

Agence de l'Eau Artois-Picardie	DMNA / SCEMNA
Auteur :	AC
Date :	13 / 06 / 14
Version :	VF

Titre :
Méthodologie pour la sélection de tronçons représentatifs sur une masse d'eau

Ce document reprend la première proposition méthodologique sur la représentativité du 03/04/2014, le PowerPoint de la réunion du 10/04/2014 et le compte rendu du 10/04/14 en prenant compte des modifications proposées.

1-Contexte et objectif

CONTEXTE :

La DCE est un processus cyclique rythmé par la production et l'usage de connaissances. Chaque cycle est composé d'un Etat des Lieux, d'un Programme de Surveillance, d'un SDAGE et d'un Programme de Mesures.

L'objectif du PdS est de suivre l'état des eaux et ainsi de permettre la classification des masses d'eau. Pour ce faire le bassin Artois-Picardie dispose de plusieurs réseaux de surveillance :

- Le contrôle de surveillance : donne l'image générale des eaux (50 stations);
- Le contrôle opérationnel : suivi des masses d'eau en risque de non atteinte du bon état et des améliorations de l'état suite à la mise en place d'action (49 stations) ;
- (Le contrôle d'enquête et le contrôle additionnels)
- Historique AP (111 stations).

L'objectif du présent document est de porter un regard critique sur le programme de surveillance du premier cycle afin de préparer la révision du programme de surveillance du second cycle DCE 2015-2021.

Suite à la réunion du STB du 04/02/2014, la révision du programme de surveillance doit consister à :

- ne pas faire évoluer les stations du **Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS)** : un travail sera à mener uniquement sur les sites de prélèvements ;
- revoir les stations du **Réseau de Contrôles Opérationnels (RCO)**, par l'ajout, la suppression ou la modification de station, suite à la mise à jour de l'état des lieux et de la liste des masses d'eau en risque de non atteinte des objectifs environnementaux.

Le bassin Artois-Picardie souhaite se doter d'un réseau évaluation « Masse d'eau », pour ce faire une méthode propose d'évaluer la « représentativité » des tronçons pour chaque masse d'eau du bassin. La « représentativité » ainsi déterminée permet d'évaluer l'efficacité des réseaux en place pour la caractérisation des pressions et de l'état des masses d'eau. Dans le cas où le réseau en place n'apporte pas satisfaction, l'étape suivante consiste à trouver un tronçon :

- homogène pour contenir la station et ces sites de prélèvement associés ;
- représentatif des caractérisations de la masse d'eau.

Ces stations actuelles et futures seront utilisées pour évaluer l'état de chacune des masses d'eau. Un critère important dans la justification des stations actuelles et dans le choix de nouvelles stations sera **leur représentativité par rapport à l'état de la masse d'eau**.

Plusieurs phases ont donc été décidées pour mener ce travail :

- **définir une méthode pour évaluer la représentativité** : a priori, cette notion ne pourra être définie qu'à l'échelle d'un **tronçon**. Une fois la méthode établie, il sera possible :

- pour les stations actuelles : d'évaluer un niveau de représentativité par rapport au tronçon où est située la station
- pour les nouvelles stations à sélectionner : de se concentrer sur le tronçon où le niveau de représentativité est le plus élevé
- **définir les sites de prélèvement** des différents éléments de qualité pour la station retenue.

OBJECTIF DE LA NOTE :

L'objectif de cette note est de proposer une méthode, pour chaque masse d'eau 'cours d'eau naturels', permettant de :

- délimiter des **tronçons homogènes** au sein de la masse d'eau
- de les caractériser par un « **indice de représentativité** » à partir de facteurs naturels et anthropiques. Cet indice est divisé en deux volets :
 - un volet hydromorphologique pour les suivis hydrobiologiques ;
 - un volet Physico-chimique pour les suivis physico-chimiques.

Ce travail s'inscrit dans le cadre général de la révision du programme de surveillance, tel que présenté dans le graphique ci-dessous, mais reste indépendant à ce stade du choix des stations et de leurs objectifs (RCS, RCO,...).

Cet « indice de représentativité » permettra :

- de choisir de nouvelles stations sur les masses d'eau orphelines,
- de justifier les stations actuelles,
- de renseigner (en complément du travail sur les sites de prélèvement) sur le niveau de confiance du programme de surveillance et de l'évaluation de l'état de chacune des masses d'eau du bassin.

A priori, plus l'indice de représentativité sera faible, plus il y aura un intérêt à s'orienter vers d'autres suivis que des analyses milieux.

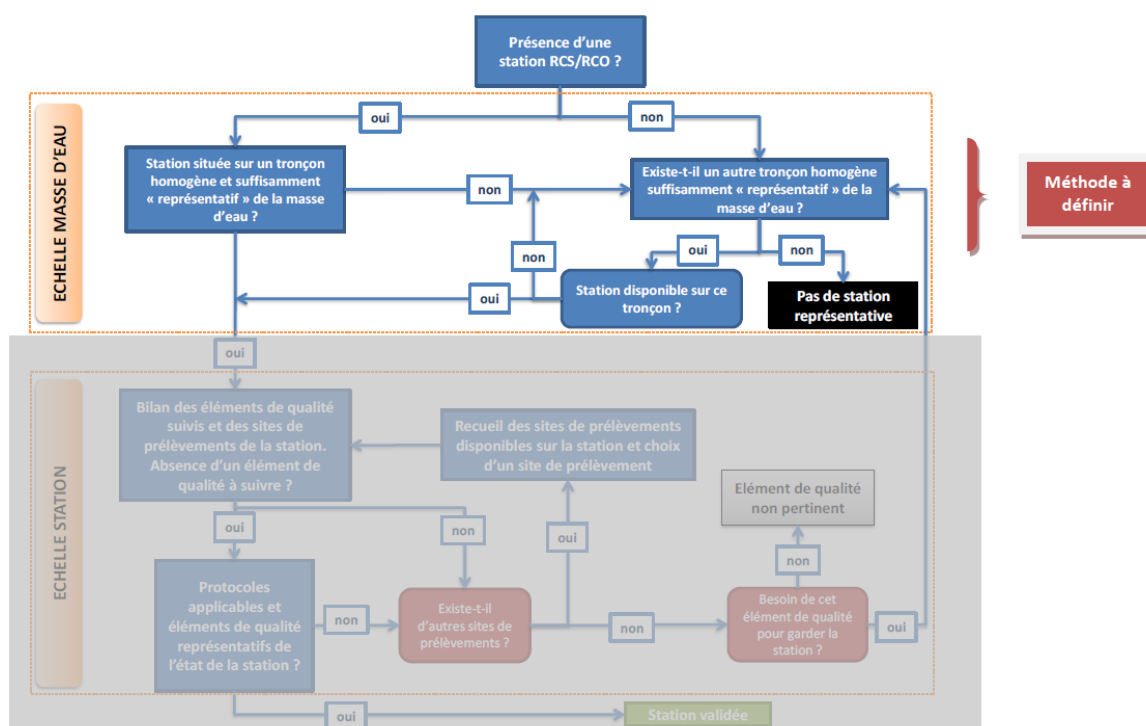


Figure 1 : Schéma sur la révision du programme de surveillance

2-Définition et Méthodologie retenue

DEFINITIONS :

