



Conservatoire du Littoral



Mise en place d'un suivi écologique en parallèle à des opérations de démoustication au Bti sur le périmètre du Parc naturel régional de Camargue.

Diptères chironomidés, odonates et algues

**Rapport de fin de première année
Septembre 2007**

**S. FAYOLLE
C. JACKOB
D. DIOMANDE
R. GARNIER
E. FRANQUET**

**Université Paul Cézanne,
Institut Méditerranéen d'Ecologie et Paléoécologie
UMR CNRS 6116
Faculté des sciences St Jérôme, Case C31,
Avenue Escadrille Normandie-Niemen, 13 397 Marseille Cedex 20, France.**

SOMMAIRE

En résumé	3
1. Introduction.....	5
2. Matériels et Méthodes	6
2.1. Sites d'étude	6
2.1.1. Etat « zéro »	6
2.1.2. Suivi après démoustication.....	10
2.2. Plan d'échantillonnage	11
2.2.1. Etat « zéro »	11
2.2.2. Suivi après démoustication.....	12
2.3. Méthodes	12
2.3.1. Description de l'habitat	12
2.3.2. Algues et cyanobactéries phytoplanctoniques.....	12
2.3.3. Chironomes	15
2.3.4. Odonates.....	15
3. Résultats.....	16
3.1. Description physico-chimique des sites et des points de prélèvements.....	16
3.2. Algues	18
3.2.1. Données brutes	18
3.2.2. Inventaire des algues	20
3.2.3. Biomasse Chlorophyllienne (teneur en Chlorophylle a active).....	22
3.2.4. Densités phytoplanctoniques.....	25
3.3. Chironomidés	31
3.3.1. Point « zéro »	31
3.3.2. Suivi après démoustication.....	40
3.4. Relation chironomes-algues.....	46
3.5. Odonates	48
4. Conclusions et perspectives pour l'année 2007-2008	50
Références citées.....	52
ANNEXES	54

En résumé

Dans le cadre des opérations de démoustication expérimentale au BTI sur le sud du territoire du PNRC, un suivi scientifique est mis en place. Les travaux présentés dans ce rapport ont deux objectifs. Premièrement, il s'agit de mesurer l'impact des traitements au B.t.i. par des suivis des populations d'algues, de cyanobactéries, de chironomes et d'Odonates immédiatement après l'épandage de larvicide et sur une période de 11 jours après le traitement. Deuxièmement, il s'agit de faire un état des lieux des peuplements colonisant les marais temporaires du PNRC non traités au B.t.i. (point zéro).

Cinq sites d'étude ont été choisis. Les sites de la Palissade (Clos d'Armand) et de la Belugue situés dans le secteur soumis à l'opération de démoustication expérimentale. Les trois autres ne sont pas concernés par cette opération, ce sont les marais de Rousty (PNRC), et le Domaine de la Tour du Valat (Station de la Fangouse et de Mon Canard) ; ces 3 dernières stations ont fait l'objet d'un suivi permettant de faire un état des lieux des marais temporaires de Camargue (Point « zéro »).

Au cours de cette première année, 102 prélèvements d'eau (analyse des peuplements et de la biomasse algale) et 200 carottes de sédiment (prélèvements de Diptères chironomidés et d'Odonates) ont été réalisés.

L'inventaire des algues et des cyanobactéries globalise 57 espèces recensées sur l'ensemble des dates de prélèvement et des 5 stations. Les différents taxons présents sont caractéristiques de ceux trouvés dans le phytoplancton des marais américains (Goldsborough, 2001).

Les suivis post-démoustication n'ont, à l'heure actuelle, montré aucun impact sur la biomasse chlorophyllienne et la dynamique du peuplement phytoplanctonique. L'élimination des moustiques (organismes filtreurs d'algues) n'entraîne pas de prolifération phytoplanctonique (estimée à 1 million de cellules/L). Les changements qualitatifs du phytoplancton observés au Clos d'Armand peuvent s'expliquer par une temporalité plus marquée sur cet écosystème que sur celui de la Belugue. En effet, de nombreuses espèces enkystées sont présentes au Clos d'Armand, cette forme leur permet de résister à l'assec. Cette première année d'étude, semble conforter l'hypothèse de l'innocuité du traitement de démoustication par le Bti dans les marais sur le peuplement phytoplanctonique.

L'inventaire des Odonates a permis de quantifier 114 individus, répartis en 11 taxons et présents principalement à la Fangouse et à la Belugue. Parmi cette première liste, aucun des taxons identifiés ne fait parti des espèces protégées soit à l'échelle nationale soit à l'échelle européenne. Aucun des taxons inventoriés ne fait partie des espèces rares en Camargue.

Les peuplements de Diptères chironomidés mis en évidence, pour les 5 stations d'étude, sont proches de ceux décrits par Tourenq, en 1978 (même s'ils concernaient d'autres stations temporaires). Cette similarité concerne aussi bien les densités, de l'ordre 3000 individus par m², que la composition des taxons dominants.

En ce qui concerne les campagnes de suivi après démoustication aucun effet flagrant n'a été mis en évidence. Cependant, deux cas sont à distinguer.

- Les deux suivis automnaux de la Palissade (Clos d'Armand) confirment les résultats obtenus lors de l'étude 2000-2003. La dynamique de colonisation n'est pas modifiée par les traitements.

- A la Belugue, la campagne printanière montre une dynamique non classique, qui pose question. Il sera donc nécessaire de concentrer nos efforts sur des traitements au printemps, que ce soit à la palissade ou à la Belugue.

A noter que la marge de variabilité attachée à nos prélèvements est de l'ordre de 20%, cette marge permet de détecter des impacts flagrants, mais pas d'éventuelles modifications plus subtiles. La prise en compte d'éventuels effets indétectables, mais qui s'accumuleraient d'année en année est donc nécessaire et la continuité du suivi scientifique s'avère primordiale.

En perspectives pour l'année 2007-2008, il est proposé de réaliser deux suivis post-démoustication à la Palissade et à la Belugue, l'un en automne et l'autre au printemps, évidemment, dans la mesure où des traitements seront effectués. De plus, l'étude de l'état initial (point zéro) doit être complétée ; les prélèvements réalisés en fin d'automne et en hiver ne semblent pas suffisants pour l'identification des Odonates (stade trop jeune en hiver) et pour l'étude du peuplement algal qui prend toute son ampleur au printemps. Des prélèvements seront donc réalisés dans les stations témoins en automne, en hiver et au printemps.

1. Introduction

Parallèlement aux opérations de démoustication expérimentale au BTI sur certaines zones de la Camargue, un suivi scientifique est mis en place. Ce suivi a pour objectifs :

i) dresser un état « zéro » pré-opérationnel des populations animales et végétales pouvant être impactées par les opérations de démoustication,

ii) réaliser un suivi régulier de ces populations afin d'avoir une vision précise des éventuels effets néfastes de la démoustication sur l'équilibre et le fonctionnement des écosystèmes

iii) mesurer les effets liés aux dérangements occasionnés par l'intervention des agents chargés de la démoustication dans le fonctionnement des espaces naturels, notamment ceux qui bénéficient de statuts de protection.

Ce rapport concerne les points 1 et 2 du cahier des charges, à savoir le suivi des peuplements de chironomes et d'Odonates d'une part et le suivi des peuplements algaux et cyanobactériens d'autre part.

Le « modèle » chironomes a été choisi car ce sont des Diptères dont la biologie est très proche de celle des moustiques. Même si, lors de l'étude menée sur le territoire du PNRC de 2000 à 2003, la dose préconisée de 3l de B.t.i/ha n'a pas montré d'effets indésirables sur ces populations, à court terme, il est important de réaliser un suivi de ce compartiment biotique **à plus long terme et dans un contexte de traitement à grande échelle**. De plus ces Diptères sont une composante importante du régime alimentaire d'autres invertébrés, de poissons mais aussi de l'avifaune. Pour toutes ces raisons, le « modèle chironomes » semble s'imposer dans le cadre d'un suivi d'un traitement anti-culicidés.

Le suivi des algues et des cyanobactéries est réalisé dans l'hypothèse d'un effet indirect du B.t.i ; en effet, les producteurs primaires sont une composante principale du régime alimentaire de nombreux invertébrés, dont les diptères culicidés (moustiques). Les modifications qualitatives et quantitatives de leurs populations pourraient entraîner un déséquilibre au sein du peuplement algal. Ce déséquilibre pourrait se manifester par des proliférations d'algues ou de Cyanobactéries « moins consommables » par les invertébrés et éventuellement par les poissons planctonophages au détriment d'algues comestibles. Ce processus pourrait prétendre à un dysfonctionnement du système et à l'apparition de « blooms algaux » nocifs à l'ensemble du milieu.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Sites d'étude

Les 5 sites (Figures 1 à 5) choisis sont localisés sur le territoire du parc naturel régional de Camargue. Les sites de la Palissade et de la Belugue sont dans le secteur soumis à l'opération de démoustication expérimentale. Les trois autres ne pas concernés par cette opération, ce sont les marais de Rousty (PNRC), et le Domaine de la Tour du Valat ; ces stations ont fait l'objet d'un suivi permettant de faire un état des lieux des marais temporaires de Camargue (Point « zéro »).

Sur chacun des 5 sites, une ou deux stations ont été choisies afin de réaliser l'échantillonnage des invertébrés et des algues. Ces stations ont été sélectionnées pour la temporarité de leur mise en eau, et en fonction des habitats présents. Il a en effet été montré que l'échantillonnage des macroinvertébrés pouvait se faire suivant un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié, s'appuyant sur la mosaïque d'habitats. Les habitats sont définis principalement sur la végétation en place (Absence (pleine eau), jonchaie, scirpaie, phragmitaie, par exemple (Rathbun and Gerritsen 2001)

2.1.1. Etat « zéro »

Sur le site de Rousty deux stations ont été choisies, une baisse temporaire dont la mise en eau cet hiver a été quasiment nulle, et une baisse permanente, dont les bordures sont soumises à des variations de niveau d'eau (Figure 1). Ce site avait déjà été choisi lors de l'étude expérimentale de 2000-2003 (Franquet et al. 2003).

Sur le site de la Tour du Valat, deux marais ont été sélectionnés, Mon Canard (MC) et la Fangouse (FA).

Secteur non démoustiqué

Station : Marais de Rousty

3 habitats

- Scirpaie
- Sansouire
- pleine eau

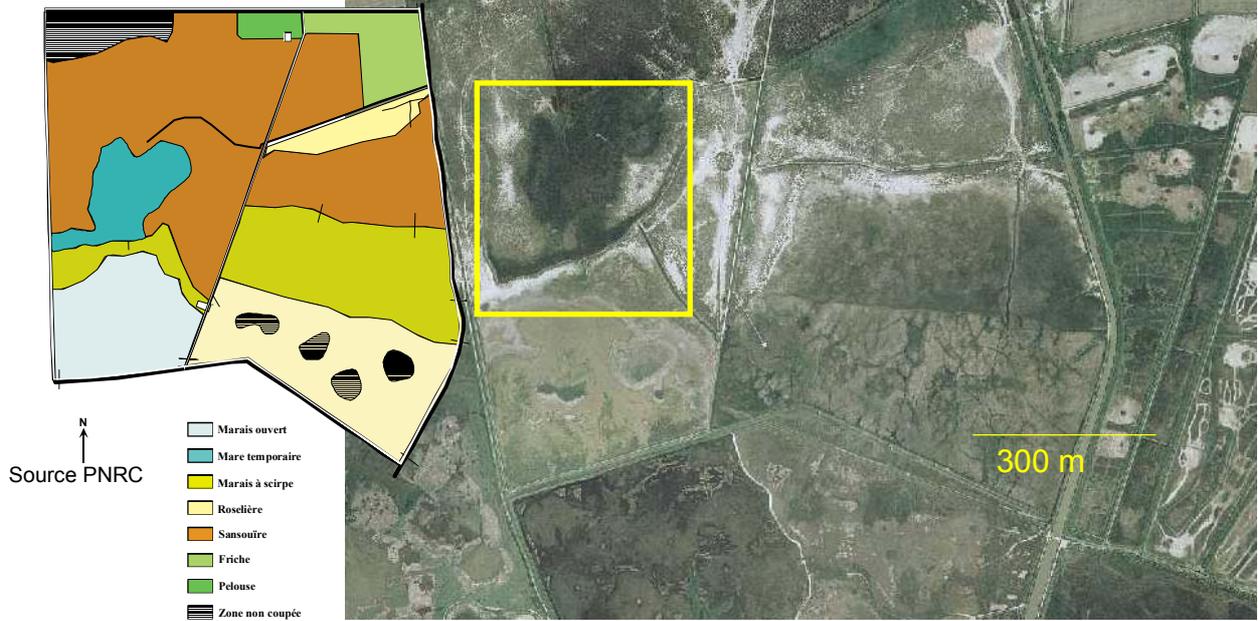


Figure 1 : Photo aérienne et cartographie des habitats (source PNRC) pour le site marais de Rousty.



Figure 2 : Photo aérienne et emplacement du marais de la Fangouze.

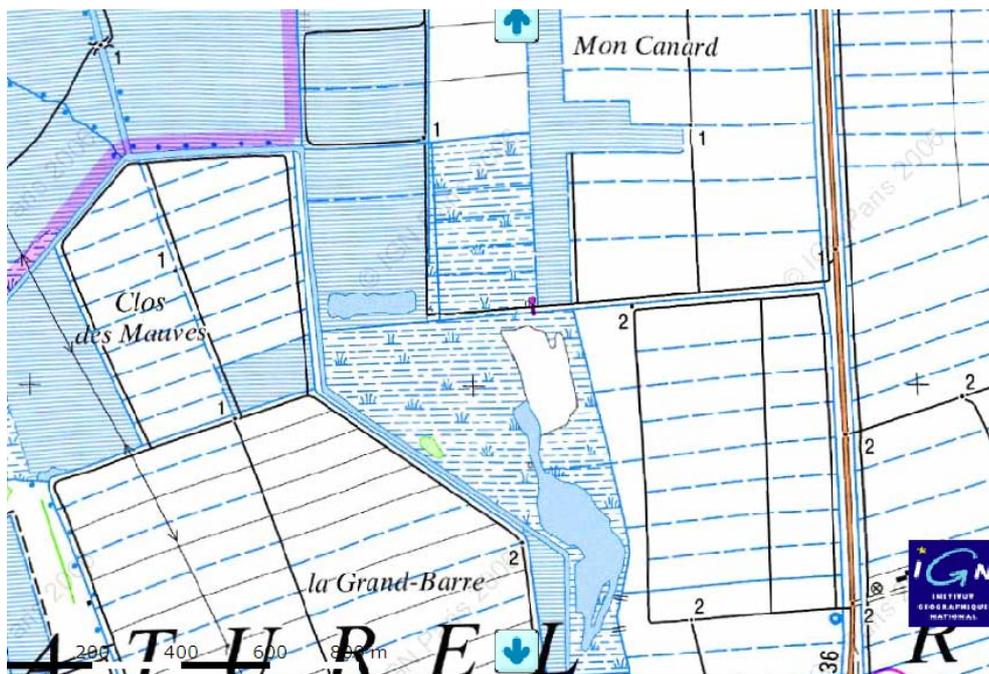


Figure 3 : Emplacement du marais de Mon canard.

2.1.2. Suivi après démoustication



Figure 4 : Photo aérienne et emplacement du Clos d'Armand (Domaine de la Palissade). En rouge apparaît la zone prospectée qui correspond à une jonchaie plus ou moins dense.

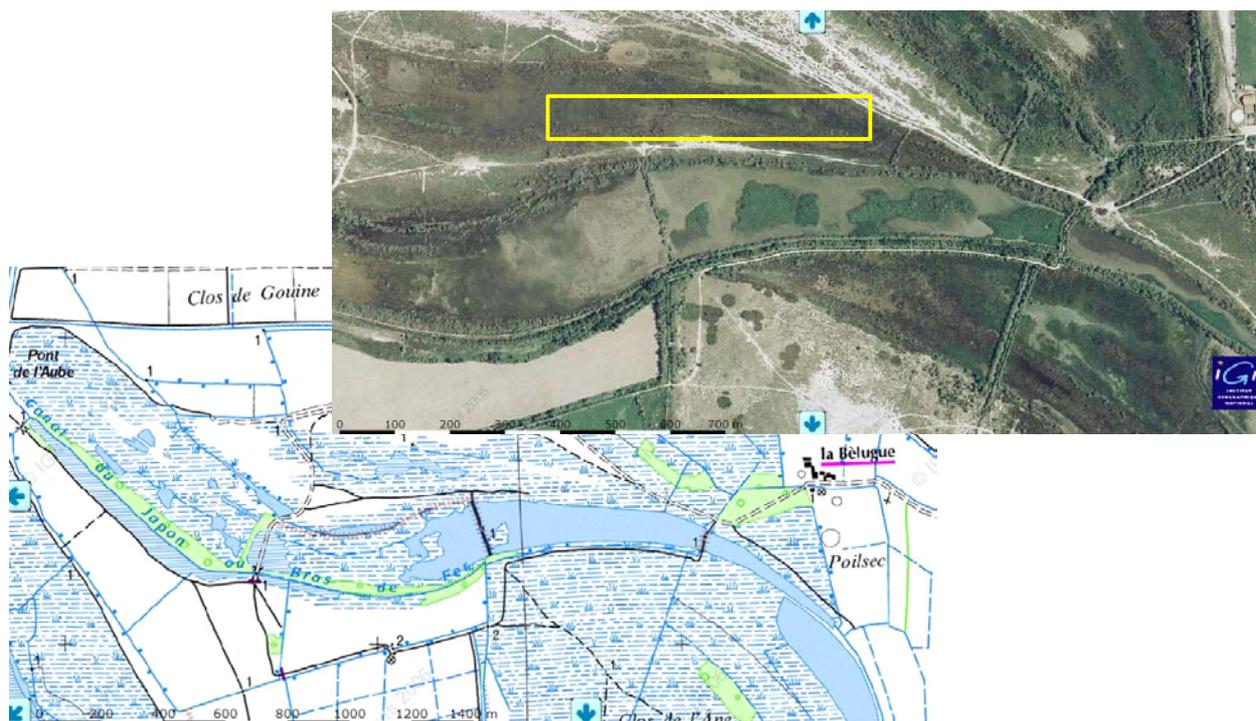


Figure 5 : Photo aérienne et emplacement du marais de la Belugue.

