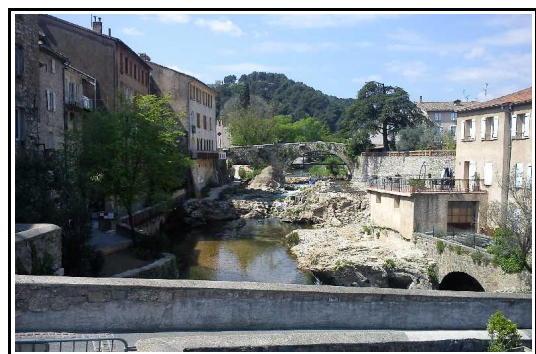


## Étude de la Nartuby préalable à un plan de gestion piscicole

Evaluation du potentiel salmonicole et suivi de la dynamique de recolonisation par le compartiment piscicole après une crue dévastatrice



Photo/L. Cironneau – Trans-en-Provence - juin 2010



PhotoC. Immordino - Trans-en-Provence - mai 2011

avec le concours financier de



Avertissement au lecteur :

Ce rapport d'étude s'appuie sur les principaux résultats et éléments de réflexion extraits du mémoire de stage de fin d'étude en MASTER 2 « *Fonctionnement des écosystèmes et Anthropisation* » rédigé par **Claire IMMORDINO**.

Sa rédaction peut à ce titre, au travers de la lecture de certains paragraphes, prendre la forme d'un forte connotation descriptive et pédagogique.

# Table des matières

<b>I. LE BASSIN VERSANT DE LA NARTUBY</b> .....	<b>5</b>
<b>I.1 Géographie</b> :.....	<b>5</b>
<b>I.2 Régime hydrologique</b> :.....	<b>5</b>
<b>I.3 Hydrogéologie et morphologie</b> :.....	<b>6</b>
<b>I.4 Compartiment de l'écosystème aquatique</b> :.....	<b>6</b>
<b>I.5 Occupation du sol à l'échelle du bassin versant</b> :.....	<b>7</b>
<b>I.6 Fonctionnement piscicole et anthropisation</b> :.....	<b>7</b>
<b>I.7 Gestion piscicole</b> :.....	<b>8</b>
<b>II Présentation du contexte de l'étude</b> .....	<b>9</b>
<b>III MATERIELS ET METHODES</b> .....	<b>12</b>
<b>III.1. Présentation des stations d'étude</b> .....	<b>12</b>
<b>III.2. Méthodes mises en œuvre</b> .....	<b>14</b>
<b>III.2.a Différentes méthodes d'évaluation de l'habitat piscicole</b> .....	<b>14</b>
<b>Méthodes physiques</b> :.....	<b>14</b>
<b>Les méthodes biologiques</b> :.....	<b>23</b>
<b>III.2.b La pêche électrique</b> :.....	<b>26</b>
<b>III.2.c Paramètres indicateurs mesurés</b> .....	<b>27</b>
<b>IV RESULTATS ET INTERPRETATIONS</b> .....	<b>29</b>
<b>IV.1. Résultats Pêches Electriques (complète à 2 passages)</b> :.....	<b>29</b>
<b>IV.1.a Station 1</b> :.....	<b>29</b>
<b>IV.1.b Station 3</b> :.....	<b>30</b>
<b>IV.1.c Station 5</b> :.....	<b>31</b>
<b>IV.1.d Station 8</b> :.....	<b>33</b>
<b>IV.1.e Station 10</b> :.....	<b>34</b>
<b>Synthèse</b> :.....	<b>36</b>
<b>IV.2. Résultats de l'IPR</b> .....	<b>37</b>
<b>IV.3. Résultats de l'IBGN</b> :.....	<b>37</b>
<b>Station 1</b> :.....	<b>38</b>
<b>Station 3</b> :.....	<b>38</b>
<b>Station 8</b> :.....	<b>38</b>

Synthèse :.....	38
<b>IV.4. Résultats Estimhab :.....</b>	<b>39</b>
Station 1 :.....	41
Station 3 :.....	41
Station 5 :.....	42
Station 8 :.....	43
Station 10 :.....	45
<b>IV.5. Suivi thermique :.....</b>	<b>46</b>
<b>V DISCUSSION.....</b>	<b>48</b>
<b>V.1. Synthèse des résultats .....</b>	<b>48</b>
<b>V.2. Actions à envisager – Éléments de gestion piscicole et réglementaire.....</b>	<b>50</b>
Diagnostic biologique complémentaire.....	50
Travaux de restauration sur le cours d'eau à vocation piscicole.....	50
Mesures de préservation de l'ichtyofaune d'ordre réglementaire.....	51
<b>V.3. Difficultés rencontrées .....</b>	<b>52</b>
<b>VI CONCLUSION.....</b>	<b>53</b>
<b>VII - BILAN FINANCIER.....</b>	<b>56</b>
Dépenses et charges.....	56
Produits.....	56
<b>ANNEXES.....</b>	<b>57</b>
Annexe 1 : Synthèse banque Hydro – Stations sur la Nartuby.....	58
Annexe 2 : Classeurs d'entrées d'Estimhab pour chaque station de la Nartuby.....	59
Annexe 3 : Cartographie de localisation des sondes thermiques.....	60
Annexe 4 Composition génétique des truites de la Nartuby - résultats et diagnostic.....	61

## **I. LE BASSIN VERSANT DE LA NARTUBY**

### **I.1 Géographie :**

La Nartuby est l'affluent du principal fleuve du département du Var l'Argens. Longue de 33 km et couvrant un bassin versant de 220 km<sup>2</sup> (cf SIAN), la Nartuby traverse 7 communes au total. Prenant sa source sur la commune de Montferrat au lieu dit la Magdeleine, elle passe ensuite dans d'étroites gorges par Châteaudouble, Ampus, puis dans les zones d'expansion de crue à Draguignan, Trans-en-Provence, la Motte et au final le Muy. Elle se situe à l'étage Collinéen (de 250 m à 700 m d'altitude) puis en zone de plaine car elle passe d'une altitude de 575 m au niveau de la source à une altitude de 15 m au niveau de la confluence (cf géoportail). Pour un linéaire de 33 km, elle a une pente d'en moyenne 1,7%, plus forte en partie amont qu'en partie aval. D'amont en aval, elle possède quatre principaux affluents, le Beudron (en rive gauche), le Bivosque (en rive droite), la Nartuby d'Ampus (en rive droite) et la Foux (en rive gauche) (voir **Annexe 2** : Carte Nartuby). Elle présente également deux seuils naturels infranchissables pour les poissons : les cascades de Trans-en-Provence (avec dénivelé de 24 m selon le SIAN) et le saut de Capelan sur la commune de la Motte (avec une hauteur de chute de 22 m selon le SIAN). Ces seuils créent un isolement de la population piscicole et un blocage des migrations.

### **I.2 Régime hydrologique :**

Sous l'influence du climat méditerranéen, marqué par deux saisons bien arrosées, le printemps et l'automne, mais alimentée par des précipitations au caractère aléatoire, qui contrastent avec des étés chauds et secs, la rivière adopte un régime hydrologique de type pluvial méditerranéen. La Nartuby est un cours d'eau qui revêt un caractère torrentiel. Se caractérisant par des étiages sévères (présence de tronçons à sec) et des crues brutales (avec des débits de pointe pouvant atteindre 300 à 600 m<sup>3</sup>/s lors de la crue du 15 juin 2010 (selon C. Martin, 2011)), son débit moyen est de 1,35 m<sup>3</sup>/s (calculé au niveau de Trans-en Provence). (cf **Annexe 1** : Graphiques de la Banque Hydro France). Au niveau des zones naturelles d'expansion de crue, zones souvent urbanisées, proches de la rivière se rencontrent souvent des problèmes d'inondation.

### **I.3 Hydrogéologie et morphologie :**

Issue de terrains karstiques (prédominance des roches sédimentaires calcaires sensibles à la dissolution, ayant un fort pouvoir de rétention d'eau) la Nartuby présente en tête de bassin<sup>1</sup> et dans ses gorges un paysage de tufs ou travertins caractéristiques des rivières de la Provence calcaire (datant du Jurassique), encadrant un secteur avec affleurement de complexes marno-calcaires. Au niveau des gorges de Châteaudouble, la nature géologique des terrains drainés engendre une incrustation et une formation de dalles calcaires (par conséquent : habitat peu diversifié et pénurie de surfaces favorables à la reproduction). Toujours du fait de cette nature géologique calcaire, il y a infiltration de la lame d'eau dans l'écoulement souterrain (apparition de tronçons à sec). Dans la plaine de Draguignan, elle présente des complexes marno-calcaires, puis plus en aval on trouvera des roches calcaires et des dolomies fissurées datant du Trias (Sources de résurgences de la foux et de Trans), ainsi que des alluvions récentes. Le bassin versant de la Nartuby, du fait de ce caractère karstifié, stocke en amont assez facilement des pluies de 40 mm (cf. PPR). Au delà, le réservoir est plein et l'augmentation de débit est violente. En aval dans la zone de plaine, la structure et la composition du sol, ainsi que l'urbanisation ne permet pas une bonne perméabilité lors de crue, d'où le fait de nombreuses inondation. Cette zone est donc classée à fort risque d'inondation.

### **I.4 Compartiment de l'écosystème aquatique :**

L'écosystème aquatique se définit par deux éléments : l'habitat (eau, sol, substrat, largeur de la rivière, vitesse du courant, température, etc) et les êtres vivants présents et adaptés (animaux et plantes). Il faut savoir que la Nartuby, comme toutes les rivières, est un milieu aquatique fortement influencé par son bassin versant dont elle recueille les eaux de pluie et les sédiments qui forment son lit. Trois éléments principaux la composent : le lit mineur, le lit majeur et la nappe alluviale. Elle se répartit en différentes zones, définies soit par la zonation de Huet, 1949, (en fonction du peuplement piscicole, d'amont en aval : truite, ombre commun, barbeau fluviatile, brème) soit par la zonation de Illies et Botosaneanu, 1963, (en fonction du peuplement d'invertébrés, d'amont en aval : crenon, rhithron, potamon). Théoriquement d'après le PDPG, la Nartuby devrait se composer de deux zones, celle à truites (contenant une eau plutôt froide avec une pente relativement forte, des particules grossières, une largeur de lit assez étroite) et celle à ombre (contenant une eau avec des particules fines, une largeur du lit plus large, ainsi qu'une pente plus faible, plus de luminosité donc la

température de l'eau est plus chaude). En amont (dans la zone dite à truite) on doit y trouver théoriquement des truites fario, et ses espèces d'accompagnement comme le vairon, ou encore la loche franche. Dans la partie plus en aval (zone à truite + zone à ombre) on doit y trouver toujours des truites fario, des vairons, des loches franches, des barbeaux méridionaux, mais aussi des épinoches et des blageons. Or en 2000 selon le SIVU (cf. PDPG), et en 2007 selon le SIAN, il a été aussi trouvé des anguilles, des barbeaux méridionaux et des chevesnes mais aucune loche franche (poisson naturellement absent sur ce secteur). Les poissons peuvent se déplacer le long des réseaux hydrographiques, pour leur migration, leur reproduction ou tout simplement pour trouver de meilleures conditions de vie (migration comportementale), ou lorsqu'il y a eu perturbation de leur milieu, une crue, ou par des facteurs anthropiques déclassant par exemple,... (migration accidentelle).

### **I.5 Occupation du sol à l'échelle du bassin versant :**

L'amont du bassin versant est couvert essentiellement par la forêt, quelques zones agricoles (prairie, céréales) persistent notamment sur la commune d'Ampus. La partie médiane, correspondant à la zone de plaine, est urbanisée principalement par la ville de Draguignan. Dans la partie aval du bassin versant, on retrouve des zones urbanisées et des zones agricoles (avec des cultures de vignes principalement, oliviers, maraîchage). (cf. contrat de rivière du SIAN)

### **I.6 Fonctionnement piscicole et anthropisation :**

On retrouve plusieurs types d'impacts anthropiques sur ce bassin versant, les autorisés et les non autorisés (cf. PDPG) :

—des ouvrages autorisés, difficilement franchissables, qui isolent certains secteurs, ce qui limite la libre circulation des poissons vers les zones refuges ou l'accès aux zones de reproduction, cela perturbe donc la croissance et la reproduction piscicole.

—des prélèvements d'eau, par dérivation, autorisés pour l'irrigation agricole qui aggravent le débit d'étiage sur les tronçons court-circuités (qui était déjà naturellement faibles) et qui diminuent donc considérablement la capacité d'accueil, ce qui perturbe une bonne croissance piscicole.

—des prélèvements, par dérivation, autorisés pour l'alimentation de microcentrales hydroélectriques. Cela créé également une aggravation du débit d'étiage sur les tronçons court-circuités et en conséquence une diminution de la capacité d'accueil. L'éclosion, la

croissance et la reproduction piscicole s'en retrouvent perturbés.

–des rejets de STEP créés une dégradation de la qualité de l'eau (oxygène, température,...), une eutrophisation (cf glossaire) de l'habitat, un dépôt et une accumulation des matières organiques en suspension dans la partie du lit à sec en période d'étiage, un colmatage du substrat avec l'accélération de la précipitation et de la sédimentation (colmatage des surfaces favorables à la reproduction), un développement algal important dû aux substances phosphatées contenues dans les rejets. Tout cela perturbe l'éclosion et la croissance piscicole.

–un recalibrage du lit mineur et un important entretien des berges (pour parer aux inondations) dans la traversée des agglomérations Draguignan – Trans provoque une uniformité des habitats de berge et du lit ce qui génère une faible capacité accueil. Il s'en suit une perturbation de l'éclosion piscicole.

–le manque d'entretien de la ripisylve sur le secteur des sources provoque un fort encombrement du lit et des berges engendrant une perturbation de l'écoulement de surface, ainsi qu'une limitation de la diversité de l'habitat. L'éclosion et la croissance piscicole s'en retrouvent perturbées.

–le débit minimum (qui doit être de 1/40 selon la loi, c'est à dire : module (= 2,4 m<sup>3</sup>/s) / débit réservé (= 40) = 0,06 m<sup>3</sup>/s) est insuffisant en aval des prises d'eau (pour les micros centrales hydroélectriques et pour l'irrigation gravitaire) cela génère un débit artificiel sur le tronçon court-circuité (de 1700m). Il en résulte une faible diversité de l'habitat, une perturbation des frayères par les débits turbinés, et par conséquent il y a une perturbation de l'éclosion, de la croissance et de la reproduction des poissons.

–les activités de loisir comme la baignade pourtant interdite, engendrent piétinement du fond du lit de la rivière (destruction d'œufs de poissons ou alevins, destruction d'habitats, etc) et pollution (urines, déchets, etc).

### **I.7 Gestion piscicole :**

La Nartuby est classée en première catégorie piscicole, c'est à dire, qu'elle est une rivière spécifique aux salmonidés, en l'occurrence ici la truite fario ou truite commune. Son statut foncier est du domaine privé. Seules les AAPPMA de Draguignan, Trans, La Motte, Le Muy, et les propriétaires riverains sont détenteurs du droit de pêche. Le mode de gestion pratiqué depuis les années 1950, était l'alevinage de soutien de population en truites fario (68300/an) et des déversements en truites de reprises (truites arc en ciel), pour satisfaire les pêcheurs et permettre de maintenir artificiellement une population suffisante de truites.

Depuis 2006, sous l'impulsion du PDPG et du Contrat de rivière, la gestion s'est orientée vers la restauration du milieu en faveur de l'espèce repère, dont le programme d'actions préconisait entre autres la restauration des surfaces favorables à la reproduction, déficitaires sur le tronçon amont. A l'automne 2007, une opération visant cet objectif a été mise en oeuvre sur le tronçon des gorges de Chateaudouble. Favorisés par des conditions hydrauliques compatibles avec une réussite de la reproduction, le recrutement triannuel a dynamisé la population de Truites fario de la Nartuby sur le secteur aménagé, qui présentait avant la crue dévastatrice, des indices d'abondance et de structure des âges très fort et stables respectivement (Cf. compte rendu des travaux, FPPMA du Var, 2009).

A l'heure d'aujourd'hui tout repoissonnement a été arrêté sur la Nartuby dans le but de pouvoir visualiser s'il y a présence ou non d'une éventuelle reproduction naturelle. Des mesures particulières ont été prises, une réserve quinquennale de pêche sur la Commune de Trans et un Parcours No Kill dans les gorges de Rebouillon. Un contrat de rivière (Porteur : SIVU de la Nartuby) et la création du Comité de Rivière en 2001 ont été mis en place en faveur de ce milieu aquatique. Cette gestion concertée du milieu aquatique a pour objectif, de permettre à l'espèce repère (ici la truite fario) de réaliser l'ensemble de ses fonctions vitales qui lui garantissent une autonomie sur le long terme. Les actions menées doivent avoir un effet synergique sur le milieu, c'est-à-dire qu'elles seront conduites conjointement et de manière cohérente.

## ***II Présentation du contexte de l'étude***

Depuis la crue dévastatrice du 15 Juin 2010, la morphologie de la Nartuby s'est beaucoup modifiée. Pendant cette crue, il est tombé plus de 400 mm de pluie en 12H, cela a créé une vague d'un mètre cinquante de haut déferlant sur plusieurs rues de Draguignan, selon la presse locale. Au total, 25 personnes sont mortes (cf. les journaux Var Matin ou Le Monde). Hormis les dégâts matériels et humains qu'elle a pu créer, la Nartuby présenta par la suite à beaucoup d'endroits un tout autre paysage : berges à nu sans ripisylve, lit élargi, déplacement des rochers, gravats et sédiments, barrières de travertins disloquées...

