

Imprégnation du compartiment aquatique de Haute-Normandie par les contaminants chimiques - données 2007/2010 -



GIP Seine-Aval (C. Fisson)
- version finale, avril 2012 -



GIP Seine-Aval
Pôle Régional des Savoirs
115 boulevard de l'Europe
76100 Rouen

tel : 02 35 08 37 64
fax : 02 35 98 03 93
mail : gipsa@seine-aval.fr
web : <http://www.seine-aval.fr>

Sommaire

Sommaire	1
I. Contexte	3
II. Données mobilisées	4
A. Substances chimiques	4
B. Couverture géographique	7
C. Période	7
D. Matrices de suivi	7
E. Réseaux de suivi	10
F. Classes de contamination	11
III. Imprégnation du milieu aquatique	14
A. Imprégnation métallique	14
B. Imprégnation par les HAP	18
C. Imprégnation par les PCB	19
D. Imprégnation par les PBDE	20
E. Imprégnation par les phtalates	20
F. Imprégnation par les organoétains	21
G. Imprégnation par les pesticides organochlorés	21
IV. Identification des points noirs	23
A. Méthodologie	23
B. Points noirs	24
Conclusion	29
Liste des abréviations	30

Annexe A1 – Imprégnation du milieu aquatique en Métaux (Argent).....	i
Annexe A2 – Imprégnation du milieu aquatique en Métaux (Arsenic)	iii
Annexe A3 – Imprégnation du milieu aquatique en Métaux (Cadmium).....	iv
Annexe A4 – Imprégnation du milieu aquatique en Métaux (Cuivre).....	vi
Annexe A5 – Imprégnation du milieu aquatique en Métaux (Mercure)	viii
Annexe A6 – Imprégnation du milieu aquatique en Métaux (Nickel).....	x
Annexe A7 – Imprégnation du milieu aquatique en Métaux (Plomb)	xii
Annexe A8 – Imprégnation du milieu aquatique en Métaux (Zinc)	xiv
Annexe B1 – Imprégnation du milieu aquatique en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (5HAP pyrolytiques)	xvi
Annexe B2 – Imprégnation du milieu aquatique en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16HAP)	xviii
Annexe C – Imprégnation du milieu aquatique en Polychlorobiphényles (7PCB indicateurs)	xx
Annexe D – Imprégnation du milieu aquatique en PolyBromoDiphénylEthers (PBDE)	xxii
Annexe E – Imprégnation du milieu aquatique en Phtalates.....	xxiv
Annexe F – Imprégnation du milieu aquatique en Organoétains.....	xxvi
Annexe G1 – Imprégnation du milieu aquatique en Pesticides Organochlorés (DDT, DDD, DDE)	xxviii
Annexe G2 – Imprégnation du milieu aquatique en Pesticides Organochlorés (Lindane)	xxx
Annexe H – Identification des points noirs	xxxii

I. Contexte

La présente étude vise à apporter des éléments de réponse à l'action 1.3 'Améliorer la connaissance sur l'imprégnation du milieu par les contaminants historiques, les risques environnementaux et sanitaires associés et réduire leurs rejets et impacts' et à la mesure 1.3.1 'Mesurer l'imprégnation du milieu, estimer les stocks et les flux' inscrites dans le 2^{ème} volet du **Plan Régional Santé-Environnement (2010-2013) pour la région Haute-Normandie**. Elle s'inscrit ainsi dans le cadre de la **stratégie de lutte contre les substances toxiques dans les eaux**, qui, par leur caractère toxique, persistant et/ou bioaccumulable, peuvent avoir de lourds impacts environnementaux et sanitaires. Compte-tenu du contexte régional et des fortes pressions urbaines, agricoles et industrielles qui pèsent sur le compartiment aquatique haut-normand, il est apparu pertinent aux acteurs locaux de l'eau de mener une action globale visant à 1) avoir une vision la plus complète possible du niveau de contamination environnemental régional pour une sélection de contaminants historiques ; 2) évaluer le risque environnemental et sanitaire que leur présence induit ; 3) mener des actions préventives adaptées par la réduction des apports dans le milieu, que ce soit par des sources primaires (rejets) ou secondaires (stocks environnementaux), ainsi que par la réduction de l'exposition de populations à risque. Cette étude s'inscrit également dans le cadre de la **lutte contre les points noirs environnementaux** par la réhabilitation ou la gestion des zones contaminées.

Cette étude a été réalisée par le GIP Seine-Aval, sous pilotage d'un comité de suivi* qui en a fixé les grandes orientations et validé une démarche en trois étapes :

- Sélection des données à mobiliser et à traiter (substances, couverture géographique, période, matrices de suivi, réseaux de suivi)
- Cartographie régionale de l'imprégnation du milieu aquatique
- Identification des points noirs

Le déroulé du rapport suit cette démarche et en présente les principaux résultats.

***Composition du comité de suivi de l'étude :**

Agence de l'Eau Seine-Normandie (Jean DUCHEMIN)

Agence Régionale de Santé (Sylvie HOMER)

Air Normand (Véronique DELMAS, Marta DOMINIK)

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Haute-Normandie (Véronique FEENY-FEREOL, Marie-Laure GIANNETTI)

Groupement d'Intérêt Public Seine-Aval (Cédric FISSON, Florian GAGNEAU)

II. Données mobilisées

Au vu de la variété des substances chimiques présentes dans le milieu aquatique, de l'existence et de la disponibilité des données d'imprégnation et pour répondre le plus efficacement possible à l'objectif de connaissance globale de l'imprégnation chimique actuelle du compartiment aquatique haut-normand, une sélection des données à mobiliser et à traiter a été nécessaire. Cette partie du rapport reprend l'argumentaire qui a guidé le choix du travail en termes de substances, de couverture géographique, de période, de matrices et de réseaux de suivi.

A. Substances chimiques

Plusieurs critères ont guidé la sélection des substances chimiques à traiter : pertinence pour le compartiment aquatique, toxicité, disponibilité de données de suivi récurrentes. Ces critères ont orienté l'étude vers les contaminants dits 'historiques' classiquement recherchés et retrouvés dans le compartiment aquatique : métaux, HAP, PCB, PBDE, phtalates, organoétains, pesticides organochlorés. Les COV ne seront pas traités, ces substances n'étant pas prioritaires pour le compartiment aquatique.

Pour chaque famille de contaminants retenue, une brève description des sources, des propriétés physico-chimiques et toxiques est proposée [AESN, 2008 ; Lachambre & Fisson, 2007]¹.

Substances chimiques retenues :

- **métaux : argent, arsenic, cadmium, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc**
- **HAP : 5 HAP pyrolytiques** (Benzo(a)Pyrène + Benzo(b)Fluoranthène + Benzo(g,h,i)Pérylène + Benzo(k)Fluoranthène + Indéno(1,2,3,-cd)Pyrène), **16 HAP** (Acénaphthène + Acénaphtylène + Anthracène + Benzo(a)Anthracène + Benzo(a)Pyrène + Benzo(b)Fluoranthène + Benzo(g,h,i)Pérylène + Benzo(k)Fluoranthène + Chrysène + Dibenzo(a,h)Anthracène + Fluoranthène + Fluorène + Indéno(1,2,3,-cd)Pyrène + Naphtalène + Phénanthrène + Pyrène)
- **PCB : 7 PCB indicateurs** (CB28 + CB52 + CB101 + CB118 + CB138 + CB153 + CB180)
- **PBDE : 6 congénères principaux** (28, 47, 99, 100, 153, 154)
- **phtalates : DEHP** (di-(2-éthylhexyl)phthalate), **DBP** (Diisobutylphthalate), **DEP** (Diéthylphthalate)
- **organoétains : TBT** (tributylétain), **MBT** (monobutylétain), **DBT** (dibutylétain)
- **pesticides organochlorés : HCH- $\alpha,\beta,\gamma,\epsilon,\delta$ (lindane) ; DDT + DDE + DDD.**

¹ Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN), 2008. Guide des substances toxiques dans les eaux douces et littorales du bassin Seine-Normandie. ISBN 978-2-9523536-2-5, 272 p.
Lachambre M., Fisson C., 2007. La contamination chimique : quel risque en estuaire de Seine ? GIP Seine-Aval, 105 p.

1. Métaux

Les métaux sont des composants naturels de l'écorce terrestre et rejoignent les compartiments aquatiques et terrestres lors d'épisodes de volcanisme ou d'incendies de forêt. Cette présence naturelle est appelée « fond géochimique » ou « bruit de fond » et peut parfois expliquer des concentrations élevées dans les sédiments ou les eaux souterraines en l'absence de tout apport anthropique.

Utilisés par l'homme depuis l'antiquité, d'abord pour sa survie, puis son confort et ses loisirs, les métaux comptent de nombreuses et diverses utilisations (alliages, batteries, pigments, pesticides, médicaments, photographie,...) responsables de leur large dissémination dans l'environnement et de l'augmentation des concentrations « naturelles ». Bien que certains métaux soient indispensables au métabolisme des êtres vivants (ex. : arsenic, chrome, cuivre, fer, nickel, zinc), ils deviennent toxiques au-delà d'une certaine concentration. D'autres métaux, tels que le cadmium ou le plomb, ne sont pas nécessaires à la vie et sont toxiques.

La biodisponibilité des métaux en milieu aquatique est limitée du fait de leur forte capacité d'adsorption (sédiments, matières organiques) et de complexation, bien qu'elle soit très variable suivant les conditions physicochimiques du milieu (par exemple, le cadmium passe de la phase particulaire à la phase dissoute lorsque la salinité augmente). L'accumulation de stocks considérables de métaux dans les sédiments pose par ailleurs le problème de leur remobilisation et de la persistance éventuelle de leurs nuisances bien au-delà d'un arrêt des rejets.

2. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Présents dans tous les compartiments de l'environnement, les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) regroupent plusieurs centaines de substances chimiques constituées de plusieurs cycles aromatiques. Ils sont formés en mélange et ont trois origines principales : pyrolytique (combustion de matériel organique par les industries, transports, incinérateurs, incendies), pétrogénique (introduction dans l'environnement à partir de produits pétroliers et dérivés) et diagénétique (formation naturelle du pétrole). Ils sont peu solubles dans l'eau, ont tendance à s'adsorber sur les matières en suspension et à s'accumuler aussi bien dans les sédiments (plus spécifiquement sur les particules fines) que dans les organismes vivants (notamment dans les graisses des poissons). Leur persistance et leur toxicité augmentent avec leur poids moléculaire. Les substances de poids moléculaire faible sont plus facilement dégradées dans l'environnement et divers organismes peuvent les dégrader plus ou moins complètement. Certaines molécules telles que le dibenzo(a,h)anthracène, le benzo(a)pyrène, l'indéno(1,2,3-cd)pyrène et le benzo(a)anthracène sont particulièrement toxiques et ont des effets cancérogènes mutagènes et reprotoxiques. Des effets perturbateurs endocriniens sont également suspectés.

3. PolyChloroBiphényles (PCB)

Les PolyChloroBiphényles (PCB) sont des composés aromatiques organochlorés dérivés du biphényle. Ce sont des éléments non naturels synthétisés industriellement sous forme de mélanges. De formule chimique $C_{12}H_{(10-n)}Cl$ (avec $1 \leq n \leq 10$), ils forment une famille de 209 composés (congénères) se différenciant par le nombre (de 1 à 10) et la position des atomes de chlore sur la molécule de biphényle. Les **PCB de type dioxine** (PCB-DL) regroupent 12 congénères de PCB dont la configuration plane induit des mécanismes de toxicité semblables à ceux des

dioxines. Les **PCB non apparentés aux dioxines** (PCB-NDL) regroupent le reste des congénères de PCB. De configuration non coplanaire, ils présentent d'autres mécanismes de toxicité. Les **PCB indicateurs** (PCBi) regroupent 7 congénères (6 PCB-NDL et 1 PCB-DL) à rechercher en priorité dans les analyses de matrices organiques (sédiments, sang, chair, graisse) du fait de leur persistance et de leur abondance relative (> 100 fois celle des autres PCB) dans l'environnement ainsi que de leurs propriétés toxicologiques.

Les PCB sont des produits de synthèse lipophiles (affinité pour les graisses et faible solubilité dans l'eau) et persistants, fabriqués en mélanges techniques (synthétisés par chloration du biphenyle) plus ou moins chlorés et contenant diverses impuretés, dont les dioxines (PCDD) et les furanes (PCDF). Pour leur inertie chimique, leur résistance au feu et leur constante diélectrique élevée, ils ont été utilisés dans diverses applications industrielles (transformateurs, condensateurs électriques, additifs aux peintures, plastiques,...). En réponse à plusieurs restrictions, dont celle de l'OCDE en 1973, les fabricants ont progressivement cessé la production de PCB.

Leur caractère lipophile induit une tendance à la bioaccumulation dans les organismes et le long de la chaîne alimentaire, exposant ainsi les organismes filtreurs, les oiseaux et l'homme (le lait maternel, les graisses, le sang). Les PCB sont classés comme perturbateurs endocriniens et peuvent avoir des effets toxiques et cancérigènes.

4. *PolyBromoDiphénylEthers (PBDE)*

Les PolyBromoDiphénylEthers (PBDE) sont des retardateurs de flamme utilisés dans une vaste gamme de produits de consommation. Ils sont persistants dans l'environnement et présentent un fort potentiel de bioaccumulation et de biomagnification. Retrouvés à des concentrations très faibles dans l'eau (quelques ng/l), les teneurs dans les sédiments sont plus importantes, mais très variables selon le congénère considéré. Leur cancérogénicité n'est pas établie, mais ce sont des perturbateurs endocriniens potentiels.

5. *Phtalates*

Les phtalates sont un ensemble de substances chimiques dont les plus courants sont le diméthylphtalate, le diéthylphtalate (DEP), le diisobutylphtalate (DBP), le benzylbutylphtalate et le di(2-éthylhexyl)phtalate (DEHP). Ces composés sont des substances de synthèse entrant notamment dans la composition des matières plastiques, des fluides diélectriques et des insecticides. Ils sont très hydrophobes et sont donc fortement fixés sur les sédiments et dans les organismes. La toxicité chronique du DEHP (principal composé des de la famille des phtalates) vise le foie, le rein, le système reproductif. Le DEHP est un perturbateur endocrinien, faiblement biodégradable et pouvant être bio-accumulé.

6. *Organoétains*

Les organoétains ont essentiellement été utilisés comme biocides dans les peintures marines antisalissures et les produits de préservation du bois. Bien qu'aujourd'hui interdits d'utilisation, leur biodégradabilité modérée dans l'eau de mer et lente dans les sédiments fait que, bien qu'en diminution, ils peuvent encore aujourd'hui être retrouvés dans les sédiments estuariens (plusieurs dizaines de µg/kg de poids sec pour le TBT) et dans le biote. Certains de ces composés présentent un caractère cancérigène et perturbateur endocrinien ainsi qu'un fort potentiel de

bioaccumulation. Par ailleurs, des altérations provoquées spécifiquement par le TBT sont observées sur les mollusques gastéropodes *Nucilla lapillus* de l'embouchure, dont les femelles développent des organes sexuels typiquement mâles. C'est le phénomène d'imposex.

7. *Pesticides organochlorés*

Les pesticides sont des substances chimiques destinées à lutter contre des organismes nuisibles, qu'ils soient animaux ou végétaux. Il en existe diverses familles, dont les herbicides (lutte contre les mauvaises herbes), les insecticides (lutte contre les insectes nuisibles), les fongicides (lutte contre les moisissures et les parasites fongiques des plantes), etc. Utilisées depuis le début du XXème siècle, de nombreuses familles de substances se sont succédé. Par définition, les pesticides sont nocifs et peuvent donc avoir des effets toxiques pour l'homme et l'environnement.

À l'inverse des herbicides généralement hydrophiles, les insecticides (particulièrement les organochlorés) peuvent être bioaccumulables et se retrouver dans les tissus adipeux des organismes, tout au long de la chaîne alimentaire. De plus, la rémanence des substances actives ou de leurs métabolites entraîne une large dissémination de ces molécules dans l'environnement et une toxicité qui peut s'exercer longtemps après l'arrêt de leur utilisation.

B. Couverture géographique

L'imprégnation chimique du milieu aquatique sera étudiée sur les cours d'eau de Haute-Normandie et le long du littoral normand. Du fait de l'influence du panache de la Seine sur le littoral haut-normand et de la plus forte imprégnation de cette portion de côte, le littoral bas-normand sera intégré à l'étude pour obtenir des points de comparaison moins impactés et ainsi améliorer l'interprétation des résultats.

Zones géographiques retenues :

- pour les cours d'eau : Région Haute-Normandie
- pour le littoral : Régions Haute et Basse-Normandie

C. Période

Pour rendre compte de l'imprégnation chimique globale de l'environnement, seules les données les plus récentes seront mobilisées. Les données de contamination des quatre dernières années disponibles au moment de l'étude ont été retenues (2007-2010) et seront moyennées par station.

Période retenue : 2007-2010 (moyenne).

D. Matrices de suivi

La surveillance des contaminants chimiques dans l'environnement aquatique est classiquement réalisée dans trois compartiments de l'écosystème : l'eau, le sédiment et le biote (matière vivante). Sur la base des propriétés physico-chimiques des contaminants, des compartiments

récepteurs et de la finalité du suivi, cette surveillance doit être adaptée. Ainsi, pour des substances hydrophobes telles que les PCB ou les HAP, le sédiment et le biote seront préconisés pour un suivi régulier de la contamination chronique du milieu, alors que l'eau sera préférée pour suivre un rejet ponctuel ou accidentel.

Le suivi dans l'air ambiant et la mesure des retombées atmosphériques peuvent apporter des éléments complémentaires sur le cycle d'un certain nombre de contaminants, tels les métaux ou les HAP. Les données issues de ces suivis pourront être mobilisées dans un second temps, pour enrichir la description des zones les plus contaminées (sources potentielles, voies de transfert, etc.).

Matrices de suivi retenues :

- eaux superficielles continentales et estuariennes
- sédiments fins de surface
- biote (coquillages, poissons)
- air ambiant et retombées atmosphériques

1. Suivi dans l'eau superficielle

Les eaux superficielles correspondent aux eaux ouvertes sur l'atmosphère. Elles comprennent à la fois les eaux courantes (rivières, fleuves, estuaires,...) et non courantes (océans, lacs, étangs, réservoirs,...).

Du fait de la variabilité hydrologique (crues/étiages, courants) et physico-chimique (concentration en matières en suspension, oxygénation, salinité, etc.) des eaux courantes, le suivi des contaminants dans ce compartiment ne représente que la situation ponctuelle du lieu et du moment du prélèvement. Pour être exploitables dans le cadre d'un état des lieux de la contamination, les mesures dans l'eau superficielle doivent être réalisées très régulièrement (plusieurs fois par an).

Pour les micropolluants organiques, leur mesure dans l'eau fait appel des techniques analytiques dont les limites de détection et de quantification sont souvent proches des concentrations trouvées dans l'eau (de l'ordre de la dizaine de ng/l). C'est pourquoi il est nécessaire de bien dissocier les limites techniques de détection des substances, de leur présence et de leurs effets. En effet, une substance non détectée dans l'eau peut très bien être présente à une concentration suffisante pour provoquer un effet biologique.

2. Suivi dans le biote (matière vivante)

La surveillance des contaminants dans les tissus d'organismes vivants (coquillages, crustacés, poissons) est un bon moyen pour évaluer la contamination du milieu. En effet, les organismes vivants ont la faculté, en particulier les organismes filtreurs comme les huîtres et les moules, d'accumuler les contaminants présents dans l'eau jusqu'à atteindre un équilibre avec celle-ci. Ce phénomène nécessite un contact de plusieurs mois avec le milieu et la décontamination des organismes en eau propre demande aussi un certain temps. Les teneurs en contaminants mesurées dans les organismes sont le reflet d'une situation moyenne sur les quelques mois précédant le prélèvement. Ces mesures intégratrices sont donc

davantage représentatives de l'imprégnation chronique du milieu. L'utilisation d'organismes vivants comme indicateurs de la contamination possède toutefois quelques limites importantes à connaître :

- La faculté de bioaccumulation peut être très différente d'une espèce à l'autre. Il est donc nécessaire, dans les programmes de suivi, d'utiliser toujours la même espèce pour pouvoir réaliser des comparaisons spatiales et temporelles ;
- Les organismes vivants n'accumulent pas les contaminants de la même façon tout au long de leur vie. La taille des organismes, directement liée à l'âge, est un paramètre de variabilité des teneurs à prendre en compte. Pour tenter de s'en affranchir, les résultats sont généralement analysés par classe de taille ;
- Les teneurs des contaminants dans les organismes varient de manière saisonnière. Cela peut être dû aux variations du métabolisme (effet de la reproduction en particulier), à la variabilité des conditions du milieu (apport en contaminants important en période pluvieuse, remise en suspension du sédiment superficiel et expulsion du bouchon vaseux), ou même à la périodicité des rejets anthropiques.

3. Suivi dans le sédiment

Si les organismes vivants intègrent la contamination sur plusieurs mois, les sédiments peuvent conserver dans leurs couches successives toute l'histoire chimique d'une région. En fonction des vitesses de sédimentation, des possibilités de remise en suspension et de la bioturbation (mélange des sédiments dû aux organismes vivants), les premiers centimètres de sédiment sont un mélange des quelques années précédant leur dépôt. La réalisation de carottes sédimentaires peut permettre de remonter le temps sur plusieurs dizaines d'années. Cependant, des phénomènes de crues peuvent perturber cet ordonnancement, en provoquant par exemple, l'érosion des dépôts récents ce qui a pour effet d'entraîner leur disparition dans les séries chronologiques.

Les mesures des teneurs en contaminants dans le sédiment peuvent se faire moins souvent que dans l'eau ou les organismes vivants. Les sédiments de la baie de Seine sont assez stables et un prélèvement tous les six ou dix ans suffit à suivre l'évolution de la contamination de ce secteur. Dans les cours d'eau et dans la partie fluviale de la Seine, les courants et le trafic fluvial rendent les sédiments beaucoup moins stables. Des mesures annuelles sont par conséquent préconisées pour ce secteur.

La composition du sédiment peut être extrêmement différente d'un site à un autre et peut entraîner une variabilité importante des teneurs en micropolluants. Il est donc nécessaire de tenir compte de ce facteur, lorsque cela est possible, afin de pouvoir comparer des teneurs dans le temps et l'espace. Une première approche, respectée depuis quelques années par les réseaux de mesures, est de mesurer les teneurs de micropolluants sur la fraction fine des sédiments uniquement (particules de diamètre inférieur à 2 mm). Une deuxième approche plus élaborée consiste à rapporter les teneurs de contaminants à celles d'un élément adsorbé sur la fraction fine et non soumis aux pressions anthropiques (c'est-à-dire rejeté de façon négligeable par les activités humaines), généralement l'aluminium. Sont ainsi obtenus des niveaux de contamination du sédiment normalisés et comparables les uns aux autres.

4. Suivi dans l'air

Le compartiment atmosphérique peut faire l'objet de suivi de la contamination à deux niveaux : *i)* mesure dans l'air ambiant ; *ii)* mesure des retombées atmosphériques. Les mesures de contaminants dans l'air ambiant donnent une indication de la contamination du secteur échantillonné au moment du prélèvement. Cette qualité de l'air est en lien étroit avec les facteurs météorologiques (direction et vitesse du vent, température, ensoleillement, précipitations, etc.) qui influent sur la dispersion des contaminants.

Le suivi des retombées atmosphériques va permettre de mesurer les particules sédimentables sur une période donnée et donnera des indications sur la voie de transfert atmosphérique. Les retombées atmosphériques peuvent également être mesurées dans des organismes qui vont accumuler les contaminants, comme les mousses ou les lichens.

E. Réseaux de suivi

Du fait de leur bonne couverture géographique et de la pérennité des suivis, seules les données de contamination chimique issues des réseaux de suivi ou des programmes de surveillance ont été retenues :

- **Réseau de Contrôle et de Surveillance (RCS)** : suivi dans les eaux superficielles continentales et les sédiments des cours d'eau. Ce réseau a été mis en place en 2007 par les Agences de l'Eau, dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Il permet d'évaluer l'état général des eaux et les tendances d'évolution au niveau d'un bassin, à travers le suivi physico-chimique et chimique de stations de mesures représentatives du fonctionnement global de la masse d'eau. Il est centré, non pas sur le suivi des pressions et des pollutions, mais bien sur le suivi des milieux aquatiques sur le long terme, notamment pour évaluer les conséquences des modifications des conditions naturelles (changement climatique par exemple) et des activités anthropiques.
- **Réseau d'Observation de la Contamination Chimique du milieu marin (ROCCH)** : suivi dans les coquillages sur le littoral, les eaux marines et les sédiments marins. Créé en 1974 il est coordonné par l'Ifremer pour le compte du Ministère en charge de l'environnement et permet aujourd'hui l'application de la DCE et répond aux obligations des conventions OSPAR et de Barcelone. Son objectif est l'évaluation des niveaux et des tendances des concentrations en contaminants chimiques et des paramètres généraux de la qualité du milieu, ainsi que la surveillance des effets biologiques de ces contaminants.
- **Réseau de suivi des produits de la pêche et de l'aquaculture** : suivi dans les coquillages, les crustacés et les poissons dans les eaux douces et marines. Ce suivi est géré par l'Agence de l'Eau Seine Normandie dans un objectif de connaissance des niveaux d'imprégnation en micropolluants et de leur évolution dans le biote.
- **Réseau de surveillance de la qualité de l'air** : suivi dans l'air ambiant et des retombées atmosphériques. Cette surveillance est exercée par Air-Normand et permet de répondre aux enjeux locaux et aux réglementations européennes et françaises en matière de qualité de l'air.

Réseaux de suivis mobilisés :

- Réseau de Contrôle et de Surveillance : eaux superficielles et sédiments de surface
- Réseau d'Observation de la Contamination Chimique du milieu marin : sédiments de surface et biote
- Réseau de suivi des produits de la pêche et de l'aquaculture : biote
- Réseau de surveillance de la qualité de l'air : air ambiant et retombées atmosphériques

F. Classes de contamination

Pour chaque substance chimique et matrice de suivi (sédiments fins de surface, eaux superficielles, biote), des classes de contamination ont été définies afin de rendre compte du niveau d'imprégnation de la substance et de la matrice représentées. Ces classes sont reprises dans le tableau I et ont été utilisées pour la cartographie (Annexes A à G) et la définition des points noirs (partie IV) :

- Classe 0 : pas de contamination
- Classe 1 : contamination faible
- Classe 2 : contamination moyenne
- Classe 3 : contamination élevée
- Classe 4 : contamination très élevée

Tableau I : Classes de contamination chimique retenues pour la représentation cartographique du niveau d'imprégnation.

