 1 cm et 20 cm sous la surface du substrat.

Figure 179 : Préparation des capsules à la pisciculture de Chanteuges (Source : LOGRAMI)

Une fois les capsules constituées, elles sont placées dans une glacière remplie d'eau pour éviter les chocs (mécaniques et thermiques) lors du transport. L'insertion des capsules dans les frayères doit impérativement avoir lieu entre 3 et 9 h après la fécondation. Tout au long du trajet, la température de la glacière est contrôlée et rajustée par l'ajout d'eau afin de limiter les chocs thermiques au moment de l'implantation.

Les capsules sont introduites dans les frayères au moyen d'une baguette de bois servant de poussoir et pour permettre le retrait des tubes PVC (Figure 180). Les capsules sont implantées sur les sites en partant de l'aval vers l'amont pour avoir une meilleure visibilité lors de la manipulation (remous).

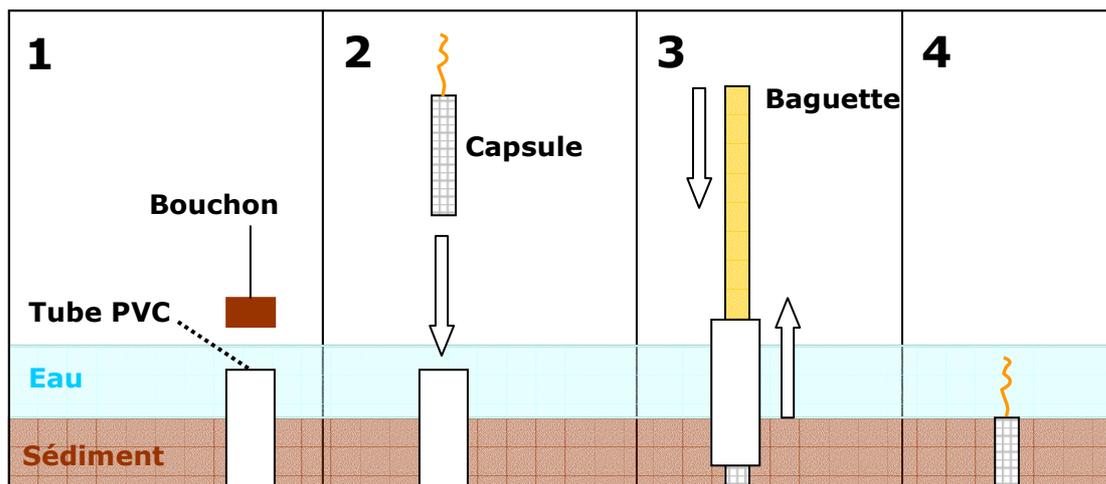


Figure 180 : Schématisation de l'implantation d'une capsule dans la frayère (Source : LOGRAMI)

Le lot témoin est conservé à Chanteuges dans un tiroir d'une armoire d'incubation alimentée par l'eau de la pisciculture provenant de la Desges. Ce cours d'eau subit des variations de température proches de celles de l'Allier. Le lot témoin est placé dans les mêmes conditions d'incubation que les œufs de la pisciculture. Ils subissent ainsi un traitement au formol contre le développement des champignons ainsi qu'une thermorégulation (maintien d'une température minimal de 1 °C)

4.3.3. Retrait des capsules et évaluation de la survie

Les différents stades de développement de l'embryon sont caractérisés par un cumul de degrés-jours (somme des moyennes journalières). Ainsi, l'éclosion survient aux alentours de 480 degrés-jours (DUMAS et MARTY, 2006).

Pour les embryons des capsules présents sur chaque site, les dates de l'éclosion sont estimées d'après les observations faites sur le lot témoin et la température moyenne journalière du cours d'eau enregistrée sur chaque station (consultation des sondes thermiques).

Les capsules seront extraites des frayères et transportées dans les mêmes conditions que celles précédant leur implantation (renouvellement de l'eau). Pour chacune d'elles les alevins vivants, les alevins morts et les œufs morts seront dénombrés sous une lumière blanche pour apprécier au mieux leur état. Un taux de survie entre l'œuf déposé et l'éclosion est déterminé pour chaque site et pourra être extrapolé à l'ensemble du secteur concerné.

5. FAISABILITE DE L'ETUDE

Au total, 19 hommes/jour ont été nécessaires pour la réalisation technique de cette étude (Tableau 19) :

| Etapes du protocole | Moyen humain |
|---|----------------------------|
| Préparation du matériel | 3,5 Hommes/Jour |
| Mise en place des frayères artificielles | 9 Hommes/Jour |
| Préparation des capsules | 0,5 Homme/Jour |
| Mise en place des capsules sur les frayères artificielles | 1 Homme/Jour |
| Consultation des sondes thermiques | 1 Homme/Jour |
| Relève et lecture des capsules | 3 Hommes/Jour (estimation) |
| Relève et lecture des sticks hypoxies | 1 Homme/Jour |
| Total étude | 19 Hommes /Jour |

Tableau 19 : Moyens humains mobilisés pour la mise en application de ce protocole sur 4 sites d'études

5.1. Préparation du matériel

La préparation du matériel a mobilisé 3 techniciens durant une journée et demi.

Cette opération comprend :

- la commande du matériel,
- la fabrication des 2 barres à mines (2 barres à mines : tubes PVC et bâtons hypoxies),
- la préparation des 100 capsules d'incubation : mise en place des bouchons pastiques à la colle à chaud et des fils repères. Les capsules en inox ont été réalisées par une entreprise spécialisée.
- la fabrication de 120 bâtons hypoxies,
- et la fabrication de 80 tubes PVC.

5.2. Mise en place des frayères artificielles

Cette partie du protocole est la plus longue à mettre en place. Au total, la mobilisation de 2 techniciens pendant 3 journées sont nécessaires pour l'identification des sites d'études (20 novembre 2009) et la mise en place des frayères artificielles prêtent à accueillir les capsules d'incubations (24 et 25 novembre 2009).

En effet, cette partie de l'étude nécessite tout d'abord un repérage préalable des zones potentielles de frai (granulométrie, faciès...) afin de déterminer les sites d'études. Pour cela, il est intéressant d'utiliser les cartographies de prospections des frayères de saumons réalisées les années précédentes. Ce repérage est indispensable car il permet de ne pas perdre de temps au moment de la mise en place des frayères artificielles et de retenir d'autres sites supplémentaires en cas d'occupation au moment de la réalisation de l'étude (présence de géniteurs sur frayère).

Les résultats de la caractérisation granulométrique de chaque site figurent dans le Tableau 20 suivant. La classe des gros galets était la plus représentée sur chacun d'entre eux.

| Frayère artificielle | Granulométrie dominante | Granulométrie accessoire |
|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Les Granges | Gros Galets | Pierres/Gravier/Sable |
| Le Chambon de Blassac | Gros Galets | Pierres/Petits Galets/Gravier |
| Véreuges | Gros Galets | Blocs/Petits Galets |
| Vabres | Gros Galets | Blocs/Pierres/Petits Galets |

Tableau 20 : Classes de taille du substrat présent sur chaque frayère

L'édification de chacune des frayères a nécessité environ 2 heures en moyenne (Tableau 21). Le temps de transport entre chaque site est à prendre en compte. En effet, les frayères les plus éloignées sont distantes d'environ 100 km. Une demi-journée est donc nécessaire à la préparation d'un site. Au total deux journées sont consacrées à la préparation des frayères (2 sites par jour).

Ce laps de temps comprend :

- le déplacement jusqu'à la zone d'étude,
- le transport du matériel sur le site,
- l'édification de la frayère,
- la mise en place des tubes PVC,
- la mise en place des bâtons hypoxies,
- l'installation de la sonde température.

| Site | Les Granges | Le Chambon de Blassac | Véreuges | Vabres | Moyenne |
|--|--------------------|------------------------------|-----------------|---------------|----------------|
| Temps mise en place frayère artificielle | 2h30 | 1h20 | 1h45 | 1h40 | 1h48 |
| | Jour 1 | | Jour 2 | | |

Tableau 21 : Temps de mise en place des frayères artificielles pour accueillir les capsules d'incubation sur chaque site

Pour chaque frayère, une fiche est remplie. Elle comporte les principaux éléments concernant la localisation du site d'étude (coordonnées GPS...), la description de la zone de frayère (temps de mise en place, points de repères, analyse granulométrique...) et le relevé des paramètres abiotiques (hydrologie du cours d'eau, emplacement de la sonde température...).

5.3. Préparation des capsules

La ponte artificielle est obtenue le 26 novembre 2009 en début de matinée à la pisciculture du Chanteuges. La fécondation a duré 4 min et s'est terminée à 9h26. Les géniteurs, 15 femelles de 3 ans (première reproduction) et 5 mâles d'un an, sont issus de la pisciculture (F1 : géniteurs enfermés). Après gonflement des œufs (environ 1 heure), 20 capsules contenant 10 œufs chacune sont réalisées (soit 200 œufs destinés à équiper chacune des frayères). Au total, 800 œufs sont utilisés pour les 4 sites et 200 œufs pour le lot témoin. Cette phase du protocole a duré 1 h 45 et a mobilisé 2 techniciens.

5.4. Mise en place des capsules sur les frayères artificielles

L'insertion des capsules dans les frayères a lieu entre 4 h 36 et 7 h 10 après la fécondation. L'implantation des capsules sur chacune des frayères prend en moyenne environ 17 minutes (Tableau 22). Cependant, cette phase du protocole mobilise 2 techniciens pendant 4 h 20. En effet, le temps de transport entre chaque site est à prendre en compte puisque plus de 100 km séparent les deux sites les plus éloignés.

Le positionnement des capsules sur la frayère « Des Granges » a pris un peu plus de temps que sur les autres sites. En effet, le positionnement des capsules s'est fait à la nuit tombée et a rendu la manipulation plus difficile.

| Site | Les Granges | Le Chambon de Blassac | Véreuges | Vabres | Moyenne |
|----------------------------------|-------------|-----------------------|----------|--------|---------------|
| Temps mise en place des capsules | 25min | 15 min | 18 min | 10 min | 17 min |

Tableau 22 : Temps de mise en place des capsules d'incubation sur chaque site

5.5. Extraction des capsules et lecture des œufs

Les capsules ont été extraites des frayères le 25 mars (soit 120 jours après leur incubation) et immédiatement transportées dans les mêmes conditions que lors de leur implantation (renouvellement de l'eau...) pour effectuer la lecture des œufs (Figure 181).



Figure 181 : Relève des capsules sur les frayères artificielles le 25 mars 2010 (Source : LOGRAMI)

La lecture des œufs a lieu entre 8h et 12h après leur extraction. Elle a pris en moyenne pour chacune des frayères 47 minutes (Tableau 23 et Figure 182). Cette phase du protocole a mobilisé 3 techniciens pendant une durée d'environ 4h.

Tableau 23 : Temps de lecture des œufs pour chaque site

| Site | Les Granges | Le Chambon de Blassac | Véreuges | Vabres | Lot témoin : Chanteuges | Moyenne |
|---------------------------|-------------|-----------------------|----------|--------|-------------------------|---------------|
| Temps de lecture de oeufs | 41 min | 45 min | 50 min | 54 min | 45 min | 47 min |



Figure 182 : Lecture des œufs sur une table lumineuse (Source : LOGRAMI)

5.6. Extraction et lecture des sticks hypoxies

Durant la période d'incubation des œufs, le milieu a le temps de se modifier et une évolution croissante de l'hypoxie peut se traduire par une limite diffuse entre les 2 zones. Les bâtons ont été retirés du substrat au moment de l'extraction des capsules, le 25 mars (Figure 183).

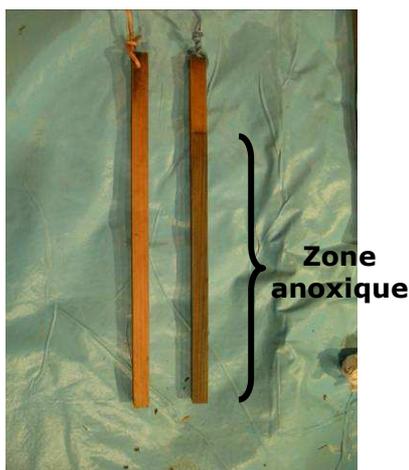


Figure 183 : Stick hypoxie après incubation (Source : LOGRAMI)

La distance entre le haut du stick et la première zone colorée nous renseigne sur la profondeur d'oxygénation du substrat. Les quatre faces du bâton n'ont pas toujours une coloration homogène. Une moyenne de la hauteur d'anoxie des quatre faces est donc

calculée sur chaque bâton et pour chaque zone (zone amont ou aval frayère et zone frayère ou hors frayère).

Pour l'interprétation des résultats, il est important de prendre en compte uniquement la hauteur d'anoxie qui influence le développement des œufs (Figure 184).

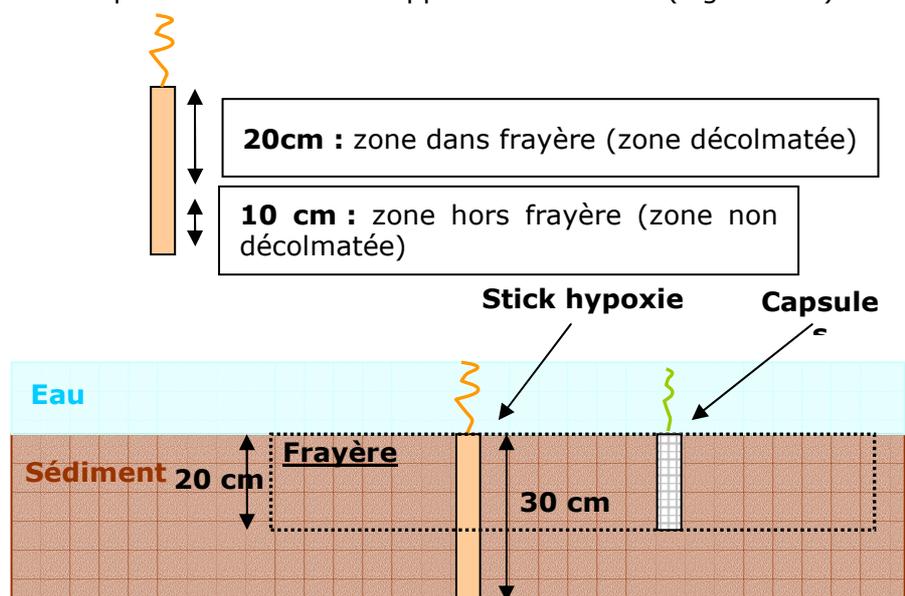


Figure 184 : Principe de lecture des bâtons hypoxies (Source : LOGRAMI)

6. RESULTATS DE L'ETUDE DE SURVIE SOUS GRAVIERS 2009-2010

6.1. Conditions générales d'incubation

6.1.1. La température

L'installation de sondes thermiques sur chaque site permet de connaître précisément l'évolution de la température sur l'ensemble de la zone d'étude. Ceci est d'autant plus important que l'éclosion des œufs est directement liée à la température (éclosion autour de 480°jours). Les sondes ont été relevées (Tableau 24) une fois en cours d'opération pour permettre l'estimation de la date probable d'éclosion des œufs et elles ont été entièrement retirées lors de la relève des œufs le 25 mars.

Tableau 24 : Enregistrement des températures à l'aide d'une sonde thermique sur les différents sites. (Source : LOGRAMI & CNSS)

| | | Date de début | Date de fin | Nombre de jours | Moyenne (°C) | Min (°C) | Max (°C) |
|-------|--------------------|---------------|-------------|-----------------|--------------|----------|----------|
| Sites | Les Granges | 26/11/2009 | 25/03/2010 | 120 | 3,7 | 0,1 | 10,5 |
| | Chambon de Blassac | 26/11/2009 | 27/02/2010 | 53 | 3,97 | 0,1 | 7,2 |
| | Chanteuges* | 26/11/2009 | 22/03/2010 | 117 | 3,7 | 1 | 9 |
| | Véreuges | 26/11/2009 | 25/03/2010 | 120 | 2,95 | 0 | 9,51 |
| | Vabres | 26/11/2009 | 25/03/2010 | 120 | 3,1 | 0,2 | 9,1 |

↑ Aval
↓ Amont

*Les températures pour le site de Chanteuges correspondent à la température de la pisciculture. L'eau provient de la Desges (affluent de l'Allier), mais il est à noter que lorsque les températures sont inférieures à 1°C, la pisciculture fonctionne en circuit fermé. Suite à un problème sur la sonde thermique du site du Chambon de Blassac, nous disposons d'un enregistrement de la température seulement jusqu'au 27 février. La moyenne la plus basse (Figure 185) correspond aux sites de Véreuges.

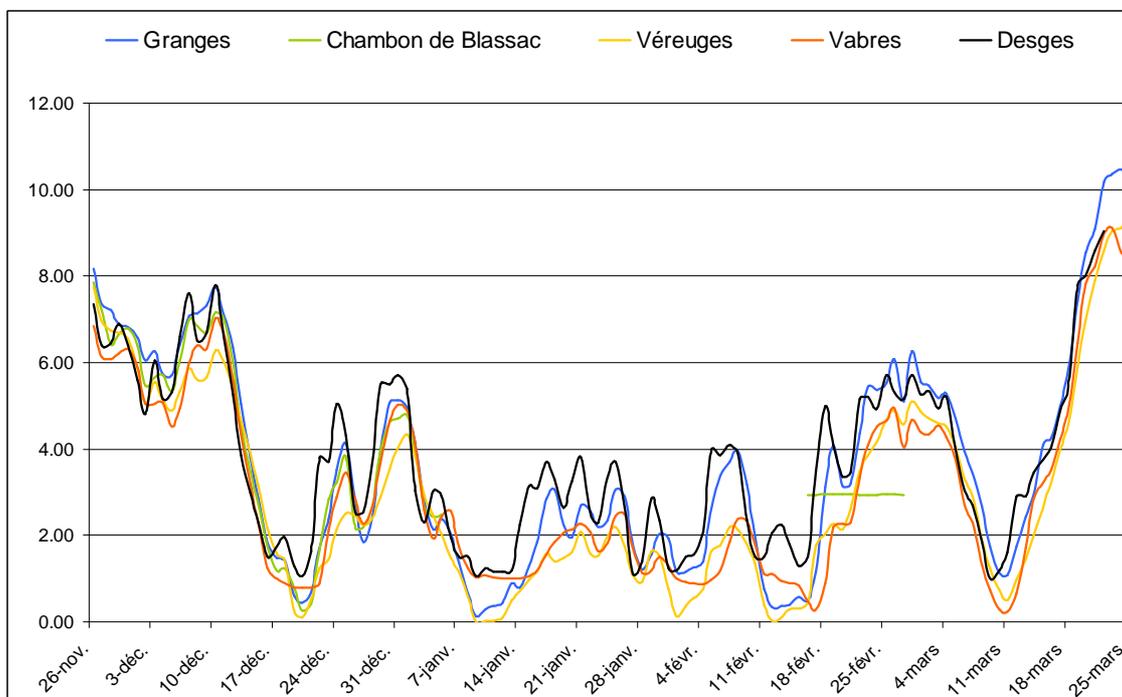


Figure 185 : Température de l'Allier (températures des 4 sites) et de la Desges du 27 novembre 2009 au 25 mars 2010. (Source : LOGRAMI & CNSS)

La température étant un paramètre fondamental pour expliquer la date d'éclosion des œufs, il est important de vérifier si les températures des 5 sites peuvent être considérées comme statistiquement homogènes. Pour cela, un test de comparaison des variances (Tableau 25) et un test de comparaison des moyennes (Tableau 26) ont été réalisés en prenant chaque site 2 à 2.

Test de comparaison des variances :

Posons les hypothèses suivantes :

- $H_0 : s_1^2 = s_2^2$ avec $s_i^2 = \text{variance des températures du site } i$
- $H_1 : s_1^2 \neq s_2^2$ avec $s_i^2 = \text{variance des températures du site } i$

Tableau 25 : Résultats du test de comparaison des variances. (Source : LOGRAMI & CNSS)

| Sites | DI ($s_1 ; s_2$) | F | p-value | décision |
|--------------------|--------------------|--------|----------------|------------------------------------|
| Granges ; Chambon | 119 ; 52 | 1,6038 | 0,0284 (<0,05) | On rejette H_0 |
| Granges ; Desges | 119 ; 116 | 1,6641 | 0,0031 (<0,05) | On rejette H_0 |
| Granges ; Vabres | 119 ; 119 | 1,3301 | 0,0606 (>0,05) | On accepte H_0 |
| Granges ; Véreuges | 119 ; 119 | 1,2119 | 0,1479 (>0,05) | On accepte H_0 |
| Desges ; Chambon | 116 ; 52 | 1,0376 | 0,4261 (>0,05) | On accepte H_0 |
| Desges ; Véreuges | 116 ; 119 | 0,7283 | 0,9563 (>0,05) | On accepte H_0 |
| Vabres ; Chambon | 119 ; 52 | 1,2058 | 0,2258 (>0,05) | On accepte H_0 |

| | | | | |
|-------------------|-----------|--------|----------------|------------------|
| Vabres ; Desges | 119 ; 116 | 1,2511 | 0,1133 (>0,05) | On accepte H_0 |
| Vabres ; Véreuges | 119 ; 119 | 0,9112 | 0,6937 (>0,05) | On accepte H_0 |

Lorsqu'on rejette H_0 , on admet que $s_1^2 \neq s_2^2$ au risque 5% de se tromper. Dans ce cas, les variances sont donc significativement différentes. On peut en déduire que les températures entre les deux sites testées évoluent de façons différentes.

Lorsqu'on accepte H_0 , on admet que $s_1^2 = s_2^2$ au risque 5% de se tromper. L'évolution des températures est similaire. Il est alors nécessaire de tester si les moyennes sont significativement différentes (Tableau 25).

Test de comparaison des moyennes :

Posons les hypothèses suivantes :

- $H_0 : m_1 = m_2$ avec m_i la moyenne des température du site i
- $H_1 : m_1 \neq m_2$ avec m_i la moyenne des température du site i

Tableau 26 : Résultats du test de comparaison des moyennes. (Source : LOGRAMI)

| Sites | dl | T | p-value | décision |
|--------------------|-----|---------|-----------------|------------------------------------|
| Granges ; Vabres | 238 | 1.9555 | 0.0517 (>0,05) | On accepte H_0 |
| Granges ; Véreuges | 238 | 2,2828 | 0,0233 (<0,05) | On rejette H_0 |
| Desges ; Chambon | 168 | 0,7741 | 0,44 (>0,05) | On accepte H_0 |
| Desges ; Véreuges | 235 | 2,7076 | 0,0073 (<0,05) | On rejette H_0 |
| Vabres ; Chambon | 171 | -2,528 | 0,0124 (<0,05) | On rejette H_0 |
| Vabres ; Desges | 235 | -2.3575 | 0.01922 (<0,05) | On rejette H_0 |
| Vabres ; Véreuges | 238 | 0,3948 | 0,6933 (>0,05) | On accepte H_0 |

Lorsqu'on rejette H_0 , on admet que $m_1 \neq m_2$, au seuil de risque de 5%. Dans ce cas, les moyennes sont donc significativement différentes.

Les deux tests paramétriques réalisés (Tableau 25 et Tableau 26) nous permettent d'affirmer au seuil de risque 5%, qu'il existe des différences significatives entre les températures des différents sites testés, excepté pour les sites Granges-Vabres, Desges-Chambon et Vabres-Véreuges.

6.1.2. Le débit

Le débit moyen durant l'étude est de 11,7 m³/s avec des valeurs qui varient de 4,93 m³/s le 16 décembre à 36 m³/s le 1 mars. Un seul pic de crue a eu lieu début mars mais n'a eu aucun effet sur les équipements des frayères. L'hydrologie a été très faible comparée aux valeurs moyennes de référence. En effet, cette année pour chaque étape de l'étude les conditions de débits ont été propices (Figure 186) avec des valeurs n'excédant pas 10 m³/s. Seule l'extraction des capsules a causé quelques difficultés sur un site (Véreuges) où les débits étaient deux fois supérieurs (19,3 m³/s) à ceux présents lors de leur implantation.

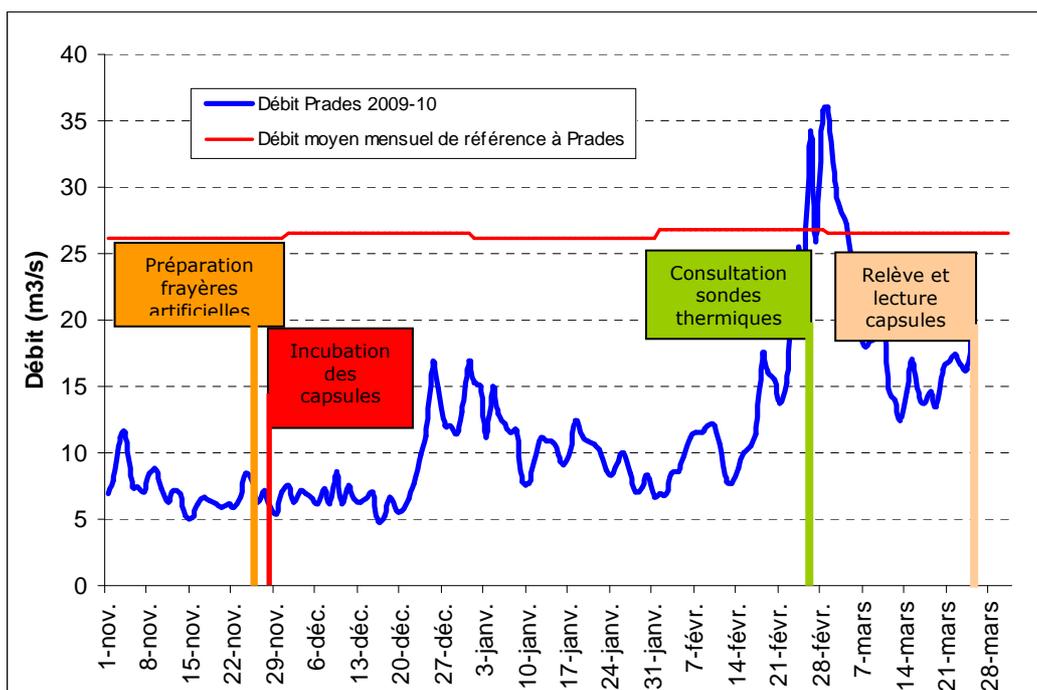


Figure 186 : Débits de l'Allier à la station de Prades durant l'opération (Sources : LOGRAMI et Banque Hydro)

6.2. Lecture des œufs

980 œufs⁶ ont été introduits, après la reproduction, dans les capsules à raison de 10 œufs par capsule. 200 œufs sont destinés à équiper chacune des frayères et 180 œufs pour le lot témoin. Pour certains sites la lecture n'a pu être réalisée sur l'ensemble des œufs pour diverses raisons :

- Véreuges : 1 capsule non récupérée (impossibilité de l'extraire du sédiment)

(lecture de 190 œufs)

- Chambon de Blassac : 1 capsule incubée en condition anoxique (Tube PVC non retiré après incubation de la capsule dans la frayère) et introduction d'un œuf supplémentaire dans une capsule incubée dans de bonnes conditions (**lecture de 191 œufs**)

- Les Granges : 2 capsules incubées dans de mauvaises conditions (capsules mal implantées dans la frayère) (**lecture de 180 œufs**)

Tableau 27 : Résultats de la lecture des œufs sur chaque site. (Source : LOGRAMI, 2010)

| Site | Œufs non fécondés | Œufs fécondés non éclos : vivants | Œufs fécondés non éclos : morts | Œufs éclos : alevins vivants | Œufs éclos : alevins morts | Œufs blancs indéterminés | Œufs manquants | Total œufs |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------|------------|
| Les Granges | 2 | 5 | 9 | 59 | 0 | 98 | 7 | 180 |
| Le Chambon de Blassac | 6 | 11 | 3 | 99 | 0 | 65 | 7 | 191 |
| Véreuges | 3 | 101 | 1 | 3 | 0 | 71 | 11 | 190 |
| Vabres | 11 | 128 | 0 | 0 | 0 | 59 | 2 | 200 |
| Chanteuges (Salmoniculture) | 1 | 0 | 1 | 105 | 0 | 68 | 5 | 180 |

⁶ 1000 œufs étaient initialement prévus mais le manque de 2 capsules nous a contraints à réduire le nombre d'œufs constituant le lot témoin à 180 œufs au lieu de 200.

Sur 941 œufs potentiellement exploitables (Tableau 27) car incubés dans de bonnes conditions protocolaires, 96,6 % sont récupérés à la fin des observations (909 œufs) sous forme : d'œufs non fécondés (2,4 %), d'œuf vivant non éclos (26 %), d'œufs morts (1,5 %), d'alevins vésiculés vivants (28,3 %) et morts (0 %), et d'œufs blancs indéterminés (38,4%).

La catégorie "œufs blancs indéterminés" a été établie (Erreur ! Source du renvoi introuvable.) pour classer les œufs dont la lecture était rendue impossible à cause d'un développement important d'amas de matières organiques en décomposition (361 œufs indéterminés sur 941 analysables).

Un des objectifs de l'opération étant d'établir les taux de survie des œufs selon les différents sites d'incubation, il est nécessaire d'appliquer à ces œufs la probabilité qu'a chaque œuf d'être fécondé. En effet, lors de la reproduction, l'ensemble des œufs n'est jamais fécondé. Ne pas prendre en compte le taux de fécondation des œufs, revient à sous-évaluer la survie des œufs puisque quoiqu'il arrive, un œuf non fécondé ne pourra jamais éclore.

La reproduction ayant eu lieu à la pisciculture de Chanteuges, l'établissement nous a fourni le taux de fécondation de l'ensemble des œufs fécondés par les mêmes géniteurs à l'origine des œufs mis en incubation dans les frayères artificielles. Ce taux s'élève en 2009 à 81,7%.

Les œufs que nous avons prélevés (aléatoirement) et mis en incubation dans les capsules proviennent de cette population. Ainsi, nous pouvons affirmer que chaque œuf a une probabilité de 0,817 d'être fécondé. Dans le calcul du taux de survie, nous ne prendrons ainsi en compte que 81,7% des œufs classés dans la catégorie "Œufs blancs indéterminés".

Sur chacune des frayères, nous observons que des œufs ont "disparu"(Erreur ! Source du renvoi introuvable.). Le développement d'organismes décomposeurs (Figure 187) sur certains œufs semble être la cause première de cette disparition. De même que pour les œufs classés dans la catégorie "Œufs blancs indéterminés", il est nécessaire d'appliquer le taux de fécondation à ces œufs pour le calcul du taux de survie. Nous procéderons de la même manière et ne prendrons donc en compte que 81,7% des œufs "disparus".



Figure 187 : Amas de matières organiques sur les capsules (Source : LOGRAMI)

Les différents stades de développement de l'embryon sont caractérisés par un cumul de degrés-jours (somme des moyennes journalières). Ainsi, pour le lot témoin l'éclosion est survenue après un cumul de 434.30 degrés-jours. Au 25 mars, tous les œufs fécondés vivants du lot témoin avaient éclos (Tableau 28). On constate que dans le milieu naturel, le pourcentage d'œufs fécondés non éclos augmente en allant vers l'amont.

Tableau 28 : Résultats de la lecture des œufs fécondés vivants
(Source : LOGRAMI)

| Sites | Total des œufs récupérés | Total des œufs vivants | | Œufs fécondés vivants non-éclos | | Œufs fécondés vivant éclos | |
|------------|--------------------------|------------------------|---------|---------------------------------|---------|----------------------------|--------|
| | | Nb | % | Nb | % | Nb | % |
| Granges | 180 | 64 | 35,56 % | 5 | 7,8 % | 59 | 92,2 % |
| Chambon | 191 | 110 | 57,59 % | 11 | 10 % | 99 | 90 % |
| Véreuges | 190 | 104 | 54,73 % | 101 | 97,12 % | 3 | 3,88 % |
| Vabres | 200 | 128 | 64 % | 128 | 100 % | 0 | 0 % |
| Chanteuges | 180 | 105 | 58,33 % | 0 | 0 % | 105 | 100 % |

6.3. Survie des œufs

En tenant compte du taux de fécondation, nous pouvons estimer le taux de survie des œufs de chacune des capsules implantées dans le substrat et ce pour l'ensemble des sites (Tableau 29 et Figure 188).

Tableau 29 : Taux de survie des œufs de chaque capsule

| Sites | Secteur* | Moyenne | Ecart-type |
|------------|----------|---------|------------|
| Granges | Amont | 44,9% | 14,1 |
| | Aval | 35,8% | 25 |
| | Total | 40,3% | 20,9 |
| Chambon | Amont | 63,2% | 11 |
| | Aval | 64,2% | 16,7 |
| | Total | 64% | 13,9 |
| Chanteuges | Amont | 63,1% | 15,5 |
| | Aval | 62,9% | 18,1 |
| | Total | 63,4% | 16,5 |
| Véreuges | Amont | 63% | 18,7 |
| | Aval | 56,7% | 27,3 |
| | Total | 60,5% | 23,2 |
| Vabres | Amont | 75,4% | 14,8 |
| | Aval | 67,6% | 26,9 |
| | Total | 72% | 21,5 |

*10 des 20 capsules composant chaque frayère sont situées sur la partie amont de la frayère et 10 sur la partie aval

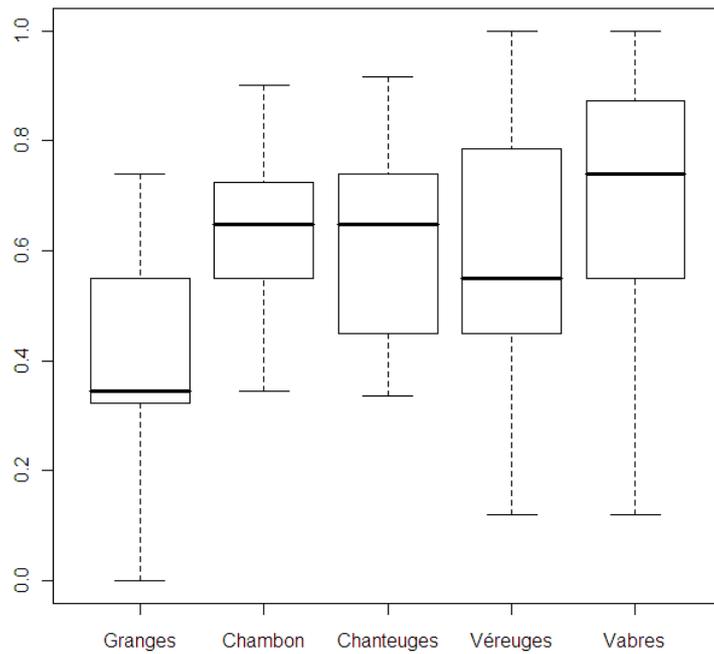


Figure 188 : Box plot des taux de survie des œufs sur chaque site
(Source : LOGRAMI)

Un test de Tukey est réalisé, après s'être assuré que les variances étaient homogènes (Test de Barlett : $p\text{-value} = 0,2118$). Ce test met en évidence les différences significatives entre les sites, et nous permet d'affirmer que le taux de survie du site Les Granges est statistiquement différent de celui des autres sites.

95% family-wise confidence level

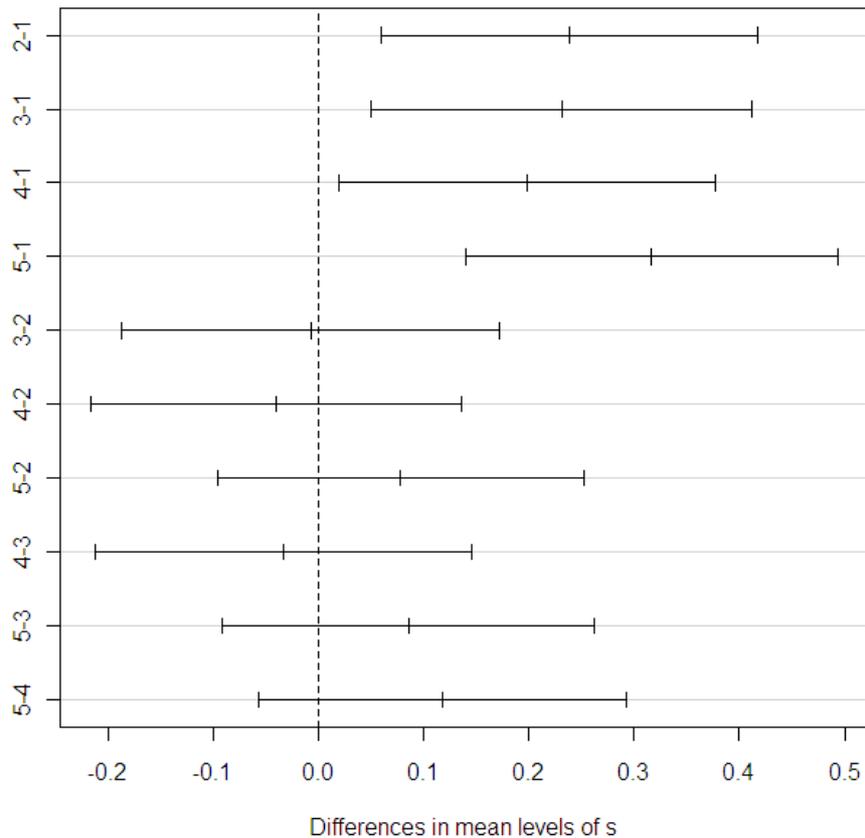


Figure 189 : Résultat du test de Tukey (Source : LOGRAMI)

Chaque frayère est équipée de plusieurs capsules contenant des œufs. Ces capsules sont implantées selon une logique amont-aval.

Tableau 30 : Comparaison du taux de survie des oeufs entre la zone amont et aval de chaque frayère (Source : LOGRAMI)

| Comparaison amont - aval des sites | Nombre d'enregistrements | Mann-Whitney (U) | p-value |
|------------------------------------|--------------------------|------------------|---------|
| Les Granges | 18 | 30,5 | 0,4176 |
| Chambon de Blassac | 19 | 48 | 0,8377 |
| Chanteuges | 18 | 38 | 0,892 |
| Véreuges | 19 | 42,5 | 0,8691 |
| Vabres | 20 | 43 | 0,6211 |

Sur chaque frayère artificielle, le taux de survie des capsules est homogène quelque soit la position des capsules (position amont ou aval) (tests de Mann Whitney > 0,05 pour l'ensemble des comparaisons intra-site Tableau 30).

6.4. Relations entre la survie des œufs et l'oxygène dissous dans l'eau

L'ensemble des bâtons a été récupéré sur le site de Vabres. Pour la frayère de Véreuges, seul un stick de la zone hors frayère a pu être récupéré (conditions hydrologiques délicates lors de l'extraction). Sur le site du Chambon de Blassac, un bâton hors frayère n'a pu être retrouvé. Enfin, sur la frayère des Granges, 2 bâtons sur la zone hors frayère et un bâton sur la zone aval de la frayère n'ont pu être retrouvés (développement d'herbier de renoncules).

Il apparaît que seul le site de Vabres ne présente aucun signe d'anoxie, que ce soit dans les 20 premiers centimètres ou sur l'ensemble de la longueur du bâton.

Aucun bâton anoxie n'a été positionné à proximité de l'échantillon test conservé à la salmoniculture de Chanteuges. L'échantillon est considéré comme étant dans de bonnes conditions d'incubation. Cependant, lors du retrait des capsules, un développement de champignons a été observé malgré le traitement des œufs au formol (traitement appliqué à l'ensemble des œufs au sein de la salmoniculture).

La variable observée est ici la plus ou moins grande quantité de centimètres noircis sur les bâtons. Lorsque le bâton est entièrement blanc (centimètre noirci égal à 0), cela signifie qu'il n'y a pas de problème d'oxygène, sans qu'on puisse quantifier cette "bonne teneur" en O₂. Ainsi, les zéros n'ont pas la même signification que les nombres de centimètres noircis.

Pour traiter ces données, tous les centimètres noircis sont remplacés par la valeur "1" afin d'être comparé au bâton blanc (valeur = 0).

Certains bâtons anoxie ont été placés en périphérie de la zone de frayère. Un tableau de contingence puis un test du khi-deux sont réalisés pour savoir s'il existe une différence significative entre les bâtons dans et en dehors des frayères (Tableau 31 et Tableau 32). Seuls les cas des Granges et du Chambon seront traités ici étant donné que les données de Véreuges sont manquantes (un seul bâton retrouvé) et que le site de Vabres n'a enregistré aucun problème d'anoxie.

Cas des Granges :

Tableau 31 : Tableau de contingence des Granges

| | Hors | Dans |
|-------|------|------|
| Blanc | 3 | 11 |
| Noir | 29 | 25 |

Test du Khi-deux

X-squared = 3.4433, df = 1, p-value = 0.06351 (>0,05)

Cas du Chambon :

Tableau 32 : Tableau de contingence du Chambon de Blassac

| | Hors | Dans |
|-------|------|------|
| Blanc | 26 | 29 |
| Noir | 10 | 11 |

Test du Khi-deux

X-squared = 0,0528, df = 1, p-value = 0,8182 (>0,05)

Quelque soit le site, il n'y a pas de lien significatif entre le caractère blanc ou noir et l'emplacement des bâtons (dans la frayère ou à proximité). Les résultats des bâtons hypoxie sont donc homogènes à l'intérieur et à proximité immédiate de la frayère (Tableau 31 et Tableau 32).

A l'intérieur même de la frayère, deux emplacements sont distingués : la zone amont et la zone aval. La même analyse est réalisée sur ces deux emplacements (Tableau 33 et Tableau 34). Une fois de plus le cas de la frayère de Vabres ne sera pas traité puisque l'ensemble des bâtons ont indiqué une bonne oxygénation.

Cas des Granges

Tableau 33 : Tableau de contingence des Granges

| | Aval | Amont |
|-------|------|-------|
| Blanc | 7 | 4 |
| Noir | 9 | 16 |

Test du Khi-deux

X-squared = 1,3762, df = 1, p-value = 0,2408 (>0,05)

Cas du Chambon

Tableau 34 : Tableau de contingence du Chambon de Blassac

| | Aval | Amont |
|-------|------|-------|
| Blanc | 13 | 16 |
| Noir | 7 | 4 |

Test du Khi-deux

X-squared = 0,5016, df = 1, p-value = 0,4788 (>0,05)

Dans les deux cas la *p-value* est supérieure à 0,05. Il n'y a donc pas de lien significatif entre les deux variables. Nous pouvons ainsi considérer que les résultats des bâtons hypoxie sont homogènes à l'échelle de la frayère (Tableau 33 et Tableau 34).

Comme pour le taux de survie des œufs, l'oxygénation du substrat est homogène sur l'ensemble de chaque frayère.

Sous cette hypothèse, l'unique bâton retrouvé à proximité de la frayère de Véreuges peut être considéré comme représentatif de la frayère. La valeur de noircissement du bâton sera utilisée pour ordonner les sites entre eux sur le critère "plus ou moins grande oxygénation de l'eau".

