

**Rapport de stage au sein du Syndicat  
Intercommunal pour l'Aménagement du Bassin  
versant de la Chère, en Loire Atlantique (44) :**

*L'impact des étiages sévères sur le milieu*



La Chère en aval du Moulin d'Hubert sur la commune de Saint Aubin des Châteaux

## Remerciements

Je remercie :

- **Yves Daniel**, Président du Syndicat de la Chère, pour m'avoir permis d'effectuer ce stage.
- **Yves Souchon et Nicolas Lamoureux**, ingénieurs au cemagref de Lyon, pour le suivi de mon travail tout au long du stage concernant l'utilisation des logiciels de modélisation biologique (EVHA et ESTIMHAB), leur disponibilité et précieux conseils.
- **Nicolas Ampen et André Robert**, respectivement responsable de la section d'hydrométrie à la DIREN et technicien de rivière à la DIREN, pour leurs conseils, leur aide dans l'extrapolation des données de débits et pour le prêt du matériel de mesures de débits et de topographie.
- **Nicolas Douchin**, mon maître de stage, médiateur de l'eau au sein du Syndicat de la Chère, pour ses conseils et son aide pour les mesures de terrain.
- **Christian Royé**, responsable de la cellule qualité à la DIREN de Loire Atlantique, pour son aide la partie traitant des macroinvertébrés et le prêt de documents bien utile lors de ce stage.
- **Olivier Guindon**, technicien de rivière au sein du Syndicat de rivière du Don, pour son aide dans la prise de mesures sur le terrain.

# Sommaire

|   | page      |
|---|-----------|
| Résumé  | 2         |
| Liste des figures et des tableaux   | 4         |
| <b>Introduction</b>   | <b>6</b>  |
| <b>1<sup>ière</sup> partie : Présentation du bassin versant de la Chère, ainsi que des problèmes de qualité et d'écoulement sur ce cours d'eau.</b> | <b>7</b>  |
| 1) Présentation du bassin versant de la Chère   | 7         |
| 2) Les problèmes d'écoulement sur la Chère  | 10        |
| 3) les gestionnaires de la Chère face aux problèmes d'étiages sévères   | 15        |
| 4) Les problèmes de qualité sur la Chère  | 17        |
| <b>2<sup>ième</sup> partie : Impacts de la sécheresse sur le milieu aquatique</b>   | <b>21</b> |
| 1) Impacts de la sécheresse sur le milieu aquatique en générale et sur la Chère   | 21        |
| 2) Application de la méthode des microhabitats sur la Chère   | 25        |
| 3) Application du deuxième modèle par le logiciel Estimhab  | 46        |
| <b>Conclusion</b>   | <b>57</b> |
| Bibliographie   | 58        |
| Annexes   | 61        |

## Résumé

Au cours des périodes des basses eaux, certains gestionnaires doivent faire face aux problèmes de « sécheresse » des cours d'eau. Dans un souci de préserver le milieu aquatique, ils s'interrogent sur les conséquences des débits d'étiages sévères sur les peuplements aquatiques.

C'est pourquoi, l'objectif de ce travail est de présenter les différents outils informatiques d'évaluation de la qualité des habitats piscicoles dans la Chère (Loire Atlantique). Et ainsi, de prévoir un débit « critique » en dessous duquel les habitats se dégradent rapidement. Les problèmes d'écoulement et de qualité du cours d'eau seront décrits et seront à prendre en compte dans l'interprétation des données.

Deux logiciels informatiques de modélisation de la qualité des habitats : Evha et Estimhab vont être appliqués. Les résultats seront présentés dans la deuxième partie.

A la suite de ce travail, les résultats seront proposés à la Commission des Etiages présidée par le président du Syndicat de la Chère. Le but de l'étude est d'aider les gestionnaires dans les prises de décision concernant les débits critiques conduisant à l'application d'arrêtés de restriction et d'interdiction de pompage de l'eau.

**Mots clés :** débits étiages sévères, habitats, Evha, Estimhab, Commission des Etiages, Syndicat de la Chère, arrêtés de restriction et d'interdiction.

## **Abstract**

## Liste des figures

|   | page     |
|---|----------|
| Figure 1 : carte de la Présentation du bassin versant de la Chère   | 8        |
| Figure 2 : carte du réseau hydrographique de la Chère   | 9        |
| Figure 3 : Variation de la moyenne annuelle des débits entre 1987 et 2002 à Derval (DIREN)                                  | 10       |
| Figure 4 : Relation pluviométrie-débit sur la Chère à Derval entre les mois de juin et octobre 2002 (DIREN)                 | 11       |
| Figure 5 : Variations des débits à Derval entre octobre et août, de 1987 à 2002 (DIREN)                                     | 12       |
| Figure 6 : Diagramme ombrothermique à la station de Derval entre 1979 et 1995 (météo France)                                | 13       |
| Figure 7 : Bilan hydrique à Derval en 1996 (météo France)   | 14       |
| Figure 8 : Carte de l'emplacement des stations de mesure de la qualité de l'eau et des stations de jaugeages (SAGE Vilaine) | 20       |
| Figure 9 : Photos de l'Aron asséché, fin août 2003  | 22       |
| Figure 10 : Photo d'une anguille retrouvée morte sue la Chère, fin août 2003  | 23       |
| Figure 11 : Photos de la Chère montrant une prolifération de végétaux dans la rivière                                       | 24       |
| Figure 12 : Profil en long de la Chère (cartes IGN, 1998)   | 27       |
| Figure 13 à 22 : Profils en travers à différents endroits de la Chère (cartes IGN, 1998)                                    | 28 et 29 |
| Figure 23 : Carte géologique du bassin versant de la Chère  | 31       |
| Figure 24 : Carte de la sectorisation de la Chère et emplacement des stations de mesure                                     | 33       |
| Figure 25 : Position des transects sur la station 2   | 34       |
| Figure 26 : Photo du transect 2, au centre du radier, en amont de la station  | 35       |
| Figure 27 : Photo de la mouille suivie du plat courant  | 36       |
| Figure 28 : Photo du transect 6, au centre du plat lentique, en aval de la station  | 36       |
| Figure 29 : Profil en long du fond du lit et de la ligne d'eau de la Chère, à la station 2                                  | 37       |
| Figure 30 : Vue en plan de la station 2 avec emplacement des transects et des limites de représentativité des faciès        | 38       |
| Figure 31 : Profils en travers des 6 transects  | 39       |
| Figure 32 : Courbes de la SPU en fonction du débit aux stades adulte et juvénile de la Loche Franche                        | 41       |
| Figure 33 : Courbes de la SPU disponible en fonction du débit aux stades adulte et juvénile du Vairon                       | 41       |
| Figure 34 : Courbes de la SPU en fonction du débit aux stades adulte, juvénile, et alevin du Chevaine                       | 42       |
| Figure 35 : SPU disponible en fonction de la vitesse, la hauteur et le substrat du Chevaine au stade adulte                 | 43       |

|  |    |
|--|----|
| Figure 36 : Courbe de la SPU disponible en fonction du débit au stade adulte du Chevaine                           | 43 |
| Figure 37 : Evolution de la SPU disponible à la Vandoise adulte en fonction du débit                               | 44 |
| Figure 38 : Valeur de la SPU de la Vandoise au niveau des six transects à 0.054 m <sup>3</sup> /s                  | 45 |
| Figure 39 : Photos prise le jour des mesures à la station 1, en amont de la Chère                                  | 49 |
| Figure 40 : Photo de la station 3 prise le jour des mesures  | 50 |
| Figure 41 : Photo de la station 4 au niveau d'une rapide, en aval de la station                                    | 50 |
| Figure 42 : Photo de la station 4 au niveau d'un profond lentique en aval de la station                            | 51 |
| Figure 43 : SPU pour 100m de linéaire des 4 guildes et différentes espèces en fonction du débit,<br>à la station 1 | 53 |
| Figure 44 : SPU pour 100m de linéaire des 4 guildes et différentes espèces en fonction du débit,<br>à la station 3 | 54 |
| Figure 45 : SPU pour 100m de linéaire de quelques espèces et des 4 guildes en fonction du débit,<br>à la station 4 | 55 |

## Liste des tableaux

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1 : Détermination, par le SAGE Vilaine, de différents débits « seuils » sur la Chère                                       | 16 |
| Tableau 2 : récapitulatif des mesures pour l'application du modèle « Estimhab »  | 52 |
| Tableau 3 : débits seuils calculés en fonction de l'habitat du Vairon, aux quatre stations, par<br>l'application des deux méthodes | 56 |
| Tableau 4 : débits seuils en fonction des quatre guildes au niveau des stations 1,3, et 4  | 56 |

## Introduction

Au cours de périodes estivales particulièrement chaudes, certaines rivières sont victimes de « sécheresse ». Les débits diminuent fortement, atteignant des valeurs jugées critiques pour la faune et le flore qu'elles abritent. Dans le sud de la France, ce phénomène est courant et il arrive parfois que des cours d'eau soient asséchés pendant plusieurs mois.

Depuis plusieurs années, certains cours d'eau dans le département de la Loire Atlantique connaissent des périodes de sécheresses auxquelles les gestionnaires et les acteurs de l'eau (irriguants, pêcheurs, riverains, ...) doivent faire face. Les rivières du Don et de la Chère (en Loire Atlantique) sont confrontés à ce type de problème ; et leurs gestionnaires (Syndicat Intercommunal pour l'Aménagement des Bassins Versants du Don et de la Chère) ont décidé de créer une Commission des Etiages réunissant des représentants des différents usages de l'eau. Lorsque la situation l'oblige, l'un des rôles de cette commission est de poser des arrêtés de restriction d'eau auprès des irriguants de la région.

Face aux problèmes engendrés par les périodes de basses eaux, le président de la Chère, M. Yves DANIEL, a décidé d'engager un stagiaire dans le but de déterminer l'impact des étiages sévères sur le milieu et ainsi déterminer à partir de quels débits, la vie ,pour certaines espèces aquatiques, est difficile ou parfois, impossible.

Mon travail au cours de ce stage de 14 semaines se compose d'une partie terrain avec prises de mesures topographiques et hydrauliques à l'aide de matériels spécifiques. Ces données ont ensuite servis à l'application de deux logiciels de modélisation de la qualité des habitats (Evha et Estimhab). Les résultats de ces modélisations seront décrits avec des propositions de débits seuils pour chaque tronçons. Ces débits permettront de définir une limite en dessous laquelle l'habitat de certaines espèces ou peuplements est fortement dégradé.



## **1<sup>ière</sup> partie : Présentation du bassin versant de la Chère, ainsi que des problèmes de qualité et d'écoulement sur ce cours d'eau.**

Cette première partie est une introduction à l'étude. Elle présente de manière générale et parfois plus précise (concernant les débits sur la Chère) les caractéristiques du bassin versant de la Chère et du cours d'eau lui-même. Elle pose également la situation actuelle de la rivière et ses problèmes.

### **1) Présentation du bassin versant de la Chère**

#### **1.1) Présentation générale.**

Le cours d'eau prend sa source au nord de la forêt de Jugnié sur la commune de Soudan à une altitude de 90 mètres. Après un parcours de 65 kilomètres suivant une orientation Est-Ouest. La confluence avec la Vilaine se situe au niveau de la commune de Saint-Anne sur Vilaine.

Le réseau hydrographique de la Chère s'inscrit dans un bassin versant de 450 km<sup>2</sup>, localisé sur deux départements : la Loire Atlantique au sud et L'Ille et Vilaine au nord, et regroupe 17 communes dont la sous-préfecture de Châteaubriant (figure 1 p8).

Le principal affluent de la rivière, l'Aron, est situé en rive droite (figure 2 p9). Il apporte un débit non négligeable à la Chère. Son débit médian est de 0.750 m<sup>3</sup>/s.

Le bassin versant est dominé par des cultures fourragères. On rencontre quelques endroits boisés (figure 1 p8) : la forêt de Domnaiche, le bois de Thiouzé et la forêt de Teillay sur le sous-bassin versant de L'Aron. On peut noter une absence de nappes souterraines due à la géologie du bassin versant dominée par des schistes. Tous les prélèvements d'eau se font donc directement dans le cours d'eau où par le biais de retenues collinaires.

#### **1.2) Description du lit fluvial (FRANGEUL, 1997-1998).**

D'après la hiérarchisation des drains proposé par Horton & Schumm, on constate que la rivière possède un ordre de grandeur équivalent à 4 au niveau de la confluence avec la Vilaine. On observe un niveau 3 sur une distance de 40 km environ entre son affluent principal, l'Aron, et le ruisseau de l'Aujuais.

D'après R. Lambert, la nature de l'espace hydrologique fourni par un chenal de niveau 4 avec une aire de 400 Km<sup>2</sup> correspond à un bassin versant homogène avec un cours d'eau de type rivière indigène donc issue de conditions climatiques locales

L'écoulement s'effectue en méandres. Ce style implique une pente faible qui limite le calibre des matériaux. Le méandre présente une érosion sur le bord concave et un dépôt sur la partie convexe.





La largeur du lit en aval de Pierric est en moyenne comprise entre 10 et 15 mètres, elle peut atteindre 20 à 25 mètres en période de crues. En remontant vers Chateaubriand, la rivière passe progressivement de 15 à 4 mètres de large. En tête de bassin, la Chère se rétrécit progressivement pour terminer avec une largeur de 1 mètre au voisinage de la source.

La pente moyenne du profil de la pente de la source jusqu'à la confluence est de 1.4 m/Km soit 1.4 %. Le potentiel d'auto-curage reste faible.

## **2) Les problèmes d'écoulement sur la Chère**

### **2.1) Un débit irrégulier**

Il existe actuellement 3 stations de jaugeage sur le bassin versant de la Chère gérées par la DIREN (Direction Régionale de l'Environnement) des Pays de Loire et de Bretagne (figure 8 p 20).

- La station de Derval implantée au lieu-dit « le Patis » depuis décembre 1986.
- La station située sur l'affluent l'Aron au lieu-dit « La Bernardais » depuis octobre 1968.
- La station installée à Châteaubriand en décembre 1996.

Afin d'obtenir une période d'observation assez longue (15 ans), la station de Derval a été choisie pour l'étude de la variation des débits.

Les débits entre 1987 et 2002 sont très irréguliers et oscillent entre 0.837 m<sup>3</sup>/s en 1992 et 4.701 m<sup>3</sup>/s en 2001 ( annexe 1) :

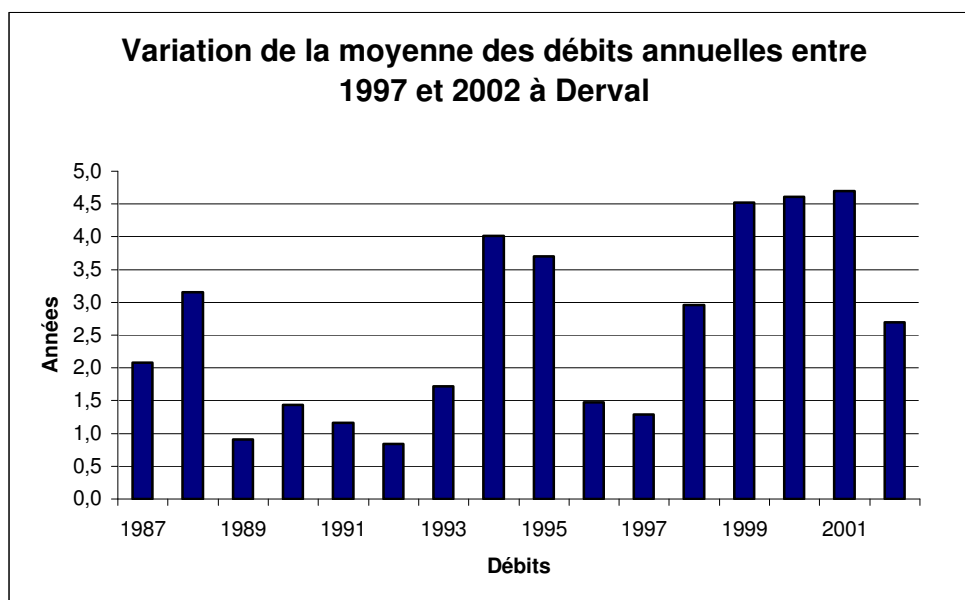


Figure 3 : Variation de la moyenne annuelle des débits entre 1987 et 2002 à Derval (DIREN de Loire Atlantique).

La corrélation avec la pluviométrie indique que les débits élevés observés durant l'été 2002 sont essentiellement dus à des précipitations importantes concentrées sur le bassin versant (figure 4 p11). Et par conséquent, une pluviométrie faible engendre des débits faibles.

C'est pourquoi, on observe cette année une période estivale de « sécheresse » avec des températures élevées et peu de précipitations qui engendrent des débits d'étiages sévères.

