



LOGRAMI
Loire Grands Migrateurs



Conseil Supérieur de la Pêche
Protection des milieux aquatiques

**REPERAGE ET EVALUATION DES SURFACES
POTENTIELLES DE DEVELOPPEMENT DE JUVENILES DE
SAUMONS ATLANTIQUE
PROPOSITION D'UN MODELE DE GESTION DES STOCKS
SUR LES BASSINS DE L'ALLIER ET DE L'ARROUX**

**Participations financières : Union Européenne (FEOGA), Agence
de l'Eau Loire – Bretagne, DIREN Auvergne, DIREN Bourgogne,
Conseil Supérieur de la Pêche.**

1999

 *Siège Administratif*
8, rue de la Ronde
03 500 St-Pourçain-sur-Sioule

LOGRAMI
Téléphone 04 70 45 73 41
Télécopie 04 70 45 73 45

Siège Social
49, route d'Olivet
45 100 Orléans

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
1 OBJECTIFS ET MOYENS	2
1.1 Objectifs	2
1.2 Moyens techniques mis en œuvre	2
2 ETUDE CARTOGRAPHIQUE. Rapport de J.R. MALAVOI.....	4
2.1 Cours d'eau étudiés.....	4
2.2 Méthodologie.....	5
2.2.1 Définitions des faciès d'écoulement	5
2.2.2 Types de faciès observés.....	5
2.2.3 Résultats	6
2.3 Conclusion générale.....	11
3 DEUXIEME PHASE : EXPERTISES BIOLOGIQUES	12
3.1 Méthodologie.....	12
3.1.1 Rupture de pente.....	12
3.1.2 Expertise	14
3.1.3 Méthode Equivalent Radier - Rapide (ERR)	17
3.2 Résultats	19
3.2.1 Potentialité du bassin de l'Allier	20
3.2.2 Approche par cours d'eau	24
4 MODELISATION.....	28
4.1 Les objectifs	28
4.2 Le modèle.....	28
4.3 Remarques :.....	29
4.4 Conclusions :.....	29
5 BILAN – DISCUSSION ET ORIENTATIONS	30
5.1 Bilan	30
5.2 Discussion	30
5.2.1 Les taux de survie et les taux de retour	30
5.2.2 Adultes	31
5.2.3 Définition du seuil de conservation moyen	33
5.3 Orientations	34
5.3.1 Frayères.....	34
5.3.2 Soutien des effectifs.....	35
5.3.3 Suivi des peuplements	35
CONCLUSIONS.....	38

INTRODUCTION

Depuis plus d'une vingtaine d'années, de nombreuses actions de restauration des populations de saumon ont été conduites sur le bassin Loire (axes Vienne Creuse Gartempe et Allier Sioule Dore Alagnon). Plus récemment des opérations ont été conduites sur le bassin de l'Arroux.

Cette restauration s'appuie sur les principes généraux suivants :

- reconquête des zones de production pour l'espèce par le rétablissement de l'accès aux zones de frayères ;
- soutien des effectifs par des déversements de juvéniles produits en pisciculture ;
- recueil de données sur l'état des populations (comptage de frayères, inventaires des populations de juvéniles, comptage des adultes en montaison, recensement des captures) ;
- gestion de l'exploitation (mesures réglementaires).

L'amélioration des connaissances sur l'état des populations et les progrès qui ont été réalisés ces dernières années en matière de suivi de l'évolution des peuplements permettent maintenant d'envisager l'établissement d'un modèle prévisionnel d'aide à la gestion des stocks. Ce modèle doit permettre :

- de préciser les résultats à attendre des opérations de restauration en terme de saumons de retour ;
- de situer ces résultats par rapport aux potentialités productives du bassin ;
- de préciser la part du contingent migrant à préserver pour une restauration durable des populations (définition du seuil de conservation) et celle qui pourrait être valorisée socialement et économiquement par la pêche (Taux Autorisés de Capture = T.A.C.).

Préalablement à l'élaboration de ce modèle, une cartographie précise des surfaces permettant la croissance des juvéniles de saumon a été réalisée. A partir de ces éléments et des données disponibles, les potentialités productives des différents bassins ont été évaluées.

La mise en place de ce modèle a suscité diverses discussions et a révélé un manque de données relatives à la dynamique de ces populations. Pour répondre à ces interrogations, plusieurs hypothèses sur les taux de survie aux différents stades ont été retenues dans le cadre de ce travail. Ces hypothèses devront faire l'objet de validation dans les années à venir. Aussi cette étude propose un certain nombre d'orientations concernant les opérations de restauration.

1 OBJECTIFS ET MOYENS

1.1 Objectifs

La finalité de cette étude est de mettre en place un modèle d'aide à la gestion des populations du bassin Loire – Allier. Il doit permettre notamment d'apprécier la compatibilité entre les objectifs fixés ou souhaités par les gestionnaires et les réalités biologiques actuelles de l'espèce. L'élaboration de ce modèle nécessite :

- la définition du potentiel productif pour les différents cours d'eau faisant l'objet d'un programme de restauration ;
- la définition du potentiel de l'ensemble du bassin de l'Allier et de celui de l'Arroux ;
- la collecte et la synthèse des données existantes.

1.2 Moyens techniques mis en œuvre

Pour le bassin de l'Allier, il est apparu nécessaire :

- de redéfinir le potentiel de façon plus exhaustive et plus précise,
- d'évaluer le programme existant et définir d'éventuelles réorientations,
- d'actualiser les objectifs de restauration.

Afin de décrire les différents milieux concernés, une méthode descriptive, homogène et exhaustive a été appliquée sur l'Arroux, l'Allier, la Sioule, la Dore, l'Alagnon et le Chapeauroux. L'axe Gartempe **[2]**, déjà décrit du point de vue des potentialités de production et de croissance de juvéniles fera l'objet d'une homogénéisation pour la représentation cartographique des résultats.

- 1 ère phase :

Un travail de reconnaissance par survols aériens en période d'étiage, de prises de vues vidéo et de cartographies au 1 / 25000 a été réalisé par J. R. MALAVOI (Ingénieur Conseil – Hydrogéomorphologue, **[3]**).

- 2 ème phase :

Evaluation, à partir des différents faciès répertoriés et cartographiés de la production potentielle des secteurs en terme de saumoneaux dévalants.

Pour se faire, deux méthodologies ont été utilisées :

- l'une consistant à réaliser une expertise exhaustive de la production potentielle de chaque faciès décrit, pour tous les cours d'eau ;
- l'autre visant à utiliser le protocole mis en place en Bretagne (PORCHER et PREVOST, [4]) et qui totalise par faciès les surfaces en eau supportant la production de juvéniles.

Ces deux méthodes seront désignées respectivement "expertise" et "méthode Equivalent Radier - Rapide" (ERR).

2 ETUDE CARTOGRAPHIQUE. Rapport de J.R. MALAVOI

Ce paragraphe a été rédigé par J.R. MALAVOI [3]. En fonction des nécessités de l'étude, le document initial a subi quelques modifications.

2.1 Cours d'eau étudiés

Six cours d'eau ont été retenus en fonction de leur valeur historique pour cette espèce. Ce sont de l'aval vers l'amont :

- pour le bassin de l'Allier :

- l'Allier
- la Sioule (affluent rive gauche)
- la Dore (affluent rive droite)
- l'Alagnon (affluent rive gauche)
- le Chapeauroux (affluent rive gauche)

- pour le bassin de la Loire :

- l'Arroux (affluent rive droite de la Loire)
Les affluents de l'Arroux (Celle, Méchet et Ternin) ont été également pris en compte.

Pour chacun d'entre eux, les secteurs favorables à la croissance des juvéniles de saumon atlantique ont fait l'objet de survols en hélicoptère. Les affluents de l'Arroux, étroits et présentant une ripisylve importante, n'ont pu être étudiés à partir des survols. Cependant un repérage à pied de chacun d'entre eux a été effectué par P. BARAN (CSP – Délégation Régionale de Lyon).

Bassin	Cours d'eau	Limite amont du secteur étudié	Limite aval du secteur étudié	Kilométrage (Km)
Allier	Allier	Pont de Luc	Pont de Pont du Château	223
	Sioule	Barrage de Queuille	Confluence avec l'Allier	86
	Dore	Ambert	Confluence avec l'Allier	88
	Alagnon	Confluence avec l'Allanche	Confluence avec l'Allier	57
	Chapeauroux	Barrage d'Auroux	Confluence avec l'Allier	22
Loire	Arroux (hors affluents)	Autun	Confluence avec la Loire	83

Tableau 1 : Définition des zones d'étude pour chaque cours d'eau.

2. 2 Méthodologie

Nous avons choisi de quantifier les surfaces potentielles de production par le biais du dénombrement des faciès d'écoulement.

2.2.1 Définitions des faciès d'écoulement

On appelle faciès d'écoulement toute portion de cours d'eau située dans le lit mouillé et présentant sur une certaine longueur, une physionomie générale homogène sur le plan des hauteurs d'eau, vitesse, substrat (paramètres utilisés dans la description de l'habitat de la faune piscicole) ainsi que du profil en long et des profils en travers.

Les faciès d'écoulement sont une image synthétique des principaux types d'habitats aquatiques. On sait aussi qu'ils peuvent être utilisés comme paramètres indicateurs de la dynamique fluviale.

Ces entités peuvent être subdivisées en 2 grandes catégories :

Faciès dits "lenticques" (à vitesses faibles) : mouilles (profonds), chenaux lenticques, pools, plats lenticques.

Faciès dits "lotiques" (à vitesses fortes) : cascades, radiers à blocs, radiers, plats, rapides, chenaux lotiques.

2.2.2 Types de faciès observés

La méthode a consisté à réaliser des prises de vues vidéo en continu à partir d'un hélicoptère volant à basse altitude (moins de 100m/sol).

Ces prises de vue ont été réalisées en juillet 1998, pendant l'étiage. Huit grands types de faciès ont été identifiés et cartographiés sous MAPINFO (Système d'Information Géographique ou SIG) :

Catégorie	Faciès	Abréviation MALAVOI	Profondeur (cm)	Vitesse du Courant (cm/s)	Granulométrie (diamètre à 90% : D90)	Autres Dénominations
LOTIQUE	Cascade	CAS	50< Chute< 150	-	Très grossière D90 > 1 m	
	Rapide	RAP	< 60 peu profond	> 100 forte	> 500 m très grossière	
	Radier à blocs	RAB	< 60	-	Blocs > 300 - 400 mm de diamètre	
	Radier	RAD	< 60	40 – 80 moyenne à forte	Grossière D90 = 200 mm	
	Plat lotique	PLA	< 60	30 – 60 moyenne à forte	D90 = 50 – 100 mm	Plat courant
	Chenal lotique	CLO	> 60	> 100	Blocs – rochers	
LENTIQUE	Plat lentique	PLL	< 60	< 30 faible		
	Chenal lentique	CLE	> 60 profond	< 30 faible		Mouille

Tableau 2 : Caractéristiques des différents faciès d'écoulement.

2.2.3 Résultats

Les faciès d'écoulement de l'ensemble du linéaire des 6 cours d'eau (environ 560 km) ont été cartographiés sous SIG MAPINFO, à l'exception de quelques secteurs dont les faciès n'étaient pas discernables du fait d'une ripisylve trop abondante.

Pour les 5 faciès potentiellement « productifs » : rapides, chenaux lotiques, radiers à blocs, radiers et plats lotiques (courants), les largeurs du lit mineur ont été mesurées sur carte au 1:25000 au droit de chaque faciès (NB : nous considérons que cette largeur correspond à la largeur du cours d'eau à l'étiage dans la mesure où les prises de vues aériennes de l'IGN, dont sont issues les cartes, sont généralement réalisées en été).

Le SIG MAPINFO nous a permis de calculer automatiquement la longueur des différents faciès et, par croisement avec leur largeur à l'étiage, leur surface.

2.2.3.1 Proportion des différents types de faciès

L'analyse cartographique permet d'obtenir la fréquence des différents types de faciès sur chacun des cours d'eau et d'avoir ainsi une première image de leur morphologie et de la diversité de leurs habitats aquatiques.

Tableau de synthèse

Ce premier type de résultat est présenté dans le tableau suivant.

	ALLIER								
	CLE	PLL	PLA	RAD	RAB	RAP	CAS	CLO	XXX *
% du nombre total	19.1	16.3	31.3	11.7	9.1	8.6	0	3.7	0.1
Longueur totale (m)	87 686	53 073	44 522	8 263	7 577	9 753	0	4 079	8 126
% du linéaire	39.3	23.8	20	3.7	3.4	4.4	0	1.9	3.6
Surface totale (ha)			141.6	32.1	21.6	24.4			

* : secteurs non décrits du point de vue de la succession des faciès d'écoulement.

	SIOULE								
	CLE	PLL	PLA	RAD	RAB	RAP	CAS	CLO	XXX
% du nombre total	16.8	22.6	32.6	23.1	4.3	0.4	0	0	0.2
Longueur totale (m)	31 187	26 963	19 612	4 865	1 532	179	0	0	1.3
% du linéaire	36.5	31.6	23	5.7	1.8	0.2	0	0	1.3
Surface totale (ha)			59.3	15.1	4.7	0.45			

	DORE								
	CLE	PLL	PLA	RAD	RAB	RAP	CAS	CLO	XXX
% du nombre total	14.6	21.8	32.7	22.3	5.6	0.3	0	1.2	1.5
Longueur totale (m)	20 507	34 036	24 438	4 248	1 963	212	0	303	2 012
% du linéaire	23.4	38.8	27.9	4.8	2.2	0.2	0	0.3	2.3
Surface totale (ha)			61	10.6	4.6	0.3			

	ALAGNON								
	CLE	PLL	PLA	RAD	RAB	RAP	CAS	CLO	XXX
% du nombre total	9.1	19.3	31	31.1	6.9	0.3	0	0.1	1.3
Longueur totale (m)	8 586	14 102	19 309	9 570	2 861	53	0	359	2030
% du linéaire	15.1	24.8	34	16.8	5	0.1	0	0.6	3.6
Surface totale (ha)			44	20.2	5.7	0.09			

	CHAPEAUROUX							
	CLE	PLL	PLA	RAD	RAB	RAP	CAS	CLO
% du nombre total	14.9	10.9	26.7	25.2	11.9	8.8	1.5	0.0
Longueur totale (m)	4 050	2 622	5 239	4 374	2 493	2 246	210	0.0
% du linéaire	19.1	12.3	24.7	20.6	11.7	10.6	1.0	0.0
Surface totale (ha)			6.9	5.5	2.7	3.1		

	ARROUX								
	CLE	PLL	PLA	RAD	RAB	RAP	CAS	CLO	XXX
% du nombre total	18.3	36.5	33.5	10.3	1.2	0	0	1	0
Longueur totale (m)	28 488	40 885	11 747	1 412	327	0	0	19	0
% du linéaire	34.4	49.3	14.2	1.7	0.4	0	0	0	0
Surface totale (ha)			40.1	3.9	0.7	0			

Tableau 3 : Proportion des différents types de faciès sur chaque cours d'eau.

Analyse

* Proportion lentique - lotique

L'analyse des tableaux permet de constater que les faciès lenticques (PLL, CLE) occupent une position dominante sur l'Allier et la Dore (80 %), la Sioule (70 %) et l'Arroux (80 %). Ils ne représentent que 30 à 40% du linéaire sur le Chapeauroux et l'Alagnon.

* Diversité des faciès

C'est très nettement le Chapeauroux qui présente la meilleure équirépartition des faciès d'écoulement puisque la plupart des types de faciès occupent une part relative allant de 10 à 25% du linéaire.

La Dore, la Sioule et l'Allier ont sensiblement le même « spectre » de faciès avec toutefois la plus forte proportion de faciès rapides sur l'Allier.

L'Arroux est le cours d'eau le moins diversifié, l'essentiel du linéaire étant occupé par les faciès lenticques cités plus haut et les plats lotiques (courants).

* Le cas particulier de la Sioule : effet des seuils de moulins

Lors de l'analyse des films vidéo, nous avons constaté la très forte densité de seuils de moulins sur ce cours d'eau, certains n'étant d'ailleurs manifestement plus utilisés. Ces barrages ont pour effet de caler fortement la ligne d'eau à leur amont sur une longueur variable, fonction de la hauteur du barrage et de la pente du fond du lit en amont de l'ouvrage. Ce calage hydraulique génère des faciès "chenal lentique" ou "plat lentique" sur des secteurs où ils ne devraient pas nécessairement se développer ou du moins sur un linéaire aussi important.

Une analyse sommaire de « l'effet barrage » sur la présence de ces deux types de faciès a été menée. Pour ce faire, nous avons calculé la longueur des faciès "chenal lentique" et "plat lentique" situés en amont immédiat des ouvrages.

	sans barrage		lié à barrage	
	CLE	PLL	CLE	PLL
Longueur totale (m)	15 757	22 960	15 430	4 003

	CLE	PLL
longueur totale	31 187	26 963
longueur liée à barrage	15 430	4 003
Lié au barrage	49.4	14.8

Tableau 4 : Longueur des faciès "chenal lentique" et "plat lentique" naturels et de ceux situés en amont immédiat de barrages.

Le résultat indique en première analyse que près de 50 % du linéaire de "chenal lentique" et 15 % du linéaire de "plat lentique" est lié à un calage de la ligne d'eau par des seuils de moulins ou autres types de barrages.

Cela ne signifie pas qu'en l'absence de barrage il n'y aurait que des faciès lotiques, mais il est possible d'estimer la proportion de faciès lentières naturels sur la Sioule moyenne et aval en enlevant les 19.4 km de chenaux et plats lentières liés à des barrages de la longueur totale analysée. On recalcule alors la proportion des faciès lentières « naturels » sur cette longueur « naturelle ». On obtient ainsi 59 % du linéaire, soit près de 9 % de moins que le calcul réalisé sur la totalité du linéaire, faciès naturels et artificiels confondus.

Cela signifie en simplifiant, qu'il serait possible de regagner environ 41 % de linéaire en faciès lotiques sur les 19.4 km actuellement calés par des seuils, soit sensiblement 8 km.

Ceci n'est qu'une première estimation très sommaire qu'il faudrait affiner par tronçons homogènes de la Sioule.

2.2.3.2 Synthèse sur les surfaces de production

Le tableau suivant présente la synthèse des résultats obtenus en termes de surfaces potentielles de reproduction des saumons et de développement des tacons.

		PLAT COUR.	RADIER	RADIER A BLOCS	RAPIDE	TOTAL	% du total
ALLIER	ha	141.6	32.1	21.6	24.4	219.7	43.2
	%	64.5	14.6	9.8	11.1		
CHAPEAUROUX	ha	6.9	5.5	2.7	3.1	18.2	3.6
	%	36.4	31.2	15.3	17.6		
DORE	ha	61	10.6	4.6	0.3	76.5	15
	%	79.7	13.9	6	0.4		
ALAGNON	ha	44	20.2	5.7	0.09	70	13.8
	%	62.9	28.9	8.1	0.1		
SIOULE	ha	59.3	15.1	4.7	0.4	79.6	15.6
	%	74.5	19	5.9	0.5		
ARROUX	Ha	40.1	3.9	0.7	0	44.7	8.8
	%	89.7	8.7	1.6	0		
	TOTAL	352.4	87.4	40	28.3	508.7	
	% du total	69.3	17.2	7.9	5.6		

Tableau 5 : Surfaces potentielles de production pour chaque cours d'eau et chaque type de faciès (hectares).

Plusieurs observations peuvent être formulées :

- ce sont, parmi les faciès potentiellement productifs (au total 509 ha), les plats courants qui dominent nettement, quel que soit le cours d'eau (en moyenne 68 % pour chaque cours d'eau et 70 % du total des 509 ha), sauf sur le Chapeauroux où la domination est moins nette (36 %). Les surfaces de production de l'Arroux (hors affluents) sont même constituées à 90 % par les plats courants.
- les radiers constituent le deuxième type dominant de surfaces de production, particulièrement sur le Chapeauroux (31 %) et l'Alagnon (29 %).
- les radiers à blocs et les rapides atteignent 20 à 30 % des surfaces potentielles de production sur l'Allier et le Chapeauroux.
- c'est l'Allier qui contribue le plus à la surface totale des faciès potentiellement productifs ; ce qui est logique compte tenu de sa longueur. La Sioule, la Dore et l'Alagnon sont à égalité suivies par l'Arroux qui ne représente que 8 % du total et le Chapeauroux (3 %).

- si l'on détaille ces résultats par faciès on observe que chaque cours d'eau contribue sensiblement de la même façon à la surface totale des plats et radiers, à l'exception du Chapeauroux dont les plats ne représentent que 2 % de la surface totale des plats des cours d'eau analysés.
L'Allier se distingue par sa forte contribution aux surfaces en radiers à blocs (54 % du total pour ce type de faciès) et surtout en rapides (86 % de la surface totale pour ce faciès).

2.3 Conclusion générale

L'analyse de l'ensemble de ces résultats indique que ces cours d'eau ont globalement une bonne potentialité pour la reproduction des saumons et le développement des tacons.

Ils présentent aussi (notamment le Chapeauroux) une assez grande diversité de faciès, gage d'une bonne biodiversité. Seul l'Arroux est très notablement dominé par les faciès lenticques (85 % de son linéaire), mais il s'agit probablement de sa « norme typologique ».

La Sioule présente par contre manifestement un linéaire de faciès lenticques plus important que « la normale », lié à des barrages calant la ligne d'eau.

A longueur identique l'Alagnon, la Dore et la Sioule ont des surfaces de production sensiblement équivalentes (70 à 80 ha), dominées par les plats.

L'Arroux se distingue là encore par sa pauvreté en zones de production malgré une longueur équivalente (44 ha dont 40 de plats courants).