Ainsi la problématique est de vérifier et d'estimer les conséquences de cet événement hydroclimatique sur cet écosystème aquatique, en particulier pour la truite fario, espèce repère

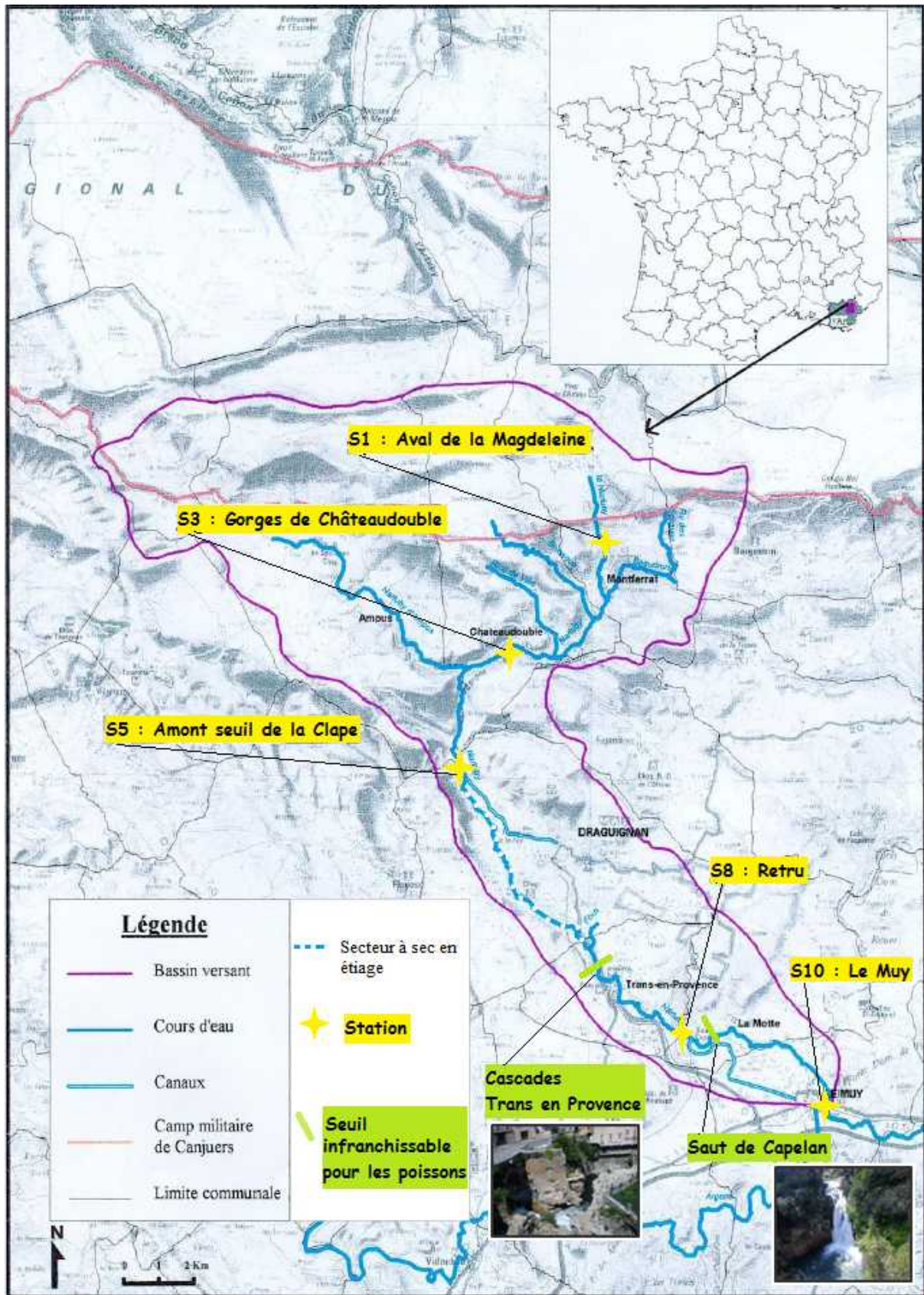
et principal atout pour la pêche : la Nartuby est-elle encore et pour les années à venir une rivière à truites ?

Pour tenter de répondre à l'interrogation de la structure chargée d'animer la gestion piscicole, l'équipe de techniciens, mon maître de stage et moi même avons évalué différents compartiments qui définissent l'écosystème aquatique associé à la Nartuby par la mise en oeuvre de plusieurs méthodes de description de l'habitat (méthodes des microhabitats), du suivi thermique, des inventaires piscicoles, notamment, dans le but d'analyser la capacité d'accueil actuelle et sa qualité vis à vis du peuplement piscicole.

Cette évaluation de l'habitat est d'autant nécessaire qu'il est une caractéristique d'un biotope essentielle pour toute la faune aquatique, et en particulier les espèces piscicoles, pélagiques et migratrices, qui sont exigeantes en matière de qualité de substrat au cours de son de son cycle biologique.

Nous avons mené à bien les opérations projetées au travers de 5 stations d'études réparties sur le profil longitudinal de la Nartuby, depuis la zone de source à sa confluence avec l'Argens.

Le rapport sera divisé en 3 grandes parties. Nous verrons de cette façon les différentes méthodes d'évaluation d'habitat, les différentes stations d'étude que nous avons déterminées selon les méthodes choisies dans la partie « matériels et méthodes ». Nous présenterons ensuite les résultats et ce qu'on en déduit dans la partie « résultats et interprétations », et nous terminerons par une synthèse traitant de la réponse à la problématique posée, dans la partie « discussion ».



**Carte 1** : Localisation des 5 stations sur le cours d'eau la Nartuby

### III MATERIELS ET METHODES

#### III.1. Présentation des stations d'étude

L'étude s'est appuyée sur une investigation menée sur les 5 stations localisées tout le long de la Nartuby et présentées sur la **Carte 1** (voir page précédente).

Le choix de ces stations a été orienté en fonction de leur représentativité sur le cours d'eau, de leur accessibilité, de leur hydrologie annuelle (on a pris soin de choisir celles qui ne se retrouvent jamais totalement à sec durant l'été) et parce qu'elles ont précédemment fait l'objet de différentes études par d'autres organismes tels que le Syndicat Intercommunal d'Aménagement de la Nartuby (SIAN, 2000, 2007), la Maison Régionale de l'Eau (Etude d'impact environnementale, Octobre 2010) ou l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (inventaires piscicoles dans le cadre de la DCE). De plus, ces 5 stations ont été reconduites pour effectuer un inventaire piscicole par pêche à l'électricité (détaillées plus loin) en collaboration avec le bureau d'étude Ecobiodiv dans le cadre du suivi qualité interannuel de la Nartuby animé par le SIAN. Cela va permettre de pouvoir comparer avec les pêches précédentes faites en juin 2007 pour le SIAN.

- **Station 1** : Aval de la Magdeleine (pK=33, la plus en amont, zone des sources)

Longueur : 55,5 m

Largeur moyenne : 3,05 m

Hauteur d'eau moyenne : 7,7 cm

Débit moyen : 0,062 m<sup>3</sup>/s

Zonation 2007 (SIAN): Eucrénon et Hypocrénon (définition cf. zonation Illies et Botosaneanu -1963)

Cette station sert de référence amont. Elle est située en aval d u lieu dit la Magdeleine et en limite du périmètre sud du camp militaire de Canjuers. Se trouvant au milieu des bois, les 2 seuls impacts anthropiques présents sont le rejet de la station d'épuration de ce camp militaire (mal identifié) et le pompage d'une certaine quantité d'eau par une propriété à proximité de la rivière. Elle présente un écoulement plutôt laminaire avec un nombre important de substrats différents et diverses classes de vitesse. La granulométrie est plutôt grossière avec majoritairement des galets et des blocs. Les berges sont formées surtout de racines d'arbres, de débris végétaux et de rochers calcaires. Comparé aux photos prises par le SIAN en 2007, le paysage de cette station s'est complètement modifié. Un enrochement a été installé sur la rive droite de la station et par endroits la ripisylve a été arrachée. Mais elle reste quand même une station assez ombragée, présentant des habitats diversifiés avec de nombreux abris sous berge et des conditions propices pour la truite avec une ripisylve abondante.

- **Station 3** : Gorges de Châteaudouble (Pont romain aval Riou Blanc, pK=24)

<p><u>Longueur</u> : 124,5 m</p> <p><u>Largeur moyenne</u> : 4,59 m</p> <p><u>Hauteur d'eau moyenne</u> : 33,5 cm</p> <p><u>Débit moyen</u> : 0,11 m<sup>3</sup>/s</p> <p><u>Zonation 2007 (SIAN)</u> : Hypocrénon et Epirhithron</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

La station 3 est localisée dans les gorges de Châteaudouble en aval de la confluence avec le Beudron et le Bivosque et en amont de celle avec la Nartuby d'Ampus. On retrouve dans cette station deux usages : la baignade (pourtant interdite) et la pêche. Les berges sont formées surtout de dalle calcaire et de rochers donnant au chenal de la rivière l'aspect d'un canyon. L'écoulement de cette partie du cours d'eau présente de nombreuses petites chutes délimitant des zones à écoulement laminaire, ainsi que des vasques profondes. Le nombre de classes de vitesse et le nombre de substrats disponibles est limité sur ce tronçon. Il y a une dominante minérale avec une

dalle incrustée et beaucoup de colmatages du substrat. La granulométrie présente une majorité de blocs. Les impacts anthropiques présents sont causés par 2 STEP : celle du village de Montferat et celle du village de Châteaudouble. Bien qu'elle soit située en zone boisée, il y a eu détérioration de la ripisylve qui était exubérante, suite aux forts impacts de la crue du 15 Juin 2010 : important colmatage du lit de la rivière et fort ensoleillement.

- **Station 5** : Amont seuil de la Clape (début des zones d'expansion des crues, pK=19)

<p>Longueur : 89,55 m</p> <p>Largeur : 7,92 m</p> <p>Hauteur d'eau moyenne : 21 cm</p> <p>Débit moyen : 0,54 m<sup>3</sup>/s</p> <p>Zonation 2007 (SIAN) : Epirhithron et Mésorhithron</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Se trouvant en amont de Draguignan et en aval des étangs piscicoles de la Granégone, cette station présente une activité de baignade non autorisée et une activité de pêche. Il y a présence de la STEP de Rebouillon en amont. L'écoulement est essentiellement laminaire avec une vitesse plutôt monotone et une présence de petits radiers sur certaines portions. Les berges sont formées surtout de racines d'arbres, de débris végétaux et sédiments mais aussi de rochers calcaires. Le substrat présente majoritairement des galets et des graviers. Malgré les impacts de la crue du 15 Juin, visibles à l'œil, cette station

reste assez ombragée avec une ripisylve assez abondante et présente beaucoup d'abris en sous-berge pour les poissons ainsi que des zones de frayères favorables à la reproduction.

- **Station 8** : Retru (tronçon sous influence des résurgences karstiques pK= 7,3)

<p>Longueur : 115,5 m</p> <p>Largeur : 9,25 m</p> <p>Hauteur d'eau moyenne : 37,5 cm</p> <p>Débit moyen : 2,23 m<sup>3</sup>/s</p> <p>Zonation 2007 (SIAN) : Métarhithron</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Cette station se situe au niveau du pont de la RD 54. Il y a présence de la STEP de Draguignan/Trans en aval. Elle est entourée de prés, de pâtures et de champs cultivés. Elle se trouve après la zone à sec en période d'étiage, après la réalimentation en eau par le cours d'eau de la Foux se jetant dans la Nartuby, et après Trans-en-Provence. Il y a une forte minéralisation de l'eau (la résurgence de la Foux plus en amont draine des couches géologiques de gypse datant du Trias et devient donc très minéralisée) (cf. Nicod

(2010)). L'écoulement est monotone et plutôt laminaire. Une grande diversité d'habitats et de vitesses de courant est présente. Le substrat est également très varié avec une dominance de cailloux et galets. Les berges sont formées surtout de racines d'arbres, de débris végétaux et de sédiments. Elle présente donc de bonnes conditions de vie, bien ombragée pour les poissons avec beaucoup d'abris sous berge et de ripisylve. Hormis les rejets de la STEP en amont, qui sont propices à un développement abondant d'algues filamenteuses, et cette forte minéralisation de l'eau, cette station est très belle.

- **Station 10** : Le Muy (la zone de confluence avec l'Argens, pK=0,06)

<p><u>Longueur</u> : 180 m <u>Largeur</u> : 9,89 m <u>Hauteur d'eau moyenne</u> : 39,5 cm <u>Débit moyen</u> : 1,3 m<sup>3</sup>/s <u>Zonation 2007 (SIAN)</u> : Mésorhithron et Métarhithron</p>	<p>Située en pleine agglomération du Muy, juste à l'amont de la confluence avec l'Argens, cette station ne présente aucun rejet de STEP mais présente un usage agricole de l'eau. La vitesse du courant est assez diversifiée. Le support dominant est constitué de galets et les blocs. Il y a présence de colmatage avec de la dalle encroûtante. Les berges sont formées surtout de débris végétaux, de roseaux et de sédiments. La ripisylve est par endroit arrachée. Du fait d'un important éclaircissement il y a aussi un développement de d'algues filamenteuses important. En pleine zone urbaine, elle présente beaucoup de pollution sur les rives avec des déchets de toute sorte (de type ménagers). D'un point de vue morphologique elle n'a pas beaucoup changé depuis 2007 et présente beaucoup d'abris pour les poissons en sous berge.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## III.2. Méthodes mises en œuvre

### III.2.a Différentes méthodes d'évaluation de l'habitat piscicole

Pour effectuer une évaluation de l'habitat ainsi que la capacité d'accueil d'un cours d'eau, il existe différentes méthodes possibles : il y a les méthodes physiques et les méthodes biologiques. Nous allons coupler les 2 types de méthodes pour avoir toutes les informations nécessaires pour une bonne évaluation.

#### Méthodes physiques :

##### – Principe des méthodes « des microhabitats »

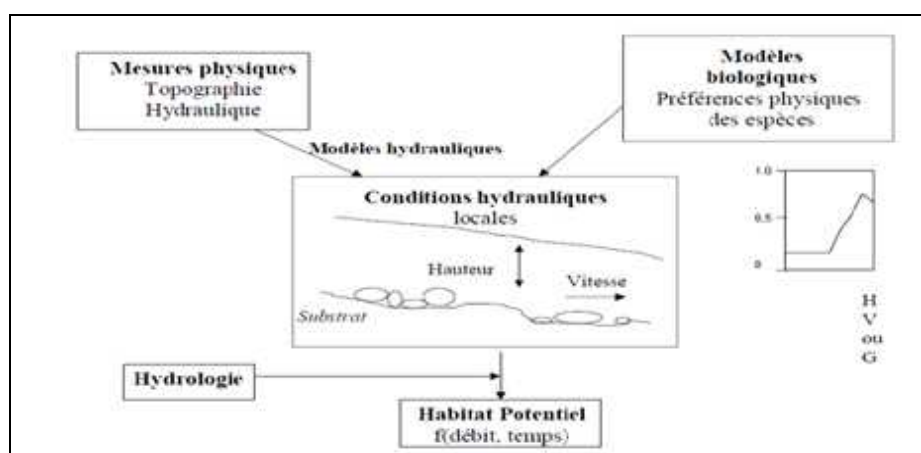
Dès les années 80, le compartiment des microhabitats fut étudiée en France. Il s'agit d'une famille de méthodes analysant les relations dynamiques existantes entre le débit et les paramètres physiques du cours d'eau que l'on veut étudier (hauteur, vitesse et granulométrie).

Ces relations se traduisent par des courbes de préférence (tracées par Bovee dès 1978 pour tout un ensemble de salmonidés) établies par espèce piscicoles, voire à un stade de développement identifié, pour certaines. A l'aide de ces courbes, on peut estimer l'évolution avec le débit de l'habitat potentiel d'un secteur de rivière donné (exprimé en Surface Pondérée Utile par stade de développement et espèce) et mettre alors en évidence des contraintes subies par les populations de poissons (manque d'habitats, de zones de frayères, de ripisylve, de nourriture, de caches, etc.). Elle est un outil actuellement très utilisé pour juger de la qualité d'habitat physique potentiel pour les salmonidés tant dans les cours d'eau naturels que dans les tronçons aménagés. Elle sert aussi en général d'aide à la décision pour le choix d'un débit réservé. Mais les résultats qu'elle procure ne donnent qu'une partie de l'ensemble des éléments à acquérir pour établir une véritable analyse du cours d'eau. C'est pour cela que l'on couple cette méthode avec des méthodes utilisant des modèles biologiques (IBGN, IPR, etc.) (cf.

**Figure 2** : Principe général des méthodes des microhabitats).

La démarche de la méthode des microhabitats se déroule en 4 étapes principales :

- 1)** la Macrodescription du cours d'eau : sectorisation, cartographie des faciès, choix de stations représentatives.
- 2)** la Description fine des stations : description topographique et hydraulique des stations (en moyenne 3 transects perpendiculaires à l'écoulement par faciès).
- 3)** le Couplage physique – biologique : modélisation hydraulique et couplage avec un modèle biologique.
- 4)** Aide à la décision : choix du débit à restituer en amont des ouvrages transversaux, estimation de l'habitat.



**Figure 2** : Principe général des méthodes de microhabitat (valeurs d'entrée : hauteur, largeur, débit, substrat ...)

## –Quelques modèles d'analyse des microhabitats

- **IAM - TELEOS** : Méthode à l'échelle de la station (cf. Degiorgi, et *al.* (2002))

**L'Indice d'Attractivité Morphodynamique (IAM)** a été mis au point par le Conseil Supérieur de la Pêche (nouvellement ONEMA) et finalisé par le bureau d'étude TELEOS en 1998.

### **Avantages :**

Cette méthode utilise une prise en compte simultanée des échelles : tronçon, station, faciès et méso-habitat. Cela permet de mieux visualiser les qualités physiques de l'habitat ainsi que ses capacités biogènes (capacités à la survie et au développement d'une espèce).

Elle fournit des résultats relatifs qui sont interprétés par rapport à une référence propre. Elle diagnostique ainsi les pressions anthropiques et les limites naturelles du potentiel.

Elle a une portée globale, doublée d'une orientation piscicole marquée, ce qui la rend particulièrement adaptée pour certaines problématiques posées.

Sa capacité à quantifier un état et à en faire ressortir les différentes causes permet d'exploiter les résultats obtenus dans le cadre du diagnostic initial (de la définition des remèdes et de l'évaluation objective des actions de restauration réalisées).

Elle va permettre d'apprécier et de comparer l'homogénéité et l'attractivité des habitats aquatiques.

### **Inconvénients :**

Encore à l'état d'expérimentation. Assez complexe. Ne tient pas compte de l'attractivité des pôles et plus particulièrement de la variation de la valeur piscicole des substrats/supports selon les hauteurs d'eau et les courants qui les baignent. De plus, cette méthode est mise en œuvre sur des tronçons de cours d'eau du Potamon, au niveau des plaines alluviales, sur lesquels les inventaires par pêches électriques ne sont pas réalisables.

- **RHS**: (cf. Environment Agency., River Habitat Survey Manual : 2003 version. \*)

**La méthode The River Habitat Survey (RHS)** mise au point aux Royaume Unis par « Environment Agency » est largement utilisée en Angleterre, en Irlande et en Écosse depuis 1994.

**Avantages :** Largement utilisée en Angleterre. Résultats très pointilleux. RHS peut fournir un cadre cohérent dans lequel des études sur les macro-invertébrés aquatiques, macrophytes, poissons et géomorphologiques peuvent être effectuées.

**Inconvénients :** Assez complexe. Besoin de beaucoup de rigueur et de contrôles. Cette méthode ne peut pas fournir le niveau de détail requis pour certains types d'études très précises sur des installations ou sur des groupes d'animaux. Concerne surtout les fleuves. Cette méthode est adaptée aux écosystèmes outre-Atlantique dont la dimension et la configuration sont différentes des cours d'eau méditerranéens.

– 3 protocoles sont principalement utilisés pour la méthode des microhabitats :

– **IFIM-PHABSIM** (méthode « mère »)

La principale méthode utilisée pour les populations de poissons est la méthode des microhabitats inspirée par Waters (1976), puis mise au point aux Etats-Unis sous la dénomination de «Instream Flow Incremental Methodology» ou IFIM (US Fish and Wildlife Service, Fort Collins, BOVEE, 1982). La méthodologie PHABSIM (Physical HABitat SIMulation) constitue la partie «Habitat» incluse dans IFIM. Elle permet de prédire la quantité d'habitat favorable au poisson, dans une portion de cours d'eau, en fonction de différents paramètres hydrodynamiques (Milhous *et al.* (1989) ; Stalnaher *et al.* (1989)).

Objectif : IFIM est une approche générale, elle permet d'aider à la décision les gestionnaires des ressources naturelles, en employant des techniques d'analyse de systèmes pour déterminer les bénéfices et les conséquences des différentes alternatives de gestion de l'eau (Bovee *et al.* (1998)).

D'autres modèles ont vu le jour et résultent d'une adaptation de PHABSIM.

Principe : La méthode des microhabitats Instream Flow Incremental Methodology (IFIM) (Bovee (1982)), comporte un module de simulation de l'habitat, PHABSIM (Physical Habitat Simulation System) (Bovee (1978); Milhous (1979)). Cette simulation est le résultat du couplage entre données biologiques relatives à différents stades de développement de l'espèce étudiée et données physiques, de façon à analyser l'habitat disponible (SPU : surface pondérée utile) en fonction des débits.