2.2. Plan d'échantillonnage

2.2.1. Etat « zéro »

Ces prélèvements ont pour objectifs de mieux connaître les peuplements de Diptères chironomidés des marais temporaires des zones non démoustiquées. Les prélèvements seront réalisés pendant la période hivernale (au début et à la fin, ce qui correspond à la période où le peuplement est le plus ancien).

Tableau 1 : Description du plan d'échantillonnage pour l'état zéro. * Cette année a montré une faible mise en eau hivernale ce qui n'a pas permis de prospecter les différents habitats disponibles. Un point zéro a pu être fait à la Belugue puisque les premiers traitements n'ont eu lieu qu'au printemps (en grisé).

	Dates de prélèvement	Habitats prospectés*	Nombre de prélèvements
Rousty	9 oct 2006 22 Fév 2007	Scirpaie Pleine eau	Chironomes : 20 Algues (densité) : 6 Algues (Biomasse) : 6
Fangouse	16 Nov 2006 11 janv 2007	Pleine eau/ characés	Chironomes : 20 Algues (densité) : 6 Algues (Biomasse) : 6
Moncanard	16 Nov 2006 16 janv 2007	Paspalum	Chironomes : 20 Algues (densité) : 6 Algues (Biomasse) : 6
Belugue	16 Janv 2007 22 Fév 2007	Sansouire	Chironomes : 20 Algues (densité) : 6 Algues (Biomasse) : 6

2.2.2. Suivi après démoustication.

Ce suivi a pour objectif de prendre en compte les effets directs de la démoustication sur les peuplements de diptères chironomidés. Des prélèvements sont effectués entre T0-2 et T0 (en fonction de la rapidité de l'alerte), puis à T0+2, T0+5 et T0+11, T0 étant la date du traitement au Bti. 3 campagnes de démoustication ont été suivies, deux au clos d'Armand, en été, et 1 à la Belugue au printemps.

Tableau 2 : description du plan d'échantillonnage pour chacune des trois campagne de démoustications qui ont occasionné un suivi.

	Campagne 1 : Clos d'Armand	Campagne 2 : Clos d'Armand	Campagne 3 : Belugue
Date de mise en eau	11 Août 2006	24 sept 2006	26 Mars 2007
Origine de la mise en eau	Irrigation+vent marin (débordement du Rhône)	Vent marin+ pluie	irrigation
Dates des prélèvements effectués	T0-2 (17 Août) T0+2 (21 Août)* T0+5 (25 Août)*	T0-1 (27 sept)* T0+2 (30 sept)* T0+5 (3 Oct)* T0+11(9 oct)*	T0 (29 mars)* T0+2 (31 Avril)* T0+5 (3 avril)* T0+11(10 avril)*
Date de traitement	T0 (19 Août)	T0 (28 Sept)	T0 (29 mars)
Dates d'assèchement	Assèchement observé le 28 Août	Assèchement partiel observé	Assèchement estival
Nombre de prélèvements	Chironomes : 40 Algues (densité) : 12 Algues (Biomasse) : 12	Chironomes : 40 Algues (densité) : 12 Algues (Biomasse) : 12	Chironomes : 40 Algues (densité) : 12 Algues (Biomasse) : 12

2.3. Méthodes

2.3.1. Description de l'habitat

Pour chaque échantillonnage, les stations et points de prélèvement sont décrits suivant la fiche de terrain (Tableau 3). De plus des analyses d'eau sont effectuées, afin de doser les concentrations en nitrates (NO₃⁻) et phosphates (PO₄³⁻).

2.3.2. Algues et cyanobactéries phytoplanctoniques

2.3.2.1. Technique de prélèvement

Les prélèvements d'eau, destinés aux études qualitatives (détermination des différents taxons) et quantitatives (comptage), ont été effectués dans 2 bouteilles stériles en plastique opaque, d'une capacité de 1 litre chacune.

- Une bouteille d'eau non fixée va servir au dosage des pigments chlorophylliens réalisé au laboratoire

- Une bouteille d'eau fixée, in situ, au formol 5% est ramenée au laboratoire pour l'identification et le dénombrement cellulaire de toutes les algues.

Dans chaque habitat (Clos d'Armand, Rousty, Mon Canard, Fangouse, Belugue), trois prélèvements sont effectués au hasard afin de prendre en compte l'hétérogénéité spatiale.

2.3.2.2. Dosage des chlorophylles

De retour au laboratoire, un volume V d'échantillon d'eau (entre 500 ml et 1l) non fixé, est passé sur des filtres en fibre de verre type GF/C Whatman® de porosité 1,2µm. Les filtres sont placés dans des tubes contenant de l'acétone à 90 %. Les tubes sont placés en chambre froide pendant 24 heures minimum afin d'extraire les pigments chlorophylliens. Puis les filtres sont retirés des tubes, et les volumes sont ajustés à 10 ml à l'aide d'une fiole jaugée par adjonction d'acétone. Après centrifugation (10 min à 2000 tr min⁻¹).

Les densités optiques du surnageant, contenant à la fois l'acétone et les pigments chlorophylliens, sont mesurés à l'aide d'un spectrophotomètre à double faisceau (Uvikon 860) à différentes longueurs d'onde : 750 nm pour la valeur de référence sur une cuve remplie d'acétone; 665 nm, avant et après acidification (deux gouttes d'acide chlorhydrique 0.1N, Lorenzen, 1967) ; 663 nm, 645 nm et 630 nm. Les concentrations en chlorophylle a active et celles de leurs produits de dégradation, les phéopigments, sont évaluées à partir des équations de LORENZEN (Lorenzen 1967). Les concentrations en chlorophylle a active et en phéopigments, sont obtenues à partir des équations de Lorenzen (1967) en µg l⁻¹.

Tableau 3 : Fiche terrain

Descriptif général

Station :	Température de l'eau :
Date :	Conductivité de l'eau :
Météo :	Teneur en O2 dissous :
Opérateurs :	

Descriptif des points d'échantillonnage

<i>N° du point</i>	<i>profondeur</i>	<i>Couleur du sédiment</i>	<i>Végétation type</i>	<i>Couverture végétale (%)</i>	<i>Echantillonnage Algue (oui-non)</i>	<i>Autres observations</i>
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

2.3.2.3. Détermination des algues

Les échantillons d'eau fixés au formol sont homogénéisés pour remettre en suspension les particules. Un sous-échantillon est prélevé et placé dans une cuve à sédimentation de 25 ml. Chaque sous-échantillon est fermé à l'aide d'un couvercle pour éviter toute évaporation. La durée de sédimentation est de 12h minimum.

La détermination et le comptage du phytoplancton sont effectués au microscope inversé (Olympus), selon la méthode d'UTERMOHL (1931). La densité est exprimée « en nombre de cellules par unité de volume » (litre).

L'étude des différents taxons est réalisée à l'aide d'ouvrages généraux (BOURRELLY, 1981, 1986, 1990) pour les déterminations génériques. Les déterminations spécifiques des diatomées ont été réalisées à partir d'ouvrages spécialisés (KRAMMER & LANGE-BERTALOT, 1986, 1988, 1991a, 1991b). Pour les Euglénophytes, les flores de ont été consultées. Pour les Euglénophytes, la flore de Wotowsky et Hindák ont été consultées. Pour les autres groupes, les dernières éditions de la Süßwasserflora von Mitteleuropa ont été utilisées.

2.3.3. Chironomes

2.3.3.1. Méthode de prélèvement

Les Larves de diptères chironomidés sont échantillonnées de manière quantitative, dans un cylindre de 23 cm de diamètre. Le cylindre isole une colonne d'eau et de sédiment dans laquelle les larves sont prélevées. Le substrat argileux induit une étanchéité quasi parfaite, ce qui permet de vider le contenu du cylindre après avoir gratté le sédiment pour en déloger les individus. Un brassage de l'eau permet d'homogénéiser le contenu du cylindre. L'eau et les sédiments en suspension sont alors prélevés à l'aide d'une écope et filtrés sur un filet de vide de maille 300 µm. Le contenu du filet est ensuite concentré et conservé dans un flacon étanche et fixé à l'alcool.

2.3.3.2. Identification

Les larves sont identifiées à la tribu et dénombrées sous loupe binoculaire. De façon qualitative, les identifications seront poussées au genre et à l'espèce, en utilisant les exuvies nymphales flottant à la surface de l'eau, elles seront identifiées au microscope, après montage entre lame et lamelle.

2.3.4. Odonates

Les larves de libellules sont prélevées en même temps que les larves de Diptères chironomidés et transmis après tri à l'identification, par Christiane Jakob (marais du Vigueirat). Il s'agit donc ici d'une approche uniquement qualitative, permettant d'identifier les espèces présentes, dans les différents milieux échantillonnés.

3. Résultats

3.1. Description physico-chimique des sites et des points de prélèvements

Globalement, le tableau 4 montre l'absence de nitrates dans l'eau des marais. Pour les phosphates la situation est plus variable, des phénomènes de relargage pourraient avoir lieu. La salinité montre en revanche une hétérogénéité plus marquée, pendant la période hivernale. Suivant nos relevés ponctuels, les stations choisies à la Fangouse, la Belugue et le clos d'Armand sont les moins salées, à l'opposé on trouve les stations de Rousty et de Mon Canard.

Tableau 4: Description des variable physico-chimique décrivant l'habitat des différentes stations échantillonnées. Les paramètres physico-chimiques n'ont pas été relevés lors des deux premières campagnes de suivi de démoustication.

station	date	date de mise en eau	origine de la Mise en eau	date de traitement	Salinité	Conductivité mS/cm	Température °C	O2 %	O2 mg/l	PO43-mg/l	No3-mg/l
Clos d'Armand	17/08/2006	11/08/2006	irrigation+vent	19/08/2006	-	-	-	-	-	-	-
Clos d'Armand	17/08/2006	11/08/2006	irrigation+vent	19/08/2006	-	-	-	-	-	-	-
Clos d'Armand	21/08/2006	11/08/2006	irrigation+vent	19/08/2006	-	-	-	-	-	-	-
Clos d'Armand	25/08/2006	11/08/2006	irrigation+vent	19/08/2006	-	-	-	-	-	-	-
Clos d'Armand	27/09/2006	24/09/2006	PLUIE+vent	28/09/2006	-	-	-	-	-	-	-
Clos d'Armand	30/09/2006	24/09/2006	PLUIE+vent	28/09/2006	-	-	-	-	-	-	-
Clos d'Armand	03/10/2006	24/09/2006	PLUIE+vent	28/09/2006	-	-	-	-	-	-	-
Clos d'Armand	09/10/2006	24/09/2006	PLUIE+vent	28/09/2006	-	-	-	-	-	-	-
Clos d'Armand	11/01/2007	24/09/2006	PLUIE+vent	néant	2,8	5,04	10,1	88,6	8,5	0,023	<0,1
Rousty	09/10/2006	??		néant	4,2	7,6	19	-	-	-	-
Rousty	22/02/2007	Marais permanent		néant	5,2	9,5	10,1	150	16,9	0,056	<0,1
Moncanard	16/11/2006	Août 2006		néant	-	-	16	59	6,32	0,072	<0,1
Moncanard	16/01/2007	Août 2006		néant	4,1	7,62	9,9	31,6	3,62	< 0,01	<0,1
La Fangouse	16/11/2006			néant	-	-	16,5	-	-	< 0,01	<0,1
La Fangouse	11/01/2007			néant	2	4,1	11,7	122	13,5	0,02	<0,1
La belugue	16/01/2007			néant	2,2	4,31	13,2	80,6	8,78	0,085	<0,1
La belugue	22/02/2007			néant	1,8	3,57	14,5	131	11,9	0,012	<0,1
La belugue	29/3/2007	26/3/2007	irrigations								
La belugue	31/3/2007	26/3/2007	irrigations								
La belugue	3/4/2007	26/3/2007	irrigations								
La belugue	10/4/2007	26/3/2007	irrigations								

3.2. Algues

Les tableaux 5 à 8, présentés ci-dessous regroupent les résultats bruts par points des principaux paramètres phytoplanctoniques des marais étudiés.

- Le premier paramètre est la chlorophylle a active qui permet d'estimer la biomasse chlorophyllienne photosynthétique.

- Le deuxième est la densité cellulaire, il permet de comparer la quantité de cellules présentes dans les différents marais et surtout il met en évidence d'éventuelles proliférations algales.

- Le groupe algal dominant caractérise le « type » de milieu.

Les algues répondent très rapidement aux modifications physico-chimiques et hydrologique du milieu (alternance mise en eau et assec).

3.2.1. Données brutes

- ROUSTY, FANGOUSE et MON CANARD (point 0)

Tableau 5: Données brutes issues des premières campagnes de prélèvement

LIEU	DATE	code	Teneur en chlorophylle a (µg/L)	Densité cellulaire totale (cell/L)	Groupe algal dominant
ROUSTY	11/10/06	1	0,27	6160	Diatomées
		2	0,27	9320	Diatomées
		3	0,8	1560	Diatomées
	22/02/07	1	2,67	4900	Euglènes
		2	29,94	11460	Euglènes
		3	36,09	14220	Euglènes
FANGOUSE	16/11/06	1	13,9	66680	Algues vertes
		2	29,94	125880	Algues vertes
		3	20,31	100880	Algues vertes
	16/01/07	1	47,04	101440	Algues vertes
		2	40,63	131920	Algues vertes
		3	6,42	76120	Algues vertes
MON CANARD	16/11/06	1	40,63	5440	Diatomées
		2	22,45	3440	Diatomées
		3	23,52	3400	Diatomées
	16/01/07	1	70,57	11840	Diatomées
		2	3,21	2840	Diatomées
		3	1,07	1840	Diatomées

* Au CLOS D'ARMAND (suivi démoustication, 1^{er} traitement)

Tableau 6: Données brutes issues du suivi de la première campagne de démoustication au clos d'Armand (Domaine de la Palissade).

LIEU CLOS D'ARMAND	DATE	code	Teneur en chlorophylle a (µg/L)	Densité cellulaire totale (cell/L)	Groupe algal dominant
T0-2	17/08/06	1	Non effectué	2000	Cyanobacteria
Pleine eau		2	Non effectué	80	Diatomées
		3	Non effectué	560	Diatomées
T0-2	17/08/06	1	Non effectué	15000	Cyanobacteria
Samsouire		2	Non effectué	7200	Cyanobacteria
		3	Non effectué	9720	Cyanobacteria
T0+2	21/08/06	1	Non effectué	55560	Cyanobacteria
		2	Non effectué	70860	Cyanobacteria
		3	Non effectué	59000	Cyanobacteria
T0+5	25/08/06	1	Non effectué	40240	Cyanobacteria
		2	Non effectué	44120	Cyanobacteria
		3	Non effectué	38560	Cyanobacteria

○ Au CLOS D'ARMAND (suivi démoustication, 2^{ème} traitement)

Tableau 7: Données brutes issues du suivi de la deuxième campagne de démoustication au clos d'Armand

LIEU CLOS D'ARMAND	DATE	code	Teneur en chlorophylle a (µg/L)	Densité cellulaire totale (cell/L)	Groupe algal dominant
	27/09/06	1	0,80	29520	Diatomées
T0-1		2	0,53	36140	Diatomées
		3	0,53	14820	Cyanobacteria
T0+2	30/09/06	1	3,21	113120	Diatomées
		2	1,6	60280	Diatomées
		3	2,14	72520	Diatomées
T0+5	03/10/06	1	2,14	15180	Cyanobacteria
		2	1,6	16640	Cyanobacteria
		3	2,67	25240	Cyanobacteria
T0+11	9/10/06	1	4,28	36280	Dinoflagellés
		2	6,42	44300	Cyanobacteria
		3	5,35	39840	Cyanobacteria

- A LA BELUGUE (point 0 et suivi démoustication, 1er traitement)

Tableau 8: Données brutes issues du suivi de la première campagne de démoustication à la Belugue.

LIEU : BELUGUE	DATE	code	Teneur en chlorophylle a (µg/L)	Densité cellulaire totale (cell/L)	Groupe algal dominant
Point 0	16/01/07	1	1,07	2860	Cyanobacteria
		2	7,48	3440	Cyanobacteria
		3	6,42	3000	Cyanobacteria
Point 0	22/02/07	1	3,21	5800	Cyanobacteria
		2	5,35	7220	Cyanobacteria
		3	4,58	6200	Cyanobacteria
T0	29/03/07	1	23,52	23080	Cyanobacteria
		2	18,71	16460	Cyanobacteria
		3	3,74	6080	Cyanobacteria
T0+2	31/03/07	1	29,4	29040	Cyanobacteria
		2	24,06	22000	Cyanobacteria
		3	9,36	6520	Cyanobacteria
T0+5	03/04/07	1	4,28	8560	Algues vertes
		2	5,88	14220	Algues vertes
		3	29,4	31840	Algues vertes
T0+10	10/04/07	1	33,68	26560	Algues vertes
		2	12,83	9760	Algues vertes
		3	1,07	1160	Cyanobacteria

3.2.2. Inventaire des algues

L'inventaire (Tableau 9) comprend 57 espèces recensées sur l'ensemble des dates de prélèvement. Les différents taxons présents sont caractéristiques de ceux trouvés dans le phytoplancton des marais américains (Goldsborough, 2001).

Cinq divisions algales sont largement représentées : Les Chrysophyta avec comme groupe dominant les Diatomées, les Chlorophyta avec comme groupe dominant les algues vertes, les Cyanoprocaryota, les Euglenophyta et les Dinophyta.

Le Clos D'Armand possède la plus forte richesse spécifique (39 espèces) Rousty, Belugue et Fangouze possède un cortège algal moyen avec respectivement 16, 14 et 14 espèces dénombrées. Mon Canard présente la richesse spécifique la plus faible avec seulement 6 espèces.