3 DEUXIEME PHASE : EXPERTISES BIOLOGIQUES

Tous les éléments recueillis ci-dessus permettent de caractériser les différentes rivières du point de vue morphologique. Pour définir les potentialités de ces milieux quant à la production et à la croissance de juvéniles de saumon, il nous faut leur appliquer tout un ensemble d'opérations intégrant de nombreux paramètres mésologiques et biologiques. Les résultats de ces dernières sont présentés ici.

3.1 Méthodologie

3.1.1 Rupture de pente

Dans un premier temps, nous avons découpé chaque axe en secteurs de pente homogène afin de mettre en évidence, le cas échéant, un gradient reliant la pente à la production potentielle en tacons.

Protocole :

Les profils longitudinaux établis par les services des Ponts et Chaussées ont été recueillis auprès des organismes suivants : Direction Départementale de l'Équipement de l'Allier, du Cantal et du Puy de Dôme, Délégation Régionale de Clermont – Ferrand du Conseil Supérieur de la Pêche.

Cours d'eau	Zones concernées	Remarques
Allier	- Cellier de Luc au Pont de Joze	Profil de 1936
Sioule	- de Queuille au pont de St Gal - du Pont de Menat à la confluence avec l'Allier.	- Profil de 1932
Dore	- d'Ambert à la confluence avec l'Allier.	Profil de 1935
Alagnon	- de Murat à Torsiac - de Torsiac à la confluence avec l'Allier.	Profil de 1953 Profil de 1953
Chapeauroux	- de Chastanier à la confluence avec l'Allier	Profil de 1920

Tableau 6 : Zones étudiées vis à vis de leur profil longitudinal.

Remarque : aucune donnée concernant l'Arroux n'a pu être obtenue.

A partir de ces profils, les zones de rupture de pente ont été, tout d'abord, définies visuellement puis ont été validées par traitement informatique. Chaque zone a été isolée et la valeur de sa pente moyenne a pu être calculée.

Une fois le point de rupture déterminé, il faut :

- lui attribuer un point de repère géographique (commune, confluence, pont, camping,...)
- le situer par rapport aux faciès d'écoulement de MALAVOI (code faciès).

Cours d'eau	Zones	Code	Pente (%)	Code Faciès	Coefficient de régression (R ²)
Allier	- Luc à St Etienne du Vigan	P1	0.37	1 à 251	0.99
	- St Etienne du Vigan à la confluence avec le Chapeauroux	P2	0.90	252 à 479	0.99
	- Confluence avec le Chapeauroux à la confluence avec la Chanteronne	P3	0.46	480 à 851	0.99
	- Confluence avec la Chanteronne au pont de St Julien	P4	0.40	852 à 971	0.98
	- Pont de St Julien au moulin de Vieille Brioude	P5	0.21	972 à 1337	0.99
	- Moulin de Vieille Brioude à la confluence avec la Couze Pavin	P6	0.14	1338 à 1479	0.99
	- Confluence de la Couze Pavin à la confluence avec la Couze Chambon	P7	0.15	1480 à 1547	0.98
	- Confluence Couze Chambon au pont de Joze	P8	0.12	1548 à 1690	0.99
Sioule	- Queuille aux Thermes de Châteauneuf	P1	0.29	1 à 75	0.99
	- Thermes de Châteauneuf au moulin de Lavaux	P2	0.24	76 à 184	0.99
	- Moulin de Lavaux au moulin de St Gal	P3	0.37	185 à 222	0.98
	- Moulin de St Gal à Entremiolles	P4	0.20	223 à 526	0.99
	- Entremiolles à la confluence avec l'Allier.	P5	0.15	527 à 536	0.98
Dore	- Ambert au pont SNCF de Vertolaye	P1	0.28	1 à 132	0.99
	- Pont de Vertolaye au viaduc d'Olliergues	P2	0.66	133 à 248	0.98
	- Viaduc d'Olliergues à l'usine de Sauviat	P3	0.48	249 à 391	0.99
	- Usine de Sauviat à l'usine de Lagat	P4	0.64	392 à 449	0.95
	- Usine de Lagat à la confluence avec la Durolle	P5	0.16	450 à 525	0.99
	- Confluence avec la Durolle à la confluence avec l'Allier	P6	0.09	526 à	0.99

Cours d'eau (suite)	Zones	Code	Pente (%)	Code Faciès	Coefficient de régression (R ²)
Alagnon	- Confluence avec l'Allanche à la confluence avec le ruisseau de Ferrières St Mary	P1	1.1	1 à 81	0.99
	- Confluence avec ruisseau de Ferrières au Moulin Grand	P2	0.79	82 à 240	0.99
	- Moulin Grand à la confluence avec l'Allier	P3	0.42	241 à	0.99
Chapeauroux	- Barrage d'Auroux au moulin d'Ussel	P1	1.1	-	0.99
	- Moulin d'Ussel au moulin de Ste Colombe de Montauroux	P2	1.6	-	0.99
	- Moulin de Ste Colombe au canal d'arrosage de Laval Atger	P3	1.3	-	0.98
	- Canal arrosage à la passerelle du moulin de Paraire	P4	0.8	-	0.99
	- Passerelle du moulin de Paraire à la confluence avec l'Allier	P5	1.9	-	0.98

Tableau 7 : Zones de rupture de pente (cf. ANNEXE A).

Ce travail ne nous a pas permis de mettre en évidence une corrélation évidente entre les productions potentielles et les pentes. De même, l'analyse par zone de rupture de pente de la répartition des faciès n'a pas révélé l'existence d'une relation entre ces deux éléments.

Cependant, la définition de ces secteurs homogènes du point de vue de la pente nous a servi pour renseigner les secteurs non expertisés.

3.1.2 EXPERTISE

L'expertise du nombre potentiel de tacons 0 + automnaux pouvant être produits par un faciès est réalisée par P. BOMASSI, Délégation Régionale du Conseil Supérieur de la Pêche de Clermont – Ferrand. En reprenant les enregistrements des différents survols et les cartographies issues de leur dépouillement, il attribue à chaque faciès une production potentielle moyenne en terme de tacons par hectare. Cette valeur est fonction de l'expérience acquise à partir des pêches d'inventaire pratiquées depuis 1978 relayées depuis 1994 par les pêches de sondage réalisées suivant un protocole standard "pêches en 5 minutes" [26].

Lors de cette démarche, plusieurs paramètres sont intégrés à l'estimation :

- le type de faciès, sa taille,
- la morphologie de celui-ci et son homogénéité,
- sa granulométrie,
- le type du faciès précédent,
- la localisation du faciès (gorges, secteur plus en aval, proximité de la confluence,...),
- la connaissance personnelle de la zone (présence de frayères, résultats des pêches " tacons",...).

A posteriori, un encadrement de la production moyenne est réalisé en définissant une production minimale et maximale potentielle (nombre de tacons par 100 m²).

Production potentielle moyenne Nombre de tacons par 100 m ²	Production minimale potentielle associée	Production maximale potentielle associée
0	0	0
1	0	3
2	1	5
3	1	5
5	3	10
10	5	15
15	10	30
20	15	50
30	20	60
50	30	100
100*	30	100

*: cette classe correspond à quelques faciès exceptionnels en terme de production. Cependant, leur valeur moyenne est plus proche de 50.

Tableau 8 : Encadrement de la production potentielle moyenne de tacons 0 + automnaux par 100 m². Valeurs définies par l'expertise.

Pour chaque faciès, le nombre de tacons par 100 m² est rapporté à la surface réelle de celui-ci. On obtient alors un encadrement de la production moyenne avec une valeur minimale et une maximale.

SECTEURS NON RENSEIGNES

Certaines zones ne sont pas décrites en une succession de faciès d'écoulement. Ceci est dû soit à une partie de bande vidéo non – exploitable, soit au survol d'un secteur boisé rendant impossible l'analyse du milieu.

Il a été décidé d'attribuer à ces secteurs une production potentielle approximée. Afin de diminuer les erreurs de sous ou sur – estimation liée à la position du secteur sur l'axe amont - aval, le cours d'eau sera divisé en zones dont les limites correspondent aux points de rupture de pente. L'appréciation du nombre de tacons automnaux est faite à partir du nombre moyen par m² de surface de la zone de rupture à laquelle appartient le secteur non - renseigné. La même méthode est appliquée pour déterminer le nombre minimum et maximum de tacons potentiellement produits.

Cours d'eau	Secteur non décrit	Code	Longueur m	Zone de rupture	Prod. Moy. / m	Prod. Pot.moy. Nombre de tacons automnaux
Allier	St Etienne du Vigan	000_0251	1088	P1	1.354	1473
	Brassac Les Mines	000_1424	7038	P6	0.122	859
Alagnon	Pont du Vernet	007_0021	118	P1	1.443	170
	Pont du Vernet	007_0023	269	P1	1.443	388
	Ferrières St Mary	007_0101	55	P2	0.764	42
	La Grange	007_0134	46	P2	0.764	35
	Amont Molompize	007_0172	592	P2	0.764	453
	La Roche	007_0217	564	P2	0.764	431
	Confluence Allier	007_0637		P3	0.613	72
Dore	Ambert	012_0010	432	P1	0.143	62
	Terre Rouge	012_0013	148	P1	0.143	22
	Châtelet	012_0031	252	P1	0.143	36
	Pont de Chauttes	012_0041	165	P1	0.143	24
	Cleurettes	012_0044	383	P1	0.143	55
	La Chaux	012_0065	126	P1	0.143	18
	Aval La Valette	012_0264	196	P3	0.457	183
	Les Graves	012_0348	40	P3	0.457	37
	Les Graves	012_0350	85	P3	0.457	79
	Le Breuil	012_0360	185	P3	0.457	173

Tableau 9 : Approximation de la production potentielle des secteurs non renseignés.

Remarque : la Sioule présente un secteur non renseigné au niveau de l'étang de Gouzolles (à l'aval du moulin d'Entremiolles). Si l'on applique la méthode précédente à ce secteur, la production est de deux tacons. Par conséquent, celle-ci a été négligée.

CHAPEAUROUX

Seule la zone s'étendant de l'ancienne mine de Chirac à 500 mètres en aval du pont de St Bonnet de Montauroux a été visionnée et expertisée.

Pour estimer la production potentielle des secteurs non expertisés (73 % du linéaire), la méthode précédente n'a pu être appliquée en raison de l'existence de zones, homogènes du point de vue de la pente, non décrites dans leur totalité. Cependant, la succession des faciès d'écoulement a été définie.

Pour chaque type de faciès se trouvant dans la zone expertisée, le nombre moyen de tacons productibles par m² a été déterminé. La superficie totale de chaque catégorie de faciès non expertisés a été calculée. En rapportant la valeur moyenne précédente à cette surface, la potentialité du Chapeauroux a pu être définie.

Remarques : * le Chapeauroux est le seul cours d'eau étudié présentant des faciès de type cascade. Par avis d'expert, ces zones n'ont pas été retenues comme étant favorables à la croissance des juvéniles de saumon.

* après observation de l'expertise, seuls les rapides, les radiers à blocs, les radiers et les plats lotiques sont estimés productifs.

* la même démarche a été réalisée pour déterminer les productions minimale et maximale.

	Faciès	Surface totale (m ²)	Prod. Moy. Tacons 0+	Prod. par m ²
Zone Expertisée	RAP	6 751	868	0.129
	RAB	17 072	4 208	0.246
	RAD	35 049	9 351	0.267
	PLA	45 439	1 978	0.044
Zone Non expertisée	RAP	23 958	3 091	
	RAB	9 886	2 432	
	RAD	19 703	5 261	
	PLA	23 947	1 054	

Tableau 10 : Résultats concernant la production potentielle de juvéniles pour le Chapeauroux.

3.1.3 Méthode Equivalent Radier - Rapide (ERR)

Cette méthodologie a été mise au point par PREVOST et PORCHER [4]. Elle est adaptée aux cours d'eau bretons et a été développée pour calculer, par cours d'eau, les Totaux Autorisés de Captures (TAC). Cette définition se fait à partir de l'estimation de :

- la surface de production encore appelée surface d'équivalent radier - rapide,
- la densité moyenne de smolts pouvant être produits par le milieu,
- du nombre d'adultes issus de ces smolts.

L'application d'une méthode différente d'estimation de la production s'est avérée nécessaire pour situer l'expertise de P. BOMASSI.

De nombreux éléments tels que la distance à l'estuaire, la morphologie (présence de gorges) nous permettent de différencier les cours d'eau de l'axe Loire – Allier de ceux rencontrés en Bretagne. C'est la raison pour laquelle, ce protocole a été adapté aux secteurs étudiés.

L'évaluation de la surface de production de juvéniles se fait en appliquant la formule suivante :

$$Sp = Srr + (Spl/a)$$

où Sp : surface productive de juvéniles en m² d'équivalent radier – rapide

Srr : surface radier – rapide (m²)

Spl : surface des plats (m²)

a : coefficient de conversion = 5 pour les cours d'eau du Massif Armoricaïn.

Pour les cours d'eau étudiés du bassin de la Loire, nous considérons que les plats lotiques sont potentiellement productifs. Par contre, les plats lentiques, contrairement à la méthode initiale, sont écartés de ce calcul. Le coefficient de conversion attribuant aux plats une production potentielle cinq fois plus faible que celle des zones de radiers et rapides, est conservé.

En comparant les caractéristiques définissant les faciès d'écoulement utilisées par MALAVOI [3] à celles utilisées dans les études bretonnes [7] et [8], il s'est avéré que les chenaux lotiques identifiés par le premier étaient répertoriés sous le terme de rapides par les secondes. De ce fait, ces faciès sont considérés comme potentiellement productifs en terme de tacons dans la méthodologie ERR. Par souci d'homogénéité, la surface de ces chenaux lotiques sera intégrée au calcul de la surface productive.

L'estimation de la surface productive se fait donc de la façon suivante :

$$Sp = Srap + S clo + Srab + Srad + ((1/5)* Spla))$$

avec Sp : surface productive de juvéniles en m² d'équivalent radier - rapide

Srap : surface en m² des rapides

Sclo : surface en m² des chenaux lotiques

Srab : surface en m² des radiers à blocs

Srad : surface en m² des radiers

Spla : surface en m² des plats lotiques.

En Bretagne, l'étude des potentialités d'un bassin inclut l'ensemble des affluents du cours d'eau principal. Ici, ceux ayant un « historique saumon » ou présentant les caractères nécessaires à la croissance des juvéniles ont été retenus (liste paragraphe 2.1).

Une fois cette surface déterminée, on lui affecte une densité moyenne de smolts. Ceci permet l'estimation de la productivité potentielle de ce milieu.

Chacune de ces deux méthodes nous permet d'évaluer les potentialités des cours d'eau du bassin de la Loire. Les résultats obtenus vous sont présentés ci-après.

3.2 Résultats

L'estimation des potentialités productives en terme de juvéniles a été réalisée pour chaque axe.

Remarque : le terme de smolts regroupe à la fois les saumoneaux dévalant au stade 1+ et ceux dévalant au stade 2+.

3.2.1 Potentialité du bassin de l'Allier

Pour le bassin de l'Allier, 476 kilomètres de rivière ont été analysés du point de vue de leurs possibilités de production :

- de tacons automnaux (pour l'expertise)
- de smolts avant dévalaison (ERR).

3.2.1.1 A partir de l'expertise

Le total des surfaces potentiellement productives de chaque rivière déterminé à partir de l'expertise est présenté au tableau 11.

Cours d'eau	S prod. exp. (m ²)	S prod. (ha)
Allier	2 102 335	210
Sioule	585 201	58
Dore	510 560	51
Alagnon	555 036	55
Chapeauroux	181 805	18
Total	3 934 937	393

Tableau 11 : Surface productive issue de l'expertise.

Sur 509 hectares (cf. tableau 5, surface brute), 393 hectares sont estimés productifs par l'expertise. Certains faciès théoriquement productifs sont écartés par cette méthode du fait de leurs propres caractéristiques (nature, localisation, aspect,...).

L'estimation des potentialités productives en terme de juvéniles (tacons automnaux) est détaillée dans le tableau suivant :

Expertise	Prod. pot. tacons
Allier	158 007 * (de 96 076 à 323 875)
Sioule	82 421 * (de 51 547 à 169 011)
Dore	22 089 * (de 12 114 à 45 720)
Alagnon	42 652 * (de 26 256 à 86 314)
Chapeauroux	28 243 * (de 17 716 à 55 819)
Total	333 412* (de 203 709 à 680 739)

* : résultats bruts

Tableau 12 : Encadrement de la production potentielle expertisée de juvéniles de saumons.

Le bassin de l'Allier peut donc produire de **203 700 à 680 750** tacons automnaux.

Afin d'être homogène avec les résultats obtenus par la méthode ERR, le nombre de tacons automnaux est converti en nombre de smolts (avant dévalaison) en appliquant les taux de survie de H. CARMIE ([5] et [25], cf. ANNEXE B). On obtient alors :

Expertise	Prod. pot. smolts
Allier	57 831 (de 35 164 à 118 538)
Sioule	30 166 (de 18 866 à 61 858)
Dore	8 085 (de 4 434 à 16 734)
Alagnon	15 611 (de 9 610 à 31 591)
Chapeauroux	10 337 (de 6 484 à 20 430)
TOTAL	122 030 (de 74558 à 249 200)

Tableau 13 : Nombre potentiel de smolts par axe et pour l'ensemble du bassin de l'Allier.

A partir des tableaux 11 et 13, le nombre moyen de smolts par 100 m² de surface productive peut être déterminé.

Expertise	Nombre moyen de smolts / 100 m²
Allier	2.7
Sioule	5.1
Dore	1.6
Alagnon	2.8
Chapeauroux	5.7

Tableau 14 : Production moyenne de smolts par 100 m² de surface productive.

Les références dont nous disposons sont :

- une densité de 3.5 à 15 saumoneaux par 100 m² de surface productive (H. CARMIE, [5]) pour une valeur moyenne de 7.5.
- de 10 smolts par 100 m² (SYMONS,[6]).

Les valeurs expertisées pour l'Allier sont inférieures aux références bibliographiques. Le travail effectué est exhaustif et fait intervenir différents paramètres propres à chaque faciès(granulométrie, type, encadrement, localisation). Ceci n'est pas le cas des valeurs moyennes faisant acte de références.

3.2.1.2 A partir de la méthode ERR

Afin de pouvoir situer les résultats de l'expertise, l'application de la méthodologie ERR a permis d'estimer la production potentielle de smolts en prenant en compte ici :

- la surface productive définie selon le protocole défini par PREVOST et PORCHER,
- une densité moyenne attribuée à cette surface.

La surface d'équivalent radier - rapide du bassin de l'Allier est de **2 284 285 m²** dont la répartition est la suivante :

Cours d'eau	Surface Rapide (m ²)	Surface Chenal lotique (m ²)	Surface Radier à Blocs (m ²)	Surface Radier (m ²)	Surface Plat lotique (m ²)	Surface Equivalent Radier – Rapide (m ²)
Allier	244 428	125 434	216 584	321 846	1 416 357	1 191 563
Sioule	4 502	0	47 180	151 583	593 472	321 959
Dore	3 486	9 673	46 066	106 605	610 590	287 948
Alagnon	937	7 392	57 671	202 476	440 217	356 519
Chapeauroux	30 709	0	26 958	54 752	69 386	126 296
Total	284 062	142 499	394 459	837 262	3 130 022	2 284 285

Tableau 15 : Surface Equivalent Radier - Rapide pour les cours d'eau du bassin de l'Allier.

Le nombre de smolts potentiellement produits par le milieu est calculé en utilisant les densités de référence relatives au bassin de l'Allier.

H. CARMIE (1997, [5]) définit ces densités comme suit : de 3.5 à 15 smolts par 100 m² de surface productive et une valeur moyenne de 7.5.

Dans le cadre de cette étude, la valeur minimale de 3.5 et moyenne de 7.5 sont retenues. Pour la valeur maximale, la consultation de la bibliographie et d'autres études concernant l'estimation de production de smolts nous amène à choisir la densité de 10 par 100 m² (SYMONS, [6]). Un nouvel encadrement de la production potentielle est de nouveau réalisé.

Elle varie de 80 000 à 228 500 smolts.

Cours d'eau	Prod smolts min (d=3.5 smolts/100m ²)	Prod smolts moy (d = 7.5 smolts/100m ²)	Prod smolts max (d= 10 smolts /100m ²)
Allier	41 704	89 367	119 156
Sioule	11 269	24 147	32 196
Dore	10 078	21 596	28 794
Alagnon	12 478	26 738	35 651
Chapeauroux	4 420	9 472	12 630
Total	79 949	171 320	228 427

Tableau 16 : Production potentielle de smolts en appliquant la méthode ERR.

3.2.1.3 comparaison expertise – ERR

Il s'est avéré intéressant de comparer une méthode exhaustive et une autre basée sur une estimation à partir de valeurs moyennes.

	Expertise	ERR
Nombre de smolts minimal	74 500	80 000
Nombre de smolts maximal	249 200	228 500
Surface productive (m ²)	3 934 937	-
Surface équivalent radier - rapide (m ²)	-	2 284 285
Densité minimale de smolts (par 100 m ² de surface prod.)	1.8	3
Densité maximale de smolts (par 100 m ² de surface prod.)	6.3	10

Tableau 17 : Comparaison des deux méthodes (cf. Annexe C)

En terme de production de smolts, les résultats obtenus pour chacune de ces deux méthodes se recoupent.

Les plus faibles densités (expertise) sont compensées par une surface plus importante. Comme nous le montrerons ultérieurement, certains faciès, considérés habituellement comme non productifs, pris dans leur contexte (position, morphologie, granulométrie) le sont. C'est notamment le cas de quelques plats lenticules.