Protocole : La méthode fait l'objet d'un protocole de mesures précis (Malavoi et Souchon (1989)), dans un double souci de représentativité physique et biologique de l'habitat. Plusieurs étapes sont nécessaires :

### **1- Sectorisation des tronçons et choix des stations**

Le choix des stations s'effectue après une description des faciès d'écoulement du cours d'eau étudié, selon la définition de Malavoi (1989). Elles doivent être représentatives de la diversité des faciès d'écoulement des tronçons. Elles sont, en outre, choisies pour pouvoir ensuite pratiquer des échantillonnages biologiques (invertébrés benthiques et poissons).

Pour satisfaire à ce double objectif (représentativité morphologique et biologique), les stations contiennent généralement une à deux successions de faciès contigus (séquences au sens de Malavoi (1989)) rencontrés dans la sectorisation. La longueur d'une station est généralement de l'ordre de 10 à 14 fois la largeur du lit mouillé à un débit moyen. Pour représenter correctement un tronçon de rivière, il est conseillé généralement de choisir deux stations, soit trois ou quatre séquences de faciès. Les stations doivent impérativement comporter une section aval afin que les lois servant de point de départ au modèle hydraulique puissent être appliquées (cf. Pouilly, et *al.* (1995)).

### **2- Description des stations** (écoulement, faciès, rupture de pente, berges, ripisylve, etc)

Les stations sont découpées en segments homogènes pour les écoulements et les mosaïques de substrat qui les composent. Ce découpage rend compte de l'hétérogénéité longitudinale de la station. Un faciès est généralement découpé en trois segments homogènes (un en tête, un au centre, et un en queue), mais peut varier de deux à quatre selon les cas. Chaque segment est représenté par une section ou transect. Les mesures prises au long des transects seront extrapolées de part et d'autre du transect, jusqu'aux limites du segment considéré. La limite aval d'un segment forme la limite amont du segment suivant. Du point de vue biologique, la station est donc vue comme une succession de segments homogènes représentés par des transects.

Le choix de l'emplacement des transects est également fondamental pour un bon fonctionnement du modèle hydraulique. En effet, l'image de la station utilisée par le modèle hydraulique ne s'appuie que sur les sections reliées entre-elles pour créer le profil longitudinal. Les ruptures de pente devront donc être correctement représentées par ces sections (d'après Pouilly et *al.* (1995)).

### 3- Relevé topographique

Le relevé topographique consiste à localiser dans l'espace les transects ainsi que leurs limites de représentativité. Une lunette à niveau et une mire positionnée en différents points fournissent les renseignements nécessaires. Ce relevé offre une visualisation cartographique de la station (vues en plan et profils en travers), un calcul de toutes les surfaces décrites (cellules, faciès, station) et un profil longitudinal avec les cotes de la surface libre et du fond. Le substrat et la topographie des berges sont également décrits afin d'obtenir des profils en travers suffisamment larges pour permettre la modélisation hydraulique à des débits plus forts. (d'après Pouilly et *al.* (1995)).

### 4- Mesures hydrauliques et granulométriques

Sur chaque transect, on décrit, les conditions d'écoulement dans le lit mouillé. On définit des surfaces élémentaires ou «cellules» s'étendant entre les limites de représentativité. Leur largeur dépend de l'hétérogénéité latérale rencontrée : tout changement notable d'un des trois paramètres (hauteur, vitesse, substrat) définit une nouvelle cellule. Chaque cellule est caractérisée à partir de points de mesures où on relève :

- la hauteur d'eau (H), pouvant prendre une valeur négative lorsque le point est hors d'eau (blocs ou rochers émergents)
- la vitesse du courant (V), mesurée à 0,2, 0,4 et 0,8 de la hauteur d'eau à partir du fond. La vitesse moyenne est obtenue par la formule suivante, d'après une NORME ISO (1983) :  $V_{moy} = 1/4 (V_{0,2}) + 1/2 (V_{0,4}) + 1/4 (V_{0,8})$ . Lorsque la hauteur d'eau est inférieure à 20 cm, seule la vitesse à 0,4 ( $V_{0,4}$ ) est relevée. Elle est considérée comme proche de la vitesse moyenne.
- le substrat (S), décrit pour chaque cellule selon un code établi par Malavoi (1989) à partir de l'échelle granulométrique de Wentworth modifiée. Ce code comporte trois champs qui permettent de décrire l'agencement des différentes fractions granulométriques (Malavoi et Souchon (1989)) : la plus grossière (GR) dès lors qu'elle couvre plus de 10 % de la cellule, la première fraction dominante (DOM1) et la deuxième fraction dominante s'il y a lieu (DOM2, couvrant au moins 30 % de la surface). Un substrat colmaté où le dépôt limoneux recouvrant complètement les éléments grossiers sous-jacents doit être décrit comme un substrat totalement limoneux. (d'après Pouilly et *al.* (1995)).

**Avantages** : Depuis longtemps utilisée. Permet d'évaluer la capacité d'accueil potentiel de l'habitat.

**Inconvénients** : Ancienne méthode, protocole lourd (relevés topographiques et hydrauliques)

donc nécessite beaucoup de personnes et ainsi que beaucoup de temps.

#### – EVHA

Mis au point par le Cemagref en 1998.

Objectif : Le logiciel EVHA permet l'évaluation de l'habitat physique des poissons, plus précisément l'évaluation de la capacité d'accueil des rivières par rapport à certaines espèces de poissons cible. EVHA constitue une aide précieuse à la détermination prévisionnelle d'un débit, voir d'un régime réservé en aval des barrages.

Principe : Partant des mêmes bases que la méthode « mère » IFIM, c'est en quelque sorte une version améliorée de cette méthode. Elle a une approche essentiellement graphique. Elle se déroule comme suit : Après un relevé des données topographiques et d'un calage du modèle hydraulique, on étudie la station selon quatre représentations : des courbes en fonction du débit, des vues en plan, des profils en long ou des profils en travers.

Protocole : Aussi long et fastidieux que le protocole de la méthode IFIM, son protocole (non détaillé ici car c'est quasiment le même que celui de IFIM) comporte, des mesures réelles de vitesse de courant, de profondeur et de granulométrie par transect sur le cours d'eau étudié à un seul débit. La description topographique de la station vient compléter ces mesures. C'est la modélisation qui va donner l'évolution des paramètres hydrauliques en fonction du débit.

**Avantages** : Description stationnelle fine. Permet d'analyser l'habitat d'un plus grand nombre d'espèces, ainsi que d'injecter de nouvelles courbes.

**Inconvénients** : Lourdeur du protocole comme pour IFIM. Difficulté d'interprétation. Non prise en compte d'autres facteurs limitants (T°, physico-chimie, etc ...).

#### – ESTIMHAB

En 2002, comme pour les autres méthodes d'analyse des microhabitats, Estimhab a été mis au point par le Cemagref.

Objectif : Elle permet d'estimer les impacts écologiques de la gestion hydraulique des cours d'eau. Principe : Elle résulte d'une simplification de la méthode EVHA. Ses résultats sont très

proches des autres méthodes. Le produit principal est de même nature que celui d'EVHA, c'est à dire des courbes VH (valeur habitat) ou SPU (surface pondérée utile) en fonction du débit. Ces courbes sont le support de l'interprétation. La particularité d'Estimhab est que cette méthode se résume, en terme de données de terrain, qu'à des mesures de largeurs et hauteurs d'eau moyennes prises à deux débits bien distincts et une mesure moyenne de la taille du substrat pris au débit le plus bas (en période d'étiage), ainsi que le débit médian (Q50) du cours d'eau. Estimhab utilise une valeur de sortie d'EVHA pour l'évolution de la courbe SPU avec le débit. Pour des raisons de simplification du logiciel, Estimhab est présenté sous la forme d'un tableur Excel. Cette simplification des relevés de terrain permet d'augmenter le nombre de station de mesures, et pouvoir ainsi intégrer des cours d'eau à large échelles spatiales dans les outils de la gestion.

Protocole : Une première campagne de mesures est effectuée en période de hautes eaux. On relève la largeur moyenne, la hauteur d'eau moyenne et le débit moyen à chaque station. Et une deuxième campagne de mesures en période d'étiage où on relève à nouveau largeur moyenne, hauteur d'eau moyenne et le débit moyen à chaque station mais en plus on va relever la granulométrie du substrat.

Déroulement du protocole de terrain :

Choisir des tronçons homogènes.

Au sein de chaque tronçon choisir une station représentative de longueur correspondant à 12 à 30 fois la largeur à débit plein bord.

Connaître le débit médian inter-annuel de la station (Q50). Pour cela, il faut disposer de courbes de débits classés, issues de mesures sur une station hydrométrique.

Sur des transects, relever les largeurs de lit mouillé à 2 débits distincts, les hauteurs d'eau à 2 débits distincts et la taille moyenne du substrat.

Les largeurs de chaque différent faciès sont prises à l'aide d'un décimètre ; sur chaque faciès on effectue 3 transects (un en aval, un au centre et un en amont de chaque faciès). Sur chaque transect on relève 7 mesures de hauteurs d'eau, de débit et de taille de substrat (à l'étiage).

Mesurer 2 débits bien distincts (écart minimum conseillé :  $Q2 > 2Q1$  tout en choisissant  $Q2 < Q$  de plein bord, avec Q1 le débit le plus faible, et Q2 le débit le plus fort).

Les relevés de terrain consistent alors aux mesures d'une centaine de hauteurs locales, à la mesure de la taille du substrat dominant et à celle de la largeur en une quinzaine de sections du tronçon, environ. Ces relevés doivent pouvoir permettre une estimation correcte des variables hydrauliques moyennes (largeur mouillée et hauteur moyenne) au débit lors de la campagne. La modélisation de ces valeurs moyennes en fonction du débit doit se faire à partir de leur

estimation aux deux débits mesurés, d'où la nécessité de campagnes de mesures à deux débits relativement éloignés.

La mesure du substrat se fait à débit le plus faible, Q1.

A l'aide d'un courantomètre électromagnétique on va pouvoir connaître précisément la valeur de débit au sein de chaque station au moment des mesures.

Besoin par campagne d'au minimum 2 personnes (un qui mesure, un qui note).

**Avantages** : Le principal point fort d'Estimhab par rapport aux autres méthodes, c'est la simplification des relevés de terrains, du coup cela permet d'étudier beaucoup plus de stations, donc de faire plus de simulations. Elle est beaucoup plus rapide et moins coûteuse. Contrairement à EVHA il n'y a pas de relevé topographique et de calage de ligne d'eau. La saisie et le traitement de données sont simplifiés. De plus elle peut se coupler facilement avec d'autres interventions (la pêche, l'échantillonnage, etc) pour limiter le nombre de déplacements. C'est une analyse plus globale. Donc c'est une méthode beaucoup plus rapide et moins fastidieuse.

**Inconvénients** : Cette méthode va énormément dépendre des relevés de 2 débits bien distincts. Il faut rester attentif à l'évolution de la largeur mouillée du cours d'eau avec le débit. Le relevé de débit à l'étiage doit être très éloigné de celui relevé en période de hautes eaux sous peine d'obtenir des courbes très plates qui ne seront pas véritablement des aides à la décision.

Cette méthode ne permet pas d'analyser des courbes nouvelles et ne prend pas en compte l'hétérogénéité du substrat. Estimhab doit être appliqué sur des tronçons dont l'écoulement ne doit pas être influencé par des aménagements de type seuils, enrochements, épis, sur plus de 40 % du linéaire.

#### –[Choix de la méthode statistique utilisée](#) :

Parmi ces différentes méthodes statistiques il a fallu faire un choix. Les méthodes des microhabitats paraissent le mieux convenir car elles fournissent tout d'abord une bonne description de l'évolution des paramètres physiques en fonction du débit et permet, avant même le couplage avec le modèle biologique, d'obtenir des informations complémentaires à l'analyse biologique sur le fonctionnement physique et morphologique de la portion de cours d'eau étudiée.

L'estimation des capacités d'accueil théoriques pour le poisson apporte ensuite des éléments

objectifs pour l'aide à la décision lors du choix d'un débit réservé, ou pour la description de l'évolution des conditions physiques de l'habitat des poissons. (cf Sabaton (2003) et Pouilly et al. (1995)). Ensuite parmi les méthodes de microhabitat nous n'en n'avons retenu qu'une. De part sa simplicité, sa rapidité et son moindre coup de terrain nous avons choisi la méthode Estimhab pour évaluer l'habitat piscicole de la Nartuby. Nous l'avons également choisie car on pouvait se procurer sans trop de difficultés les données nécessaires. De plus, en effectuant des recherches sur plusieurs publications, on peut remarquer qu'Estimhab a été souvent utilisé dans des études similaires.

## Les méthodes biologiques :

### Méthode IBGN (cf. AFNOR)

L'indice biologique global normalisé permet d'évaluer la qualité hydrobiologique d'un cours d'eau, à l'aide de la composition du peuplement d'invertébrés de ce cours d'eau. Les macroinvertébrés benthiques regroupent plusieurs ordres d'insectes aquatiques, des crustacés, mollusques, oligochètes et gastéropodes, visibles à l'œil nu, vivant sur les supports présents dans les cours d'eau. Ces invertébrés sont plus ou moins sensibles à la qualité physicochimique de l'eau, à la fluctuation de la pollution organique et chimique, mais aussi de la nature du substrat, ainsi qu'à des événements climatiques. Ils intègrent les impacts influant sur la qualité biologique des cours d'eau : durée et ampleur des variations de débit, caractéristiques physico-chimiques des eaux ...

L'indice est appelé "global" car il est l'expression combinée de la qualité biologique de l'eau, traduite par la polluosensibilité du peuplement, et de la qualité biologique de l'habitat, exprimée par la biodiversité. Cette méthode permet, dans des conditions naturelles de stabilité hydraulique, et dans les limites de sa sensibilité, d'évaluer l'incidence d'une perturbation sur le milieu récepteur.

Nous avons bénéficié des résultats de cette méthode effectuée sur la Nartuby par le bureau d'étude Ecobiodiv. Cela va donc nous servir pour la comparaison avec l'étude IBGN effectuée en 2007 par le SIAN.

Protocole : Sur le terrain on relève sur chaque station le peuplement d'invertébrés présents. Puis à l'aide d'une grille d'évaluation on peut en déduire la note IBGN.

Les macro-invertébrés sont échantillonnés à l'aide d'un filet de type Surber avec une surface de base de  $1/20^e$  de  $m^2$  et de vide de maille de  $500 \mu m$ . L'échantillonnage est constitué de huit

prélèvements qui doivent être réalisés sur des couples substrats / vitesse de courant différents, suivant l'ordre défini par la norme. Cet ordre privilégie la capacité biogène du substrat (l'habitabilité) et tient compte de la vitesse du courant.

L'identification et le dénombrement des taxons se fait au niveau de la famille, sauf pour les Oligochètes, Némathelminthes, Hydracariens, Hydrozoaires, Spongiaires, Bryozoaires et Némertiens, qui restent au niveau taxonomique. Une liste finie de cent cinquante-deux taxons est fixée, et c'est à partir de cette liste que seront estimés les différents paramètres nécessaires au calcul de l'indice.

Parmi ces cent cinquante-deux taxons, trente-huit sont définis comme taxons indicateurs; ils permettent de définir neuf groupes faunistiques indicateurs correspondant à une polluosensibilité décroissante (de 9 à 1).

Le calcul de l'indice se fait en trois étapes :

1. la détermination de la «classe de variété taxonomique» qui, sur la base des cent cinquante-deux taxons potentiellement présents, est égale au nombre de taxons récoltés même s'ils ne sont représentés que par un seul individu, quatorze classes de variétés sont définies;
2. le groupe faunistique indicateur, en ne prenant en compte que les taxons indicateurs, représentés dans les échantillons par au moins trois individus, ou dix selon les taxons;
3. le calcul de l'indice en lui-même est obtenu par la formule suivante :
4.  $IBGN = GFI$  (numéro du groupe faunistique indicateur) + numéro de la classe de variété – 1
5. Une note indicielle, comprise entre 0 et 20, détermine la qualité globale du milieu aquatique.
6. L'IBGN est une méthode intéressante car c'est un outil permettant une représentation synthétique et rapide de l'écosystème étudié. Il prend en compte l'ensemble des invertébrés de la communauté et pas uniquement les groupes les plus sensibles. Il tient compte de la sensibilité des organismes. Il présente une certaine commodité de récolte, de manipulation et d'exploitation par rapport aux informations apportées. Par ailleurs, il présente de larges possibilités d'applications dans le cadre du suivi de la qualité écologique d'un cours d'eau. En effet, il peut être utilisé avec l'objectif de situer la qualité biologique d'un site considéré isolément, de suivre son évolution temporelle, ou encore de caractériser un gradient spatial (amont-aval perturbation).

7. Néanmoins, comme chaque méthode, il présente également certaines limites puisqu'il n'est pas applicable dans les zones de sources (en raison de la spécificité de la faune associée), ou dans les zones profondes (comme les grands cours d'eau, les estuaires ou les canaux). De par son caractère global, il ne permet pas de différencier l'évolution du milieu de la variabilité saisonnière due aux cycles biologiques de la faune en place, ni d'identifier la nature exacte de la perturbation.

#### **Méthode IPR** (cf Belliard, Roset (2006)) \*

Un programme national d'adaptation d'un indice biotique fondé sur les peuplements piscicoles a débouché sur la mise au point en 2002 d'un premier indice applicable à l'ensemble du réseau hydrographique. Cet indice a été normalisé en mai 2004 (NF T90-344).

Il faut savoir que les espèces piscicoles se répartissent selon leurs exigences biotiques (régime alimentaire) et abiotique ( $T^{\circ}$ , vitesse, nature du substrat,  $O_2$ , ...) qui établit la zonation piscicole. A partir de là, on va pouvoir parler de l'indice poisson rivière, adapté par Oberdorff et *al.* (2002 et 2004) permettant de mesurer l'état écologique d'une rivière à l'aide de la composition du peuplement piscicole en un endroit donné, observée à partir d'un échantillonnage par pêche électrique, et la composition du peuplement attendue en situation de référence, c'est-à-dire dans des conditions pas ou très peu modifiées par l'homme. Pour ce faire, il faut d'abord prendre en compte les variations naturelles des peuplements en fonction des facteurs environnementaux. L'indice, lui-même fondé sur des critères écologiques vérifiés, combine 14 métriques. L'écart entre le peuplement présent et celui estimé comme le plus probable par les modèles statistiques, est mesuré par ces métriques descriptives des peuplements de poissons, métriques s'axant principalement sur la richesse spécifique et la composition spécifique du peuplement.

L'IPR s'applique aux cours d'eau de France métropolitaine. Il est calculé à partir d'échantillons de peuplements de poissons obtenus par pêche à l'électricité. Lorsque des pêches à plusieurs passages successifs sont mises en œuvre (méthode de DeLury, par exemple (cf Laurent & Lamarque (1975))), seuls les résultats du premier passage sont utilisés pour le calcul de l'indice.

Les peuplements théoriques ont été modélisés sur la base de 650 sites témoins répartis sur l'ensemble du réseau hydrographique national. Ils sont définis en fonction des caractéristiques du milieu / facteurs environnementaux de la station étudiée : bassin, position par rapport à la source, altitude, vitesse du courant, températures. Ces peuplements théoriques permettent de fixer les valeurs attendues pour chacune des composantes. L'écart entre le

peuplement théorique et l'effectif est estimé par une note d'autant plus élevée que la différence est forte. Ces notes sont ensuite additionnées pour donner une note globale. La perturbation est d'autant plus importante que la note est élevée. Le calcul de l'IPR prend en compte un ensemble de 34 espèces ou groupes d'espèces qui sont les espèces les mieux représentées à l'échelle du territoire français et pour lesquelles il a été possible de modéliser la répartition en situation de référence.