Un tronçon contenant un site de suivi est **représentatif** de l'état d'une masse d'eau lorsqu'il est **représentatif de l'état général des eaux à l'échelle de la masse d'eau** et non pas à une échelle locale (arrêté « évaluation » du 25 janvier 2010). La représentativité est évaluée par un croisement de l'échelle masse d'eau et de l'échelle tronçon. L'objectif affiché est de trouver des tronçons homogènes (étape 1) pour choisir des stations représentatives (étape 2) de l'état de la masse d'eau (figure 2).

La représentativité est évaluée à partir de facteurs spatiaux (linéaire et surfacique) grâce à des critères d'évaluations de l'état (les données milieux : biologie, PC,...) et des pressions (SYRAH, Pegase,...).

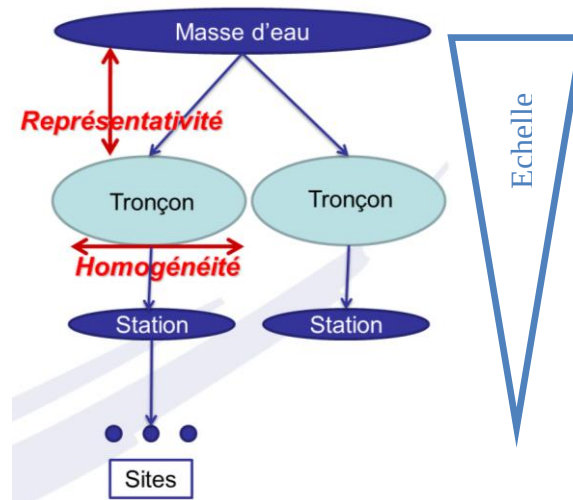


Figure 2 : Définition des étapes de construction de la méthode

METHODOLOGIE :

La méthode se base sur des traitements cartographiques. L'idée générale est de reprendre les données utilisées lors de la mise à jour de l'état des lieux pour caractériser les masses d'eau par des facteurs naturels (la typologie par exemple) et des facteurs anthropiques (population du bassin versant par exemple). Pour l'identification de chaque tronçon, il est proposé de s'attarder sur deux échelles d'étude : le tronçon et le bassin versant drainé par le dit tronçon (en considérant le tronçon amont comme étant drainé par le tronçon aval et ainsi de suite). L'objectif étant de comparer les caractéristiques de chacun des tronçons (et de leurs bassins versant respectifs) présents sur la masse d'eau à l'aide d'outils de géotraitements.

Plus le bassin versant du tronçon considéré sera proche des caractéristiques naturelles et des pressions présentes sur la masse d'eau, plus le tronçon sera défini comme représentatif.

LIEN AVEC L'ARRETE DU 25 JANVIER 2010 :

L'étape 1 est l'exécution des trois premiers points de l'annexe 9 paragraphe 1 de l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation que je cite ci-dessous :

« un site de suivi est représentatif de l'état d'une masse d'eau lorsqu'il est représentatif de l'état général des eaux à l'échelle de la masse d'eau et non pas à une échelle locale. Cela signifie que le site de suivi :

- est représentatif des caractéristiques naturelles générales de la masse d'eau, au regard des critères de la typologie des masses d'eau indiqués dans l'arrêté du 12 janvier 2010 relatif aux méthodes et aux critères à mettre en œuvre pour délimiter et classer les masses d'eau et dresser l'état des lieux, prévu à l'article R. 212-5 du code de l'environnement ;
- est situé en dehors de zones de mélange de rejets ponctuels ;
- est situé en dehors de singularités morphologiques d'origine anthropique ayant des impacts locaux et sans incidence sur le fonctionnement général de la masse d'eau ; »

L'étape 2 porte l'attention sur le quatrième point de l'annexe 9 de ce même arrêté :

« un site de suivi est représentatif de l'état d'une masse d'eau lorsqu'il est représentatif de l'état général des eaux à l'échelle de la masse d'eau et non pas à une échelle locale. Cela signifie que le site de suivi : [...]

- permet de traduire de manière générale, à l'échelle de la masse d'eau, les incidences écologiques et/ou chimiques des éventuelles pressions qui s'exercent sur la masse d'eau. »

3-Outils et données utilisés

Pour l'ensemble de la méthode :

- **Logiciel ArcGIS Desktop** (©ESRI) : Logiciel de cartographie permettant l'affichage simultané de plusieurs couches d'éléments géoréférencés ainsi que leur modification éventuelle. Ces couches ou fichiers de formes (ligne, point, surface) possèdent également des informations attributaires enregistrées dans une base de données. L'ensemble constitue un Système d'Information Géographique (SIG).
- **Réseau TGH** : Le réseau de tronçon retenu est le réseau des Tronçons Géomorphologiquement Homogènes (TGH) issus de la BD Carthage® (IGN) et créés dans le cadre du projet SYRAH-CE. La sectorisation a été réalisée à partir de variables de contrôle que sont la géologie, l'hydrologie, la largeur, la forme et la pente de la vallée (Valette et al., 2008). Pour le bassin Artois-Picardie nous disposons de 2003 tronçons sur 4 570 km de cours d'eau de la BD Carthage®.
- **Shape Morphologie issu du Risque d'Altération du SYRAH-CE**. Le GT HYMO utilise une pondération de 0.3 pour le paramètre *Variation de la profondeur et de la largeur de la rivière*, de 0.3 pour le paramètre *Structure de la rive* et de 0.4 pour le paramètre *Structure et substrat du lit*. Toutes ces données sont issues du modèle probabiliste du SYRAH-CE (CR GT HYMO 8 juin 2012).

