



HAL
open science

Analyses piscicoles de la Durance dans les secteurs de Cheval Blanc et de Pont de Cadenet. Campagne 2008

Yann Le Coarer, Georges Carrel, Marlene Rolan-Meynard, Pascal Languille

► To cite this version:

Yann Le Coarer, Georges Carrel, Marlene Rolan-Meynard, Pascal Languille. Analyses piscicoles de la Durance dans les secteurs de Cheval Blanc et de Pont de Cadenet. Campagne 2008. IRSTEA, UR Hydrobiologie, Aix-en-Provence. 2008, pp.36. hal-04626068

HAL Id: hal-04626068

<https://hal.inrae.fr/hal-04626068v1>

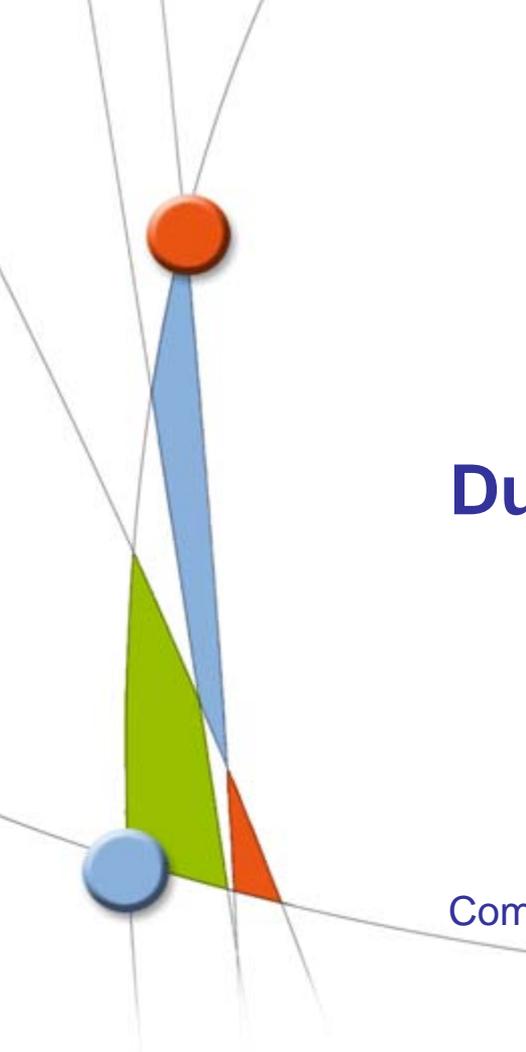
Submitted on 26 Jun 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License



Analyses piscicoles de la Durance dans les secteurs de Cheval Blanc et de Pont de Cadenet

Campagne 2008

Commande EDF-GEH : N°5500-BTC-4300463541

Novembre 2008

Yann LE COARER - Georges CARREL
Marlène MEYNARD et Pascal LANGUILLE

Groupement d'Aix-en-Provence

Unité de recherche Hydrobiologie – Équipe Écosystèmes d'eau courante
3275 Route de Cézanne – CS 40061- 13182 Aix-en-Provence Cedex 5
www.cemagref.fr

Résumé

Cette étude est effectuée en collaboration avec l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) dans le cadre du suivi des peuplements piscicoles de la Basse-Durance et de l'impact des opérations de délestage/délimonage de l'ouvrage EDF de Malmemort. Ce rapport présente les résultats obtenus en 2008.

Les données ont été obtenues sur deux stations du Réseau Hydrobiologique et Piscicole : "Cheval Blanc" et "Pont de Cadenet" échantillonnées respectivement les 24 juillet et 25 juillet 2008. Les débits étaient de 10 m³/s au Pont de Cadenet et de 13 m³/s à Cheval Blanc. Les poissons ont été capturés par pêche électrique de 16 ambiances par station, supposées représentatives des faciès existants. Les ambiances ont fait l'objet de relevés topographiques, de mesures de vitesses et de profondeurs, d'une description qualitative des habitats. Les hydrosignatures des ambiances ont été calculées. Une utilisation du modèle habitats/poissons 5 M7 a permis de calculer les taux de saturation par habitats disponibles des taxons les plus abondants.

La comparaison inter-annuelle sur la période 2003-2008 montre que les richesses taxonomiques (espèces dominantes séparées en plusieurs classes de taille) et les densités des espèces dominantes sont plus élevées à Cadenet qu'à Cheval Blanc à l'exception du vairon.

En 2008, une crue morphogène de longue durée (25 mai – 27 juin) a totalement remodelé le tracé du cours d'eau et homogénéisé le substrat dans les stations étudiées. La rugosité moyenne du substrat échantillonnée dans les ambiances, principalement liée aux galets, a diminué. Bien que les dépôts massifs de limons ne soient pas abondants dans ces deux stations, le colmatage de la matrice de galets par des limons est notable sur Cheval Blanc, même après la crue. Les macrophytes qui s'étaient progressivement étendus dans le chenal à Cadenet ont été éliminés. La structure des populations piscicoles a été fortement modifiée dans les deux stations, avec une baisse notable des richesses taxonomiques et des densités, particulièrement marquées à Cadenet.

En 2009, l'ONEMA envisage d'inscrire la station de Cheval Blanc dans son programme national de suivi des PCBs.

Table des matières

Introduction.....	1
Partie I - Description et analyse morphodynamique.....	1
I - 1. Compte-rendu des actions menées sur le terrain.....	1
I - 2. Les relevés topographiques	2
I - 3. Les mesures de vitesses	2
I - 4. Les jaugeages	2
I - 5. Présentation des calculs topographiques.....	2
I - 6. Analyse morpho-hydraulique.....	8
I - 7. Hauteur de rugosité du substrat	10
Partie II - Peuplements piscicoles estivaux en Basse Durance	15
Partie III - Utilisation du modèle habitats/poissons 5M7	20
Références citées	22
Annexes	

Figures et tableaux dans le texte

Figure 1 - Vue en plan de la station "Pont de Cadenet". Localisation des ambiances de pêche et section de jaugeage.	3
Figure 2 - Vue en plan de la station "Cheval Blanc". Localisation des ambiances de pêche et des quatre sections de jaugeage.	4
Figure 3 - Vue en plan de la station "Pont de Cadenet". Evolution du tracé du chenal mouillé entre juin 2007 et juillet 2008 suite à la crue morphogène du printemps 2008.	5
Figure 4 - Vue en plan de la station "Cheval Blanc". Evolution du tracé du chenal mouillé entre juin 2007 et juillet 2008 suite à la crue morphogène du printemps 2008.	6
Figure 5 - Pont de Cadenet. Evolution 3D du tracé du chenal mouillé entre juin 2007 et juillet 2008 Vue de dessus et de côté (dilatation des altitudes x 50).	7
Figure 6 - Cheval Blanc. Evolution 3D du tracé du chenal mouillé entre juin 2007 et juillet 2008 Vue de dessus et de côté (dilatation des altitudes x 50).	8
Figure 7 - Représentation schématique des diverses mesures réalisées pour l'évaluation de la hauteur de rugosité (k) et des mesures caractéristiques du substrat. La profondeur maximale autour de l'élément granulométrique choisi permet par différence avec la hauteur d'eau relevée au-dessus de l'élément d'obtenir la valeur de k. La deuxième ligne représente les situations particulières dans lesquelles, soit la hauteur de rugosité égale la profondeur, soit la hauteur de l'élément dépasse la surface de l'eau et entraîne une valeur de k supérieure à la profondeur maximale, soit la taille du substrat nécessite l'adoption de valeurs arbitraires. C'est le cas de la roche mère ou d'une dalle dont les dimensions dépassent celles de l'ambiance (k = 0), de substrats fins comme les limons (k = 0.001 cm), les sables (k = 0.1 cm), et tous les éléments granulométriques susceptibles de générer des valeurs comprises entre 0.1 et 1 cm comme les graviers (k = 0.5 cm).	11
Figure 8 – Répartition par année des hauteurs de rugosité (k, en cm) du substrat dans les stations de Cadenet (en bleu) et de Cheval Blanc (en vert). Les paramètres sont calculés après exclusion des valeurs supérieures à 25.6 cm.	12
Figure 9 - Hydrosignatures globales en volume des pêches de Pont de Cadenet et Cheval Blanc de 2004 à 2008.	14
Figure 10 - Répartition ordonnées des abondances relatives des espèces capturées sur la Durance (stations du Pont de Cadenet et de Cheval Blanc). Cette figure regroupe l'ensemble des 193 ambiances échantillonnées depuis 2003.	15
Figure 11 - Evolution inter-annuelle de la richesse taxonomique à Cadenet (en bleu) et Cheval Blanc (en vert). La richesse taxonomique maximale (ensemble des deux stations) est de 58 taxons.	16
Figure 12 - Evolution inter-annuelle des effectifs totaux corrigés à Cadenet (en bleu) et Cheval Blanc (en vert).	17
Figure 13 - Analyse en Composantes Principales Normée inter-années/stations. Plan factoriel F1F3. CB = Cheval Blanc et CA = Cadenet.	18
Figure 14 - Analyse en Composantes Principales Normée intra-années/stations. Plan factoriel F1F2. CB = Cheval Blanc et CA = Cadenet. Les flèches colorées traduisent la principale interprétation physique des axes factoriels.	19
Tableau I - Jaugeages des stations de pêche.	2
Tableau II - Caractéristiques morpho-hydrauliques générales des ambiances de pêches.	9
Tableau III - Comparaison des HydroSignatures en surface et en volume des ambiances de pêches de Pont de Cadenet (CA) et de Cheval Blanc (CB) obtenues de 2004 à 2008.	9
Tableau IV – Statistiques des hauteurs de rugosité mesurées dans les ambiances de 2005 à 2008. Dans la deuxième partie du tableau, les variables sont calculées après exclusion des valeurs de k supérieures à 25.6 cm correspondant majoritairement à des blocs d'enrochement de rives.	13

En annexe

- Annexe 1 - Plan de situation des stations de Bonpas, Cheval Blanc et Pont de Cadenet.
- Annexe 2 - Plan de situation de la station de Pont de Cadenet.
- Annexe 3 - Plan de situation de la station de Cheval Blanc.
- Tableau V - Résultats des pêches électriques effectuées sur la station du Pont de Cadenet. Effectifs corrigés exprimés en nombre d'individus capturés sur 50 m².
- Tableau VI - Résultats des pêches électriques effectuées sur la station de Cheval Blanc. Effectifs corrigés exprimés en nombre d'individus capturés sur 50 m².
- Tableau VII - Effectifs corrigés (N/50 m²) moyens par année des espèces capturées sur les stations de Cadenet et Cheval Blanc.
- Tableau VIII - Abondances relatives moyennes des espèces par année et par station.
- Tableau IX - Ambiances hors abris des campagnes 2004 à 2008 de Pont de Cadenet (CA) et de 2003 à 2008 de Cheval Blanc (CB) calculs des effectifs, densités en volumes [poissons/m³].
- Tableau X - Ambiances hors abris des campagnes 2004 à 2008 de Pont de Cadenet (CA) et de 2003 à 2008 de Cheval Blanc (CB) calculs des Taux de saturations des maillages t (TIN). La partie droite du tableau indique la station (CA : Cadenet ou CB : Cheval Blanc) dans laquelle le taxon domine, suivi s'il y a lieu par le rapport des taux de saturation.

Etude piscicole de la Durance dans les secteurs de Cheval Blanc et du pont de Cadenet.

Campagne 2008

Commande EDF-GEH : N° 5500-BTC-4300463541

Introduction

Cette étude a été effectuée dans le cadre du suivi des impacts sur les populations piscicoles des opérations de délimonage et de délestage de l'ouvrage de Mallemort réalisées par EDF. Ces travaux réalisés pour le maître d'ouvrage EDF, sont menées conjointement par l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA, Direction Régionale de Montpellier) et par l'Unité de Recherche Hydrobiologie du Cemagref d'Aix-en-Provence.

Ce rapport complète celui de l'ONEMA relatif à l'échantillonnage du peuplement piscicole des stations de Cheval Blanc et de Pont de Cadenet. Ces stations, ainsi que celle de Bonpas, appartiennent au Réseau National de Bassin de suivi pluriannuel des peuplements piscicoles de la Basse Durance par l'ONEMA (annexe 1, annexe 2 & annexe 3).

Pour les particularités du protocole Cemagref et les explications concernant le modèle habitats/poissons 5M7, le lecteur se reportera au rapport de LE COARER et *al.*, 2000.

Partie I – Description et analyse morphodynamique

I - 1. Compte-rendu des actions menées sur le terrain

Les opérations de terrain ont été menées conjointement avec l'ONEMA. Le repérage des ambiances de pêche a été effectué le 21 juillet 2008. Les échantillonnages par pêche électrique et les mesures physiques associées ont eu lieu le 24 juillet 2008 pour la station de Cheval Blanc (Figure 2) et le 25 juillet 2008 pour celle de Pont de Cadenet (Figure 1). Il n'a pas été possible d'effectuer les opérations de terrain fin juin comme les années précédentes suite aux conditions hydrologiques du printemps 2008. Les mesures physiques et biologiques ont été menées simultanément pour pallier aux incertitudes associées aux variations possibles de débit.

Les ambiances de pêches sont aussi appelées "placettes" ou "Compartiments d'Attractivité Différentielle (CAD)" par l'ONEMA.

I - 2. Les relevés topographiques

Des relevés topographiques ont permis de repérer pour chaque station :

- ◆ les bordures de lit mouillé des stations d'études,
- ◆ les limites et points de transects de jaugeage,
- ◆ les verticales définissant le contour polygonal des ambiances de pêches,
- ◆ les verticales situées à l'intérieur des ambiances.

