CARTOGRAPHIE DES HABITATS DE JUVENILES DE SAUMON DU LEFF, DU KERGUIDOUE ET DU GOAZEL

Maître d'ouvrage :

Fédération des Côtes d'Armor pour la pêche et la protection du milieu aquatique

Edition :
Janvier 2020

Réalisé avec le concours de :

agence de l'eau Loire-Bretagne
Établissement public de l'État
agence.eau-loire-bretagne.fr

Côtes d'Armor
le Département

FÉDÉRATION NATIONALE PÊCHE

CARTOGRAPHIE DES HABITATS DE JUVENILES DE SAUMON DU LEFF, DU KERGUIDOUE ET DU GOAZEL

Edité le 31 janvier 2020

Ce rapport présente la synthèse de la cartographie des habitats de juvéniles de saumon du Leff, du Kerguidoué et du Goazel réalisée en 2018 et 2019 dans le cadre du volet « Poissons Migrateurs » 2015-2021.

La maîtrise d'ouvrage a été assurée par la Fédération des Côtes d'Armor pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique. Les relevés de terrain, l'analyse des données et la rédaction du rapport d'étude ont été réalisées par le personnel technique de la Fédération de pêche des Côtes d'Armor.

Cette étude a bénéficié du plan de financement suivant :

- 70 % de subvention de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne,
- 10 % de subvention du Conseil Départemental des Côtes d'Armor,
- 20 % de fonds propres des collectivités piscicoles

La Fédération des Côtes d'Armor pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique remercie l'ensemble des partenaires financiers et administratifs pour leur contribution à la bonne réalisation de cette étude.

Rédacteur : Alain Dumont, Responsable technique FDPPMA 22

Fédération des Côtes d'Armor
pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

7 rue Jean Rostand
22440 Ploufragan

☏ : 02 96 68 15 40
🖧 : federationpeche22@orange.fr

RESUME

La réactualisation de la cartographie des habitats piscicoles du Leff, du Kerguidoué et du Goazel, menée en 2018 et 2019 permet d'évaluer la Surface d'Equivalent Radier Rapide (SERR) à 56 193m² dont 43914m² pour le cours principal. L'ensemble de cette surface de production est accessible au saumon atlantique.

THEME

Poissons migrateurs amphihalins

MOTS CLES

Saumon atlantique, Bretagne, Leff, Kerguidoué, Goazel, recrutement, cartographie, habitats, SERR, surface de production

SOMMAIRE

Tables des figures et des tableaux 4
1.Introduction 5
2.Méthodologie 6
3.Résultats 7
4.Estimation de la surface de production 16
5.Bibliographie 17
Table des Matières 18
Annexes 18

Tables des figures et des tableaux

Figure 1 : Fréquentation du Leff et de ses affluents par les espèces migratrices amphihalines 6
Figure 2 : Schéma de définition des faciès 8
Figure 3 : Répartition surfacique des faciès d'écoulement sur le Leff en aval de Châtelaudren 9
Figure 4 : Répartition surfacique des faciès d'écoulement sur le Kerguidoué 10
Figure 5 : Répartition surfacique des faciès d'écoulement sur le Goazel 11
Figure 6 : Répartition surfacique de la granulométrie dominante par faciès d'écoulement sur le Leff 13
Figure 7 : Répartition surfacique de la granulométrie dominante par faciès d'écoulement sur le Kerguidoué 14
Figure 8 : Répartition surfacique de la granulométrie dominante par faciès d'écoulement sur le Goazel 15

Tableau 1 : Chiffres clés de l'inventaire cartographique 7
Tableau 2 : Critères visuels de distinction des faciès d'écoulement 8
Tableau 3 : Répartition surfacique des faciès d'écoulement sur le cours du Leff en aval de Châtelaudren 9
Tableau 4 : Répartition surfacique des faciès d'écoulement sur le Kerguidoué 10
Tableau 5 : Répartition surfacique des faciès d'écoulement sur le Goazel 11
Tableau 6 : Classification du Substrat 12
Tableau 7 : Surface de production théorique du Leff, du Kerguidoué et du Goazel . 16
Tableau 8 : Chiffres clés des cartographies des habitats du Leff 17

1. Introduction

1.1 Contexte général et motivation

La gestion des captures à la ligne du saumon repose sur un principe de Taux Admissible de Capture (TAC) qui définit le niveau de prélèvement possible tout en permettant le maintien d'une population apte à se renouveler naturellement.

La détermination du TAC requiert :

- un suivi annuel du recrutement en juvéniles de saumon suivant le protocole standardisé des indices d'abondances,
- les suivis de migrations aux stations de contrôle,
- le suivi des captures par la pêche à la ligne.

Pour donner une image fiable du recrutement, les indices d'abondances collectés annuellement doivent être pondérés par la surface de production disponible déterminée à partir d'une cartographie des habitats favorables. Cette pondération permet notamment d'intégrer au recrutement l'évolution de la rivière (naturelle ou induite).

Sur le bassin du Leff une telle cartographie a été réalisée en 1995[1]. Le présent rapport en permet la ré-actualisation notamment par la description de la surface de production de ses affluents fréquentés par le saumon.

1.2 Présentation du bassin versant

Le Leff est un fleuve côtier des Côtes d'Armor (22) qui prend sa source sur la commune du Leslay à 200 m d'altitude. D'une longueur totale de 58 km, ses eaux viennent grossir celles du Trieux avec lequel il partage un estuaire. En amont de celui-ci, son bassin versant a une superficie de 365 km² et est drainé par 340 km de cours d'eau recensés.

D'amont vers l'aval, le Leff traverse successivement une courte bande de terrains cristallins (granite) puis, plus largement, une série de terrains sédimentaires (micaschistes, schistes briovériens). Sa pente moyenne de 2,8‰ cache une disparité entre la partie située en amont de Châtelaudren (pente moyenne de 4.4‰) et l'aval, à tendance plus lente (pente moyenne de 2.3‰). Du fait de la proximité de la mer, le climat est de type tempéré océanique caractérisé par une faible amplitude des températures et une forte variabilité de la pluviosité annuelle suivant la proximité du littoral. Les débits, en relation avec la nature géologique du bassin, sont tributaires de la pluviosité.

D'un point de vue de la circulation piscicole, le Leff comporte 40 barrages plus ou moins en état. Seule la digue de l'étang de Châtelaudren constitue un obstacle infranchissable.

Le Leff est fréquenté par la plupart des espèces de poissons migrateurs amphihalins représentés en Bretagne (Figure 1).

[1] Description des habitats piscicoles du Leff – Estimation du potentiel de production en saumon atlantique & Cartographie des habitats piscicoles du Leff (document annexe), FDAAPPMA 22, 1995

Figure 1 : Fréquentation du Leff et de ses affluents par les espèces migratrices amphihalines

(source : http://www.observatoire-poissons-migrateurs-bretagne.fr)

2. Méthodologie

L'estimation de la capacité d'accueil potentielle en juvéniles de saumon, est faite à partir d'un inventaire détaillé de leurs différents habitats effectué en période de basses eaux. L'étiage est en effet la période où les conditions d'habitats sont les plus limitantes pour le peuplement de saumons (faibles débits et hauteurs d'eau).

Compte tenu du linéaire à inventorier, la cartographie des habitats a été réalisée sur 2 années : 2018 et 2019.

La méthode de description des habitats est celle standardisée mise au point par l'AFB (ex ONEMA) et mise à jour par Bretagne Grands Migrateurs (Annexe 1).

Afin d'alléger le travail d'analyse des données, la saisie informatique des paramètres descriptifs par habitat a été faite directement sur le terrain (via masque de saisie dans un SIG embarqué sur une tablette numérique).

3. Résultats

3.1 Données brutes

Un DVDROM accompagnant la version « papier » du présent rapport rassemble les métadonnées (voir liste en Annexe 2), les caractéristiques des habitats ainsi que leur spatialisation au format shape.

3.2 Dates et chiffres clés du recueil de données

17 jours de terrain ont été nécessaires pour décrire 54,3km de linéaire de cours d'eau (soit une vitesse de progression de 3,2 km/jours) (Tableau 1).

Tableau 1 : Chiffres clés de l'inventaire cartographique

Cours d'eau	**Limite aval-amont de description**	**Nombre d'habitats décrits**	**Linéaire décrit (m)**	**Surface décrite (m²)**	**Dates de description**
Leff	Barrage du Houël – Pied de la digue de l'étang de Châtelaudren	820	38 408	339 843	26/07/2018 27/07/2018 30/07/2018 1/08/2018 2/08/2018 3/08/2018 28/08/2018 30/08/2018 23/08/2019 26/08/2019
Kerguidoué	Confluence Leff – RD94 (Lannebert)	314	9 119	33 859	17/07/2018 18/07/2018 19/07/2018 20/07/2018
Goazel	Confluence Leff – RD67 (Goudelin)	144	6 807	27 197	21/08/2019 22/08/2019 23/08/2019

3.3 Répartition des faciès

La description des faciès repose sur la distinction de 5 grands types d'habitats, définis par la vitesse du courant et la profondeur moyenne (Figure 2) et reconnus sur le terrain à partir de critères visuels (Tableau 2).

