RAPPORT D'ETUDE

PECTOW 2016

Apports des campagnes PECTOW 2016 et CRUESEINE 2016 à l'étude des variations pluri-décennales de la communauté des sables fins plus ou moins envasés de la Baie de Seine orientale

Janvier 2018

Coordination : Eric Thiébaut

Co-Auteurs : Noémie Baux, Jean-Claude Dauvin, Nicolas Desroy

GIP Seine-Aval
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

TABLE DES MATIERES

RESUME EXECUTIF 3

SCIENTIFIQUES AYANT PARTICIPE AU PROJET 4

RESULTATS 5

Introduction 5

1 Méthode d'échantillonnage 6

1.1 Campagne de février 2016 6

1.2 Campagne de juillet 2016 8

2 Synthèse et analyses des échantillonnages de février 2016 (Pectow 2016) 10

2.1 Données granulométriques 10

2.2 Données biologiques 11

1. Mesures univariées de la diversité 11

2. Analyse de la structure de la communauté 15

3. Evolution à long terme de la communauté 20

4. Analyse de la diversité fonctionnelle 23

3 Synthèse et analyses des échantillonnages de juillet 2016 (CrueSeine 2016) et comparaison avec les données de février 2016 26

3.1 Données granulométriques 26

3.1.1 Impact de la crue sur les classes granulométriques et la proportion en vase 26

3.1.2 Analyses multivariées pour comparatif sédimentaire 29

3.2 Données biologiques 32

3.2.1 Mesures univariées de la diversité 32

3.2.2 Analyses multivariées et comparaison des stations 35

3.2.3 Juvéniles et adultes 39

3.2.4 Conclusion de la comparaison de la campagne de février et de juillet 2016: 40

Conclusion 41

BIBLIOGRAPHIE 42

RESUME EXECUTIF

Dans le cadre de différents programmes nationaux ou régionaux, la communauté benthique des sables fins plus ou moins envasés à Abra alba du secteur oriental de la Baie de Seine fait l'objet d'un suivi à long terme, d'abord à une fréquence annuelle de 1986 à 1988, puis tous les 5 ans de 1991 à 2011. Dans ce contexte, l'objectif du présent projet était de poursuivre ce suivi à long terme unique sur le littoral français afin d'apprécier la relative stabilité/variabilité de la structure de la communauté dans un contexte de modification des conditions environnementales. Pour se faire, un réseau de 73 stations a été échantillonné à la benne Hamon en février 2016 à raison de 6 réplicats par station (5 réplicats pour la macrofaune et 1 réplicat pour le sédiment). Les échantillons dédiés à l'analyse de la macrofaune ont été tamisés sur des tamis de maille circulaire de 2 et 1 mm. En complément, afin d'évaluer les conséquences d'une crue importante et tardive en juin 2016, 23 stations ont été ré-échantillonnées en juillet 2016 à la benne Van Veen.

Le dépouillement intégral des échantillons de février 2016 a permis de recenser un total de 191 taxons distincts. La richesse spécifique varie entre 6 et 72 espèces par station alors que les densités sont comprises entre 18 et 1484 ind/0,5 m2. Comme lors des campagnes précédentes, les plus fortes densités sont observées en quelques stations face à l'estuaire de la Seine, le long des côtes du Pays de Caux, entre Antifer et le Havre, et au large de Ouistreham. En termes de structure de la communauté, les analyses multivariées réalisées mettent en évidence deux assemblages majeurs : un assemblage couvrant l'essentiel de la zone d'étude et caractérisé par les espèces emblématiques de la communauté (e.g. Owenia fusiformis, Lagis koreni, Abra alba, Acrocnida brachiata) et un assemblage cantonné à quelques stations face à Deauville et à l'estuaire de la Seine et caractérisé par des espèces de milieux sableux (Nephtys cirrosa et Donax vittatus). Les espèces dominantes de la communauté ne diffèrent pas sensiblement de celles décrites lors des campagnes précédentes. Il convient par ailleurs de noter que les résultats de 2016 confirment l'implantation du polychète Melinna palmata signalée pour la première fois en Baie de Seine orientale en 2002 en réponse à l'envasement de la baie. L'analyse des données recueillies sur un réseau commun de 60 stations de 1988 à 2016 confirme l'organisation de la communauté en différents assemblages. Elle indique une plus forte variabilité inter-annuelle de la structure de la communauté au niveau des stations situées face à l'estuaire et une tendance à l'homogénéisation de la communauté depuis 2011. Le secteur situé le long des côtes du Pays de Caux, entre le Cap de la Hève et le Cap d'Antifer apparaît comme le plus stable.

Les données biologiques de 2016 ont été échantillonnées sur des mailles de 2 et 1 mm alors que ceux des campagnes précédentes l'ont été uniquement sur une maille circulaire de 2 mm. Afin d'évaluer l'incidence de la maille sur la manière de représenter la communauté benthique, les résultats acquis en 2016 ont été analysés en fonction de la maille retenue. Si le fait de travailler sur une maille plus petite accroît le nombre d'individus et d'espèces récoltés à chaque station, le choix de la maille ne bouleverse pas profondément la perception que nous avons de l'organisation spatiale de la communauté.

L'examen des données sédimentaires acquises à l'issue de la campagne de juillet 2016 indique une tendance à l'envasement de la baie qui est plus particulièrement prononcé en

quelques stations situées face à l'estuaire de la Seine. Le dépouillement intégral des échantillons biologiques a permis de recenser un total de 160 taxons distincts. Entre février et juillet 2016, il existe dans la très grande majorité des stations une augmentation des abondances et de la richesse spécifique de la macrofaune qui est à mettre en relation avec le recrutement printanier et estival de la majorité des espèces d'invertébrés benthiques. Aucun bouleversement majeur de la structure de la communauté n'a été détecté et il est difficile de différencier l'effet 'recrutement' de l'effet 'envasement' sur les changements temporels observés. Il convient néanmoins de souligner que les stations pour lesquelles les teneurs en vase sont les plus élevées se caractérisent par des abondances moyennes et des richesses spécifiques plus faibles

SCIENTIFIQUES AYANT PARTICIPE AU PROJET

● **Equipe 1** : UMR 7144 ; Station Marine de Roscoff
Coordination scientifique : Eric Thiébaut
Autres chercheurs (ou équivalents) : Katja Juliana Geiger et François Gaudin

● **Equipe 2** : UMR M2C 6143, Université de Caen
Coordination scientifique : Jean-Claude Dauvin
Autres chercheurs (ou équivalents) : Noémie Baux, Aurélie Foveau, Jean-Philippe Pezy, Aurore Raoux

● **Equipe 3** : Ifremer Dinard
Coordination scientifique : Nicolas Desroy

RESULTATS

Introduction

Dans le cadre de différents programmes nationaux ou régionaux (i.e. PNDR, PNEC, Seine-Aval), la structure de la communauté benthique des sables fins plus ou moins envasés à Abra alba du secteur oriental de la Baie de Seine a été suivie depuis 1986 à partir de l'échantillonnage d'un réseau de 40 à 79 stations en période hivernale, d'abord tous les ans (campagnes PECTOW 1986, 1987, 1988), puis tous les 5 ans (campagnes PECTOW 1991, 1996, 2001, 2006 et 2011) (Thiébaut et al., 1997 ; Barnay, 2003 ; Alizier, 2011). Un tel suivi à long terme, à l'échelle d'une communauté marine prise dans sa globalité, est unique à l'échelle de la Manche et constitue une approche originale d'étude de l'évolution à long terme d'une communauté soumis à une anthropisation croissante (e.g. urbanisation avec en corollaire une modification de la dynamique sédimentaire, zones de clapage, introduction d'espèces exotiques). L'analyse des données de ces campagnes successives a démontré la forte structuration spatiale du peuplement en différents assemblages d'espèces et la structuration des espèces dominantes en noyaux d'abondance. Elle a démontré une relative stabilité spatio-temporelle de cette structure en dépit de la forte variabilité inter-annuelle du recrutement de certaines espèces majeures du peuplement. Les campagnes les plus récentes ont permis de mettre en évidence les répercussions (1) de l'envasement progressif du secteur oriental de la Baie de Seine avec l'installation de populations du polychète Melinna palmata et du décapode Asthenognathus atlanticus ou (2) de la colonisation d'une espèce non-indigène, le couteau américain Ensis directus (Dauvin et al., 2007 ; Jourde et al., 2012).
Dans ce contexte historique, cette étude visait à réaliser une actualisation de la structure de la communauté de sables fins en situation hivernale en 2016. Les questions posées étaient les suivantes :

- Quel est le lien entre les variations à long-terme des conditions sédimentaires et les réponses des organismes benthiques à ces changements ?
- Quelle est l'évolution de la macrofaune en relation avec les changements climatiques ?
- Quel lien peut être établi entre la diversité spécifique et fonctionnelle de la macrofaune benthique ?
- Quelles sont les répercussions des variations spatio-temporelles de la communauté benthique sur la diversité fonctionnelle mesurée par l'analyse des traits biologiques ? [la diversité fonctionnelle est appréhendée comme un proxy du fonctionnement général de l'écosystème].

Par ailleurs, en raison de l'existence d'une crue remarquable par son intensité (maximum de 2010 m3 s-1) et surtout sa date tardive (juin 2016), une campagne additionnelle d'échantillonnage de 23 stations localisées au niveau de la rade de la Carosse et le long du littoral, entre le Cap de la Hève et le Cap d'Antifer, a été réalisée sur le NO Côtes de la Manche le 28 juillet 2016. Il s'agissait ainsi d'évaluer les conséquences de cette crue à même de modifier la dynamique sédimentaire et la nature du substrat lors de la période de recrutement des invertébrés sur la structure de la communauté. Alors que les prévisions climatiques futures suggèrent un accroissement des événements climatiques singuliers à même de générer ce type de crue, le dépouillement et l'analyse des échantillons de juillet 2016 et leur comparaison

avec ceux de février 2016 représentent une opportunité unique de mieux appréhender l'impact des crues sur la dynamique des peuplements benthiques de la baie.

1 Méthode d'échantillonnage

1.1 Campagne de février 2016

La campagne Pectow 2016 a été réalisée du 5 au 12 février 2016 à bord du NO Côtes de la Manche et le 23 février 2016 à bord d'un navire du Grand Port Maritime du Havre, Le Marais. Un réseau de 73 stations a été échantillonné à l'aide d'une benne Hamon à petit godet (surface : 0,1 m^2) dans la majorité des cas, et occasionnellement à l'aide d'une benne Van Veen (surface : 0,1 m^2 ; Tableau 1). La benne Van Veen a été utilisée à titre exceptionnel lorsque la benne Hamon à petit godet ne fonctionnait pas, en particulier dans les sédiments sableux très compacts. A chaque station, 5 réplicats ont été récoltés et tamisés sur deux tamis à maille circulaire de 2 et 1 mm avant le tri, l'identification au niveau taxonomique le plus faible possible, en général le niveau spécifique, et le dénombrement des espèces de la macrofaune. Un réplicat additionnel a été récolté afin de déterminer les caractéristiques granulométriques du sédiment et la quantité de matière organique (M.O.)

Sur les 73 stations prospectées, seules 72 ont pu être correctement échantillonnées.

Tableau 1 : Liste des stations échantillonnées lors de la campagne Pectow 2016.

Station	Latitude	Longitude	Date	Nombre de réplicats	Granulométrie	Echantillonneur
DR 701	49°40,00 N	0°07,65 E	11/02/2016	5	1	Hamon
DR 702	49°38,80 N	0°06,70 E	11/02/2016	5	1	Hamon
DR 703	49°26,00 N	0°02,30 E	12/02/2016	5	1	Hamon
DR 704	49°24,50 N	0°02,30 E	06/02/2016	5	1	Hamon
DR 705	49°23,00 N	0°02,30 E	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 706	49°23,00 N	0°00,00	05/02/2016	2	1	Hamon
DR 707	49°24,50 N	0°00,00	12/02/2016	5	1	Hamon (1) et Van Veen (4)
DR 708	49°26,00 N	0°00,00	12/02/2016	5	1	Van Veen
DR 709	49°27,50 N	0°00,00	12/02/2016	5	1	Hamon
DR 710	49°29,00 N	0°00,00	23/02/2016	5	1	Van Veen
DR 711	49°30,50 N	0°00,00	11/02/2016	5	1	Hamon (1) et Van Veen (4)
DR 712	49°32,00 N	0°00,00	11/02/2016	5	1	Hamon
DR 713	49°32,00 N	0°02,30 E	11/02/2016	5	1	Hamon
DR 714	49°30,50 N	0°02,30 E	11/02/2016	5	1	Hamon
DR 715	49°29,00 N	0°02,30 E	12/02/2016	5	1	Hamon
DR 716	49°27,50 N	0°02,30 E	12/02/2016	5	1	Hamon
DR 717	49°27,50 N	0°04,60 E	12/02/2016	5	1	Hamon
DR 718	49°26,00 N	0°04,60 E	12/02/2016	5	1	Hamon
DR 719	49°24,50 N	0°04,60 E	06/02/2016	5	1	Hamon

DR 720	49°25,00 N	0°06,90 E	06/02/2016	5	1	Hamon
DR 721	49°23,00 N	0°04,60 E	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 722	49°37,45 N	0°05,60 E	11/02/2016	5	1	Hamon
DR 723	49°36,10 N	0°04,50 E	11/02/2016	5	1	Hamon (3) et Van Veen (2)
DR 724	49°34,70 N	0°03,40 E	11/02/2016	5	1	Hamon
DR 725	49°33,50 N	0°02,30 E	11/02/2016	5	1	Van Veen
DR 726	49°29,00 N	0°02,30 W	12/02/2016	5	1	Hamon
DR 727	49°27,50 N	0°02,30 W	12/02/2016	5	1	Hamon
DR 728	49°26,00 N	0°02,30 W	12/02/2016	5	1	Hamon
DR 729	49°24,50 N	0°02,30 W	12/02/2016	5	1	Hamon
DR 730	49°23,00 N	0°02,30 W	12/02/2016	5	1	Van Veen
DR 731	49°21,50 N	0°02,30 E	06/02/2016	5	1	Hamon
DR 732	49°21,50 N	0°00,00	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 733	49°21,50 N	0°02,30 W	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 734	49°21,50 N	0°04,60 W	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 735	49°20,00 N	0°02,30 W	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 736	49°20,00 N	0°04,60 W	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 737	49°20,00 N	0°06,90 W	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 738	49°18,53 N	0°06,90 W	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 739	49°18,48 N	0°09,20 W	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 740	49°20,00 N	0°09,20 W	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 741	49°18,50 N	0°11,50 W	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 742	49°20,00 N	0°11,50 W	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 743	49°20,00 N	0°13,80 W	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 744	49°19,00 N	0°13,80 W	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 752	49°24,50 N	0°05,79 E	06/02/2016	5	1	Hamon
DR 753	49°25,00 N	0°05,79 E	06/02/2016	5	1	Hamon
DR 754	49°24,50 N	0°06,90 E	06/02/2016	Echec		
DR 755	49°25,00 N	0°08,00 E	06/02/2016	5	1	Hamon
DR 756	49°28,00 N	0°04,60 E	23/02/2016	5	1	Van Veen
DR 757	49°28,00 N	0°05,79 E	23/02/2016	5	1	Van Veen
DR 758	49°27,50 N	0°05,79 E	23/02/2016	5	1	Van Veen
DR 762	49°27,00 N	0°06,90 E	23/02/2016	5	0	Van Veen
DR 781	49°24,50 N	0°04,60 W	12/02/2016	5	1	Hamon
DR 782	49°23,00 N	0°04,60 W	12/02/2016	5	1	Hamon
DR 783	49°21,50 N	0°06,90 W	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 784	49°21,50 N	0°09,20 W	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 785	49°22,50 N	0°03,54 E	05/02/2016	5	1	Hamon
DR 786	49°23,76 N	0°03,45 E	06/02/2016	5	1	Hamon
DR 787	49°23,75 N	0°05,79 E	06/02/2016	5	1	Hamon
DR 788	49°26,79 N	0°03,41 E	12/02/2016	5	1	Hamon
DR 789	49°26,54 N	0°00,72 E	12/02/2016	5	1	Hamon
DR 790	49°28,30 N	0°01,30 E	12/02/2016	5	1	Hamon

DR 791	49°28,30 N	0°02,30 E	12/02/2016	5	1	Hamon
DR 792	49°32,75 N	0°04,00 E	11/02/2016	5	1	Hamon
DR 793	49°34,10 N	0°04,80 E	11/02/2016	5	1	Hamon
DR 794	49°35,40 N	0°05,90 E	11/02/2016	5	1	Hamon
DR 795	49°36,80 N	0°07,00 E	11/02/2017	5	1	Hamon
DR 796	49°38,10 N	0°08,00 E	11/02/2016	5	1	Hamon
A2016	49°27,18 N	0°01,52 E	12/02/2016	5	1	Hamon
B2016	49°27,32'N	0°00,20 W	23/02/2016	5	1	Van Veen
E2016	49°27,13 N	0°02,95 E	12/02/2016	5	1	Hamon
F2016	49°26,60 N	0°01,30 E	12/02/2016	5	1	Hamon
N2016	49°39,60 N	0°07,90 E	11/02/2016	5	1	Hamon

Un ensemble de neuf scientifiques appartenant à trois structures ont participé à la campagne d'échantillonnage, au tri et à l'identification :

- UMR AD2M, Station Biologique de Roscoff : Eric Thiébaut, Katja Juliana Geiger et François Gaudin
- UMR M2C, Université de Caen : Jean-Claude Dauvin, Noémie Baux, Aurélie Foveau, Jean-Philippe Pezy, Aurore Raoux
- Cellule du Suivi du Littoral Haut-Normand : Séverine Dubut

1.2 Campagne de juillet 2016

La campagne CrueSeine 2016 a été réalisée le 28 juillet 2016 à bord du NO Côtes de la Manche. Un réseau de 23 stations parmi les 73 prospectées en février 2016 a été échantillonné à l'aide d'une benne Van Veen (surface : 0,1 m^2) ou une benne Hamon à petit godet (surface : 0,1 m^2 ; Tableau 2). A chaque station, 5 réplicats ont été récoltés et tamisés sur un tamis à maille circulaire de 1 mm avant le tri, l'identification au niveau taxonomique le plus faible possible, en général le niveau spécifique, et le dénombrement des espèces de la macrofaune. Un réplicat additionnel a été récolté afin de déterminer les caractéristiques granulométriques du sédiment et la quantité de matière organique (M.O.).