Le calcul de l'IPR nécessite de connaître:

- la surface échantillonnée exprimée en m<sup>2</sup>,
- le nombre d'individus capturés pour chaque espèce ou groupe d'espèces

\* voir aussi : <http://www.enquetes-publiques.afnor.org/VAR/0/9/987/doc/4830/html/projet.html>

### ***III.2.b La pêche électrique :***

Nous avons effectué 5 pêches électriques sur 5 stations. En deux jours, les pêches se sont déroulées successivement, sur la station n° 5, La Clape, puis sur la n° 1, La Magdeleine, et sur la n° 3 Châteaudouble. Le lendemain on a pêché sur la station n° 10, Le Muy et enfin sur la n° 8, Retru.

Le principe de la pêche électrique est de créer un champ électrique dans l'eau entre les deux électrodes (la cathode - et l'anode +) qui va agir sur les poissons (phénomène physiologique de la galvanonarcose = nage forcée).

Notre équipe de pêche électrique était constituée de deux manipulateurs aux anodes (techniciens ayant suivie une formation), de deux personnes avec les épuisettes (grand tamis et mailles 10 mm) pour récupérer le poisson assommé et une personne avec les sauts pour stocker le poisson, une autre personne vérifiant que les câbles ne se coincent pas, et enfin une personne, chargée de la sécurité, s'occupant du démarrage/arrêt du générateur et du bon fonctionnement de l'opération.

La méthode d'échantillonnage de la population piscicole que nous utilisons lors des pêches électriques, consiste à effectuer 2 passages de pêches électriques sur la même zone, ensuite à comptabiliser les espèces pêchées lors du premier passage, puis celles du deuxième (qui doit normalement comporter un effectif plus faible).

### **III.2.c Paramètres indicateurs mesurés**

#### **L'espèce repère choisie : La truite Fario :**

Nous avons choisi comme espèce repère la truite fario car c'est l'espèce la mieux connue sur le plan de la biologie et de l'écologie dans les cours d'eau de 1ère catégorie en France. De plus, c'était, avant la crue de Juin 2010, la plus représentative du cours d'eau de la Nartuby.

Du nom scientifique *Salmo trutta fario*, la truite fario fait partie de la famille des Salmonidés. Originaire de l'hémisphère Nord Européen. Son aire de répartition originelle couvre l'Europe septentrionale, centrale et occidentale. Suite à de très nombreuses introductions, elle est implantée dans bon nombre de pays sur tous les continents de l'hémisphère Sud. Elle a une forte capacité d'adaptation. Elle aime les eaux froides (entre 7°C et 19°C), très oxygénées et oligotrophes tel que les torrents de montagne ou les zones de source des rivières. Pour survivre elle a besoin de structures d'abris et de la végétation rivulaire arborée créatrice de caches par ses systèmes racinaires. Elle préfère donc les zones à couverture végétale (ripisylves). La matière organique végétale permet à la truite de trouver de nombreux invertébrés et insectes qui se nourrissent de celle-ci. Elle peut changer d'habitat selon les saisons : en hiver, elle cherche des eaux plus profondes, à vitesse d'écoulement plus faible et à couvert végétal plus important. La surface de son territoire varie en fonction de sa taille, de quelques cm<sup>2</sup> à plusieurs dizaines de m<sup>2</sup>. Elle est généralement sédentaire et territoriale surtout lorsque son habitat présente un certain nombre de caractéristiques favorables, mais elle peut effectuer aussi des migrations (à l'intérieur de réseau hydrographique) surtout quand elle est en recherche de frayères pour sa reproduction. Sa croissance va dépendre de son environnement, elle varie en fonction de la température et de la disponibilité en nourriture. Cela va dépendre aussi de la maturité sexuelle.

Dans les zones où nous trouvons de la truite fario, on peut retrouver avec elle des espèces de poissons dites « d'accompagnement » de celle-ci (car adaptées aux mêmes conditions environnementales que la truite) : le vairon, le barbeau méridional et le chevaine, qui sont des cyprinidés dit « d'eau vive » (car ils aiment les débits relativement forts).

Intérêts et perspective : La truite fario, de part ses exigences de qualité physique et chimique, est un très bon indicateur de la qualité du milieu aquatique. Poisson noble par excellence, la truite constitue la passion favorite de nombreux pêcheurs varois. Pourtant, cette espèce commune du réseau hydrographique salmonicole, se trouve trop souvent tellement menacée que son maintien dans certains cours d'eau n'est entretenu que de manière artificielle, grâce à des repeuplements. Hormis les conséquences de la crue du 15 Juin 2010, la nette régression des populations naturelles est causée principalement par la dégradation des

milieux aquatiques, la pression halieutique n'étant que secondaire puisque réglementée en taille et en nombre pour protéger le poisson. Les dégradations peuvent être physiques (endiguements, recalibrages, curages, nettoyages du lit, extractions de matériaux, constructions d'ouvrages), chimiques (pollutions industrielles, routières, domestiques), et hydrauliques (modification des débits par la construction d'ouvrages hydroélectriques, pompages agricoles, industriels ou d'eau potable).

Nous savons que ce sont les paramètres de l'habitat qui conditionnent de façon très majoritaire l'abondance des truites (nombre d'abris, température de l'eau, oxygénation...). C'est pour cela que nous avons procédé à toutes les mesures qui suivent.

L'ensemble des stations ont fait l'objet de différentes mesures :

- Qualité de la structure physique de l'habitat : hauteurs, largeurs, vitesse, substrat, berges, ripisylve, etc.
- Biomasse et densité de poissons (pêches électriques)
  - Qualité de l'eau : T°, pH, oxygénation, IBGN, ...

### **Suivi thermique :**

Parmi les fonctions assurées par une ripisylve des cours d'eau méditerranéens, l'ombre portée en lit mineur en est une importante, puisqu'elle inhibe l'augmentation de la température dans la lame d'eau à l'étiage dans des plages qui seraient incompatibles avec les exigences des communautés d'espèces piscicoles rhéophiles.

Ce rôle est d'autant primordial qu'il concerne les cours d'eau soutenus à l'étiage par la résurgence des petits aquifères profonds locaux, aux eaux fraîches, et contribue à inscrire ces secteurs de cours d'eau dans le rhithron, correspondant à la zone salmonicole, qui se traduit par la présence de la Truite commune de rivière, sténotherme d'eau froide.

Suite à la crue morphogène, le corridor rivulaire installé en lit mineur à moyen a quasiment été détruit sur l'ensemble du linéaire encore boisé, surtout dans les secteurs en configuration de gorges (chateaudouble), soumis à des glissements de terrain, mais surtout à vitesses de courant élevées, et au phénomène associé d'érosion mécanique, dû à un transport sédimentaire actif.

Ce suivi a pour objectif d'enregistrer les températures circadiennes de la lame d'eau sur les mois les plus chauds, au niveau de ces secteurs de la Nartuby marqués par ces berges érodées, laissant apparaître un substrat dominant de type minéral, soumis directement au rayonnement solaire, et susceptible de restituer plus de chaleur emmagasinée à la lame d'eau en circulation.

L'exploitation des amplitudes thermiques révélées pendant les mois les plus chauds devrait nous permettre d'évaluer l'impact de l'éventuel réchauffement de l'eau, et d'appréhender les effets sur les espèces piscicoles encore présentes, en fonction de leurs exigences physiologiques

vis à vis de ce paramètre.

Il a consisté à placer 4 sondes thermiques sur des secteurs stratégiques sur la Nartuby ; ces sondes relèvent toute les 6 heures la température. Ces 4 points ont été placés soit après un apport en eau, souterraine ou par un affluent, soit par rapport à l'amont et l'aval du cours d'eau. (cf. **Annexe 3** : Schéma de la localisation des sondes thermiques sur la Nartuby).

#### **Mode de traitement des données :**

Après récolte des données nous avons utilisé le logiciel Estimhab conçu à partir d'un classeur de feuilles de calcul développées sous tableur Excel.

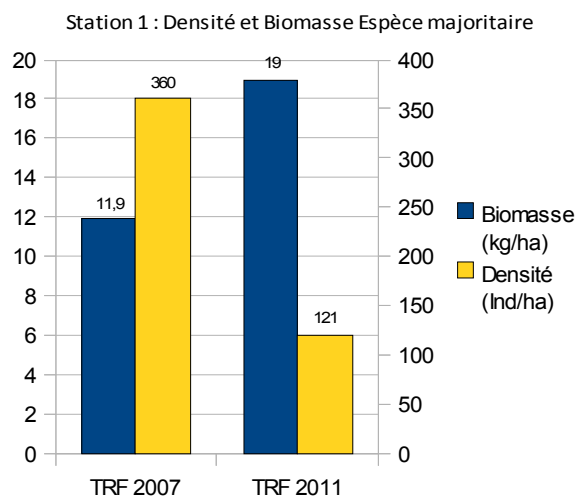
## **IV RESULTATS ET INTERPRETATIONS**

### **IV.1. Résultats Pêches Electriques (complète à 2 passages) :**

#### **IV.1.a Station 1 :**

- *Salmo trutta fario*, la truite fario (TRF) (**10 individus recensés en 2007 contre 2 en 2011**)

**Histogramme n° 1 : Comparaison des densités et biomasses de l'espèce majoritaire capturée à La Magdeleine en juin 2007 et en juin 2011 :**



Sur cette station proche de la zone des sources, il n'y a présence que d'une seule espèce,

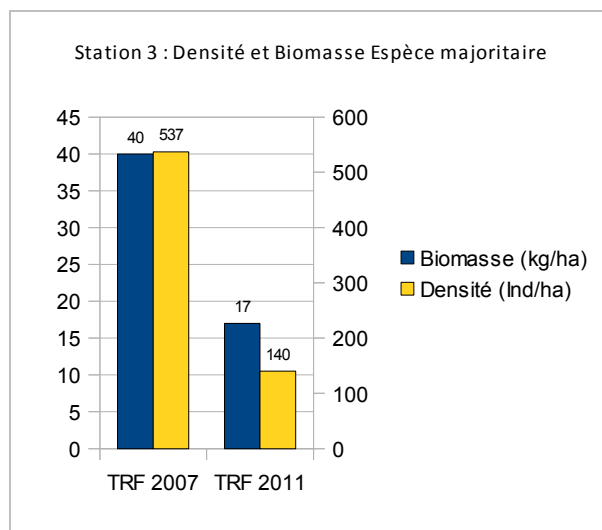
la Truite fario. Cependant il y a eu une nette diminution de l'échantillon, plus du 3/4. Elle est passée de 10 individus capturés en juin 2007 à 2 individus capturés en juin 2011. Nous remarquons, grâce à l'histogramme ci-dessus qu'en 2007 la densité d'individus par hectare était nettement supérieure à celle en 2011 (cru de 2010 entre temps) mais la biomasse, quant à elle, est inférieure à celle retrouvée en 2011 (ce qui indique qu'il y avait d'avantage d'individus et de taille plus petite en 2007). Nous en déduisons qu'en 2007 il y avait surtout des truites fario juvéniles, c'est donc une zone de reproduction potentielle. Mais en 2011, on retrouve essentiellement des adultes. Peut-être qu'en étant très peu nombreux et les seuls à avoir pu résister à la crue de 2010, la reproduction doit mettre un certain laps de temps pour redémarrer.

La séquence des inventaires piscicoles (2000, 2007, 2011) révèle une grande stabilité dans la composition du peuplement piscicole qualifié de monospécifique, mais aussi d'une grande variabilité dans la structure interannuelle au sein de la population salmonicole.

D'après cette méthode, cette station reste inscrite dans la zone à truites.

#### **IV.1.b Station 3 :**

- *Salmo trutta fario*, la truite fario (**TRF**) (**42 individus recensés en 2007 contre 6 en 2011**)
- *Barbus meridionalis*, le barbeau méridional (**BAM**) (9 individus en 2011)
- *Phoxinus phoxinus*, le vairon (**VAI**) (1 individu en 2011)



#### **Histogramme n° 2 : Comparaison des densités et biomasses des espèces majoritaires capturées aux gorges de Châteaudouble en juin 2007 et en juin 2011**

Après la crue, il y a toujours présence de la truite fario, mais avec une très forte diminution de la population, nous sommes passés de 42 individus en 2007 à 6 individus en 2011. De plus, il y a présence de deux nouvelles espèces de la famille des cyprinidés qui

n'étaient pas identifiées lors des précédents inventaires sur ce tronçon (le vairon et le barbeau méridional, qui sont des espèces d'accompagnement de la truite fario) ; cela peut être expliqué par l'impact de la crue de 2010, avec la dévalaison accidentelle de ces individus, et/ou du fait que cette station a été décalée de 1Km vers l'aval par rapport à la station habituellement inventoriée, pour des raisons d'accessibilité et de sécurité. Il est donc plus probable que ce tronçon abritait avant la crue un peuplement piscicole présentant une plus grande richesse spécifique .

La truite fario reste quand même une espèce majoritaire de l'échantillon.

Cependant, les paramètres descriptifs quantitatifs (densité – biomasse) et qualitatifs (répartition en classes d'âge) révèlent une population relictuelle et complètement déstructurée depuis la crue.

On complètera les résultats avec un paramètre d'ordre sanitaire avec l'apparition du saturnisme observé sur plusieurs alevins de l'année échantillonnés.

On en conclut que la crue a certainement eu l'impact le plus fort sur la population de truites fario dans ce secteur de gorges chaotiques, avec des effets sur la dynamique, mais aussi d'ordre physiologique.

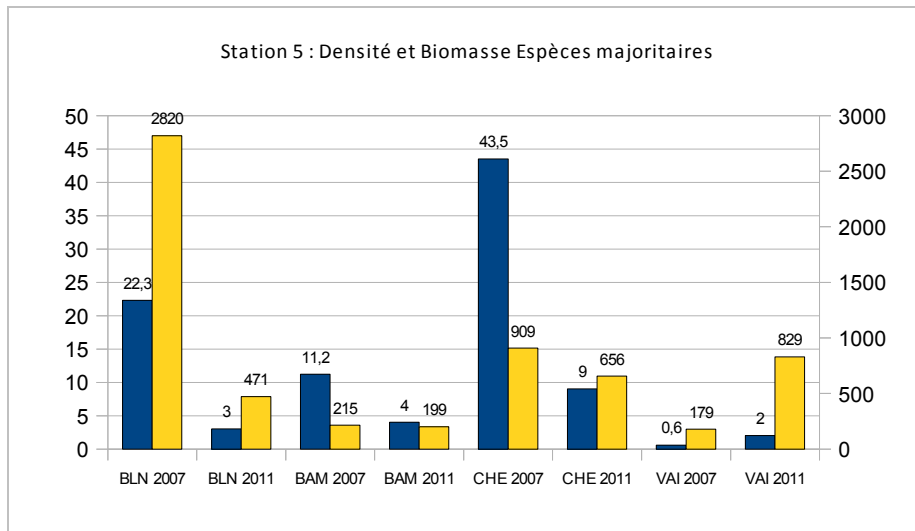
De par la présence significative de truites fario, comparativement aux 2 espèces de cyprinidés trouvées, cette station conserve néanmoins un fort potentiel salmonicole. Hypothèse confirmée par les résultats issus des derniers inventaires d'avant la crue (FPPMA du Var, septembre 2009 et juin 2010) dans gorges de Chateaudouble, suivi qui cloturait un programme de restauration des frayères, et identifiait une population bien structurée et conforme, avec une valeur d'indice d'abondance forte, seulement déclassée par la biomasse.

*Remarque : Les cyprinidés ont un cycle biologique avec une phase associée à la reproduction étalée (avril à juillet), ils peuvent se reproduire jusqu'à 2 fois par an (ponte fractionnée) surtout après un événement perturbant comme la crue, alors que la Truite fario n'a l'opportunité de se reproduire qu'une seule fois par an (espèce sténotherme d'eau froide).*

#### **IV.1.c Station 5 :**

- *Barbus meridionalis*, le barbeau méridional (**BAM**) (15 indiv recensés en 2007 puis 17 en 2011)
- *Leuciscus souffia*, le blageon (**BLN**) (193 individus en 2007 et 41 en 2011)
- *Leuciscus cephalus*, le chevaine (**CHE**) (63 individus en 2007 et 57 en 2011)
- *Salmo trutta fario*, la truite fario (**TRF**) (3 individus en 2007 et 13 en 2011)
- *Phoxinus phoxinus*, le vairon (**VAI**) (12 individus en 2007 et 72 en 2011)
- *Rutilus rutilus*, le gardon (**GAR**) (2 individus en 2011)

- *Gobio gobio*, le goujon (**GOU**) (6 individus en 2011)



**Histogramme n° 3 : Comparaison des densités et biomasses des espèces majoritaires capturées à La Clape en juin 2007 et en juin 2011**

La diversité spécifique est restée stable. En juin 2011, il y a réapparition de deux nouvelles espèces, le gardon et le goujon, qui étaient historiquement présentes sur cette station.

Sur cette station les espèces majoritaires sont le blageon, le chevaine, le viron, et dans une moindre mesure le Barbeau méridional, qui sont des cyprinidés d'eaux vives. Les espèces qui ont les plus gros individus (certainement matures) sont les blageons et les chevaines, mais par rapport à 2007 nous retrouvons une proportion d'individus nettement plus petits. Sur le plan de la représentativité au sein du peuplement piscicole en place, la densité de blageons a très fortement diminué. Inversement, la population de vairons (espèce ubiquiste, qui réagit bien aux changements environnementaux) a quant à elle explosé. Tandis que les populations de barbeaux méridionaux et chevaines semblent restées stables au travers de l'échantillon recueilli (pour le barbeau méridional, 15 individus en 2007 à 17 individus en 2011 et pour le chevaine, 63 individus en 2007 à 57 individus en 2011). Depuis la crue de 2010, il est possible que certains gros individus aient été emportés et que le reliquat de géniteurs soit reparti sur une dynamique de recolonisation, ce qui se traduit en 2011 par une quantité d'individus juvéniles plus importante par rapport à la quantité d'adultes. Enfin, l'échantillon de Truite fario est exclusivement représenté par des alevins de l'année de dévalaison, dans une densité la plus élevée sur toute la séquence des inventaires piscicoles sur cette station. Preuve que la reproduction a bien fonctionné pour cette espèce sur certains tronçon de la Nartuby situé plus en amont.

La crue ne semble pas avoir eu d'impact significatif sur les caractéristiques du peuplement

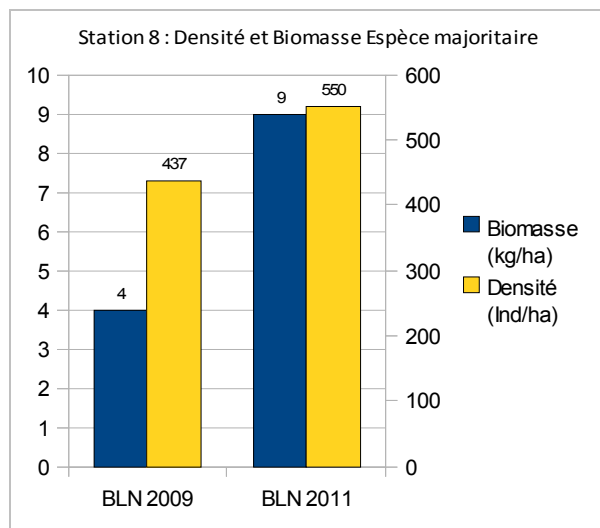
piscicole abrité par ce tronçon, qui conserve la même diversité spécifique et est marqué par une dynamique de recolonisation déclenchée depuis l'an dernier pour les espèces repères du peuplement : Blageon, Chevesne, Barbeau méridional, Vairon, voire même Truite fario.