Il faut préciser que le Clos D'Armand a été étudié en période estivale, la plus propice au développement algal et a bénéficié d'un suivi plus large que les autres ce qui peut expliquer cette différence. Il faudrait un cycle annuel pour répertorier la totalité du peuplement phytoplanctonique.

Les concentrations des deux macronutriments (N et P) sont très importantes, elles peuvent expliquer la présence ou l'absence de chaque taxon d'algues dans le marais tandis que la croissance

de certaines espèces peut être limitée par des éléments inorganiques comme la silice (Diatomées et Chrysophytes)

Tableau 9 : Inventaire des espèces d'algues et de cyanobactéries échantillonnées au Clos d'Armand (17/08/06, 21/08/06, 25/08/06, 27/09/06 et 30/09/06), Rousty (9/10/06 et), Mon Canard (16/11/06 et), la Fangouse (16/11/06 et), et la Belugue (16/1/2007,)

	Clos Armand	Rousty	Belugue	Fangouse	Mon Canard
Division CHRYSOPHYTA (DIATOMEES)					
<i>Achnanthes minutissima</i>	+	+	+	+	
<i>Achnanthes lanceolata</i>	+	+	+		
<i>Achnanthes sp.</i>	+				
<i>Amphora ovalis</i>	+				
<i>Cocconeis pediculus</i>	+				
<i>Cocconeis placentula</i>	+				
<i>Cymbella delicatula</i>				+	
<i>Cymbella lanceolata</i>					+
<i>Cymbella minuta</i>	+	+			
<i>Cyclotella sp.</i>	+	+			
<i>Cyclotella comta</i>	+				
<i>Diatoma vulgare</i>	+				
<i>Entomoneis costata</i>	+				
<i>Fragilaria sp.</i>	+				
<i>Fragilaria capucina</i>	+	+		+	+
<i>Fragilaria nanana</i>			+		
<i>Fragilaria ulna</i>	+				+
<i>Gomphonema sp.</i>	+			+	
<i>Gyrosigma attenuatum</i>	+				
<i>Gyrosigma spencerii</i>					
<i>Hantzschia sp.</i>	+				
<i>Melosira sp.</i>					
<i>Navicula cryptocephala</i>		+		+	
<i>Navicula cryptotenella</i>	+	+			
<i>Navicula humerosa</i>			+		
<i>Navicula lanceolata</i>					
<i>Navicula menisculus</i>	+	+	+		
<i>Navicula radiosa</i>	+			+	
<i>Navicula rhyncocephala</i>	+			+	
<i>Navicula pupula</i>	+	+			
<i>Navicula tripunctata</i>	+				
<i>Navicula sp.</i>			+		
<i>Navicula viridula</i>	+				
<i>Nitzschia closterium</i>	+				
<i>Nitzschia linearis</i>					+
<i>Pinnularia viridis</i>	+				
<i>Pleurosigma sp.</i>	+				
<i>Surirella ovalis</i>					+

Division CHLOROPHYTA					
	Clos Armand	Rousty	Belugue	Fangouse	Mon Canard
<i>Closterium spp.</i>	+	+		+	
<i>Cosmarium spp.</i>	+			+	
<i>Monoraphidium sp.</i>	+				
<i>Scenedesmus sp.</i>		+			
<i>Spirogyra sp.</i>				+	
<i>Ulothrix sp.</i>				+	
<i>Zygnema sp.</i>				+	
Division CYANOPROCARYOTA (CYANOBACTERIES)					
<i>Lyngbya sp.</i>	+				
<i>Lyngbya majuscula</i>	+				
<i>Nostoc sp.</i>			+		
<i>Oscillatoria limosa</i>		+	+		
<i>Oscillatoria spp.</i>	+	+	+		
Division EUGLENOPHYTA					
<i>Euglena viridis</i>	+		+		
<i>Euglena gracilis</i>			+		
<i>Euglène spp.</i>	+	+	+	+	
<i>Lepocirclis ovum</i>			+		
<i>Phacus sp.</i>	+	+			
<i>Trachelomonas spp.</i>	+	+	+		
Division DINOPHYTA					
<i>Peridinium spp.</i>	+			+	
KYSTES	+				+
TOTAL	39	16	14	14	6

3.2.3. Biomasse Chlorophyllienne (teneur en Chlorophylle a active)

Nous présentons les valeurs moyennes calculées à partir des 3 points d'échantillonnage. Les valeurs brutes sont indiquées dans les tableaux récapitulatifs (5, 6 7 et 8).

- ROUSTY, FANGOUSE et MON CANARD (point 0, Figure 6)

Les concentrations moyennes en chlorophylle (Figure 6) sont relativement faibles, la valeur la plus élevée a été relevée à la Fangouse (30µg/L).

Les dates auxquelles ont été mesurées les concentrations en chlorophylle se situent en périodes automnale et hivernale, peu propices à une forte production primaire et donc à une forte biomasse algale. Des mesures en périodes printanière et estivales permettrait de compléter les dynamiques chlorophylliennes.

Ces concentrations sont comparables à celles observées dans les marais Nords américains où les teneurs en chlorophylle a active sont comprises entre 0 et 358 µg/L (Goldsboroug and Robinson, 1996, Robinson *et al.*, 2000).

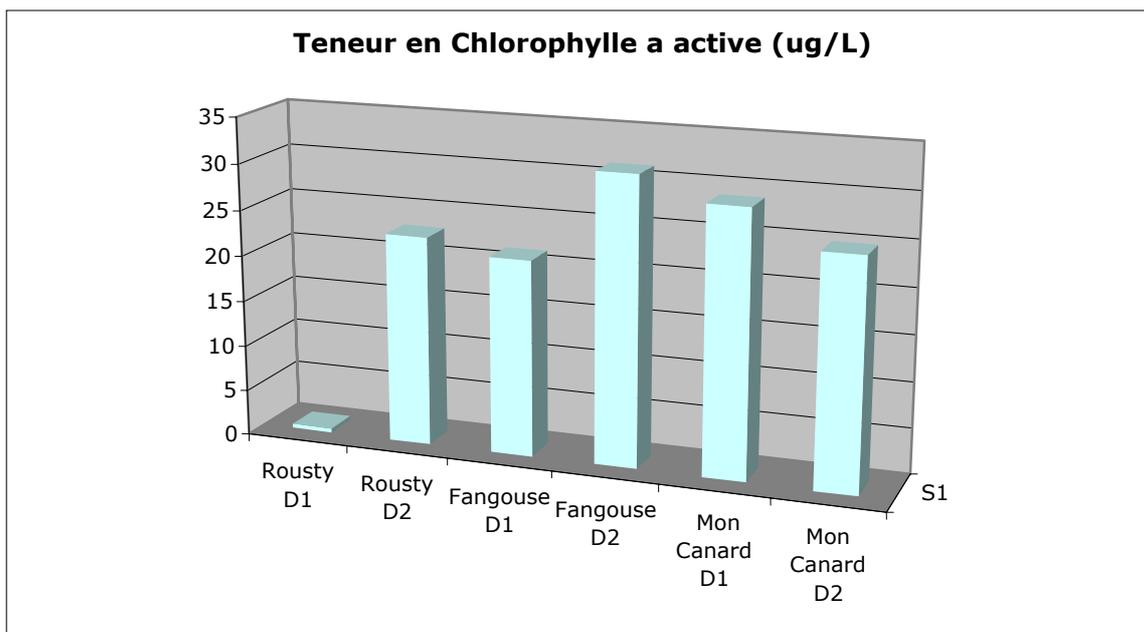


Figure 6: Teneurs moyennes en Chlorophylle a active des trois marais temporaires (Rousty D1 : 11/10/06 et D2 :22/02/07 ; Fangouse D1 : 16/11/06 et D2 16/01/07 ; Mon Canard D1 : 16/11/06 et D2 16/01/07)

* Au CLOS D'ARMAND (suivi démoustication, 2^{ème} traitement, Figure 7)

Les valeurs de Chlorophylle n'ont pas été effectuées au 1^{er} traitement

Les valeurs de Chlorophylle sont très faibles puisqu' inférieures à 6 mg/L. Ces faibles valeurs s'expliquent par une récente mise en eau. La production photosynthétique doit se remettre en route. On peut noter, par la suite une très légère augmentation de la valeur moyenne en chlorophylle, qui traduit une évolution normale de la biomasse chlorophyllienne suite à une mise en eau

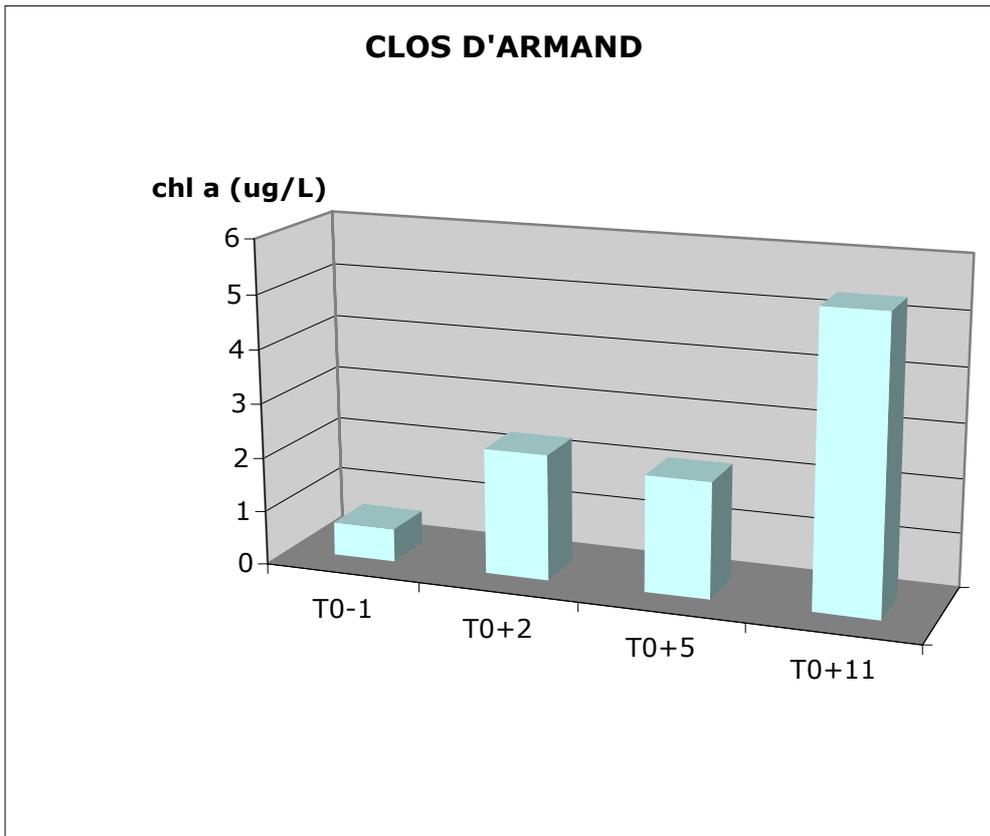


Figure 7 : Teneurs moyennes en chlorophylle a active aux dates (T0-1 : 27/09/06 ; T0+2 : 30/09/06 ; T0+5 : 3/10/06 ; T0+11 : 9 :10/06)

* A LA BELUGUE (point 0 et suivi démoustication, 1er traitement, Figure 8)

Les valeurs de Chlorophylle mesurées aux 2 dates D1 et D2 sont très faibles et voisines de celles observées dans les autres marais à la même période (6 $\mu\text{g/L}$).

Au début de ce premier suivi démoustication (T0) la teneur en chlorophylle était inférieure à 15 $\mu\text{g/L}$ comparable à la valeur relevée en fin de suivi (T0+10).

La légère augmentation observée à T0+2 ne traduit en aucun cas un début de prolifération car la valeur reste très faible et significativement pas différente des autres.

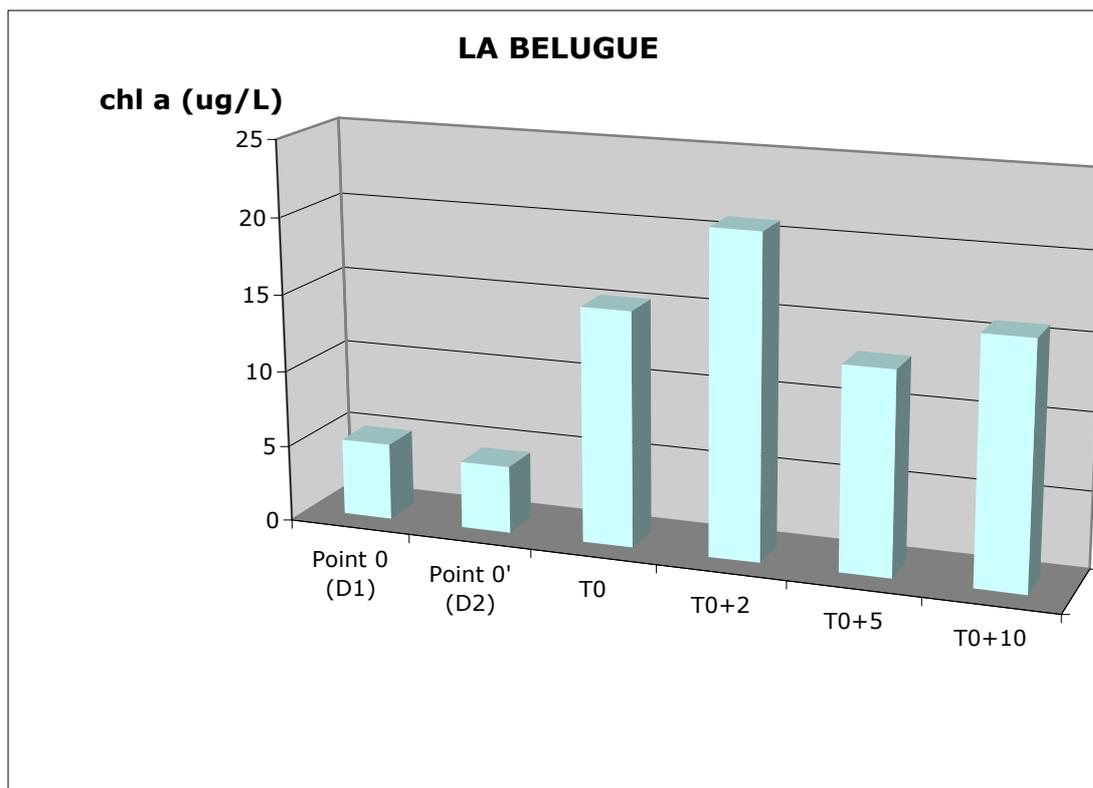


Figure 8 : Teneurs moyennes en chlorophylle a active aux dates (D1 : 16/01/07 ; D2 : 22/02/07 ; T0 : 29/03/07 ; T0+2 : 31/03/07; T0+5 : 4/04/07; T0+10 : 10/04/07)

3.2.4. Densités phytoplanctoniques

- ROUSTY, FANGOUSE, MON CANARD (point 0, Figure 9)

Les densités cellulaires phytoplanctoniques sont calculées à partir de la moyenne des trois points (moyenne des 3 échantillons présentées dans les tableaux récapitulatifs 5 à 8).

La Fangouse se distingue par ses fortes densités cellulaires phytoplanctoniques, elles atteignent 100 000 cell/L le 16/01/07; en revanche, Rousty, la Belugue et mon Canard présentent des valeurs assez voisines et toujours inférieures à 10 000 cell/L.

Chaque milieu se caractérise par un groupe (division) propre. En effet, Rousty et mon Canard sont des milieux à Bacillariophyta (Diatomées). Mon Canard est très riche en matières en suspension et sédimentaires. Les espèces présentes dans ce milieu sont de très grandes tailles.

Le peuplement de la Fangouse abonde en Chlorophyta. Les espèces de Chlorophytes dominantes sont du genre Spirogyra, Zygnema, ce sont des algues vertes filamenteuses qui traduisent un milieu riche d'un point de vue nutritif (N et P)

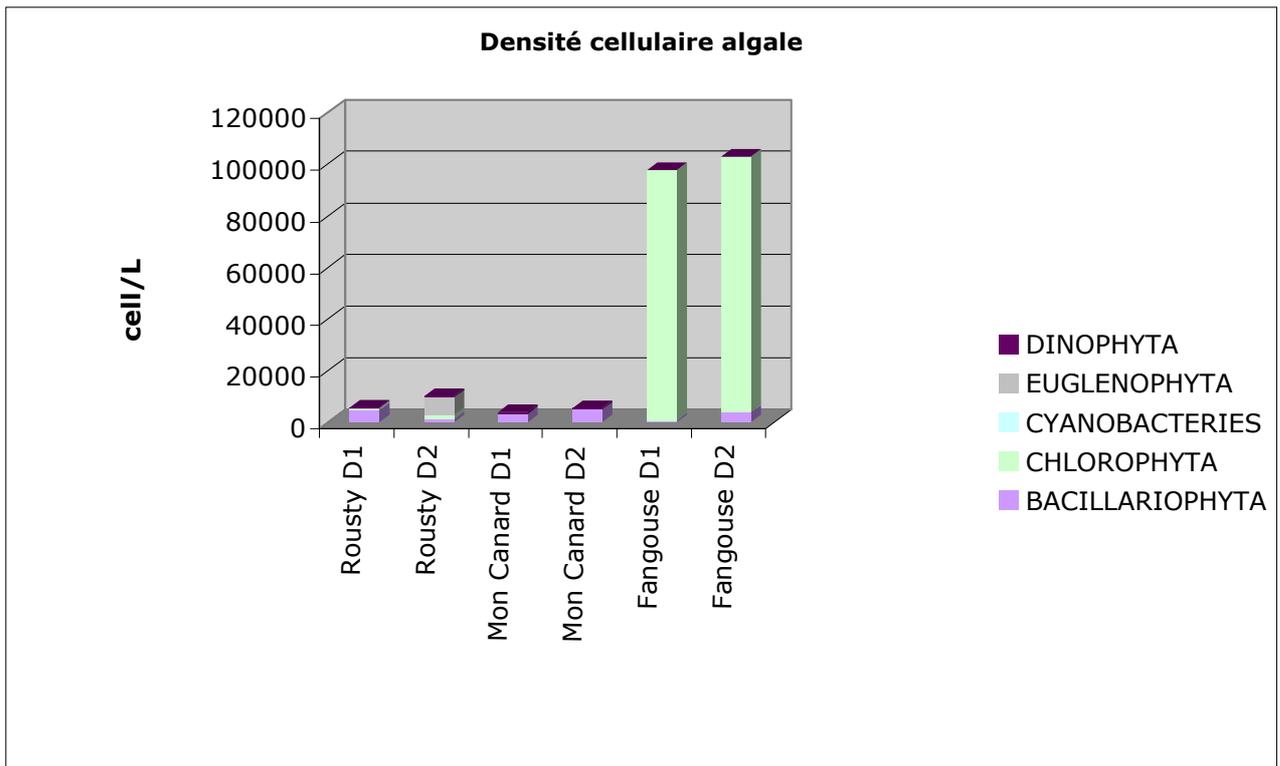


Figure 9: Densités cellulaires algales moyennes des trois marais temporaires (Rousty D1 : 11/10/06 et D2 :22/02/07 ; Fangouse D1 : 16/11/06 et D2 16/01/07 ; Mon Canard D1 : 16/11/06 et D2 16/01/07)

- Au CLOS D'ARMAND (suivi démoustication)

Suivi 1^{er} traitement : T(0-2), T0+2, T0+5 (Figure 10)

Les densités cellulaires moyennes sont importantes dès à la mise en eau puisqu'elles dépassent les 10000 cell.L-1 avec une nette dominance des Cyanoprocharyota (Cyanobactéries) dans le peuplement phytoplanctonique. Une augmentation des densités (60000 cell/L) s'observe suite au premier traitement (T0+2) qui se matérialise par une multiplication des cyanobactéries et l'apparition d'Euglénophytes. Cette augmentation tend à diminuer à (T0+5). Elle se traduit par un changement qualitatif, car ce sont des formes enkystées de Dinophyta qui s'installent en prévision d'un assec.

