

I - RECOMMANDATIONS pour l'évaluation des impacts sur l'ICHTYOFAUNE

Les poissons représentent une **composante quasiment systématiquement intégrée dans les programmes d'évaluation de l'impact** potentiellement induit par une pollution accidentelle par hydrocarbures en environnement côtier littoral. Les motivations en sont exposées plus haut (Cf. analyse bibliographique sur l'expérience en la matière) et, bien qu'essentiellement relatives à des pollutions marines et littorales, restent pertinentes en milieux estuariens. En effet, l'accomplissement de certains stades du cycle biologique, pour de nombreuses espèces de l'ichtyofaune -dulcicole ou marine, est étroitement lié au maintien de la fonctionnalité écologique de l'estuaire : nourricerie pour les juvéniles, aire de reproduction des adultes ou couloir de migration d'espèces amphihalines, etc. Du fait de cette sensibilité et exposition potentielle, l'évaluation des effets d'une pollution estuarienne majeure sur l'ichtyofaune est, par conséquent, à recommander au regard de l'importance fonctionnelle, économique, patrimoniale, etc., de cette composante.

II.1 - Sélection des organismes au sein de la composante « poissons »

La sensibilité des poissons aux hydrocarbures est connue, et le risque d'exposition au polluant est en règle générale plus important dans les secteurs côtiers peu profonds, en relation également avec le taux de renouvellement de la masse d'eau (cas de milieux semi-confinés par rapport à une mer ouverte, par exemple) –cette typologie correspond aux **habitats estuariens envasés** sur lesquels il est judicieux d'entreprendre les efforts de suivis de l'ichtyofaune.

En outre, les risques d'impacts sur l'ichtyofaune sont liés aux **stades de développement** présents dans l'aire affectée ; les larves et juvéniles -éventuellement abondants dans des sites côtiers et estuariens (ex : nourriceries en estuaire externe) sont plus sensibles et vulnérables aux contaminants déversés que les adultes. Ainsi, l'éventualité d'une **coïncidence de la pollution accidentelle avec une phase critique du cycle biologique** (ex : ponte, éclosion, migration...) peut, le cas échéant, contribuer un des critères de sélection prioritaire d'une ou plusieurs espèces.

En réponse à des contraintes logistiques (dimensionnement du programme de suivi, notamment) ou de pertinence des suivis (sélection d'espèces susceptibles de permettre l'identification d'une survenance ou non d'un effet), il peut s'avérer souhaitable, sinon nécessaire de procéder à une hiérarchisation des priorités de suivi, laquelle peut notamment reposer sur :

- **L'exposition potentielle des espèces.** En secteurs côtiers peu profonds, relativement abrités et de sédiments meubles comme dans le cas des estuaires, les poissons démersaux, particulièrement les poissons plats inféodés à l'interface eau/sédiments, sont en principe plus exposés au polluant que les poissons pélagiques¹ (particulièrement dans des cas de pollution avec transfert du polluant vers les fonds). En cas concrets de pollutions, l'éthologie des poissons plats a ainsi motivé leur suivi en priorité –du fait d'un caractère supposé intégrateur et indicateur d'un changement de l'environnement benthique (ex : étude des réponses biologiques individuelles) ;
- **Les connaissances préalables quant aux cycles biologiques.** Ces dernières peuvent s'avérer déterminantes sur le potentiel de l'étude à mettre en lumière les impacts éventuels, en particulier dans le cas où les stades de développement (ex : larves, juvéniles) et/ou les descripteurs (ex : abondances, activité enzymatique, etc.) examinés dans le suivi sont connus pour fluctuer sous l'influence de facteurs étrangers à l'accident et par conséquent confondants.

¹ La colonne d'eau étant un habitat plus ouvert, dont la contamination est en principe relativement transitoire suite à un événement accidentel, en lien avec l'ampleur des processus physiques favorisant la dissipation naturelle du polluant et prévenant la persistance de concentrations à des teneurs nocives.

Concernant le second point, on soulignera l'intérêt de sélectionner -si possible et pertinent- des espèces faisant l'objet de programmes de suivis susceptibles de fournir des séries de données à long terme, dans un contexte de **conservation** (ex : mesures de réintroduction/maintien de populations amphihalines) et/ou de **gestion des ressources** (ex : exploitation par pêche).