Pour l'étape 1 :

- **Pegase**. Développé par l'université de Liège, Pegase est un modèle hydroécologique qui reconstitue le cheminement des polluants depuis leurs source (collectivité, industriel, cultures...) jusqu'à l'exutoire des cours d'eau, en tenant compte des phénomènes qui surviennent d'un bout à l'autre de cette chaîne : dilution dans les rivières, traitement des stations d'épuration, dégradation par les microorganismes aquatiques... Nous nous intéresserons aux évolutions de sept paramètres PC : DBO, DCO, Nitrate, Nitrite, Ammonium, Phosphate et Phosphore total.

Pour l'étape 2 :

- **Rang de Strahler** : Nous avons opté pour l'ordination de Strahler (1957) car c'est une méthode homogène qui permet une comparaison entre différents bassins versants. Bravard et Petit (2000) ont montrés une bonne corrélation entre le rang de Strahler et la taille du cours d'eau. Ce paramètre est une variable de contrôle de fonctionnement d'un cours d'eau.
- **Pente du lit mineur** : représente en pourcentage la pente du lit mineur de chaque tronçon qui compose le réseau TGH. Elle est calculé à partir du MNT 50m issu de la BD Alti® de l'IGN.
- **Bassin versant amont** : représente la surface drainée de chaque tronçon qui compose le réseau TGH. A partir des points avals de chaque tronçon, on associe un BV construit à partir des fonctions *direction de flux* et *accumulation de flux* sur le MNT 50m issu de la BD Alti®, suivi d'une étape de repositionnement des points avals sur le nouveau réseau hydrographique qui permet d'utiliser la fonction *Bassin versant* permettant la construction de la nouvelle couche *Bassin Versant*. Le MNT à notre disposition ne couvre que le territoire national, les valeurs de surface de bassin versant obtenues pour les rivières transfrontalières sont donc sous estimées.
- **Fragmentation** : Le Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement (version Novembre 2011) géré par l'Onema couplé à la longueur des tronçons permet de faire ressortir un nombre de seuils par kilomètre.
- **Paramètres élémentaires issu des données brutes SYRAH-CE**. Le paramètre taux de plans d'eau provient des données brutes SYRAH-CE.
- **Impact des ouvrages**. Le taux de linéaire ennoyé représente la longueur de la retenu d'eau en amont d'un ouvrage (effet bief). La hauteur de chute et la pente du cours d'eau

sont les deux paramètres élémentaires du taux de linéaire ennoyé. Les données sont natives de l'Inventaire des ouvrages hydrauliques du bassin Artois-Picardie par la FDAAPPMA 62.

- **Données Milieux.** Les données d'état physico-chimique par site de prélèvement sont originaires du service CEMNA de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- **Le nombre d'habitants** provient des données communales de l'INSEE.
- Les données de **population en ANC** proviennent de l'Etat des lieux, il est basé sur la population recensée en 2011. Les données sont fournies par le SVRD de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- **CORINE land Cover.** Inventaire biophysique de l'occupation des sols en 2006.
- **Végétation.** Le thème Végétation est un thème de la BD TOPO® version 2.1 qui contient une description vectorielle 3D des éléments du territoire et de ses infrastructures, de précision métrique. En appliquant un Buffer au TGH il en découle l'indicateur ripisylve.

4-Méthodologie

La première étape consiste à déterminer des **zones géographiques (tronçons)** susceptibles d'accueillir la station de mesure. Ces zones doivent en outre être **homogènes** d'un point de vue des caractéristiques **naturelles** (même rang de Strahler pour la taille du cours d'eau par exemple) mais également **anthropiques** (éviter des tronçons avec des gros pics de pollution liés à des rejets ponctuels par exemple). A noter par ailleurs que ces tronçons doivent offrir **suffisamment de possibilité par leur taille** pour prospecter et déterminer des sites de prélèvement où les protocoles seront applicables.

Pour délimiter ces zones, il est utilisé le réseau TGH issu de la construction du SYRAH-CE, chaque tronçon possédant ainsi des propriétés géomorphologiques homogènes. Cette approche semble également offrir un bon compromis longueur-homogénéité à l'échelle de la ME.

● Etape 1 : Définition de tronçons homogènes :

Plusieurs filtres sont pris en compte pour ne retenir que des tronçons homogènes issus du SYRAH-CE (réseau TGH) où les calculs de représentativité seront pertinents :

Filtre 1 : Eliminer les zones de mélanges naturelles (tronçons exutoires et tronçons récepteurs) ;

Filtre 2 : Sur la typologie du CE, ce filtre est utilisé suivant le rang de Strahler du cours d'eau principal, cette phase élimine de fait les tronçons positionnés sur les affluents et les tronçons dit de « tête de bassin » pour ne conserver que les tronçons cohérents avec les caractéristiques naturelles de la masse d'eau ;

Filtre 3 : Pégase pour les aspects physico-chimique. L'objectif est d'éliminer les tronçons disposants de rejets trop importants. Pégase est un modèle probabiliste qui renseigne tous les 200 mètres sur les variations de sept paramètres physico-chimiques (DBO, DCO, Nitrate, Nitrite, Ammonium, Phosphate et Phosphore total). Il a été calculé l'écart du flux de chaque paramètre entre les points amont et aval de chaque tronçon. Lorsque l'écart est trop important le tronçon est éliminé.

NB : La première réflexion a été de calculer les percentiles 90 de chaque critère PC à l'échelle de chaque masse d'eau, cependant cette méthode ne fait ressortir principalement des hétérogénéités sur les têtes de bassins (qui plus est, des tronçons déjà mis de côté par le filtre 2). Le concept retenu est de considérer pour chaque critère PC et chaque tronçon un intervalle d'homogénéité : moyenne du tronçon $\pm$ 2 écarts types et moyenne du tronçon $\pm$ 3 écarts types. Lorsque trois des critères PC sont en dehors de l'intervalle préalablement défini (intervalle de confiance), le point ressort comme hétérogène ;

Filtre 4 : Indice Morphologie du SYRAH-CE. Elimine les tronçons présentant un écart de qualité de 2 classes et plus par rapport à la donnée masse d'eau issue de l'EDL (expertise avec les outils SYRAH et SEQ-Physique) ;

NB : Les filtres « Plan d'eau » et « contexte piscicole » n'ont pas données satisfaction quant à la discrimination de tronçons. Le filtre plan d'eau est repris dans le calcul de la note de représentativité.

