



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

FACADE ATLANTIQUE Masses d'eaux de transition (Estuaires)



INDICATEUR Poisson ELFI

Mario Lepage, Christine Delpech, Anne Courrat, Michel Girardin, Stéphanie Pasquaud,
Jérémy Lobry, Olivier Le Pape, Philippe Boët

Irstea, Unité Ecosystèmes Estuariens et Poissons Migrateurs Amphihalins, Bordeaux

Résumé

L'indicateur ELFI est un indicateur multimétrique DCE-compatible, prenant en compte la fonction de nurserie des estuaires, la fonction de milieu d'interface pour les espèces migratrices et les fonctions de reproduction, de zones d'abri et d'alimentation pour les espèces résidentes. Ces fonctions sont appréhendées par l'utilisation de guildes écologiques¹. Les métriques sont calculées en terme de densité pour intégrer la notion d'abondance en plus de la diversité ; elles sont sensibles à la pollution chimique, aux pressions sur l'habitat et le vivant (dragages, navigation, pêches). L'indicateur final est lié à un ensemble de pressions, comprenant celles relatives aux métriques, mais aussi des pressions d'occupation du sol et des pressions hydromorphologiques. L'indicateur doit être complété pour prendre en compte des espèces sensibles.

Rappel des paramètres DCE (Annexe V)

Composition et abondance de l'ichtyofaune sont les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique. Les **espèces sensibles aux perturbations anthropogéniques** sont à prendre en compte dans la définition du bon état ou des états plus dégradés.

Historique au niveau français

Les indicateurs de la qualité environnementale, basés sur la composante « Poisson » du peuplement, ont été développés et utilisés d'abord pour les eaux douces. En France le premier indicateur de ce type a été développé en cours d'eau par Oberdorff et coll. dans les années 2000 (Oberdorff et al. 2001, 2002). Aucun indicateur de la qualité environnementale DCE compatible, n'était disponible pour les estuaires lors de la mise en place de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) en 2000.

Le développement de l'indicateur DCE en estuaires a bénéficié du projet LITEAU II « Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition » en 2005, permettant de poser les bases conceptuelles de l'indicateur et d'une vaste campagne d'acquisition de données dans les estuaires soutenue par les agences de l'eau concernées. Ceci a permis de construire une première version d'un indicateur poisson. Ce projet a trouvé des prolongements dans le cadre des conventions entre l'Onema et Irstea afin de finaliser l'indicateur. Ce nouvel indicateur porte le nom de ELFI (Estuarine and Lagoon Fish Index) dans sa version estuaire, a suivi le processus d'intercalibration européenne (2006-2012) et est aujourd'hui un indicateur validé au niveau européen pour l'évaluation de la qualité écologique des estuaires.

Typologies

France : les travaux de développement de ELFI, ne permettent pas d'associer des types de peuplements de poissons aux types « physiques » des estuaires français proposés dans le cadre de la DCE. On considère

¹ Les guildes regroupent les espèces selon leurs caractéristiques écologiques, trophiques et de répartition

donc que ELFI s'applique à tous les types physiques mais qu'on appliquera des conditions de référence adaptées aux conditions de l'écorégion, de la taille de l'estuaire et de la saison d'échantillonnage.

Europe : 4 types, parmi lesquels 3 concernent la France (types GIG NEA 11-TW2, 11-TW3, 11-TW4). Comme l'intercalibration des indicateurs poisson du GIG NEA a été traitée globalement et pas uniquement pour un type particulier, il en résulte une seule grille européenne.

Jeu de données utilisé

Le jeu de données comprend 27 estuaires mais 36 masses d'eau (certains estuaires sont découpés en plusieurs masses d'eau) pour les années 2005 à 2009. La liste des masses d'eau ayant été échantillonnées au moins une fois entre 2005 et 2009 et fournie dans le Tableau 1. L'échantillonnage se réalise au chalut à perche et comporte 6 à 8 réplicats par zone haline par estuaire. Les traits de chalut sont répartis sur la masse d'eau de façon à obtenir une bonne couverture géographique de la masse d'eau. En général il est effectué 8 traits de chalut par zone haline c'est à dire 8 en eau douce et secteur oligohalin, 8 en secteur mésohalin et 8 en secteur polyhalin et euhalin. Les deux extrémités de la masse d'eau vers l'amont et vers l'aval ont été poolées pour des raisons d'homogénéité des cortèges de poissons qui les fréquentent. Les données correspondantes ont été collectées selon la méthode d'échantillonnage prescrite par Lepage et al. (2008) et en appliquant la norme AFNOR XP T90-70.