A noter également que le ciblage d'espèces **consommées** est doublement intéressant car éventuellement complémentaire des évaluations de risques pour la santé humaine, par ailleurs généralement conduites en cas de pollution accidentelle significative (évaluation de l'opportunité d'arrêtés d'interdiction d'exploitation, de commercialisation, etc.), et qui sont éventuellement des sources de données additionnelles (contamination des chairs, notamment).

En résumé : En matière de hiérarchisation des évaluations de l'impact sur l'ichtyofaune en milieu estuarien, les points précédents amènent donc à recommander, *en règle générale*, la mise en œuvre :

- **prioritaire** d'un suivi des populations de **poissons démersaux**, plus particulièrement des poissons benthiques, sur des **sites/habitats** :
 - **potentiellement exposés** (ex : aires de sédimentation potentielle de la pollution) et/ou ;
 - revêtant une **importance fonctionnelle** particulière pour l'accomplissement du cycle biologique (ex : aire de nourricerie)
- **éventuelle** d'un suivi des populations de poissons pélagiques; au cas par cas si cette thématique est pressentie d'intérêt ;

Préférentiellement, la variabilité naturelle généralement importante des populations de poissons plaide pour une **sélection d'espèces (ou groupes d'espèces) pour lesquelles des séries de données de référence sont disponibles** (espèces à enjeu commercial ou patrimonial, le plus souvent).

II.2 : Méthodes d'évaluation du compartiment poissons (bentho-démersaux et pélagiques)

Considérations générales - difficultés

On rappellera l'importance, dans la conception des suivis à partir des recommandations formulées ci-après, de la difficulté posée par la **variabilité naturelle** des processus étudiés au niveau des populations de poissons, laquelle peut s'avérer **relativement élevée** à divers niveaux de l'organisation biologique (ex : variabilité du recrutement, sous l'influence d'aléas climatiques ou encore de la pression de pêche sur les espèces exploitées ; variabilité au niveau sub-individuel en lien avec les cycles biologiques ou la présence, éventuellement chronique, de xénobiotiques autres que les hydrocarbures déversés...). Habituelle en matière de suivis halieutiques, cette contrainte peut, dans un contexte d'assignation à une pollution accidentelle des phénomènes éventuellement observés, être partiellement réduite par :

- La sélection d'organismes dont l'écologie et la biologie sont préalablement connues et/ou ;
- La disponibilité de séries de données de référence antérieures à l'accident, et si possible relativement récentes et/ou ;
- Le suivi, si possible, de sites « témoins » (non pollués) identifiés comme comparables aux sites pollués.

Différents types d'approches sont envisageables pour l'identification des impacts induits sur l'ichtyofaune : l'approche écologique (au niveau des populations et/ou des communautés) et l'approche biologique (au niveau (sub)individuel d'espèces ciblées), détaillées plus bas.

Remarque : Dans l'urgence (premiers jours/semaines après l'accident) et si possible, la collecte d'informations qualitatives (*via* des reconnaissances de terrain) visant (i) à caractériser les espèces *visiblement* affectées (ex : phénomènes de détresse, mortalités, etc.) et (ii) à estimer grossièrement et en première instance l'ampleur et la localisation/extension de tels phénomènes, est recommandable dans la mesure où celles-ci peuvent éclairer les processus de choix et de définition du –ou des suivi(s) à mettre en œuvre et proposés ci-après.

❖ **II.2.1 Approche écologique, au niveau de populations d'espèces ciblées**

Le choix des espèces :

Applicable aux différentes zonations halines des milieux estuariens, l'approche consiste à réaliser un suivi de la **dynamique de populations** d'espèces ciblées en fonction :

- de leur **sensibilité** aux pollutions par hydrocarbures :
 - o connue à partir de l'expérience ou ;
 - o potentiellement significative du fait de leur exposition et cycles de vie, s'agissant d'espèces (i) réalisant tout ou partie (cas des espèces catadromes/anadromes) de leur développement en estuaire et/ou (ii) éthologiquement liées aux habitats d'eaux peu profondes et brassées, voire inféodées à l'interface eau/sédiment au premier rang desquels figurent certains **poissons plats benthiques**;
- de leur **importance commerciale** et/ou **récréationnelle**.