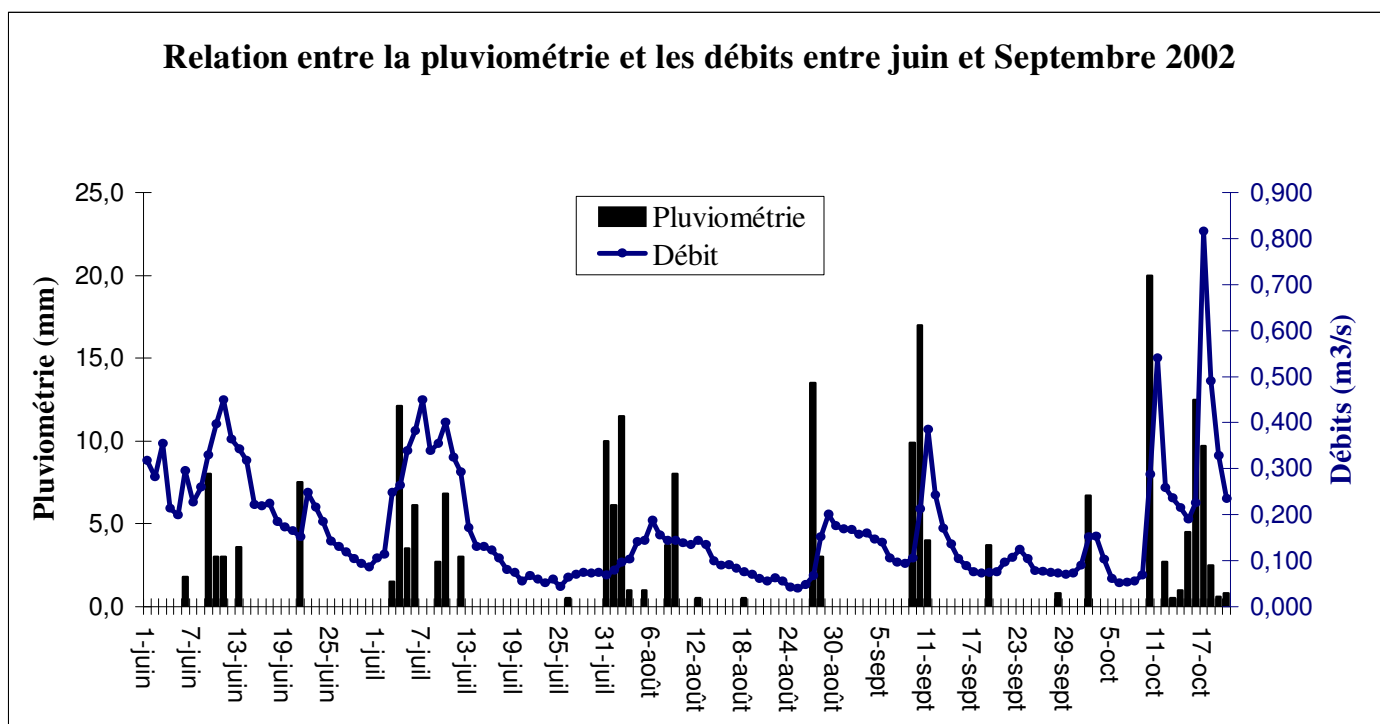


Figure 4 : Relation entre le débit et la pluviométrie entre les mois de Juin et Octobre 2002.

## 2.2) Les eaux d'été

La période de juillet à octobre, d'après les valeurs des débits de la Chère mesurés à Derval, correspond aux basses eaux :

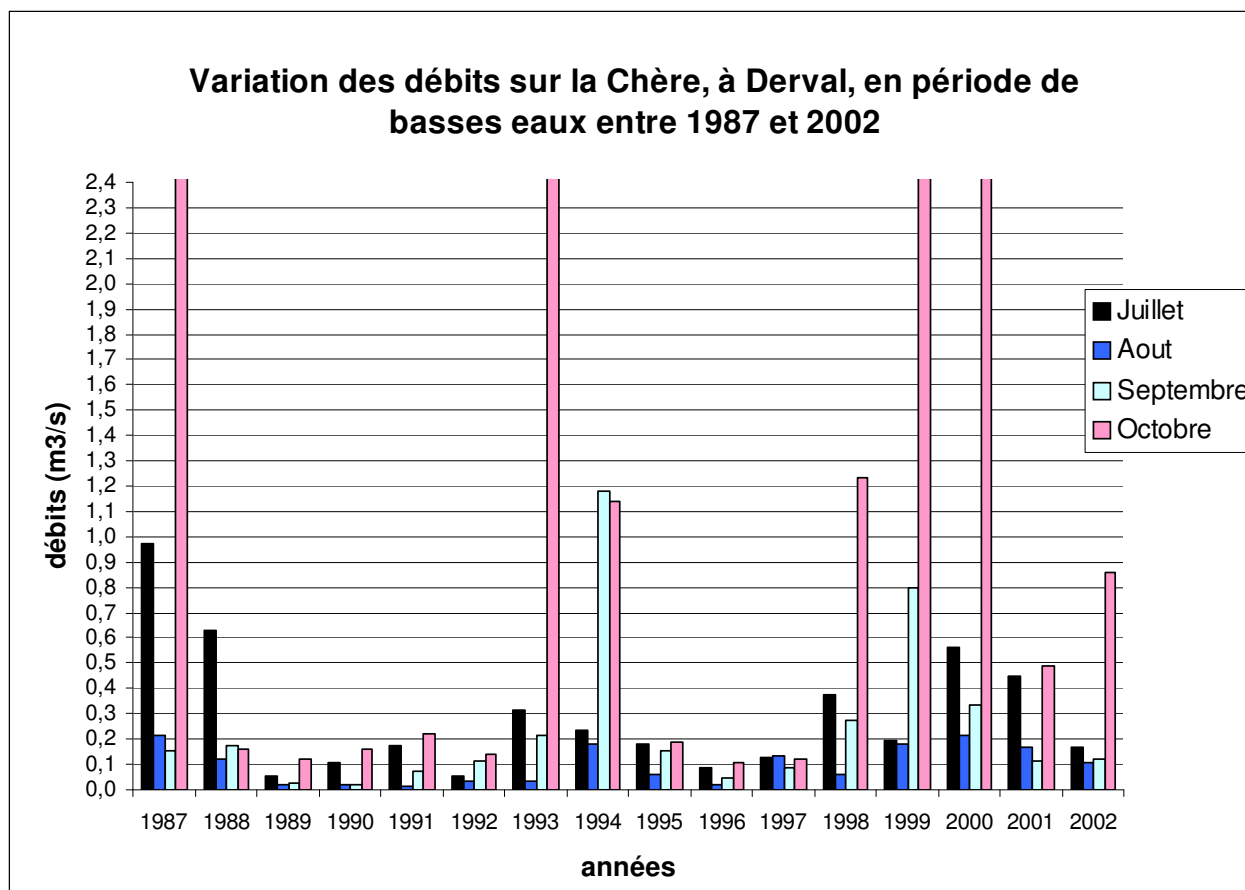


Figure 5 : Variations des débits à Derval entre octobre et Août, de 1987 à 2002 (DIREN de Loire Atlantique).

Entre 1989 et 1992, on remarque sur le graphique que le débit n'a pas dépassé  $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$  pendant les 4 mois de basses eaux. Le mois d'août est particulièrement marqué par de faibles débits compris entre  $0.016$  et  $0.031 \text{ m}^3/\text{s}$ . On constate également ce phénomène entre 1995 et 1997 pour des débits n'excédant pas cette fois-ci  $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$  entre Juillet et Octobre. Au contraire, les années 1999 et 2000, ne présentent pas de problèmes de « sécheresse » des cours d'eau où les débits d'été ne sont pas descendus au dessous de  $0.179 \text{ m}^3/\text{s}$ . Les débits en octobre sont remontés très rapidement et sont respectivement de  $3.762$  et  $3.091 \text{ m}^3/\text{s}$  au cours de ces deux années.

Ces observations révèlent qu'il n'existe pas d'évolution continu et régulière des débits au cours de ces quinze dernières années. On ne peut pas affirmer que, les prochaines années, la Chère sera soumise à des problèmes d'été particulièrement sévères ou bien que les débits d'été seront de plus en plus critiques. Les débits dépendant de la quantité de pluie tombée (figure 4 p 11), il faut donc espérer que les années de sécheresses seront suivies d'une année assez « humide » afin de permettre aux peuplements piscicoles de se reconstituer.

La période de sécheresse, d'après la définition de H.Gaussen, soit  $\text{Précipitation} < 2 \times \text{Température}$ , est observée aux mois de juillet et Août.

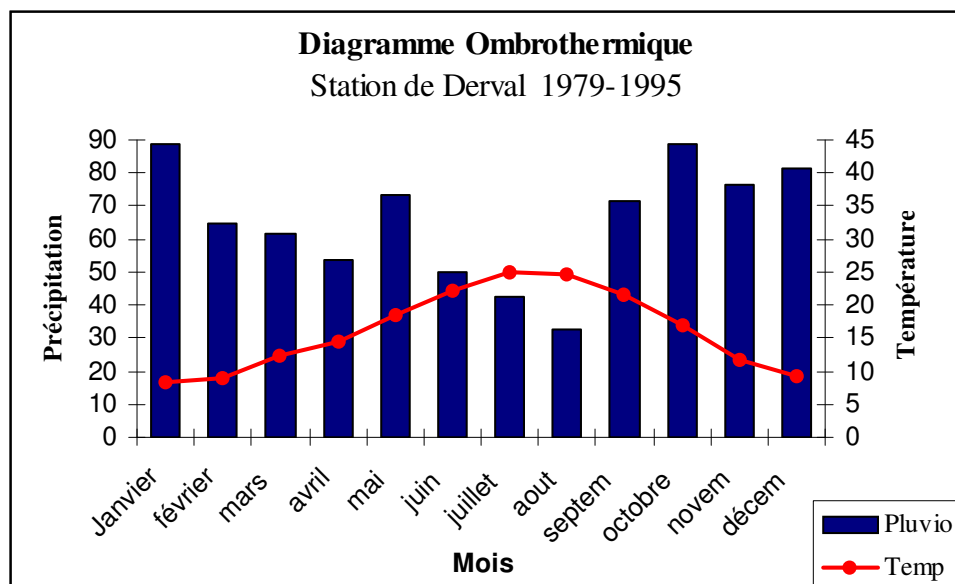


Figure 6 : Diagramme ombrothermique à la station de Derval entre 1979 et 1995 (météo France).

On observe d'après le diagramme ombrothermique de la station de Derval pour la période 1979-1995, une baisse de 40 mm de pluie mensuelle au cours de l'été.

On peut expliquer les causes de cette diminution hydrique grâce à un bilan hydrique effectué avec les données de pluviométrie à la station de Derval par R.FRANGEUL en 1998 (figure 7 p14). De plus, les mois de juillet et août présentent un niveau de précipitations inférieur à deux fois la température. Selon Gaussen, ils peuvent être assimilés à une période de sécheresse.

Le bilan hydrique a été réalisé pour l'année 1996 (annexe1) et pour la période 1979-1995. R.FRANGEUL a utilisé la méthode de Thornthwaite basé sur l'étude du maïs afin de calculer le bilan hydrique. Le bilan hydrique de Derval effectué avec les données moyennes (températures et précipitations) de 1979 à 1995 et celui de l'année 1996 ne montre pas d'importantes variations. Le diagramme qui résulte des calculs permet la distinction de 4 périodes (figure 7 p14) :

- Une période R de reconstitution des réserves en eau (sol et nappes) après la période sèche.
- Un période S de surplus en eau permettant un écoulement de l'eau du sol vers la rivière.
- Une période E d'évapotranspiration. L'eau qui provient des précipitations est totalement absorbée par les plantes et rejetée dans l'atmosphère.
- Et une période D où l'eau des précipitations ne suffit plus à la plante et elle puise l'eau dans la réserve utile (nappes, sol).

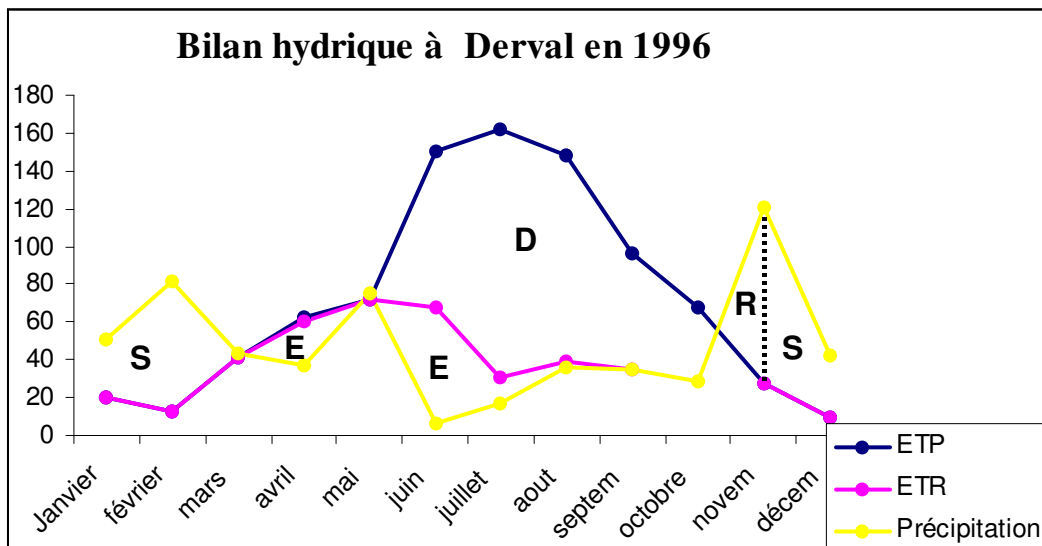


Figure 7 : Bilan hydrique à Derval en 1996 (météo France).

La reconstitution de la réserve utile s'effectue au cours du mois d'octobre. Le surplus d'eau permettant un écoulement des précipitations a lieu de novembre à mars ou avril. Une période d'évaporation au détriment du stock se met en place en mai pour être suivi par une déficience de l'évaporation de mai à octobre. Ce manque d'eau se traduit au niveau de la rivière par un écoulement réduit constituant le débit d'étiage.

On peut donc en déduire une des conclusions suivantes : les précipitations se réduisent à partir du mois de mars ; la demande en eau pour la culture des plantes fourragères ainsi que la température atmosphérique s'élèvent ; l'eau vidangée par la rivière est de moins en moins présente. On atteint le débit d'étiage. Les réserves se reconstituent à partir du mois d'octobre et le cycle recommence.

## **2.3) L'impacts des aménagements sur l'écoulement**

### **2.3.1) les différents types ouvrages**

D'après une étude effectuée par le groupe Sétude Ingénieur Conseil , on recense sur le bassin versant de la Chère environ 130 ouvrages d'art. On se limitera aux ouvrages hydrauliques et aux stations d'épuration des 17 communes rejetant leurs eaux usées traitées dans la rivière ou un de ses affluents (annexes 2 ).

Ces ouvrages ont été construits pour la majeure partie afin d'alimenter en eau des moulins ou des forges du XVII et XVIIIème siècle, comme à l'étang de la Torche ou de la Hunaudière.

Les ouvrages hydrauliques présentent en général les caractéristiques suivantes :

- Un déversoir maçonné dont la principale fonction est d'évacuer les débits excédentaires et de fixer le niveau des eaux en amont pour le bon fonctionnement du moulin.



- Une vanne de décharge dont le rôle est de suppléer le déversoir en cas de crue ou de réparation de la roue.
- Une vanne ouvrière dont le rôle est de régler le débit ; donc la puissance à fournir sur la roue.

### **2.3.2) Conséquences des écoulements lents**

On dénombre 26 ouvrages hydrauliques positionnés sur la Chère, le Rollard, le Négüéry et l'Aron (annexe 2) dont 18 sont en bon état d'après l'étude menée par le groupe Sétude.

La présence de ces barrages et vannages limite la vitesse d'écoulement au sein de la rivière. On observe une augmentation du débit à l'aval, mais seulement sur quelques mètres et une diminution du débit sur une dizaine, voir une centaine de mètres en amont. Ce ralentissement diminue considérablement l'énergie de transport des particules solides en suspension, ce qui facilite un envasement du bassin de retenue.

L'étude réalisée par le groupe Sétude indique, pour l'étang de la Torche, « un envasement généralisé sur l'ensemble de la retenue avec plus d'un mètre de vase putride dégazant du méthane ». Pour l'étang de la Hunaudière : « depuis les premiers relevés effectués en 1984 par Guy Salmon, l'envasement de l'étang s'est aggravé. La hauteur des sédiments peut dépasser 1.50 mètre ».

De plus, la présence de la carrière en aval de Saint Aubin des Châteaux entraîne un apport important de particules en suspension qui colmate les fond du cours d'eau. Ce colmatage est accentué par les faibles débits de la rivière en été.

Le ralentissement des débits , provoqué par la présence de ces ouvrages, entraîne parfois une quasi stagnation du cours d'eau en aval des barrages. Cette quasi absence d'écoulement implique une diminution de l'oxygène dissous dans l'eau et parfois une eutrophisation. Cette dernière se caractérise par la présence d'une pellicule verte à la surface de l'eau. Ce constat a pu être observé sur le terrain, début juillet 2003, sur la Chère (figure 11 p24).

### **3) les gestionnaires de la Chère face aux problèmes d'étiages sévères**

Les représentants des différentes catégories d'acteurs concernés par les bassins versants de la Chère et du Don se sont réunis pour la première fois en commission consultative le 14 Mars 2002, répondant ainsi au souhait des deux syndicats. A la suite de cette réunion deux groupes de travail se sont constitués dont un pour la gestion des étiages. Il a été cité également les outils réglementaires et incitatifs dont disposait la commission.

Parmi les outils réglementaires, on peut retenir la réglementation des projets d'irrigation (soumis au régime de déclaration/autorisation).

L'été qui a suivi, la Chère et le Don ont subi d'importants problèmes d'étiages et la commission des étiages a dû se réunir plusieurs fois l'année dernière afin de gérer au mieux cette « crise ». Lors de l'une des réunions, un représentant de la police de l'eau propose la création d'un DSA (Débit de Seuil d'Alerte) à 150 l/s qui entraînerait un début de restriction et un DCR (Débit d'étiage de CRise) de 50 l/s. Cependant, les présidents des deux syndicats ont répondu qu'il n'était pas question pour l'instant de modifier les seuils de débit défini par le SAGE Vilaine (Tableau 1 p 16) du fait qu'il ne soit pas encore appliqué.

