

Sommaire

Sommaire.....	1
Résumé - Abstract.....	3
Introduction	4
Présentation de la société Hydrosphère	5
I. Objet de l'étude.....	7
I.1. Contexte	7
I.2. Présentation du site.....	7
I.3. La problématique de l'envasement et les enjeux d'un bon entretien	13
II. Diagnostic de l'état initial	21
II.1. Présentation générale.....	21
II.2. Définition de l'aire d'étude.....	22
II.3. Phase 1 : Evaluation du degré d'envasement	22
II.4. Phase 2 : Evaluation de la qualité du milieu.....	33
II.5. Bilan de l'état initial : Carte des enjeux et contraintes	56
III. Définition du programme de curage.....	58
III.1. Présentation générale.....	58
III.2. Hiérarchisation des priorités d'intervention	58
III.3. Cubage des sédiments à extraire.....	63
III.4. Choix d'un mode de curage	65
III.5. Devenir des boues.....	67
III.6. Impacts potentiels	72
III.7. Synthèse des propositions.....	74
IV. Cadre réglementaire.....	76
IV.1. Obligation d'entretien et de curage des propriétaires privés	76
IV.2. Légitimité de l'exécution des travaux par Amiens Métropole : Déclaration d'Intérêt Général	77
IV.3. Les Autorisations nécessaires.....	79
V. La gestion des boues de curage en Europe.....	81

V.1. Production de boues en Europe	81
V.2. Problématique de la gestion des boues de curage en Europe.....	81
V.3. Approfondissement : Gestion des boues de curage en Belgique.....	86
Conclusion	90
Bibliographie.....	91
Table des matières	93
Table des illustrations	97
Liste des tableaux	98
Liste des Annexes.....	99



Résumé

Les Hortillonnages, vaste zone de marais caractérisée par un réseau complexe de fossés et de plans d'eau issus des aménagements passés, présentent aujourd'hui de sérieux problèmes d'envasement. Une étude préalable à la mise en place d'un programme de curage des fossés et plans d'eau privés a été confiée au bureau d'études Hydrosphère par la Communauté d'Agglomération Amiens Métropole.

Cette étude s'articule en trois parties. Dans un premier temps, le diagnostic de l'état initial traduit un état d'envasement critique du site et dresse l'état de la qualité des sédiments et des eaux : quelques problèmes de contamination par les métaux lourds, et notamment par le plomb, sont constatés à proximité des rejets d'assainissement. Cet état des lieux met également en évidence les enjeux (végétation aquatique, berges...) et contraintes du milieu (encombres, présence de jussie...) à prendre en compte pour les travaux de curage.

Dans un second temps et à partir de ces données, les priorités d'interventions ont été hiérarchisées afin de proposer aux élus différents scénarios de travaux. Pour le curage, il est proposé d'utiliser une pelle mécanique sur ponton, ou sur berges pour les fossés les plus étroits. De façon générale, la voie proposée pour le devenir des boues est le régalaie sur berge.

Enfin, l'analyse du contexte juridique rappelle les obligations des propriétaires en matière d'entretien et de curage des voies d'eau privées et définit la procédure de déclaration d'intérêt général nécessaire pour justifier l'intervention d'Amiens Métropole sur des terrains privés. Une autorisation au titre de la loi sur l'eau est nécessaire à la réalisation de ces travaux.

Mots clés : marais, curage, sédiments

Abstract

Hortillonnages, vast zone of swamp characterized by a complex network of ditches and plans of water stemming from past organizations, present severe problems of envasment today. A preliminary study in the implementation of a program of cleaning out of ditches and private plans of water was confided to the society Hydrosphere by "Amiens Métropole".

This study articulates in three parts. At first, the diagnosis of the initial state translates a state of envasment critic of the site and draws up the state of the quality of sediments and waters: some problems of pollution by heavy metals, in particular by lead, are noticed near the refusals of purification. This diagnosis also puts in evidence the stakes (sensitive aquatic vegetation, sensibility of banks...) and constraints of the environment (block, jussie...) to take into account for the works of cleaning out.

In a second time and from these data, the priorities of interventions were organized into a hierarchy to propose to the elected members various scenarios of works. For the cleaning out, it is suggested using a mechanic shovel on pontoon, or on banks for the most narrow ditches. In a general way, the way proposed for the future of muds is the deposit on bank. Finally, the analysis of the legal context reminds the obligations of the owners in maintenance and in cleaning out of the private leaks and defines the procedure of declaration of necessary general interest to justify the intervention of "Amiens Métropole" on private grounds. A license in conformance with the law on the water is necessary for the realization of these works.

Keywords : swamp, cleaning out, sediments

Introduction

Les Hortillonnages d'Amiens, vaste zone de marais aménagés par l'homme pour la culture maraîchère et l'exploitation de la tourbe, constituent un milieu semi-naturel d'une grande richesse et d'une grande diversité. Le site est caractérisé par un réseau complexe de fossés et de plans d'eau résultant des activités humaines passées. Autrefois, les maraîchers entretenaient les rieux et fossés en curant régulièrement le fond du lit et en plaquant la vase extraite contre les berges de leurs parcelles. Aujourd'hui, l'activité maraîchère ne concerne plus que 10% du site et les nouveaux propriétaires des Hortillonnages n'assurent pas toujours cet entretien régulier.

Les inondations de la Somme de 2001 ont mis en évidence la fragilité du site et la nécessité d'assurer un curage régulier pour permettre le bon écoulement des eaux. Suite à ces événements, la Communauté d'Agglomération Amiens Métropole a initié la mise en place d'un programme de curage sur l'ensemble des fossés et plans d'eau privés des Hortillonnages. Le bureau d'études Hydrosphère a été retenu pour réaliser l'étude préalable à ce projet.

Il s'agit d'une étape essentielle dans la démarche des investigations préliminaires à une prise de décision de curage.

Le premier objectif de l'étude est de dresser un état des lieux précis de la situation, en recueillant l'ensemble des données qui peuvent permettre de caractériser le site, d'un point de vue global, puis de manière détaillée. Le diagnostic de l'état initial doit permettre de dresser une cartographie complète de l'état d'envasement du réseau de fossés et d'évaluer la qualité du milieu.

Il s'agit ensuite, à partir de cet état des lieux, d'évaluer les enjeux, les priorités et les contraintes d'intervention, afin d'élaborer un programme de curage cohérent comprenant le choix des secteurs d'intervention ainsi que le choix des techniques de curage et des voies possibles pour le devenir des boues.

Enfin, dans la mesure où ce projet s'inscrit dans un cadre réglementaire complexe, une analyse juridique s'impose. Elle portera sur plusieurs points : l'obligation de curage des propriétaires, les moyens juridiques à la disposition d'Amiens Métropole pour intervenir sur des terrains privés et enfin les autorisations nécessaires à la réalisation des travaux.

Présentation de la société Hydrosphère

La société Hydrosphère a été créée en 1998. C'est une SARL indépendante qui poursuit l'activité du cabinet E.A.E Consultant fondé en 1993 par Pascal MICHEL, ingénieur écologue et Hydrobiologiste.

L'équipe Hydrosphère se compose aujourd'hui de Pascal MICHEL et de trois chargés d'études aux compétences variées : Jacques LOISEAU, Aurélie BERTHOULAT et Cédric MORENO.

Les domaines d'intervention de la société sont l'étude et l'aménagement des milieux aquatiques : rivières, voies navigables, étangs, lacs, marais. A l'origine orientée vers les collectivités locales en Ile de France et dans le nord de la France, la société a élargi ses activités à des associations, institutions et industries soucieuses d'évaluer les richesses, les contraintes et les potentiels des écosystèmes aquatiques.

Pour renforcer ses prestations, Hydrosphère s'est associée à la société Ecosphère, spécialisée dans l'étude et l'aménagement des milieux naturels.

Ce groupement cohérent peut ainsi traiter un large éventail de problématiques écologiques liées à l'eau.

Diagnostic des milieux aquatiques

Hydrosphère procède à des expertises et des suivis de milieux aquatiques à différentes échelles. Pour ce faire, elle dispose d'un éventail de méthodes d'analyses de terrain qui permet d'apprécier la qualité et le fonctionnement des hydrosystèmes.

Analyses :

- Hydrobiologie (IBGN, Diatomées, oligochètes...)
- Peuplements piscicoles (pêche électrique, piégeage, marquage)
- Physico-chimie des eaux et des sédiments
- Hydrologie, hydraulique et hydroécologie
- Potentialités hydroécologiques (habitat piscicole, diagnostic des berges, inventaire faune/flore)

Applications :

- Etude globale de bassins versants (contrats de rivière ...)
- Dossier de protection de milieux aquatiques (arrêté de biotope, réserve de pêche...)
- Etat initial avant travaux

- Assainissement communal

Evaluation des impacts

La société Hydrosphère est sollicitée pour évaluer l'impact de travaux sur les milieux aquatiques. Ce type de prestation s'intègre généralement dans un cadre réglementaire nécessitant des dossiers administratifs et techniques. Hydrosphère est notamment spécialisée dans la rédaction des dossiers relatifs à la « Loi sur l'eau ».

Cadre réglementaire des interventions :

- Dossiers d'autorisation et de déclaration
- Etudes d'impact

Projet d'études :

- Rectifications de cours d'eau, dérivations, stabilisation de berges
- Création de plans d'eau ou de barrage
- Opérations de curage ou de vidange
- Rejets ou implantations d'installations classées
- Prises d'eau, pompages
- Aménagements routiers et ferroviaires
- Zone d'activités ou lotissement

Propositions d'aménagement et de restauration

Hydrosphère élabore des programmes de valorisation et de remise en état des milieux aquatiques. Elle assure généralement la maîtrise d'œuvre et le suivi de ces travaux. Il s'agit bien souvent de mesures compensatoires associées à ces projets d'aménagement.

Exemples :

- Protection et végétalisation des berges
- Renaturation de milieux dégradés
- Aménagement de frayères et d'habitats piscicoles
- Conception de passes à poissons...

I. Objet de l'étude

I.1. Contexte

Les récentes inondations de la Somme ont mis en évidence la fragilité du site des Hortillonnages d'Amiens. Les dégâts causés ont rappelé la nécessité d'entretenir les cours d'eau et fossés du site afin de préserver son étonnante richesse, la variété de ses paysages et la diversité des usages qui s'y déroulent.

Suite à ces événements, une charte de réhabilitation des Hortillonnages a été élaborée par l'Atelier Traverses. Quatre axes majeurs ont été définis :

- Favoriser la plantation d'essences végétales adaptées aux milieux humides
- Traiter les franges urbaines le long de la Somme
- Améliorer l'accueil du public
- Curer le réseau hydraulique et recharger les terres

Ce dernier axe est apparu indispensable pour retrouver de bonnes conditions d'écoulement. Si les riverains assuraient autrefois un curage régulier des rieux et fossés, ils sont aujourd'hui de moins en moins nombreux à entreprendre ces travaux.

La collectivité a décidé de pallier à cette carence en engageant un programme de désenvasement de tous les fossés, non entretenus depuis 30 ans.

Le réseau de rieux « publics » géré par la collectivité est curé régulièrement mais il reste à engager les travaux sur les fossés privés des hortillonnages sur les communes d'Amiens, de Camon, de Longueau et de Rivery. Amiens Métropole assure la maîtrise d'ouvrage de cette opération mais aura besoin d'une déclaration d'intérêt général (DIG) pour intervenir sur ces fossés privés.

I.2. Présentation du site

I.2.1. Localisation géographique et réseau hydrographique

Le site est implanté à la confluence de la Somme et de l'Avre en amont d'Amiens, dans le département de la Somme (80).

Le canal de la Somme, établi au XIX^e siècle, traverse le site d'Est en Ouest. On retrouve d'anciens bras naturels de la Somme : la Petite Somme et la bras du Baraban.

L'Avre se divise en plusieurs bras (la Petite Avre et le rieu du Marais des Ilots), puis se jette dans le canal à Camon (Magnier, 1994).

I.2.2. Contexte hydrogéologique

I.2.2.1. Stratigraphie superficielle

Les Hortillonnages d'Amiens se situent au centre du plateau picard, de nature essentiellement calcaire. Le fond de vallée se compose d'anciennes alluvions sablo-graveleuses provenant de l'érosion de la craie recouvertes de dépôts récents limoneux à tourbeux avec des granules crayeux (Magnier, 1994). La tourbe, qui peut atteindre jusqu'à 4m d'épaisseur, a été largement exploitée dans la vallée comme en témoignent les nombreux étangs actuellement visibles.

Les alluvions reposent sur la craie blanche fissurée du Séonien (Crétacé supérieur), puis du Turonien supérieur comprenant de gros silex noirs tuberculés. L'épaisseur de cette couche varie entre 30 et 45m. La base de cette formation est constituée par une marne grise ou bleue, imperméable, qui couvrirait 60m d'épaisseur (Hydrosphère, 2000).

I.2.2.2. Le réservoir aquifère

Le principal réservoir est, en profondeur, celui du complexe des craies du Turonien et du Séonien, complété minoritairement en surface par les alluvions anciennes. Cet aquifère est alimenté exclusivement par les pluies efficaces, essentiellement en période hivernale.

Le substratum est constitué par les marnes du Turonien moyen.

La nappe de la craie est généralement libre, mais devient captive sous les alluvions argileuses de certaines parties de la vallée.

L'écoulement dans la nappe de craie est dû à une perméabilité de fissuration. Il s'avère plus fort dans les vallées du fait d'une fracturation plus importante. La transmissivité y est généralement comprise entre $2,7 \cdot 10^{-2}$ et $2,1 \cdot 10^{-1} \text{m}^2/\text{s}$. Les cours d'eau font fonction de drains et sont alimentés en permanence par la nappe.

La profondeur de la nappe est très variable. Sous les vallées humides, elle est en équilibre avec le niveau des cours d'eau et se situe, en général, à moins d'un mètre de la surface. Sous les plateaux, la surface piezométrique est entre 30 et 60m de profondeur.

En amont d'Amiens, la puissance de la nappe est d'environ 35m avec un substratum à la cote -15 (forage de Longueau).

La variation maximale observée du niveau de la nappe est de 7,9m (Amiens, Puits de l'Hamec). Elle dépend de la variabilité de la pluviométrie interannuelle. Le niveau piézométrique présente généralement un maximum autour du mois de mars et un minimum vers novembre, voire décembre dans certains cas (Hydrosphère, 2000).

1.2.2.3. Protection des zones de captages

Tous les captages d'alimentation en eau potable (AEP) disposent d'un périmètre de protection. Le périmètre éloigné s'étend généralement sur plusieurs centaines de mètres et tient compte du sens d'écoulement de la nappe.

L'extrémité sud du site des Hortillonnages d'Amiens (au point du croisement de l'Avre et du chemin de fer) se situe à environ 900m en aval du périmètre de protection éloigné du point de captage d'Amiens Victorine Authier.

Le captage d'Amiens Champ de tir, dont le périmètre de protection éloigné est situé à 2,8 km en aval des hortillonnages est abandonné depuis 1998.

1.2.3. Contexte hydrologique

La faiblesse du réseau hydrographique montre qu'en l'absence d'écoulement souterrain suffisamment important pour que les niveaux de nappe atteignent le terrain naturel, le ruissellement superficiel est trop faible pour générer durablement des cours d'eau. Il est clair que le débit des rivières Somme et Avre dépendent étroitement du niveau des nappes elles-mêmes sous influence différée de la pluviométrie. Les variations de débit sont donc globalement tamponnées.

Dans les Hortillonnages, les variations de la ligne d'eau sont relativement importantes, mais surtout très irrégulières. D'après les données de relevé du niveau d'eau à l'échelle limnimétrique du Pré Porus recueillies auprès du service Navigation de la DDE, on observe une amplitude maximale de 51 cm au cours de l'année 2003. Cette amplitude a atteint 32cm dans une même semaine, et peut atteindre une dizaine de centimètres dans la même journée.

1.2.4. Origine et évolution du site des Hortillonnages

Les Hortillonnages d'Amiens résultent de la transformation d'une vaste zone de marais, exploitée pour extraire la tourbe et pour créer des zones cultivées.

L'utilisation de ce site pour la culture maraîchère daterait de l'époque romaine, où le nom d'« hortillonnages » lui aurait été donné. Ce terme proviendrait du latin « hortus » qui signifie

« jardin ». Des fruits et légumes destinés à la ville d'Amiens étaient donc déjà produits sur ce site il y a 2000 ans.

Au Moyen-Age, les habitants des communes voisines ont entrepris de drainer les bras d'eau, de creuser des canaux d'irrigation et de disposer la terre fertile sur les parcelles. Les hortillonnages ont ainsi été aménagés progressivement, depuis les abords de la Cathédrale jusqu'à Longueau, formant un ensemble homogène de terres traversées par rieux et canaux entrecroisés. Au XIII^e siècle, les hortillonnages étaient aussi exploités pour l'extraction de la tourbe, utilisée comme combustible (Moss, 1995).

La culture maraîchère est restée, jusqu'au XX^e siècle, le principal emploi des hortillonnages. Les maraîchers, appelés « hortillons », entretenaient les aires, rieux, canaux et fossés en curant régulièrement le fond du lit. Ils remontaient la vase sur leur parcelle et la plaquaient contre les berges. Cet entretien présentait plusieurs avantages : il permettait le bon écoulement des eaux dans les rieux, le renforcement des berges soumises à une forte érosion, et l'apport de terre fertile pour les cultures (Atelier Traverses, 2002).

Depuis quelques décennies, le site connaît une importante mutation. Les descendants des hortillons ne reprenant pas l'exploitation, les aires sont progressivement laissées en friches ou vendues à des particuliers pour être aménagées en jardins d'agrément accessibles en barque. Cette évolution a entraîné un changement dans la nature de l'occupation du sol et un abandon de l'entretien des fossés.

I.2.5. Occupation et usages actuels du site

Le maraîchage ne concerne plus que 10% du site. Aujourd'hui seuls huit maraîchers se partagent 30 hectares de terres situées en périphérie du site, disposant d'accès à la route. La superficie moyenne des exploitations a augmenté : elle est de 3,5 hectares aujourd'hui contre 1 hectare en 1976.

Une part importante du site (près de 50%) est aujourd'hui occupée par des jardins privés, notamment dans la partie Ouest des Hortillonnages. Il semble toutefois que la tendance actuelle montre un abandon progressif du site. Etre propriétaire d'une parcelle dans les Hortillonnages implique des charges d'entretien relativement importantes (taxes et entretien des parties privées). De nombreux propriétaires n'ont plus les moyens ni la volonté d'assurer ces charges, les parcelles laissées en friche voient donc leur nombre augmenter. La friche couvre près de 20% du site.

Il est à noter qu'une zone industrielle occupe la zone Sud Ouest des Hortillonnages, en rive gauche de la Somme.

Par ailleurs, la richesse faunistique et floristique du site favorise plusieurs types d'activités telles que la chasse, la pêche et l'observation de la nature.

Concernant le tourisme, la fréquentation actuelle est très concentrée dans l'espace. Les deux circuits proposés représentent environ 8 km de canaux et ont été empruntés par près de 100 000 visiteurs en 2003.

I.2.6. Les paysages

L'occupation des hortillonnages est aujourd'hui très diversifiée, engendrant une multitude de paysages. On distingue différentes entités paysagères (Atelier Traverses, 2002):

- *Les franges urbaines* : En périphérie du site et le long du chemin de halage, l'urbanisation a de plus en plus « grignoté » l'espace. Le bâti encercle presque totalement le site, à l'exception d'une ultime fenêtre, à l'Est, sur la vallée de la Somme.
- *Le canal* : les bords du canal se sont lotis. La promenade piétonne est de plus en plus troublée par l'usage d'une voie accessible aux voitures
- *Les terres maraîchères* : Ne représentant plus que 10 % de l'occupation du sol, elles sont concentrées sur le pourtour du site accessible depuis la route. Ces terrains présentent un paysage de champs plats, ouverts sur les franges urbaines et dépourvus de grands arbres pour limiter les zones d'ombres.
- *Les étangs et marais* : Ils couvrent près d'un tiers des hortillonnages et résultent, pour la plupart, de l'extraction de la tourbe. Les étangs situés à Camon comprennent de petites parcelles et de grands plans d'eau libres, aux abords plantés ou aux horizons dégagés. Le marais d'Hecquet, dans la partie Est des Hortillonnages, accueille une végétation plus naturelle. Seul l'étang de Rivery est totalement intégré au cadre urbain.
- *Les masses boisées* : Elles jouent un rôle essentiel au sein des Hortillonnages, celui d'écran. Leur présence masque les franges urbaines et filtre les vues à l'intérieur du site. Offrant une grande diversité de biotopes, ces zones abritent une faune très riche.
- *Les friches* : Dans les aires non entretenues, la tendance naturelle est le retour au boisement. Mais ce retour est progressif, une terre maraîchère non travaillée sera d'abord

colonisée par des plantes annuelles, puis vivaces : c'est la friche herbacée. Puis, les plantes nitrophiles apparaissent donnant naissance à la friche élevée. Différents arbres et des ronces poussent ensuite, conduisant à la friche buissonnante, puis forestière. L'aulnaie au sol couvert de lierre correspond au climax de la majorité des parcelles en friche dans les Hortillonnages.

- *Les jardins d'agrément et potagers* : Ils se répartissent sur l'ensemble du site. On distingue des zones dégagées et peu plantées (potagers, surfaces engazonnées ponctuées de massifs arbustifs et fleuris) et des zones plus riches en végétation boisée.

Le paysage des Hortillonnages est également marqué par une grande variété de constructions légères (hangars, abris de jardin, cabanons, huttes de chasse, maisons urbaines).

I.2.7. Protection et reconnaissance du site

I.2.7.1. Patrimoine culturel et historique

Reconnu site d'intérêt mondial par l'UNESCO comme « milieu humide et semi-naturel », le site des Hortillonnages présente un intérêt patrimonial fort, pour la richesse de son milieu et pour son caractère pittoresque, héritage du travail de l'homme au travers des siècles passés.

Une partie des Hortillonnages est située dans le périmètre de 500 m de plusieurs monuments historiques protégés, dont celui de la cathédrale d'Amiens. Celle-ci fait l'objet de servitudes spéciales de vue dans le site des Hortillonnages. Deux cônes à l'intérieur desquels les obstacles visuels sont interdits ou réglementés ont été délimités.

Par ailleurs, le site des Hortillonnages a été inscrit à l'inventaire national des sites par arrêté du 4 avril 1972 au titre de la Loi du 2 mai 1930. Le périmètre comprend la partie des Hortillonnages située au nord de la rue de Verdun et de la rue Marius Petit, le quartier Saint-Leu et l'étang Saint-Pierre, représentant un site d'une superficie de 350 hectares.

Cette protection reconnaît la valeur du site mais n'impose pas de contrainte importante. Les travaux sont généralement soumis à un avis simple du Préfet du département.

La motivation de la protection formulée dans l'inventaire des Sites classés et inscrits de la Somme est la suivante : « Le quartier Saint-Leu, fortement dégradé durant les deux guerres, nécessite une protection afin de préserver son aspect pittoresque et sa valeur historique. L'originalité des

Hortillonnages, zone de marais domestiqués par l'activité maraîchère, constitue le type même du monument naturel à caractère pittoresque tel que défini par la loi de 1930. La proximité de la cathédrale renforce la nécessité de ces protections. »

I.2.7.2. Patrimoine naturel

La vallée de la Somme et ses environs comportent de nombreux espaces naturels de grands intérêts écologiques. Les Hortillonnages bénéficient notamment d'une attention toute particulière des scientifiques.

L'ensemble des Hortillonnages, à l'exception des franges urbanisées et industrielles au sud de la petite Somme, est compris dans la Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) n° 0025.000 de type I-II, qui couvre 250 hectares sur les communes d'Amiens, Rivery, Camon et Longueau.

Les ZNIEFF sont des inventaires scientifiques, sans portée juridique directe, qui permettent de mettre en évidence un patrimoine naturel d'intérêt remarquable à prendre en compte lors d'aménagements éventuels.

Les Hortillonnages d'Amiens font également partie du site Natura 2000 « Marais de la Moyenne Somme entre Amiens et Corbie », proposé comme Site d'Intérêt Communautaire (SIC) au titre de la directive Habitat en mars 1999. Cette directive a pour objectif la mise en place d'un système de protection des espèces animales et végétales en rétablissant ou maintenant les habitats naturels dans un état de conservation favorable.

I.3. La problématique de l'envasement et les enjeux d'un bon entretien

I.3.1. Le régime hydraulique

Les hortillonnages constituent un système hydraulique très complexe, composé de plans d'eau associé à un réseau maillé de rieux et fossés de sections très variables. Une étude menée en 1982 met en évidence les différentes contraintes qui influencent le régime hydraulique dans les hortillonnages (SRAE Picardie, 1983) :

- la variation de la ligne d'eau de la Somme canalisée
- les régimes hydrauliques de l'Avre et de la petite Avre

- les rejets pluviaux périphériques qui constituent un apport brutal
- l'hydraulicité des réseaux de fossés et rieux qui varient beaucoup suivant le degré d'envasement, l'état des berges et l'enherbement.

L'influence de ces différents facteurs induit une grande variabilité dans le régime hydraulique des hortillonnages. Ainsi, en 1990, une nouvelle étude montre une diminution générale des débits entrants et sortants dans les hortillonnages par rapport à 1982 (SRAE Picardie, 1990). Cette variation s'explique facilement par la sécheresse de l'époque, le débit de la Somme étant lui-même beaucoup plus bas qu'en 1982.

On peut toutefois souligner une caractéristique récurrente du régime hydraulique des hortillonnages : les écoulements sont dans l'ensemble très faibles.

I.3.2. L'envasement dans les Hortillonnages

I.3.2.1. Description du phénomène

De manière générale, les matériaux qui sédimentent sur le fond du lit peuvent être différenciés en deux catégories :

- les sédiments : composés majoritairement de matières minérales,
- les vases : composées majoritairement de matières organiques.

Les sédiments sont des matériaux solides particuliers issus de l'érosion du bassin versant, des berges et de rejets de toute nature. Véhiculés par l'eau, ils décantent sur le fond lorsque la vitesse d'écoulement n'est plus suffisante pour assurer leur maintien en suspension.

Différents paramètres propres au cours d'eau influencent directement la sédimentation des particules (débit, direction et stabilité du courant, turbulences, forme et profondeur des cours d'eau...). La sédimentation est particulièrement favorisée par une topographie plane, par de faibles débits, par des rejets industriels et par le phénomène d'érosion.

Dans les Hortillonnages, au moins trois de ces paramètres sont réunis : les pentes sont quasi nulles, les vitesses d'écoulement plutôt faibles et les berges ont une nette tendance à s'éroder.

La vase, quant à elle, est composée de différents éléments organiques : les feuilles, les herbes de tonte des berges, la production phytoplanctonique, les organismes morts et la production organique intrinsèque au milieu aquatique.

Dans les Hortillonnages, l'activité algale est particulièrement importante. En effet, le milieu, riche en nutriments et à faible hauteur d'eau, présente un risque d'eutrophisation important.

Par souci de simplification, le terme « sédiments » sera employé pour désigner l'ensemble des matières déposées sur le fond du lit.

1.3.2.2. Les causes de l'envasement

1.3.2.2.1. L'alimentation par les eaux de la Somme et de l'Avre

La qualité de l'eau des hortillonnages est intimement liée à la qualité des eaux de la Somme et de l'Avre qui alimentent le site.

La Picardie et le département de la Somme sont des espaces largement voués à la grande culture intensive. Le ruissellement sur les vastes terres agricoles des plateaux génère un lessivage des sols qui non seulement draine des substances polluantes mais apporte aussi de grandes quantités de matières en suspension (MES) dans les eaux superficielles.

Les données du Réseau National de Bassin (RNB) sur l'Avre à Longueau montrent une concentration en MES relativement importante en hiver : la moyenne des valeurs données de décembre à février entre 2000 et 2005 atteint 35,4mg/L (cf figure 1). On observe en particulier un pic de concentration en MES de 75mg/L lors des inondations de 2001.

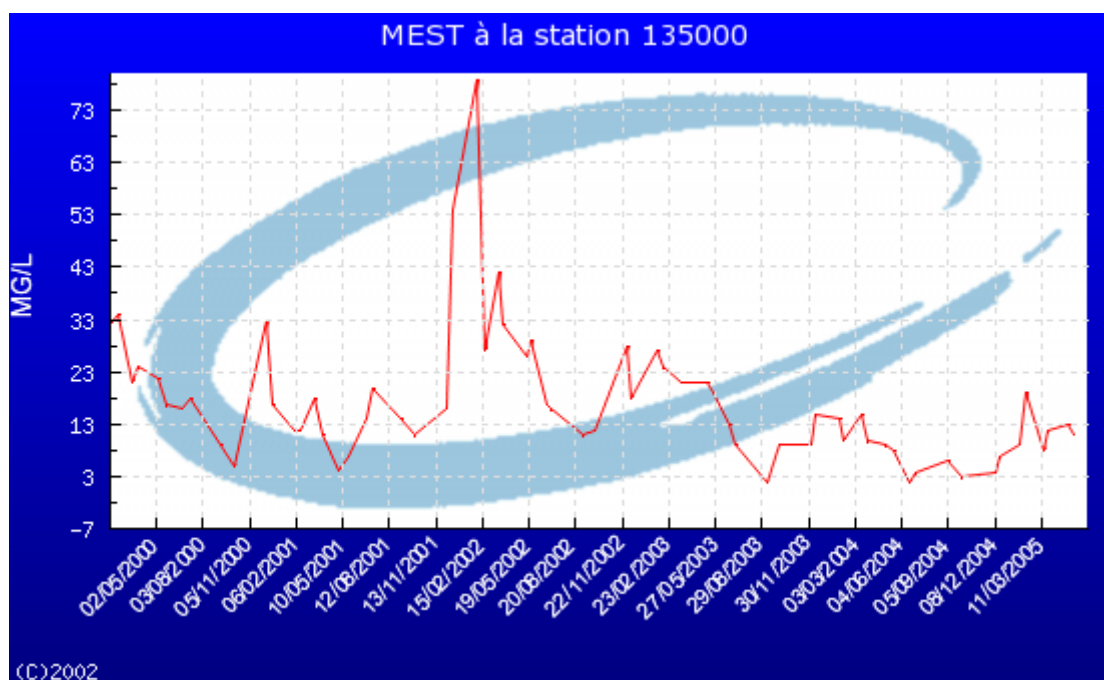


Figure n°1. *Suivi de la concentration en MES des eaux de l'Avre à Longueau entre 2000 et 2005 (données RNB, Agence de l'Eau Artois-Picardie)*

Les données du RNB sur la Somme à Camon montrent une concentration hivernale moyenne en MES de 28,5 mg/L entre 2000 et 2005. Le pic perçu en hiver 2001 sur l'Avre n'apparaît pas sur la

Somme. On observe par contre une augmentation sensible des concentrations au printemps, particulièrement en 2000 et 2003 où les valeurs atteignent 50 mg/L, et en 2002 : 34 mg/L.