Les relevés ont été effectués à l'aide d'un équipement GPS centimétrique GS1200 de marque LEICA, comportant 2 mobiles et un pivot. Les post-traitements ont été effectués à l'aide du logiciel LEICA Geo Office 1.1 et des données RINEX cadencées à 30 secondes, récupérées sur le site Web du LAREG.

I - 3. Les mesures de vitesses

Elles ont été mesurées à l'aide de courantomètres électromagnétiques FLO-MATE 2000.

Sur chaque verticale de mesure située sur le contour ou à l'intérieur des ambiances de pêche, trois vitesses ont été mesurées respectivement à 20 %, 40 % et 80 % de la hauteur d'eau totale. La vitesse moyenne V pour la verticale est estimée en considérant que le profil de vitesse est une fonction logarithmique de l'abscisse décrivant la hauteur d'eau par l'équation :

$$V = \frac{V_{20\%}}{4} + \frac{V_{40\%}}{2} + \frac{V_{80\%}}{4}$$

I - 4. Les jaugeages

Des jaugeages ont été réalisés pendant les campagnes de pêches (tableau I). Leur localisation est précisée dans les figures 1 et 2. À Pont de Cadenet, nous avons jaugé un débit de 10 m³/s. Quatre jaugeages ont été réalisés à Cheval Blanc ; nous avons mesuré un débit de 13 m³/s dans le chenal principal et un débit de 0.2 m³/s dans un chenal annexe distant d'environ 250 m du bras principal.

Tableau I - Jaugeages des stations de pêche

Station	Pont de Cadenet	Cheval Blanc			
Date	25 juillet 2008	24 juillet 2008			
N° du jaugeage		1	2	3	4
Débit (m ³ /s)	10.0	13.0	0.8	0.4	0.2
Largeur au miroir (m)	28.2	32.1	9	3.2	7.7
Surface en travers (m ²)	12.4	23.5	3.2	0.5	1.2
Profondeur moyenne (m)	0.44	0.73	0.36	0.15	0.15
Vitesse moyenne (m/s)	0.81	0.55	0.26	0.8	0.14

I - 5. Cartographie du lit mouillé et évolution des chenaux suite à la crue du printemps 2008

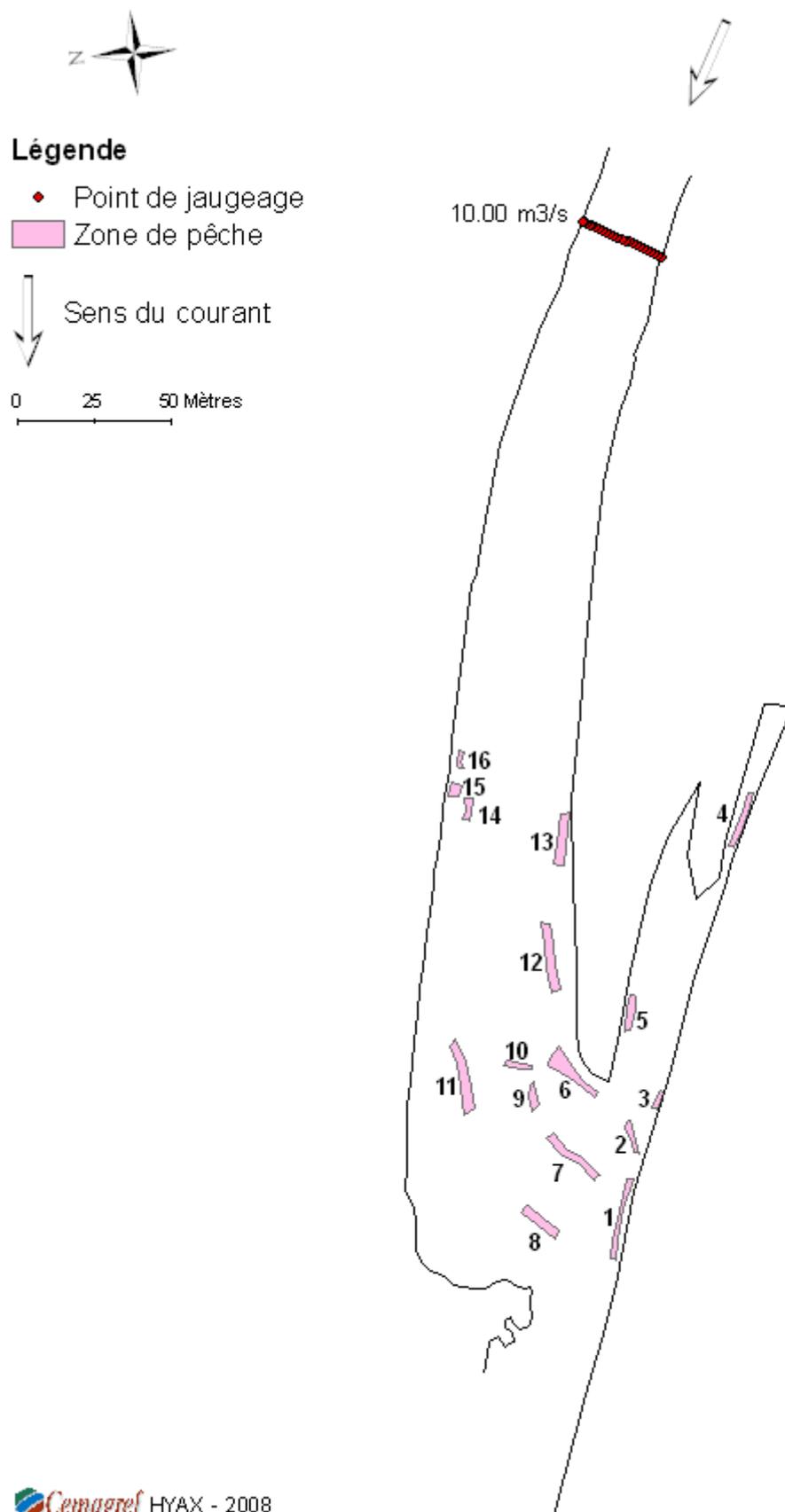
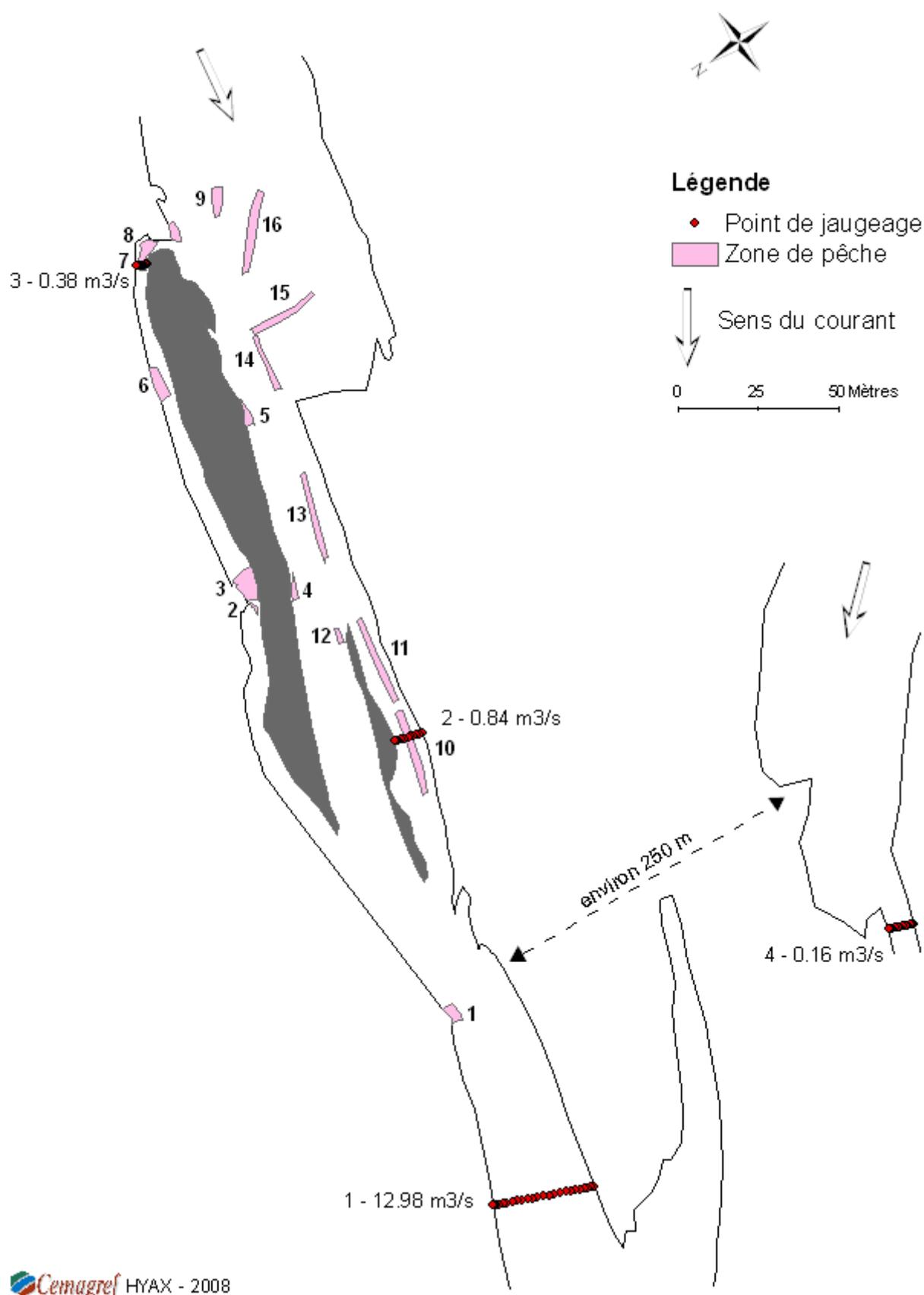
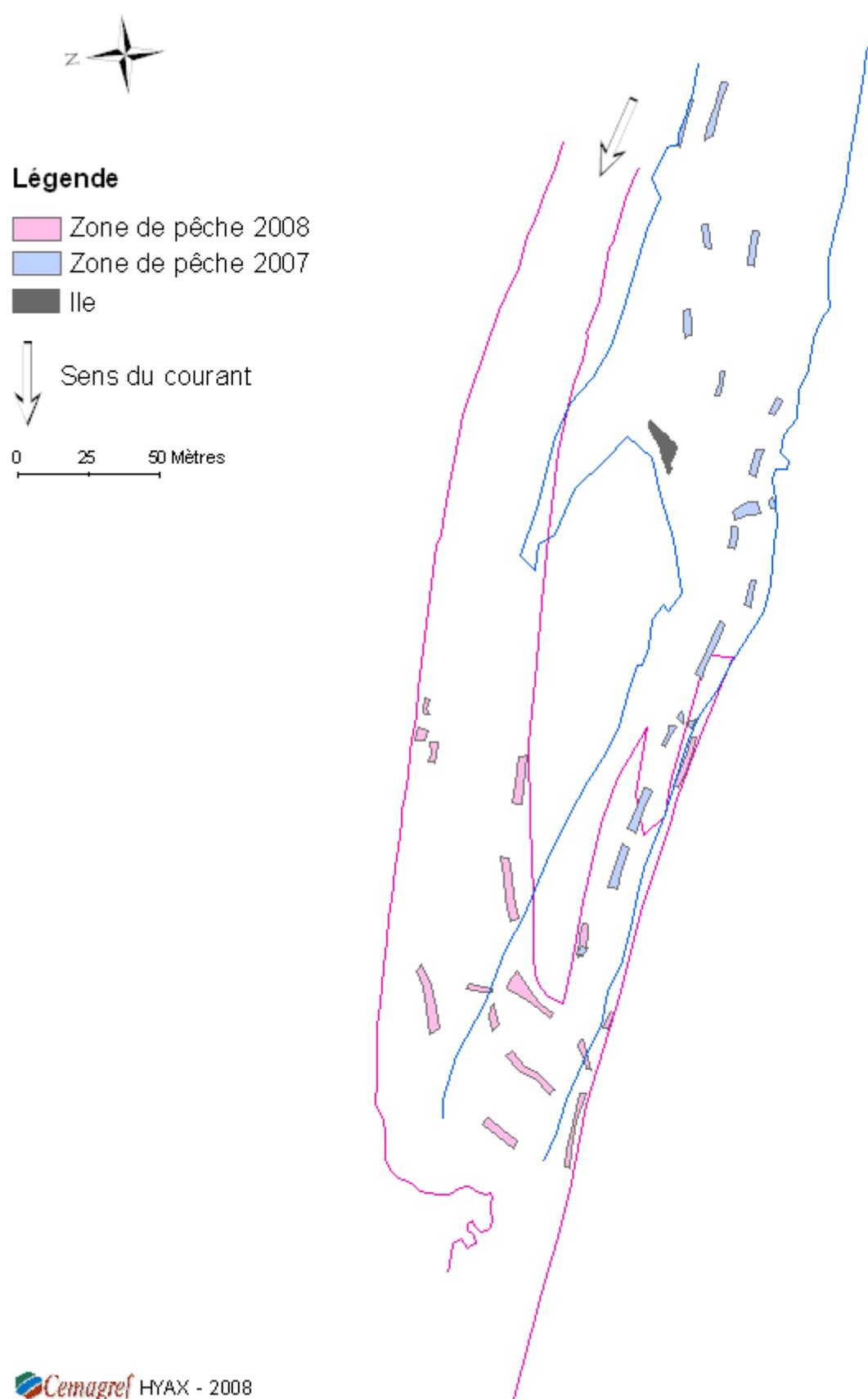


Figure 1 - Vue en plan de la station "Pont de Cadenet". Localisation des ambiances de pêche et section de jaugeage.



