Agence de l'Eau Artois-Picardie

Rapport d'étude

Etude de l'indice multimétrique (I2M2) en Artois Picardie
1. Rapport général

Décembre 2014

Angers - Technopole d'Angers - 1 avenue du Bois l'Abbé - 49070 Beaucouzé - Tél. : 02 41 22 01 01 - Fax : 02 41 48 04 14 - aqua@aquascop.fr
Montpellier - Domaine de Cécélès - 1520 route de Cécélès - 34270 Saint Mathieu de Tréviers - Tél. : 04 67 52 92 38 - Fax : 04 67 52 93 23 - aqua2@aquascop.fr

www.aquascop.fr

Etude de l'indice multimétrique (I2M2) en Artois Picardie
1. Rapport général

Décembre 2014

Version	Date	Nom et signature du (des) rédacteur(s)	Nom et signature du vérificateur
1	13/06/2014	Alain Berly Amadou Camara Danielle Levet Jérôme Mouchelin	Vincent Bouchareychas
2	10/10/2014	Amadou Camara Danielle Levet	Vincent Bouchareychas
3	19/12/2014	Vincent Bouchareychas Danielle Levet	Alain Berly

Sommaire

1. RAPPELS SUR L'I2M2 5
1.1. Invertébrés benthiques et bio-indication 5
1.2. Incompatibilité IBGN et DCE 5
1.3. Nouveaux protocoles invertébrés en cours d'eau 5
1.4. Elaboration de l'I2M2 6
1.5. Calcul de l'I2M2 9
1.6. Limites de classes de l'état écologique 9
1.7. Outil de diagnostic associé à l'I2M2 11
1.8. Ajustements de l'I2M2 11
1.9. Cas du bassin Artois-Picardie 12

2. COMPARAISON DES RESULTATS I2M2 ET IBG-EQUIVALENT 14
2.1. Objectifs du traitement des données 14
2.2. Comparaison des indices i2m2 et IBG-équivalent 14
2.3. Comparaison des classes de qualité I2M2-IBG-éq 23
2.4. Synthèse des observations sur l'I2M2 2007-2012 25

3. REPONSES DE L'I2M2 AUX PRESSIONS DE POLLUTION 27
3.1. Objectifs et données utilisées 27
3.2. Liens I2M2 et métriques avec les indices SEQ-eau 6 mois 27
3.3. Capacité de discrimination des pressions chimiques par l'I2M2 32
3.4. Pressions à l'origine des déclassements par l'I2M2 34
3.5. Synthèse : réponses de l'I2M2 aux pressions de pollution 36

4. REPONSES DE L'I2M2 AUX PERTURBATIONS PHYSIQUES 38
4.1. Descripteurs SEQ physique 38
4.2. Risque d'altération SYRAH 38
4.3. Examen des listes faunistiques 39

5. CONFRONTATION DES DIAGRAMMES RADAR AUX DONNEES TERRAIN 40
5.1. Prévision de pressions Wq – Alterations SEQ-eau 6 mois 40
5.2. Prévision de pressions HD – Descripteurs SEQ-physique 47
5.3. Conclusion générale 50

6. AGIR SUR LES PRESSIONS : EXAMEN DES CONDITIONS NECESSAIRES A L'AMELIORATION DE L'I2M2 51
6.1. Identification des pressions à l'origine des déclassements 51

6.2. Niveaux de pression chimiques admissibles pour un bon I2M2 dans sa configuration actuelle 51
6.3. Niveau de pressions morphologiques admissibles 53
6.4. Conclusion 54
7. CONCLUSIONS EN TERMES DE SURVEILLANCE ET D'EVALUATION DES COURS D'EAU55
8. ANNEXES 58
8.1. Constitution d'une base de données 58
8.2. Carte de l'indicateur pesticides 2007-2012 59
8.3. Stations dans lesquelles l'IBG-éq est supérieur à la reference 60
8.4. Classes de qualité des altérations SEQ-eau 2007 à 2012 61
8.5. Aménagements apportés aux abondances taxonomiques lors du calcul de l'I2M2 en Artois Picardie 68
8.6. Opérations de prélèvement en sites de bonne qualité physique 69
8.7. Autres éléments constituant de ce dossier 70

1. RAPPELS SUR L'I2M2

Dans le cadre de l'application de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), l'université de Lorraine a développé un nouvel indice concernant le compartiment « invertébrés benthiques » en cours d'eau : l'Indice Invertébrés Multi-Métrique (I2M2), en collaboration avec l'IRSTEA et avec la coordination du Ministère de l'Ecologie du Développement Durable et de l'Energie ainsi que de l'ONEMA. Cet indice, amené à remplacer l'IBGN, doit permettre d'évaluer de manière fiable et performante l'état écologique des cours d'eau français[1].

1.1. INVERTEBRES BENTHIQUES ET BIO-INDICATION

Le caractère bio-indicateur des macroinvertébrés benthiques est utilisé depuis plus d'un siècle notamment pour évaluer l'importance des pollutions organiques (méthode des saprobies de Kolkwitz et Marsson).

En France, de nombreux indices se sont succédés : IB, IQBG et IQBP, IBG et IBGN. L'IBGN, premier indice normalisé détermine la qualité biologique par combinaison de 2 variables : le groupe faunistique indicateur, qui évalue le niveau maximum de polluosensibilité générale, et la classe de variété taxonomique qui témoigne notamment de la qualité et/ou de la variété de l'habitat.

1.2. INCOMPATIBILITE IBGN ET DCE

Les exigences de la DCE en matière d'évaluation hydrobiologique ne sont pas toutes respectées par la méthode IBGN pour plusieurs raisons :

- un protocole d'échantillonnage IBGN basé sur les « capacités biogènes » de la station et non pas sur la notion de « représentativité» des habitats et donc du peuplement benthique associé (« image moyenne »),
- une faible sensibilité à certaines pressions anthropiques (hydromorphologie, nutriments, micropolluants,…),
- absence de ratio de qualité écologique comparant les résultats comme préconisé dans l'annexe V de la DCE (rapport entre les valeurs des paramètres biologiques observées et les valeurs de ces paramètres en conditions de référence),
- absence d'écart aux références pour la composition, l'abondance et la diversité des peuplements, ainsi que de ratio entre taxons sensibles et résistants (directive 2000/60/CE),
- non prise en compte de l'abondance des taxons,
- non prise en compte de la typologie des cours d'eau.

Etant donné les incompatibilités de l'IBGN avec la DCE, il a été élaboré un nouvel indicateur basé sur un échantillonnage adapté qui permet le calcul d'un indice DCE compatible : l'Indice Invertébré Multi-Métrique (I2M2).

1.3. NOUVEAUX PROTOCOLES INVERTEBRES EN COURS D'EAU

Depuis environ 10 ans, des travaux d'élaboration d'une nouvelle méthode de référence pour l'étude des « macro-invertébrés en cours d'eau » ont donc été développés de manière à répondre aux exigences de la Directive Cadre Européenne. Le but est donc de

- pallier les faiblesses et carences de l'IBGN,
- élaborer une méthode applicable à l'ensemble des masses d'eau métropolitaines,
- répondre à un maximum de types de perturbations,

[1] Prieto Montes, M. ; Mondy, C. ; Usseglio Polatera, P., 2012, The new Index I2M2. Invertebrate Multimetric Index. Change in the bioassessment tool for rivers; IRSTEA, univ Metz.

- être cohérent avec les autres méthodes européennes.

Cette mutation s'est déroulée en plusieurs étapes :

- Un premier protocole intitulé « Protocole de prélèvement et de traitement des échantillons des macro-invertébrés benthiques sur les sites de référence « cours d'eau » » (P. USSEGLIO-POLARERA, J.G. WASSON) a été proposé pour l'acquisition de données dans le cadre du « réseau de référence » (directive ministérielle 2004/08 du 23 décembre 2004). Cette méthodologie prévoit l'échantillonnage de 12 prélèvements élémentaires par station dont 8 au prorata de leur représentativité et 4 selon leur biogénéité décroissante. Les préconisations sont identiques à celles du protocole IBGN mis à part le choix des habitats à prélever et une limite de détermination plus poussée (généralement au genre). Ce protocole mis en œuvre de 2005 à 2007 sur les stations de référence a peu à peu été adapté, avec notamment les modalités de regroupement des échantillons élémentaires en 3 bocaux distincts (directive ministérielle 2006/16 du 13 juillet 2006). L'ensemble de ces données de référence collectées a servi à déterminer les valeurs de référence d'un futur indice invertébrés.
- En mars 2007, la circulaire DCE 2007/22 a pour objet le nouveau « protocole de prélèvement et de traitement des échantillons des invertébrés sur le réseau de contrôle de surveillance » des cours d'eau. Ce protocole simplifié, dérivé du protocole utilisé pour les références, prévoit un échantillonnage séparé de 3 groupes de 4 micro-prélèvements et répond à 3 objectifs de la DCE :
  - fournir une **image représentative des peuplements** en séparant habitats marginaux et dominants,
  - permettre le développement et la mise en œuvre d'un **nouvel indice multimétrique** d'évaluation de l'état écologique des cours d'eau,
  - autoriser, dans un souci de continuité historique des suivis, le **calcul d'un « équivalent IBGN »** avec une marge d'incertitude acceptable (car les 8 microhabitats désormais pris en compte ne sont pas nécessairement identiques à ceux de l'échantillonnage IBGN).
- Ces protocoles ont fait l'objet d'une normalisation française. Une première norme concernant l'échantillonnage des macroinvertébrés en rivières a été publiée par l'AFNOR en septembre 2009 (XP T90-333) : « Prélèvement des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes ». L'échantillonnage est basé sur 12 prélèvements élémentaires (microhabitats) regroupés en 3 bocaux, en sélectionnant successivement 4 supports marginaux parmi les plus habitables, puis 4 supports dominants par ordre de représentativité, et enfin 4 habitats dominants complémentaires ou a défaut ré-échantillonnés par ordre de représentativité.

  Une seconde norme lui a succédé concernant la détermination et le « Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau (XP T90-388 de juin 2010). Pour les résultats faunistiques, différentes combinaisons entre ces 3 bocaux permettent de caractériser :
  - une liste « équivalente IBGN » (B1+B2),
  - une liste « peuplement des habitats dominants » (B2+B3),
  - une liste « peuplement des habitats marginaux » représentatifs (B1),
  - une liste « faune globale » du site de prélèvement (B1+B2+B3).

1.4. ELABORATION DE L'I2M2

1.4.1. Données d'entrée

Les **données faunistiques** obtenues avec ces nouveaux protocoles de terrain et de laboratoire ont été utilisées dans la construction du nouvel « Indice Invertébrés Multi-Métrique » (I2M2), les données biotiques d'entrée étant issues des « réseaux de référence » et « RCS » de 2005 à 2008, soit plus de 4000 opérations de prélèvements représentant des situations perturbées ou non (peu au minimum).

Ce sont également ces protocoles d'échantillonnage (XP T90-333 de septembre 2009) et de traitement des échantillons au laboratoire (XP T90-388 de juin 2010) qui ont été retenus pour la mise en œuvre et le calcul de l'I2M2.

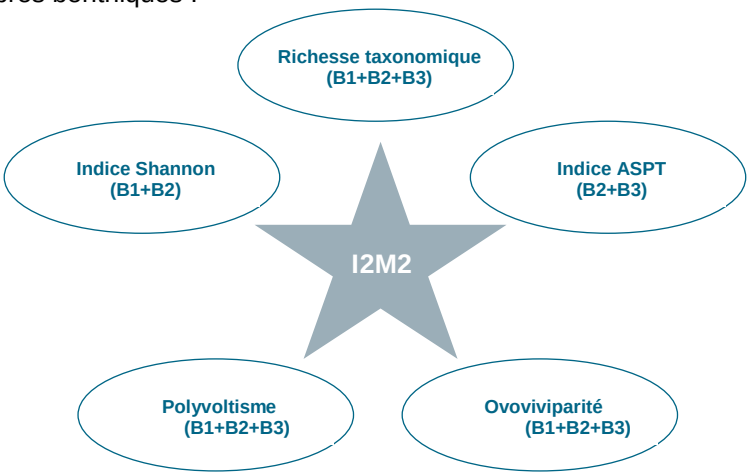
Pour ce qui est des **données abiotiques**, les paramètres physicochimiques sont issus du SEQ-eau et les paramètres hydromorphologiques de données d'occupation du sol et de SYRAH. Ces données sont regroupées en 17 catégories de pressions (10 pour la physico-chimie et 7 pour l'hydromorphologie), voir le tableau ci-dessous :

Catégories de pression considérées dans le développement de l'I2M2 (Mondy et al. 2012).

Physicochimie	Hydromorphologie
Matières organiques et oxydables (MOOX)	Voies de communication
Matières azotées (hors nitrates)	Couverture de la ripisylve
Nitrates	Urbanisation
Matières phosphorées	Risque de colmatage
Matières en suspension (MES)	Instabilité hydrologique
Acidification	Degré d'anthropisation
Micropolluants minéraux (e.g. métaux)	Intensité de la rectification
Pesticides	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	
Autres micropolluants organiques	

1.4.2. Les métriques

Dans sa version actuelle, l'I2M2 est constitué de 5 métriques liées à la structure et au fonctionnement des peuplements d'invertébrés benthiques :



Dans le détail, les 5 métriques sont :

- l'indice de diversité de Shannon calculé sur la faune des habitats dominants (B1+B2) ; il permet d'évaluer l'hétérogénéité du milieu en prenant en compte l'équilibre du peuplement au travers de la richesse taxonomique totale et l'abondance relative de chaque taxon ;
- la valeur de l'ASPT (« Average Score Per Taxon » ; Armitage et al. 1983), calculé encore sur les habitats dominants représentatifs (B2+B3) ; cet indice est basé sur le niveau moyen de polluosensibilité du peuplement au travers d'une note individuelle de polluosensibilité affectée à chaque taxon (entre 0 et 10) ; cet indice semble bien répondre aux apports organiques et à l'eutrophisation ;
- la fréquence relative des espèces polyvoltines[2] dans tous les habitats (B1+B2+B3) ; en pratique, ce trait biologique favorise la recolonisation de milieu préalablement impactés ;
- la fréquence relative des espèces ovovivipares[3] dans tous les habitats (B1+B2+B3) ; ce mode de reproduction favorise la survie embryonnaire par rapport aux pontes classiques dans un milieu soumis à perturbations ;

[2] Espèces réalisant plusieurs générations par an

[3] Espèces dont les œufs incubent jusqu'au terme au sein de l'organisme mère donc relativement protégés du milieu extérieur

- la richesse taxonomique de l'ensemble des 12 habitats échantillonnés (B1+B2+B3), selon les niveaux de détermination indiqués dans l'annexe B de la publication de présentation de l'I2M2 (C. Mondy et al./Ecological indicators 18 (2012) 452-467). Ces niveaux de détermination s'approchent de ceux de la norme laboratoire (XP T90-388) ; cette métrique simple permet de bien discriminer les stations de référence des stations perturbées.

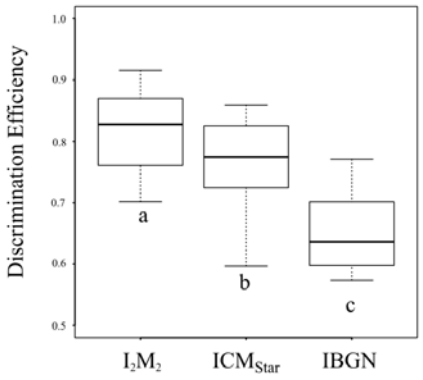
Ces 5 métriques ont été sélectionnées statistiquement, parmi 30 métriques candidates, comme les plus robustes et pertinentes à l'intégration dans l'indice final selon les critères suivants :

- métriques généralistes avec une réponse significative à au moins 7 des 10 catégories de pressions relatives à la qualité de l'eau ainsi qu'à 5 des 7 pressions relatives à l'hydromorphologie et l'occupation du sol ;
- efficacité de discrimination entre des peuplements soumis ou non à perturbation ;
- stabilité en situation « non perturbée » ;
- non redondance dans la sélection des métriques.

Notons que l'expression des métriques sous forme d'**EQR** (Ecological Quality Ratio) constitue une avancée importante par rapport à l'IBGN, car il intègre la typologie et représente l'écart à la référence : c'est le rapport d'indices entre un « état observé » et un « état du milieu en l'absence de perturbation » anthropique (échelle de 0 = mauvais à 1= référence).

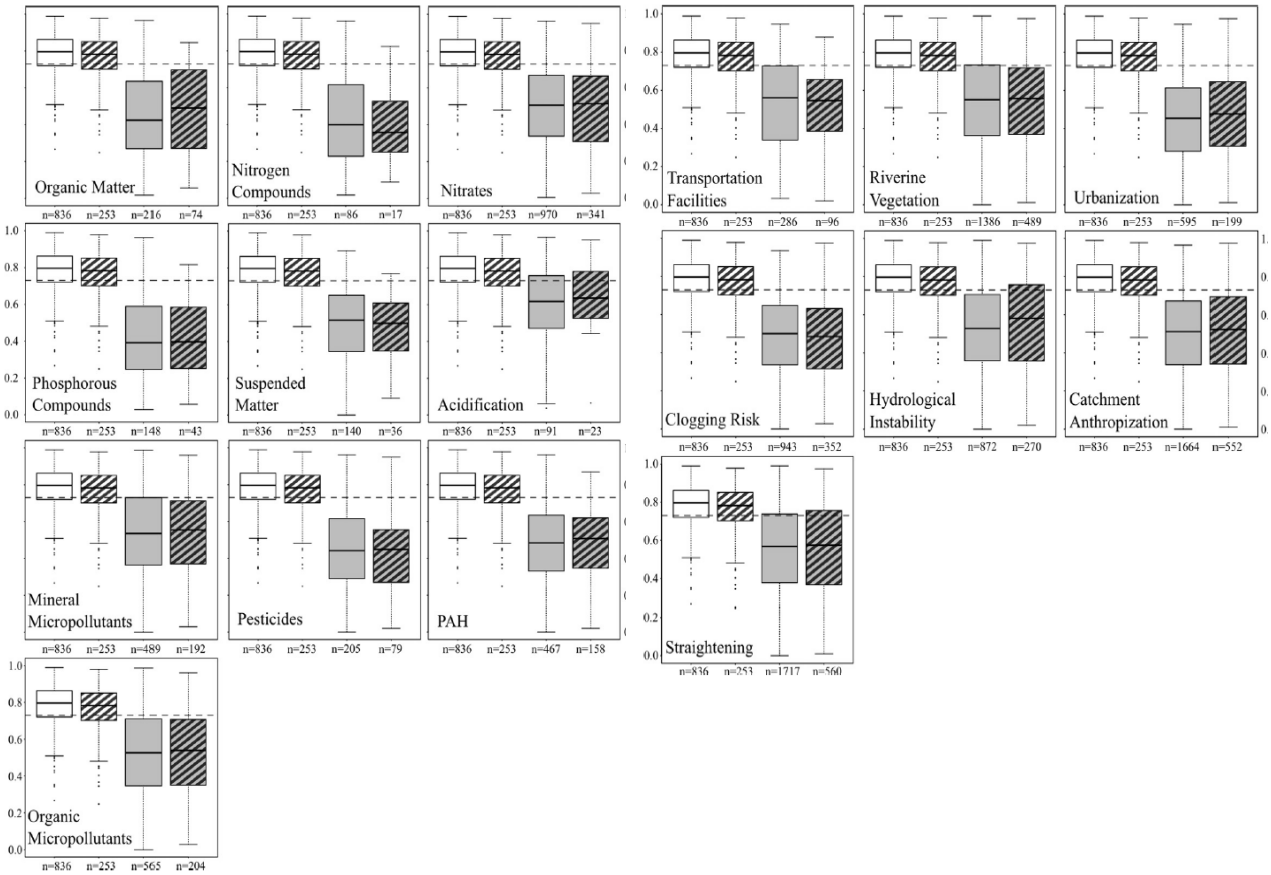
Ces EQR sont calculés pour chaque métrique puis **pondérés par les capacités de discrimination** (DE) **de chaque type de pression**. Ainsi un poids plus important est-il donné aux métriques discriminant le plus efficacement une perturbation donnée.

La sensibilité de l'I2M2 est ainsi très largement supérieure à celle de l'IBGN et permet une bonne efficacité de discrimination (82 %) et ce pour les 17 types de perturbations comme en témoignent également les distributions statistiques présentées ci-dessous. Notons la bonne stabilité des valeurs de l'I2M2 pour les situations de références (« petites » boites à moustaches).



Rappelons que l'IBGN répond principalement à l'enrichissement organique des milieux mais ne réagit pas à certaines perturbations hydro-morphologiques.

Distribution des valeurs d'I2M2 pour chacune des 17 pressions dans des sites en bon état (petites boites en haut à gauche) et sur les sites perturbés (grandes boites en bas à droite) ; les boîtes hachurées correspondent aux données du jeu test, les boites blanches et grises étant celles du jeu d'apprentissage - source (Mondy et al. 2011).



1.5. CALCUL DE L'I2M2

Le calcul de l'indice I2M2 global est la moyenne arithmétique de 17 sous indices (liés aux 17 catégories de pression). Chaque sous indice correspond à la moyenne des 5 métriques exprimées en EQR pondérées par leur capacité de discrimination par type de pression.

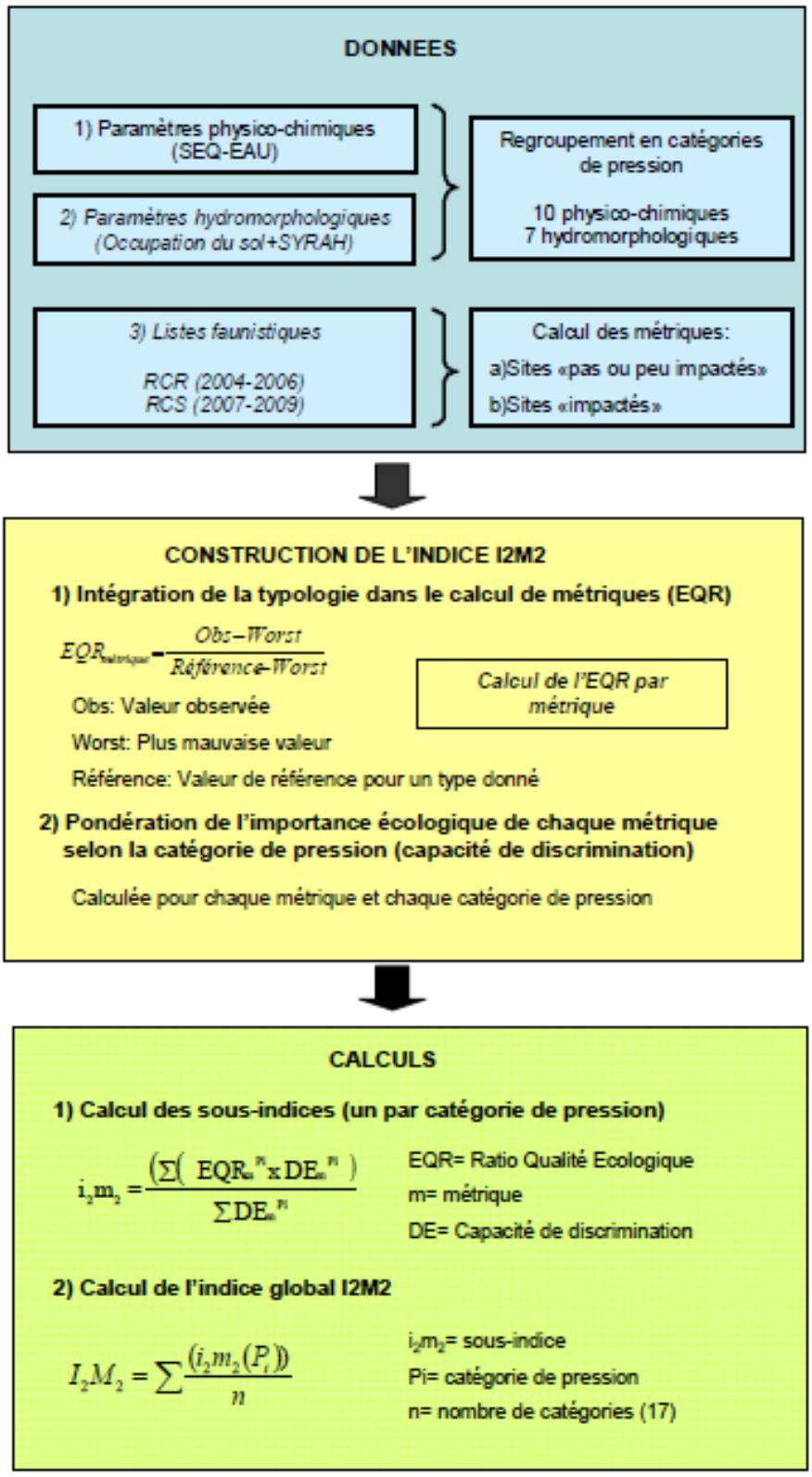
Un schéma global synthétique reprenant la construction et le calcul de l'I2M2, issu d'un rapport ONEMA/CEMAGREF est présenté page suivante.

1.6. LIMITES DE CLASSES DE L'ETAT ECOLOGIQUE

A partir des valeurs de l'I2M2 dans les situations de référence, la limite de classe « très bon état »/ « bon état » a été calculée à partir de la médiane de la distribution du 3^{e} quartile de 100 sous-échantillons testés. Cette limite se situe à 0,8696 (version I2M2 valide en février 2012). Les 3 limites de classes inférieures ont été établies en réalisant 3 intervalles équivalents.

NB : Dans le présent dossier, les limites de classes ont été modifiées par Philippe Usseglio-Polatera, de l'université de Metz (voir § 431).

Processus de construction et de calcul de l'I2M2[4]



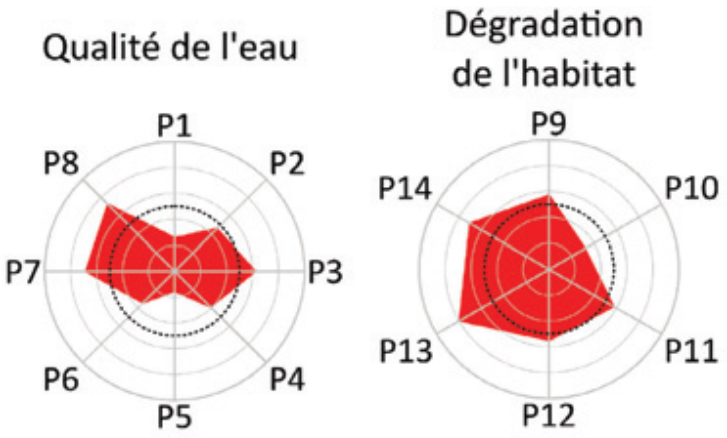
[4] Extrait du rapport extrait du rapport M. Prieto-Montes, M Ferreol, P. Usseglio-Polatera et C Mondy , 2012, Invertébrés benthiques : un nouvel outil de bio-indication.

1.7. OUTIL DE DIAGNOSTIC ASSOCIE A L'I2M2

En complément de l'I2M2, un **outil prédictif des pressions anthropiques** subies par un milieu a été mis au point par l'université de Metz. Cet outil est basé sur l'analyse des traits biologiques et écologiques, des peuplements invertébrés, qui constituent une forme de réponse aux différentes pressions environnementales.

Par l'analyse des fréquences d'apparition au sein des peuplements de certaines caractéristiques bio-écologiques, une probabilité d'impact est calculée pour chacune des 14 pressions physicochimiques ou hydromorphologiques prises en compte dans l'I2M2. La représentation se fait par diagrammes radars présentés ci-après. Le cercle en pointillé indique une probabilité d'impact de 0,5, au-delà de laquelle la pression est considérée comme très significative.

Diagrammes radars issus de l'outil diagnostic de l'I2M2 pour illustrer les probabilités d'impact des 14 pressions liées à la qualité de l'eau ou de l'habitat (Mondy et P. Usseglio-Polatera, 2011).



1.8. AJUSTEMENTS DE L'I2M2

Une note[5] de juillet 2013 résume les aménagements récents de l'I2M2 et notamment une itération réalisée en mars 2013 avec :

- la mise à jour de la base de données biologiques et abiotiques relative au réseau de référence et au RCS (plus de 50 % de données supplémentaires),
- une gestion plus précise des listes faunistiques et des effectifs de taxons dits « non conformes ».

Toutefois le principe et le mode de calcul n'ont pas été modifiés par rapport à la version originale publiée (Mondy et al., 2012).

Cet enrichissement en données a permis un perfectionnement de l'outil, notamment par la pris en compte de nouvelles conditions de référence concernant certains types :

- HER 9 « tables calcaires » (vaste territoire de la Picardie à la Charente Maritime) où des conditions de référence spécifiques ont été établies pour les cours d'eau côtiers de petite taille (P9-A) et de taille moyenne (M9-A) ;

[5] Compte-rendu rédigé par S.Lucet (D.E.B.)

- HER 152 « armoricain » ou des conditions de référence de l'HER 12-A (HERniv2 58 et 117) ont pu être établies pour certaines tailles de cours d'eau.

Ces ajustements ont permis un meilleur diagnostic I2M2 plus en accord avec les pressions locales connues des opérateurs (par exemple HER 9-A en Seine Normandie). Toutefois, dans les mêmes types de cours d'eau du bassin Artois-Picardie, les notes restent faibles.

Globalement, à l'échelle nationale, cette version de l'I2M2 est plus robuste et pertinente. Le pouvoir de discrimination moyen pour les 17 types de pression est de 0,77 contre 0,55 pour l'IBGN.

1.9. CAS DU BASSIN ARTOIS-PICARDIE

La note sur les aménagements récents de l'I2M2 (Université de Lorraine ?) invoque plusieurs raisons pouvant expliquer les mauvais résultats observés en Artois-Picardie :

- Fortes pressions anthropiques,
- Quasi-absence de secteurs de cours d'eau éligibles comme sites de référence : ainsi, parmi les 8 types de cours d'eau du bassin Artois-Picardie, les références sont presque toutes situées hors bassin (TP9,P9, P9-A, M9-A, TP20, P20 en Seine-Normandie ; P22 et GM22 en Rhin-Meuse).

Pour pallier ces carence il est préconisé de :

- Identifier et échantillonner de nouveau sites de référence s'ils existent (le présent rapport fait des propositions dans ce sens ci-après).
- Modéliser les conditions de référence dans un cadre national homogène.

En Artois-Picardie, le jeu de données initial comprenait 166 opérations de contrôle avec 23,5 % de « bon état ». Avec la dernière itération de l'I2M2 (mars 2013), 76 nouvelles opérations de contrôle ont été intégrées par l'Université de Lorraine et 2 tests ont été conduits :

- prise en compte des plus mauvaises valeurs du bassin pour le calcul des EQR (au lieu des plus mauvaises valeurs nationales). Les résultats de l'indice ne sont pas meilleurs (seulement 16 % de bon état). En plus du non respect des règles nationales, cette option a donc été rejetée ;
- prise en compte de nouveaux sites de référence. Cette option permet une sensible amélioration des résultats : on passe de 22 à 25 % de « bon état ».

Cette seconde option est une piste de travail intéressante, mais des points restent à améliorer :

- très peu de sites candidats à être référence (peu dans les Tables calcaires et les Ardennes, aucun dans les Dépôts argilo-sableux),
- aucune assurance que ces nouveaux sites testés soient effectivement des références (carence d'informations en physicochimie notamment pour les toxiques et en hydromorphologie).

En perspective, il est indiqué, à court terme de reprendre les calculs avec un maximum de données de référence ; à moyen terme de diagnostiquer plus finement les résultats d'inventaires et les pressions sur le bassin AP de manière à identifier clairement les causes de déclassement (pauvreté habitationnelle liée à l'eutrophisation et au colmatage lié à l'érosion).

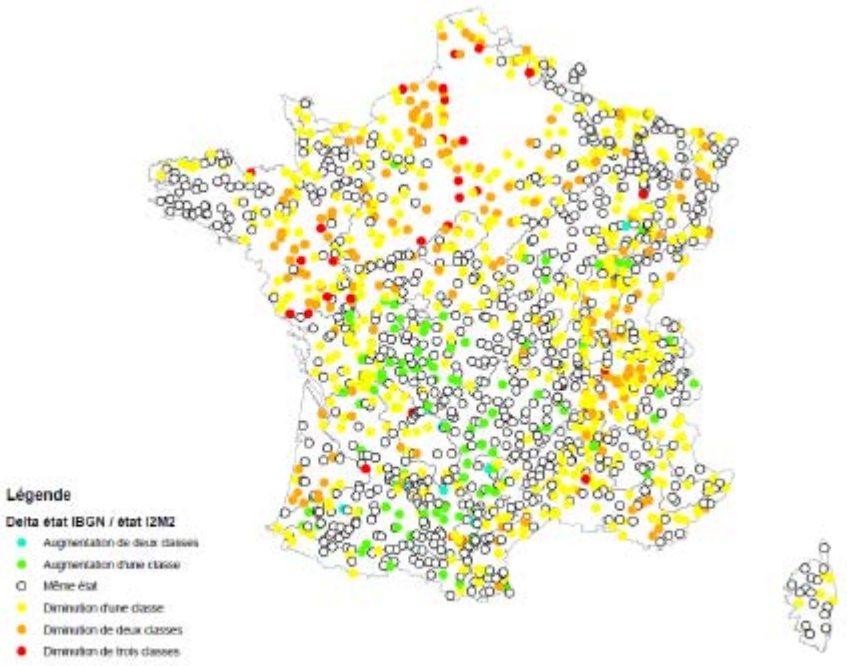


Figure 6. *Distribution nationale des sites dont la classe de qualité écologique est modifiée du fait du passage de l'indice IBGN calculé d'après les bocaux B1 et B2 à l'indice I2M2. (Ferréol et Villeneuve, 2011)*

2. COMPARAISON DES RESULTATS I2M2 ET IBG-EQUIVALENT

Le descriptif des données utilisées ainsi que l'ensemble des traitements et tests réalisés figurent dans le rapport annexe « Statistiques ».

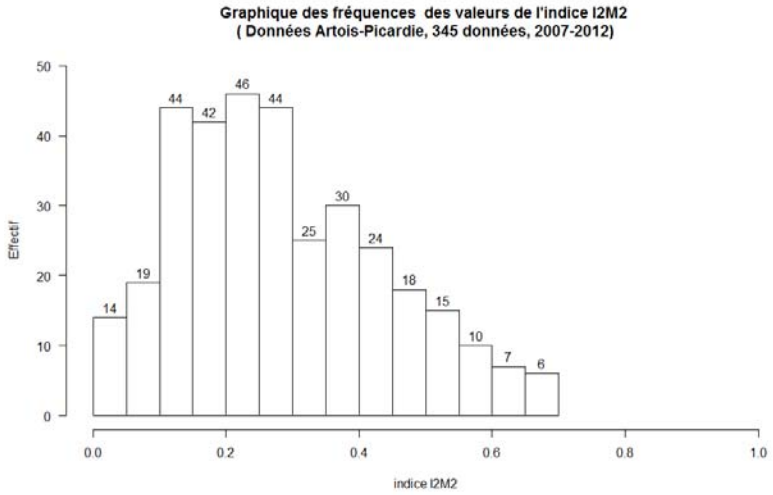
2.1. OBJECTIFS DU TRAITEMENT DES DONNEES

L'objectif est de savoir si le déclassement des cours d'eau du bassin Artois-Picardie par l'I2M2, déclassement par rapport à l'IBG équivalent, reflète une (ou plusieurs) dégradation(s) des cours d'eau ou est un artefact dû à la construction de l'indice.

2.2. COMPARAISON DES INDICES I2M2 ET IBG-EQUIVALENT

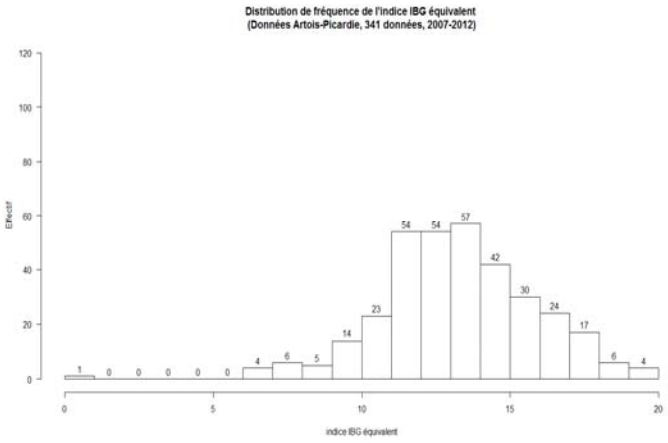
2.2.1. Les I2M2 obtenus dans le bassin Artois-Picardie sont faibles

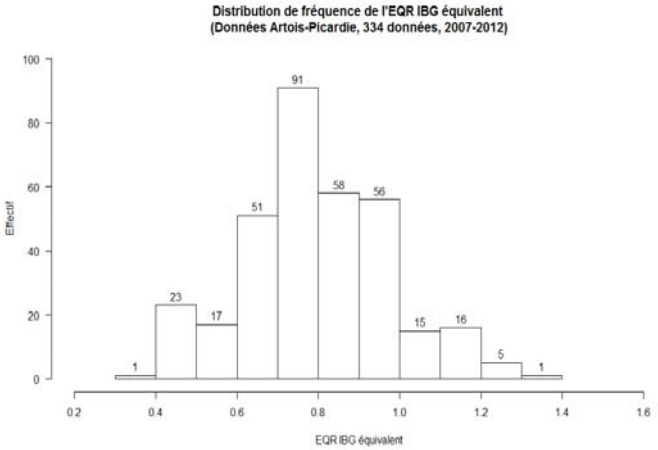
L'indice I2M2 est faible, centré sur 20% (0,2 sur 1).



Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : valeurs de l'indice I2M2 transformées en classe Y : les nombres d'observation de chaque classe d'indice Etiquette : nombre d'observations	Distribution des données globalement en cloche ; les valeurs les plus fréquentes de l'indice I2M2 (176 observations sur 345) se situent entre 0,1 et 0,3 / 1

A titre de comparaison, l'IBG-équivalent moyen est de 65% (13/20). Après transformation en EQR, l'IBG-éq est centré sur 70%.





Signification des axes	Interprétation du graphe
X : valeurs de l'indice IBG-éq Y : nombres d'observations de chaque valeur d'indice Etiquette : nombre d'observations	Distribution des données globalement en cloche ; les valeurs les plus fréquentes de l'indice (197 observations sur 345) se situent entre 12 et 15 / 20

Signification des axes	Interprétation du graphe
X : valeurs de l'indice EQR IBG-éq Y : nombres d'observations de chaque valeur d'indice Etiquette : nombre d'observations	La valeur la plus fréquente de l'indice (91 observations sur 345) se situent est de 0,7 /1 Des données excèdent 1

Conclusion en termes de surveillance des cours d'eau

A partir des mêmes listes faunistiques, les indices I2M2 et IBG-éq (ou EQR) donnent des résultats très différents : globalement, la qualité biologique est bonne avec l'IBG, médiocre avec l'I2M2.

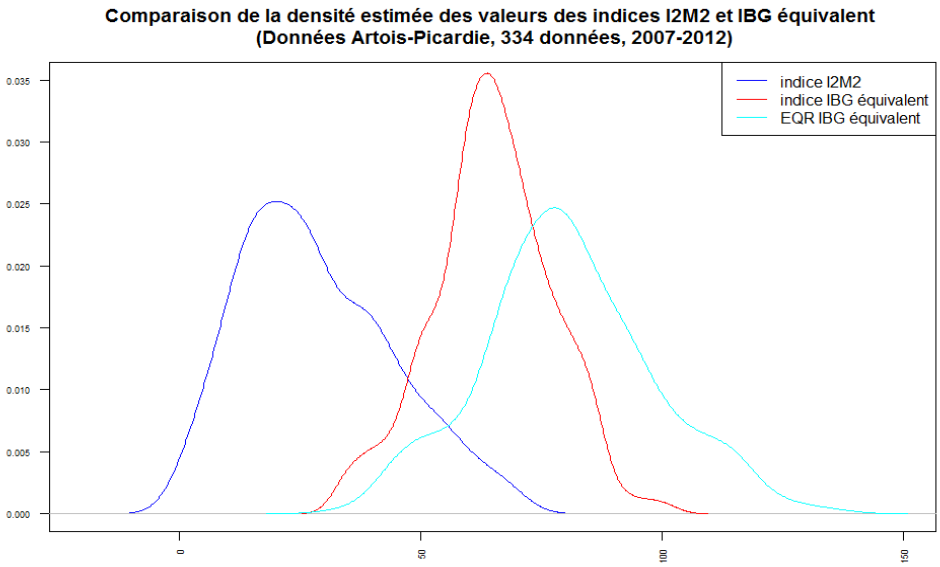
On remarque qu'un assez grand nombre d'EQR IBG dépasse 1, ce qui est dû au fait que la valeur de référence dans le type de cours d'eau concerné est inférieure à la note observée (voir liste en annexe)[6]. Les stations concernées se situent très majoritairement dans l'HER Tables calcaires Haute Normandie – Picardie » (elles sont au nombre de 21, soit un tiers des 66 stations considérées). Si cet indice (et son EQR) doivent être utilisés à l'avenir, il sera donc nécessaire de faire vérifier, sur plusieurs années, la note de référence dans cette HER : la valeur de référence de l'IBG y est égale à 15 dans les petits et moyens cours d'eau.

Cela revient à dire que la valeur de référence de l'indice IBG-éq. est trop basse dans cette HER et donc, par voie de conséquence, que le bon état est atteint plus facilement.

[6] Les valeurs de référence ayant été choisies à hauteur des percentiles 95 des valeurs maximales obtenues dans les HER considérées.

2.2.2. Les I2M2 apparaissent très sévères

La modélisation de la distribution de ces mêmes données des 3 indices met clairement en évidence les écarts observés entre les indices :



Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : valeurs modélisées prises par chacun des 3 indices (ramenés à une même base pour pouvoir être comparés) Y : « density » = estimation de la fréquence relative de chacune des valeurs de X	Les 3 courbes ne se recoupent que très partiellement : les 3 indices donnent des résultats différents L'EQR est situé sur des valeurs de X plus élevées que celles de l'IBG-éq : il a en effet pour objet de corriger les valeurs brutes pour tenir compte des spécificités locales Les courbes I2M2 et EQR IBG-éq sont de même forme

L'I2M2 est plus éloigné de l'EQR que l'IBG-éq. On a vu dans le § précédent qu'il s'agit, dans un tiers des stations, d'un artefact dû à une valeur de référence trop élevée.

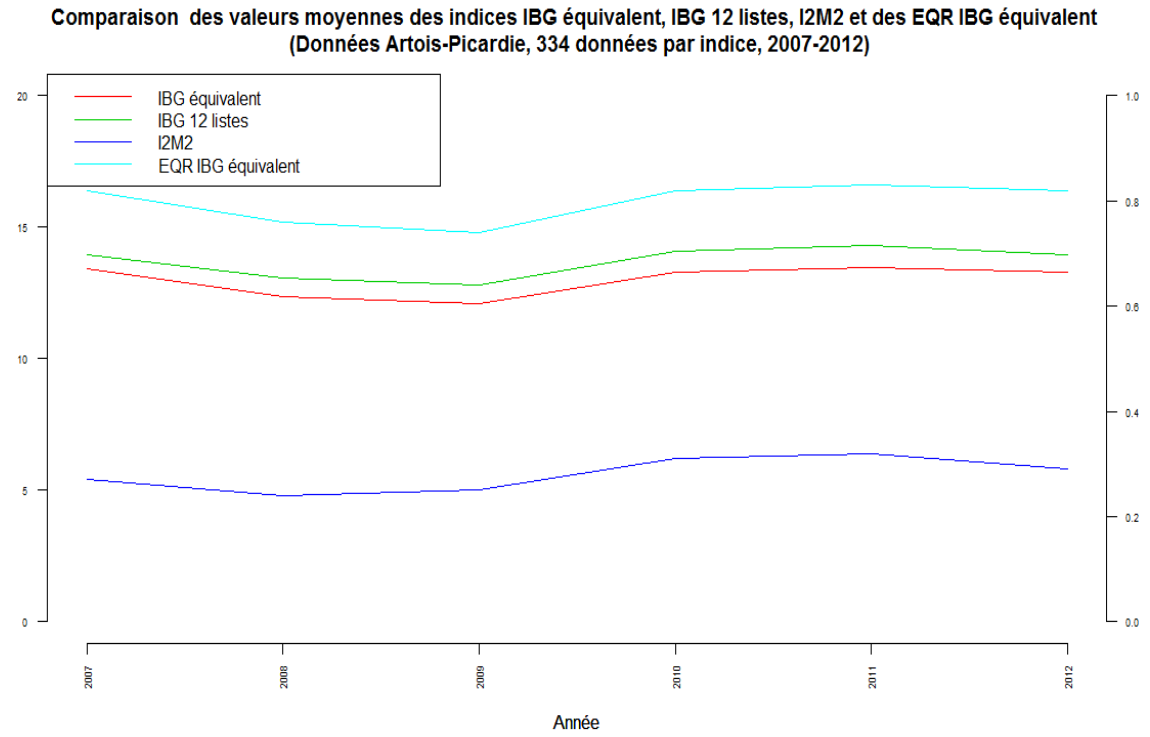
Mais on note aussi que la forme de la distribution de l'I2M2 est plus proche de celle de l'EQR IBG-éq que celle de l'indice brut. Ce qui sous entendrait que leur mode de transformation est semblable, mais qu'il y a un effet net du « calage ». Cette distribution, obtenue sur l'ensemble des stations d'Artois Picardie, est quasiment celle des stations de Haute-Normandie-Picardie (181 données sur 334), mais pas celle des autres HER2 (voir rapport statistique § 356).

Conclusion en termes d'évaluation des cours d'eau

Le choix de l'indice biologique a un effet considérable sur le niveau de qualité biologique de l'eau.

2.2.3. Les évolutions moyennes interannuelles des indices sont semblables

Un autre mode de comparaison des indices est choisi : la représentation des moyennes annuelles obtenues chaque année dans le bassin Artois-Picardie. Le graphe suivant montre ces valeurs :



Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : année Y gauche : note IBG-éq et IBG 12 listes (de 0 à 20) Y droit : indice I2M2 et EQR IBG-éq (de 0 à 1)	Les 4 courbes sont parallèles IBG-éq et IBG 12 listes sont très proches L'EQR IBG obtient les meilleures notes L'I2M2 est beaucoup plus faible que les 3 autres indices

On note que :

- L'I2M2 moyen est nettement inférieur aux IBG-éq, lui-même inférieur à l'IBG 12 listes, lui-même inférieur à l'EQR de l'IBG-éq.
- L'EQR augmente la note IBG-éq.,
- La variation interannuelle des indices est très semblable.

Conclusion en termes d'évaluation des cours d'eau

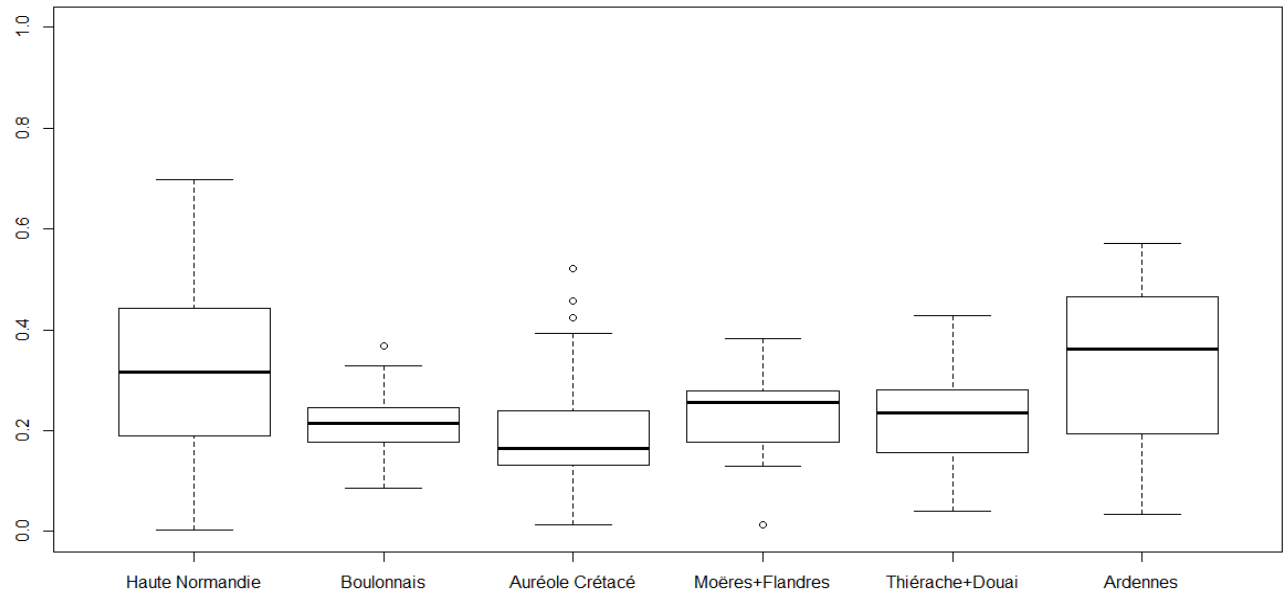
Le choix de l'indice biologique a un effet considérable sur le niveau de qualité biologique de l'eau, mais ne change pas la variation inter-annuelle relative.

2.2.4. Les différentes HER de niveau 2 ne présentent pas les mêmes qualités biologiques

Les indices I2M2 et IBG-éq moyens sont représentés ci-après selon l'HER de niveau 2[7] sous forme de « boîtes à moustaches[8] » :

HER niveau 2	Nombre de données
Haute Normandie Picardie	180
Boulonnais	17
Auréole Crétacé	59
Moëres + Flandres	30
Thiérache + Douai	11
Ardennes	36

Répartition de l'indice I2M2 selon l'HER de niveau 2
(Données Artois-Picardie, 344 données, 2007-2012)

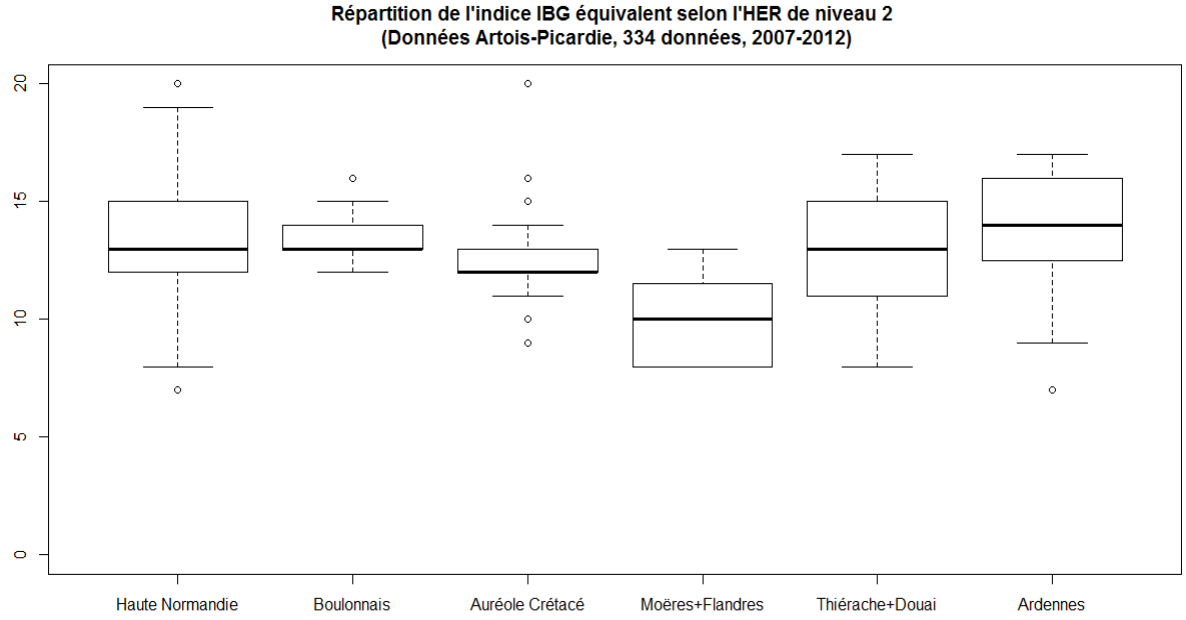


Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : HER de niveau 2 Y : valeur de l'indice I2M2 (sur 1) Chaque boite représente une distribution des données. La boite est délimitée par le premier et le troisième quartile, elle contient donc 50% de la population ; la barre au centre représente la médiane des données. La longueur des « moustaches » vaut 1,5 fois l'écart interquartile. Les extrémités des moustaches sont voisines du 1er et 99e centile. Les ronds extérieurs sont les données extérieures à ces rangs	Les distributions et les médianes des valeurs d'indice I2M2 diffèrent notablement selon l'HER 2 = la qualité biologique de l'eau selon les invertébrés varie d'une HER à l'autre

[7] Les HER de niveau 2 Thiérache + Douai-Condé, Moëres + Flandres intérieures ont été regroupées pour disposer d'un nombre suffisant de données.

[8] Appelées également box-plot.

A titre de comparaison, le même type de représentation est fait avec les données d'IBG-éq.[9]



Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : HER de niveau 2 Y : valeur de l'indice IBG-éq. (sur 20) Chaque boite représente une distribution des données. La boite est délimitée par le premier et le troisième quartile, elle contient donc 50% de la population ; la barre au centre représente la médiane des données. La longueur des « moustaches » vaut 1,5 fois l'écart interquartile. Les extrémités des moustaches sont voisines du 1er et 99e centile. Les ronds sont les données extérieures à ces rangs	Les distributions et les médianes des valeurs d'indice IBG-éq diffèrent notablement selon l'HER 2 = la qualité biologique de l'eau selon les invertébrés varie d'une HER à l'autre

Une série de traitements statistiques (détails dans le rapport annexe § 3.4) montre que :

La distribution et la moyenne de l'I2M2 diffèrent significativement selon l'HER dans une majorité de combinaisons 2 à 2.
La distribution et la moyenne de l'IBG-éq diffèrent significativement selon l'HER dans une majorité de combinaisons 2 à 2.
Les moyennes des I2M2 et IBG-éq diffèrent significativement selon l'HER niveau 2 considérée.

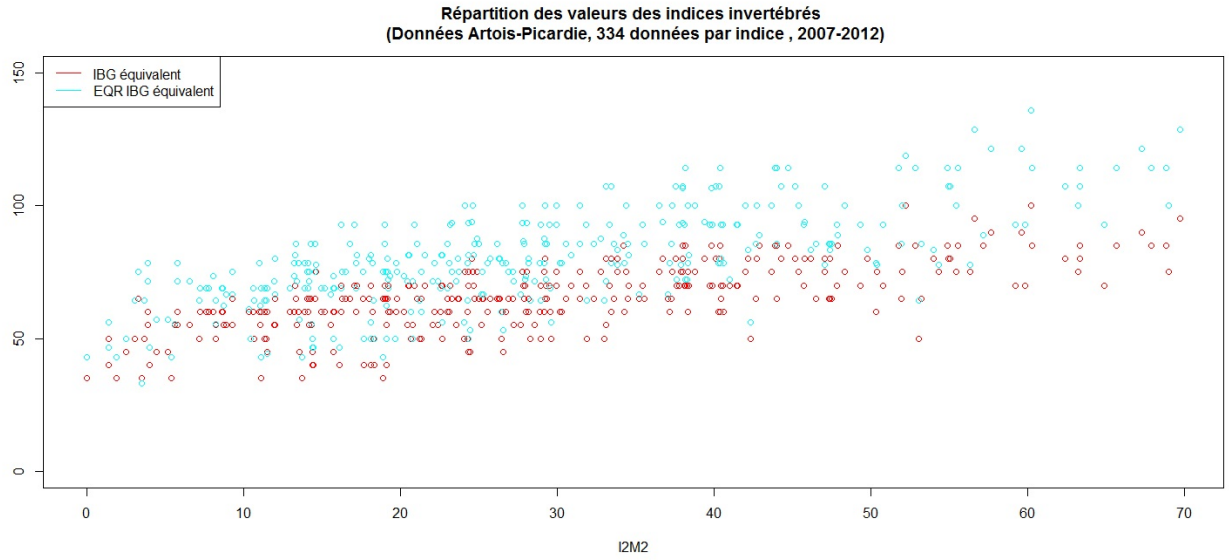
Conclusion en termes d'évaluation des cours d'eau

Chaque HER doit faire l'objet d'un échantillonnage.

Les stations de chaque HER doivent être représentatives. Un traitement des données (voir détails dans le rapport statistique annexe § 122 et 223) montre en effet que les stations du bassin faisant l'objet de prélèvements à des fins d'analyse physicochimiques ou biologiques sont situées dans des secteurs morphologiquement plus dégradés et plus à risques d'altération que l'ensemble du bassin Artois-Picardie ; et que les stations biologiques sont moins contaminées par les pesticides dans l'Argilo-sableux mais plus dans les autres HER que les stations physicochimiques.

[9] Les EQR IBG-éq étant encore plus éloignés de l'I2M2 que les valeurs brutes, nous avons choisi de ne plus les représenter. Ils sont néanmoins présents dans certains calculs, voir dans le rapport annexe statistique.

2.2.5. I2M2 et IBG-éq sont néanmoins corrélés



Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : valeur de l'I2M2 converti sur 100 Y : valeurs de l'IBG-éq. et de l'EQR IBG-éq convertis sur 100	Les 2 indices apparaissent liés (une diagonale est visible), ce qui n'empêche pas des anomalies : des I2M2 proches de 0 avec des IBG proches de 40 ; une variation de 50 points d'IBG pour une même valeur d'I2M2

Les indices sont corrélés (coefficient = 70 %), avec parfois des écarts assez importants entre les valeurs des 2 indices.

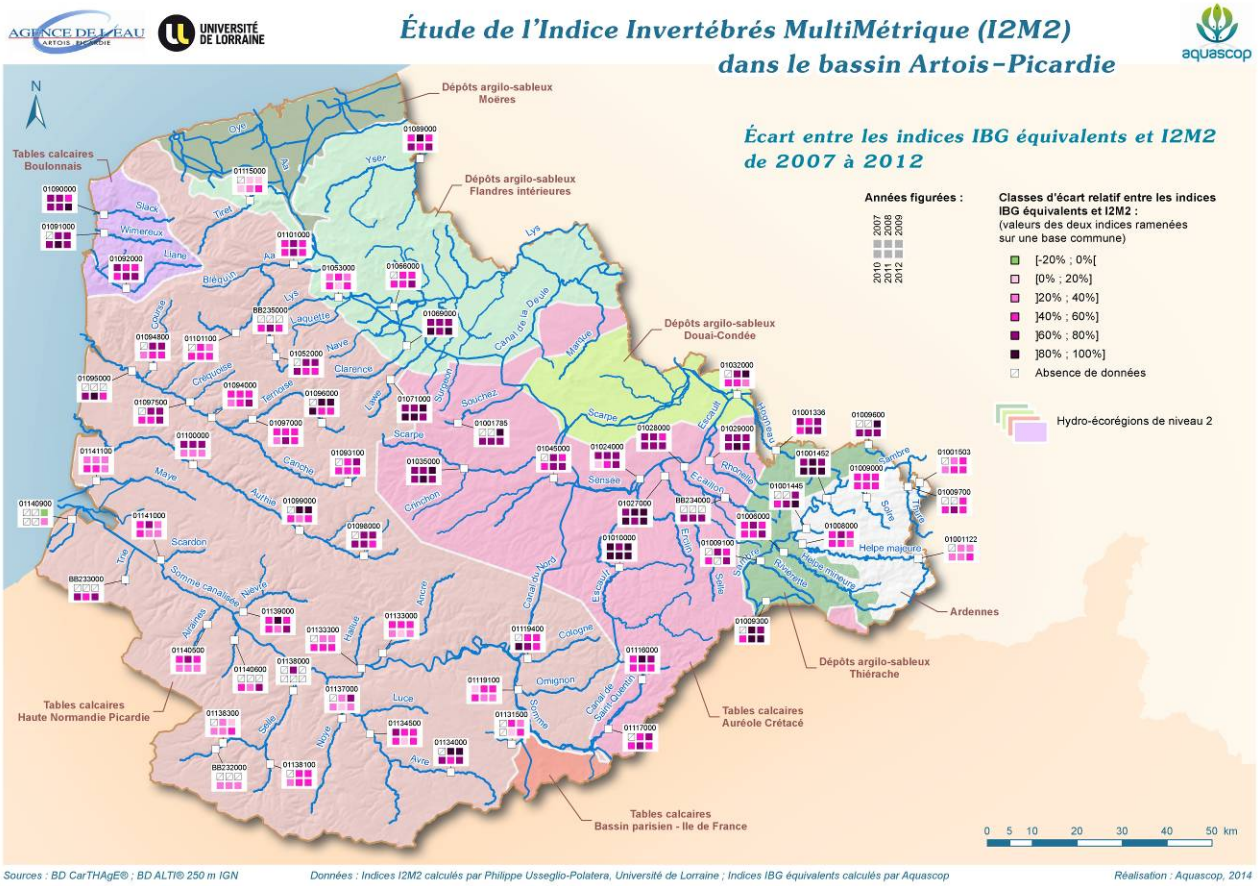
Conclusion en termes d'évaluation des cours d'eau

Globalement, à l'échelle du bassin Artois-Picardie, l'utilisation d'un indice ou l'autre conserve la hiérarchie de qualité des stations, avec cependant une incertitude pouvant atteindre 30%.

2.2.6. L'écart entre I2M2 et IBG-éq varie avec l'HER

Nous avons vu que les deux indices sont corrélés, mais écartés. Nous avons donc calculé un « écart brut moyen [10]» (sur 333 données) entre les indices IBG-éq et I2M2 ramené à une même base, de manière à vérifier quelle est son amplitude, et si celle-ci dépend de l'HER : l'écart varie entre 35 et 60%.

L'écart relatif est présenté sur cette carte, qui met en évidence qu'il est souvent élevé dans l'HER Auréole Crétacé :



Un test de comparaison des moyennes annuelles de l'écart entre les 2 indices montre qu'il n'évolue pas de façon significative d'une année à l'autre sur la période 2007-2012 (détails § 3.7 de l'annexe Statistiques).

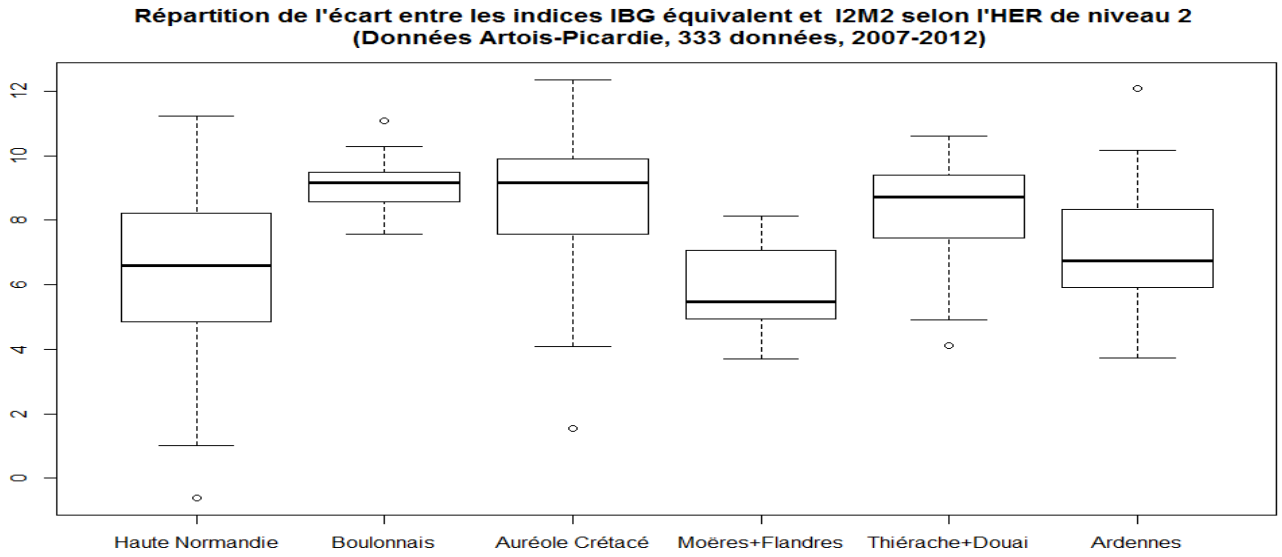
[10] Le calcul d'écart relatif a été fait de la manière suivante :

1.Indice I2M2 ramené à une base 100, en multipliant sa valeur par 100 => I2M2100

2.Indice IBG-équivalent ramené à une base, en multipliant sa valeur par 5 => IBG100

3.Ecart = ((IBG100 – I2M2100) / IBG100) x 100

En revanche, l'écart n'a pas la même valeur ni la même distribution d'une HER à l'autre (écart sur 20) :



Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : HER de niveau 2 Y : valeur de l'écart entre indices I2M2 et IBG-éq. ramenés à une même base de 20 La boite est délimitée par le premier et le troisième quartile, elle contient donc 50% de la population ; la barre au centre représente la médiane des données. Les extrémités des moustaches sont voisines du 1er et 99e centile. Les ronds représentent les données extérieures à ces rangs	Les distributions et les médianes des valeurs d'écart entre les indices diffèrent notablement selon l'HER 2 = l'écart n'est pas constant, il est fonction de l'HER 2

Les différences sont significatives dans une majorité de combinaisons : cela revient à dire que l'I2M2 ne note pas tous les cours d'eau de la même façon. Il est ainsi plus sévère dans l'Auréole Crétacé qu'en Haute Normandie Picardie (l'Auréole Crétacé présentant d'ailleurs de moins bonnes qualités de l'eau et de milieu que la Haute-Normandie[11]). Le petit nombre de données disponibles dans les autres HER de niveau 2 ne permet pas de conclure.

Conclusion en termes d'évaluation des cours d'eau

L'écart entre les indices I2M2 et IBG-éq est « constant » d'une année à l'autre : il y a donc bien un effet de calage de l'I2M2 (et/ou de l'IBG-éq).

L'écart entre I2M2 et IBG-éq dépend de l'HER : le facteur HER est une nouvelle fois en cause, que ce soit en termes de pression (voir § 231 ci-après) ou de représentativité des stations (voir conclusion § 424).

[11] Mise en évidence par la répartition des classes de qualité de chaque altération par HER (voir rapport 4. Statistique, § 2153)

2.3. COMPARAISON DES CLASSES DE QUALITE I2M2-IBG-EQ

2.3.1. Rappel des classes de qualité

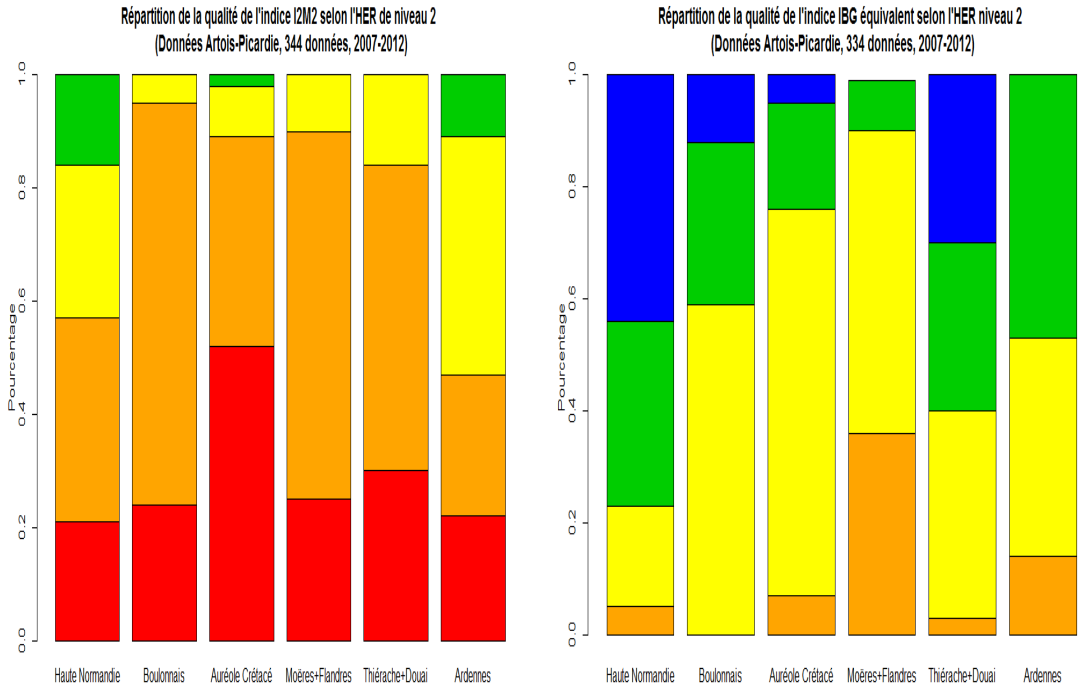
Les limites des classes de qualité de l'IBG-éq utilisées dans les traitements des données sont celles du guide technique d'évaluation de l'état des eaux de décembre 2012 (fonction de l'HER et du rang) ; celles de l'I2M2 ont été fixées récemment par l'Irstea :

Indice	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
I2M2	0,7003	0,5164	0,3443	0,1721	

Moins sévères que celles publiées en février 2012[12], elles figurent dans le projet de révision de l'arrêté d'évaluation de l'état.

2.3.2. Qualité biologique du bassin

Les cartes page suivante montrent sans ambiguïté un déclassement des stations à chaque campagne. Ce que l'on retrouve sur les graphes ci-dessous : toutes données confondues, 11% en moyenne des stations-date sont en bon état (39 résultats sur 351)[13].



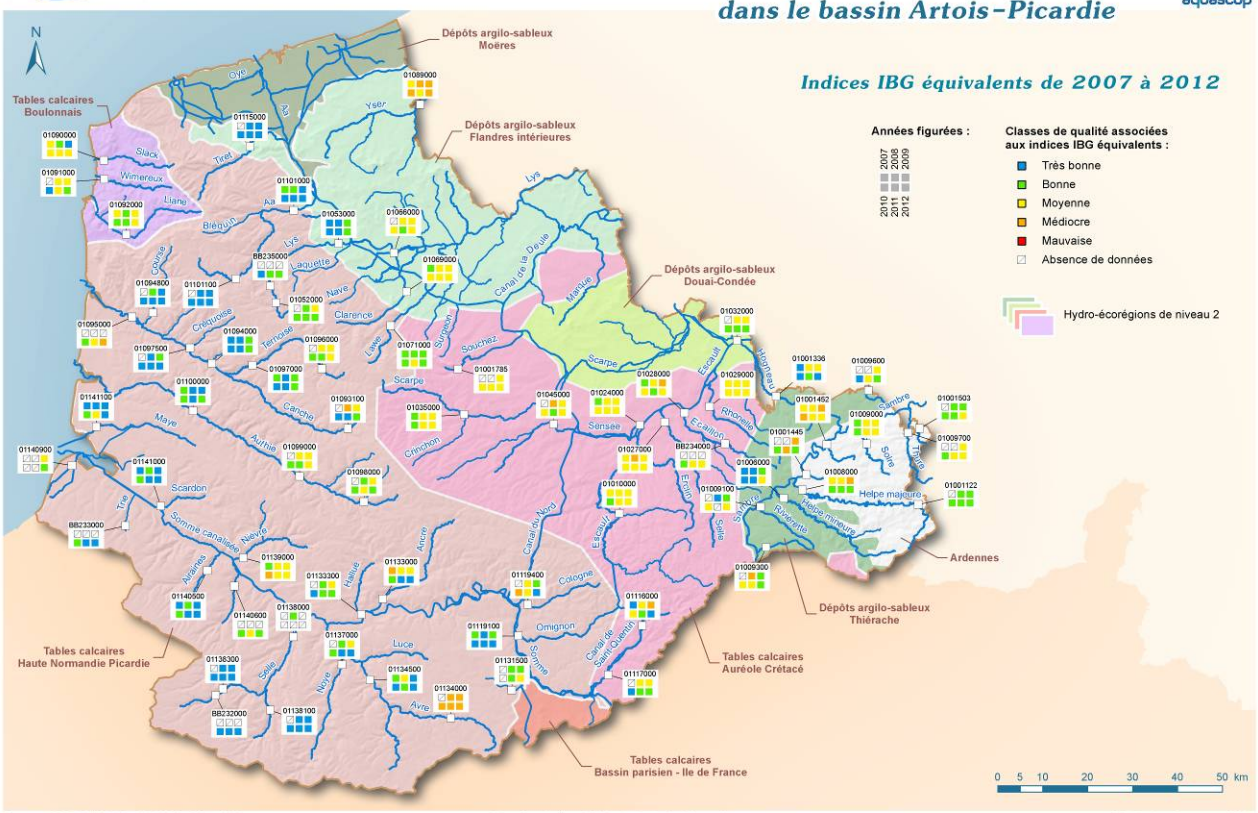
Signification des axes des graphes	Interprétation des graphes
Fréquence cumulée des classes de qualité (Y) par HER2 (X)	La proportion des classes de qualité est différente selon l'HER2 L'I2M2 (à gauche) et l'IBG-éq (à droite) calculés sur les mêmes listes faunistiques ne donnent pas les mêmes classes de qualité.

Des tests statistiques (détails dans le rapport annexe § 3.8) montrent en effet que la répartition des classes de qualité dépend de l'HER et de l'indice considéré ; mais, elle n'évolue pas significativement sur la période 2007-2012.

[12] C. Mondy, Ph. Usseglio-Polatera, 2012, Proposition d'un nouvel indice multimétrique de bio-évaluation des cours d'eau basé sur le compartiment macro-benthique: l'I2M2, diaporama 20p.

[13] Cette proportion est notablement inférieure à celle annoncée dans le document anonyme intitulé « Résumé des aménagements les plus récents apportés à l'indice invertébrés Multi-Métrique (I2M2) », fichier mai 2013, dans lequel elle était de 25%.

Étude de l'Indice Invertébrés MultiMétrique (I2M2) dans le bassin Artois-Picardie

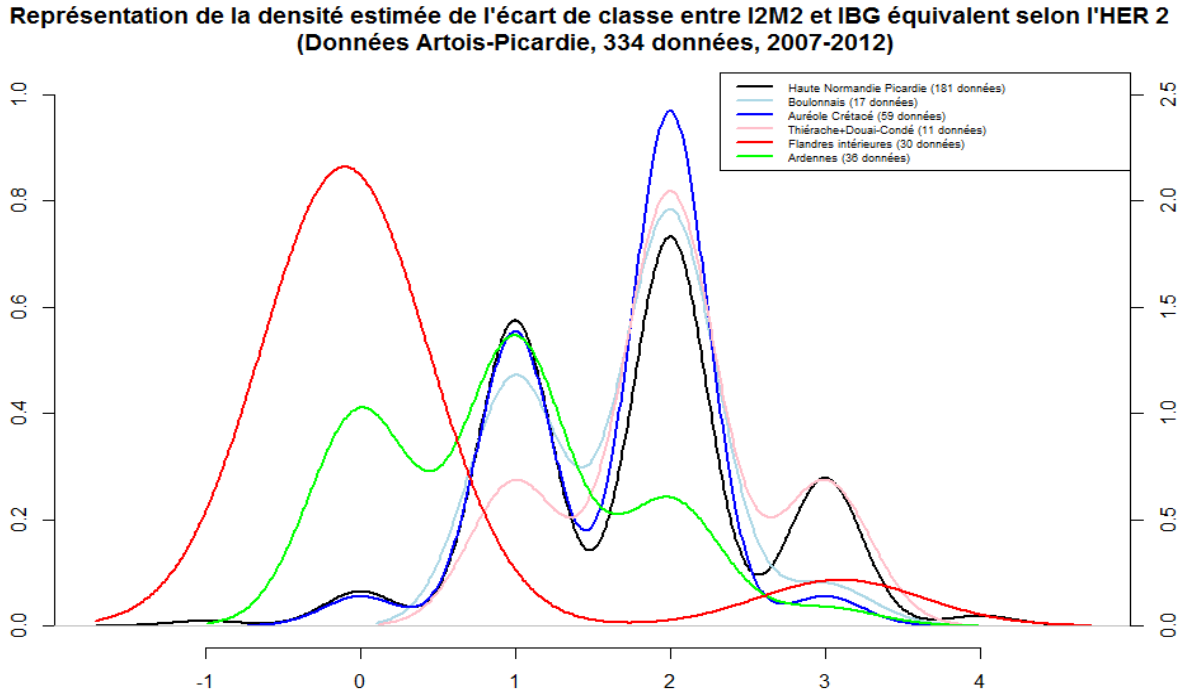


Sources : BD CarTHAgE® ; BD ALTI® 250 m IGN — Données : Indices IBG équivalents calculés par Aquascop — Réalisation : Aquascop, 2014

Étude de l'Indice Invertébrés MultiMétrique (I2M2) dans le bassin Artois-Picardie

Sources : BD CarTHAgE® ; BD ALTI® 250 m IGN — Données : Indices I2M2 calculés par Philippe Usseglio-Polatera, Université de Lorraine — Réalisation : Aquascop, 2014

2.3.1. Distribution du déclassement selon l'HER2



Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : nombre de classes perdues suite à l'utilisation de l'I2M2 (classe IBG-éq – classe I2M2 figurée par un chiffre de 1 à 4) ; une courbe par HER Y : « density » = estimation de la fréquence relative de chacune des valeurs de X NB : la modélisation transforme des valeurs discontinues (le nombre de classes d'écart, qui peut être au maximum de 4) en des valeurs continues ; cela n'affecte en rien l'interprétation, qui observera les « pics » de y. Une valeur x = -1 apparait, indiquant que l'écart de classe de qualité (modélisé) peut être négatif, dû à une classe d'I2M2 supérieure à celle de l'IBG	Les pics des courbes indiquent le déclassement le plus probable induit par l'I2M2. Ils ne sont pas placés sur les mêmes valeurs de X : l'intensité du déclassement est fonction de l'HER2

Le modèle indique que la probabilité de déclassement induit par l'I2M2 dans l'HER Flandres (Dépôts argilo-sableux) est nulle (a. Elle est 0 à 1 classe, parfois 2, dans les Ardennes. La probabilité de déclassement la plus élevée est de 2 classes dans Auréole Crétacé (Tables calcaires), Thiérache + Douai-Condée (Argilo-sableux), Boulonnais (Tables calcaires), Haute Normandie-Picardie (Tables calcaires).

Conclusion en termes d'évaluation des cours d'eau

L'I2M2 induit par rapport à l'IBG-éq un déclassement de toutes les stations (sauf 1) du bassin Artois-Picardie, ayant été construit dans l'objectif de prendre en compte « toutes » les pressions (alors que l'IBG réagit essentiellement à la matière organique et au substrat). L'intensité du déclassement est fonction de l'HER2, lesquelles n'ont pas le même niveau de qualité de l'eau ou du milieu.

2.4. SYNTHESE DES OBSERVATIONS SUR L'I2M2 2007-2012

L'échantillon est constitué de 334 indices I2M2 et d'autant d'IBG-éq issus des mêmes listes faunistiques (65 stations échantillonnées annuellement sur la période 2007-2012).

Ces deux indices suivent les mêmes variations inter-annuelles et sont fortement, mais non totalement, corrélés (70%). De plus, la distribution de toutes les valeurs d'I2M2 du bassin Artois-Picardie est centrée sur 20/100 (qualité médiocre), ce qui induit un fort déclassement de qualité par rapport à l'IBG-éq, centré sur 65/100 (bonne qualité).

Il faut aussi remarquer que la perte de qualité biologique consécutive à l'utilisation de l'I2M2 est d'une intensité variable selon l'HER2 considérée, de probabilité variant de 0 à 3 classes. Comme cet indice est construit à partir de métriques exprimées en EQR (écart à la référence selon la typologie), pondérées par leur capacité de discrimination selon chaque type de pression, on en déduit que les références ne sont pas totalement adaptées. Ce qui est le cas, puisqu'elles n'ont pas été établies en Artois-Picardie, mais sur des données nationales. Et ce que nous avons mis en évidence par la détection d'un tiers d'EQR IBG-éq. supérieurs à 1. De ce fait, l'écart avec l'I2M2 est encore plus élevé qu'avec les valeurs brutes de l'IBG-éq (l'EQR étant centré sur 70/100).

3. REPONSES DE L'I2M2 AUX PRESSIONS DE POLLUTION

3.1. OBJECTIFS ET DONNEES UTILISEES

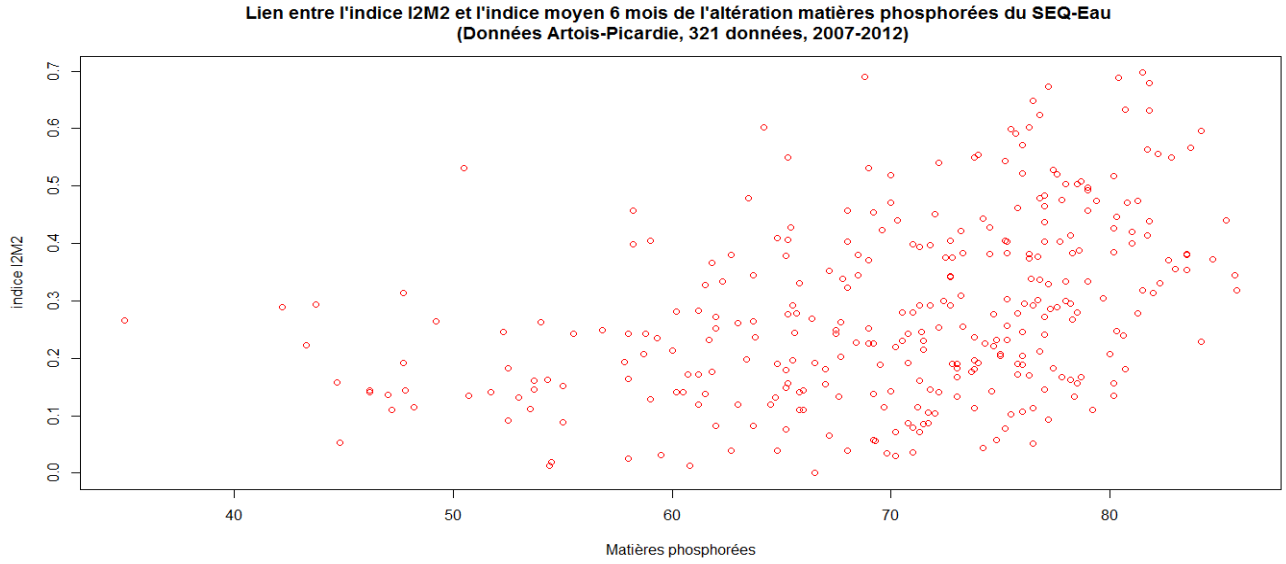
L'2M2 des stations Artois-Picardie est-il bien corrélé aux pressions ? Le niveau des corrélations varie-t-il d'une HER à l'autre ? Comment réagit-il sous l'effet de multiples pressions ?

Compte tenu du mode de construction de l'I2M2, les corrélations sont recherchées entre indices moyens des altérations du SEQ-Eau des 6 mois précédant le prélèvement d'invertébrés et les indices biologiques, ainsi qu'avec leurs sous variables constitutives (voir détails dans le rapport 4. Annexe statistique).

3.2. LIENS I2M2 ET METRIQUES AVEC LES INDICES SEQ-EAU 6 MOIS

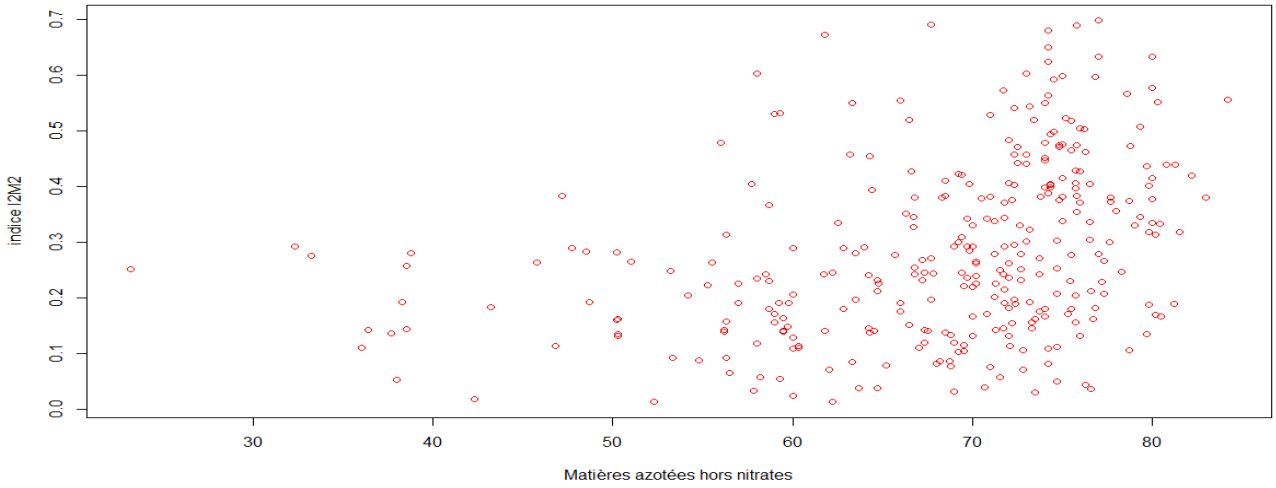
3.2.1. Corrélations de l'I2M2 avec les indices d'altération SEQ-eau utilisées dans sa construction

Sont présentées ci-dessous quelques représentations des liens entre indices moyens 6 mois par « altérations » du SEQ-eau et indices I2M2. L'ensemble des graphes est donné dans le rapport 4. annexe statistiques.

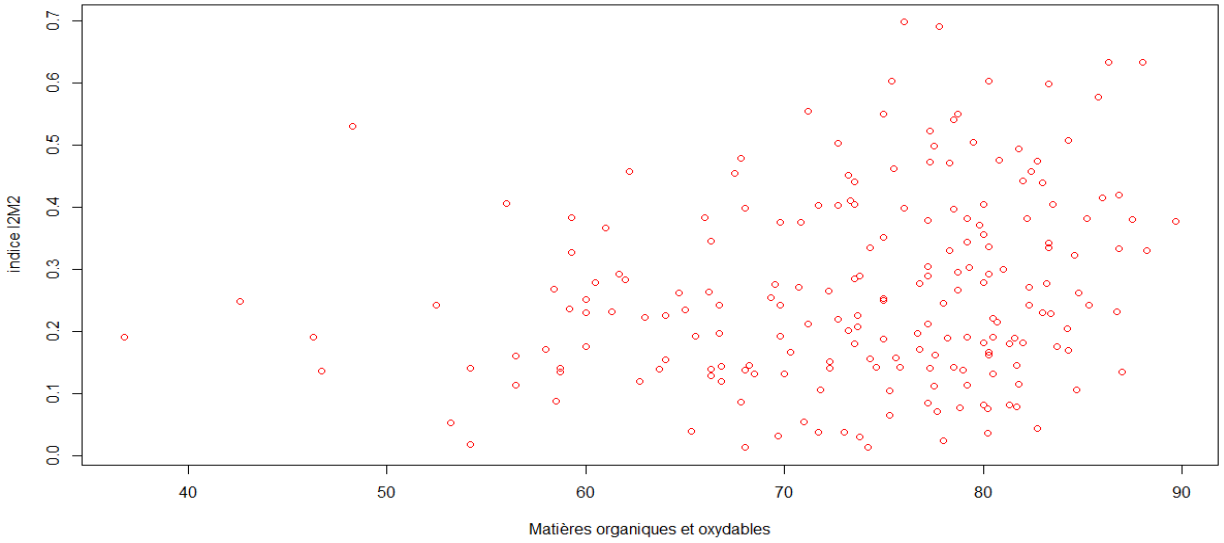


Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : indice de qualité moyen 6 mois SEQ-eau Y : I2M2	Le nuage de points montre une tendance assez lâche de croissance selon une exponentielle : l'I2M2 croit avec la qualité de l'eau

Lien entre l'indice I2M2 et l'indice moyen 6 mois de l'altération matières azotées hors nitrates du SEQ-Eau (Données Artois-Picardie, 321 données, 2007-2012)



Lien entre l'indice I2M2 et l'indice moyen 6 mois de l'altération matières organiques et oxydables du SEQ-Eau (Données Artois-Picardie, 204 données, 2007-2012)



Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : indice de qualité moyen 6 mois SEQ-eau Y : I2M2	Les nuages de points montrent des tendances assez lâches de croissance selon une exponentielle : l'I2M2 croit avec la qualité de l'eau

Corrélations linéaires avec les altérations sur lesquelles est fondée la construction de l'indice

Des corrélations existent entre les valeurs brutes des indices et les altérations SEQ-eau 6 mois, mais elles ne sont pas très élevées (39% au maximum pour l'I2M2). Rappelons que l'indice I2M2 global est la moyenne arithmétique de 17 sous indices (liés à 17 catégories de pression). Chaque sous-indice correspond à la moyenne des 5 métriques exprimées en EQR pondérées par leur capacité de discrimination par type de pression.

		Coefficient de corrélation entre les variables					
Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nb données	I2M2	Average Score Per Taxon (ASPT)	Ovo-viviparité	Poly-voltinisme	Richesse taxo-nomique	Indice de diversité de Shannon
Acidification	321	-0,20	-0,16	-0,19	0,11	-0,17	-0,13
HAP	156	-0,03	0,02	-0,05	-0,01	-0,06	0,02
Matières azotées hors nitrates	321	0,33	0,63	-0,13	0,01	0,30	0,19
Matières organiques et oxydables	204	0,21	0,49	-0,04	0,06	0,19	0,06
Matières phosphorées	319	0,39	0,60	-0,15	-0,10	0,32	0,12
Micropolluants minéraux	29	0,18	0,23	0,14	-0,29	-0,04	0,05
Micropolluants organiques autres	84	-0,17	-0,12	0,006	0,18	-0,009	0,06
Nitrates	321	0,19	0,07	-0,12	-0,31	0,29	0,20
Particules en suspension	321	0,32	0,25	-0,15	-0,26	0,29	0,07
Pesticides	178	0,22	0,30	-0,03	0,05	0,19	0,16

Les corrélations significatives sont surlignées en couleur ; en vert, les corrélations qui sont dans le même sens (les valeurs croissent parallèlement) ; en jaune, les corrélations inverses (quand une variable croit, l'autre diminue).

C'est avec les matières phosphorées que l'I2M2 est le mieux corrélé (0,39) puis avec les matières azotées (0,33), suivies de près par les PAES (0,32) ; la corrélation significative la plus faible (0,19) est celle avec les MOOX. Une seule corrélation significative apparaît entre I2M2 et micropolluants : avec les pesticides (le petit nombre de données des autres altérations peut expliquer cette observation). Les corrélations avec l'altération Acidification sont à considérer avec prudence, tous ses indices étant supérieurs à 70 (classe de qualité verte ou bleue). Des corrélations négatives sont également significatives avec ovoviviparité et polyvoltinisme (métriques dont la valeur croît avec l'intensité de la pression anthropique).

Les 5 métriques de l'I2M2 ont été sélectionnées statistiquement par les inventeurs de la méthode notamment en raison d'une réponse significative à au moins 7 des 10 catégories de pressions relatives à la qualité de l'eau. Ce n'est pas tout-à-fait le cas des données Artois-Picardie 2007-2012.

L'ASPT (Average Score Per Taxon) est fondé sur le niveau moyen de polluosensibilité du peuplement au travers d'une note individuelle affectée à chaque taxon ; cet indice est considéré comme répondant bien aux apports organiques et à l'eutrophisation : les corrélations existent en effet, relativement élevées (plus de 60 %) avec les matières azotées et phosphorées et avec les MOOX (49%).

Les mêmes calculs, faits avec les EQR des métriques, montrent de moins bonnes corrélations (voir détails des calculs dans le rapport 4. Annexe statistiques).

Corrélations non linéaires

Les corrélations non linéaires sont à peine supérieures aux linéaires (2% en moyenne, voir détails des calculs en annexe).

3.2.2. Corrélations avec les altérations non utilisées dans la construction de l'indice

Des corrélations linéaires existent entre valeurs brutes (ou EQR) des métriques et indices d'altération SEQ-eau, mais faibles :

Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois Non prises en compte dans la construction de l'indice	Nb données	I2M2	Average Score Per Taxon (ASPT)	Ovo-viviparité	Poly-voltinisme	Richesse taxo-nomique	Indice de diversité Shannon
Effets des proliférations végétales	*321*	*-0,18*	*0,006*	*0,17*	*0,24*	*-0,15*	*-0,08*
Polychlorobiphényles	*15*	*-0,24*	*-0,24*	*-0,16*	*-0,05*	*-0,40*	*-0,40*
Température	*321*	*-0,18*	*0,10*	*0,17*	*0,16*	*-0,06*	*-0,13*

Les corrélations significatives sont surlignées en couleur ; en vert, les corrélations qui sont dans le même sens (les valeurs croissent parallèlement) ; en jaune, les corrélations inverses (quand une variable croit, l'autre diminue).

Contrairement à ce qu'on attendrait, deux corrélations négatives de l'indice I2M2 apparaissent, comme si la richesse taxonomique augmentait avec les effets des proliférations végétales, et l'indice shannon avec les températures (élément à considérer avec prudence : pratiquement toutes les données sont en classe bleue). Ovoviviparité et polyvoltinisme se distinguent là encore des autres métriques, mais sont corrélées cette fois dans le même sens que les altérations.

3.2.3. Effet de l'HER 2

Les corrélations I2M2-altérations SEQ-eau moyen 6 mois varient en nombre et en intensité selon les HER 2 testées (détails dans le rapport annexe) : elles sont nombreuses en Haute Normandie Picardie, rares dans Auréole Crétacé, peu fréquentes en Ardennes.

Dans ces 3 HER, l'EQR diminue les coefficients de corrélation de l'ASPT et de l'indice de Shannon, augmente ceux de la richesse taxonomique (sauf en Ardennes) et inverse les corrélations de l'ovoviviparité et du polyvoltinisme.

3.2.4. Comparaison avec l'IBG-éq.

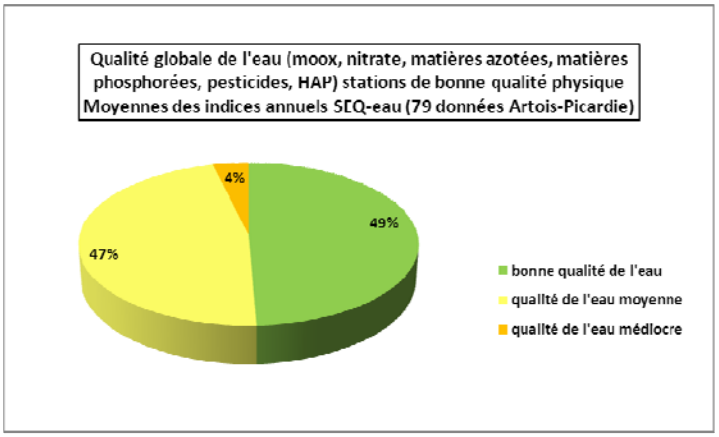
L'IBG-éq. est corrélé avec 8 des altérations SEQ-eau (dont 2 inversement), le GFI ne l'est qu'avec les pesticides, la corrélation étant négative avec les micropolluants organiques (augmentation avec la pollution). Les corrélations sont à peine supérieures avec l'EQR (voir détails dans le rapport annexe).

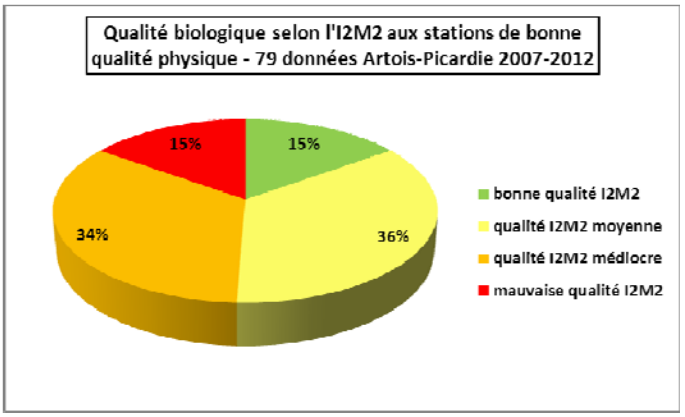
Les corrélations de l'I2M2 avec les altérations SEQ-eau sont à peine plus élevées que celles de l'EQR IBG (0,27 par rapport à 0,24 en moyenne des coefficients des 5 altérations Moox, Mazot, Mphos, No3, Pest[14]).

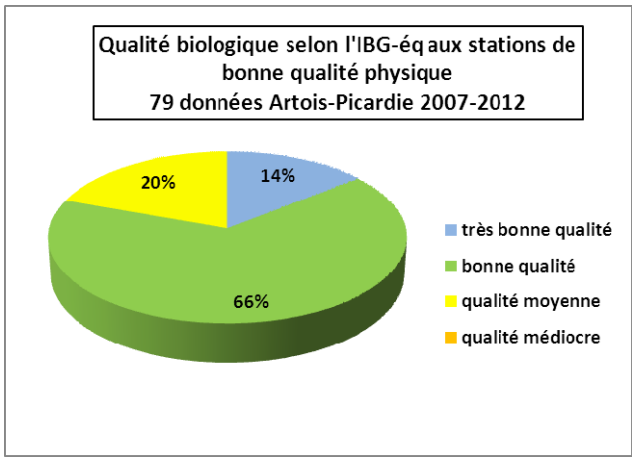
[14] Dans un message du 28 juin 2014, Philippe Usseglio-Polatera nous indique 6 types de probabilités d'impact des pressions « WQ » (water quality) « pour lesquels les modèles actuels sont les plus performants pour chacune des 351 opérations de contrôle » (du bassin Artois-Picardie). Nous avons donc travaillé avec ces altérations, tout en éliminant l'acidification en classe bleue dans la quasi-totalité des stations du bassin.

3.2.5. L'I2M2 est-il trop sévère ?

Afin de répondre à cette question, nous avons sélectionné les « stations-date » de **bonne qualité hydromorphologique** (selon le SEQ-physique, seules données dont nous disposons, voir liste des opérations concernées en annexe), afin d'éliminer le risque d'interférence d'une dégradation de l'habitat, et déterminé leur qualité globale annuelle en moyennant les indices d'altération SEQ-eau annuels (moyenne des indices annuels établis sur le percentile 90 des altérations Moox, Mazot, Nitrate, Mphos, Pest, HAP, exprimée en classe).







On voit que la qualité biologique selon l'I2M2 est bien plus mauvaise que la qualité de l'eau établie par les indices SEQ-eau[15], sachant qu'elle n'est pas (ou peu) perturbée par l'habitat.

On peut envisager que la bio-indication fournie par les invertébrés (c'est la qualité *biologique* de l'eau qu'indique l'I2M2) reflète mieux la « réalité » que des prélèvements d'eau au caractère ponctuel et instantané (6 échantillons) ; et/ou qu'elle est la conséquence de micropolluants non mesurés.

La distribution de la qualité biologique selon l'IBG-éq., apparaît plus proche de celle de la qualité de l'eau selon SEQ-eau) que selon l'I2M2, tout en étant plus (trop) optimiste[16].

3.2.6. Signification en terme d'évaluation des cours d'eau

Les corrélations de l'I2M2 avec les altérations SEQ-eau (indices moyens 6 mois précédant le prélèvement) sont relativement faibles (27% en moyenne), mais tout de même supérieures à celles de l'IBG-éq. : le nouvel indice répond donc mieux à 5 des pressions de pollution examinées, sans pouvoir en être directement le témoin. L'ASPT est nettement mieux corrélé que l'indice à 5 altérations SEQ-eau, et en particulier avec les matières azotées et phosphorées : il permet donc potentiellement de mieux comprendre les effets de la composition de l'eau en macropolluants sur la faune.

---

[15] Les écarts sont encore plus importants si l'on prend en compte les quelques données micropolluants organiques et minéraux disponibles. Et si la qualité globale établie sur la moyenne des indices les 6 mois précédant le prélèvement biologique.

[16] L'EQR IBG indique 47% de résultats en très bonne qualité (à cause des valeurs de référence, établies nationalement et mal adaptées au bassin Artois-Picardie).

Les corrélations ne présentent pas la même intensité selon l'HER : même si elles ne subissent pas les mêmes niveaux de pression, cela suggère encore une fois une difficulté de calage des métriques de l'indice, notamment par rapport à leur référence typologique (non établies en Artois-Picardie, mais reprises de valeurs nationales).

Enfin, la qualité biologique selon l'I2M2 apparaît sévère par comparaison avec la qualité de l'eau (indices SEQ-eau moyens 6 mois). Soit c'est une conséquence de sa construction (prise en compte de données de pressions, afin de mette en évidence le maximum de pollution), soit cela est dû au calage de ses métriques ; soit les recherches de micropolluants n'ont pas été faites (ou en nombre suffisant) dans des sites contaminés ; soit d'autres polluants dégradent les peuplements benthiques.

3.3. CAPACITE DE DISCRIMINATION DES PRESSIONS CHIMIQUES PAR L'I2M2

3.3.1. Indice I2M2

L'efficacité de discrimination (DE) est la proportion d'une variable dans des sites perturbés présentant une valeur inférieure au quartile 25 de la distribution des valeurs de cette variable dans des stations faiblement impactées (voir explication sur la figure ci-dessous). Dans le cas de l'I2M2, les inventeurs de l'indice ont considéré, qu'en moyenne sur 17 types de pression, au moins 60% des assemblages faunistiques soumis à une pression devaient être identifiés.

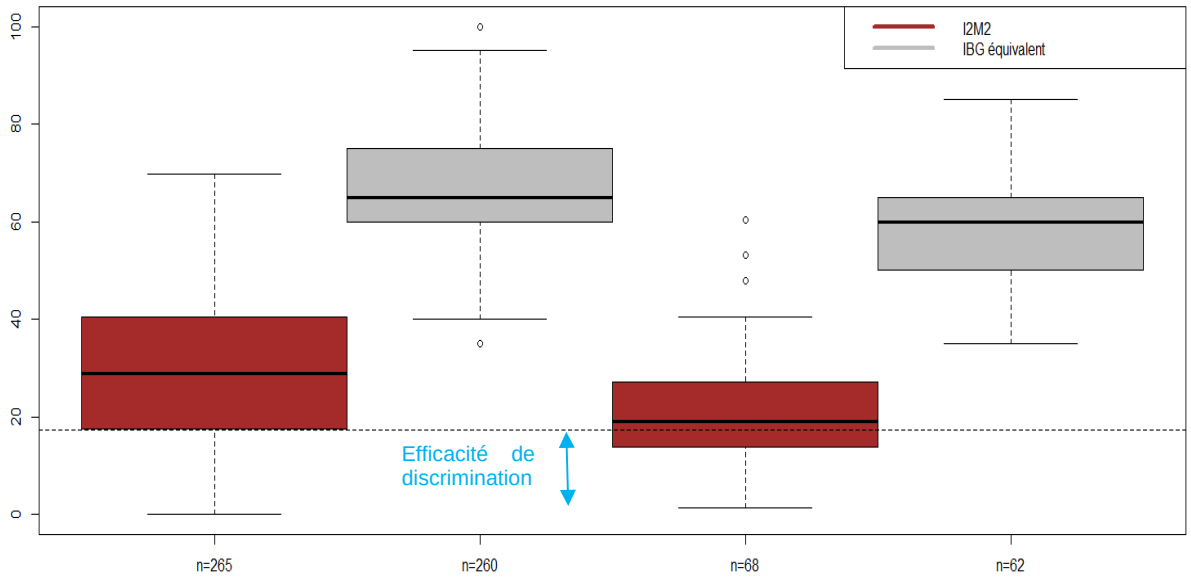
Afin de calculer l'efficacité de discrimination sur les données Artois-Picardie, nous avons séparé les valeurs d'I2M2 selon les deux catégories : sites en bonne qualité de l'eau (classes très bonne et bonne) vs sites à la qualité de l'eau perturbée (classes moyenne, médiocre, mauvaise). Le calcul est fait pour 7 altérations[17] SEQ-eau (classes établies sur les indices moyens les 6 mois précédant le prélèvement) [18].

La distribution comparée des I2M2 et des métriques pour 7 types de pression est donnée dans son intégralité dans le rapport annexe (§ 432). La distribution de l'I2M2 dans des sites en bonne qualité matières azotées et perturbés est donnée ci-dessous à titre d'exemple :

[17] Faute de données sur les autres altérations.

[18] Nous n'avons pas calculé l'efficacité de discrimination vis-à-vis des pollutions en des sites tous de très bonne qualité hydromorphologique, car les données n'étaient pas en nombre suffisant. Le fait qu'il y ait dans la boite de gauche une valeur d'I2M2 proche de 0 montre bien que d'autres variables sont dégradées.

Distribution des valeurs d'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les matières azotées (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : successivement, de gauche à droite, I2M2 sites perturbés, IBG-éq sites perturbés, I2M2 sites en bon état, IBG-éq sites en bon état Y : valeurs des indices La boite représente la distribution des valeurs : elle est délimitée par le premier et le troisième quartile, elle contient donc 50% de la population ; la barre au centre représente la médiane des données. Les extrémités des moustaches sont voisines du 1er et 99e centile. Les ronds sont les données extérieures à ces rangs	Les boites rouges comparent les distributions des valeurs de l'I2M2 dans les sites en bon état (à gauche) et perturbés (à droite) On voit que les distributions se recoupent et que les médianes ne diffèrent guère. De plus, on note que la proportion des données de la distribution de droite (sites perturbés) inférieure au quartile 25 (« fond de la boite ») de gauche (sites en bon état) – proportion matérialisée par la flèche bleue - est inférieure à la moitié des données de la boite de gauche : l'efficacité de discrimination est donc faible. Les boites grises représentent les IBG-éq dans les 2 situations de matières azotées. La discrimination n'est pas meilleure.

Au-delà des représentations graphiques, nous avons calculé l'efficacité de discrimination (DE), proportion des données d'I2M2 en sites perturbés présentant une valeur inférieure au quartile 25 de la distribution des données d'I2M2 dans les sites faiblement impactés pour chacune des altérations SEQ-eau :

	Efficacité de discrimination DE Proportion de la variable en sites perturbés < Q25 de la variable en sites de bonne qualité							
Indices d'altérations SEQ-eau moyens 6 mois 2007-2012	HAP	MAZOT	MOOX	MPHOS	NO3	PAES	PEST	*moyenne*
I2M2	31%	44%	34%	49%	39%	44%	27%	38%
IBG-éq	26%	43%	30%	46%	15%	25%	33%	31%

On voit sur ce tableau que la DE varie selon l'altération ; curieusement, c'est avec les matières phosphorées, azotées et particules qu'elle est la plus élevée. En moyenne, elle est de seulement 38%, ce qui est largement inférieur au seuil de 60% choisi par les inventeurs de l'indice I2M2.

Sur les 7 altérations étudiées et le jeu de données testées, la capacité de discrimination de l'indice est peu élevée, moins de la moitié des stations-date subissant une pression étant identifiée par l'I2M2. Elle est néanmoins meilleure que celle de l'IBG-éq., qui n'est en moyenne que de 31 %.

3.3.2. Métriques de l'I2M2

Nous avons refait l'exercice en séparant les métriques constitutives de l'I2M2 par sites en bon état et impactés par chaque type de pression. Les mêmes représentations et calculs (§ 4323 du rapport statistique) montrent que :

	Efficacité de discrimination DE Proportion de la variable en sites perturbés < Q25 de la variable en sites de bonne qualité							
Indices d'altérations SEQ-eau moyens 6 mois 2007-2012	HAP	MAZOT	MOOX	MPHOS	NO3	PAES	PEST	*moyenne*
I2M2	31%	44%	34%	49%	39%	44%	27	38%
ASPT valeur brute	23%	80%	69%	76%	16%	44%	50%	*51%*
ASPT EQR	0%	82%	69%	74%	0%	0%	0%	*32%*
Ovoviviparité valeur brute*	31%	29%	26%	27%	46%	33%	19%	*30%*
Ovoviviparité EQR	0%	0%	0%	0%	45%	0%	0%	*6%*
Polyvoltinisme valeur brute*	20%	29%	30%	42%	52%	55%	19%	*35%*
Polyvoltinisme valeur EQR	20%	32%	0%	41%	60%	55%	21%	*33%*
Richesse taxonomique brute	20%	38%	34%	43%	45%	44%	31%	*37%*
Richesse taxonomique EQR	20%	48%	34%	54%	40%	44%	39%	*40%*
Diversité Shannon brute	25%	36%	21%	29%	32%	11%	29%	*26%*
Diversité Shannon EQR	24%	36%	21%	31%	24%	11%	31%	*26%*

**proportions en sites perturbés > Q75 en sites de bonne qualité, puisque ces métriques augmentent avec la pollution*

- Seul l'ASPT est discriminant, et encore seulement vis-à-vis des matières azotées, phosphorées et moox ; il ne l'est pas pour HAP, nitrates, PAES et pesticides sur le jeu de données testées.
- Les autres métriques ne sont pas discriminantes (DE < 60%).
- La richesse taxonomique est, après l'ASPT, la métrique présentant la moins mauvaise DE.
- Les EQR n'améliorent la discrimination que de la richesse taxonomique, mais de seulement 3%.
- En moyenne, les EQR diminuent la discrimination de l'I2M2 (perte de DE de 17%) et dispersent le plus souvent les données.
- Ces résultats concernant le bassin Artois-Picardie sont en fait essentiellement ceux de l'HER1[19] Tables calcaires, représentant les trois quarts des données du bassin.

3.3.3. Conclusion

Sur le jeu de données testées, les métriques de l'I2M2 n'identifient pas clairement les assemblages faunistiques en sites soumis à une pression de pollution, encore moins avec les EQR qu'avec les valeurs brutes. Ce qui souligne une nouvelle fois que la prise en compte de la situation de référence dans le calcul de l'indice n'améliore pas, mais détériore, la performance de l'indice.

Signification en terme d'évaluation des cours d'eau

L'I2M2 réagit mieux aux pressions de pollution (i.e. les 7 altérations testées) que l'IBG-éq. Mais sa capacité de discrimination n'est pas optimale (inférieure du tiers environ au minimum attendu par les auteurs de l'I2M2). On peut imaginer que les facteurs hydromorphologiques interfèrent ; mais les données n'étaient pas suffisantes pour pouvoir le tester.

3.4. PRESSIONS A L'ORIGINE DES DECLASSEMENTS PAR L'I2M2

[19] Données insuffisantes par HER de niveau 2, voir § 4324 du rapport statistiques.

3.4.1. Corrélations entre écarts d'indices biologiques et altérations

Toutes les stations (sauf une) sont déclassées par l'I2M2, plus sévère que l'IBG-éq., mais de façon plus ou moins accentuée, comme le montre la carte présentée au § 232 ci-dessus. Différentes analyses statistiques (voir détails dans le rapport 4. Annexe statistique, §43) réalisées sur l'écart relatif entre les indices biologiques et certaines altérations moyennes SEQ-eau 6 mois[20] donnent les résultats suivants.

- C'est avec les matières phosphorées et azotées que l'écart relatif entre I2M2 et IBG-éq est le mieux corrélé :

Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nb données	Coefficient de corrélation non linéaire avec Ecart relatif indices
Matières phosphorées	319	**-0,40**
Matières azotées hors nitrates	322	**-0,35**
Particules en suspension	322	**-0,33**
Nitrates	322	-0,24
Matières organiques et oxydables	204	-0,19
Pesticides	179	-0,17
HAP	157	-0,05

En jaune, les corrélations significatives ;
elles sont négatives car l'écart relatif entre indices varie inversement aux indices d'altération.

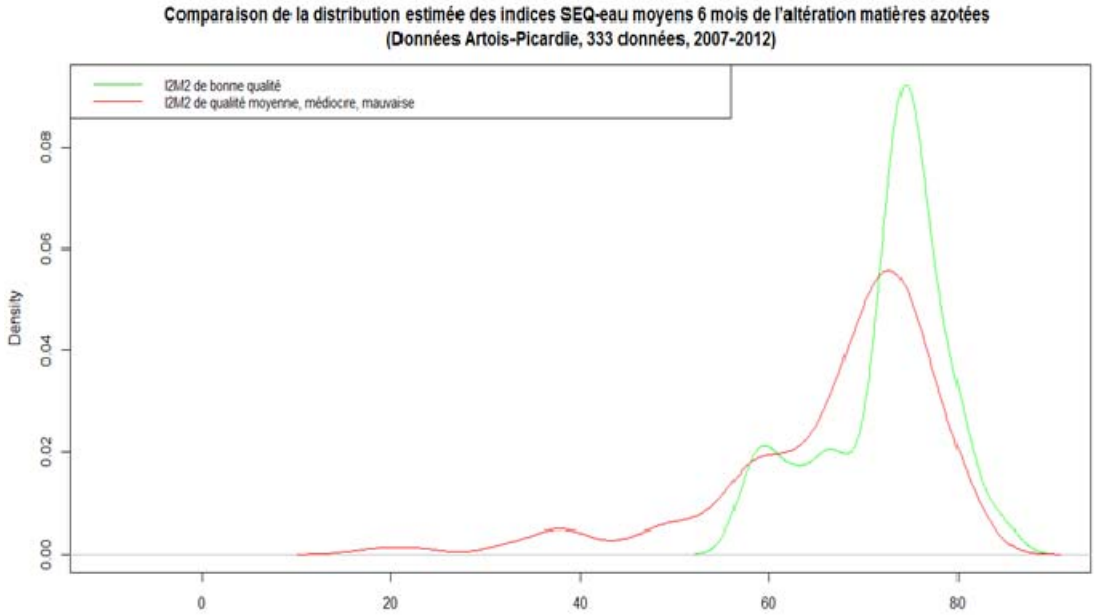
Cela est cohérent avec des résultats précédents (voir altérations discriminant le mieux les HER2, meilleures corrélations de l'I2M2, de l'ASPT, de la richesse taxonomique).

- L'écart entre indices est également significativement lié aux particules en suspension.
- L'écart est corrélé, mais de manière moindre, aux nitrates, MOOX et pesticides.
- L'écart n'est pas lié, sur les données utilisées, aux HAP.
- La prévision de l'écart d'indices biologiques à partir du niveau moyen des altérations SEQ-eau 6 mois est de 62 % : l'écart entre les 2 indices biologiques n'est pas directement (ou seulement) lié au niveau de pollution de l'eau. On peut l'interpréter comme le fait que la construction des indices induit donc une incertitude de 38 % sur la qualité biologique de l'eau (d'après les données utilisées).

3.4.2. Effet du contexte multi-pressions

Le rapport statistique (§ 4325) fournit deux séries de graphes montrant la distribution des indices d'altération SEQ-eau annuels et moyens 6 mois, d'une part quand les I2M2 sont de bonne qualité, d'autre part quand les I2M2 sont de qualité moyenne, médiocre, mauvaise. Le cas des matières azotées est donné ci-dessous à titre d'exemple :

[20] Sélection des altérations correspondant aux prévisions WQ sans l'acidification mais avec les PAES, auxquelles l'I2M2 est corrélé et les HAP qui ont retenu notre attention.



Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : valeur de l'indice d'altération SEQ-eau considéré (ici les matières azotées) Y : « density » = estimation modélisée de la fréquence relative de chacune des valeurs de X	Ces 2 courbes présentent des indices d'altération Moox. En rouge, ceux relevés dans des sites où l'I2M2 est moyen, médiocre ou mauvais. En vert, ceux relevés dans des sites où l'I2M2 est bon (il n'y a pas d'I2M2 très bons)

Les 2 distributions (et les 2 moyennes) diffèrent significativement, mais on note que les valeurs d'indices les plus fréquentes (« pic » de la courbe) ne montrent que peu d'écart : on en déduit que d'autres facteurs que les matières azotées, globalement de bonne qualité (indices >70), perturbent les I2M2. Le même constat est fait pour les matières phosphorées, les paes, pesticides (que ce soit avec les indices annuels ou les indices moyens 6 mois) et les nitrates, moox (indices annuels).

Le cas des nitrates, HAP et PAES est présenté au § 6.1

3.5. SYNTHESE : REPONSES DE L'I2M2 AUX PRESSIONS DE POLLUTION

- Les corrélations des variables biologiques au SEQ-Eau sont meilleures (plus nombreuses, plus élevées) avec les indices d'altération moyens 6 mois qu'avec les indices annuels (percentile 90).
- Les corrélations linéaires des 2 indices avec les altérations, bien que significatives, restent peu élevées (maximum MPHOS 39% avec I2M2 ou EQR IBG-éq) ; les meilleures corrélations linéaires sont obtenues par l'ASPT (63% avec MAZOT, 60% avec MPHOS, 49% avec MOOX).
- Les corrélations de l'I2M2 avec les altérations SEQ-eau sont à peine plus élevées que celles de l'IBG-éq. (1% en moyenne sur les 6 altérations les mieux corrélées),
- L'utilisation de l'EQR augmente à peine les corrélations, avec les altérations SEQ, de la richesse taxonomique et de la diversité de l'I2M2 (et de l'IBG-éq) ; elle diminue celle de l'ASPT, du polyvoltinisme et de l'ovoviviparité.
- Les corrélations de l'I2M2 et de ses métriques varient en nombre, en intensité et en sens selon l'HER 2 (nombreuses en Haute Normandie-Picardie, peu fréquentes en Ardennes, rares dans Auréole Crétacé).
- Les pressions à l'origine des plus forts déclassements sont dans l'ordre : MAZOT, MPHOS, PAES.
- L'efficacité de discrimination de l'I2M2 et des métriques, par altération, est peu élevée sur le jeu de données utilisées, du fait du contexte des cours d'eau d'Artois-Picardie subissant de multiples

pressions. Néanmoins, l'ASPT identifie clairement les sites pollués en matières azotées, phosphorées et organiques.

Signification en termes d'évaluation des cours d'eau

L'I2M2 apparaît un peu plus efficace que l'IBG-éq. pour discriminer les pollutions. Mais c'est sa métrique constitutive ASPT qui identifie le mieux les sites pollués en matières azotées, phosphorées et organiques. Toute interprétation de l'indice dans sa version actuelle devra donc se fonder sur celle-ci, en utilisant sa valeur brute et non son EQR.

4. REPONSES DE L'I2M2 AUX PERTURBATIONS PHYSIQUES

4.1. DESCRIPTEURS SEQ PHYSIQUE

Les coefficients de corrélation entre indices SEQ physique et indices biologiques moyens sont les suivants :

		Coefficient de corrélation (r) entre les variables						
Indices SEQ-Physique	Nb données	I2M2 moyen 2007-2012	Average Score Per Taxon (ASPT)	EQR ASPT	Ovo-viviparité	Poly-voltinisme	Richesse taxo-nomique	Indice de diversité de Shannon
Indice Global	47	0,17	0,29	0,29	-0,13	-0,20	0,21	0,03
Indice Lit Majeur	47	0,20	0,32	0,25	-0,14	-0,22	0,27	0,17
Indice Lit Mineur	47	0,02	-0,01	0,07	0,02	-0,09	-0,01	-0,09
Nature des fonds	45	0,35	0,28	0,31	-0,07	-0,18	0,21	0,04
Indice Berge	47	0,14	0,28	0,14	-0,16	-0,09	0,20	0
Indice Ripisylve	47	0,10	0,18	0,19	-0,06	-0,09	-0,01	-0,18
Diversité ripisylve	45	0,31	0,19	0,18	-0,19	-0,24	0,16	-0,02
Epaisseur ripisylve	45	0,23	0,31	0,06	-0,07	-0,15	0,12	-0,07

Les corrélations significatives sont surlignées en vert

Seules 2 corrélations de l'I2M2 (faibles, sans doute en raison du petit nombre de données) apparaissent avec les descripteurs d'état milieu physique[21]. Les liaisons de l'ASPT avec le milieu physique disparaissent en partie avec l'utilisation de l'EQR. Pour information, l'IBG-éq et le GFI ne sont liés qu'avec l'indice Berges (détails dans le rapport annexe).

4.2. RISQUE D'ALTERATION SYRAH

Une analyse de la variance des indices biologiques en fonction de la classe la plus probable des risques Syrah selon 4 paramètres donne les résultats suivants :

Effets des paramètres		Risque d'erreur (p-values seuil risque 5%)					
Paramètres Syrah	Nb données	I2M2	Average Score Per Taxon (ASPT)	Ovo-viviparité	Poly-voltinisme	Richesse taxo-nomique	Indice de diversité de Shannon
Quantité du débit d'eau (HQ)	334	2,6e-07	2.2e-08	0,001	0,00	0,00	0,009
Variation de la profondeur et de la largeur de la rivière (PL)	334	0,21	0,22	0,03	0,00	0.30	0,61
Structure et substrat du lit (SS)	334	4,9e-09	0,001	0,01	9,1e-07	1,6e-08	8,1e-07
Structure de la rive (SR)	334	0,40	0,14	0.9	0,00	0,9	0,01

En vert, risque d'erreur faible, indiquant donc un lien significatif. A l'inverse des autres tests, celui-ci est d'autant plus significatif que la valeur est faible

Les paramètres HQ et SS ont un effet significatif sur l'indice biologique. Les paramètres PL et SR n'ont pas d'effet significatif sur l'indice I2M2, bien qu'en ayant sur le polyvoltinisme et l'indice de diversité. Les EQR donnent les mêmes résultats. Ces corrélations sont logiques dans la mesure où l'I2M2 a été construit à partir de pressions hydromorphologiques : couverture de la ripisylve, risque de colmatage, instabilité

[21] Il peut sembler surprenant que des corrélations significatives apparaissent entre l'I2M2 et les facteurs du milieu alors que ses sous-indices constitutifs n'en présentent pas : nous l'attribuons au fait que leurs corrélations sont proches du seuil, et au jeu des pondérations des métriques dans l'I2M2.

hydrologique, degré d'anthropisation, intensité de la rectification (ainsi que voies de communication urbanisation).

Signification en terme d'évaluation des cours d'eau

Les données I2M2 utilisées sont mieux corrélées aux résultats Syrah qu'aux descripteurs SEQ-physique (en petit nombre, et antérieures, ce qui incite à la prudence). Du fait des paramètres utilisés dans sa construction, l'I2M2 apparaît de fait plus lié aux pressions sur le bassin qu'à l'état hydromorphologique du cours d'eau.

4.3. EXAMEN DES LISTES FAUNISTIQUES

4.3.1. Objectifs

Le rapport 3 du présent présente une analyse de 65 listes faunistiques. Elle a pour objectif de confronter les résultats des indices biologiques (I2M2 et IBG-Equivalent) à l'analyse directe des listes faunistiques, de façon à caractériser les relations entre les peuplements invertébrés, en termes de structure ou de traits biologiques, et les résultats indiciels, notamment ceux des différentes métriques constitutives de l'I2M2. Parallèlement, la confrontation de ces expertises avec les résultats IBG-équivalent vise à préciser l'origine des importants déclassements constatés.

L'objectif final étant de mettre en évidence les causes des faibles notes biologiques obtenues par l'indice I2M2, en le mettant en perspective de la réalité terrain (pressions, conditions d'échantillonnage,…).

4.3.2. Conclusions

On trouvera dans le rapport 3 le détail de l'ensemble des analyses réalisées. La comparaison des résultats I2M2 et IBG-équivalent à partir de l'examen de listes faunistiques conduit au résumé suivant :

- Certaines métriques sont bien corrélées aux pressions comme l'ASPT avec la qualité des eaux, ou la richesse taxonomique avec la qualité et la diversité de la mosaïque d'habitats.
- Les stations étudiées hébergent très fréquemment un cortège de taxons polyvoltins (*Asellidae, Gammaridae, Baetis, Simuliidae, Potamopyrgus, Sphaerium* et *Pisidium*) dont certains sont également ovovivipares (*Asellidae, Gammarus Echinogammarus, Potamopyrgus, Sphaerium* et *Pisidium*). De plus, ces taxons sont tous plus ou moins polluorésistants et certains tendent parfois à être abondants, donnant ainsi beaucoup de poids aux métriques « Shannon », « polyvoltinisme » et « ovoviviparité ». Les échantillons comportant ces organismes subissent de ce fait un très fort impact (parfois triple) : polyvoltinisme et ovoviviparité font ainsi chuter l'I2M2 dans les trois quarts des 65 « stations-date » étudiées (les EQR de ces métriques sont inférieures à la valeur de l'I2M2).
- On a noté également, notamment dans des stations suivies chaque année, que des variations minimes du peuplement (disparition ou apparition de 1 ou 2 taxons contributifs, ou variation d'effectif) peuvent fortement influencer les valeurs des métriques (Shannon, polyvoltinisme et oviviparité) indiquant que leur sensibilité peut-être excessive dans le bassin Artois-Picardie[22].
- L'IBG-équivalent, établi seulement à partir de 2 variables : le niveau du Groupe Faunistique Indicateur (GI) le plus élevé, ainsi que la variété totale (nombre de familles), donne une estimation plus optimiste de la qualité biologique, car il n'est pas influencé par les 3 métriques qui contribuent à diminuer notablement l'I2M2 : polyvoltinisme, ovoviviparité et secondairement Shannon.
- La métrique ASPT est proche en valeur du niveau de bio-indication fournie par le GI de l'IBGN, bien qu'elle soit en moyenne plus faible de près de 20 %. Son diagnostic semble néanmoins plus fin et robuste car fondé sur une polluosensibilité moyenne et un peuplement indicateur plus étendu (plus de 80 taxons). Néanmoins**,** le passage en EQR le fait notablement diminuer, entraînant ainsi une baisse de l'I2M2.

[22] Les 5 métriques constitutives de l'I2M2 ont été choisies dans un lot initial de 450 en raison de leur « stabilité » en conditions de référence.

5. CONFRONTATION DES DIAGRAMMES RADAR AUX DONNEES TERRAIN

5.1. PREVISION DE PRESSIONS WQ – ALTERATIONS SEQ-EAU 6 MOIS

5.1.1. Données et objectifs

Les prédictions de pressions par l'I2M2 sont données sous forme graphique (« diagrammes radar ») et sous forme de probabilité, entre 0 et 1 pour 345 stations-dates. Il s'agit de vérifier la cohérence des risques d'impact diagnostiqués par le compartiment macrobenthique avec les pressions de pollution mesurées sur le terrain (indices d'altération SEQ-eau moyens les 6 mois précédant le prélèvement).

Correspondance entre diagramme radar et SEQ-eau	
Prévision de pression	**Altération SEQ-eau**
WQ1 matière organique	MOOX
WQ2 matières azotées	MAZOT
WQ3 nitrates	NO3
WQ4 matières phosphorées	MPHOS
WQ6 acidification	ACID
WQ8 pesticides	PEST

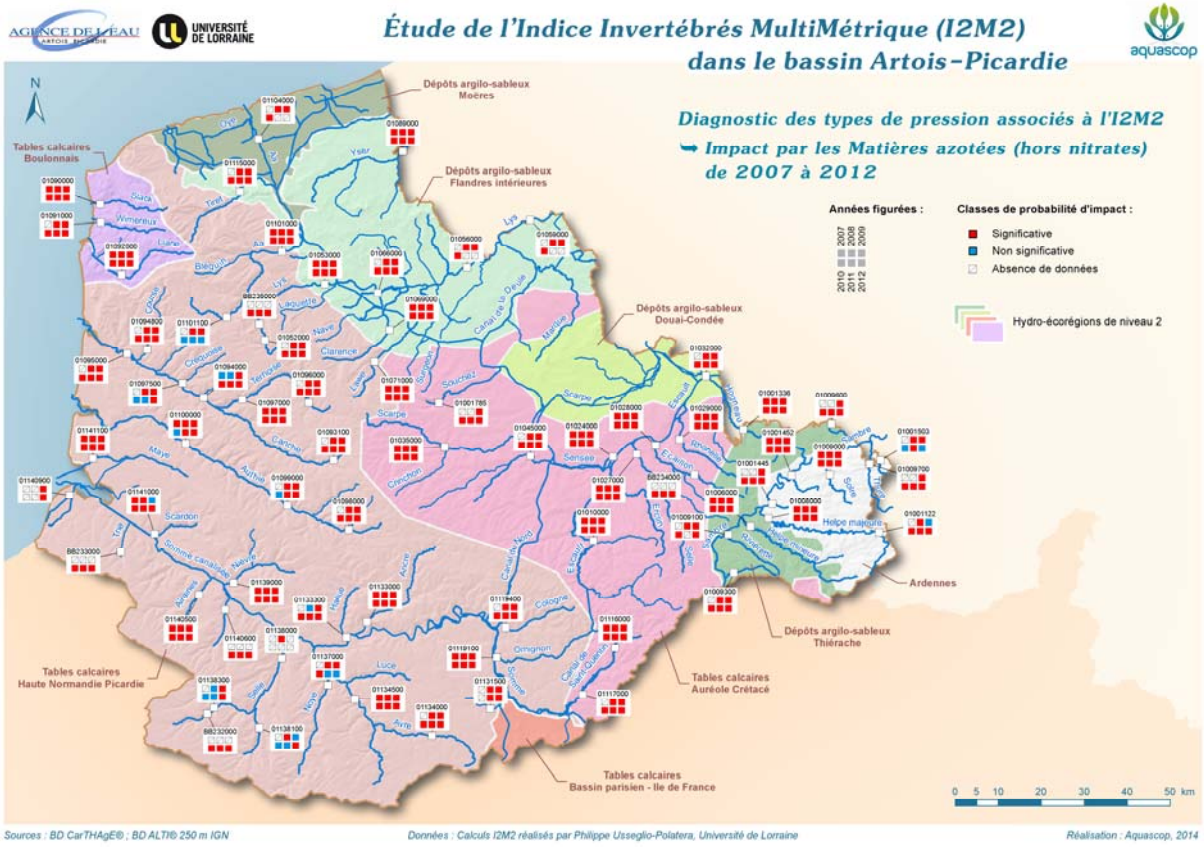
5.1.2. Prédictions de pressions significatives

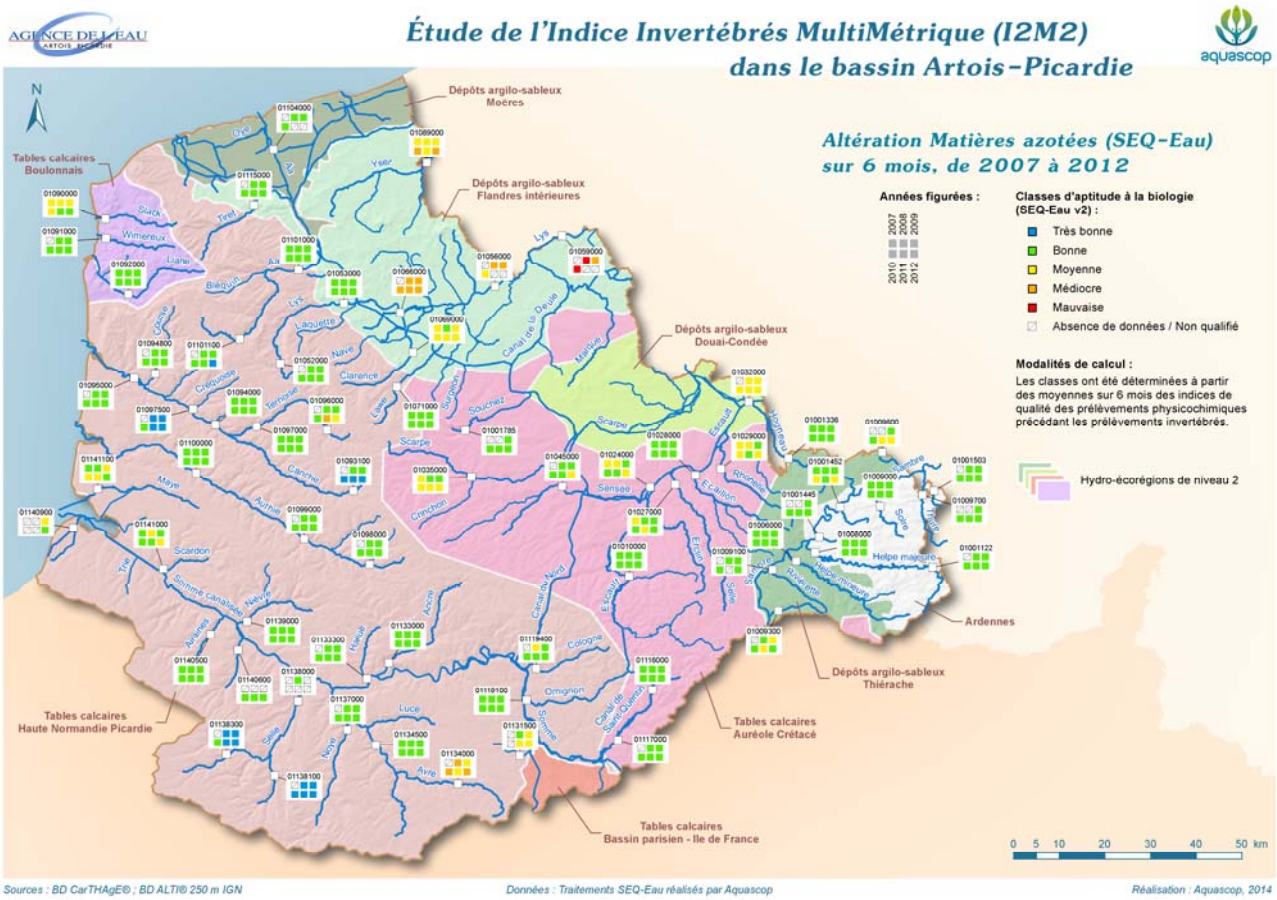
Les effectifs de stations-date par niveau de pression prédit sont comparés aux moyennes SEQ-eau 6 mois:

Nombre de stations-date concernées				
Type de pression	**Pression significative WQ**	**Pression non significative WQ**	**Indice SEQ-eau moyen 6 mois <= 59 (classe jaune, orange ou rouge)**	**indice SEQ-eau moyen 6 mois >= 60 (classe verte ou bleue)**
matière organique	311 (90%)	34	23 (10%)	189
matières azotées	323 (93%)	22	68 (21%)	265
nitrates	340 (99%)	5	310 (93%)	23
matières phosphorées	336 (97%)	9	51 (16%)	281
acidification	219 (63%)	126	0	333
pesticides	337 (98%)	8	37 (20%)	151

L'outil associé à l'I2M2 prédit une pression dans plus de 90% des cas ; sauf en ce qui concerne l'acidification, à 63% « seulement » (alors que l'altération SEQ-eau est uniquement en classe bleue ou verte) : seule la prévision nitrates est proche de la « réalité ».

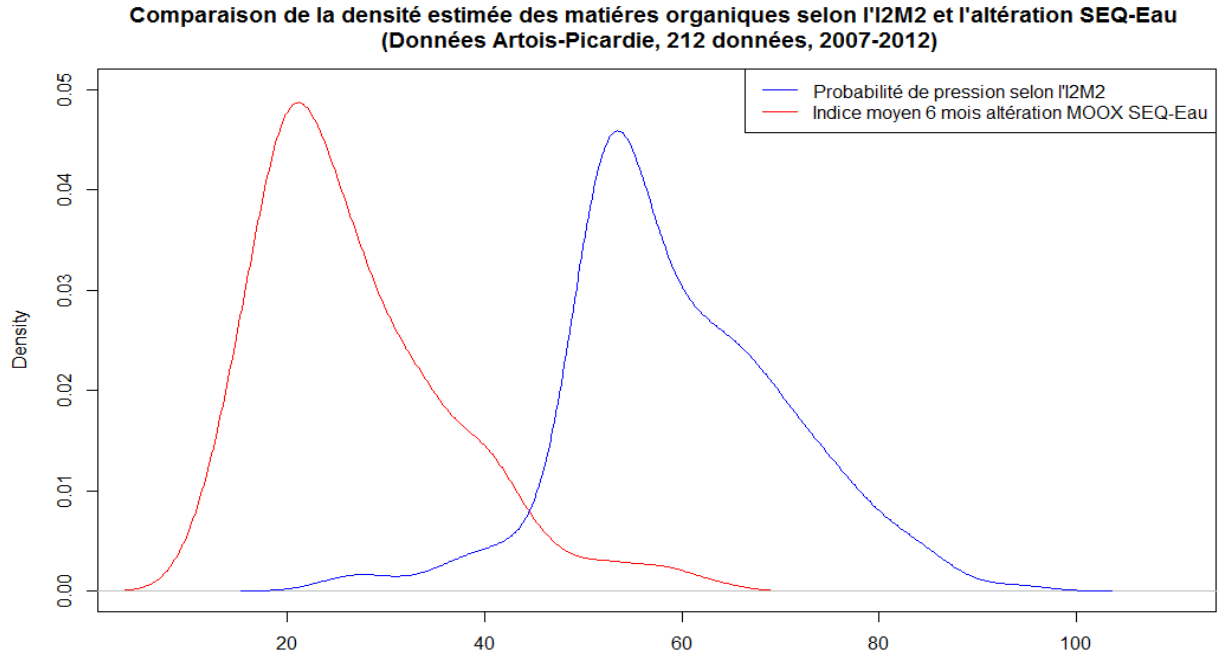
Figurent ci-dessous à titre d'exemple la carte par classes concernant les prévisions de pression par les matières azotées, à comparer à celle de l'altération SEQ-eau 6 mois.


Étude de l'Indice Invertébrés MultiMétrique (I2M2)
dans le bassin Artois-Picardie
Diagnostic des types de pression associés à l'I2M2
➥ Impact par les Matières azotées (hors nitrates)
de 2007 à 2012
Années figurées :
2007 2008 2009 2010 2011 2012
Classes de probabilité d'impact :
Significative
Non significative
Absence de données
Hydro-écorégions de niveau 2
Dépôts argilo-sableux Moëres
Dépôts argilo-sableux Flandres intérieures
Dépôts argilo-sableux Douai-Condée
Dépôts argilo-sableux Thiérache
Tables calcaires Boulonnais
Tables calcaires Haute Normandie Picardie
Tables calcaires Auréole Crétacé
Tables calcaires Bassin parisien - Ile de France
Ardennes
0 5 10 20 30 40 50 km
Sources : BD CarTHAgE® ; BD ALTI® 250 m IGN
Données : Calculs I2M2 réalisés par Philippe Usseglio-Polatera, Université de Lorraine
Réalisation : Aquascop, 2014


Étude de l'Indice Invertébrés MultiMétrique (I2M2)
dans le bassin Artois-Picardie
Altération Matières azotées (SEQ-Eau)
sur 6 mois, de 2007 à 2012
Années figurées :
2007 2008 2009 2010 2011 2012
Classes d'aptitude à la biologie (SEQ-Eau v2) :
Très bonne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Absence de données / Non qualifié
Modalités de calcul :
Les classes ont été déterminées à partir des moyennes sur 6 mois des indices de qualité des prélèvements physicochimiques précédant les prélèvements invertébrés.
Hydro-écorégions de niveau 2
Dépôts argilo-sableux Moëres
Dépôts argilo-sableux Flandres intérieures
Dépôts argilo-sableux Douai-Condée
Dépôts argilo-sableux Thiérache
Tables calcaires Boulonnais
Tables calcaires Haute Normandie Picardie
Tables calcaires Auréole Crétacé
Tables calcaires Bassin parisien - Ile de France
Ardennes
0 5 10 20 30 40 50 km
Sources : BD CarTHAgE® ; BD ALTI® 250 m IGN
Données : Traitements SEQ-Eau réalisés par Aquascop
Réalisation : Aquascop, 2014

5.1.3. Distribution des données

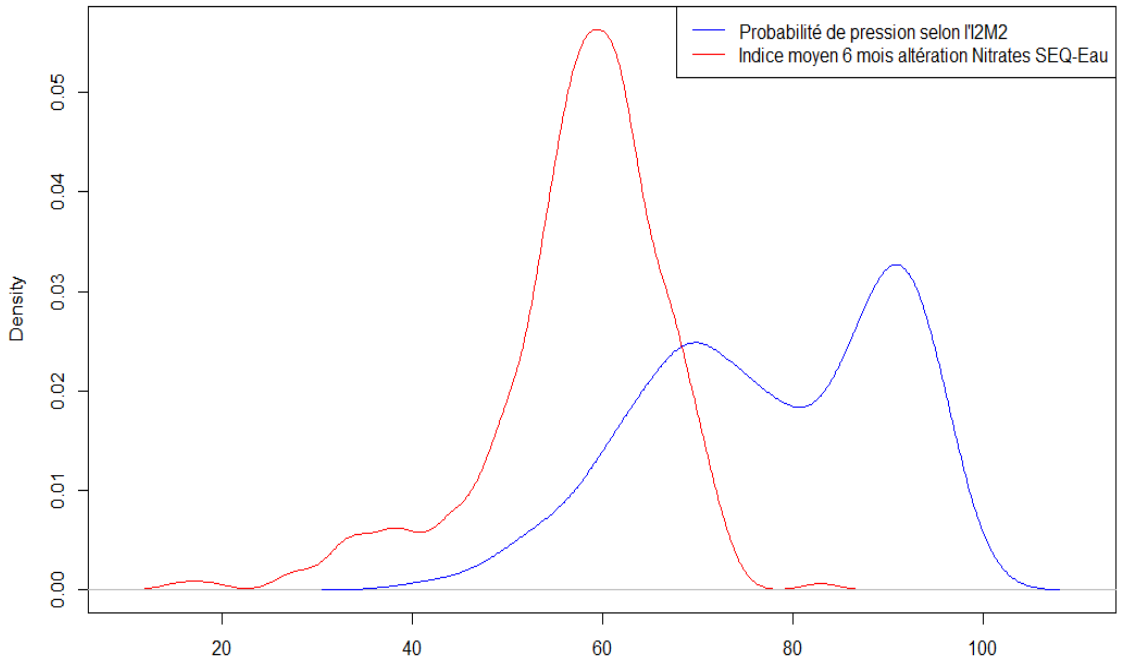
NB : La probabilité de pression croît avec le risque de pollution, alors que l'indice de l'altération SEQ-eau diminue avec la pollution. Leurs variations sont donc a priori inverses. Pour comparer graphiquement les distributions de ces 2 variables, nous avons calculé un indice SEQ-eau moyen 6 mois » par la formule 100 – indice de l'altération.



Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : indice de pression par les MOOX Y : « density » = estimation modélisée de la fréquence relative de chacune des valeurs de X	La courbe bleue présente la distribution des probabilités de pression par les moox fournies par les diagrammes-radar de l'I2M2 La courbe rouge représente, aux mêmes stations, la distribution des indices « d'altération » (100 - indice de qualité SEQ-eau) mesurés

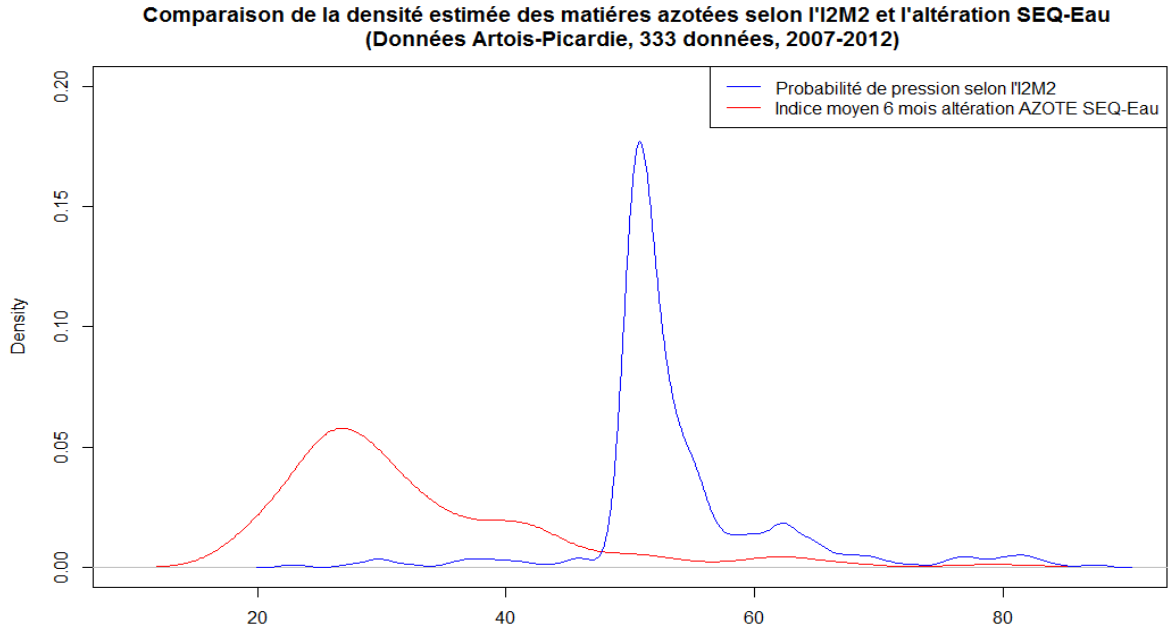
Ces 2 courbes Matières organiques ont sensiblement les mêmes caractéristiques (forme et maximum) ; elles sont en revanche très décalées. La prévision de pression indique qu'une majorité de stations doit être soumise à risque de pollution (lorsque l'indice est supérieur à 50). Alors qu'elle ne concerne en réalité (données terrain) qu'une faible proportion de stations d'après les données SEQ-eau (inversées).

Comparaison de la densité estimée des nitrates selon l'I2M2 et l'altération SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 333 données, 2007-2012)



Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : indice de pression par les nitrates Y : « density » = estimation modélisée de la fréquence relative de chacune des valeurs de X	La courbe bleue présente la distribution des probabilités de pression par les nitrates fournies par les diagrammes-radar de l'I2M2 La courbe rouge représente, aux mêmes stations, la distribution des indices « d'altération » (100 - indice de qualité SEQ-eau) mesurés

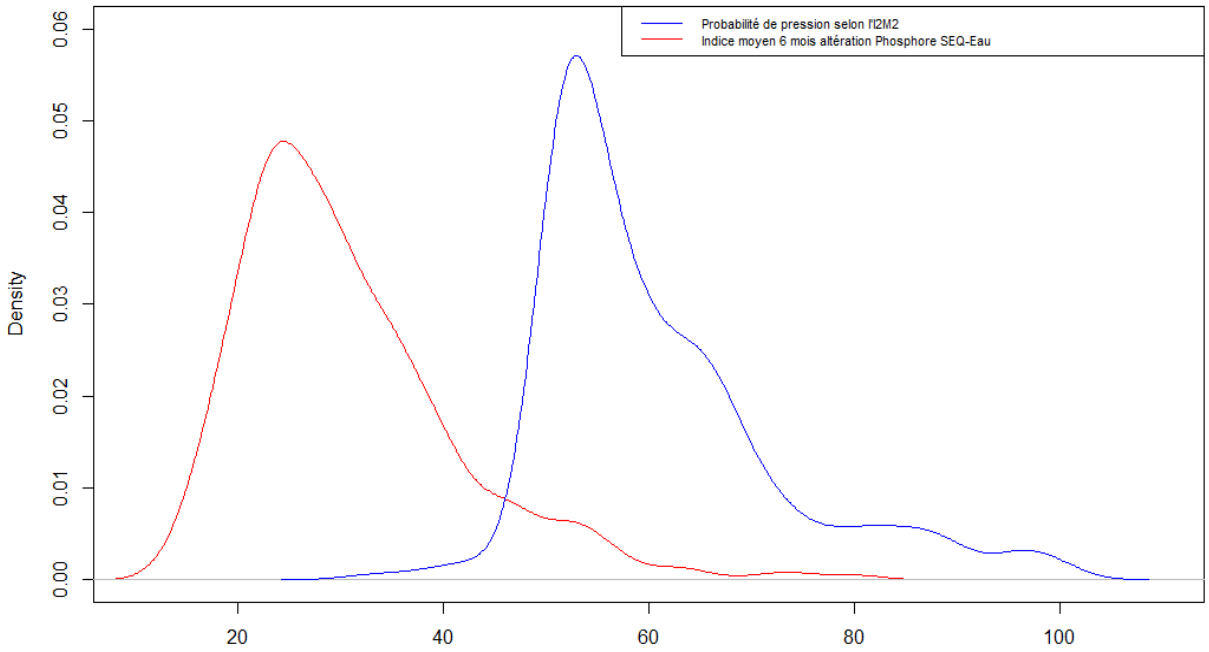
Ces 2 courbes Nitrates n'ont ni la même forme, ni le même maximum et elles sont assez décalées. Le décalage de la courbe bleue à droite montre qu'une grande majorité de stations doit subir une pression de pollution par les nitrates. Elle a en effet été constatée sur le terrain, d'après les données SEQ-eau (inversées), mais est de moindre ampleur.



Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : indice de pression par les matières azotées Y : « density » = estimation modélisée de la fréquence relative de chacune des valeurs de X	La courbe bleue présente la distribution des probabilités de pression par les matières azotées fournies par les diagrammes-radar de l'I2M2 La courbe rouge représente, aux mêmes stations, la distribution des indices « d'altération » (100 - indice de qualité SEQ-eau) mesurés

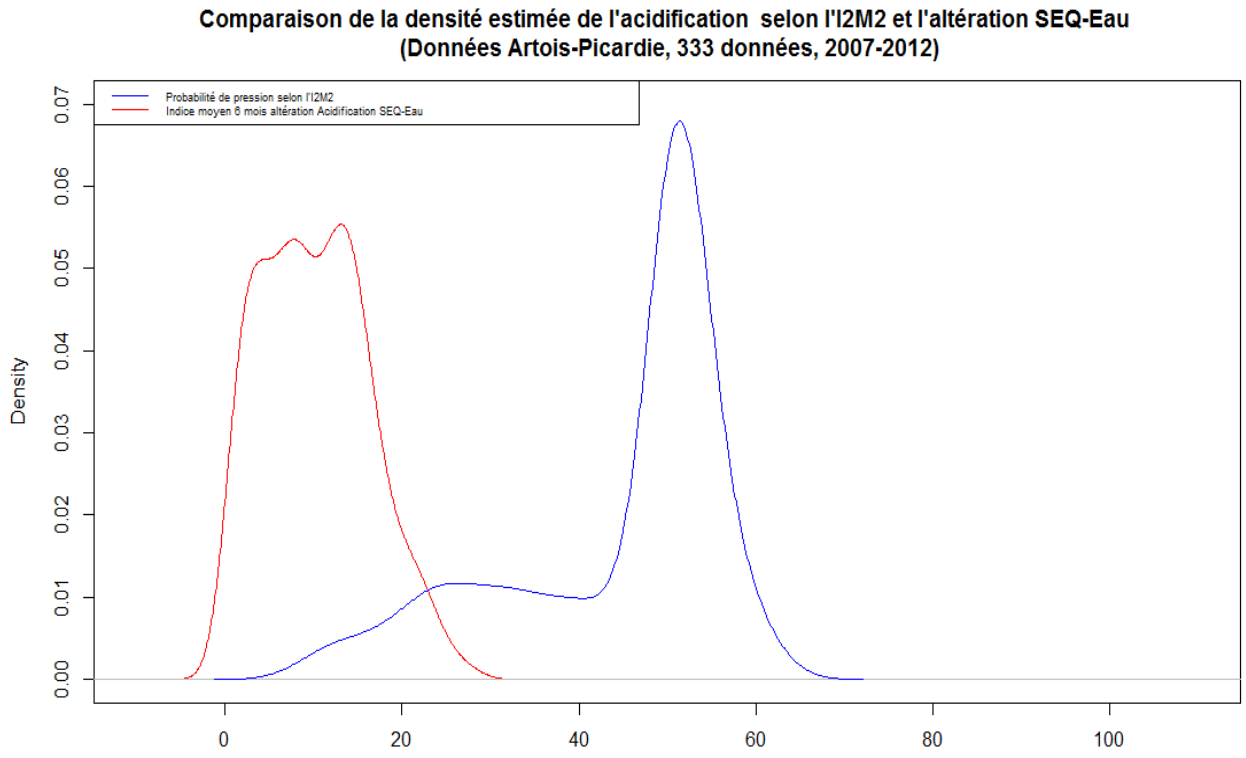
Ces 2 courbes Matières Azotées n'ont ni la même forme, ni le même maximum ; elles sont très décalées. Une pression moyenne (centrée sur 50/100) est prévues par les diagrammes-radar de l'I2M2 dans une très grande majorité de stations-date. Alors que les indices SEQ-eau (convertis) mesurant la pollution sont quasiment tous faibles (inférieurs à 40/100).

Comparaison de la densité estimée des matiéres phosphorées selon l'I2M2 et l'altération SEQ-Eau (Données Artois-Picardie, 330 données, 2007-2012)

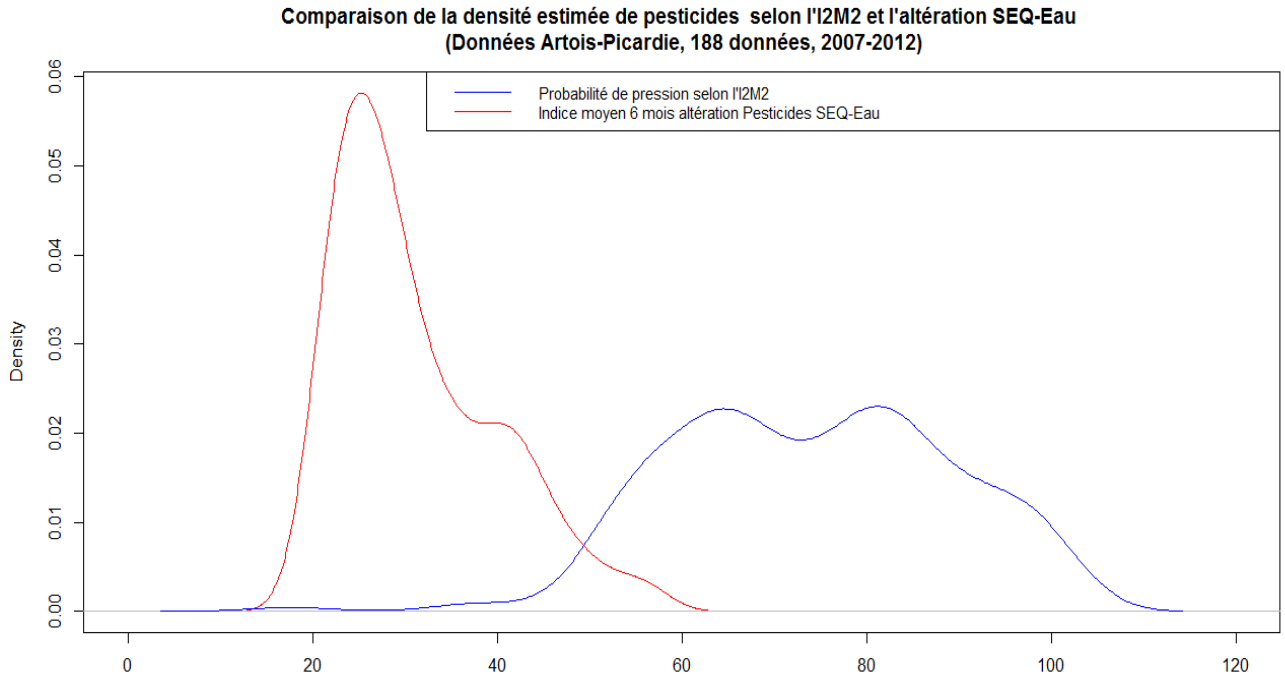


Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : indice de pression par les matières phosphorées Y : « density » = estimation modélisée de la fréquence relative de chacune des valeurs de X	La courbe bleue présente la distribution des probabilités de pression par les matières phosphorées fournies par les diagrammes-radar de l'I2M2 La courbe rouge représente, aux mêmes stations, la distribution des indices « d'altération » (100 - indice de qualité SEQ-eau) mesurés

Ces 2 courbes Matières Phosphorées n'ont pas tout-à-fait la même forme, elles n'ont pas le même maximum ; elles sont très décalées. La probabilité de pression est maximale dans une majorité de stations-date, alors qu'elle n'est constatée en réalité que dans une minorité d'après les données SEQ-eau (converties).



Ces 2 courbes Acidification n'ont ni la même forme, ni le même maximum ; elles sont décalées. La prévision d'acidification fournie par le diagramme-radar de l'I2M2 (en bleu) concerne un grand nombre de stations ; alors que les données terrain SEQ-eau (en rouge) déterminent uniquement des classes de qualité très bonne et bonne.



Ces 2 courbes Pesticides n'ont ni la même forme, ni le même maximum) ; elles sont très décalées. La prévision de pression fournie par le diagramme-radar de l'I2M2 (en bleu) concerne une majorité de stations ; alors que les données SEQ-eau terrain (converties) (en rouge) donnent une situation plus nuancée.

5.1.4. Recherche de corrélations

Une série de représentations graphiques des couples de valeurs WQ et indice d'altérations est donnée dans le rapport 4. Annexe statistique (§ 5111) : des corrélations significatives inverses, linéaires ou non, apparaissent pour les 5 variables étudiées. Mais il est très surprenant que des corrélations positives apparaissent avec les nitrates et l'acidification : cela voudrait dire que la prévision de pression (pollution) augmente avec l'indice de « l'altération » SEQ-eau correspondante (lorsque la qualité de l'eau mesurée est meilleure).

5.1.5. Conclusion : diagramme-radar vs données terrain

- Les prévisions de pression par l'I2M2 (diagrammes-radar WQ) sont corrélées aux indices d'altération moyens SEQ-eau 6 mois, sans que les corrélations soient élevées (entre 34 et 70%). Ce qui peut s'expliquer en partie par la différence entre pression et état.
- Elles sont très pessimistes puisque plus de 90% des stations-date sont concernées par au moins une catégorie de polluants, alors que la réalité Moox, Mazot, Mphos, Pest (classes jaune, orange ou rouge des indices moyens les 6 mois précédant le prélèvement) la plus élevée concerne au maximum 22 % des stations-date. Dans le cas de l'acidification, la prévision de pression ne concerne « que » 63% des points, mais toutes les stations sont au minimum de bonne qualité. Dans le cas des nitrates, la prévision de pression et la réalité de pollution sont proches (99 et 89%) ; mais compte tenu de ce qui précède, il est vraisemblable que ce soit un artefact dû à l'existence d'une pollution généralisée.
- La qualité des prévisions de pression de pollution varie par ailleurs selon l'HER 2.

5.2. PREVISION DE PRESSIONS HD – DESCRIPTEURS SEQ-PHYSIQUE

5.2.1. Données et objectifs

Il s'agit de confronter les prédictions faites par l'I2M2 en termes de pressions morphologiques avec les observations terrain (descripteurs SEQ-physique). Les prédictions de pressions par l'I2M2 sont données sous forme graphique (« diagrammes radar ») et sous forme de probabilité, entre 0 et 1, concernant la dégradation de l'habitat (HD = habitat degradation).

Correspondance approximative[23] entre diagramme radar et SEQ physique	
Prévision de pression[24]	**Descripteur SEQ physique**
HD1 Voies de communication dans une zone de 100m	Axes de communication (dans le lit majeur)
HD2 Couverture forestière 30 m	Epaisseur) Continuité) de la ripisylve Répartition)
HD3 Urbanisation	/
HD4 Risque potentiel d'érosion des sols	Dépôts (dans le lit mineur)
HD5 Instabilité hydrologique	/

Des prévisions de pression par l'I2M2 sont disponibles chaque année aux différentes stations alors qu'il n'y a qu'une série SEQ physique : De ce fait, nous avons utilisé les valeurs HD de l'année 2008 pour les comparer aux données SEQ-Physique, collectées en 2005-2007.

[23] la méthode SEQ physique étant bien antérieure à celle de l'I2M2

[24] Le modèle prédictif associé aux 2 autres types de pression (rectification et niveau d'anthropisation dans le bassin versant) est apparu de qualité encore trop faible pour être exploité en routine (Ph. Usseglio-Polatera, com. pers., 27 juin 2014)

5.2.1. Prédictions de pressions significatives

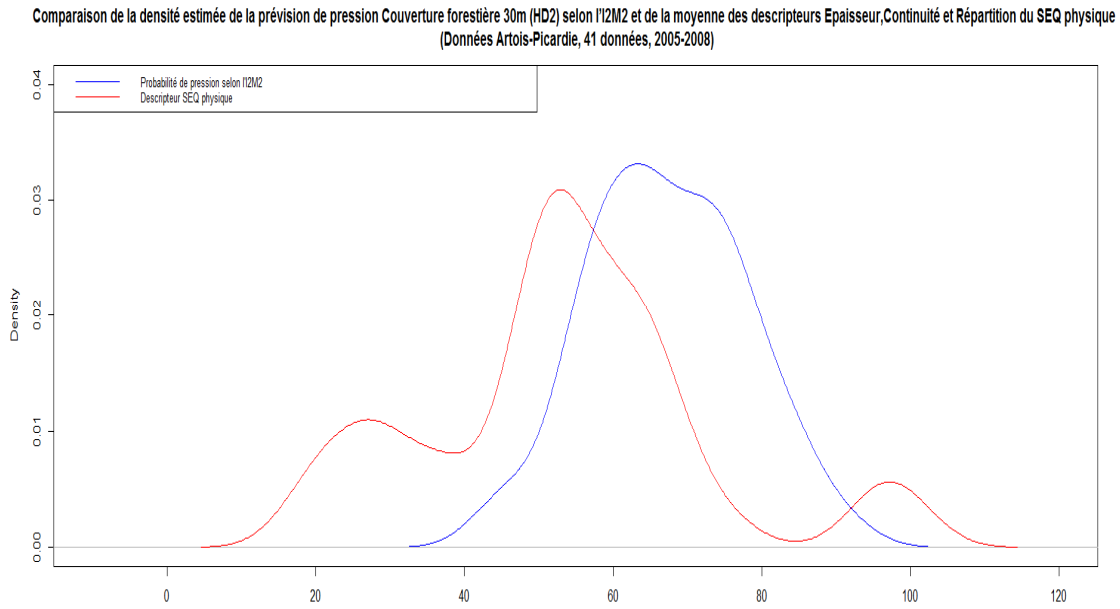
Les effectifs de stations par niveau de pression prédit sont comparés aux moyennes SEQ physique :

Nombre de stations 2008 concernées				
Type de pression	Pression significative HD	Pression non significative HD	Indice SEQ physique <= 59 (classe jaune, orange ou rouge)	indice physique >= 60 (classe verte ou bleue)
Voies communication	21 (51%)	20	37 (90%)	4
Couverture forestière	39 (95%)	2	35 (85%) 31 (76%)[25]	6 10
Erosion vs Dépôts	100 (99%)	0	30 (73%)	11

Les prévisions sont plus pessimistes que les observations en ce qui concerne la ripisylve et érosion/dépôts. En ce qui concerne les voies de communication, c'est l'inverse : la prévision (qui concerne une zone de 100 m de part et d'autre du cours d'eau) est plus favorable alors que le résultat SEQ physique, établi sur le lit majeur.

5.2.2. Confrontation des prévisions de pression à la réalité terrain

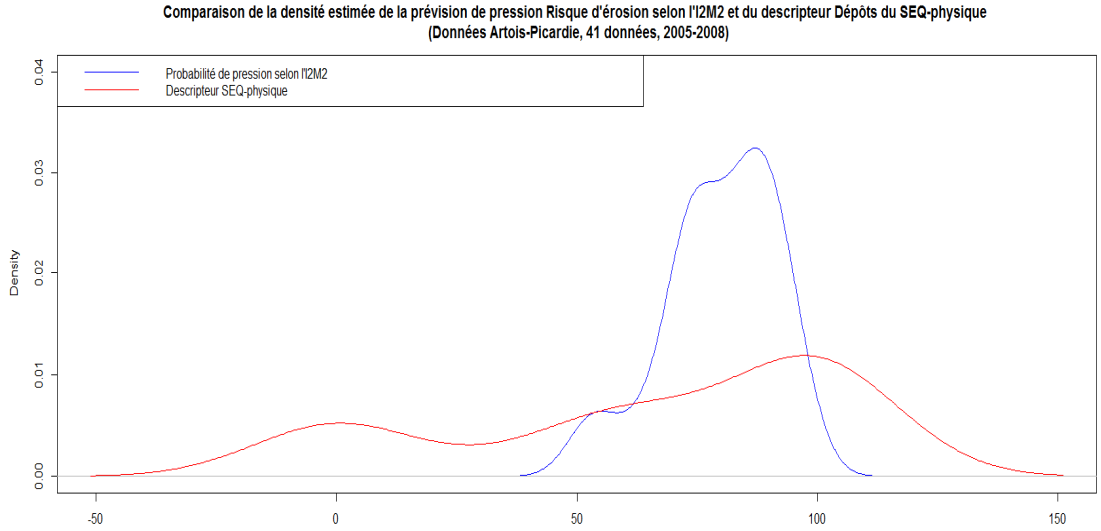
NB : La probabilité de pression croît avec le risque de pollution, alors que l'indice physique diminue avec l'intensité de la perturbation. Leurs variations sont donc inverses. Pour comparer graphiquement les distributions de ces 2 variables, nous avons calculé un indice SEQ-Physique par la formule (100 – indice SEQ-Physique) (détails dans le rapport statistiques, dans lequel sont présentés les autres graphes).



Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : indice de pression physique (dégradation de la ripisylve) ; la modélisation induit des valeurs non observées (supérieures à 100) Y : « density » = estimation modélisée de la fréquence relative de chacune des valeurs de X	La courbe bleue présente la distribution des probabilités de pression sur la ripisylve fournies par les diagrammes-radar de l'I2M2 La courbe rouge représente, aux mêmes stations, la distribution des indices « d'altération » (100 - indice de qualité SEQ-physique) mesurés

[25] Afin de rechercher la meilleure corrélation possible entre la prévision de pression I2M2 et l'observation SEQ physique, nous avons aussi construit un indice combinant les sous descripteurs SEQ physique de la ripisylve : épaisseur, continuité et répartition.

La prévision de pression sur la ripisylve par l'outil I2M2 est relativement proche de la réalité terrain mesurée par le SEQ-physique.



Signification des axes du graphe	Interprétation du graphe
X : indice de pression physique dépôts/érosion ; la modélisation induit des valeurs non observées (supérieures à 100) Y : « density » = estimation modélisée de la fréquence relative de chacune des valeurs de X	La courbe bleue présente la distribution des probabilités de pression érosion fournies par les diagrammes-radar de l'I2M2 La courbe rouge représente, aux mêmes stations, la distribution des indices « d'altération » dépôts (100 - indice de qualité SEQ-eau) mesurés

La prévision de pression érosion par l'outil I2M2 est élevée (indices compris entre 50 et 100) alors que la réalité terrain mesurée par le SEQ-physique est très variable.

5.2.3. Recherche de corrélations Syrah-SEQ physique

Une série de représentations graphiques des couples de valeurs HD - descripteur SEQ-physique est donnée dans le rapport 4. Annexe statistique (§ 5221). Des corrélations non linéaires apparaissent entre la probabilité de pression Couverture forestière (HD2) et l'indice Epaisseur de la ripisylve du SEQ physique (ainsi qu'avec la moyenne des indices Epaisseur, Répartition et Continuité).

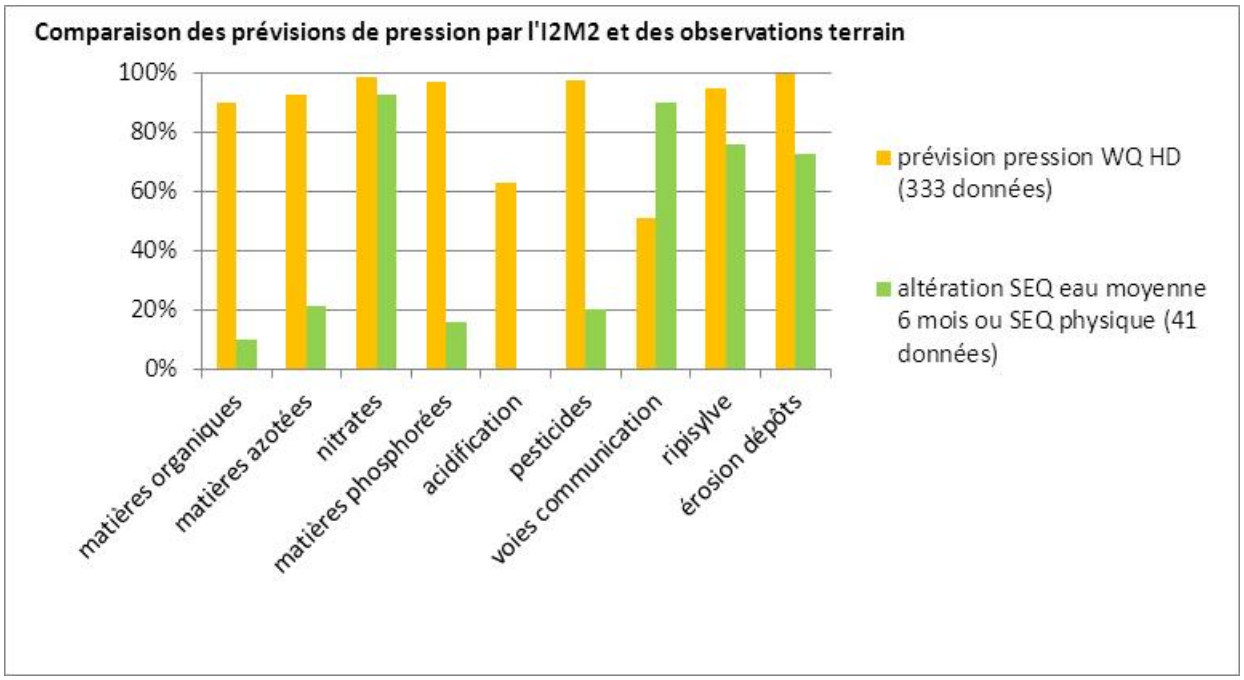
5.2.4. Conclusion

Seule la prévision de pression HD2 Couverture forestière 30m par l'I2M2 est corrélée aux indices SEQ-physique Ripisylve, sans que les corrélations soient très élevées (30%). La répartition des données (modélisée) est cependant assez proche.

Les 2 autres prévisions testées ne coïncident pas avec les données terrain : elles sont antérieures, ou pas exactement de même nature (cas de risque potentiel d'érosion des sols / dépôts dans le lit mineur).

5.3. CONCLUSION GENERALE

Les prévisions de pressions par l'outil joint à l'I2M2 sont globalement bien plus sévères que les observations.



Signification en terme d'évaluation des cours d'eau

L'outil de prévisions des pressions fourni par l'indice I2M2, dans sa version actuelle, devra être utilisé avec prudence.

6. AGIR SUR LES PRESSIONS : EXAMEN DES CONDITIONS NECESSAIRES A L'AMELIORATION DE L'I2M2

6.1. IDENTIFICATION DES PRESSIONS A L'ORIGINE DES DECLASSEMENTS

Toutes les stations-date sauf une sont déclassées par l'I2M2 par rapport à l'IBG-éq. Afin d'améliorer l'état des cours d'eau, et en particulier celle de la petite faune, il est nécessaire d'améliorer la qualité de l'eau, en agissant prioritairement sur la ou les altérations qui déterminent au premier chef le déclassement.

On a vu que les plus forts écarts entre les notes indicielles sont au premier chef liés aux matières phosphorées, matières azotées, et particules en suspension.

6.2. NIVEAUX DE PRESSION CHIMIQUES ADMISSIBLES POUR UN BON I2M2 DANS SA CONFIGURATION ACTUELLE

On dispose de 35 valeurs d'indices sur la période 2007-2012 indiquant une bonne qualité biologique, en classe verte (aucune en classe bleue) sur 351 :

	minimum	maximum	moyenne	écart-type	Nb données
I2M2 classe bonne qualité [0,5164 – 0,7003[	0,518	0,697	0,593	0,057	35

6.2.1. Classes d'altération annuelles

Afin de déterminer la qualité physicochimique nécessaire à l'obtention d'un bon I2M2, le tableau ci-dessous répartit les I2M2 de bonne qualité (verte) par classes d'altération SEQ-eau annuelle (selon le percentile 90 de l'indice)[26] :

	Nombre d'I2M2 verts par classe de qualité de l'eau				
SEQ-eau indice annuel	Classe bleue	Classe verte	Classe jaune	Classe orange	Classe rouge
AZOT	1	27	4	3	0
EPRV	8	24	3	0	0
HAP	1	3	18	0	0
MOOX	3	11	1	0	1
MPOR	0	3	9	0	0
NO3	0	0	16	19	0
PAES	23	10	2	0	0
PEST	0	16	4	0	0
PHOS	3	27	3	1	0

Les stations ayant un I2M2 de bonne qualité présentent 5 altérations SEQ-eau (sur 9 étudiées[27]) majoritairement en classe verte bonne qualité (AZOT, EPRV, MOOX, PEST, PHOS). On remarque :

[26] On trouvera aussi dans le rapport statistique (§ 4325) un autre mode de représentation de ces éléments, avec deux séries de graphes montrant la répartition (modélisée) des indices d'altération SEQ-eau annuels et moyens 6 mois, d'une part quand les I2M2 sont de bonne qualité, d'autre part quand les I2M2 sont de qualité moyenne, médiocre, mauvaise.

[27] Les autres altérations ne disposent pas de données suffisantes (micropolluants minéraux, PCB) ; ou toutes en classe bleue (température, acidification)

- Les HAP, avec une très forte proportion (82%) des valeurs en classe moyenne, identique à celle des indices d'altération des autres stations invertébrés à I2M2 moyen à mauvais : cela confirmerait que l'I2M2 n'est guère sensible aux HAP (élément déjà mis en évidence par l'absence de corrélation trouvée sur 156 couples de données et par l'absence de lien avec l'écart d'indices biologiques).
- Les MOOX, majoritairement en vert, mais avec 1 valeur en rouge : c'est celle du Canal de Cayeux, seule station du jeu de données où l'I2M2 est supérieur à l'IBG-éq.
- Les micropolluants organiques, également en jaune ; mais cette information n'est pas significative, le nombre de données disponibles étant très faible.
- Les nitrates, répartis majoritairement en classe orange, avec des indices compris entre 35 et 41. C'est aussi le cas des autres stations (I2M2 moyens à mauvais).
- Les PAES majoritairement (65%) en bleu, proportion bien supérieure à celle des stations à I2M2 non vert (32%).

6.2.2. Classes d'altération 6 mois

De la même manière que précédemment, le tableau ci-dessous répartit les I2M2 de bonne qualité (verte) par classes d'altération SEQ-eau (moyenne 6 mois précédant le prélèvement). La classe de chaque altération la plus riche en I2M2 verts est mise en couleur :

	Nombre d'I2M2 verts par classe de qualité de l'eau				
Altération SEQ-eau Indice moyen 6 mois (I2M2 vert)	Classe bleue	Classe verte (indice minimum)	Classe jaune (indice minimum)	Classe orange (indice minimum)	Classe rouge (indice minimum)
AZOT	6	26 (61)	3 (58)	0	0
EPRV	9	25 (63)	1	0	0
HAP	0	3	17 (mini 46 ; perc10 = 58)	0	0
MOOX	7	8 (71)	1 (48)	0	0
MPOR	0	3	6 (56)	0	0
NO3	1	1	19 (mini, perc10 et moyenne =41)	14 (mini 35 ; perc10 36 moyenne 38)	0
PAES	34	1 (79)	0	0	0
PEST	0	20 (74)	1 (59)	0	0
PHOS	14	19 (64)	1 (51)	0	0

Les stations présentant un I2M2 de bonne qualité ont également plusieurs altérations SEQ-eau 6 mois majoritairement en classe verte bonne qualité (AZOT, EPRV, MOOX, PEST, PHOS). A noter :

- Les bons I2M2 se répartissent majoritairement (85%) en classe moyenne d'HAP, les indices d'altération étant très proches de la limite jaune-vert (percentile 10 = 58). De ce fait, peu de stations (à I2M2 vert) ont des HAP de bonne qualité (20%), alors que c'est le cas de 40% des stations à I2M2 moyens à mauvais. La faible sensibilité des I2M2 testés à cette variable se précise. Observation à considérer cependant avec précaution compte tenu du petit nombre de données.
- Les bons I2M2 se répartissent entre les classes jaune et orange des nitrates, dont les indices sont compris entre 35 et 41. Les proportions des classes jaune et orange des stations à I2M2 vert (54 et 40%) sont les mêmes que celles des autres stations, à I2M2 moins bons (51 et 42%) : les I2M2 (du jeu de données) sont moins sensibles à cette altération qu'à d'autres (ce qu'on a déjà vu dans les recherches de corrélations).
- Les bons I2M2 sont quasiment tous (97%) dans la classe très bonne qualité des PAES, alors que les I2M2 moins bons n'y sont présents qu'à 76%. On en déduit que les PAES (seuil m.e.s. = 25 mg/l[28]) sont déterminantes dans l'existence d'un peuplement benthique de bonne qualité, d'après le jeu de données. Soit par effet direct (risque d'asphyxie), soit par effet indirect (colmatage du substrat).

[28] Seuils bleu vert turbidité = 15 NTU, transparence = 2 m.

6.2.3. Conclusion en terme de gestion des cours d'eau

De bons I2M2 ont été obtenus avec une bonne qualité de l'eau en macropolluants (Azot, Eprv, Moox, Pest, Phos), un peu moins bonne en nitrates et HAP d'après les données utilisées. A contrario, les matières en suspension paraissent limitantes. Ce même résultat, obtenu avec les indices annuels et les indices moyens 6 mois (mars-août globalement), suggère qu'il s'agit plus là d'un effet lié au milieu physique (reprise de dépôts/érosion /colmatage ?) qu'aux apports de crue. Cela paraît d'autant plus important qu'une majorité des cours d'eau du bassin Artois-Picardie circule sur des substrats naturellement fins (fonds argilo-sableux, argilo-marneux, crayeux …), peu cohésifs, ce qui détermine un transport solide notable.

Il convient donc d'agir d'abord sur les variables constitutives de ces altérations. Il n'est pas possible de conclure en ce qui concerne les autres altérations.

6.3. NIVEAU DE PRESSIONS MORPHOLOGIQUES ADMISSIBLES

Nous ne disposons que de 1 série de données SEQ-physique (collectées de 2005 à 2008), le plus souvent en classes. Nous avons, pour les besoins de l'exercice, sélectionné les indices I2M2 (moyennés sur les années disponibles) de bonne qualité : il y a au total 16 stations avec un I2M2 vert et des données hydromorphologiques :

	Nombre d'I2M2 verts par classes de qualité physique	
Descripteur SEQ physique (I2M2 verts)	Classes bleue ou verte	Classes jaune, orange, rouge
Lit majeur	14	2
• Occupation des sols	14	2
• Inondabilité	13	3
Berges	14	2
• Matériaux	16	0
• Stabilité	15	1
• Dynamique	16	0
Ripisylve	6	10
• Diversité	11	4
• Continuité	6	10
• Répartition	13	3
• Epaisseur	4	12
• Etat	14	2
Lit mineur	1	15
• Barrage	7	9
• Seuils	4	12
• Débit solide	9	7
• Sinuosité	6	10
• Ecoulements	3	13
• Nature des fonds	5	11
• Variabilité profondeur	4	12
• Variabilité largeur	0	16
• Dépôts	4	12
• Encombrement du lit	16	0
• Prolifération végétale	16	0
• Matériaux du lit	16	0
• Dynamique fluviale	16	0
Hydrologie	14	2

Sont surlignés en vert, les nombres de stations majoritaires en classes bleue ou verte du SEQ physique ; en jaune, les nombres de stations majoritaires en classes jaune, orange ou rouge.

On note que les I2M2 verts ont coïncidé avec des indices lit majeur et berges de bonne qualité.

La situation est plus complexe en ce qui concerne la ripisylve : une majorité de stations à bon I2M2 présente une ripisylve apparemment dégradée. Compte tenu du mode de construction de l'indice Ripisylve

(moyenne pondérée), cette situation peut recouvrir des réalités très différentes, avec certaines de ses variables constitutives en très bon état. Le fait que l'I2M2 soit de bonne qualité indique alors que soit les invertébrés ne sont pas influencés par la ripisylve (ce qui est peu probable, car on sait que celle-ci intervient dans la fourniture de matière organique), soit que diversité, état et répartition compensent altération de la continuité et de l'épaisseur[29].

En ce qui concerne le lit mineur, on ne peut concevoir que l'I2M2 soit indifférent à ses caractéristiques, ce que tendrait à montrer le fait que quasiment toutes les stations à bon indice biologique ont un lit mineur dégradé. L'absence de corrélation mise en évidence précédemment entre I2M2 (toutes données) et lit mineur est retrouvée pour la seule classe verte.

Enfin, l'hydrologie n'est pas discriminante, étant en classe bleue dans la très grande majorité des stations.

6.4. CONCLUSION

Les données traitées indiquent qu'un I2M2 de bonne qualité sera obtenu quand les macropolluants resteront en deçà des seuils de pollution (limite des classes bonne-moyenne), sauf en ce qui concerne les nitrates et les HAP auxquels l'indice[30] est moins sensible. En revanche, les matières en suspension paraissent limitantes, en particulier dans les 6 mois précédant le prélèvement (mars-août). De ce fait, il s'agit là d'un effet lié à la reprise de dépôts et au colmatage, ce qui suggère des interventions sur le milieu physique et le bassin versant (lutte anti-érosion).

La rareté des données morphologiques (16 séries) ne permet pas de conforter cette hypothèse, et notamment le lien avec le colmatage. L'acquisition d'informations précises sur le lit mineur et la ripisylve paraît nécessaire (méthode CarHyCE ?).

[29] Le fait que les données SEQ physique soient antérieures aux données biologiques relativise le propos.

[30] Il s'agit là de l'indice considéré, ce qui ne préjuge pas du comportement des invertébrés.

7. CONCLUSIONS EN TERMES DE SURVEILLANCE ET D'EVALUATION DES COURS D'EAU

L'2M2 donne une évaluation de la qualité biologique peu élevée

Le choix de l'indice biologique invertébrés a un effet considérable sur le niveau de qualité biologique du bassin Artois-Picardie. A partir des mêmes listes faunistiques, l'I2M2 induit par rapport à l'IBG-équivalent une perte de qualité biologique et donc un déclassement de toutes les stations du bassin Artois-Picardie : la qualité biologique, bonne avec l'IBG-éq, devient médiocre avec l'I2M2.

La corrélation relativement élevée entre les deux indices (70%) masque des écarts de notes parfois très importants dans certaines stations. L'incertitude sur l'évaluation de la qualité biologique est donc importante.

Parallèlement, l'écart entre les indices I2M2 et IBG-éq.reste « constant » d'une année à l'autre. Mais il dépend de l'HER : l'intensité du déclassement est fonction de l'HER de niveau 2. Au-delà des différences de qualités physique et chimique des HER, cela laisse penser que le calage de l'indice I2M2, et les valeurs de référence de ses métriques constitutives, ne sont pas toutes optimales. Le fait qu'un assez grand nombre de valeurs d'EQR IBG dépasse 1, ce qui est dû au fait que la valeur de l'indice de référence dans le type de cours d'eau concerné est inférieure à la note observée, suggère d'acquérir des données, notamment dans des sites de référence et dans les HER fortement déclassées.

L'I2M2 réagit mieux aux pressions que l'IBG-éq

Les corrélations de l'I2M2 avec les altérations SEQ-eau (indices moyens 6 mois précédant le prélèvement) sont relativement faibles (27% en moyenne), mais tout de même supérieures à celles de l'IBG-éq. : ce nouvel indice répond donc mieux à 6 des pressions de pollution examinées (matières azotées, phosphorée et organiques, nitrates, pesticides, paes) que l'IBG-éq.

Sa métrique ASPT est nettement mieux corrélée à plusieurs altérations SEQ-eau (matières azotées, phosphorée et organiques, pesticides, paes) et en particulier aux matières azotées et phosphorées : elle permet donc potentiellement de mieux faire le lien entre composition du peuplement et qualité de l'eau en polluants.

Sur le jeu de données testées, les autres métriques de l'I2M2 n'identifient pas clairement les assemblages faunistiques des sites soumis à une pression de pollution, encore moins avec les EQR qu'avec les valeurs brutes. Non seulement la prise en compte de la situation de référence dans le calcul de l'indice n'améliore pas la performance de l'indice, mais en plus elle la détériore. On soulignera de plus que les corrélations de l'I2M2 et de ses métriques varient en nombre, en intensité et en sens selon l'HER 2 (nombreuses en Haute Normandie-Picardie, peu fréquentes en Ardennes, rares dans Auréole Crétacé). Même si leur niveau de pollution sont différents, cela suggère encore une fois une anomalie de calage des métriques de l'indice.

Toute interprétation de l'indice dans sa version actuelle devra donc se fonder sur l'ASPT, en utilisant sa valeur brute et non son EQR.

Les données I2M2 utilisées sont mieux corrélées aux résultats Syrah qu'aux descripteurs SEQ-physique (en petit nombre, et antérieures, ce qui incite à la prudence). Du fait des paramètres utilisés dans sa construction, l'I2M2 apparaît de fait plus lié aux pressions sur le bassin qu'à l'état hydromorphologique du cours d'eau.

La qualité biologique de l'eau d'après l'I2M2 est nettement moins bonne que la qualité de l'eau mesurée

La comparaison de la distribution des classes de qualité de l'I2M2 et des altérations SEQ-eau annuelles agrégées montre que l'I2M2 donne une évaluation de qualité biologique nettement inférieure à la qualité de l'eau indiquée par le SEQ-eau. Les pressions à l'origine des plus forts écarts entre I2M2 et IBG-éq sont, dans l'ordre, matières azotées, matières phosphorées et particules en suspension.

On peut penser que le caractère intégrateur des invertébrés permet de mettre en évidence, avec cette nouvelle méthode, des situations plus dégradées que ne le montrent les analyses d'eau mensuelles (qui plus est assez peu fournies en micropolluants). C'est d'ailleurs avec l'idée qu'aucune pollution ne puisse lui échapper que l'I2M2 a été construit. Mais l'I2M2 apparaît cependant sévère en Artois-Picardie (et l'IBG-éq trop optimiste), du fait de ses métriques constitutives ovoviviparité et polyvoltinisme ; une modification apparemment mineure du peuplement diminuant très fortement la note I2M2.

Signalons par ailleurs que les stations du bassin faisant l'objet de prélèvements à des fins d'analyse physicochimiques ou biologiques sont situées dans des secteurs morphologiquement plus dégradés et plus à risques d'altération que l'ensemble du linéaire du bassin Artois-Picardie. Quant aux stations biologiques, elles sont plus contaminées par les pesticides que les stations physicochimiques (sauf dans l'Argilo-sableux). Il y aurait donc lieu d'optimiser le réseau de mesures pour une meilleure représentativité de l'état des cours d'eau.

Les prévisions de pression de pollution par l'outil diagramme-radar sont bien plus sévères que la qualité de l'eau mesurée

Les prévisions de pression par l'outil associé à l'I2M2 sont corrélées aux indices d'altération moyens SEQ-eau 6 mois, sans que les corrélations soient élevées (entre 34 et 70%). Ce qui peut s'expliquer en partie par la différence entre pression et état. Elles sont très pessimistes indiquant plus de 90% des stations-date concernées par au moins une catégorie de polluants, alors que, d'après les indices d'altération (matières organiques, matières azotées, phosphorées et pesticides moyens les 6 mois précédant le prélèvement) seulement 22% des stations-date ne sont pas de bonne qualité (classes jaune, orange ou rouge). Dans le cas des nitrates, la prévision de pression et la réalité de pollution sont proches (99 et 89%) ; mais compte tenu de ce qui précède, il est vraisemblable que ce soit un artefact dû à l'existence d'une pollution généralisée.

Enfin, la qualité des prévisions de pression de pollution varie selon l'HER 2, ce qui incite une nouvelle fois à améliorer la prise en compte de ce facteur dans le calcul des EQR des métriques de l'2M2.

L'outil de prévisions des pressions fourni par l'indice I2M2, dans sa version actuelle, devra donc être utilisé avec prudence.

Pour améliorer les résultats I2M2, il est nécessaire de diminuer les pressions

De bons I2M2 ont été obtenus avec une bonne qualité de l'eau en macropolluants (matières azotées, phosphorées, organiques, pesticides) ; mais ils ne sont pas incompatibles avec une eau de qualité seulement moyenne en nitrates et HAP d'après les données utilisées.

A contrario, les matières en suspension paraissent limitantes : des I2M2 de bonne qualité coïncident en effet avec une très bonne qualité PAES. La rareté des données morphologiques ne permet pas de dire s'il s'agit des phénomènes comme dépôts/érosion /colmatage interfèrent avec la qualité de l'eau. L'acquisition d'informations précises sur le lit mineur paraît nécessaire (méthode CarHyCE ?). Cela paraît d'autant plus important qu'une majorité des cours d'eau du bassin Artois-Picardie circule sur des substrats naturellement fins (fonds argilo-sableux, argilo-marneux, crayeux …), peu cohésifs, ce qui détermine un transport solide notable.

En l'état des connaissances, améliorer les résultats I2M2 nécessite d'agir sur les variables constitutives des altérations de la composition chimique de l'eau citées ci-dessus. Il n'est pas possible de conclure en ce qui concerne les autres altérations.

Acquérir des données sur les valeurs de référence de chaque métrique de l'I2M2 est souhaitable

On a vu tout au long de ce dossier que la prise en compte de l'HER modifiait considérablement la plupart des résultats. Il paraît donc urgent d'acquérir, en des sites de référence, des données fiables concernant

- d'une part les groupes biologiques présents et surtout absents en conditions non anthropisées,
- d'autre part les valeurs « normales » de certaines métriques de l'I2M2 (Shanonn, polyvoltinisme et ovoviviparité en particulier) afin de déterminer les spécificités du bassin Artois-Picardie.

Ces éléments permettront d'optimiser l'I2M2 par des conditions de référence adéquates, la prise en compte des caractéristiques biologiques propres à chaque type de cours d'eau, assorties le cas échéant d'un changement des limites des classes de qualité.

- **La perte de qualité biologique en Artois-Picardie consécutive à l'utilisation de l'I2M2 est à la fois liée à sa construction, mais aussi à un cumul de pressions**

Les analyses statistiques montrent bien que c'est à la fois la construction de l'I2M2 (polyvoltinisme/ovovivparité), son calage (anomalies lors du calcul des EQR) et l'effet multi-pressions (capacité de discrimination de l'indice limitée) qui diminuent la qualité biologique de l'eau. La proportion relative de ces phénomènes ne peut être précisée à ce jour, en l'absence d'informations sur d'éventuelles spécificités du bassin.

8. ANNEXES

8.1. CONSTITUTION D'UNE BASE DE DONNEES

La présente étude met en jeu des données caractérisées par une grande diversité (données hydrobiologiques, physicochimiques et hydromorphologiques) et une volumétrie conséquente (6 années de suivi de la qualité des cours d'eau). Ces données ont été centralisées au sein d'une base unique au cours de la première phase d'étude, dans l'objectif d'en faciliter l'exploitation. La base de données constitue ainsi un outil efficace dédié à l'exploration des données disponibles et à leur préparation en vue des travaux statistiques et cartographiques de l'étude.

Les données centralisées dans la base sont détaillées dans le tableau suivant :

Données centralisées en base

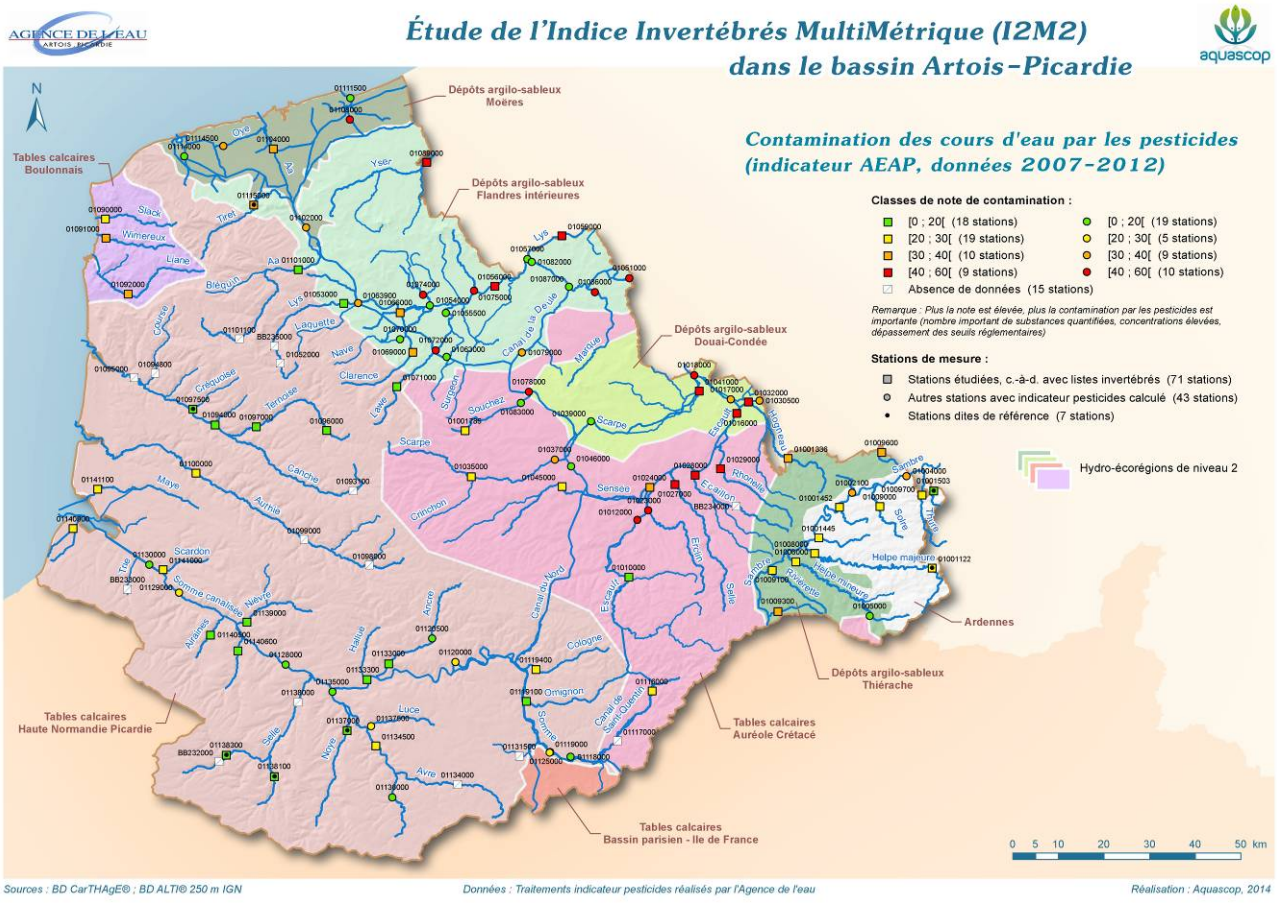
Nature des données	Type de données	Origine des données
Données de référence	Stations de mesure	Données fournies par l'agence de l'eau
	Masses d'eau cours d'eau	Données fournies par l'agence de l'eau
	Hydro-écorégions	Données fournies par l'agence de l'eau
Données brutes	Listes faunistiques invertébrés	Données fournies par l'agence de l'eau
	Analyses physicochimiques	Données fournies par l'agence de l'eau
	Données SEQ-Physique	Données fournies par l'agence de l'eau
	Données SYRAH-CE	Données fournies par l'agence de l'eau
Données valorisées	Indices I2M2	Données produites par Philippe Usseglio-Polatera, Université de Lorraine
	Indices IBG-équivalents	Données produites par Aquascop
	Qualités SEQ-Eau	Données produites par Aquascop
	Etats DCE	Données fournies par l'agence de l'eau
	Indicateur de contamination par les pesticides	Données fournies par l'agence de l'eau

Les données disponibles se référant à des échelles différentes (informations stationnelles, informations par tronçons de cours d'eau, informations par masses d'eau), il a été nécessaire de procéder à des mises en relation pour rapporter toutes les données à une échelle commune, celle des stations de mesure qui est l'échelle de travail retenue pour l'étude. Ces mises en relations ont été réalisées :

- soit par exploitation d'attributs communs, tels que les codes stations, les codes hydrographiques cours d'eau issus de la BD Carthage, les codes masses d'eau cours d'eau… ;
- soit par croisements spatiaux entre couches d'informations géographiques.

La description des tables et champs de la base est consultable dans le dictionnaire de données figurant en annexe numérique du document présent.

8.2. CARTE DE L'INDICATEUR PESTICIDES 2007-2012



8.3. STATIONS DANS LESQUELLES L'IBG-EQ EST SUPERIEUR A LA REFERENCE

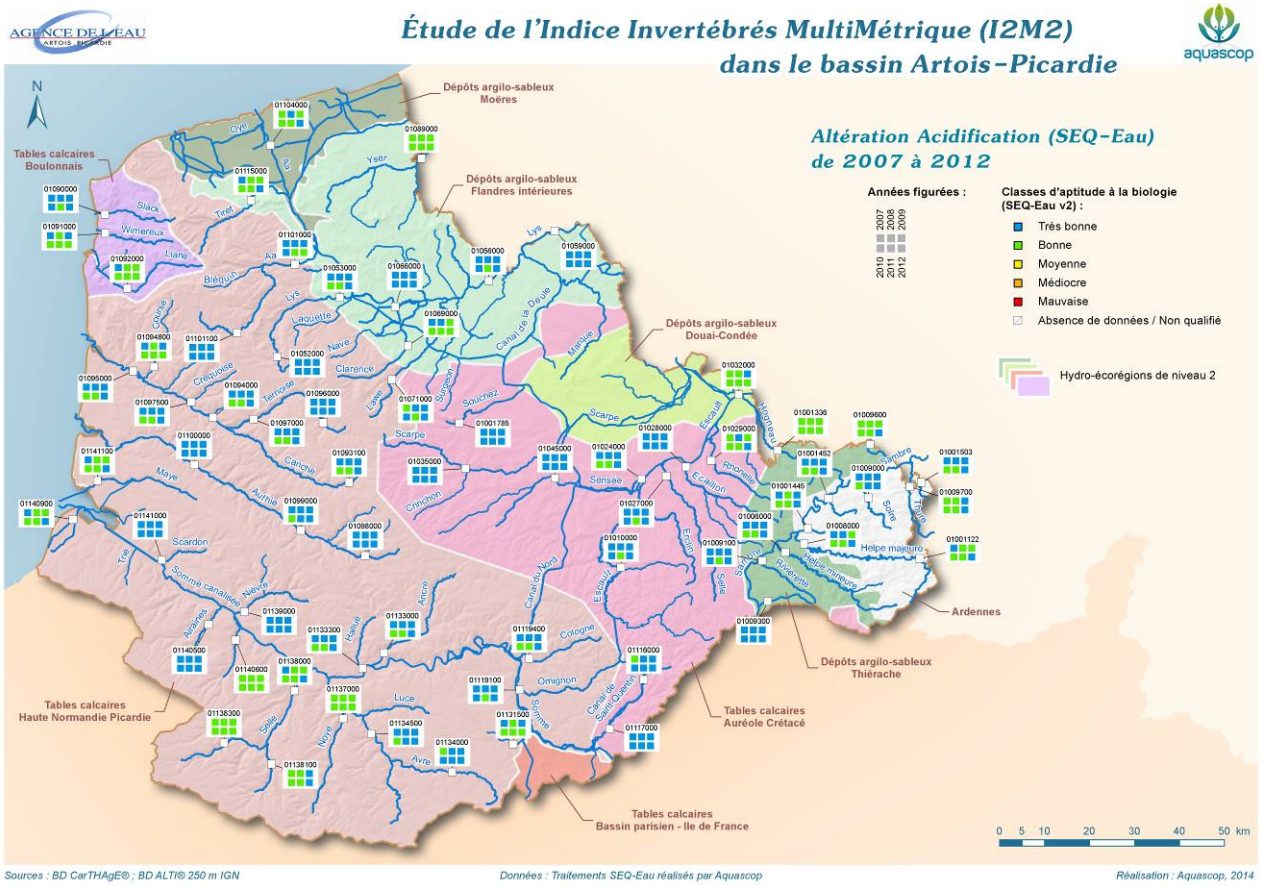
Code Station	Nom Station	Code Masse Eau	Nom Masse Eau	Code Type National	Valeur Référence	Valeur Plus Mauvaise	Date	Année	Valeur brute Indice	EQR Indice
01006000	L'HELPE MINEURE À MAROILLES	FRB2R25	HELPE MINEURE	P20	16	1	06/08/2007	2007	17	1,0667
01006000	L'HELPE MINEURE À MAROILLES	FRB2R25	HELPE MINEURE	P20	16	1	20/07/2011	2011	17	1,0667
01053000	LA LYS RIVIÈRE À AIRE-SUR-LA-LYS	FRAR36	LYS RIVIERE	P9-A	15	1	05/09/2007	2007	20	1,3571
01053000	LA LYS RIVIÈRE À AIRE-SUR-LA-LYS	FRAR36	LYS RIVIERE	P9-A	15	1	22/06/2010	2010	16	1,0714
01093100	LA CANCHE À ESTRÉE-WAMIN	FRAR13	CANCHE	M9-A	15	1	11/06/2011	2011	17	1,1429
01094000	LA CANCHE À AUBIN SAINT-VAAST	FRAR13	CANCHE	M9-A	15	1	04/09/2007	2007	16	1,0714
01094000	LA CANCHE À AUBIN SAINT-VAAST	FRAR13	CANCHE	M9-A	15	1	17/06/2008	2008	16	1,0714
01094000	LA CANCHE À AUBIN SAINT-VAAST	FRAR13	CANCHE	M9-A	15	1	30/06/2010	2010	17	1,1429
01094800	LA COURSE À ESTRÉE	FRAR13	CANCHE	M9-A	15	1	10/06/2011	2011	17	1,1429
01097500	LA CRÉQUOISE À BEAURAINVILLE	FRAR13	CANCHE	M9-A	15	1	21/07/2010	2010	16	1,0714
01100000	L'AUTHIE À DOMPIERRE-SUR-AUTHIE	FRAR05	AUTHIE	M9-A	15	1	27/06/2011	2011	16	1,0714
01101000	L'AA RIVIÈRE À WIZERNES	FRAR02	AA RIVIERE	P9-A	15	1	02/08/2012	2012	17	1,1429
01115000	LA HEM À RECQUES-SUR-HEM	FRAR26	HEM	P9-A	15	1	07/07/2010	2010	17	1,1429
01115000	LA HEM À RECQUES-SUR-HEM	FRAR26	HEM	P9-A	15	1	12/07/2011	2011	17	1,1429
01115000	LA HEM À RECQUES-SUR-HEM	FRAR26	HEM	P9-A	15	1	02/08/2012	2012	17	1,1429
01116000	LA SOMME RIVIÈRE À MORCOURT	FRAR56	SOMME CANALISEE	P9	17	1	25/07/2012	2012	20	1,1875
01119100	L'OMIGNON À SAINT CHRIST BRIOST	FRAR40	OMIGNON	P9-A	15	1	02/05/2011	2011	18	1,2143
01119100	L'OMIGNON À SAINT CHRIST BRIOST	FRAR40	OMIGNON	P9-A	15	1	04/07/2012	2012	19	1,2857
01119400	LA COLOGNE À DOINGT	FRAR16	COLOGNE	P9-A	15	1	04/07/2012	2012	16	1,0714
01133000	L'ANCRE À BONNAY	FRAR04	ANCRE	P9-A	15	1	28/09/2011	2011	17	1,1429
01134500	L'AVRE À MOREUIL	FRAR06	AVRE	P9-A	15	1	23/04/2009	2009	16	1,0714
01134500	L'AVRE À MOREUIL	FRAR06	AVRE	P9-A	15	1	27/07/2012	2012	16	1,0714
01137000	LA NOYE À DOMMARTIN	FRAR38	NOYE	P9-A	15	1	27/07/2012	2012	17	1,1429
01138100	LA SELLE (AFFLUENT DE LA SOMME) À MONSURES	FRAR51	SELLE/SOMME	P9-A	15	1	14/09/2010	2010	16	1,0714
01138100	LA SELLE (AFFLUENT DE LA SOMME) À MONSURES	FRAR51	SELLE/SOMME	P9-A	15	1	12/04/2012	2012	16	1,0714
01138300	LES ÉVOISSONS À BERGICOURT	FRAR51	SELLE/SOMME	P9-A	15	1	17/07/2008	2008	18	1,2143
01138300	LES ÉVOISSONS À BERGICOURT	FRAR51	SELLE/SOMME	P9-A	15	1	14/09/2010	2010	19	1,2857
01138300	LES ÉVOISSONS À BERGICOURT	FRAR51	SELLE/SOMME	P9-A	15	1	18/04/2011	2011	17	1,1429
01138300	LES ÉVOISSONS À BERGICOURT	FRAR51	SELLE/SOMME	P9-A	15	1	18/06/2012	2012	17	1,1429
01140500	L'AIRAINES À BETTENCOURT	FRAR03	AIRAINES	P9-A	15	1	13/05/2009	2009	16	1,0714
01140500	L'AIRAINES À BETTENCOURT	FRAR03	AIRAINES	P9-A	15	1	16/05/2012	2012	16	1,0714
01141000	LE SCARDON À ABBEVILLE	FRAR47	SCARDON	P9-A	15	1	31/05/2011	2011	18	1,2143
01141000	LE SCARDON À ABBEVILLE	FRAR47	SCARDON	P9-A	15	1	27/06/2012	2012	17	1,1429
01141100	LA MAYE RIVIÈRE À SAINT QUENTIN EN TOURMONT	FRAR35	MAYE	P9-A	15	1	17/09/2008	2008	17	1,1429
BB232000	LES ÉVOISSONS À GUIZANCOURT	FRAR51	SELLE/SOMME	P9-A	15	1	14/09/2010	2010	17	1,1429
BB232000	LES ÉVOISSONS À GUIZANCOURT	FRAR51	SELLE/SOMME	P9-A	15	1	09/06/2011	2011	17	1,1429
BB232000	LES ÉVOISSONS À GUIZANCOURT	FRAR51	SELLE/SOMME	P9-A	15	1	18/06/2012	2012	16	1,0714

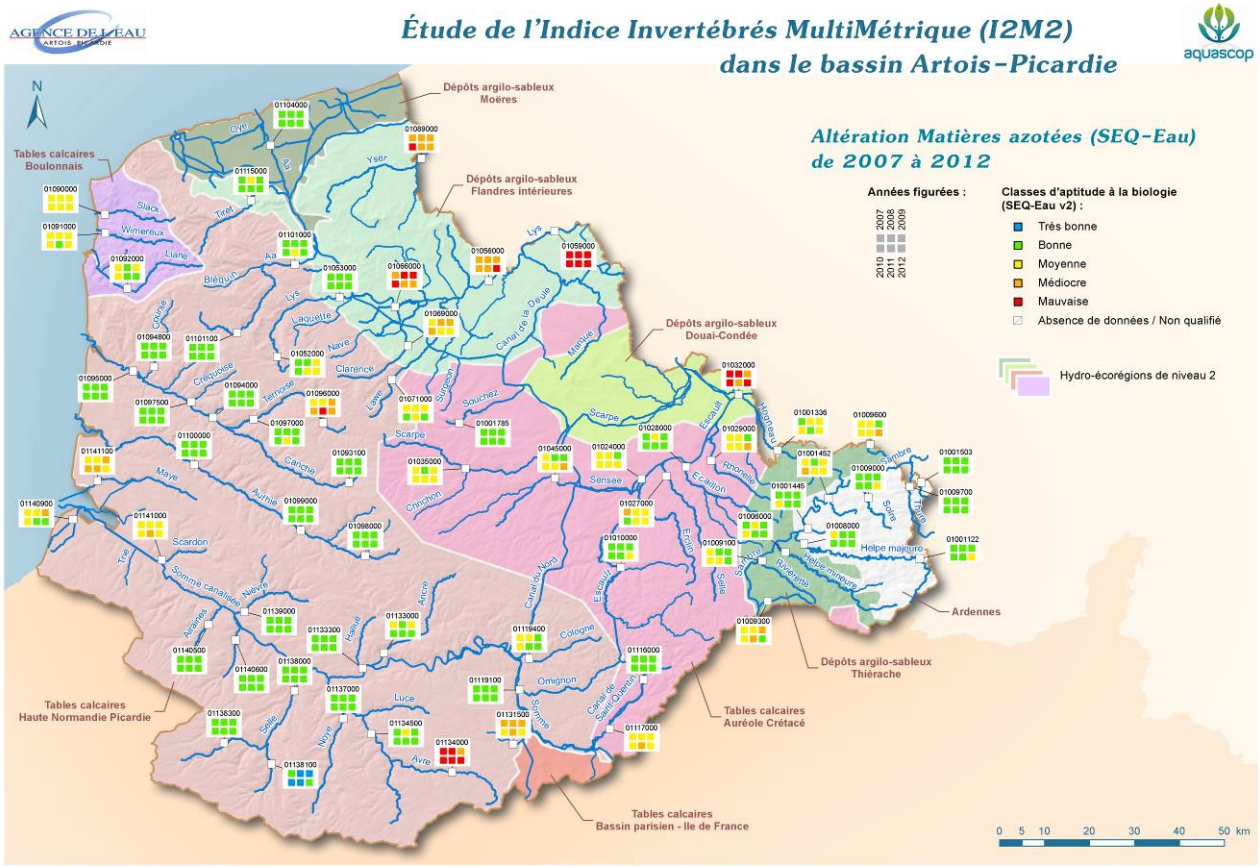
8.4. CLASSES DE QUALITE DES ALTERATIONS SEQ-EAU 2007 A 2012

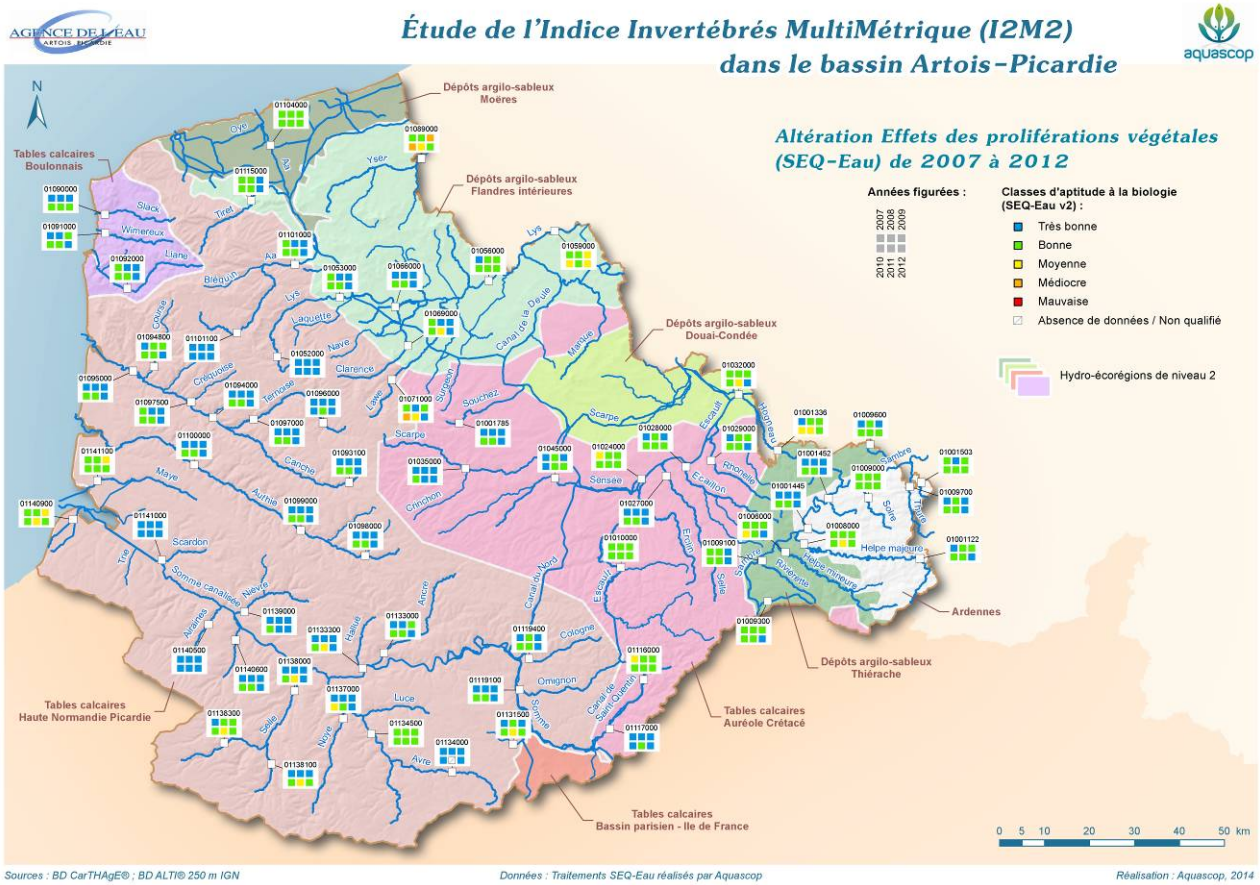
Nous avons recalculé les classes de qualité selon le SEQ-eau à partir des données brutes.

A noter les cas suivants :

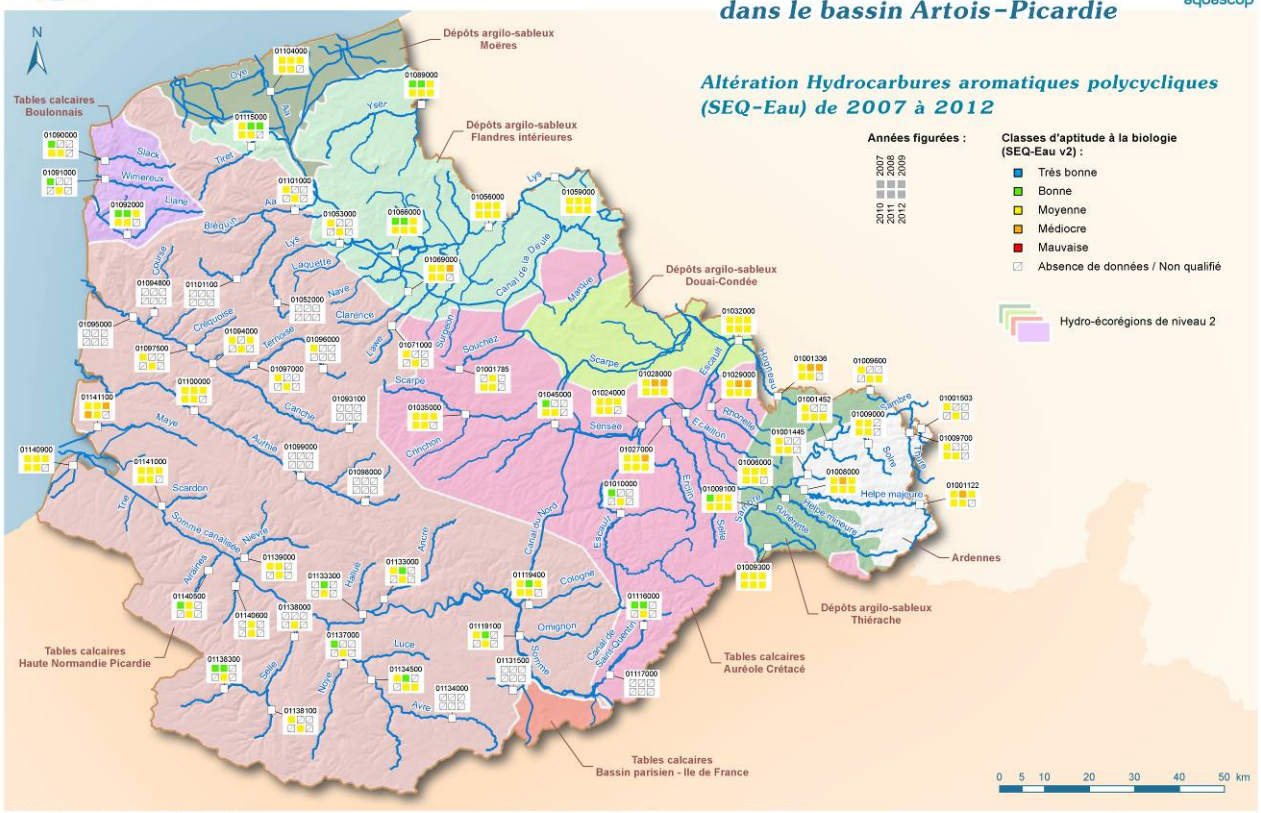
- L'altération ne peut être qualifiée lorsque le nombre de prélèvements est insuffisant et/ou la répartition des prélèvements sur l'année inadéquate et/ou en l'absence de certains paramètres obligatoires.
- Les données micropolluants acquises sur eau filtrée et non sur eau brute ont été écartées du traitement des données et donc du calcul de la classe de qualité. Ce qui explique l'absence apparente d'informations sur les cartes correspondantes.
- Lorsque les résultats d'analyses sont inférieurs aux seuils de quantification, qui permettent de dire que la qualité est au moins bonne, sans pour autant pouvoir calculer d'indice, la classe de qualité 2 est affectée (sans indice de qualité).




Étude de l'Indice Invertébrés MultiMétrique (I2M2)
dans le bassin Artois-Picardie
Altération Matières azotées (SEQ-Eau)
de 2007 à 2012
Années figurées :
2007 2008 2009
2010 2011 2012
Classes d'aptitude à la biologie (SEQ-Eau v2) :
Très bonne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Absence de données / Non qualifié
Hydro-écorégions de niveau 2
Dépôts argilo-sableux Moëres
Dépôts argilo-sableux Flandres intérieures
Dépôts argilo-sableux Douai-Condée
Dépôts argilo-sableux Thiérache
Tables calcaires Boulonnais
Tables calcaires Haute Normandie Picardie
Tables calcaires Auréole Crétacé
Tables calcaires Bassin parisien - Ile de France
Ardennes
0 5 10 20 30 40 50 km
Sources : BD CarTHAgE® ; BD ALTI® 250 m IGN
Données : Traitements SEQ-Eau réalisés par Aquascop
Réalisation : Aquascop, 2014

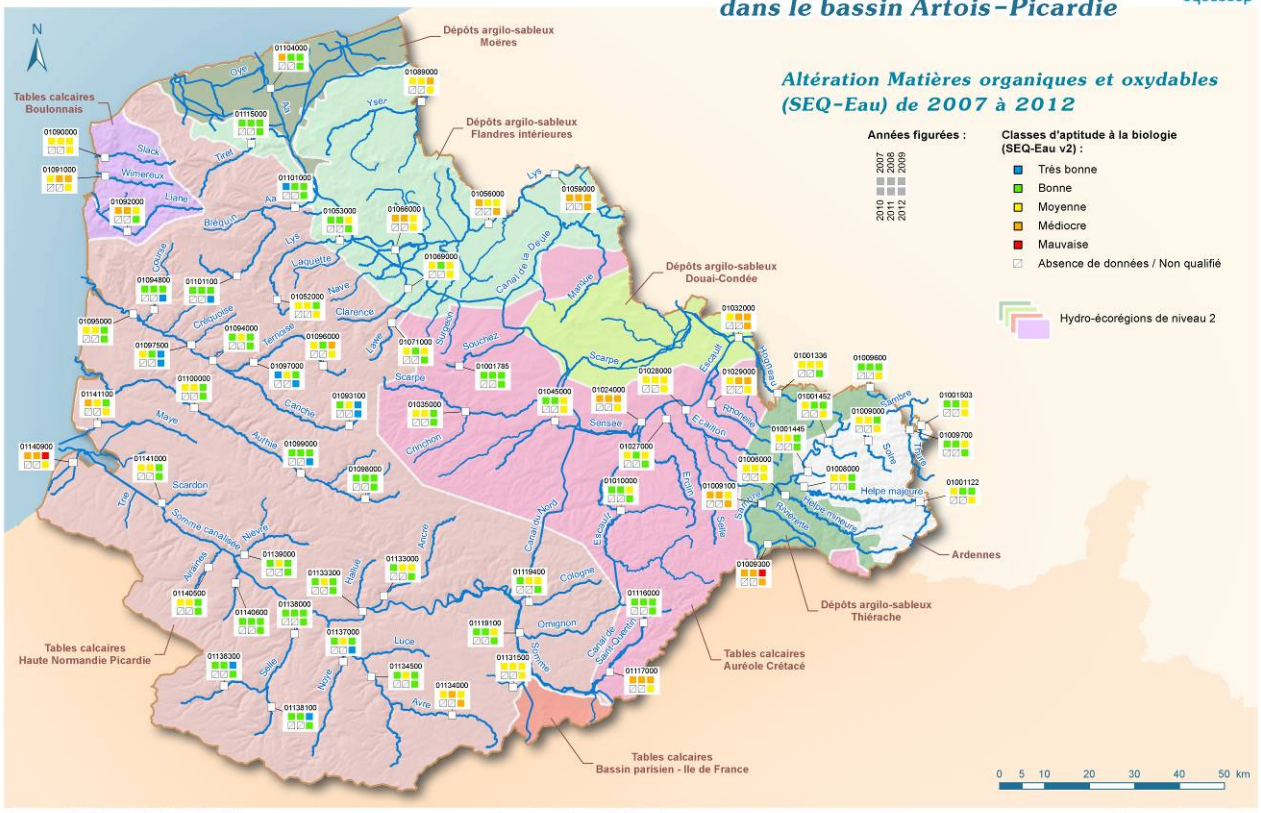

Étude de l'Indice Invertébrés MultiMétrique (I2M2)
dans le bassin Artois-Picardie
Altération Effets des proliférations végétales
(SEQ-Eau) de 2007 à 2012
Années figurées :
2007 2008 2009
2010 2011 2012
Classes d'aptitude à la biologie (SEQ-Eau v2) :
Très bonne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Absence de données / Non qualifié
Hydro-écorégions de niveau 2
Dépôts argilo-sableux Moëres
Dépôts argilo-sableux Flandres intérieures
Dépôts argilo-sableux Douai-Condée
Dépôts argilo-sableux Thiérache
Tables calcaires Boulonnais
Tables calcaires Haute Normandie Picardie
Tables calcaires Auréole Crétacé
Tables calcaires Bassin parisien - Ile de France
Ardennes
0 5 10 20 30 40 50 km
Sources : BD CarTHAgE® ; BD ALTI® 250 m IGN
Données : Traitements SEQ-Eau réalisés par Aquascop
Réalisation : Aquascop, 2014

Étude de l'Indice Invertébrés MultiMétrique (I2M2) dans le bassin Artois-Picardie

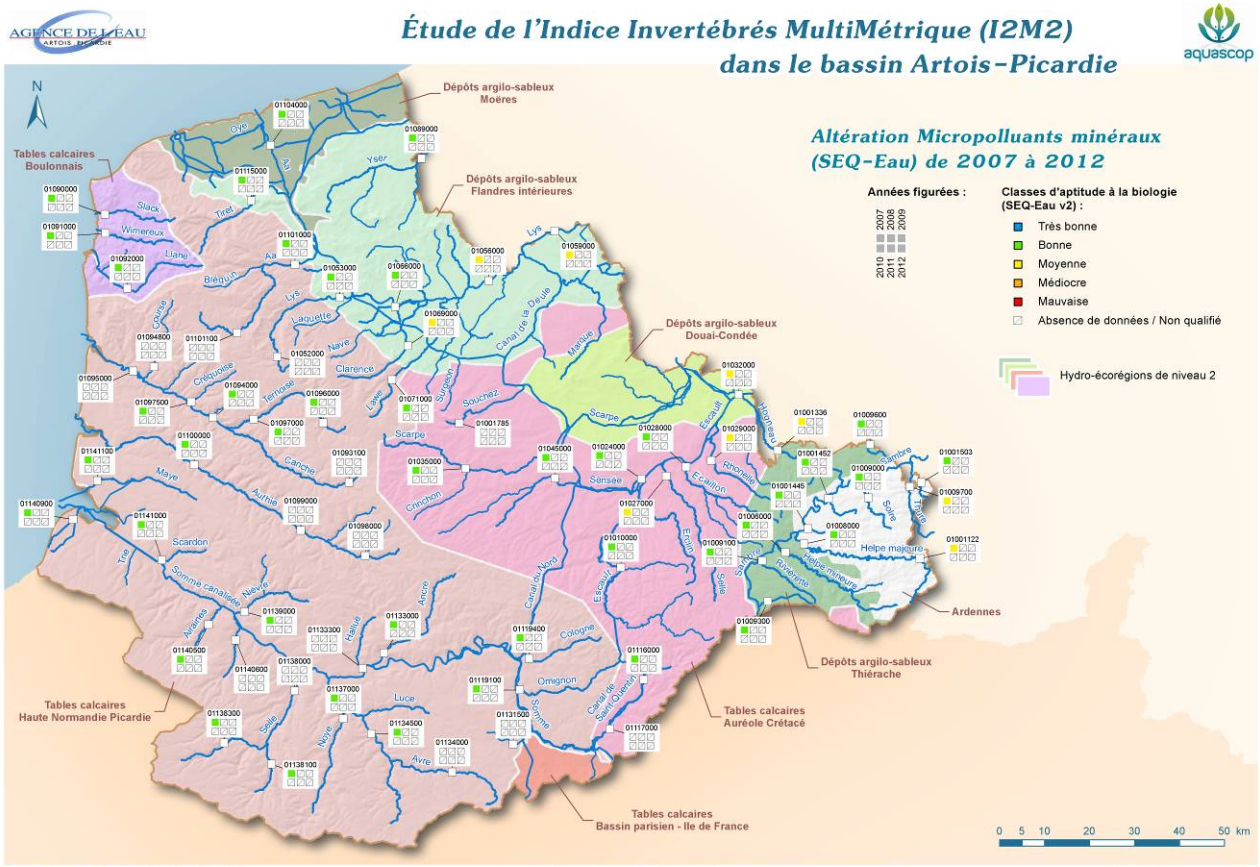


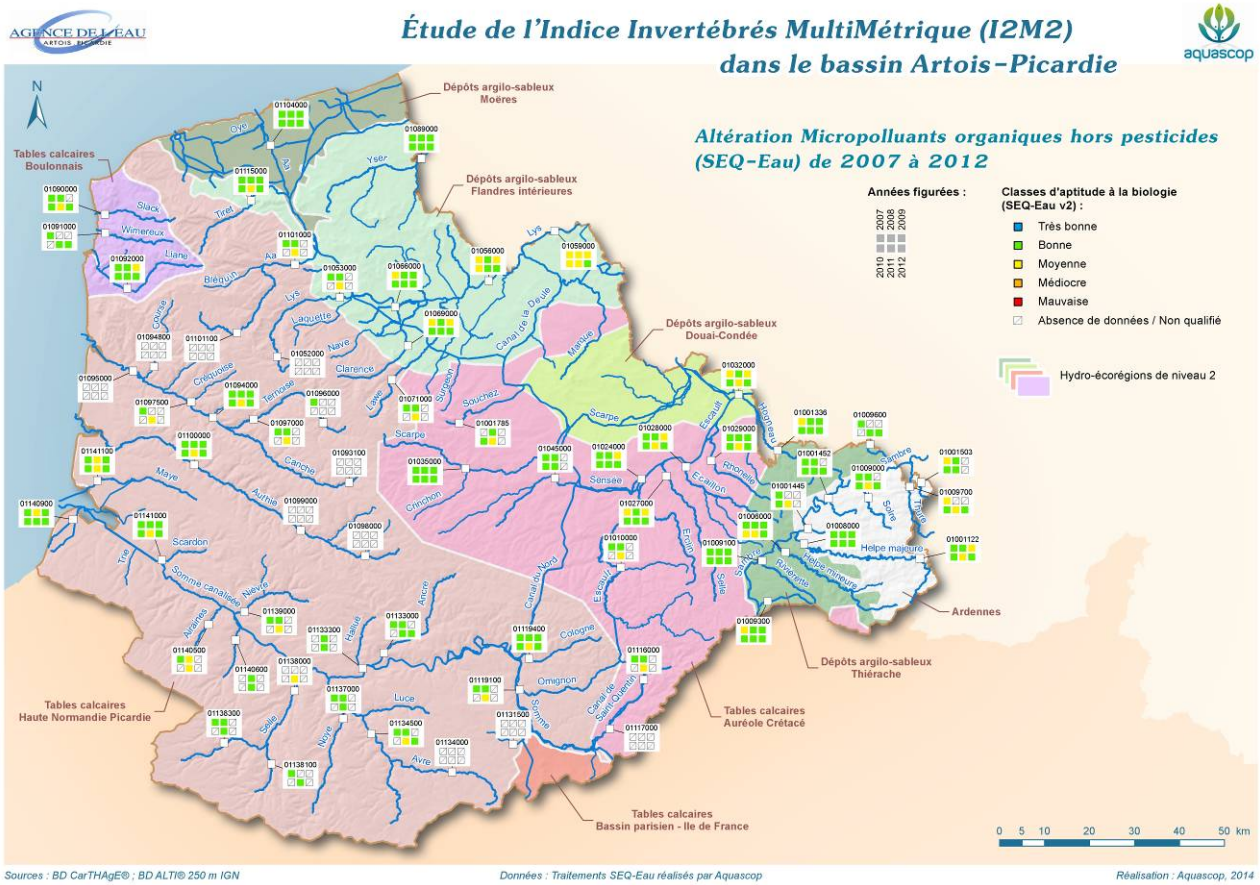
Sources : BD CarTHAgE® ; BD ALTI® 250 m IGN — Données : Traitements SEQ-Eau réalisés par Aquascop — Réalisation : Aquascop, 2014

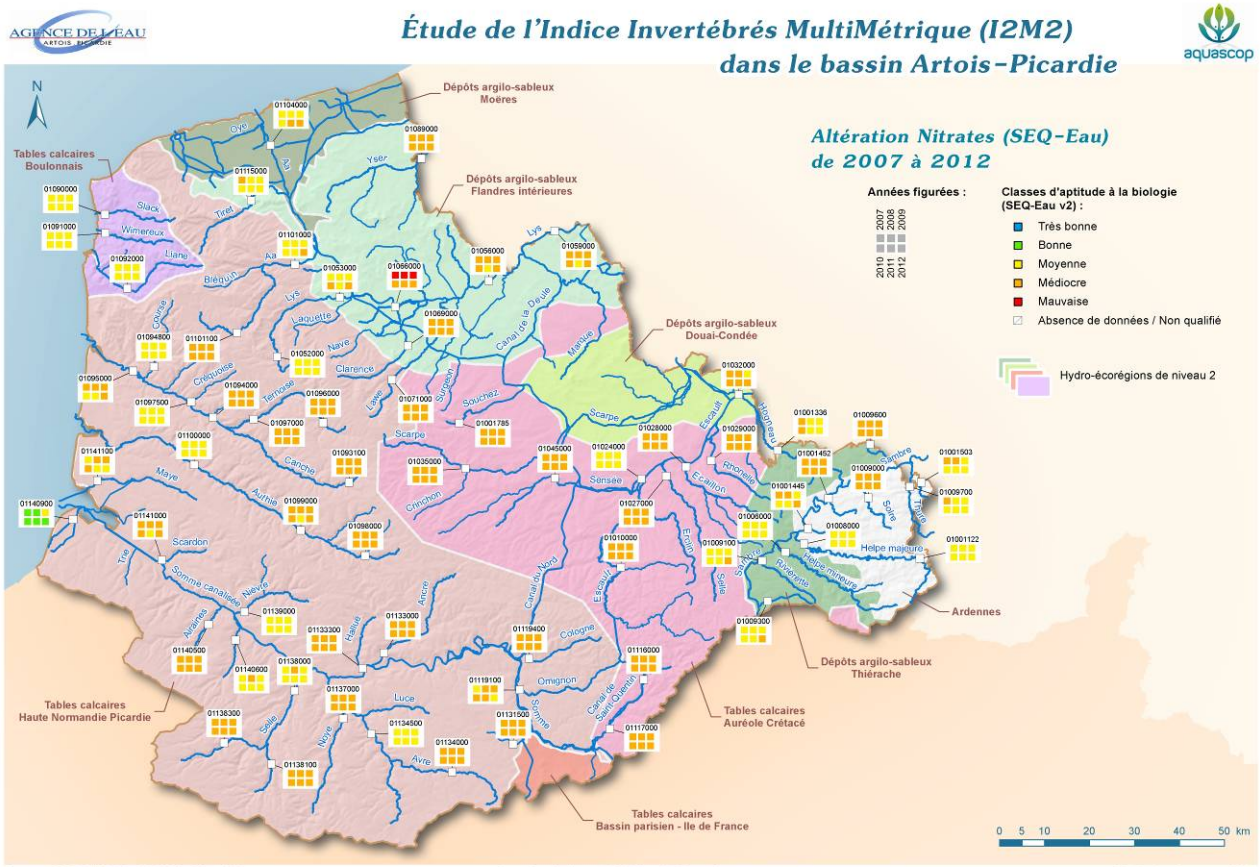
Étude de l'Indice Invertébrés MultiMétrique (I2M2) dans le bassin Artois-Picardie

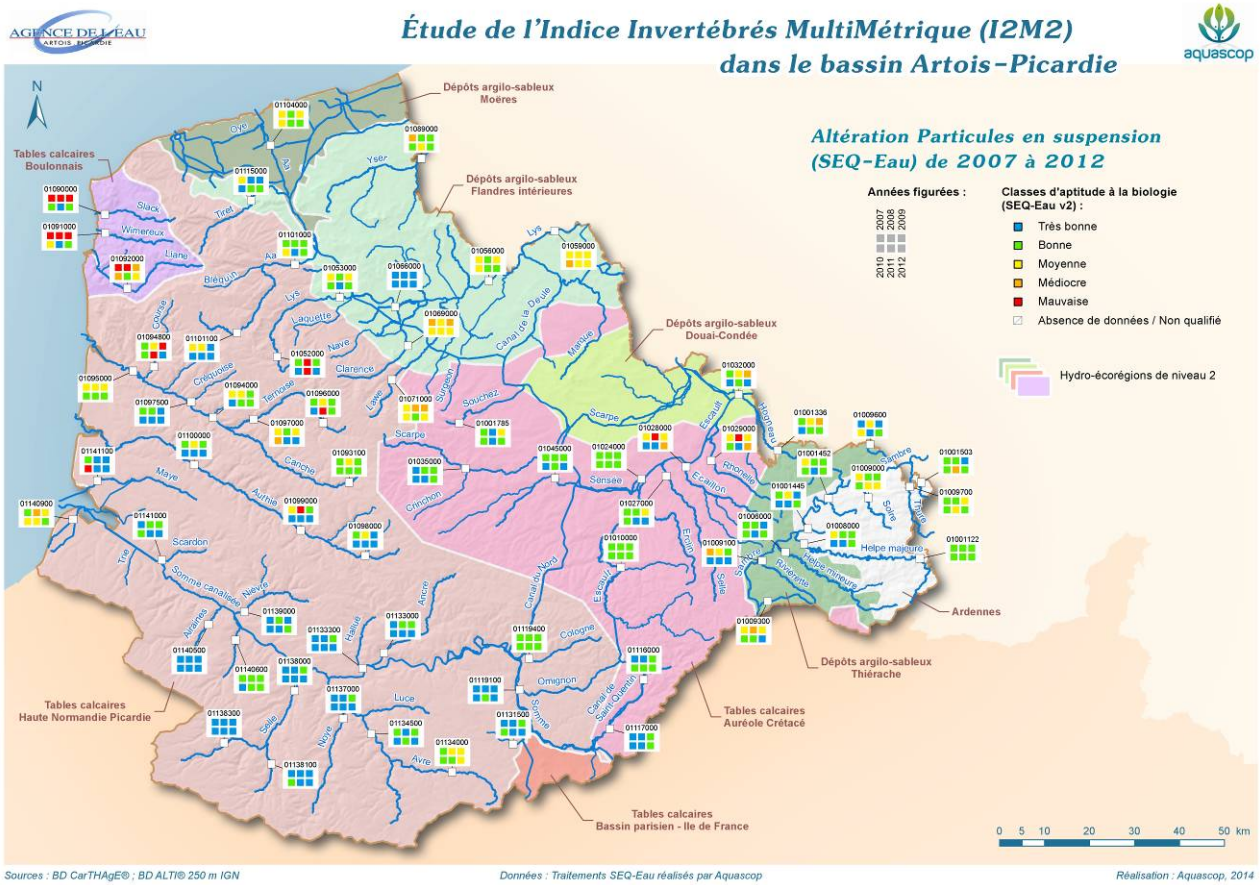


Sources : BD CarTHAgE® ; BD ALTI® 250 m IGN — Données : Traitements SEQ-Eau réalisés par Aquascop — Réalisation : Aquascop, 2014

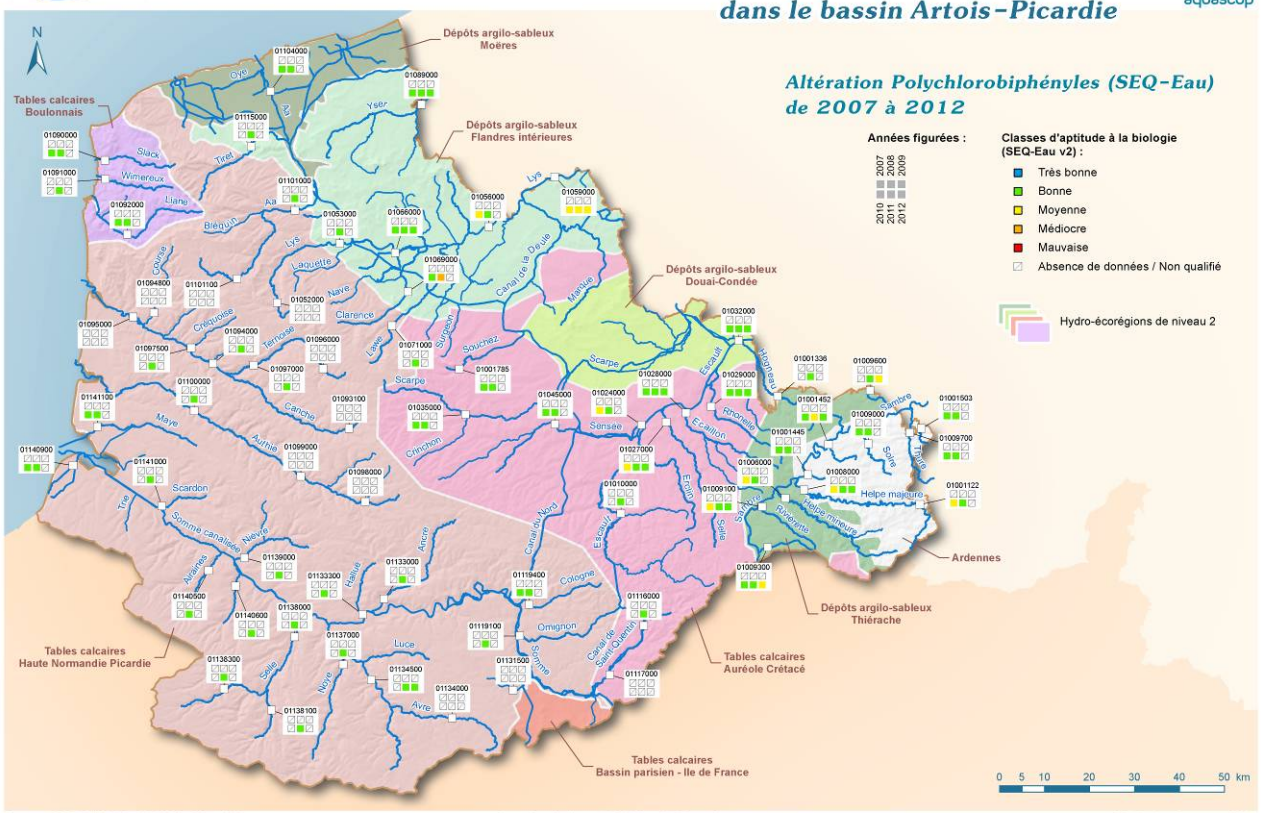

Étude de l'Indice Invertébrés MultiMétrique (I2M2)
dans le bassin Artois-Picardie
Altération Micropolluants minéraux
(SEQ-Eau) de 2007 à 2012
Années figurées :
2007
2008
2009
2010
2011
2012
Classes d'aptitude à la biologie (SEQ-Eau v2) :
Très bonne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Absence de données / Non qualifié
Hydro-écorégions de niveau 2
Dépôts argilo-sableux Moëres
Dépôts argilo-sableux Flandres intérieures
Dépôts argilo-sableux Douai-Condée
Dépôts argilo-sableux Thiérache
Tables calcaires Boulonnais
Tables calcaires Haute Normandie Picardie
Tables calcaires Auréole Crétacé
Tables calcaires Bassin parisien - Ile de France
Ardennes
0 5 10 20 30 40 50 km
Sources : BD CarTHAgE® ; BD ALTI® 250 m IGN
Données : Traitements SEQ-Eau réalisés par Aquascop
Réalisation : Aquascop, 2014


Étude de l'Indice Invertébrés MultiMétrique (I2M2)
dans le bassin Artois-Picardie
Altération Micropolluants organiques hors pesticides
(SEQ-Eau) de 2007 à 2012
Années figurées :
2007
2008
2009
2010
2011
2012
Classes d'aptitude à la biologie (SEQ-Eau v2) :
Très bonne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Absence de données / Non qualifié
Hydro-écorégions de niveau 2
Dépôts argilo-sableux Moëres
Dépôts argilo-sableux Flandres intérieures
Dépôts argilo-sableux Douai-Condée
Dépôts argilo-sableux Thiérache
Tables calcaires Boulonnais
Tables calcaires Haute Normandie Picardie
Tables calcaires Auréole Crétacé
Tables calcaires Bassin parisien - Ile de France
Ardennes
0 5 10 20 30 40 50 km
Sources : BD CarTHAgE® ; BD ALTI® 250 m IGN
Données : Traitements SEQ-Eau réalisés par Aquascop
Réalisation : Aquascop, 2014


Étude de l'Indice Invertébrés MultiMétrique (I2M2)
dans le bassin Artois-Picardie
Altération Nitrates (SEQ-Eau)
de 2007 à 2012
Années figurées :
2007 2008 2009
2010 2011 2012
Classes d'aptitude à la biologie (SEQ-Eau v2) :
Très bonne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Absence de données / Non qualifié
Hydro-écorégions de niveau 2
Dépôts argilo-sableux Moëres
Dépôts argilo-sableux Flandres intérieures
Dépôts argilo-sableux Douai-Condée
Dépôts argilo-sableux Thiérache
Tables calcaires Boulonnais
Tables calcaires Haute Normandie Picardie
Tables calcaires Auréole Crétacé
Tables calcaires Bassin parisien - Ile de France
Ardennes
0 5 10 20 30 40 50 km
Sources : BD CarTHAgE® ; BD ALTI® 250 m IGN
Données : Traitements SEQ-Eau réalisés par Aquascop
Réalisation : Aquascop, 2014

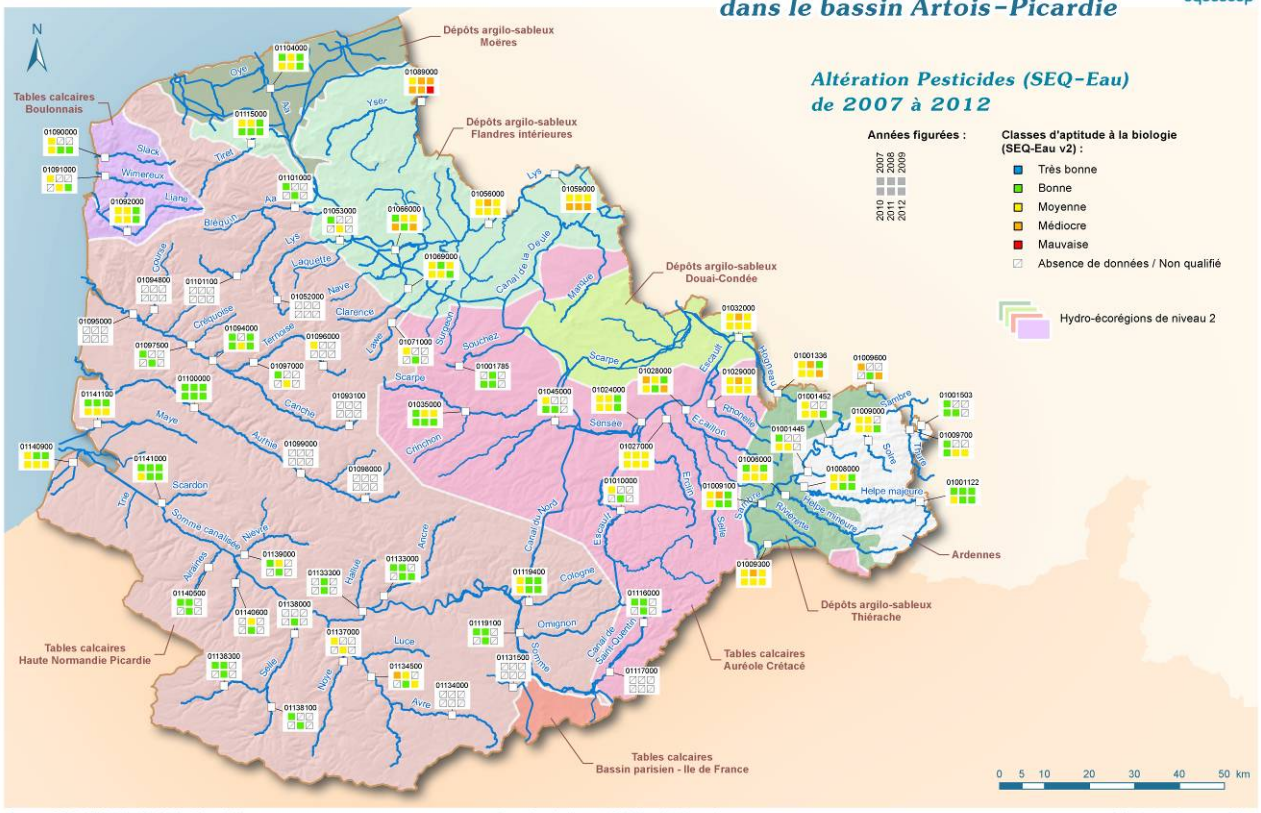

Étude de l'Indice Invertébrés MultiMétrique (I2M2)
dans le bassin Artois-Picardie
Altération Particules en suspension
(SEQ-Eau) de 2007 à 2012
Années figurées :
2007 2008 2009
2010 2011 2012
Classes d'aptitude à la biologie (SEQ-Eau v2) :
Très bonne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Absence de données / Non qualifié
Hydro-écorégions de niveau 2
Dépôts argilo-sableux Moëres
Dépôts argilo-sableux Flandres intérieures
Dépôts argilo-sableux Douai-Condée
Dépôts argilo-sableux Thiérache
Tables calcaires Boulonnais
Tables calcaires Haute Normandie Picardie
Tables calcaires Auréole Crétacé
Tables calcaires Bassin parisien - Ile de France
Ardennes
0 5 10 20 30 40 50 km
Sources : BD CarTHAgE® ; BD ALTI® 250 m IGN
Données : Traitements SEQ-Eau réalisés par Aquascop
Réalisation : Aquascop, 2014

Étude de l'Indice Invertébrés MultiMétrique (I2M2) dans le bassin Artois-Picardie

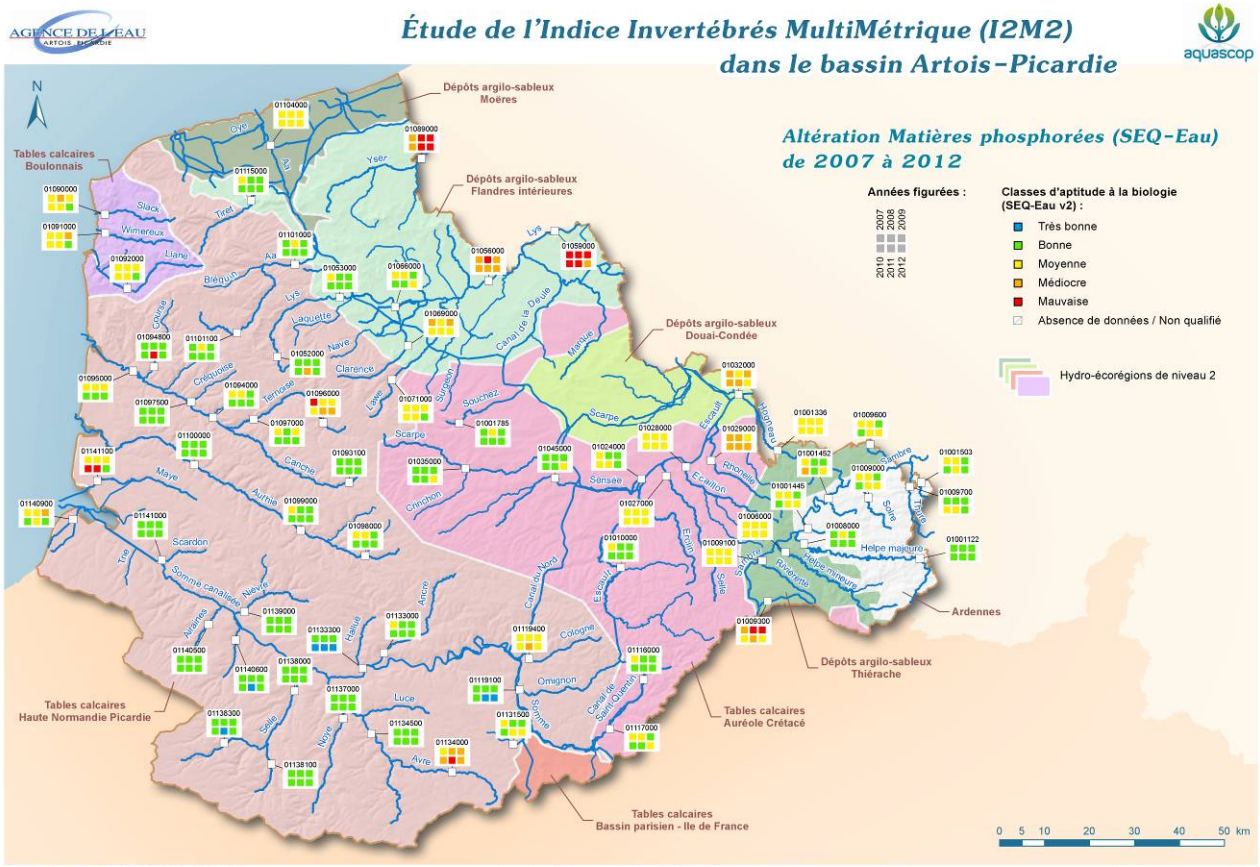


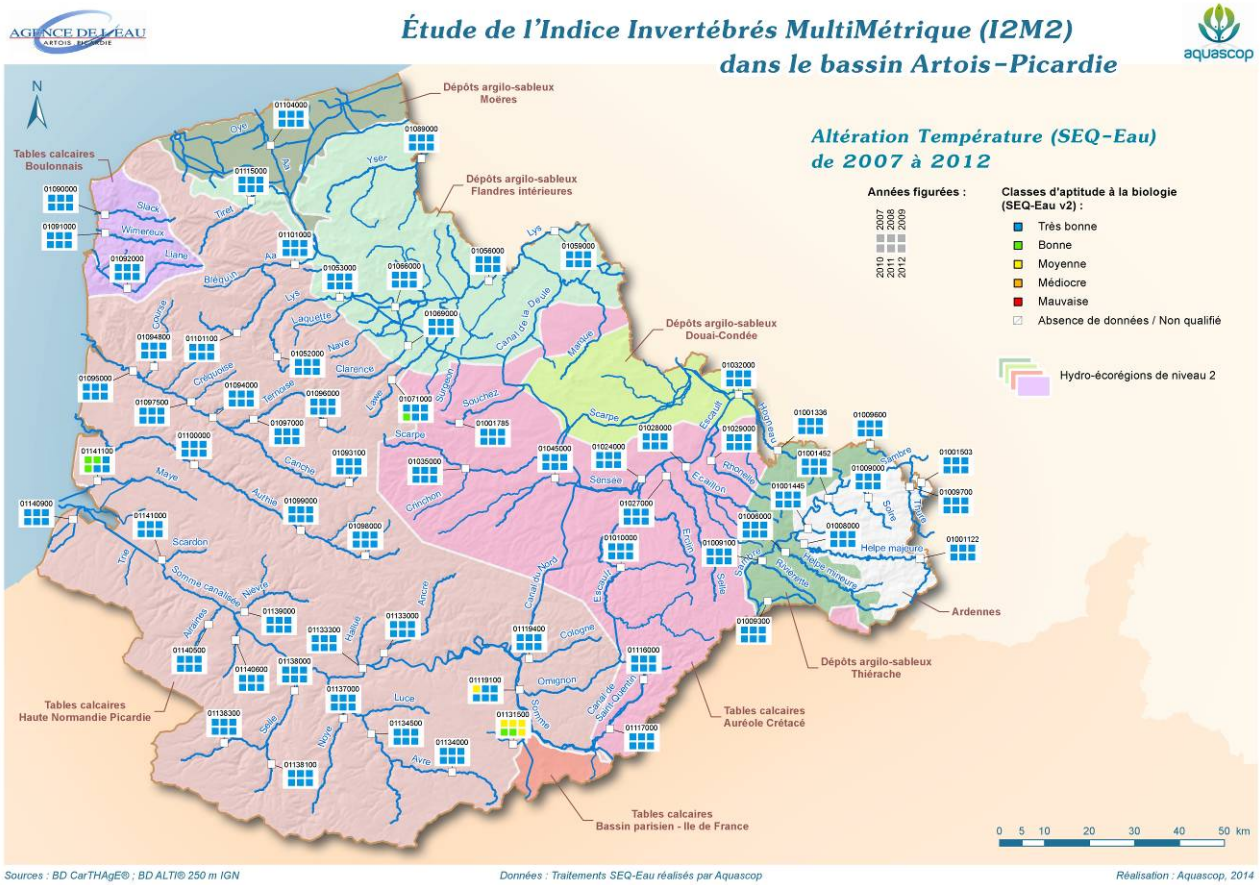
Sources : BD CarTHAgE® ; BD ALTI® 250 m IGN — Données : Traitements SEQ-Eau réalisés par Aquascop — Réalisation : Aquascop, 2014

Étude de l'Indice Invertébrés MultiMétrique (I2M2) dans le bassin Artois-Picardie



Sources : BD CarTHAgE® ; BD ALTI® 250 m IGN — Données : Traitements SEQ-Eau réalisés par Aquascop — Réalisation : Aquascop, 2014


Étude de l'Indice Invertébrés MultiMétrique (I2M2)
dans le bassin Artois-Picardie
Altération Matières phosphorées (SEQ-Eau)
de 2007 à 2012
Années figurées :
2007 2008 2009
2010 2011 2012
Classes d'aptitude à la biologie (SEQ-Eau v2) :
Très bonne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Absence de données / Non qualifié
Hydro-écorégions de niveau 2
Dépôts argilo-sableux Moëres
Dépôts argilo-sableux Flandres intérieures
Dépôts argilo-sableux Douai-Condée
Dépôts argilo-sableux Thiérache
Tables calcaires Boulonnais
Tables calcaires Haute Normandie Picardie
Tables calcaires Auréole Crétacé
Tables calcaires Bassin parisien - Ile de France
Ardennes
0 5 10 20 30 40 50 km
Sources : BD CarTHAgE® ; BD ALTI® 250 m IGN
Données : Traitements SEQ-Eau réalisés par Aquascop
Réalisation : Aquascop, 2014


Étude de l'Indice Invertébrés MultiMétrique (I2M2)
dans le bassin Artois-Picardie
Altération Température (SEQ-Eau)
de 2007 à 2012
Années figurées :
2007 2008 2009
2010 2011 2012
Classes d'aptitude à la biologie (SEQ-Eau v2) :
Très bonne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Absence de données / Non qualifié
Hydro-écorégions de niveau 2
Dépôts argilo-sableux Moëres
Dépôts argilo-sableux Flandres intérieures
Dépôts argilo-sableux Douai-Condée
Dépôts argilo-sableux Thiérache
Tables calcaires Boulonnais
Tables calcaires Haute Normandie Picardie
Tables calcaires Auréole Crétacé
Tables calcaires Bassin parisien - Ile de France
Ardennes
0 5 10 20 30 40 50 km
Sources : BD CarTHAgE® ; BD ALTI® 250 m IGN
Données : Traitements SEQ-Eau réalisés par Aquascop
Réalisation : Aquascop, 2014

8.5. AMENAGEMENTS APPORTES AUX ABONDANCES TAXONOMIQUES LORS DU CALCUL DE L'I2M2 EN ARTOIS PICARDIE

Modifications apportées par Philippe Usseglio-Polatera aux données d'invertébrés 2007-2012 du bassin Artois-Picardie.

Aménagements du tableau d'abondances taxonomiques, non « conforme » sur un certain nombre de points :

- plusieurs sites étant codés B1 à B12 (e.g. les opérations de contrôle 1252 ; 1258 ; 1286 ; 1287 ; 1288 ; 1289 ; 1290). Il a été considéré qu'ils avaient été échantillonnés en prélèvements unitaires séparés : des regroupements "par bocal" ont donc été effectués pour rendre les opérations de contrôle compatibles avec le calcul de l'indice, en réunissant les prélèvements B1 à B4 (pour le premier « bocal »), B5 à B8 (pour le second « bocal ») et B9 à B12 (pour le 3e « bocal »).

- 18 taxons, dont certains non conformes à la norme XP T90-388 ; 2010, ne sont pas pris en charge par le script I2M2 actuel. Il a donc été procédé à des réaménagements taxonomiques :

1. « Aphanoneura » (Code Sandre 941) : effectif fusionné avec le taxon « Oligochaeta » (933)
2. « Argulidae » (3131) et « Argulus » (2969) : réunis dans le taxon « branchioures » (3131)
3. « Code gelé en 2005 – Pisidiidae » (3075) : effectif fusionné avec « Sphaeriidae » (1042)
4. « Crangonyx pseudogracilis » (5117) : effectif fusionné avec le taxon « Crangonyx » (5116)
5. « Cybister » (569) : effectif fusionné avec le taxon « Dytiscinae » (2396)
6. « Dactylolabis » (766) : effectif fusionné avec le taxon « Limoniidae » (757)
7. « Elmis obscura » (2555) : effectif fusionné avec le taxon « Elmis » (618)
8. « Entapedilum » (2854) : effectif fusionné avec le taxon « Chironomidae » (807)
9. « Ferrissia wautieri » (1031) : effectif fusionné avec le taxon Ferrissia (1030)
10. « Leuctra alosi » (71) : effectif fusionné avec le taxon « Leuctra » (69)
11. « Mercuria » (975) : effectif fusionné avec le taxon « Hydrobiidae » (973)
12. « Physa acuta » (3032) : effectif fusionné avec le taxon « Physa » (997)
13. « Pleocyemata » (3827) : effectif fusionné avec le taxon « Decapoda » (3840)
14. « Pomatinus substriatus » (31734) : effectif fusionné avec le taxon « Helichus » (611)
15. « Psammoryctes » (948) : effectif fusionné avec le taxon « Oligochaeta » (933)
16. « Pyralidae » (23122) : effectif fusionné avec le taxon « Crambidae » (2947)
17. « Taxon inconnu » (0) : taxon éliminé

Il est à noter que, les conditions de référence n'ayant pas encore été définies pour le type « M20 » (6 opérations de contrôle dans le jeu de données fourni), l'indice I2M2 n'est pas calculable pour ce type de cours d'eau. D'ailleurs se pose la question de ce qui différencie le type « M20 » du type « GM20 » : le premier n'est-il pas inclus dans le second … ou le type M20 a-t-il été conservé uniquement pour les cours d'eau « canalisés » ?

Les limites de classe utilisées résultent du dernier travail effectué par Martial Férréol (IRSTEA Lyon) en septembre 2013 sur l'évaluation des limites de classe sur la base de la dernière version de l'indice. Ces limites étant calculées par « grands types européens » ; elles sont - en fait - identiques pour tous les types de cours d'eaux auxquels émargent les cours d'eaux du bassin AP. Elles sont donc rappelées pour chaque opération de contrôle.

8.6. OPERATIONS DE PRELEVEMENT EN SITES DE BONNE QUALITE PHYSIQUE

CodeStation	NomStation	HER2	Annee	I2M2	Classe I2M2	Indice SEQ Y Ensemble
01001122	L'HELPE MAJEURE À EPPE SAUVAGE	34	2008	0,4975	3	69
01001122	L'HELPE MAJEURE À EPPE SAUVAGE	34	2009	0,5041	3	69
01001122	L'HELPE MAJEURE À EPPE SAUVAGE	34	2010	0,5636	2	69
01001122	L'HELPE MAJEURE À EPPE SAUVAGE	34	2011	0,5717	2	69
01001122	L'HELPE MAJEURE À EPPE SAUVAGE	34	2012	0,4739	3	69
01001503	LA HANTE À BOUSIGNIES-SUR-ROC	34	2008	0,4706	3	64
01001503	LA HANTE À BOUSIGNIES-SUR-ROC	34	2009	0,4615	3	64
01001503	LA HANTE À BOUSIGNIES-SUR-ROC	34	2010	0,5435	2	64
01001503	LA HANTE À BOUSIGNIES-SUR-ROC	34	2011	0,4286	3	64
01001503	LA HANTE À BOUSIGNIES-SUR-ROC	34	2012	0,3825	3	64
01006000	L'HELPE MINEURE À MAROILLES	39	2007	0,3983	3	62
01006000	L'HELPE MINEURE À MAROILLES	39	2008	0,2325	4	62
01006000	L'HELPE MINEURE À MAROILLES	39	2009	0,2624	4	62
01006000	L'HELPE MINEURE À MAROILLES	39	2010	0,4273	3	62
01006000	L'HELPE MINEURE À MAROILLES	39	2011	0,38	3	62
01006000	L'HELPE MINEURE À MAROILLES	39	2012	0,2021	4	62
01094000	LA CANCHE À AUBIN SAINT-VAAST	57	2007	0,331	4	62
01094000	LA CANCHE À AUBIN SAINT-VAAST	57	2008	0,4033	3	62
01094000	LA CANCHE À AUBIN SAINT-VAAST	57	2009	0,3426	4	62
01094000	LA CANCHE À AUBIN SAINT-VAAST	57	2010	0,5284	2	62
01094000	LA CANCHE À AUBIN SAINT-VAAST	57	2011	0,2995	4	62
01094000	LA CANCHE À AUBIN SAINT-VAAST	57	2012	0,2217	4	62
01094800	LA COURSE À ESTRÉE	57	2008	0,1897	4	68
01094800	LA COURSE À ESTRÉE	57	2009	0,2315	4	68
01094800	LA COURSE À ESTRÉE	57	2010	0,4574	3	68
01094800	LA COURSE À ESTRÉE	57	2011	0,4471	3	68
01094800	LA COURSE À ESTRÉE	57	2012	0,4144	3	68
01095000	LA CANCHE À BEUTIN	57	2008	0,0033	5	66
01095000	LA CANCHE À BEUTIN	57	2009	0,0243	5	66
01095000	LA CANCHE À BEUTIN	57	2010	0,1455	5	66
01095000	LA CANCHE À BEUTIN	57	2011	0,0512	5	66
01095000	LA CANCHE À BEUTIN	57	2012	0,1767	4	66
01096000	LA TERNOISE À GAUCHIN-VERLOINGT	57	2008	0,082	5	71
01096000	LA TERNOISE À GAUCHIN-VERLOINGT	57	2009	0,0387	5	71
01096000	LA TERNOISE À GAUCHIN-VERLOINGT	57	2010	0,1097	5	71
01096000	LA TERNOISE À GAUCHIN-VERLOINGT	57	2011	0,2932	4	71
01096000	LA TERNOISE À GAUCHIN-VERLOINGT	57	2012	0,2235	4	71
01097500	LA CRÉQUOISE À BEAURAINVILLE	57	2008	0,1896	4	73
01097500	LA CRÉQUOISE À BEAURAINVILLE	57	2009	0,1675	5	73
01097500	LA CRÉQUOISE À BEAURAINVILLE	57	2010	0,4008	3	73
01097500	LA CRÉQUOISE À BEAURAINVILLE	57	2011	0,3181	4	73
01097500	LA CRÉQUOISE À BEAURAINVILLE	57	2012	0,1704	5	73
01099000	L'AUTHIE À OUTREBOIS	57	2008	0,0367	5	61
01099000	L'AUTHIE À OUTREBOIS	57	2009	0,0442	5	61
01099000	L'AUTHIE À OUTREBOIS	57	2010	0,3015	4	61
01099000	L'AUTHIE À OUTREBOIS	57	2011	0,404	3	61
01099000	L'AUTHIE À OUTREBOIS	57	2012	0,2719	4	61
01101100	L'AA RIVIÈRE À VERCHOCQ	57	2008	0,2995	4	65
01101100	L'AA RIVIÈRE À VERCHOCQ	57	2009	0,5077	3	65
01101100	L'AA RIVIÈRE À VERCHOCQ	57	2010	0,3735	3	65
01101100	L'AA RIVIÈRE À VERCHOCQ	57	2011	0,4368	3	65
01101100	L'AA RIVIÈRE À VERCHOCQ	57	2012	0,3776	3	65
01134500	L'AVRE À MOREUIL	57	2007	0,1969	4	61
01134500	L'AVRE À MOREUIL	57	2008	0,2424	4	61
01134500	L'AVRE À MOREUIL	57	2009	0,4514	3	61
01134500	L'AVRE À MOREUIL	57	2010	0,4054	3	61
01134500	L'AVRE À MOREUIL	57	2011	0,5196	2	61
01134500	L'AVRE À MOREUIL	57	2012	0,4429	3	61
01137000	LA NOYE À DOMMARTIN	57	2008	0,44	3	77
01137000	LA NOYE À DOMMARTIN	57	2009	0,2045	4	77
01137000	LA NOYE À DOMMARTIN	57	2010	0,4741	3	77
01137000	LA NOYE À DOMMARTIN	57	2011	0,6491	2	77
01137000	LA NOYE À DOMMARTIN	57	2012	0,6333	2	77
01138100	LA SELLE (AFFLUENT DE LA SOMME) À MONSURES	57	2008	0,3335	4	61
01138100	LA SELLE (AFFLUENT DE LA SOMME) À MONSURES	57	2009	0,4197	3	61
01138100	LA SELLE (AFFLUENT DE LA SOMME) À MONSURES	57	2010	0,5504	2	61
01138100	LA SELLE (AFFLUENT DE LA SOMME) À MONSURES	57	2011	0,3142	4	61
01138100	LA SELLE (AFFLUENT DE LA SOMME) À MONSURES	57	2012	0,3799	3	61
01138300	LES ÉVOISSONS À BERGICOURT	57	2008	0,5767	2	58
01138300	LES ÉVOISSONS À BERGICOURT	57	2009	0,632	2	58
01138300	LES ÉVOISSONS À BERGICOURT	57	2010	0,5663	2	58
01138300	LES ÉVOISSONS À BERGICOURT	57	2011	0,5554	2	58
01138300	LES ÉVOISSONS À BERGICOURT	57	2012	0,4387	3	58
01139000	LA NIÈVRE À FLIXECOURT	57	2007	0,2922	4	69
01139000	LA NIÈVRE À FLIXECOURT	57	2008	0,0304	5	69
01139000	LA NIÈVRE À FLIXECOURT	57	2009	0,2122	4	69
01139000	LA NIÈVRE À FLIXECOURT	57	2010	0,1809	4	69
01139000	LA NIÈVRE À FLIXECOURT	57	2011	0,3297	4	69
01139000	LA NIÈVRE À FLIXECOURT	57	2012	0,1827	4	69

Se reporter au rapport 2. Sites de référence pour plus de détails sur les écarts entre notations SEQ physique et observations sur le terrain

8.7. AUTRES ELEMENTS CONSTITUANT DE CE DOSSIER

Ce dossier I2M2 Artois Picardie est composé de

- 1. Rapport général
- 2. Recherche de sites de référence
- 3. Détails de l'analyse des listes faunistiques
- 4. Annexe statistique
- 5. Base des données utilisées

Agence de l'Eau Artois-Picardie

Rapport d'étude

Etude de l'indice multimétrique (I2M2) en Artois Picardie
2. Recherche des sites de référence

Décembre 2014

Angers - Technopole d'Angers - 1 avenue du Bois l'Abbé - 49070 Beaucouzé - Tél. : 02 41 22 01 01 - Fax : 02 41 48 04 14 - aqua@aquascop.fr
Montpellier - Domaine de Cécélès - 1520 route de Cécélès - 34270 Saint Mathieu de Tréviers - Tél. : 04 67 52 92 38 - Fax : 04 67 52 93 23 - aqua2@aquascop.fr
www.aquascop.fr

Etude de l'indice multimétrique (I2M2) en Artois Picardie
2. Recherche de sites de référence

Décembre 2014

Version	Date	Nom et signature du (des) rédacteur(s)	Nom et signature du vérificateur
1	19 décembre 2014	Vincent BOUCHAREYCHAS Aurélia MARQUIS	Danielle LEVET

Sommaire

1. DISCUSSION SUR LES CONDITIONS DE REFERENCE EN ARTOIS-PICARDIE 5
1.1. Détermination des sites de référence 5
1.1.1. Définition 5
1.1.2. Critères de sélection 5
1.1.3. Seuils déclassants 6
1.1.4. Conclusion 6
1.2. Cas du bassin Artois Picardie 6
1.2.1. Stations initialement sélectionnées 6
1.2.2. Confrontation pressions - données terrain des sites de référence 7
1.2.3. Examen des conditions d'échantillonnage et des listes invertébrés 12
1.2.4. Conclusion provisoire concernant les 7 stations « de référence » 16
1.3. Expertises sur le terrain 17
1.3.1. Résultats des observations 17
1.3.2. Mise en perspective des observations terrain et de l'examen de la faune benthique 20
1.4. Conclusion 22
2. RECHERCHE DE NOUVEAUX SITES DE REFERENCE 23
2.1. A partir des données 23
2.1.1. Recherche des tronçons présentant une bonne qualité morphologique 23
2.1.2. Recherche de tronçons à très faible risque d'altération morphologique 24
2.1.3. Prise en compte des données pesticides 24
2.1.4. Niveau de qualité de l'eau 25
2.1.5. Récapitulatif : tronçons pouvant potentiellement présenter un site de référence 26
2.2. Expertise sur le terrain 27
2.2.1. Objectif et méthode 27
2.2.2. Synthèse des observations 28
2.2.3. Tables Calcaires du Boulonnais 29
2.2.4. Tables Calcaires Haute-Normandie Picardie 32
2.2.5. Ardennes 34
2.2.6. Dépôt argileux sableux Thiérache 36
2.2.7. Tables calcaires Auréole Crétacé 38
2.3. Bilan de l'attribution du statut de référence 39
2.3.1. Remarque préliminaire 39
2.3.2. Tronçons non retenus comme référence 39
2.3.3. Tronçons proposés comme référence sur une partie de leur cours ? 39
2.3.4. Tronçons dont le statut de « référence » reste à vérifier par des investigations complémentaires 40
2.4. Conclusion 41

3. ANNEXES 42

3.1. Qualification des sites dits « de référence » par ONEMA-CEMAGREF 42

3.2. Expertise des listes invertébrés et des fiches d'échantillonnage des 7 stations initialement proposées comme référence 43

1. DISCUSSION SUR LES CONDITIONS DE REFERENCE EN ARTOIS-PICARDIE

1.1. DETERMINATION DES SITES DE REFERENCE

1.1.1. Définition

La « synthèse Cemagref – réseau de référence pérenne » (mai 2010)[1] indique que :

« Les conditions de référence ne sont pas nécessairement des conditions originelles, totalement exemptes de perturbations anthropiques. Elles peuvent inclure des perturbations très faibles, ce qui signifie que les pressions anthropiques sont tolérées tant que leur impact écologique reste nul ou très faible ». L'interprétation qui a prévalu pour définir un impact anthropique « très faible est qu'il soit difficilement discernable de la variabilité naturelle, notamment dans la composition des peuplements et des métriques de bio-indication. La notion de référence s'appuie d'abord sur l'analyse des pressions, puisque le but est de comparer l'état actuel du cours d'eau à une situation naturelle, ou très faiblement impactée. »

1.1.2. Critères de sélection

Un groupe d'experts a défini les critères de sélection des sites de référence. Une note méthodologique, ainsi qu'une grille pratique de sélection des sites de référence ont été produites dans la circulaire DCE 2004-082. Les critères de sélection concernaient exclusivement les « **pressions anthropiques** » ; celles-ci devaient être « nulles ou très faibles » pour qu'un site soit considéré comme site de référence. Une validation de l'absence d'impact (ou de très faible impact), pour les sites soumis à des pressions évaluées a priori comme très faibles ou non significatives, a ensuite été recherchée dans certains paramètres abiotiques (physicochimie et hydromorphologie).

Les pressions anthropiques ont été évaluées à trois échelles spatiales : le bassin versant à l'amont du site, le tronçon du cours d'eau, le site proprement dit.

Critères de sélection des sites du réseau de référence (d'après Cemagref, 2010)

	Bassin versant amont	Tronçon	Site
Occupation du sol	Conforme		
Régime hydrologique	Non modifié	Non modifié	Absence de drainage Absence de soutien d'étiage ou éclusées
Régime sédimentaire	Non modifié		
Pollution toxique		Absente	
Pollution urbaine et domestique		Absente	Absence d'impact local de rejet proche Absence de nutriments en excès
Modifications morphologique		Absentes	Hors emprise gros aménagement Hors zone d'influence d'un seuil aval Absence de piétinement
Espèces invasives			Absence Présence de végétation naturelle

Les sites du réseau de référence, initialement déterminés sur la base d'avis d'expert, ont été réexaminés à partir de critères mesurés : occupation du sol, données physicochimiques (saturation en oxygène, DBO5, ammoniaque, phosphates et nitrates, donc hors micropolluants organiques et métaux), pressions physiques.

[1] Mengin, Bougon, Chandesris, Oraison, Souchon, Valette, Villeneuve, note Onema Cemagref, 16 p.

1.1.3. Seuils déclassants

La synthèse Cemagref op.cit. fournit en page 7 les seuils déclassants de chacun des paramètres physicochimiques utilisés (extrait concernant le type biogéographique Central-Baltic) :

Partenariat *2010*
Domaine : Qualité des masses d'eau
Action 10:Conditions de référence pour les cours d'eau

Tableau 2 - Seuils déclassants (moyenne et percentile 90) pour chacun des paramètres de qualification en physico-chimie (variables selon le type d'Inter-étalonnage du site étudié) (Van de Bund 2009).

	Seuils déclassant	O_2		O_2		DBO5		NH_4^+		PO_4^{3-}	NO_3^-
		seuil inférieur (%)	seuil supérieur (%)	seuil inférieur (%)	seuil supérieur (%)	seuil supérieur (mg/l)	seuil supérieur (mg/l)	seuil supérieur (mg/l)	seuil supérieur (mg/l)	seuil supérieur (mg/l)	seuil supérieur (mg/l)
	Type Inter-étalonnage	Moy	Moy	P10	P90	Moy	P90	Moy	P90	Moy	Moy
Central-Baltic	C1	95	105	85	115	2.4	3.6	0.13	0.32	0.12	17.7
	C2	95	105	90	110	2.4	3.6	0.06	0.15	0.09	17.7
	C3	95	105	90	110	2	2.75	0.06	0.15	0.06	8.85
	C4	95	105	85	115	2.4	3.6	0.13	0.32	0.12	17.7
	C5	95	105	85	115	2.4	3.6	0.13	0.32	0.12	17.7
	C6	95	105	85	115	2.4	3.6	0.13	0.32	0.12	17.7

1.1.4. Conclusion

Il est apparu qu'une part non négligeable du réseau hydrographique national ne disposait pas de sites de référence et notamment l'HER Tables Calcaires (moyens, petits et très petits cours d'eau) et les Dépôts Argilo-sableux (Petits cours d'eau), HER couvrant la grande majorité du bassin Artois-Picardie.

1.2. CAS DU BASSIN ARTOIS PICARDIE

1.2.1. Stations initialement sélectionnées

Le rapport Onema Cemagref « Réseau de référence des eaux douces de surface – cours d'eau V0», décembre 2009[2] (page 50 originale en annexe) qualifie ainsi les 7 stations proposées par les experts :

Qualification finale des sites dits « de référence » en Artois-Picardie

code site	rivière	type	HER	rang	surface bv	artificialisation bv	agriculture à fort impact	vignoble	risque érosion	artificialisation rivulaire	agriculture rivulaire	qualification occupation sols
001122	Helpe majeure	P22	22	2	41	lim	c	c	c	c	c	**LIM**
001503	Hante	P22	22	1	13	lim	lim	c	lim	nc	c	**NC**
097500	Créquoise	P9-A	9	3	80	lim	lim	c	nc	lim	c	**LIM**
115000	Hem	P9-A	20	3	127	lim	lim	c	lim	lim	nc	**NC**
137000	Noye	P9-A	9	2	313	nc	nc	c	nc	nc	nc	**NC**
138100	Selle	P9-A	9	1	175	lim	nc	c	nc	nc	lim	**NC**
138300	Evoissons	P9-A	9	1	95	lim	nc	c	nc	c	lim	**NC**

c =conforme nc= non conforme lim = en limite de conformité nr = non renseigné

[2] Auteurs : Nicolas Mengin, Nolwenn Bougon, André Chandesris, Federica Oraison, Yves Souchon, Laurent Valette, Bertrand Villeneuve.

Seules 2 stations apparaissent en limite de conformité pour être considérées comme des sites de référence compte tenu de l'occupation des sols et du bassin versant et/ou du corridor rivulaire. Les conditions chimiques sont alors qualifiées ainsi :

code site	rivière	type	HER	rang	surface bv	O2 moyen	O2 perc90	DBO5 moyen	DBO5 perc90	N-NH4 moyen	N-NH4 perc90	PO4 moyen	NO3 moyen	qualification chimie
001122	Helpe majeure	P22	22	2	41	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	**NC**
001503	Hante	P22	22	1	13	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	nr	**?**
097500	Créquoise	P9-A	9	3	80	c	c	c	c	c	c	nc	nc	**NC**
115000	Hem	P9-A	20	3	127	c	c	c	c	c	c	nc	nc	**NC**
137000	Noye	P9-A	9	2	313	c	c	c	c	nc	c	nc	nc	**NC**
138100	Selle	P9-A	9	1	175	c	c	c	c	c	c	**c**	nc	**NC**
138300	Evoissons	P9-A	9	1	95	c	nc	c	c	c	c	c	nc	**NC**

c =conforme nc= non conforme lim = en limite de conformité nr = non renseigné

Il en résulte qu'aucun des sites proposés par l'AEAP ne satisfaisait aux conditions requises. La Créquoise a cependant été conservée par défaut, ainsi que les Evoissons ; çà aurait pu aussi être le cas de la Selle.

L'exercice qui suit a donc consisté, en reprenant les données récentes disponibles, à vérifier si ces sites pouvaient ou non être considérées comme des sites de référence au moins pour les invertébrés. Par exemple, on sait que des travaux de restauration du lit mineur (suppression de seuil, diversification des écoulements) ont par exemple été conduits dans les Evoissons.

1.2.2. Confrontation pressions - données terrain des sites de référence

Rappel de quelques éléments de méthode :

- L'évaluation des risques Syrah a été faite par traitement SIG et c'est la classe la plus probable du risque d'altération selon la méthode Syrah qui est fournie dans les tableaux suivants.
- Les tronçons SEQ physique et Syrah n'ont pas la même délimitation ni la même longueur.
- Les données présentées sont extraites des tronçons auxquels appartient la station.

Dans les paragraphes qui suivent, nous comparons les évaluations de pression qui ont été faites à l'époque pour détecter les sites de référence aux données d'observations terrain disponibles, dans l'optique de déterminer si les conclusions de non-conformités ont une réalité.

Hydrologie

Les risques de pressions (bloc de gauche) sont mises en perspective des données terrain dont nous disposons (à droite) :

Prévisions de pressions affectées en 2009 par Onema- Cemagref (recherche des sites de référence)						Observation terrain
code site	rivière	Risque Syrah HQ	Risque Syrah HD	Risque Syrah CME		Classe qualité SEQ physique hydrologie
001122	Helpe majeure	très faible	très faible	très faible		1
001503	Hante	très faible	très faible	très faible		1
097500	Créquoise	très faible	très faible	très faible		1
115000	Hem	très faible	très faible	très faible		/ [3]
137000	Noye	très faible	très faible	très faible		1
138100	Selle	moyen	très faible	très faible		1
138300	Evoissons	moyen	très faible	très faible		1

Avec HQ = quantité du débit d'eau, HD = dynamique du débit d'eau, CME = connexion aux masses d'eau souterraines

Ce tableau montre que l'évaluation de risque d'altération Syrah concorde avec l'appréciation terrain obtenue par le SEQ physique, sauf en ce qui concerne la Selle et les Evoissons qui seraient déficitaires en eau.

Lit majeur

Les prévisions de pressions (bloc de gauche) sont mises en perspective des données terrain dont nous disposons (à droite) :

Prévisions de pression affectées en 2009 par Onema- Cemagref (recherche des sites de référence)						Observation terrain
code site	rivière	artificialisation bv (sites ref)		Risque Syrah continuité latérale		Classe qualité SEQ-physique lit Majeur
001122	Helpe majeure	lim		fort		1
001503	Hante	lim		très faible		1
097500	Créquoise	lim		très faible		1
115000	Hem	lim		faible		3
137000	Noye	nc		très faible		2
138100	Selle	lim		très faible		1
138300	Evoissons	lim		très faible		1

Ce tableau montre que les données de pressions utilisées pour éliminer les sites non de référence (artificialisation bassin versant et risque Syrah concernant la continuité) ne coïncident pas avec les observations terrain faites par le SEQ physique.

[3] Dans les données fournies pour le présent dossier, l'indice est égal à 0, ce qui nous paraît hautement improbable pour une station signalée comme potentiellement de référence par des experts locaux, et de surcroît impossible compte tenu de la construction du SEQ-physique. Il s'agit probablement d'une absence de données, transformée en 0 à l'occasion de conversion de fichiers.

Berges et ripisylve

Les prévisions de pressions (bloc de gauche) sont mises en perspective des données terrain dont nous disposons (à droite) :

Prévisions de pression affectées en 2009 par Onema- Cemagref (recherche des sites de référence)					Observation terrain	
code site	rivière	artificialisation rivulaire (sites ref)	agriculture rivulaire (sites ref)	Risque Syrah structure de la rive	Classe qualité SEQ-physique berges	Classe qualité SEQ-physique ripisyle
001122	Helpe majeure	c	c	fort	3	/ [4]
001503	Hante	nc	c	fort	2	2
097500	Créquoise	lim	c	moyen	2	3
115000	Hem	lim	nc	très fort	2	3
137000	Noye	nc	nc	fort	2	4
138100	Selle	nc	lim	fort	2	3
138300	Evoissons	c	lim	très faible	1	2

Ce tableau montre que les conclusions de (non)-conformité tirées des données de pressions utilisées lors de la recherche de sites de référence (colonnes artificialisation et agriculture et évaluation du risque Syrah d'altération de la rive) ne coïncident pas avec les observations terrain faites par le SEQ physique.

Lit mineur

Les prévisions de pressions (bloc de gauche) sont mises en perspective des données terrain dont nous disposons (à droite) :

Prévisions de pression affectées en 2009 par Onema- Cemagref (recherche des sites de référence)							Observation terrain
code site	rivière	Risque Syrah Continuité biologique proximité	Risque Syrah Continuité biologique migrateurs	Risque Syrah Continuité sédimentaire	Risque Syrah structure substrat du lit	Risque Syrah variation profondeur largeur	Classe qualité SEQ-physique lit mineur
001122	Helpe majeure	très fort	très fort	très fort	fort	fort	2
001503	Hante	très faible	très faible	très fort	fort	fort	4
097500	Créquoise	moyen	moyen	fort	fort	fort	3
115000	Hem	moyen	moyen	fort	fort	fort	3
137000	Noye	moyen	moyen	fort	très fort	fort	4
138100	Selle	moyen	moyen	fort	très fort	fort	/ [5]
138300	Evoissons	très faible	très faible	très faible	fort	très faible	/ [6]

Ce tableau montre que l'évaluation des risques d'altération par Syrah est plus sévère que l'observation terrain SEQ physique. Dans les Evoissons, l'écart entre le risque d'altération de la structure fort et du substrat du lit très faible est surprenant.

[4] Tous indices des sous-descripteurs égaux à 0 dans les données fournies pour le présent dossier. Anomalie probable due à la transformation involontaire de l'information « absence de donnée ».

[5] Idem notes précédentes

[6] Idem

Matières organiques et oxydables

Les « non-conformités » (à gauche) sont mises en perspective des données 2007-2012 dont nous disposons (à droite) :

		Non –conformités affectées en 2009 par Onema-Cemagref (recherche des sites de référence)						Affectation des classes de qualité aux données 2007-2012 selon les mêmes seuils					
code site	rivière	O2 moyen	O2 perc90	DBO5 moyen	DBO5 perc90	N-NH4 moyen	N-NH4 perc90	O2 moyen	O2 perc90	DBO5 moyen	DBO5 perc90	NH4 moyen	NH4 perc90
001122	Helpe majeure	nc	nc	nc	nc	nc	nc	10,6	8,4	2,2	2,9	0,06	0,12
001503	Hante	nr	nr	nr	nr	nr	nr	10,6	8,7	2,2	2,8	0,07	0,11
097500	Créquoise	c	c	c	c	c	c	10,9	9,9	1,9	2,2	0,05	0,08
115000	Hem	c	c	c	c	c	c	10,9	9,2	1,9	2,3	0,06	0,09
137000	Noye	c	c	c	c	nc	c	11,2	9,9	2,0	2,8	0,08	0,16
138100	Selle	c	c	c	c	c	c	10,9	9,7	1,8	2,1	0,04	0,05
138300	Evoissons	c	nc	c	c	c	c	11,8	10,6	1,9	2,4	0,04	0,05

Couleur des concentrations selon les seuils déclassants du Cemagref (50 à 100 données)
Remarque : les classes de qualité SEQ-eau V2 sont également bleues très bonne qualité

Ce tableau montre que les raisons des non-conformités établies en 2009 (donc sur données antérieures à 2008) n'apparaissent plus dans les données 2007-2012.

Nutriments

Les « non-conformités » (à gauche) sont mises en perspective des données 2007-2012 dont nous disposons (à droite) :

		Non –conformités affectées en 2009 par Onema-Cemagref (recherche des sites de référence)		Affectation des classes de qualité aux données 2007-2012 selon les mêmes seuils et seuils d'évaluation de l'état DCE			
code site	rivière	NO3 moyen	PO4 moyen	NO3 moyen 2007-2012 Seuil cemagref	NO3 perc 90 2007-2012 Seuil Eval état	PO4 moyen 2007-2012 seuil * cemagref	PO4 moyen 2007-2012 Seuil Eval état
001122	Helpe majeure	nc	nc	13	17	0,09	0,09
001503	Hante	nr	nr	21	25	0,19	0,19
097500	Créquoise	nc	nc	21	30	0,15	0,15
115000	Hem	nc	nc	21	25	0,16	0,16
137000	Noye	nc	nc	29	31	0,13	0,13
138100	Selle	nc	c	30	31	0,13	0,13
138300	Evoissons	nc	c	26	27	0,07	0,07

* Plusieurs valeurs de seuil ont été fixées pour les phosphates, fonction du sous type géographique : il semblerait que ce soit les plus stricts qui concernent Artois Picardie

Les non-conformités ré-apparaissent dans les données 2007-2012 dans 5 cours d'eau avec les seuils Cemagref ; mais non avec les seuils SEQ-eau V2 ou évaluation de l'état.

Pesticides

Les « non-conformités » (à gauche) sont mises en perspective des données 2007-2012 dont nous disposons (à droite) :

		Non –conformités affectées en 2009 par Onema- Cemagref (recherche des sites de référence)			Données 2007-2012
code site	rivière	agriculture à fort impact	agriculture rivulaire		Indice Pesticides
001122	Helpe majeure	c	c		3
001503	Hante	lim	c		2
097500	Créquoise	lim	c		2
115000	Hem	lim	nc		4
137000	Noye	nc	nc		2
138100	Selle	nc	lim		2
138300	Evoissons	nc	lim		2

L'Helpe majeure et la Hem aux stations considérées ne peuvent être considérées comme des sites de référence au vu des données pesticides récentes. Mais l'évaluation Syrah ne coïncide pas avec les données récentes dans les 5 autres cours d'eau considérés.

Risque d'érosion et MES

Les « non-conformités » (à gauche) sont mises en perspective des données 2007-2012 dont nous disposons (à droite) :

						Non –conformités affectées en 2009 par Onema-Cemagref (recherche des sites de référence)		Données M.E.S. 2007-2012
code site	rivière	type	HER	rang	surface bv	risque érosion		71 à 76 données Classe SEQ-eau
001122	Helpe majeure	P22	22	2	41	c		31
001503	Hante	P22	22	1	13	lim		31
097500	Créquoise	P9-A	9	3	80	nc		19
115000	Hem	P9-A	20	3	127	lim		20
137000	Noye	P9-A	9	2	313	nc		22
138100	Selle	P9-A	9	1	175	nc		15
138300	Evoissons	P9-A	9	1	95	nc		13

L'évaluation Syrah ne coïncide pas avec les données récentes.

1.2.3. Examen des conditions d'échantillonnage et des listes invertébrés

1.2.3.1. Examen des fiches d'échantillonnage

L'analyse des conditions d'échantillonnage terrain des 7 sites de référence a été réalisée sur la période 2008-2012. Au total, 30 opérations d'échantillonnage ont pu être étudiées par les fiches CEMAGREF de saisie de l'opération de prélèvement. Les données utilisées ont été compilées dans le tableau fourni en annexe du présent rapport.

Le tableau ci-après reprend les principaux résultats de l'analyse qui consistait à évaluer la réalité du statut de référence de ces 7 stations au regard des caractéristiques environnementales relevées sur le terrain comme par exemple :

- La **« variété de la mosaïque d'habitats »** : basée sur le nombre de supports inventoriés par site croisé avec le nombre de classes de vitesses échantillonnées ; on considère qu'au moins 8 habitats doivent être présentes et 3 classes de vitesse ;
- La notion de **« biogénéité des supports »** inventoriés et notamment sur la présence régulière des 5 premiers supports du tableau d'échantillonnage qui sont justement classés par ordre décroissant de biogénéité (des bryophytes au pierres-galets) ;
- La **« stabilité des habitats »** dans le temps et donc de la sélection des 12 microhabitats échantillonnés. Notons pour ce critère la difficulté de séparer l'incertitude liée à l'opérateur terrain de la variabilité naturelle de la mosaïque d'habitats ;
- Le **« degré de colmatage »** (lorsqu'il est renseigné) avec un zoom sur le niveau de colmatage des habitats lotiques qui peut être un bon indicateur de dégradation physique de la station ; on considère qu'une moyenne des classes ≥ 2/5 sur l'ensemble des habitats échantillonnés en zone lotique est signe de dégradation ;
- La notion **« d'enrichissement trophique excessif »** estimée au travers du taux de recouvrement en algues filamenteuses qui peut témoigner d'une perturbation ponctuelle ou chronique de la station (si le recouvrement est significatif c'est-à-dire au moins 10-15 % de couverture algale).

Au final, en croisant ces éléments, on peut proposer une évaluation de la « **qualité des conditions d'habitat** » de la station qui permet d'avoir un critère supplémentaire pour juger de la réalité du statut de référence de ces 7 stations.

Sachant que nombre de ces sites sont situés en tête de bassin versant, nous avons postulé que la mosaïque d'habitat doit, en l'absence de perturbation anthropique, être variée et de très bonne capacité d'accueil pour la macrofaune benthique, sans colmatage important et sans développement excessif d'algues filamenteuses.

Rivière Code site	Variété de la mosaïque d'habitats	Biogénéité des supports	Stabilité des habitats	Importance du colmatage*	Développement d'algues filamenteuses	Qualité globale des conditions d'habitat
Helpe Majeure 001122	Très bonne	Bonne *litières rares*	Très bonne	marquée	Oui +	Bonne mais Non optimale (algues, colmatage)
Hante 001503	Bonne	Bonne *Hydrophytes/litières rares*	Moyenne	sensible	Oui +	Non optimale (algues instabilité et colmatage)
Créquoise 097500	Très bonne	Bonne *Litières/racines rares*	Très bonne	?	Oui ++ chronique	Non optimale (algues)
Hem 115000	Très bonne	Très Bonne *(malgré absence bryophyte)*	Moyenne	marquée	Oui *++ chronique*	Non optimale (algues instabilité et colmatage)
Noye 137000	Très bonne	Très bonne	Très bonne	faible	faible	Très bonne
Selle 138100	Très bonne	Très bonne *(malgré présence vases)*	Bonne à Moyenne	faible	faible	Bonne à Très bonne
Les Evoissons 138300	Très bonne	Très bonne *(malgré présence vases)*	Très bonne	sensible	Non	Très bonne

** Colmatage : moins de la moitié des opérations de prélèvement est renseignée*

En conclusion, seules **3 stations présentent de très bonnes caractéristiques environnementales** comme la Noye et secondairement les Evoissons et la Selle. Ces 2 dernières stations présentent en effet des dépôts vaseux dont l'origine doit être identifiée comme naturelle et qui peuvent avoir une incidence sur les conditions locales d'oxygénation.

Les autres stations présentent de manière chronique ou ponctuelle des développements algaux significatifs bien que modérés. Ces développements peuvent traduire un léger enrichissement trophique d'origine anthropique ce qui est à signaler puisque l'on se situe sur des sites dits de référence. Egalement voir si les dépôts comatants parfois observés en zone lotique peuvent avoir une origine anthropique (érosion agricole, piétinement,…). La Hante semble la station ayant la moins bonne qualité globale vis-à-vis des éléments évalués.

1.2.3.2. Examen des listes invertébrés par un expert

Un hydrobiologiste confirmé[7] spécialiste des invertébrés a examiné les listes invertébrés des stations initialement choisies comme sites de référence, « en aveugle », c'est-à-dire sans connaître la localisation des échantillons, ni disposer des fiches de prélèvement. Les 7 stations de référence ont été étudiées les années 2008, 2009 et 2012[8], soit au total 21 opérations de prélèvement. Son expertise détaillée est fournie en annexe et ses principales conclusions sont résumées dans le tableau ci-après.

En conclusion, selon l'analyse des peuplements dits de référence, il se trouve que seules les stations Hante et Créquoise paraissent de bonne qualité sans suspicion de perturbation.

Les autres stations étudiées sont également de bonne qualité générale, mais des doutes persistent sur l'occurrence de possibles perturbations notamment d'ordre physicochimique comme les nutriments dans la plupart de stations, auxquels s'ajoutent en quelques stations des déséquilibres possibles de l'oxygénation (Helpe Majeure, Hem, Selle et Evoissons).

Le **croisement entre l'approche mésologique et faunistique des données terrain** indique qu'aucune référence absolue commune n'a pu être retenue. Toutefois :

[7] Plus de 30 ans d'expérience.

[8] Années appartenant à des périodes que les analyses statistiques considèrent comme non équivalentes.

