
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
(HAP) dans les huîtres du Bassin d'Arcachon.
Comparaison avec les teneurs mesurées dans
les autres masses d'eau du bassin Adour
Garonne

Réflexions établies sur la base de l'exploitation des données
RNO, ROCCH, DCE

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) dans les
huîtres du Bassin d'Arcachon. Comparaison avec les
teneurs mesurées dans les autres masses d'eau du district
Adour Garonne

Réflexions établies sur la base de l'exploitation des données RNO,
ROCCH, DCE

1. Généralités sur les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) regroupent de nombreux composés organiques formés de plusieurs noyaux benzéniques condensés.

Les HAP existent à l'état naturel dans le pétrole brut : ce sont les **hydrocarbures pétrogéniques**.

Ils peuvent être libérés directement dans le milieu récepteur par les activités motonautiques (débordement lors du remplissage des réservoirs d'essence, huiles et graisses utilisées pour l'entretien des embases et des moteurs). La présence de composés légers comme le naphthalène ou le fluorène sont plutôt caractéristiques de ces rejets directs dans le milieu. Il est à noter que dans le cas d'une pollution d'origine pétrolière, on trouve également de nombreux composés aromatiques alkylés qui sont spécifiques de cette origine (par exemple naphthalènes alkylés, et phénanthrènes alkylés).

La pyrolyse et la combustion incomplète de matières organiques produit aussi des HAP : **les hydrocarbures pyrogéniques**. Ces derniers sont issus essentiellement de la combustion incomplète de combustibles fossiles ou plus généralement de composés contenant du carbone et de l'hydrogène. Ils peuvent donc parvenir au milieu aquatique par retombée atmosphérique des composés émis par les moteurs à combustion (circulation automobile, camions, 2 roues et motonautisme 4 temps), par le chauffage (bois, charbon, fuel) et par l'activité industrielle. On considère que la présence de composés HAP de poids intermédiaires ou lourds (chrysène, fluoranthène) caractérise une origine pyrogénique.

2. Toxicité des HAP pour l'homme

La préoccupation essentielle en ce qui concerne les HAP est liée à leurs propriétés cancérigènes, particulièrement pour le benzo(a)pyrène, le benzo(a)anthracène, le benzo(b)fluoranthène et le benzo(k)fluoranthène.

Le Benzo(a)pyrène (B(a)P) est un des HAP les plus toxiques. En effet, il est reconnu comme cancérigène par l'IARC (International Association for Research on Cancer). Ceci est lié à sa capacité à former des adduits avec l'ADN. Il existe plusieurs voies d'activation du B(a)P, mais la plus importante est celle des diols époxydes car elle conduit à la formation d'adduits stables. Le B(a)P va être oxydé par les systèmes enzymatiques du cytochrome P450, pour finalement former un époxyde. Ce dernier produit, le Benzo(a)Pyrène-7,8-dihydrodiol-9,10-époxyde (BPDE), est susceptible de réagir avec l'ADN. Ainsi, la toxicité du benzo(a)pyrène est en partie directement liée au pouvoir cancérigène de l'un de ses métabolites, le BPDE, qui se fixe au niveau de l'ADN des cellules et entraîne des mutations pouvant à terme aboutir au développement de cancers.

Outre leurs propriétés cancérigènes, les HAP présentent un caractère mutagène dépendant de la structure chimique des métabolites formés. Ils peuvent aussi entraîner une diminution de la réponse du système immunitaire augmentant ainsi les risques d'infection.

Toxicité des HAP				
HAP	Toxicité	Cancérogénèse	Mutagenèse	Rapporté dans
Naphtalène	Modérée	Non confirmée		EPA-TSCA
Acénaphthène	Modérée		Constatée	EPA-TSCA
Acénaphthylène	Modérée		Constatée	EPA-TSCA
Fluorène	Faible		Constatée	EPA-TSCA, IARC
Phénanthrène	Modérée		Constatée	EPA-TSCA, IARC
Anthracène	Modérée		Constatée	EPA-TSCA, IARC
Fluoranthène	Modérée	Non confirmée	Constatée *	EPA-TSCA, IARC
Pyrène	Modérée	Non confirmée	Constatée *	EPA-TSCA, IARC
Benzo(e)pyrène		Non confirmée	Constatée *	IARC
Benzo(g,h,i)perylène		Non confirmée	Constatée	IARC
Benzo(a)anthracène	Elevée	Confirmée	Constatée *	EPA-TSCA, IARC
Chrysène		Confirmée	Constatée *	EPA-TSCA, IARC
Benzo(b)fluoranthène		Confirmée	Constatée	IARC
Benzo(k)fluoranthène		Confirmée	Constatée	IARC
Benzo(a)pyrène	Elevée	Confirmée	Constatée *	EPA-TSCA, IARC
Indeno(1,2,3-cd)pyrène		Confirmée	Constatée	EPA-TSCA, IARC
Dibenzo(a,h)anthracène	Elevée	Confirmée	Constatée *	EPA-TSCA, IARC

(*) Mutagène pour l'homme

IARC : Centre International de Recherche sur le Cancer

EPA-TSCA : Environmental Protection Agency-Toxic Substances Control Act

3. Quels HAPs sont suivis par Ifremer dans le cadre des réseaux de surveillance?

La liste des HAP suivis par Ifremer (depuis 1996, échantillonnage d'huîtres sauvages en novembre) dans le cadre du RNO, puis du ROCCH et enfin de la DCE (depuis 2008) a légèrement évolué au cours du temps, notamment en fonction de la réglementation.

Seuls 13 HAP sont communs à la totalité du suivi (marqués en jaune sur le tableau suivant).

	HAP suivis dans le cadre de la DCE (à partir de 2008)
ACEPHTE	Acénaphène
ANTHRAC	Anthracène
BZAANT	Benzo(a)anthracène
BZAPYR	Benzo(a)pyrène
	Benzo(b)fluoranthène
BZKFLU	Benzo(k)fluoranthène
BZGHIPER	Benzo(g,h,i)pérylène
	Chrysène
DBZAHANT	Dibenzo(a,h)anthracène
FLUORAN	Fluoranthène
FLUOREN	Fluorène
IND123PY	Indeno(1,2,3-cd) pyrène
NAPHTAL	Naphtalène
PHENATH	Phénanthrène
PYRENE	Pyrène

Toutefois, de l'avis des spécialistes, les concentrations mesurées d'un de ces HAP, le naphtalène (composé léger extrêmement volatil), sont sujettes à caution en raison des aléas analytiques liés à sa forte volatilité (contamination croisée possible, perte de composé). **Pour cette raison, ce composé n'a pas été (et ne sera pas) pris en compte dans les sommes des HAP.**

4. Quelle est la tendance de la contamination en HAP des huîtres sauvages du Bassin d'Arcachon?

Seuls sont pris en compte dans ce chapitre les 12 HAP suivis pendant toute la période.

Les résultats présentés dans les figures 1 à 3 (données 1996 à 2012) montrent notamment :

- la prédominance du pyrène et du fluoranthène dans la plupart des échantillons,
- une relative stabilité (augmentation suivie d'une diminution) des teneurs dans les huîtres sauvages du Cap Ferret ;
- une augmentation globale au cours du temps aux Jacquets et à Comprian, avec de fortes variations inter-annuelles.