 HYAX - 2008

Figure 2 - Vue en plan de la station "Cheval Blanc". Localisation des ambiances de pêche et des quatre sections de jaugeage.



 Cemagref HYAX - 2008

Figure 3 - Vue en plan de la station "Pont de Cadenet". Evolution du tracé du chenal mouillé entre juin 2007 et juillet 2008 suite à la crue morphogène du printemps 2008.

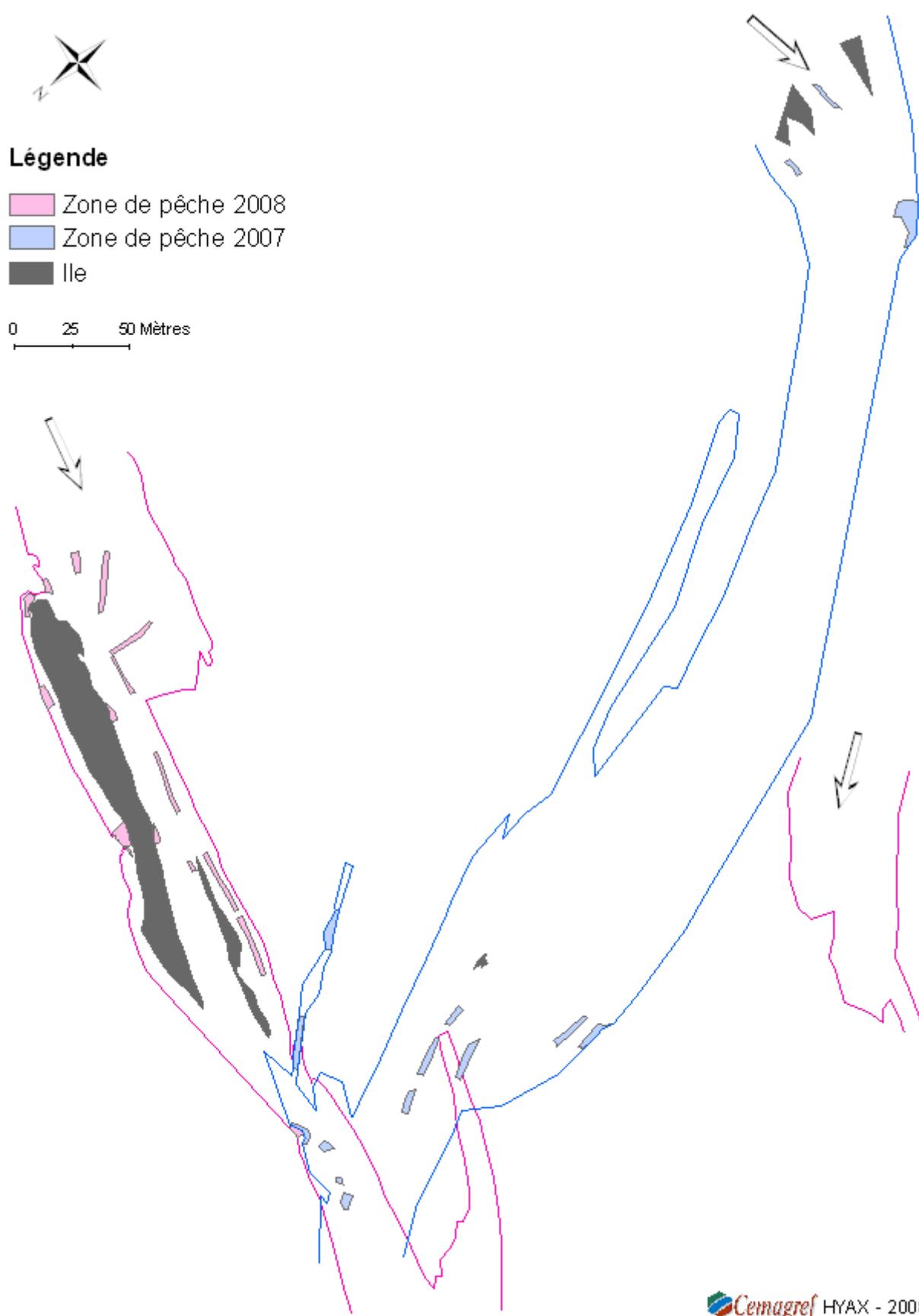


Figure 4 - Vue en plan de la station "Cheval Blanc". Evolution du tracé du chenal mouillé entre juin 2007 et juillet 2008 suite à la crue morphogène du printemps 2008.

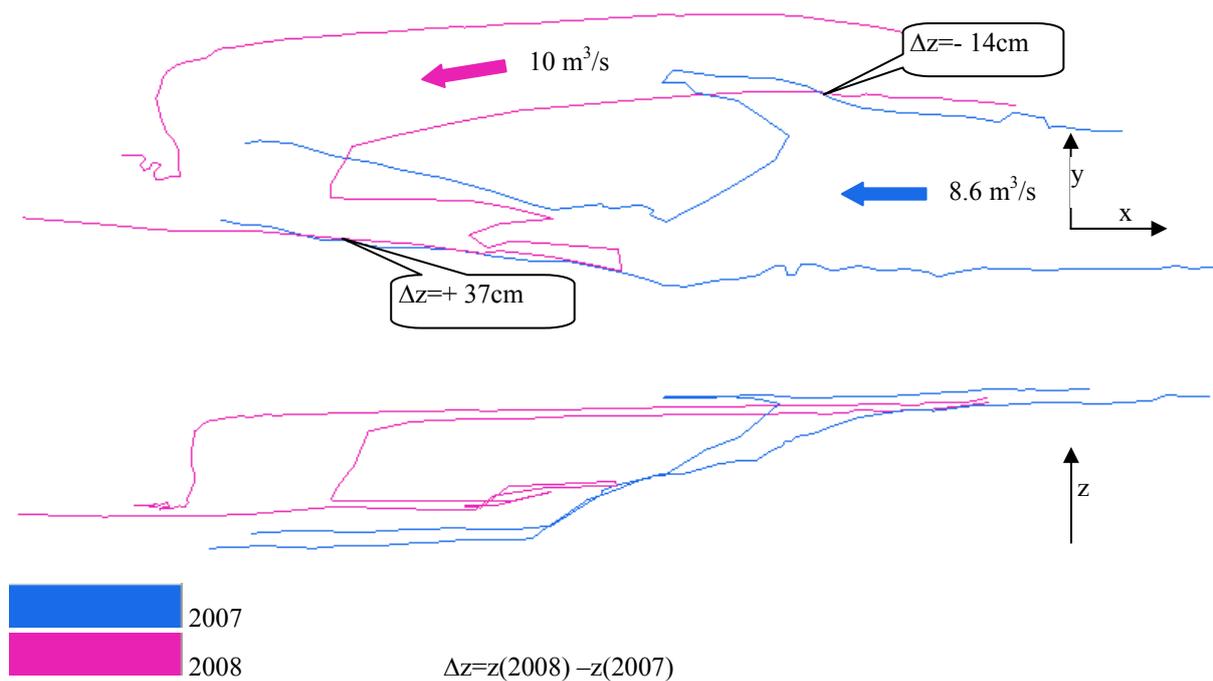


Figure 5 - Pont de Cadenet. Evolution 3D du tracé du chenal mouillé entre juin 2007 et juillet 2008 Vue de dessus et de côté (dilatation des altitudes x 50).

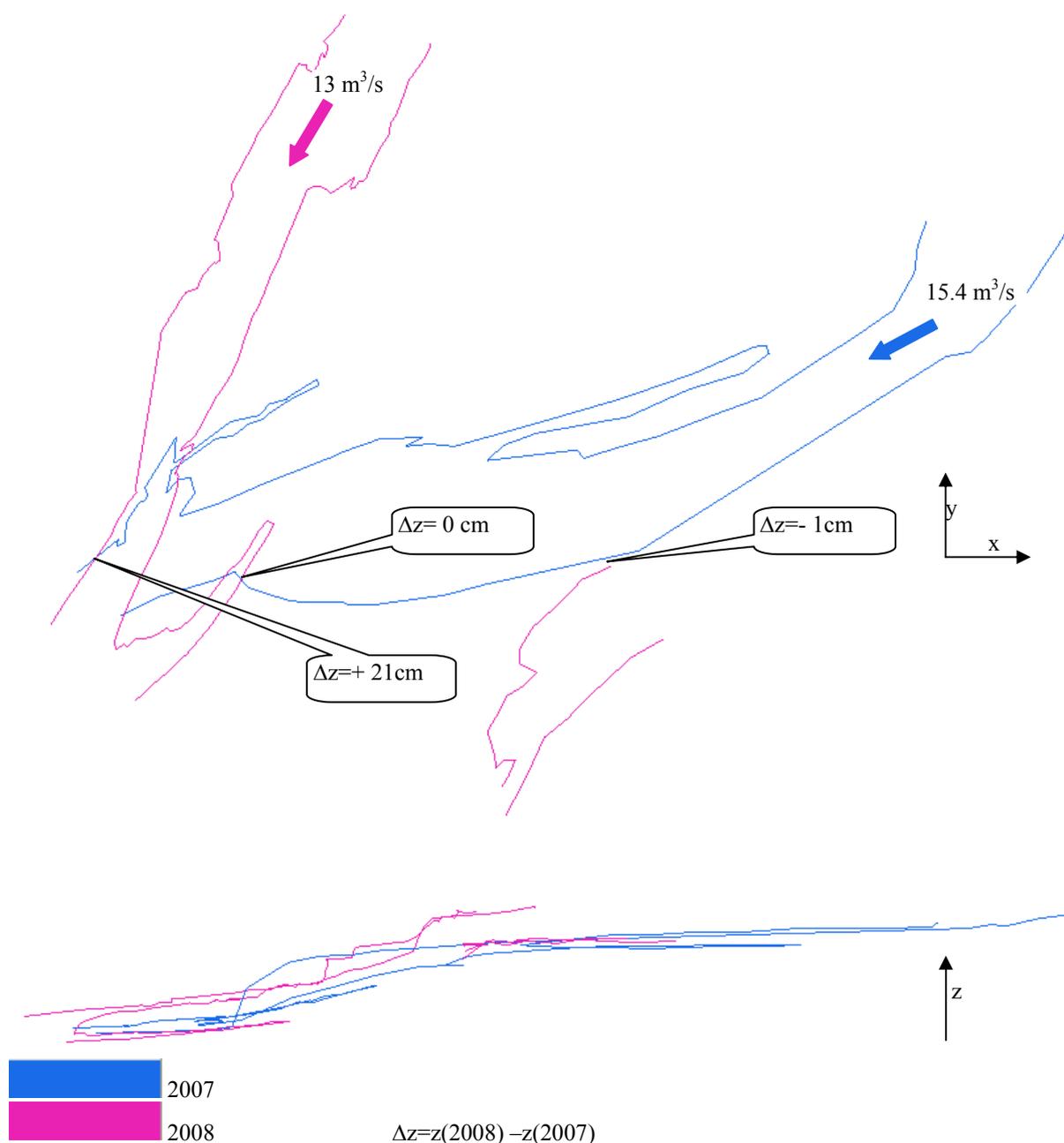


Figure 6 - Cheval Blanc. Evolution 3D du tracé du chenal mouillé entre juin 2007 et juillet 2008
Vue de dessus et de côté (dilatation des altitudes x 50).

En 2008, les longueurs des tronçons étudiés sont de 440 m au Pont de Cadenet et de 408 m à Cheval Blanc.

L'évolution géomorphologique des chenaux mouillés consécutive à la crue du printemps 2008 est présentée dans les figures 3 à 6. Globalement, les stations ont été entièrement remaniées.

I - 6. Analyse morpho-hydraulique des ambiances

Les ambiances ont été maillées en TIN dans le plan xy (Triangular Irregular Network : réseau de triangles irréguliers), à partir des verticales situées à l'intérieur des ambiances et de celles définissant leur contour. Chaque ambiance est donc décomposable en 3 dimensions en éléments finis. Ce sont des solides à 5 faces avec deux bases triangulaires situées respectivement à la surface de l'eau et au fond de la rivière, dont les sommets sont reliés entre eux par des verticales qui sont des hauteurs d'eau mesurées. Comme chaque verticale

est associée à une vitesse moyenne, chaque ambiance de pêche peut être caractérisée par une signature morpho-hydraulique (LE COARER, 2007). Cette quantification de la richesse morpho-hydraulique par le calcul des pourcentages en volume de classes de couples profondeur/vitesse moyenne a été effectuée en utilisant la même norme de définition des classes. Les «hydrosignatures» ont été calculées par ambiances et pour l'ensemble des ambiances réalisées dans chaque station (Figure 9). Ces calculs sont effectués à l'aide de la version 2.7.21 du logiciel «HydroSignature» téléchargeable sur le site Web du Cemagref.

Le tableau II précise les caractéristiques morpho-hydrauliques générales des ambiances de pêches des campagnes 2004, 2005, 2006 et 2007.

Tableau II - Caractéristiques morpho-hydrauliques générales des ambiances de pêches.