Du fait de la grande présence de cyprinidés sur cette station, ce tronçon pourrait être considéré comme inscrit dans la zone à cyprinidés d'eau vive, qui marque la transition entre la zone à Truite et la zone cyprinicole, classée en deuxième catégorie piscicole, où le salmonidé ne domine plus le peuplement en abondance.

#### **IV.1.d Station 8 :**

*(le bureau d'étude Ecobiodiv avec lequel nous avons fait les pêches électriques a préféré effectuer la pêche électrique sur la station 8 (Lieu dit Retru) pour des raisons pratiques au lieu de la station 9 (La Motte) comme en 2007. Il ne serait pas cohérent de comparer ces 2 stations isolées l'une de l'autre par le saut de Capelan, qui est un seuil naturel infranchissable pour les poissons. Nous avons donc récupéré les relevés des pêches électriques effectuées par l'ONEMA dans le cadre de la DCE sur cette même station depuis 2006, pour établir une base de comparaison qualitative sur la composition du peuplement piscicole présent, avant et après la crue).*

- *Leuciscus souffia*, le blageon (**BLN**) (**41 individus recensés en 2009 et 61 en 2011**)
- *Leuciscus cephalus*, le chevine (**CHE**) (**1 individu en 2009 et 8 en 2011**)
- *Procambarus clarkii*, l'écrevisse de Louisiane (**PCC**) (**2 individus en 2009 et 11 en 2011**)
- *Gasterosteus aculeatus*, l'épinoche (**EPI**) (1 individu en 2009)
- *Barbus meridionalis*, le barbeau méridional (**BAM**) (28 individus en 2011)
- *Orconectes limosus*, l'écrevisse américaine (**OCL**) (3 individus en 2011)
- *Phoxinus phoxinus*, le vairon (**VAI**) (6 individus en 2011)



**Histogramme n° 4 : Comparaison des densités et biomasses des espèces majoritaires capturées à Retru en 2009 et en juin 2011**

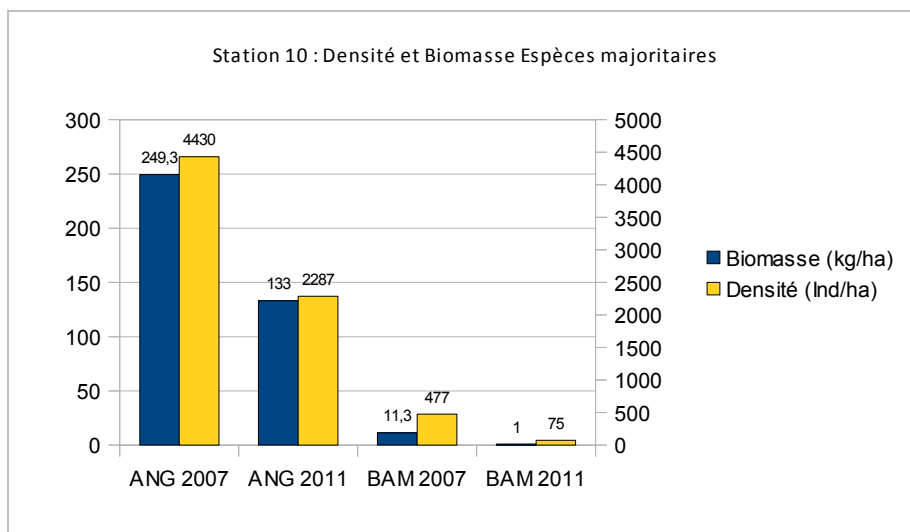
La richesse spécifique est restée constante et les espèces représentatives comme le Blageon, le Barbeau méridional, le Chevesne, qui y contribuent, sont restées stables. La Truite fario n'est pas présente dans l'échantillon, résultat déjà constaté sur la séquence des inventaires de cette station depuis 2000.

Cette station pourtant isolée sur le plan de la continuité écologique par de nombreuses barrières physiques et chimiques, d'origine naturelle ou artificielle, telles que les assecs récurrents du lit de la Nartuby sur le secteur du *Dragon*, les eaux de résurgences de la Foux (conductivité = 4800µS/cm), les seuils naturels (les cascades de Trans, le saut de Capellan), et les ouvrages artificiels, abrite une ichthyofaune relativement invariable et typiquement méditerranéenne.

Par contre, cette rupture dans la continuité écologique semble avoir un impact sur la Truite fario, qui ne semble pas être en mesure de s'acclimater et développer une population autonome sur ce tronçon de la Nartuby.

#### **IV.1.e Station 10 :**

- *Anguilla anguilla*, l'anguille (**ANG**) (289 individus recensés en 2007 et 245 en 2011)
- *Barbus meridionalis*, le barbeau méridional (**BAM**) (32 individus en 2007 et 8 en 2011)
- *Leuciscus souffia*, le blageon (**BLN**) (11 individus en 2007 et 1 en 2011)
- *Leuciscus cephalus*, le chevine (**CHE**) (6 individus en 2007 et 13 en 2011)
- *Lepomis gibbosus*, la perche soleil (**PES**) (2 individus en 2007)
- *Gobio gobio*, le goujon (**GOU**) (15 individus en 2011)
- *Alburnoides bipunctatus*, le spirilin (**SPI**) (1 individu en 2011)
- *Oncorhynchus mykiss*, la truite arc-en-ciel (**TAC**) (2 individus en 2011)



**Histogramme n° 5 : Comparaison des densités et biomasses des espèces majoritaires capturées**

au Muy en juin 2007 et en juin 2011

Sur cette station, la population d'anguilles a diminué (soit 289 individus en 2007 et 245 individus en 2011). Cette baisse s'exprime surtout en termes de biomasse. Nous retrouvons une population composée d'individus plus petits, qui recolonisent progressivement le cours d'eau via l'axe Mer Méditerranée - Argens. Les populations de barbeaux méridionaux et de blageons ont diminué très fortement (barbeaux : de 32 individus en 2007 à 8 individus en 2011; blageons : de 11 individus en 2007 à 1 individus en 2011). Par contre, la population de chevaines a plus que doublée (soit 6 individus en 2007 et 13 individus en 2011). Il y a apparition, en faible quantité, de trois nouvelles espèces : la truite arc en ciel (individus d'élevage, adultes provenant de rempoissonnement pour le loisir pêche, donc non significative), ainsi que le spirin et le goujon – tandis qu'on observe une disparition de l'échantillon de l'épinoche et de la perche soleil. L'espèce majoritaire reste l'anguille qui semble avoir subi des conséquences significatives sur ses effectifs liées suite à la crue de 2010.

Sur cette station la présence de cyprinidés ubiquistes comme le Chevesne, le Goujon, nous amène à penser que cette station est caractéristique d'une zone Cyprinicole. La présence d'une espèce comme l'Anguille, grands migrants amphihalins, confirme que ce tronçon s'inscrit dans un tel contexte piscicole.

La crue morphogène de 2010 n'a apparemment pas contribué à une modification de la typologie ichtyologique sur ce tronçon.

Station	Magdeleine (1)		Châteaudouble (3)		La Clape (5)		Retru (8)		Le Muy (10)	
	Interannuelle	2011	Interannuelle	2011	Interannuelle	2011	Interannuelle	2011	Interannuelle	2011
Truite fario	P et 1	1	1,3,2(d),2(d), 2(d),1(d),4(b)	1	P, P, P	P(b)	0,P,0,0	0		
Barbeau méridional			0	3 (D)	4(b) et 3	2(b)	1,1,1,0	2(b)	3(b)	1
Blageon					5 et 4	1(b)	4(b),2,1,2	2(d)	1	P
Chevaine					5 et 3	1 (b)	P(d),P,P(d),P	1	P	1(D)
Vairon			0	P	1 et 1	1	0,0,0,0	P		
Gardon					1 et 0	P				
Goujon					P et 0	P			0	1
Truite arc-en-ciel									0	P
Épinoche							P,0,P,P	0		
Perche soleil							0,0,P,0	0	P	0
Spirin									0	P
Anguille									5	5 (b)
Écrevisse américaine							0,0,0,0	P		
Écrevisse de Louisiane							0,0,P,P	P		
Richesse spécifique	1	1	1	3	7	7	6	6	5	7

Tableau n°1 bis : Barème d'abondances stationnelles interannuelles sur la Nartuby et valeurs établies en 2011 (d'après barèmes d'abondance : CSP - DR5, 1995) - d = densité déclassante – b = biomasse déclassante.

## **Synthèse :**

Les effets de la crue morphogène telle que celle qu'a subi la Nartuby sur son hydrosystème associé, au travers de l'exploitation du compartiment piscicole, sont encore perceptibles un an après, à différents niveaux :

- D'un point de vue qualitatif, les stations ont conservé cependant leur richesse spécifique piscicole. Elle repose sur une liste d'espèces identiques, notamment celles qui sont électives des zones identifiées sur le profil de la Nartuby = zone à truite, zone à cyprinidés d'eaux vives, zone à cyprinidés d'eau calme.

La crue n'a pas eu d'effet apparent sur la richesse spécifique au sein du peuplement piscicole de la Nartuby, ni apparemment sur sa biotypologie.

- Quelles que soient les populations piscicoles identifiées, on constate encore des valeurs abondances qui ont toutes diminué plus ou moins fortement, ce qui confirme qu'il y a eu dévalaison accidentelle et mortalités (non apparentes) de poissons non négligeable sur l'ensemble de l'écosystème.

- Certaines valeurs d'abondances spécifiques en 2011 révèlent cependant un retour vers des niveaux similaires d'avant la crue, mais uniquement pour les densités (population dominé par les juvéniles), preuve d'un recrutement actif et efficace au sein des populations piscicoles depuis.

Ce phénomène de résilience induite est d'autant plus flagrant chez les espèces de la famille des cyprinidés : Barbeau méridional, Blageon, Chevesne, et Goujon. En effet, ces espèces ont pu bénéficier jusqu'à 2 cycles biologiques depuis la crue, a contrario de la Truite fario, dont la population semble avoir plus souffert de la perturbation d'origine hydraulique.

- Enfin, on notera la bonne représentativité de l'Anguille d'Europe au sein du peuplement aval de la Nartuby, dans des valeurs de classe très fortes (Classe 5/5), identiques à celles rencontrées avant la crue. Ce résultat est à mettre bien sur en relation avec le mode de recolonisation spécifique à l'espèce de la Nartuby, depuis l'aval, c'est à dire indépendant de l'hydrosystème local perturbé.

## IV.2. Résultats de l'IPR

Indice calculé par le bureau d'étude Ecobiodiv

**Tableau n° 2 : Résultats de l'analyse IPR**

Référencement des opérations de pêche				Scores des métriques d'occurrence			Scores des métriques d'abondance				Valeur de l'IPR	Classe de qualité associée	
N° de code ou de référence	Nom du cours d'eau	Nom de la station	Date de l'opération	NER -2 log(p)	NEL -2 log(p)	NTE -2 log(p)	DIT -2 log(p)	DIO -2 log(p)	DII -2 log(p)	DTI -2 log(p)			
NAR-01	Nartuby	La Magdeleine	27/06/2011	3,833	5,175	3,446	1,423	2,679	4,583	7,505	28,644	4	Mauvaise
NAR-03	Nartuby	Châteaudoubk	27/06/2011	1,479	0,678	0,498	0,948	1,127	1,820	2,324	8,874	2	Bonne
NAR-05	Nartuby	La Clappe	27/06/2011	0,327	0,831	2,462	3,326	4,597	1,227	0,176	12,947	2	Bonne
NAR-08	Nartuby	La Motte	28/06/2011	1,148	1,926	1,392	0,839	0,913	7,519	0,513	14,250	2	Bonne
NAR-10	Nartuby	Le Muy	28/06/2011	0,844	1,236	0,951	0,564	0,480	0,024	0,654	4,754	1	Excellente

Le niveau de perturbation du peuplement piscicole varie fortement entre les différentes stations étudiées. On peut remarquer qu'il y a une adéquation plus forte de l'amont vers l'aval. Selon l'analyse IPR, la station 1, la plus en amont, semble la plus perturbée avec une classe de qualité de 4, cela montre une réduction importante de l'abondance globale par rapport au peuplement de référence (selon le modèle). Tandis que la station 10, la plus en aval, a une classe de qualité de 1, elle est donc considérée comme « non perturbée ». Les 3 autres stations intermédiaires présentent une classe de qualité de 2. La station 3 avec une valeur d'IPR proche de 7, indique principalement une réduction de l'espèce la plus sensible. Les stations 5 et 8 avec des valeurs IPR d'environ 13/14 présentent une disparition et un remplacement des espèces caractéristiques du milieu considéré. Suite à ces notes d'IPR, la diversité sur la Nartuby est très bonne.

## IV.3. Résultats de l'IBGN :

Ne sont présentés ici que les résultats IBGN de 3 stations sur les 5 étudiées. En effet, le bureau d'étude Ecobiodiv, qui nous a fournis ces résultats, n'a pas analysé les 2 autres stations.

**Tableau n° 3 : Résultats obtenus en mars 2007 et en mars 2011 dans le cadre de l'IBGN**

Paramètre	Fin mars 2007			Fin mars 2011		
	1	3	8	1	3	8
Station						
Note IBGN / 20	13	16	10	14	14	9
Groupe Indicateur	9	9	5	9	9	5
Nombre de taxon	16	28	19	18	17	14
Robutesse	7	14	9	11	11	6

### **Station 1 :**

Cette station présente une valeur IBGN de 13 en 2007 et de 14 en 2011, ce qui se traduit par une bonne qualité de l'habitat selon le protocole proposé par SEQ-Bio (Système d'Évaluation de la Qualité Biologique de l'eau défini par les Agences de l'Eau). De plus, on constate une bonne robustesse de l'analyse IBGN. De 2007 à 2011, il y a même eu une amélioration de l'état de l'habitat biologique, déjà bon en 2007. Cependant, l'évaluation de la robustesse traduit une très faible stabilité du peuplement avec une perte de 6 points au niveau de la note réévaluée (soit  $13-6 = 7/20$ ).

### **Station 3 :**

Cette station, dans les gorges, présente en 2007 et en 2011 un bon indice qualité de l'habitat. Mais il est meilleur en 2007 avec une valeur de 16, tandis qu'en 2011 il présente une valeur de 14. La robustesse du test en 2001 est de 11, ça traduit une stabilité moyenne du peuplement avec une perte de 3 points au niveau de la note réévaluée. Celle de 2007 est bonne puisqu'elle est de 14, avec une perte de 2 points au niveau de la note réévaluée. De 2007 à 2011 cette station est légèrement moins bonne en termes de qualité d'habitat biologique.

### **Station 8 :**

En 2007 comme en 2011, cette station présente une qualité moyenne de l'habitat avec une note respective de 10 et de 9. Donc de 2007 à 2011, il y a eu une légère diminution de la qualité de l'habitat. La robustesse du test est moyenne également pour les 2 années. Nous remarquons que jusqu'à cette station le groupe indicateur était de 9, sur cette station nous sommes passé à un groupe indicateur de 5 et un nombre de taxon de 14, plus petit également. Cette station est de moins bonne qualité car il faut se rappeler qu'elle est située en aval d'une STEP.

### **Synthèse :**

Que ce soit en 2007 ou en 2011, on constate que les stations le plus en amont (la 1 et la 3) sont de meilleure qualité en terme d'habitat biologique (avec des groupes indicateurs élevés (9) et un nombre important de taxons), que celle située en aval du cours d'eau (la station 8). On voit qu'en général, en 2007, sur toutes les stations, la qualité d'habitat était meilleure qu'en 2011. La crue de 2010 n'a pas influencée l'habitat biologique car les groupe indicateurs sont restés les même (station 1 : 9, station 3 : 9 et station 8 : 5) en 2007 et en 2011. Ces stations

restent donc propices, du point de vu qualité de l'eau, à un bon développement des espèces piscicoles.

#### **IV.4. Résultats Estimhab :**

Les classeurs d'Estimhab : (en **Annexes 2** : Les tableaux d'entrées d'Estimhab de chaque station)

Il existe différentes manières de mener l'interprétation des résultats obtenus grâce à l'application Estimhab, en fonction de l'objectif d'évaluation ou de gestion que l'on s'est assigné au départ. Dans le cas de la présente étude, on va privilégier une lecture visant une interprétation en termes d'habitat physique potentiel (hauteur d'eau, largeur de lit mouillé, et substrat en fonction du débit) offert par la Nartuby – notamment au bénéfice de la Truite fario inscrite au sein de son cycle biologique - sur son profil longitudinal et influencé par le critère temporel, de saisonnalité (hautes eaux – basses eaux). On va rechercher à donner une interprétation biologique des variables physiques.

Les courbes extraites du modèle expriment les caractéristiques hydro-morphologiques seules dans un contexte quasi naturel : nous avons repris la plupart des stations en dehors d'un tronçon non influencé par un ouvrage transversal artificiel. Elles héritent également d'une évolution hydromorphologique liée à l'évènement hydroclimatique de juin 2010 et de la crue morphogène. A ce titre, elles représentent un référentiel pour la rivière, et l'ichtyofaune qu'elle abrite.

Enfin, il ne faut pas perdre de vue que l'abondance d'une espèce piscicole dans un endroit donné est liée à de nombreux autres facteurs environnementaux et anthropiques qui nous a conduit à lancer le suivi thermique, l'actualisation de l'IBGN, l'expertise génétique des truites projetée...

Le diagnostic s'appuyera sur une lecture des courbes niveau de la partie « bas à moyen débit ».

La quantification et l'évolution des surfaces utiles pour la truite fario, le goujon et le vairon sont analysées à l'aide de courbes spécifiques ; elles sont, en revanche, approchées par l'intermédiaire des guildes d'habitat pour les autres espèces présentes.