- Les stations **Noye** et **Selle** présentent une très bonne qualité d'habitat et une bonne qualité de peuplement avec seulement quelques réserves sur la stabilité de la qualité physicochimique. On peut donc penser que ce sont de **bonnes références probables.**
- Les stations **Hante** et **Créquoise** présentent une bonne qualité du peuplement sans perturbation évidente, mais souffrent de développements algaux susceptibles d'avoir une origine anthropique. Leur statut de référence peut donc être maintenu au vu des peuplements en s'assurant de l'absence de pression anthropique « nutriments ».
- Les stations **Hem** et **Helpe Majeure** semblent impactées par les manifestations d'eutrophisation, tant au niveau habitat que peuplement et pourraient donc **ne pas être de bonnes références**.
- La station **Evoissons** est optimale du pont de vue **habitationnel**, mais le diagnostic faunistique est plus mitigé bien que de bonne qualité générale.

Rivière Code site	Zonation longitudinale supposée	Caractéristiques environnementales probables	Perturbations vraisemblables	Qualité biologique et écologique	Conformité avec expertise échantillonnage (post analyse)	Conformité vis à vis des pressions* (post analyse)	Statut de référence vis-à-vis benthos
Helpe Majeure 001122	≤ Hyporhithron à épipotamon	Mosaïque d'habitats variée Présence d'algues filamenteuses	Qualité de l'eau non optimale : Conditions d'oxygénation Enrichissement trophique (algues)	Bonne Non optimale	Oui (variété habitats + eutrophisation + qualité globale)	Oui (nutriments et MOOX)	Bon mais Non optimal (réserves chimie eau dont trophie)
Hante 001503	indéterminée	?	Aucun désordre évident	Bonne Mais faible variété taxonomique	? Pas d'éléments comparables	? peu d'éléments comparatifs	Bon ?
Créquoise 097500	indéterminée	Dominance faciès lentiques	Légère eutrophisation ?	Bonne Mais faible variété taxonomique	Oui (eutrophisation et habitabilité non optimale) Non (/ importance faciès lentiques)	Oui	Bon
Hem 115000	Hyporhithron	Prolifération d'algues filamenteuses	Enrichissement trophique (algues et impact oxygénation)	Bonne Possibilité décalage typologique lié légère eutrophisation	Oui (eutrophisation et effets potentiels)	Oui (NO3 et PO4) Non (O2)	Non optimal (Effets eutrophisation)
Noye 137000	Petit cours d'eau de plaine	Mosaïque d'habitats variée	Pas de perturbation notable Qualité de l'eau non optimale ?	Bonne Non optimale	Oui (variété habitats, absence perturbation trophique et organique) Non (/ importance faciès lentiques et sur qualité globale)	Non? (nutriments)	Bon mais non optimal ? (réserves sur chimie eau)
Selle 138100	≤ métarhithron	Mosaïque d'habitats variée, mais faciès lentiques dominants Oxygénation temporairement limitante ?	Pas de perturbation notable Qualité de l'eau instable ? (O2)	Bonne Non optimale	Oui (absence perturbation trophique et organique) Non (/ variété habitat et sur qualité globale)	Non? (nutriments et O2)	Bon mais non optimal ? (réserves sur chimie eau)
Les Evoissons 138300	≤ métarhithron	Mosaïque d'habitats très variée et faciès lentiques dominants Présence d'algues filamenteuses Dépôts détritiques en berge	Eutrophisation faible Richesse MO colmatée en berge et impact O2 en lentique	Bonne Non optimale	Oui (variété et qualité supports et trophie et présence de dépôts de MO) Non (/ importance faciès lentiques et sur qualité globale non optimale)	Oui (nutriments et O2)	Non optimal

** Les pressions sont comparées aux évaluations du rapport ONEMA/CEMAGREF de décembre 2009 relatif à la qualification finale des sites de référence vis à vis de la chimie ; également confrontation avec les non-conformités par altération et valeurs du SEQ eau (tableaux § 1.2.1 et 1.2.2)*

1.2.4. Conclusion provisoire concernant les 7 stations « de référence »

Les pressions sur les bassins versants et risques d'altérations Syrah ne coïncident pas avec les données terrain SEQ physique, les évaluations ayant conduit à ne conserver Créquoise et Evoissons comme sites de référence que par défaut apparaissant globalement plus sévères que les observations sur la période 2007-2012.

Les raisons des non-conformités chimiques n'apparaissent plus dans les données 2007-2012 pour oxygène, DBO5 et ammonium. Nitrates et phosphates restent au-dessus des seuils fixés par le cemagref pour l'attribution du caractère de référence, mais déterminent une bonne qualité d'après les grilles d'évaluation de l'état DCE.

Le tableau ci-dessous récapitule les données d'observation aux 7 stations initialement citées par les experts : on y voit que Helpe et Hem ne sont pas des sites de référence en raison de leur contamination par les pesticides. Cette conclusion est confortée par le diagnostic hydrobiologique réalisé à l'occasion du présent dossier (conditions d'habitat et faune associée).

Code site	rivière	type	HER	rang	Classe qualité SEQ physique hydrologie	Classe qualité SEQ-physique lit Majeur	Classe qualité SEQ-physique berges	Classe qualité SEQ-physique ripisyle	Classe qualité SEQ-physique lit mineur	O2 07-12 perc 90	DBO5 07-12 perc 90	NH4 07-12 perc 90	NO3 07-12 moy	PO4 SEQ-eau moy	Ind Pes-ticide
~~001122~~	~~Helpe majeure~~	~~P22~~	~~22~~	~~2~~	~~1~~	~~1~~	~~3~~		~~2~~	~~8,4~~	~~2,9~~	~~0,12~~	~~13~~	~~0,09~~	~~3~~
001503	Hante	P22	22	1	1	1	2	2	4	8,7	2,8	0,11	21*	0,19*	2
097500	Créquoise	P9-A	9	3	1	1	2	3	3	9,9	2,2	0,08	21*	0,15*	2
~~115000~~	~~Hem~~	~~P9-A~~	~~20~~	~~3~~		~~3~~	~~2~~	~~3~~	~~3~~	~~9,2~~	~~2,3~~	~~0,09~~	~~21*~~	~~0,16*~~	~~4~~
137000	Noye	P9-A	9	2	1	2	2	4	4	9,9	2,8	0,16	29*	0,13*	2
138100	Selle	P9-A	9	1	1	1	2	3		9,7	2,1	0,05	30*	0,13*	2
138300	Evoissons	P9-A	9	1	1	1	1	2		10,6	2,4	0,05	26*	0,07	2

* classe bonne qualité selon arrêté évaluation état (perc90)

La Noye ne devrait pas être retenue comme site de référence compte tenu de la dégradation de son lit et de sa ripisylve. Toutefois, au regard du diagnostic hydrobiologique établi sur les invertébrés, cette station semble présenter de bonnes caractéristiques tant au plan habitationnel que faunistique. Une vérification de sa morphologie sur le terrain permettra donc de la conserver ou de l'écarter définitivement de la sélection.

Les descriptions situationnelles Selle et Evoissons (voir fiches d'échantillonnage de ces 2 stations) indiquent clairement des conditions d'habitat optimales et donc compatibles avec leur statut de référence.

Il en est de même de la Hante et la Créquoise : ces deux stations sont potentiellement de bonnes références. Mais l'analyse des conditions d'habitat indique des développements significatifs d'algues filamenteuses, pouvant traduire un enrichissement trophique excessif. Or, d'une part les données physicochimiques ne le montrent pas ; et d'autre part, l'analyse des peuplements invertébrés présents ne traduit pas d'effet négatif de ces développements algaux.

Dans ces conditions, d'après les données, il reste donc comme sites de référence possibles :

Code site	rivière	type	HER	rang	Classe qualité SEQ physique hydrologie	Classe qualité SEQ-physique lit Majeur	Classe qualité SEQ-physique berges	Classe qualité SEQ-physique ripisyle	Classe qualité SEQ-physique lit mineur	O2 07-12 perc 90	DBO5 07-12 perc 90	NH4 07-12 perc 90	NO3 07-12 moy	PO4 07-12 moy	Ind Pes-ticide
001503	Hante	P22	22	1	1	1	2	2	4	8,7	2,1	0,11	21	0,19	2
097500	Créquoise	P9-A	9	3	1	1	2	3	3	9,9	2,2	0,09	21	0,15	2
137000	Noye	P9-A	9	2	1	2	2	4	4	9,9	2,8	0,16	29	0,13	2
138100	Selle	P9-A	9	1	1	1	2	3		9,7	2,1	0,05	30	0,13	2
138300	Evoissons	P9-A	9	1	1	1	1	2		10,6	2,4	0,05	26	0,07	2

Le niveau de qualité de l'eau 2007-2012 de ces cours d'eau apparaît au minimum bon. La qualité des berges est au minimum bonne. Dès lors que c'est le cas, peut-on estimer qu'une ripisylve de qualité moyenne (clairsemée, vieillissante, unistrate …) ne porte pas préjudice au peuplement invertébré ?

Compte tenu du niveau de qualité des autres variables hydromorphologiques et physicochimiques, l'état du lit mineur de ces stations a donc été vérifié sur le terrain, afin de décider de les conserver ou non comme sites de référence.

1.3. EXPERTISES SUR LE TERRAIN

Parmi les 7 stations initialement proposées comme sites de référence en Artois-Picardie, les conclusions du chapitre précédent nous ont conduit à éliminer 2 sites en raison de leur contamination par les pesticides (Helpe majeure et Hem). Conclusion par ailleurs confortée par l'examen des peuplements d'invertébrés benthiques associés.

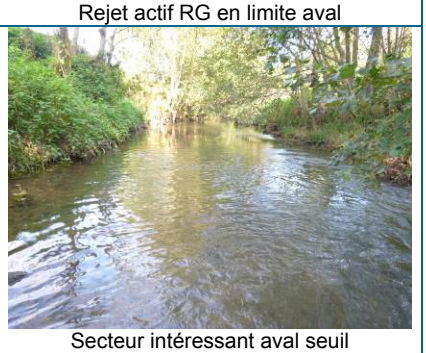
Nous avons alors effectué une visite sur le terrain (les 29 et 30 septembre 2014) des 5 sites restants, de manière à vérifier l'état des conditions environnementales locales ; et notamment des critères de sélection des sites de référence (circulaire DCE 2004/8). Les observations ont également été mises en parallèle avec les conclusions de l'examen des conditions d'échantillonnage et de l'expertise des peuplements invertébrés associés.

Précisons que ces validations ont été réalisées à l'échelle locale (site de prélèvement) et n'ont pas fait l'objet d'investigations approfondies à l'échelle du bassin versant ou du tronçon.

1.3.1. Résultats des observations

Les informations collectées, commentaires et illustrations sont compilés dans les tableaux pages suivantes.

Sites de Référence Code / type	NOYE à Dommartin (01137000) P9-A	SELLE A Monsures (01138100) P9-A	LES EVOISSONS à Bergicourt (01138300) P9-A	CREQUOISE (01097500) P9-A	HANTE à Bousignies sur Roc (01001503) P9-A
Evaluation Statut référence	**OUI ?** Site **localement anthropisé** et perturbé	**OUI ?** Si les apports **villages** et **cultures amont** ne sont pas pénalisants	**OUI** Très bon en apparence	**OUI ?** Site localement anthropisé et perturbé	**Oui ?** station placée en aval d'un seuil (abandonné) possible rejet amont (STEP de Bousignies ?)
Représentativité / tronçon	**-** non : secteurs proches amont/aval plus naturels	**+** oui pour la morphologie du lit et berges, mais fond de vallée assez urbanisé concrétionnement naturel localement marqué limitant l'habitat	**+** oui fond de vallée amont avec peu de pressions (prairies humides, pâtures, peupleraies)	- non : secteurs amont/aval bien plus naturels (pâtures prédominantes)	? a priori non : secteur amont moins naturel (ripisylve dégradée)
Eléments négatifs	- site très influencé (**Moulin et seuil et renforts berges** et pont) avec impact morphologie berges et lit - rejet à l'aval immédiat (station de traitement eaux à filtres plantés de roseaux) - végétation abondante et diversifiée mais présence d'espèces eutrophes (potamot pectiné, Azolla,, Zannichellia …)	- site situé **en aval immédiat village** (Monsures -200 hab) et jardins - des **cultures intensives proches** dès la limite aval ainsi qu'en amont de Monsures (ripisylve de faible épaisseur) - berges assez incisées localement érodées et dépôts limoneux en bordure	- une première parcelle de maïs en aval immédiat de la station - des cultures au dessus du fond de vallée bien préservé	- **environnement local non conforme** (vannage, zone urbanisée, jardins) - plusieurs **rejets** localisés (1 E.U.) **-** morphologie des berges impactée (artificialisées)	**- aval immédiat seuil** **-** aval village de Bousignies/Roc - secteur en aval de nombreux aménagements : moulins, écluses…
Eléments positifs	+ mosaïque d'habitats très variée et accueillante (granulométries, supports et vitesses)	**+ morphodynamique assez varié** et vitesses lotiques	**+ morpho-dynamique et habitats variés ;** végétation aquatique riche + lit peu colmaté avec granulométrie variée **+** ripisylve peu épaisse discontinue mais **régulière** et gérée	+ aspect général bon en termes de **faible colmatage et de variété des habitats** ; + bassin versant amont à forte dominance prairiale	+ mosaïque d'habitats variés, substrats grossiers + ripisylve moins dégradée qu'à l'amont du seuil : plus dense, continue : ombre et habitats intéressants +succession radier/plat
Remarques	La **station sans doute à déplacer** vers l'amont, hors influence du vannage (**zone d'étangs** de loisirs RG pénalisant ? et village Dommartin) Autre possibilité : déplacer en amont Dommartin ; bien en RG mais des **cultures proches** en RD (pénalisant ?)	**Station sans doute à déplacer** (amont immédiat privé jardins, village puis cultures en fond de vallée amont)	Un nouveau bâtiment d'élevage au droit de la station (mais de l'autre côté de la route RG)	La **station sans doute à déplacer** en un site plus favorable en amont de Loison/Créquoise	Le secteur en aval de la station est beaucoup plus lentique (grand plat). La **séquence radier/plat de la station ne semble pas représentative** du secteur (aval seuil)
Accès	- peu d'accès à la rivière hors zones anthropisées	accès + faciles au niveau du village de Monsures	Peu d'accès sauf ponts Nord et Est de Bergicourt	site amont accessible non loin depuis RD 130 environ 150 m après chapelle	Facile (niveau ancienne scierie)

NOYE (Dommartin) 01137000	Site perturbé (moulin/jardins)	Végétation abondante (trophie + ?)	Aval Moulin + naturel (mais rejet proche)
SELLE (Monsures) 01138100	Lit et berges en bon état	Belle ripisylve, vitesses lotiques	Cultures proches en limite aval
LES EVOISSONS (Bergicourt) 01138300	Secteur favorable et naturel	Fonds et habitats variés	Maïs en limite aval
CREQUOISE (Loison sur Créquoise) 01097500	Site de prélèvement trop impacté	Vannage du Moulin	Rejet actif RG en limite aval
HANTE (Bousignies sur Roc) 01001503	Secteur amont seuil	Secteur intéressant aval seuil	 Secteur intéressant aval seuil

1.3.2. Mise en perspective des observations terrain et de l'examen de la faune benthique

Dans le tableau ci-dessous
. en caractère droit, les conclusions de l'examen des listes faunistiques et des fiches d'échantillonnages (données bancarisées période 2008/2012) ;
. en bleu italique, la conclusion à l'issue des observations sur le terrain.

Rivière Code site	Validation terrain des caractéristiques environnementales probables d'après des listes	Validation terrain des perturbations présumées par l'analyse faunistique	Validation terrain de l'analyse faunistique	Validation terrain des hypothèses de pressions	Evaluation statut de référence	Validation de la qualité biologique et écologique
Noye 01137000	Mosaïque d'habitats variée *Confirmé par l'observation terrain*	Pas de perturbation notable *Milieu physique localement anthropisé* Qualité de l'eau non optimale ? *Suspicion niveau trophique excessif (selon macrophytes)*	Oui (variété habitats, absence perturbation trophique et organique) *Enrichissement trophique possible*	Non (nutriments) *doutes sur le caractère eutrophe*	Bon mais non optimal selon peuplement *Non : site localement anthropisé (réserves / chimie) Présence étangs/villages et cultures en amont +/- éloigné*	Bonne, non optimale
Selle 01138100	Mosaïque d'habitats variée, mais faciès lentiques dominants *Oui mosaïque variée ; Non pour morphodynamique: (lotique dominant)* Oxygénation temporairement limitante ?	Pas de perturbation notable *Confirmé par l'observation terrain* Qualité de l'eau instable ? (O2)	Oui (absence de perturbation trophique et organique) Le doute subsiste	Non (nutriments et O2) Le doute subsiste sur la qualité de l'eau	Bon mais non optimal (réserves sur chimie eau) *Site situé en aval immédiat village (200 habitants) ; cultures proches du cours d'eau*	Bonne, non optimale
Les Evoissons 01138300	Mosaïque d'habitats très variée et faciès lentiques dominants *Oui mosaïque variée ; mais faciès lotique dominant* Présence d'algues filamenteuses Présence limitée sur le terrain Dépôts détritiques en berge Oui naturel	Eutrophisation faible non significative, *Confirmé par l'observation terrain* Richesse MO colmatée en berge et impact O2 en lentique *Certes, mais MO naturelle (litières)*	Oui (variété et qualité supports + trophie + présence dépôts de MO) *Confirmé par l'observation terrain*	Oui (nutriments et O2)	Non optimal au regard des listes *Mais pas d'anomalie constatée sur site ; fond de vallée amont a priori préservé (peu impacté)*	Bonne Non optimale
Créquoise 01097500	Dominance faciès lentiques *Non observé habitats très variés et de bonne qualité*	Légère eutrophisation ? *Possible, quelques développements algaux*	Oui (eutrophisation et habitabilité non optimale) *Pourtant bonne qualité et variété des habitats*	Oui Le doute subsiste sur la qualité de l'eau	Bon *Confirmé par l'observation terrain mais site de prélèvement localement anthropisé*	Bonne Mais faible variété taxonomique
Hante 01001503	Mosaïque d'habitats variée-dominance des substrats minéraux *Confirmée par l'observation terrain : mosaïque d'habitats variée, ripisylve continue mais étroite Lentique dominant*	Possible perturbation organique *Doute sur chimie eau (indication STEP de Bousignie sur la carte IGN. rejet non repéré sur le terrain)*	Bonne habitabilité et perturbation organique *Habitabilité confirmée par l'observation terrain* *Enrichissement trophique possible*	*Le doute subsiste sur la qualité de l'eau*	Bon ? *Des doutes subsistent sur la qualité de l'eau et sur la représentativité de la station : Milieu physique localement anthropisé (aval seuil)*	Bonne, non optimale

Les observations terrain confirment dans la plupart des cas le diagnostic établi d'après les listes faunistiques et les données des tableaux d'échantillonnages. Toutefois dans plusieurs cas, des doutes subsistent notamment sur la qualité de l'eau et des réserves son aussi faites sur l'évaluation du statut de référence de certains sites.

1.4. CONCLUSION

En conclusion, les sites de références étudiés présentent tous une bonne qualité biologique et écologique, bien que non optimale en termes de bio-indication (Noye, Selle et Evoissons) ou de variété taxonomique (Créquoise et Hante).

Après l'expertise sur le terrain des 5 sites de prélèvement, on note une mosaïque d'habitat toujours variée et un faible niveau de colmatage permettant de confirmer leur bonne qualité habitationnelle.

Toutefois, le caractère non représentatif de certaines stations visiblement anthropisées et physiquement impactées (Noye, Créquoise) nous conduit à proposer leur déplacement vers des sites plus représentatifs et non perturbés.

Enfin, on comprend que Selles, Evoissons, Hante et Noye aient été éliminées des sites de référence par ONEMA-CEMAGREF en raison d'une occupation des sols non optimale sur le bassin du cours amont (traversée de villages, cultures) et d'aménagement (seuils, étangs de loisirs) potentiellement perturbants.

Par ailleurs, si les qualités nitrates et phosphates sont « non conformes » à celles fixées pour les sites de référence, les concentrations observées sur la période 2007-2012 respectent les seuils du bon état (et même du très bon état pour PO4 de la station Evoissons). Dans ces conditions, compte tenu de l'absence d'effet significatif sur la faune invertébrée, nous proposons de les conserver comme sites de référence.

2. RECHERCHE DE NOUVEAUX SITES DE REFERENCE

2.1. A PARTIR DES DONNEES

Les invertébrés benthiques étant sensibles à la qualité de l'habitat, et les données de morphologie disponibles étant linéaires, une recherche des tronçons de cours d'eau en excellent état (ou présentant des risques d'altération très faible) est d'abord conduite.

2.1.1. Recherche des tronçons présentant une bonne qualité morphologique

Le mode de calcul du SEQ physique, non fondé sur le paramètre déclassant, fait que des tronçons peuvent apparaître en très bon état hydromorphologique malgré une dégradation d'une de ses composantes. Nous avons donc sélectionné à la fois les tronçons de cours d'eau présentant l'ensemble des caractéristiques physiques et/ou un lit mineur en classe 1 :

Tronçons de cours d'eau en très bon état d'après le SEQ physique

Identifiant tronçon SEQ physique[9]	Cours d'eau	Longueur m	SEQ physique ensemble	SEQ physique lit mineur	SEQ physique berges	SEQ physique ripisylve	SEQ physique lit majeur	SEQ physique hydrologie
85	CANCHE	1459	1	2	1	1	1	1
148	EMBRIENNE	276	1	2	1	2	1	1
191	HANTE	2116	1	1	2	3	1	1
199	HELPE MAJEURE	1685	1	1	1	3	1	1
213	HELPE MINEURE	2499	1	1	1	1	1	1
227	HEM	2347	1	1	1	3	1	1
229	HEM	1969	1	2	1	3	1	1
247	LIANE	477	1	2	1	1	1	1
253	LIANE	2925	1	1	1	3	1	1
265	LIGER	1764	1	1	2	4	1	1
276	LYS	2322	1	2	1	2	1	1
279	LYS	1629	1	1	2	4	1	1
381	SLACK	687	1	1	1	2	1	1
392	SOLRE	988	1	2	2	3	1	1
410	TERNOISE	1802	1	2	1	2	1	1
419	THURE	1158	1	1	3	4	1	1
435	WIMEREUX	2290	1	1	1	3	1	1

17 tronçons présentent une très bonne qualité physique dans son ensemble (un seul, l'Helpe mineure, étant également de très bonne qualité dans les autres composantes du milieu physique) dont 10 tronçons ont un lit mineur de très bonne qualité.

Liger, Lys et Thure peuvent être éliminées de la sélection en raison de leur ripisylve (et berge pour la Thure) dégradée. Si l'on admet ensuite qu'une ripisylve dans un état moyen (classe 3) n'est pas obligatoirement pénalisante sur la composition et la structure le peuplement invertébré, dès lors que la berge est en bon état, les autres tronçons restent sélectionnés.

[9] Les identifiants de tronçons SEQ physique et SYRAH figurant dans les tableaux du présent rapport sont propres à l'étude, ils diffèrent des codes originaux affectés à ces tronçons. La correspondance entre identifiants et codes est disponible dans la base de données de l'étude.

2.1.2. Recherche de tronçons à très faible risque d'altération morphologique

L'évaluation des risques de dégradation par l'outil Syrah, conduite sur un linéaire nettement plus important que la caractérisation par le SEQ physique, indique 20 tronçons (sur 2003) ayant un risque très faible d'altération de l'ensemble des 10 paramètres considérés :

Identifiant tronçon SYRAH	Cours d'eau	Longueur m	HER	Station la plus proche	Remarque
27	Ruisseau Voyon	2281	Ardennes	Helpe majeure 001122	Affluent de tête de bassin de l'Helpe majeure
103	Sambre	2375	Dépôts argilo-sableux Thiérache	009300	tête de bassin
107 115	Rivièrette	2018 1865	Dépôts argilo-sableux Thiérache	009100	Les tronçons de 108 à 114 présentent de risques d'altération variables
163	Ruisseau du Chevireuil	1487	Dépôts argilo-sableux Thiérache	Helpe mineure 006000	Affluent rive gauche de l'Helpe mineure
168 170	Ruisseau du Bois	1448 1530	Dépôts argilo-sableux Thiérache	-	Petit affluent rive gauche de la Sambre Tronçon 169 à risques fort s d'altération de structure et substrat du lit et continuité latérale (?)
236	Sambrette	2356	Dépôts argilo-sableux Thiérache	-	Affluent rive gauche de la Sambre
322	Ruisseau St Georges	2300	Tables calcaires (Haute Normandie-Picardie)	Ecaillon BB234000 001283	Affluent rive gauche de l'Ecaillon
560	Aunelle	1771	Tables calcaires (Haute Normandie-Picardie)	-	Affluent rive gauche de l'Hogneau
1265	Ruisseau de la Haute Faude	1685	Tables calcaires Boulonnais	Wimereux 091100	Affluent de la Liane
1306	Slack	2213	Tables calcaires Boulonnais	09000	En tête de cours d'eau, recoupement avec le SEQ physique
1327	Ruisseau de Quelles	2331	Tables calcaires Boulonnais	Slack 09000	Affluent de la Slack Tête de cours d'eau, recoupement avec le SEQ physique
1333	Wattermel	2024	Tables calcaires Boulonnais	Slack 09000	Petit côtier appartenant à la masse d'eau AR53 Slack ; rang ?
1344	Wimereux	1796	Tables calcaires Boulonnais	091000	Pas de données entre 2007 et 2012
1363	Liane	1648	Tables calcaires Boulonnais	-	Tête de bassin
1402	Ruisseau de la Halle	1099	Tables calcaires Boulonnais	Liane 092000	Affluent de la Liane
1405	Source du Droret	1455	Tables calcaires Boulonnais	Liane 092000	Affluent de la Liane
1410	Ruisseau d'Ecames	1365	Tables calcaires Boulonnais	Liane 092000	Affluent de la Liane
1957	Scardon	1362	Tables calcaires (Haute Normandie-Picardie)	141000	Affluent de la Somme

2.1.3. Prise en compte des données pesticides

Le fichier des données d'indicateur Pesticides 2007-2012 indique, en l'absence de stations dans des sites non contaminés, 37 stations faiblement contaminées[10] (voir carte en annexe). Le niveau de contamination des cours d'eau présentant 1 ou 2 tronçons de très bonne qualité physique ou à très faible risque d'altération morphologique est le suivant :

[10] Nous avons vérifié l'état morphologique (SEQ physique des 5 stations les moins contaminées par les pesticides : Hallue est dans un état très dégradé ; Somme 138 100 n'est pas qualifiée ; Lawe et Ternoise présentent 1 ou quelques tronçons en assez bon état ; 2 tronçons Selle (affluent Somme) ne sont pas qualifiés (tous les autres tronçons sont dégradés), mais le risque d'altération par Syrah n'est pas faible sur tous les paramètres du lit mineur.

Code station	Cours d'eau et station	Indicateur Pesticides	Position du point de prélèvement
1503	LA HANTE À BOUSIGNIES SUR ROC (59)	2	Aval
1122	L'HELPE MAJEURE À EPPE SAUVAGE (59)	3	Amont
4000	LA SAMBRE CANALISÉE À JEUMONT (59)	3	Intermédiaire
8000	L'HELPE MAJEURE À TAISNIÈRES-EN-THIÉRACHE (59)	3	Aval
5000	L'HELPE MINEURE À ROCQUIGNY (02)	2	Amont
6000	L'HELPE MINEURE À MAROILLES (59)	3	Aval
9000	LA SOLRE À FERRIÈRE LA PETITE (59)	3	Intermédiaire
9100	LA RIVIÈRETTE À LANDRECIES (59)	3	Aval
9300	LA SAMBRE RIVIÈRE À BERGUES SUR SAMBRE (02)	4	Amont
53000	LA LYS RIVIÈRE À AIRE SUR LA LYS (62)	2	Aval
90000	LA SLACK À AMBLETEUSE (62)	3	Aval
91000	LE WIMEREUX À WIMILLE (62)	4	Aval
92000	LA LIANE À CARLY (62)	4	Aval
94000	LA CANCHE À AUBIN SAINT VAAST (62)	2	Intermédiaire
97500	LA CRÉQUOISE À BEAURAINVILLE (62)	2	Aval
115000	LA HEM À RECQUES SUR HEM (62)	4	Aval
141000	LE SCARDON A ABBEVILLE(80)	3	Aval

Ces données conduisent à éliminer :

Identifiant Tronçon SEQ physique	Identifiant tronçon SYRAH	Cours d'eau/bassin	Motif
199		HELPE MAJEURE	Contamination par les pesticides immédiatement en amont station 001122
	103	Sambre	Station 009300 : forte contamination par les pesticides
	107 115	Rivièrette	Contamination par les pesticides à la station immédiatement en aval 009100
227 229		HEM	Forte contamination par les pesticides 115000
253		LIANE	Forte contamination par les pesticides en 092000
1265 1402 1405 1410		Ruisseau Haute Faude Ruisseau de la Halle Source du Droret Ruisseau d'Ecames	Forte contamination de la Liane en aval immédiat (moins de 5 km)
	1327	Ruisseau de Quelles	Contamination de la Slack par les pesticides moins de 5 km en aval
	1344	Wimereux	Forte contamination par les pesticides moins de 5 km en aval
	1957	Scardon	Contamination moyenne par les pesticides à la station aval 141000

2.1.4. Niveau de qualité de l'eau

Une station est présente à proximité immédiate d'un tronçon pré-sélectionné :

Identifiant Tronçon SEQ physique	Identifiant tronçon SYRAH	Cours d'eau	Station	Données de qualité de l'eau et du sédiment	Conclusion
191		HANTE	01001503 en aval	Qualité moyenne, voire médiocre, constamment en nitrates, ponctuellement en phosphore et matière organique (72 données) Présence ponctuelle de différents micropolluants. IBGN équivalent variant de 15 à 17 (5 données)	Les nitrates et micropolluants organiques ne pouvant être dus à une « exception typologique », tronçon non conservé comme référence potentielle

2.1.5. Récapitulatif : tronçons pouvant potentiellement présenter un site de référence

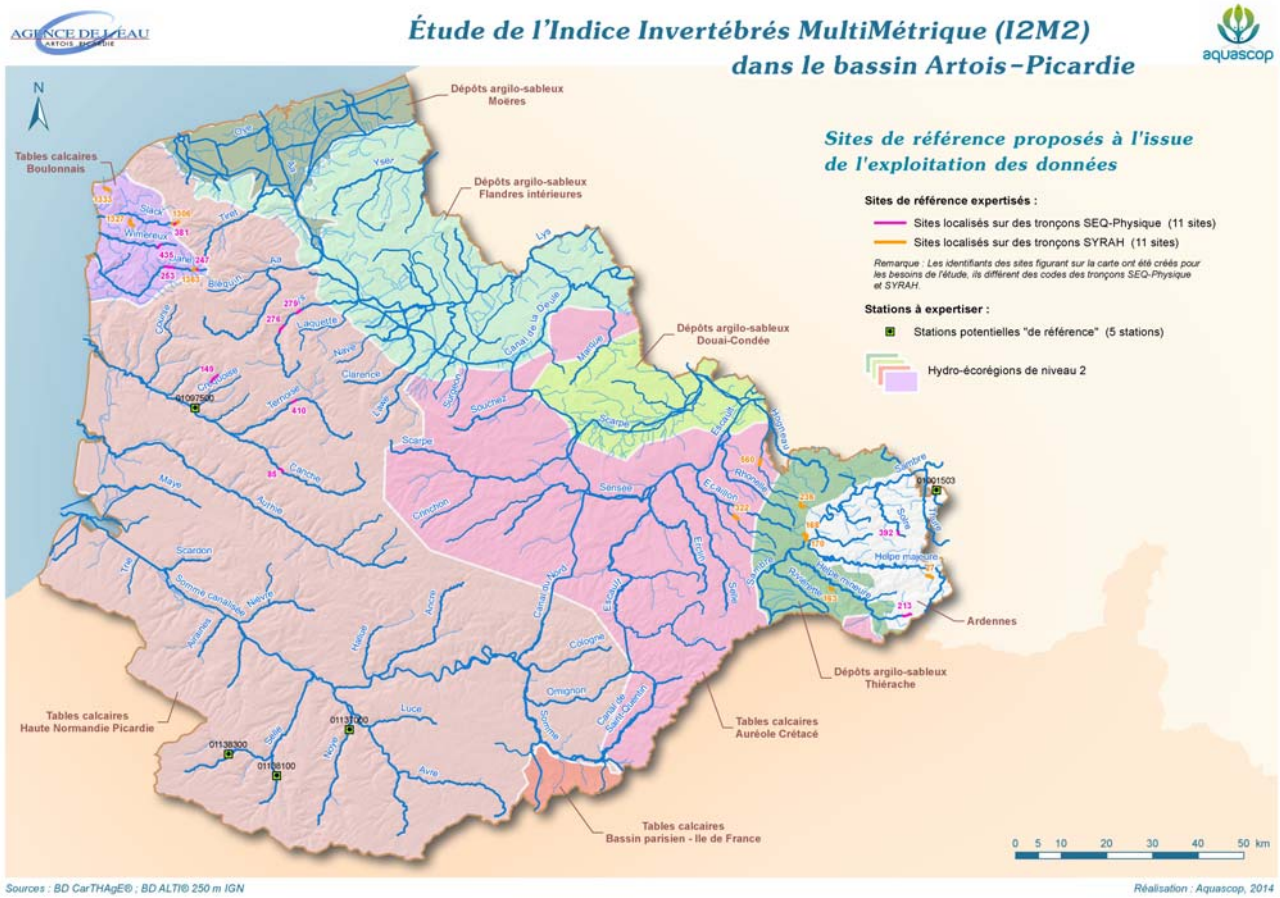
Il n'est pas totalement satisfaisant de proposer des tronçons isolés comme sites de référence potentiels. Mais, par défaut, l'état de ceux-ci reste à vérifier sur le terrain :

Identifiant Tronçon SEQ physique	Identifiant tronçon SYRAH	Cours d'eau	Longueur m	HER	Restriction
	27	Voyon	2281	Ardennes	Tête de bassin. Rang ?
213		HELPE MINEURE	2499	Ardennes	Tête de cours d'eau
392		Solre	988	Ardennes	Tête de bassin ; contamination par les pesticides 10 km en aval en environ 6 données biologiques station 9000 (5 km environ en aval) : IBG 13 à 17[11], GFI 5 ou 6
	163	Ru de Chevireuil	1487	Dépôts argilo-sableux Thiérache	Rang ?
	168 170	Ru du Bois	1448 1530	Dépôts argilo-sableux Thiérache	Rang ?
	236	Sambrette	2356	Dépôts argilo-sableux Thiérache	Rang ?
	322	Ruisseau St Georges	2300	Dépôts argilo-sableux Auréole Crétacé	Très forte contamination de l'Ecaillon par les pesticides 15 km environ en aval
	560	Aunelle	1771	Dépôts argilo-sableux Auréole Crétacé	
276 279		LYS	2322 1629	Tables calcaires Haute Normandie-Picardie	Station invertébrés 52000 en amont : 3 données IBG de seulement 12 à 14, avec GFI de 4 ou 5 Station BB235000 en amont proche : 3 données IBG de 12 à 15 avec GFI 6
149		EMBRIENNE	276	Tables calcaires Haute Normandie-Picardie	Tête de bassin, affluent de la Créquoise, linéaire très court
410		TERNOISE	1802	Tables calcaires Haute Normandie-Picardie	6 données biologiques à la station 9700 en aval : notes IBG comprises entre 12 et 15 avec GFI de 4 à 7. Pas de donnée en 9600.
85		CANCHE	1205	Tables calcaires Haute Normandie-Picardie	Lit mineur et berges très bons, ripisylve en bon état Faible contamination pesticides
381	1306	SLACK	687 et 2213	Tables calcaires Boulonnais	Tête de cours d'eau. Contamination pesticides classe 3 moyenne à l'extrémité aval Recoupement avec un tronçon Syrah tous risques d'altération très faibles
435		WIMEREUX	2290	Tables calcaires Boulonnais	Proposé dans le cours amont, à plus de 10 km environ de la station contaminée par les pesticides
	1327	Ruisseau de Quelles		Tables calcaires Boulonnais	Probabilité de contamination par les pesticides non nulle ?
	1333	Wattermel	2024	Tables calcaires Boulonnais	Petit côtier Rang ?
247 (253)	1363	LIANE	477 et 1648 (2925)	Tables calcaires Boulonnais	Lit mineur classe 2 verte mais tous autres descripteurs très bons, tête de bassin Proposé car recoupement avec tronçon Syrah tous risques d'altération très faibles 2e tronçon Syrah risques très faibles, un peu aval Forte contamination pesticides 10 km en aval (station 92000)

Ces tronçons sont localisés sur la carte présentée au § suivant.

[11] Selon les méthodes IBG équivalent (code Sandre 5910) ou 12 listes (code Sandre 5912).

La carte suivante récapitule la position des tronçons présentant un très faible risque d'altération d'après l'évaluation Syrah et un faible niveau de contamination par les pesticides (détails page 29). Y figurent aussi les 5 stations initialement « de référence » que nous proposons de conserver.



2.2. EXPERTISE SUR LE TERRAIN

2.2.1. Objectif et méthode

Une sélection de tronçons potentiellement candidats au statut de référence a été réalisée à partir de leur qualité morphologique (données SEQ physique 2007/2012) ou de leur faible risque de dégradation (outil SYRAH ; données 2010). Le choix des sites a été affiné par une approche via des données pesticides disponibles (indicateur pesticides) permettant d'identifier des sites les plus faiblement impactés inclus dans des tronçons de bonne qualité physique.

Au final, 17 cours d'eau ont été expertisés sur le terrain au niveau de 20 tronçons appartenant à 5 HER de niveau 2 :

- Ardennes (3 tronçons),
- Dépôts argilo-sableux Thiérache (3 tronçons),
- Tables calcaires Auréole-Crétacé (2 tronçons),
- Tables calcaires Haute-Normandie-Picardie (5 tronçons),
- Tables calcaires du Boulonnais (7 tronçons).

La reconnaissance a consisté en un parcours exhaustif à pied des tronçons identifiés ; elle s'est déroulée du 29 septembre au 2 octobre 2014. Le linéaire cumulé prospecté est de près de 40 km, chaque tronçon mesurant entre 500 m et 3 km.

Les informations recueillies sur le terrain sont orientées pour estimer au mieux la qualité morphologique des tronçons (berges, lit mineur, …) ainsi qu'évaluer sommairement la qualité de l'eau (colmatage, rejets polluants, …) et de l'environnement proche (occupation du fond de vallée).

En conclusion, une hiérarchisation des tronçons permet une sélection de sites entièrement ou partiellement candidats pour y positionner un site de référence. Cette proposition devra néanmoins être validée par un examen détaillé de l'environnement local (station à positionner) et par une évaluation de la qualité des apports du bassin versant amont (selon l'occupation du sol ou mieux, à partir d'un suivi physicochimique). Un suivi hydrobiologique (benthos) sera enfin nécessaire pour confirmer le statut de référence.

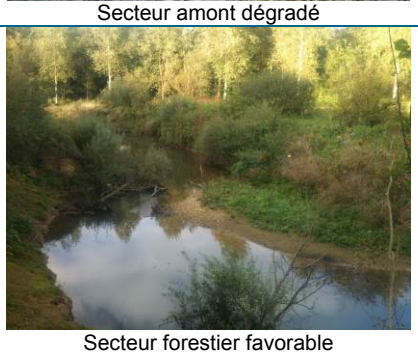
2.2.2. Synthèse des observations

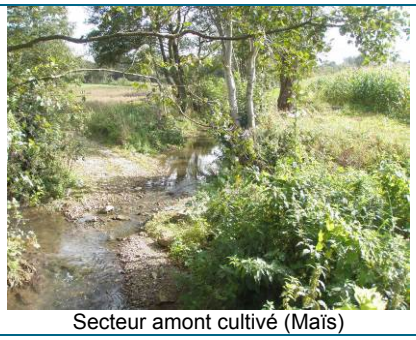
Les tableaux ci-après synthétisent par type d'HER2 les principales observations jugées pertinentes pour comparer la qualité des tronçons.

2.2.3. Tables Calcaires du Boulonnais

TABLES CALCAIRES BOULONNAIS HER 2 n°32	WATTERMEL (Tardinghen) 2,02 km S-1333	RUISSEAU DE QUELLES (Offrethun) 2,33 km S-1327	SLACK (Hardinghen) 0,69 et 2,21 km SP-381 et S-1306	WIMEREUX (Bellebrune) 2,29 km SP-435	LIANE (Alincthun +Selles) 2,93 et 1,65 km SP-253 et S-1363
Evaluation Statut référence	**OUI** partiellement Secteur en amont pont D940 (500 m) et amont ferme Watermel (500 m)	**OUI** partiellement Secteur en amont proche du hameau Escault (700 m)	**NON/NON (pour chaque tronçon)** Pénalisé à cause de cultures intensives RG dès l'amont et piétinement bien que 1/3 aval mieux	**NON** Pénalisé à cause : cultures intensives et piétinement et aménagements	**NON?/NON (pour chaque tronçon)** Pénalisé ? cultures intensives dès l'amont des 2 tronçons
Occupation fond de vallée	+ **Pâtures > Bois** + peu de cultures (situées plus haut) + assez naturel	+ Pâtures > Bois/cultures **+ 100% bois/prairies sur 1/3 amont**	+ Pâtures > Cultures + prairies et bois humides RD **- cultures en amont** et faible cordon riv.	- Pâtures= Cultures - pâturage/ piétinement fort **- cultures nombreuses** et **ripisylve dégradée**	- Bois= Cultures/ Cultures>pâtures - pâturage aval sans ripisylve **- cultures proches dès amont** + secteur forestier intéressant (forêt de Desves)/ tronçon aval
Etat des berges	+ naturellement stables, localement incisées - piétinement localement important	+ naturellement stables, sauf aval (plus incisées) - piétinement marqué (aval)	+ stables **- piétinement très fort pénalisant**	- instables **- piétinement pénalisant**	- très instables (naturel et localement dégradées par agriculture) **-** piétinement (peu et aval) - incision aval tronçon Selles
Etat Ripisylve	+ zones boisées nombreuses et sauvages (broussailleuses)	+ très bon amont Escault - très dégradé au droit des pâtures ½ aval	+ globalement continuité au moins sur une rive	- **dégradée** voire supprimée à l'aval	- fine à l'amont et **supprimée à l'aval** + secteur boisé intéressant amont lieudit « Bout du monde »
Aménagements ; rejets polluants	- uniquement rejet station traitement boues en limite aval	- ponctuellement rejets domestiques probables / hameau en limite amont (eau grise, odeurs)	+ peu d'aménagements (1 prise d'eau)	- travaux contournement routier Le Wast (en cours)	- Très localement enrochements et nombreux confortements berges pour le tronçon Selles
Colmatage	+ localisé et peu important même en lentique - sédimentation plus marquée aval D940	+ localisé et peu important en amont - généralisé sur ½ aval (dès derniers affluents RG) : sédimentation importante	**- quasi généralisé** / linéaire (épaisseur max 10 cm) - sédimentation aggravée par piétinement et présence d'argiles	**- généralisé** dès l'amont/ localement vases - sédimentation aggravée par piétinement et berges érodées	+ localisé sur les secteurs amont - marqué à l'aval notamment **quasi-généralisé** sur le tronçon Selles aval
Végétation aquatique	Très peu (ombrage)	- quelques développements d'algues filamenteuses en lentique (surtout secteur aval)	+ assez riche	- localement, proliférations algales (Vauchéries) **signes d'eutrophisation**	- localement, algues abondantes en zone éclairées (aval) et proliférantes aval tronçon Selles **=eutrophisation**
Remarques	Tronçon assez préservé et intéressant Typologie un peu apicale secteur amont ? rang ? Débit d'étiage très faible (observé)	+ secteur amont assez naturel et peu impacté - 1/3 aval très dégradé (lit, berges, dépôts, algues …) contamination par les pesticides probable ?	- secteur amont à typologie trop apicale (crénon) et dégradé + 2 secteurs aval intéressants (amont Fardet et amont gué face Fouhen) ; mais RG avec maïs Contamination moyenne pesticides à l'extrémité aval (cl.3)	Tronçon très impacté (multi-pressions) Proposé dans cours amont, à plus de 10 km environ de la station contaminée par les pesticides	Déclassé par cultures dès l'amont – secteur intermédiaire Liane aval plus favorable 10 km en aval des 2 secteurs, forte contamination par pesticides (station 92000)
Accès	- peu d'accès sauf pont secteur amont	accès pont hameau Escault pour le 1/3 amont	accès hameau Le Fard et gué face ferme Fouhen	peu	Accès par pont D127 pour le secteur forestier intermédiaire Peu d'accès tronçon Selles

Illustrations des tronçons de l'hydro-écorégion « Tables calcaires du Boulonnais » :

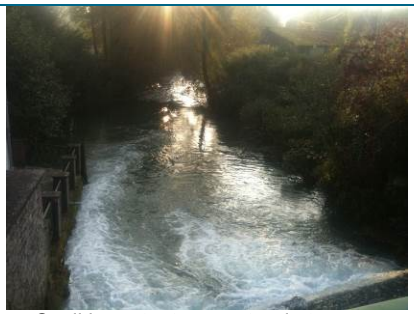
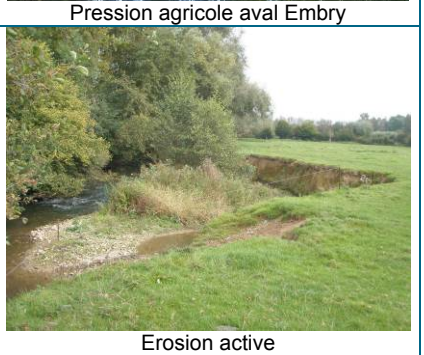
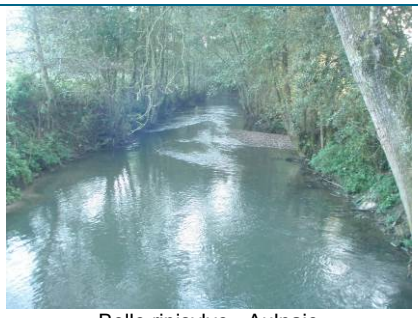
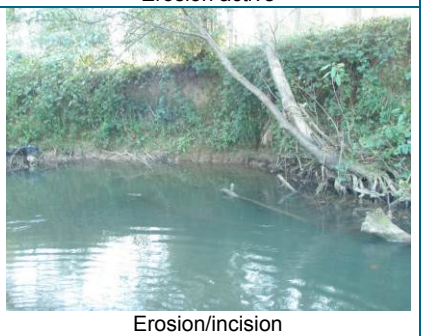
WATTERMEL (Tardinghen) 2,02 km S-1333	Secteur amont favorable	Piétinement excessif	Corridor végétal rivulaire important
RUISSEAU DE QUELLES (Offrethun) 2,33 km S-1327	Secteur amont favorable	Piétinement + érosion, incision	Cultures proches, bande enherbée
SLACK (Hardinghen) 0,7 et 2,2 km SP-381 et S-1306	Secteur favorable (dérivation)	Piétinement important	Cultures en limite de ripisylve
WIMEREUX (Bellebrune) 2,29 km SP-435	Secteur amont dégradé	Incision/erosion	Ripisylve dégradée ++
LIANE (Alincthun) 2,93 km SP-253	 Secteur forestier favorable	Erosion naturelle (marnes)	Impact agricole pénalisant

LIANE (Selles) 1,65 km S-1363 et SP-247 (inclus)	 Secteur amont cultivé (Maïs)	Confortements de berges nombreux	Erosion active surtout à l'aval

2.2.4. Tables Calcaires Haute-Normandie Picardie

TABLES CALCAIRES Hte-Normandie Picardie HER2 n° 57	CANCHE (Fillièvres) 1,21 km SP-85	TERNOISE (Erin) 1,8 km SP-410	EMBRIENNE (Embry) 2,64 km SP-149	LYS amont (Dennebroeucq) 2,32 km SP-276	LYS aval (Delettes) 1,63 km SP-279
Evaluation Statut référence	**OUI partiellement** Secteur amont (s'il y a impact des cultures)	**OUI ?** Sauf s'il y a impact du seuil central et des cultures	**OUI ?** partiellement . en Amont d'Embry (400 m) mais typologie trop apicale (sources) . Ou 600m du secteur aval si absence d'effet du bourg	**OUI ?** partiellement si incision non perturbante dans la moitié du secteur à l'aval du seuil de Glein	**OUI ?** Si incision et niveau trophique non perturbants
Occupation fond de vallée	+ **Bois>pâtures - cultures maïs proches** RG malgré corridor végétal large (BV très cultivé)	**+ Pâtures >cultures - faible corridor** végétal rivulaire en bordure cultures	**+ Pâtures >** Jardins **- urbanisation** sur environ 800 m à Embry	**+ Pâtures/prairies >** jardins/cultures (- faible corridor végétal riverain)	**+ Pâtures**
Etat des berges	+ naturellement ? stables mais incisées terreuses - localement, érosion et piétinement	+ stables **- secteur aval incisé** (doute sur l'origine influence seuil ou naturelle ?)	+ stables - localement instables et piétinées sur la ½ aval	- **instables** - **érosion** niveau méandres **- incision marquée** doute sur l'origine (naturelle ou seuils ?)	- **instables** - piétinement (localement important) - **incision >1,5 à 2 m**
Etat Ripisylve	+ **bien développée** en bon état et plutôt continue	**+ quasi-continue** et gérée au niveau des parcours de pêche APPMA	**+ quasi-continue** mais généralement étroite	+ **plutôt continue** 1rive ; - localement dégradée, épaisseur variable	**+ quasi-continue** mais généralement étroite (1 rang d'aulnes)
Aménagements ; rejets polluants	- en amont du tronçon sur un petit affluent RD présence petite pisciculture	**- grand seuil au milieu du tronçon** (environ 300 m de lentique en amont) - village limite amont	**- nombreux jardins et aménagements** à Embry - nombreux seuils à l'aval	**- 2 grands seuils** - nombreuses protections de berges (> 10 % linéaire) Rejets diffus possibles?	+ peu/pas d'aménagements - sans doute apports trophiques mais non identifiés (amont ?)
Colmatage	**- quasi-généralisé** (épaisseur 5 cm chenal +/- sableux et > 20 cm limons bordures) - sédimentation malgré écoulement assez lotique	+ localisé (épaisseur maximum < 20 cm bordures)	+ localisé de faible épaisseur à l'amont - plus marqué à l'aval qui est plus lentique et piétiné	+ localisé (limons bordures)	+ localisé seulement
Végétation aquatique	Essentiellement hélophytique)	+ variée - localement développements d'algues cladophores sur les radiers	+ diversifiée et riche en bryophytes (amont)	- proliférations algales locales au niveau des radiers : **signes d'eutrophisation**	- **proliférations algales** (cladophores et vauchéries) locales **= eutrophisation**
Remarques	Observation eau assez turbide Lit mineur et berges très bons, ripisylve en bon état	partie aval tronçon non prospectable (propriété privée château)	Typologie trop apicale en amont d'Embry ? Fond de vallée préservé mais bassin versant très cultivé	Déclassement possible du fait des aménagements et de l'érosion active ?	Tronçon de bonne qualité mis à part l'érosion des berges (origine naturelle ?)
Accès	- peu d'accès sauf limite aval	accès facile aux 2 parcours de pêche ; ailleurs privé (aval)	accès ponctuels (pont, gués) Site possible niveau pont 600 m amont limite aval tronçon	Bon accès en limite aval mais anthropisé Possibilité secteur plus intéressant aval seuil de Glein (privé ?)	Accès par l'aval au niveau de la passerelle dans le village de Westrehem

Illustrations des tronçons de l'hydro-écorégion « Tables calcaires Haute-Normandie Picardie » :

CANCHE (Fillièvres) 1,21 km SP-85	Secteur boisé (RD)	Erosion localisée	Cultures proches et incision
TERNOISE (Erin) 1,8 km SP-410	Secteur diversifié/ piétinement localisé	 Seuil important au centre du tronçon	Cultures proches mais rares
EMBRIENNE (Embry) 2,64 km SP-149	Secteur favorable amont Embry	Traversée d'Embry anthropisée	Pression agricole aval Embry
LYS amont (Denne_ broeucq) 2,32 km SP-276	Secteur favorable aval Glein	Moulin de Glein	 Erosion active
LYS aval (Delettes) 1,63 km SP-279	Secteur forestier favorable	 Belle ripisylve - Aulnaie	 Erosion/incision

2.2.5. Ardennes

HER 1 Ardennes N°22	SOLRE (Lez Fontaine) 0,988 km SP-392	RUISSEAU VOYON (Trélon) 2,281 km Syrah- 27	HELPE MINEURE (Trélon) 2,499 km SP-213
Evaluation Statut référence	**Non** Site perturbé **(chimie)** car **signes apports polluants importants (MO)** : présence de bactéries, écume abondante, odeur suspecte, eau trouble	**Oui** **Partiellement partie amont** + tronçon naturel + totalement forestier + absence rejet polluant - écoulement/lame d'eau faible (typologie très apicale pour y positionner un site de suivi) **Non pour partie aval** influencée par le lac	**Oui partiellement** Non pour le linaire situé à l'aval de l'étang de Béronveau (exutoire, entretien…) 2 secteurs plus favorables : - linéaire situé entre les 2 étangs, - partie amont (attention secteur très apical pour positionner un site de suivi ?)
Occupation fond de vallée	+ **bois** (dominant), + pépinières (secondaire) - 2 plans d'eau (à priori pas de connexion)	+ **forestier** : forêt de feuillus (dominant) + zone humide (partie aval)	+ **bois** + Rares habitations **- 2 étangs** (étang de Carnaille en amont, pas de connexion directe mais suintements ; aussi prise d'eau + exutoire l'étang de Béronveau)
Etat des berges	- localement incisées, instables - plutôt très **abruptes** (lit encaissé)	- **piétinées** par les sangliers (sur l'ensemble du linéaire) érosion naturelle (parfois berges instables, abruptes)	+ berges stables, localement érosion (naturelle?)
Etat Ripisylve	- plutôt **étroite** : 2m (cours d'eau ombragé) + **continue**	+ **continue** (forêt)	+ **continue, large** (bois)
Aménagements ; rejets polluants	- 1drain - **forte suspicion rejets** (domestiques ?, industriels ?) en amont du tronçon (village de Solre Le Château ?) + peu d'aménagements : enrochements RG (10m) et seuil du pont	**+aucun rejet** **+aucun aménagement**	+ à priori pas de gros rejet polluant (parfois écume, eau légèrement trouble) rejet diffus possibles ? - exécutoire étang Béronveau - suintement étang Carnaille + peu d'aménagement : buse sous la route, martelières à l'abandon (étang Carnaille)
Colmatage	+ faible ou localisé - dépôt plus important dans les plats, mouilles	+ localisé seulement	+ généralisé mais très peu épais
Végétation aquatique	Peu abondante : (quelques bryophytes, algues (pas de prolifération)	Peu abondante (quelques algues surtout dans la partie aval influencée par l'étang)	Non (trop ombragé)
Remarques	**Aspect très négatif** : odeur suspecte, écume importante, suspicion de bactéries, eau trouble, déchets grossiers (surtout des bouteilles)	Eau colorée, teintée (orange) Nombreux embâcles substrats meubles : limons, argile, débris végétaux (feuilles…) et quelques graviers Gabarit petit largeur en eau (1-4m) et très faible lame d'eau (<0,5cm)	- extrême aval : zone anthropisée (habitations) - localement, berges entretenues (débroussaillage, arbres coupés) uniquement en partie aval
Accès	Facile, surtout au niveau du pont mais on peut accéder partout	Difficile (pas de chemin direct). Il faut passer par les chemins forestiers	Facile. Plusieurs accès grâce à la route

Illustrations des tronçons de l'hydro-écorégion « Ardennes » :

SOLRE (Lez-Fontaines) 0,988 km SP-392	Bactéries ? sur le seuil du pont	Ecume présente sur tout le linéaire	Secteur aval
RUISSEAU VOYON (Trélon) 0,988 km Syrah- 27	Zone intermédiaire	Ecoulement réduit	Secteur aval ; influence lac
HELPE MINEURE (Trélon) 2,499 km SP-213	Secteur favorable entre les 2 étangs	Prise d'eau pour l'étang de Béronveau	Secteur favorable ? amont étang Carnaille

2.2.6. Dépôt argileux sableux Thiérache

Dépôts argilo-sableux Thiérache HER 2 n° 39	RUISSEAU DE CHEVIREUIL (Cartignies) 1,487 km Syrah-163	SAMBRETTE (Locquignol) 2,356 km Syrah- 236	RUISSEAU DU BOIS (Locquignol) 1,448 km Syrah- 168	RUISSEAU DU BOIS (Locquignol) 1,530 km Syrah- 170
Evaluation Statut référence	**Oui** Avec des réserves car : Berges en mauvais état (piétinement, ripisylve dégradée) et doutes sur la qualité d'eau	**Oui** + Cours d'eau **naturel**, **préservé,** forestier - **Débit très faible** Cours d'eau situé en tête de bassin versant petit pour y positionner un site de suivi ?	**Oui ?** + Cours d'eau **naturel**, **préservé,** forestier - **Débit très faible** Cours d'eau situé en tête de bassin versant petit pour y positionner un site de suivi ?	**Oui ?** Partiellement + Cours d'eau **naturel**, **préservé,** forestier - **Débit très faible** (typologie très apicale) - Partie aval « dégradée », anthropisée, (derniers 600m)
Occupation fond de vallée	+ **pâturage, bocage** (dominant) +peu de champs cultivés : situés plus haut, loin du cours d'eau - quelques habitations : hameau « le Bon Debout»	+ **forestier** (Forêt de Mormal)	+ **forestier** (Forêt de Mormal)	+ **forestier** (Forêt de Mormal)
Etat des berges	- abruptes, parfois instables + enherbées - **piétinement localisé (surtout aval)**	Instables, mais érosion naturelle	Très instables, mais érosion naturelle	Très instables, mais érosion naturelle
Etat Ripisylve	- **étroite, discontinue** + « grands » arbres + quelques secteurs boisés	+ continue (ombrage important)	+ continue (ombrage important)	+ continue (ombrage important)
Aménagements ; rejets polluants	+ pas d'aménagement + pas de rejet (au niveau du tronçon), mais certainement en amont , possibilité rejets diffus ? (présence algues, écumes) - un affluent suspect en RG (mais avec peu d'eau)	+ peu d'aménagements (buses à l'aval pour chemins forestiers et route) + aucun rejet	+ peu d'aménagements (une buse, passage chemin) + aucun rejet	+ pas d'aménagements - rejet (fossé) visible au droit de la ferme (aval) - présence d'étangs (élevage canards) RG, rejet diffus, connexion possible
Colmatage	- **Généralisé** mais faible dans les zones lotiques, plus important dans les plats lents et zones de bordure (limons, vases)	+ très léger (saupoudrage dans les petits radiers)	+ très léger (saupoudrage dans les petits radiers)	+ très léger (saupoudrage dans les petits radiers)
Végétation aquatique	+ quelques callitriches et potamots - **algues** présentes sur tout le linéaire, pas de prolifération marquée mais omniprésentes	Rare (quelques développements de cyanobactérie en amont)	Pas de végétation aquatique	Pas de végétation aquatique
Remarques	+ cours d'eau très sinueux, lentique	Substrats meubles : apports bassin (terre) limoneux argileux, débris organiques, sables, pierres Cours d'eau lentique, Tronçon homogène	Substrats : apports bassin (terre) limoneux argileux, débris organiques, pierres Cours d'eau lentique, Tronçon homogène	Substrats : apports bassin (terre) limoneux argileux, débris organiques Cours d'eau lentique,
Accès	Peu d'accès (propriété privée), plus facile à l'aval du tronçon	Peu d'accès, plus facile en aval (Carrefour du Blanc Cheval)	**Difficile, pas d'accès direct** Plus facile en amont (chemins forestiers)	**Difficile, pas d'accès direct** (par les chemins forestiers)

Illustrations des tronçons de l'hydro-écorégion « Dépôts argileux sableux Thiérache » :

RUISSEAU DE CHEVIREUIL (Cartignies) 1,487 km Syrah-163	Secteur favorable (aval)	Secteur boisé favorable	Zone de piétinement
SAMBRETTE (Locquignol) 2,356 km Syrah- 236	Secteur aval	Secteur aval	Secteur amont
RUISSEAU DU BOIS (Locquignol) 1,530 km Syrah- 168	Secteur amont	Instabilité des berges	Secteur amont (écoulement faible)
RUISSEAU DU BOIS (Locquignol) 1,448 km Syrah- 170	Secteur aval (au droit des étangs)	Secteur intéressant (amont étang)	Secteur intéressant (amont étang)

2.2.7. Tables calcaires Auréole Crétacé

Tables calcaires « Auréole crétacé » HER 2 n° : 38	RUISSEAU SAINT GEORGES (Escarmain) 2,3 km Syrah-322	AUNELLE (Sebourg) 1,771 km Syrah- 560
Evaluation Statut référence	**Oui partiellement**, . Zone boisée en milieu de tronçon (aval Pont Neuf) mais doute sur sa représentativité ? . Ou secteur aval ?	**Oui partiellement**, peut- être dans la partie boisée plus naturelle ? Doutes sur la qualité des eaux (rejet STEP amont) Proximité des cultures intensives (**bande enherbée 10-20m**)
Occupation fond de vallée	+ **prairie, pâtures** + **bois** - **cultures intensives** (situées plus haut, rarement à proximité du cours d'eau)	- **champs cultivés** + bois (zone intermédiaire) + prairie (aval)
Etat des berges	- **instables, érodées, abruptes** - **localement, piétinement**	- **abruptes**, parfois instables (lit encaissé) - localement, piétinement (aval)
Etat Ripisylve	**Variable** - discontinue, étroite juste en amont du pont neuf et dans le secteur aval (pâture) + continue : secteur intermédiaire boisé	+ **continue** sauf à l'aval (pâture)
Aménagements ; rejets polluants	- drains (partie amont Pont Neuf et zone boisée) - quelques arbres coupés (aval)	- drains - STEP de Jenlain en amont du tronçon
Colmatage	Localisé : dans les zones lentiques (limon), aval zone piétinement Faible au niveau des radiers	Localisé (limoneux)
Végétation aquatique	Peu abondante Herbiers de callitriches, algues (pas de prolifération)	cours d'eau encaissé, sableux, faciès homogène
Remarques	Si culture maïs : bande enherbée environ10m	Tronçon homogène Substrat meuble (sables, graviers, limons)
Accès	Assez facile, accès par les pâturages (propriété privée)	Assez facile, accès par les cultures (RD) Extrême aval : accès difficile (propriété privée)

Illustrations des tronçons de l'hydro-écorégion « Tables calcaires Auréole Crétacé» :

RUISSEAU SAINT GEORGES (Escarmain) 2,3 km Syrah-322	 Secteur amont (amont Pont Neuf)	 Secteur boisé (partie intermédiaire)	 Secteur aval
AUNELLE (Sebourg) 1,771 km Syrah- 560	 Secteur aval (piétinement)	 Bande enherbée (amont)	 Secteur boisé

2.3. BILAN DE L'ATTRIBUTION DU STATUT DE REFERENCE

2.3.1. Remarque préliminaire

L'attribution du statut de référence aux tronçons prospectés est difficile car aucun ne réunit l'ensemble des critères. La qualité des rivières étant fortement conditionnée par l'occupation des sols en fond de vallée, l'environnement général observé dans la plupart des cas n'est guère favorable, avec des bassins versants fortement marqués par l'agriculture intensive. Néanmoins, quelques tronçons sont préservés car ils se trouvent au cœur de zones boisées sans pression hydromorphologique. Ainsi, plusieurs tronçons présentent de bons critères, mais seulement sur une partie de leur linéaire.

Parmi les principales difficultés à l'attribution d'une situation de référence, citons les éléments suivants :

- Ce sont parfois des zones très apicales des tronçons (crénon) qui présentent les meilleures potentialités. La question se pose d'y placer un site de référence étant donné la petitesse du cours d'eau, ainsi que la faiblesse des débits (Wattermel, Embrienne, le Ruisseau Voyon, le Ruisseau du Bois).
- L'occurrence de seuils sur une partie du tronçon peut-elle être pénalisante en l'absence d'autres signes de perturbation morphodynamique (éventuellement accentuation de l'incision du lit en aval) ?. Citons le cas de la Ternoise ou de la Lys amont.
- Plus largement, dans le cas des plaines calcaires à sols fins (structure limono-argileuse), la notion d'incision est difficile à appréhender sur le terrain car il est difficile de distinguer une érosion naturelle des berges avec encaissement du lit d'une situation impactée par des aménagements pas toujours identifiés dans la zone prospectée (seuils, ouvrages hors tronçon) ; Cas de la Lys.
- L'impact réel des cultures intensives est délicat à estimer sur le terrain notamment quand les parcelles sont peu nombreuses mais proches du cours d'eau. Les critères les plus évidents comme largeur de la bande enherbée, épaisseur de la ripisylve, présence de drains, fossés ou d'affluents issus de zones de cultures sont des éléments pris en compte dans le jugement sans qu'ils soient totalement satisfaisants… Ces situations posent problème pour donner un statut de référence possible aux tronçons visités sur la Canche, la Ternoise, la Liane amont ou encore l'Aunelle.
- Sans résultat d'analyses, on ne peut qu'avoir des doutes sur la qualité chimique des eaux lorsqu'il y a suspicion de rejets en amont du tronçon (cas de l'Aunelle, ruisseau de Chevireuil).
- Enfin, si le piétinement est visible sur le terrain, il est parfois difficile de situer la limite entre une situation acceptable et une situation impactée voire très pénalisante (ruisseau de Quelles aval, Embrienne aval, Ruisseau Chevireuil, Ruisseau Saint Georges).

2.3.2. Tronçons non retenus comme référence

- La Solre reçoit probablement des apports polluants significatifs. L'aspect général de l'eau n'est pas bon, éloigné de ce que l'on attend d'un site de référence : eau trouble, écume anormalement très abondante, odeur, larges colonies de bactéries sur les fonds. On sait enfin qu'elle est contaminée par les pesticides 10 km en aval.
- La Liane, le Wimereux et la Slack, sont dégradés en raison de l'abondance des cultures en fond de vallée et par un piétinement particulièrement marqué dans les 2 derniers cours d'eau.

2.3.3. Tronçons proposés comme référence sur une partie de leur cours ?

- Le ruisseau de Quelles et le Wattermel présentent des secteurs particulièrement intéressants du point de vue morphologique, car sans aucune perturbation notable observée sur le plan de la qualité générale (eau, lit) ;
- Cas de l'Helpe Mineure : toute la partie en aval de l'étang de Béronveau n'est pas optimale : une partie du cours d'eau est dérivée pour alimenter l'étang, qui est ensuite restituée en aval de l'étang (exutoire). La ripisylve est, par ailleurs, parfois entretenue (débroussaillage, arbres coupés) en l'aval de l'étang. L'étang Carnaille, en amont du tronçon, n'a, aujourd'hui, plus de lien avec le cours d'eau (hormis quelques suintements au niveau de la digue). Le secteur entre les 2 étangs parait intéressant : tout comme l'amont du tronçon (peut-être moins représentatif par rapport au reste du tronçon).

2.3.4. Tronçons dont le statut de « référence » reste à vérifier par des investigations complémentaires

Têtes de bassin

Les cours d'eau totalement forestiers (le Ruisseau Voyon, la Sambrette et le Ruisseau du Bois) paraissent naturels, préservés. Ils ne subissent aucune pression hydromorphologique et ont une eau à priori de bonne qualité. Cependant, situés en tête de bassin, leur débit est très faible (eau presque stagnante, voire rupture d'écoulement).

Vérification de la qualité de l'eau

- L'Aunelle : des doutes subsistent quant à la qualité de l'eau. Le tronçon est situé à aval du village de Jenlain (rejet STEP, Brasserie Duyck). L'agriculture environnante exerce également une pression sur le cours d'eau, ce qui ajoute un risque de dégradation supplémentaire. Mais les bandes enherbées sont néanmoins importantes (largeur supérieure à 10m). Une partie du cours d'eau traverse une zone boisée (environ 200m), plus naturelle, éloignée des cultures qui peut être retenue comme référence.
- Le ruisseau de Chevireuil s'écoule au milieu de pâturages (bocage). La qualité physique du cours d'eau est dégradée par le piétinement bovin (sur l'ensemble du linéaire). La ripisylve est également détériorée (discontinue et souvent étroite). Quelques secteurs sont plus arborés et semblent plus préservés. Bien qu'il n'y ait pas de rejet dans le tronçon (hormis un petit affluent suspect en aval), de possibles apports polluants provenant des zones amont sont mis en évidence par l'omniprésence des algues et par la présence d'écume.
- Le ruisseau Saint Georges s'écoule essentiellement au milieu de pâturages. Une partie (intermédiaire) se trouve dans une zone boisée. Les cultures intensives sont présentes dans la vallée mais sont situées sur les terrasses (sauf en amont du tronçon où un champ borde le cours d'eau). Les berges sont dégradées, instables (piétinement). La ripisylve est discontinue, étroite. La partie boisée semble préservée, mais est-elle naturelle et représentative du cours d'eau ?
- Tronçons présentant localement quelques cultures proches du cours d'eau : Canche, Ternoise.
- Tronçon avec traversées urbaines (villages) : traversée du bourg d'Embry par l'Embrienne.

Aménagements

- Tronçons avec présence de seuils dont l'effet sur l'incision reste a évaluer comme certains aménagements de berges : Lys amont, Ternoise.

2.4. CONCLUSION

Ces reconnaissances exhaustives de tronçons identifiés comme références possibles ont permis d'établir un état des lieux de secteurs a priori peu impactés d'après les données bibliographiques. En réalité, les secteurs morphologiquement préservés sont rares et leur environnement souvent dégradé par la mise en culture de fonds de vallée prairiaux initialement favorables. La présence de villages en bordure des cours d'eau ne favorise pas non plus un milieu préservé sur le plan physique ou une bonne qualité de l'eau.

Ainsi sur 20 tronçons évalués :

- 5 ne sont pas des références,
- 12 sont proposés avec des réserves (présence de cultures, incision du lit, influence d'ouvrages, piétinement et colmatage, …), car nécessitant des investigations complémentaires pouvant conduire à leur déclassement ultérieur ; rappelons que souvent les zones favorables ne concernent qu'un court linéaire du tronçon,
- Seuls 3 tronçons semblent pouvoir accueillir sans réserve un site de référence.

Pour valider ces sélections, il conviendra de vérifier l'absence de pollution ou d'impact provenant des tronçons amont/aval susceptibles d'avoir une influence sur la zone prospectée. Des analyses physicochimiques voire hydrobiologiques spécifiques sur des sites à positionner permettront de confirmer ou non la réalité des hypothèses.

Identifiant SEQ physique	Identifiant tronçon SYRAH	Cours d'eau	Longueur m	HER	Remarque
	27	**Voyon**	2281	Ardennes	**Référence, mais tête de bassin.**
213		HELPE MINEURE	2499	Ardennes	Référence entre les 2 étangs ; tête de cours d'eau
~~*392*~~		~~*Solre*~~	~~*988*~~	~~*Ardennes*~~	*Pollution visible*
	163	Ru de Chevireuil	1487	Dépôts argilo-sableux Thiérache	Vérifier qualité de l'eau et qualité physique (piétinement)
	168 170	**Ru du Bois**	**1448 1530**	**Dépôts argilo-sableux Thiérache**	**Référence, mais tête de bassin.**
	236	**Sambrette**	**2356**	**Dépôts argilo-sableux Thiérache**	**Référence, mais tête de bassin.**
	322	Ruisseau St Georges	2300	Dépôts argilo-sableux Auréole Crétacé	Vérifier qualité biologique (piétinement)
	560	Aunelle	1771	Dépôts argilo-sableux Auréole Crétacé	Vérifier qualité de l'eau du linéaire en secteur boisé
276 279		LYS	2322 1629	Tables calcaires Haute Normandie-Picardie	Vérifier qualité biologique (aménagements dans le bassin) et apports trophiques
149		EMBRIENNE	276	Tables calcaires Haute Normandie-Picardie	Vérifier qualité de l'eau (traversée d'Embry)
410		TERNOISE	1802	Tables calcaires Haute Normandie-Picardie	Vérifier absence de pesticides (cultures proches du lit) et non incidence des aménagements (seuil central)
85		CANCHE	1205	Tables calcaires Haute Normandie-Picardie	Confirmer faible contamination pesticides (données récentes) malgré des cultures proches du lit
~~*381*~~	~~*1306*~~	~~*SLACK*~~	~~*687 et 2213*~~	~~*Tables calcaires Boulonnais*~~	*Abondance des cultures en fond de vallée (contamination pesticides en aval) ; piétinement particulièrement marqué*
~~*435*~~		~~*WIMEREUX*~~	~~*2290*~~	~~*Tables calcaires Boulonnais*~~	*Abondance des cultures en fond de vallée (contamination pesticides en aval) ; piétinement particulièrement marqué*
	1327	Ruisseau de Quelles		Tables calcaires Boulonnais	**Référence** sur une partie du linéaire et si absence de contamination par les pesticides
	1333	Wattermel	2024	Tables calcaires Boulonnais	**Référence** sur une partie du linéaire petit côtier ; rang 1
~~*247 (253)*~~	~~*1363*~~	~~*LIANE*~~	~~*477 et 1648 (2925)*~~	~~*Tables calcaires Boulonnais*~~	*Abondance des cultures en fond de vallée (contamination pesticides en aval)*

3. ANNEXES

3.1. QUALIFICATION DES SITES DITS « DE REFERENCE » PAR ONEMA-CEMAGREF

Extrait du rapport Onema Cemagref « Réseau de référence des eaux douces de surface – cours d'eau V0», décembre 2009[12] (page 50) :

ONEMA

Partenariat *2010*
Domaine : Qualité des masses d'eau
Action 10:Conditions de référence pour les cours d'eau

Cemagref
Sciences, eaux & territoires

Annexe 4 — **Résultats de la qualification finale des sites dits « de référence »**

Code_site	Rivière	Typologie	Type_IC	Statut_RCR	HER1	HER2	Rang	Surface BV	ArdtBV	AgriBV	VignobleBV	EroBV	ArdtBuf	AgriBuf	qualif_OS	O2_moy	O2_p10p90	DBO5_moy	DBO5_p90	N-NH4_moy	N-NH4_p90	PO4_moy	NO3_moy	qualif_Chi	commentaires	qualif_finale
1001122	HELPE MAJEURE	P22	C3	rpd	22	34	2	41	lim	c	c	c	c	c	lim	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc		nc
1001503	HANTE	P22	C3	rpd	22	34	1	13	lim	lim	c	lim	nc	c	nc	Null	Null	Null	Null	Null	Null	Null	Null	Null		nc
1097500	CREQUOISE	P9-A	C6	R	9	57	3	80	lim	lim	c	nc	lim	c	lim	c	c	c	c	c	c	nc	nc	lim		lim
1115000	HEM	P9-A	C6	R	20	31	3	127	lim	lim	c	lim	lim	nc	nc	c	c	c	c	c	c	nc	nc	nc		nc
1137000	NOYE	P9-A	C6	rpd	9	57	2	313	nc	nc	c	nc	nc	nc	nc	c	c	c	c	nc	c	nc	nc	nc		nc
1138100	SELLE	P9-A	C6	rpd	9	57	1	175	lim	nc	c	nc	nc	lim	nc	c	c	c	c	c	c	c	nc	lim		nc
1138300	EVOISSONS	P9-A	C6	rpd	9	57	1	95	lim	nc	c	nc	c	lim	nc	c	nc	c	c	c	c	c	nc	lim	limite sur quelques paramètres mais contexte HER5 difficile (analyse Geoportail pour l'OS)	lim
2004300	DOLLER	P4	C3	R	4	63	2	9	c	c	c	c	lim	c	c	nc	nc	nc	nc	c	c	nc	c	nc		nc
2018780	PETITE FECHT	TP4	C3	R	4	63	2	10	c	c	c	c	c	c	c	nc	nc	nc	c	c	c	nc	c	lim	limite en Chi mais seuils de quantification inadaptés	c
2022650	RIEDBRUNNEN	TP18	C6	d	18	62	1	5	c	nc	c	lim	c	nc	nc	nc	nc	c	c	c	c	c	nc	lim		nc
2025700	LUTTER	TP18	C6	d	18	62	2	3	c	lim	c	lim	c	nc	lim	nc	nc	c	c	c	c	c	nc	lim		lim
2029160	EHN	TP4	C3	R	4	63	2	10	c	c	c	c	c	c	c	nc	nc	nc	nc	c	c	nc	c	lim	limite en Chi mais seuils de quantification inadaptés	c
2031650	NETZENBACH	TP4	C3	R	4	74	2	16	c	c	c	c	c	c	c	nc	nc	nc	c	c	c	nc	c	lim	éliminé en Chi mais seuils de quantification inadaptés	lim
2042650	ZORN	TP4	C3	R	4	74	2	41	c	c	c	c	c	c	c	nc	nc	nc	c	c	c	nc	c	lim	éliminé en Chi mais seuils de quantification inadaptés	lim
2045050	MODER	G18/4	Null	rpd	18	62	5	1706	nc	lim	c	c	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	c	nc		nc
2045283	HALMUHLBACH	P18/4	C1	d	18	62	3	13	lim	c	c	c	c	c	c	nc	nc	nc	nc	c	nc	nc	c	nc		nc
2045320	ESCHENGRABEN	TP18	C6	d	18	62	1	12	lim	lim	c	c	c	c	lim	nc	nc	c	c	c	c	nc	c	lim		lim
2048960	RUISSEAU DE LA COLL	TP4	C3	R	4	63	1	3	c	c	c	c	c	c	c	nc	nc	nc	c	c	c	nc	c	lim	limite en Chi mais seuils de quantification inadaptés	c
2049250	R. DE VINTERGES	TP4	C3	R	4	63	1	1	c	c	c	c	c	c	c	nc	nc	nc	nc	c	c	nc	c	nc		nc
2049700	R. D E MENAURUPT	P4	C3	R	4	63	2	8	c	c	c	c	c	c	c	c	nc	nc	nc	c	c	nc	c	lim	Chi en limite de seuils	c
2055000	MOSELLE	G10/4	Null	rpd	10	25	5	1765	nc	c	c	c	lim	c	nc	nc	nc	c	c	c	c	nc	c	lim		nc
2055200	R. PRE AUX BOIS	TP10	Null	R	10	25	1	9	lim	c	c	c	c	c	c	nc	nc	c	c	c	c	nc	c	lim		lim
2061250	MEURTHE	TP4	C3	R	4	63	1	5	c	c	c	c	c	c	c	nc	nc	nc	c	c	c	nc	c	nc	éliminé en Chi mais seuils de quantification inadaptés	lim
2061300	MEURTHE	TP4	C3	R	4	63	2	17	c	c	c	c	c	c	c	c	nc	nc	nc	c	c	nc	c	nc		nc
2065090	PLAINE	P4	C3	R	4	74	2	13	lim	c	c	c	nc	c	c	c	nc	nc	c	c	c	nc	c	lim	éliminé en Chi mais mais seuils de quantification inadaptés (analyse Geoportail pour l'OS)	c
2067000	MEURTHE	M4	Null	rpd	10	25	5	965	nc	c	c	c	nc	lim	lim	nc	nc	nc	nc	nc	c	nc	c	nc		nc
2067150	MEURTHE	G10/4	Null	rpd	10	25	5	1043	nc	c	c	c	lim	nc	lim	nc	nc	c	c	c	c	c	c	c		lim
2094970	SARRE BLANCHE	TP4	C3	R	4	74	1	9	c	c	c	c	c	c	c	c	nc	nc	c	c	c	nc	c	nc	éliminé en Chi mais seuils de quantification inadaptés	lim
2094978	SARRE ROUGE	TP4	C3	R	4	74	2	19	c	c	c	c	c	c	c	c	nc	nc	c	c	c	nc	c	nc	éliminé en Chi mais seuils de quantification inadaptés	lim

c = conforme
nc = non conforme
lim = en limite de conformité
Null = non renseigné

Réseau de référence eaux douces de surface
N. Mengin, N. Bougon, A. Chandesris, F. Oraison, Y. Souchon, L. Valette, B. Villeneuve

Décembre 2009 - p 50/63

[12] Auteurs : Nicolas Mengin, Nolwenn Bougon, André Chandesris, Federica Oraison, Yves Souchon, Laurent Valette, Bertrand Villeneuve.

3.2. EXPERTISE DES LISTES INVERTEBRES ET DES FICHES D'ECHANTILLONNAGE DES 7 STATIONS INITIALEMENT PROPOSEES COMME REFERENCE

Un hydrobiologiste spécialiste des invertébrés a examiné les listes invertébrés des 7 stations initialement choisies comme sites de référence, « en aveugle », sans connaître la localisation des échantillons, ni disposer des fiches de prélèvement. Les résultats de l'analyse sont présentés pages suivantes.

Une analyse des fiches d'échantillonnage a été conduite en parallèle par un autre hydrobiologiste sur ces mêmes stations. Les données analysées sont présentées dans les pages suivantes après l'analyse faunistique.

Constat par paramètres	LES EVOISSONS - 138300	SELLE - 138100	NOYE - 137000	HEM - 115000	CREQUOISE - 097500	HANTE - 001503	HELPE MAJEURE - 001122
Variété totale (Echantillon complet -hors micro-crustacés)	49 unités taxonomiques (richesse élevée mais peut-être non optimale)	36 taxons (moyenne)	45 unités taxonomiques (richesse élevée)	52 unités taxonomiques (richesse élevée)	32 unités taxonomiques (richesse faible)	35 unités taxonomiques (richesse plutôt faible)	
Variété IBGN (phases A + B)	41 (variété élevée)	31 (moyenne)	40 (variété élevée)	38 (variété élevée)	25 (variété faible)	28 (variété faible)	38 (variété élevé)
GFI – taxon(s) repère(s)	8 (Odontoceridae) -	8 (Odontoceridae)	7 (Goeridae) – abondance faible	7 (Leuctridae, Goeridae)	7 (Leuctridae, Goeridae, Glossosomatidae)	7 (Goeridae)	6 (Ephemeridae, Lepidostomatidae)
Indice IBGN	19	16	17	17	14 (relative robustesse)	14	16
Robustesse IBGN	17	12 (fragilité importante)	16 (relative robustesse)	17 (bonne robustesse)	13	13	16
GFI – Robustesse – taxon(s) repère(s) de substitution	7 (Glossosomatidae, Beraeidae, Goeridae, Leptophlebiidae	4 (Psychomyidae, Rhyacophilidae)	6 (Ephemeridae)	7	7	6 (Ephemeridae)	6
Variété EPT (totalité échantillon)	- Absence de plécoptères - Bonne richesse taxonomique des trichoptères (10 familles, 14 unités taxonomiques) - assez bonne richesse taxonomique des éphéméroptères (5 familles, 6 unités taxonomiques) ; absence des formes pétricoles (Hepageniidae par exemple)	- absence de plécoptères ; - Richesse taxonomique des trichoptères moyennement élevée (7 familles, 8 unités taxonomiques) ; - faible variété d'éphéméroptères (2 familles, 2 unités taxonomiques)	- absence de plécoptères ; - Richesse taxonomique des trichoptères moyennement élevée (7 familles, 9 unités taxonomiques) ; - variété d'éphéméroptères moyenne (4 familles, 4 unités taxonomiques) ; absence de formes pétricoles (Hepageniidae par exemple)	- une seule famille de plécoptères représentée (Leuctridae) ; - Richesse taxonomique des trichoptères moyennement élevée (7 familles, 7 unités taxonomiques) ; - assez faible variété d'éphéméroptères (3 familles, 3 unités taxonomiques)	- une seule famille de plécoptères représentée (Leuctridae) ; - faible richesse taxonomique des trichoptères (5 familles, 5 unités taxonomiques) ; - faible variété d'éphéméroptères (2 familles, 2 unités taxonomiques)	- une seule famille de plécoptères représentée (Leuctridae) ; - assez faible richesse taxonomique des trichoptères (6 familles, 6 unités taxonomiques) ; - faible variété d'éphéméroptères (3 familles, 3 unités taxonomiques)	- absence de plécoptères ; - Richesse taxonomique des trichoptères moyennement élevée (8 familles, 10 unités taxonomiques) ; - variété d'éphéméroptères moyenne (4 familles, 4 unités taxonomiques) ; absence de formes pétricoles (Hepageniidae par exemple)
Autre(s) particularité(s) taxonomique(s)	- Rareté des mollusques (hors Sphaeriidae)	Rareté des mollusques (hors Sphaeriidae)	- variété notable de mollusques (8 familles)	- variété notable de mollusques (8 familles ; 10 unités taxonomiques) ; - présence d'aselles ; - abondance d'organismes algivores (Hydroptilidae, Haliplidae)			Présence du genre Cheumatopsyche pouvant indiquer un positionnement assez bas dans le réseau hydrographique ; le genre Aphelocheirus conforte cette hypothèse
Particularité(s) structurale(s)	- Abondance numérique moyenne à élevée (de l'ordre de 13 000 ind/m²) ; quelques taxons dominants, sans prolifération excessive (Gammaridae, oligochètes). - Diversité H' = 2.77 (moyennement élevée)	- Abondance numérique normale (de l'ordre de 10 000 ind/m²) ; quelques taxons dominants mais sans prolifération excesssive (Chironomides, Gammaridae, ologochètes, Hydrobiidae Potamopyrgus) - Diversité taxonomique moyenne (H' = 2,71)	- abondance numérique moyenne à élevée (un peu moins de 15 000 ind/m²) ; quelques taxons très abondants (Gammaridae, Simuliidae notamment) ; - Diversité taxonomique plutôt faible (H'=2,15) ; structure peu équilibrée	- abondance numérique très importante (de l'ordre de 62 000 ind/m²) ; quelques taxons saprobiontes très abondants dont les Chironomides ; - Diversité taxonomique très faible (H'= 1,45) ; structure très déséquilibrée	- abondance numérique très importante (de l'ordre de 24 000 ind/m²) ; quelques taxons abondants (Gammaridae ; Chironomides dans une moindre mesure) ; - Diversité taxonomique très faible (H'= 1,15) ; structure très déséquilibrée	- abondance numérique normale (de l'ordre de 5 000 ind/m²) ; - Diversité taxonomique assez élevée (H'= 3.57) ; structure plutôt équilibrée	- Abondance numérique assez élevée (de l'ordre de 21 000 ind/m²) ; quelques taxons dominants, sans prolifération excessive (Gammaridae, Sphaeriidae, Chironomidae). - Diversité H' = 3,0 (moyennement élevée)
Particularités fonctionnelles	- Bonne représentation des consommateurs de débris organiques et microphytes ; - Présence significative d'aselles (saprobiontes) dans les habitats marginaux (112 individus récoltés) ; - Présence de quelques algivores (spécialistes) : Haliplidae, Hydroptilidae ; - Modes d'alimentation dominés par les broyeurs, prédateurs, racleurs-brouteurs, mangeurs de dépôts ; les filtreurs sont assez peu abondants (Simuliidae et Hydropsychidae notamment) ; - Organismes à forte dominance eurythermes (70%) avec quelques sténothermes d'eau froide (moins de 20%) ; - dominance des formes mésotrophes (environ 45%), puis oligotrophes (environ 35 %) ; - Organismes principalement béta-mésosaprobes (45%), puis oligosaprobes (30%), et alpha-mésosaprobes (20%) ; - dominance de taxons pétricoles, puis phytophiles (macrophytes, algues filamenteuses) ; - caractère limnophile dominant ; rhéophilie secondaire	- Bonne représentation des consommateurs de débris organiques et microphytes ; - Dominance des modes d'alimentation de types « broyeurs », « racleurs-brouteurs » - Organismes à forte dominance eurythermes avec très peu de sténothermes d'eau froide ; - représentation dominante de formes oligotrophes à mésotrophes ; - organismes principalement oligosaprobes à béta-mésosaprobes ; - Préférendum en termes de substrats semblant indiquer une bonne représentation des substrats minéraux grossiers (pierres, galets), mais aussi végétation aquatique (sans prolifération d'algues filamenteuses) ; - présence de Ptychopteridae indiquant une typologie relativement apicale, typologie cependant peu confirmée par le reste du peuplement (habitat particulier de bordure ?) ; - affinités relativement équilibrées entre rhéophilie et limnophilie ;	- Dominance des modes d'alimentation de types « broyeurs », « racleurs-brouteurs » ; filtreurs également bien représentés (présence de faciès lotique et de matières en suspension) ; - Organismes à forte dominance eurythermes avec très peu de sténothermes d'eau froide ; - représentation dominante de formes oligotrophes à mésotrophes (assez peu de formes à affinité eutrophe) ; - organismes principalement béta-mésosaprobes (secondairement oligosaprobes) ; - Préférendum en termes de substrats semblant indiquer une bonne représentation des substrats minéraux grossiers (pierres, graviers, sables), mais aussi végétation aquatique (sans prolifération d'algues filamenteuses) ;	- Modes d'alimentation dominés par les broyeurs, racleurs-brouteurs, mangeurs de dépôts ; les filtreurs sont assez peu abondants (Simuliidae notamment) ; - Bonne représentation des consommateurs de débris organiques et microphytes ; - dominance des organismes béta-mésosaprobes ; mésotrophie bien marquée ; - caractère limnophile dominant ; rhéophilie secondaire	- Modes d'alimentation dominés par les broyeurs, racleurs-brouteurs ; les filtreurs sont assez peu abondants (Simuliidae notamment) ; - présence d'organismes algivores spécialisés (Haliplidae) ; - dominance des organismes béta-mésosaprobes ; - Préférendum en termes de substrats semblant indiquer une bonne variété de ceux-ci (pierres, graviers, sables) ; végétation aquatique présente (dont algues filamenteuses, mais vraisemblablement sans prolifération excessive) ;	- Modes d'alimentation dominés par les broyeurs, racleurs-brouteurs ; les filtreurs sont assez peu abondants (Simuliidae notamment) ; - dominance des organismes béta-mésosaprobes ; - Préférendum en termes de substrats semblant indiquer une bonne variété de ceux-ci (pierres, graviers, sables) ; végétation aquatique a priori présente mais vraisemblablement sans prolifération excessive) ;	- Modes d'alimentation dominés par les broyeurs, racleurs-brouteurs ; filtreurs et perceurs algivores présents mais très secondaires ; - dominance des organismes béta-mésosaprobes ; - présence d'organismes algivores spécialisés (Hydroptilidae) ;

Bilan	LES EVOISSONS - 138300	SELLE - 138100	NOYE - 137000	HEM - 115000	CREQUOISE - 097500	HANTE - 001503	HELPE MAJEURE - 001122
Zonation longitudinale	Cours d'eau de plaine ; vraisemblablement se situant entre l'épirhithron au métarhithron	Cours d'eau de plaine ; épi à métarhithon (petit cours d'eau ?)	Cours d'eau de plaine (petit à moyen cours d'eau) ;	Typologie à affinité hyporhithron (réelle ou forcée ?)	Indéterminée	Peu caractérisée	Peu caractérisée ; à priori hyporhithron à épipotamon
Caractéristiques environnementales probables	Mosaïque d'habitat assez élevée, mais non optimale ; Faciès lentique dominant, avec faciès lotique plus localisé (limitation d'accueil pour les formes rhéophiles, dont filtreurs) ; Bonne oxygénation au niveau du faciès lotique (conditions pérennes) ; peut-être plus aléatoire en faciès lentique ? ; Assez bonne variété des substrats minéraux colonisables, intégrant substrats minéraux fins (sables et/ou graviers) et grossiers ; Vraisemblablement algues filamenteuses présentes ; Dépôts détritiques en berges (présence de Sialis et d'aselles)	Mosaïque d'habitat modérément variée, notamment par une possible prédominance du faciès lentique ; Oxygénation du milieu peut-être limitante, au moins temporairement (faible robustesse du GFI)	Mosaïque d'habitat sans doute variée sur le plan des supports, mais peut-être moins sur le plan des faciès d'écoulement (prédominance de courant lent à modéré ?)	Enrichissement trophique excessif : eutrophisation ; Prolifération algale anormale ;	Faciès lentique dominant, avec faciès lotique plus localisé (limitation d'accueil pour les formes rhéophiles, dont filtreurs)		Mosaïque d'habitat sans doute variée sur le plan des supports, mais peut-être moins sur le plan des faciès d'écoulement (prédominance de courant lent à modéré ?) Vraisemblablement algues filamenteuses présentes ;
Perturbations vraisemblables	Niveau trophique moyen (eutrophisation perceptible), bénéficiant aux autotrophes (microphytes), mais sans induire de dysfonctionnement important (pas de prolifération algale excessive). Bonne richesse en matière organique détritique propice aux détritivores (aselles notamment) ; présence d'habitats (au moins en berge) à la fois colmatés et riches en détritus végétaux	Pas de perturbation grave, notamment sur le plan trophique ; pas d'enrichissement organique engendrant un déséquilibre biologique sensible ;	Pas de perturbation grave, notamment sur le plan trophique ; pas d'enrichissement organique engendrant un déséquilibre biologique sensible ; qualité d'eau pouvant être limitante pour les formes les plus exigeantes	Eutrophisation ; conditions d'oxygénation vraisemblablement limitantes pour les formes les plus exigeantes	A priori, bonne qualité d'eau mais influence vraisemblable d'un certain état d'eutrophisation ;	Pas de désordre biologique évident	Limitation principale résultant vraisemblablement de la qualité de l'eau (conditions d'oxygénation non optimales, au moins de manière épisodique) ; Etat d'eutrophisation vraisemblable susceptible de booster légèrement la variété taxonomique, tout en limitant l'accueil pour les organismes les plus exigeants ; Eutrophisation se traduisant par le développement d'algues filamenteuses
Qualité biologique et écologique	Bonne qualité biologique globale, affectée cependant vraisemblablement par un état d'eutrophisation (modérée) et une certaine limitation sur le plan de l'habitat ; Qualité d'eau (oxygénation) vraisemblablement sélective (faible robustesse du groupe indicateur), aux effets plus atténués en faciès lotique ; stabilité physicochimique imparfaite ; Milieu interstitiel restant de qualité suffisante pour abriter des formes interstitielles plus ou moins exigeantes (Ephemera, Spaheriidae).	S'il s'agit d'une typologie de tête de bassin, on peut alors considérer que la qualité biologique (et écologique) du peuplement est bonne, ou tout au moins satisfaisante ; Qualité d'eau (oxygénation) vraisemblablement sélective (faible robustesse du groupe indicateur) ; stabilité physicochimique imparfaite.	Bonne qualité biologique générale, mais vraisemblablement non optimale.	Bonne qualité biologique mais la note indicielle est vraisemblablement « boostée » par l'eutrophisation, dont les conséquences fonctionnelles restent néanmoins modérées ; Décalage typologique vraisemblable	Qualité biologique plutôt bonne difficile à déterminer, la faible variété taxonomique observée pouvant résulter du niveau typologique de la station	Faible variété taxonomique du peuplement résultant peut-être du niveau typologique de la station (très petit cours d'eau ?)	Bonne, mais vraisemblablement non optimale ; absence de déséquilibre biologique grave.

Station	Rivière	Ville	Date prélèvement	Largeur en eau	Longueur station	Nbre de supports présents	Nbre classes de vitesse échantillonnées	Degré de colmatage tous supports	Degré de colmatage supports lotiques	Bryophytes %	Hydrophytes %	Litières %	Branchages racines %	Pierres Galets %	Blocs %	Granulats %	Helophytes %	Vases %	Sables et limons %	Algues %	Dalles argiles %
1001122	HELPE MAJEURE	Eppe Sauvage	26/07/2012	5,6	103	9	3	?	?	**6**	**15**	1	2	**53**		1	2		2		**18**
1001122	HELPE MAJEURE	Eppe Sauvage	07/07/2011	5,6	103	9	3	?	?	**5**	**27**		3	**35**		2	2		1	**15**	**10**
1001122	HELPE MAJEURE	Eppe Sauvage	19/07/2010	5,3	95	9	3	?	?	**12**	**32**		1	**35**	1	**6**	1			2	**10**
1001122	HELPE MAJEURE	Eppe Sauvage	16/06/2009	5,4	120	9	3	1,7	2	**6**	**19**		2	**55**	4	**5,5**	0,5			1,5	**6,5**
1001122	HELPE MAJEURE	Eppe Sauvage	24/06/2008	5,8	113	7	4	2,6	2	3	**19**		1	**64**	2					4	**7**
1001503	HANTE	Bousignies	26/07/2012	6,4	96	7	4			**5**			3	**80**	1	2			4		**5**
1001503	HANTE	Bousignies	04/07/2011	6,2	96	9	4			2	1	1	3	**40**	2	3			**20**	**28**	1
1001503	HANTE	Bousignies	09/07/2010	4,2	81	10	4			**6**			**7**	**52**	**20**	2	1		4	4	3
1001503	HANTE	Bousignies	29/06/2009	7,9	102	9	4	2,3	1,5	1		2,4	1,5	**66**	**8**	**12**			4	0,1	**6**
1001503	HANTE	Bousignies	24/06/2008	7,9	102	6	4	2,3	1,8				4	**69**	**8**	3			2		**14**
1097500	CREQUOISE	Loison	12/07/2012	10,4	125	9	4			2	4	1		**15**	1	**40**	2		3	**32**	
1097501	CREQUOISE	Loison	21/07/2011	10,4	125	9	4			3	**8**		1	**37**	1	**25**	4		3	**18**	
1097502	CREQUOISE	Loison	27/04/2010	10,4	120	8	3			3	4			**44**	1	**38**	3		4	3	
1137000	NOYE	Domartin	27/07/2012	7,5	100	9	4	0,5	1,2		**45**		1	**25**	1	2	2		**20**	3	1
1137000	NOYE	Domartin	28/04/2011	7,5	100	10	4	1	1,5		**30**	1	1	**38**	1	4	1		**20**	3	1
1137000	NOYE	Domartin	13/07/2010	7,5	100	10	3	1	1,4		**20**	1	1	**41**	1	4	1	2	**30**	1	
1115000	HEM	Recques/Hem	02/08/2012	8,7	108	9	3			2	**27**	1	1	**20**		**10**	2		2	**35**	
1115000	HEM	Recques/Hem	12/07/2011	8,7	108	10	3			3	**25**	0,1	1	**22**	1	**15**	1		2	**30**	
1115000	HEM	Recques/Hem	07/07/2010	8,7	104	10	3			1	4		1	**63**	1	**20**	1		2	**6**	1
1115000	HEM	Recques/Hem	17/09/2010	9	108	10	4			3	1	1	1	**82**	3	4		1	1	3	
1115000	HEM	Recques/Hem	02/07/2009	10	120	8	4	2,9	1,8	0,5	**56**			**30**	0,1	**8,5**	0,1		0,5	4,5	
1115000	HEM	Recques/Hem	19/06/2008	10	121	6	3	2,8	2,3		**6**			**78,5**	0,5	3			1	**11**	
1138100	SELLE	Monsures	12/04/2012	8,5	120	9	2				**20**	1	3	**20**	1	**25**	1		**28**		1
1138100	SELLE	Monsures	18/04/2011	8,5	120	7	3			2	**10**		1	**65**		4	1		**17**		
1138100	SELLE	Monsures	28/04/2010	8,5	120	9	3	0,8	1	1	**15**		1	**55**	1	**10**		**10**	3	4	
1138100	SELLE	Monsures	14/09/2010	8	120	12	4			1	**15**	1	1	**10**	1	**56**	3	**8**	2	1	1
1138300	LES EVOISSONS	Bergicourt	12/04/2012	8,5	120	8	2	1,1	1		**5**	1	3	**5**	1	**50**	1		**34**		
1138300	LES EVOISSONS	Bergicourt	18/06/2012	7,3	96	10	3	1,8	2,25	1	**41**	1	1	**6**		**27**	8	4	**10**		1
1138300	LES EVOISSONS	Bergicourt	18/04/2011	8,5	120	9	2	0,8	0,6	1	**10**	1	2	2		**70**	1		**12**		1
1138300	LES EVOISSONS	Bergicourt	28/04/2010	8,5	120	9	3	1,3	1,8	1	1	4	1	1		**50**	1	**20**	**21**		
1138300	LES EVOISSONS	Bergicourt	14/09/2010	7	96	10	3			1	**23**	1	1	**6**		**50**	**10**	4	3		1
1138300	LES EVOISSONS	Bergicourt	13/05/2009	8,5	120	9	3				**10**	2	1	1		**32**	4	**20**	**30**		
1138300	LES EVOISSONS	Bergicourt	17/07/2008	8,5	100	10	3			1	**31**	2	1	1	1	**29**	**5**	1	**28**		

Agence de l'Eau Artois-Picardie

Rapport d'étude

Etude de l'indice multimétrique (I2M2) en Artois Picardie

3. Analyse de listes faunistiques

Décembre 2014

Angers - Technopole d'Angers - 1 avenue du Bois l'Abbé - 49070 Beaucouzé - Tél. : 02 41 22 01 01 - Fax : 02 41 48 04 14 - aqua@aquascop.fr
Montpellier - Domaine de Cécélès - 1520 route de Cécélès - 34270 Saint Mathieu de Tréviers - Tél. : 04 67 52 92 38 - Fax : 04 67 52 93 23 - aqua2@aquascop.fr
www.aquascop.fr

Etude de l'indice multimétrique (I2M2) en Artois Picardie

3. Analyse de listes faunistiques

Décembre 2014

Version	Date	Nom et signature du (des) rédacteur(s)	Nom et signature du vérificateur
1	19 décembre 2014	Vincent Bouchareychas	Alain Berly Danielle Levet

Sommaire

1. OBJECTIF ET METHODE 4
1.1. Objet de l'expertise 4
1.2. Sélection des stations 4
1.3. Variables etudiées 4
1.3.1. Remarque sur les listes faunistiques 5
1.3.2. Remarque sur les métriques de l'I2M2 5
2. EFFETS DE LA CONSTRUCTION DES METRIQUES SUR LE RESULTAT I2M2 9
2.1. Prise en compte des taxons indicateurs 9
2.1.1. Nombre de taxons pris en compte 9
2.1.2. Ecart de polluosensibilités des taxons communs aux deux méthodes 9
2.1.3. Ecart de polluosensibilité des taxons particuliers à chaque méthode 10
2.1.4. Conclusion 10
2.2. Polyvoltinisme 10
2.2.1. Observations dans les listes étudiées 10
2.3. Ovoviviparité 11
2.3.1. Observations dans les listes étudiées 11
2.3.2. Conclusion 11
2.4. Effet du mode de calcul de la richesse 12
2.5. Gestion des listes faunistiques 12
3. EXAMEN DES LISTES FAUNISTIQUES GENERANT UN I2M2 PARTICULIER 13
3.1. Déclassement I2M2/IBG-Equivalent 13
3.1.1. Très forts écarts entre les deux indices 13
3.1.2. Fortes variations de l'I2M2 dans une chronique 14
3.1.3. Conclusion : origine du déclassement par l'I2M2 15
3.2. Valeurs extrêmes de l'I2M2 15
3.2.1. Mauvais I2M2 15
3.2.2. I2M2 médiocres et moyens 16
3.2.3. I2M2 bons 17
3.3. Variabilité de l'I2M2 17
3.3.1. Variabilité interannuelle 17
3.3.2. Variabilité saisonnière 19
3.4. Qualité Matières Azotées et I2M2 20
3.4.1. Qualité matières azotées médiocre à moyenne et I2M2 variable 20
3.4.2. Bonne qualité matières azotées et I2M2 variable 21
4. CONCLUSIONS 22

1. OBJECTIF ET METHODE

1.1. OBJET DE L'EXPERTISE

Ce volet de l'étude a pour objectif de confronter les résultats des indices biologiques (I2M2 et IBG-Equivalent) par l'analyse directe des listes faunistiques.

Cette expertise vise à caractériser les relations entre les peuplements invertébrés, en termes de structure ou de traits biologiques, et les résultats indiciels notamment des différentes métriques constitutives de l'I2M2.

Parallèlement, la confrontation de ces expertises avec les résultats IBG-équivalent vise à préciser l'origine des importants déclassements constatés.

L'objectif final étant de mettre en évidence les causes de ces déclassements par l''indice I2M2, en le mettant en perspective de la réalité terrain (pressions, conditions d'échantillonnage, …).

1.2. SELECTION DES STATIONS

Suite à l'analyse des résultats fournis par l'application de l'I2M2 aux données Artois-Picardie, une sélection de différentes situations été réalisée, de manière à mieux appréhender les liens entre les différentes métriques de l'I2M2 et la nature des listes faunistiques qui les déterminent :

- **I2M2 extrêmes** : sélection d'une dizaine de stations-dates avec les résultats indiciels les plus contrastés ;
- **Ecart important entre I2M2 et IBG-Equivalent** : plus de 80% d'écart relatif entre I2M2 et IBG-Equivalent avec IBG de différentes qualités (8 stations-dates) ; ou au moins 4 classes d'écart entre les 2 indices (sélection Agence de 16 stations-dates avec évolution interannuelle) ; ainsi qu'une exception avec la seule station-date où I2M2 est supérieur à l'IBG-Equivalent (Canal de Cayeux) ;
- **I2M2** présentant une forte **variabilité interannuelle** (6 stations et 17 stations-dates) et une variabilité saisonnière (une seule station échantillonnée 2 fois dans l'année : la Selle à Monsures en avril et septembre 2010) ;
- **Qualité physicochimique (Matières azotées)** : sites peu impactés par les matières azotées et I2M2 « bon à mauvais » (6 stations-dates) ; des sites impactés par les matières azotées avec des I2M2 variés (11 stations-dates).

Au total ce sont 65 station-date qui ont été étudiées dont 6 station-date dans plusieurs des cas ci-dessus.

1.3. VARIABLES ETUDIEES

Les principales variables étudiées sont :

- Les **65 listes faunistiques** échantillonnées entre 2008 et 2012, déterminées le plus souvent au genre et généralement conformes au protocole DCE (XP T 90-388 de juin 2010) ;
- Les valeurs hydrobiologiques indicielles calculées : **I2M2 et IBG-Equivalent** ; ces indices sont transformés pour un calcul sur 100 afin de les rendre comparables facilement ;
- Les **5 métriques constitutives de l'I2M2** (Shannon, ASPT, Polyvoltinisme, Ovoviviparité et Richesse) en valeur brute mais surtout en EQR qui permet ainsi leur comparaison indépendamment des types de cours d'eau donc des HER ;
- Les **composantes de l'IBG-Equivalent** (Variété taxonomique IBGN, groupe faunistique indicateur) ainsi que la robustesse de l'IBGN (recalcul avec le second groupe indicateur ; témoignant de la fragilité du diagnostic IBGN).

1.3.1. Remarque sur les listes faunistiques

On a noté une certaine hétérogénéité dans l'établissement des listes faunistiques selon les opérateurs ou les structures productrices.

Certains taxons n'apparaissent dans les listes faunistiques que depuis 2010 (date de publication de la norme laboratoire XP T 90-388 qui s'enrichit d'environ 35 taxons par rapport à la précédente liste faunistique fermée (annexe III de la circulaire DCE 2007/22 du 11 avril 2007). Parmi les taxons fréquemment rencontrés citons essentiellement des micro-crustacés comme les copépodes, ostracodes et cladocères. Certains de ces taxons sont présents dans plus de 72 % des listes (2010-2012) expertisées ayant pour effet une augmentation de la richesse totale. D'ailleurs, on note globalement une augmentation des richesses depuis 2010 sur ce jeu de 65 listes analysées, tendance confirmée par les évolutions interannuelles (dont 70 % montrent une augmentation de la richesse après 2010). Toutefois ces évolutions sont à relativiser car d'autres facteurs interviennent sur la richesse (qualité des habitats, de l'eau, échantillonnage, …).

Cependant il faut préciser que les niveaux systématiques entre protocole-DCE et calcul de richesse dans le cadre de l'I2M2 diffèrent sensiblement (voir § 2.1.2.5) et que généralement la « Richesse I2M2 » est sensiblement supérieure (1 taxon en moyenne mais pouvant atteindre 5 taxons dans certains cas de nos 65 listes).

Egalement citons le cas de *Seratella/Ephemerella* dont la distinction n'est pas toujours faite (quelle influence sur l'ASPT pour lequel le genre *Seratella* n'est pas pris en compte (sauf si assimilé à Ephemerella ?) Rappelons que ce genre ne figure pas dans la liste annexe A de la norme XP T 90-388.

1.3.2. Remarque sur les métriques de l'I2M2

1.3.2.1. Indice de diversité de Shannon

Pour analyser les résultats de cet indice de structure, nous avons observé la répartition des effectifs du peuplement des bocaux B1 et B2. Les **taxons abondants** (> 200 individus) **ou proliférants ont été recherchés,** car témoignant assez directement du déséquilibre du peuplement. Cet examen, croisé avec l'analyse des niveaux d'effectifs des autres taxons et avec la variété taxonomique totale, permet de comprendre les principaux déséquilibres exprimés par la valeur brute ou l'EQR du sous-indice « Shannon ».

1.3.2.2. ASPT

Pour approcher la polluosensibilité du peuplement, nous avons repris les scores des taxons bio-indicateurs du tableau de base du « Biological Monitoring Working Party » (BMWP) présenté ci-après.

Le calcul théorique de l'ASPT correspond à la somme des scores des familles divisé par le nombre total de taxons indicateurs présents dans chaque liste faunistique (uniquement sur bocaux B2+B3). Le choix d'éliminer B1 permet de travailler sur un peuplement plus représentatif de la masse d'eau (habitats dominants). Les valeurs d'ASPT sont généralement comprises entre 0 et 7 (environ) : plus le score est élevé et moins le milieu est pollué.

L'analyse de l'ASPT, a consisté à repérer grossièrement les taxons indicateurs les plus significatifs soit :

- les taxons les plus polluosensibles ayant un score BMWP entre 7 et 10 ;
- les taxons plus ou moins polluorésistants ayant un score inférieur ou égal à 4.

L'importance des cortèges d'invertébrés appartenant à l'une ou l'autre de ces catégories indique en effet globalement le niveau de polluosensibilité du peuplement et surtout identifie les taxons les plus contributifs à cette métrique.

On verra au chapitre suivant les effets de la prise en compte de l'ASPT sur l'I2M2.

Families	Score
Siphlonuridae Heptageniidae Leptophlebiidae Ephemerellidae Potamanthidae Ephemeridae Taeniopterygidae Leuctridae Capniidae Perlodidae Perlidae Chloroperlidae Aphelocheiridae Phryganeidae Molannidae Beraeidae Odontoceridae Leptoceridae Goeridae Lepidostomatidae Brachycentridae Sericostomatidae	10
Astacidae Lestidae Agriidae Gomphidae Cordulegasteridae Aeshnidae Corduliidae Libellulidae Psychomyiidae Philopotamidae	8
Caenidae Nemouridae Rhyacophilidae Polycentropodidae Limnephilidae	7
Neritidae Viviparidae Ancylidae Hydroptilidae Unionidae Corophiidae Gammaridae Platycnemididae Coenagriidae	6
Mesoveliidae Hydrometridae Gerridae Nepidae Naucoridae Notonectidae Pleidae Corixidae Haliplidae Hygrobiidae Dytiscidae Gyrinidae Hydrophilidae Clambidae Helodidae Dryopidae Elminthidae Chrysomelidae Curculionidae Hydropsychidae Tipulidae Simuliidae Planariidae Dendrocoelidae	5
Baetidae Sialidae Piscicolidae	4
Valvatidae Hydrobiidae Lymnaeidae Physidae Planorbidae Sphaeriidae Glossiphoniidae Hirudidae Erpobdellidae Asellidae	3
Chironomidae	2
Oligochaeta (whole class)	1

Tableau des cotes de polluosensibilité d'invertébrés bioindicateurs -méthode « BMWP scores » (Armitage et al.,1983)

1.3.2.3. Polyvoltinisme

L'analyse des résultats relatifs à cette métrique est basée sur les traits biologiques et/ou écologiques tels que ceux codifiés dans l'ouvrage « invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie » (Tachet et al., 2010).

La notion de polyvoltinisme correspond au trait biologique « Nombre de générations / an ». Ce trait se décline en 3 modalités :

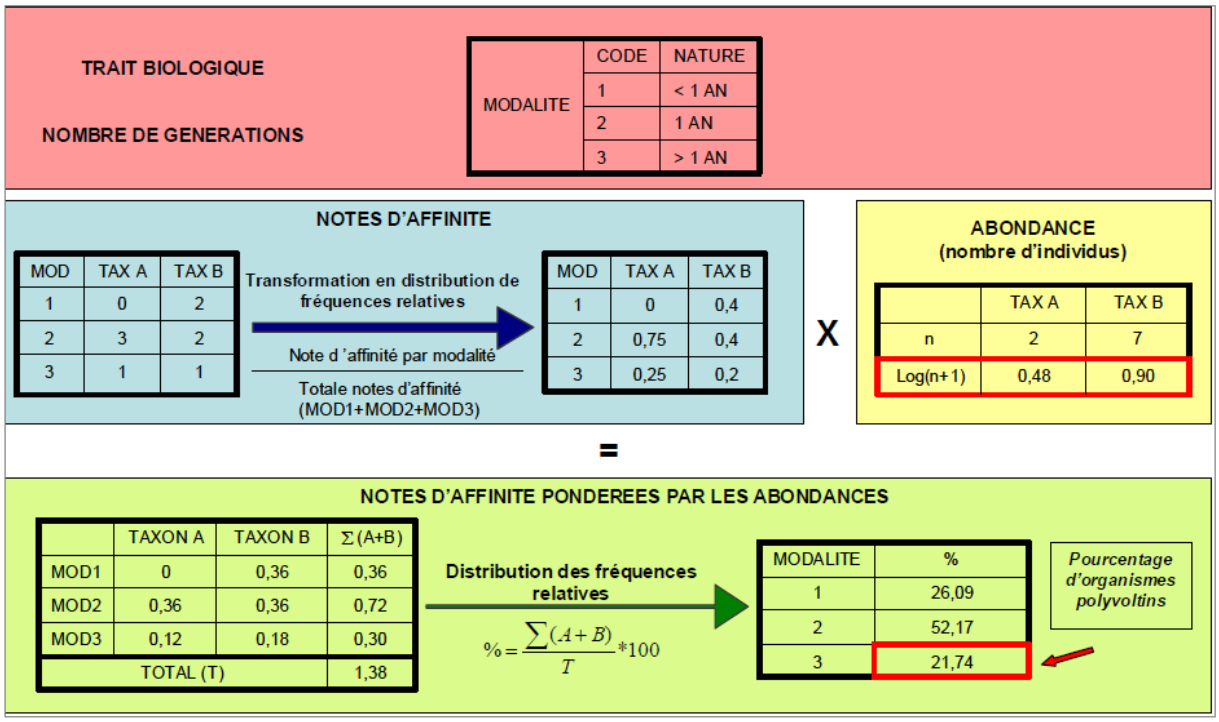
- Modalité 1 : < 1 génération / an
- Modalité 2 : 1 génération / an
- Modalité 3 : >1 génération / an

Cette métrique donne une indication sur l'instabilité potentielle du milieu concerné car plus un milieu est perturbé, instable, plus il favorise les stratégies de type « reproduction fréquente et rapide ». Ainsi, la modalité 3 aura plus de poids en terme de qualité des milieux que chacune des 2 autres.

De plus chaque taxon pris en compte présente une note d'affinité de 0 à 3 par modalité indiquant son degré d'attachement à chaque modalité. En effet, certains taxons peuvent adopter plusieurs stratégies adaptatives différentes quant à leur fréquence de reproduction.

Enfin, l'abondance de chaque taxon pris en compte est également intégrée (en log) au calcul de la métrique « polyvoltinisme ».

Ce mode de calcul avec ses pondérations est schématisé dans le tableau ci-après. Retenons également que cette métrique est calculée sur l'ensemble des 3 bocaux (B1+B2+B3)



Mode de calcul du « % d'organismes polyvoltins » (extrait rapport « Invertébrés benthiques : un nouvel outil de bio-indication », M. Prieto-Montes et al., 2012)

Pour simplifier l'approche de cette métrique dans l'analyse des listes faunistiques, nous avons simplement sélectionné les taxons polyvoltins présentant la plus forte affinité pour la modalité « > 1 génération/an » et mis en évidence les plus fortes abondances des taxons concernés. La limite de cette approche grossière est qu'elle néglige les autres modalités et ne permet pas toujours d'expliquer avec précision certaines évolutions des valeurs de la métrique « polyvoltinisme ».

1.3.2.4. Ovoviviparité

La notion d'ovoviviparité correspond à une stratégie de reproduction dans laquelle les œufs restent en incubation dans le ventre de la mère. Ils sont ainsi protégés d'un contact direct au milieu, d'une partie du risque de prédation et permet une mobilité de la descendance en cas de dégradation des conditions mésologiques. De plus, ce caractère peut comprendre des soins apportés aux jeunes après l'éclosion.

Cette notion est une modalité rattachée au trait biologique « type de reproduction ». Le calcul de la métrique est identique à celui du polyvoltinisme, mis à part qu'il n'y a ici qu'une modalité. Le calcul consiste donc en un croisement de la note d'affinité pour l'ovoviviparité avec l'abondance des taxons concernés.

Les effets de la prise en compte de cette particularité biologique sur le résultat I2M2 sont présentés plus loin.

1.3.2.5. Richesse

Cette métrique, la plus simple de l'I2M2, représente le nombre de taxons déterminés selon le niveau de détermination indiqué dans le tableau ci-dessous (extrait de la publication présentant l'I2M2, Mondy et al. 2012). La détermination doit être conduite au genre, sauf pour les taxons plus compliqués à identifier et/ou moins informatifs comme par exemple les diptères, les sangsues ou les planaires (niveau famille).

Appendix B. Taxonomic levels required for the Multi-Habitat Sampling protocol

Taxons		Required taxonomic level
Plecoptera		Genus
Ephemeroptera		Genus
Trichoptera	Except *Limnephilidae*	Genus
	Limnephilidae	Sub-family
Coleoptera	Except *Dytiscidae, Hydrophilidae, Curculionidae*	Genus
	Dytiscidae, Hydrophilidae	Sub-family
	Curculionidae	Family
Megaloptera		Genus
Heteroptera	Except *Corixinae*	Family
	Corixinae	Sub-family
Planipennia		Genus
Odonata	Except *Coenagrionidae*	Genus
	Coenagrionidae	Family
Lepidoptera		Family
Hymenoptera		Genus
Diptera		Family
Hydracarina		Sub-class
Crustacea	Except *Asellidae*	Genus
	Asellidae	Family
Bivalvia		Genus
Gastropoda	Except *Planorbidae*	Genus
	Planorbidae	Family
Hirudinea and Branchiobdellida		Family
Oligochaeta		Class
Bryozoa		Phylum
Nematoda		Phylum
Gordiidae		Family
Turbellaria		Family
Hydrozoa		Class
Porifera		Phylum
Nemertea		Phylum

Niveaux taxonomiques retenus pour le calcul de la métrique « Richesse » (extrait « A new macroinvertebrate-based multimetric index » C. Mondy et al. 2012)

Nos calculs de variété totale basés sur le protocole DCE (norme XP T 90-388) ne concordent pas totalement avec ceux de cette métrique dans l'I2M2. En effet, la liste de taxons pris en compte n'est pas tout à fait identique. A priori les taxons suivant ne sont pas pris en compte, par l'I2M2 :

- Cladocères, Copépodes et ostracodes
- *Polychaeta* (Hypania)
- *Rotifera* (Sinantherina)

Nous avons également un doute sur la prise en compte de :

- Anostracés, Conchostracés et Notostracés.

Certains niveaux de détermination requis dans la norme XP T 90-388 diffèrent à la marge de ceux du tableau I2M2, notamment :

- Parmi les *Corixidae* les genres *Micronecta* et *Cymatia* sont à identifier (norme)
- Parmi les B*ranchiobdellidae* les genres (*Branchobdella* et *Xironogiton*) sont à identifier (norme)
- Les taxons *Nematoda* et *Gordiidae* sont regroupés sous *Nemathelmintha* (norme)

Les conséquences de ces dispositions sont analysées au chapitre suivant.

2. EFFETS DE LA CONSTRUCTION DES METRIQUES SUR LE RESULTAT I2M2

2.1. PRISE EN COMPTE DES TAXONS INDICATEURS

Le tableau des cotes de polluosensibilité présenté au § précédent montre 3 choses :

- la liste BMWP, sur laquelle est fondé le calcul de l'ASPT, utilise un nombre de taxons indicateurs bien plus élevé que celui de l'IBGN ;
- les taxons indicateurs du BMWP ne sont pas tous les mêmes que ceux intervenant pour le calcul de l'IBGN ;
- un taxon commun aux deux méthodes peut présenter des cotes de polluosensibilité très différentes.

2.1.1. Nombre de taxons pris en compte

Le tableau suivant indique les principales différences entre le BMWP anglo-saxon et l'IBGN (afin de les rendre comparables, nous avons transformé les 2 échelles de polluosensibilité en base 100) :

Méthode	Cote de polluosensibilité ≥ 70	Cote de polluosensibilité < 70 et > 50	Cote de polluosensibilité ≤ 50	Total
BMWP	37 taxons	33 taxons	15 taxons	85
IBGN	13 taxons	8 taxons	17 taxons	38

Le BMWP utilise 2 fois plus de taxons indicateurs que l'IBGN, notamment dans les polluosensibilités élevées ou intermédiaires. Seuls les cortèges des taxons +/- polluotolérants (cotes < 50), sont proches en nombre et en cotes.

2.1.2. Ecart de polluosensibilités des taxons communs aux deux méthodes

Le tableau ci-dessous indique de profondes différences d'évaluation du niveau de sensibilité de certains taxons. Elles peuvent être dues à l'imprécision élevée du niveau taxonomique assez grossier qu'est la famille utilisée par l'IBGN, d'autant que les familles d'invertébrés britanniques sont généralement moins diversifiées en genres et espèces.

Ecart de cotes de polluosensibilité de taxons communs aux méthodes BMWP et IBGN (valeurs en base 100)	
30 < Ecart ≤ 40	**Ecart > 40**
Gammaridae 38 (60/22) Mollusques (*Neritidae*, *Ancylidae* et *Viviparidae*) 38 (60/22) *Limnephilidae* 37 (70/33) *Psychomyiidae* 36 (80/44) *Ephemeridae* 33 (100/67) *Sericostomatidae* 33 (100/67) *Lepidostomatidae* 33 (100/67)	*Ephemerellidae* 67 (100/33) *Aphelocheiridae* 67 (100/33) *Caenidae* 48 (70/22) *Heptageniidae* 44 (100/56) *Potamanthidae* 44 (100/56)

2.1.3. Ecart de polluosensibilité des taxons particuliers à chaque méthode

On pourrait penser a priori que la liste BMWP, plus étendue que celle de l'IBGN, précise la polluosensibilité d'un peuplement.

Or, certains des taxons de la liste BMWP, donc pris en compte par l'ASPT de l'I2M2, ne sont pas considérés comme indicateurs dans les cours d'eau français (comme le montre leur absence de la liste des groupes faunistiques indicateurs de l'IBGN) : odonates, coléoptères (sauf *Elmidae*), hétéroptères (sauf *Apheilocheiridae*).

De plus, la plupart de ces taxons sont affectés un niveau de bio-indication plutôt élevé (entre 4 et 10/10), tirant la qualité de l'ASPT vers le haut. Les polluosensibilités affichées par le BMWP des taxons cités ci-dessous sont nettement plus élevées que celles de l'IBGN pour la France :

Taxons indicateurs non communs	Cote de polluosensibilité ≥ 70 (7/10)	Cote de polluosensibilité de 50 à 60
Taxons indicateurs spécifiques méthode BMWP (reprise dans ASPT de l'I2M2)	*Siphlonuridae*, *Phryganeidae*, *Molannidae* (100) *Astacidae* + tous odonates sauf *Platycnemididae* et *Coenagrionidae* (80)	Crustacés *Corophiidae* (60) *Platycnemididae*, *Coenagrionidae* (60) 8 hétéroptères dont *Corixidae*, *Gerridae* (50) 10 coléoptères dont *Dytiscidae*, *Hydrophilidae*, *Dryopidae* (50) Diptères *Simuliidae*, *Tipulidae* (50) *Plannaires Planariidae*, *Dendrocoelidae* (50) *Sialidae* (40)
Taxons indicateurs spécifiques méthode IBGN	*Glossosomatidae* (78)	*Polymitarcidae* (56)

Sur les 65 listes étudiées ici, on note effectivement une différence moyenne de 10 points (sur 100) entre les niveaux de bio-indication fournie par ASPT de l'I2M2 et le groupe indicateur (GI) de l'IBGN (exprimés en base 100) : soit 58/100 pour GI-IBGN et 68/100 pour ASPT.

Dans seulement un tiers des cas, le GI-IBGN est meilleur que l'ASPT et dans 3% des cas cet écart est supérieur à 10/100).

2.1.4. Conclusion

Dans l'I2M2, la prise en compte par l'ASPT de taxons considérés comme peu bio-indicateurs dans les cours d'eau français, induit donc de fait une différence d'appréciation de la qualité biologique de l'eau notable par rapport à l'IBG-Equivalent.

De plus, la métrique ASPT de l'I2M2, intégrant des taxons de cote de polluosensibilité plus élevée que celle de l'IBGN, fournit donc une bio-indication plus optimiste que celle de l'IBGN.

Or, l'EQR ASPT est nul dans 38 % des 65 listes observées ; on en est donc amenés à s'interroger sur les modalités de calcul de l'EQR.

2.2. POLYVOLTINISME

2.2.1. Observations dans les listes étudiées

Une sélection des taxons les plus polyvoltins est présentée dans le tableau ci-après. En gras figurent les taxons les plus fréquemment observés au cours de l'analyse des 65 listes (sur bocaux B1+B2+B3). Ceci nous donne une idée de la nature du peuplement polyvoltin assez caractéristique de nombreuses stations d'Artois-Picardie.

« Polyvoltinisme »	Taxons les plus polyvoltins (modalité 3 et affinité 3)
Plécoptères	*Amphinemura, Brachyptera, Capnia, Capnopsis, **Euleuctra geniculata**, Isoperla, **Leuctra**, Nemurella picteti, Perlodes, Protonemura, Rhabdiopteryx, Taeniopteryx, Xanthoperla apicalis*
Trichoptères	*Agraylea, Allotrichia, **Hydroptila**, Orthotrichia, Oxyethira, Stactobia, Stactobiella ; Cyrnus, Holocentropus, Neureclipsis ; Lype, Metalype, Psychomyia, Tinodes*
Ephéméroptères	***Baetis**, **Caenis**, Centroptilum luteolum, Cloeon, Procloeon pennulatum*
Lépidoptères	*Nymphula, Cataclysta*
Coléoptères	***Brychius**, **Haliplus**, Bidessus, Coelambus, Oerodytes, Laccornis* et de nombreux autres coléoptères
	Gerris, Mesovelia, Microvelia, Callicorixa
Diptères	*Anthomyidae, Chironomini, Orthocladinae, Prosimuliinae, **Psychodidae**, Sciomyzidae, **Simuliinae**, Tanytarsini*
Crustacés	*Argulus, **Asellus**, Corophium, Crangonyx, **Echinogammarus**, **Gammarus***
Mollusques	*Galba truncatula, **Potamopyrgus antipodarum**, **Pisidium**, **Sphaerium***

2.3. OVOVIVIPARITE

2.3.1. Observations dans les listes étudiées

Une sélection des taxons ovovivipares est présentée dans le tableau ci-après. En gras figurent les taxons les plus fréquemment observés au cours de l'analyse des 65 listes (sur bocaux B1+B2+B3) :

« Ovoviviparité »	Taxons ovovivipares Suivi de leur valeur d'affinité pour cette modalité ()
Plécoptères	*Capnia (3), Capnopsis, Capnioneura (1)*
Ephéméroptères	*Cloeon (3)*
Crustacés	***Asellus**, Astacus, Atyaephyra, Austropotamobius, Corophium, Crangonyx, **Echinogammarus**, **Gammarus,** Niphargus, Orconectes, Pascifastacus, Proasellus, Procambarus (3)*
Diptères	*Anthomyidae, Chironomini, **Psychodidae**, Tanytarsini (1)*
Mollusques	***Potamopyrgus antipodarum**, **Pisidium**, **Sphaerium,** Viviparus, Anodonta, Corbicula, Dreissena, Margaritifera, Pseudoanodonta, Unio,…(3)*
Achètes	*Helopbdella, Hemiclepsis, Theomyzoa, Glossiphonia Haementeria, … (2)*
Autres	Plusieurs Spongiaires, cnidaires (*Bryozoa*) (3), …

On constate que le cortège ovovivipare est assez réduit et qu'une partie non négligeable des taxons est commune avec le cortège polyvoltin : environ 15 taxons dont la moitié est très fréquemment observée dans les listes faunistiques :

- crustacés *Asellidae, Echinogammarus* et *Gammarus,*
- mollusques *Potamopyrgus, Pisidium et Sphaerium,*
- diptères *Psychodidae.*

Ce constat apparaît en contradiction avec les principes de l'I2M2, les deux métriques n'étant pas, dans les faits, totalement indépendantes. La présence fréquente de ces taxons dans les peuplements pénalise donc doublement la valeur de l'I2M2, d'autant que plusieurs de ces taxons très communs et polluorésistants ont tendance à proliférer, ou tout au moins être abondants, ce qui fait encore diminuer le résultat I2M2.

Sur 65 listes étudiées, 26 « EQR-Ovoviviparité » sont nuls (soit 40 % des échantillons) ; les « EQR-polyvoltinisme » nuls sont presque aussi fréquents (35 %).

2.3.2. Conclusion

Il semble que les métriques « ovoviviparité » et « polyvoltinisme » soient pour partie redondants.

2.4. EFFET DU MODE DE CALCUL DE LA RICHESSE

Parmi les 65 listes étudiées, 60 % des richesses I2M2 sont plus élevées que les variétés totales DCE. C'est le cas dans 30 % des stations-dates, avec dans ce lot un écart compris entre 2 et 5 taxons, pour une richesse totale de 40 taxons en moyenne (25 à 64 taxons).

La prise en compte de la liste DCE pour le calcul de l'I2M2 conduirait pour ces stations à diminuer la métrique Richesse (en EQR) d'environ 0,025 à 0,17 point selon les HER (avec 1 à 5 taxons DCE non pris en compte pour la richesse I2M2).

2.5. GESTION DES LISTES FAUNISTIQUES

Comme on a pu le voir (§1.3.1) les listes faunistiques sont assez hétérogènes et les niveaux de détermination préconisés par la norme ne sont pas toujours respectés. Ainsi certains hydrobiologistes poussent les déterminations plus loin, parfois ce sont des évolution de la systématique qui sont pris en compte par certains opérateurs.

En l'absence de liste fermée à la différence de la norme invertébrés–DCE (XP T 90-388) nous ne connaissons pas exactement les organismes qui sont pris en compte pour les calculs de l'I2M2 ;

Ce qui est certain c'est qu'un certain nombre d'aménagements des listes doit être effectués préalablement à l'exécution des traitements I2M2.

Ainsi à titre d'exemple nous présentons en annexe (annexe 8.5. du rapport général) un certain nombre d'aménagements opérés par Philippe Usseglio lorsqu'il a réalisé les calculs I2M2 des 333 listes faunistiques du bassin Artois Picardie (jeu de données complet).

3. EXAMEN DES LISTES FAUNISTIQUES GENERANT UN I2M2 PARTICULIER

3.1. DECLASSEMENT I2M2/IBG-EQUIVALENT

3.1.1. Très forts écarts entre les deux indices

Un premier lot de 8 stations présente un écart relatif entre I2M2 et IBG-Equivalent très important qui va de 81 à 97 % de la note IBGN (indices exprimés en base 100). Les classes de qualité sont donc très différentes avec l'ensemble des I2M2 classé en « mauvaise qualité » alors que les résultats IBG-Equivalent sont plus contrastés mais jamais « mauvais » :

CodeStation	nom_Station	Année	I2M2 Base100	IBGEq Base100	HER2	Shannon EQR	ASPT EQR	POLYV EQR	OVOV EQR	Richesse EQR
01089000	L'YSER À BAMBECQUE	2008	1,38	40	31	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0900
01027000	LA SELLE À NOYELLES SUR SELLE	2009	3,23	65	38	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2112
01134000	L'AVRE À L'ÉCHELLE SAINT-AURIN	2009	1,87	35	57	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1223
01071000	LA LAWE À BRUAY-LABUISSIÈRE	2010	5,76	60	57	0,1344	0,0348	0,0000	0,0000	0,1895
01009600	LA TROUILLE À VILLERS SIRE NICOLE	2009	8,01	60	39	0,2247	0,0000	0,0000	0,0895	0,1642
01090000	LA SLACK À AMBLETEUSE	2012	8,59	60	32	0,2266	0,0000	0,0008	0,0000	0,3334
01001445	LA TARSY À LEVAL	2012	14,62	75	34	0,3244	0,0000	0,0999	0,0000	0,4801
01010000	L'ESCAUT RIVIÈRE À CRÉVECOEUR/ESCAUT	2010	13,27	70 (65?)	38	0,0111	0,0549	0,0000	0,2599	0,3823

L'I2M2 est très faible en raison de nombreuses métriques nulles (en EQR seulement), présentant donc les pires valeurs connues dans chaque hydro-écorégion.

- Shannon-EQR nul en 3 stations : les plus dégradées sont l'Avre et l'Yser puis secondairement la Selle. Ces 3 stations présentent un déséquilibre du peuplement avec de faibles variétés taxonomiques associées à de forts effectifs de quelques taxons, parfois proliférants : oligochètes, chironomes et gammares.
- ASPT-EQR nul 6 fois sur 8, alors que le groupe indicateur IBG n'est pas mauvais dans la moitié des cas : Trouille (GI 5), Selle (GI 6) et Tarsy (GI 7/9). Toutefois précisons que ces 3 IBG-Eq ont une mauvaise robustesse (perte de 2 à 3 niveaux de polluosensibilité si on retire le GI le mieux classé). Les 2 stations à ASPT non nulles Lawe et Escaut hébergent le même taxon indicateur (*Hydroptilidae* du GI 5), considéré comme un peu surestimé dans l'échelle de polluosensibilité IBGN (taxon surtout dépendant de la présence de végétation aquatique).
- Polyvoltinisme-EQR nul également 6 fois sur 8 (2 stations non nulles : Slack et Tarsy)
- Ovoviviparité-EQR nul également 6 fois sur 8 (2 stations non nulles Trouille (faible) et Escaut)

De nombreuses stations hébergent un cortège de taxons +/- polluotolérants, souvent également polyvoltins, plusieurs étant de surcroit ovovivipares. Voici par exemple le groupe qui contribue à diminuer ces 3 métriques, d'autant que leurs effectifs peuvent être élevés, ce qui aggrave leur contribution : toutes les stations hébergent *Asellidae*, *Gammarus*, *Baetis*, *Simuliidae* et *Glossiphoniidae* et 7 stations sur 8 des *Potamopyrgus*, *Sphaerium* et *Pisidium*.

Ces stations subissent donc une double, voire une triple sanction.

En conclusion : la prise en compte des caractéristiques écologiques de ce groupe de taxons polluotolérants par l'ASPT, le polyvoltinisme et l'ovoviviparité pénalise l'I2M2 et conduit à un déclassement bien plus important que l'IBG-équivalent (dans lequel la contribution de ces taxons n'est significative que s'ils interviennent comme groupe indicateur (GI 1 ou 2/9 : donc lorsque les stations sont très dégradées au plan physicochimique).

3.1.2. Fortes variations de l'I2M2 dans une chronique

Un second lot de 7 stations (16 échantillons) présente de très forts écarts entre I2M2 et IBGEq, (61 à 93 % d'écart) avec une chronique de 2 à 5 ans.

CodeStation	nom_Station	Année	I2M2 Base100	IBGEq Base100	HER2	Shannon EQR	ASPT EQR	POLYV EQR	OVOV EQR	Richesse EQR
01094000	LA CANCHE À AUBIN SAINT-VAAST	2012	22,17	60	57	0,4811	0,1370	0,0000	0,0000	0,7605
01095000	LA CANCHE À BEUTIN	2010	14,55	65	57	0,3118	0,0000	0,0756	0,0000	0,5254
01095000	LA CANCHE À BEUTIN	2011	5,12	45	57	0,0160	0,0851	0,0000	0,0000	0,1895
01093100	LA CANCHE À ESTRÉE-WAMIN	2009	13,53	45	57	0,2750	0,0228	0,0000	0,2561	0,1895
01097500	LA CRÉQUOISE À BEAURAINVILLE	2008	18,96	70	57	0,3603	0,2992	0,0000	0,0000	0,4246
01097500	LA CRÉQUOISE À BEAURAINVILLE	2009	16,75	65	57	0,5766	0,2160	0,0000	0,0000	0,1895
01097500	LA CRÉQUOISE À BEAURAINVILLE	2012	17,04	70	57	0,0673	0,3381	0,1163	0,0000	0,3574
01097000	LA TERNOISE À AUCHY LES HESDIN	2011	24,61	75	57	0,0273	0,2765	0,0173	0,3610	0,5925
01096000	LA TERNOISE À GAUCHIN-VERLOINGT	2008	8,2	50	57	0,5351	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
01096000	LA TERNOISE À GAUCHIN-VERLOINGT	2009	3,87	55	57	0,1304	0,0000	0,0000	0,0000	0,1223
01096000	LA TERNOISE À GAUCHIN-VERLOINGT	2010	10,97	60	57	0,2593	0,0000	0,0000	0,0000	0,4582
01028000	L'ÉCAILLON À THIANT	2007	24,64	70	38	0,5379	0,0802	0,1687	0,1919	0,4067
01028000	L'ÉCAILLON À THIANT	2008	15,17	60	38	0,3245	0,0000	0,0000	0,3188	0,1868
01028000	L'ÉCAILLON À THIANT	2010	25,19	65	38	0,1931	0,1994	0,1830	0,3593	0,3334
01028000	L'ÉCAILLON À THIANT	2011	17,2	70	38	0,3464	0,1320	0,1612	0,0000	0,3334
01028000	L'ÉCAILLON À THIANT	2012	14,53	65	38	0,5653	0,0860	0,0600	0,0000	0,1623

Les indices I2M2 sont parfois médiocres. Dans le même temps, tous les IBGEq sont nettement meilleurs, indiquant une bonne qualité dans plus de la moitié des échantillons, sinon une qualité moyenne.

Les métriques responsables du niveau de l'I2M2 sont surtout polyvoltinisme et ovoviviparité, dont les EQR sont nuls ou presque dans les trois quarts des échantillons, et secondairement l'ASPT avec un EQR nul ou très faible dans un tiers des échantillons.

Plusieurs stations sont pénalisées simultanément par ces 3 métriques : la Canche à Beutin, la Ternoise à Gauchin-Verloingt ou l'Echaillon à Thiant. La Canche et la Ternoise, avec un cortège de 6 à 8 taxons polyvoltins et autant d'ovovivipares, obtiennent un mauvais I2M2, diminué par la prolifération des *Gammaridae* (auxquels s'ajoutent *Potamopyrgus* dans la Ternoise). Il y a davantage de taxons polyvoltins et ovovivipares dans l'Ecaillon, avec prolifération des *Asellidae* et des *Sphaeriidae.* Parallèlement, les valeurs d'EQR ASPT sont très faibles, due à une forte proportion de taxons plus ou moins polluorésistants (respectivement 5,9 et 11 taxons ayant une cote BMWP ≤ 4/10 dans Canche, Ternoise et Echaillon). Toutefois, les valeurs brutes de l'ASPT reste du même niveau que le GI (66 pour ASPT et 55 pour GI-IBGN, valeurs rapportées en base 100). Cela montre que c'est **la transformation en EQR** qui rend l'ASPT particulièrement pessimiste par rapport à l'IBG-Equivalent : l'EQR-ASPT moyen de ces 7 stations n'est que de 0,115 (11,5 %)

Parmi les autres stations, la Créquoise appartient au réseau de référence (voir dans le rapport 2. Sites de référence, les bonnes qualités chimiques et physiques de ce cours d'eau). Or, cette station présente de mauvais I2M2, dus à des EQR systématiquement nuls ou presque (polyvoltinisme et ovoviviparité) les 3 années suivis : cela semble lié à l'abondance des taxons contributifs à ces 2 métriques, les crustacés *Gammarus* et *Echinogammarus.* Une nouvelle fois, la prise en compte de leurs effectifs impliqués dans plusieurs métriques parait très impactant. En effet, le protocole d'échantillonnage DCE ne garantit pas une représentativité des effectifs à l'échelle de la station alors que ceux-ci semblent contribuer significativement à la note I2M2, notamment par les effectifs abondants de quelques taxons presque toujours peu polluosensibles. L'IBG-Eq reste parallèlement de bonne qualité (ce qui est conforme aux conditions de milieu), grâce à la présence régulière de taxons polluosensibles comme les trichoptères *Goeridae* (GI 7), et ce malgré une très faible robustesse en 2008 (-4 points).

La prise en compte de la métrique ovoviviparité apparaît enfin un peu obscure : un assez bon EQR ovoviviparité est par exemple observé dans la Ternoise à Auchy Les Hesdin en 2011, alors qu'on y observe

un cortège ovovivipare important (9 taxons), avec une abondance d'*Echninogammarus,* comme en d'autres stations où l'EQR « ovoviviparité » est nul.

3.1.3. Conclusion : origine du déclassement par l'I2M2

- les métriques « Polyvoltinisme » et « Ovoviviparité » sont celles qui déclassent le plus l'I2M2 par rapport à l'IBG-Equivalent. Leur poids est souvent accentué par l'abondance fréquente de quelques taxons contributifs (*Gammaridae, Asellidae, Sphaeriidae, Potamopyrgus*, …)
- L'ASPT exprimé en EQR est également faible (et pénalisant) dans beaucoup de stations, alors que les ASPT bruts, comme le groupe Indicateur IBG-Eq, présentent des valeurs moyennes de polluosensibilité plutôt intermédiaires (respectivement 5,2 et 6,1/10).
- Les métriques « Shannon » et « Richesse » sont plus rarement à l'origine de déclassements. Mais des abondances relatives trop marquées peuvent dégrader fortement la métrique Shannon (Ternoise à Auchy-les-Hesdin en 2011).

3.2. VALEURS EXTREMES DE L'I2M2

Ce groupe présente les résultats parmi les plus contrastés du jeu de données. Il s'agit de mettre en évidence les caractéristiques des peuplements dans ces situations :

3.2.1. Mauvais I2M2

Quatre stations ont un résultat I2M2 extrêmement mauvais : la Selle à Noyelles, l'Yser à Bambecque et l'Escaut (Rivière), alors que les IBG éq sont plus variables, de bons à médiocres.

CodeStation	nom_Station	Année	I2M2 Base100	IBGEq Base100	Variété IBGN	GI IBGN	HER2	Shannon EQR	ASPT EQR	POLYV EQR	OVOV EQR	Richesse EQR
01089000	L'YSER À BAMBECQUE	2008	1,38	40	23	2	31	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0900
01027000	LA SELLE (AFFLUENT DE L'ESCAUT) À	2009	3,23	65	25	6	38	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2112
01027000	LA SELLE (AFFLUENT DE L'ESCAUT) À	2012	1,36	50	20	5	38	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0890
01010000	L'ESCAUT RIVIÈRE À CRÉVECOEUR-SUR-	2007	7,6	60	25	5	38	0,3191	0,0000	0,0000	0,0263	0,1379

Les pires situations sont exprimées par presque toutes les métriques de l'I2M2 :

- un EQR Shannon mauvais du fait de la prolifération (ou de l'abondance relative) de certains taxons parmi les Oligochètes, Chironomes, *Gammaridae* ou *Sphaeriidae* ;
- un EQR richesse mauvais à médiocre en raison de peuplements pauvres et presque tous constitués de taxons non polluosensibles (entre 22 et 30 taxons), donc déterminant aussi un mauvais ASPT ;
- des EQR polyvoltinisme et ovoviviparité tous nuls, liés à de taxons contributifs étoffés compte tenu des faibles variétés totales (7 à 10 polyvoltins et 5 à 8 ovovivipares), avec un effet négatif supplémentaire donné par l'abondance de *Gammaridae* et de *Sphaeriidae* dans la Selle et l'Escaut.

La Selle en 2009 apparaît de bonne qualité biologique avec l'IBG éq (ainsi qu'avec son EQR=0,76), grâce à la présence d'un taxon indicateur pollluosensible : les trichoptères *Lepidostomatidae*, mais mauvaise avec l'I2M2, dont 4 métriques sont nulles. L'indice moyen de 9 altérations SEQ-eau[1] les 6 mois précédant le prélèvement est de 64/100, indiquant une bonne qualité de l'eau (sauf en nitrates, médiocres). Par ailleurs, la qualité physique est moyenne (55/100) en raison d'une faible sinuosité sans doute non conforme au profil initial. Quoi qu'il en soit, l'IBG-Eq apparaît donc plus conforme à la réalité terrain que l'I2M2. Toutefois, on peut relativiser le bon diagnostic IBG-Eq car la robustesse est mauvaise (- 3 niveaux de GI) et la variété taxonomique faible.

[1] Toutes altérations disponibles, température et acidification non prises en compte car systématiquement de bonne qualité.

L'écart d'appréciation fourni par les 2 indices est donc clairement lié d'une part aux sous-variables prises en compte, et d'autre part à leur pondération par les EQR (très visible pour l'ASPT), induisant un déclassement qui n'apparaît pas justifié.

3.2.2. I2M2 médiocres et moyens

Trois autres stations présentent une qualité médiocre (à légèrement mauvaise) d'après l'I2M2, mais très différente selon l'IBG.

CodeStation	nom_Station	Année	I2M2 Base100	IBGEq Base100	Variété IBGN	GI IBGN	HER2	Shannon EQR	ASPT EQR	POLYV EQR	OVOV EQR	Richesse EQR
01090000	LA SLACK À AMBLETEUSE	2007	17,15	60	25	5	32	0,4636	0,2183	0,0432	0,0000	0,2601
01093100	LA CANCHE À ESTRÉE-WAMIN	2008	18,88	35	18	2	57	0,3182	0,3916	0,0000	0,1987	0,0215
01001445	LA TARSY À LEVAL	2010	34,2	85	37	7	34	0,3973	0,2493	0,2901	0,1739	0,7592
01137000	LA NOYE À DOMMARTIN	2010	47,41	65	27	6	57	0,2949	0,4468	0,7919	0,4233	0,2902

- La Canche présente un peuplement de polluosensibilité moyenne avec quelques taxons bien cotés dans l'ASPT comme *Limnephilidae* et *Rhyacophilidae* (7/10), d'ailleurs moins bien cotés dans l'IBG-Eq (respectivement 3 et 4/9). Le GFI est de 22% (2/9), alors que l'ASPT est de 39%. I2M2 et IBG-Eq indiquant la même (médiocre) classe de qualité, ce sont les polyvoltins et la richesse (2% dans l'I2M2) qui abaissent principalement l'I2M2 La concordance des niveaux de qualité des 2 indices n'est donc pas due aux mêmes causes.
- La situation biologique de la Slack est mauvaise d'après l'I2M2 en raison de plusieurs métriques mal notées ; l'EQR Shannon est le plus élevé du fait d'effectifs importants de plusieurs taxons (ce qui rééquilibre numériquement un peuplement dont la composition est ailleurs très dégradée). L'IBG-Eq indique une qualité moyenne, en raison d'une faible variété taxonomique compensé par le niveau de polluosensibilité du groupe faunistique indicateur (GI5/9), plus conforme à la qualité de l'eau (indice moyen de 10 altérations SEQ-eau les 6 mois précédant le prélèvement égal à 67/100). Notons que dans le cadre de la recherche de sites de référence en tête de bassin de ce cours d'eau, la validation terrain a montré une importante dégradation physique liée à une forte pression agricole (voir rapport 2. Sites de référence).
- La Tarsy a un I2M2 médiocre (à la limite du moyen) pénalisé par l'ovoviviparité et ensuite par l'ASPT (25/100) témoignant a priori d'une qualité d'eau dégradée. Parallèlement, l'IBG-éq correspondant est très bon (17/20) grâce à un GI élevé (trichoptères *Goeridae)* et à une variété taxonomique également forte, concordant avec l'EQR richesse (76%) et suggérant des conditions d'habitat favorables (pas de données SEQ-physique). Si la qualité de l'eau n'est pas optimale, comme le montre l'indice moyen de 9 altérations SEQ-eau les 6 mois précédant le prélèvement, de 67/100, elle n'est cependant pas mauvaise. La prise en compte de la polluosensibilité par l'I2M2 apparaît donc pessimiste ; a contrario, celle de l'IBG semble optimiste.
- La Noye, proposée en site de référence, présente un I2M2 moyen (à la limite de médiocre) : ce sont les métriques « shannon » et « richesse » qui sont les plus faibles contributeurs (dans l'IBG, la variété taxonomique de l'IBG-Eq est moyenne avec 27 taxons) alors que la présence de l'éphéméroptère *Ephemera,* organisme fouisseur polluosensible (GI 6), confirme la bonne qualité du substrat (au moins localement), mise en évidence par le SEQ-physique et l'expertise sur le terrain. L'ASPT est moyen (45/100) et en deçà du GI-IBGN (67/100) et de la qualité de l'eau (MOOX très bonnes sur toute la période 2007-2012, nitrates et phosphates « seulement » bons, voir Rapport 2. Sites de référence). C'est l'EQR polyvoltinisme, qui est la métrique la plus élevée, situation assez rare pour être relevée. Alors que le peuplement comporte un cortège de taxons polyvoltins assez étoffé (7 taxons dont au moins un en quantité abondante : *Echinogammarus*), des taxons à cycle de reproduction lent (*Sericostomatidae* ou *Ephemeridae*) contribuent sans doute à relever l'indice de polyvoltinisme.