3.2.1.4 Contribution de chaque axe

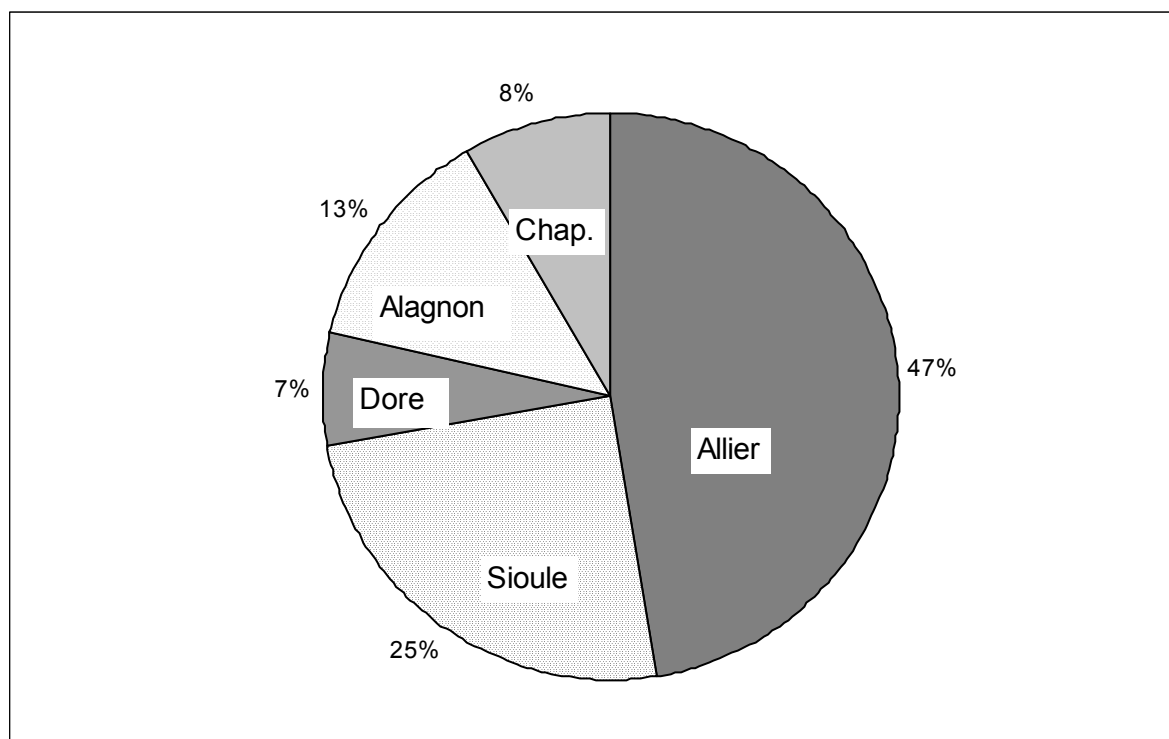


Figure 1 : Contribution de chaque axe à la production potentielle moyenne de tacons automnaux sur le bassin de l'Allier (méthode expertise).

L'Allier assure à elle seule approximativement 50 % de la production potentielle. Son linéaire est de 223 kilomètres. La Sioule, pour une longueur de 86 kilomètres (soit 3 fois moins) peut produire à elle seule la moitié de la quantité de tacons de l'Allier. Les potentialités de cette rivière sont importantes.

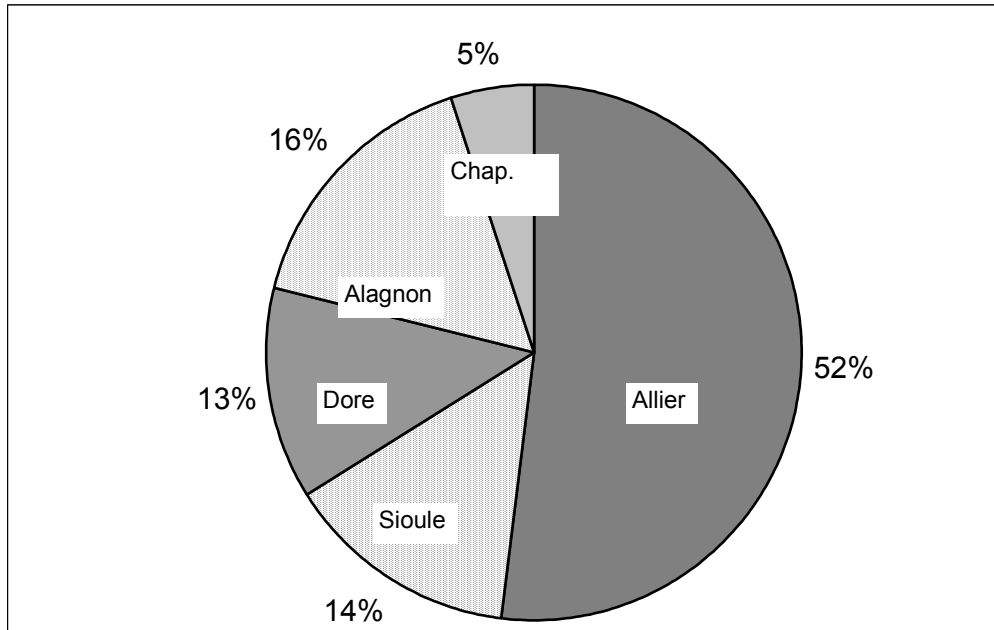


Figure 2 : Contribution (%) de chaque axe à la production potentielle moyenne de smolts sur le bassin de l'Allier (méthode ERR).

L'Allier, comme pour la méthode "expertise", assure à elle seule la moitié de la production potentielle estimée par cette méthode. La Sioule occupe une part moins importante et est devancée par l'Alagnon.

Si l'on prend en considération ces deux méthodes, l'Allier offre 50 % des potentialités productives du bassin. Deux affluents semblent être intéressants : la Sioule et l'Alagnon. Quoique du point de vue ERR, la Dore occupe une bonne position quant à ses potentialités, son expertise nous révèle une capacité moins forte. Cette méthode étant exhaustive et englobant plusieurs paramètres, on peut déduire que ce cours d'eau offre moins d'opportunités quant à la croissance des jeunes saumons.

3.2.2 Approche par cours d'eau

Seuls les cours d'eau appartenant au bassin de l'Allier sont regroupés ici.

3.2.2.1 Les productions potentielles

Les deux méthodologies nous permettent d'estimer les productions suivantes :

	Nombre de smolts	
	Expertise moyenne	ERR moyen
Allier	58 000 (de 35 000 à 118 500)	89 400 (de 41 700 à 119 200)
Sioule	30 000 (de 19 000 à 62 000)	24 000 (de 11 300 à 32 000)
Dore	8 000 (de 4 400 à 16 700)	21 600 (de 10 000 à 28 800)
Alagnon	15 600 (de 9 600 à 31 600)	26 700 (de 12 500 à 35 700)
Chapeauroux	10 300 (de 6 500 à 20 400)	10 000 (de 4 400 à 12 600)

Tableau 18 : Production potentielle (nombre de smolts) obtenue pour chaque cours d'eau.

On peut noter les bons résultats obtenus par l'expertise pour la Sioule. Elle peut assurer à elle seule la moitié des potentialités de l'Allier.

La Dore est le cours d'eau présentant le plus grand décalage entre les deux méthodes utilisées. Pour tenter d'expliquer cela, il faut s'intéresser à la contribution de chaque type de faciès, et plus particulièrement à celle des plats lotiques, à la production potentielle.

	Expertise (PLA)	ERR (PLA)
Allier	30	27
Sioule	35.3	37
Dore	31.1	44
Alagnon	17.8	25

Tableau 19 : Contribution (%) des plats lotiques à la production potentielle déterminée par chacune des deux méthodes.

Leur contribution est proche de 45 % par la méthode ERR. Lors de l'expertise, l'aspect de ces faciès (granulométrie, encadrement, pente, courant, ...) sont pris en considération. Il en résulte une plus faible participation de ces faciès à la production globale sur ce cours d'eau.

Remarque :

** le Chapeauroux n'a pas été intégré (ainsi que dans la présentation suivante) car le mode d'expertise est particulier. Il s'agit en fait d'une extrapolation de valeurs obtenues pour un secteur limité, à l'ensemble du linéaire.*

Ces résultats sont également représentés sous forme de graphiques en **Annexe D**

Il a semblé intéressant de matérialiser la répartition des faciès expertisés productifs le long de l'axe. Pour chaque rivière, une zonation en fonction de la productivité est réalisée. Il s'agit d'une approche visuelle. Chaque limite est définie du point de vue géographique. La contribution en terme de production de tacons automnaux est calculée pour chacune de ces zones. Les représentations de ces répartitions se trouvent en **Annexes E et F**.

Allier :

Deux secteurs assurent la majorité de la production potentielle :

- du Pont de Luc à Vieille Brioude en zone plus amont (89 % des potentialités)
- de la confluence de la Couze Pavin à la confluence avec le Jauron (8.3 %). On peut noter que 58 % des faciès productifs, donc la majorité des potentialités de cet axe, se trouvent en amont du barrage hydroélectrique de Poutès.

Sioule :

La majeure partie de la production est rencontrée entre le barrage de Queuille et le Viaduc de Rouzat (91 %). 56 % des potentialités se trouvent entre les Garachons et le pont d'Ebreuil. Ces limites correspondent au secteur appelé "les Gorges". On peut noter que cette rivière présente également des secteurs favorables à la production de tacons en sa partie aval jusqu'au moulin d'Entremiolles .

Alagnon :

Les potentialités de cette rivière se répartissent sur l'ensemble de l'axe sans définition de zones très tranchées.
La zone la plus intéressante en terme de production de tacons se trouve en amont de Molompize.

Dore :

Contrairement à l'Alagnon, la Dore présente une sectorisation claire de ses potentialités. La production s'étend d'Ambert au ruisseau de Minat avec une zone à plus forte production : pont de Collange au moulin de Dore de Sauviat (80.3 %).

3.2.2.2 Analyse de l'Arroux

Les résultats relatifs à l'Arroux font l'objet d'un traitement isolé. Ceci est dû à :

- son appartenance au bassin de la Loire en amont de la confluence avec l'Allier,
- sa morphologie.

Dans le rapport issu du traitement des survols, l'Arroux se différencie des autres cours d'eau. La proportion des faciès dits lentiques est supérieure à celles rencontrées pour les rivières du bassin Allier. Ce constat est de nouveau réalisé lors de l'expertise. La succession des faciès n'a rien de commun avec celle rencontrées dans le bassin de l'Allier. On peut noter également une différence au niveau du type de substrat.

Ces raisons ont été confortées par les résultats obtenus quant à la quantification des potentialités de l'Arroux.

Les potentialités

Selon l'expertise, on peut s'attendre à une production allant de 500 à 2 200 smolts. La méthodologie ERR, quant à elle, attribue à cette rivière des capacités productives pouvant varier de 4 500 à 12 800 smolts avec une surface d'équivalent radier – rapide de 127 923 m².

	Potentialité minimale		Potentialité moyenne		Potentialité maximale	
	Expertise	ERR	Expertise	ERR	Expertise	ERR
Nombre de smolts	503	4 477	1 031	9 594	2 214	12 792

Tableau 20 : Smolts pouvant être potentiellement produits sur l'Arroux. Résultats obtenus par les deux méthodes.

Pour tenter d'expliquer cette différence, il faut s'intéresser aux plats lotiques et à leur contribution à la production potentielle.

	RAB	CLO	RAD	PLA
Expertise	12	0	31	56
ERR	5	1	31	63

Tableau 21 : Contribution (%) à la production potentielle de smolts de chaque type de faciès.

Les deux méthodes donnent des résultats quasiment identiques en terme de contribution. Pour l'expertise, la valeur attribuée à ces faciès de l'Arroux est basse : moyenne de 0.1 smolts par 100 m² de plats lotiques alors que pour l'Allier la même référence est de 0.8 smolts. L'importance numérique de cette catégorie de faciès et leur faible potentialité aux yeux de l'expert, expliquent la différence entre ces deux méthodes.

Répartition géographique des potentialités

La répartition des potentialités de cette rivière représente :

- la faible densité de faciès productifs du point de vue de l'expertise
- une sectorisation particulière avec alternance de secteurs productifs et de secteurs non productifs.

Résultats de l'étude réalisée par P. BARAN et P. ROCHE (DR Lyon du CSP / rapport en cours d'élaboration / communication personnelle).

Suite aux déversements d'alevins nourris au printemps 1999, P. BARAN, Délégation Régionale de Lyon du Conseil Supérieur de la Pêche, s'est livré à un repérage à pied des différents faciès sur les principaux affluents de l'Arroux. Les cours d'eau concernés sont :

- le Ternin
- la Celle
- le Méchet

Il a également défini leurs caractéristiques métriques. Les surfaces respectives des radiers et des plats sont de 12.5 et 22.5 hectares.

Si l'on applique à ces valeurs, la méthodologie "globale surfacique" d'estimation des potentiels, la surface d'équivalent radier - rapide est de :
 $S_{pr} = S_{rad} + (0.2 * S_{pla})$ soit **170 000 m²**.

En partant de cette surface et en lui appliquant les densités références, on peut attendre entre 5 900 (si d = 3.5 smolts / 100 m²) et environ 17 000 smolts (si d = 10 smolts / 100 m²) sur les affluents de l'Arroux.

Cette même méthode ayant été appliquée aux surfaces déterminées par JR MALAVOI sur le cours d'eau principal, on peut donc comparer cette potentialité à celle des tributaires.

	minimum	moyenne	maximum
Arroux ERR	4 477	9 594	12 792
Affluents ERR	5 950	12 750	17 000

Tableau 22 : Potentialités productives en terme de smolts de l'Arroux et de ses principaux affluents.

Quelle que soit la valeur prise en compte (minimum, moyenne et maximum), les affluents concentrent globalement 50 % des capacités productives du bassin de l'Arroux. Si l'on considère qu'en moyenne leur largeur est de 6 à 7 mètres, les potentialités de chacun de ces faciès résident :

- soit dans leur longueur propre
- soit dans leur nombre élevé.

A l'exception de la Dore et de l'Arroux, les résultats obtenus par les deux méthodes sont similaires.

La contribution des plats lotiques est importante quant à la définition des potentialités réalisée en appliquant la méthode ERR.

4 MODELISATION

4.1 Les objectifs

Les méthodes précédentes nous permettent de définir les capacités de production de chaque axe en terme de smolts. On dispose d'un certain nombre de données et d'hypothèses relatives à la dynamique des populations de saumons. La construction d'un modèle englobant les éléments biologiques précédents s'est avérée nécessaire pour apprécier le potentiel en terme de géniteurs de retour et pour poser les bases d'une future gestion patrimoniale et halieutique de l'espèce.

Ce modèle permet de :

- définir le nombre d'adultes de retour sur frayères issus du contingent de smolts cités ci-dessus,
- quantifier les effectifs de smolts issus de ces géniteurs,
- réaliser un cycle biologique complet.

4.2 Le modèle

Le modèle dans sa forme la plus complète est présenté en **Annexe G**.

Un bilan des phases intermédiaires est présenté dans le tableau suivant :

		Tacons 7 mois	Smolts 1+ et 2+	Smolts estuaire	Adultes estuaire	Adultes Frayères
Allier	min.	96 100	35 200	6 800	1 000	490
	moy.	158 000	57 800	11 100	1 700	810
	max.	323 900	118 500	22 800	3 400	1660
Sioule	min.	51 500	18 900	3 600	550	265
	moy.	82 500	30 200	5 800	870	420
	max.	169 000	61 900	11 900	1780	860
Dore	min.	12 100	4 400	850	130	60
	moy.	22 100	8 100	1 600	230	110
	max.	45 800	16 700	3 200	480	230
Alagnon	min.	26 300	9 600	1 800	280	130
	moy.	42 700	15 600	3 000	450	220
	max.	86 400	31 600	6 100	900	440
Chapeauroux	min.	17 700	6 500	1200	190	90
	moy.	28 200	10 300	2 000	300	140
	max.	55 800	20 400	3 900	590	230
Arroux	min.	1 350	500	100	15	7
	moy.	2 800	1 000	200	30	15
	max.	6 000	2 200	420	65	30

Tableau 23 : Principales étapes du modèle mathématique.

4.3 Remarques :

Deux facteurs influencent fortement le modèle :

- la survie des smolts et des adultes au passage de l'estuaire (bouchon vaseux),
- la survie en mer.

Ce sont aussi certainement les deux facteurs les plus mal connus et ceux qui subissent les plus fortes variations

Plusieurs essais de variations de ces éléments ont été réalisés. Certains résultats vous sont présentés en **Annexe G**.

Dans cette simulation (cf. tableau 23), le taux de survie des smolts lors de la traversée du bouchon vaseux et de leur acclimatation au milieu salin est de 25 %. On peut alors attendre en moyenne 800 adultes sur frayères sur l'Allier. Si ce taux passe de 25 à 50 % (valeur arbitraire), le nombre moyen de géniteurs sur frayères est de 1620.

4.4 Conclusions :

Ce modèle est une première étape. Il a été élaboré à partir de données en notre possession. Suite à différents essais et aux discussions générées par son élaboration, il est appelé à évoluer dans les années à venir.

5 BILAN – DISCUSSION ET ORIENTATIONS

5.1 Bilan

Les cours d'eau composant le bassin de l'Allier et la rivière Arroux peuvent produire potentiellement de **75 000** smolts au minimum à **251 000** smolts au maximum (avec une valeur moyenne de 120 à 181 000).

D'une façon générale, les deux méthodologies utilisées pour estimer les potentialités et caractériser les surfaces productives, aboutissent aux mêmes résultats.

Cependant, le décalage existant pour la Dore et pour l'Arroux est lié à la granulométrie et aux caractéristiques des plats lotiques.

5.2 Discussion

5.2.1 Les taux de survie et les taux de retour

La dynamique des populations de saumons est très complexe à modéliser (voir paragraphe 4). De nombreux paramètres influencent les taux de survie aux différents stades pour cette espèce dont le cycle biologique s'effectue alternativement en eaux douces et en eaux salées et nécessite des migrations de grande amplitude.

Un travail de synthèse de ce type de données a été réalisé. Les taux de survie et les taux de retour varient selon les auteurs et selon les cours d'eau.

Le tableau suivant récapitule les valeurs publiées mais non utilisées dans ce travail. Les références et les données ayant servi à la réalisation de ce travail sont, quant à elles, présentées en **Annexe B**.

Stades	Taux (%)	Localisation	Auteurs
*œuf – alevin émergent	10 – 25	Canada et Grande Bretagne (GB)	Bley et Moring in [9]
*œuf sur frayère – alevin émergent	40 – 50	France	[10]
*œuf – saumoneau	2.5	-	[11]
*alevin émergent – tacon automnal	10 – 30	Canada et GB	Bley et Moring in [9]
* alevin - smolt	38.5	Nivelle (France)	Beall et al. [9]
*tacon – smolt	5	Garonne	Chèvre [12]
* tacon 1+ - smolt	15	Garonne	Chèvre [12]
	20	"	"
*smolt dévalant – adulte sur frayère	1.2	Rhin	Roche [13]
	2	Dordogne	Pustelnik, al. in [13]
	2 – 5	Gaves	Marty in [13]
	0.7 – 1.4	Garonne	Gayou in [13]
*smolt – adulte en estuaire	14.1	Bresle – Bretagne	
*œuf – adulte	0.05 – 0.2	-	[10]
	0.07	-	Caron et Le Bel [11]

Tableau 24 : Taux de survie et taux de retour rencontrés dans la bibliographie.

5.2.2 Adultes

Comparaison situation actuelle avec les références passées

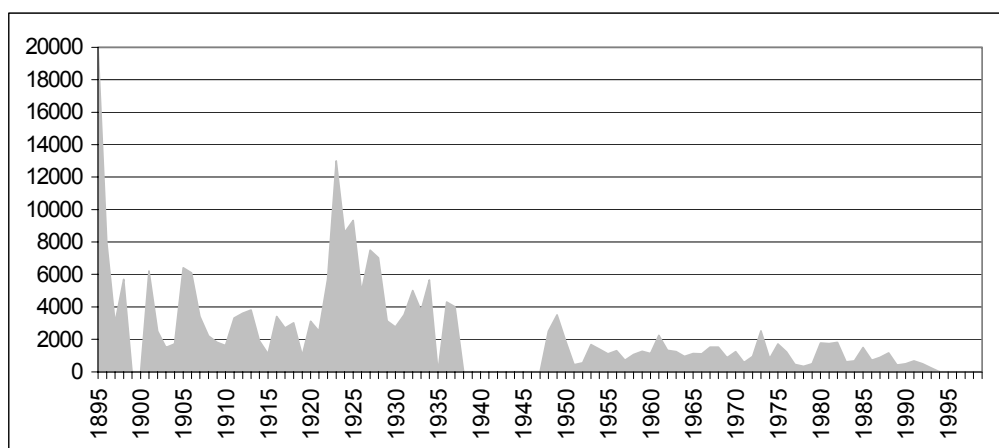


Figure 3 : Evolution des captures de saumons sur le bassin Loire - Allier.

Depuis le début de ce siècle, le nombre de captures de saumons a fortement diminué notamment après la deuxième guerre mondiale (cf. figure 3). La station de Vichy permet de déterminer, depuis 1996, le nombre potentiel de géniteurs accédant au bassin de l'Allier (Allier - Dore - Alagnon et Chapeauroux). Si l'on compare ces deux types de données, on peut noter un décalage important entre les captures des années 50 – 80 (1000 en moyenne pour l'ensemble du bassin) et les observations actuelles en dépit des opérations réalisées pour la restauration de l'espèce.

Au début des années 90, le nombre de saumons présents sur le bassin a chuté de façon spectaculaire et l'exploitation de l'espèce par la pêche n'a plus été autorisée à partir de 1994.