Tableau 1 : Masses d'eau prises en compte dans l'élaboration de l'indicateur

	Bassin	Masse_eau		Bassin	Masse_eau
1	LOIRE BRETAGNE	Aber_Wrach	19	LOIRE BRETAGNE	Goyen
2	ADOUR GARONNE	Adour_amont	20	RHONE MEDITERRANEE & CORSE	Grand_Rhone
3	ADOUR GARONNE	Adour_aval	21	LOIRE BRETAGNE	Laita
4	LOIRE BRETAGNE	Aulne	22	LOIRE BRETAGNE	Loire
5	LOIRE BRETAGNE	Aven	23	LOIRE BRETAGNE	Morlaix
6	SEINE NORMANDIE	Baie_des_Veys	24	LOIRE BRETAGNE	Odet
7	LOIRE BRETAGNE	Belon	25	SEINE NORMANDIE	Orne
8	ADOUR GARONNE	Bidassoa	26	LOIRE BRETAGNE	Pont_IAbbe
9	LOIRE BRETAGNE	Blavet	27	SEINE NORMANDIE	Risle
10	ADOUR GARONNE	Charente	28	LOIRE BRETAGNE	Scorff
11	ADOUR GARONNE	Dordogne_fluvial	29	SEINE NORMANDIE	Seine_amont
12	LOIRE BRETAGNE	Elorn	30	SEINE NORMANDIE	Seine_aval
13	SEINE NORMANDIE	Fond_de_baie_du_Mont_Saint_Michel	31	SEINE NORMANDIE	Seine_central
14	ADOUR GARONNE	Garonne_fluvial_amont	32	ADOUR GARONNE	Seudre
15	ADOUR GARONNE	Garonne_fluvial_aval	33	LOIRE BRETAGNE	Sevre_Niortaise
16	ADOUR GARONNE	Gironde_amont	34	ARTOIS PICARDIE	Somme
17	ADOUR GARONNE	Gironde_aval	35	LOIRE BRETAGNE	Trieux
18	ADOUR GARONNE	Gironde_centrale	36	LOIRE BRETAGNE	Vilaine

Métriques

Les métriques ont été choisies parmi 80 métriques candidates, susceptibles de traduire la diversité et les fonctionnalités dans les estuaires. Elles concernent des guildes **Erreur ! Signet non défini.** et des métriques descriptives globales, pour dépasser le niveau taxinomique et s'affranchir des variabilités de répartition biogéographique des espèces. Elles ont été sélectionnées en fonction de leur réponse significative à trois types de pressions (pressions de pollution, pressions sur l'habitat et le vivant et pressions d'occupation des sols). Chaque type de pressions étant composé de plusieurs pressions, un indice les agrégeant a été constitué (voir la présentation des pressions au paragraphe « Relations Pressions-Etats et diagnostic »). Cet « indice de pressions partiel » est testé vis-à-vis des métriques. Est pris en compte aussi le sens de la réponse des métriques (correspondant à la réponse théorique attendue) ainsi que la faible corrélation entre métriques (principe de non redondance).

Les métriques sont calculées à l'échelle du trait de chalut. Les métriques 1-4-5-6 et 7 sont calculées pour toutes les zones de salinité alors que la métrique 2 n'est calculée qu'en zone polyhaline et mésohaline et la métrique 3 est calculée uniquement en zone oligohaline.

- Métrique 1. (3 zones de salinité). Densité de migrateurs - DDIA (densité / 1000 m² pour les traits où il y a des DIA)
- Métrique 2. (zones polyhaline et mésohaline) Densité de juvéniles marins - DMJ (densité / 1000 m² pour les traits où il y a des MJ)
- Métrique 3. (zones oligohalines). Densité de poissons d'eau douce dans les zones oligohalines - DFW (densité / 1000 m² pour les traits où il y a des FW)
- Métrique 4. (3 zones de salinité) Densité de poissons benthiques - DB (Log (x+1) / 1000 m²)
- Métrique 5. (3 zones de salinité) Densité totale de poissons - DT (Log (x+1) / 1000 m²)
- Métrique 6. (3 zones de salinité) Densité de poissons résidents - DER (Log (x*10+1) / 1000 m²)
- Métrique 7. (3 zones de salinité) Richesse taxinomique normalisée - RT_InS (Nb de taxons / Logarithme népérien de la surface échantillonnée)