Un test de comparaison des variances et des moyennes est réalisé afin d'ordonner les sites selon leur plus ou moins grande oxygénation de l'eau (Tableau 35 et Tableau 36). On sait déjà que Vabres est le meilleur site, puisqu'il est le seul à ne pas avoir de problème d'oxygène (pas de noircissement de bâton).

Tableau 35 : Test de comparaison des variances

| Sites | DI ($s_i ; s_j$) | F | p-value | décision |
|-------------------|--------------------|--------|---------|------------------|
| Granges – Chambon | 53 ; 20 | 0.5777 | 0.911 | On accepte H_0 |

Tableau 36 : Test de comparaison des moyennes

| Sites | dl | T | p-value | décision |
|-------------------|----|---------|----------|------------------------------------|
| Granges – Chambon | 73 | -2.9537 | 0.004222 | On rejette H_0 |

Les moyennes sont significativement différentes. D'autre part $m_{\text{Chambon}} < m_{\text{Granges}}$. D'autre part, le nombre de centimètres du bâton de Véreuges est inférieur à la moyenne sur le site du Chambon. Nous pouvons donc affirmer qu'il y a un gradient amont-aval dans l'oxygénation de l'eau. L'oxygène étant présent en bonne proportion à Vabres puis allant en diminuant pour la frayère de Véreuges, Chambon puis Les Granges.

6.5. Relation entre le taux de survie et le plus ou moins grand noircissement des bâtons hypoxie

Pour mesurer le lien entre ces deux variables, nous réalisons un test de corrélation entre la variable taux de survie (utilisation des moyennes sur chaque site, le taux de survie étant homogènes à l'échelle de la frayère) et la variable noircissement des bâtons (utilisation des moyennes sur chaque site, les résultats des bâtons étant homogènes à l'échelle de la frayère).

Le test de corrélation indique un rho de -0.9876 (Figure 190).

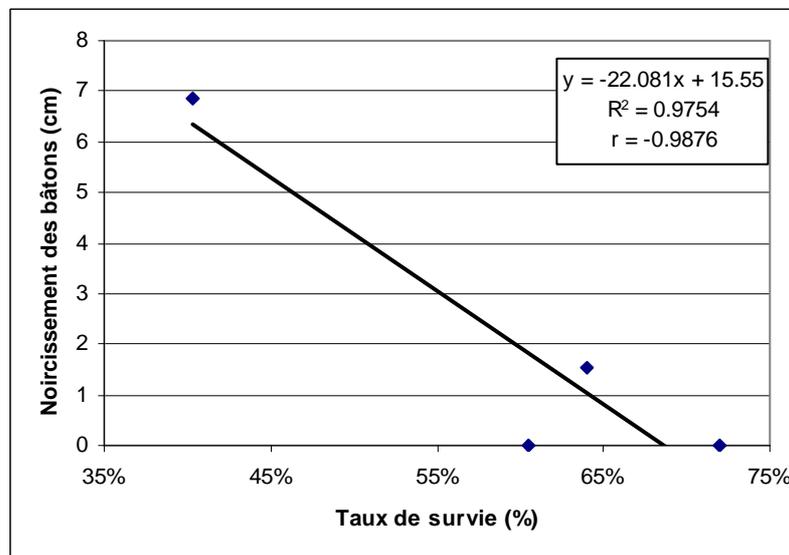


Figure 190 : Relation entre le taux de survie et le noircissement des bâtons hypoxie. (Source : LOGRAMI)

Ainsi, le taux de survie est inversement corrélé au noircissement des bâtons (Figure 190). Moins il y a de noircissement sur les bâtons, meilleur est le taux de survie. Il y a donc une corrélation positive forte entre la présence d'oxygène et la survie des œufs.

7. PRESENTATION DE L'ETUDE 2010-2011

L'étude menée en 2010 consistait à étudier 10 sites sur le bassin de l'Allier dans l'optique d'affiner les jeux de données obtenues en 2009. Cependant, les débits trop élevés rencontrés sur l'Allier ont contraint à réaliser l'étude sur un affluent prévu l'année suivante : l'Alagnon.

Cette rivière présente un fort potentiel d'accueil pour la reproduction du saumon atlantique et aucun renseignement sur la survie des embryons n'est actuellement disponible. On peut s'interroger sur l'existence d'une différence de fonctionnalité des secteurs sur l'ensemble du linéaire de cet affluent.

Au total, 4 frayères artificielles ont été mises en place sur l'Alagnon (**Figure 191**). Ces dernières sont réparties sur le secteur où sont historiquement observées les frayères (de Molompize au Saut du Loup). Les sites sont localisés sur des zones présentant des caractéristiques d'habitats favorables au frai du saumon atlantique (granulométrie, faciès...).

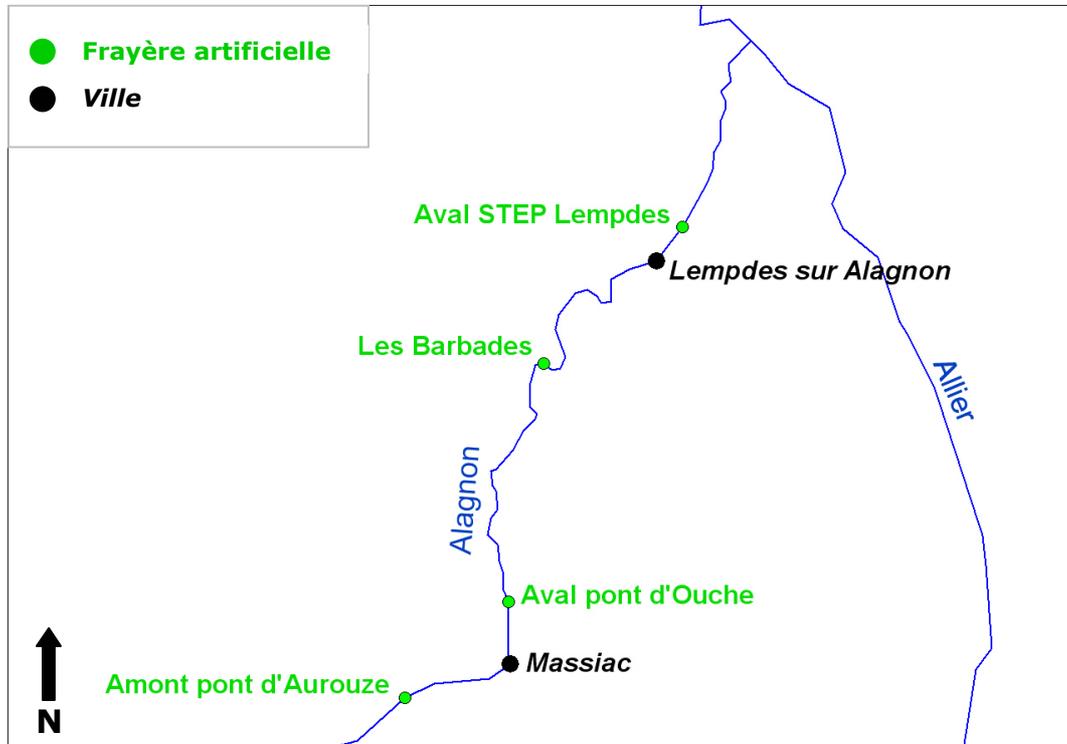


Figure 191 : Localisation des frayères artificielles sur le bassin de l'Alagnon (Source LOGRAMI)

Le protocole de mise en place est identique à celui appliqué en 2009 (Bach et al, 2010). Les frayères artificielles ont été préparées les 29 et 30 Novembre 2010 à raison de 2 sites par jour.

Sur chaque frayère, 20 capsules contenant 10 œufs formant deux groupes (10 capsules par groupe : zone amont et zone aval) sont insérées dans le sédiment. Au total, 80 capsules sont positionnées sur l'Alagnon. La salmoniculture de Chanteuges ne souhaitant pas accueillir le lot témoin, 20 capsules ont été conservées au frigidaire (*selon les conseils de l'INRA, com pers.*). Les sticks hypoxies sont positionnés au sein de la frayère à raison de 10 bâtons (5 en amont et 5 en aval). De plus, 5 autres bâtons sont positionnés en périphérie de la frayère artificielle afin de comparer le taux d'oxygénation aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de la frayère.

En parallèle de cette étude, une évaluation de la survie sous graviers des œufs de truites est également réalisée. Elle a pour but de comparer le taux de survie entre ces deux espèces en vue de remplacer les œufs de saumons par des œufs de truite lors de prochaines manipulations. En effet, le saumon et la truite issus de la même famille posséderaient une exigence similaire en termes de développement des œufs (*Ombredane, com pers.*).

Pour cela, deux sites (*Les Barbades et Amont pont d'Aurouze*) seront testés avec 10 capsules renfermant 10 œufs de truite (5 capsules zone amont et 5 capsules zone aval pour chaque site) (Figure 192). Au total, 20 capsules sont positionnées sur l'Alagnon et un lot témoin de 10 capsules a été conservé.

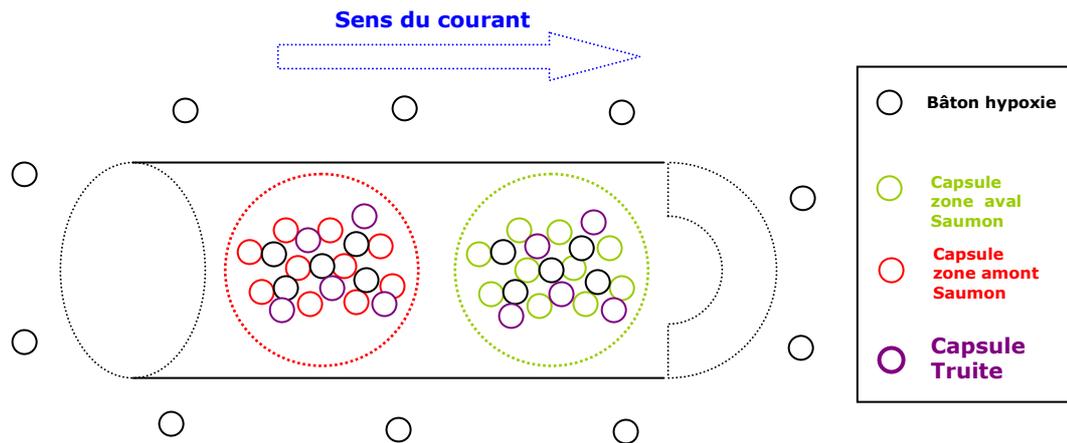


Figure 192 : Schématisation du positionnement des capsules d'œufs de truite sur la frayère (Sources : LOGRAMI).

Les œufs de saumon utilisés pour cette étude proviennent d'une fécondation artificielle de géniteurs enfermés de la salmoniculture de Chanteuges (43). La fécondation est faite à partir 6 femelles de 4 ans et 1 mâle d'un an.

Les œufs de truite ont été gracieusement fournis par la pisciculture de Moulin Piat (03). La reproduction est réalisée avec des géniteurs enfermés (6 femelles de 3 à 4 ans et 5 mâles de 3 à 4 ans).

Les fécondations artificielles sont obtenues le 01 décembre 2010 en début de matinée. Cette opération nécessite la mobilisation de deux équipes. L'insertion des capsules dans les frayères a lieu entre 5h10 et 9h30 après la fécondation pour les œufs de truite et 2h40 et 7h00 après la fécondation pour les œufs de saumon.

Sur chaque site, une sonde température est installée pour estimer le degré de développement des œufs. La conservation d'un lot témoin pour chaque espèce couplé à une sonde température placé dans un réfrigérateur devrait permettre de connaître l'instant précis de l'éclosion des alevins.

8. CONCLUSION

Aucune donnée sur le taux de survie des œufs de saumon atlantique n'existait sur le bassin de l'Allier. C'est pour cette raison que l'association LOGRAMI a tenté en 2009 d'analyser cette phase du cycle biologique. Cette étude consiste à implanter dans le substrat, des capsules contenant des œufs fécondés de saumon atlantique selon un protocole mis au point par l'INRA. Le but premier de cette étude, vise à évaluer la faisabilité de ce protocole jusqu'alors uniquement réalisé sur des fleuves côtiers ne présentant pas le même régime hydrologique et les mêmes caractéristiques géomorphologiques que l'Allier.

Tout d'abord, la préparation du matériel est une phase essentielle de l'étude. Elle permet d'organiser et de créer le matériel propre à la mise en place du suivi. L'édification des frayères artificielles est la partie la plus longue du protocole. Elle nécessite, dans un premier temps, un repérage préalable des zones potentielles de fraie afin de s'assurer que la situation des frayères artificielles est bien en conformité avec les caractéristiques hydrodynamiques des frayères naturelles observées. Puis vient la mise en place de chacune des frayères avec l'installation des bâtons hypoxies et des tubes PVC prêts à accueillir les capsules d'incubation.

La fécondation des œufs et la mise en place des capsules sur chaque site sont réalisées lors d'une même journée afin de réduire le temps de manipulation. En effet, cette phase du protocole est la plus sensible. Les œufs sont très vulnérables (manipulations, transports, chocs thermiques et mécaniques...) et l'insertion des capsules dans les frayères doit impérativement avoir lieu entre 3 et 9 h (DUMAS et MARTY, 2006) après la fécondation.

Cette première expérience en 2009 sur le bassin de l'Allier a démontré la faisabilité de l'étude et l'intérêt des résultats d'une telle opération.

Les premiers constats montrent clairement qu'il est possible d'appliquer un tel protocole sur le bassin de l'Allier dans les conditions de débits telles que rencontrées en 2009. Cette étude relativement simple nécessite néanmoins un important temps de mise en place. Les capsules d'incubation, confirment bien les avantages soulignés par DUMAS et MARTY (2006). Ce dispositif, semble bien adapté à la structure du substrat et n'offre que très peu de prise au courant rendant les capsules peu vulnérables aux crues. Cependant, l'Allier reste une rivière très capricieuse qui peut, lors de grosses crues, mobiliser un flux important de sédiment qui peut modifier le lit du cours d'eau et compromettre très fortement l'obtention de résultats (impossibilité de retrouver les capsules).

L'analyse des premiers résultats met en évidence une certaine variabilité de la survie embryonnaire du saumon atlantique entre les trois sites les plus amont et la frayère la plus aval. Cette dernière montre clairement des taux de survie inférieurs.

Les analyses sur l'oxygène dissous ont permis de mettre en évidence un gradient amont-aval. Ainsi, les zones amont bénéficient d'une eau oxygénée tandis que des problèmes d'anoxie apparaissent sur les zones aval. La survie est fortement corrélée à la bonne oxygénation de l'eau, comme nous l'avons montré dans cette étude. En effet, plus le substrat est naturellement oxygéné meilleure est la survie des œufs.

La survie étant meilleure sur les sites les plus amont, il semble primordial que les géniteurs atteignent ces zones pour se reproduire. Ainsi, tous les efforts doivent être faits pour améliorer les conditions de franchissement des ouvrages. Dans cet objectif, les résultats du radiopistage 2009 réalisé dans l'Allier par l'association LOGRAMI doivent être utilisés.

La survie des œufs étant homogène à l'échelle de chaque frayère comme la température de l'eau et l'oxygène dissous, il est possible pour les études à venir d'envisager d'implanter moins de bâtons hypoxie dans le sédiment, voire moins de capsules d'œufs, ce qui permettrait d'accélérer la mise en œuvre de cette opération et d'augmenter le nombre de sites suivis.

De façon à mieux apprécier les variations de taux de survie sur l'ensemble du secteur de reproduction, il convient de réitérer cette expérience avec un nombre plus important de frayères suivies. Les résultats issus des tests réalisés sur l'Alagnon seront disponibles dès la lecture (levée prévue fin mars 2011). Les analyses seront présentées au cours de l'année 2011 et intégrés dans le rapport 2011.

Cette étude de survie sous gravier montre l'intérêt des connaissances sur les productions des sites et mettent en évidence les secteurs de survie maximale. Au contraire, les secteurs dont les survies sont faibles doivent être étudiés pour connaître leurs dysfonctionnements (qualité d'eau, granulométrie moins adaptée aux salmonidae, ect.). Cette manipulation gagnera à être effectuée sur tous les secteurs de production afin de mieux connaître les potentialités naturelles. Elle pourra donc être conduite entre autres sur la Sioule, la Dore et la Gartempe.

9. BIBLIOGRAPHIE

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENECAI A., CORNU V., PORTAFAIX P., JOUIN TREMEUR E., LELIEVRE M., BAISEZ A., 2010 - Recueil de données biologiques 2009 - Rapport d'activités LOGRAMI du 01/01/09 au 31/12/09, 346 pages.

BJORNN T.C., REISER D.W., 1991 : Habitat requirements of salmonids in streams, *American Fisheries Society Special Publication*, 19, 83-138.

CRISP D.T., 1993 : The environmental requirements of salmon and trout in fresh water, *Freshwater Forum*, 3, 176-202.

CRISP D.T., 1996 : Environmental requirements of common riverine European salmonid fish species in fresh water with particular reference to physical and chemical aspects, *Hydrobiologia*, 323, 201-221

DUMAS J., DAROLLES V., 1999 : Caractéristiques environnementales et survie embryolaire du Saumon atlantique, *Salmo salar* L., dans un cours d'eau du piémont pyrénéen, la Nivelle (France), *Cybium*, 23 (1) suppl., 29-44.

DUMAS J., MARTY S., 2006 : A new method to evaluate egg-to-fry survival in salmonids, trials with Atlantic salmon, *Journal of Fish Biology*, 68, 284-304.

GUERRIN F., DUMAS J., 2001 : Knowledge representation and qualitative simulation of salmon redd functioning. Part II : Qualitative model of redd, *Biosystems*, 59, 85- 108.

INGENDAHL D., 2001 : Dissolved oxygen concentration and emergence of sea trout fry from natural redds in tributaries of the River Rhine, *Journal of Fish Biology*, 58, 325-341.

LISLE T.E., LEWIS J., 1992 : Effects of sediment transport on survival of salmonid embryos in a natural stream : a simulation approach, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49, 2337-2344.

MACKENZIE C., MORING J.R., 1988 : Estimating survival of Atlantic salmon during the intra-gravel period, *North American Journal of Fisheries Management*, 8, 45-49.

MARMONIER.P, DELETTRE.Y, LEFEVRE.S, GUYON.J and BOULTON.A.J, 2004 : A simple technique using wooden stakes to estimate vertical patterns of interstitial oxygenation in the bed of rivers. *Arch.Hydrobiol.* 160 1 133-143.

RUBIN J.-F., GLIMSÄTER C., 1996 : Egg-to-fry survival of the sea trout in some streams of Gotland. *Journal of Fish Biology*, 48, 585-606.

TREMBLAY J., 2006 : « Le stick hypoxie » : une nouvelle méthode pour mesurer l'oxygénation du lit des rivières.

OLAÏZOLA M., 2001 : Variabilité de la survie embryolaire du saumon Atlantique (*Salmo salar* L.) dans la Nivelle. Influence des facteurs environnementaux, *Diplôme d'Études Supérieures, Université Bordeaux I*, 45 p

Fiche 9 : Suivi par pêches électriques standardisées de la production naturelle de juvéniles de saumon et de l'implantation des juvéniles déversés.

1. CONTEXTE ET METHODOLOGIE

Un suivi des populations de tacons est réalisé chaque année sur les bassins versants de l'Allier et de la Gartempe, afin d'apprécier l'abondance des juvéniles de l'année (tacons 0+). En 2010, 84 stations ont été échantillonnées sur l'ensemble du bassin de la Loire (Figure 193).

Le suivi par pêches électriques des juvéniles de saumon a deux objectifs distincts :

- connaître la production naturelle de juvéniles et la survie jusqu'au stade tacon,
- connaître la survie des juvéniles déversés au stade alevin et vérifier la fonctionnalité des zones favorables aux juvéniles.

Les pêches de sondage sont réalisées selon un protocole standardisé et spécifique aux juvéniles de saumon de l'année qui permet d'obtenir un indice d'abondance pour 5 minutes de pêche effective (Prévost & Baglinière, 1995 *in* BACH et al, 2010).

A l'issue de la pêche, les tacons sont dénombrés, mesurés et pesés (nouveau 2010).

En effet, suite à la mise en évidence en 2009 d'une différence de taille entre les tacons natifs et déversés et afin de mieux caractériser les tacons pêchés, il a été décidé, en 2010, de compléter les mesures biométriques par des pesées individuelles. Ces dernières ont été réalisées à l'aide d'une balance de précision compacte Ohaus Valor 3000 Xtreme (300g -0,1g).

Le facteur de condition (FC) permet de synthétiser l'embonpoint des poissons. Le facteur de condition indique la relation entre le poids et le volume du poisson (exprimé par sa longueur au cube) :

$$FC = (P/L^3)*100$$

avec P = poids en grammes et L = longueur en centimètres.

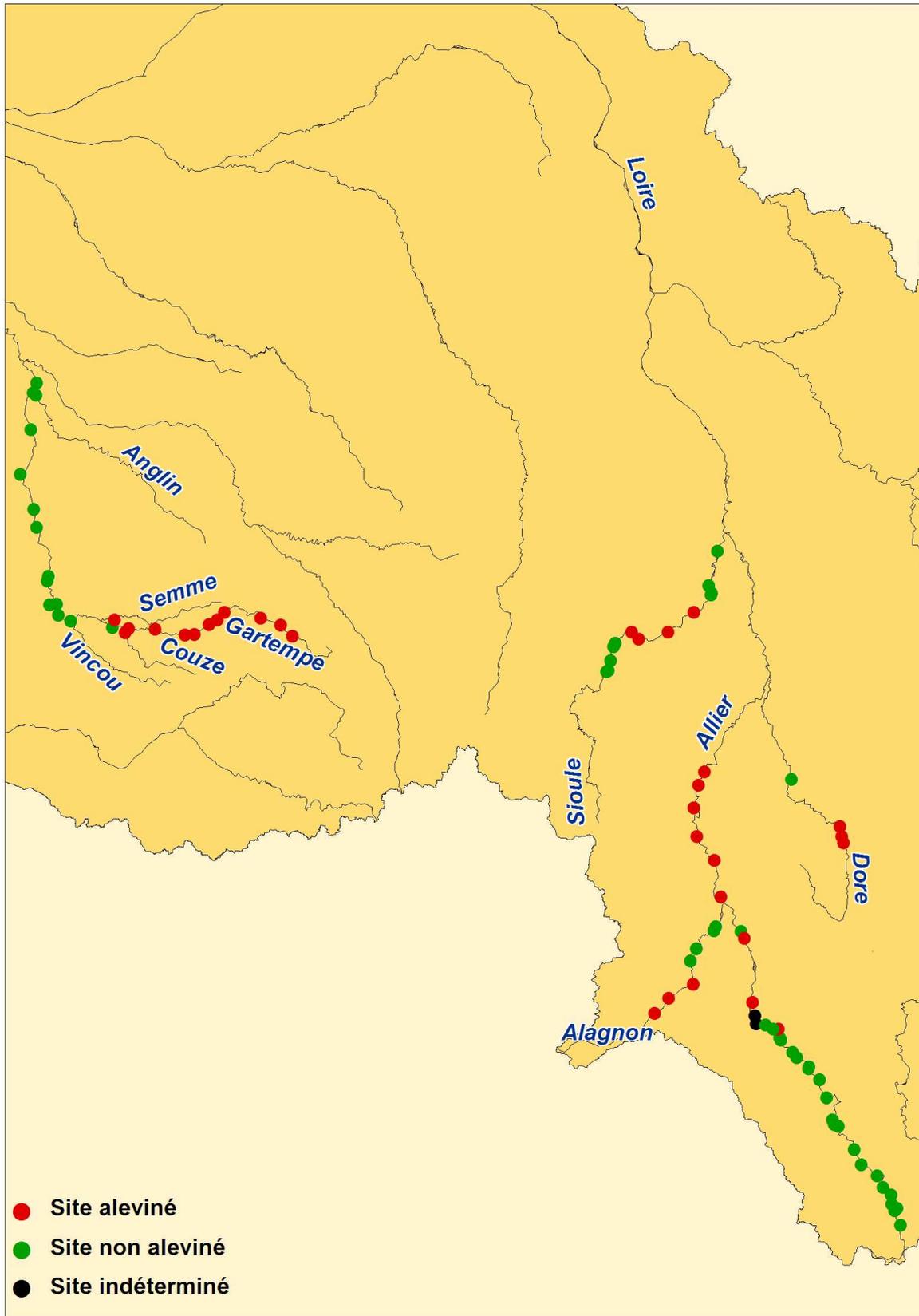


Figure 193 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de la Loire en 2010 (Source : LOGRAMI)

2. BASSIN DE LA GARTEMPE

2.1. Répartition et localisation des stations

Sur le bassin de la Gartempe, les pêches de suivi d'abondance de juvéniles de saumon sont réalisées depuis 1998. L'historique réalisé montre l'évolution de l'effort de pêche sur la période 1999-2010, à la fois sur les stations déversées et non déversées (Figure 194).

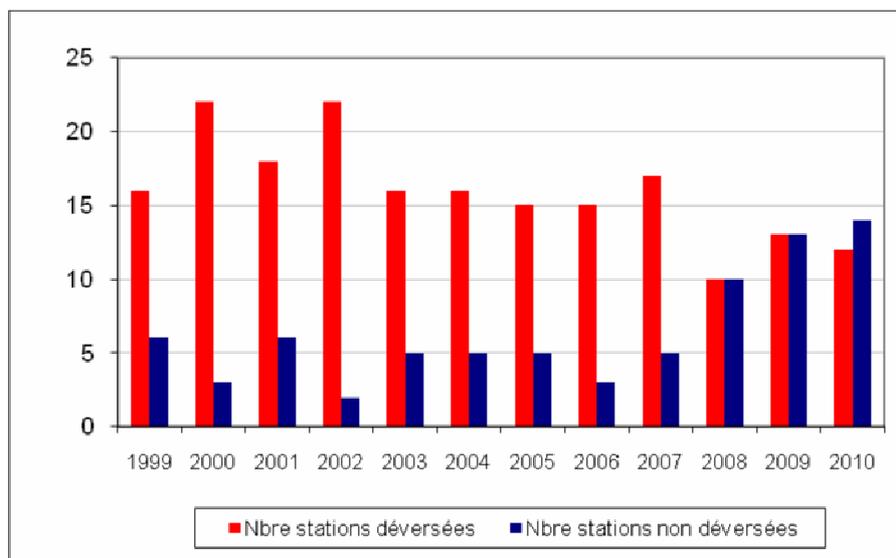


Figure 194 : Nombre de stations déversées et de stations non déversées, pêchées par la méthode des indices d'abondance de juvéniles de saumon sur le bassin de la Gartempe de 1999 à 2010. (Sources : LOGRAMI - ONEMA)

Depuis 2009, l'effort de pêche a été uniformisé sur l'ensemble du bassin versant. La nouvelle répartition des stations de pêche a été réalisée en prenant en compte :

- une station pour 20 000 m² de SERR,
- une répartition équitable entre stations déversées et non déversées,
- un nombre raisonnable de stations à pêcher (inférieur à 30 pour le bassin, une vingtaine était pêchée chaque année jusqu'en 2008).
- une répartition des stations non déversées (recherche de juvéniles natifs) concentrée en aval de Châteauponsac. En effet, seuls 10 % des géniteurs contrôlés à Descartes atteignent Châteauponsac et les zones de production situées en amont (Sénécal A. et *al.*, 2009).

En 2010, 26 stations ont été pêchées (Tableau 37 et **Figure 195**) :

- 22 stations sur le cours principal dont :
 - 12 stations non alevinées (cours inférieur et cours moyen inférieur)
 - 10 stations alevinées
- 4 stations sur les affluents dont :
 - 2 stations non alevinées (Anglin, Vincou)
 - 2 stations alevinées (Semme, Couze)

Tableau 37 : Répartition de l'effort de pêche sur les stations déversées et non déversées en fonction des surfaces de production potentielle en juvéniles de saumon en 2010 (Source : LOGRAMI)

| Tronçon / Cours d'eau* | | Limite aval | Limite amont | SERR accessible** | Nbre de stations non déversées pêchées 2010 | Nbre de stations déversées pêchées 2010 | Effort de pêche moyen (SERR/station) |
|------------------------|-----|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|---|---|--------------------------------------|
| Gartempe | CI | Conf. Creuse | Pont de Saulgé | 88 500 | 5 | 0 | 17 700 |
| | CMI | Pont de Saulgé | Pont de Laprade (papeterie) | 182 645 | 7 | 1 | 22 831 |
| | CMM | Pont de Laprade (papeterie) | Pont de la Côte (Usine) | 131 998 | 0 | 6 | 22 000 |
| | CMS | Pont de la Côte (Usine) | Moulin de Talabot | 42 913 | 0 | 2 | 21 457 |
| | CS | Moulin de Talabot | Source | 24 657 | 0 | 1 | 24 657 |
| Anglin | | | | 18 947 | 1 | 0 | 18 947 |
| Brame | | | | 9 731 | 0 | 0 | 0 |
| Vincou | | | | 16 872 | 1 | 0 | 16 872 |
| Semme | | | | 9 937 | 0 | 1 | 9 937 |
| Couze | | | | 10 781 | 0 | 1 | 10 781 |
| Ardour | | | | 12 368 | 0 | 0 | 0 |

*Cours Inférieur/Cours Médian Inférieur/Cours Médian Moyen/Cours Médian Supérieur/Cours Supérieur

**Surface Equivalent Radier-Rapide d'après POSTIC A. et CHAPON P.M, 2000 ; VISBECQ C., 2003 et FEREOLE G., 2005.

Les 26 stations (Figure 195) sont réparties en :

- 22 stations sur le cours principal dont :
 - 12 stations non alevinées (cours inférieur et cours moyen inférieur)
 - 10 stations alevinées
- 4 stations sur les affluents dont :
 - 2 stations non alevinées (Anglin, Vincou)
 - 2 stations alevinées (Semme, Couze)

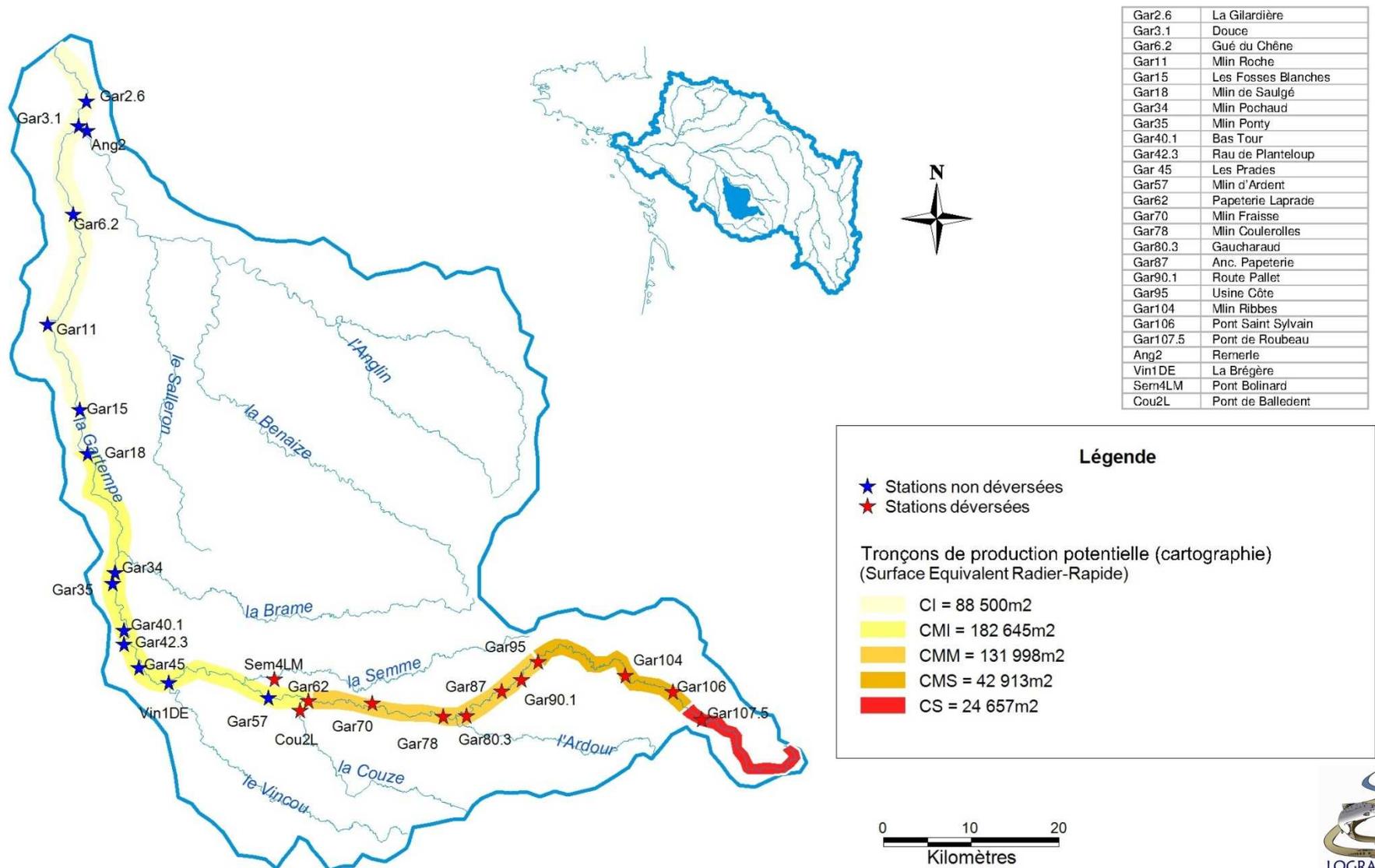


Figure 195 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon sur le bassin de la Gartempe en 2010

2.2. Déversement des alevins

En 2010, 229 818 alevins ont été déversés par le CNSS les 16, 17 et 18 juin. Les déversements ont été réalisés sur les parties médianes et amont de la Gartempe (secteurs Cours Médian Moyen, Cours Médian Supérieur et Cours Supérieur).

« Les poissons déversés sur la Gartempe et ses affluents ont été élevés dans la pisciculture du Verger, à Bourganeuf. Les œufs (d'origine Allier) provenaient de la reproduction réalisée au CNSS à l'automne 2009. » (CNSS, 2011).

Les secteurs alevinés étaient les mêmes qu'en 2009 hormis le Moulin d'Ardent où 4 frayères ont été observées au cours de l'hiver 2009-2010. Conformément au cahier des charges du repeuplement, ce secteur n'a pas fait l'objet de déversement afin de privilégier la production naturelle de juvéniles (**Figure 196**).

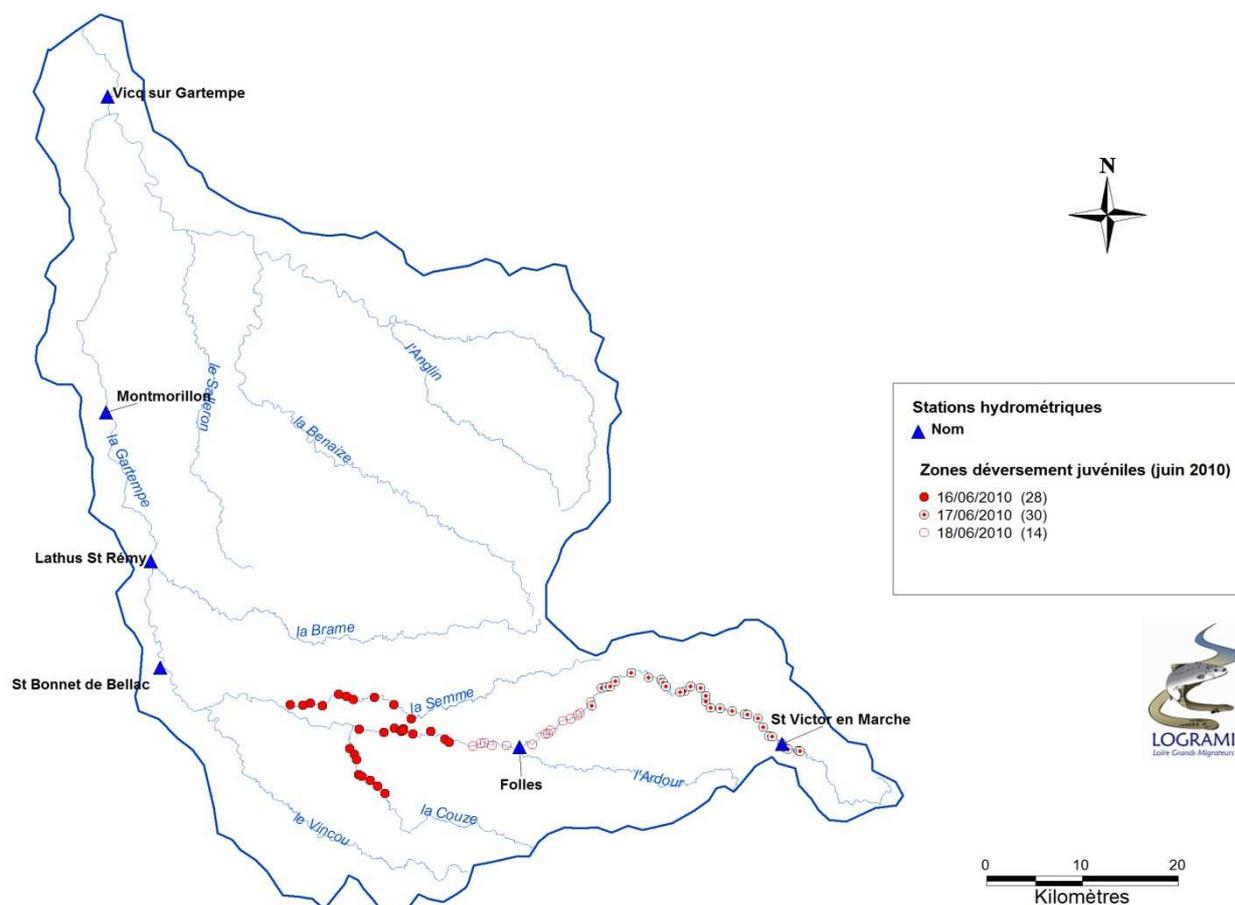


Figure 196 : Zones de déversements des alevins LOGRAMI sur la Gartempe et ses affluents en 2010 (données : CNSS/Banque Hydro - cartographie : LOGRAMI).

Tableau 38 : Débits aux stations hydrométriques de Saint Victor en Marche et Folles du 16 au 18 juin 2010, jours de déversements. (Source : banque HYDRO)

| Station débit | Module (m3/s) | Moyenne inter-annuelle juin (m3/s) | Débit 16/06/10 (m3/s) | Débit 17/06/10 (m3/s) | Débit 18/06/10 (m3/s) |
|------------------------|---------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Saint Victor en Marche | 1,09 | 0,85 | | 4,44 | 2,32 |
| Folles | 8,18 | 6,14 | 13,2 | 19,1 | 11 |

Les débits dans les secteurs concernés par les déversements sont donnés dans le Tableau 38.

Le premier jour du déversement qui a concerné 28 secteurs sur 72 a eu lieu le 16 juin, alors que le débit moyen journalier à Folles, station située quelques kilomètres en amont des secteurs déversés, était de 1.6 fois le module (13,2 m³/s contre 8,18 m³/s).

Le 17 juin, le déversement a eu lieu sur les secteurs amont de la Gartempe, au niveau de Saint Victor en Marche et en aval. Le module à cette station n'est pas calculé, cependant la moyenne interannuelle du mois de juin calculée sur 8 années est de 0,85 m³/s. Le débit le jour du déversement à Saint Victor en Marche était de 4,44 m³/s. A Folles, située quelques kilomètres en aval du dernier secteur déversé, le débit était égal à 2,3 fois le module.

Enfin, les secteurs concernés par les déversements du 18 juin sont situés à l'aval et à l'amont de Folles. Le débit moyen journalier était de 11 m³/s à Folles, soit 1,3 fois le module.

En conclusion, tous les déversements sur le cours principal de la Gartempe en 2010 ont été réalisés avec des débits moyens journaliers de 1,3 à 2,3 fois le module. Ceci entraîne un doute sur l'origine des tacons pêchés sur les stations non alevinées, situées entre 5 et 40 km en aval des stations alevinées.

2.3. Déroulement des pêches

Sur le bassin de la Gartempe, les pêches électriques 2010 ont été réalisées par les agents de LOGRAMI et de l'ONEMA sur 6 journées, réparties du 24 août au 2 septembre.

Sur l'ensemble des stations pêchées, toutes les stations de la Gartempe et de l'Anglin ont été pêchées dans des conditions de débit inférieures aux moyennes mensuelles de références d'août et septembre (Annexe 1). Seules deux stations ont été pêchées avec un débit plus élevé que la moyenne mensuelle de référence sur la Semme (*Pont Bolinard*, station alevinée) et le Vincou (*La Brégère*, station non alevinée).

Après l'essai réalisé en 2009, la vidange du plan d'eau de La Roche Etrangleloup à Châteauponsac a eu lieu du 24 à 0h00 au 25 août en fin d'après-midi.

Le premier jour de vidange, les pêches ont été réalisées sur des stations situées en amont de La Roche Etrangleloup ou sur des affluents. Le second jour, dans l'après-midi, les stations situées en aval de La Roche Etrangleloup ont été pêchées alors que la fin de l'abaissement de la retenue a eu lieu en fin de matinée. Cependant, seule la pêche sur la station la plus proche du lieu de vidange, soit Papeterie Laprade, a été réalisée dans des conditions critiques puisque la turbidité y était importante.

Globalement, la vidange n'a pas eu d'incidence majeure sur le déroulement des pêches hormis sur la station Gar62 – *Papeterie Laprade*.

2.4. Résultats

2.4.1. Avertissement

Les résultats de suivi d'abondance de juvéniles de saumon sur la Gartempe en 2010 ont, dans un premier temps, été traités globalement pour l'ensemble des stations, qu'elles aient été déversées ou non.

Ensuite, un traitement spécifique des stations déversées est proposé pour assurer une continuité avec les résultats des années précédentes.

En revanche, au vu de l'absence de marquage des juvéniles déversés ainsi que des conditions de déversement des alevins en 2010 (cf. § 2.2), il n'a pas été réalisé de traitement particulier des données sur les stations non déversées considérant qu'il existe des doutes sur l'origine des individus pêchés.

2.4.2. Résultats sur l'ensemble des stations

2.4.2.1. Indices d'abondance

Sur l'ensemble des stations, un total de 191 tacons 0+ a été capturé. Les indices varient, toutes stations confondues, entre 0 et 42 ind./5 mn. Globalement, les indices sont faibles puisque la moyenne est de **7,3 ind ./5 mn** et 20 stations sur 26 obtiennent un indice inférieur à 10 ind./5 mn (**Figure 197**).