Selon la notice utilisation de la méthode Estimhab :

« Si une espèce n'est pas prise en compte dans la feuille 'simulations-populations', on pourra simuler sa réponse typique en l'associant à la guildes la plus adaptée. »

Guilde 'radier' : loche franche, chabot, barbeau <9cm

Guilde 'chenal' : barbeau >9cm, blageon >8cm (+ hotu, toxostome, vandoise, ombre)

Guilde 'mouille' : anguille, perche soleil, perche, gardon, chevaine >17cm

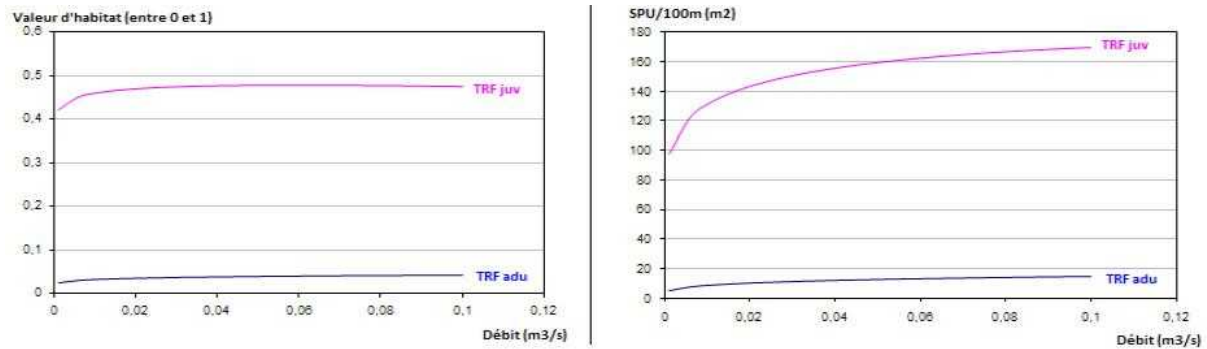
Guilde 'rive' : goujon, blageon <8cm, chevaine <17cm, vairon

#### Avertissement :

La mise en œuvre de l'application estimhab sur la Nartuby, dont la méthode statistique est basée sur l'identification des débits moyens de la rivière lors de 2 campagnes de mesures de hauteurs et largeurs associées, a révélé certaines limites en fonction des stations situées en tête de bassin versant :

- Pour les stations 1 et 3, les valeurs de débits moyens établies sont en dehors du domaine de validité de la méthode pour les simulations espèces.
- Les stations 1 et 3, trop éloignées de la station officielle de la banque Hydro qui prend en compte par ailleurs des apports hydrauliques non négligeables, s'appuient donc sur une estimation d'un Q50 via un débit Q moyen calculé à partir des valeurs les plus proches relevées lors des campagnes annuelles de jaugeage réalisées en 2007, 2009 et enfin 2011 par le SIAN.
- Les stations 1 et 3, l'une dans la zone des sources et l'autre dans un profil de gorges encaissées, présentent peu de variation dans les valeurs de hauteur d'eau et de largeur de lit mouillé entre les 2 campagnes de jaugeage. Il faudra en tenir compte dans l'analyse de la capacité d'accueil.

### **Station 1 :**



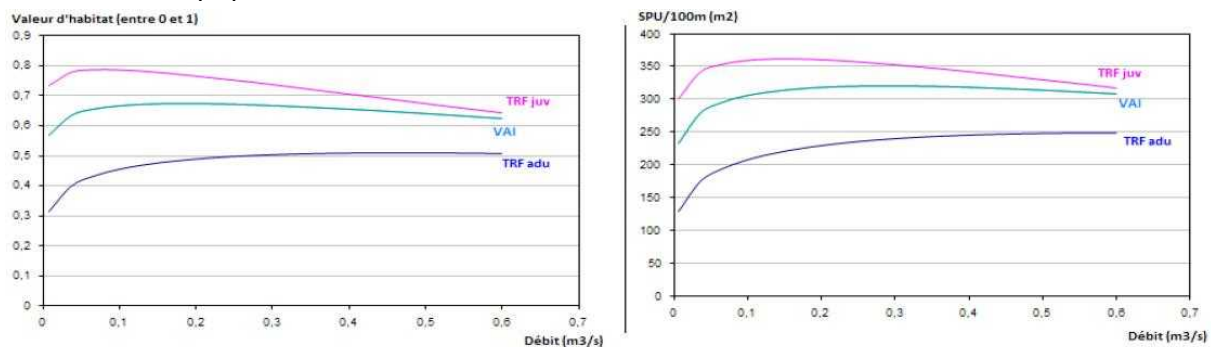
**Graphiques n° 1 : Évolution de l'habitat exprimée en valeur d'habitat et en Surface Pondérée Utile en fonction du débit pour la population piscicole présente à la station 1.**

Cette station de la zone des sources présente une qualité d'habitats plutôt favorable aux premiers stades de développement de la Truite, même si les valeurs d'habitats n'évoluent guère et plafonnent en dessous de la valeur moyenne. Le tronçon offre jusqu'à 180m<sup>2</sup> de SPU normée pour un débit autour de 100 l/s, qui correspond aux valeurs des hautes eaux.

A contrario les habitats ne semblent pas compatibles (valeurs de hauteur limitantes) avec le stade adulte et ce quelle que soit la géométrie hydraulique définie sur le tronçon.

### **Station 3 :**

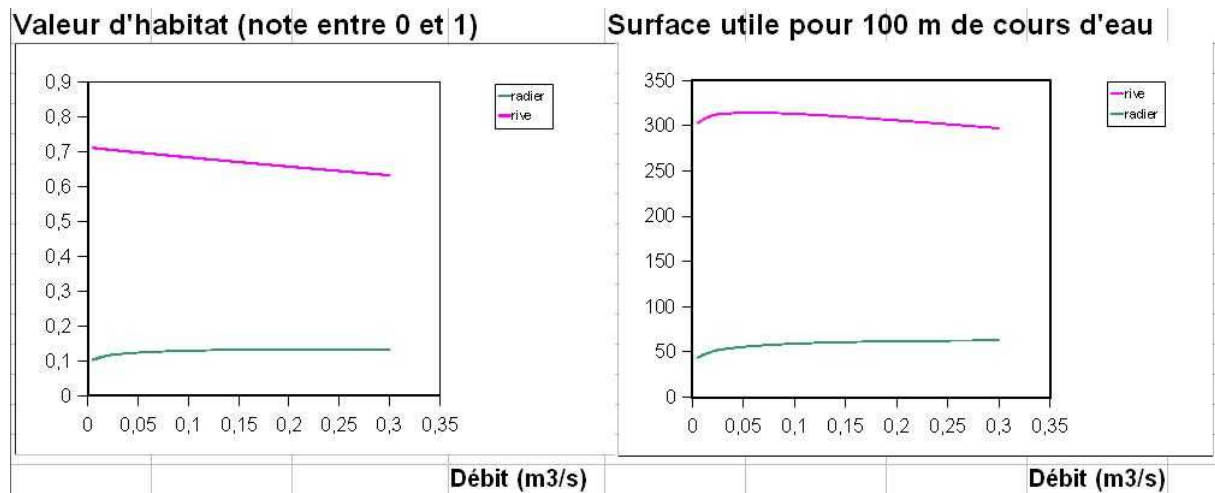
- Simulations «populations» : Qualité de l'habitat en fonction du débit :



**Graphique n° 2 - a : Évolution de l'habitat exprimée en valeur d'habitat et en Surface Pondérée Utile en fonction du débit pour la population piscicole présente à la station 3.**

Selon la modélisation obtenue, cette station est celle qui présente la meilleure capacité d'accueil (stabilité et quantité) pour l'espèce Truite sur l'ensemble de son cycle biologique. La SPU normée s'élève jusqu'à 250 m<sup>2</sup> et >350m<sup>2</sup> respectivement pour le stade adulte et juvéniles. Cependant, on notera que - pour le stade juvénile et l'espèce Vairon - les valeurs de SPU baissent pour des débits supérieurs à 170l/s, valeurs qui sont représentatives sur ce tronçon de la Nartuby en période de hautes eaux.

- Simulations «guildes» : Qualité de l'habitat moyennées par groupes d'espèces ayant des préférences d'habitat comparables en fonction du débit.



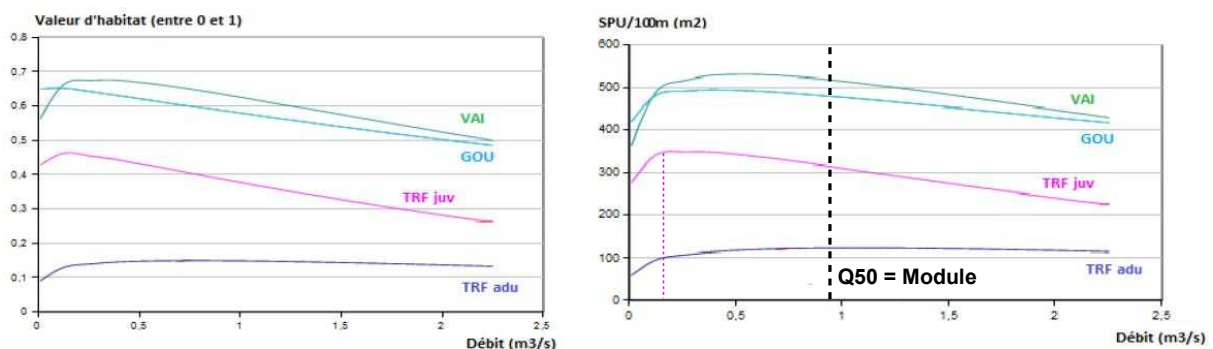
**Graphique n° 2 - b :** Évolution de la qualité de l'habitat moyennée par groupes d'espèces ayant des préférences d'habitat comparable, exprimée en valeur d'habitat et en Surface Pondérée

Utile en fonction du débit pour la population piscicole présente à la station 3.

La simulation guildes obtenue révèle que le tronçon est plutôt compatible avec le cortège des espèces évoluant en rives, c'est à dire les poissons de petite taille et pélagiques : Blageon et Chevesne.

### Station 5 :

- Simulations «populations» : Qualité de l'habitat en fonction du débit :



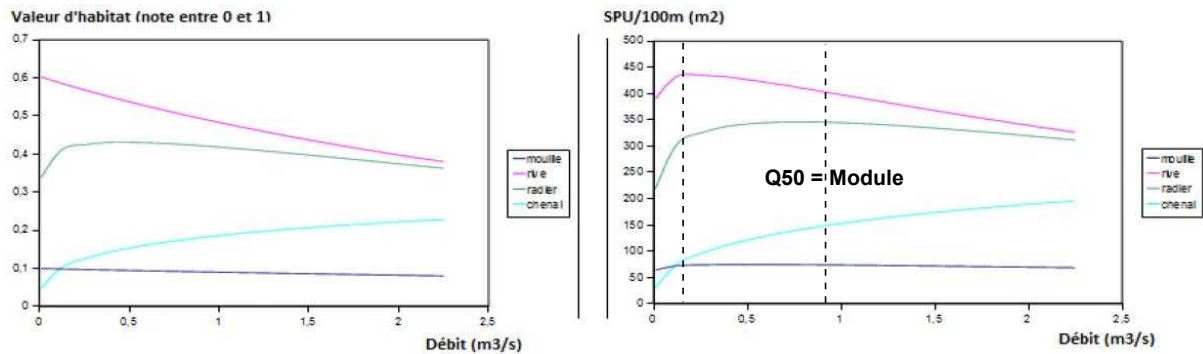
**Graphiques n° 3 - a :** Évolution de l'habitat exprimée en valeur d'habitat et en Surface Pondérée Utile en fonction du débit pour la population piscicole présente à la station 5.

Les simulations pour chaque espèce/stade présentent toutes la même allure de courbe en cloche révélant une SPU maximum. La valeur de SPU normée maximale pour la truite au stade juvéniles reste comparable à la station 3, mais diminue par ailleurs rapidement pour des débits supérieurs à 250 l/s.

Les valeurs de capacité d'accueil du tronçon apparaissent comme étant limitantes pour le stade adulte de la Truite. Pour autant, la SPU normée de l'ordre de 100m<sup>2</sup>, n'est cependant pas négligeable comparativement à celle relevée sur la station 1.

La Nartuby sur ce tronçon, délimité en aval par le seuil de la Clappe, conserve donc un potentiel salmonicole sur le plan de l'habitat physique.

- Simulations «guildes» : Qualité de l'habitat moyennées par groupes d'espèces ayant des préférences d'habitat comparables en fonction du débit.

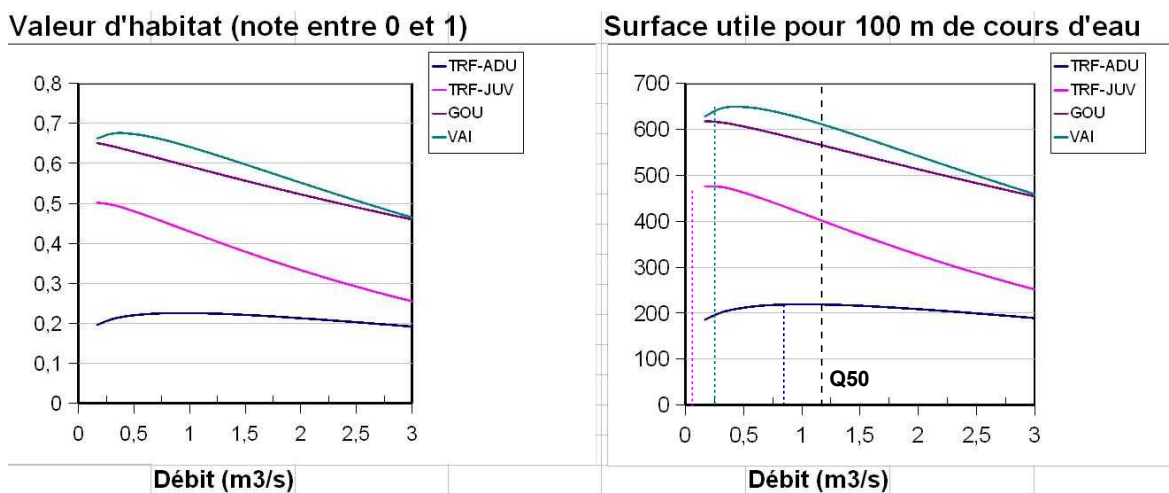


**Graphiques n° 3 - b :** Évolution de la qualité de l'habitat moyennée par groupes d'espèces ayant des préférences d'habitat comparable, exprimée en valeur d'habitat et en Surface Pondérée Utile en fonction du débit pour la population piscicole présente à la station 5.

Ce sont les guildes « rive » (goujon, blageon <8cm, chevaine <17cm) et « radier » (barbeau <9cm) qui rencontrent une géométrie hydraulique compatible avec leurs exigences biologiques sur cette station, surtout dans la gamme de débits comprise entre 60l/s (proche du VCN3=65l/s pour un étiage de fréquence biennale) et le module, pour bénéficier de SPU maximales.

### Station 8 :

- Simulations «populations» : Qualité de l'habitat en fonction du débit :



**Graphiques n° 4 - a :** Évolution de l'habitat exprimée en valeur d'habitat et en Surface Pondérée Utile en fonction du débit pour la population piscicole présente à la station 8.

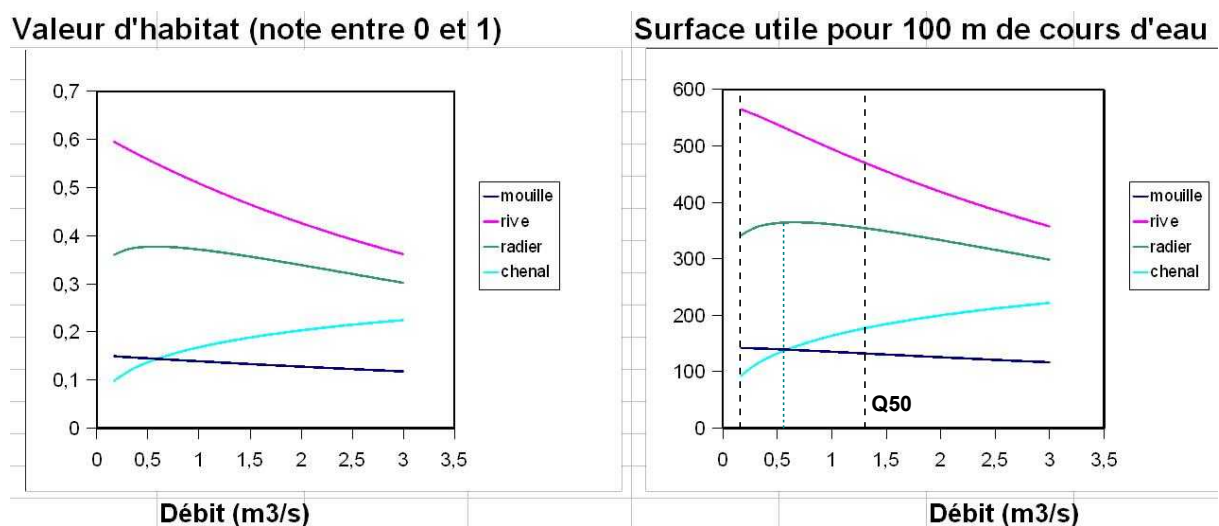
D'une manière générale, la station n'offre une qualité d'habitats favorables à l'ensemble des espèces que dans une gamme de débits faibles pour la station, c'est à dire rencontrés dans des conditions d'étiage en l'occurrence. Elle correspond préférentiellement aux espèces : Vairon et Goujon.

Ce constat se confirme pour la Truite qui bénéficie d'une capacité d'accueil maximale et compatible avec ses exigences que dans la gamme de débits inférieurs à 1m<sup>3</sup>/s (stade adulte) voire à 500l/s (juvéniles), qui correspond aux débits moyens mensuels naturels pour les mois de juillet à octobre uniquement. Au delà de ces valeurs de débits, la capacité d'accueil diminue rapidement.

Il est donc raisonnable de conclure que compte tenu de la géométrie hydraulique du tronçon, les débits naturels d'étiage n'apparaissent pas structurant sur cette station et n'ont que peu d'impact sur le peuplement abrité sur ce tronçon. Cette hypothèse semble confortée par la lecture des courbes prédictives pour les guildes.

Enfin, la station offre une quantité (SPU) d'habitats potentiels moyenne (TRF ad) à bonne (TRF juv), mais associée à une capacité d'accueil rapidement limitante hormis la période d'étiage.

- Simulations «guildes» : Qualité de l'habitat moyennée par groupes d'espèces ayant des préférences d'habitat comparables en fonction du débit.



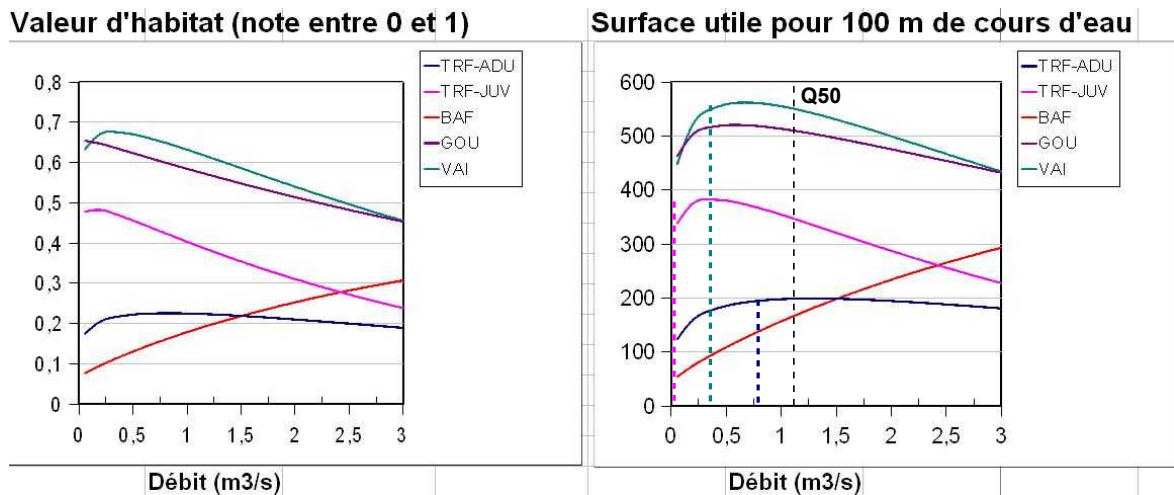
**Graphiques n° 4 - b :** Évolution de la qualité de l'habitat moyennée par groupes d'espèces ayant des préférences d'habitat comparable, exprimée en valeur d'habitat et en Surface Pondérée Utile en fonction du débit pour la population piscicole présente à la station 8.