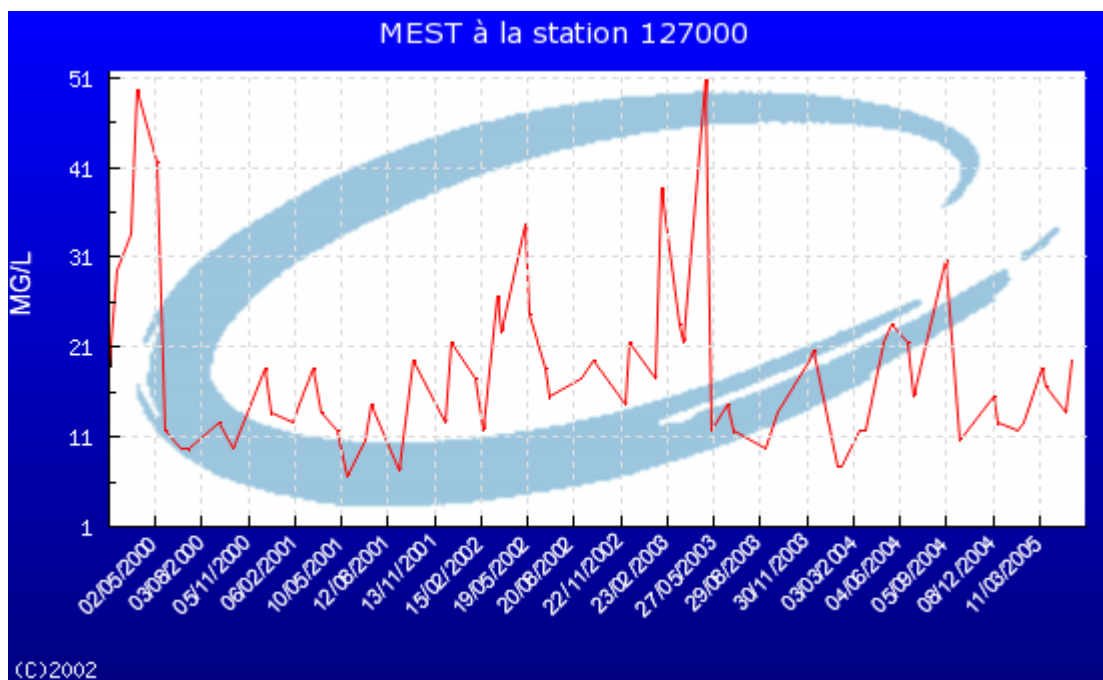


Figure n°2. Suivi de la concentration en MES de la Somme à Camon entre 2000 et 2005 (données RNB, Agence de l'Eau Artois-Picardie)

Ces pics de concentration en MES peuvent être à l'origine d'importants problèmes d'envasement. En pénétrant dans les hortillonnages, Les eaux de la Somme et de l'Avre s'étendent dans une zone plane, à faible courant. La vitesse d'écoulement n'est plus suffisante pour maintenir les sédiments en suspension. Ceux-ci se déposent alors sur le fond du lit. Une grande concentration de matière en suspension dans ces eaux induit donc nécessairement une sédimentation accrue dans le site.

De plus, la Somme et l'Avre, drainant de grands plateaux agricoles, se chargent en nitrates et pesticides. Ces cours d'eau reçoivent par ailleurs de nombreux effluents (rejets industriels et urbains). Hormis de rares pollutions chimiques, le risque provient surtout de l'apport de nutriments (Azote et Phosphore) qui enrichissent les milieux aquatiques des Hortillonnages et nuisent à leur fragile équilibre.

1.3.2.2.2. L'érosion des berges

Le phénomène d'érosion est, quant à lui, dû à l'action mécanique du flux hydraulique. La stabilité des sols est également influencée par différents facteurs biotiques (présence de végétation...) et abiotiques (batillage...). L'érosion augmente la quantité de matière en suspension, et entraîne donc un envasement accru ainsi qu'une diminution de la surface des parcelles émergées (Moss, 1995).

1.3.2.2.3. Le développement de la végétation aquatique et arborée

L'envasement des fossés, rieux et plans d'eau des hortillonnages est accentué par le manque d'entretien. En effet le développement excessif de la végétation ralentit l'écoulement et favorise la sédimentation des particules. Plus la lame d'eau diminue, plus la végétation augmente, amplifiant la production de matière organique. Le phénomène d'envasement s'accélère.

La circulation en embarcation dans les hortillonnages est bloquée sur de nombreux fossés par l'abondance de la ripisylve et par la présence d'encombres dans le lit.

1.3.3. Les enjeux d'un bon entretien

1.3.3.1. Enjeu hydraulique

Les Hortillonnages sont constitués par un réseau maillé de fossés et rieux très complexe. L'envasement d'un fossé bloque les écoulements dans celui-ci. La partie du débit qui ne peut plus pénétrer dans le fossé se répartit dans les autres fossés et rieux. Le débit d'eau entrant diminue alors jusqu'au stade où l'eau devient pratiquement stagnante. Le fossé est alors exclu du système hydraulique, il n'intervient plus dans l'écoulement général des eaux (SRAE Picardie, 1983). Plus le phénomène progresse, plus il s'accélère. Les écoulements se font de moins en moins bien, l'évacuation des matériaux n'est plus assurée, ni par effet de chasse, ni par des travaux d'entretien et enfin l'accumulation de débris végétaux favorisent la constitution de bouchons vaseux.

L'envasement conduit, d'un point de vue hydraulique, à une banalisation du milieu et à une modification du régime hydraulique de l'ensemble du site.

Les inondations de la Somme ont mis en évidence la vulnérabilité du site et ont rappelé la nécessité de son entretien. Le curage est une opération indispensable au maintien du bon écoulement des eaux. Il permet aux canaux de jouer pleinement leur rôle hydraulique, notamment celui de drainage des terres, mais aussi celui de voie de circulation pour les embarcations. De plus, les sédiments extraits peuvent être épandus sur les parcelles riveraines, permettant de les surélever par rapport au niveau d'eau et de les rendre ainsi moins facilement inondables. Cet apport permet également de compenser les pertes en matériau induites par l'érosion des berges.

1.3.3.2. Enjeu écologique

Les plans d'eau et fossés ont une tendance naturelle à se combler. Autrefois, les roselières étaient fauchées régulièrement alors qu'aujourd'hui, elles envahissent l'eau libre. L'envasement accentue

le phénomène de comblement et le milieu s'assèche progressivement : la lame d'eau diminue, les herbiers aquatiques se multiplient puis laissent leur place aux formations héliophytiques, les habitats de poissons et les zones de frayères se réduisent et la pêche devient impraticable. L'envasement constitue, de fait, une altération des milieux aquatiques.

Ce phénomène de comblement demeure une évolution naturelle des plans d'eau vers le stade de marécage ou de prairie humide puis de boisement. Sans entretien et désenvasements réguliers, les zones en eau sont donc amenées à disparaître progressivement, entraînant la disparition d'une faune riche, intimement liée au milieu.

1.3.3.3. Enjeu patrimonial et touristique

L'envasement des Hortillonnages remet en cause l'intégrité du site et les usages actuels. Le comblement progressif des fossés et étendues d'eau réduit considérablement la complexité du réseau hydraulique et banalise le paysage.

Reconnu d'intérêt patrimonial mondial par l'Unesco, le site doit bénéficier d'une attention particulière : sans entretien, le site risque de perdre la richesse de ses paysages, l'originalité de ses milieux et son caractère pittoresque.

I.3.4. Le curage

1.3.4.1. Définition juridique de l'opération de curage

L'article 114 du code Rural définissait, à l'origine, le curage comme « tous travaux nécessaires pour rétablir un cours d'eau dans sa largeur et sa profondeur naturelles. » Cela exclut un approfondissement ou un élargissement du lit.

Désormais, les objectifs de ces travaux d'entretien et de curage sont, conformément aux dispositions de la loi n°92.3 du 3 janvier 1992 sur l'eau, de maintenir l'écoulement naturel des eaux, d'assurer une bonne tenue des berges, et de préserver la faune et la flore dans le respect du bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques.

La jurisprudence a précisé la notion de « travaux nécessaires ». Ainsi, la loi du 2 février 1995, relative au renforcement de la protection de l'environnement définit les notions de curage et d'entretien comme suit :

- Le curage comprend les travaux nécessaires au rétablissement du cours d'eau, c'est à dire notamment les travaux d'extraction des atterrissements qui ne sont pas encore des

alluvions, des dépôts de vase, sables et graviers. Cela implique, autant que de besoin, l'exécution de travaux de faucardement.

- L'entretien recouvre plusieurs opérations, telles que l'élagage et le recépage des arbres des rives ainsi que l'enlèvement des embâcles et débris, flottants ou non.

Cet aspect réglementaire est repris dans l'article L 215-14 du code de l'environnement.

1.3.4.2. Le curage des rieux et fossés dans les Hortillonnages

1.3.4.2.1. Curage des rieux publics et inscrits au décret de 1902

La Direction Départementale de l'Équipement (DDE)

La DDE est chargée du curage et de l'entretien des cours d'eau et rieux appartenant au Domaine Public Fluvial : la Somme et son contrefossé, l'Avre, le Bras du Baraban, le Rieu de l'Agrappin, la Petite Avre, l'Ancienne Petite Somme, le Rieu du tournet et le rieu du Marais d'Hequet (Annexe 1).

L'Association Syndicale pour le curage et le faucardement des canaux des Hortillonnages

Etablie par le décret du 27 février 1902, cette Association Syndicale était chargée, avant le 1^{er} juin 2000 (date à laquelle Amiens Métropole s'est substitué à l'association syndicale), de l'exécution des travaux de curage, d'entretien et de faucardement des 38 rieux cités à l'article 1^{er} de ce même décret (Annexe 1). Ces rieux constituent les « artères » principales des Hortillonnages. Ils quadrillent le site et permettent l'accès à l'ensemble des fossés privés. L'inscription au décret de 1902 ne leur accorde pas le statut de Domaine Public Fluvial, mais les soumet à une servitude de passage. Plus larges que les fossés privés, ces rieux sont ouverts à la circulation publique des embarcations.

Les travaux de curage n'étant pas toujours assurés de façon régulière par l'Association Syndicale, le niveau de l'envasement des rieux est apparue comme relativement critique dans les années 90.

Pour palier à ce manque d'entretien, une campagne de mesures des hauteurs d'eau et des matières en suspension a été initiée en 1993 sur 3 ans pour localiser les secteurs à curer en priorité.

Dans un premier temps, plusieurs rieux ont été identifiés comme zones d'envasement préférentiel, puis curés en 1993 : rieux de la Ville, du Pré Delcourt, du Raccourci, Daniel, des Aulnois et des Abreuvoirs (Fiolet, 1993).

D'autres rieux ont ensuite été désignés pour être curés les années suivantes : rieux de l'île aux fagots, de la petite Avre, du Marais, du Grand Fossé, de la vielle Somme, du Baraban, de la République, de la ville, aux galets, du Pont cassé et le canal de la Chaussette (Fiolet, 1995).

L'étang de Clermont joue un rôle notable pour le piégeage des boues qui entrent dans le site par l'une des entrées les plus importantes des hortillonnages.

Amiens Métropole

Depuis le 1^{er} juin 2000, Amiens Métropole s'est substitué à l'association syndicale des hortillonnages. Un plan de curage est désormais établi chaque année d'après des relevés effectués par sonar dans l'objectif de ne prélever que le minimum de boues et d'éviter une dégradation prématurée des berges.

En 2001, 5500 m de rieux ont été curés et 6932 m³ de boues ont été extraits puis déposés sur les terrains riverains. Cet apport de matériaux compense, au moins en partie, le déficit de l'érosion des berges. Depuis, un curage équivalent est effectué chaque année.

1.3.4.2.2. Le curage des fossés et plans d'eau privés

Si les rieux publics et les 38 rieux inscrits au décret de 1902 sont régulièrement curés, il n'en est pas de même des fossés et plans d'eau privés, dont l'entretien est du ressort du propriétaire. Les nouveaux usagers des hortillonnages n'assurent plus que rarement le curage des fossés par leurs propres moyens. Ainsi, en raison du manque d'entretien, l'immense chevelu de fossés privés (près de 400 fossés) s'envase et contribue de moins en moins à l'irrigation du site.

Depuis 1975, l'Association pour la protection et la sauvegarde du site et de l'environnement des hortillonnages aide les particuliers à entretenir les berges et les voies d'eau. Elle dispose d'un matériel adapté pour intervenir dans le réseau de fossés privés : une pelle mécanique sur ponton.

L'Association ne peut intervenir que sur demande des propriétaires auxquels l'opération est facturée. De nombreux fossés ne sont donc jamais curés.

II. Diagnostic de l'état initial

II.1. Présentation générale

L'objectif de l'étude est de fournir au comité de pilotage réuni par Amiens Métropole, les éléments nécessaires à la prise de décision du curage des fossés et plans d'eau privés des Hortillonnages d'Amiens.

L'étape clé des investigations préalables à ce type de prise de décision est la connaissance précise de la situation. Il est nécessaire, non seulement de connaître précisément le degré d'envasement du site, mais aussi la qualité des sédiments, de l'eau et du milieu, notamment vis-à-vis des exigences réglementaires. Dresser l'état des lieux initial doit permettre:

- d'identifier les secteurs à curer en priorité
- d'évaluer les risques de mobilisation de polluants lors des travaux de curage
- d'évaluer les possibilités de devenir des boues de curage
- d'évaluer la qualité initiale du site afin d'estimer les impacts potentiels des travaux
- d'identifier les sensibilités et contraintes à prendre en compte dans le programme de curage

L'étude s'ouvre donc sur le diagnostic de l'état initial du site, qui se divise en deux parties principales :

- le diagnostic du degré d'envasement des fossés et plans d'eau privés comprenant une cartographie complète du site
- le diagnostic de la qualité du milieu et des enjeux connexes
 - 25 analyses de sédiments portant sur trois séries de paramètres : les composants organiques, les ions majeurs et les métaux lourds.
 - 20 analyses d'eau, comprenant 5 analyses complètes et 15 analyses sommaires.
 - 1 analyse hydrobiologique selon le protocole de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)
 - 1 pêche électrique
 - évaluation des sensibilités écologiques et paysagères

- Sensibilité piscicole : Cartographie des principales zones de frayère
- Sensibilité des berges : Cartographie des zones de roselières et caricaies
- Végétation aquatique : les espèces sensibles, rares ou menacées sont recensées. Leur répartition est cartographiée.
- Faune et Flore (végétation aquatique exclue) – Natura2000 : l'étude concernant la faune et la flore sensible du site, ainsi que la répartition des habitats concernés par le document d'objectifs Natura2000 est effectuée par le bureau d'études ECOSPHERE.
- Paysage : L'analyse paysagère du site ainsi que l'évaluation des impacts potentiels des opérations de curage est réalisée par le Cabinet GREUZAT.

II.2. Définition de l'aire d'étude

Le périmètre des travaux comprend une zone d'environ 300 ha qui s'étend sur 3 communes : Amiens, Camon, Longueau et Rivery. Il concerne près de 38 km de fossés et 30 ha de plans d'eau privés (qui ne sont pas du Domaines Public et qui ne sont pas inscrits au décret de 1902 précisant les rieux à curer par l'Association Syndicale des Canaux des Hortillonnages). Le nombre de propriétaires concernés est estimé, en première approche, à, au moins, 850.

Afin de faciliter la prospection de terrain, puis l'analyse des résultats, le site des Hortillonnages a été découpé en 28 secteurs suivant le tracé des rieux publics ou inscrits au décret de 1902. La carte 1 présente ce découpage et l'ensemble des fossés concernés par l'étude. (Carte n°1).

II.3. Phase 1 : Evaluation du degré d'envasement





II.3.1. Matériel et Méthodes

II.3.1.1. Bathymétrie par nivellement : modalités techniques

La prospection de terrain a été effectuée à l'aide du plan cadastral fourni par Amiens Métropole, permettant d'identifier les fossés et plans d'eau privés.

Pour évaluer le niveau d'envasement et pour quantifier précisément les volumes de sédiments en jeu, une campagne bathymétrique a été effectuée.

Carte n°1 :
Localisation des fossés
et plans d'eau privés

-  Fossés privés
-  Plans d'eau privés et numéro de référence
-  Limites cadastrales
-  Limites et références des secteurs définis dans le cadre de l'étude

Les mesures ont été réalisées avec une mire à partir d'une embarcation. Cette technique permet d'obtenir la hauteur d'eau, le niveau supérieur de la couche de vase (légère résistance à l'enfoncement) et le niveau du fond dur, déterminé par le refus d'enfoncement de la mire.

Dans les fossés et rieux, trois points de mesure ont été réalisés sur chaque transect, tous les 20 m de fossé.

Dans les plans d'eau, la hauteur d'eau a été mesurée sur des transects parallèles espacés de 20 m. Sur chaque transect, des mesures ont été effectuées tous les 10 m, à l'échosondeur lorsque $h > 1,5$ m et à la perche lorsque $h < 1,5$ m. Seule la hauteur d'eau a été mesurée car on cherche à restaurer une hauteur d'eau minimale dans les plans d'eau.

Chaque jour de mesure, la cote de l'eau a été relevée sur l'échelle limnimétrique située au Pré Porus. Des variations du niveau d'eau de plusieurs centimètres ont été observées d'un jour à l'autre. Le niveau minimal relevé au cours des prospections était de -13 cm le 21/06/05 et le niveau maximal de 1,5 cm le 16/06/05.

Les mesures réalisées ont donc été corrigées en fonction de cette cote afin d'harmoniser toutes les valeurs au même niveau d'eau.

Au cours de cette campagne de terrain les zones sensibles vis à vis des travaux ont été identifiées (roselières, caricaies...).

II.3.1.2. Conception des fiches de terrain

Deux types de fiches de terrain ont été conçus pour synthétiser les informations descriptives relatives à chaque fossé et à chaque plan d'eau.

Fiches de terrain pour les fossés (Annexe 2)

Ces fiches comprennent :

- des données d'identification et de localisation du fossé (date de prospection, numéro de planche cartographique, numéro du secteur, numéro du fossé, numéro des photos)
- les mesures de hauteur d'eau et de hauteur des sédiments effectuées
- des informations descriptives concernant le contexte hydraulique, l'occupation des parcelles riveraines et de la bande rivulaire, le type et l'état des berges, les enjeux et sensibilités...

Fiches de terrain pour les plans d'eau (Annexe 3)

Ces fiches comprennent :

- des données d'identification et de localisation (date de prospection, numéro de la planche cartographique correspondante, surface du plan d'eau, numéro du plan d'eau, nom du plan d'eau, numéro des photos)
- les mesures de hauteur d'eau effectuées sur chaque transect
- un code cartographique employé pour le repérage de l'occupation des parcelles riveraines, des obstacles, des sensibilités et des zones de dépôt potentielles

II.3.2. Limites de la prospection

II.3.2.1. Contraintes relatives à la prospection sur des terrains privés

L'étude concerne les fossés et plans d'eau privés des Hortillonnages d'Amiens. De ce fait, pour permettre la prospection de terrain, un arrêté préfectoral autorisant le personnel d'HYDROSPHERE à pénétrer sur ces sites a été pris le 8 juin 2005.

Toutefois, il s'est avéré que certains fossés, du fait de leur caractère privé, étaient fermés par des barrières, planches ou clôtures diverses et n'ont, par conséquent, été prospectés que partiellement ou observés à leur entrée et à leur sortie éventuelle.

II.3.2.2. Contraintes relatives aux caractéristiques des fossés

Différentes contraintes relatives aux caractéristiques des fossés sont apparues comme limitantes dans la prospection de terrain :

- la largeur du fossé : l'embarcation utilisée ne pouvait circuler dans les fossés d'une largeur inférieure à 1,80m,
- le degré d'envasement du fossé : certains fossés ne disposaient pas d'une hauteur d'eau suffisante pour permettre la circulation d'une embarcation (inférieure à 25cm),
- la densité de la ripisylve : la ripisylve ; très dense par endroit, bloquait la circulation dans certains fossés,
- les encombres et débris ligneux grossiers.

En raison de ces contraintes, certains fossés n'ont pas été prospectés sur la totalité de leur linéaire. Les données recueillies sur le linéaire prospecté ont été extrapolées au linéaire inaccessible si les

observations visuelles étaient suffisantes. Dans le cas contraire, les tronçons non prospectés et non observés ont été classés comme « inaccessibles ».

Enfin, certains fossés figurant sur le plan cadastral fourni par Amiens Métropole étaient inexistant sur le terrain. En effet, de nombreux fossés ont en effet été comblés ou remblayés depuis la cartographie du cadastre.

II.3.3. Synthèse des données et interprétation

II.3.3.1. Matériel et Méthode

○ Le logiciel Mapinfo

L'ensemble des données récoltées ont été synthétisées dans une base de données puis cartographiées avec le logiciel Mapinfo.

Le logiciel Mapinfo est un système d'information géographique. Cet outil permet d'associer un système d'information constitué par une table de données à des objets géographiques géoréférencés (cf figure n°3).

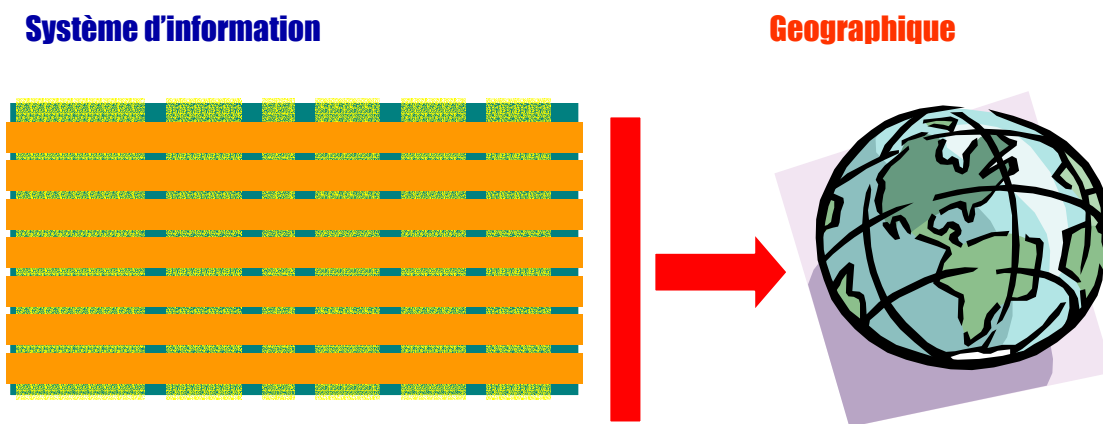


Figure n°3. ***Principe de fonctionnement d'un Système d'Information Géographique***

Ce type de logiciel permet d'intégrer, de traiter, d'analyser et de représenter des données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion.

Le principe d'un système d'information géographique est la superposition de couches thématiques qui contiennent des objets de même type (voirie, limites de parcelles, cours d'eau...). Il s'agit de découper le monde réel pour l'analyser. On distingue trois types d'objets : les points, les polygones et les polygones.

Chacune de ces couches est reliée à une table de données, structurée en différents « champs » qui correspondent à un type d'information. Chaque objet géographique créé correspond à un enregistrement dans la table de données associée.

De nombreuses options du logiciel Mapinfo permettent ensuite de traiter ces données, par des sélections, des combinaisons, des analyses thématiques...

Par ailleurs, une table de donnée associée à une couche géographique peut être reliée à une autre table de données de type excel ou access. La clé du lien entre les tables est d'avoir un unique champ commun.

- La cartographie du réseau de fossés

Compte tenu de l'importance du nombre de fossés (environ 400), il est fondamental d'organiser les données, de façon à pouvoir construire une base de données solide et simple d'utilisation.

Dans cet objectif, la zone d'étude est découpée en 28 secteurs. Dans chaque secteur, les fossés sont numérotés. Chaque fossé est lui-même découpé en tronçons homogènes en fonction des caractéristiques relevées sur le terrain (occupation des rives, typologie des berges, hauteur d'eau...). Les différents tronçons sont identifiés par des lettres de « a » à « x ».

A partir de ce découpage, une base de données complète est élaborée, avec les informations recueillies sur le terrain. Cette base de données est constituée sous excel et non directement sous Mapinfo en prévision des traitements ultérieurs des données, qui interviendront plutôt sous excel.

Ensuite, sous Mapinfo, une couche « fossés » est créée. Chaque tronçon de fossé est représenté dans cette couche par un objet polygone. La couche géographique est rattachée à une table de données. Cette table est elle-même reliée à la base de données complète réalisée sous excel grâce à une jointure effectuée à l'aide d'un identifiant (un numéro est donné à chaque objet géographique créé). Ainsi, les informations recensées sur chaque tronçon sont rattachées à l'objet géographique polygone correspondant. La structure de la table des données est présentée dans le tableau suivant.

Tableau n°1. Structure de la table associée à la couche « fossés »

Nom du champ	Type de données	Donnée associée
N_mapinfo	Entier	Identifiant utilisé pour la correspondance avec la base de données excel.
N_fosse	Caractère	Numéro du fossé et lettre du tronçon (ex : 1a)
N_secteur	Entier	Numéro du secteur
Heau	Entier	Hauteur d'eau mesurée
Linéaire	Entier	Longueur du tronçon

Une typologie a été établie pour classer les fossés en fonction de leur état d'existence et d'envasement. L'analyse thématique des données contenues dans le champ « Heau » a ensuite permis de figurer le réseau de fossé en fonction de cette typologie.

- La cartographie des plans d'eau

Les plans d'eau sont numérotés sans distinction de secteur (Carte n°1).

La cartographie du degré d'envasement des plans d'eau a été réalisée suivant une méthodologie différente. Les objets géographiques représentés cette fois-ci sont les points de mesure des différents transects. Ils sont représentés, sous le logiciel Mapinfo, par un objet point, dans une couche « pdeXX ».

A chaque point sont associés numéro de transect, numéro de relevé et hauteur d'eau mesurée. La table associée présente la structure suivante :

Tableau n°2. Structure de la table associée à la couche « pdeXX »

Nom du champ	Type de données	Donnée associée
N_transect	Entier	Numéro du transect
N_releve	Entier	Numéro du relevé
Heau	Entier	Hauteur d'eau

Afin d'obtenir une carte du degré d'envasement, l'analyse thématique « interpolation » est utilisée à partir des données contenues dans le champ « Heau ». Des points sont ajoutés aux transects pour affiner l'analyse en fonction des observations effectuées sur le terrain.

II.3.3.2. Présentation des résultats

Les résultats ont été présentés sous forme d'atlas cartographique. L'échelle d'analyse choisie est l'unité du secteur.

L'atlas cartographique :

- une fiche descriptive par secteur, comportant une carte de l'état du réseau de fossés,
- une fiche descriptives par plan d'eau, comportant une carte de son degré d'envasement.

- La fiche descriptive « secteur »

La fiche descriptive a pour objet de localiser le secteur étudié et de synthétiser des données concernant le réseau de fossés, l'occupation du sol et le degré d'envasement (Annexe4).

Elle comporte :

- les données générales du secteur (carte de localisation du secteur, surface du secteur, nombre et linéaire de fossés en eau, nombre et linéaire de fossés secs ou humides, nombre et surface de plans d'eau).
- les données relatives à l'occupation du sol (dont l'estimation a été effectuée de façon simplifiée, par parcelle)
- les données relatives à l'état du réseau de fossés présentant le linéaire de fossés (en mètres et en pourcentage) par classe de hauteur d'eau.
- Les remarques générales soulignant les problèmes majeurs rencontrés sur le secteur.
- La carte de l'état du réseau de fossés du secteur

Plusieurs fiches sont présentées à titre d'exemple en Annexe 4.

Typologie établie pour cartographier l'état du réseau de fossés

Les fonds de carte fournis par Amiens Métropole localisent les différents fossés existants d'après le cadastre. Le réseau a été entièrement prospecté. Une typologie a été établie pour distinguer les fossés secs (comblés ou remblayés), les fossés humides (en cours de comblement) et les fossés en eau en fonction de leur hauteur d'eau.

Les fossés secs (comblés ou remblayés)

Les fossés comblés naturellement sont encore visibles à l'entrée. Une petite encoche d'eau marque le plus souvent leur présence (cf figure n°4). Le fossé peut être encore légèrement humide, ce dont témoigne la végétation (Myosotis des Marais, Roripe...), mais l'eau n'y circule plus. Le curage de ces fossés ne semble, à priori, pas envisageable.

Certains fossés ou certaines connexions ont été totalement remblayés, plus ou moins récemment, le plus souvent pour augmenter la surface des parcelles maraîchères ou pour permettre le passage d'engins. Concrètement, cela signifie que ces fossés ne sont absolument plus visibles sur le terrain et sont donc considérés comme inexistant.



Secteur 22, Fossé 15



Secteur 20, Fossé 7

Figure n°4. *Exemples de « fossés secs »*

Les fossés humides (en cours de comblement) :

Certains fossés sont en cours de comblement suite à une dynamique d'envasement souvent liée à une colonisation importante du lit par la végétation. Les zones humides ainsi formées accueillent le plus souvent une végétation héliophytique importante (Phragmites, Massettes, Myosotis des Marais, Roripe...) (cf figure n°5). Ces fossés présentent encore une très faible lame d'eau. Leur curage représenterait des travaux importants, coûteux et traumatisants pour le milieu. Toutefois, sans intervention, ces fossés s'assècheront progressivement, jusqu'à la disparition totale de la végétation héliophytique présente et de leur intérêt écologique.



Secteur 26, Fossé 2



Secteur 18, Fossé 9

Figure n°5. *Exemples de « fossés humides »*

Les fossés en eau :

Les fossés en eau regroupent tous les fossés qui étaient en eau lors de la prospection de terrain. Certains fossés dans lesquels la vase était affleurante le jour de la prospection ont été comptabilisés comme étant des fossés en eau si la cote d'eau mesurée au Pré Porus était inférieure à -5.



Secteur 15, Fossé 8



Secteur 10, Fossé 15



Secteur 20, Fossé 7 : Vase affleurante (Cote au Pré Porus : -13)

Figure n°6. Exemples de « fossés en eau »

Les fossés en eau présentent un degré d'envasement très variable. Il a été choisi de figurer cet état de façon relative, par rapport à la hauteur d'eau mesurée dans le fossé (puis corrigée par rapport au niveau de référence : le zéro du Pré Porus).

Quatre catégories de fossés en eau ont été définies :

- *Hauteur d'eau critique ($Heau < 30cm$)*

La circulation en embarcation dans ces fossés est extrêmement difficile, voire impossible. Ces fossés risquent le plus souvent le comblement à court terme si aucune intervention de curage n'est effectuée.

- *Hauteur d'eau basse ($30cm < Heau < 50cm$)*

La circulation en embarcation dans ces fossés est généralement possible, mais peut être difficile, notamment lorsque la cote d'eau au Pré Porus est négative ou lorsque la végétation aquatique est

importante. Le curage de ces fossés permettrait de rétablir leur pleine fonctionnalité, qui risque de s'atténuer dans les années à venir si aucune intervention n'est effectuée.

- *Hauteur d'eau acceptable ($50\text{cm} < H_{\text{eau}} < 70\text{cm}$)*

Les fossés qui présentent une hauteur d'eau acceptable ne posent généralement pas de problème particulier et ne font en tout cas l'objet d'aucun besoin urgent de curage. La circulation en embarcation est possible, mais peut parfois être gênée par la végétation aquatique. De ce point de vue, certains fossés peuvent être à surveiller et à faucarder.

- *Hauteur d'eau suffisante ($H_{\text{eau}} > 70\text{cm}$)*

Une hauteur d'eau supérieure à 70cm dans les fossés permet largement la circulation des embarcations. Ces fossés assurent pleinement leur fonctionnalité hydraulique. Aucun problème particulier n'est à souligner.

Les fossés inaccessibles

Certains fossés n'ont pu être prospectés, pour différentes raisons exposées dans la partie II.3.2. Limites de la prospection, et ont donc été classés comme « inaccessibles ».

○ La fiche descriptive « Plan d'eau »

La fiche descriptive « Plan d'eau » comprend les données générales relatives au plan d'eau concerné (nom, numéro, secteur, surface, carte de localisation...) et une carte du degré d'envasement du plan d'eau.

Plusieurs fiches plans d'eau sont présentées, à titre d'exemple, en Annexe 5.

II.3.3.3. Synthèse des résultats

En terme de linéaire de fossés, sur la globalité du site, la situation est résumée dans le tableau suivant.