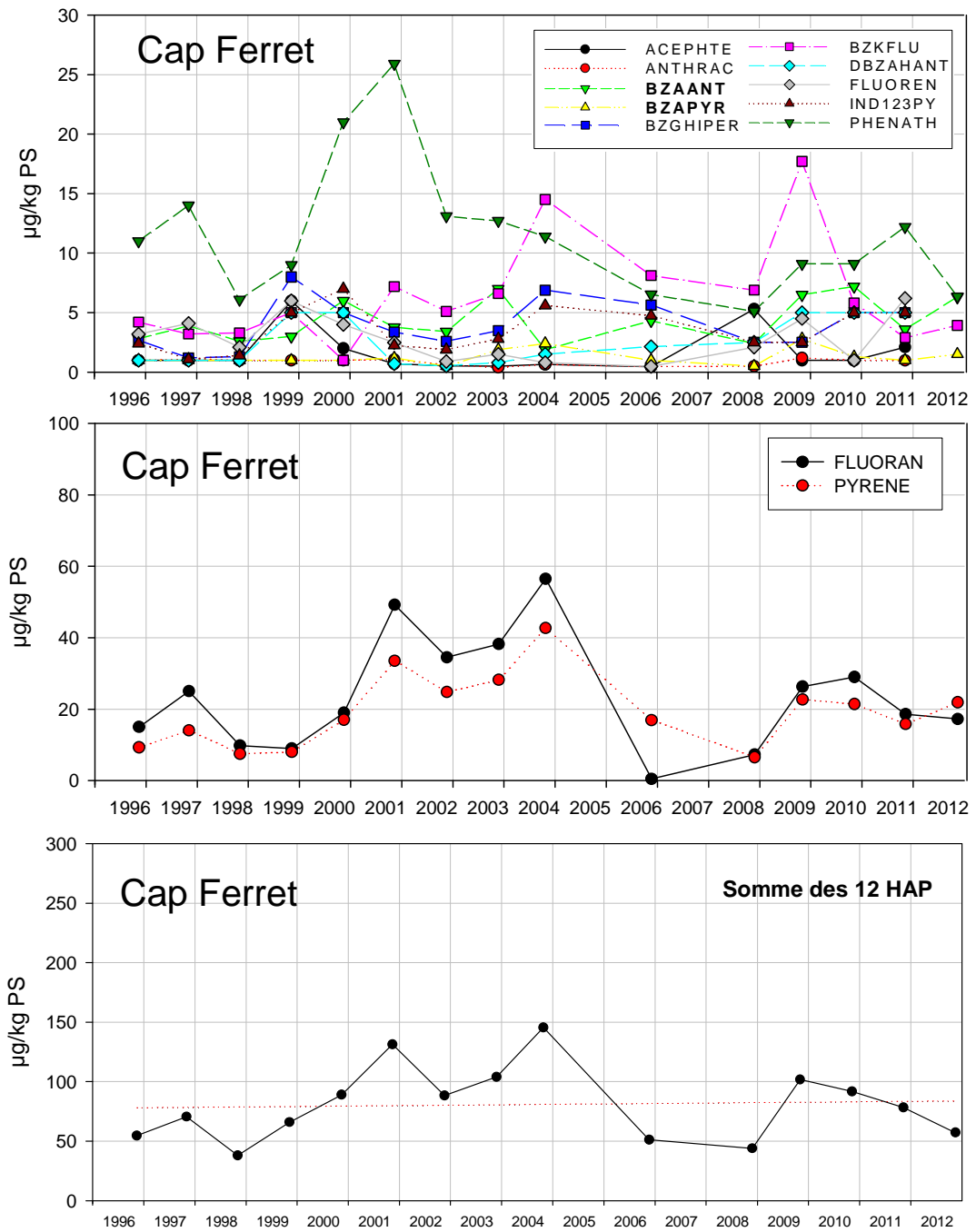


Figure 1 : Teneurs en HAP ($\mu\text{g/kg}$ poids sec) dans les huîtres sauvages du point « Cap Ferret » (échantillons prélevés au mois de novembre)

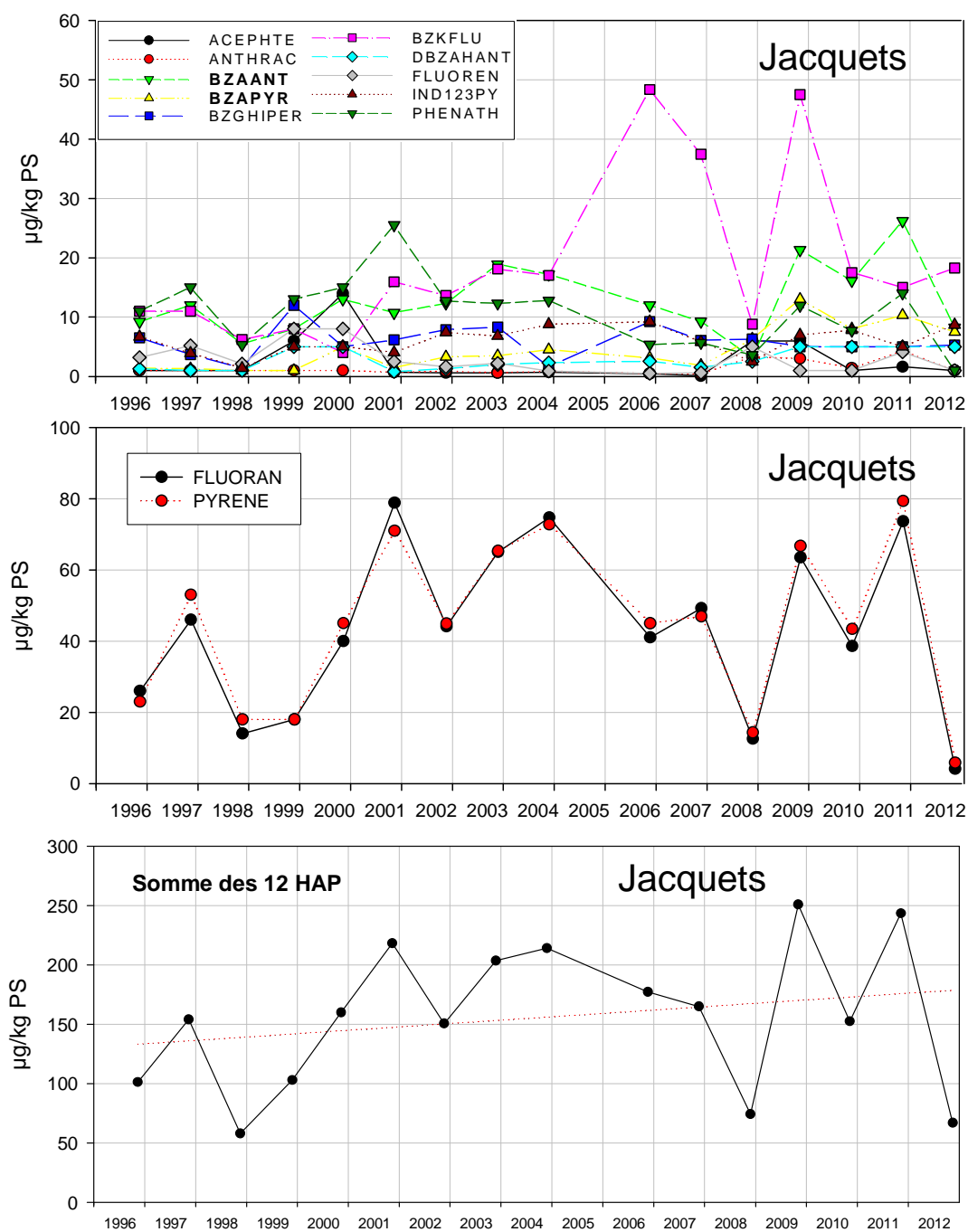


Figure 2 : Teneurs en HAP ($\mu\text{g/kg}$ poids sec) dans les huîtres sauvages du point « Jacquets » (échantillons prélevés au mois de novembre)