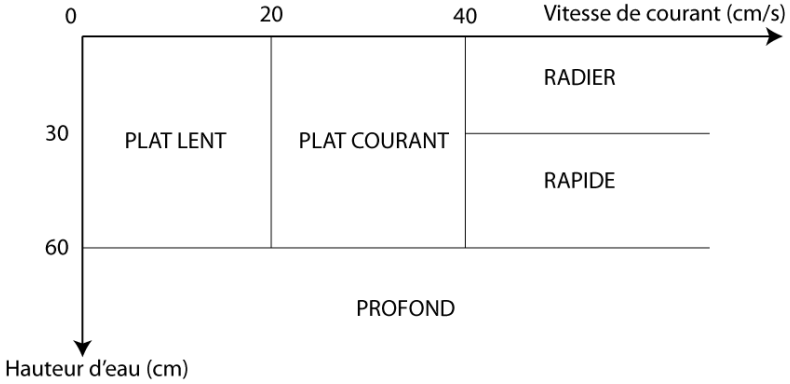


Figure 2 : Schéma de définition des faciès

Tableau 2 : Critères visuels de distinction des faciès d'écoulement

Type de faciès	Nature de l'écoulement (estimation de vitesse)	Profondeur
Profond	Ecoulement variable, surface lisse, fond imperceptible	> 60cm
Plat lent	Ecoulement lent <20cm/s, surface lisse, éléments perceptibles plus ou moins nets	< 60 cm
Plat courant	Courant bien visible 20 à 40 cm/s, surface lisse à ridée, éléments perceptibles nets	< 60cm
Radier	> 40cm/s, surface bouillonnant	5 à 30 cm
Rapide	> 40 cm/s, micro-cascades, présence de gros blocs et rochers	30 à 60 cm

3.3.1 Répartition des faciès sur le Leff

Tableau 3 : Répartition surfacique des faciès d'écoulement sur le cours du Leff en aval de Châtelaudren

Faciès	Longueur (m)	Surface (m²)	% surfacique
Plat courant (PC)	6076	40403	12%
Plat lent naturel (PL)	6724	46412	14%
Plat lent artificiel (PLA)	589	4018	1%
Profond naturel (PR)	4362	36440	11%
Profond artificiel (PRA)	15775	184522	54%
Radier (Rad)	3518	24368	7%
Rapide (Rap)	644	3680	1%
Non déterminé / atypique (ND)	720	-	-
Total	**38408**	**339843**	**100**

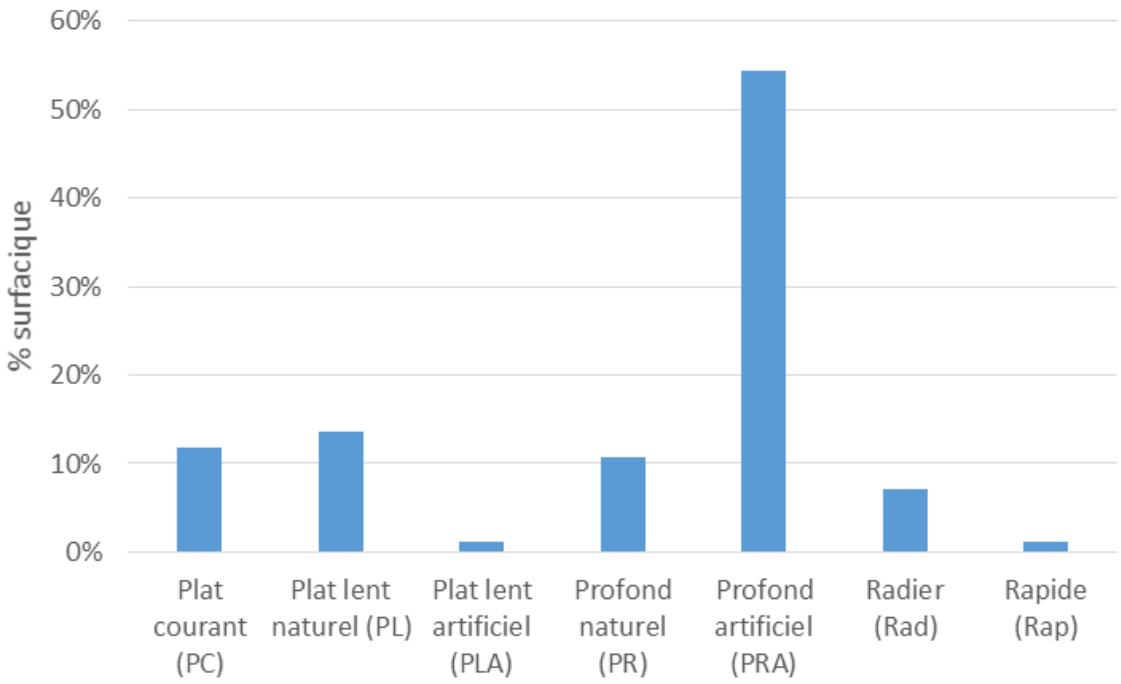


Figure 3 : Répartition surfacique des faciès d'écoulement sur le Leff en aval de Châtelaudren

Avec un taux de faciès artificiels de 55% (PRA + PLA), le cours principal du Leff apparaît comme étant modifié. Non dépourvu de profonds naturels (11% de PR) son cours est globalement lent (80%) et profond (65%).

3.3.2 Répartition des faciès sur le Kerguidoué

Tableau 4 : Répartition surfacique des faciès d'écoulement sur le Kerguidoué

Faciès	Longueur (m)	Surface (m²)	% surfacique
Plat courant (PC)	2337	8937	26%
Plat lent naturel (PL)	3486	13262	39%
Plat lent artificiel (PLA)	54	184	1%
Profond naturel (PR)	1882	7133	21%
Profond artificiel (PRA)	61	275	1%
Radier (Rad)	904	3784	11%
Rapide (Rap)	74	285	1%
Non déterminé / atypique (ND)	321	-	-
Total	**9119**	**33859**	**100**

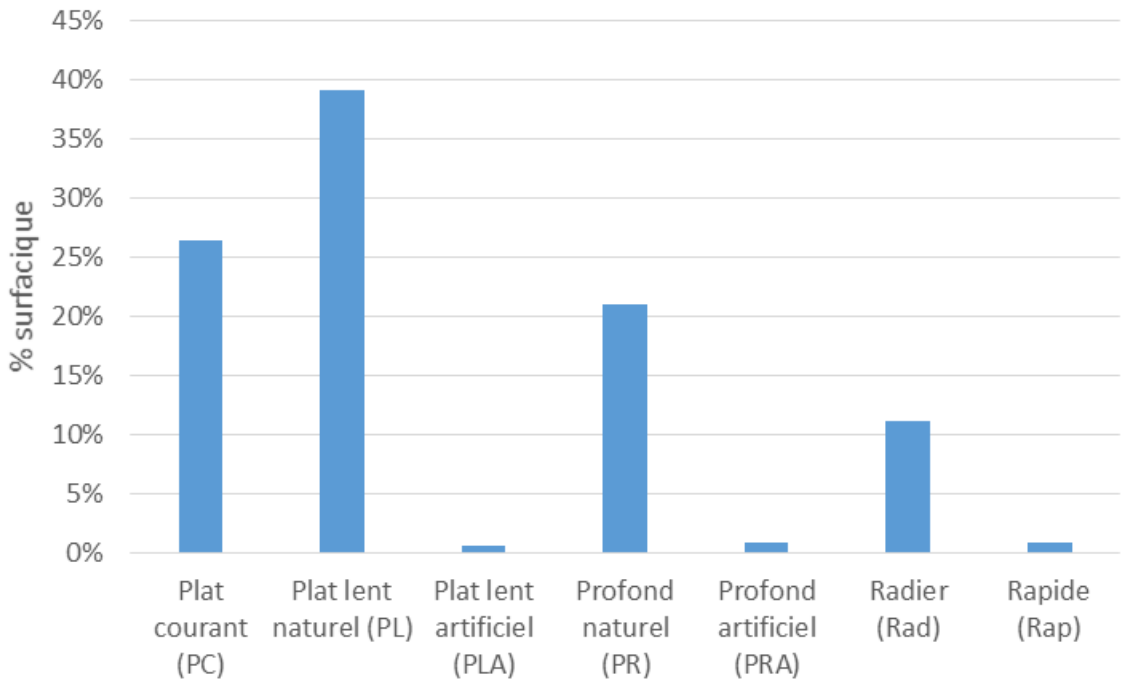


Figure 4 : Répartition surfacique des faciès d'écoulement sur le Kerguidoué

Les faciès d'écoulement du Kerguidoué sont peu artificialisés et plutôt lents (62%).