Famille	Substance	Matrice	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Unité
Métaux	Argent	Sédiments	<2,7	2,7 - 14	14 - 27	27 - 81	>81	mg/kg ps
		Eau	<1	1 - 2	2 - 5	5 - 10	>10	µg/l
		Poissons	<0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 2	2 - 5	>5	mg/kg ps
		Moules	<0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 2	2 - 5	>5	mg/kg ps
	Arsenic	Sédiments	<6,5	6,5 - 13	13 - 26	26 - 52	>52	mg/kg ps
		Eau	<1	1 - 5	5 - 10	10 - 50	>50	µg/l
	Cadmium	Sédiments	<0,22	0,22 - 1,1	1,1 - 2,2	2,2 - 6,6	>6,6	mg/kg ps
		Eau	<1	1 - 2	2 - 5	5 - 10	>10	µg/l
		Poissons	<0,05	0,05 - 0,5	0,5 - 2	2 - 5	>5	mg/kg ps
		Moules	<0,2	0,2 - 0,5	0,5 - 2	2 - 5	>5	mg/kg ps

Famille	Substance	Matrice	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Unité
	Cuivre	Sédiments	<15	15 - 75	75 - 150	150 - 450	>450	mg/kg ps
		Eau	<1	1 - 5	5 - 10	10 - 50	>50	µg/l
		Poissons	<0,1	0,1 - 1	1 - 5	5 - 10	>10	mg/kg ps
		Moules	<0,1	0,1 - 1	1 - 5	5 - 10	>10	mg/kg ps
	Mercure	Sédiments	<0,03	0,03 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,9	>0,9	mg/kg ps
		Eau	<0,5	0,5 - 1	1 - 2	2 - 5	>5	µg/l
		Poissons	<0,05	0,05 - 0,2	0,2 - 0,5	0,5 - 2	>2	mg/kg ps
		Moules	<0,05	0,05 - 0,2	0,2 - 0,5	0,5 - 2	>2	mg/kg ps
	Nickel	Sédiments	<16	16 - 80	80 - 160	160 - 480	>480	mg/kg ps
		Eau	<1	1 - 5	5 - 10	10 - 50	>50	µg/l
		Poissons	<0,1	0,1 - 1	1 - 5	5 - 20	<20	mg/kg ps
		Moules	<0,1	0,1 - 1	1 - 5	5 - 20	>20	mg/kg ps
	Plomb	Sédiments	<20	20 - 100	100 - 200	200 - 600	>600	mg/kg ps
		Eau	<1	1 - 5	5 - 10	10 - 50	>50	µg/l
		Poissons	<0,1	0,1 - 1	1 - 2	2 - 5	>5	mg/kg ps
		Moules	<0,1	0,1 - 1	1 - 2	2 - 5	>5	mg/kg ps
Zinc	Sédiments	<60	60 - 300	300 - 600	600 - 1800	>1800	mg/kg ps	
	Eau	<5	5 - 10	10 - 50	50 - 100	>100	µg/l	
	Moules	<50	50 - 100	100 - 200	200 - 400	>400	mg/kg ps	
HAP	16HAP	Sédiments	<5	5 - 10	10 - 25	25 - 50	>50	mg/kg ps
		Eau	<100	100 - 250	250 - 500	500 - 1000	>1000	ng/l
		Poissons	<1	1 - 50	50 - 200	200 - 500	>500	µg/kg ps
		Moules	<1	1 - 50	50 - 200	200 - 500	>500	µg/kg ps
	5HAP	Sédiments	<1	1 - 5	5 - 10	10 - 20	>20	mg/kg ps
		Eau	<50	50 - 100	100 - 250	250 - 500	>500	ng/l
		Poissons	<1	1 - 20	20 - 50	50 - 200	>200	µg/kg ps
		Moules	<1	1 - 20	20 - 50	50 - 200	>200	µg/kg ps

Famille	Substance	Matrice	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Unité
PCB	7PCBi	Sédiments	<5	5 - 10	10 - 25	25 - 50	>50	µg/kg ps
		Eau	<1	1 - 5	5 - 10	10 - 25	>25	ng/l
		Poissons	<50	50 - 100	100 - 200	200 - 500	>500	µg/kg ps
		Moules	<50	50 - 100	100 - 200	200 - 500	>500	µg/kg ps
PBDE	4PBDE	Poissons	<1	1 - 5	5 - 50	50 - 100	>100	µg/kg ps
	6PBDE	Sédiments	<2	2 - 5	5 - 10	10 - 15	>15	µg/kg ps
		Eau	<0,5	0,5 - 5	5 - 10	10 - 50	>50	ng/l
		Moules	<1	1 - 5	5 - 50	50 - 100	>100	µg/kg ps
Phtalates	DEHP	Sédiments	<0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 2	2 - 10	>10	mg/kg ps
		Eau	<1	1 - 2	2 - 5	5 - 10	>10	µg/l
	DEHP+DBP+DEP	Poissons	<100	100 - 200	200 - 500	500 - 1000	>1000	µg/kg ps
		Moules	<100	100 - 200	200 - 500	500 - 1000	>1000	µg/kg ps
Organoétains	TBT	Sédiments	<1	1 - 10	10 - 100	100 - 1000	>1000	µg/kg ps
		Eau	<0,1	0,1 - 1	1 - 5	5 - 10	>10	ng/l
	MBT+DBT+TBT	Poissons	<2	2 - 5	5 - 10	10 - 20	>20	µg Sn/kg ps
		Moules	<2	2 - 5	5 - 10	10 - 20	>20	µg/kg ps
Pesticides organochlorés	DDT+DDD+DDE	Sédiments	<2	2 - 20	20 - 100	100 - 200	>200	µg/kg ps
		Eau	<10	10 - 50	50 - 100	100 - 200	>200	ng/l
		Moules	<2	2 - 4	4 - 8	8 - 10	>10	µg/kg ps
	HCHgamma	Sédiments	<1	1 - 3	3 - 10	10 - 25	>25	µg/kg ps
		Eau	<20	20 - 50	50 - 100	100 - 200	>200	ng/l
	HCHalpha+gamma	Moules	<0,25	0,25 - 0,5	0,5 - 1	1 - 2	>2	µg/kg ps

III. Imprégnation du milieu aquatique

A. Imprégnation métallique

Les cartes d'imprégnation du milieu aquatique en métaux sont présentées en annexe A.

1. Argent

Sur la période 2007-2010, 30% des mesures en argent dans les sédiments fins de surface des principaux cours d'eau haut-normands sont inférieures à la limite de détection (0.1 mg/kg poids sec) et 97% inférieures au bruit de fond géochimique (2.7 mg/kg poids sec). Seules 5 mesures sur la Seine (à la Bouille, Rouen, Oissel et Poses) et une mesure sur le Rouloir (à Conches-en-Ouche) présentent une contamination supérieure au bruit de fond géochimique, mais ces niveaux restent relativement faibles et dans l'ordre de grandeur du bruit de fond géochimique. **Le suivi de la contamination des sédiments ne montre pas de contamination notable liée à l'argent.**

Les eaux superficielles des cours d'eau suivis ne montrent pas de contamination notable à l'argent (concentration moyenne toujours inférieure à 0.15 µg/l).

Pour le biote, les analyses réalisées dans les **poissons pêchés dans les cours d'eau haut-normands n'ont pas permis la détection de l'argent** (les 30 analyses sont inférieures à la limite de détection fixée à 0.1 mg/kg poids sec). Concernant les **moules prélevées sur le littoral normand, une contamination moyenne est observée à l'embouchure de la Seine et le long du pays de Caux**, mais les niveaux mesurés restent inférieurs à 2 mg/kg poids sec (à l'exception des moules prélevées à Vaucottes où des niveaux allant jusqu'à 3.7 mg/kg poids sec ont été mesurés). Les niveaux observés dans le reste de la baie de Seine et sur le littoral ouest du Cotentin sont très faibles.

2. Arsenic

Sur la période 2007-2010, 5% des mesures en arsenic dans les sédiments fins de surface des principaux cours d'eau haut-normands sont inférieures à la limite de détection (1.25 mg/kg poids sec) et 93% inférieures au bruit de fond géochimique (6.5 mg/kg poids sec). Seuls les sédiments prélevés dans la Risle (à Ambenay), la Seine (à Oissel et à Poses), la Lézarde (à Harfleur) et l'Avre (à Saint-Georges-Motel) présentent des teneurs moyennes supérieures au bruit de fond, mais les niveaux de contamination restent relativement faibles. **Le suivi de la contamination des sédiments ne montre pas de contamination notable liée à l'arsenic.**

Les eaux superficielles des cours d'eau suivis ne montrent pas de contamination notable à l'arsenic (concentration moyenne de quelques µg/l).

L'imprégnation du biote (poissons ou moules) en arsenic n'a pas été suivie.

3. Cadmium

Sur la période 2007-2010, 5% des mesures en cadmium dans les sédiments fins de surface des principaux cours d'eau haut-normands sont inférieures à la limite de détection (0.1 mg/kg poids sec), 26% inférieures au bruit de fond géochimique (0.22 mg/kg poids sec) et 96% présentent un enrichissement en cadmium inférieur à 10 fois le bruit de fond géochimique. La Seine (à Oissel et Poses) et l'Eure (à Cailly-sur-Eure) présentent les teneurs en cadmium les plus élevées parmi les sites suivis. **Le suivi de la contamination des sédiments montre un enrichissement en cadmium, particulièrement sur l'axe Seine, l'Eure et la Risle. Les cours d'eau côtiers semblent moins marqués.**

Les eaux superficielles des cours d'eau suivis ne montrent pas de contamination notable en cadmium (concentration moyenne toujours inférieure à 1 µg/l).

Pour le biote, 80% analyses réalisées dans les **poissons pêchés dans les cours d'eau haut-normands n'ont pas permis la détection du cadmium** (< 0.05 mg/kg poids sec) et dans tous les cas le **niveau de contamination est faible** (<0.2 mg/kg poids sec). Concernant les **moules prélevées sur le littoral normand, un niveau de contamination moyen est observé**, avec des teneurs qui restent inférieures ou très proches des 2 mg/kg poids sec.

4. Cuivre

Sur la période 2007-2010, 8% des mesures en cuivre dans les sédiments fins de surface des principaux cours d'eau haut-normands sont inférieures à la limite de détection (variable entre 2.5 et 3 mg/kg poids sec), 38% inférieures au bruit de fond géochimique (15 mg/kg poids sec) et 96% présentent un enrichissement en cuivre inférieur à 10 fois le bruit de fond géochimique. La Risle (à Ambenay) présente une contamination très élevée en cuivre (teneur moyenne de 826 mg/kg poids sec, avec un maxima de 1210 mg/kg poids sec mesuré en août 2007). Cette contamination semble localisée, car une les mesures réalisées plus en aval sur la Risle ne présentent pas un tel niveau de contamination. L'aval du Cailly (à Canteleu) présente une contamination élevée en cuivre (teneur moyenne de 155±35 mg/kg poids sec), non retrouvée plus en amont (teneur moyenne de 29±9 mg/kg poids sec au Houlme). **Le suivi de la contamination des sédiments montre un enrichissement en cuivre. Deux sites sont particulièrement touchés : la Risle (à Ambenay) et le Cailly (à Canteleu).**

Les eaux superficielles des cours d'eau suivis présentent des concentrations en cuivre de l'ordre de quelques µg/l, la partie aval de la Seine présentant les concentrations les plus élevées.

Pour le biote, les niveaux de contamination mesurés dans les **poissons pêchés dans les cours d'eau haut-normands sont relativement homogènes** entre 1 et 2.3 mg/kg poids sec et ne permettent pas l'identification de secteurs particulièrement contaminés. Concernant les **moules prélevées sur le littoral normand, cette matrice ne peut pas être considérée comme discriminante** pour le suivi de l'imprégnation en cuivre de l'environnement aquatique. En effet, cet élément est régulé par les moules à une teneur autour de 7 mg/kg poids sec. **Pour le suivi de la contamination du cuivre chez les mollusques, les huîtres devraient être privilégiées.**

5. Mercure

Sur la période 2007-2010, une seule mesure de mercure dans les sédiments fins de surface des principaux cours d'eau haut-normands est inférieure à la limite de détection (0.007 mg/kg poids sec) et 7% des analyses sont inférieures au bruit de fond géochimique (0.03 mg/kg poids sec). 25% des analyses présentent un enrichissement en mercure supérieur à 10 fois le bruit de fond géochimique : le Rouloir (à Conches-en-Ouche), le Commerce (à Lillebonne et Notre-Dame-de-Gravenchon), la Seine, la Risle (à Ambenay), le Cailly (à Canteleu), la Bresle (à Ponts-et-Marais), le Robec (à Rouen), l'aval de la Valmont (à Fécamp), la Fontaine (au Havre), le Théluet (à Notre-Dame-de-Gravenchon) et le Rogerval (à Oudalle). La Seine (à Rouen, Oissel, Poses) présente de très fortes teneurs en mercure (moyenne >0.9 mg/kg poids sec). **Le suivi de la contamination des sédiments montre un enrichissement élevé en mercure sur la Seine et de nombreux affluents. Les cours d'eau côtiers suivis semblent plus épargnés** (à l'exception de l'aval de la Bresle et de la Valmont).

Les eaux superficielles des cours d'eau suivis ne montrent pas de contamination notable en mercure (concentration moyenne toujours inférieure à 0.5 µg/l).

Pour le biote, les niveaux de contamination mesurés dans les **poissons pêchés dans les cours d'eau haut-normands sont majoritairement inférieurs à 0.5 mg/kg**. Les poissons prélevés sur la Bresle (à Eu et Incheville) et l'Andelle (à Romilly-sur-Andelle) se démarquent avec des teneurs en mercure supérieures à 0.5 mg/kg. Concernant les **moules prélevées sur le littoral normand, un faible niveau d'imprégnation est observé** (<0.2 mg/kg poids sec ou proche de cette valeur pour Villerville et Fécamp), **à l'exception des moules prélevées à Vaucottes** (0.45±0.06 mg/kg poids sec).

6. Nickel

Sur la période 2007-2010, seules deux mesures en nickel dans les sédiments fins de surface des principaux cours d'eau haut-normands sont inférieures à la limite de détection (2.5 mg/kg poids sec), 72% des analyses sont inférieures au bruit de fond géochimique (16 mg/kg poids sec) et 99% présentent un enrichissement en nickel inférieur à 3.5 fois le bruit de fond géochimique. Seul le Théluet (à Notre-Dame de Gravenchon) présente un enrichissement en nickel proche de 5 fois le bruit de fond géochimique (79±12 mg/kg poids sec). **Le suivi de la contamination des sédiments ne montre pas de contamination notable liée au nickel.**

Les eaux superficielles des cours d'eau suivis présentent des concentrations en nickel de l'ordre de quelques µg/l. La Seine présente quelques mesures ponctuelles plus élevées (quelques dizaines de µg/l). Quelques mesures ponctuelles supérieures à 20 µg/l sont également à noter sur d'autres cours d'eau (sur le Théluet à Notre-Dame de Gravenchon en mai 2009, sur la Bresle à Monchaux-Soreng en août 2009, l'Epte à Fourges en août 2009 et sur le Crevon à Saint-Denis-le-Thiboult en juillet 2010), mais non confirmées par des mesures ultérieures.

Pour le biote, les niveaux de contamination mesurés dans les **poissons pêchés dans les cours d'eau haut-normands sont inférieurs ou égaux à 0.3 mg/kg poids sec**, à l'exception d'un lot de perche pêchées sur la Lézarde (à Montivillier / Harfleur) qui présente une teneur de 0.7 mg/kg poids sec. Concernant les **moules prélevées sur le littoral normand, un niveau de contamination moyen est observé**, avec des teneurs

inférieures ou proches de 2 mg/kg poids sec, **à l'exception des moules prélevées à l'embouchure de la Seine qui sont plus impactées** (4.8±0.3 mg/kg poids sec à Vaucottes ; 4.6±1.1 mg/kg poids sec au Cap de la Hève ; 3.4±0.8 mg/kg poids sec à Villerville ; 3.3±1.6 mg/kg poids sec à Octeville).

7. Plomb

Sur la période 2007-2010, seules deux mesures en plomb dans les sédiments fins de surface des principaux cours d'eau haut-normands sont inférieures à la limite de détection (5 mg/kg poids sec), 26% des analyses sont inférieures au bruit de fond géochimique (20 mg/kg poids sec) et 95% présentent un enrichissement en plomb inférieur à 10 fois le bruit de fond géochimique. L'Eure (à Croth, à Cailly-sur-Eure et à Lery), l'Arques (à Dieppe), le Bolbec (à Gruchet-le-Valasse), le Commerce (à Lillebonne) et le Théluet (à Notre-Dame-de-Gravenchon) présentent des teneurs en plomb élevées (moyenne entre 150 et 500 mg/kg poids sec). Pour la Seine, des teneurs moyennes supérieures à 100 mg/kg poids sec sont observées. **Le suivi de la contamination des sédiments montre un enrichissement en plomb moyen à élevé sur des affluents de la Seine (notamment l'Eure et le Commerce), la Seine et l'aval de l'Arques.**

Les eaux superficielles des cours d'eau suivis présentent des concentrations en plomb de l'ordre de quelques µg/l. La Seine présente quelques mesures ponctuelles plus élevées (quelques dizaines de µg/l), surtout à son embouchure. Ces fortes valeurs peuvent s'expliquer par l'adsorption du plomb sur les matières en suspension en forte concentration dans ce secteur (présence du bouchon vaseux).

Pour le biote, les niveaux de contamination mesurés dans les **poissons pêchés dans les cours d'eau haut-normands sont inférieurs à 0.25 mg/kg poids sec. Seul le lot d'anguilles pêchées sur la Bresle (à Eu) présente une contamination importante** (3 mg/kg poids sec). Concernant les **moules prélevées sur le littoral normand, un enrichissement important est observé à l'embouchure de la Seine** (4.3±1.4 mg/kg poids sec au Cap de la Hève ; 2.9±1.1 mg/kg poids sec à Villerville ; 2.2±0.3 mg/kg poids sec à Vaucottes). **Pour le reste du littoral normand, la contamination en plomb est moyenne à faible (<2 mg/kg poids sec)**

8. Zinc

Sur la période 2007-2010, 21% des mesures en zinc dans les sédiments fins de surface des principaux cours d'eau haut-normands sont inférieures à la limite de détection (60 mg/kg poids sec) et 97% présentent un enrichissement en zinc inférieur à 10 fois le bruit de fond géochimique. La Risle (à Ambenay) et le Théluet (à Notre-Dame-de-Gravenchon) présentent des teneurs en zinc élevées (moyenne supérieure à 500 mg/kg poids sec). Le Commerce (à Lillebonne), la Seine (à Poses et Oissel), le Robec (à Rouen) et le Bolbec (à Gruchet-le-Valasse) présentent des teneurs en zinc moyennes (entre 300 et 450 mg/kg poids sec). **Le suivi de la contamination des sédiments montre un enrichissement en zinc faible à moyen.**

Les eaux superficielles des cours d'eau suivis présentent des concentrations en zinc de quelques µg/l à quelques dizaines de µg/l. La Seine présente quelques mesures ponctuelles plus élevées (supérieures à 100 µg/l) dans sa partie aval, qui s'expliquent par l'adsorption du zinc sur les

matières en suspension en forte concentration dans ce secteur (présence du bouchon vaseux). Le Commerce (à Bolbec) et le Dun (à Bourg-Dun) présentent également quelques mesures ponctuelles élevées, mais ces fortes valeurs ne sont pas systématiquement observées.

L'imprégnation du biote (poissons) en zinc n'a pas été suivie. Concernant les **moules prélevées sur le littoral normand, un faible niveau de contamination est observé** (<100 mg/kg poids sec). Ce seuil est dépassé pour quelques mesures réalisées dans les moules prélevées à l'embouchure de la Seine.

B. Imprégnation par les HAP

Les cartes d'imprégnation du milieu aquatique en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sont présentées en annexe B.

Sur la période 2007-2010, 68% des mesures en 16HAP dans les sédiments fins de surface des principaux cours d'eau haut-normands sont inférieures à 10 mg/kg poids sec, témoin d'une faible contamination en HAP. Cependant, des sites se distinguent avec des niveaux moyens de contamination très élevés (91 mg/kg poids sec pour le Robec à Rouen ; 74 mg/kg poids sec pour la rivière de la Fontaine au Havre) ou élevés (25 – 50 mg/kg poids sec) : le Cailly (au Houlme et à Canteleu), l'Austreberthe (à Duclair), la Seine (à Courcelles-sur-Seine et à Rouen). En ne considérant que les 5HAP d'origine pyrolytique, le niveau d'imprégnation général est plus faible (78% des mesures en 5HAP <5 mg/kg poids sec) et les mêmes sites que précédemment se distinguent par des teneurs plus élevées. **Le suivi de la contamination des sédiments montre un enrichissement en HAP moyen, avec quelques sites présentant des teneurs élevées à très élevées.**

Les eaux superficielles des cours d'eau suivis présentent des concentrations en HAP de plusieurs dizaines de ng/l (pour les 5HAP d'origine pyrolytique) et de quelques centaines de ng/l (pour les 16HAP). Le Robec (à Rouen), le Commerce (à Notre-Dame-du-Gravenchon), la Seine (partie aval) et l'aval de la Valmont (à Fécamp) présentent des teneurs moyennes sur la période 2007-2010 plus élevées (>500 ng/l pour les 16HAP ou >100 ng/l pour les 5HAP d'origine pyrolytique).

Pour le biote, les analyses réalisées dans les **poissons pêchés dans les cours d'eau haut-normands n'ont pas permis la détection des 5HAP d'origine pyrolytique** (les 30 analyses sont inférieures à la limite de détection fixée à 1 µg/kg poids sec). En considérant la somme des 16HAP, un niveau d'imprégnation inférieur à 100 µg/kg poids sec est observé. Concernant les **moules prélevées sur le littoral normand, une contamination élevée** (>300 µg/kg de poids sec pour les 16HAP et >100 µg/kg poids sec pour les 5HAP d'origine pyrolytique) **est observée à l'embouchure de la Seine** (Villerville et Cap de la Hève), que ce soit pour les 5HAP d'origine pyrolytique ou les 16HAP. Une décroissance de la contamination est observée vers le nord du pays de Caux et vers l'ouest de la baie de Seine, mais le niveau de contamination en HAP reste moyen (plusieurs dizaines de µg/kg poids sec pour les 16HAP et plusieurs µg/kg poids sec pour les 5HAP d'origine pyrolytique). Les vertébrés (poissons et mammifères) ayant un système enzymatique permettant une dégradation (et une élimination) des HAP, ces organismes n'accumulent pas les HAP et ne sont pas les plus pertinents pour suivre l'imprégnation du milieu en HAP. Les mollusques (moules, huîtres, etc.) seront à privilégier.

C. Imprégnation par les PCB

Les cartes d'imprégnation du milieu aquatique en Polychlorobiphényles (PCB) sont présentées en annexe C.

Sur la période 2007-2010, 38% des mesures de congénères de PCB_i (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) dans les sédiments fins de surface des principaux cours d'eau haut-normands sont inférieurs à la limite de détection. Concernant la somme des 7 PCB_i considérés, 46% des mesures sont inférieures à 10 µg/kg poids sec. Les teneurs moyennes en 7PCB_i sont de quelques µg/kg poids à quelques dizaines de µg/kg poids sec. La Seine (à Poses, Oissel, Rouen, Pont-de-l'Arche et Petite Couronne), l'Austreberthe (à Duclair), la Risle (à Fontaine-la-Soret) et le Cailly (à Canteleu) présentent les teneurs moyennes les plus élevées (>50 µg/kg poids sec). Pour la Seine, une décroissance globale de la teneur en PCB_i est observée de l'amont vers l'aval de l'estuaire. **Le suivi de la contamination des sédiments montre une empreinte marquée en PCB_i, avec plusieurs sites présentant des teneurs élevées à très élevées.**

Pour les eaux superficielles des cours d'eau suivis entre 2007 et 2010, la majorité des analyses (96% pour les congénères pris indépendamment ; 90% pour la somme des 7PCB_i) **est inférieure à la limite de détection** fixée à 1 ng/l pour chaque congénère. En prenant la contamination moyenne en 7PCB_i sur cette même période, 82% des sites présentent une contamination inférieure à 1 ng/l. L'estuaire moyen de la Seine présente des concentrations en PCB_i plus élevées, témoin de l'absorption des PCB sur les matières en suspension qui sont piégées dans ce secteur (présence du bouchon vaseux). Parmi les affluents de la Seine et les cours d'eau côtiers, l'aval du Rogerval (à Oudalle), la Vienne (à Hermanville), l'Eure (à Cailly-sur-Eure et à Lery), la Béthune (à Mesnière-en-Bray), la Sainte-Gertrude (à Caudebec-en-Caux) ont présenté une forte concentration en PCB_i (>20 ng/l) lors d'un prélèvement sur la période 2008-2010, mais les concentrations moyennes sur la période restent faibles. Ceci témoigne qu'au-delà de la présence d'un bruit de fond, des contaminations plus éparées peuvent se produire (source locale, remise en suspension, etc.).

Pour le biote, les analyses réalisées dans les **poissons pêchés dans les cours d'eau haut-normands présentent des valeurs moyennes de l'ordre de quelques centaines de µg/kg poids sec pour les PCB_i, témoin d'une empreinte marquée de ces contaminants.** Les espèces bioaccumulant fortement les PCB (notamment les anguilles) présentent des teneurs plus élevées, pouvant dépasser 1000 µg/kg poids sec. Concernant les **moules prélevées sur le littoral normand, une contamination élevée en PCB est observée à l'embouchure de la Seine** (>500 µg/kg poids sec pour les 7PCB_i). Une décroissance de la contamination en PCB est observée vers le nord du pays de Caux et vers l'ouest de la baie de Seine. Les moules prélevées sur le littoral du Cotentin présentent des teneurs inférieures à 50µg/kg poids sec.

D. Imprégnation par les PBDE

Les cartes d'imprégnation du milieu aquatique en PolyBromoDiphénylEthers (PBDE) sont présentées en annexe D.

Sur la période 2007-2010, 46% des mesures de congénères de PBDE (28, 47, 99, 100, 153, 154) dans les sédiments fins de surface des principaux cours d'eau haut-normands sont inférieurs à la limite de détection (variable selon le congénère considéré). Concernant la somme des 6 PBDE considérés, 75% sont inférieures à 2 µg/kg poids sec. Le Rouloir (à Conches-en-Ouche), le Théluet (à Notre-Dame-de-Gravenchon), l'Austreberthe (à Duclair), le Robec (à Rouen), le Commerce (à Lillebonne) et la Seine (à Port-Mort) présentent des teneurs moyennes supérieures à 5 µg/kg poids sec, qui ponctuellement peuvent dépasser 15 µg/kg poids sec. **Le suivi de la contamination des sédiments montre une présence des PBDE, notamment sur les affluents de la Seine. Les cours d'eau côtiers semblent plus épargnés.**

Les eaux superficielles des cours d'eau suivis ne montrent pas de concentrations notables en PBDE entre 2007 et 2010 (concentration moyenne toujours inférieure à 1 ng/l). La Seine présente néanmoins des valeurs plus élevées que les affluents et les cours d'eau côtiers.

Pour le biote, les analyses réalisées dans les **poissons pêchés dans les cours d'eau haut-normands présentent des valeurs moyennes de l'ordre de quelques dizaines de µg/kg poids sec** (pour la somme de 4 PBDE : 47, 99, 100, 153). Les poissons pêchés à l'aval de la Valmont (à Fécamp), sur la Bresle (à Incheville) et sur le Rouloir (à Saint-Elier) présentent des teneurs plus élevées et semblent montrer une imprégnation plus marquée pour ces sites. Concernant les **moules prélevées sur le littoral normand, une faible imprégnation est visible (de l'ordre du µg/kg poids sec).**

E. Imprégnation par les phtalates

Les cartes d'imprégnation du milieu aquatique en phtalates sont présentées en annexe E.

Sur la période 2007-2010, 85% des mesures en DEHP dans les sédiments fins de surface des principaux cours d'eau haut-normands sont supérieures à 0.1 mg/kg poids sec, témoin d'une présence marquée de ce composé. Le Théluet (à Notre-Dame-de-Gravenchon), le Robec (à Rouen), la Seine (à Courcelles-sur-Seine) et la rivière du Saint-Laurent (à Harfleur) se distinguent avec des teneurs moyennes supérieures à 5 mg/kg poids sec. **Le suivi de la contamination des sédiments montre une présence des phtalates (DEHP), notamment sur les affluents de la Seine.**

Les eaux superficielles des cours d'eau suivis ne montrent pas de concentrations notables en DEHP entre 2007 et 2010 (86% des mesures sont inférieures à la limite de détection et la concentration moyenne est toujours inférieure à 1 µg/l). Quelques mesures ponctuelles peuvent cependant être plus élevées.

Pour le biote, **79% des analyses de phtalates** (9 phtalates recherchés) réalisées dans les **poissons pêchés dans les cours d'eau haut-normands présentent des teneurs inférieures à la limite de détection** (100 µg/kg poids sec). Pour la somme de **3 phtalates majoritaires** (DEHP, DBP, DEP), **les poissons pêchés dans les cours d'eau haut-normands présentent des valeurs moyennes de l'ordre de quelques centaines de µg/kg poids sec**. Les poissons pêchés dans la Lézarde (à Montivilliers ou Harfleur), dans la Bresle (à Eu) et dans l'Andelle (à Romilly-sur-Andelle) présentent des teneurs plus élevées. Concernant les **moules prélevées sur le littoral normand, le niveau d'imprégnation en phtalates** (DEHP + DBP + DEP) **est très variable, avec la présence de points chauds** (>1000 µg/kg poids sec pour les moules prélevées au Tréport ; >500 µg/kg poids sec pour les moules prélevées à Barfleur).

F. Imprégnation par les organoétains

Les cartes d'imprégnation du milieu aquatique en organoétains sont présentées en annexe F.