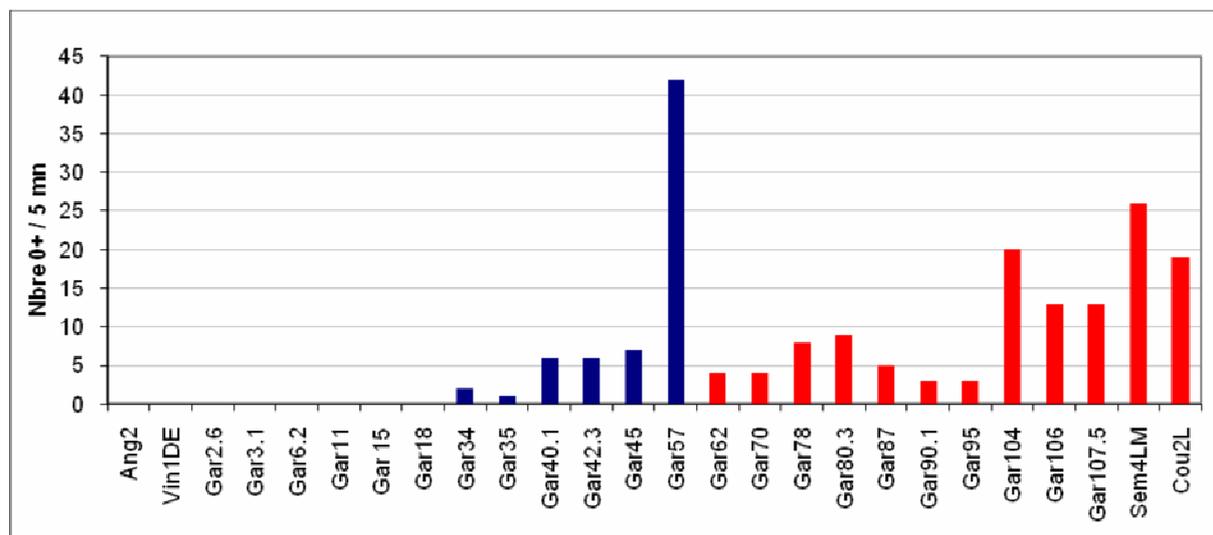


Figure 197 : Indices d'abondance de juvéniles de saumon sur le bassin de la Gartempe en 2010 (en bleu : stations non alevinées, en rouge : stations alevinées) (Source : LOGRAMI)

Aucun individu n'a été capturé sur 8 des 26 stations. Ces huit stations faisaient partie des stations non déversées : 6 stations les plus aval de la Gartempe ainsi que la station de l'Anglin et du Vincou (Ang2 et Vin1DE). Ce qui signifie que la production naturelle peut être considérée comme nulle sur ces secteurs de cours d'eau.

L'indice le plus élevé est obtenu sur la station Gar57 (*Mlin d'Ardent*) avec 42 ind./5 mn qui n'a pas été déversée suite à l'observation de 4 frayères sur le radier en décembre 2009 (cf §2.2). Cette station est située 5 km environ en aval de la première station déversée. De ce fait, et compte-tenu des conditions de débit lors des déversements, ce résultat ne peut pas être considéré de façon certaine comme le seul fait de la reproduction naturelle.

De la même manière, les résultats sur les stations Gar34 à Gar45 doivent être considérés avec prudence. La moyenne des indices sur ces stations en 2010 s'élève à 4,4 ind./5 mn contre 1,6 ind./5 mn de 1999 à 2009 (moyenne des indices les années où ces stations n'étaient pas alevinées).

2.4.2.2. Evolution 1999-2010

Depuis 1999, la moyenne interannuelle des indices d'abondance, toutes stations confondues, s'élève à 7,8 ind./5 mn. Seules trois années sur onze ont vu un indice supérieur à 10 ind./5 mn. Avec une moyenne de 7,3 ind./5 mn, l'année 2010 se situe autour de la moyenne interannuelle (**Figure 198**).

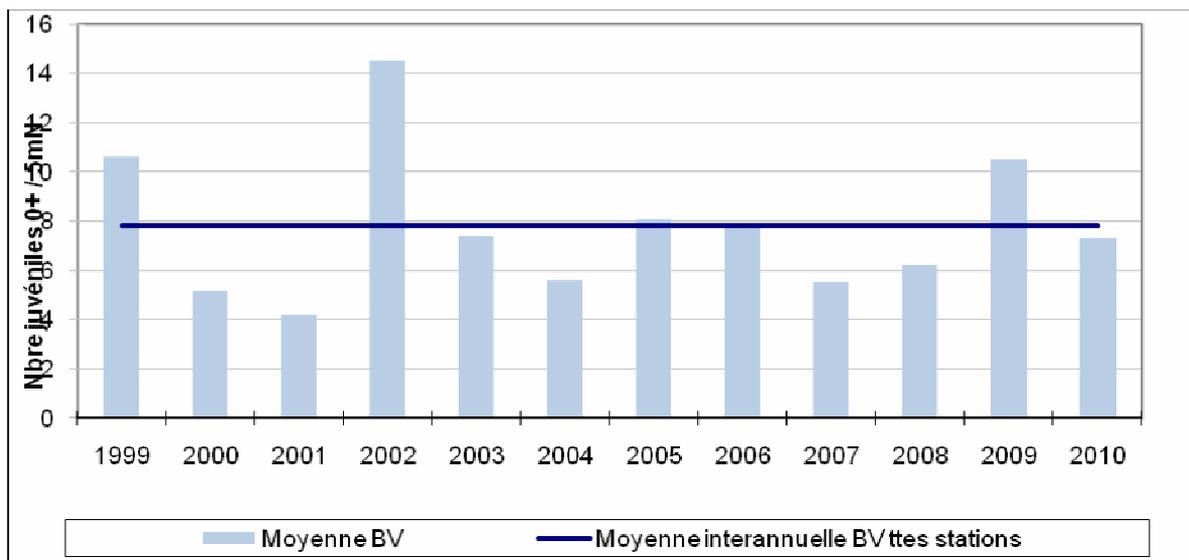


Figure 198 : Indices d'abondance moyens de juvéniles de saumon 0+ sur le bassin de la Gartempe de 1999 à 2010 (Source : LOGRAMI – ONEMA)

2.4.3. Résultats sur les stations déversées

Dans cette partie, et compte tenu de l'absence de marquage des alevins déversés, on traitera l'ensemble des juvéniles de saumon pêchés sur les stations déversées comme des individus issus de déversement. En effet, malgré l'absence de données sur les frayères de l'hiver 2009-2010 sur la partie médiane et amont de la Gartempe ainsi que l'absence de comptage des grands salmonidés à la station de comptage de La Roche Etrangleloup entre juin 2009 et novembre 2010, les données récentes indiquent une très faible reproduction naturelle sur cette partie du cours d'eau (BACH et al, 2010).

2.4.3.1. Indices d'abondance et taux d'implantation des juvéniles déversés en 2010

Sur les 12 stations déversées puis pêchées par la méthode des indices d'abondance, un total de 127 tacons 0+ a été capturé avec des indices allant de 3 à 26 ind./5 mn (Figure 199). L'indice moyen s'élève à **10,6 ind./5 mn** soit une densité moyenne de **3,8 ind./100 m²**⁷.

La **Figure 199** montre une disparité importante entre les stations avec des indices toujours inférieurs à 10 voire à 5 ind./5 mn sur les sept premières stations déversées alors que les indices sont toujours supérieurs à 10 ind./5 mn sur les trois autres stations de la Gartempe et sur les affluents.

Sur la Semme (Sem4LM – *Pont Bolinard*) et la Couze (Cou2L – *Pont de Balledent*), les indices sont plus élevés avec respectivement 26 et 19 ind./5 mn.

⁷ La relation de conversion de l'abondance en 5 mN en densités de saumons pour 100m² retenue pour le bassin de la Gartempe est : **D=0,358I** avec D : densité (ind/100m²) et I : indice d'abondance (ind/5 mN) (BACH et al, 2010). Ce coefficient, considéré comme fiable, a été obtenu à partir de 11 couples de résultats de pêches sondage –inventaire réalisés sur la Gartempe sur la période 2003-2005.

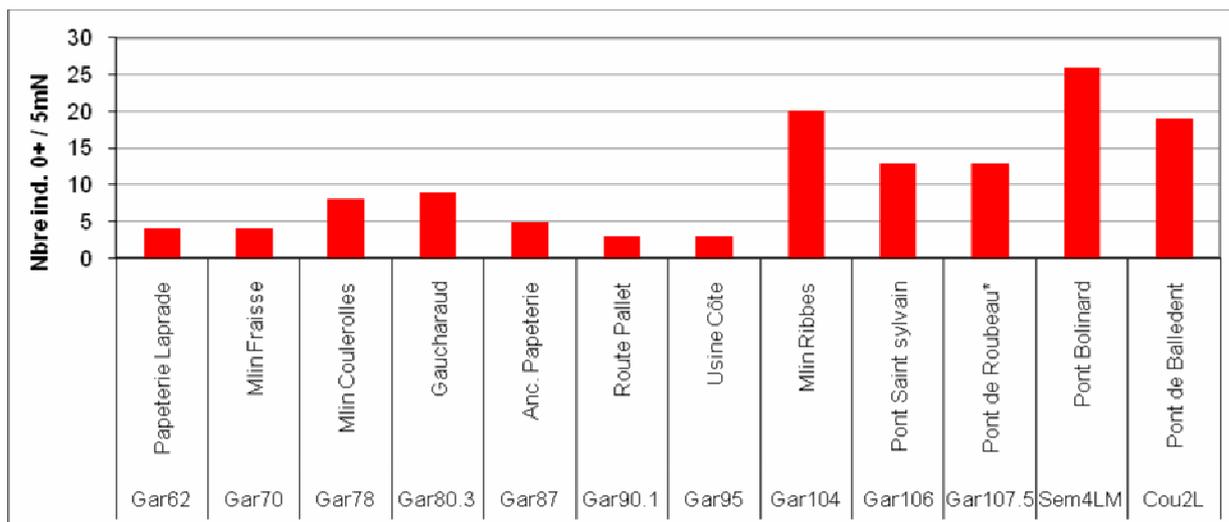


Figure 199 : Indices d'abondance de juvéniles de saumon sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe en 2010 (Source : LOGRAMI)

Les indices d'abondance sur les stations déversées ne tiennent pas compte des différences de densité au déversement entre les stations.

L'évaluation de l'efficacité de l'alevinage repose sur une **estimation du taux d'implantation** des alevins déversés sur chaque station alevinée. Il est exprimé en pourcentage de la densité observée lors des pêches électriques par rapport à la densité alevinée (BACH et al, 2010) :

$$\text{Taux d'implantation} = \left(\frac{\text{Densité tacons observée}}{\text{Densité d'alevins déversés}} \right) * 100$$

Le taux d'implantation moyen calculé est de **3,4 %** sur les 12 stations alevinées. Ce taux indique une implantation faible des juvéniles déversés.

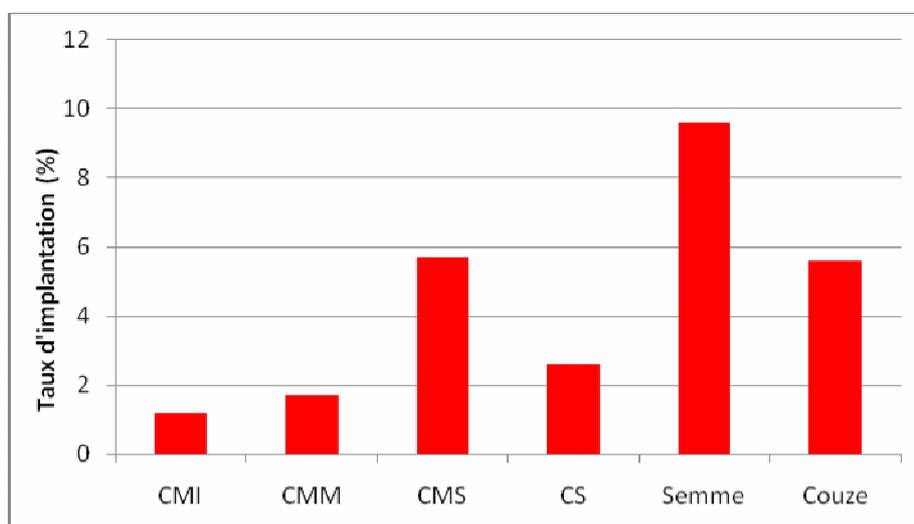


Figure 200 : Taux d'implantation des juvéniles déversés sur les stations alevinées par tronçon (Gartempe) et par affluents en 2010 (Source : LOGRAMI)

Le Tableau 39 donne les résultats des taux d'implantation pour les 12 stations alevinées et confirme la disparité entre les différents tronçons et stations pêchés. Pour la Gartempe, le taux d'implantation varie entre 0,8 et 6,8 %. Les taux les plus élevés sont obtenus sur le Cours Moyen Supérieur (5,7 %) et le Cours Supérieur (2,6 %) (**Figure 200**).

Tableau 39 : Déversement et suivi d'implantation des juvéniles déversés sur la Gartempe, la Semme et la Couze en 2010 : surface de production potentielle, nombre d'alevins déversés, densité au déversement / indices d'abondance, densité pêchée et taux d'implantation

| Cours d'eau | Tronçon | Code station | Station | SERR (m2) | Nbre d'alevins déversés | Densité alevinée /100 m2 | Nbre0+ ind./5 mn | Densité pêchée /100m2 | Taux d'implantation (%) | |
|-------------|---------|--------------|--------------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|------------------|-----------------------|-------------------------|-----|
| Gartempe | CMI | Gar62 | Papeterie Laprade | 1 410 | 1 755 | 124 | 4 | 1,4 | 1,2 | 1,2 |
| | CMM | Gar70 | Mlin Fraisse | 5 800 | 7 019 | 121 | 4 | 1,4 | 1,2 | 1,7 |
| | | Gar78 | Mlin Coulerolles | 5 810 | 6 216 | 107 | 8 | 2,9 | 2,7 | |
| | | Gar80.3 | Gaucharaud | 1 760 | 2 072 | 118 | 9 | 3,2 | 2,7 | |
| | | Gar87 | Anc. Papeterie | 2 080 | 2 072 | 100 | 5 | 1,8 | 1,8 | |
| | | Gar90.1 | Route Pallet | 4 300 | 4 742 | 110 | 3 | 1,1 | 1,0 | |
| | | Gar95 | Usine Côte | 2 300 | 3 161 | 137 | 3 | 1,1 | 0,8 | |
| | CMS | Gar104 | Mlin Ribbes | 1 850 | 1 953 | 106 | 20 | 7,2 | 6,8 | 5,7 |
| | | Gar106 | Pont Saint Sylvain | 1 960 | 1 953 | 100 | 13 | 4,7 | 4,7 | |
| | | CS | Gar107.5 | Pont de Roubeau | 1 100 | 1 953 | 178 | 13 | 4,7 | 2,6 |
| Semme | | Sem4LM | Pont Bolinard | 3 200 | 3107 | 97 | 26 | 9,3 | 9,6 | 9,6 |
| Couze | | Cou2L | Pont de Balledent | 6 800 | 8189 | 120 | 19 | 6,8 | 5,6 | 5,6 |

Sur la Semme et la Couze, les taux d'implantation sont respectivement de 9,6 % et 5,6 %. Ils indiquent que l'implantation des juvéniles déversés est globalement meilleure que sur le cours principal, bien que ce résultat soit basé sur une seule station de pêche par affluent.

2.4.3.2. Taille moyenne, poids moyen et croissance des juvéniles déversés

❖ Taille moyenne

La taille moyenne des 127 juvéniles repris par pêche électrique sur les douze stations alevinées est de 77,6 mm (longueur fourche) (médiane : 80 ; minimum : 50 ; maximum : 109). La taille moyenne des tacons 0+ pêchés par cours d'eau sur la Gartempe, la Semme et la Couze est respectivement de 85,6 ; 60,7 et 64,8 mm.

Le stade des alevins déversés ne permet pas la mesure des juvéniles avant déversement. Un abaque poids/taille a été utilisé pour estimer, d'après leur poids moyen, la taille moyenne des juvéniles au déversement (Tableau 40).

Tableau 40 : Abaque poids/taille applicable aux juvéniles de saumon déversés sur la Gartempe (source : CNSS)

| Poids (g) | Taille (mm) |
|-----------|-------------|
| 0,4 | 35 |
| 0,6 | 40 |
| 0,9 | 45 |
| 1,2 | 50 |

La taille moyenne théorique au déversement a ensuite été comparée à la taille moyenne (longueur fourche) mesurée lors des pêches électriques.

D'après l'abaque utilisé, les juvéniles déversés avaient une taille moyenne d'environ 41,6 mm. La taille moyenne de 77,6 mm des juvéniles pêchés indique une croissance moyenne de 36 mm en 10,5 semaines (*49 mm en 12 semaines en 2008 et 37 mm en 11 semaines en 2009 (Bach et al., 2010)*). La taille moyenne des juvéniles déversés sur la Gartempe, la Semme et la Couze a été estimée respectivement à 42,1, 38 et 40 mm.

La meilleure croissance est observée sur la Gartempe avec une différence moyenne de 43,8 mm entre la taille théorique au déversement et la taille moyenne des tacons capturés par pêche (Figure 201).

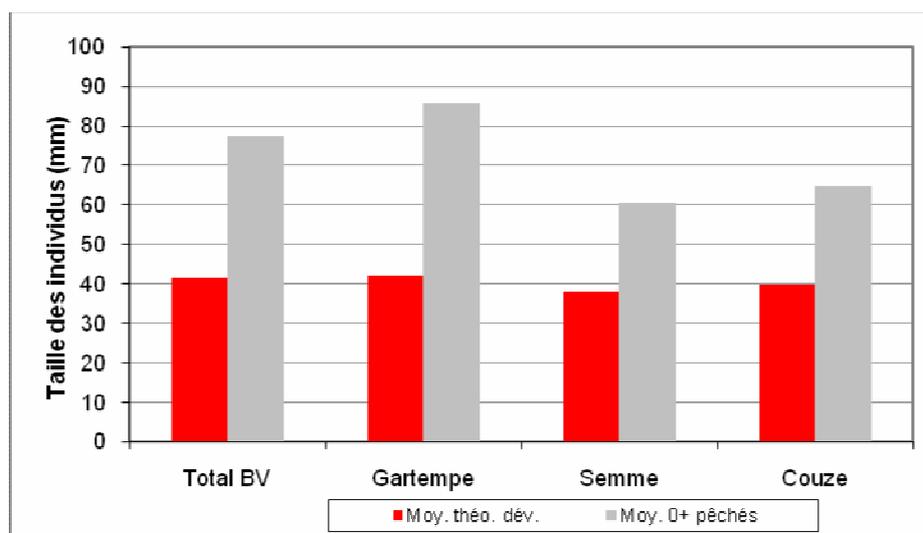


Figure 201 : Tailles moyennes des juvéniles de saumon déversés et capturés par pêche sur le bassin de la Gartempe en 2010. (Source : LOGRAMI)

2.4.3.3. Évolution 1999-2010

❖ Analyse temporelle

Sur les stations alevinées, les indices moyens varient de 5,7 à 19,6 ind./5 mn de 1999 à 2010. L'indice moyen 2010 sur l'ensemble des stations alevinées correspond à la moyenne interannuelle 1999-2010, soit 10.6 ind./5 mn (**Figure 202**).

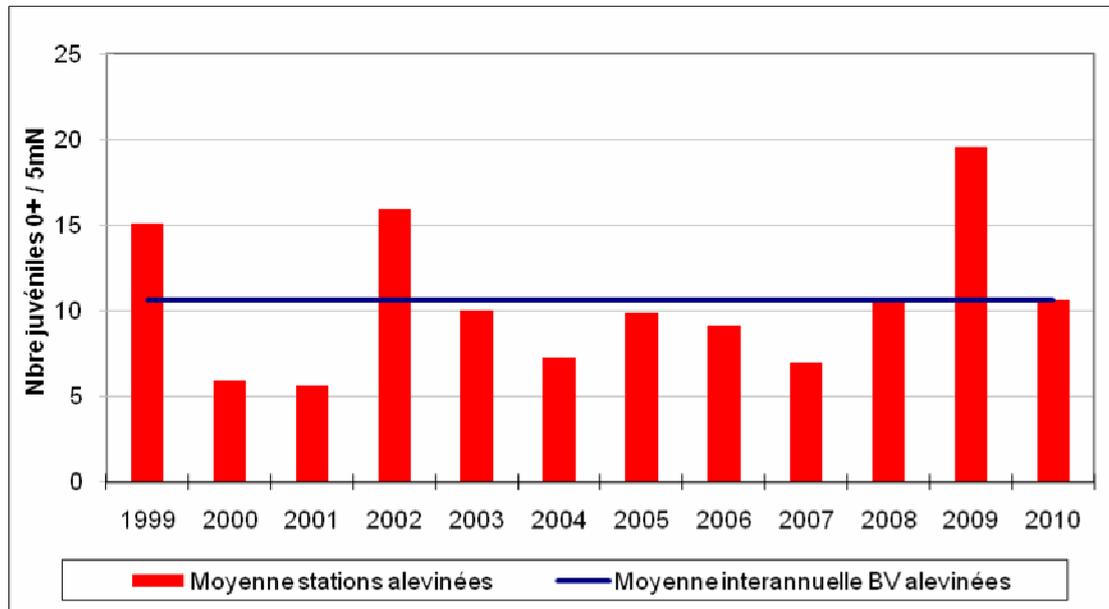


Figure 202 : Indices d'abondance moyens de juvéniles de saumon 0+ sur les stations alevinées du bassin de la Gartempe de 1999 à 2010 (Source : LOGRAMI – ONEMA)

Il existe une grande variabilité des résultats entre les stations pêchées avec un minimum observé de 0 et un maximum de 75 ind./5 mn sur les douze années de suivi.

Sur les affluents de la Gartempe, le faible nombre de stations prospectées chaque année explique cette variabilité : une seule pour la Couze et la Semme, deux pour l'Ardour et trois pour l'Anglin. Les meilleurs résultats sont obtenus sur la Semme et la Couze avec des moyennes 1999-2010 respectives de 30,2 et 16 ind./5 mn. Sur l'Ardour, aleviné jusqu'en 2007, la moyenne interannuelle est très faible avec 4,3 ind./5 mn, ce qui représente une densité de 1,5 ind./100 m².

De même que sur l'ensemble des stations alevinées, l'indice moyen 2010 sur le cours principal de la Gartempe correspond à la moyenne des années précédentes (8,2 ind./5 mn contre 8,4 ind./5 mn).

❖ Analyse géographique

De 1999 à 2010, en moyenne 11 stations alevinées ont été pêchées annuellement par la méthode des indices d'abondance sur le cours principal de la Gartempe, réparties sur les cinq secteurs de production potentielle identifiés (cf § 2.1). Le Cours Inférieur n'a pas fait l'objet de pêches sur des stations alevinées de 2003 à 2010. Ces données permettent malgré tout une analyse des résultats obtenus par secteur de production. L'analyse a été réalisée en termes d'indices d'abondance moyens.

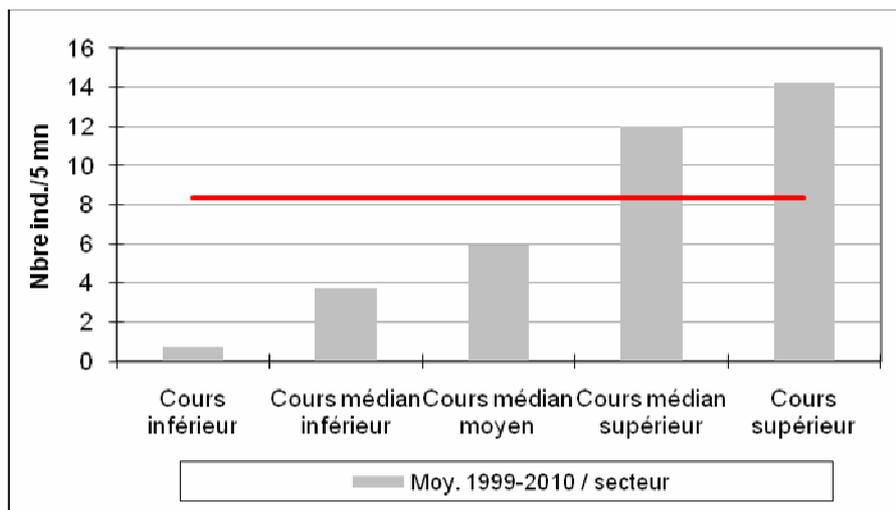


Figure 203 : Moyenne 1999-2010 des indices d'abondance en juvéniles de saumon sur les stations alevinées par secteur de production de la Gartempe (Source : LOGRAMI)

Sur la période 1999-2010, la moyenne des indices d'abondance sur les stations alevinées de la Gartempe, tous secteurs confondus, est de 8,3 ind./5 mn (**Figure 203**). Parmi les cinq secteurs de production potentielle identifiés :

- les trois secteurs aval présentent une moyenne significativement en dessous de la moyenne du cours d'eau,
- les deux secteurs amont présentent une moyenne significativement au-dessus.

La production des Cours Médian Supérieur et Supérieur est en moyenne 3,8 fois supérieure à celle des trois secteurs aval. Les habitats de ces secteurs sont donc plus productifs en juvéniles de saumon.

En marge des pêches électriques de suivi d'abondance, l'ensemble des secteurs déversés du cours principal de la Gartempe ont été visités en 2010 qu'ils soient pêchés ou non. Les observations montrent qu'environ ¼ d'entre eux ne présenteraient pas des caractéristiques satisfaisantes en terme d'accueil de juvéniles de saumon. Ces premières constatations permettront, dans un premier temps, d'ajuster le plan de déversement 2011.

2.5. Conclusion

La méthodologie utilisée pour évaluer l'abondance de juvéniles de saumon est validée et éprouvée depuis 1995 et permet une analyse géographique et temporelle de la production de juvéniles de l'année. Elle indique aussi après plusieurs mois de vie en rivière l'implantation automnale des juvéniles déversés avant l'été, phase critique pour la survie des tacons. Sur le bassin de la Gartempe, une série de 12 années de données est maintenant disponible.

Concernant les juvéniles déversés, en moyenne 16 stations alevinées ont été pêchées annuellement par la méthode des indices d'abondance. Rapprochées avec les données de déversement de juvéniles, ces données sont un indicateur essentiel pour le suivi du repeuplement. Avec 10,6 ind./5 mn, l'indice moyen 2010 correspond à la moyenne interannuelle 1999-2010. Le taux d'implantation est faible avec une moyenne de 3,4 %.

L'analyse de la production par secteur indique que les Cours Médian Supérieur et Cours Supérieur sont près de 4 fois plus productifs que les parties moyennes de la Gartempe. Dans ce rapport, l'analyse sur les stations déversées a été réalisée uniquement par secteur de production et à partir des indices d'abondance. Il serait nécessaire de l'affiner

au niveau de la station, et en termes de taux d'implantation. Ceci permettrait de préciser les écarts et de mettre en exergue les sites les plus productifs au regard de leurs caractéristiques physiques, ceux-ci ayant pu évoluer depuis la réalisation des cartographies des habitats, bases du plan de déversement actuel. Il pourrait être envisagé d'augmenter l'effort de prospection sur les stations alevinées afin d'affiner les connaissances sur les capacités d'accueil de ces secteurs.

L'amélioration des résultats en terme de survie des juvéniles déversés passe par l'optimisation des déversements sur les sites les plus appropriés. En 2010, les visites de terrain sur les secteurs de déversement vont permettre d'ajuster le pan de déversement 2011. Néanmoins, ces observations méritent d'être affinées et complétées :

- soit de façon qualitative comme cela a été fait en 2010 (visites de terrain et « avis d'expert »),
- soit de façon qualitative et quantitative avec la mise à jour de la cartographie des habitats permettant les mesures précises des surfaces de production.

Concernant le suivi de la production naturelle, les données historiques montrent que la production naturelle en juvéniles de saumon est très faible sur le bassin de la Gartempe (moyenne de 1,2 ind./5 mn sur la période 1999-2009 (BACH et al., 2010)). En 2010, les conditions de déversement des alevins dans des gammes de débit très supérieures au module ont posé la question de l'origine des juvéniles pêchés sur les stations non alevinées situées en aval (actuellement, seuls les individus déversés au stade smolt sont marqués par ablation de la nageoire adipeuse). De ce fait, les résultats obtenus sur les stations non alevinées n'ont pu faire l'objet d'interprétation quant à la production naturelle de juvéniles.

Ceci vaut aussi pour les stations alevinées, où la présence éventuelle de juvéniles issus de production naturelle aussi faible soit-elle ne peut être remarquée.

En terme d'analyse des indices d'abondance de juvéniles de saumon, il est indispensable de connaître l'origine des juvéniles pêchés afin de distinguer la part de la production naturelle de la contribution due au repeuplement. Pour ce faire, plusieurs solutions sont envisageables (marquage au déversement, analyses génétiques, pêches avant déversement...) et devraient être étudiées à partir de 2011. Ces données et analyses sont indispensables à une bonne évaluation des actions engagées en faveur du saumon sur le bassin Creuse-Gartempe.

Enfin, il est à noter que lors de pêches d'inventaire dans le cadre de l'étude d'impact du groupement hydroélectrique d'Eguzon sur le peuplement piscicole de la Creuse aval menée par la FDPPMA de l'Indre en partenariat avec EDF, 4 tacons 0+ ont été capturés à quelques kilomètres en aval de ce complexe (source : FDPPMA 36). Ceci signifie que des géniteurs ont atteint ces zones de frai situées à plus de 170 km de la confluence Loire-Vienne, puisqu'aucun repeuplement n'est réalisé sur cet axe.

3. BASSIN DE L'ALLIER

3.1. Préambule

A l'inverse de 2008, le comptage des frayères a été réalisé sur l'Allier, la Sioule et l'Alagnon en décembre 2009 (Bach et al. 2010), et la localisation des nids a été prise en compte pour la détermination des points de déversements des alevins du CNSS de l'année 2010 (mesure du chapitre 7.2.2 du PLAGEPOMI 2009-2013). Ainsi, aucun déversement n'a été réalisé sur des radiers ayant accueilli de la reproduction naturelle. L'origine des tacons étant plus facilement identifiable, les résultats de la campagne 2010 sont donc plus fiables et plus facilement exploitables que ceux de 2009.

De plus la diversité de situation des stations permet de lever différentes incertitudes relevées en 2009. Par exemple, les stations dites non alevinées n'accueillant pas de frayère à leur proximité immédiate permettront d'appréhender le phénomène de dispersion (dévalaison) des tacons.

3.2. Localisations des stations

La répartition des stations s'est effectuée selon 4 critères :

- la présence de frayères ;
- le caractère « aleviné » / « non aleviné » (données Conservatoire National du Saumon Sauvage) ;
- la surface productive (répartition homogène environs tous les 30 000 m² d'Equivalent Radier Rapide sur l'Allier et tous les 50 000 m² sur les affluents) ;
- la situation sur le gradient amont/aval.

En 2010, un nombre plus important de stations (**Tableau 41**) ont été échantillonnées afin de répondre aux différents objectifs de l'opération.

Tableau 41 : Nombre de points de pêche depuis 2000 dans le bassin de l'Allier

| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Allier | 19 | 29 | 26 | 26 | 24 | 24 | 20 | 24 | 32 | 28 | 34 |
| Sioule | 15 | 15 | 15 | 13 | 13 | 13 | 13 | 11 | 9 | 8 | 13 |
| Alagnon | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 6 | 7 |
| Dore | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 4 | 5 | 4 |
| Total | 34 | 45 | 41 | 39 | 43 | 43 | 41 | 40 | 50 | 47 | 58 |

Ainsi 58 stations dont 18 nouvelles ont été échantillonnées en 2010 sur le bassin de l'Allier (Figure 204):

- 34 sur l'Allier (11 nouvelles) entre Dallet (63) et Luc (48) (213 km) ;
- 13 sur la Sioule (5 nouvelles) entre Châteauneuf les Bains (63) et Saint Pourçain sur Sioule (03) (69 km) ;
- 7 sur l'Alagnon (2 nouvelles) entre Ferrières St Mary (15) et Lempdes sur Alagnon (43) (39 km) ;
- 4 sur la Dore entre Courpière et Job (63) (38 km).

Sur l'Allier, des stations historiquement pêchées par l'ONEMA, présentant des difficultés d'échantillonnage et à l'amont desquelles aucune frayère n'a été observée, n'ont pas été retenues cette année (Genestouse, Lestang, Jonchères).

La répartition sur le gradient amont/aval des cours d'eau est équilibrée pour tous les cours d'eau excepté pour la Dore où 3 des 4 stations sont très rapprochées dans la zone amont, seule zone alevinée en raison de la présence d'habitats favorables à la survie et à la croissance des juvéniles de saumons. De plus, ne connaissant pas la localisation des frayères sur la Dore, s'il y en avait, il est délicat de programmer un plan d'échantillonnage de manière arbitraire sur la partie aval de cette rivière.

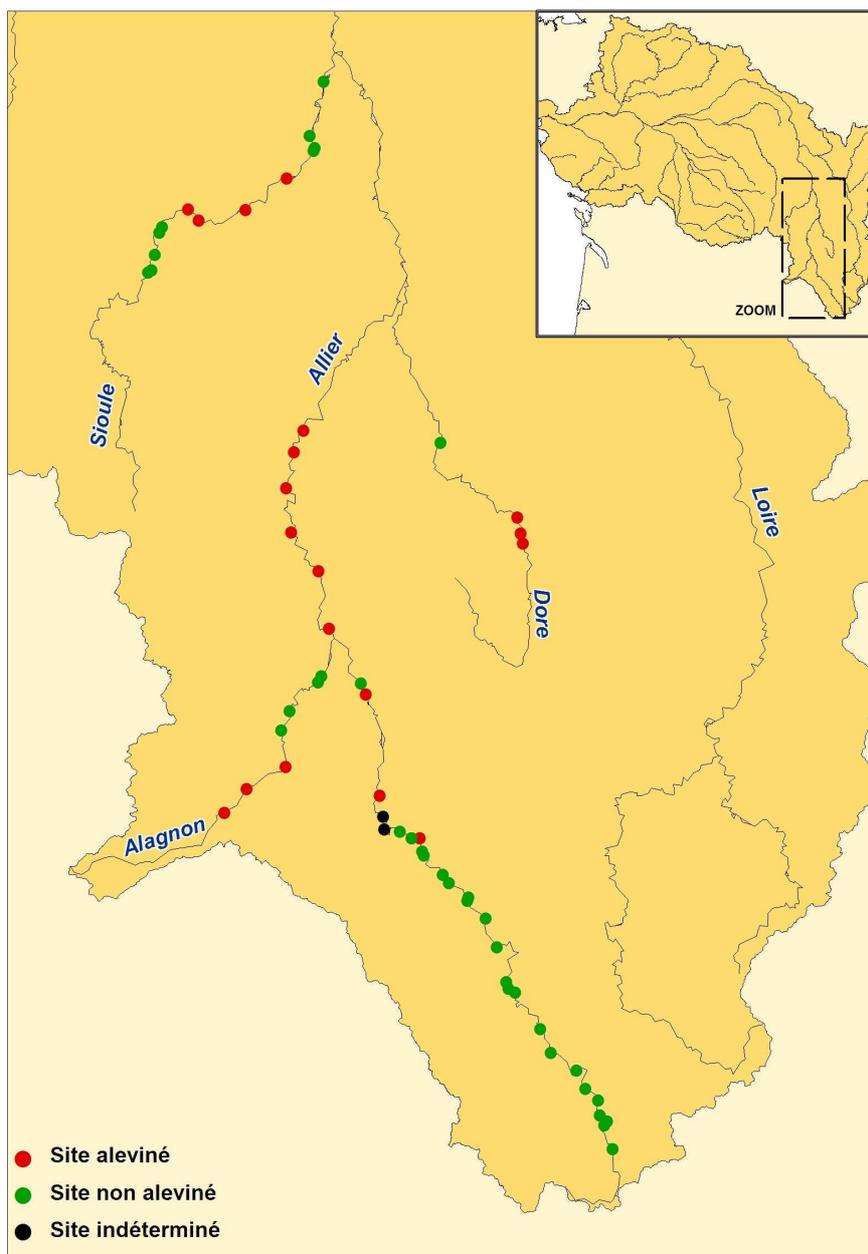


Figure 204 : Localisation des stations de pêche électrique de suivi d'abondance de juvéniles de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier en 2010 (Source LOGRAMI)

Pour tenir compte des différences importantes en termes de capacité d'accueil et de mise en charge des zones de production (frayères naturelles et alevinage), un découpage de l'Allier en cinq grands secteurs géographiques, a été réalisé et utilisé historiquement par l'ONEMA lors de la présentations des résultats des précédentes campagnes de pêches. Le découpage de ces secteurs est directement relié au caractère "pente" du cours d'eau Allier. Par souci de continuité dans les comparaisons nous réutiliserons ce découpage (**Tableau 42**).

Tableau 42 : Secteurs de l'Allier et nombre de stations imparties en 2010

| Secteurs | | Limites | Linéaire (km) | Nb stations 2010 | |
|------------------|----------|-------------------------------|---------------|------------------|----|
| Zone Refuge | S1 et S2 | Amont Luc - Barrage de Poutès | 61 | 12 | 18 |
| | S3 | Barrage de Poutès - Langeac | 34 | 6 | |
| Aval zone refuge | S4 | Langeac - Brioude | 39 | 8 | 16 |
| | S5 | Brioude - Pont du Château | 83 | 8 | |

3.3. Caractérisation des stations

Les 58 stations échantillonnées sur le bassin de l'Allier se composent de 37 stations caractérisées de « non alevinées », de 19 « alevinées » par le Conservatoire National du Saumon Sauvage et de 2 ne pouvant être caractérisées en raison d'un risque de mélange entre les natifs et les déversés (**Tableau 43**).

Excepté pour la Dore, les stations « non alevinées » dominent par leur fréquence d'échantillonnage. Cette différence est principalement due à la connaissance de la localisation des frayères sur l'Allier, l'Alagnon et la Sioule.

Tableau 43 : Répartition des stations selon leur situation pour chaque cours d'eau du bassin de l'Allier échantillonné en 2010

| Situation station | Exempte d'alevinage en amont | | Alevinage à plus d'un kilomètre en amont | | Alevinage à moins d'un kilomètre en amont | |
|---|---|-----------------------------------|--|-------------------------------------|---|--|
| | Frayère à moins de 500 m en amont | Frayère à plus de 500 m en amont | Frayère à moins de 500 m en amont | Absence de données sur les frayères | Frayère à moins de 500 m en amont | Frayère à plus de 500 m en amont |
| Origine présumée des tacons pêchés | Natifs | Natifs | Natifs avec faible risque d'apport de déversés | Détermination délicate | Mélange de natifs et de déversés | Déversés avec faible risque d'apport de natifs |
| Évaluation reproduction naturelle | Évaluation reproduction naturelle + Evaluation de la dispersion naturelle | Évaluation reproduction naturelle | Évaluation reproduction naturelle ou Evaluation de la dispersion des tacons déversés | | Évaluation de la reproduction naturelle et évaluation de l'efficacité des déversements inenvisable | Évaluation de l'efficacité des déversements |
| Caractère des stations | Non alevinées | | | | Indéterminé | Alevinées |
| Alagnon | | | 4 (57 %) | | | 3 (43 %) |
| Allier | 11 (32 %) | 7 (20 %) | 5 (15 %) | | 2 (6 %) | 9 (27 %) |
| | 23 (67 %) | | | | | |
| Dore | | | | 1 (25 %) | | 3 (75 %) |
| Sioule | 4 (30,7 %) | 1 (8 %) | 4 (30,7 %) | | | 4 (30,7 %) |
| | 9 (69,3 %) | | | | | |
| Total Bassin Allier | 15 (26 %) | 8 (14 %) | 13 (22 %) | 1 (2%) | 2 (3 %) | 19 (33 %) |
| | 37 (64 %) | | | | | |

3.4. Déroulement des pêches et conditions hydrologiques

14 jours de pêche répartis sur la période 02 septembre – 30 septembre ont été nécessaires pour échantillonner ces 58 stations. Les équipes de pêche étaient constituées à minima de 4 personnes (2 agents LOGRAMI épaulés par 2 agents ONEMA).

Toutes les stations ont pu être échantillonnées dans des conditions de débits proche de l'étiage (Annexe 2). Des accords avec EDF et l'EPL, respectivement gestionnaires des barrages de Queuille sur la Sioule et de Poutès sur l'Allier, et de Naussac sur l'Allier ont permis de maintenir un débit sortant adéquat à la faisabilité des pêches. Cependant, 3 jours de pêche ont été reportés pour des raisons de trop forte hydrologie (Allier et Dore).

3.5. Caractéristiques morphologiques des tacons

3.5.1. Tailles des tacons pêchés

3.5.1.1. Tous stades confondus

Au total, sur l'ensemble des stations réparties sur le bassin de l'Allier, **1858 tacons** ont été pêchés. La répartition de ces tacons en fonction de leur classe de taille fait apparaître une « bimodalité » pour les individus dont la taille est comprise entre 50 et 130-135 mm correspondant aux individus 0+ et ceux de taille supérieure à 130-135 mm correspondant aux tacons plus âgés (Figure 205). Les tacons pêchés peuvent être ainsi répartis selon leur âge (taille) : **1621 tacons 0+** (87,2% des captures), **237 tacons 1+/2+** (12,8% des captures). Bien évidemment les tacons 0+ prédominent puisqu'ils sont recherchés spécifiquement dans leurs habitats préférentiels.

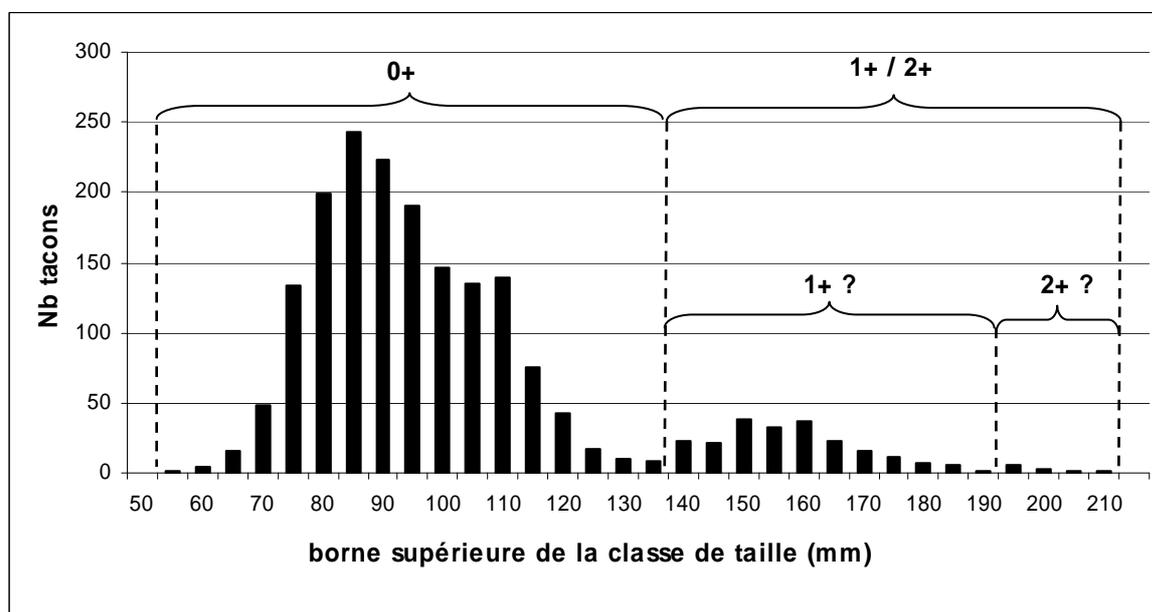


Figure 205 : Répartition des tacons pêchés en 2010 sur l'ensemble des stations du bassin de l'Allier selon leur classe de taille et détermination de leur âge (Source LOGRAMI).