3.3.3 Répartition des faciès sur le Goazel

Tableau 5 : Répartition surfacique des faciès d'écoulement sur le Goazel

Faciès	Longueur (m)	Surface (m²)	% surfacique
Plat courant (PC)	1229	4954	18%
Plat lent naturel (PL)	3809	16148	59%
Plat lent artificiel (PLA)	82	379	1%
Profond naturel (PR)	520	2206	8%
Profond artificiel (PRA)	69	317	1%
Radier (Rad)	720	3102	11%
Rapide (Rap)	23	91	0%
Non déterminé / atypique (ND)	355	-	-
Total	**6807**	**27197**	**100%**

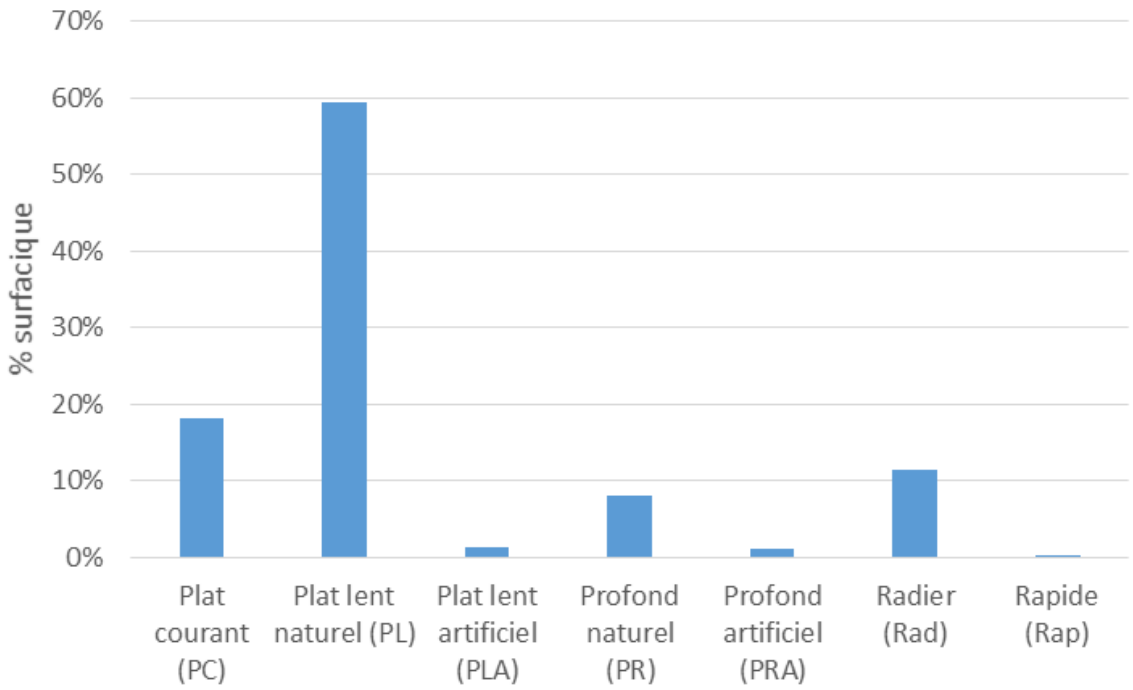


Figure 5 : Répartition surfacique des faciès d'écoulement sur le Goazel

Le Goazel présente un faciès lent avec des écoulements peu profonds

3.4 Granulométrie dominante par faciès

Les substrats par faciès ont été décrits suivant les classes mentionnées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Classification du Substrat

Taille (mm)	Substrat	Abréviation	Correspondance avec le SANDRE
0 à 0,0625	Limon, vase	L	Limon
0,0625 à 0,5	Sable fin	SF	Sable fin
0,5 à 2	Sable grossier	SG	Sable grossier
2 à 16	Graviers	G	Gravier
16 à 256	Cailloux, pierres	CP	Pierre fine
> à 256	Blocs, roche mère	BR	Bloc

Remarque : Une classe ND a été ajoutée à la méthode pour tenir compte soit de l'absence de données (saisie manquante ou nature du substrat non perceptible dans le cas des profonds), soit de la présence d'un substrat atypique (cas des dalles rocheuses non fragmentées et des radiers de ponts cimentés).

La répartition surfacique de la granulométrie par faciès d'écoulement et par cours d'eau est donnée en Annexe 3.

3.4.1 Granulométrie dominante par faciès du Leff

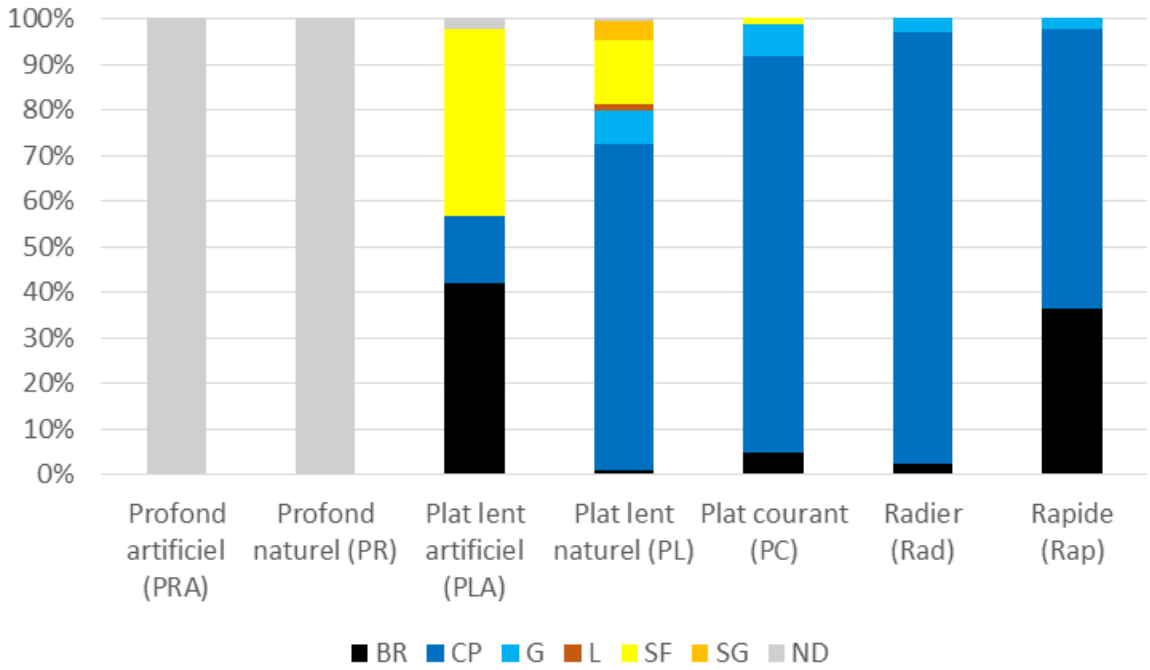


Figure 6 : Répartition surfacique de la granulométrie dominante par faciès d'écoulement sur le Leff

Les habitats de type « plat » présentent une plus grande variété de substrat. Hormis les profonds, la classe granulométrique des cailloux est la plus représentée.

3.4.2 Granulométrie dominante par faciès du Kerguidoué

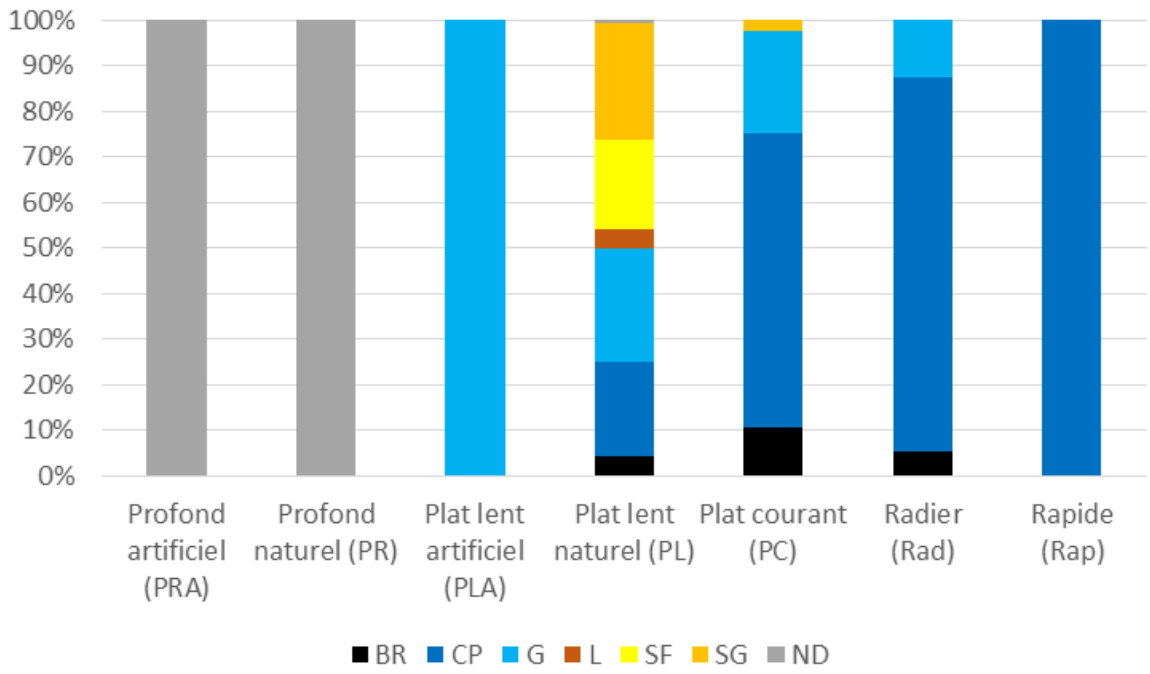


Figure 7 : Répartition surfacique de la granulométrie dominante par faciès d'écoulement sur le Kerguidoué

Les habitats naturels de type « plat » présentent une granulométrie plus variée. La classe granulométrique des blocs est peu représentée au contraire des cailloux.