Sur la période 2007-2010, 54% des mesures en organoétain (TBT) dans les sédiments fins de surface des principaux cours d'eau haut-normands sont inférieures à la limite de détection. Seule la Seine (à Pont-de-l'Arche, Poses, La Bouille, Caudebec-en-Caux) présente des teneurs moyennes supérieures à 10 µg/kg poids sec. **Le suivi de la contamination des sédiments montre une faible présence des organoétains (TBT).**

Les eaux superficielles des cours d'eau suivis ne montrent pas de concentrations notables en TBT entre 2007 et 2010 (97% des mesures inférieures à la limite de détection). La Seine (à Grand-Couronne et à Rouen), la Bresle (à Longroy et à Monchaux-Soreng) et la Guiel (à Verneusses) présentent une contamination moyenne supérieure 1 ng/l liée à une mesure ponctuelle élevée.

Pour le biote, **89% des analyses d'organoétains** (MBT, DBT, TBT, TPT) réalisées dans les **poissons pêchés dans les cours d'eau haut-normands présentent des valeurs inférieures à la limite de détection** (2 µgSn/kg poids sec). La somme MBT+DBT+TBT peut cependant dépasser 10 µgSn/kg poids sec (un lot d'anguilles sur la Lézarde et sur l'Epte). Concernant les **moules**, seul le littoral haut-normand a fait l'objet de mesures récentes en organoétains (MBT, DBT, TBT). Elles indiquent **une forte imprégnation (> 20 µg/kg poids sec)**. Des données plus anciennes (2004-2007) indiquent des niveaux de contamination plus élevés et avaient permis la détection des produits de dégradation du TBT (DBT et MBT) sur le littoral du pays de Caux et, dans une moindre mesure, dans la partie ouest de la baie de Seine

G. Imprégnation par les pesticides organochlorés

Les cartes d'imprégnation du milieu aquatique en pesticides organochlorés sont présentées en annexe G.

1. DDT, DDD, DDE

Sur la période 2007-2010, 98% des mesures en DDT, DDD et DDE dans les sédiments fins de surface des principaux cours d'eau haut-normands sont inférieures à la limite de détection (1 µg/kg poids sec). Ce pesticide n'a été détecté que sur 16 sites et n'est présent que sporadiquement à de faibles teneurs (1 seule mesure supérieure à 15 µg/kg poids sec pour la somme DDT+DDD+DDE sur la Risle à Pont-Audemer). **Le suivi de la contamination des sédiments montre une quasi-disparition du DDT et de ses métabolites.**

Les eaux superficielles des cours d'eau suivis ne montrent pas de concentrations notables en DDT et ses métabolites entre 2007 et 2010 (99,9% des mesures inférieures à la limite de détection, variable entre 1 et 10 ng/l).

L'imprégnation du biote (poissons) en DDT n'a pas été suivie. Concernant les **moules prélevées sur le littoral normand, une forte imprégnation en DDT et ses métabolites est observée à l'embouchure de la Seine** (>10 µg/kg au cap de la Hève et Villerville). Cette contamination décroît vers le long du pays de Caux et vers l'ouest de la baie de Seine. Sur le littoral du Cotentin, le DDT et ses métabolites ne sont pas détectés.

2. Lindane

Sur la période 2007-2010, le lindane n'a été détecté qu'une seule fois dans les sédiments fins de surface des principaux cours d'eau haut-normands (44 µg/kg poids sec sur la Charentonne à Ferrières-Saint-Hilaire en septembre 2008 ; limite de détection = 1 µg/kg poids sec). **Le suivi de la contamination des sédiments montre une quasi-disparition du lindane.**

Les eaux superficielles des cours d'eau suivis ne montrent pas de concentrations notables en lindane entre 2007 et 2010 (97% des mesures inférieures à la limite de détection ; concentration moyenne toujours inférieure à 1.5 ng/l).

L'imprégnation du biote (poissons) en lindane n'a pas été suivie. Concernant les **moules prélevées sur le littoral normand, un faible niveau de contamination est observé** ($HCH_{\alpha} + HCH_{\gamma} < 0.5$ µg/kg poids sec).

IV. Identification des points noirs

A. Méthodologie

Pour identifier les « points noirs », une **analyse multi matrice de la contamination** a été réalisée. La méthodologie suivante a été retenue :

- 1- Pour chaque site d'analyse, compartiment de suivi et contaminant, attribution d'une note (entre 0 et 4) correspondant à la classe de contamination (tableau I) de la moyenne des mesures réalisées entre 2007 et 2010 :
 - Pas de contamination (classe 0) → note = 0
 - Contamination faible (classe 1) → note = 1
 - Contamination moyenne (classe 2) → note = 2
 - Contamination élevée (classe 3) → note = 3
 - Contamination très élevée (classe 4) → note = 4
- 2- Pour chaque site d'analyse et compartiment de suivi, attribution d'une note par famille de contaminant (Métaux, HAP, PCB, PBDE, Phtalates, Organoétains, Pesticides organochlorés), correspondant à la note du contaminant présentant la note maximale² ;
- 3- Pour chaque site d'analyse et compartiment de suivi, attribution d'une note de multi-contamination correspond à la somme des notes calculées lors de l'étape précédente (note maximale possible de 28)
 - Note multi-contamination = 0 : pas de contamination
 - $0 < \text{Note multi-contamination} \leq 7$: contamination faible
 - $7 < \text{Note multi-contamination} \leq 14$: contamination moyenne
 - $14 < \text{Note multi-contamination} \leq 21$: contamination élevée
 - $21 < \text{Note multi-contamination} \leq 28$: contamination très élevée

Pour la cartographie présentée en annexe H, les points noirs sont identifiés comme étant les sites de prélèvement pour lesquels au moins une famille de contaminant présente une contamination élevée (ou très élevée).

² Pour les moules, le cuivre n'a pas été intégré dans le calcul, car cet élément est régulé par les moules à une teneur autour de 7 mg/kg poids sec non représentative de la contamination (ou de la non contamination) du milieu.

B. Points noirs

Les cartes identifiant les points noirs (contamination élevée) sont présentées, par matrice de suivi, en annexe H.

1. Multi-contamination des sédiments fins de surface

L'analyse de la **multi-contamination des sédiments fins de surface** fait ressortir **4 cours d'eau (6 sites de prélèvement) avec une multi-contamination élevée** : la Seine (à Rouen, à Oissel et à Poses), le Rouloir (à Conches-en-Ouches), le Théluet (à Notre-dame-de-Gravenchon) et le Cailly (à Canteleu). 36 sites de prélèvement présentent une multi-contamination moyenne (essentiellement liée aux métaux et aux HAP) et 50 sites de prélèvement une multi-contamination faible. L'analyse par **famille de contaminant** fait ressortir les **métaux**, les **PCB** et les **phtalates** comme principaux contributeurs à la contamination des cours d'eau de Haute-Normandie et 44 sites de prélèvement présentent une contamination élevée pour au moins une famille de contaminant [Tableau II].

Tableau II : Sites de prélèvements présentant une contamination (très) élevée ou une multi-contamination élevée pour les sédiments fins de surface (2007-2010). (note par famille de contaminant et note globale de multi-contamination)

Site de prélèvement (sédiments fins de surface)	Métaux	HAP	PCB	PBDE	Phtalates	Organoétains	Pesticides organochlorés	Multi contamination
La Seine à Rouen	4	3	4	1	3	1	0	16
Le Rouloir à Conches-en-Ouche	3	2	3	3	3	1	1	16
Le Théluet à Notre-Dame-de-Gravenchon	3	2	3	3	4	1	0	16
La Seine à Oissel	4	2	4	1	3	1	0	15
La Seine à Poses	4	1	4	1	2	2	1	15
Le Cailly à Canteleu	3	3	4	1	3	1	0	15
Le Commerce à Lillebonne	3	2	3	2	3	1	0	14
Le Robec à Rouen	2	3	2	2	4	1	0	14
La Seine à Pont-de-L'Arche	3	1	4	0	2	2	1	13
Le Robec à Rouen	3	4	3	2		1	0	13
La Sainte-Austreberthe à Duclair	2	3	4	2	2	0	0	13
La Fontaine au Havre	3	4	2	0	3	0	0	12
La Valmont à Fécamp	3	2	3	0	2	2	0	12
Le Cailly au Houlme	2	3	3	1	2	0	1	12
L'Eure à Croth	3	2	3	1	2	1	0	12

Site de prélèvement (sédiments fins de surface)	Métaux	HAP	PCB	PBDE	Phtalates	Organoétains	Pesticides organochlorés	Multi contamination
La Risle à Ambenay	4	2	3	0	2	0	0	11
La Risle à Fontaine-la-Soret	2	2	4	1	2	0	0	11
Le Bolbec à Gruchet-le-Valasse	2	2	2	1	3	1	0	11
La Seine à Grand-Couronne	3	1	3	0	3	1	0	11
La Seine à La Bouille	3	1	3	0	2	2	0	11
L'Iton à Acquigny	2	2	3	0	2	1	1	11
L'Iton à Normanville	2	1	3	1	3	1	0	11
La Bresle à Longroy	2	2	2	1	3	0	0	10
La Seine à Berville-sur-Mer	3	1	3	0	2	1	0	10
La Seine à Caudebec-en-Caux	2	1	3	0	2	2	0	10
La Seine à Petit-Couronne	3	1	4	0	1	1	0	10
La Seine à Tancarville	3	1	3	0	2	1	0	10
La Seine à Trouville-la-Haule	3	1	3	0	2	1	0	10
La Seine à Vatteville-la-Rue	3	1	3	0	2	1	0	10
La Bresle à Ponts-et-Marais	3	2	2	1	1	0	0	9
La Charentonne à Ferrieres-Saint-Hilaire	1	1	3	0	1	0	3	9
La Charentonne à Menneval	2	1	2	1	3	0	0	9
Le Saint-Laurent à Harfleur	1	1	3	0	3	1	0	9
Le Commerce à Notre-Dame-de-Gravenchon	3	1	2	0	3	0	0	9
La Seine à Courcelles-sur-Seine	3	3			3	0	0	9
La Seine à La Mailleraye-sur-Seine	2	1	3	0	2	1	0	9
L'Eure à Cailly-sur-Eure	3	1	2	1	1	0	0	8
L'Eure à Lery	2	2	3	0	1	0	0	8
Le Bolbec à Gruchet-le-Valasse	3	2	2	0		0	0	7
L'Arques à Dieppe	3	1	2	0	1	0	0	7
Le Canal des moulins rivière à Manneville-sur-Risle	2	1	1	0	3	0	0	7
Le Rogerval à Oudalle	3	1	1	0		0	0	5
La Corbie à Toutainville	1	1	0	0	3	0	0	5
L'Yères à Criel-sur-Mer	1	1	0	0	3	0	0	5

2. Multi-contamination des eaux superficielles

L'analyse de la **multi-contamination des eaux superficielles** ne fait ressortir qu'un site **de prélèvement avec une multi-contamination moyenne** : la Seine (à Berville-sur-Mer). Ce résultat doit cependant être pondéré du fait de l'absorption des contaminants hydrophobes sur les matières en suspension en forte concentration dans ce secteur (présence du bouchon vaseux). 71 sites de prélèvement présentent une multi-contamination faible (essentiellement liée aux métaux et aux HAP) et 25 sites de prélèvement ne présentent aucune contamination. **Aucun site présentant une multi-contamination des eaux n'a donc été mis en évidence.** L'analyse **par famille de contaminant** fait ressortir **3 sites de prélèvement avec une contamination élevée** pour une famille de contaminant [Tableau III].

Tableau III : Sites de prélèvements présentant une contamination (très) élevée ou une multi-contamination élevée pour les eaux superficielles (2007-2010). (note par famille de contaminant et note globale de multi-contamination)

Site de prélèvement (eaux superficielles)	Métaux	HAP	PCB	PBDE	Phtalates	Organoétains	Pesticides organochlorés	Multi contamination
La Seine à Berville-sur-Mer	3	2	3	0	0	1	0	9
La Seine à Grand-Couronne	1	0	0	0	0	4	0	5
Le Robec à Rouen	2	3	0	0	0	0	0	5


pas de contamination
 contamination faible
 contamination moyenne
 contamination élevée
 contamination très élevée


3. Multi-contamination des poissons des cours d'eau


L'analyse de la **multi-contamination du biote (poissons)** fait ressortir **deux sites avec une multi-contamination élevée** : le Rouloir (à Saint-Elier) et la Bresle (à Eu). La majorité des sites de prélèvement montre une multi-contamination moyenne et seuls deux sites ont une multi-contamination faible : la Risle (à Pont-Audemer) et l'Epte (à Gasny). **Cette analyse globale doit cependant être pondérée, car tous les sites de prélèvement n'ont pas fait l'objet de mesures sur les mêmes espèces et tailles de poissons.** L'analyse **par famille de contaminant** fait ressortir les **PCB**, les **métaux** et les **PBDE** comme principaux contributeurs à la contamination des poissons prélevés dans les cours d'eau haut-normands [Tableau IV].


Tableau IV : Multi-contamination des sites de prélèvements du biote (poisson, 2007-2010)
(note par famille de contaminant et note globale de multi-contamination)

Site de prélèvement (biote)	Poissons	Métaux	HAP	PCB	PBDE	Phtalates	Organo étains	Pesticides organochlorés	Multi contamination
Le Rouloir à St-Elier	Anguille (gros)	3	2	4	3	2	2	0	16
La Bresle à Eu	Anguille (moyen)	3	2	4	2	3	1	0	15
La Bresle à Incheville	Anguille (moyen)	3	2	4	3	2	0	0	14
L'Andelle à Romilly-sur-Andelle	Anguille (gros, moyen), Brème (gros), Chevesne (moyen)	3	1	4	2	2	1	0	13
L'Epte à Fourges	Anguille (gros, moyen)	2	2	4	2	1	2	0	13
La Lézarde à Montivilliers - Harfleur	Anguille (gros, moyen), Perche (petit)	2	2	3	2	2	2	0	13
La Valmont à Fécamp	Anguille (moyen), Gardon (moyen, gros)	2	1	4	3	2	1	0	13
La Scie à Hautot-sur-mer	Anguille (moyen), Gardon (moyen)	2	1	4	2	2	0	0	11
La Risle à Ambenay	Brème (gros), Chevesne (moyen, gros)	2	2	2	2	2	0	0	10
La Lézarde à Epouville	Anguille (moyen), Truite fario (gros)	2	2	1	1	1	1	0	8
Le Rouloir à Glisolles	Gardon (moyen, gros)	2	2	0	2	2	0	0	8
La Valmont à Colleville	Anguille (moyen), Truite fario (moyen)	2	2	2	2	0	0	0	8
La Risle à Pont-Audemer	Brème (gros), Chevesne (moyen, gros)	2	1	1	1	2	0	0	7
L'Epte à Gasny	Chevesne (gros)	2	1	0	1	2	0	0	6

 pas de contamination

 contamination faible

 contamination moyenne

 contamination élevée

 contamination très élevée

4. Multi-contamination des moules du littoral

L'analyse de la **multi-contamination du biote (moules)** fait ressortir l'**embouchure de la Seine** comme zone présentant la **multi-contamination la plus importante** (élevée à Villerville, moyenne au Cap de la Hève et à Octeville). La côte haut-normande présente une multi-contamination moyenne et la côte du Cotentin une multi-contamination faible. L'analyse par **famille de contaminant** fait ressortir les **PCB** et les **organoétains** comme principaux contributeurs à la contamination des moules prélevés sur le littoral normand [Tableau V].

Tableau V : Multi-contamination des sites de prélèvements du biote (moules, 2007-2010).
(note par famille de contaminant et note globale de multi-contamination)

Site de prélèvement (biote, moules)	Métaux	HAP	PCB	PBDE	Phtalates	Organo étains	Pesticides organochlorés	Multi contamination
Villerville	3	3	4	1			4	15
Cap de la Hève	3	3	4				4	14
Octeville	2	2	4	1	1	4		14
Dieppe-Bracquemont	2	2	1	0	2	4		11
Antifer - digue	2	2	3	1			2	10
Fécamp - Yport	2	1	2	0	2	3		10
Penly	2	2	1	0	1	4		10
Ouistreham	2	2	3				2	9
Le Tréport	2	2	0	0	4	0		8
Varengeville	2	1	1	0	1	3		8
Barfleur	1	2	0	0	3	0		6
Port en Bessin	2	2	1				1	6
Varengeville	2	2	1				1	6
Vaucottes	3	1	1	1			0	6
Pirou nord	2	2	0	0			1	5
Bdv Grandcamp ouest	2	1	0				0	3
Bréville	2	1	0				0	3
Grande rade de Cherbourg	2	1	0				0	3
Le Moulard	2	1	0				0	3

pas de données
 pas de contamination
 contamination faible
 contamination moyenne
 contamination élevée
 contamination très élevée

Conclusion

Le choix et la mobilisation des données récentes de suivi de la contamination chimique du milieu aquatique haut-normand a permis la réalisation d'une cartographie régionale de l'imprégnation chimique de ce milieu, pour les principales familles de contaminants : métaux, HAP, PCB, PBDE, phtalates, organoétains, pesticides organochlorés.

Cette cartographie a permis, dans un premier temps, d'identifier pour chaque substance et matrice de suivi, les zones les plus impactées.

Des points noirs ont été identifiés dans un second temps et montrent la forte imprégnation de la matrice sédimentaire (métaux, PCB, phtalates) et biologique (PCB et Métaux pour les poissons des cours d'eau ; PCB et organoétains pour les moules du littoral).



Figure 1 : Points noirs identifiés pour le compartiment sédimentaire.

Liste des abréviations

AESN : Agence de l'Eau Seine-Normandie

ARS: Agence Régionale de Santé

DBP : DiisoButylPhthalate

DBT : DiButylétain

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DEP : DiEthylPhtalate

COV : Composés Organiques Volatils

DDD : DichloroDiphénylDichloroéthane

DDE : DichloroDiphényldichloroÉthylène

DDT : DichloroDiphénylTrichloroéthane

DEHP : di-(2-éthylhexyl)phthalate

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

GIP : Groupement d'Intérêt Public

HCH : HexaChlorocycloHexane

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

LD : Limite de Détection

LQ : Limite de Quantification

MBT : MonoButylétain

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economiques

OSPAR : Convention 'Oslo-Paris' pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est

PBDE : PolyBromoDiphénylEthers

PCB : PolyChloroBiphényles

PCDD : PolyChloroDibenzoDioxines

PCDF : PolyChloroDibenzoFuranes

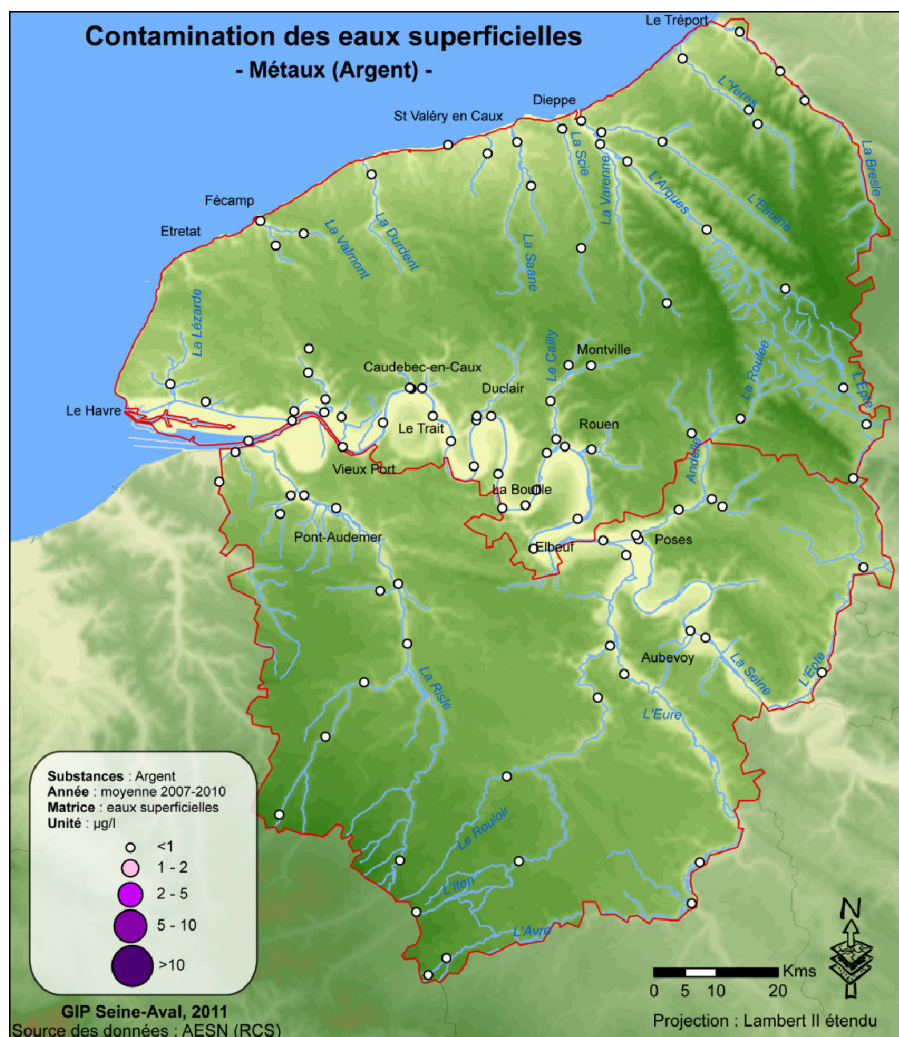
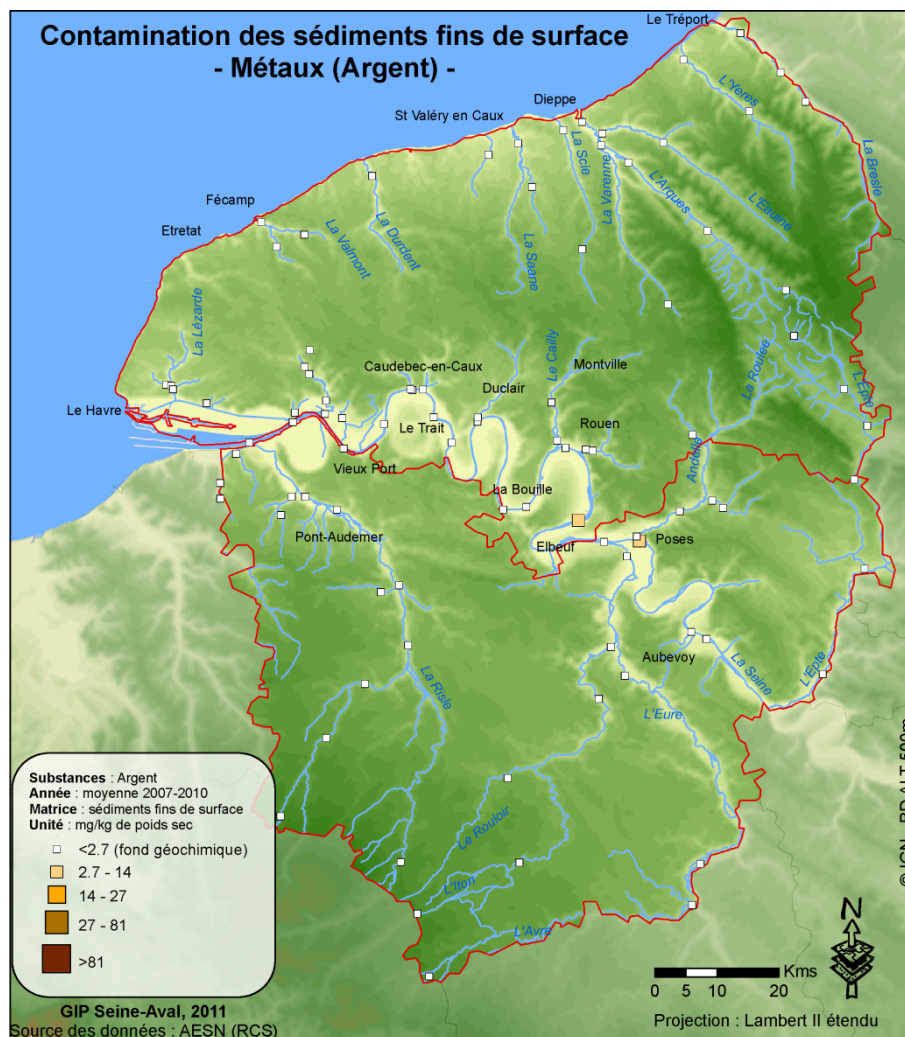
ps : poids sec

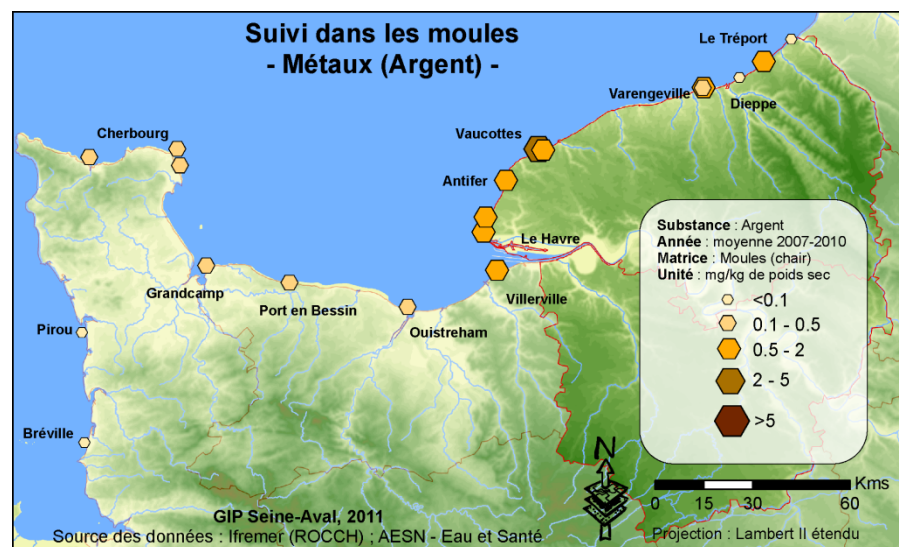
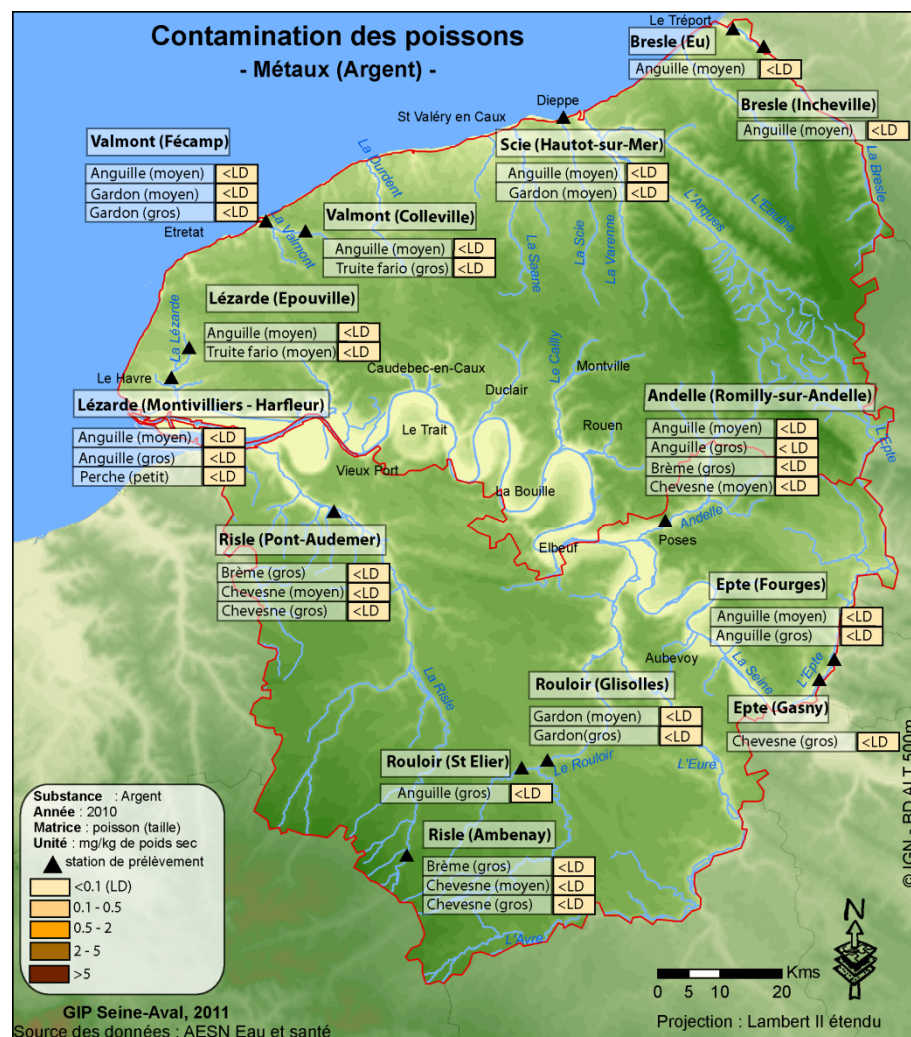
RCS : Réseau de Contrôle et de Surveillance