Année	Pont de Cadenet					Cheval Blanc				
	2004	2005	2006	2007	2008	2004	2005	2006	2007	2008
Nombre d'ambiances	14	18	19	19	16	16	15	16	15	16
Surface totale [m ²]	668	487	502	450	553	1183	646	655	572	517
Volume total [m ³]	276	209	194	193	238	415	255	282	243	191
Hauteur moyenne [m]	0.41	0.43	0.39	0.43	0.43	0.35	0.39	0.43	0.43	0.37
Vitesse moyenne [m/s]	0.69	0.67	0.66	0.65	0.50	0.41	0.48	0.46	0.57	0.61
Froude moyen []	0.33	0.31	0.32	0.30	0.24	0.21	0.24	0.22	0.26	0.31
Hauteur maximale [m]	1.35	1.06	1.00	0.91	1.30	1.75	1.35	1.50	1.17	1.48
Vitesse maximale [m/s]	1.26	1.27	1.49	1.36	1.98	1.28	1.23	1.18	1.55	2.07

Tableau III - Comparaison des HydroSignatures en surface et en volume des ambiances de pêches de Pont de Cadenet (CA) et de Cheval Blanc (CB) obtenues de 2004 à 2008

HydroSignature Version 2.7.25 Comparaison_HSC_[k1=1 ,k2=1]										
*****Surface*****										
	CA04	CA05	CA06	CA07	CA08	CB04	CB05	CB06	CB07	CB08
CA04	0	15	22	25	41	42	23	25	30	29
CA05	15	0	17	17	39	42	25	24	31	28
CA06	22	17	0	14	36	35	26	21	30	22
CA07	25	17	14	0	34	36	27	22	30	22
CA08	41	39	36	34	0	21	29	27	18	27
CB04	42	42	35	36	21	0	28	32	26	26
CB05	23	25	26	27	29	28	0	17	20	25
CB06	25	24	21	22	27	32	17	0	19	23
CB07	30	31	30	30	18	26	20	19	0	26
CB08	29	28	22	22	27	26	25	23	26	0
*****Volume*****										
	CA04	CA05	CA06	CA07	CA08	CB04	CB05	CB06	CB07	CB08
CA04	0	17	21	27	50	48	28	32	33	33
CA05	17	0	18	20	48	50	30	30	30	35
CA06	21	18	0	15	46	43	31	29	33	30
CA07	27	20	15	0	40	39	30	27	29	25
CA08	50	48	46	40	0	23	34	30	24	29
CB04	48	50	43	39	23	0	30	33	30	25
CB05	28	30	31	30	34	30	0	20	27	25
CB06	32	30	29	27	30	33	20	0	20	26
CB07	33	30	33	29	24	30	27	20	0	24
CB08	33	35	30	25	29	25	25	26	24	0

Le tableau III est le résultat d'une comparaison matricielle des hydrosignatures générales des ambiances de pêches des années 2004 à 2008. Cet indice de comparaison (SCHARL & LE COARER, 2005) varie entre 0 et 100 ; sa valeur est de 0 pour 2 hydrosignatures identiques, et de 100 pour 2 hydrosignatures complètement différentes. Dans notre cas, compte tenu des grilles de définition des hydrosignatures utilisées et des coefficients de comparaison utilisés, nous estimons que 2 hydrosignatures sont proches hydrauliquement pour des valeurs inférieures à 20.

Suite à cette nouvelle campagne, nous constatons :

- que la station de Cadenet en 2008 est hydrauliquement différente des autres années,
- que Cadenet en 2008 présente une similitude avec la campagne de Cheval Blanc en 2007 (en terme de HSCsurface),
- que Cheval Blanc en 2008 ne présente aucune similitude hydraulique avec les campagnes précédentes.

Les campagnes Cadenet de 2004 à 2007 différaient au maximum de HSCvolume=27, alors que la campagne 2008 ressemble le plus à 2007 avec un HSCvolume=40. Selon nous, ce changement est imputable à la crue du printemps 2008 qui a refaçonné hydrauliquement la station et qui n'a pas permis aux équipes de pêche de replacer facilement les ambiances dans les mêmes contextes.

Ces disparités entre les campagnes sont fréquentes, il est par ailleurs tout aussi classique que l'hydrosignature générale des ambiances de pêches d'une station soit sensiblement différente de l'hydrosignature de la station elle-même.

L'hydraulique moyenne des ambiances de pêches par station étant très variable, les comparaisons directes des campagnes d'échantillonnages piscicoles s'avèrent difficiles.

I - 7. Hauteur de rugosité du substrat

Le substrat offre à la fois un abri hydraulique contre le courant et une protection vis à vis d'éventuels prédateurs. Les éléments granulométriques génèrent des "espaces vitaux" caractérisés par une faible vitesse de courant, une exposition moindre à la lumière, une proximité d'accès vers les ressources alimentaires. La taille de cet "espace" conditionne celle de l'occupant éventuel. Leur nombre accroît le "volume total habitable". Cette notion est appréhendée par les courbes de preferendum (substrat) établies pour l'évaluation des potentialités piscicoles d'un cours d'eau à truites.

Il est également important que le substrat ait des interstices. Leur colmatage entraîne une diminution des effectifs et de la survie des individus. Le substrat est le support des autres ressources biologiques du milieu aquatique (végétales et animales), indispensables pour l'alimentation du poisson. Il est également utilisé pour la fraie des espèces lithophiles, comprenant les Salmonidés et de nombreux Cyprinidés rhéophiles.

Il importe donc de trouver des descripteurs pertinents de cette composante complexe du milieu aquatique, souvent sous-évaluée en regard de variables plus facilement quantifiable (hauteur d'eau, vitesse). Parmi les descripteurs du substrat, une mesure de la hauteur des éléments rugueux au dessus du fond, la **hauteur de rugosité** (*roughness heigth* dans la terminologie anglo-saxonne), constitue une variable d'acquisition simple et rapide, intégrant de multiples caractéristiques du substrat. Alors que la rugosité revêt une grande importance dans les calculs hydrauliques, elle est peu utilisée par les hydrobiologistes pour la description de l'habitat physique.

Dans notre approche, cette variable a été initialement prise en tant que descripteur fonctionnel de l'habitat physique des poissons pour des cours d'eau de faible profondeur.

Bien que la hauteur de rugosité ne puisse satisfaire tous les critères de quantification du substrat et de son agencement, elle constitue une variable d'acquisition simple et très instructive quant aux abris hydrauliques offerts par les éléments granulométriques, en particulier lorsque les autres types d'abris (ligneux, sous-berge, etc, ...) manquent, voire en

tant que variable analytique complémentaire dans les études hydrogéomorphologiques et granulométriques d'un cours d'eau.

La mesure de la hauteur de rugosité (k) est obtenue simplement à partir d'un tasseau de bois de section carrée (32 x 32 mm) gradué en centimètres, d'une longueur de 2.2 m et renforcé à son extrémité par une pièce métallique. Un minimum de 10 mesures est réalisé par ambiance sachant que ce nombre peut augmenter avec la surface de l'ambiance. L'emplacement de chaque point est défini en se déplaçant en zigzag dans l'unité échantillonnée et en stoppant après un nombre fixé de pas. L'élément granulométrique en contact avec le bout du pied fait alors l'objet de la mesure.

La profondeur maximale autour de l'élément est recherchée, puis notée (h_1). Une seconde valeur (h_2) prise entre le haut de l'élément et la surface de l'eau est enregistrée. La hauteur de rugosité (k) est obtenue par simple différence ($h_1 - h_2$). Si l'élément dépasse la surface de l'eau, sa hauteur devient la valeur recherchée k .

La mesure de k peut être complétée par une mesure (ou une mise en classe) de la taille de l'élément granulométrique (dimension de l'axe b) et également par une épaisseur des dépôts dans le cas d'éléments fins (sables, limons).

En raison des limites de précision de la mesure, des valeurs prédéfinies arbitraires ont été fixées pour certaines catégories de substrat. La roche mère est considérée comme ayant une valeur $k = 0$, les limons reçoivent la valeur $k = 0.001$ cm, les sables $k = 0.1$ cm, et la valeur $k = 0.5$ cm est attribuée pour toutes les mesures susceptibles d'être comprises entre 0.1 et 1 cm.

A partir de l'échantillon de mesures de la hauteur de rugosité, l'information est traitée sous diverses formes. L'analyse des variables descriptives de l'habitat peut intégrer la hauteur de rugosité sous plusieurs aspects, soit à partir de paramètres statistiques classiques vus à l'échelle spatiale souhaitée (mésohabitat, tronçon, bassin versant, ...), soit sous la forme d'une répartition en classes dont les bornes seront choisies par l'utilisateur, soit en combinaison avec d'autres variables comme la profondeur (rapport k/h de rugosité relative).

La Figure 7 permet de visualiser les éléments de base pour la quantification de cette variable et la mesure de variables granulométriques complémentaires.

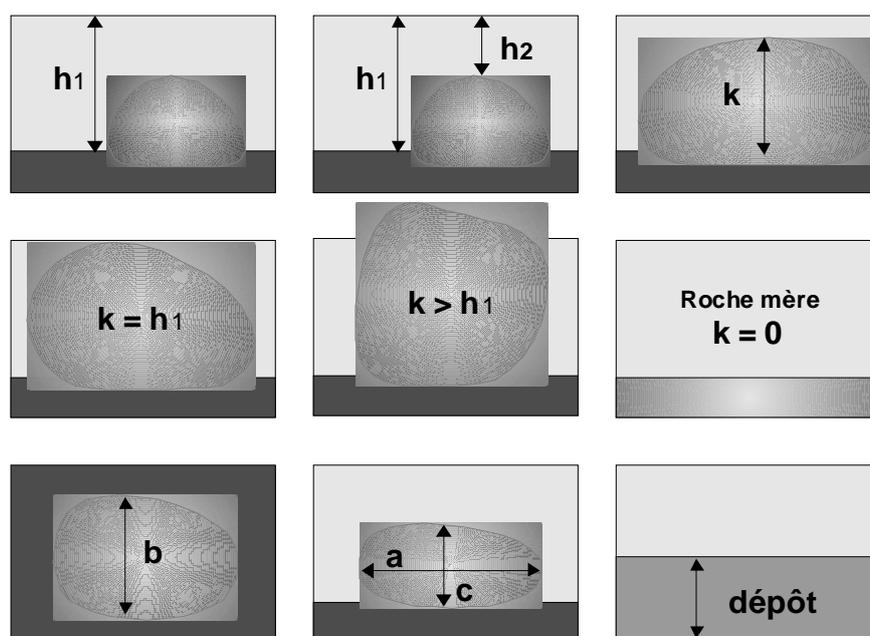


Figure 7 - Représentation schématique des diverses mesures réalisées pour l'évaluation de la hauteur de rugosité (k) et des mesures caractéristiques du substrat. La profondeur maximale autour de l'élément granulométrique choisi permet par différence avec la hauteur d'eau relevée au-dessus de l'élément d'obtenir la valeur de k . La deuxième ligne représente les situations particulières dans lesquelles, soit la hauteur de rugosité égale la profondeur, soit la hauteur de l'élément dépasse la surface de l'eau et entraîne une valeur de k supérieure à la profondeur

maximale, soit la taille du substrat nécessite l'adoption de valeurs arbitraires. C'est le cas de la roche mère ou d'une dalle dont les dimensions dépassent celles de l'ambiance ($k = 0$), de substrats fins comme les limons ($k = 0.001$ cm), les sables ($k = 0.1$ cm), et tous les éléments granulométriques susceptibles de générer des valeurs comprises entre 0.1 et 1 cm comme les graviers ($k = 0.5$ cm).

La mesure de la hauteur de rugosité du substrat a été généralisée dans tous nos travaux effectués sur la Durance. Une analyse sommaire des résultats enregistrés depuis 2005 sur les deux stations s'avère instructive quant aux changements survenus dans l'agencement du substrat des stations après le long épisode de crue printanier (Figure 8, tableau IV).

D'une manière générale, la hauteur de rugosité moyenne (k) est toujours supérieure à Cheval Blanc car des ambiances sont réalisées chaque année dans des enrochements de rive. La présence de ces blocs d'origine anthropique explique des valeurs anormalement élevées (allant jusqu'à 160 cm sur cette station). Par conséquent, les fortes valeurs de la hauteur de rugosité ($k > 25.6$ cm) ont été exclues du jeu de données afin de ne prendre en compte que des éléments granulométriques d'origine "naturelle".

La représentation en boîtes à moustaches de k (< 25.6 cm) montre alors que la hauteur de rugosité est (1) plus faible à Cheval Blanc, (2) que cette variable a diminué en 2008 dans les deux stations, et (3) que la valeur moyenne en 2008 à Cadenet est statistiquement non différente de celles observées à Cheval Blanc de 2005 à 2007.