Une seconde étape consiste à récolter les données brutes issus des BDD (paragraphe 3), à créer des indicateurs pertinents (tableau 1) et à croiser les données masses d'eau avec les données tronçons pour la construction de critères Ad hoc.

● **Etape 2 : Construction de l'indice de représentativité :**

Ont été repris les critères utilisés dans l'état des lieux à l'échelle des masses d'eau et qui ont un impact sur la qualité de l'eau et des habitats (les données brutes). Les données brutes sont employées pour la création d'indicateurs, cf. le tableau *Critères utilisés selon les facteurs de pression et les indicateurs d'altérations*. On retrouve des facteurs de pression et des indicateurs d'altérations (lien Pression-Impact).

Les données issues des facteurs de pression diffuse et de pollution urbaine ont requis la construction de bassins versants sous ArcGIS. La construction des bassins versants se fait de manière à :

- utiliser le point aval du tronçon issu du SYRAH-CE comme étant le point exutoire du bassin versant ;
- prendre en compte le bassin versant d'un affluent sur le(s) tronçon(s) amont(s), et ce même dans le cas où l'affluent est une autre masse d'eau (exemple de la Canche –Ternoise) ;
- ce que les frontières des bassins versants correspondent avec les frontières des masses d'eau.

Tableau 1 : Critères utilisés selon les facteurs de pression et les indicateurs d'altérations

Facteurs de pression et indicateurs d'altération considérés		Base de données	Indicateurs utilisés	Unité	
Hydromorphologie	Ripisylve	BD TOPO IGN	Surface de boisement dans le buffer 10m / surface du buffer 10m	%	
	Pente	BD Alti IGN	100*(Altitude amont – Altitude aval) / longueur tronçon	%	
	Fragmentation	Données brutes SYRAH-CE	Nombre de seuils par kilomètre	Nbre/km	
	Morphologie issu du SYRAH-CE	Pondération issu de l'EdL des paramètres PL, SR, SS	Pondération : PL → 0.3 SR → 0.3 SS → 0.4	-	
	Taux de plan d'eau (sur lit mineur)	Données brutes SYRAH-CE	rang de Strahler > 2 100*Surface plans d'eau / (Surface lit majeur – Surface lit mineur)	%	
	Taux de linéaire ennoyé	Inventaire des ouvrages hydrauliques du bassin Artois-Picardie - FDAAPPMA 62	Longueur ennoyée = Hauteur du seuil / Pente du tronçon	mètre	
	Rang de Strahler	Données brutes SYRAH-CE	Rang de Strahler issus de la BD brutes SYRAH-CE	-	
Qualité physico-chimique	Pression diffuse	Occupation du sol de type « urbain »	Corine Land Cover (2006)	Surface de sol de type « urbain » / Surface BV	%
		Occupation du sol de type « agricole »		Surface de sol de type « agricole » / Surface BV	%
		Occupation du sol de type « Semi-naturel »		Surface de sol de type « Semi-naturel » / Surface BV	%
	Pollution urbaine	Densité de population	Donnée communale de l'Insee	Σ (population * surface commune dans le BV / Surface de la commune)	Nombre d'habitants
		Population en ANC	Etat des lieux	Σ (population en ANC * surface commune dans le BV / Surface de la commune)	Nombre d'habitants
	Données milieux	Etat physico-chimique par site de prélèvement entre 2006 et 2012	Etat des lieux	Voir paragraphe précédent	-

A propos du critère supplémentaire sur les données milieux définissant l'Etat moyen Physico-chimique par station, il est décidé d'associer la classe d'état physico-chimique correspondante aux tronçons amont. Les tronçons aval d'une masse d'eau sont raccordés à la station située en amont direct. L'état physico-chimique est déterminé à partir de la moyenne sur les six dernières années (2006-2012). Cet état est comparé à l'état des lieux (donnée masse d'eau) et permet de recourir à un nouveau critère.

NB : Certaines masses d'eau ne contiennent qu'une station, dans ce cas le critère n'est pas renseigné pour les tronçons correspondants.

- Définition des critères et comparaison des données tronçons et des données ME avant normalisation:

L'ensemble des indicateurs définissant les propriétés naturelles et les pressions de chaque tronçon par rapport à la masse d'eau est agrégé pour donner un critère final à chaque tronçon. Pour un critère donné, plus l'écart est faible (proche de 0), plus le tronçon est représentatif de la masse d'eau.

$$Critère_{\text{écart}} = \left| \frac{Indicateur_{ME} - Indicateur_{Tronçon}}{Indicateur_{ME}} \right|$$

A noter que certains critères sont liés à la qualité de l'eau et/ou hydromorphologique : il est possible de les distinguer avec un indice de représentativité pour chacun de ces éléments si l'on souhaite avoir un suivi distinct (tableau 1).

NB : Dans un souci de représentation cartographique, la représentativité est ramenée à la valeur « 0 » en valeur absolue. Le taux de représentativité est ainsi matérialisé par la distance positive à zéro.

- Calcul relatif à la normalisation :

Pour ce qui est du calcul relatif à la normalisation, il est décidé de conserver la méthode des pourcentages qui normalise le poids de chaque paramètre dans la note finale. L'utilisation des données « écarts » montrent des variances disparates suivant les critères, ainsi dans le cadre d'une agrégation la note n'est pas influencé principalement par un critère (comme la fragmentation par exemple).

$$Critère_{\text{normalisé}} = 1 - \frac{Critère_{\text{écart}}}{MAX_{\text{Tronçons homogènes de la ME}}}$$

NB : La justification des étapes de normalisation et d'agrégation se trouve au paragraphe 5 – Discussion de la méthode.

- L'indice de représentativité

Les notes finales se présentent sous la forme d'un indice de représentativité hydromorphologie (agrégation des facteurs hydromorphologie cf. tableau 1), d'un indice de représentativité physico-chimique (agrégation des facteurs pressions diffuses et pollutions urbaines cf. tableau 1). Les indices de représentativités sont construits sur l'écart aux données masse d'eau. Pour plus de précision sur les choix retenus, se référer au paragraphe 5 – Discussion de la méthode.