Le SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) Vilaine est maintenant en application depuis le 1<sup>er</sup> avril 2003 et les membres de la commission ne se sont toujours pas entendus sur la détermination des débits « seuils » impliquant des arrêtés de restriction.

| débits                              | définition  | Valeur pour la Chère |
|-------------------------------------|---|----------------------|
| <b>QMNA5</b>                        | <b>Débit mensuel minimal de retour 5 ans.</b> Etiage actuel en tenant compte des prélèvements   | <b>0.028 m3/s</b>    |
| <b>1/10<sup>ème</sup> du module</b> | Niveau moyen très théorique ne tenant pas compte des prélèvements   | <b>0.026 m3/s</b>    |
| <b>DOE</b>                          | <b>Débit d'objectif d'étiage.</b> Débit moyen mensuel au dessus duquel il est considéré que l'ensemble des usages est possible en équilibre avec le bon fonctionnement du milieu aquatique. | <b>0.23 m3/s</b>     |
| <b>DSA</b>                          | <b>Débit seuil d'alerte.</b> En dessous de ce débit, une des activités utilisatrices de l'eau ou une des fonctions du cours d'eau est compromise.   | <b>?</b>             |
| <b>DCR</b>                          | <b>Débit d'étiage de crise.</b> Débit moyen journalier, à ce niveau, toutes les mesures de restriction des prélèvements et des rejets doivent avoir été mise en œuvre.                      | <b>0.025 m3/s</b>    |

Tableau 1 : détermination, par le SAGE Vilaine, de différents débits « seuils » sur la Chère.

L'année prochaine, la commission se mettera d'accord pour déterminer un débit seuil de restriction et d'interdiction, avant juin 2004. Ces valeurs seront fixes.

#### **4) Les problèmes de qualité sur la Chère**

Dans le cadre du SAGE Vilaine, une étude a été réalisée en octobre 2002 sur le diagnostic des réseaux de mesure pour la qualité des eaux du Don (bassin versant au sud de la Chère) et de la Chère.

Ainsi, les suivis de qualité de l'eau en place sur la bassin versant de la Chère appartiennent aux réseaux de mesures :

- De l'agence de l'eau Loire Bretagne (2 sites RNB)
- Des services environnement de la DDASS (Direction Départementale de l'Assainissement) 44 (6 stations)
- Des services environnement de la DDASS 35 (1 stations)

Les stations de prélèvements sont toutes, à l'exception d'une, sur le cours de la Chère (figure 8 p20). Il est alors possible d'avoir une bonne appréciation de l'évolution amont-aval de la qualité de l'eau pour quelques paramètres physico chimiques.

L'étude a démontré des concentrations trop élevées de phosphore, d'ammoniaque, et de carbone organique dissous, en particulier en période d'étiage, qui perturbent et dégradent la qualité de vie de la faune aquatique.

##### **4.1 Le phosphore (annexe 3)**

Le phosphore est suivi sous deux formes : les orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) et le phosphore total qui renferme toutes les formes dissoutes et particulaires du phosphore présent dans l'échantillon d'eau brute. En amont, les concentrations en phosphore total confirme le poids de l'agglomération de Châteaubriant avant la réhabilitation de la STEP (STation d'EPuration). En effet, les valeurs pouvaient atteindre 8 mgP/l !

Heureusement, à partir de 1998, les efforts de traitement des effluents urbains de Châteaubriant ont provoqué une baisse significative des concentrations en phosphore dans le cours d'eau (à partir de août 1998).

En aval, les concentrations sont inférieures à 1 mgP/l. La source principale de phosphore est ici diffuse (érosion, assainissement individuel, fosses...), contrairement aux points amont.

Les pics de concentrations de phosphore total sont corrélés avec l'apparition de concentrations de MES (Matière En Suspension) moyennement fortes (> 50 mg/l).

Cela permet de mettre en évidence l'augmentation de la concentration de phosphore dans l'eau engendrée par une remise en suspension des sédiments (exemple : les vannages souvent effectués sur la Chère, du à la présence de nombreux moulins).

Les pics ont lieu en période de basses eaux et le Pas Guillaume, affluent rive gauche de la Chère, doit être une source non négligeable de phosphore pour la rivière car les niveaux de concentration en phosphore y sont anormalement élevés (6.5 mg/l de phosphore total en 2001).

#### **4.2 L'ammoniaque (annexe 3)**

Les concentrations en ammoniaque sont moyennement fortes, avec une médiane supérieure à 0.15 mg/l. Des pics de concentrations proches de 1 mg/l sont observés principalement en période d'étiage .

Le soutien des débits d'étiages, en partie par les rejets de STEP, ne peut que favoriser l'augmentation des ions ammonium, même à l'exutoire du bassin.

Les fortes concentrations en ammoniaque sont également liées à des apports directs de fosses septiques, fosses à lisiers, et dans une moindre mesure à des processus internes au cours d'eau (relargage, désoxygénation...).

L'ammoniaque stimule le développement de la flore aquatique et participe donc au processus d'eutrophisation dont l'action à une influence direct sur le poisson par consommation de l'oxygène dissous par les plantes aquatiques.

#### **4.3 Le carbone organique dissous (annexe 3)**

Il est utilisé pour le RNB depuis 1996. La majorité des valeurs sont supérieures à 6mg/l (objectif du SAGE Vilaine à 6 mg/l). Le maximum est mesuré à 13 mg/l en avril 1994. La dernière valeur mesurée est de 12 mg/l en décembre 1999.

Les sources de matières organiques sont nombreuses et peuvent être extérieures au cours d'eau : apports directs et diffus du bassin et internes : processus biologique et en particulier la photosynthèse.

Les apports directs et la faiblesse des écoulements en période de bases eaux expliquent en partie les fortes concentrations estivales et automnales.

Il existe pas de problèmes particuliers concernant les teneurs en nitrates et MES.

En effet, on constate, à travers les points de mesures RNB et de la DDASS, une évolution classique des concentrations en nitrates sur un bassin schisteux. La période de fortes concentrations est comprise entre décembre et avril, selon les conditions hydrologiques. Ensuite, les concentrations chutent de nouveau au cours de la période de basses eaux, et peuvent être quasiment nulles en fin d'étiage.

Les teneurs en MES ne sont pas élevées sur ce bassin (valeur maxi de 36 mg/l et médiane inférieure à 10 mg/l).

Il n'existe pas de données sur les concentrations en pesticides dans la Chère.



Dans une première sous-partie, une recherche bibliographique a permis de présenter les impacts généraux de la sécheresse sur le milieu aquatique. Et une deuxième sous-partie décrira les méthodes et les résultats de deux modèles de la qualité de l'habitat piscicole.

### **1) Impacts de la sécheresse sur le milieu aquatique en générale et sur la Chère**

Une étude a été réalisée en 1990 par P. Balland, ingénieur à l'Agence de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Un résumé de ce travail va être développé ci-dessous afin de présenter d'une façon générale l'impact de la sécheresse climatique sur le milieu aquatique.

Sous nos latitudes tempérées, la sécheresse est la conséquence de la persistance d'un écart à la « normalité » hydroclimatique, apprécié statistiquement. On en évalue la rareté à travers les notions statistiques de fréquences d'apparition ou durée de retour, et l'intensité par la mesure du déficit hydrique, relativement à la moyenne saisonnière, pour une série de disciplines propres au cycle de l'eau : pluviométrie, hydrométrie, piézométrie... Et c'est lorsque l'on s'éloigne de manière significative et prolongée de cette valeur qu'il en résulte des conséquences pour les milieux, aux plans quantitatif et qualitatif. Il arrive alors que leur « pouvoir tampon » naturel, c'est à dire leur capacité à suppléer, par leurs propres réserves, à un déficit momentanément de la ressource, soit dépassé.

#### ✓ D'un point de vue quantitatif :

La sécheresse a bien sûr un impact immédiat, agissant à partir d'un certain seuil, au moment où elle survient, et quelle que soit la saison. En été, elle provoque une recharge insuffisante des aquifères à causes de la rareté des pluies. Et la remontée des températures de l'air provoque une augmentation du pouvoir évaporant de l'atmosphère.

La vitesse de réchauffement d'une masse d'eau dépend de la profondeur du cours. Une réduction du débit d'un cours d'eau consécutive à la sécheresse engendre donc une évolution de la température de l'eau pour deux raisons :

- La diminution de la profondeur moyenne
- L'augmentation du temps de transit d'une même masse d'eau.

Sur l'Aron, principal affluent de la Chère, on a constaté une disparition totale du cours sur 1 km entre l'étang de la Pille et la limite aval de la commune de St-Sulpice (figure 9 p22 ).



Figure 9 : Photos de l'Aron asséché, fin août 2003.

✓ D'un point de vue qualitatif :

Nous avons vu que la sécheresse provoquait un réchauffement de l'eau. Et ce réchauffement qui accompagne le déficit de la ressource est à l'origine d'un cortège d'effets, directs et indirects, sur le processus physico-chimiques et biochimiques qui se produisent au sein de la masse d'eau.

En effet, la réduction de la ressource entraîne une baisse de la capacité de dilution des milieux et par conséquent, une augmentation de la concentration des constituants contenus dans les rejets provenant des stations d'épuration, des réseaux non-collectifs, effluents d'élevages...Il peut dès lors y avoir dépassement des seuils de tolérances fixés pour un certain nombre d'usages de l'eau. Le dépassement peut être tel que la qualité de l'eau s'en trouve affectée au point d'obérer fortement la pratique de certains usages (mortalités piscicoles comme il a été le cas en août pour les anguilles sur la Chère : figure 10 p23) ou bien de dégrader de manière intolérable la qualité « patrimoniale » de l'eau et d'en empêcher toute utilisation. En effet, sur la Chère, une quantité importante d'anguilles mortes a été retrouvée à la fin du mois d'août. Un parasite de l'espèce serait responsable de cette mortalité.



Il se déclenche à partir de 26 °C . Cependant, durant le mois d’Août, l’eau n’a jamais excédé 23.7°C (annexe 4). On est en droit de se demander si la température est la seule responsable ; d’autant plus que les anguilles ont été parfois découvertes, flottant sous 1.5 m d’eau. Et d’autres espèces telles que la Loche Franche, le Brochet, et la Carpe commune ont été découvertes, à la même période, le ventre à l’air.



Figure 10 : Photo d’une anguille retrouvée morte sur la Chère fin août 2003.

La baisse de la vitesse favorise le développement du phytoplancton.

La baisse de la profondeur favorise le développement des végétaux fixés car la lumière peut alors pénétrer jusqu’au substrat.

Le développement explosif de la végétation dans les biefs au cours ralenti (comme il est le cas sur la Chère du à la présence de nombreux barrages : figure 11p 24) est une des principales conséquences d’une sécheresse estivale. Ces proliférations induisent des variations importantes de la teneur en oxygène dissous et parfois du pH, susceptibles de créer des conditions sublétales voire létales pour de nombreux organismes aquatiques oxyphiles comme la Vandoise, espèce peuplant la Chère.

On observe notamment :

- Une surproduction diurne d’oxygène dissous, accompagné d’une élévation du pH, due à la photosynthèse. Elle peut atteindre 200 % de saturation.
- A l’inverse une consommation nocturne pouvant aller jusqu’au déficit complet, due à la respiration de la matière excédentaire et à la décomposition de sa fraction morte. Elle s’accompagne de la baisse du pH

Un tel fonctionnement par « à-coup » n'est pas, on l'imagine aisément, compatible avec le maintien d'une faune aquatique de qualité. Et l'excès d'oxygène peut brûler le tissu bronchial des poissons ou provoquer des embolies gazeuses.



Figure 11 : Photos de la Chère montrant une prolifération de végétaux dans la rivière.

Les impacts de la sécheresse sur le milieu aquatique ont des conséquences directs sur les peuplements. Nous avons vu précédemment les impacts de la diminution de la ressource du point de vue de la qualité de l'eau (température, nutriments, oxygène dissous...). Cependant, nous allons voir par la suite, que seules les modifications de la géométrie de l'écoulement affectent l'habitat aquatique, et la vie piscicole, indépendamment de toute autre considération.

## **2) Application de la méthode des microhabitats sur la Chère**

### **2.1) Naissance de la méthode.**

Lors des réflexions engagées autour de la loi « pêche » de 1984, le Ministère de l'Environnement (Direction de la Protection de la Nature) et la Direction des Etudes et Recherche d'EDF avaient demandé au Cemagref de faire l'inventaire des méthodes des débits réservés.

Parmi ces méthodes revues par Souchon et Trocherie (1983), le Cemagref a retenu la méthode « IFIM » ou Instream Flow Incremental Methodology développée par l'US Fish & wildlife Service, Fort Collins (Colorado) au début des années 1980 (Stalnaker 1979, Bovee 1982), et connue en France sous le nom de la méthode des microhabitats.

Les besoins nés de cette loi ont été renforcés par la mise en place de la loi sur l'eau de 1992 instaurant les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE et SDAGE), qui visent à restituer l'ensemble des usages de l'eau dans un meilleur respect des équilibres naturels.

### **2.2) Principe de la méthode**

La méthode des microhabitats permet d'évaluer, en fonction du débit, l'évolution de l'habitat « physique » d'une portion de rivière vis-à-vis de quelques espèces de poissons cibles. Le principe de base est de coupler une information physique qui décrit l'habitat, et une réponse biologique qui va permettre d'en apprécier la qualité. Le modèle va pondérer les surfaces homogènes étudiées sur le terrain (variables physiques des habitats connues) selon la qualité des variables d'habitat rencontrées, et ceci en fonction des exigences d'habitat de l'espèce et du stade de développement du poisson considéré.

On définit tout d'abord les variables caractérisant l'habitat. Ce sont trois variables morphodynamiques : **la hauteur d'eau, la vitesse du courant et le substrat.**

Des courbes de préférences de ou des espèces cibles ont été réalisées par le Cemagref et mises à notre disposition sur demande. Quand elles sont couplées aux données morphodynamiques, elles donnent directement la valeur de la surface pondérée utile en m<sup>2</sup> (l'habitat) disponible pour chaque espèces données..

On peut enfin interpréter les résultats obtenus et ainsi déterminer un débit « critique » en dessous duquel la qualité de l'habitat pour une espèce cible considérée est fortement dégradée.

La méthode met en œuvre ce que l'on peut appeler un modèle de quantification de l'habitat *potentiel* du poisson en rivière à différents débits.

Et par habitat potentiel on entend que la méthode des microhabitats ne peut pas et ne doit pas être considérée comme un modèle de répartition du poisson dans la rivière ou une méthode d'estimation de la biomasse de poisson. La méthode prédit en fait que tel habitat est favorable ou que tel autre ne l'est pas, mais le fait qu'un poisson s'y trouve réellement ou non dépend d'une multitude de facteurs comme la densité de population, le comportement du poisson, les facteurs trophiques... Ces donc pour ces raisons que nous parlons bien d'habitats potentiels.

### **2.3) Application du modèle sur la Chère**

La méthode peut s'effectuer en 6 étapes :

1. La sectorisation : découpage du cours d'eau en tronçons homogènes en fonction des paramètres morphologiques de la rivière.
2. Description des faciès qui composent chaque tronçons.
3. Choix des stations : au moins une station par tronçon qui soit la plus représentative possible.
4. Description des stations : mesures topographiques et hydrauliques sur le terrain.
5. Modélisation hydraulique et biologique du cours d'eau à l'aide du logiciel EVHA.
6. Extrapolation des résultats à l'ensemble du tronçon et choix du débit « critique ».

#### **2.3.1) La sectorisation**

Les variables morphodynamiques utilisées pour la sectorisation de la Chère ont été la pente du cours d'eau, la largeur de la vallée, la largeur du lit mouillé et la géologie du bassin versant.

✓ La pente :

La pente du fond du lit a été déterminé grâce à un profil en long, effectué à partir de cartes IGN au 25000<sup>ième</sup> et d'un curvimètre. On obtient le profil suivant :

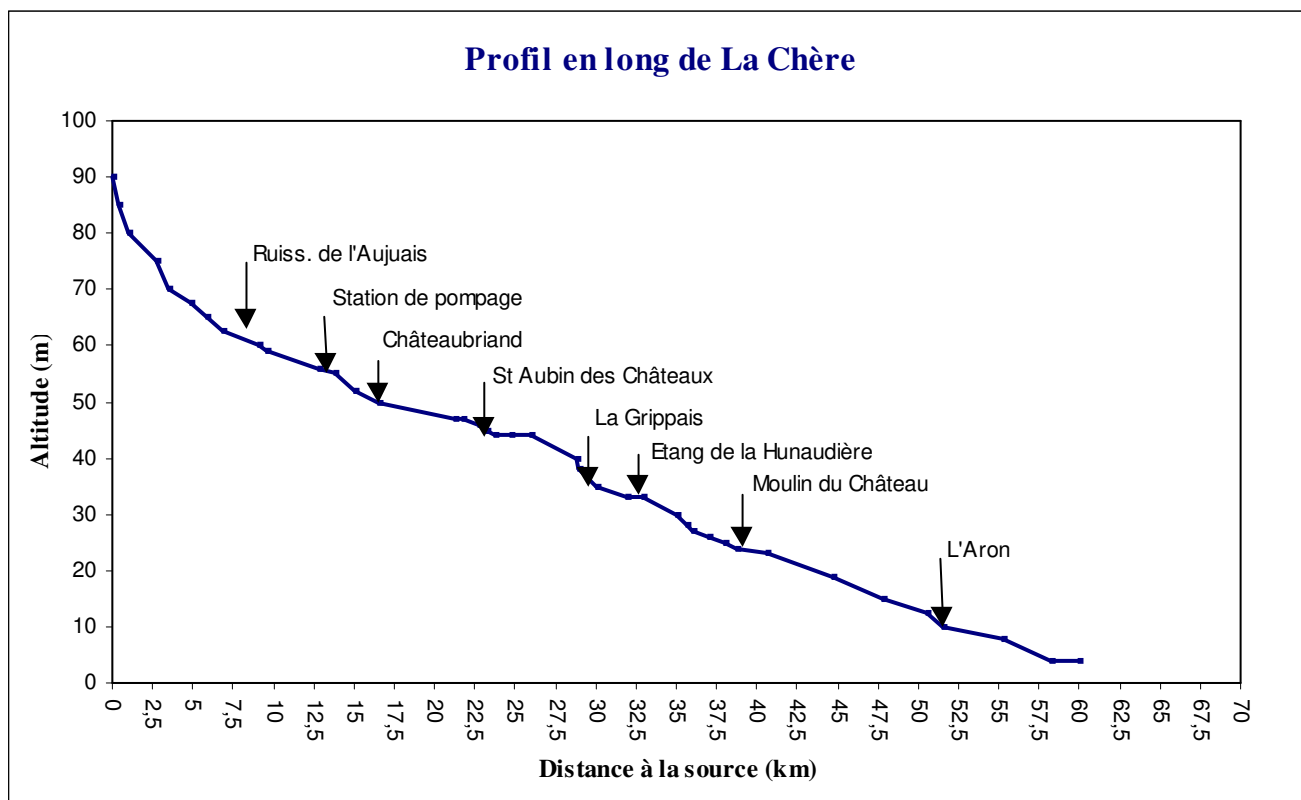


Figure 12 : Profil en long de la Chère (cartes IGN de 1988).