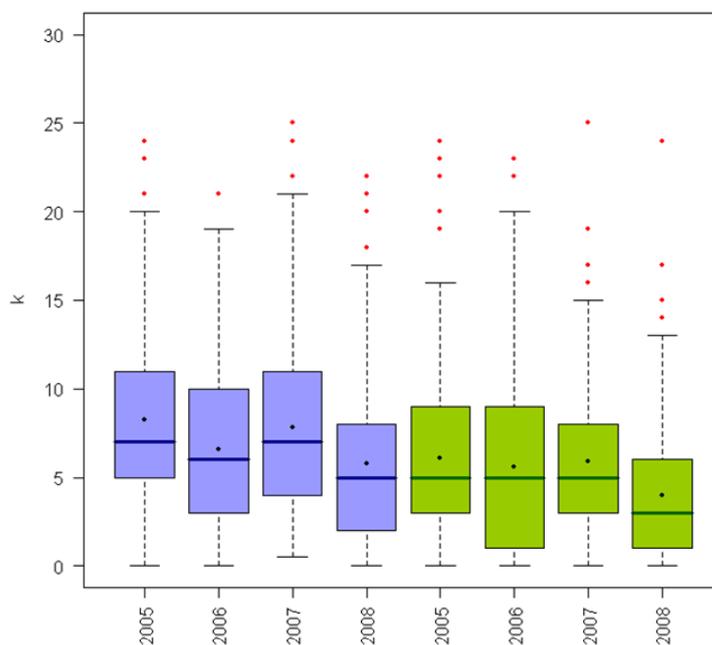


Figure 8 – Répartition par année des hauteurs de rugosité (k , en cm) du substrat dans les stations de Cadenet (en bleu) et de Cheval Blanc (en vert). Les paramètres sont calculés après exclusion des valeurs supérieures à 25.6 cm.

Tableau IV – Statistiques des hauteurs de rugosité mesurées dans les ambiances de 2005 à 2008. Dans la deuxième partie du tableau, les variables sont calculées après exclusion des valeurs de k supérieures à 25.6 cm correspondant majoritairement à des blocs d'enrochement de rives.

k (cm)		Nombre	Moyenne	SD	Min	Q25%	Q50%	Q75%	Max
Cadenet	2005	226	8.75	6.29	0.001	5	7	11	40
	2006	220	8.10	9.22	0.001	3	6	10	70
	2007	208	9.94	10.42	0.500	4	7	11	72
	2008	198	6.11	5.96	0.001	2	5	8	54
Cheval Blanc	2005	197	14.46	25.59	0.001	3	6	12	155
	2006	167	12.33	23.75	0.001	1	5	11	160
	2007	188	12.28	21.03	0.001	3	6	9.5	120
	2008	210	7.94	17.64	0.001	1	4	6	110
Total		1614	9.86	16.47	0.001	3	6	10	160
k (cm) < 25.6		Nombre	Moyenne	SD	Min	Q25%	Q50%	Q75%	Max
Cadenet	2005	221	8.25	5.33	0.001	5	7	11	24
	2006	212	6.60	4.68	0.001	3	6	10	21
	2007	196	7.83	5.02	0.500	4	7	11	25
	2008	196	5.76	4.64	0.001	2	5	8	22
Cheval Blanc	2005	170	6.06	5.02	0.001	3	5	9	24
	2006	150	5.61	5.48	0.001	1	5	9	23
	2007	169	5.93	4.44	0.001	3	5	8	25
	2008	198	3.99	3.48	0.001	1	3	6	24
Total		1512	6.31	4.95	0.001	3	5	9	25

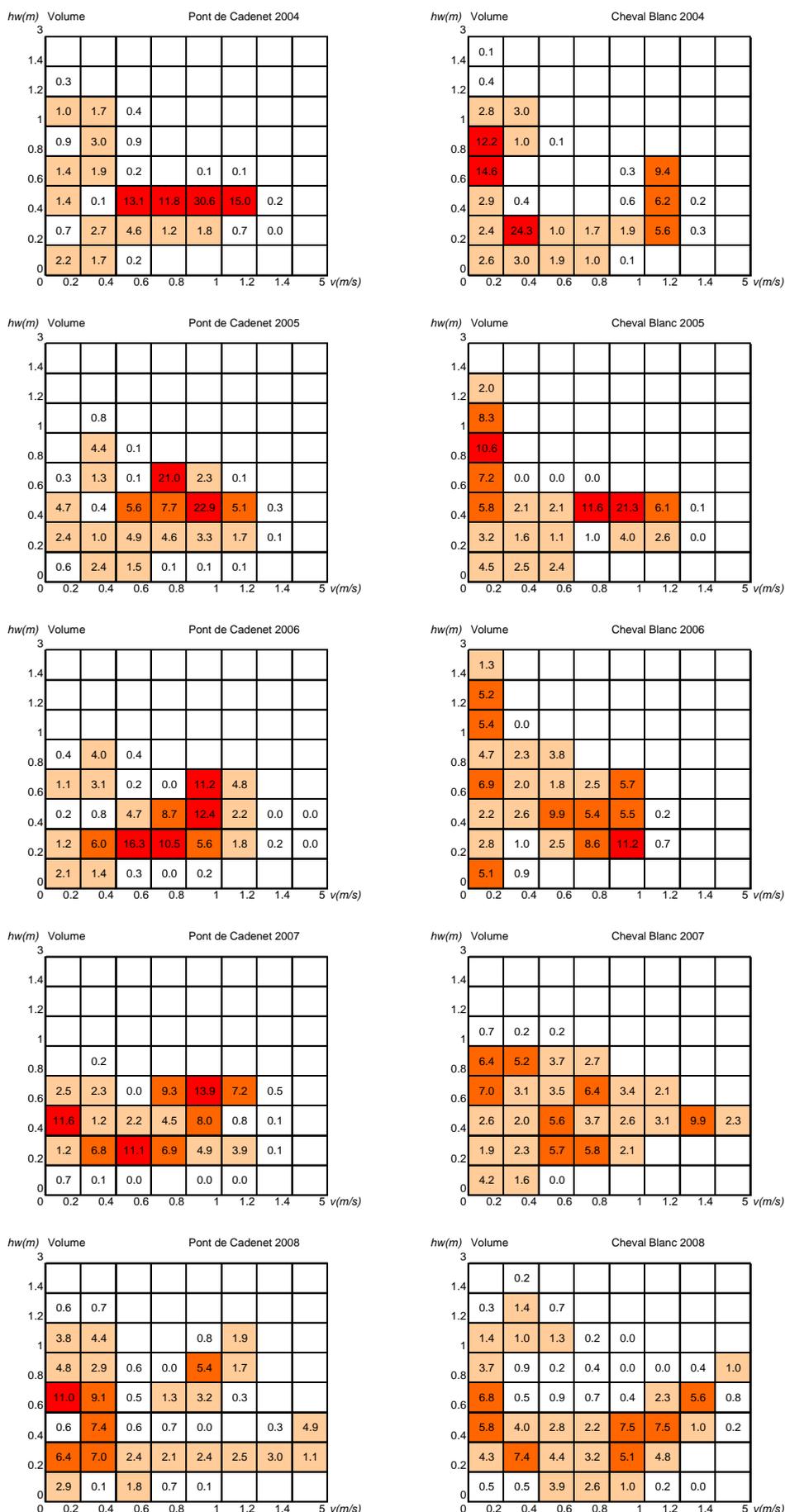


Figure 9 - Hydrosignatures globales en volume des pêches de Pont de Cadenet et Cheval Blanc de 2004 à 2008.

Partie II - Peuplements piscicoles estivaux en Basse Durance

La taille du cours d'eau justifie une technique d'échantillonnage adaptée, basée sur l'identification des différents habitats disponibles sur un tronçon du cours d'eau et le choix de placettes dans ces entités. Ces placettes ou « ambiances » sont échantillonnées par pêche électrique, faites à pied dans le contexte physique particulier de la Durance. L'échantillon est accompagné de relevés de paramètres physiques (profondeurs, vitesses, rugosité du substrat), de caractéristiques qualitatives relatives aux abris potentiels (ligneux, herbiers, algues), aux berges et à la localisation transversale des ambiances. Les relevés topographiques permettent la quantification des surfaces et volumes des ambiances et leur spatialisation.

Les résultats des pêches de 2008 sont donnés dans les tableaux V et VI en annexe. Les résultats de l'année 2008 sont analysés en regard des données obtenues au cours des années précédentes (2003 à 2007). Les tableaux VII et VIII synthétisent les observations inter-annuelles effectuées sur ces deux stations.

D'un point de vue global, pour les 6 années et le linéaire de la basse Durance concerné par cette étude, le peuplement compte 7 familles et 26 espèces. Il est caractérisé par une prédominance de 5 cyprinidés : le spiralin, le chevaine, le barbeau, le vairon et le goujon, et de la loche franche (Figure 10). Une espèce apparue sur la Durance en 1994 : la loche épineuse *Cobitis bilineata* a longtemps compté parmi les espèces abondantes sur ce linéaire mais ces effectifs ont notablement baissé au cours des dernières années. Elle n'a pas été capturée au Pont de Cadenet en 2007, et un exemplaire unique a été échantillonné par station en 2008. Des cyprinidés caractéristiques de ce cours d'eau sont largement sous-représentés : le toxostome, le hotu, et surtout le blageon. L'anguille est également peu abondante dans les captures. En regard de la chronique considérée (2003-2008), trois espèces non représentatives du milieu alluvial durancien ont été capturées exclusivement en 2008 à Cadenet : la brème bordelière, le carassin argenté et la tanche.

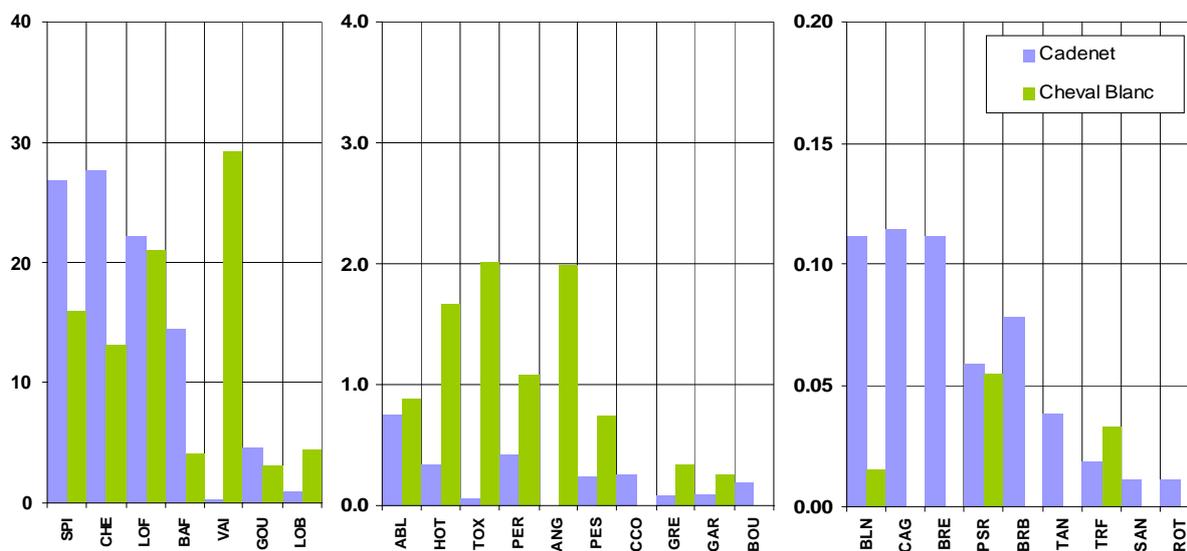


Figure 10 - Répartition ordonnées des abondances relatives des espèces capturées sur la Durance (stations du Pont de Cadenet et de Cheval Blanc). Cette figure regroupe l'ensemble des 193 ambiances échantillonnées depuis 2003.

Cependant, ces deux stations montrent de notables différences. Une analyse générale des 6 années avec séparation des espèces principales en entités taxonomiques définies selon leur taille a été réalisée. Les 5 premières classes de taille sont définies par tranches de 30 mm

de 0 à 150 mm ; les suivantes (150-300 mm, 300-450 mm, 450-600 mm et LT>600 mm) permettent de regrouper des individus adultes nettement moins nombreux dans les échantillons. Cette séparation de plusieurs espèces par classes de taille conduit à un total de 58 taxons pour l'ensemble des deux stations. Afin de permettre des comparaisons entre ambiances et années, les effectifs sont corrigés à partir des surfaces des ambiances et ramenés pour 50 m².

Le suivi temporel de la richesse taxonomique (Figure 11) montre une forte diminution de la richesse taxonomique à Cadenet en 2008. Elle s'avère même inférieure à celle relevée à Cheval Blanc. Parallèlement, une chute des effectifs capturés en 2008 est enregistrée à Cadenet sur l'ensemble des ambiances échantillonnées. Si la station de Cheval Blanc reste globalement caractérisée par la stabilité et la modicité des effectifs, les captures de 2008 sont plus nombreuses qu'à Cadenet.

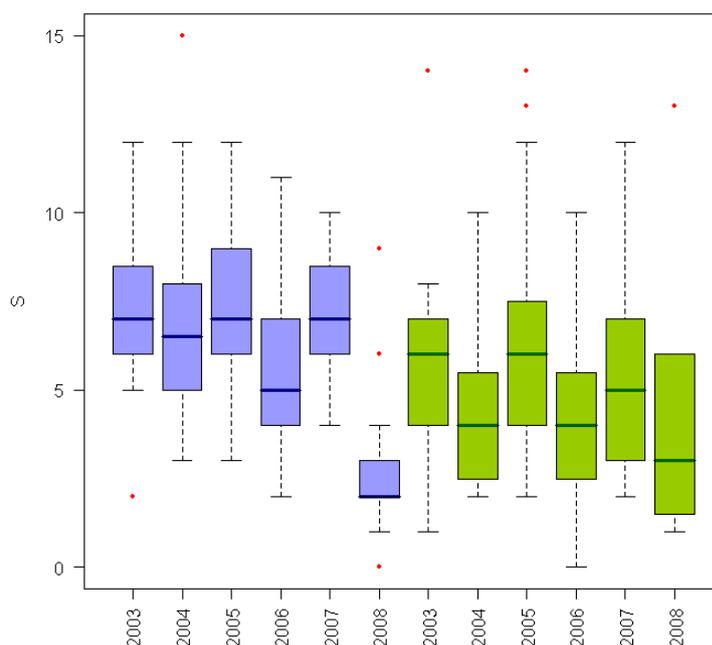


Figure 11 - Evolution inter-annuelle de la richesse taxonomique à Cadenet (en bleu) et Cheval Blanc (en vert). La richesse taxonomique maximale (ensemble des deux stations) est de 58 taxons.