3.4.3 Granulométrie dominante par faciès du Goazel

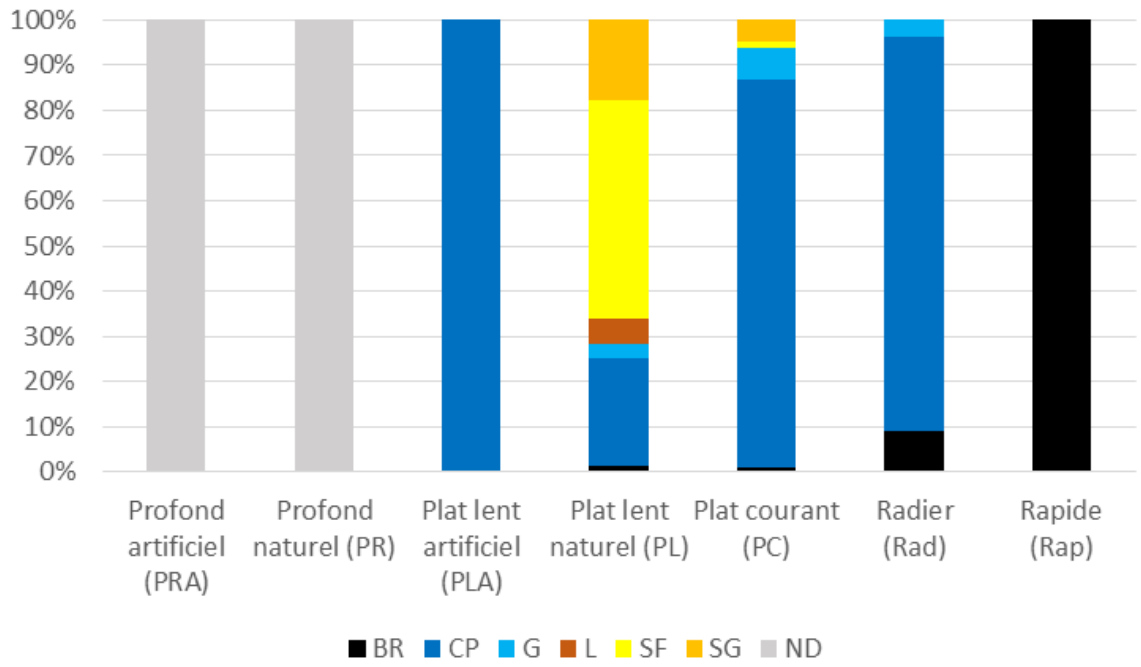


Figure 8 : Répartition surfacique de la granulométrie dominante par faciès d'écoulement sur le Goazel

Les habitats naturels de type plat présentent une plus grande variété de substrat. La granularité dominante varie d'un faciès à l'autre selon les vitesses d'écoulement (dominance de blocs dans les faciès rapides / dominance des limons et sables fins dans les plats lents).

Les classes granulométriques des cailloux et des blocs sont les plus représentées dans les substrats dominants.

4. Estimation de la surface de production

4.1 Détermination de la surface de production théorique : la Surface d'Equivalent Radier-Rapide (SERR)

Les zones les plus favorables aux juvéniles de saumons sont les habitats courants représentés par les faciès de radiers et de rapides. Les densités observées sur les plats et les plats courants sont en moyenne cinq fois plus faibles. Les profonds ne sont quasiment pas colonisés. La méthode d'évaluation des SERR est alors basée sur la formule suivante :

SERR (en m²) = S radier + S rapide + (S plat + S plat-courant)/5

Avec S = somme des surfaces par faciès cité dans la formule.

Les faciès dont la fraction granulométrique dominante est de type sable (SF, SG), vase (L) et dalle ne sont pas pris en compte dans le calcul des SERR.

4.2 Application au Leff et à ses affluents

Le tableau 7 présente les surfaces de production théoriques du Leff et de ses affluents déterminées à partir de la cartographie des habitats menée en 2018 et 2019.

Tableau 7 : Surface de production théorique du Leff, du Kerguidoué et du Goazel
(Surface des faciès dont la fraction granulométrique dominante est de type sable, vase et dalle non prise en compte)

Cours d'eau	Surface (m²)				SERR (m²)
	Radier	Rapide	Plat courant	Plat lent (naturels et artificiels)	
Leff	24368	3680	39960	39369	43914
Kerguidoué	3784	285	8707	6808	7172
Goazel	3102	91	4643	4932	5107
				Total	**56193**

La SERR estimée en 2018 et 2019 du cours principal du Leff est de 43 914 m². Celle de son affluent du Kerguidoué est de 7172 m² et celle de son affluent du Goazel est de 5107 m².

Compte tenu de l'absence d'ouvrage infranchissable, l'ensemble de cette SERR est potentiellement accessible au saumon.

4.3 Comparaison avec la cartographie de 1995

En 1995, seuls les habitats du cours principal du Leff entre le barrage du Houël et la cascade de Châtelaudren avaient été inventoriés (Tableau 8)

Tableau 8 : Chiffres clés des cartographies des habitats du Leff

Année de cartographie	Longueur cartographiée	Surface décrite	Nombre d'habitats discriminés	Répartition des faciès	SERR (m²)
1995	38 957	374 651	463	PR 61% PL 13% PC 19,5% Rad 2,5% Rap 4%	48 067
2018 -2019	38 408	339 843	820	PR 65% PRA PL 15% PLA PC 12% Rad 7% Rap 1%	43 914*

** 720 mètres du cours principal du Leff n'ont pas été décrits en 2018-2019 faute d'autorisation de passage. Sur la base de la cartographie de 1995, ce secteur représente une surface de 5007m² dans laquelle les habitats se répartisse de la manière suivante : 28% PL, 47% PC, 15% Rad et 10% Rap soit au total une SERR de 2017m².*

Les deux productions cartographiques ont des résultats très similaires. La différence de surface tient probablement aux moyens techniques utilisés pour la mesure de largeur (télémètre laser) et à la règle d'arrondi appliquée (0,5 unité dans la cartographie de 2018-2019 contre 1 unité pour la cartographie de 1995).
La répartition des faciès est très proche entre les deux productions et l'évaluation des SERR, si l'on prend en compte le secteur non cartographié, le sont également.

5. Bibliographie

FDAAPPMA22, 1995 – Description des habitats piscicoles du Leff : Estimation du potentiel de production en saumon atlantique & Cartographie des habitats piscicoles du Leff (document annexe)

Germis G., 2016 – Description du protocole de cartographie des habitats en juvéniles de saumon atlantique et estimation du potentiel de production sur les cours d'eau du massif armoricain – 14 pages

Table des Matières

Tables des figures et des tableaux 4
1. Introduction 5
1.1 Contexte général et motivation 5
1.2 Présentation du bassin versant 5
2. Méthodologie 6
3. Résultats 7
3.1 Données brutes 7
3.2 Dates et chiffres clés du recueil de données 7
3.3 Répartition des faciès 8
3.3.1 Répartition des faciès sur le Leff 9
3.3.2 Répartition des faciès sur le Kerguidoué 10
3.3.3 Répartition des faciès sur le Goazel 11
3.4 Granulométrie dominante par faciès 12
3.4.1 Granulométrie dominante par faciès du Leff 13
3.4.2 Granulométrie dominante par faciès du Kerguidoué 14
3.4.3 Granulométrie dominante par faciès du Goazel 15
4. Estimation de la surface de production 16
4.1 Détermination de la surface de production théorique : la Surface d'Equivalent Radier-Rapide (SERR) 16
4.2 Application au Leff et à ses affluents 16
4.3 Comparaison avec la cartographie de 1995 17
5. Bibliographie 17
Table des Matières 18
Annexes 18

Annexes

Annexe 1 : Description du protocole de cartographie
Annexe 2 : Données cartographiques des affluents du Léguer
Annexe 3 : Répartition surfacique de la granulométrie dominante par faciès d'écoulement

Annexe 1 : Description du protocole de cartographie

DESCRIPTION DU PROTOCOLE DE CARTOGRAPHIE DES HABITATS EN JUVENILES DE SAUMON ATLANTIQUE ET ESTIMATION DU POTENTIEL DE PRODUCTION SUR LES COURS D'EAU DU MASSIF ARMORICAIN

Document rédigé par Gaëlle GERMIS, Bretagne Grands Migrateurs
Version définitive du 18 mars 2016

En dehors des obstacles à la migration des géniteurs de saumons, la reproduction et le potentiel de production sont déterminés par la capacité d'accueil du cours d'eau. L'estimation de la surface potentiellement disponible pour les juvéniles de saumons est définie par des cartographies d'habitats qui ont pour objectif de quantifier les différents types d'habitats disponibles sur les bassins versants.
D'après Baglinière et Champigneulle (1982), les zones préférentielles au développement des juvéniles de saumon se caractérisent par :

- des profondeurs d'eau inférieures à 40 cm ;
- des vitesses de courant supérieures à 40 cm/s ;
- des substrats constitués de pierres fines et grossières ;
- des secteurs bien éclairés.

La non satisfaction d'un seul de ces critères affecte la densité des juvéniles.
Les densités les plus fortes sont trouvées dans les radiers et les rapides, zones très courantes et peu profondes, qui satisfont les exigences des juvéniles ; la présence et la disponibilité de la nourriture sont par ailleurs importants sur ces habitats.

Le recensement de terrain de tous les habitats d'une rivière permet de connaître l'importance qualitative et quantitative des zones propices au développement de jeunes saumons et de calculer ainsi son potentiel de production en smolts. Ces valeurs, couplées avec les données d'indices d'abondance, sont intégrées dans la modélisation pour le calcul des TACs.

Bien que les méthodologies employées sur les rivières françaises pour les études de description des habitats à juvéniles de saumon soient globalement proches sur le fond, il existe de grandes disparités quant au choix des outils utilisés sur le terrain (typologie de faciès d'écoulement et échelle de description granulométrique).
Par ailleurs, les différentes approximations utilisées dans les calculs de la capacité d'accueil (capacité de production d'un équivalent radier-rapide) sont très variables selon les bassins : pondération de la capacité d'accueil en juvéniles en fonction du type de faciès d'écoulement et de la granulométrie du substrat.

Cette note vise à définir précisément le protocole de terrain de description des habitats appliqué sur les cours d'eau du Massif Armoricain en ayant une approche d'harmonisation de la collecte des données et de mise en cohérence avec le référentiel du SANDRE.
Elle vise également à actualiser les formules permettant d'estimer la capacité potentielle de production en smolts et adultes selon les nouvelles données disponibles.