La mise en perspective des résultats I2M2 avec l'IBG d'une part, les données de qualité de l'eau d'autre part, montre que l'I2M2 est sévère, pénalisé notamment par la métrique polyvoltinisme ; ce qui n'est pas incompatible avec un IBG manquant sans doute de précision.

3.2.3. I2M2 bons

CodeStation	nom_Station	Année	I2M2 Base100	IBGEq Base100	Variété IBGN	GI IBGN	HER2	Shannon EQR	ASPT EQR	POLYV EQR	OVOV EQR	Richesse EQR
01140900	LE CANAL DE CAYEUX À CAYEUX/MER	2009	53,05	50	31	2	57	1,0000	0,0000	0,5972	0,7343	0,4582
01133000	L'ANCRE À BONNAY	2011	67,91	85	38	7	57	1,0000	0,5799	0,6529	0,4711	0,8613

- L'Ancre à Bonnay (2011) présente les meilleurs résultats des 65 listes étudiées (I2M2 = 68/100) sans pour autant atteindre la très bonne qualité comme l'IBG. Ce résultat est cohérent avec la qualité de l'eau (indice moyen de 6 altérations SEQ-eau les 6 mois précédant le prélèvement égal à 69/100). Shannon y est optimal et les autres métriques sont bonnes à très bonnes, sauf l'ovoviviparité qui est seulement moyenne (47/100), avec 7 taxons ovovivipares. On comprend alors difficilement que l'EQR polyvoltinisme soit à 65% avec 8 taxons polyvoltins. Il est possible, comme à la station précédente, que la présence simultanée de plusieurs taxons à cycle de reproduction lente (moins d'une génération/an) comme *Sericostoma*, *Ephemera,* ou les coléoptères, améliore l'indice polyvoltinisme ? La présence (bien qu'anecdotique) de larves d'*Ephemera,* taxon fouisseur polluosensible, peut témoigner d'un substrat de bonne qualité (en l'absence de données SEQ physique).
- Enfin, un seul cas d'I2M2 supérieur à l'IBG-Equivalent a été trouvé dans toutes les données 2007-2012 : le Canal de Cayeux en 2009. Cette situation exceptionnelle semble liée d'une part à des EQR ovoviviparité et polyvoltinisme élevés et surtout à un EQR-Shannon optimal du fait d'effectifs homogènes pour tous les taxons, même s'ils sont en très faibles abondance, et alors que l'EQR ASPT est égal à 0. Les 2 indices biologiques sont assez proches, autour du niveau moyen. L'IBGéq l'est grâce à un taxon indicateur plutôt surévalué (trichoptères *Hydroptilidae*).

Le cas de l'Ancre montre que l'IBG surévalue la qualité biologique. Celui du canal de Cayeux que la métrique Shannon peut avoir des effets pervers.

On note aussi un décalage entre les indices bruts et leurs EQR. A titre d'exemple, dans le canal de Cayeux, la métrique brute ovoviviparité est égale à 0,18 et son EQR à 0,73, alors que sur le jeu complet de données : l'ovoviviparité brute moyenne est de 0,27 avec un EQR moyen de seulement 0,17. Cela n'est pas un effet de l'HER car le canal, comme la majorité des stations étudiées en Artois-Picardie fait justement partie des Tables calcaires (Haute-Normandie Picardie).

3.3. VARIABILITE DE L'I2M2

3.3.1. Variabilité interannuelle

Pour étudier la variabilité interannuelle de l'I2M2 nous avons analysé 17 listes faunistiques correspondant à 6 stations choisies par une forte variabilité de l'I2M2.

CodeStation	nom_Station	Année	I2M2 Base100	IBGEq Base100	HER2	Shannon EQR	ASPT EQR	POLYV EQR	OVOV EQR	Richesse EQR
01008000	L'HELPE MAJEURE À TAISNIÈRES-EN-THIÉRACHE	2010	33,84	80	34	0,2597	0,2729	0,2841	0,1917	0,8203
01008000	L'HELPE MAJEURE À TAISNIÈRES-EN-THIÉRACHE	2012	54	75	34	0,9133	0,4010	0,4821	0,3364	0,7715
01141000	LE SCARDON À ABBEVILLE	2008	14,24	65	57	0,0000	0,3780	0,0663	0,0000	0,2566
01141000	LE SCARDON À ABBEVILLE	2009	55,43	75	57	1,0000	0,4033	0,6148	0,3240	0,5925
01141000	LE SCARDON À ABBEVILLE	2010	29,16	60	57	0,8851	0,2838	0,2421	0,0000	0,2230
01140500	L'AIRAINES À BETTENCOURT	2008	16,76	65	57	0,0000	0,1642	0,4124	0,0000	0,2230
01140500	L'AIRAINES À BETTENCOURT	2010	42,66	65	57	0,0000	0,3703	0,5796	0,5926	0,4582
01140500	L'AIRAINES À BETTENCOURT	2011	52	75	57	0,6356	0,2146	0,7121	0,4431	0,6933
01116000	LA SOMME RIVIÈRE À MORCOURT	2009	15,7	45	38	0,5610	0,1687	0,0000	0,0792	0,0890
01116000	LA SOMME RIVIÈRE À MORCOURT	2010	29,52	60	38	0,5635	0,1984	0,5152	0,0817	0,1623
01116000	LA SOMME RIVIÈRE À MORCOURT	2011	38,4	70	38	0,5782	0,3227	0,2429	0,3135	0,6023
01116000	LA SOMME RIVIÈRE À MORCOURT	2012	52,24	100	38	0,6008	0,5293	0,4545	0,2147	1,0000
01094000	LA CANCHE À AUBIN SAINT-VAAST	2009	34,26	60	57	0,2915	0,4033	0,2259	0,4226	0,3574
01094000	LA CANCHE À AUBIN SAINT-VAAST	2010	52,84	85	57	0,7866	0,4203	0,4765	0,2077	0,9956
01094000	LA CANCHE À AUBIN SAINT-VAAST	2011	29,95	70	57	0,4854	0,3164	0,1674	0,1192	0,5590
01053000	LA LYS RIVIÈRE À AIRE-SUR-LA-LYS	2011	59,21	70	57	0,9528	0,2329	0,6590	0,5132	0,7941
01053000	LA LYS RIVIÈRE À AIRE-SUR-LA-LYS	2012	33,63	65	57	0,6272	0,2336	0,3902	0,0000	0,6261

3 stations varient de la qualité I2M2 « médiocre » à « bonne » souvent d'une année à l'autre (Lys, Canche et Helpe Majeure). Et 3 stations varient très fortement, couvrant 4 classes de qualité de l'I2M2 en 3 ou 4 années de suivi : le Scardon à Abbeville, l'Araines à Bettencourt et la Somme (rivière) à Morcourt.

Les métriques qui sont responsables de ces variations sont principalement :

- La richesse, qui présente une forte variabilité interannuelle : par exemple la Somme voit son EQR-richesse augmenter progressivement et fortement entre 2009 et 2012 (de 0,09 à 1), alors que dans le même temps la mosaïque d'habitat varie assez peu (selon tableau d'échantillonnage). L'évolution dans ce cas semble liée à l'amélioration de la qualité de l'eau, comme le confirment les résultats SEQ-eau, mais elle n'est **ni dans le même registre** (variation de 4 classes de l'I2M2), **ni dans la même proportion** : les indices annuels moyens toutes altérations 6 mois précédant le prélèvement n'évoluent ainsi que de 68 à 72/100 (classe verte). L'augmentation parallèle de l'ASPT (de 16 à 53/100) au cours du temps est cohérente avec les observations précédentes, mais est également disproportionnée.

  Un artefact peut être dû au prélèvement ; l'évolution de la richesse peut avoir un lien avec la saisonnalité : en effet les prélèvements printaniers sont généralement meilleurs que ceux réalisés en été (cas de l'Araines).

- L'indice Shannon est fréquemment très variable (sauf dans la Somme), car il évolue avec la richesse et avec la variation des effectifs des taxons abondants ou proliférants. Exemple du Scardon en 2008 : son amélioration est liée à la diminution des effectifs de *Gammaridae* et de *Baetidae,* mais surtout à la variation de la richesse taxonomique. Dans le cas de l'Helpe Majeure, la métrique augmente fortement en 2012 avec la diminution des effectifs des taxons abondants (effet saisonnier ? prélèvement tardif en octobre 2012 comparé à juillet 2010 où la végétation était proliférante).

- Le polyvoltinisme et l'ovoviviparité présentent également de fortes variabilités. Certaines sont liées aux variations des effectifs des taxons abondants, qui donnent donc plus ou moins de poids aux métriques concernées selon les années. Toutefois, d'autres évolutions de ces métriques ne sont pas compréhensibles. Parfois, il y a amélioration alors que les cortèges polyvoltins ou ovovivipares s'enrichissent en taxons : par exemple apparition de *Sphaerium* et *Psychodidae* (polyvoltins) dans l'Araines en 2010 ; *Asellus* et *Unio* (ovovivipares) dans la Somme en 2010. A contrario, la disparition des *Potamopyrgus* dans le Scardon en 2010 n'empêche pas la dégradation des 2 métriques (peut être lien avec effectifs de *Pisidium* ?).

  A cet égard, le cas de la Lys est intéressant car les campagnes 2011 et 2012 ont eu lieu à la même période (fin juin) : alors que le peuplement ne parait pas très différent, une perte de 2 classes d'I2M2 se produit (verte/orange). Cette dégradation est surtout due à l'ovoviviparité (chute de l'EQR de 50%). Or la seule différence entre les deux échantillons est l'apparition des éphémères *Baetis* et l'augmentation des effectifs de *Gammarus*. On en déduit que le poids de ces taxons dans la métrique est bien trop important,

et l'(EQR) ovoviviparité trop sensible. D'autant que la qualité de l'eau constatée par les indices SEQ-eau annuels moyens toutes altérations les 6 mois précédant le prélèvement est bonne aux 2 périodes.

- La relative variabilité de l'ASPT (16/37/21 en EQR) dans l'Araines, traduit vraisemblablement la relative instabilité de la qualité de l'eau constatée par les indices SEQ-eau annuels moyens toutes altérations les 6 mois précédant le prélèvement (69/74/69). Mais l'ASPT apparaît fortement décalée « vers le bas ».

Les métriques Shannon et ASPT de l'I2M2 présentent des amplitudes de variations interannuelles bien supérieures à celles de la qualité de l'eau, tout indiquant sa dégradation.

3.3.2. Variabilité saisonnière

Une seule station a été échantillonnée 2 fois la même année. Il s'agit de la Selle à Monsures, site « de référence », sauf en ce qui concerne la ripisylve de qualité seulement moyenne.

CodeStation	nom_Station	Date	I2M2 Base100	IBGEq Base100	HER2	Shannon EQR	ASPT EQR	POLYV EQR	OVOV EQR	Richesse EQR
01138100	SELLE A MONSURES	28/04/2010	33,68	75	57	0,8118	0,3881	0,0842	0,1869	0,3910
01138100	SELLE A MONSURES	14/09/2010	55,04	80	57	1,0000	0,4903	0,4694	0,2762	0,7269

Alors que l'IBG-Eq est stable (et cohérent avec les bonnes qualités SEQ-eau et SEQ-physique), l'I2M2 varie de 2 classes, s'améliorant en fin d'été par toutes ses métriques (en EQR) :

- Shannon passe de bon à optimal ; l'amélioration en septembre est liée à l'augmentation de la variété taxonomique sans modification des répartitions d'effectifs des taxons dominants.
- L'ASPT est assez moyen (9 taxons présentent un caractère polluorésistant plus ou moins marqué (cotes BMWP <4/10) : la légère augmentation en septembre est liée à l'arrivée de quelques taxons indicateurs contributifs (coléoptères et gastéropode *Ancylus*) malgré la disparition simultanée de taxons sensibles (*Metalype* et *Ephemerella).*
- Polyvoltinisme : EQR très faible en avril avec 8 taxons polyvoltins (*Hydroptila Metalype Baetis* simulies *Echinogammarus*, *Gammarus*, *Pisidium* et *Potamopyrgus*) ; si l'augmentation nette en septembre (d'un facteur 6) est uniquement due à la disparition des trichoptères *Psychomyidae* (*Metalype*) et à l'apparition de quelques coléoptères *Platambus*, *Orectochilus* (ayant moins d'une génération/an) ; alors l'écart de métrique entre les 2 situations nous paraît disproportionné, compte tenu de la bonne qualité de l'eau et du milieu. L'appréciation initiale en avril parait trop faible.
- Ovoviviparité : avec seulement 5 taxons ovovivipares : *Echinogammarus Gammarus, Pisidium, Potamopyrgus*, et *Glossiphoniidae* (généralement on n'observe pas moins de 5 taxons ovovivipares par station), l'EQR d'avril semble un peu faible (0,19). De plus, l'augmentation de l'EQR de 50% en septembre est peu compréhensible car le peuplement ovovivipare ne change que par une diminution de l'effectif de *Pisidium*.
- Richesse moyenne : l'EQR double en septembre (+ 10 US). L'échantillonnage de 3 types d'habitats supplémentaires (litières, hélophytes et dalles) par rapport au printemps peut expliquer pour partie cette évolution.

En conclusion, alors que la composition du peuplement est somme toute assez proche d'une saison à l'autre (ce qu'indique l'IBG-éq.), l'2IM2 varie de façon significative. Par ailleurs, alors que les peuplements printaniers sont généralement meilleurs que ceux de fin d'été, l'indice est significativement plus faible en avril. La proportion d'organismes polyvoltins et ovovivipares semble donc avoir un effet déterminant sur l'I2M2, disproportionné vu la faible différence de composition des peuplements.

3.4. QUALITE MATIERES AZOTEES ET I2M2

3.4.1. Qualité matières azotées médiocre à moyenne et I2M2 variable

Cette sélection présente des qualités I2M2 variables pour une qualité matières azotées (hors nitrates) médiocre à moyenne (moyenne des 6 mois précédant l'échantillonnage).

CodeStation	nom_Station	Année	I2M2 Base100	IBGEq Base100	M AZOT Moy 6 mois Indice Qualite	HER2	Shannon EQR	ASPT EQR	POLYV EQR	OVOV EQR	Richesse EQR
01066000	LE GUARBECQUE À SAINT-VENANT	2008	25,14	55	23,2	31	0,2308	0,0000	0,6007	0,2422	0,1395
01066000	LE GUARBECQUE À SAINT-VENANT	2009	27,63	55	33,2	31	0,3611	0,0000	0,5540	0,2774	0,1890
01066000	LE GUARBECQUE À SAINT-VENANT	2011	25,73	65	38,5	31	0,0000	0,0000	0,4654	0,3928	0,3868
01089000	L'YSER À BAMBECQUE	2010	14,35	40	36,4	31	0,0964	0,0000	0,4866	0,0105	0,0900
01089000	L'YSER À BAMBECQUE	2012	14,41	40	38,5	31	0,0000	0,0000	0,3958	0,0699	0,2384
01096000	LA TERNOISE À GAUCHIN-VERLOINGT	2011	29,32	65	32,3	57	0,7144	0,0419	0,2734	0,0654	0,6261
01134000	L'AVRE À L'ÉCHELLE SAINT-AURIN	2008	5,36	35	38	57	0,3286	0,0000	0,0000	0,0000	0,0215
01134000	L'AVRE À L'ÉCHELLE SAINT-AURIN	2010	11,09	35	36	57	0,7240	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
01134000	L'AVRE À L'ÉCHELLE SAINT-AURIN	2012	13,7	35	37,7	57	0,7723	0,0000	0,0000	0,0000	0,1223
01141000	LE SCARDON À ABBEVILLE	2008	14,24	65	56,2	57	0,0000	0,3780	0,0663	0,0000	0,2566
01141000	LE SCARDON À ABBEVILLE	2012	60,26	85	58	57	0,7291	0,3964	0,5926	0,5872	0,8277

Seules 2 rivières : la Guarbecque et la Ternoise présentent un I2M2 de même niveau que les matières Azotées (hors nitrates).

Dans ces stations, l'ASPT est mauvais quelque soit la campagne (EQR-ASPT nul ou presque), indiquant que ces stations présentent régulièrement une mauvaise qualité d'eau en matières azotées (c'est aussi le cas des nitrates, mais que la qualité des autres variables est bonne - indices des autres altérations voisins de 70). La proportion d'organismes plus ou moins polluorésistants est importante (10 à 13 taxons ont une cote BMWP ≤ 4/10).
Dans la Guarbercque, toutes les métriques sont mauvaises à moyennes excepté le polyvoltinisme qui évite ainsi un trop fort déclassement de l'I2M2. Il est assez rare que cette métrique améliore l'I2M2, notamment des peuplements perturbés. On note ainsi qu'un certain nombre de taxons habituellement très fréquents sont absents de cette station (crustacés *Gammaridae*, diptères *Simuliidae* et gastéropode *Potamopyrgus*). La cause de leur absence n'est pas explicable simplement.
L'I2M2 de la Ternoise est également dégradé par l'ovoviviparité avec 6 taxons appartenant à ce cortège dont certains sont abondants (*Potamopyrgus* et *Gammarus*).

L'Yser et l'Avre présentent régulièrement une pollution en matières azotées, avec parallèlement un I2M2 encore plus sévère, sans doute lié à une mauvaise qualité générale de l'eau (indices moyens toutes altérations inférieurs à 60 dans l'Yser, de 45 à 47 dans l'Avre). Comme aux stations précédentes, l'EQR-ASPT est nul, témoignant d'une bonne réponse de la métrique à la qualité de l'eau. Les autres métriques de ces 2 stations sont mauvaises à l'exception d'un bon Shannon dans l'Avre, lié à l'abondance de plusieurs taxons qui équilibrent la répartition des effectifs et d'un polyvoltinisme moyen dans l'Yser.

La qualité moyenne du Scardon en matières azotées coïncide avec des diagnostics I2M2 opposés (mauvais/bon). Cette station présente un indice ASPT stable et moyen les 2 années, cohérent avec le diagnostic matières azotées et les autres altérations SEQ-eau. La variabilité des autres métriques est surtout liée à la structure du peuplement qui présente de forts écarts de composition (modifiant richesse et shannon). L'ovoviviparité évolue notablement, + 59% ce qui paraît considérable au vu de la disparition en 2012 de 2 des 8 taxons ovovivipares (*Echinogammarus* et *Potamopyrgus*) ; l'EQR polyvoltinisme augmente également de 53% malgré le maintien du cortège polyvoltin (10 taxons). L'amélioration peut être liée à la baisse des effectifs de *Gammaridae* (proliférant) et des *Baetidae* pourtant remplacés par abondance d'Aselles en 2012. Dans le même temps, la qualité générale de l'eau (hors matières azotées) a peu évolué (indices moyens annuels 2008 et 2012 toutes altérations les 6 mois précédant le prélèvement de respectivement 69 et 73). Dans ces conditions, même s'il y a un effet saisonnier (prélèvement de septembre 2008 moins riche que celui de mai 2012), l'écart de classe I2M2 lié aux très fortes modifications de 4 métriques sur 5 ne paraît pas justifié, l'appréciation de septembre 2008 paraissant sous-estimée ; celle fournie par l'IBG-Eq étant sans doute surestimée.

3.4.2. Bonne qualité matières azotées et I2M2 variable

Cette sélection présente des I2M2 bons à mauvaise, avec une bonne qualité matières azotées (hors nitrates). Notons que 3 de ces 4 stations sont des sites de référence (sauf Canche à Estrée-Wamin).

CodeStation	nom_Station	Année	I2M2 Base100	IBGEq Base100	AZOT Moyenne Indice Qualite	HER2	Shannon EQR	ASPT EQR	POLYV EQR	OVOV EQR	Richesse EQR
01138300	LES ÉVOISSONS À BERGICOURT	2009	63,20	75	80	57	0,3303	0,4795	0,7175	0,9272	0,5925
01138300	LES ÉVOISSONS À BERGICOURT	2011	55,54	85	84,2	57	0,9428	0,6393	0,4690	0,2750	0,5925
01097500	LA CRÉQUOISE À BEAURAINVILLE	2009	16,75	65	80,5	57	0,5766	0,2160	0,0000	0,0000	0,1895
01097500	LA CRÉQUOISE À BEAURAINVILLE	2011	31,81	70	81,5	57	0,4960	0,3425	0,2802	0,1425	0,4246
01138100	LA SELLE (AFFL SOMME) À MONSURES	2008	33,35	70	80,4	57	0,5460	0,3881	0,2294	0,0696	0,5925
01093100	LA CANCHE À ESTRÉE-WAMIN	2009	13,53	45	79,70	57	0,2750	0,0228	0,0000	0,2561	0,1895

La station « Les Evoissons » présente des résultats d'I2M2 conformes à la bonne qualité « matières azotées » et à sa bonne, voire très bonne, qualité générale (sauf nitrates). Cette station présente une bonne richesse, stable ; mais les autres métriques sont plus variables, ce qui est difficilement explicable par les facteurs du milieu, et témoignent peut être de (l'excès de) sensibilité des métriques.
Alors que la qualité d'eau reste très bonne (voir rapport 2. Sites de référence), l'ASPT s'améliore sensiblement de 2009 à 2011 (+ 20%) en raison de la « disparition » de quelques gastéropodes polluorésistants (*Potamopyrgus*, *Radix* et *Planorbiidae*) ; mais certains de ces taxons n'ont pas véritablement disparu, car ils sont encore présents en 2011 dans les prélèvements marginaux du B1 (donc non pris en compte dans l'ASPT).
La diminution de l'indice I2M2 est essentiellement liée aux métriques « polyvoltinisme » et surtout « ovoviviparité » dont les cortèges indicateurs s'enrichissent chacun de 3 ou 4 taxons en 2011 (*Gammarus*, *Asellus* et *Potamopyrgus*). Ces indices élevés en 2008 conformément à la bonne qualité générale de la station, subissent donc une diminution marquée en 2011, qui n'est pas suffisamment compensée par l'amélioration de la métrique « Shannon », qui progresse en 2011 grâce à la réduction des effectifs des taxons abondants en 2008 (chironomes, *Echinogammarus* et oligochètes).

Aux autres stations, le diagnostic I2M2 n'est pas bon, alors que les matières azotées sont très bonnes, et les autres qualités d'eau aux alentours de 70/100. L'ASPT est médiocre à mauvais dans la Créquoise et la Canche avec de 5 à 8 taxons à BMWP ≤ 4/10) et peu de taxons polluosensibles. Seule la Selle présente un ASPT moyen grâce à la présence de taxons témoins de meilleure qualité d'eau comme les trichoptères *Odontoceridae*, *Goeridae* ou *Sericostomatidae*). La présence de taxons de polluosensibilité variée (particulièrement dans la Canche) n'est pas expliquée par la qualité de l'eau qui est bonne (bons indices moyens annuels des 6 mois précédant le prélèvement).

La métrique polyvoltinisme pénalise l'I2M2 de la Canche (2009) et de la Créquoise (2008) par l'abondance de certains taxons (*Gammaridae*, *Potamopyrgus,* auxquels s'ajoutent les *Simuliidae* et les *Pisidium* dans la Canche) qui donnent du poids au cortège polyvoltin. Notons également que les richesses ne sont pas élevées dans ces 2 stations-dates (malgré le statut de référence de la Créquoise).

La métrique « ovoviviparité » pénalise les I2M2 de la Créquoise (2008) et de la Selle, essentiellement en raison de l'abondance relative des crustacés *Gammaridae*.

4. CONCLUSIONS

Cette approche des résultats I2M2 à partir de l'examen direct des listes faunistiques a permis de mieux comprendre certains liens entre la réalité des peuplements invertébrés dans leur environnement et leurs effets sur les résultats de l'I2M2 au travers de ses métriques constitutives.

Certaines métriques sembles bien corrélées aux pressions comme l'ASPT avec la qualité des eaux, ou encore la richesse taxonomique avec la qualité et la diversité de la mosaïque d'habitats.

Toutefois **certaines métriques contribuent très fréquemment au déclassement des I2M2** des 65 stations étudiées, comme le **polyvoltinisme et l'ovoviviparité** : en effet, dans plus des trois quarts des cas, leur EQR est inférieur à la valeur de l'I2M2. On observe un cortège de taxons contribuant simultanément à ces 2 métriques, taxons très communs dans les peuplements étudiés, ce qui conduit à la dégradation des 2 indices. De plus, comme plusieurs de ces taxons présentent fréquemment de forts effectifs (*Gammaridae*, *Sphaeriidae* ou *Hydrobiidae Potamopyrgus*), ils peuvent aussi avoir un effet sur la métrique Shannon, conduisant au final à de très faibles I2M2.

On a noté également que de modestes variations au sein des peuplements (disparitions ou apparition de 1 ou 2 taxons contributifs, ou variations d'effectifs de quelques taxons) peuvent fortement influencer les valeurs de certaines métriques (Shannon, polyvoltinisme et ovoviviparité) posant la question de leur sensibilité dans le bassin Artois-Picardie[2]. La prise en compte des effectifs dans ces 3 métriques (même en échelle log) est-elle pertinente au regard du protocole de prélèvement non forcément adapté à mesurer les densités réelles des organismes ?

Même si cela est marginal, la prise en compte d'une liste faunistique fermée différente de celle du protocole DCE n'est pas sans conséquence sur les calculs des métriques (impact sur les variétés taxonomiques, évolution de la systématique, …).

Enfin, les très fortes différences entre diagnostic IBG-Equivalent et I2M2 s'expliquent principalement par l'intégration des 2 métriques de traits biologiques et de Shannon dans l'I2M2. De plus, l'ASPT parait sensiblement plus pessimiste le groupe indicateur de l'IBGN en valeur brute et nettement déclassant lors de son passage en EQR.

[2] Les 5 métriques constitutives de l'I2M2 ont été choisies dans un lot initial de 450 en raison de leur « stabilité » en conditions de référence.

Agence de l'Eau Artois-Picardie

Rapport d'étude

Etude de l'indice multimétrique (I2M2) en Artois Picardie
Rapport annexe Statistiques

Décembre 2014

Angers - Technopole d'Angers - 1 avenue du Bois l'Abbé - 49070 Beaucouzé - Tél. : 02 41 22 01 01 - Fax : 02 41 48 04 14 - aqua@aquascop.fr
Montpellier - Domaine de Cécélès - 1520 route de Cécélès - 34270 Saint Mathieu de Tréviers - Tél. : 04 67 52 92 38 - Fax : 04 67 52 93 23 - aqua2@aquascop.fr
www.aquascop.fr

Etude de l'indice multimétrique (I2M2) en Artois Picardie
Rapport annexe Statistiques

Décembre 2014

Version	Date	Nom et signature du (des) rédacteur(s)	Nom et signature du vérificateur
1	13/06/2014	Amadou Camara	Danielle Levet
2	10/12/2014	Amadou Camara	Danielle Levet

Table des matières

1. DONNEES HYDROMORPHOLOGIQUES 7
1.1. Lien entre la qualité physique (SEQ-Physique) et l'HER 7
1.1.1. Données SEQ-physique 7
1.1.2. Test d'indépendance entre la qualité globale du milieu physique et l'hydro-écorégion 8
1.1.3. Test d'indépendance entre la qualité du descripteur Lit mineur et l'hydro-écorégion (HER) 9
1.1.4. Test d'indépendance entre la qualité du descripteur Berge et l'Hydro-écorégion (HER) ... 10
1.1.5. Test d'indépendance entre la qualité du descripteur Ripisylve et l'hydro-écorégion (HER) 11
1.2. Lien entre le risque d'altération du milieu physique SYRAH et l'hydro-écorégion 12
1.2.1. Remarque préliminaire 12
1.2.2. Test d'indépendance entre le risque d'altération SYRAH de la variation de la profondeur et de la largeur de la rivière et l'hydro-écorégion 13
1.2.3. Positionnement des stations 14
1.2.4. Test d'indépendance entre le risque d'altération SYRAH de la structure et du substrat du lit et l'hydro-écorégion 15
1.2.5. Positionnement des stations 15
1.2.6. Test d'indépendance entre le risque d'altération SYRAH de la structure de la rive et l'hydro-écorégion 16
1.2.7. Positionnement des stations 16
1.2.8. Conclusion 17

2. DONNEES DE POLLUTIONS 18
2.1. Données SEQ-Eau 18
2.1.1. Données et objectifs 18
2.1.2. Indices des altérations SEQ-eau 19
2.1.3. Variations des altérations du SEQ-eau selon l'année et l'HER 26
2.1.4. Recherche de caractérisation des HER par le niveau de leurs altérations 27
2.1.5. Classes de qualité par altérations 30
2.2. Indicateur pesticides 47
2.2.1. Rappel du mode de calcul et des principaux résultats en Artois Picardie 47
2.2.2. Dépendance entre la pollution par les pesticides et HER 48
2.2.3. Contamination des stations invertébrés 50

3. DONNEES INVERTEBRES 51
3.1. Objectifs et données 51
3.1.1. Doublons 51
3.1.2. Remarque concernant les résultats indiciels 51
3.1.3. Distribution de fréquence des valeurs de l'I2M2 51
3.1.4. Comparaison avec la distribution de l'IBG équivalent 52
3.1.5. Comparaison avec la distribution de l'EQR IBG équivalent 53
3.2. Liens entre les données brutes d'indices biologiques 54

3.2.1. Recherche de corrélation entre IBG équivalent - IBG 12 listes 54
3.2.2. Recherches de corrélation globale entre l'I2M2 et l'IBG équivalent 54
3.3. Evolution inter-annuelle des moyennes d'indices invertébrés 55
3.3.1. Objectif et données 55
3.3.2. Comparaison des indices invertébrés moyens annuels 55
3.3.3. Tests de l'évolution moyenne inter-annuelle 56
3.4. Evolution inter-annuelle de l'indice I2M2 57
3.4.1. Objectifs et données 57
3.4.2. Tests de l'évolution interannuelle de l'indice I2M2 par périodes 57
3.4.3. Evolution au cours de la période 58
3.5. Recherche de liens entre indice I2M2 et HER 60
3.5.1. I2M2 et HER niveau 1 60
3.5.2. I2M2 et HER niveau 2 61
3.5.3. IBG équivalent et HER niveau 2 61
3.5.4. EQR IBG équivalent et HER 2 62
3.5.5. Recherche de lien entre l'écart I2M2-EQR IBG équivalent et l'HER2 62
3.5.6. Comparaison de la densité estimée des indices I2M2, IBG éq et EQR IBG eq selon l'HER niveau 2 63
3.5.7. Comparaison de la moyenne des 2 indices par HER 66
3.6. Variations de l'I2M2 selon l'année et l'HER 67
3.6.1. Objectifs et données 67
3.6.2. Tests 67
3.7. Etudes de l'écart entre I2M2 et IBG equivalent 67
3.7.1. Tests de l'évolution moyenne interannuelle 67
3.7.2. Tests de la variation moyenne selon l'HER niveau 1 68
3.7.3. Tests de la variation moyenne selon l'HER niveau 2 68
3.8. Variations de la classe de qualité selon l'I2M2 en fonction de l'HER et de l'année 69
3.8.1. Objectifs et données 69
3.8.2. Représentations graphiques 69
3.8.3. Cas de l'IBG équivalent 71
3.9. Ecart de classes de qualité selon l'I2M2 et l'IBG eq 73
3.9.1. Objectif et données 73
3.9.2. Représentation graphique du déclassement par HER 74
4. RECHERCHE DE LIENS ENTRE LES INDICES BIOLOGIQUES ET LES PRESSIONS 75
4.1. Corrélations Alterations SEQ-Eau et indices biologiques 75
4.1.1. Données 75
4.1.2. Indices annuels 75
4.1.3. Représentations graphiques des indices I2M2 en fonction des indices moyens 6 mois des altérations du SEQ-eau 76
4.1.4. Recherche de liens entre les valeurs brutes des métriques de l'I2M2 et les indices moyens 6 mois des altérations SEQ-Eau 82

4.1.5. Recherche de liens entre les EQR des métriques de l'I2M2 et les indices moyens 6 mois des altérations SEQ-Eau 84
4.1.6. Recherche de liens entre l'IBG équivalent et les indices moyens 6 mois des altérations SEQ-Eau 85
4.1.7. Conclusions : réponses des métriques de l'I2M2 aux pressions 86
4.2. Corrélations entre I2M2 et métriques selon l'HER niveau 2 87
4.2.1. Objectifs et données 87
4.2.2. Haute-Normandie-Picardie 87
4.2.3. Auréole Crétacé 88
4.2.4. Ardennes 88
4.2.5. Synthèse : réponses des métriques de l'I2M2 aux pressions 89
4.3. Identification de la pression à l'origine des déclassements par l'I2M2 90
4.3.1. Corrélations entre écart relatif entre indices biologiques et altérations SEQ-Eau 90
4.3.2. Pouvoir de discrimination des altérations du SEQ-Eau sur l'écart relatif entre indices biologiques 90
4.3.3. Capacité de prévision de la classe d'écart relatif entre indices bio pour une station donnée à partir des altérations du SEQ-Eau 6 mois 93
4.3.4. Distribution des valeurs d'I2M2 dans des sites en bon état et perturbés - capacité de discrimination de l'I2M2 94
4.4. Corrélations indices SEQ-physique et indices biologiques 133
4.4.1. Objectifs et données 133
4.4.2. Corrélations entre indices 133
4.5. Recherche de liens entre indices biologiques et risque probable d'altération SYRAH 134
4.5.1. Objectifs et données 134
5. EVALUATION DE LA CAPACITE DE PREVISION DE L'I2M2 136
5.1. Comparaison des diagrammes-radar WQ et des altérations SEQ-eau 136
5.1.1. Données et objectifs 136
5.1.2. Représentations graphiques 136
5.1.3. Recherche de corrélation probabilité de pressions et altérations SEQ-Eau 139
5.1.4. Pouvoir de discrimination des probabilités de pression selon l'I2M2 et de 6 altérations du SEQ-Eau 143
5.1.5. Capacité de prévision d'une HER2 pour une station donnée à partir des prévisions de pression selon l'I2M2 et des altérations du SEQ-Eau 6 mois 144
5.2. Comparaison des diagrammes radar HD et descripteurs SEQ-physique 146
5.2.1. Données et objectifs 146
5.2.2. Représentations graphiques 147
5.2.3. Recherche de corrélation probabilité de pressions et altérations SEQ-Physique 149
5.2.4. Pouvoir de discrimination des probabilités de pression selon l'I2M2 et des descripteurs du SEQ-Physique en fonction de l'HER2 152
5.2.5. Capacité de prévision d'une HER2 pour une station donnée à partir des probabilités de pression selon l'I2M2 et des descripteurs du SEQ-Physique 153
5.3. Evolution inter-annuelle des moyennes des previsions HD selon l'I2M2 154
5.3.1. Données et objectifs 154
5.3.2. Tests de l'évolution moyenne inter-annuelle 155

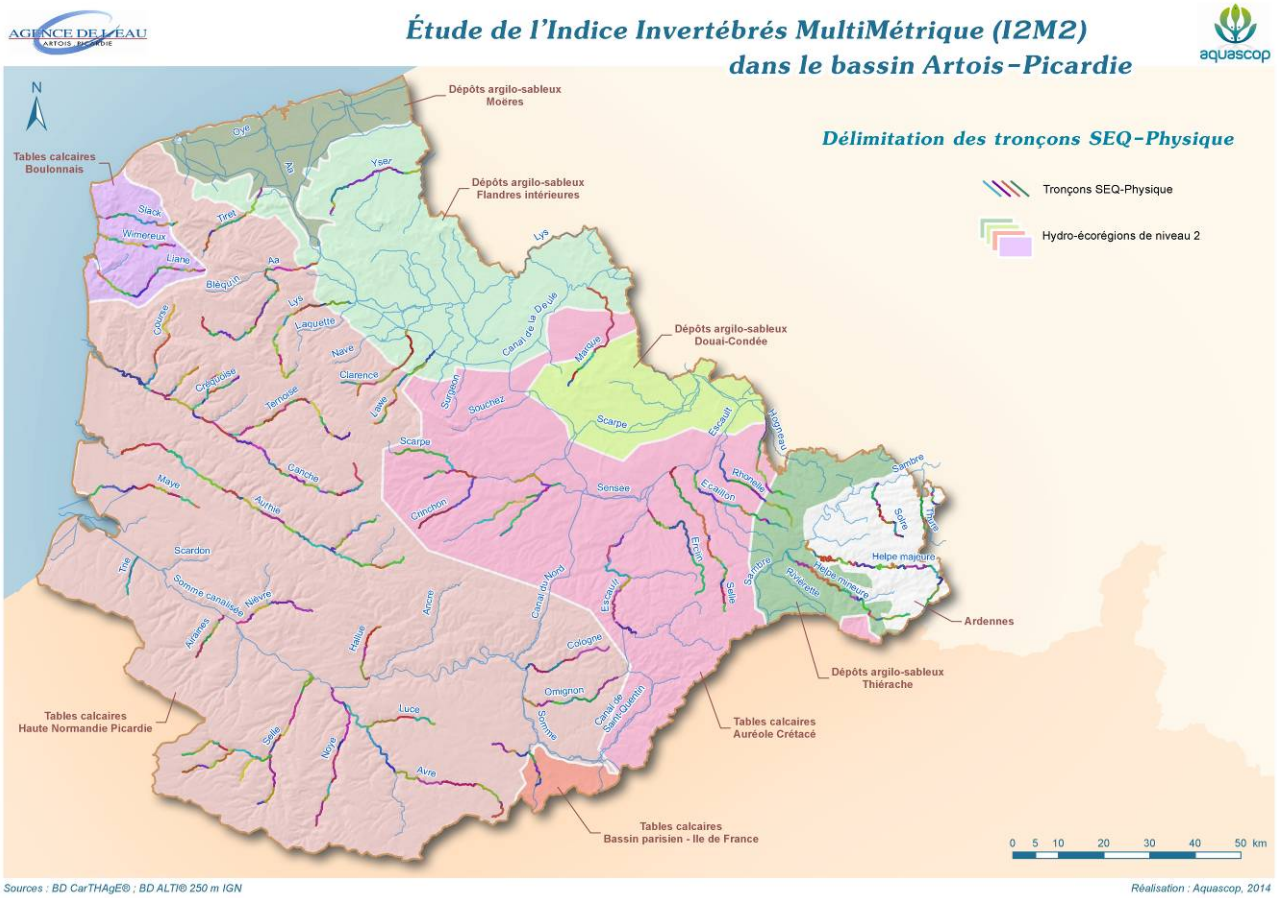
6. ANNEXES 156
6.1. Disponibilite des données indices invertebrés 156
6.2. Données hydrologiques 157
6.2.1. Données utilisées 157
6.2.2. Débits moyens annuels 157
6.2.3. Débits moyens juin à septembre 157
6.3. Analyse factorielle discriminante sur les altérations du SEQ-Eau selon l'HER 1 159

1. DONNEES HYDROMORPHOLOGIQUES

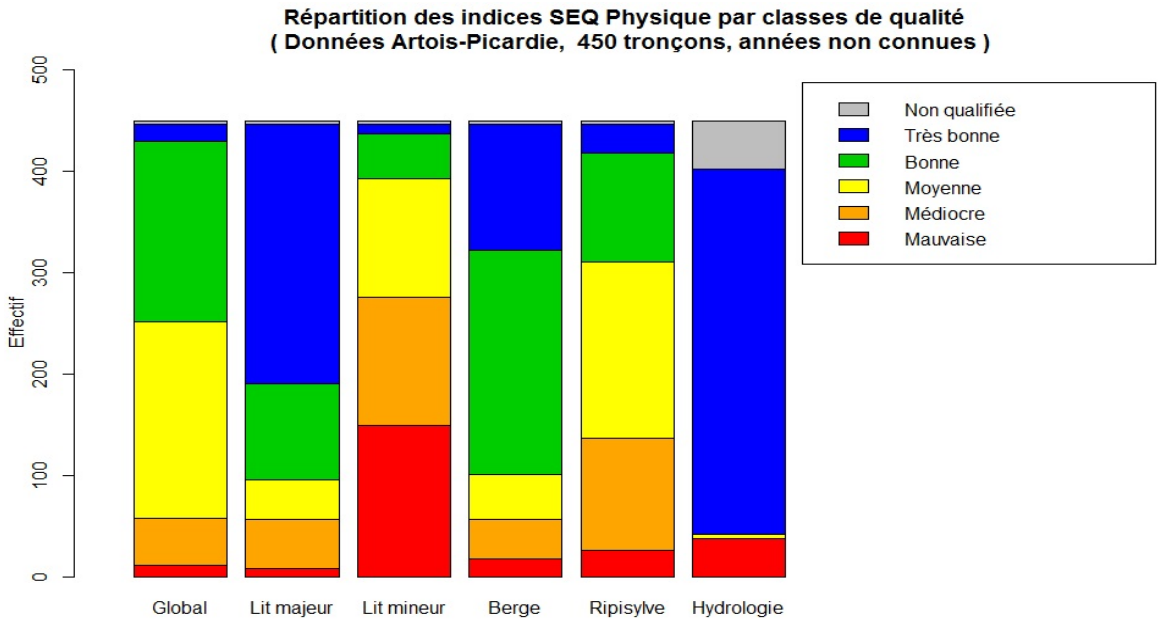
1.1. LIEN ENTRE LA QUALITE PHYSIQUE (SEQ-PHYSIQUE) ET L'HER

1.1.1. Données SEQ-physique

443 tronçons de cours d'eau ont été analysés au cours des dernières années.



Les résultats SEQ sont exprimés en classes de qualité : globale et par descripteurs lit majeur, berges, ripisylve, lit mineur, hydrologie.



Les graphes qui suivent fournissent, à gauche, les répartitions de tous les tronçons analysés (443 tronçons), à droite, celle des tronçons portant une station (70 tronçons).

1.1.2. Test d'indépendance entre la qualité globale du milieu physique et l'hydro-écorégion

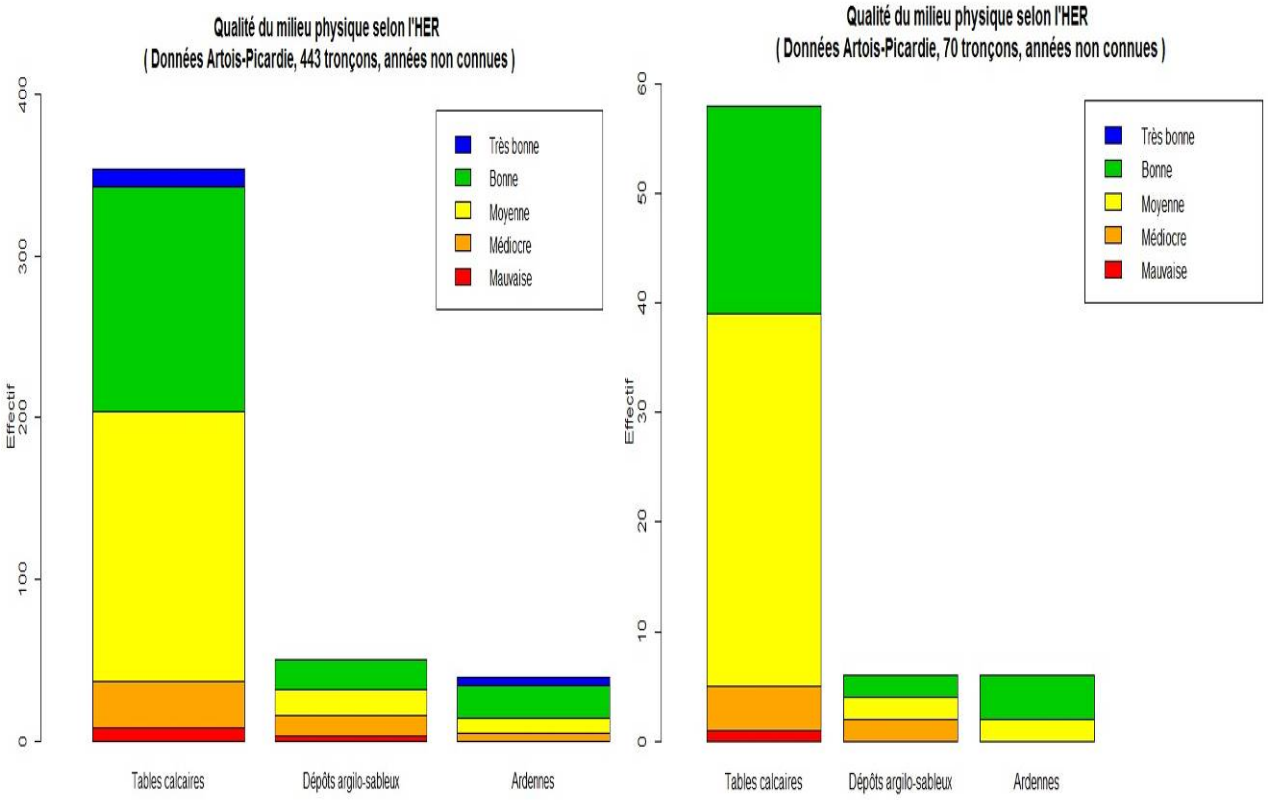


Tableau de contingence

	Nombre de tronçons par classe dans chaque HER selon l'indice de qualité globale SEQ-physique		
Classe de qualité	**Tables calcaires**	**Dépôts argilo-sableux**	**Ardennes**
Mauvaise	8	3	0
Médiocre	29	13	5
Moyenne	167	16	9
Bonne	139	18	20
Très bonne	11	0	5

Existe-t-il un lien entre la qualité du milieu physique (on utilise les 443 tronçons) et les hydro-écorégions (HER) ?
On applique le test exact de Fisher (test non paramétrique de comparaison des variances) car certaines valeurs du tableau des effectifs sont inférieures à 5.
On obtient une p-value qui est égale à 8,426e-05 (très faible) : **la qualité du milieu physique est fonction de l'hydro-écorégion.**

Par ailleurs, les données SEQ-physique aux 70 stations associées à un tronçon (figure précédente, à droite), montrent que les stations sont situées dans des tronçons plus dégradés que la moyenne dans les Tables calcaires, aucune n'étant située dans un milieu de très bonne qualité physique.

1.1.3. Test d'indépendance entre la qualité du descripteur Lit mineur et l'hydro-écorégion (HER)

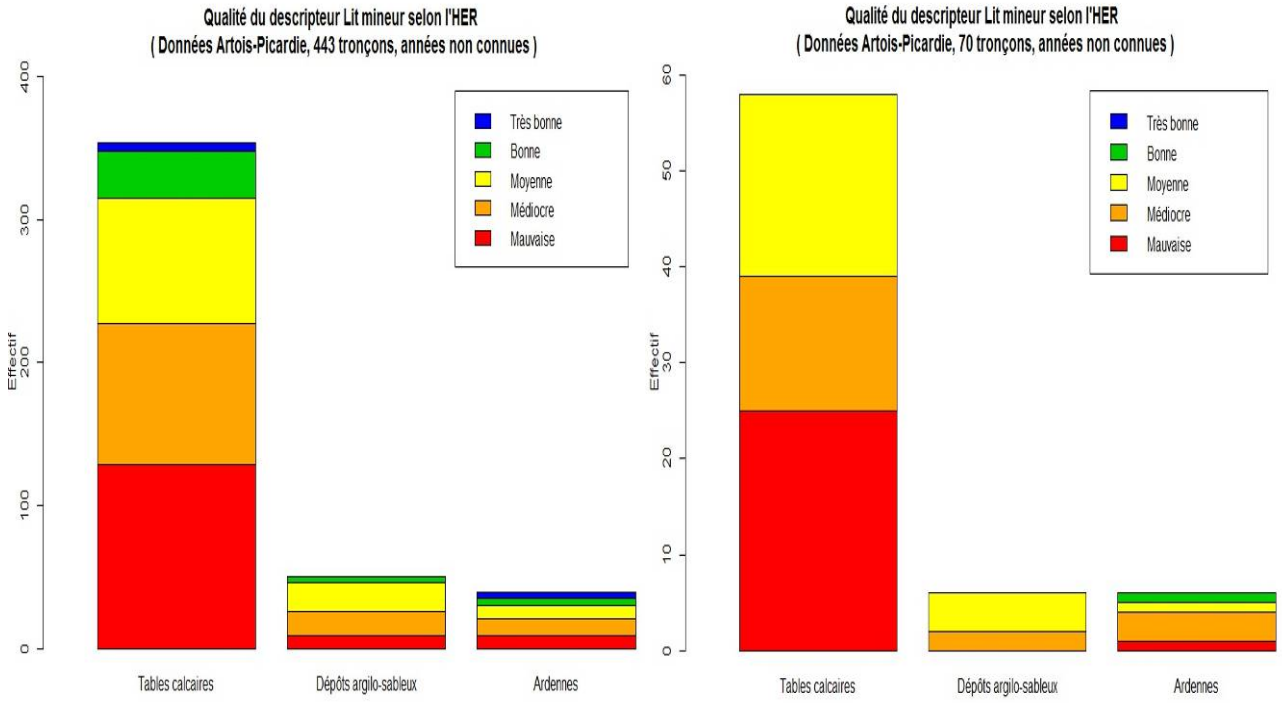


Tableau de contingence

Classe de qualité	Nombre de tronçons par classe dans chaque HER selon la qualité du descripteur Lit mineur		
	Tables calcaires	Dépôts argilo-sableux	Ardennes
Mauvaise	129	9	9
Médiocre	98	17	12
Moyenne	88	20	9
Bonne	33	4	5
Très bonne	6	0	4

Existe-t-il un lien entre la qualité du descripteur Lit mineur (on utilise les 443 tronçons) et l'hydro-écorégion (HER) ?
On applique aussi le test exact de Fisher (test non paramétrique de comparaison des variances) car certaines valeurs du tableau des effectifs sont inférieures à 5. On obtient une p-value qui est égale à 0,0093 (inférieure à 0,05) : **la qualité du descripteur Lit mineur est fonction de l'hydro-écorégion.**

Par ailleurs, les données SEQ-physique aux 70 stations associées à un tronçon (figure précédente, à droite), montrent que les stations sont situées dans des tronçons plus dégradés que la moyenne. Aucune station (dont les données soient disponibles) n'est située dans un lit mineur de très bonne qualité physique (Ardennes et Tables Calcaires), ni même en bonne qualité (Tables Calcaires et Dépôts argilo-sableux).

1.1.4. Test d'indépendance entre la qualité du descripteur Berge et l'Hydro-écorégion (HER)

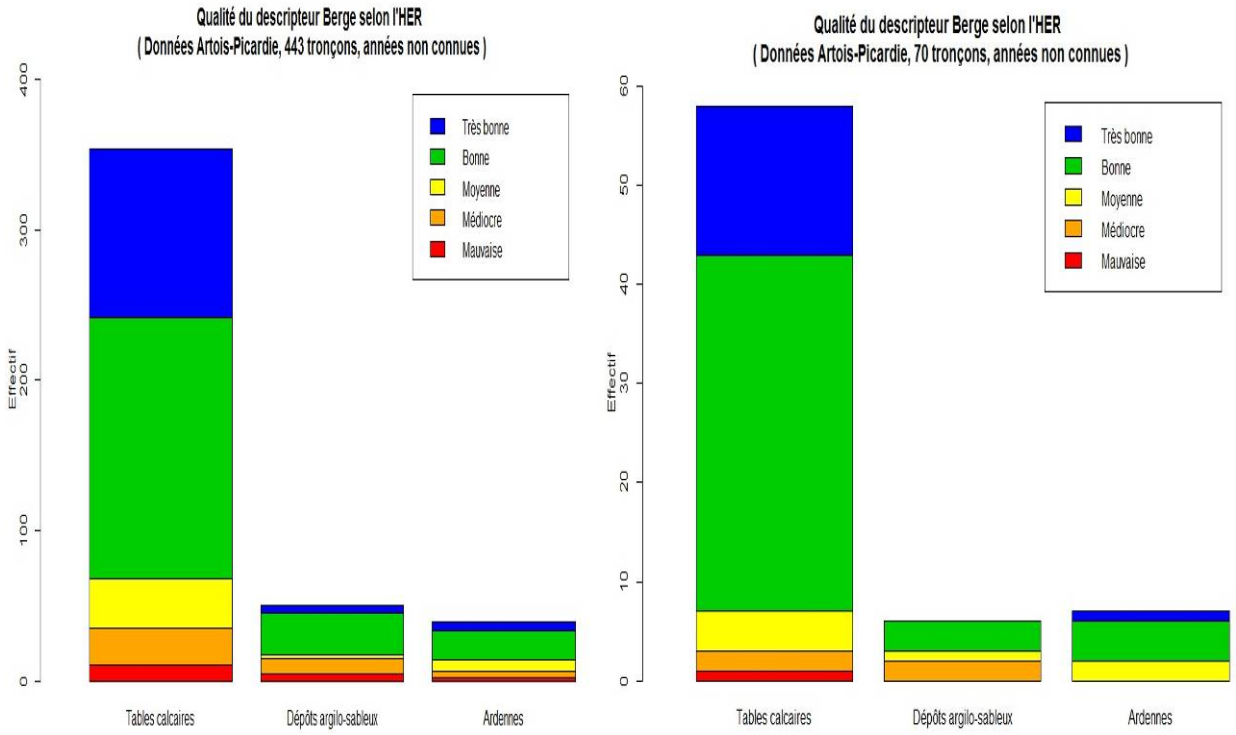


Tableau de contingence

	Nombre de tronçons par classe dans chaque HER selon la qualité descripteur Berge		
Classe de qualité	Tables calcaires	Dépôts argilo-sableux	Ardennes
Mauvaise	11	5	2
Médiocre	24	10	4
Moyenne	33	2	8
Bonne	174	28	19
Très bonne	112	5	6

Existe-t-il un lien entre la qualité du descripteur Lit mineur (on utilise les 443 tronçons) et l'hydro-écorégion (HER) ?
On applique aussi le test exact de Fisher (test non paramétrique de comparaison des variances) car certaines valeurs du tableau des effectifs sont inférieures à 5.On obtient une p-value qui est égale à 0.0001066 (inférieure à 0,05) : **la qualité du descripteur Berge est fonction de l'hydro-écorégion.**

Par ailleurs, les données SEQ-physique aux 70 stations associées à un tronçon (figure précédente, à droite), suggèrent que les stations sont situées dans des tronçons représentatifs de l'ensemble du bassin.

1.1.5. Test d'indépendance entre la qualité du descripteur Ripisylve et l'hydro-écorégion (HER)

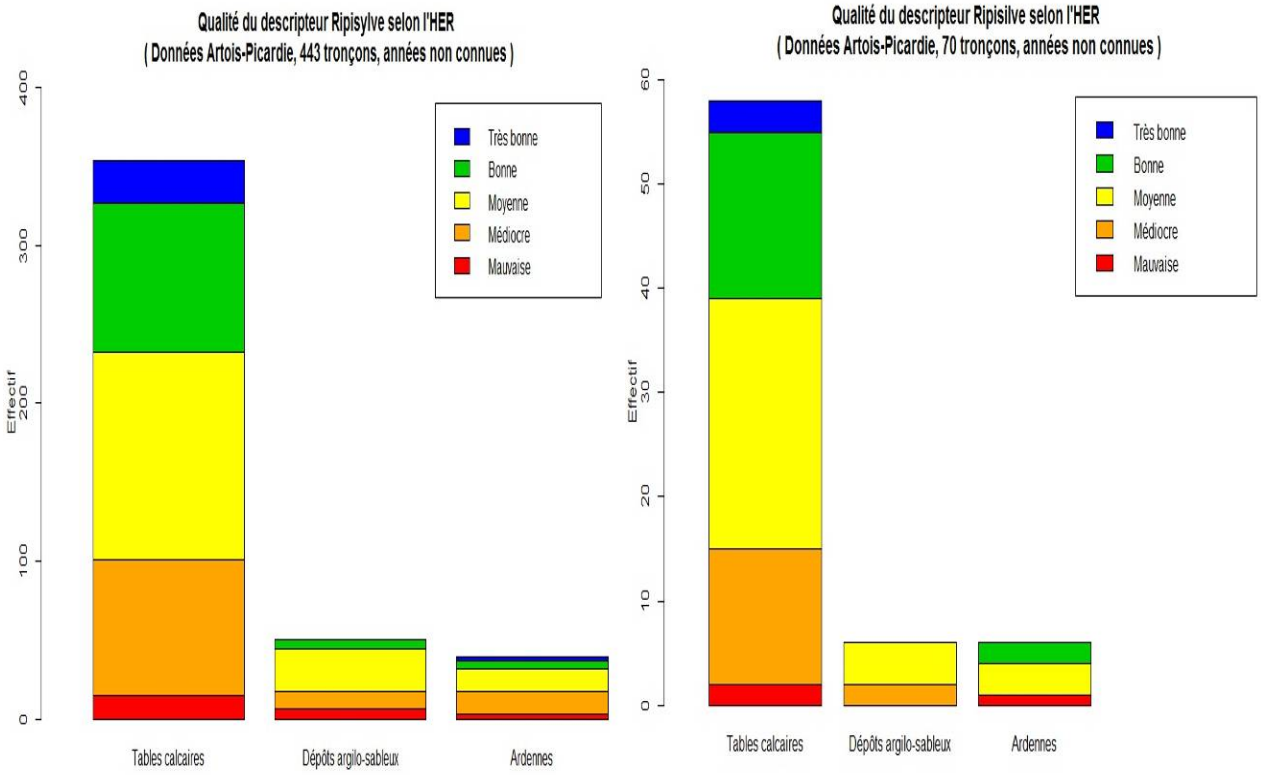


Tableau de contingence

Classe de qualité	Nombre de tronçons par classe dans chaque HER selon la qualité descripteur Ripisylve		
	Tables calcaires	Dépôts argilo-sableux	Ardennes
Mauvaise	15	6	3
Médiocre	86	11	14
Moyenne	131	27	15
Bonne	95	6	5
Très bonne	27	0	2

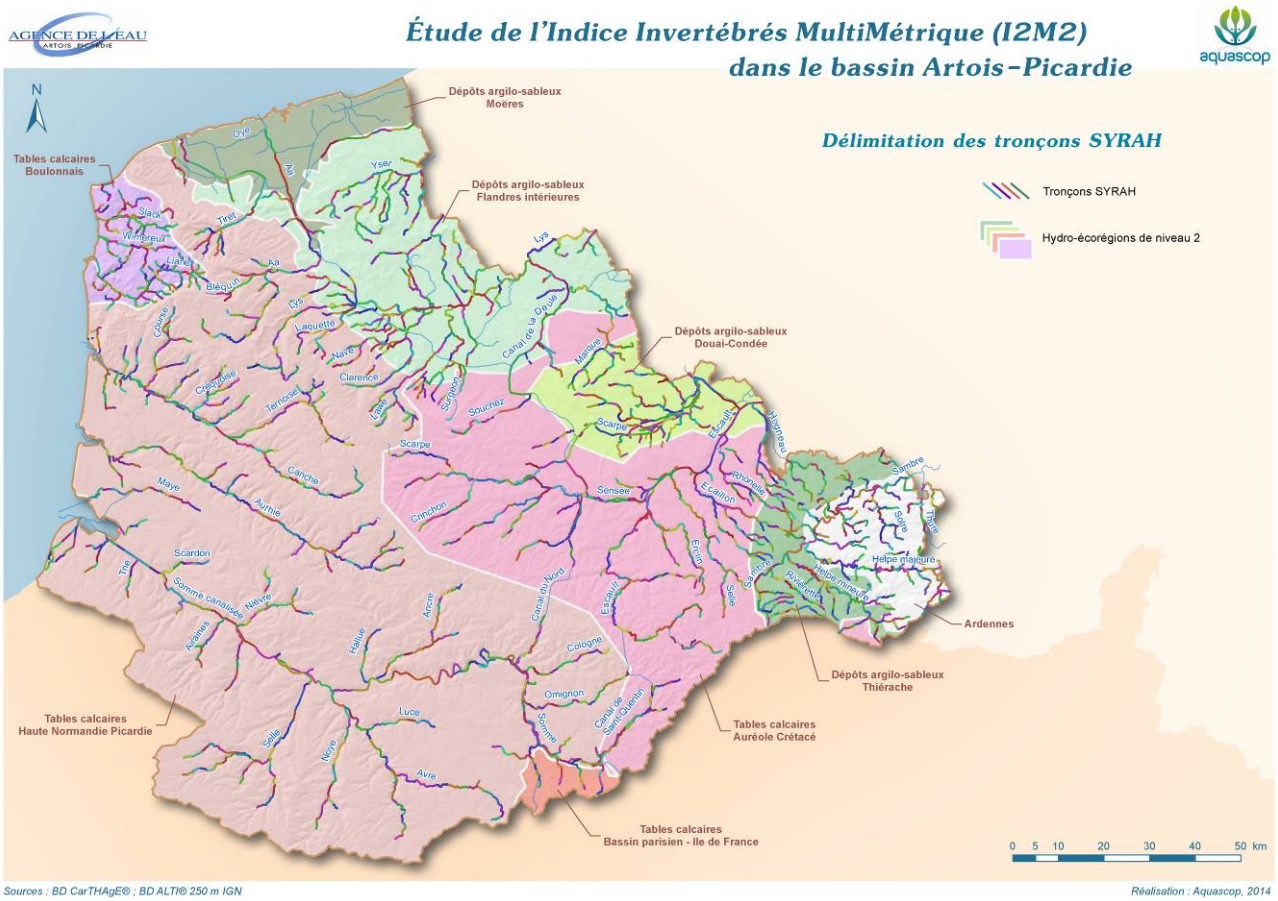
Existe-t-il un lien entre la qualité du descripteur Lit mineur (on utilise les 443 tronçons) et l'hydro-écorégion (HER) ?
On applique aussi le test exact de Fisher (test non paramétrique comparaison des variances) car certaines valeurs du tableau des effectifs sont inférieures à 5.On obtient une p-value qui est égale à 0,004624. (Inférieure à 0,05) : la qualité du descripteur Ripisylve est fonction de l'hydro-écorégion.

Par ailleurs, les données SEQ-physique aux 70 stations associées à un tronçon (figure précédente, à droite), montrent que, dans les Tables Calcaires, les stations sont situées dans des tronçons présentant les mêmes qualités de ripisylve que l'ensemble du bassin.

1.2. LIEN ENTRE LE RISQUE D'ALTERATION DU MILIEU PHYSIQUE SYRAH ET L'HYDRO-ECOREGION

1.2.1. Remarque préliminaire

2003 tronçons Syrah ont été délimités et ont fait l'objet d'une évaluation du risque d'altération.



Les risques d'altération Syrah concernent : quantité du débit d'eau (HQ)
dynamique du débit d'eau (HQ)
connexion aux masses d'eau souterraines (CME)
continuité biologique proximité (CBP)
continuité biologique migrateurs (CBM)
continuité sédimentaire (CQS)
continuité latérale (CL)
variation de la largeur et de la profondeur (PL)
structure et substrat du lit (SS)
structure de la rive (SR).

Ils sont exprimés en 5 classes de probabilités par tronçon analysé. Sur les 20 030 données dont on dispose, il a été décidé de ne traiter que la classe d'altération la plus probable (soit 2003 données) concernant les variables du lit mineur et des berges.

1.2.2. Test d'indépendance entre le risque d'altération SYRAH de la variation de la profondeur et de la largeur de la rivière et l'hydro-écorégion

Les graphes qui suivent donnent, à gauche, la répartition de tous les tronçons, à droite celle des tronçons portant une station invertébrée.

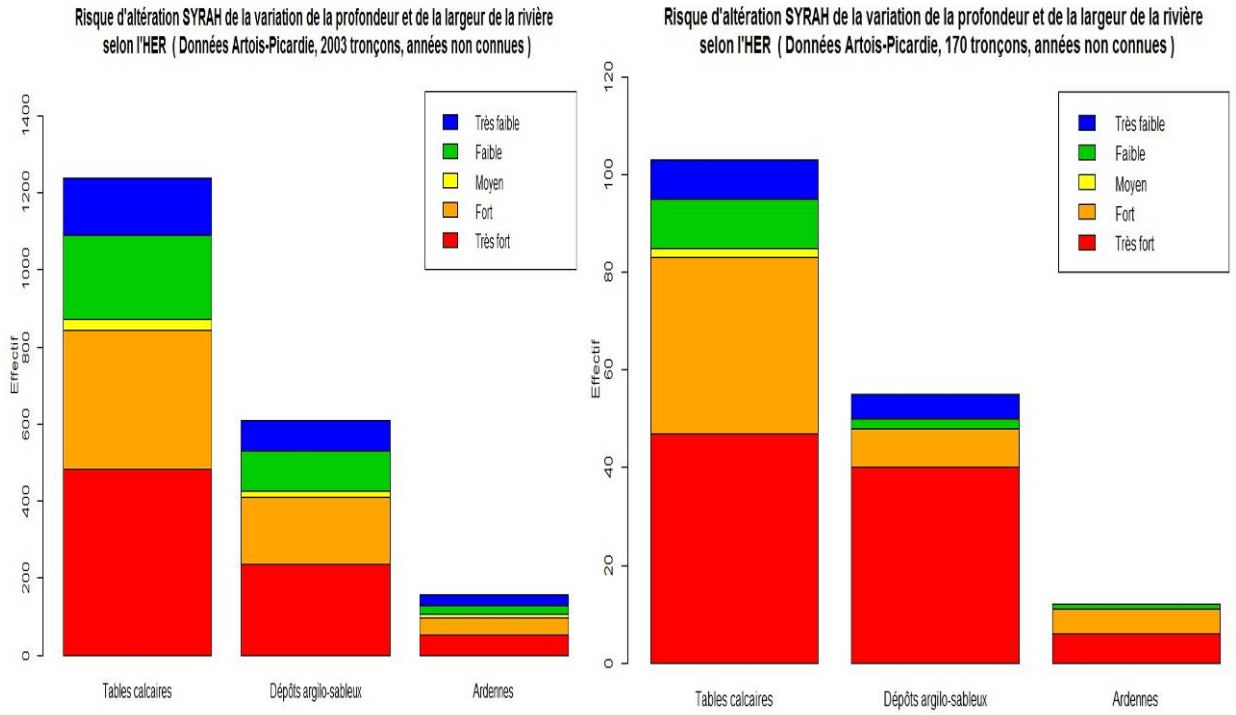


Tableau de contingence

	Nombre de tronçons par classe de risque d'altération dans chaque HER selon profondeur et largeur		
Classe de risque d'altération	Tables calcaires	Dépôts argilo-sableux	Ardennes
Très fort	482	236	53
Fort	360	175	45
Moyen	29	14	9
Faible	220	106	22
Très faible	146	77	29

Existe-t-il un lien entre le risque d'altération SYRAH de la variation de la profondeur et de la largeur de la rivière et l'hydro-écorégion (HER) ?
On applique le test de Khi deux (test paramétrique de comparaison des variances) car toutes les valeurs du tableau des effectifs sont supérieures à 5. On obtient une p-value qui est égale à 0,096 (supérieure au seuil du risque de 5%): le risque d'altération SYRAH de la variation de la profondeur et de la largeur de la rivière est indépendant de l'hydro-écorégion.

1.2.3. Positionnement des stations

Les données Syrah aux 170 stations associées à un tronçon (figure précédente), montrent que les stations sont situées dans des tronçons plus à risque d'altération de la variation de la largeur et de la profondeur que l'ensemble du bassin.

1.2.4. Test d'indépendance entre le risque d'altération SYRAH de la structure et du substrat du lit et l'hydro-écorégion

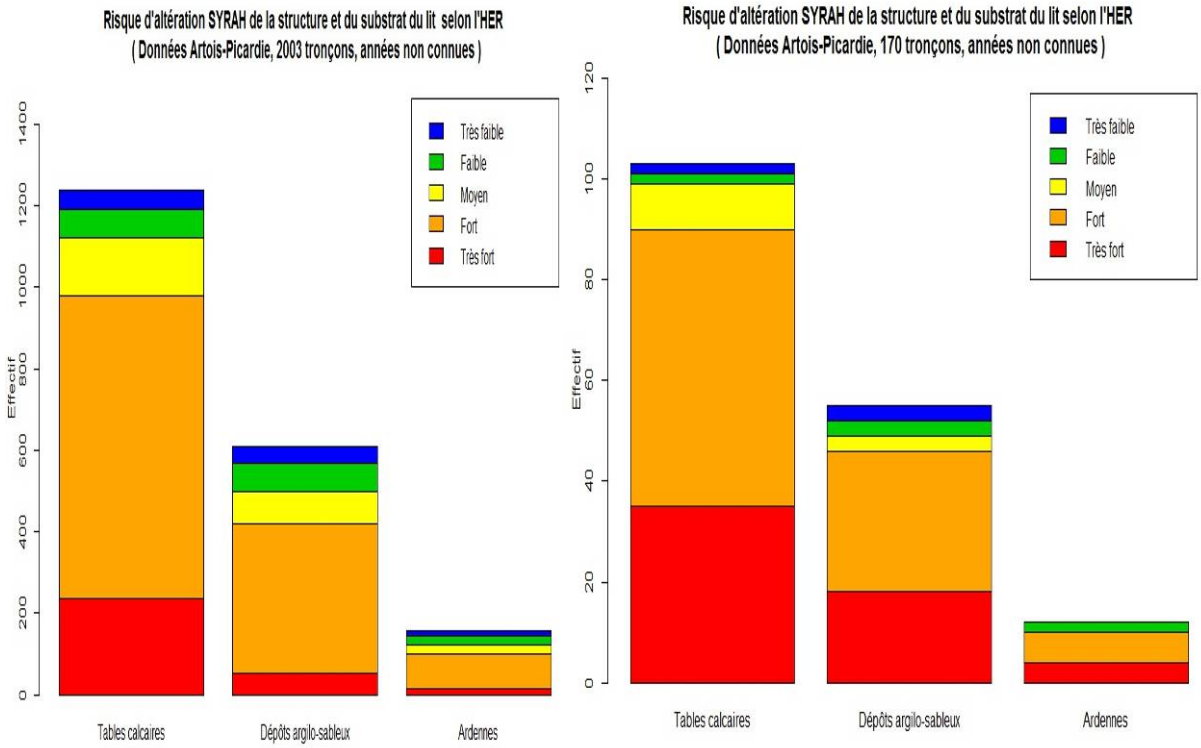


Tableau de contingence

	Nombre de tronçons par classe de risque d'altération dans chaque HER selon le paramètre Structure et Substrat du lit		
Classe de risque d'altération	Tables calcaires	Dépôts argilo-sableux	Ardennes
Très fort	235	54	16
Fort	743	365	85
Moyen	144	79	21
Faible	69	70	22
Très faible	46	40	14

Existe-t-il un lien entre le risque d'altération SYRAH de la structure et du substrat du lit et l'hydro-écorégion (HER) ?
On applique le test de Khi deux (test paramétrique de comparaison des variances) car toutes les valeurs du tableau des effectifs sont supérieures à 5. On obtient une p-value qui est égale à 7,264e-12 (inférieure au seuil du risque de 5%) : le risque d'altération SYRAH de la structure et du substrat du lit est fonction de l'hydro-écorégion.

1.2.5. Positionnement des stations

Les données Syrah aux 170 stations associées à un tronçon (figure précédente, à droite), montrent que les stations sont situées dans des tronçons plus à risque d'altération de la structure et du substrat du lit que l'ensemble du bassin.

1.2.6. Test d'indépendance entre le risque d'altération SYRAH de la structure de la rive et l'hydro-écorégion

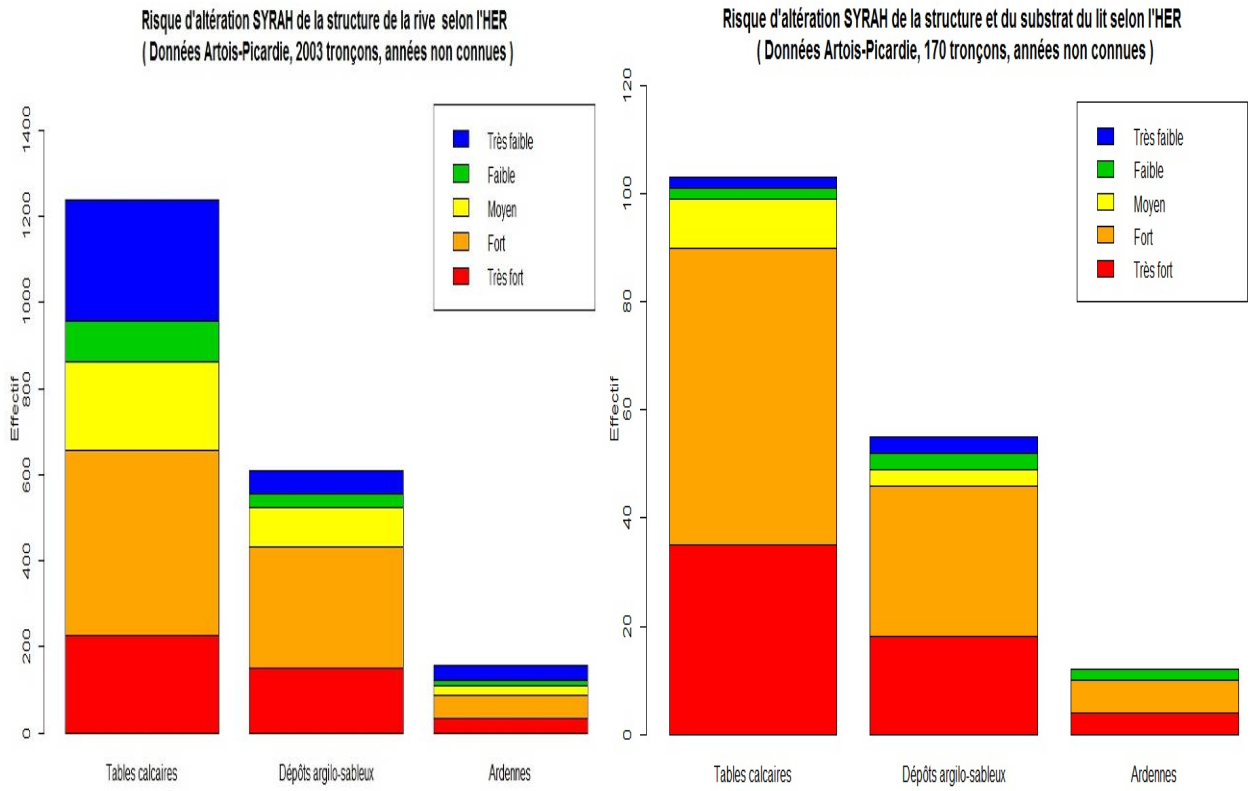


Tableau 7 –table de contingence

	Nombre de tronçons par classe de risque d'altération dans chaque HER selon le paramètre Structure de la Rive		
Classe de risque d'altération	Tables calcaires	Dépôts argilo-sableux	Ardennes
Très fort	227	54	16
Fort	428	365	85
Moyen	208	79	21
Faible	69	70	22
Très faible	46	40	14

Existe-t-il un lien entre Le risque d'altération SYRAH de la structure de la rive et l'hydro-écorégion (HER) ? On applique le test de Khi deux (test paramétrique de comparaison des variances) car toutes les valeurs du tableau des effectifs sont supérieures à 5. On obtient une p-value qui est égale à 8,54e-13 (inférieure au seuil du risque de 5%): le risque d'altération SYRAH de la structure de la rive est fonction de l'hydro-écorégion.

1.2.7. Positionnement des stations

Les données Syrah aux 170 stations associées à un tronçon (figure précédente, à droite), montrent que les stations sont situées dans des tronçons plus à risque d'altération de la structure de la rive que l'ensemble du bassin.

1.2.8. Conclusion

- La morphologie des cours d'eau et le risque d'altération des variables physiques dépendent de l'HER (à l'exception de la variation de la profondeur et de la largeur).

Tableau récapitulatif des dépendances entre les variables morphologiques et l'HER

SEQ-PHYSIQUE	SYRAH	Lien avec l'HER
Indice Global		Oui
Descripteur Lit mineur		Oui
Descripteur Berge		Oui
Descripteur Ripisylve		Oui
	Variation de la profondeur et de la largeur de la rivière (PL)	**Non**
	Structure et substrat du lit (SS)	Oui
	Structure de la rive (SR)	Oui

- Les 170 stations du bassin faisant l'objet de prélèvements à des fins d'analyse physicochimiques ou biologiques sont situées dans des secteurs plus dégradés et plus à risques d'altération que l'ensemble du bassin Artois-Picardie.

2. DONNEES DE POLLUTIONS

2.1. DONNEES SEQ-EAU

2.1.1. Données et objectifs

Nous disposons des indices et classes par altérations du SEQ-Eau, années 2007 à 2012.

Disponibilité annuelle des indices par altération

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Nombre total
Acidification	201	203	203	205	202	200	1214
Effets des proliférations végétales	201	203	203	205	195	200	1207
Hydrocarbures HAP	89	55	48	60	83	26	361
Matières azotées hors nitrates	201	203	203	205	202	200	1214
Matières organiques et oxydables	201	203	203	0	0	200	807
Matières phosphorées	197	197	203	205	201	200	1203
Micropolluants minéraux	87	0	2	1	0	0	90
Micropolluants organiques	87	26	39	17	49	3	221
Nitrates	201	203	203	205	203	200	1215
Particules en suspension	201	203	203	205	202	200	1214
Pesticides	89	59	45	57	80	55	385
Polychlorobiphényles	0	0	0	30	21	11	62
Température	201	203	203	205	202	200	1214

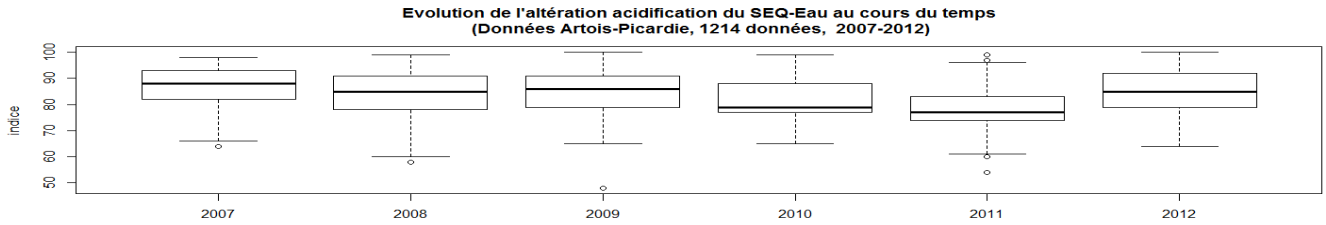
A noter les cas particuliers suivants :
-Classe de qualité = -1 : lorsque l'altération n'a pas pu être qualifiée (nombre de prélèvements insuffisants et/ou répartition des prélèvements sur l'année inadéquate et/ou absence de certains paramètres obligatoires). Dans ce cas-là, l'indice de qualité = <vide>.
-Classe de qualité = 2 et indice de qualité = <vide> : lorsque les résultats d'analyses sont inférieurs à des seuils de quantification, qui permettent de dire que la qualité est au moins bonne, sans pour autant pouvoir calculer d'indice

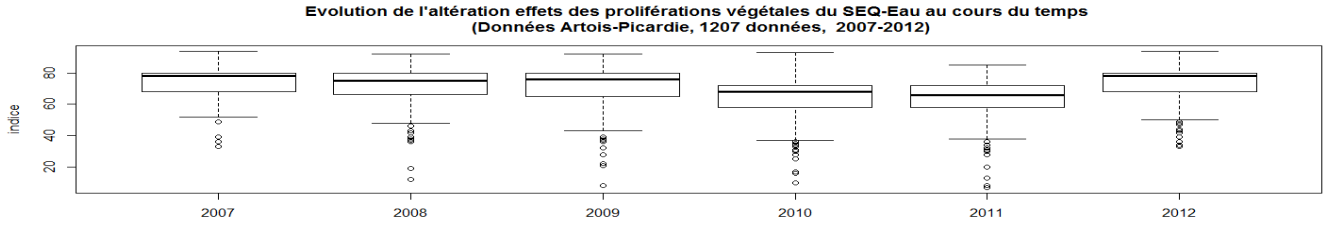
Nous avons également écarté les données micropolluants acquises sur eau filtrée et non sur eau brute comme prévu.

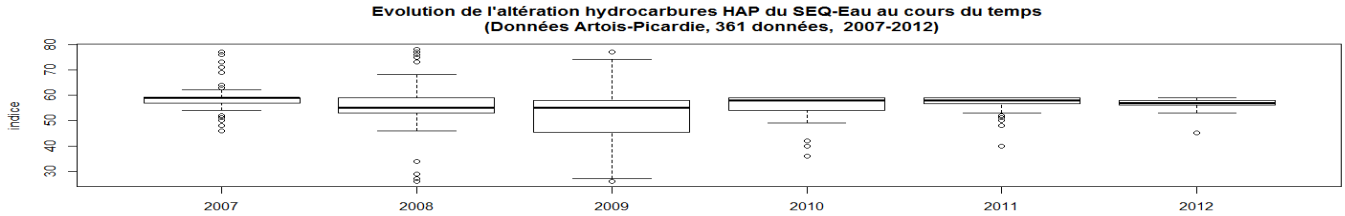
L'objectif du traitement des données est de voir si les indices et classes évoluent en fonction du temps et varient selon l'HER.

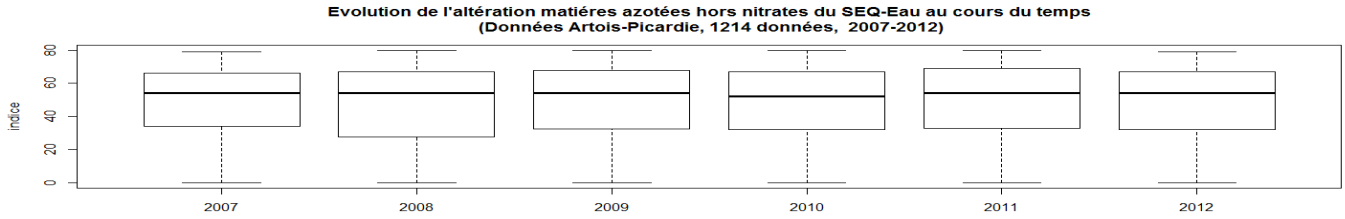
2.1.2. Indices des altérations SEQ-eau

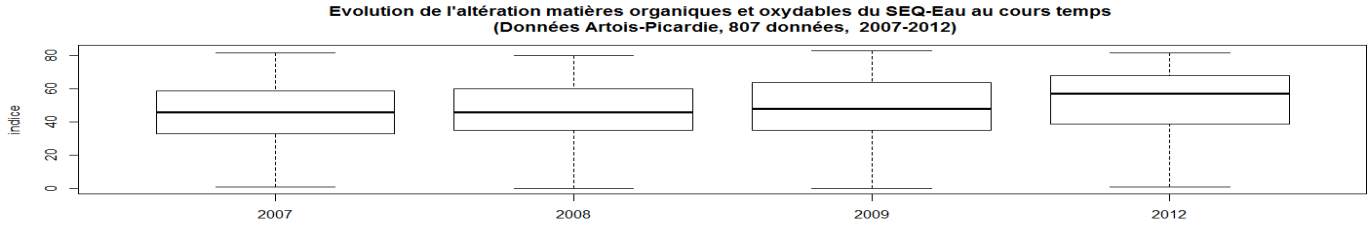
2.1.2.1. Evolution interannuelle

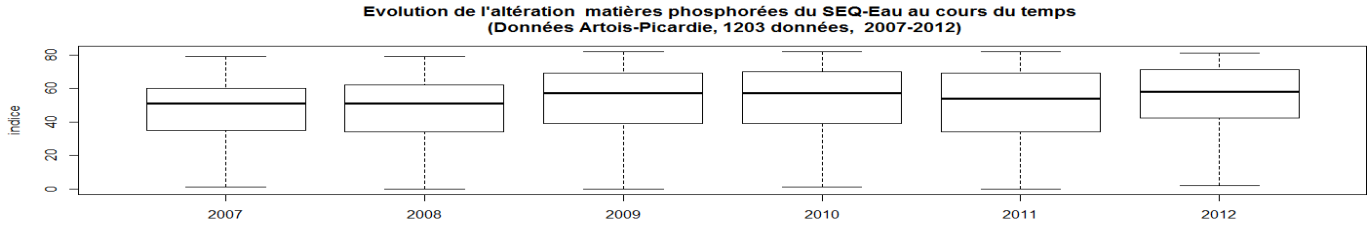


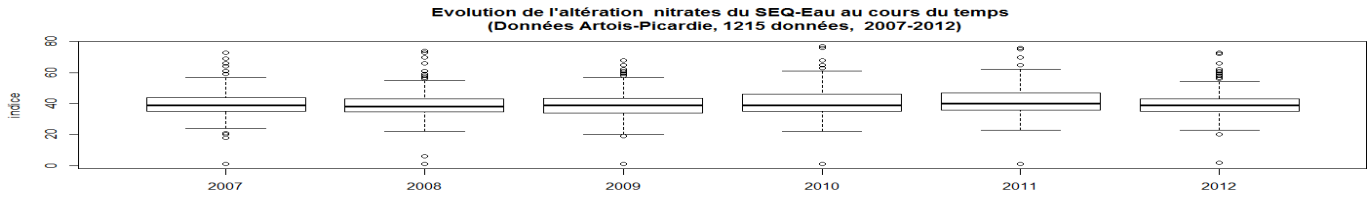


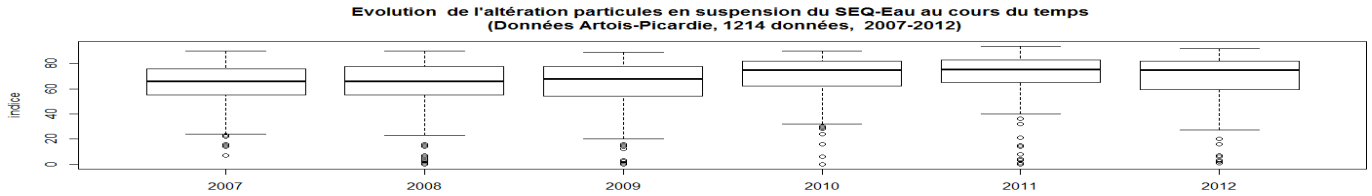


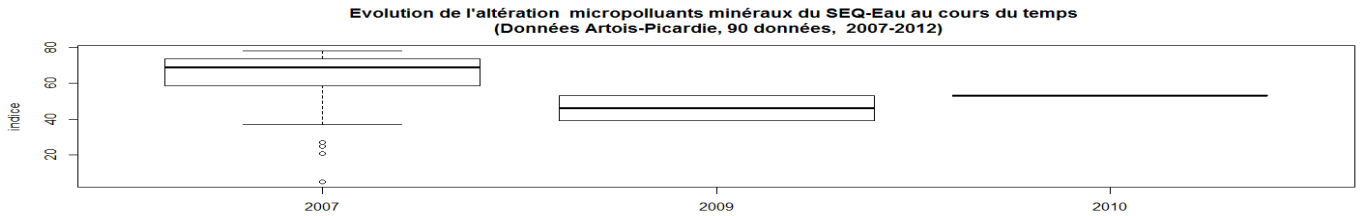


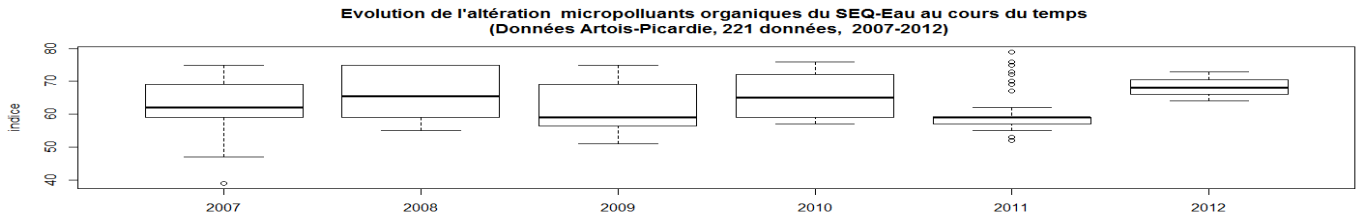


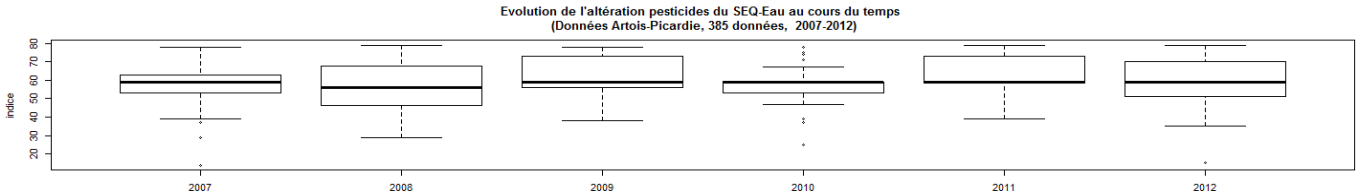


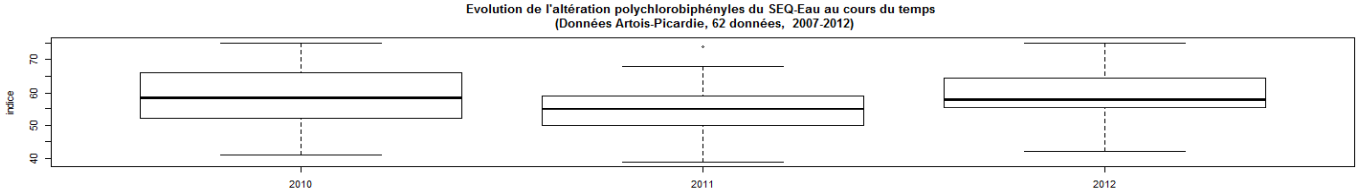

Evolution de l'altération nitrates du SEQ-Eau au cours du temps
(Données Artois-Picardie, 1215 données, 2007-2012)
indice
0
20
40
60
80
2007
2008
2009
2010
2011
2012

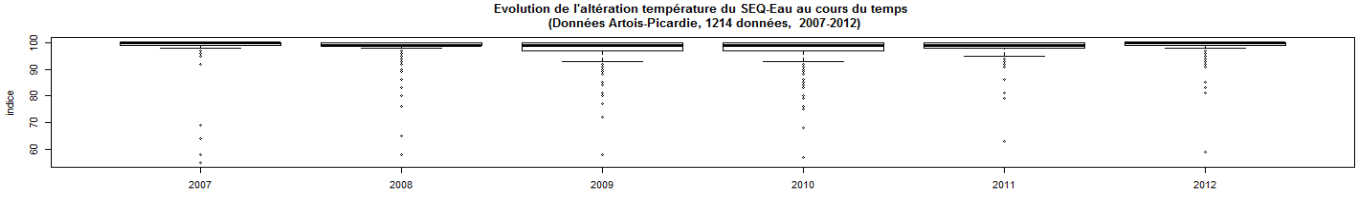

Evolution de l'altération particules en suspension du SEQ-Eau au cours du temps
(Données Artois-Picardie, 1214 données, 2007-2012)
indice
0
20
40
60
80
2007
2008
2009
2010
2011
2012


Evolution de l'altération micropolluants minéraux du SEQ-Eau au cours du temps
(Données Artois-Picardie, 90 données, 2007-2012)
indice
20
40
60
80
2007
2009
2010


Evolution de l'altération micropolluants organiques du SEQ-Eau au cours du temps
(Données Artois-Picardie, 221 données, 2007-2012)
indice
40
50
60
70
80
2007
2008
2009
2010
2011
2012


Evolution de l'altération pesticides du SEQ-Eau au cours du temps
(Données Artois-Picardie, 385 données, 2007-2012)
indice
20
30
40
50
60
70
80
2007
2008
2009
2010
2011
2012

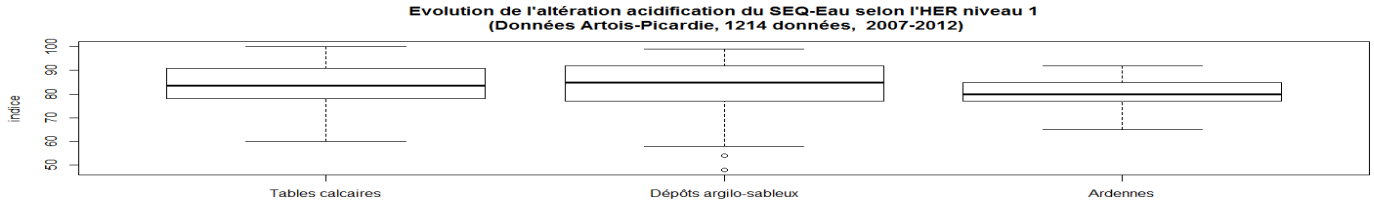

Evolution de l'altération polychlorobiphényles du SEQ-Eau au cours du temps
(Données Artois-Picardie, 62 données, 2007-2012)
indice
40
50
60
70
2010
2011
2012

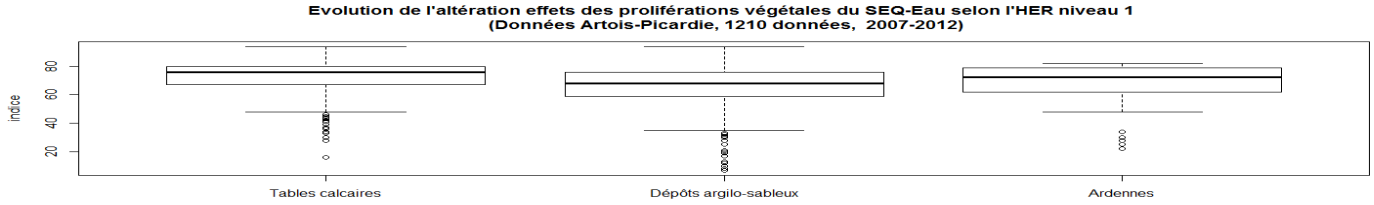

Evolution de l'altération température du SEQ-Eau au cours du temps
(Données Artois-Picardie, 1214 données, 2007-2012)
indice
60
70
80
90
100
2007
2008
2009
2010
2011
2012

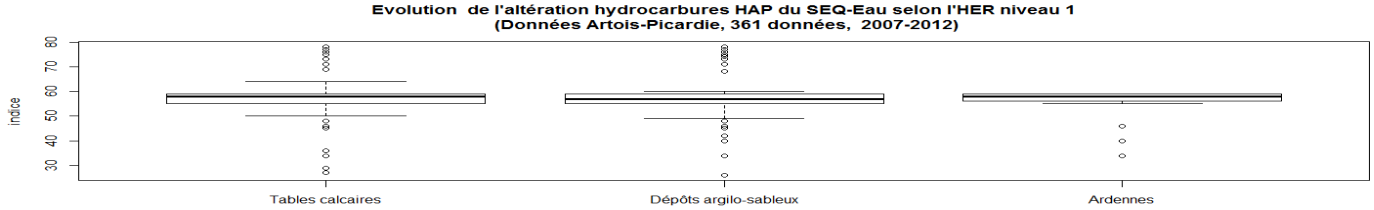
2.1.2.2. Variation selon l'HER niveau 1

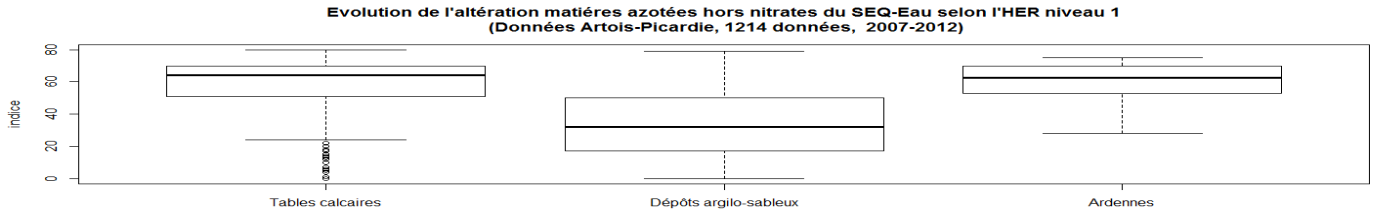
Disponibilité des données d'altérations selon l'HER 1

	Tables calcaires	Dépôts argilo-sableux	Ardennes	Total
Acidification	628	508	78	1214
Effets des proliférations végétales	624	505	78	1210
Hydrocarbures HAP	172	156	33	361
Matières azotées hors nitrates	628	508	78	1214
Matières organiques et oxydables	416	339	52	807
Matières phosphorées	617	508	78	1203
Micropolluants minéraux	43	39	8	90
Micropolluants organiques	106	94	21	221
Nitrates	628	509	78	1215
Particules en suspension	628	508	78	1214
Pesticides	185	164	36	385
Polychlorobiphényles	14	41	7	62
Température	628	508	78	1214

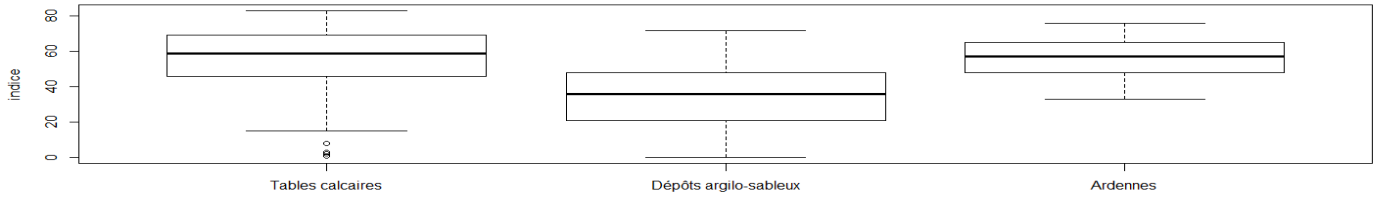




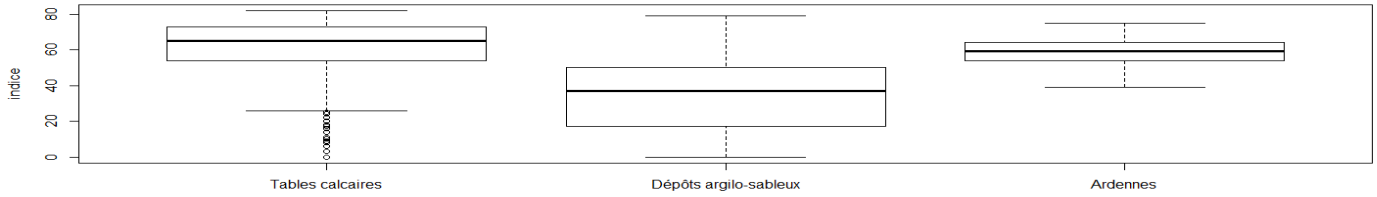




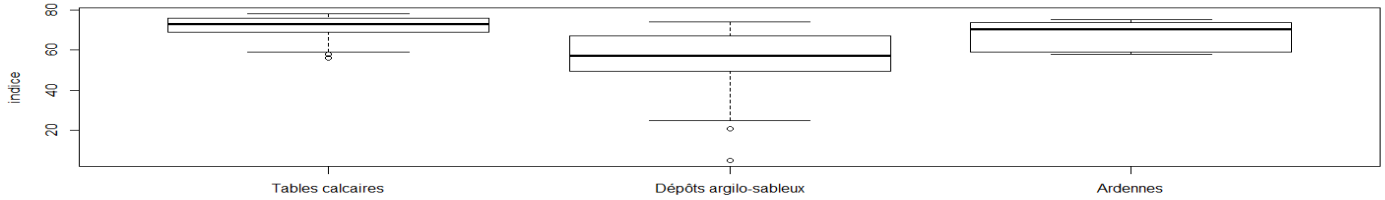
Evolution de l'altération matières organiques et oxydables du SEQ-Eau selon l'HER niveau 1
(Données Artois-Picardie, 807 données, 2007-2012)



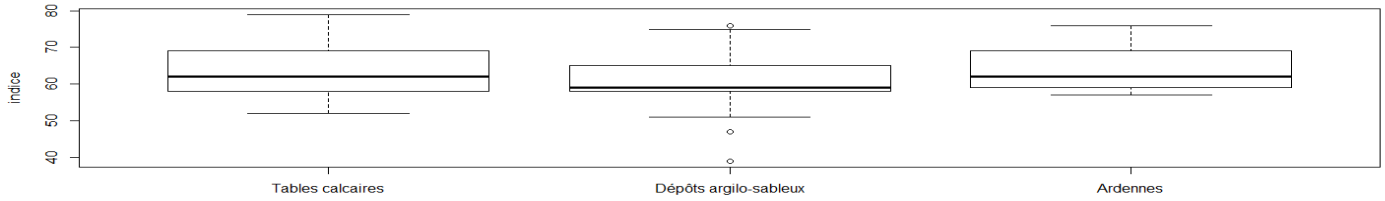
Evolution de l'altération matières phosphorées du SEQ-Eau selon l'HER niveau 1
(Données Artois-Picardie, 1203 données, 2007-2012)



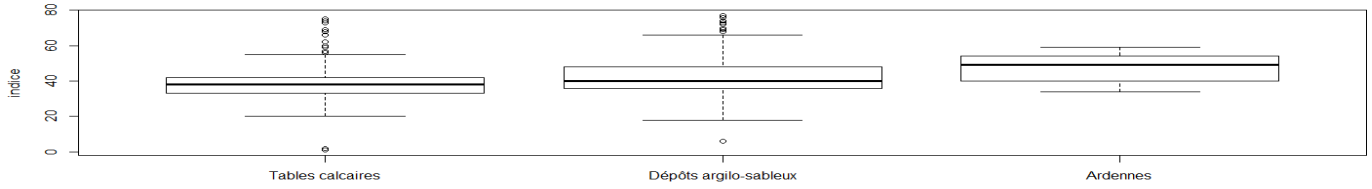
Evolution de l'altération micropolluants minéraux du SEQ-Eau selon l'HER niveau 1
(Données Artois-Picardie, 90 données, 2007-2012)



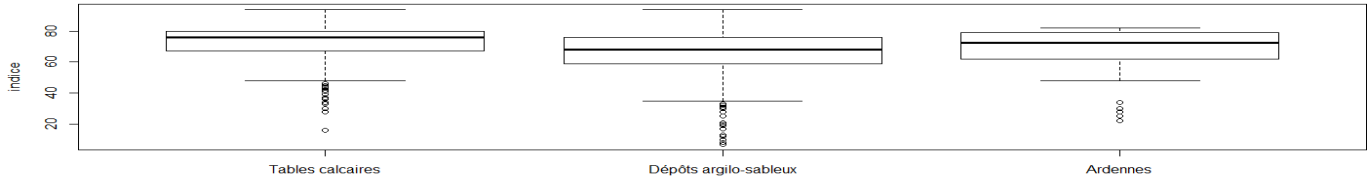
Evolution de l'altération micropolluants organiques du SEQ-Eau selon l'HER niveau 1
(Données Artois-Picardie, 221 données, 2007-2012)

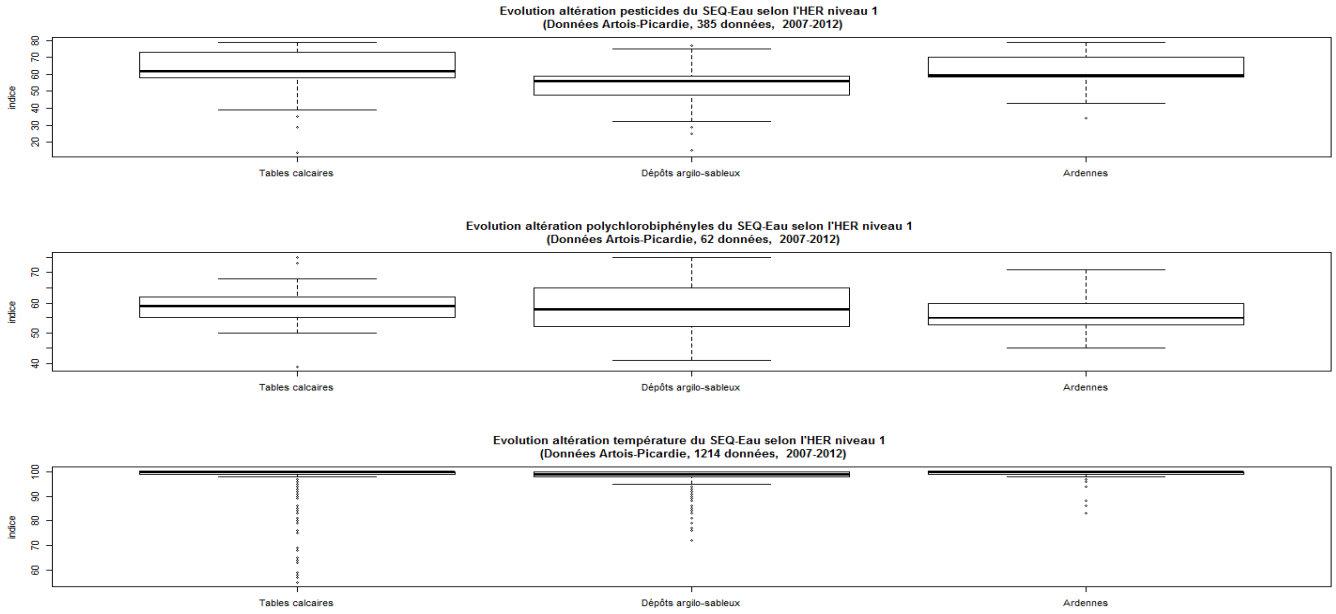


Evolution de l'altération nitrates du SEQ-Eau selon l'HER niveau 1
(Données Artois-Picardie, 1215 données, 2007-2012)



Evolution de l'altération particules en suspension du SEQ-Eau selon l'HER niveau 1
(Données Artois-Picardie, 1214 données, 2007-2012)



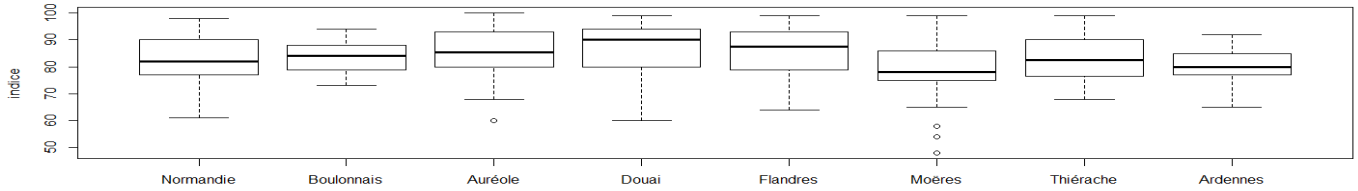


2.1.2.3. Variation selon l'HER niveau 2

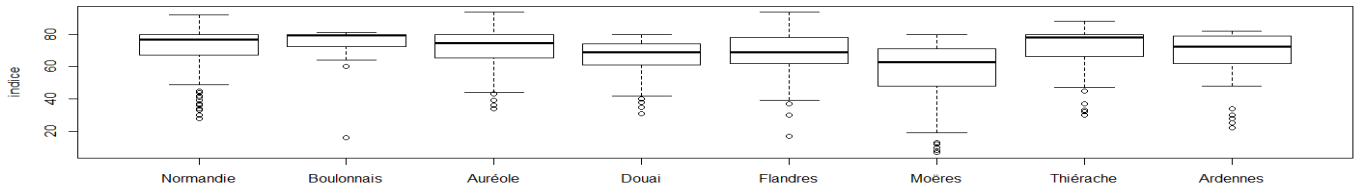
Disponibilité des altérations selon l'HER 2

	Haute Normandie Picardie	Boulonnais	Auréole Crétacé	Douai-Condée	Flandres intérieures	Moëres	Thiérache	Ardennes	Total
Acidification	384	28	216	102	216	130	60	78	1214
Effets des proliférations végétales	380	28	216	102	216	130	60	78	1210
Hydrocarbures HAP	103	10	59	36	67	21	32	33	361
Matières azotées hors nitrates	384	28	216	102	216	130	60	78	1214
Matières organiques et oxydables	253	19	144	68	144	87	40	52	807
Matières phosphorées	379	28	210	102	216	130	60	78	1203
Micropolluants minéraux	27	3	13	10	17	5	7	8	90
Micropolluants organiques	66	6	34	24	45	8	17	21	221
Nitrates	383	29	216	102	216	131	60	78	1215
Particules en suspension	384	28	216	102	216	130	60	78	1214
Pesticides	109	13	63	36	70	25	33	36	385
Polychlorobiphényles	9	0	5	11	19	2	9	7	62
Température	384	28	216	102	216	130	60	78	1214

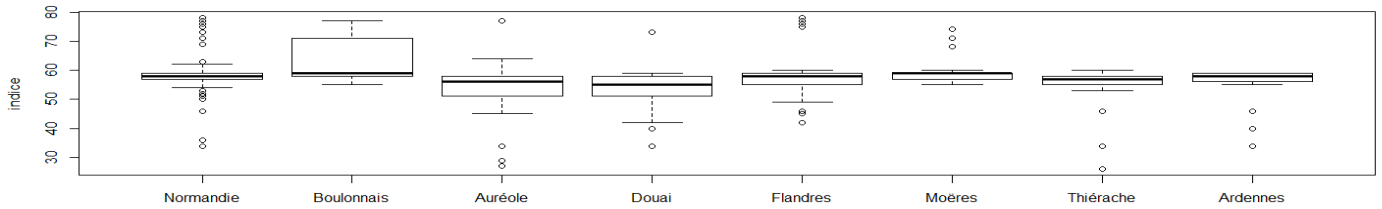
Evolution de l'altération acidification du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 1214 données, 2007-2012)



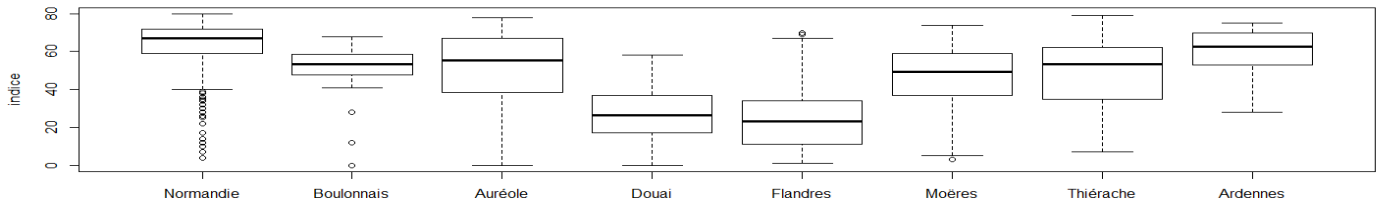
Evolution de l'altération effets des proliférations végétales du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 1210 données, 2007-2012)



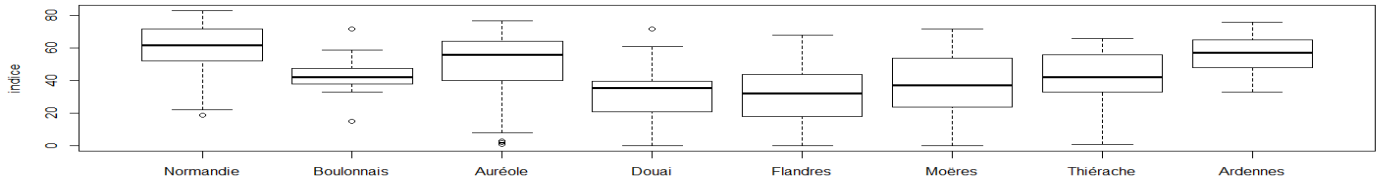
Evolution de l'altération hydrocarbures HAP du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 361 données, 2007-2012)



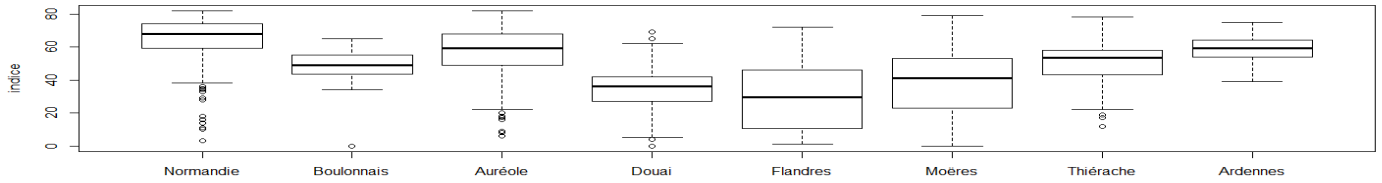
Evolution de l'altération matiéres azotées hors nitrates du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 1214 données, 2007-2012)



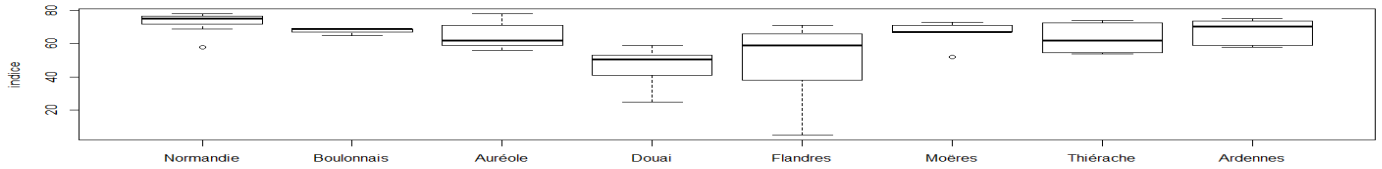
Evolution de l'altération matières organiques et oxydables du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 807 données, 2007-2012)



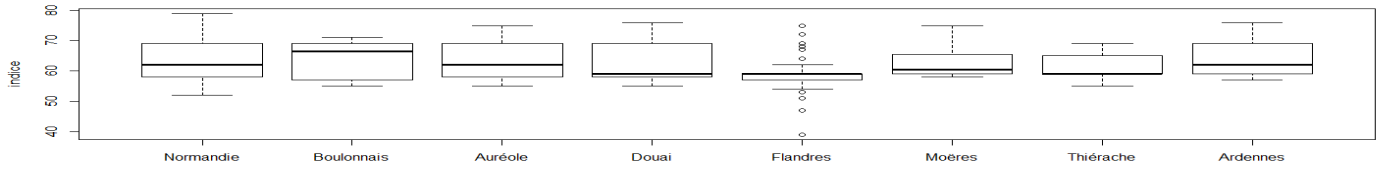
Evolution de l'altération matières phosphorées du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 1203 données, 2007-2012)



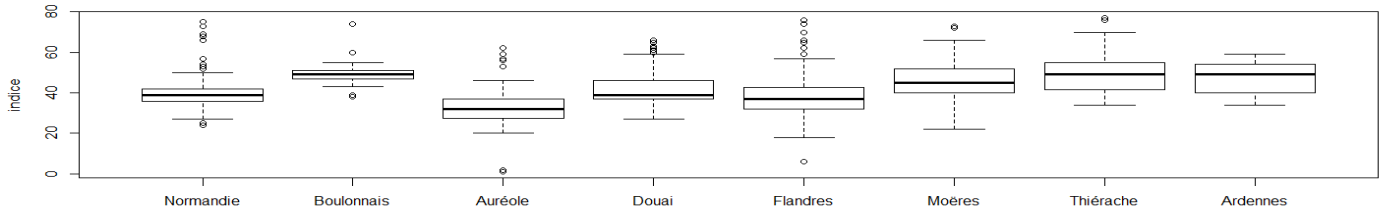
Evolution de l'altération micropolluants minéraux du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 90 données, 2007-2012)



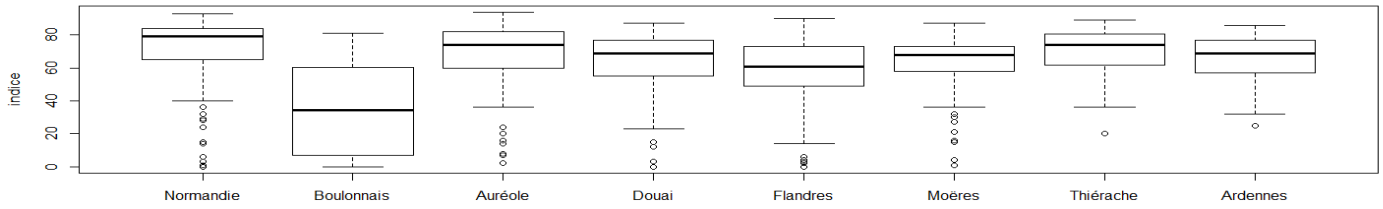
Evolution de l'altération micropolluants organiques du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 221 données, 2007-2012)



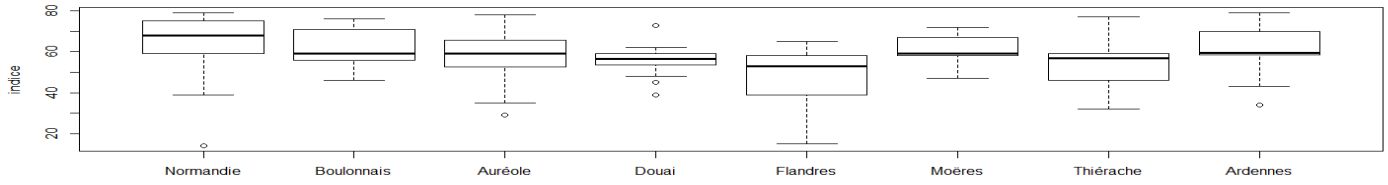
Evolution de l'altération nitrates du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 1215 données, 2007-2012)



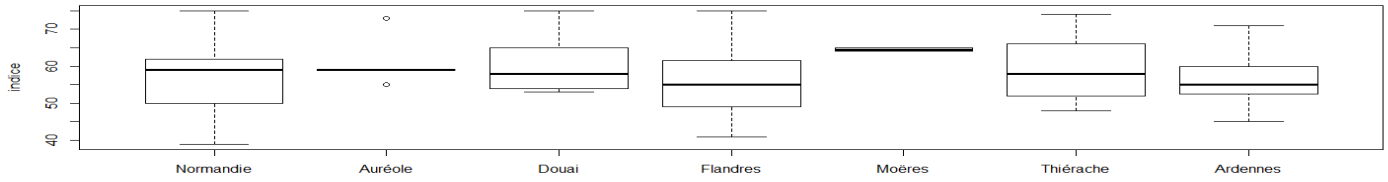
Evolution de l'altération particules en suspension du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 1214 données, 2007-2012)

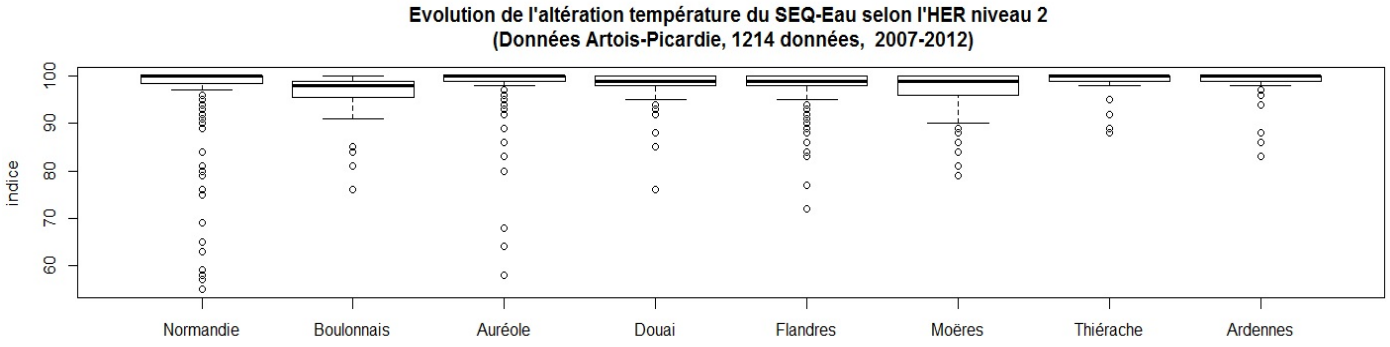


Evolution de l'altération pesticides du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 385 données, 2007-2012)



Evolution de l'altération polychlorobiphényles du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 62 données, 2007-2012)





2.1.3. Variations des altérations du SEQ-eau selon l'année et l'HER

Objectifs et données

Il s'agit de déterminer si les indices des altérations SEQ-eau évoluent au cours du temps et varient selon l'HER, et quel est le facteur prépondérant[1]. Sont écartées de l'analyse les altérations acidification (présente en 2 classes seulement, bleue et verte), micropolluants minéraux (1 année de données), température (quasiment toutes données en classe bleue), PCB (30 données par an au maximum et sur 3 ans). Après avoir vérifié à chaque fois l'homogénéité des variances (par le test de Bartlett), nous avons appliqué une ANOVA à deux facteurs.

Effet des proliférations végétales

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que l'altération Effets des proliférations végétales évolue au cours du temps et varie selon l'HER 2. Le temps constitue le facteur prépondérant.
Par contre l'interaction entre les deux facteurs existe mais n'a pas d'effet significatif sur l'altération.

HAP

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que l'altération hydrocarbures aromatiques polycycliques évolue au cours du temps et varie selon l'HER 2. Le temps constitue le facteur prépondérant.
Par contre l'interaction entre les deux facteurs existe mais n'a pas d'effet significatif sur l'altération.

Matières azotées hors nitrates

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que l'altération matières azotées hors nitrates varie selon l'**HER 2** mais elle n'évolue pas au cours du temps.
L'interaction entre les deux facteurs existe mais n'a pas d'effet significatif sur l'altération.

Matières organiques et oxydables

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que l'altération matières organiques et oxydables évolue au cours du temps et varie selon l'HER 2. L'HER 2 constitue le facteur prépondérant
Par contre l'interaction entre les deux facteurs existe mais n'a pas d'effet significatif sur l'altération.

Matières phosphorées

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que l'altération matières phosphorées évolue au cours du temps et varie selon l'HER 2 .L'HER2 constitue le facteur prépondérant.
L'interaction entre les deux facteurs existe mais n'a pas d'effet significatif sur l'altération.

Micropolluants organiques et autres

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que l'altération micropolluants et autres évolue au cours du temps et varie selon l'HER 2. Le temps constitue le facteur prépondérant.

[1] D'après les résultats des tests de Fisher, le facteur qui a la plus petite p-value est le facteur le plus influent

En outre, l'interaction entre ces deux facteurs existe et a un effet significatif sur l'altération.

Nitrates

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que l'altération nitrates évolue au cours du temps et varie selon l'HER 2.L'HER2 constitue le facteur prépondérant.
L'interaction entre les deux facteurs existe mais n'a pas d'effet significatif sur l'altération.

Particules en suspension

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que l'altération particules en suspension évolue au cours du temps et varie selon l'HER 2 .L'HER2 constitue le facteur prépondérant.
En outre, l'interaction entre ces deux facteurs existe et a un effet significatif sur l'altération

Pesticides

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que l'altération pesticides évolue au cours du temps et varie selon l'HER 2.L'HER2 constitue le facteur prépondérant.
Par contre l'interaction entre les deux facteurs existe mais n'a pas d'effet significatif sur l'altération.

Synthèse

Les altérations testées varient selon l'HER niveau 2 ; elles varient selon l'année sauf les matières azotées.

Variation des indices	ANNEE	HER 2	Interaction entre les facteurs
Effets des proliférations végétales	**oui**	oui	Existe, sans effet significatif
Hydrocarbures HAP	**oui**	oui	Existe, sans effet significatif
Matières azotées hors nitrates	non	**oui**	Existe, sans effet significatif
Matières organiques et oxydables	oui	**oui**	Existe, sans effet significatif
Matières phosphorées	oui	**oui**	Existe, sans effet significatif
Micropolluants organiques	**oui**	oui	Effet significatif de l'interaction
Nitrates	oui	**oui**	Existe, sans effet significatif
Particules en suspension	oui	**oui**	Effet significatif de l'interaction
Pesticides	oui	**oui**	Existe, sans effet significatif

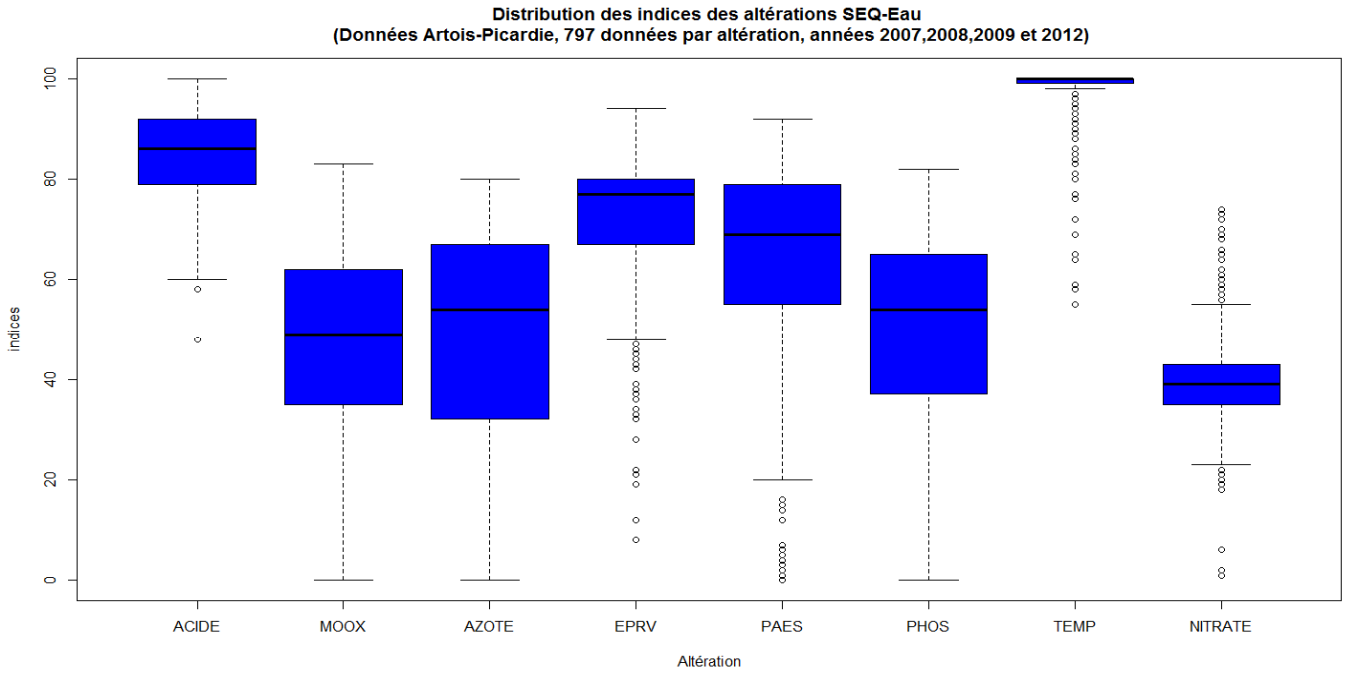
En gras, le facteur le plus influent.

2.1.4. Recherche de caractérisation des HER par le niveau de leurs altérations

2.1.4.1. Données et objectifs

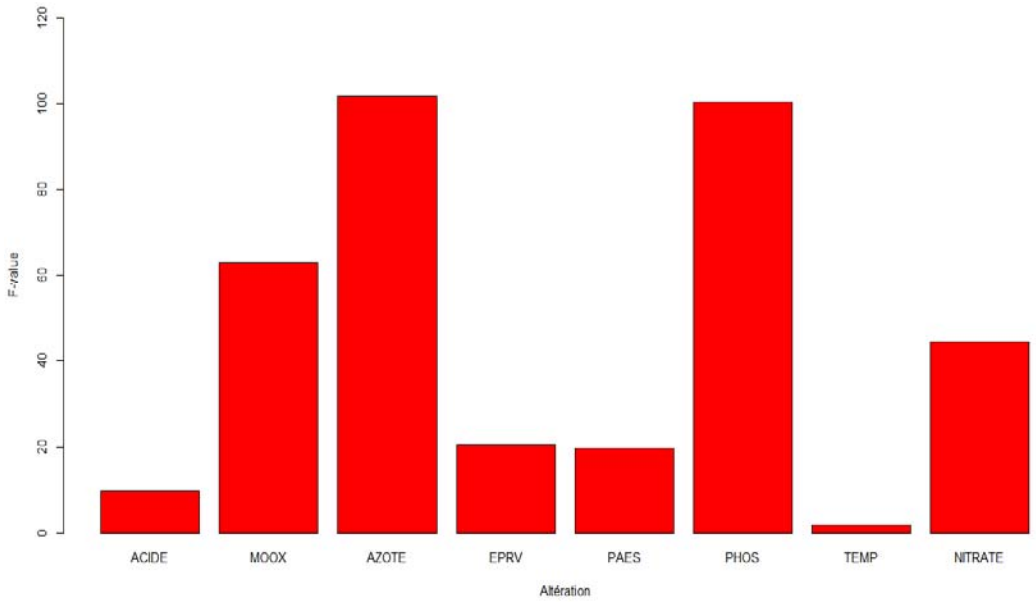
Nous avons fait une analyse factorielle discriminante (AFD) des altérations du SEQ-Eau en des hydro-écorégions de niveau 2. L'idée est de voir si 1 ou plusieurs de ces altération est plus discriminante, mais aussi de savoir si les altérations permettent de distinguer chacune de ces hydro-écorégions.

Ne disposant pas de données d'indice MOOX les années 2010 et 2011, nous traitons les données 2007, 2008, 2009 et 2012 (soit 797 données par altération). Sont écartés du traitement les MPMI analysés seulement en 2007, les MPMO n'ayant que 3 données en 2012, les PCB n'ayant pas de données en 2007. De fait, les HAP et PEST disposant de 3 fois moins de données que les macropolluants sont également exclus du traitement.



2.1.4.2. Pouvoir de discrimination des altérations macropolluants du SEQ-Eau

Pour déterminer les altérations les plus discriminantes, nous avons calculé la statistique F (F-value) de L'ANOVA (analyse de la variance) de chaque altération en fonction des hydro-écorégions. L'altération la plus discriminante est celle qui a la plus grande F-value. Le résultat est sur le graphique ci-dessous :



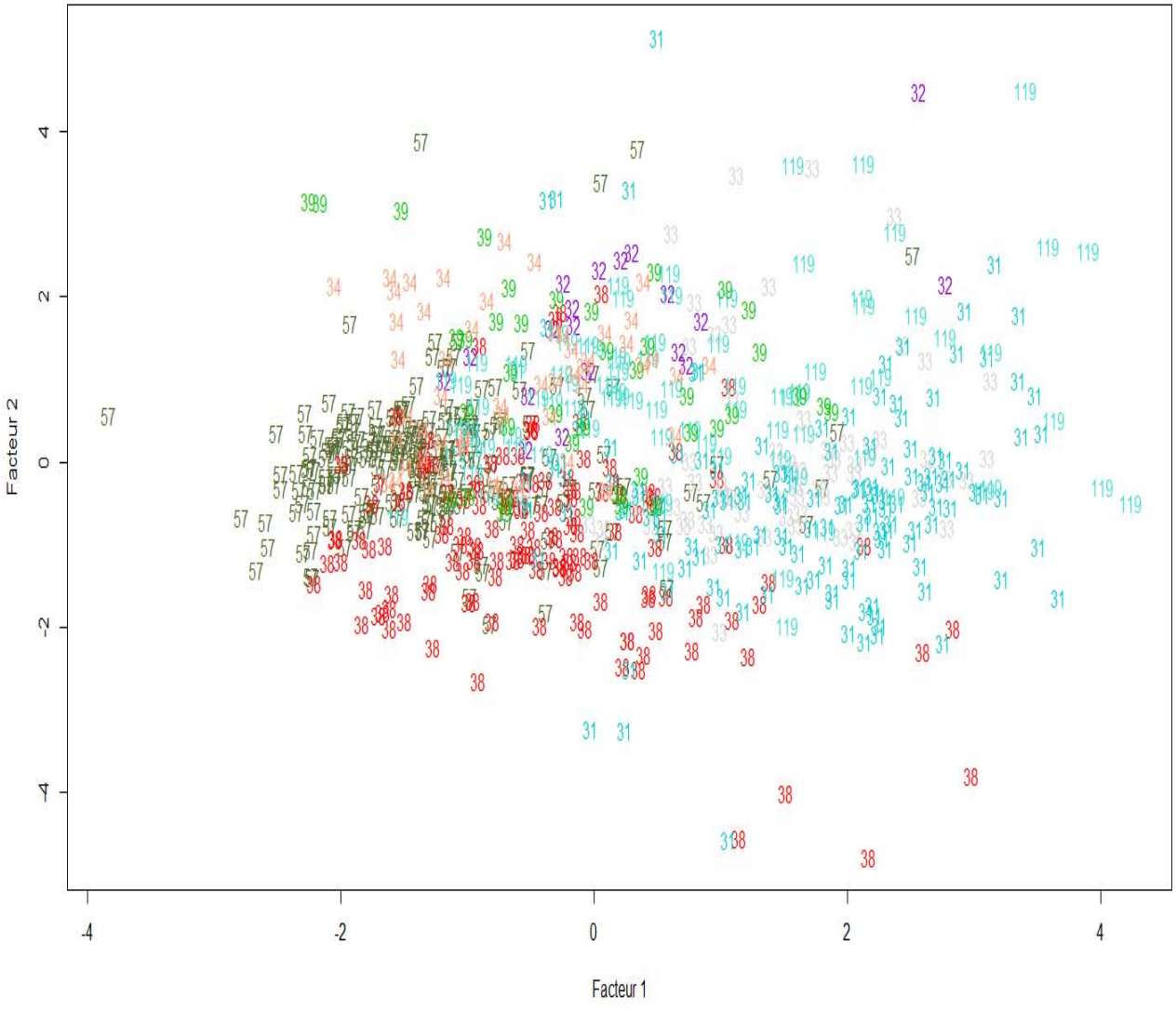
Le graphique montre que les matières azotées hors nitrates et les matières phosphorées, suivies des matières organiques et oxydables, constituent les altérations, parmi celles testées, les plus discriminantes des HER. La température est l'altération la moins discriminante.

2.1.4.3. Représentation graphique des HER niveau 2

Nom HER 2	Code HER 2	Nombre de stations par HER

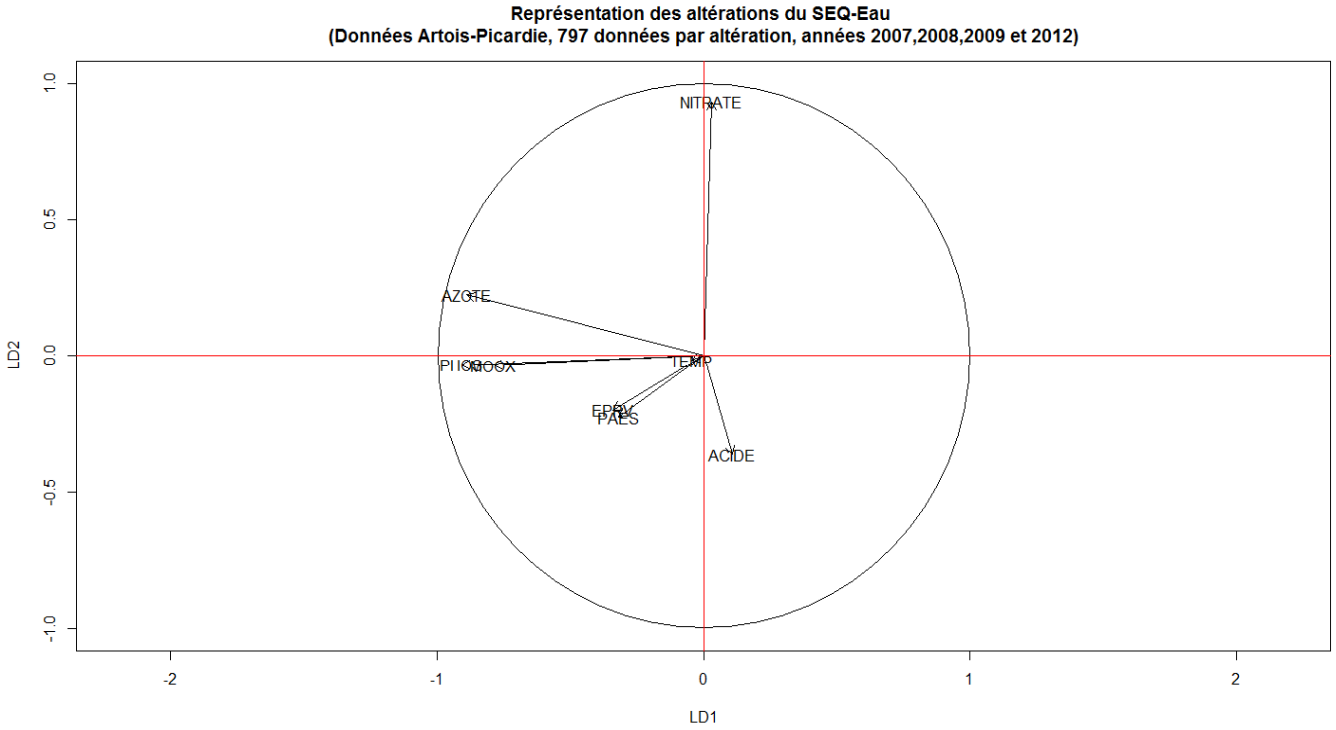
Tables calcaires Haute Normandie Picardie	57	248
Tables calcaires Boulonnais	32	19
Tables calcaires Auréole Crétacé	38	139
Dépôts argilo-sableux Douai-Condée	33	68
Dépôts argilo-sableux Flandres intérieures	31	144
Dépôts argilo-sableux Moëres	119	87
Dépôts argilo-sableux Thiérache	39	40
Ardennes	34	52
Total		**797**

Représentation des hydro-écorégions de niveau 2
(Données Artois-Picaride, 797 données par altération, années 2007,2008,2009 et 2012)



Les hydro-écorégions ne s'isolent pas nettement les unes des autres mais on peut néanmoins les distinguer. Nous avons donc calculé le taux de prédiction de ce modèle, c'est à dire sa capacité à prédire à quelle hydro-écorégion appartient en théorie une station connaissant ses altérations Le pourcentage de bonne prédiction est de l'ordre de 60%. Ce qui reste quand même un peu limité.

2.1.4.4. Représentation graphique des altérations du SEQ-Eau



Sur le premier axe discriminant on retrouve les altérations les plus discriminantes à savoir les matières azotées (AZOTE), les matières phosphorées (PHOS) et les matières organiques et oxydables (MOOX). On note aussi la présence (avec un degré de discrimination un peu moins important) les altérations EPRV et PAES.

Ces altérations sont, en moyenne, très importantes en Haute Normandie Picardie (code HER 57) et en Ardennes (code HER 34). Sur le deuxième axe discriminant, on retrouve les nitrates et l'acidification. Les nitrates sont plus importants dans le Boulonnais.

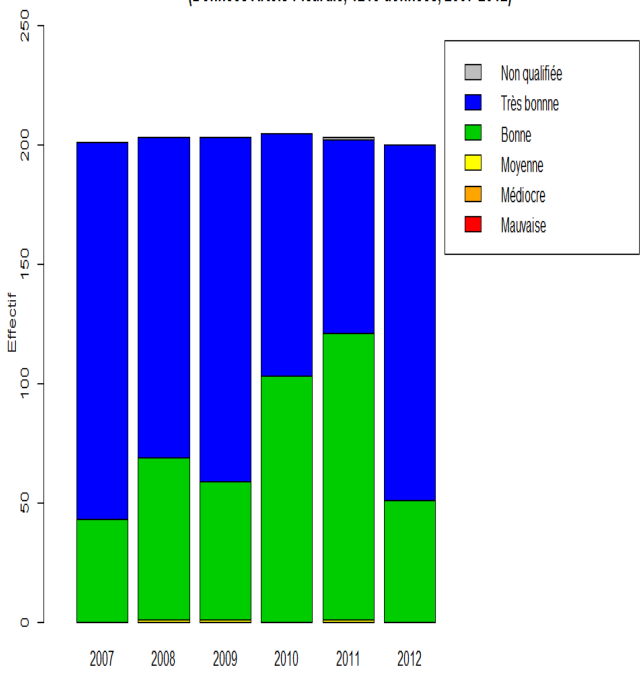
2.1.4.5. Conclusion

Les matières azotées hors nitrates et les matières phosphorées, suivies des matières organiques et oxydables, constituent les altérations, parmi celles testées, discriminant le mieux les HER 2, qui se distinguent les unes des autres sans s'isoler nettement.