3.5.1.2. Tacons 0+

❖ A l'échelle du bassin de l'Allier

Les tacons 0+ capturés sur l'ensemble du bassin de l'Allier ont des tailles comprises entre 54 mm et 132 mm (**Figure 205**). La taille moyenne des tacons 0+ est de 89,75 mm. 50% d'entre eux ont une taille comprise entre 80 et 100 mm (médiane 88 mm). Les 2 tacons 0+ de taille supérieure à 130 mm apparaissent comme des individus atypiques.

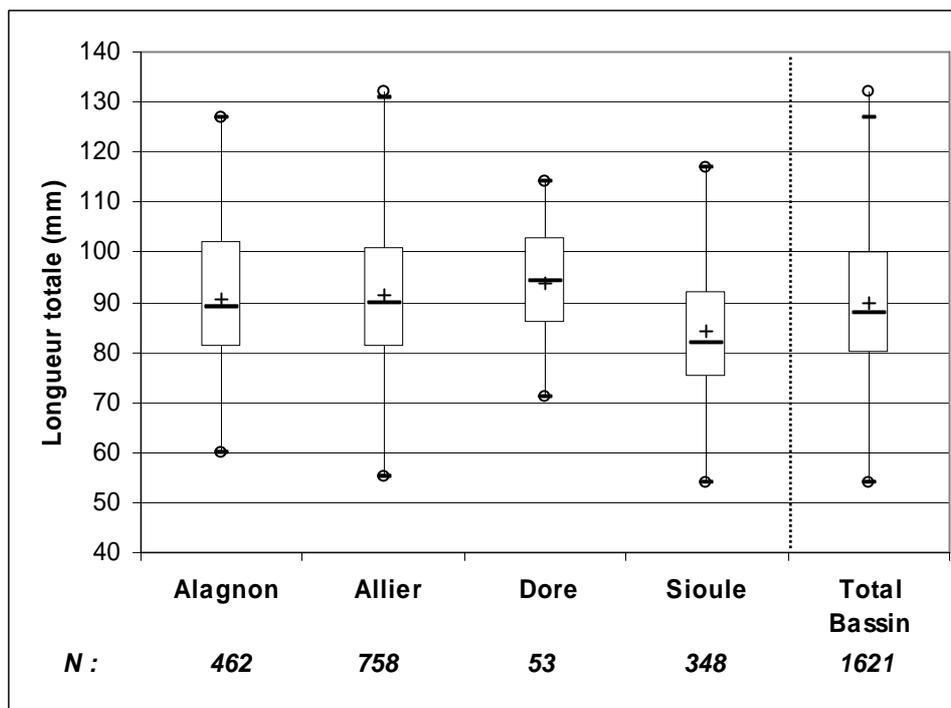


Figure 206 : Taille des tacons 0+ capturés en 2010 sur l'ensemble des cours d'eau échantillonnés sur le bassin de l'Allier (Source : LOGRAMI)

❖ A l'échelle des cours d'eau

Les valeurs extrêmes de taille des tacons sont relativement identiques pour l'Alagnon, l'Allier et la Sioule (minimales comprises entre 54 et 60 mm ; maximales comprises entre 127 et 132 mm) (**Figure 206**). La Dore se distingue par une distribution des tailles plus réduite (71-114 mm). Concernant les tailles moyennes, se succèdent par ordre croissant : la Sioule, l'Alagnon, l'Allier et la Dore avec respectivement: 84,3 mm ($\pm 12,4$ mm), 90,6 mm ($\pm 13,2$ mm), 91,5 ($\pm 13,8$) mm et 93,7 ($\pm 11,3$) mm. Les tacons 0+ pêchés sur la Sioule sont statistiquement plus petits que les poissons pêchés sur les autres cours d'eau (Test de Mann-Whitney ; $\alpha=5\%$) (**Tableau 44**). En revanche les tailles des tacons 0+ pêchés sur l'Alagnon, l'Allier ou la Dore ne sont pas significativement différentes.

Tableau 44 : Résultat du test de Mann-Whitney de comparaison des tailles entre les cours d'eau échantillonnés (Source : LOGRAMI)

| Comparaison | U | p-value |
|----------------|--------|---------|
| Alagnon-Allier | 131894 | 0.1759 |
| Alagnon-Dore | 10396 | 0.0719 |
| Alagnon-Sioule | 58246 | <0.0001 |
| Allier-Dore | 14299 | 0.2240 |
| Allier-Sioule | 71448 | <0.0001 |
| Dore-Sioule | 5214.5 | <0.0001 |

❖ Evolution de la taille des tacons le long de l'Allier

Les tacons 0+ capturés sur le secteur S2 sont, en moyenne, plus grands que ceux capturés sur les 3 autres secteurs situés en aval (Test de Mann-Whitney ; $\alpha=5\%$) (**Figure 207** et **Tableau 45**). Sur les secteurs S3, S4 et S5, les tailles moyennes sont similaires. Compte tenu du faible effectif capturé sur S2, la différence existant entre S2 et les autres secteurs (S3 à S5) impacte peu la valeur moyenne de la zone refuge (S2+S3). Ainsi les tailles moyennes des tacons 0+ capturés dans et hors zone refuge sont similaires (**Tableau 45** et Figure 208).

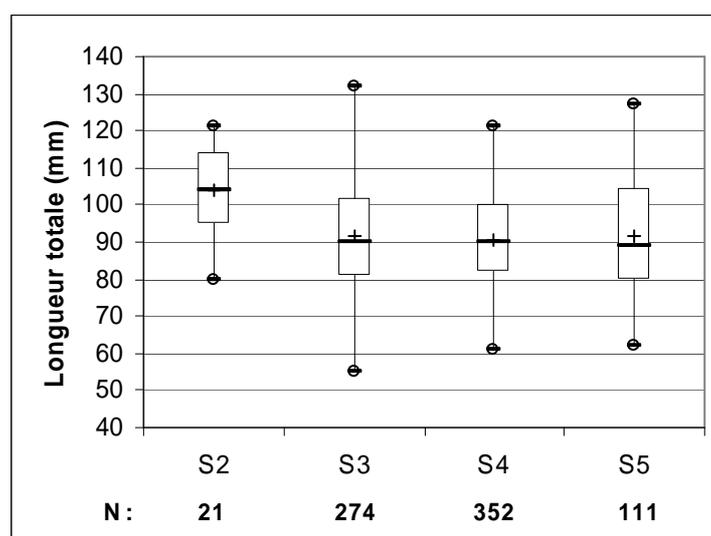


Figure 207 : Longueur totale des tacons 0+ capturés en 2010 sur les différents secteurs de l'Allier. (Source : LOGRAMI)

Tableau 45 : Résultat du test de Mann-Whitney de comparaison des tailles entre les différents secteurs de l'Allier (Source : LOGRAMI)

| Comparaison | U | p-value |
|------------------------------|-------|----------|
| S2-S3 | 4326 | 0,000119 |
| S2-S4 | 5754 | <0.0001 |
| S2-S5 | 1712 | <0.0001 |
| S3-S4 | 48631 | 0,856 |
| S3-S5 | 15523 | 0,749 |
| S4-S5 | 19435 | 0,934 |
| Zone refuge-hors zone refuge | 71621 | 0,257 |

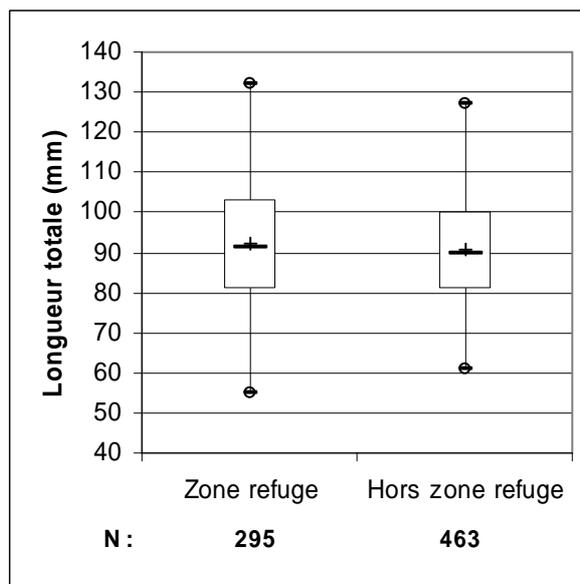


Figure 208 : Longueur totale des tacons 0+ capturés en 2010 sur ou en dehors de la zone refuge de l'Allier. (Source : LOGRAMI)

❖ Comparaisons secteurs « alevinés » / « non alevinés »

Les comparaisons montrent que les tacons 0+ capturés sont plus grands en moyenne sur les stations « non alevinés » (Figure 209). Cette différence est statistiquement significative pour les tacons de l'Alagnon (Mann-Whitney : p-value < 0,0001).

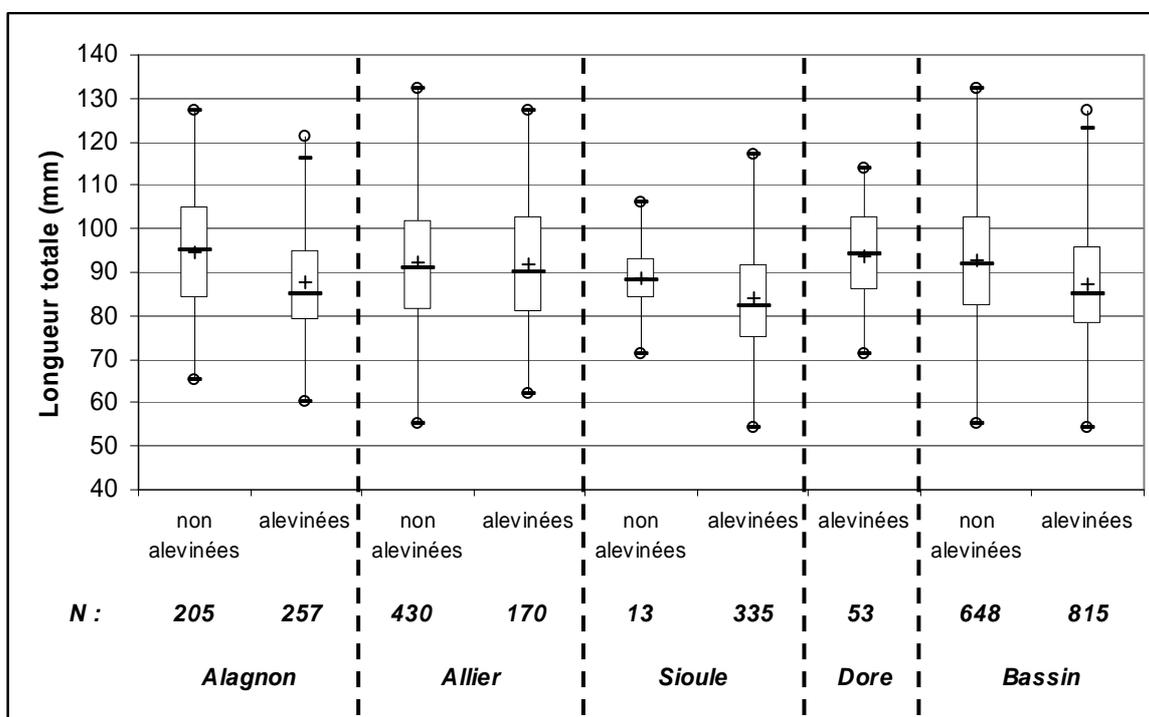


Figure 209 : Tailles des tacons 0+ capturés en 2010 selon le caractère "aleviné" ou non des stations sur chaque cours d'eau échantillonnés et sur la globalité du bassin de l'Allier (Source : LOGRAMI)

3.5.2. Coefficient de condition des tacons 0+

3.5.2.1. A l'échelle du bassin de l'Allier

Les tacons 0+ capturés sur l'ensemble du bassin de l'Allier ont des coefficients de condition compris entre 0,46 et 1,85 (**Figure 210**). Le coefficient de condition moyen des tacons 0+ est de 0,92 (+/- 0,11). 50% d'entre eux ont un coefficient de condition compris entre 0,86 et 0,98 (médiane 0,91). Les 13 tacons dont les coefficients de condition sont inférieurs à 0,69 ainsi que les 44 tacons dont les coefficients de condition sont supérieurs à 1,15 apparaissent comme des individus atypiques (57 sur 1621).

3.5.2.2. A l'échelle des cours d'eau

Les valeurs extrêmes de coefficient de conditions des tacons sont relativement identiques pour l'Alagnon, l'Allier et la Sioule (minimales comprises entre 0,46 et 0,50 ; maximales comprises entre 1,41 et 1,85) (**Figure 210**). Tout comme observé précédemment pour la longueur totale, la Dore se distingue par une distribution plus réduite de ces coefficients de condition (0,62-1,03). Les coefficients de condition sont statistiquement différents d'un cours d'eau à l'autre (**Tableau 46**). Ils sont plus faibles en moyenne sur la Dore, suivi par l'Alagnon, la Sioule et l'Allier, avec respectivement: 0,84 (\pm 0,07), 0,87 (\pm 0,10), 0,93 (\pm 0,11) et 0,95 (\pm 0,12).

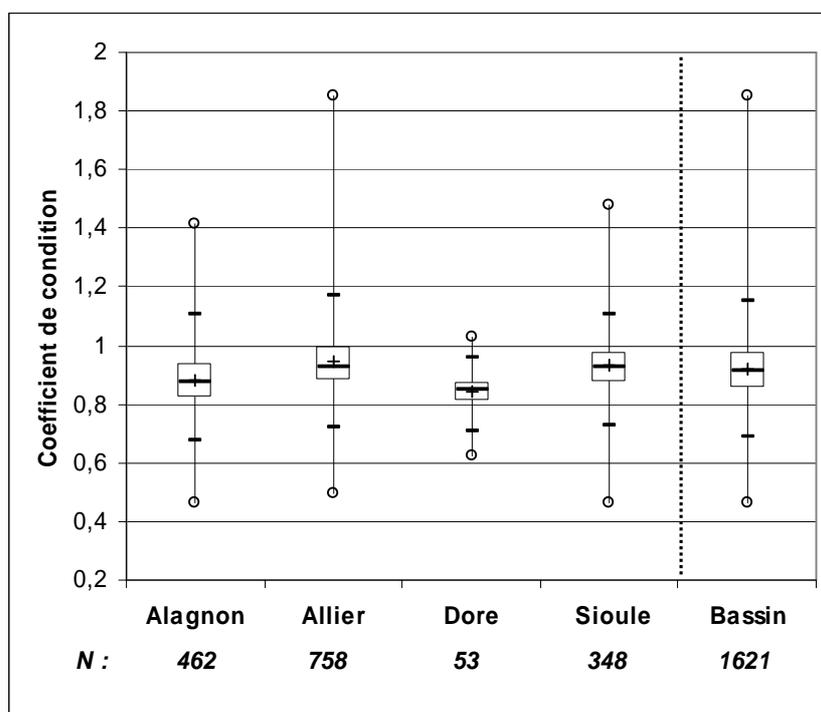


Figure 210 : Coefficient de condition des tacons 0+ capturés en 2010 sur l'ensemble des cours d'eau échantillonnés sur le bassin de l'Allier (Source : LOGRAMI)

Tableau 46 : Résultats du test de Mann-Whitney de comparaison des coefficients de condition sur les différents cours d'eau échantillonnés (Source : LOGRAMI)

| Comparaison | U | p-value |
|----------------|---------|---------|
| Alagnon-Allier | 86773 | <0.05 |
| Alagnon-Dore | 15233.5 | <0.05 |
| Alagnon-Sioule | 56142.5 | <0.05 |
| Allier-Dore | 25976 | <0.05 |
| Allier-Sioule | 112375 | <0.05 |
| Dore-Sioule | 4022 | <0.05 |

3.5.2.3. Comparaisons secteurs « alevinés » / « non alevinés »

A l'échelle du bassin de l'Allier, les coefficients de condition sont en moyenne statistiquement plus faibles sur les stations alevinées que non alevinées (test de Mann-whitney; p-value<0,05) (**Figure 211** et **Tableau 47**). Cette différence statistique se retrouve également à l'échelle des cours d'eau notamment sur l'Allier et l'Alagnon. Sur la Sioule, la différence n'est pas statistiquement significative, cependant le très faible nombre d'individus capturés sur les sites non alevinés peut être à l'origine de cette homogénéité apparente.

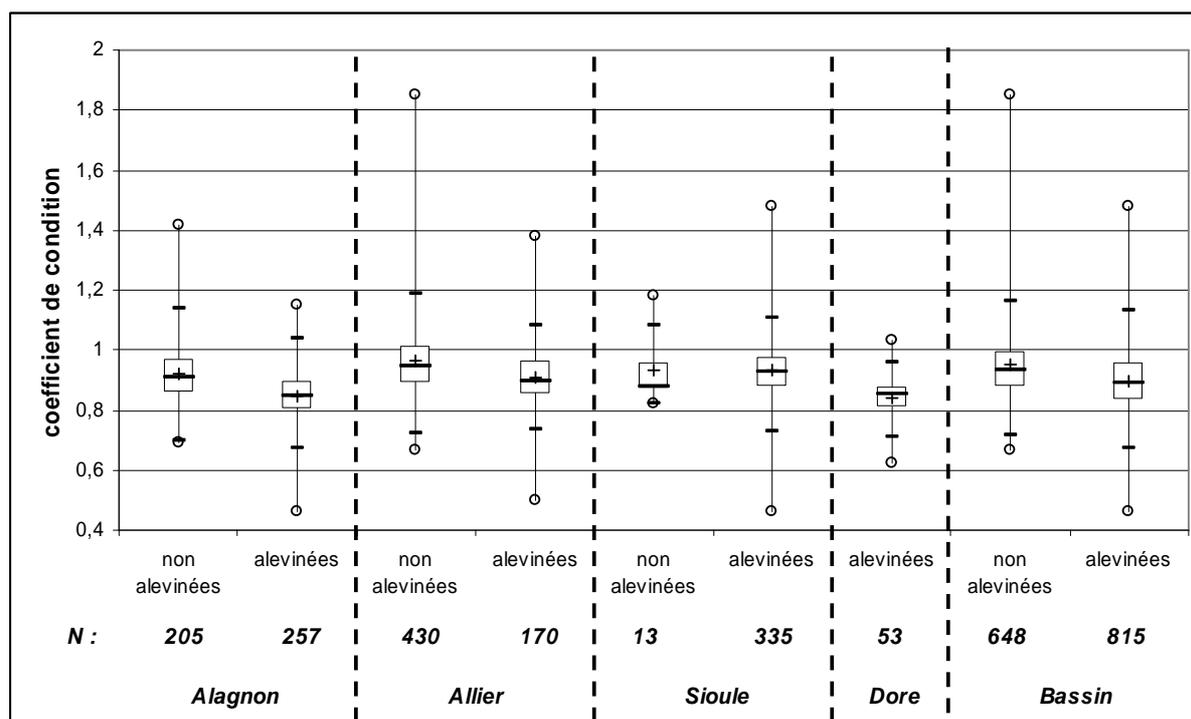


Figure 211 : Coefficient de condition des tacons 0+ capturés en 2010 selon le caractère "aleviné" ou non des stations sur chaque cours d'eau échantillonnés et sur la globalité du bassin de l'Allier (Source : LOGRAMI)

Tableau 47 : Résultat du test de Mann-Whitney pour la comparaison des coefficients de condition entre les sites alevinés et non alevinés (Source : LOGRAMI)

| Comparaison | U | p-value |
|----------------------|---------|---------|
| Ensemble cours d'eau | 313634 | <0.05 |
| Alagnon | 37709 | <0.05 |
| Allier | 47513.5 | <0.05 |
| Sioule | 1931.5 | >0.05 |

3.5.2.4. Evolution le long de l'Allier

Les coefficients de conditions des tacons 0+ capturés sur le secteur S5, le plus aval, sont, en moyenne, statistiquement plus faibles que ceux des tacons capturés sur les 3 autres secteurs situés en amont (Test t de Student; $\alpha=5\%$) (**Figure 212** et **Tableau 48**). Sur les secteurs S2, S3 et S4, les coefficients de conditions paraissent similaires. Toutefois il existe une différence significative entre S3 et S4. Ainsi, il semblerait que le coefficient de condition des tacons 0+ capturés décroît le long du gradient amont-aval.

Les coefficients de conditions des tacons 0+ capturés dans la zone refuge sont statistiquement plus forts que ceux des tacons 0+ capturés en dehors de cette zone ($0,97 \pm 0,13$ vs $0,93 \pm 0,10$) (**Figure 213** et **Tableau 48**).

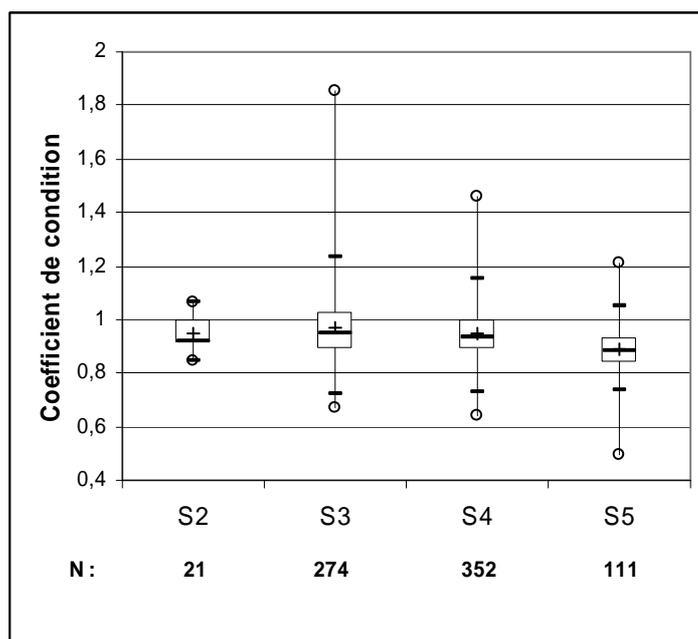


Figure 212 : Coefficient de condition des tacons 0+ capturés en 2010 sur les différents secteurs de l'Allier. (Source : LOGRAMI)

Tableau 48 : Résultat du test t de Student de comparaison des coefficients de condition entre les différents secteurs de l'Allier (Source : LOGRAMI)

| Comparaison | t | p-value |
|------------------------------|--------|---------|
| S2-S3 | -0,839 | 0,402 |
| S2-S4 | -0,065 | 0,948 |
| S2-S5 | 2,892 | 0,004 |
| S3-S4 | -2,424 | 0,016 |
| S3-S5 | 5,978 | <0,0001 |
| S4-S5 | 5,643 | <0,0001 |
| Zone refuge-hors zone refuge | 4,273 | <0,0001 |

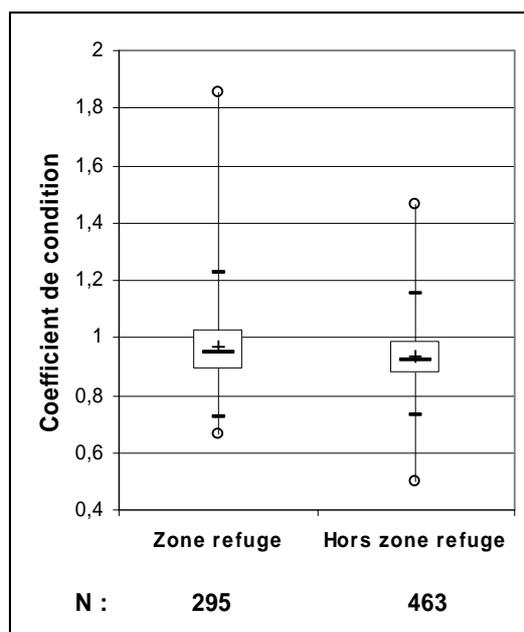


Figure 213 : Coefficient de condition des tacons 0+ capturés en 2010 sur ou en dehors de la zone refuge de l'Allier. (Source : LOGRAMI)

3.6. Indices d'abondances

3.6.1. A l'échelle du bassin de l'Allier

L'indice d'abondance moyen du bassin s'élève en 2010 à **28 ($\pm 36,3$) ind/5 mn**, toutes stations confondues (**Figure 214**). Au regard du barème existant (cf. Méthode), cet indice moyen correspond à une abondance de tacons 0+ considérée comme **faible**. La répartition des stations selon leur classe d'abondance, révèle bien cette tendance puisque 65,6% des stations n'atteignent pas la classe d'abondance « moyenne » (**Tableau 49**).

Les indices varient **de 0 à 160 ind/5 mn**. Une absence de tacons 0+ est constatée pour 12 stations (**Tableau 49**). La grande majorité des indices (95%) restent inférieurs à 99 ind/5 mn et 50 % d'entre eux sont compris entre 2 et 43 ind/5 mn (médiane : 15 ind/5 mn). Trois fortes valeurs d'indice observées peuvent être considérées comme **atypiques : 160, 119 et 113 ind/ 5 mn**.

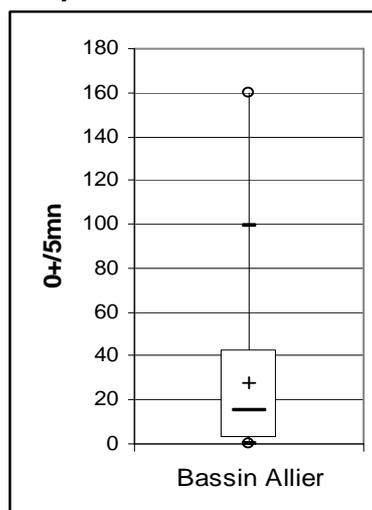


Figure 214 : Indices d'abondance tacons 0+ sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2010 (58 stations) (Source : LOGRAMI)

Tableau 49 : Répartition des stations échantillonnées sur l'ensemble du bassin de l'Allier en 2010 selon leur classe d'abondance de tacons 0+ (Source : LOGRAMI)

| Classe d'abondance | Nb stations | Fréquence relative (%) |
|--------------------|-------------|------------------------|
| Absence | 12 | 20,7 |
| Très faible | 17 | 29,3 |
| Faible | 9 | 15,5 |
| Moyenne | 14 | 24,1 |
| Elevée | 5 | 8,6 |
| Très élevée | 1 | 1,7 |

Ces résultats doivent être analysés plus finement par cours d'eau et par station en fonction de l'objectif du suivi (évaluation de l'efficacité de l'alevinage pour les stations alevinées et évaluation de la reproduction naturelle).

3.6.2. A l'échelle des cours d'eau

L'analyse des indices d'abondance moyens des 4 cours d'eau échantillonnés révèle que **l'Alagnon** avec une moyenne de **66 individus capturés en 5 mn** est le plus densément peuplé. Viennent ensuite **la Sioule avec 27,1 ind/ 5 mn**, **l'Allier avec 22,3 ind/ 5 mn** et **la Dore avec 13,3 ind/ 5 mn** (Tableau 50). Ces abondances moyennes, au regard du barème existant (§ 2.2.1), peuvent être considérées comme **moyennes pour l'Alagnon, faible pour la Sioule et l'Allier et très faible pour la Dore**.

Tableau 50 : Indice d'abondance moyen de tacons 0+ des cours d'eau échantillonnés en 2010 sur le bassin de l'Allier (Source LOGRAMI)

| Cours d'eau | Alagnon | Allier | Dore | Sioule |
|--------------------------|------------|--------------|----------|-------------|
| Indice d'abondance moyen | 66 (±49,6) | 22,3 (±27,5) | 13,3(±9) | 27,1(±44,1) |

3.6.3. Alagnon

3.6.3.1. Résultats globaux

7 stations ont été échantillonnées sur l'Alagnon dont 3 « alevinées ». Des tacons 0+ ont été capturés sur chacune des stations. Les indices varient **de 8 à 160 ind/5 mn** (Figure 215 et Figure 216). 50 % d'entre eux sont compris entre 40 et 80 ind/5 mn (médiane : 51 ind/5 mn). L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à **66 ind/5 mn**, ce qui peut être considéré comme une abondance **moyenne**. Seule une station, « Lempdes-Béal » (14,3%) n'atteint pas la classe d'abondance « moyenne » (classe d'abondance « très faible ») (Tableau 51).

La station alevinée « Gymnase de Massiac » présente une abondance très élevée pouvant être considérée comme **atypique : 160 ind/ 5 mn**.

Tableau 51 : Répartition des stations échantillonnées sur l'Alagnon en 2010 selon leur classe d'abondance de tacons 0+ (Source LOGRAMI)

| Classe d'abondance | Nb stations | Fréquence relative (%) |
|--------------------|-------------|------------------------|
| Absence | 0 | 0,0 |
| Très faible | 1 | 14,3 |
| Faible | 0 | 0,0 |
| Moyenne | 4 | 57,1 |
| Elevée | 1 | 14,3 |
| Très élevée | 1 | 14,3 |

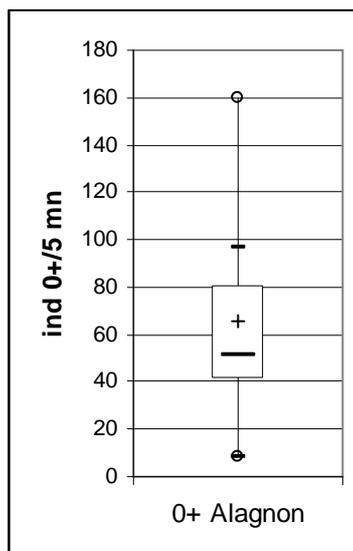


Figure 215 : Indices d'abondance tacons sur l'Alagnon en 2010 (7 stations) (Source LOGRAMI)

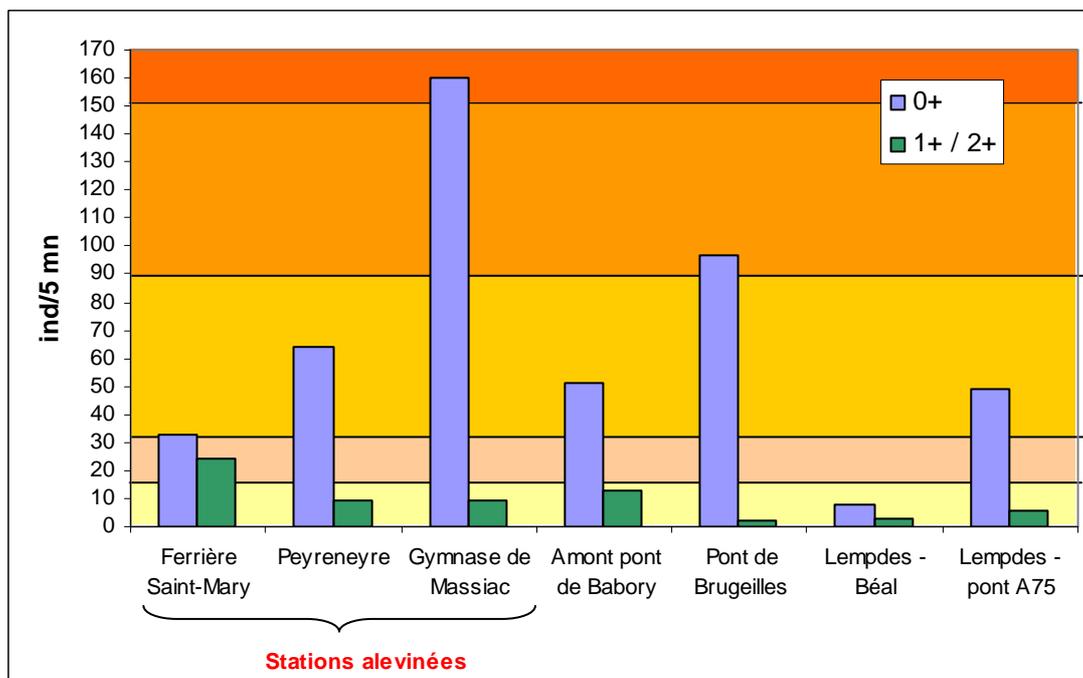


Figure 216 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur l'Alagnon en 2010 selon leur succession amont/aval et correspondance avec leur classe d'abondance (Source LOGRAMI)

Des individus 1+ voire 2 + (individus n'ayant pas dévalé lors de leur 1^{ère} ou 2^e année) ont été capturés sur toutes les stations. Sur certaines stations, la part de ces tacons plus âgés dans la population en place est significative (42 % pour Ferrière Sainte Mary).

3.6.3.2. Comparaison stations « alevinées » / « non alevinées »

Excepté la station « Lempdes-Béal » où très peu de 0+ ont été capturés, les stations « non alevinées » présentent des indices d'abondances comparables aux stations alevinées. Avec 160 ind. 0+/5 mn (classe d'abondance « très élevée »), la station « alevinée » « Gymnase de Massiac » qui présente le meilleur indice d'abondance du bassin peut être considérée comme atypique.

3.6.3.3. Comparaison avec les données historiques

La comparaison est basée sur les résultats observés sur 3 stations, « Ferrière St Mary », « Gymnase Massiac » et « Pont de Brugeilles », échantillonnées au moins 4 fois sur la période 04-09 et échantillonnées en 2010. L'indice moyen obtenu sur l'Alagnon en 2010 est le second meilleur indice depuis 2004, date de mise en place d'un suivi régulier sur ce cours d'eau (**Figure 217**). L'indice 2010 est supérieur à la moyenne observée sur la période 2004-2009 et correspond au meilleur indice observé depuis 2007.

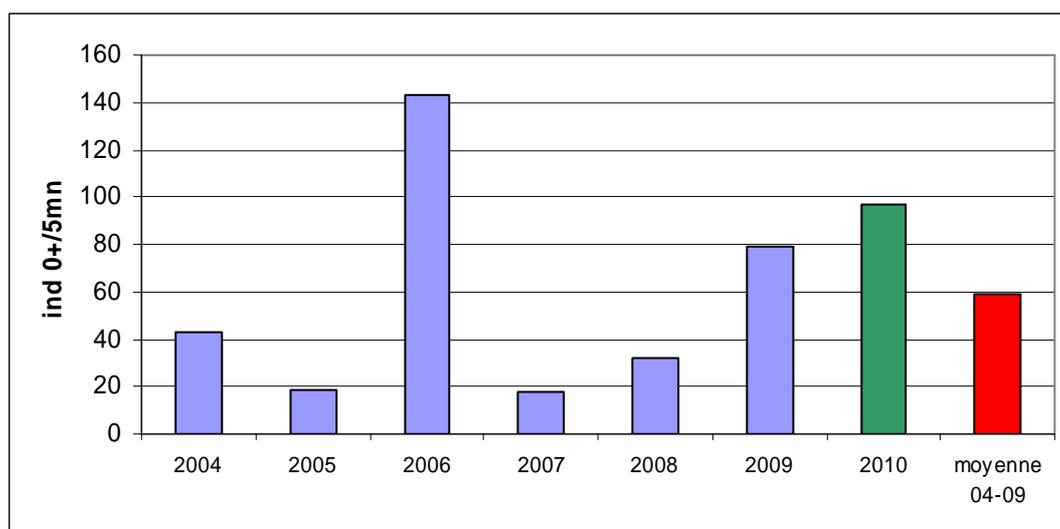


Figure 217 : Evolution sur la période 2004-2010 de l'indice d'abondance moyen de 3 stations échantillonnées sur l'Alagnon (Source LOGRAMI)

3.6.3.4. Interprétations

❖ Reproduction naturelle

Des tacons 0+ ont été capturés en quantité moyenne et élevée sur 3 des 4 stations « non alevinées » à proximité quasi immédiate desquelles avaient été observées des frayères. **Ces captures prouvent le succès de la reproduction naturelle sur l'Alagnon.**

La station « Lempdes Béal », située sur une dérivation de l'Alagnon traversant le bourg de Lempdes sur l'Alagnon où chaque année des frayères sont observées, n'accueille pourtant qu'une quantité faible de tacons 0+. L'habitat est certainement propice à la fraie (construction du nid) mais n'est apparemment pas propice au développement des tacons : **Les alevins survivent-ils ? Dévalent-ils ? Ou au contraire regagnent-ils l'Alagnon en remontant le Béal sur une courte distance ?**

❖ Efficacité de l'alevinage

Les alevins déversés dans l'Alagnon sur ces 3 stations semblent bien se développer. En effet, sur les 3 stations « alevinées » échantillonnées, des tacons 0+ ont été capturés en quantité moyenne pour les 2 stations amont (Ferrières St Mary et Peyreneyre) et en quantité très élevée à la station « Gymnase de Massiac ». La différence d'abondance semble liée aux caractéristiques d'habitats moins favorables au développement de tacons 0+ en amont (radiers à blocs, portion de la rivière plus pentue).

3.6.4. Allier

3.6.4.1. Résultats globaux

34 stations ont été échantillonnées sur l'Allier. Sur ces 34 stations, les 8 stations situées les plus en amont ne présentent pas de tacons 0+ (secteurs S1 et partie amont du secteur S2) (**Figure 219**). Des tacons 0+ ont été capturés depuis St Etienne du Vigan jusqu'à Cournon.

Les indices varient **de 0 à 99 ind/5 mn**. 50 % d'entre eux sont compris entre 2 et 34 ind/5 mn (médiane : 13 ind/5 mn) (**Figure 218**).

L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à **22,3 (±27,5) ind/5 mn (Figure 218)** ce qui peut être considéré comme une abondance **faible**. 70,6 % des stations présente une abondance inférieure à la classe « moyenne » et seulement 5,9 % atteignent la classe d'abondance « élevée » (**Tableau 52**).

Les deux stations « Monistrol camping » et « le Chambon de Blassac » présentant respectivement 98 et 99 ind./5 mn peuvent être considérées comme **atypiques**.

Des tacons 1+/2+/3+ ont été capturés sur 20 stations. Comme il l'a été remarqué pour l'Alagnon, il semblerait que leur abondance augmente lorsqu'on progresse vers l'amont. Sur les 8 stations situées les plus en amont et où aucun 0+ n'a été capturé, 5 accueilleraient des individus 1+/2+/3+

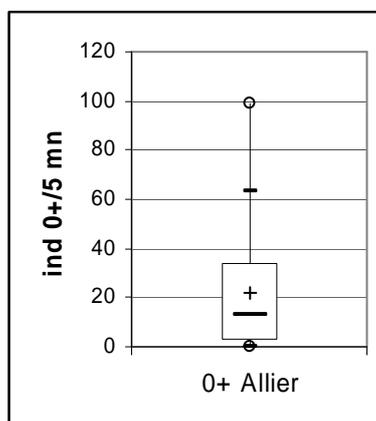


Figure 218 : Indices d'abondance tacons sur l'Allier en 2010 (34 stations) (Source LOGRAMI)

Tableau 52 : Répartition des stations échantillonnées sur l'Allier en 2010 selon leur classe d'abondance de tacons 0+ (Source LOGRAMI)

| Classe d'abondance | Nb stations | Fréquence relative (%) |
|---------------------------|--------------------|-------------------------------|
| Absence | 8 | 23,5 |
| Très faible | 9 | 26,5 |
| Faible | 7 | 20,6 |
| Moyenne | 8 | 23,5 |
| Elevée | 2 | 5,9 |
| Très élevée | 0 | 0,0 |

A l'échelle des secteurs, l'indice d'abondance moyen augmente de S5 à S4, se stabilise de S4 à S3, puis chute brutalement de S3 à S1-S2. L'indice d'abondance moyen le plus important est observé sur le secteur S3 (45,7 ind/5 mn). Le secteur S4 présente un indice moyen très légèrement inférieur (44 ind/5 mn).

L'analyse plus fine des indices par station selon leur succession aval/amont révèle, globalement :

- une augmentation significative de l'abondance des tacons 0+ à partir de la station « La Violette camping » en amont de Brioude ;
- une diminution aux alentours de Langeac ;
- une nouvelle augmentation en amont de Chanteuges ;
- une forte diminution en amont du barrage de Poutès (**Figure 219**).

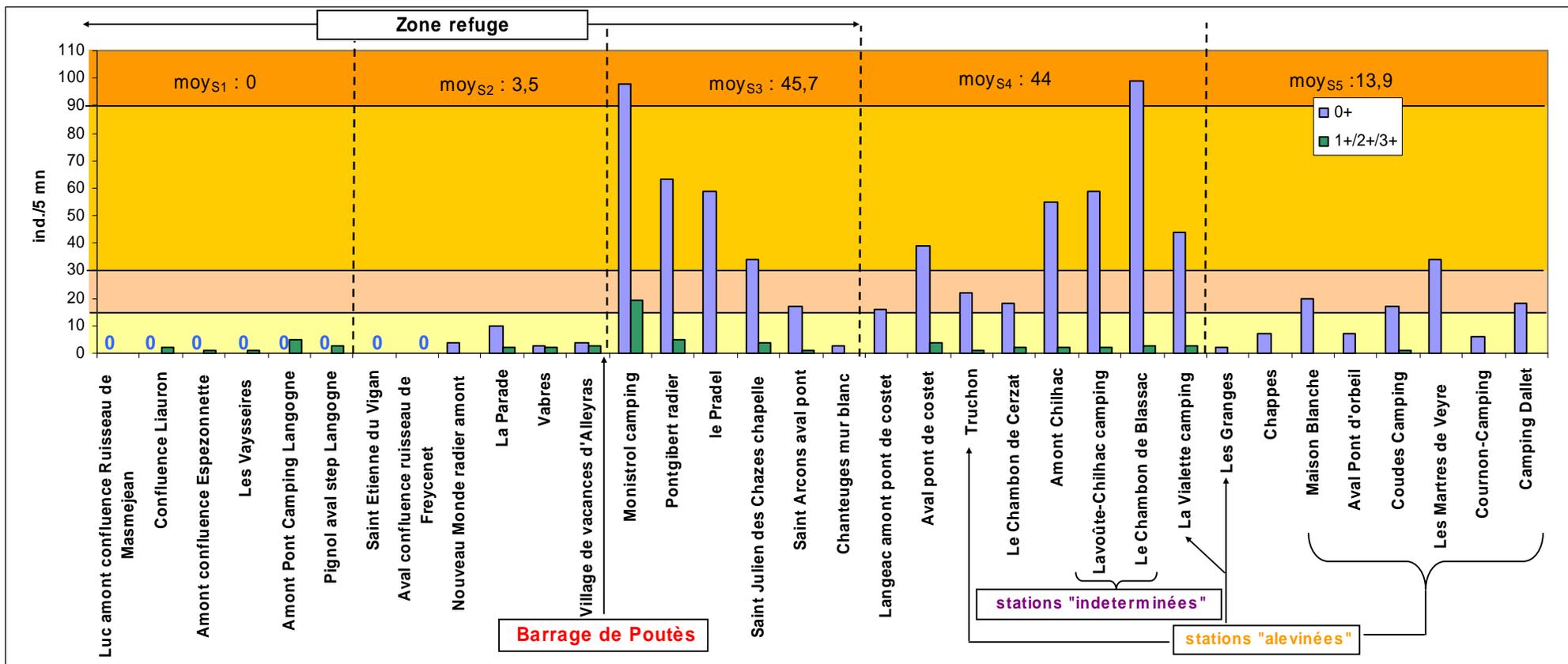


Figure 219 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur l'Allier en 2010 selon leur succession amont/aval (Source LOGRAMI)

3.6.4.2. Comparaison stations « alevinées » / « non alevinées »

L'indice moyen d'abondance des stations « non alevinées » est quasiment équivalent (très légèrement inférieur) à celui des stations « alevinées » (**18,7 vs 18,9**) (**Tableau 53**). Cependant, si on considère uniquement les stations « non alevinées » situées en aval du barrage Poutès, l'indice moyen des stations « non alevinées » est supérieur à celui des stations alevinées (**32,2 vs 18,9**) (**Tableau 53 et Figure 220**).