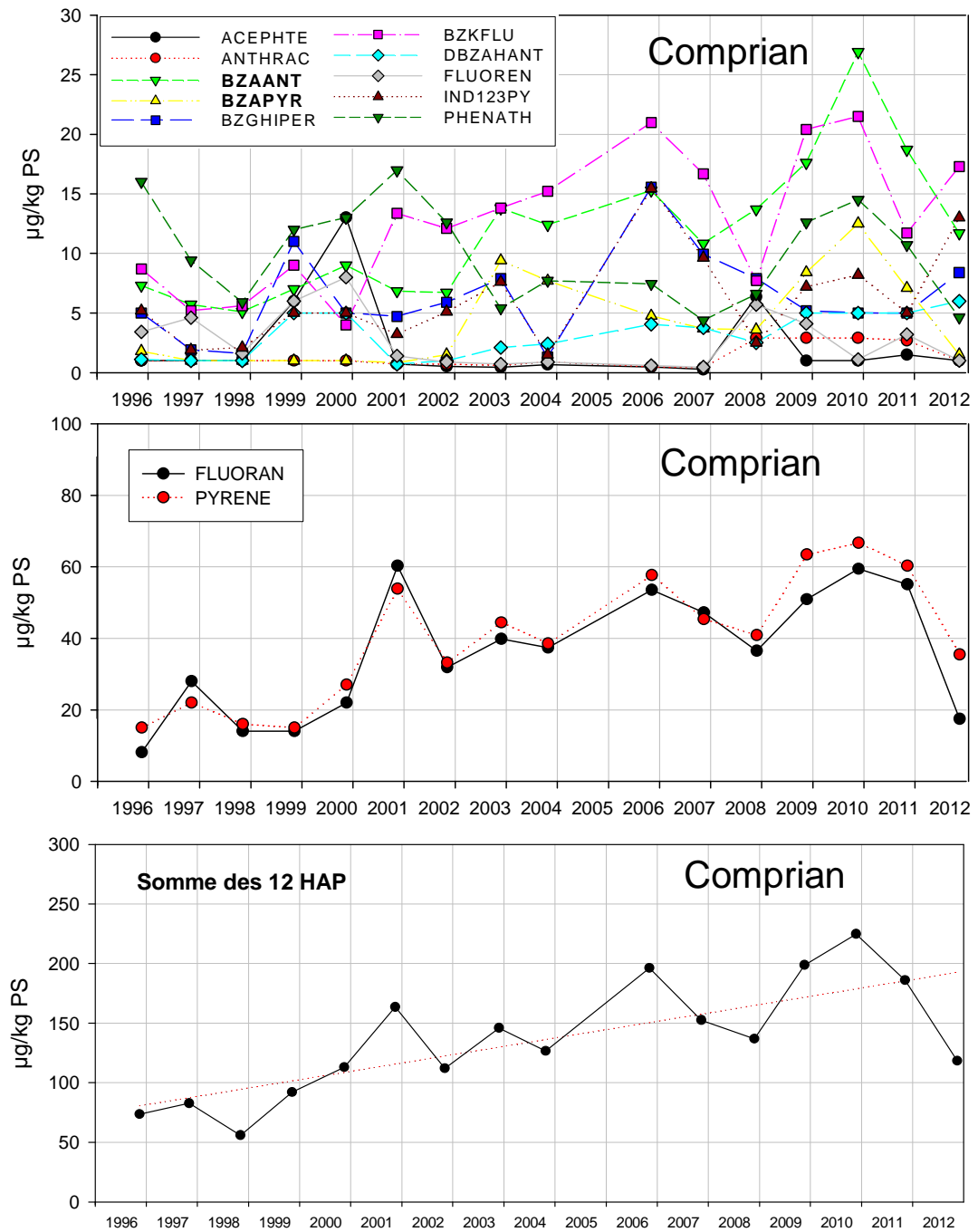


Figure 3 : Teneurs en HAP ($\mu\text{g/kg}$ poids sec) dans les huîtres sauvages du point « Comprian » (échantillons prélevés au mois de novembre)

5. Les huîtres du Bassin d'Arcachon sont-elles plus contaminées que celles des autres sites côtiers ?

Dans ce chapitre, les HAP pris en compte sont les mêmes que ceux du chapitre 4, plus le chrysène et le benzo(b)fluoranthène, qui font partie des 41 substances chimiques listées par la DCE.

Les résultats obtenus dans le cadre du suivi DCE sur la façade atlantique entre la Charente et la Bidassoa entre 2009 et 2012 (Figure 4) montrent que les huîtres sauvages des deux sites situés au fond du Bassin (Jacquets et Comprian) sont globalement plus contaminées par les HAP, y compris les 7 HAP cancérigènes, que celles des autres zones littorales suivies sur cette façade (Figures 5-1, 5-2, 5-3 et 5-4).

La signature des HAP les plus présents dans le Bassin d'Arcachon indique une origine très majoritairement pyrolytique.

Les HAP dont les concentrations sont les plus élevées dans les huîtres sont : le pyrène, le fluoranthène, le benzo(b)fluoranthène, le chrysène, le benzo(a)anthracène et le benzo(a)pyrène.

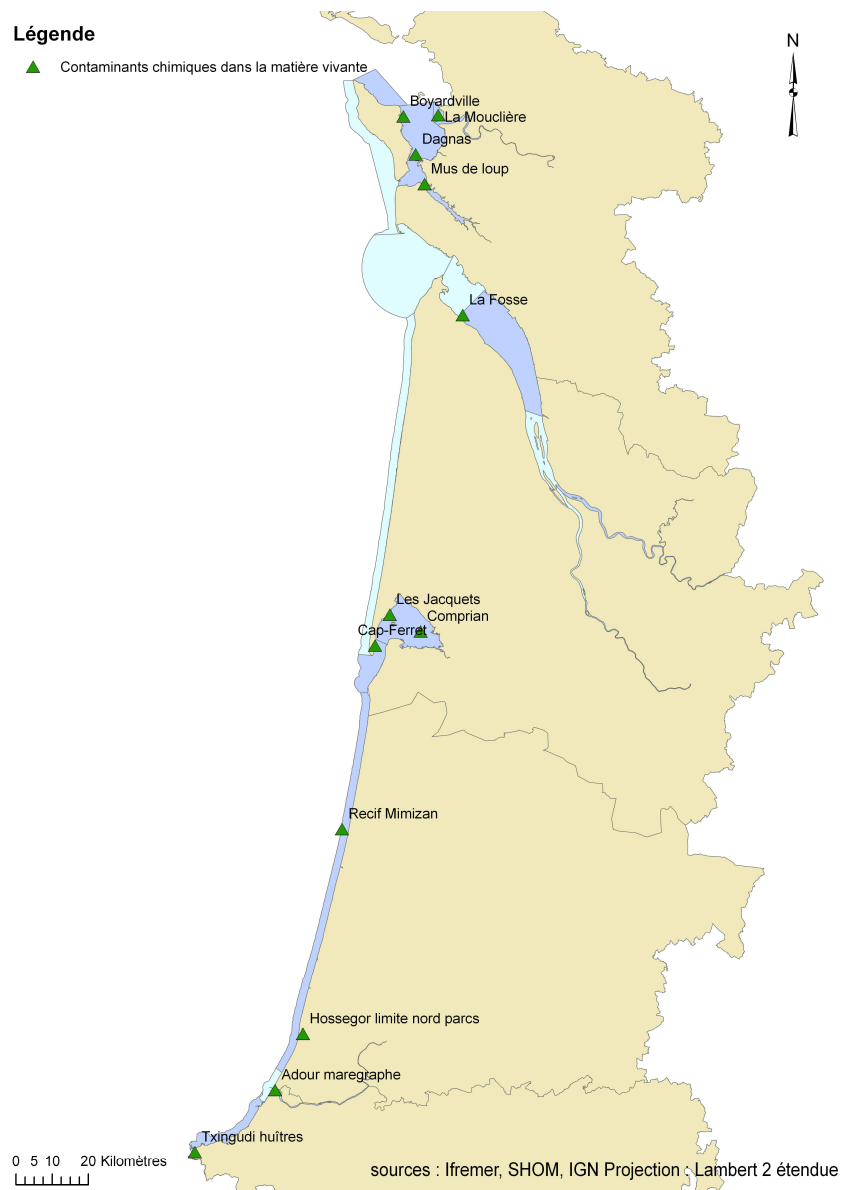


Figure 4 : Localisation des stations de suivi des contaminants dans les mollusques sauvages