Tableau 2 : Liste des stations échantillonnées lors de la campagne CruSeine 2016.

Station	Latitude	Longitude	Date	Nombre de réplicats	Granulométrie	Echantillonneur
DR 702	49°38,80 N	0°06,70 E	28/07/2016	5	1	Van Veen
DR 703	49°26,00 N	0°02,30 E	28/07/2016	5	1	Van Veen
DR 704	49°24,50 N	0°02,30 E	28/07/2016	5	1	Van Veen
DR 707	49°24,50 N	0°00,00	28/07/2016	5	1	Van Veen
DR 708	49°26,00 N	0°00,00	28/07/2016	5	1	Van Veen
DR 709	49°27,50 N	0°00,00	28/07/2016	5	1	Hamon (1) Van Veen (4)
DR 710	49°29,00 N	0°00,00	28/07/2016	5	1	Hamon
DR 711	49°30,50 N	0°00,00	28/07/2016	5	1	Van Veen
DR 712	49°32,00 N	0°00,00	28/07/2016	5	1	Hamon (2) Van Veen (3)
DR 713	49°32,00 N	0°02,30 E	28/07/2016	5	1	Van Veen
DR 714	49°30,50 N	0°02,30 E	28/07/2016	5	1	Van Veen
DR 718	49°26,00 N	0°04,60 E	28/07/2016	5	1	Van Veen
DR 722	49°37,45 N	0°05,60 E	28/07/2016	5	1	Van Veen
DR 723	49°36,10 N	0°04,50 E	28/07/2016	5	1	Van Veen
DR 724	49°34,70 N	0°03,40 E	28/07/2016	5	1	Van Veen
DR 725	49°33,50 N	0°02,30 E	28/07/2016	3	1	Van Veen
DR 727	49°27,50 N	0°02,30 W	28/07/2016	5	1	Hamon
DR 728	49°26,00 N	0°02,30 W	28/07/2016	5	1	Van Veen
DR 729	49°24,50 N	0°02,30 W	28/07/2016	5	1	Van Veen
DR 781	49°24,50 N	0°04,60 W	28/07/2016	5	1	Van Veen
A2016	49°27,18 N	0°01,52 E	28/07/2016	5	1	Hamon
E2016	49°27,13 N	0°02,95 E	28/07/2016	5	1	Hamon
F2016	49°26,60 N	0°01,30 E	28/07/2016	5	1	Hamon

Un ensemble de 7 scientifiques appartenant à deux structures ont participé à la campagne d'échantillonnage, au tri et à l'identification :

- UMR M2C, Université de Caen : Jean-Claude Dauvin, Noémie Baux, Jean-Philippe Pezy, Aurore Raoux, Amélie Louarn
- LER Bretagne Nord, Dinard : Nicolas Desroy, Ludovic Goyot

2 Synthèse et analyses des échantillonnages de février 2016 (Pectow 2016)

2.1 Données granulométriques

Les sédiments échantillonnés lors de la campagne Pectow 2016 étaient principalement des sables avec une fraction graveleuse allant de l'état de traces à plus de 80 % (Figure 1). Quelques stations de vases sableuses, légèrement graveleuses ou non, étaient présentes en de rares stations dans le Port d'Antifer, dans les fosses et face à l'estuaire. Les teneurs en vases excèdent 50 % en 9 stations et 25 % en 6 stations. A contrario, les teneurs en vases sont inférieures à 5% en 32 stations.

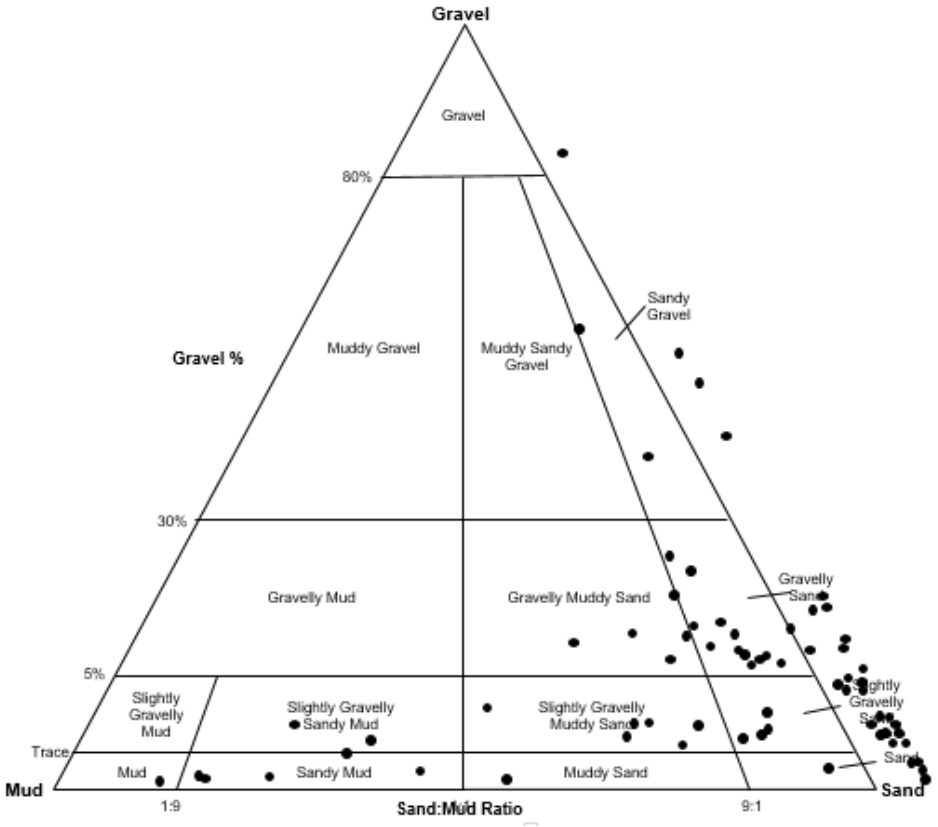

Figure 1 : Diagramme de Folk indiquant les caractéristiques texturales du sédiment des 71 stations échantillonnées lors de la campagne Pectow de février 2016.

Les données brutes sont fournies dans le fichier « PECTOW-2016_granulo_Corrigée.xls ».

2.2 Données biologiques

En comparaison des campagnes PECTOW antérieures, la campagne de février 2016 tirait son originalité du fait que les échantillons biologiques ont été tamisés sur des mailles de tamis de 2 et 1 mm et non plus uniquement sur une maille de 2 mm. Cet écart est ainsi à même d'engendrer des écarts significatifs sur la diversité et la structure des assemblages benthiques avec les campagnes précédentes. Dans la présentation préliminaire des résultats obtenus, une attention particulière est portée sur les conséquences de ce changement méthodologique dans la caractérisation de la communauté et de son évolution temporelle.

Les données biologiques brutes sont transmises dans le fichier « Données-brutes-Pectow2016.xls ». Ce fichier contient 4 feuilles distinctes fournissant les abondances des différentes espèces par station et par réplicat pour l'ensemble de la macrofaune [total (> 1mm)] ou uniquement pour la fraction supérieure à 2 mm [total (> 2 mm)]. Cette distinction a pour objet de permettre la comparaison des données acquises en 2016 avec celles acquises lors des campagnes précédentes.

1. Mesures univariées de la diversité

Lors de la campagne de février 2016, 26952 individus appartenant à 191 taxons ont été récoltés et identifiés au niveau taxonomique le plus bas possible, le plus souvent l'espèce. A titre de comparaison, seuls 21370 individus (soit 79,3 % des individus) appartenant à 173 taxons (soit 90,6 % des taxons) ont été observés lorsque ne sont pris en compte que les individus retenus sur la maille de 2 mm.

A l'échelle de chaque station, la variabilité des principales caractéristiques de la diversité locale est fournie dans le Tableau 3. Les valeurs brutes de ces différentes caractéristiques sont fournies dans le Tableau 4. Si le changement de maille, de 2 vers 1 mm, se traduit par une légère augmentation des densités et de la richesse spécifique, il n'entraîne pas de modification significative de leur organisation spatiale. Ainsi, les valeurs de densités et de richesse spécifique obtenues avec les deux mailles sont très fortement corrélées (Figure 2)

Tableau 3 : Caractéristiques de la diversité locale aux différentes stations échantillonnées lors de la campagne Pectow2016 en fonction de la maille de tamis retenue. N = nombre d'individus par 0,5 m2 ; S = Richesse spécifique ; H' = indice de diversité de Shannon ; J' = indice de régularité de Piélou ; λ' = indice de diversité de Simpson. Les valeurs fournies sont les moyennes calculées à partir des données acquises sur les 72 stations. Les valeurs minimales et maximales sont fournies entre parenthèses.

	N	S	H'	J'	λ'
> 1 mm	379,9 (18 à 1484)	31,3 (6 à 72)	3,33 (1,71 à 4,82)	0,70 (0,40 à 0,98)	0,18 (0,05 à 0,57)
> 2 mm	301,1 (12 à 1312)	26,4 (4 à 65)	3,09 (1,29 à 4,74)	0,69 (0,37 à 0,96)	0,22 (0,05 à 0,63)

Tableau 4 : Valeurs des indices de diversité de la macrofaune benthique aux différentes stations échantillonnées lors de la campagne Pectow2016 en fonction de la maille de tamis retenue. N = nombre d'individus par 0,5 m2 ; S = Richesse spécifique ; H' = indice de Shannon ; J'=indice de régularité de Piélou ; λ' =indice de diversité de Simpson.

	> 1 mm					> 2 mm				
Station	S	N	J'	H'(log2)	Lambda'	S	N	J'	H'(log2)	Lambda'
DR701	17	175	0,696	2,844	0,189	9	54	0,724	2,294	0,271
DR702	31	1065	0,645	3,196	0,165	30	771	0,604	2,965	0,235
DR703	19	121	0,710	3,015	0,184	17	100	0,721	2,948	0,202
DR704	27	988	0,533	2,533	0,311	24	573	0,700	3,211	0,159
DR705	19	185	0,403	1,713	0,569	13	175	0,373	1,380	0,635
DR706	11	37,5	0,975	3,374	0,078	5	17,5	0,963	2,236	0,177
DR707	39	286	0,752	3,977	0,101	36	258	0,727	3,756	0,119
DR708	35	356	0,626	3,209	0,222	27	339	0,630	2,994	0,238
DR709	40	862	0,645	3,435	0,165	37	634	0,720	3,752	0,114
DR710	31	1484	0,614	3,043	0,196	26	1312	0,577	2,711	0,241
DR711	47	751	0,616	3,422	0,180	37	690	0,603	3,144	0,206
DR712	30	435	0,701	3,438	0,136	22	354	0,681	3,037	0,178
DR713	45	355	0,796	4,369	0,076	35	290	0,808	4,145	0,082
DR714	55	641	0,734	4,242	0,110	51	488	0,723	4,101	0,116
DR715	33	148	0,837	4,224	0,087	29	119	0,801	3,891	0,117
DR716	8	22	0,744	2,231	0,299	7	21	0,733	2,058	0,329
DR717	20	106	0,829	3,585	0,108	18	88	0,817	3,408	0,126
DR718	7	27	0,727	2,041	0,288	4	21	0,719	1,437	0,395
DR719	30	511	0,650	3,191	0,149	26	457	0,610	2,868	0,181
DR720	17	127	0,681	2,785	0,225	12	111	0,639	2,291	0,289
DR721	24	158	0,596	2,731	0,297	23	138	0,629	2,843	0,259
DR722	37	684	0,571	2,975	0,267	32	510	0,497	2,486	0,417
DR723	46	545	0,740	4,086	0,095	36	374	0,774	4,001	0,097
DR724	39	1391	0,580	3,066	0,238	28	1097	0,510	2,451	0,358
DR725	43	360	0,814	4,417	0,069	36	316	0,800	4,137	0,082
DR726	29	195	0,721	3,502	0,163	22	169	0,686	3,060	0,210
DR727	28	118	0,844	4,057	0,081	24	93	0,819	3,753	0,100
DR728	15	73	0,693	2,708	0,237	12	64	0,683	2,448	0,264
DR729	49	491	0,627	3,523	0,188	44	473	0,619	3,382	0,202

DR730	58	614	0,632	3,704	0,177	50	567	0,607	3,428	0,205
DR731	38	259	0,789	4,141	0,091	35	242	0,791	4,059	0,096
DR732	34	424	0,608	3,096	0,283	33	380	0,559	2,819	0,345
DR733	56	392	0,758	4,403	0,090	49	339	0,745	4,180	0,110
DR734	56	403	0,649	3,771	0,190	52	368	0,629	3,588	0,219
DR735	35	188	0,839	4,305	0,066	29	149	0,839	4,077	0,081
DR736	32	211	0,774	3,872	0,094	27	143	0,805	3,828	0,097
DR737	36	840	0,484	2,501	0,381	35	818	0,464	2,379	0,400
DR738	40	258	0,820	4,363	0,075	35	220	0,803	4,117	0,093
DR739	40	645	0,693	3,687	0,122	31	488	0,687	3,403	0,162
DR740	41	651	0,562	3,009	0,275	36	600	0,524	2,710	0,321
DR741	33	285	0,605	3,051	0,231	25	228	0,593	2,753	0,279
DR742	46	356	0,641	3,543	0,201	43	327	0,609	3,303	0,235
DR743	51	291	0,732	4,151	0,125	44	265	0,732	3,995	0,133
DR744	13	138	0,506	1,874	0,391	9	92	0,407	1,290	0,607
DR752	20	252	0,671	2,899	0,210	17	220	0,608	2,485	0,267
DR753	13	85	0,786	2,907	0,159	12	76	0,791	2,835	0,169
DR755	10	34	0,660	2,192	0,353	5	27	0,601	1,395	0,507
DR756	29	1092	0,610	2,965	0,190	24	645	0,583	2,674	0,250
DR757	37	361	0,769	4,004	0,095	32	248	0,767	3,835	0,112
DR758	13	210	0,774	2,863	0,187	11	125	0,677	2,342	0,322
DR781	56	376	0,829	4,817	0,052	50	318	0,840	4,740	0,055
DR782	72	679	0,739	4,559	0,087	65	502	0,777	4,677	0,062
DR783	46	510	0,682	3,765	0,130	40	386	0,690	3,674	0,149
DR784	29	132	0,807	3,921	0,093	21	70	0,853	3,748	0,096
DR785	19	236	0,520	2,208	0,375	17	226	0,514	2,100	0,401
DR786	27	348	0,662	3,148	0,182	23	326	0,665	3,010	0,197
DR787	26	193	0,624	2,931	0,265	20	184	0,621	2,684	0,290
DR788	6	18	0,858	2,219	0,203	5	12	0,840	1,951	0,242
DR789	11	91	0,747	2,582	0,206	8	58	0,655	1,966	0,350
DR790	8	21	0,795	2,386	0,224	7	18	0,827	2,322	0,209
DR791	26	184	0,685	3,220	0,205	26	149	0,636	2,991	0,280
DR792	43	277	0,770	4,179	0,103	34	227	0,765	3,889	0,125
DR793	17	35	0,895	3,660	0,077	14	23	0,902	3,436	0,083
DR794	43	440	0,698	3,786	0,171	35	314	0,774	3,968	0,110
DR795	44	791	0,643	3,509	0,187	33	406	0,751	3,789	0,143
DR796	40	277	0,795	4,232	0,076	33	202	0,800	4,036	0,081
A2016	14	196	0,745	2,837	0,190	12	144	0,792	2,841	0,160
B2016	54	1017	0,655	3,770	0,134	42	836	0,615	3,315	0,182
E2016	8	28	0,762	2,287	0,246	6	17	0,670	1,731	0,412
F2016	16	270	0,690	2,759	0,215	16	206	0,751	3,004	0,151
N2016	17	168	0,777	3,175	0,153	11	83	0,817	2,825	0,175