Tableau 53 : Indices d'abondance moyens selon le caractère des stations échantillonnées sur l'Allier en 2010 (Source LOGRAMI)

| Caractère station | Non alevinées (n=23) | | Alevinées (n=9) | Indéterminées (n=2) |
|--|----------------------|--------------------|-----------------|---------------------|
| Indice d'abondance moyen (ind.0+/5 mn) | 18,7 (±26,8) | | 18,9 (±13,5) | 79 (±28,2) |
| | Amont Poutès (n=12) | Aval Poutès (n=11) | | |
| | 1,7 (±3,1) | 37,2 (±29,1) | | |

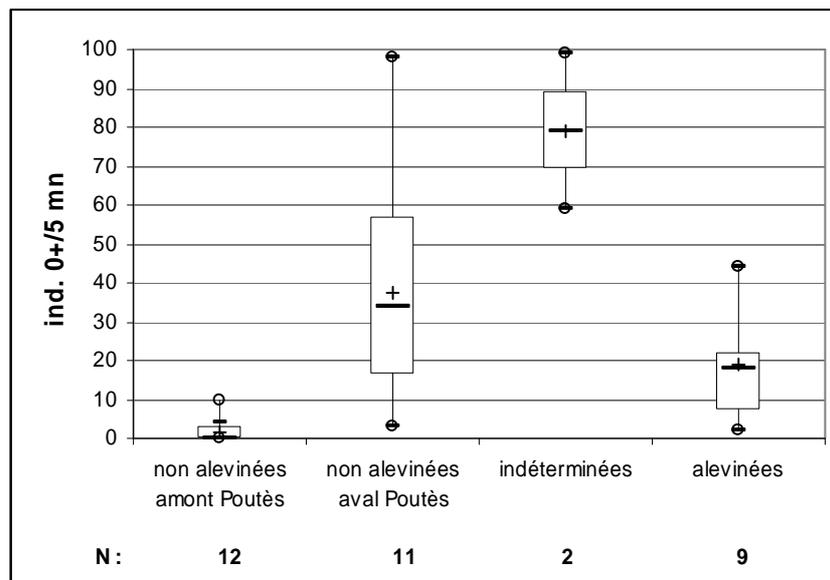


Figure 220 : Indices d'abondance tacons sur l'Allier en 2010 selon le caractère « alevinée » ou non des stations. (Source LOGRAMI)

3.6.4.3. Comparaison stations « zone refuge » / « hors zone refuge »

L'indice moyen d'abondance des stations situées dans la zone refuge est inférieur à celui des stations situées hors zone refuge (**16,4 vs 28,9**) (**Tableau 54**). Cependant, le barrage de Poutès étant un obstacle majeur à l'échelle de l'Allier, si on considère uniquement les stations situées dans la zone refuge en aval du barrage Poutès, l'indice moyen des stations de la zone refuge est supérieur à celui des stations situées hors zone refuge (**45,7 vs 28,9**) (**Tableau 54 et Figure 221**).

Tableau 54 : Indices d'abondance moyens dans la zone refuge et hors zone refuge de l'Allier en 2010 (Source LOGRAMI)

| | Zone refuge (n=18) | | Hors zone refuge (n=16) |
|---|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Indice d'abondance moyen (ind.0+/5 mn) | 16,4(±28,5) | | 28,9 (±25,5) |
| | Amont Poutès (n=12) | Aval Poutès (n=6) | |
| | 1,7 (±3,1) | 45,7 (±36,4) | |

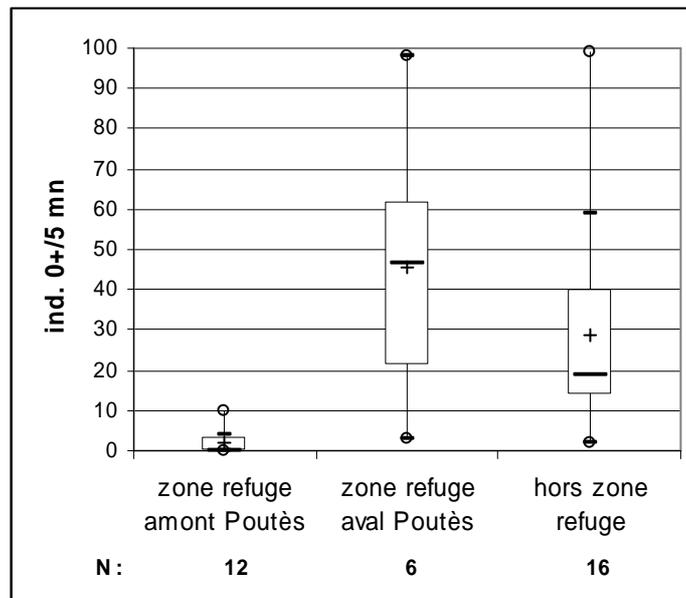


Figure 221 : Indices d'abondance tacons sur l'Allier en 2010 selon la localisation des stations par rapport à la zone refuge. (Source LOGRAMI)

3.6.4.4. Comparaison avec les données historiques

La comparaison est basée sur les résultats observés sur 23 stations échantillonnées au moins 6 fois sur la période 00-09 et échantillonnées en 2010. L'indice moyen obtenu en 2010 sur l'Allier est inférieur à la moyenne observée sur la période 2000-2009 (**Figure 222**). Il correspond au deuxième moins bon indice moyen obtenu historiquement après celui de 2007.

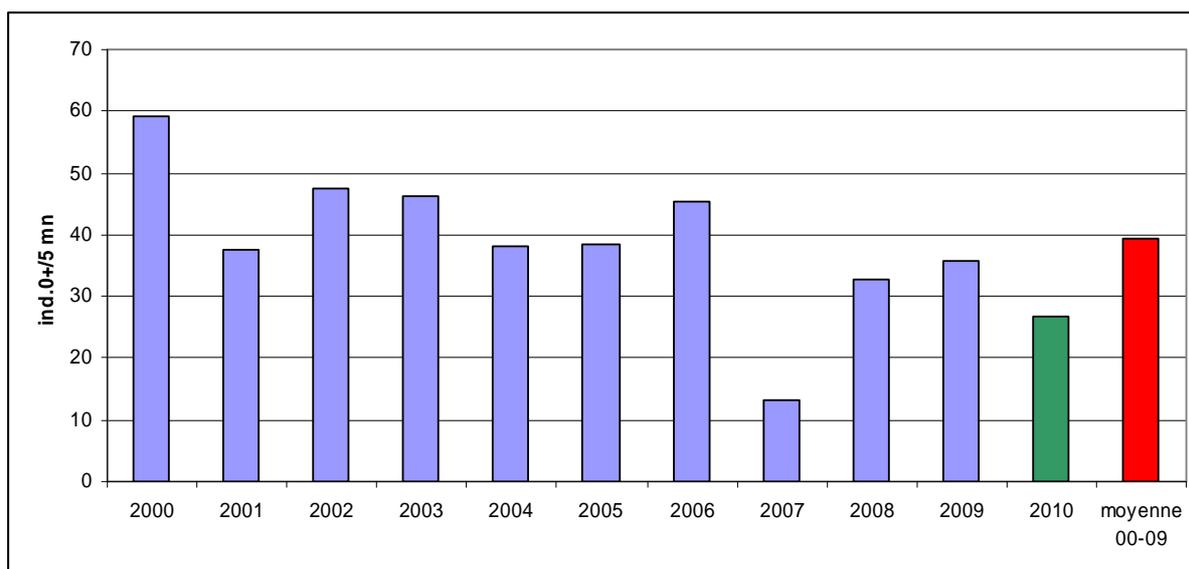


Figure 222 : Evolution sur la période 2000-2010 de l'indice d'abondance moyen de 23 stations échantillonnées sur l'Allier (Source LOGRAMI)

Afin d'affiner l'échelle d'analyse, la comparaison peut être réalisée à l'échelle des secteurs de l'Allier historiquement définis (Figure 223). Ainsi, on peut remarquer que :

- pour le secteur S1, l'absence de tacons 0+ en 2010 contraste largement avec les données historiques notamment avec la moyenne 2000-2006 ;
- pour le secteur S2, l'indice moyen 2010 est très largement inférieur à la moyenne 2000-2006 et, dans une moindre mesure, inférieur à la moyenne 2007-2009 ;
- pour les secteurs S3, l'indice moyen 2010 est inférieur à la moyenne 2000-2006 mais équivaut à la moyenne 2007-2009 ;
- pour le secteur S4, l'indice moyen 2010 est nettement supérieur à la moyenne historique 2000-2006 et légèrement supérieur à la moyenne 2007-2009 ;
- pour le secteur S5, l'indice moyen 2010 correspond quasiment aux moyennes historiques.

On assiste donc depuis 2007 à un glissement vers l'aval de la zone de production de tacons. Cette évolution se traduit par une diminution de l'abondance globale de tacons 0+ à l'échelle de la rivière.

Cette perte de production est très probablement due au changement de stratégie d'alevinage effectué en 2007. En effet, entre 2000 et 2006, des quantités importantes étaient déversées sur les secteurs S1, S2 et S3. En 2007, les alevinages ont été reportés majoritairement sur les secteurs plus aval (S3, S4 et S5) et à partir de 2008 plus aucun déversement n'a été réalisé sur les secteurs S1, S2 et S3 constituant une zone refuge.

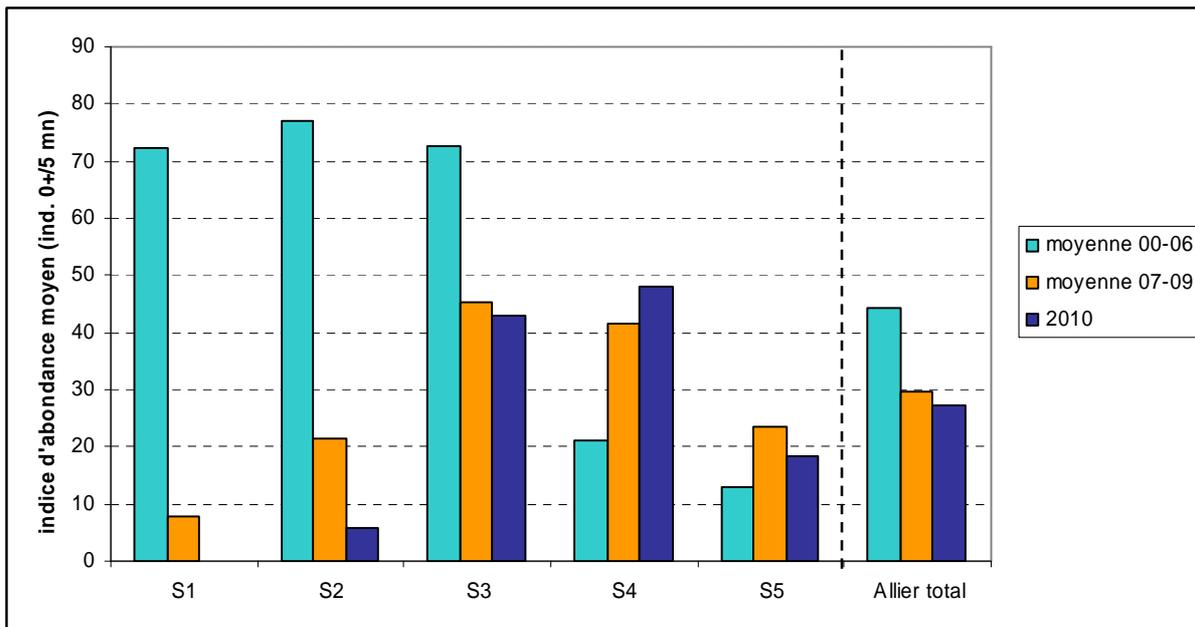


Figure 223 : Comparaison de l'indice d'abondance moyen observé en 2010 pour chaque secteur de l'Allier et les indices moyens observés pour les périodes 2000-2006 et 2007-2009 (23 stations) échantillonnées sur l'Allier (Source LOGRAMI)

3.6.4.5. Interprétations

❖ Reproduction naturelle

Afin de mieux interpréter les résultats précédemment présentés, il paraît nécessaire d'apporter des précisions concernant les stations présentant une abondance nulle à très faible de tacons 0+ et à proximité desquelles (max 500 mètres) des frayères ont été relevées en décembre 2009.

Concernant les stations situées en amont de Poutès, il s'agit de rappeler qu'un surcomptage du nombre de frayères a été réalisé en 2009 (43 frayères pour 14 géniteurs observés à l'ascenseur). Ainsi, la présence de truitelles 0+ sur les 5 stations situées les plus en amont, confirme l'hypothèse avancée en 2009 que les frayères observées étaient des frayères de truites et non de saumon atlantique. La station « Aval confluence ruisseau de Freycenet » présentant des caractéristiques granulométriques propices à la reproduction mais pas au grossissement des tacons (radiers peu étendu et granulométrie pas assez grossière), deux hypothèses peuvent être émises : soit il y a bien eu reproduction et dans ce cas les tacons ont rejoint un radier favorable à leur développement, soit la nature granulométrique très claire et fine de cette station a trompé les observateurs.

Enfin, la station « Village de vacances d'Alleyras » présentant une granulométrie trop grossière pour la reproduction, une erreur d'appréciation des observateurs peut être logiquement envisagée. Les tacons 0+ capturés en faible quantité seraient plutôt issus d'une frayère située en amont de la station (1 km).

Concernant la station « Chanteuges mur blanc », l'erreur d'appréciation des observateurs lors du comptage (ébauche de frayère par une femelle) paraît l'hypothèse à privilégier puisque la survie sous gravier dans ce secteur est encore relativement bonne (Bach *et al*, 2011 chapitre « survie sous graviers »).

Concernant la station « Chappes », la mauvaise survie paraît l'hypothèse à privilégier. En effet, cette station se situe dans le secteur aval où la survie sous gravier est nettement inférieure (Bach *et al*, 2011 « partie survie sous graviers ») et où la survie des alevins paraît moindre (cas des alevins déversés à la station « les Granges »).

Ainsi, au regard des indices obtenus dans cette zone refuge, **nous pouvons affirmer que la reproduction naturelle qui a eu lieu sur le tronçon situé en aval du barrage de Poutès a produit des tacons en quantité conséquente** (meilleur indice d'abondance moyen de tous les secteurs de l'Allier en 2010, y compris ceux ayant bénéficié de déversement). Il est probable que les densités observées soient le résultat d'un effet barrage sur les géniteurs comme l'attestent les fortes abondances des stations en aval de l'ouvrage.

La forte diminution de l'indice moyen d'abondance en amont du barrage de Poutès n'est pas surprenante puisque seulement 14 géniteurs ont réussi à franchir le barrage. La présence de tacons 0+ jusqu'au Nouveau Monde permet toutefois d'affirmer qu'au moins quelques uns de ces géniteurs se sont reproduits sur l'Allier en amont du barrage de Poutès.

Le secteur de la zone refuge situé en amont du barrage de Poutès est donc très largement sous-exploité en dépit de sa qualité à produire des tacons (meilleures frayères de l'axe Allier lors du test de survie sous gravier en 2009-2010 concernant 4 frayères sur ce cours d'eau) (Bach *et al*, 2011 « partie survie sous graviers »).

Concernant les 5 stations « non alevinées » situées hors zone refuge (secteur aleviné), même s'il est difficile d'affirmer que les tacons capturés sont strictement issus de la reproduction naturelle, le produit de la reproduction y est moins conséquent que dans la zone refuge. Ce résultat est très probablement lié à la diminution de la qualité, selon le gradient amont-aval, des habitats pour la survie sous graviers mis en évidence lors de l'étude menée en 2009-2010 mais aussi pour le développement des juvéniles.

❖ Efficacité de l'alevinage

Les alevins déversés dans l'Allier sur les secteurs S4 paraissent mieux s'implanter et se développer que ceux déversés sur le secteur S5. Les niveaux d'abondance des stations alevinées n'atteignent cependant pas les abondances observées sur les stations accueillant de la reproduction naturelle sur le secteur S3.

❖ Dispersion naturelle des tacons

4 stations situées dans la zone refuge sur l'Allier, exemptes de déversement et n'accueillant pas de frayères immédiatement en amont, nous permettent d'appréhender la dispersion naturelle vers l'aval des tacons (ou alevins selon le stade auquel intervient cette dispersion).

Tableau 55 : Indice d'abondance tacons et distance par rapport aux frayères situées en amont les plus proches de 4 stations de la zone refuge sur l'Allier en 2010 (Source LOGRAMI)

| stations | Nb 0+ | Distance frayère située en amont la plus proche (km) |
|----------------------------------|-------|--|
| Saint Julien des Chazes chapelle | 34 | 0,85 |
| La Parade | 10 | 2 |
| Vabres | 3 | 4 |
| Nouveau Monde radier amont | 4 | 5,9 |

La présence de tacons 0+ sur la station « Saint Julien des Chazes chapelle » est sûrement due à une dispersion vers l'aval des tacons de la station « le Pradel » située 850 m en amont où une frayère avait été observée et où 59 tacons 0+ ont été capturés.

On constate que plus le site est distant de la frayère la plus proche, plus le nombre de tacons diminue (Tableau 55). Ainsi, cette analyse révèle que la dispersion naturelle des tacons existe au moins jusqu'à 6 km en aval d'une frayère mais demeure limitée au-delà de 2 km.

La dispersion des alevins déversés n'a pu être évaluée. Cependant, si on considère qu'elle est au moins égale voire supérieure à la dispersion naturelle, la distance d'un kilomètre, séparant une station de pêche et un point d'alevinage situé en amont, pris en considération pour la caractérisation d'une station « non aleviné » pourrait éventuellement être revue à la hausse (2km).

3.6.5. Dore

3.6.5.1. Résultats globaux

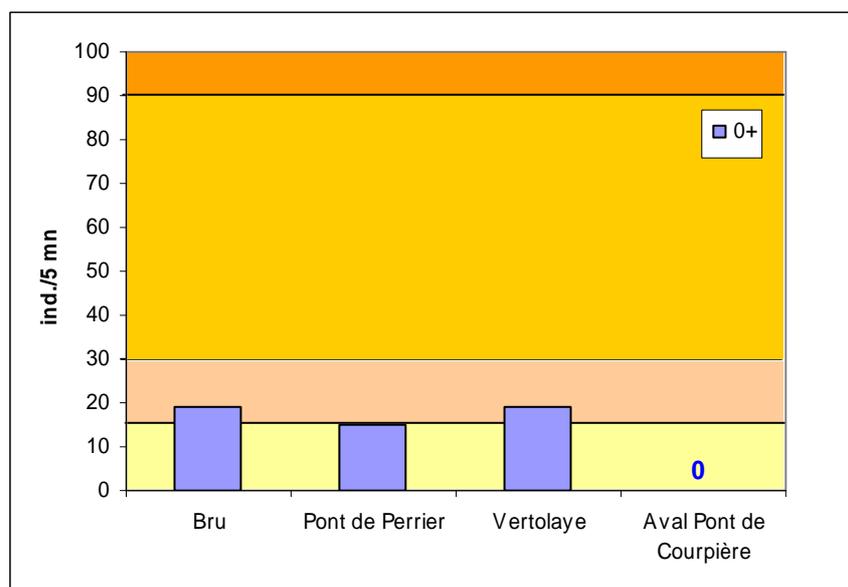


Figure 224 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Dore en 2009 selon leur succession amont/aval (Source LOGRAMI)

4 stations ont été échantillonnées sur la Dore (3 « alevinées »). Les indices varient **de 0 à 19 ind/5 m** (Figure 224). L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à **13,2 ind/5 mn** ce qui peut être considéré comme une abondance **très faible**. La station non alevinée située la plus en aval « Aval pont de Courpière » ne présente pas de tacons.

3.6.5.2. Comparaison stations « alevinées » / « non alevinées »

Seules les 3 stations « alevinées » accueillent des tacons 0+. L'indice moyen pour ces 3 stations est de **17,7 ind. 0+/5 mn**.

3.6.5.3. Comparaison avec les données historiques

La comparaison est basée sur les résultats observés sur 3 stations échantillonnées au moins 4 fois sur la période 04-09 et échantillonnées en 2010. L'indice moyen obtenu sur la Dore en 2010 est très légèrement inférieur à la moyenne observée sur la période 2004-2009 (Figure 225). **Il correspond au moins bon niveau d'abondance moyen observé pour une année où les stations ont été alevinées.**

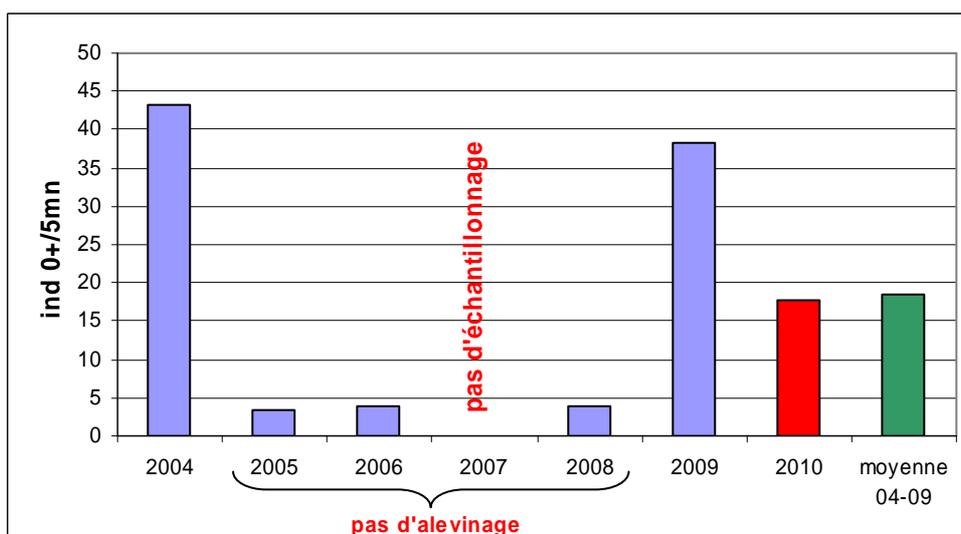


Figure 225 : Evolution sur la période 2004-2009 de l'indice d'abondance moyen de 3 stations échantillonnées sur la Dore (Source LOGRAMI)

3.6.5.4. Interprétations

❖ Reproduction naturelle

Sur la Dore, aucun tacon 0+ n'a été capturé sur l'unique station « non alevinée » échantillonnée. Toutefois, **cet unique résultat ne peut pas nous permettre de conclure quant à la réalisation ou non d'une reproduction effective de saumons atlantique sur la Dore en 2009.**

❖ Efficacité de l'alevinage

L'alevinage sur la Dore en 2010 n'a permis d'obtenir qu'une abondance de tacons 0+ jugée faible sur les 3 stations alevinées. Une éventuelle piste pouvant expliquer cette faible survie est que les déversements ont été réalisés 6 et 9 jours avant un coup d'eau (débit inférieur à la crue biennale).

3.6.6. Sioule

3.6.6.1. Résultats globaux

Tableau 56 : Répartition des stations échantillonnées sur la Sioule en 2009 selon leur classe d'abondance de tacons 0+

| Classe d'abondance | Nb stations | Fréquence relative (%) |
|--------------------|-------------|------------------------|
| Absence | 4 | 30,8 |
| Très faible | 5 | 38,5 |
| Faible | 0 | 0,0 |
| Moyenne | 2 | 15,4 |
| Elevée | 2 | 15,4 |
| Très élevée | 0 | 0,0 |

13 stations ont été échantillonnées sur la Sioule (4 « alevinées »). Les indices varient **de 0 à 119 ind. 0+/5 mn (Figure 226 et Figure 227)**. 50 % d'entre eux sont compris entre 0 et 35 ind. 0+/5 mn (médiane : 3 ind. 0+/5 mn). L'indice d'abondance moyen, toutes stations confondues, s'élève à **26,8 ind. 0+/5 mn**, ce qui peut être considéré comme une abondance **faible**. En effet, 9 stations sur 13 (69,3%) présentent des indices d'abondance nuls à très faibles (Tableau 56).

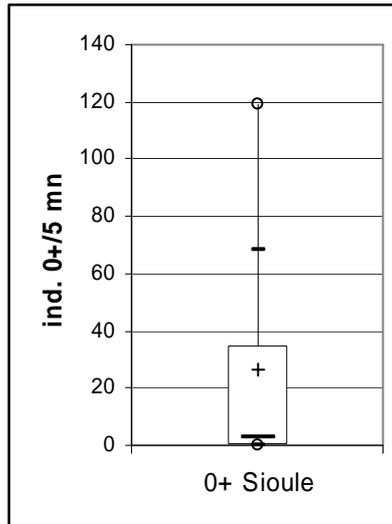


Figure 226 : Indices d'abondance tacons sur l'ensemble des stations échantillonnées sur la Sioule en 2010 (13 stations) (Source LOGRAMI)

Des tacons 1+/2+/3+ ont été capturés sur les 8 stations situées les plus en amont. Comme cela a été noté pour l'Allier et l'Alagnon, il semblerait que leur abondance (part dans la population en place) augmente lorsqu'on progresse vers l'amont

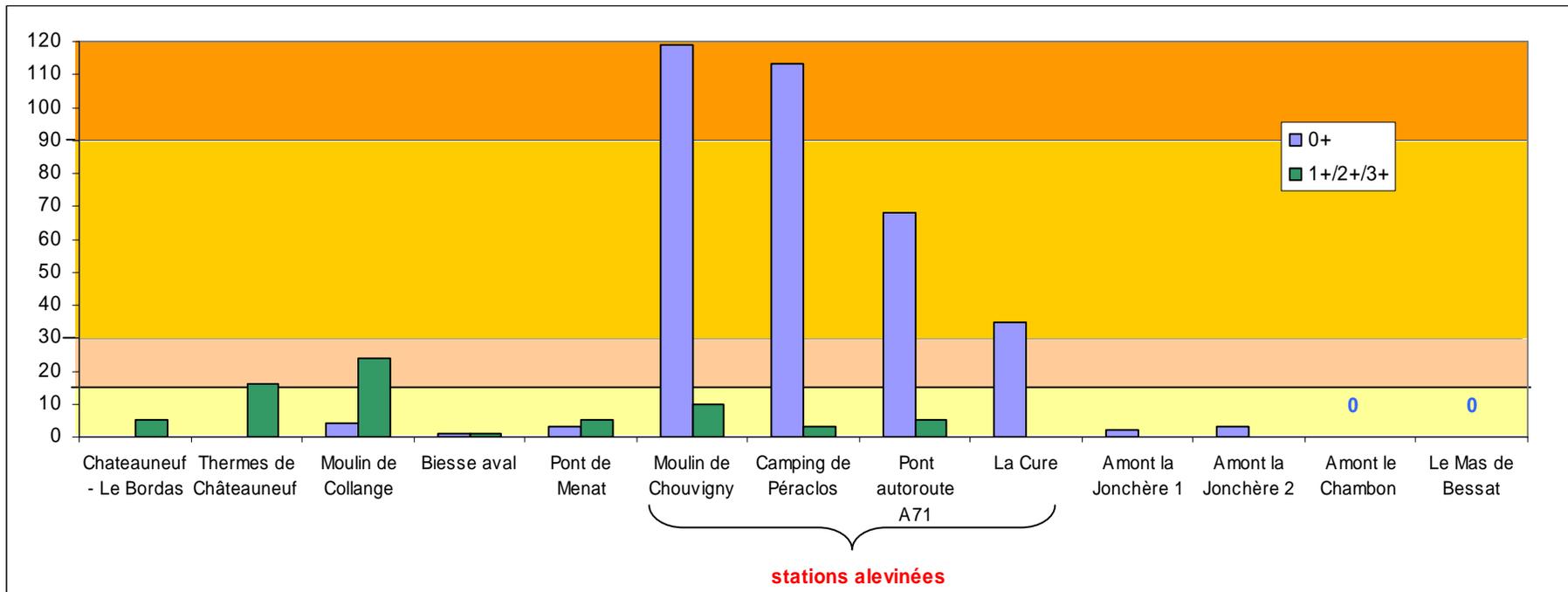


Figure 227 : Indices d'abondance tacons des stations échantillonnées sur la Sioule en 2010 selon leur succession amont/aval (Source LOGRAMI)

3.6.6.2. Comparaison stations « alevinées » / « non alevinées »

Quand il n'est pas nul, l'indice d'abondance est beaucoup plus faible (classe d'abondance « très faible ») sur les stations « non alevinées » que sur les stations « alevinées » et ceci qu'elles soient situées en amont ou en aval de l'axe (indice d'abondance moyen **1,4 vs 83,7 ind. 0+/5 mn**) (**Figure 227**). Les stations alevinées présentent toutes des abondances « moyennes » voire « élevées ».

3.6.6.3. Comparaison avec les données historiques

La comparaison est basée sur les résultats observés sur 6 stations échantillonnées au moins 9 fois sur la période 00-09 et échantillonnées en 2010. L'indice moyen obtenu sur la Sioule en 2010 est inférieur à la moyenne observée sur la période 2000-2009 et correspond au deuxième moins bon indice obtenu depuis 2000 derrière 2002 (**Figure 228**).

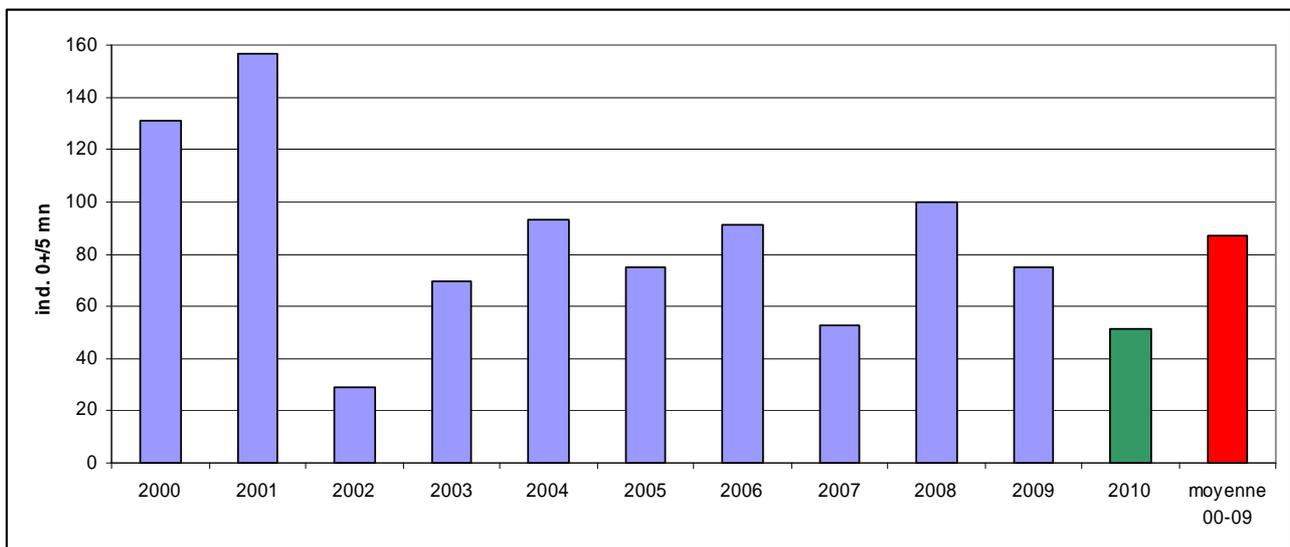


Figure 228 : Evolution sur la période 2000-2010 de l'indice d'abondance moyen de 6 stations échantillonnées sur la Sioule (Source LOGRAMI)

3.6.6.4. Interprétations

❖ Reproduction naturelle

Afin de mieux interpréter les résultats précédemment présentés, il paraît nécessaire d'apporter des précisions concernant les stations présentant une abondance nulle à très faible de tacons 0+ et à proximité desquelles (max 500 mètres) des frayères ont été relevées en décembre 2009.

Concernant les 5 stations situées sur la partie amont de la Sioule, secteur à priori propice à la fraie et aux développements des tacons 0+ au regard des résultats historiques, la confusion avec des frayères de truites est possible mais peu probable car très peu de juvéniles de truites ont été capturés sur ces stations (moins de 10 individus à chaque station). Cependant, l'évènement hydrologique assez exceptionnel du mois de juin est probablement responsable de cette faible abondance. En effet, l'hydrologie de la Sioule du mois de juin 2010 a un caractère historique notamment entre le 9 et le 26 juin où 2 pics de crue, les 10 et 18 juin, atteignent quasiment des valeurs quinquennales (**Figure 229**). De plus des crues de cette ampleur sont généralement observées en période hivernale (décembre à février) et non en juin. Ce phénomène observé en 2010 sur la Sioule est beaucoup moins marqué sur les autres cours d'eau de notre secteur d'étude.

Les déversements du CNSS ayant eu lieu juste après cette crue les 30/6, 1/7 et 2/7, ceci expliquerait pourquoi des tacons déversés ont été retrouvés en quantité importante alors que

très peu de natifs ont été capturés. La principale interrogation repose donc sur la survie de ces tacons natifs. Dans le meilleur des cas, ils pourraient s'être réfugiés sur des secteurs de la Sioule non échantillonnés, voire sur des affluents. Dans le pire des cas, on peut craindre une disparition quasi-totale.

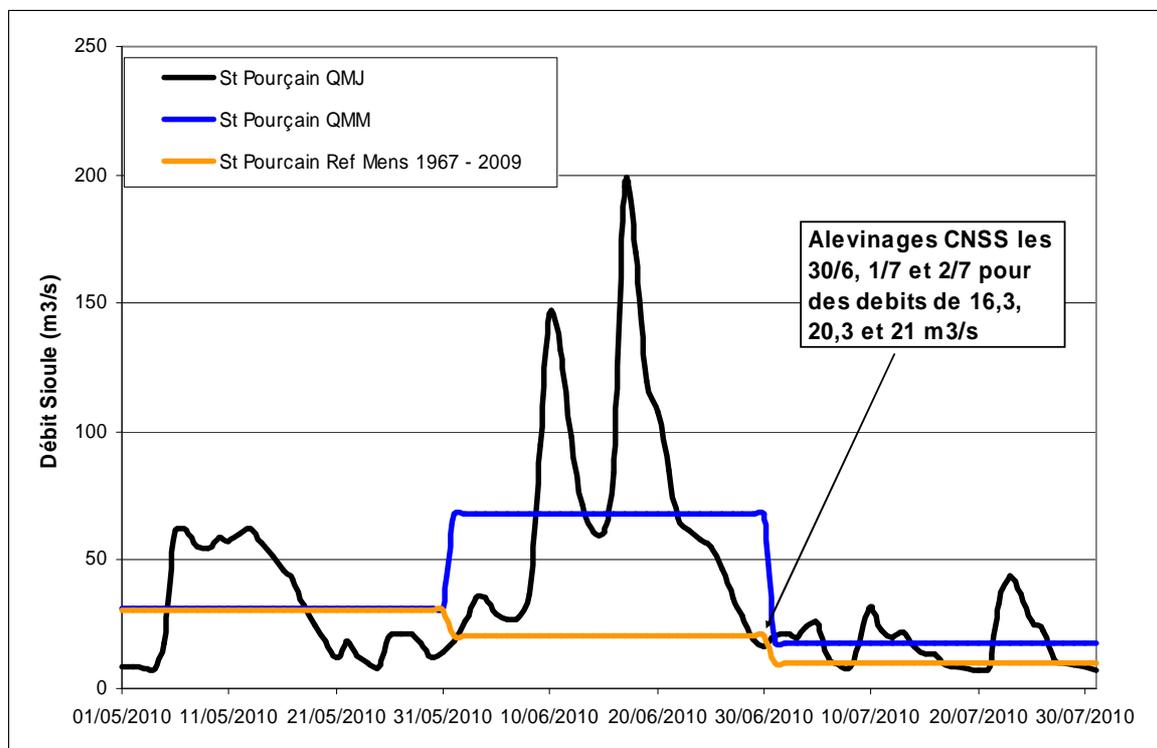


Figure 229 : Hydrologie de la Sioule entre mai et juillet 2010 (Source : Banque hydro et LOGRAMI)

Concernant les 4 stations situées sur la partie aval de l'axe, même si la reproduction y est probable, la survie y est à priori beaucoup moins importante qu'en amont voire nulle.

❖ Efficacité de l'alevinage

Les stations de la Sioule sur lesquelles des alevins ont été déversés présentent des abondances de tacons 0+ satisfaisantes (moyenne à élevée). Une diminution de l'indice d'abondance selon le gradient amont-aval est constatée. Par conséquent, le secteur aleviné paraît plutôt favorable au développement des tacons.

3.7. Bilan-Conclusion

❖ Morphologie des tacons

Les différentes mesures biométriques réalisées lors de cette campagne de pêche 2010 ont permis de mettre en évidence que :

- Les tacons 0+ capturés sur la Sioule sont significativement plus petits que ceux capturés sur les autres cours d'eau mais n'ont pas pour autant un mauvais coefficient de condition moyen (le plus mauvais étant rencontré sur la Dore) ;
- Les tacons 0+ capturés sur le secteur S2 (amont du barrage de Poutès) sur l'Allier sont significativement plus grands et présentent un meilleur coefficient de condition que ceux capturés sur les autres secteurs ;
- Le coefficient de condition des tacons 0+ capturés sur l'Allier décroît selon un gradient amont-aval ;
- Sur l'Alagnon et l'Allier, les coefficients de condition sont statistiquement plus faibles pour les tacons de pisciculture déversés que pour les tacons natifs.

❖ Abondances des tacons

Sur la rivière Alagnon, le bilan de cette campagne de pêche est plutôt favorable. D'une part, la reproduction naturelle a été productive puisque d'abondants tacons natifs ont été capturés sur les stations à l'amont desquelles des frayères avaient été relevées. D'autre part, l'alevinage a lui aussi été productif puisque des tacons déversés ont été capturés en quantités satisfaisantes (comme en 2009).

Sur la rivière Allier, les résultats sont les deuxièmes moins bons depuis l'année 2000 car :

- peu de géniteurs se sont reproduits en amont du barrage de Poutès ;
- la reproduction s'est effectuée pour une part importante en aval de l'axe où la survie est la plus faible
- les déversements ont principalement été réalisés sur la partie aval de l'axe.

La stratégie de déversement d'alevins est rapidement à revoir. En effet, 81 % des alevins déversés sur l'Allier ont été déversés sur le secteur S5, secteur le plus aval où la survie estivale semble la moins importante de l'axe. De plus, si l'exploitation du barrage de Poutès est maintenue et qu'aucune amélioration de son système de franchissement n'est opérée, le secteur de la « zone refuge » situé en amont du barrage de Poutès, déterminée comme le plus favorable à la survie sous graviers des œufs de saumons atlantiques (Bach *et al.* 2011 : partie « survie sous gravier ») et le plus productifs (alevins plus grands et plus fort coefficient de condition) restera sous exploité par les géniteurs. Par conséquent, l'alevinage de ce secteur paraît essentiel en terme de mesure compensatoire à l'exploitation du barrage, et tant que celui-ci bloquera la migration.

Les résultats des pêches réalisées en amont du barrage de Poutès permettent de confirmer le surcomptage de frayères pressenti lors du traitement des données 2009 (Bach *et al.* 2010). Diverses hypothèses pouvant expliquer ce surcomptage ont été émises : confusion avec frayères de truites fario (présence de truitelles), confusion avec des ébauches de frayères et mauvaise appréciation des observateurs.

Les résultats des pêches réalisées sur certaines stations de la zone refuge n'accueillant pas de frayère ont permis de mettre en évidence un phénomène restreint de dispersion vers l'aval des tacons. Ainsi, plus la distance vers l'aval augmente par rapport à une frayère, moins on a de chance de capturer un tacon originaire de la frayère (moins de 5 ind. 0+/5 mn au-delà de 5 km). Cette dispersion semble être un phénomène naturel chez la population de tacons natifs. Des expérimentations par marquage seraient nécessaires afin de vérifier si les tacons de pisciculture déversés adoptent le même comportement.

Sur la rivière Dore, les résultats sont les moins bons parmi ceux des années où la rivière fut alevinée. Ce mauvais résultat est peut-être dû à un coup d'eau survenu quelques jours après les déversements.

Le manque de données concernant la présence ou non de frayère de saumon atlantique sur cette rivière impose un choix arbitraire d'une unique station « non alevinée ». Afin de gagner en pertinence, l'échantillonnage de ce cours d'eau nécessite de programmer un suivi de frayères afin de mieux localiser les futures stations « non alevinées ».

Sur la Sioule, cette campagne de pêche a permis de constater un évident problème de survie des tacons natifs. En effet, malgré l'observation en 2009 de frayères en quantité importante, seulement quelques tacons natifs ont été capturés sur les stations « non-alevinées ». L'hypothèse privilégiée pouvant expliquer ce phénomène est l'impact d'un événement hydrologique exceptionnel durant le mois de juin. En effet, les alevins déversés juste après cette crue ont, quant à eux, été capturés en importante quantité.

4. BIBLIOGRAPHIE

BACH J.M., PAROUTY T., LEON C., SENEAL A., CORNU V., PORTAFAIX P., JOUIN TREMEUR E., LELIEVRE M., BAISEZ A., 2010 - Recueil de données biologiques 2009 - Rapport d'activités LOGRAMI du 01/01/09 au 31/12/09, 346 pages.

CNSS, 2011. Rapport d'exécution. Opérations de repeuplement en saumon sur le bassin de la Loire 2010. Bilan des campagnes de captures de géniteurs. Contrôle de la qualité des juvéniles de saumon atlantique. Opérations de repeuplement en saumons. sur le bassin de la Loire. Stabulation-reconditionnement des géniteurs sauvages. Conservatoire national du saumon sauvage. 70 p.

DER MIKAELIAN S., 1999. Evaluation des habitats potentiellement favorables au saumon atlantique (*Salmo salar*) sur la Gartempe aval, 55p + annexes.

FEREOL G., 2005. Diagnostic préalable à la restauration des poissons migrateurs de l'Anglin, 80p + annexes.