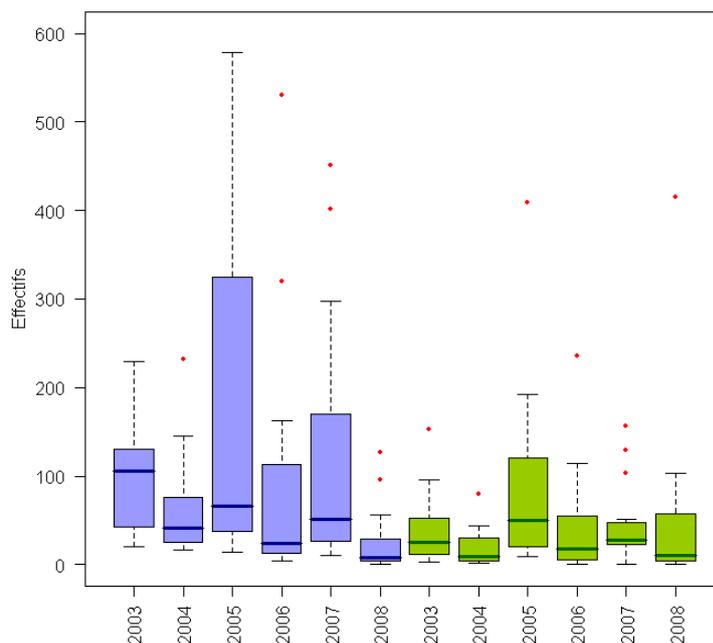


Figure 12 - Evolution inter-annuelle des effectifs totaux corrigés à Cadenet (en bleu) et Cheval Blanc (en vert).

Le tableau général (193 ambiances échantillonnées sur 6 années et 2 stations x 58 taxons) a été traité par une Analyse en Composantes Principales Normée après transformation logarithmique des effectifs corrigés [$\ln(n/50 \text{ m}^2 + 1)$]. Les résultats présentés concernent les analyses inter- et intra-années/stations. Ces analyses sont réalisées avec le logiciel ADE4 (THIOULOUSE et al., 1997).

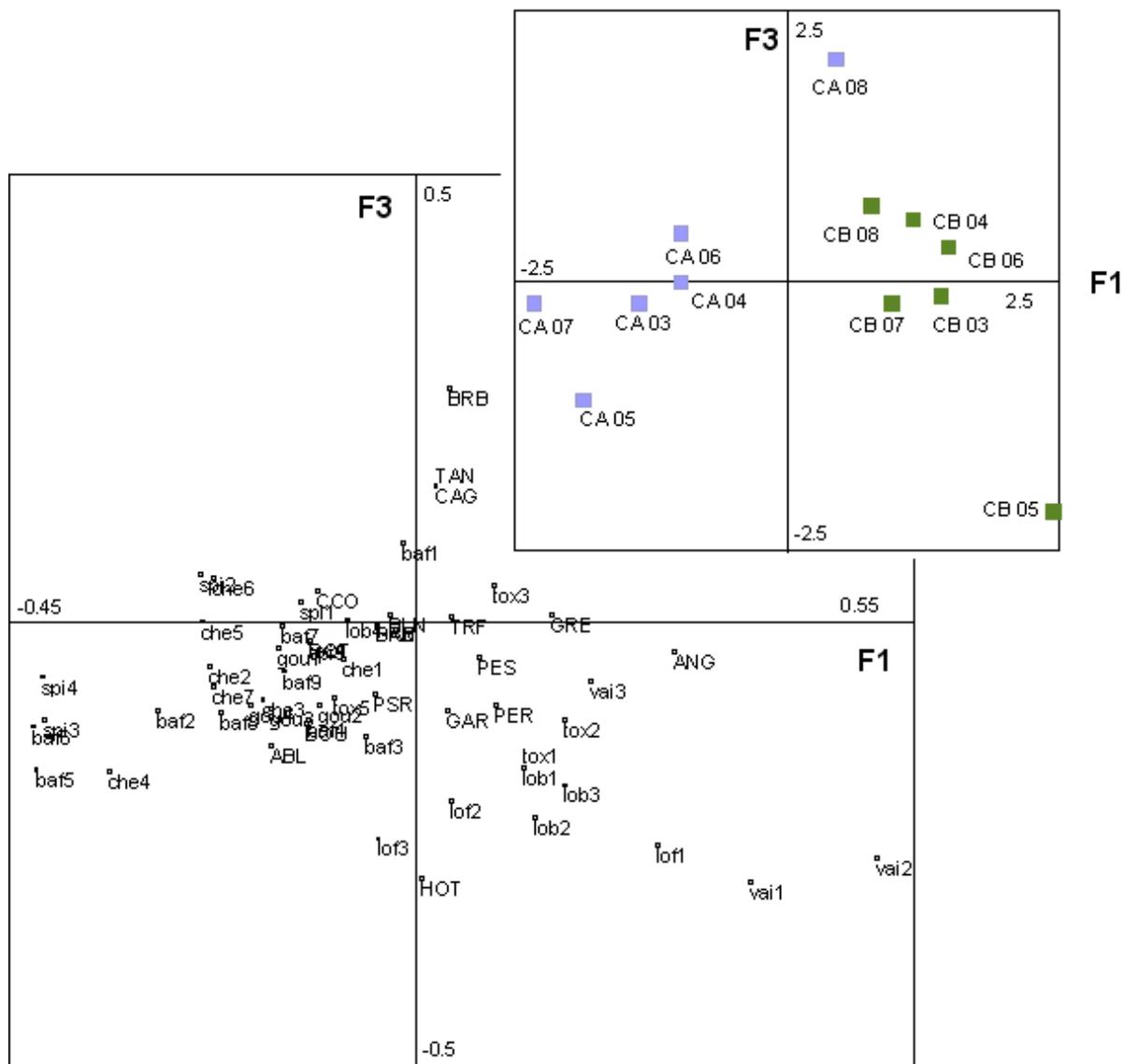


Figure 13 - Analyse en Composantes Principales Normée inter-années/stations. Plan factoriel F1F3. CB = Cheval Blanc et CA = Cadenet.

La distinction spatiale est maximisée par l'analyse inter-annuelle (Figure 13). Elle est bien définie par le premier axe factoriel (Cadenet à gauche et Cheval Blanc à droite sur le plan).

De 2003 à 2007, la station du Pont de Cadenet est caractérisée par la prédominance du barbeau, du spirin, du chevaine, l'absence de l'anguille et de la grémille. Globalement, elle abrite plus d'espèces inféodées à des habitats lotiques. En 2008, une quasi-disparition du barbeau est enregistrée, à l'exception de jeunes de l'année (baf1, taille < 30 mm), vraisemblablement nés après l'épisode de crue. Par ailleurs, les effectifs de la plupart des autres espèces ont diminué. Ce déficit de captures en 2008 auquel s'ajoute la présence de quatre espèces lénitiques, expliquent la position singulière de Cadenet en 2008 et une relative proximité avec les résultats obtenus à Cheval Blanc. Les changements consécutifs à l'épisode hydro-géomorphologique printanier expliquent ces résultats. Les coordonnées factorielles de Cadenet 2008 sur le troisième axe, et une différence avec Cheval Blanc, sont liées à la capture exclusive de trois espèces (brème bordelière, carassin argenté et tanche).

Partie III - Utilisation du modèle habitats/poissons 5M7

L'une des méthodes d'exploitation des résultats collectés au travers de l'échantillonnage piscicole par ambiances consiste à mettre en œuvre le modèle habitats/poissons 5M7. Précisons que ce modèle a été créé à l'origine pour analyser précisément ce type de données en moyenne Durance.

Le modèle 5M7 permet de calculer des coefficients de préférence de taxons de poissons pour des classes de couples profondeur/vitesse moyenne assimilées ici à "l'habitat". Il peut aussi être utilisé pour évaluer a priori le taux de saturation des taxons par "habitat hydraulique disponible". En d'autres termes, il s'agit ici de fournir des indicateurs numériques pour caractériser un taux de saturation / coefficient d'occupation des habitats hydrauliques des poissons dans lesquels ils sont réputés vivre. Le taux de saturation varie théoriquement en fonction des variations de conditions de milieu et de l'historique de ces conditions. Citons, sans être exhaustif, l'importance de :

- ◆ la morpho-hydraulique,
- ◆ la nature du substrat,
- ◆ l'importance des abris,
- ◆ l'alternance jour/nuit
- ◆ la physico chimie,
- ◆ les pressions anthropiques,
- ◆ la température,
- ◆ l'hydrologie,.....

Les résultats des calculs des taux de saturation des campagnes de Cheval Blanc en 2003, de Pont de Cadenet et Cheval Blanc de 2004 à 2008, sont présentés dans les tableaux X et XI en annexe. Les calculs ont été effectués hors abris, pour les taxons pour lesquels nous disposons d'évaluations des préférences morpho-hydrauliques.

Cette démarche s'efforce de s'abstraire des disparités de conditions hydrauliques entre les campagnes qui ont été répertoriées précédemment (I-6). Il faut noter que la modélisation finale porte en 2008, sur moins de 150 poissons par station et au maximum sur 65 poissons d'un même taxon dans une station, le deuxième effectif le plus important pour un taxon étant seulement de 29.

Nous constatons en 2008 :

- ✚ le taux de saturation le plus élevé d'alevins de barbeau [0,40mm] jamais répertorié à Cadenet,
- ✚ les classes de tailles de 40mm à 550 mm du barbeau n'ont pas été échantillonnées à Cadenet, ce qui est inhabituel ;
- ✚ contrairement aux campagnes précédentes, les taux de saturation en chevaines [0,500 mm] sont plus importants à Cheval blanc qu'à Cadenet ;
- ✚ à l'instar des campagnes précédentes, le vairon présente des taux de saturation plus élevés à Cheval Blanc qu'à Cadenet où il n'a pas été échantillonné,
- ✚ les vairons de [0,30mm] n'ont pas été échantillonnés à Cheval Blanc ce qui est inhabituel,
- ✚ pour les 2 stations, les taux de saturation de la loche franche sont globalement sensiblement plus faibles que ceux des campagnes précédentes.

Les effets de la longue crue morphogène récente, ont donc modifiés les répartitions piscicoles dans les stations.

Le développement du modèle 5M7 se poursuit, notamment dans le cadre du projet Cemagref pluri-équipes CYPREF. Des calculs de coefficients de préférences plus affinés car calculés à partir de jeux de données plus vastes sont en cours, mais les tests de validité/pertinence de la nouvelle plate-forme sont complexes et toujours non finalisés à l'heure où nous rédigeons ce rapport. Nous envisageons donc de recalculer les taux de saturation du présent rapport en 2009.

Conclusions

Les conclusions de cette étude seront présentées en commun avec le Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques.

Sites Webs

<http://www.cs.cmu.edu/~quake/triangle.html> Logiciel Triangle : "A Two-Dimensional Quality Mesh Generator and Delaunay Triangulator" Jonathan Richard Shewchuk, Computer Science Division, University of California at Berkeley, Berkeley, California 94720-1776.

<http://hydrosignature.aix.cemagref.fr> Logiciel HydroSignature.

<ftp://rgpdata.ign.fr/pub/data/2008/>

Références citées

LE COARER, Y., CARREL, G. & DUMONT, B. (2000): Moyenne Durance, Site du Largue. Aspects morphodynamiques, thermiques et piscicoles. Cemagref, UR Hydrobiologie, Aix-en-Provence, 60 p.

LE COARER, Y. 2005. "HydroSignature" software for hydraulic quantification. Proceedings, Cost 626 final meeting, Silkeborg, Denmark 19-20 May 2005, 193-203

SCHARL, A., LE COARER, Y. 2005. Morphohydraulic quantification of non spatialized datasets with the "Hydrosignature" software. Proceedings, Cost 626 final meeting, Silkeborg, Denmark 19-20 May 2005, 313-326

THIOULOUSE, J., DOLEDEC, S., CHESSEL, D. & OLIVIER, J.M. (1997): ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software. - *Statistics and Computing* **7**: 75-83.

LE COARER, Y. 2007. Hydraulic signatures for ecological modelling at different scales. *Aquatic Ecology*, 41:451-459

Rapports 2003 – 2004 – 2005 – 2006 2007

LE COARER, Y., & CARREL G., 2003. Analyses piscicoles de la Durance dans le secteur de Cheval Blanc. Campagne 2003. Aix-en-Provence, Cemagref, U.R. Hydrobiologie, 23 p.

Conclusions communes CSP et Cemagref. BARIL, D., LE COARER, Y. & CARREL, G., février 2004.

LE COARER, Y., CARREL, G. & RABOTIN, M., 2004. Analyses piscicoles de la Durance dans les secteurs de Cheval Blanc et de Pont de Cadenet. Campagne 2004, Cemagref, U.R. Hydrobiologie, Aix-en-Provence, 33 p.

Conclusions communes CSP et Cemagref. BARIL, D., LE COARER, Y. & CARREL, G., janvier 2005.