1. METHODE DE DESCRIPTION DES HABITATS

La méthode mise en œuvre consiste à décrire les potentialités de production en juvéniles de Saumon atlantique par une caractérisation et une mesure des différents habitats.
Les descriptifs de terrain sont réalisés pendant la période de basses eaux entre les mois de juillet et septembre. L'étiage est en effet la période où les conditions d'habitats sont les plus limitantes pour les juvéniles de saumons (faibles débits et hauteurs d'eau).
Les cartographies des habitats se limitent aux cours d'eau d'une largeur supérieure à 2,5 m.

1.1. CARTOGRAPHIES DES HABITATS SAUMON MENEES EN BRETAGNE

Les cours d'eau déjà cartographiés représentent 87% des surfaces potentielles accessibles par le saumon sur les 23 rivières à saumons de Bretagne. Depuis le début de la réalisation des cartographies (les premières ont été réalisées au début des années 1990), 2 500 km de cours d'eau ont été prospectés ce qui représente 4 millions de m² de surfaces d'équivalent radier/rapide (*Tableau 1* et *Figure 1*).

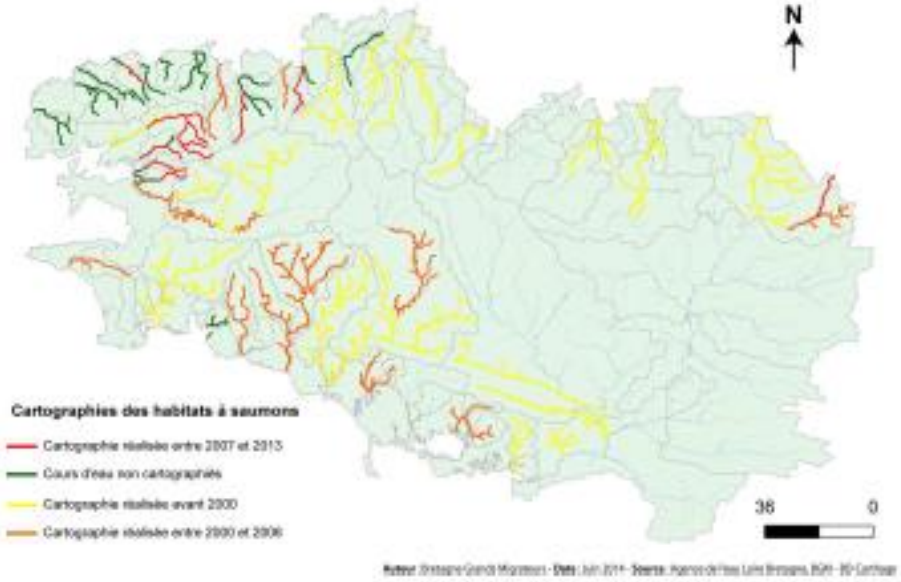


Figure 1 : Cours d'eau bretons cartographiés pour le saumon (Agence de l'eau Loire-Bretagne (BGM)

Tableau 1 : Cours d'eau cartographiés

Bassin versant	Dpt	Maître d 'ouvrage	Longueur du cours d'eau prospecté (km)	Année de réalisation
Couesnon aval	35	CSP	89	1993
Couesnon amont	35	FDPPMA35	43	2000
Nançon	35	FDPPMA35	4.9	2010
Penzé	29	FDPPMA29	46.6	2006
Douron	29	FDPPMA29	36.7	2004
Goyen	29	FDPPMA29	44.3	2005
Aven	29	FDPPMA29	54.9	2004

Elorn	29	INRA	?	1989
Elorn	29	FDPPMA29	?	2012-2013
Aulne	29	FDPPMA29	129.5	1996
Aulne canalisé	29	FDPPMA29	15.3	2001
Penfeld	29	Communauté Urbaine Brest	?	1995
Odet-Jet-Steir	29	FDPPMA29	122.5	1995
Queffleuth	29	Syndicat Trégor	19.2	2009
Mignonne, Camfrout, Faou	29	FDPPMA29	42.8	2011
Elé 29	29	FDPPMA29	85	2002
Elé 56	56	FDPPMA56	170.8	2000
Scorff	56	ENSA Rennes	55	1996
Scorff	56	INRA	?	2010
Blavet	56	FDPPMA56	274	1996
Blavet canalisé au dessus de Pontivy	56	FDPPMA56	15	2001
Kergroix	56	FDPPMA56	28.5	2003
Pont du Roc'h	56	FDPPMA56	27	2003
Arz	56	CSP BD56	62	1991
Claie	56	FDPPMA56	52	1997
Trévelo	56	FDPPMA56	54.3	1997
St Eloi (Tohon-Kervily)	56	FDPPMA56	30.6	1996
Liziec	56	FDPPMA56	29.3	2000
Sal	56	FDPPMA56	9.6	1996
Gouët	22	AAPPMA St Brieuc-Binic-Quintin	48	1994
Rance	22	FDPPMA22	90	1997
Leff	22	AAPPMA Châtelaudren/Plouagat-Lanvollon - Paimpol	39	1995
Leff amont Chatelaudren	23	FDPPMA22	22	1997
Trieux	22	FDPPMA22	45	1997
Jaudy	22	ENSA Rennes	41	1993
Léguer	22	AAPPMA La Gaule Lannionnaise	68	1995
Arguenon & Rosette	22	FDPPMA22	68	1997
Yar	22	Lannion Trégor Agglomération	28	2010
Gulndy	22	FDPPMA22	74.25	2001

1.2. MATERIEL

Le matériel nécessaire à la description des habitats est le suivant :

- un topofil ou GPS pour des cours d'eau bien éclairés et d'une largeur importante ;
- un décamètre ou un télémètre laser ;
- une tige de mesure ;
- la BD-Topo au 1/5000ème sur support papier ou informatique (pad terrain) ;
- des fiches de terrain (Annexe I) ou un pad terrain.

Rq : La BD-Topo provient de produits existants (BDCarto, BD Alti), de restitution photogrammétrique de la BD Ortho ou de produits externes à l'IGN (cadastre par exemple). Suite à une étude menée en 2015 par BGM, c'est bien ce référentiel qui parait être le plus adapté pour la description des habitats et la spatialisation des données dans un Système d'Information Géographique (SIG) par la suite.

1.3. METHODE DES RELEVES DE TERRAIN

Le relevé des données de terrain est effectué par binôme, à pied ou en canoë, en parcourant le cours d'eau d'aval en amont, afin de découper celle-ci en zones homogènes par rapport aux paramètres profondeur et vitesse de courant.

Chaque habitat différencié correspond à une nouvelle zone ou « secteur ». Les zones inférieures à quatre mètres de longueur sont notées comme habitats accessoires.

Pour chaque secteur, sont mesurées :

- La longueur mesurée à l'aide d'un topofil (ou les points amont et aval pris au GPS) ;

Dans le cas où la rivière est trop ombragée ou trop profonde pour être parcourue depuis son lit (cas des longs biefs), les points amont et aval du tronçon non prospecté sont notés sur la carte papier ou le GPS. La donnée sera notée « habitat inconnu – tronçon non prospecté ».

- La largeur mouillée moyenne à l'étiage, mesurée au décamètre ou au télémètre à l'aide de plusieurs relevés effectués au cours de la progression ;
- La profondeur moyenne estimée à l'aide d'une tige de mesure ou d'une botte graduée de 5 en 5 cm. Une faible hauteur d'eau est un facteur limitant la production de juvéniles de saumon.

Ces mesures sont complétées sur une fiche de terrain (**Annexe I**). La granulométrie du lit, la végétation aquatique et le taux d'ombrage rivulaire sont également indiqués. Toutes les observations utiles relatives au faciès sont précisées.

Habitats

La description des habitats repose sur la distinction de 5 grands types d'habitats, définis à partir de critères visuels : la vitesse du courant et de la profondeur moyenne (*Tableau 2* et *Figure 2* - **Annexe II : planches photographiques des habitats**) :

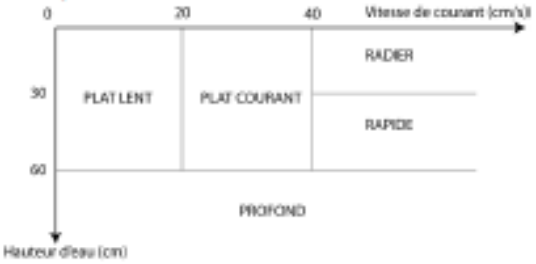


Figure 2 : Schéma de définition des habitats piscicoles (Champigneulle, 1978)

Tableau 2 : Détermination des habitats selon le couple profondeur / vitesse de courant (adapté de Champigneulle, 1978)

Type de faciès	Nature de l'écoulement (estimation de la vitesse)	Profondeur
Profond	Ecoulement variable, surface lisse, fond imperceptible	> 60 cm
Plat lent	Ecoulement lent < 20 cm/s, surface lisse, éléments perceptibles plus ou moins nets	< 60 m
Plat courant	Courant bien visible 20 à 40 cm/s, surface lisse à ridée, éléments perceptibles nets	< 60 cm
Radier	> 40 cm/s, surface bouillonnant	5 à 30 cm
Rapide	> 40 cm/s, micro-cascades, présence de gros blocs et rochers	30 à 60 cm

Granulométrie

La granulométrie est un facteur déterminant pour le grossissement des juvéniles de saumon. Leur croissance s'effectue dans les habitats de type "radier" et "rapide" composés d'éléments grossiers (graviers à blocs) et qui présentent de fortes turbulences de l'eau (Champigneulle, 1978). A partir d'une taille de 6-7 cm, les juvéniles quittent la nourricerie et peuvent gagner des zones plus profondes caractérisées par la présence de blocs (Richard, 1998). Ces zones correspondent aux habitats "plat courant" et "plat lent" et sont pris en compte dans le calcul des SERR.