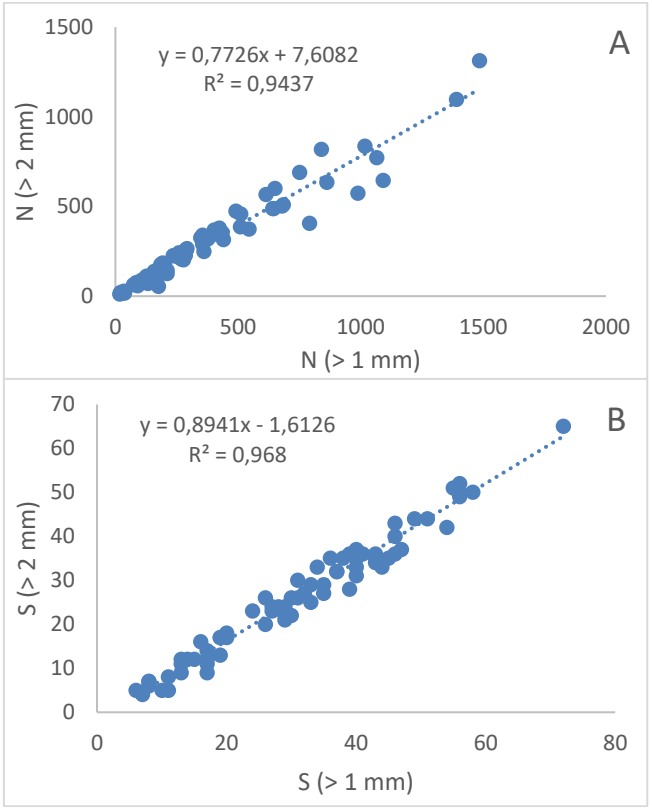

Figure 2 : Relations entre les valeurs de densité (A) et de richesse spécifique (B) en fonction de la maille de tamis utilisé.

De même, il existe peu de différences entre les résultats obtenus avec les mailles 2 et 1 mm lorsque l'on se focalise sur les 10 taxons les plus abondants à l'échelle de la baie de Seine orientale : 9 espèces sur 10 se retrouvent parmi les taxons les plus abondants quelle que soit la maille utilisée (Tableau 5). Nous retrouvons parmi les espèces les plus communes les polychètes *Owenia fusiformis* et *Lagis koreni*, les bivalves *Phaxas pellucidus* et *Abra alba* ou l'échinoderme *Acrocnida brachiata* de manière très analogue aux campagnes PECTOW précédentes, attestant ainsi de la relative stabilité à long terme du peuplement. Le changement de maille, de 2 à 1 mm, permet de mieux juger de l'abondance des espèces de petite taille telles que le polychète *Aphelochaeta marioni* et le bivalve *Kurtiella bidentata*, et de leur importance relative dans la structuration de la communauté. Un point à souligner est la présence de l'amphipode *Ampelisca tenuicornis* parmi les 10 espèces les plus abondantes lorsque l'échantillonnage est réalisé avec une maille de 1 mm alors que cette espèce n'apparaît qu'au 33ème rang avec une densité moyenne de 1,6 ind./0,5 m^2.

Tableau 5 : Liste des 10 espèces les plus abondantes échantillonnées lors de la campagne Pectow de février 2016 en fonction de la maille.

	> 1 mm		> 2 mm	
	Espèces	**Densité (ind./0,5 m²)**	**Espèces**	**Densité (ind./0,5 m²)**
1	*Owenia fusiformis*	48,9	*Owenia fusiformis*	48,9
2	*Phaxas pellucidus*	46,9	*Phaxas pellucidus*	46,9
3	*Aphelochaeta marioni*	26,6	*Lagis koreni*	19,6
4	*Kurtiella bidentata*	24,2	*Ampharete baltica*	17,6
5	*Lagis koreni*	19,6	*Nephtys hombergii*	10,4
6	*Ampharete baltica*	18,5	*Abra alba*	10,3
7	*Nephtys hombergii*	12,7	*Acrocnida brachiata*	9,3
8	*Ampelisca tenuicornis*	11,9	*Melinna palmata*	9,1
9	*Abra alba*	10,3	*Aphelochaeta marioni*	8,8
10	*Acrocnida brachiata*	9,3	*Kurtiella bidentata*	7,5

2. Analyse de la structure de la communauté

Afin de mettre en évidence les similarités entre stations en termes de composition faunistique et d'identifier des assemblages, la structure de la communauté a été analysée à l'aide d'une Classification Ascendante Hiérarchique (C.A.H.) établie à partir d'une matrice de similarité de Bray-Curtis calculée d'après la matrice de données biologiques « Station x Espèces ». Les données d'abondance ont préalablement été transformées avec la fonction log(X+1) afin de pondérer le poids donné aux espèces les plus abondantes. La CAH aboutit à la construction d'un dendrogramme établi selon la méthode UPGMA (***U****nweighted* ***p****air* ***g****roup* ***m****ethod with* ***a****rithmetic mean*).

L'analyse effectuée sur les données acquises sur la fraction supérieure à 2 mm fait apparaître deux assemblages majeurs de stations, 3 assemblages mineurs ne regroupant que 2 à 3 stations, et une station isolée (Figure 3). Les espèces caractéristiques de ces assemblages ont été identifiées à l'aide de la procédure SIMPER (Tableau 6 et Tableau 7). Brièvement, cette procédure permet de déterminer les espèces qui contribuent le plus à la similarité entre les stations d'un même assemblage, et à la dissimilarité des stations appartenant à deux assemblages distincts, lorsque les assemblages comprennent au moins 3 stations. Les caractéristiques en termes de diversité de ces différents assemblages sont fournies dans le Tableau 8.

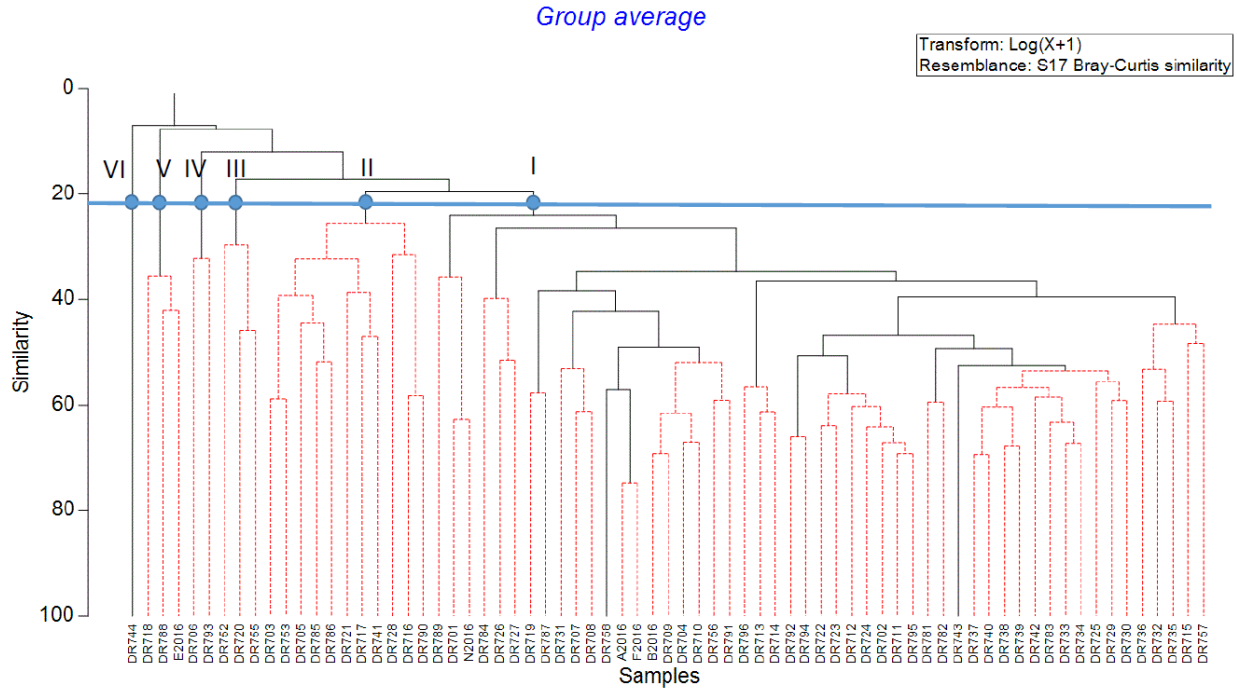

Figure 3: Dendrogramme réalisé à partir de la matrice de similarité (indice de Bray-Curtis) calculée sur les données biologiques transformées (transformation log (X+1)). Les données biologiques concernent les densités des espèces de la macrofaune > à 2 mm..

Tableau 6 : Liste des espèces contribuant le plus à la similarité inter-stations au sein des différents assemblages identifiés par la classification ascendante hiérarchique. Seuls les assemblages regroupant au moins 3 stations sont pris en compte. Les espèces retenues sont celles qui ont une contribution excédante de 4%. Les abondances sont fournies en ind./0,5 m². Les données biologiques concernent les densités des espèces de la macrofaune > à 2 mm

Groupe I (n =51)			**Groupe II (n = 11)**		
Espèce	**Abond.**	**Contr. (%)**	**Espèce**	**Abond.**	**Contr. (%)**
Nephtys hombergii	13,0	10,46	*Nephtys cirrosa*	15,4	24,99
Owenia fusiformis	64,3	7,85	*Fabulina fabula*	3,8	10,20
Phaxas pellucidus	63,6	6,81	*Magelona johnstoni*	13,9	9,04
Ampharete baltica	23,9	6,48	*Owenia fusiformis*	5,7	8,67
Melinna palmata	12,3	5,45	*Nephtys hombergii*	5,0	8,19
Acrocnida brachiata	12,3	5,02	*Lanice conchilega*	6,9	5,89
Abra alba	13,6	4,75	*Donax vittatus*	36,6	4,95
Lagis koreni	25,2	4,26	*Cerastoderma edule*	13,2	4,03
Groupe III (n = 3)			**Groupe IV (n = 2)**		
Espèce	**Abond.**	**Contr. (%)**	**Espèce**	**Abond.**	**Contr. (%)**
Barnea candida	43,7	49,79	*Phaxas pellucidus*	5,5	56,38
Glycera tridactyla	3,3	11,73	*Ensis directus*	1,8	21,81
Némertes	1,3	11,52			
Owenia fusiformis	20,7	9,20			
Groupe V (n = 3)					
Espèce	**Abond.**	**Contr. (%)**			
Nephtys caeca	9,0	89,64			

Tableau 7 : Liste des 10 espèces contribuant le plus à la dissimilarité entre les assemblages 1 et 2 identifiés par la classification ascendante hiérarchique. Les données biologiques concernent les densités des espèces de la macrofaune > à 2 mm.

Espèces	Abondance Assembl. 1	Abondance Assembl. 2	Contribution (%)
Nephtys cirrosa	1,1	15,4	3,88
Phaxas pellucidus	63,6	0,8	3,81
Owenia fusiformis	64,3	5,7	3,60
Ampharete baltica	23,9	0	3,59
Melinna palmata	12,3	0	3,14
Abra alba	13,6	1,2	2,95
Acrocnida brachiata	12,3	0,2	2,94
Lagis koreni	25,2	2,0	2,70
Donax vittatus	0,1	36,6	2,63
Nephtys hombergii	13,0	5,0	2,57

Tableau 8 : Caractéristiques des différents assemblages identifiés par la classification ascendante hiérarchique. Les valeurs minimales et maximales sont fournies entre parenthèses. Les données biologiques concernent les densités des espèces de la macrofaune > à 2 mm.

	Assemblages					
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
Nbre stations	51	11	3	2	3	1
Abondance (ind./0,5 m-²)	380 (54-1312)	132,7 (18-326)	119,3 (27-111)	20,5 (18-23)	5 (4-6)	92
Richesse spécifique	31,8 (8-65)	15,8 (7-25)	11,3 (5-17)	9,5 (5-14)	16,7 (12-21)	9
H'	3,39 (1,97-4,74)	2,56 (1,38-3,41)	2,06 (1,40-2,49)	2 ,84 (2,24-3,44)	1,70 (1,44-1,95)	1,29
J'	0,70 (0,46-0,85)	0,67 (0,37-0,83)	0,62 (0,60-0,64)	0,93 (0,96-0,90)	0,74 (0,67-0,84)	0,41

L'assemblage 1 regroupe la majorité des stations et s'étend sur l'ensemble de la zone d'étude du cap d'Antifer à Ouistreham. Il se caractérise par des densités, richesse spécifique et diversité moyennes les plus élevées. Les espèces caractéristiques de cet assemblage sont les espèces emblématiques de la communauté telle qu'elle a été décrite initialement par Cabioch & Gentil (1976) : les polychètes *Owenia fusiformis*, *Lagis koreni* et *Nepthys hombergii*, les bivalves *Phaxas pellucidus* et *Abra alba*, et l'échinoderme *Acrocnida brachiata*. Il convient aussi de noter l'importance de *Melinna palmata*, espèce récemment installée en baie de Seine orientale.

L'assemblage 2 ne contient que 11 stations présentes au large de Deauville et face à l'estuaire de la Seine. Il héberge des espèces emblématiques des sables fins propres telles que la polychète *Nephtys cirrosa* et le bivalve *Donax vittatus*. Les densités et indices de diversité moyens de cet assemblage sont inférieurs à ceux de l'assemblage 1.

Les autres assemblages regroupent un nombre très faible de stations. Ils ont en général de faibles densités et richesse spécifique, et tendent à se différencier du reste de la communauté par leur caractère oligospécifique et/ou la présence d'espèces particulières. C'est le cas par exemple de l'assemblage 3 avec la présence en abondance de la pholade blanche *Barnea candida*.

L'analyse effectuée sur les données acquises sur la fraction supérieure à 1 mm fournit une image légèrement différente de la structure de la communauté avec un seul assemblage majeur comprenant 62 stations et 2 assemblages mineurs de respectivement 6 et 3 stations (Figure 4). L'assemblage majeur peut à son tour être subdivisé en deux sous-assemblages, i.e. 2A et 2B. Les espèces caractéristiques de ces assemblages ont été identifiées à l'aide de la procédure SIMPER (Tableau 9). Les caractéristiques en termes de diversité des différents assemblages sont fournies dans le Tableau 10.

L'assemblage 1 regroupe 3 stations (2 localisées face à Honfleur et 1 face à Ouistreham) qui formaient les assemblages 3 et 6 précédents et se caractérisent par la présence locale de *Barnea candida*. L'assemblage 3 comprend 6 stations présentes face à l'estuaire de la Seine dont 3 appartenaient à l'assemblage 4 précédent. Elles présentent de faibles abondances et richesses spécifiques. L'assemblage 2 qui comprend 62 stations couvre l'essentiel de la zone d'étude : les assemblages 2A et 2B présentent des distributions géographiques proches des assemblages 1 et 2 identifiés précédemment. L'assemblage 2B apparaît comme un faciès d'appauvrissement de l'assemblage 2A avec une plus forte abondance d'espèces d'affinité sableuse comme *Nepthys cirrosa*.