On constate une forte pente de 5.4% les 5 premiers kilomètres.

En amont de la confluence de l'Aujuais jusqu'à l'ancienne station de pompage, la pente diminue progressivement pour tendre vers 0.5%.

De la station de pompage à Châteaubriand, le degré de déclinaison s'accroît (2%). Mais retombe vers 0.6% au niveau de la commune de St Aubin.

A l'aval de St Aubin, après un replat, on observe une pente de 2.4% jusqu'au lieu-dit La Grippais.

Au delà de l'étang de la Hunaudière la pente atteint 1.5% pour ensuite osciller entre 0.8% et 1.2% du Moulin du Château jusqu'à la confluence avec la Vilaine.

La pente moyenne de la Chère est alors de 1.4 m/Km soit 1.4%.

✓ La largeur de la vallée :

Des profils en travers ont été tracés sur les cartes IGN à l'aide d'un curvimètre :

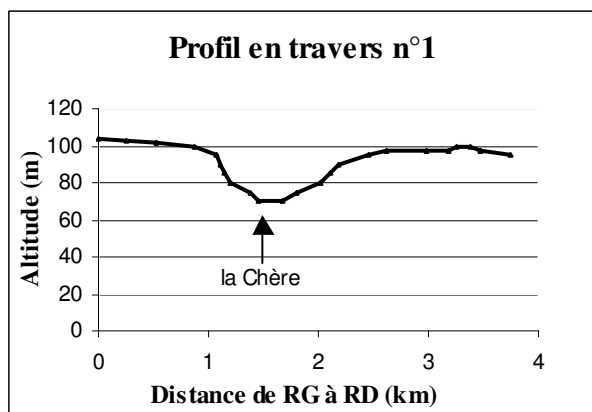


Figure 13 : Profil en travers de l'Amont (carte IGN)

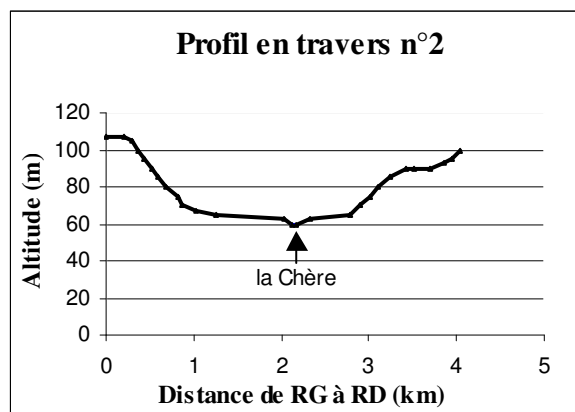


Figure 14 : Profil en travers à l'aval de Soudan (carte IGN)

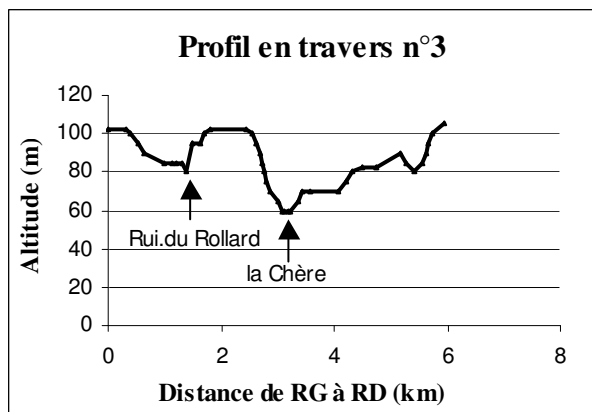


figure 15 : Profil en travers en amont de Châteaubriant

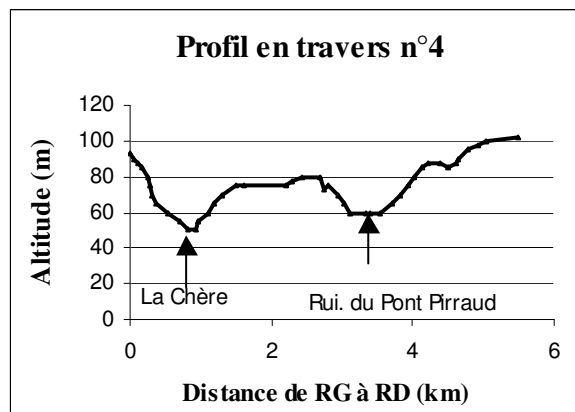


Figure 16 : Profil en travers au niveau du Moulin Neuf

Sur les profils n°1,3 et 4 la forme de la vallée est à peu près identique. La vallée de la Chère s'élargie juste au niveau du profil n°2, en amont de Châteaubriant, et constitue une zone d'expansion des crues. Sur les quatre premiers profils, on constate que la vallée de la Chère est située entre 60 et 100m d'altitude.

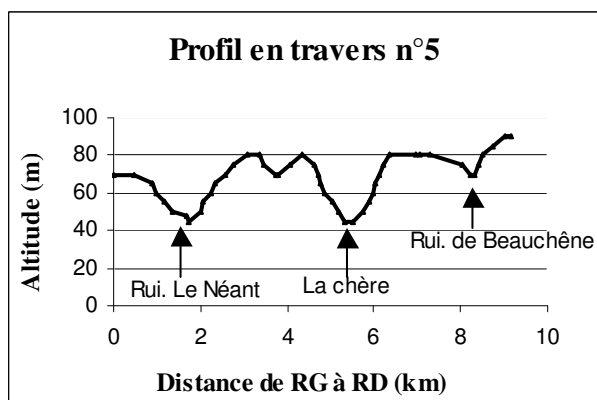


Figure 17 : Profil en travers à St Aubin

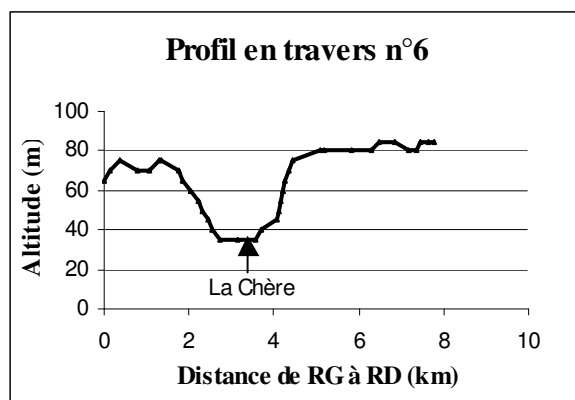


Figure 18 : Profil en travers après étang de la Hunaudière

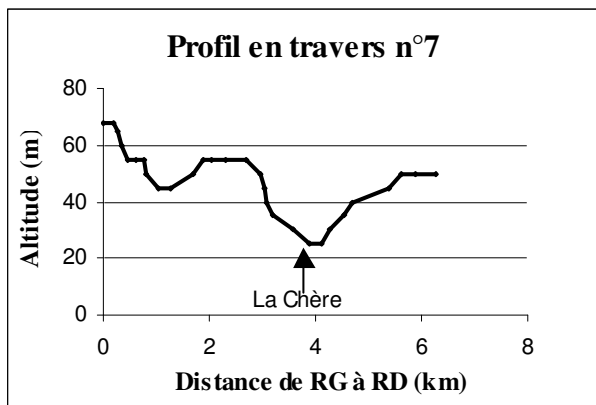


Figure 19 : Profil en travers au niveau de Sion les Mines

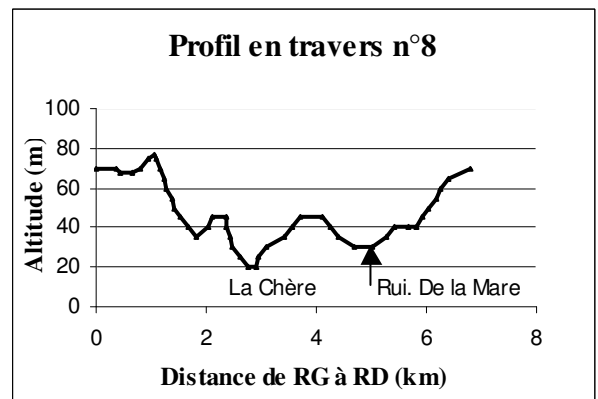


Figure 20 : Profil en travers en aval de Mouais

Les profils n°5, 6, 7 et 8 montrent une vallée située entre 30 et 80 m d'altitude.

On remarque sur les profils 6 et 7, après l'étang de la Hunaudière et au niveau de Sion les Mines, un fond de vallée plus large, comparé aux autres profils.

A St Aubin, la forme de la vallée, ainsi que son altitude sont comparables au profil n°4.

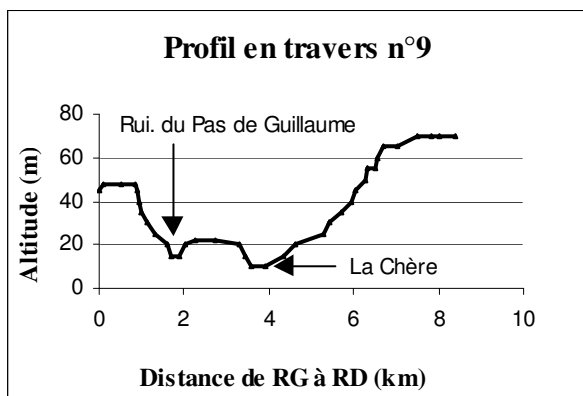


Figure 21: Profil en travers en amont de Pierric

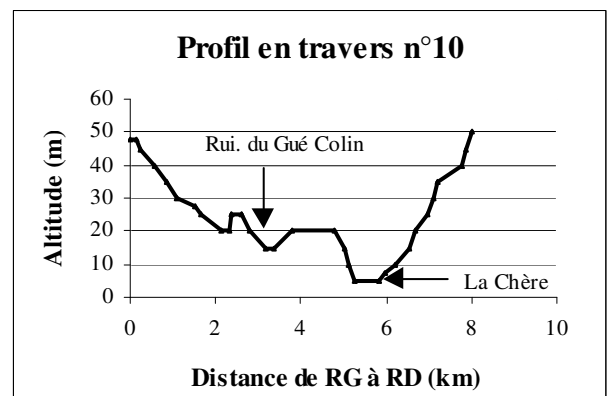


Figure 22: Profil en travers au niveau de Triguel.

On peut noter que les profils n°9 et 10 montrent une vallée plus ouverte, dont les altitudes sont situées entre 5 et 20 m pour le versant gauche et entre 5 et 70 m pour le versant droit.

### ✓ La géologie :

D'après l'étude réalisée en 1997-1998, par Régis FRANGEUL, les formations géologiques de la vallée de la Chère sont pour l'essentiel composées de roches sédimentaires de l'ère primaire plus ou moins métamorphisées. On peut diviser le bassin versant de la Chère en quatre formation géologique (figure 23 p28).

- A l'amont, des grès armoricains, des schistes ardoisiers de l'Ordoviciens et une zone de schistes Briovériens issus du bassin versants de Rennes, localisée sur la zone de Châteaubriant.

- Au niveau de la partie centrale et en aval, une formation de siltstones micacés fins, sudardoisiers du Llanvirnien.

La troisième et quatrième formation sont de moindre développement et se localisent aux limites du bassin versant.

- Au sud de Derval, des argilites noires, des filons de quartz et des grès provenant de l'anticlinorium de Lanvaux.
- Une fraction grossière quartzeuse où s'intercalent de minces lits argileux.

Enfin, le fond de la vallée de la Chère est occupé par des alluvions récents (âge probable Pléistocène supérieur) d'assez larges surfaces sablo-graveleuses plus ou moins riches en argile, avec une épaisseur atteignant jusqu'à 2.5 mètres. Les éléments sont souvent peu roulés et proviennent du remaniement de roches du substratum.

L'ensemble des roches du bassin versant est métamorphisé ne permettant pas une évolution du lit fluvial. Les formations de grès ou de schistes, présents sur la majeure partie du bassin possèdent un caractère imperméable qui limite la constitution de réserves.

Les nappes phréatiques se retrouvent souvent sous forme de bassins superficiels très sensibles à la pluviométrie.





✓ La sectorisation :

D'après les trois variables morphologiques décrites ci-dessous et les observations de terrain, la Chère a été découpée en cinq tronçons homogènes (figure 24 p33):

➤Le premier, de la source jusqu'en aval de Châteaubriant à 17 Km de la source, est caractérisée par une pente moyenne de 2.6%, une faible largeur de lit mouillé (1 à 2 mètres).

La Vallée est relativement étroite et a son altitude située entre 60 et 1005 m (profils en travers n°1, 2, et 3). La géologie est marquée d'argilites et Siltites du Briovérien.

➤Le deuxième, depuis l'aval de Châteaubriant à l'aval de St Aubin des Châteaux, sur 10 Km, possède un lit mouillé de 5 à 6 m de large. La vallée est moins encaissée et la pente est faible (0.6%). La géologie du bassin versant est dominé sur cette partie par des grès armoricains de l'Arenigien.

➤Le troisième, de St Aubin au lieu-dit la Butte de la Vallée, sur 10 Km, est caractérisé par une pente du fond plus élevée (2%). Le fond de la vallée est plus large (profils n°6 et 7). Les formations géologiques jusqu'à la confluence avec la Vilaine sont des grès et silstones micacés du Llanvirnien.

➤Le quatrième, de la Butte de la Vallée jusqu'en amont de l'Aron possède une pente entre 0.8 et 1.2% et une largeur du lit mouillé de 8 à 9m. L'altitude de la vallée est située entre 10 et 60 m.

➤Le cinquième, en amont de l'Aron jusqu'à la confluence ; est marqué par une vallée plus large (12 m), qui s'ouvre véritablement en aval du lieu-dit la place.

### **2.3.2) Description des faciès et choix des stations**

Cette partie se fait entièrement sur le terrain en parcourant les 65 Km de long de la rivière. La Chère, présentant des faciès peu variés, la description de ceux-ci par tronçon, à pu se faire assez rapidement (une journée par tronçon).

Si on résonne sans présence d'obstacles à l'écoulement, le cours d'eau est une rivière intermédiaire avec quelques zones lentes : des zones de marais inondables. Mais, Les ouvrages dans le lit de la Chère ont transformé beaucoup de faciès lotique en faciès lentique. C'est pourquoi, on constate, sur le cours d'eau, une majorité de plat et profond (> 70cm) lentique. Cependant, à des endroits très localisé, des rapides et quelques succession de radier-mouille peuvent dynamiser la rivière. Ces faciès sont situés en particulier au niveau du tronçon 3, entre Saint Aubin des Chateau et le lieu-dit la Butte de la Vallée. La méthode des microhabitats est plus adaptée au cours d'eau de tête de bassin, de première catégorie piscicole (dominé par des salmonidés type truite). Ainsi, le troisième tronçon est le plus favorable à l'application de cette méthode. L'autre modèle , ESTIMHAB, aurait pu être appliqué à tout le linéaire, mais dans le souci de manipuler le plus de logiciel possible, il a été appliqué les deux types de modélisation.



Le choix de la station a été effectué dans le but de réunir tous les faciès représentatifs du tronçon. Cette situation est observée en aval du Moulin d'Hubert, où l'on constate une succession de radier-mouille et rapides, suivis de plat courant et plat lentique.

### **2.3.3) Description de la station**

Le matériel de mesure a été emprunté au service d'hydrométrie de la DIREN et se compose d'une mire et d'une visée pour les mesures de topographie, ainsi que d'un moulinet pour le calcul des vitesses.

L'application de la méthode sur le terrain est assez complexe et multiplie donc le risque d'erreurs pouvant être commises lors de la prise de mesure.

Le début de la station commence par un plat courant suivi d'un radier sur lesquels ont été placés deux transects (sections perpendiculaires à l'écoulement et matérialisés par un décimètre) en travers de la rivière (figure 24 p33 et figure 25 p34). Il est suivi d'une mouille sur laquelle a été tendus deux transects du à la taille et aux variations de vitesse plus importantes de ce faciès. Un plat courant succède à la mouille.

La station se termine par un long plat lentique caractérisé par une profondeur d'eau et un écoulement homogène (figure 29 p37). Un transect a été placé au milieu de ces deux derniers transects. A l'aval du plat lentique on retrouve des successions de radier-mouille.