Pour l'ensemble des écosystèmes, la période estivale est particulièrement propice aux développements des cyanobactéries.

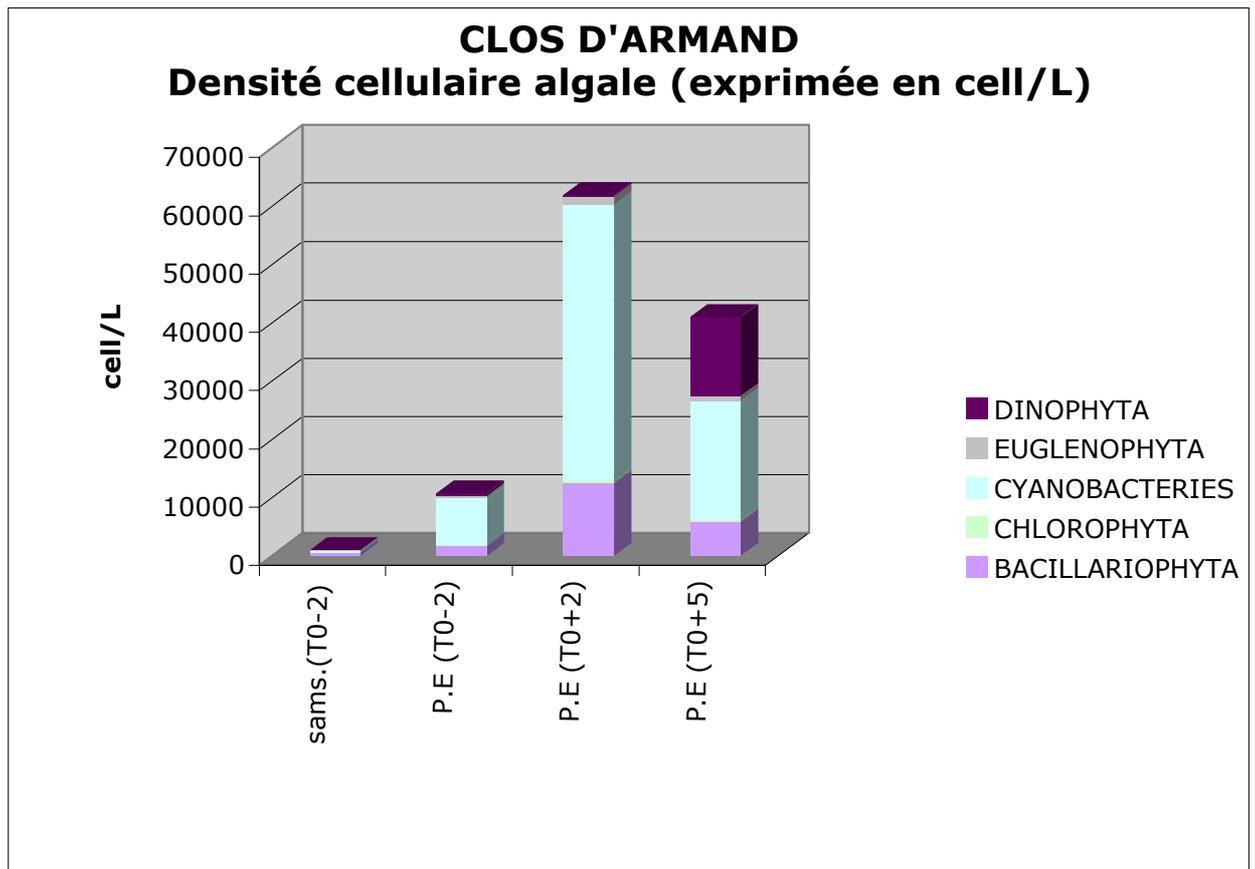
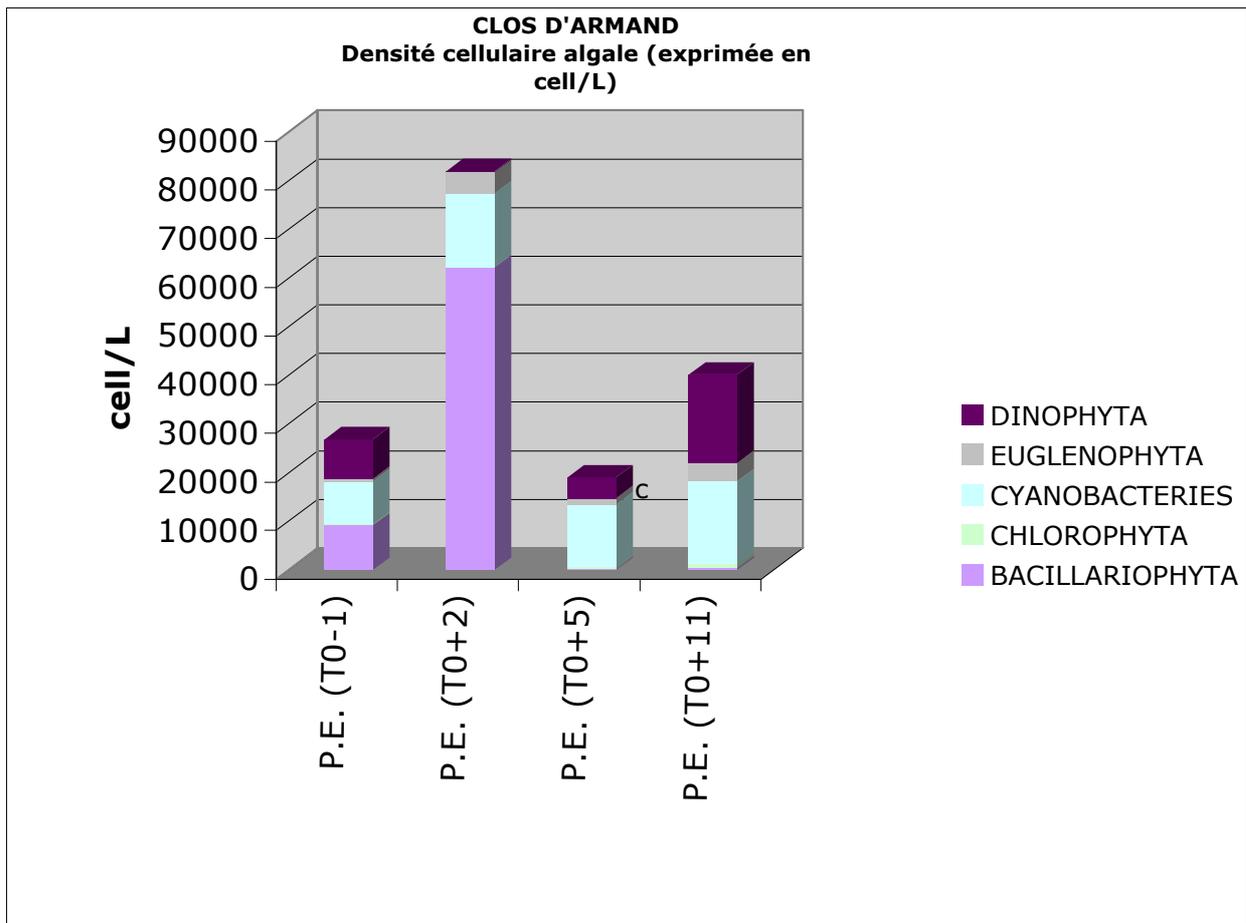


Figure 10 : Densités cellulaires algales moyennes (T0-1 : 17/08/06 ; T0+2 : 21/08/06 ; T0+5 : 25/08/06)

Suivi 2^{ème} traitement (T0-1, T0+2, T0+5, T0+11, Figure 11)

Pour le 2^{ème} traitement, La dynamique des densités cellulaires phytoplanctoniques suit la même évolution qui se traduit par une forte augmentation des densités à (T'0+2) puisqu'elles atteignent 80 000cell/L.

Au groupe dominant des Cyanobactéries s'est substitué celui des Diatomées à T0+2. Ce changement qualitatif s'explique par un changement saisonnier. La disparition des diatomées à T0+5 et T0+11 au profit des Dinophyta semble correspondre à une compétition entre ces 2 groupes.



Graphique 11: Densités cellulaires algales moyennes (T0-1 : 27/09/06 ; T0+2 : 30/09/06 ; T0+5 : 3/10/06 ; T0+11 : 9 :10/06)

- A LA BELUGUE (point 0 et suivi démoustication, 1er traitement, Figure 12)

Les densités cellulaires moyennes à la Bélugue ne dépassent pas les 20 000 cell/L, ces valeurs indiquent une faible quantité de phytoplancton.

Le schéma du suivi traitement démoustication est à mettre en parallèle avec celui décrit au Clos d'Armand : légère augmentation en T0+2 et diminution progressive aux 2 autres dates. La répartition des groupes d'algues est plus stable pour les 4 campagnes du suivi.

Au dates D1 et D2, les valeurs densitaires sont faibles et traduisent un ralentissement du développement phytoplanctonique observé dans tous les écosystèmes en période hivernal.

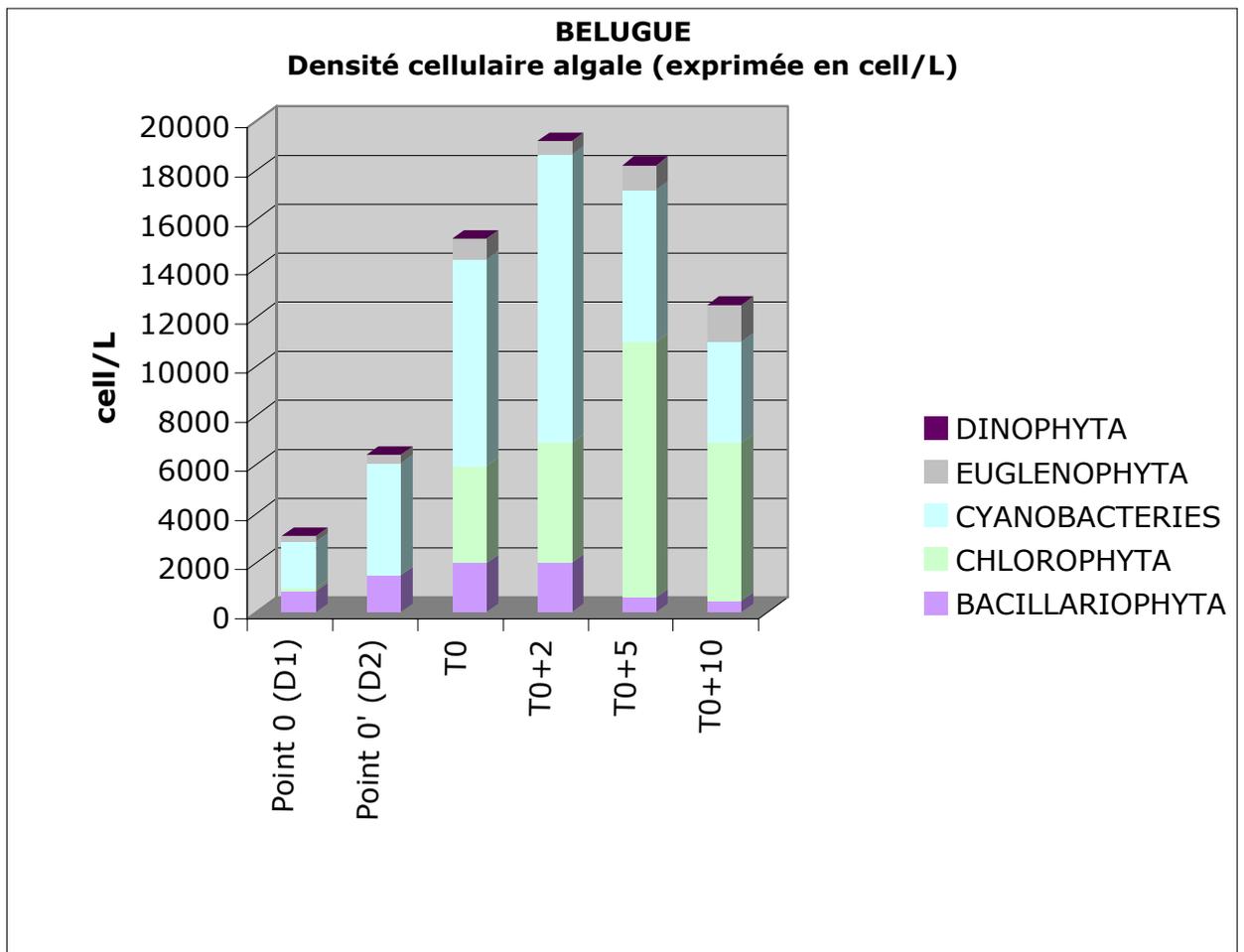


Figure 12 : Densités cellulaires algales moyennes (D1 : 16/01/07 ; D2 : 22/02/07 ; T0 : 29/03/07 ; T0+2 : 31/03/07; T0+5 : 4/04/07; T0+10 : 10/04/07)

EN CONCLUSION POUR LE PHYTOPLANCTON

L'étude du compartiment phytoplanctonique des trois marais Rousty, la Fangouse et Mon Canard a permis d'inventorier un état initial du peuplement algal et de recenser les différentes espèces présentes.

Les suivis démoustication sur le Clos d'Armand et la Belugue n'ont pas, à l'heure actuelle, montré un impact sur la biomasse chlorophyllienne et la dynamique du peuplement phytoplanctonique.

En effet, aucune prolifération algale (c'est-à-dire 1 million de cellules/L) n'a été observée suite au traitement Bti.

Les changements qualitatifs du phytoplancton observés au Clos d'Armand peuvent s'expliquer par une temporarité plus marquée sur cet écosystème que sur celui de la Belugue.

En effet, de nombreuses espèces enkystées sont présentes au Clos d'Armand, cette forme leur permet de résister à l'assec.

Cette première étude semble conforter l'hypothèse de l'innocuité du traitement de démoustication par le Bti sur le peuplement phytoplanctonique des marais temporaires.

3.3. Chironomidés

3.3.1. Point « zéro »

3.3.1.1. Résultats bruts par point.

A Rousty, en Automne, les échantillons prélevés le 9 octobre 2006 montrent des densités de larves de Diptères chironomidés comprises entre 2 300 et 16 000 ind/m² (Tableau 10). En Hiver (22 février 2007), les densités sont globalement divisées par deux et varient entre 1400 et 7800 ind/m² (Tableau 11).

Tableau 10: descriptif pour Rousty le 9 octobre 2006

	Description de l'habitat				Chironomidés	
	Hauteur D'eau (cm)	Couleur sédiments	% recouvrement	végétation	Densité/m2	Effectifs /échantillon
1	8	Gris	-	-	6189	257
2	6	Gris	-	-	16471	684
3	5	Gris	-	-	4696	195
4	10	Gris	-	-	5201	216
5	8	Gris	-	-	9151	380
6	8	Gris	-	-	3227	134
7	8	Gris	-	-	16231	674
8	6	Gris	-	-	2384	99
9	7	Gris	-	-	11487	477
10	10	Gris	-	-	9175	381

Tableau 11 : descriptif pour Rousty le 22 Février 2007. « Chara sén. » : Chara sénescentes

	Description de l'habitat				Chironomidés	
	Hauteur D'eau (cm)	Couleur sédiments	% recouvrement	végétation	Densité/m2	Effectifs /échantillon
1	3	gris clair	40	Chara	2238	94
2	4	gris clair	20	Chara sén.	4238	178
3	3	gris clair	20	Chara sén.	6000	252
4	3	gris clair	30	Chara sén.	5571	234
5	6	gris clair	20	Chara	2667	112
6	8	gris clair	0	Chara	1190	50
7	11	gris clair	0	Chara	7810	328
8	15	gris foncé	0	Chara	2929	123
9	8	gris clair	10	Chara	1476	62
10	3	gris clair	20	Chara	7381	310

A Mon canard, en Automne, les échantillons du 16 novembre 2006, montrent des densités larvaires comprises entre 2 300 et 10 800 ind/m² (tableau 12), en hiver (16 janvier 2007), ces densités varient entre 71 et 2 300 (Tableau 13).