ROCCH : Réseau d'Observation de la Contamination Chimique du milieu marin

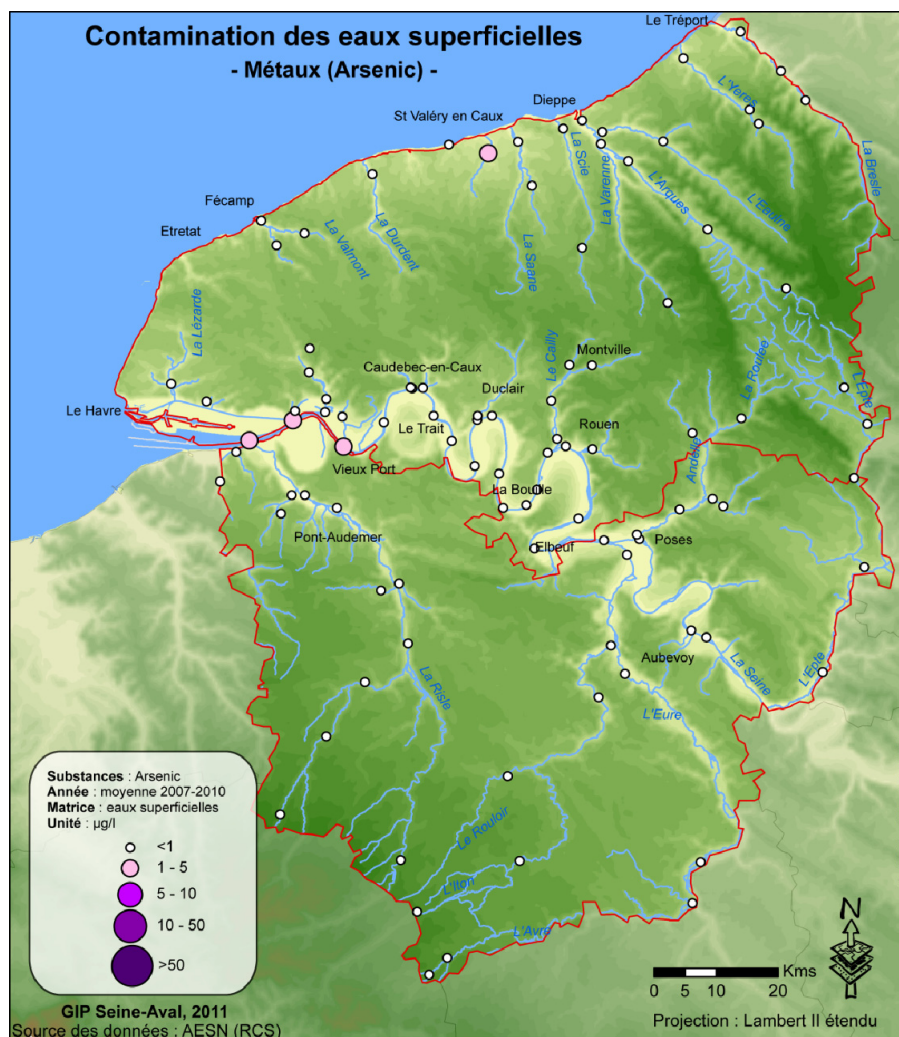
TBT : TriButylétain

Annexe A1 – Imprégnation du milieu aquatique en Métaux (Argent)



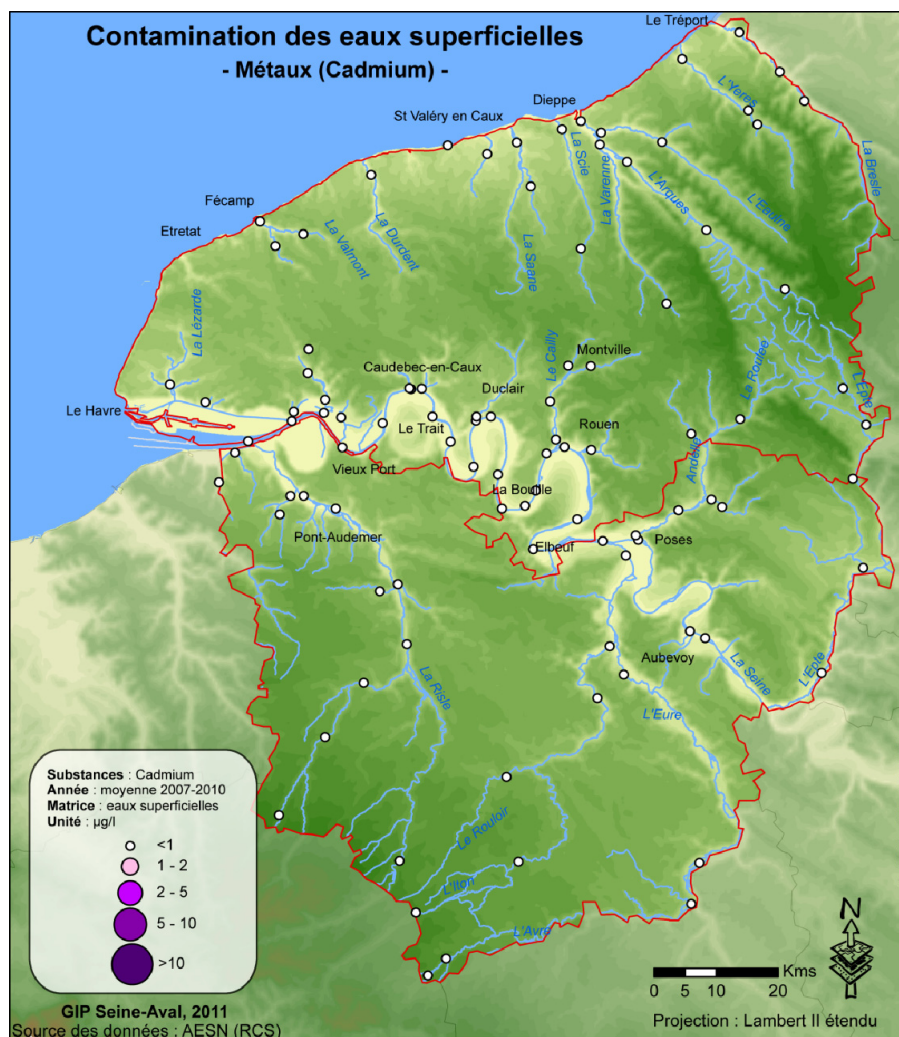
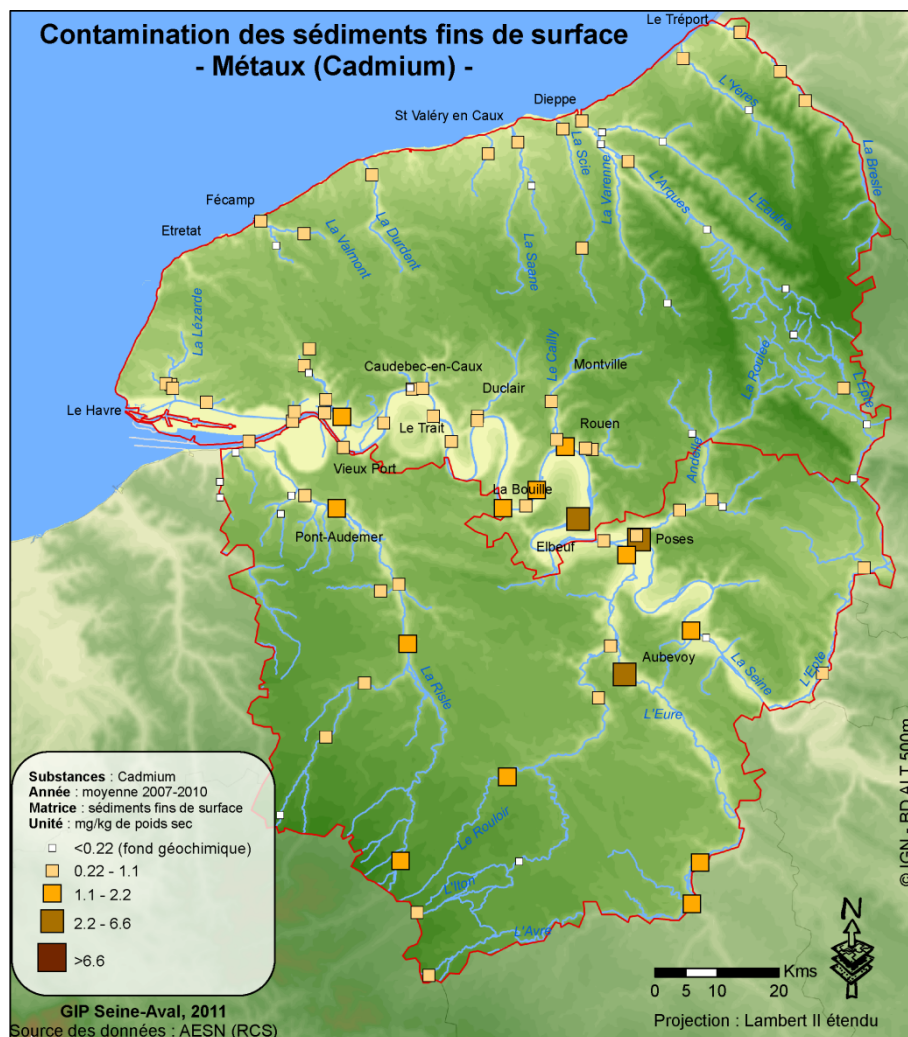


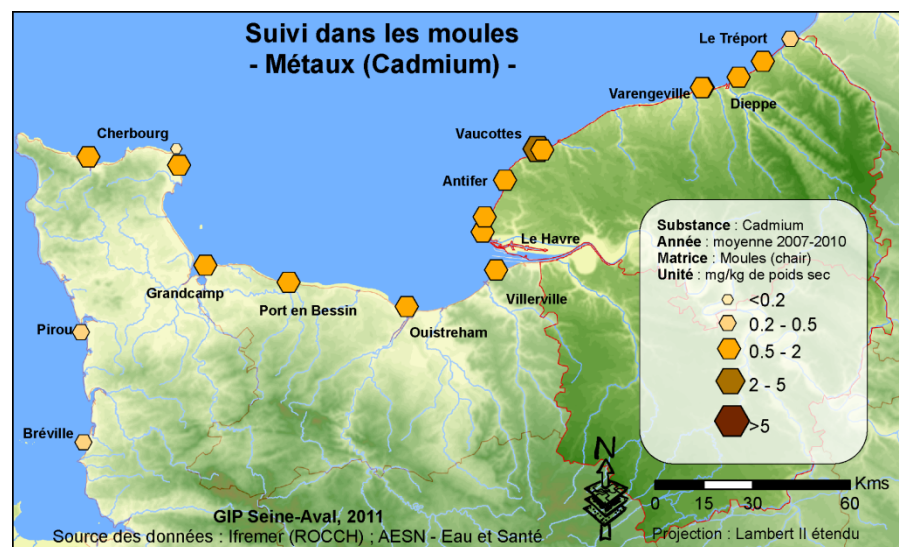
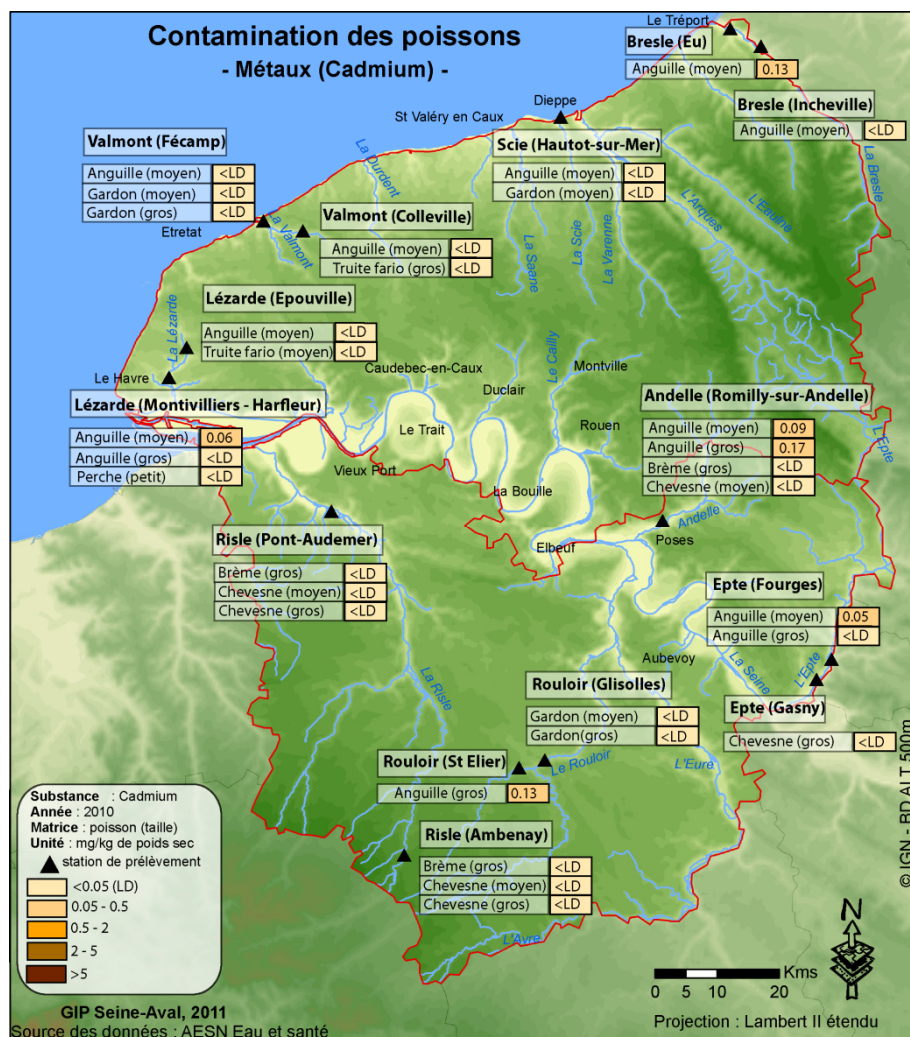
Annexe A2 – Imprégnation du milieu aquatique en Métaux (Arsenic)



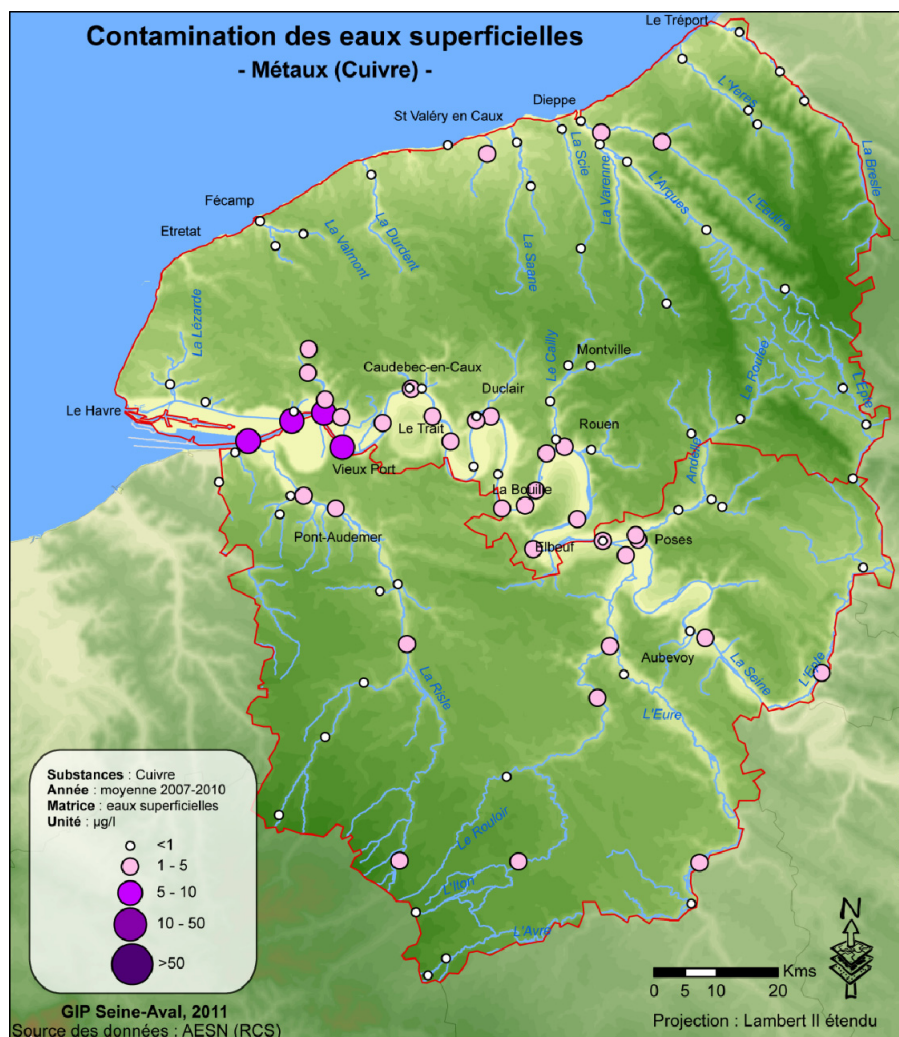
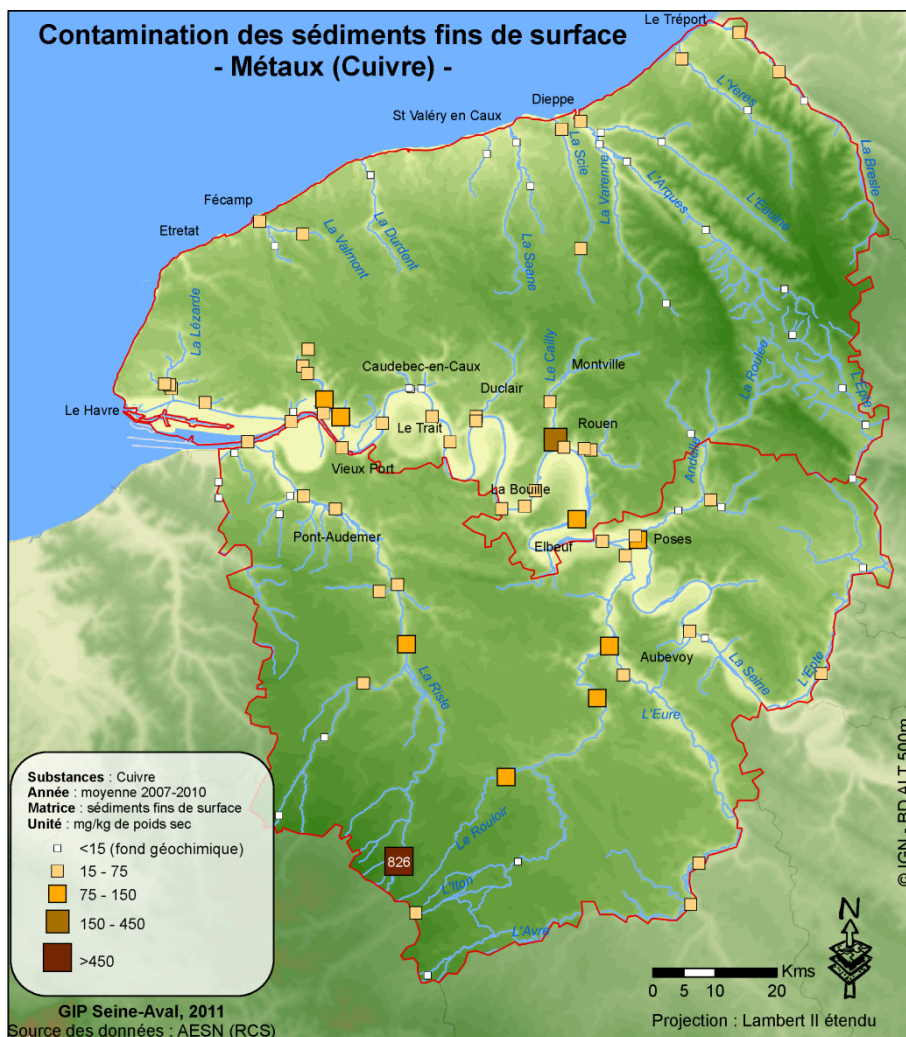


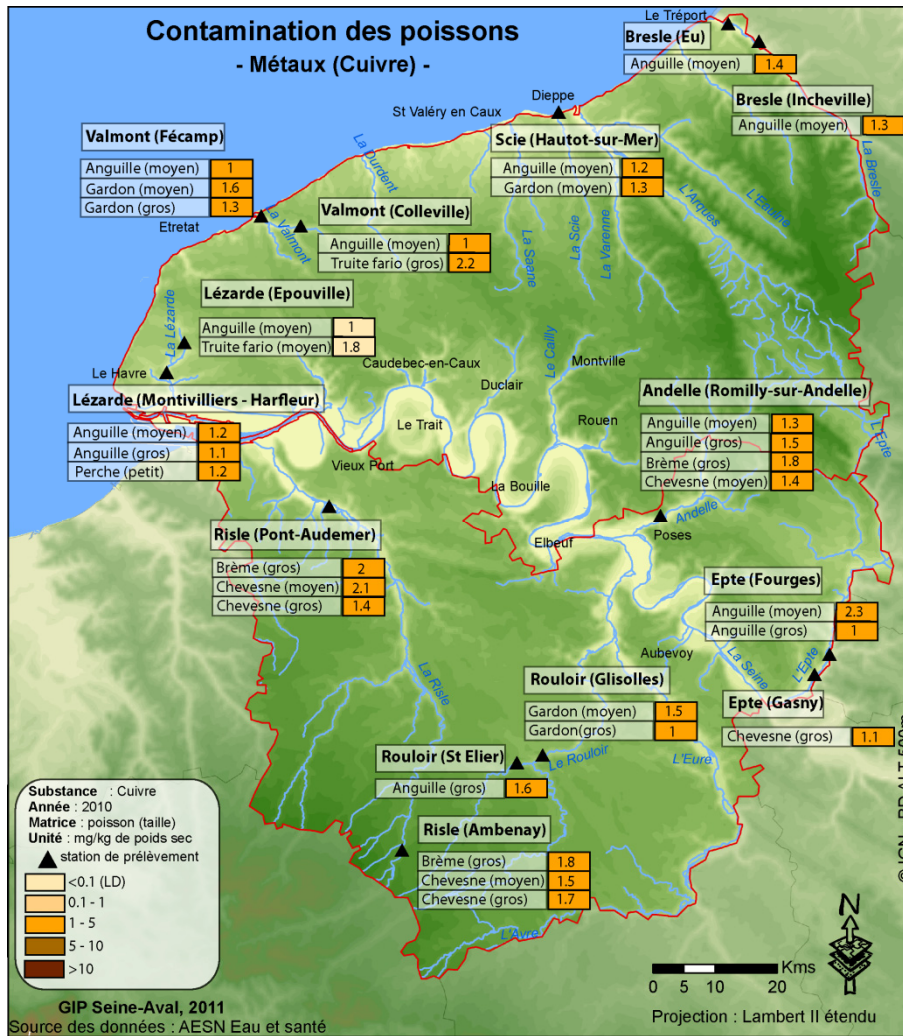
Annexe A3 – Imprégnation du milieu aquatique en Métaux (Cadmium)



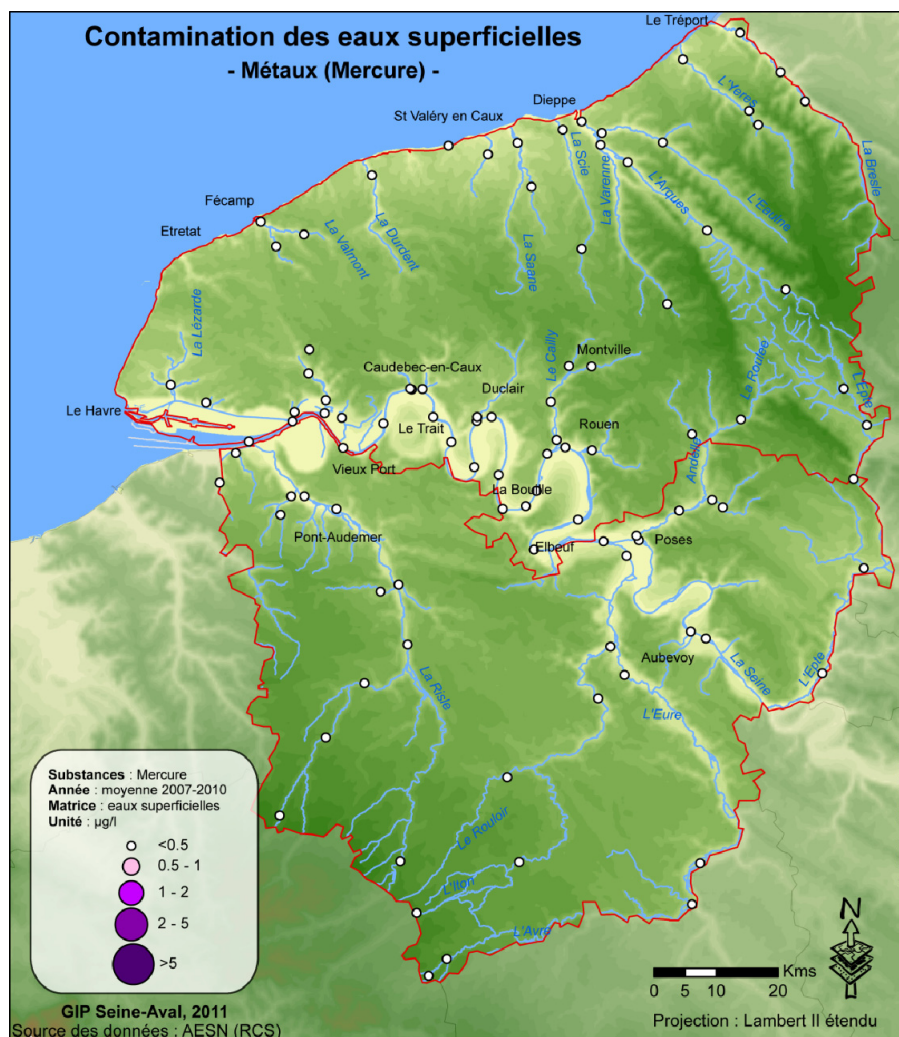
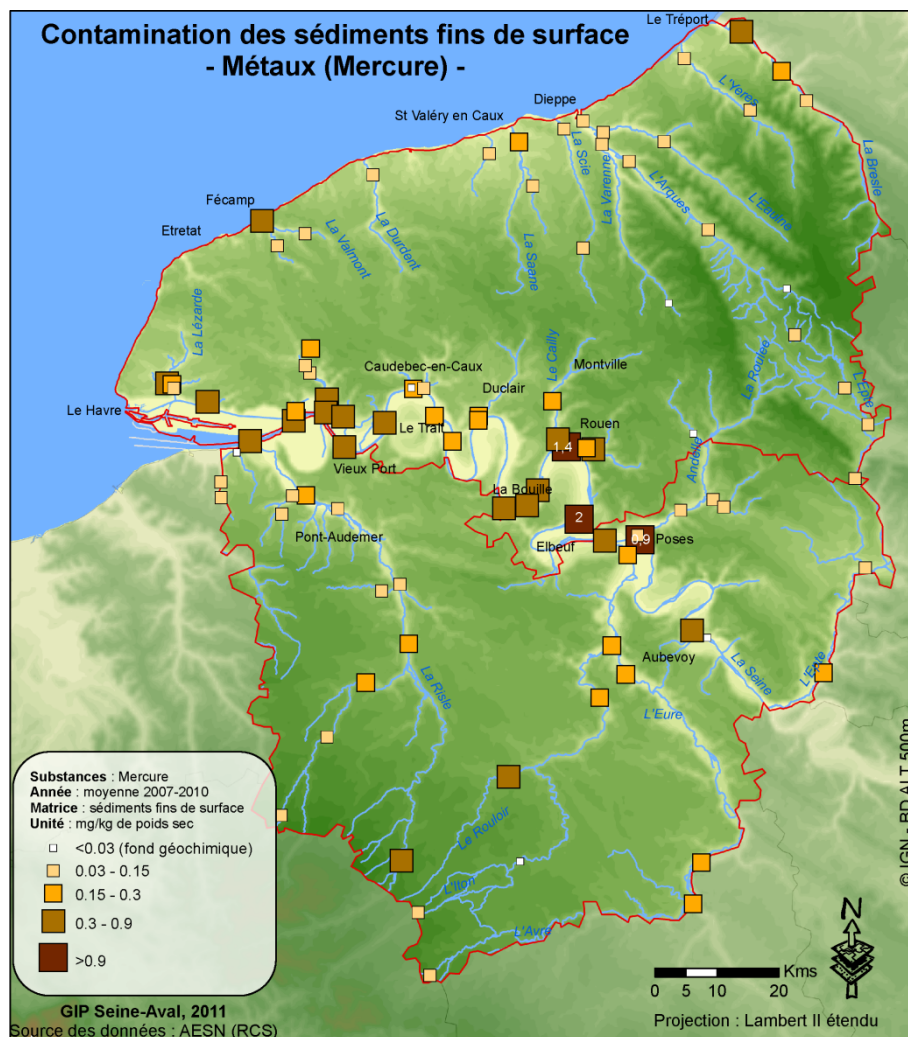