Valeurs de références

La valeur de référence et les seuils de classe ont été définis à partir de la relation entre l' « indice de pressions global » et l'indicateur ELFI des divers estuaires échantillonnés. L'indicateur ELFI étant normalisé entre 0 et 1, il représente directement une valeur d'EQR. La valeur de l'indicateur ELFI correspondant à des pressions nulles (EQR = 0,91) a été considérée comme la limite inférieure du très bon état après intercalibration, et non comme la valeur de référence car l'ensemble des pressions susceptibles d'affecter les poissons ne sont pas prises en compte dans l'indice global de pression. Les seuils d'EQR des autres classes sont obtenus par division en classes égales à partir de 0,91.

Indicateur et grille de qualité

L'élaboration de l'indicateur à partir des métriques sélectionnées comporte trois étapes.

Pour chaque métrique sélectionnée, une modélisation de la réponse aux pressions est établie. Les trois types de pressions (pressions de pollution, pressions sur l'habitat et le vivant et pression d'occupation des sols) sont agrégés en un « indice de pressions partiel », qui sont eux-mêmes agrégés en un « indice de pressions global », obtenu en sommant les notes de chaque « indice de pressions partiel ». (voir infra, paragraphe « Relations Pressions-Etats et diagnostic »).

La réponse de chaque métrique à « l'indice de pressions global » est modélisée, en incluant des valeurs extrêmes de l'indice de pressions : valeur très faible (correspondant aux plus faibles valeurs observées sur le terrain ou en réglant la valeur des pressions à « zéro »), pour une valeur forte (correspondant à des valeurs observées entraînant des dégradations de la qualité des milieux et des peuplements). Des valeurs intermédiaires de « l'indice de pressions global » sont aussi calculées. Enfin, à l'aide de bootstrap (5000 tirages), des intervalles de confiance de la métrique (quantiles à 10 et 90%) sont calculés autour de ces valeurs de l'indice de pressions grâce aux paramètres issus du modèle. La valeur de la métrique est ensuite calculée pour la comparer aux intervalles de classes de qualité ainsi définis. On vérifie dans quel intervalle se situe la valeur de la métrique et on attribue le score correspondant à la classe de qualité : 0, 2 ou 4, (cas a) lorsque les quantiles 10 et 90 ne se chevauchent pas. Les seuils sont définis à égale distance entre deux quantiles successifs (figure 1). Ces scores peuvent prendre des valeurs intermédiaires (0, 1, 2, 3 ou 4, cas

b) quand deux quantiles se chevauche et que la valeur de la métrique tombe dans cet intervalle. Les métriques ayant une réponse trop faible vis-à-vis des pressions et pour lesquelles les quantiles se chevauchent trop fortement ont été abandonnées (cas c). Dans quelques cas (cas d), il est possible de distinguer 4 seuils (soit 5 classes DCE, l'exigence de résultat en 5 classes de la DCE concerne le résultat final de l'indicateur et pas forcément les résultats au niveau de chaque métrique) mais dans la majorité des cas, seuls deux seuils peuvent être individualisés.

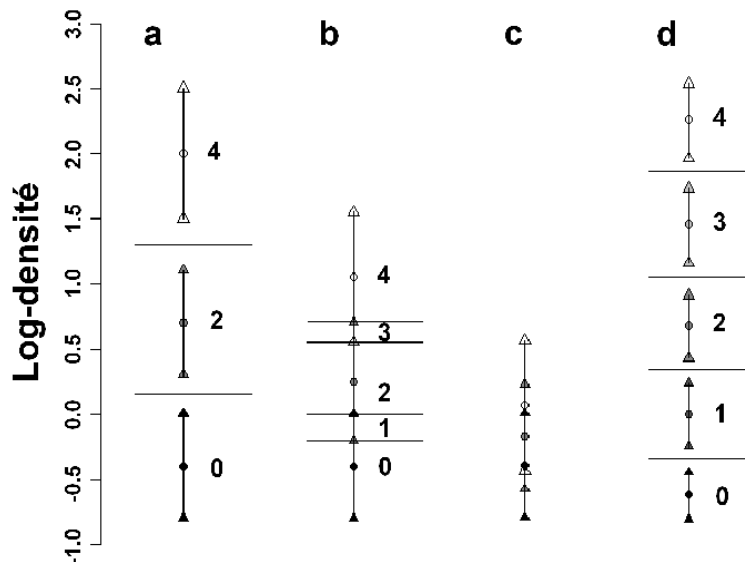


Figure 1 : Système de scoring utilisé pour les métriques

a : système classique en 3 classes en l'absence de chevauchement des intervalles de confiance.

b : système adapté en 5 classes lorsque le chevauchement des 3 classes est limité.

c : chevauchement trop important, impossibilité de définir des seuils robustes, la métrique n'est pas retenue.

d : système en 5 classes sans chevauchement des intervalles de confiance.