HAP ($\mu\text{g}/\text{Kg}$ poids sec) dans les huîtres - Novembre 2009

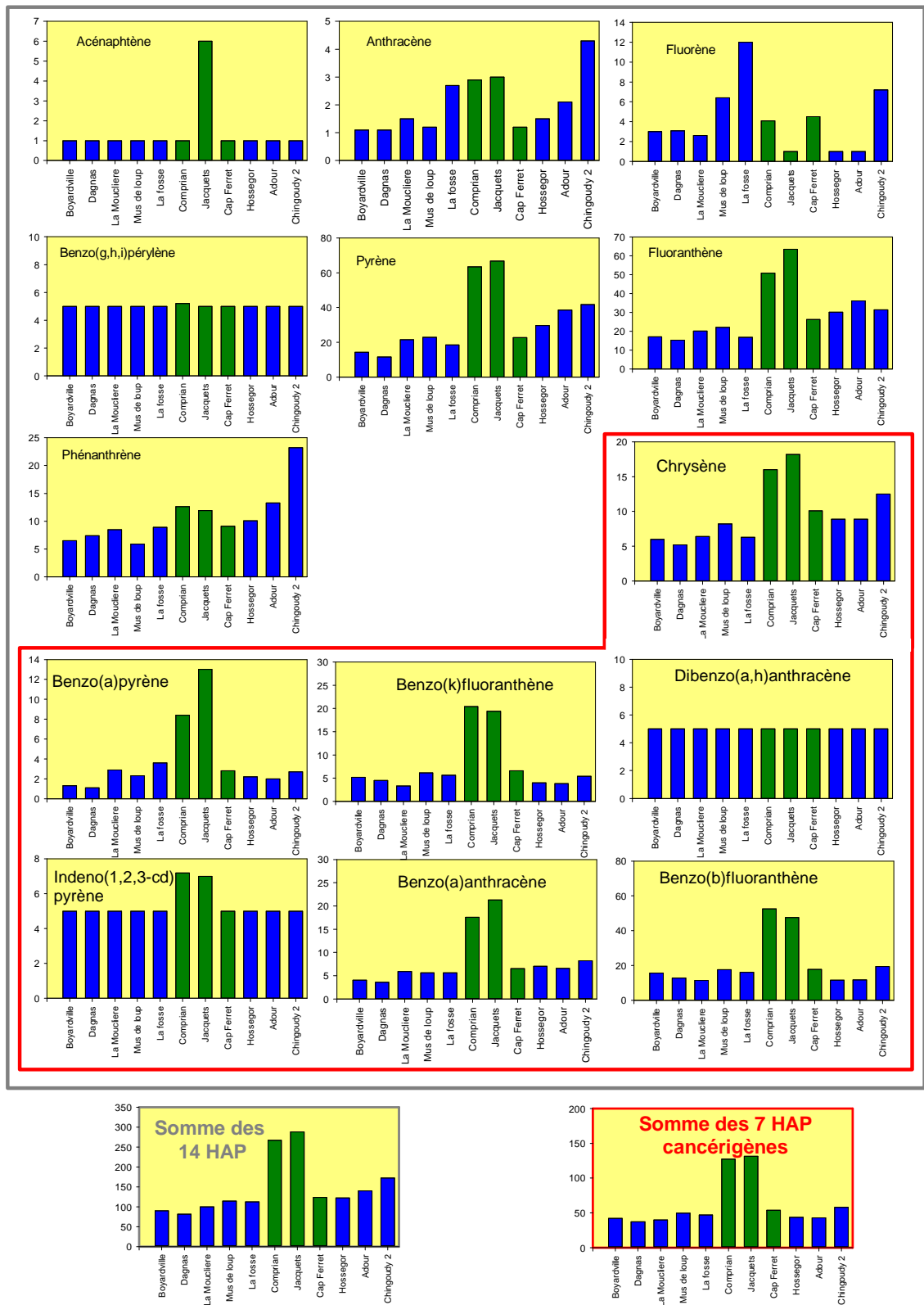


Figure 5-1 : Concentrations en HAP dans les huîtres sauvages des points suivis dans le cadre de la DCE dans le bassin Adour-Garonne en 2009.