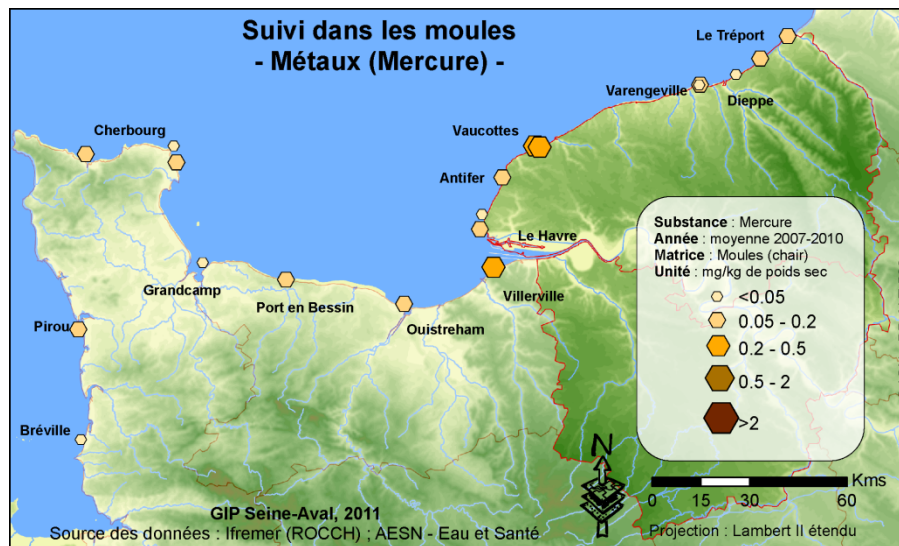
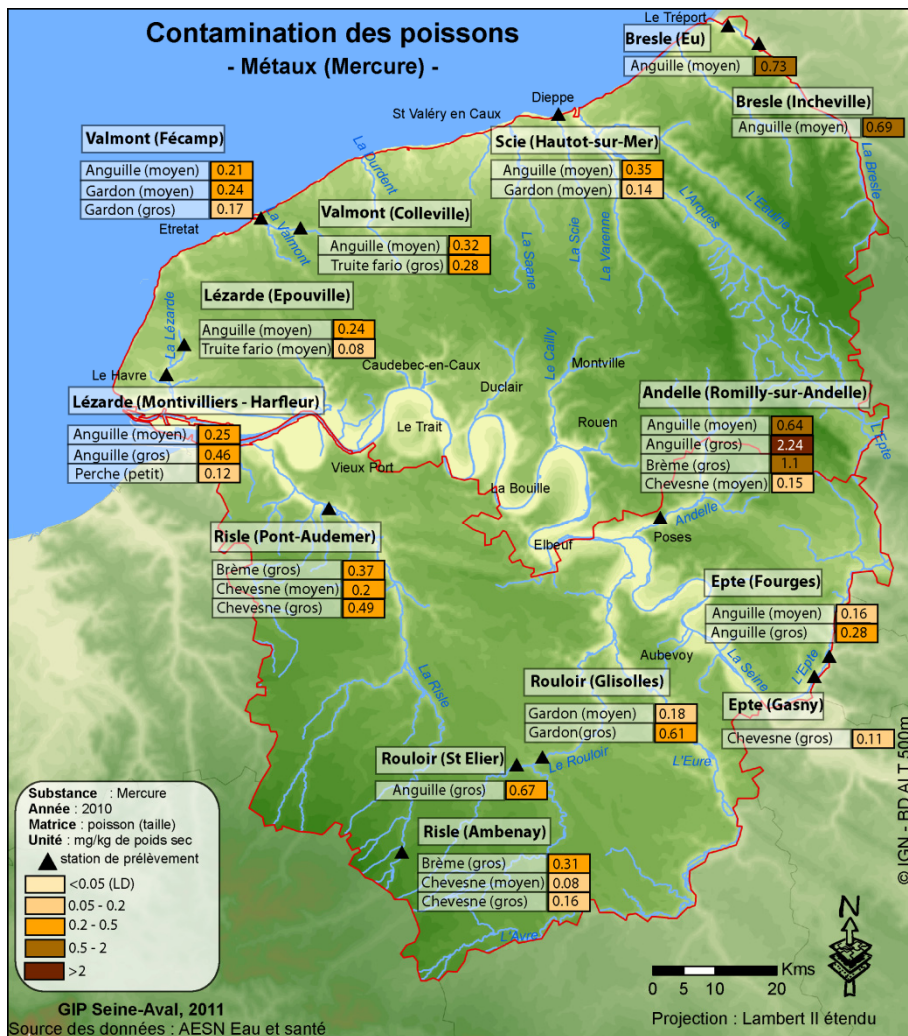
Annexe A4 – Imprégnation du milieu aquatique en Métaux (Cuivre)



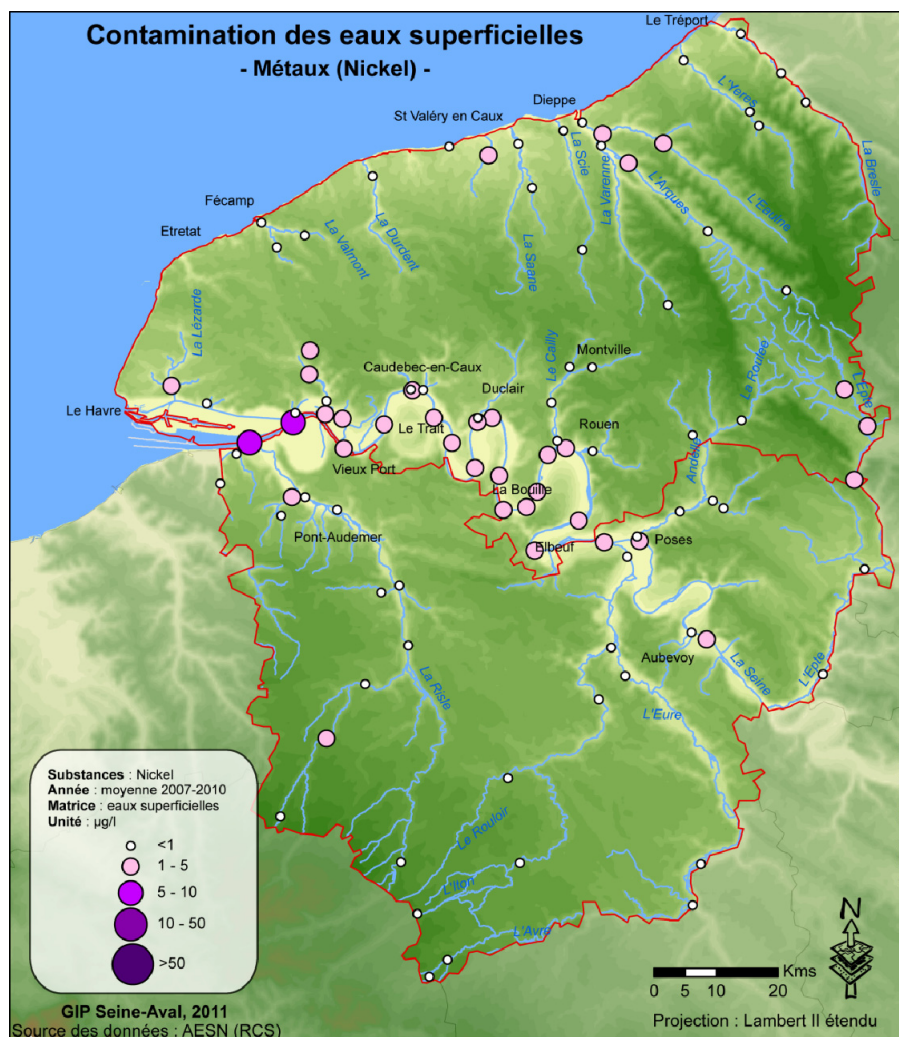


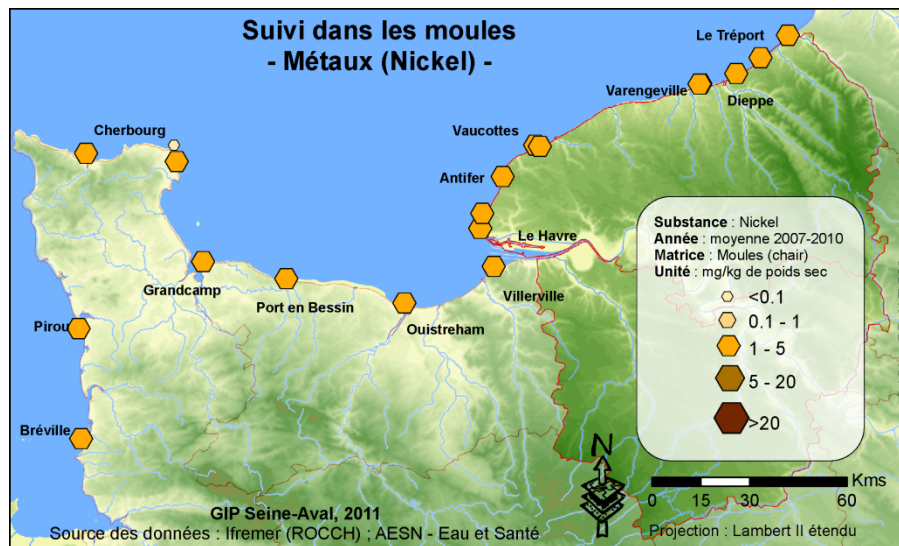
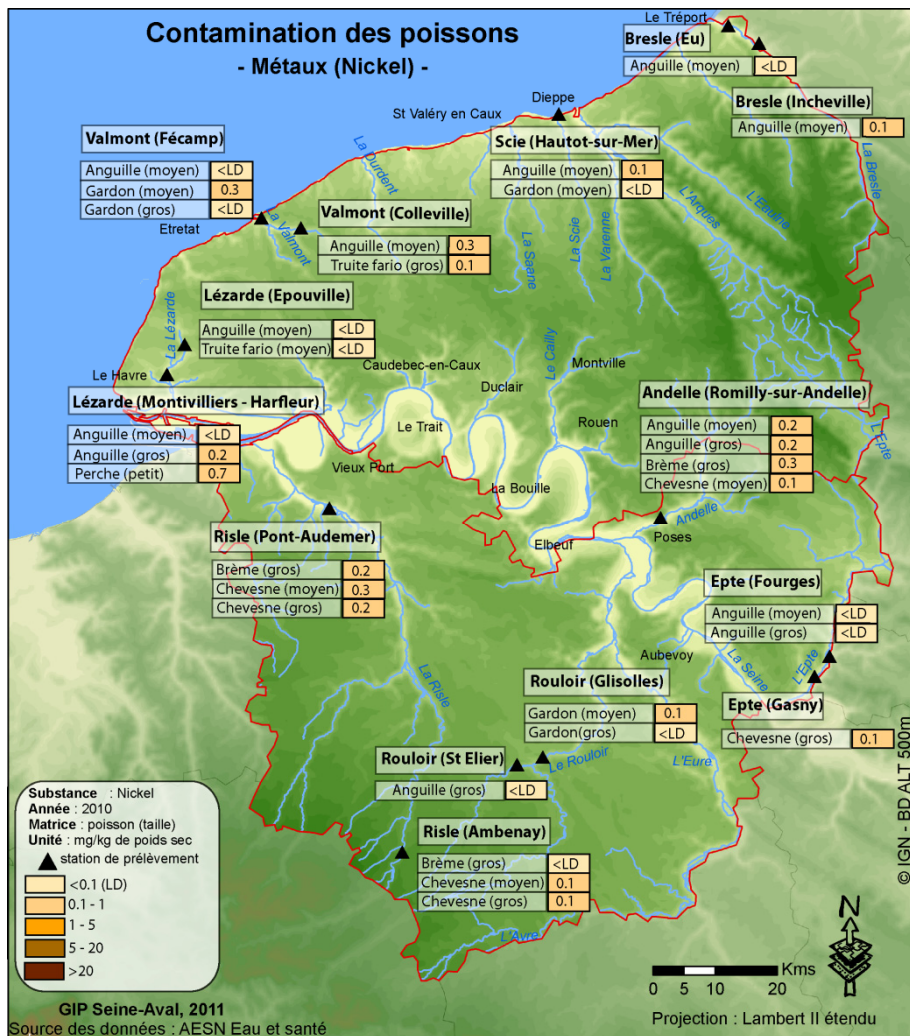
Annexe A5 – Imprégnation du milieu aquatique en Métaux (Mercure)



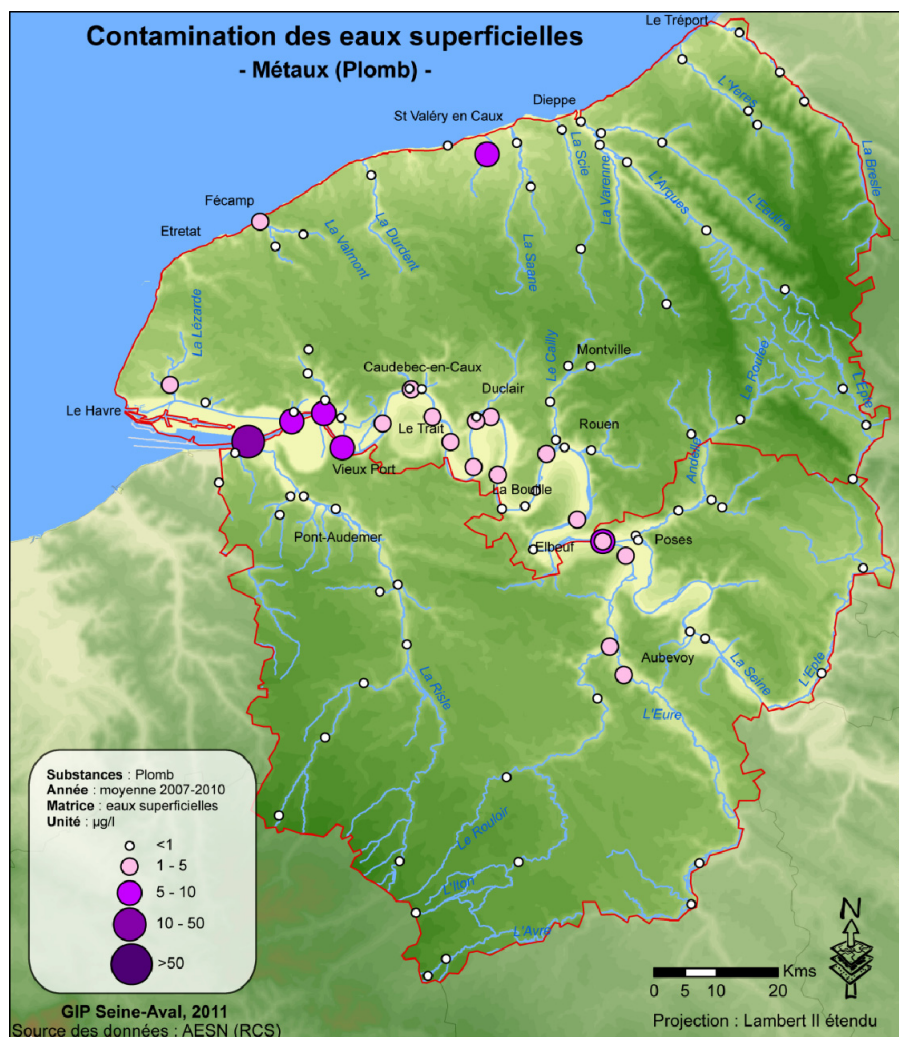
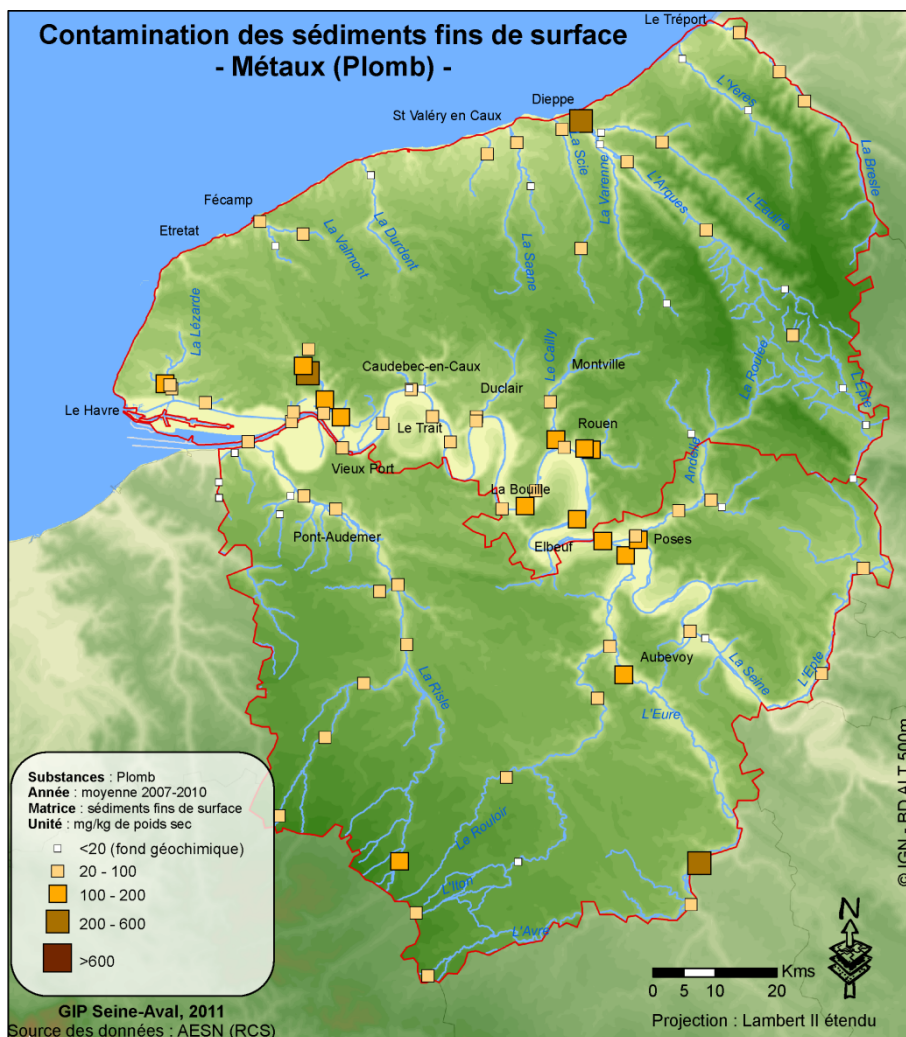


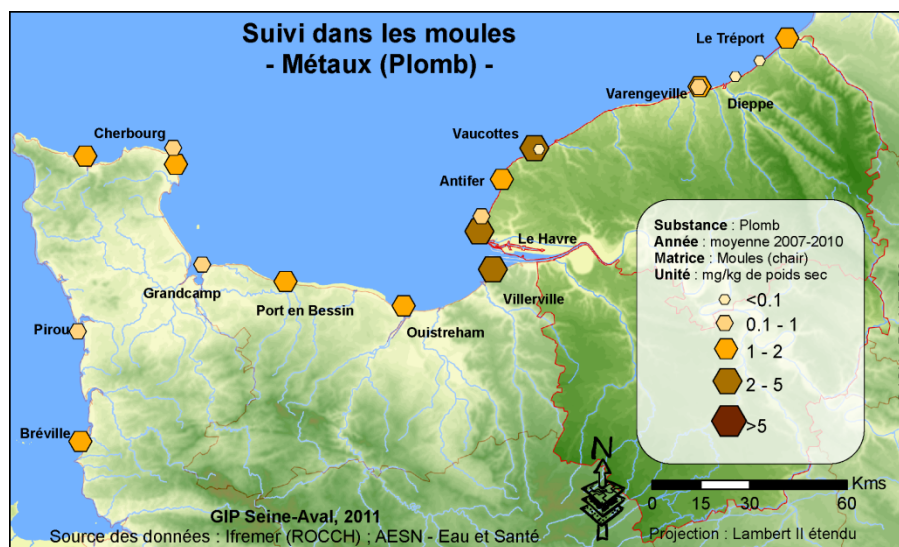
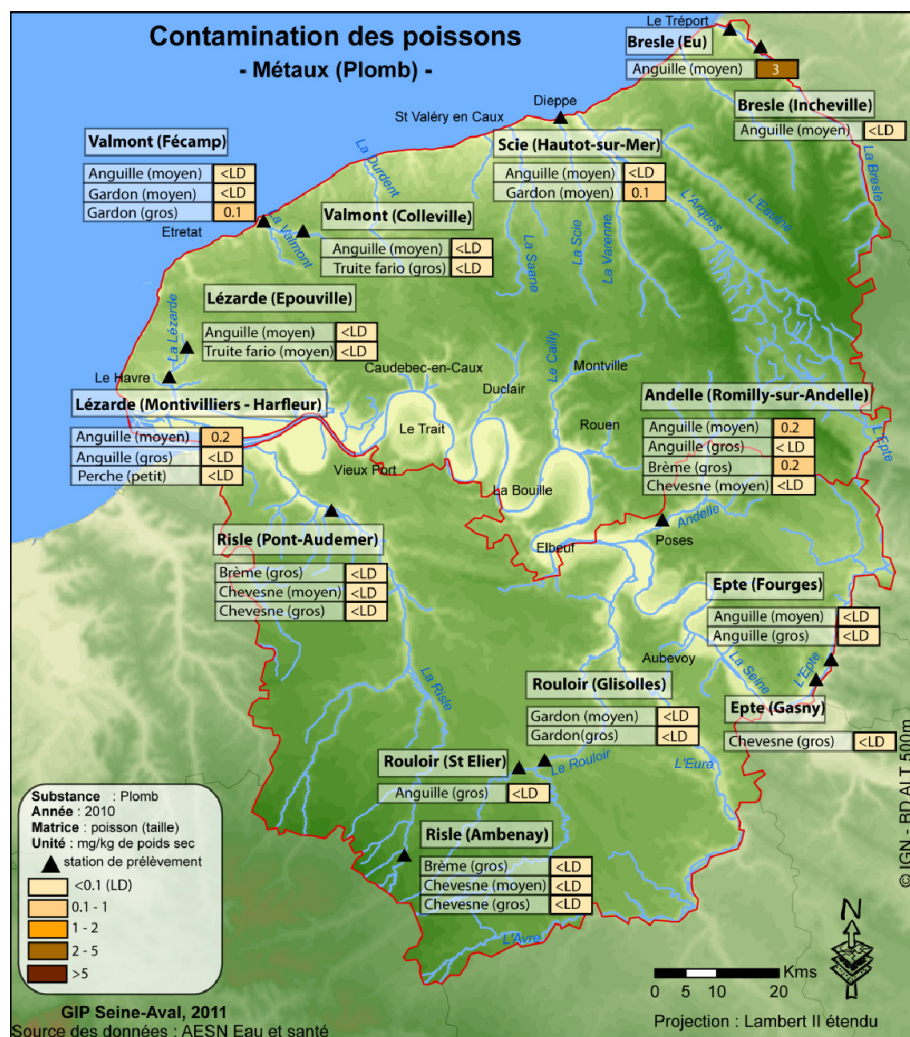
Annexe A6 – Imprégnation du milieu aquatique en Métaux (Nickel)



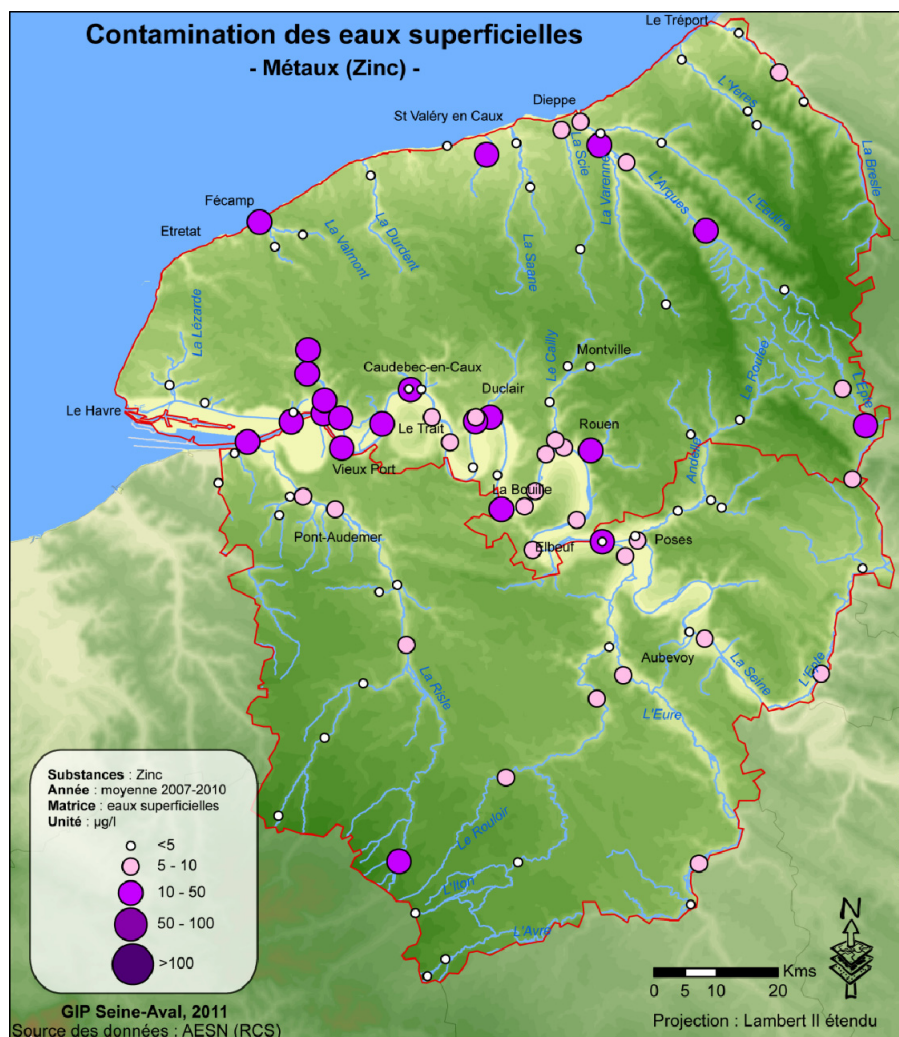
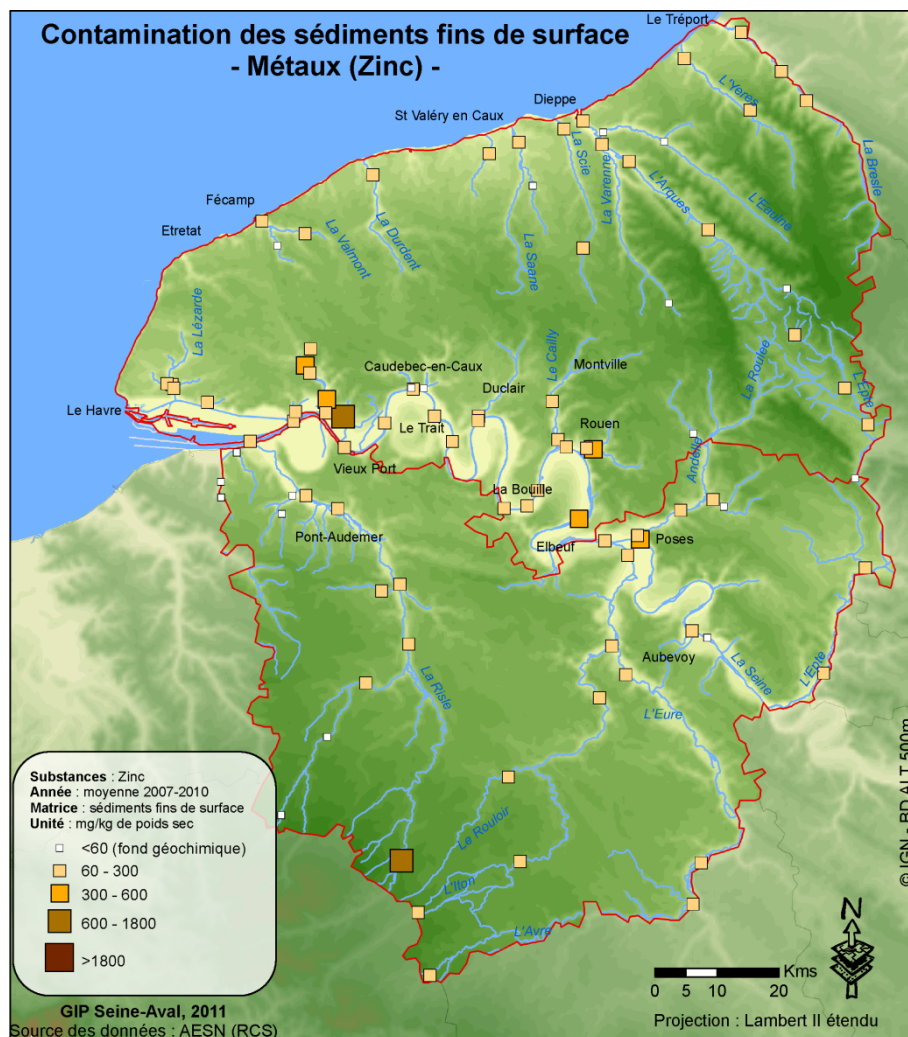