Tableau 12: descriptif pour Mon Canard le 16 novembre 2006.

	Description de l'habitat				Chironomidés	
	Hauteur D'eau (cm)	Couleur sédiments	% recouvrement	végétation	Densité/m2	Effectifs /échantillon
1	8	noir	30	Paspalum+Myriophylle	5394	224
2	8	noir	20	Paspalum+Myriophylle	4431	184
3	20	noir	50	Paspalum+Myriophylle	3612	150
4	14	noir	30	Paspalum+Myriophylle	3949	164
5	16	noir	<10	Myriophylle	10788	448
6	15	noir	<10	Myriophylle	2360	98
7	17	noir	<10	Myriophylle	6068	252
8	15	noir	<10	Myriophylle	9632	400
9	19	noir	0	Myriophylle	2504	104
10	22	noir	0	Myriophylle	3082	128

Tableau 13: descriptif pour Mon Canard le 16 Janvier 2007

	Description de l'habitat				Chironomidés	
	Hauteur D'eau (cm)	Couleur sédiments	% recouvrement	végétation	Densité/m2	Effectifs /échantillon
1	9	noir	90	chara	2311	97
2	11	gris foncé	90	potamo+chara	2667	112
3	15	noir	90	AF+chara	881	37
4	14	gris foncé	90	Paspalum+chara	548	23
5	10	gris foncé	50	potamo+chara	1119	47
6	5	gris clair	30	potamo+chara	1595	67
7	15	gris foncé	30	potamo+chara	429	18
8	15	gris foncé	0	-	500	21
9	11	gris foncé	20	potamo+chara	952	40
10	20	gris foncé	50	potamo+chara	71	3

A la Fangouse, le 16 novembre 2006, les densités de larve de Diptères chironomidés sont comprises entre 313 et 915 ind/m² (Tableau 14), alors qu'en hiver (11 Janv 2007), elles varient entre 50 et 2600 (Tableau 15).

Tableau 14: descriptif pour La Fangouse, le 16 novembre 2006

	Description de l'habitat				Chironomidés	
	Hauteur D'eau (cm)	Couleur sédiments	% recouvrement	végétation	Densité/m2	Effectifs /échantillon
1	25	gris	80	chara	819	34
2	18	gris	80	chara	915	38
3	23	gris	70	chara	530	22
4	25	gris	80	chara	602	25
5	16	gris clair	0	-	385	16
6	25	gris clair	0	-	795	33
7	20	gris clair	0	-	578	24
8	12	gris clair	0	-	458	19
9	15	gris clair	0	-	795	33
10	8	gris	20	chara	313	13

Tableau 15: descriptif pour La Fangouse, le 11 Janvier 2007

	Description de l'habitat				Chironomidés	
	Hauteur D'eau (cm)	Couleur sédiments	% recouvrement	végétation	Densité/m2	Effectifs /échantillon
1	11	gris clair	60	chara	1143	48
2	11	gris clair	40	Paspalum+chara	857	36
3	13	gris clair	30	Paspalum+chara	976	41
4	21	gris clair	40	chara	1286	54
5	21	gris clair	5	chara	2643	111
6	11	gris noir	70	Paspalum+AF	1857	78
7	13	gris noir	50	chara	524	22
8	13	gris clair	60	Paspalum+chara	48	2
9	17	gris clair	30	chara	810	34
10	30	gris clair	40	chara	1595	67

A la Belugue, le 16 Janvier 2007, les échantillons montrent des densités de larves de Diptères chironomidés comprises entre 900 et 32 000 ind/m² (tableau 16). Un mois plus tard, ces densités varient entre 400 et 10 000 ind/m² (Tableau 17).

Tableau 16: descriptif pour La Belugue, le 16 janvier 2007

	Description de l'habitat				Chironomidés	
	Hauteur D'eau (cm)	Couleur sédiments	% recouvrement	végétation	Densité/m2	Effectifs /échantillon
1	3	gris clair	0	-	915	38
2	5	gris clair	0	-	9054	376
3	2	gris clair	0	-	2938	122
4	5	gris clair	20	potamot	15508	644
5	3	gris clair	5	Algues filamenteuses	22757	945
6	3	gris clair	50	potamot+ Algues filamenteuses	6863	285
7	4	gris clair	50	potamot	19024	790
8	4	gris clair	60	potamot	13558	563
9	3	gris clair	70	Algues filamenteuses	32991	1370
10	2	gris clair	70	Algues filamenteuses	4479	186

Tableau 17: descriptif pour La Belugue, le 22 Février 2007

	Description de l'habitat				Chironomidés	
	Hauteur D'eau (cm)	Couleur sédiments	% recouvrement	végétation	Densité/m2	Effectifs /échantillon
1	2	gris clair	0	-	476	20
2	2	gris clair	0	-	4286	180
3	3	gris clair	10	Chara	2524	106
4	8	gris clair	80	Chara	7143	300
5	6	gris clair	60	Chara+AF	1976	83
6	5	gris clair	60	AF	1595	67
7	5	gris clair	50	Chara+AF	6857	288
8	4	gris foncé	90	Chara	6571	276
9	6	gris clair	10	Chara	10095	424
10	2	gris clair	0	-	7619	320

3.3.1.2. Distribution spatiale et marge de variabilité liée à l'échantillonnage

Le tableau 18 et les Figures 13 et 14, ci-dessous, montrent que la marge d'erreur est comprise entre 10 et 25% de la moyenne. Les valeurs sont relativement proches des 20% attendus, hormis le cas particulier de la station de la Fangouse, où le petit nombre d'individus semble être distribué spatialement de façon plus homogène.

Tableau 18 : calcul de la marge d'erreur pour chacune des 8 séries de 10 échantillons. La distribution spatiale est agrégative si $I(n-1) > \chi^2$ théorique.

	RO Oct 2006	RO 22/2/2007	MC 2006	MC 16/1/2007	FA Nov 2006	FA 11/1/2007	BE Janv 2007	BE 22/2/2007
n	10	10	10	10	10	10	10	10
Nbre d'ind moyen par échantillon	349,7	174,3	215,2	47	25,7	49,3	531,9	206,4
Variance estimée	43867,6	10297,3	14592,2	1256,3	71,6	936,7	174453,2	17855,6
Coeff. de variation	125,4	59,1	67,8	27,0	2,8	19,0	328,0	86,5
$I(n-1) =$ χ^2_{obs}	1129,0	531,7	610,3	243,1	25,1	171,0	2951,8	778,6
χ^2_{th}	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0
Distribution	agrégative	agrégative	agrégative	agrégative	agrégative	agrégative	agrégative	agrégative
<i>erreur standart</i>	<i>0,19</i>	<i>0,18</i>	<i>0,18</i>	<i>0,24</i>	<i>0,10</i>	<i>0,20</i>	<i>0,25</i>	<i>0,20</i>

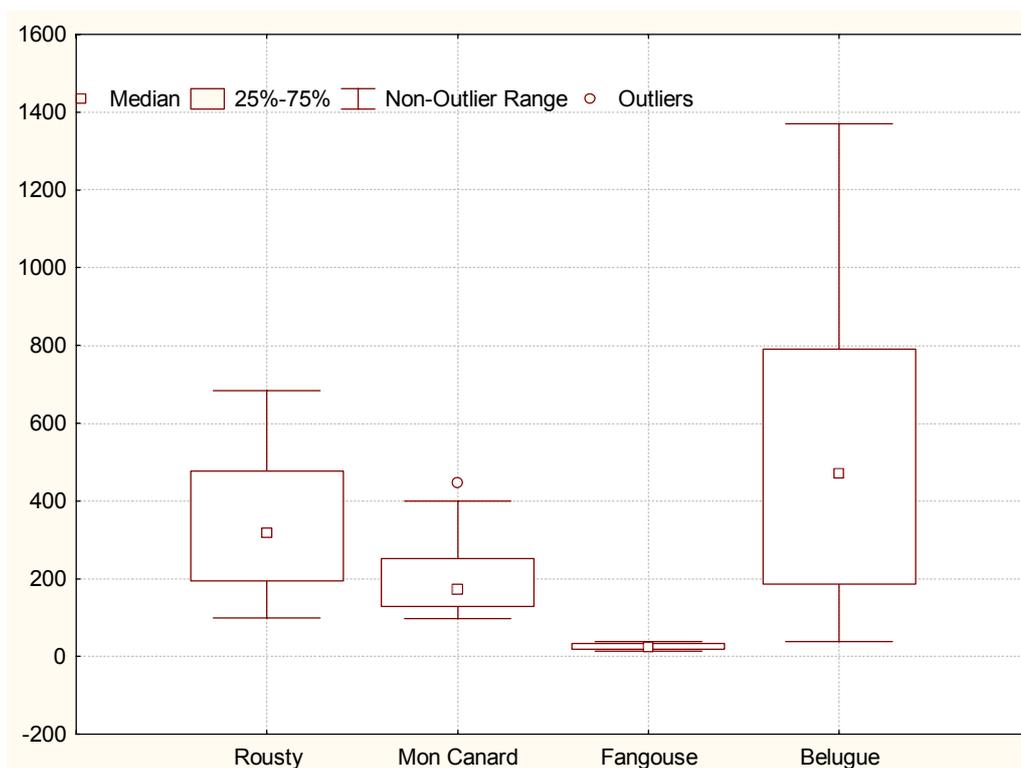


Figure 13 : Distribution des effectifs de larves de Diptères chironomidés (nombre d'individus par échantillon) pour chaque station (Rousty, monCanard, Fangouse et Belugue) en Automne.

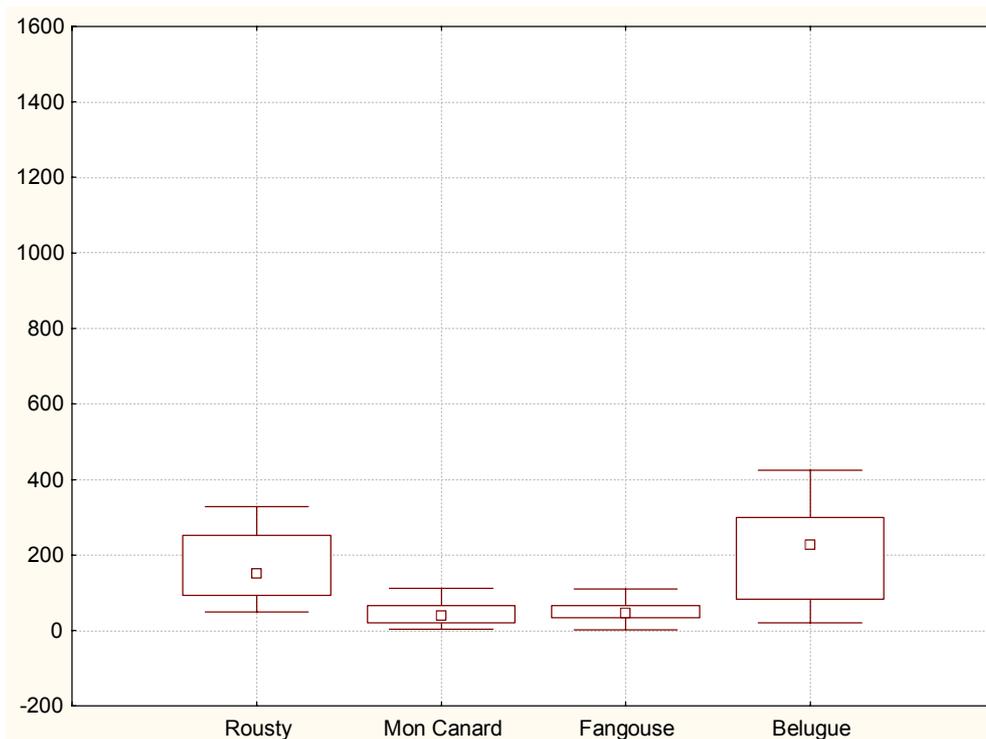


Figure 14 : Distribution des effectifs de larves de Diptères chironomidés (nombre d'individus par échantillon) pour chaque station (Rousty, monCanard, Fangouse et Belugue) en Hiver.

3.3.1.3. Densité par station

Les densité calculées en extrapolant les valeurs de médianes obtenue pour 0,042m² varient de 583 larves de Chironomes/m², à la Fangouse, en novembre 2006 à 11166 larves/m² à la Belugue, en janvier 2007 (Tableau 19). Les stations de la Belugue et de Rousty supportent les densités les plus fortes, suivent ensuite, celles de Mon canard et enfin celles de la Fangouse. Le classement des quatre stations est inchangé lorsqu'on passe de l'automne à l'hiver.

Tableau 19: densité de larves de chironomes pour chacune des 4 stations

RO Oct 2006	RO Fév 2007	MC Nov 2006	MC Janv 2007	FA Nov 2006	FA Janv 2007	BE Janv 2007	BE Fév 2007
7571 Larves/m ²	3571 Larves/m ²	4142 Larves/m ²	916 Larves/m ²	583 Larves/m ²	1059 Larves/m ²	11166 Larves/m ²	5428 Larves/m ²

Si on compare avec les densités obtenues par Tourenq (1975), pour deux marais oligohalins, à assèchement périodique de la tour du Valat (St Serein et Relongues), on peut dire que nos valeurs sont du même ordre de grandeur, c'est-à-dire de quelques milliers d'individus par m². Plus précisément, elles sont un peu supérieures. Les valeurs obtenues à la Belugue sont 2 à 4 fois plus élevées qu'à St Serein (station avec les densités maximales), à Rousty et Mon Canard, elles sont proches de ces dernières, alors qu'à la Fangouse, elles sont un peu inférieures à ce qui avait été obtenu aux Relongues (valeurs de densité les plus faibles).

Tableau 20 : densités de larves de chironomidés obtenues par Tourenq en 1975 dans trois marais à assèchement périodique.

	St Seren	Relongue
Nombre moyen de larves de chironomidés/m ² (Oct à Fév)	2600	1900

3.3.1.4. Structure du Peuplement

Les figures 15 a, b, c, et d, montrent un même patron de distribution des 5 grands types de Chironomidés. La tribu des Chironomini représentée majoritairement par *Polypedilum nubifer* (ex *pharao*) et *Chironomus* spp., est largement dominante avec des pourcentages compris entre 65 et 100%. Vient, ensuite, la sous-famille des Tanypodinae représentée par *Procladius choreus*, puis la tribu des Tanytarsini avec en particulier le genre *Tanytarsus* et enfin la sous famille des Orthoclaadiinae, avec entre autres les *Cricotopus* spp. Les peuplements hivernaux sont plus diversifiés, sauf à la Fangouse, où les profils automnaux et hivernaux sont similaires.

Il apparaît donc clairement que les densités automnales plus élevées s'expliquent par la « prolifération » des chironomini et en particulier de *Polypedilum nubifer*. Au contraire, à la Fangouse, l'absence de « prolifération » de *Polypedilum nubifer* conduit à des densités plus faibles et à un meilleur équilibre dans la distribution des taxons.

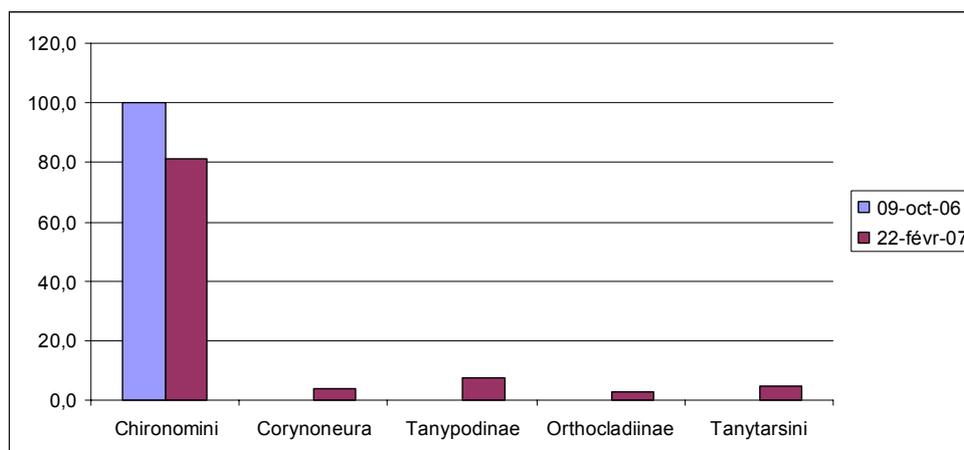


Figure 15a : part relative (%) de chironomini (*Polypedilum nubifer* + *Chironomus* spp + autres), de *Corynoneura*, de Tanypodinae (*Procladius choreus*), d'Orthoclaadiinae (*Cricotopus* spp. + autres) et de Tanytarsini (*Tanytarsus* spp. + autres), à Rousty.

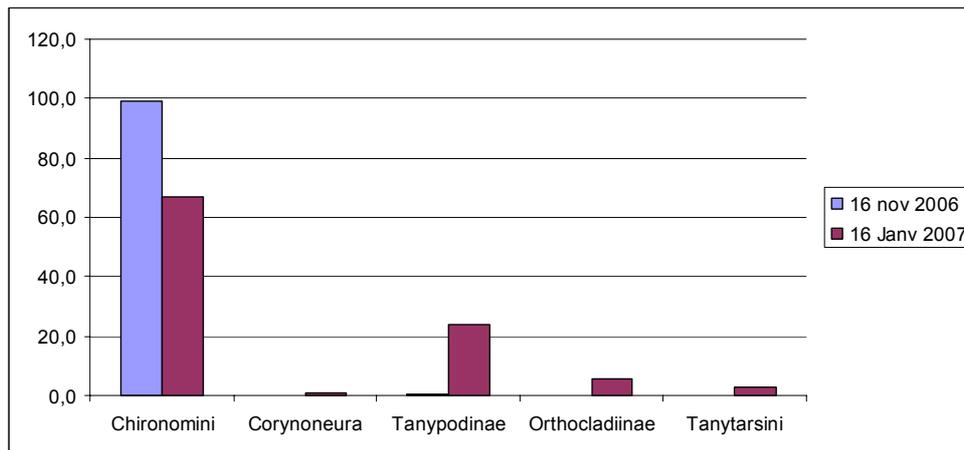


Figure 15b : part relative (%) de chironomini (*Polypedilum nubifer* + *Chironomus* spp + autres), de *Corynoneura*, de Tanypodinae (*Procladius choreus*), d'Orthocladiinae (*Cricotopus* spp. + autres) et de Tanytarsini (*Tanytarsus* spp. + autres), à Mon Canard.