5- Discussion de la méthode

Pour l'ensemble des tronçons l'écart à la situation moyenne de la masse d'eau est calculé. La représentation sous forme de boîtes à moustaches (min, max, P25, P75, médiane, moyenne) permet d'apprécier la capacité de chaque critère à discriminer par rapport à la situation moyenne de la masse d'eau. Les données des tronçons de toutes les masses d'eau du bassin sont utilisées, soit un total de 723 résultats par critère. Les critères ont été testés masse d'eau par masse d'eau, il s'est avéré que certains sont

constants pour quelques masses d'eau. C'est pourquoi des critères disposent de moins de données, ce sont ceux dont le critère n'apporte aucune discrimination à l'échelle d'une masse d'eau. A ce titre le tableau 2 regroupe le nombre de tronçons où le calcul a été réalisé sur les 723 tronçons sélectionnés en amont.

Par exemple sur la masse d'eau AR19 Erclin, il n'y a pas d'obstacle à l'écoulement référencé dans le ROE, le critère Fragmentation est donc constant sur la masse d'eau et n'a pas vocation à différencier les tronçons entre eux. La construction du critère Etat PC est également limitant pour la distinction des tronçons entre eux pour certaines masses d'eau, particulièrement pour les masses d'eau avec une seule station.

Critères	Nombre de résultats disponibles
Pente	723
Ripisylve	723
Fragmentation	711
Morphologie	723
Plan d'eau	518
Linéaire ennoyé	622
Rang de Strahler	723
Sol de type « artificiel »	723
Sol de type « agricole »	723
Sol de type « naturel »	723
Densité de population	723
Population en ANC	719
Etat PC	471

Tableau 3 : Nombre de résultats disponibles par critères

Une comparaison des données a été menée entre les résultats avant et après normalisation. Les deux paragraphes suivants présentent les boîtes à moustaches correspondantes (figure 3 et 4).

Critères avant normalisation :

Pour l'ensemble des données avant normalisation (initialement appelées les données « écarts »), l'objectif est de calculer l'écart à la référence pour chaque critère (la référence est ici définie comme étant la situation de la masse d'eau, matérialisé mathématiquement par zéro). Le calcul de l'écart en regroupant les critères en deux volets, le volet hydromorphologique et le volet physico-chimique n'est pas concluant avec cette méthode, pour cause l'hétérogénéité des paramètres : le paramètre *Fragmentation* et *Plan d'eau* sont les critères dont les écarts sont les plus élevés avec *Linéaire ennoyé* et *Occupation du sol de type « naturel »* tandis les paramètres *Ripisylve*, *Morphologie*, *Rang de Strahler*, *Occupation du sol de type « artificiel »*, *Occupation du sol de type « agricole »*, *Densité de population*, *Population en ANC* et *Etat PC* ont des écarts plus faibles dans le calcul de l'écart à la donnée ME (figure 3).

La lecture des boîtes à moustaches montre un décalage important entre le poids (figure 3b) et les maximums (figure 3a) des 13 critères.

Présentation des écarts normalisés à la masse d'eau :

Dans ce cas les boîtes à moustaches confirment une divergence des résultats entre deux groupes de paramètres : le volet Hydromorphologie disposant des paramètres *Pente*, *Ripisylve*, *Fragmentation*, *Morphologie*, *Plan d'eau*, *Linéaire ennoyé* et *Rang de Strahler* ; le volet Physico-chimique avec les paramètres *Occupation du sol de type « artificiel »*, *Occupation du sol de type « agricole »*, *Occupation du sol de type « naturel »*, *Densité de population* et *Population en ANC* (figure 4).

Ainsi on distingue deux tendances générales : les paramètres Hydromorphologiques vont principalement discriminés les tronçons très peu « représentatifs » et les paramètres Physicochimiques discriminent les tronçons très « représentatifs » (les paramètres soulignés sont ceux qui expriment le plus clairement ces tendances).

Cette distinction oblige à utiliser d'autres critères pour différencier les tronçons voués à contenir les sites de prélèvement hydrobio. Ces critères supplémentaires peuvent être issus de la famille *Homogénéité et représentativité par rapport aux caractéristiques de la masse d'eau* utilisée en première main pour évaluer le caractère homogène du tronçon.

Dans le groupe Physico-chimique le paramètre *Etat PC* va en sens inverse de la tendance, son appartenance au sein du groupe se justifie pour une discrimination plus fine des tronçons « représentatifs ». Compte tenu de la méthode de calcul, il a également un intérêt « historique » de conservation des tronçons ayant une station physico-chimique.

Une agrégation de paramètres peut alors être considérée et apporter des résultats intéressants. De ce fait les valeurs intrinsèques de l'indice de représentativité Hydromorphologie et du paramètre Physico-chimique ne sont pas comparables (la médiane du groupe Hydromorphologie est de 0.61 alors que le groupe représentativité PC a une médiane de 0.45) (figure 5).