La granulométrie (dominante et accessoire) du substrat est appréciée visuellement à l'aide de la classification issue de Wentworth, 1922 (modifiée selon Malavoi et Souchon, 1989 in Malavoi & Souchon, 2002) (*Tableau 3*).

Tableau 3 : Classification du substrat selon Malavoi & Souchon, 2002 modifié

TAILLE (mm)	SUBSTRAT	ABREVIATION	CORRESPONDANCE AVEC LE SANDRE (si bancarisation)
0 à 0,0625	Limon, vase	L	Limon
0,0625 à 0,5	Sable fin	SF	Sable fin
0,5 à 2	Sable grossier	SG	Sable grossier
2 à 16	Graviers	G	Gravier
16 à 256	Cailloux, pierres	CP	Pierre fine
> à 256	Blocs, roche mère	BR	Bloc

Taux de recouvrement de la végétation aquatique

En ce qui concerne la végétation aquatique, seul est noté le taux de recouvrement (*Tableau 4*). La qualification recouvre la végétation aquatique comme élément d'habitat pour les juvéniles (renoncules, callitriche...) et non comme élément perturbateur (iris, œnanthe...).

Rq : Il sera nécessaire de se renseigner auprès de l'ONEMA de la nomenclature SANDRE correspondante.

Tableau 4 : Classes de recouvrement de la végétation aquatique

CLASSE	IMPORTANCE	POURCENTAGE ESTIME	CORRESPONDANCE
0	Absent	< 5	1. Absent à très faible < 5 %
1	Faible	5 à 20	2. Faible 5 à 20 %
2	Moyen	20 à 60	3. Moyen 15 à 40 %
3	Important	> 60	4. Important 40 à 70 % + 5. Important > 70 %

Ombrage

L'importance de l'ombrage donné par la végétation rivulaire constitue un élément déterminant puisque les juvéniles de saumons recherchent préférentiellement des zones éclairées à très éclairées. Une étude menée sur la Sée (Letourneur, 2007) montre que la perte de productivité causée par l'excès d'ombrage peut être évaluée à 36 % du potentiel de production et que les radiers éclairés produisent trois fois plus de smolts que les radiers ombragés.

L'ombrage est qualifié selon 3 classes (conforme au référentiel SANDRE) (*Tableau 5*)

Tableau 5 : Classes d'ombrage

Code	Faciès d'éclairement RG/RD	Correspondance
NR	Non renseigné	Non renseigné
1	Très éclairé	Si 4 classes (FD35) : Absence ou faible présence de végétation ligneuse Si 3 classes FD22 et FD29 : Ombrage absent à très faible < 15 % Si 4 classes (FD56) : Absence (0 %) + Faible (1 à 20 %)
2	Peu ombragé	Présence de 15 à 60 % de végétation ligneuse OU Ombrage faible à moyen 15 à 60 % OU Moyen 20 à 60 %
3	Très ombragé	Présence importante > 60 % OU Présence très importante de végétation OU Ombrage important > 60 % OU Importante > 60 %

Les points dits remarquables

Les points remarquables comme la présence de seuils de moulin, de croisement de route doivent être précisés pour permettre de mieux géolocaliser les habitats facilitant par la suite le travail de numérisation des données dans le Système d'Information Géographique (SIG).

Autres caractéristiques

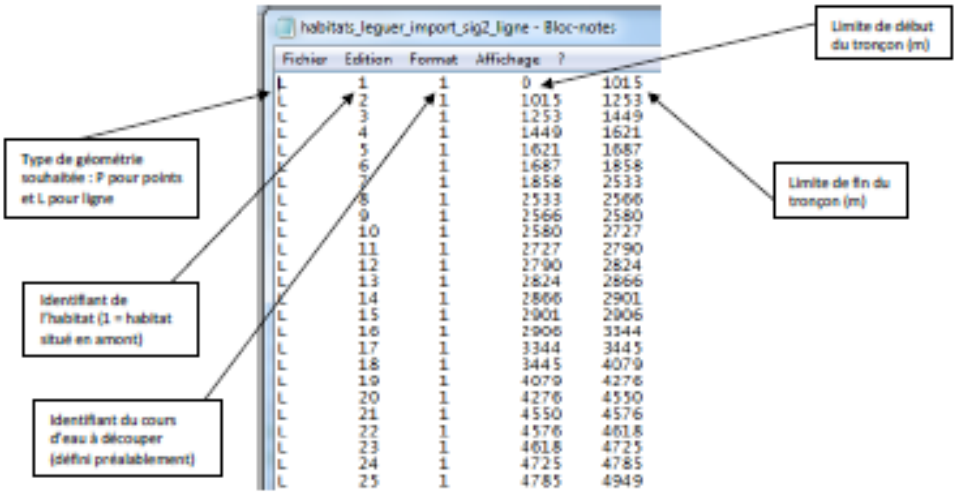
D'autres caractéristiques du secteur peuvent être précisées dans les observations selon l'utilisation de la cartographie : présence d'embâcles, de rejets divers, de pompages agricoles, la nature ou l'état de la berge, colmatage, la nature de l'occupation des sols en bordure de cours d'eau...

2. SAISIE ET SPATIALISATION DES DONNEES DANS UN SIG

Les données sont saisies sur un fichier excel selon le format de données de la fiche de terrain (Annexe I). La procédure pour spatialiser les données est la suivante :

1. Importer le référentiel BD-Topo dans le SIG et créer un tronçon d'un seul tenant du linéaire cartographié
2. Définir des tronçons tous les 1 à 3 km entre des points remarquables et calculer les ratios « Longueur mesurée sur le terrain / Longueur mesurée à l'aide du SIG sur la BD-Topo » de chaque tronçon
3. Calculer le linéaire de l'habitat correspondant à la BD-Topo à l'aide du coefficient de conversion et les longueurs cumulées de chaque habitat (longueur de début et longueur de fin) en partant de l'amont
4. Découper l'habitat sur le linéaire du référentiel de la BD-Topo en utilisant la longueur cumulée

Cette opération peut être réalisée dans QGIS avec son extension GRASS. L'outil GRASS permet, grâce à l'algorithme « v.segment » de découper un linéaire en plusieurs linéaires. Le découpage se fait selon un champ comportant la somme des longueurs cumulées dans un fichier *.txt selon le format suivant :



Au préalable, il est nécessaire de créer un jeu de données sous GRASS et d'utiliser les modules « v.in.ogr.qgis » pour ouvrir une couche shape chargée dans QGIS dans l'environnement GRASS puis « v.build.polylines » pour que le tronçon ne forme qu'une seule polyligne.

Cette opération est également possible sous ArcGIS mais n'est pas détaillée dans ce document.

3. ESTIMATION DES POTENTIALITES D'ACCUEIL EN JUVENILES DE SAUMON

Les juvéniles de saumon sont inféodés aux courants rapides : la compétition intra spécifique est très importante pour la conquête des meilleurs postes de chasse (Champigneulle, 1978). Des zones propices à la production des juvéniles dépendra le nombre de smolts produits et donc le potentiel de production d'adultes.

3.1. ESTIMATION DE LA SURFACE DE PRODUCTION

Les habitats à intégrer dans l'estimation des surfaces de production

Dans les rivières du Massif Armoricain, les types d'habitat (ou faciès d'écoulement) sont séparés parmi les zones d'eau courantes, les radiers/rapides (habitats peu profonds à écoulement turbulent) et les plats (habitats à écoulement laminaire) (Baglinière et Champigneulle, 1982). En effet, les densités automnales observées sur les rivières du Scorff, de l'Oir et du Trieux montrent un rapport des densités étant en moyenne de l'ordre de 1 sur les plats à 5 pour les radiers/rapides (Baglinière et al, 1993 ; Baglinière, données non publiées in Prévost et Porcher, 1996) (*Tableau 6*).

La surface de production ou surface équivalent radier/rapide (Serr) est ainsi calculée de la manière suivante :

$$Serr = Srr + (1/5 \times Spl)$$

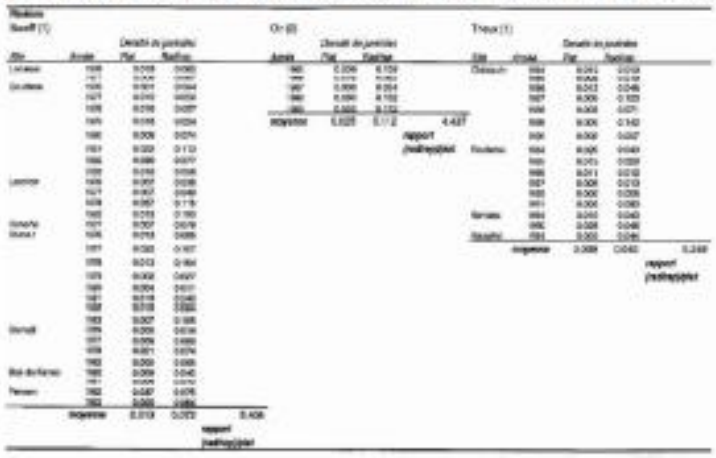
Avec :

Serr = Surface de production de juvéniles de saumon en m² d'équivalent radier-rapide

Srr = Surface des radiers et des rapides en m²

Spl = Surface des plats lents et des plats courants en m²

Tableau 6 : Comparaison des densités (ind/m²) de juvéniles de saumon atlantique (toutes classes d'âge confondues) sur les habitats de types "plats" et "radiers" (Baglinière et al., 1993 ; Baglinière, données non publiées in Prévost et Porcher, 1996)



Important : Même si les habitats sont spatialisés dans un SIG, la mesure de la longueur d'habitat à utiliser pour le calcul de la surface de production reste la donnée collectée sur le terrain au topofil (ou GPS dans certains cas) ; la donnée de longueur issue du référentiel BD-Topo et mesurée par le logiciel SIG n'est pas juste et amènerait des erreurs dans l'estimation des surfaces de production.