Dans les estuaires ici visés (nord-est atlantique), quelques espèces de poissons benthiques sont **a priori** des **candidats potentiels** pour ce type de suivis ; on citera, par exemple :

- des pleuronectidés :
 - o la plie *Pleuronectes platessa*, poisson plat présent en estuaire jusqu'à la limite de dessalure ;
 - o le flet *Platichthys flesus*, poisson plat tolérant aux faibles salinités et relativement commun en estuaires, où les individus séjournent au cours des premières années de leur développement;
- la sole *Solea solea*, espèce présente en estuaire aval et d'importance particulière au niveau commercial ;
- ...

D'autres espèces, pélagiques, sont connues pour être potentiellement présentes dans les systèmes estuariens tidaux de la région géographique considérée (ex. : bars, tacauds, épinoches...), et, localement, l'identification et la sélection des espèces candidates pour un éventuel suivi de populations doit s'appuyer sur les **connaissances existantes** (ex : inventaires DCE, statistiques de pêche, suivis en cours...) quant aux espèces (représentativité, biologie, etc.) au sein de l'aire affectée.

Les paramètres à mesurer :

Les mesures de base à effectuer au sein de ces populations visent essentiellement à vérifier la survenance ou non d'effets sur l'**abondance des effectifs**, ou sur la **structure démographique des populations** ; elles relèvent de la biométrie (**longueurs**, **poids**, etc., éventuellement sclérochronologie) et doivent permettre le suivi, par exemple :

- des abondances ou des biomasses (rapportées à l'effort de pêche- exprimées classiquement par la CPUE²) ;
- de la distribution de fréquence de tailles, pour identifier les effets éventuellement variables selon les classes d'âge (ex : cas de perturbations du recrutement de l'année) ;
- de descripteurs synthétiques de l'état physiologique des effectifs (ex : indice de condition) ;

²Capture Par Unité d'Effort

- de taux de mortalité, de croissance, etc.

Notons qu'il convient de s'assurer **(i) de l'acquisition -ou de la disponibilité- de données de référence analogues et pertinentes** (ex : récentes pour des données pré-pollution) afin de minimiser les ambiguïtés relatives aux fluctuations naturelles, et **(ii) de la possibilité d'examiner les relations entre les phénomènes observés et la contamination par les hydrocarbures** (ex : sédiments, invertébrés benthiques) –soit en intégrant ce volet dans l'étude écologique, soit en bénéficiant de résultats produits dans le cadre d'une étude distincte mais **coordonnée**³ et faisant partie du programme d'évaluation.

La stratégie :

- on comparera les résultats obtenus sur des stations polluées :
 - o avec des données analogues/comparables (i) de préférence antérieures à la pollution (références) ou (ii) sinon issues, s'il est possible d'en établir, de sites « contrôle » (non pollués), bien que la comparaison de sites pollués vs non pollués soit délicate compte tenu de la variabilité naturelle importante des populations de poissons et/ou ;
 - o entre des points (stations) présentant des niveaux de contamination différents (examen des relations avec les teneurs en HAPs, par exemple) et ;
 - o entre les dates successives d'échantillonnages, réalisés **de manière saisonnière durant au moins 1 année** (intégration d'un cycle reproductif), de manière à identifier à moyen terme d'éventuels impacts, ou la survenance de processus de restauration (ex : comparaison des données à t_{+1an}). Le plan d'échantillonnage pourra être revu (à la hausse/à la baisse) en fonction des contraintes budgétaires et de terrain, tout en tenant compte des spécificités locales.
- on rappellera l'intérêt de suivre, en parallèle, **les paramètres de base** des masses d'eau (température, salinité, conductivité, oxygène dissous, etc.) pour chaque station ;
- la poursuite de ce type de suivi au-delà d'1 année est à envisager en fonction des résultats obtenus, moyennant d'éventuelles adaptations (réduction de la fréquence d'échantillonnage, sélection d'un certain nombre de sites, etc.) à considérer au cas par cas.