POSTIC A. et CHAPON P.M., 2000. BASSIN DE LA GARTEMPE : Bilan des actions menées, de 1981 à 1999, pour la restauration du Saumon atlantique, 60p + annexes.

PREVOST E. et BAGLINIERE J.L., 1995. Présentation et premiers éléments de mise au point d'une méthode simple d'évaluation du recrutement en juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar*) en eau courante.

PREVOST E. et NIHOARN A., 1999. Relation entre indicateur d'abondance de type CPUE et estimation de densité par enlèvements successifs pour les juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) de l'année.- Bull. Fr. Pêche Piscic. (1999) 352 : 19-29 DOI: 10.1051/kmae:1999018.

RICHARD A., non daté. Gestion piscicole – Interventions sur les populations de poissons – Repeuplement des cours d'eau salmonicoles. CSP, collection mise au point, 256 p.

SENEAL A., CORNU V., POSTIC A., LELIEVRE M., 2009. Suivi du saumon atlantique sur le bassin Vienne-Creuse-Gartempe en 2008. Evaluation des densités de juvéniles. Suivi des géniteurs aux stations de comptage. Suivi de la reproduction. LOGRAMI, 43 p.

VISBECQ C., 2003. Estimation des potentialités d'accueil en saumon atlantique (*Salmo salar*) des affluents de la Gartempe (Ardour, Brame, Couze, Semme, Vincou), 78p + annexes.

ANNEXE 1 : Débits moyens journaliers lors de la campagne de pêche 2010 sur les bassins de la Gartempe et de l'Allier et comparaison avec le débit moyen mensuel de référence pour le mois de septembre

(Source : <http://www.hydro.eaufrance.fr>)

Bassin de la Gartempe

| Cours d'eau | Nom | Date | QJM (m ³ /s) | QM août réf | QM sept réf | Station mesure |
|--------------------|------------------------|------------|------------------------------|-------------|------------------------|------------------------|
| Gartempe | La Gilardière | 01/09/2010 | 5.480 | 10.82 | 8.80 | Vicq sur Gartempe |
| | Douce | 01/09/2010 | 5.480 | 10.82 | 8.80 | Vicq sur Gartempe |
| | Gué du Chêne | 01/09/2010 | 5.480 | 10.82 | 8.80 | Vicq sur Gartempe |
| | Moulin Roche | 02/09/2010 | 2.610 | 5.84 | 7.02 | Montmorillon |
| | Les Fosses Blanches | 02/09/2010 | 2.610 | 5.84 | 7.02 | Montmorillon |
| | Moulin de Saulgé | 02/09/2010 | 2.610 | 5.84 | 7.02 | Montmorillon |
| | Moulin de Pochaud | 26/08/2010 | 3.040 | 5.77 | 5.69 | Lathus Saint Rémy |
| | Moulin Ponty | 26/08/2010 | 3.040 | 5.77 | 5.69 | Lathus Saint Rémy |
| | Bas Tour | 26/08/2010 | 2.950 | 5.37 | 6.05 | Saint Bonnet de Bellac |
| | Ruisseau de Planteloup | 26/08/2010 | 2.950 | 5.37 | 6.05 | Saint Bonnet de Bellac |
| | Les Prades | 25/08/2010 | 3.170 | 5.37 | 6.05 | Saint Bonnet de Bellac |
| | Moulin d'Ardent | 25/08/2010 | 2.330 | 2.96 | 3.32 | Folles |
| | Papeterie Laprade | 25/08/2010 | 2.330 | 2.96 | 3.32 | Folles |
| | Moulin Fraisse | 24/08/2010 | 2.460 | 2.96 | 3.32 | Folles |
| | Moulin Coulerolles | 24/08/2010 | 2.460 | 2.96 | 3.32 | Folles |
| | Gaucharaud | 24/08/2010 | 2.460 | 2.96 | 3.32 | Folles |
| | Anc. Papeterie | 31/08/2010 | 1.740 | 2.96 | 3.32 | Folles |
| | Route Pallet | 31/08/2010 | 1.740 | 2.96 | 3.32 | Folles |
| | Usine Côte | 31/08/2010 | 1.740 | 2.96 | 3.32 | Folles |
| | Moulin Ribbes | 31/08/2010 | 0.385 | 0.53 | 0.47 | Saint Victor en Marche |
| Pont Saint Sylvain | 31/08/2010 | 0.385 | 0.53 | 0.47 | Saint Victor en Marche | |
| Pont de Roubeau | 31/08/2010 | 0.385 | 0.53 | 0.47 | Saint Victor en Marche | |
| Anglin | Remerle | 01/09/2010 | 1.020 | 2.19 | 2.19 | Remerle |
| Vincou | La Brégère | 25/08/2010 | 0.291 | 0.75 | 0.85 | Bellac |
| Semme | Pont Bolinard | 24/08/2010 | 0.242 | 0.42 | 0.50 | Droux |
| Couze | Pont de Balledent | 24/08/2010 | Pas de station hydrométrique | | | |

Bassin de l'Allier

| Cours d'eau | Nom | Date | QJM (m ³ /s) | QMsept réf | Station mesure |
|------------------|--|------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| Allier | Luc amont confluence Ruisseau de Masméjean | 22/09/2010 | 0,097 | 0,791 | Laveyrune |
| | Confluence Liauron | 22/09/2010 | 0,097 | 0,791 | Laveyrune |
| | Amont confluence Espezonnette | 22/09/2010 | 0,097 | 0,791 | Laveyrune |
| | Les Vaysseires | 22/09/2010 | 0,097 | 0,791 | Laveyrune |
| | Amont Pont Camping Langogne | 22/09/2010 | 0,917 | 3,67 | Langogne |
| | Pignol aval step Langogne | 21/09/2010 | 0,926 | 3,67 | Langogne |
| | Saint Etienne du Vigan | 21/09/2010 | 4,87 | 4,71 | Naussac- La Valette |
| | Aval confluence ruisseau de Freycenet | 21/09/2010 | 4,87 | 4,71 | Naussac- La Valette |
| | Nouveau Monde radier amont | 21/09/2010 | 5,86 | 8,5 | Nouveau Monde |
| | La Parade | 20/09/2010 | 6,97 | 8,5 | Nouveau Monde |
| | Vabres | 20/09/2010 | 6,97 | 8,5 | Nouveau Monde |
| | Village de vacances d'Alleyras | 20/09/2010 | 6,97 | 8,5 | Nouveau Monde |
| | Monistrol camping | 17/09/2010 | | | |
| | Pontgibert radier | 17/09/2010 | 6,11 | 10,1 | Prades |
| | le Pradel | 17/09/2010 | 6,11 | 10,1 | Prades |
| | Saint Julien des Chazes chapelle | 17/09/2010 | 6,11 | 10,1 | Prades |
| | Saint Arcons aval pont | 16/09/2010 | 6,35 | 10,1 | Prades |
| | Chanteuges mur blanc | 16/09/2010 | 6,14 | 12,7 | Langeac |
| | Langeac amont pont de costet | 16/09/2010 | 6,14 | 12,7 | Langeac |
| | Aval pont de costet | 16/09/2010 | 6,14 | 12,7 | Langeac |
| | Truchon | 16/09/2010 | 6,14 | 12,7 | Langeac |
| | Le Chambon de Cerzat | 16/09/2010 | 6,14 | 12,7 | Langeac |
| | Amont Chilhac | 15/09/2010 | 4,72 | 12,7 | Langeac |
| | Lavoûte-Chilhac camping | 15/09/2010 | 4,72 | 12,7 | Langeac |
| | Le Chambon de Blassac | 15/09/2010 | 4,72 | 12,7 | Langeac |
| | La Vialette camping | 15/09/2010 | 4,72 | 12,7 | Langeac |
| | Les Granges | 28/09/2010 | 10,7 | 15,1 | Pont d'Auzon |
| | Chappes | 28/09/2010 | 10,7 | 15,1 | Pont d'Auzon |
| | Maison Blanche | 28/09/2010 | 10,7 | 15,1 | Pont d'Auzon |
| | Amont Pont d'orbeil | 30/09/2010 | 15,7 | 18,8 | Coudes |
| | Coudes Camping | 30/09/2010 | 15,7 | 18,8 | Coudes |
| | Les Martres de Veyre | 30/09/2010 | 15,7 | 18,8 | Coudes |
| | Cournon-Camping | 30/09/2010 | 15,7 | 18,8 | Coudes |
| Camping Dallet | 30/09/2010 | 15,7 | 18,8 | Coudes | |
| Alagnon | Ferrière Saint-Mary | 14/09/2010 | 1,3 | 2,48 | Joursac |
| | Peyreneyre | 14/09/2010 | 1,3 | 2,48 | Joursac |
| | Gymnase de Massiac | 14/09/2010 | 1,3 | 2,48 | Joursac |
| | Amont pont de Babory | 14/09/2010 | 2,24 | 3,61 | Lempdes |
| | Pont de Brugeilles | 13/09/2010 | 2,51 | 3,61 | Lempdes |
| | Lempdes - Béal | 28/09/2010 | 2,45 | 3,61 | Lempdes |
| | Lempdes - pont A75 | 28/09/2010 | 2,45 | 3,61 | Lempdes |
| Dore | Bru | 23/09/2010 | 0,864 | | Ambert |
| | Pont de Perrier | 23/09/2010 | 0,864 | | Ambert |
| | Vertolaye | 23/09/2010 | 0,864 | | Ambert |
| | Aval Pont de Courpière | 23/09/2010 | 2,89 | 4,34 | St Gervais sous Meymont |
| Sioule | Châteauneuf - Le Bordas | 06/09/2010 | 4,31 | 10,2 | Châteauneuf les Bains |
| | Thermes de Châteauneuf | 06/09/2010 | 4,31 | 10,2 | Châteauneuf les Bains |
| | Moulin de Collange | 06/09/2010 | 4,31 | 10,2 | Châteauneuf les Bains |
| | Biesse | 06/09/2010 | 4,31 | 10,2 | Châteauneuf les Bains |
| | Pont de Menat | 06/09/2010 | 4,31 | 10,2 | Châteauneuf les Bains |
| | Moulin de Chouvigny | 06/09/2010 | 4,31 | 10,2 | Châteauneuf les Bains |
| | Camping de Péraclous | 07/09/2010 | 6,5 | 9,56 | Ebreuil |
| | Pont autoroute A71 | 07/09/2010 | 6,5 | 9,56 | Ebreuil |
| | La Cure | 07/09/2010 | 6,5 | 9,56 | Ebreuil |
| | Amont la Jonchère 1 | 02/09/2010 | 5,11 | 9,56 | Ebreuil |
| | Amont la Jonchère 2 | 02/09/2010 | 5,11 | 9,56 | Ebreuil |
| | Amont le Chambon | 07/09/2010 | 6,5 | 9,56 | Ebreuil |
| Le Mas de Bessat | 02/09/2010 | 9,39 | 11,3 | St Pourçain sur Sioule | |

Fiche 10 : Communication sur les migrateurs

1. PRESENTATION DE L'EXPOSITION

1.1. Objectifs

L'exposition itinérante "Grands Migrateurs de Loire" réalisée par LOGRAMI dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature a pour objectif de sensibiliser le plus grand nombre aux poissons migrateurs, à leurs problématiques ainsi qu'à l'état des populations sur le bassin versant de la Loire.

L'exposition a été conçue sur des bâches souples montées sur totems, ce qui la rend facilement transportable et démontable. Sa vocation est d'être visible de façon itinérante dans un maximum de lieux publics, au cours d'expositions programmées autant que d'évènements ponctuels types salons, colloques, ...

1.2. Description et contenu

L'exposition comprend 12 visuels regroupés autour de 3 axes :

- Présentation du bassin de la Loire / Gestion des poissons migrateurs et l'association LOGRAMI (2 visuels),
- Poissons migrateurs : Anguille, Saumon et truite de mer, Aloses, Lamproies (4 visuels),
- Thématiques (6 visuels) :
 - o actions menées et état des lieux par sous-bassin : bassin Vienne-Creuse et bassin Loire-Allier (2 x 2 visuels),
 - o libre circulation (2 visuels).



Figure 230 : Aperçu panoramique des 12 visuels de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire »

Chacun des visuels et leur support (totem) sont contenus dans une housse individuelle rigide permettant leur protection. Deux grands sacs à roulettes permettent le transport, chacun pouvant contenir 6 housses rigides.

1.3. Dispositif de prêt

L'Association LOGRAMI met à disposition cette exposition aux structures impliquées dans la sauvegarde, la gestion, la présentation des poissons migrateurs et le bassin de la Loire : associations, collectivités, syndicats de rivière, Maisons de Loire, CPIE, ...

Le prêt est gratuit, seuls les frais d'acheminement de l'exposition sont à la charge de l'emprunteur. Pour chaque emprunt, une convention de prêt est signée entre l'emprunteur et LOGRAMI.

L'exposition est modulable et peut donc être empruntée de façon complète (12 visuels) ou partielle. Néanmoins, afin de ne pas dénaturer l'exposition, la convention de prêt précise que l'emprunt doit concerner un minimum de 6 panneaux, dont au moins 2 panneaux de présentation, 2 panneaux « espèces » et 2 panneaux « thèmes ».

2. BILAN DE L'ANNEE 2010

2.1. Volume des emprunts

L'exposition a été empruntée à 14 reprises en 2010 pour un total de 175 jours, comprenant les temps de transport incompressibles (5 jours en moyenne par emprunt), soit 48 % de l'année. Pour sa première année de disponibilité, le temps d'exposition réel au public a été de **105 jours** net (Figure 231).

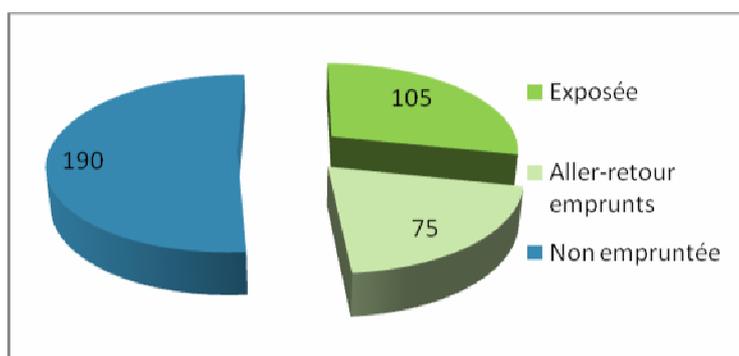


Figure 231 : Nombre de jours d'emprunt et d'exposition au public de « Grands Migrateurs de Loire » en 2010 (Source LOGRAMI)

L'exposition étant modulable, les emprunts ont concerné tout ou partie des 12 visuels de l'exposition. Ainsi, en 2010, sur 14 emprunts :

- 7, soit la moitié, ont concerné la totalité de l'exposition,
- 3 emprunts, soit 1/5^e, ont concerné 10 panneaux,
- 4 ont concerné moins de 10 panneaux (soit 8 et 6 panneaux).

2.2. Itinéraire

Au cours de l'année 2010, l'itinéraire de l'exposition a emprunté 11 lieux et 7 départements différents sur le bassin de la Loire. La carte ci-après montre les villes et départements où elle a été visible en 2010 (Figure 232).

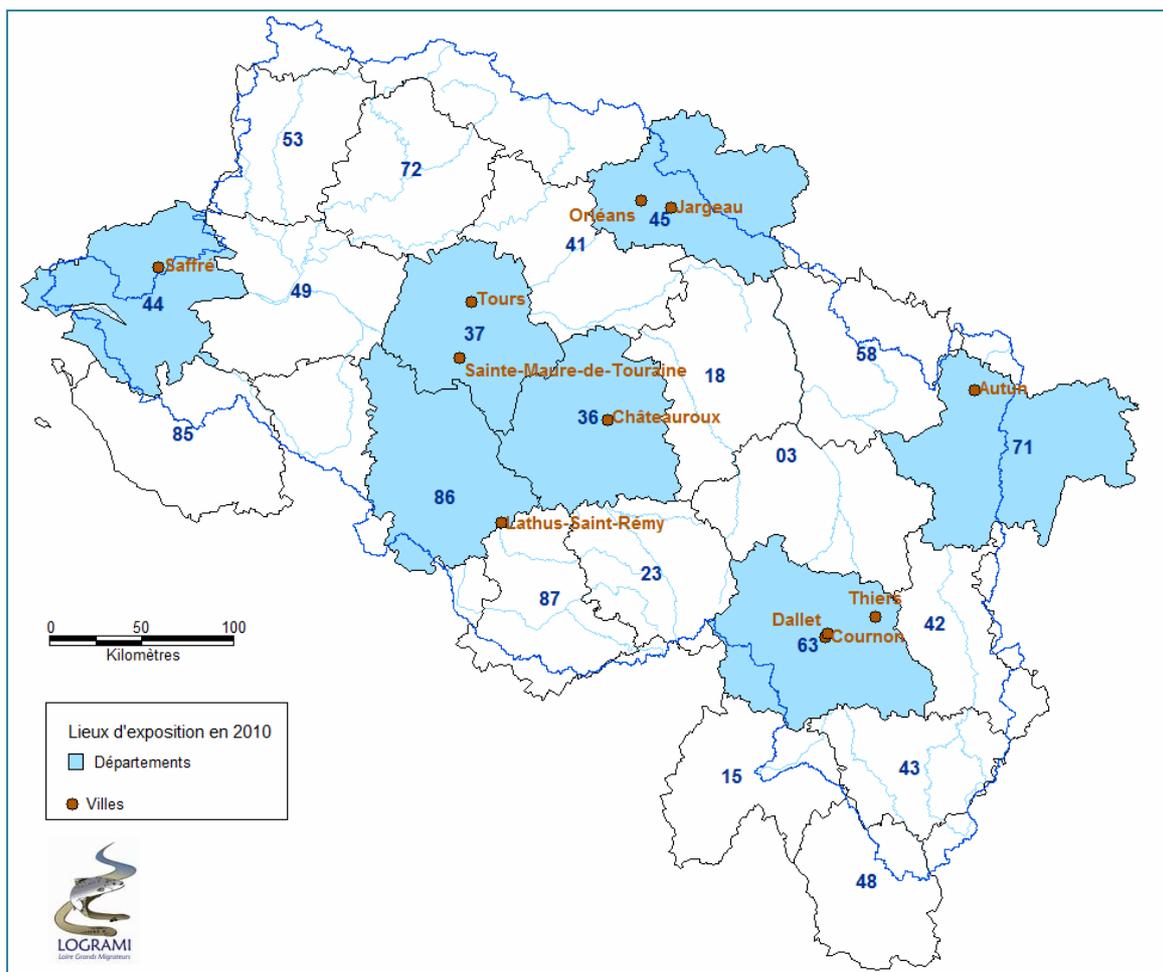


Figure 232 : Localisation des lieux et départements de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2010 (Source LOGRAMI)

2.3. Typologie des emprunts

2.3.1. Emprunteurs

L'exposition a été empruntée par 10 structures différentes dont :

- 6 sont des **structures associatives** ayant pour objet :
 - o (4) la gestion et protection du milieu aquatique (Fédérations départementales agréées pour la pêche et la protection du milieu aquatique, LOGRAMI),
 - o (2) la découverte et l'initiation à l'environnement et agréées à ce titre (Maison de Loire, CPIE),
- 3 sont des **collectivités dont** :
 - o 2 Syndicats de rivière,
 - o 1 Ville (Centre d'Initiation et de Sensibilisation à l'Environnement (CISEN) de la ville de Thiers),
- 1 est une **administration** (DREAL).

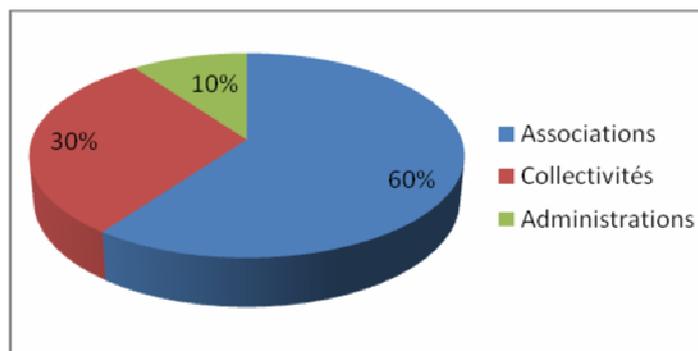


Figure 233 : Types d'emprunteurs de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2010.

2.3.2. Manifestations

2.3.2.1. Durée des emprunts

Concernant la durée des emprunts, deux durées se distinguent nettement (Figure 234) :

- **De 1 à 7 jours** : ils représentent 87 % des emprunts et 30 % du temps d'exposition au public,
- **Supérieurs à 1 semaine** : cette catégorie ne représente que 13 % des emprunts mais a mobilisé 70 % du temps d'exposition au public.

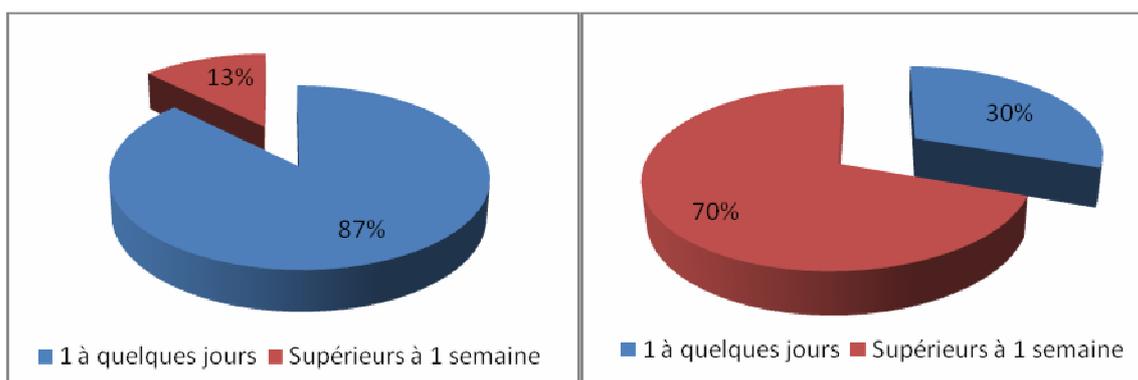


Figure 234 : Durée des emprunts de l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » en 2010, en nombre d'emprunts (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite).

2.3.2.2. Type de manifestations

On distingue 3 types de manifestations pour lesquelles l'exposition a été empruntée :

- Les salons, foires ou forums « tout public », où l'exposition a été mobilisée sur un temps très court (1 à 5 jours). Elle a été visible par un public averti aussi bien qu'un public non averti au milieu de différents stands d'exposition ou bien lors de journées d'animations autour de l'eau et des poissons,
- Les expositions à thème correspondant à des emprunts de longue durée (supérieurs à 2 semaines). Ces expositions ne visent pas spécifiquement un public averti. En revanche, celui-ci fait la démarche de se déplacer dans une structure dont la vocation est la sensibilisation à l'environnement et à l'eau (Maison de Loire, CPIE),
- Les journées techniques organisées par des structures ayant trait aux problématiques des cours d'eau du bassin et organisées pour un public technicien et averti (Rencontres Migrateurs, Journée continuité DREAL...).

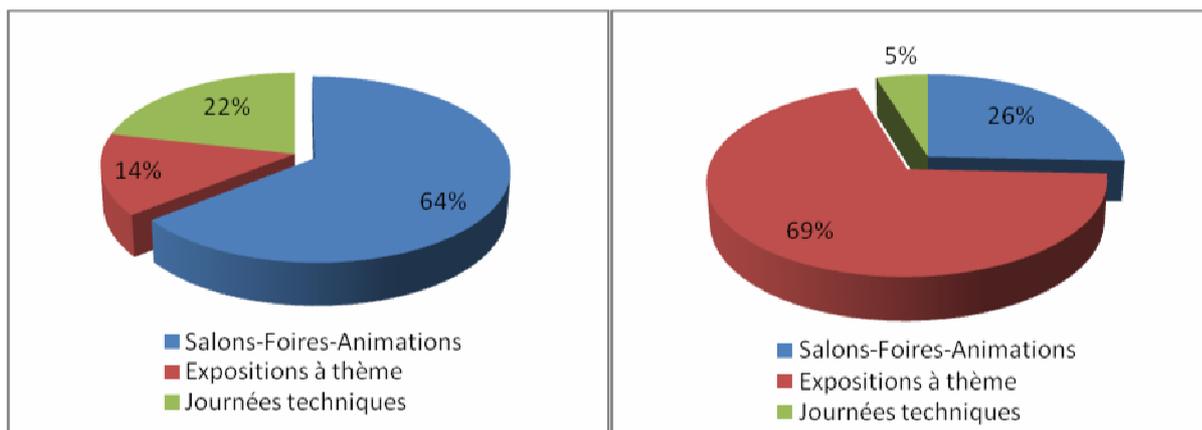


Figure 235 : Types de manifestations pour lesquelles l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » a été empruntée en 2010, en nombre de manifestations (à gauche) et en nombre de jours d'exposition au public (à droite).

2/3^e tiers des manifestations où l'exposition a été visible étaient des événements de courte durée du type salons ou foires (Figure 235). En revanche, les expositions à thèmes qui correspondent aux emprunts de longue durée, représentent le plus grand temps d'exposition au public (69 %).

2.3.3. Public touché

2.3.3.1. Nombre de personnes

Il n'a pas été demandé, *a priori*, aux emprunteurs d'estimer le nombre de personnes de passage sur les stands ou dans les salles d'exposition.

Pour 13 des 14 emprunts, et après enquête *à posteriori* auprès des emprunteurs, il ressort de leur estimation qu'environ 7 500 personnes ont eu accès à l'exposition (stand de salon ou lieu d'exposition).

Concernant le Salon de la Pêche de Châteauroux du 5 au 7 février 2010, environ 14 000 visiteurs ont été comptabilisés. Une partie d'entre eux, non estimée, a pu voir l'exposition sur le stand de la Fédération de Pêche de l'Indre.

2.3.3.2. Type de public

Cette information n'est pas disponible puisqu'elle n'a pas fait l'objet d'enquête spécifique. Les seules informations dont nous disposons sont les types de manifestations décrites dans le paragraphe 2.3.2.2 ci-dessus.

Si on considère, en simplifiant, qu'un type de public est rattaché à un type de manifestation, on peut en déduire que :

- 5 % du public était très averti (journées techniques)
- 95 % du public était non averti à intéressé (Salons-foires + expositions à thème).

2.4. Coûts des emprunts

La mise à disposition de l'exposition est gratuite. Néanmoins, il reste à la charge de l'emprunteur le coût d'acheminement des totems. Plusieurs cas peuvent se présenter :

- Soit l'emprunt n'est pas précédé d'un autre emprunt, auquel cas l'emprunteur aura à sa charge à la fois le coût de l'acheminement aller (depuis une des cellules de LOGRAMI) et le coût du retour de l'exposition (soit vers LOGRAMI, soit vers l'emprunteur suivant),

- Soit l'emprunt est précédé d'un autre, auquel cas l'emprunteur reçoit l'exposition de l'emprunteur précédent, et n'a à sa charge que l'envoi retour,
- Enfin, dans les deux cas un passage de l'exposition de main à main est possible si les distances sont faibles. Ceci a été le cas à plusieurs reprises au cours de l'année 2010.

Une enquête auprès des emprunteurs a permis de recenser l'ensemble des coûts d'acheminement quand ils ont été réalisés par transporteur. Certains des emprunteurs ont choisi un transport en 24h, d'autres en 48h. Cependant, cette option n'a pas été distinguée pour le calcul du coût moyen. De même, les coûts d'acheminement par véhicule propre à l'emprunteur et/ou par LOGRAMI (passages de l'exposition de main à main quand la distance est faible) n'ont pas été pris en compte.

Le coût moyen par panneau en 2010 est de 9,21 €, soit environ 110 € pour un envoi simple de l'exposition complète. L'acheminement aller-retour pour un emprunteur peut donc s'élever en moyenne à 220 €. Cependant, environ 1 emprunteur sur 2 n'a pas eu de frais de transporteur (ni aller ni retour).

2.5. Communication

2.5.1. Par LOGRAMI

La communication autour de l'exposition a été réalisée par trois moyens :

- un article permanent sur les sites internet de LOGRAMI et des Tableaux de Bord : www.logrami.fr et www.migrateurs-loire.fr avec le calendrier de programmation en temps réel de l'exposition (Figure 236),

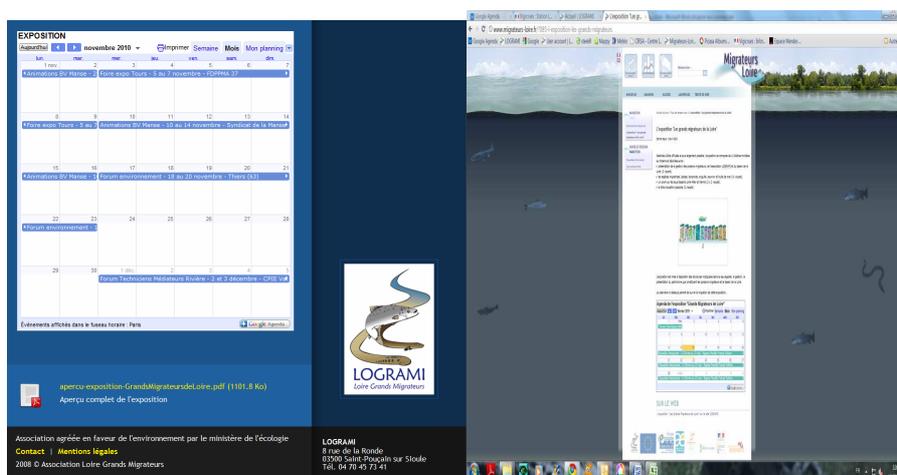


Figure 236 : Calendrier en ligne et article permanent consacré à l'exposition sur les sites www.logrami.fr et www.migrateurs-loire.fr

- une présentation lors de manifestations ou réunions : à trois reprises au cours de l'année 2010 (Rencontres Migrateurs, Assemblée Générale de LOGRAMI, COGEPOMI)
- des actualités concernant l'exposition sur le site de LOGRAMI (Figure 237).



Figure 237 : Actualité de l'exposition au Carrefour national de la pêche 2010 (Cournon-63) sur le site internet de LOGRAMI

2.5.2. Par les emprunteurs

La promotion de l'exposition a aussi été réalisée par les emprunteurs au travers d'actualités ou d'article permanent sur leur site internet (FDPMA 44, Maison de Loire du Loiret, CPIE Val de Gartempe), d'affiches... (Figure 238 et Figure 239).



Figure 238 : Article permanent présentant l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » sur le site internet du CPA Lathus - Réseau Techniciens Médiateurs de Rivière



Figure 239 : Affiche sur l'exposition « Grands Migrateurs de Loire » à la Maison de Loire du Loiret, été 2010

3. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'exposition a été mise à disposition en janvier 2010. Elle a connu un succès important dès la première année bien qu'aucune communication spécifique n'ait été réalisée hormis les annonces sur les sites internet ou lors des Rencontres migrateurs. Pas moins de 14 prêts ont été réalisés, représentant 105 jours d'exposition au public.

Les prêts se poursuivent en 2011 et plusieurs emprunts sont déjà programmés couvrant près de la moitié de l'année.

Dans le cadre du Tableau de Bord Anguille, la réalisation de deux nouveaux panneaux est prévue en 2011. Ces panneaux sur le thème des marais permettront de traiter une problématique spécifique et de présenter ces territoires peu connus mais essentiels pour l'anguille. Par ailleurs, la réédition de panneaux existants (bassin Loire, gestion et LOGRAMI, anguille...) permettra, le cas échéant, de présenter des variantes de l'exposition en même temps en des lieux différents (exemple : Bassin Loire, Gestion et LOGRAMI, Anguille, Marais / Bassin Loire, Gestion et LOGRAMI, Saumon et truite de mer, Aloses, bassin Loire-Allier, Libre circulation...).

Il conviendra de faire évoluer la convention de prêt en fonction de cette nouvelle configuration.

Enfin, une communication ciblée vers des structures dont les expositions sont programmées en avance telles que les Maisons de Loire, Maisons de Parc,... pourrait être envisagée afin de continuer à faire connaître les migrateurs et leurs problématiques.

4. RENCONTRES MIGRATEURS

4.1. Labélisation des rencontres



Les 23 et 24 mars 2010 s'est tenue, à Orléans, la cinquième édition des Rencontres Migrateurs. Ces journées ont été labellisées "Année internationale de la biodiversité en 2010". Elles ont été consacrées aux outils de suivi des poissons migrateurs, et ont été l'opportunité de rassembler les acteurs de l'eau des différents bassins versants français.

4.2. Programme

Les enjeux du suivi de l'ensemble des grands poissons migrateurs (Saumon, Anguille, Aloses, Lamproies et Truite de mer) ont été abordés par la présentation de nombreux exemples de suivis existants. Deux tables rondes ont rythmé chacune des deux après-midi et ont été un bon moyen de favoriser l'échange entre les intervenants et la salle. L'objectif était de présenter des thématiques transversales et de proposer des points de vue différents afin de susciter le débat.

La projection de la pièce de théâtre "Je suis un saumon" de Philippe Avron a permis de clôturer la première journée.

Projection du spectacle
"Je suis un saumon"
de Philippe Avron

Pour contribuer aux multiples regards portés sur les grands migrateurs de Loire, Philippe Avron nous fera l'honneur de venir nous présenter la projection de son envoi spectacle, *Je suis un saumon*, récompensé par le Molière du meilleur one-man show en 1999.

« Après la reproduction, tous les saumons ne meurent pas, certains survivent. Ils effectuent le grand voyage, retournent avec les femelles. On les appelle les saumons de l'amour... »

Extrait du spectacle *Je suis un saumon*
plus d'informations sur www.philippeavron.com

Photo : Les Films du Paradoxe
Les films du paradoxe

RENSEIGNEMENTS

Marianne HOFFMANN
Animatrice du TAB SALT
T : 02.38.49.86.11
E : tableau-salt-loire@logrami.fr

Timothée BESSE
Animateur du TAB AMG
T : 02.23.23.69.36
E : tableau-anguille-loire@logrami.fr

www.logrami.fr

PLAN D'ACCÈS

Ces rencontres se tiendront
À l'auditorium du BRGM
3 avenue Claude Guillemin, 45100 ORLEANS
Vous pouvez afficher l'itinéraire en ligne à cette
adresse : <http://tinyurl.com/itinerairesRMZ010>

En train
Gare SNCF Orleans,
 puis
En bus (39001)
Gare SNCF > ligne 20
arrêt Paul Langevin
(en face du BRGM)

Plus de détails sur
la feuille ci-jointe.

23 ET 24 MARS 2010
ORLEANS

Logo de l'Association Française pour l'Étude et le Suivi des Poissons Migrateurs (AFESPM)

Les Rencontres Migrateurs 2010

LES OUTILS DE SUIVI
DES POISSONS MIGRATEURS

Logo de LOGRAMI (Loire Grand Réseau Amont Migrateurs)

| MARDI 23 MARS | MERCREDI 24 MARS | L'ASSOCIATION LOIRE GRANDS MIGRATEURS |
|---|--|---|
| 9h00 Accueil des participants | Les outils de suivi du comportement migratoire | L'association Loire Grands Migrateurs (LOGRAMI) a été créée en 1989 afin de travailler en synergie pour la gestion et la restauration des poissons migrateurs du Bassin Loire. |
| 9h30 Ouverture des Rencontres DREAL Centre, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Etablissement Public Territorial du bassin Loire | 09h00 Les stations de comptage migrateurs Timothé Parouty, LOGRAMI | En coordination avec les différents partenaires institutionnels, LOGRAMI assure la réalisation d'opérations inscrites dans le plan de gestion des poissons migrateurs et la mise en œuvre d'outils d'évaluation et d'animation comme les tableaux de bord migrateurs. |
| 10h00 L'exposition <i>Les grands migrateurs de Loire</i> Angeline Sénécal, LOGRAMI | 9h20 Le radiopistage du saumon vers les frayères Jean-Michel Bach, LOGRAMI | LES TABLEAUX DE BORD MIGRATEURS DU BASSIN LOIRE |
| Les outils de suivi de la reproduction | 9h40 Présentation du système NEDAP M. De Oliveira, EDF | Depuis 2008 le Tableau de bord migrateurs Saumon, Alloses, Lamproies, Truite de mer (SALT) a rejoint le Tableau de bord Anguille du bassin Loire pour assurer le suivi des grands migrateurs à l'échelle du bassin. |
| 10h10 Comptage des frayères de Lamproies Laurent Carry, MIGADO | 10h00 FORUM D'ECHANGE | Les tableaux de bord migrateurs sont les interlocuteurs du Comité de Gestion des Poissons Migrateurs (COGEPOMI), ils accompagnent et informent les acteurs locaux pour améliorer la prise en compte de ces espèces dans la gestion des milieux aquatiques. |
| 10h30 A l'écoute de la reproduction des aloses Laurent Carry, MIGADO | 10h15 Comprendre les rythmes migratoires Eric Richard, CEMAGREF | LES RENCONTRES 2010 |
| 10h50 Photo-interprétation des zones de frayères Pierre Portafaix, LOGRAMI | 10h35 Le voyage transatlantique des anguilles Eric Feunteun, MNHN | Les Rencontres Migrateurs sont organisées tous les 2 ans par l'association LOGRAMI. Cet événement est l'occasion de rassembler tous les acteurs du bassin de la Loire et d'échanger sur le thème des grands migrateurs de nos rivières. |
| 11h10 FORUM D'ECHANGE | 11h55 Télémétrie acoustique en estuaire Eric Richard, CEMAGREF | Les Rencontres Migrateurs 2010 s'intéressent aux outils de suivi des poissons migrateurs. Les participants viennent partager leurs expériences et échanger sur le suivi des poissons migrateurs sur l'ensemble des grands bassins versants français. |
| 11h25 Pause | 11h15 FORUM D'ECHANGE | |
| Les outils de suivi de la phase juvénile | 11h30 Pause | |
| 11h45 La survie sous gravier des oeufs de saumon Dominique Ombredane, INRA Rennes | Le suivi de la dynamique des populations | |
| 12h05 Indices d'Abondance par pêche électrique Gaëlle Germsis, Bretagne Grands Migrateurs | 11h45 La dynamique de population de juvéniles de saumons atlantique du Scorff Mathieu Buaro, CHRS | |
| 12h25 Front de colonisation des jeunes anguilles Vanessa Laurance, MIGADO | 12h05 La génétique pour le suivi des populations Charles Perrier, INRA | |
| 12h45 FORUM D'ECHANGE | 12h25 Le rôle de la modélisation dans la gestion des populations Etienne Prevost, INRA | |
| 13h00 Pause Déjeuner | 12h45 FORUM D'ECHANGE | |
| 14h30 Echantillonner les ammocètes Emilien Lasne, MNHN | 13h00 Pause déjeuner | |
| 14h50 Succès de la reproduction chez l'Alose feinte Leticia Le Gurun, MRM | 14h30 Présentation des Tableaux de bord Migrateurs et du site <i>Migrateurs-loire.fr</i> Marion Hoffmann, LOGRAMI | |
| 15h10 FORUM D'ECHANGE | 14h50 Le fonctionnement du COGEPOMI Roland MATRAT, DREAL Pays de la Loire | |
| 15h30 Pause | 15h10 Table ronde : Les acteurs de la gestion des grands migrateurs | |
| 15h50 Table ronde : Points de vue sur les poissons migrateurs | 16h10 Clôture des Rencontres 2010 Alain Crivelli, Tour du Volat | |
| 17h00 Projection du spectacle «Je Suis un Saumon» de Philippe Avron | | |
| 18h00 Rencontre avec le comédien Philippe Avron | | |

Figure 240 : Programme des Rencontres Migrateurs 2010

4.3. Participants

En 2010, 187 personnes ont participé ou assisté à la 5ème édition des rencontres migrateurs. La participation attendue sur les deux jours étant de 200 personnes, l'évènement a rempli l'objectif quantitatif fixé.

Contrairement aux éditions précédentes, un nombre important d'intervenants ou d'auditeurs sont venus des bassins versants voisins (Figure 241). Cependant, on note qu'un grand nombre de départements du bassin étaient représentés, et que la quasi-totalité des départements sur lesquels des actions sur les grands migrateurs sont entreprises, étaient présents.

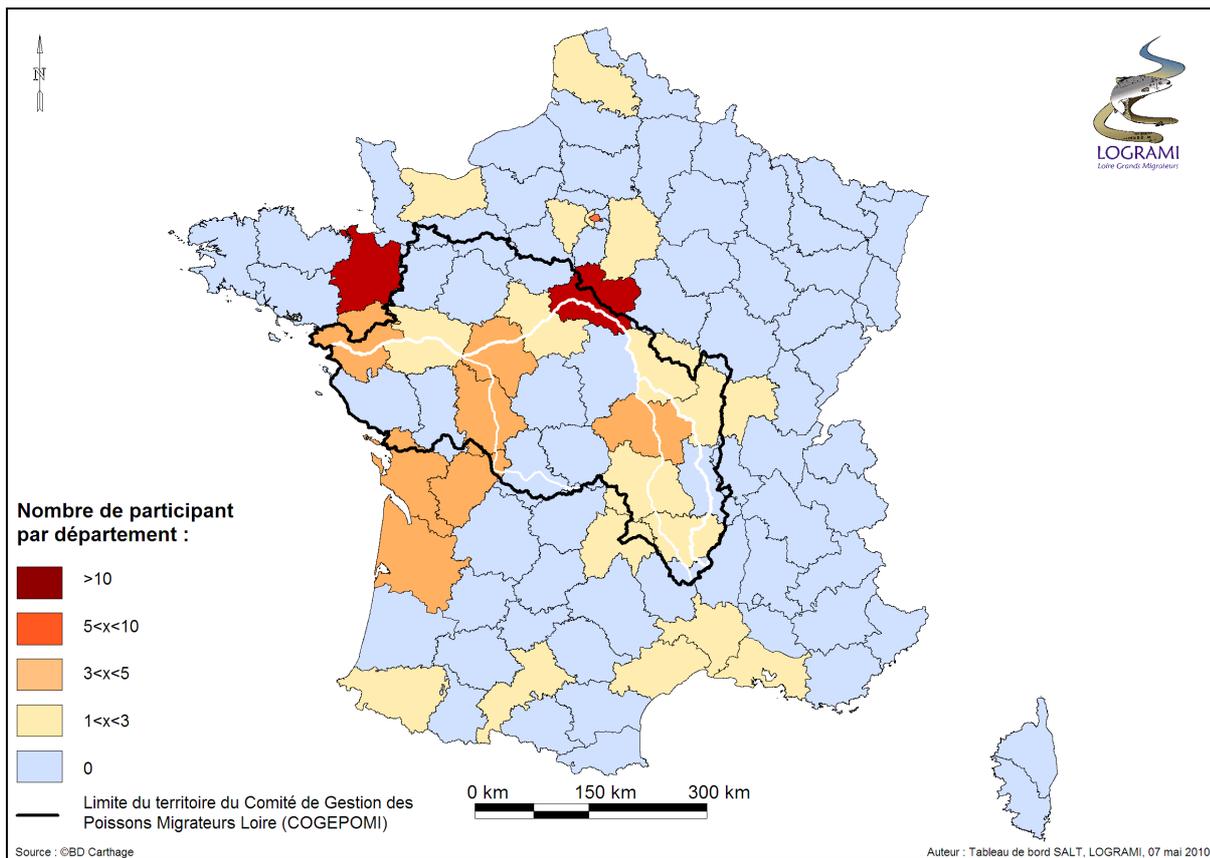


Figure 241 : Nombre de participants aux Rencontres Migrateurs 2010. (Source : LOGRAMI)

Les prochaines Rencontres Migrateurs auront lieu en 2012. Un groupe de réflexion sera créé dans les prochains mois pour définir la thématique de ces journées et réfléchir à leur organisation (lieu de l'évènement, date, programme, etc.).