L'accessibilité des zones les plus favorables à la reproduction s'est améliorée depuis les années 70 – 80 (ascenseur de Poutès, passes à poissons, ...). L'effort d'alevinage s'est intensifié depuis 1995. Il serait logique d'observer l'impact positif de ces opérations et d'attendre un retour d'adultes conséquent. La situation actuelle semble s'améliorer si l'effectif de géniteurs passés à Vichy est pris en considération mais le nombre reste encore faible ([17], [18] et [14]). Pour confirmer cette tendance, il est nécessaire d'attendre encore quelques années car nous ne disposons que de 4 années de données de comptages exhaustifs à Vichy.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour tenter d'expliquer ce constat :

1. le taux de retour annoncé de 1.4 % [5] sur l'Allier , à partir de déversements de smolts issus d'élevages, n'est plus d'actualité aujourd'hui. Si l'on considère le retour d'individus, marqués au stade de saumoneaux par ablation de la nageoire adipeuse et déversés en 1996, au niveau de la station de comptage de Vichy, ce taux est de 0.12 % (valeur minimale*). Si l'on considère qu'un saumoneau sauvage est équivalent à 5 saumoneaux d'élevage (cf. **Annexe B**), ce taux de survie devient 0.6 %.
(* : lorsqu'il existe un doute quant à la présence ou l'absence de nageoire adipeuse chez un individu (ablation partielle,...), celui – ci est systématiquement considéré comme ne présentant aucune marque. Le nombre d'adultes marqués à Vichy correspond à une valeur minimale.)

2. le retour d'adultes est conditionné, comme nous l'avons vu dans le paragraphe modélisation, par l'impact du bouchon vaseux au niveau de Nantes et par la survie en milieu marin. Si l'on se réfère aux études [21] relatives à la dévalaison des smolts à la fin des années 70 et au début des années 80, les contingents dévalants étaient alors observés fin mars sur le Haut Allier. Les smolts atteignaient la centrale nucléaire de Saint Laurent des Eaux, en moyenne début mai (période allant de mi – avril à fin mai). En 1999, la dévalaison au niveau du barrage de Poutès a essentiellement eu lieu la première semaine de mai. Cette structure se trouve à 870 kilomètres de l'estuaire. Si l'on considère qu'un smolt parcourt entre 10 et 30 kilomètres par jour [26] avec une valeur moyenne de 15, il lui faudra entre 29 et 87 jours pour atteindre cet estuaire. Il y parviendra donc au plus tôt début juin et au plus tard, début août. Il y rencontrera des conditions défavorables (cf. **Annexe H**). Le barrage de Poutès, comme d'autres infrastructures, entraîne un retard de la migration des smolts. La mortalité engendrée peut être soit directe (passage dans les turbines), soit indirecte par une arrivée tardive en estuaire (taux d'oxygène dissous létal, fin de la fenêtre physiologique du passage en milieu salin).
3. D'autres éléments pourraient également intervenir. Il s'agit de :
- une moins bonne aptitude pour les adultes issus de juvéniles d'élevage à migrer sur les meilleures zones de production.
 - difficultés de ces adultes à se reproduire dans le milieu naturel.
 - la dégradation de l'écosystème entraînant un mauvais déroulement de la vie en eau douce.
 - la mauvaise fluidité de l'axe migratoire dans certaines conditions hydrologiques avec un blocage des géniteurs dans des zones aval où les risques de mortalité sont importants.

Le rétrocalcul

L'expertise nous a permis d'obtenir une production potentielle moyenne de tacons automnaux par cours d'eau encadrée par des limites basses et hautes. En utilisant les taux de survie (cf. **Annexe B**), le nombre d'adultes théorique sur frayères pour assurer cette production est le suivant :

	Nombre d'adultes sur frayère
Allier	288 (de 175 à 591)
Sioule	150 (de 94 à 309)
Dore	40 (de 22 à 83)
Alagnon	78 (de 48 à 158)
Chapeauroux	52 (de 32 à 102)
Arroux (hors affluents)	5 (de 3 à 11)

Tableau 25 : Nombre d'adultes sur frayères nécessaires pour assurer la production du nombre moyen de tacons expertisés (taux de survie ovule – œuf de 95 %).

Environ 290 adultes peuvent saturer à moitié le milieu. En moyenne 2.4 adultes sont rencontrés par frayère. On doit s'attendre à observer 120 sites de frai répartis sur l'Allier. Or en 1998, 160 nids ont été dénombrés entre Chadieu et Langogne [14]. A ce niveau, la demi-saturation est théoriquement atteinte, ce qui ne correspond pas à la situation réelle. La valeur calculée correspond à une situation idéale. Le décalage peut être en partie expliqué par :

- une répartition non – homogène des géniteurs sur les frayères,
- une répartition non – homogène des alevins sur les zones productives
- une mortalité estivale non négligeable (pollution, stabulation en zone aval,...),
- l'absence de prédation exercée sur les œufs dans un milieu contrôlé tel que les piscicultures.

Le taux de survie appliqué entre le stade ovule et œuf embryonné est de 95 %. Après analyse, cette valeur semble être élevée et correspond plus à une situation d'élevage. DE GROOT [22] annonce un taux de survie entre ces deux stades de 50 %. On peut intervenir sur plusieurs niveaux sur ce calcul. On peut, par exemple, modifier le taux de survie précédent. Le nombre d'adultes nécessaires pour saturer chaque cours d'eau devient :

	Nombre minimum d'adultes sur frayères	Nombre moyen d'adultes sur frayères	Nombre maximum d'adultes sur frayères
Allier	333	548	1 123
Sioule	179	286	586
Dore	42	77	159
Alagnon	91	148	299
Chapeauroux	61	98	194

Tableau 26 : Nombre d'adultes sur frayères nécessaires pour assurer la production du nombre moyen de tacons expertisés (taux de survie ovule – œuf de 50 %).

Les résultats de l'Allier dans la gamme moyenne sont voisins des objectifs intermédiaires du dossier de dimensionnement de la salmoniculture de Chanteuges.

5.2.3 Définition du seuil de conservation moyen

Ce seuil va être défini pour le bassin de l'Allier (**Annexe J**).

Dans l'état actuel des connaissances, son calcul est basé sur :

- des données propres à l'Allier,
- des références appartenant au bassin de l'Oir pour les éléments manquants.

Pour la branche Allier, il est atteint pour une valeur de **2 000** saumons adultes.

Afin de pouvoir établir un lien entre les individus observés à la station de comptage de Vichy, il faut exclure les adultes pouvant fréquenter la Sioule. En effet, cette rivière échappe au contrôle du nombre de géniteurs, Vichy se trouvant en amont de sa confluence avec l'Allier. Le seuil est alors atteint lorsque **1 700** adultes sont comptabilisés au niveau de cette station.

A ce jour, le bassin se trouve dans une situation où l'exploitation du saumon par la pêche n'est pas encore possible.

Réflexions relatives au bassin de l'Arroux

Sur le bassin de l'Arroux, l'objectif est d'y réintroduire le saumon. Raisonner en terme de "seuil de conservation" n'est pas approprié.

Cependant, on peut essayer de déterminer le nombre d'adultes que l'on peut attendre sur ce bassin suite aux premiers programmes d'alevinages de 1998 et 1999.

Potentiellement, on pourra observer le retour en :

- 2001 : de 9 à 14 adultes,
- 2002 : de 47 à 92 adultes.

(P. ROCHE, Délégation Régionale de Lyon du Conseil Supérieur de la Pêche - communication personnelle).

5.3 Orientations

5.3.1 Frayères

Le comptage annuel des frayères sur l'Allier nous informe quant [28] :

- au taux d'occupation des sites,
- à la qualité de la reproduction naturelle,
- à leur répartition spatiale. En analysant leur répartition, certaines zones présentent une densité conséquente (avis d'expert). Elles doivent être préservées et écartées des programmes d'alevinage de l'année suivante. En évitant une saturation du milieu en alevins, la réussite de la reproduction naturelle est favorisée.

Ces éléments sont nécessaires à la compréhension de la dynamique de la population de saumons migrant sur cette rivière. Il paraît donc important de maintenir cette opération sur cet axe.

1999 a été une année particulière pour la Sioule. En effet plusieurs adultes ont pu y être observés :

- quatre individus ont été piégés à Moulin Breland et équipés d'émetteurs,
- sept dont un radiopisté sont morts suite à une pollution en août [15],
- quelques individus ont été aperçus par des riverains [16].

Ces éléments ponctuels nous laissent envisager la fréquentation de la Sioule par d'autres géniteurs. Faute de moyen de contrôle exhaustif de leur entrée sur cet axe, le repérage, cet hiver, de frayères nous permettrait de :

- valider l'existence d'une reproduction naturelle et la fréquentation de cette rivière par un effectif plus important que celui établi actuellement,

- de localiser les sites de reproduction . Cet élément pourrait nous fournir de précieux indices quant à la franchissabilité des structures hydroélectriques jalonnant le parcours de cette rivière.

5.3.2 Soutien des effectifs

Les résultats obtenus dans le cadre de ce travail ont suscité de nombreuses réflexions quant aux déversements réalisés sur l'ensemble du bassin.

L'Allier et la Sioule représentent 75 % des potentialités expertisées du bassin. Cependant, l'Alagnon et la Dore présentent également des surfaces intéressantes pour la production de tacons automnaux. Compte tenu de ces éléments, il faut, certainement, envisager un renforcement des efforts d'alevinage sur ces axes. De plus, il faut gagner des zones de production partout dans les années futures en résolvant rapidement les problèmes (montaison et dévalaison) abordés par la suite afin de permettre au saumon de les recoloniser de façon conséquente.

5.3.3 Suivi des peuplements

5.3.3.1 Pêches de contrôle

Des pêches de contrôle sont réalisées sur certains sites d'alevinage afin de vérifier leur réussite . Actuellement, les résultats sont exprimés en indices d'abondance (IA : nombre de tacons par 5 minutes effectives de pêche). Pour homogénéiser les résultats, il faudrait transformer ces indices en densité (nombre d'individus / 100 m²). Pour cela, les secteurs doivent faire l'objet :

- d'une pêche de sondage (indice d'abondance),
- d'une pêche d'inventaire (densité).

Ces deux opérations sont séparées d'une semaine.

Compte tenu de l'hydrologie mieux contrôlée sur la Sioule, cette rivière a été retenue pour cette réalisation.

	Relation	Remarque	Auteurs
Massif Armoricain	$d = (1/3) * IA$	Pour cours d'eau de plus de 3 m de large	PREVOST [20]
Rhin	$d = 1.002 * IA$	-	GERLIER [19]

Tableau 27 : Récapitulatif des équivalences densité - indice d'abondance définies à ce jour.

Depuis 1998, des déversements d'alevins sur une zone "test" située en aval d'Issoire, sont réalisés sur l'Allier. Les résultats des pêches de contrôle de ces secteurs mettent en évidence une capacité intéressante à produire des tacons 0+. Ces zones présentent actuellement peu d'intérêt en terme de reproduction naturelle du fait de substrats colmatés et d'une survie quasi nulle pour les premiers stades de développement. Les potentialités offertes par ces milieux pour la croissance d'alevins issus de pisciculture méritent d'être exploitées.

5.3.3.2 La dévalaison

En collaboration avec EDF et le CSP, LOGRAMI a mené en 1999 une étude portant sur la dévalaison des saumoneaux au barrage de Poutès (Rapport en cours de rédaction [15]). Compte tenu des conditions hydrologiques particulières (crue en mai), il est indispensable de maintenir cette opération dans les années à venir et de l'étendre à d'autres obstacles à la dévalaison (Naussac 2,...).

Dans la logique d'acquisition de données relatives à la population de saumons de l'Allier, il est indispensable d'obtenir des données sur l'estimation des contingents dévalants et sur les taux de survie du smolt à l'adulte de retour sur frayère. Pour cela, une technique de capture – marquage – recapture peut être utilisée. L'Allier en amont de Poutès et la Sioule offrent de bonnes possibilités quant à la réalisation de ces opérations.

5.3.3.3 La montaison

* Sur le bassin de l'Allier

La migration des adultes de saumon sur l'Allier peut être observée et quantifiée actuellement par deux dispositifs : la station de comptage de Vichy et celle de Poutès, qui doivent être complétées par les aménagements prévus au barrage de Langeac.

Il existe un écart notable entre les effectifs "Vichy" et les adultes empruntant l'ascenseur de Poutès. 36 % de la production potentielle de smolts du bassin de l'Allier se trouve en amont de cette structure alors qu'aujourd'hui, seulement 25 % des géniteurs, au maximum, accèdent à ces zones. Si l'on rapporte cette production potentielle à la surface du bassin de l'Allier ayant pour limite aval Vichy, elle contribue pour 47 % à la production potentielle totale de smolts de ce bassin.

	Vichy	Poutès	% ayant franchi Poutès
1997	389	35	9
1998	267	31	12
1999	515 *	130**	25

* : comptage arrêté le 08/11 lors de l'abaissement du plan d'eau.

** : comptage arrêté le 30/11/99.

Tableau 28 : Comparaison des effectifs de saumons passés à Vichy et à Poutès de 1996 à 1999.

En phase de restauration, on doit tendre à atteindre 47 % des potentialités soit, par rapport au seuil de conservation de l'espèce, 800 adultes en amont de ce barrage.

Il est impératif d'améliorer partout les conditions de circulation pour obtenir un nombre maximal de géniteurs sur les zones les plus favorables à la reproduction (problèmes : Poutès, les Laurins, Langeac pour l'Allier, Neuvial sur la Sioule, Grand Pont sur l'Alagnon,...).

Sur le bassin de l'Arroux :

Pour connaître le nombre d'adultes fréquentant ce bassin et évaluer les actions de restauration sur les meilleures zones de production, il s'avère nécessaire de disposer d'une station de comptage.

DECIZE

Actuellement, la station de Decize permet ponctuellement d'identifier et de compter les grands salmonidés (saumons, truites de mer et grosses truites fario). Cette année, des smolts marqués par ablation de leur nageoire adipeuse, ont été déversés sur l'Arroux. Le taux de retour des adultes pourra être estimé en rapportant le nombre d'adultes présentant cette marque au nombre initial de smolts.

Pour cela, il faut modifier le mode d'enregistrement vidéo actuel. En effet, pour visualiser cette marque, les individus doivent être observables latéralement.

La connaissance de ce taux est très important pour les gestionnaires. La modification du mode de contrôle de Decize est nécessaire et doit intervenir avant le retour des premiers individus marqués.

GEUGNON

Le site du barrage des Forges de Gueugnon est intéressant pour l'aménagement d'une telle station. Il existe déjà une structure capable d'accueillir cet outil. Elle est équipée :

- d'une passe à poissons à bassins
- d'un sas avec vitres latérales.

Pour rendre ce site opérationnel, il faut :

- assurer l'étanchéité du sas,
- réaliser son raccordement électrique,
- l'équiper du matériel vidéo nécessaire au comptage.

Sa réalisation demanderait un investissement modéré compte tenu de l'existant.

Pour mieux connaître et gérer les populations de saumons du bassin de l'Arroux, il est primordial de l'équiper de structures de contrôle opérationnelles et efficaces.

Conclusion :

Cette étude avait pour objectifs :

- de définir les potentialités des bassins de l'Allier et de l'Arroux en terme de production de smolts,
- de mettre en place un modèle prévisionnel d'aide à la gestion des populations de saumons.

Les surfaces potentielles de production de juvéniles de saumons sont variables selon les méthodes utilisées. Elles sont résumées dans le tableau suivant

	Bassin de l'Allier	Arroux (sans affluents)	Bassin de l'Arroux
MALAVOI Surface brute	464	44.7	-
Surface expertisée productive	393.5	9.6	-
ERR Surface équivalent radier - rapide	228.4	12.8	29.8

Tableau 29 : Surfaces (ha) potentiellement productives en juvéniles de saumons.

Les capacités productives des cours d'eau ont été estimées par deux méthodes différentes (expertise et ERR). D'une façon générale (quelle que soit la méthodologie utilisée) on peut s'attendre à rencontrer :

- de **122 000 à 171 000** smolts sur le bassin de l'Allier (de 75 000 à 250 000)
- **25 000** smolts sur le bassin de l'Arroux (de 10 500 à 30 000), dont 1000 à 10 000 provenant de l'Arroux uniquement (de 500 à 13 000).

A partir de ces potentialités, de la quantification des surfaces productives et des données biologiques (bibliographie et expérience), un modèle a été défini. Il permet de préciser les résultats des opérations de restauration en terme de retour de saumons. Ce modèle constitue une première étape dans la mise en place d'une "politique" de gestion des populations de saumons dans l'optique de la réouverture de la pratique de la pêche. Il est perfectible et, dans ce contexte doit nécessairement être validé et adapté, le mieux possible, aux caractéristiques spécifiques de l'Allier, de l'Arroux et de leurs principaux affluents. Pour cela, certaines opérations sont à maintenir ou à mettre en place. Il s'agit principalement de :

- continuer à recueillir des données biologiques classiques,
- conforter les stations de comptage existantes et mettre en place de nouvelles structures,
- préciser les taux de survie utilisés dans ce modèle.

Ces trois éléments définissent les objectifs prioritaires du programme de restauration à mener dans les années futures. Ce dernier sera plus amplement abordé dans

le prochain rapport de LOGRAMI [15] qui présente un bilan des opérations de restauration des populations de saumons dans le bassin de l'Allier.

Toujours dans l'optique de gestion des populations, le seuil de conservation a été estimé pour le bassin de l'Allier. Il est de **2 000** saumons adultes soit de **1 700** individus observés à la station de Vichy. Cette année avec un effectif de 515 adultes ayant emprunté cette structure, le seuil est loin d'être atteint. Cependant, cet effectif est supérieur à ceux obtenus les années antérieures. Ces retours sont les résultats des efforts de restauration entrepris lors de la phase dite transitoire (période précédant la mise en fonction de la salmoniculture de Chanteuges). Bien que ces résultats soient encourageants, la situation du saumon sur le bassin reste très fragile.

Compte tenu de tous ces résultats et des données actuelles, la réouverture de la pratique de la pêche du saumon sur le bassin de l'Allier et sur celui de l'Arroux, à plus forte raison, n'est pas à ce jour, d'actualité.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 : REPIQUET A., 1991. L'Arroux. Projet de réintroduction du saumon dans ce bassin. Reconnaissance de terrain. Brigade du C.S.P. et Fédération de Pêche de Saône et Loire.
- 2 : CHAPON P.M., 1991. Potentialités naturelles de la Gartempe pour le saumon atlantique (*Salmo salar L.*). Mémoire de DDA Génie de l'environnement, 72 p. + annexes.
- 3 : MALAVOI J.R., 1999. Quantification des surfaces de production de tacons par le biais de faciès d'écoulement. MALAVOI, LOGRAMI, 11 p. + figures.
- 4 : PORCHER J.P., PREVOST E., 1996. Méthodologie d'élaboration de Totaux Autorisés de Captures (TAC) pour le saumon atlantique (*Salmo salar L.*) dans le Massif Armoricaïn. Propositions et recommandations scientifiques. GRISAM, document scientifique et technique n°1 (15p.) et n°2 (9 p.) + figures et annexes.
- 5 : CARMIE H., 1997. Restauration du saumon sur le bassin de la Loire. Volet repeuplements. C.S.P. Délégation Régionale Auvergne – Limousin, 8 p. + annexes.
- 6 : SYMONS P.E.K., 1979. Estimated Escapement of Atlantic Salmon (*Salmo salar L.*) for Maximum Smolt Production in Rivers of Different Productivity. J. Fish. Res. Board Can., vol.36, p. 132 à 140.
- 7 : ANONYME, 1996. Bassin de l'Aulne. Description des habitats piscicoles. Estimation du potentiel de production en saumon. Application au calcul du Total Autorisé de Captures. Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique du Finistère. 30 p. + annexes.
- 8 : SENECAI A., 1995-1996. Bassin de l'Odet. Description des habitats piscicoles et estimation du potentiel de production en saumon. Définition du Total Autorisé de Captures. Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique du Finistère. 31 p.
- 9 : GUEGUEN J.C. et PROUZET P., 1993. Le saumon atlantique. Editions IFREMER. 329 p.
- 10 : ANONYME. Gestion piscicole. Intervention sur les populations de poissons. Repeuplement des cours d'eau salmonicoles. CSP – Collection mise au point. 256 p.
- 11 : CARON F. et LE BEL J.P., 1991. Normes biologiques applicables dans le cadre du programme de développement économique du saumon. 58p.
- 12 : CHEVRE P., 1997. Bilan des repeuplements de saumon sur le bassin de la Dordogne. Propositions d'action. 28 p.

- 13 : ROCHE P., 1991. Le saumon du Rhin : Habitats et stocks potentiels en partie française. Ministère de l'Environnement DRAE d'Alsace – Sandoz AG – Commission Internationale pour la Protection du Rhin contre la pollution (CIPR). 36 p. + figures.
- 14 : BACH J.M., BRUYERE F., RANCON J. et al., 1999. Etude des populations de saumons accédant aux zones de frayères de l'Allier et de la Sioule en 1998. LOGRAMI, C.S.P. Délégation Régionale Auvergne – Limousin. 38 p. + figures et annexes.
- 15 : BACH J.M., BRUYERE F., RANCON J., **à paraître**. Populations de saumons de l'Allier et de ses affluents en 1999. Bilan et perspectives.
- 16 : BACH J.M., BRUYERE F., RANCON J., août 1999. Bulletin d'information LOGRAMI. 20 p.
- 17 : BACH J.M., BRUYERE F. et al., 1997. Etude des populations de poissons migrateurs de l'Allier au niveau de la station de comptage de Vichy en 1996. LOGRAMI, C.S.P. Délégation Régionale Auvergne – Limousin. 20 p. + figures et annexes.
- 18 : BACH J.M., BRUYERE F. et al., 1998. Etude des populations de poissons migrateurs au niveau des stations de comptage de Vichy et de Poutès. LOGRAMI, C.S.P. Délégation Régionale Auvergne – Limousin. 27 p. + figures et annexes.
- 19 : GERLIER M., 1999. Suivi annuel des peuplements de juvéniles de salmonidés migrateurs en Alsace. Résultats 1998. CSP DR de Metz – Association Saumon Rhin. 18 p. + annexes.
- 20 : PREVOST E., 1998. Mise au point et application d'une méthode simple d'évaluation du recrutement en juvéniles de saumon atlantique. INRA – CSP Direction Générale. 24 p. + annexes.
- 21 : PLAT J.Y., 1976. Etude des nuisances provoquées par la prise d'eau de la centrale nucléaire de Saint Laurent des Eaux sur la migration d'avalaison des jeunes saumoneaux de l'Allier. 26 p. + annexes. ENSA de Toulouse.
- 22 : DE GROOT ST., 1989. Literature survey into possibility of restocking the River Rhine and its tributaries with Atlantic Salmon. 56 P.
- 23 : BACH J.M., BRUYERE F. et al., 1997. Etude des populations de poissons migrateurs de l'Allier au niveau de la station de comptage de Poutès en 1996. LOGRAMI, C.S.P. Délégation Régionale Auvergne – Limousin. 14 p. + figures et annexes.
- 24 : CARMIE H., GOUGIS J.M., 1994. Restauration du saumon atlantique sur le bassin de la Loire. Projet de salmoniculture du Haut Allier. C.S.P. Délégation Régionale Auvergne – Limousin, 47 p.+ figures et annexes.
- 25 : ANONYME, 1996. Situation des poissons migrateurs du bassin de la Loire. Contrat Retour aux Sources. Actualisation 1996. C.S.P. Délégation Régionale Centre, Pays de Loire, Poitou – Charente, 163 p. + figures et annexes.
- 26 : COHENDET F., 1993. Le saumon de l'Allier. Son histoire, sa vie, son devenir. 795 p. Compagnie Générale des Eaux – Association Internationale de Défense du Saumon Atlantique (AIDSA).