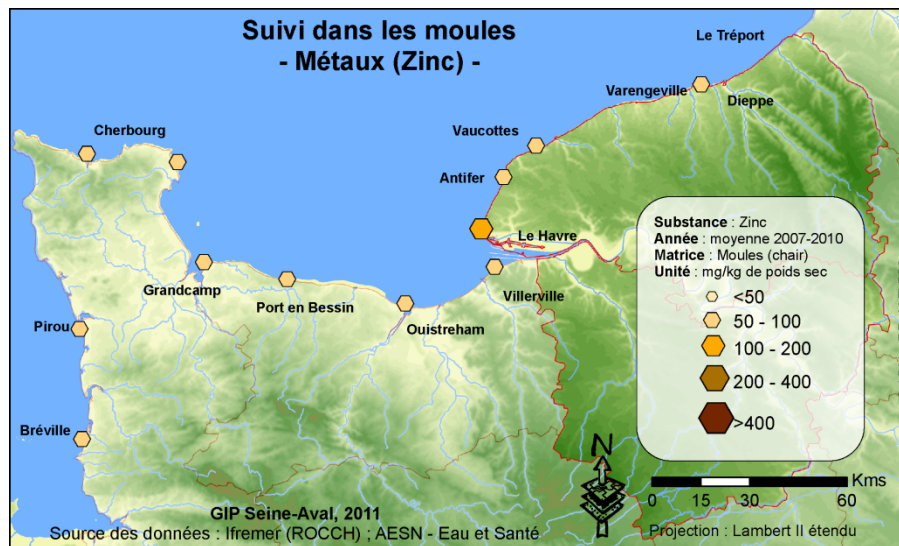
Annexe A7 – Imprégnation du milieu aquatique en Métaux (Plomb)



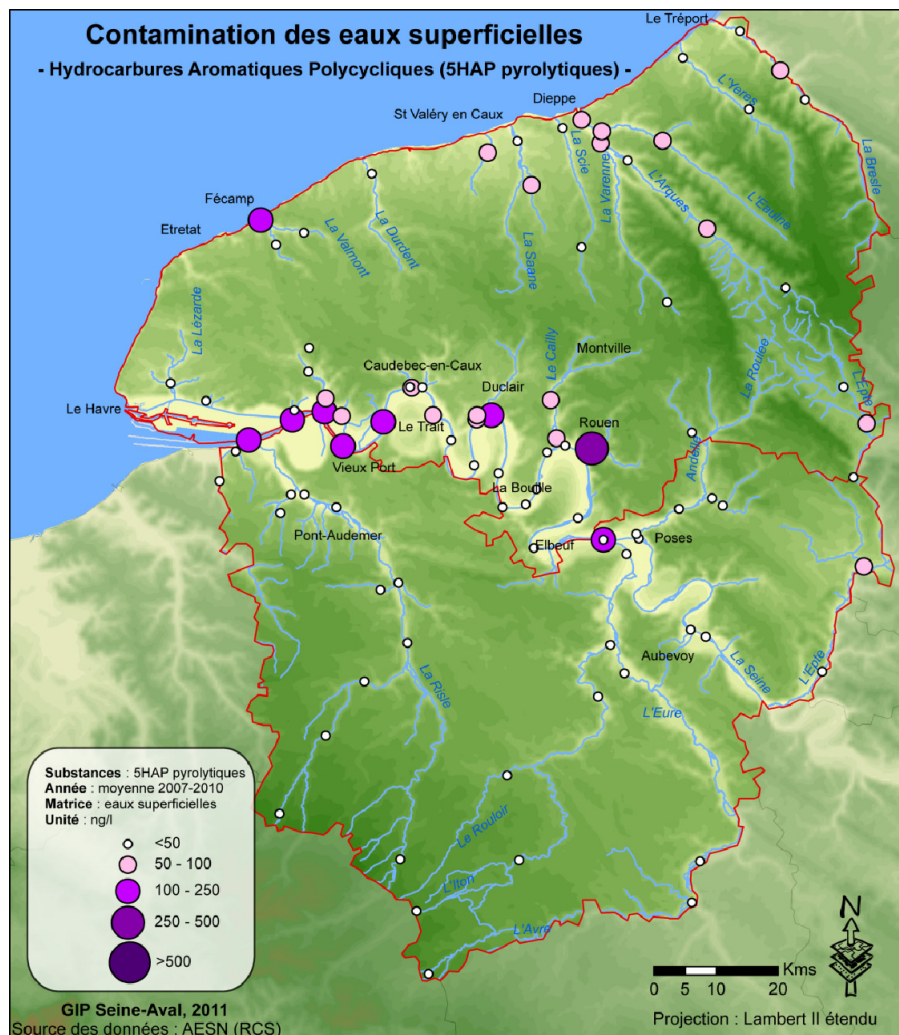
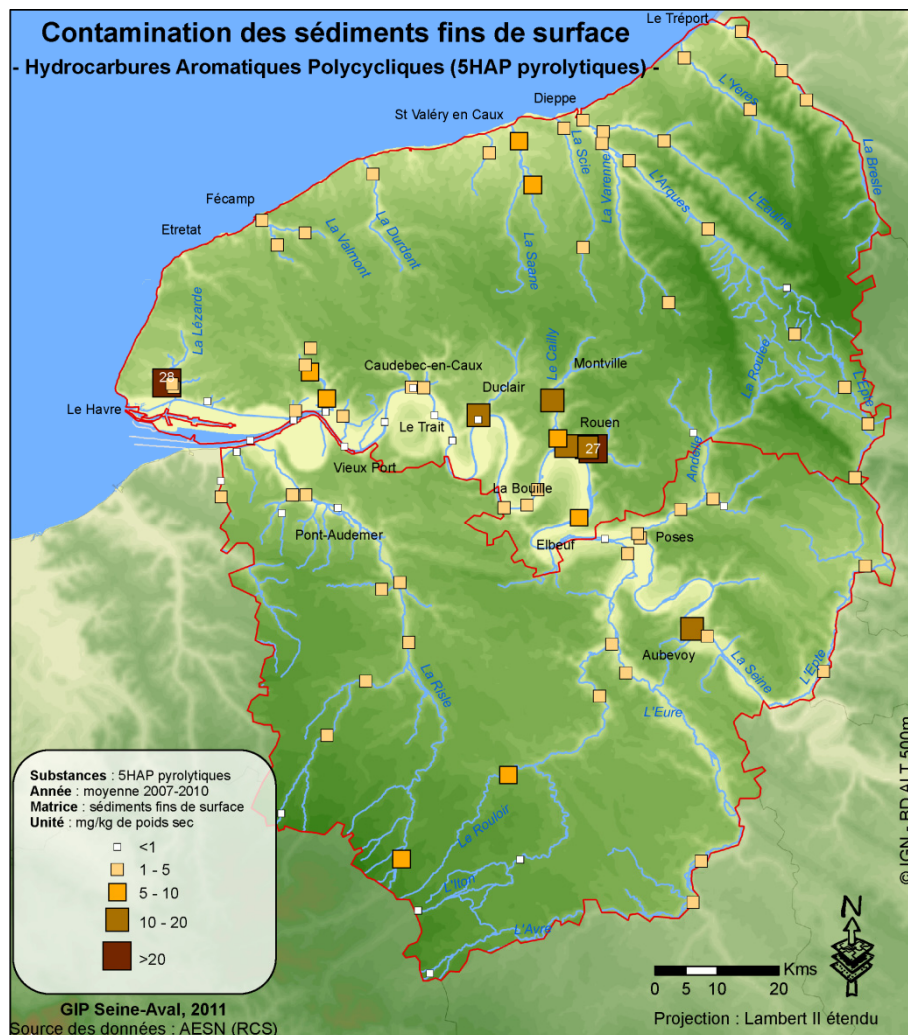


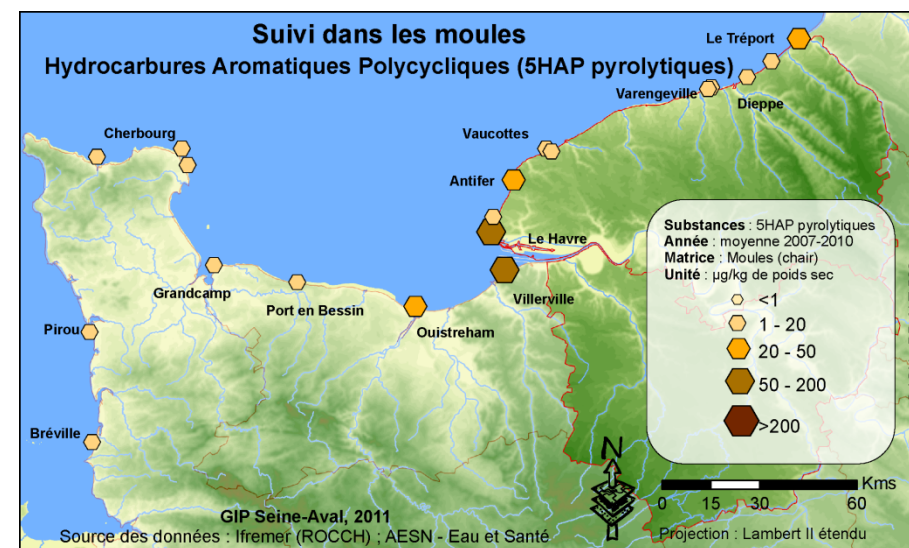
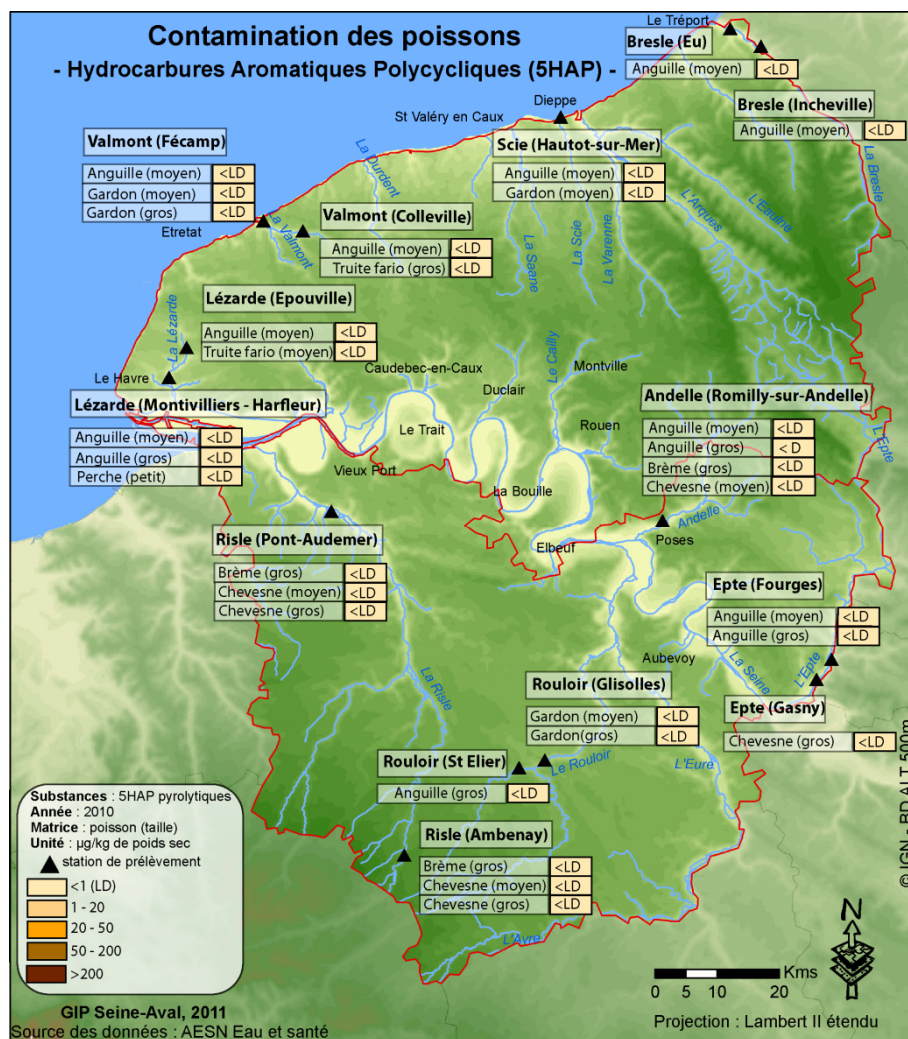
Annexe A8 – Imprégnation du milieu aquatique en Métaux (Zinc)



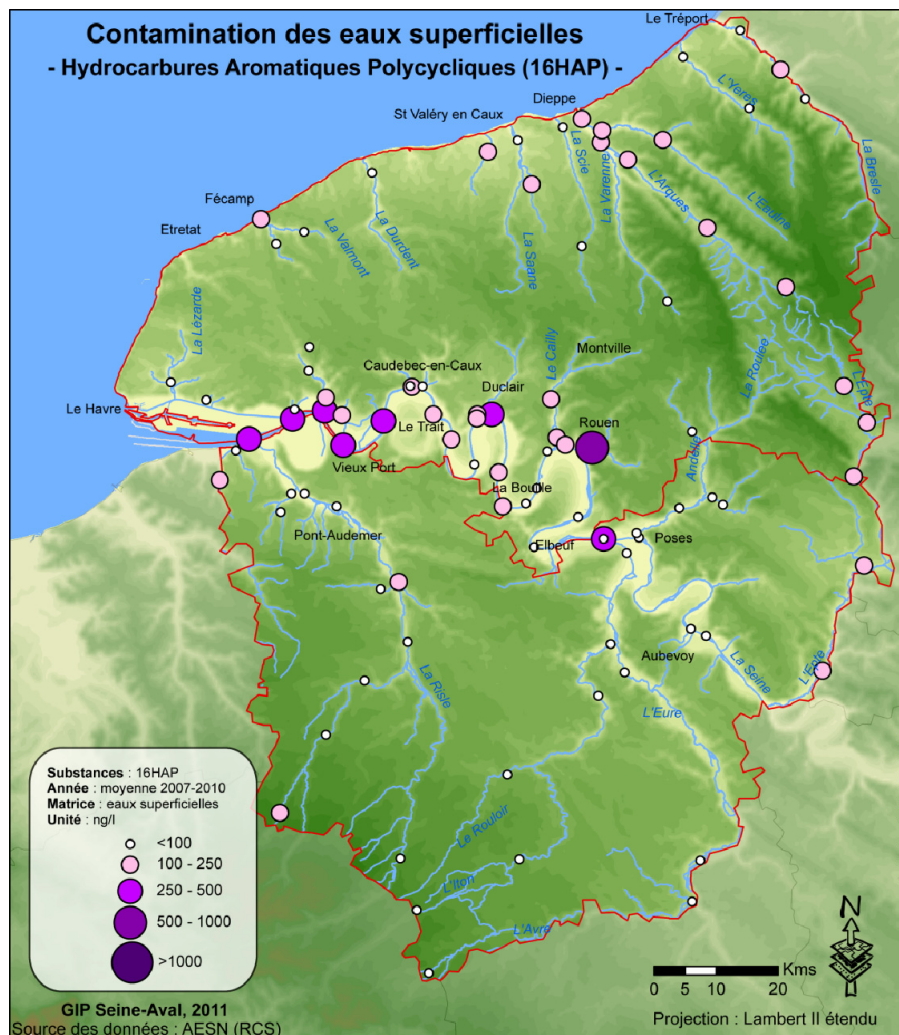
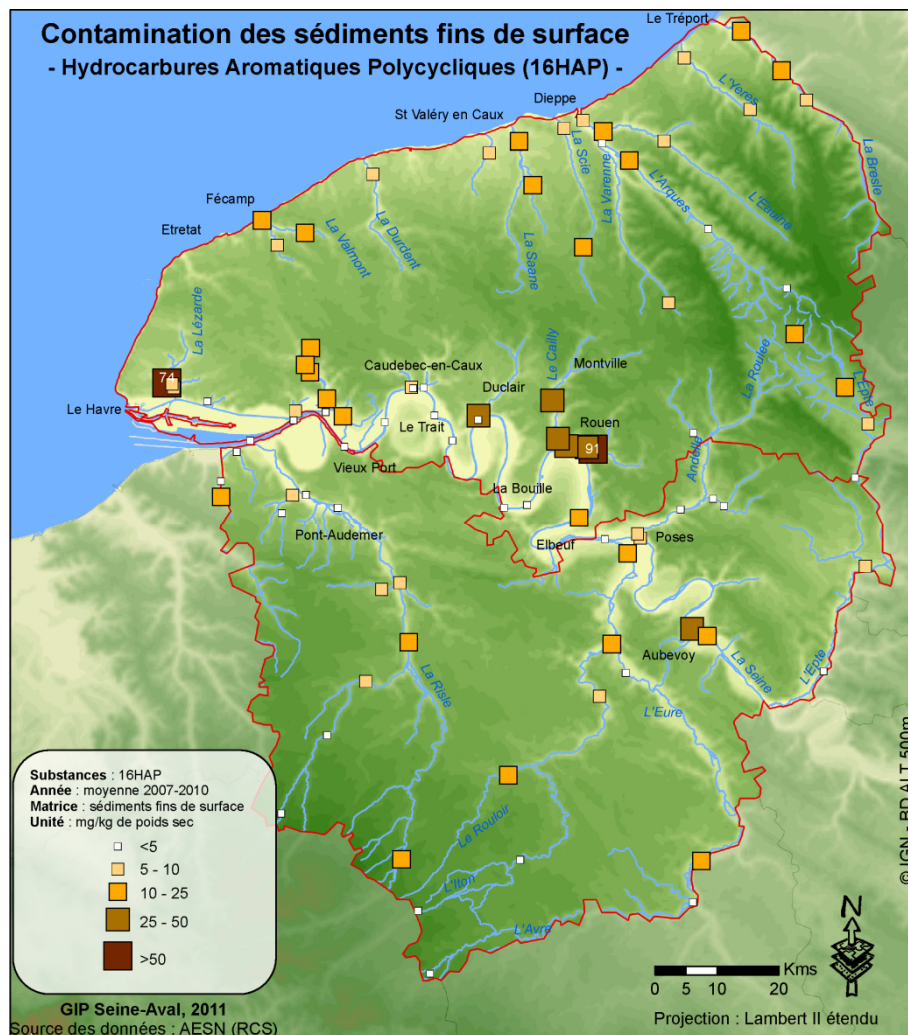


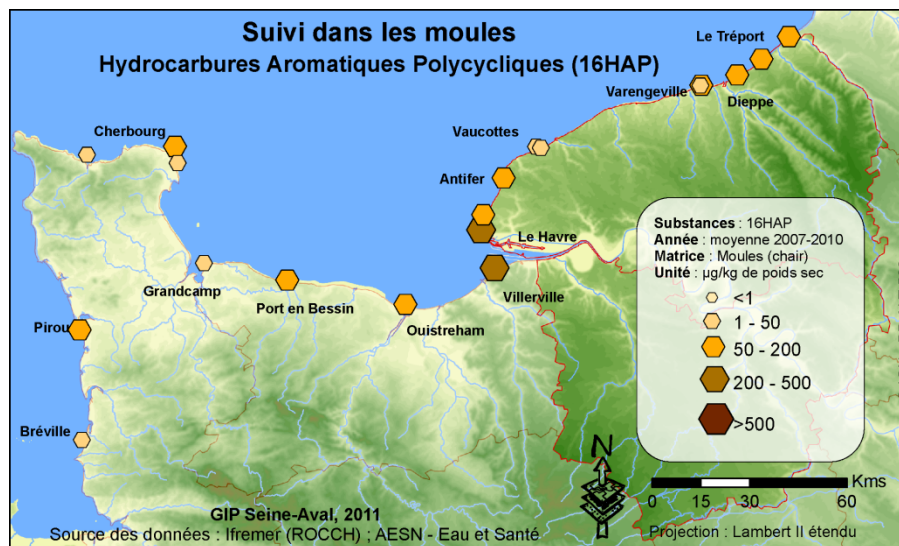
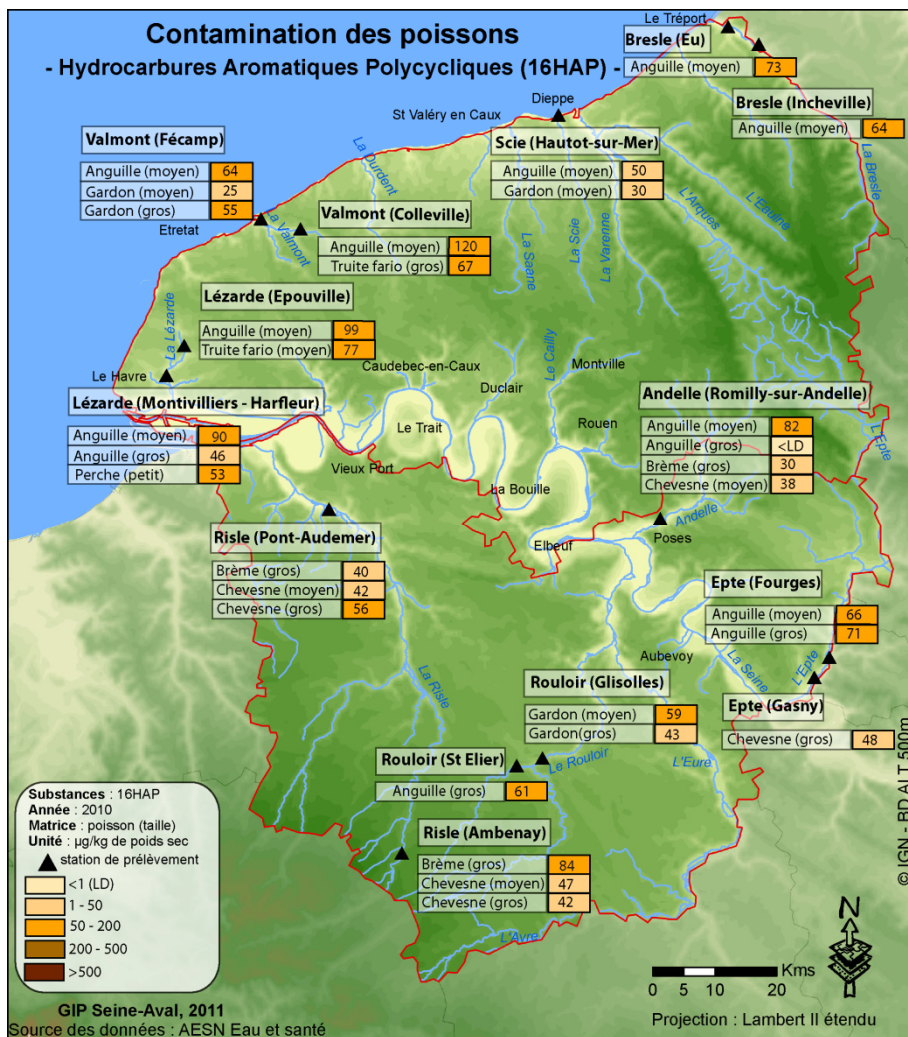
Annexe B1 – Imprégnation du milieu aquatique en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (5HAP pyrolytiques)



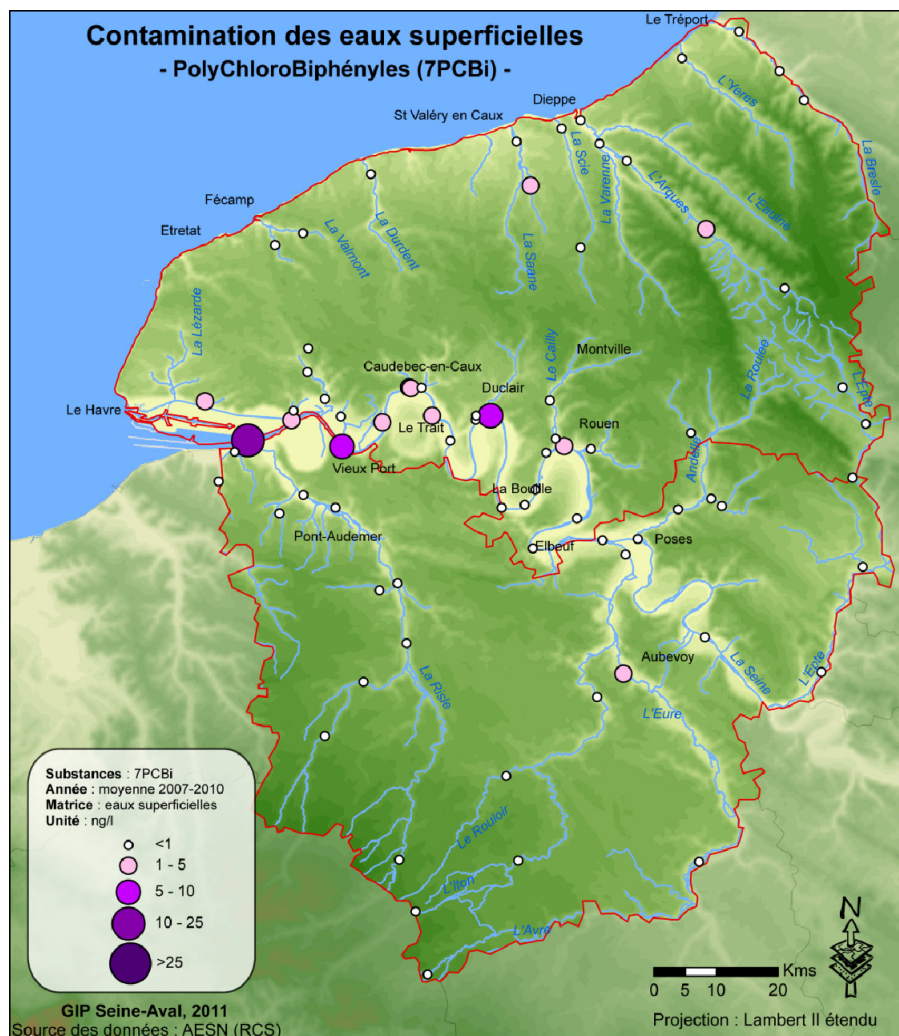
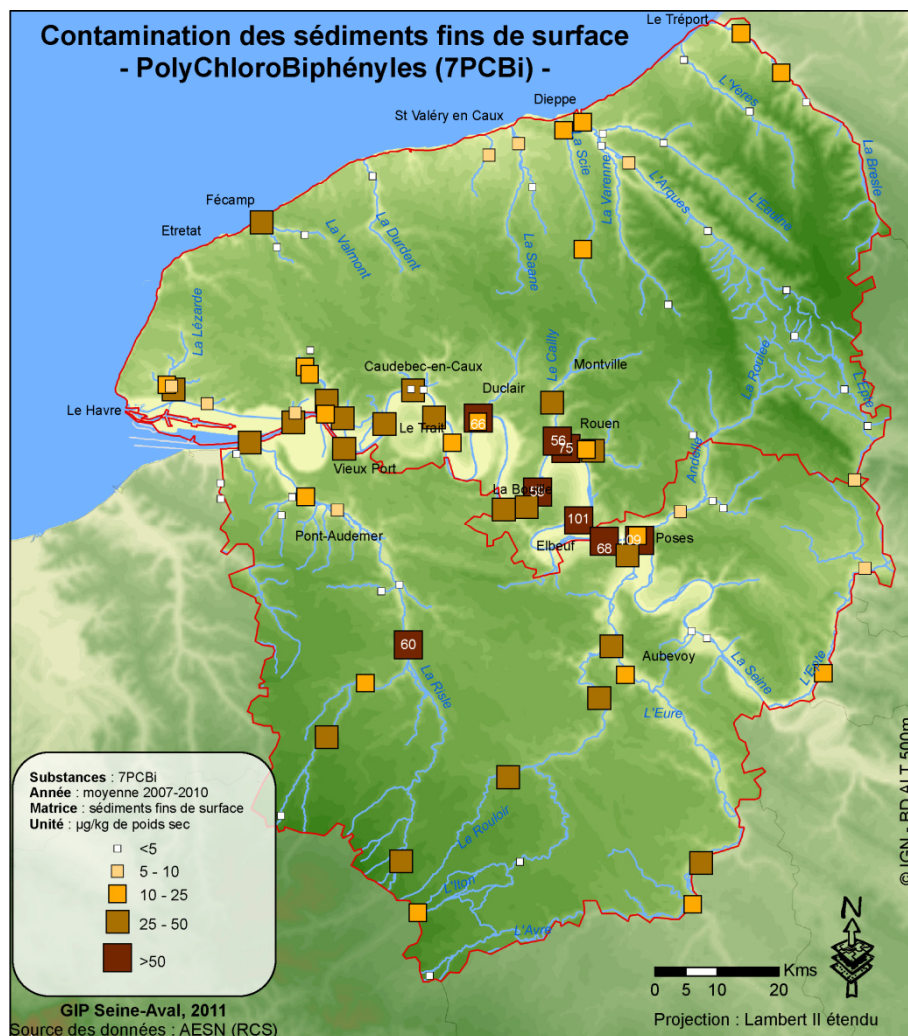