Tableau n°3. Etat du réseau de fossés dans les Hortillonnages en terme de linéaire (m)

N° Secteur	Fossés sec	Fossés humides	Heau 0-30 cm	Heau 31-50 cm	Heau 51-70 cm	Heau >70 cm
1	0	0	0	151	548	351
2	263	20	196	825	1149	27
3	322	50	389	1042	671	0
4	327	15	130	187	528	360
5	274	0	89	495	485	537
6	145	0	30	54	233	247
7	199	0	96	137	435	300
8	0	133	70	844	572	207
9	0	0	325	67	56	0
10	0	0	441	260	408	264
11	175	68	93	29	90	16
12	20	0	17	97	168	110
13	244	0	83	170	323	92
14	451	118	215	1056	635	188
15	772	305	264	284	117	73
16	370	106	378	0	243	33
17	1067	35	626	646	525	0
18	1512	493	495	180	154	0
19	451	91	155	875	525	475
20	904	605	621	297	47	115
21	519	0	0	549	893	618
22	671	0	361	25	65	65
23	518	29	300	795	217	0
24	0	293	115	100	100	120
25	566	0	70	370	240	70
26	105	223	315	544	135	91
27	191	0	45	190	138	221
28	133	0	130	80	305	80
Total	10199	2584	6049	10349	10005	4660
	23,3%	5,9%	13,8%	23,6%	22,8%	10,6%

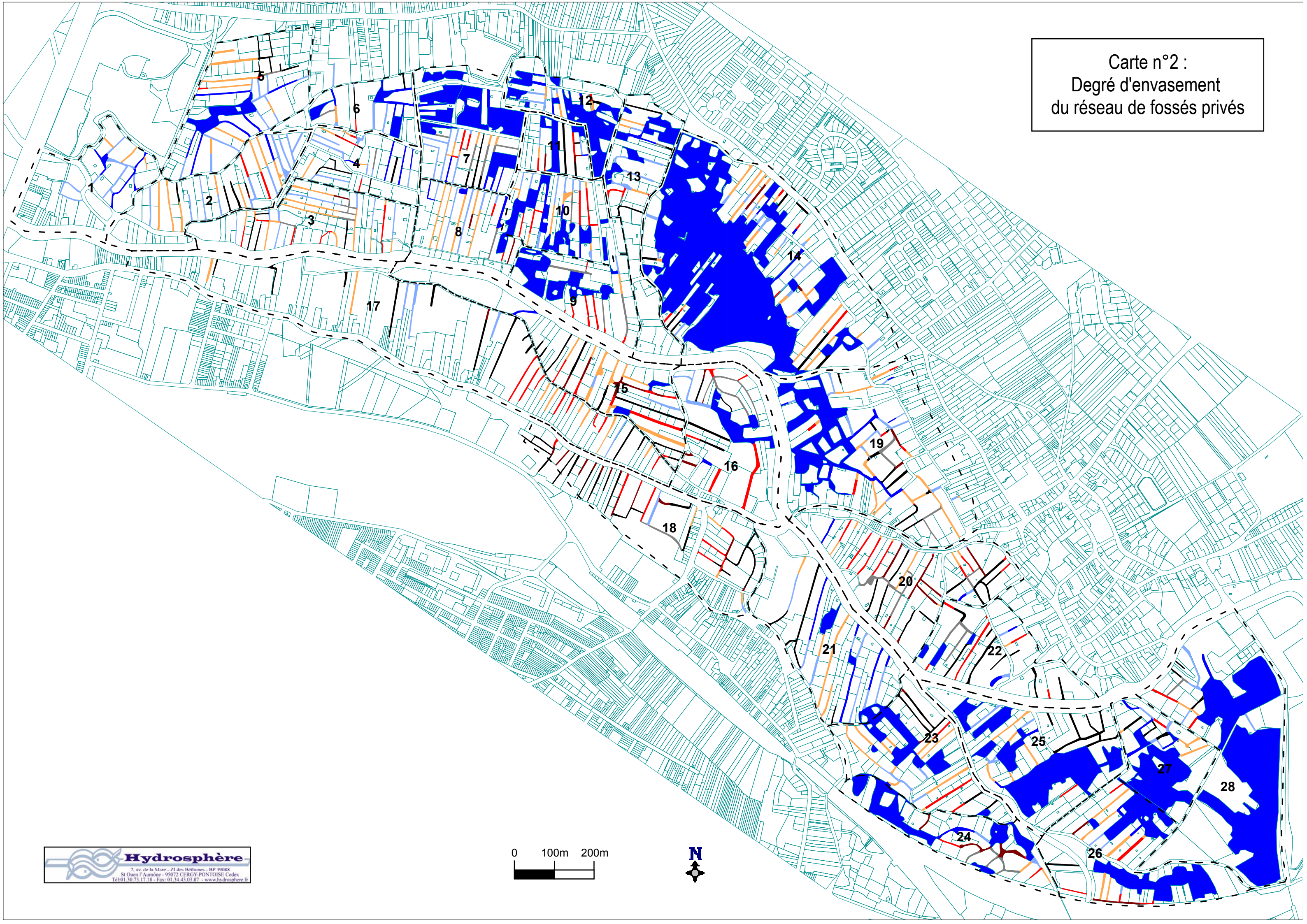
La carte générale de l'état du réseau de fossés (Carte n°2) et les résultats affichés dans le tableau n°3 traduisent bien la situation critique dans laquelle se trouvent actuellement les hortillonnages. 23,3% des fossés ont déjà été comblés ou remblayés et de nombreux fossés sont en voie de comblement : 5,9% sont « humides » et 13,8% présentent une hauteur d'eau inférieure à 30cm. Sans intervention, le site continuera de se dégrader.

Concernant les plans d'eau, la situation est très variable. Certains sont très bien entretenus et régulièrement curés, d'autres sont en voie de comblement. On observe le plus souvent des zones d'envasement préférentiel dans les encoches ou diverticules, autour des îlots ou à l'entrée de courants importants issus de l'Avre, de la Somme ou de rieux publics.

Les plans d'eau qui présentent les majeurs problèmes sont :

- Plan d'eau n°17 – Au marais Neuf : Ce plan d'eau présente un diverticule totalement envasé, en voie de comblement. Le bras sud-ouest du plan d'eau est également très envasé et de nombreuses encombres gênent la circulation.

Carte n°2 :
Degré d'envasement
du réseau de fossés privés



- Plan d'eau n°23 – L'étang de Clermont ou Marais de la Herde : Ce plan d'eau communique directement avec la Somme et joue, de ce fait, un véritable rôle de bassin de décantation. On observe un important bouchon vaseux à l'entrée.
- Plan d'eau n°25 – Annexe du Marais de la Herde : On observe deux zones d'envasement sur ce plan d'eau : autour de l'îlot et dans le petit port, ce qui pose problème pour les usagers car certaines barques touchent le fond, engendrant des difficultés de manœuvre.
- Plan d'eau n°27 – Pré au Chevaux : La partie sud du plan d'eau est très envasée et très peu entretenue. De nombreux encombres bloquent la circulation.
- Plans d'eau n°34 et n°35 – Le Petit Marais : Ces plans d'eau sont en voie de comblement.
- Plan d'eau n°38 – Marais des îlots : Ce plan d'eau est complètement envasé. La circulation en bateau n'est plus possible. Il faut par ailleurs noter la présence d'une magnifique mangrove de saules pleureurs à conserver au niveau de l'îlot Ouest.
- Plan d'eau n°42 – Marais d'Hequet : Ce plan d'eau est en voie de comblement.
- Plan d'eau n°43 – Marais d'Hequet : De nombreux diverticules de ce plan d'eau sont très envasés.
- Plan d'eau n°45 – Marais d'Hequet : Une zone d'envasement importante occupe la partie centrale du plan d'eau. La végétation hélophytique s'étend progressivement sur le secteur.

Certaines cartes sont présentées à titre d'exemple à l'annexe 5.

II.4. Phase 2 : Evaluation de la qualité du milieu

II.4.1. Qualité des sédiments

II.4.1.1. Matériel et Méthode

○ Maillage des 25 points d'analyse

Les 25 points d'analyse ont été déterminés en fonction de la cartographie d'envasement et des éléments particuliers relevés lors de la première campagne de terrain (rejets...).

Les critères de sélection utilisés sont les suivants :

- Fossés ou plans d'eau envasés, susceptibles de faire l'objet d'une intervention

- Secteurs situés à proximité de rejets pluviaux ou d'assainissements
- Répartition géographique homogène
- Diversité maximale de type d'occupation du sol pour les parcelles riveraines.

20 prélèvements ont été effectués dans les fossés et rieux, et 5 dans les plans d'eau (Carte n°3). Les caractéristiques des stations d'analyses figurent dans le tableau n°4.

○ Mode de prélèvement

Pour prendre en compte les couches profondes de sédiments, les échantillons ont été prélevés à l'aide d'un carottier, en plusieurs points.

Les prélèvements ont été effectués les 16 et 17 août 2005.

○ Analyse des sédiments

Trois séries de paramètres ont été analysées :

- **Série 1** – Composants de base (matière sèche, matière organique, acidité, azote...) L'évaluation de ces paramètres peut permettre de caractériser la valeur agronomique des produits de désenvasement.
- **Série 2** – Ions majeurs (phosphore, potassium, calcium, magnésium, soufre et sodium)
- **Série 3** – Métaux lourds (zinc, plomb, nickel, cuivre, mercure, cadmium et chrome total). Il s'agit des sept métaux lourds principaux susceptibles d'être rencontrés dans les milieux aquatiques. L'évaluation du taux de contamination des sédiments par ces éléments est un objectif majeur de ces analyses.


Les échantillons prélevés ont été confiés au Laboratoire Centre Atlantique de La Rochelle.


II.4.1.2. Méthode d'interprétation


L'interprétation des données est effectuée vis à vis de deux critères :

- l'état de contamination général calculé par rapport à des valeurs de référence, permettant d'estimer la qualité des sédiments vis à vis de la faune et de la flore aquatique
- l'état de contamination vis à vis des possibilités d'épandage ou de dépôt des boues, estimé vis à vis des valeurs limites de l'arrêté du 8 janvier 1998


Carte n°3 :
Localisation des stations d'analyses

 Station de pêche


 Station d'analyse hydrobiologique




Stations d'analyses d'eau et de sédiments



Sédiments + Analyses physico-chimiques complètes




Sédiments + Analyses physico-chimiques sommaires




Sédiments

3


Numéro de la station



Fossés privés



Plans d'eau



Limites des secteurs



Tableau n°4. Caractéristiques des stations de prélèvement

N° station	Secteur	N° fossé ou plan d'eau	Occupation du sol rive gauche	Occupation du sol rive droite	Heau (cm)	Particularités	Analyse sédiments	Analyse sommaire eau	Analyse complète eau
1	1	9	Jardin	Boisement	47,5		X		
2	2	2b	Friche	Jardin	39		X	X	
3	2	13a	Jardin	Jardin	33		X		X
4	3	3c	Jardin	Jardin	19		X		
5	5	12	Maraîchers	Jardin	25	Proximité rejet	X	X	
6	7	4c	Jardin	Friche	18		X	X	
7	10	12	Boisement	Jardin	18		X	X	
8	12	1a	friche	Friche	45		X		X
9	14	pde24	-	-	60	Proximité rejet	X	X	
10	14	pde23	-	-	50		X	X	
11	15	1a	Boisement	Boisement	25,5		X	X	
12	16	4c	Jardin	Jardin	25	Proximité rejet	X	X	
13	17	19	Zone industrielle	Friche	32	Zone industrielle	X		
14	18	4	Friche	Jardin	19	Proximité rejet	X		X
15	19	2a	Maraîchers	Maraîchers	45,5	Proximité rejet	X		X
16	19	pde27	-	-	40		X	X	
17	20	9b	Jardin	Jardin	0		X	X	
18	20	17	Jardin	Jardin	23	Proximité rejet	X	X	
19	21	7a	Jardin	Jardin	36	Entrée Somme	X	X	
20	22	3c	Jardin	Jardin	28	Rieu public envasé	X		
21	24	pde38	-	-	40		X		X
22	25	2a	Jardin	Friche	50	Entrée Somme	X		
23	26	13a	Jardin	Friche	29		X	X	
24	28	3c	Boisement	Jardin	18	Entrée Somme	X	X	
25	28	pde45	-	-	40		X	X	

- Etat de contamination par rapport aux valeurs de référence

Afin d'évaluer le degré de contamination des sédiments, les résultats des analyses effectuées sur les Hortillonnages d'Amiens sont à comparer à des teneurs naturelles de référence.

Les valeurs de référence retenues sont des valeurs issues des traitements statistiques d'un grand nombre de données recueillies sur le bassin ARTOIS-PICARDIE.

Pour ces valeurs de référence, deux types d'indices peuvent être calculés :

- un indice de contamination par métal (Im) :

$$Im = \frac{\text{teneur du sédiment en métal}}{\text{teneur de référence pour ce même métal}} \times 100$$

- un indice moyen de contamination polymétallique (Ip) qui correspond à une moyenne de l'ensemble (ou d'une partie) des indices monométalliques Im.

Lorsque ces indices avoisinent 100, les sédiments sont considérés comme indemnes de pollution. Au delà, la contamination est d'autant plus importante que l'indice est élevé. Pour les cours d'eau, différentes classes ont été définies en fonction du degré de contamination :

Classe 1 : Absence de contamination.

Bonne qualité du sédiment : $Ip < 100$ et $Im < 200$;

Classe 2 : Contamination sensible ou insidieuse.

Qualité acceptable du sédiment : $Ip < 200$ et $Im < 400$, soit de deux à quatre fois les valeurs de références ;

Classe 3 : Contamination notable.

Qualité du sédiment mauvaise, limitante pour l'installation des invertébrés aquatiques, espèces endobenthiques et péribenthiques : $Ip < 400$ et $Im < 800$ soit de quatre à huit fois les valeurs de référence ;

Classe 4 : Contamination forte.

Qualité du sédiment très mauvaise, réduction de la biomasse et du nombre d'espèces présentes : $Ip < 800$ et $Im < 1600$, soit de huit à seize fois les valeurs de référence ;

Classe 5 : Contamination très forte.

Qualité du sédiment très mauvaise, réduction de la biomasse et du nombre des espèces présentes : $I_p > 800$ ou $I_m > 1600$, soit plus de huit à seize fois les valeurs de référence.

Cependant, la signification de ces indices peut être critiquable en soit, ainsi que les échelles de pollution qui peuvent en être déduites.

- Etat de contamination vis à vis des possibilités d'épandage ou de dépôt

Il n'existe pas, en France, de norme spécifique aux matériaux de curage. L'interprétation des résultats d'analyse de qualité des sédiments se fait par rapport à des référentiels existants. On prend généralement pour référence le tableau 1a de l'annexe I de l'arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles (cf tableau n°5). Cet arrêté est classiquement utilisé par les services instructeurs dans le cas d'opérations de curage. Cet arrêté fixe les teneurs maximales admissibles en éléments traces dans les boues avant épandage (Norme « boues ») et dans les sols susceptibles d'accueillir ces boues (norme « sol »). Cette norme sol s'applique également à des boues susceptibles d'être régaliées sur des épaisseurs formant un nouveau sol.

Tableau n°5. Valeurs seuils fixées par l'arrêté du 8 janvier 1998

Eléments traces	Valeurs limites dans les boues (mg/kg de MS)	Valeurs limites dans les sols (mg/kg de MS)
Chrome total	1000	150
Cuivre	1000	100
Nickel	200	50
Zinc	3000	300
Chrome + Cuivre + Nickel + Zinc	4000	
Cadmium	10	2
Plomb	800	100
Mercure	10	1

II.4.1.3. Résultats

L'ensemble des résultats est présenté dans le tableau n°6.

Tableau n°6. Résultats des analyses de sédiments

Tableau n°6 : Résultats des analyses de sédiments

STATIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Teneurs limites en éléments traces dans les boues fixées par l'arrêté du 8 janvier 1998			
Date de prélèvement	16/8/05	16/8/05	16/8/05	16/8/05	16/8/05	16/8/05	16/8/05	16/8/05	16/8/05	16/8/05	16/8/05	16/8/05	16/8/05	16/8/05	16/8/05	16/8/05	17/8/05	17/8/05	16/8/05	16/8/05	16/8/05	16/8/05	16/8/05	17/8/05	17/8/05				
Matière sèche	41.7	48.2	42.1	44.8	43.1	40.8	20.1	31.2	30.3	34.5	38.2	32.4	41.6	52.0	41.3	31.5	55.8	43.6	45.7	47.1	29.8	47.4	36.1	35.3	28.5				
pH	7.9	8.0	7.9	7.8	7.8	7.8	7.6	7.7	7.6	7.7	7.6	7.5	7.7	7.9	7.7	7.7	7.2	7.6	7.8	7.9	7.5	7.7	7.7	7.4	7.8				
Paramètres (valeurs sur poids sec)																													
Matière Organique %	15.1	10.1	12.3	12.0	16.4	13.9	24.1	17.0	18.6	11.7	15.5	14.8	13.1	12.0	14.1	15.7	10.3	9.0	11.0	8.5	14.7	10.9	14.4	10.4	9.6				
Carbone Organique g/kg	77	50.4	61.54	62.1	79.8	68.62	120.12	86.94	93.5	58.28	78.88	75	66.27	58.8	71.34	80.52	51.48	44.8	55	43.68	72.5	54.12	71.82	52.53	48				
Azote total g/kg	5.5	3.60	3.40	4.50	4.20	4.70	7.70	6.90	8.50	4.70	5.80	6.00	4.70	3.50	5.80	6.60	3.90	3.50	4.40	3.90	5.80	4.10	5.70	5.10	4.80				
Azote ammoniacal (N de NH4) mg/kg	140	-	-	140	-	-	-	130	60	-	60	70	40	-	70	110	50	-	50	70	60	-	-	50	-				
Rapport MO/N	27.9	28.3	36.8	27.6	38.4	29.6	31.6	25.3	22.0	25.1	27.3	25.0	28.2	34.0	24.6	24.3			25.1	22.4	25.0	26.6	25.5						
Rapport C/N	14	14.0	18.1	13.8	19.0	14.6	15.6	12.6	11.0	12.4	13.6	12.5	14.1	16.8	12.3	12.2	13.2	12.8	12.5	11.2	12.5	13.2	12.6	10.3	10.0				
Eléments majeurs totaux																													
Phosphore (P2O5) %	0.39	0.77	0.41	0.24	0.35	0.35	0.25	0.26	0.28	0.17	0.29	0.20	0.44	0.38	0.21	0.18	0.31	0.23	0.29	0.18	0.32	0.20	0.17	0.21	0.11				
Potassium (K2O) %	0.17	0.17	0.19	0.22	0.20	0.15	0.16	0.14	0.17	0.18	0.16	0.15	0.20	0.17	0.18	0.16	0.16	0.15	0.19	0.14	0.22	0.16	0.12	0.09	-0.02				
Magnésium (MgO) %	0.36	0.33	0.35	0.39	0.38	0.33	0.36	0.33	0.34	0.34	0.34	0.32	0.38	0.41	0.35	0.34	0.35	0.36	0.37	0.26	0.46	0.32	0.33	0.26	0.20				
Calcium (CaO) %	19.2	17.58	19.29	16.62	17.94	21.91	19.14	23.84	23.36	15.46	18.77	15.19	18.39	15.36	16.48	25.16	17.59	14.37	19.36	18.11	21.58	17.76	24.84	16.14	40.34				
Sodium (Na2O) %	0.04	0.03	0.03	0.02	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02				
Soufre (SO3) %	0.54	0.37	0.50	0.44	0.58	0.58	1.19	0.85	1.42	0.58	0.65	0.58	0.58	0.38	0.61	0.87	0.39	0.58	0.45	0.38	0.55	0.42	0.68	0.48	0.85				
Teneurs en métaux lourds																											Boues	Sol	
Chrome total (Cr) mg/kg	23.1	21.4	24.9	25.0	29.9	20.9	24.4	22.2	24.7	29.0	22.3	20.1	21.7	25.9	24.7	21.4	22.7	23.7	20.6	27.7	27.7	18.5	17.9	17.3	7.6	1000	150		
Cuivre (Cu) mg/kg	65.5	47.3	39.3	37.1	84.4	42.2	41.3	40.9	46.5	27.3	45.6	30.0	50.2	100.0	28.4	33.2	37.0	30.9	45.5	14.2	67.4	26.8	81.6	18.4	16.8	1000	100		
Nickel (Ni) mg/kg	18.8	14.4	19.9	17.1	26.2	17.7	20.1	17.4	17.5	15.8	18.0	15.6	16.4	14.6	15.6	16.0	17.9	17.4	15.2	12.7	16.9	13.9	12.3	13.9	6.8	200	50		
Zinc (Zn) mg/kg	295.1	136.8	150.3	163.9	508.2	104.6	285.1	174.0	180.1	143.3	205.2	151.0	198.6	644.1	128.6	165.2	143.7	262.0	180.9	69.2	231.4	99.2	128.3	66.9		3000	300		
Cr+Cu+Ni+Zn mg/kg	402	220	234	243	649	185	371	254	269	215	291	217	287	785	197	236	221	334	262	124	343	158	240	116	31	4000			
Cadmium (Cd) mg/kg	0.6	0.3	0.4	0.5	0.8	0.3	0.8	0.5	0.7	0.5	1.1	0.5	1.0	2.1	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.3	0.7	0.3	0.5	0.3	0.1	10	2		
Plomb (Pb) mg/kg	173.3	179.0	191.2	85.8	365.5	96.5	75.4	80.9	86.3	31.2	93.8	31.2	112.5	267.7	51.3	65.9	69.8	55.3	109.2	26.2	49.8	137.5	46.6	20.5	6.8	800	100		
Mercure (Hg) mg/kg	1.2	0.6	0.5	0.4	0.8	0.5	0.3	0.4	0.5	0.2	0.4	0.2	0.8	0.7	0.4	0.4	0.7	0.2	0.4	0.1	0.4	0.2	0.4	0.2	0.1	10	1		

Valeur supérieure à la référence du bassin Artois-Picardie

Valeur supérieure à la teneur limite des SOL

Valeur supérieure à la teneur limite des BOUES

			Indices de contamination en métaux lourds (Im)																									Valeurs de références Artois- Picardie (1)
STATIONS			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Chrome total	(Cr)	mg/kg	77.0	71.3	83.0	83.3	99.7	69.7	81.3	74.0	82.3	96.7	74.3	67.0	72.3	86.3	82.3	71.3	75.7	79.0	68.7	92.3	92.3	61.7	59.7	57.7	25.3	30
Cuivre	(Cu)	mg/kg	436.7	315.3	262.0	247.3	562.7	281.3	275.3	272.7	310.0	182.0	304.0	200.0	334.7	666.7	189.3	221.3	246.7	206.0	303.3	94.7	449.3	178.7	544.0	122.7	112.0	15
Nickel	(Ni)	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zinc	(Zn)	mg/kg	295.1	136.8	150.3	163.9	508.2	104.6	285.1	174.0	180.1	143.3	205.2	151.0	198.6	644.1	128.6	165.2	143.7	262.0	180.9	69.2	231.4	99.2	128.3	66.9	0.0	100
Cr+Cu+Ni+Zn		mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cadmium	(Cd)	mg/kg	60.0	30.0	40.0	50.0	80.0	30.0	80.0	50.0	70.0	50.0	110.0	50.0	100.0	210.0	50.0	50.0	60.0	70.0	80.0	30.0	70.0	30.0	50.0	30.0	10.0	1
Plomb	(Pb)	mg/kg	433.3	447.5	478.0	214.5	913.8	241.3	188.5	202.3	215.8	78.0	234.5	78.0	281.3	669.3	128.3	164.8	174.5	138.3	273.0	65.5	124.5	343.8	116.5	51.3	17.0	40
Mercure	(Hg)	mg/kg	600.0	300.0	250.0	200.0	400.0	250.0	150.0	200.0	250.0	100.0	200.0	100.0	400.0	350.0	200.0	200.0	350.0	100.0	200.0	50.0	200.0	100.0	200.0	100.0	50.0	0.2
			Indices de contamination polymétallique (Ip)																									
			317.0	216.8	210.6	159.8	427.4	162.8	176.7	162.2	184.7	108.3	188.0	107.7	231.1	437.7	129.8	145.4	175.1	142.5	184.3	67.0	194.6	135.5	183.1	71.4	35.7	

(1) Valeurs de référence (utilisation statistique d'un grand nombre de données recueillies dans le bassin Artois-Picardie : réseaux de mesures)

- Classe 1
- Absence de contamination
- Classe 2
- Contamination non significative
- Classe 3
- Contamination faible
- Classe 4
- Contamination forte
- Classe 5
- Contamination très forte

- Série 1 – Composants organiques

Matières sèches et taux d'humidité

Les taux de matières sèches sont dans l'ensemble compris entre 30 et 45%, correspondant à des boues « pateuses » selon la classification de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME). La station 7 se détache, présentant des boues un peu plus humides avec 20,1% de matière sèche. Par ailleurs, deux stations présentent un taux de matière sèche supérieur à 50% : les stations 14 et 17.

pH

L'élévation du pH dans les sédiments est susceptible d'augmenter le relargage du Phosphore. A l'inverse, l'abaissement du pH facilite la solubilité et la biodisponibilité des métaux.

En l'occurrence, toutes les valeurs de pH sont comprises entre 7,2 et 8. Ces valeurs proches de la neutralité voire légèrement basiques (contexte géologique crayeux) sont satisfaisantes.

Matières organiques, carbone et azote

L'analyse des teneurs en carbone et azote renseigne sur la nature biochimique des sédiments, sur leur enrichissement exogène et éventuellement sur leur valeur fertilisante.

Les teneurs en carbone sont moyennes puisqu'elles se situent dans l'ensemble entre 50 et 80g/kg.

Les teneurs en azote sont plutôt élevées (3,4 à 8,5 g/kg). Ceci constitue une fragilité pour le milieu dans la mesure où l'azote peut être mobilisé dans le phénomène d'eutrophisation. En revanche ces fortes teneurs pourraient avoir un intérêt en cas de fertilisation agricole.

Le rapport C/N est fréquemment utilisé pour caractériser la matière organique des sédiments. Ce rapport est d'autant plus élevé que les matières organiques sont fraîches, peu minéralisées et majoritairement d'origine allochtone. Des valeurs comprises entre 10 et 15 sont considérées comme moyennes, ce qui est le cas sur 85% des sites prospectés. Le rapport C/N maximal observé atteint 19 au niveau de la station 5.

- Série 2 – Ions majeurs

Le Phosphore est un paramètre clé des risques d'eutrophisation des eaux. Des concentrations supérieures à 2g/kg sont excédentaires et présentent un risque pour les milieux en cas de remobilisation.

En l'occurrence 85% des sites présentent des concentrations en phosphore supérieures ou égales à 2g/kg. La station 2 présente une teneur particulièrement élevée : 7,7 g/kg. Par ailleurs, ces valeurs élevées sont généralement corrélées à des indices polymétalliques forts (tableau n°6) et confirment la pollution anthropique des sédiments.

Les autres ions (calcium, magnésium, potassium et sodium) présentent des concentrations relativement homogènes sur l'ensemble des sites. Leurs concentrations seront discutées en cas de valorisation agricole des boues.

○ Série 3 – Métaux lourds

Bilan de l'état de contamination général du site par métal

Vis à vis des exigences du milieu aquatique, quatre métaux parmi les sept analysés posent problème et présentent régulièrement des concentrations supérieures aux valeurs de référence du bassin Artois-Picardie. Il s'agit du Cuivre (24 sites sur 25), du Zinc (21 sites sur 25), du Plomb (20 sites sur 25) et du Mercure (18 sites sur 25). Le calcul des indices monométalliques révèle :

- Pour le Cuivre : une forte contamination sur cinq stations (4,4 à 6,6 fois trop), une contamination notable sur quatorze stations (2 à 3,4 fois trop) et un dépassement plus modéré des valeurs de référence pour cinq stations.
- Pour le Zinc : une forte contamination sur deux stations (5,1 à 6,4 fois trop), une contamination notable sur cinq stations (2 à 3 fois trop) et une plus faible contamination sur les autres sites d'analyse.
- Pour le Plomb : une très forte contamination de la station 5 (9,1 fois trop), une forte contamination de quatre autres stations (4,3 à 6,7 fois trop) et une contamination notable de huit stations (2 à 3,4 fois trop). Cette contamination est très problématique vis à vis des exigences de la faune et de la flore aquatiques, du fait de la toxicité de ce métal.
- Pour le Mercure : une forte contamination de la station 1 (6 fois trop), une contamination notable sur 8 stations (2,5 à 4 fois trop).

Bilan de l'état de contamination polymétallique des 25 stations d'analyse (Carte n°4)

Le recouplement des Indices monométalliques et polymétalliques permet de répartir les 25 sites selon cinq classes de contamination (tableau n°6). En prenant pour référence les valeurs du bassin Artois-Picardie, les résultats sont les suivants :

Carte n°4 :
Qualité des sédiments
Indices polymétalliques (Ip) et monmétalliques (Im)

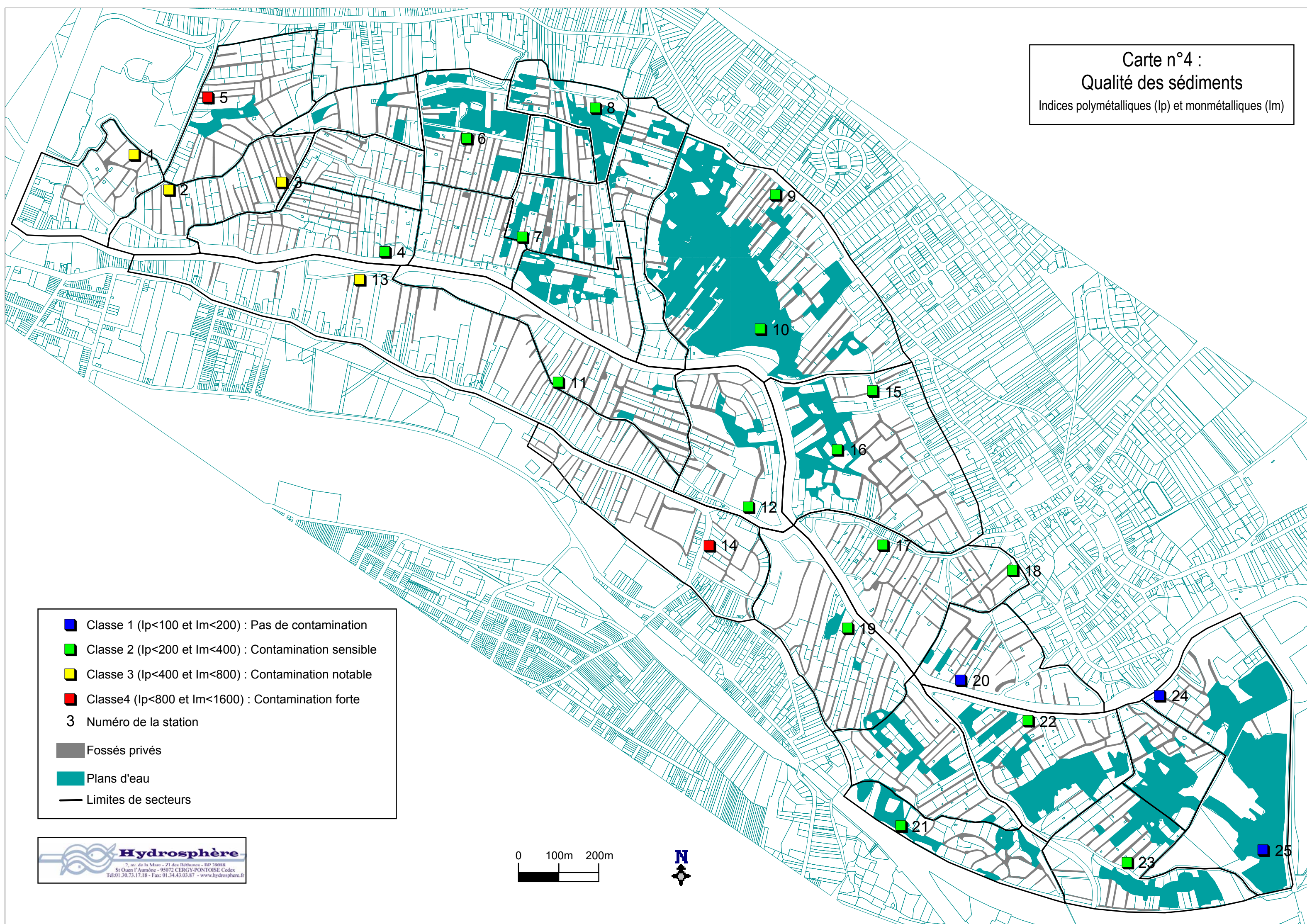
■ Classe 1 (Ip<100 et Im<200) : Pas de contamination
■ Classe 2 (Ip<200 et Im<400) : Contamination sensible
■ Classe 3 (Ip<400 et Im<800) : Contamination notable
■ Classe 4 (Ip<800 et Im<1600) : Contamination forte

3 Numéro de la station

■ Fossés privés

■ Plans d'eau

— Limites de secteurs



- 64% des stations (soit 16 sur 25) présentent des sédiments peu ou pas contaminés par les métaux (3 en Classe 1 et 13 en Classe 2) avec des teneurs proches des valeurs de référence.
- 4 sites révèlent des sédiments notablement pollués, limitants pour l'installation des invertébrés aquatiques (Classe 3) : il s'agit des stations 1, 2, 3 et 13. Ces quatre points d'analyse sont tous situés dans l'Ouest des Hortillonnages. Les trois premières stations sont localisées en rive droite de la Somme, à proximité des franges urbaines impliquant une présence accrue de rejets pluviaux et d'assainissement. La station 13 est, quant à elle, située dans la partie industrialisée des Hortillonnages.
- 2 sites présentent des sédiments fortement contaminés, très limitants pour le bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques (Classe 4) : il s'agit des points d'analyse 5 (au niveau du chemin du Malaquis) et 14 (au niveau de la rue de l'Agrappin). Ces deux stations sont situées en frange urbaine, à proximité directe de rejets pluviaux et d'assainissement.