Ce travail de modélisation a été mené pour chaque métrique, pour chaque écorégion, pour les petits et les grands estuaires, en fonction de la saison (printemps/automne) et de la zone haline (oligo, méso ou polyhaline) et présenté dans un tableau des seuils par métrique. (voir Tableau 2).

La distinction en 5 classes est possible, le score de la métrique est attribué comme suit :

4 pour une valeur de la métrique supérieure à S4

3 pour une valeur de la métrique entre S3 et S4

2 pour une valeur de la métrique entre S2 et S3

1 pour une valeur de la métrique entre S1 et S2

0 pour une valeur de la métrique inférieure à S1.

Tableau 2 : Exemple de tableau de seuils pour la métrique densité de poissons benthiques (métrique 4)

ecoregion	superficie_class	saison	salinite_class	S1	S2	S3	S4
ATL	1-petitEstuaire	automne	1-oligo	0.73	1.30	1.90	2.50
ATL	1-petitEstuaire	automne	2-méso	1.40	2.00	2.60	3.20
ATL	1-petitEstuaire	automne	3-poly	1.10	1.70	2.30	2.90
ATL	1-petitEstuaire	printemps	1-oligo	0.73	1.30	1.90	2.50
ATL	1-petitEstuaire	printemps	2-méso	1.40	2.00	2.60	3.20
ATL	1-petitEstuaire	printemps	3-poly	1.10	1.70	2.30	2.90
ATL	2-grandEstuaire	automne	1-oligo	0.54	1.10	1.70	2.30
ATL	2-grandEstuaire	automne	2-méso	1.20	1.80	2.40	3.00
ATL	2-grandEstuaire	automne	3-poly	0.89	1.50	2.10	2.70
ATL	2-grandEstuaire	printemps	1-oligo	0.54	1.10	1.70	2.30
ATL	2-grandEstuaire	printemps	2-méso	1.20	1.80	2.40	3.00
ATL	2-grandEstuaire	printemps	3-poly	0.89	1.50	2.10	2.70
MAN	1-petitEstuaire	automne	1-oligo	0.73	1.30	1.90	2.50
MAN	1-petitEstuaire	automne	2-méso	1.40	2.00	2.60	3.20
MAN	1-petitEstuaire	automne	3-poly	1.10	1.70	2.30	2.90
MAN	1-petitEstuaire	printemps	1-oligo	0.73	1.30	1.90	2.50
MAN	1-petitEstuaire	printemps	2-méso	1.40	2.00	2.60	3.20
MAN	1-petitEstuaire	printemps	3-poly	1.10	1.70	2.30	2.90
MAN	2-grandEstuaire	automne	1-oligo	0.54	1.10	1.70	2.30
MAN	2-grandEstuaire	automne	2-méso	1.20	1.80	2.40	3.00
MAN	2-grandEstuaire	automne	3-poly	0.89	1.50	2.10	2.70
MAN	2-grandEstuaire	printemps	1-oligo	0.54	1.10	1.70	2.30
MAN	2-grandEstuaire	printemps	2-méso	1.20	1.80	2.40	3.00
MAN	2-grandEstuaire	printemps	3-poly	0.89	1.50	2.10	2.70

Calcul de l'indice

Par année

L'indicateur multimétrique est basé sur la moyenne des notes obtenues pour chacune des métriques et il est normalisé entre 0 et 1.

$ELFI = \frac{\sum^n}{n}$ (somme des scores observés pour la métrique n / somme des scores maxi pour la métrique n)
(nombre de métriques, en général = 6)

Dans le cas où une masse d'eau n'aurait pas de classe de salinité oligohaline, la métrique 3 concernant les espèces d'eau douces n'est pas calculée et le dénominateur de l'équation a la valeur 6. De même, la métrique 2 « Densité des juvéniles marins » n'est pas calculée en zone oligohaline.

Agrégation temporelle

Il est préconisé de calculer l'indicateur sur 3 ans de surveillance pour limiter les effets de variation saisonnière et interannuelle et sa valeur est la moyenne de l'indicateur calculé annuellement.