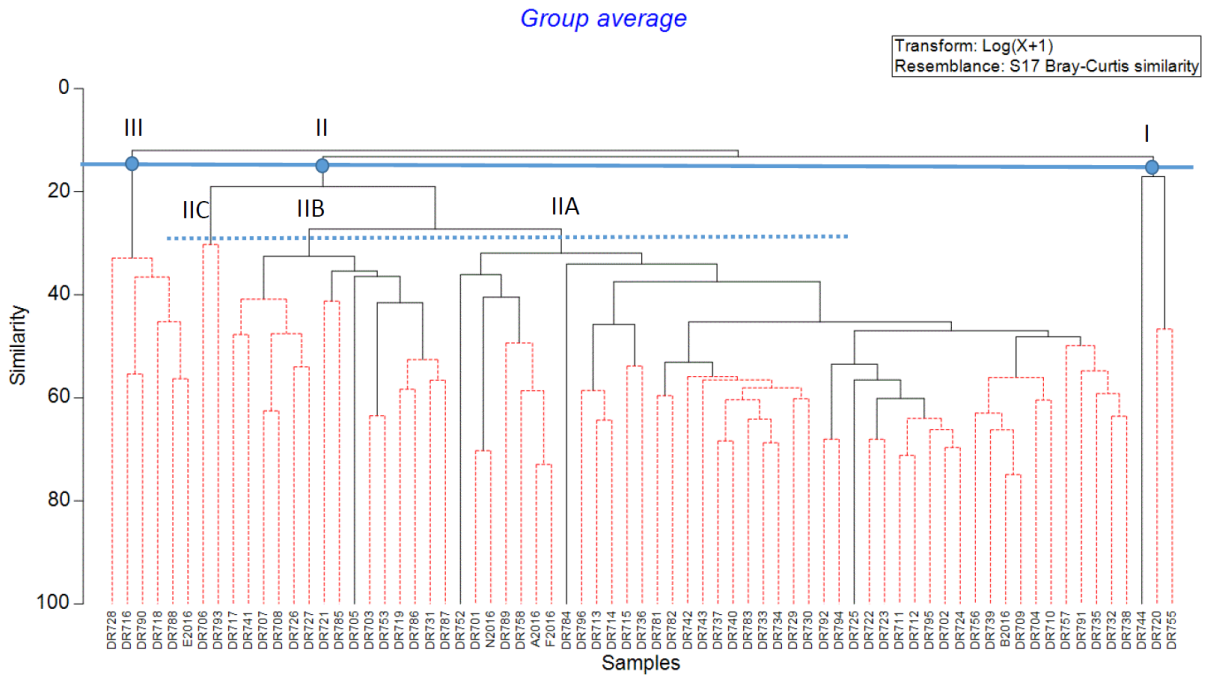

Figure 4 : Dendrogramme réalisé à partir de la matrice de similarité (indice de Bray-Curtis) calculée sur les données biologiques transformées (transformation log (X+1)). Les données biologiques concernent les densités des espèces de la macrofaune > à 1 mm.

Tableau 9 : Liste des espèces contribuant le plus à la similarité inter-stations au sein des différents assemblages identifiés par la classification ascendante hiérarchique. Seuls les assemblages regroupant au moins 3 stations sont pris en compte. Les espèces ret retenues sont celles qui ont une contribution excédant 4%. Les abondances sont fournies en ind./0,5 m^2. Les données biologiques concernent les densités des espèces de la macrofaune > à 1 mm.

Groupe I (n = 3)			**Groupe IIA (n = 45)**		
Espèce	**Abond.**	**Contr. (%)**	**Espèce**	**Abond.**	**Contr. (%)**
Glycera tridactyla	5,3	33,67	*Nephtys hombergii*	16,3	8,16
Barnea candida	13,0	20,40	*Aphelochaeta marioni*	40,8	7,89
Phyllodoce mucosa	4,3	14,50	*Ampharete baltica*	28,4	6,40
Dipolydora giardi	2,7	7,48	*Owenia fusiformis*	68,1	5,85
			Melinna palmata	14,2	5,36
			Pholoe baltica	13,2	5,09
			Phaxas pellucidus	68,0	4,73
			Kurtiella bidentata	35,1	4,53
			Acrocnida brachiata	13,8	4,47
Groupe IIB (n = 15)			**Groupe IIC (n = 2)**		
Espèce	**Abond.**	**Contr. (%)**	**Espèce**	**Abond.**	**Contr. (%)**
Magelona johnstoni	29,7	10,02	*Phaxas pellucidus*	5,5	36,05
Nephtys hombergii	8,7	9,85	*Aphelochaeta marioni*	3,5	22,11
Owenia fusiformis	18,8	8,66	*Ensis directus*	1,8	13,95
Nephtys cirrosa	13,1	8,24			
Fabulina fabula	8,2	7,17			
Lanice conchilega	6,9	7,01			
Phaxas pellucidus	12,9	4,10			
Lagis koreni	11,6	4,04			
Groupe III (n = 6)					
Espèce	**Abond.**	**Contr. (%)**			
Nephtys cirrosa	9,5	46,36			
Magelona johnstoni	2,3	25,15			

Tableau 10 : Caractéristiques des différents assemblages identifiés par la classification ascendante hiérarchique. Les valeurs minimales et maximales sont fournies entre parenthèses. Les données biologiques concernent les densités des espèces de la macrofaune > à 1mm.

	Assemblages				
	I	**IIA**	**IIB**	**IIC**	**III**
Nbre stations	3	45	15	2	6
Abondance (ind./0,5 m-^{2})	99,7 (34-138)	510,5 (91-1484)	229,5 (85-511)	36,5 (35-38)	31,5 (18-73)
Richesse spécifique	13,3 (10-17)	37,9 (11-72)	26,6 (13-39)	14 (11-17)	8,7 (6-15)
H'	2,28 (1,87-2,79)	3,58 (2,50-4,82)	3,16 (1,71-4,14)	3,52 (3,37-3,66)	2,31 (2,04-2,71)
J'	0,62 (0,51-0,68)	0,70 (0,48-0,84)	0,67 (0,40-0,84)	0,94 (0,90-0,98)	0,76 (0,69-0,86)

Cette analyse préliminaire des données de la campagne PECTOW montre que le passage à une maille de 1 mm se traduit, et cela était une évidence, par une augmentation significative du nombre d'individus et d'espèces échantillonnées localement. Par ailleurs, certaines espèces rares sur une maille de 2 mm comme l'amphipode *Ampelisca tenuicornis* apparaissent abondantes sur une maille de 1 mm. Ces différences n'engendrent cependant pas de bouleversement dans la manière que nous avons d'appréhender la structure spatiale de la communauté, qu'il s'agisse de la distribution de paramètres univariés (ex. densité, richesse spécifique, H') ou de son organisation en assemblages.

3. Evolution à long terme de la communauté

L'évolution à long terme de la communauté a été appréhendée en comparant les données acquises de 1988 à 2016 sur un réseau de 60 stations échantillonnées à chaque campagne. De nombreuses espèces dominantes de la communauté sont des espèces dominantes lors de chaque campagne PECTOW en dépit de certaines fluctuations inter-annuelles fortes de l'intensité du recrutement pour des espèces telles *Phaxas pellucidus*. Ainsi, au cours des 7 campagnes, seules 21 espèces sont identifiées comme appartenant aux 10 espèces dominantes chaque année ; quatre espèces sont parmi les 10 espèces dominantes chaque année, deux le sont 6 fois sur 7 et une 5 fois sur 7. Enfin, les résultats de la campagne PECTOW 2016 confirme l'implantation durable de la polychète *Melinna palmata* signalée pour la première fois dans le secteur oriental de la baie de Seine en 2002.

Tableau 11 : Rang des dix espèces dominantes lors des différentes campagnes PECTOW réalisées de 1988 à 2016.

Espèce	1988	1991	1996	2001	2006	2011	2016
Owenia fusiformis	1	1	1	2	1	1	2
Acrocnida brachiata	2	3	3	5	3	5	7
Lagis koreni	4	7	4	6	5	7	4
Nepthys hombergii	9	6	7	10	8	9	6
Kurtiella bidentata	5	2	2	1	2	3	-
Abra alba	6	4	6	3	9	-	5
Phaxas pellucidus	-	5	5	7	-	4	1
Echinocardium cordatum	10	-	9	-	-	-	-
Thyone fusus	8	10	-	-	-	-	-
Aphelochaeta marioni	-	-	-	4	6	-	8
Lanice conchilega	7	-	-	-	-	-	-
Magelona mirabilis	-	-	8	9	-	-	-
Magelona johnstoni	-	-	-	-	4	2	-
Nucula nitidosa	-	-	-	8	7	-	-
Ampharete balthica	-	-	-	-	10	6	3
Melinna palmata	-	-	-	-	-	10	9
Nemertea	3	-	-	-	-	8	-
Chaetozone gibber	-	8	-	-	-	-	-
Fabulina fabula	-	9	-	-	-	-	-
Corbula gibba	-	-	-	-	-	-	10
Sagartia troglodytes	-	-	10	-	-	-	-

Une classification ascendante hiérarchique réalisée sur l'ensemble des stations échantillonnées entre 1988 et 2016 permet d'identifier 6 assemblages faunistiques majeures (Figure 5) dont la distribution est fournie sur la Figure 6. Les assemblages les plus importants

sont l'assemblage 3 observé chaque année au large de Deauville et en quelques stations face à l'estuaire de la Seine, et les assemblages 4 et 5 présents du cap d'Antifer à Ouistreham. Les assemblages 1, 2 et 6 sont des assemblages mineurs qui ne comportent que quelques stations et correspondent à des faciès d'appauvrissement de la communauté.

En termes d'organisation spatiale de la communauté, des similitudes sont ainsi retrouvées entre les campagnes. En revanche, les campagnes Pectow 2011 et 2016 montrent l'existence d'un vaste assemblage qui s'étend de Ouistreham au sud au Cap d'Antifer au nord alors que l'analyse des données de campagnes précédentes montrait deux assemblages distincts opposant les côtes du Pays de Caux à celles du Pays d'Auge. De tels résultats pourraient suggérer une structuration spatiale du peuplement moins prononcée que par le passé et une tendance à l'homogénéisation de la communauté. De manière générale, la composition des stations situées face à l'estuaire de la Seine apparaît moins stable (i.e. appartiennent à des assemblages distincts d'une année sur l'autre) que celles situées à la périphérie de la zone d'étude. D'autre part, le secteur situé au NE de la zone d'étude, le long des côtes du Pays de Caux entre le cap de la Hève et e Cap d'Antifer apparaît plus stable dans le temps que les stations situées le long des côtes du Pays d'Auge. Cette hétérogénéité spatiale dans la stabilité temporelle de la structure de la communauté en une station donnée est à rapprocher du degré d'instabilité plus ou moins marqué du sédiment.

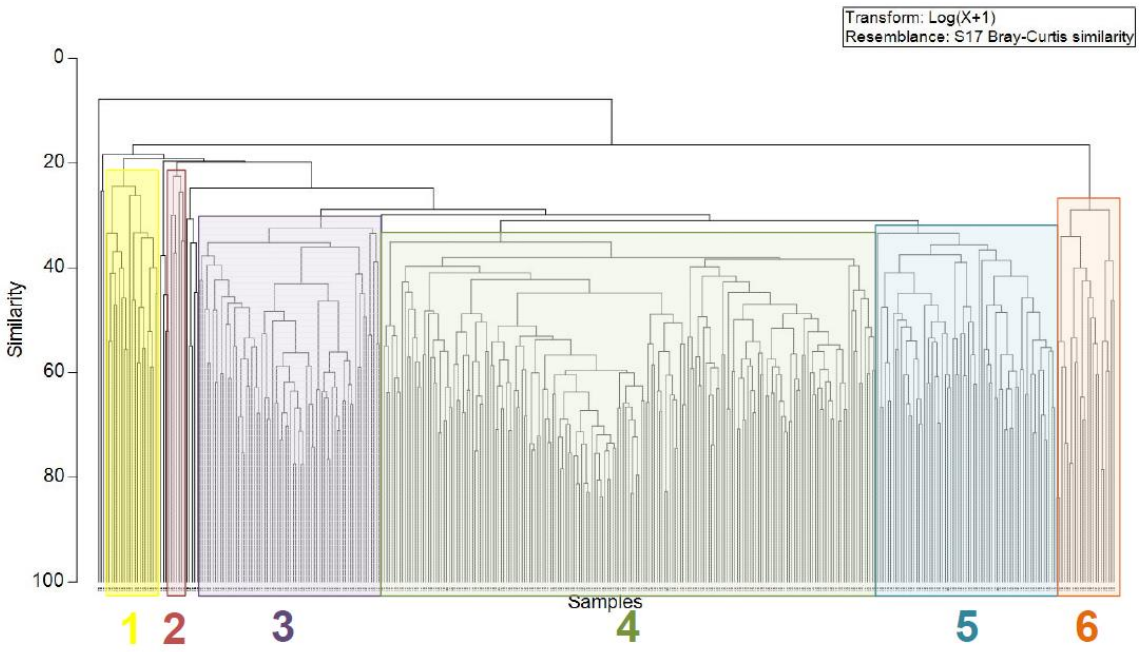

Figure 5 : Classification ascendante hiérarchique établie sur l'ensemble des stations échantillonnées entre 1988 et 2016. Les données biologiques ont subi une transformation Log(x+1). La similarité entre stations a été calculée à l'aide du coefficient de similarité de Bray-Curtis.

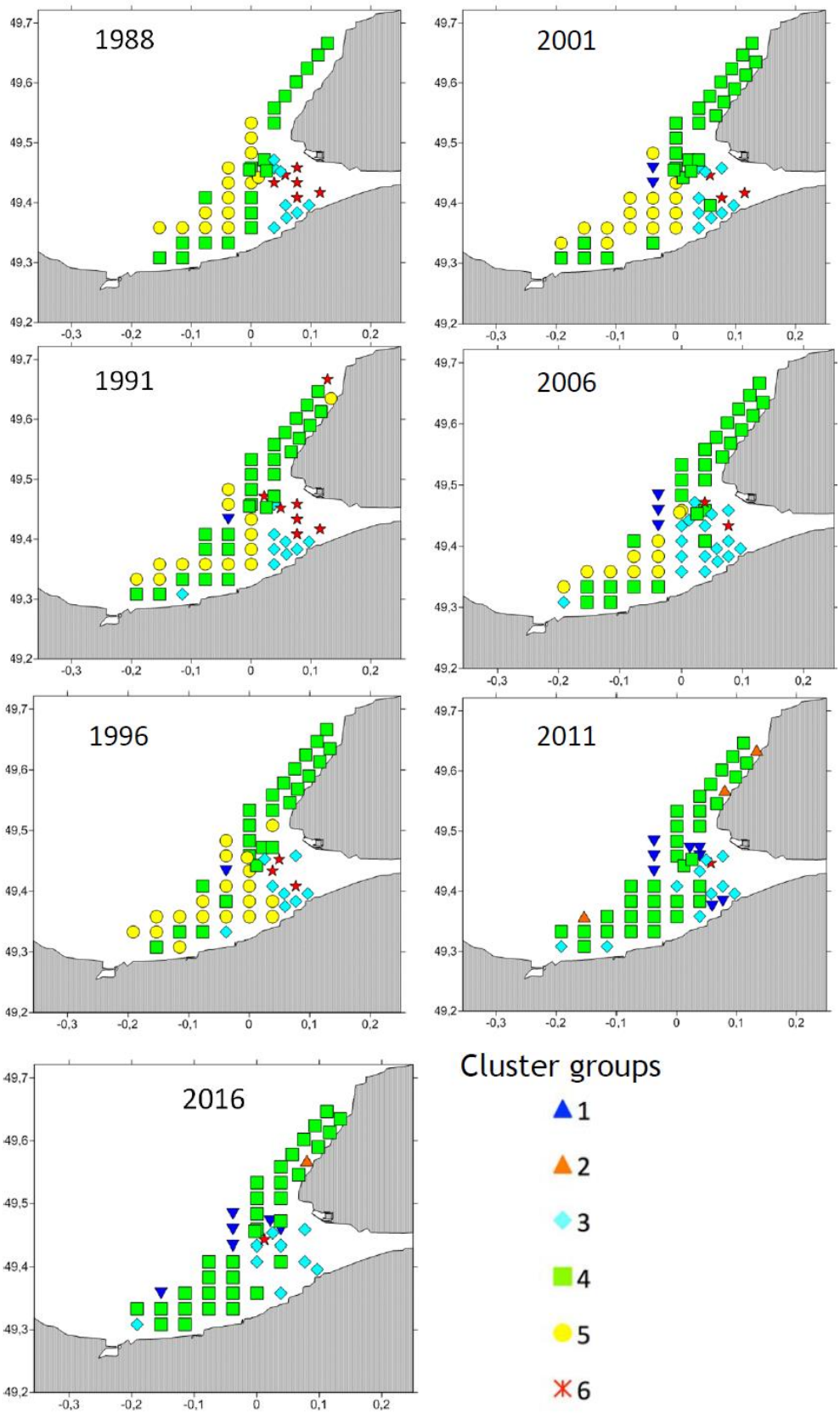

Figure 6 : ***Cartes de distribution des différents assemblages faunistiques identifiés par classification ascendante hiérarchique entre 1988 et 2016.***

4. Analyse de la diversité fonctionnelle

Une première étude de la diversité fonctionnelle de la communauté des sables fins plus ou moins envasés a été entreprise à partir d'une analyse des traits biologiques (Geiger, 2016). Pour cela une matrice traits/espèces a été construite sur une sélection d'espèces ; sept traits distincts sont renseignés : la taille, la durée de vie, le mode de déplacement, l'activité bioturbatrice, le mode de développement, le mode d'alimentation et la sensibilité à la perturbation. Pour chaque trait, différentes modalités ont été définies. A titre d'exemple, le trait 'mode d'alimentation' se divise en 6 modalités : suspensivores, déposivores de surface, déposivores de subsurface, carnivore/nécrophage, omnivore et herbivore. Seule la macrofaune supérieure à 2 mm en 53 stations a été retenue.