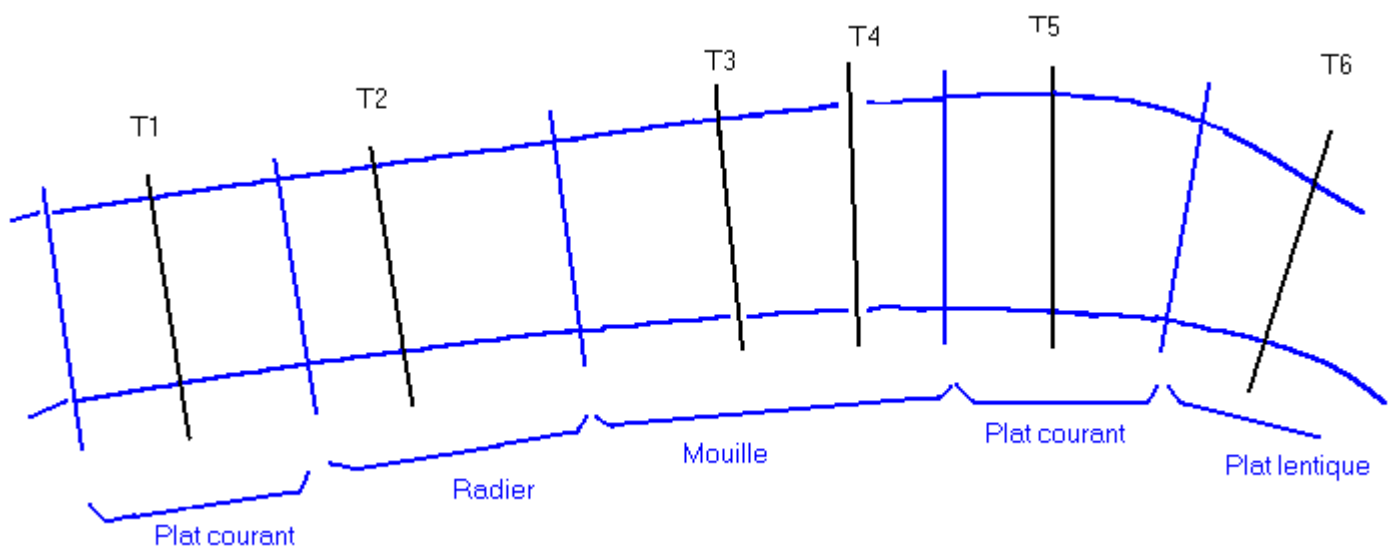


Figure 25 : Position des transects sur la station de mesures .

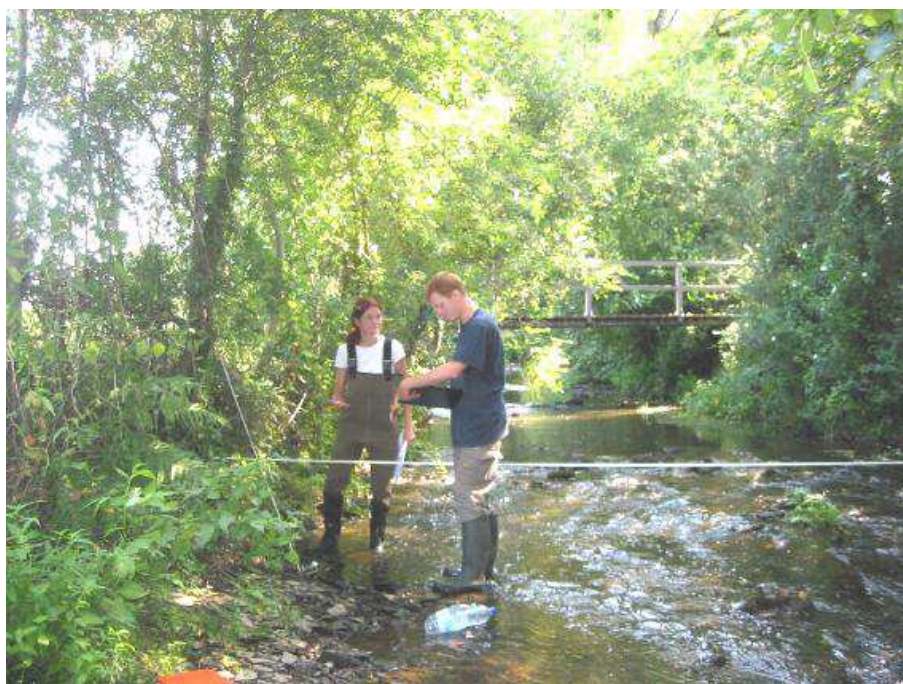


Figure 26 : Photo du transect 2 au centre d'un radier, en amont de la station.



Début et fin de la  
mouille

Figure 27 : Photo de la mouille suivie du plat courant





Figure 28 : Photo du transect 6 au centre du plat lentique, en aval de la station

#### ✓ Mesures de topographiques :

Elles permettent de dessiner la station et d'obtenir des vues en plan, des profils en travers et un profil en long. La ligne d'eau est également observable sur les différents profils. Les mesures sont toujours faites le long d'une section (section hydraulique) perpendiculaire à l'écoulement. Lorsqu'il s'agit de mesures le long des transects, elle est matérialisé par un décamètre.

L'altitude des points visés est mesurée grâce au nivomètre. Afin de bien dessiner la station, il est important de relever l'altitude des points situés à chaque rupture de pente ou changement de faciès.

Plusieurs points sont mesurés (annexe 5) :

- Le long des transects : 2 points délimitant le lit mouillé (GTn et DTn), des points de berges, et 2 ou 3 points dans l'eau (Tn).
- Sur des sections hydrauliques complémentaires : c'est à dire au niveau d'un changement de faciès ou de rupture de pente (DCn, GCn, et Cn.). Les mesures se font comme le long des transects.
- 2 points délimitant l'amont de la station (GM et DM)
- 1 point repère de cote de surface à l'aval de la station (A).

#### ✓ Mesures hydrauliques :

Elles sont faites dans le lit mouillé, le long de chaque transect, qui est matérialisé par un décamètre. On a relevé les vitesses à  $0.2 \cdot h$ ,  $0.4 \cdot h$  et  $0.8 \cdot h$ , ainsi que la hauteur d'eau et du substrat à intervalle d'espace variable, dicté par toute évolution de l'un de ces trois paramètres.

Les hauteurs d'eau étant faibles le jour du terrain, on a souvent relevé les vitesses à  $0.4 \cdot h$ . Les fiches de terrain, en annexe 5, permettent d'observer le détail des mesures.

On note la fraction la plus grossière qui donne une idée du coefficient de frottements de Limerinos (calculé à partir de D84). Celui-ci constitue un paramètre de calage important traduisant la résistance à l'écoulement provoquée par les éléments du substrat les plus grossiers. D84 signifie que 84% du substrat, en surface occupée, présentent un diamètre inférieur ou égal au D84.

Les mesures hydrauliques permettent d'obtenir une vitesse moyenne pour chaque transect. La vitesse obtenue grâce au moulinet est recalculée à partir des D84 « locaux » afin d'en déduire un débit.

#### **2.3.4 Modélisation hydraulique et calage à partir des mesures de terrain**

Le modèle hydraulique est de type « fluvial », c'est à dire que la ligne d'eau est calculée en remontant de section hydraulique en section hydraulique depuis le bas de la station. Le modèle hydraulique utilisé est un modèle de ligne d'eau 1D, poussé à  $1,5 D$  pour avoir une répartition latérale des hauteurs et vitesses. Il est basé sur les descriptions fines topographiques. Il est ensuite calibré par les mesures de débits et de hauteurs d'eau.

Le modèle ne calcule que la ligne d'eau et la vitesse moyenne sur chaque section hydraulique. Une procédure doit donc calculer les vitesses au niveau de chaque point d'observation. Pour ce faire, un coefficient de rugosité local (D84 : définition §2.3.3 p 34) est calé sur chaque point en se basant sur la vitesse, la pente de la ligne d'eau et la cote observée en ce point.

Le calage du modèle permet l'ajustement du modèle à la ligne d'eau observée, et ceci pour tous les débits désirés. Le débit de calage est le débit moyen. On définit une gamme de débit à modélisé qui ne devra pas dépassée 6 à 7 fois le débit de calage pour ne pas s'éloigner des conditions d'étiages.

On obtient ainsi, dans un premier temps, le dessin de la station avec une vue en plan, les sections en travers des différents transects, et le profil en long de la station :

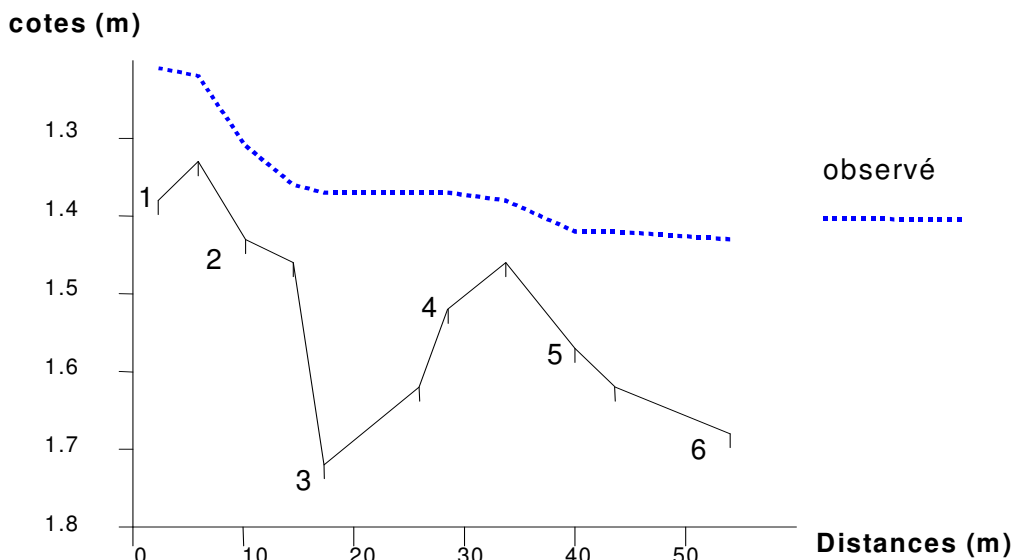


Figure 29 : Profil en long du fond du lit et de la ligne d'eau à la station 2 avec l'emplacement des 6 transects

La station débute par un plat courant suivi d'un radier, c'est pour cela que l'on observe une augmentation de l'altitude dès l'amont du 2<sup>ème</sup> transect.. La pente au niveau du radier est de 2.5 et 0.8‰ et entre le début et la fin de ce faciès la cote passe de 1.33 à 1.46 m.. Le début et la fin de la mouille ont pour cote 1.46 m et elle atteint une profondeur à peu près égale à 25 cm . Le plat courant en amont et aval du 5<sup>ème</sup> transect a une pente de 1.7‰. Enfin, la station se termine par une pente de 0.06‰, au niveau du plat lentique et sa cote est de 1.69 m.

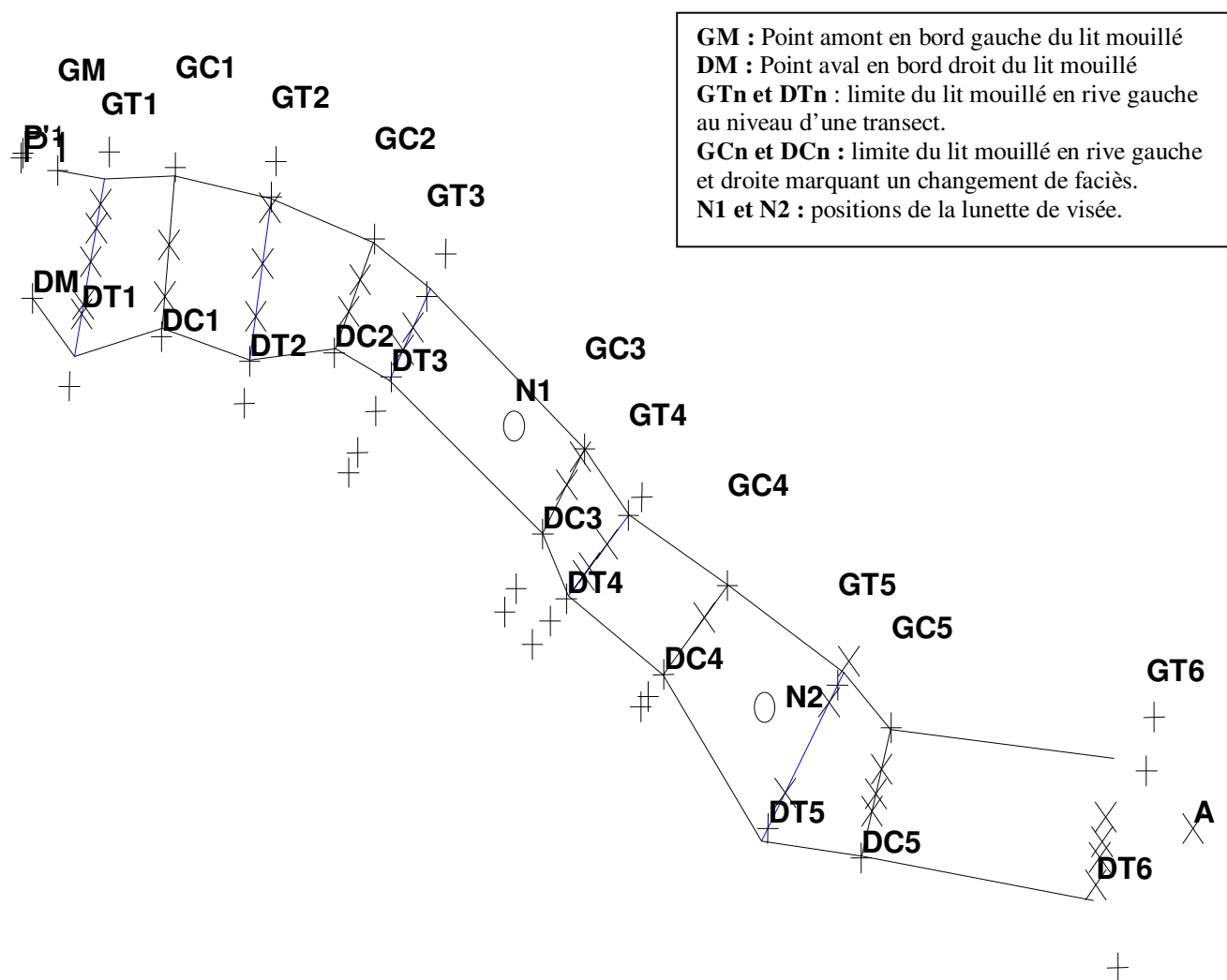


Figure 30 : Vue en plan de la station 2 avec l'emplacement des transects et des limites de représentativité des faciès .



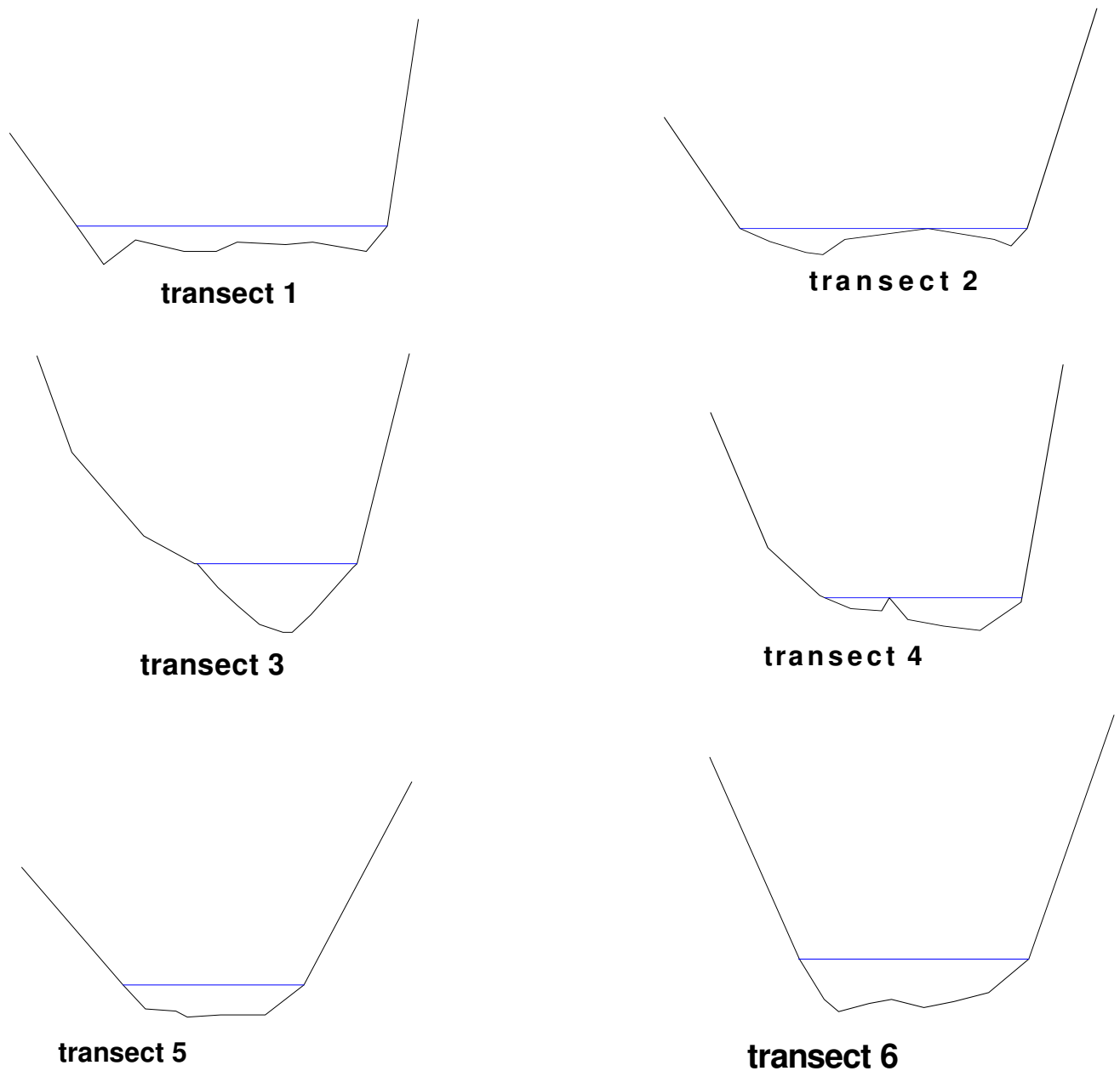


Figure 31 : Profils en travers des 6 transects au niveau de la station de mesures.

Il est logique d'observer sur ces transects une variation de la hauteur d'eau en fonction des faciès : la hauteur d'eau est limitée au niveau du radier et la plus élevée au niveau de la mouille qui s'accompagne d'un rétrécissement du lit mouillé.

✓ Calage du modèle hydraulique :

Le débit moyen obtenu et donc le débit de calage obtenu est de **0.054 m<sup>3</sup>/s**. La gamme de débit modélisée en située entre **0.054 et 0.500 m<sup>3</sup>/s**. Nous pouvons alors coupler les données morphodynamiques de la station à des courbes de préférence des espèces présentes dans le cours d'eau.