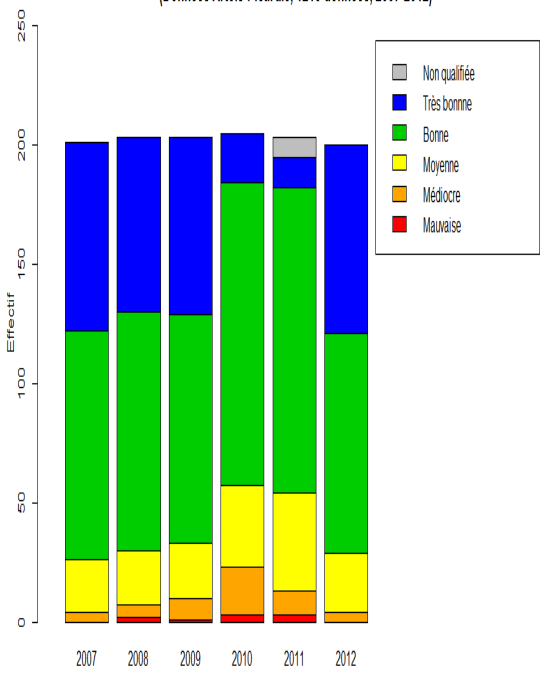
2.1.5. Classes de qualité par altérations

2.1.5.1. Evolution annuelle

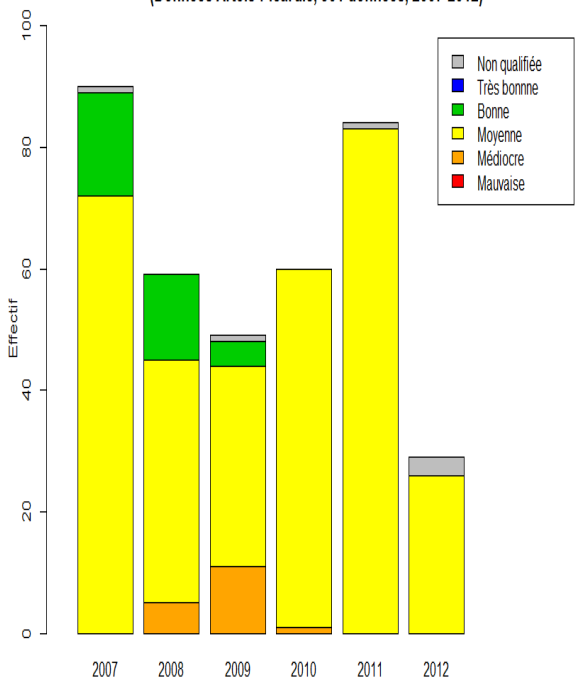
Evolution annuelle de la qualité de l'altération acidification du SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 1215 données, 2007-2012)



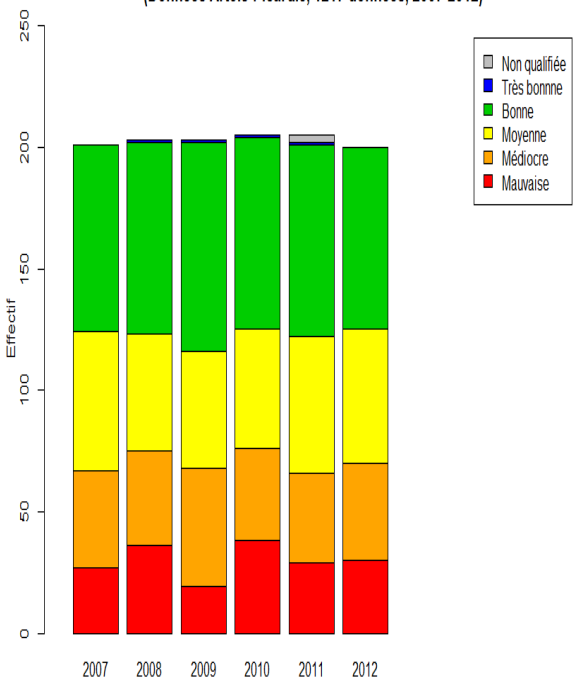
Evolution annuelle de la qualité de l'altération effets des proliférations végétales du SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 1215 données, 2007-2012)

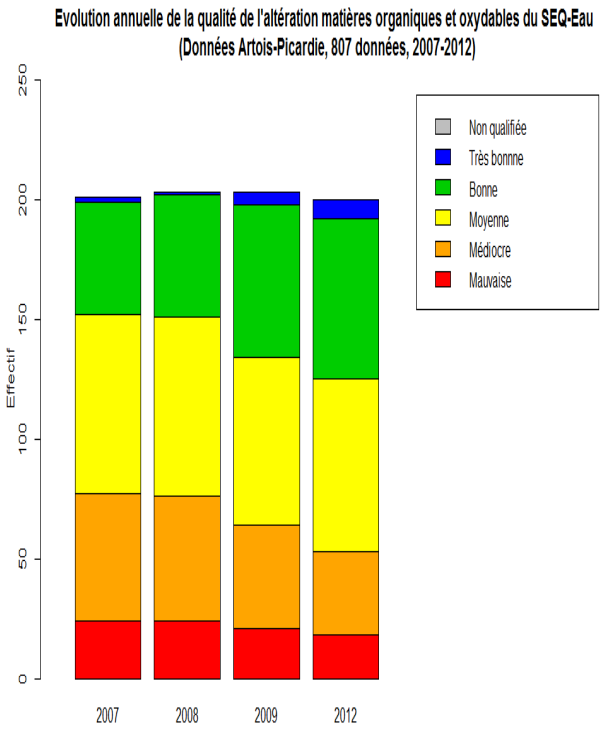


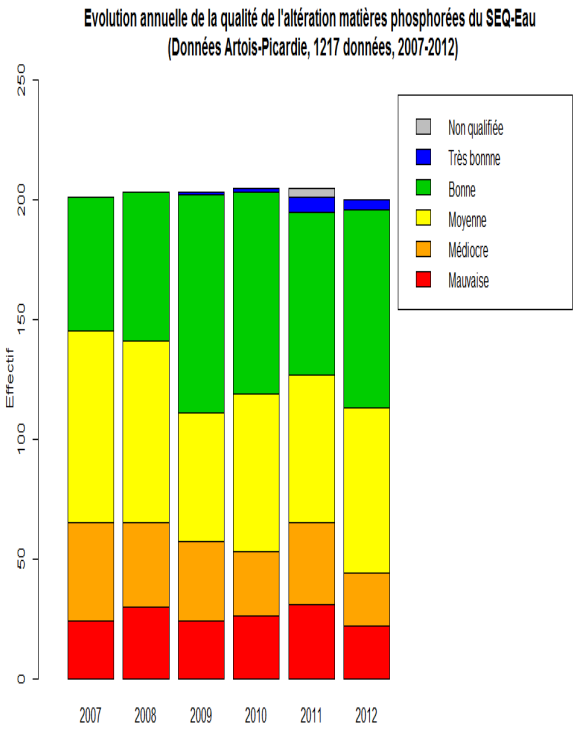
Evolution annuelle de la qualité de l'altération hydrocarbures HAP du SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 361 données, 2007-2012)

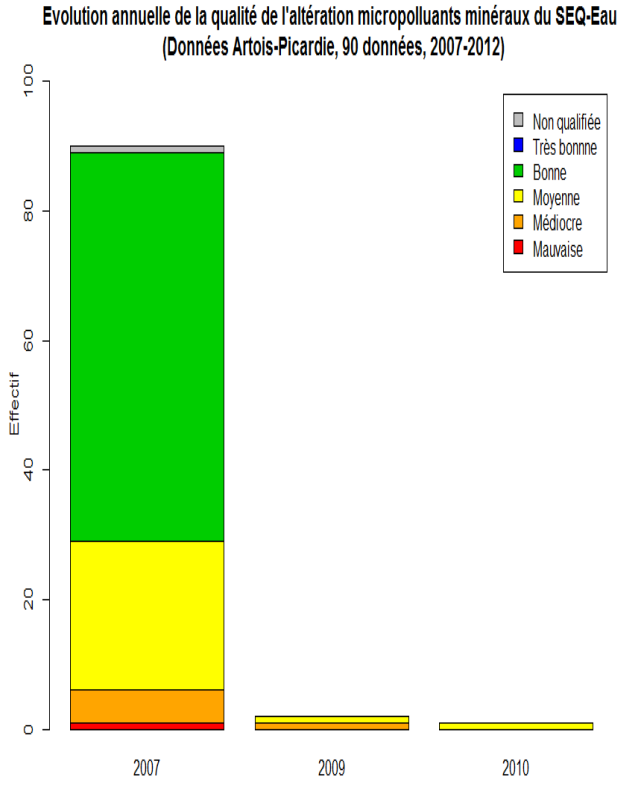


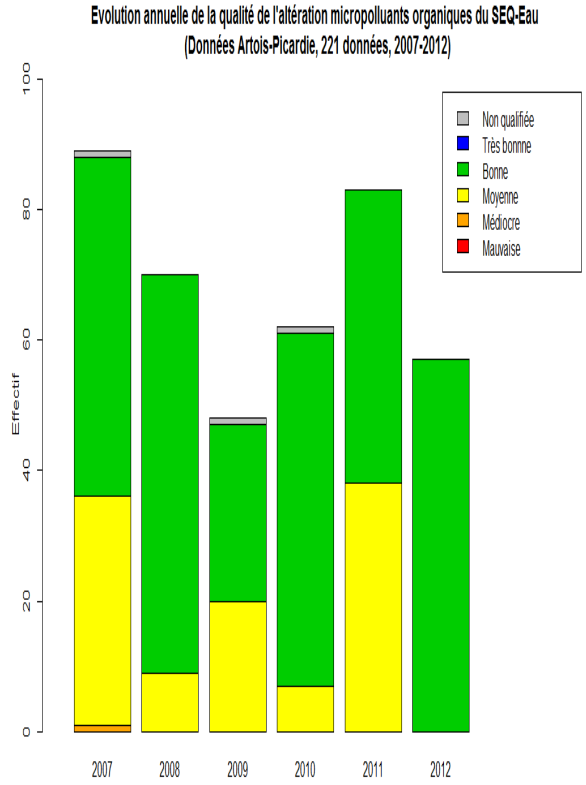
Evolution annuelle de la qualité de l'altération matières azotées hors nitrates du SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 1217 données, 2007-2012)

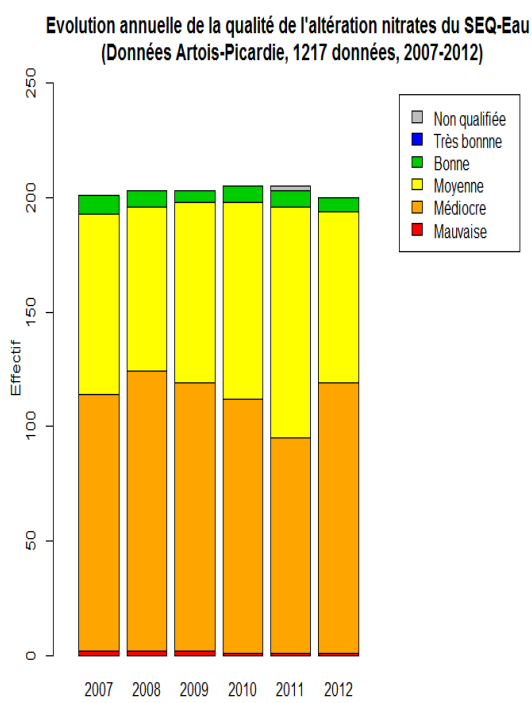


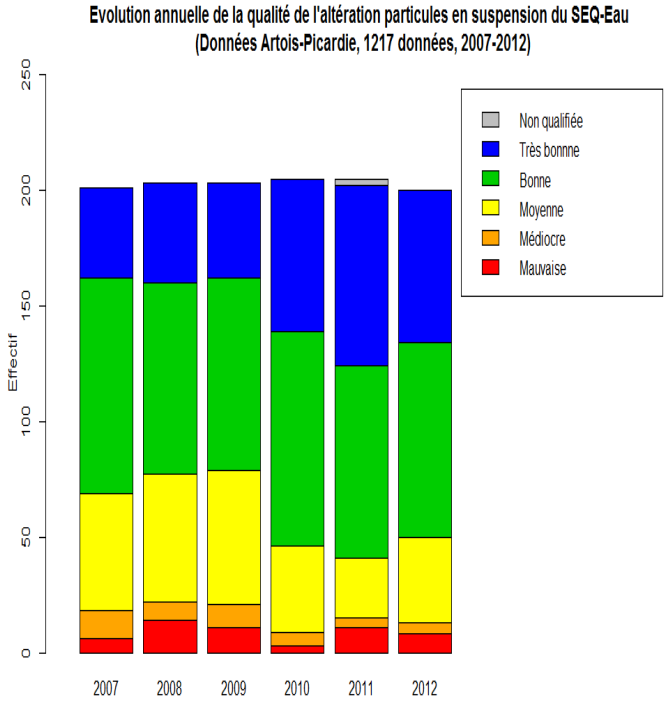

Evolution annuelle de la qualité de l'altération matières organiques et oxydables du SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 807 données, 2007-2012)
Effectif
0
50
100
150
200
250
2007
2008
2009
2012
Non qualifiée
Très bonnne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise

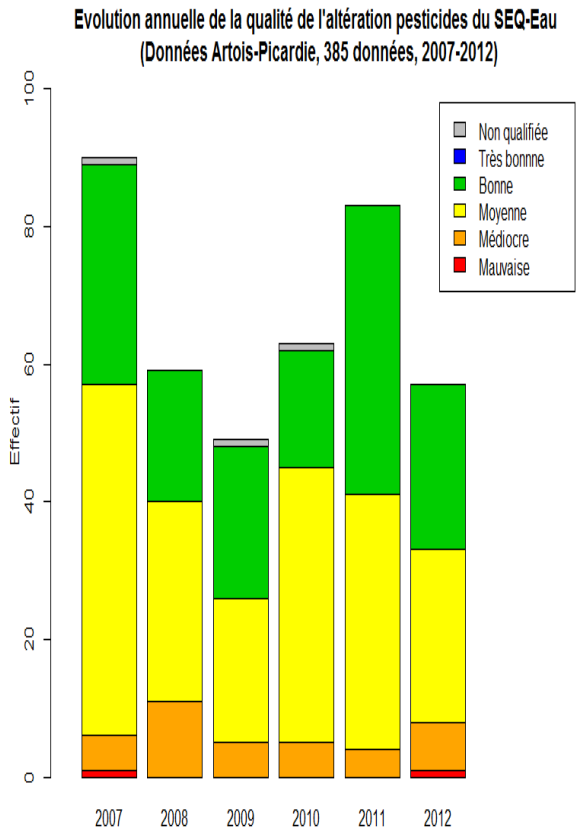

Evolution annuelle de la qualité de l'altération matières phosphorées du SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 1217 données, 2007-2012)
Effectif
0
50
100
150
200
250
2007
2008
2009
2010
2011
2012
Non qualifiée
Très bonnne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise

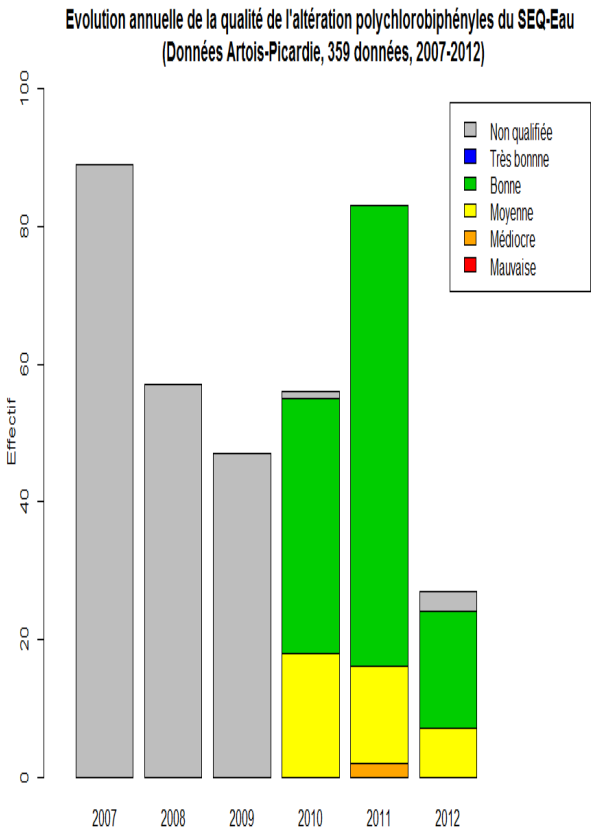

Evolution annuelle de la qualité de l'altération micropolluants minéraux du SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 90 données, 2007-2012)
Effectif
0
20
40
60
80
100
2007
2009
2010
Non qualifiée
Très bonnne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise

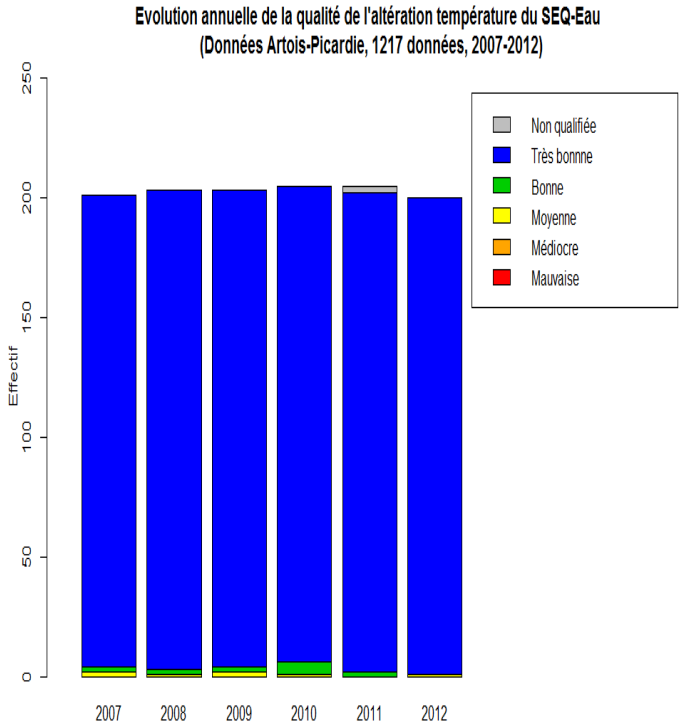

Evolution annuelle de la qualité de l'altération micropolluants organiques du SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 221 données, 2007-2012)
Effectif
0
20
40
60
80
100
2007
2008
2009
2010
2011
2012
Non qualifiée
Très bonnne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise


Evolution annuelle de la qualité de l'altération nitrates du SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 1217 données, 2007-2012)
Effectif
0
50
100
150
200
250
2007
2008
2009
2010
2011
2012
Non qualifiée
Très bonnne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise


Evolution annuelle de la qualité de l'altération particules en suspension du SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 1217 données, 2007-2012)
Effectif
0
50
100
150
200
250
2007
2008
2009
2010
2011
2012
Non qualifiée
Très bonnne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise


Evolution annuelle de la qualité de l'altération pesticides du SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 385 données, 2007-2012)
Effectif
0
20
40
60
80
100
2007
2008
2009
2010
2011
2012
Non qualifiée
Très bonnne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise


Evolution annuelle de la qualité de l'altération polychlorobiphényles du SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 359 données, 2007-2012)
Effectif
0
20
40
60
80
100
2007
2008
2009
2010
2011
2012
Non qualifiée
Très bonnne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise



Les effectifs de station par classes de qualité déterminées en fonction des indices annuels (percentile 90) et moyens les 6 mois précédant le prélèvement sont donnés sur les tableaux suivants. En vert, le cumul des effectifs de stations de très bonne et bonne qualités. En jaune, le cumul des effectifs de stations de qualité moyenne à mauvaise.

Effectifs de stations indices 6 mois

Annee	Code Alteration	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvais	Total
2007	ACID	29					29
2008	ACID	57	2				59
2009	ACID	60	3				63
2010	ACID	59	3				62
2011	ACID	48	11				59
2012	ACID	58	3				61
		311	22	0	0	0	333
		93%	7%	0%	0%	0%	100%
			333		0		

Annee	CodeAlterat	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvais	Total
2007	EPRV	16	13				29
2008	EPRV	42	17				59
2009	EPRV	39	24				63
2010	EPRV	19	43				62
2011	EPRV	14	44	1			59
2012	EPRV	48	13				61
		178	154	1	0	0	333
		53%	46%	0%	0%	0%	100%
			332		1		

Annee	CodeAlterat	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvais	Total
2007	HAP		23	4			27
2008	HAP		17	6			23
2009	HAP		16	8			24
2010	HAP		2	29			31
2011	HAP		4	44			48
2012	HAP		1	12			13
		0	63	103	0	0	166
		0%	38%	62%	0%	0%	100%
			63		103		

Annee	CodeAlterat	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvais	Total
2007	AZOT		22	7			29
2008	AZOT	3	45	7	3	1	59
2009	AZOT	3	48	9	3		63
2010	AZOT	2	48	8	3	1	62
2011	AZOT	4	43	10	2		59
2012	AZOT	5	42	11	3		61
		17	248	52	14	2	333
		5%	74%	16%	4%	1%	100%
			265		68		

Annee	CodeAlterat	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvais	Total
2007	MOOX	7	18	4			29
2008	MOOX	12	39	8			59
2009	MOOX	16	38	8	1		63
2010	MOOX						0
2011	MOOX						0
2012	MOOX	27	32	2			61
		62	127	22	1	0	212
		29%	60%	10%	0%	0%	100%
			189		23		

Annee	CodeAlterat	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvais	Total
2007	PHOS		20	9			29
2008	PHOS		47	7	2		56
2009	PHOS	4	48	9	1	1	63
2010	PHOS	15	40	6	1		62
2011	PHOS	14	38	6	1		59
2012	PHOS	7	46	8			61
		40	239	45	5	1	330
		12%	72%	14%	2%	0%	100%
			279		51		

Annee	CodeAlterat	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvais	Total
2007	MPMI		28				28
2008	MPMI						0
2009	MPMI						0
2010	MPMI						0
2011	MPMI						0
2012	MPMI						0
		0	28	0	0	0	28
		0%	100%	0%	0%	0%	100%
			28		0		

Effectifs de stations indices 6 mois

Annee	CodeAlterat	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvais	Total
2007	MPOR		28				28
2008	MPOR		12	9			21
2009	MPOR		11	1			12
2010	MPOR		5	2			7
2011	MPOR		1	21			22
2012	MPOR						0
		0	57	33	0	0	90
		0%	63%	37%	0%	0%	100%
			57		33		

Annee	CodeAlterat	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvais	Total
2007	NITR		3	14	12		29
2008	NITR		1	30	27	1	59
2009	NITR	1	4	30	28		63
2010	NITR		6	32	24		62
2011	NITR		4	29	26		59
2012	NITR	1	3	34	23		61
		2	21	169	140	1	333
		1%	6%	51%	42%	0%	100%
			23		310		

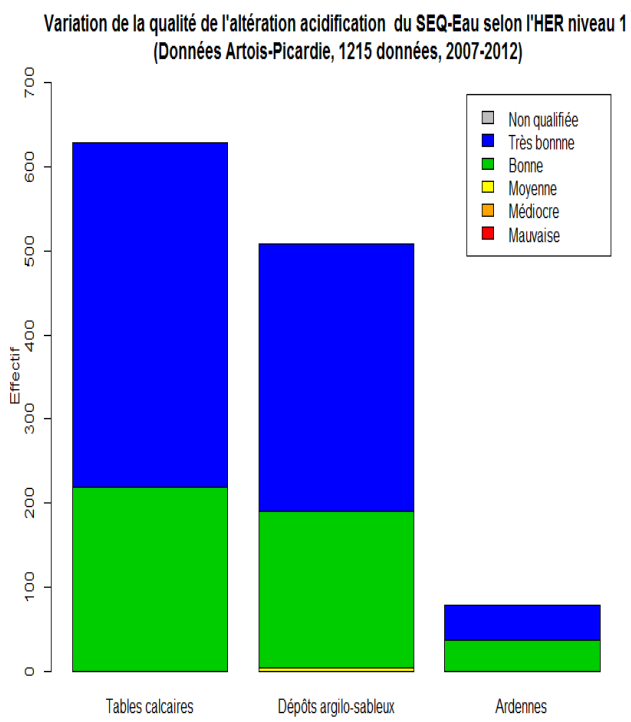
Annee	CodeAlterat	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvais	Total
2007	PAES	19	8	2			29
2008	PAES	34	22	3			59
2009	PAES	35	24	4			63
2010	PAES	56	6				62
2011	PAES	53	6				59
2012	PAES	55	6				61
		252	72	9	0	0	333
		76%	22%	3%	0%	0%	100%
			324		9		

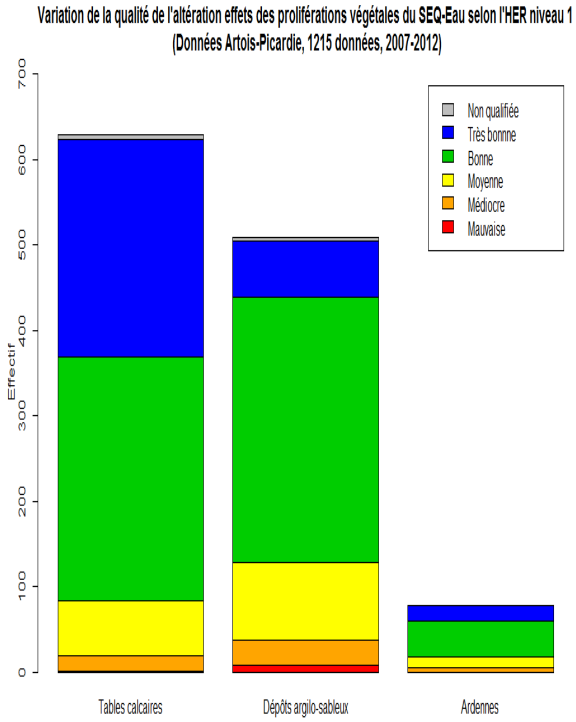
Annee	CodeAlterat	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvais	Total
2007	PEST		22	7			29
2008	PEST		20	11			31
2009	PEST		19	4			23
2010	PEST		23	9			32
2011	PEST		42	2			44
2012	PEST		25	4			29
		0	151	37	0	0	188
		0%	80%	20%	0%	0%	100%
			151		37		

Annee	CodeAlterat	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvais	Total
2007	PCB						0
2008	PCB						0
2009	PCB						0
2010	PCB		9	4			13
2011	PCB		2	2			4
2012	PCB			1			1
		0	11	7	0	0	18
		0%	61%	39%	0%	0%	100%
			11		7		

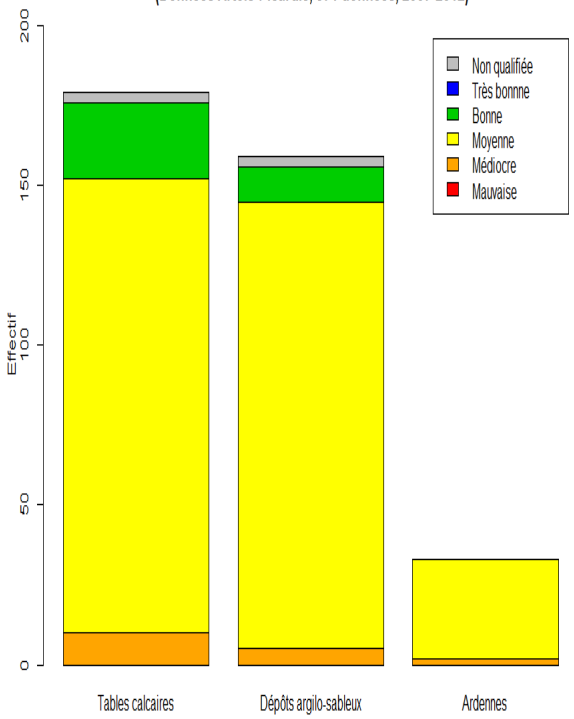
Annee	CodeAlterat	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvais	Total
2007	TEMP	29					29
2008	TEMP	59					59
2009	TEMP	63					63
2010	TEMP	62					62
2011	TEMP	59					59
2012	TEMP	61					61
		333	0	0	0	0	333
		100%	0%	0%	0%	0%	100%
			333		0		

2.1.5.2. Variation selon l'HER niveau 1

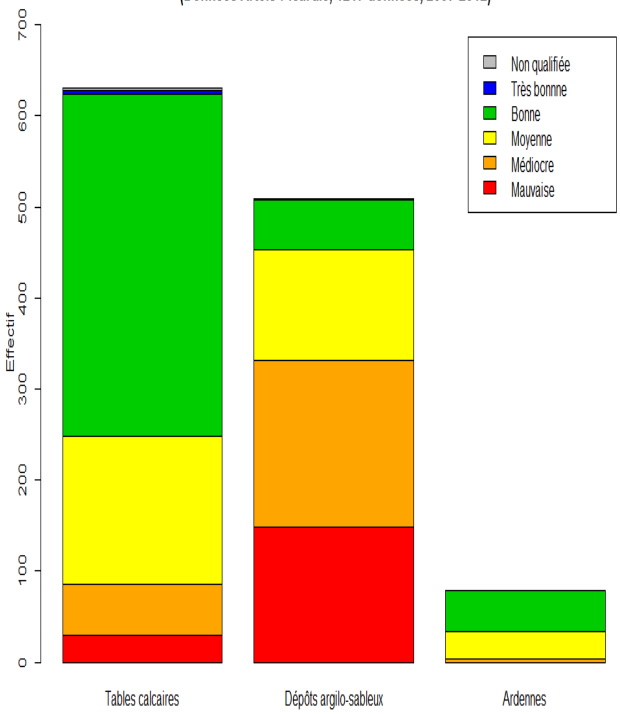




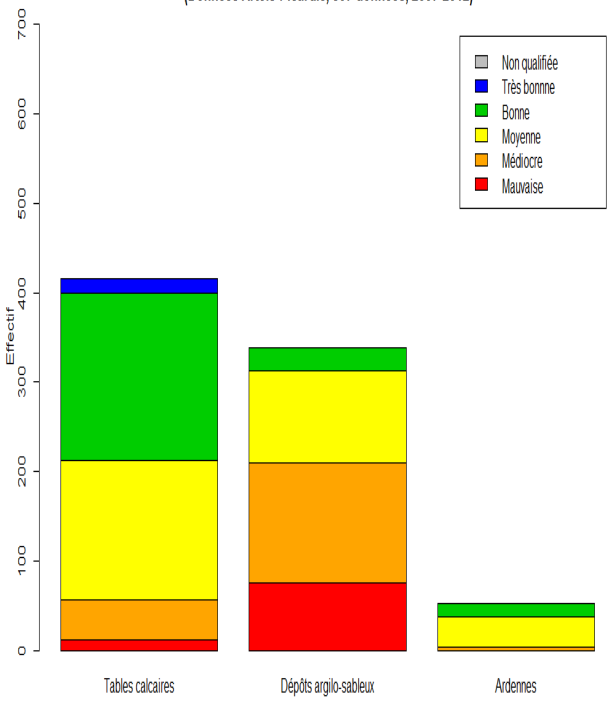
Variation de la qualité de l'altération hydrocarbures HAP du SEQ-Eau selon l'HER niveau 1
(Données Artois-Picardie, 371 données, 2007-2012)



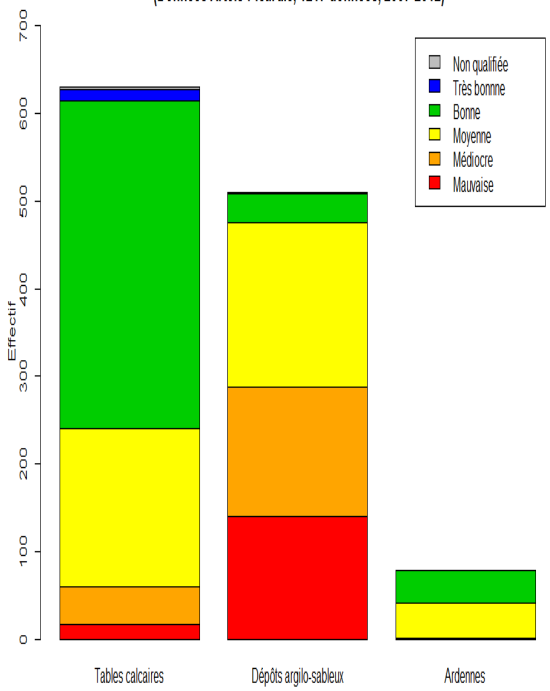
Répartition de la qualité de l'altération matières azotées hors nitrates du SEQ-Eau selon l'HER niveau 1
(Données Artois-Picardie, 1217 données, 2007-2012)



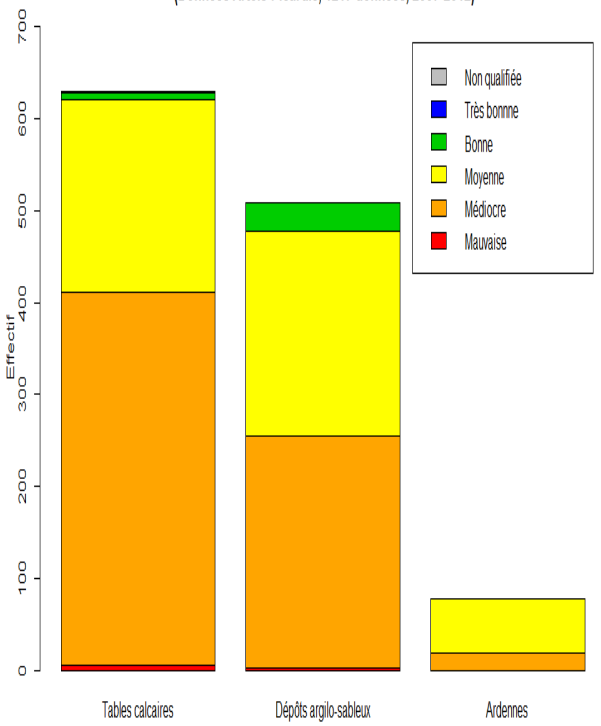
Variation de la qualité de l'altération matières organiques et oxydables du SEQ-Eau selon l'HER niveau 1
(Données Artois-Picardie, 807 données, 2007-2012)



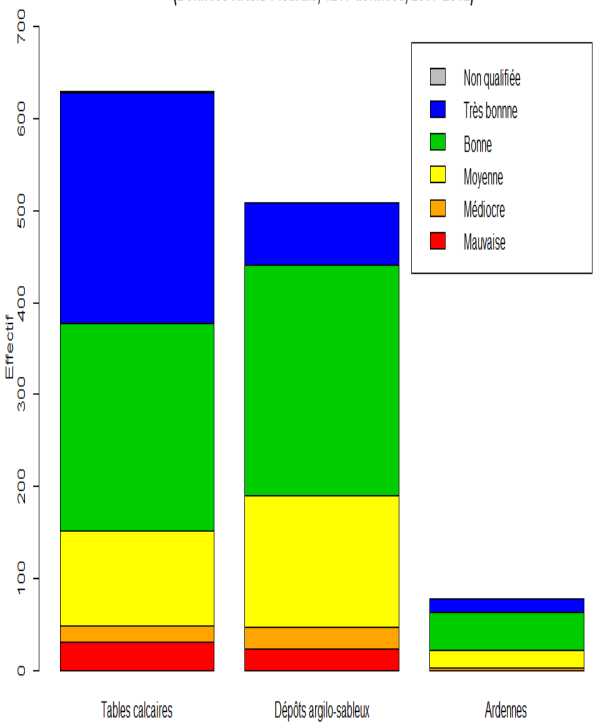
Variation de la qualité de l'altération matières phosphorées du SEQ-Eau selon l'HER niveau 1
(Données Artois-Picardie, 1217 données, 2007-2012)



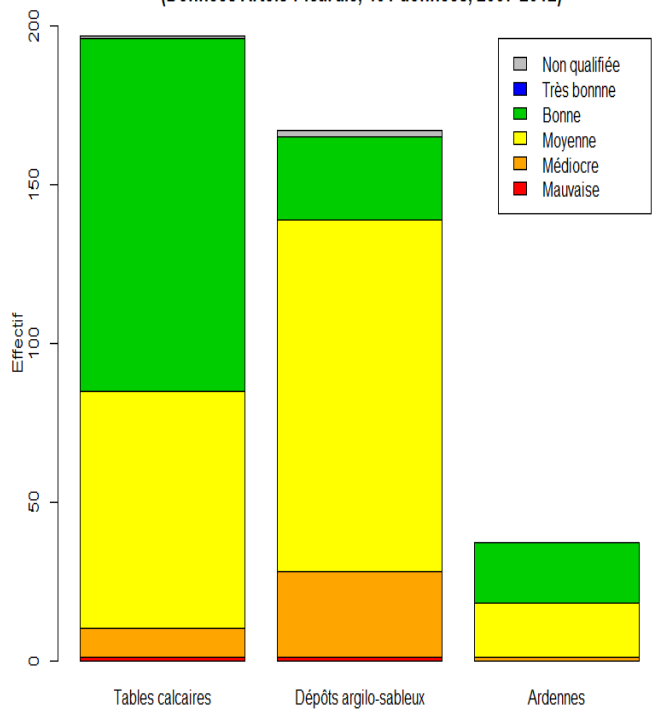
Variation de la qualité de l'altération nitrates du SEQ-Eau selon l'HER niveau 1
(Données Artois-Picardie, 1217 données, 2007-2012)



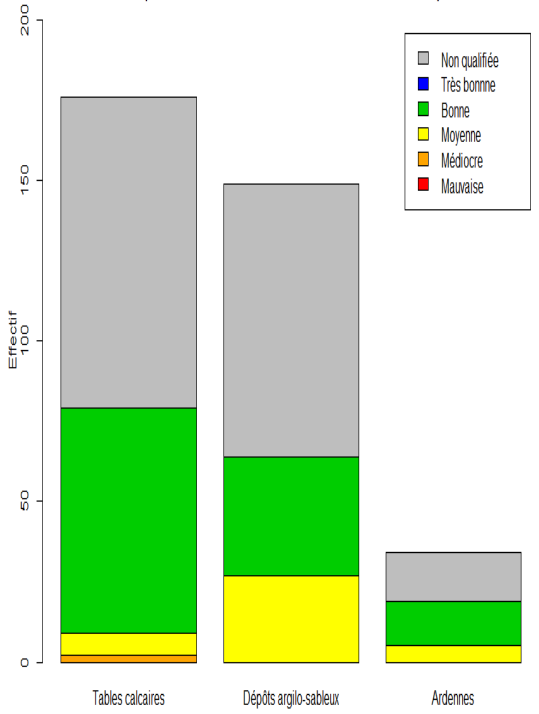
Variation de la qualité de l'altération particules en suspension du SEQ-Eau selon l'HER niveau 1
(Données Artois-Picardie, 1217 données, 2007-2012)

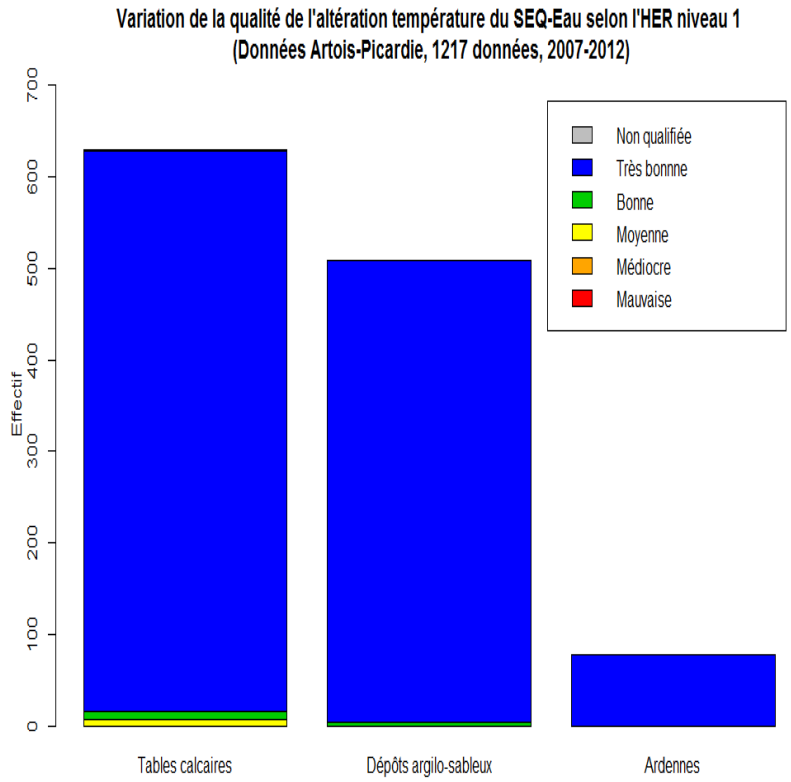


Variation de la qualité de l'altération pesticides du SEQ-Eau selon l'HER niveau 1
(Données Artois-Picardie, 401 données, 2007-2012)

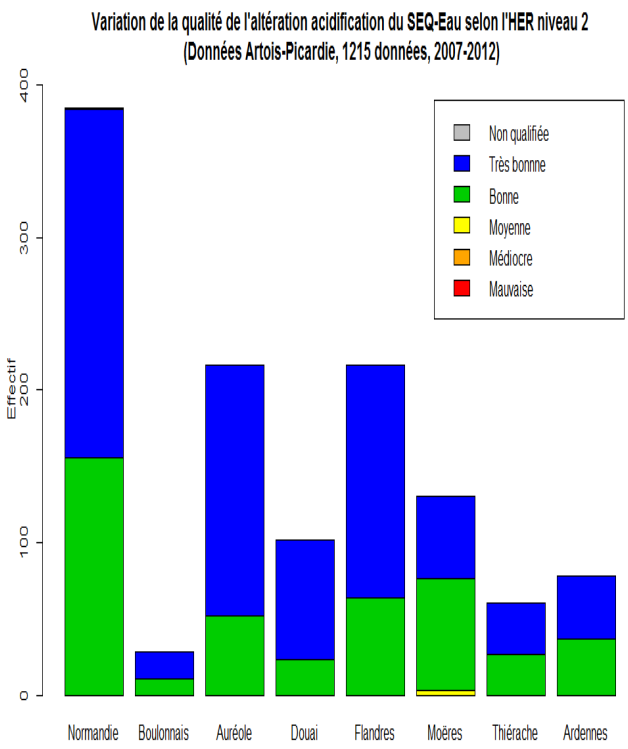


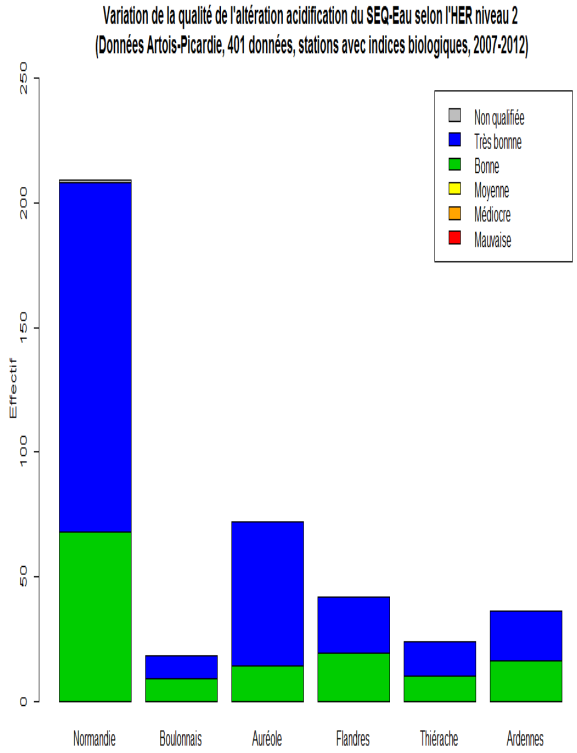
Variation de la qualité de l'altération polychlorobiphényles du SEQ-Eau selon l'HER niveau 1
(Données Artois-Picardie, 359 données, 2007-2012)



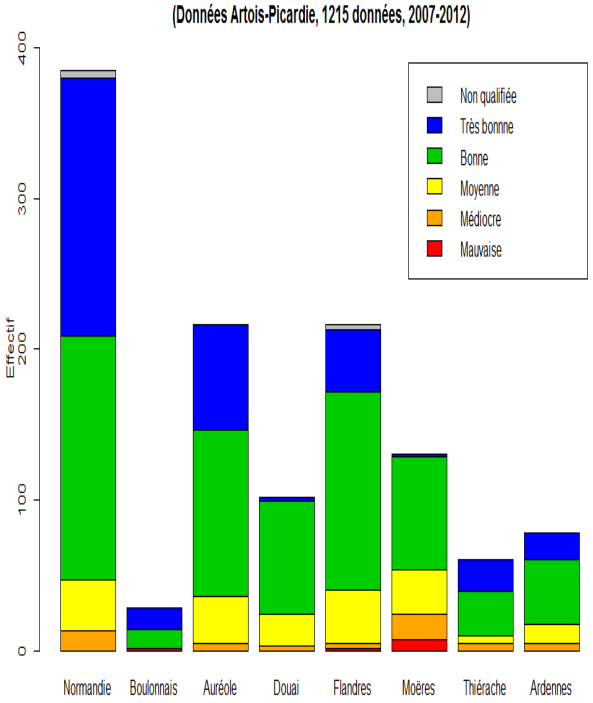


2.1.5.3. Variation selon l'HER niveau 2

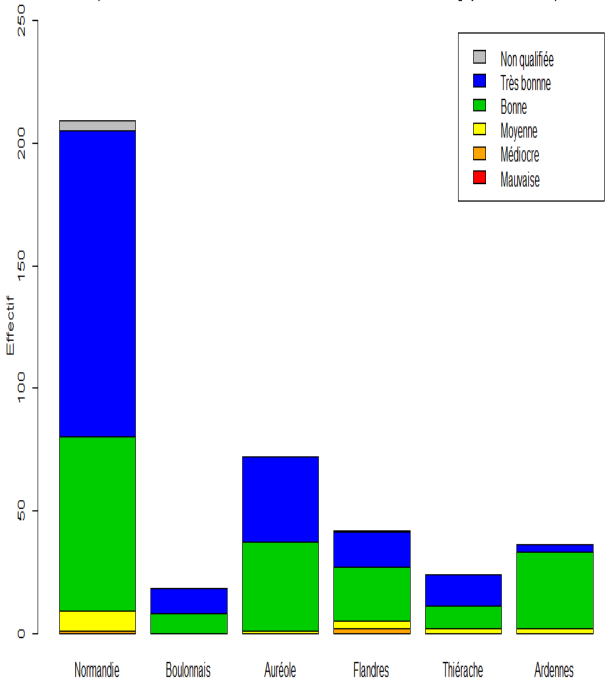




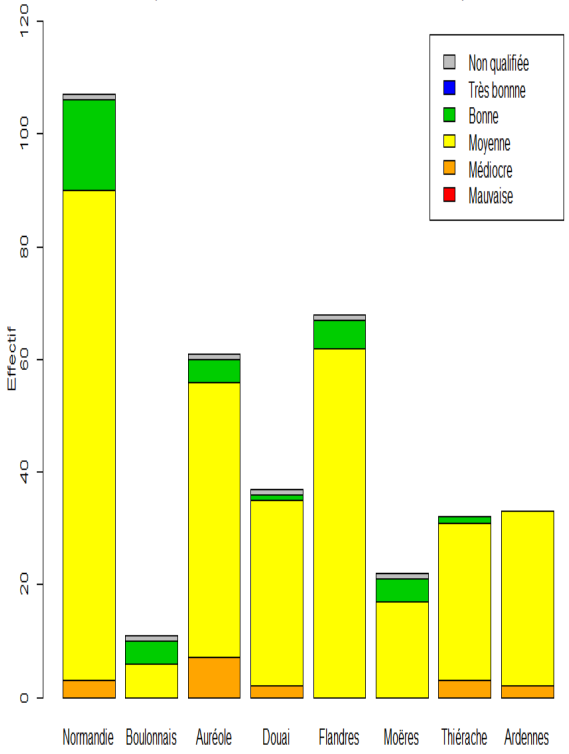
Variation de la qualité de l'altération effets des proliférations végétales du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 1215 données, 2007-2012)



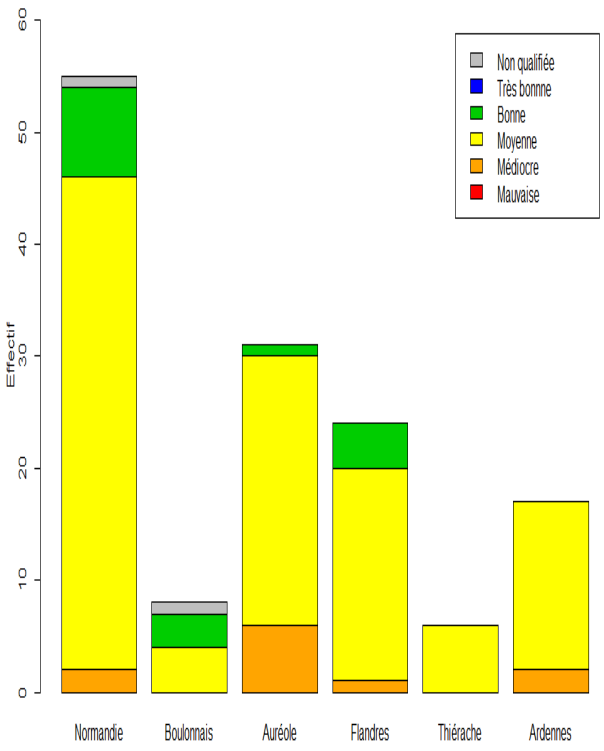
Variation de la qualité de l'altération effets des proliférations végétales du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 401 données, stations avec indices biologiques, 2007-2012)



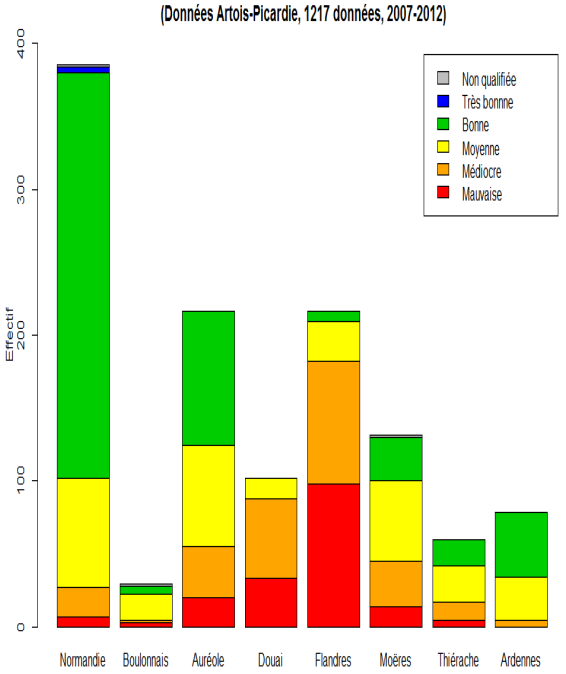
Variation de la qualité de l'altération hydrocarbures HAP du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 371 données, 2007-2012)



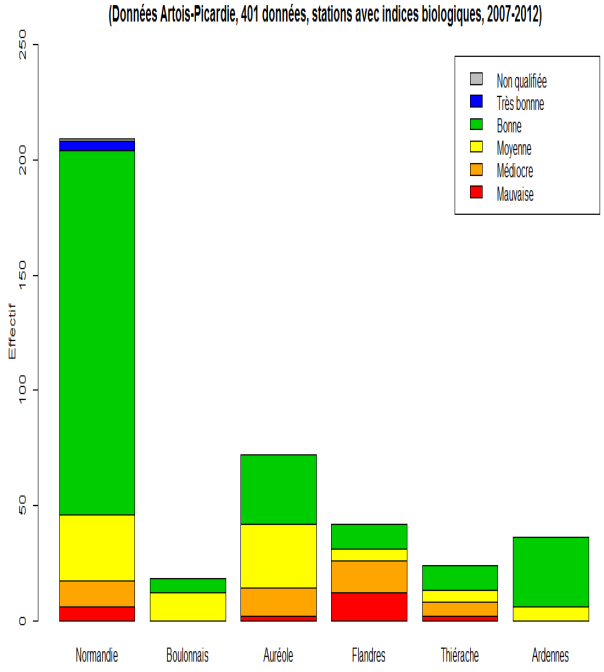
Variation de la qualité de l'altération hydrocarbures HAP du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 141 données, stations avec indices biologiques, 2007-2012)



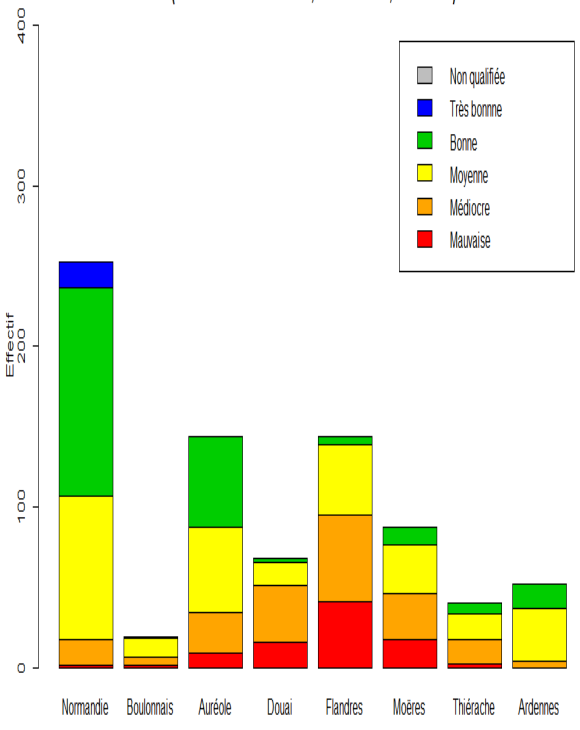
Variation de la qualité de l'altération matières azotées hors nitrates du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 1217 données, 2007-2012)



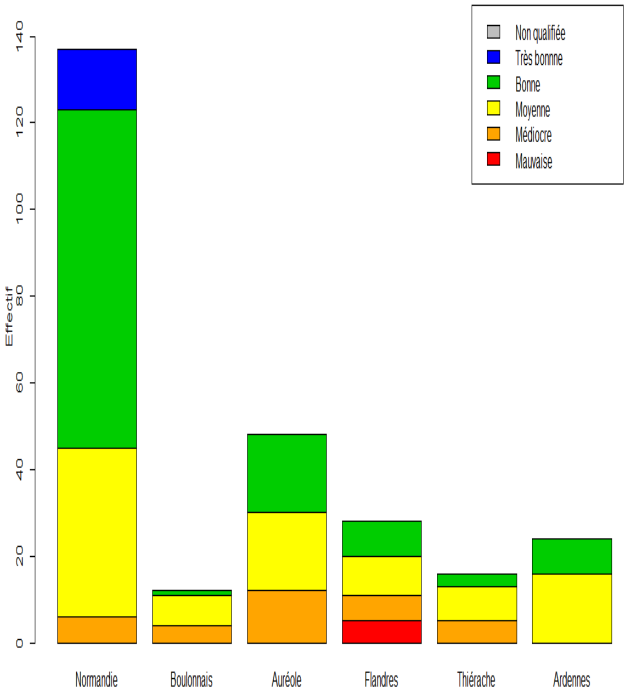
Variation de la qualité de l'altération matières azotées hors nitratesdu SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 401 données, stations avec indices biologiques, 2007-2012)



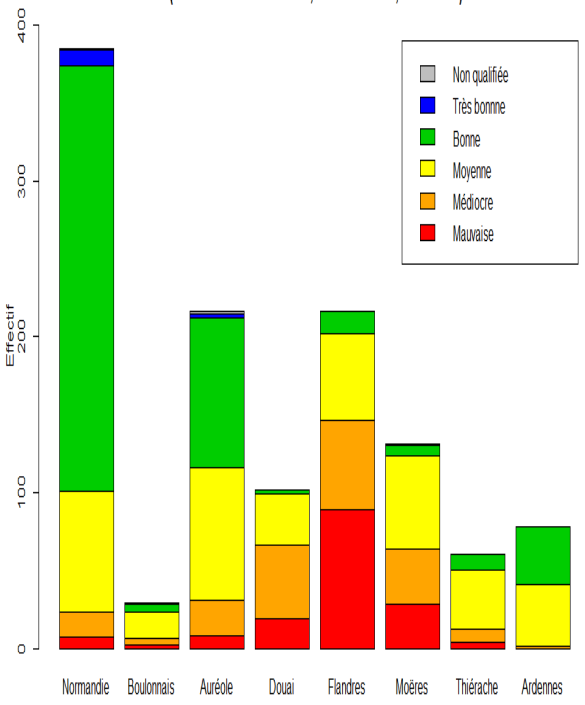
Variation de la qualité de l'altération matières organiques et oxydables du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 807 données, 2007-2012)



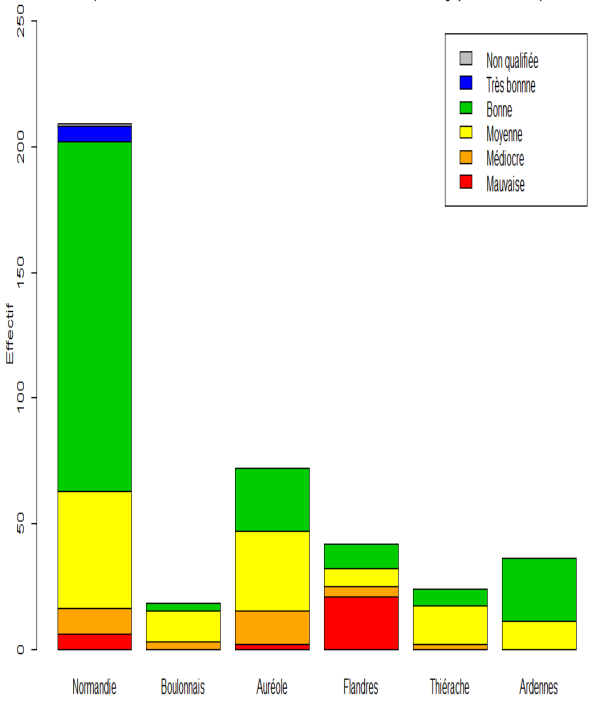
Variation de la qualité de l'altération matières organiques et oxydables du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 265 données, stations avec indices biologiques, 2007-2012)



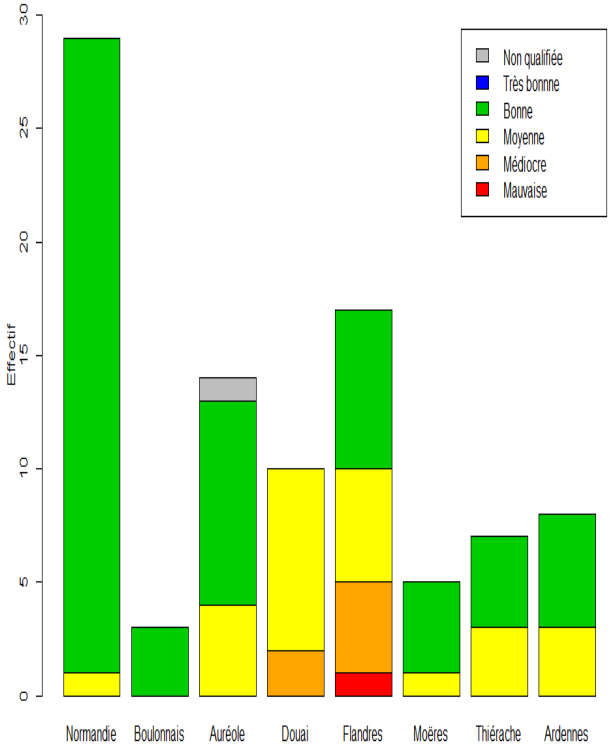
Variation de la qualité de l'altération matières phosphorées du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 1217 données, 2007-2012)



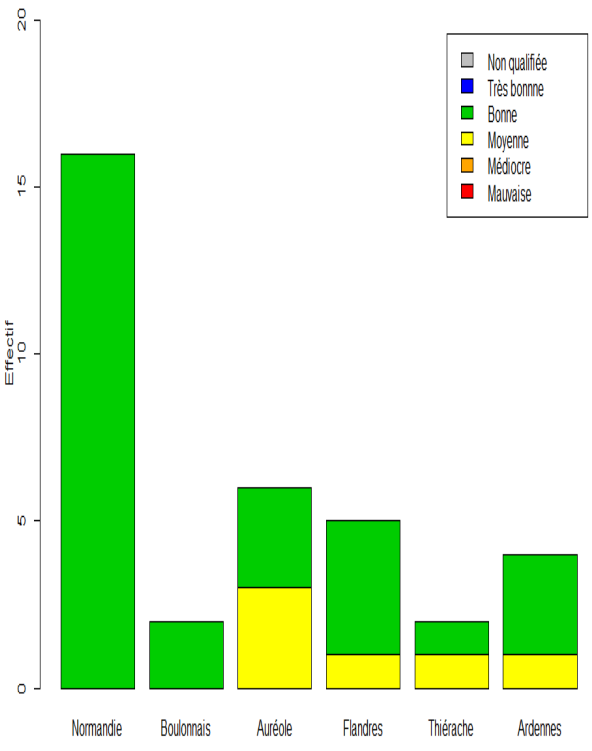
Variation de la qualité de l'altération matières phosphorées du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 401 données, stations avec indices biologiques, 2007-2012)

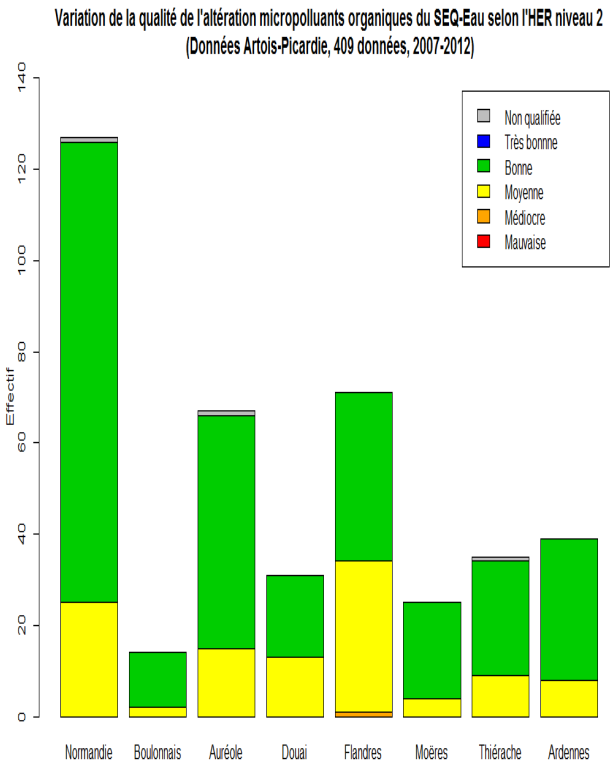


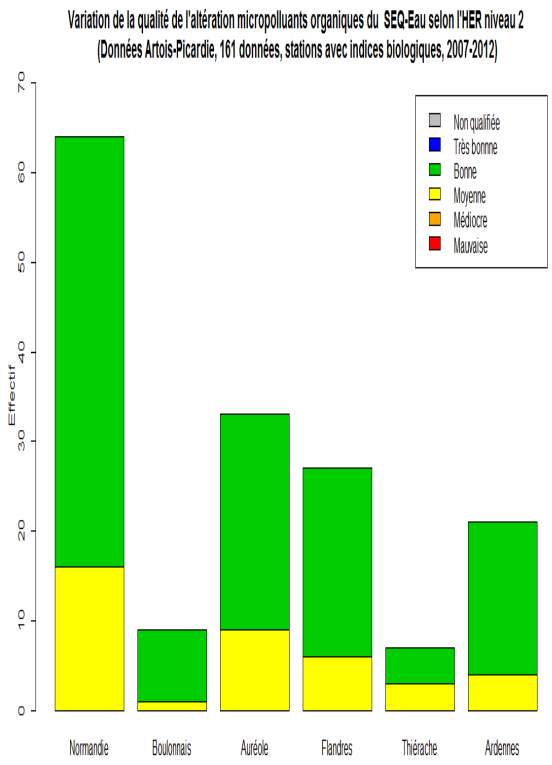
Variation de la qualité de l'altération micropolluants minéraux du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 93 données, 2007-2012)

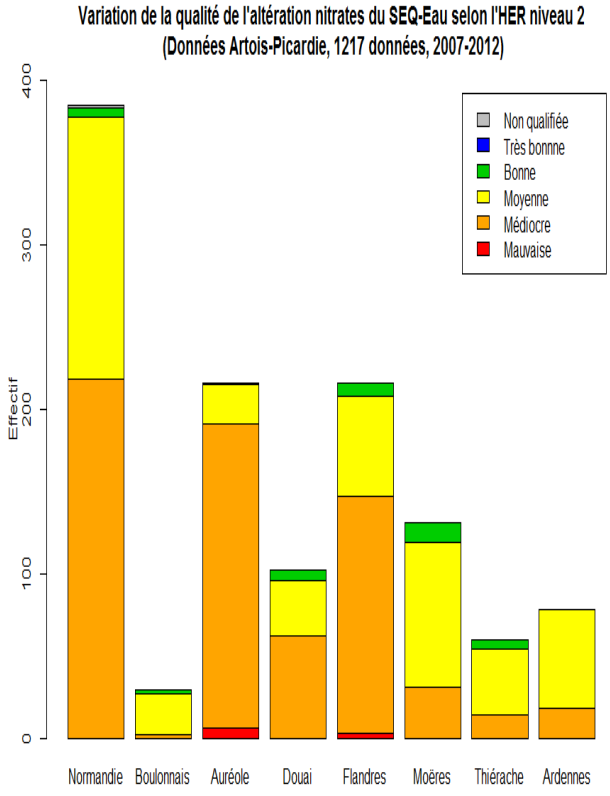


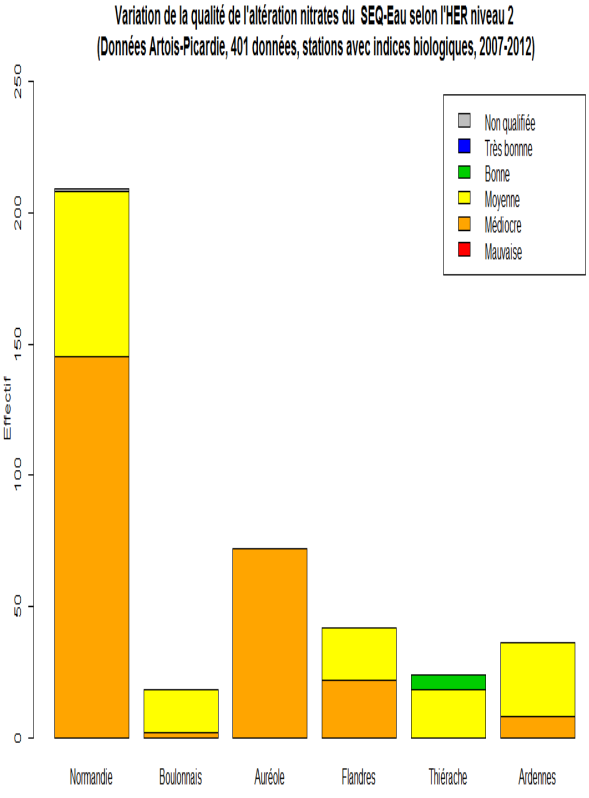
Variation de la qualité de l'altération micropolluants minéraux du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 35 données, stations avec indices biologiques, 2007-2012)



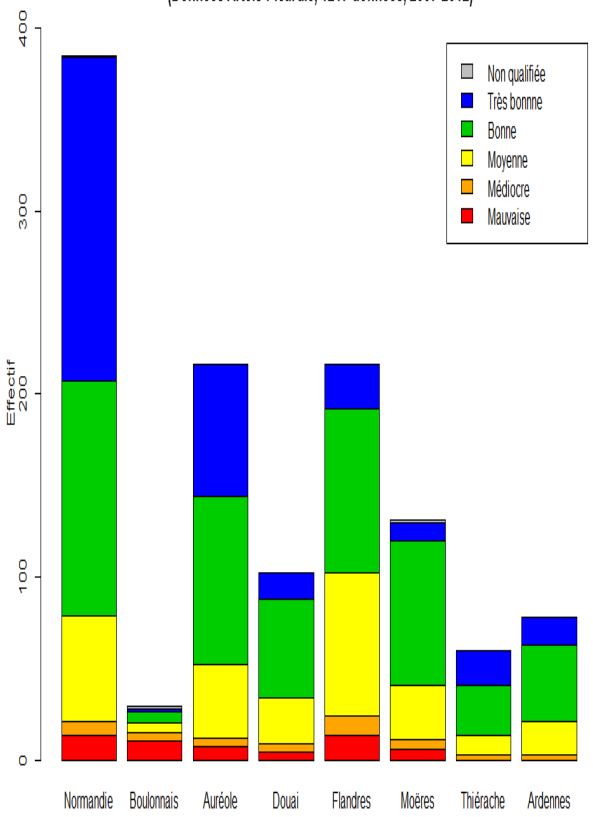

Variation de la qualité de l'altération micropolluants organiques du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 409 données, 2007-2012)
Effectif
0
20
40
60
80
100
120
140
Non qualifiée
Très bonnne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Normandie
Boulonnais
Auréole
Douai
Flandres
Moëres
Thiérache
Ardennes


Variation de la qualité de l'altération micropolluants organiques du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 161 données, stations avec indices biologiques, 2007-2012)
Effectif
0
10
20
30
40
50
60
70
Non qualifiée
Très bonnne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Normandie
Boulonnais
Auréole
Flandres
Thiérache
Ardennes

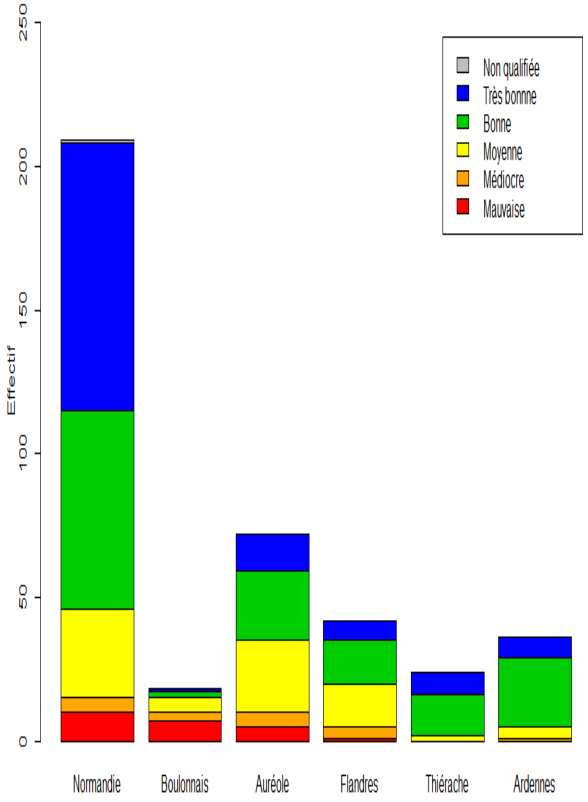

Variation de la qualité de l'altération nitrates du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 1217 données, 2007-2012)
Effectif
0
100
200
300
400
Non qualifiée
Très bonnne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Normandie
Boulonnais
Auréole
Douai
Flandres
Moëres
Thiérache
Ardennes


Variation de la qualité de l'altération nitrates du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 401 données, stations avec indices biologiques, 2007-2012)
Effectif
0
50
100
150
200
250
Non qualifiée
Très bonnne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Normandie
Boulonnais
Auréole
Flandres
Thiérache
Ardennes

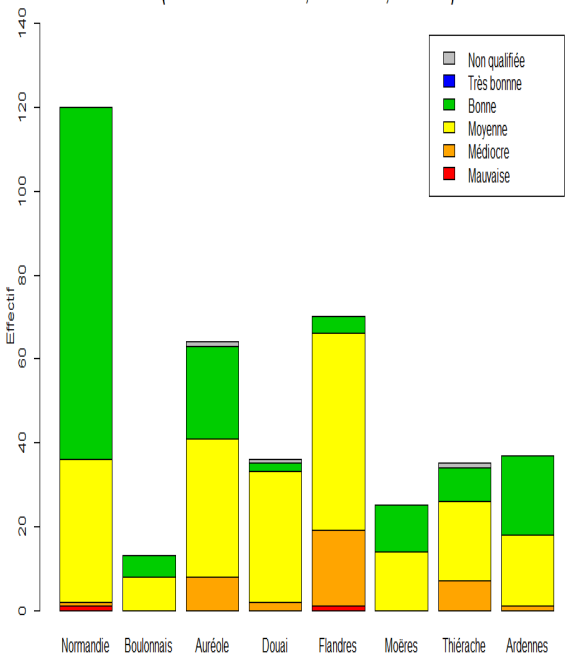
Variation de la qualité de l'altération particules en suspension du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 1217 données, 2007-2012)



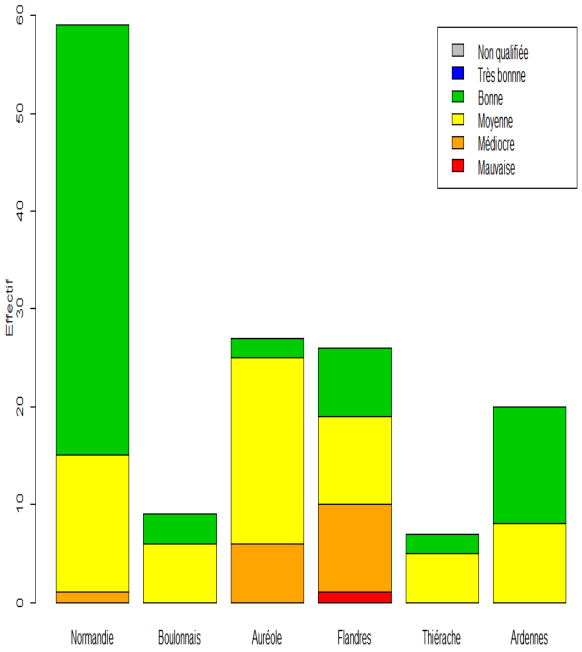
Variation de la qualité de l'altération particules en suspension du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 401 données, stations avec indices biologiques, 2007-2012)

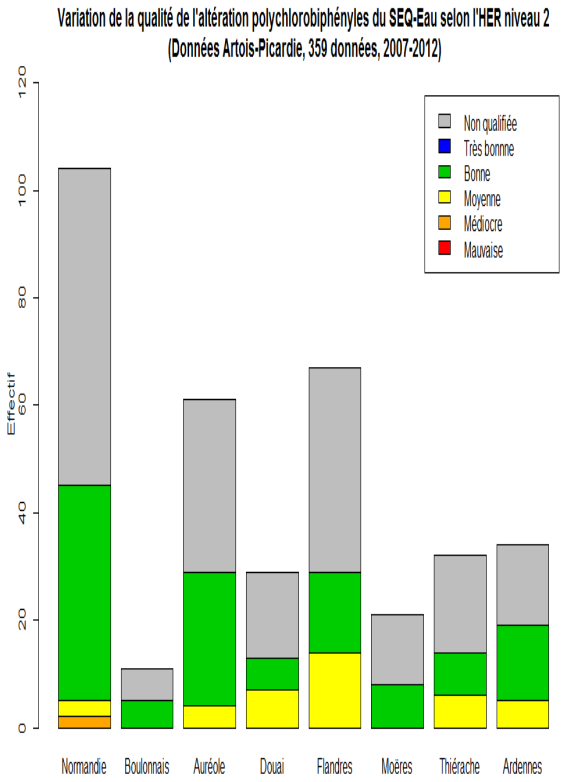


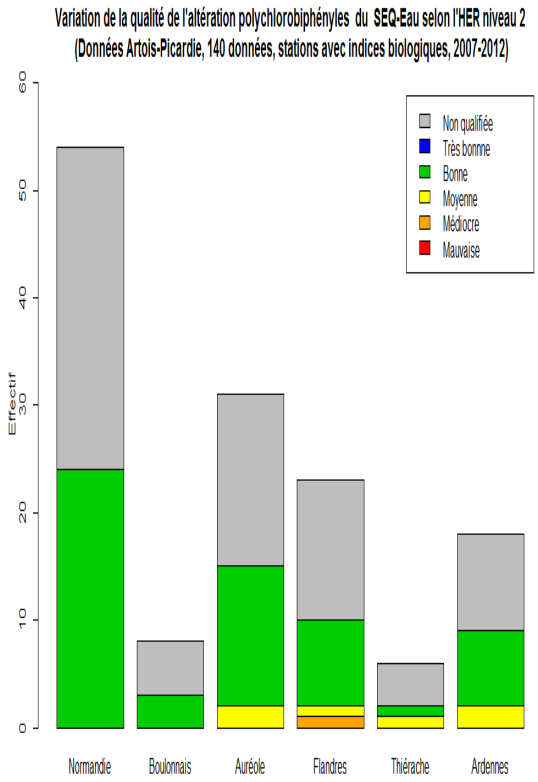
Variation de la qualité de l'altération pesticides du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 401 données, 2007-2012)

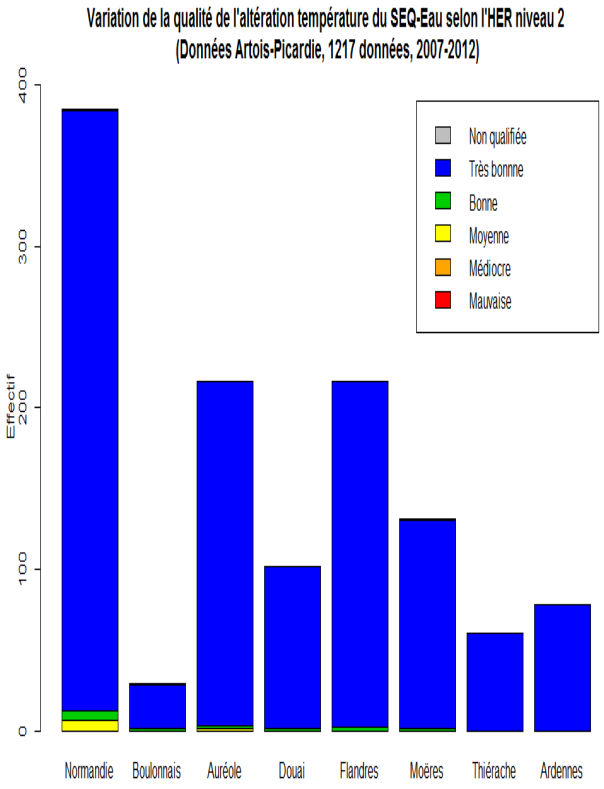


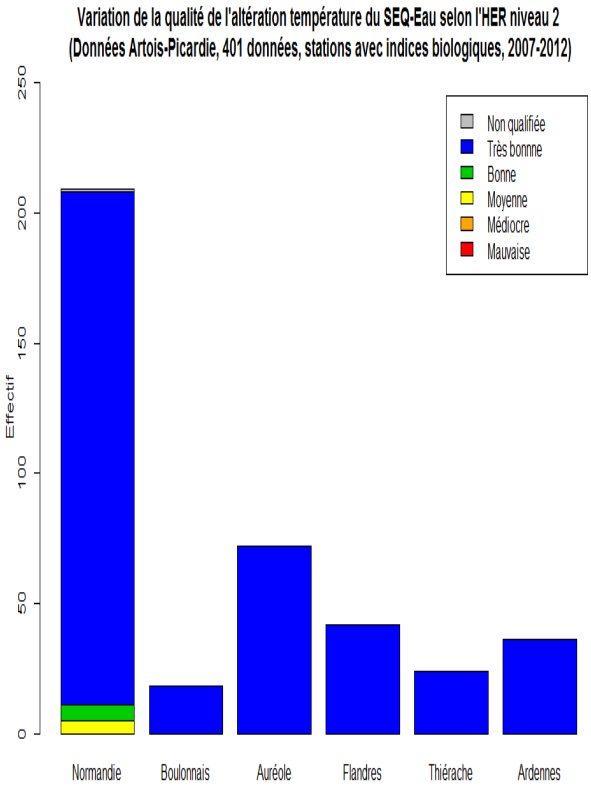
Variation de la qualité de l'altération pesticides du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 153 données, stations avec indices biologiques, 2007-2012)




Variation de la qualité de l'altération polychlorobiphényles du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 359 données, 2007-2012)
Effectif
0
20
40
60
80
100
120
Non qualifiée
Très bonne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Normandie
Boulonnais
Auréole
Douai
Flandres
Moëres
Thiérache
Ardennes


Variation de la qualité de l'altération polychlorobiphényles du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 140 données, stations avec indices biologiques, 2007-2012)
Effectif
0
10
20
30
40
50
60
Non qualifiée
Très bonne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Normandie
Boulonnais
Auréole
Flandres
Thiérache
Ardennes


Variation de la qualité de l'altération température du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 1217 données, 2007-2012)
Effectif
0
100
200
300
400
Non qualifiée
Très bonne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Normandie
Boulonnais
Auréole
Douai
Flandres
Moëres
Thiérache
Ardennes


Variation de la qualité de l'altération température du SEQ-Eau selon l'HER niveau 2
(Données Artois-Picardie, 401 données, stations avec indices biologiques, 2007-2012)
Effectif
0
50
100
150
200
250
Non qualifiée
Très bonne
Bonne
Moyenne
Médiocre
Mauvaise
Normandie
Boulonnais
Auréole
Flandres
Thiérache
Ardennes

2.1.5.4. Test de la variation des classes d'altérations SEQ-Eau selon l'année ou l'HER

Les résultats des tests d'indépendance (tests de khi-deux et de Fisher) entre les altérations du SEQ-Eau et les variables temps et hydro-écorégions sont dans le tableau suivant :

Dépendance entre les variables	ANNEES	HER 1	HER 2
Acidification	oui	**non**	oui
Effets des proliférations végétales	oui	oui	oui
Hydrocarbures HAP	oui	oui	oui
Matières azotées hors nitrates	**non**	oui	oui
Matières organiques et oxydables	**non**	oui	oui
Matières phosphorées	oui	oui	oui
Micropolluants minéraux	/	oui	oui
Micropolluants organiques	oui	oui	oui
Nitrates	**non**	oui	oui
Particules en suspension	oui	oui	oui
Pesticides	oui	oui	oui
Polychlorobiphényles	**non**	oui	oui
Température	**non**	**non**	**non**

Oui = Il y a une relation de dépendance entre les deux variables
Non = Il n'y a pas de relation de dépendance entre les deux variables.

D'après les tests 2 à 2, les classes des altérations MAZOT, MOOX, NO3, PCB, TEMP n'évoluent pas au cours du temps. La répartition des classes est par ailleurs différente selon les HER.

2.2. INDICATEUR PESTICIDES

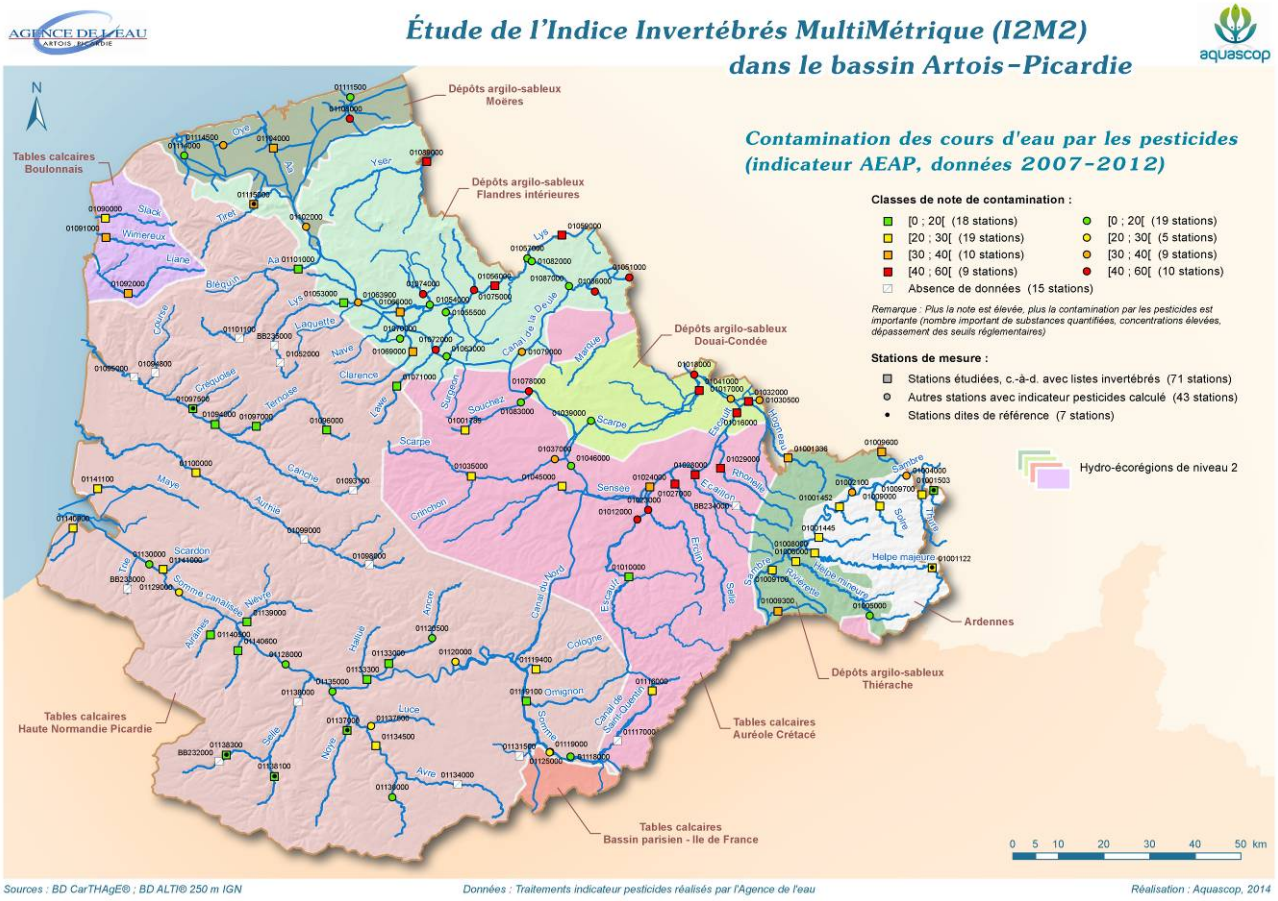
2.2.1. Rappel du mode de calcul et des principaux résultats en Artois Picardie

Le réseau Pesticides a été créé en 2008, à partir des stations RCO et de certaines stations RCS, soit 99 stations suivies au moins une année durant la période 2007 à 2012. La fréquence d'échantillonnage varie de 4 à 12 mesures selon l'année. Au total, près de 175 substances actives ou leurs métabolites (produits de dégradation) ont été analysés.

Le rapport « Etude-bilan sur la présence de pesticides dans les cours d'eau du bassin Artois-Picardie »[2] fournit la carte suivante (année 2011) montrant une contamination, à des degrés divers, de toutes les stations échantillonnées.

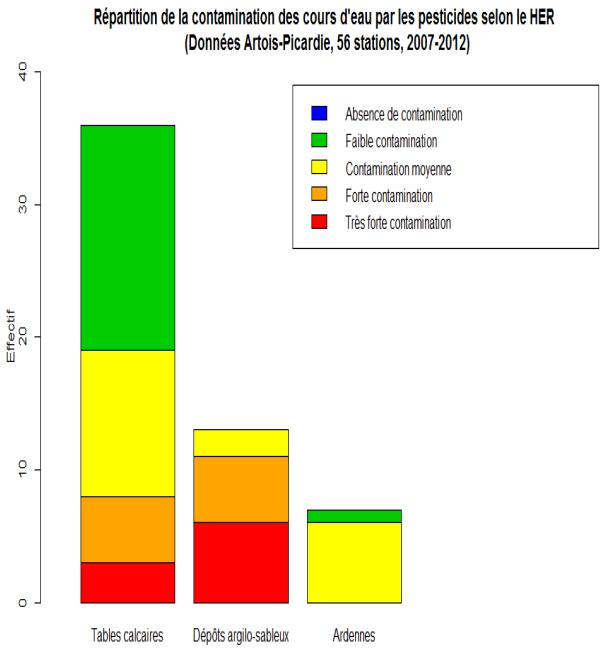
La carte ci-après présente les données actualisées de l'indicateur Pesticides, combinant la fréquence de quantification, le nombre et la sommes des concentrations des substances détectées, l'importance des déclassements de la NQE, pondérés par la confiance accordée aux résultats.

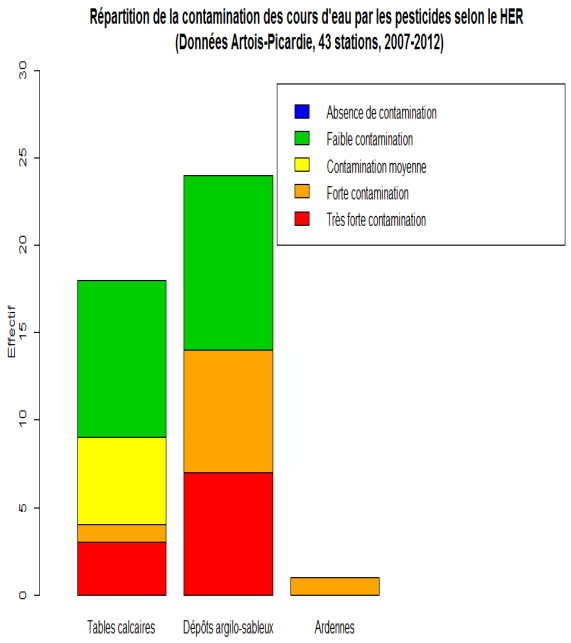
[2] Dorine Lotty, 2012, mémoire de stage, université de Bourgogne, INSAA, AEAP, 72 p.

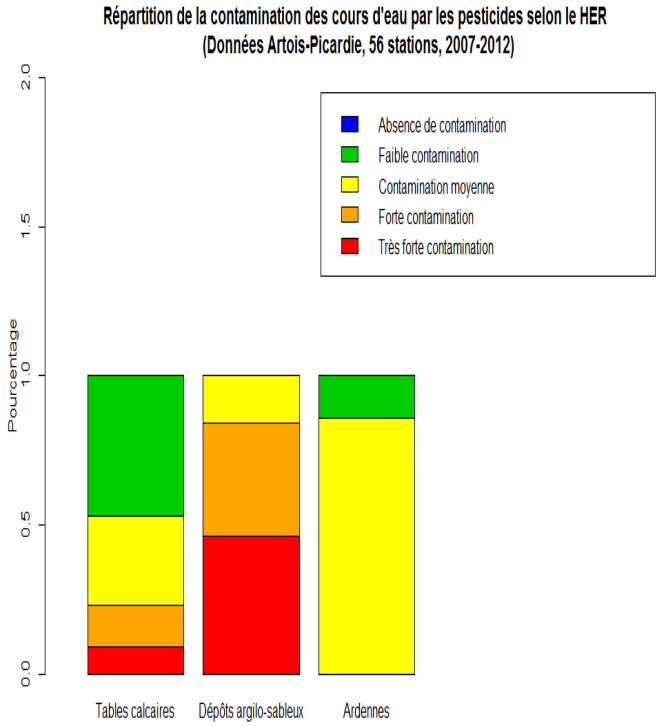


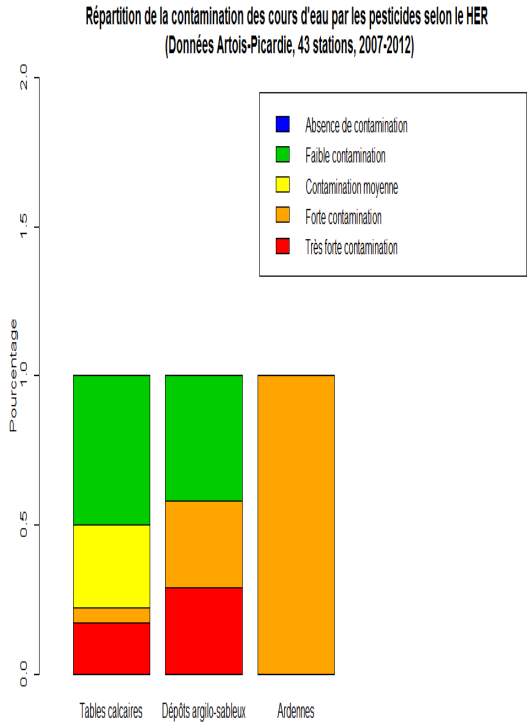
2.2.2. Dépendance entre la pollution par les pesticides et HER

La répartition des données d'indices pesticides dans les cours d'eau sans (à droite) et avec (à gauche) sites de prélèvement invertébrés, et par HER, est la suivante :









2.2.2.1. Cas des stations invertébrés

Existe-t-il un lien entre la pollution par les pesticides et le HER ?

	Nombre de stations invertébrés par classe de pollution par les pesticides dans chaque HER		
Classe de pollution	**Tables calcaires**	**Dépôts argilo-sableux**	**Ardennes**
Très forte contamination	3	6	0
Forte contamination	5	5	0
Contamination moyenne	11	2	6
Faible contamination	17	0	1
Absence de contamination	0	0	0

On applique aussi le test exact de Fisher (test non paramétrique comparaison des variances) car certaines valeurs du tableau des effectifs sont inférieures à 5. On obtient une p-value qui est égale à 3.977e-05 (Inférieure à 0,05) : **le niveau de pollution des stations invertébrés est fonction de l'hydro-écorégion**.

2.2.2.2. Autres stations

Existe-t-il un lien entre la pollution par les pesticides et l'HER dans les stations non échantillonnées en invertébrés ?

	Autres stations par classe de pollution par les pesticides dans chaque HER		
Classe de pollution	Tables calcaires	Dépôts argilo-sableux	Ardennes
Très forte contamination	3	7	0
Forte contamination	1	7	1
Contamination moyenne	5	0	0
Faible contamination	9	10	0
Absence de contamination	0	0	0

On applique aussi le test exact de Fisher (test non paramétrique comparaison des variances) car certaines valeurs du tableau des effectifs sont inférieures à 5.On obtient une p-value qui est égale à 0.01 (Inférieure à 0,05) **: la pollution des autres stations est fonction de l'hydro-écorégion**.

2.2.3. Contamination des stations invertébrés

Les indices Pesticides aux stations comportant des indices biologiques invertébrés montrent qu'elles sont situées dans des tronçons

- plus contaminés dans les Tables Calcaires et les Ardennes
- moins contaminés dans les Dépôts argilo-sableux.

que dans les stations sans prélèvements invertébrés.

3. DONNEES INVERTEBRES

3.1. OBJECTIFS ET DONNEES

Nous cherchons à savoir si le déclassement par l'I2M2 (déclassement par rapport à l'IBG) reflète une dégradation des cours d'eau ou est un artefact dû à la construction de l'indice.

3.1.1. Doublons

Les données disponibles sont listées en annexe. 66 stations ont été échantillonnées de 3 à 6 fois de 2007 à 2012. On notera ci-dessous que 6 stations présentent 2 séries de données une même année. Cela porte à conséquence dans 3 cas, où les notes et classes de qualité diffèrent :

Code Station	Année	Première date	Seconde date	Classe de qualité minimale	Classe de qualité maximale
01010000	2010	05/07/2010	15/09/2010	5	5
01115000	2010	07/07/2010	17/09/2010	2	2
01138100	2010	28/04/2010	14/09/2010	2	4
01138300	2009	13/05/2009	02/07/2009	2	2
01138300	2010	28/04/2010	14/09/2010	2	3
01138300	2012	12/04/2012	18/06/2012	2	3

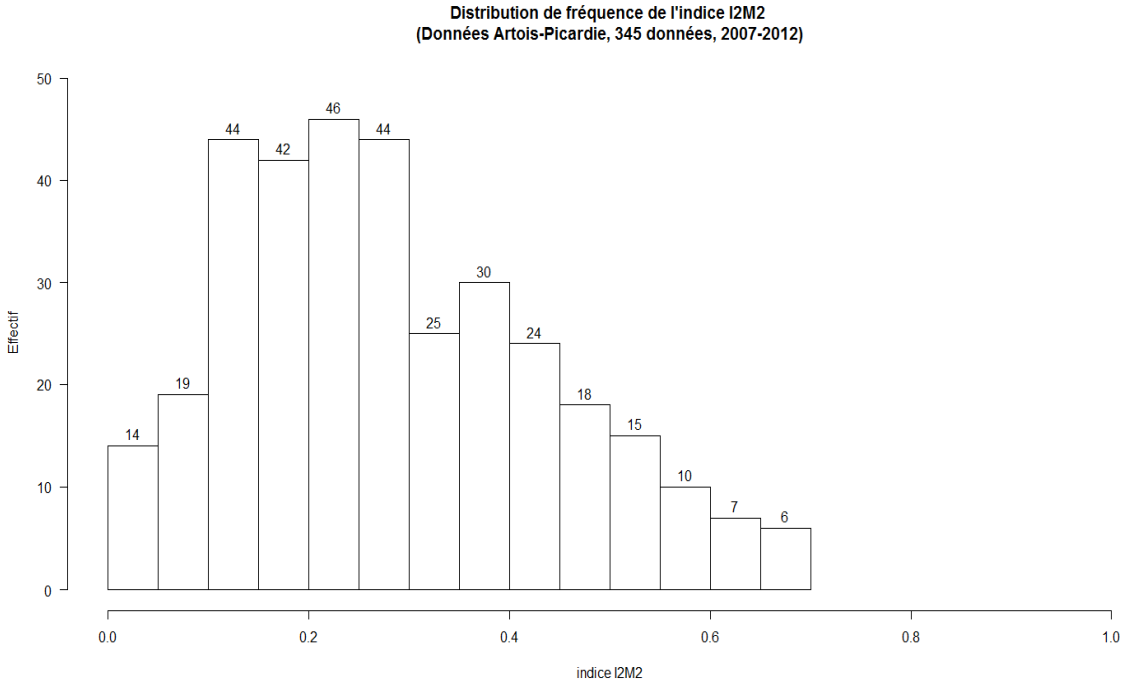
Nous avons décidé de ne conserver qu'une seule série de notes et classes, en écartant celles des mois d'avril et mai au profit de mois d'été.

3.1.2. Remarque concernant les résultats indiciels

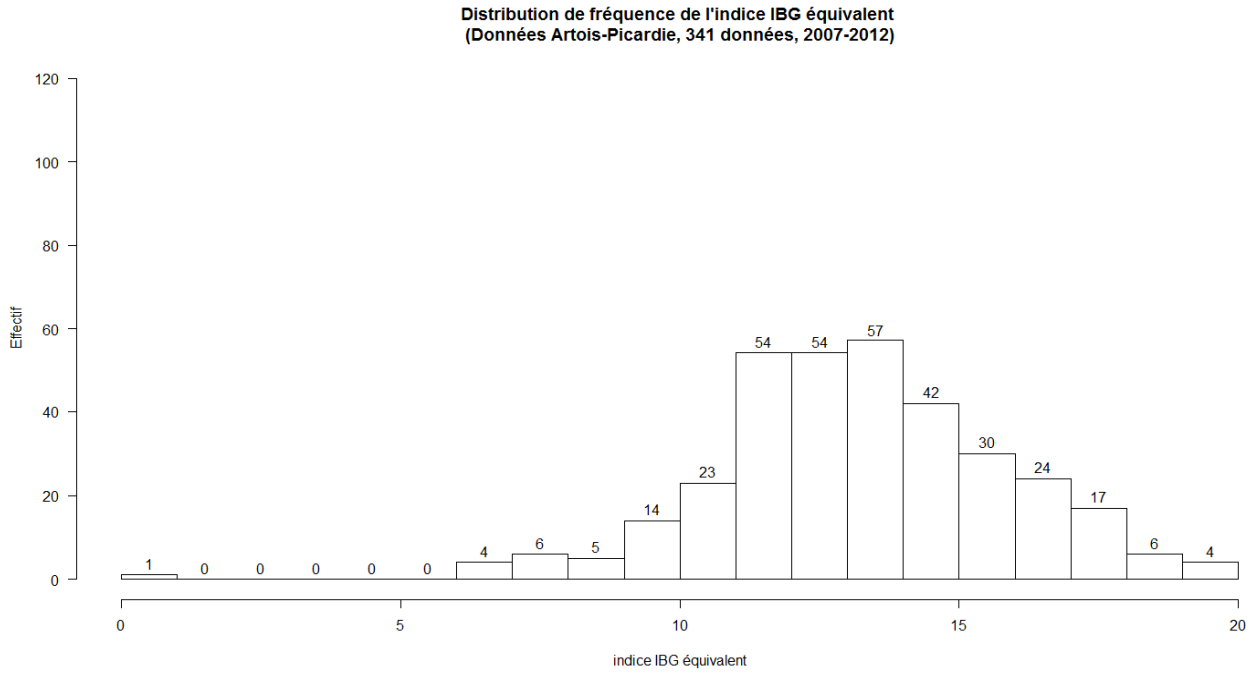
Dans un souci d'homogénéité, indispensable afin de ne pas introduire de biais dans les analyses statistiques, nous avons recalculé les indices IBG équivalent et IBG 12 listes à partir des données faunistiques, car elles proviennent de différentes sources. Mais cela peut conduire à un écart entre les notes originelles obtenues par les experts et celles résultant de notre outil Aqua-Tic du fait du rattachement hiérarchique Sandre. Par ailleurs, les cinq stations de grands cours d'eau, faisant l'objet d'un mode d'échantillonnage différent de celui des petits cours d'eau, n'ont pas été conservées dans les traitements.

Les indices I2M2 ont été calculés par Philippe Usseglio-Polatera, de l'université de Metz, que nous remercions de sa collaboration.

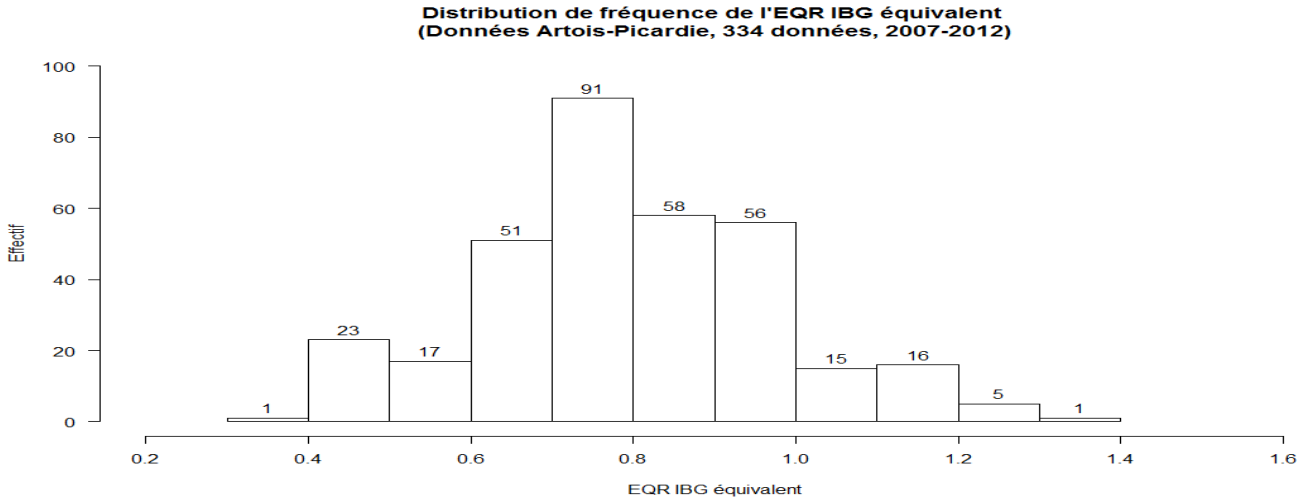
3.1.3. Distribution de fréquence des valeurs de l'I2M2

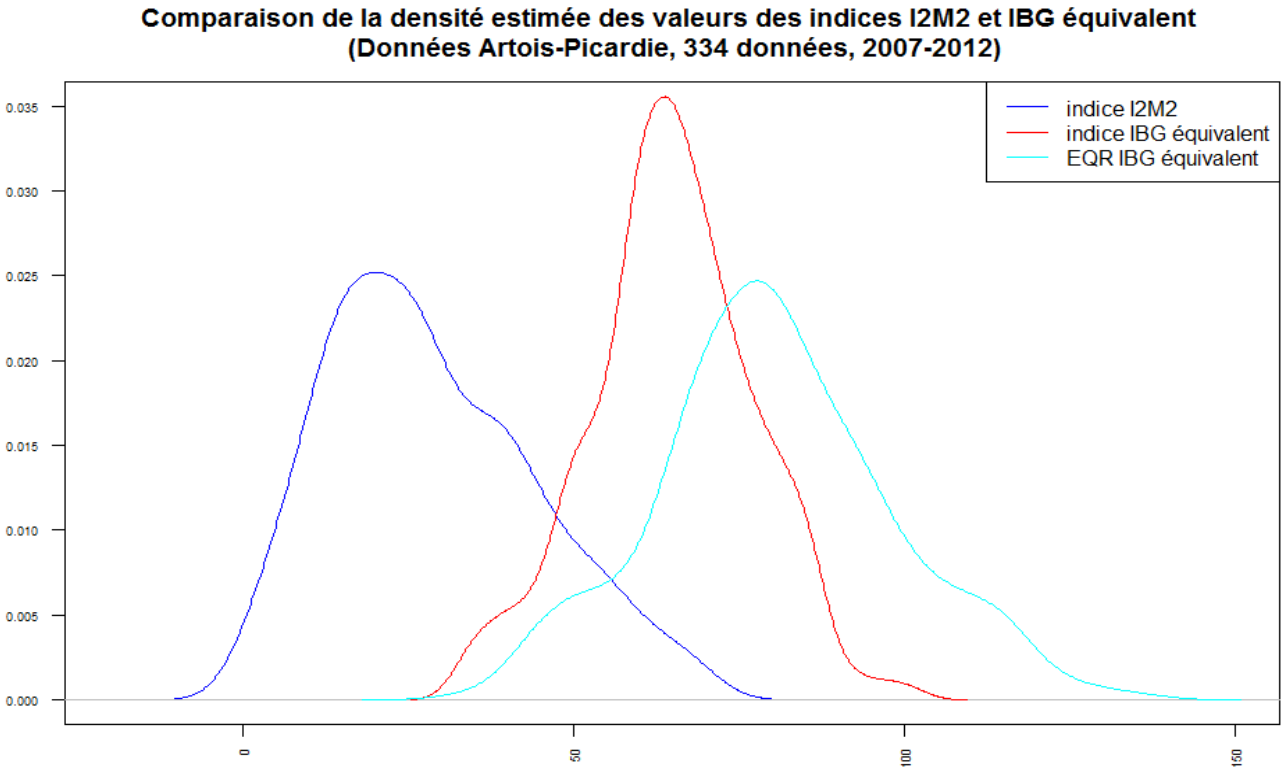


3.1.4. Comparaison avec la distribution de l'IBG équivalent



3.1.5. Comparaison avec la distribution de l'EQR IBG équivalent





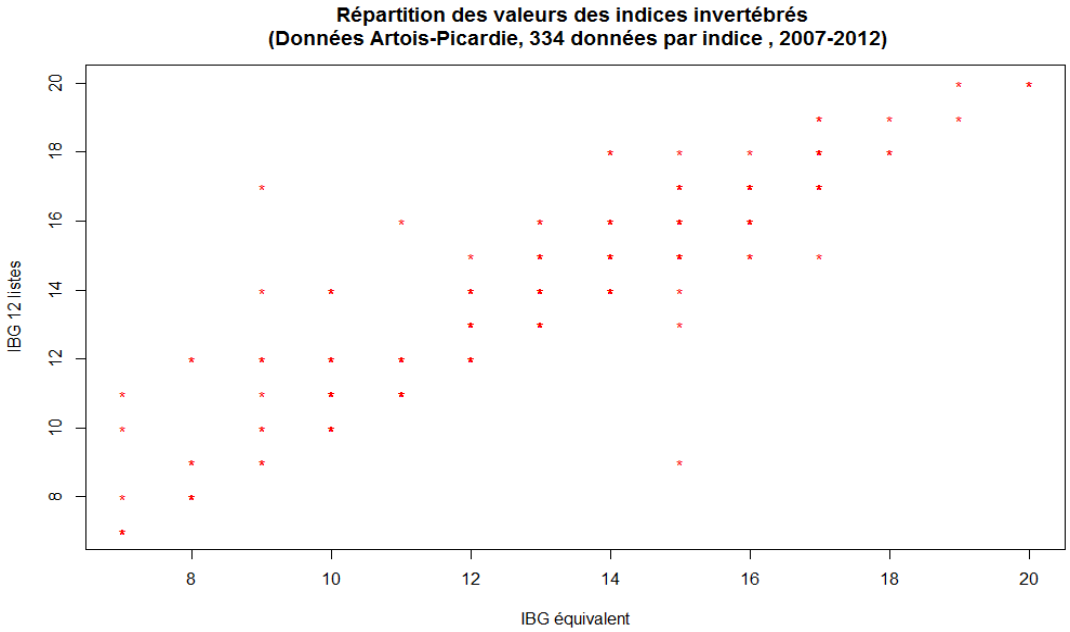
Sur le graphique ci-dessus, les abscisses représentent les valeurs des indices où la densité est estimée.

L'2M2 donne des résultats bien inférieurs à ceux de l'IBG équivalent, étant centré sur 20% (0,2/1), alors que l'IBG l'est sur 65% (13/20), et encore plus à ceux de son EQR (centré sur 70%) ce qui est dû à la prise en compte de la note maximale, inférieure à 20, de chaque HER.

3.2. LIENS ENTRE LES DONNEES BRUTES D'INDICES BIOLOGIQUES

3.2.1. Recherche de corrélation entre IBG équivalent - IBG 12 listes

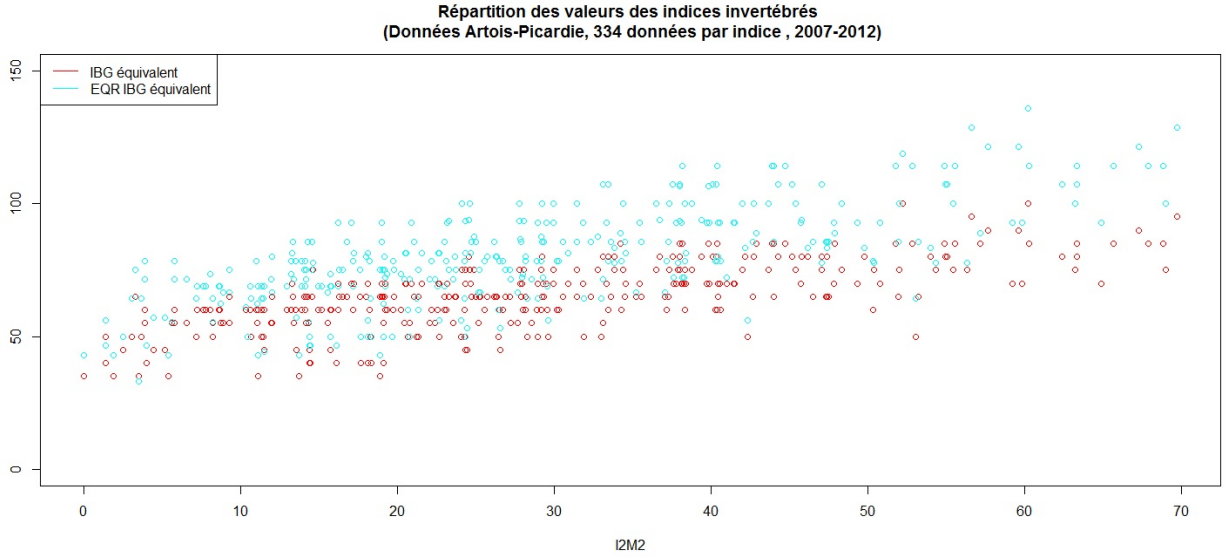
Nous disposons de 335 valeurs des deux indices invertébrés IBG aux mêmes stations :



Le graphique montre une corrélation linéaire positive élevée entre les valeurs des deux indices invertébrés, confirmée par le calcul du coefficient de corrélation, qui est égal à 0,90. Mais des écarts de notes sont sensibles dans un même échantillon.

3.2.2. Recherches de corrélation globale entre l'I2M2 et l'IBG équivalent

On dispose d'une soixantaine environ de valeurs annuelles de chacun des deux indices, excepté l'année 2007 qui n'a que 29 données.



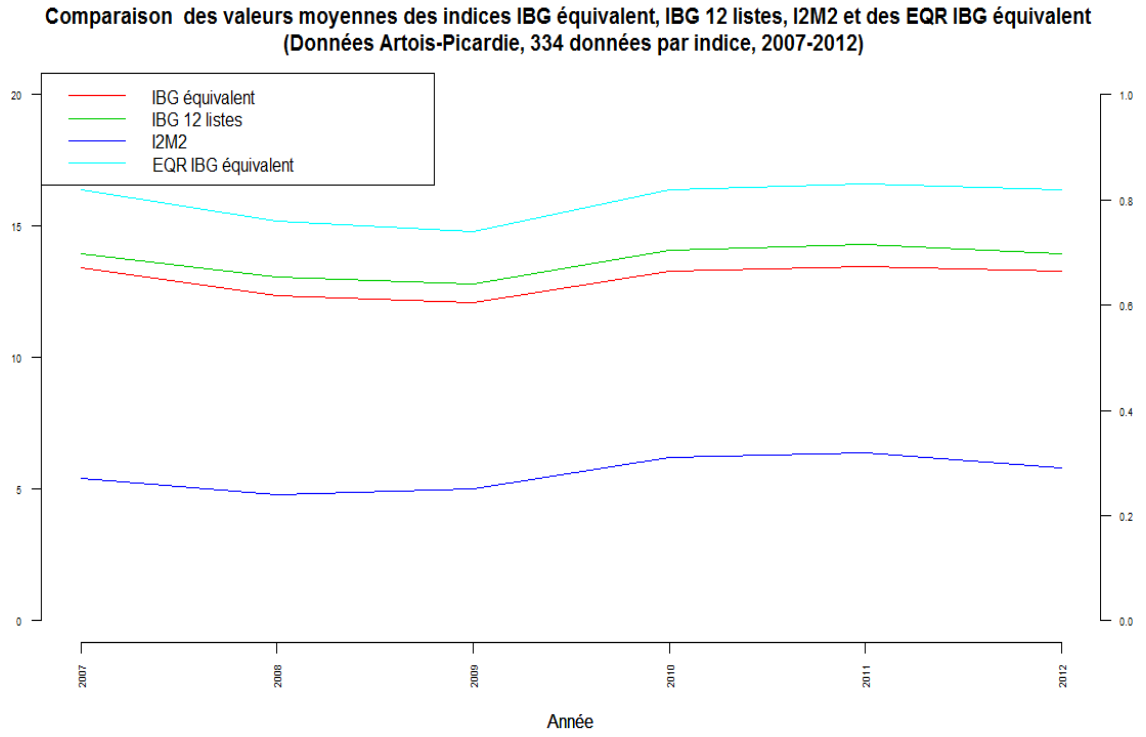
Le coefficient de corrélation entre les valeurs des indices I2M2 et IBG équivalent est égal à 70,2%.
Le coefficient de corrélation entre les valeurs de l'I2M2 et les EQR IBG équivalent est égal à 71,2%.

3.3. EVOLUTION INTER-ANNUELLE DES MOYENNES D'INDICES INVERTEBRES

3.3.1. Objectif et données

Les communautés invertébrées étant susceptibles de varier dans le temps, une représentation graphique est nécessaire afin de visualiser si la situation a évolué de 2007 à 2012 (et donc s'il sera possible de considérer globalement les données ou, a contrario, s'il sera nécessaire de travailler par année).

334 quadruplés de données sont disponibles (de 29 à 65 données en 66 stations). Les moyennes indicielles sont présentées sur le graphe suivant.



3.3.2. Comparaison des indices invertébrés moyens annuels

		Moyennes des indices			Ecart type des indices				Nombre de données
Année	IBG équivalent	IBG 12 listes	EQR IBG équivalent	I2M2	IBG équivalent	IBG 12 listes	EQR IBG équivalent	I2M2	
2007	13,41	13,96	0,82	0,27	2 ,27	2,52	0,16	0,12	29
2008	12,38	13,07	0,76	0,24	2,43	2,34	0,17	0,14	55
2009	12,10	12,79	0,74	0,25	2,17	2,15	0,15	0,15	59
2010	13,31	14,09	0,82	0,31	2,62	2,71	0,18	0,15	63
2011	13,47	14,33	0,83	0,32	2,48	2,36	0,18	0,17	63
2012	13,30	13,96	0,82	0,29	2,45	2,49	0,18	0,15	65

Le coefficient de corrélation entre les moyennes des indices IBG équivalent et IBG 12 listes est élevé et égal à 98%. On note que l'IBG 12 listes moyen est supérieur à l'IBG équivalent, ce qui est dû au fait qu'il est établi sur des sous-échantillons (« bocal ») supplémentaire[3].

Les coefficients de corrélation des I2M2 moyens avec les IBG moyens équivalent, 12 listes et EQR sont respectivement de 82%, 89% et 89%.

3.3.3. Tests de l'évolution moyenne inter-annuelle

3.3.3.1. Indice IBG équivalent

On compare les moyennes des valeurs de l'indice IBG équivalent entre deux années (données communes). Pour cela on utilise le test de Student. Les résultats figurent sur le tableau ci-dessous. Au seuil de risque de 5%, les p-value significatives sont en vert.

Comparaison des moyennes	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2007						
2008	0,058					
2009	0,01	0,51				
2010	0,59	0,15	0,03			
2011	0,90	0,01	0,001	0,46		
2012	0,83	0,04	0,004	0,68	0,69	

3.3.3.2. IBG 12 listes

On compare les moyennes des valeurs de l'indice IBG 12 listes entre deux années. Pour cela on utilise le test de Student. Au seuil de risque de 5%, les résultats des tests (les p-values) figurent sur le tableau suivant : les p-values significatives sont en vert

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2007						
2008	0,12					
2009	0,03	0,51				
2010	0,88	0,11	0,02			
2011	0,51	0,00	0,00	0,36		
2012	0,99	0,04	0,00	0,85	0,39	

3.3.3.3. EQR IBG équivalent

On compare les moyennes des EQR de l'IBG équivalent entre deux années. Pour cela on utilise le test de Student. Au seuil de risque de 5%, les résultats des tests (les p-values) figurent sur le tableau suivant : les p-values significatives sont en vert

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2007						
2008	0,14					
2009	0,03	0,44				
2010	0,99	0,08	0,009			
2011	0,75	0,03	0,002	0,70		
2012	0,97	0,07	0,006	0,96	0,73	

[3] Ce qui montre aussi que les 8 échantillons ne représentent pas la diversité de la station.

3.3.3.4. I2M2

On compare les moyennes des valeurs de l'indice I2M2 entre deux années. Pour cela on utilise le test de Student. Les résultats figurent sur le tableau suivant : Au seuil de risque de 5%, les résultats significatifs sont en vert

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2007						
2008	0.22					
2009	0,51	0,53				
2010	0,23	0,008	0,04			
2011	0,23	0,01	0,052	0,93		
2012	0,61	0,058	0,2	0,45	0,43	

Voir aussi l'analyse de variance à 2 facteurs (année et HER) § 36.

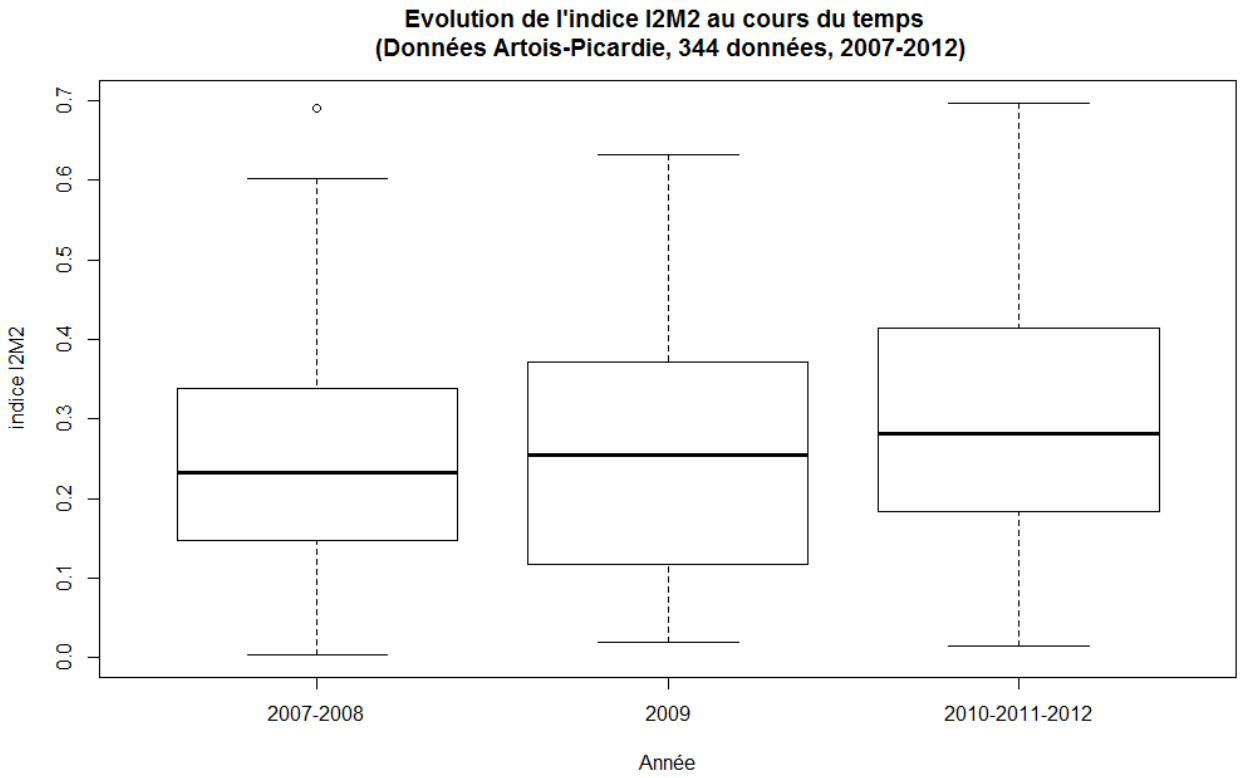
3.4. EVOLUTION INTER-ANNUELLE DE L'INDICE I2M2

3.4.1. Objectifs et données

La représentation graphique vise à mettre en évidence des liens ou des écarts entre les valeurs de l'indice représentées par groupes pertinents.

3.4.2. Tests de l'évolution interannuelle de l'indice I2M2 par périodes

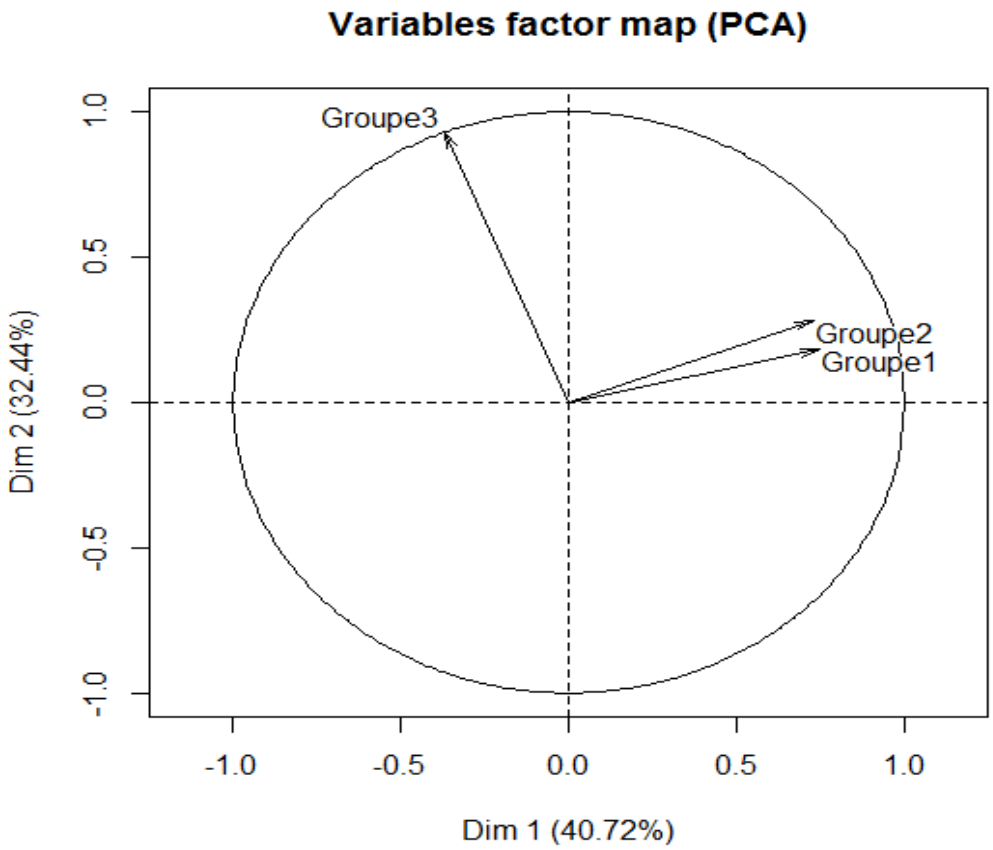
Nous avons représenté sous forme de boites de moustaches les données de l'indice I2M2.
Groupe 1 = données I2M2 années 2007 et 2008
Groupe 2 = données I2M2 année 2009
Groupe 3 = données I2M2 années 2010,2011 et 2012



Les tests de Student effectués permettent de rejeter l'hypothèse d'égalité des moyennes de l'indice I2M2 entre ces trois périodes : l'indice I2M2 a donc évolué au cours du temps. Cette évolution ne semble pas liée à l'hydrologie (voir graphe ou débit moyen annuel aux stations caractéristiques du bassin Artois-Picardie en annexe 5.2).

3.4.3. Evolution au cours de la période

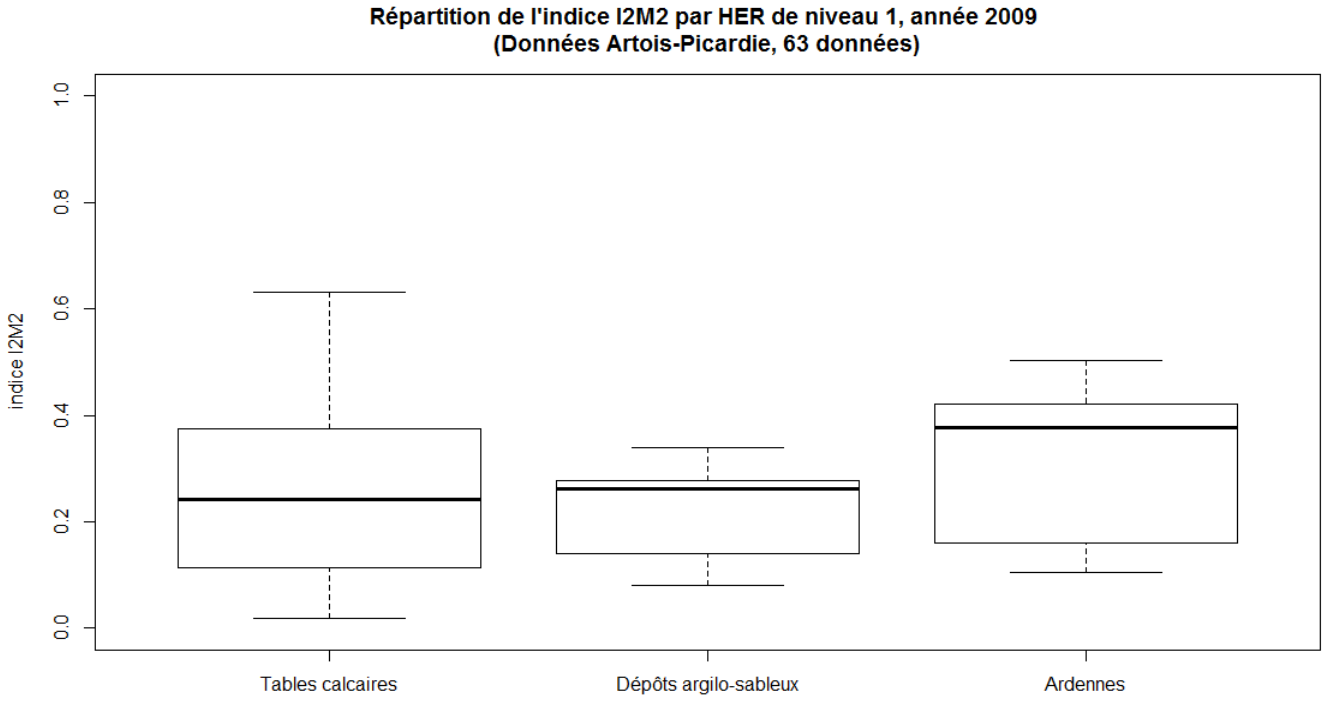
Nous avons fait une analyse en composantes principales sur les valeurs de l'indice I2M2 pour dégager des relations entre les différents groupes.

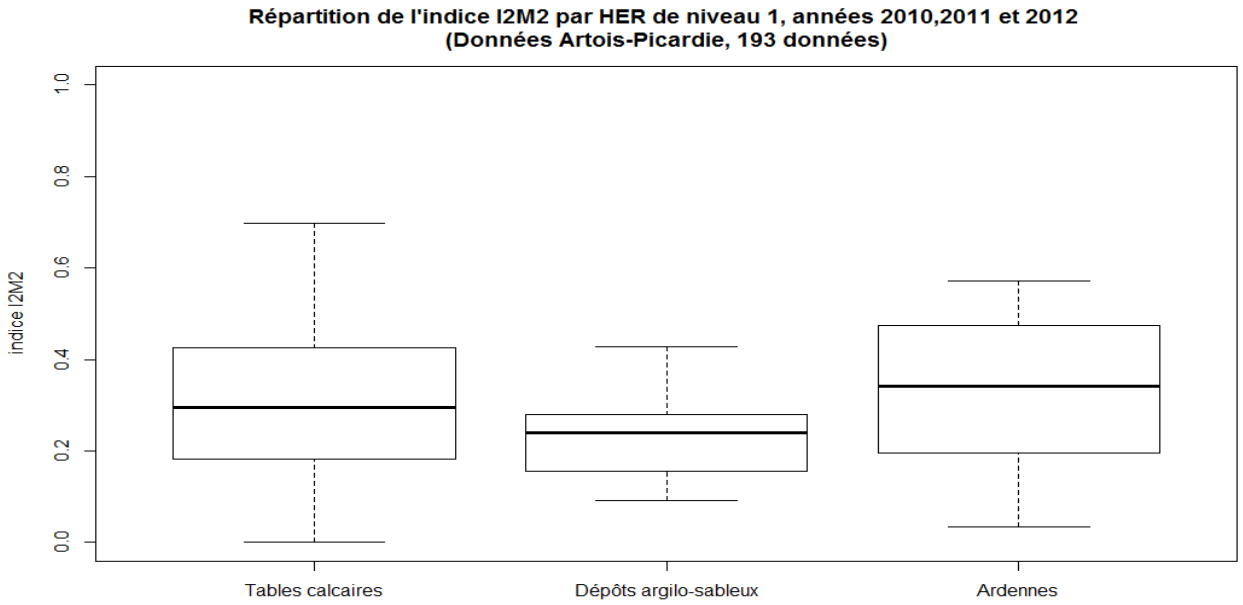


Le graphique montre une corrélation positive entre les groupes d'années 1 et 2. Les valeurs de l'indice I2M2 des années 2007 et 2008 sont corrélées avec celles de l'année 2009.

3.5. RECHERCHE DE LIENS ENTRE INDICE I2M2 ET HER

3.5.1. I2M2 et HER niveau 1

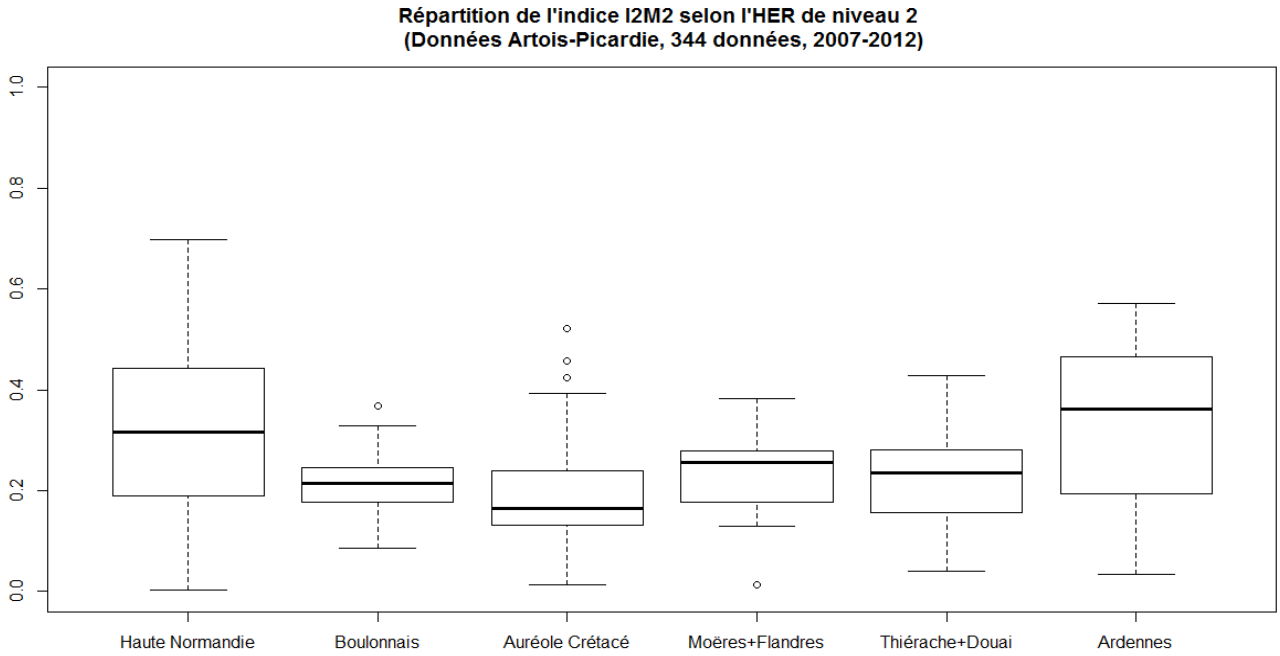




Les tests de Student effectués 2 à 2 permettent de rejeter l'hypothèse d'égalité des moyennes de l'indice I2M2 par HER.
En conclusion, l'I2M2 varie selon l'HER en plus d'avoir évolué au cours du temps.

3.5.2. I2M2 et HER niveau 2

Nous avons regroupé certaines hydro-écorégions en deux pour avoir un nombre de données plus important (Thiérache et Douai-Condée, Moëres et Flandres intérieures).



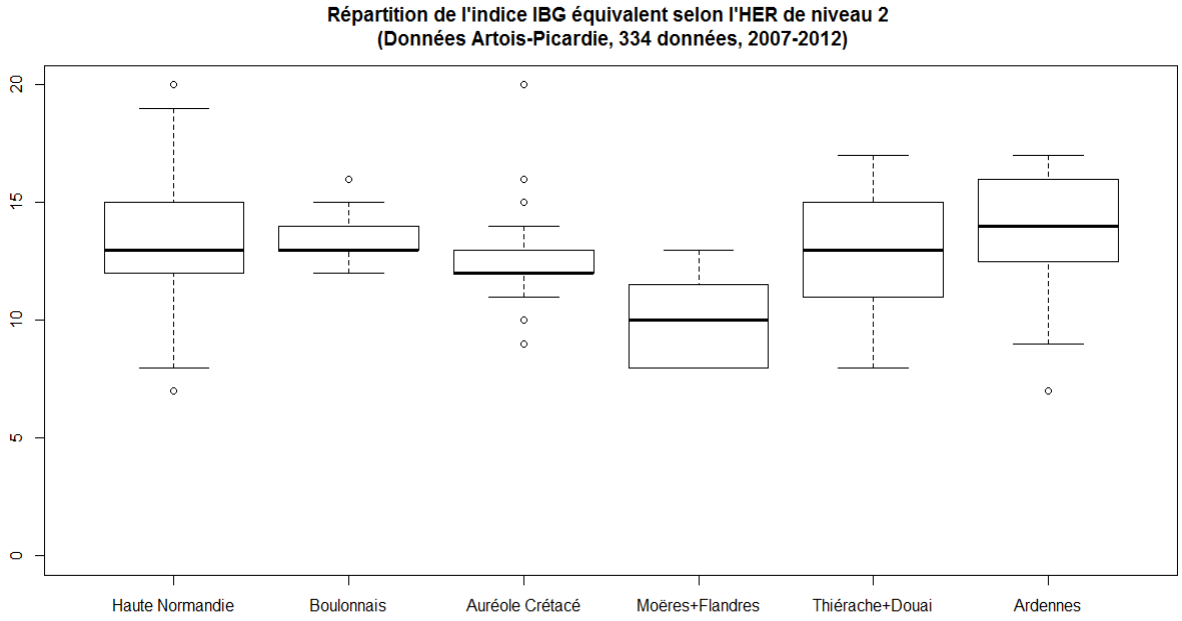
On compare les moyennes des valeurs de l'indice I2M2 entre les hydro-écorégions de niveau 2. Pour cela on utilise les tests de Student et Wilcoxon. Les résultats figurent sur le tableau suivant :

Egalité des moyennes	Haute Normandie Picardie	Boulonnais	Auréole Crétacé	Moëres + Flandres	Thiérache + Douai	Ardennes
Haute Normandie Picardie						
Boulonnais	non					
Auréole Crétacé	non	oui				
Moëres+Flandres	non	oui	non			
Thiérache+Douai	non	oui	oui	oui		
Ardennes	oui	non	non	non	non	

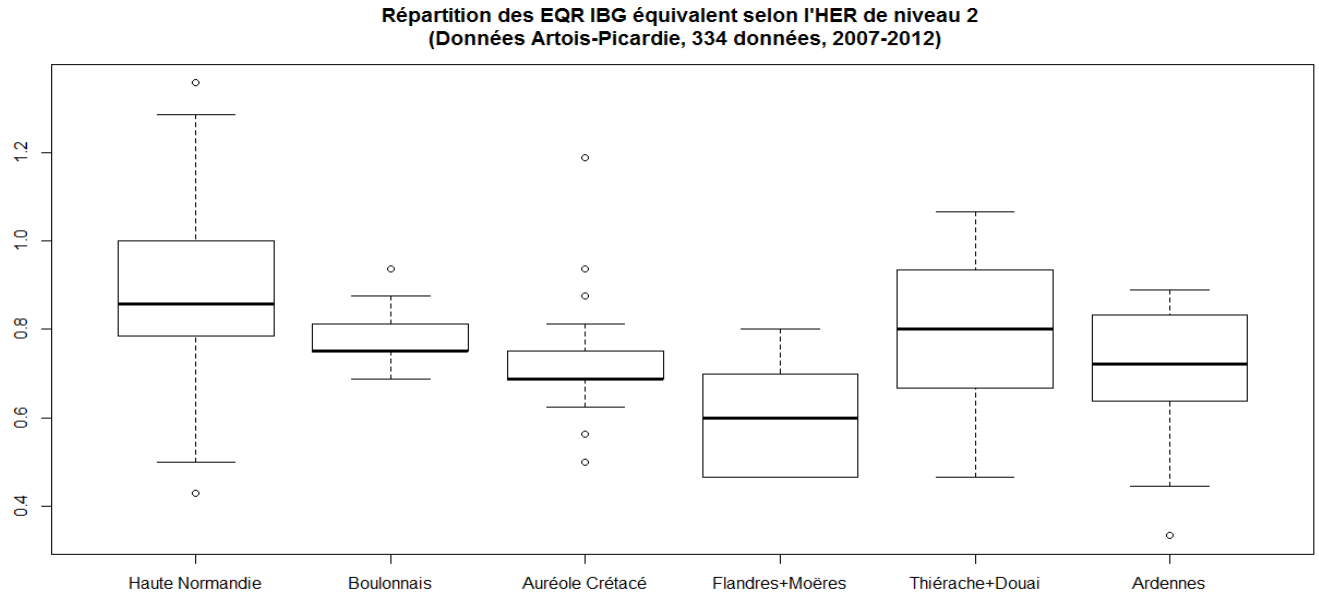
oui = On ne rejette pas l'hypothèse d'égalité des moyennes des valeurs de l'indice entre HER
non = On rejette l'hypothèse d'égalité des moyennes (les moyennes sont significativement différentes)

3.5.3. IBG équivalent et HER niveau 2

A titre de comparaison, la répartition des IBG équivalent par HER 2 est donnée ci-après. On note que la disposition des boites n'est pas la même.



3.5.4. EQR IBG équivalent et HER 2

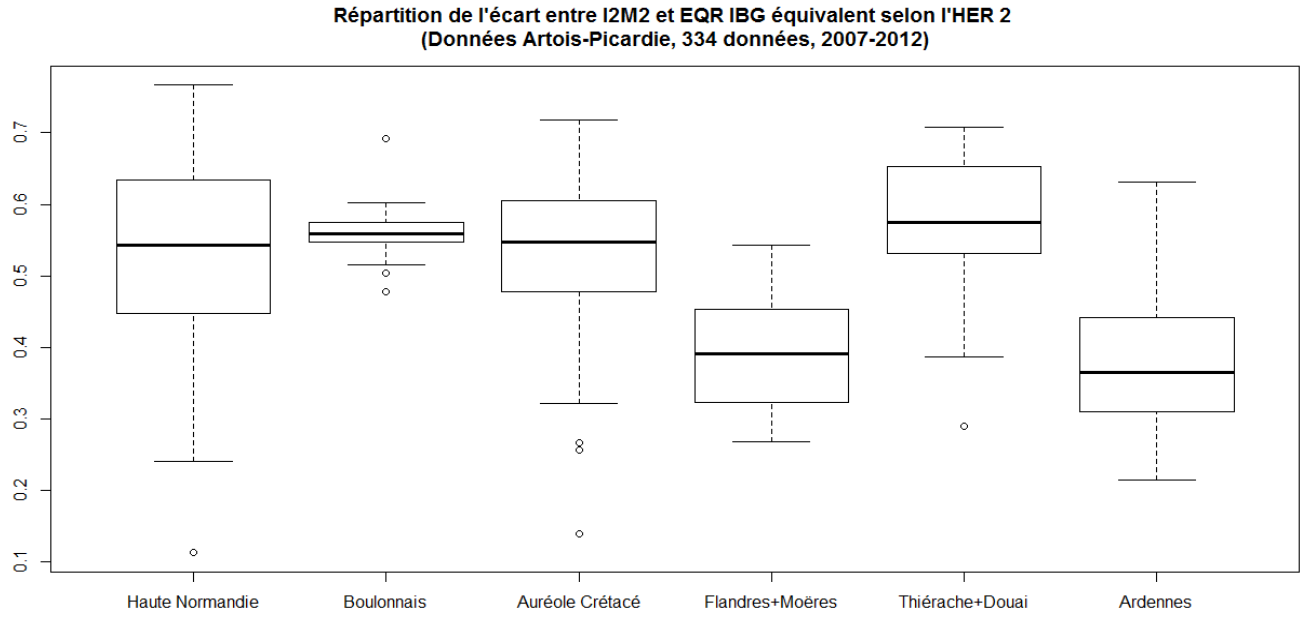


3.5.5. Recherche de lien entre l'écart I2M2-EQR IBG équivalent et l'HER2

3.5.5.1. Données et objectifs

Nous disposons de 334 données sur 6 HER niveau 2. L'objectif est de voir si l'écart entre l'indice I2M2 et les EQR IBG équivalent varie selon l'HER 2.

3.5.5.2. Représentation graphique



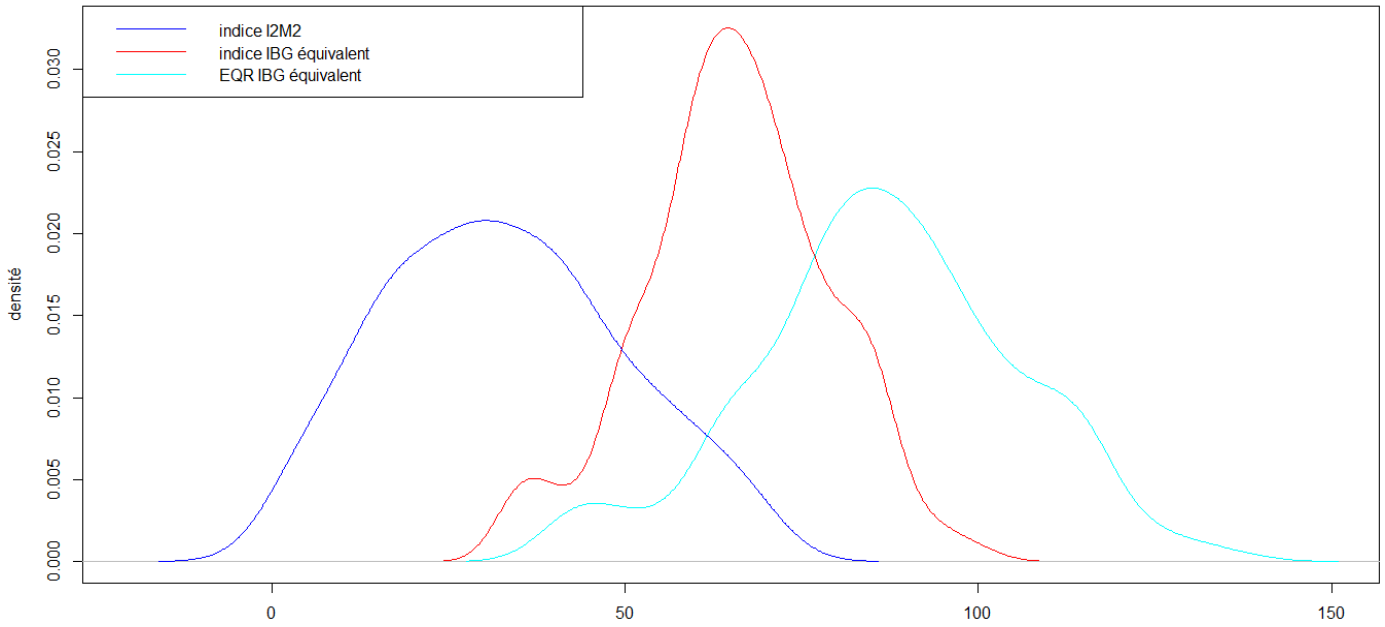
3.5.5.3. Test

Après avoir vérifié l'homogénéité des variances (par le test de Bartlett), nous avons appliqué une ANOVA (analyse de la variance) à un facteur. Le résultat de l'analyse montre que l'HER 2 a un effet significatif sur cet écart. Donc l'écart entre I2M2 et EQR IBG équivalent varie selon l'HER 2.

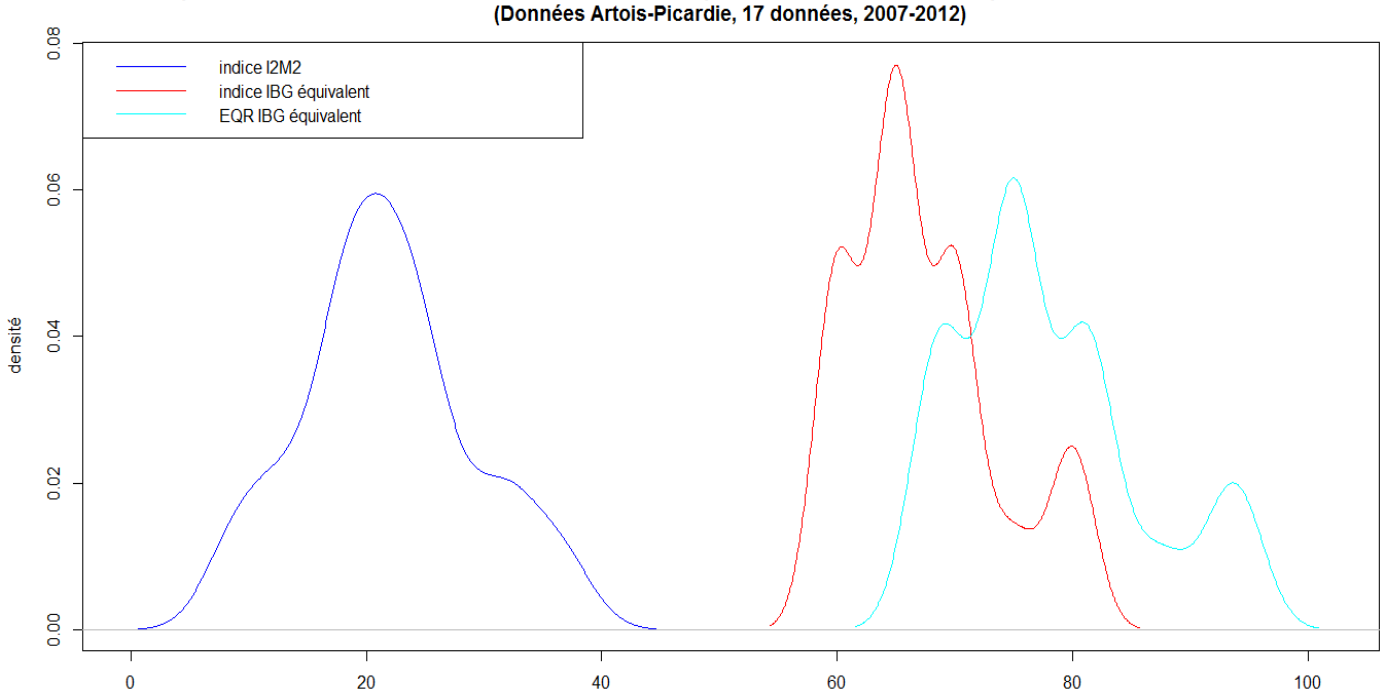
3.5.6. Comparaison de la densité estimée des indices I2M2, IBG éq et EQR IBG eq selon l'HER niveau 2

Dans le mode de représentation ci-dessus (« density plot »), les valeurs en abscisse du graphique représentent les valeurs dont la densité est estimée en ordonnée.