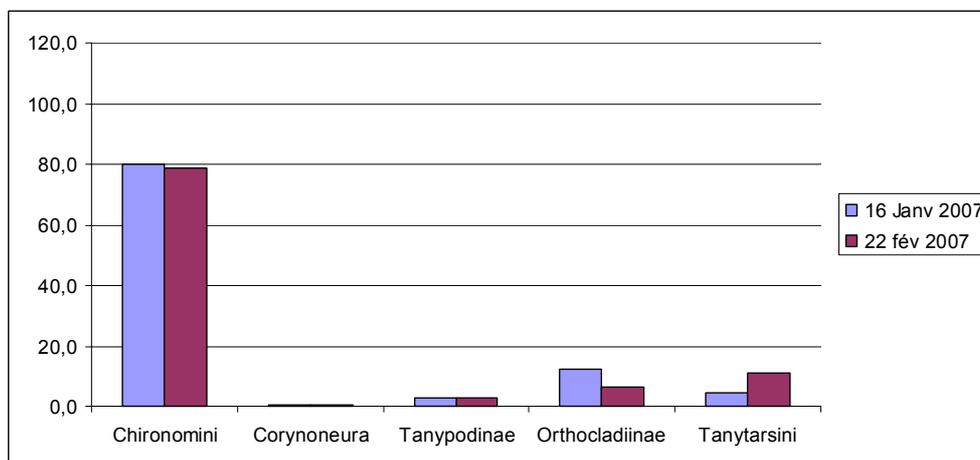


Figure 15c : part relative (%) de chironomini (*Polypedilum nubifer* + *Chironomus* spp + autres), de *Corynoneura*, de Tanypodinae (*Procladius choreus*), d'Orthocladiinae (*Cricotopus* spp. + autres) et de Tanytarsini (*Tanytarsus* spp. + autres), à la Belugue.

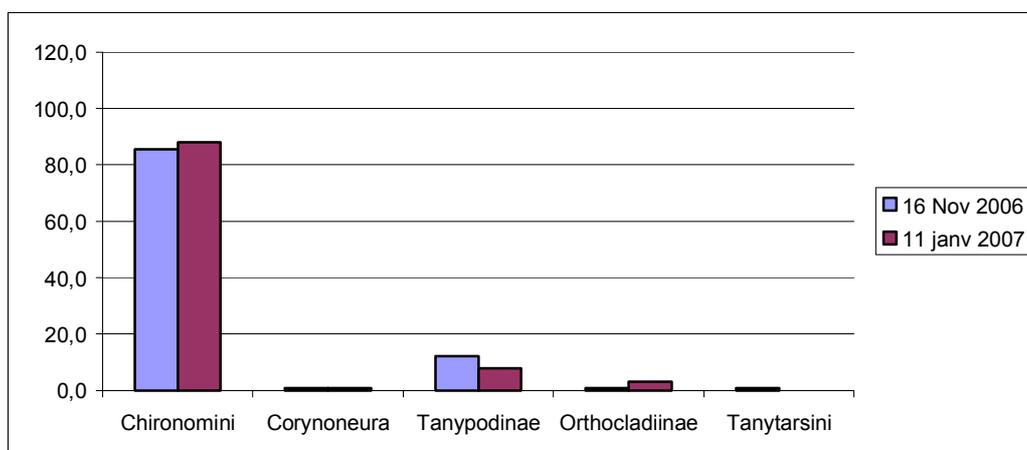


Figure 15d : part relative (%) de chironomini (*Polypedilum nubifer* + *Chironomus* spp + autres), de *Corynoneura*, de Tanypodinae (*Procladius choreus*), d'Orthocladiinae (*Cricotopus* spp. + autres) et de Tanytarsini (*Tanytarsus* spp. + autres), à la Fangouse.

Si on compare avec les données issues de Tourenq (1975), on constate que l'on retrouve le même pool d'espèces dominantes, mais que leur répartition est un peu différente. Dans le cas de St Seren et des Relongues, Tourenq mettait en évidence une dominance beaucoup plus restreinte des Chironomini (% compris entre 48 et 32%) au profit des Tanypodinae et Orthocladiinae. Dans le cas des Relongues, les chironomini ne sont d'ailleurs pas majoritaires et sont dépassés par les Orthocladiinae (Figure 16).

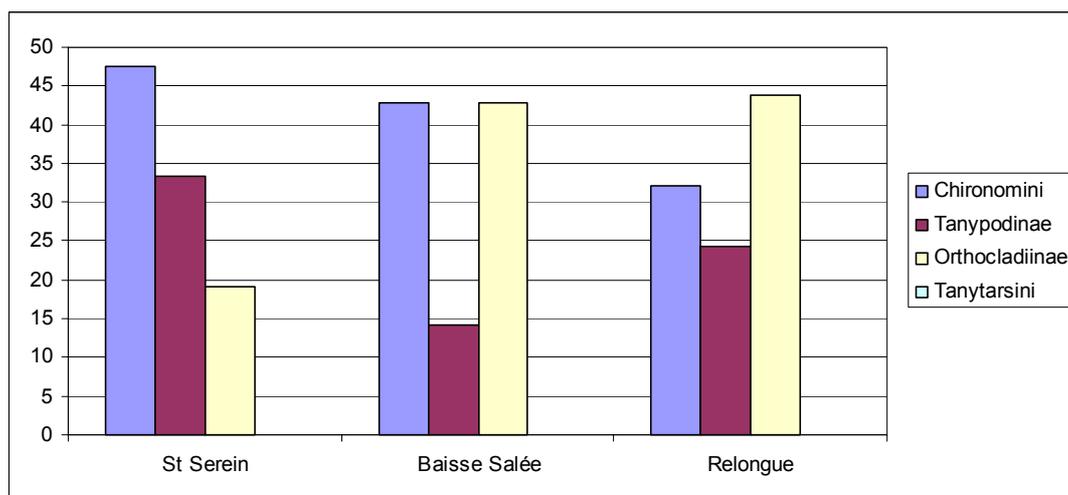


Figure 16 : part relative (%) de chironomini, de Tanypodinae, d'Orthocladiinae et de Tanytarsini à St Seren, Baisse Salée et Relongues d'après Tourenq (1975).

Comment expliquer le cas des densités importantes de *Polypedilum nubifer* et la position particulière de la station de la Fangouse ?

Polypedilum nubifer (ex pharao) est une espèce particulièrement résistante et déjà décrite comme telle par Tourenq, en 1975. En particulier, elle peut rester enfouie dans la vase, pendant plusieurs jours, subir des assèchements partiels du milieu et des anoxies importantes. Ce comportement particulier lui permettrait de passer la « mauvaise saison » et d'être présente en quantité importante en automne.

La position particulière de la Fangouse, pourrait être un artéfact dû à la date d'échantillonnage (juste après une émergence massive, nous privant de larves) ; cette particularité de la Fangouse reste donc encore à valider sur plusieurs années. Elle peut cependant s'expliquer par la présence d'un plus grand nombre de prédateurs, et en particulier d'odonates (voir partie 3.4).

3.3.2. Suivi après démoustication.

3.3.2.1. Résultats bruts par points

En terme de « présence-absence », ces premiers résultats confirment les observations de 2000-2003 (Franquet *et al.* 2003) ; immédiatement après la mise en eau on observe une absence de Diptères chironomidés en une grande majorité des points de prélèvements réalisée en été et automne (Tableau 21 et annexes). En revanche, cette évidence est moins marquée dans le cas des traitements printaniers réalisés à la Belugue, où de façon nette des Diptères chironomidés sont déjà présents immédiatement après la mise en eau (T0-1).

Tableau 21 : Nombre d'occurrence nulle de Diptères chironomidés.

	T0-1	T0+2	T0+5	T0+11
Clos d'Armand (Août)	7/10	3/10	0/10	-
Clos d'Armand (Sept-oct)	10/10	10/10	8/10	0
Belugue (mars-avril)	3/10	0/10	0/10	0/10

En terme d'abondance, lors de la première campagne de démoustication qui a eu lieu à la palissade le 19 août 2006, les prélèvements montrent une progression de la médiane (Figure 17) qui passe de 0 chironomidés par échantillon à T₀₋₂ (17 Août) à 102 chironomidés à T₀₊₅ (25 Août). Les points avec chironomes, correspondent à des prélèvements réalisés dans une dépression restée en eau (profondeurs les plus importantes dans le tableau 5). Un test non paramétrique de Friedman montre que cette augmentation est statistiquement significative ($p < 0,0001$, N=10).

Lors de la seconde campagne d'échantillonnage à la palissade, la dynamique est plus longue à se mettre en place, la médiane passe de 0 chironomidés par échantillon (pour les trois premières dates) à 29, ce qui reste nettement inférieure à la campagne précédente (Figure 18). Ces faibles valeurs s'expliquent principalement par un début de dynamique assez lent, induit par un assec survenu rapidement à la fin de la première campagne. Ainsi le stock de larve présent début septembre, a été diminué soit par une mortalité importante, soit par des émergences rapides précédant l'assec (Tourenq, 1975), mais sans avoir été suivi de ponte dans le milieu du fait de l'assèchement. Comme précédemment, cette augmentation est statistiquement significative ($p < 0,0001$, N=10).

En ce qui concerne la campagne de suivi réalisée à la Belugue, la dynamique est différente, avec des médianes passant de 3,5 à 149,5 individus par échantillon entre T0 et T0+2, puis diminuant de T0+2 à T0+5 et augmentant à nouveau (110 individus par échantillon) à T0+11 (Figure 19). Ces différences sont statistiquement significatives ($p < 0,0001$, N=10).

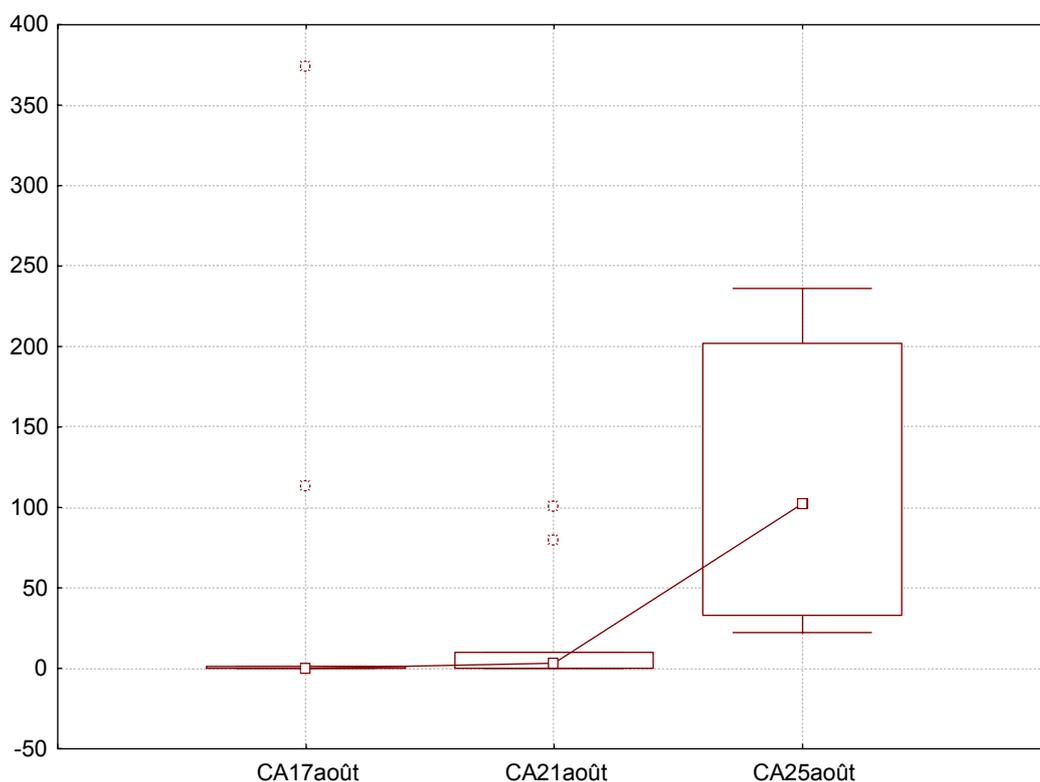


Figure 17: Dynamique des effectifs de chironomidés par échantillon (0,042 m²), au Clos d'Armand (domaine de la Palissade), en août 2006. Les carrés reliés par le trait sont les médianes pour chaque date, les rectangles correspondent aux valeurs comprises entre 25% et 75% de la médiane.

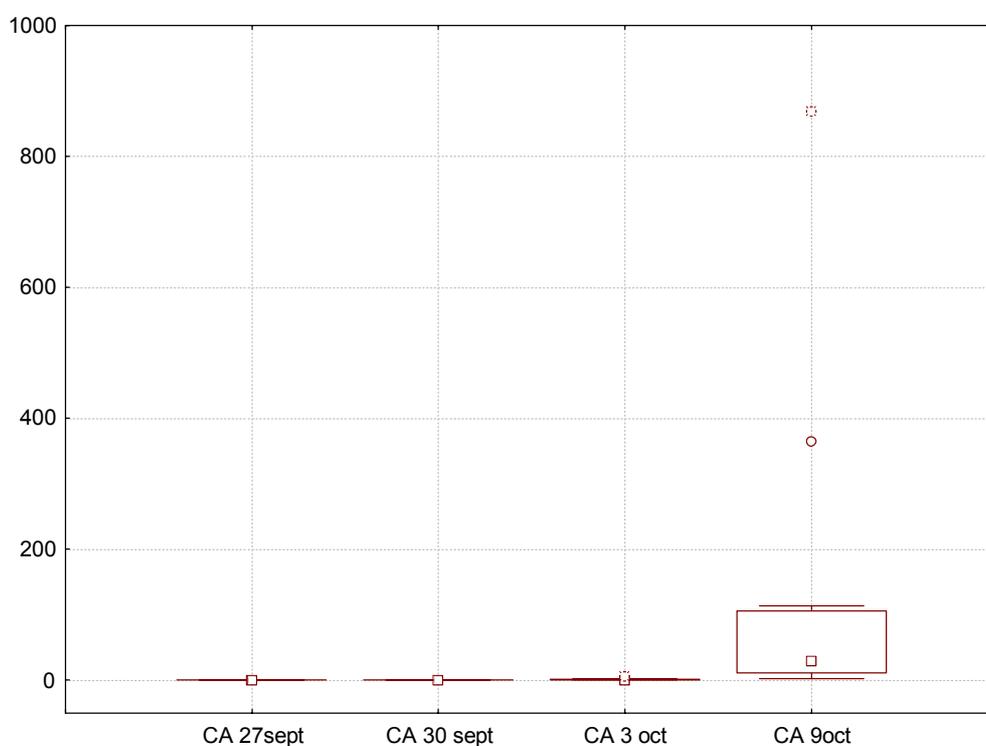


Figure 18: Dynamique des effectifs de chironomidés par échantillon (0,042 m²), au Clos d'Armand (domaine de la Palissade), en Septembre-octobre 2006. Les carrés reliés par le trait sont les médianes pour chaque date, les rectangles correspondent aux valeurs comprises entre 25% et 75% de la médiane.

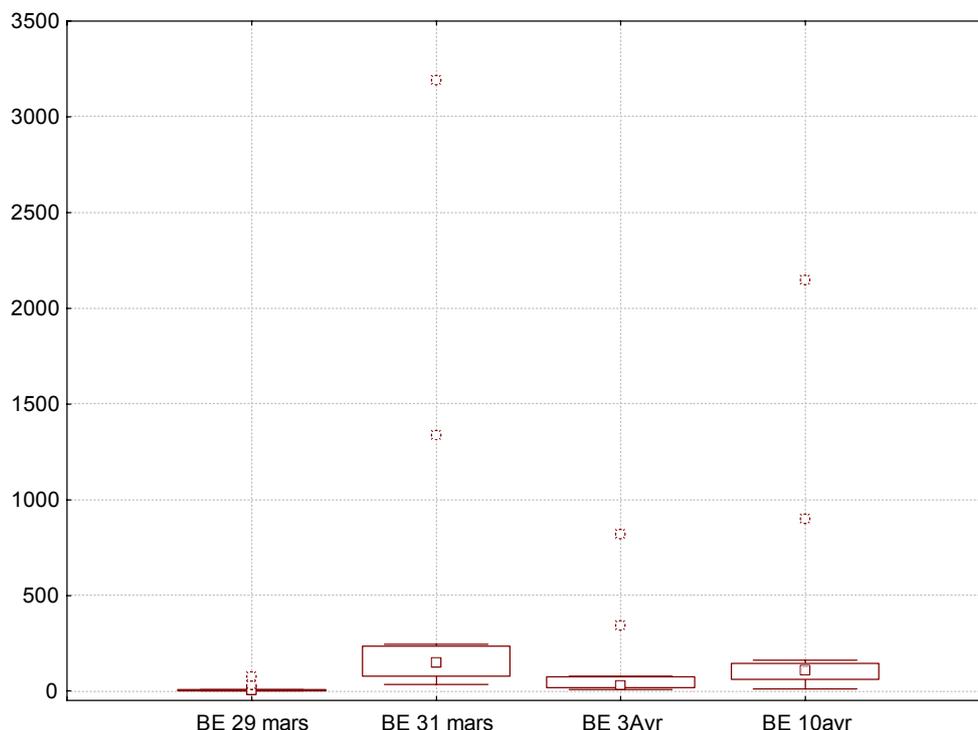


Figure 19: Dynamique des effectifs de chironomidés par échantillon (0,042 m²), à la Belugue, en mars-avril 2007. Les carrés reliés par le trait sont les médianes pour chaque date, les rectangles correspondent aux valeurs comprises entre 25% et 75% de la médiane.