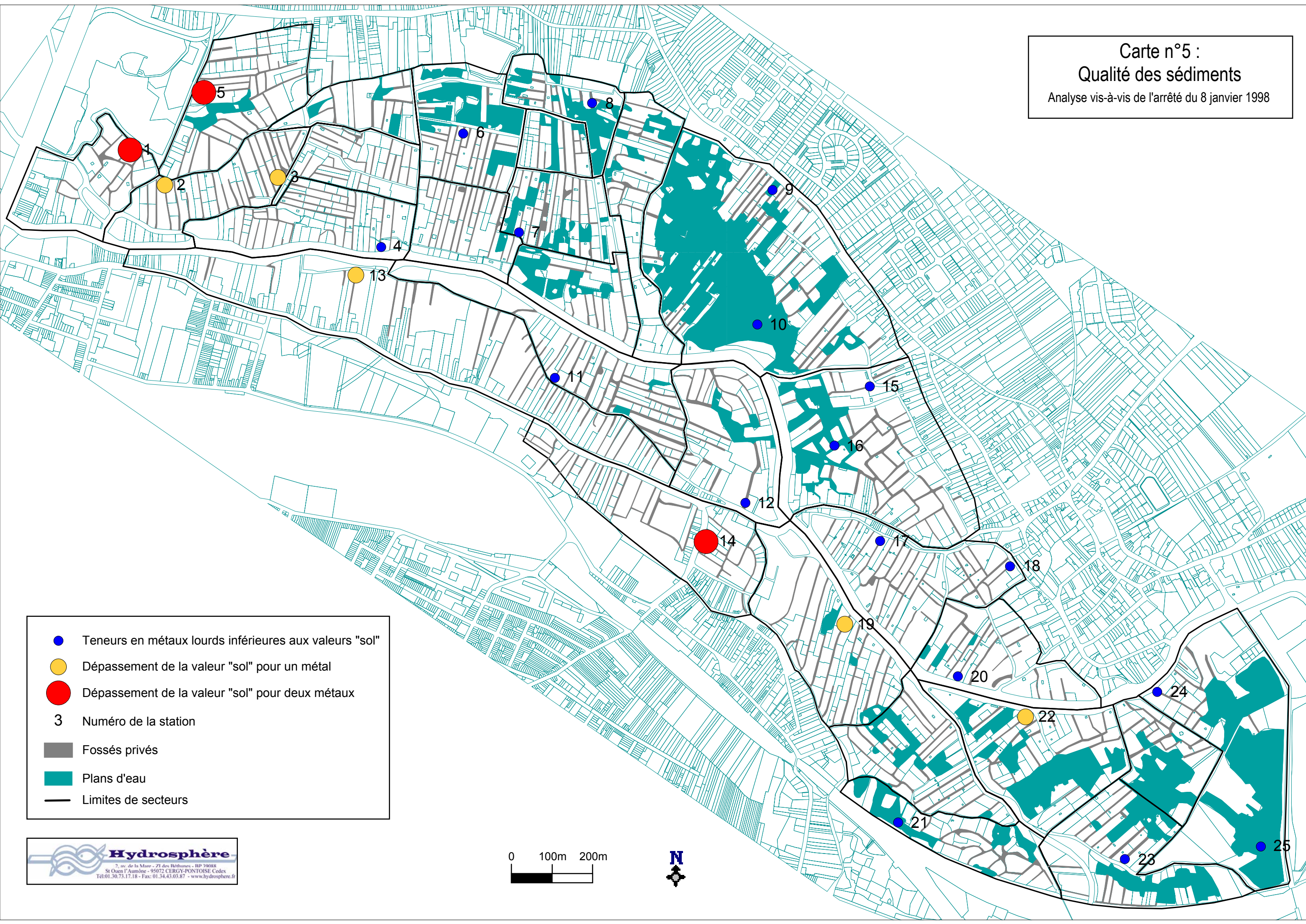
Bilan de l'état de contamination des 25 stations d'analyse vis à vis des valeurs limites de l'arrêté du 8 janvier 1998 (Carte n°5)

Aucune des 25 stations analysées ne présente de teneur en métal supérieure à la norme « boues » de l'arrêté du 8 janvier 1998. Les matériaux extraits pourraient donc être épandus sur des sols agricoles.

Par contre, plusieurs stations présentent des teneurs supérieures à la norme « sol » pour certains métaux, ce qui risque de poser problème par rapport au régalage des boues sur les berges. Par ordre de pollution croissante, les 25 sites de curage se répartissent comme suit :

- 17 sites ne présentent aucune teneur en métal supérieure à la valeur « sol »
- 5 sites présentent un seul métal dont la teneur dépasse la valeur « sol ». Il s'agit toujours du Plomb, supérieur de 1,1 à 1,9 fois la norme. Parmi ces sites :
 - o Les stations 13, 19 et 22 présentent un dépassement mineur pour le plomb (1,1 à 1,3 fois la valeur). Les stations 19 et 22 sont situées directement en entrée de Somme, rive gauche. Dans la mesure où les points 21 et 23, situés plus à l'intérieur des Hortillonnages, éloignés des entrées de la Somme ou de l'Avre ne présentent aucun signe de contamination particulière (teneur en plomb égale à 0,5 fois la valeur seuil), on peut supposer que la contamination observée sur les stations 19 et 22 est due à l'entrée des eaux de la Somme. Par ailleurs, la station

Carte n°5 :
Qualité des sédiments
Analyse vis-à-vis de l'arrêté du 8 janvier 1998



● Teneurs en métaux lourds inférieures aux valeurs "sol"

● Dépassement de la valeur "sol" pour un métal

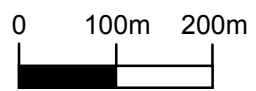
● Dépassement de la valeur "sol" pour deux métaux

3 Numéro de la station

■ Fossés privés

■ Plans d'eau

— Limites de secteurs



13, également très proche d'une entrée de la Somme, se situe de plus en zone industrielle, ce qui peut expliquer sa contamination.

- Les stations 2 et 3 présentent un dépassement légèrement plus important de la valeur « sol » du plomb (1,8 à 1,9 fois la valeur). Ces deux sites se situent dans la partie Ouest des Hortillonnages, relativement proches des franges urbaines.
- 3 sites présentent deux teneurs en métaux supérieures aux valeurs « sol ».
 - Pour les stations 5 et 14, situées à proximité de rejets, il s'agit du plomb (2,7 à 3,7 fois la valeur) et du Zinc (1,8 à 2 fois la valeur).
 - Pour la station 1, située proche des franges urbaines il s'agit du plomb (1,7 fois la valeur) et du mercure (1,2 fois la valeur).

Au vu de la contamination de certaines stations, il pourra être nécessaire d'effectuer des analyses supplémentaires pour caractériser de façon plus précise les zones polluées, en fonction des secteurs à curer.

II.4.2. Qualité des eaux superficielles

II.4.2.1. Méthode d'analyse

Pour compléter les données recueillies sur la qualité des sédiments, cinq analyses physico-chimiques complètes et quinze analyses sommaires ont été réalisées sur les eaux superficielles.

Pour toutes les analyses, ont été mesurés : la conductivité, le pH, la température, l'Oxygène dissous, et l'Ammonium.

L'Ammonium a été choisi comme indicateur de pollution pour les analyses sommaires. En effet, consommateur potentiel d'oxygène et élément intermédiaire dans la minéralisation de l'azote, l'ammonium traduit assez bien l'état d'équilibre ou de déséquilibre des cycles biogéochimiques.

Les paramètres supplémentaires mesurés pour les analyses complètes sont les Matières En Suspension (MES), la Demande Biologique en Oxygène (DBO5), la Demande Chimique en Oxygène (DCO), l'Azote Kjeldahl, les Nitrites, les Nitrates, les Phosphates et le Phosphore total.

II.4.2.2. Interprétation des résultats d'analyses

Le tableau n°7 fait apparaître les résultats des analyses effectuées.

Tableau n°7. Résultats des analyses de qualité des eaux

Tableau n°7 : Résultats des analyses de qualité des eaux

Qualité générale

		Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 6	Station 7	Station 9	Station 10	Station 11	Station 12	Station 14	Station 15	Station 16	Station 17	Station 18	Station 19	Station 22	Station 23	Station 24	Station 25
ALTERATIONS	PARAMETRES																				
Particules en suspension	MES (mg/l)			11				9				<3	10								9
Minéralisation	Conductivité (us/cm)	504	513.5	505.5	505.5	505.5	508	511.7	518.1	530.7	535.5	495	502.4	502.8	507.6	524.6	519.7	568	568	500	506
Acidification	pH	8	7.9	8	8	8.1	8	8.1	8.1	7.7	7.7	8	8.2	8.1	8	7.7	7.9	7.9	7.9	8	8.1
Température	Température (°C)	19.8	19.6	19.6	19.6	19.85	19.4	20.2	21.2	17.8	18	20.72	20.5	21.5	20.9	19.3	19.9	18.2	18.7	22	21.6
Matières Organiques et Oxydables	O2 dissous (mg/l)	10.6	10.2	10.6	10.6	12.3	10.4	11.8	12.5	6.25	6.95	8.73	10.7	11.6	12.3	7.7	9.9	8.6	8.9	11.95	10.86
	DBO5 (mg/l)			3				3				<3	3								<3
	DCO (mg/l)			23*				19				26	27								29
	Azote Kjeldahl (mg/l N)			1.03				<1,0				<1,0	1,2*								<1,0
	Ammonium NH4+ (mg/l)	0.03	0.03	0.04	0.06	0.03	0.05	0.03	0.03	0.08	0.03	0.09	0.03	0.03	0.03	0.2	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03
Matières azotées	Ammonium NH4+ (mg/l)	0.03	0.03	0.04	0.06	0.03	0.05	0.03	0.03	0.08	0.03	0.09	0.03	0.03	0.03	0.2	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03
	Nitrites (mg/l)			0.07				0.09				0.14	0.08								0.1
	Azote Kjeldahl (mg/l)			1.03				<1,0				<1,0	1.2								<1,0
Nitrates	Nitrates NO3- (mg/l)			7.85				7.92				8.83	6.13								6.88
Matières phosphorées	Phosphates PO4- (mg/l)			<0,05				<0,05				0.19	<0,05								<0,05
	Phosphore total (mg/l P)			<0,2				<0,2				<0,2	<0,2								<0,2

Qualité biologique

		Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 6	Station 7	Station 9	Station 10	Station 11	Station 12	Station 14	Station 15	Station 16	Station 17	Station 18	Station 19	Station 22	Station 23	Station 24	Station 25
ALTERATIONS	PARAMETRES																				
Particules en suspension	MES (mg/l)			11				9				<3	10								9
Minéralisation	Conductivité (us/cm)	504	513.5	505.5	505.5	505.5	508	511.7	518.1	530.7	535.5	495	502.4	502.8	507.6	524.6	519.7	568	568	500	506
Acidification	pH	8	7.9	8	8	8.1	8	8.1	8.1	7.7	7.7	8	8.2	8.1	8	7.7	7.9	7.9	7.9	8	8.1
Température	Température (°C)	19.8	19.6	19.6	19.6	19.85	19.4	20.2	21.2	17.8	18	20.72	20.5	21.5	20.9	19.3	19.9	18.2	18.7	22	21.6
Matières Organiques et Oxydables	O2 dissous (mg/l)	10.6	10.2	10.6	10.6	12.3	10.4	11.8	12.5	6.25	6.95	8.73	10.7	11.6	12.3	7.7	9.9	8.6	8.9	11.95	10.86
	DBO5 (mg/l)			3				3				<3	3								<3
	DCO (mg/l)			23*				19				26	27								29
	Azote Kjeldahl (mg/l N)			1.03				<1,0				<1,0	1,2*								<1,0
	Ammonium NH4+ (mg/l)	0.03	0.03	0.04	0.06	0.03	0.05	0.03	0.03	0.08	0.03	0.09	0.03	0.03	0.03	0.2	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03
Matières azotées	Ammonium NH4+ (mg/l)	0.03	0.03	0.04	0.06	0.03	0.05	0.03	0.03	0.08	0.03	0.09	0.03	0.03	0.03	0.2	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03
	Nitrites (mg/l)			0.07				0.09				0.14	0.08								0.1
	Azote Kjeldahl (mg/l)			1.03				<1,0				<1,0	1.2								<1,0
Nitrates	Nitrates NO3- (mg/l)			7.85				7.92				8.83	6.13								6.88
Matières phosphorées	Phosphates PO4- (mg/l)			<0,05				<0,05				0.19	<0,05								<0,05
	Phosphore total (mg/l P)			<0,2				<0,2				<0,2	<0,2								<0,2

Classes de qualité

Très Bonne qualité
Bonne qualité
Qualité passable
Mauvaise qualité
Très mauvaise qualité

Les classes de qualité générale sont celles définies dans le Système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau (SEQ Eau) mis au point par des Agences de l'Eau en 1998. Elles ont été établies dans le respect des différentes directives françaises et étrangères et en s'inspirant des multiples travaux européens et nord-américains.

Le SEQ Eau propose notamment de distinguer 15 altérations de la qualité de l'eau, chacune regroupant des paramètres de même nature ou de même effet. Pour chacune d'elles, il calcule des classes de qualité utilisant la représentation classique à 5 couleurs (qualité Très Bonne, Bonne, Passable, Mauvaise, Très Mauvaise). Cette méthodologie permet de présenter les différentes aptitudes potentielles de l'eau : biologie, eau potable, loisirs...

En l'occurrence, les paramètres analysés portent sur huit altérations.

- Les particules en suspension

Les matières en suspension (**MES**) présentent des concentrations inférieures à 25 mg/L pour toutes les stations échantillonnées, ce qui traduit une « bonne » qualité d'eau pour cette altération. Les 25 mg/L fixés par les directives européennes pour les eaux cyprinicoles sont respectés.

- Les Matières Organiques et Oxydables (MOOX)

Cette altération repose principalement sur la mesure de l'oxygène et, indirectement, de toutes les substances susceptibles d'en consommer pour leur dégradation et de porter atteinte à la bonne oxygénation des eaux.

- **L'oxygène** est l'un des facteurs fondamentaux de la vie aquatique. Sa variation dépend des capacités d'oxygénation de l'eau mais aussi de la consommation qui en est faite par les organismes vivants et les phénomènes d'oxydation de la matière organique et autres molécules.

L'oxygénation des Hortillonnages apparaît comme « Bonne » sur trois stations d'analyse et « Très Bonne » sur les 17 autres. Aucun dysfonctionnement n'est donc à signaler sur ce paramètre.

- **La Demande Biologique en Oxygène (DBO5)** est proportionnelle à la teneur en matière organique biodégradable. La DBO5 est inférieure ou égale à 3 mg/l pour les cinq analyses complètes effectuées. La qualité de l'eau des Hortillonnages vis à vis de ce paramètre est donc « Très Bonne ».

- **La Demande Chimique en Oxygène (DCO)** vise à évaluer la quantité globale de matière oxydable, biodégradable ou non. La DCO est comprise entre 19 et 29 mg/l pour toutes les stations. La qualité de l'eau vis à vis de ce paramètre est donc « Bonne » à « Très Bonne ».

- **L'ammonium** est considéré, pour cette altération, comme consommateur potentiel d'oxygène dans le cadre du cycle de minéralisation de l'azote.
Les teneurs en ammonium sont toutes comprises entre 0,03 et 0,09 mg/l, traduisant une « Très Bonne » qualité des eaux pour ce paramètre.

- **L'azote Kjeldahl (NTK)**, tout comme le paramètre précédent, est pris comme consommateur potentiel d'oxygène.
De la même façon, les teneurs pour ce paramètre traduisent toutes une « Très Bonne » qualité des eaux, avec des valeurs inférieures à 1 mg/l à 1,2 mg/l.

La qualité générale vis-à-vis de l'altération matières organiques et oxydables est « Bonne » à « Très Bonne » sur l'ensemble des Hortillonnages.

○ Les matières azotées

Cette altération reflète l'état de l'azote sous les formes organiques, ammoniacales et nitrées (nitrates exclus). Ces matières contribuent à la prolifération des algues et peuvent générer des substances toxiques (gaz ammoniac) pour les poissons.

- **L'ammonium**, constitue une phase intermédiaire dans la minéralisation de l'azote et s'avère toxique pour les organismes.
La qualité globale de l'eau des Hortillonnages est « Très bonne » pour toutes les stations d'analyse (valeurs inférieures à 0,1 mg/l), excepté la station 18 dont la qualité est « Bonne » (0,2 mg/l).
Ces valeurs respectent le seuil de 1mg/l fixé par la communauté européenne comme valeur limite pour les eaux cyprinicoles.

- **L'azote Kjeldahl (NTK)** est un paramètre qui regroupe l'azote des matières organiques et l'azote ammoniacal.

L'eau des Hortillonnages peut être qualifiée de « Très Bonne » vis-à-vis de ce paramètre. En effet, les valeurs ne dépassent pas 1,2 mg/l.

- **Les nitrites** constituent une phase intermédiaire dans la minéralisation de l'azote et s'avèrent toxiques pour les organismes.

Les teneurs en nitrites mesurées sont relativement faibles (0,07 à 1,4 mg/l) et traduisent une « Bonne » qualité de l'eau. Le seuil de 0,3 mg/l fixé par la communauté européenne comme valeur limite pour les eaux cyprinicoles est respecté.

Les teneurs en matières azotées de l'eau des Hortillonnages sont tout à fait satisfaisantes et traduisent une « Bonne » qualité vis à vis de cette altération.

- Les nitrates

Ce paramètre indique l'état de l'azote sous sa forme la plus oxydée. Il intervient dans le phénomène d'eutrophisation.

Les nitrates présentent des teneurs variant de 6,13 à 8,83 mg/l pour les stations mesurées, ce qui correspond à une « Bonne » qualité de l'eau vis-à-vis de cette altération.

- Les matières phosphorées

Les matières phosphorées proviennent souvent des eaux résiduelles urbaines et sont à l'origine de la plupart des problèmes d'eutrophisation.

- **Les Phosphates (PO₄)** présentent des concentrations inférieures à 0,05 mg/l sur quatre stations, traduisant une « Très Bonne » qualité de l'eau pour ce paramètre, et une concentration de 0,19 mg/l sur la dernière station, correspondant à une « Bonne » qualité.
- **Le Phosphore total** présente des teneurs inférieures à 0,2 mg/l, les analyses ne permettant pas de donner de valeur plus précise, ce qui correspond à une « Bonne » ou « Très Bonne » qualité vis-à-vis de ce paramètre.

La qualité générale de l'eau des Hortillonnages est donc « Bonne » à « Très Bonne » vis-à-vis de l'altération des matières phosphorées.

II.4.2.3. Analyse critique

Les résultats obtenus par les analyses effectuées dans le cadre de cette étude traduisent une bonne qualité générale des eaux des Hortillonnages. Mais il faut souligner que ces analyses ont été effectuées au cours d'une période sèche. Les sources de pollution issues des rejets pluviaux étaient donc soustraites. Il est donc fortement possible que la qualité de l'eau soit dégradée lors des épisodes pluvieux.

A titre comparatif, dans la bibliographie, l'étude concernant la qualité de l'eau la plus complète remonte à 1982 : un grand nombre de paramètres étaient pris en compte sur de nombreux points de mesure. De 1993 à 1995, une campagne de mesure a été organisée pour mesurer les Matières en Suspension sur 11 stations, et une autre pour mesurer différents paramètres chimiques et bactériologiques sur 4 stations.

Les résultats obtenus lors de ces campagnes sont très hétérogènes et présentent une importante variation spatiale et temporelle. Selon les périodes, la qualité évaluée peut être mauvaise à bonne. Ces variations confirment l'hypothèse selon laquelle les résultats de la campagne de mesures 2005 ne peuvent traduire un état de qualité permanent de l'eau des Hortillonnages. Ces résultats correspondent à la qualité des eaux pour une période estivale sèche.

Les variations observées peuvent s'expliquer par la grande diversité des facteurs susceptibles d'intervenir dans les mécanismes de pollution.

Les variations temporelles sont liées à des phénomènes périodiques (régime hydrologique de la Somme, saisons...), mais aussi à des phénomènes acycliques (épisodes pluvieux estivaux...).

Si la qualité des eaux dans les hortillonnages est avant tout étroitement liée à la qualité des eaux de la Somme, de l'Avre et de la Petite Avre, qui sont particulièrement chargées en nitrates (qualité « passable » pour ce paramètre entre 2000 et 2005 d'après les données du RNB) elle dépend également des pollutions issues de l'environnement immédiat (rejets des communes riveraines).

Les polluants sont de source domestique, agricole et industrielle. Ils ont différentes origines et parviennent et sont acheminés jusqu'aux hortillonnages par les cours d'eau qui les alimentent, par les réseaux d'eau résiduaire ou par les réseaux d'eau pluviale.

A ces différentes pollutions s'ajoutent celles qui sont issues du site même des hortillonnages.

II.4.3. Qualité hydrobiologique - IBGN

II.4.3.1. *Matériel et Méthode*

Une seule analyse hydrobiologique a été effectuée sur le site. Aucune analyse de ce type n'ayant été effectuée par le passé, l'objectif n'était pas d'effectuer un maillage complet mais d'avoir une idée du type de peuplement macrobenthique que l'on peut trouver dans les Hortillonnages.

L'analyse hydrobiologique a été réalisée selon le protocole de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) défini par la norme AFNOR (T 90-350).

Ce type d'analyse consiste à prélever, sur une station, 8 échantillons de macro-invertébrés benthiques sur des habitats différents définis par la nature du substrat et la vitesse d'écoulement.

Les prélèvements sont réalisés sur 1/20 m² à l'aide d'un filet Surber de maille 0,5 mm.

Chaque taxon est identifié afin de déterminer la variété taxonomique et le groupe faunistique indicateur qui permettent d'établir, par station, un IBGN exprimé par une note sur 20.

Cet indice intègre les altérations des différentes composantes du milieu et représente une expression synthétique de la qualité générale d'un cours d'eau.

Les classes de qualité sont déterminées de la manière suivante :

Tableau n°8. Classes de qualité définies par la norme IBGN

Classes de qualité	Excellente	Bonne	Passable	Médiocre	Hors classe
IBGN	≥ 17/20	[16 – 13]	[12 – 9]	[8 – 5]	≤ 4

II.4.3.2. *Présentation de la station*

L'analyse hydrobiologique a été effectuée le 17 août 2005 sur un fossé de 2m de large présentant différentes caractéristiques représentatives des fossés privés des hortillonnages : fossé étroit, assez envasé, bordé par des cultures maraîchères d'un côté et par une friche boisée de l'autre. Les berges sont naturelles, fragiles à érodées par endroits.

La vitesse d'écoulement des eaux est presque nulle. La granulométrie du fond du lit est très pauvre : seuls les vases et limons sont représentés.

Un massif racinaire de saule occupe l'entrée du fossé sur environ 4m². A ce niveau, le fossé est plutôt ombragé et exempt de végétation aquatique. Quelques mètres plus loin, la végétation

rivulaire plus basse permet un ensoleillement assez important du fossé. La végétation aquatique est à cet endroit très diversifiée (Cératophylle, Myriophylle, Renoncule divariquée, Naiade, Potamogeton pectiné...). Le taux de recouvrement de la végétation aquatique atteint 40 à 50%.

Les prélèvements se sont déroulés en condition d'étiage. Le niveau d'eau à l'échelle limnimétrique du Pré Porus atteignait -4.

II.4.3.3. Interprétation des résultats

La station évaluée présente un peuplement benthique assez diversifié avec 32 taxons (Annexe 6).

Les Tricoptères Polycentropodidae sont les invertébrés les plus polluosensibles récoltés et constituent le groupe indicateur de cette station (GI 4).

Ces critères qualitatifs portent la note IBGN à 12/20 et témoignent, d'après la norme, d'une qualité hydrobiologique « passable ».

Le calcul de la note IBGN reste toutefois insuffisant pour rendre compte de la qualité biologique réelle du peuplement. Pour affiner l'analyse, différents indices peuvent être calculés.

La Richesse spécifique ou Variété S' mesure l'ampleur de la gamme des taxons inventoriés.

S' = nombre de taxons inventoriés

L'Abondance N renseigne sur le degré d'eutrophisation du milieu.

N = effectif total d'individus

L'Indice de dominance Q de Simpson permet d'exprimer l'influence d'une espèce sur un peuplement

$Q = \sum P_i^2$ Avec $P_i = n_i/N$ et n_i = nombre d'individus d'un taxon

La Diversité de Shannon H' exprime le degré de complexité du peuplement et renseigne sur la structure du peuplement.

$H' = -\sum_{i=1}^n P_i \times \log_2(P_i)$

L'Equitabilité J' évalue le degré d'équilibre d'un peuplement.

$J' = H'/H'_{\max}$ Avec $H'_{\max} = \log_2(S')$

Le Cb2 est composé de deux notes. In renseigne plutôt sur la qualité de l'eau, tandis que Iv dépend plutôt de la qualité des habitats.

n = nombre de taxons indicateurs représentés dans l'échantillon global par au moins 3 individus

k = n/4 taxons présentant les indices i les plus élevés

$$Cb2 = In + Iv \pm 0,25 \quad \text{Avec} \quad In = 1,21 \times \sum_{i=1}^k i / k$$

$$Iv = 0,22N$$

L' Indice habitat renseigne sur la qualité des habitats.

$$M = \sqrt{N} + \sqrt{M} + \sqrt{M'}$$

N = Nombre de supports inventoriés multiplié par le nombre de classes de vitesse inventoriées

M = Couple substrat vitesse dominant

M' = Couple substrat vitesse le plus élevé

Le calcul de ces indices pour le peuplement étudié donne les résultats suivants :

Tableau n°9. Analyse du peuplement macrobenthique

Variables analysées	Résultat
Variété	32
Abondance	12495
Indice de dominance	0,5
Diversité de Shannon	1,5
Equitabilité	0,58
Cb2	11,8
In	4,8
Iv	7
Indice habitat	8,5

L'abondance N est très importante avec 12495 individus. Elle traduit un degré d'eutrophisation élevé du milieu.

L'indice de dominance de 0,5 est élevé. Il traduit une forte représentation du taxon dominant. Le calcul des abondances relatives des différents taxons met en évidence une nette dominance de deux taxons : les chironomidae ($P_i = 0,659$) et les oligochètes ($P_i = 0,262$). Ces deux espèces résistent très bien à la pollution et n'ont pas de grande exigence en matière d'habitat.

L'ampleur de la gamme des taxons inventoriés est moyenne, mais la diversité de Shannon est plutôt faible, traduisant des conditions peu favorables. L'équitabilité de 0,58 exprime un certain déséquilibre du peuplement, qui correspond bien aux observations effectuées sur la dominance du peuplement par deux taxons.

La note Cb2 est plutôt mauvaise. L'indice In montre une qualité médiocre de l'eau et l'indice Iv une qualité d'habitat moyenne. Ce dernier indice ne correspond pas à la médiocrité des habitats exprimée par l'indice habitat évalué à 8,5.

L'indice habitat est calculé par rapport aux potentialités théoriques d'habitats sur la station étudiée, tandis que l'indice Iv est calculé à partir de la variété spécifique du peuplement. Le peuplement macrobenthique observé sur la station est donc de meilleure qualité et plus diversifié que ce à quoi on aurait pu s'attendre au vu des habitats. Il est à noter que c'est avant tout l'uniformité de la gamme de vitesse qui fait chuter la note de l'indice habitat. Concernant les substrats, la granulométrie du fond est très pauvre, mais les herbiers sont diversifiés. C'est d'ailleurs au sein des hydrophytes qu'ont été prélevés les échantillons les plus diversifiés.

II.4.3.4. Analyse critique

L'IBGN a été conçu pour évaluer la qualité hydrobiologique d'un cours d'eau. Les Hortillonnages constituent un écosystème particulier, composé d'un vaste réseau de fossés. Une unité de ce système, c'est à dire un fossé, ne peut être considéré comme un cours d'eau en tant que tel, ni même comme un canal. En effet, les fossés ne sont pas intégrés dans un continuum longitudinal. Ils ne présentent pas toujours de sens d'écoulement déterminé et la définition d'un « amont » et d'un « aval » pour un fossé ne peut être cohérente.

Aussi, l'analyse IBGN effectuée est à la limite du protocole défini par la norme. La note IBGN déterminée nous donne uniquement une certaine appréciation de la qualité du peuplement benthique.

Par ailleurs, il est évident qu'une simple analyse hydrobiologique effectuée sur un seul fossé ne peut traduire la qualité générale des Hortillonnages. Plus qu'une véritable évaluation de la qualité hydrobiologique, cette analyse permet de donner une idée des peuplements benthiques que l'on peut rencontrer dans les Hortillonnages et par là même une idée de la qualité hydrobiologique possible.

II.4.4. Qualité piscicole

II.4.4.1. Données bibliographiques

Certains fossés, riches en herbiers aquatiques, constituent des zones de frayères importantes. Selon une liste fournie par l'association SOS Hortillonnages, 19 espèces de poissons étaient recensées dans les Hortillonnages en 1977 (Annexe 7). Le protocole de ce recensement est inconnu. Depuis, aucun inventaire n'a été effectué.

II.4.4.2. Matériel et Méthode

Une pêche électrique a été effectuée sur un fossé des Hortillonnages. De la même façon que pour l'IBGN, l'objectif est de donner une idée de la population piscicole que l'on peut rencontrer dans un fossé.

La pêche électrique est une technique qui permet d'inventorier la population piscicole d'une zone d'étude isolée par des filets en amont comme en aval.

Le principe de la pêche électrique est toujours le même, quel que soit le dispositif employé (portatif ou posé en berge). Un champ électrique est produit dans les eaux et génère une paralysie temporaire des poissons qui peuvent alors être prélevés sans dommages. Pour cela, une phase négative (cathode) est mise à l'eau via un cordon conducteur. La phase positive est connectée à une anode de pêche (manche isolant terminé par un anneau d'acier inoxydable), qui est manipulée par un opérateur.

Une fois plongée dans l'eau, l'anode ferme le circuit : un courant d'intensité réglable est envoyé dans les eaux en rayonnant autour de l'anode. Les terminaisons nerveuses de la ligne latérale des poissons sont sensibles au champ électrique. Ainsi, la différence de potentiel appliquée va modifier le comportement du poisson, qui va nager irrésistiblement vers le gradient de potentiel le plus élevé (phénomène de nage forcée dit électrotaxie positive). Une fois à proximité de l'anode, où le champ électrique est le plus intense, le poisson est choqué (électronarcose) et capturé à l'aide d'une épuisette.

La prospection est effectuée d'aval en amont, sur une distance au moins égale à 15 fois la largeur du lit. La pêche est reproduite 2 fois de suite sans remise à l'eau. Les poissons capturés sont ensuite identifiés, dénombrés, mesurés et pesés puis remis à l'eau en aval du secteur de pêche.

Cette technique d'échantillonnage présente plusieurs avantages : une grande efficacité de capture, la préservation de la vie des spécimens pêchés et un mode opératoire standardisé rendant la technique reproductible et offrant ainsi une grande cohérence.