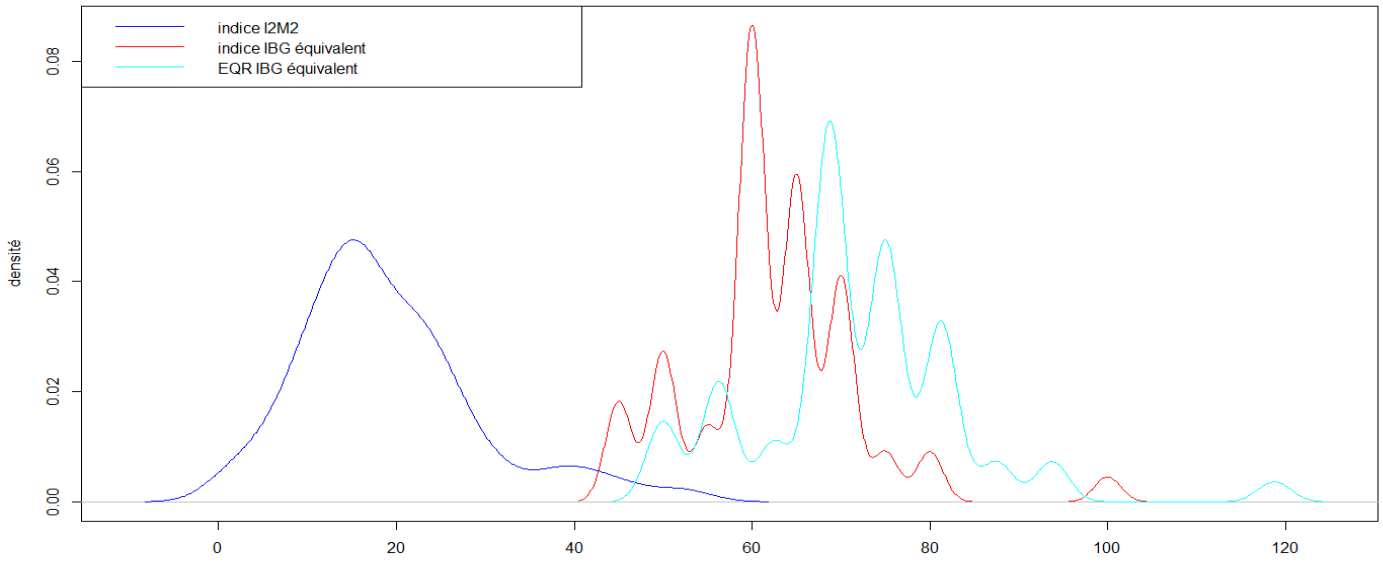
Comparaison de la densité estimée des indices I2M2, IBG équivalent et les EQR de l'IBG équivalent selon l'HER 2 Haute Normandie-Picardie (Données Artois-Picardie, 181 données, 2007-2012)



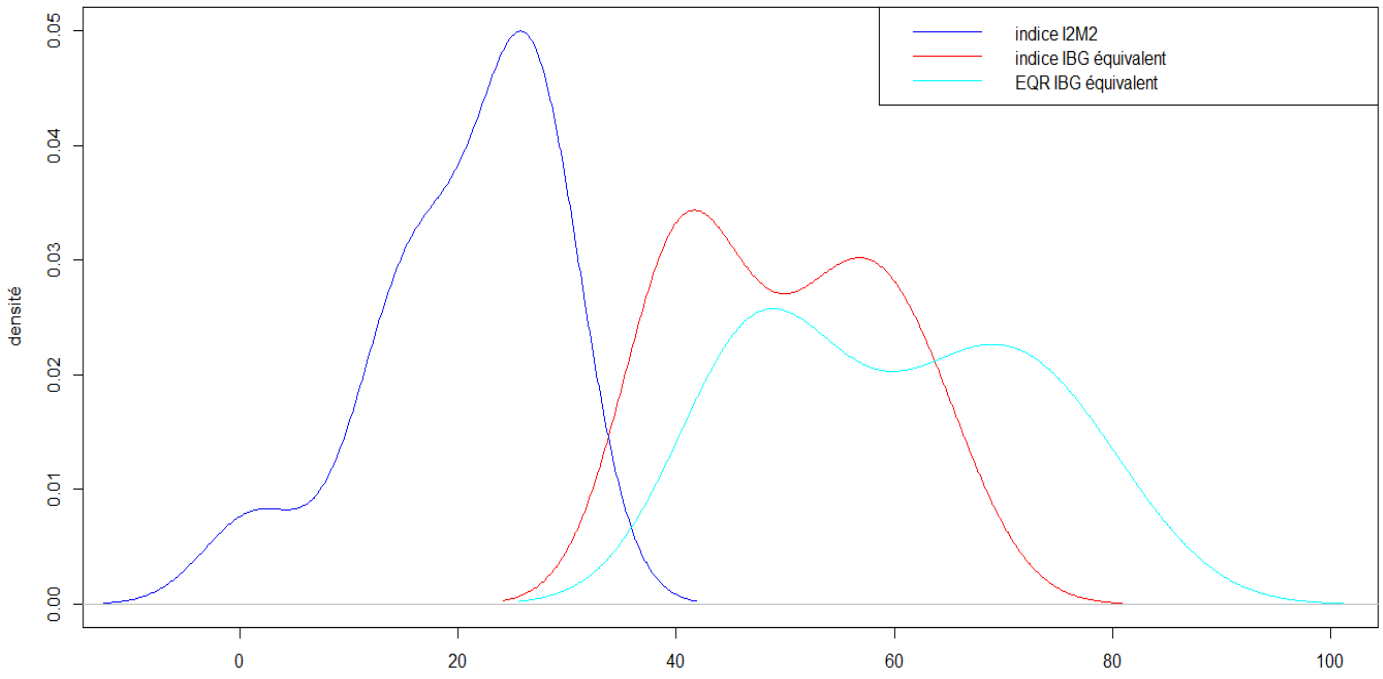
Comparaison de la densité estimée des indices I2M2, IBG équivalent et les EQR de l'IBG équivalent selon l'HER 2 Boulonnais (Données Artois-Picardie, 17 données, 2007-2012)

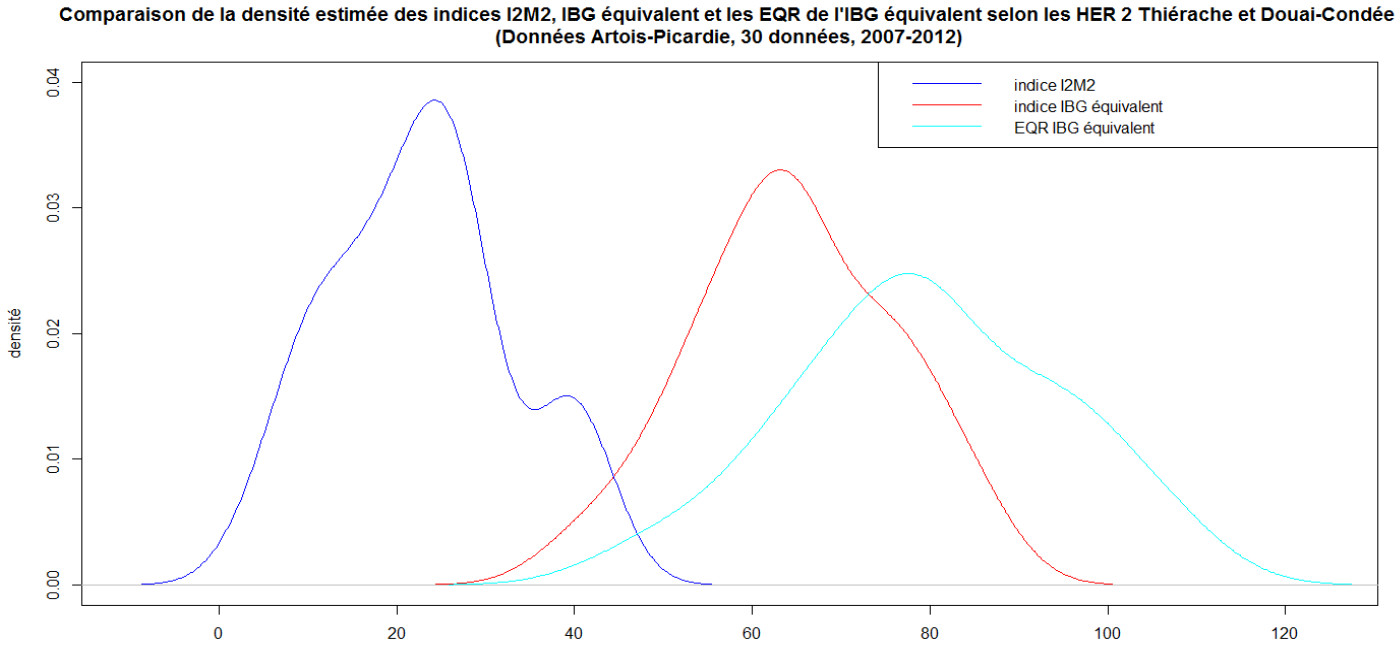


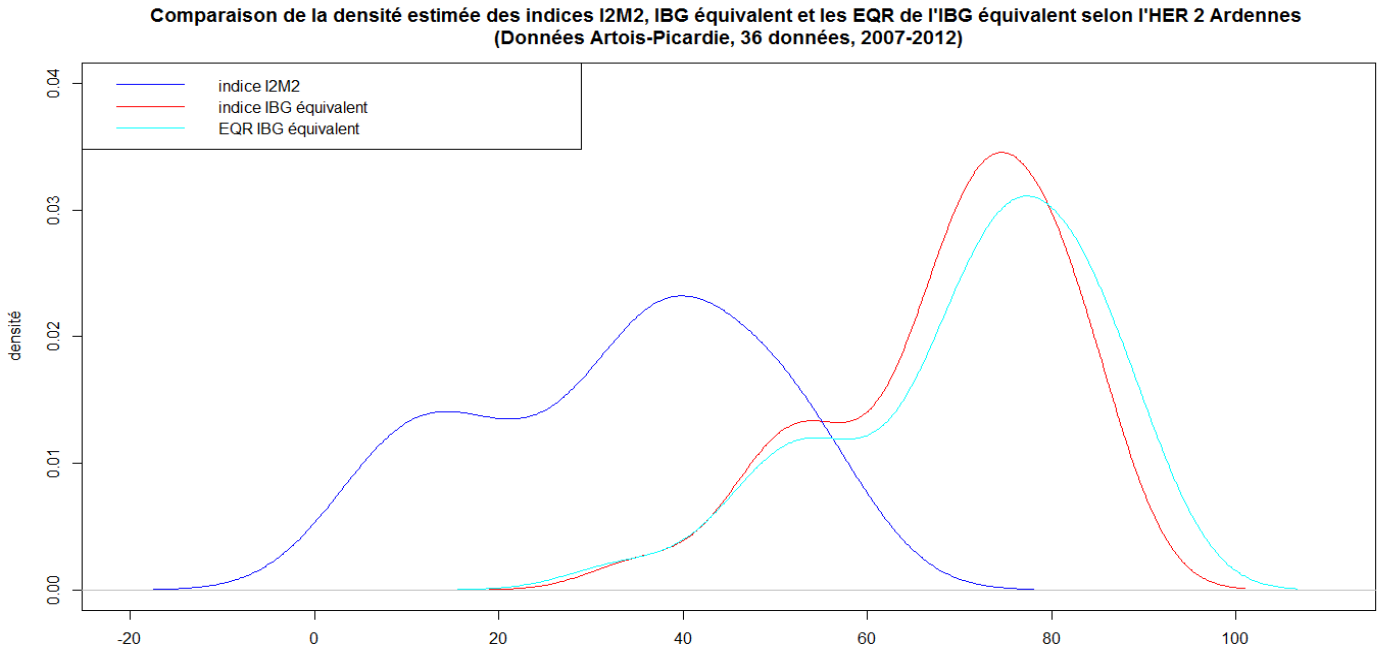
Comparaison de la densité estimée des indices I2M2, IBG équivalent et les EQR de l'IBG équivalent selon l'HER 2 Auréole Crétacé (Données Artois-Picardie, 59 données, 2007-2012)



Comparaison de la densité estimée des indices I2M2, IBG équivalent et les EQR de l'IBG équivalent selon les HER 2 Flandres intérieures et Moëres (Données Artois-Picardie, 11 données, 2007-2012)







On note, comme on l'a vu dans la distribution générale des indices sans distinction de l'HER, que l'I2M2 est plus sévère que l'IBG éq. L'écart est supérieur avec l'EQR de l'IBG.

3.5.7. Comparaison de la moyenne des 2 indices par HER

Un test de comparaison des moyennes des I2M2 et IBG équivalent, valeurs brutes et EQR, montrent qu'ils diffèrent selon l'HER niveau 2 considérée :

HER niveau 2	Egalité de moyennes entre IBG équivalent et I2M2	Nombre de données
Haute Normandie Picardie	non	181

Boulonnais	non	17
Auréole Crétacé	non	59
Moëres + Flandres	non	11
Thiérache + Douai	non	30
Ardennes	non	36
		Total : 334

HER niveau 2	Egalité de moyennes entre EQR IBG équivalent et I2M2	Nombre de données
Haute Normandie Picardie	non	181
Boulonnais	non	17
Auréole Crétacé	non	59
Moëres + Flandres	non	11
Thiérache + Douai	non	30
Ardennes	non	36
		Total : 334

3.6. VARIATIONS DE L'I2M2 SELON L'ANNEE ET L'HER

3.6.1. Objectifs et données

Nous disposons de 344 données de l'indice I2M2 sur 6 années (2007-2012) et par hydro-écorégions de niveau 2. L'objectif est de voir si l'indice I2M2 évolue au cours du temps et varie selon l'HER 2. Après avoir vérifié chaque fois l'homogénéité des variances (par le test de Bartlett), nous avons appliqué une ANOVA (analyse de la variance) à deux facteurs.

3.6.2. Tests

Les résultats montrent que le temps et l'HER 2 ont un effet significatif sur la variation de l'indice I2M2. C'est-à-dire que l'indice I2M2 évolue au cours du temps et varie selon l'HER 2.
Par contre, l'interaction entre les années et l'HER 2 n'a pas d'effet significatif sur l'indice I2M2.

3.7. ETUDES DE L'ECART ENTRE I2M2 ET IBG EQUIVALENT

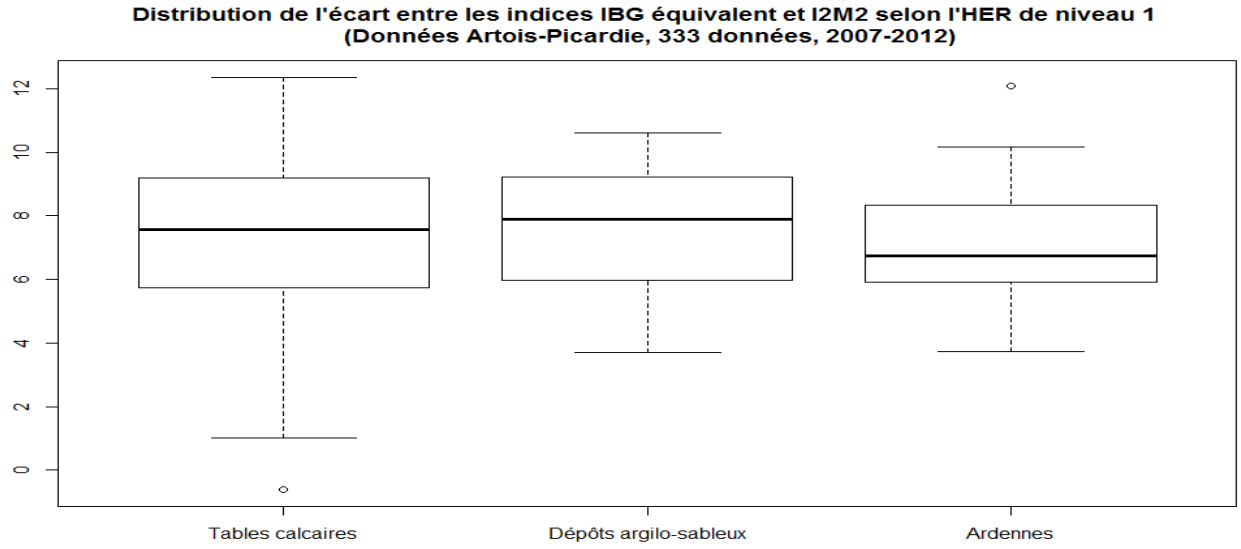
3.7.1. Tests de l'évolution moyenne interannuelle

On compare les moyennes des écarts entre les indices IBG équivalent et I2M2. Pour cela on utilise le test de Student. Les résultats figurent sur le tableau suivant :

Egalité des moyennes	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2007						
2008	0,56					
2009	0,06	0,13				
2010	0,08	0,17	0,83			
2011	0,14	0,30	0,65	0,79		
2012	0,36	0,70	0,23	0,30	0,48	

Au seuil de risque de 5%, toutes les p-values des tests sont significatives : On ne rejette pas l'hypothèse d'égalité des moyennes des valeurs de l'écart entre les deux indices invertébrés au cours du temps. L'écart entre les deux indices n'évolue pas au cours du temps.

3.7.2. Tests de la variation moyenne selon l'HER niveau 1

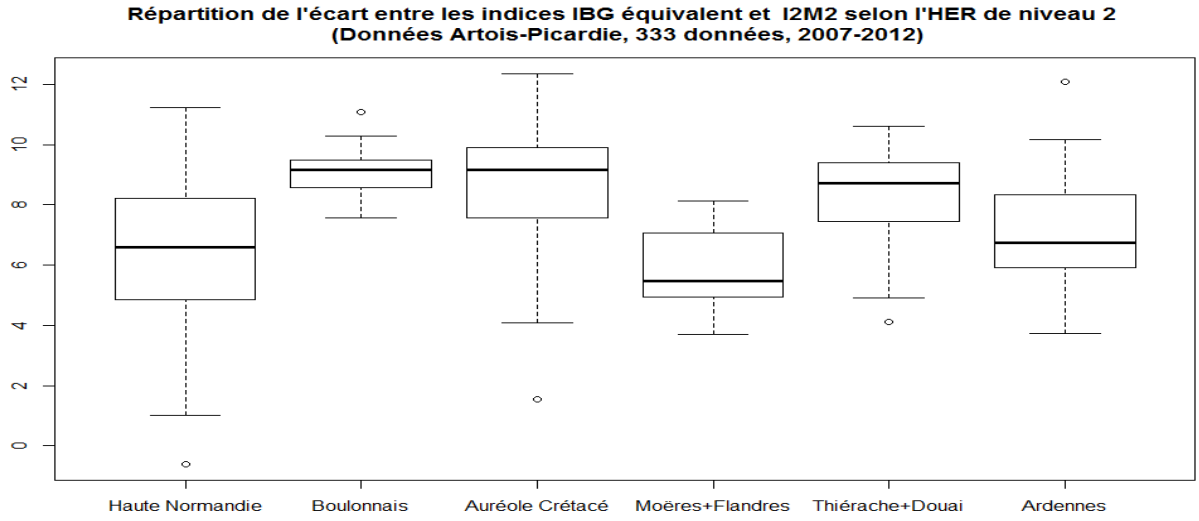


On compare les moyennes des écarts entre les indices IBG équivalent et I2M2 entre deux hydro-écorégions de niveau 1. Pour cela on utilise les tests de Student et de Wilcoxon. Les résultats figurent sur le tableau suivant :

	Tables calcaire	Dépôts argilo-sableux	Ardennes
Tables calcaires			
Dépôts argilo-sableux	0,15		
Ardennes	0,97	0,27	

Au seuil de risque de 5%, on ne rejette pas l'hypothèse d'égalité des moyennes des valeurs de l'écart entre les deux indices invertébrés au niveau des HER de niveau 1. L'écart entre les deux indices ne différent pas d'une HER de niveau 1 à l'autre.

3.7.3. Tests de la variation moyenne selon l'HER niveau 2



On compare les moyennes de l'écart entre les indices IBG équivalent et I2M2 entre deux hydro-écorégions de niveau 2. Pour cela on utilise les tests de Student et de Wilcoxon. Les résultats figurent sur le tableau suivant :

	Haute Normandie Picardie	Boulonnais	Auréole Crétacé	Moëres+Flandres	Thiérache+Douai	Ardennes
Haute Normandie Picardie						
Boulonnais	5.9e-12					
Auréole Crétacé	1.7e-09	0,88				
Moëres+Flandres	0,17	1.7e-05	0,00			
Thiérache+Douai	3.4e-06	0,13	0,51	0,00		
Ardennes	0.07	0,00	0,00	0,02	0,01	

Au seuil de risque de 5%, les résultats significatifs sont en vert.

3.8. VARIATIONS DE LA CLASSE DE QUALITE SELON L'I2M2 EN FONCTION DE L'HER ET DE L'ANNEE

3.8.1. Objectifs et données

Il s'agit de savoir si la classe de qualité biologique de l'eau d'après l'I2M2 a évolué au cours du temps, si elle est différente selon l'HER et si la classe est la même avec l'I2M2 qu'avec l'IBG.

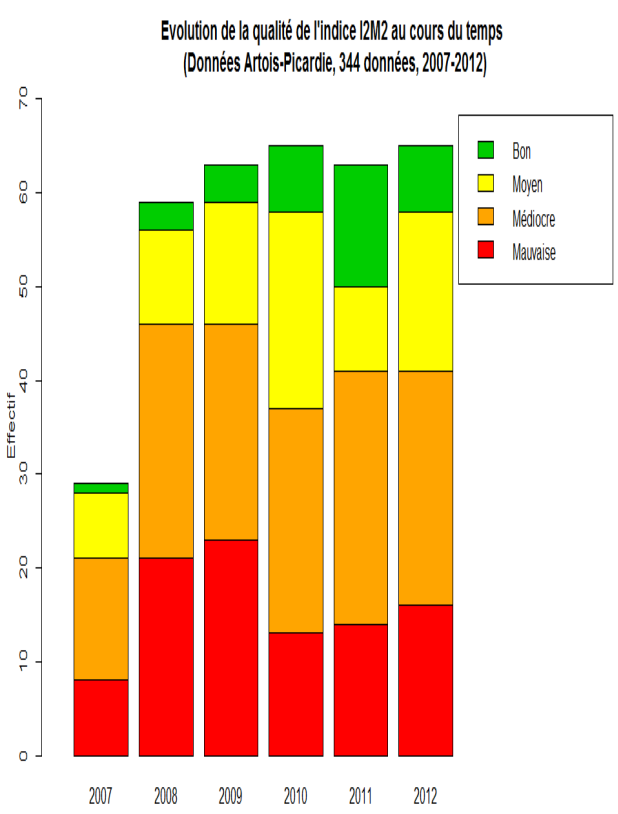
Les limites des classes de qualité de l'IBG éq utilisées dans les traitements des données à suivre sont celles du guide technique d'évaluation de l'état écologique de 2012.

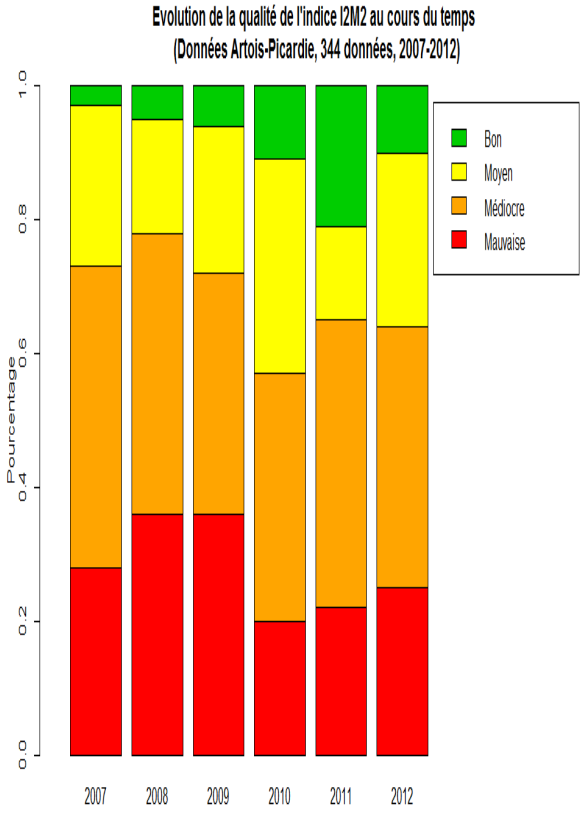
Les limites des classes de qualité de l'I2M2 utilisées par Philippe Usseglio –Polatera dans les traitements de données ci-dessous sont les suivantes :

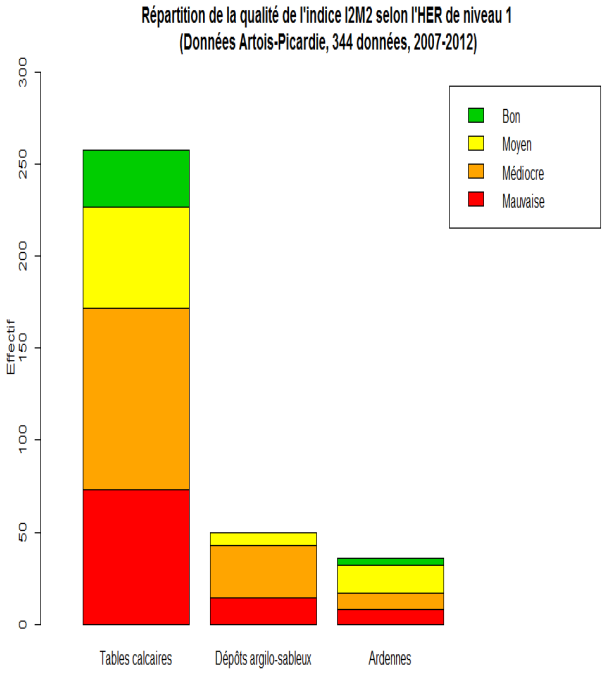
Indice	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
I2M2	0,7003	0,5164	0,3443	0,1721	

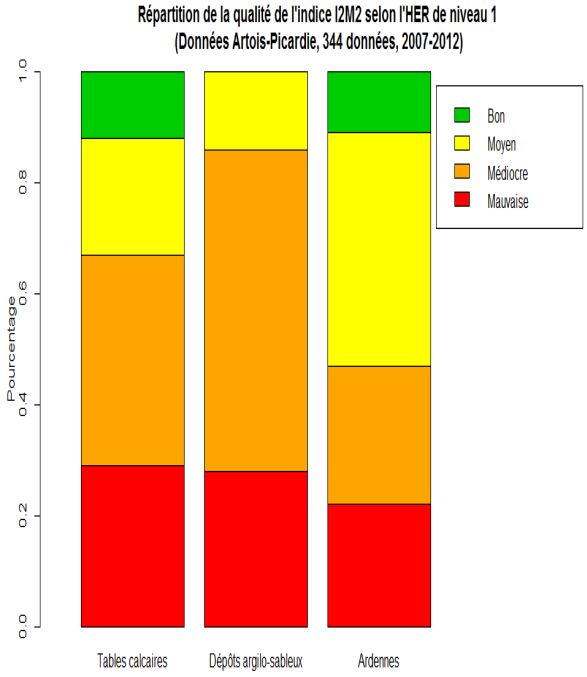
Ces limites de classe utilisées résultent du dernier travail effectué par Martial Férréol (IRSTEA Lyon) en septembre 2013 sur l'évaluation des limites de classe sur la base de la dernière version de l'indice. Ces limites étant calculées par « grands types européens » ; elles sont - en fait - identiques pour tous les types de cours d'eaux auxquels émargent les cours d'eaux du bassin AP.

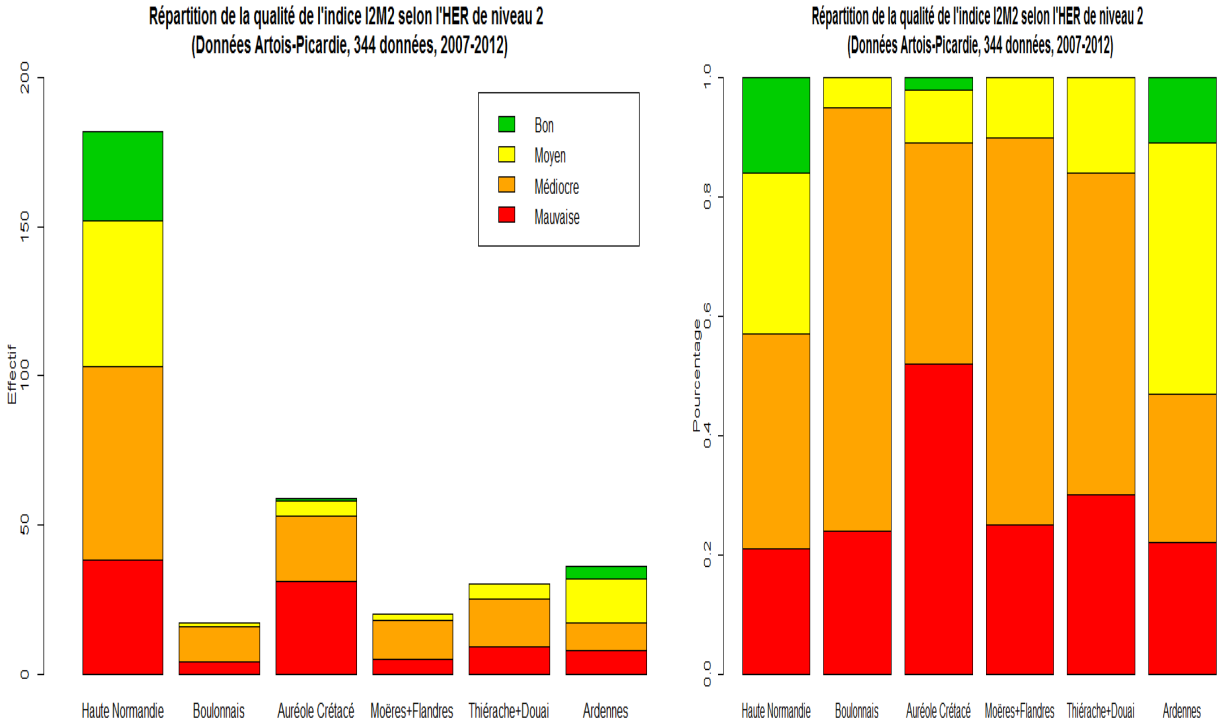
3.8.2. Représentations graphiques


Evolution de la qualité de l'indice I2M2 au cours du temps
(Données Artois-Picardie, 344 données, 2007-2012)
Effectif
0
10
20
30
40
50
60
70
2007
2008
2009
2010
2011
2012
Bon
Moyen
Médiocre
Mauvaise


Evolution de la qualité de l'indice I2M2 au cours du temps
(Données Artois-Picardie, 344 données, 2007-2012)
Pourcentage
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
2007
2008
2009
2010
2011
2012
Bon
Moyen
Médiocre
Mauvaise


Répartition de la qualité de l'indice I2M2 selon l'HER de niveau 1
(Données Artois-Picardie, 344 données, 2007-2012)
Effectif
0
50
100
150
200
250
300
Tables calcaires
Dépôts argilo-sableux
Ardennes
Bon
Moyen
Médiocre
Mauvaise

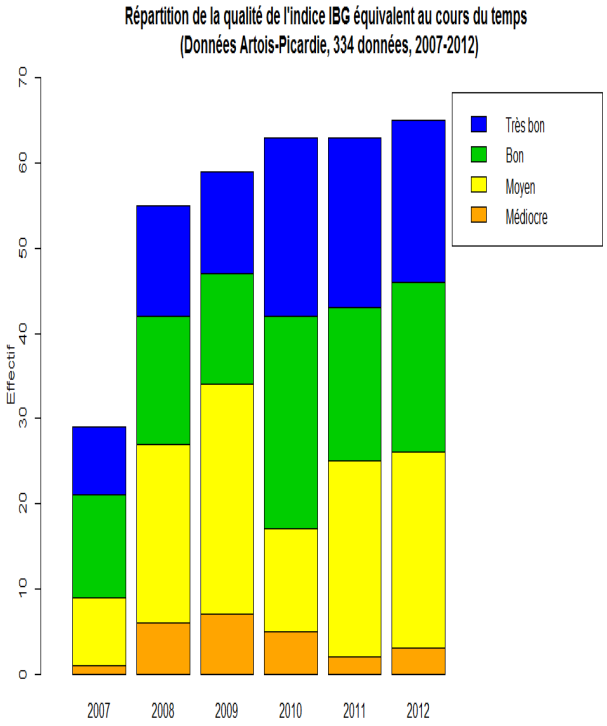

Répartition de la qualité de l'indice I2M2 selon l'HER de niveau 1
(Données Artois-Picardie, 344 données, 2007-2012)
Pourcentage
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Tables calcaires
Dépôts argilo-sableux
Ardennes
Bon
Moyen
Médiocre
Mauvaise

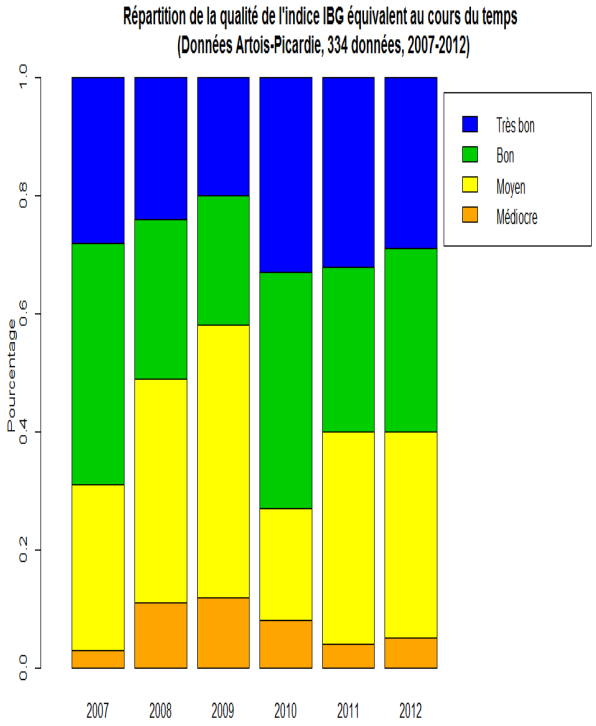


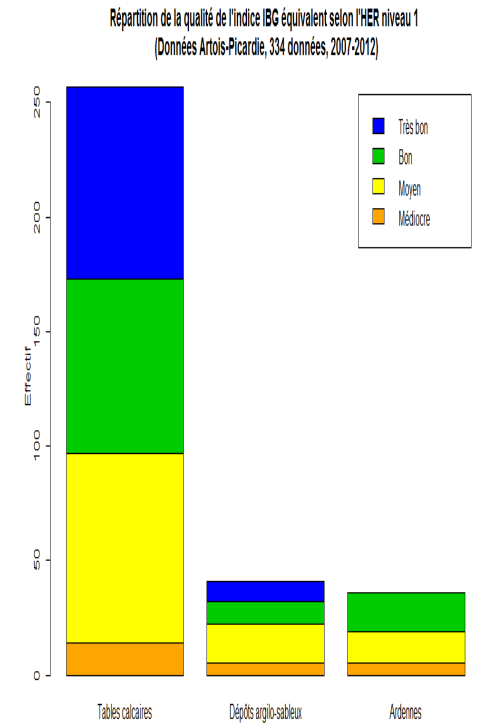
Les tests d'indépendance montrent que **la classe qualité de l'indice I2M2 est fonction de l'hydro-écorégion** de niveau 1 et aussi de niveau 2. Par contre, la **classe qualité de l'I2M2 est indépendante de l'année**. Cela permet donc de traiter les données toutes années confondues, mais HER séparées.

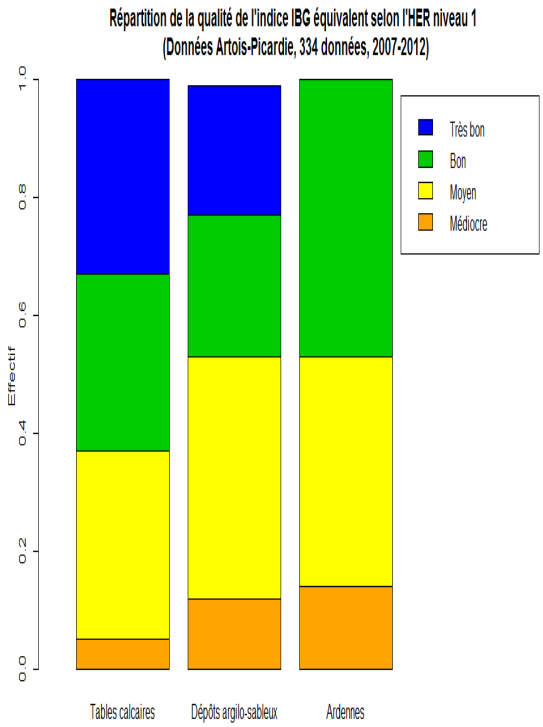
Rappelons que les indices montraient une évolution sur la période 2007-2012. La classe de qualité lisse le résultat indiciel.

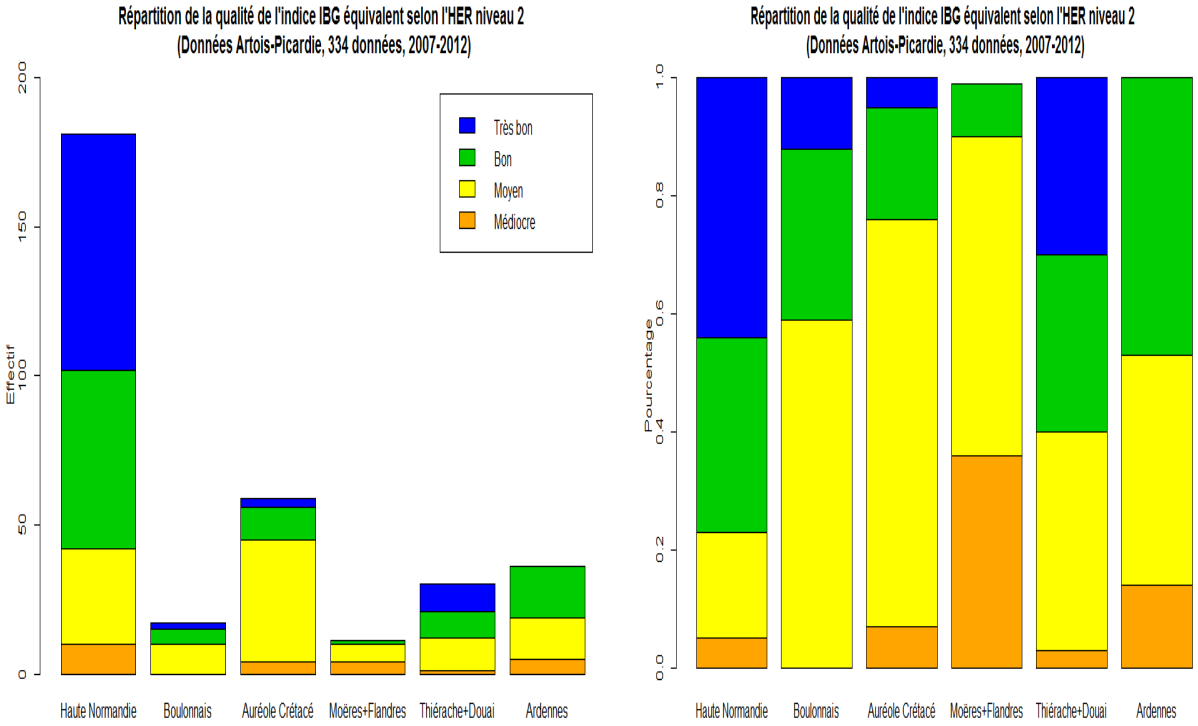
3.8.3. Cas de l'IBG équivalent


Répartition de la qualité de l'indice IBG équivalent au cours du temps
(Données Artois-Picardie, 334 données, 2007-2012)
Effectif
0
10
20
30
40
50
60
70
2007
2008
2009
2010
2011
2012
Très bon
Bon
Moyen
Médiocre


Répartition de la qualité de l'indice IBG équivalent au cours du temps
(Données Artois-Picardie, 334 données, 2007-2012)
Pourcentage
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
2007
2008
2009
2010
2011
2012
Très bon
Bon
Moyen
Médiocre


Répartition de la qualité de l'indice IBG équivalent selon l'HER niveau 1
(Données Artois-Picardie, 334 données, 2007-2012)
Effectif
0
50
100
150
200
250
Tables calcaires
Dépôts argilo-sableux
Ardennes
Très bon
Bon
Moyen
Médiocre


Répartition de la qualité de l'indice IBG équivalent selon l'HER niveau 1
(Données Artois-Picardie, 334 données, 2007-2012)
Effectif
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Tables calcaires
Dépôts argilo-sableux
Ardennes
Très bon
Bon
Moyen
Médiocre



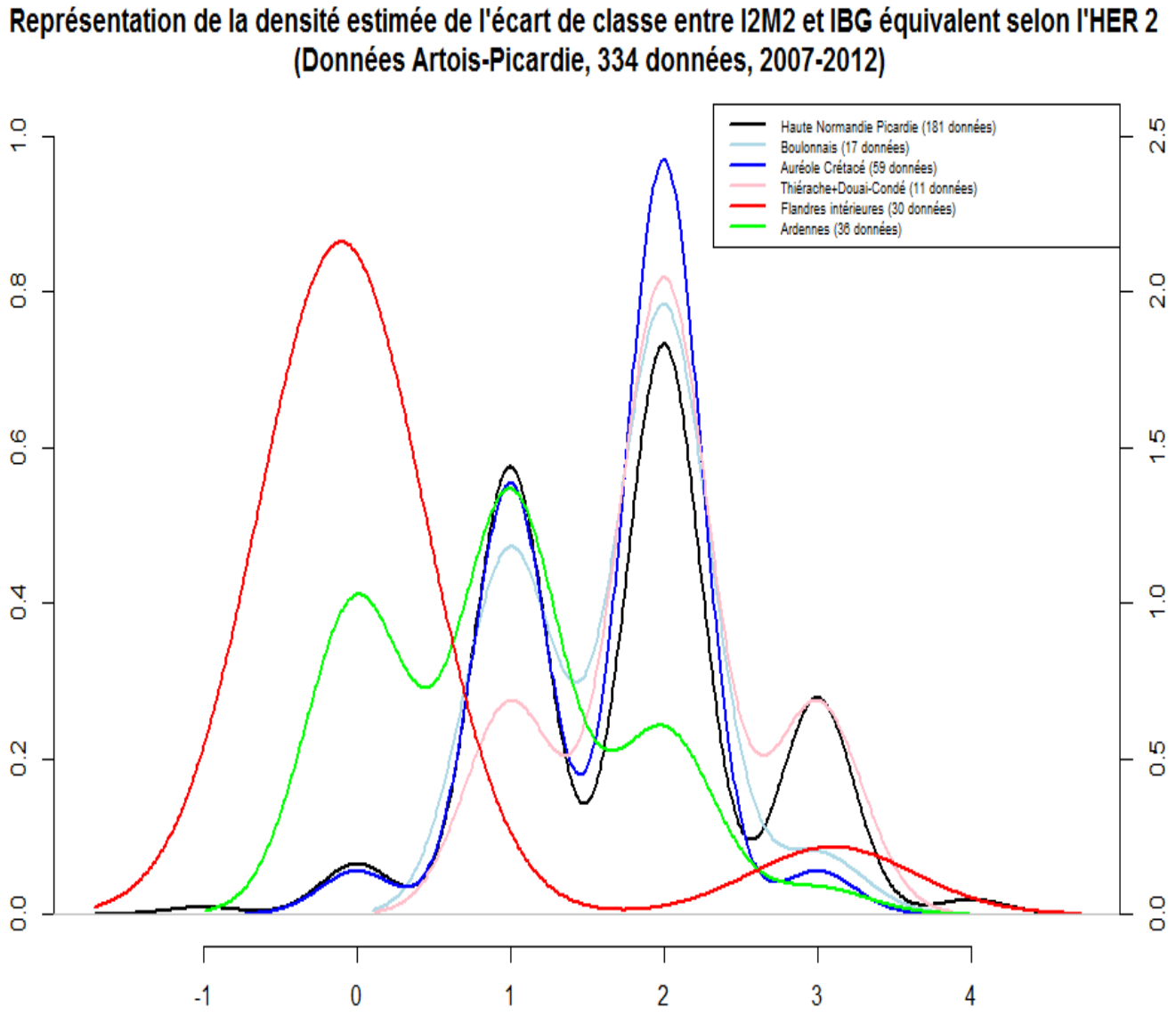
Les tests d'indépendance montrent que **la classe qualité de l'indice IBG équivalent est fonction de l'hydro-écorégion** de niveau 1. Par contre la **classe qualité de l'IBG équivalent est indépendante de l' hydro-écorégion de niveau 2 et de l'année.**

3.9. ECART DE CLASSES DE QUALITE SELON L'I2M2 ET L'IBG EQ

3.9.1. Objectif et données

Il s'agit de mettre en évidence si le déclassement induit par l'I2M2 est fonction de l'HER niveau 2. L'écart est au maximum de 4 classes et au minimum de 0 (mêmes classes). Le seul cas où l'I2M2 détermine une classe de qualité inférieure à celle de l'IBG éq est écarté du traitement.

3.9.2. Représentation graphique du déclassement par HER



Le modèle indique que la probabilité de déclassement induit par l'I2M2 dans l'HER Flandres (Dépôts argilo-sableux) est nulle. Elle est 0 à 1 classe, parfois 2 dans les Ardennes.

Mais la probabilité la plus élevée est de 2 classes dans Auréole Crétacé (Tables calcaires), Thiérache + Douai-Condée (Argilo-sableux), Boulonnais (Tables calcaires), Haute Normandie-Picardie (Tables calcaires),

4. RECHERCHE DE LIENS ENTRE LES INDICES BIOLOGIQUES ET LES PRESSIONS

4.1. CORRELATIONS ALTERATIONS SEQ-EAU ET INDICES BIOLOGIQUES

4.1.1. Données

Nous disposons des indices annuels des altérations du SEQ-Eau (percentiles 90) et des indices biologiques, I2M2 et IBG équivalent, ainsi que de leurs sous variables constitutives (1 série de données par an). Dans un premier temps, une recherche de corrélations est faite sur les indices annuels[4]. Ensuite, en raison du mode de construction de l'I2M2, la recherche de corrélations sera faite sur les indices moyens des 6 mois précédant le prélèvement.

4.1.2. Indices annuels

Les coefficients de corrélation (r) entre indices sont les suivants ; les corrélations significatives sont indiquées en vert

		Coefficient de corrélation entre les variables					
Altérations SEQ-eau V2 Indices annuels	Nb données	I2M2	Average Score Per Taxon (ASPT)	Ovo-viviparité	Poly-voltinisme	Richesse taxo-nomique	Indice de diversité de Shannon
Acidification	332	-0,16	-0,11	0,17	0,12	-0,17	-0,15
Effets des proliférations végétales	332	-0,09	0,05	0,12	0,21	-0,10	-0,04
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	175	0,19	0,05	0,04	-0,25	0,11	0,09
Matières azotées hors nitrates	332	0,29	0,54	-0,08	-0,10	0,30	0,19
Matières organiques et oxydables	212	0,20	0,33	0,04	0,02	0,19	0,07
Matières phosphorées	332	0,33	0,54	-0,12	-0,12	0,27	0,15
Micropolluants minéraux	29	0,28	0,23	0,07	-0,42	0,02	-0,05
Micropolluants organiques autres	94	-0,01	0,04	-0,03	-0,01	0,03	0,02
Nitrates	332	0,13	0,29	-0,11	-0,19	0,35	0,22
Particules en suspension	332	0,32	0,21	-0,11	-0,17	0,17	0,06
Pesticides	193	0,33	0,38	-0,13	-0,06	0,26	0,28
Polychlorobiphényles	22	-0,29	-0,31	0,07	0,07	-0,42	-0,38
Température	332	-0,18	0,09	0,18	0,12	-0,06	-0,12

		Coefficient de corrélation entre les variables		
Altérations SEQ-eau V2 Indices annuels	Nb données	IBG éq	Groupe faunistique indicateur	Variété taxonomique
Acidification	321	-0,14	-0,07	-0,16
Effets des proliférations végétales	321	-0,07	0,03	-0,15
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	167	0,06	0,03	0,08
Matières azotées hors nitrates	321	0,38	0,39	0,24
Matières organiques et oxydables	204	0,16	-0,09	0,08
Matières phosphorées	321	0,06	0,39	0,11

[4] Un biais est introduit par le fait que l'indice biologique a généralement été prélevé en été, alors que l'indice annuel correspond à la période janvier-décembre.

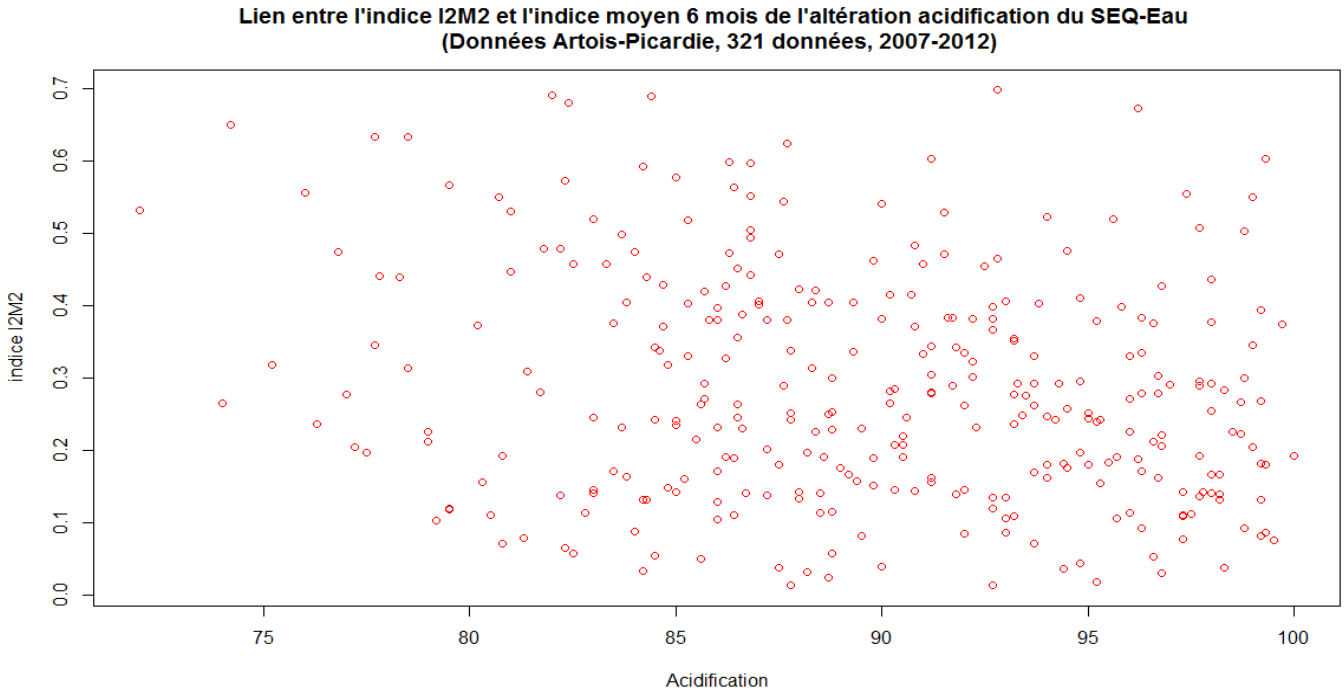
Micropolluants minéraux	29	-0,09	-0,06	-0,13
Micropolluants organiques autres	88	-0,06	-0,09	-0,03
Nitrates	321	0,26	0,10	0,15
Particules en suspension	321	0,11	0,12	0,04
Pesticides	184	0,28	0,27	0,18
Polychlorobiphényles	20	-0,44	-0,39	-0,42
Température	321	-0,02	0,04	0,02

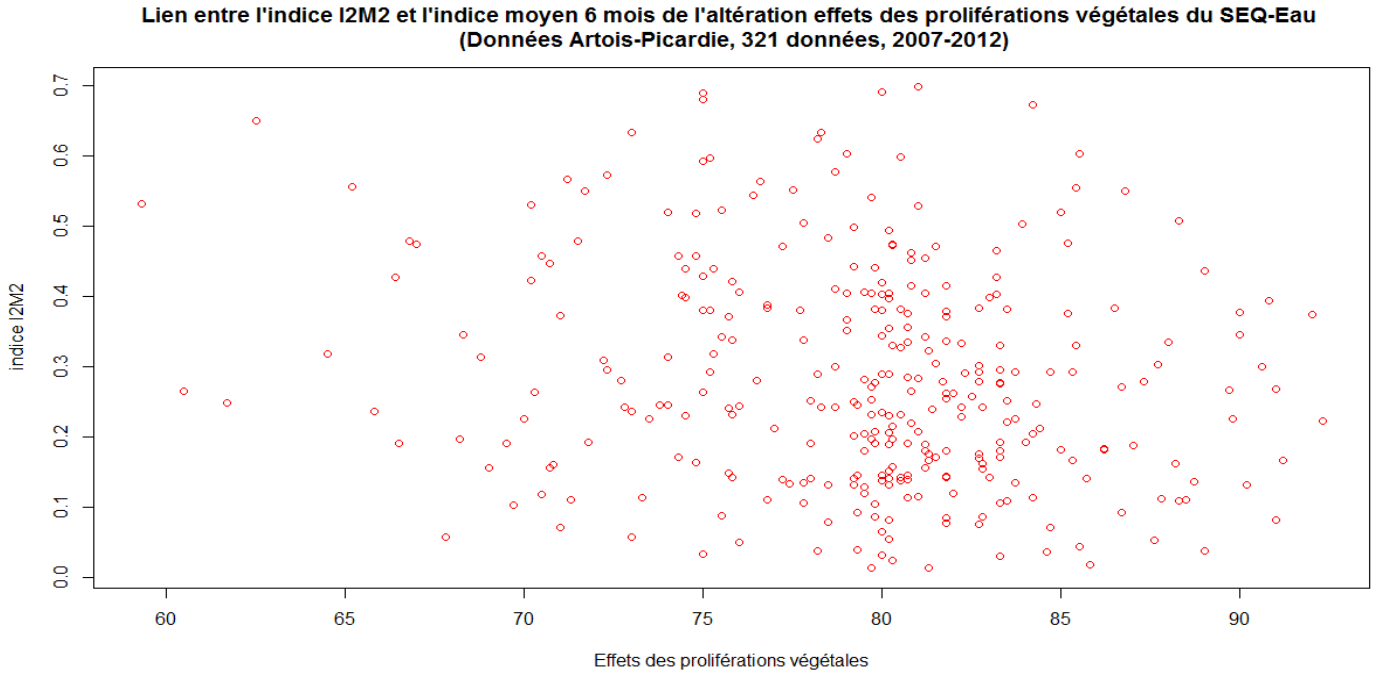
NB : les indices biologiques, mais aussi les indices d'altérations du SEQ-eau, sont d'autant plus élevés que le cours d'eau est de bonne qualité. Une corrélation négative indique donc que la faune est favorisée par les polluants de l'altération. Les PCB et les HAP apparaissent dans ce cas, ce qui est peut-être lié au petit nombre de données.

Les corrélations de l'I2M2 avec le SEQ-eau sont plus nombreuses que celles de l'ING éq.

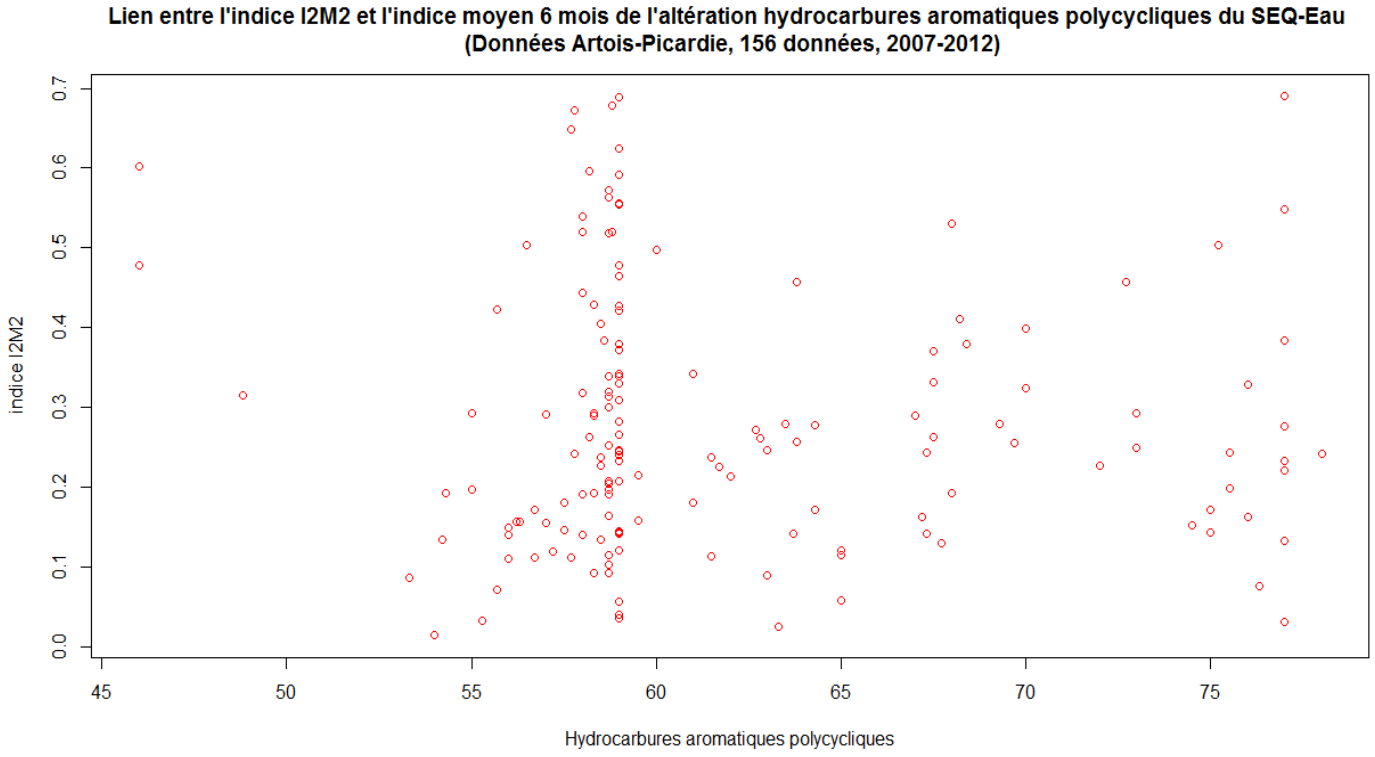
4.1.3. Représentations graphiques des indices I2M2 en fonction des indices moyens 6 mois des altérations du SEQ-eau

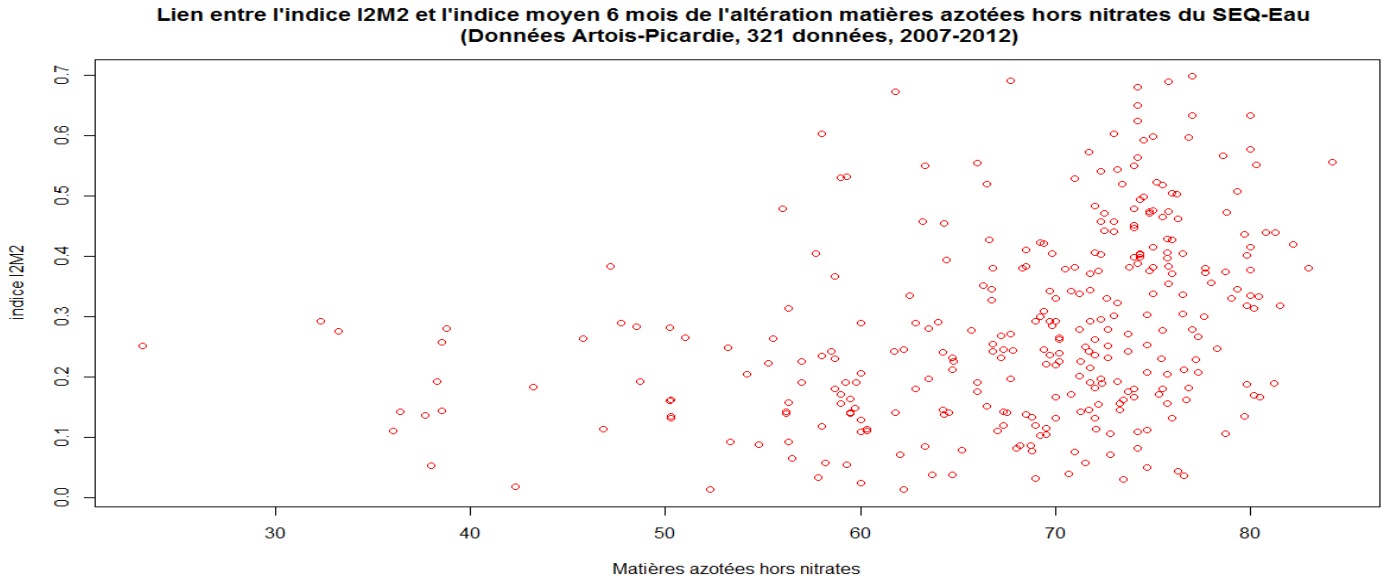
Compte tenu du mode de construction de l'I2M2, des indices d'altérations moyens sur les 6 mois précédant le prélèvement d'invertébrés sont calculés sur la période 2007-2012. A noter que dans certains cas, seules 4 ou 5 campagnes de physicochimie ont précédé, la même année, le prélèvement biologique.

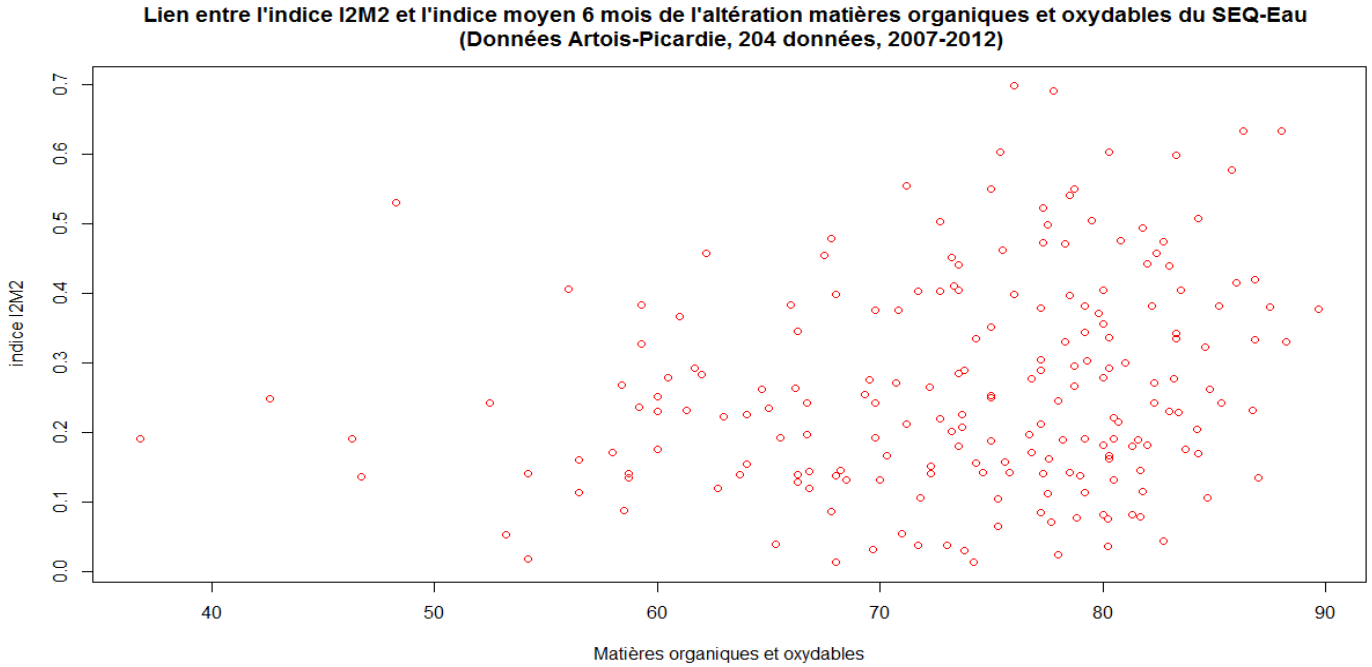


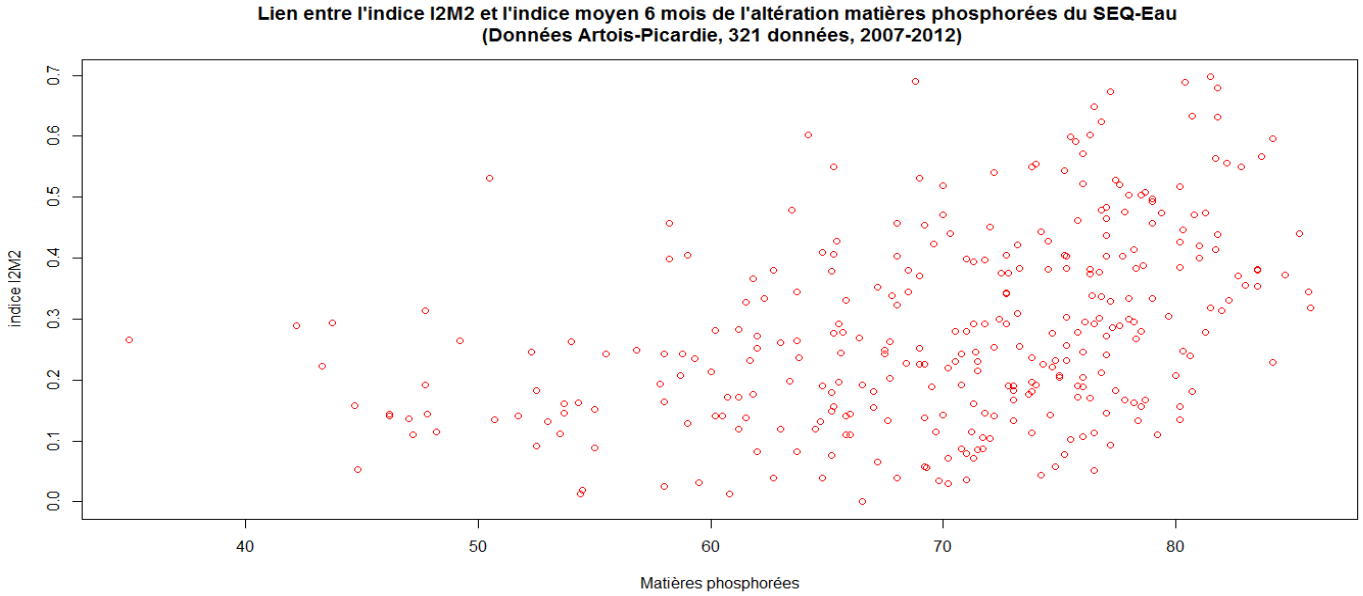


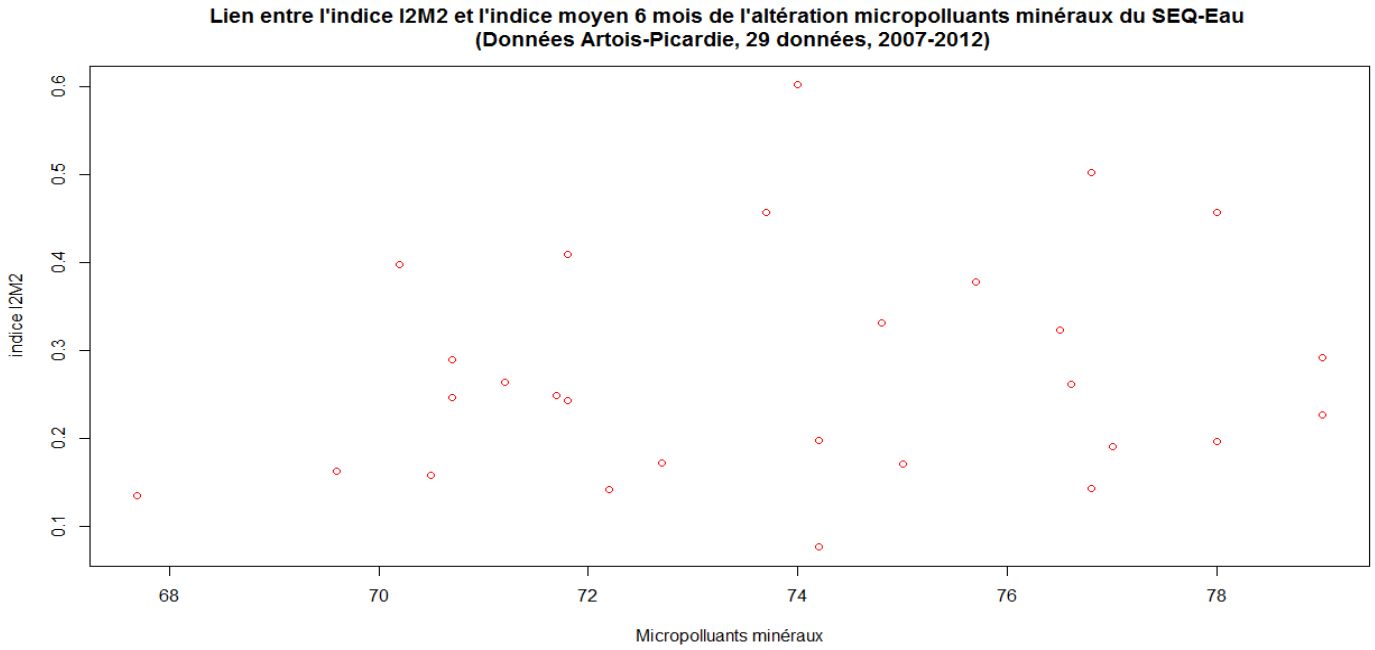
Ce graphe montre une répartition curieuse des données, avec un grand nombre de valeurs des indices de l'altération hydrocarbures proche de 59 :



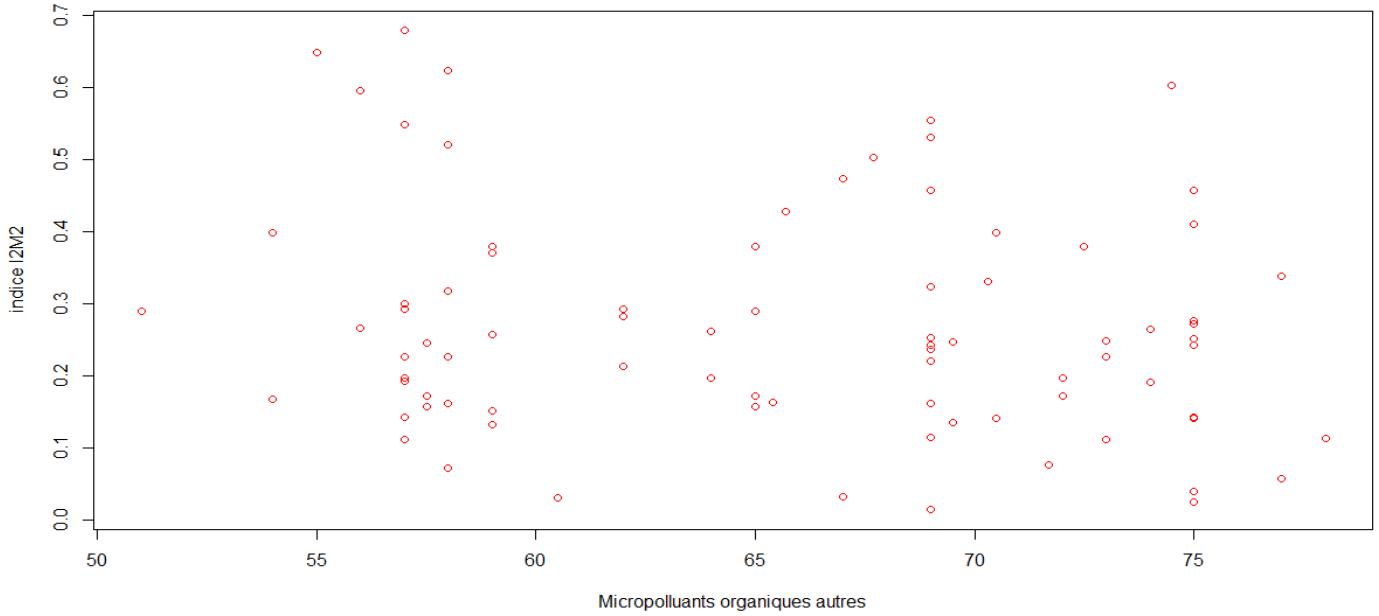

Lien entre l'indice I2M2 et l'indice moyen 6 mois de l'altération matières azotées hors nitrates du SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 321 données, 2007-2012)
indice I2M2
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
30
40
50
60
70
80
Matières azotées hors nitrates


Lien entre l'indice I2M2 et l'indice moyen 6 mois de l'altération matières organiques et oxydables du SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 204 données, 2007-2012)
indice I2M2
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
40
50
60
70
80
90
Matières organiques et oxydables

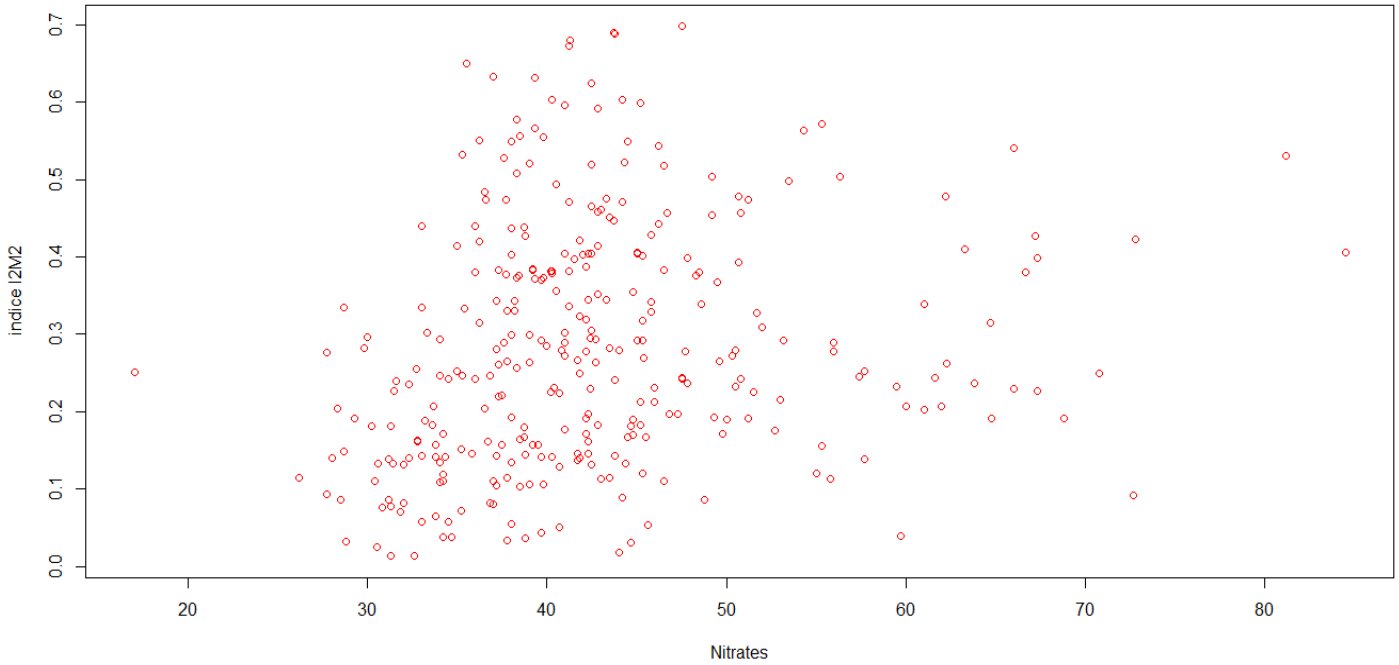

Lien entre l'indice I2M2 et l'indice moyen 6 mois de l'altération matières phosphorées du SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 321 données, 2007-2012)
indice I2M2
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
40
50
60
70
80
Matières phosphorées


Lien entre l'indice I2M2 et l'indice moyen 6 mois de l'altération micropolluants minéraux du SEQ-Eau
(Données Artois-Picardie, 29 données, 2007-2012)
indice I2M2
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
68
70
72
74
76
78
Micropolluants minéraux

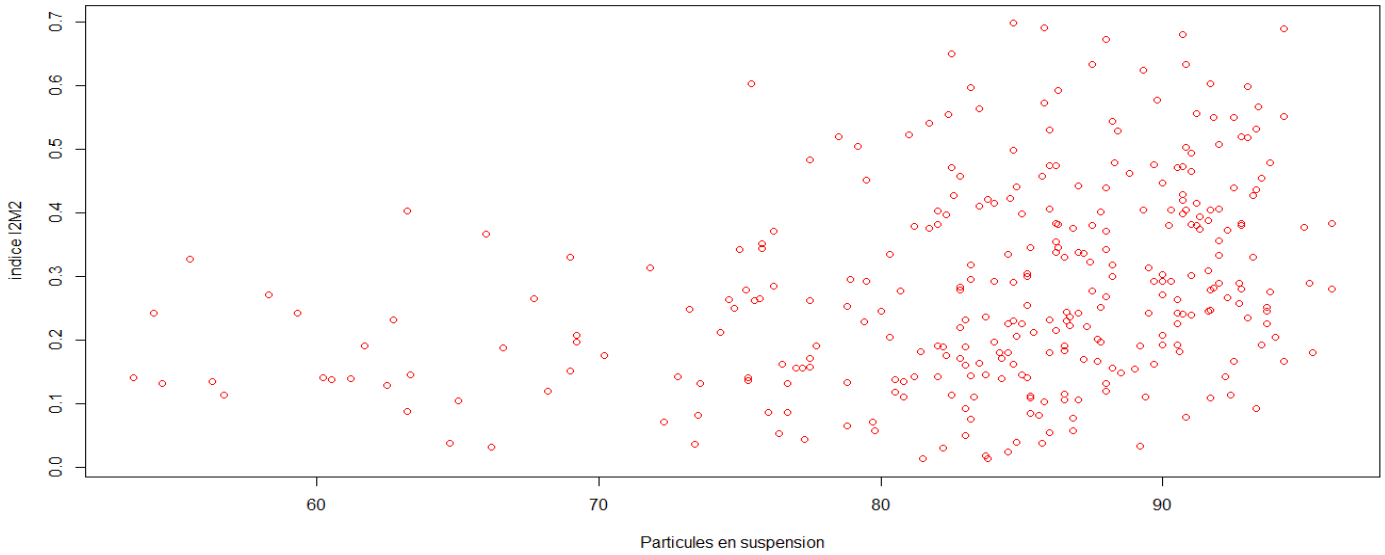
Lien entre l'indice I2M2 et l'indice moyen 6 mois de l'altération micropolluants organiques autres du SEQ-Eau (Données Artois-Picardie, 84 données, 2007-2012)



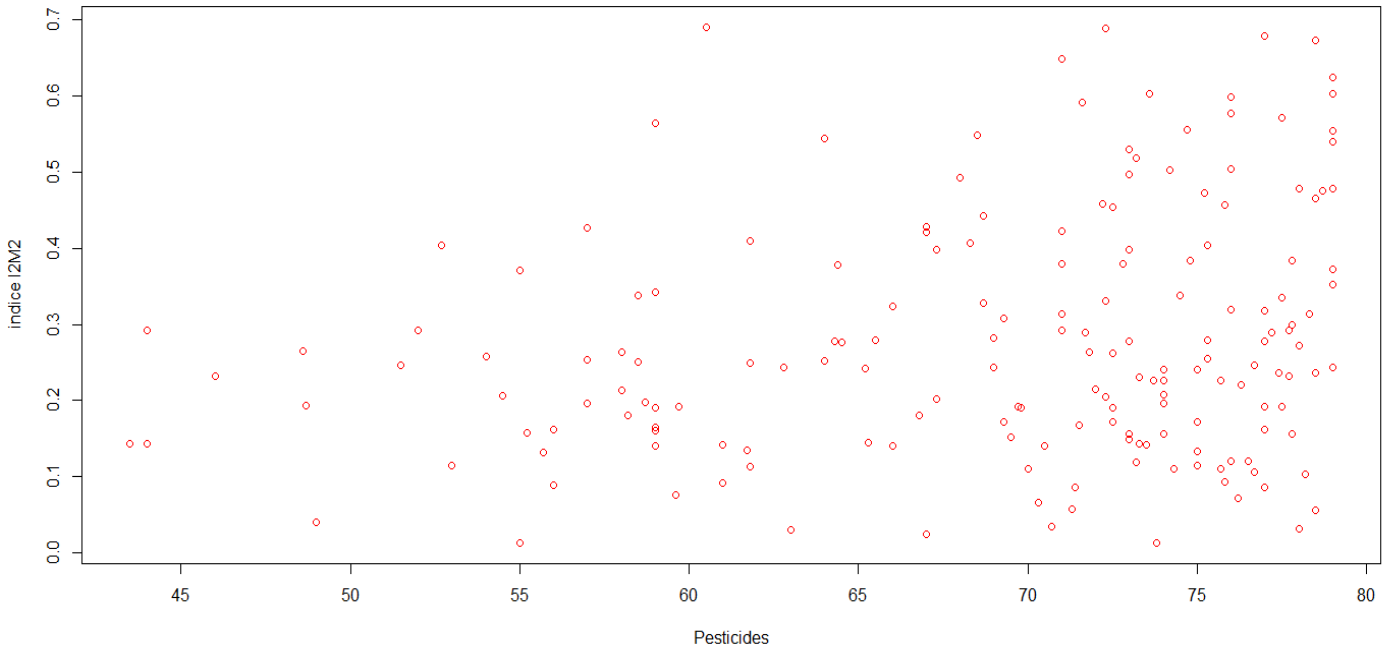
Lien entre l'indice I2M2 et l'indice moyen 6 mois de l'altération nitrates du SEQ-Eau (Données Artois-Picardie, 321 données, 2007-2012)

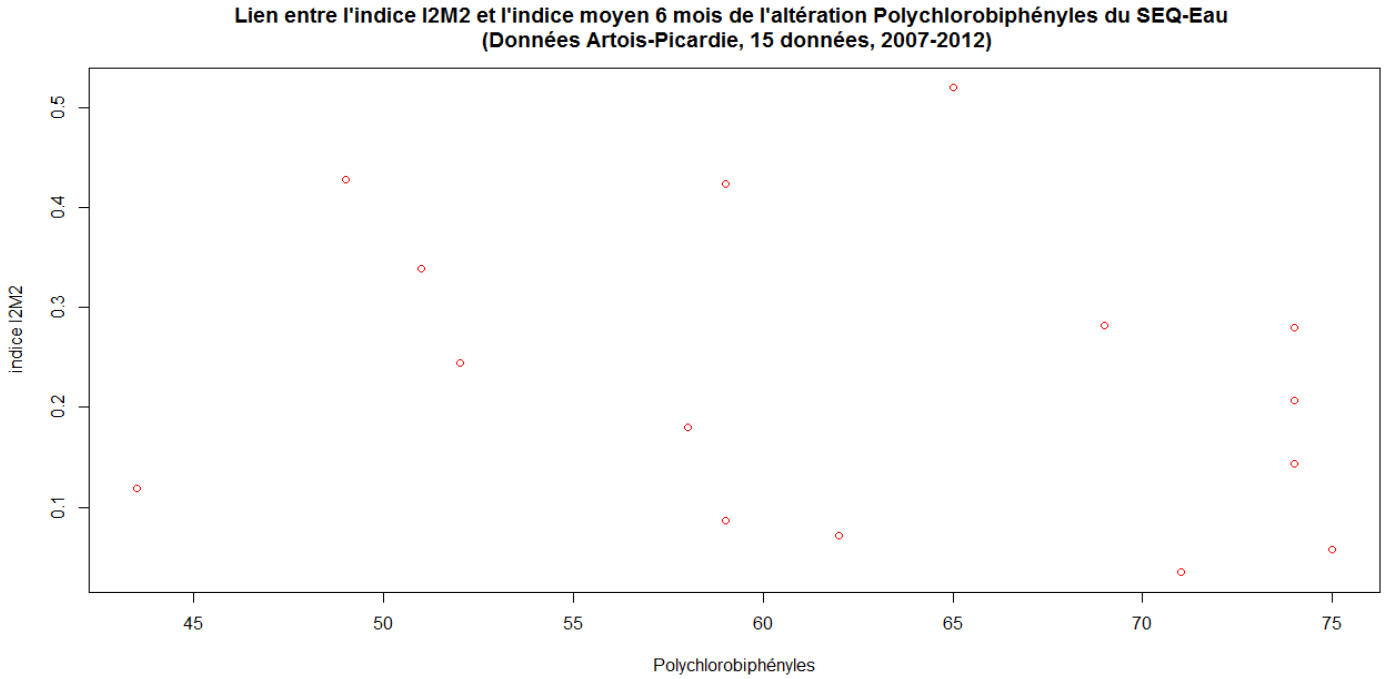


Lien entre l'indice I2M2 et l'indice moyen 6 mois de l'altération particules en suspension du SEQ-Eau (Données Artois-Picardie, 321 données, 2007-2012)

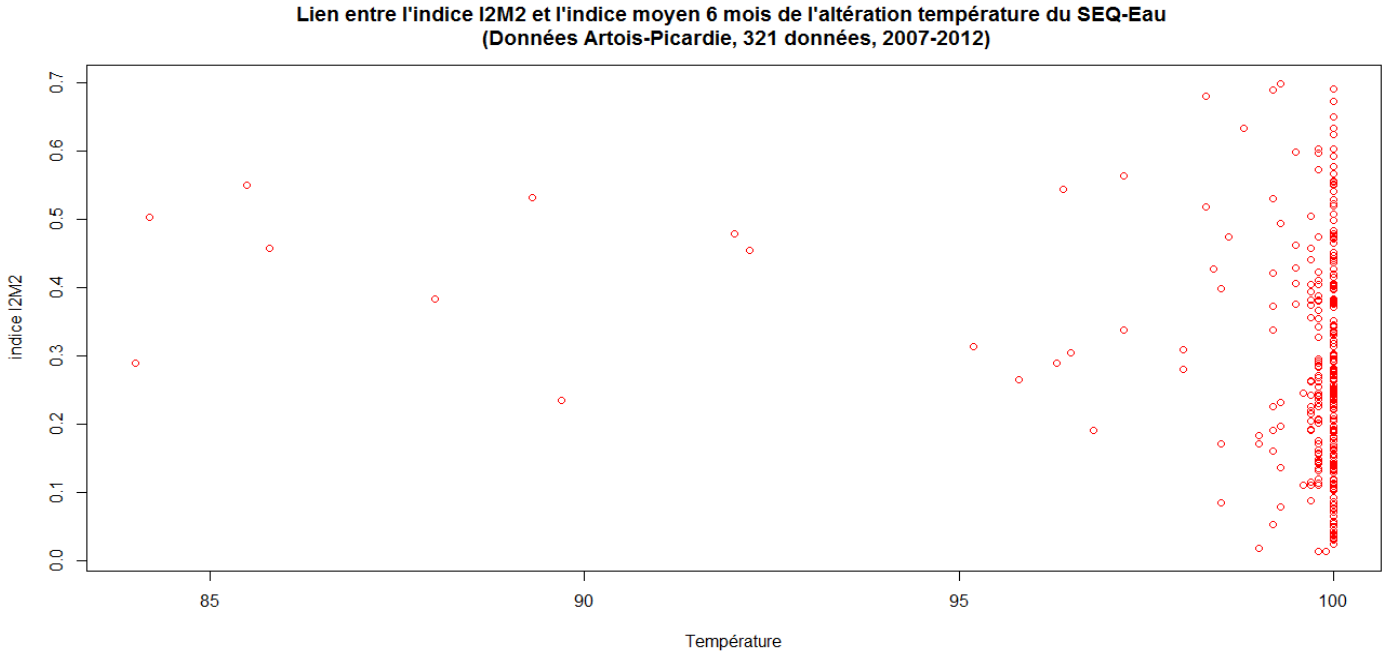


Lien entre l'indice I2M2 et l'indice moyen 6 mois de l'altération pesticides du SEQ-Eau (Données Artois-Picardie, 178 données, 2007-2012)





L'altération température du SEQ-eau n'apparaît guère discriminante



4.1.4. Recherche de liens entre les valeurs brutes des métriques de l'I2M2 et les indices moyens 6 mois des altérations SEQ-Eau

4.1.4.1. Recherche de liens linéaires

Les coefficients de corrélation linéaires (r) entre indices moyens des altérations SEQ-eau 6 mois et indices biologiques annuels sont les suivants ; les corrélations significatives sont indiquées en couleur :

Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nb données	Coefficient de corrélation linéaire entre les variables					
		I2M2	Average Score Per Taxon (ASPT)	Ovo-viviparité	Poly-voltinisme	Richesse taxo-nomique	Indice de diversité de Shannon
Acidification	321	-0,20	-0,16	0,19	0,11	-0,17	-0,13
Effets des proliférations végétales	321	-0,18	0,006	0,17	0,24	-0,15	-0,08
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	156	-0,03	0,02	-0,05	-0,01	-0,06	0,02
Matières azotées hors nitrates	321	0,33	0,63	-0,13	0,01	0,30	0,19
Matières organiques et oxydables	204	0,21	0,49	-0,04	0,06	0,19	0,06
Matières phosphorées	319	0,39	0,60	-0,15	-0,10	0,32	0,12
Micropolluants minéraux	29	0,18	0,23	0,14	-0,29	-0,04	0,05
Micropolluants organiques autres	84	-0,17	-0,12	0,006	0,18	-0,09	0,06
Nitrates	321	0,19	0,07	-0,12	-0,31	0,29	0,20
Particules en suspension	321	0,32	0,25	-0,15	-0,26	0,29	0,07
Pesticides	178	0,22	0,30	-0,03	0,05	0,19	0,16
Polychlorobiphényles	15	-0,24	-0,24	-0,16	-0,05	-0,40	-0,40
Température	321	-0,18	0,10	0,17	0,16	-0,06	-0,13

4.1.4.2. Recherche de liens non linéaires

Les coefficients de corrélation non linéaires (rho) de Spearman entre indices moyens des altérations SEQ-Eau 6 mois et indices biologiques annuels sont les suivants ; les corrélations significatives sont indiquées en couleur :

Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nb données	Coefficient de corrélation non linéaire (rho) entre les variables					
		I2M2	Average Score Per Taxon (ASPT)	Ovo-viviparité	Poly-voltinisme	Richesse taxo-nomique	Indice de diversité de Shannon
Acidification	321	-0,17	-0,16	0,16	0,10	-0,18	-0,14
Effets des proliférations végétales	321	-0,17	-0,03	0,15	0,23	-0,17	-0,13
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	156	0,04	0,04	-0,14	-0,05	0,006	-0,01
-Matières azotées hors nitrates	321	0,39	0,61	-0,08	-0,08	0,26	0,17
Matières organiques et oxydables	204	0,21	0,45	-0,004	0,02	0,18	0,04
Matières phosphorées	319	0,42	0,55	-0,12	-0,18	0,30	0,11
Micropolluants minéraux	29	0,17	0,15	0,16	-0,23	0,01	0,07
Micropolluants organiques autres	84	-0,17	-0,17	-0,01	0,21	-0,19	0,04
Nitrates	321	0,27	0,19	-0,10	-0,35	0,31	0,19
Particules en suspension	321	0,35	0,22	-0,17	-0,26	0,32	0,07
Pesticides	178	0,19	0,31	-0,09	0,04	0,18	0,14
Polychlorobiphényles	15	-0,31	-0,25	-0,09	0,04	-0,41	-0,43
Température	321	-0,15	0,07	0,07	0,23	-0,11	-0,20

Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nb données	Coefficient de corrélation non linaire (rho) entre les variables		
		IBG éq	Groupe faunistique indicateur	Variété taxonomique
Acidification	321	-0,17	-0,00	-0,01
Effets des proliférations végétales	321	-0,17	0,01	-0,04
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	156	0,00	0,08	0,02

Matières azotées hors nitrates	321	0,32	0,02	-0,03
Matières organiques et oxydables	204	0,22	0,02	0,16
Matières phosphorées	319	0,39	0,04	0,07
Micropolluants minéraux	29	-0,15	-0,36	0,21
Micropolluants organiques autres	84	-0,19	-0,62	-0,21
Nitrates	321	0,23	-0,00	-0,13
Particules en suspension	321	0,26	-0,05	-0,05
Pesticides	178	0,20	0,30	0,10
Polychlorobiphényles	15	-0,39	0	-0,5
Température	321	-0,05	0,07	0,17

4.1.5. Recherche de liens entre les EQR des métriques de l'I2M2 et les indices moyens 6 mois des altérations SEQ-Eau

4.1.5.1. Données et objectifs

Nous disposons aussi des données des 5 métriques de l'indice I2M2 exprimées en EQR. Nous avons calculé les corrélations linéaire et non linéaire entre ces EQR et les indices moyens 6 mois des altérations SEQ-Eau.

4.1.5.2. Recherche de liens linéaires

Les coefficients de corrélation linéaire (r) entre indices sont les suivants ; les corrélations significatives sont surlignées en couleur :

		Coefficient de corrélation linéaire entre les variables				
Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nombre de données	EQR Average Score Per Taxon (ASPT)	EQR Ovo-viviparité	EQR Poly-voltinisme	EQR Richesse taxo-nomique	EQR Indice de diversité de Shannon
Acidification	333	-0,19	-0,16	-0,09	-0,17	-0,12
Effets des proliférations végétales	333	-0,04	-0,13	-0,25	-0,11	-0,02
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	166	-0,01	0,01	0,00	-0,04	-0,02
Matières azotées hors nitrates	333	0,50	0,10	-0,11	0,35	0,23
Matières organiques et oxydables	212	0,40	0,03	-0,10	0,26	0,12
Matières phosphorées	331	0,48	0,17	0,02	0,38	0,18
Micropolluants minéraux	28	-0,01	-0,01	0,32	0,06	0,17
Micropolluants organiques autres	90	-0,19	0,04	-0,19	-0,19	0,05
Nitrates	333	0,07	0,06	0,23	0,20	0,09
Particules en suspension	333	0,21	0,18	0,24	0,34	0,15
Pesticides	188	0,23	0,14	-0,06	0,25	0,22
Polychlorobiphényles	18	-0,27	0,08	0,11	-0,39	-0,44
Température	333	0,09	-0,27	-0,18	-0,09	-0,15

4.1.5.3. Recherche de liens non linéaires

Les coefficients de corrélation non linéaire (rho) de Spearman entre indices sont les suivants ; les corrélations significatives sont surlignées en couleur :

Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nombre de données	Coefficient de corrélation non linéaire entre les variables				
		EQR Average Score Per Taxon (ASPT)	EQR Ovo-viviparité	EQR Poly-voltinisme	EQR Richesse taxo-nomique	EQR Indice de diversité de Shannon
Acidification	333	-0,16	-0,13	-0,08	-0,16	-0,12
Effets des proliférations végétales	333	-0,03	-0,12	-0,22	-0,12	-0,05
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	166	0,02	0,11	0,03	0,02	-0,04
Matières azotées hors nitrates	333	0,59	0,09	0,08	0,34	0,27
Matières organiques et oxydables	212	0,44	0,02	-0,01	0,25	0,15
Matières phosphorées	331	0,53	0,14	0,18	0,38	0,23
Micropolluants minéraux	28	0,07	-0,11	0,27	0,13	0,14
Micropolluants organiques autres	90	-0,23	0,04	-0,21	-0,23	0,03
Nitrates	333	0,19	0,06	0,31	0,25	0,09
Particules en suspension	333	0,21	0,19	0,28	0,37	0,15
Pesticides	188	0,29	0,14	-0,04	0,24	0,19
Polychlorobiphényles	18	-0,28	0,11	0,02	-0,44	-0,42
Température	333	0,05	-0,06	-0,22	-0,07	-0,12

4.1.6. Recherche de liens entre l'IBG équivalent et les indices moyens 6 mois des altérations SEQ-Eau

4.1.6.1. Données et objectifs

Nous disposons des indices IBG équivalent et EQR. Nous avons calculé leurs corrélations avec les indices moyens 6 mois des altérations SEQ-Eau.

4.1.6.2. Recherche de liens linéaires

Les coefficients de corrélation linéaire (r) entre indices sont les suivants ; les corrélations significatives sont surlignées en couleur :

Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nb données	Coefficient de corrélation entre les variables		
		IBG éq	Groupe faunistique indicateur	Variété taxonomique
Acidification	321	-0,16	0,02	-0,01
Effets des proliférations végétales	321	-0,13	0,03	-0,04
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	156	-0,04	0,03	0,06
Matières azotées hors nitrates	321	0,37	-0,07	-0,01
Matières organiques et oxydables	204	0,22	-0,05	0,12
Matières phosphorées	319	0,36	-0,05	0,04
Micropolluants minéraux	29	-0,13	-0,28	0,09
Micropolluants organiques autres	84	-0,16	-0,63	-0,13
Nitrates	321	0,13	-0,08	-0,20
Particules en suspension	321	0,20	-0,10	-0,11
Pesticides	178	0,23	0,32	0,05
Polychlorobiphényles	15	-0,43	0,18	-0,5
Température	321	-0,02	0,03	0,12

Coefficient de corrélation linéaire r entre les variables		
Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nombre de données	EQR IBG equivalent
Acidification	322	-0,14
Effets des proliférations végétales	322	-0,08
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	157	0,001
Matières azotées hors nitrates	322	0,38
Matières organiques et oxydables	204	0,26
Matières phosphorées	322	0,39
Micropolluants minéraux	28	-0,05
Micropolluants organiques autres	84	-0,22
Nitrates	322	0,04
Particules en suspension	322	0,25
Pesticides	177	0,27
Polychlorobiphényles	16	-0,34
Température	322	-0,06

4.1.6.3. Recherche de liens non linéaires

Les coefficients de corrélation non linéaire (rho) de Spearman entre indices sont les suivants ; les corrélations significatives sont surlignées en couleur :

Coefficient de corrélation non linéaire rho entre les variables		
Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nombre de données	EQR IBG equivalent
Acidification	322	-0,14
Effets des proliférations végétales	322	-0,09
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	157	0,04
Matières azotées hors nitrates	322	0,36
Matières organiques et oxydables	204	0,26
Matières phosphorées	322	0,38
Micropolluants minéraux	28	-0,01
Micropolluants organiques autres	84	-0,22
Nitrates	322	0,13
Particules en suspension	322	0,34
Pesticides	177	0,25
Polychlorobiphényles	16	-0,29
Température	322	0,08

4.1.7. Conclusions : réponses des métriques de l'I2M2 aux pressions

- Les corrélations des variables biologiques et SEQ-Eau sont meilleures (plus nombreuses, plus élevées) avec les indices d'altération moyens 6 mois qu'avec les indices annuels (percentile 90).
- Les corrélations linéaires des 2 indices avec les altérations restent peu élevées (maximum 39% I2M2 ou EQR IBG éq avec MPHOS) ; les meilleures corrélations linéaires sont obtenues par l'ASPT (63% avec MAZOT, 60% avec MPHOS, 49% avec MOOX)
- Les corrélations non linéaires sont à peine supérieures aux linéaires (2% en moyenne).

4.2. CORRELATIONS ENTRE I2M2 ET METRIQUES SELON L'HER NIVEAU 2

4.2.1. Objectifs et données

Nous avons calculé les corrélations entre les variables biologiques et les altérations SEQ-Eau par HER 2. Sont écartées de l'analyse les altérations température (quasiment toutes données en classe bleue) et PCB (30 données par an au maximum et sur 3 ans). Ainsi que les HER 2 présentant un nombre de données faible.

Les coefficients de corrélation (r) linéaires entre indices sont donnés ci-dessous ; les corrélations significatives sont surlignées en couleur.

4.2.2. Haute-Normandie-Picardie

Valeurs brutes

HER Haute Normandie Picardie		Coefficient de corrélation entre les variables					
Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nb données	I2M2	Average Score Per Taxon (ASPT)	Ovo-viviparité	Poly-voltinisme	Richesse taxo-nomique	Indice de diversité de Shannon
Acidification	173	-0,31	-0,25	0,23	0,19	-0,20	-0,22
Effets des proliférations végétales	173	-0,31	-0,19	0,20	0,23	-0,23	-0,23
HAP	62	0,07	0,03	0,17	-0,34	-0,08	-0,14
Matières azotées hors nitrates	173	0,27	0,50	-0,22	-0,20	0,22	0,08
Matières organiques et oxydables	110	0,16	0,46	-0,02	-0,06	0,17	-0,04
Matières phosphorées	173	0,41	0,63	-0,15	-0,28	0,32	0,12
Micropolluants minéraux	13	0,28	0,40	0,23	-0,57	0,07	0,19
Micropolluants organiques autres	38	-0,16	-0,35	-0,07	0,35	-0,34	0,16
Nitrates	173	0,21	0,13	-0,13	-0,25	0,20	0,20
Particules en suspension	173	0,44	0,29	-0,32	-0,35	0,40	0,23
Pesticides	69	0,29	0,48	0,12	-0,09	0,25	0,09

EQR

HER Haute Normandie Picardie			Coefficient de corrélation entre les variables				
Altérations SEQ-Eau V2 Indices moyens 6 mois	Nb données	I2M2	Average Score Per Taxon (ASPT)	Ovo-viviparité	Poly-voltinisme	Richesse taxo-nomique	Indice de diversité de Shannon
Acidification	173	-0,31	-0,25	-0,21	-0,19	-0,21	-0,21
Effets des proliférations végétales	173	-0,31	-019	-0,20	-0,25	-0,23	-0,23
HAP	62	0,07	0,00	-0,07	0,06	-0,08	-0,19
Matières azotées hors nitrates	173	0,27	0,51	0,11	0,17	0,23	0,08
Matières organiques et oxydables	110	0,16	0,45	0,05	0,04	0,18	-0,05
Matières phosphorées	173	0,41	0,58	0,18	0,28	0,32	0,11
Micropolluants minéraux	13	0,28	0,08	0,21	0,53	0,07	0,13
Micropolluants organiques autres	38	-0,16	-0,38	-0,10	-0,36	-0,34	0,20
Nitrates	173	0,21	0,12	0,13	0,23	0,20	0,17
Particules en suspension	173	0,44	0,24	0,29	0,37	0,42	0,22
Pesticides	69	0,29	0,46	0,34	0,12	0,26	0,08

Les corrélations sont nombreuses dans l'HER Haute Normandie Picardie. L'EQR diminue les coefficients de l'ASPT et de l'indice de Shannon, augmente très légèrement ceux de la richesse taxonomique ; il inverse les corrélations de l'ovoviviparité et du polyvoltinisme.

4.2.3. Auréole Crétacé

Valeurs brutes

HER Auréole Crétacé		Coefficient de corrélation entre les variables					
Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nb données	I2M2	Average Score Per Taxon (ASPT)	Ovo-viviparité	Poly-voltinisme	Richesse taxo-nomique	Indice de diversité de Shannon
Acidification	56	0,00	0,31	-0,13	-0,02	0,05	-0,23
Effets des proliférations végétales	56	-0,15	0,12	-0,01	0,32	-0,01	-0,28
HAP	36	0,32	0,08	-0,45	-0,26	0,13	0,09
Matières azotées hors nitrates	56	0,22	0,57	0,01	0,02	0,09	0,13
Matières organiques et oxydables	36	-0,07	0,14	0,05	0,18	-0,10	-0,06
Matières phosphorées	56	0,22	0,44	0,01	-0,28	0,26	-0,04
Micropolluants minéraux	7	0,12	0,42	0,42	-0,31	0,39	-0,16
Micropolluants organiques autres	18	0,05	0,19	-0,41	-0,03	-0,12	-0,24
Nitrates	56	0,55	0,19	-0,05	-0,52	0,38	0,66
Particules en suspension	56	0,21	0,14	-0,02	-0,31	0,08	-0,04
Pesticides	38	0,04	0,20	0,17	-0,02	0,09	-0,13

EQR

HER Auréole Crétacé			Coefficient de corrélation entre les variables				
Altérations SEQ-Eau V2 Indices moyens 6 mois	Nb données	I2M2	Average Score Per Taxon (ASPT)	Ovo-viviparité	Poly-voltinisme	Richesse taxo-nomique	Indice de diversité de Shannon
Acidification	56	0,00	0,22	0,18	0,04	0,05	-0,26
Effets des proliférations végétales	56	-0,15	0,05	0,08	-0,35	-0,02	-0,28
HAP	36	0,32	0,09	0,42	0,13	0,12	0,04
Matières azotées hors nitrates	56	0,22	0,50	0,06	0,005	0,05	0,17
Matières organiques et oxydables	36	-0,07	0,13	-0,06	-0,18	-0,09	-0,06
Matières phosphorées	56	0,22	0,34	-0,01	0,27	0,27	-0,04
Micropolluants minéraux	7	0,12	0,33	-0,64	0,32	0,39	-0,14
Micropolluants organiques autres	18	0,05	0,17	0,33	0,10	-0,14	-0,29
Nitrates	56	0,55	0,27	0,01	0,54	0,38	0,65
Particules en suspension	56	0,21	0,11	-0,01	0,31	0,44	-0,08
Pesticides	38	0,04	0,18	-0,05	0,04	0,10	-0,09

Les corrélations sont peu nombreuses dans l'HER Auréole Crétacé. Comme dans l'HER précédente, l'EQR diminue les coefficients de l'ASPT et de l'indice de Shannon, augmente très légèrement ceux de la richesse taxonomique ; il inverse les corrélations de l'ovoviviparité et du polyvoltinisme.

4.2.4. Ardennes

L'altération micropolluants minéraux (MPMI) n'est pas prise en compte du fait du nombre faible de données (3 données) disponibles.

Valeurs brutes

HER Ardennes		Coefficient de corrélation entre les variables					
Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nb données	I2M2	Average Score Per Taxon (ASPT)	Ovo-viviparité	Poly-voltinisme	Richesse taxo-nomique	Indice de diversité de Shannon
Acidification	36	0,22	0,27	0,09	-0,03	0,00	0,50
Effets des proliférations végétales	36	0,01	0,12	0,18	0,09	-0,31	0,33
HAP	22	-0,13	-0,21	-0,03	0,27	-0,16	-0,14
Matières azotées hors nitrates	36	0,47	0,66	-0,09	-0,53	0,51	0,52
Matières organiques et oxydables	22	0,13	0,21	0,18	-0,07	0,09	0,13
Matières phosphorées	36	0,51	0,53	-0,42	-0,46	0,49	0,25
Micropolluants organiques autres	9	0,28	0,23	-0,34	-0,05	0,16	0,33
Nitrates	36	0,58	0,63	-0,13	-0,50	0,57	0,51
Particules en suspension	36	0,20	0,10	-0,07	-0,28	0,36	-0,06
Pesticides	26	-0,14	-0,24	-0,04	0,04	-0,04	-0,06

- **EQR**

HER Ardennes			Coefficient de corrélation entre les variables				
Altérations SEQ-Eau V2 Indices moyens 6 mois	Nb données	I2M2	Average Score Per Taxon (ASPT)	Ovo-viviparité	Poly-voltinisme	Richesse taxo-nomique	Indice de diversité de Shannon
Acidification	36	0,22	0,28	-0,10	0,06	0,02	0,50
Effets des proliférations végétales	36	0,01	0,14	-0,16	-0,13	-0,27	0,34
HAP	22	-0,13	-0,21	0,02	-0,24	-0,14	-0,13
Matières azotées hors nitrates	36	0,47	0,66	0,12	0,46	0,49	0,48
Matières organiques et oxydables	22	0,13	0,20	-0,19	0,13	0,06	0,13
Matières phosphorées	36	0,51	0,51	0,39	0,44	0,46	0,25
Micropolluants organiques autres	9	0,28	0,19	0,34	0,09	0,16	0,33
Nitrates	36	0,58	0,63	0,16	0,49	0,58	0,50
Particules en suspension	36	0,20	0,19	0,03	0,28	0,34	-0,18
Pesticides	26	-0,14	-0,26	0,04	-0,03	-0,03	-0,07

Les corrélations sont assez peu nombreuses dans l'HER Ardennes. Comme dans les HER précédentes, l'EQR diminue les coefficients de l'ASPT et de l'indice de Shannon, mais aussi, en moyenne ceux de la richesse taxonomique ; il inverse les corrélations de l'ovoviviparité et du polyvoltinisme.

4.2.5. Synthèse : réponses des métriques de l'I2M2 aux pressions

- Les corrélations I2M2-altérations SEQ-eau moyen 6 mois varient en nombre et en intensité selon les HER 2 testées : elles sont nombreuses en Haute Normandie Picardie, rares dans Auréole Crétacé, peu fréquentes en Ardennes.
- Dans toutes les HER, l'EQR diminue les coefficients de corrélation de l'ASPT et de l'indice de Shannon, augmente ceux de la richesse taxonomique (sauf en Ardennes) et inverse les corrélations de l'ovoviviparité et du polyvoltinisme.

4.3. IDENTIFICATION DE LA PRESSION A L'ORIGINE DES DECLASSEMENTS PAR L'I2M2

4.3.1. Corrélations entre écart relatif entre indices biologiques et altérations SEQ-Eau

4.3.1.1. Objectifs et données

Toutes les stations (sauf une) sont déclassées par l'I2M2, plus sévère que l'IBG éq., mais de façon plus ou moins accentuée : il s'agit de savoir quelles sont les pollutions à l'origine des écarts les plus importants. Les données sont d'une part l'écart relatif entre les 2 indices ramenés à une même base, d'autre part les indices SEQ-eau moyens 6 mois des altérations Mazot, Mphos, Moox, Nitrates, Pest, HAP, PAES.

4.3.1.2. Recherche de lien linéaire

Les coefficients de corrélation (r) linéaires entre l'écart relatif entre I2M2 et IBG équivalent et indices SEQ-Eau moyens 6 mois et sont donnés ci-dessous ; les corrélations significatives sont surlignées.

Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nb données	Coefficient de corrélation linéaire avec Ecart relatif
HAP	157	0,09
Matières azotées hors nitrates	322	-0,25
Matières organiques et oxydables	204	-0,15
Matières phosphorées	319	-0,32
Nitrates	322	-0,22
Particules en suspension	322	-0,31
Pesticides	179	-0,17

4.3.1.3. Recherche de lien non linéaire

Les coefficients de corrélation (rho) non linéaires entre l'écart relatif entre les indices I2M2 et IBG équivalent et les indices d'altérations SEQ-Eau moyens 6 mois sont donnés ci-dessous ; les corrélations significatives sont surlignées.

Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nb données	Coeff de corrélation non linéaire avec Ecart relatif
HAP	157	-0,05
Matières azotées hors nitrates	322	-0,35
Matières organiques et oxydables	204	-0,19
Matières phosphorées	319	-0,40
Nitrates	322	-0,24
Particules en suspension	322	-0,33
Pesticides	179	-0,17

Les coefficients de corrélation non linéaires sont plus élevés que ceux des corrélations linéaires. L'écart entre les indices n'est pas corrélé aux HAP (ce qui ne veut pas dire que les invertébrés n'y réagissent pas).

4.3.2. Pouvoir de discrimination des altérations du SEQ-Eau sur l'écart relatif entre indices biologiques

Pour déterminer le pouvoir de discrimination des altérations SEQ-Eau, nous avons calculé la statistique F (F-value) de L'ANOVA (analyse de la variance) de chaque altération en fonction des classes d'écart relatif des indices biologiques. Les variables les plus discriminantes sont celles qui ont la plus grande F-value. Cet indicateur permet de voir le poids de chaque variable dans la discrimination des classes d'écart d'indices.

Nous avons calculé la moyennes et la variance des indices SEQ-Eau 6 mois de chaque classe d'écart relatif entre les indices I2M2 et IBG équivalent. Les résultats figurent sur les tableaux suivants.

NB : ces calculs ont été faits sur 76 données seulement, nombre de données communes à toutes les altérations testées.

Description des indices de l'altération HAP en fonction des classes d'écart relatif

Classes d'écart relatif		Nb de données	Moyenne intra-classes	Variance intra-classes
0-20%[	1	2	76,1	1,62
20-40%[	2	9	58,31	86,15
40-60%[	3	22	69,08	34,32
60-80%[	4	33	66,41	62,90
80-100%]	5	10	63,09	62,8

Description des indices de l'altération Mazot en fonction des classes d'écart relatif

Classe d'écart relatif	Code classe d'écart	Nb de données	Moyenne intra-classes	Variance intra-classes
0-20%[	1	2	71,95	36,15
20-40%[	2	9	66,88	54,73
40-60%[	3	22	67,96	72,25
60-80%[	4	33	61,67	98,04
80-100%]	5	10	64,98	40,46

Description des indices de l'altération MOOX en fonction des classes d'écart relatif

Classes d'écart relatif		Nb de données	Moyenne intra-classes	Variance intra-classes
0-20%[	1	2	75,25	13
20-40%[	2	9	73,81	34,03
40-60%[	3	22	73,51	52,53
60-80%[	4	33	66,88	129,39
80-100%]	5	10	71	53,06

Description des indices de l'altération Mphos en fonction des classes d'écart relatif

Classes d'écart relatif		Nb de données	Moyenne intra-classes	Variance intra-classes
0-20%[	1	2	73,65	47,04
20-40%[	2	9	68,15	61,68
40-60%[	3	22	67,9	36,20
60-80%[	4	33	60,37	83,91
80-100%]	5	10	63,7	27,54

Description des indices de l'altération Nitrates en fonction des classes d'écart relatif

Classes d'écart relatif		Nb de données	Moyenne intra-classes	Variance intra-classes
0-20%[	1	2	46,45	15,12
20-40%[	2	9	49,8	66,61
40-60%[	3	22	44,79	100,2
60-80%[	4	33	44,81	122,22
80-100%]	5	10	38,92	134,6

Description des indices de l'altération Pesticides en fonction des classes d'écart relatif

Classes d'écart relatif		Nb de données	Moyenne intra-classes	Variance intra-classes
0-20%[	1	2	67,35	93,84
20-40%[	2	9	72,95	69,6
40-60%[	3	22	69,96	43,69
60-80%[	4	33	62,89	99,91
80-100%]	5	10	67,59	106,30

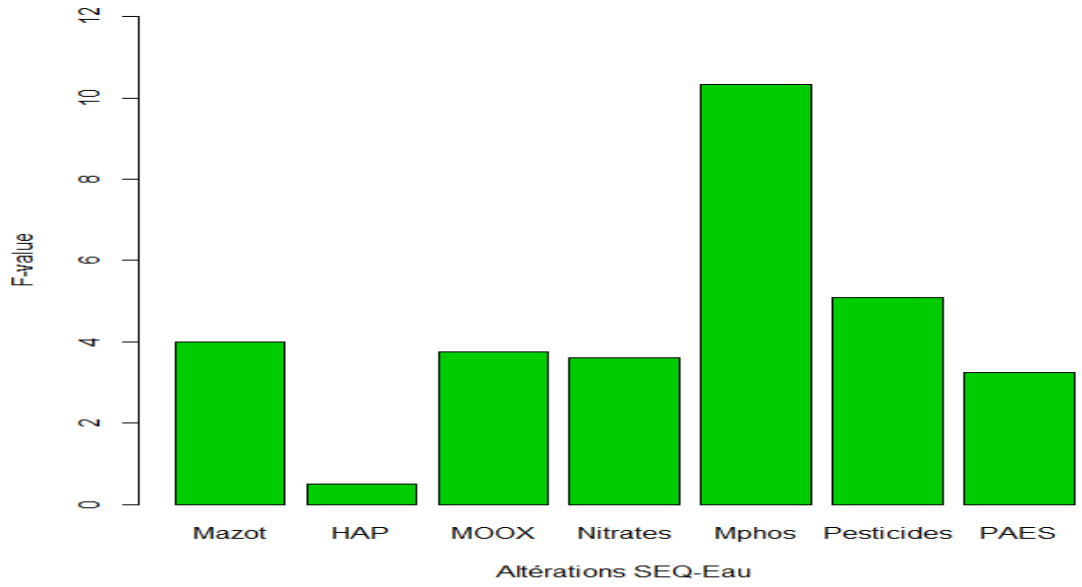
Description des indices de l'altération PAES en fonction des classes d'écart relatif

Classes d'écart relatif		Nb de données	Moyenne intra-classes	Variance intra-classes
0-20%[	1	2	88,3	12,5
20-40%[	2	9	85,13	38,9
40-60%[	3	22	79,50	133,30
60-80%[	4	33	76,61	125,53
80-100%]	5	10	80,21	71,01

La statistique F (F-value) de L'ANOVA (analyse de la variance) de chaque altération en fonction des classes d'écart relatif entre les indices biologiques est la suivante. Les variables les plus discriminantes sont celles qui ont la plus grande F-value. Cet indicateur permet de voir le poids de chaque variable dans la discrimination des classes d'écart d'indices :

Altérations SEQ-Eau	F-value
MAZOT	4
HAP	0,5
MOOX	3,7
NO3	3,6

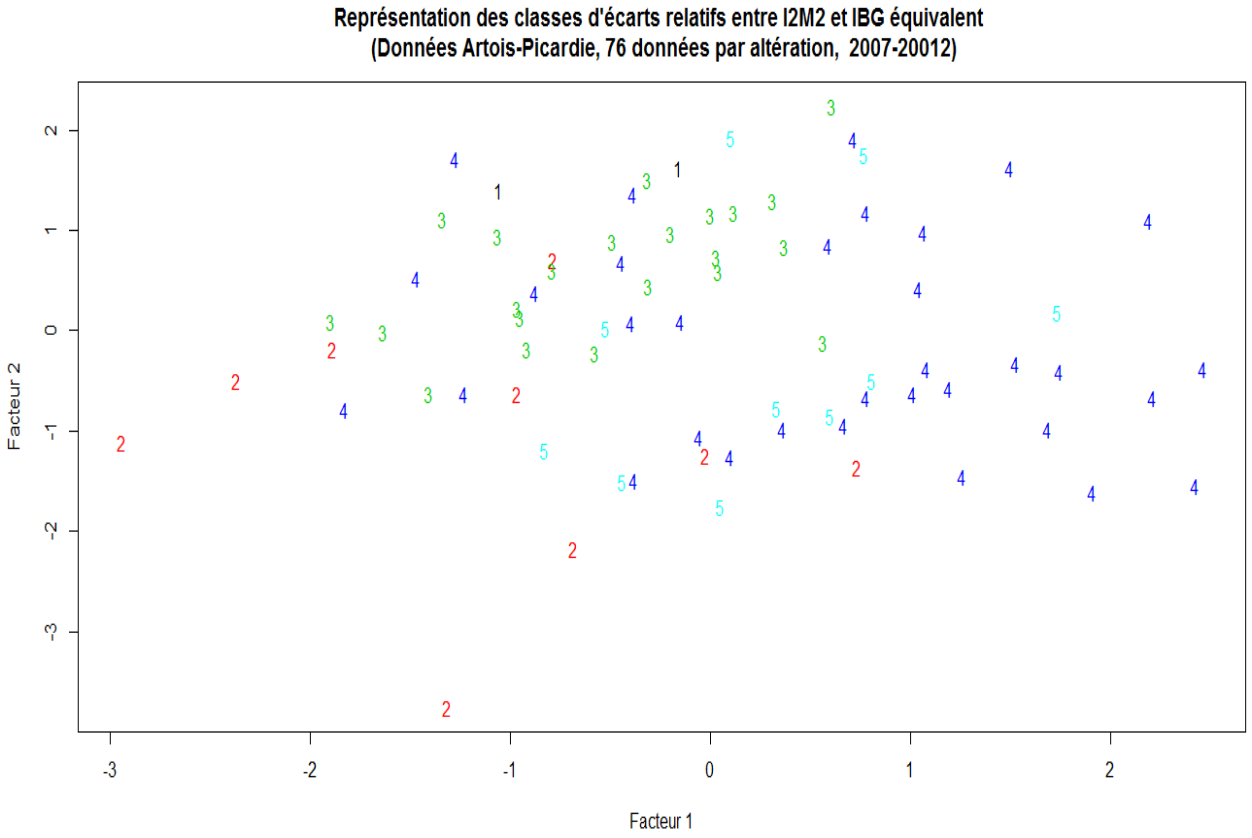
MPHOS	10,3
PEST	5,07
PAES	3,23



Les matières phosphorées, les pesticides et les matières azotées constituent les altérations les plus discriminantes des écarts relatifs entre les indices biologiques (exprimés en classes). Suivent les matières azotées, les MOOX, les nitrates et les PAES.

4.3.3. Capacité de prévision de la classe d'écart relatif entre indices bio pour une station donnée à partir des altérations du SEQ-Eau 6 mois

Nous avons fait un modèle d'analyse factorielle discriminante (AFD) à partir des indices de qualité moyens 6 d'altérations SEQ-Eau et calculé la capacité de chaque modèle à prédire la classe d'écart relatif pour une station donnée.



Le pourcentage de prédiction d'une station avec la juste classe d'écart relatif entre indices biologique à partir des données d'altérations SEQ-Eau est de l'ordre de 62%, ce qui est assez bon vu le faible nombre de données (76) dont nous disposons.

4.3.4. Distribution des valeurs d'I2M2 dans des sites en bon état et perturbés - capacité de discrimination de l'I2M2

4.3.4.1. Objectifs et données

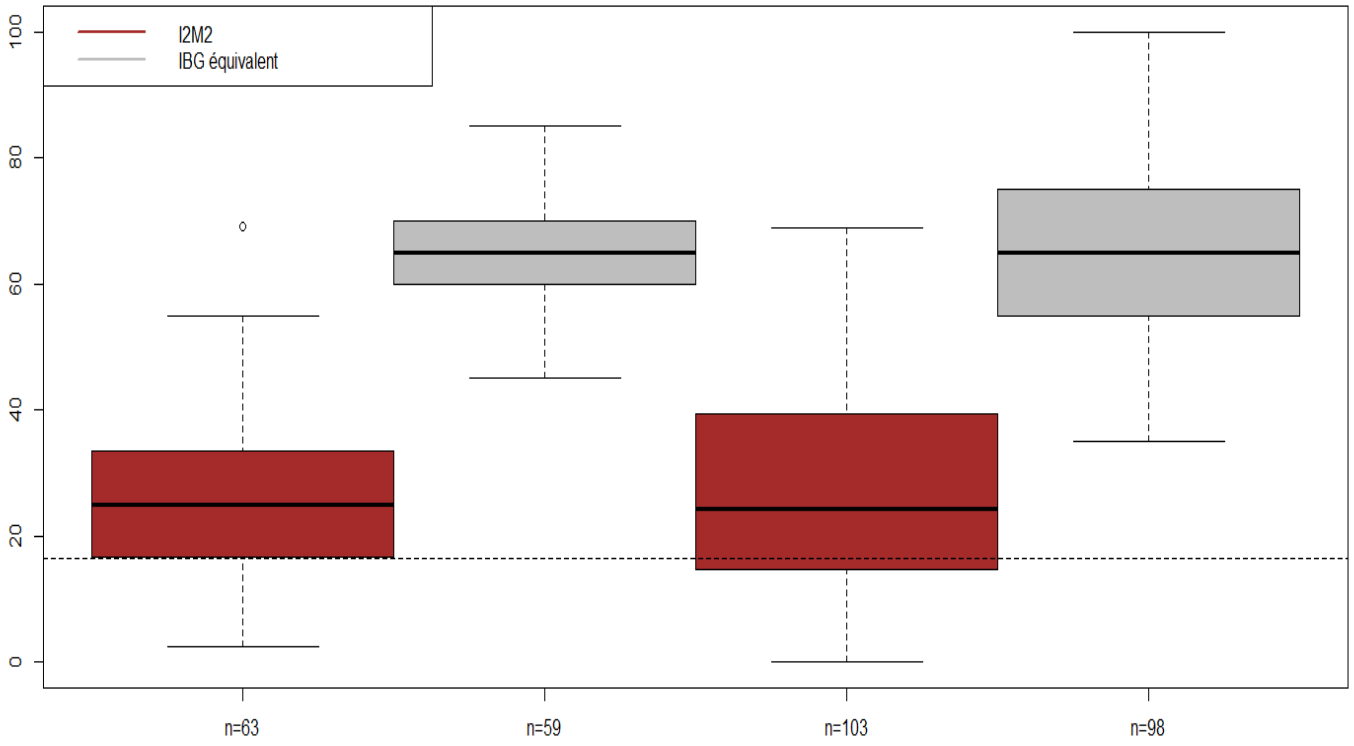
On recherche les pressions les plus déclassantes d'une autre manière. On dispose des valeurs d'I2M2 (bons ou moins bons) dans des sites en bon état ou perturbés (indices SEQ-eau 6 mois). De plus, pour vérifier la capacité de discrimination de l'I2M2 vis-à-vis de celle de l'IBGéq, les distributions des 2 indices seront représentées côte à côte.

4.3.4.2. Représentations graphiques des I2M2 par box plot selon le niveau des altérations

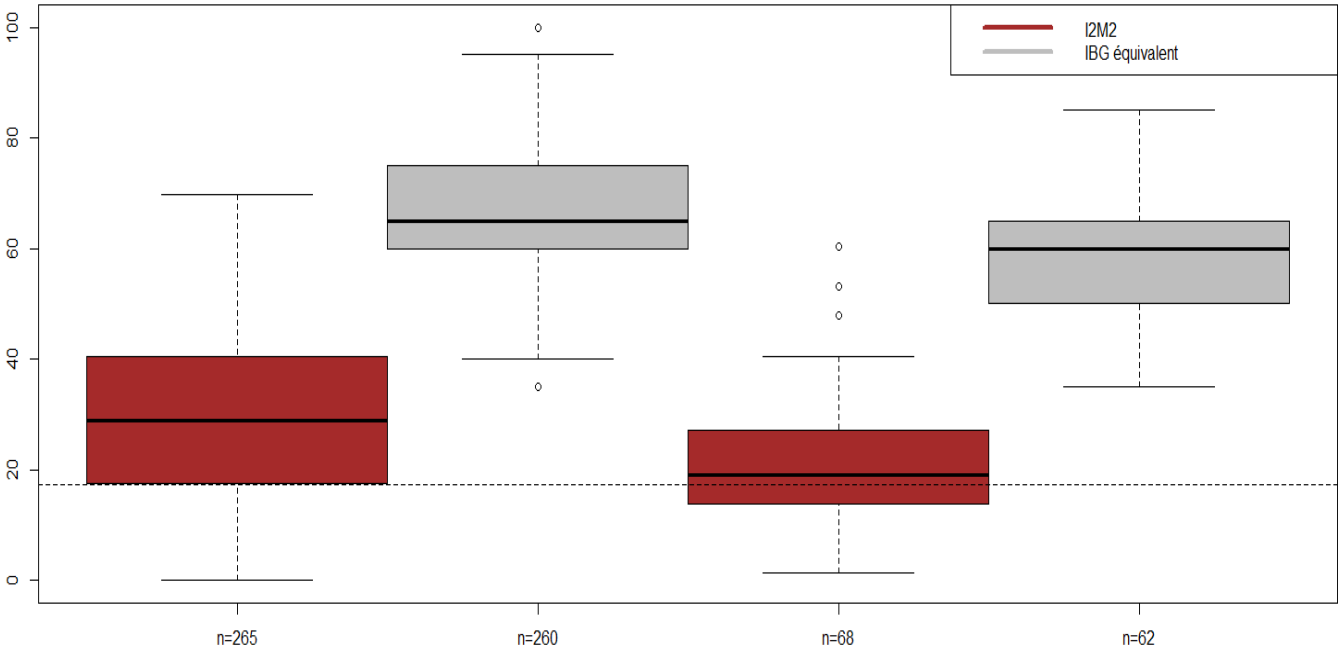
Boite 1 : statistique des I2M2 dans les sites en bon état (altération moyenne 6 mois en très bonne ou bonne qualité, classe 1 et 2, bleue ou verte)
Boite 2 : idem statistique des IBG eq, sites en bon état
Boite 3 : statistique des I2M2 dans des sites perturbés (altération de qualité moyenne, médiocre, mauvaise, classes 3, 4 et 5, jaune, orange, rouge)
Boite 4 : idem statistique des IBGeq, sites perturbés

Le pointillé indique le quartile 25 de l'I2M2 dans les sites de bonne qualité.

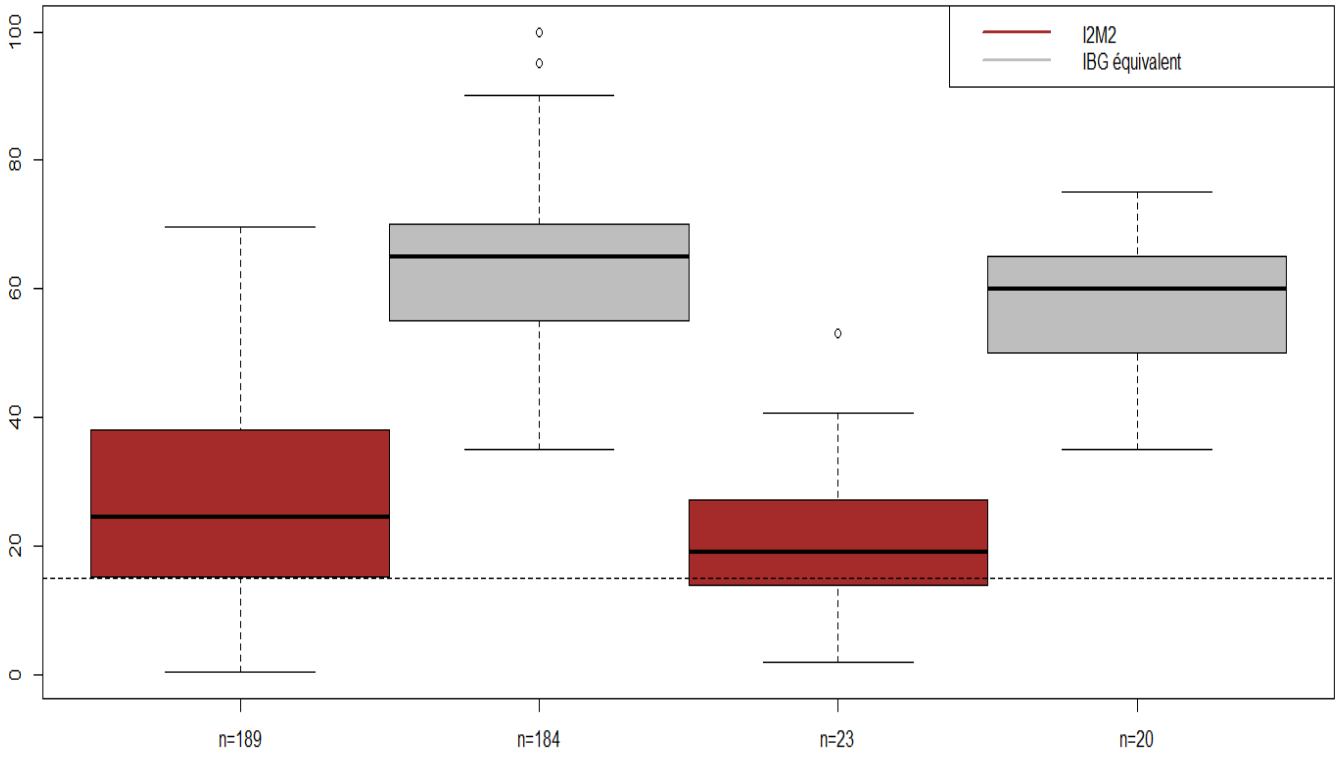
Distribution des valeurs d'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les hydrocarbures (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



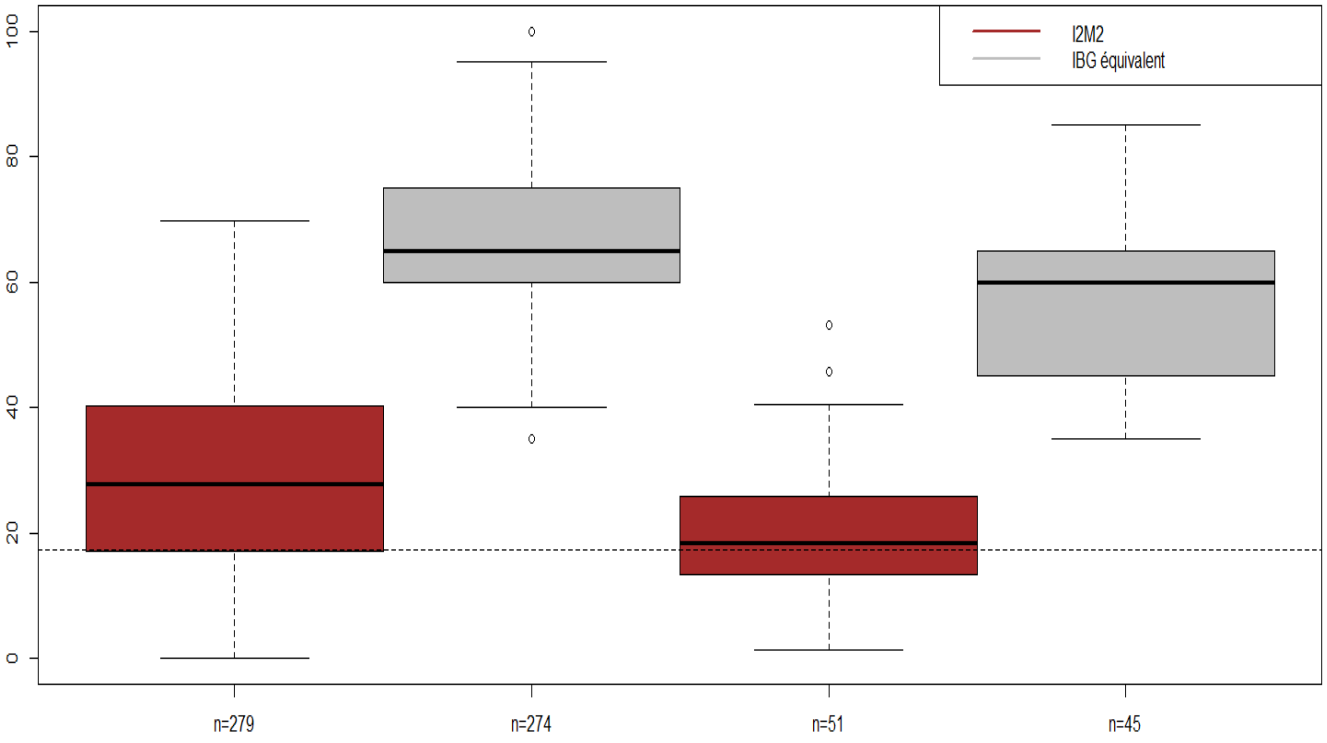
Distribution des valeurs d'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les matières azotées (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



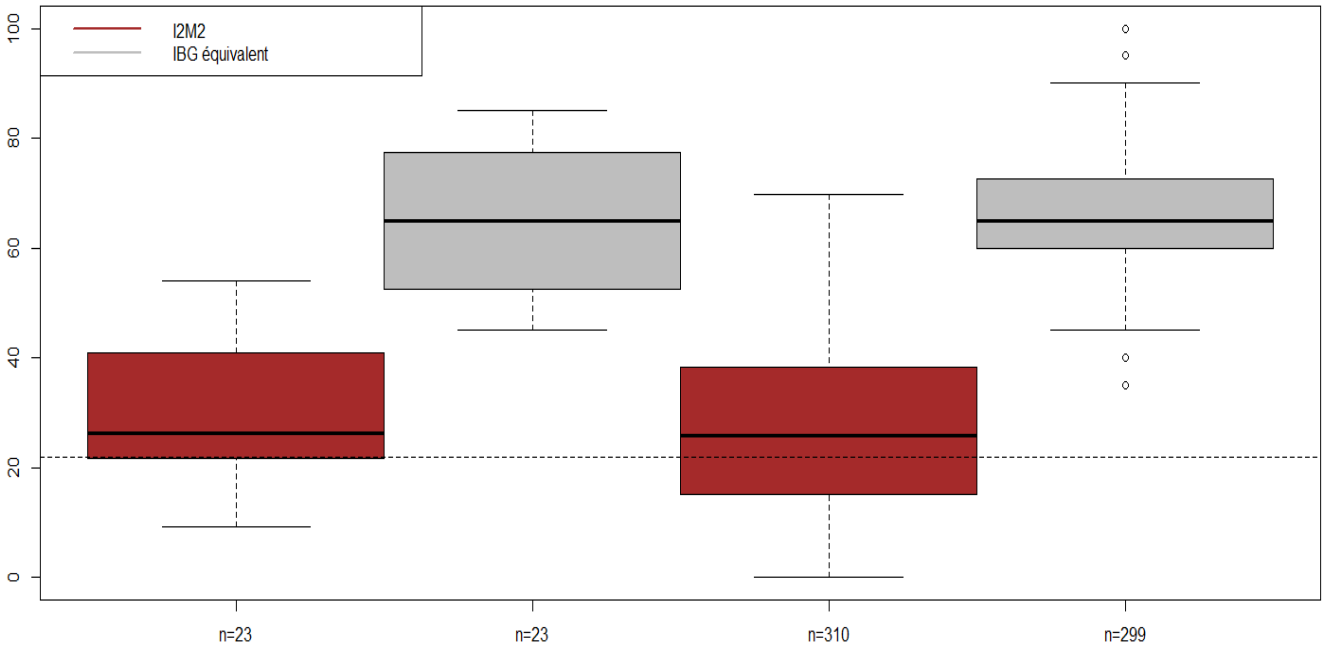
Distribution des valeurs d'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les MOOX (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



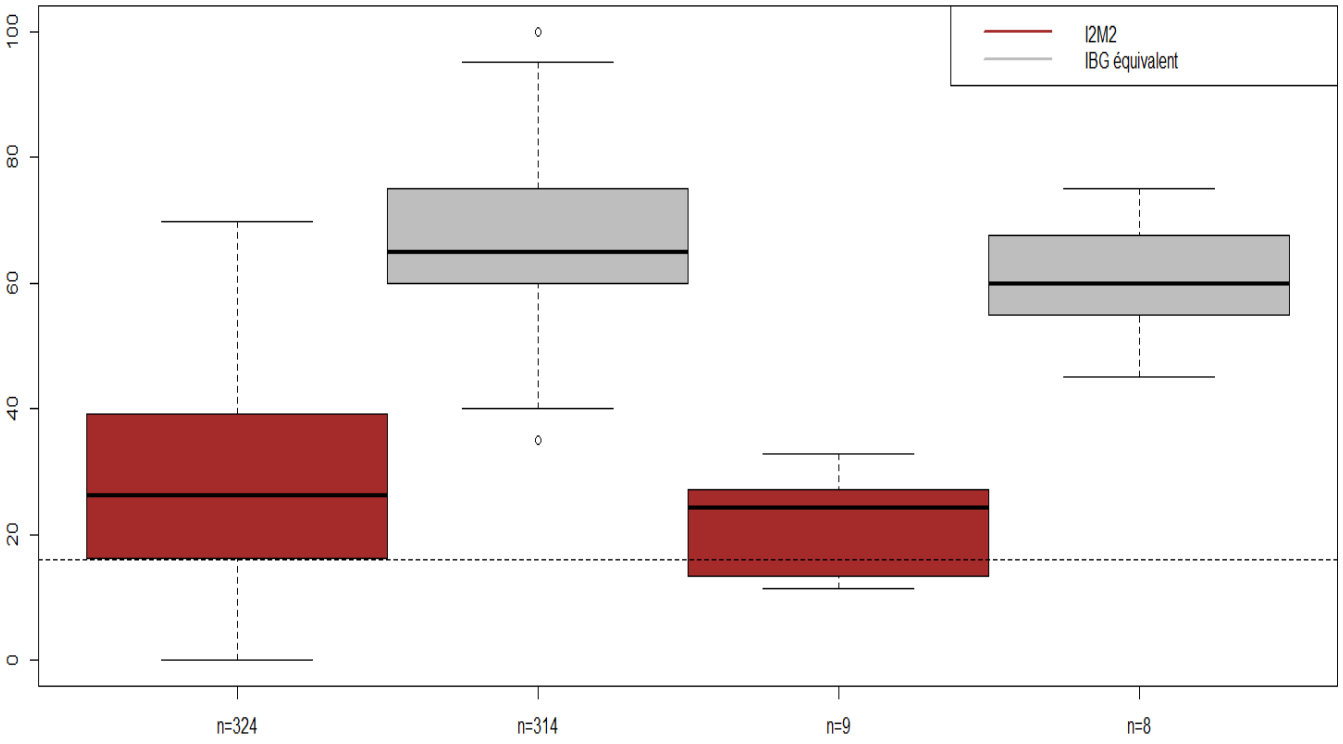
Distribution des valeurs d'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les matières phosphorées (Données Artois-Picardie, 2007-2012)

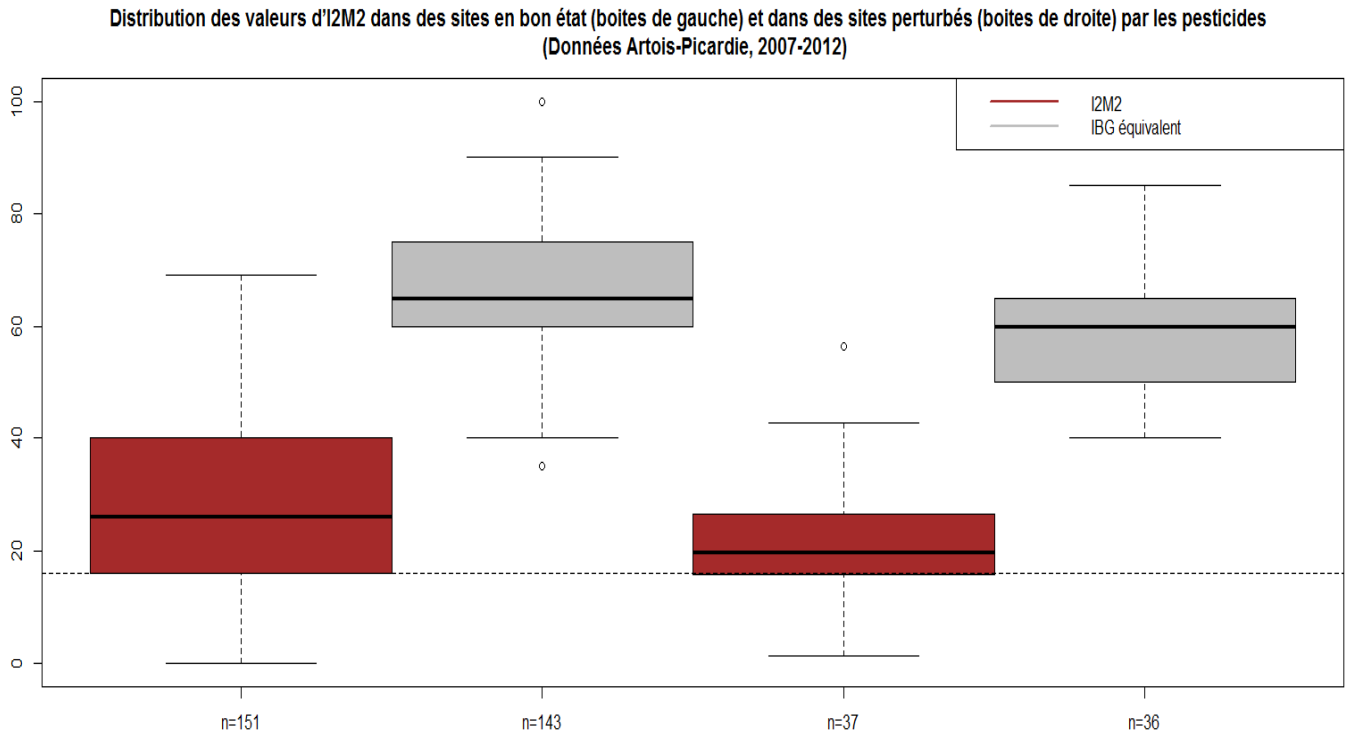


Distribution des valeurs d'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les nitrates (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



Distribution des valeurs d'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les particules en suspension (Données Artois-Picardie, 2007-2012)





Le pointillé indique le quartile 25 de l'I2M2 dans les sites de bonne qualité.

On note que les distributions d'un même indice se recouvrent en plus ou moins grande partie ; ce qui signifie que les distributions de l'indice en sites de bonne qualité ou perturbés ne diffèrent guère.
Une synthèse des résultats est donnée en § 4324.

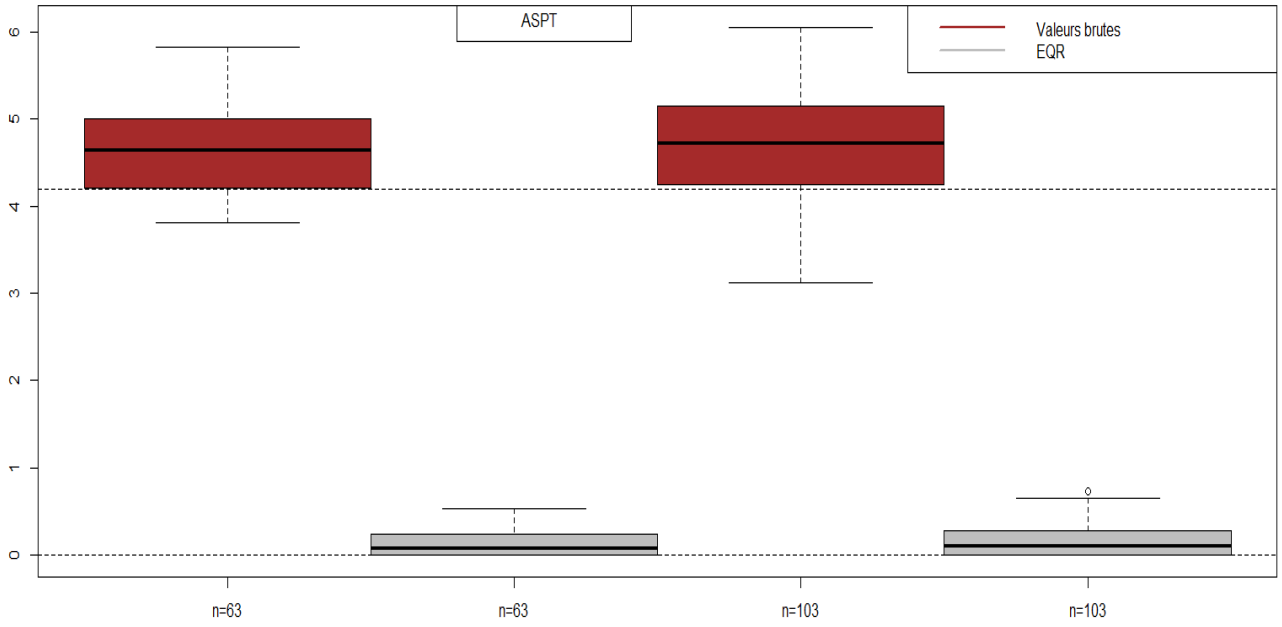
4.3.4.3. Représentations graphiques des métriques de l'I2M2 par box plot selon le niveau des altérations

Boite 1 : statistique de la valeur brute de la métrique dans les sites en bon état (altération moyenne 6 mois en très bonne ou bonne qualité, classe 1 et 2, bleue ou verte)
Boite 2 : idem statistique de l'EQR de la métrique, sites en bon état
Boite 3 : statistique de la valeur brute de la métrique dans des sites perturbés (altération de qualité moyenne, médiocre, mauvaise, classes 3, 4 et 5, jaune, orange, rouge)
Boite 4 : idem statistique de l'EQR de la métrique, sites perturbés

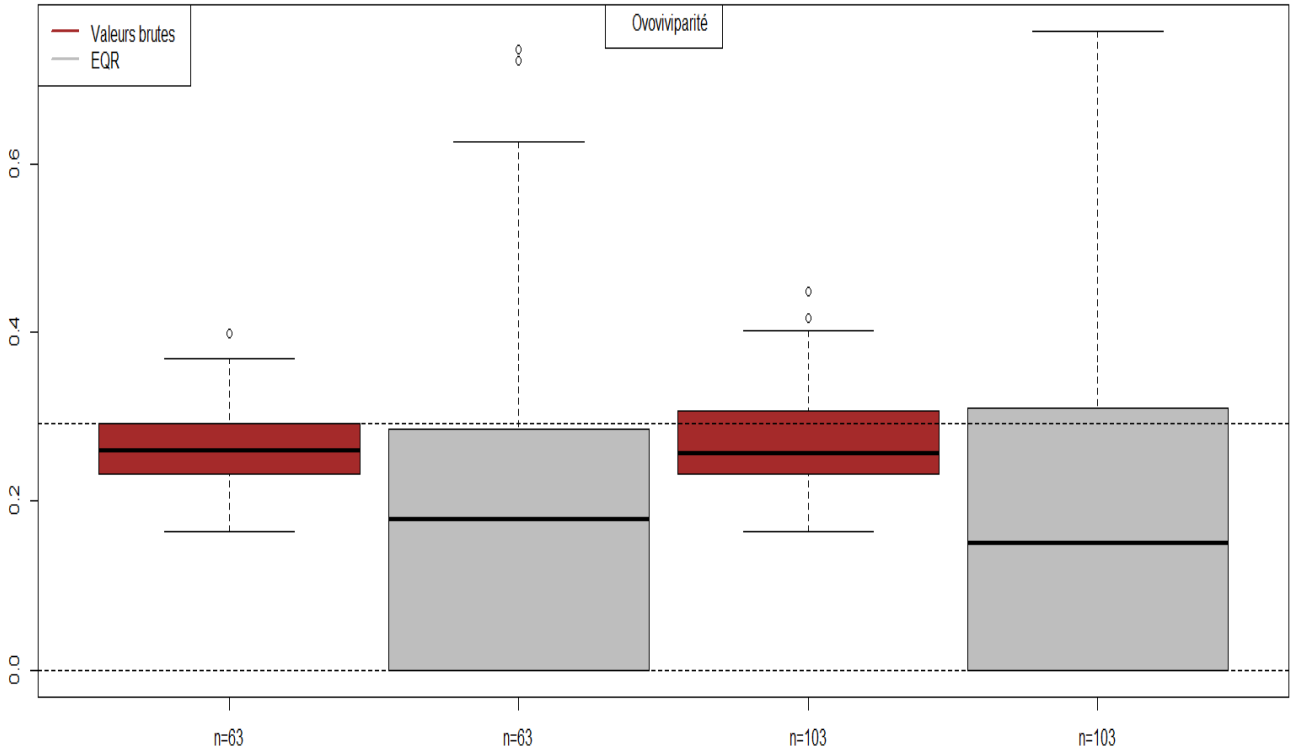
Les pointillés indiquent les quartiles 25 de la métrique dans les sites de bonne qualité.