Valeurs seuils

Les travaux d'intercalibration européenne, ont eu une incidence faible et uniquement sur la limite inférieure du très bon état (Tableau 3).

Tableau 3 : Ecological Quality Ratio obtenus pour l'indicateur ELFI, avant et après intercalibration européenne

Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,000 - 0,910]	Déjà intercalibré lors du round 2.	Très Bon
]0,910 - 0,675]		Bon
]0,675 - 0,450]		Moyen
]0,450 - 0,225]		Médiocre
]0,225 - 0,000]		Mauvais

Relations Pressions – Etat et diagnostic

Indices de pressions partiels et métriques

Trois catégories de pressions sont étudiées (pressions sur l'habitat et le vivant, pressions de pollution et pressions liées à l'occupation du sol). Pour chaque catégorie de pression, un indice de pressions partiel est élaboré en faisant la somme des notes de chaque pression constituant l'indice. Les indices de pressions sont calculés à l'échelle de l'estuaire car les pressions présentes dans une masse d'eau peuvent avoir des effets importants dans la masse d'eau contiguë dans les estuaires ayant été découpés en plusieurs masses d'eau.

- **Indice pressions sur l'habitat et le vivant (HV)** : l'indice est composé à partir de la somme des notes des pressions suivantes.

Tableau 4: Pressions sur l'habitat et le vivant

Pression	Unité	Source, années	Notes				
			0	1	2	3	4
Barrages	Présence-absence	Expertise locale	0	n/a	n/a	n/a	4
Dragage	x.1000m ³ / km ² d'estuaire	CETMEF 2004-2005	0	]0 - 20]	]20 - 70]	]70 - 200]	> 200
Nombre de pêcheurs	Nombre / km ² d'estuaire	SIH Ifremer Données Gérard Castelnaud, Irstea	0	]0 - 6]	]6 - 20]	]20 - 40]	> 40
Navigation plaisance	Nombre d'anneaux / km ² d'estuaire	http://www.escales-en-france.com/		]0 - 30]	]30 - 120]	]120 - 400]	> 400
Navigation commerciale	Tonnes de fret / km ² d'estuaire	http://www.mer.equipement.gouv.fr/commerce/00_presentation/index.htm http://www.quid.fr/2006/Transports_Maritimes/Ports_Maritimes_De_Commerce/1	0	]0 - 0,2]	]0,2 - 1]	]1 - 2]	> 2
Pêche commerciale	Tonnes annuelles en criée / km ² d'estuaire	source ofimer 2005	0	]0 - 300]	]300 - 2000]	]2000 - 4000]	> 4000

- **Indice pressions de pollution** : l'indice est composé de la somme des notes des pressions suivantes.

- les nitrates (NO₃⁻)
- les phosphates (PO₄⁺)
- les métaux lourds : cadmium, mercure, zinc, plomb, cuivre
- les polluants organiques : lindane, PCB, HAP

Les seuils utilisés pour chaque type de pression sont donnés dans les tableaux 5 à 7.

Tableau 5 : Seuils des concentrations en nitrates et phosphates de la grille des Agences de l'eau et note attribuée pour notre analyse

	TB	B	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0 - 2	2 - 10	10 - 25	25 - 50	> 50
PO ₄ ⁻ (mg/L)	0 - 0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 1	1 - 2	> 2
Note donnée	1	2	3	4	5

Pour les polluants organiques, les seuils des classes fournis par les Agences de l'eau ne permettent pas de discriminer les 55 masses d'eau estuariennes. Toutes les masses d'eau se voient classées en mauvaise qualité pour les HAP et en très bonne qualité pour les PCB et le lindane.

Afin d'obtenir un classement discriminant entre les différentes masses d'eau, nous avons établi 4 classes, à partir des distributions de fréquence de chaque polluant, différentes de celles des Agences de l'eau (Tableau 6).

Tableau 6 : Seuils des concentrations ($\mu\text{g/Kg sec}$) des polluants organiques

Note attribuée	1	2	3	4
PCB	≤ 15	>15 et ≤ 30	>30 et ≤ 75	> 75
HCHGamma	$\leq 0,04$	$>0,04$ et $\leq 0,8$	$>0,8$ et $\leq 2,2$	$>2,2$
HAP	≤ 100	>100 et ≤ 200	>200 et ≤ 300	>300

Tableau 7 : Seuils des concentrations en métaux lourds et polluants organiques fournis par les Agences de l'eau.