- 27 : PREVOST E., 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*) de l'année en eau courante. In IGASCUEL D., DURAND J.L., FONTENAU A. (eds), les Recherches françaises en évaluation quantitative et modélisation des ressources halieutiques, Actes du colloque, Reunes du 29 juin au 1^{er} juillet 1993, 39 – 48, ORSTOM, Editions, PARIS.
- 28 : ROS O., 1997. Comptage des frayères de saumon par hélicoptère sur la rivière Allier, de Vieille - Brioude à Langeac. LOGRAMI, C.S.P. Délégation Régionale Auvergne – Limousin, 5 p. + figures et annexes.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableaux :

- Tableau 1 : Définition des zones d'étude pour chaque cours d'eau.
- Tableau 2 : Caractéristiques des différents faciès d'écoulement.
- Tableau 3 : Proportion des différents types de faciès sur chaque cours d'eau.
- Tableau 4 : Longueur des faciès "chenal lentique" et "plat lentique" naturels et ceux situés en amont immédiat de barrages.
- Tableau 5 : Surfaces potentielles (ha) productives pour chaque cours d'eau et pour chaque type de faciès.
- Tableau 6 : Zones étudiées vis à vis de leur profil longitudinal.
- Tableau 7 : Zones de rupture de pente.
- Tableau 8 : Encadrement de la production potentielle moyenne de tacons 0+ automnaux / 100 m². Valeurs définies par l'expertise.
- Tableau 9 : Approximation de la production potentielle des secteurs non – renseignés.
- Tableau 10 : Résultats concernant la production potentielle de juvéniles pour le Chapeauroux.
- Tableau 11 : Surface productive issue de l'expertise.
- Tableau 12 : Encadrement de la production expertisée de juvéniles de saumons.
- Tableau 13 : Nombre potentiel de smolts par axe et pour l'ensemble du bassin de l'Allier.
- Tableau 14 : Production moyenne de smolts / 100 m² de surface productive.
- Tableau 15 : Surface équivalent radier – rapide pour les cours d'eau du bassin de l'Allier.
- Tableau 16 : Production potentielle de smolts en appliquant la méthode ERR.
- Tableau 17 : Comparaison des deux méthodes (bassin de l'Allier)
- Tableau 18 : Production potentielle (nombre de smolts) obtenue pour chaque cours d'eau.
- Tableau 19 : Contribution (%) des plats lotiques à la production potentielle déterminée par chacune des méthodes.
- Tableau 20 : Smolts pouvant être produits sur l'Arroux. Résultats obtenus par les deux méthodes.
- Tableau 21 : Contribution (%) à la production potentielle de smolts de chaque type de faciès (Arroux).
- Tableau 22 : Potentiel productif en terme de smolts de l'Arroux et de ses principaux affluents.
- Tableau 23 : Principales étapes du modèle mathématique.
- Tableau 24 : Taux de survie et taux de retour rencontrés dans la bibliographie.
- Tableau 25 : Nombre d'adultes sur frayères nécessaires pour assurer la production du nombre moyen de tacons expertisé (taux de survie ovule – œuf : 95 %)
- Tableau 26 : Nombre d'adultes sur frayères nécessaires pour assurer la production du nombre moyen de tacons expertisé (taux de survie ovule – œuf : 50 %)
- Tableau 27 : Récapitulatif des équivalents indice d'abondance – densité définis à ce jour.
- Tableau 28 : Comparaison des effectifs de saumons passés à Vichy et à Poutès de 1996 à 1999.
- Tableau 29 : Surfaces (ha) potentiellement productives en juvéniles de saumons.

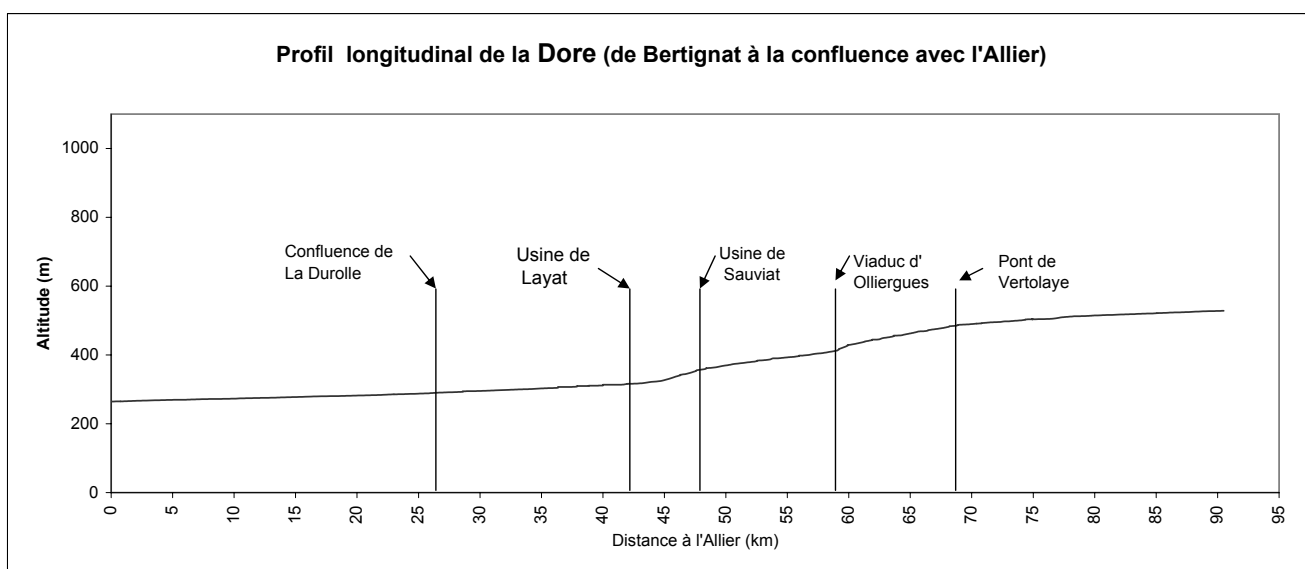
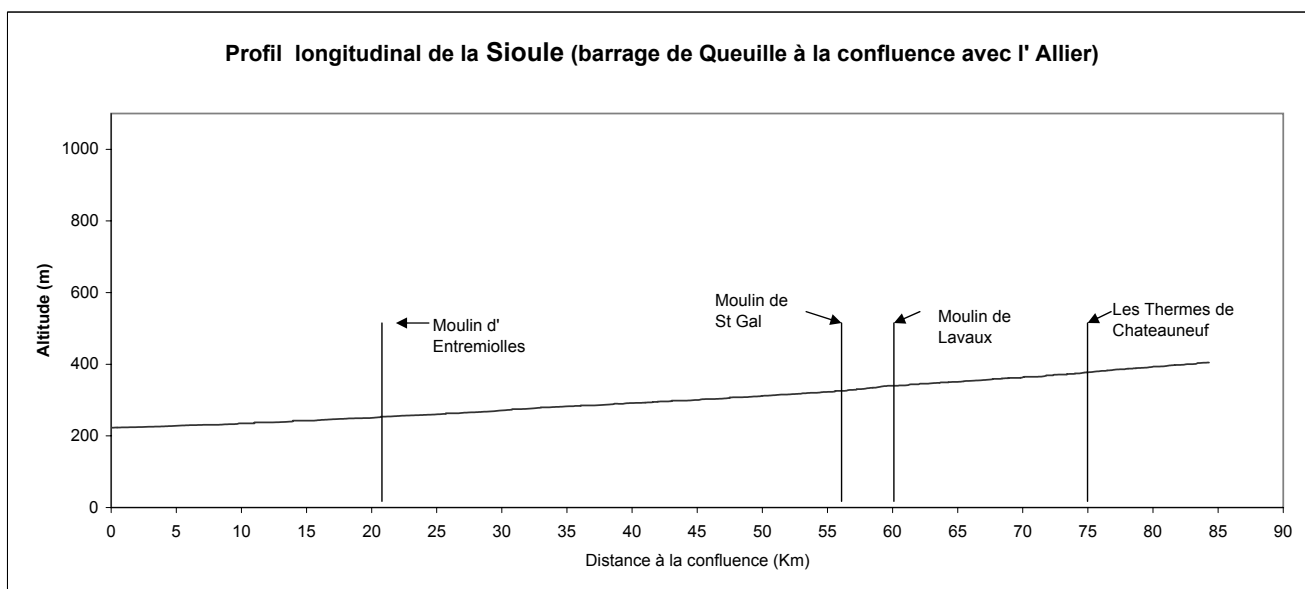
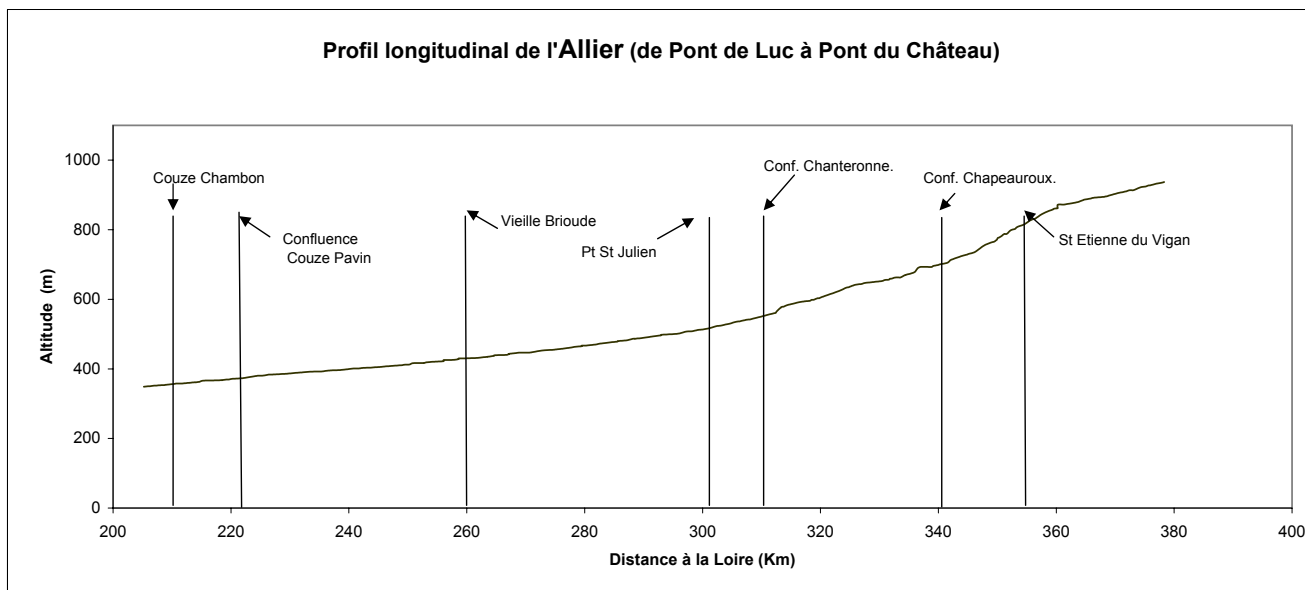
Figures :

- Figure 1 : Contribution de chaque axe à la production potentielle moyenne de tacons automnaux sur le bassin de l'Allier (méthode expertise)
- Figure 2 : Contribution de chaque cours d'eau à la production de smolts en utilisant la méthode ERR.
- Figure 3 : Evolution des captures de saumons sur le bassin Loire – Allier.

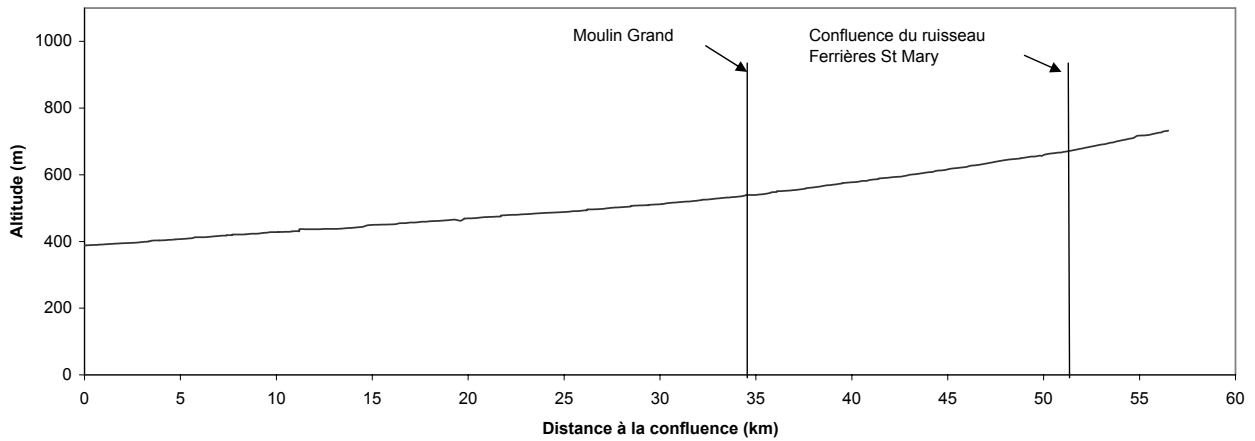
Annexes :

- Annexe A : Profils longitudinaux.
- Annexe B : Synthèse des données biologiques relatives à la dynamique des populations de saumon sur le bassin de l'Allier.
- Annexe C : Comparaison des effectifs potentiels en terme de smolts obtenus par la méthode expertise et par la méthode ERR.
- Annexe D : Contribution (%) de chaque type de faciès à la production potentielle de smolts.
- Annexe E : Répartition de la production (% cumulé) en terme de tacons automnaux 0+ le long des différents axes.
- Annexe F : Répartition des faciès productifs le long des axes et représentation de leur propre potentialité (nombre de tacons par faciès).
- Annexe G : Modèle.
- Annexe H : Régime annuel des teneurs en oxygène dissous dans l'estuaire de la Loire.
- Annexe I : Estimation du nombre d'adultes pouvant assurer la production de tacons issue de l'expertise.
- Annexe J : Seuil de conservation de l'espèce sur le bassin de l'Allier.

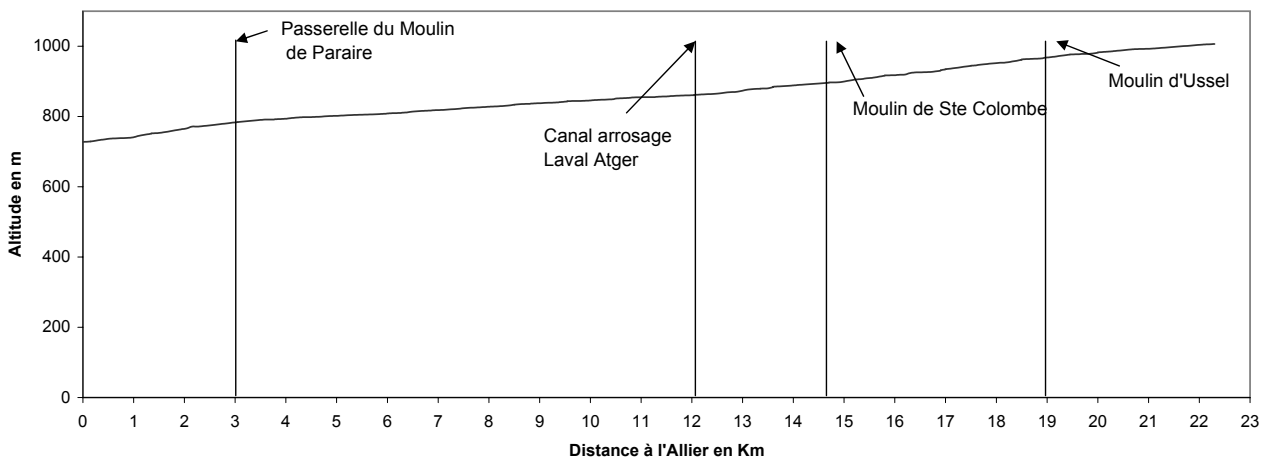
ANNEXE A : Profils longitudinaux



Profil longitudinal de l'Alagnon (confluence de l'Allanche à la confluence avec l'Allier)



Profil longitudinal du Chapeauroux (du Pont de Chastanier à la confluence avec l'Allier)



ANNEXE B :

Synthèse des données biologiques relatives à la dynamique de populations de saumon atlantique sur le bassin de l'Allier.

Composition des populations d'adultes :

- Les populations d'adultes de retour à Vichy se composent, en moyenne, de
 - 60 % d'individus de deux étés de mer (2 EM),
 - 40 % d'individus de trois étés de mer (3 EM).

Remarque : le % d'individus ayant passé un été en mer (1 EM) étant très faible et pour simplifier les calculs, ces individus ont été assimilés aux "deux étés de mer.

Reproduction :

- Le sex ratio est fonction du nombre d'étés passé en mer :
 - 50 % des individus de 2EM sont des femelles
 - 2/3 des individus de 3EM sont des femelles.
- Le poids moyen d'une femelle de :
 - 2EM est de 3.7 kg
 - 3 EM est de 6.2 kg [5]
- La fécondité relative des femelles est de 1 840 ovules par kilogramme de poids vif.

Taux de survie :

- Les taux de survie [24] des différentes étapes de la vie des saumons sont représentés page suivante. Ceux résumés, ci – après, concernent les étapes de migration.
- Lors de la dévalaison :
 - obstacles dévalaison : 90 %
 - pêches accidentelles (amateurs et professionnels) : 95 %
 - pollution : 90%
 - bouchon vaseux et acclimatation au milieu salin : 25 %
- Vie en milieu marin :
 - Pêche et mortalité marine : 15 %
- Montaison :
 - bouchon vaseux : 70 %
 - obstacles à la montée : 90%
 - pollution : 90 %
 - prélèvements occultes : 90 %
 - accidents : 95 %.

Remarque : ces taux sont appliqués de façon globale à une population. On considère que chaque individu initial va être confronté à l'ensemble des "obstacles". Pour éviter tout biais, il faudrait raisonner par secteurs et appliquer un taux de survie propre à chaque "obstacle" à la population réellement confrontée à celui-ci.

Equivalent Saumoneau Sauvage Dévalant (ESSD)

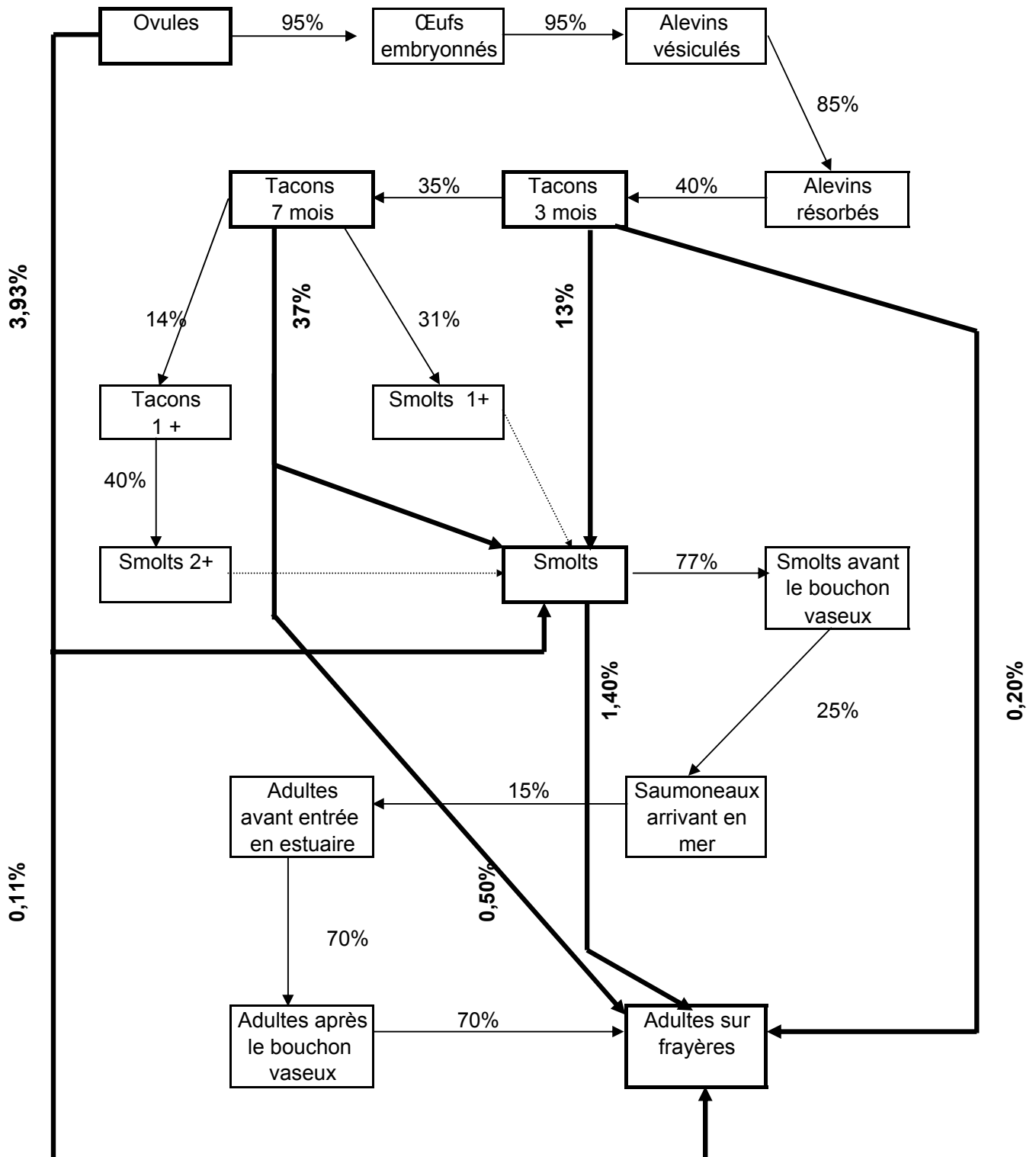
Lors des déversements, différents stades de vie du saumon sont concernés : cela peut varier des œufs embryonnés aux saumoneaux en passant par des alevins nourris. Afin d'obtenir une certaine homogénéité quant à leurs résultats, il s'est avéré nécessaire de créer une nouvelle unité. Il s'agit de l'équivalent saumoneau sauvage (ESS), généralement requalifier d'équivalent saumoneaux sauvages dévalants (ESSD).