Pondération par la granulométrie du substrat

En général, à un gradient de faciès d'écoulement (et donc de pente) correspond un gradient granulométrique (Gibson, 1993). Ainsi, les faciès d'écoulement favorables aux juvéniles de saumon sont habituellement associés à une granulométrie grossière. Cependant, ce n'est pas toujours le cas ; par exemple, des cas de radiers sur un substrat sableux peuvent être rencontrés et sont totalement inaptes à accueillir des juvéniles de saumon. Il est donc nécessaire de pondérer le calcul des Equivalent radier-rapide en prenant en compte la granulométrie dominante et accessoire du substrat d'un faciès donné permettant de juger de son aptitude à accueillir des juvéniles de saumons.

Il est donc considéré comme non favorables aux juvéniles de saumon les faciès dont la fraction granulométrique dominante était de type sable, vase et dalle. Ces faciès ne doivent pas être pris en compte dans le calcul des ERR.

3.2. ESTIMATION DE LA PRODUCTION THEORIQUE EN NOMBRE DE SMOLTS PAR M²

La capacité d'accueil d'une rivière pour les saumons représente le nombre moyen de juvéniles qu'elle peut produire au maximum quand la production n'est pas limitée par la dépose d'œufs initiale c'est-à-dire indépendamment de tout problème d'accessibilité de certaines parties du réseau hydrographique.

Elle s'exprime par une production en nombre de smolts par m² d'habitat colonisable par les juvéniles ou de surface équivalent radier/rapide estimée selon 2 méthodes :

- Lorsqu'un réseau de suivi des indices d'abondance de juvéniles de saumon est mené sur le bassin, la production en nombre de smolts par 100 m² est évaluée selon l'indice d'abondance moyen sur les 10 dernières années converti en densité de tacons à partir du coefficient de 0,358[1] et un taux de survie tacons 0+ / smolts de 40,3 % (*com. pers. J.L. Baglinière, Oir, 1985-2008*) ;
- Lorsqu'il n'y a pas de suivi des indices d'abondance de juvéniles de saumon sur le bassin, la production en nombre de smolts par 100 m² est estimée avec une capacité d'accueil de 0,045[2] smolts / m².

3.3. CALCUL DE LA PRODUCTION D'ADULTES

D'après Prévost (2011, données non publiées), le taux de survie en mer entre le stade smolt et celui de l'adulte (avant prélèvement) est en moyenne de 9,5[4] %.

4. LES LIMITES DE LA METHODE

Précaution quant à l'utilisation des données

La méthode de description des habitats de juvéniles de saumon propose de noter qualitativement chaque type de faciès en fonction de leur intérêt biologique pour le saumon. Cette méthodologie est appliquée pour estimer les surfaces de production potentielles servant au calcul du TAC ; des précautions sont à prendre sur la qualification des habitats si les données sont utilisées dans un autre cadre.

[1] : Estimation de la densité (tacons/100 m²) = Indicateur d'abondance x 0,358 (Prévost E. & Nihouarn A., 1998)

[2] : Dans le cadre des travaux de révision des TAC du Plan de gestion des poissons migrateurs des cours d'eau menés en 2015, l'analyse des données issus du suivi de la station de piégeage du Moulin des Princes sur le Scorff de 1994 à 2014 a montré qu'une capacité d'accueil de 0,045 smolts/m² pouvait être appliquée sur les cours d'eau bretons (Prévost, 2015 – données non publiées).

[3] Les travaux de révision des TAC menés en 2015 ont montré que la survie en mer moyenne est passé à 9,5 % (Prévost, 2015 – données non publiées) d'après les données recueillies sur le Scorff, considéré comme un bon indicateur du taux de survie, sur lequel on s'appuie pour les calculs des rivières du Massif Armoricain.

Influence de l'étiage au moment du descriptif d'habitat

Les débits peuvent biaiser les descriptions des faciès d'écoulement : là où un radier pourra être observé en condition d'étiage, soit à la période de plus faible débit, des hauteurs d'eau supérieures pourront amener à une description en faciès plat courant, la discrimination entre plat lent et profond peut également être modifiée. L'interprétation des données de cartographie des habitats doit être mise en relation avec les conditions de débit lors de la réalisation du terrain.

Lorsque les conditions de débit ne respectent pas les conditions d'étiage, la description des habitats est à éviter. Il est donc nécessaire de bien tenir compte des débits avant de réaliser les sorties de terrain qui devront être reportés jusqu'à obtenir des conditions de débit plus favorables.

Changement de l'opérateur

La subjectivité des estimations et des déterminations de variables difficilement discernables (faciès d'écoulement et granulométrie) peuvent varier selon les opérateurs. Par exemple dans certains secteurs, certains faciès d'écoulement ont été désignés comme des radiers alors qu'il s'agit de plats courants (cas des affluents du Blavet) et le calcul des surfaces d'ERR demanderait probablement une réévaluation.

Pour minimiser les erreurs d'estimation, l'appréciation des taux de recouvrement et de toutes les données visuelles sont faites simultanément par deux personnes qui confrontent leurs observations sur le terrain. Par ailleurs, ces cartographies doivent être réalisées par du personnel expérimenté afin de minimiser les erreurs d'appréciation des habitats.

Définition des surfaces de production « fonctionnelle »

Les capacités de production sont définies selon les habitats ; d'autres facteurs tels que l'ombrage, le colmatage ou la granulométrie peuvent induire des capacités de production moindres. D'après les données de pêche électrique, les plats courants et les plats lents produisent 5 fois moins que les habitats de type radier et rapide. Cette estimation nécessiterait d'être vérifiée.

ANNEXES
Annexe 1 : Grille de données sur les secteurs cartographiés
Feuille N° :
Cours d'eau :
N° secteur
Habitat dominant
Habitat accessoire
Longueur (m)
Largeur moyenne du lit en eau (m)
Profondeur moyenne (m)
Granulométrie dominante
Granulométrie accessoire
Recouvrement végétation aquatique
Ombrage RG-RD
Autres caractéristiques
1
Rad
Pc
9.5
2.3
0.2
G
CP
2
1
Numéro des habitats
Longueur mesurée au topofil
3-5 largeurs sont relevées
5 habitats sont recensés :
- Profond (Pf)
- Plat lent (Pl)
- Plat courant (Pc)
- Radier (Rad)
- Rapide (Rap)
En dehors des petits ruisseaux, les habitats de longueur inférieure à 4 mètres sont notés comme accessoires.
Profondeur moyenne estimée à partir de 2-3 mesures
Le granulométre dominante et accessoire est relevée d'après 6 classes de valeurs :
- Limon, vase (S) < 0,0625 mm
- Sable fin (SF) 0,0625 à 0,5 mm
- Sable grossier (SG) 0,5 à 2 mm
- Graviers (G) 2 à 16 mm
- Cailloux, pierres (CP) 16 à 256 mm
- Blocs, roche mère (BR) > 256 mm
Le pourcentage de recouvrement de la végétation aquatique d'après 4 classes :
- 0 : Absent < 5 %
- 1 : Faible 5 à 20 %
- 2 : Moyen 20 à 60 %
- 3 : Fort > 60 %
6 classes caractérisent l'ombrage rivulaire (rive gauche / rive droite confondues) :
- 1 : Très faible < 15 %
- 2 : Peu ombragé 15 à 60 %
- 3 : Très ombragé > 60 %
Informations complémentaires : présence d'abreuvoir, colmatage, seuil, lieu dit...

Annexe 2 : Planches photographiques des habitats de juvéniles de saumon

Faciès d'écoulement

Photographie 1 : secteur caractérisant un **profond** (profondeur > 60 cm)

Photographie 2 : secteur caractérisant un **plat courant** (vitesse d'écoulement entre 20 et 40 cm/s et profondeur < 60 cm)

Photographie 3 : Secteur caractérisant un **radier** (vitesse d'écoulement > 40 cm/s et profondeur < 30 cm)

Photographie 4 : Secteur caractérisant un **rapide** (vitesse d'écoulement > 40 cm/s et profondeur entre 30 et 60 cm)

Cas d'école rencontrés sur le terrain

Photographie 5 : Secteur caractérisant **un profond associé à un radier** en faciès d'écoulement accessoire

Photographie 6 : Secteur caractérisant un **plat courant associé à un radier** en faciès d'écoulement accessoire

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Baglinière J.L. et Champigneulle A., 1982. Densité des populations de truite commune (Salmo trutta L.) et de juvéniles de saumon atlantique (Salmo salar L.) sur le cours principal du Scorff (Bretagne) : préférendums physiques et variations annuelles. Acta Œcol. Œcol. Appl. 3 : 241-256

Champigneulle A., 1978. Caractéristiques de l'habitat piscicole et de la population de juvéniles sauvages de saumon atlantique (Salmo salar L.) sur le cours principal du Scorff. Thèse de 3e cycle Biologie Animale, Univ. Rennes 1, 92 p.