HAP ($\mu\text{g}/\text{Kg}$ poids sec) dans les huîtres - Novembre 2010

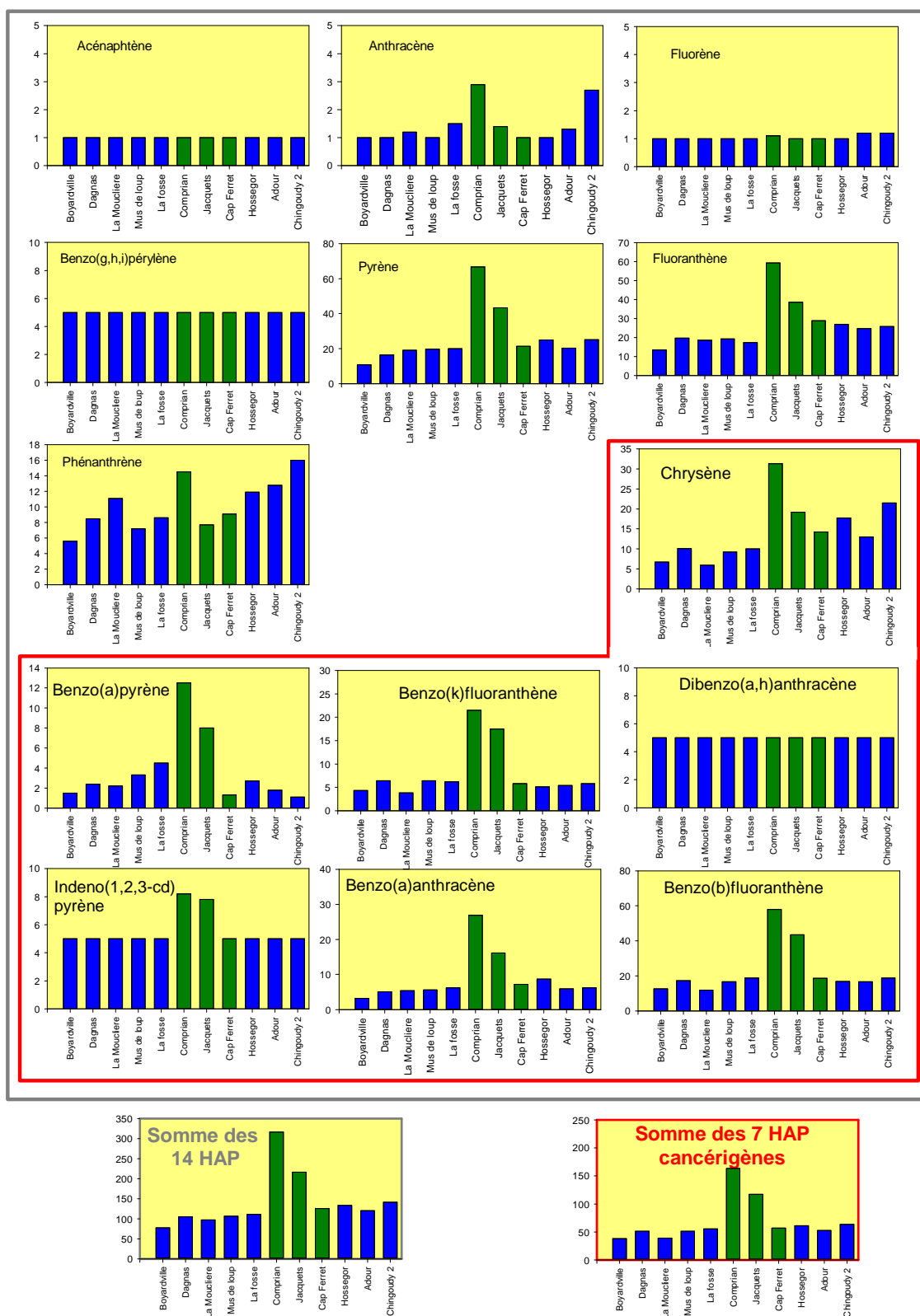


Figure 5-2 : Concentrations en HAP dans les huîtres sauvages des points suivis dans le cadre de la DCE dans le bassin Adour-Garonne en 2010.

HAP ($\mu\text{g}/\text{Kg}$ poids sec) dans les huîtres - Novembre 2011

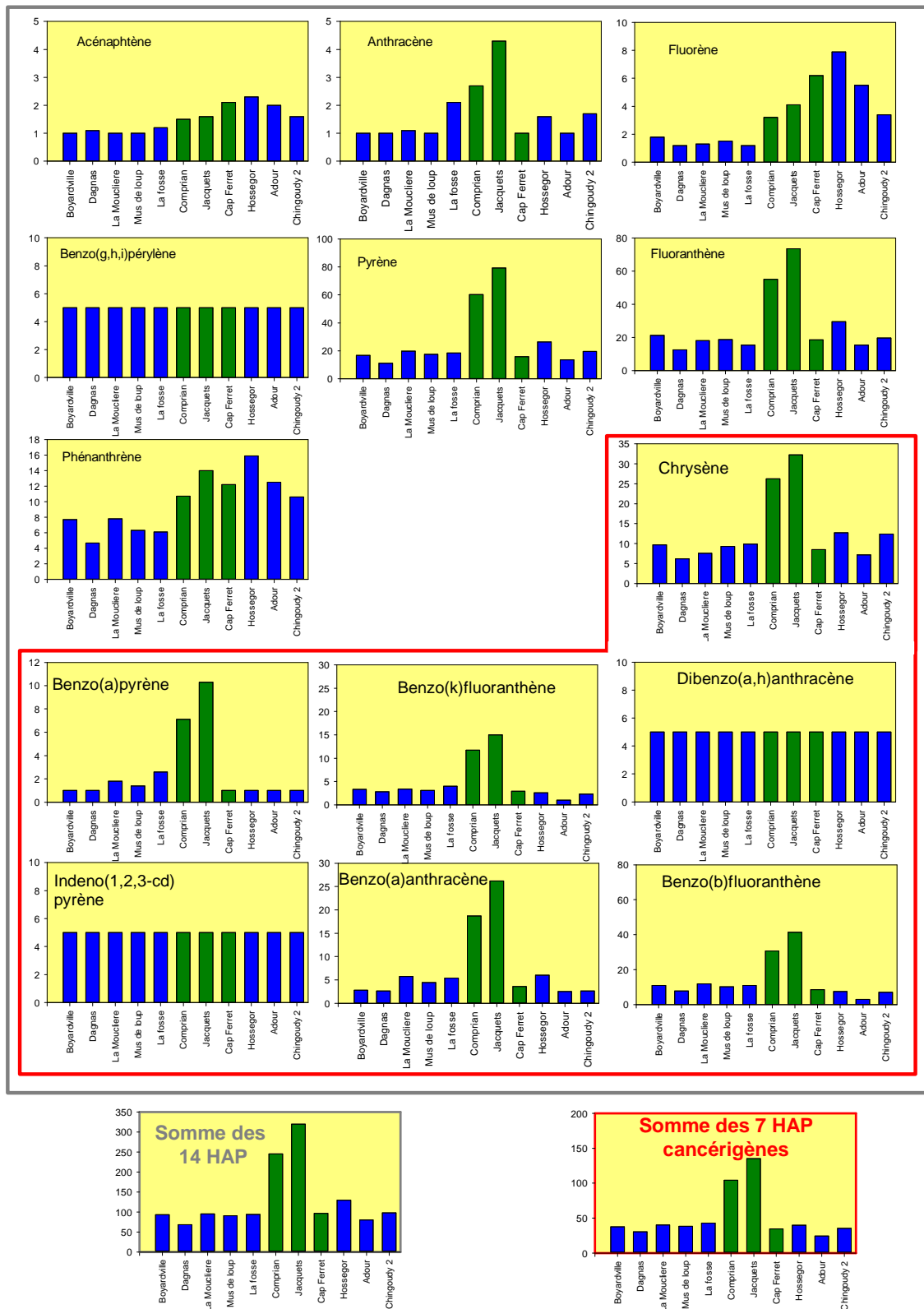


Figure 5-3 : Concentrations en HAP dans les huîtres sauvages des points suivis dans le cadre de la DCE dans le bassin Adour-Garonne en 2011.