La simulation révèle une capacité d'accueil favorable aux guildes radiers (barbeau <9cm) et rives (goujon, blageon <8cm, chevaine <17cm) dans une gamme de débits caractéristiques

de l'étiage naturel (autour de 500l/s), mais surtout à la guilde chenal (barbeau >9cm, blageon >8cm) confortée par une évolution des débits à la hausse avec un maximum autour de 5m3/s.

### Station 10 :

- Simulations «populations» : Qualité de l'habitat en fonction du débit :



**Graphiques n° 5 - a :** Évolution de l'habitat exprimée en valeur d'habitat et en Surface Pondérée Utile en fonction du débit pour la population piscicole présente à cette station.

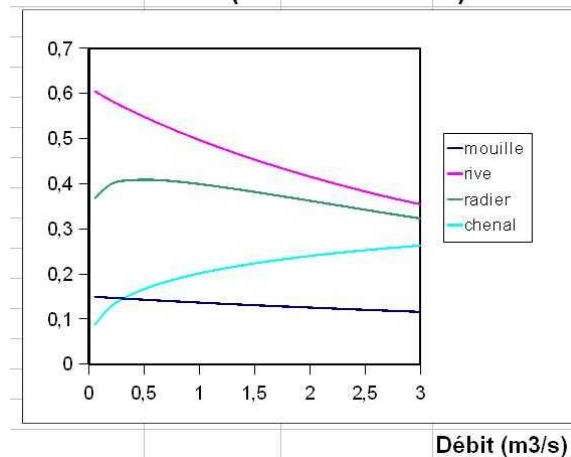
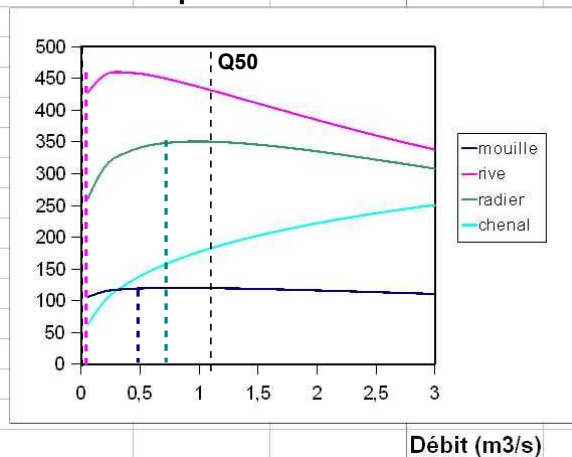
Les courbes prédictives d'habitats spécifiques ont une allure identique que celles de la station précédente, marquée par un maximum de SPU pour une gamme de débits faibles pour la station mais aussi une déclinaison rapide de la quantité d'habitats compatibles exploitables sur le tronçon avec l'augmentation des débits.

Les espèces Vairon et Goujon bénéficient d'une capacité d'accueil la plus adaptée sur le tronçon.

Enfin, le barbeau représenté par de gros spécimen (hybrides) sur la station rencontre une capacité d'accueil favorable à son maintien dans une gamme de débits élevés.

Pour l'espèce Truite de rivière, la station offre un potentiel habitationnel rapidement déclassant en dehors des périodes d'étiage.

- Simulations «guildes» : Qualité de l'habitat moyennées par groupes d'espèces ayant des préférences d'habitat comparables en fonction du débit.

**Valeur d'habitat (note entre 0 et 1)****Surface utile pour 100 m de cours d'eau**

**Graphiques n° 5 - b : Évolution de la qualité de l'habitat moyennée par groupes d'espèces ayant des préférences d'habitat comparable, exprimée en valeur d'habitat et en Surface Pondérée Utile en fonction du débit pour la population piscicole présente à cette station.**

La simulation révèle comme sur la station 8 une capacité d'accueil favorable aux guildes radiers (barbeau <9cm) et rives (goujon, blageon <8cm, chevaine <17cm) mais exclusivement dans une gamme de débits caractéristiques de l'étiage naturel (autour de 500l/s), mais surtout à la guildes chenal (barbeau >9cm, blageon >8cm) confortée par une évolution des débits à la hausse avec un maximum autour de 5m³/s.

Le cortège des espèces comprenant l'Anguille semble rencontrer une quantité d'habitats disponibles légèrement plus importante que sur la station 8, mais qui est loin d'être optimale.

#### IV.5. Suivi thermique :

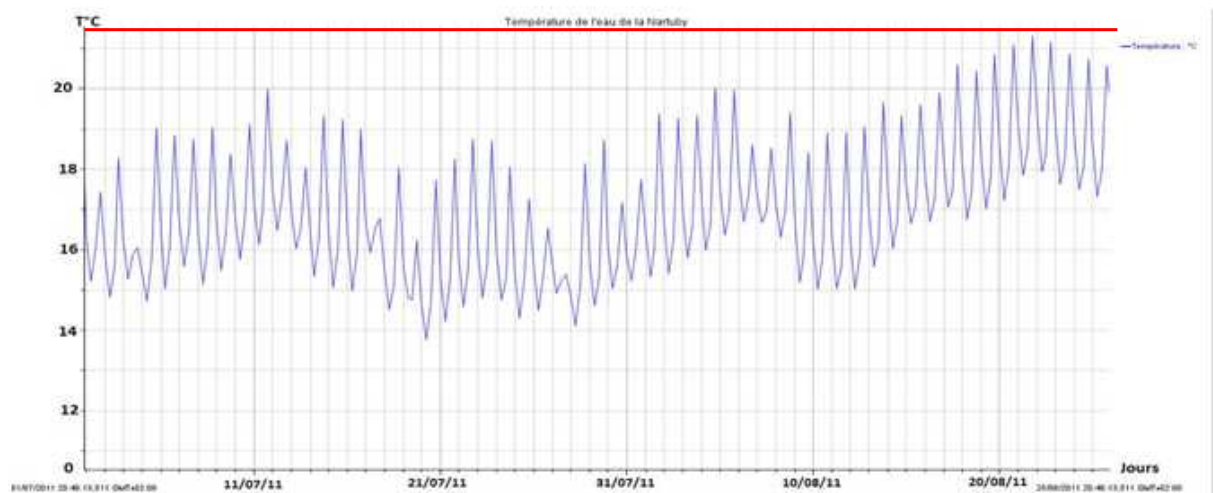
Courant mai 2011, 4 enregistreurs thermiques ont été implantés sur 4 stations de la Nartuby (1, 3, 5 et entre la 8 et la 10) pour suivre l'amplitude thermique pendant les mois les plus chauds.

Nous les avons relevé le 26/08/2011. Or sur les 4 sondes, il n'y en a qu'une dont on a pu récupérer les données, celle placée à la station 3 dans les gorges de Châteaudouble. Celle de la station 1, en zone de source La Magdeleine, a dû être emportée à la suite d'un violent orage, en juin dernier et nous n'avons pas pu la retrouver. Les autres sondes ont été renvoyées au fabricant pour une extraction des données enregistrées.

Nous analyserons donc avec précision seulement la station 3.

Nous ne nous intéressons qu'aux mois les plus chauds (Juillet et Août) car ce sont

surtout les fortes températures de l'eau qui vont avoir un impact sur les populations de truites fario.



**Figure n° 4 : Profil de la température enregistrée du 01/07/2011 au 25/08/2011 à la station 3**

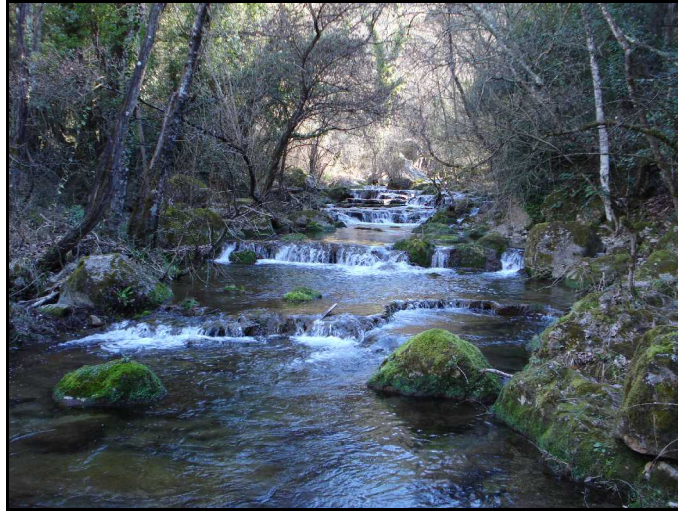
La température a été enregistrée 4 fois par jour (à 00h00, à 06h00, à 12h00, et à 18h00) par une sonde thermique Temp 3 (Tidbit 1285908).

— Seuil thermique impératif dans les eaux de première catégorie piscicole

Au niveau de la station des gorges de Châteaudouble, les valeurs caractéristiques du paramètre sont les suivantes :

- valeur moyenne =  $15,8 \pm 2,02^{\circ}\text{C}$ ,
- valeurs minimales autour de  $14^{\circ}\text{C}$  atteintes en début de matinée les mois de mai et juin
- valeur maximale =  $21^{\circ}\text{C}$  en fin de journée en août (le mois le plus chaud cet été à ce jour). Cette valeur est dépassée à 3 reprises, et sur 3 jours de rang.
- L'amplitude jour/nuit reste moyenne, autour de  $3^{\circ}\text{C}$ .

Cela nous indique que d'après le profil thermique établi cet été au niveau de cette station, la température des eaux de la Nartuby resterait un facteur physique non limitant pour la truite fario (valeur impérative pour les eaux salmonicoles  $< 21^{\circ}\text{C}$ ), malgré une exoradiation certainement plus importante depuis le sapement des berges et la destruction de la ripisylve suite à la crue de juin 2010, et qui s'exprime avec le plus d'intensité sur la Nartuby dans ce profil de gorges encaissées.



Nartuby dans les gorges de Chateaudouble avant la crue de juin 2010 (vue depuis l'aval - mars 2008):  
séquence de faciès de type fosses de dissipation (vasques) en pied de microseuils naturels (travertins) et présence  
de la voute végétale depuis la berge



Nartuby dans les gorges de Chateaudouble après la crue de juin 2010 (vue depuis l'amont - aout 2010): séquence  
de faciès rapides – radiers et destruction de la ripisylve depuis les berges sapées

## ***V DISCUSSION***

### **V.1. Synthèse des résultats**

A la lecture des résultats obtenus des pêches électriques, nous pouvons dire qu'après la crue de juin 2010, il y a toujours présence de truites fario et selon la même répartition qu'avant l'évènement hydro climatique : il y a toujours une zonation piscicole significative le long du cours d'eau de la Nartuby. Même si il y a des valeurs d'abondance bien inférieures à celles d'avant la crue, elles sont fixées par les densités, nous en concluons qu'il reste quand même un

potentiel de recrutement salmonicole, à partir des géniteurs encore présents sur la tête de bassin. On expliquera la résistance des quelques spécimens de cette espèce face à cette crue morphogène au caractère exceptionnel typique des cours d'eau au régime pluvial méditerranéen, par la faculté d'adaptation et l'instinct de survie propres aux poissons sauvages.

Cette crue morphogène a eu un impact positif majeur sur la station 3 (dans les gorges de Châteaudouble) puisqu'elle a contribué au décolmatage du lit de la rivière et donc créer de très bonnes zones de frai favorables à la reproduction de la truite. Effet traduit dans Estimhab qui indique que la qualité de l'habitat physique et la capacité d'accueil sont très bons pour les truites fario juvéniles jusqu'à la station 5 incluse. Elles sont bonnes pour la truite adulte et juvénile à la station 3 et elles sont moyennes pour la truite juvénile aux stations 8 et 10, à petit débit. Par ailleurs, la qualité de l'habitat et la capacité d'accueil de ces 2 stations sont mauvaises pour la truite adulte ainsi qu'en zone des sources (station 1). Comme à partir de la station 5 nous retrouvons beaucoup de cyprinidés, cette station s'inscrit sur un tronçon de transition entre 2 zones piscicoles distinctes (celle à Truites en amont et celle à Ombre commun en aval). L'analyse IPR, l'analyse IBGN, la température, les débits indiquent que les stations 1, 3, 5, sont de bonne qualité et sont propices à la truite. Les stations 8 et 10 sont quand même de relativement bonne qualité. Cependant l'absence de truites (déjà constatée avant la crue) à partir de la station 8 révèle un autre problème. Nos simulations n'indiquent pas de raisons majeures pouvant contribuer à cette absence. Mais l'emplacement de la station 8 et la station 10, en zone urbanisée est propice à la pollution. Les résurgences de La Foux et des cascades de Trans, jouant un rôle dans les soutiens des étiages naturels, apportent aussi une eau très minéralisée (cf. études physico chimiques du SIAN), et la présence des 2 seuils infranchissables (le saut de Capelan et les cascades de Trans-en-Provence) peuvent jouer un rôle considérable sur la répartition des espèces voire la zonation piscicole de ce cours d'eau. On peut émettre l'hypothèse sur la qualité des eaux de résurgence en amont de ces stations pour caractériser sa minéralité et la confronter aux seuils de tolérance physiologique propre à la truite fario de rivière.

Pour répondre à la problématique donnée dans cette étude, il semblerait que la truite fario tende à se maintenir et à repeupler la Nartuby, malgré le fort impact que la crue a eu sur les effectifs des populations piscicoles. De plus, on en déduit que ce cours d'eau est toujours à vocation salmonicole tout du moins jusqu'à la station 5 incluse, mais que d'autres facteurs que la crue joue un rôle sur l'absence de truites à des stations potentiellement compatibles sur le plan habitat offert, pour qu'elle puisse y survivre.

## **V.2. Actions à envisager – Éléments de gestion piscicole et réglementaire**

### ***Diagnostic biologique complémentaire***

Pour confirmer que les spécimens de Truite fario qui ont résisté à cette crue dévastatrice - responsable d'une forte baisse de l'abondance de sa population (1/5 contre 4/5) - sont des poissons sauvages et endémiques de la Nartuby, la Fédération du Var a proposé de faire cartographier le patrimoine génétique de la population présente de l'espèce, avant d'envisager une orientation de gestion piscicole qui s'appuie sur un programme de remise en charge par l'alevinage de soutien de population.

Les premiers résultats tendent à promouvoir une gestion piscicole selon un mode patrimonial, c'est à dire suivre la reconstitution du cheptel de truites sauvages (« souche Nartuby ») par la recolonisation des tronçons salmonicoles de la Nartuby selon les mécanismes naturels de migration amont aval.

Dans tout les cas, les résultats de ces analyses génétiques confirment l'absence totale d'efficacité des alevinages en truitelles venant en soutien de la population salmonicole, tels que pratiqués depuis plusieurs décennies et jusqu'en 2003 (absence de marqueur de truite de souche atlantique, fourniture utilisée pour le repeuplement en provenance de la pisciculture de la Canourgues – 48500), et une sélection en faveur de la souche sauvage autochtone la plus adaptée aux contraintes naturelles du milieu (dont la crue morphogène), au sein de la population de truites réparties au fil de la rivière (traces de marqueurs de souche méditerranéenne concentrées localement sur les zones apicales et des sources).

Cette démarche permet par ailleurs de mieux identifier la biodiversité au sein du milieu aquatique de la Nartuby, qui contribue au bon état écologique d'un hydro-système, pour mieux le préserver et le valoriser.

### ***Travaux de restauration sur le cours d'eau à vocation piscicole***

La caractérisation du substrat au travers de la méthode estimhab a permis de diagnostiquer une valeur écologique élevée, qu'il peut représenter en matière d'habitat piscicole disponible pour toutes les stades/espèces qui colonisent la Nartuby. La crue aura eu pour effet bénéfique une remobilisation du substrat de fond et une répartition des sédiments sur l'ensemble du transect longitudinal de la rivière.

Par ailleurs, une part non négligeable des habitats structurés et diversifiés composant la capacité d'accueil des cours d'eau colonisés par la Truite commune de rivière, est fournie par

les abris en sous berges. La qualité de ces habitats est fonction d'une ripisylve fonctionnelle (essences adaptées) et dynamique. Un diagnostic écologique sur l'ensemble du linéaire pourrait identifier les enjeux biologique et aussi sur le maintien des berges rempli par ce biotope, et devra déboucher sur l'opportunité du lancement d'un programme de régénération et d'entretien de la ripisylve. Cette action fera l'objet d'une réflexion globale dans le cadre du prochain contrat de rivière.

Enfin, il faudra veiller à la prise en compte des mesures environnementales accompagnant les programmes de travaux de restauration hydrauliques post crue prescrits dans le Plan Nartuby visant l'augmentation de la capacité d'écoulement du lit mineur et moyen, et des ouvrages détruits par ailleurs, notamment sur le respect des compartiments habitationnels (zone favorable à la reproduction et capacité d'accueil) et à leur accès (continuité écologique) pour la faune pisciaire (comptabilité avec les OF du SDAGE en vigueur sur le bassin).

### ***Mesures de préservation de l'ichtyofaune d'ordre réglementaire***

Pour ne pas compromettre l'efficacité de la recolonisation de la Nartuby par la population de l'espèce Truite commune de rivière, la Fédération du Var pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique préconise par ailleurs une fermeture de la pêche de l'espèce jusqu'au 31 décembre 2013, et ainsi garantir la réussite annuelle du potentiel de recrutement (truite à taille de capture) en place. Cette mesure réglementaire qui, préconisée en priorité sur la tête de bassin (gorges de Chateaudouble, des sources au seuil de La Clappe) ne devrait pas être prise comme une mesure rédhibitoire par les pêcheurs dans leur pratique, puisque l'accès et la circulation dans le lit et les berges du cours d'eau sont déjà interdits sur la commune de Chateaudouble pour des raisons de sécurité. Un bilan intermédiaire destiné à évaluer la dynamique de colonisation de l'espèce sera fait à l'issue de ces 3 cycles qui la crue. Il prendra la forme d'une campagne d'inventaires piscicoles à mettre en œuvre en 2014 sur les tronçons représentatifs et sur lesquels un référentiel est déjà connu (stratégie d'échantillonnage : reprise des stations du suivi qualité dans le cadre du contrat de rivière Nartuby).

Enfin, compte tenu de la récurrence des facteurs limitant pour la Truite fario, qui s'expriment sur le cours d'eau à partir de la plaine d'expansion de crue en amont de l'agglomération dracénoise (lieu dit les Dragons), et contraignent le peuplement piscicole aux seules espèces piscicoles insensibles à ces contraintes naturelles (rupture des écoulements de surface à l'étiage, composition chimique des eaux de résurgence (La Foux, gorges de Trans), contribuant à l'incrustation du substrat de fond (faciès de tufs et travertins) et à l'origine d'une

qualité minérale (conductivité  $>3000\mu\text{S}/\text{cm}$  lié à la forte salinité) de l'eau incompatible avec les exigences physiologiques pour l'espèce Truite commune - composé(s) à identifier), la Fédération du Var pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique propose de déclasser en deuxième catégorie piscicole le tronçon de la Nartuby d'une limite matérialisée par le seuil de la Clape en amont jusqu'à la confluence avec l'Argens. Cette mesure qui n'est pas incompatible avec le peuplement piscicole électif du tronçon, pourrait contribuer à développer la pêche en allongeant sa période d'ouverture.

### **V.3. Difficultés rencontrées**

Le contraste entre les deux débits ( $Q_1$  et  $Q_2$ ) à relever pour l'analyse Estimhab, n'a pas pu toujours être assez élevé pour certaines stations. Le débit en période de hautes eaux aurait dû être deux fois supérieur ou plus qu'en période d'étiage, ( $Q_2 > 2 \times Q_1$  conseillé par la méthode). De plus, le contrôle qualité d'Estimhab n'est pas très bon dû à un contraste pas assez marqué entre période d'étiage et période de hautes eaux (cf. méthodologie d'Estimhab). Peut-être que cela est dû aux gros orages de fin juin et de juillet (mois inhabituellement pluvieux et froids cette année) ?