Gibson R.J., 1993. The atlantic salmon in fresh water : spawning, rearing and production. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 3 : 39-73

Letourneur H., 2007. Effet de l'ombrage sur la productivité de petits cours d'eau en juvéniles de saumon atlantique (Salmo salar). Rapport Master AquaCaen – ONEMA. 54 p

Malavoi J.R., Souchon Y., 2002. Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques. Bull. Fr. Pêche Pisci. 356/366 : 357 – 372

Prévost E. et Nihouarn A., 1998. Relation entre indicateur d'abondance de type CPUE et estimation de densité par enlèvements successifs pour les juvéniles de saumon atlantique (Salmo salar L.) de l'année.

Prévost E., Porcher J.P., 1996. Méthodologie d'élaboration de Totaux Autorisés de Captures (TAC) pour le Saumon atlantique (Salmo salar L.) dans le Massif Armoricain. Propositions et recommandations scientifiques, GRISAM, évaluation et gestion des stocks de poissons migrateurs, doc. n°1, 15 p. + tableaux et fig.

Prévost E., Porcher J.P., 1996. Révision du TAC pour la pêche du Saumon atlantique dans les rivières de Quimper (Finistère) : première analyse des données scientifiques disponibles et propositions, doc. élaboré pour le Comité de Gestion des Poissons Migrateurs.

Richard A., 1998. Gestion piscicole - Interventions sur les populations de poissons, repeuplement des cours d'eau salmonicoles. Col. Mise au point ; Ed. ONEMA, 256 p

Annexe 2 : Données cartographiques

METADONNEES
CARTOGRAPHIE DES HABITATS DE JUVENILES DE SAUMON DU LEFF, DU KERGUIDOUE ET DU GOAZEL

Secteur<nom du cours d'eau>.shp : localisation des secteurs d'habitat homogènes par découpage automatique sous GRASS (module v. segment) du réseau hydrographique de la BD TOPO à partir du champ longueur du fichier Habitat<nom du cours d'eau>XL.xls
Habitat<nom du cours d'eau>XL.xls : données d'habitats homogènes relevées sur le terrain.

Libellé du champ	Détails	Observations importantes
Cat	Champ de jointure avec le shape Secteur<nom du cours d'eau>.shp	
N° secteur	N° identifiant un habitat d'écoulement dominant	
Habitat dominant	PC : plat courant / PL : plat lent / PLA : plat lent artificiel crée par la présence d'un ouvrage / PR : profond / PRA : profond artificiel créé par un ouvrage/ND : non déterminé ou atypique	Cf. description du protocole (BGM, mars 2016)
Habitat accessoire		
Longueur (m)	Mesure au TOPOFIL	! ATTENTION ! : seule cette mesure est réelle / Ne pas la recalculer à partir de la projection sur SIG
Largeur moyenne du lit en eau (m)	Mesure au télémètre laser ou optique	Cf. description du protocole (BGM, mars 2016)
Profondeur moyenne (m)	Mesure à la pige graduée (Non Déterminé dans le cas des profonds et doit être systématiquement considérée comme supérieure à 0,6m)	Cf. description du protocole (BGM, mars 2016)

Libellé du champ	**Détails**	**Observations importantes**
Granulométrie dominante Granulométrie accessoire	Appréciation visuelle basée sur le taux de recouvrement (dans le cas des profonds l'appréciation est difficile et dans la majorité des cas, sa nature n'est pas précisée)	Cf. description du protocole (BGM, mars 2016)
Recouvrement végétation aquatique		Cf. description du protocole (BGM, mars 2016)
Ombrage RG-RD		Cf. description du protocole (BGM, mars 2016)
Autres caractéristiques	Texte succinct	! ATTENTION ! Haut fond rocheux = affleurement du socle rocheux
Frayère potentielle	1 : présence avérée par le passé ou site favorable	« avis d'expert »
Photo	Numéro du cliché	
Banc de C	1 : présence d'accumulation de cailloux en rive ou déposé dans le chenal	
Banc de S	1 : présence d'accumulation de sable en rive ou déposé dans le chenal	

Annexe 3a : Répartition surfacique de la granulométrie dominante par faciès d'écoulement du Leff

Faciès	Granulométrie	Surface (m²)	% surfacique
Profond artificiel (PRA)	BR	0	0%
	CP	0	0%
	G	0	0%
	L	0	0%
	SF	0	0%
	SG	0	0%
	ND	184521,67	100%
	Sous Total PRA	*184521,67*	*100%*
Profond naturel (PR)	BR	0	0%
	CP	0	0%
	G	0	0%
	L	0	0%
	SF	0	0%
	SG	0	0%
	ND	36440,36	100%
	Sous Total PR	*36440,36*	*100%*
Plat lent artificiel (PLA)	BR	1690	42%
	CP	583,7	15%
	G	0	0%
	L	0	0%
	SF	1655,69	41%
	SG	0	0%
	ND	88,14	2%
	Sous Total PLA	*4017,53*	*100%*
Plat lent naturel (PL)	BR	473,62	1%
	CP	33108,17	71%
	G	3513,43	8%
	L	605,5	1%
	SF	6566,16	14%
	SG	1972,68	4%
	ND	172,5	0%
	Sous Total PL	*46412,06*	*100%*
Plat courant (PC)	BR	2011,88	5%
	CP	35003,36	87%
	G	2944,28	7%
	L	0	0%
	SF	443,48	1%
	SG	0	0%
	ND	0	0%
	Sous Total PC	*40403*	*100%*
Radier (Rad)	BR	604,03	2%
	CP	23032,89	95%
	G	730,97	3%
	L	0	0%
	SF	0	0%
	SG	0	0%
	ND	0	0%
	Sous Total Rad	*24367,89*	*100%*
Rapide (Rap)	BR	1337,34	36%
	CP	2252,67	61%
	G	90	2%
	L	0	0%
	SF	0	0%
	SG	0	0%
	ND	0	0%
	Sous Total Rap	*3680,01*	*100%*
	Total	339842,52	

Annexe 3b : Répartition surfacique de la granulométrie dominante par faciès d'écoulement du Kerguidoué

Faciès	Granulométrie	Surface (m²)	% surfacique
Profond artificiel (PRA)	BR	0	0%
	CP	0	0%
	G	0	0%
	L	0	0%
	SF	0	0%
	SG	0	0%
	ND	274,5	100%
	Sous Total PRA	*274,5*	*100%*
Profond naturel (PR)	BR	0	0%
	CP	0	0%
	G	0	0%
	L	0	0%
	SF	0	0%
	SG	0	0%
	ND	7133,11	100%
	Sous Total PR	*7133,11*	*100%*
Plat lent artificiel (PLA)	BR	0	0%
	CP	0	0%
	G	183,6	100%
	L	0	0%
	SF	0	0%
	SG	0	0%
	ND	0	0%
	Sous Total PLA	*183,6*	*100%*
Plat lent naturel (PL)	BR	585,52	4%
	CP	2720,74	21%
	G	3318,51	25%
	L	574,4	4%
	SF	2585,82	19%
	SG	3383,39	26%
	ND	94,1	1%
	Sous Total PL	*13262,48*	*100%*
Plat courant (PC)	BR	939,22	11%
	CP	5763,2	64%
	G	2004,49	22%
	L	0	0%
	SF	0	0%
	SG	229,6	3%
	ND	0	0%
	Sous Total PC	*8936,51*	*100%*
Radier (Rad)	BR	201,44	5%
	CP	3105,16	82%
	G	477,73	13%
	L	0	0%
	SF	0	0%
	SG	0	0%
	ND	0	0%
	Sous Total Rad	*3784,33*	*100%*
Rapide (Rap)	BR	0	0%
	CP	284,9	100%
	G	0	0%
	L	0	0%
	SF	0	0%
	SG	0	0%
	ND	0	0%
	Sous Total Rap	*284,9*	*100%*
	Total	33859,43	

Annexe 3c : Répartition surfacique de la granulométrie dominante par faciès d'écoulement du Goazel

Faciès	Granulométrie	Surface (m²)	% surfacique
	BR	0	0%
	CP	0	0%
	G	0	0%
	L	0	0%
	SF	0	0%
	SG	0	0%
	ND	317,4	100%
	Sous Total PRA	*317,4*	*100%*
Profond naturel (PR)	BR	0	0%
	CP	0	0%
	G	0	0%
	L	0	0%
	SF	0	0%
	SG	0	0%
	ND	2206,38	100%
	Sous Total PR	*2206,38*	*100%*
Plat lent artificiel (PLA)	BR	0	0%
	CP	378,8	100%
	G	0	0%
	L	0	0%
	SF	0	0%
	SG	0	0%
	ND	0	0%
	Sous Total PLA	*378,8*	*100%*
Plat lent naturel (PL)	BR	222	1%
	CP	3821,58	24%
	G	509,4	3%
	L	948,6	6%
	SF	7796,17	48%
	SG	2850,45	18%
	ND	0	0%
	Sous Total PL	*16148,2*	*100%*
Plat courant (PC)	BR	55,2	1%
	CP	4241,08	86%
	G	346,83	7%
	L	0	0%
	SF	80	2%
	SG	230,9	5%
	ND	0	0%
	Sous Total PC	*4954,01*	*100%*
Radier (Rad)	BR	274,5	9%
	CP	2712,63	87%
	G	114,45	4%
	L	0	0%
	SF	0	0%
	SG	0	0%
	ND	0	0%
	Sous Total Rad	*3101,58*	*100%*
Rapide (Rap)	BR	90,62	100%
	CP	0	0%
	G	0	0%
	L	0	0%
	SF	0	0%
	SG	0	0%
	ND	0	0%
	Sous Total Rap	*90,62*	*100%*
	Total	27196,99	