Dans le cadre de notre étude, la notion d'amont et d'aval n'avait pas réellement de sens au vu de l'absence de débit dans le fossé propsecté. La pêche a donc été effectuée sans distinction d'orientation aval-amont.

La prospection a été effectuée à l'aide d'un appareil portatif "Martin pêcheur".

II.4.4.3. Présentation de la station

La pêche a été effectuée sur un fossé de 4m de largeur, sur un linaire de 60m. Les parcelles riveraines en rive gauche et en rive droite sont occupées par des jardins privés. Les berges sont naturelles. La hauteur d'eau varie entre 45 et 70cm. La granulométrie du fond est pauvre : la vase et le limon recouvrent 100% du lit.

Le fossé accueille une végétation aquatique assez variée. On y trouve notamment des Nénuphars jaunes et du Potamot pectiné ainsi que quelques hélophytes (Myosotis des marais).

II.4.4.4. Analyse des résultats et critique

73 poissons ainsi que de nombreux alevins ont été capturés lors de la pêche. Les effectifs se répartissent entre 6 espèces de la façon suivante :

Tableau n°10. Résultats de la pêche électrique

Espèces	Gardon	Rotengle	Brème bordelière	Perche	Goujon	Perche soleil
Effectif	35	8	1	24	4	1

Le peuplement piscicole observé est nettement dominé par deux espèces communes : le gardon et la perche. Les espèces inventoriées sont toutes communes et peu sensibles. La présence d'une Perche soleil est un élément négatif dans la mesure où cette espèce est considérée comme « nuisible ».

Il est par contre intéressant de noter que le fossé abritait une quantité importante d'alevins, confirmant le rôle de frayère et de « nurserie » joué par les fossés.

De même que pour l'analyse IBGN, il est important de souligner que la réalisation d'une seule pêche ne permet pas de donner une image complète du peuplement piscicole des Hortillonnages. Cette pêche aura par contre permis de mettre en évidence le rôle de frayère joué par les fossés.

Remarque : Au cours des prospections de terrain, d'autres espèces ont été repérées sur le site : la Carpe, la Tanche, le Brochet et le Sandre.

II.4.5. Sensibilités écologiques et paysagères

II.4.5.1. Méthodologie

Cette évaluation se base sur le résultat de recherches bibliographiques et sur les observations effectuées lors des deux campagnes de terrain. Une étude plus complète relative à la faune et à la flore est en cours de réalisation par la société ECOSPHERE.

Un paysagiste du Cabinet GREUZAT est également intervenu sur le site pour donner son avis d'expert.

Les données présentées dans ce rapport ne concernent donc que la sensibilité piscicole, la sensibilité des berges et la végétation aquatique.

II.4.5.2. Présentation des données recueillies

II.4.5.2.1. La sensibilité piscicole

Au cours des prospections de terrain, les principales zones de frayères ont été identifiées. Les fossés les plus sensibles vis à vis de cet enjeu sont signalés par un losange bleu marine sur la carte des enjeux et contraintes (Voir II.5. Bilan de l'état initial : Carte des enjeux et contraintes).

II.4.5.2.2. La sensibilité des berges et les zones de roselières

Les roselières, les caricaies, et de façon plus générale les berges qui présentaient une végétation hélophytique importante ont été repérées lors des prospections de terrain. Ces habitats accueillent une faune et une flore riche.

II.4.5.2.3. La végétation aquatique

○ Les espèces rares ou menacées

Selon l'inventaire ZNIEFF effectué par le Conservatoire des Sites Naturels de Picardie en 1990, plusieurs espèces de plantes rares et menacées en Picardie trouveraient des conditions de vie favorables dans les Hortillonnages. On peut citer :

- la fougère des marais (*Thelypteris palustris*), qui participe à la construction des radeaux flottants de tourbe,
- le petit nénuphar (*Hydrocharis morsusranae*)
- le potamot à feuilles perfoliées (*Potamogeton perfoliatus*)
- l'œnanthe des rivières (*Oenanthe fluviatilis*)
- le Butome en ombrelle (*Butomus umbellatus*)

Le curage ayant un impact direct sur la végétation hydrophytique, celle-ci a fait l'objet d'un relevé précis sur le terrain. Les espèces présentes dans chaque fossé et dans chaque plan d'eau ont été identifiées. De nombreuses espèces communes ont été rencontrées :

- Le Nénuphar jaune (*Nuphar lutea*)
- Le Nénuphar blanc (*Nymphaea alba*)
- Le Petit Nénuphar (*Hydrocharis morsus-ranae*)
- Le Cornifle émergé (*Ceratophyllum demersum*)
- Le Myriophylle à épis (*Myriophyllum spicatum*)
- Le Potamot pectiné (*Potamogeton pectinatus*)
- Le Potamot crépu (*Potamogeton crispus*)
- L'Elodée du Canada (*Elodea canadensis*)

Certaines espèces, plus rares ont également été repérées sur le site :

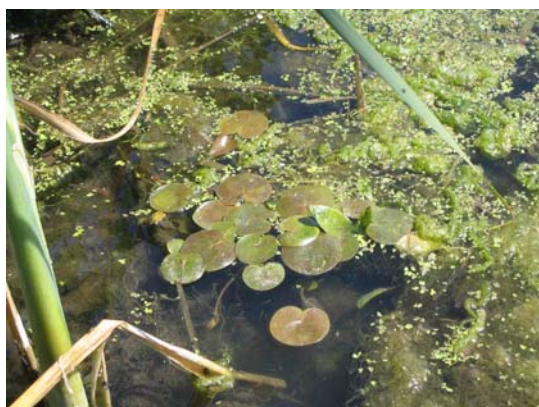


Figure n°7. ***Hydrocharis morsusranae***

- Le Petit Nénuphar (*Hydrocharis morsusranae*) : Cette espèce présente des feuilles flottantes dont la face intérieure est rougeâtre. Elle se développe dans les eaux méso-eutrophes à eutrophes, stagnantes ou faiblement courantes. Assez rare dans le bassin Artois-Picardie, elle a été remarquée plusieurs fois dans les Hortillonnages par petites taches.

- La Grande Naiade (*Najas marina*) : Cette espèce est très rare dans la région picarde. Elle se distingue de *Najas minor* par ses feuilles plus larges pourvues de dents presque épineuses, à face dorsale portant quelques aiguillons. Elle se développe dans des eaux soumises à une agitation régulière, méso-eutrophes à eutrophes. Cette espèce a été rencontrée sur de nombreux fossés des Hortillonnages.



Figure n°8. *Potamogeton natans*

- Le Potamot nageant (*Potamogeton natans*) : Cette espèce est reconnaissable à ses feuilles flottantes à limbes épais, large de 2 à 5 cm. Rare dans le bassin Artois-Picardie, elle croît dans des eaux stagnantes méso-eutrophes. Cette espèce est très peu présente dans les Hortillonnages, seules deux ou trois stations ont été relevées.

- La Renoncule divariquée (*Ranunculus circinatus*) : Cette espèce se développe dans des eaux calmes et eutrophes. Son limbe foliaire à contour circulaire est formé de lanières courtes étalées dans un seul plan. Ses fleurs, blanches à cœur jaune, sont petites, avec des pétales à nectaire en forme de croissant. Assez rare dans la région, cette espèce est en régression. Elle est présente dans de nombreux fossés des Hortillonnages.



Figure n°9. *Azolla fimbiculoides*

- L'Azolla (*Azolla fimbiculoides*) : Cette petite fougère forme des flaques rouges à la surface de l'eau. Légèrement surélevée au dessus du niveau de l'eau, ses feuilles sont étroitement imbriquées sur 2 rangs. Elle est caractéristique des eaux eutrophes très minéralisées. C'est une espèce aquatique rare sur le bassin artois-picardie.

Les zones où ces espèces ont été rencontrées sont signalées par un losange vert sur la carte des enjeux et contraintes (Voir II.5. Bilan de l'état initial : Carte des enjeux et contraintes). La présence

de la Renoncule divariquée n'a pas été retenue pour justifier d'une sensibilité particulière, dans la mesure où cette espèce a été rencontrée sur de très nombreux fossés.

○ Le problème de la Jussie



Figure n°10. *Jussie*

La Jussie (*Ludwigia grandiflora*) est classée parmi les plantes les plus envahissantes des milieux aquatiques français. Originaires d'Amérique du Sud, elles ont été introduites en France en 1830 et se développent dans les milieux humides stagnants ou à faible courant et ensoleillés : étangs, marais, cours d'eau, canaux et prairies humides.

Elle commence généralement par s'implanter sur les berges en pente douce qui lui sont favorables, puis elle colonise l'ensemble du lit. Mais la Jussie n'est pas une espèce très exigeante et elle s'adapte remarquablement bien dans de nombreux endroits (Legrand C., 2002). Les tiges peuvent s'implanter jusqu'à 3 mètres de profondeur. La rapidité de la colonisation peut être impressionnante, comme en témoignent ces photos prises dans les Hortillonnages à deux mois d'intervalle (cf figure n°11).



Secteur 14, Fossé 22 – Juin 2005



Secteur 14, Fossé 22 – Août 2005

Figure n°11. *Colonisation d'une étendue d'eau par la Jussie dans les Hortillonnages*

D'un point de vue écologique, la Jussie entre en compétition avec la flore locale (les myriophylles, les potamots ou les nénuphars), entraînant une perte de diversité floristique. Lorsque les herbiers sont denses, ils peuvent modifier localement les caractéristiques physico-chimiques des eaux. Leur

dégradation peut notamment entraîner une chute du taux d'oxygène dissous et de pH, limitant la vie animale des milieux aquatiques (Dutartre A., 2002).

La Jussie produit une quantité importante de litière qui s'accumule, accélérant le comblement du milieu. Ce phénomène est accentué par le fait que ces herbiers freinent les flux hydrauliques et jouent un rôle de filtre qui provoque une accumulation de matière organique.

Ces herbiers limitent également les possibilités de déplacement de certains animaux aquatiques et diminuent les ressources alimentaires pour les espèces phytophages.

Les activités humaines sont elles aussi affectées par la prolifération de cette plante. Elle fait obstacle à la circulation de l'eau, entravant la gestion hydraulique. Elle peut boucher les prises d'eau agricoles et gêner l'entretien des canaux de drainage. Les herbiers denses gênent la circulation des embarcations, portant atteinte au tourisme, aux activités de pêche et d'autres loisirs. Enfin, cette plante constitue une charge d'entretien supplémentaire pour les propriétaires des espaces colonisés par cette espèce (Legrand C., 2002).

L'entretien régulier des fossés est une mesure indispensable pour limiter l'implantation de la Jussie. En cas de contamination, l'arrachage manuel ou mécanique peuvent être préconisés en prenant certaines précautions pour éviter la dissémination de boutures (mise en place de filets, récupération des fragments de végétaux...).

La Jussie a été observée pour la première fois en 1991 dans les Hortillonnages d'Amiens (CR Picardie et CBN Bailleul, 2004). Lors des prospections, elle a été repérée dans plusieurs fossés et plans d'eau, exclusivement dans la partie Ouest des Hortillonnages, en rive droite de la Somme. Sa présence doit être prise en compte pour les interventions de curage, car elle doit être éliminée avec précautions. Les zones envahies par la Jussie sont signalées par une étoile jaune sur la carte des enjeux et contraintes (Voir II.5. Bilan de l'état initial : Carte des enjeux et contraintes).

II.5. Bilan de l'état initial : Carte des enjeux et contraintes

Dans l'objectif de synthétiser les données recueillies au cours de cet état initial, une carte des enjeux et contraintes qui pèsent sur les hortillonnages a finalement été établie (Carte n°6).

Les principaux enjeux recensés à ce niveau de l'étude sont les suivants :

- Etat du réseau de fossé

- Sensibilité piscicole (zones de frayère, alevins...)
- Sensibilité des berges (végétation héliophytique importante, caricaie...)
- Végétation aquatique sensible (*Hydrocharis morsusraeanae*, *Najas marina*, *Potamogeton natans*, *Azolla fimiculoides*)

Les principales contraintes à prendre en compte pour les opérations de curage sont les suivantes :

- Qualité des sédiments
- Présence de jussie
- Encombres et branchages envahissants

Carte n°6 :
Enjeux et Contraintes

Enjeux

- ◆ Sensibilité des berges, roselière
- ◆ Enjeu piscicole
- ◆ Végétation aquatique sensible

Contraintes

- Dépassement de la norme "sol" pour deux métaux
- Dépassement de la norme "sol" pour un métal
- ★ Encombres et branchages
- ★ Jussie
- Fossés privés
- Plans d'eau
- Limites des secteurs

III. Définition du programme de curage

III.1. Présentation générale

A partir des données collectées lors du diagnostic de l'état initial, les zones à curer en priorité sont déterminées suivant une hiérarchisation des enjeux.

L'élaboration du programme de curage comprend la proposition de trois scénarios d'intervention, le choix d'une technique adaptée, l'évaluation des possibilités de devenir des boues et l'évaluation des impacts. Les éléments fournis doivent permettre au comité de pilotage de choisir la solution la plus adaptée à ses attentes et au budget de la collectivité.

III.2. Hiérarchisation des priorités d'intervention

III.2.1. Définition des priorités d'intervention

La mise en œuvre d'une vaste opération de curage du réseau de fossés privés des Hortillonnages répond à différents enjeux, comme nous l'avons vu dans la partie I.3.3. « Les enjeux d'un bon entretien ».

Afin de déterminer les secteurs à curer en priorité, plusieurs objectifs à atteindre ont été définis et hiérarchisés :

1-Objectif « hydraulique » : Rétablir un bon écoulement des eaux au sein des Hortillonnages, notamment pour réduire les impacts de crues éventuelles.

Pour atteindre cet objectif, la priorité est de maintenir ou restaurer les grands axes de circulation des eaux, puis les axes moins importants. Le curage des fossés qui n'ont aucun rôle de connexion hydraulique ne présente pas un intérêt essentiel pour répondre à cet objectif.

2-Objectif « usages » : Permettre la circulation des embarcations dans les fossés et plans d'eau.

Pour répondre à cet objectif, tous les fossés qui présentent un certain degré d'envasement pourraient être curés. Mais la priorité sera accordée aux fossés qui disposent d'une entrée et d'une sortie, c'est à dire les fossés qui ne sont pas en impasse.

Remarque : la pêche n'a pas été retenue comme objectif pour les usages, car il a été remarqué sur le terrain, que les propriétaires désireux d'exercer cette activité assureraient eux-mêmes le curage de leurs plans d'eau à une hauteur d'eau suffisante.

3-Objectif « écologique » : Préserver et maintenir un écosystème riche et original en bon état.

Sans entretien, l'envasement des fossés et plans d'eau conduit inévitablement à leur comblement, et donc à la perte de la faune et de la flore liées au milieu. Le curage permet de maintenir les voies d'eau en état, mais n'est pas non plus sans impact sur l'environnement. L'objectif « écologique » rentre donc autant dans les enjeux du curage que dans les contraintes d'intervention. C'est un paramètre à prendre en compte de façon transversale, tout au long du projet.

4-Objectif « patrimoine » : Conserver l'intégrité du site des Hortillonnages pour préserver son caractère pittoresque.

Cet objectif implique de préserver ou restaurer le réseau de fossés de la façon la plus complète possible.

Pour répondre à tout ou partie de ces objectifs, plusieurs scénarios d'intervention sont proposés.

III.2.2. Définition de trois scénarios d'intervention pour les fossés

III.2.2.1. Scénario 1 – « Préserver le réseau fonctionnel existant »

Objectifs retenus : « hydraulique », « usages »

Principe du scénario

Ce premier scénario répond au besoin d'une intervention minimale de curage de certains fossés privés pour protéger les fonctionnalités existantes. Ce programme favorise donc le maintien des usages actuels du site, sans chercher à élargir ou restaurer une plus grande fonctionnalité du réseau de fossés. Cette hypothèse exclut du programme de curage tous les fossés dont le degré d'envasement est trop avancé (hauteur d'eau inférieure à 30cm) ainsi que tous les fossés qui ne jouent aucun rôle de connexion hydraulique (fossés en impasse), conduisant à l'abandon de certains secteurs.

La politique d'intervention serait donc de restaurer une hauteur d'eau d'environ 80cm dans tous les fossés actuellement fonctionnels, dont la situation vis-à-vis de l'envasement pourrait devenir critique à court terme, c'est à dire dont la hauteur d'eau est comprise entre 30 et 50cm.

Critères techniques d'intervention

La sélection des fossés à curer est effectuée suivant la méthode suivante :

- Tous les fossés qui comprennent un tronçon dont la hauteur d'eau est comprise entre 30 et 50cm sont retenus dans un premier temps.
- Parmi ces fossés, sont exclus :
 - Les fossés qui n'assurent aucune connexion hydraulique (fossés « bras morts » ou en impasse)
 - Les fossés dont la largeur est inférieure à 2m

III.2.2.2. Scénario 2 – « Préserver le réseau fonctionnel existant et restaurer les fonctionnalités potentielles »

Objectifs retenus : « hydraulique », « usages », « écologique »

Principe du scénario

Ce scénario vise à maintenir en état le réseau fonctionnel des Hortillonnages (reprise du scénario 1) et à restaurer le réseau de fossés en cours de comblement, afin de retrouver une plus grande fonctionnalité pour la circulation des eaux et des embarcations. Les fossés qui ne jouent aucun rôle de connexion hydraulique ne sont pas retenus dans ce scénario. Certains secteurs sont donc une fois encore écartés du programme de curage.

Il est donc proposé de restaurer une hauteur d'eau de 80cm sur les fossés circulants, dont la hauteur d'eau actuelle est inférieure à 50cm.

Critères techniques d'intervention

La sélection des fossés à curer est effectuée suivant la méthode suivante :

- Tous les fossés qui comprennent un tronçon dont la hauteur d'eau est inférieure à 50cm sont retenus dans un premier temps. (fossés humides exclus)
- Parmi ces fossés, sont exclus ceux qui n'assurent aucune connexion hydraulique (fossés « bras morts » ou en impasse)

III.2.2.3. Scénario 3 – « Préserver et restaurer l'ensemble du maillage typique des Hortillonnages »

Objectifs retenus : « hydraulique », « usages », « écologique », « patrimonial »

Principe du scénario

Ce scénario répond aux mêmes objectifs que le scénario 2 concernant les paramètres de circulation hydraulique et d'usage, mais des exigences patrimoniales sont ajoutées. Il convient donc de maintenir l'intégrité du site, sa valeur historique et son caractère pittoresque, en intervenant sur l'ensemble des fossés des Hortillonnages, pour éviter l'abandon de certains secteurs. Le curage des fossés humides est donc inclus dans ce scénario, permettant de regagner des fossés en voie de comblement.

Ce programme propose de restaurer une hauteur d'eau fonctionnelle de 80cm sur tous les fossés, y compris les impasses et les fossés humides, qui présentent une hauteur d'eau inférieure à 50cm.

Critères techniques d'intervention

Tous les fossés qui comprennent un tronçon dont la hauteur d'eau est inférieure à 50cm, ainsi que les fossés humides sont retenus pour ce programme de curage.

III.2.3. Définition de trois scénarios d'intervention pour les plans d'eau

L'objectif défini pour les plans d'eau retenu est de rétablir une hauteur fonctionnelle de 1m. Toutefois, dans le souci de proposer aux élus différents degrés d'investissement financier, trois enjeux d'intervention ont été définis et hiérarchisés par ordre de priorité.

1 - Enjeu hydraulique

Certains plans d'eau reçoivent directement les eaux de la Somme, de l'Avre, ou de rieux publics pour lesquels la vitesse d'écoulement est importante. Lorsque ces eaux pénètrent dans les plans d'eau, plus larges, la vitesse d'écoulement chute et les particules en suspension sédimentent. Ces plans d'eau jouent un véritable rôle de « décanteur », permettant une décharge en sédiments importante des eaux qui pénètrent dans le site des Hortillonnages. Il a donc été jugé prioritaire de curer ces secteurs d'accumulation, afin que les plans d'eau puissent retrouver leur pleine fonctionnalité de « pièges à vase ».

2 - Enjeu de circulation des usagers

Certaines zones d'envasement gênent la circulation des usagers, notamment autour des îlots. Le curage de ces bouchons vaseux intervient en deuxième ordre de priorité.

3 - Enjeu écologique et patrimonial

De nombreux «diverticules» ou « encoches » constituent des zones d'accumulation préférentielle, qui se comblent progressivement. De même, certains petits plans d'eau, ne disposant que d'une connexion hydraulique sont en voie de comblement. Afin de préserver ces milieux en eau, l'opération de curage est indispensable.

Cet enjeu intervient en troisième ordre de priorité.

A ces trois enjeux correspondent trois niveaux d'intervention :

Scénario 1 : enjeu hydraulique

Scénario 2 : enjeu hydraulique + enjeu de circulation des usagers

Scénario 3 : enjeu hydraulique + enjeu de circulation des usagers + enjeu écologique et patrimonial

Pour chaque plan d'eau, les zones à curer ont été classées par niveau en fonction des enjeux d'intervention (Annexe 8). Dans certains cas particuliers, d'autres critères que ceux définis précédemment ont été pris en compte dans le classement par scénario (importance particulière de l'usage, enjeu écologique important...).

III.2.4. Contraintes liées aux secteurs d'intervention

Selon les scénarios d'intervention, différents secteurs sont concernés à des degrés différents par le programme de curage proposé.

Une carte représentant la répartition de ces enjeux et contraintes concernés par les opérations de curage a été établie pour chaque scénario (Carte n°7, 8 et 9)

On peut observer sur ces cartes, que les différents enjeux et contraintes sont concernés à des degrés différents. Pour synthétiser ces informations, on peut considérer le tableau suivant :

Carte n°7 : Scénario 1
Localisation des secteurs à curer
Enjeux et Contraintes d'intervention

Enjeux

- ◆ Sensibilité des berges, roselière
- ◆ Enjeu piscicole
- ◆ Végétation aquatique sensible

Contraintes

- Dépassement de la norme "sol" pour deux métaux
- Dépassement de la norme "sol" pour un métal
- ★ Encombres et branchages
- ★ Jussie
- Fossés concernés par le scénario 1
- Fossés dont la hauteur d'eau est supérieure à 50 cm
- Autres fossés
- Plans d'eau
- Limites des secteurs

Carte n°8 : Scénario 2
Localisation des secteurs à curer
Enjeux et Contraintes d'intervention

Enjeux

- ◆ Sensibilité des berges, roselière
- ◆ Enjeu piscicole
- ◆ Végétation aquatique sensible

Contraintes

- Dépassement de la norme "sol" pour deux métaux
- Dépassement de la norme "sol" pour un métal
- ★ Encombres et branchages
- ★ Jussie
- Fossés concernés par le scénario 2
- Fossés dont la hauteur d'eau est supérieure à 50 cm
- Autres fossés
- Plans d'eau
- Limites des secteurs

Carte n°9 : Scénario 3
Localisation des secteurs à curer
Enjeux et Contraintes d'intervention

Enjeux

- ◆ Sensibilité des berges, roselière
- ◆ Enjeu piscicole
- ◆ Végétation aquatique sensible

Contraintes

- Dépassement de la norme "sol" pour deux métaux
- Dépassement de la norme "sol" pour un métal
- ★ Encombres et branchages
- ★ Jussie
- Fossés concernés par le scénario 3
- Fossés dont la hauteur d'eau est supérieure à 50 cm
- Autres fossés
- Plans d'eau
- Limites des secteurs

Tableau n°11. Enjeux et Contraintes d'intervention en fonction des différents scénarios

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Enjeux	- Enjeu piscicole ★ - Sensibilité des berges - Végétation aquatique sensible ★	- Enjeu piscicole ★ - Sensibilité des berges - Végétation aquatique sensible ★	- Enjeu piscicole ★★ - Sensibilité des berges ★★★ - Végétation aquatique sensible ★★
Contraintes	- Qualité sédiments ★ - Jussie ★ - Végétation ★	- Qualité sédiments ★ - Jussie ★★ - Végétation ★★	- Qualité sédiments ★★ - Jussie ★★★ - Végétation ★★

★ notable
★★ important
★★★ très important

III.3. Cubage des sédiments à extraire

III.3.1. Méthode

Les données concernant la hauteur des sédiments dans les fossés et plans d'eau ont été acquises lors de la première campagne de terrain, par nivellement (Cf II.3.1.1. Bathymétrie par nivellement).

III.3.1.1. Cubage des sédiments à extraire des fossés

Pour les fossés, la hauteur de sédiments à extraire est calculée de façon à obtenir une hauteur d'eau de 80cm, si la profondeur du fond dur le permet.

La détermination du volume de sédiments se fait par extrapolation entre deux profils de mesures :

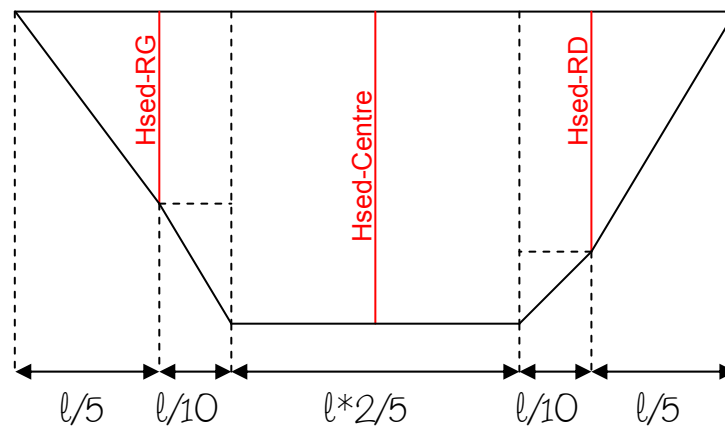
$$V = S * L$$

S = Section envasée (en m²)

L = distance entre deux profils de mesure (en m)

V = Volume de sédiments à extraire (en m³)

La section envasée est assimilée à un polygone de la forme suivante (cf figure n°12) :



Hsed-RG = Hauteur de sédiments rive gauche

Hsed-Centre = Hauteur de sédiments au centre

Hsed-RD = Hauteur de sédiments rive droite

l = largeur du fossé

Figure n°12. Calcul de la section envasée

Les calculs ont été effectués sous excel.

III.3.1.2. Cubage des sédiments à extraire des plans d'eau

Les zones à curer sont identifiées à partir de la cartographie des hauteurs d'eau. Pour chaque zone, la hauteur d'eau moyenne est estimée et les surfaces à curer sont calculées automatiquement sous Mapinfo.

Pour les plans d'eau, la hauteur de sédiments à extraire est calculée de façon à obtenir une hauteur d'eau de 100 cm.

Le calcul du volume a donc été effectué suivant la formule suivante :

$$V = S \cdot (100 - \text{Heau})$$

V = Volume de sédiments à extraire

S = Surface de la zone à curer

Heau = Hauteur d'eau moyenne de la zone à curer

III.3.2. Résultats

Fossés

Les résultats obtenus en fonction des différents scénarios de curage figurent dans le tableau suivant.

Tableau n°12. Cubage des sédiments à extraire des fossés en fonction des différents scénarios

	Nombre de fossés à curer	Linéaire de fossés à curer (m)	Volume des sédiments à extraire (m ³)
Scénario 1	84	8700 m	6537 m ³
Scénario 2	114	14010 m	10058 m ³
Scénario 3	159	21864 m	16598 m ³

Plans d'eau

Le volume de sédiments à curer a été détaillé pour chaque plan d'eau, en fonction des zones à curer selon les différents niveaux d'intervention retenus (Annexe8).

Sur l'ensemble du site, les volumes calculés sont les suivants :

Tableau n°13. Cubage des sédiments à extraire des plans d'eau

	Volume des sédiments à extraire (m ³)
Scénario 1	18338 m ³
Scénario 2	30693 m ³
Scénario 3	46172 m ³

III.4. Choix d'un mode de curage

III.4.1. Techniques existantes

Il existe deux techniques traditionnelles de curage : mécanique et hydraulique.

III.4.1.1. Curage mécanique

Cette technique est employée dans la plupart des cas pour l'extraction de matériaux graveleux et non contaminés, à l'aide d'engins à godets qui opèrent soit depuis les berges (pelle mécanique), soit depuis la surface (pelle sur pontons, dragues à godets...). Ce type de curage est à éviter pour des sédiments organiques fins ou contaminés, car le mouvement du godet peut causer une grande

remobilisation des sédiments en place, ainsi que des polluants. Il est également à éviter dans un site sensible et en eau courante, car un transfert vers l'aval des matériaux fins est possible.

III.4.1.2. Curage hydraulique

Cette technique consiste en une aspiration d'un mélange d'eau et de sédiments par une drague suceuse. Ce type de curage ne perturbe que très peu la qualité de l'eau (faible remise en suspension des sédiments), et peut donc être utilisé dans un milieu sensible. Par contre, de grands volumes d'eau sont extraits avec les sédiments (un volume de sédiments pour trois volumes d'eau), il faut donc prévoir une zone de décantation en aval de l'extraction et un dispositif de rejet des eaux.

III.4.2. Contraintes techniques d'intervention dans les Hortillonnages

Dans les Hortillonnages d'Amiens, plusieurs types de contraintes entrent en jeu dans le choix de la technique de curage.

L'accès aux fossés

L'utilisation d'une pelle mécanique en berge n'est possible que sur les fossés périphériques, en liaison avec les accès routiers. L'utilisation d'une pelle mécanique sur les autres fossés n'est réalisable qu'à condition que la pelle mécanique soit transportable sur une barge, jusqu'au fossé souhaité. La mise en œuvre de cette technique peut donc s'avérer complexe sur de nombreux fossés.

La largeur et la profondeur des fossés

Pour l'utilisation d'une pelle sur ponton, la largeur et la profondeur du fossé peuvent être des facteurs limitants pour l'accès de l'engin. Certains fossés ont une largeur inférieure à 2m et seront donc difficilement accessibles avec ce type d'engins.

L'envahissement de la végétation arborée et les encombres

Certains fossés sont impraticables du fait de l'envahissement de la végétation arborée et de la présence d'encombres. Une intervention de bûcheronnage peut s'avérer nécessaire sur certains fossés avant l'opération de curage.

III.4.3. Choix d'une technique adaptée et évaluation des coûts

Au vu des importants volumes d'eau extraits avec les sédiments par curage hydraulique, l'utilisation de cette technique n'est pas envisageable. Il serait en effet très difficile de trouver une zone de dépôt sur le site.

Au vu des contraintes d'accès aux fossés, la technique la plus adaptée pour une intervention dans les Hortillonnages est la pelle sur ponton.

Toutefois, dans certains fossés trop étroits, il pourra être utilisé une pelle mécanique depuis la berge.

Le coût d'une opération de curage par l'une ou l'autre de ces techniques est de 8 euros/m³ (*coût pratiqué par l'association de sauvegarde des Hortillonnages d'Amiens*).

Pour les différents scénarios présentés, on obtient donc les coûts suivants :

Tableau n°14. Coûts d'intervention en fonction des différents scénarios

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Fossés	53 000 euros	80 500 euros	132 900 euros
Plans d'eau	146 700 euros	245 500 euros	369 400 euros

III.5. Devenir des boues

III.5.1. Les techniques existantes

Le régalage sur berge

Le régalage des sédiments de curage consiste à déposer les sédiments sous la forme d'une bande de 5 à 10 m de large et de 10 à 30 cm d'épaisseur.

Les principaux inconvénients de la mise en cordon des sédiments le long des cours d'eau sont :

- Création d'un cordon de curage riche en azote et provoquant en outre une mauvaise évacuation des eaux de ruissellement.
- Le régalage entraîne la création d'un néosol le long du cours d'eau.

L'épandage

Les sédiments sont épandus sur des parcelles agricoles sur une épaisseur variant de 1 cm à 5 cm, en fonction de la nature du sol. La valeur agronomique du sédiment intervient fortement dans cette

filière. Dans le cas d'un recyclage des sédiments sur les terres agricoles, un plan d'épandage peut être mis en place.

Le principal inconvénient de cette filière est la nécessité d'exporter les boues sur un autre site, ce qui implique des coûts supplémentaires de transport.