HAP ($\mu\text{g}/\text{Kg}$ poids sec) dans les huîtres - Novembre 2012

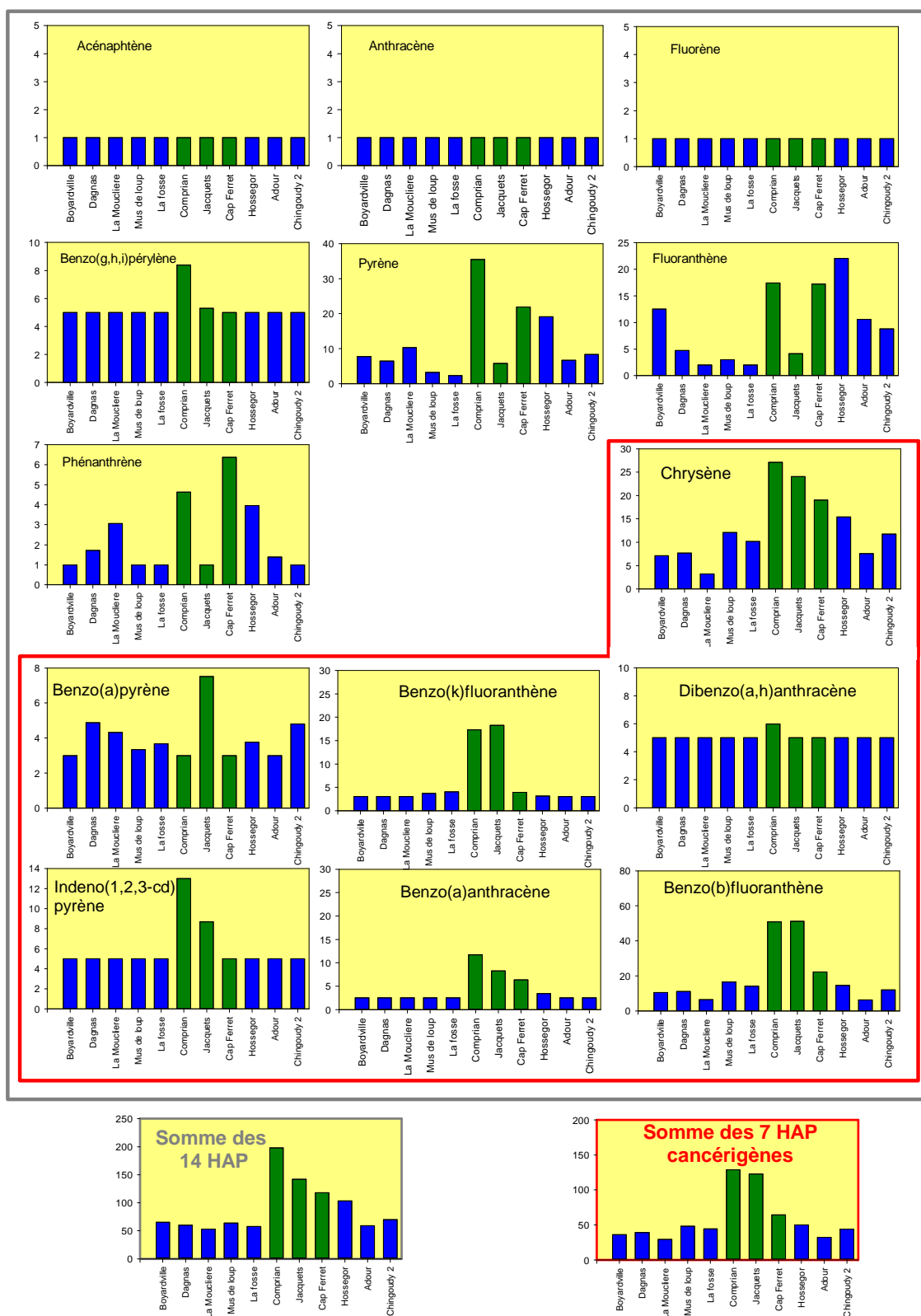


Figure 5-4 : Concentrations en HAP dans les huîtres sauvages des points suivis dans le cadre de la DCE dans le bassin Adour-Garonne en 2012.

6. De telles teneurs en HAP dans les huîtres posent-elles un problème sanitaire ?

Normes et HAP

Plusieurs types de normes permettent de caractériser les teneurs en HAP dans les échantillons de mollusques vis à vis de leur toxicité pour les échelons trophiques supérieurs (prédateurs animaux et consommateurs humains).

➤ Des normes de qualité (QS : Quality Standard) relatives à la contamination de l'eau, des sédiments et des organismes marins ont été établies par des groupes d'experts européens réunis dans le cadre de la DCE, notamment pour les HAP.

En ce qui concerne les mollusques, une norme nous intéresse particulièrement : le **QS « santé humaine » (QS_{hh-food})** : Cette valeur correspond au seuil de toxicité pour la santé de l'homme (hh : Human Health) quand l'organisme contaminé est consommé comme nourriture (food).

Avant 2011, comme cela apparaît dans le document téléchargeable à l'adresse indiquée en note de bas de page¹, le groupe d'experts du CIRCA avait fixé un QS_{hh.food} pour le benzo(a)pyrène s'élevant à 0,365 µg/Kg de poids humide. Ramené en concentration par Kg de poids sec de chair d'huître (unité utilisée dans les résultats d'analyses du ROCCH), **le QS_{hh.food} pour le benzo(a)pyrène s'élevait à 1,825 µg/Kg de poids sec**. Aucune valeur seuil n'était proposée pour les autres HAP.

De nouvelles évaluations ont été réalisées depuis cette époque et, en 2011, les experts européens écrivaient² : « Pour les quatre substances cancérigènes (benzo [a] pyrène, benzo [b] fluoranthène, benzo [k] fluoranthène et indeno [1,2,3-cd] pyrène), il n'y a pas de résultats de tests disponibles qui soient utilisables en tant que tels pour l'évaluation des effets possibles pour la santé humaine via la consommation de produits de la pêche ». Dès lors, ils proposaient d'utiliser pour le **QS_{hh.food}** les valeurs du Règlement (CE) N°1881/2006 de la commission du 19 décembre 2006, soit **10 µg/Kg poids humide (50 µg/kg poids sec)**.

➤ On dispose par ailleurs de **données réglementaires** provenant du Règlement (CE) N°1881/2006 de la commission du 19 décembre 2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires³, modifiées en 2011 pour les PCB⁴ (2 décembre 2011) et pour les HAP⁵ (19 août 2011)

Auparavant fixée à **10 µg/Kg poids humide (soit 50 µg/kg poids sec)**, la teneur maximale en Benzo(a)pyrène dans les mollusques bivalves a été réduite de moitié en 2011 (**5 µg/Kg poids humide, soit 25 µg/kg poids sec**).

Par ailleurs, la commission a fixé un seuil pour la somme « Benzo(a)pyrène-benzo(a)anthracène-benzo(b)fluoranthène-chrysène », ce seuil s'élevant à **30 µg/Kg poids humide (soit 150 µg/kg poids sec)**.

Il faut souligner que, pour un certain nombre de produits (viandes fumées, poissons fumés sauf sprats), les teneurs réglementaires sont appelées à diminuer de plus de la moitié en 2014.

Ces valeurs sont rapportées dans le tableau suivant.

¹ https://circabc.europa.eu/sd/d/996c9804-30c4-4ea1-b16d-3cbc571b2bac/28_PAH_EQSdatasheet_310705.pdf

² <https://circabc.europa.eu/sd/d/4e13a4c4-07b9-4e55-a43d-823e7cd4ce82/PAH%20EQS%20dossier%202011.pdf>

³ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2006R1881:20110520:FR:PDF>

⁴ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:320:0018:0023:FR:PDF>

⁵ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:215:0004:0008:FR:PDF>

«Section 6: Hydrocarbures aromatiques polycycliques

Denrées alimentaires		Teneurs maximales (µg/kg)	
6.1	Benzo(a)pyrène, benz(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène et chrysène	Benzo(a)pyrène	Somme de benzo(a)pyrène, benz(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène et chrysène ⁽¹⁵⁾
6.1.1	Huiles et graisses (à l'exclusion du beurre de cacao et de l'huile de coco) destinées à la consommation humaine directe ou à une utilisation comme ingrédients de denrées alimentaires	2,0	10,0
6.1.2	Fèves de cacao et produits dérivés	5,0 µg/kg de graisses à compter du 1 ^{er} avril 2013	35,0 µg/kg de graisses du 1 ^{er} avril 2013 au 31 mars 2015 30,0 µg/kg de graisses à compter du 1 ^{er} avril 2015
6.1.3	Huile de coco destinée à la consommation humaine directe ou à une utilisation comme ingrédient de denrées alimentaires	2,0	20,0
6.1.4	Viandes fumées et produits de viande fumés	5,0 jusqu'au 31 août 2014 2,0 à compter du 1 ^{er} septembre 2014	30,0 du 1 ^{er} septembre 2012 au 31 août 2014 12,0 à compter du 1 ^{er} septembre 2014
6.1.5	Chair musculaire de poissons fumés et produits de la pêche fumés ⁽²⁵⁾⁽³⁶⁾ , à l'exclusion des produits de la pêche énumérés aux points 6.1.6 et 6.1.7. La teneur maximale pour les crustacés fumés s'applique à la chair musculaire des appendices et de l'abdomen ⁽⁴⁴⁾ . Dans le cas des crabes et crustacés de type crabe (<i>Brachyura</i> et <i>Anomura</i>) fumés, elle s'applique à la chair musculaire des appendices.	5,0 jusqu'au 31 août 2014 2,0 à compter du 1 ^{er} septembre 2014	30,0 du 1 ^{er} septembre 2012 au 31 août 2014 12,0 à compter du 1 ^{er} septembre 2014
6.1.6	Sprat et sprat en conserve (<i>sprattus sprattus</i>) fumés ⁽²⁵⁾ ⁽¹⁷⁾ ; mollusques bivalves (frais, réfrigérés ou congelés) ⁽²⁶⁾ ; viandes traitées thermiquement et produits à base de viande traités thermiquement ⁽¹⁶⁾ vendus au consommateur final	5,0	30,0

Concentrations en HAP dans les huîtres du bassin Adour Garonne vs normes en vigueur

Entre 2009 et 2012, comme indiqué dans le tableau suivant, les concentrations en benzo(a)pyrène mesurées dans les huîtres des masses d'eau du bassin Adour-Garonne s'avèrent inférieures au nouveau seuil sanitaire fixé par l'Europe (**25 µg/Kg poids sec**).