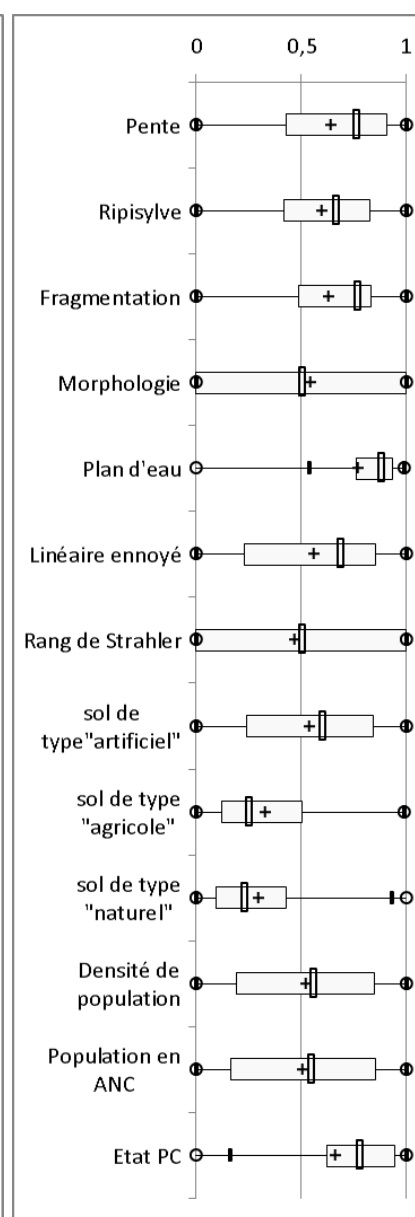
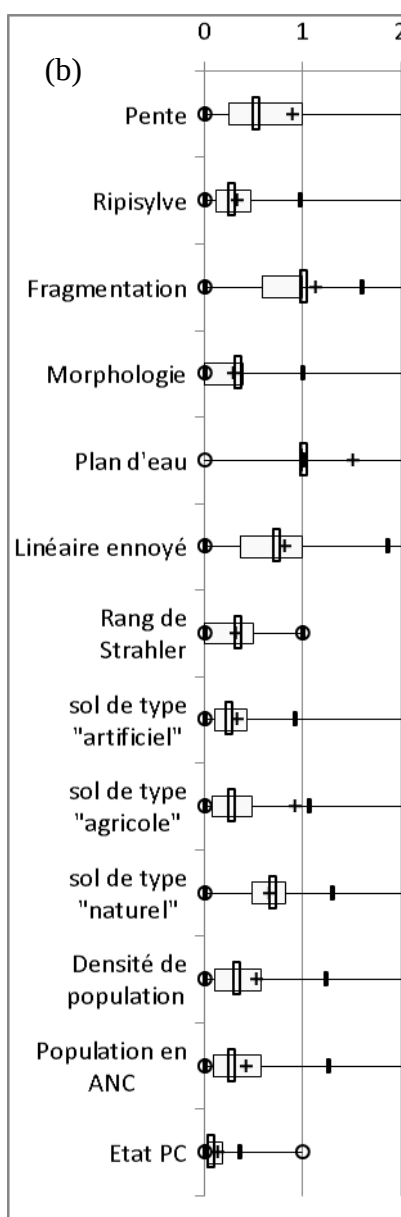
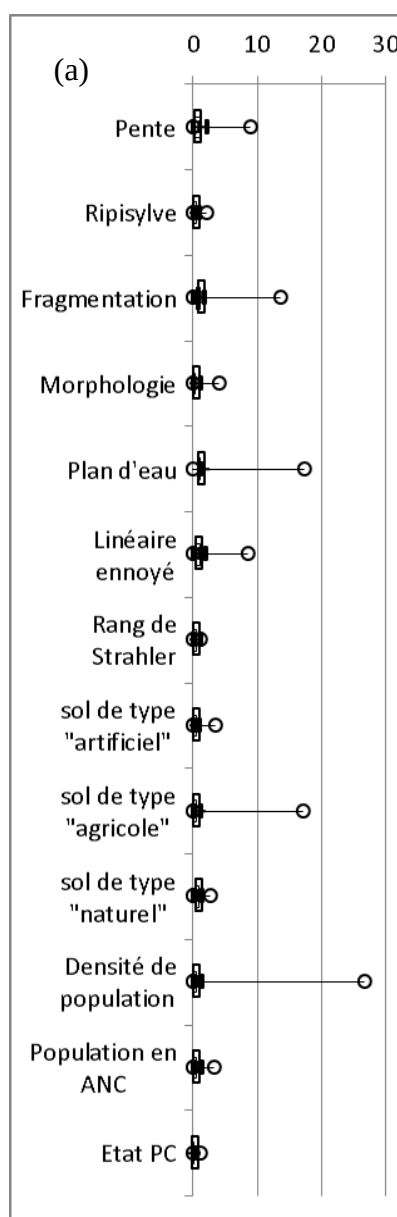


Figure 3 : Boîtes à moustaches des écarts tronçon par rapport à la masse d'eau avant normalisation. Le graphique de gauche (a) à une échelle de [0;30] ; le graphique de droite (b) à une échelle de [0;2].

Figure 4 : Boîtes à moustaches des résultats d'écarts normalisés par critère

Cette brève étude statistique confirme la réflexion entamée pour la construction de l'indice de représentativité sur l'utilité de normaliser le poids de chaque paramètre (normalisation par ME qui permet de conserver une logique Pression-Impact-Etat par ME propre à la DCE), sur la discrétisation du jeu de données en deux entités (Hydromorphologie et Physico-chimie) et donc sur l'inutilité d'utiliser un indice de représentativité global qui reprend tous les paramètres.

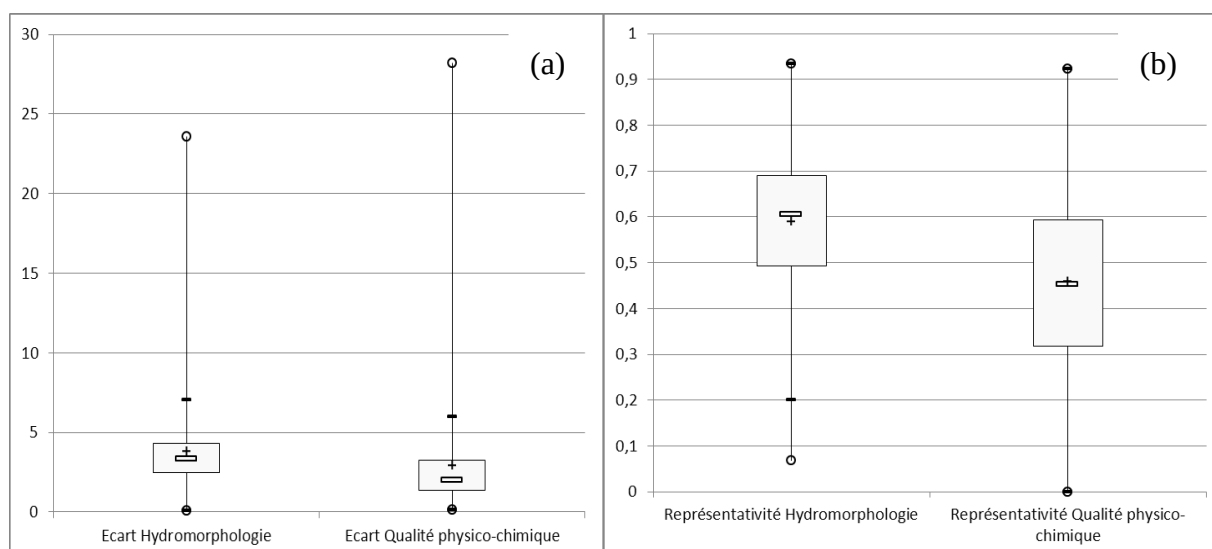


Figure 5 : Boîtes à moustaches des résultats d'écarts normalisés par indice.