Il a été difficile de trouver la valeur du débit médian ( $Q_{50}$ ) propre à chaque station, exigée par la méthode Estimhab. Ce débit médian devait correspondre à des relevés journaliers sur chaque station sur un période minimum de 12 ans. Or le SIAN n'avait pas cette information et la Banque Hydro France ne la procurait que pour 2 stations (une à Châteaudouble Rebouillon et une à Trans-en-Provence). Il a donc fallu extrapoler à partir de ces données pour nos 5 stations choisies. (voir aussi § III.4)

Un autre problème rencontré fut celui de la localisation de la station des gorges où nous avons dû décaler un peu plus en aval car suite à la crue, il devenait dangereux d'atteindre la station habituelle avec le matériel de pêche électrique. Il est possible que les différences trouvées entre 2007 et 2011 soient dues à cela. En effet, la zonation piscicole évolue plus on se déplace vers l'aval, ajouté au fait que ce cours d'eau soit de type torrentiel, il varie beaucoup plus vite géomorphologiquement, qu'un fleuve par exemple.

Enfin, les résultats issus du suivi thermique tel que mis en place ne sont pas exhaustifs sur un plan spatio-temporel. Une deuxième campagne selon le même protocole devra être lancée pour confirmer les tendances relevées sur le tronçon des gorges.

## **VI CONCLUSION**

Malgré les difficultés rencontrées, cette étude nous a permis d'apprécier la faculté de résistance et de réponse de la truite fario, au même titre que les espèces méditerranéennes au caractère endémique plus affirmé, face à la crue morphogène du 15 et 16 juin 2010 au caractère exceptionnel, déstructurante pour le milieu et les communautés biotiques qu'il abrite.

Cependant, la Nartuby conserve toujours les caractéristiques d'un cours d'eau salmonicole sur le plan habitationnel, mais qui apparaissent plus compatibles sur le tronçon amont pour la recolonisation d'une population autonome de truite fario, sur la base des processus naturels de recrutement – croissance.

En effet, le cours d'eau dans son secteur médian, matérialisé par le seuil structurant de La Clappe, reste fortement influencé par la conjonction d'autres contraintes liées à la mésologie càd induites par la pression des activités anthropiques en lit majeur, qui semblent s'exprimer jusqu'à la confluence avec l'Argens, et donc compromettre la réussite d'une acclimatation d'une population pour l'espèce repère.

## BIBLIOGRAPHIE

- Beaudou D.**, Baril D., Roche B., Le Baron M., Cattaneo--Berrebi G., Berrebi P., 1995. Recolonisation d'un cours d'eau corse dévasté : contribution respective des truites sauvages et domestiques. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 337, 259-266.
- Belliard J., Roset N.** Avril 2006. L'indice poisson rivière (IPR) : Notice de présentation et d'utilisation. ONEMA.CSP.
- Bovee K.D.**, 1978. Probability of use of criteria for the family salmonidae, *Tech. Rep. FWS/OBS-78/07.U.S.Fish and Wildlife Serv., Fort Collins, Colorado*, 90 p.
- Bovee K.D.**, 1982. A guide to stream habitat analysis using the Instream Flow Incremental Methodology. Instream Flow Information Paper n°12, FWS/OBS 82/86., 248 p.
- Bovee, K.D.**, Lamb, B.L., Bartholow, J.M., Stalnaker, C.D., Taylor, J., and Henriksen, J. 1998. *Stream habitat analysis using the Instream Flow Incremental Methodology*. U.S. Geological Survey, Biological Resources Division, Information and Technical Report USGS/BRD-1998-0004. viii+131 pp.
- Bruslé J.**, Quignard J.P., 2001. Biologie des poissons d'eau douce européens. Editions TEC & DOC.
- Cortes R. M. V.**, Varandas S., Hughes S. J. and Ferreira M. T., 2008. Combining habitat and biological characterization: Ecological validation of the river habitat survey. *Limnetica, Asociacion Iberica de Limnologia*, Madrid. Spain. ISSN: 0213-8409.
- Degiorgi F.**, Morillas N. et Grandmottet J. P., 2002. Méthode standard d'analyse de la qualité de l'habitat aquatique à l'échelle de la station : l'IAM. CSP 1994-TELEOS 2000-TELEOS 2002.
- Ginot V.**, 1995. EVHA, un logiciel d'évaluation de l'habitat du poisson sous Windows. Laboratoire d'Hydroécologie Quantitative, Division Biologie des Écosystèmes Aquatiques, CEMAGREF. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 337, 303-308.
- Girard V.**, Août 2008. AndeSim : Modélisation des habitats hydrauliques favorables aux invertébrés benthiques des rivières andines d'Équateur. Polytech'Montpellier.
- Lagarrigue T.**, Lascaux J.M., Janvier 2009. Détermination des débits minima biologiques pour les cours d'eau issus des émergences de la chaîne des Puys. E.CO.G.E.A. pour le SMAD des Combrailles.
- Laurent M.**, Lamarque P., Utilisation de la méthode des captures successives (De LURY) pour l'évaluation des peuplements piscicoles ; *Bull. Fr. Piscic.* (1975) 259 : 66-77  
DOI:10.1051/kmae:1975003.
- Martin, C., 2010.** Les inondations du 15 juin 2010 dans le Centre Var : réflexion sur un épisode exceptionnel. *Ét. Géogr. Phys.*, XXXVII : 41-76. En ligne : [www.physio-géo.fr](http://www.physio-géo.fr) (onglet E.G.P.).
- Malavoi J.R. 1989. Typologie des Faciès d'écoulement ou unités morphodynamiques des cours d'eau à haute énergie. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 315 : 189-210.
- Malavoi J.R., Souchon Y, 1989. Méthodologie de description et quantification des variables morphodynamiques d'un cours d'eau à fond caillouteux. Exemple d'une station sur la Filière (Haute-Savoie). *Rev. géo. Lyon*, 64 (4), 252-259.
- Milhous R.T.**, 1979. Me PHABSIM system for instream flow studies, *Proceedings of the Summer Computer Simulation conf., Toronto, Ontario, Society for computer simulation, La Jolla, CA*, 440-446.
- Nicod J.**, 2010. Barrages de tufs calcaires et cascades dans le Centre Var : rapport avec les eaux des sources karstiques, historique et déclin actuel, Volume 4 : Varia, *Physio-Géo*.
- Oberdorff T.**, Pont D., Huguény B., Belliard J., Berrebi Dittthomas R., Porcher J.-P., 2002, Adaptation et validation d'un indice poisson (FBI) pour l'évaluation de la qualité biologique des cours d'eau français, *Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture*, n° 365/366 p. 405-433.
- Oberdorff T.**, Pont D., Huguény B., Belliard J., Berrebi Dittthomas R., Porcher J.-P., 200', Adaptation et validation d'un indice poisson pour l'évaluation de la qualité biologique des cours d'eau français, *Eaux libres*, n° 37, p. 36-50
- Sabatou C.**, Septembre 2003. Méthode des microhabitats dans les cours d'eau : Approche IFIM et Approche ESTIMHAB. EDF R&D. HP-76/03/011/A.

**Souchon Y.**, 2002. L'habitat des cours d'eau dans tous ses états, Mémoire pour l'Habilitation à Diriger des Recherches, 103 pages, Université Claude Bernard Lyon I, UFR de Biologie, École Doctorale E2M2.

**Parsons M., Thomas M., Norris R., 2002**, Australian River Assessment System: Review of Physical River Assessment Methods — A Biological Perspective / Chapter 2., Cooperative Research Centre for Freshwater Ecology / Monitoring River Health Initiative Technical Report Number 21

**Pouilly M.**, Valentin S., Capra H., Ginot V., Souchon Y., 1995. Méthode des microhabitats : principes et protocoles d'application. Bull. Fr. Pêche Piscic, 336, 41-54.

**AFNOR**, 1992, 2004, Qualité écologique des milieux aquatiques. Qualité de l'eau. Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN), Association française de normalisation, Norme homologuée T 90-350

**Direction départementale de l'équipement Var SDTE & Direction régionale de l'environnement Provence Alpes Côte d'Azur**, Juin 2005. Plan de Prévention des Risques Prévisibles, Commune de Draguignan.

**EA.** 2003. River Habitat Survey in Britain and Ireland: Field Survey Guidance Manual. River Habitat Survey Manual: 2003 version, Environment Agency, 136 pp.

**Maison Régionale de l'Eau.** Octobre 2010. Notice d'impact pour la demande d'autorisation d'exploiter l'usine de La Motte (Nartuby, Var). SHEMA La Motte.

**FPPMA du Var, Bonnefous O.**, Avril 2002, Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles, Méthodologie, Fiches Contextes.

PPR Draguignan, 2005. *Plan de Prévention des Risques Prévisibles (PPR). Commune de Draguignan. La Nartuby. 1 - Note de présentation.* Direction Départementale de l'Équipement du Var et Direction Régionale de l'Environnement Provence-Alpes-Côte d'azur : 22 p. + 5 annexes.

**SIAN**, Septembre 2007. Etudes de la qualité des eaux de la Nartuby et ses affluents. ASCONIT Consultants.

**SIAN**, Mai 2006. Contrat de rivière Nartuby – Dossier Minute.

## VII - BILAN FINANCIER

### Dépenses et charges

Désignation	Coût unitaire (€ TTC)	Nombre	Montant total (€ TTC)
<b>Achat Matériel et consommables</b>			
Thermographe			1096,73
Terminal SIG nomade			2445,82
			0
			0
			0
<b>Services extérieurs (rémunération d'intermédiaire, prestation de service,...)</b>			
CNRS-UMR5554			3205,28
			0
			0
			0
			0
<b>Sous total Achats et prestations de services</b>			<b>6747,83</b>
<b>Rémunération Main d'œuvre</b>			
<i>Charges du personnel (agent/jour)</i>			
Directeur/Ingénieur	350	5	1750
Chargé de mission	300		2502,54
Technicien	250	8	2000
<b>Indemnisation contribution volontaire</b>			
Personnel bénévole			0
<b>Sous total Main œuvre</b>			<b>6252,54</b>
<b>Autres frais</b>			
			0
			0
<b>Sous total</b>			<b>0</b>
<b>TOTAL</b>			<b>13000,37</b>

### Produits

					<b>TOTAL</b>
3373,00	2775,00	960,00	2600,00	3292,37	<b>13000,37</b>

## ***ANNEXES***

## Annexe 1 : Synthèse banque Hydro – Stations sur la Nartuby

### Annexe 1-a : Graph débits Châteaudouble (Rebouillon) (source : banque hydro)

**SYNTHESE : données hydrologiques de synthèse (1974 - 2010)**  
Calculées le 09/07/2011 - Intervalle de confiance : 95 %

écoulements mensuels (naturels)

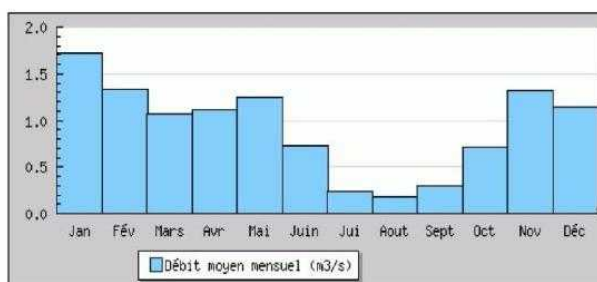
données calculées sur 37 ans

	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	Année
Débits (m3/s)	1.720 #	1.340 #	1.060 #	1.110 #	1.250 #	0.729 #	0.243 #	0.185 #	0.295 #	0.717 #	1.320 #	1.140 #	0.922
Qsp (l/s/km2)	15.5 #	12.0 #	9.6 #	10.0 #	11.3 #	6.6 #	2.2 #	1.7 #	2.7 #	6.5 #	11.8 #	10.2 #	8.3
Lame d'eau (mm)	41 #	30 #	25 #	25 #	30 #	17 #	5 #	4 #	6 #	17 #	30 #	27 #	262

Qsp : débits spécifiques

Codes de validité :

- (espace) : valeur bonne
- ! : valeur reconstituée par le gestionnaire et jugée bonne
- # : valeur estimée (mesurée ou reconstituée) que le gestionnaire juge incertaine



### Annexe 1-b : Graph débits Trans-en Provence (source : banque hydro)

**SYNTHESE : données hydrologiques de synthèse (1969 - 2011)**  
Calculées le 01/08/2011 - Intervalle de confiance : 95 %

écoulements mensuels (naturels)

données calculées sur 43 ans

	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	Année
Débits (m3/s)	2.040 #	1.970 #	1.770 #	1.730 #	1.680 #	1.180 #	0.710 #	0.546 #	0.521 #	1.050 #	1.480 #	1.600 #	1.350
Qsp (l/s/km2)	10.7 #	10.3 #	9.3 #	9.1 #	8.8 #	6.2 #	3.7 #	2.9 #	2.7 #	5.5 #	7.8 #	8.4 #	7.1
Lame d'eau (mm)	28 #	25 #	25 #	23 #	23 #	16 #	10 #	7 #	7 #	14 #	20 #	22 #	225

Qsp : débits spécifiques

Codes de validité :

- (espace) : valeur bonne
- ! : valeur reconstituée par le gestionnaire et jugée bonne
- # : valeur estimée (mesurée ou reconstituée) que le gestionnaire juge incertaine



## Annexe 2 : Classeurs d'entrées d'Estimhab pour chaque station de la Nartuby

### Station 1

débit (m <sup>3</sup> /s)	largeur (m)	hauteur (m)
0,02	2,9	0,08
0,1	3,05	0,08
<b>débit médian naturel Q50 (m<sup>3</sup>/s)</b>		
0,06		
<b>taille du substrat (m)</b>		
0,07		
<b>gamme de modélisation (débits, m<sup>3</sup>/s)</b>		
0,002		0,3

### Station 3

débit (m <sup>3</sup> /s)	largeur (m)	hauteur (m)
0,048	4,5	0,34
0,121	4,6	0,34
<b>débit médian naturel Q50 (m<sup>3</sup>/s)</b>		
0,153		
<b>taille du substrat (m)</b>		
0,15		
<b>gamme de modélisation (débits, m<sup>3</sup>/s)</b>		
0,0048		0,3

### Station 5

débit (m <sup>3</sup> /s)	largeur (m)	hauteur (m)
0,132	7,3	0,17
0,85	7,9	0,25
<b>débit médian naturel Q50 (m<sup>3</sup>/s)</b>		
0,92		
<b>taille du substrat (m)</b>		
0,06		
<b>gamme de modélisation (débits, m<sup>3</sup>/s)</b>		
0,01		1

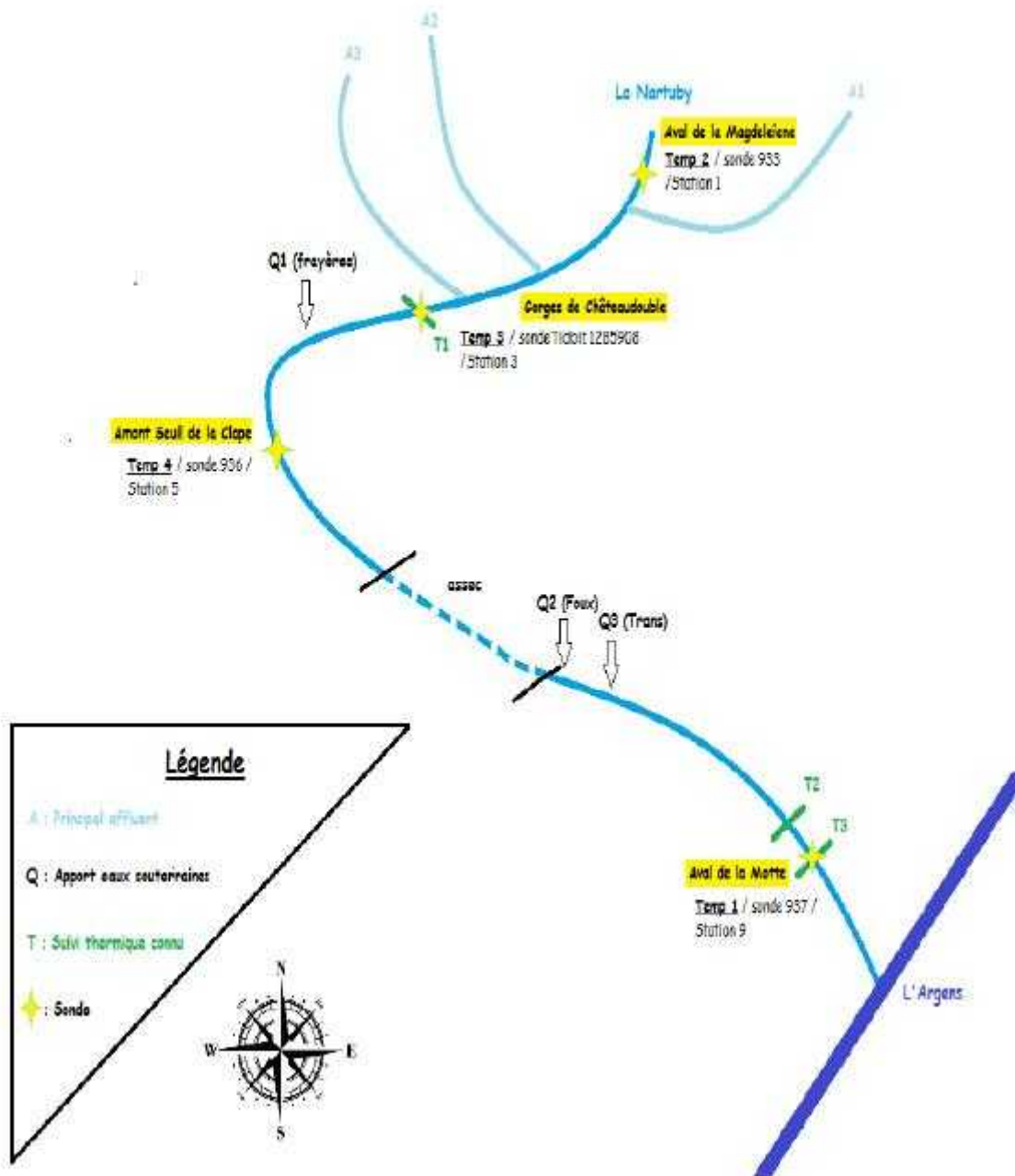
### Station 8

débit (m <sup>3</sup> /s)	largeur (m)	hauteur (m)
1,66	9,8	0,38
3,42	9,9	0,41
<b>débit médian naturel Q50 (m<sup>3</sup>/s)</b>		
1,4		
<b>taille du substrat (m)</b>		
0,04		
<b>gamme de modélisation (débits, m<sup>3</sup>/s)</b>		
0,166		3

### Station 10

débit (m <sup>3</sup> /s)	largeur (m)	hauteur (m)
0,55	8,4	0,35
2	9,25	0,4
<b>débit médian naturel Q50 (m<sup>3</sup>/s)</b>		
1,4		
<b>taille du substrat (m)</b>		
0,1		
<b>gamme de modélisation (débits, m<sup>3</sup>/s)</b>		
0,055		3

### Annexe 3 : Cartographie de localisation des sondes thermiques



## **Annexe 4 Composition génétique des truites de la Nartuby - résultats et diagnostic**