Site	Teneur Benzo(a)pyrène (µg/Kg poids sec)			
	Novembre 2009	Novembre 2010	Novembre 2011	Novembre 2012
Boyardville	1.30	1.50	<1.00	<3.0
Dagnas	1.10	2.40	<1.00	4.9
La Mouclière	2.90	2.20	1.80	4.3
Mus du Loup	2.30	3.30	1.40	3.3
La Fosse	3.60	4.50	2.60	3.7
Comprian	8.40	12.50	7.10	<3.0
Jacquets	13.00	8.00	10.30	7.5
Cap-Ferret	2.80	1.30	<1.00	<3.0
Hossegor limite nord parcs	2.20	2.70	<1.00	3.8
Adour marégraphe	2.00	1.80	<1.00	<3.0
Hendaye - Chingoudy 2	2.70	1.10	1.00	4.8

En ce qui concerne la somme « Benzo(a)pyrène-benzo(a)anthracène-benzo(b)fluoranthène-chrysène », les concentrations dans les mollusques prélevés en novembre dans les différentes masses d'eau ne dépassent pas le seuil sanitaire (**soit 150 µg/kg poids sec**), mais n'en sont parfois guère éloignés dans les deux sites du fond du Bassin.

Site	Teneur somme 4 HAP (µg/Kg poids sec)			
	Novembre 2009	Novembre 2010	Novembre 2011	Novembre 2012
Boyardville	27	24	25	23
Dagnas	23	35	18	26
La Mouclière	27	25	27	16
Mus du Loup	34	35	25	35
La Fosse	32	39	29	30
Comprian	95	129	83	93
Jacquets	100	87	110	91
Cap-Ferret	37	41	22	51
Hossegor limite nord parcs	30	46	27	37
Adour marégraphe	29	37	14	19
Hendaye - Chingoudy 2	43	47	23	31

7. De telles teneurs en HAP posent-elles un problème environnemental ?

Quelques références traitant de l'influence des HAP sur la maturation des mollusques sont rassemblées dans l'annexe 1 de cette note. Ces travaux rendent compte d'un effet négatif (notamment retardateur) des HAP sur la gamétogénèse de différentes espèces de bivalves notamment *Mya arenaria*, *Chlamys farreri*, et *Mytilus edulis*.

Les observations réalisées dans le cadre de SURGIBA, traitant de la reproduction de l'huître creuse dans le Bassin d'Arcachon, permettent notamment de mettre en évidence que les premières pontes importantes des huîtres cultivées sur la pointe du Tès, en face du port d'Arcachon, se produit de plus en plus tard (Figure 6, in Auby *et al.*⁶, 2012).

Cette coïncidence mérite d'être soulignée.

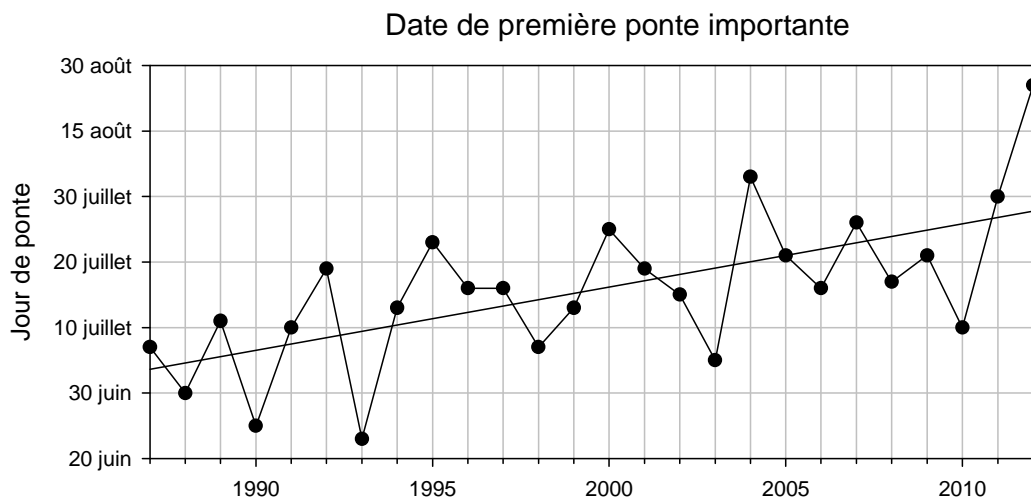


Figure 6 : Evolution de la date de première ponte importante des huîtres du secteur du Tès de 1987 à 2012.

Conclusion

Compte tenu de l'importance socio-économique de l'ostréiculture dans le Bassin d'Arcachon, il semble essentiel de continuer à acquérir des données sur les HAP dans les mollusques et de mener à bien des expérimentations propres à préciser les liens entre la contamination des huîtres par les HAP et les anomalies de la reproduction observées depuis plusieurs années.

C'est un des objectifs du programme OSQUAR 2 (2013-2016), qui s'intéresse à l'impact de changement global (modifications du climat, pressions anthropiques) sur les deux espèces emblématiques du Bassin d'Arcachon que sont l'huître et la zostère.

⁶ <http://archimer.ifremer.fr/doc/00118/22920/20740.pdf>

Annexe 1

Aquatic Toxicology 82 (2007) 120–134

Physiological effects of polycyclic aromatic hydrocarbons on soft-shell clam *Mya arenaria*

H. Frouin, J. Pellerin, M. Fournier, E. Pelletier, P. Richard, N. Pichaud, C. Rouleau, F. Garnerot

Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) on the physiological status of the bivalve *Mya arenaria*. Specimens were exposed to four different sources of PAHs: aluminium smelter soot, sediment from an industrial discharge pound, charcoal fine particles and dietary PAHs assessed by feeding clams with phytoplankton freshly impregnated with dissolved PAHs. The exposure period lasted 30 days and bivalves were let to recover for an additional 20 days. At days 8, 15, 30 and 50, immune parameters (phagocytic activity and efficiency) were monitored in haemocytes. Oxidative stress measures such as catalase and lipid peroxidation were quantified in digestive gland as well as concentrations of bioaccumulated PAHs. In a second experiment, clams were exposed to [14C]-pyrene via the phytoplankton, and the tissue distribution of radiolabelled compound was studied. Glycogen levels in gonad and digestive gland were also measured and gametogenesis stages were investigated. Results showed a high bioaccumulation in clams exposed to dietary PAHs and contaminated sediments. Tissue distribution of [14C]-pyrene revealed that the radiolabelled compound persisted mainly in the gonad during 14 days. A decrease of phagocytosis was observed in contaminated male clams. The lipid peroxidation (malondialdehyde) was found to increase in the digestive gland tissues of clams exposed to dietary PAHs, smelter soot and discharge, but no differences were observed in the catalase activity. A delay in gametogenesis occurred in all exposed males and in females contaminated with coke dust and dietary PAHs. Males were more sensitive than females to PAH exposure. A dysfunction in steroid synthesis is suspected to occur due to the exposure to all sources of PAHs.