Et ensuite, visualiser à l'aide de graphes la surface pondérée utile en fonction de la gamme de débit modélisée.

✓ Choix des courbes de préférences observées et choix de l'espèce cible :

Des pêches électriques réalisées en 1999 au niveau du moulin d'Hubert (au même endroit égale que la station d'étude) ont révélé la forte abondance de la vandoise, de la brème bordière et de la brème commune dans cette portion de rivière ainsi que la forte abondance du chevaine. D'autres espèces sont faiblement et très faiblement présentes comme le vairon, la loche franche et le gardon (annexe 6).

Cette notion d'abondance provient des classes d'abondances du peuplement piscicole théorique issues du Référentiel biotypologique armoricain.

La Vandoise paraît l'espèce la plus intéressante étant donné sa sensibilité aux pollutions et sa forte abondance au niveau de la station de mesure. C'est donc cette espèce qui va représenter l'espèce cible et ainsi aider à la détermination des débits seuils par observation de la surface pondérée utile en fonction de la gamme des débits modélisés. Nous observerons également les résultats de la modélisation au regard d'autres espèces qui sont : le vairon, le gardon, la loche franche, et le chevaine.

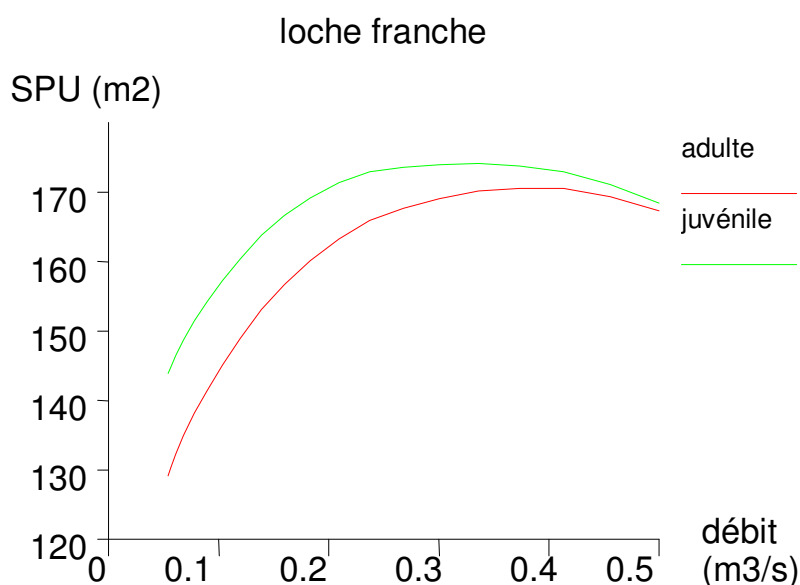
Bien que le brochet est été qualifié en 2001 d'espèce repère par le PDPG (Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et de la Gestion des ressources piscicoles), aucun individu a été relevé lors de la pêche électrique. Et d'après le CSP de Loire Atlantique, cette espèce a des difficultés à survivre du à la présence des nombreux barrages qui empêchent sa migration, ainsi que la disparition de nombreuses zones humides (nécessaires à sa reproduction) dans le but de lutter contre les inondations. De plus, les courbes de préférences du brochet ont été établies à partir de seulement 54 espèces qui ne permet pas une interprétation des résultats fiables.

### **2.3.5 Interprétation des résultats**

La modélisation enfin terminée, nous pouvons observer les résultats donnant la SPU (en m<sup>2</sup>) pour chaque espèce étudiée en fonction du débit situé entre 0.054 et 0.500 m<sup>3</sup>/s

✓ Biologie-écologie de la loche franche :

La zone à truite constitue généralement son habitat, car elle a d'important besoin en oxygène. Elle passe ses journées à l'abri des pierres ou de la végétation et ne s'active vraiment que pendant la nuit où elle recherche des mollusques et des larves d'insectes.



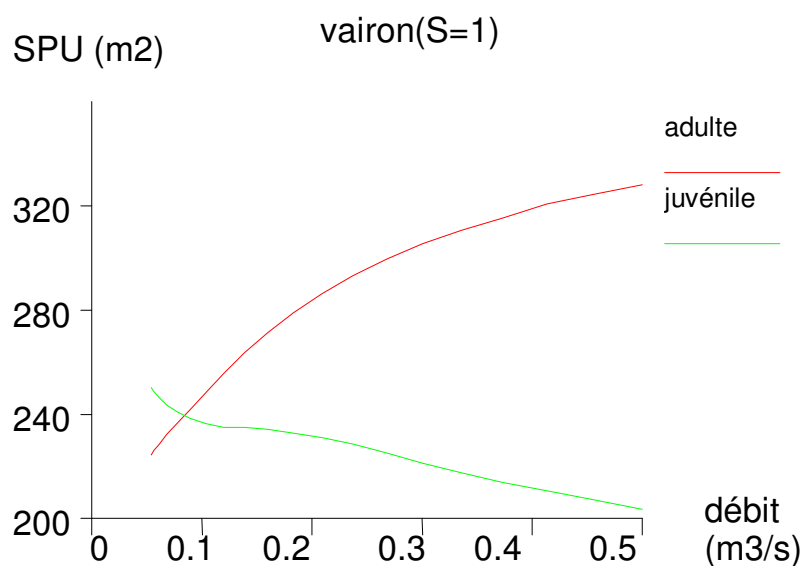
Nous observons sur ce graphe que le stade juvénile présente une SPU plus importante comparé au stade adulte ; c'est pourquoi nous déterminerons le débit seuil au regard du stade adulte.

Figure 32 : Courbes de la SPU en fonction du débit aux stades adulte et juvénile de la Loche Franche.

Sur le graphe, la SPU disponible pour la loche franche adulte, entre 54 et 500 l/s, est située entre 130 et 170 m². Et la SPU diminue fortement à partir de **0.076 m³/s**, soit **76 l/s**..

#### ✓ Biologie-écologie du Vairon :

Ce poisson est très fréquent dans les ruisseaux à truite, mais se rencontre également dans les rivières plus importantes. L'essentiel de sa nourriture est constituée de larves d'insectes et de petits crustacés.



La SPU du stade juvénile augmente jusqu'à 0.054 m³/s. Pour la gamme de débit modélisé La SPU varie très peu (entre 205 et 255 m²). Cependant, au stade adulte, la SPU varie entre 223 et 325 m².

Figure 33 : Courbes de la SPU disponible en fonction du débit aux stades adulte et juvénile du Vairon

Et l'habitat disponible au Vairon diminue assez rapidement à partir de **0.086 m³/s**, soit **86 l/s**.

✓ Biologie et écologie du Chevaine :

Le Chevaine est une espèce ubiquiste qui occupe des habitats variés et se rencontre aussi bien de la zone à Truite que dans les grands remous de la zone à Brème. Il affectionne la proximité des obstacles naturels ou artificiels, branches mortes, enrochements, piles de pont, et se déplace en groupes près de la surface dès qu'arrivent les beaux jours. Ses goûts sont très variés et font de lui le plus parfait omnivore des eaux douces. Le Chevaine est une espèce peu sensible aux pollutions et qui s'adapte à beaucoup de variations du milieu.

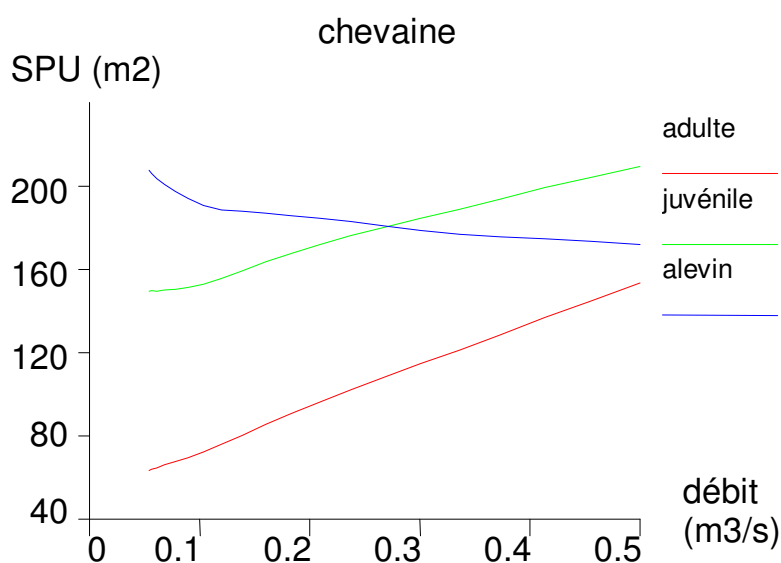


Figure 34 : Courbes de la SPU en fonction du débit aux stades adulte, juvénile, et alevin du Chevaine.

Sur ce graphique, la SPU en fonction du débit à l'allure d'une droite et il est impossible de déterminer un débit critique comme les deux exemples précédents.

Une deuxième méthode consiste à définir une SPU la plus limitante pour le cours d'eau en situation d'hydrologie aussi naturelle que possible. Si on observe le graphe ci-dessous, on constate que la SPU la plus limitante est donnée par la droite des hauteurs d'eau en fonction du débit. On peut alors considérer que la hauteur d'eau dans la rivière est en relation avec le débit et ainsi déterminer que le niveau d'une population de Chevaine est régulé, en ce qui concerne l'habitat, par la situation du mois le plus sec.

On considère que c'est le facteur limitant ultime, lorsque tous les autres et notamment trophiques et physico-chimiques, ne sont eux-mêmes pas limitants.

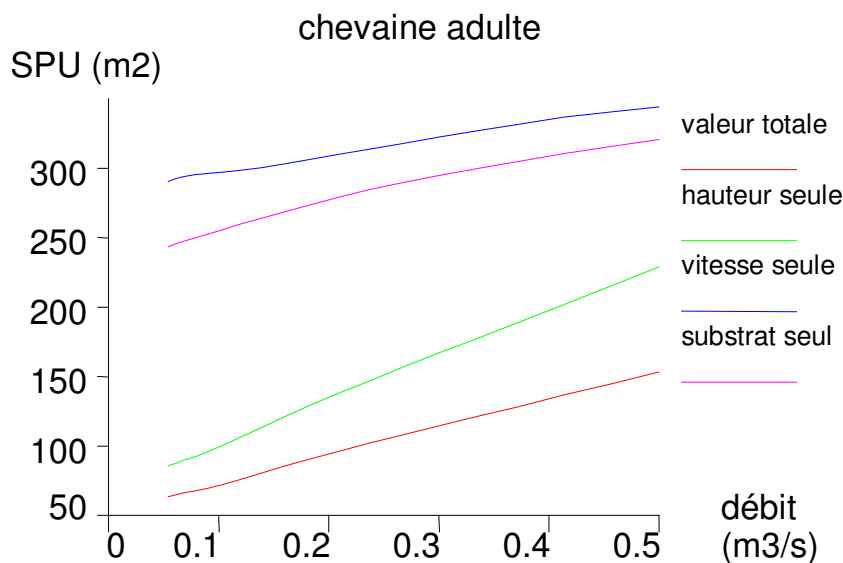
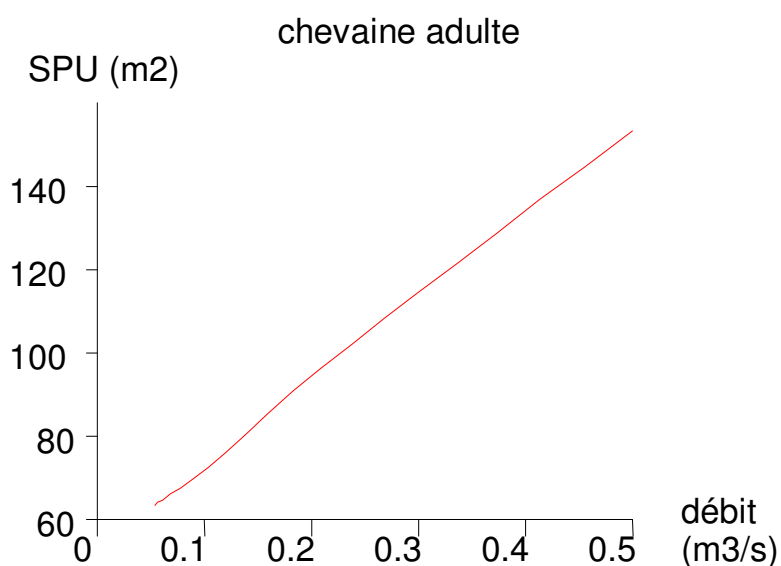


Figure 35 : SPU disponible en fonction de la vitesse , la hauteur et le substrat du Chevaine au stade adulte.

Sur dix ans, la moyenne des débits moyens mensuels les plus secs est à 0.100 m³/s. Si on reporte ce débit sur la droite de la figure 38, à un débit de 0.100 m³/s, on trouve une SPU correspondante de 72.3 m².

Un certain nombre de travaux et de retours d'expériences permettent de penser qu'une marge de -20% de SPU par rapport à la situation limitante peut être raisonnablement admise *temporairement*.

Ce terme signifie qu'il est hasardeux d'affirmer qu'une valeur correspondant à 80% de cette SPU limitante et maintenue tout au long de l'année permet de « garantir en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces qui peuplent les eaux (...) », selon les termes de la loi « pêche » de juin 1984 (article L232-5 du code Rural).



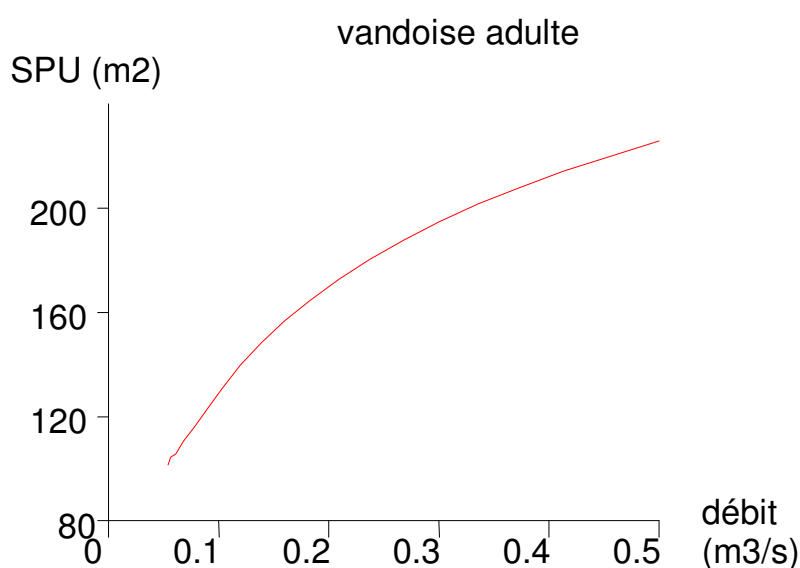
80 % de 72.3 m² est égal à 54.8 m². Et à 54.8 m² de SPU correspond 0.071 m³/s, soit 71 l/s

Figure 36 : Courbe de la SPU disponible en fonction du débit au stade adulte du Chevaine.

✓ Biologie-écologie de la Vandoise :

La morphologie de la Vandoise est voisine de celle du Chevaine. Elle affectionne préférentiellement les zones vives, claires, fraîches et bien oxygénées des cours moyen et inférieur des rivières. On peut toutefois la retrouver e eau stagnante, mais elle y est plus rare. Il s'agit d'un poisson grégaire présentant une préférence pour les fonds durs (graviers, galets, pierres) et les zones dégagées. La Vandoise évolue souvent entre deux eaux en surface. Elle forme des troupes assez importantes à proximité des berges. Petits invertébrés récoltés sur le fond et insectes dérivant à la surface des courants constituent l'essentiel de sa nourriture.

Il existe une possibilité d'hybridation entre la Vandoise te le Chevaine.



La SPU disponible à la Vandoise, entre 54 et 500 l/s, est située entre 97 et 225 m².

La courbe décroît rapidement à partir de 0.100 m³/s, soit 100 l/s.

Figure 37 : Evolution de la SPU disponible à la Vandoise adulte en fonction du débit.

Ce débit peut être considéré comme le débit seuil en dessous duquel la dégradation de l'habitat de la Vandoise progresse rapidement. On peut donc affirmer que toute diminution importante de ce débit entraînera des modifications importantes et irréversibles (sauf à restaurer cette SPU) à la population de Vandoise, pouvant aller jusqu'à sa disparition.

A 54 l/s, pour toutes les espèces étudiées, l'habitat disponible est faible puisqu'il oscille entre 63 (pour le chevaine) et 223 m² (pour la Vairon). Si on ajoute à cela la mauvaise qualité de l'eau, on est en droit de se demander si beaucoup d'espèces arrivent à survivre dans ces conditions.

Le graphe de la figure 38 p42 donne la valeur de la SPU disponible à la Vandoise à 0.054 m³/s au niveau de chaque transect. On remarque que les valeurs maximales sont observées au niveau du plat lentique et de la mouille, là où la hauteur d'eau est la plus élevée. La valeur la plus faible atteint 6 m² de SPU. Autant dire que pour les débits inférieures à 54 l/s, on observe une disparition de l'habitat de la Vandoise.

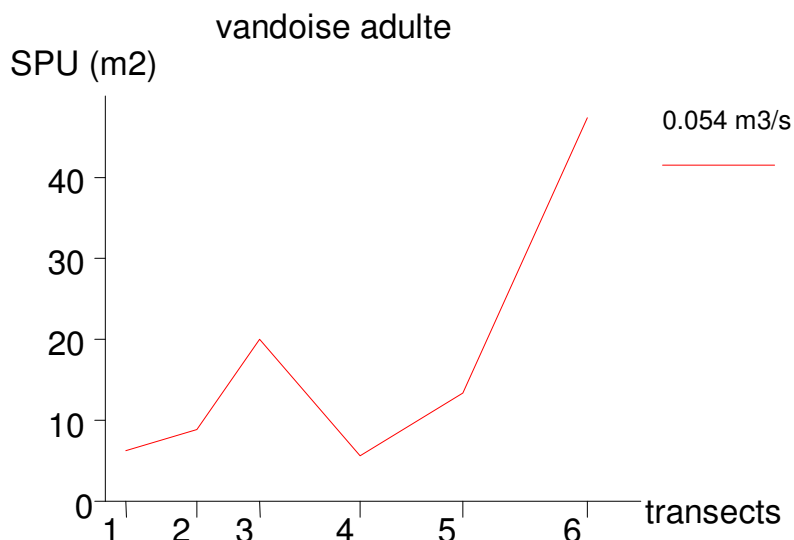


Figure 38 : Valeur de la SPU de la Vandoise au niveau des six transects à 0.054 m3/s.