Les protocoles d'échantillonnage :

A l'heure actuelle, il existe **un protocole normalisé d'échantillonnage** défini et validé par l'IRSTEA⁴ pour les inventaires de poissons dans les eaux de transition, et sur lequel on recommandera de s'appuyer pour les prélèvements relatifs à l'ichtyofaune.

Dans les grandes lignes⁵, on en retiendra que :

- l'outil d'échantillonnage dans ce contexte est le chalut à perche, d'une taille à adapter à celle de l'estuaire. (ex : 3 m étant la préconisation pour les grands estuaires (Seine, Loire, Gironde) contre 1,5 m dans des estuaires de taille moyenne ou réduite) ;
- le chalutage doit être effectué à contre-courant, à une vitesse absolue comprise entre 1,5 et 3 nœuds selon la dimension de l'engin, durant 15 minutes lors de coefficients de marée inférieurs à 90, et à différentes profondeurs.
- 6 à 8 traits de chalut sont ainsi recommandés par zone haline concernée par la pollution.

³(Cohérence des sites et des fréquences d'échantillonnage).

⁴Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (antérieurement CEMAGREF).

⁵Cf. AFNOR. Qualité de l'eau - Échantillonnage au chalut à perche des communautés de poissons dans les estuaires. XP T90-701. Paris : AFNOR, 2011, 15 p.

Il faut noter que ces techniques d'échantillonnage ont été définies, testées puis validées dans le cadre des campagnes d'inventaires poissons pour la DCE et, de fait, l'existence de données relatives aux communautés ichthyologiques acquises selon cette méthodologie pour un certain nombre de masses d'eau de transition.

Les avantages et les inconvénients :

Cette approche, si elle présente des inconvénients en termes de logistique et de mise en œuvre relativement lourde (campagnes à la mer), peut néanmoins être couplée au niveau de l'organisation avec d'autres travaux au niveau individuel (écotoxicologie) ou au niveau des communautés. En outre, cette approche ne réclame pas de mesures ou de procédures analytiques complexes des données, excepté pour l'analyse en sclérochronologie des taux de croissance (phases de préparation et d'interprétation notamment).

Les spécificités en estuaires de la Seine, de la Loire et de la Gironde (à développer ultérieurement)

❖ II.2.2 Approche écotoxicologique, au niveau d'espèces ciblées

Dans le cadre d'évaluations de l'impact post-accidentel sur le compartiment « poissons », il est possible, tout comme pour l'endofaune benthique, de mettre en œuvre des approches visant à rechercher l'apparition d'effets sub-létaux chez les individus d'une espèce donnée : ces effets, bien que délicats à caractériser, peuvent se manifester à différentes échelles (ex : organique à subcellulaire, voire moléculaire) et sont plus ou moins spécifiques du polluant incriminé.

Les techniques (ex : biomarqueurs d'exposition, d'effet, histopathologie, etc.) potentiellement applicables sont nombreuses, diverses, et leur pertinence peut varier selon les spécificités de la pollution (caractéristiques du déversement, composition et devenir de l'hydrocarbure, etc.).

Ainsi, les recommandations formulées dans ce paragraphe :

- portent sur **les grands traits d'une approche générale a minima** ;
- sont en partie fondées sur l'expérience identifiée à ce jour en termes de pollutions pétrolières, elles ne se veulent par conséquent **ni exhaustives ni restrictives**.

Le choix des espèces :

En dehors des recommandations générales à observer (Cf. plus haut **Considérations générales - difficultés**), les critères de sélection des organismes sont similaires à ceux évoqués dans la section précédente (Cf. **II.2.1**) à savoir :

- leur **sensibilité** connue aux pollutions par hydrocarbures (induction probable d'une réponse) ;
- l'**exposition potentielle** de l'espèce au polluant (ex : poisson benthique) ;
- éventuellement leur **statut** d'espèce consommée/commerciale et/ou patrimoniale.