			Très Bon	Bon	Médiocre	Mauvais
Métaux (mg/Kg sec)	Zinc	moule	< 100	100 - 150	150 - 200	> 200
		huître	< 1500	1500 - 2000	2500 - 4500	> 4500
	Cuivre	moule	< 5	5 - 10	10 - 15	> 15
		huître	< 100	100 - 350	350 - 700	> 700
	Mercure		< 0.2	0.2 - 0.3	0.3 - 0.4	> 0.4
	Cadmium	moule	< 1	1 - 2	2 - 4	> 4
huître		< 3	3 - 6	6 - 12	> 12	
Plomb		< 2	2 - 4	4 - 6	> 6	
Composés organiques ($\mu\text{g/Kg sec}$)	PCB		< 250	250 - 800	800 - 1500	> 1500
	Lindane		< 5	5 - 10	10 - 15	> 15
	HAP		< 4	4 - 12	12 - 20	> 20

- **Indice pressions d'occupation du sol** : l'indice est composé de la somme des notes des pressions suivantes.

Les classes d'occupation du sol sont estimées par SIG en croisant l'outil Corine Land Cover 2000 et les polygones des masses d'eau dans une zone de 500 m (Taille des pixels de 250m X 250m dans CLC) à partir de la ligne de base (trait de côte des masses d'eau défini par le référentiel géographique des masses d'eau) pour les catégories mentionnées au Tableau 8.

Tableau 8 : Pressions de pollution d'occupation du sol

Pression	Unité	Source, années	Notes				
			1	2	3	4	5
Les zones urbanisées (ZU)	Classe de % d'occupation	CLC (2000)	0	>0 et $\leq 10\%$	$>10\%$ et $\leq 20\%$	$> 20\%$ et $\leq 30\%$	$> 30\%$
Les zones industrielles (ZI)	Classe de % d'occupation	CLC (2000)	0	>0 et $\leq 10\%$	$>10\%$ et $\leq 20\%$	$> 20\%$ et $\leq 30\%$	$> 30\%$
Les mines, décharges et chantiers (Mines)	Classe de % d'occupation	CLC (2000)	0	>0 et $\leq 10\%$	$>10\%$ et $\leq 20\%$	$> 20\%$ et $\leq 30\%$	$> 30\%$
Les terres arables (TA)	Classe de % d'occupation	CLC (2000)	0	>0 et $\leq 10\%$	$>10\%$ et $\leq 20\%$	$> 20\%$ et $\leq 30\%$	$> 30\%$
Les cultures permanentes (CP)	Classe de % d'occupation	CLC (2000)	0	>0 et $\leq 10\%$	$>10\%$ et $\leq 20\%$	$> 20\%$ et $\leq 30\%$	$> 30\%$
Les zones agricoles hétérogènes (ZA)	Classe de % d'occupation	CLC (2000)	0	>0 et $\leq 10\%$	$>10\%$ et $\leq 20\%$	$> 20\%$ et $\leq 30\%$	$> 30\%$

- Relations entre métriques et « indices de pressions partiels »

La principale pression en relation avec les métriques est la pression de pollution.

Pour les métriques 1 (DDIA), 2 (DMJ) et 3 (DFW), les traits de chalut où ces guildes sont présentes (modèle Delta présence/absence) sont sélectionnés puis les calculs de densité sont effectués uniquement sur les traits où les densités ont une valeur positive (non nulles). Le tableau ci-dessous indique les relations les plus significatives.

Tableau 9 : Relations entre métriques et « indices de pressions partiels »

		Métrique 1 DDIA	Métrique 2 DMJ	Métrique 3 DFW	Métrique 4 DB	Métrique 5 DT	Métrique 6 DER	Métrique 7 RT_InS
		Delta	Delta	Delta	log(x+1)	log(x+1)	log(x*10+1)	Ln
Indice Pression de pollution	significatif	***	***	***	***	***		
	part expl. (%)	15,1	9,5	11,6	10,7	6,2		
Indice Pression Métaux uniquement	significatif			***				***
	part expl. (%)			12,7				4,4
Indice Pression sur habitat et le vivant	significatif						***	
	part expl. (%)						2,3	

*** : significativité de l'effet au seuil de 0,001

Indice de pressions global et indicateur ELFI

Un « indice de pressions global » a été établi en faisant la somme des indices pressions partielles (Pollution, Habitat et vivant et Occupation des sols) de façon à intégrer les différentes pressions en une seule valeur de pression globale. La corrélation entre la pression globale et les valeurs des EQR de l'indicateur ELFI par masse d'eau a été recherchée. La droite de régression obtenue et le R² montrent une bonne corrélation entre l'indicateur ELFI et l'indice de pression (Figure 2).