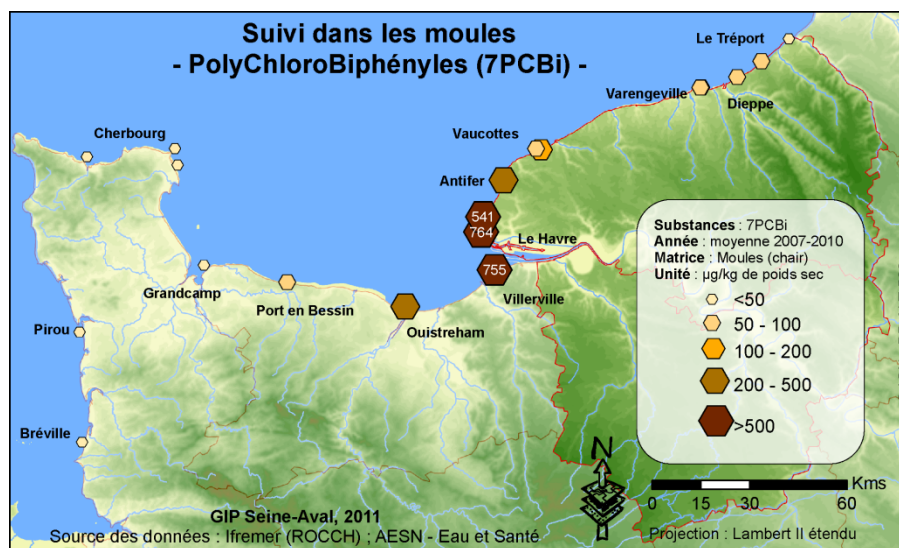
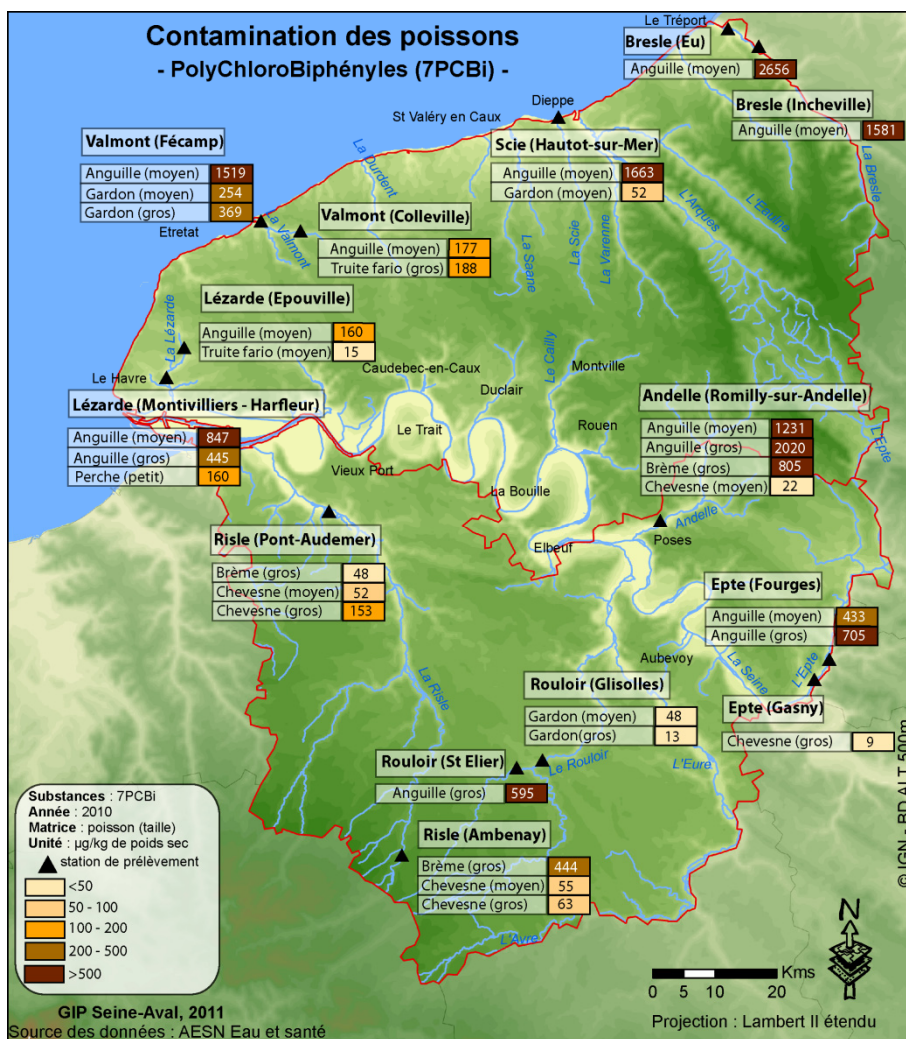
Annexe B2 – Imprégnation du milieu aquatique en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16HAP)



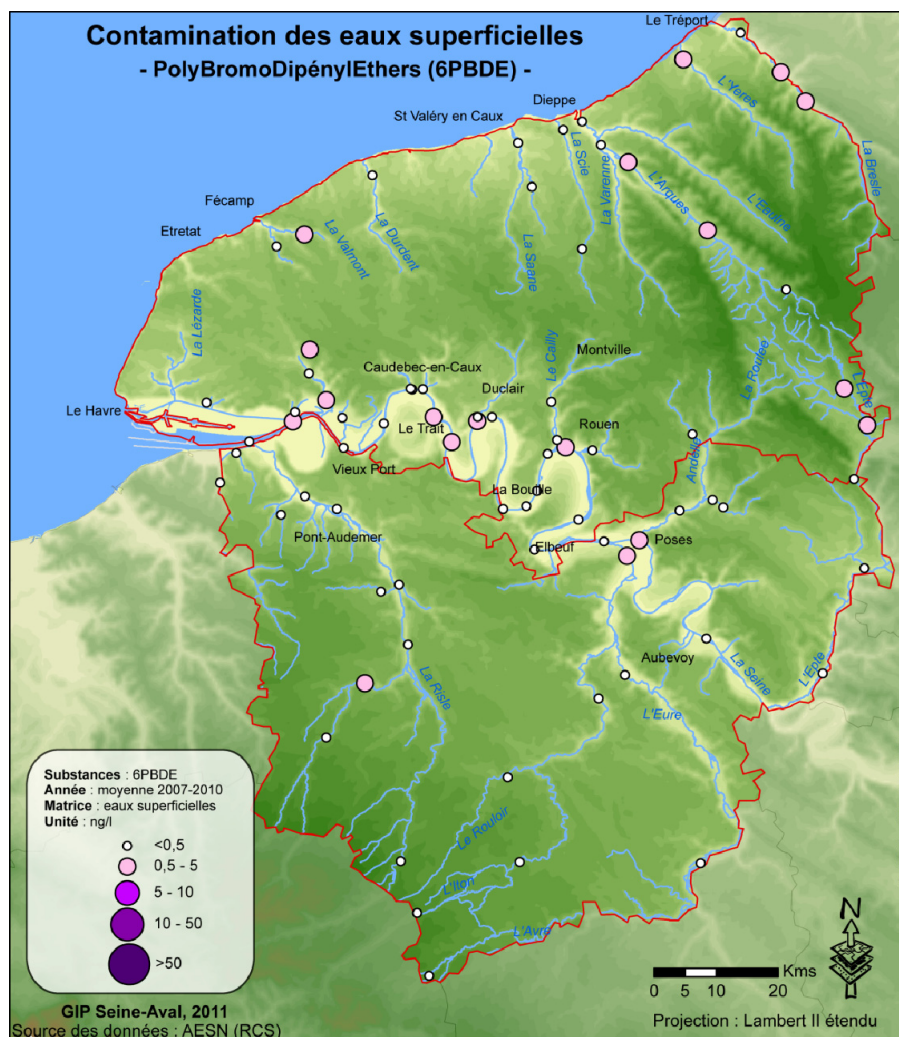
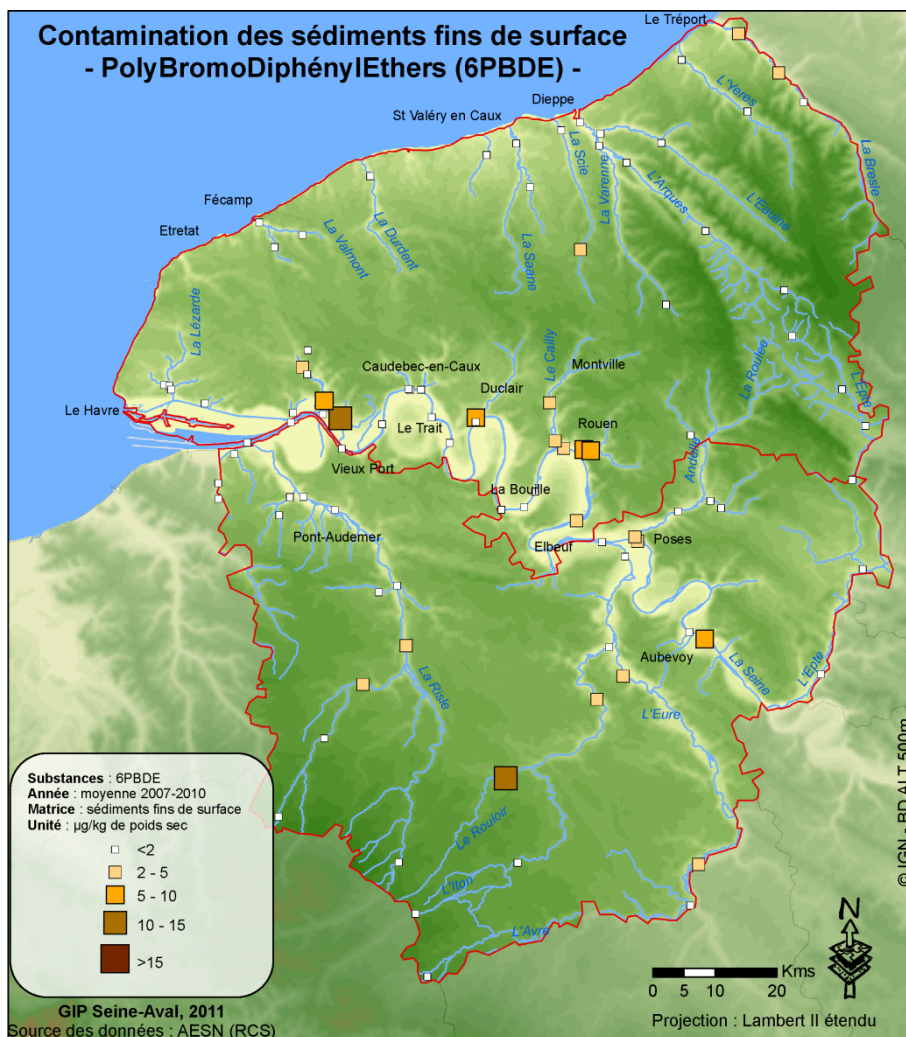


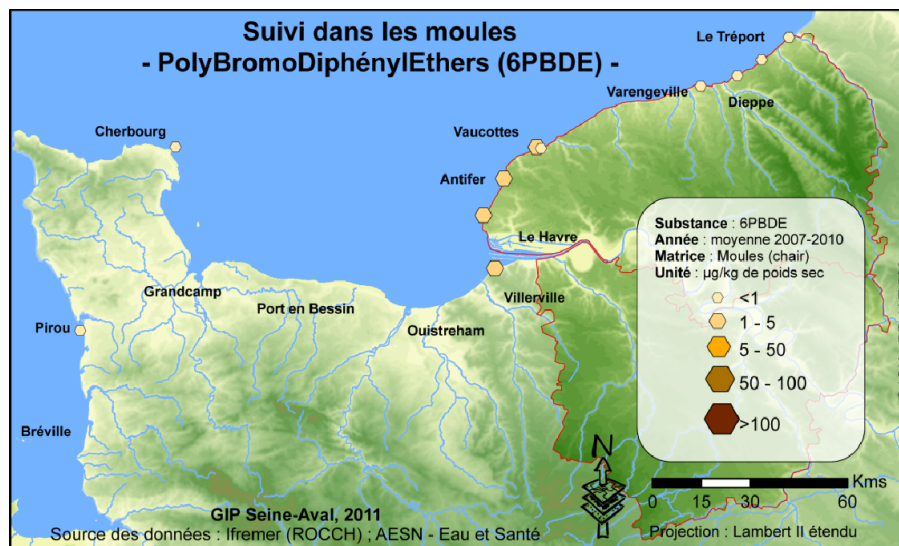
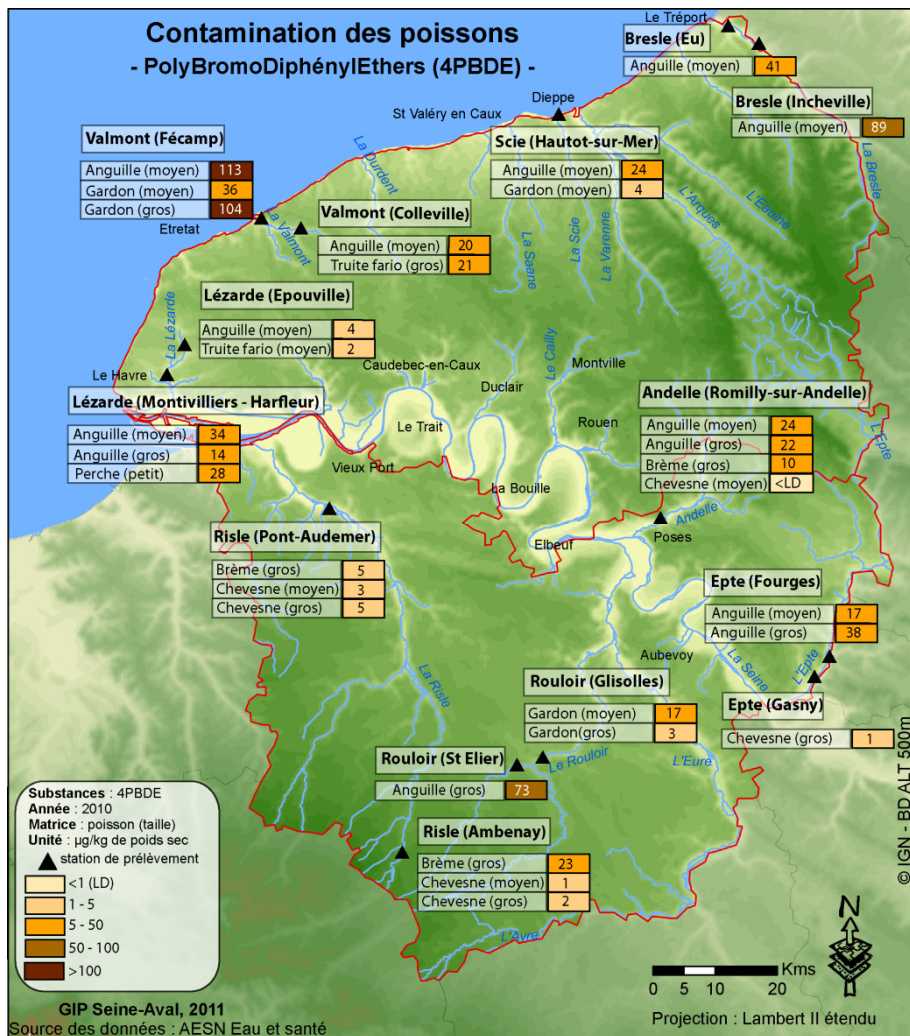
Annexe C – Imprégnation du milieu aquatique en Polychlorobiphényles (7PCB indicateurs)



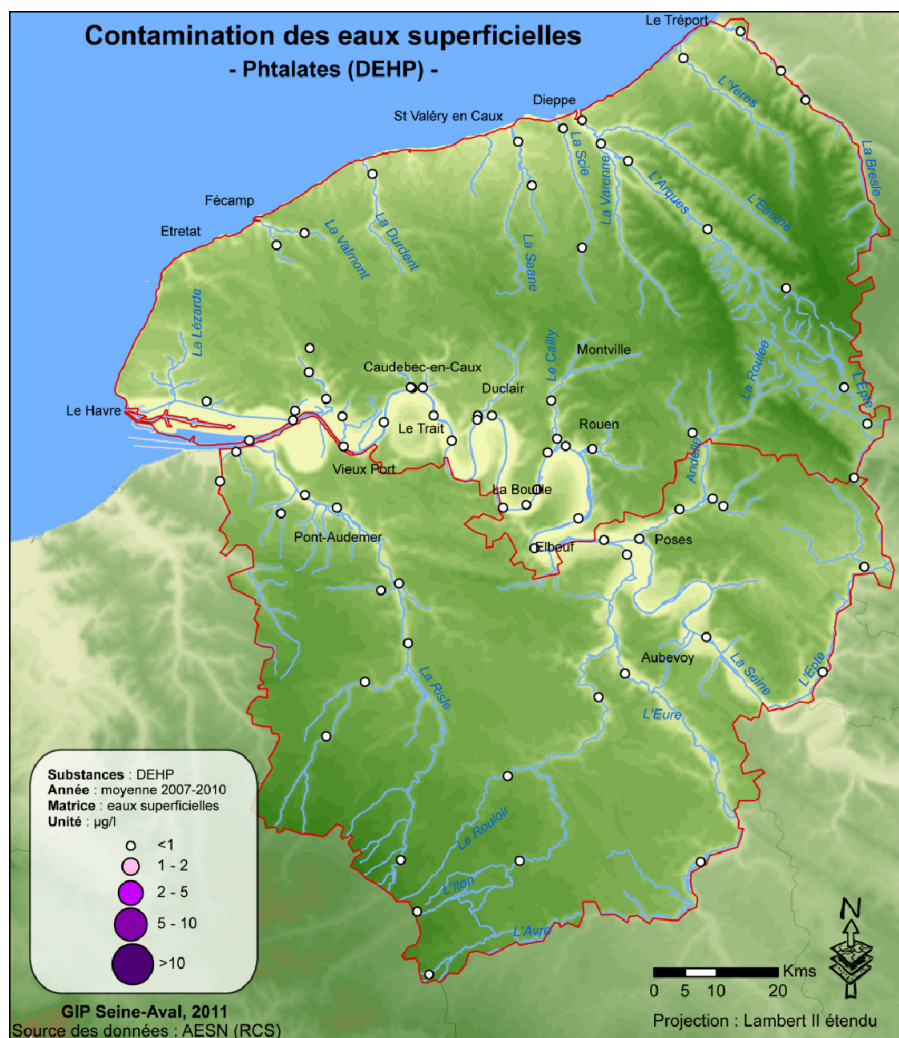
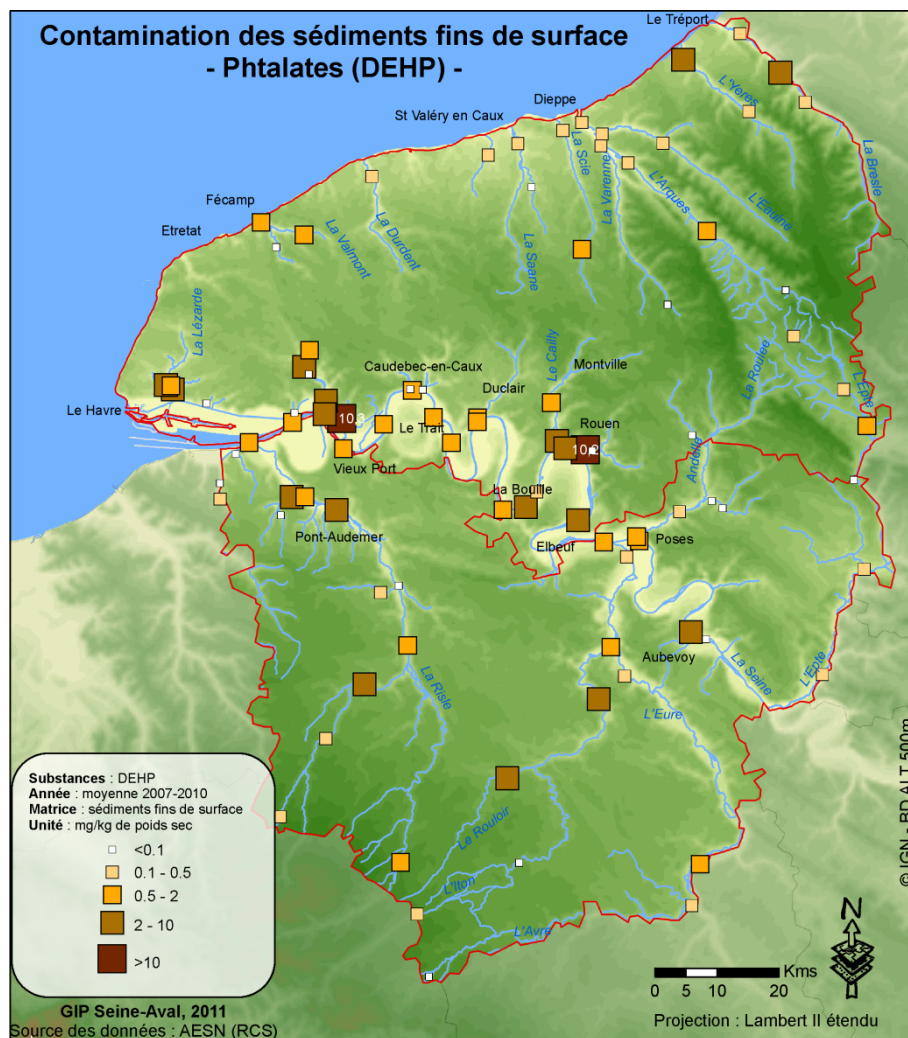


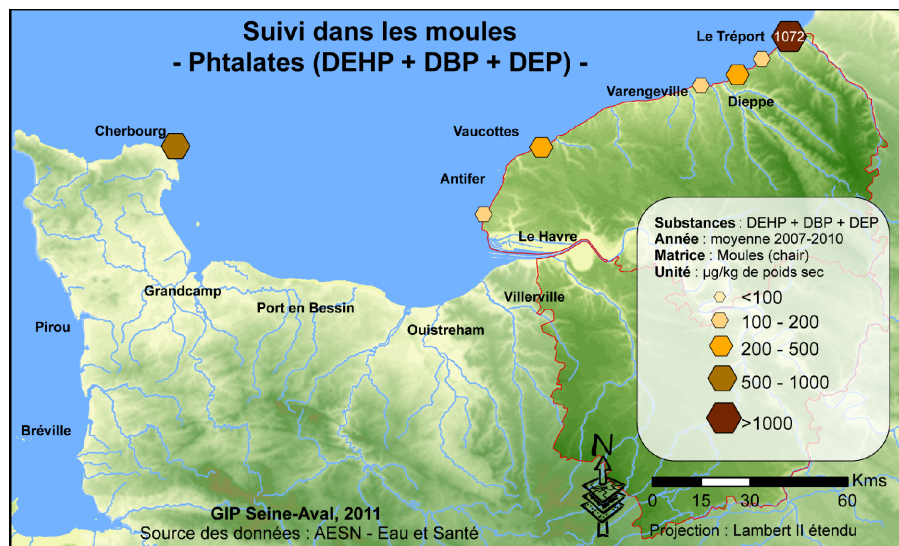
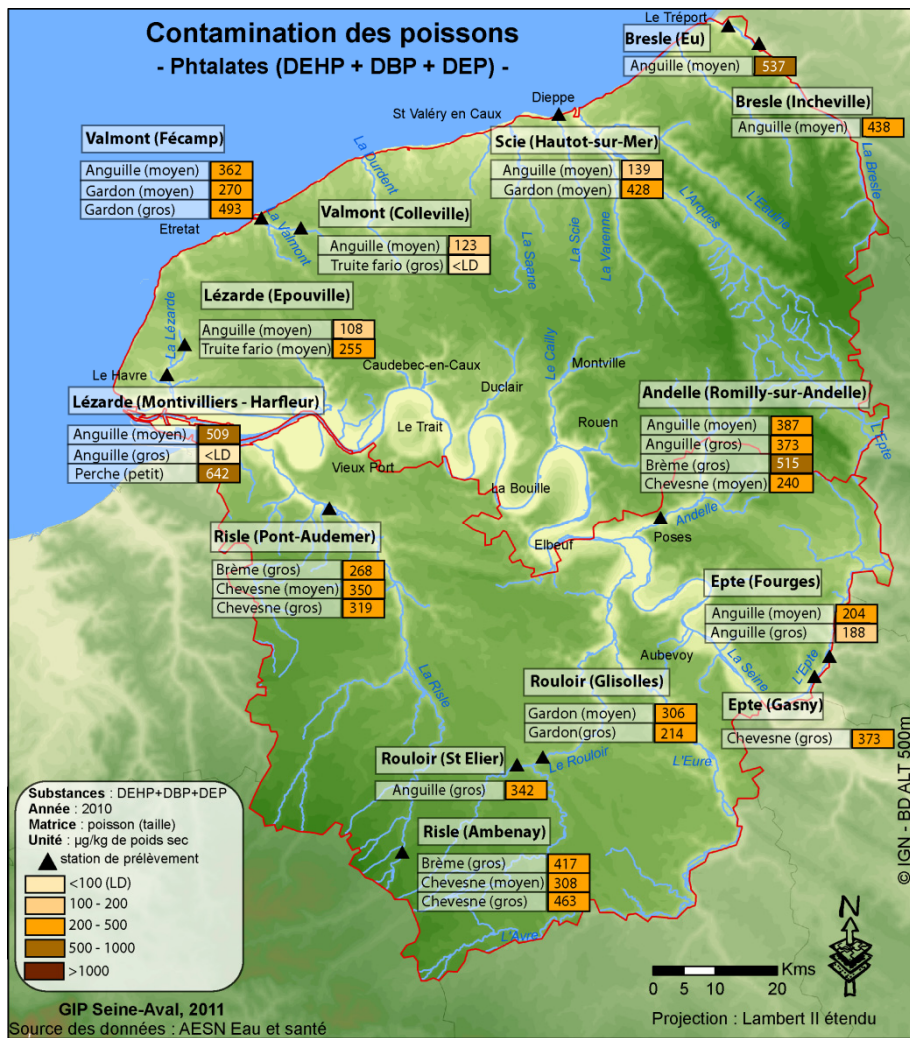
Annexe D – Imprégnation du milieu aquatique en PolyBromoDiphénylEthers (PBDE)