Le lien entre la diversité spécifique et la diversité fonctionnelle a été étudiée à l'échelle locale (diversité α) à l'aide de différents indices de diversité, et entre les stations (diversité β) à l'aide d'analyses multivariées. A l'échelle locale, les indices de diversité spécifique retenus étaient : la richesse spécifique observée, S, la richesse spécifique de Margalef, l'indice de Shannon, H', l'indice de Simpson, 1- λ, et l'indice de Pielou, J'. Concernant la diversité fonctionnelle, il s'agissait de la richesse fonctionnelle, Fric, la divergence fonctionnelle, FDiv, la dispersion fonctionnelle, FDis, l'équitabilité fonctionnelle, FEve, la redondance fonctionnelle, FRED, et l'indice de Rao. Ces différents indices couvrent les différentes facettes de la diversité α, prenant en compte uniquement la richesse en espèce ou en traits, ou les abondances relatives des espèces ou des traits. Une Analyse en Composantes Principales réalisée sur les valeurs des indices de diversité montre alors de forte corrélation entre les indices de diversité spécifique et fonctionnelle (Figure 7). Autrement dit, les stations avec une forte richesse spécifique possède une forte richesse fonctionnelle et inversement. Il en est de même pour l'équitabilité ou l'hétérogénéité.

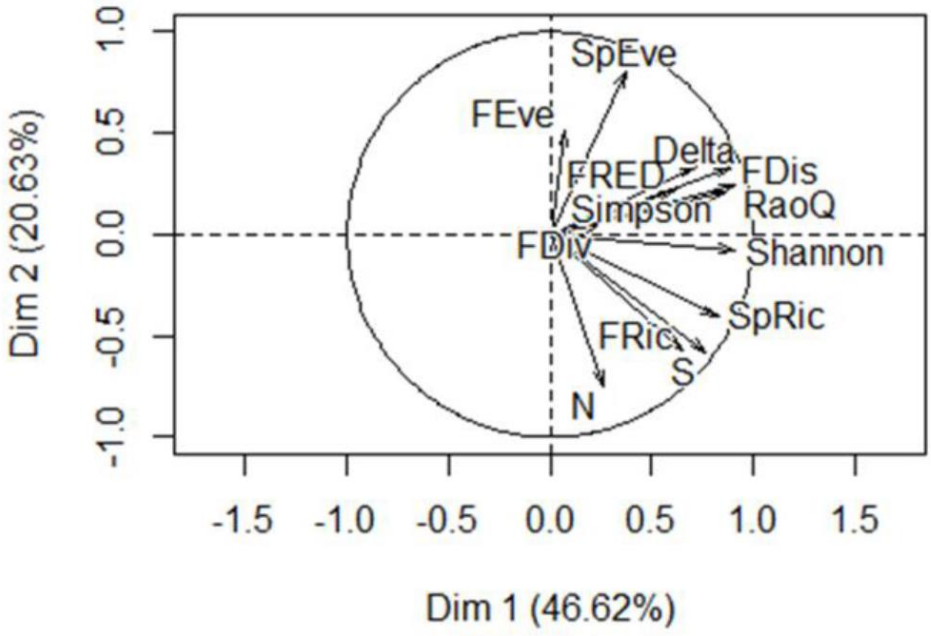

Figure 7 : Analyse en composantes principales réalisée sur la matrice indices/stations. Seules 53 stations ont été prises en compte (communes pour l'analyse pluriannuelle). Les données biologiques ne concernent que la macrofaune > 2 mm.

A l'échelle de la communauté, la diversité β a été appréhendée en analysant la structure spatiale de la communauté à l'aide d'analyses multivariées (CAH) réalisées en parallèle sur les matrices espèces/stations et traits/stations. Dans le cas de la matrice traits/stations, les différentes modalités des traits ont été pondérées par les abondances relatives des espèces possédant ces traits. La CAH sur la matrice espèces/stations permet d'identifier 3 assemblages de taille très différente (1A, 1B et 2) et 8 stations individualisées alors que la CAH sur la matrice traits/stations met également en évidence 3 assemblages et 2 stations isolées. Les cartes de distribution de ces assemblages obtenus soit à partir de la composition spécifique ou de la composition fonctionnelle montrent de nouveau une certaine similitude dans l'organisation spatiale de la communauté, tant d'un point de vue spécifique que d'un point de vue fonctionnel (Figure 8).

Un tel résultat doit amener à s'interroger sur la pertinence de l'analyse par les traits biologiques pour décrire la diversité fonctionnelle et, de manière plus importante encore sur la manière de réaliser cette analyse : combien de traits prendre en compte ? quels traits ? les abondances sont-elles la bonne métrique pour pondérer l'importance relative des traits ? Ne serait-il pas plus judicieux d'utiliser les biomasses ?

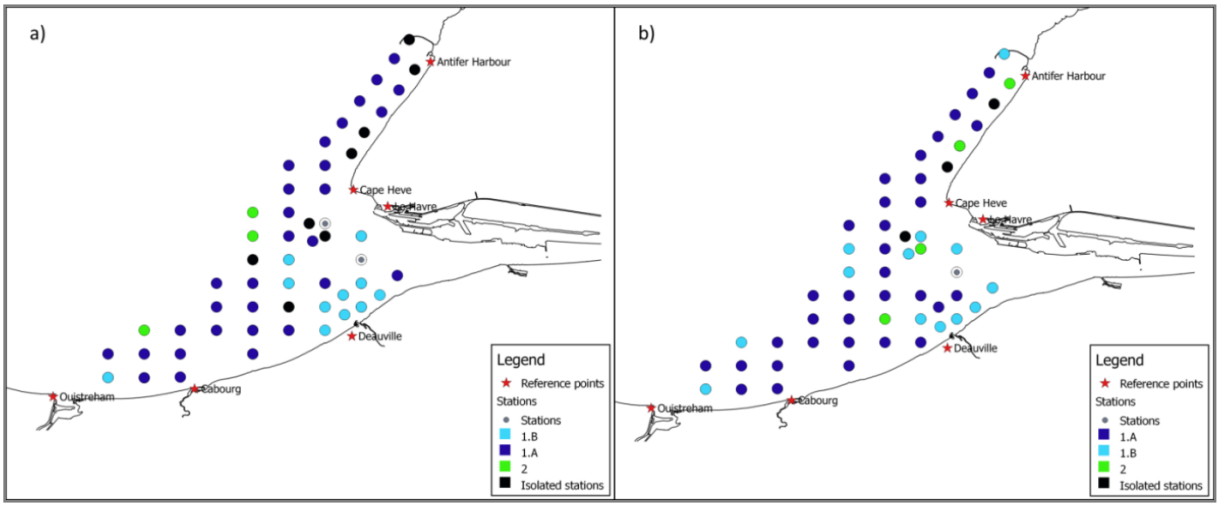

Figure 8 : Carte de distribution des différents assemblages faunistiques déterminés par classification ascendante hiérarchique sur la matrice espèces stations (a) et traits/stations (b). Seules 53 stations ont été prises en compte. Les données biologiques ne concernent que la macrofaune > 2 mm.

3 Synthèse et analyses des échantillonnages de juillet 2016 (CrueSeine 2016) et comparaison avec les données de février 2016

Dans ce chapitre, il est proposé de présenter les résultats de la campagne menée suite à la crue importante de la Seine en juillet 2016 et de comparer ces résultats avec ceux de la campagne Pectow2016 (février 2016). Seules les stations communes aux deux campagnes sont utilisées ici (23 stations ; Tableau 2).

3.1 Données granulométriques

3.1.1 Impact de la crue sur les classes granulométriques et la proportion en vase

Les sédiments échantillonnés lors de la campagne CrueSeine 2016 sont principalement composés de sables vaseux et de vases sableuses (Figure 9). En comparaison, les 23 stations communes de la campagne Pectow 2016 montrent une teneur moins importante en vase et en corollaire une proportion plus importante de sable (Figure 10).

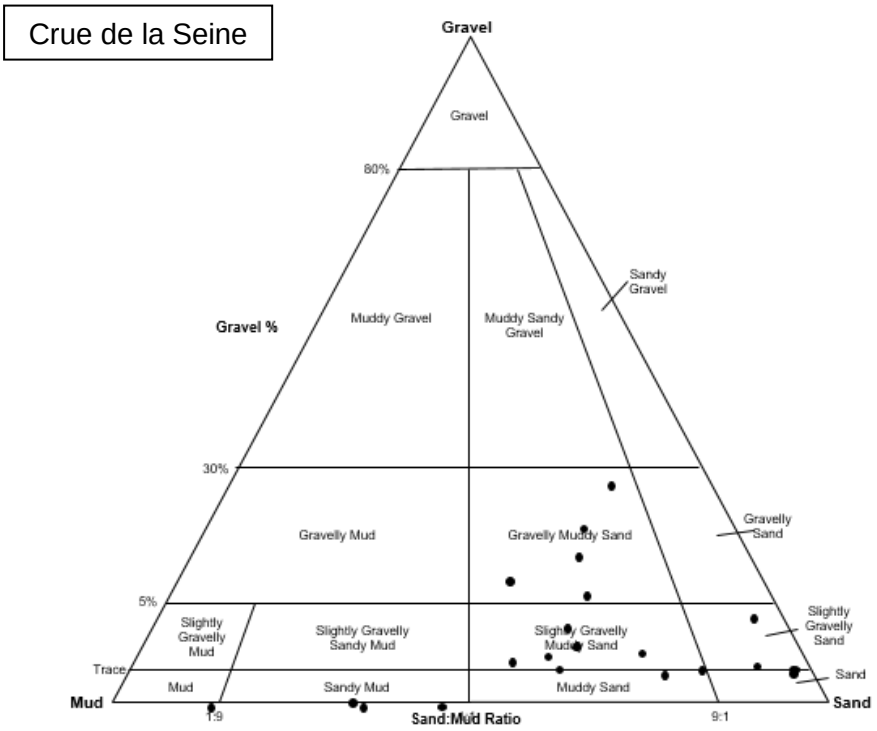

Figure 9 : Diagramme de Folk indiquant les caractéristiques texturales du sédiment des 23 stations échantillonnées lors de la campagne CrueSeine de juillet 2016.

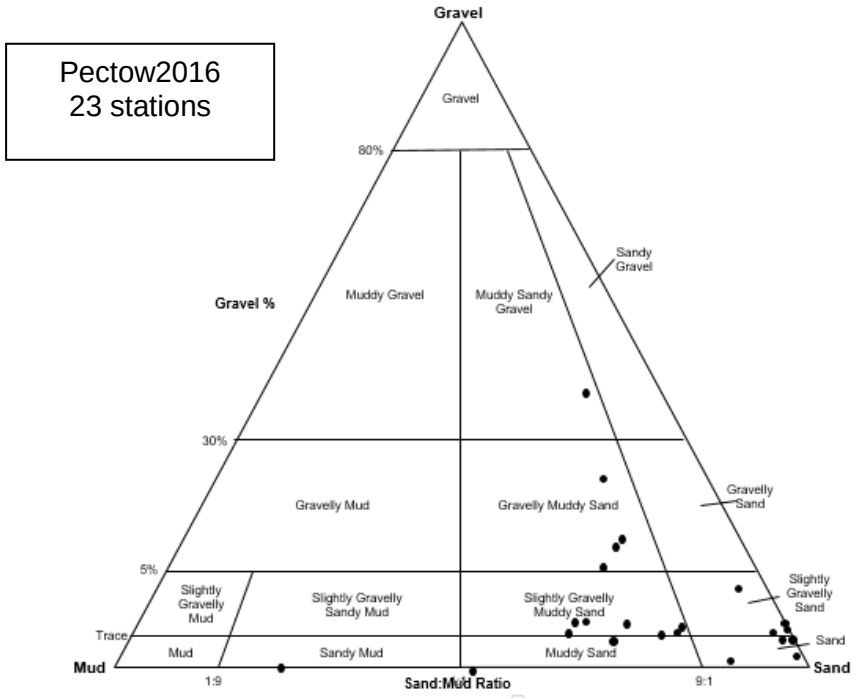

Figure 10 : Diagramme de Folk indiquant les caractéristiques texturales du sédiment des 23 stations échantillonnées lors de la campagne Pectow de février 2016.

Les figures 11 et 12 comparent les proportions relatives des différentes classes granulométriques et des vases lors des deux campagnes. De manière globale, on remarque une composition relativement similaire entre les deux campagnes concernant la composition sédimentaire (Figure 11). Cependant, on note de manière globale une tendance à l'envasement pour les stations échantillonnées suite à la crue de la Seine, confirmant les résultats du diagramme de Folk. (Figure 12). Toutes les stations échantillonnées après la crue sont plus enrichies en vase hormis les stations 725 (-4%), 781 (-10%) et A2016 (-11%) qui avaient une proportion plus importante de vase en février 2016. Les stations 711 (+1%), 712 (+0%), 714 (-1%), 729 (+0%) ont des proportions en vase équivalentes lors des deux campagnes. Les stations 703 (+1%), 707 (+3%), 727 (+1%), 728 (+2%) ont des pourcentages de vase très faible en février comme en juillet 2016. Une nette augmentation du pourcentage de vase est notée sur les stations 704 (+31%), 708 (+18%), 709 (+21%), 710 (+32%), 718 (+76%), E2016 (+55%), F2016 (+19%), et dans une moindre mesure pour les stations 702 (+8%), 722 (+11%), 723 (+7%) et 724 (+16%). La Figure 13 illustre l'augmentation (ou la diminution) du pourcentage de vase entre les campagnes de février 2016 et juillet 2016.