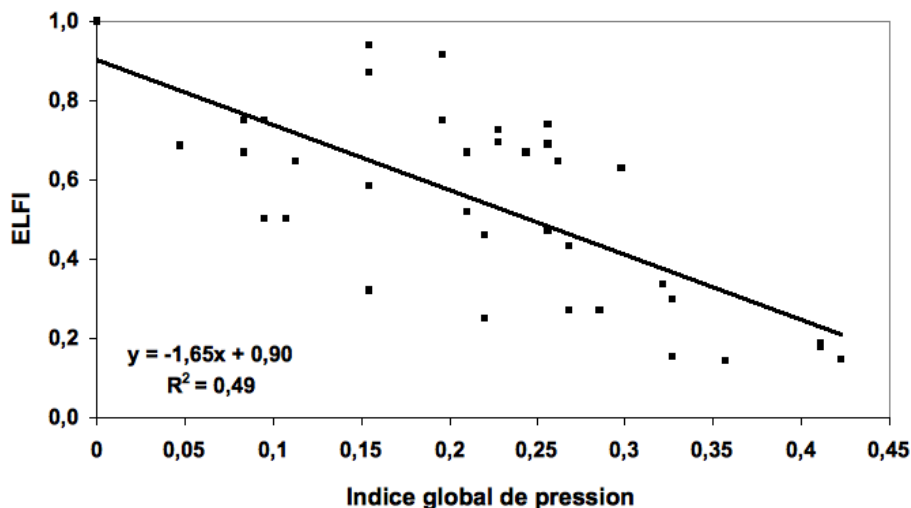


Figure 2 : Régression linéaire entre les pressions (indice global) et l'état mesuré par l'indicateur poisson ELFI (valeur des EQR entre 0 et 1)

Cette relation est très significativement améliorée avec l'utilisation de l'indice de pression commun européen, développé par le groupe d'expert poisson du GIG NEA dans le cadre de l'intercalibration européenne (Figure 3).

Cet indice de pression intégrateur prend en compte des altérations hydromorphologiques des habitats, des éléments de la qualité de l'eau et des usages. Il contient 8 métriques pour lesquelles on peut attendre une réponse biologique des peuplements de poissons. La corrélation entre l'ICM et les valeurs d'EQR de

l'indicateur ELFI est très satisfaisante ($R^2=0.76$, $p<0.001$, $n=26$). Cet indice de pression montre qu'au delà des pressions de pollution, l'indicateur ELFI répond à des pressions hydromorphologiques.

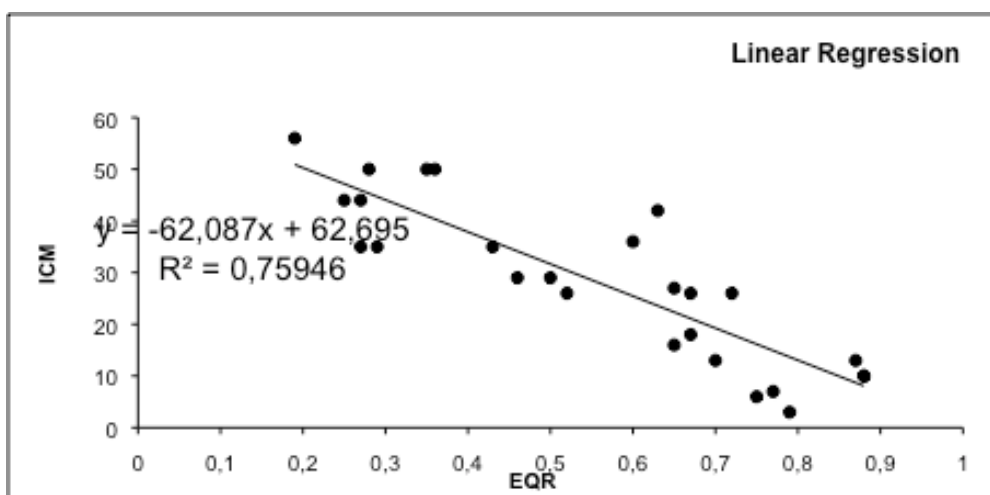


Figure 3 : Régression linéaire entre l'indice de pression commun européen (ICM) et les valeurs de l'indicateur ELFI (EQR)

Limites d'application - Commentaires

Lorsque des densités exceptionnellement fortes d'une seule espèce sont capturées (en général cela concerne les gobies et les mullets, possible effet de banc), la note de l'indicateur ELFI doit être interprétée avec prudence. Il est toujours nécessaire de regarder le détail des notes par métrique pour obtenir la meilleure interprétation des résultats. Ceci est d'autant plus vrai lorsque l'espèce capturée en forte abondance contribue à plusieurs guildes représentées par les métriques. Par exemple, les gobies appartiennent à la guilde ER (espèces résidentes) et à la guilde B (espèces benthiques). La forte abondance contribue également à la métrique Densité totale.