La mise en dépôt

- Simple

Ce type de dépôt peut consister en un bassin creusé à même la terre sans étanchéité particulière. Ce site doit être situé dans une zone non inondable, facile d'accès et le plus proche possible du site à curer pour simplifier le transport des sédiments extraits.

Le projet de mise en dépôt doit être complété par une étude de l'usage futur du site (projet aménagement paysager, utilisation future du site).

Si aucune zone dépôt n'est trouvée aux abords du site de curage, la mise en dépôt inclut des coûts de transports.

- confiné

Cette solution correspond au stockage des boues sur un site étanche et imperméable (couverture argileuse et géomembrane, système de drainage pour récupérer les lixiviats pollués). Après exploitation, les sites doivent être réaménagés (travaux paysagers) et soumis à contrôle.

Les coûts de ce type de mise en dépôt sont plus importants et incluent nécessairement des frais de transport.

- en décharge

Les sédiments extraits par dragage peuvent être déposés en décharge de classe 1 et de classe 2 :

- La mise en décharge de classe 1 : Cette mise en décharge est réglementée par l'arrêté du 18/12/92 modifiée par l'arrêté du 18/12/94. Les sédiments extraits par curage n'apparaissent pas dans la classification de déchets acceptables par ce type de décharge (A, B, C).
- La mise en décharge de classe 2 : Les sédiments extraits n'apparaissent pas non plus dans la classification officielle. Leur acceptation est soumise à autorisation par les autorités de tutelle (DRIRE, ...) en fournissant une caractérisation détaillée du déchet concerné : teneur en métaux lourds, teneur en hydrocarbures, siccité, volumes à traiter.

La mise en décharge implique des coûts de mise en dépôt et des coûts de transport.

Le réemploi des sédiments

Les sédiments extraits peuvent être utilisés à des fins diverses :

- Pour la confection de remblais,
- Pour des aménagements paysagers,
- Pour la production de matériaux,
- Remblaiement de carrière,
- Pour la stabilisation ou la fertilisation des sols.
- Pour la régénération de terrains.

Le choix de toute affectation doit être fondé sur une étude permettant d'identifier les meilleures solutions techniques possibles, économiquement réalistes et les risques pour le milieu naturel et pour l'homme.

Ce réemploi est autorisé lorsque les sédiments sont réutilisés par le propriétaire. Lorsque ceux ci sont utilisés et que le volume est supérieur à 2 000 tonnes, ils sont soumis à la réglementation carrière (rubrique 2510 de la circulaire du 23 juin 1994). Cette utilisation est donc soumise à autorisation au titre des installations classées.

Le traitement des produits de curage

Il existe plusieurs types de traitement (issus de la technologie du traitement des sols). Ces opérations sont généralement réalisées sur des aires étanches aménagées et font l'objet d'une surveillance particulière de la part des services préfectoraux. Le traitement des sédiments extraits n'est pas étudié dans les études de risques, puisqu'il s'agit là d'un risque industriel. Seul le risque résiduel du sédiment traité en fonction de sa réutilisation pourra être défini.

Les coûts de traitement peuvent être très élevés et peuvent multiplier par dix le coût de l'opération de curage. Ils impliquent par ailleurs des frais de transport.

L'incinération

Les sédiments doivent être analysés avant d'être incinérés de manière à évaluer leur aptitude à l'incinération en particulier vis à vis des teneurs en éléments indésirables (soufre, métaux,...).

Cette voie d'élimination engendre également un coût important.

III.5.2. Les techniques adaptées au programme de curage

En fonction de la voie choisie pour le devenir des boues, le coût de l'ensemble de l'opération de curage (extraction, transport, élimination) peut être multiplié par dix. L'évaluation des différentes possibilités en fonction des contraintes techniques d'intervention sur le site et surtout en fonction de la qualité des sédiments, doit permettre de proposer les solutions économiquement viables et respectueuses de l'environnement.

Dans le site des Hortillonnages, la pratique traditionnellement employée est celle du régalage sur berge. Autrefois, les maraîchers assuraient eux-mêmes le curage des fossés, remontaient la vase extraite sur leurs terres et la plaquaient contre les berges.

Le régalage sur berge est évidemment la technique la plus simple et la moins coûteuse pour le devenir des boues, mais dans le cadre d'une opération de grande ampleur menée par la collectivité, la prise en compte des critères de qualité des sédiments est indispensable.

En l'occurrence, les valeurs généralement retenues par les services instructeurs pour autoriser le régalage sur berges sont les valeurs « sol » de l'arrêté du 8 janvier 1998. Pour s'affranchir des problèmes de pollution relatifs aux métaux lourds, on ne peut que recommander d'éviter de déposer, sans précautions, des sédiments dépassant nettement ces valeurs.

Or d'après les analyses effectuées en août 2005, huit stations sur vingt-cinq présentent des teneurs supérieures à ces seuils pour au moins un métal (cf partie II.4.1. Qualité des sédiments), mais certains de ces dépassement restent légers (1,1 à 1,4 fois la valeur « sols » pour trois sites). En fonction du degré de contamination de ces stations, des analyses complémentaires pourront donc être demandées avant toute intervention de curage, et pour les plus contaminées, le régalage sur berge ne pourra pas être envisageable.

Notamment, les stations 5 et 14 situées à proximité directe d'importants rejets pluviaux et d'eaux usées présentent une pollution très importante en plomb (2,7 à 3,7 fois la valeur « sol ») et en zinc (1,8 à 2 fois la valeur « sol »), traduit par des indices polymétalliques élevés (427,4 et 437,7) classant les sédiments comme étant « fortement contaminés ». Sur ces deux sites, il n'est pas envisageable de régaler les sédiments sur berge. Le mélange des sédiments avec des sédiments non contaminés avant une mise en dépôt peut éventuellement être envisagé. Dans tous les cas, des analyses supplémentaires devront être engagées pour mesurer l'étendue de la zone polluée.

Il est également envisageable d'utiliser ces sédiments pour l'épandage agricole, dans la mesure où aucune teneur en métaux lourds ne dépasse la valeur « boue » de l'arrêté du 8 janvier 1998. En effet, contrairement au régalaie sur berges, l'épandage agricole ne conduit pas à la formation d'un « néosol », puisque les apports en sédiments sont limités, strictement quantifiés en fonction de la surface et le plus souvent mélangés au sol en place. Les quantités de polluants ainsi ajoutées sont très nettement « diluées » et ne posent pas de problème majeur.

Enfin, la mise en décharge ou la mise en dépôt confiné pourraient être les derniers recours en cas de contamination trop importante, mais les coûts supplémentaires engendrés pourraient être dissuasifs. Les autres voies possibles engendreraient des coûts trop importants par rapport aux opérations de curage.

Par ailleurs, outre le critère de qualité des sédiments, le critère de la sensibilité des berges doit également être pris en compte pour le régalaie. En effet, les teneurs en métaux lourds peuvent être limitantes, et les teneurs en azote et phosphore peuvent également modifier les peuplements végétaux. Par exemple, des espèces nitrophiles telles que les orties peuvent banaliser une flore beaucoup plus intéressante (DIREN Picardie, 1996). Les berges présentant une flore particulière seront signalées par la société ECOSPHERE, chargée de l'étude faune-flore et Natura 2000 du site des Hortillonnages.

Pour synthétiser, on peut considérer le tableau suivant :

Tableau n°15. Voies possibles pour le devenir des boues

		Berges sensibles	Berges non sensibles
Sédiments non contaminés		Régalaie sur des berges voisines Mise en dépôt sur un site non sensible	Régalaie en berge
Sédiments contaminés	Dépassant légèrement une ou plusieurs valeurs « sol » de l'arrêté du 8 janvier 1998	Mise en dépôt sur un site non sensible avec ou sans mélange de sédiments (selon les analyses complémentaires)	Régalaie en berge (si les analyses complémentaires le permettent) Mélange de sédiments et mise en dépôt
	Dépassant largement une ou plusieurs valeurs « sol » de l'arrêté du 8 janvier 1998	Mélange de sédiments et mise en dépôt sur un site non sensible (selon les analyses complémentaires) Epandage agricole selon les normes d'apport maximal Evacuation et mise en décharge ou mise en dépôt confiné	

III.6. Impacts potentiels

Lors d'une opération de curage, les sédiments subissent de nombreuses transformations pouvant modifier leurs caractéristiques et leurs comportements. Ce type d'intervention peut avoir un impact direct sur l'environnement par la remise en suspension de ces sédiments, ou la perte, l'altération ou la modification d'habitats aquatiques (Agence de l'eau Artois-Picardie, Méthodes de gestion et de réutilisation des sédiments pollués).

III.6.1. Impact paysager

Au cours de la réalisation des travaux, le paysage sera temporairement modifié. La présence des engins de chantier apportera une nuisance visuelle et sonore évidente.

L'importance de cet impact est évaluée en fonction des vues ouvertes sur le chantier. On distingue deux types de vues : les vues statiques et les vues dynamiques.

- La vue statique correspond à un paysage que l'on peut voir tous les jours, d'un point fixe. Par exemple, les propriétaires de maisons en bordure des Hortillonnages disposent de certaines vues statiques sur le site depuis leurs fenêtres.
- La vue dynamique correspond à un paysage que l'on peut voir d'une route par exemple.

La mise en place d'un chantier sur une zone ouverte à ces vues présente un impact paysager conséquent

Toutefois, les opérations de curage des Hortillonnages présentent la particularité d'être divisées en de multiples petits chantiers, qui se succéderont dans le temps. Ainsi, chaque chantier ne durera qu'un temps limité (quelques jours au plus). L'impact paysager dû aux travaux ne sera donc que limité.

Après les travaux, la présence du merlon de boues de curage le long des rives est, en théorie, le seul témoin du déroulement des travaux. Ces boues peuvent présenter une certaine nuisance visuelle. Mais les riverains étant chargés de les étaler sur leur terrain, cet impact ne devrait, en principe, pas être durable.

D'autres modifications du paysage, annexes aux travaux de curage peuvent survenir : élagage des arbres, enlèvement d'embâcles. Toutefois, ces éléments ne devraient pas constituer d'impact visuel négatif.

III.6.2. Impacts sur les berges

L'impact des opérations de curage sur les berges, pendant les travaux, est intimement lié au choix de la technique de curage et de la voie de devenir des boues.

D'une façon générale, le curage d'un fossé ou plan d'eau implique un impact en pied de berge. Il est important de ne pas curer excessivement en pied de berge, afin de ne pas déstabiliser celle-ci.

Dans le cas d'un curage par pelle mécanique sur ponton, la berge ne subit pas d'autre atteinte que celle citée précédemment.

Par contre, dans le cas d'un curage par pelle mécanique depuis la berge, les impacts peuvent être importants. Il peut être nécessaire de défricher les berges pour permettre l'accès des engins, portant atteinte à la flore. De plus, les passages répétés des engins sont susceptibles de déstabiliser les berges.

Les impacts peuvent également être importants en cas de régalaage des boues sur les berges. En effet, en cas de présence d'une flore sensible, les pertes peuvent être importantes. Par ailleurs, l'apport de boues, souvent riches en azote, est susceptible de favoriser une végétation nitrophile au détriment des espèces présentes antérieurement. De plus, le régalaage de sédiments chargés en métaux lourds est à l'origine de phénomènes de phytotoxicité. Ils se traduisent par un jaunissement ou une croissance réduite de la végétation.

D'autre part, les berges de certaines parcelles sont bordées par des haies ou autres plantations. Le régalaage des boues sur celles-ci peut poser problème techniquement, mais aussi politiquement (désaccord du propriétaire).

III.6.3. Impacts sur le milieu aquatique

Le dragage remanie les sédiments et modifie les équilibres géochimiques. La remobilisation des contaminants, au cours des opérations de dragage, peut nuire à la qualité physico-chimique de l'eau et donc à l'écosystème. Même si l'impact d'un dragage peut paraître local et temporaire, les risques d'eutrophisation dus à une turbidité excessive et la présence de conditions hydrauliques (courant.) défavorables peuvent étendre ses effets bien au-delà de la zone concernée.

A titre d'exemple, la recolonisation par la végétation d'une zone draguée peut prendre plusieurs années et la remise en suspension de sédiments peut aboutir à la création de zones d'accumulation (potentiellement contaminées) en aval de la zone de dragage. (Agence de l'eau Artois-Picardie.)

La période de l'intervention est également à prendre en compte lors de la définition d'un programme de curage. En effet, une opération de curage doit préférentiellement être effectuée en dehors des périodes de reproduction de la faune et d'épanouissement de la flore. (Schneider).

Par ailleurs, des mesures compensatoires peuvent être prises pour compenser les dommages subis à l'environnement, en restaurant des frayères par exemple.

III.7. Synthèse des propositions

Afin de donner aux élus tous les éléments nécessaires à une prise de décision, les informations relatives aux différents scénarios ont été synthétisées dans le tableau suivant (tableau n°16).

Tableau n°16. Présentation des différents scénarios d'intervention

		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
	OBJECTIFS	Préserver le fonctionnel existant	Préserver le fonctionnel existant et restaurer les fonctionnalités potentielles	Préserver et restaurer l'ensemble du maillage typique des Hortillonnages
FOSSÉS	Objectifs techniques	Restaurer une hauteur d'eau fonctionnelle de 80 cm sur les fossés jouant un rôle hydraulique important	Restaurer une hauteur d'eau fonctionnelle de 80 cm sur les fossés jouant ou susceptibles de jouer un rôle hydraulique important	Restaurer une hauteur d'eau fonctionnelle de 80 cm sur tous les fossés dont la hauteur d'eau actuelle est inférieure à 50 cm.
	Enjeux retenus	- Circulation hydraulique - Usages	- Circulation hydraulique optimale - Usages	- Circulation hydraulique optimale - Usages - Patrimoine
	Critères techniques	- Hauteur d'eau 30 à 50cm - Largeur du fossé > 2m - Connexion hydraulique (fossés impasses exclus)	- Hauteur d'eau < 50 cm - Connexion hydraulique (fossés impasses exclus)	- Hauteur d'eau < 50 cm - Fossés humides
	Volume de sédiments à extraire	6 537 m³	10 058 m³	16 598 m³
	Coût	53 000 euros	80 500 euros	132 900 euros
PLANS D'EAU	Objectifs techniques	Rétablir une hauteur d'eau minimale de 1m pour : - Restaurer la fonctionnalité des pièges à vase	Rétablir une hauteur d'eau minimale de 1m pour : - Restaurer la fonctionnalité des pièges à vase - Rétablir la circulation des usagers	Rétablir une hauteur d'eau minimale de 1m pour : - Restaurer la fonctionnalité des pièges à vase - Rétablir la circulation des usagers - Préserver le patrimoine
	Volumes de sédiments à extraire	18 338 m³	30 693 m³	46 172 m³
	Coût	146 700 euros	245 500 euros	369 400 euros
	Techniques utilisées	Pelle sur ponton	Pelle sur ponton + Bras mécanique depuis la berge	Pelle sur ponton + Bras mécanique depuis la berge
	Enjeux écologiques	- Enjeu piscicole ★ - Sensibilité des berges - Végétation aquatique sensible ★	- Enjeu piscicole ★ - Sensibilité des berges - Végétation aquatique sensible ★	- Impact roselières ★★★ - Enjeu piscicole ★★ - Sensibilité des berges ★★★ - Végétation aquatique sensible ★★
	Contraintes	- Qualité sédiments ★ - Jussie ★ - Végétation ★	- Qualité sédiments ★ - Jussie ★★ - Végétation ★★	- Qualité sédiments ★★ - Jussie ★★★ - Végétation ★★

IV. Cadre réglementaire

IV.1. Obligation d'entretien et de curage des propriétaires privés

Les notions de « nature et propriété des cours d'eau » et de « responsabilité de curage » sont clairement définies dans la réglementation.

Le code de l'environnement précise que « les lits des cours d'eau non domaniaux appartiennent aux propriétaires des deux rives » (art. L215-2) et que « le propriétaire riverain est tenu à un curage régulier pour rétablir le cours d'eau dans sa largeur et sa profondeur naturelles » (art. L215-14).

Remarque : Aucune définition précise n'est apportée quant à la « largeur et la profondeur naturelles » du cours d'eau. Cette expression remplace la notion désuète de « vieux fonds-vieux bords », qui faisait référence à « l'état ancien » du cours d'eau, difficilement définissable. Mais, dans son utilisation pratique, le qualificatif de « naturel » ne s'avère pas réellement plus précis du fait de la forte anthropisation de la plupart de nos cours d'eau.

Le non-respect de ces obligations peut engager la responsabilité civile et pénale des propriétaires riverains des cours d'eau non domaniaux.

En effet, en cas de préjudice causé à un tiers (inondation, pollution des eaux...), le non-respect de ces obligations peut constituer une faute par négligence (art. 1383 du code civil) de nature à engager la responsabilité civile du propriétaire riverain.

La faute du propriétaire peut aussi être fondée en sa qualité de gardien des sédiments au vu de l'article 1384 du code civil qui institue une responsabilité « pour les choses que l'on a sous sa garde ».

La responsabilité sans faute pour « trouble anormal de voisinage » peut également être engagée.

La responsabilité pénale du propriétaire riverain peut être engagée sur le fondement de l'article L223-1 du code pénal qui réprime le fait d'exposer directement autrui à un risque immédiat de mort

ou de blessure par la violation manifestement délibérée d'une obligation de sécurité ou de prudence imposée par la loi, l'obligation d'entretien pouvant être considérée comme une obligation de sécurité destinée à prévenir par exemple un risque d'inondation.

IV.2. Légitimité de l'exécution des travaux par Amiens Métropole : Déclaration d'Intérêt Général

Selon l'article L151-36 du Code Rural, les départements, les communes ainsi que leurs groupements et les syndicats mixtes peuvent prescrire ou exécuter les travaux de curage lorsque leur caractère d'intérêt général ou d'urgence est reconnu.

La collectivité se substitue alors aux propriétaires privés pour diriger les opérations.

IV.2.1. Procédure

L'article L151-36 précise que ces collectivités définissent le programme de travaux à réaliser, comprenant la répartition des dépenses. Les bases générales de cette répartition sont fixées compte tenu de la mesure dans laquelle chacune a rendu les travaux nécessaires ou y trouve un intérêt (art L151-36 du Code Rural). Le programme définit, en outre, les modalités de l'entretien ou de l'exploitation des ouvrages qui peuvent être confiés à une association syndicale autorisée à créer.

Ce programme est soumis à enquête publique par le préfet, selon une procédure prévue par décret en Conseil d'Etat (n°93-1182 du 21 octobre 1993).

Le dossier d'enquête comprend : le plan indiquant la situation des ouvrages et le périmètre intéressé par les travaux, l'avant-projet accompagné d'une notice explicative, l'évaluation sommaire des dépenses par catégorie de travaux, un mémoire définissant les modalités prévues pour l'exploitation et l'entretien de l'aménagement, un projet d'arrêté et, s'il y a lieu, l'étude d'impact.

Lorsque la participation des intéressés aux dépenses est prévue, le dossier de l'enquête comprend en outre :

- un mémoire explicatif indiquant, par catégorie de travaux, la participation à la charge de l'organisme maître de l'ouvrage, les bases générales de répartition, les critères retenus pour faire participer les intéressés aux dites charges, les éléments de calcul utilisés
- l'état des propriétaires des parcelles du périmètre intéressé ainsi que des collectivités territoriales ou des personnes physiques ou morales appelées à participer aux dépenses.

Le caractère d'intérêt général ou d'urgence des travaux est prononcé par arrêté ministériel ou par arrêté préfectoral. Les délais de procédure sont en général de 6 à 8 mois.

Les dépenses relatives à la mise en oeuvre de cette procédure sont à la charge de la ou des collectivités qui en ont pris l'initiative.

IV.2.2. La réalisation des travaux

Après leur déclaration d'intérêt général, la réalisation des travaux est obligatoire, même s'il y a opposition de certains propriétaires à l'exécution des travaux sur leur fonds. Aucun texte ne fixe l'obligation d'obtenir une majorité de propriétaires acceptant le projet, mais en pratique il est important que celui-ci recueille une large approbation. En contrepartie, les propriétaires opposés aux travaux peuvent exiger l'acquisition de leurs parcelles par la collectivité réalisant l'opération, si la participation financière qui leur est demandée est supérieure au tiers de la valeur du fonds.

IV.2.3. Le financement

Le financement du projet est entièrement pris en charge par la collectivité locale concernée, qui en est le maître d'œuvre, mais qui peut récupérer une part des dépenses (généralement celle non couverte par les subventions) en appelant une contribution financière des propriétaires concernés. Cette contribution doit être proportionnelle à l'intérêt de chacun à l'opération (art L151-36 du Code Rural).

Ces contributions sont recouvrées par les comptables du Trésor comme en matière d'impôt direct (art L151-38 du Code Rural).

IV.2.4. Les travaux d'entretien

Après la réalisation des travaux par la collectivité, il est possible de transférer tout ou partie des travaux d'entretien à une association syndicale autorisée. Il est préférable que cela soit annoncé aux propriétaires dès le début de la procédure.

IV.3. Les Autorisations nécessaires

IV.3.1. Autorisation au titre de la Loi sur l'eau

La Loi sur l'eau n°92.3 du 3 janvier 1992 a instauré un régime d'Autorisation ou de Déclaration auquel sont susceptibles d'être soumis les installations, opérations, travaux ou activités ayant un impact sur l'eau (superficielle, souterraine, marine...) ou les milieux aquatiques.

Selon décret 93-743 du 29 mars 1993 relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application de l'article 10 de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, le projet relève de la rubrique 2.6.0 :

« En dehors des voies navigables, curage ou dragage des cours d'eau ou étangs, hors vieux fonds vieux bords, et à l'exclusion des dragages visés à la rubrique 3.4.0, le volume des boues ou matériaux retirés au cours d'une année étant :

Procédure

- supérieur ou égal à 5000 m³..... Autorisation
- inférieur à 5000 m³ mais supérieur à 1000 m³..... Déclaration »

Le volume de sédiments à extraire estimé varie de 6000 à 15000 m³ environ. Le projet est donc soumis à autorisation au titre de la rubrique 2.6.0.

La procédure d'autorisation, précisée par le décret n°93.742, se déroule suivant les étapes suivantes :

- Dépôt du dossier auprès de la MISE
- Consultation des services concernés, suivant les enjeux (DIREN, CSP, DDASS, FDPPMA...)
- Demande de compléments par les services instructeurs, en fonction des avis formulés le cas échéant, ou notification de la recevabilité du dossier
- Enquête publique
- Présentation du rapport et du projet d'arrêté devant le CDH
- Signature de l'arrêté

IV.3.2. Avis de la Commission Départemental des Sites et Paysages

Le site des Hortillonnages d'Amiens est, en partie, inscrit à l'inventaire national des sites au titre de la loi du 2 mai 1930 sur les Monuments Naturels et Sites.

Par conséquent, pour obtenir l'autorisation d'effectuer les travaux de curage prévus, l'avis de la Commission Départementale des Sites et Paysages est requis.

Le dossier présenté doit notamment contenir une analyse paysagère du site approfondie, les impacts des opérations de curage pendant et après les travaux ainsi que les éventuelles mesures visant à réduire ces impacts ou à les compenser.

Un paysagiste du Cabinet GREUZAT est chargée de cette étude.

V. La gestion des boues de curage en Europe

V.1. Production de boues en Europe

L'Europe produit environ 7 millions de tonnes de matière sèche (tms) de boues urbaines par an. Parmi ces boues, on distingue (Roy de Lachaise et al., 2003):

- les boues urbaines issues de l'assainissement
 - o Epuration des eaux usées domestiques et industrielles : Pour une station d'épuration, la moyenne nationale de production de boues est de 15kg de matière sèche /habitant/an.
 - o Curage de la voirie : érosion de la chaussée et trafic routier (18 kg/habitant/an en France)
- Les boues industrielles
- Les boues de curage des cours d'eau et des zones portuaires : Ces boues sont le produit de l'extraction de sédiments qui se sont déposés sur le lit des cours d'eau. Le curage est rendu nécessaire pour des raisons hydrauliques ou pour des motifs d'assainissement du lit.

En Europe, l'Allemagne est le premier Etat producteur de boues avec 2,7 millions de tms. Le Royaume-Uni est en seconde place avec 1,1 millions de tms, suivi de près par la France, l'Italie et l'Espagne qui produisent respectivement 950 000, 800 000 et 700 000 tms par an (Roy de Lachaise et al., 2003).

V.2. Problématique de la gestion des boues de curage en Europe

La problématique de la gestion des boues de curage présente deux aspects : un aspect quantitatif et aspect qualitatif.

La quantité de sédiments accumulés chaque année dans les cours d'eau est très variable. Elle dépend de la quantité de matières en suspension charriées par les eaux, mais aussi des conditions hydrauliques de sédimentations. Une zone géographique plane sera soumise à des problèmes d'envasement plus importants.

La qualité des boues dépend directement des sources de pollution alentours et de la qualité des eaux de l'hydrosystème.

Les différents états européens ne sont donc pas égaux face à la problématique de la gestion des boues de curage. En effet, en fonction des caractéristiques géographiques du pays, les problèmes posés ne sont pas les mêmes et ne présentent pas la même envergure. Par exemple, les difficultés sont importantes aux Pays-Bas, situés à l'embouchure de différents grands fleuves qui traversent plusieurs pays industrialisés : l'Escaut et la Meuse qui traversent la France et la Belgique, l'Ems qui vient de l'Allemagne et le Rhin qui draine une partie de la Suisse, de l'Allemagne et de la France. L'importante pollution de ces fleuves ajoutée aux faibles pentes du pays entraîne un envasement important des voies d'eau, et des difficultés pour la gestion des boues de curage, souvent trop polluées pour être épandues.

Une gestion durable des boues de curage doit intégrer différents enjeux (Roy de Lachaise et al., 2003) :

- Environnemental : Les risques de pollution des sols, des eaux souterraines ou superficielles doivent être pris en compte.
- Sanitaire : Les risques de contamination directe ou indirecte des populations doivent être étudiés et éliminés.
- Economique : Le coût du traitement, de la valorisation ou de l'élimination des boues peut être important, les solutions apportées doivent donc être économiquement viables.
- Social : Les agriculteurs, les communes et les consommateurs s'interrogent sur les pratiques de l'épandage, souvent mal perçues. L'aspect communication, et l'assurance de la qualité des boues doivent être intégrés dans la politique de gestion.

V.2.1. Le devenir des boues de curage

On distingue différentes filières pour le devenir des boues :

- Régalaie sur les berges
- Epandage agricole
- Epandage contrôlé :
 - o « Végétalisation » : réhabilitation de sites dégradés
 - o Sylviculture
- Mise en décharge (interdiction à partir de 2015)

- Incinération
- Traitements issus des technologies de dépollution des sols (exemple : oxydation par voie humide (expérimental) : traitement à 250°C sous 100 bars, obtention de résidus secs à 40% et d'effluents à traiter.)

V.2.2. Politique de l'Union Européenne

L'épandage est la solution privilégiée dans la logique de la politique européenne de gestion de déchets, donnant la priorité au recyclage matière.

L'Union Européenne ne dispose toutefois d'aucune politique particulière vis à vis de la gestion des boues de curage. Seules les boues d'épuration font l'objet d'une directive : Directive 86/278/CEE du Conseil du 12 juin 1986 relative à la protection de l'environnement et notamment des sols, lors de l'utilisation des boues d'épuration en agriculture.

Cette directive a été modifiée par la Directive 91/692/CEE et par le Règlement 807/2003. Elle contient des valeurs limites de concentration en métaux lourds dans les sols (annexes IA), dans les boues (annexe IB) et pour les quantités annuelles de métaux lourds pouvant être introduites dans les sols (annexe IC). L'utilisation des boues d'épuration est interdite lorsque la concentration d'un ou plusieurs métaux lourds dans les sols dépasse les valeurs limites fixées conformément à l'annexe IA. Les Etats membres doivent alors prendre les mesures nécessaires afin d'assurer que ces valeurs limites ne soient pas dépasser du fait de l'utilisation des boues (Kaczmarek B., 2000).

Au vu de l'absence de texte concernant les boues de curage, les valeurs de cette directive sont généralement prises pour référence.

Parallèlement, des travaux de normalisation européenne sont en cours sur les « méthodes de caractérisation des boues et produits », depuis 1993, au sein du CEN TC 308. Le programme de travail du TC 308 comprend trois axes principaux :

- méthodes d'analyses
- guides de bonnes pratiques
- perspectives sur la production et l'élimination des boues.

V.2.3. Les choix politiques des Etats européens

Au sein des pays de l'Union Européenne, l'épandage est la voie d'élimination privilégiée des boues, mais fait l'objet de débats de société notamment dans les pays d'Europe du Nord. De manière très

générale, on peut estimer que les débats sur l'épandage sont apparus au début de la décennie 1990, pour prendre de l'ampleur à partir de 1995.

Le développement de débats sur l'épandage a principalement eu pour objet les boues d'épuration et a été fortement lié au développement de craintes sur la qualité des produits alimentaires. Il a également été accentué par la pression des autres matières fertilisantes en termes d'apports azotés et phosphatés.

Enfin, les inquiétudes contemporaines sur la thématique santé-environnement retentissent par contrecoup sur la question des boues d'épuration (ADEME-1, 1999).

L'épandage des autres types de boues, et notamment des boues de curage sont peu évoqués dans ces débats et ne font l'objet d'aucune législation spécifique. Par défaut la législation relative aux boues d'épuration est prise pour référence.

On peut distinguer trois types de politiques au sein des Etats membres (ADEME-2, 1999):

Les pays favorables à l'épandage, sous réserve de critères de qualité stricts

On compte parmi ces pays la France, l'Allemagne, le Luxembourg, le Danemark, la Belgique wallonne et la Suède. Ces Etats considèrent que le recyclage biologique est la voie optimale dans la mesure où les boues sont peu contaminées. Leur politique est favorable à l'épandage par volonté de limiter les autres voies d'élimination (incinération, mise en décharge). La législation est particulièrement stricte en Suède et au Danemark.

- Les pays favorables à l'épandage, sans débat particulier

On peut citer notamment parmi ces pays l'Italie, l'Espagne, la Grèce et l'Irlande. Ces Etats considèrent l'épandage comme la solution optimale qui devrait se développer par l'accroissement des équipements d'assainissement et la réduction des mises en décharge ou des rejets en mer. Il n'y a pas eu de débat public particulier, l'action de l'Etat est d'ordre technique et scientifique y compris pour la réglementation.

- Les pays défavorables à l'épandage

La Belgique (Flandres) et les Pays-Bas sont défavorables à l'épandage des boues en raison de leur préoccupation prioritaire pour l'épandage de déjections animales surabondantes. Concernant l'épandage des boues directement sur les berges, après avoir été longtemps pratiquée, cette technique a été peu à peu remise en question en raison des fortes pollutions qu'elle pouvait

entraîner. Ces deux pays ont choisi de rendre l'épandage quasi impraticable en imposant des valeurs seuils extrêmes.