Un équivalent saumoneau sauvage (ESS) correspond " au nombre de juvéniles de repeuplement qui procureront le même nombre de retour d'adultes en estuaire qu'un saumoneau sauvage" CARMIE (1997, [5]).

ESSD	Nombre d'individus correspondant	Poids moyen (g)
1	40 œufs verts	
	30 œufs embryonnés, alevins à résorption	< 0.15
	25 alevins nourris	[0.15 à 0.3 [
	20 alevins nourris	[0.3 à 0.5 [
	13 alevins nourris	[0.5 à 1 [
	10 tacons (estivaux)	[1 à 7 [
	5 juvéniles d'un an, tacons, pré-saumoneaux et saumoneaux	[7 à 30 [
	3 saumoneaux d'élevage	[30 à 60 [

Tableau présentant les différentes équivalences de l'ESSD.

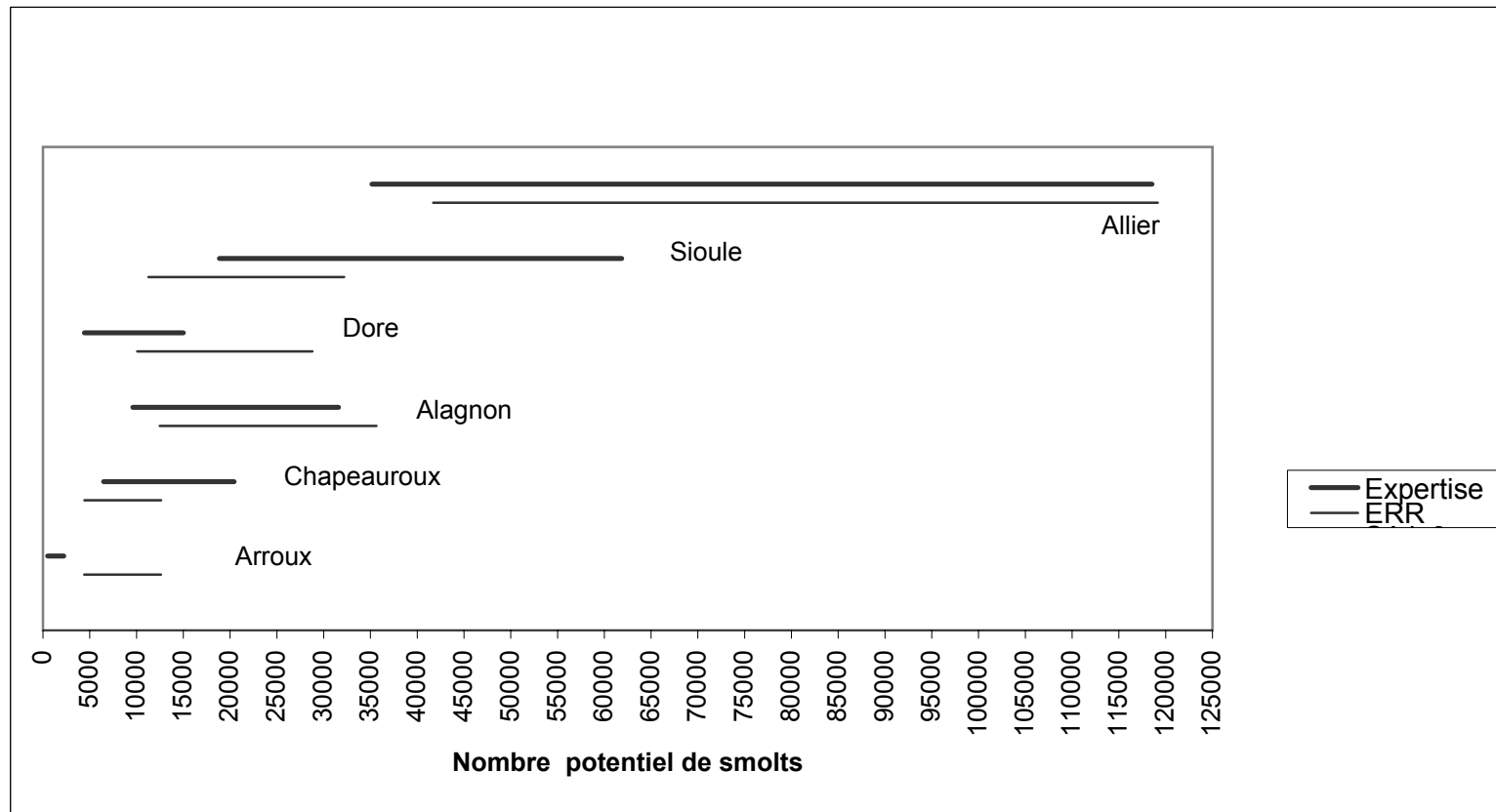
Les différents stades de la vie du saumon et les taux de survie correspondant



Légende :

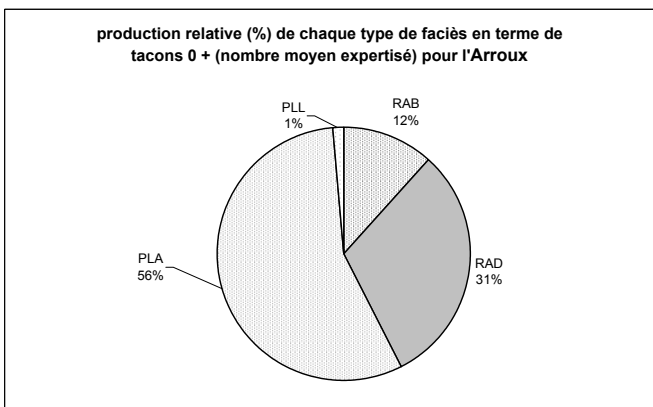
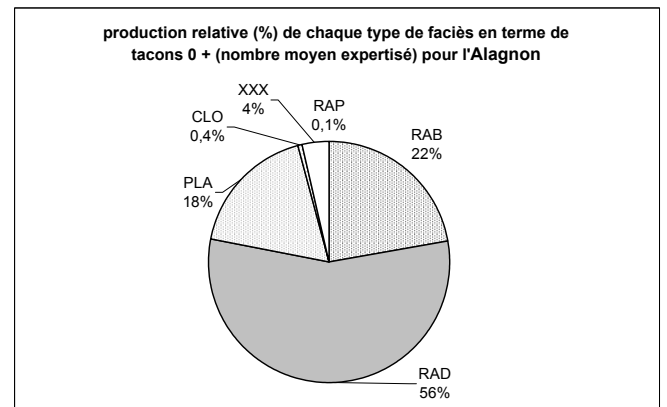
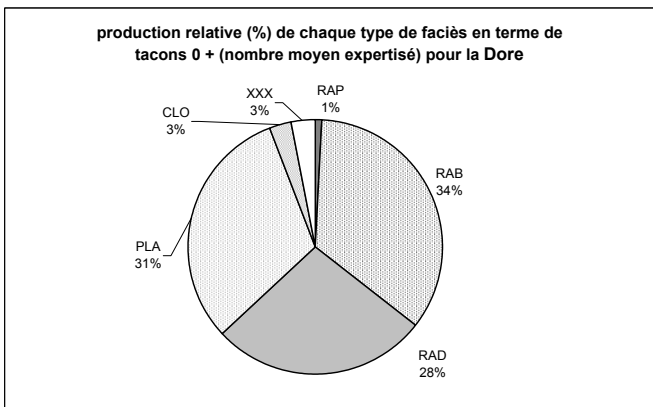
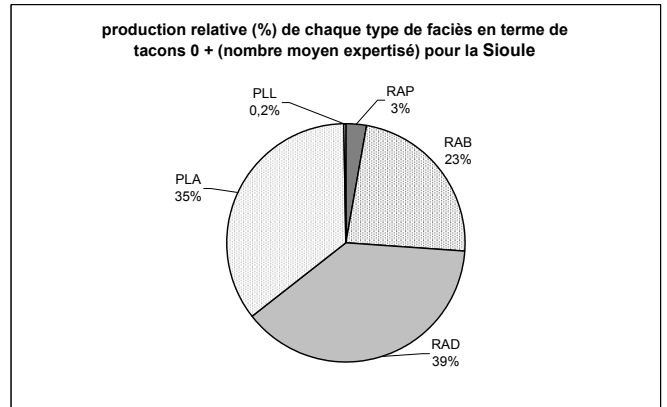
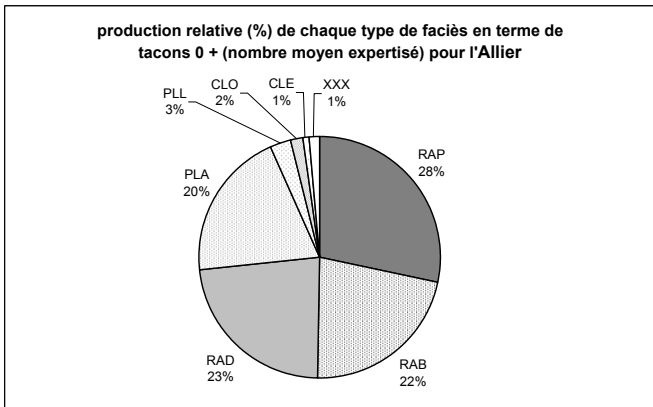
- : taux de survie
- ⋯→ : somme des effectifs
- (épais) : taux de survie entre différents stades intermédiaires
- ▭ (double contour) : stades plus fréquemment rencontrés dans l'étude

Annexe C :
Nombre potentiel de smolts obtenus pour chacune des méthodes et pour chaque rivière.



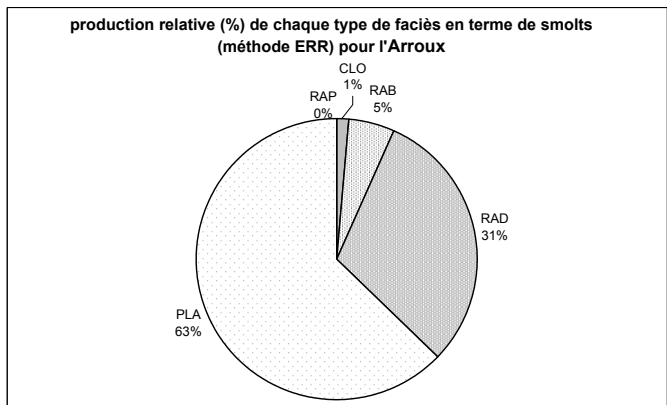
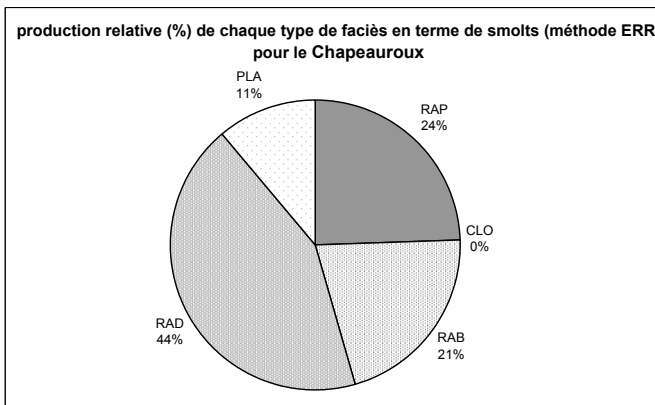
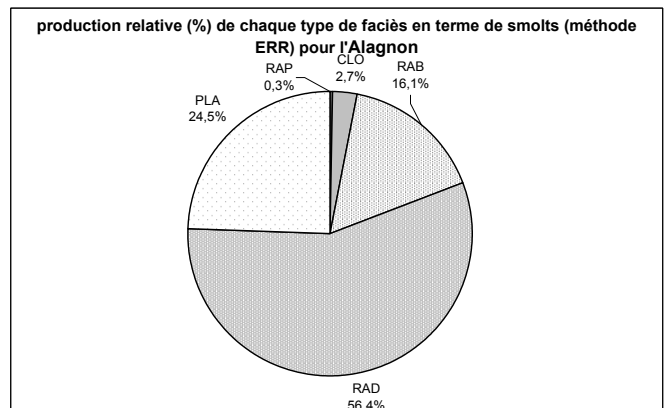
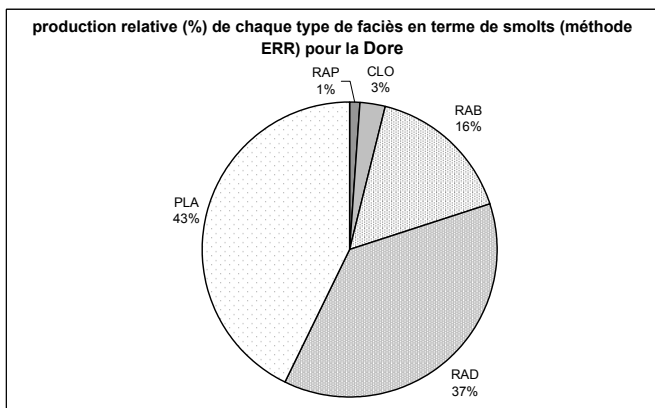
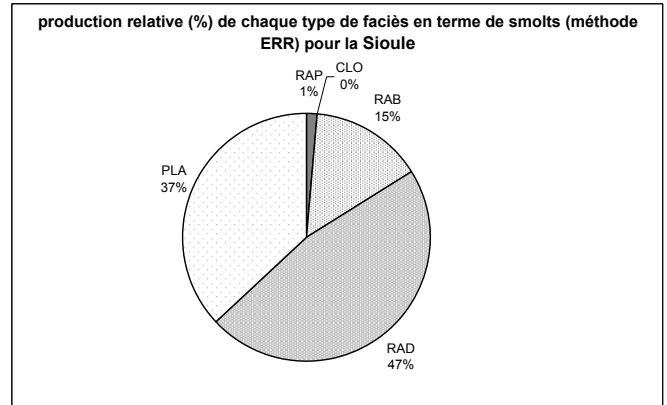
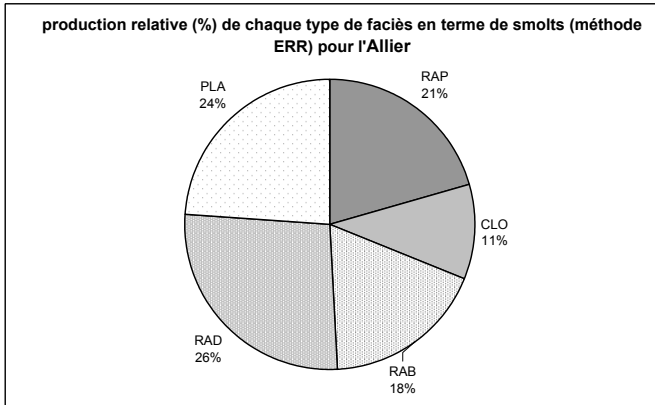
ANNEXE D :

Contribution (%) de chaque type de faciès à la production potentielle de smolts (méthode expertise)



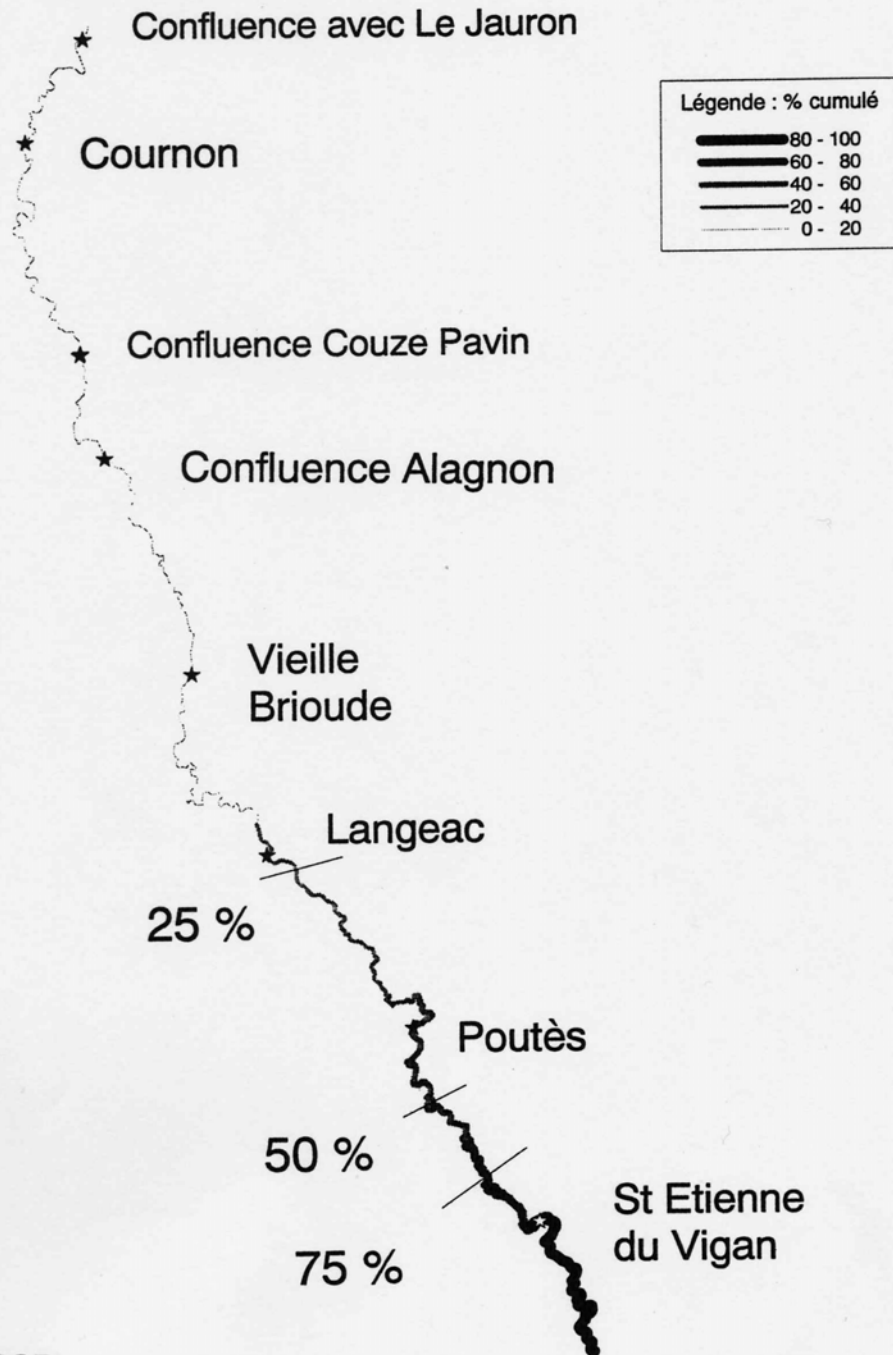
ANNEXE D :

Contribution (%) de chaque type de faciès à la production potentielle de smolts (méthode ERR)



ANNEXE E (1/5) :