Du fait de sa conception, l'indicateur ELFI ne représente qu'une partie de l'information sur les populations de poissons en estuaires. En effet, le protocole cible plutôt la capture de juvéniles et d'adultes de petite taille. L'image du peuplement est donc partielle même si elle représente quelques grandes fonctionnalités écologiques des estuaires pour les espèces (nourriceries pour les juvéniles, zone de repos, d'alimentation et de reproduction pour les espèces résidentes, connectivité pour les espèces migratrices). Les métriques retenues sont celles qui répondent à des pressions, exprimées à partir de données disponibles. Les poissons sont intégrateurs de l'état des autres compartiments biologiques (invertébrés benthiques, phytoplancton, macroalgues) mais dans l'état actuel de l'indicateur ELFI, les notes obtenues ne peuvent pas renseigner sur l'état des autres compartiments. Des indicateurs complémentaires s'intéressant au fonctionnement trophique des estuaires et permettant de mieux mesurer les interactions entre les différents compartiments biologiques serait un sérieux avantage pour la compréhension du fonctionnement de l'écosystème estuarien.

Il semble important que ce travail de relation entre les pressions et les réponses biologiques soit poursuivi de façon à mieux connaître les véritables impacts liés à certaines activités humaines et à des altérations des habitats du poisson.

Références

- AFNOR, 2011. XP T 90-701 juin 2011 - Qualité de l'eau - Echantillonnage au chalut à perche des communautés de poissons dans les estuaires, AFNOR/T95F, p. 16.
- Courrat, A., Lobry, J., Nicolas, D., Laffargue, P., Amara, R., Lepage, M., Girardin, M. and Le Pape, O., 2009. Anthropogenic disturbance on nursery function of estuarine areas for marine species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81, 179-190.
- Delpech, C. et Lepage, M., 2009. Perfectionnements et ajustements de l'indicateur poisson pour les eaux de transition. Convention de partenariat ONEMA-Cemagref 2008, Cestas.

- Delpech, C. et Lepage, M., 2012. Indicateur ELFI : Agrégation temporelle et incertitude. Etat d'avancement de l'intercalibration européenne. Rapport final. Partenariat ONEMA-Irstea 2011, Domaine 2.4, Action 24. Cestas , 37p.
- Delpech, 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.
- Delpech, C., Drouineau, H. and Lepage, M., 2010. Développement de l'indicateur « poisson » pour les eaux de transition, intercalibration européenne et interfaçage avec le système d'évaluation (SEEE). Convention de partenariat ONEMA-Cemagref 2009, Cestas. 98p.
- Delpech, C., Drouineau, H. and Lepage, M., 2011. Amélioration de la robustesse de l'indicateur ELFI et état d'avancement de l'intercalibration européenne. Convention de partenariat ONEMA-Cemagref 2010, Cestas, 98p.
- Girardin, M., Lepage, M., Amara, R., Boët, P., Courrat, A., Delpech, C., Durozoi, B., Laffargue, P., Le Pape, O., Lobry, J., Parlier, E. and Pasquaud, S., 2009. Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition. Programme Liteau
- Lepage, Mario, Girardin, Michel, Bouju, V., 2008. Inventaire Poisson dans les eaux de transition. Mise à jour du protocole d'échantillonnage pour le District Rhône Méditerranée et Corse, Procédure EPBX_802_3. Cemagref - groupement de Bordeaux, Cestas, p. 30.
- Oberdorff T., Pont D., Hugueny B. & Chessel D. 2001. A probabilistic model characterizing fish assemblages of French rivers: a framework for environmental assessment. *Freshwater Biology*, 46, 399-415.
- Oberdorff T., Pont D., Hugueny B. & Porcher J.P. 2002. Development and validation of a fish-based index for the assessment of 'river health' in France. *Freshwater Biology* 47, 1720-1734.