3.3.2.2. Distribution spatiale et marge de variabilité liée à l'échantillonnage

La figure précédente et le tableau 15 montrent qu'immédiatement après la mise en eau la variabilité est très forte, ce qui peut s'expliquer par la faiblesse du nombre de points avec chironomes. Dès que les effectifs sont plus élevés, on retrouve des valeurs proches de 20%, respectivement à T0+5 et T0+11 au Clos d'Armand en Août et Octobre. A la Belugue, où les effectifs sont plus élevés, les marges d'erreur sont plus faibles.

Tableau 22: marge d'erreur pour les échantillons prélevés au Clos d'Armand entre le 17 août 2006 (T0-2) et le 25 août 2006 (T0+5).

	CA 17 août 2006	CA 21 août 2006	CA 25 août 2006
n	10	10	10
moyenne	48,8	20,7	115,3
Variance estimée	14314,6	1390,7	6871,6
Coefficient de var	293,3	67,2	59,6
l (n-1) = Chi 2 obs	2640,0	604,6	536,4
Chi2 théorique	19,0	19,0	19,0
Distribution	agrégative	agrégative	agrégative
<i>erreur standard</i>	<i>0,78</i>	<i>0,57</i>	<i>0,23</i>

Tableau 23 marge d'erreur pour les échantillons prélevés au Clos d'Armand entre le 27 septembre 2006 (T0-1) et le 9 octobre 2006 (T0+11).

	CA 27/09/2006	CA 30/09/2006	CA 3/10/2006	CA 9/10/2006
n	10	10	10	10
moyenne	0	0	0,2	36,5
varestimée	0,0	0,0	0,2	1533,2
Coeff de var	-	-	0,9	42,0
l (n-1) = Chi 2 obs	-	-	8,0	378,0
Chi2 th	19,0	19,0	19,0	19,0
Distribution	-	-	agregative	agregative
<i>erreur standard</i>	-	-	<i>0,67</i>	<i>0,34</i>

Tableau 24 marge d'erreur pour les échantillons prélevés au Clos d'Armand entre le 29 mars 2007 (T0-2) et le 10 avril 2007 (T0+11).

	BE 29/03/2006	BE 31/03/2006	BE 3/04/2006	BE 10/04/2006
n	10	10	10	10
moyenne	3	133,9	34,5	90,1
varestimée	8,5	5919,9	677,6	2155,4
Coeff de var	2,8	44,2	19,6	23,9
l (n-1) = Chi 2 obs	24,8	397,9	176,8	215,3
Chi2 th	19,0	19,0	19,0	19,0
Distribution	agregative	agregative	agregative	agregative
<i>erreur standard</i>	<i>0,30</i>	<i>0,18</i>	<i>0,24</i>	<i>0,16</i>

3.3.2.3. Densité par station

Les densité calculées en extrapolant les valeurs de médiane obtenue pour 0,042m² varient de 0 larves de Chironomes/m², au clos d'Armand à 2619 larves/m² à la Belugue, le 31 mars 2007 (Tableau 25). Ces densités sont relativement faibles par rapport à celles obtenues dans les stations de référence. Ceci est induit par la période d'échantillonnage, située en pleine phase de colonisation, immédiatement après la mise en eau, période au cours de laquelle se font les traitements anti-culicidiens. A noter que les densité atteintes en fin de suivi (T0+11) sont quant à elle assez proches de celles obtenues pour le « point zéro ».

Tableau 25: densité de larves de chironomes pour chacune des 4 stations. Le calcul est réalisé à partir des médianes précédemment obtenues.

CA 17/8/2006	CA 21/8/2006	CA 25/8/ 2006	
0	71	2428	
CA 27/09/2006	CA 30/09/2006	CA 3/10/2006	CA 9/10/2006
0	0	0	523
BE 29/03/2007	BE 31/03/2007	BE 3/04/2007	BE 10/04/2007
71	2619	595	2178

3.3.2.4. Structure du peuplement

En ce qui concerne la structure du peuplement, les trois dynamiques sont complètement différentes. Pour la première campagne de suivi, seule la tribu des chironomini, est représentée (Figure 20). Pour la seconde campagne la situation est très contrastée, avec l'arrivée de quelques Orthocladiinae, représentant 100% des larves, à T0+5, puis l'arrivée des autres taxons uniquement à T0+11, avec à nouveau la domination des chironomini (Figure 21).

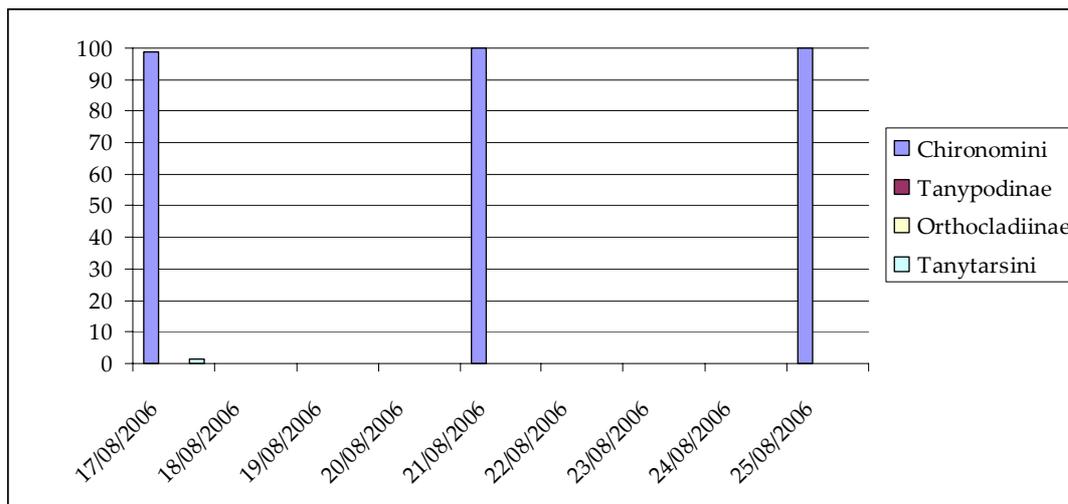


Figure 20: part relative (%) de chironomini (*Polypedilum nubifer* + *Chironomus* spp.+autres), de Tanypodinae (*Procladius choreus*+autres), d'Orthocladiinae (*Cricotopus* spp. + autres) et de Tanytarsini (*Tanytarsus* spp. + autres), au Clos d'Armand (Domaine de la Palissade). Le 19/08/2006 correspond à la date de traitement au B.t.i.

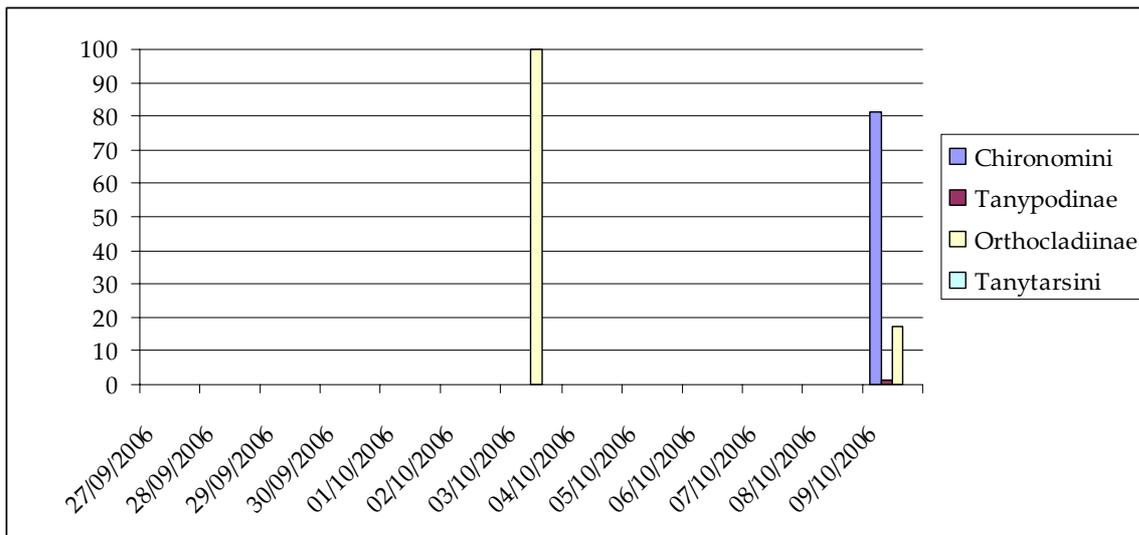


Figure 21: part relative (%) de chironomini (*Polypedilum nubifer* + *Chironomus* spp.+autres), de Tanypodinae (*Procladius choreus*+autres), d'Orthocladiinae (*Cricotopus* spp. + autres) et de Tanytarsini (*Tanytarsus* spp. + autres), au Clos d'Armand (Domaine de la Palissade). Le 28/09/2006 correspond à la date de traitement au B.t.i.

A la Belugue, le peuplement à des compositions pratiquement identiques à T0, T0+5 et T0+11, seul le cas de T0+2 se distingue, avec une composition dominée par les Orthocladiinae (Figure 22).

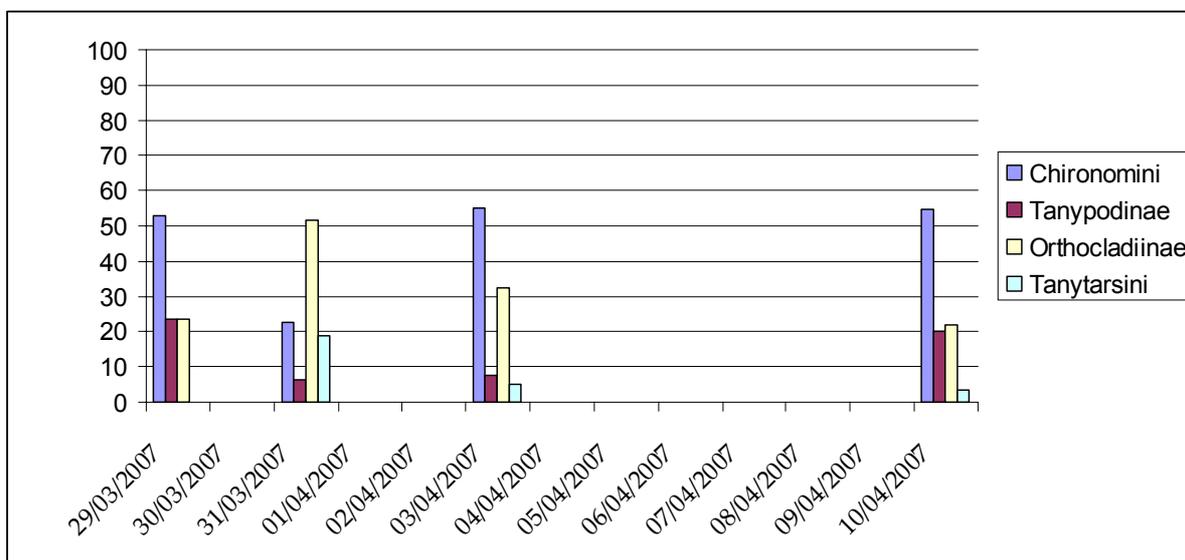


Figure 22 : part relative (%) de chironomini (*Polypedilum nubifer* + *Chironomus* spp.+autres), de Tanypodinae (*Procladius choreus*+autres), d'Orthocladiinae (*Cricotopus* spp. + autres) et de Tanytarsini (*Tanytarsus* spp. + autres), à la Belugue. Le 29/03/2007 correspond à la date de traitement au B.t.i.

3.4. Relation chironomes-algues

La figure 23 montre que globalement, il n'existe pas de corrélation évidente entre les densités de cellules algales et les densités de Diptères chironomidés.

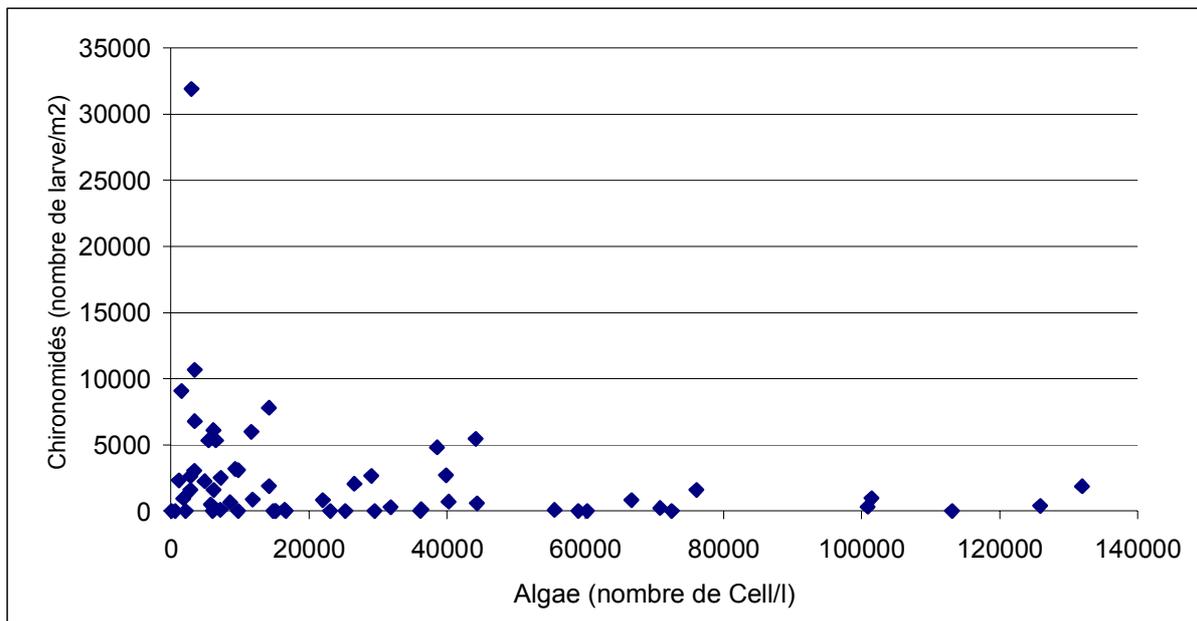


Figure 23 : Relation entre les densité des cellules algales et les densité de Diptères chironomidés)

Ceci s'explique par des réponses des algues et des chironomes décalées dans le temps, les premières répondant plus rapidement que les seconds. Ceci permet de conclure que l'étude des deux composantes est à conserver ; la complémentarité des deux approches est indispensable. De façon encore subtile (tendance à confirmer), la figure 23 met en évidence des tendances inverses entre ces deux composantes ; les densités de chironomes semblent diminuer lorsque celles des algues augmentent et dépassent les 4000 cell/L.

Conclusions sur les Chironomidés

Point « zéro »

Pour les stations de Rousty, Mon canard et la Belugue, les prélèvements, réalisés en automne, sont caractérisés par des densités élevées. Ces densités chutent en hiver, même si elles restent du même ordre de grandeur (plusieurs milliers d'individus par m²) et proches des densités décrites par Tourenq en 1975. En revanche la station de la Fangouse, à plus faibles densités, voit ces dernières légèrement augmenter lors du passage de l'automne à l'hiver.

Les densités automnales élevées sont principalement dues à la tribu des chironomini, dominée par l'espèce *Polypedilum nubifer*, espèce particulièrement résistante aux contraintes induites par ces milieux aquatiques temporaires.

Ces densités sont entachées d'une marge d'erreur (variabilité) variant de 10 à 25%, sur la base d'un échantillonnage constitué de 10 points de prélèvement. Cette marge d'erreur était attendue et correspond à une valeur difficilement compressible en écologie de terrain.

Suivi « post démoustication »

Deux cas sont à distinguer. En période automnale, à la Palissade, les dynamiques de colonisation des milieux aquatiques temporaires sont respectées. En revanche, à la Belugue, au Printemps, la dynamique semble moins marquée, avec une chute des effectifs à T0+5 qui est due à une disparition des larves d'Orthoclaadiinae. Ces larves qui entrent dans le marais, par dérive à T0+2, sont typiquement printanières. Leur installation dans le marais ne semble pas se faire, ce qui peut s'expliquer soit par un impact des traitements (peu probable si on considère que deux jours après le traitement les particules de B.t.i. sont peu disponibles pour des larves algivores telles que les Orthoclaadiinae), soit parce que les habitats disponibles ne leur conviennent pas. Il est donc primordial, pour l'année à venir de développer les suivis sur des traitements printaniers, avec mise en eau par irrigation, issues des eaux du Rhône, riche en Orthoclaadiinae, à cette époque.

3.5. Odonates

114 Individus ont été identifiés et répartis dans 11 taxons (Tableau 26). Les identifications sont plus ou moins complètes, car la détermination à l'espèce n'a pas été toujours possible du fait du manque de maturité des larves. 17 individus font partie des Anisoptères, 97 aux Zygoptères (demoiselles). Plus précisément, les Anisoptères sont représentées par 4 genres ; Anax (*Anax imperator*), Sympetrum (*Sympetrum flaveolum*), Orthetrum (*O. coerulescens*, *O. cancellatum* et *O. brunneum*). Les Zygoptères identifiées, sont représentées, elles aussi par 4 genres ; *Pyrrhosoma* (*P. nymphula*), *Lestes*, *Erythromma* (*E. najas*) et *Platycnemis*.

Parmi cette première liste, aucun des taxons identifié ne fait partie des espèces protégées soit à l'échelle nationale soit à l'échelle européenne. Aucun des taxons contactés ne fait partie des espèces rares en Camargue comme les *Calopteryx*, *Lestes macrostigma*, etc...(Jakob, 1995).