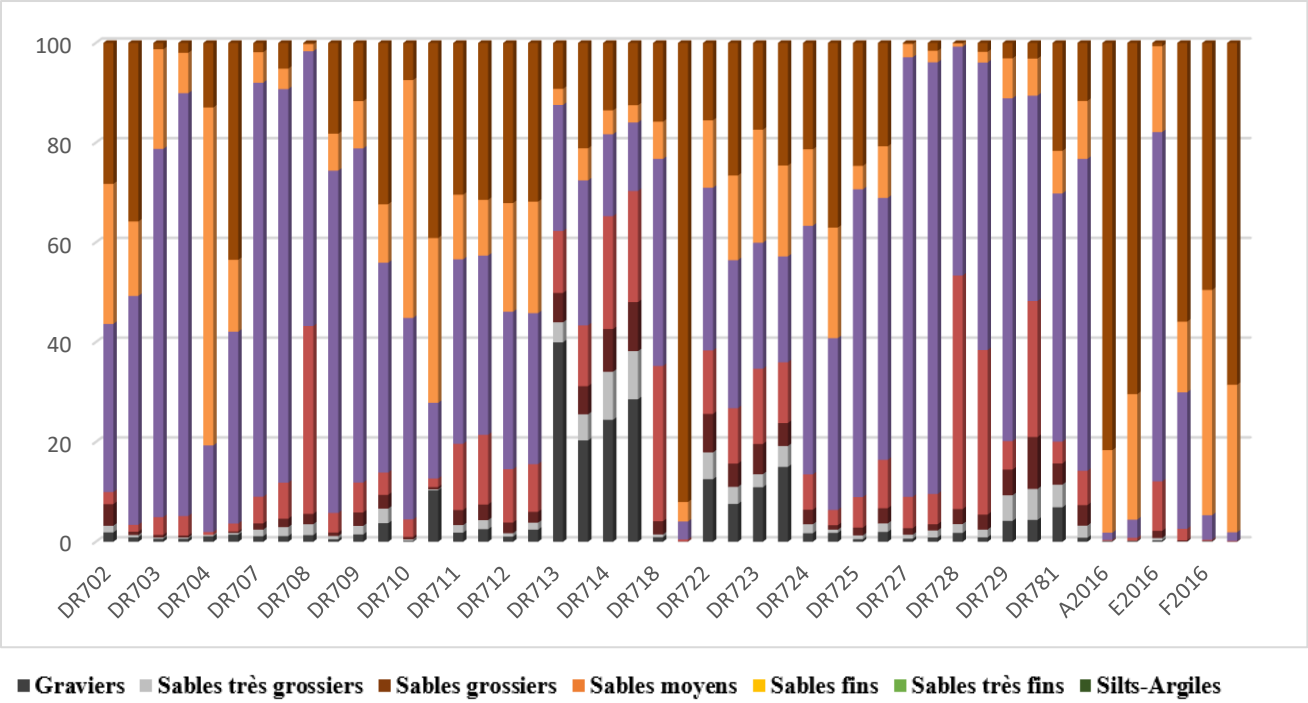

Figure 11 :: Comparaison des classes granulométriques (en %) obtenues pour les 23 stations échantillonnées lors de la campagne Pectow2016 (en février 2016) et CrueSeine (en juillet 2016). Les stations identiques sont côte à côte, avec les stations Pectow2016 toujours à gauche des stations Crue Seine.

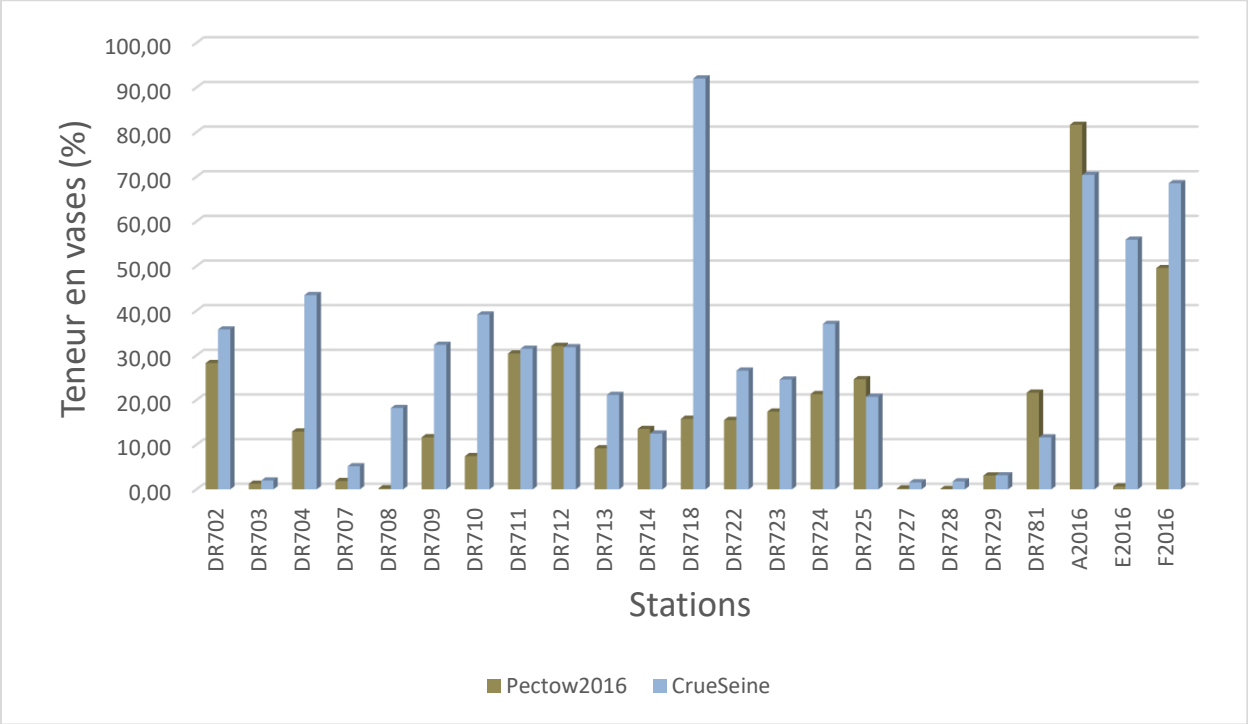

Figure 12 : Comparaison du pourcentage de vase de la campagne Pectow 2016 (de février 2016) et de la Crue de la Seine (juillet 2016).

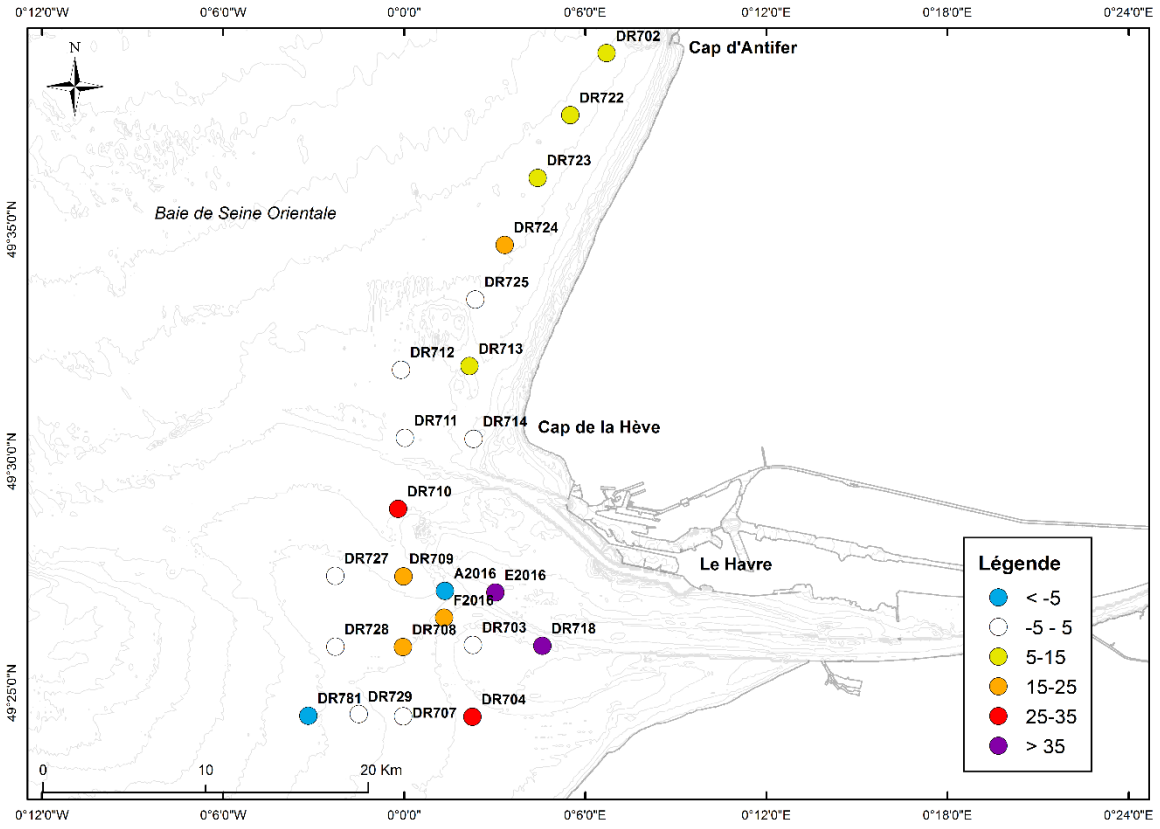

Figure 13 :Cartographie du pourcentage de vase gagné ou perdu lors de la campagne CrueSeine par rapport à la campagne Pectow2016.

L'envasement suite à la crue de juin 2016 semble très localisé et concerne principalement les stations situées à l'embouchure (DR781, E2016, DR709, DR708 et F2016). On note néanmoins que de certaines stations situées face à l'embouchure de la Seine ne montrent pas de variation forte du pourcentage de vase. Une seule station, entre le Cap de la Hève et le Cap d'Antifer, montre un envasement entre 15 et 25 % (DR724, + 16%). Cette station est proche du site de dépôt de clapage des sédiments portuaires du GPMH. Le lien direct avec la crue ne peut donc pas être mis en avant. Les autres stations entre le Cap de la Hève et le Cap d'Antifer montrent un enrichissement en vase de 5 à 15% : 713 (+12%), 723 (+7%), 722 (+11%) et 702 (+8%). Un enrichissement en vase est donc notable le long du pays de Caux, probablement lié à l'hydrodynamisme et aux courants orientés vers le nord, dans cette zone. L'impact reste toutefois très localisé, puisque certaines stations ne montrent pas d'enrichissement en vase particulier (725, -4% ; 712, 0%).

3.1.2 Analyses multivariées pour comparatif sédimentaire

Des analyses multivariées (Classification Ascendante Hiérarchique, CAH et Cadrage MultiDimensionnel, MDS) ont été réalisées sur les données granulométriques (classes granulométriques (en %)) des deux campagnes pour les 23 stations communes (Figures 14 & 15). La distance Euclidienne a été retenue pour comparer le degré de ressemblance entre les stations pour ces analyses multivariées. Les fractions sédimentaires contribuant à la distinction de ces assemblages sont indiquées dans le Tableau 12.

Ces analyses mettent en évidence 7 assemblages avec une séparation distincte entre les stations situées le long du pays de Caux (groupe g), celles situées en face du Cap de la Hève (groupe f) et celles face à l'embouchure de l'estuaire de la Seine (groupes a, b, c, d, e), quelle que soit la campagne de prélèvements (février ou juillet 2016).

Cependant, des disparités existent entre les stations échantillonnées en février et celles échantillonnées en juillet, avec des regroupements différents pour certaines. Les stations situées le long du pays de Caux semblent plus stables dans le temps en termes de texture sédimentaire : de nombreuses stations de ce secteur sont regroupées dans le même assemblage aux 2 dates d'échantillonnage (carrés bleus sur la figure 14).

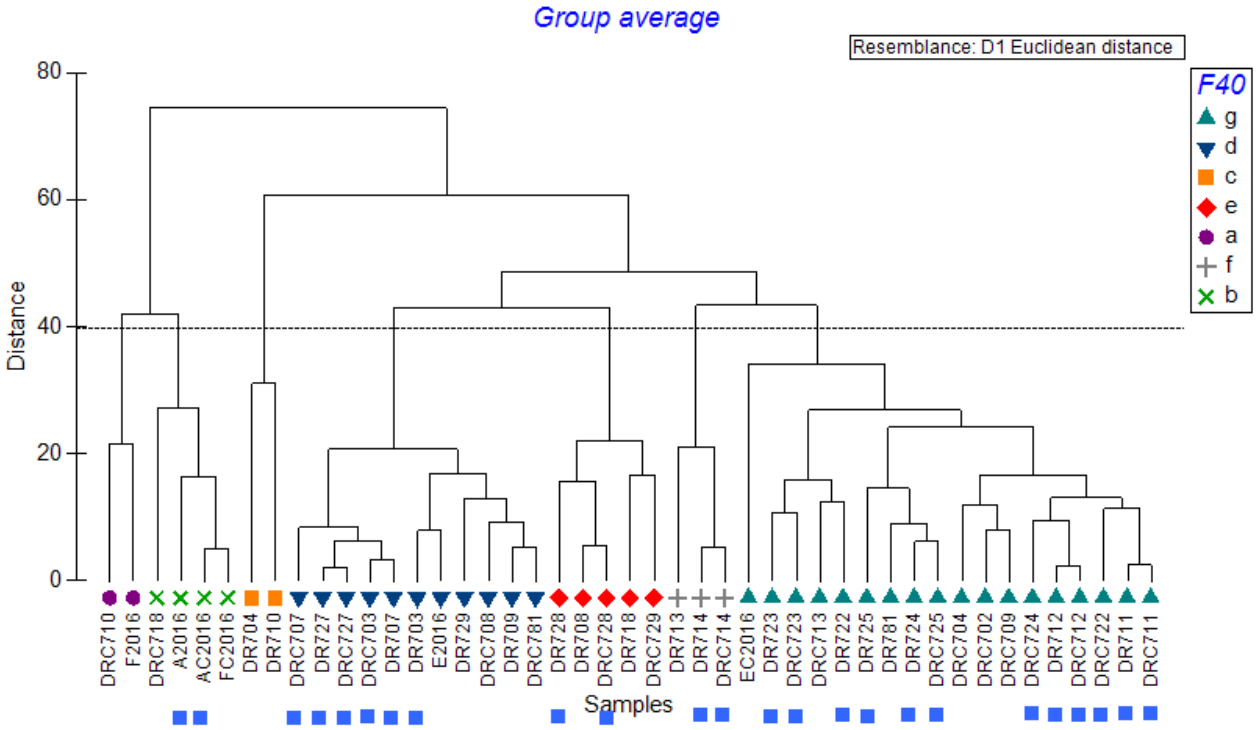

Figure 14 : CAH avec les données granulométriques (% par classe) pour chacune des 23 stations de la campagne Pectow 2016 et CrueSeine. Distance Euclidienne et méthode des groupes moyens. En carré bleu : stations Pectow et CrueSeine groupées ensemble.

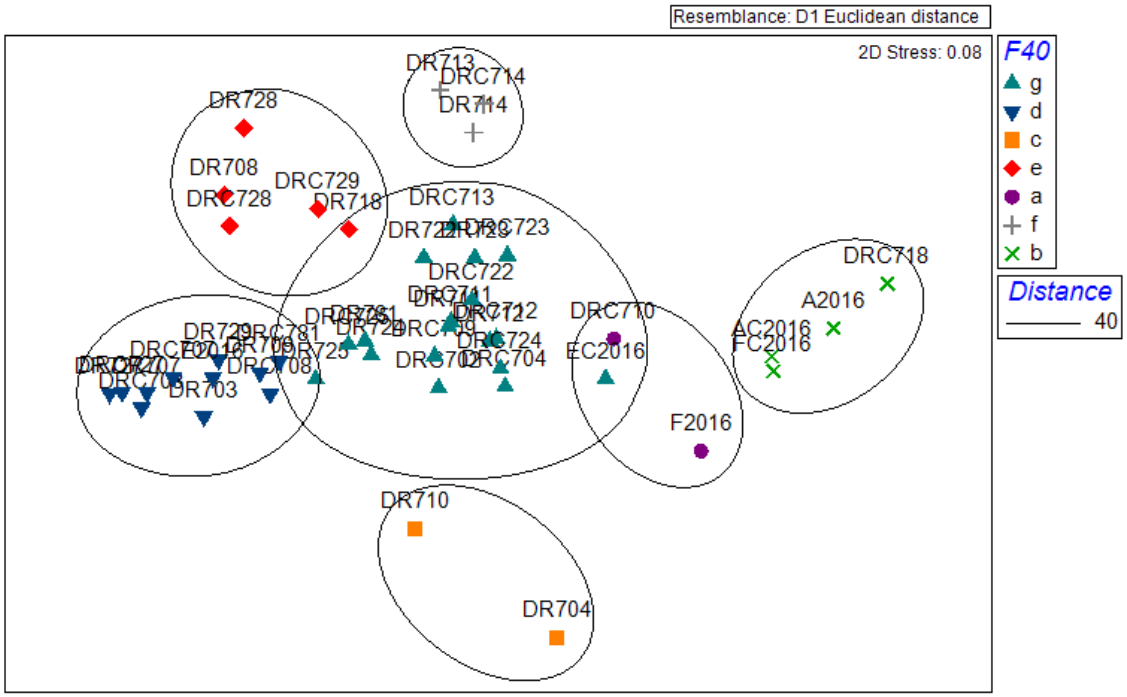

Figure 15 : MDS avec les données granulométriques (% par classe) pour chacune des 23 stations de la campagne Pectow 2016 et CrueSeine. Distance Euclidienne et méthode des groupes moyens.