Le graphique de gauche **(a)** représente les résultats sur les indices Hydromorphologie et Qualité Physico-chimique **avant normalisation** ; Le graphique de droite **(b)** représente les résultats sur les indices Hydromorphologie et Qualité Physico-chimique **après normalisation**.

4-Utilisation de la Base De Données (BDD)

Vous trouverez sous le nom *BDD_Représentativité_RévisionPDS.xls* le fichier Excel constituant la base de données. Deux feuillets sont disponibles :

- *Données ME* : tous les paramètres à l'échelle de la masse d'eau sont disponibles.
- Les *Données tronçons* : chaque tronçon est dénommé par un *code SYRAH* et un *code USRA* (ce code permet de faire la jointure pour une représentation sous SIG).

! Attention ! Les numéros des tronçons ne correspondent pas à une logique amont-aval.

La caractérisation de la « représentativité » est définie comme suit : le(s) tronçon(s) le(s) plus représentatif(s) est (sont) celui (ceux) dont les paramètres se rapprochent le plus des paramètres de la masse d'eau correspondante. Cette définition fait des données masse d'eau « l'état de référence ».

Six familles de données sont associées aux tronçons :

- La première famille reprend les données de la feuille *Données ME* pour la masse d'eau correspondante au tronçon ;
- La deuxième famille affiche les **caractéristiques intrinsèques aux tronçons** (présence ou non d'un site de prélèvement, surface drainée, longueur du tronçon) ;
- Les **indicateurs** qui reprennent les intitulés des facteurs de pression et des indicateurs d'altérations des masses d'eau ;
- Une famille sur **l'homogénéité et la représentativité par rapport aux caractéristiques de la masse d'eau**. Cette famille recouvre les quatre filtres de l'étape 1 de la méthodologie, elle renseigne sur l'homogénéité du tronçon. Les champs sont renseignés à l'aide d'un système de zéro et de un, le « 1 » correspondant à « oui » ;

Par exemple, le tronçon DO-500567-142, appartenant à la masse d'eau Solre, a une typologie ne correspondant pas à celle de la masse d'eau. Pour compléter, les données Pégase ont détectées une hétérogénéité sur le tronçon (2 écart type) et le tronçon à une note morphologie d'au moins deux classes d'écart avec la donnée de l'EdL.

- La famille suivante répertorie pour chaque tronçon et chaque paramètre **l'écart à la masse d'eau** en croisant les données tronçons avec les données ME. Les

- données sont rangées dans une sous-famille *Hydromorphologie* et une autre *Qualité Physico-chimique* ;
- La dernière famille est le calcul de l'**indice de représentativité**. La mise en forme est similaire avec la famille précédente.

Les six familles de données reprennent les paramètres décrits dans le tableau 1.

5-Détermination des classes pour l'indice de représentativité

Afin d'avoir une lecture plus simple de la représentativité des tronçons, il est proposé de faire une discrimination des classes de représentativité basée sur une représentation équitable (il y a autant de tronçons pour chacune des classes) par quantile : le tableau 4 reprend les limites de classes pour l'indice hydromorphologie (0.07;0.46;0.56;0.64;0.72;0.93) et l'indice Physico-chimie (0;0.28;0.40;0.52;0.65;0.92). On retrouvera dans la figure 6 toutes les statistiques de classification et le graphique de répartition des pourcentages de « représentativité ». Au premier abord seules les classes Forte et Très Forte sont considérées comme étant représentatives. Cependant, au vu de la définition des classes de représentativité, pour l'indice Hydromorphologie 50% des tronçons se retrouvent dans les classes Moyenne, Forte et Très Forte tandis que pour l'indice Physico-chimie seules les classes Forte et Très forte regroupent 50% de la population. Il peut être envisagé d'utiliser les classes Moyenne, Forte et très Forte pour l'indice Hydromorphologie comme étant les classes représentatives.

Tableau 4 : Définition des classes de représentativité

Classe « représentativité »	Hydromorphologie	Physico-chimie	Couleur
Très faible	[0.07;0.46]	[0;0.28]	ROUGE
Faible	[0.46;0.56]	[0.28;0.40]	ORANGE
Moyenne	[0.56;0.64]	[0.40;0.52]	JAUNE
Forte	[0.64;0.72]	[0.52;0.65]	VERT
Très forte	[0.72;0.93]	[0.65;0.92]	BLEU

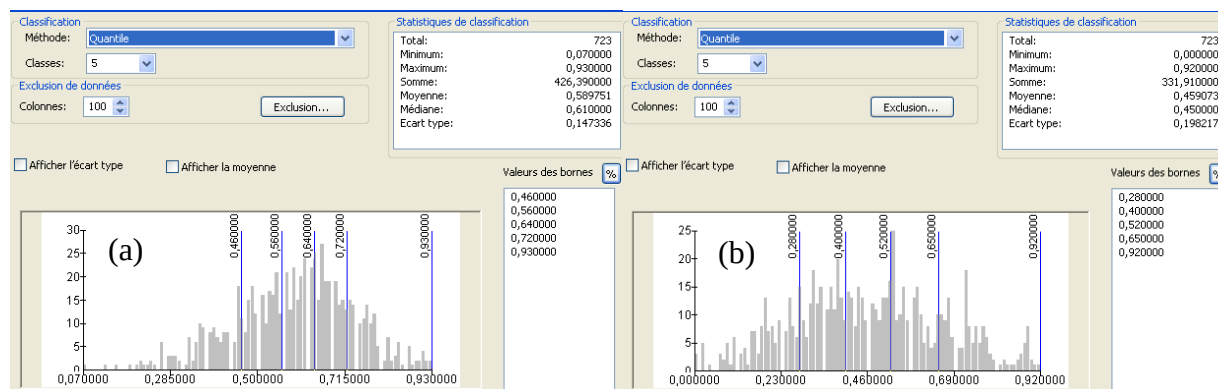


Figure 6 : Statistiques de classification et répartition des pourcentages de « représentativité » pour (a) l'hydromorphologie et (b) la Physico-chimie

6-Représentation cartographique

Il ressort deux atlas cartographiques de la méthodologie pour la sélection de tronçons représentatifs sur une masse d'eau :

- Un Atlas *Représentativité PC*. Ce recueil de cartes est composé d'une carte par masse d'eau naturelle (45). Sur les cartes, on retrouve les classes de représentativité physico-chimiques définies au paragraphe 5. Les tronçons définis comme étant hétérogènes (famille

Homogénéité et représentativité par rapport aux caractéristiques de la masse d'eau de la BDD) sont représentés en pointillés blancs associés à la couleur de la classe « représentativité ». Les stations RCS-RCO-RHAP sont localisées sur les cartes, ce qui permet de faire le lien avec les sites de prélèvement Physico-chimiques.