✔ *Altération SEQ-Eau HAP indice moyen 6 mois*

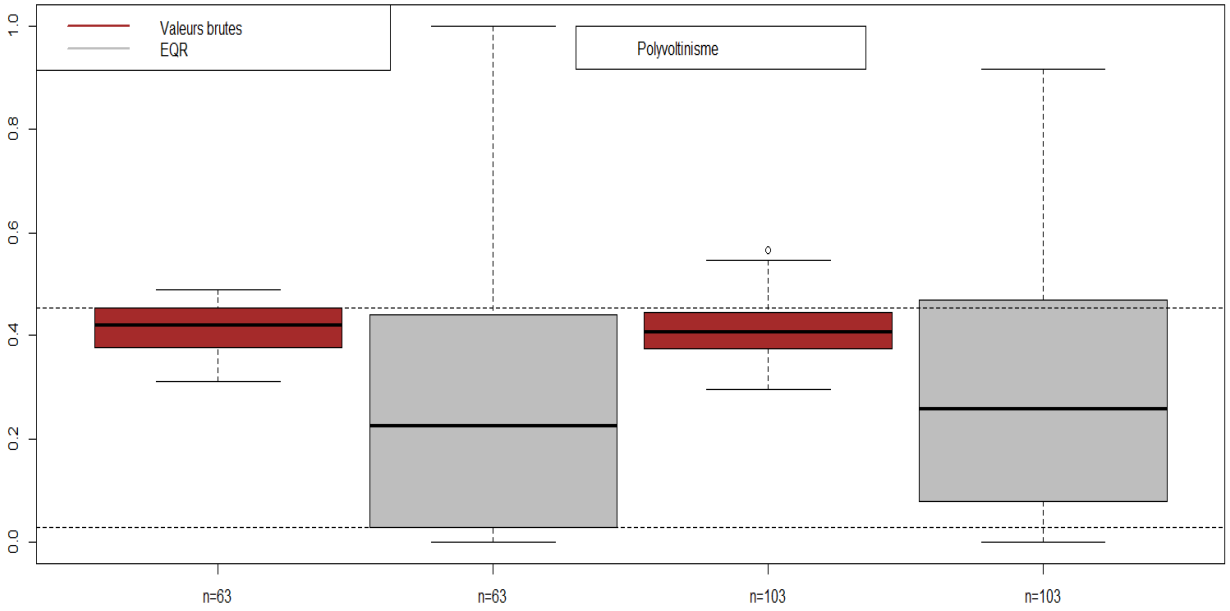
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les Hydrocarbures (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



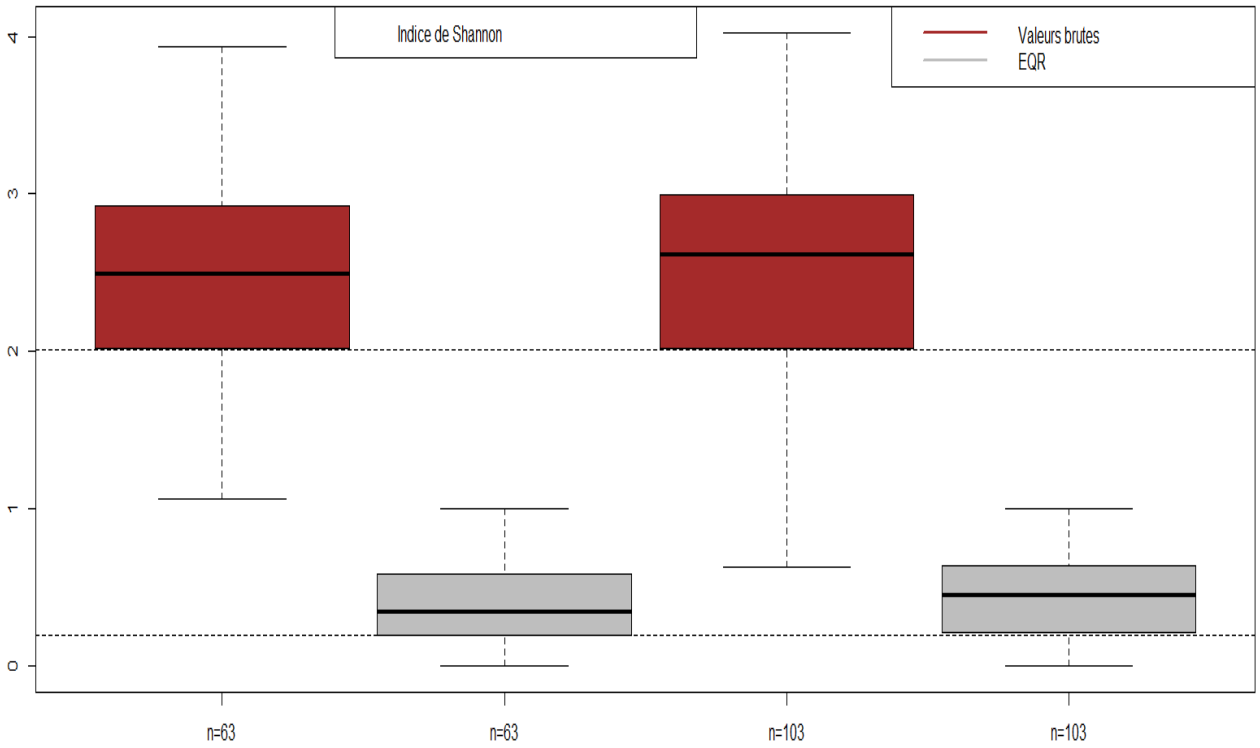
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les Hydrocarbures (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



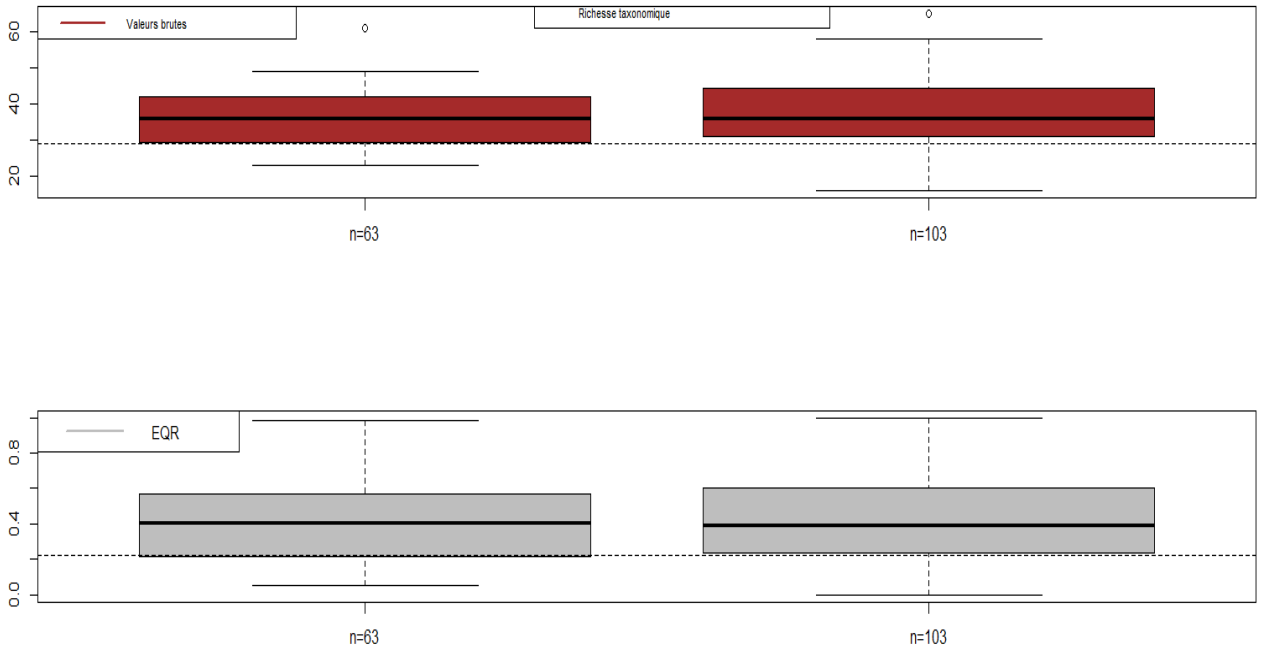
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les Hydrocarbures (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les Hydrocarbures (Données Artois-Picardie, 2007-2012)

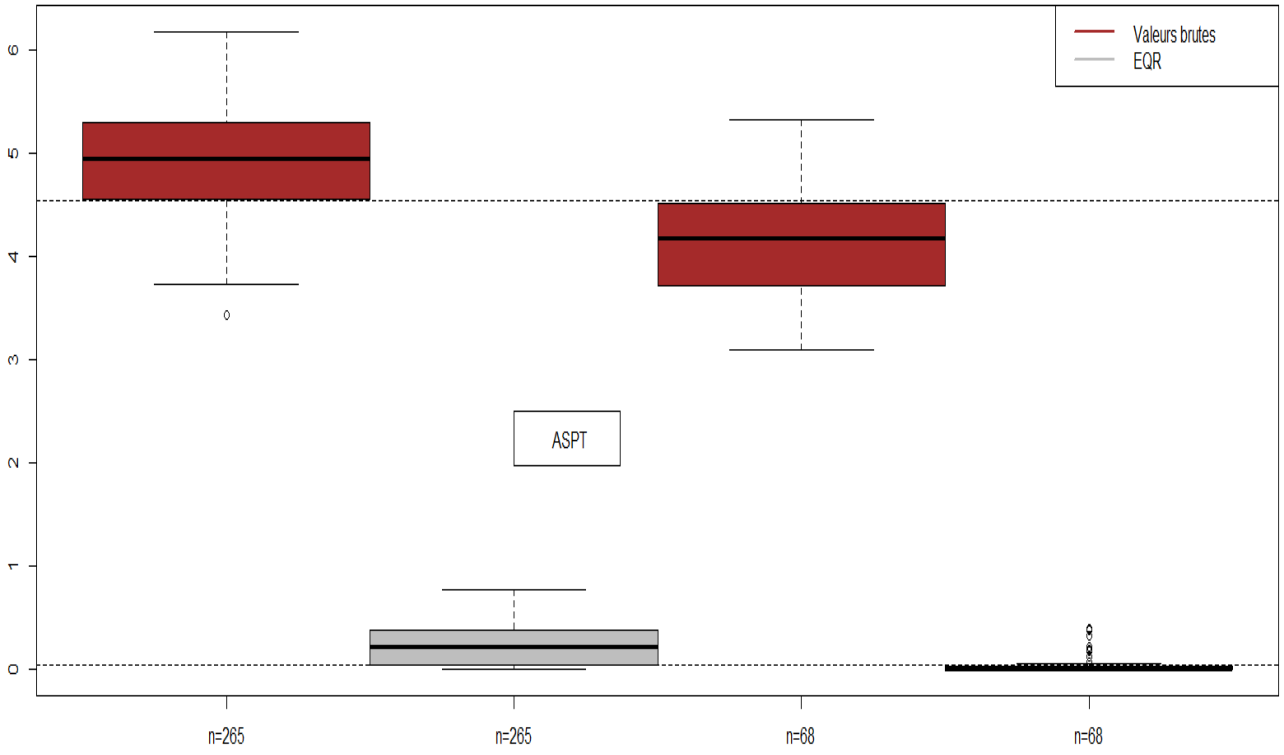


Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les Hydrocarbures
(Données Artois-Picardie, 2007-2012)

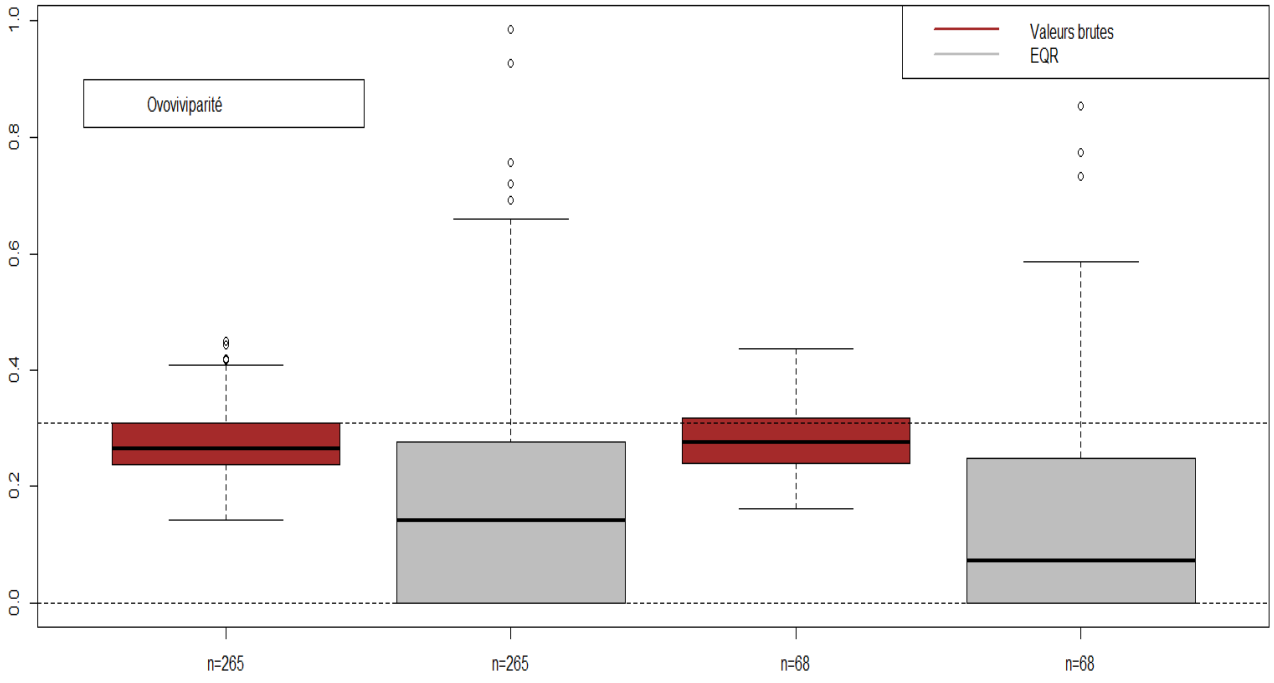


✓ *Altération SEQ-Eau Matières azotées indice moyen 6 mois*

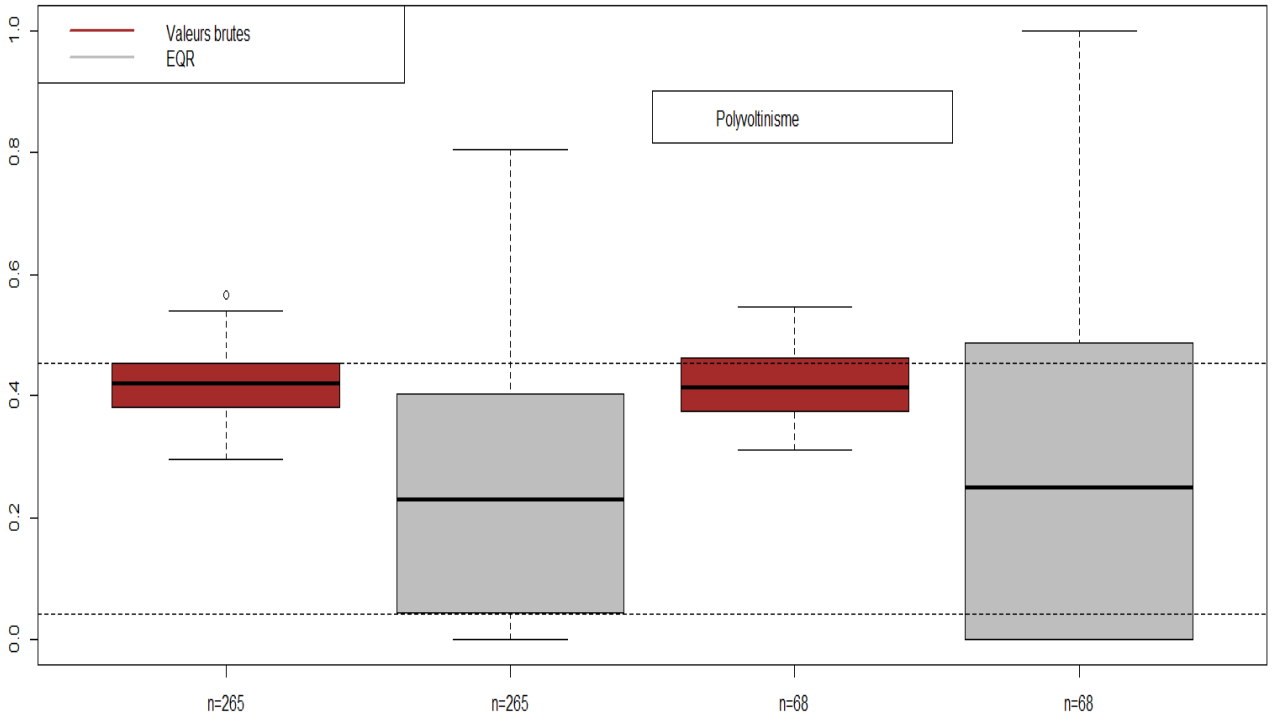
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les matières azotées
(Données Artois-Picardie, 2007-2012)



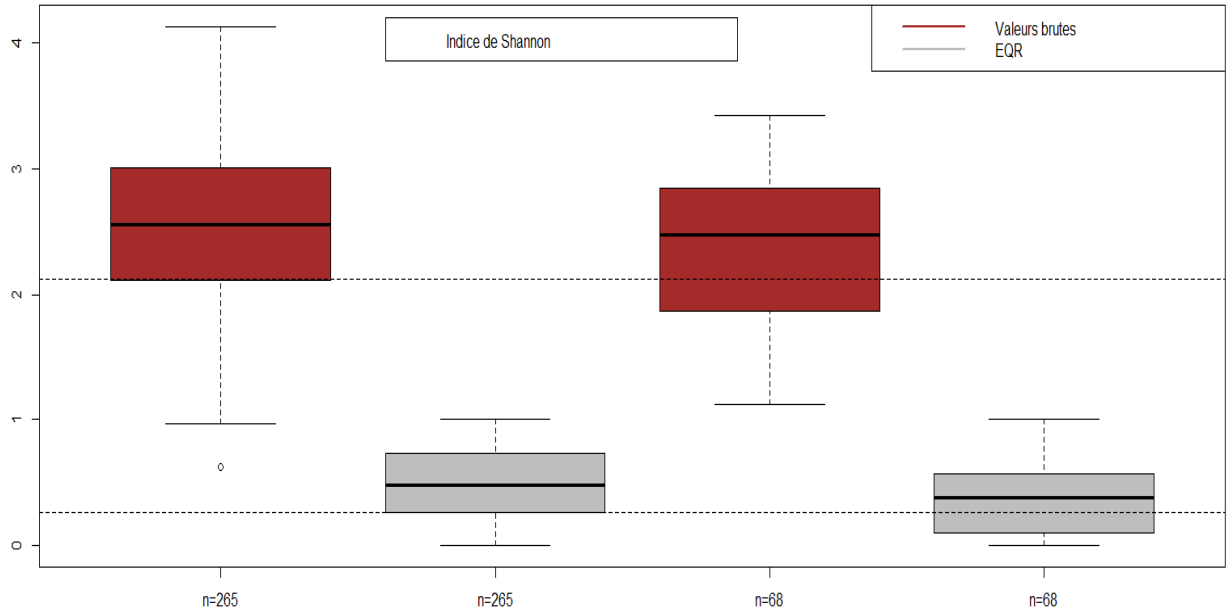
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les matières azotées (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



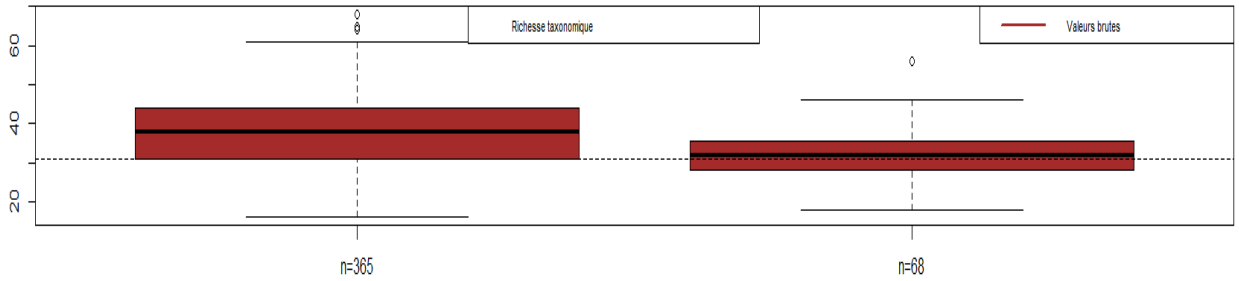
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les matières azotées (Données Artois-Picardie, 2007-2012)

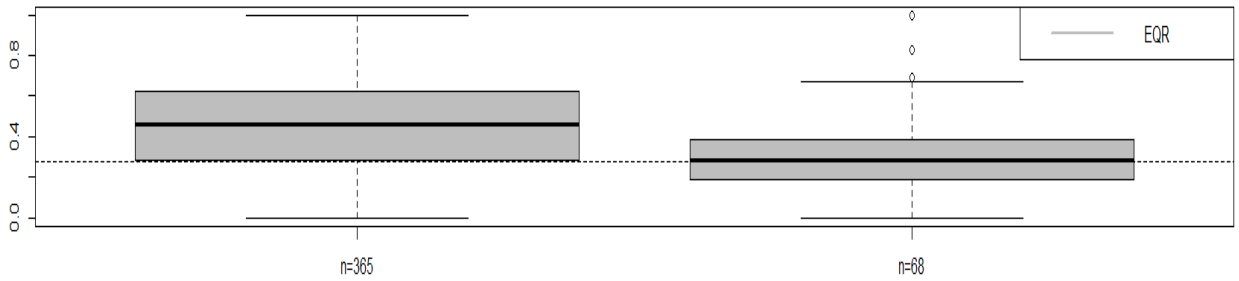


Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les matières azotées (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



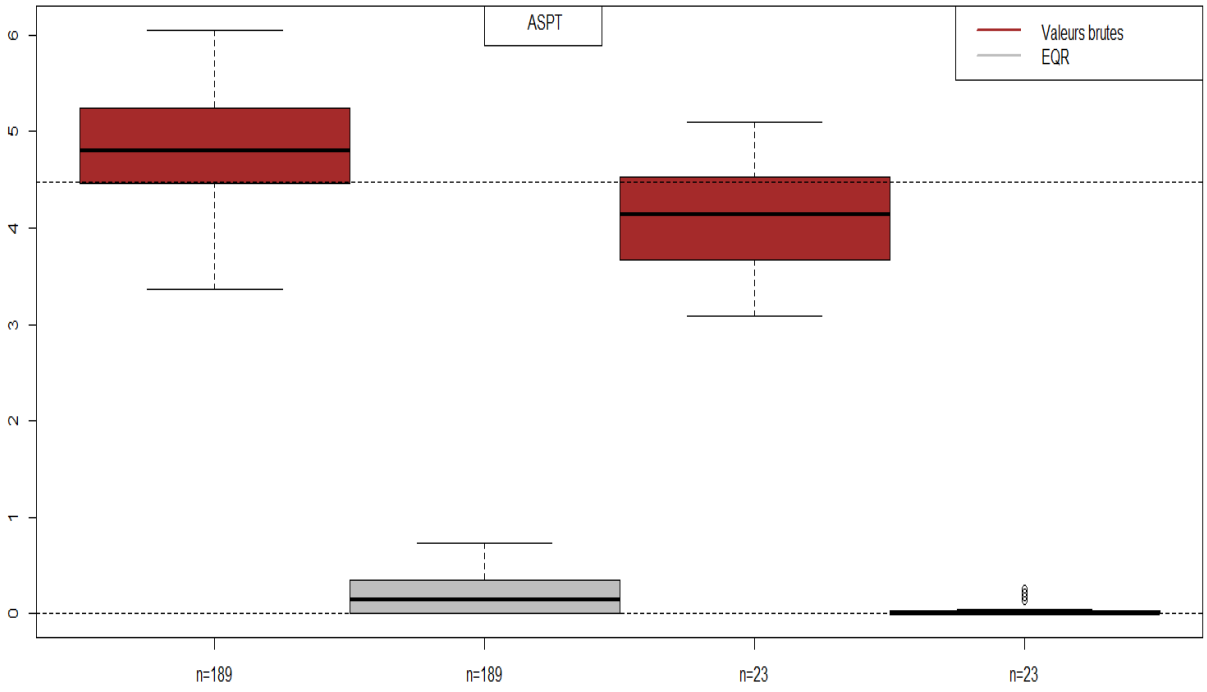
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les matières azotées (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



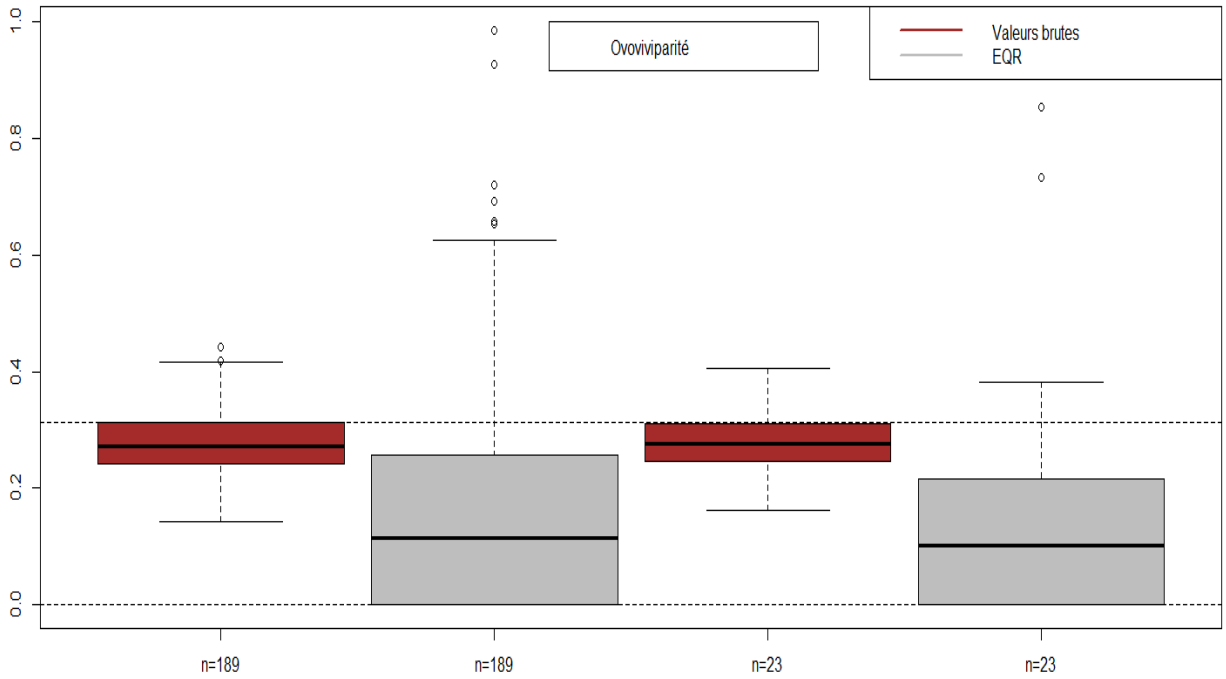


✔ *Altération SEQ-Eau MOOX indice moyen 6 mois*

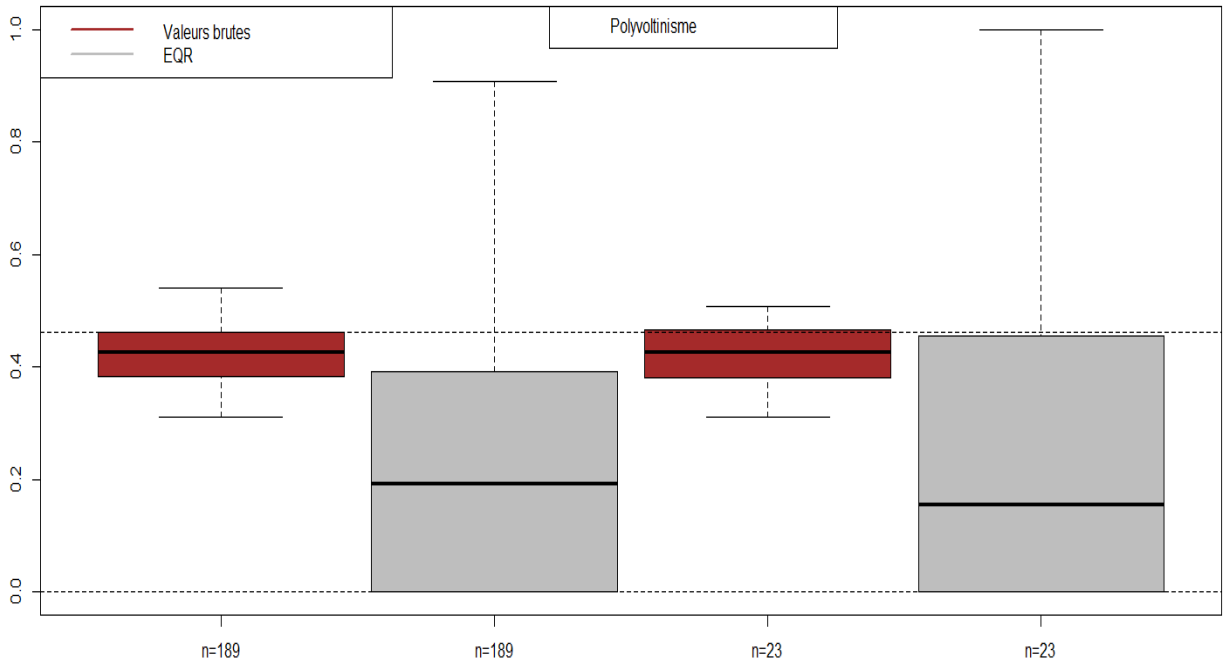
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les MOOX (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



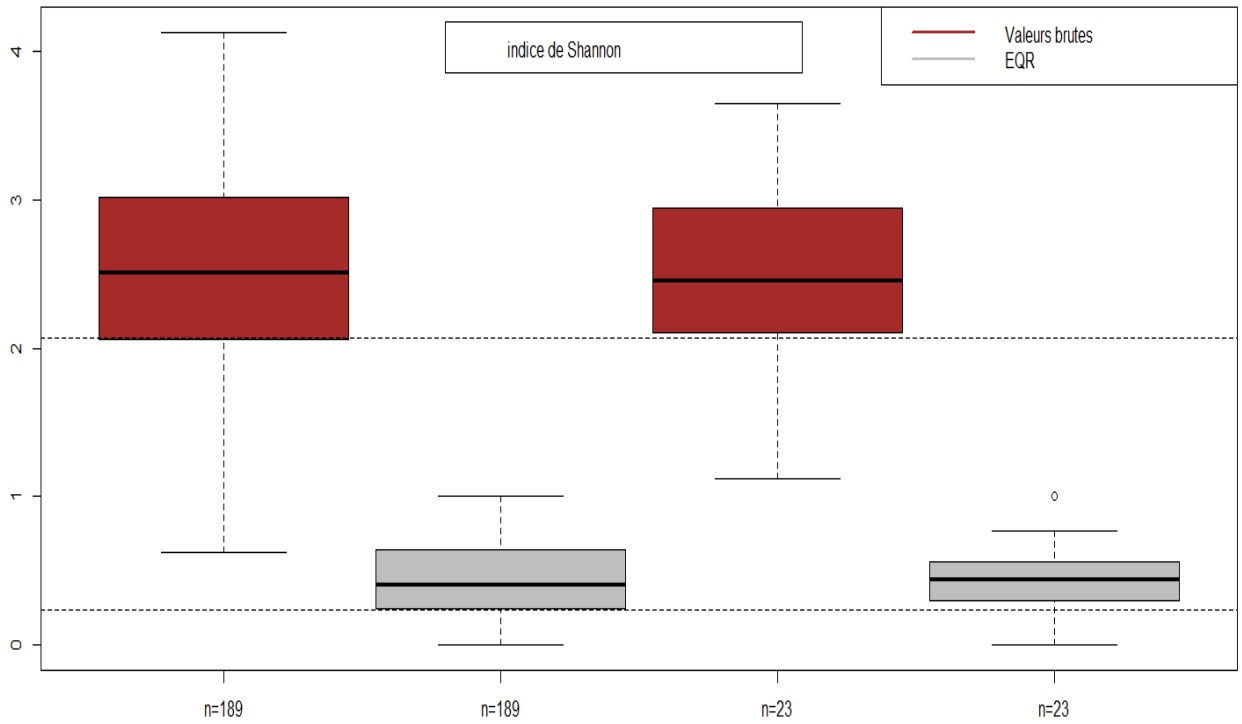
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les MOOX (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



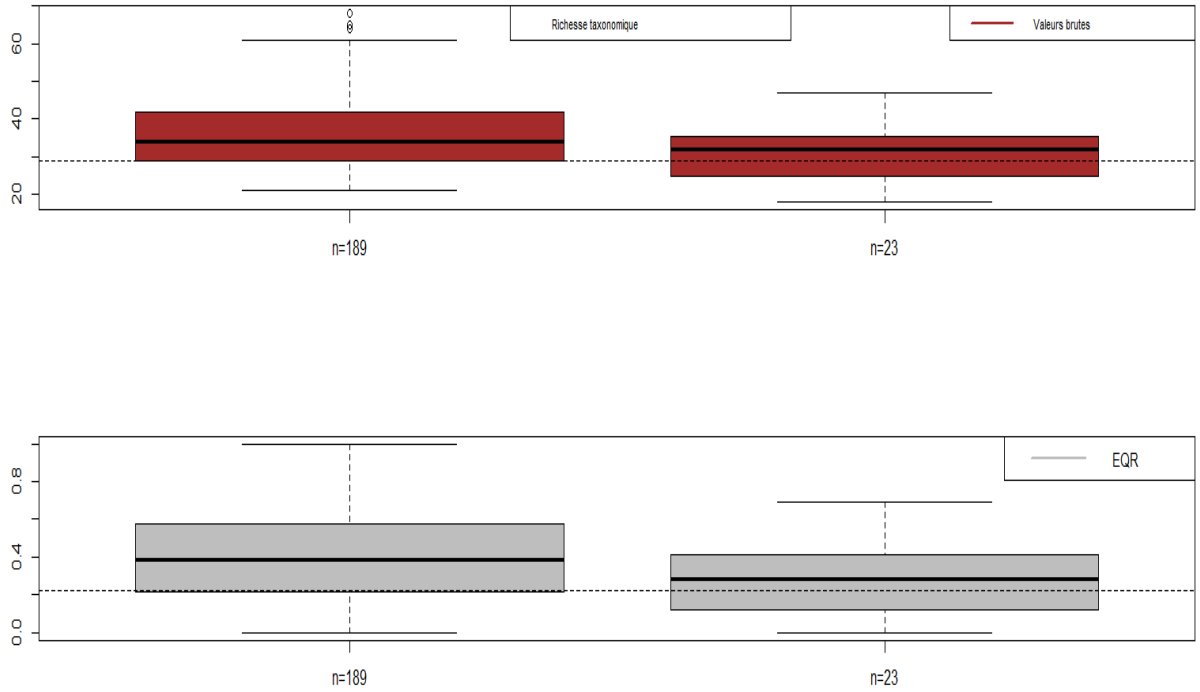
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les MOOX (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les MOOX (Données Artois-Picardie, 2007-2012)

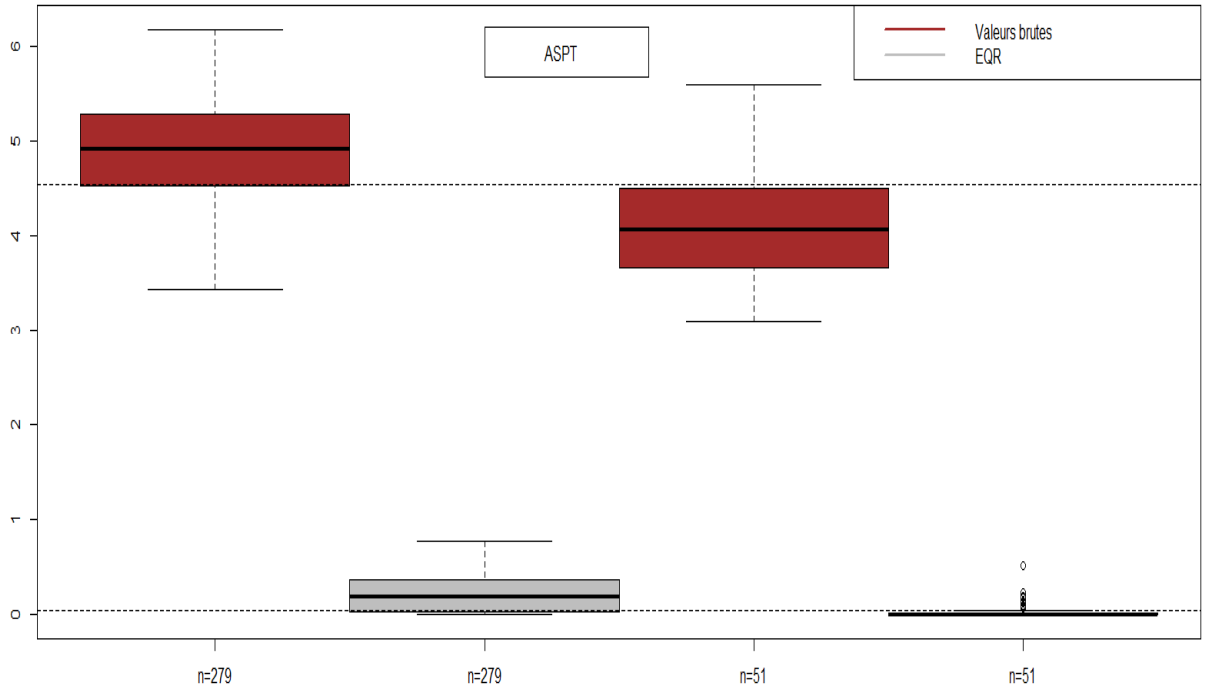


Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les MOOX
(Données Artois-Picardie, 2007-2012)

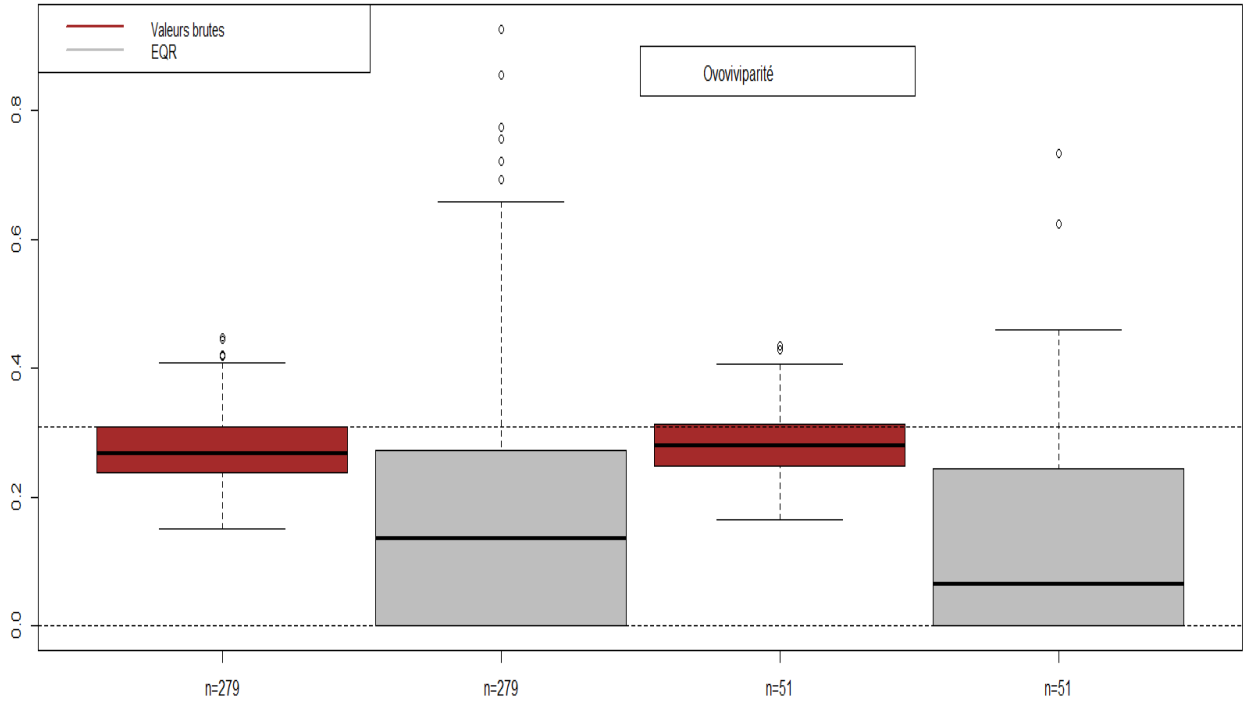


✓ *Altération SEQ-Eau Matières phosphorées indice moyen 6 mois*

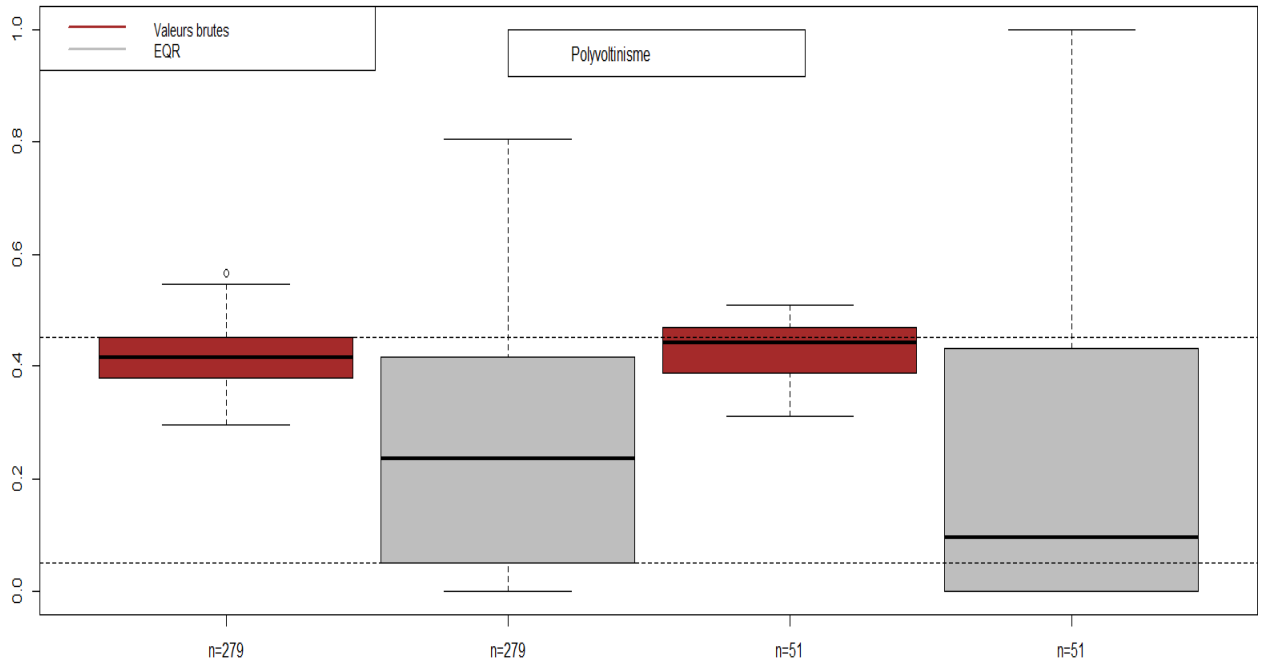
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les matières phosphorées
(Données Artois-Picardie, 2007-2012)



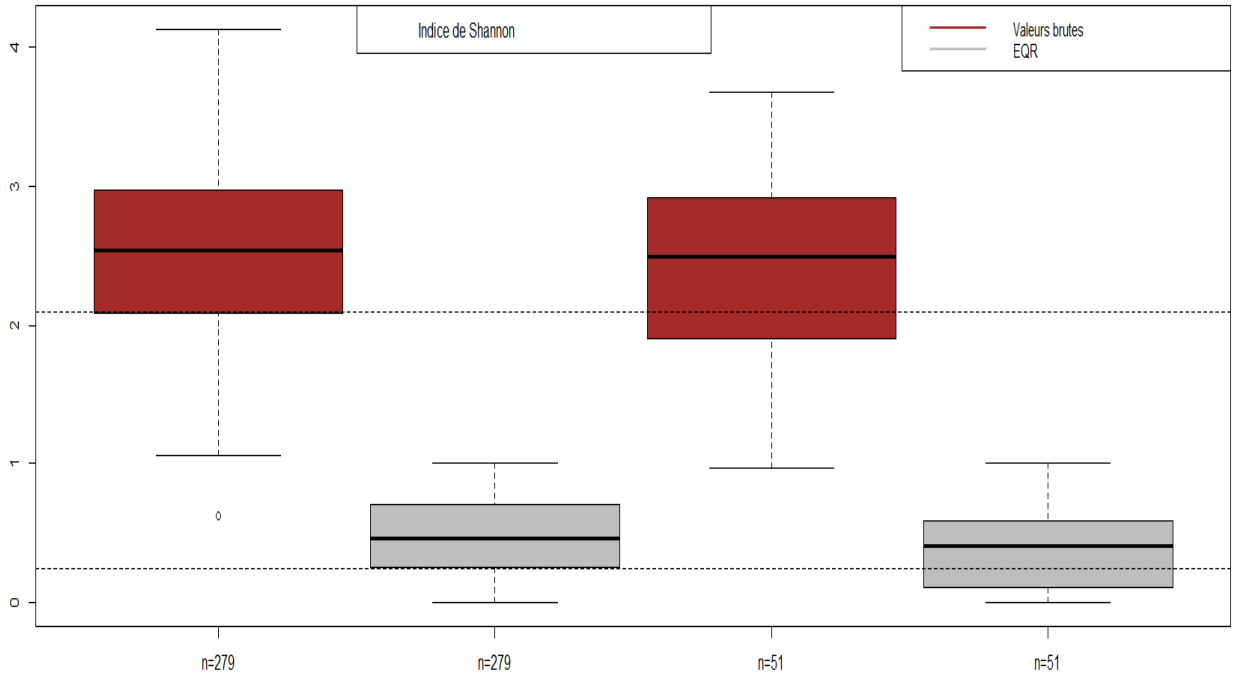
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les matières phosphorées (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



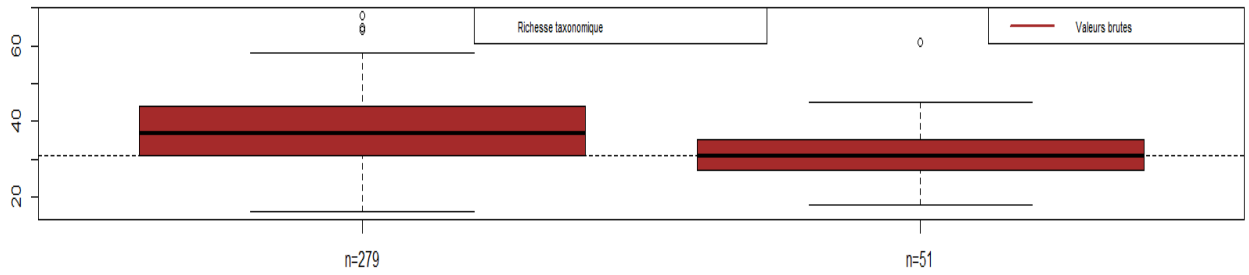
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les matières phosphorées (Données Artois-Picardie, 2007-2012)

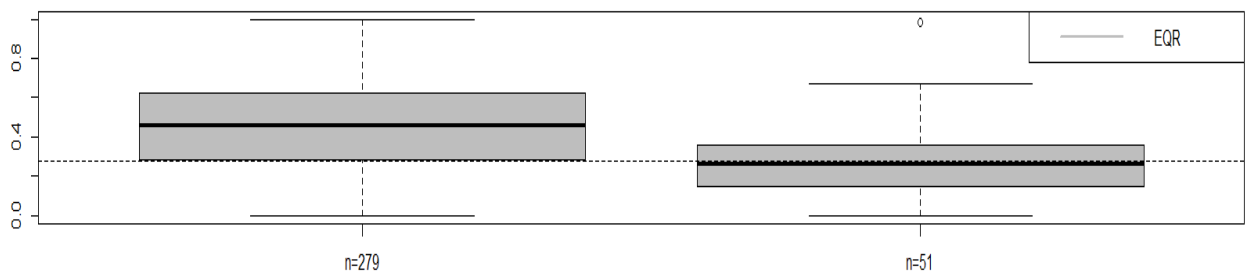


Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les matières phosphorées (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



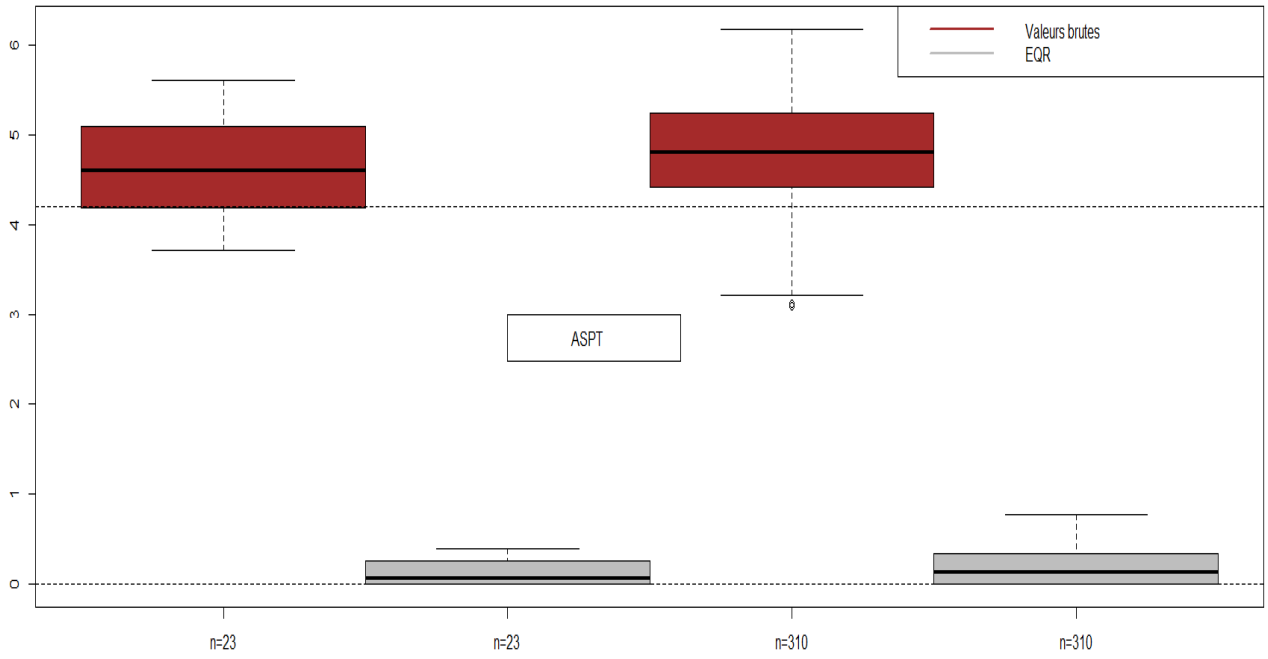
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les matières phosphorées (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



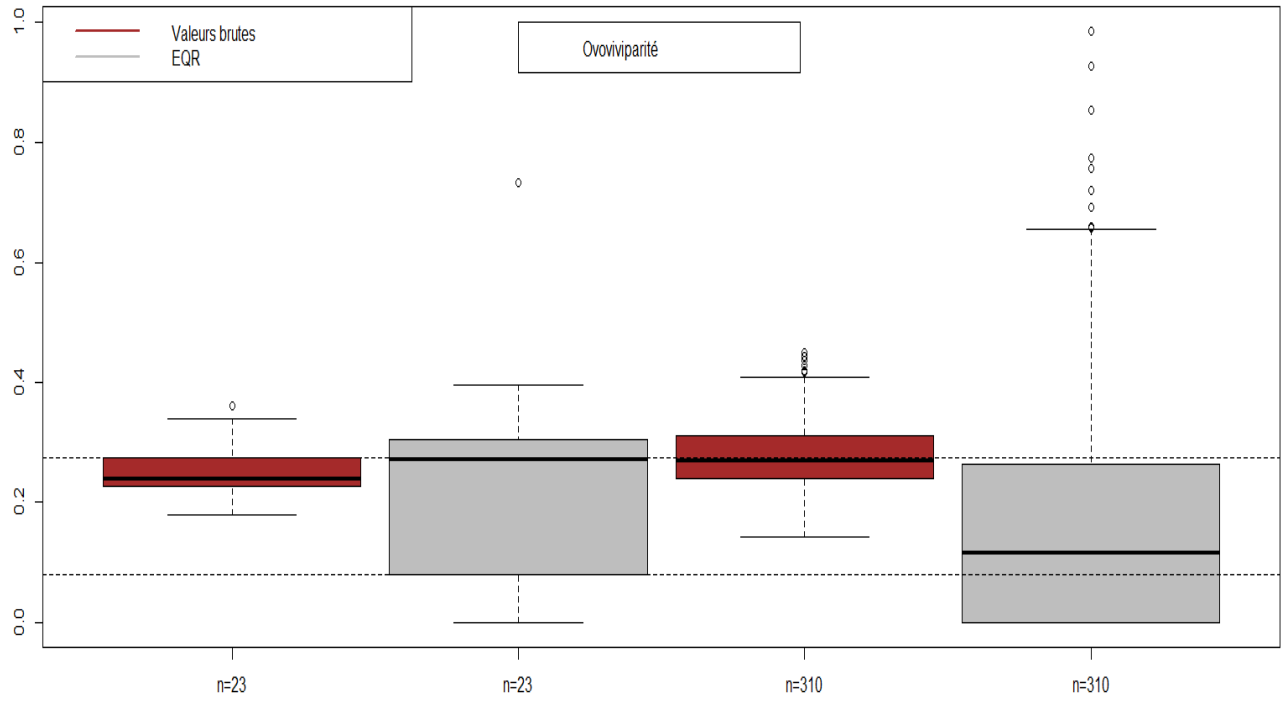


✔ *Altération SEQ-Eau Nitrates indice moyen 6 mois*

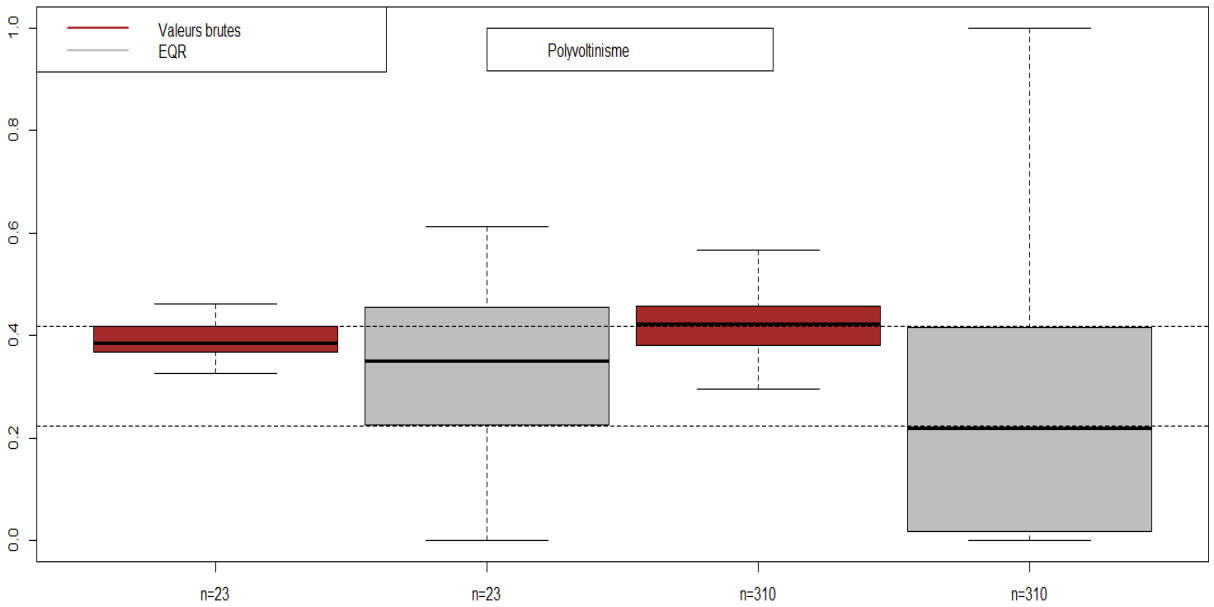
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les nitrates (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



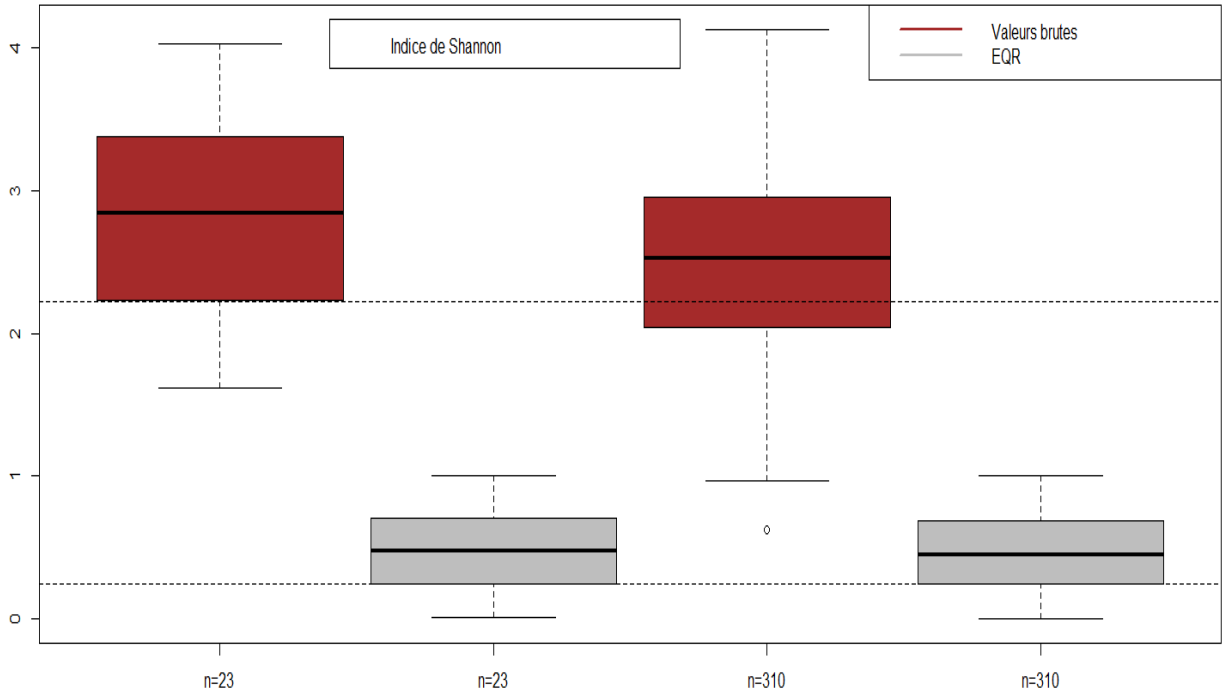
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les nitrates (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



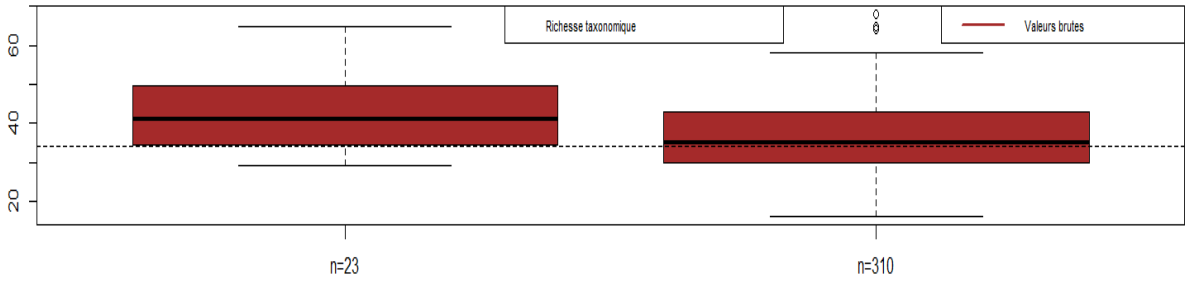
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les nitrates (Données Artois-Picardie, 2007-2012)

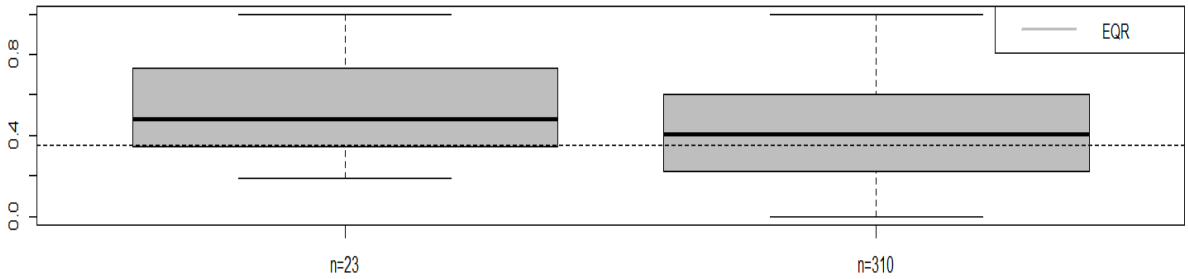


Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les nitrates (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



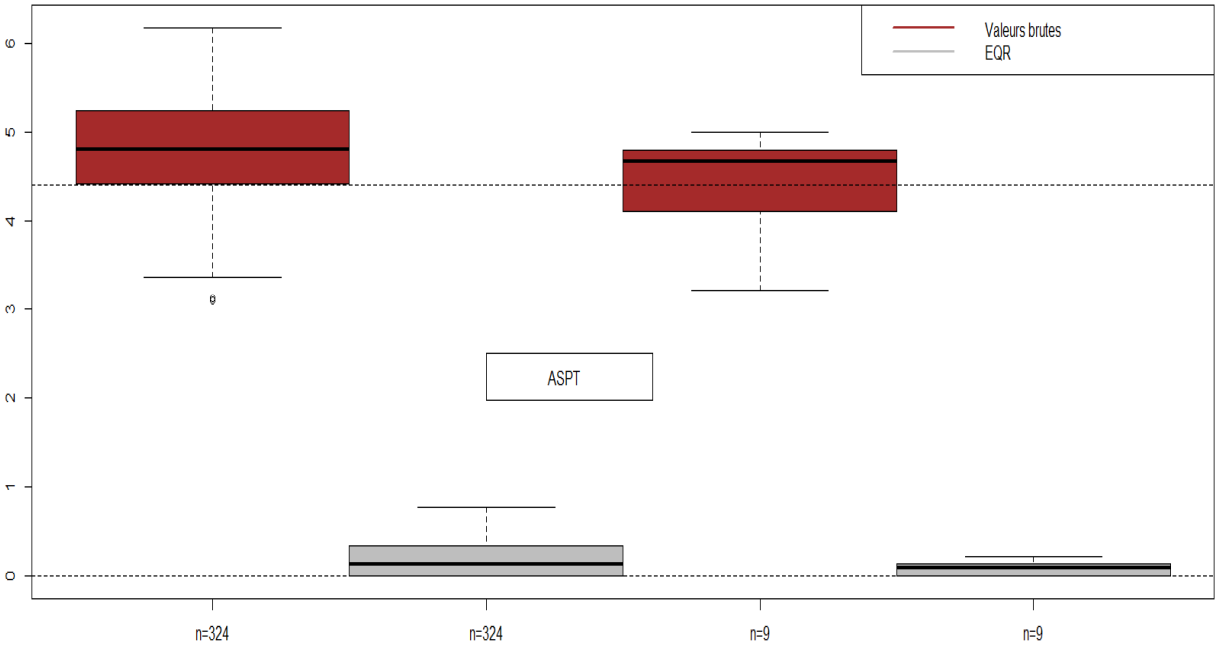
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les nitrates
(Données Artois-Picardie, 2007-2012)



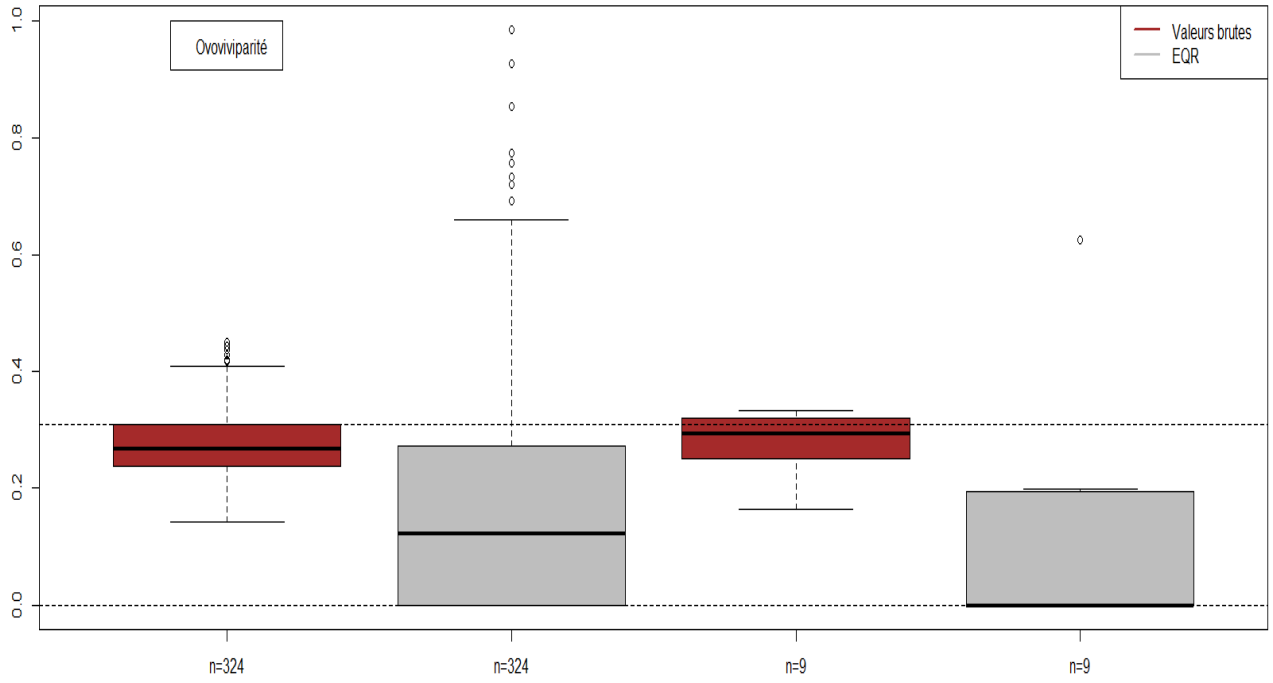


✓ *Altération SEQ-Eau Particules en suspension indice moyen 6 mois*

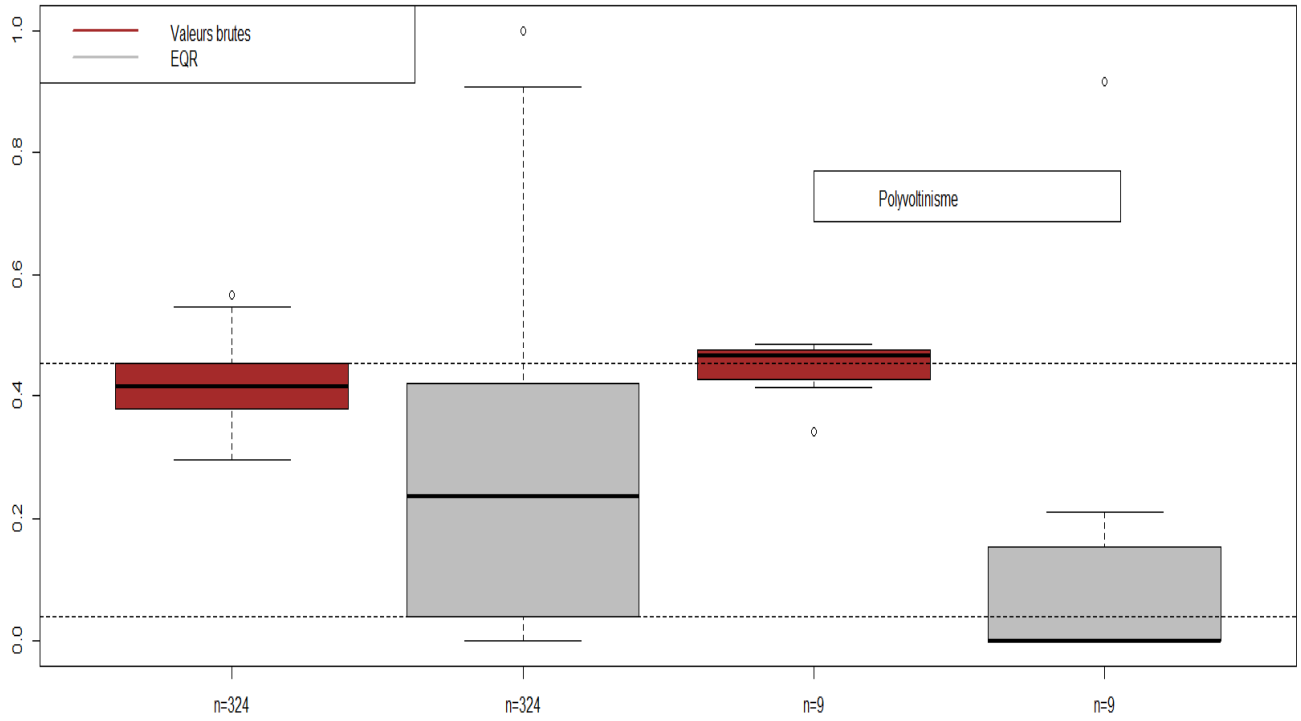
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les particules en suspension
(Données Artois-Picardie, 2007-2012)



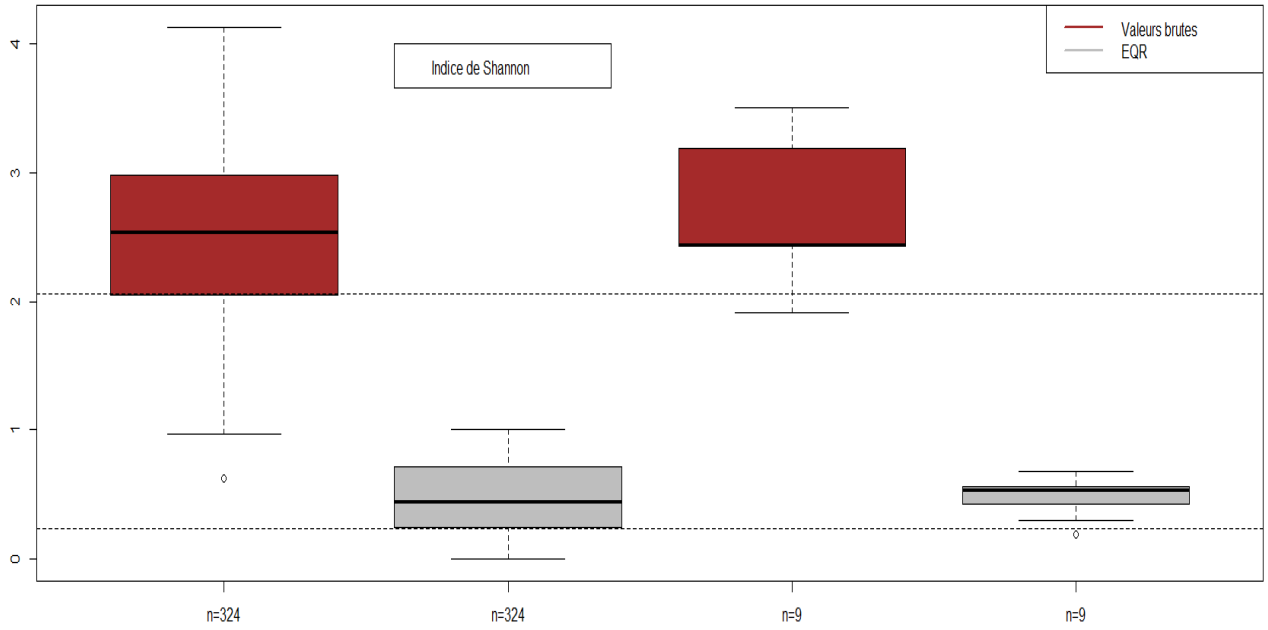
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les particules en suspension (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



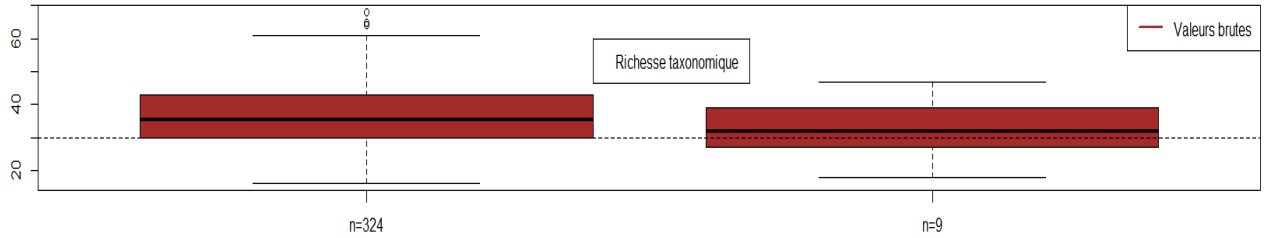
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les particules en suspension (Données Artois-Picardie, 2007-2012)

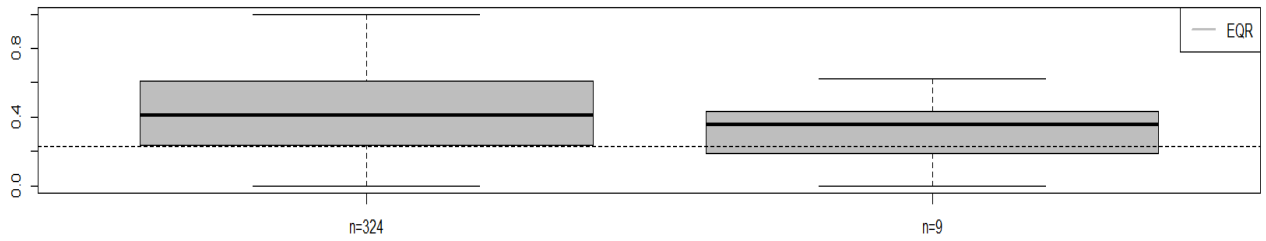


Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les particules en suspension (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



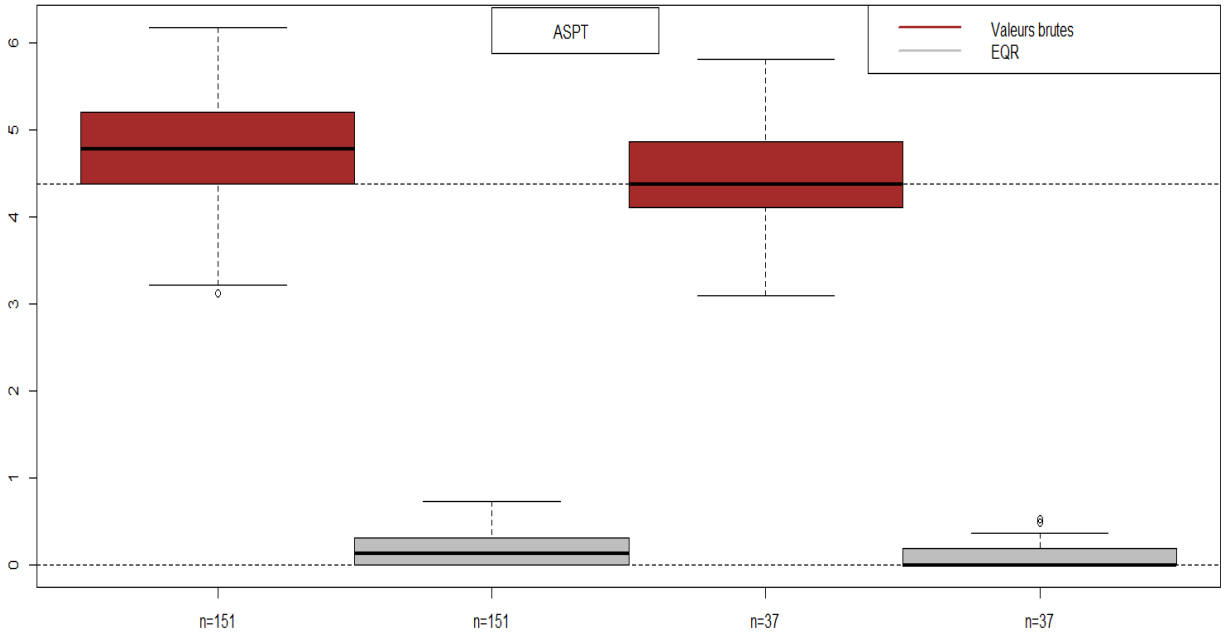
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les particules en suspension (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



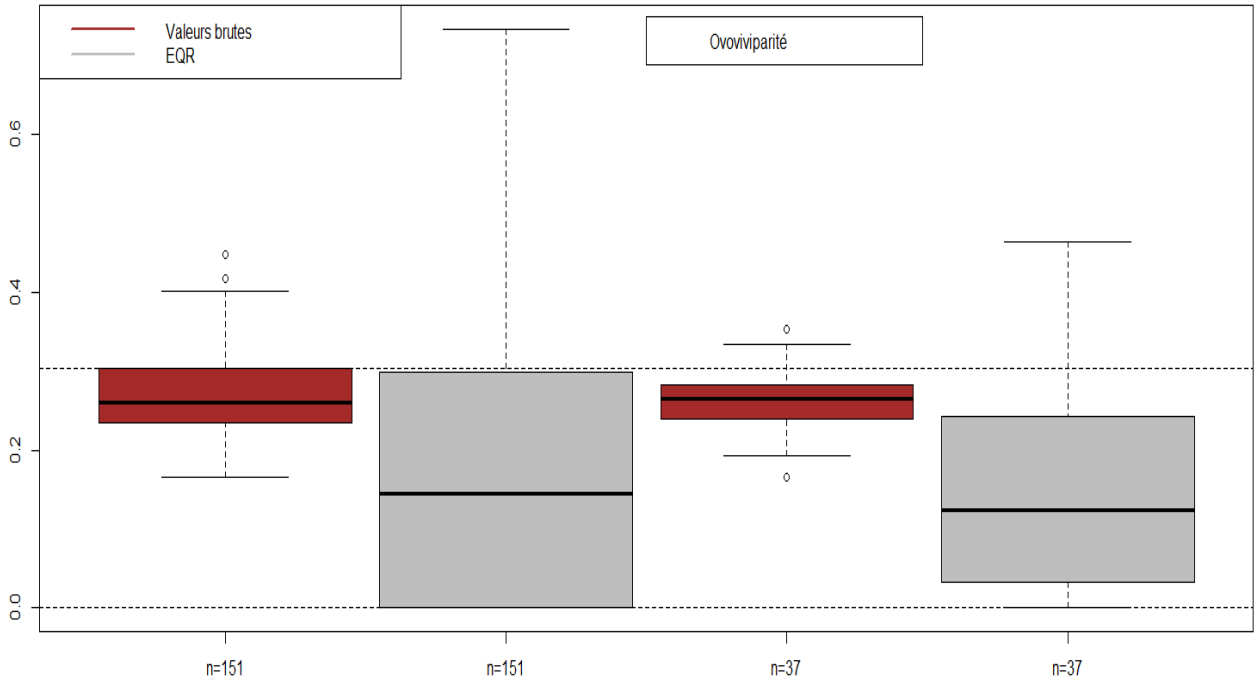


✔ *Altération SEQ-Eau Pesticides indice moyen 6 mois*

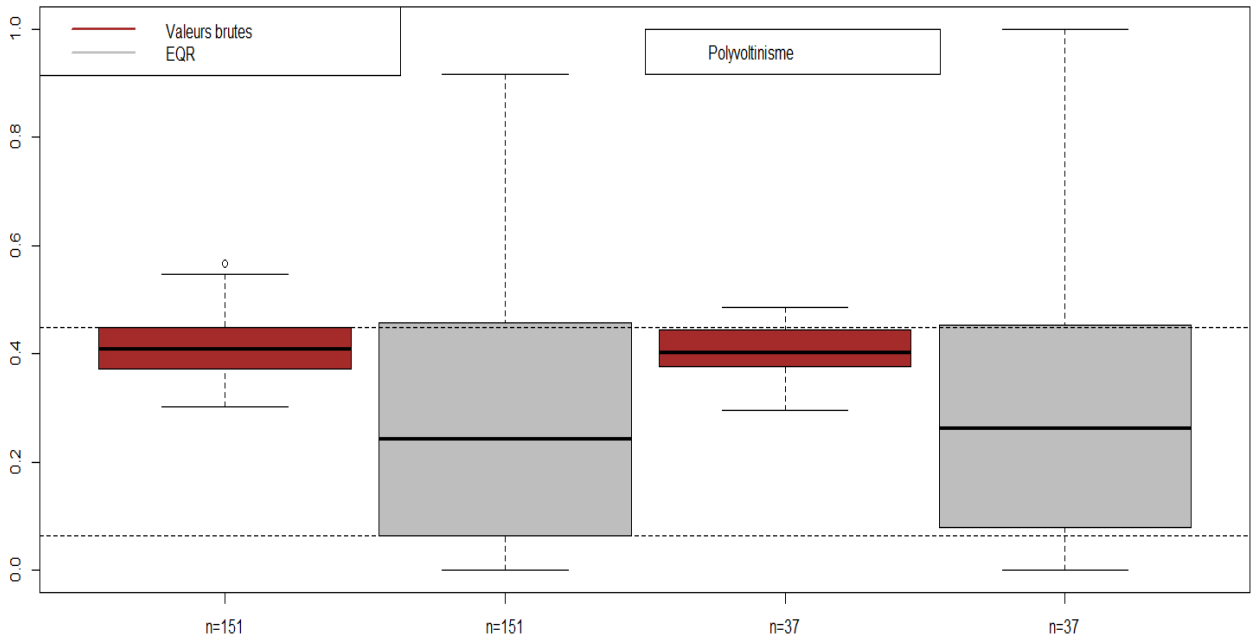
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les pesticides (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



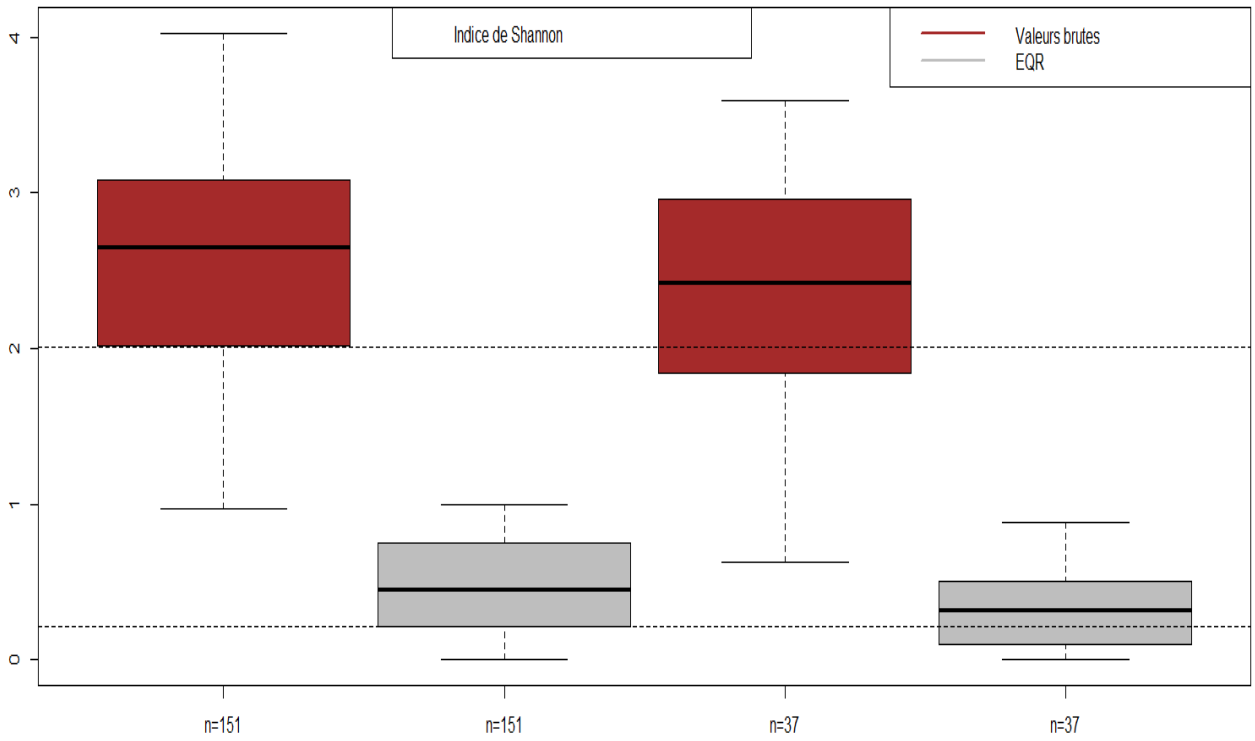
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les pesticides (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



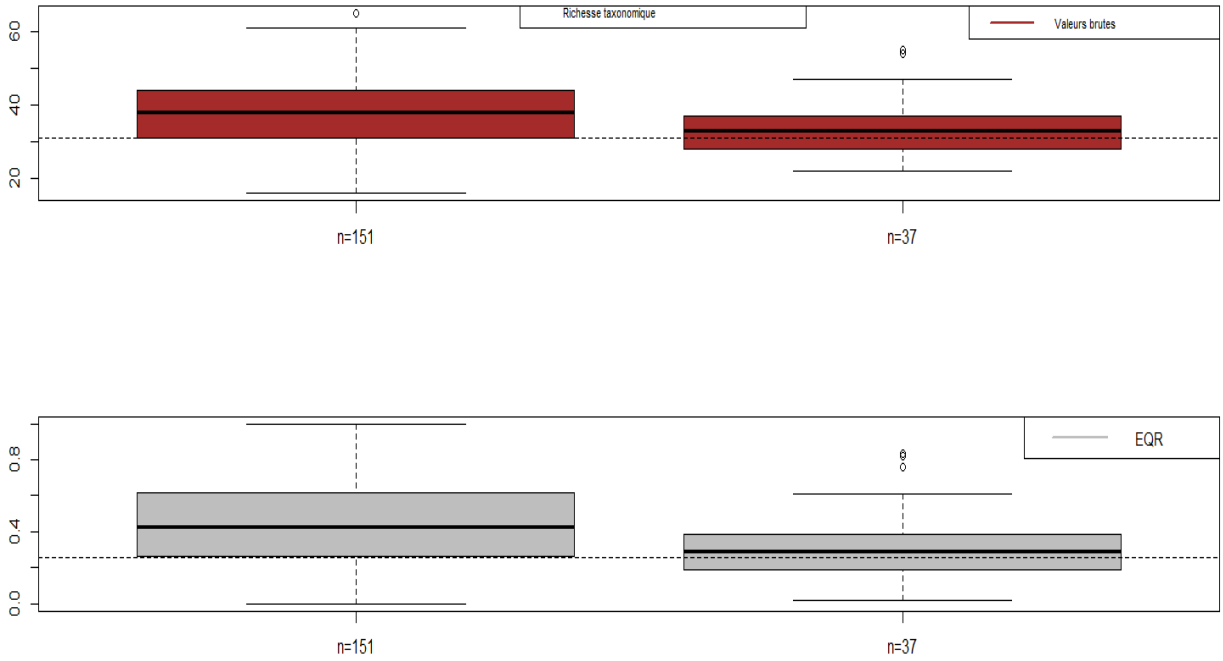
Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les pesticides (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les pesticides (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



Distribution des valeurs des métriques de l'I2M2 dans des sites en bon état (boites de gauche) et dans des sites perturbés (boites de droite) par les pesticides (Données Artois-Picardie, 2007-2012)



4.3.4.4. Calcul de l'efficacité de discrimination (DE)

Le tableau ci-dessous récapitule la proportion de données dans des sites perturbés (altération SEQ-eau 6 mois moyenne en classes 3, 4 ou 5) présentant une valeur inférieure au Q25 de la distribution des données dans des sites de bonne qualité (classe 1 ou 2).

HER confondues	Efficacité de discrimination DE Proportion de la variable en sites perturbés < Q25 de la variable en sites de bonne qualité							
Indices d'altérations SEQ-eau moyens 6 mois 2007-2012	HAP	MAZOT	MOOX	MPHOS	NO3	PAES	PEST	*moyenne*
I2M2	31%	44%	34%	49%	39%	44%	27	38%
ASPT valeur brute	23%	80%	69%	76%	16%	44%	50%	*51%*
ASPT EQR	0%	82%	69%	74%	0%	0%	0%	*32%*
Ovoviviparité valeur brute*	31%	29%	26%	27%	46%	33%	19%	*30%*
Ovoviviparité EQR	0%	0%	0%	0%	45%	0%	0%	*6%*
Polyvoltinisme valeur brute*	20%	29%	30%	42%	52%	55%	19%	*35%*
Polyvoltinisme valeur EQR	20%	32%	0%	41%	60%	55%	21%	*33%*
Richesse taxonomique brute	20%	38%	34%	43%	45%	44%	31%	*37%*
Richesse taxonomique EQR	20%	48%	34%	54%	40%	44%	39%	*40%*
Diversité Shannon brute	25%	36%	21%	29%	32%	11%	29%	*26%*
Diversité Shannon EQR	24%	36%	21%	31%	24%	11%	31%	*26%*
IBG équivalent	26%	43%	30%	46%	15%	25%	33%	*31%*

*proportions en sites perturbés > Q75 en sites de bonne qualité, puisque ces métriques augmentent avec la pollution

En répartissant les données par HER2, les effectifs sont les suivants :

Nombre de données	Altérations SEQ-eau indices moyens 6 mois						
HER2	HAP	MAZOT	MOOX	MPHOS	NO3	PAES	PEST
Haute Normandie Picardie							
• Site en bon état	22	152	102	157	3	170	62
• Sites perturbés	34	22	9	14	171	4	3
Boulonnais							
• Site en bon état	6	13	8	16	0	14	10
• Sites perturbés	4	4	3	1	17	3	2
Auréole crétacé							
• Site en bon état	13	42	31	42	6	55	32
• Sites perturbés	23	14	5	14	50	1	6
Douai Condé							
• Site en bon état	2	0	2	1	0	5	2
• Sites perturbés	3	5	1	4	5	0	3
Flandres intérieures							
• Site en bon état	6	0	7	4	0	16	7
• Sites perturbés	7	17	4	13	17	1	10
Moëres							
• Site en bon état	2	3	2	3	0	3	3
• Sites perturbés	1	0	0	0	3	0	0
Thiérache							
• Site en bon état	7	21	15	20	9	25	14
• Sites perturbés	14	4	1	5	16	0	8
Ardennes							
• Site en bon état	5	34	22	36	5	36	21
• Sites perturbés	17	2	0	0	3	0	5

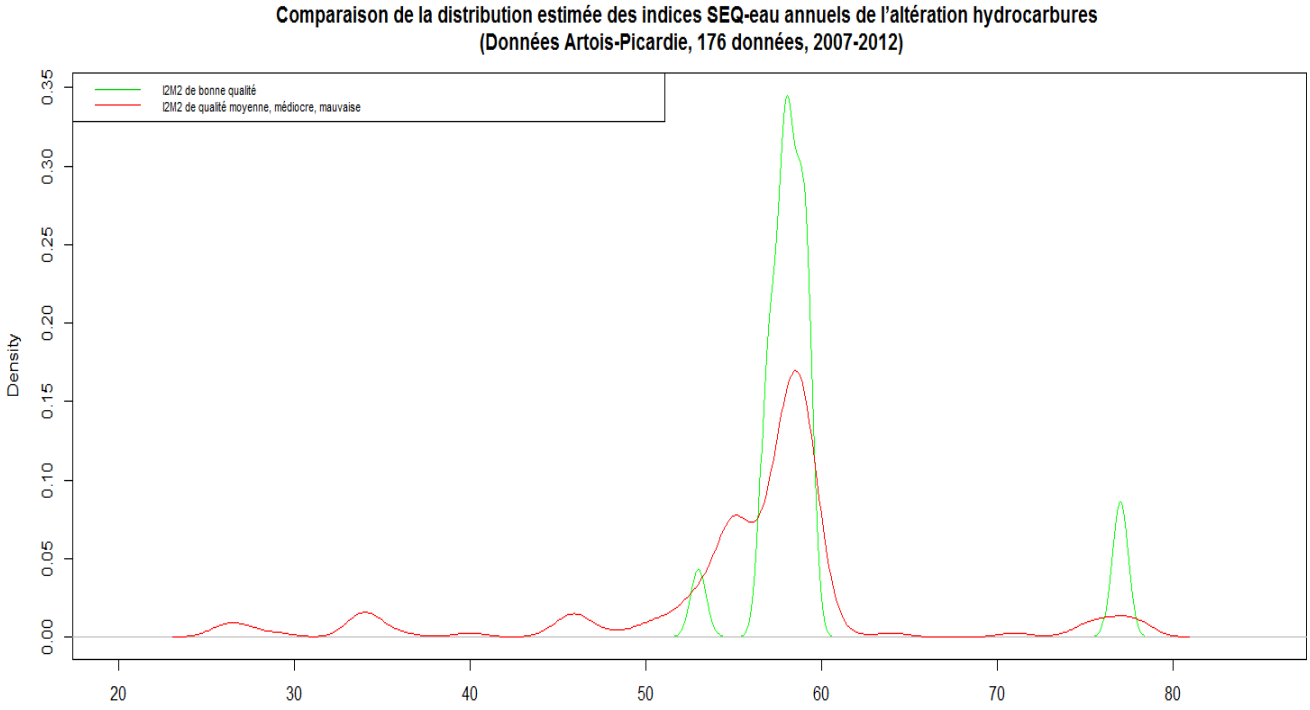
Les nombres de données par catégories n'étant pas suffisants, nous les avons regroupées pour calculer l'efficacité de discrimination par HER1 :

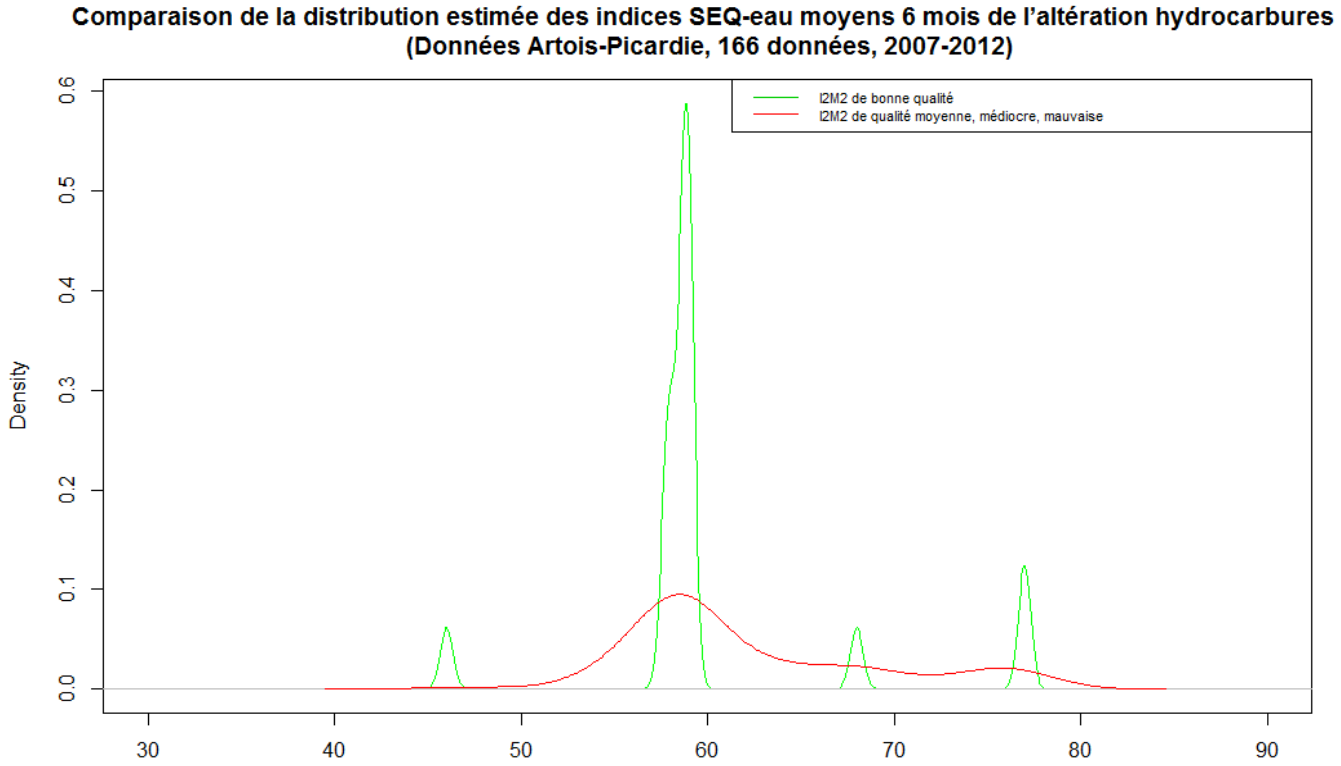
Nombre de données	Altérations SEQ-eau indices moyens 6 mois						
HER1	HAP	MAZOT	MOOX	MPHOS	NO3	PAES	PEST
Tables calcaires = Haute Normandie Picardie Boulonnais Auréole crétacé							
• Site en bon état	41	207	141	215	9	239	104
• Sites perturbés	61	40	17	29	238	8	11
Dépôts argilo-sableux = Douai Condé Flandres intérieures Moëres Thiérache							
• Site en bon état	17	21	26	28	9	49	26
• Sites perturbés	25	26	6	19	41	1	21
Ardennes							
• Site en bon état	5	34	22	36	5	36	21
• Sites perturbés	17	2	0	0	3	0	5

HER 1 tables calcaires	Efficacité de discrimination DE Proportion de la variable en sites perturbés < Q25 de la variable en sites de bonne qualité							
Indices d'altérations SEQ-eau moyens 6 mois 2007-2012	HAP	MAZOT	MOOX	MPHOS	NO3	PAES	PEST	*Moyenne*
I2M2	33%	45%	41%	58%	43%	50%	27%	42%
ASPT valeur brute	28%	82%	65%	80%	5%	38%	64%	*51%*
ASPT EQR	0%	85%	71%	79%	0%	38%	0%	*39%*
Ovoviviparité valeur brute*	34%	35%	18%	31%	34%	25%	27%	*29%*
Ovoviviparité EQR	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	*0%*
Polyvoltinisme valeur brute*	27%	35%	35%	62%	63%	41%	36%	*42%*
Polyvoltinisme valeur EQR	27%	35%	0%	62%	58%	62%	36%	*40%*
Richesse taxonomique brute	18%	32%	23%	41%	15%	37%	27%	*27%*
Richesse taxonomique EQR	26%	30%	23%	44%	33%	37%	36%	*32%*
Diversité Shannon brute	14%	20%	17%	13%	76%	12%	18%	*24%*
Diversité Shannon EQR	16%	22%	17%	13%	48%	12%	9%	*19%*
IBG équivalent	23%	37%	35%	41%	7%	25%	9%	*25%*

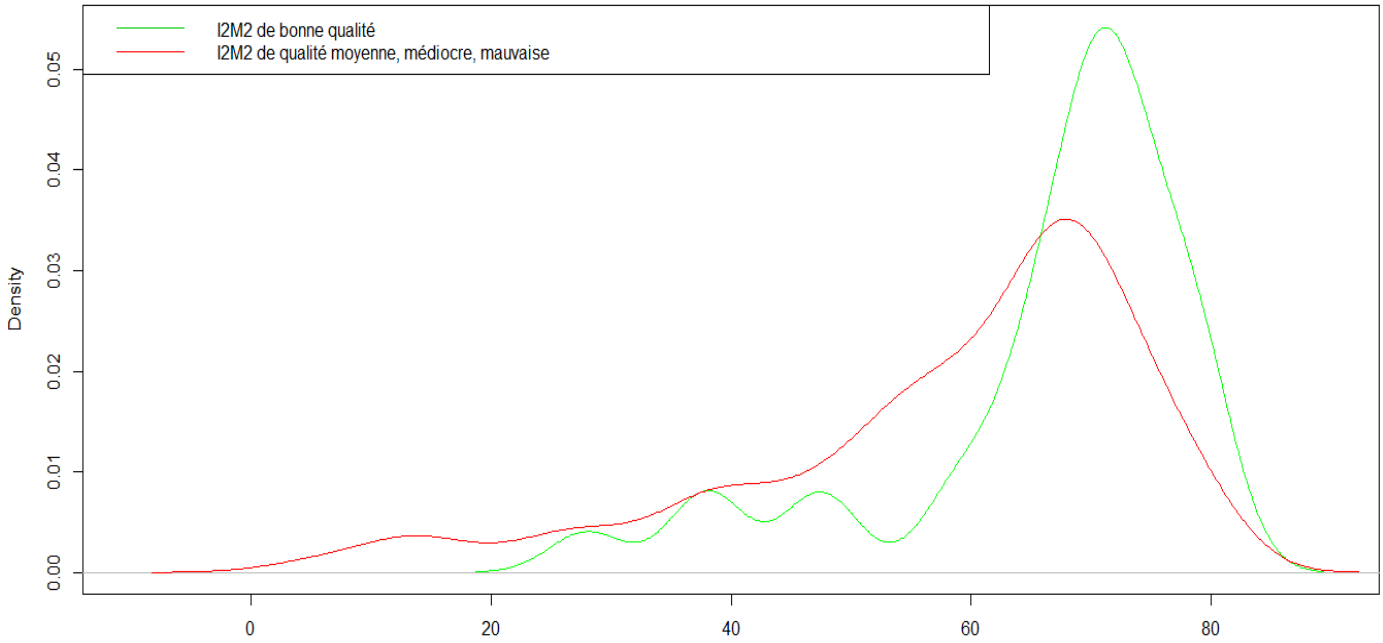
HER 1 Dépôts argilo-sableux	Efficacité de discrimination DE Proportion de la variable en sites perturbés < Q25 de la variable en sites de bonne qualité							
Indices d'altérations SEQ-eau moyens 6 mois 2007-2012	HAP	MAZOT	MOOX	MPHOS	NO3	PAES	PEST	*Moyenne*
I2M2	44%	46%	16%	45%	36%	0%	47%	33%
ASPT valeur brute	34%	73%	83%	68%	53%	100%	61%	*67%*
ASPT EQR	0%	73%	0%	0%	0%	0%	0%	*10%*
Ovoviviparité valeur brute*	36%	30%	33%	22%	68%	100%	9%	*42%*
Ovoviviparité EQR	0%	0%	0%	0%	68%	0%	0%	*9%*
Polyvoltinisme valeur brute*	4%	11%	16%	22%	24%	0%	28%	*15%*
Polyvoltinisme valeur EQR	4%	7%	16%	22%	24%	0%	28%	*14%*
Richesse taxonomique brute	24%	34%	66%	36%	46%	100%	36%	*48%*
Richesse taxonomique EQR	24%	34%	66%	36%	46%	100%	42%	*49%*
Diversité Shannon brute	44%	50%	33%	45%	36%	0%	45%	*36%*
Diversité Shannon EQR	40%	50%	33%	50%	34%	0%	52%	*37%*
IBG équivalent	30%	30%	33%	43%	25%	0%	55%	*30%*

4.3.4.5. Distributions des altérations SEQ-eau (density plot) selon le niveau de qualité de l'I2M2

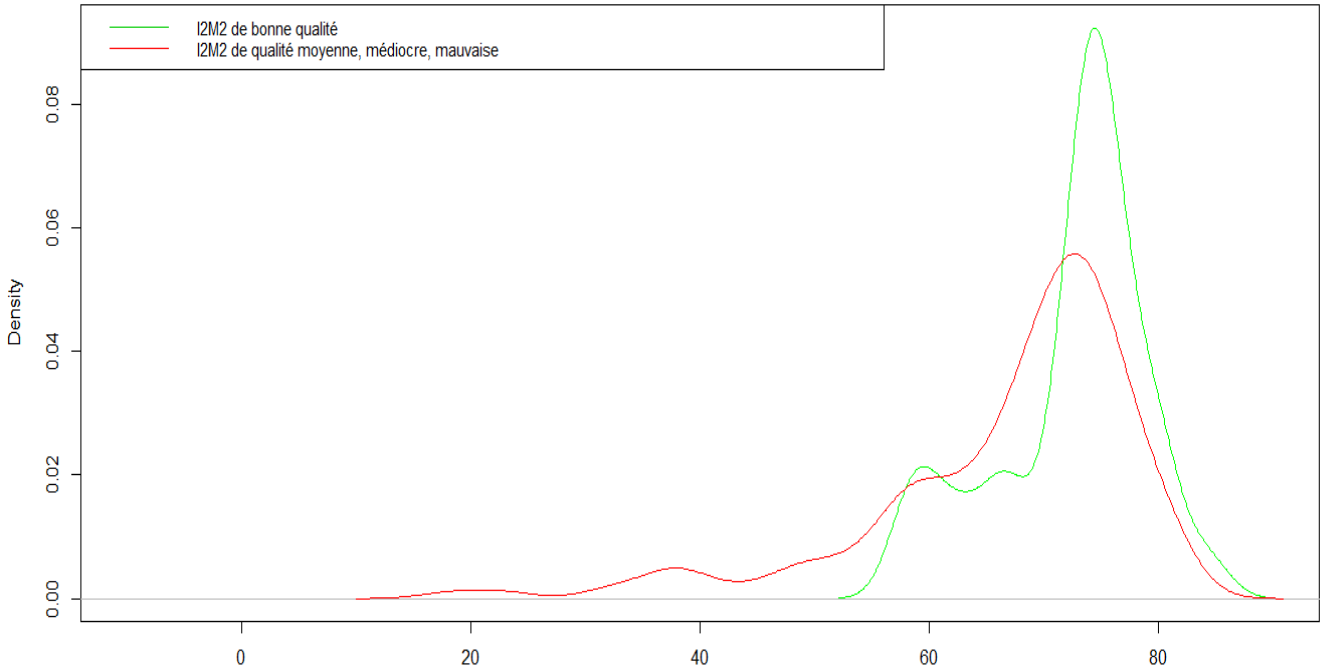




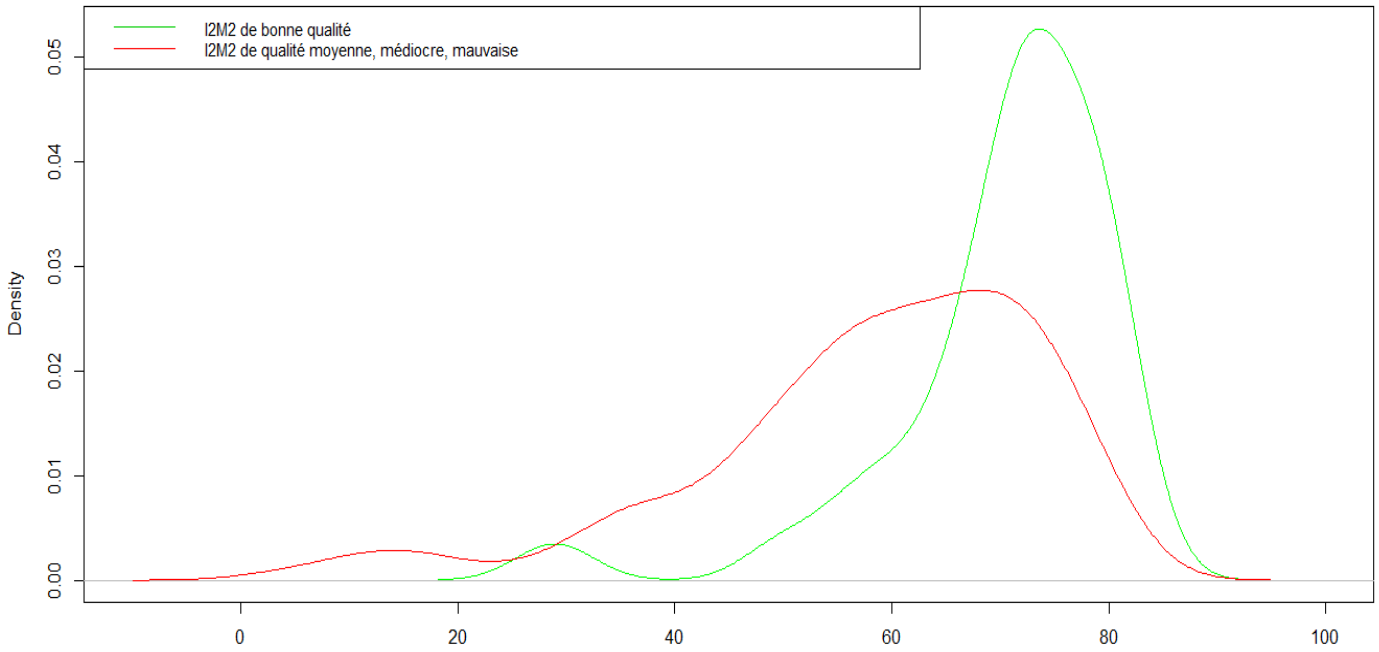
Comparaison de la distribution estimée des indices SEQ-eau annuels de l'altération matières azotées (Données Artois-Picardie, 333 données, 2007-2012)



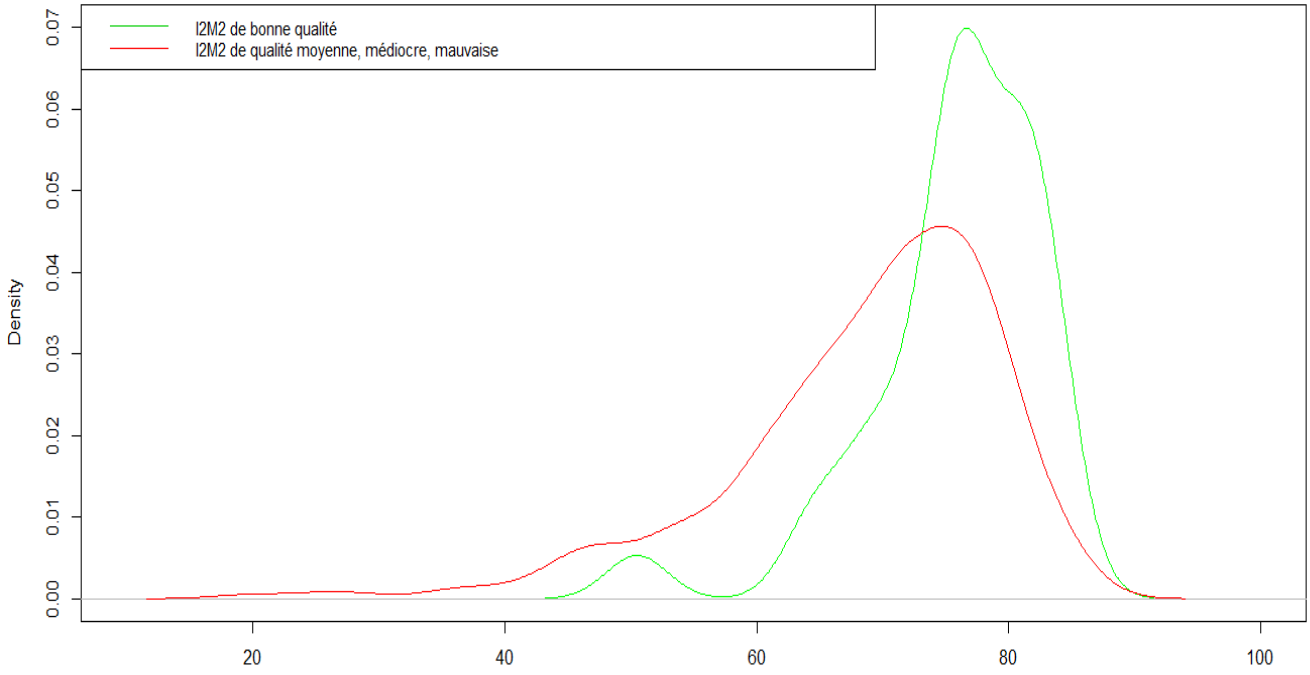
Comparaison de la distribution estimée des indices SEQ-eau moyens 6 mois de l'altération matières azotées (Données Artois-Picardie, 333 données, 2007-2012)



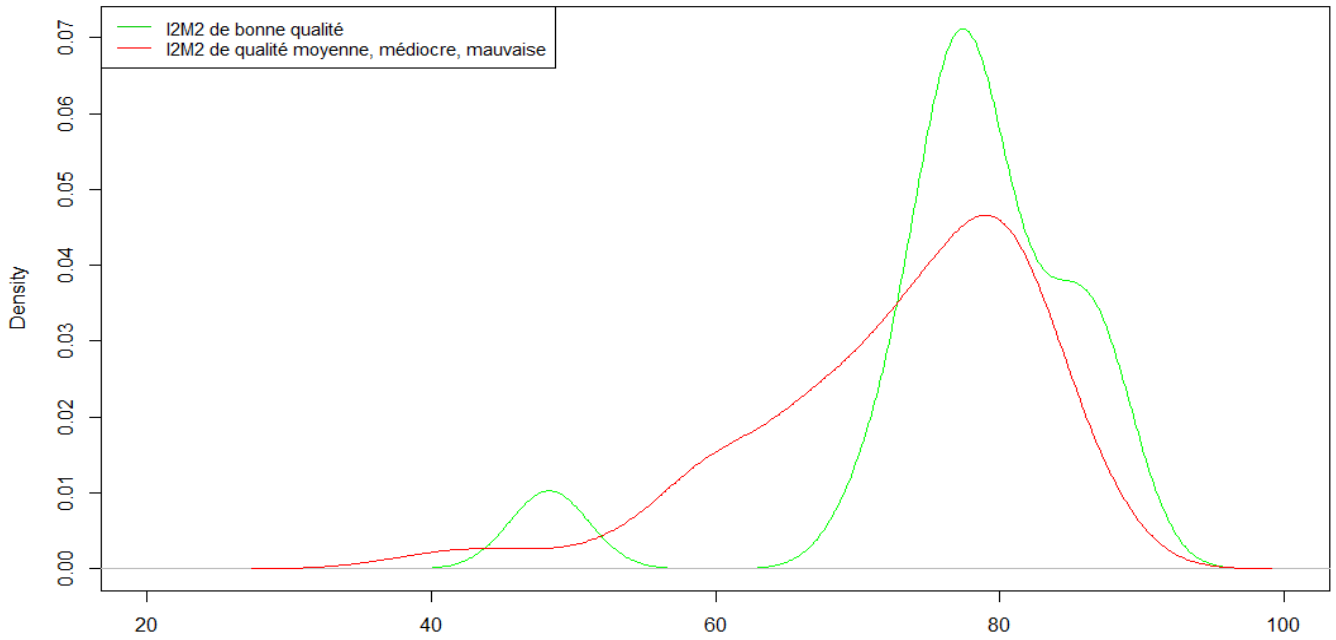
Comparaison de la distribution estimée des indices SEQ-eau annuels de l'altération matières phosphorées (Données Artois-Picardie, 332 données, 2007-2012)



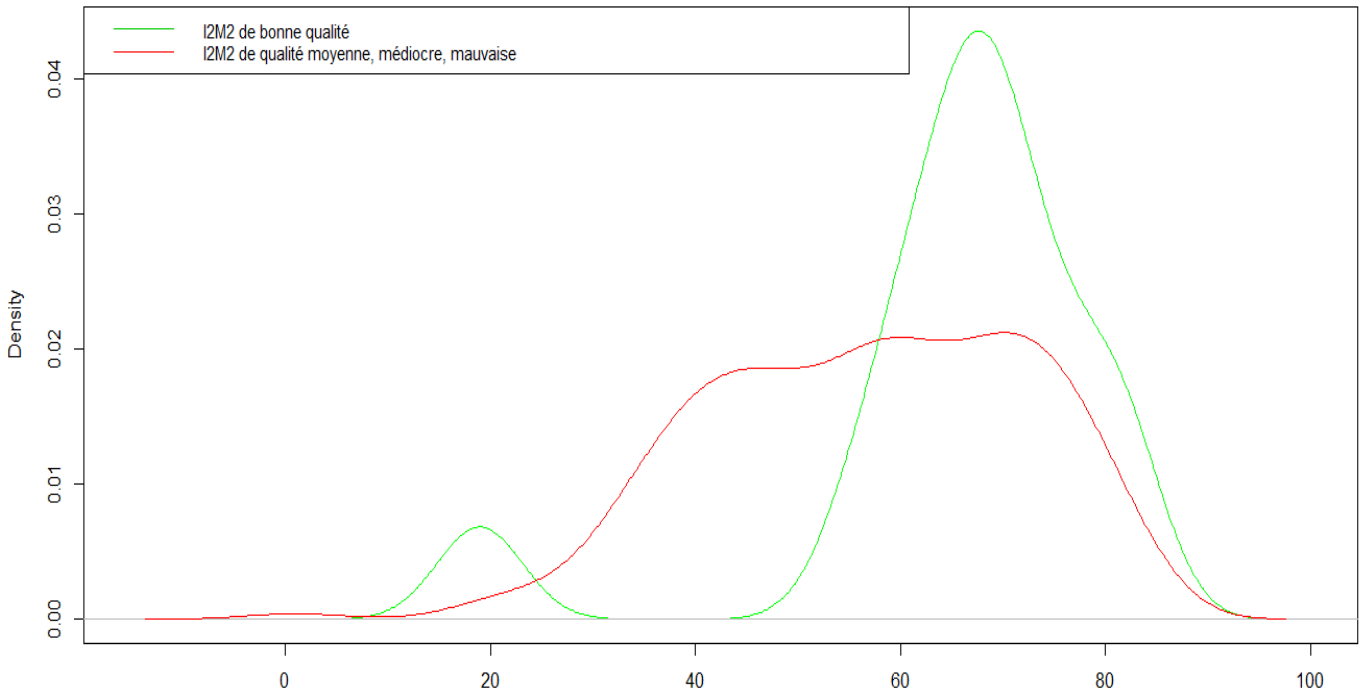
Comparaison de la distribution estimée des indices SEQ-eau moyens 6 mois de l'altération matières phosphorées (Données Artois-Picardie, 330 données, 2007-2012)



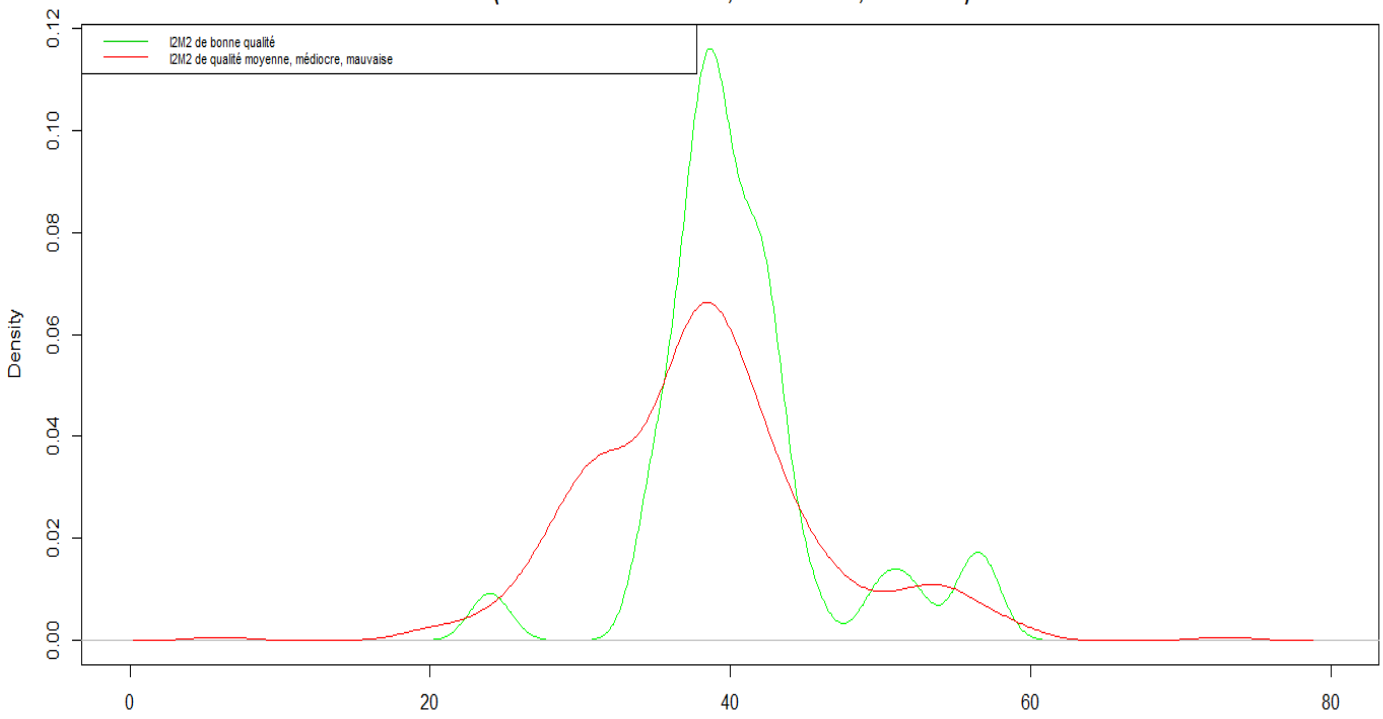
Comparaison de la distribution estimée des indices SEQ-eau moyens 6 mois de l'altération MOOX (Données Artois-Picardie, 212 données, 2007-2012)



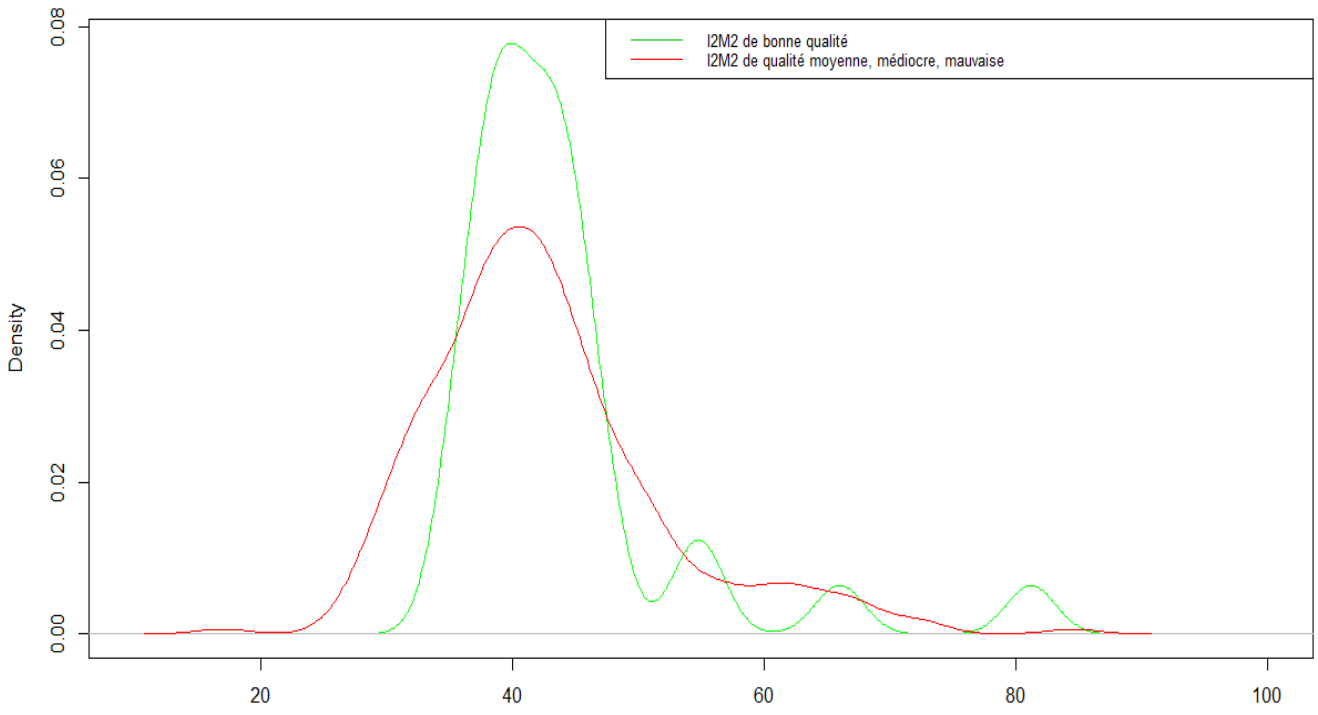
Comparaison de la distribution estimée des indices SEQ-eau annuels de l'altération MOOX (Données Artois-Picardie, 212 données, 2007-2012)



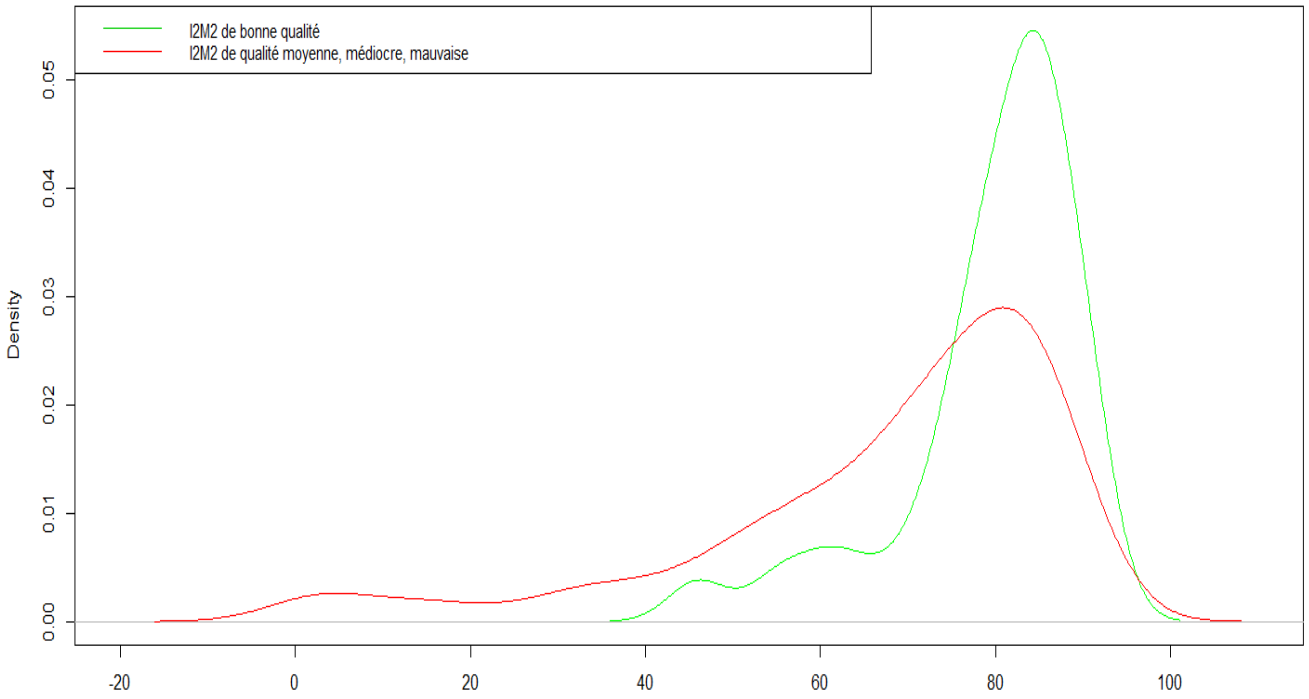
Comparaison de la distribution estimée des indices SEQ-eau annuels de l'altération nitrates (Données Artois-Picardie, 333 données, 2007-2012)



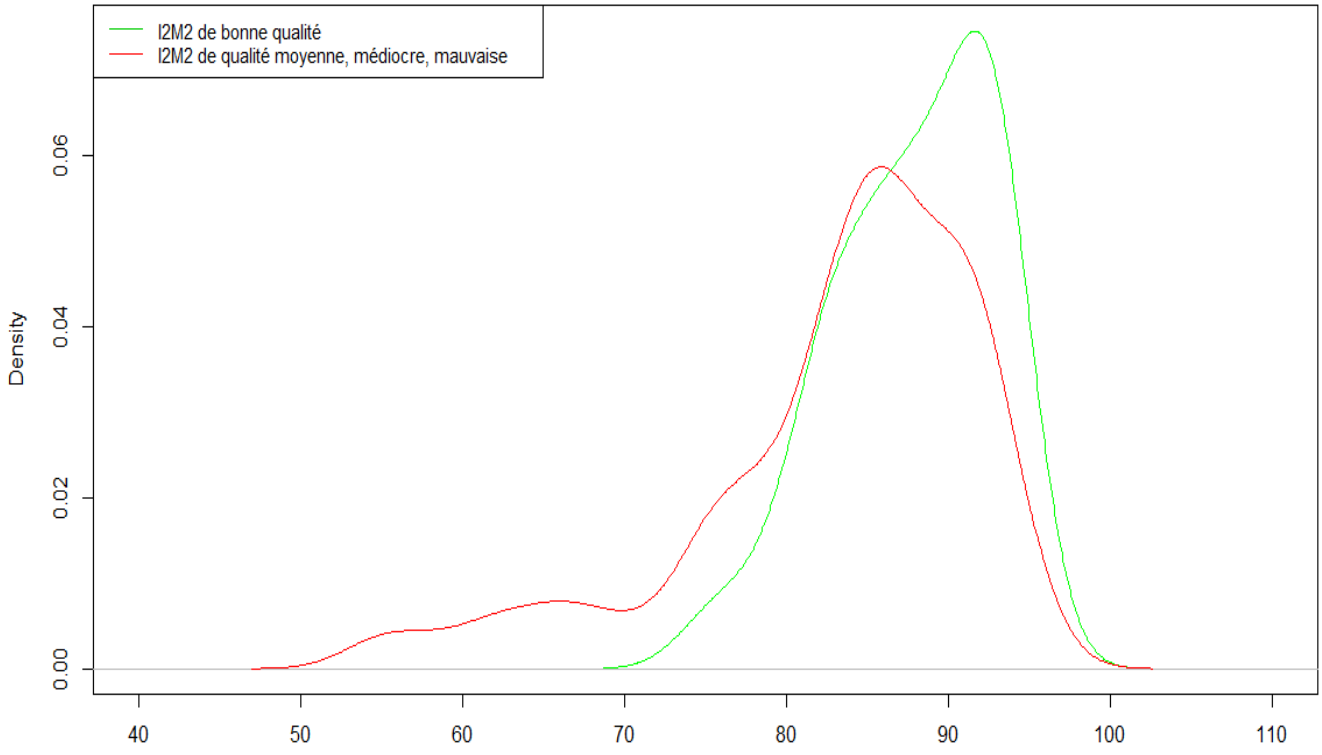
Comparaison de la distribution estimée des indices SEQ-eau moyens 6 mois de l'altération nitrates (Données Artois-Picardie, 333 données, 2007-2012)

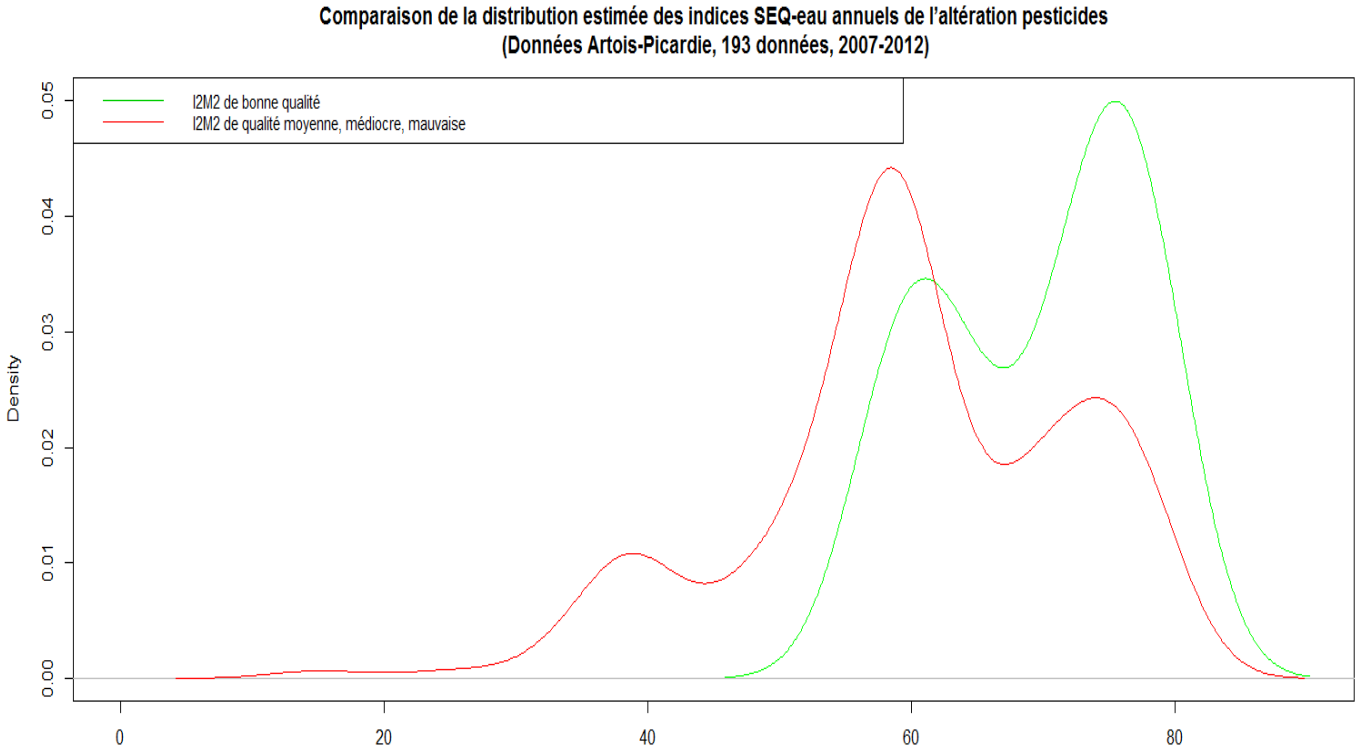


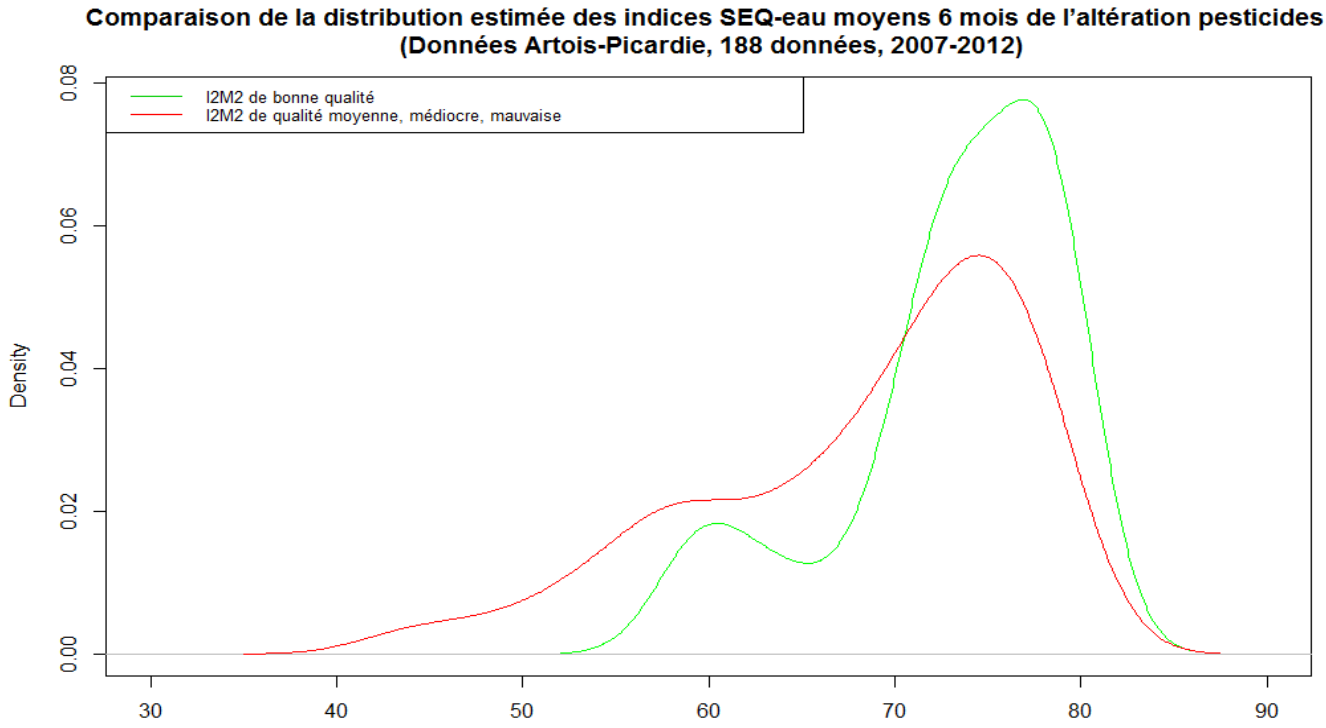
Comparaison de la distribution estimée des indices SEQ-eau annuels de l'altération PAES (Données Artois-Picardie, 333 données, 2007-2012)



Comparaison de la distribution estimée des indices SEQ-eau moyens 6 mois de l'altération particules en suspension (Données Artois-Picardie, 333 données, 2007-2012)







Des tests de comparaison des moyennes (test de Mann-Whitney-Wilcoxon) des indices annuels de chaque altération SEQ-Eau en fonction des qualités de l'I2M2 donnent les résultats dans le tableau ci-dessous. Au seuil de risque de 5%, la seule différence (de moyennes) non significative, en vert, porte sur les HAP : les courbes coïncident.

Indices d'altérations SEQ-eau annuels 2007-2012	Moyenne indice alteration quand I2M2 bons	Moyenne indice alteration quand I2M2 moyens, médiocres, mauvais	Nb de données	P-value
HAP	59,75	55,66	176	0,06
MAZOT	66,09	57,78	333	0,00
MOOX	65,42	56,91	212	0,02
MPHOS	70,25	58,17	332	0,00
NO3	40,71	38,28	333	0,03
PAES	79,46	67,25	333	0,00
PEST	69,54	59,85	193	0,00

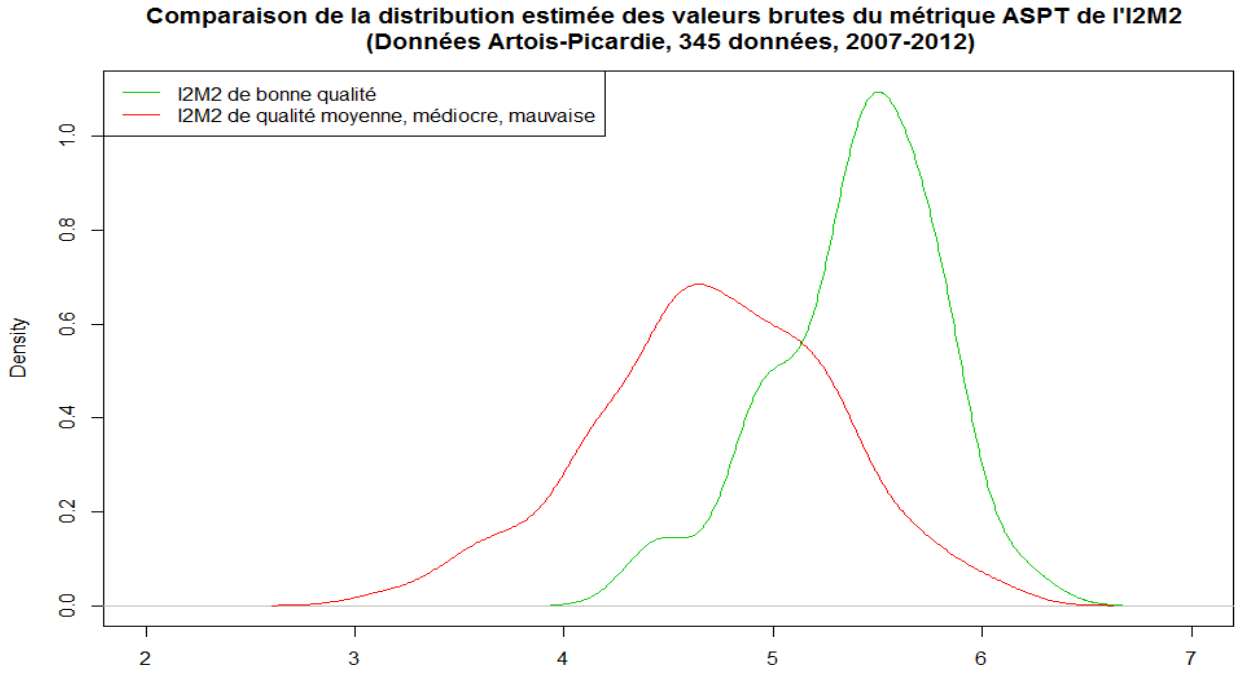
Des tests de comparaison des moyennes (test de Mann-Whitney-Wilcoxon) des indices moyens 6 mois de chaque altération SEQ-Eau en fonction des qualités de l'I2M2 donnent les résultats dans le tableau ci-dessous. Au seuil de risque de 5%, les différences (de moyenne) non significatives sont en vert.

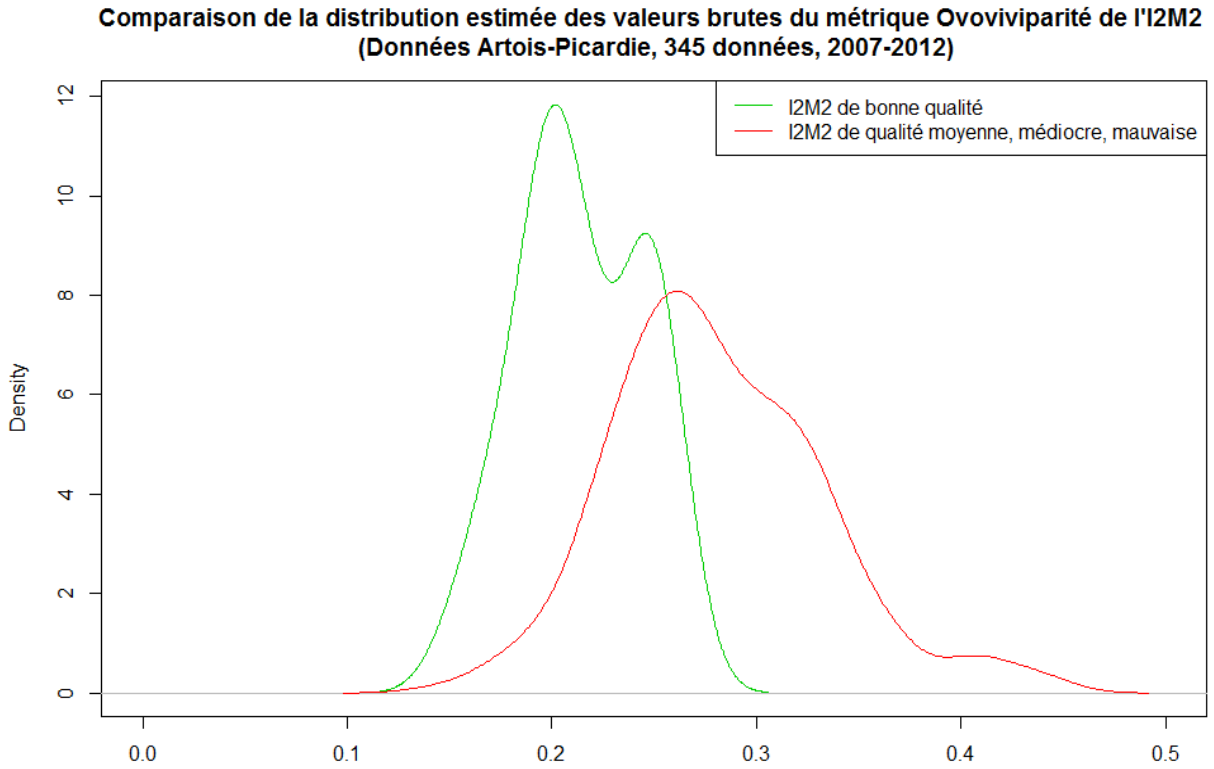
Indices d'altérations SEQ-eau moyens 6 mois 2007-2012	Moyenne indice alteration quand I2M2 bons	Moyenne indice alteration quand I2M2 moyens, médiocres, mauvais	Nb de données	P-value
HAP	60,33	62,20	166	0,2
MAZOT	72,40	66,77	333	0,00
MOOX	77,27	72,83	212	0,06
MPHOS	75,77	68,60	330	0,00
NO3	44	42,58	333	0,4
PAES	87,83	83,06	333	0,00
PEST	73,12	68,31	188	0,01

Les distributions des indices 6 mois (moyenne) des altérations HAP, nitrates et moox coïncident, ce qui n'était pas le cas des deux dernières avec les indices annuels (percentile 90) : alors que les HAP ne diffèrent pas lorsque les I2M2 sont bons ou moins bons, les minimums des nitrates et moox sont plus faibles lorsque les I2M2 ne sont pas bons (ce qui ne préjuge ni des modes, ni des médianes).