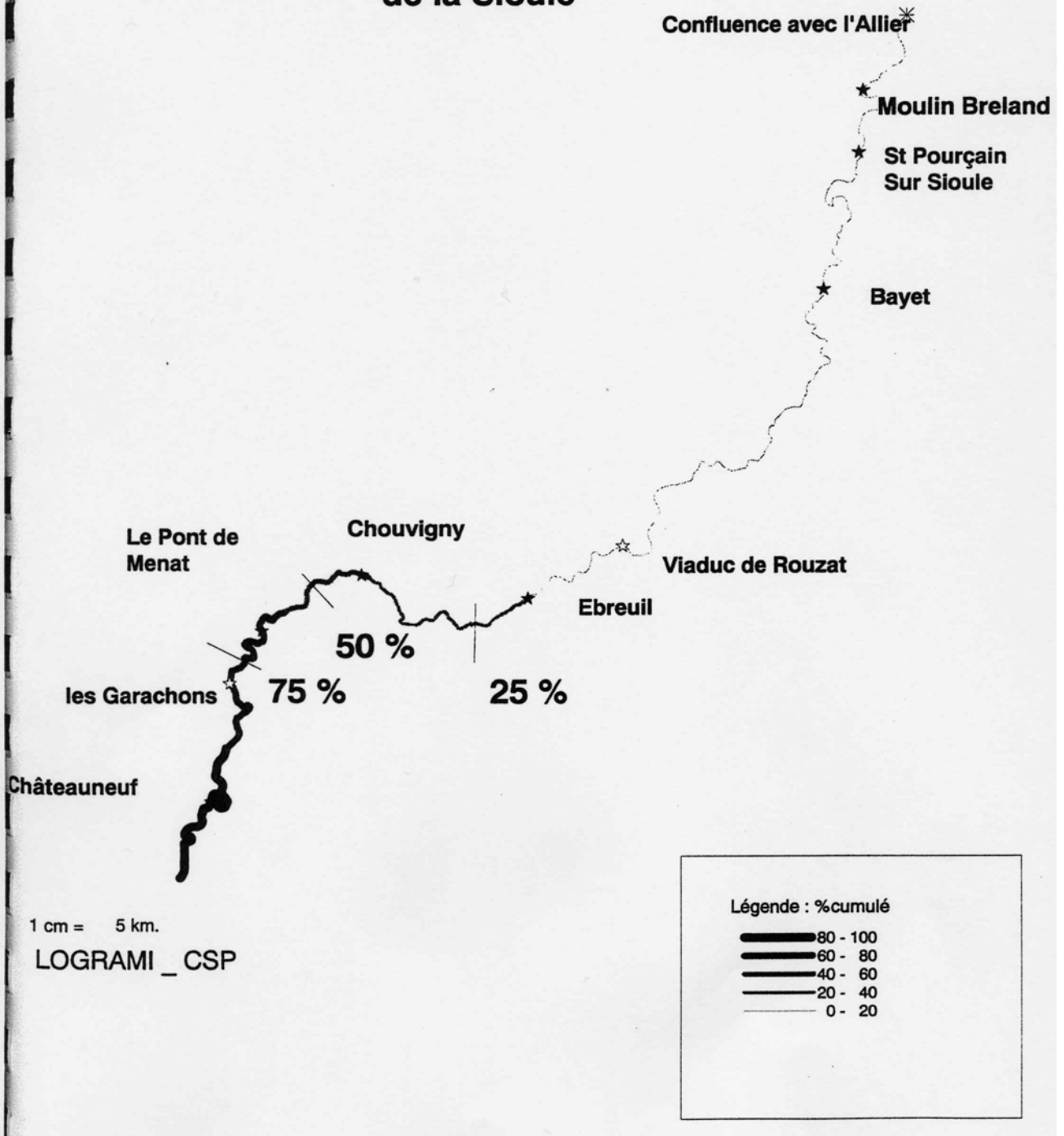
Répartition de la production moyenne de tacons automnaux (expertise)
de l'aval vers l'amont de l'Allier



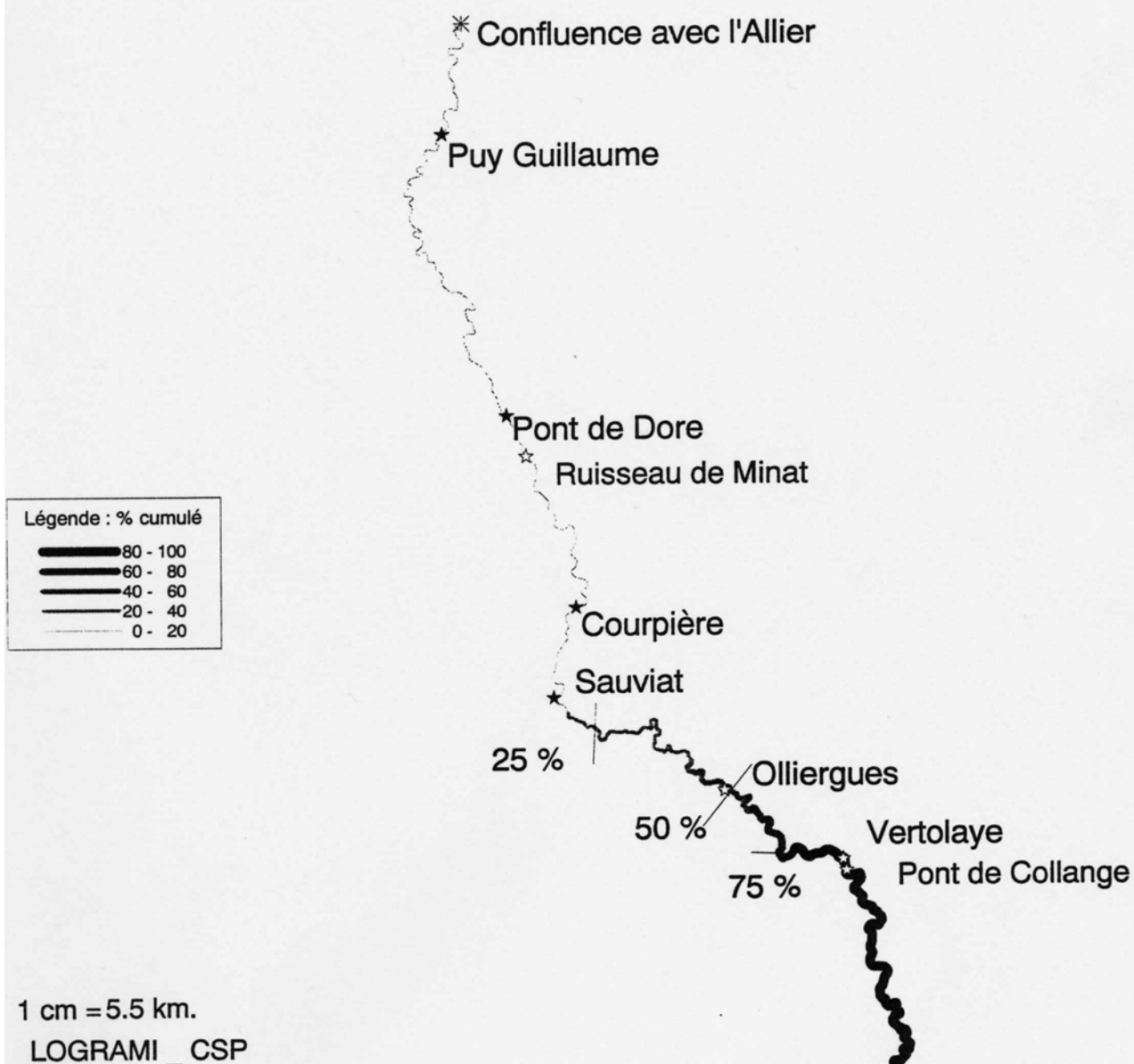
LOGRAMI _ CSP

ANNEXE E (2/5)

Répartition (% cumulé) de la production moyenne de tacons automnaux (expertise) de l'aval vers l'amont de la Sioule

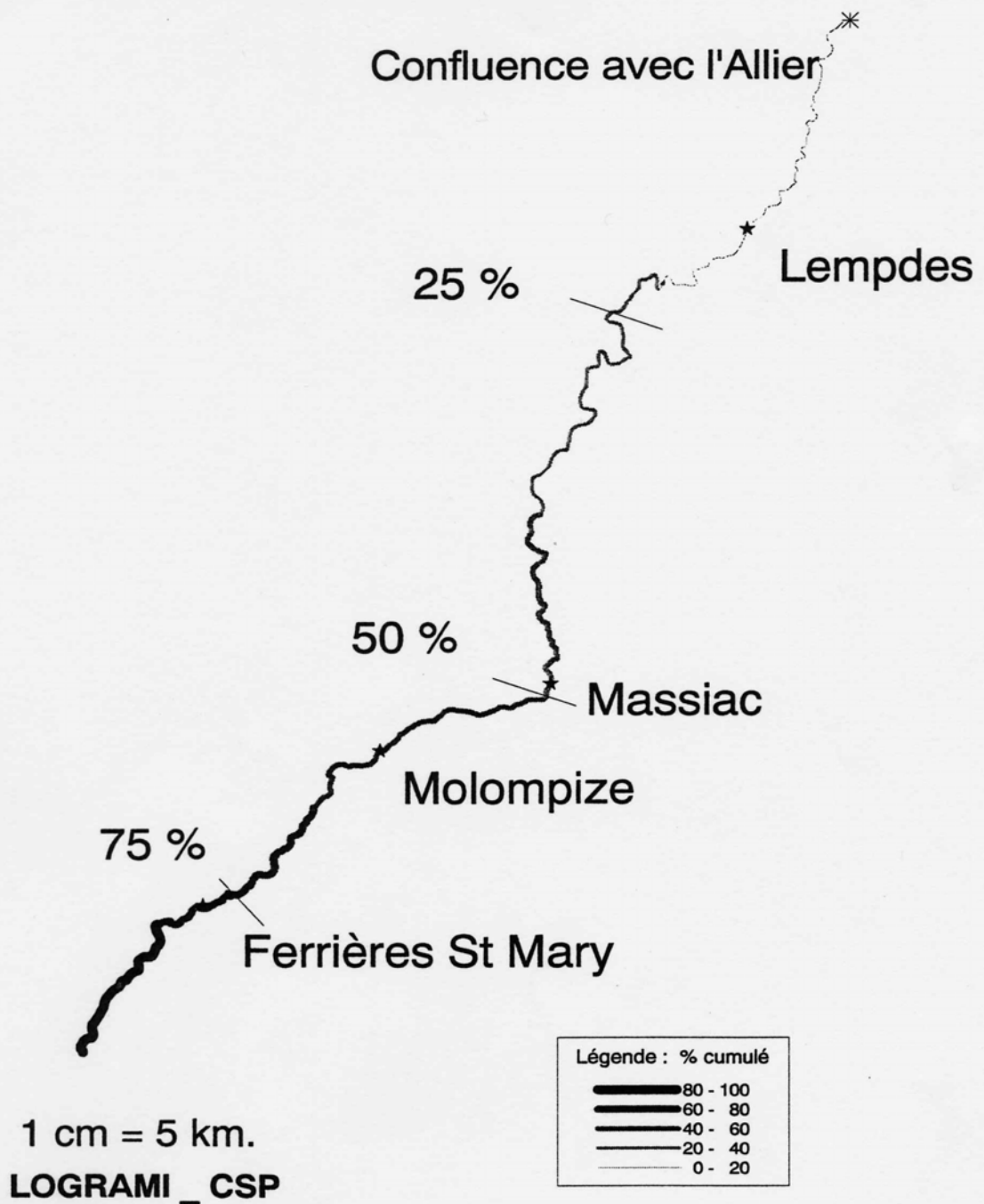


ANNEXE E (3/5) :
Répartition (% cumulé) de la production moyenne
de tacons automnaux (expertise) de l'aval vers l'amont
de la Dore



ANNEXE E (4/5) :

Répartition (% cumulé) de la production moyenne de tacons automnaux (expertise) de l'aval vers l'amont de l'Alagnon.

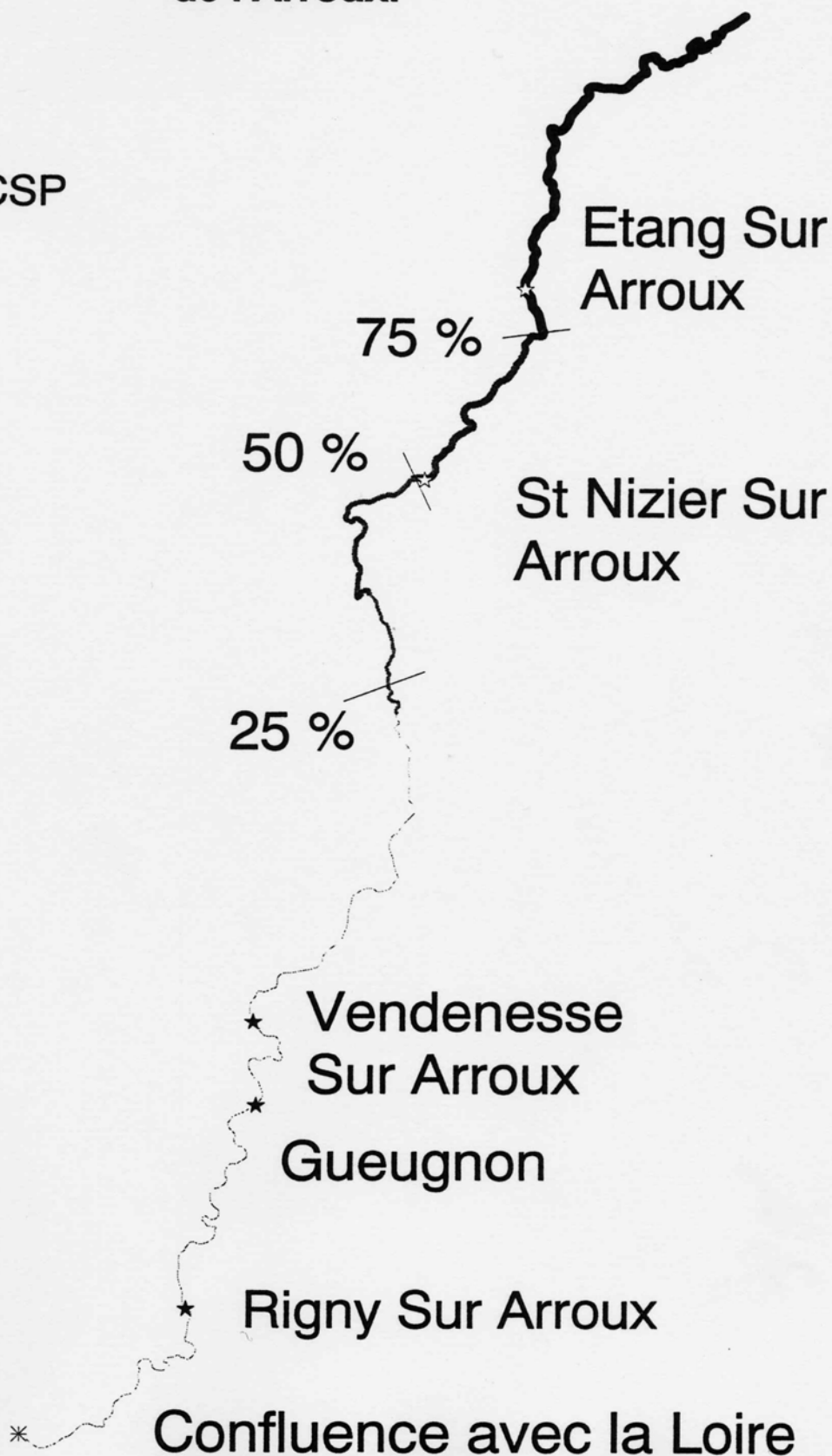
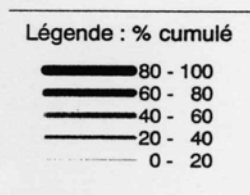


ANNEXE E (5/5) :

Répartition (% cumulé) de la production moyenne de tacons automnaux (expertise) de l'aval et de l'amont de l'Arroux.

1 cm : 6 km.

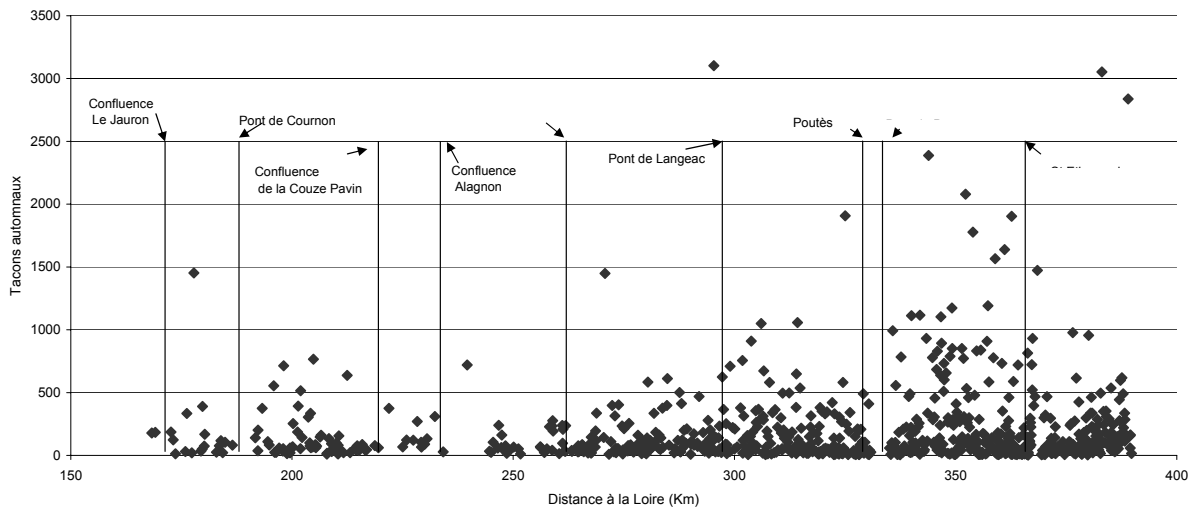
LOGRAMI_CSP



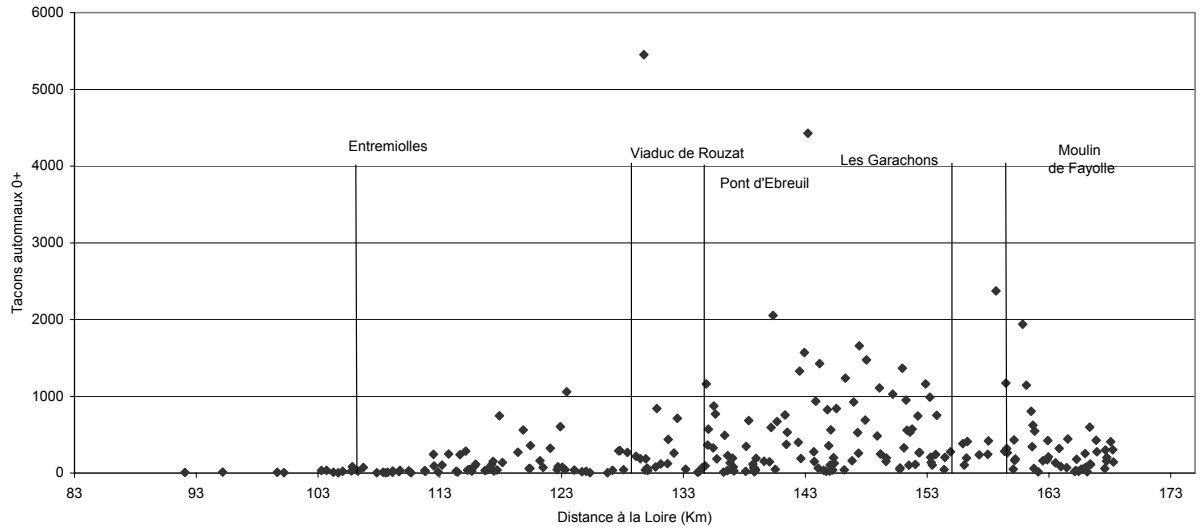
ANNEXE F :

Répartition des faciès expertisés potentiellement productifs le long des différents axes.

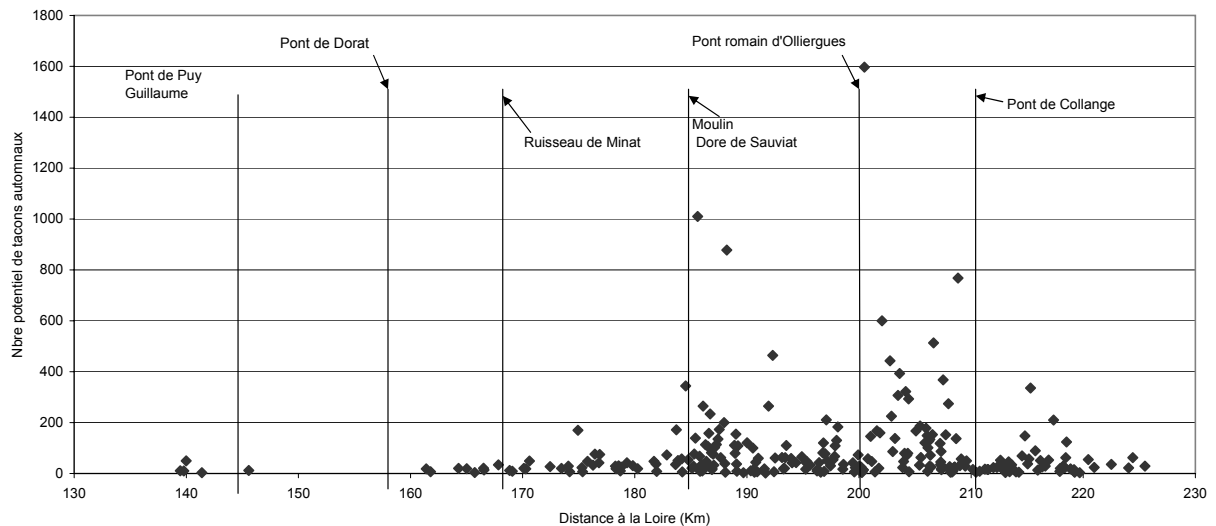
Répartition de la production moyenne potentielle de tacons automnaux sur l'Allier en fonction de la distance à la Loire



Répartition de la production moyenne potentielle de tacons automnaux sur la Sioule en fonction de la distance à la Loire.