- Un Atlas *Représentativité HYMO*. Ce recueil de cartes est également composé d'une carte par masse d'eau naturelle (45). Sur les cartes, on retrouve les classes de représentativité hydromorphologique définies au paragraphe 5. Les tronçons définis comme étant hétérogènes (famille *Homogénéité et représentativité par rapport aux caractéristiques de la masse d'eau* de la BDD) sont représentés en pointillés blancs associés à la couleur de la classe « représentativité ». Les sites de prélèvement hydrobiologiques y sont localisés, le site poisson (la symbologie utilisée est un poisson bleu) est différencié des sites macrophytes, diatomées, invertébrés et phytoplanctons (la symbologie utilisée est un coquillage orange).

7-Les suites

Discussion sur la Méthode :

La liste de critères n'est pas exhaustive, elle est proposée comme premier guide dans l'analyse de la représentativité des réseaux hydrographiques. La qualité de la donnée source fait partie des limites de la méthode.

Cette démarche met par ailleurs en avant des masses d'eau hétérogènes (8), puisqu'il est identifié des tronçons qui sont parfois très différents les uns des autres au sein d'une même masse d'eau (taux de représentativité faible) qu'il s'agisse de physico-chimie ou d'hydromorphologie. Pour chaque masse d'eau a été extraite la classe du tronçon le plus « représentatif », le tableau 5 montre la distribution de ses tronçons les « plus représentatifs » pour chaque masse d'eau.

Tableau 5 : Répartition du tronçon le plus représentatif pour chaque masse d'eau

Classe de représentativité		Très Faible	Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
Nombre de masse d'eau	PC	0%	15%	11%	38%	36%
	HYMO	2%	4%	2%	20%	71%

De plus, cette méthode permet d'identifier des stations pour évaluer l'état. Pour le RCO, il s'agira d'ajouter de nouveaux critères puisqu'il doit également permettre de suivre l'efficacité du programme de mesure. Il peut être envisagé de définir un « indice de pertinence » pour chaque tronçon sur le suivi de l'efficacité des actions, en prenant par exemple en compte le nombre d'actions (ou les plus gros projets) prévues pour chacun d'entre eux.

Suites à donner :

L'étape suivante est de caractériser la représentativité des réseaux actuels (RCS, RCO, RHAP). Cette étape doit permettre d'explicitier si les sites actuels sont représentatifs. Dans le cas contraire, la méthode permet de trouver un tronçon suffisamment représentatif sur la masse d'eau et ainsi de définir une nouvelle station. Pour déterminer les nouveaux sites de prélèvement une prospection terrain est indispensable.

EN COURS.

La définition des sites de prélèvements se fera dans la lancée du déploiement de la méthode sur le bassin, par l'organisation de réunions techniques par département en lien avec les DREALs (avec l'arrivée de Louise Roussey stagiaire DREAL NPDC), les Fdp AAPPMA, les SD de l'ONEMA et l'Agence de l'eau Artois-Picardie.

Les principaux critères de sélection sont la pertinence (éviter les singularités), l'applicabilité des protocoles, l'accessibilité et la sécurité. Cet exercice sera réalisé sur les stations actuelles et sur les stations proposées à la suite du déploiement de la méthode présentée.

L'étude de cas sur l'Helpe Majeure démontre que si une continuité est observée entre deux tronçons sur les aspects milieux (habitats et qualité de l'eau), il peut être envisagé de choisir des sites de prélèvement sur ces deux tronçons. Pour l'exemple de l'Helpe Majeure, le site de prélèvement physico-chimique reste au niveau du point RCS alors que les sites de prélèvement de la biologie se fait sur un tronçon dans les boucles de l'Helpe Majeure.

Références

- BRAVARD, J.-P. ; et PETIT, F. 2000.** *Les cours d'eau : dynamique du système fluvial.* . s.l. : 4 Armand Colin, 2000. p. 222.
- CHANDRESRIS, A; MENGIN, N; MALAVOI, J-R; SOUCHON, Y; PELLA, H; WASSON, J-G. 2008.** *SYstème Relationnel d'Audit de l'Hydromorphologie des Cours d'Eau.* s.l. : Cemagref, 2008. p. 64.
- CHANDRESRIS, A; MENGIN, N; MALAVOI, J-R; SOUCHON, Y; WASSON, J-G. 2008.** *SYstème Relationnel d'Audit de l'Hydromorphologie des Cours d'Eau - ATLAS A LARGE ECHELLE.* s.l. : ONEMA/Cemagref, 2009. p. 57.
- CHANDRESRIS, A; MENGIN, N; MALAVOI, J-R; SOUCHON, Y; PELLA, H; WASSON, J-G. 2008.** *SYstème Relationnel d'Audit de l'hydromorphologie des Cours d'Eau - PRINCIPES ET METHODES.* s.l. : Cemagref, 2008. p. 78.
- FDAAPPMA 62. 2007.** *Inventaire des ouvrages hydrauliques du bassin Artois-Picardie - Notice explicative de la base de donnée.* s.l. : FDAAPPMA 62, 2007. p. 41.
- VALETTE, L; CHANDRESRIS, A; MENGIN, N; MALAVOI, J-R; SOUCHON, Y; WASSON, J-G. 2008.** *SYstème Relationnel d'Audit de l'Hydromorphologie des Cours d'Eau SYRAH-CE - Principes et méthodes de la sectorisation hydromorphologique.* s.l. : Cemagref - ONEMA, 2008. p. 27
- VALETTE, L et CUNILLERA, A. 2010.** *Cahiers techniques SYRAH-CE.* s.l. : ONEMA/Cemagref, 2010. p. 93