Comparative Biochemistry and Physiology Part C 131 (2002) 457–467

Delayed gametogenesis of *Mya arenaria* in the Saguenay fjord (Canada): a consequence of endocrine disruptors?

S. Gauthier-Clerca, J. Pellerina,*, C. Blaise, F. Gagne

Abstract

The Saguenay fjord located in Canada on the north coast of the Saint-Lawrence Estuary, is well known for its multiple contaminations following a linear distribution upstream to downstream. *Mya arenaria* is well established in the fjord and potentially exposed to persistent sediment contamination as an endobenthic bivalve. From May to October 1997, clams energy storage and utilization in the gonad was shown to be closely linked with reproduction. Wherever the sampling site location in the fjord, a seasonal pattern is evident for lipid and glycogen levels in the gonad, this, reflecting the vitellogenic process. Nevertheless, in comparison with energy status and gametogenesis of clams collected on the north coast of the Saint-Lawrence Estuary, clams located in the fjord have to face limited nutritive conditions resulting in a single and shorter reproductive period. Although environmental factors could explain differences in physiological condition and reproductive status observed between clams from the fjord and the estuary, our results can discriminate clams from the upper part of the fjord, according to a delayed gametogenesis, concomitant with significant higher gonad glycogen concentrations observed in June 1996 and 1997. A persistent dysfunction of a vitellogenic process is suspected to be due to the exposure to anti-estrogenic contaminants.

Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 22, No. 9, pp. 2080–2087, 2003
CHEMICAL CONTAMINANTS AND BIOLOGICAL INDICATORS OF MUSSEL HEALTH
DURING GAMETOGENESIS

JOCELYNE HELLOU, PHIL YEATS, SEAN STELLER and FRANCOIS GAGNE´

Abstract

Mytilus edulis were collected intertidally from three locations in Halifax Harbor, Nova Scotia, on five occasions during spring and summer 2000. Bioindicators of health (lipid content), condition and gonad indices (CI and GI), and sex ratio, as well as vitellins, were compared with the bioaccumulation of polycyclic aromatic compounds (PACs) including polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), polychlorinated biphenyls (PCBs), coprostanol, and metals. Twice as many male as female mussels were collected from a downtown site (M8) close to numerous raw sewage effluents and a naval dockyard. Males from M8 had a high lipid content, and females had a delayed production of vitellins. These mussels also displayed the highest levels of PACs, coprostanol, Ag, and Sn. Coprostanol and silver are sewage markers in sediments, and their presence in mussels confirms exposure to sewage effluents. Female mussels were more abundant in an area outside the industrialized part of the harbor that had higher marine traffic (M14); displayed higher levels of vitellins in gonads; had similar time trends for CI and GI; and had some similar metals compared with mussels from M8. The lowest variability in biomarkers was observed at a site in a mostly residential arm of the harbor (M12), which was expected to be more pristine based on an earlier investigation. Compared to mussels in M14, the mussels of M12 had the lowest condition indices and PCB concentrations and low but similar levels of lipids, PACs, and coprostanol. They also displayed the highest concentrations of Cd, Cu, Pb, and Hg, and females had the highest gonad indices early in the season.

Chemistry Central Journal 2008, 2:23 doi:10.1186/1752-153X-2-23

Oxidative stress and immunologic responses following a dietary exposure to PAHs in
Mya arenaria

Nicolas Pichaud, Jocelyne Pellerin, Michel Fournier, Sophie Gauthier- Clerc, Pascal Rioux and Émilien Pelletier

Abstract

Background: The aim of this research was to investigate oxidative stress and immune responses following a dietary polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) exposure in a marine bioindicator organism, the soft shell clam, *Mya arenaria*. Immune parameters in hemolymph (haemocyte number, efficiency of phagocytosis and haemocyte activity) and assessment of oxidative stress using catalase (CAT) activity and levels of malondialdehyde (MDA) performed on the digestive gland were estimated as biomarkers in clams fed in mesocosm with PAH contaminated phytoplankton. MDA levels and CAT activities were also measured *in situ* in organisms sampled in a control site (Metis Beach, Québec, Canada) as well as organisms sampled in a site receiving domestic effluents (Pointeau- Père, Québec, Canada), to assess effects of abiotic variables related to seasonal variations and mixed contamination on the selected parameters.

Results: Results on immune parameters suggest that the PAHs may interfere with the maturation and/or differentiation processes of haemocytes. MDA results showed that lipid peroxidation did not occur following the exposure. The levels of CAT activity corresponded to weak antioxidant activity (no significant differences). Recovery was noted for all the immune endpoints at the end of the experiment.

Conclusion: Results suggest that immune parameters are early biomarkers that can efficiently detect a physiological change during a short term exposure to low concentrations of PAHs. The *in situ* survey (in the natural environment) suggested that clams from the Pointe-au-Père site did not show any oxidative stress as well as the clams contaminated in mesocosm, probably due to the low concentrations of PAHs used for this study. MDA levels increased however in organisms from Metis Beach, a response probably related to domestic effluents or parasitism.

Aquatic Toxicology (sous presse)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166445X13002580>

<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquatox.2013.09.031>

An investigation of endocrine disrupting effects and toxic mechanisms modulated by benzo[a]pyrene in female scallop *Chlamys farreri*

Shuangmei Tia, Luqing Pan, Xiaohua Su

Highlights

•

B[a]P disturbed progesterone, 17 β -estradiol and testosterone production in scallop. B[a]P inhibited 3 β -HSD, CYP17 and 17 β -HSD expression after a 10-day exposure. B[a]P of lower dose elevated AHR-CYP1A expression but high dose B[a]P inhibited them. ER and vitellogenin transcription was consistent with AHR after B[a]P exposure. B[a]P exposure induced relatively developmental delay and impairment of ovary.

Abstract

The purpose of this study was to investigate the endocrine disrupting effects induced by benzo[a]pyrene (B[a]P) and explore the underlying mechanisms in mollusks. In this study, sexually mature female *Chlamys farreri* were exposed to benzo[a]pyrene for 10 days at four different concentrations as 0, 0.025, 0.5 and 10 μ g/L. Sex steroids were identified and quantified by electrochemiluminescence immunoassay (ECLIA) method and results showed that exposure to B[a]P exerts great suppression on 17 β -estradiol, testosterone production and disrupts progesterone levels in ovary. Transcription of genes were detected and measured by real-time RT-PCR. It showed that at day 10 B[a]P inhibited 3 β -HSD, CYP17 and 17 β -HSD mRNA expression in a dose-dependent manner, which suggests that they could be potential targets of B[a]P that disrupt steroidogenic machinery. Moreover, 0.025 μ g/L B[a]P activated transcription of aryl hydrocarbon receptor (AHR), AHR nuclear translocator (ARNT), CYP1A1 and estrogen receptor (ER), while 10 μ g/L B[a]P suppressed all of them. The consistency of their responses to B[a]P exposure implies that AHR action may be involved in invertebrate CYP regulation and ER transcription despite of unknown mechanisms. Additionally, B[a]P exposure could induce ovarian impairment and developmental delay in *Chlamys farreri*. Overall, sensitivity of *C. farreri* to endocrine disruption and toxicity suggests that *C. farreri* is a suitable species for study of endocrine-disrupting effects in marine invertebrates. This study will form a solid basis for a realistic extrapolation of endocrine disrupting effects across taxonomic groups and phyla.