### Les résultats de la modélisation ramener au contexte écologique global du bassin de la Chère :

Il faut restituer l'analyse des résultats dans le contexte écologique global. En effet, comme cela a déjà été cité dans le rapport, la qualité de l'eau doit être absolument pris en compte dans l'interprétation des résultats, d'autant plus quand la rivière subie des pics d'ammoniac et d'éléments phosphatés durant les périodes d'étiages (§4, 1<sup>ière</sup> partie, p17).

En effet, avec les tels records de températures que nous avons eu cette été, nous sommes en droit de se demander si cela n'a pas élevé la température de l'eau au point de perturber la vie de certaines espèces. D'après les relevés journaliers enregistrés à la station de Derval (annexe 3), on peut observer des valeurs allant jusqu'à 23.7°C. Cette augmentation de température couplée aux fortes teneurs en éléments phosphatés et en ammoniac engendrent une eutrophisation de certaine partie du cours d'eau (figure 11 p24) avec une surconsommation de l'oxygène dissous par les organismes phytoplanctoniques. De plus, la tendance à la stagnation des eaux, du à la présence des nombreux barrages, aggravent ce phénomène. Dans ces conditions les espèces comme la Loche franche et la Vandoise, ayant des exigences face à l'oxygène dissous, ont du mal à survivre.

Lorsque l'on atteint de bas débits ces phénomènes sont à pendre en compte dans la détermination de débits seuils, du à l'augmentation de la concentration des éléments rejetés comme le phosphate et l'ammoniac sur la Chère.

### **2.3.6 Conclusion**

La méthode Evha ne sera pas celle prise en compte dans la détermination de débits seuils sur la Chère car elle est moins adaptée à des types de cours d'eau « calme » comme la Chère.

Cependant les résultats obtenus avec la méthode des microhabitats sont en concordances avec ceux obtenus par la méthode « Estimhab » (§3, 2<sup>ème</sup> partie p46). De plus, ce fut l'occasion d'utiliser un outil informatique de modélisation très intéressant car utilisé pour ce genre de phénomène. En effet, un rapport a été rédigé par le Cemagref en 1996 sous le titre de : « Rôle et impact des étiages dans les cours d'eau ». La méthode des microhabitats y est citée en tant qu'outil de simulation physique de l'habitat des poissons pour définir les débits écologiques et ainsi répondre aux questions posées telles que : « Quand considérer que les étiages sont des facteurs limitants ? », ou bien, « Jusqu'à quel degré, les étiages sont-ils des facteurs de la variabilité naturelle jouant un rôle dans la diversification biologique ? ».

Cette méthode a permis de quantifier l'habitat de quelques espèces sur une partie de la rivière (tronçon 3). On a ainsi pu déterminer, pour la deuxième station, un débit seuil de 100 l/s au niveau du lieu-dit Le Moulin d'Hubert. Cependant il faut bien garder à l'esprit que la présence ou non des espèces cibles dépend d'autres facteurs que ceux morphodynamiques, comme la qualité de l'eau.

Ces résultats ont été déterminés en prenant comme référence la Vandoise. On peut donc considérer qu'en dessous ces valeurs l'espèce voit son habitat disponible chuter, mettant ainsi la survie de l'espèce en danger.

### **3) Application du deuxième modèle par le logiciel « Estimhab »**

#### **3.1) Présentation du modèle**

Il est proposé depuis 2002 par le Cemagref. Il tire son origine de deux types de travaux : d'une part des recherches en hydraulique statistique qui offrent une alternative aux modèles 1D ou 2D et d'autre part des différentes études de cas conduites avec le protocole standard et le logiciel EVHA et dont on a analysé les propriétés communes.

Le **produit** principal du protocole Estimhab est **de même nature** que celui du protocole Evha, à savoir des courbes VH ou SPU en fonction du débit, dont on a vu qu'elles étaient le support de l'interprétation.

Ce qui change et c'est pourquoi nous employons le terme de simplification, ce sont les mesures de terrain et la modélisation hydraulique. Il n'y a plus de **lever topographique** et de calage de ligne d'eau.

Il donne donc des résultats très proches de ceux fournis par la méthode des microhabitats, à partir de variables d'entrée simplifiées : mesures de largeurs et hauteurs à deux débits. Par souci de simplicité et de facilité d'évolution, Estimhab est présenté sur tableur (Excel).



Cette méthode est donc plus facilement applicable et est plus adaptée à des cours d'eau de plaine comme la Chère. En effet, les modèles de qualité de l'habitat telle que la méthode des microhabitats, ont été principalement utilisés pour les salmonidés, et sont relativement lourds à mettre en œuvre localement (des relevés topographiques et hydrauliques précis).

C'était là une limite sérieuse à la gestion intégrée de la biodiversité dans les cours d'eau d'un bassin. Afin de remédier à cela, Estimhab utilise des résultats de la recherche autour de trois points :

- Le développement de courbes de préférence pour toutes les espèces de poisson : ceci a été fait pour 24 espèces de poissons (à différents stade de développement) du sud de la France, en prenant soin de définir des modèles « moyens » sur différents cours d'eau des bassins de la Loire, du Rhône et de la Garonne. Ces développements permettent d'appliquer les modèles d'habitat dans tous les types de cours d'eau.
- La simplification des variables d'entrée des modèles : l'analyse de l'application des modèles d'habitat sur plusieurs dizaines de sites a permis d'identifier quelles caractéristiques hydrauliques moyennes des tronçons de cours d'eau (débit, hauteur, largeur, taille du substrat ...) gouvernent la valeur d'habitat ou surface utilisable par différentes espèces.
- La validation biologiques des simulations par confrontation avec des données issues de pêches sur plusieurs sites. Des courbes de préférences sont directement intégrées au modèle qui permettent de simuler l'évolution d'un peuplement ou d'une espèce à différents débits données. Le peuplement, ici, est assimiler à un « guildes ». C'est un groupe d'espèces ayant des préférences d'habitat plus ou moins comparables. Si une espèce n'est pas prise en compte dans la méthode on pourra simuler sa réponse typique en l'associant à la guildes la plus adaptée.

La méthode nécessite deux campagnes de mesures à des débits relativement différents, c'est à dire  $Q2 = Q1 * 1.5$ .

### **3.2) Application du modèle sur la Chère**

#### **3.2.1) Présentation et description des stations**

Le premier tronçon ne sera pas étudié car l'état de sécheresse du cours d'eau à l'époque de la première campagne (début juillet) ne permettait pas de réaliser des mesures de débits.

Une première campagne de mesures a été réalisée durant le mois de juillet sur les tronçons 2, 4 et 5.

Le premier travail a été de déterminer l'emplacement des stations représentatives de chaque tronçons. Il s'agit des stations (figure 24 p33):

- Pour le tronçon 2 : station 1 : au niveau du lieu-dit la Thébergeais  
La station 1 présente un lit relativement étroit (puisque il s'agit de la station la plus amont) et peu couvert par la végétation. Les ronces et orties composent principalement la ripisylve.
- Pour le tronçons 4 : station 3 : au niveau du lieu-dit la Robineais  
Le lit s'élargit. La profondeur de l'eau est plus importante et toute la station présente sur ces rives ne nombreux chênes, frênes, saules...
- Pour le tronçon 5 : station 4 : an aval du lieu dit Triguel  
Il s'agit de la partie aval du cours d'eau, pas très éloigné de l'embouchure avec la Vilaine. Les arbres bordent le cours d'eau, mais couvre le moins du fait de sa largeur. La profondeur excède à plusieurs endroits 1.5 m de profondeur, ce qui a rendu parfois difficile la réalisation des mesures de substrat et vitesse.

#### Partie terrain :

Pour chaque station, il a été réalisé des mesures de :

- La largeur du lit mouillé tous les L/15 pas (avec L = longueur moyenne de la station, sachant que la longueur prise est de à peu près 15 fois la largeur moyenne du site)
- Des hauteurs d'eau le long de transects virtuels tous les W/7 pas (avec W = largeur moyenne de la station)
- La taille des éléments dominants du substrat
- Jaugeages dans le but de déterminer un débit moyen pour les stations 1 et 3 stations. Il a été impossible de réaliser un jaugeage à la station 4 du au manque de courant. Une extrapolation du débit a alors été effectuée à partir du débit enregistré, le jour même, à la station de Derval.

Tout le détail des mesures de terrain sont à consulter en annexe 7.

L'application de la méthode nécessite de connaître les débits médians (Q50) de toutes les stations. Seules le valeurs aux stations de jaugeages de Béré, Derval, et la Bernardais sont connues.

Il a donc fallu extrapoler ces débits aux stations de mesures en appliquant les formules suivantes :

*Pour les stations 1 et 3 :*

$$Q50(i) = Q50(\text{Béré}) + (S(\text{Béré-station}(i))/S(\text{source-station de Derval})) * Q50(\text{Derval})$$

$$Q50(i) = Q50(\text{Béré}) + (S(\text{Béré-station}(i))/S(\text{source de l'Aron-la Bernardais})) * Q50(\text{La Bernardais})$$

On considère que la surface drainée du bassin ente Béré et la station(i) est comparable aux surfaces drainées du sous-bassin de l'Aron et celles du bassin de la Chère entre la Source et Derval.

Les surfaces ont été calculées à l'aide d'un planimètre.

*Pour la station 4 :*

$$Q50(4) = Q50(\text{Derval}) * (S(\text{Source-station}(4)/S(\text{source-Derval}))$$

On obtient enfin :

$$Q50(1) = 0.611 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q50(3) = 1.337 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q50(4) = 3.276 \text{ m}^3/\text{s}$$

Concernant les mesures de largeur, hauteur, taille du substrat et débits, on obtient :

***Premiers débits :***

Pour la station 1 :

- une largeur moyenne de 3.74 m
- une hauteur moyenne de 0.20 m
- une taille moyenne des éléments dominants de 0.01 m
- Un débit moyen de 0.0576 m<sup>3</sup>/s



Figure 39 : Photos prise le jour des mesures à la station 1, en amont de la Chère.



Pour la station 3 :

- une largeur moyenne de 9.6 m
- une hauteur moyenne de 0.41 m
- une taille moyenne des éléments dominants de 0.01 m
- un débit moyen de 0.248 m<sup>3</sup>/s

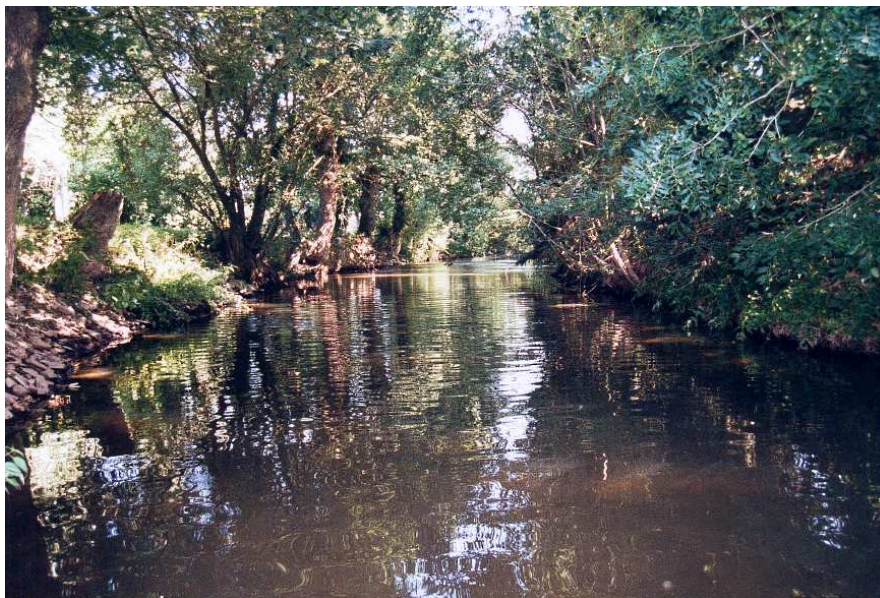


Figure 40 : Photo de la station 3 prise le jour des mesures

Pour la station 4 :

- une largeur moyenne de 11.5 m
- une hauteur moyenne de 0.52 m
- une taille moyenne des éléments dominants de 0.02 m
- un débit moyen de 0.115 m<sup>3</sup>/s



Figure 41 : Photo de la station 4 au niveau d'une rapide, en aval de la station.



Figure 42 : photo de la station 4 au niveau d'un profond lentique en aval de la station

Cependant la méthode Etsimhab a une solution de « secours » à ce type de problème afin de calculer les nouvelles hauteurs d'eau et largeurs du lit mouillé.

### ***Deuxièmes débits :***

La deuxième campagne de mesures n'a pas pu se réaliser du à l'état de sécheresse du cours d'eau qui aurait rendu impossible les mesures de vitesses. En effet, les relations  $H(Q)$  et  $L(Q)$  décrivent ce que les géographes ont appelé *la géométrie hydraulique* d'un cours d'eau.

Les recherches dans ce domaine (LEOPOLD et al. 1964, KNIGHTON 1998, LAMOUROUX et CAPRA 2002) se modélisent très bien par des de puissance dont les exposants  $b$  et  $f$  sont très semblables (de l'ordre de 0.15 et 0.30) à travers le monde (KNIGHTON 1998) :

$$L = a * Q^b$$

$$H = c * Q^f$$

Connaissant les relations  $L1 = aQ1^b$  et  $H1 = cQ1^f$  (première campagne de mesures), on peut connaissant  $b$  et  $f$  fixés respectivement à 0.15 et 0.30 calculer  $a$  et  $c$  ; et les introduire dans les relations  $L2 = a * Q2^b$  et  $H2 = c * Q2^f$ .

On obtient après application des formules :

Station 1, pour un débit choisi de 0.116 m<sup>3</sup>/s :

→ une largeur moyenne de 4.15 m

→ une hauteur moyenne de 0.25 m

Station 3, pour un débit choisi de 0.120 m<sup>3</sup>/s :

→ une largeur moyenne de 8.6 m

→ une hauteur moyenne de 0.33 m

Station 4, pour un débit choisi de 0.200 m<sup>3</sup>/s :

→ une largeur moyenne de 12.5 m

→ une hauteur moyenne de 0.61 m

***Récapitulatif des résultats :***

|           |            | Largeur (m) | Hauteur (m) | Substrat (m) |
|-----------|------------|-------------|-------------|--------------|
| Station 1 | Q1 = 0,058 | 3,74        | 0,2         | 0,01         |
|           | Q2 = 0,116 | 4,15        | 0,25        | 0,01         |
| Station 3 | Q1 = 0,248 | 9,6         | 0,41        | 0,01         |
|           | Q2 = 0,120 | 8,6         | 0,33        | 0,01         |
| Station 4 | Q1 = 0,115 | 11,5        | 0,52        | 0,02         |
|           | Q2 = 0,200 | 12,5        | 0,61        | 0,02         |

Tableau 2 : récapitulatif des mesures pour l'application du modèle « Estimhab ».

**3.2 2) Présentation des résultats d'après la méthode « Estimhab »**

Comme « Evha », « Estimhab » prédit l'évolution avec le débit de la Surface Pondérée Utile (SPU) en fonction du débit et cela pour chaque guildes ou pour plusieurs espèces.

Dans Estimhab, les espèces qui nous intéressent sont le Goujon, Vairon et Loche Franche, puisqu'elles font partis des espèces peuplant la Chère. Nous observerons les résultats de SPU pour chacune de ces espèces qui devront être similaire à leurs guildes respectifs. Mais il est préférable de s'appuyer sur les guildes car le logiciel ne permet pas de quantifier l'habitat d'un grand nombre d'espèces. Sur les cours de deuxième catégories, comme la Chère, il est souhaitable de travailler au niveau des peuplements si l'on veut garder une certaine crédibilité à nos résultats et pas se contenter de une seule espèce comme dans la méthodes des microhabitats.