Tableau 12 : Contribution (%) des classes granulométriques dans la formation des 7 assemblages. STF : sables très fins ; SF : sables fins ; SM : sables moyens ; SG : sables grossiers ; STG : sables très grossiers ; G : graviers.

Groupe a (n =2)		Groupe b (n =4)		Groupe c (n =2)	
Classe	Contr. (%)	Classe	Contr. (%)	Classe	Contr. (%)
STF	100	STF	51,48	SF	54,56
Silts	68,65	Silts	47,95	STF	41,32
G	45,41	SF	0,55	Silts	3,13
SF	22,88	SM	0,02	SM	0,89
SM	0,55	SG	0	G	0,09
SG	0,04	STG	0	SG	0,02
STG	0	G	0	STG	0
Groupe d (n =11)		**Groupe e (n =5)**		**Groupe f (n =3)**	
Classe	Contr. (%)	Classe	Contr. (%)	Classe	Contr. (%)
SF	51,47	SF	31,23	G	41,7
Silts	22,64	SM	29,79	SF	23,54
STF	20,32	Silts	23,03	SM	21,58
SM	2,09	SG	6,4	STG	6,82
SG	1,48	STF	5,91	Silts	3,3
STG	1,26	STG	2,52	SG	2,61
G	0,74	G	1,12	STF	0,45

Groupe g (n =18)	
Classe	Contr. (%)
SF	37,84
Silts	32,25
G	11,11
STF	9,5
SM	6,93
SG	1,41
STG	0,96

3.2 Données biologiques

3.2.1 Mesures univariées de la diversité

La campagne CrueSeine a permis l'échantillonnage de 160 taxons, identifiés le plus souvent au niveau spécifique et 42953 individus. En considérant les 23 stations communes, la campagne Pectow ne comprenait que 132 taxons avec le même niveau de précision et 11906 individus. La campagne CrueSeine montre une richesse taxonomique et un nombre total d'individus plus élevés que lors de la campagne Pectow 2016 à mettre en relation avec le recrutement printanier et estival de la majorité des invertébrés benthiques. Un récapitulatif

de la richesse taxonomique et des différents indices de diversité calculés pour chaque station de chacune des deux campagnes est présenté dans le Tableau 13. Les résultats à l'échelle locale (i.e. une station) confirment les résultats acquis à une plus grande échelle (i.e. la baie) bien que certaines stations présentent une richesse spécifique et des abondances plus faibles en juillet (e.g. DR718).

Tableau 13 : Comparaison des valeurs des indices de diversité de la macrofaune benthique aux différentes stations échantillonnées lors des campagnes Pectow2016 et CrueSeine. N = nombre d'individus par 0,5 m² ; S = Richesse spécifique ; H' = indice de diversité de Shannon ; J' = Indice de régularité de Pielou ; λ' = Indice de diversité de Simpson.

Campagne	Stations	S	N	J'	H'	λ'
Pectow2016	DR702	31	1065	0,645	3,196	0,165
CrueSeine	DRC702	52	7871	0,458	2,613	0,335
Pectow2016	DR703	19	121	0,710	3,015	0,184
CrueSeine	DRC703	17	151	0,711	2,907	0,176
Pectow2016	DR704	26	988	0,538	2,530	0,311
CrueSeine	DRC704	51	3206	0,470	2,664	0,301
Pectow2016	DR707	39	286	0,752	3,977	0,101
CrueSeine	DRC707	55	422	0,825	4,770	0,054
Pectow2016	DR708	35	356	0,626	3,209	0,222
CrueSeine	DRC708	46	2118	0,651	3,597	0,129
Pectow2016	DR709	39	862	0,649	3,429	0,165
CrueSeine	DRC709	60	5156	0,485	2,863	0,236
Pectow2016	DR710	30	1484	0,620	3,041	0,196
CrueSeine	DRC710	22	324	0,651	2,902	0,206
Pectow2016	DR711	44	751	0,625	3,410	0,180
CrueSeine	DRC711	58	2254	0,642	3,763	0,120
Pectow2016	DR712	30	435	0,701	3,438	0,136
CrueSeine	DRC712	39	1569	0,555	2,932	0,284
Pectow2016	DR713	45	355	0,796	4,369	0,076
CrueSeine	DRC713	67	1784	0,690	4,187	0,089
Pectow2016	DR714	52	641	0,738	4,208	0,111
CrueSeine	DRC714	68	1590	0,736	4,481	0,072
Pectow2016	DR718	7	27	0,727	2,041	0,288
CrueSeine	DRC718	5	5	1,000	2,322	0,000
Pectow2016	DR722	36	684	0,574	2,969	0,267
CrueSeine	DRC722	56	7226	0,487	2,828	0,276
Pectow2016	DR723	45	545	0,729	4,001	0,101
CrueSeine	DRC723	64	2318	0,661	3,969	0,111
Pectow2016	DR724	37	1391	0,582	3,034	0,239
CrueSeine	DRC724	46	3050	0,625	3,453	0,148
Pectow2016	DR725	43	361	0,814	4,418	0,069
CrueSeine	DRC725	57	1491	0,727	4,240	0,095
Pectow2016	DR727	28	118	0,844	4,057	0,081
CrueSeine	DRC727	22	619	0,374	1,669	0,474

Pectow2016	DR728	15	73	0,693	2,708	0,237
CrueSeine	DRC728	43	210	0,776	4,208	0,109
Pectow2016	DR729	49	492	0,628	3,526	0,188
CrueSeine	DRC729	56	569	0,730	4,241	0,118
Pectow2016	DR781	55	376	0,829	4,793	0,053
CrueSeine	DRC781	51	617	0,772	4,378	0,077
Pectow2016	A2016	14	197	0,750	2,855	0,188
CrueSeine	AC2016	11	198	0,439	1,520	0,568
Pectow2016	E2016	8	28	0,762	2,287	0,246
CrueSeine	EC2016	7	13	0,914	2,565	0,128
Pectow2016	F2016	16	270	0,690	2,759	0,215
CrueSeine	FC2016	16	192	0,726	2,905	0,182

La comparaison des dix espèces dominantes pour chacune des deux campagnes (Tableau 14) montre des différences de dominances assez fortes entre les deux campagnes. Les densités observées (en ind./0,5m²) sont plus importantes en juillet 2016, avec une nette dominance d'*Ampelisca tenuicornis* (379 ind/0,5m² contre 18 ind/0,5m² en février 2016). La majorité des espèces dominantes sont les même d'une campagne à l'autre, hormis pour 3 taxons. En effet, *Nephtys hombergii*, *Ampharete balthica* et *Acrocnida brachiata* observées avec de fortes dominances en février 2016 sont remplacées par *Ampelisca diadema*, *Phyllodoce spp*. et *Nucula nitidosa*.

Tableau 14 : Comparaison des 10 espèces les plus abondantes échantillonnées lors de la campagne CrueSeine de juillet 2016 et Pectow de février 2016. En gras : les espèces non-communes aux deux campagnes.

CrueSeine		**Pectow2016**	
Espèces	**Densité (ind/0,5m²)**	**Espèces**	**Densité (ind/0,5m²)**
Ampelisca tenuicornis	379	*Owenia fusiformis*	93
Abra alba	304	*Kurtiella bidentata*	60
Aphelochaeta marioni	154	*Phaxas pellucidus*	43
Kurtiella bidentata	149	*Lagis koreni*	34
Owenia fusiformis	97	***Ampharete baltica***	25
Ampelisca diadema	87	*Aphelochaeta marioni*	24
Phyllodoce *spp.*	56	***Nephtys hombergii***	21
Lagis koreni	54	*Abra alba*	20
Nucula nitidosa	53	*Ampelisca tenuicornis*	18
Phaxas pellucidus	51	***Acrocnida brachiata***	16

3.2.2 Analyses multivariées et comparaison des stations

Une comparaison de la structure de la communauté à chacune des deux campagnes est proposée dans ce chapitre. Pour cela, une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) et un Cadrage Multidimensionnel (MDS) ont été réalisés sur l'ensemble des 23 stations communes (Figure 16 et 17). La similarité entre les stations a été mesurée à l'aide du coefficient de similarité de Bray-Curtis après une transformation log (X+1) des données biologiques. Le dendrogramme a été construit selon la méthode de groupement moyen. La contribution relative des espèces permettant la formation des assemblages est présentée dans le tableau 15.

Six assemblages se distinguent à 30 % de similarité. Pour la majorité des stations échantillonnées, les prélèvements réalisés en février 2016 et en juillet 2016 sont groupés dans le même assemblage ce qui traduit l'absence de modifications importantes de la structure spatiale de la communauté suite à la crue de juin 2016. Seules les stations DR708, DR710, DR718, DR728 et E2016 ont des échantillons qui ne se regroupent pas dans le même assemblage aux deux périodes d'échantillonnage. Les stations DR718 et E2016 sont situées à l'embouchure de l'estuaire et présentaient une forte augmentation du pourcentage de vase (> 35% ; Figure 13) suite à la crue. Les stations DR708 et DR710, également situées face à l'embouchure, présentaient aussi une augmentation non négligeable de vase (entre 15 à 25 %). La station DR728 ne présentait pas de variation du taux de vase après la crue, mais présentait des différences granulométriques entre les deux dates (Figure 14).

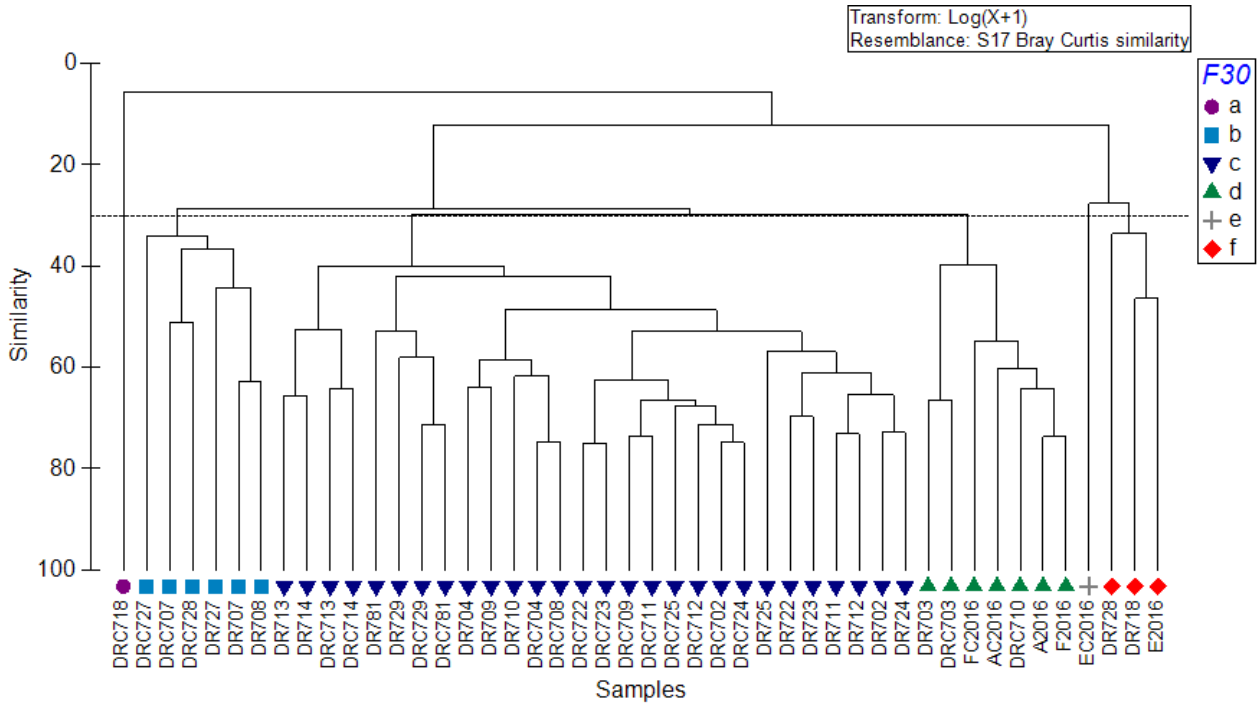

Figure 16 : CAH pour la comparaison des stations échantillonnées lors de la campagne Pectow 2016 et Crue de la Seine de juillet 2016 pour les 23 stations communes. Transformation des données en log (X+1), indice de similarité de Bray-Curtis et méthode du groupement moyen.

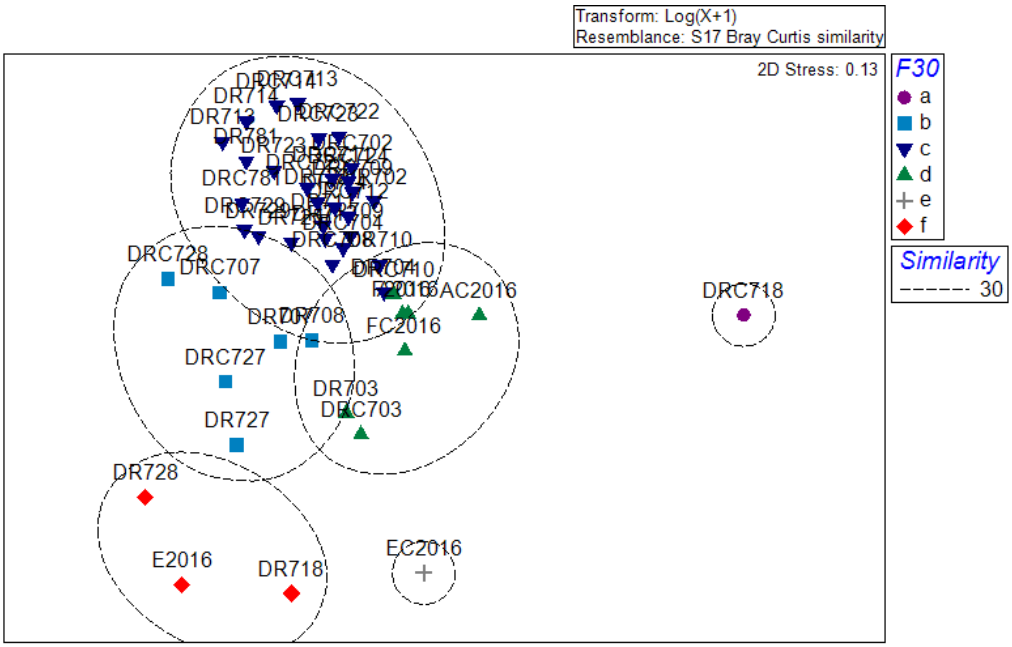

Figure 17 : MDS pour la comparaison des stations échantillonnées lors de la campagne Pectow 2016 et Crue de la Seine de juillet 2016 pour les 23 stations communes. Transformation des données en log (X+1), indice de similarité de Bray-Curtis.

Tableau 15 : Liste des espèces contribuant le plus à la similarité inter-stations au sein des différents assemblages identifiés par la classification ascendante hiérarchique. Seuls les assemblages regroupant au moins 3 stations sont pris en compte. Les espèces retenues sont celles qui ont une contribution excédant 4%. Les abondances sont fournies en ind./0,5 m². Les données biologiques concernent les densités des espèces de la macrofaune de la campagne de février 2016 et de juillet 2016.

Groupe b (n = 6)			Groupe c (n = 28)		
Espèce	**Abond.**	**Contr. (%)**	**Espèce**	**Abond.**	**Contr. (%)**
Magelona johnstoni	2,78	8,89	*Nephtys hombergii*	3,39	6,31
Magelona filiformis	1,97	7,54	*Owenia fusiformis*	3,84	6,23
Owenia fusiformis	2,89	7,3	*Aphelochaeta marioni*	3,78	5,96
Fabulina fabula	2,32	6,65	*Abra alba*	4,07	5,94
Phaxas pellucidus	2,3	5,48	*Ampharete baltica*	3,19	5,49
Nephtys hombergii	1,85	4,4	*Phaxas pellucidus*	3,19	5
Sigalion squamosus	1,33	4,24	*Melinna palmata*	2,92	4,63
Abra alba	1,77	4,13	*Lagis koreni*	3,07	4,54
			Pholoe baltica	2,91	4,25

Groupe d (n = 7)		
Espèce	**Abond.**	**Contr. (%)**
Abra alba	3,12	16,9
Kurtiella bidentata	3,35	16,56
Nephtys hombergii	2,86	15,97
Lagis koreni	2,25	10,01
Nucula nitidosa	2,12	9,19
Owenia fusiformis	1,4	4,61

L’assemblage « c » regroupe la majorité des stations et correspond à la communauté type décrite en baie de Seine orientale, avec une dominance de *Nephtys hombergii, Owenia fusiformis, Abra alba, Phaxas pellucidus, Lagis koreni* et *Melinna palmata.* L’assemblage « a » presente une forte contribution de ces mêmes espèces avec également une contribution importante des espèces *Magelona johnstoni, Magelona filiformis et Sigalion squamosus.* L’assemblage « d » présente des contributions importantes de l’espèce *Kurtiella bidentata*.