A noter, de façon encore préliminaire, que les Odonates ne sont pas présentes dans toutes les stations ; aucune larve n'a été trouvée dans les échantillons prélevés à Rousty et au Clos d'Armand. La temporalité marquée de ces deux sites et les périodes d'étude peuvent permettre d'expliquer cette absence. Les prélèvements effectués à la station de Mon canard ne contiennent que 4 individus (3,5%), alors que les stations de la Belugue et de la Fangouse se répartissent la presque totalité des Odonates prélevés, respectivement 54 (47%) et 56 (49%). La mise en eau plus longue et le développement en densité importante de Characées et de Potamot dans ces deux stations pourraient expliquer ces résultats. Le degré de salinité pourrait jouer un rôle aussi, ainsi que les températures de l'eau trop élevées dans les mares à forte temporalité.

Tableau 26 : identification des 114 individus appartenant au Odonates, échantillonnés lors des campagnes de prélèvement des Diptères Chironomidés. La détermination n'a pas toujours été possible, en particulier dans les cas où les larves étaient trop jeunes.

date	site	groupe	famille	nombre individus	espèce/genre	taille (cm)
16/11/2006	Fangouse 6	anisoptera	aeshnidae	1,00	<i>Anax imperator</i>	2
16/11/2006	Fangouse 3	anisoptera	aeshnidae	2,00	<i>Anax imperator</i>	2
16/11/2006	Fangouse 3	zygoptera	platycnemidae	1,00		0,5
16/11/2006	Fangouse 3	zygoptera	coenagrionidae	1,00		0,5
16/11/2006	Fangouse 7	anisoptera	aeshnidae	1,00	<i>Anax imperator</i>	2
16/11/2006	Fangouse 7	anisoptera	libellulidae	1,00	<i>Sympetrum sp.</i>	2
16/11/2006	Fangouse 7	zygoptera		1,00		0,2
16/11/2006	Fangouse 4	zygoptera		12,00		0,2
16/11/2006	Fangouse 4	anisoptera	libellulidae	1,00	<i>Sympetrum sp.</i>	
16/11/2006	Fangouse 8	anisoptera	libellulidae	1,00	<i>Sympetrum flaveolum</i>	
16/11/2006	Fangouse 8	anisoptera	libellulidae	2,00	<i>Sympetrum sp.</i>	
16/11/2006	Fangouse 8	zygoptera	coenagrionidae	3,00		0,5
16/11/2006	Fangouse 2	anisoptera	libellulidae	2,00	<i>Sympetrum sp.</i>	
16/11/2006	Fangouse 2	zygoptera	platycnemidae	4,00		0,5
16/11/2006	Fangouse 5	zygoptera	coenagrionidae	4,00		0,5
16/11/2006	Fangouse 9	anisoptera	libellulidae	3,00	<i>Sympetrum sp.</i>	
16/11/2006	Fangouse 9	zygoptera	coenagrionidae	1,00		
16/11/2006	Fangouse 10	zygoptera	platycnemidae	4,00		0,5
16/11/2006	Fangouse 1	anisoptera	aeshnidae	2,00	<i>Anax imperator</i>	2
16/11/2006	Fangouse 1	zygoptera	coenagrionidae	5,00		0,3
16/01/2007	belugue 4	zygoptera	coenagrionidae	7,00		
16/01/2007	belugue 4	zygoptera	coenagrionidae	1,00	<i>Pyrrhosoma nymphula</i> (? incomplet)	
16/01/2007	belugue 8	zygoptera	coenagrionidae	6,00	larvae sortant de l'œuf	
16/01/2007	belugue 8	zygoptera	coenagrionidae	1,00	<i>Erythromma najas</i> (?)	
16/01/2007	belugue 7	zygoptera	coenagrionidae	9,00		
16/01/2007	belugue 7	zygoptera	platycnemidae	2,00	<i>Platycnemis sp.</i>	
16/01/2007	belugue4	zygoptera	coenagrionidae	2,00		
16/01/2007	belugue 5	zygoptera	platycnemidae	3,00	<i>Platycnemis sp.</i>	
31/03/2007	belugue 9	anisoptera	libellulidae	1,00	<i>Orthetrum cancellatum</i>	
31/03/2007	belugue 7	anisoptera	libellulidae	1,00	<i>Orthetrum cancellatum</i>	
10/04/2007	belugue 3	anisoptera	libellulidae	1,00	<i>Orthetrum coerulescens</i>	
10/04/2007	belugue 3	anisoptera	libellulidae	1,00	<i>Libellula quadrimaculata</i>	
10/04/2007	belugue 3	zygoptera	lestidae	1,00	<i>Lestes barbarus</i>	
10/04/2007	belugue 1	zygoptera	lestidae	1,00	<i>Lestes barbarus</i>	
10/04/2007	belugue 1	anisoptera	libellulidae	1,00	<i>Orthetrum brunneum</i>	
10/04/2007	belugue 1	zygoptera	lestidae	2,00		
10/04/2007	belugue 1	zygoptera	lestidae	5,00		
11/01/2007	Fangouse	zygoptera		3,00		
11/01/2007	Fangouse	anisoptera		1,00		
22/02/2007	belugue	zygoptera		9,00		
16/01/2007	mon canard	zygoptera		3,00		
16/01/2007	mon canard	anisoptera	aeshnidae	1,00	<i>Anax sp.</i>	
total				114		

4. Conclusions et perspectives pour l'année 2007-2008

1) L'étude du compartiment phytoplanctonique des trois marais Rousty, la Fangouse et Mon Canard a permis d'inventorier un état initial du peuplement algal et de recenser les différentes espèces présentes.

Les suivis démoustication sur le Clos d'Armand et la Belugue n'ont pas, à l'heure actuelle, montré d'impact sur la biomasse chlorophyllienne et la dynamique du peuplement phytoplanctonique. Aucune prolifération algale (c'est-à-dire 1 million de cellules/L) n'a été observée suite au traitement Bti.

Les changements qualitatifs du phytoplancton observés au Clos d'Armand peuvent s'expliquer par une temporarité plus marquée sur cet écosystème que sur celui de la Belugue. De nombreuses espèces enkystées sont présentes au Clos d'Armand, cette forme leur permet de résister à l'assec.

Cette première année semble conforter l'hypothèse de l'innocuité de la démoustication par le Bti sur le peuplement phytoplanctonique des marais temporaires.

2) Les résultats concernant les algues et les Odonates montrent que l'état des lieux concernant ces deux groupes nécessite de réaliser des prélèvements au printemps. Ceci permettra de mieux cerner le peuplement algal et de pouvoir préciser certaines identifications des Odonates.

3) Les peuplements de Diptères chironomidés mis en évidence, pour les 5 stations d'étude, sont proches de ceux décrits par Tourenq, en 1975 (même s'ils concernaient d'autres stations temporaires). Cette similarité concerne aussi bien les densités, de l'ordre 3000 individus par m², que la composition des taxons dominants.

4) En ce qui concerne les campagnes de suivi après démoustication, aucun effet flagrant n'a été mis en évidence. Cependant, deux cas sont à distinguer.

- Les deux suivis automnaux de la Palissade (Clos d'Armand) confirment les résultats obtenus lors de l'étude 2000-2003. La dynamique de colonisation n'est pas modifiée par les traitements.

- A la Belugue, la campagne printanière montre une dynamique non classique, qui pose question. Il sera donc nécessaire de concentrer nos efforts sur des traitements au printemps, que ce soit à la palissade ou à la Belugue.

5) En perspectives pour l'année 2007-2008, il est proposé de réaliser deux suivis post-démoustication à la Palissade et à la Belugue, l'un en automne et l'autre au printemps, évidemment, dans la mesure où des traitements seront effectués. De plus, l'étude de l'état initial (point zéro) doit être complétée ; les prélèvements réalisés en fin d'automne et en hiver ne semblent pas suffisants pour l'identification des Odonates (stade trop jeune en hiver) et pour l'étude du peuplement algal, qui prend toute son ampleur au printemps. Des prélèvements seront donc réalisés dans les stations témoins en automne, en hiver et au printemps.

Références citées

- Bourrelly P., 1981. *Les algues d'eau douces. Initiation à la systématique. Tome 2 : les algues jaunes et brunes. Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées* Boubée publ., Paris. 517 p.
- Bourrelly P., 1985. *Les algues d'eau douces. Initiation à la systématique. Tome 3 : les algues bleues et rouges, les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines.* Boubée publ., Paris. 606 p.
- Bourrelly P., 1990. *Les algues d'eau douces. Initiation à la systématique. Tome 1 : les algues vertes.* Boubée publ., Paris. 572 p.
- Butler S.G. 1993. Key to the larvae of european orthetrum . *Odonatologica* 22(2). 191-196.
- Carchini G. 1983 A key to the italian odonate larvae. *Societas internationalis odonatologica*, Utrecht. No.1.
- Dommanget J.L. 1994. Atlas préliminaire des Odonates de France. Etat d'avancement au 31/12/93. *Secrétariat de la Faune et de la Flore Paris (FRA) 92p 83cartes* Patrimoines Naturels 16*
- Franquet E. Cazaubon A. Fayolle S. Hudin, S Clayes-Mekdade C. Morales A. & Picon, B. 2003. Etude d'impact d'un éventuel traitement au Bti sur le territoire du Parc Naturel Régional de Camargue. – Rapport scientifique - 203 p.
- Gerken B. & K Sternberg (1999): *Die Exuvien europäischer Libellen (The exuviae of european dragonflies)*. Huxaria Druckerei GmbH: 354 pp.
- Jakob C., 1995. Inventaire des Odonates du domaine de la Tour du Valat. *Station Biologique Tour du Valat Arles (FRA) 28p+annexes*
- Komàrek J. & Anagnostidis K, 1999. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band 19/1, Cyanoprokaryota 1. Teil: *Chroococcales*, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 548 p.
- Komàrek J. & Anagnostidis K, 2005. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band 19/2, Cyanoprokaryota 1. Teil: *Oscillatoriales*, Elsevier- Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Munich, 759 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 1986. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. 1 : *Bacillariophyceae : Naviculaceae*. Band 2/1 (H.ETTL, J.GERLOFF, H.HEYNIG & D.MOLLENAUSER, eds) Gustav Fisher Verlag publ., Stuttgart. 876 p.

- Krammer K., Lange-Bertalot H., 1988. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. T2 : Bacillariophyceae : Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae.* Band 2/2 (H.ETTL, J.GERLOFF, H.HEYNIG & D.MOLLENAUSER, eds) Gustav Fisher Verlag publ., Stuttgart. 596 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 1991a. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. T3 : Bacillariophyceae : Centrales, Fragilariaceae, Eunotiacea.* Band 2/3 (H.ETTL, J.GERLOFF, H.HEYNIG & D.MOLLENAUSER, eds) Gustav Fisher Verlag publ., Stuttgart. 576 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H., 1991b. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. T4 : Bacillariophyceae : Achnantaceae.* Band 2/4 (H.ETTL, J.GERLOFF, H.HEYNIG & D.MOLLENAUSER, eds) Gustav Fisher Verlag publ., Stuttgart. 437 p.x
- Lorenzen, C. J. (1967). "Determination of chlorophyll and pheopigments : spectrophotometric equations." *Limnology and Oceanography* **12**(2): 343-346.
- Rathbun, S. L. and J. Gerritsen (2001). *Statistical issues for Sampling wetlands. Bioassessment and management of north american freshwater wetlands.* S. A. Wissinger. New York, Wiley and Sons.
- Tourenq, J. N. 1975. *Recherches écologiques sur les Chironomides (Diptera) de Camargue.*, Univ. Toulouse: 424p.
- Wotowski K. & Hindák F. 2005. *Atlas of Euglénophytes.* Publishing House of the Slovak Academy of Sciences. 136 p.

ANNEXES

Annexe 1: Données brutes issues du suivi de la première campagne de démoustication au clos d'Armand (Domaine de la Palissade). PE : Jonchaie ouverte.

date	code point	habitat	profondeur	Effectif Chiro/0,042m2	Densité chiro/ m2
17/08/2006	1	PE	30	0	0
17/08/2006	2	PE	30	0	0
17/08/2006	3	PE	50	374	8905
17/08/2006	4	PE	100	113	2690
17/08/2006	5	PE	30	1	24
17/08/2006	6	PE	30	0	0
17/08/2006	7	PE	30	0	0
17/08/2006	8	PE	30	0	0
17/08/2006	9	PE	30	0	0
17/08/2006	10	PE	30	0	0
17/08/2006	1	Sansouïre	10	0	0
17/08/2006	2	Sansouïre	10	0	0
17/08/2006	3	Sansouïre	10	0	0
17/08/2006	4	Sansouïre	10	0	0
17/08/2006	5	Sansouïre	10	0	0
17/08/2006	6	Sansouïre	10	0	0
17/08/2006	7	Sansouïre	10	0	0
17/08/2006	8	Sansouïre	10	0	0
17/08/2006	9	Sansouïre	10	0	0
17/08/2006	10	Sansouïre	10	0	0
21/08/2006	1	PE	25	3	71
21/08/2006	2	PE	25	3	71
21/08/2006	3	PE	45	80	1905
21/08/2006	4	PE	80	10	238
21/08/2006	5	PE	25	9	214
21/08/2006	6	PE	25	101	2405
21/08/2006	7	PE	25	1	24
21/08/2006	8	PE	25	0	0
21/08/2006	9	PE	25	0	0
21/08/2006	10	PE	25	0	0
25/08/2006	1	PE	10	29	690
25/08/2006	2	PE	10	65	1548
25/08/2006	3	PE	30	133	3167
25/08/2006	4	PE	30	138	3286
25/08/2006	5	PE	10	223	5310
25/08/2006	6	PE	10	33	786
25/08/2006	7	PE	10	22	524
25/08/2006	8	PE	10	202	4810
25/08/2006	9	PE	10	236	5619
25/08/2006	10	PE	10	72	1714

Annexe 2 : Données brutes issues du suivi de la deuxième campagne de démoustication au clos d'Armand (Domaine de la Palissade). PE : Jonchaie ouverte.

date	code point	profondeur	densité/m2	Effectif Chiro/0,042m2
27/09/2006	1		0	0
27/09/2006	2		0	0
27/09/2006	3		0	0
27/09/2006	4		0	0
27/09/2006	5		0	0
27/09/2006	6		0	0
27/09/2006	7		0	0
27/09/2006	8		0	0
27/09/2006	9		0	0
27/09/2006	10		0	0
30/09/2006	1		0	0
30/09/2006	2		0	0
30/09/2006	3		0	0
30/09/2006	4		0	0
30/09/2006	5		0	0
30/09/2006	6		0	0
30/09/2006	7		0	0
30/09/2006	8		0	0
30/09/2006	9		0	0
30/09/2006	10		0	0
03/10/2006	1		24	1
03/10/2006	2		0	0
03/10/2006	3		0	0
03/10/2006	4		0	0
03/10/2006	5		0	0
03/10/2006	6		0	0
03/10/2006	7		24	1
03/10/2006	8		0	0
03/10/2006	9		0	0
03/10/2006	10		0	0
09/10/2006	1		286	12
09/10/2006	2		48	2
09/10/2006	3		476	20
09/10/2006	4		119	5
09/10/2006	5		2333	98
09/10/2006	6		810	34
09/10/2006	7		1095	46
09/10/2006	8		571	24
09/10/2006	9		238	10
09/10/2006	10		2714	114

Annexe 3 : Données brutes issues du suivi de la première campagne de démoustication à la Belugue.

date	code point	profondeur	Couleur du séd	Couv vég	Vég Type	densité/m2	Effectif Chiro/0,042m2
29/03/2007	1	6	gris clair	20	chara	0	0
29/03/2007	2	6	gris clair	0	-	190	8
29/03/2007	3	6	gris clair	0	-	71	3
29/03/2007	4	6	gris clair	0	-	95	4
29/03/2007	5	6	gris clair	20	Chara	0	0
29/03/2007	6	6	gris clair	0	-	119	5
29/03/2007	7	8	gris clair	20	Chara	0	0
29/03/2007	8	8	gris clair	0	-	24	1
29/03/2007	9	8	gris clair	0	-	71	3
29/03/2007	10	8	gris clair	0	-	167	7
31/03/2007	1	5	gris clair	70	Chara	2667	112
31/03/2007	2	10	gris clair	70	Chara	4452	187
31/03/2007	3	10	gris foncé	50	Chara	5143	216
31/03/2007	4	11	gris clair	50	Chara	833	35
31/03/2007	5	12	gris foncé	20	Chara	1333	56
31/03/2007	6	12	gris foncé	10	Chara	5833	245
31/03/2007	7	9	gris foncé	60	Chara	5333	224
31/03/2007	8	8	gris foncé	40	Chara	1905	80
31/03/2007	9	10	gris foncé	10	Chara	1810	76
31/03/2007	10	10	gris foncé	10	Chara	2571	108
03/04/2007	1	5	gris clair	20	Chara	643	27
03/04/2007	2	7	gris clair	50	Chara	1381	58
03/04/2007	3	3	gris clair	50	Chara	1762	74
03/04/2007	4	7	gris clair	70	Chara	1881	79
03/04/2007	5	7	gris clair	0	-	667	28
03/04/2007	6	10	gris clair	0	-	167	7
03/04/2007	7	4	gris clair	30	Chara	286	12
03/04/2007	8	10	gris clair	0	-	548	23
03/04/2007	9	7	gris clair	20	Chara	452	19
03/04/2007	10	10	gris clair	30	Chara	429	18
10/04/2007	1	16	gris clair	50	Chara+AF	2048	86
10/04/2007	2	16	gris foncé	70	Chara+AF	2929	123
10/04/2007	3	17	gris clair	70	Chara	1548	65
10/04/2007	4	15	gris clair	60	Chara+AF	3095	130
10/04/2007	5	18	gris foncé	70	Chara+AF	1048	44
10/04/2007	6	18	gris foncé	30	Chara+AF	1381	58
10/04/2007	7	16	gris foncé	30	Chara+AF	2310	97
10/04/2007	8	17	gris clair	20	Chara+AF	3000	126
10/04/2007	9	12	gris clair	30	Chara+AF	3857	162
10/04/2007	10	14	gris clair	60	Chara+AF	238	10