4.4. Résumés des présentations des Rencontres Migrateurs 2010

4.4.1. Comptage des frayères de Lamproies

Organisme : Laurent CARRY Association MIGADO

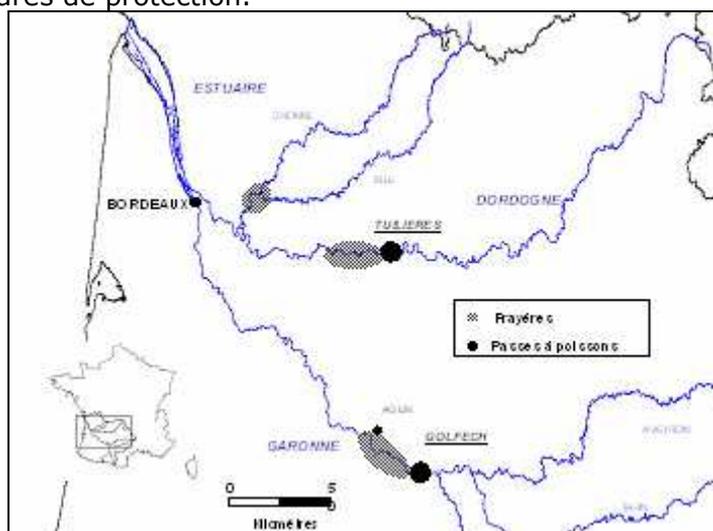
E-mail : carry.migado@wanadoo.fr

Résumé :

Les populations de grande alose et de lamproie marine du bassin versant Gironde-Garonne-Dordogne ont longtemps constitué les plus importantes populations d'Europe.

Ces espèces représentent d'importants enjeux patrimoniaux mais également socio-économiques, en relation notamment avec l'existence d'une pêche commerciale sur la partie aval de l'axe. Afin d'assurer une gestion et une exploitation durables de la ressource, il convient de connaître à la fois l'état annuel des stocks reproducteurs, leur évolution au cours du temps et le fonctionnement général de l'espèce en terme de dynamique de la population.

Ainsi, les études concernant ces deux espèces sont destinées à compléter les comptages réalisés, notamment au niveau des stations de contrôle, par un suivi de la reproduction à l'aval de ces ouvrages afin d'appréhender plus précisément les stocks reproducteurs, base de gestion des populations. Ces études doivent également permettre d'identifier les secteurs les plus intéressants sur la partie moyenne des axes Garonne et Dordogne et d'envisager, par la suite s'il y a lieu, des mesures de protection.



Situation géographique des zones de reproduction de la grande alose et de la lamproie marine sur le bassin Garonne – Dordogne

Les suivis mis en place depuis de nombreuses années sur le bassin Garonne Dordogne sont effectués sur l'ensemble des sites recensés sur les 2 axes et tiennent compte du mode de reproduction de ces deux espèces :

La lamproie marine : les lamproies recherchent pour se reproduire des zones de graviers/galets et creusent leurs nids préférentiellement dans des zones de courant (transition d'un plat courant et d'un radier ou dans les plats courants). Lors de la construction du nid, les géniteurs déplacent les graviers et galets à l'aide de leur corps et de leur ventouse, laissant apparaître un substrat clair et débarrassé de tout périlithon. Ces tâches sont facilement repérables à l'oeil nu en eaux de transparence normale. La ponte a lieu



généralement pour des températures de l'eau supérieures à 15°C et peut s'étaler sur plusieurs jours. Les reproducteurs meurent rapidement après le frai.

L'observation des nids étant aisée à l'oeil nu dans des eaux de transparence normale, le recensement des frayères se pratique à l'aide d'une embarcation et de 3 à 4 observateurs munis de lunettes polarisantes. A chaque localisation d'une zone de fraie, celle-ci est parcourue en bateau sur toute sa longueur par passages répétés en bandes parallèles à la rive régulièrement espacées sur toute la largeur du cours d'eau afin de recenser tous les nids. Les zones peu profondes sont prospectées à pied. Plusieurs recensements sont effectués du début du mois de juin à début juillet pour couvrir la période de reproduction et recenser les nouveaux nids.

L'estimation du nombre de géniteurs de lamproies marines se fait à partir du comptage des nids, en tenant compte du phénomène de polygamie (plus particulièrement la polyandrie) mentionné par plusieurs auteurs et observé lors des suivis effectués sur la Dordogne.

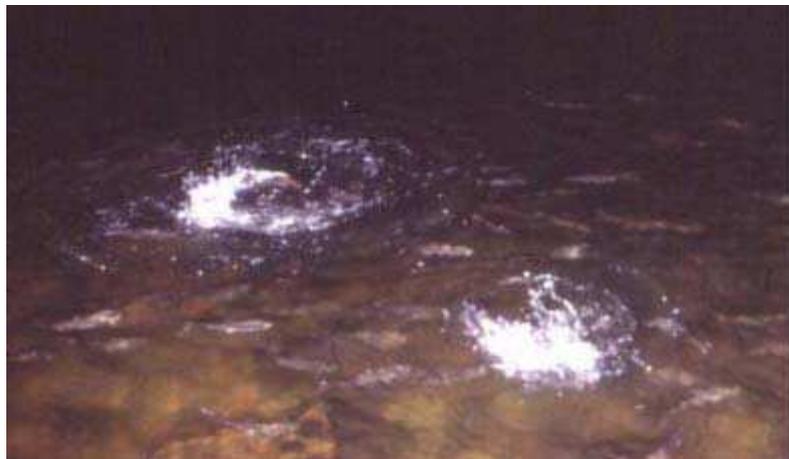
4.4.2. A l'écoute de la reproduction des aloses -

Organisme : Laurent CARRY Association MIGADO

E-mail : carry.migado@wanadoo.fr

Résumé :

La grande alose : le site de ponte typique est délimité en amont par un plat courant (zone calme, assez profonde, constituant le lieu de ponte proprement dit) et en aval par un radier (zone peu profonde à courant rapide et à granulométrie grossière type graviers où les oeufs se déposeraient). L'activité de ponte qui a lieu la nuit, généralement entre 23 h et 5 h, est facilement décelable par le bruit caractéristique dû au tournoiement des géniteurs à la surface de l'eau : c'est le bull. Le suivi des frayères débute aux premiers signes d'activité de ponte, habituellement à partir de la mi-avril et se termine lorsque les géniteurs ne sont plus présents, en juillet ou en août. Les bulls sont comptabilisés la nuit, sur la durée de la saison de reproduction par deux méthodes :



Un comptage direct visuel et auditif : de la berge face à la zone la plus active d'une frayère. Tous les bulls sont comptabilisés par quart d'heure selon une méthode mise au point par Cassou Leins et sont répertoriés sur une fiche de terrain (date, numéro du quart d'heure, météo et remarques).

Un comptage indirect : MIGADO utilise, notamment sur la Dordogne, des enregistreurs numériques avec un microphone parabolique longue portée. Ces enregistreurs sont placés sur chaque frayères toutes les nuits et programmés afin d'obtenir des séquences audio d'1/4 d'heure. Les fichiers audio doivent ensuite être dépouillés manuellement et avec l'aide d'un logiciel.

Le nombre de géniteurs d'alose est estimé à partir du nombre de bulls comptabilisés en utilisant plusieurs hypothèses basées notamment sur le fractionnement de la ponte des aloses

en relation avec la maturation progressive des ovocytes dans le temps. Les hypothèses de calcul utilisées sont traditionnellement les suivantes :

- les géniteurs ne se reproduisent que sur une seule frayère,
- un bull donne lieu à une ponte,
- à un bull correspond une seule femelle et un mâle,
- une femelle pond 10 fois en moyenne au cours de la saison.

4.4.3. Photo-interprétation des frayères de Grande alose

Organisme : Pierre PORTAFAIX Association Loire Grands Migrateurs (LOGRAMI)

E-mail : logrami.vienne@logrami.fr

Résumé :

La grande alose est une espèce migratrice amphihaline, appartenant à la famille des Clupéidés. Sa migration est anadrome, elle parcourt ainsi plusieurs centaines de kilomètres pour se reproduire sur des zones de frayères typiques.

Une frayère d'alose peut être décrite de manière schématique comme une plage de graviers affleurant délimitée à l'amont par un profond et à l'aval par une zone peu profonde à courant rapide. L'identification de ces frayères sur un cours d'eau donné a pour but de repérer les zones susceptibles d'accueillir la reproduction de l'alose. Cette identification peut être réalisée par des prospections de terrains mais aussi par interprétation de photographies aériennes. La photo-interprétation va permettre de délimiter les faciès d'écoulement caractéristiques des frayères et d'estimer le degré de potentialité de la présence d'une zone de reproduction en fonction de différents paramètres. Certains paramètres, tel que la granulométrie, la profondeur, la vitesse ou le type de faciès peuvent en effet s'avérer limitant pour certaines zones de fraies.

Cette méthodologie a été appliquée sur une partie de l'Allier et de la Loire amont. Ces secteurs abritent durant la période de migration des populations importantes d'aloses. Cependant, une régression non négligeable de leur stock a été constatée depuis la saison 2007. Pour mieux comprendre cette régression et améliorer la connaissance autour de cette espèce en Loire, les grandes phases de son cycle biologique doivent être étudiées. Ainsi, dans le cadre du plan de gestion des poissons migrateurs 2009 – 2013, un suivi de l'activité de reproduction va être réalisé par l'association LOGRAMI. Une étude d'identification des zones de frayères a donc été nécessaire pour mettre en place ce suivi. Cette étude a nécessité l'utilisation de la photo-interprétation, elle permet de mettre en évidence les avantages et les inconvénients d'une telle méthodologie.

4.4.4. La survie sous gravier des œufs de salmonidés

Organisme : Dominique OMBREDANE UMR INRA-Agrocampus Ouest « Ecologie et Santé des Ecosystèmes »

E-mail : dominique.ombredane@agrocampus-ouest.fr

Résumé :

La plupart des résultats présentés sont le fruit de collaborations entre plusieurs laboratoires dans le cadre de divers programmes de recherche. Les travaux menés sur le terrain mais aussi en conditions expérimentale visaient à évaluer l'impact du colmatage sur les différentes phases du développement embryonnaire des salmonidés (successivement : incubation des œufs et résorption de la vésicule des embryons éclos) jusqu'à l'émergence hors des graviers et le premier mois de croissance des alevins.

Le développement embryonnaire qui se déroule dans le milieu interstitiel chez les salmonidés est une des phases critiques de leur cycle de vie et son étude revêt donc une importance à divers égards. Des connaissances sur la survie sous gravier et sur les paramètres expliquant sa variabilité spatio-temporelle (1) sont indispensables pour la construction de modèles de dynamique de population (2) permettent de mieux comprendre le fonctionnement des populations à l'échelle d'un réseau hydrographique (trait de vie, déplacements et migrations, ...) et (3) peuvent servir de bio-indicateurs de l'état de santé des écosystèmes et de l'impact d'activités humaines, dont notamment le colmatage des substrats.

Divers paramètres sont à prendre en compte pour expliquer les taux de survie lors de la phase embryonnaire chez les salmonidés. Un premier groupe de critères à envisager a trait à la qualité des œufs qui peuvent notamment dépendre de la facilité d'accès des géniteurs aux habitats de reproduction favorables. Un second groupe concerne les paramètres qui vont être modifiés localement par le changement climatique (température, variabilité des débits et vitesse de courant, ...). Enfin un troisième groupe regroupe tous les critères physico-chimiques, xénobiotiques et autres éléments particuliers ou solubles dans l'eau, qui sont pour grande partie dépendants des caractéristiques du paysage des bassins versant et des activités anthropiques.

Concernant ce dernier groupe, de nombreuses recherches ont porté sur le rôle des particules fines qui en colmatant le milieu interstitiel occasionnent directement (agression des branchies et perte probable de mobilité des embryons vésiculés) et indirectement (désoxygénation du milieu et modification de l'évacuation des déchets azotés) des mortalités des 2 phases embryonnaires. Les faibles teneurs en oxygène dans le substrat et la présence de fines induisent aussi une augmentation de la durée de ces deux phases et un retard à l'émergence; ce dernier étant d'autant plus important que les œufs sont enfouis plus profondément. Par ailleurs, chez la truite *S. trutta*, les sédiments fins et l'hypoxie ralentissent la croissance tant des embryons que celle des alevins pendant le premier mois post émergence. Ainsi, les effets du colmatage peuvent-ils être immédiats ou différés. Par ailleurs, il a été montré, toujours chez la truite, un avantage sélectif des petits œufs, la taille des œufs étant corrélée positivement à la taille de la femelle. Ceci serait dû au fait qu'ils sont moins sensibles que les gros à un déficit d'oxygène. Cet avantage vis-à-vis de la teneur en oxygène pourrait être amplifié du fait qu'ils sont généralement pondus à des profondeurs moindres.

Des travaux sont en cours pour standardiser une méthodologie permettant de se servir de la survie sous-gravier des œufs de salmonidés comme un bio-indicateur de la qualité du substrat dans les cours d'eau. En effet, excepté des analyses lourdes des caractéristiques physiques et chimiques des fractions granulométriques composant le substrat et de l'eau interstitielle, la survie des œufs de salmonidés, par son caractère intégrateur pourrait être une bonne alternative et trouverait toute sa place dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE.

4.4.5. Indicateur d'abondance de juvéniles de saumon en Bretagne

Organisme : Gael GERMIS Association Bretagne Grands Migrateurs (BGM)

E-mail : germis.bgm@gmail.com

Résumé :

Dans le cadre du volet « poissons migrateurs » du Contrat de Projet Etat-Région (CPER), les Fédérations de pêche bretonnes en collaboration avec Bretagne Grands Migrateurs collectent depuis de nombreuses années des données pour mieux connaître et suivre le stock de poissons migrateurs en Bretagne.

En Bretagne, 23 cours d'eau font l'objet d'une exploitation régulière du saumon par pêche à la ligne. A partir de 1997, un réseau de suivi des juvéniles de Saumon par la méthode de pêche par indice d'abondance a été mis en œuvre sur 7 bassins versants étendu à 18 aujourd'hui.

Le protocole de cette méthode d'indice d'abondance a été établi en 1993 par E. Prévost et J.L. Baglinière de l'INRA. La méthode est spécifique aux pêches de juvéniles de Saumon atlantique de l'année (tacons 0+) et consiste à pratiquer 5 min de pêche électrique effective sur les zones d'habitat favorables aux juvéniles de saumon. Cette méthode, moins lourde à mettre en œuvre qu'une pêche électrique classique, permet ainsi d'échantillonner un plus grand nombre de points et d'avoir une idée précise de la répartition des juvéniles sur l'ensemble du bassin versant étudié.

En Bretagne, 18 bassins sont prospectés par la méthode des indices d'abondance de juvéniles de Saumon (Couesnon, Leff, Trieux, Jaudy-Guindy, Léguer, Yar, Douron, Penzé, Elorn, Aulne, Goyen, Odet, Aven, Ellé-Isole, Scorff, Blavet, Kergroix et Pont du Roc'h) ce qui représente 239 stations.

88 % des surfaces de production totale en Bretagne sont échantillonnées par la méthode des indices d'abondance (environ 3 000 000 m² d'équivalent radier/rapide).

La moyenne des indices d'abondance sur les 13 années de suivi est de 28,8, ce qui est au-dessus de l'indice d'abondance compatible avec le Total Autorisé de Captures (TAC). Sur les 13 années, on observe une série de 5 années (1997-2001) où la moyenne est de 20,2 et les 5 années suivantes où la moyenne est de 38,6. De 2007 à 2009, la moyenne régionale est de 26,9 et augmente depuis 2007.

La production moyenne régionale de 1997 à 2009 permet de distinguer :

Un cours d'eau important : L'Ellé qui représente plus de 20 % du total régional ;

8 cours d'eau intermédiaires (entre 5 et 20 % du total régional) : Odet-Jet-Steir, Léguer, Blavet, Scorff, Elorn, Aven, Trieux, Penzé ;

3 petits cours d'eau (entre 2 et 5 % du total régional) : Douron, Goyen, Aulne ;

Un ensemble de très petits cours d'eau : Couesnon, Leff, Jaudy-Guindy, Pont du Roc'h, Kergroix et Yar.

2 bassins ont une production inférieure à leur potentiel : le Blavet et l'Aulne.

Les avantages du suivi réalisé sont nombreux. Cette donnée permet de justifier objectivement de la nécessité d'aménager l'accès à certaines zones, de déterminer l'intérêt de restaurer le saumon sur un bassin, d'adapter l'exploitation à la capacité de production, de localiser les zones de production afin de les protéger et d'avoir une image de la fonctionnalité du milieu pour l'espèce.

Les données indice d'abondance représentent un bon indicateur de l'état des populations de saumon en Bretagne. Cet indicateur fait partie de l'Observatoire des Poissons Migrateurs et est utilisé par le COGEPOMI pour la gestion de la pêche au saumon par les pêcheurs amateurs aux lignes (définition du TAC par bassin).

4.4.6. Le front de colonisation des jeunes anguilles sur le bassin Garonne Dordogne

Organisme : Vanesa LAURONCE Association MIGADO

E-mail : lauronce.migado@wanadoo.fr

Résumé :

Le suivi du front de colonisation a débuté en 2005 dans le bassin Garonne Dordogne, indicateur par la suite identifié dans le cadre du programme INDICANG.

En partant de l'hypothèse que la colonisation de l'anguille suit une logique de densité-dépendance, on peut supposer que l'augmentation de la densité vers l'aval au moment du recrutement fluvial et donc estuarien entraînerait une migration plus intense vers l'amont. Le suivi du front de colonisation des jeunes individus (<10 ou 15cm), individus entrés récemment dans le bassin, pourrait être un révélateur indirect du recrutement, de son évolution au cours des années et de l'efficacité des mesures de gestion mises en place.

Les méthodologies actuelles ne permettant pas d'échantillonner les petits individus sur les axes principaux, un réseau de pêches électriques sur les affluents de la Garonne et de la Dordogne, sur des zones peu profondes, favorables à la présence de jeunes individus permettent de suivre la limite de présence de ces individus, ou front de colonisation. Les pêches se font au pied du premier obstacle difficilement ou très difficilement franchissable rencontré dans la migration depuis la mer des Sargasses. Ceci explique le fait que les pêches se feront en aval de Bergerac et Golfech afin que les individus ne soient pas « confrontés » à un obstacle sur l'axe principal avant le lieu d'échantillonnage.

Ainsi, suivre les variations de ce front de colonisation et son évolution vers l'amont ou l'aval du bassin permettra de mettre en évidence la restauration ou la diminution du stock d'anguilles entrant dans le bassin, et/ou la plus ou moins bonne efficacité des mesures de gestion mises en place sur le bassin et leurs effets sur le stock.

Les premiers résultats mettent en évidence :

- une forte diminution des densités d'anguilles <10cm et <15cm aux environs de 150km et 200km de l'océan respectivement
- une probabilité de 50% de présence d'anguille < 10cm à 160km de l'océan
- des densités très faibles (<1 indiv./100m²) des individus <15cm à environ 270km de l'océan.

Au total, 26 points de pêche sont prospectés sur le bassin, dont 5 sur des affluents de l'estuaire de la Gironde. Compte tenu du cycle long et complexe de l'anguille et de l'influence des débits sur l'efficacité des pêches, on ne peut comparer une année avec la précédente ; l'analyse devra se faire sur une chronologie plus longue de suivis.

4.4.7. Échantillonner les ammocètes

Organisme : Emilien LASNE, Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN)

E-mail : Emilien.Lasne@mnhn.fr

Résumé :

La plupart des espèces de lamproies sont considérées comme menacées. Au niveau Européen, les trois espèces présentes, la Lamproie marine, la Lamproie fluviatile, et la Lamproie de Planer, sont listées dans l'annexe II de la directive « Habitat-Faune-Flore » (92/43/EEC). En France, le manque de connaissances les concernant limite les possibilités d'une gestion efficace des populations. Notre objectif ici est de présenter la problématique de l'échantillonnage des larves de lamproies. Pourquoi travailler sur cette phase ? Dans quels habitats rencontre-t-on les ammocètes ? Comment les échantillonner ?

Nous passerons en revue différentes techniques existantes, et nous présenterons une nouvelle méthode légère et facilement utilisable par les différentes structures en charge de l'évaluation et de la gestion de l'environnement. Le principe de cette méthode est simple et consiste à prélever une petite surface de sédiment et de récupérer les larves enfouies. Pour cela, une enceinte de prélèvement en PVC équipée d'un filet à maille fine sur l'un de ses côtés est utilisée, ainsi qu'un tamis permettant la récupération des ammocètes parmi les sédiments.

Un ensemble de prélèvements réalisés dans les habitats optimaux permet de caractériser les populations en place dans une station en termes d'abondance et de structure de taille. Les données obtenues par cette technique ont été comparées à celles obtenues à l'aide d'un protocole de pêche électrique. Les résultats montrent une bonne efficacité de notre méthode notamment vis-à-vis des plus petites classes de tailles (0+) généralement sous échantillonnées par pêche électrique.

4.4.8. Le succès de la reproduction chez l’Alose feinte du Rhône

Organisme : Laëticia LE GURUN, Association Migrateurs Rhône Méditerranée (MRM)

E-mail : l.legurun@migrateursrhonemediterranee.org

Résumé :

Depuis le milieu du XXème siècle, l’anthropisation croissante des cours d’eau a fortement réduit l’aire de colonisation de l’Alose feinte du Rhône (*Alosa fallax rhodanensis*, Roule 1924) et altéré les potentialités de reproduction des cours d’eau. Ce migrateur a pu néanmoins se maintenir en utilisant des frayères de substitution dont les caractéristiques hydrogéomorphologiques ne répondent qu’en partie à ses préférences écologiques. Même si elle s’est adaptée aux contraintes du milieu quant à sa phase de reproduction, le devenir de la fraie demeure incertain. Cette écophase méconnue apparaît pourtant comme l’une des plus vulnérables du cycle biologique de cette espèce et constitue la clé de voûte de la réussite de la colonisation et du maintien des populations sur un cours d’eau, a fortiori, sur des milieux fortement perturbés.

Les objectifs de cette étude, lancée en 2008 dans le cadre du Plan de Gestion des Poissons Migrateurs Rhône Méditerranée et Corse 2004-2009, sont d’élaborer un protocole reproductible d’échantillonnage des œufs, d’améliorer les connaissances sur le développement embryonnaire des œufs chez l’Alose et in fine d’évaluer le succès de la reproduction en milieu naturel.

Des pièges à œufs, conçus dans le but de minimiser leur impact sur l’habitat et d’approcher les conditions réelles du milieu, sont déposés sur la zone d’incubation théorique de la frayère. Après une nuit de reproduction, ces derniers sont fermés et un nombre préalablement défini est relevé toutes les 24 h pendant 5 jours afin de suivre le développement embryonnaire et la viabilité des œufs de la fécondation jusqu’à l’éclosion.

La reproductibilité de la méthode d’échantillonnage in situ, établie en 2008, a été prouvée puisque des œufs ont été recueillis sur plusieurs frayères aux caractéristiques différentes (de substitution et naturelle), et observés afin de suivre leur évolution au fil des jours jusqu’à leur éclosion. De plus, l’approche quantitative a mis en évidence une mortalité des œufs plus faible sur des frayères naturelles que sur celles de substitution. La qualité des habitats semble être la principale cause (colmatage, surconcentration des œufs...).

Le protocole ne permet pas de répondre intégralement aux objectifs initiaux, étant donné que certaines limites sont apparues dans l’approche quantitative du devenir de la reproduction. Aussi, la redéfinition du protocole, l’évaluation des biais induits par la méthode et sa confrontation éventuelle avec d’autres techniques devraient apporter de nouveaux éléments afin de tendre vers une estimation de la survie des œufs la plus proche de la réalité.

Toutefois même s’il existe des biais liés au protocole et notamment aux pièges utilisés, ce premier travail constitue une base très encourageante dans les réflexions à venir.

4.4.9. Les stations de vidéo-comptage des poissons migrateurs

Organisme : Cédric LEON et Timothé PAROUTY, Association Loire Grands Migrateurs (LOGRAMI)

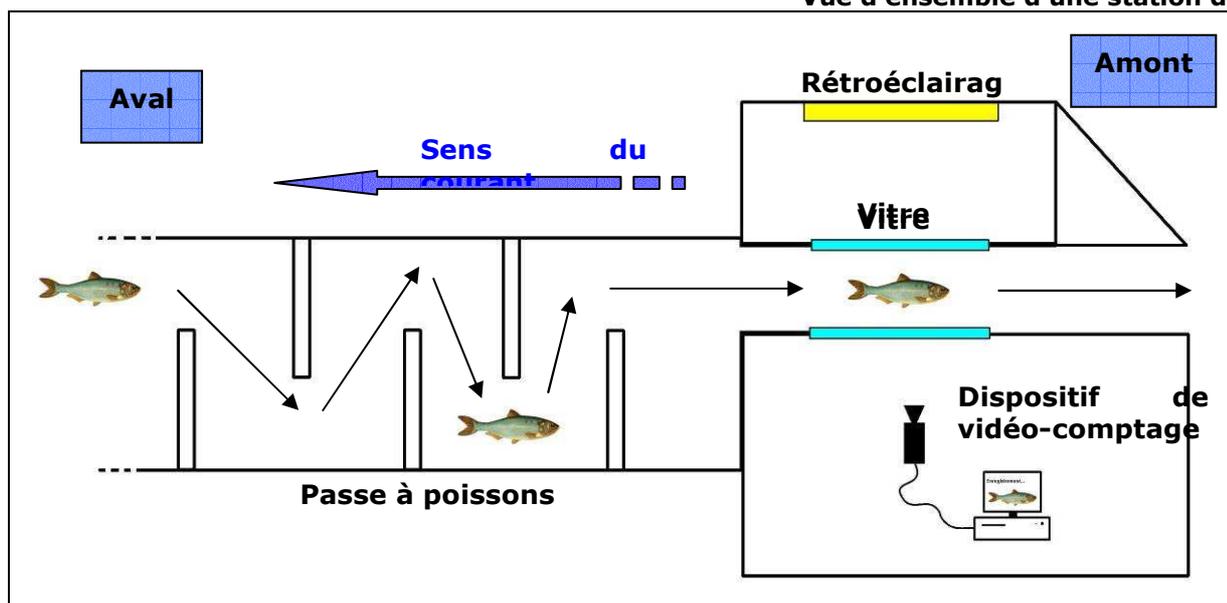
E-mail : logrami.allier@logrami.fr

Résumé :

Les stations de comptage sont mises en place sur des passes à poissons. Elles nécessitent une configuration spéciale de l'ouvrage. Le comptage des espèces étant effectué par visionnage d'enregistrements vidéo, un dispositif d'acquisition numérique composé d'une caméra reliée à un ordinateur, est installé dans un local implanté dans la passe à poissons (aval immédiat de la sortie amont) de manière à pouvoir filmer à travers une baie vitrée. Le passage d'un poisson ou d'un objet dans le champ de la caméra provoque un signal qui va entraîner le déclenchement de l'enregistrement vidéo.



Vue d'ensemble d'une station de comptage



Schématisme du dispositif de suivi équipant la passe à poissons du barrage

Un opérateur vient récupérer régulièrement les fichiers vidéo et les visionne afin d'effectuer la reconnaissance des espèces et le dénombrement des poissons transitant dans la passe à l'aide d'un logiciel spécifiquement dédié à cette opération.

Le suivi de ce dispositif permet d'obtenir et d'exploiter des données intéressantes sur les populations piscicoles des rivières telles que :

La chronologie, la dynamique et l'évolution des passages annuelles et interannuelles des individus.

Les passages horaires (caractérisation de l'activité migratoire).

La répartition des espèces sur différents cours d'eau.

L'estimation de taux de retour (marquage des individus).

A ce titre, 8 stations de contrôle sont actuellement exploitées par l'Association LOGRAMI le long des principaux axes de migration du bassin de la Loire : trois stations sur le bassin de la

Vienne (Descartes, Châtellerault et Chateauponsac), trois stations sur le bassin de l'Allier (Vichy, Langeac et Poutès) et deux sur la Loire Amont (Decize et Gueugnon).



Répartition des stations de comptage sur le bassin de la Loire en 2009

4.4.10. Résultats de l'étude de radiopistage des saumons sur l'Allier en 2009

Organisme : Jean Michel BACH, Association Loire Grands Migrateurs (LOGRAMI)

E-mail : logramijmb@wanadoo.fr

Résumé :

Cette étude fait suite au suivi de la migration anadrome du saumon atlantique par radiopistage mené en 2006 pour caractériser l'état migratoire de l'axe Loire-Allier depuis la Loire moyenne jusqu'aux zones de frayères.

Ses principaux objectifs reprennent globalement ceux de 2006 :

Evaluer globalement la restauration des conditions de migration du saumon atlantique sur l'Allier en amont de Vichy tout en validant ou non de l'efficacité de certains dispositifs de franchissement réalisés dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature et en mettant évidence des points de blocages éventuels.

Mieux comprendre le déroulement de la migration vers les zones de reproduction et notamment vérifier le caractère exceptionnel ou non des importantes mortalités observées en 2006.

Les marquages des 30 saumons se sont étalés entre les 27 mars et le 5 mai afin d'obtenir un échantillon représentatif de la migration 2009.

Les 30 poissons marqués cumulent :

4 060 km de progression en amont de Vichy (moyenne de 135 km par saumon),

- + 538 km d'aller retour,
- + 1 012 km de dévalaison ;

Soit un total de 5 610 km de suivi (moyenne de 187 km par saumon).

Comme en 2006, un seul saumon arrive jusqu'au barrage de Naussac II qu'il franchit après un parcours de 260 km et le franchissement de 14 barrages ou seuils en amont de Vichy. Depuis son entrée dans l'estuaire, la migration totale de ce poisson est de 920 km, il franchit un total de 21 obstacles.

Au total, 222 seuils ou barrages sont franchis, plus 6 franchis plusieurs fois par les mêmes poissons.

Un nombre important de poissons marqués ayant cette année choisi de remonter l'Alagnon, cette étude a permis de suivre la migration des saumons sur les 40 premiers kilomètres de cet affluent où 9 obstacles sont présents. Les conditions d'engagement sur cette rivière sont également mises en évidence pour les 9 saumons ayant fréquentés cette rivière.

Plusieurs échanges entre les deux rivières sont également observés cette année (engagement sur l'une avec franchissement d'obstacles puis dévalaison et engagement sur l'autre). Ces observations inédites révèlent la nécessité que les obstacles soit franchissables pour les géniteurs non seulement dans le sens de la montée mais également à la descente, particulièrement sur les zones de reproduction.

11 poissons sont morts durant l'été, et 3 disparaissent des rivières Allier et Alagnon. Un lien direct est observé entre les dates de marquage (passage à Vichy), les zones de l'arrêt estival et les taux de mortalité. Ces mortalités sont également corrélées à la température de l'eau.

4.4.11. Étude du comportement de dévalaison des anguilles argentées sur le Rhin à l'aide de technologie NEDAP

Organisme : Eric de OLIVEIRA et François TRAVADE, EDF Recherche et développement - Laboratoire National Hydraulique et Environnement

E-mail : eric.de-oliveira@edf.fr ; francois.travade@edf.fr

Résumé :

Le déclin du stock européen d'anguille est considéré comme la conséquence d'une combinaison de facteurs, tels que, la sur pêche, les effets du changement climatiques, la pollution, le parasitisme, la mortalité causée lors de la dévalaison par les turbines des centrales hydroélectriques, En 2007, l'Union Européenne a proposé un règlement pour la reconstitution du stock d'anguilles dans lequel l'impact lié à la présence des ouvrages hydroélectriques a été identifié. Le manque de connaissances sur les activités migratoires de l'anguille (période de migration, rythme de migration, voies préférentielles de franchissement des ouvrages) n'a, à l'heure actuelle, pas permis de mettre au point des dispositifs de dévalaison ou des manœuvres d'usine. L'objectif principal des expérimentations développées sur le Rhin est de déterminer les différentes voies de passage des anguilles dévalantes au niveau des aménagements hydroélectriques en fonction des paramètres du milieu et de fournir des informations quant à la dynamique de dévalaison des anguilles pour des tronçons avec et sans ouvrage. Ces opérations sont menées par EDF en collaboration avec l'ONEMA et Saumon-Rhin et sont co-financées par l'Agence de l'Eau Rhin Meuse.

Vis à vis de l'objectif de l'expérimentation et des contraintes imposées par le Rhin (trafic fluvial très dense, largeurs et profondeurs importantes des canaux, conductivité élevée, débits importants, ...), la radio-identification (Radio Frequency IDentification, RFID) est la technologie qui a été retenue. Le principe consiste en l'identification à distance d'objets ou d'individus par l'intermédiaire d'une puce via des fréquences radios. La société Nedap en association avec différents partenaires scientifiques a développé depuis une dizaine d'années un système de

détection à l'aide de transpondeurs répondant en grande partie à la problématique du Rhin. Cette méthode permet de détecter et d'enregistrer automatiquement le passage d'individus munis de transpondeurs sur la totalité de la largeur du Rhin, mais ne permet pas de localiser les individus manuellement. La durée de vie des transpondeurs est de l'ordre de 2 ans. Les données acquises par les stations d'enregistrement sont transférées à distance via une liaison GSM. Ce protocole d'acquisition permet donc d'assurer un suivi à distance des passages des individus ainsi que le bon fonctionnement des stations d'enregistrement. Aujourd'hui, plus de 50 stations de détection sont installées aux Pays Bas et en Allemagne et la première station installée en 1995 est toujours opérationnelle. Le retour d'expérience démontre que la technologie est fiable. Cette fiabilité permet de réutiliser les stations de détection d'année en année et ce pour différentes espèces de poisson, pour la dévalaison comme pour la montaison. Les 6 stations nouvellement installées sur le Rhin français s'ajouteront au réseau déjà installé, et les données pourront être partagées entre les différents partenaires. Par exemple, pour le cas des anguilles, il sera possible de les suivre jusqu'à l'estuaire. Les premiers lâchers d'anguilles équipées de transpondeurs sont prévus pour septembre 2010.

4.4.12. Comprendre les rythmes migratoires par des expérimentations en mésocosme

Organisme : **Éric ROCHARD, Thomas TRANCART, Charles ROQUEPLO, Julien COUSTILLAS & Patrick LAMBERT** Cemagref, UPR Ecosystèmes estuariens et poissons migrateurs amphihalins

E-mail : eric.rochard@cemagref.fr

Résumé :

Lors de leur colonisation des bassins versants les poissons migrateurs amphihalins mettent en œuvre des tactiques comportementales leur permettant de limiter à la fois leurs dépenses énergétiques et leur mortalité. C'est particulièrement vrai lors de la traversée des zones estuariennes par les jeunes stades des poissons migrateurs thalassotoques, qui n'ont pas les capacités de nage nécessaires pour contrer les courants défavorables durant les jusants. L'étude de cette phase en milieu naturel se heurte à des difficultés méthodologiques considérables pour suivre des individus d'aussi petite taille dans des zones géographiques de grande dimension. L'analyse des chroniques temporelles de suivis de pêcherie commerciales (civelle) ou scientifiques (flet, mulot) permet de dégager certains éléments de compréhension (influence de l'importance) mais pour identifier précisément les mécanismes il est nécessaire d'avoir recours à des expérimentations. Le dispositif expérimental Scola 2 a été conçu spécialement pour cette exploration comportementale des migrations des jeunes stades. Il est constitué de trois structures annulaires (chacune une dizaine de mètres en diamètre) pilotées par un automate et permettant des observations comportementales en visionique. A travers l'exemple de nos travaux du projet Thalassotok qui vise à une approche comparative du comportement de colonisation de l'anguille européenne, du flet et du mulot porc nous allons présenter les capacités de cet outil à simuler différentes chroniques environnementales estuariennes ou fluviales (cycle nuit-jour, cycle d'inversion des courants, baisse de salinité, ...). Nous exposerons ensuite la manière dont on peut construire et analyser ce type d'expérimentations (identification de rythmes, évolution de l'intensité d'activité).

4.4.13. Télémétrie acoustique en estuaire -

Organisme : **Éric ROCHARD¹, Marie-Laure ACOLAS¹, Julien COUSTILLAS¹, Céline LE PICHON², Thomas TRANCART¹, Emy ROULEAU¹, Patrick LAMBERT¹ & Aymeric GUIBERT¹**¹Cemagref, UPR Ecosystèmes estuariens et poissons migrateurs amphihalins

²Cemagref, UPR Hydrosystèmes et bioprocédés

E-mail : eric.rochard@cemagref.fr

Résumé :

Les récents développements technologiques en télémétrie acoustique permettent d'envisager la localisation et le suivi des déplacements de poissons dans des secteurs inaccessibles jusqu'à lors (mer, estuaire, zones profondes). A partir de deux expérimentations récentes concernant des poissons migrateurs en estuaire : comparaison de l'utilisation de l'espace par l'anguille, le flet et le mulot porcin (Seine, Isle) ; dévalaison des juvéniles d'esturgeons européens (Gironde), nous dégagerons et illustrerons les points forts (pistage actif afin d'affiner les enregistrements à l'aide de récepteurs embarqués permettant, écoute en continu, récepteurs enregistreurs autonomes, robustesse des systèmes) et les limites de ces systèmes (portée de détection des récepteurs, durée de vie et taille des émetteurs, lourdeurs logistiques, coûts des systèmes, pertes de matériel, complexité des analyses).

Cette technologie est particulièrement intéressante pour l'étude des poissons migrateurs en milieu naturel (marquage individuel, études des déplacements à différentes échelles spatiales et temporelles). Cependant comme la plupart des approches basées sur des technologies sophistiquées elle nécessite une bonne maîtrise des principes sous tendant le système acoustique. Une longue série de mise au point s'avère nécessaire par le biais de tests préalables spécifiques aux espèces (chirurgie, effet du marquage) et aux sites d'étude (localisation et fixation des récepteurs).

L'analyse conjointe des données de localisation ou de déplacement avec les facteurs de l'environnement peut fournir des informations extrêmement riches mais elle nécessite le recours à des outils logiciels sophistiqués (géomatique, statistiques).

4.4.14.

La dynamique de population des juvéniles de saumons atlantique (Salmo salar) sur le Scorff : utilisation des méthodes de Capture-marquage-recapture et des marques de type PIT-tag -

Organisme : **Mathieu BUORO^{1,2}**

¹ Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, campus CNRS, UMR 5175, 1919

² INRA, UMR Ecobiop

E-mail : Mathieu.BUORO@cefe.cnrs.fr

Résumé :

Dans le cadre de l'étude de la dynamique d'une population, le suivi des individus composant cette population est primordial. Le suivi individuel permet de recenser la population, d'estimer les paramètres démographiques (taux de survie, de migration et de maturation) qui structurent la dynamique, ou bien réaliser des suivis migratoires, des études de franchissement d'obstacle ou de comportement (utilisation de l'habitat, reproduction). Or, le suivi exhaustif de tous les individus d'une population en milieu naturelle n'est pas réalisable. Les méthodes de capture-marquage-recapture (CMR) permettent de prendre en compte le problème de détection partielle des individus. Ces méthodes nécessitent l'utilisation d'un système de marquage permettant le suivi d'un très grand nombre d'individus, une

identification rapide et fiable et bien entendu ayant un faible impact sur les individus. Nous verrons dans quel mesure les marques de type Pit-Tag (puces électronique porteuses d'un code unique) répondent à ces critères et permettent un suivi automatisé, soit lors de captures, soit lorsque le poisson passe à proximité d'un dispositif de détection. Nous verrons l'utilisation de ce type de marquage à travers un vaste programme de suivi à long terme d'une population de juvéniles de saumon atlantique initié depuis 2005 sur le Scorff (Morbihan, ORE PFC) dans le cadre d'une collaboration avec l'U3E (Inra Rennes), UMR Ecobiop (Inra St Pée s/ Nivelle) et le CEFE (UMR CNRS, Montpellier). Ce suivi individuel par CMR permet d'une part d'effectuer un recensement des juvéniles de saumon, d'observer les variations phénotypiques dans la population (taille, poids, maturation sexuelle précoce) et d'étudier leurs traits d'histoire de vie (survie, migration, maturation) et leurs relations avec les caractéristiques individuelles.

4.4.15. Outils génétiques pour la gestion des populations de poissons migrateurs -

Organisme : Charles PERRIER INRA, UMR 985 ESE

E-mail : charles.perrier@rennes.inra.fr

Résumé :

Les populations de poissons migrateurs étant soumises à d'importantes contraintes écologiques et anthropiques, le développement et l'utilisation d'outils dédiés à leur conservation sont des enjeux majeurs. Dans le cas des migrateurs anadromes ayant un comportement de homing, la génétique des populations a permis de mettre en évidence une différenciation entre les populations et ainsi de fournir des éléments de gestion de ces populations. L'unité de recherche Ecologie et Santé des Ecosystèmes réalise actuellement des études génétiques sur le fonctionnement et la gestion des populations françaises de saumon atlantique.

Les résultats montrent l'existence de cinq groupes de populations génétiquement et géographiquement distincts. Ces groupes peuvent être considérés comme des unités de conservation et de gestion. Ces mêmes résultats suggèrent des phénomènes d'adaptation des populations aux conditions locales, ayant d'importantes conséquences pour la gestion.

D'autre part, les repeuplements effectués avec des poissons natifs ne semblent pas induire d'importantes modifications de la diversité génétique des populations ciblées, alors que l'utilisation de poissons non natifs a conduit à une importante introgression de certaines populations. Ces pratiques semblent en outre avoir des conséquences sur la diversité génétique des populations voisines. Les comparaisons temporelles et les techniques génétiques d'assignation de parenté peuvent également permettre de quantifier la contribution des individus relâchés au stock sauvage. Enfin, la génétique s'est révélée un outil pertinent pour suivre la recolonisation naturelle de cours d'eau en cours de restauration.