Dans les estuaires du nord-est atlantique, quelques espèces de poissons présentent ces caractéristiques et sont *a priori* des **candidats potentiels** pour les suivis écotoxicologiques. On choisira par exemple :

- préférentiellement, les poissons plats tels que le flet (*Platichthys flesus*), la plie (*Pleuronectes platessa*) ou encore la sole (*Solea solea*) ;
- dans un second temps et si nécessaire, les poissons pélagiques tels que le bar (*Dicentrarchus labrax*) ou encore le tcaud (*Trisopterus luscus*) ;
- ...

Si elles sont présentes, le suivi d'**espèces sentinelles** est recommandé, s'agissant notamment de poissons benthiques tels que le flet, espèce abondamment présente en estuaire et largement étudiée en écotoxicologie, ou encore la sole.

Les paramètres à mesurer :

En premier lieu, si des **séries de données** collectées dans le cadre d'un suivi en routine de la qualité du milieu estuarien, concernant un biomarqueur et une espèce particuliers, sont disponibles dans l'aire affectée, il est recommandé d'examiner rapidement après l'accident la survenance éventuelle d'**anomalies dans les fluctuations de base** dudit biomarqueur, même si ce dernier n'est *a priori* pas spécifique d'une pollution accidentelle par hydrocarbures. A noter également que certaines données issues de programmes de recherche en estuaires peuvent aider à établir un état antérieur à l'accident.

L'évaluation de l'effet biologique d'un polluant sur des espèces de poissons sentinelles (flet, *Platichthys flesus*) ou d'autres espèces potentiellement candidates (citées précédemment) peut être appréhendée *via l'étude croisée d'une batterie de biomarqueurs*, spécifiques ou non de l'impact lié aux HAPs.

Lorsque possible, et en fonction du contexte de l'accident (ex : applicabilité aux espèces présentes), on sélectionnera préférentiellement ces biomarqueurs sur la base des **recommandations** formulées par des groupes d'experts internationaux (ex : *Joint Assessment Monitoring Programme JAMP*, de la Convention OSPAR ; *Conseil international pour l'exploration de la mer* (CIEM/ICES), etc.).

Pour le compartiment poisson, on s'appuiera particulièrement sur le document du *JAMP* recommandant le suivi des effets biologiques spécifiques des HAPs⁶, formulé cependant dans un contexte de contamination chronique, mais également sur le document publié par le *CIEM* de Martinez-Gomez et al (2010)⁷ dans le cadre de pollutions accidentelles. Ces deux documents sont repris de manière synthétique dans les tableaux ci-après.

Dans cet esprit, on suggèrera ainsi l'application en priorité d'une batterie de biomarqueurs (consignés dans le tableau ci-dessous):

- d'**exposition** reconnus comme témoins d'un contact avec les contaminants majeurs des systèmes aquatiques, dont les hydrocarbures ;
- de **génotoxicité** ;
- d'**effets** (non spécifiques, néanmoins, d'un type de contaminant). ;
- et associant l'investigation d'effets à **court-terme** (heures, jours), et à **moyen/long-terme** (semaines, mois).

⁶ JAMP (Joint assessment monitoring programme) 2009. Guidelines to contaminant-specific biological effects (OSPAR agreement 2008-2009). Technical annex 2: PAH-specific biological effects monitoring. OSPAR convention for the protection of the marine environment of the North-East Atlantic. Technical annexes of monitoring guidelines. Ref No:2008-9. 48pp.

⁷ Martinez-Gomez C., Vethaak A.D., Hylland K., Burgeot T., Köhler A., Lyons B.P., Thain J., Gubbins M.J. et Davies I.M. 2010. A guide to toxicity assessment and monitoring effects at lower levels of biological organization following marine oil spills in European waters. ICES Journal of Marine Science, 67:1105-1118.