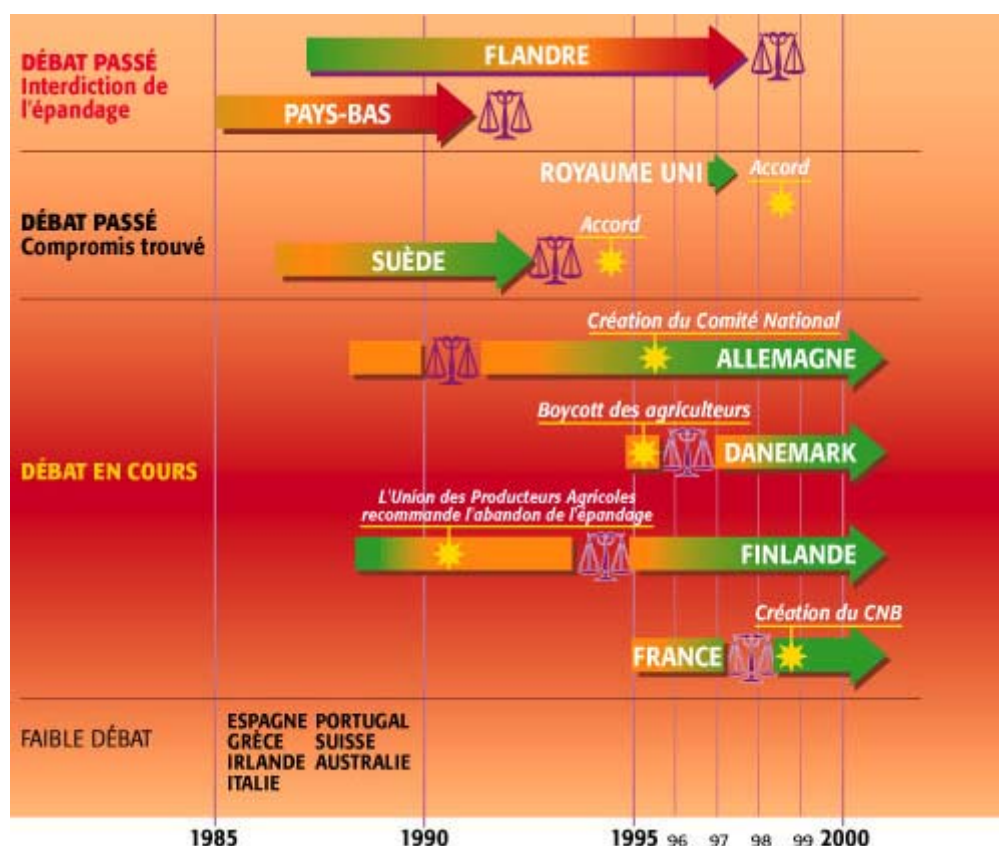


Figure n°13. État des débats sur l'épandage des boues dans les pays européens
(Source : ADEME et Cabinet Arthur Andersen, 1999)

Pour pérenniser l'épandage, certains pays apportent des réponses spécifiques (ADEME-2, 1999). Beaucoup de pays tentent de promouvoir une démarche Qualité. La Suède, le Suisse et la Grande-Bretagne ont notamment développé des labels et favorisent l'assurance Qualité. Le Danemark a choisi de renforcer les contrôles, par la création d'une autorité centrale qui centralise les analyses et informe les autorités locales. L'Allemagne et l'Autriche ont mis en place un fonds de garantie en faisant cotiser les producteurs de boues pour pouvoir indemniser les victimes en cas de préjudice lié à l'épandage.

D'autres voies d'élimination des boues présentent tout de même une certaine importance, telle que la mise en décharge pour 38% de la production des boues d'épuration en Europe contre 40% pour l'épandage (donnée inconnue pour les boues de curage). Elle est très pratiquée en Allemagne (50%), Belgique flamande (60%) et en Grèce (90%).

L'incinération représente 11% de l'élimination des boues en Europe. Certains pays ne pratiquent pas du tout l'incinération (Italie, Finlande), alors que d'autres lui accordent une part importante de la filière (33% en Autriche et 55% en Suisse).

Parmi les autres voies d'élimination, on peut citer le rejet en mer, interdit depuis fin 1998, la fabrication de matières fertilisantes...

V.3. Approfondissement : Gestion des boues de curage en Belgique

D'après la législation en vigueur en Belgique, les différentes sortes de boues sont classées comme étant des déchets. Leur gestion durable implique la mise en place d'une prévention qualitative et quantitative et le traitement des boues collectées.

V.3.1. Les quantités de boues produites

En Belgique, l'apport annuel moyen de sédiments est de 1675000 tms pour les voies navigables et de 97000 tms pour les cours d'eau non navigables en région flamande. Le problème de l'entretien de ces cours d'eau est donc conséquent. En 2001-2002, 603445 tms de boues de curage ont été produites en Belgique pour les voies navigables uniquement. En Flandres, pour les cours d'eau non navigable, ce chiffre s'élève à 62000 tms (IRGT, 2005).

V.3.2. La qualité des boues

En Région flamande, la matière du lit du cours d'eau relève du Décret d'assainissement des sols « Bodemsaneringsdecreet ». La qualité des lits est évaluée sur trois types d'analyses : chimique, biologique et écotoxicologique (« Test de la TRIADE »).

D'après ce test, 4 classes de qualité sont définies. En Région flamande, seules 1 153 000 tms font sont en classe 1 de qualité (Pas de pollution), contre 10 646 000 tms en classe 4 (Très pollué) (Cf tableau n°17).

Tableau n°17. Qualité (« Test de la TRIADE ») des sols des cours d'eau en Région flamande (chiffres en tonnes de matière sèche) (Source : IREGT, 2005)

Type de cours d'eau	Classe 1 (Pas de pollution)	Classe 2 (Pollution moyenne)	Classe 3 (Pollué)	Classe 4 (Très pollué)
Voies navigables	749 000	2 659 000	4 261 000	4 726 000
Cours d'eau non navigables	404 000	1 637 000	3 251 000	5 920 000
Total	1 153 000	4 296 000	7 512 000	10 646 000

La réutilisation des boues de dragage et de curage relève du Règlement flamand de prévention et de la gestion des déchets (« Vlarea »). Au vu des normes de qualité stipulées dans ce règlement, 10, 8 millions de tms de boues de curage présentent des teneurs en polluants acceptables, contre 12,8 millions de tms qui présentent des teneurs supérieures aux normes.

La réglementation est donc très stricte et l'épandage de ces boues est presque impossible au vu des normes fixées.

En Région bruxelloise, il n'y a pas encore de cadre de référence pour juger de la qualité des boues de curage. Mais selon une méthode appliquée aux Pays-Bas, la qualité des sédiments de la région a été évaluée comme étant polluée à fortement polluée. Les boues curées ne peuvent donc certainement pas être déposées sur les berges.

En Wallonie, c'est le « Centre de Recherche de la nature, des Forêts et du Bois (CRNFB) » du Ministère de la Région wallonne qui suit la qualité des lits des cours d'eau.

Les boues de curage sont divisés en deux classes de qualité en fonction des normes de teneurs en métaux lourds et de micro-polluants organiques définis dans l'Arrêté du Gouvernement wallon (AGW) du 30 novembre 1995 :

- les produits de catégorie A sont tels qu'aucun seuil d'analyse défini n'est dépassé,
- les produits de catégorie B sont tels qu'un ou plusieurs paramètres dépassent les seuils de sécurité définis dans cet Arrêté.

En 1996, 60% des boues à évacuer appartenaient à la catégorie B (Plan wallon des Déchets « Horizon 2010 »°).

V.3.3. Mesures de prévention

Les mesures de prévention consistent principalement à améliorer la qualité de l'eau et à réduire les apports de sédiments.

En Région flamande, une politique en matière de lutte contre l'érosion a été mise en place en agissant à plusieurs niveaux :

- Accords de gestion entre agriculteurs et Autorités flamandes pour la mise en place de bandes enherbées ou autres dispositifs bocagers pouvant limiter l'érosion,
- Restrictions de l'usage des engrais et pesticides en bord de cours d'eau,
- Appui financier aux Communes lors de l'établissement d'un plan de lutte contre l'érosion,
- Incitation des Polders et Wateringues pour la mise en place de plans de gestion des eaux...

En Région bruxelloise, une réorganisation du réseau d'égouttage est prévu par le « Maillage bleu » (Arrêté du 9 juillet 1998) et le Plan Régional de Développement.

En Région wallonne, le Plan wallon des Déchet « Horizon 2010 » définit plusieurs mesures de prévention telles que :

- la mise en place d'une politique de lutte contre l'érosion,
- la surveillance du respect des normes relatives au rejet des eaux usées,
- l'établissement de normes pour la réutilisation des boues de dragage en tant que « matériaux secondaires »...

V.3.4. Devenir des boues de curage

En Région flamande, les boues hydratées ont, pendant longtemps, été épandues sur les berges des cours d'eau. Mais cette technique a peu à peu été remise en cause du fait de la pollution des lits des cours d'eau.

Le stockage dans des « Centre d'Enfouissement Techniques » (CET), après traitement préalable est alors la voie d'élimination dominante.

Certaines techniques, telles que la réutilisation des boues en tant que matériau de construction « brut » (par exemple pour le remblayage de routes ou de digues), ou en tant que matériau de

construction « modifié », après traitement thermique de la fraction d'argile, ont été testées en Région flamande mais ne sont pas encore appliquées à grande échelle (IRGT, 2005).

La Région bruxelloise ne dispose pas d'installation pour le traitement ou le stockage des boues. Celles-ci doivent donc être transporter vers les Régions voisines ou vers l'étranger.

En Région wallonne, les boues de catégorie A peuvent être réutilisées pour les travaux de fondation ou pour réhabilitation de sites désaffectés, pollués ou contaminés, pour les travaux d'aménagement des lits et des berges des cours d'eau, ou déposés dans des CET.

Les boues de catégorie B sont difficiles à valoriser. La voie principale de traitement est la déshydratation par lagunage dans un « Centre de Regroupement » suivi d'une évacuation définitive en CET ou d'une valorisation.

Conclusion

L'étude confiée par Amiens Métropole à la société Hydrosphère devait permettre de dresser un état des lieux du site des Hortillonnages afin d'élaborer un programme de curage des fossés et plans d'eau privés.

La phase de diagnostic initial a permis de mettre en évidence la situation critique des Hortillonnages vis-à-vis de l'envasement. Ce phénomène constitue un véritable problème qui menace l'intégrité du site et les usages actuels. Le curage des plans d'eau et du réseau de fossés s'avère indispensable pour préserver la richesse du site et la variété de ses paysages.

A partir des données réunies, trois scénarios d'intervention ont été élaborés, basés sur une hiérarchisation des priorités (hydraulique, usages puis patrimoine) et tenant compte des contraintes (encombres, Jussie...) et des enjeux du site (végétation aquatique sensible, zones de frayères...). Il est proposé d'intervenir avec une pelle mécanique sur ponton, ou sur berge pour les fossés les plus étroits. La voie retenue pour le devenir des boues est le régalage sur berges, mais cette solution ne pourra être appliquée dans les secteurs où la qualité des sédiments ne répond pas à la norme « sol » de l'arrêté du 8 janvier 1998. Les zones polluées seront à définir plus précisément par des analyses complémentaires.

Ces différentes solutions seront présentées au comité de pilotage réuni par Amiens Métropole, dans la deuxième quinzaine du mois d'octobre 2005.

Enfin, la mise en place de ce programme de curage s'inscrit dans un cadre juridique contraignant. Amiens Métropole devra obtenir une déclaration d'intérêt général pour intervenir sur des terrains privés et une autorisation au titre de la loi sur l'eau pour pouvoir effectuer les travaux de curage. Le cadre politique de la mise en place de ce programme risque également de s'avérer complexe. En effet, de nombreux conflits d'intérêt risquent d'apparaître entre les propriétaires.

Par ailleurs, la question majeure qu'il reste à résoudre est celle des modalités d'entretien des fossés curés dans les années à venir. On pourra notamment se pencher sur les possibilités d'étendre les compétences de l'Association Syndicale des Canaux des Hortillonnages.

Bibliographie

Agence de l'Eau Artois-Picardie, *Méthodes de gestion et de réutilisation des sédiments pollués*. 126 pp.

Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME-1), 1999, *Synthèse situation du recyclage agricole des boues d'épuration urbaines en Europe et dans divers pays*. 3 pp.
<http://www.ademe.fr/htdocs/actualite/dossier/boues.htm#2>

Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME-2), 1999, *Les politiques de gestion des boues dans les pays industrialisés*. Fiche technique, 3 pp.
<http://www.ademe.fr/partenaires/Boues/Pages/f51.htm>

Agence Méditerranéenne de l'Environnement et Agence Régionale Pour l'Environnement Provence Alpes Côte d'Azur (AME & ARPE PACA), 2003, *Plantes envahissantes de la région méditerranéenne*. Fiche n°11 : Jussies, 2 pp.

Atelier Traverses, 2002, *Réhabilitation paysagère des Hortillonnages d'Amiens – Diagnostic*. étude réalisée pour l'Association pour la Protection et la Sauvegarde du Site et de l'Environnement des Hortillonnages d'Amiens, 118 pp.

Conseil Régional de Picardie et Conservatoire Botanique National de Bailleul (CR Picardie et CBN Bailleul), 2004, *La Jussie, Plante invasive des milieux aquatiques, quelques clefs pour mieux la connaître, mieux la gérer et prévenir son extension*. 12 pp.

Direction Régionale de l'Environnement Picardie (DIREN Picardie), 1996, *Réhabilitation du site des étangs de Haute Somme, étude sédimentologique préalable aux travaux de désenvasement*. 41pp.

Dutartre A., 2002. *La gestion des jussies en France : état des lieux et perspectives*. Actes des Journées Techniques Nationales « Renouées ». Besançon, 19 et 20 juin 2002. Edition Association Echel. 82 pp.

Fiolet H., 1993, *Les campagnes de mesures tirant d'eau MES*. Note interne, Mairie d'Amiens, 6pp.

Fiolet H., 1994, *Les campagnes de mesures tirant d'eau MES*. Note interne, Mairie d'Amiens, 3pp.

Fiolet H., 1995, *Les campagnes de mesures tirant d'eau MES*. Note interne, Mairie d'Amiens, 4pp.

Hydrosphère, 2000, *Plan de gestion des marais tourbeux du district d'Amiens Métropole – Volet : Eau*. 46 pp.

Institut royal pour la gestion durable des ressources naturelles et la promotion des technologies propres (IRGT), 2005, *Gestion des boues en Belgique – Etat des lieux – Arrière du passé et défis environnementaux*. Notice scientifique n°2, 29 pp.

Kaczmarek B., 2000, « L'Union européenne et les boues de station d'épuration ». In : Ecrin (ed.), *Que faire des boues ? Une approche socio-économique du Club Environnement et Société*. Paris, pp. 38-41.

Legrand C., 2002, *Pour contrôler la prolifération des jussies dans les zones humides méditerranéennes*. Guide technique, Agence Méditerranéenne de l'Environnement, 68 pp.

Magnier P., 1993, *Le groupe de travail hydraulique – Essai de synthèse*. Mairie d'Amiens, 4 pp.

Magnier P., 1994, *Les hortillonnages, le régime hydraulique*. Mairie d'Amiens, 8 pp.

Moss Conseils en Environnement et en Développement du Territoire, Septembre 1995, *Elaboration du schéma de valorisation et de sauvegarde des hortillonnages, Document d'aide à la décision*. étude réalisée pour le Syndicat Intercommunal pour l'Aménagement et la Sauvegarde des Hortillonnages, 118 pp.

Pôle de compétences sur les sites et sols pollués Nord-Pas de Calais, 1998, *Guide méthodologique – Faut-il curer ? Pour une aide à la prise de décision*. 161 pp.

Roméro S., 1999, *La gestion des sédiments de dragage des cours d'eau, état des lieux et recherche de nouvelles filières*. Environnement et Technique n°188, pp 31-35.

Roy de Lachaise A., Blanchard M., Teil M-J., Théry S., Duriez D., Branthomme A., Mouchel J-M., Chevreuil M., 2003, *Valorisation agricole des boues urbaines et industrielles : Valorisation à l'échelle des bassins versants*. Colloque Piren Seine 4-5 février 2003, 8 pp.

Schneider G., non daté, *Le curage des sédiments des cours d'eau*. Le Courrier de l'Environnement de l'INRA, 29 pp.

Service Régional de l'Aménagement des Eaux de Picardie (SRAE Picardie), 1990, *Les hortillonnages, Régime hydraulique en 1990*. étude réalisée pour le compte du Syndicat Intercommunal pour l'Aménagement et la Sauvegarde des Hortillonnages d'Amiens, 6 pp.

Service Régional de l'Aménagement des Eaux de Picardie (SRAE Picardie), 1983, *Régimes hydrauliques et qualité des eaux dans les hortillonnages*. étude réalisée pour le compte du Syndicat Intercommunal pour l'Aménagement et la Sauvegarde des Hortillonnages d'Amiens, 48 pp.

Table des matières

Sommaire.....	1
Résumé - Abstract.....	3
Introduction	4
Présentation de la société Hydrosphère	5
I. Objet de l'étude.....	7
I.1. Contexte	7
I.2. Présentation du site.....	7
I.2.1. Localisation géographique et réseau hydrographique.....	7
I.2.2. Contexte hydrogéologique	8
I.2.2.1. <i>Stratigraphie superficielle.....</i>	<i>8</i>
I.2.2.2. <i>Le réservoir aquifère.....</i>	<i>8</i>
I.2.2.3. <i>Protection des zones de captages.....</i>	<i>9</i>
I.2.3. Contexte hydrologique.....	9
I.2.4. Origine et évolution du site des Hortillonnages.....	9
I.2.5. Occupation et usages actuels du site	10
I.2.6. Les paysages	11
I.2.7. Protection et reconnaissance du site.....	12
I.2.7.1. <i>Patrimoine culturel et historique</i>	<i>12</i>
I.2.7.2. <i>Patrimoine naturel.....</i>	<i>13</i>
I.3. La problématique de l'envasement et les enjeux d'un bon entretien	13
I.3.1. Le régime hydraulique	13
I.3.2. L'envasement dans les Hortillonnages	14
I.3.2.1. <i>Description du phénomène.....</i>	<i>14</i>
I.3.2.2. <i>Les causes de l'envasement.....</i>	<i>15</i>
I.3.3. Les enjeux d'un bon entretien	17
I.3.3.1. <i>Enjeu hydraulique.....</i>	<i>17</i>
I.3.3.2. <i>Enjeu écologique.....</i>	<i>17</i>
I.3.3.3. <i>Enjeu patrimonial et touristique</i>	<i>18</i>
I.3.4. Le curage.....	18
I.3.4.1. <i>Définition juridique de l'opération de curage.....</i>	<i>18</i>
I.3.4.2. <i>Le curage des rieux et fossés dans les Hortillonnages</i>	<i>19</i>
II. Diagnostic de l'état initial	21
II.1. Présentation générale.....	21
II.2. Définition de l'aire d'étude.....	22

II.3. Phase 1 : Evaluation du degré d'envasement	22
II.3.1. Matériel et Méthodes	22
II.3.1.1. Bathymétrie par nivellement : modalités techniques	22
II.3.1.2. Conception des fiches de terrain.....	23
II.3.2. Limites de la prospection	24
II.3.2.1. Contraintes relatives à la prospection sur des terrains privés	24
II.3.2.2. Contraintes relatives aux caractéristiques des fossés.....	24
II.3.3. Synthèse des données et interprétation	25
II.3.3.1. Matériel et Méthode.....	25
II.3.3.2. Présentation des résultats	27
II.3.3.3. Synthèse des résultats.....	31
II.4. Phase 2 : Evaluation de la qualité du milieu.....	33
II.4.1. Qualité des sédiments.....	33
II.4.1.1. Matériel et Méthode.....	33
II.4.1.2. Méthode d'interprétation	34
II.4.1.3. Résultats	37
II.4.2. Qualité des eaux superficielles.....	41
II.4.2.1. Méthode d'analyse	41
II.4.2.2. Interprétation des résultats d'analyses	41
II.4.2.3. Analyse critique.....	45
II.4.3. Qualité hydrobiologique - IBGN	46
II.4.3.1. Matériel et Méthode.....	46
II.4.3.2. Présentation de la station	46
II.4.3.3. Interprétation des résultats	47
II.4.3.4. Analyse critique.....	49
II.4.4. Qualité piscicole.....	50
II.4.4.1. Données bibliographiques	50
II.4.4.2. Matériel et Méthode.....	50
II.4.4.3. Présentation de la station	51
II.4.4.4. Analyse des résultats et critique.....	51
II.4.5. Sensibilités écologiques et paysagères.....	52
II.4.5.1. Méthodologie	52
II.4.5.2. Présentation des données recueillies	52
II.5. Bilan de l'état initial : Carte des enjeux et contraintes	56
III. Définition du programme de curage.....	58
III.1. Présentation générale.....	58
III.2. Hiérarchisation des priorités d'intervention	58
III.2.1. Définition des priorités d'intervention.....	58
III.2.2. Définition de trois scénarios d'intervention pour les fossés	59
III.2.2.1. Scénario 1 – « Préserver le réseau fonctionnel existant ».....	59
III.2.2.2. Scénario 2 – « Préserver le réseau fonctionnel existant et restaurer les fonctionnalités potentielles »	60
III.2.2.3. Scénario 3 – « Préserver et restaurer l'ensemble du maillage typique des Hortillonnages »	61

III.2.3.	Définition de trois scénarios d'intervention pour les plans d'eau.....	61
III.2.4.	Contraintes liées aux secteurs d'intervention.....	62
III.3.	Cubage des sédiments à extraire.....	63
III.3.1.	Méthode	63
III.3.1.1.	<i>Cubage des sédiments à extraire des fossés</i>	<i>63</i>
III.3.1.2.	<i>Cubage des sédiments à extraire des plans d'eau</i>	<i>64</i>
III.3.2.	Résultats	65
III.4.	Choix d'un mode de curage	65
III.4.1.	Techniques existantes	65
III.4.1.1.	<i>Curage mécanique</i>	<i>65</i>
III.4.1.2.	<i>Curage hydraulique</i>	<i>66</i>
III.4.2.	Contraintes techniques d'intervention dans les Hortillonnages	66
III.4.3.	Choix d'une technique adaptée et évaluation des coûts.....	67
III.5.	Devenir des boues.....	67
III.5.1.	Les techniques existantes	67
III.5.2.	Les techniques adaptées au programme de curage	70
III.6.	Impacts potentiels	72
III.6.1.	Impact paysager	72
III.6.2.	Impacts sur les berges	73
III.6.3.	Impacts sur le milieu aquatique	73
III.7.	Synthèse des propositions.....	74
IV.	Cadre réglementaire.....	76
IV.1.	Obligation d'entretien et de curage des propriétaires privés	76
IV.2.	Légitimité de l'exécution des travaux par Amiens Métropole : Déclaration d'Intérêt Général 77	
IV.2.1.	Procédure	77
IV.2.2.	La réalisation des travaux	78
IV.2.3.	Le financement.....	78
IV.2.4.	Les travaux d'entretien.....	78
IV.3.	Les Autorisations nécessaires.....	79
IV.3.1.	Autorisation au titre de la Loi sur l'eau	79
IV.3.2.	Avis de la Commission Départemental des Sites et Paysages	80
V.	La gestion des boues de curage en Europe.....	81
V.1.	Production de boues en Europe	81
V.2.	Problématique de la gestion des boues de curage en Europe.....	81
V.2.1.	Le devenir des boues de curage	82
V.2.2.	Politique de l'Union Européenne.....	83
V.2.3.	Les choix politiques des Etats européens.....	83

V.3. Approfondissement : Gestion des boues de curage.....	86
V.3.1. Les quantités de boues produites	86
V.3.2. La qualité des boues	86
V.3.3. Mesures de prévention	88
V.3.4. Devenir des boues de curage.....	88
Bibliographie.....	91
Table des matières	93
Table des illustrations	97
Liste des tableaux	98
Liste des Annexes.....	99

Table des illustrations

<i>Figure n°1. Suivi de la concentration en MES des eaux de l'Avre à Longueau entre 2000 et 2005 (données RNB, Agence de l'Eau Artois-Picardie)</i>	<i>15</i>
<i>Figure n°2. Suivi de la concentration en MES de la Somme à Camon entre 2000 et 2005 (données RNB, Agence de l'Eau Artois-Picardie)</i>	<i>16</i>
<i>Figure n°3. Principe de fonctionnement d'un Système d'Information Géographique.....</i>	<i>25</i>
<i>Figure n°4. Exemples de « fossés secs »</i>	<i>29</i>
<i>Figure n°5. Exemples de « fossés humides ».....</i>	<i>29</i>
<i>Figure n°6. Exemples de « fossés en eau »</i>	<i>30</i>
<i>Figure n°7. Hydrocharis morsusranae</i>	<i>53</i>
<i>Figure n°8. Potamogeton natans.....</i>	<i>54</i>
<i>Figure n°9. Azolla fimiculoides.....</i>	<i>54</i>
<i>Figure n°10. Jussie.....</i>	<i>55</i>
<i>Figure n°11. Colonisation d'une étendue d'eau par la Jussie dans les Hortillonnages.....</i>	<i>55</i>
<i>Figure n°12. Calcul de la section envasée</i>	<i>64</i>
<i>Figure n°13. État des débats sur l'épandage des boues dans les pays européens (Source : ADEME et Cabinet Arthur Andersen, 1999)</i>	<i>85</i>
 <i>Carte n°1 Localisation des fossés et plan d'eau privés.....</i>	 <i>22</i>
<i>Carte n°2 Degré d'envasement du réseau de fossés.....</i>	<i>32</i>
<i>Carte n°3 Localisation des stations d'analyses.....</i>	<i>34</i>
<i>Carte n°4 Qualité des sédiments – Indices polymétalliques (Ip) et monométalliques (Im).....</i>	<i>39</i>
<i>Carte n°5 Qualité des sédiments – Analyse vis-à-vis de l'arrêté du 8 janvier 1998.....</i>	<i>40</i>
<i>Carte n°6 Enjeux et contraintes.....</i>	<i>58</i>
<i>Carte n°7 Scénario 1 – Localisation des secteurs d'intervention – Enjeux et contraintes.....</i>	<i>62</i>
<i>Carte n°8 Scénario 2 – Localisation des secteurs d'intervention – Enjeux et contraintes.....</i>	<i>62</i>
<i>Carte n°9 Scénario 3 – Localisation des secteurs d'intervention – Enjeux et contraintes.....</i>	<i>62</i>

Liste des tableaux

<i>Tableau n°1.</i>	<i>Structure de la table associée à la couche « fossés »</i>	<i>26</i>
<i>Tableau n°2.</i>	<i>Structure de la table associée à la couche « pdeXX »</i>	<i>27</i>
<i>Tableau n°3.</i>	<i>Etat du réseau de fossés dans les Hortillonnages en terme de linéaire (m)</i>	<i>32</i>
<i>Tableau n°4.</i>	<i>Caractéristiques des stations de prélèvement.....</i>	<i>35</i>
<i>Tableau n°5.</i>	<i>Valeurs seuils fixées par l'arrêté du 8 janvier 1998.....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau n°6.</i>	<i>Résultats des analyses de sédiments</i>	<i>37</i>
<i>Tableau n°7.</i>	<i>Résultats des analyses de qualité des eaux</i>	<i>41</i>
<i>Tableau n°8.</i>	<i>Classes de qualité définies par la norme IBGN.....</i>	<i>46</i>
<i>Tableau n°9.</i>	<i>Analyse du peuplement macrobenthique.....</i>	<i>48</i>
<i>Tableau n°10.</i>	<i>Résultats de la pêche électrique.....</i>	<i>51</i>
<i>Tableau n°11.</i>	<i>Enjeux et Contraintes d'intervention en fonction des différents scénarios</i>	<i>63</i>
<i>Tableau n°12.</i>	<i>Cubage des sédiments à extraire des fossés en fonction des différents scénarios.</i>	<i>65</i>
<i>Tableau n°13.</i>	<i>Cubage des sédiments à extraire des plans d'eau</i>	<i>65</i>
<i>Tableau n°14.</i>	<i>Coûts d'intervention en fonction des différents scénarios.....</i>	<i>67</i>
<i>Tableau n°15.</i>	<i>Voies possibles pour le devenir des boues</i>	<i>71</i>
<i>Tableau n°16.</i>	<i>Présentation des différents scénarios d'intervention.....</i>	<i>75</i>
<i>Tableau n°17.</i>	<i>Qualité (« Test de la TRIADE ») des sols des cours d'eau en Région flamande (chiffres en tonnes de matière sèche) (Source : IRGT, 2005).....</i>	<i>87</i>

Liste des Annexes

Annexe 1	Statut Juridique des cours d'eau des Hortillonnages
Annexe 2	Fiche terrain « fossés »
Annexe 3	Fiche terrain « plans d'eau »
Annexe 4	Exemples de fiches descriptives « secteurs »
Annexe 5	Exemples de fiches descriptives « plans d'eau »
Annexe 6	Résultats de l'analyse IBGN
Annexe 7	Inventaire des poissons observés dans les Hortillonnages
Annexe 8	Cubage des sédiments à extraire sur les plans d'eau

Annexe 2 : Fiche de terrain « Fossés »

Date		N° Fossé	
N° Planche carto		N° Photo	
N° Section			

N° Relevé	Distance à l'entrée (m)	N° GPS	Hauteur d'eau (m)			Hauteur totale (m) (Si >1,5m)		
			RG	Milieu	RD	RG	Milieu	RD

Contexte hydraulique			Enjeux et sensibilité		
Longueur (m)			Berges		
Largeur (m)			Sensibilité hydroécologique		
Ecoulement (cm/s)			Faune/Flore		
Circulation (O/N/D)			Usages/Foncier		
Obstacles : Nature Quantité			Zone de dépôt possible	RG	RD
			Oui		
Végétation aquatique : Sp %			Non		
			A voir		
			Source de pollution éventuelle		
Occupation des parcelles riveraines	RG	RD	Risques particuliers pour l'intervention		
Jardin, Potager					
Culture maraîchère					
Boisement					
Friche					
Autre					
Type de berges	RG	RD	Remarques (Etat des protections, propriétaire...)		
Naturelles					
Tunage, fascines, enr...					
Protection artisanale					
Autre					
Stabilité des berges	RG	RD			
Stables					
Fragiles					
Erodées					
Occupation de la bande rivulaire	RG	RD			
Pelouse, herbacées					
Friche					
Arbres					
Clôture					
Autre (Chemin...)					