Une Analyse en Composante Principale (ACP) a été réalisée afin d’analyser le lien entre des variables biologiques synthétiques et les variables environnementales pour les stations échantillonnées en février et en juillet 2016 (Figure 198). Les variables prises en compte sont la richesse spécifique (S), le nombre total d’individus dans la station (N), les indices de diversité de Shannon (H’), de Piélou (J’) et de Simpson (Lambda) et les pourcentages de gravier, sable et vase. Cette analyse tend ainsi à opposer les stations sableuses qui se caractérisent par de fortes abondances et une forte richesse spécifique aux stations les plus envasés. Les stations avec les teneurs les plus élevées en graviers possèdent des valeurs de régularité (indice de Pielou) et de diversité (indice de Shannon) les plus élevées.

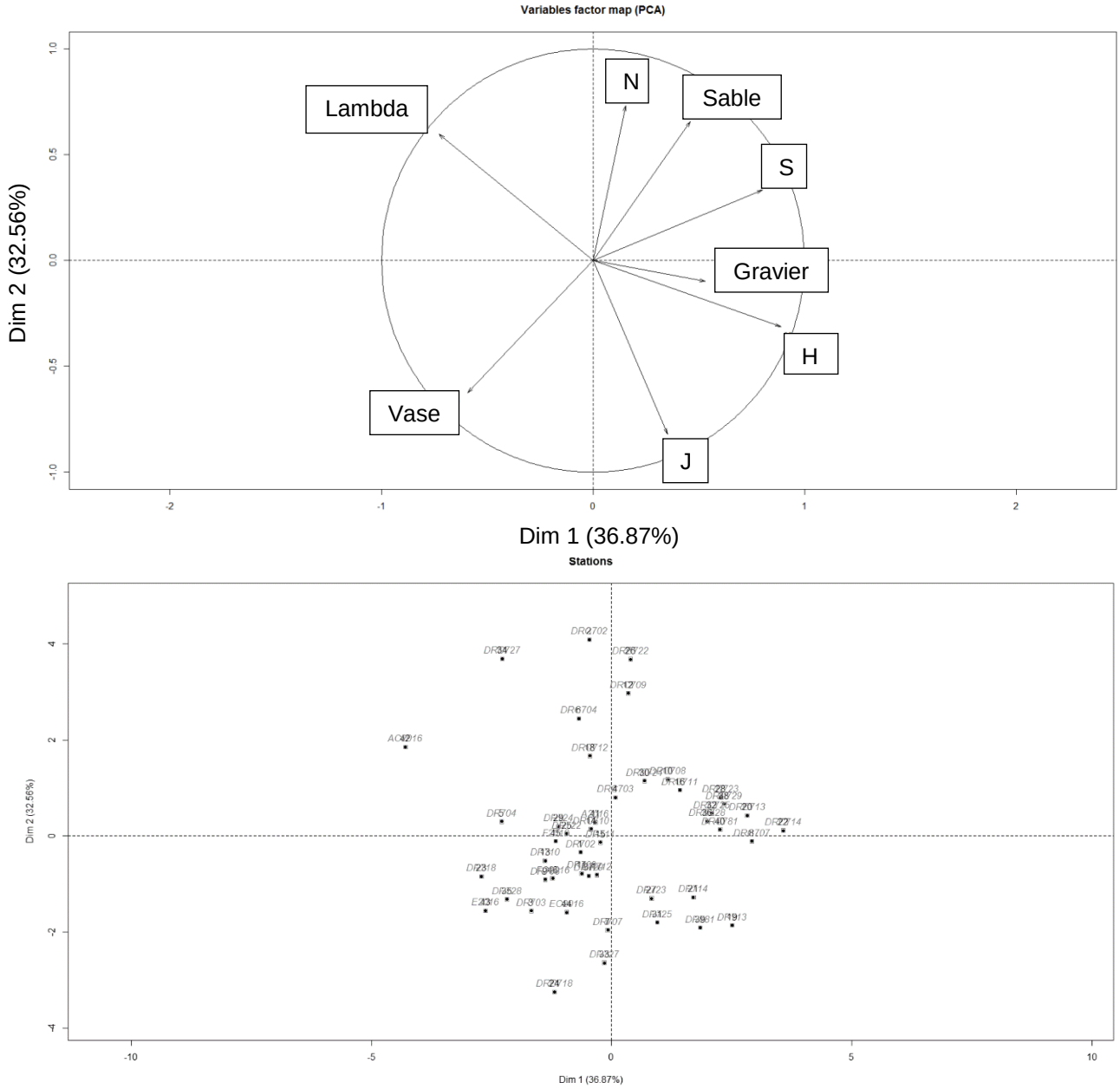

Figure 18 : ACP qui regroupe l'ensemble des stations échantillonnées en février et juillet 2016. Variables utilisées : richesse spécifique (S), nombre total d'individus dans la station (N), indices de diversité de Shannon (H'), Piélou (J') et de Simpson (Lambda) et pourcentages de gravier, sable et vase. La figure du haut indique le cercle des corrélations alors que la figure du bas indique la distribution des stations dans le plan factoriel 1 et 2.

3.2.3 Juvéniles et adultes

Lors de la détermination de la campagne CrueSeine de juillet 2016, certaines espèces de mollusques et d'échinodermes ont été déterminées selon leur stade de développement (adultes vs. juvéniles ;Tableau 15) afin d'avoir une information sur l'intensité du recrutement larvaire. La proportion de juvéniles est généralement faible par rapport à la proportion d'adultes (Tableau 15 et Figure 19) hormis pour certains bivalves qui présentent des proportions plus élevées de juvéniles comme *Spisula subtruncata* (1 adulte et 50 juvéniles pour 0,5m²) ou *Phaxas pellucidus* (32 juvéniles et 45 adultes pour 0,5m²)

Tableau 16 : Nombre d'adultes et de juvéniles identifiés lors de la campagne CrueSeine de juillet 2016.

	Total adultes (ind/0,5m²)	Total juvéniles (ind/0,5m²)
Abra alba	295	47
Kurtiella bidentata	171	2
Acrocnida brachiata	71	14
Phaxas pellucidus	45	32
Nucula nitidosa	58	6
Spisula subtruncata	1	50
Fabulina fabula	27	5
Crepidula fornicata	11	3
Corbula gibba	9	4
Cerastoderma edule	8	4
Ophiura ophiura	8	3
Limecola balthica	1	6
Thracia phaseolina	5	2
Mactra stultorum	1	5
Mya *spp.*	2	4
Tellimya ferruginosa	3	2
Tritia reticulata	3	2
Donax vittatus	4	0
Ensis *spp.*	1	2
Ophiocten affinis	2	0
Acteon tornatilis	1	1
Euspira nitida	2	0
Modiolus modiolus	0	2
Parvicardium scabrum	2	0
Acanthocardia aculeata	0	1
Aequipecten opercularis	0	1
Antalis entalis	1	0
Mytilus edulis	0	1
Ophiothrix fragilis	0	1
Polititapes rhomboides	0	1

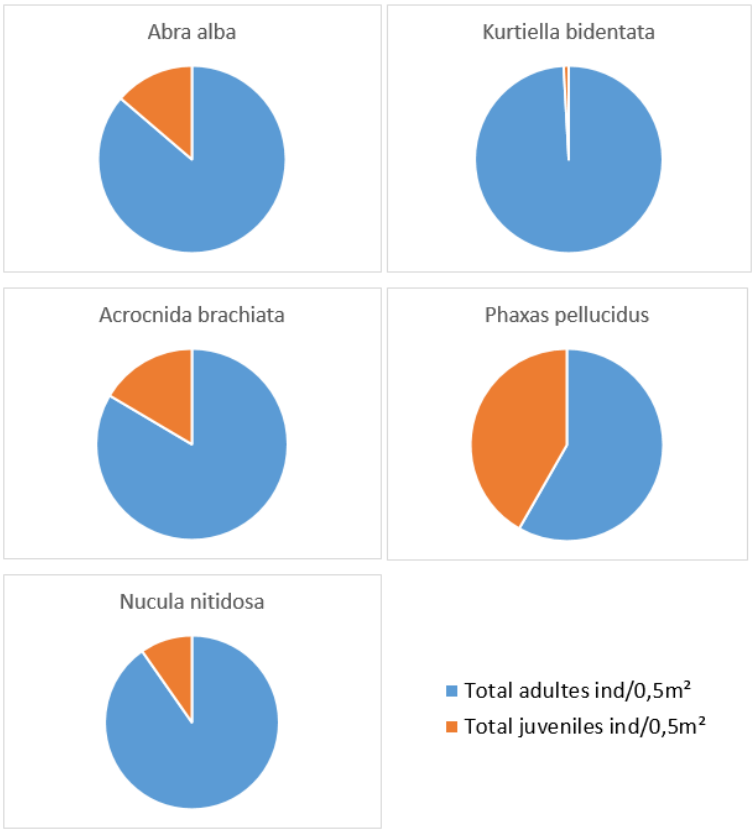

Figure 20 : Proportion d'adultes et de juvéniles de la campagne CrueSeine de juillet 2016, pour les 5 espèces de bivalves et échinodermes dominantes dans les campagnes Crue Seine et Pectow 2016.

3.2.4 Conclusion de la comparaison de la campagne de février et de juillet 2016:

L'impact de la crue semble très localisé avec un apport de vase localisée sur certaines stations situées face à l'estuaire et le long du pays de Caux. Il existe une variabilité temporelle de la communauté macrobenthique présente en baie de Seine orientale, certainement liée au recrutement larvaire. Il apparaît difficile en revanche de dégager un effet direct de la crue même si certaines stations où l'envasement fut le plus fort se distinguent par une plus forte variabilité saisonnière de la structure de la communauté. Le fort envasement se traduit plus particulièrement par des abondances et une richesse spécifique plus faible. On note la présence en fortes abondances de l'espèce *Ampelisca tenuicornis* et *Ampelisca diadema*, espèces dites « sensibles », ce qui traduit néanmoins un milieu avec une bonne qualité écologique.

Conclusion

Au cours de l'année écoulée du projet PECTOW 2016, l'accent a été mis sur la réalisation des campagnes d'échantillonnage, l'acquisition des données élémentaires et des analyses préliminaires. Elles confirment une stabilité dans l'identité des espèces dominantes et les caractéristiques de la communauté, et l'existence d'une structuration spatiale de la communauté, potentiellement moins forte que celle observée lors des années précédentes. L'analyse de la campagne réalisée post-crue a permis de montrer un envasement de la baie, particulièrement prononcée en certaines stations. Il est en revanche difficile de démontrer un effet de la crue, les variations temporelles de la communauté étant largement dues au recrutement printanier-estival. Les stations les plus envasées se caractérisent néanmoins par de faibles abondances et richesse spécifique.

Une analyse très partielle de la variabilité spatiale de la diversité fonctionnelle a été réalisée sur une sélection de 63 stations en n'incluant que la macrofaune retenue sur la maille de 2 mm. Afin de poursuivre cette analyse, la matrice de traits biologiques incluant l'ensemble des espèces récoltées à toutes les stations est actuellement en cours d'achèvement. Par ailleurs, les mesures de biomasse en poids sec libre de cendres de chacune des espèces récoltées à chaque station sont en cours. Ces deux types de données permettront d'approfondir l'analyse de la diversité fonctionnelle en incluant l'intégralité du jeu de données et en évaluant l'influence de la variable biologique retenue (abondance vs. biomasse) sur les résultats obtenus.

L'analyse complète du jeu de données acquis lors de la campagne PECTOW 2016 (e.g. diversité fonctionnelle, lien avec l'environnement sédimentaire) et sa mise en perspective avec les résultats acquis lors des campagnes PECTOW réalisées de 1987 à 2011 sera conduite dans les prochains mois dans le cadre des thèses de doctorat de Lise Bacouillard (UPMC, Station Biologique de Roscoff) et de Noémie Baux (Univ. Caen-Normandie). Les analyses préliminaires sur l'évolution de la structure de la communauté de 1988 à 2016 a fait l'objet d'une première communication orale lors du colloque 'Eastern English Channel Conference 2017' « The Oceanography and Geoscience of the eastern English Channel – Past, Present, Future » qui s'est tenue à la Station Marine de Wimereux du 6 au 8 juin 2017. Cette communication fera l'objet de la soumission d'une publication en octobre 2017 dans un numéro spécial du journal « Regional Studies in Marine Science ». Deux autres communications orales incluant un volet 'diversité fonctionnelle' sont ciblées à deux colloques distincts :

- COAST Bordeaux 2017 "Systemic and Biodiversity Evolution of Marine Coastal Ecosystems under the Pressure of Climate Change, Natural and Anthropogenic Local Factors", Bordeaux, novembre 2017;
- 4th World Conference on Marine Biodiversity, Montréal, May 2018.

BIBLIOGRAPHIE

Alizier S. (2011) Echelles spatio-temporelles d'observation des relations macrobenthos-sédiments : organisation et changements à long terme (1988-2009) des communautés benthiques subtidales de la partie orientale de la Baie de Seine. Station Marine de Wimereux. Thèse de doctorat de l'Université de Lille 1.

Barnay A.S. (2003). Structure des peuplements de sables fins plus ou moins envasés en Manche : échelles spatiales et biodiversité. Labo UPMC. Thèse de doctorat de l'Université Pierre & Marie Curie.

Dauvin J.C., Ruellet T., Thiébaut E., Gentil F., Desroy N., Janson A.L., Duhamel S., Jourde J. & Simon S. 2007. The presence of *Melinna palmata* (annelid polychaete) and *Ensis directus* (mollusc bivalve) as indicators of environmental changes in the Bay of Seine. *Cahiers de Biologie Marine*, 48: 391-401.

Geiger K.J., 2016. What has changed in the Bay of Seine over the last 25 years? A long-term study on variations of species diversity and functional diversity of a macrobenthic community. MSc. In Marine Biodiversity and Conservation.

Jourde J., Alizier S., Dancié C., Dauvin J.C., Desroy N., Dubut S., Gentil F., Grall J., Hanin C., Lanrhere J. & Thiébaut E., 2012. First and repeated records of the tropical-temperate crab *Asthenognathus atlanticus* Monod, 1932 (Decapoda: Brachyura) in the eastern part of the Bay of Seine (eastern English Channel, France). *Cahiers de Biologie Marine*, 53: 525-532.

Thiébaut E., Cabioch L., Dauvin J.C., Retière C. & Gentil F. 1997. Spatio-temporal persistence of the *Abra alba-Pectinaria koreni* muddy fine sand community of the eastern Bay of Seine (English Channel*).* Journal of the Marine Biological Association of the U.K**.**, 77: 1165-1185.

GIP Seine-Aval
GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC

POUR PLUS D'INFORMATIONS SUR LE GIP SEINE-AVAL

www.seine-aval.fr

CONTACT
Groupement d'Intérêt Public Seine-Aval
Pôle Régional des Savoirs
115, Boulevard de l'Europe
76100 ROUEN
Tél : 02 35 08 37 64
gipsa@seine-aval.fr

En cas d'utilisation de données ou d'éléments de ce rapport, il devra être cité sous la forme suivante :
Thiébaut E. (coord.), Baux N., Dauvin J.C., Desroy N., 2018. PECTOW 2016 - Apport des campagnes PECTOW 2016 et CRUESEINE 2016 à l'étude des variations pluri-décennales de la communauté de sables fins plus ou moins envasés de la Baie de Seine orientale. Rapport d'étude financée par le GIP Seine-Aval, 43 p.

Le GIP Seine-Aval ne saurait être tenu responsable d'évènements pouvant résulter de l'utilisation et de l'interprétation des informations mises à disposition.
Pour tout renseignement, veuillez contacter le GIP Seine-Aval.

Les membres financeurs du GIP Seine-Aval sont :