LE COARER, Y., CARREL, G., 2005. Analyses piscicoles de la Durance dans les secteurs de Cheval Blanc et de Pont de Cadenet. Pêches électriques – topographie des ambiances. Campagne 2005, Cemagref, U.R. Hydrobiologie, Aix-en-Provence, 23 p.

LE COARER, Y., CARREL, G., 2006. Analyses piscicoles de la Durance dans les secteurs de Cheval Blanc et de Pont de Cadenet. Campagne 2006. Aix-en-Provence, Cemagref, U.R. Hydrobiologie, 27 p

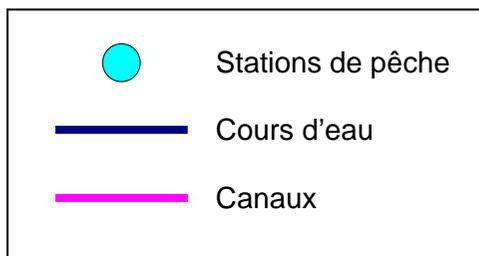
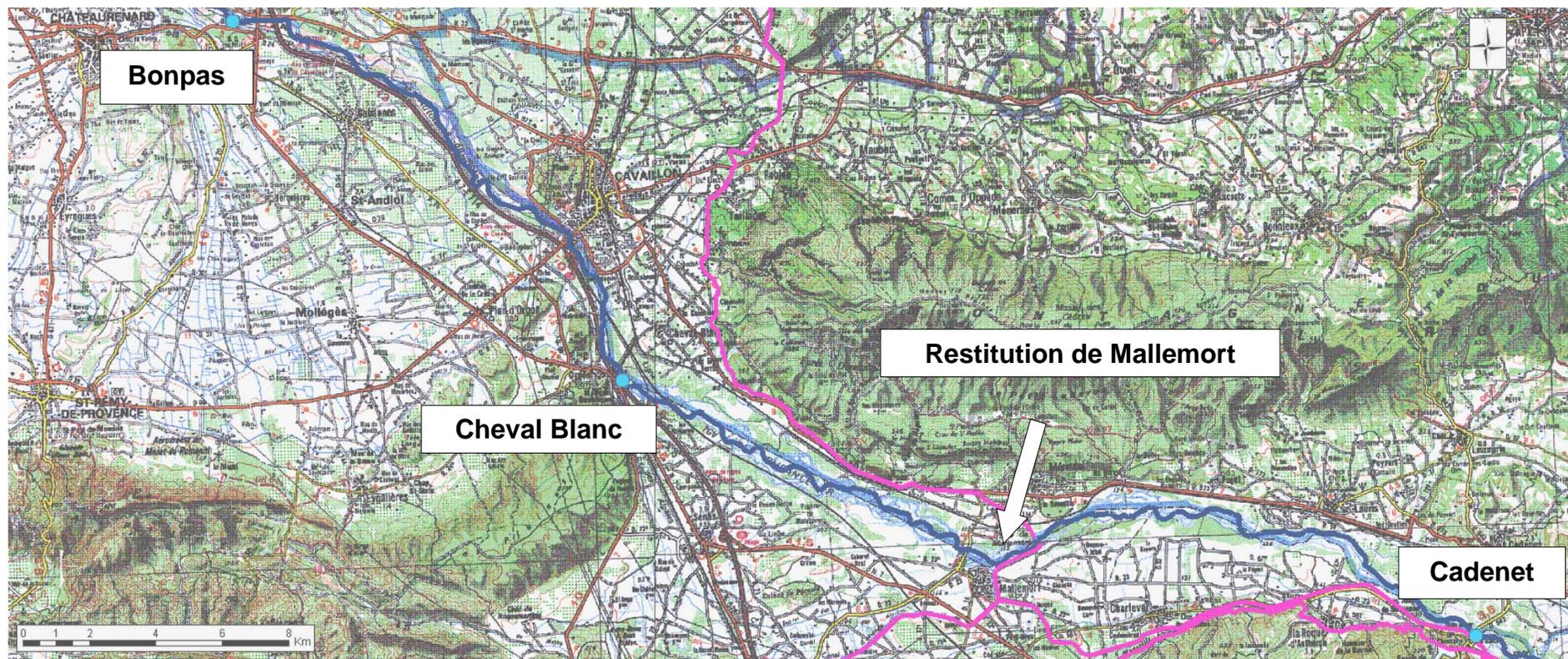
Conclusions communes CSP et Cemagref, campagne 2006 BARIL, D., LE COARER, Y. & CARREL, G., janvier 2006

LE COARER, Y., CARREL, G., 2007. Analyses piscicoles de la Durance dans les secteurs de Cheval Blanc et de Pont de Cadenet. Campagne 2007. Aix-en-Provence, Cemagref, U.R. Hydrobiologie, 27 p

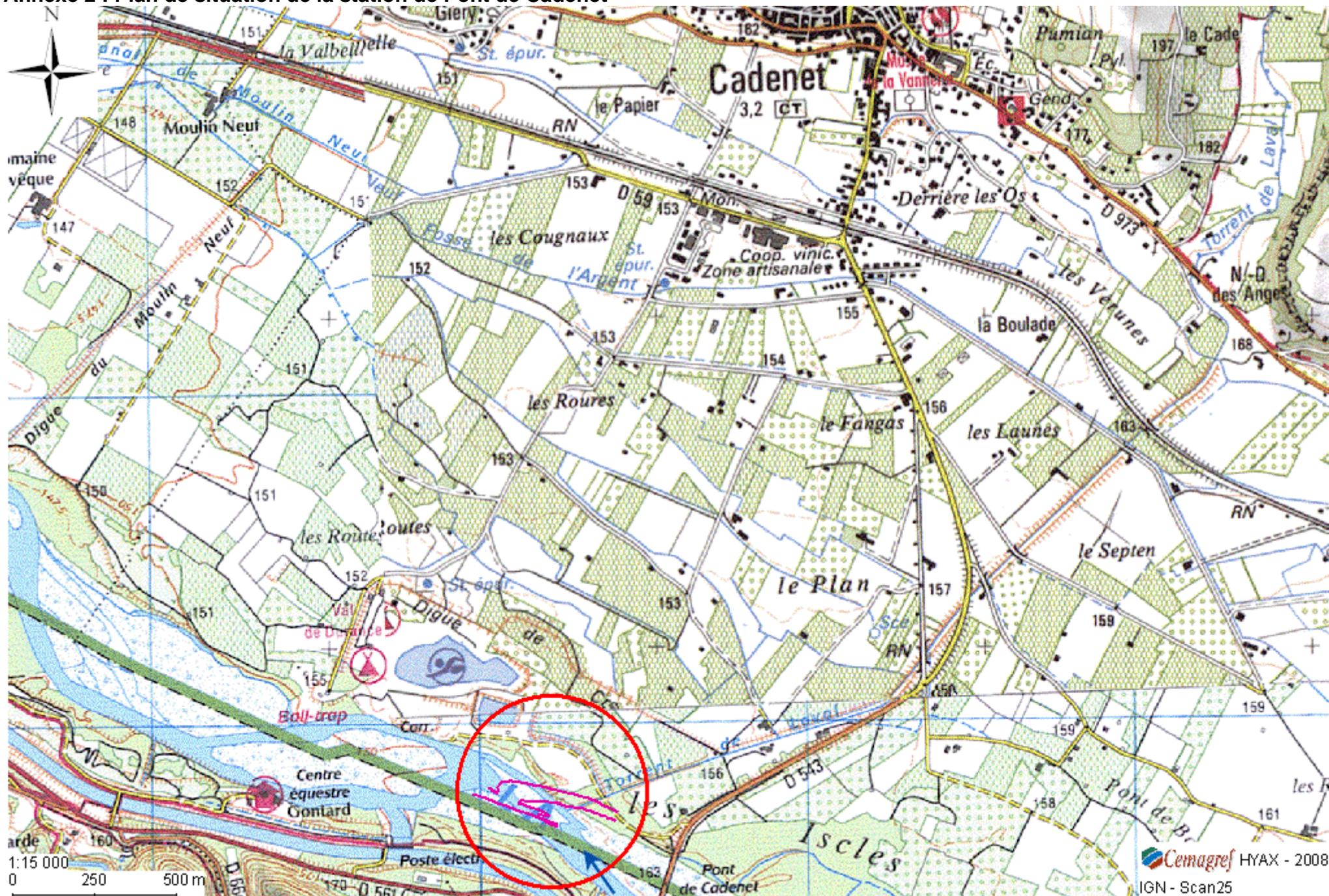
ANNEXES

- Annexe 1 - Plan de situation des stations de Bonpas, Cheval Blanc et Pont de Cadenet.
- Annexe 2 - Plan de situation de la station de Pont de Cadenet.
- Annexe 3 - Plan de situation de la station de Cheval Blanc.
- Tableau V - Résultats des pêches électriques effectuées sur la station du Pont de Cadenet. Effectifs corrigés exprimés en nombre d'individus capturés sur 50 m².
- Tableau VI - Résultats des pêches électriques effectuées sur la station de Cheval Blanc. Effectifs corrigés exprimés en nombre d'individus capturés sur 50 m².
- Tableau VII - Effectifs corrigés (N/50 m²) moyens par année des espèces capturées sur les stations de Cadenet et Cheval Blanc.
- Tableau VIII - Abondances relatives moyennes des espèces par année et par station.
- Tableau IX - Ambiances hors abris des campagnes 2004 à 2008 de Pont de Cadenet (CA) et de 2003 à 2008 de Cheval Blanc (CB) calculs des effectifs, densités en volumes [poissons/m³].
- Tableau X - Ambiances hors abris des campagnes 2004 à 2008 de Pont de Cadenet (CA) et de 2003 à 2008 de Cheval Blanc (CB) calculs des Taux de saturations des maillages t (TIN). La partie droite du tableau indique la station (CA : Cadenet ou CB : Cheval Blanc) dans laquelle le taxon domine, suivi s'il y a lieu par le rapport des taux de saturation.

Annexe 1 : Plan de situation des stations de Bonpas, Cheval Blanc et Pont de Cadenet



Annexe 2 : Plan de situation de la station de Pont de Cadenet



Annexe 3 : Plan de situation de la station de cheval Blanc

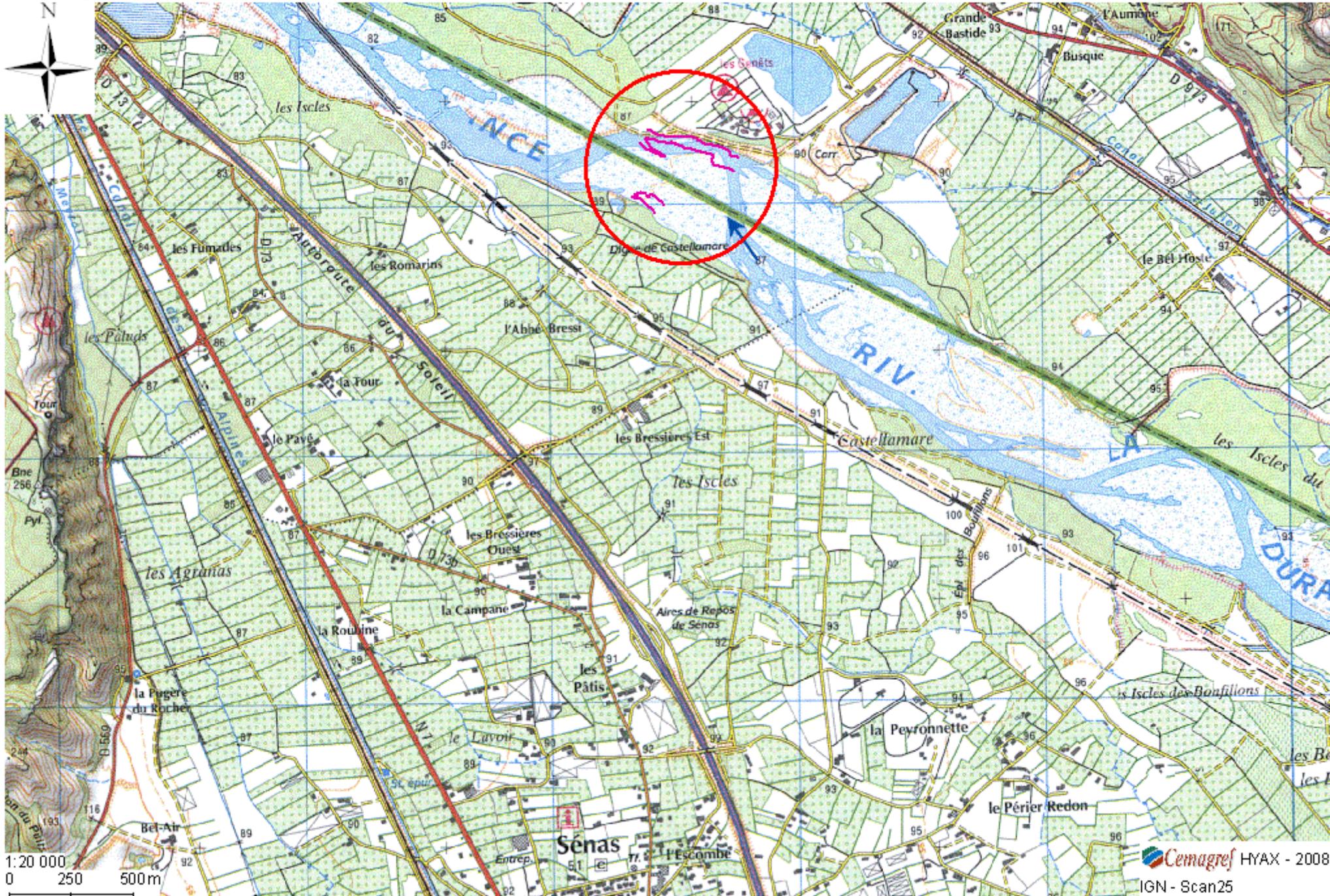


Tableau VII - Effectifs corrigés (N/50 m²) moyens par année des espèces capturées sur les stations de Cadenet et Cheval Blanc.