	Biomarqueurs	Signification biologique	Recommandations	
			JAMP	CIEM
Exposition	Cytochrome P450A1/EROD	Activité enzymatique de détoxification des HAPs (activation phase 1 des activités de métabolisation)	X	X
	Métabolites des HAPs	Exposition aux HAPs et métabolisation	X	X
Génotoxicité	Adduits à l'ADN (réponse à long terme)	Formation de liaisons à l'ADN suite à une exposition à des composés réactifs avec l'ADN	X	X
	Test comètes (réponse à long terme)	Cassures de brins d'ADN		X
Effets	Stabilité lysosomale (réponse à court et long terme)	Dommages subcellulaires. Bon prédicteur de pathologies : propose un lien entre exposition et effets pathologiques		X
	Activités enzymatiques antioxydantes (CAT, SOD, GPx...) (réponse à court terme)	Réponse cellulaire au stress oxydant		X
	MalonDiAldéhyde (réponse à long terme)	Produit de dégradation des lipides (péroxydation lipidique : réponse cellulaire au stress oxydant)		X
	Histopathologie du foie (réponse à long terme) incluant les néoplasmes macroscopiques hépatiques	Réponses générales témoins d'un effet pathologique	X	X
	Signes externes de maladies (incluant les lésions aux nageoires)	Réponses générales témoins d'un effet pathologique	X	

Récapitulatif des recommandations des biomarqueurs principaux pour les poissons benthiques et pélagiques (N.B. : indications établies sur la base de l'expérience, suggérant leur adaptation à la problématique présente. Cette liste est moins restrictive qu'indicative.)

La stratégie

- on comparera les réponses biologiques obtenues :
 - o avec des données analogues et comparables : (i) antérieures à la pollution (références) ou ; (ii) issues, s'il est possible d'en établir, de sites « contrôle » (non pollués), et/ou ;
 - o entre des stations présentant des niveaux de contamination différents (examen des relations avec les teneurs en HAPs, par exemple) et ;
 - o entre les dates d'échantillonnages successifs, réalisés à une fréquence adaptée à l'échelle temporelle du processus biologique examiné (i.e. élevée pour des biomarqueurs de réponses initiales à court-terme, plus faible pour des réponses à long terme)
- on rappellera l'intérêt de s'assurer de l'acquisition et de la disponibilité de données pertinentes relatives à la **contamination des sédiments, de la masse d'eau** et également du **biota** sur les stations suivies –soit en intégrant ce volet dans l'étude écotoxicologique, soit en bénéficiant de résultats produits dans le cadre d'une étude distincte mais coordonnée et faisant partie du programme d'évaluation ;

- de même, on rappellera également l'intérêt de combiner les réponses des biomarqueurs aux données environnementales acquises sur les stations suivies (température, salinité, oxygène dissous...);
- la poursuite au-delà d'un premier cycle annuel du suivi écotoxicologique est à envisager selon les résultats (ex : réponse effective et persistante), moyennant d'éventuelles adaptations (réduction de la fréquence d'échantillonnage, suivi de certains biomarqueurs 'chroniques', sélection d'un certain nombre de sites, mise en place de la technique de *caging*, etc.).

Remarques additionnelles :

- **Les biotests**

De la même manière que souligné précédemment (Cf. fiche endofaune de substrats meubles, § 1.2.2), les bioessais peuvent apporter rapidement des éléments d'évaluation du risque ainsi que des éléments d'interprétation des résultats des études d'impacts.

Cette méthode additionnelle à celle de recherche *in situ* d'impacts sur les organismes, populations ou communautés est à recommander via la mise en œuvre d'une batterie de bioessais, comparable à celle déjà proposée.

On pourra ainsi se reporter à la liste indicative présentée dans la section précédente (Cf. 1.2.2), moyennant une adaptation à la problématique présente si besoin.

Les spécificités en estuaires de la Seine, de la Loire et de la Gironde (à développer ultérieurement)

❖ II.2.3 Approche écologique, au niveau des communautés

La recherche d'altérations de la structure des communautés de poissons, envisagée comme indicatrice de la qualité de l'environnement estuarien, est une approche potentielle pour apprécier l'impact d'un déversement accidentel.

Celle-ci consiste à suivre l'évolution de descripteurs/métriques de la structure des assemblages, ou encore d'indices synthétiques agrégeant les descripteurs -offrant une approche plus intégrative et fonctionnelle.