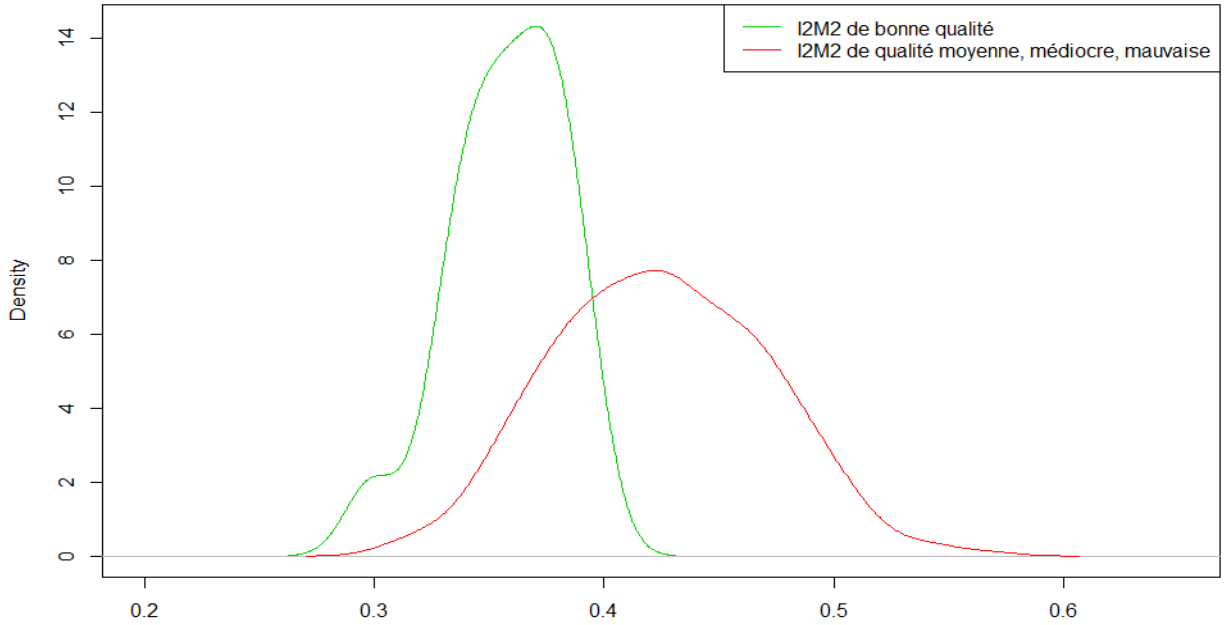
4.3.4.6. Distributions des métriques de l'I2M2 selon le niveau de qualité de l'I2M2

✓ Avec les valeurs brutes des métriques

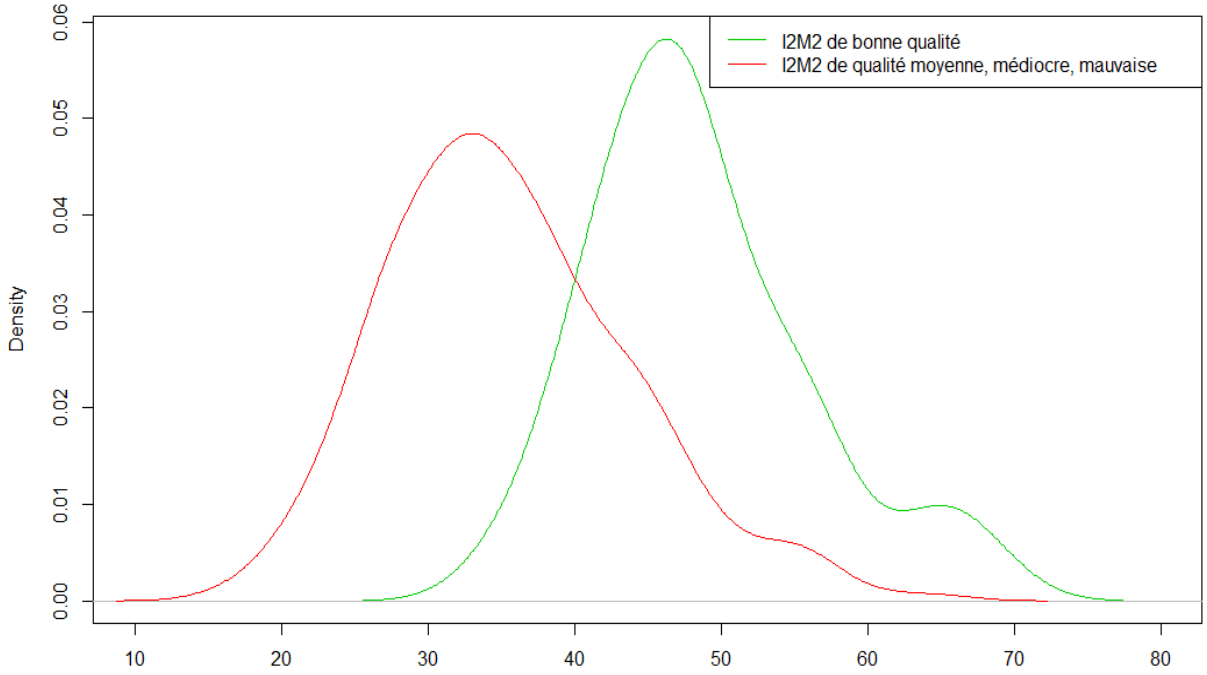


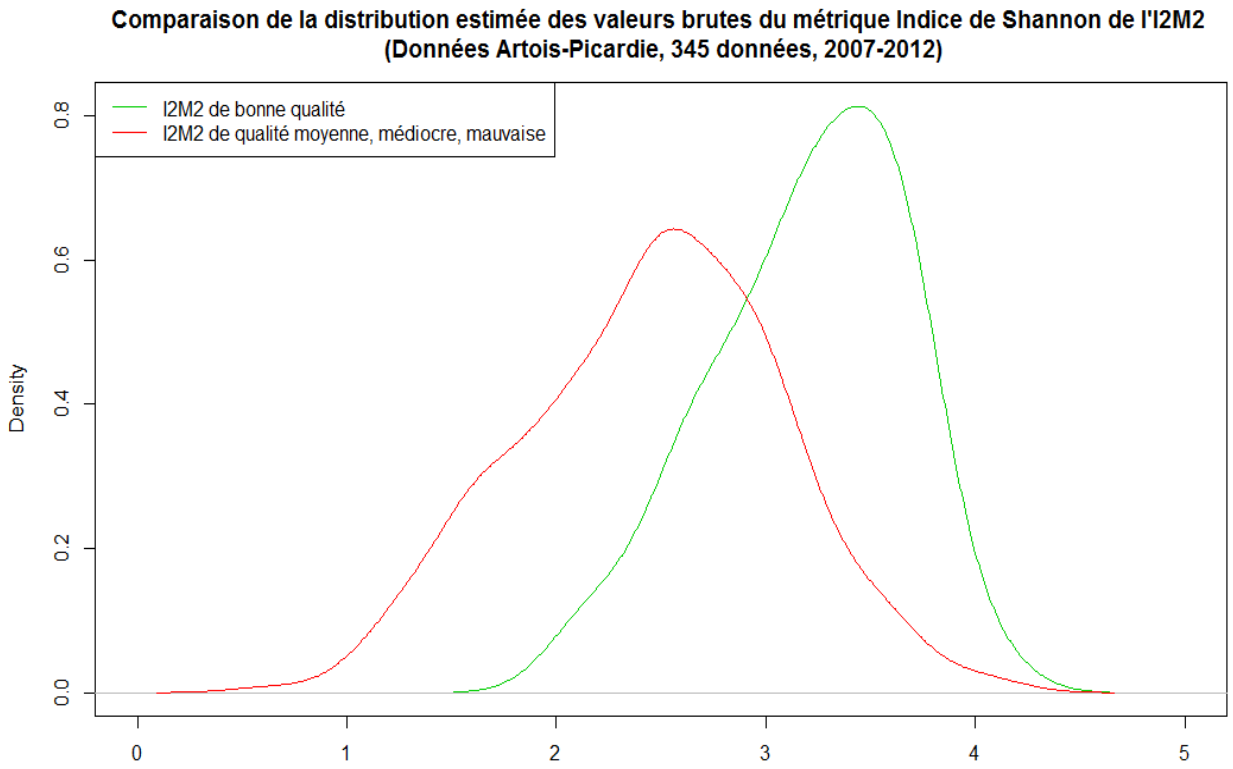


Comparaison de la distribution estimée des valeurs brutes du métrique Polyvoltinisme de l'I2M2 (Données Artois-Picardie, 345 données, 2007-2012)



Comparaison de la distribution estimée des valeurs brutes du métrique Richesse taxonomique de l'I2M2 (Données Artois-Picardie, 345 données, 2007-2012)

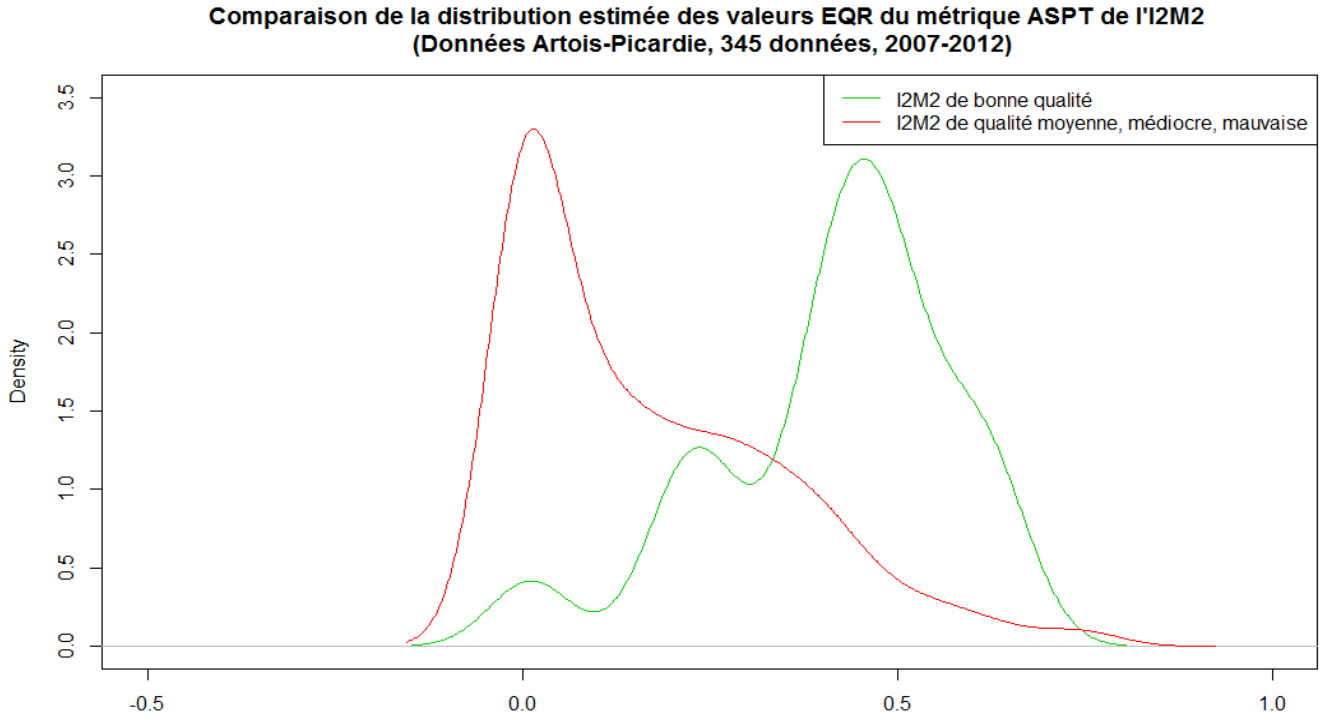


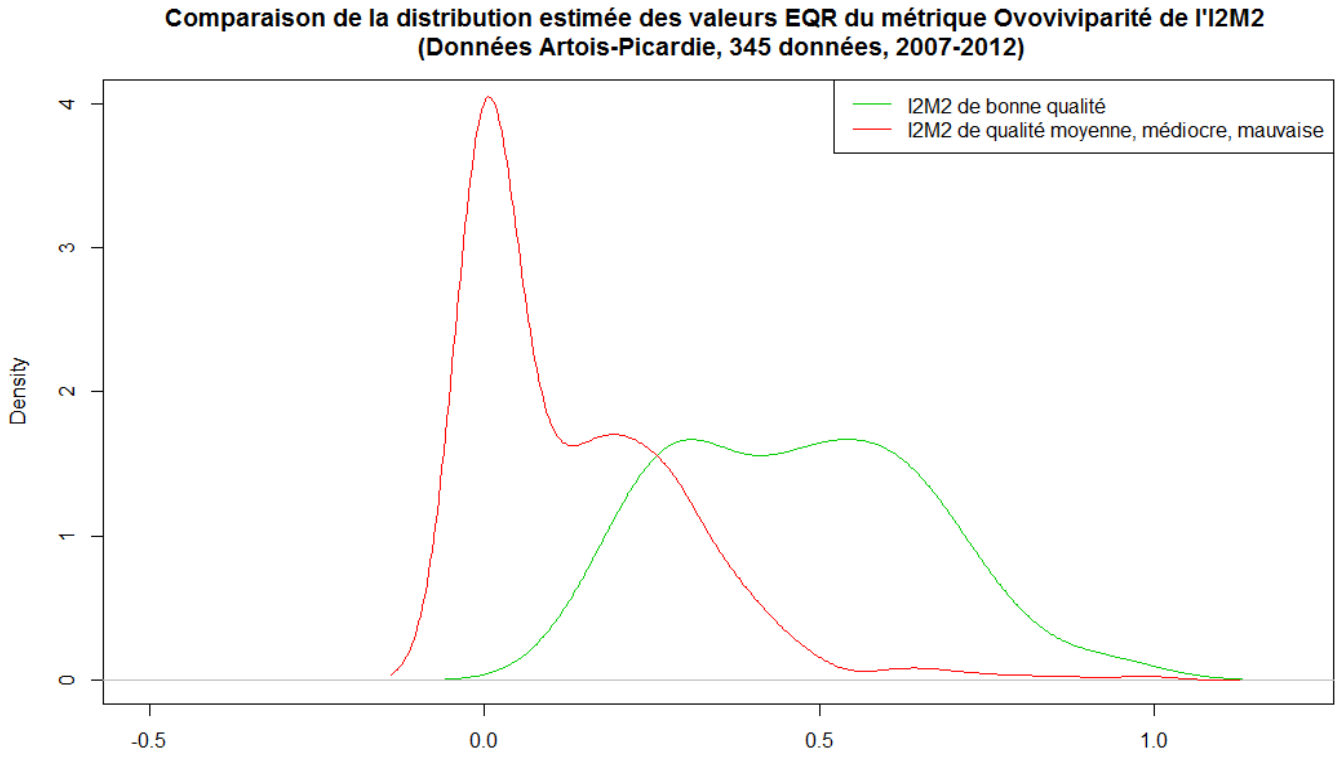


Des tests de comparaison des moyennes (test de Mann-Whitney-Wilcoxon) des valeurs brutes des métriques en fonction des qualités de l'I2M2 donnent les résultats dans le tableau ci-dessous. Au seuil de risque de 5%, les différences de moyenne sont toutes significatives.

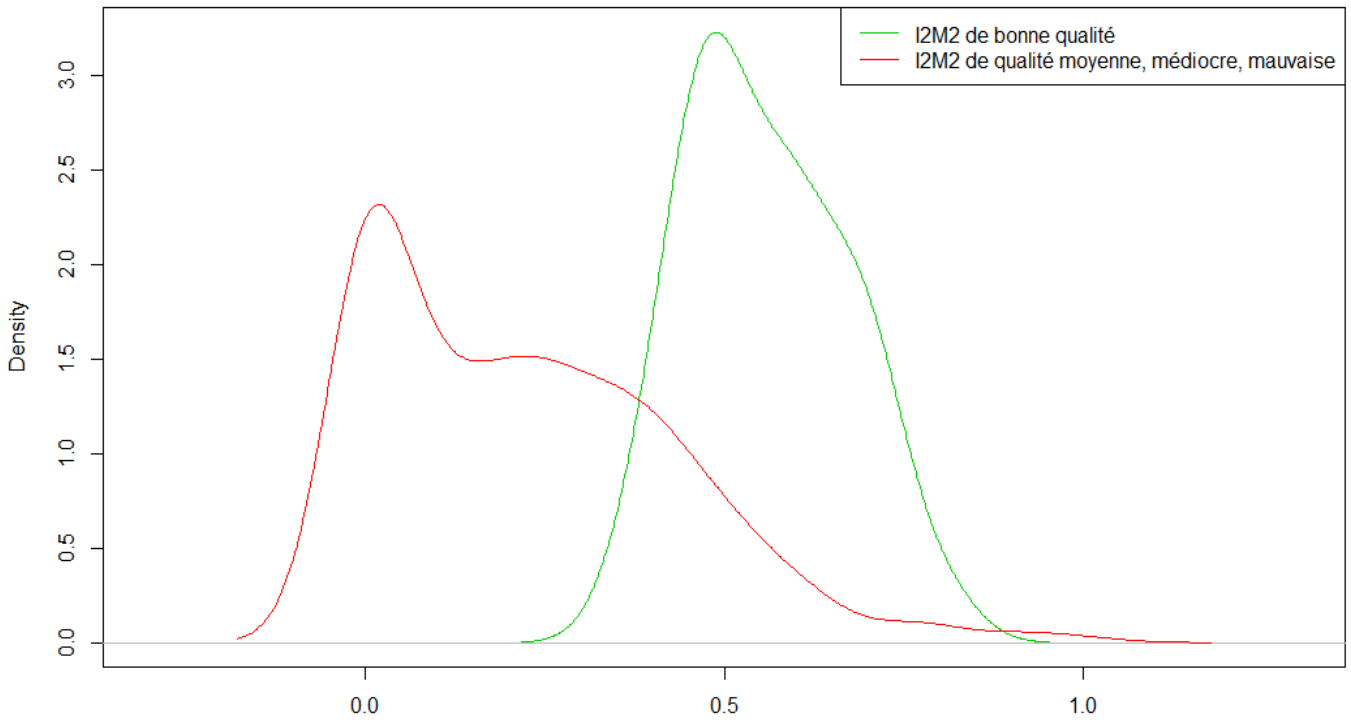
Métriques I2M2 2007-2012	Moyenne métriques I2M2 quand I2M2 bons	Moyenne métriques I2M2 quand I2M2 moyens, médiocres, mauvais	Nb de données	P-value
ASPT	5,39	4,71	345	0,00
Ovoviviparité	0,21	0,28	345	0,00
Polyvoltinisme	0,35	0,42	345	0,00
Richesse taxonomique	48,54	35,48	345	0,00
Indice de Shannon	3,19	2,45	345	0,00

✓ Avec les valeurs EQR des métriques

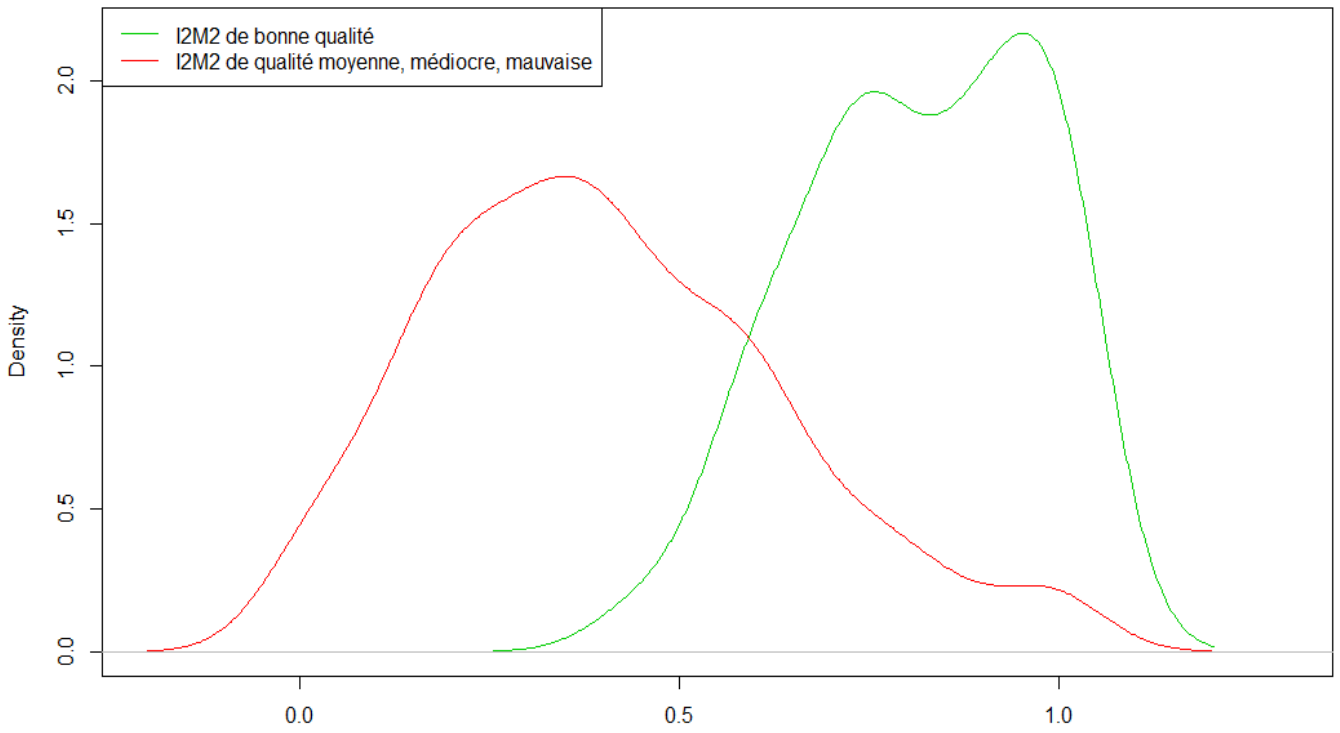


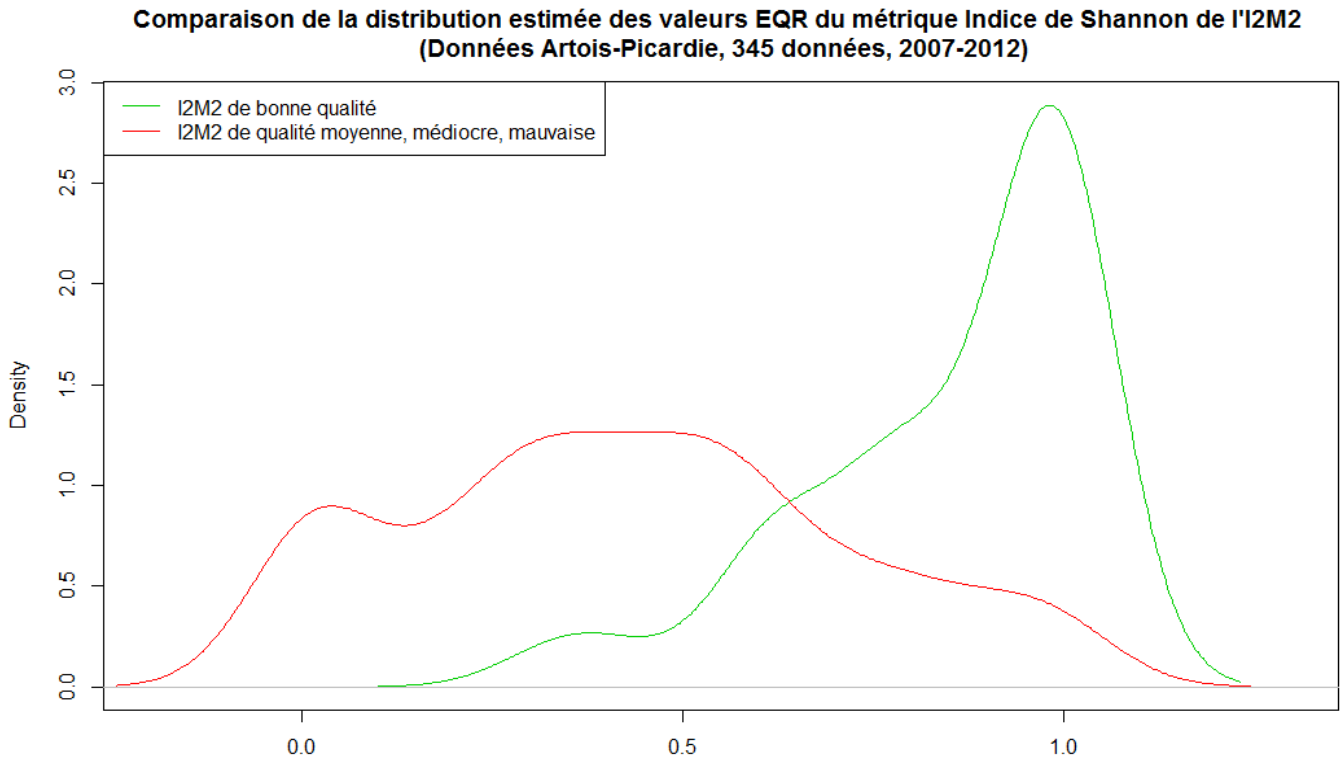


Comparaison de la distribution estimée des valeurs EQR du métrique Polyvoltinisme de l'I2M2 (Données Artois-Picardie, 345 données, 2007-2012)



Comparaison de la distribution estimée des valeurs EQR du métrique Richesse taxonomique de l'I2M2 (Données Artois-Picardie, 345 données, 2007-2012)





Des tests de comparaison des moyennes (test de Mann-Whitney-Wilcoxon) des valeurs EQR des métriques en fonction des qualités de l'I2M2 donnent les résultats dans le tableau ci-dessous. Au seuil de risque de 5%, les différences de moyenne sont toutes significatives.

Métriques I2M2 2007-2012	Moyenne métriques I2M2 quand I2M2 bons	Moyenne métriques I2M2 quand I2M2 moyens, médiocres, mauvais	Nb de données	P-value
ASPT	0,41	0,16	345	0,00
Ovoviviparité	0,46	0,13	345	0,00
Polyvoltinisme	0,55	0,22	345	0,00
Richesse taxonomique	0,81	0,40	345	0,00
Indice de Shannon	0,85	0,42	345	0,00

4.4. CORRELATIONS INDICES SEQ-PHYSIQUE ET INDICES BIOLOGIQUES

4.4.1. Objectifs et données

Nous disposons à la fois d'indices morphologiques du SEQ-Physique et des indices biologiques, I2M2 et IBG équivalent, ainsi que de leurs sous variables constitutives, mais pas à la même fréquence : 6 indices biologiques (I2M2 et IBG équivalent) ont été établis chaque année pour un seul indice morphologique au cours de la période (2007-2012). Nous avons donc calculé un indice biologique moyen sur la période et recherché la corrélation avec les indices morphologiques correspondants. Nous avons aussi procédé de la même manière avec les sous variables constitutives de ces indices biologiques.

L'indice hydrologie du SEQ-Physique n'est pas pris en compte car il est noté en 2 classes seulement.

4.4.2. Corrélations entre indices

Les coefficients de corrélation (r) entre indices sont les suivants ; les corrélations significatives et dans le même sens sont indiquées en vert ; en jaune, les corrélations significatives, mais inverses.

- **Valeurs brutes**

		Coefficient de corrélation entre les variables					
Indices SEQ-Physique	Nb données	I2M2 moyen 2007-2012	Average Score Per Taxon (ASPT)	Ovo-viviparité	Poly-voltinisme	Richesse taxo-nomique	Indice de diversité de Shannon
Indice Global	47	0,17	0,30	-0,13	-0,20	0,21	0,03
Indice Lit Majeur	47	0,20	0,32	-0,14	-0,22	0,27	0,17
Indice Lit Mineur	47	0,02	-0,01	0,02	-0,09	-0,01	-0,09
Indice Berge	47	0,14	0,28	-0,16	-0,09	0,20	0
Indice Ripisylve	47	0,10	0,18	-0,06	-0,09	-0,01	-0,18
Diversité ripisylve	45	0,31	0,19	-0,19	-0,24	0,16	-0,02
Continuité ripisylve	45	0,02	0,03	0,07	0,006	-0,11	-0,19
Répartition ripisylve	45	-0,02	0,14	0,09	0,11	-0,11	-0,36
Epaisseur ripisylve	45	0,23	0,31	-0,07	-0,15	0,12	-0,07
Etat ripisylve	45	-0,007	0,21	0,04	0,08	-0,08	-0,41
Seuils	45	-0,09	-0,16	-0,13	0,03	0,06	0,02
Débit solide	45	-0,07	-0,10	0,11	0,11	-0,04	-0,12
Sinuosité	45	0,07	0,25	-0,05	-0,05	0,25	-0,04
Ecoulements	45	0,12	0,21	-0,11	-0,17	0,07	-0,04
Nature des fonds	45	0,35	0,28	-0,07	-0,18	0,21	0,04
Variabilité profondeur	45	0,14	0,19	-0,11	-0,12	0,09	-0,05
Variabilité largeur	45	0,15	0,21	-0,02	-0,03	0,10	0,03
Dépôts	45	0,16	0,29	-0,19	-0,11	0,22	0,01
Encombrements du lit	45	0,11	0,05	-0,05	0,05	0,08	-0,07
Prolifération végétale	45	-0,003	0,24	0,15	0,05	0,10	0,10
Dynamique fluviale	45	-0,13	-0,19	0,24	0,29	-0,23	-0,29

Les corrélations significatives sont rares. Il peut sembler surprenant que des corrélations significatives apparaissent entre l'I2M2 et les facteurs du milieu alors que ses sous-indices constitutifs n'en présentent pas : nous l'attribuons au fait que les corrélations des métriques sont proches du seuil, et au jeu des pondérations des métriques dans l'I2M2.

		Coefficient de corrélation entre les variables		
Indices SEQ-Physique	Nb données	IBG éq moyen 2007-2012	Groupe faunistique indicateur	Variété taxonomique
Indice Global	47	0,24	0,23	0,17
Indice Lit Majeur	47	0,28	0,23	0,23
Indice Lit Mineur	47	-0,10	- 0,08	-0,04
Indice Berge	47	0,35	0,36	0,20
Indice Ripisylve	47	0,12	0,26	-0,05

Les résultats sont encore plus limités avec l'IBG équivalent. Les corrélations sont particulièrement faibles avec le lit mineur.

- **EQR**

			Coefficient de corrélation entre les variables					
Indices SEQ-Physique	Nb données	I2M2 moyen 2007-2012	EQR ASPT	EQR Ovo-viviparité	EQR Poly-voltinisme	EQR Richesse taxonomique	EQR Shannon	EQR IBG éq moyen 2007-2012
Indice Global	47	0,17	0,29	0,11	0,15	0,19	0,009	0,14
Indice Lit Majeur	47	0,20	0,25	-0,007	0,10	0,20	0,11	0,09
Indice Lit Mineur	47	0,02	0,07	0,06	0,12	0,05	-0,05	0,02
Indice Berge	47	0,14	0,14	0,14	0,05	0,07	-0,05	0,15
Indice Ripisylve	47	0,10	0,19	0,13	0,21	0,04	-0,09	0,09
Diversité ripisylve	44	0,31	0,18	0,25	0,34	0,19	0,03	0,22
Continuité ripisylve	44	0,02	0,02	0,01	0,06	-0,07	-0,18	-0,06
Répartition ripisylve	44	-0,02	0,11	-0,03	-0,05	-0,03	-0,26	-0,02
Epaisseur ripisylve	44	0,23	0,27	0,06	0,14	0,16	-0,08	0,24
Etat ripisylve	44	-0,007	0,16	-0,02	-0,01	0,00	-0,29	0,00
Seuils	44	-0,09	-0,15	0,18	-0,03	-0,01	-0,11	-0,00
Débit solide	44	-0,07	-0,07	0,02	-0,09	0,01	0,03	-0,14
Sinuosité	44	0,07	0,19	-0,02	-0,02	0,24	-0,14	0,18
Ecoulements	44	0,12	0,17	0,11	0,17	0,11	-0,06	0,16
Nature des fonds	44	0,35	0,31	0,19	0,24	0,30	0,11	0,24
Variabilité profondeur	44	0,14	0,15	0,12	0,13	0,05	-0,07	0,08
Variabilité largeur	44	0,15	0,20	0,00	0,04	0,17	0,10	0,25
Dépôts	44	0,16	0,20	0,11	0,07	0,23	0,00	0,26
Encombrements du lit	44	0,11	0,11	0,11	-0,00	0,14	0,06	-0,01
Prolifération végétale	44	-0,003	0,21	-0,30	-0,11	0,10	0,04	0,08
Dynamique fluviale	44	-0,13	-0,11	-0,10	-0,15	-0,10	-0,09	-0,15

Les corrélations ne sont pas meilleures avec les EQR.

4.5. RECHERCHE DE LIENS ENTRE INDICES BIOLOGIQUES ET RISQUE PROBABLE D'ALTERATION SYRAH

4.5.1. Objectifs et données

Il s'agit de voir la variation de l'indice I2M2 et de ses cinq métriques en fonction de la classe d'altération la plus probable des risques Syrah. Nous avons fait une analyse de la variance (une ANOVA à un facteur) des indices biologiques en fonction de la classe la plus probable des risques Syrah selon les paramètres HQ, PL,

SS et SR. Le paramètre HD est exclu de l'analyse car la classe d'altération la plus probable n'obtient que la valeur « très faible ».

Après avoir vérifié à chaque fois l'homogénéité des variances (par le test de Bartlett), nous avons appliqué l'ANOVA et les résultats sont dans le tableau ci-dessous. Au seuil de risque de 5%, les p-values significatives sont en vert.

Valeurs brutes

		p-values seuil risque 5%					
Paramètres Syrah	Nb données	I2M2	Average Score Per Taxon (ASPT)	Ovo-viviparité	Poly-voltinisme	Richesse taxo-nomique	Indice de diversité de Shannon
Quantité du débit d'eau (HQ)	334	2,6e-07	2.2e-08	0,001	0,00	0,00	0,009
Variation de la profondeur et de la largeur de la rivière (PL)	334	0,21	0,22	0,03	0,00	0.30	0,61
Structure et substrat du lit (SS)	334	4,9e-09	0,001	0,01	9,1e-07	1,6e-08	8,1e-07
Structure de la rive (SR)	334	0,40	0,14	0.9	0,00	0,9	0,01

Les paramètres HQ et SS ont un effet significatif sur les indices biologiques. Les paramètres PL et SR n'ont pas d'effet significatif sur l'indice I2M2, mais sur le polyvoltinisme et l'indice de diversité.

EQR

				p-values seuil risque 5%		
Paramètres Syrah	Nb données		EQR ASPT	EQR Ovo-viviparité	EQR Poly-voltinisme	EQR Richesse taxo-nomique	EQR diversité Shannon
Quantité du débit d'eau (HQ)	334		2.2e-08	0,001	1.9e-05	0.0006	0,009
Variation de la profondeur et de la largeur de la rivière (PL)	334		0,21	0,14	0,001	0,30	0,61
Structure et substrat du lit (SS)	334		0,000	0,01	9.1e-07	1.6e-08	8.1e-07
Structure de la rive (SR)	334		0,01	0,72	0,001	0,96	0,01

On retrouve les mêmes paramètres significatifs avec les EQR des métriques.

5. EVALUATION DE LA CAPACITE DE PREVISION DE L'I2M2

5.1. COMPARAISON DES DIAGRAMMES-RADAR WQ ET DES ALTERATIONS SEQ-EAU

5.1.1. Données et objectifs

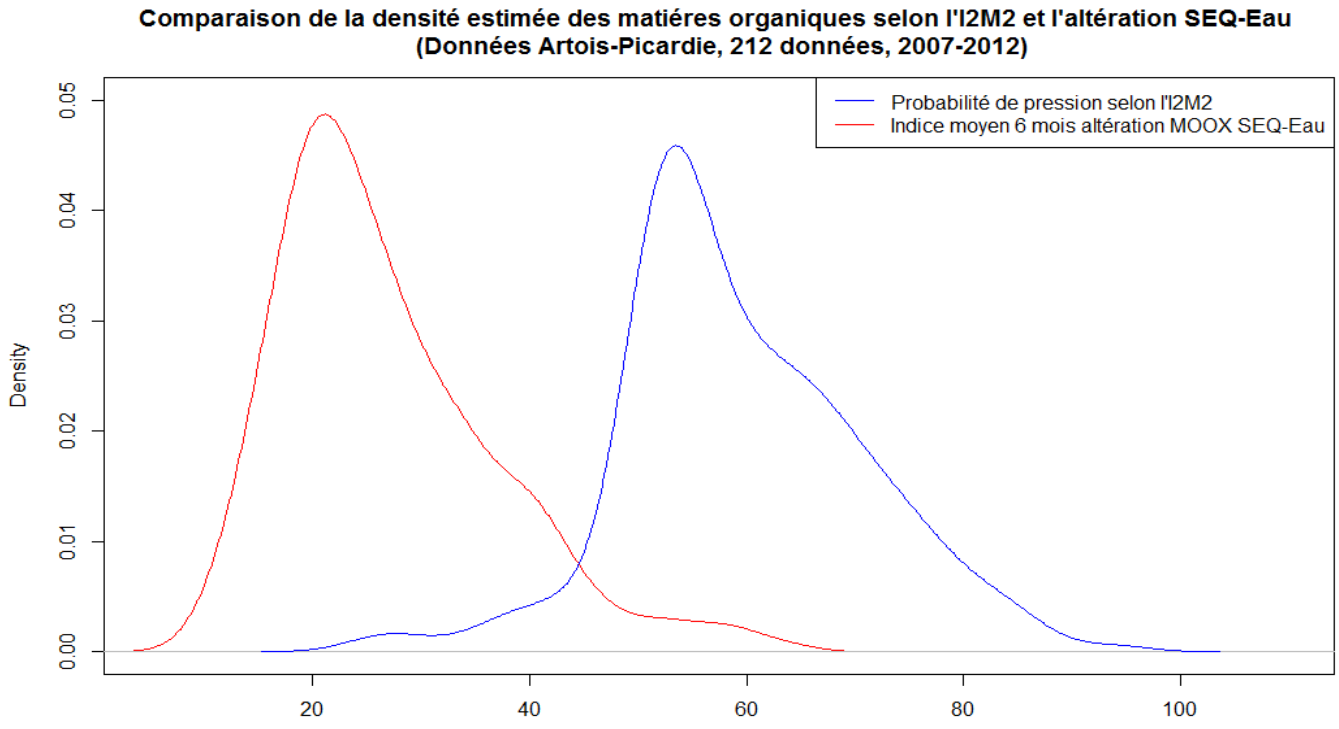
Il s'agit de confronter les prédictions faites par l'I2M2 en terme de pressions (= pollutions + modifications morphologiques et physiques) avec les observations terrain (=altérations SEQ-eau obtenues à partir de résultats d'analyses sur échantillons d'eau et observations du milieu SEQ physique).

Les prédictions de pressions par l'I2M2 sont données sous forme graphique (« diagrammes radar ») et sous forme de probabilité, entre 0 et 1, concernant la qualité de l'eau (water quality) WQ1 : matière organique, WQ2 : matières azotées ; WQ3 : nitrates ; WQ4 : matières phosphorées; WQ6 : acidification ; WQ8 : pesticides. Les données SEQ-eau correspondant sont les indices d'altération moyens 6 mois avant le prélèvement MOOX, MAZOT, NO3, MPHOS, ACID et PEST.

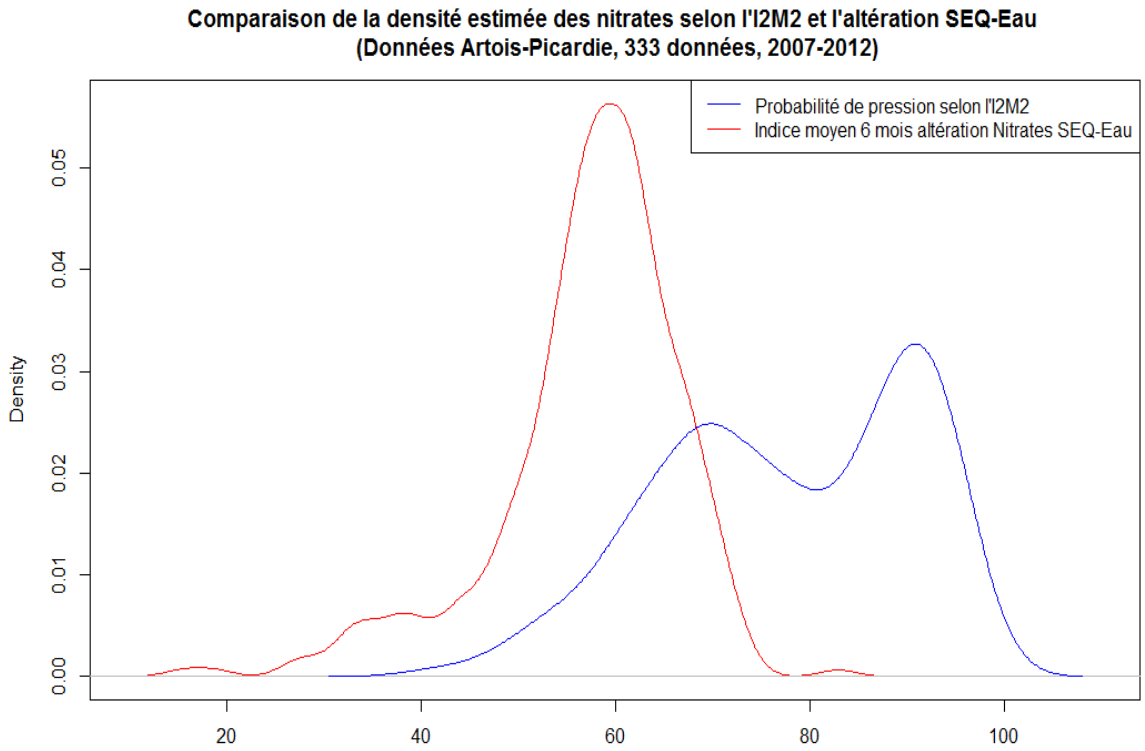
La probabilité de pression croît avec le risque de pollution, alors que l'indice de l'altération diminue avec la pollution. Leurs variations sont donc a priori inverses.

5.1.2. Représentations graphiques

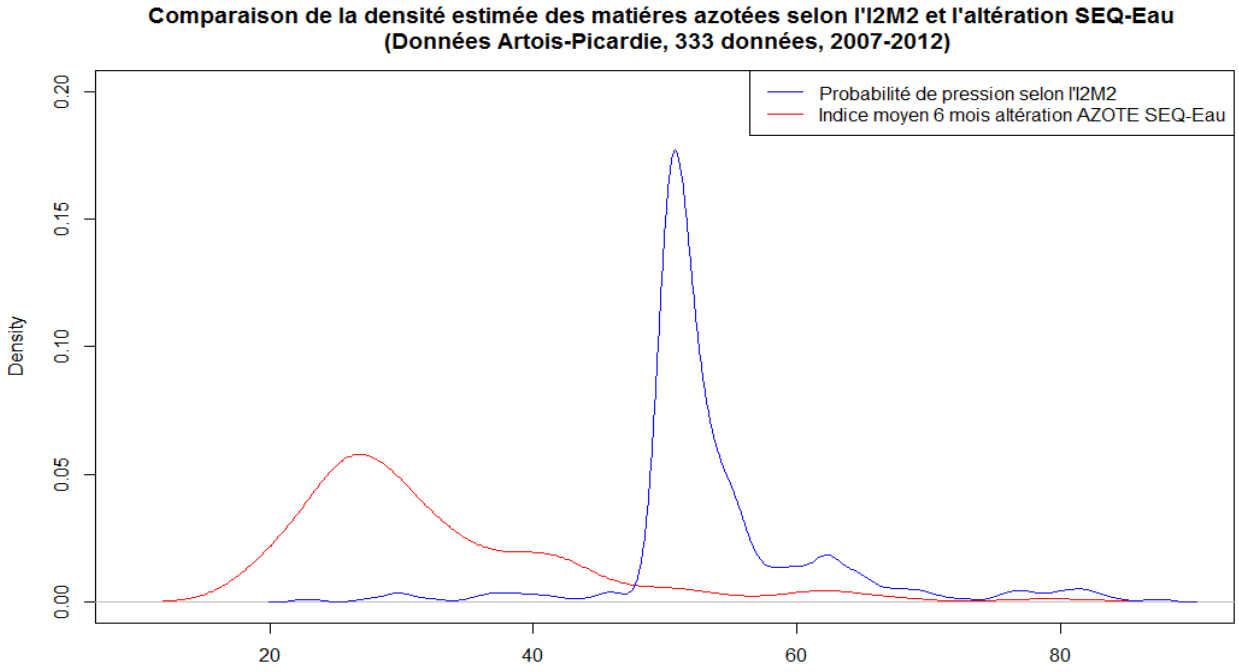
NB : Pour comparer graphiquement les distributions de ces 2 variables, nous avons calculé un indice SEQ-eau moyen 6 mois » par la formule 1 – indice de l'altération.



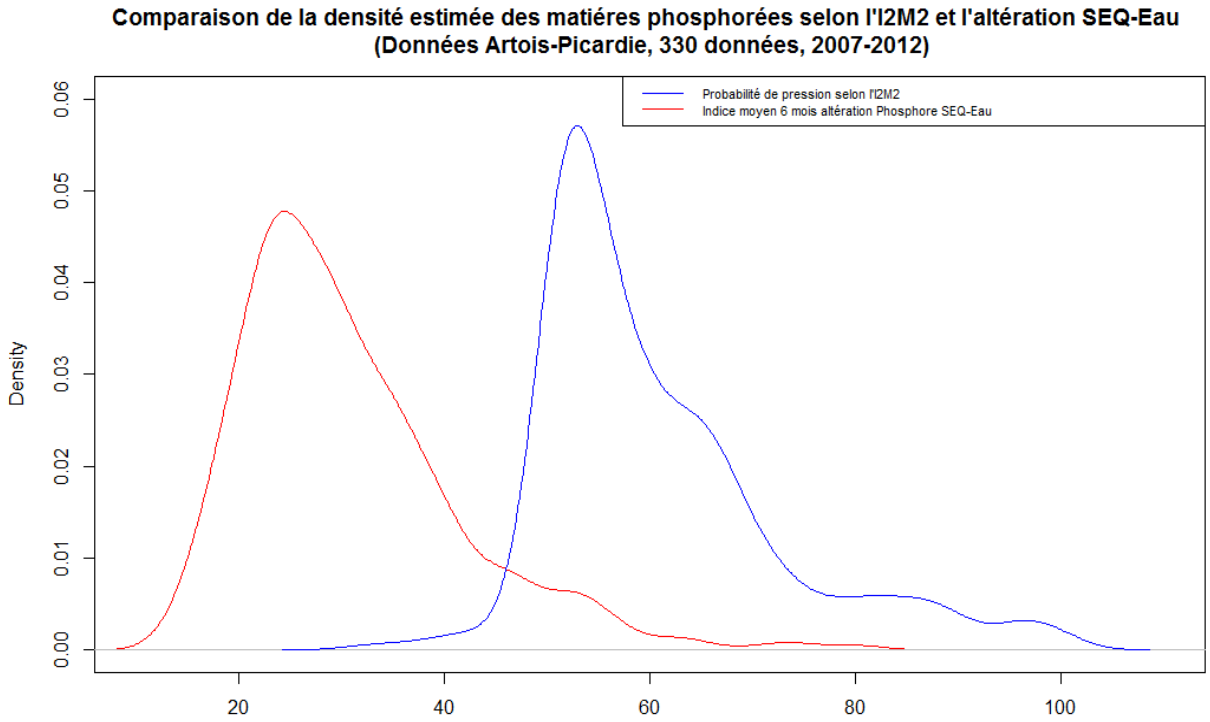
Ces 2 courbes Matières organiques ont sensiblement les mêmes caractéristiques (forme et maximum) ; elles sont en revanche très décalées. La prévision de pression (indice supérieur à 50 concerne une majorité de stations, alors que la pollution ne concerne qu'une faible proportion de stations d'après les données SEQ-eau (inversées).



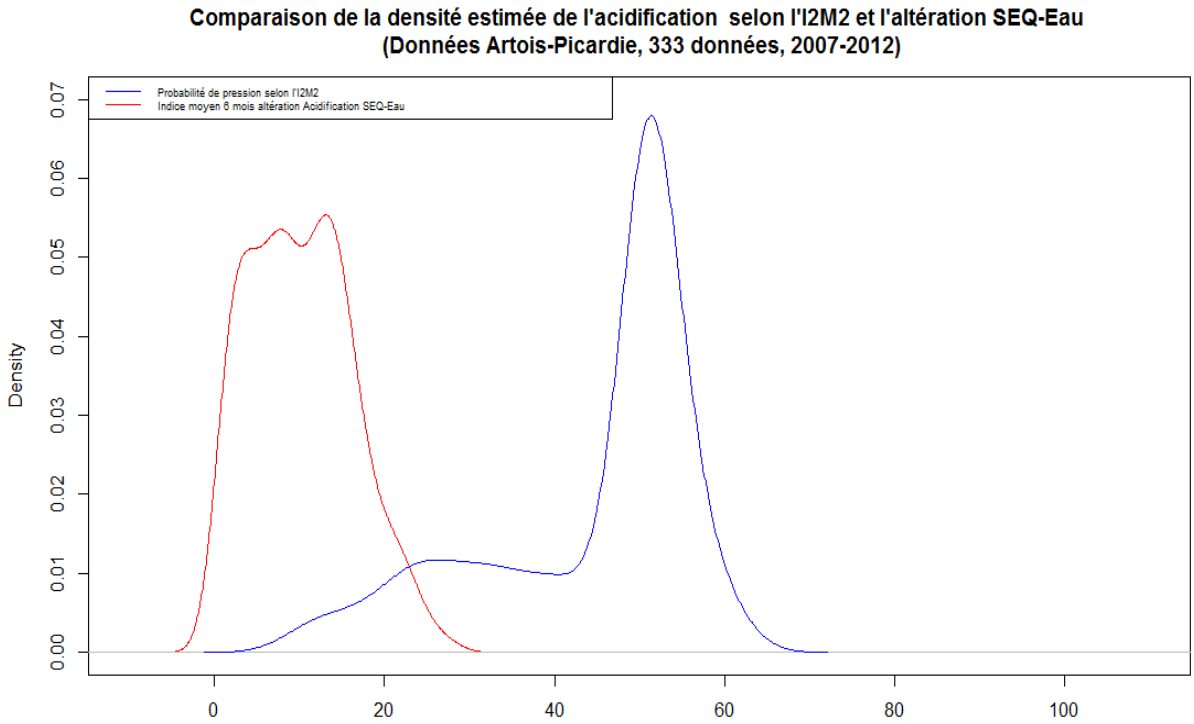
Ces 2 courbes Nitrates n'ont ni la même forme, ni le même maximum et elles sont assez décalées. La prévision de pression concerne une majorité de stations. Elle existe réellement d'après les données SEQ-eau (inversées), mais est de moindre ampleur.



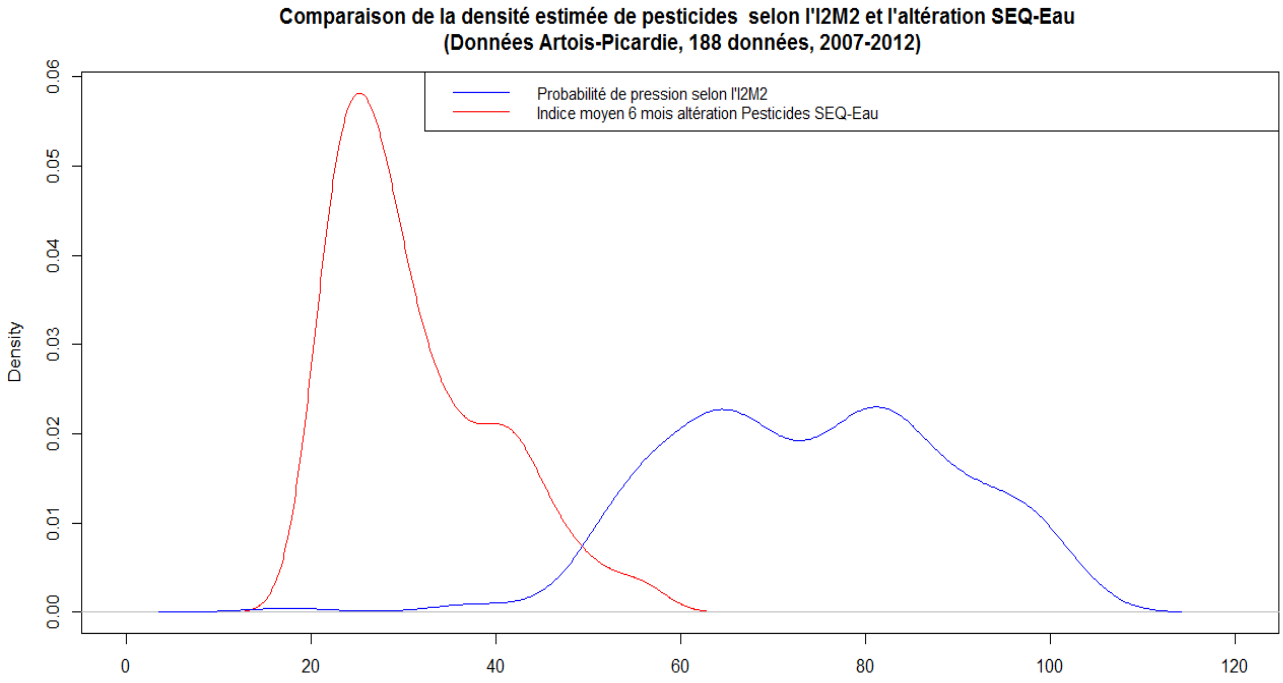
Ces 2 courbes Matières Azotées n'ont ni la même forme, ni le même maximum ; elles sont très décalées. La prévision de pression concerne une majorité de stations-date, alors que c'est l'inverse d'après les données SEQ-eau (inversées)



Ces 2 courbes Matières Phosphorées n'ont pas tout-à-fait la même forme, elles n'ont pas le même maximum ; elles sont très décalées. La probabilité de pression maximale concerne une majorité de stations-date, alors qu'elle n'est constatée que dans une minorité d'après les données SEQ-eau (inversées).



Ces 2 courbes Acidification n'ont ni la même forme, ni le même maximum ; elles sont décalées. La prévision d'acidification concerne un grand nombre de stations ; les données SEQ-eau ne déterminent que des classes de qualité très bonne et bonne.



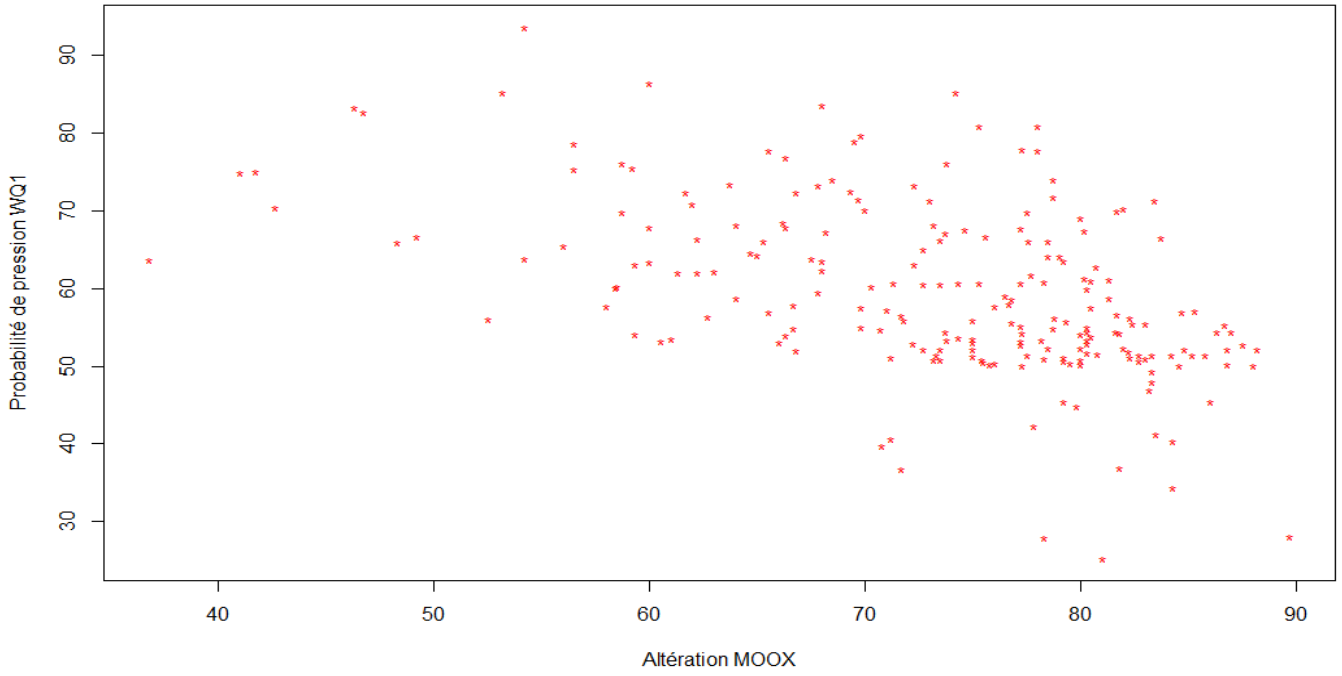
Ces 2 courbes Pesticides n'ont ni la même forme, ni le même maximum) ; elles sont très décalées. La prévision de pression concerne une majorité de stations ; alors que les données SEQ-eau (inversées) donnent une situation plus nuancée.

5.1.3. Recherche de corrélation probabilité de pressions et altérations SEQ-Eau

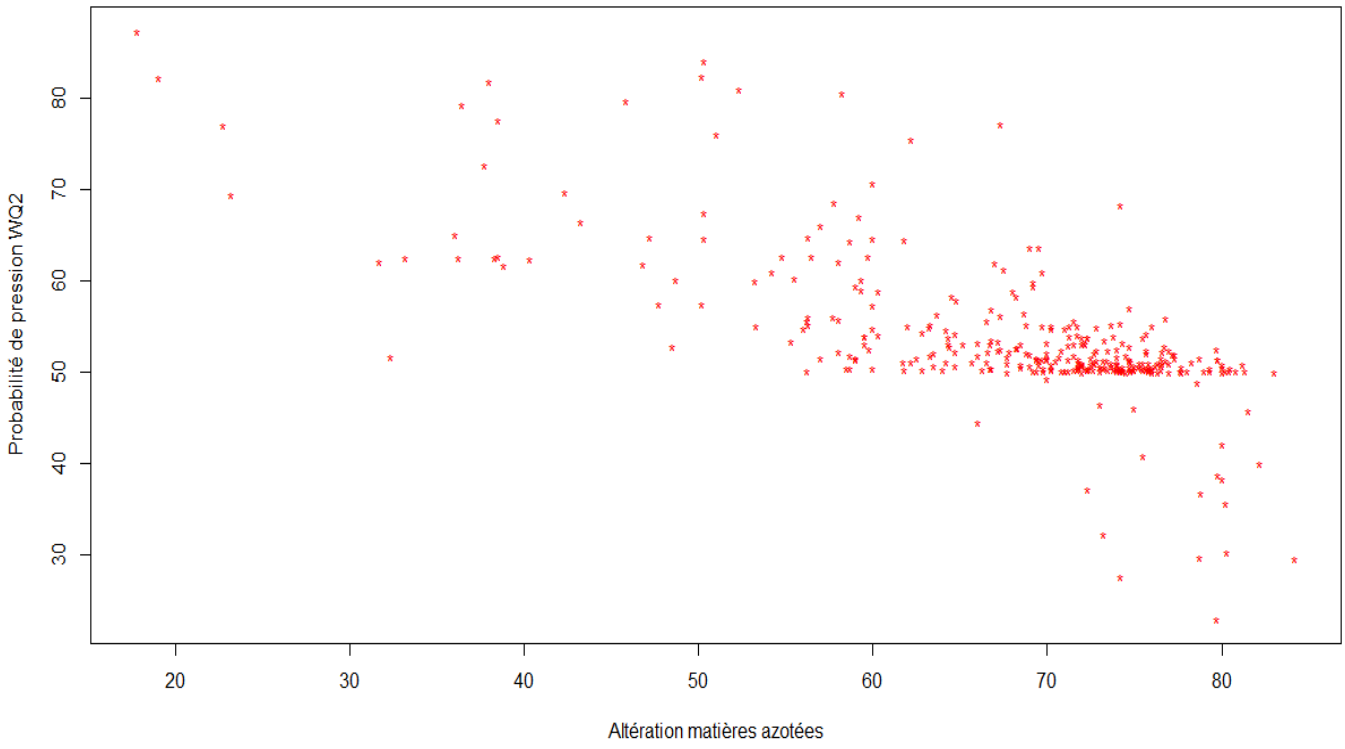
5.1.3.1. Représentations graphiques

On rappelle que les indices SEQ-eau et les probabilités de pression par l'I2M2 varient en sens inverse.

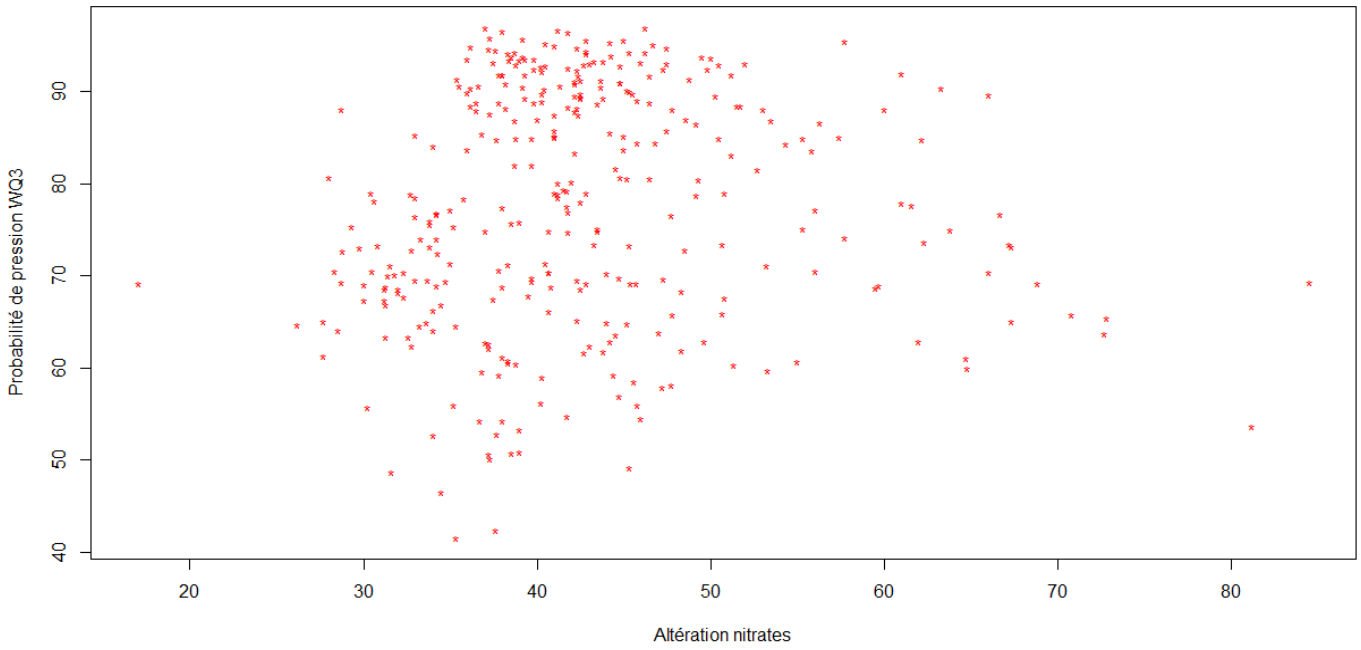
Représentation de la probabilité de pression WQ1 selon l'I2M2 en fonction de l'altération MOOX du SEQ-Eau (Données Artois-Picardie , 212 données, 2007-2012)



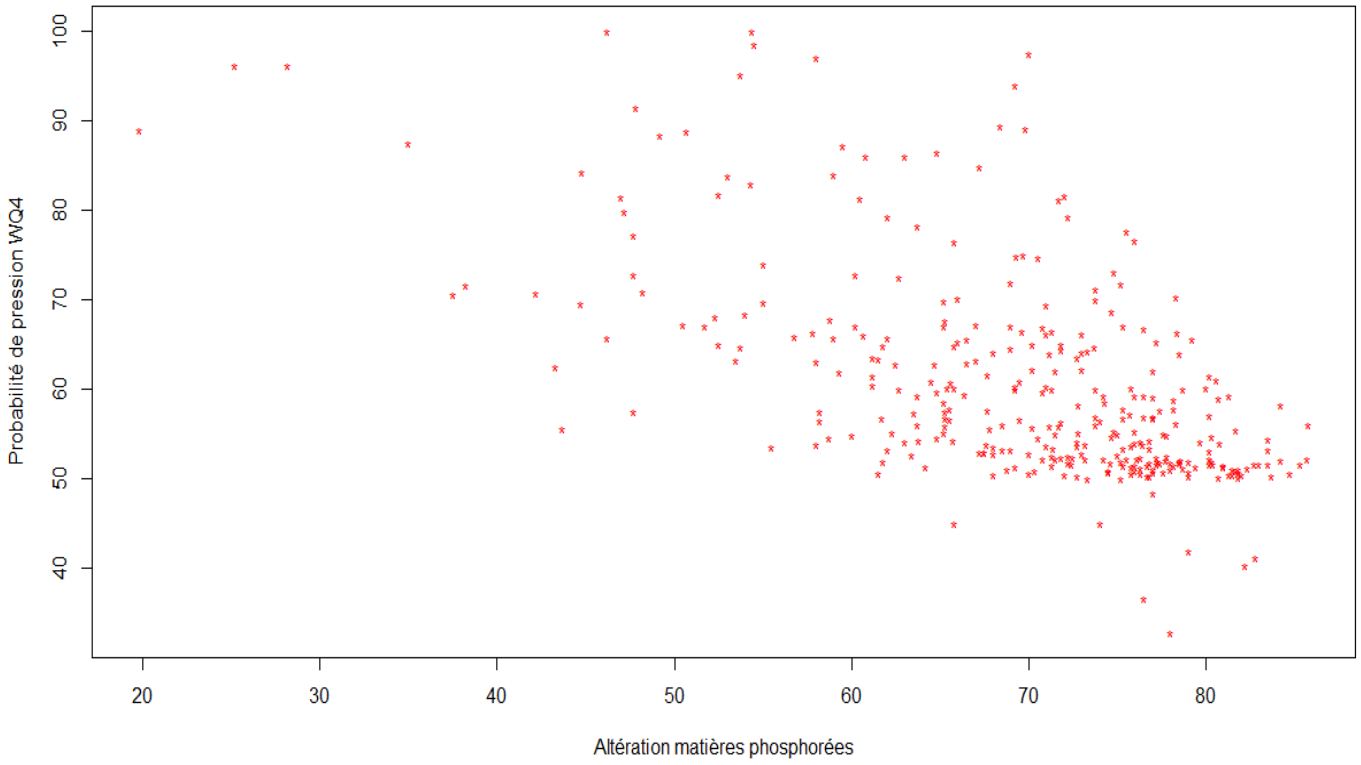
Représentation de la probabilité de pression WQ2 selon l'I2M2 en fonction de l'altération matières azotées du SEQ-Eau (Données Artois-Picardie , 333 données, 2007-2012)

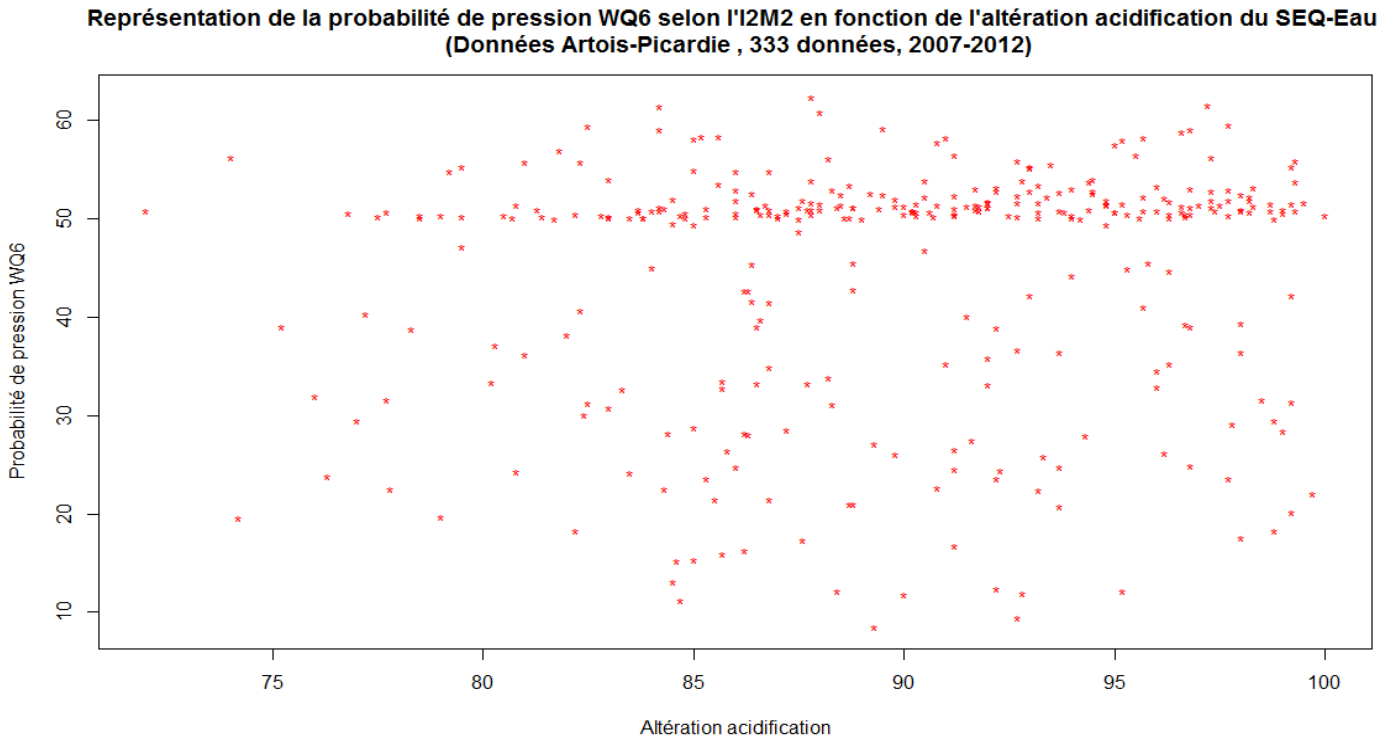


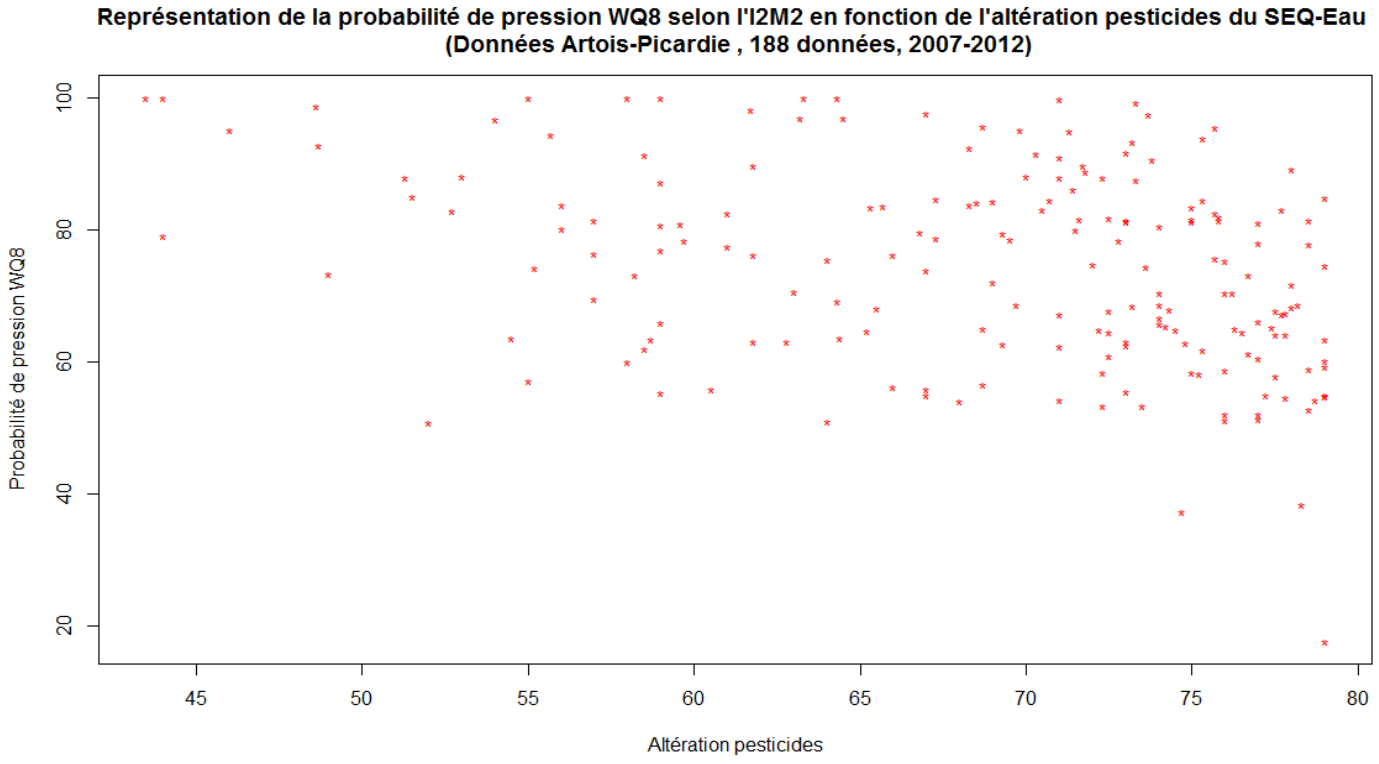
Représentation de la probabilité de pression WQ3 selon l'I2M2 en fonction de l'altération nitrates du SEQ-Eau (Données Artois-Picardie , 333 données, 2007-2012)



Représentation de la probabilité de pression WQ4 selon l'I2M2 en fonction de l'altération matières phosphorées du SEQ-Eau (Données Artois-Picardie , 330 données, 2007-2012)







Ces graphes montrent des relations inverses entre indices SEQ-eau et probabilités de pressions I2M2.

5.1.3.2. Corrélation linéaire

Les coefficients de corrélation linéaire (r) entre variables sont les suivants ; les corrélations significatives sont surlignées en couleur :

Coefficient de corrélation r entre les variables		Probabilités de pression selon l'I2M2					
Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nb données	WQ1	WQ2	WQ3	WQ4	WQ6	WQ8
Matières organiques et oxydables	212	-0,50					
Matières azotées hors nitrates	333		-0,70				
Nitrates	333			0,05			
Matières phosphorées	330				-0,60		
Acidification	333					0,10	
Pesticides	188						-0,34

Les corrélations significatives sont négatives, puisque les probabilités de pression croissent avec la pollution, alors que les indices d'altération SEQ-eau diminuent.

5.1.3.3. Corrélation non linéaire

Les coefficients de corrélation non linéaire (rho) entre variables sont les suivants ; les corrélations significatives sont surlignées en couleur :

Coefficient de corrélation rho entre les variables		Probabilités de pression selon l'I2M2					
Altérations SEQ-eau V2 Indices moyens 6 mois	Nb données	WQ1	WQ2	WQ3	WQ4	WQ6	WQ8
Matières organiques et oxydables	212	-0,52					
Matières azotées hors nitrates	333		-0,66				
Nitrates	333			0,14			
Matières phosphorées	330				-0,59		
Acidification	333					0,16	
Pesticides	188						-0,35

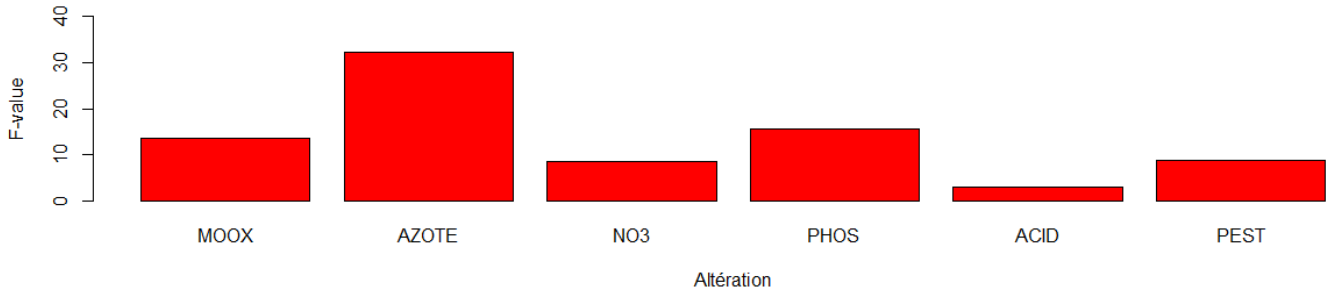
Les corrélations non linéaires apparaissent plus significatives que les corrélations linéaires. Mais il est très surprenant que des corrélations positives apparaissent avec les nitrates et l'acidification : cela voudrait dire que la prévision de pression (pollution) augmente avec l'indice d'altération (lorsque la qualité de l'eau mesurée est meilleure).

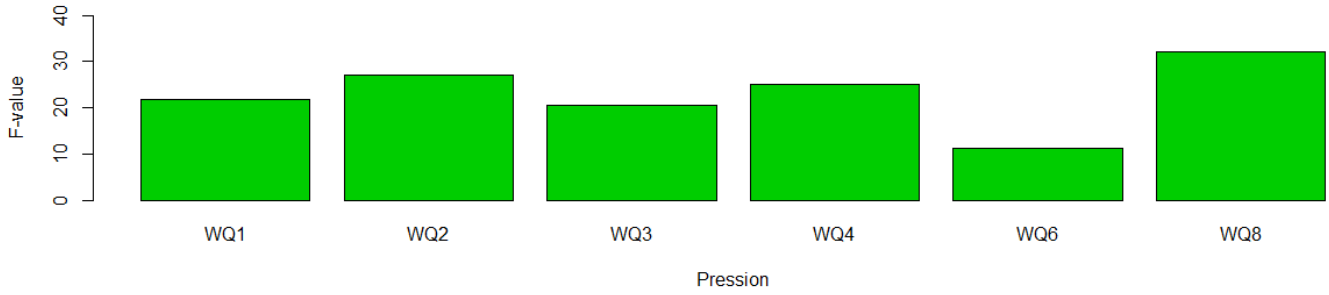
5.1.4. Pouvoir de discrimination des probabilités de pression selon l'I2M2 et de 6 altérations du SEQ-Eau

Pour déterminer le pouvoir de discrimination des variables, nous avons calculé la statistique F (F-value) de L'ANOVA (analyse de la variance) de chaque altération et de chaque probabilité de pression. Les variables les plus discriminantes sont celles qui ont la plus grande F-value. Cet indicateur permet de voir le poids de chaque variable dans la discrimination des observations.

Altérations SEQ-Eau	F-value	Probabilités de pression I2M2	F-value
MOOX	13,5	WQ1	21,7
MAZOT	32,2	WQ2	27,1
NO3	8,5	WQ3	20,5
MPHOS	15,6	Wq4	24,9
ACID	3,1	WQ6	11,3
PEST	8,8	WQ8	32,2

Le résultat est sur le graphique ci-dessous :





Selon le SEQ-Eau, la variable la plus discriminante est les matières azotées, suivie des matières phosphorées et des MOOX ; alors que pour l'I2M2 la variable la plus discriminante est les pesticides (WQ8). La hiérarchie n'est donc pas la même.

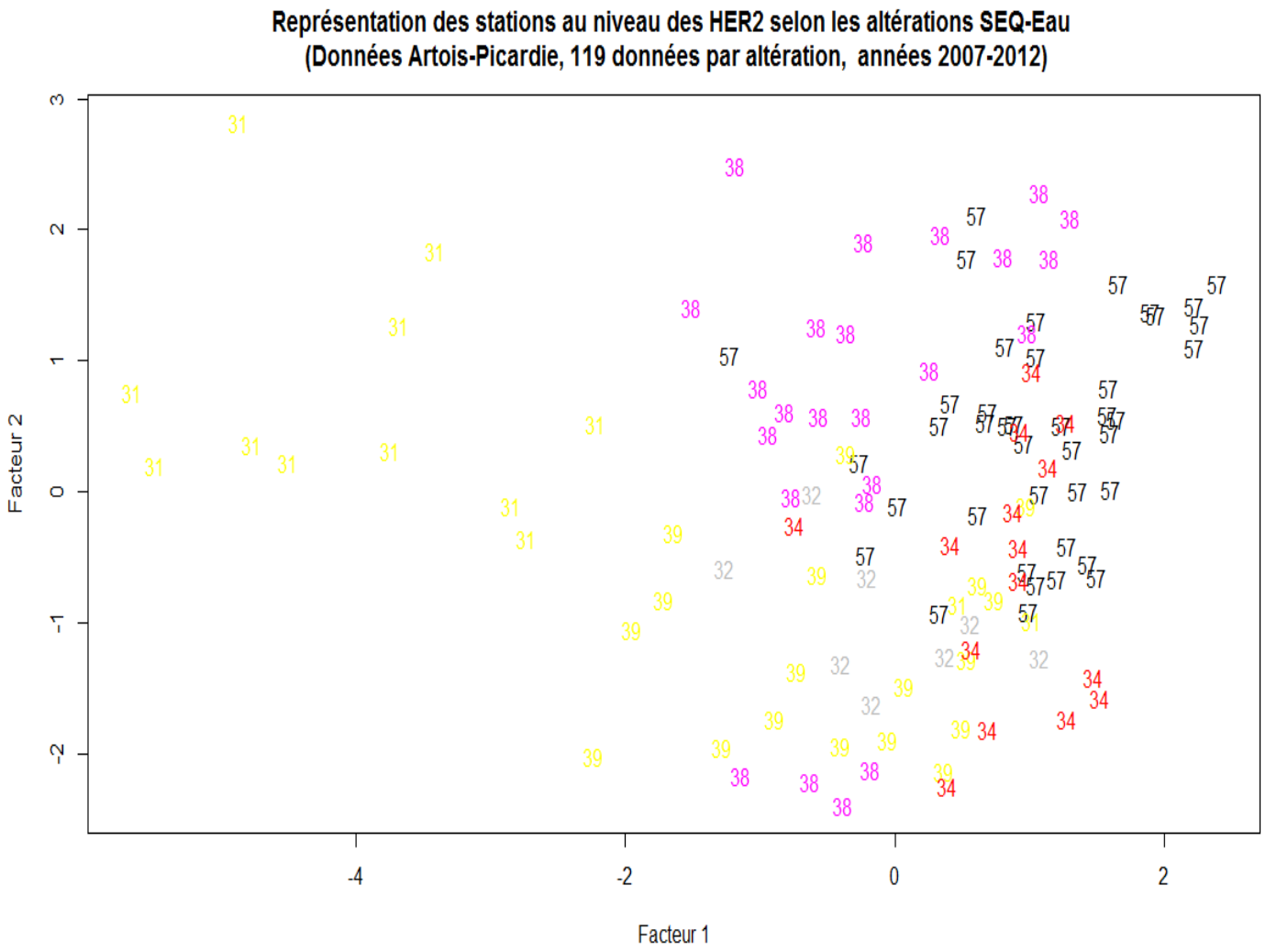
5.1.5. Capacité de prévision d'une HER2 pour une station donnée à partir des prévisions de pression selon l'I2M2 et des altérations du SEQ-Eau 6 mois

Nous avons fait deux modèles d'analyse factorielle discriminante (AFD) à partir des indices de qualité moyens 6 d'altérations SEQ-Eau et des probabilités de pressions selon l'I2M2, et calculé la capacité de chaque modèle à prédire l'HER2 d'une station donnée.

5.1.5.1. A partir des altérations SEQ-Eau

Code HER2	Nom HER2	Nombre de données
57	Haute Normandie Picardie	41
32	Boulonnais	8
38	Auréole Crétacé	24

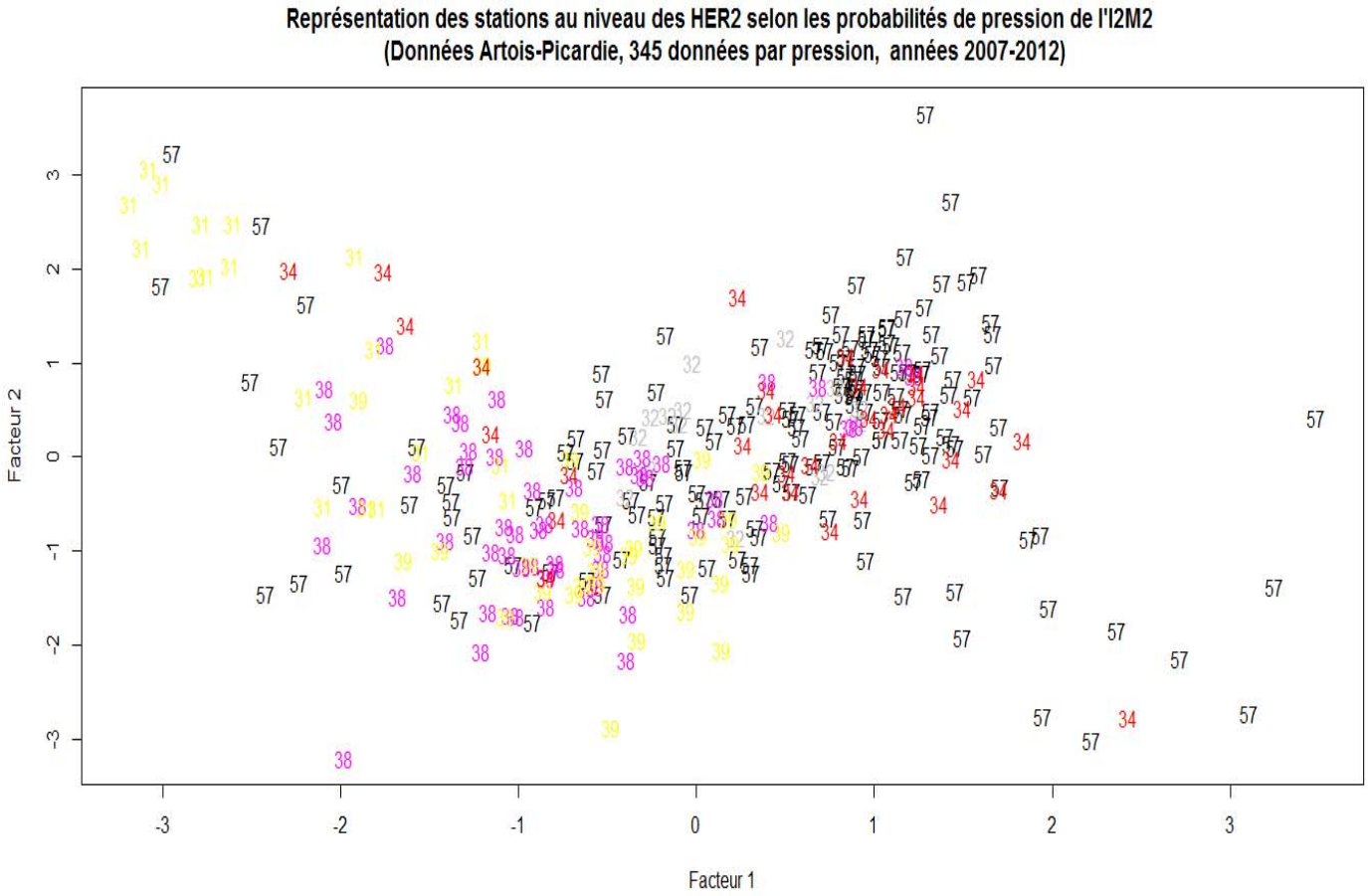
31	Flandres intérieures+Moëres	18
39	Thiérache+Douai Condé	13
34	Ardennes	15



Le pourcentage d'estimation de l'appartenance d'une station à l' HER2 à partir des données d'altérations SEQ-Eau est de l'ordre de 68%, ce qui est assez bon. On voit en effet que les stations s'individualisent assez nettement les unes des autres dans les 2 premiers axes de l'analyse : la pollution de l'eau diffère selon l'HER.

5.1.5.2. A partir des probabilités de pressions selon l'I2M2

Code HER2	Nom HER2	Nombre de données
57	Haute Normandie Picardie	183
32	Boulonnais	17
38	Auréole Crétacé	59
31	Flandres intérieures+Moëres	20
39	Thiérache+Douai Condé	30
34	Ardennes	36



Nous avons aussi fait un modèle de prédiction de l'appartenance d'une station à l'HER2 à partir des probabilités de pression de l'I2M2. Le pourcentage de bonne estimation de ce modèle est de l'ordre de 60%. Cette prévision est inférieure à celle obtenue avec les altérations SEQ-eau. Par ailleurs, dans les 2 premiers axes de l'analyse, les HER apparaissent assez « mélangées » : on peut interpréter ces éléments comme le fait que la prévision de pressions par l'I2M2 est assez bonne sans être totalement fiable. Le risque d'erreur est un peu élevé (40%) et plus élevé que celui obtenu avec les altérations SEQ-eau 6 mois (30%).

5.2. COMPARAISON DES DIAGRAMMES RADAR HD ET DESCRIPTEURS SEQ-PHYSIQUE

5.2.1. Données et objectifs

Il s'agit de confronter les prédictions faites par l'I2M2 en terme de pressions (= modifications morphologiques et physiques) avec les observations terrain (=altérations SEQ-Physique).

Les prédictions de pressions par l'I2M2 sont données sous forme graphique (« diagrammes radar ») et sous forme de probabilité, entre 0 et 1, concernant la dégradation de l'habitat (habitat degradation), avec en particulier HD1 : Voies de communication, HD2 : Couverture forestière 30 m ; HD4 : risque érosion. Les données SEQ-Physique correspondant approximativement (la méthode SEQ physique étant bien antérieure à celle de l'I2M2) sont Axes de communication, Epaisseur (+ continuité et répartition) de la ripisylve, Dépôts. La probabilité de pression croît avec le risque de pollution, alors que l'indice physique diminue avec la pollution. Leurs variations sont donc a priori inverses.

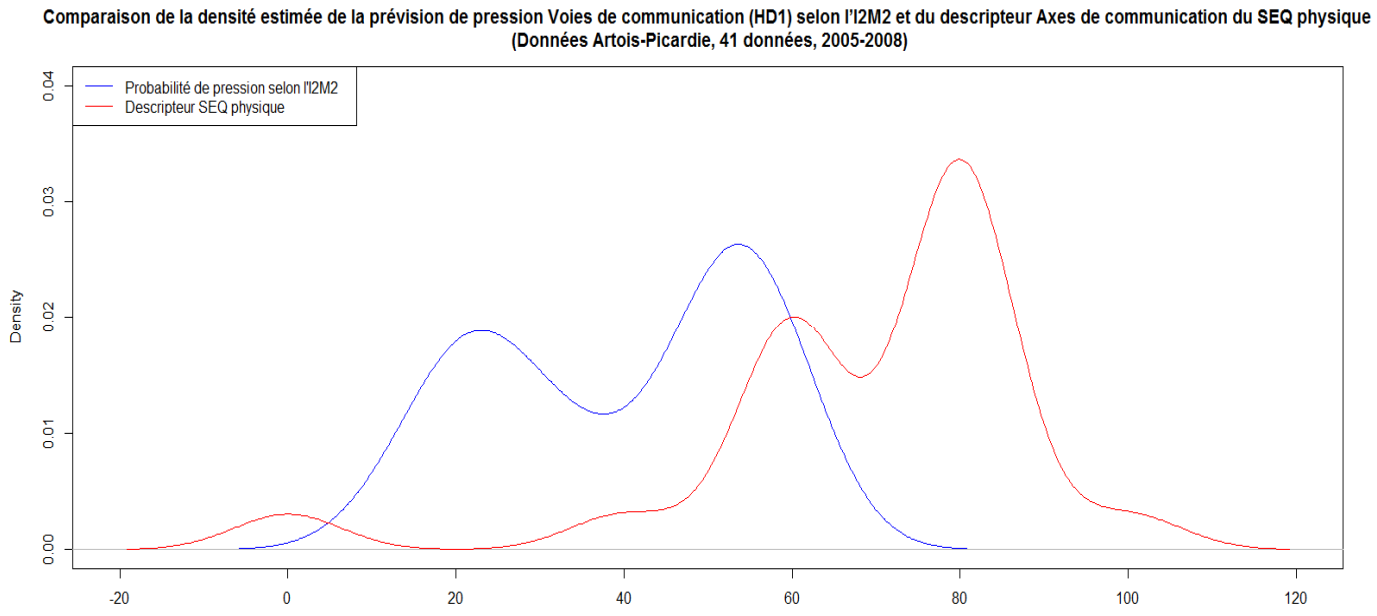
Des prévisions de pression par les diagrammes radars sont disponibles chaque année aux différentes stations alors qu'il n'y a qu'une série SEQ physique : De ce fait, nous avons utilisé les valeurs HD de l'année 2008 pour les comparer aux données SEQ-Physique, collectées en 2005-2007.

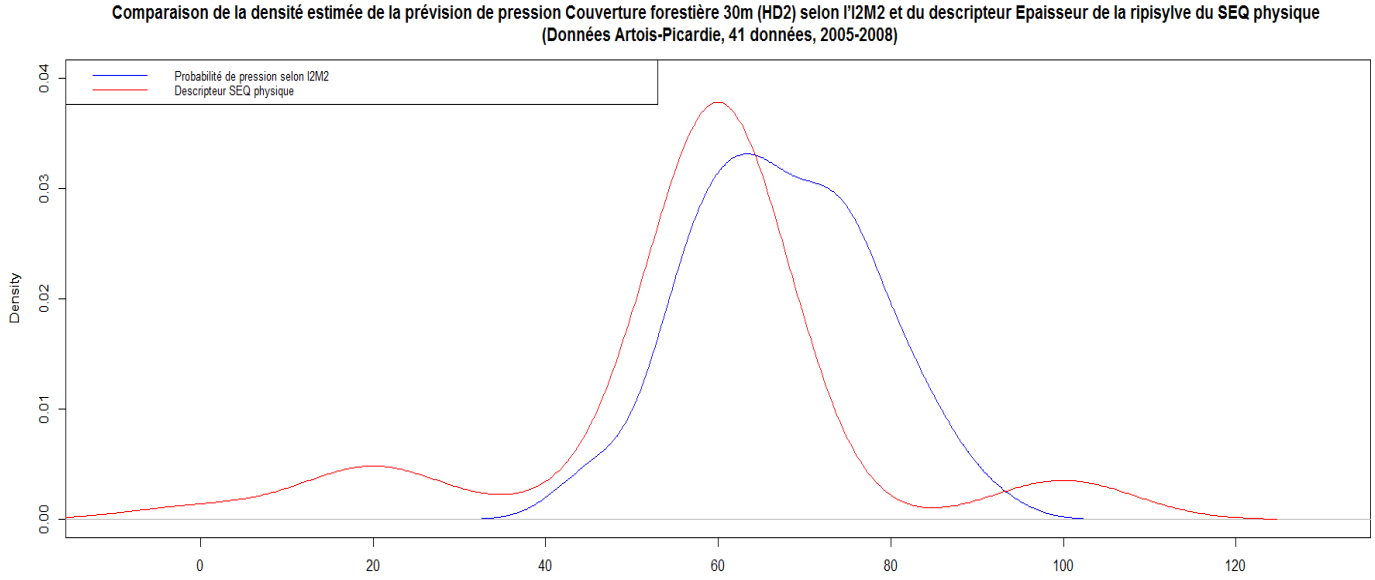
Remarque : les résultats HD aux 41 stations 2008 affectées des données SEQ-physique sont très proches ceux concernant les 351 stations-date (2007-2012) :

Prévision de pression diagramme radar	Nb données prévision significative (indice > 0,50)	% (sur 351)	Nb stations 2008 prévision significative (indice > 0,50)	% (sur 41)
HD1 : voies communication	182	52	21	51
HD2 : couverture forestière	333	95	39	95
HD4 : risque d'érosion	243	98	41	100

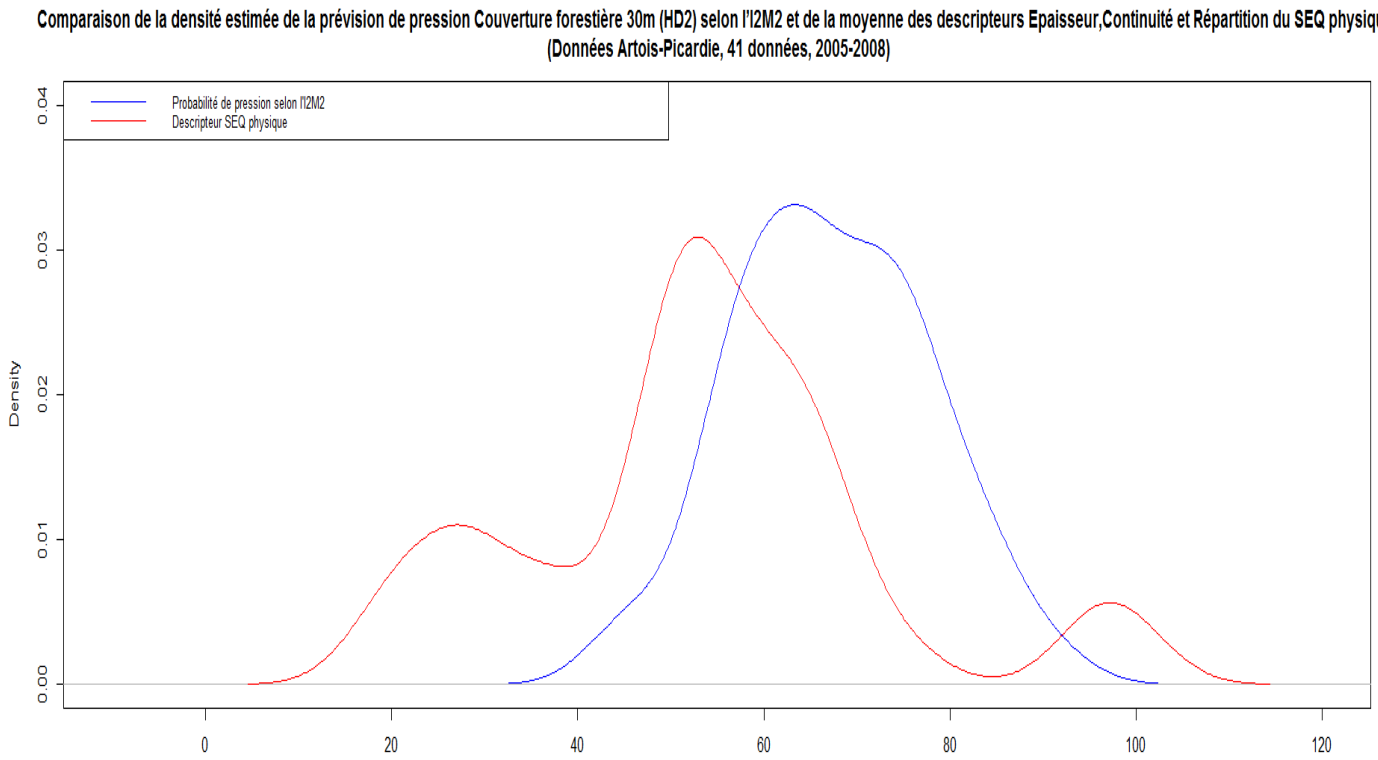
5.2.2. Représentations graphiques

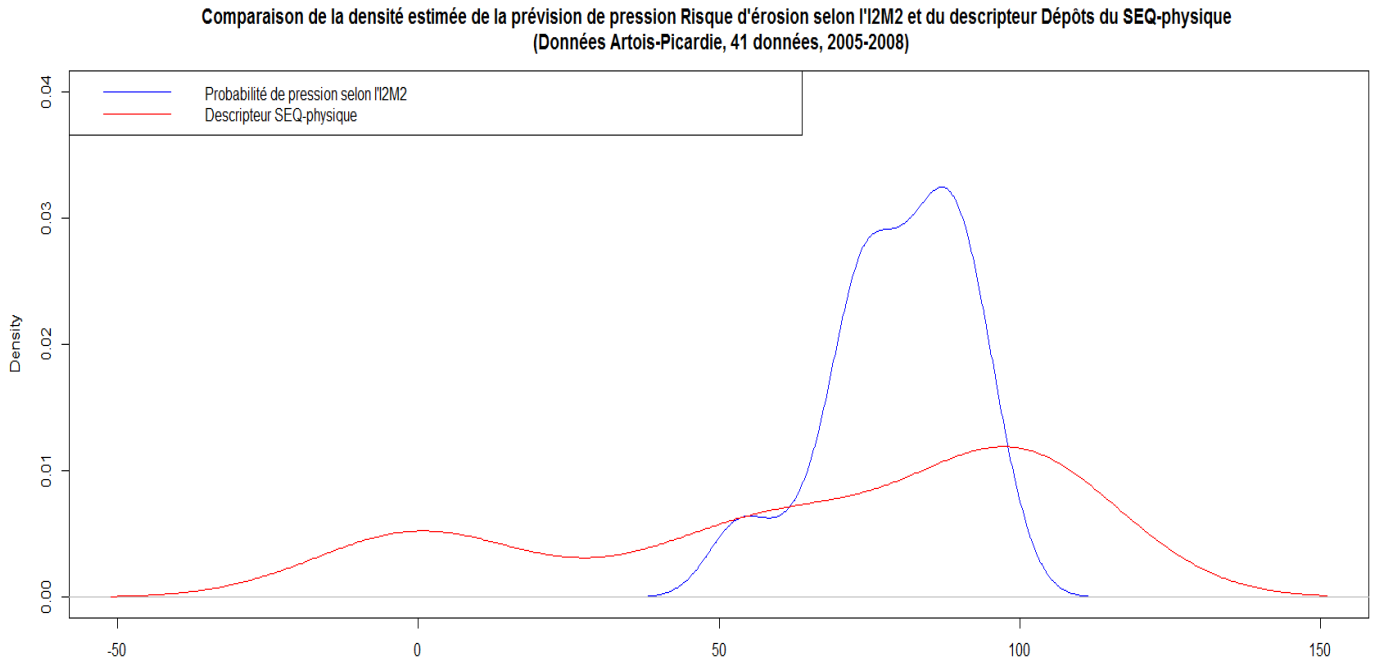
NB : Pour comparer graphiquement les distributions de ces 2 variables, nous avons calculé un indice SEQ-Physique » par la formule 1 – indice SEQ-Physique.





Afin de rechercher la meilleure corrélation possible entre la prévision de pression I2M2 et l'observation SEQ physique, nous avons aussi construit un indice combinant les sous descripteurs SEQ physique de la ripisylve : épaisseur, continuité et répartition.

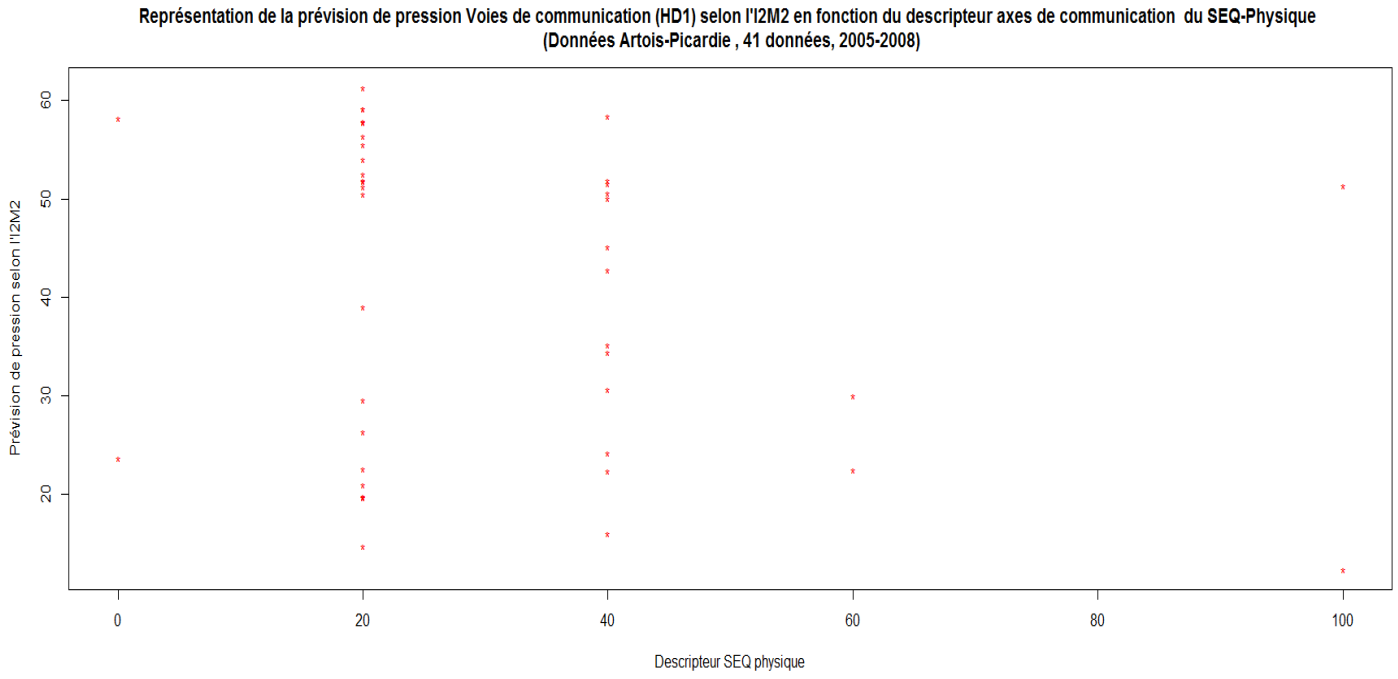




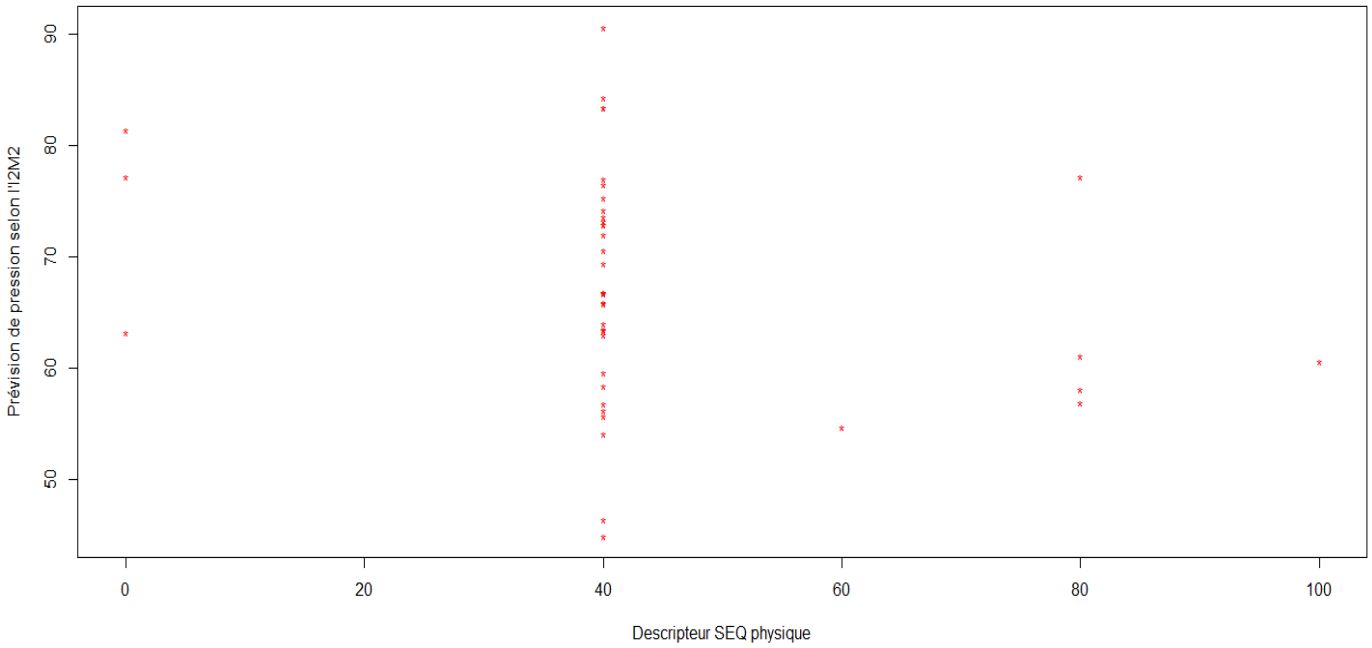
5.2.3. Recherche de corrélation probabilité de pressions et altérations SEQ-Physique

5.2.3.1. Représentations graphiques

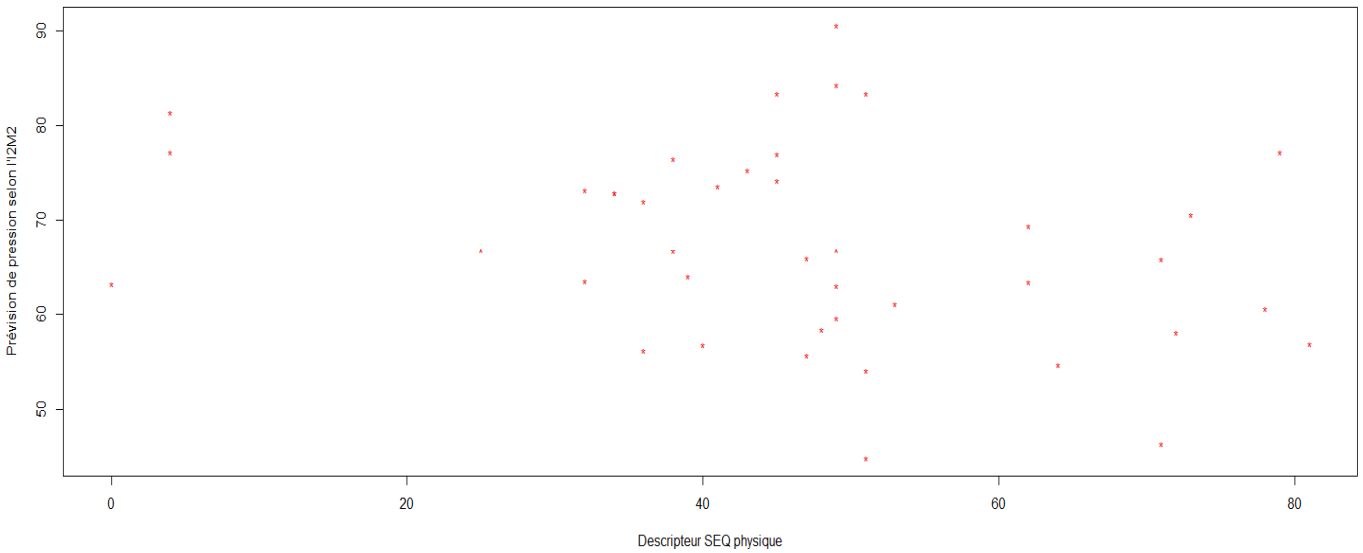
On rappelle que les indices SEQ-Physique et les probabilités de pression par l'I2M2 varient en sens inverse. Par ailleurs, les indices SEQ ont été fournis sous forme de limite de classe.

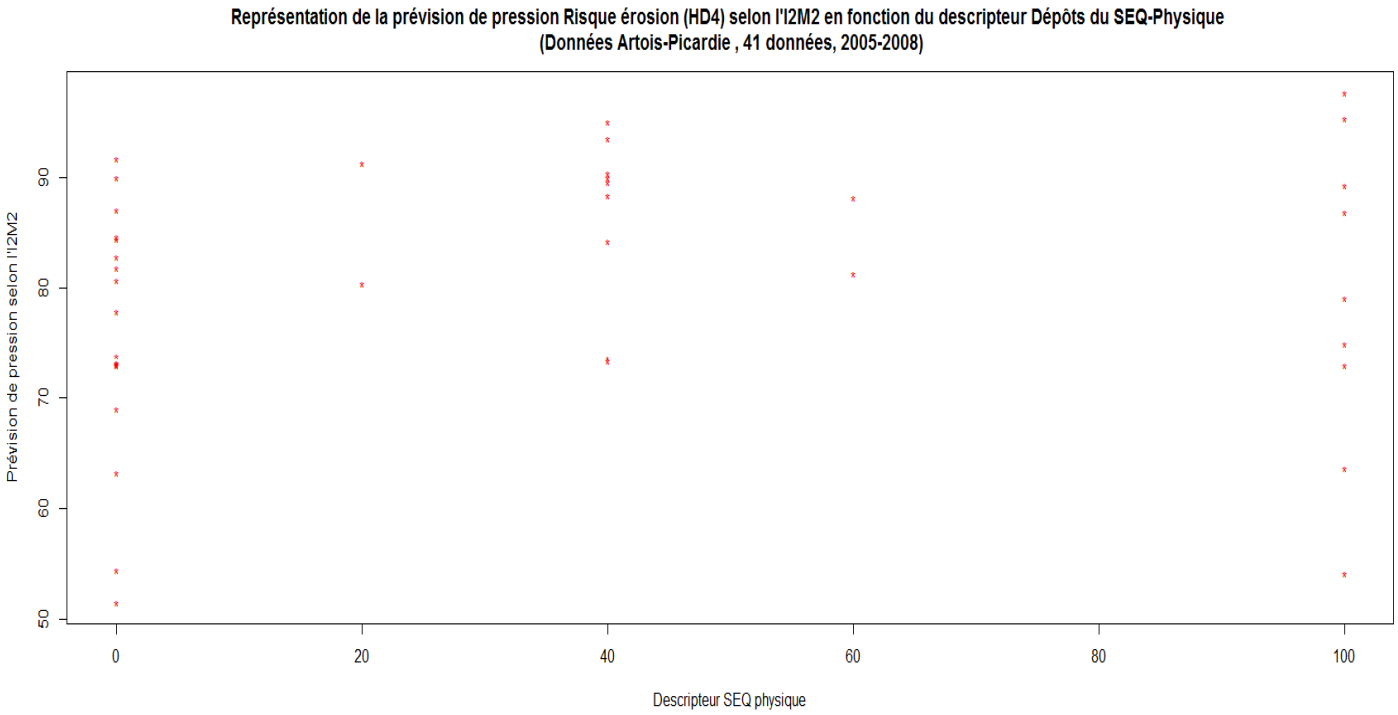


Représentation de la prévision de pression Couverture forestière 30m (HD2) selon l'I2M2 en fonction du descripteur Epaisseur du SEQ-Physique (Données Artois-Picardie , 41 données, 2005-2008)



Représentation de la prévision de pression Couverture forestière 30m (HD2) selon l'I2M2 en fonction de la moyenne des descripteurs Epaisseur,Continuité et Répartition du SEQ-Physique (Données Artois-Picardie , 41 données, 2005-2008)





5.2.3.2. Corrélation linéaire

Les coefficients de corrélation linéaire (r) entre variables sont les suivants ; les corrélations significatives sont surlignées en couleur :

Coefficient de corrélation r entre les variables		Probabilités de pression selon l'I2M2			
Descripteurs SEQ-Physique	Nb données	Voies de communication	Couverture forestière 30m	Couverture forestière 30m	Risque érosion
Axes de communication	41	-0,20			
Epaisseur	41		-0,25		
Epaisseur+Répartition+Continuité	41			-0,29	
Dépôts	41				0,15

Aucune corrélation linéaire significative n'apparait entre les prévisions de l'I2M2 et les descripteurs du SEQ physique.

5.2.3.3. Corrélation non linéaire

Les coefficients de corrélation non linéaire (rho) entre variables sont les suivants ; les corrélations significatives sont surlignées en couleur :

Coefficient de corrélation r entre les variables		Probabilités de pression selon l'I2M2			
Descripteurs SEQ-Physique	Nb données	Voies de communication	Couverture forestière 30m	Couverture forestière 30m	Risque érosion
Axes de communication	41	-0,23			
Epaisseur	41		-0,30		

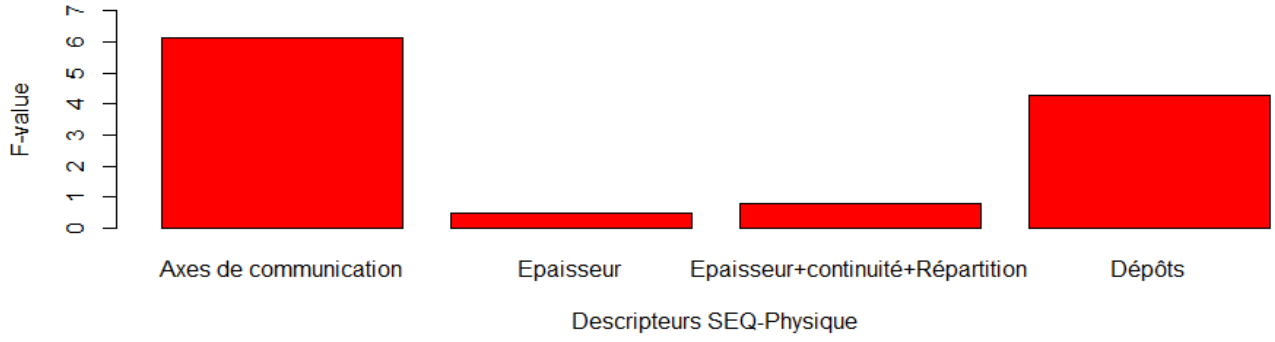
Epaisseur+Répartition+Continuité	41			-0,31	
Dépôts	41				0,26

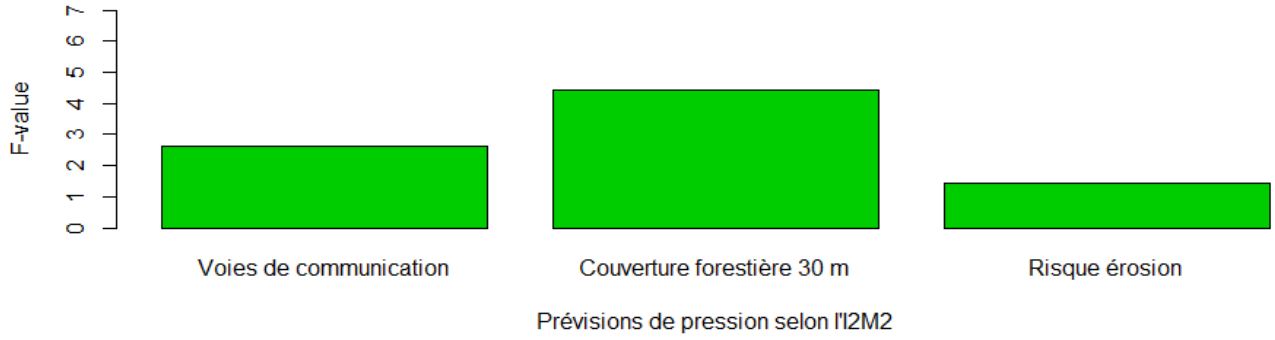
La probabilité de pression Couverture forestière (HD2) selon l'I2M2 est liée (liaison non linéaire) avec le descripteur Epaisseur du SEQ physique et aussi avec la moyenne des descripteurs Epaisseur, Répartition et Continuité du SEQ physique.

5.2.4. Pouvoir de discrimination des probabilités de pression selon l'I2M2 et des descripteurs du SEQ-Physique en fonction de l'HER2

Pour déterminer le pouvoir de discrimination des variables, nous avons calculé la statistique F (F-value) de L'ANOVA (analyse de la variance) de chaque descripteur du SEQ physique et de chaque probabilité de pression de l'I2M2 en fonction de l'hydro-écorégion niveau 2. Les variables les plus discriminantes sont celles qui ont la plus grande F-value. Cet indicateur permet de voir le poids de chaque variable dans la discrimination des observations (ici, les HER2)

Descripteur SEQ-Physique	F-value	Probabilités de pression I2M2	F-value
Axes de communication	6,11	Voies de communication	2,62
Epaisseur	0,47	Couverture forestière 30m	4,43
Ripisylve	0,80	Couverture forestière 30m	4,43
Dépôts	4,27	Risque érosion	1,43





Selon le SEQ-Physique, le descripteur le plus discriminant est axes de communication, suivies de Dépôts ; alors que pour l'I2M2 la probabilité la plus discriminante est la couverture forestière 30m (HD2). La hiérarchie n'est donc pas la même.

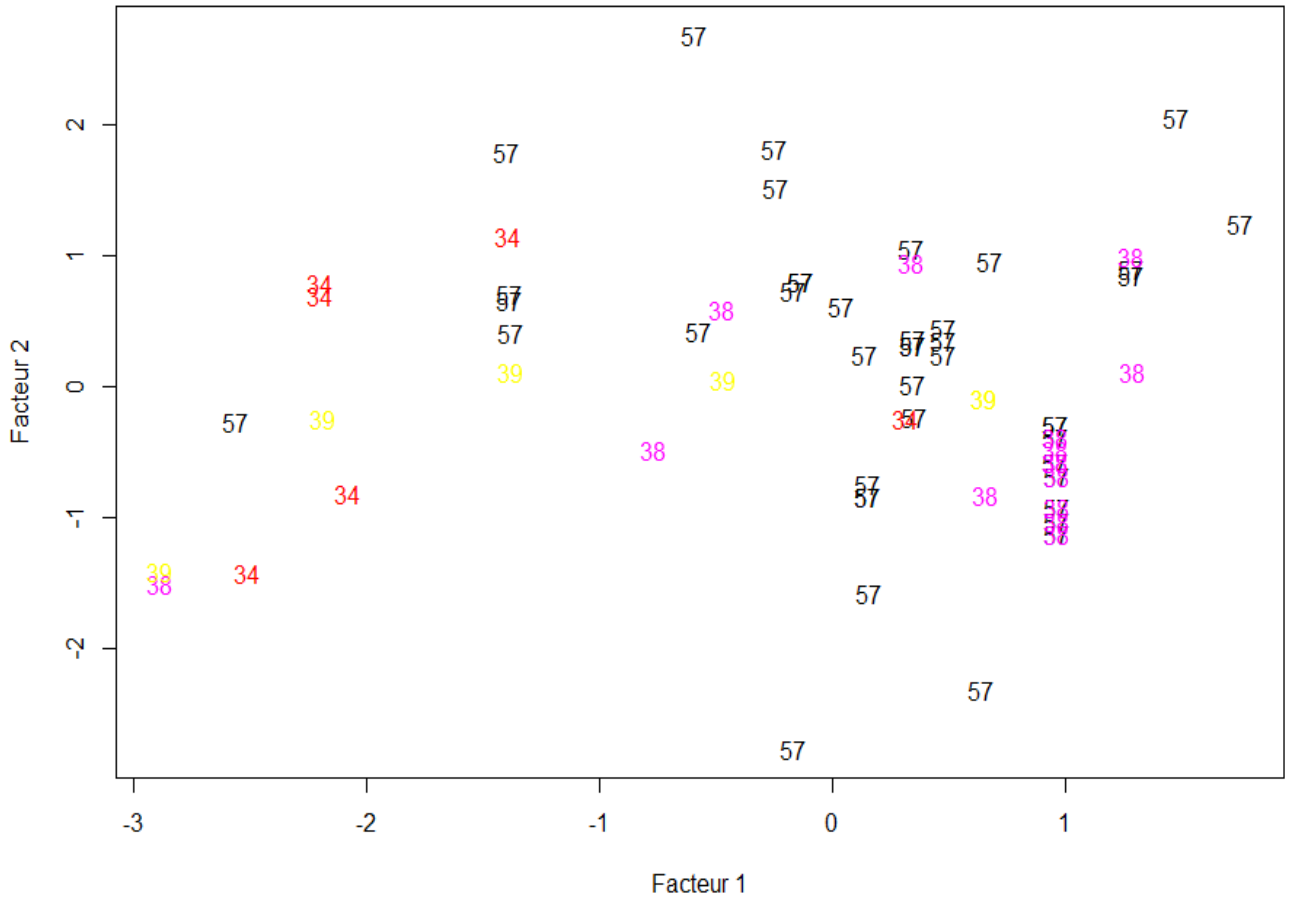
5.2.5. Capacité de prévision d'une HER2 pour une station donnée à partir des probabilités de pression selon l'I2M2 et des descripteurs du SEQ-Physique

Nous avons aussi fait deux modèles d'analyse factorielle discriminantes (AFD) à partir des descripteurs du SEQ-Physique et des probabilités de pressions de l'I2M2 pour voir la capacité de chaque modèle à prédire l'HER2 d'une station donnée.

5.2.5.1. A partir des descripteurs du SEQ-Physique

Code HER2	Nom HER2	Nombre de données
57	Haute Normandie Picardie	42
38	Auréole Crétacé+Boulonnais	15
39	Thiérache+Douai Condé	6
34	Ardennes	6

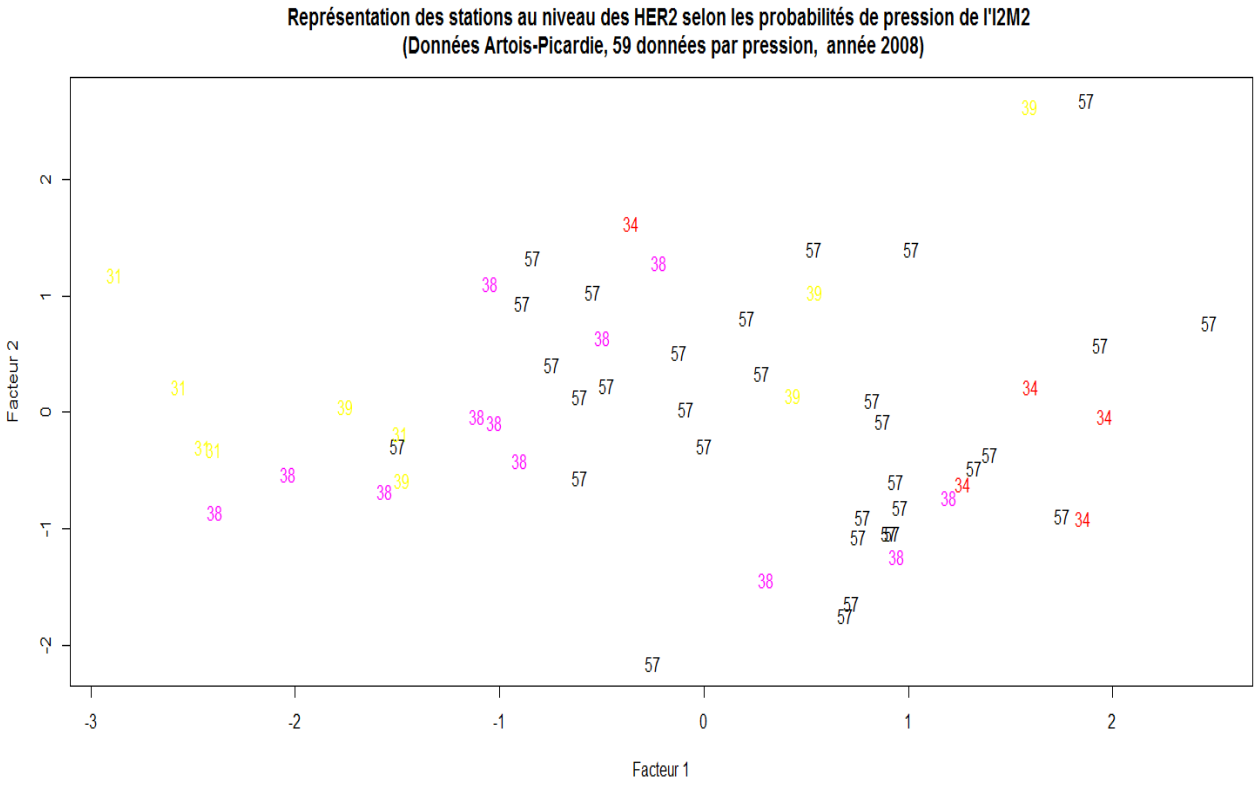
Représentation des stations au niveau des HER2 à partir des descripteurs du SEQ-physique (Données Artois-Picardie, 69 données par altération, années 2005-2007)



Le pourcentage d'estimation de l'appartenance d'une station dans son hydro-écorégion, à partir des données des descripteurs du SEQ-Physique, est de l'ordre de 60%. Ce taux est assez faible et, sur le graphique, les HER 2 ne se distinguent pas clairement.

5.2.5.2. A partir des probabilités de pression selon l'I2M2

Code HER2	Nom HER2	Nombre de données
57	Haute Normandie Picardie	32
38	Auréole Crétacé+Boulonnais	12
39	Thiérache+Douai Condé	5
34	Ardennes	5

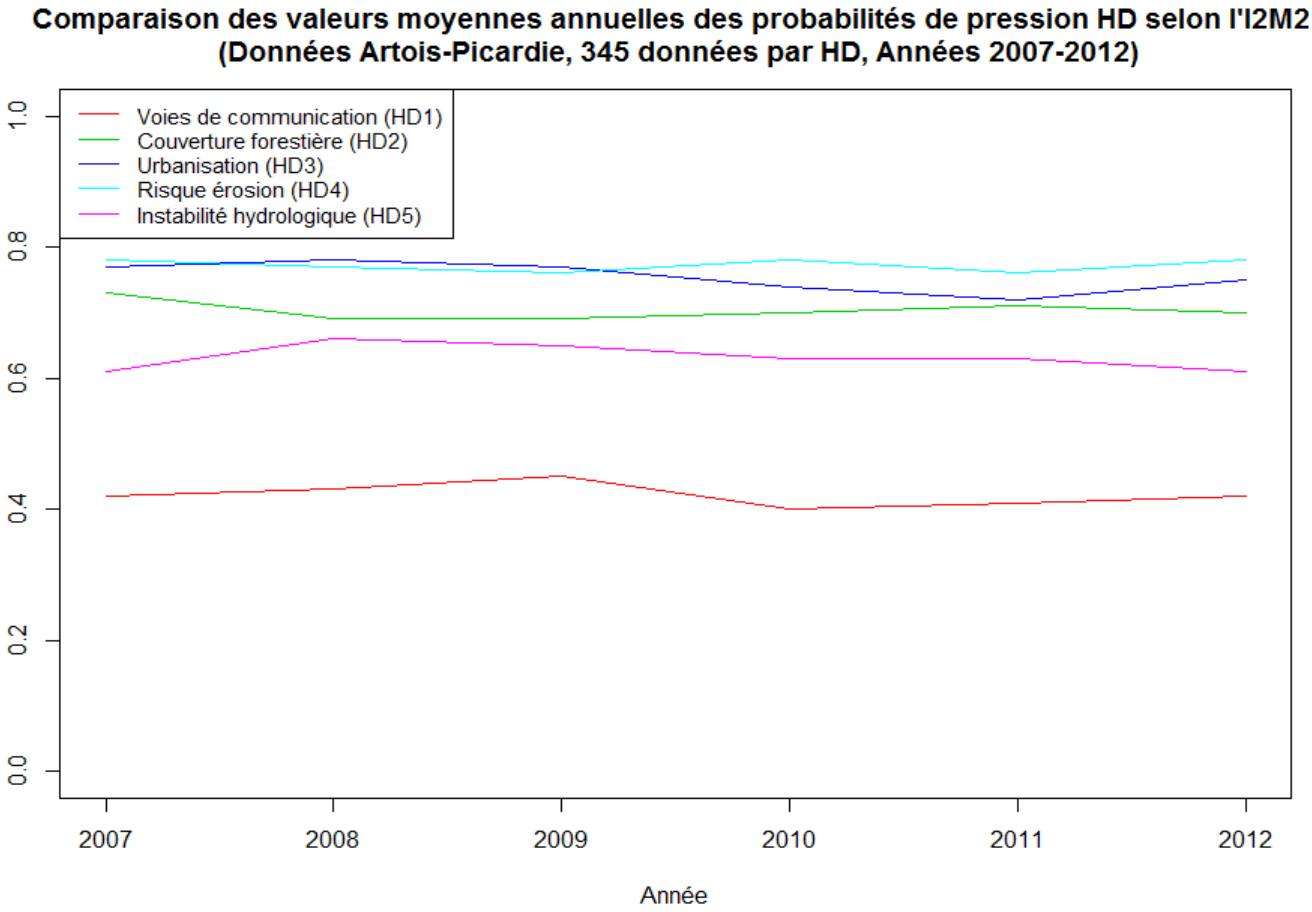


Le pourcentage de bonne estimation de ce modèle est de l'ordre de 68%. Ce taux de prévision est supérieur à celui obtenue avec les descripteurs du SEQ-Physique. Les prévisions de l'I2M2 sont meilleures que celles des descripteurs du SEQ physique.

5.3. EVOLUTION INTER-ANNUELLE DES MOYENNES DES PREVISIONS HD SELON L'I2M2

5.3.1. Données et objectifs

Les probabilités de pression HD selon l'I2M2 évoluent-elles au cours du temps ?
345 quintuplés de données sont disponibles. Les moyennes annuelles des probabilités de chaque pression sont présentées sur le graphe suivant.



5.3.2. Tests de l'évolution moyenne inter-annuelle

Nous avons fait des analyses de la variance (ANOVA) pour tester l'égalité des moyennes des probabilités des pressions HD selon l'I2M2 au cours du temps. Les résultats sont sur le tableau suivant ; si la p-value est inférieure à 5%, alors on rejette l'hypothèse d'égalité des moyennes.

Analyse de la variance	Voies de communication	Couverture forestière	Urbanisation	Risque érosion	Instabilité hydrologique
P-value	0,33	0,87	0,007	0,95	0,06

Seule la probabilité de pression Urbanisation (HD3) présente des valeurs moyennes qui sont significativement différentes au cours des années. Ce qui paraît d'ailleurs surprenant sur une période aussi courte.

6. ANNEXES

6.1. DISPONIBILITE DES DONNEES INDICES INVERTEBRES

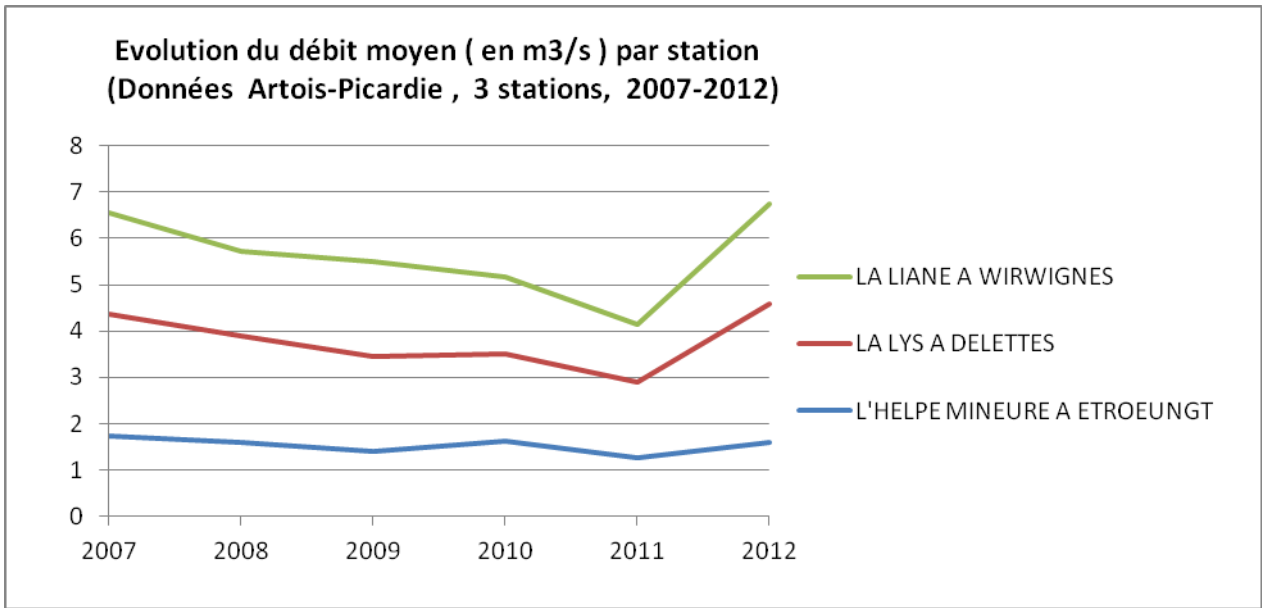
code station	année 2007	année 2008	année 2009	année 2010	année 2011	année 2012
1001122	non	oui	oui	oui	oui	oui
1001136	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1001445	non	non	oui	oui	oui	oui
1001452	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1001503	non	oui	oui	oui	oui	oui
1001785	non	oui	oui	oui	oui	oui
1006000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1008000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1009000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1009100	non	oui	oui	oui	non	oui
1009300	non	oui	oui	oui	oui	oui
1009600	non	non	oui	oui	oui	oui
1009700	non	non	oui	oui	oui	oui
1010000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1024000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1027000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1028000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1029000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1032000	non	oui	oui	oui	oui	oui
1035000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1045000	non	oui	oui	oui	oui	oui
1052000	non	oui	oui	oui	oui	oui
1053000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1066000	non	oui	oui	oui	oui	oui
1069000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1071000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1089000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1090000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1091000	non	oui	oui	oui	oui	oui
1092000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1093100	non	oui	oui	oui	oui	oui
1094000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1094800	non	oui	oui	oui	oui	oui
1095000	non	non	non	oui	oui	oui
1096000	non	oui	oui	oui	oui	oui
1097000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1097500	non	oui	oui	oui	oui	oui
1098000	non	oui	oui	oui	oui	oui
1099000	non	oui	oui	oui	oui	oui
1100000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1101000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1101100	non	oui	oui	oui	oui	oui
1115000	non	oui	oui	oui	oui	oui
1116000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1117000	non	oui	oui	oui	oui	oui
1119100	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1119400	non	oui	oui	oui	oui	oui
1131500	non	oui	oui	oui	oui	oui
1133000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1133300	non	oui	oui	oui	oui	oui
1134000	non	oui	oui	oui	oui	oui
1134500	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1137000	non	oui	oui	oui	oui	oui
1138000	non	oui	non	non	non	non
1138100	non	oui	oui	oui	oui	oui
1138300	non	oui	oui	oui	oui	oui
1139000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1140500	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1140600	non	non	non	oui	oui	oui
1140900	non	non	oui	non	non	oui
1141000	oui	oui	oui	oui	oui	oui
1141100	oui	oui	oui	oui	oui	oui
BB232000	non	non	non	oui	oui	oui
BB233000	non	non	non	oui	oui	oui
BB234000	non	non	non	oui	oui	oui
BB235000	non	non	non	oui	oui	oui
oui	29	56	59	64	63	65
non	37	10	7	2	3	1
total	66	66	66	66	66	66

6.2. DONNEES HYDROLOGIQUES

6.2.1. Données utilisées

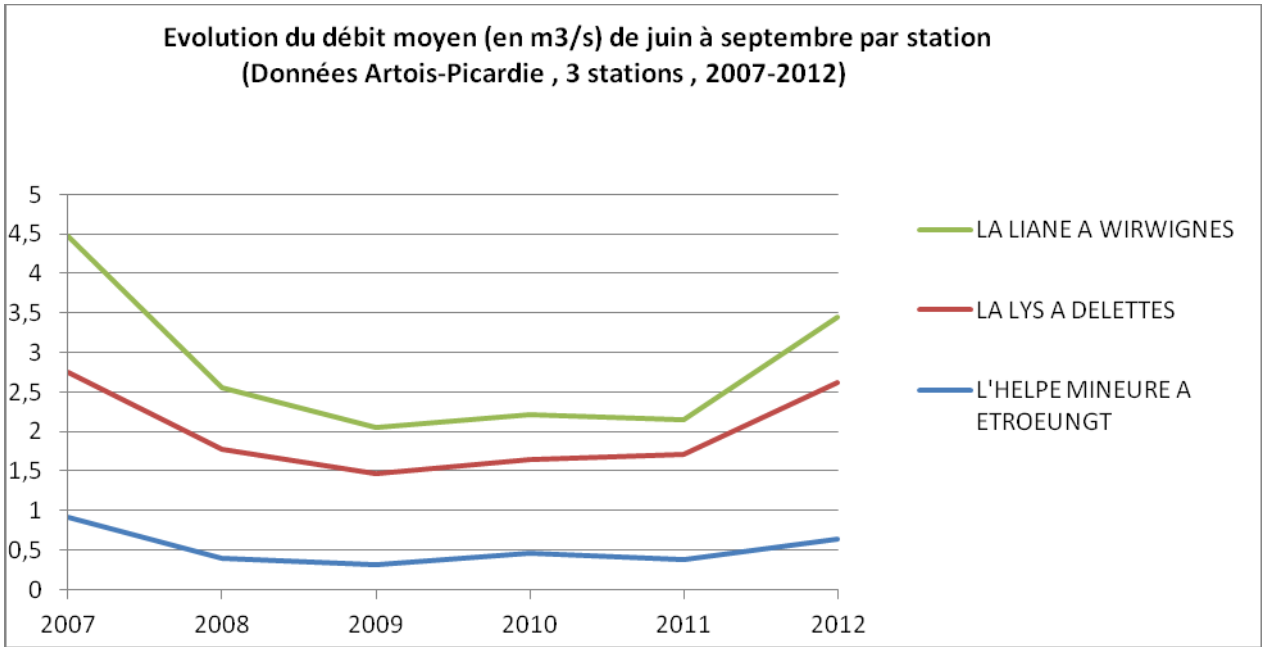
Nous avons remplacé les données manquantes de débit moyen mensuel par la médiane des valeurs des quatre mois les plus proches, puis nous avons recalculé le débit moyen annuel (données Banque Hydro).

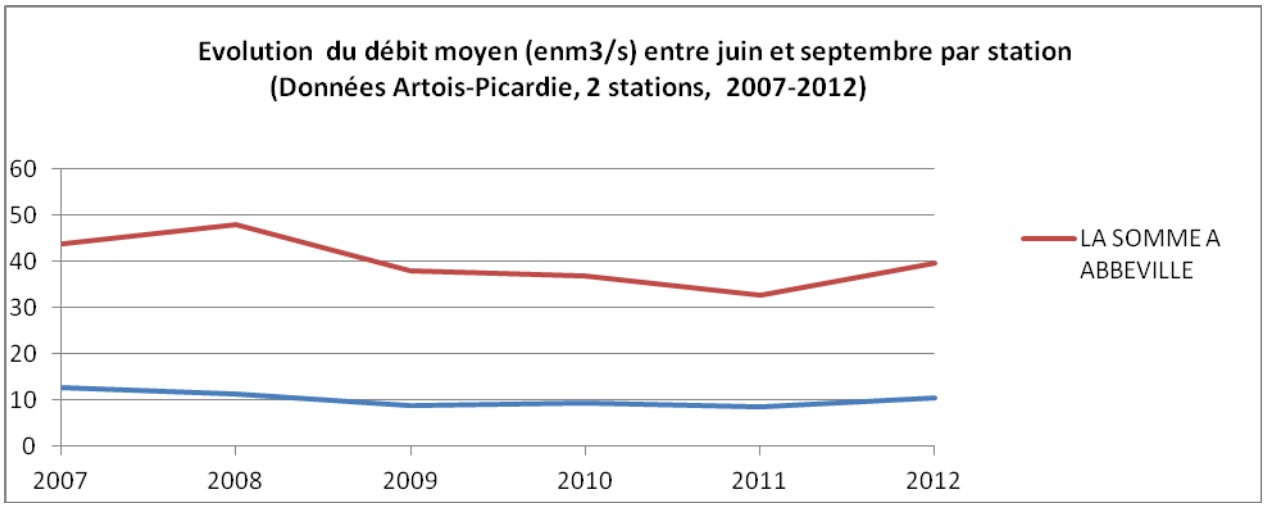
6.2.2. Débits moyens annuels



z

6.2.3. Débits moyens juin à septembre


Evolution du débit moyen (en m3/s) de juin à septembre par station
(Données Artois-Picardie , 3 stations , 2007-2012)
5
4,5
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
2007
2008
2009
2010
2011
2012
LA LIANE A WIRWIGNES
LA LYS A DELETTES
L'HELPE MINEURE A ETROEUNGT

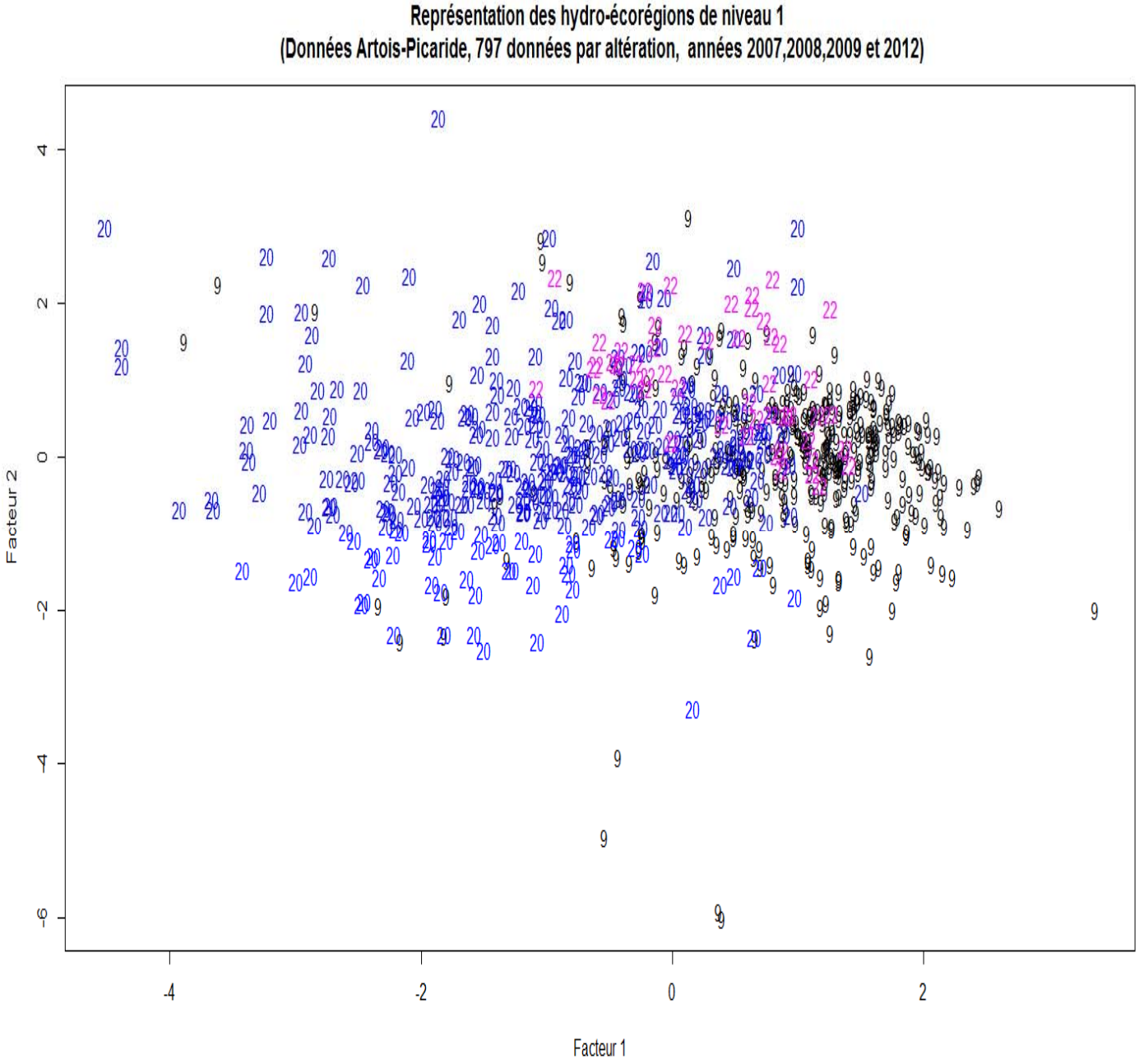

Evolution du débit moyen (enm3/s) entre juin et septembre par station
(Données Artois-Picardie, 2 stations, 2007-2012)
60
50
40
30
20
10
0
2007
2008
2009
2010
2011
2012
LA SOMME A ABBEVILLE

6.3. ANALYSE FACTORIELLE DISCRIMINANTE SUR LES ALTERATIONS DU SEQ-EAU SELON L'HER 1

Nous avons aussi fait une analyse factorielle discriminante sur les hydro-écorégions de niveau 1 en fonction des altérations du SEQ-Eau. L'idée est de voir si les hydro-écorégions se distinguent en fonction de certaines altérations.

Nom HER 1	Code HER 1
Tables calcaires	9
Dépôts argilo-sableux	20
Ardennes	22

Le graphique ci-dessous montre que les hydro-écorégions ne se distinguent qu'en partie les une des autres. Mais le modèle est plus fiable que celui obtenu avec les HER de niveau 2, du fait du plus petit nombre de variables.
Le pourcentage de bonne estimation de l'appartenance à l'HER en fonction du niveau des altérations SEQ-Eau est de l'ordre de 77%.


Représentation des hydro-écorégions de niveau 1
(Données Artois-Picaride, 797 données par altération, années 2007,2008,2009 et 2012)
Facteur 2
Facteur 1
4
2
0
-2
-4
-6
-4
-2
0
2