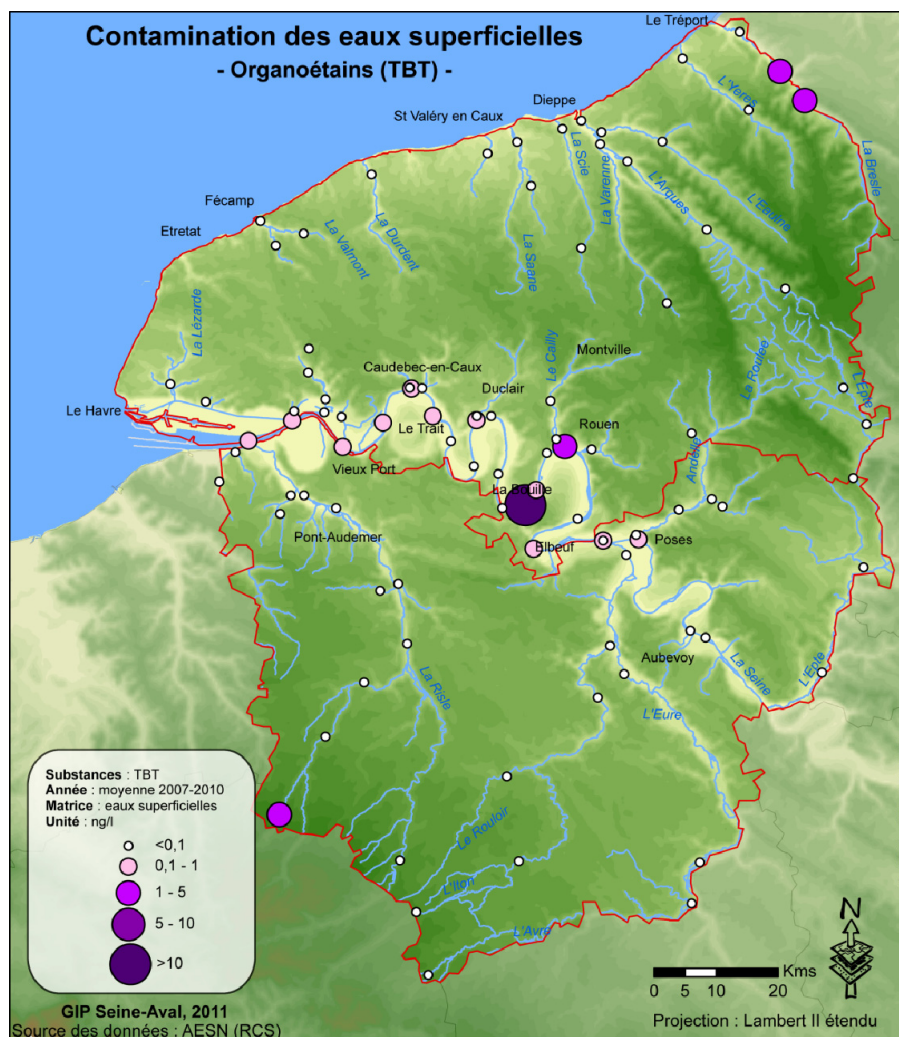
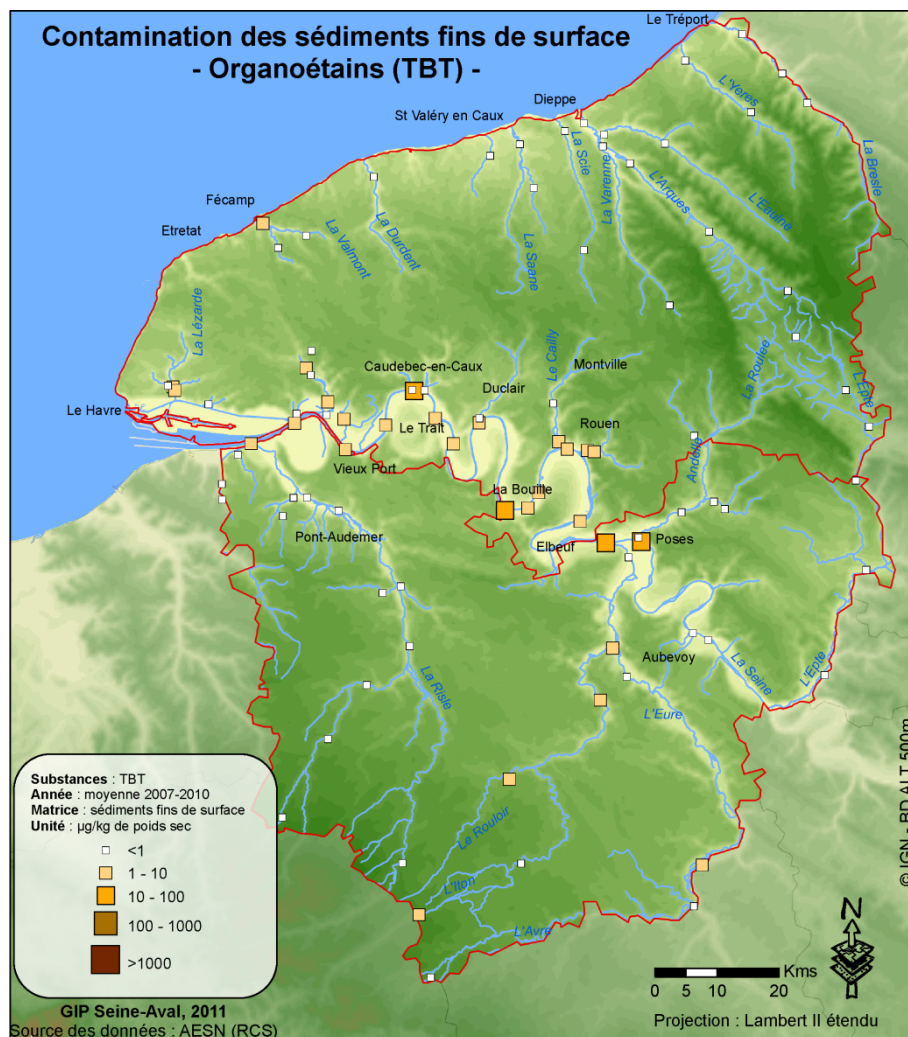


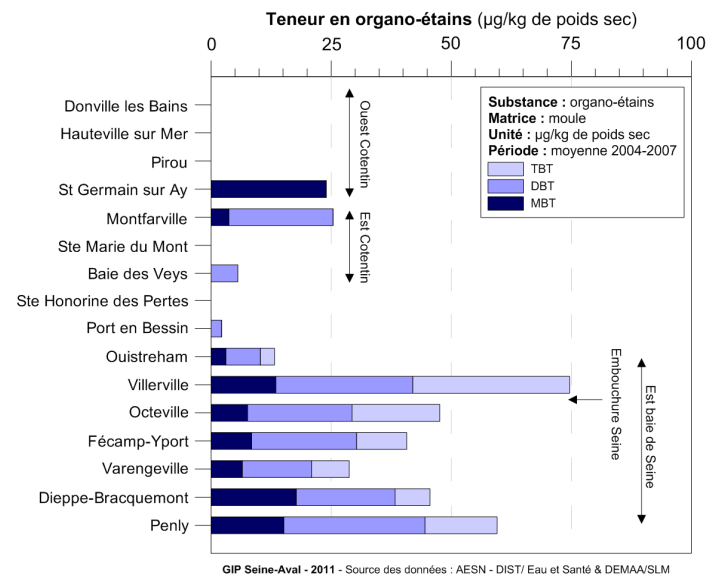
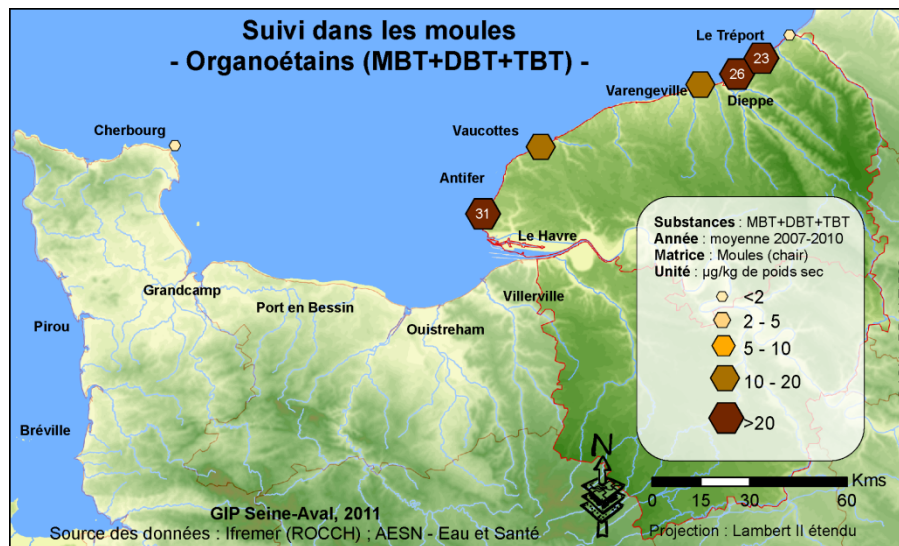
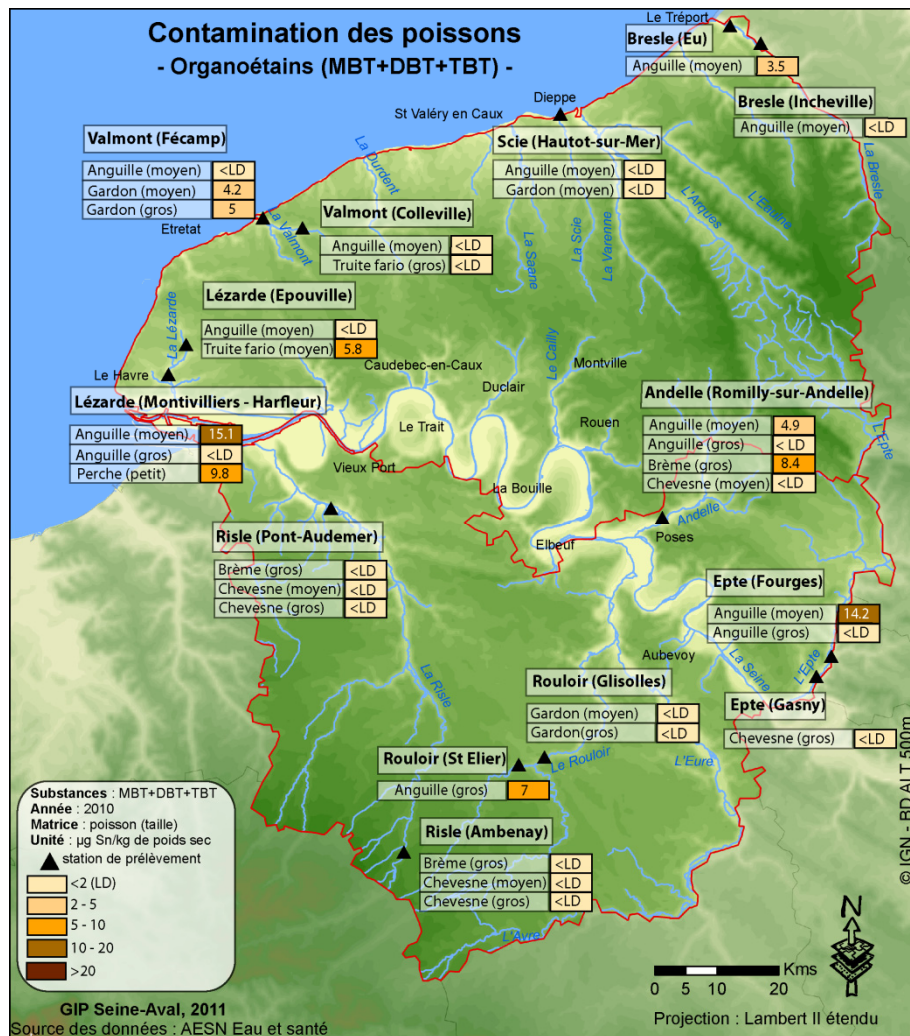
Annexe E – Imprégnation du milieu aquatique en Phtalates



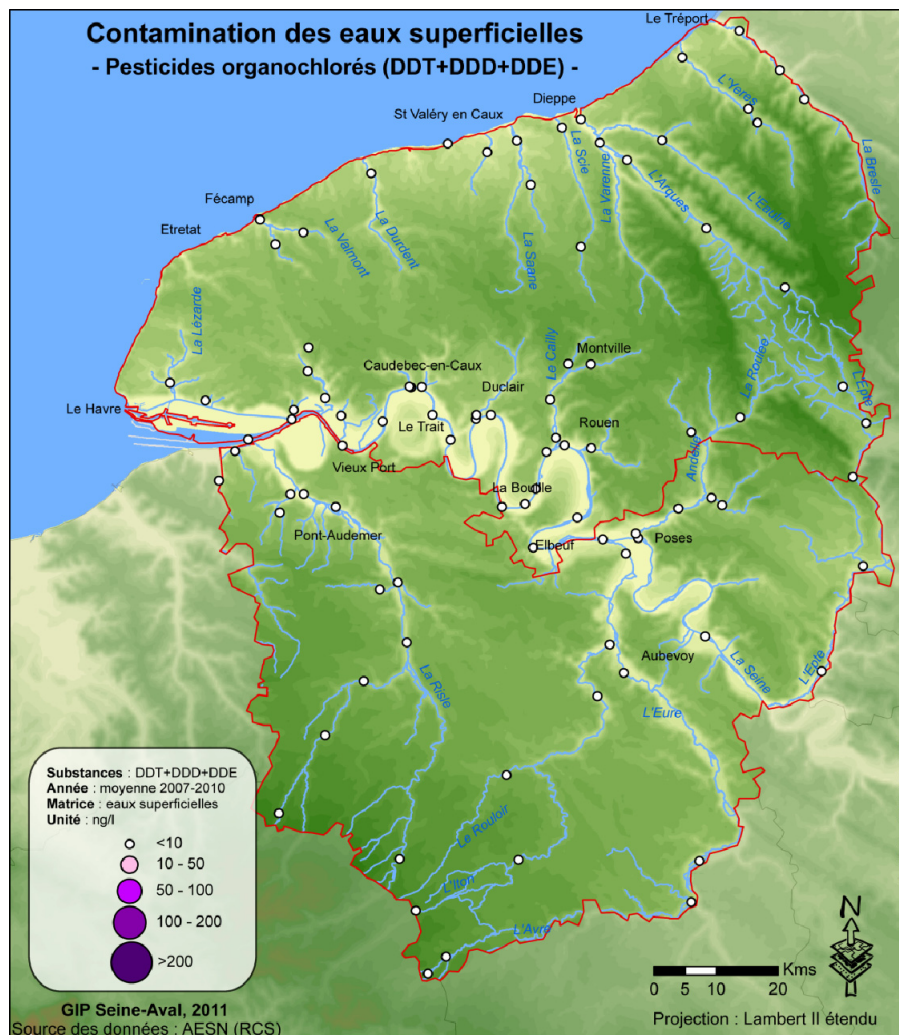
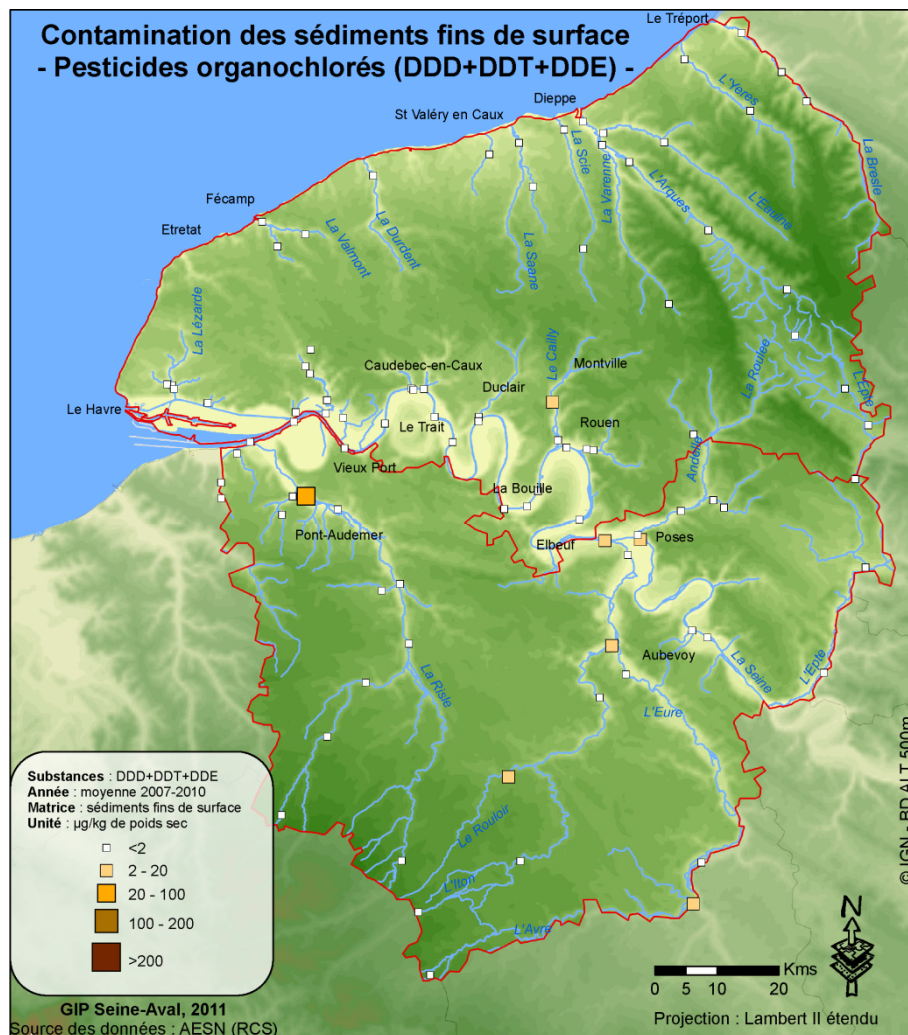


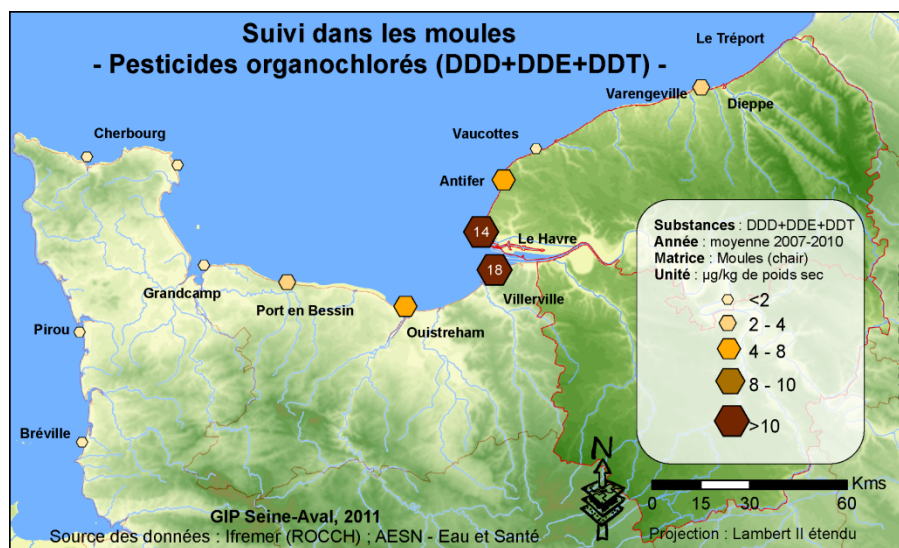
Annexe F – Imprégnation du milieu aquatique en Organoétains



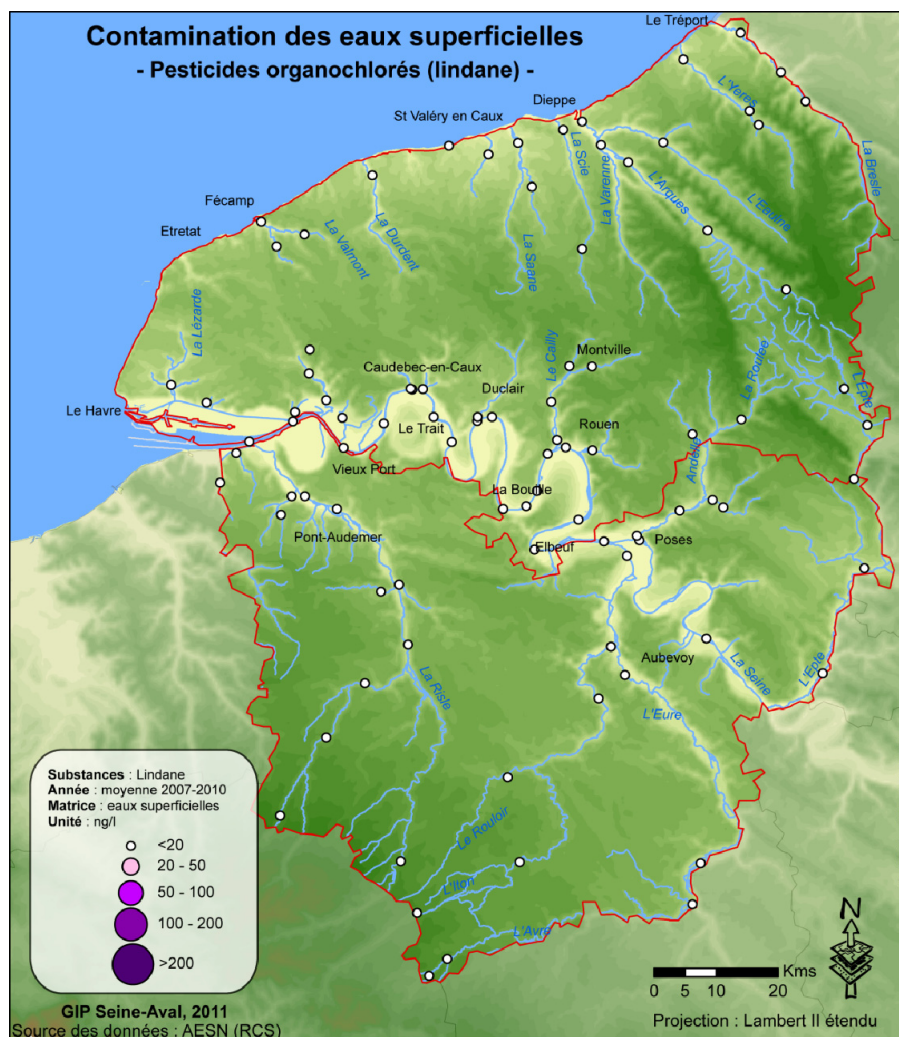
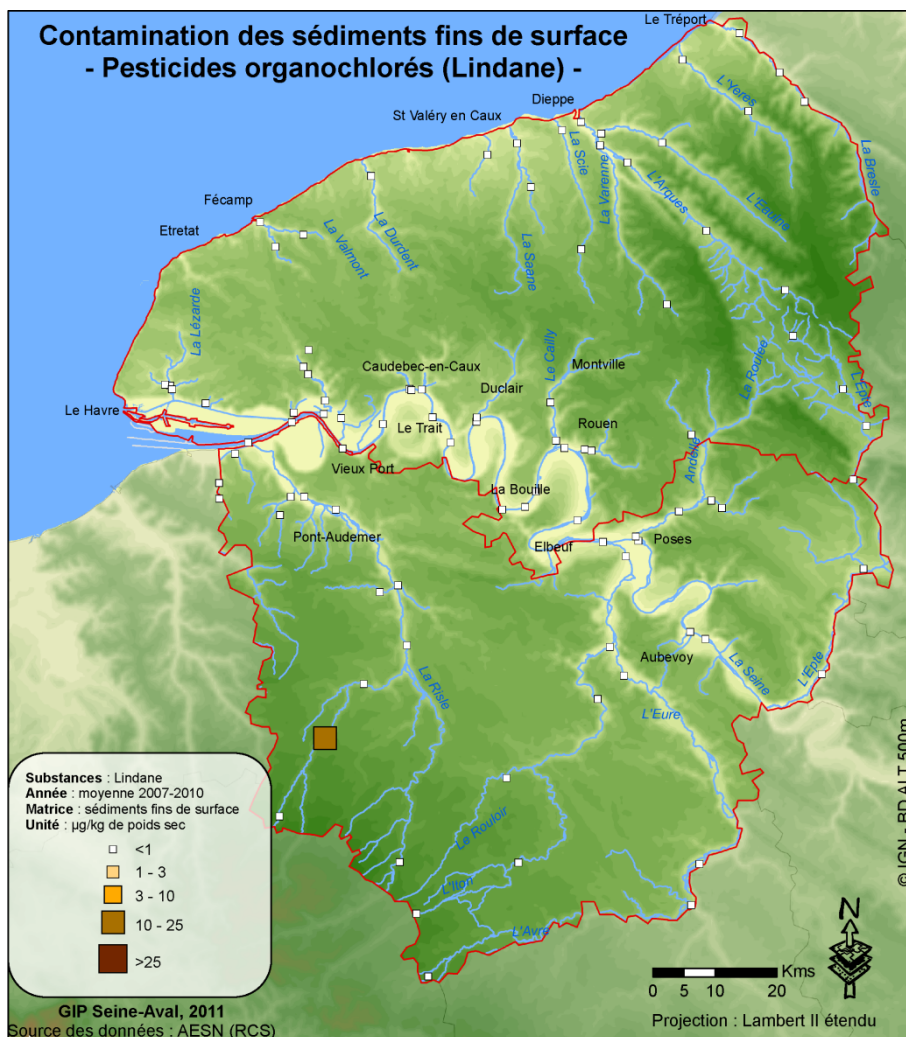


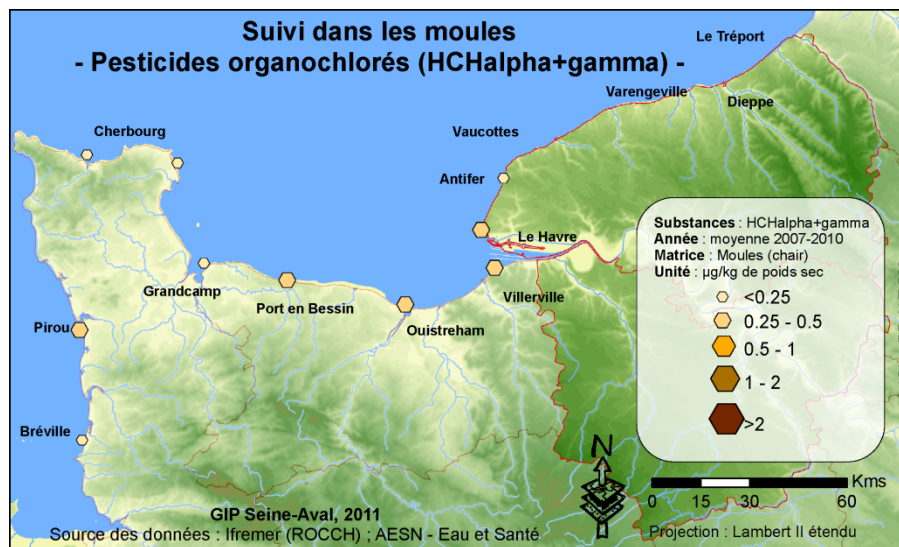
Annexe G1 – Imprégnation du milieu aquatique en Pesticides Organochlorés (DDT, DDD, DDE)





Annexe G2 – Imprégnation du milieu aquatique en Pesticides Organochlorés (Lindane)





Annexe H – Identification des points noirs