Les paramètres :

Certains paramètres de base de structures des communautés tels que **la biomasse**, **l'abondance** ou encore **la richesse spécifique** (nombre d'espèces) peuvent ainsi caractériser de manière descriptive divers aspects des peuplements de poissons. D'autres métriques reposent sur des notions de **guildes écologiques**, **trophiques** ou de **position**, et permettent d'avoir une vision de la diversité fonctionnelle des communautés. Ces descripteurs sont généralement agrégés pour le calcul d'indicateurs/indices.

A ce titre, il existe différents types d'indices pour caractériser les communautés de poissons, associant différents nombres de métriques (monométrique ou multimétrique). On peut citer, parmi les plus connus, le *Biological Health Index (BHI)*, l'*Indices of Biotic Integrity* spécifique pour les communautés de poissons (**IBI for fish**) ou encore l'indice français *Estuarine and Lagoon Fish Index (ELFI)*⁸ développé dans le cadre de la DCE et basé sur une approche pression-impact. Il est à noter que ces indices n'ont jamais été appliqués jusqu'à présent et à notre connaissance dans un contexte d'évaluation d'impact d'une pollution accidentelle par hydrocarbures. Leur utilisation n'en reste cependant pas moins à considérer -en principe pertinente s'il existe des séries de références permettant une approche comparative (identification de variations par rapport à une ligne de base).

⁸Delpech, C., Courrat, A., Pasquaud, S., Lobry, J., Le Pape, O., Nicolas, D., Boët, P., Girardin, M., Lepage, M., 2010. Development of a fish-based index to assess the ecological quality of transitional waters: The case of French estuaries. *Marine Pollution Bulletin* 60, 908-918.

L'acquisition des métriques sera donc à prendre en compte en fonction du calcul de l'indice et de la problématique à laquelle il doit répondre.

Le protocole d'échantillonnage :

Dans la mesure du possible, on s'appuiera sur le protocole d'échantillonnage normalisé développé par l'IRSTEA concernant les poissons estuariens, exposé plus haut (Cf. § II.2.1) et qui pourra être utilisé de manière commune pour les approches écologiques (populations et/ou communautés) et écotoxicologiques, afin de mutualiser les moyens et réduire les coûts.

Lors de l'échantillonnage, l'ensemble des captures seront identifiées jusqu'à l'espèce, de manière toujours équivalente.

La stratégie :

- on comparera les données obtenues (ex : abondances, biomasses, richesse spécifique), regroupées par station :
 - o avec des données analogues/comparables (i) antérieures à la pollution (références). Dans le cas de l'approche au niveau des communautés ichthyologiques, la comparaison des sites « contrôle » (non pollués) vs. pollués est déconseillée, à moins d'avoir un nombre suffisant et substantiel de sites témoins pour déterminer les niveaux de variabilité naturelle.
 - o entre des stations présentant des niveaux de contamination différents (examen des relations avec les teneurs en HAPs, par exemple) et ;
 - o entre les dates d'échantillonnages successifs, réalisés saisonnièrement durant au moins 1 année (intégration d'un cycle reproductif), de manière à identifier à moyen terme d'éventuels impacts, ou la survenance de processus de restauration (ex : comparaison des données à t_{+1an}).
 - o les comparaisons et le suivi peuvent porter sur divers indices existants cités (ex : ELFI, etc.) à **sélectionner/valider par des experts selon leur pertinence potentielle au regard du contexte de pollution** (Cf. remarques plus haut) et /ou les connaissances antérieures, la disponibilité de séries de données de référence, etc. ;

Les avantages et inconvénients :

Cette approche, si elle peut se révéler lourde à mettre en œuvre (campagnes à la mer, lourdeur d'échantillonnage), vise en principe à obtenir un diagnostic global de l'état de santé des communautés ichthyologiques et de leur restauration. D'un intérêt certain, on en rappellera néanmoins :

- (i) les écueils potentiels, inhérents à la variabilité typiquement élevée des populations de poissons (Cf. considérations générales - difficultés) et par conséquent également tributaires du niveau des connaissances *pré*-pollution, et ;
- (ii) le peu d'expérience concrète -à notre connaissance et à l'heure actuelle- quant à la réponse, dans un contexte de déversement accidentel d'hydrocarbures, des « indicateurs poissons » basés sur la structure des communautés.