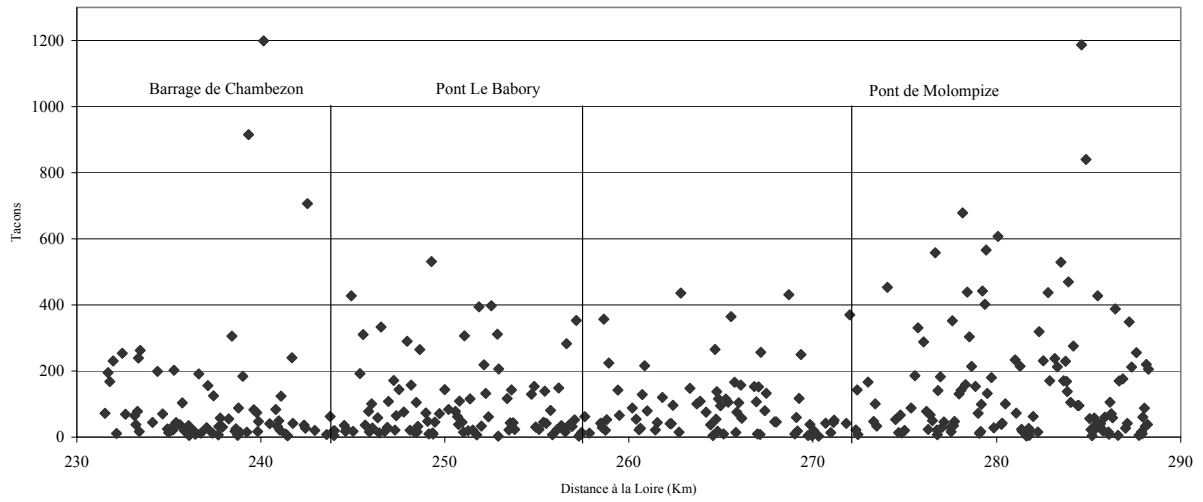
Répartition de la production moyenne potentielle de tacons automnaux sur la DORE en fonction de la distance à la Loire



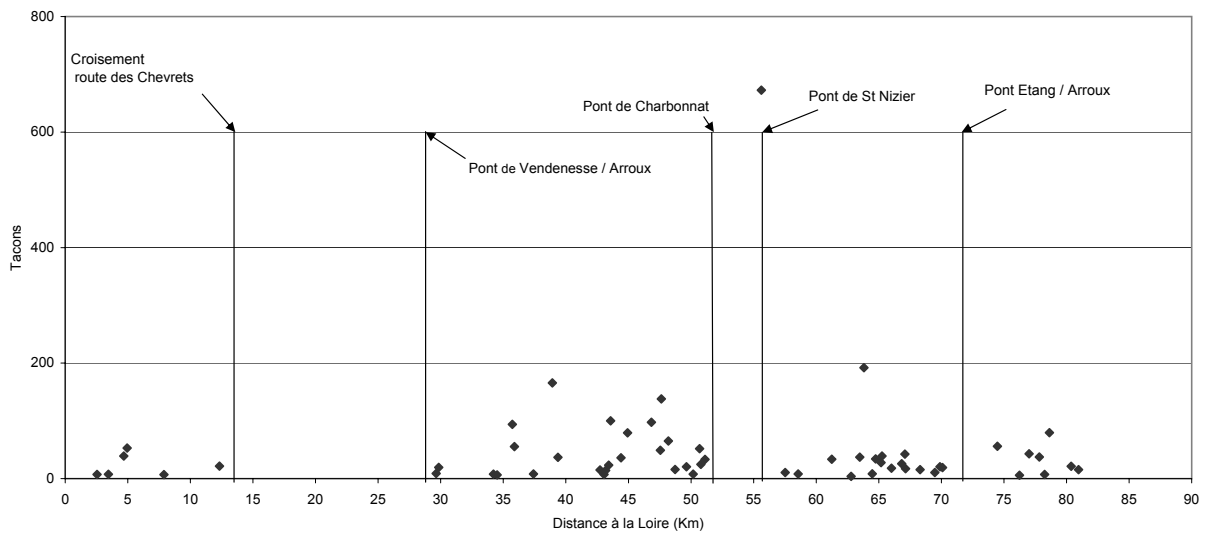
ANNEXE F :

Répartition des faciès potentiellement productifs le long des différents axes.

Répartition de la production moyenne potentielle de tacons 0+ de l'Alagnon en fonction de la distance à la Loire



Répartition de la production potentielle moyenne de tacons sur l'Arroux en fonction de la distance à la Loire



ANNEXE G :
Modèle de gestion des populations de saumons

Calcul retour adultes sur frayères à partir des tacons 0+ automnaux (valeurs expertisées).

Modèle initial

Taux de survie	Tacons 0+ automnaux	Smolts 1+ 0,31	Tacons1+ 0,45	Smolts2+ 0,4	Smolts	Obstacles dévalaison 0,9	Pêches accidentelles 0,95	Pollution 0,9	Bouchon vaseux et acclimatation 0,25	Adultes estuaire 0,15	Bouchon vaseux 0,70	Obstacles montaison 0,90	Pollution 0,90	Prélèvements occultes 0,90	Accidents 0,95	Adultes sur frayères
ALLIER	96076 158007 323875	29 784 48 982 100 401	13 451 22 121 45 343	5 380 8 848 18 137	35 164 57 831 118 538	31 647 52 048 106 684	30 065 49 445 101 350	27 059 44 501 91 215	6 765 11 125 22 804	1 015 1 669 3 421	710 1 168 2 394	639 1 051 2 155	575 946 1 939	518 852 1 746	492 809 1 658	492 809 1 658
SIOULE	51547 82421 169011	15 980 25 551 52 393	7 217 11 539 23 662	2 887 4 616 9 465	18 866 30 166 61 858	16 980 27 149 55 672	16 131 25 792 52 889	14 518 23 213 47 600	3 629 5 803 11 900	544 870 1 785	381 609 1 249	343 548 1 125	309 494 1 012	278 444 911	264 422 865	264 422 865
ALAGNON	26256 42652 86314	8 139 13 222 26 757	3 676 5 971 12 084	1 470 2 389 4 834	9 610 15 611 31 591	8 649 14 050 28 432	8 216 13 347 27 010	7 395 12 012 24 309	1 849 3 003 6 077	277 450 912	194 315 638	175 284 574	157 255 517	142 230 465	134 218 442	134 218 442
DORE	12114 22089 45720	3 755 6 848 14 173	1 696 3 092 6 401	678 1 237 2 560	4 434 8 085 16 734	3 990 7 276 15 060	3 791 6 912 14 307	3 412 6 221 12 876	853 1 555 3 219	128 233 483	90 163 338	81 147 304	73 132 274	65 119 246	62 113 234	62 113 234
CHAPEAUROUX	17716 28243 55819	5 492 8 755 17 304	2 480 3 954 7 815	992 1 582 3 126	6 484 10 337 20 430	5 836 9 303 18 387	5 544 8 838 17 467	4 989 7 954 15 721	1 247 1 989 3 930	187 298 590	131 209 413	118 188 371	106 169 334	95 152 301	91 145 286	91 145 286
ARROUX	1374 2818 6048	426 874 1 875	192 395 847	77 158 339	503 1 031 2 214	453 928 1 992	430 882 1 893	387 794 1 703	97 198 426	15 30 64	10 21 45	9 19 40	8 17 36	7 15 33	7 14 31	7 14 31

caractères gras : taux de survie

Précisions : On part de l'hypothèse de saturation du milieu (selon l'expertise). Le nombre d'adultes obtenu à l'issue du calcul prévisible est un maximum dans l'état actuel des connaissances

Calcul retour adultes sur frayères à partir des tacons 0+ automnaux (valeurs expertisées).

Exemples de variations de taux de survie et leurs impacts.

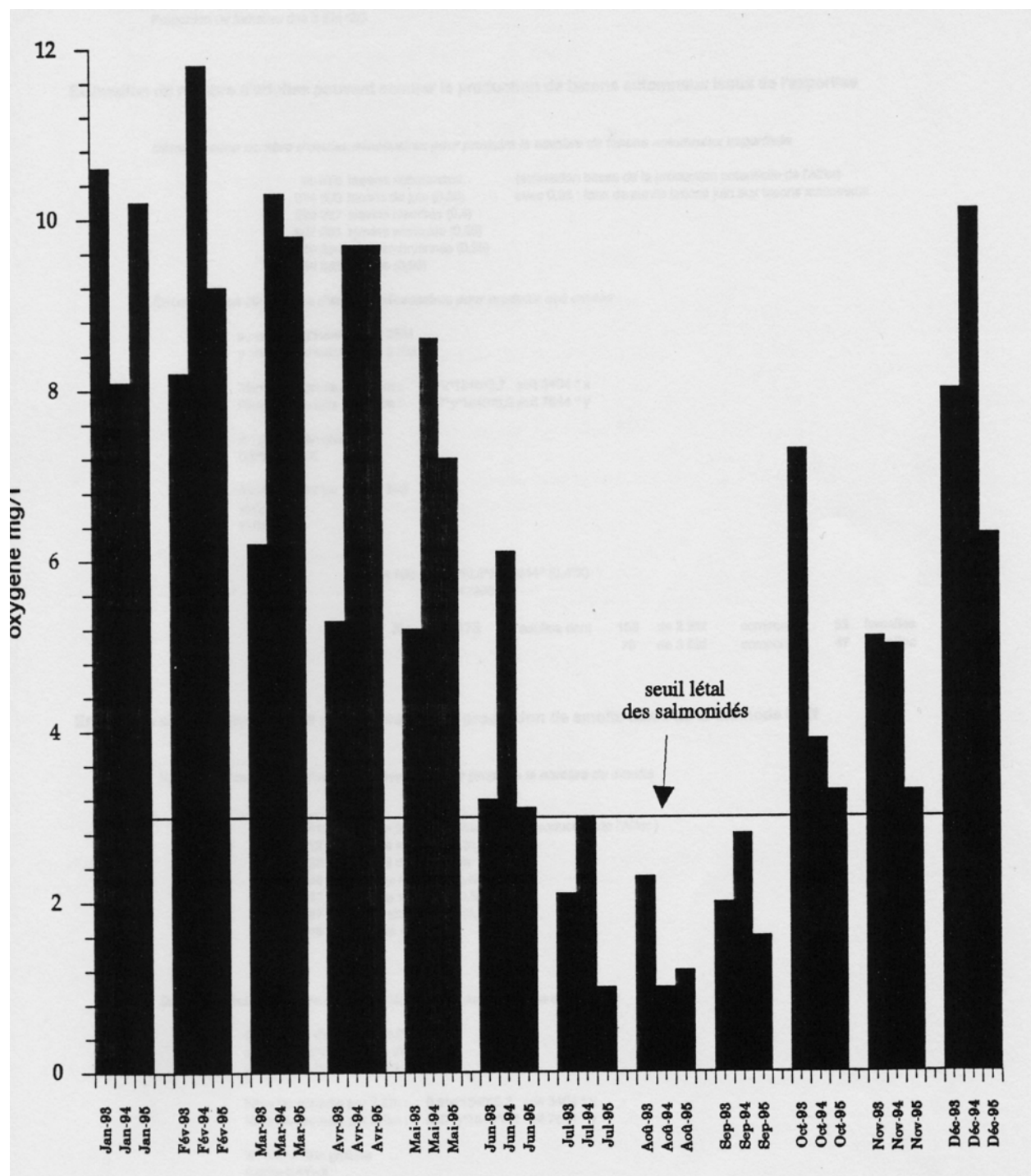
Taux de survie	Tacons 0+ automnaux	Smolts 1+	Tacons1+	Smolts2+	Smolts	Obstacles dévalaison	Pêches accidentelles	Pollution	Bouchon vaseux et acclimatation	Adultes estuaire	Bouchon vaseux	Obstacles montaison	Pollution	Prélèvements occultes	Accidents	Adultes sur frayères
		0,31	0,45	0,4		0,9	0,95	0,9	0,5	0,15	0,70	0,90	0,90	0,90	0,95	
ALLIER	96076 158007 323875	29 784 48 982 100 401	13 451 22 121 45 343	5 380 8 848 18 137	35 164 57 831 118 538	31 647 52 048 106 684	30 065 49 445 101 350	27 059 44 501 91 215	13 529 22 250 45 608	2 029 3 338 6 841	1 421 2 336 4 789	1 279 2 103 4 310	1 151 1 892 3 879	1 036 1 703 3 491	984 1 618 3 316	984 1 618 3 316
SIOULE	51547 82421 169011	15 980 25 551 52 393	7 217 11 539 23 662	2 887 4 616 9 465	18 866 30 166 61 858	16 980 27 149 55 672	16 131 25 792 52 889	14 518 23 213 47 600	7 259 11 606 23 800	1 089 1 741 3 570	762 1 219 2 499	686 1 097 2 249	617 987 2 024	556 888 1 822	528 844 1 731	528 844 1 731
ALAGNON	26256 42652 86314	8 139 13 222 26 757	3 676 5 971 12 084	1 470 2 389 4 834	9 610 15 611 31 591	8 649 14 050 28 432	8 216 13 347 27 010	7 395 12 012 24 309	3 697 6 006 12 155	555 901 1 823	388 631 1 276	349 568 1 149	314 511 1 034	283 460 930	269 437 884	269 437 884
DORE	12114 22089 45720	3 755 6 848 14 173	1 696 3 092 6 401	678 1 237 2 560	4 434 8 085 16 734	3 990 7 276 15 060	3 791 6 912 14 307	3 412 6 221 12 876	1 706 467 6 438	256 3 111 966	179 327 676	161 294 608	145 265 548	131 238 493	124 226 468	124 226 468
CHAPEAUROUX	17716 28243 55819	5 492 8 755 17 304	2 480 3 954 7 815	992 1 582 3 126	6 484 10 337 20 430	5 836 9 303 18 387	5 544 8 838 17 467	4 989 7 954 15 721	2 495 3 977 7 860	374 597 1 179	262 418 825	236 418 743	212 338 669	191 304 602	181 289 572	181 289 572
ARROUX	1374 2818 6048	426 874 1 875	192 395 847	77 158 339	503 1 031 2 214	453 928 1 992	430 882 1 893	387 794 1 703	193 397 852	29 60 128	20 42 89	18 38 80	16 34 72	15 30 65	14 29 62	14 29 62

Taux de survie	Tacons 0+ automnaux	Smolts 1+	Tacons1+	Smolts2+	Smolts	Obstacles dévalaison	Pêches accidentelles	Pollution	Bouchon vaseux et acclimatation	Adultes estuaire	Bouchon vaseux	Obstacles montaison	Pollution	Prélèvements occultes	Accidents	Adultes sur frayères
		0,31	0,45	0,4		0,9	0,95	0,9	0,25	0,10	0,70	0,90	0,90	0,90	0,95	
ALLIER	96076 158007 323875	29 784 48 982 100 401	13 451 22 121 45 343	5 380 8 848 18 137	35 164 57 831 118 538	31 647 52 048 106 684	30 065 49 445 101 350	27 059 44 501 91 215	6 765 11 125 22 804	676 1 113 2 280	474 779 1 596	426 701 1 437	384 631 1 293	345 568 1 164	328 539 1 105	328 539 1 105
SIOULE	51547 82421 169011	15 980 25 551 52 393	7 217 11 539 23 662	2 887 4 616 9 465	18 866 30 166 61 858	16 980 27 149 55 672	16 131 25 792 52 889	14 518 23 213 47 600	3 629 5 803 11 900	363 580 1 190	254 406 833	229 366 750	206 329 675	185 296 607	176 281 577	176 281 577
ALAGNON	26256 42652 86314	8 139 13 222 26 757	3 676 5 971 12 084	1 470 2 389 4 834	9 610 15 611 31 591	8 649 14 050 28 432	8 216 13 347 27 010	7 395 12 012 24 309	1 849 3 003 6 077	185 300 608	129 210 425	116 189 383	105 170 345	94 153 310	90 146 295	90 146 295
DORE	12114 22089 45720	3 755 6 848 14 173	1 696 3 092 6 401	678 1 237 2 560	4 434 8 085 16 734	3 990 7 276 15 060	3 791 6 912 14 307	3 412 6 221 12 876	853 1 555 3 219	85 156 322	60 109 225	54 98 203	48 88 183	44 79 164	41 75 156	41 75 156
CHAPEAUROUX	17716 28243 55819	5 492 8 755 17 304	2 480 3 954 7 815	992 1 582 3 126	6 484 10 337 20 430	5 836 9 303 18 387	5 544 8 838 17 467	4 989 7 954 15 721	1 247 1 989 3 930	125 199 393	87 139 275	79 125 248	71 113 223	64 101 201	60 96 191	60 96 191
ARROUX	1374 2818 6048	426 874 1 875	192 395 847	77 158 339	503 1 031 2 214	453 928 1 992	430 882 1 893	387 794 1 703	97 198 426	10 20 43	7 14 30	6 13 27	5 11 24	5 10 22	5 10 21	5 10 21

: taux de survie modifié.

ANNEXE H :

Régime annuel des teneurs en oxygène dissous dans l'estuaire de la Loire
(plus faible valeur mensuelle observée parmi les 7 stations SMN / AE entre 1993 et 1995)



Données : CSP Plan Loire 1997 [25]
Source : SMN cellule Qualité des eaux.

ANNEXE I :

Estimation du nombre d'adultes nécessaires pour produire le nombre de tacons expertisés ou le nombre de smolts définis par la méthode ERR.

Données biologiques :

Proportion : 60 % 2 EM et 40 % 3 EM
 Production de 1840 ovules / Kg de poids vif pour chaque femelle
 Poids moyen une femelle de 2 EM : 3,7 Kg
 Poids moyen une femelle de 3 EM : 6,2 Kg
 Proportion de femelles des 2 EM : 50%
 Proportion de femelles des 3 EM : 2/3

Estimation du nombre d'adultes pouvant assurer la production de tacons automnaux issus de l'expertise**Détermination nombre d'ovules nécessaires pour produire le nombre de tacons automnaux expertisés**

96 076 tacons automnaux (estimation basse de la production potentielle de l'Allier)
 274 503 tacons de juin (0,35) avec 0,35 : taux de survie tacons juin aux tacons automnaux
 686 257 alevins résorbés (0,4)
 807 361 alevins vésiculés (0,85)
 849 854 œufs embryonnés (0,95)
894 583 ovules (0,95)

Détermination du nombre d'adultes nécessaire pour produire ces ovules

x : nombre d'individus de 2EM
 y : nombre d'individus de 3 EM

Nbre Ov produits par 2 Em : $0,5 \cdot x \cdot 1840 \cdot 3,7$ soit $3404 \cdot x$
 Nbre Ov produits par 3 Em : $0,67 \cdot y \cdot 1840 \cdot 6,2$ soit $7644 \cdot y$

X : population globale
 $0,6 \cdot x + 0,4 \cdot y = X$

$3404 \cdot x + 7644 \cdot y = 894\,583$ ovules
 $x = 0,6 \cdot X$
 $y = 0,4 \cdot X$

$894\,583 : 3404 \cdot (0,6 \cdot X) + 7644 \cdot (0,4 \cdot X)$
 $: 2043X + 3058X$

X : 175 adultes dont **105 de 2 EM** comportant **53 femelles**
70 de 3 EM comportant **47 femelles**

Estimation du nombre d'adultes pouvant assurer la production de smolts issus de la méthode ERR**Détermination nombre d'ovules nécessaires pour produire le nombre de smolts**

41 704 smolts (estimation basse de la production de l'Allier)
 112 714 tacons automnaux (0,37)
 322 039 tacons de juin (0,35)
 805 097 alevins résorbés (0,4)
 947 172 alevins vésiculés (0,85)
 997 024 œufs embryonnés (0,95)
1 049 498 ovules (0,95)

Détermination du nombre d'adultes nécessaire pour produire ces ovules

O : nombre d'ovules produits
 x : nombre d'individus de 2EM
 y : nombre d'individus de 3 EM

Nbre Ov produits par 2 Em : $0,5 \cdot x \cdot 1840 \cdot 3,7$ soit $3404 \cdot x$
 Nbre Ov produits par 3 Em : $0,67 \cdot y \cdot 1840 \cdot 6,2$ soit $7644 \cdot y$

X : population globale
 $0,6 \cdot X + 0,4 \cdot Y = X$

$3404 \cdot x + 7644 \cdot y = 1\,049\,498$ ovules
 $x = 0,6 \cdot X$
 $y = 0,4 \cdot X$

$1\,049\,498 : 3404 \cdot (0,6 \cdot X) + 7644 \cdot (0,4 \cdot X)$
 $: 2043X + 3058X$

X : 206 adultes dont **123 de 2 EM** comportant **62 femelles**
82 de 3 EM comportant **55 femelles**

ANNEXE J :

Définition du seuil de conservation

Détermination du seuil de conservation du bassin de l'Allier

Surface d'équivalent radier - rapide de l'Allier :	22 842	(unité : 100m ²)
Seuil œufs par m ² de bassin :	4,2	(valeur expertisée)
Nombre d'ovules produits par une femelle de 2 EM :	6 808	
Nombre d'ovules produits par une femelle de 3 EM :	11 408	
Taux de survie ovules-œufs :	0,95	
Proportion (P1) de 2 EM dans la population :	0,6	
Proportion (P2) de 3 EM dans la population :	0,4	
Proportion (F1) de femelles chez les 2 EM :	0,5	
Proportion (F2) de femelles chez les 3 EM :	0,67	

Détermination du nombre d'œufs équivalent par sujet de 2 EM

Nombre d'œufs (O1) produits par une femelle de 2 EM :	6 468	
Nombre d'œufs produits par un individu de 2 EM :	3 234	(O1*F1)

Détermination du nombre d'œufs équivalent par sujet de 3 EM

Nombre d'œufs (O2) produits par une femelle de 3 EM :	10 838	
Nombre d'œufs produits par un individu de 3 EM :	7 261	(O2*F2)

Détermination du nombre d'œufs équivalent par sujet

Nombre d'œufs (NO) :	4 845	$[(O1*F1*P1)+(O2*F2*P2)]$
----------------------	-------	---------------------------

Détermination du seuil d'œufs pour le bassin de l'Allier :

seuil œufs (SO):	9 593 640
------------------	-----------

Détermination du seuil d'œufs pour le bassin de l'Allier :

seuil adultes :	2 000	(SO/NO)
-----------------	-------	---------

Remarque : si l'on veut définir ce seuil pour le bassin de l'Allier débutant à Vichy, il faut enlever de la surface précédente, la valeur correspondant à la Sioule soit 321 959 m².
on obtient alors un seuil d'adultes de 1700