Famille	espèce	nom	code	Cadenet						Cheval Blanc							
				26/06/03	23/06/04	22/06/05	21/06/06	29/06/07	25/07/08	Moyenne	26/06/03	23/06/04	21/06/05	20/06/06	28/06/07	24/07/08	Moyenne
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	Anguille	ANG								1.65	0.94	0.79	1.34	0.18	0.81	0.95
Balitoridae	<i>Barbatula barbatula</i>	Loche franche	LOF	11.60	22.51	74.53	12.55	2.50	2.69	21.07	15.20	4.55	14.55	19.54	4.86	2.23	10.15
Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	Perche soleil	PES			0.64	0.61			0.21	0.17	0.40	0.21	0.14	1.01	0.20	0.35
Cobitidae	<i>Cobitis bilineata</i>	Loche épineuse (Durance)	LOB	4.18	0.35	0.45	0.82		0.09	0.98	0.31	0.74	7.43	2.19	1.81	0.12	2.10
Cyprinidae	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Spirilin	SPI	14.84	17.18	30.64	25.97	53.26	6.76	24.78	1.22	0.15	1.26	1.87	10.59	29.59	7.45
	<i>Leuciscus cephalus</i>	Chevaine	CHE	33.13	10.83	38.48	31.07	35.21	6.55	25.88	6.61	5.27	9.56	4.31	7.47	4.68	6.32
	<i>Barbus barbus</i>	Barbeau fluviatile	BAF	14.41	7.38	25.18	13.09	18.10	3.53	13.62	4.38	2.07	0.38	0.29	1.83	3.10	2.01
	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Vairon	VAI		0.10	1.32	0.20			0.27	8.75	3.95	37.21	9.21	15.51	9.62	14.04
	<i>Gobio gobio</i>	Goujon	GOU	12.44	2.15	1.72	1.99	5.35	3.31	4.49	0.68	0.23	6.42	1.38	0.21		1.49
	<i>Alburnus alburnus</i>	Ablette	ABL	0.89	1.50	0.66	0.84	0.56		0.74			1.00		1.59		0.43
	<i>Chondrostoma nasus</i>	Hotu	HOT	0.33	0.55	0.43		0.68		0.33			4.87				0.81
	<i>Chondrostoma toxostoma</i>	Toxostome	TOX		0.18	0.05		0.11		0.06			3.41	1.52	0.50	0.31	0.96
	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpe commune	CCO	1.07		0.11		0.06	0.36	0.27							
	<i>Rutilus rutilus</i>	Gardon	GAR					0.47		0.08			0.26	0.46			0.12
	<i>Rhodeus sericeus</i>	Bouvière	BOU			0.95				0.16							
	<i>Leuciscus (Telestes) souffia</i>	Blageon	BLN		0.78					0.13		0.04					0.01
	<i>Abramis brama</i>	Brème commune	BRE		0.78					0.13							
	<i>Carassius gibelio</i>	Carassin argenté	CAG						0.70	0.12							
<i>Pseudorasbora parva</i>	Pseudorasbora	PSR			0.32				0.05	0.17						0.03	
<i>Abramis bjoerkna</i>	Brème bordelière	BRB						0.48	0.08								
<i>Tinca tinca</i>	Tanche	TAN						0.23	0.04								
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotengle	ROT						0.06	0.01								
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	Perche commune	PER	2.00				0.37	0.23	0.43		0.57	1.75		0.59	0.20	0.52
	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Grémille	GRE						0.48	0.08	0.51	0.06	0.43				0.17
	<i>Stizostedion lucioperca</i>	Sandre	SAN		0.08					0.01							
Salmonidae	<i>Salmo trutta</i>	Truite commune	TRF					0.06	0.04	0.02		0.04	0.05				0.02

Effectif total (N/50m ²)	95	64	175	87	117	25	94	40	19	90	42	46	51	48
Richesse spécifique	10	13	14	9	13	13	25	11	13	16	11	12	10	18

Tableau VIII - Abondances relatives moyennes des espèces par année et par station.

				Cadenet							Cheval Blanc						
Famille	espèce	nom	code	26/06/03	23/06/04	22/06/05	21/06/06	29/06/07	25/07/08	Moyenne	26/06/03	23/06/04	21/06/05	20/06/06	28/06/07	24/07/08	Moyenne
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	Anguille	ANG								4.15	4.92	0.89	3.17	0.38	1.60	2.52
Balitoridae	<i>Barbatula barbatula</i>	Loche franche	LOF	12.23	34.98	42.47	14.41	2.14	10.56	19.47	38.34	23.93	16.24	46.24	10.53	4.38	23.28
Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	Perche soleil	PES			0.37	0.70			0.18	0.43	2.09	0.23	0.34	2.18	0.38	0.94
Cobitidae	<i>Cobitis bilineata</i>	Loche épineuse (Durance)	LOB	4.40	0.54	0.26	0.94		0.34	1.08	0.78	3.90	8.29	5.19	3.92	0.24	3.72
Cyprinidae	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Spirin	SPI	15.64	26.70	17.46	29.80	45.61	26.56	26.96	3.07	0.80	1.41	4.43	22.95	58.19	15.14
	<i>Leuciscus cephalus</i>	Chevaîne	CHE	34.91	16.82	21.93	35.66	30.15	25.72	27.53	16.67	27.71	10.67	10.20	16.19	9.21	15.11
	<i>Barbus barbus</i>	Barbeau fluviatile	BAF	15.19	11.47	14.35	15.02	15.50	13.88	14.23	11.04	10.87	0.42	0.69	3.96	6.09	5.51
	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Vairon	VAI		0.16	0.75	0.22			0.19	22.06	20.77	41.54	21.78	33.62	18.92	26.45
	<i>Gobio gobio</i>	Goujon	GOU	13.11	3.34	0.98	2.29	4.58	13.00	6.22	1.73	1.23	7.17	3.27	0.45		2.31
	<i>Alburnus alburnus</i>	Ablette	ABL	0.94	2.33	0.38	0.97	0.48		0.85			1.11		3.45		0.76
	<i>Chondrostoma nasus</i>	Hotu	HOT	0.35	0.85	0.24		0.58		0.34			5.44				0.91
	<i>Chondrostoma toxostoma</i>	Toxostome	TOX		0.28	0.03		0.09		0.07			3.80	3.60	1.09	0.61	1.52
	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpe commune	CCO	1.13		0.06		0.05	1.43	0.45							
	<i>Rutilus rutilus</i>	Gardon	GAR					0.41		0.07			0.29	1.09			0.23
	<i>Rhodeus sericeus</i>	Bouvière	BOU			0.54				0.09							
	<i>Leuciscus (Telestes) souffia</i>	Blageon	BLN		1.21					0.20		0.22					0.04
	<i>Abramis brama</i>	Brème commune	BRE		1.21					0.20							
	<i>Carassius gibelio</i>	Carassin argenté	CAG						2.75	0.46							
	<i>Pseudorasbora parva</i>	Pseudorasbora	PSR			0.18				0.03	0.43						0.07
	<i>Abramis bjoerkna</i>	Brème bordelière	BRB						1.87	0.31							
	<i>Tinca tinca</i>	Tanche	TAN						0.92	0.15							
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotengle	ROT					0.05		0.01							
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	Perche commune	PER	2.10				0.32	0.92	0.56		3.00	1.95		1.27	0.38	1.10
	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Grémille	GRE							0.31	1.29	0.34	0.48				0.35
	<i>Stizostedion lucioperca</i>	Sandre	SAN		0.13					0.02							
Salmonidae	<i>Salmo trutta</i>	Truite commune	TRF					0.05	0.17	0.04		0.21	0.06				0.04

Tableau X - Ambiances hors abris des campagnes 2004 à 2008 de Pont de Cadenet (CA) et de 2003 à 2008 de Cheval Blanc (CB) calculs des Taux de saturations des maillagest (TIN)
 La partie droite du tableau indique la station (CA : Cadenet ou CB : Cheval Blanc) dans laquelle le taxon domine, suivi s'il y a lieu par le rapport des taux de saturation

	Classe de taille	CB03	CA04	CB04	CA05	CB05	CA06	CB06	CA07	CB07	CA08	CB08	2004	2005	2006	2007	2008
		τ (TIN)	comparaisons τ (TIN)														
Barbeau fluviatile	[0-40[	0.93	-	-	0.53	-	0.10	-	-	-	2.18	-	-	CA	CA	-	CA
Barbeau fluviatile	[40-70[	0.91	0.09	-	0.42	0.06	0.14	-	0.19	-	-	-	CA	CA 6.5	CA	CA	-
Barbeau fluviatile	[70-120[	0.78	1.63	-	0.98	0.12	0.14	0.04	0.12	0.77	-	0.05	CA	CA 7.9	CA 3.1	CB 6.4	CB
Barbeau fluviatile	[120-170[	0.03	0.16	-	0.49	-	0.09	0.02	0.56	0.21	-	0.05	CA	CA	CA 5.9	CA 2.6	CB
Barbeau fluviatile	[170-220[	-	0.55	-	1.30	-	0.47	-	0.37	-	-	-	CA	CA	CA	CA	-
Barbeau fluviatile	[220-550[	-	0.21	-	1.63	-	0.16	-	0.58	-	-	-	CA	CA	CA	CA	-
Blageon	[0-40[-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blageon	[40-60[-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blageon	[60-80[	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	CB	-	-	-	-
Blageon	[80-140[-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chevaine	[0-30[	-	-	0.38	0.15	-	-	-	-	-	-	-	CB	CA	-	-	-
Chevaine	[30-50[	-	0.63	0.11	0.91	-	0.36	-	-	-	-	-	CA 6	CA	CA	-	-
Chevaine	[50-100[	0.32	0.10	-	4.79	0.07	0.74	0.03	1.76	0.16	0.11	0.11	CA	CA 66.4	CA 26.1	CA 11.2	CB 1
Chevaine	[100-150[	0.11	0.16	-	2.79	0.28	0.25	-	4.01	0.73	0.05	0.23	CA	CA 10	CA	CA 5.5	CB 4.3
Chevaine	[150-200[	-	0.07	-	0.04	-	0.07	-	0.26	0.13	-	0.17	CA	CA	CA	CA 2	CB
Chevaine	[200-500[	-	0.04	-	0.26	-	-	-	-	-	-	-	CA	CA	-	-	-
Goujon	[0-40[-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Goujon	[40-60[-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Goujon	[60-80[	-	-	-	0.46	-	0.05	-	-	-	-	-	-	CA	CA	-	-
Goujon	[80-140[	-	2.23	-	1.49	0.10	1.68	0.07	3.31	-	0.05	-	CA	CA 15.2	CA 23	CA	CA
Chondrostome	[0-40[	-	-	-	-	0.07	-	-	-	-	-	-	-	CB	-	-	-
Chondrostome	[40-80[	-	-	-	-	0.07	-	-	-	0.20	-	-	-	CB	-	CB	-
Toxostome	[80-150[	-	-	-	-	-	-	-	0.04	0.26	-	0.29	-	-	-	CB 7.2	CB
Toxostome	[150-250[	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	CA	-	-	-
Hotu	[80-150[	-	0.22	-	0.12	0.18	-	-	-	-	-	-	CA	CB 1.4	-	-	-
Hotu	[150-200[	-	-	-	0.03	-	-	-	0.03	-	-	-	-	CA	-	CA	-
Hotu	[200-250[-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hotu	[250-500[-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Loche franche	[0-40[	10.89	10.96	1.49	7.41	4.23	4.22	11.18	0.37	5.38	0.07	0.48	CA 7.3	CA 1.8	CB 2.6	CB 14.7	CB 6.5
Loche franche	[40-60[	4.61	17.08	1.29	17.54	14.49	10.93	17.97	-	3.03	3.32	0.71	CA 13.2	CA 1.2	CB 1.6	CB	CA 4.7
Loche franche	[60-110[	7.86	8.75	1.39	25.01	4.51	7.26	9.24	0.96	15.83	0.33	0.62	CA 6.3	CA 5.6	CB 1.3	CB 16.5	CB 1.9
Spirilin	[0-60[	-	-	-	-	-	0.18	-	-	-	0.04	1.07	-	-	CA	-	CB 25
Spirilin	[60-80[	0.15	0.77	0.01	1.18	0.36	0.61	0.08	0.87	2.65	0.31	1.02	CA 81.4	CA 3.2	CA 8	CB 3	CB 3.3
Spirilin	[80-140[	0.36	2.31	0.02	4.61	0.29	1.80	0.23	3.69	4.96	0.71	0.38	CA 115.4	CA 15.7	CA 7.9	CB 1.3	CA 1.9
Vairon	[0-30[	2.32	-	1.23	1.58	2.36	-	0.78	-	8.05	-	-	CB	CB 1.5	CB	CB	-
Vairon	[30-50[	1.58	-	0.41	0.17	3.91	0.21	5.60	-	3.69	-	3.43	CB	CB 23.7	CB 26.7	CB	CB
Vairon	[50-70[	0.51	-	0.13	0.13	2.89	-	1.71	-	4.09	-	1.58	CB	CB 21.8	CB	CB	CB