4.4.16. Modélisation bayésienne hiérarchique à couche latente pour l'écologie et l'aide à la gestion des populations naturelles -

Organisme : Etienne PREVOST, Guillaume DAUPHIN, INRA, UMR Ecobiop

E-mail : eprevost@st-pee.inra.fr

Résumé :

L'écologie des populations naturelles est régit par des phénomènes complexes. Pour avancer dans la compréhension des mécanismes en jeu à partir de données d'observations, la

modélisation bayésienne hiérarchique à couche latente est un cadre méthodologique de plus en plus utilisé. Il permet de représenter les processus écologiques à l'oeuvre, qui ne sont pas le plus souvent directement accessibles à l'observation, puis de les relier avec les données observables. La séparation de ces deux niveaux autorise à modéliser de façon réaliste les processus d'intérêt ultime qui sont souvent dynamiques et structurés par des emboitements d'échelles. Elle facilite également l'assimilation de sources d'information multiples lors de la phase d'inférence statistique bayésienne. Le résultat de cette dernière donne accès à la distribution de probabilité jointe de toutes les grandeurs inconnues du modèle (jusqu'à plusieurs centaines) conditionnellement aux données observées. Cette prise en compte explicite de l'incertitude, y compris pour des prédictions réalisées via le modèle, est cruciale lors de prolongements dans le domaine opérationnel de l'aide à gestion des populations. L'intérêt de la modélisation bayésienne hiérarchique à couche latente pour l'écologie et l'aide à la gestion des populations naturelles sera illustrée à partir d'études de cas sur le saumon atlantique. Les difficultés et limites actuelles seront également discutées.

4.4.17. Présentation des tableaux de bord Migrateurs et du site migrateurs-loire.fr

Organisme : Marion HOFFMANN ¹, Timothée BESSE ², Association Loire Grands Migrateurs (LOGRAMI)

E-mail : ¹tableau-salt-loire@logrami.fr ; ²tableau-anguille-loire@logrami.fr

Résumé :

L'association LOGRAMI porte au niveau du bassin deux tableaux de bord pour le suivi des poissons migrateurs sur le territoire du COGEPOMI Loire.

Le premier a été créé en 2001 pour l'anguille (TB Ang) à l'initiative du COGEPOMI Loire pour fournir des indicateurs permettant de fixer des niveaux d'alerte et d'évaluer les impacts des mesures de gestion. Cet outil a permis la collecte et le traitement d'un nombre important de données visant à aider les gestionnaires à prendre les bonnes décisions.

L'état inquiétant des stocks de poissons grands migrateurs potamotoques (saumon atlantique, grande alose et alose feinte, lamproie marine et fluviatile et truite de mer) a conduit en 2008 à créer un deuxième tableau de bord sur les espèces potamotoques (TB SALT).

Ces 2 programmes fonctionnent à l'échelle du bassin versant de la Loire, des côtières vendéens et de la Sèvre Niortaise.

Leur mission consiste notamment à :

centraliser l'information de qualité sur les espèces visées par le projet ainsi que sur leurs milieux,

dresser un bilan régulier de la situation des espèces potamotoques, de leurs habitats et des pressions qui s'exercent sur le stock à l'aide d'indicateurs fiables et reconnus,

- organiser et susciter le partage des connaissances ainsi que des interactions entre chercheurs, gestionnaires et opérateurs techniques et financiers,
- faciliter la prise de décision pour l'élaboration des plans de gestion des poissons migrateurs et leur mise en oeuvre,
- contribuer à l'évaluation des mesures de gestion mises en place.

Afin de créer une dynamique autour des tableaux de bord et de rendre leur action transparente, un site internet dédié est nécessaire.

Le site Internet du Tableau de bord Anguille, Anguille-loire.com, a été créé en novembre 2004 pour offrir une large diffusion de l'information collectée et des documents de référence sur l'anguille européenne. L'arrivée du TB SALT a été l'occasion d'une refonte complète du site internet qui adopte un nouveau nom : www.migrateurs-Loire.fr, et une nouvelle identité graphique.

Le site Migrateurs-Loire.fr permet de retrouver la diffusion des rapports des Tableaux de bord Migrateurs, des documents de référence et des plaquettes d'information Paroles d'Anguilles et Paroles de Migrateurs, mais aussi :

- Les connaissances sur la vie des poissons migrateurs de la Loire et les pressions auxquelles ils font face ;
- L'évolution de leur situation sur le bassin à travers les indicateurs de suivi des espèces ;
- Le suivi des mesures des plans de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI et Plan de Gestion Anguille) ;

Les actions menées sur les bassins par les différents acteurs mobilisés pour la protection des migrateurs.

4.4.18. Le fonctionnement du COGEPOMI

Organisme : Roland MATRAT, DREAL Pays de la Loire
E-mail : roland.matrat@developpement-durable.gouv.fr

Résumé :

Le comité de gestion des poissons migrateurs du bassin de la Loire, des côtiers vendéens et de la Sèvre niortaise a été constitué suite au décret 94-147 du 16 février 1994 relatif à la pêche des poissons appartenant aux espèces vivant alternativement dans les eaux douces et les eaux salées (saumon atlantique, truite de mer, grande alose, alose feinte, lamproie marine, lamproie fluviatile, anguille).

Le COGEPOMI a élaboré et mis en œuvre un premier plan de gestion des poissons migrateurs (Plagepomi) pour la période 1996-2000 prorogé jusqu'en 2003.

Le second plan de gestion a couvert la période 2003-2007. Il a permis en particulier la mise en place du tableau de bord « anguille » qui représente un dispositif de suivi permanent de la pêche et des populations d'anguilles du territoire du COGEPOMI.

Le tableau de bord, dont le fonctionnement est assuré par un animateur, a permis de fournir données et expertises aux techniciens, gestionnaires et décideurs pour des mesures prises par le COGEPOMI vis à vis de la pêches des migrateurs mais il a aussi largement contribué à fournir un appui technique et méthodologique aux gestionnaires de cours d'eau et de marais.

La lutte contre la pêche et la commercialisation illicite de la civelle a été très fortement amplifiée avec un renforcement des opérations de police regroupant les différents services concernés et, sur proposition de la DIREN des Pays de la Loire, la mobilisation du Groupement d'Intervention Régional (GIR) des Pays de la Loire qui a permis le démantèlement de réseaux de commercialisation illicite sur l'Arc Atlantique.

Le nouveau plan de gestion « saumon, aloses, lamproies et truite de mer » a été rédigé et validé par le COGEPOMI pour la période 2009-2013.

Il a fixé les objectifs généraux suivants :

- ❑ Obtenir le rétablissement et assurer le maintien à long terme de populations viables des différentes espèces de migrateurs,
- ❑ Obtenir une production naturelle conforme aux potentialités du bassin,
- ❑ Maintenir une gestion et une exploitation durable de la ressource.

Les principales mesures portent en particulier sur la restauration de la libre circulation avec identification des obstacles majeurs et propositions de solutions d'urgence pour la dévalaison de l'anguille et le franchissement des micro-centrales ; sur la pérennisation des outils de reconstitution de la population de saumon (salmoniculture) ; sur l'extension du Tableau de bord « anguille » aux autres espèces.

Le Plan de gestion 2009-2013 est naturellement étroitement articulé avec le plan de gestion national « anguille » demandé par le Règlement européen sur l'anguille du 11 juin 2007 et approuvé par la Commission européenne le 15 février 2010 et le SDAGE Loire Bretagne approuvé le 15 octobre 2009.

Le COGEPOMI a validé également en 2009 un Plan de Gestion des Poissons Migrateurs « partie anguilles » pour la période 2010-2012 : ce document est susceptible d'être modifié du fait de l'approbation du plan anguilles par la Commission européenne et de la mise en œuvre des mesures de ce plan.

Le COGEPOMI a eu également l'occasion de formuler un avis sur les SAGE de sa circonscription en cours d'élaboration.

5. CONCLUSION GENERALE

Les engagements français vis-à-vis de l'Europe et notamment la directive cadre sur l'eau induisent une obligation du maintien, voire de reconquête des populations et de leurs habitats naturels pour les aloses, le grand saumon (saumon atlantique) et les lamproies. Le règlement européen sur l'anguille demande également la mise en œuvre de mesures de restauration de la population.

Le plan Loire est l'outil de mise en œuvre des actions à l'échelle du bassin de la Loire du plan de gestion des poissons migrateurs adopté par le Comité de Gestion des Poissons Migrateurs (COGEPOMI) du bassin de la Loire, des cours d'eaux vendéens et de la Sèvre Niortaise instance décisionnelle en matière de gestion de ces espèces.

La démarche engagée pour la mise en œuvre du Plan Loire Grandeur Nature doit permettre de préserver le bien commun que sont les espèces patrimoniales en danger dont les poissons migrateurs sont une composante forte. En effet, il semble indispensable de poursuivre les actions en faveur de ces espèces notamment pour concrétiser les éléments positifs obtenus pour quelques espèces mais également pour empêcher l'extinction d'autres. Les efforts de connaissance de la biologie et de la dynamique des populations de poissons migrateurs qui impliquent le recueil de données biologiques sur ces espèces doivent être poursuivis afin de pouvoir évaluer l'efficacité des mesures de gestion et de restauration mises en œuvre et de les réorienter si nécessaire. (PLAGEPOMI, SDAGE, Plan Loire).

Cette action répond au PO FEDER, axe 3 mesure 33 « démarche d'excellence pour la restauration des poissons migrateurs », mesures de suivi, d'évaluation et de mutualisation, « étude des facteurs de vulnérabilité des espèces de grands migrateurs » et « suivi et évaluation des actions mises en œuvre ».

Ce travail répond également aux orientations du chapitre 9 du SDAGE, intitulé « rouvrir les rivières aux poissons migrateurs », qui prescrit le suivi régulier de l'état des stocks des grands migrateurs. Ce projet contribue à ajuster les liens et les complémentarités qui existent entre le Plan Loire et le Plan de Gestion des poissons migrateurs notamment en ce qui concerne les aspects de restauration.

L'objectif des programmes en faveur des poissons migrateurs est à terme d'obtenir des conditions de vie, de migration, de colonisation et de reproduction optimales pour atteindre un état pérenne de populations autochtones naturelles suffisantes. Une fois cet état pérenne et durable obtenu, l'attractivité du bassin de la Loire en sera renforcé tant en terme d'image, qu'en termes d'activités halieutiques associées à ces espèces. De plus, les projets de restauration des espèces patrimoniales de poissons migrateurs peuvent avoir des incidences très positives sur l'environnement. Les effets positifs sur la restauration des populations de poissons migrateurs seront maximisés par la mise en synergie avec les mesures visant à améliorer la qualité et la ressource en eau.

Ce projet, intitulé «Recueil de données biologiques sur les populations de poissons migrateurs du bassin de la Loire» a été défini en adéquation avec les aspects identifiés dans le document stratégique du Plan Loire III concernant la préservation et la restauration des espèces patrimoniales de poissons migrateurs et notamment :

- la pérennisation et le développement du suivi des migrations et du suivi évaluatif des actions dans un cadre commun et coordonné ;
- l'amélioration de la connaissance et la recherche sur la biologie des espèces et plus particulièrement sur les facteurs limitant la restauration.

Cette action permet également d'obtenir des indicateurs d'évaluation du programme de restauration des poissons migrateurs par l'acquisition de données d'effectifs au niveau des stations de comptage ou de nombre de nids de frai.

Ce programme d'acquisition de données biologiques répond aux interrogations de suivis pérennes des migrations par un réseau de stations de suivi. Ce dernier obtient des données précises sur les populations de poissons migrateurs du bassin de la Loire à l'entrée des axes, en terme d'état quantitatif (comptage) et qualitatif (taille, temporalité des migrations).

Ce programme apporte également des éléments de compréhensions de la dynamique des espèces en s'attachant aux phases de développement déterminant de chacune d'entre elles.

Compte tenu des enjeux pour l'espèce, le volet connaissance déploie des efforts conséquents sur le saumon atlantique. Il s'attache à préciser les facteurs limitants à tous les stades de développement :

- Évaluation des pertes entre la Loire moyenne et la partie amont
- Evaluation des franchissabilités des ouvrages
- Dénombrement et localisation des frayères
- Évaluation de la survie des œufs sur les zones de reproduction
- Suivi par pêches électriques standardisées des juvéniles de saumons issus de reproduction naturelle ou de déversement

Ainsi, chaque action développée dans le document concerne une mesure du PLAGEPOMI ou du Plan Anguille :

Stations de comptages, Mesure 46 :

La répartition des stations de comptage sur l'ensemble du bassin de la Loire permet de connaître précisément le stock de **saumons atlantiques potentiels** se reproduisant chaque année sur les axes concernés par une station de comptage. En effet, les secteurs de reproduction se situent systématiquement au dessus des dispositifs de comptages. Les effectifs comptabilisés représentent les géniteurs potentiels remontant sur les zones de frayère. Le suivi est robuste puisqu'il couvre l'ensemble de l'année (plus de 98% +/- 3 % par an). Cependant, afin de déterminer les **effectifs de géniteurs sauvages réels**, il est nécessaire d'appliquer sur ces comptages les mortalités estivales, la prédation, les captures illicites et les prélèvements de saumons par la pisciculture de Chanteuges.

Ainsi, les stations de Descartes et Chateauponsac montrent qu'en moyenne à peine 10% des saumons géniteurs potentiels arrivent sur les lieux de fraie. De même, les résultats du radio pistage de 2009 sur l'Allier montrent une mortalité estivale de 41% à laquelle s'ajoute une prédation et pêche illégale de 7%. Ces mortalités totalisent sur le contingent migrant à Vichy en 2009 près de 48%.

Concernant l'année 2010, elle se caractérise, avec **227 saumons, par le plus faible nombre de passages depuis le début du suivi de la passe de Vichy en 1997**. En effet, la cohorte 2010 reste très faible (40%) au regard de la moyenne interannuelle qui est de 554 saumons.

Bien que l'information ne soit pas disponible, nous pouvons émettre l'hypothèse que le nombre de géniteurs réels sur l'axe Allier-Alagnon en 2010 est proportionnellement supérieur à 2009. Nous pouvons en effet considérer que la mortalité estivale de 2009 (41%) n'a pas été atteinte en 2010 en raison de conditions estivales plus favorables (température moins élevée, débits plus importants). Cela souligne cependant la faiblesse des effectifs de géniteurs en 2010 et de leur faible diversité génétique.

Les faibles effectifs sont également confirmés par les suivis sur l'axe Creuse (22 saumons). De plus, la migration du saumon atlantique en 2010 est plus tardive, de quelques jours, que la moyenne historique des passages (1997 à 2009). En effet pour le premier quart des passages

de la population, un décalage de 12 jours est observé. En 2010, comme en 2009, les individus de deux ans sont sous représentés par rapport aux années antérieures sur l'ensemble du réseau de suivi.

Concernant **l'alose**, les effectifs comptés aux stations révèlent une légère amélioration comparativement à 2009 mais reste **très en deçà des effectifs comptés depuis la mise en place du réseau**. Ainsi, hormis un pic avec plus de 9 500 aloses en 2007, les effectifs d'alose franchissant le barrage de Descartes sont globalement en déclin. En 2010, les montées sont diurnes (12h à 19 heures) et sont **plus tardives d'une dizaine de jours mais se sont concentrées sur 100 à 120 jours de migrations**. Les débits des passages sont extrêmement variables (20 à 130 m³/s) et semblent essentiellement liés à la configuration de la passe. Le comptage des géniteurs n'est pas exhaustif, les aloses peuvent en effet frayer dans des zones aval aux stations de comptage.

Les stations de comptage révèlent en 2010 pour **la lamproie** une année plus favorable à la migration que 2009 mais en deçà des années précédentes. Les lamproies privilégient l'axe Vienne mais montrent également de l'intérêt pour l'axe Loire dont les améliorations de transparence migratoire ont permis d'avantage l'accès. Les passages sont essentiellement nocturnes (22 h à 7 heures). Bien que les lamproies montrent une préférence écologique de grande amplitude pour les débits (30 à 140 m³/s), **il existe une relation entre les effectifs comptabilisés et les débits**. De plus, la période de migration démarre dès que l'eau atteint 7°C mais elle est optimale entre 15 et 20°C. **Plus ces conditions sont favorables tôt dans la saison, plus les lamproies arrivent tôt aux stations**. L'augmentation de débit ou une diminution de la température brutale peut stopper cette activité de migration en cours de saison, ce qui a pour conséquence d'allonger la période de montaison. Le comptage des géniteurs n'est pas exhaustif, les lamproies peuvent en effet frayer dans des zones aval aux stations de comptage.

Les stations permettent d'obtenir des informations sur la **colonisation des anguilles** sur les différents axes suivis. Ainsi, la migration nocturne (21 à 7 heures) a lieu préférentiellement entre fin juin et fin août. Elle s'étale sur une centaine de jour. La colonisation du bassin Vienne est assurée par des **individus d'au moins deux ans et les effectifs sont relativement faibles**. Les comptages réalisés aux stations de Vichy, Decize et Poutès, attestent cependant de la présence encore effective de l'espèce à ce niveau de l'axe, témoignant de la transparence migratoire depuis l'estuaire.

En conclusion, les stations de comptage sont de formidables outils d'évaluation des populations de poissons migrateurs. Le suivi à long terme et quotidien des sites permet d'obtenir des données précises sur les changements d'effectifs, de rythmes migratoires et de structuration de population.

L'année 2010 se particularise par un effectif de saumons très en deçà des attentes. Cette cohorte reproductrice extrêmement faible aura probablement un impact sur les remontées futures et ces observations sont de nature à alerter sur la grande fragilité de l'espèce.

Les autres migrateurs, aloses, lamproies, truite de mer et anguille, pour des raisons propres à chacune, montrent également des signes de faiblesse. L'ensemble du réseau de suivi doit nous alerter sur l'état d'urgence des migrateurs.

Les actions complémentaires de suivis peuvent néanmoins nuancer ce constat par la validation d'une colonisation en faveur des actes de restauration et d'une reproduction effectives (aloses, lamproies et saumons). De même soulignons la présence de juvéniles de saumons natifs, y compris au sein de l'axe Creuse où ils avaient complètement disparus.

Perte en ligne du saumon, Mesure 50

Les résultats obtenus en 2010 confirment ceux de 2009 et tendent à montrer que les pertes en ligne entre la Loire moyenne et les stations de comptage ne seraient pas négligeables. En

effet, aucun des 9 saumons marqués en 2010 n'a été détecté aux différents sites de détection implantés sur les principaux affluents. Ce résultat est analogue à celui de 2009. Ainsi, en tout 22 saumons ont été marqués, sans qu'aucun n'ait été détecté sur l'un des enregistreurs du bassin.

Malgré l'avancement des dates de l'opération (par rapport à 2009), seuls 3 individus de 3 ans de mer ont été capturés, soit un tiers. Cette proportion ne coïncide pas avec les observations faites à Vichy en 2010 où cette classe d'âge représente plus de 60% du contingent migrant. Une des explications réside dans le fait que le filet-barrage est retiré dès qu'une élévation brutale du débit a lieu. Or plusieurs coups d'eau se sont produits cette année, notamment pendant la période présumée de migration des saumons âgés de 3 ans de mer. Ainsi, il est probable qu'une part importante des poissons ait profité de ces coups d'eau pour migrer sans être capturée. Cette étude montre ainsi les limites des engins de captures dans le cadre de l'échantillonnage en Loire.

La question de la mesure des pertes en lignes est donc encore une fois posée et les techniques d'échantillonnages testées pour y répondre ne semblent pas convenir. LOGRAMI a donc proposé de ne pas prolonger cette étude.

En conclusion, bien que l'étude de perte en ligne des saumons n'ait pas donné les résultats escomptés, elle fait l'hypothèse d'une mortalité importante entre la Loire moyenne et les zones de contrôle par vidéo comptage. Les résultats obtenus semblent également démontrer une surreprésentativité des individus issus de déversement au stade smolts comparativement aux effectifs comptabilisés aux stations. Ce constat pose l'hypothèse d'un retard à la migration de ces poissons dès la Loire moyenne se traduisant par une forte mortalité ou une plus grande divagation des individus.

Radio pistage du saumon sur l'axe Allier Alagnon, Mesure 50

Cette étude de radio pistage menée en 2009, demandée par l'ensemble des partenaires du bassin dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature et du Plan de Gestion des Poissons Migrateurs 2009-2013, a permis de définir les points de blocages et de retard encore pénalisants pour la remontée du saumon vers les zones de frayères et fournit des données intéressantes concernant les vitesses de déplacements et les conditions de migration hydroclimatiques. Cette étude permet d'évaluer les conditions de franchissements des ouvrages situés sur la partie amont du bassin.

L'étude de radiopistage se base sur le suivi d'un échantillon de 30 saumons capturés à Vichy. Celui-ci est représentatif de la population à différents points de vue : taille et âge de mer des individus, présence/absence de nageoire adipeuse, période de migration... Cette représentation statistique permet d'extrapoler les résultats de migrations à l'ensemble de la cohorte migrante de Vichy en 2009.

Nous avons alors pu constater une vitesse de migration nettement plus rapide au printemps qu'à l'automne malgré des temps de retard qui s'accumulent dès les premiers obstacles en amont de Vichy. La date d'arrivée à Vichy est donc un facteur primordial pour expliquer la mortalité estivale observée (41 %). En effet, **plus l'arrivée est tardive, moins le saumon aura la possibilité d'atteindre des zones favorables** (principalement en termes de température de l'eau) pour passer l'été. Il semblerait que l'amont du Saut du Loup (aussi bien sur l'Allier que sur l'Alagnon) permette une bonne survie des individus durant l'arrêt estival.

Les conditions de température et de débit qui conditionnent l'arrêt et la reprise de la migration sont difficiles à déterminer de manière simple. Il ne fait cependant aucun doute que ces deux facteurs influencent l'activité migratoire du saumon atlantique. De même, une valeur seuil de température pouvant expliquer le taux de mortalité estivale n'a pas pu être mise en évidence, notamment parce que la durée d'exposition à des températures élevées intervient également.

La distance de migration est apparue statistiquement identique selon l'âge de mer, la taille, l'état sanitaire ou la date d'arrivée à Vichy des individus. Cependant, le contingent de fin de migration a un taux de survie plus faible. Les survivants ont néanmoins la capacité de se reproduire dans les mêmes zones que le contingent de début de migration. Ils sont cependant exposés à des conditions moins favorables pour y parvenir.

L'échantillon réalisé nous permet de voir l'impact global des ouvrages sur le potentiel reproducteur de la population. **Nous constatons que les temps de retard pouvant être importants (effet cumulatif), ont un réel impact sur la mortalité estivale.** De plus, l'accessibilité aux frayères les plus en amont est rendue impossible pour de nombreux individus par le barrage de Poutès qui reste très difficilement franchissable.

Sur l'Allier, cette étude a donc permis de montrer la nécessité absolue **d'améliorer rapidement la franchissabilité des obstacles localisés en aval** (afin de garantir à un plus grand nombre d'individus de passer l'été le plus en amont possible pour bénéficier d'une meilleure survie estivale) d'autant que certains de ces ouvrages n'ont plus aucune utilité (Banque de France et Vézézoux). Les seuils de l'A72 et des Madeleines nécessiteraient des aménagements complémentaires. Néanmoins, il apparaît aussi indispensable d'améliorer la **transparence des ouvrages en amont** afin de rendre accessible au saumon atlantique les meilleures frayères, situées en amont du barrage de Poutès. L'étude de « survie sous gravier » réalisée en 2009 sur l'Allier par LOGRAMI a mis en évidence que les zones amont étaient effectivement celles où l'on observe une meilleure survie des œufs.

C'est la première fois que des saumons radiomarqués s'engagent sur l'Alagnon. Cette étude a mis en évidence le **potentiel remarquable de cet affluent pour la population sauvage de saumon atlantique.** En effet, un nombre non négligeable de géniteurs emprunte cet axe pour s'y reproduire. Ce sont globalement les individus arrivés le plus précocement à Vichy. Les frayères semblent y être très bien exploitées par rapport à celles de l'Allier. Enfin, c'est un axe relativement court avec des frayères de bonne qualité situées plus en aval que sur l'Allier. Cependant, ce potentiel est gâché par les mauvaises conditions de franchissabilité de certains ouvrages : notamment Chambezou (relativement en aval sur l'axe) puis Moulin Grand au niveau de Massiac. Tous les efforts doivent se porter en priorité sur ces deux ouvrages, en particulier en ce qui concerne l'entretien des systèmes de franchissabilité mis en place. En l'état actuel, ils ne permettent pas une libre circulation des saumons.

En 2010, seulement 227 saumons ont franchi Vichy au printemps, or on sait que la plupart des saumons (97,2 %) passent Vichy avant l'été (21 juin) d'après les comptages réalisés entre 1997 et 2009. Les conditions météorologiques (le mois de mai 2010 a été assez frais et pluvieux sur la région) ont peut-être permis aux saumons de migrer assez loin pour passer leur arrêt estival dans des zones où la mortalité est plus faible (en amont du saut du Loup).

Une étude de radiopistage est prévue en 2011 sur l'axe Creuse-Gartempe afin de poursuivre ce travail d'amélioration des connaissances sur l'état de l'axe migratoire ligérien et de ses affluents.

En conclusion, les opérations de radio pistage menées en 2009 confirment les résultats obtenus par les études passées :

- plus l'arrivée est tardive, moins le saumon aura la possibilité d'atteindre des zones favorables à la survie estivale.
- les temps de retard engendrés par le franchissement des ouvrages pouvant être importants (effet cumulatif), ils ont un réel impact sur la mortalité estivale.
- la transparence migratoire en amont doit être assurée afin de rendre accessible au saumon atlantique les meilleures frayères, situées en amont du barrage de Poutès.
- l'Alagnon possède un potentiel remarquable pour la population sauvage de saumon atlantique.

Dénombrement de frayères, Mesure 51

L'opération de comptage de frayère de saumon est un élément important, complémentaire des stations de suivi car les résultats permettent d'estimer au plus près les effectifs de géniteurs réels. Les localisations des frayères permettent de plus d'optimiser le plan de déversement des juvéniles en épargnant les secteurs où la reproduction naturelle a été constatée.

Cependant, l'année 2010 n'a pas permis un comptage des frayères de saumons dans la mesure où les conditions hydrologiques nécessaires à cette opération n'ont pas été favorables.

Les conditions hydrologiques de 2010 ont considérablement perturbé les suivis de la reproduction des aloses et de la lamproie marine sur le bassin de la Vienne. Concernant les aloses, l'activité de reproduction a pu être validée sur seulement deux sites (Châtellerault sur la Vienne et Leugny sur la Creuse). Ainsi, les fronts de colonisation observés en 2010 sont des fronts à minima. Les faibles effectifs d'aloses n'ont pas permis d'observer la présence ou la reproduction d'aloses sur le tronçon de la Vienne ouvert par l'aménagement des seuils de Bonneuil et Saint Mars.

En revanche, les suivis de reproduction de la lamproie marine ont permis, malgré des conditions d'observation difficiles, de **valider l'avancée du front de colonisation au-dessus des seuils et barrages de Bonneuil et Saint-Mars**. La frayère active la plus amont a été observée à 23 km en amont de ces seuils. A noter que des observations sur le Clain attestent d'une reproduction sur cet affluent de la Vienne, certainement colonisé à la faveur de conditions hydrologiques très favorables permettant une progression des lamproies sur cet axe jalonné de nombreux ouvrages.

Les données interannuelles montrent une évolution favorable des fronts de migration des aloses et lamproies en rapport avec les aménagements réalisés en faveur de la circulation piscicole sur le bassin Vienne-Creuse-Gartempe depuis 1999. Si les conditions hydrologiques et de température sont favorables, les suivis 2011 devraient permettre de compléter ces données. L'effort sera une nouvelle fois porté sur la Vienne afin de compléter les observations 2010, notamment au regard des améliorations concernant la circulation piscicole.

Enfin, concernant les lamproies, un suivi par marquage Tiris sera réalisé en 2011. Ce suivi a notamment pour but de connaître le contingent de reproducteurs restant en aval des stations de comptage sur le bas de la Vienne. Ces données seront corrélées avec les observations de reproduction en aval et en amont des sites de contrôle de passages des lamproies marquées.

En conclusion, la localisation et le dénombrement des frayères pour l'ensemble des migrateurs suivis permet d'appréhender les effectifs de géniteurs réels. Ces études révèlent également les bénéfices de la transparence migratoire, issus des aménagements et traitements des ouvrages par une avancée des fronts de colonisation. Ces études doivent donc être considérées comme des mesures d'acte de gestion grâce à une réponse systématique des migrateurs à une amélioration de la libre circulation.

Survie sous gravier, Mesure 52

Aucune donnée sur le taux de survie des œufs de saumon atlantique n'existait sur le bassin de l'Allier. C'est donc pour cette raison que l'association LOGRAMI a tenté en 2009 d'analyser cette phase du cycle biologique. Cette première expérience en 2009 sur le bassin de l'Allier a démontré la faisabilité de l'étude et l'intérêt des résultats d'une telle opération.

Les premiers constats montrent clairement qu'il est possible d'appliquer un tel protocole sur le bassin de l'Allier dans les conditions de débits telles que rencontrées en 2009. Ce dispositif,

semble bien adapté à la structure du substrat et n'offre que très peu de prise au courant rendant les capsules peu vulnérables aux coups d'eau. Cependant, l'Allier reste une rivière très capricieuse qui peut, lors de grosses crues, mobiliser un flux important de sédiment qui peut modifier le lit du cours d'eau et compromettre très fortement l'obtention de résultats (impossibilité de retrouver les capsules).

L'analyse des premiers résultats met en évidence une **variabilité de la survie embryonnaire du saumon atlantique entre les trois sites les plus amont et la frayère la plus aval**. Cette dernière montre clairement des taux de survie inférieurs.

Les analyses sur l'oxygène dissous ont permis de mettre en évidence un gradient amont-aval. Ainsi, **les zones amont bénéficient d'une eau oxygénée tandis que des problèmes d'anoxie apparaissent sur les zones aval**. La survie est fortement corrélée à la bonne oxygénation de l'eau, comme nous l'avons montré dans cette étude. En effet, plus le substrat est naturellement oxygéné, meilleure est la survie des œufs. La survie étant meilleure sur les sites les plus amont, il semble primordial que les géniteurs atteignent ces zones pour se reproduire.

En 2010, les conditions hydrologiques n'étant pas réunies sur l'Allier, les tests ont été reportés sur l'Alagnon (prévu en 2011). Les premiers résultats sont attendus en mars 2011.

En conclusion, les analyses réalisées sur les sites tests concernant la survie sous gravier permettent d'attester du **gradient amont –aval de qualité des frayères**. Ainsi, la survie est nettement inférieure sur la zone aval du bassin et au contraire tend à augmenter vers l'amont. Ces résultats soulignent le **gain biologique maximal d'une reproduction le plus en amont possible**.

Evaluation de la production de juvéniles et de l'implantation des alevins issus des déversements, Mesure 53

La méthodologie utilisée et mise en place par l'INRA pour évaluer l'abondance de juvéniles de saumon est validée et éprouvée depuis 1995 et permet une analyse géographique et temporelle de la production de juvéniles de l'année. Elle indique aussi après plusieurs mois de vie en rivière l'implantation automnale des juvéniles déversés avant l'été, phase critique pour la survie des tacons.

Sur **le bassin de la Gartempe**, une série de 12 années de données est maintenant disponible. Concernant les juvéniles déversés, en moyenne 16 stations alevinées ont été pêchées annuellement par la méthode des indices d'abondance. Avec **10,6 ind./5 mN, l'indice moyen 2010 correspond à la moyenne interannuelle 1999-2010. Le taux d'implantation est faible avec une moyenne de 3,4 %**.

L'analyse de la production par secteurs indique que les Cours Médian Supérieur et Cours Supérieur sont près de 4 fois plus productifs que les parties moyennes de la Gartempe. Il semble intéressant de préciser les écarts et de mettre en exergue les sites les plus productifs au regard de leurs caractéristiques physiques, ceux-ci ayant pu évoluer depuis la réalisation des cartographies des habitats, bases du plan de déversement actuel.

A ce propos, en marge des pêches électriques de suivi d'abondance, l'ensemble des secteurs déversés du cours principal de la Gartempe ont été visités en 2010 qu'ils soient pêchés ou non. Les observations montrent qu'environ ¼ d'entre eux ne présenteraient pas des caractéristiques satisfaisantes en terme d'accueil de juvéniles de saumon. Ces premières constatations qui permettront, dans un premier temps, d'ajuster le plan de déversement 2011 devront être affinées. De même, il serait intéressant d'élargir ce travail aux affluents. **L'amélioration des résultats en terme de survie des juvéniles déversés passe par l'optimisation des déversements sur les sites les plus appropriés**.

Concernant le suivi de la production naturelle, les données historiques montrent que la production naturelle en juvéniles de saumon est très faible sur le bassin de la Gartempe (moyenne de 1,2 ind./5 mn sur la période 1999-2009 (BACH et al., 2010)). En 2010, les conditions de déversement des alevins dans des gammes de débit très supérieures au module ont posé la **question de l'origine des juvéniles pêchés** sur les stations **non alevinées** situées en aval (actuellement, seuls les individus déversés au stade smolt sont marqués par ablation de la nageoire adipeuse). De ce fait, les résultats obtenus sur les stations non alevinées n'ont pu faire l'objet d'interprétation quant à la production naturelle de juvéniles. Ceci vaut aussi pour les **stations alevinées, où la présence éventuelle de juvéniles issus de production naturelle** aussi faible soit-elle ne peut être remarquée.

En terme d'analyse des indices d'abondance de juvéniles de saumon, il est indispensable de **connaître l'origine des juvéniles pêchés** afin de distinguer la part de la production naturelle de la contribution due au repeuplement. Ces données et analyses sont indispensables à une bonne évaluation des actions engagées en faveur du saumon sur le bassin Creuse-Gartempe. Il est donc nécessaire de pouvoir distinguer systématiquement les juvéniles issus d'alevinage des juvéniles issus de la production naturelle. Pour ce faire, plusieurs solutions sont envisageables (marquage au déversement, analyses génétiques...) et devraient être étudiées en 2011.

Sur l'amont du bassin, le comptage des frayères a été réalisé sur l'Allier, la Sioule et l'Alagnon en décembre 2009 (Bach et al. 2010), et la localisation des nids a été prise en compte pour la détermination des points de déversements des alevins du CNSS de l'année 2010 (mesure du chapitre 7.2.2 du PLAGEPOMI 2009-2013). Ainsi, aucun déversement n'a été réalisé sur des radiers ayant accueilli de la reproduction naturelle. **L'origine des tacons étant plus facilement identifiable**, les résultats de la campagne 2010 sont donc plus fiables et plus facilement exploitables que ceux de 2009 (pas de comptage frayère durant l'hiver 2008). De plus la diversité de situation des stations permet de lever différentes incertitudes relevées en 2009. Par exemple, les stations dites non alevinées n'accueillant pas de frayère à leur proximité immédiate permettront d'appréhender le phénomène de dispersion (dévalaison) des tacons.

Les différentes mesures biométriques (taille et coefficient de conditions) réalisées lors de cette campagne de pêche 2010 ont permis de mettre en évidence que :

- Les tacons 0+ capturés **sur la Sioule sont significativement plus petits** que ceux capturés sur les autres cours d'eau mais n'ont pas pour autant un mauvais coefficient de condition moyen (le plus mauvais étant rencontré sur la Dore) ;
- Les tacons 0+ capturés sur le secteur S2 (**amont du barrage de Poutès**) sur l'Allier sont **significativement plus grands et présentent un meilleur coefficient de condition** que ceux capturés sur les autres secteurs ;
- Le coefficient de condition des tacons 0+ capturés **sur l'Allier décroît selon un gradient amont-aval** ;
- Sur l'Alagnon et l'Allier, les coefficients de condition sont statistiquement **plus faibles pour les tacons de pisciculture déversés que pour les tacons natifs**.

Sur la rivière Alagnon, le bilan de cette campagne de pêche est plutôt favorable. D'une part, la reproduction naturelle a été productive puisque d'abondants tacons natifs ont été capturés sur les stations à l'amont desquelles des frayères avaient été relevées. D'autre part, l'alevinage a lui aussi été productif puisque des tacons déversés ont été capturés en quantités satisfaisantes (comme en 2009).

Sur la **rivière Allier, les résultats sont les deuxièmes moins bons depuis l'année 2000** car :

- peu de géniteurs se sont reproduits en amont du barrage de Poutès ;
- la reproduction s'est effectuée pour une part importante en aval de l'axe où la survie est la plus faible
- les déversements ont principalement été réalisés sur la partie aval de l'axe.

En effet, 81 % des alevins déversés sur l'Allier ont été déversés sur le secteur S5, secteur le plus aval où les résultats de pêche électrique sont les plus faibles du cours d'eau (ils sont comparables à ceux de la Dore où des problèmes de qualité de l'eau sont avérés depuis plusieurs années). De plus, si l'exploitation du barrage de Poutès est maintenue et qu'aucune amélioration de son système de franchissement n'est opérée, le secteur de la « zone refuge » situé en amont du barrage de Poutès, déterminé comme le plus favorable à la survie sous graviers des œufs de saumons atlantiques (étude 2009) et le plus productif (alevins plus grands et plus fort coefficient de condition) restera sous exploité par les géniteurs. Par conséquent, l'alevinage de ce secteur paraît essentiel en terme de mesure compensatoire à l'exploitation du barrage.

Les résultats des pêches réalisées en amont du barrage de Poutès permettent de confirmer le surcomptage de frayères pressenti lors du traitement des données 2009 (Bach *et al*, 2010). Diverses hypothèses pouvant expliquer ce surcomptage ont été émises : confusion avec frayères de truites fario (présence de truitelles), confusion avec des ébauches de frayères et mauvaise appréciation des observateurs.

Les résultats des pêches réalisées sur certaines stations de la zone refuge n'accueillant pas de frayère ont permis de mettre en évidence un **phénomène restreint de dispersion vers l'aval des tacons**. Ainsi, plus la distance vers l'aval augmente par rapport à une frayère, moins on a de chance de capturer un tacon originaire de la frayère (moins de 5 ind. 0+/5 mn au-delà de 5 km). Cette dispersion semble être un phénomène naturel chez la population de tacons natifs. Des expérimentations par marquage seraient nécessaires afin de vérifier si les tacons de pisciculture déversés adoptent le même comportement.

Sur la rivière **Dore, les résultats sont les moins bons parmi ceux des années où la rivière fut alevinée**. Ce mauvais résultat est peut-être dû à un coup d'eau survenu quelques jours après les déversements. Le manque de donnée concernant la présence ou non de frayère de saumon atlantique sur cette rivière impose un choix arbitraire d'une unique station « non alevinée ». Afin de gagner en pertinence, l'échantillonnage de ce cours d'eau nécessite de programmer un suivi de frayères afin de mieux localiser les futures stations « non alevinées ».

Sur la **Sioule, cette campagne de pêche a permis de constater un évident problème de survie des tacons natifs**. En effet, malgré l'observation en 2009 de frayères en quantité importante, seulement quelques tacons natifs ont été capturés sur les stations « non-alevinées ». L'hypothèse privilégiée pouvant expliquer ce phénomène est l'impact d'un événement hydrologique exceptionnel durant le mois de juin. En effet, les alevins déversés juste après cette crue ont, quant à eux, été capturés en importante quantité. Une opération de survie sous gravier pourrait permettre de lever certaines hypothèses.

En conclusion, le réseau de suivi des juvéniles de saumons apporte des informations cruciales en terme de production des systèmes. Il confirme d'une part la **reproduction naturelle sur l'axe Gartempe et la meilleure productivité des zones amont**. Les résultats de 2010 confirment également le **gradient amont aval de l'Allier** avec une **croissance et un embonpoint plus important pour les individus situés sur la partie amont de la zone refuge**. Les mesures soulignent également les aléas de production des rivières Dore et Sioule. Au contraire, les échantillonnages soulignent la bonne productivité et densité des juvéniles sur l'Alagnon.

Enfin, les interrogations récurrentes sur l'origine des juvéniles (déversés et natifs) rendent les analyses complexes. Il semble essentiel de solutionner la distinction entre les provenances afin de discriminer la production naturelle de celle issue du repeuplement. Les dispersions observées semblent être inférieures à 5 km mais elles sont probablement variables en fonction des débits et de la provenance des poissons.

Monitoring Anguille

Le flux de civelles pénétrant dans la zone estuarienne constitue le recrutement estuarien du bassin. Ce dernier dépend fortement de l'état global du stock d'anguilles européennes et des conditions océaniques de reproduction et de traversée des larves. Mortalité naturelle, sédentarisation de certains individus en zones soumises à marées et prélèvements par pêche vont ensuite déterminer la fraction de ce recrutement estuarien qui va sortir de la zone d'influence de la marée, et constituer ainsi le recrutement fluvial.

La zone d'étude se situe à moins de 130 km de la limite tidale et est totalement libre d'accès depuis la mer. Ainsi, elle devrait être entièrement colonisée par les anguilles d'une taille <300 mm. Mais entre 20 et 40% (respectivement en 2005 et 2010) des sites échantillonnés sont exempts de jeunes anguilles. **Il apparaît alors que le recrutement fluvial (représenté par la présence de ces jeunes individus) soit insuffisant pour permettre une colonisation de l'ensemble du bassin versant.** Ce résultat avait déjà été observé sur la Loire avec les données d'abondance pour la période 1995 à 2003 dans une étude menée par l'université de Rennes (Laffaille *et al.*, 2009). Mais le recrutement fluvial semble depuis diminuer et ceci de façon très rapide entre 2005 et 2010 (- 37% des densités des anguilles <300 mm).

Le déclin de l'anguille en Loire aval est aussi important pour les anguilles plus âgées. En effet, les anguilles d'une taille comprise entre 300 et 450 mm étaient encore relativement présentes et abondantes dans les zones médianes et aval de la Loire lors de la période 1995-2003 (Laffaille *et al.*, 2009). Mais dans notre secteur d'étude, entre 2005 et 2010 elles ne sont plus présentes que dans 63% des sites et leur densité a diminué de 66%. Il en est de même pour les anguilles >450 mm. Ces deux groupes d'anguilles représentent les futurs reproducteurs, respectivement les mâles et les femelles. Cette diminution des abondances ne semble pas encore avoir été totalement observée par les pêcheurs professionnels d'anguilles argentées de la Loire se focalisant sur les femelles. En effet, leurs captures diminuent de façon linéaire depuis le milieu des années 80 mais cette diminution semble plus en lien avec la réduction progressive de l'effort de pêche. Cependant, la forte diminution du renouvellement des géniteurs potentiels (que nous avons mesurée en Loire aval) pourrait se traduire à court ou moyen terme par un décrochement brutal des captures d'anguilles argentées comme cela a été montré par le modèle de dynamique des populations développé par Feunteun (2002).

De par sa position géographique très favorable au recrutement estuarien d'anguille et sa totale libre colonisation, la Loire aval est certainement le bassin versant le plus avantageux pour les stocks continentaux d'anguilles européennes. La forte baisse en quelques années du recrutement fluvial, des effectifs en place et des géniteurs potentiels en Loire aval sont des **signes majeurs du déclin rapide de l'anguille européenne.** Pour augmenter très rapidement en quantité les effectifs en place et notamment de géniteurs potentiels (principal objectif de la directive européenne sur l'anguille) il est essentiel de stopper toutes les mortalités anthropiques en zone continentale.