Mais avant de commencer à interpréter les résultats, il est important de présenter les différentes espèces intégrées dans les différents guildes :

Guilde mouille : ANG, PES, PER, GAR, CHE > 17 cm

Guilde rive : GOU, BLN < 8 cm, CHE < 17 cm, VAI

Guilde radier : LOF, CHA, BAF < 9cm



Guilde chenal : BAF > 9 cm, BLN > 8 cm

Résultats obtenues à la station 1, au lieu-dit la Thébergeais :

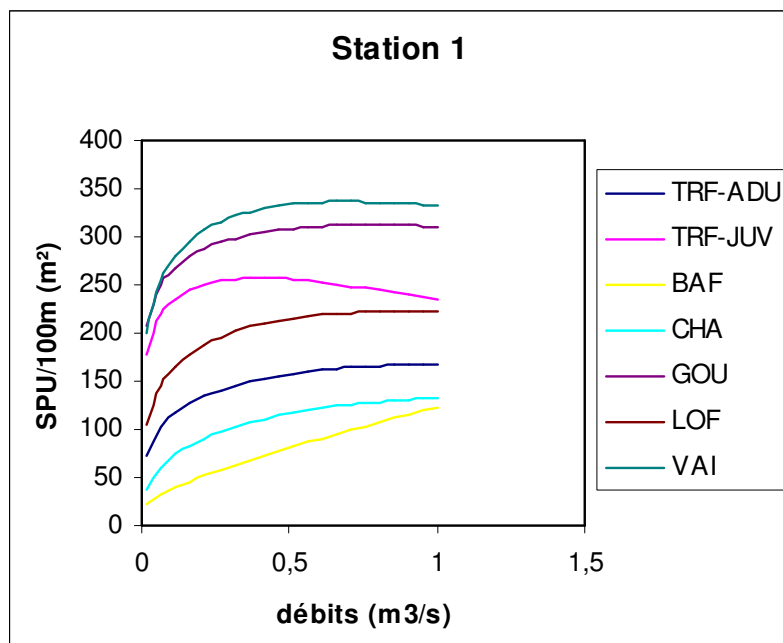
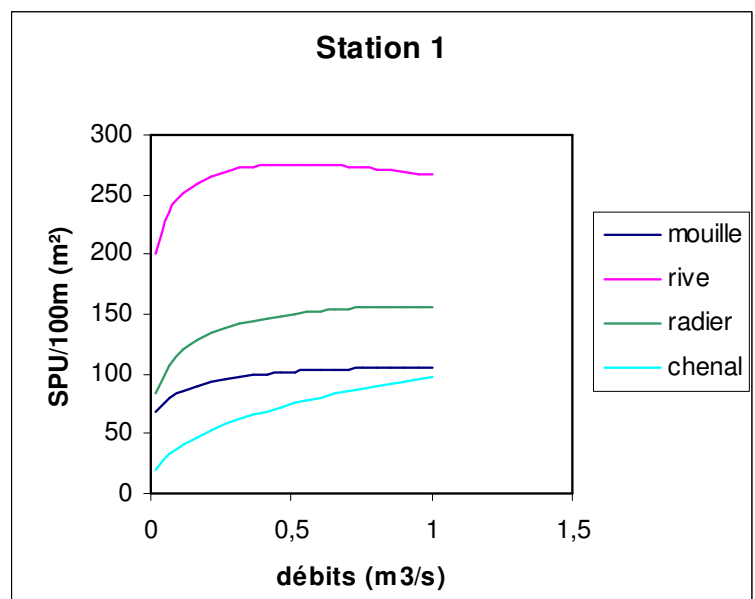


Figure 43 : SPU pour 100m de linéaire des 4 guildes et différentes espèces en fonction du débit à la station 1



Sur le figure 43 p52, concernant les espèces présentes dans la Chère (Vairon, Goujon et Loche Franche), on observe un débit seuil de 75 l/s. Sur le graphes ci-dessus l'habitat pour 100 m de linéaire diminue rapidement à partir de 62.5 l/s pour les 4 guildes. On peut noter que le guildes possédant la plus grande SPU pour 100m de linéaire est le guildes rive (SPU située entre 200 et 275m²/100m). Au contraire, le guildes chenal voit sa SPU située entre 20 95 m² pour 100 m de linéaire.

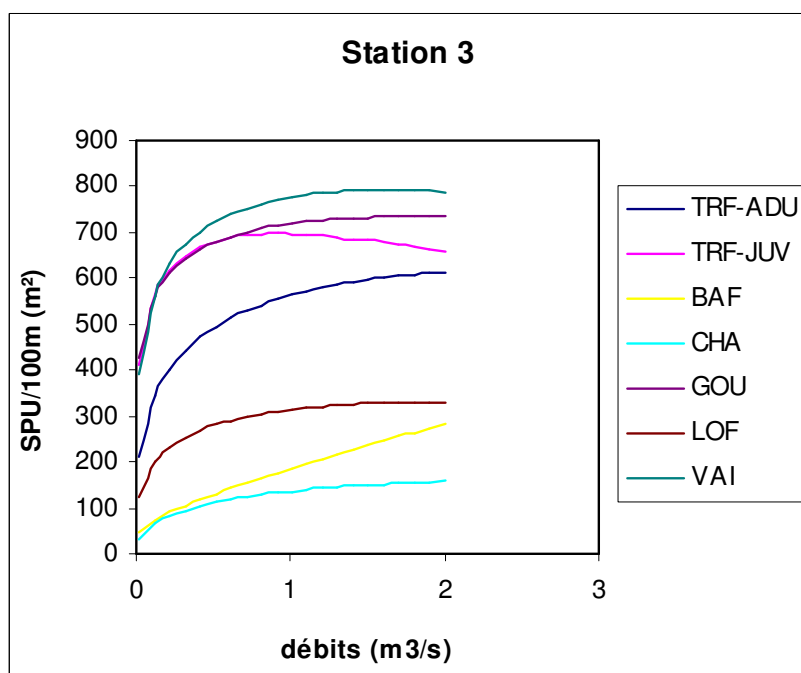
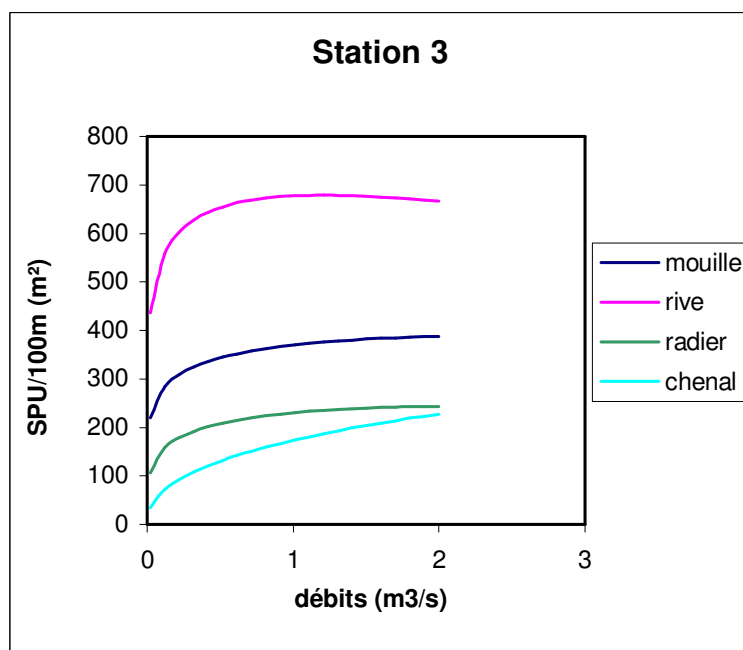


Figure 44 : SPU pour 100m de linéaire des 4 guildes et différentes espèces en fonction du débit à la station 3



Sur la figure 47 p ? les 3 espèces voient leur habitat diminuer fortement à partir de 149 l/s. Les guildes « mouille » et « rive » sont situés respectivement entre 217 et 389 m<sup>2</sup>, et entre 433 et 678 m<sup>2</sup>. Le débit seuil se situe à 136 l/s. Les guildes « radier » et « chenal » présentent un débit seuil de 163 l/s à la station 3 et l'habitat de ces deux derniers guildes est beaucoup plus faible puisqu'il atteint un maximum de 233 m<sup>2</sup> pour le guild radier et 209 m<sup>2</sup> pour le guild chenal.



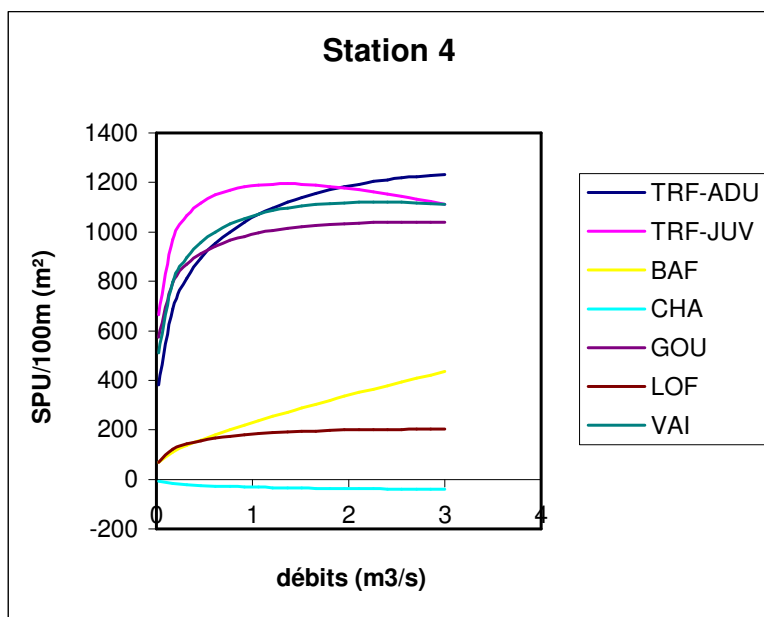
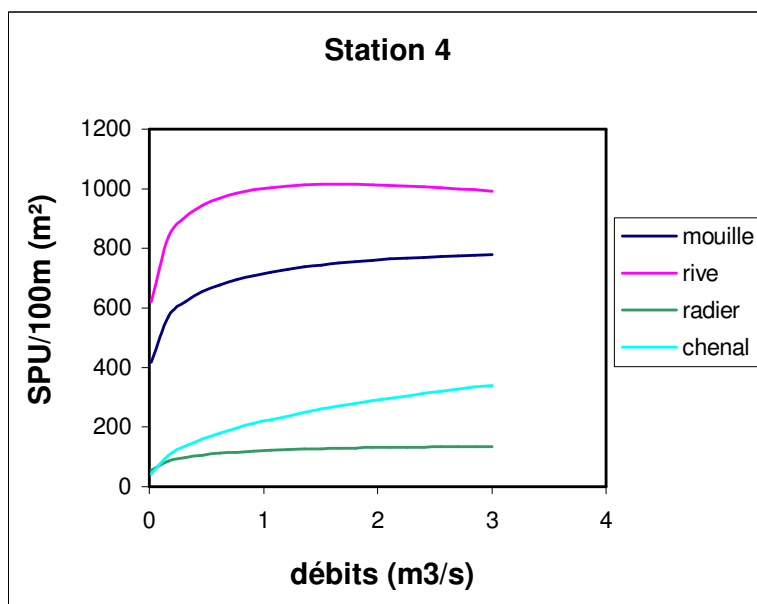


Figure 45 : SPU pour 100m de linéaire de quelques espèces et des 4 guildes en fonction du débit, à la station 4.



Enfin, au niveau de la station la plus en aval de la Chère, le débit seuil pour le viron et le goujon est de **170 l/s** et pour la Loche Franche de **207 l/s**.

Les 4 guildes présentent un débit seuil identique de **182 l/s**.

### **3.2.3) Conclusion**

Estimhab est de loin la méthode la plus adaptée aux types de cours d'eau comme la Chère. Cependant les résultats obtenus avec Evha, à la station 2, sont cohérents avec les débits seuils calculés par Estimhab. Si on compare les débits seuils déterminés pour la population du Vairon, on obtient pour les quatre stations :

| <b>Station 1 (Estimhab)</b> | <b>Station 2 (Evha)</b> | <b>Station 3 (Estimhab)</b> | <b>Station 4 (Estimhab)</b> |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 75 l/s                      | 86 l/s                  | 149 l/s                     | 170 l/s                     |

Tableau 3 : débits seuils calculés en fonction de l'habitat du Vairon, aux quatre stations, par l'application des deux méthodes.

Il est plus facile et plus juste de déterminer des débits seuils à partir des peuplements qu'à partir des espèces présentes dans la rivière.

Au regard seul des guildes, on obtient pour les stations 1, 3 et 4, les débits seuils suivants :

|                      | <b>Station 1</b> | <b>Station 3</b> | <b>Station 4</b> |
|----------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Gilde mouille</b> | 62.5 l/s         | 136 l/s          | 182 l/s          |
| <b>Gilde rive</b>    | 62.5 l/s         | 136 l/s          | 182 l/s          |
| <b>Gilde radier</b>  | 62.5 l/s         | 163 l/s          | 182 l/s          |
| <b>Gilde chenal</b>  | 62.5 l/s         | 163 l/s          | 182 l/s          |

Tableau 4 : débits seuils en fonction des quatre guildes au niveau des stations 1,3, et 4.

En extrapolant les résultats aux stations de jaugeages sur la Chère, on obtient par simple produit en croix les résultats qui suivent :

A Béré : 58, 8 l/s

A Derval : 144.4 l/s

## Conclusion

Le climat « exceptionnel » que nous avons eu durant cette saison estivale 2003, a permis de mettre en évidence l'impact de la sécheresse des cours d'eau sur le milieu aquatique : baisse de la ligne d'eau, parfois allant jusqu'à l'assèchement du lit, augmentation de la température de l'eau, chute des débits, eutrophisation...

Et ce changement excessif des conditions physiques et chimiques du cours d'eau a une influence directe sur les peuplements en place.

Les deux méthodes de détermination de la qualité de l'habitat piscicole ont révélé des résultats cohérents ; bien que la méthode « Evha » ne soit pas très adaptée aux types de cours d'eau comme la Chère. La rivière n'abritant pas d'espèces « cibles » comme la truite ou le saumon, il était préférable de travailler aux niveaux du peuplement. Ainsi, il a été déterminé un débit seuil de 58.8 l/s à Béré et de 144.4 l/s à Derval. Nous pouvons alors estimer qu'à partir de ces valeurs, les habitats piscicoles disponibles diminuent fortement, mettant la survie des espèces en danger. On peut noter que la valeur à Derval est proche du débit seuil proposé par un membre de la commission des étiages, en vue des restrictions d'eau. Ces débits seuils serviront donc à alimenter le débat pour la détermination des arrêtés de restriction et d'interdiction.

Comme cela a déjà été cité, il est important de prendre également en compte la qualité de l'eau. En effet, aux faibles débits, la concentration de certains éléments augmentent (l'ammoniac, le carbone dissous et les phosphates), ainsi que la température de l'eau. Ces variations ont des effets directs sur l'habitat des poissons. Ainsi, la surface réellement disponible est plus faible que celle indiquée par les courbes résultantes des deux méthodes.

Il est important d'appliquer des débits « limites » le plus rapidement possible et suffisamment élevés (normalement avant juin 2004) car la capacité de chaque espèce à repeupler le milieu varie. Elle est différente d'une espèce à l'autre, et dépend des conditions critiques subies par les poissons. On peut donc envisager que certaines espèces n'auront peut-être pas reconstitué leur stock originel d'ici l'été prochain. Une autre saison sèche comme l'été 2003 et le maintien de débits trop faibles pourraient entraîner des effets irréversibles sur certaines espèces de poissons.

## Bibliographie

- **Balland P.**, 1990. La sécheresse : conséquences sur le milieu, salubrité, environnement. Rapport de l'Agence de bassin Rhône-Méditerranée-Corse. ?p.
- **Frangéul R.**, 1998. Etude du bassin versant de la Chère. 41p.
- **Ginot V., Souchon Y., Capra H., Breil P., Valentin S.**, 1998. Guide méthodologique (EVHA). Cemagref. 130p.
- **Ginot V.**, 1998. Guide de l'utilisateur (EVHA). Cemagref. 118p.
- **Moreau S.**, 2002. Diagnostic des réseaux de mesure pour la qualité des eaux du Don et de La Chère. Rapport du SAGE Vilaine. 56p.
- **Souchon Y., Philippe M., Maridet L., Cohen P., Wasson J.G.**, 1996. Rôle et impact des étiages dans les cours d'eau. Rapport du Cemagref. 89p. p67 à 89.
- **Souchon, Y., Lamouroux, N., Capra H., Chandesris A.**, juillet 2003. La méthodologie Estimhab dans le paysage des méthodes de microhabitat. Cemagref de Lyon. 9p.

# Table des matières

|   | page          |
|---|---------------|
| Sommaire  | 1             |
| Résumé  | 2             |
| Liste des figures et tableaux   | 4             |
| <b>Introduction</b>   | <b>6</b>      |
| <br><b>1<sup>ière</sup> partie : Présentation du bassin versant de la Chère, ainsi que des problèmes de qualité et d'écoulement sur ce cours d'eau.</b> | <br><b>7</b>  |
| 1) Présentation du bassin versant de la Chère   | 7             |
| 1.1) Présentation générale.   | 7             |
| 1.2) Description du lit fluvial (FRANGEUL, 1997-1998).  | 7             |
| <br>2) Les problèmes d'écoulement sur la Chère  | <br>10        |
| 2.1) Un débit irrégulier  | 10            |
| 2.2) Les eaux d'étiages   | 12            |
| 2.3) L'impacts des aménagements sur l'écoulement  | 14            |
| 2.3.1) les différents types d'ouvrages  | 14            |
| 2.3.2) Un problème d'eutrophisation et de colmatage   | 15            |
| 3) les gestionnaires de la Chère face aux problèmes d'étiages sévères   | 15            |
| 4) Les problèmes de qualité sur la Chère  | 17            |
| 4.1) Le phosphore   | 17            |
| 4.2) L'ammoniaque   | 18            |
| 4.3) Le carbone organique dissous   | 18            |
| <br><b>2<sup>ième</sup> partie : Impacts de la sécheresse sur le milieu aquatique</b>   | <br><b>21</b> |
| 1) Impacts de la sécheresse sur le milieu aquatique en générale et sur la Chère   | 21            |
| 2) Application de la méthode des microhabitats sur La Chère   | 25            |
| 2.1) Naissance de la méthode  | 25            |
| 2.2) Principe de la méthode   | 25            |
| 2.3) Application du modèle sur la Chère   | 26            |
| 2.3.1) La sectorisation   | 26            |
| 2.3.2) Description des faciès et choix des stations   | 32            |
| 2.3.3) Description des stations   | 34            |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.3.4) Modélisation hydraulique et calage à partir des mesures de terrain | 37        |
| 2.3.5) Interprétation des résultats                                       | 39        |
| 2.3.6) Conclusion   | 46        |
| 3) Application du deuxième modèle par le logiciel Estimhab                | 46        |
| 3.1) Présentation du modèle   | 46        |
| 3.2) Application d' « Estimhab » sur la Chère                             | 47        |
| 3.2.1) Les mesures de terrain   | 47        |
| 3.2.2) Présentation des résultats   | 51        |
| 3.2.3) Conclusion   | 55        |
| <b>Conclusion</b>   | <b>57</b> |
| Bibliographie   | 58        |
| Annexes   | 61        |

# Annexes