Code obstacles : V = Végétation hydrophytes, E = Embâcles, C = Clôtures, barbelés

Annexe 1 : Statut juridique des cours d'eau des Hortillonnages

Annexe 3 : Fiche de terrain « Plans d'eau »

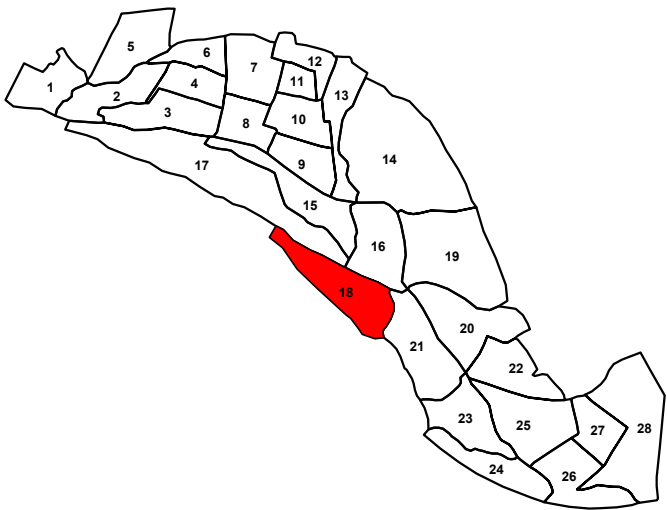
Date		N° Plan d'eau	
N° Planche carto		Nom du plan d'eau	
Surface		N° Photo	

N°trsect															
N° relevé															
Heau															
N°trsect															
N° relevé															
Heau															
N°trsect															
N° relevé															
Heau															
N°trsect															
N° relevé															
Heau															
N°trsect															
N° relevé															
Heau															
N°trsect															
N° relevé															
Heau															
N°trsect															
N° relevé															
Heau															

Repérages cartographiques	
Hydraulique	Connexions, Alimentations, Ecoulements
Obstacles	V = Végétation hydrophyte, E = Embâcle, C = Clôture, barbelés
Occupation parcelles et bande rivulaire	J = Jardin, M = Maraîchage, B = Boisement, F = Friche, C = Clôture
Sensibilités	Er = Erosion de berges, H = Sensibilité Hydroécologique, o = Faune, ● = Flore, Δ = Usages, foncier
Zones de dépôt	□ = Possible, X = Impossible, ≈ A voir
Remarques (Sources de pollution, Etat des protections de berges, bouchons vaseux, végétation aquatique...)	
Risques particuliers pour l'intervention	

Annexe 4 : Exemples de fiches descriptives « secteurs »

SECTEUR 18

DONNEES GENERALES		LOCALISATION
Surface du secteur (m2)	97535	
Nombre de fossés en eau	11	
Linéaire de fossés en eau(m)	829	
Nombre de fossés secs ou humides	18	
Linéaire de fossés secs ou humides (m)	2005	
Nombre de plans d'eau	0	
Surface de plans d'eau (m2)	0	

OCCUPATION DU SOL				
	Boisement	Friche	Maraîchers	Jardin
Surface (m2)	507	13851	32320	18717
Répartition (%)	0,8%	21,2%	49,4%	28,6%

ETAT DU RESEAU DE FOSSES				
Etat des fossés	Hauteur d'eau critique (Heau<30cm)	Hauteur d'eau basse (30cm<Heau<50cm)	Hauteur d'eau moyenne (50cm<Heau<=70cm)	Hauteur d'eau suffisante (Heau>70cm)
Linéaire de fossés (m)	495	180	154	0
Linéaire de fossés (%)	59,7%	21,7%	18,6%	0%

REMARQUES
<p>Le secteur 18 est principalement occupé par des parcelles maraîchères à l'Est, et par des parcelles de friche ou de jardin à l'Ouest.</p> <p>Situés en frange urbaine, les fossés ne sont reliés au réseau hydrographique que par une connexion avec la Petite Avre et fonctionnent donc selon un système de bras mort.</p> <p>Contrairement au secteur 17, les berges des fossés sont essentiellement naturelles et de nombreux fossés sont comblés (15 fossés), en zones humides ou en voie de comblement (59,7% du linéaire dispose d'un niveau d'eau critique). Disposant d'une végétation essentiellement basse (strate arborée quasi inexistante), le secteur est très ensoleillé, ce qui favorise la prolifération de la végétation hélophytique dans les fossés.</p> <p>Sans curage et entretien régulier, les fossés de ce secteur sont amenés à être comblés.</p>

CARTE DU DEGRE D'ENVASEMENT DES FOSSES EN EAU

SECTEUR 18

Légende

Hauteur d'eau* :

- Fossé sec (comblé ou remblayé)
- Fossé humide
- Inférieure à 31cm
- De 31 à 50 cm
- De 51 à 70 cm
- Supérieure à 71 cm

Fossé inaccessible

Plans d'eau et rieux publics ou inscrits au décret de 1902

Voirie

7 b

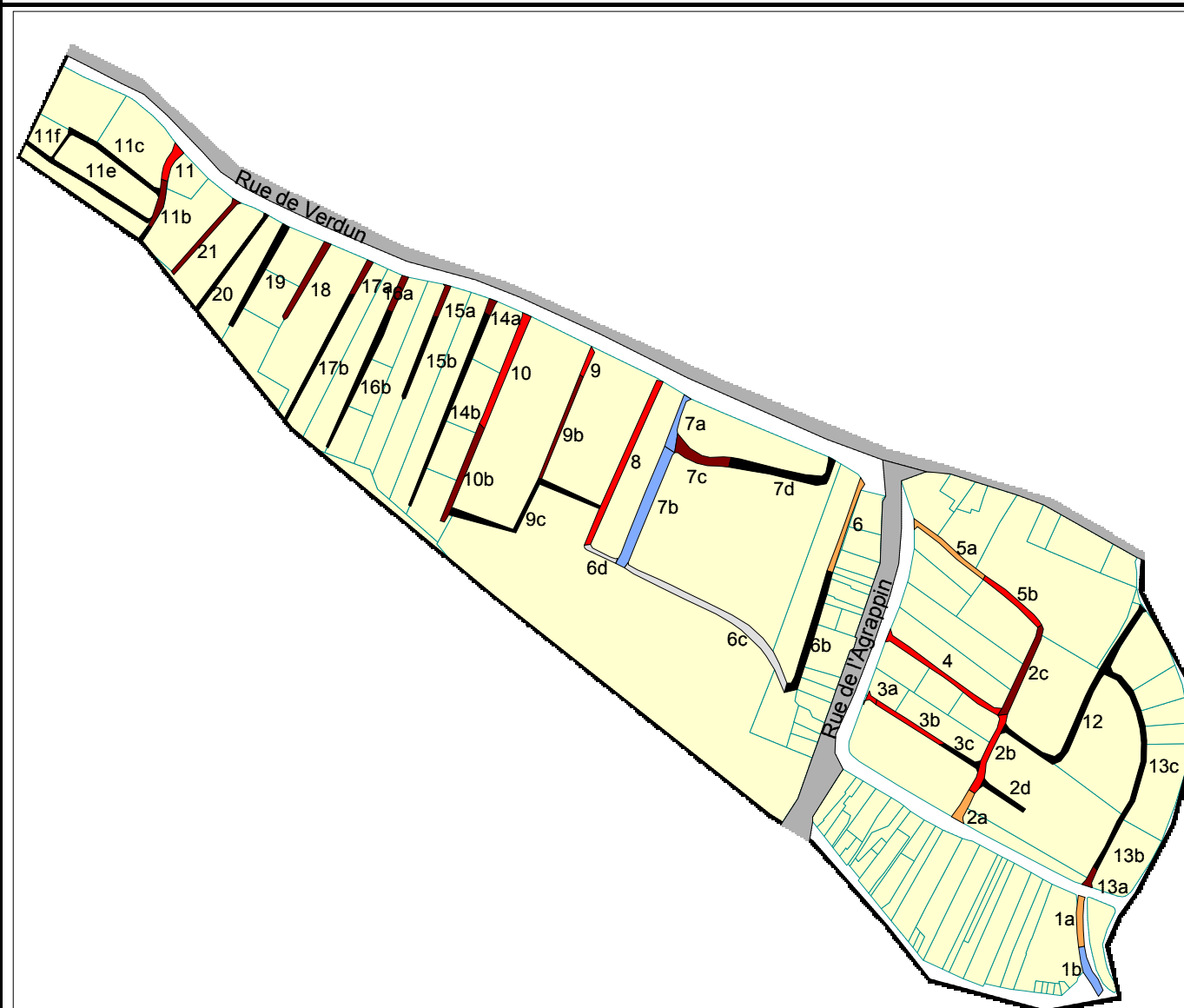
Numéro de tronçon

Numéro de fossé

12 Numéro de plan d'eau

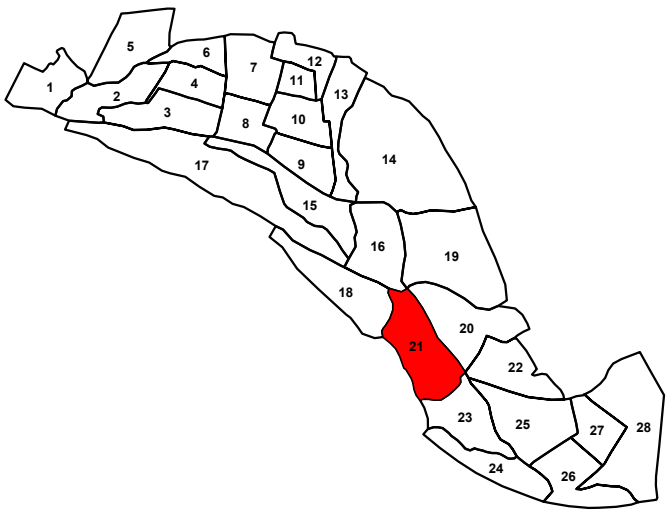
Echelle

1/3300



* Hauteur d'eau corrigée par rapport à la cote d'eau zéro de l'échelle du Pré Porus

SECTEUR 21

DONNEES GENERALES		LOCALISATION
Surface du secteur (m2)	101295	
Nombre de fossés en eau	11	
Linéaire de fossés en eau(m)	2060	
Nombre de fossés secs ou humides	4	
Linéaire de fossés secs ou humides (m)	519	
Nombre de plans d'eau	2	
Surface de plans d'eau (m2)	3411	

OCCUPATION DU SOL				
	Boisement	Friche	Maraîchers	Jardin
Surface (m2)	0	6819	30518	46786
Répartition (%)	0%	8,1%	36,3%	55,6%

ETAT DU RESEAU DE FOSSES				
Etat des fossés	Hauteur d'eau critique (Heau<30cm)	Hauteur d'eau basse (30cm<Heau<50cm) Circulation difficile	Hauteur d'eau moyenne (50cm<Heau<=70cm)	Hauteur d'eau suffisante (Heau>70cm)
Linéaire de fossés (m)	0	549	893	618
Linéaire de fossés (%)	0%	26,7%	43,3%	30%

REMARQUES
<p>Le secteur 21 comporte essentiellement des parcelles de jardins d'agrément ou potagers pour sa partie Est et des parcelles maraîchères pour sa partie Ouest. Les zones de friche sont peu nombreuses (8,1%). Ce secteur est globalement bien entretenu et ne dispose d'aucune zone d'envasement majeure. La circulation est possible dans presque tous les fossés (Hauteur d'eau supérieure à 30 cm), mais peut s'avérer difficile dans certains fossés particulièrement étroits (2c, 3c, 3d et 3e) ou encombrés par la végétation.</p> <p>4 fossés présentent des tronçons dont le niveau d'eau est inférieur à 50cm, dont les fossés 7 et 9 qui sont les plus envasés du secteur. L'état général du fossé 7 ne permet pas d'y circuler en bateau. Très envasé, le lit est également encombré par la végétation aquatique (algues, élodée, potamot pectiné...). De plus, la végétation arborescente tend à envahir l'espace du fossé et bloque le passage.</p>

CARTE DU DEGRE D'ENVASEMENT DES FOSSES EN EAU

SECTEUR 21

Légende

Hauteur d'eau* :

- Fossé sec (comblé ou remblayé)
- Fossé humide
- Inférieure à 31cm
- De 31 à 50 cm
- De 51 à 70 cm
- Supérieure à 71 cm

Fossé inaccessible

Plans d'eau et rieux publics ou inscrits au décret de 1902

Voirie

7 b

L Numéro de tronçon

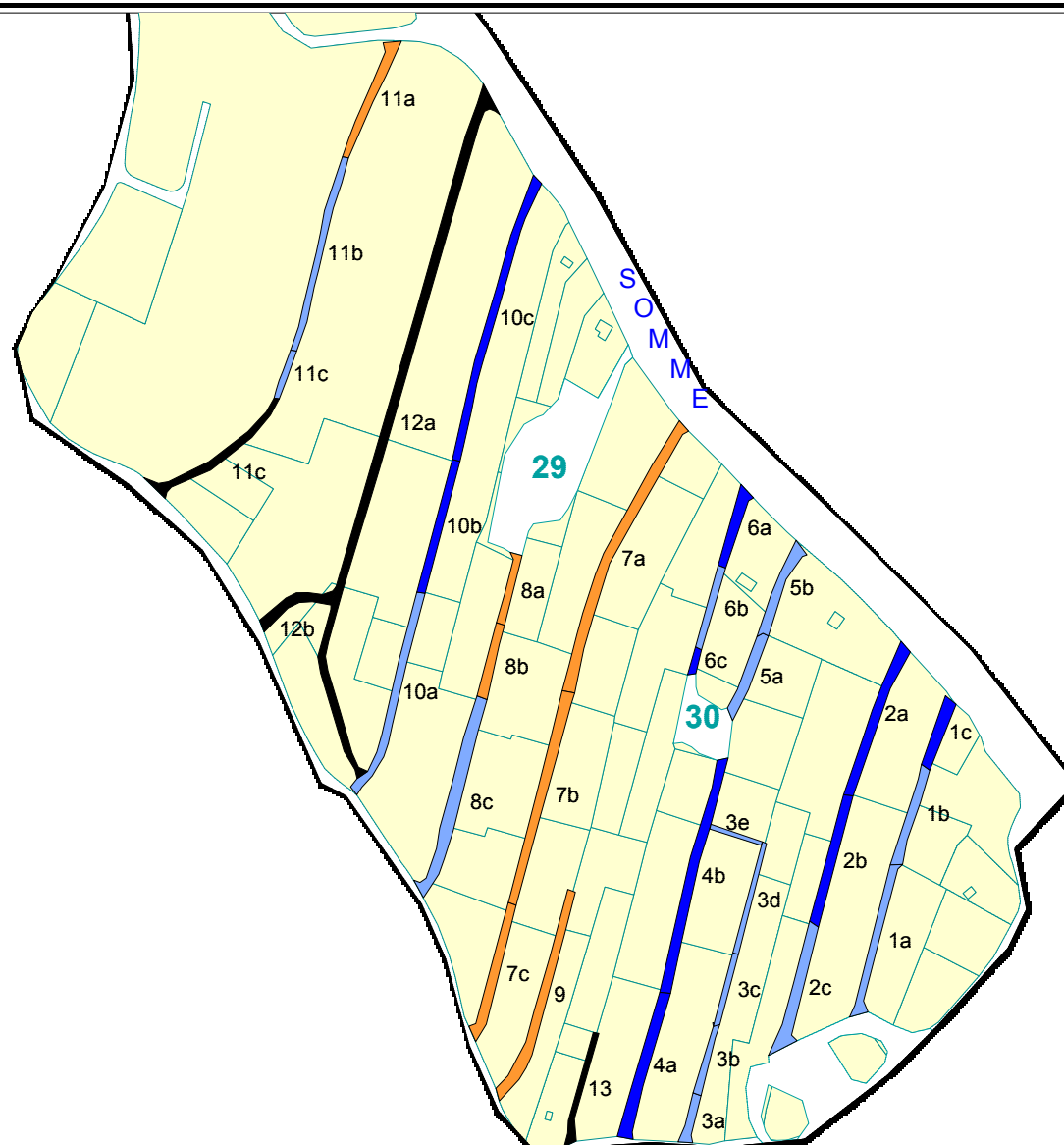
→ Numéro de fossé

12 Numéro de plan d'eau

Echelle

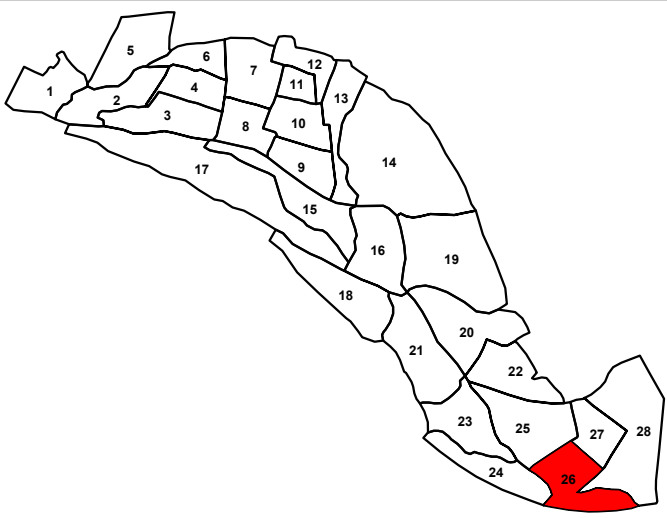
1/2800

N



* Hauteur d'eau corrigée par rapport à la cote d'eau zéro de l'échelle du Pré Porus

SECTEUR 26

DONNEES GENERALES		LOCALISATION
Surface du secteur (m2)	79628	
Nombre de fossés en eau	13	
Linéaire de fossés en eau (m)	1085	
Nombre de fossés secs ou humides	3	
Linéaire de fossés secs ou humides (m)	168	
Nombre de plans d'eau	2	
Surface de plans d'eau (m2)	38745	

OCCUPATION DU SOL				
	Boisement	Friche	Maraîchers	Jardin
Surface (m2)	0	12750	11161	24326
Répartition (%)	0%	26,4%	23,1%	50,5%

ETAT DU RESEAU DE FOSSES				
Etat des fossés	Hauteur d'eau critique (Heau<30cm)	Hauteur d'eau basse (30cm<Heau<50cm)	Hauteur d'eau moyenne (50cm<Heau<=70cm)	Hauteur d'eau suffisante (Heau>70cm)
Linéaire de fossés (m)	315	544	135	91
Linéaire de fossés (%)	29%	50,1%	12,4	8,4

REMARQUES
<p>Les parcelles de jardins sont dominantes dans le secteur 26 (50,5%). Quelques parcelles de friche et de cultures maraîchères occupent la surface restante.</p> <p>Le secteur peut être découpé en trois parties séparées par l'Avre et par le rieu de l'eau des prévôts.</p> <p>La partie Sud-Est comprend le plan d'eau n°46 et quatre fossés. Les parcelles de jardins sont séparées par trois fossés parallèles partant du plan d'eau et débouchant sur un petit fossé transversal (fossé1). En l'état actuel, ce fossé, transformé en zone humide (roselière), n'assure plus sa fonctionnalité hydraulique. Les fossés perpendiculaires n'ont donc plus de connexion hydraulique de sortie et fonctionnent en bras morts, entraînant un envasement de leur extrémité Sud.</p> <p>La partie Sud-Ouest ne comprend qu'un seul fossé en eau et deux fossés remblayés. En connexion directe avec l'Avre, le fossé 5 est très envasé.</p> <p>Les fossés de la partie Nord sont parallèles entre eux et assurent la connexion entre le rieu de l'eau des prévôts et le plan d'eau n°43 (exception faite du fossé 9, en impasse). Ces fossés sont globalement plus envasés dans leur partie Sud que dans leur partie débouchant sur le plan d'eau. Un léger courant qui provient de l'Avre dans le rieu public apporte certainement des quantités importantes de matières en suspension. Les fossés 12 et 13 sont particulièrement envasés et sont envahis par les hélophytes.</p>

CARTE DU DEGRE D'ENVASEMENT DES FOSSES EN EAU

SECTEUR 26

Légende

Hauteur d'eau* :

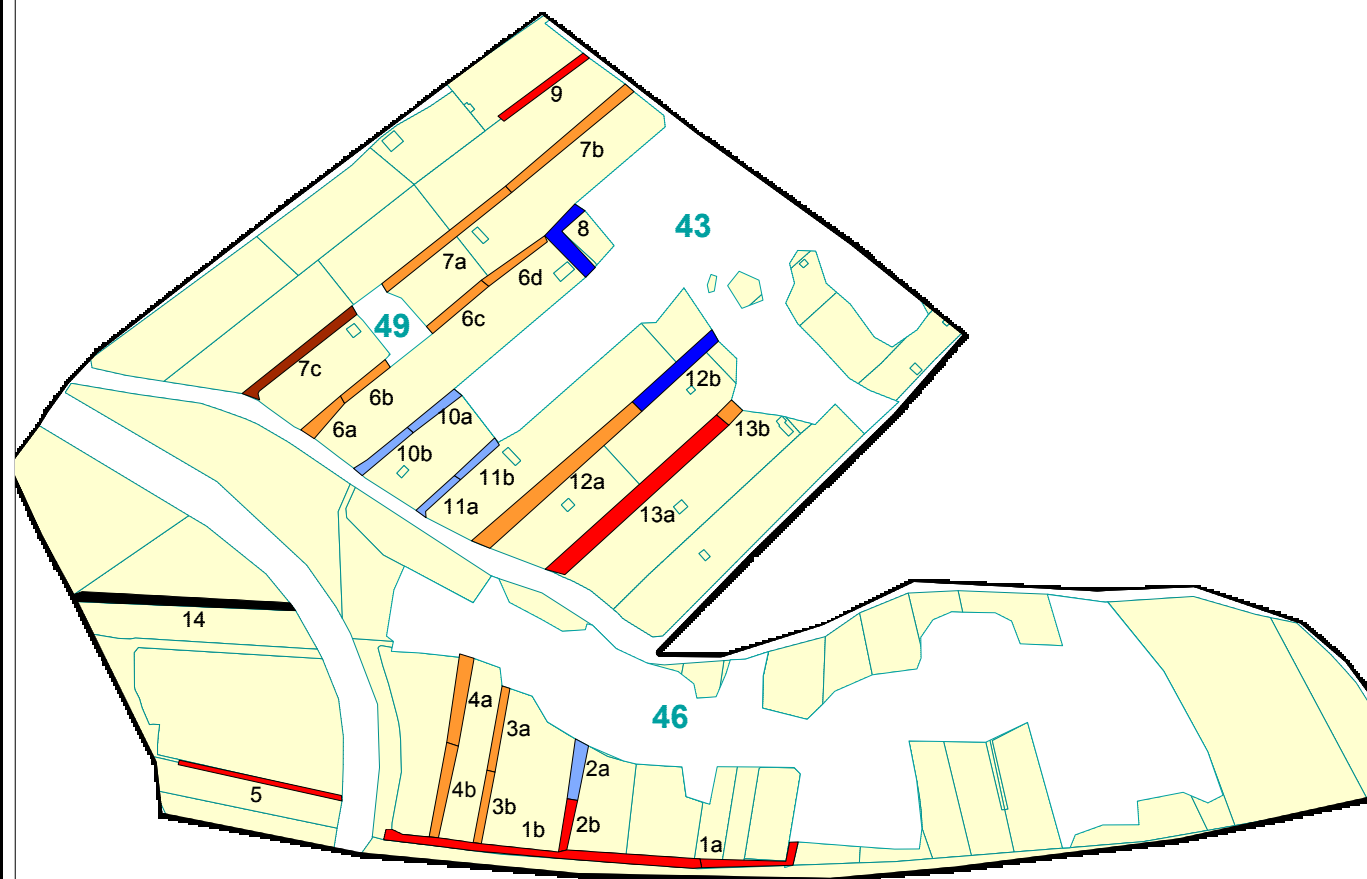
- Fossé sec (comblé ou remblayé)
- Fossé humide
- Inférieure à 31cm
- De 31 à 50 cm
- De 51 à 70 cm
- Supérieure à 71 cm

- Fossé inaccessible
- Plans d'eau et rieux publics ou inscrits au décret de 1902
- Voirie

- 7 b
- Numéro de tronçon
 - Numéro de fossé
 - 12** Numéro de plan d'eau

Echelle

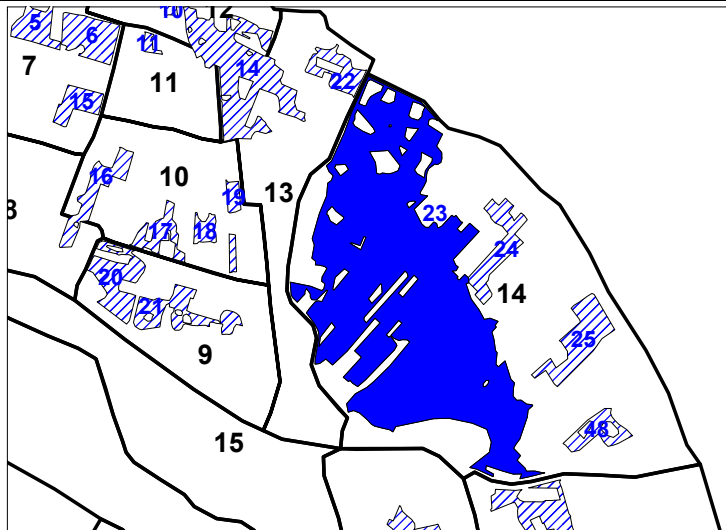
1/2800



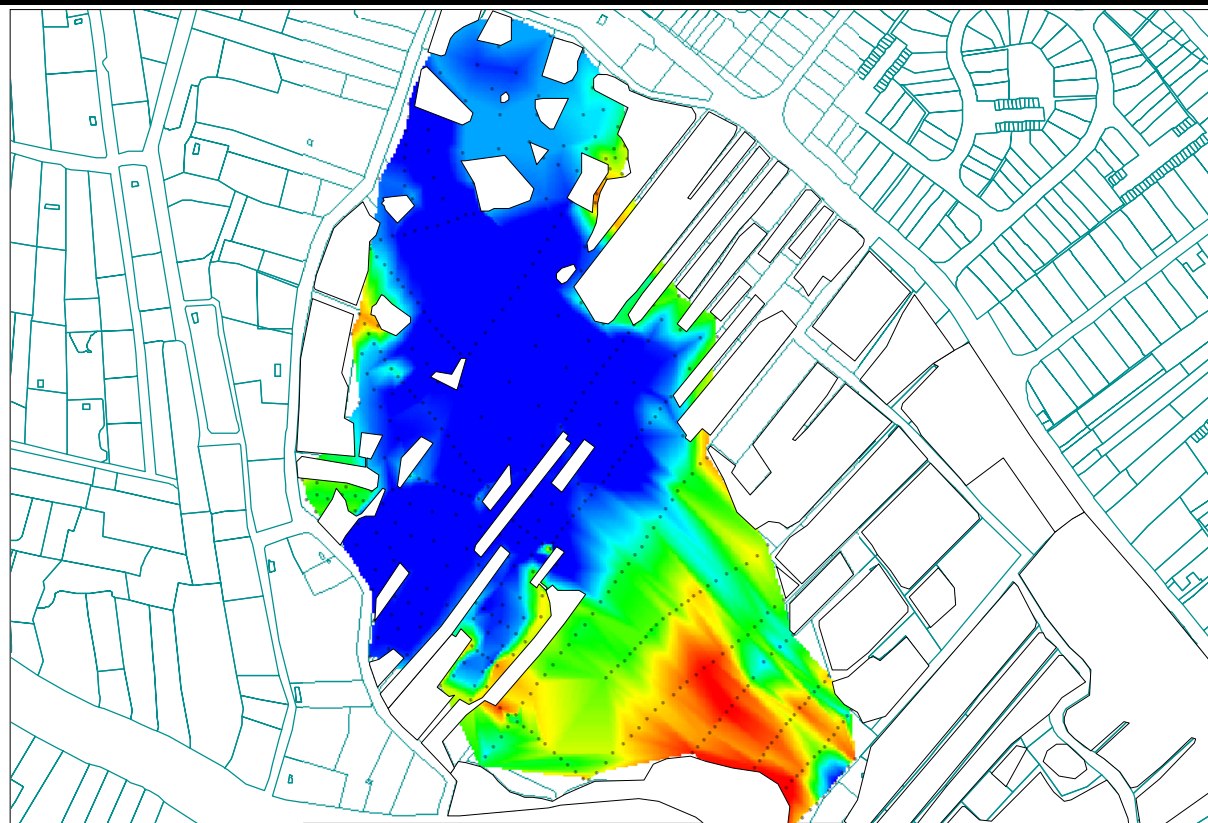
* Hauteur d'eau corrigée par rapport à la cote d'eau zéro de l'échelle du Pré Porus

Annexe 5 : Exemples de fiches descriptives « plans d'eau »

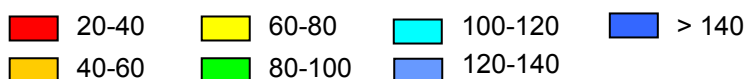
PLAN D'EAU 23

DONNEES GENERALES		LOCALISATION
Nom	Pré du Gouverneur et Marais de la Herde	
Secteur	14	
Surface	101369 m2	

CARTE DU DEGRE D'ENVASEMENT DU PLAN D'EAU



Légende : Hauteurs d'eau (cm)



Echelle

1/5000

REMARQUES

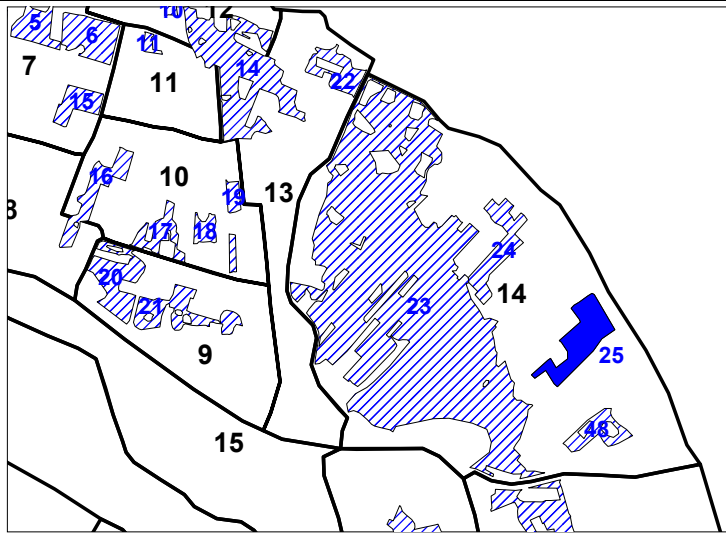
Le plan d'eau 23 se divise en deux parties : Le Pré du Gouverneur au Nord et le Marais de la Herde au Sud (ou Etang de Clermont).

La différence d'envasement entre ces deux secteurs est très nette. En effet, le Sud de ce plan d'eau communique directement avec la Somme sur plusieurs dizaines de mètres. Cette connexion constitue une des plus importantes entrées de la Somme dans les Hortillonnages. De ce fait, le Marais de la Herde constitue une zone de sédimentation préférentielle et joue un véritable rôle de

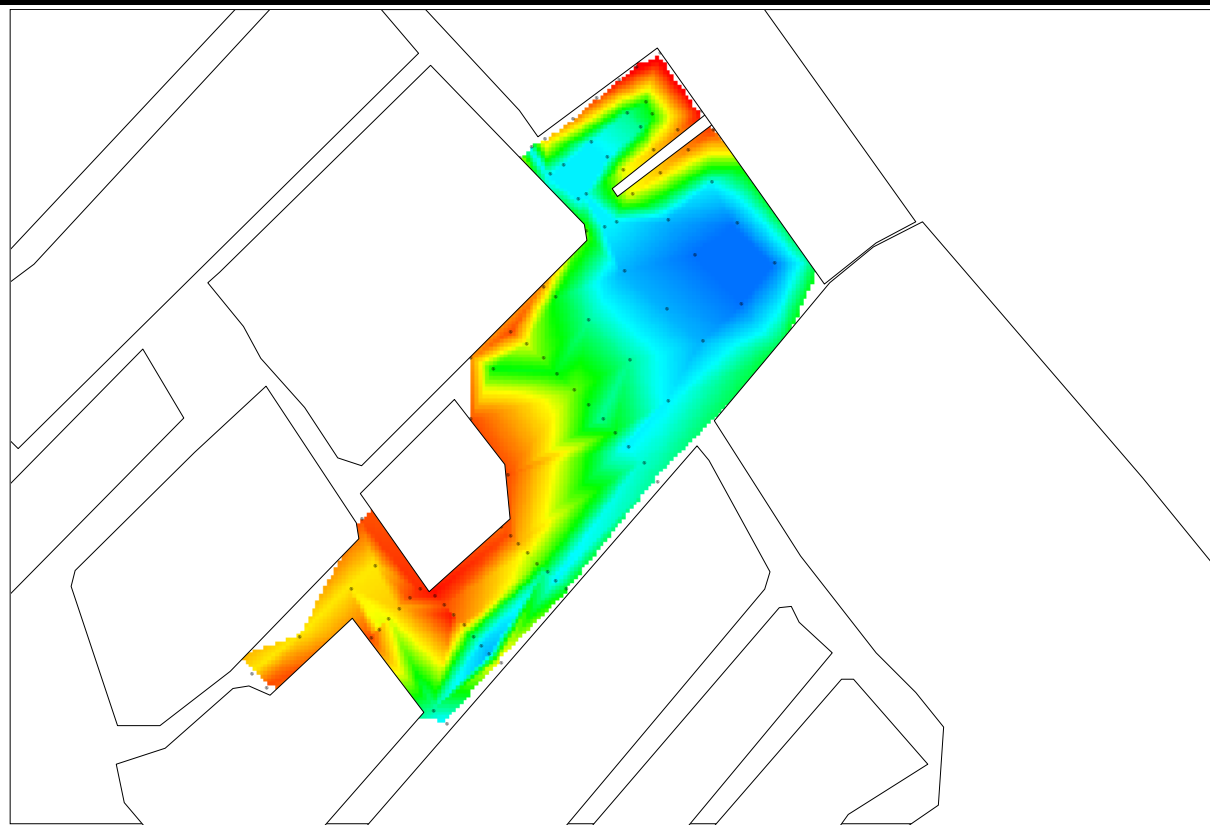
bassin de décantation. L'envasement y est donc très important. On observe en particulier un large bouchon vaseux à l'entrée, totalement couvert par la végétation aquatique (Ceratophylle). La hauteur d'eau remonte progressivement vers une zone à Nénuphars, plus au Nord.

Le Pré du Gouverneur présente une hauteur d'eau tout à fait fonctionnelle. Seuls quelques points d'envasement sont à signaler entre les îlots (à l'Ouest et au Nord-Est).

PLAN D'EAU 25

DONNEES GENERALES		LOCALISATION
Nom	Marais de la Herde	
Secteur	14	
Surface	6068 m2	

CARTE DU DEGRE D'ENVASEMENT DU PLAN D'EAU



Légende : Hauteurs d'eau (cm)



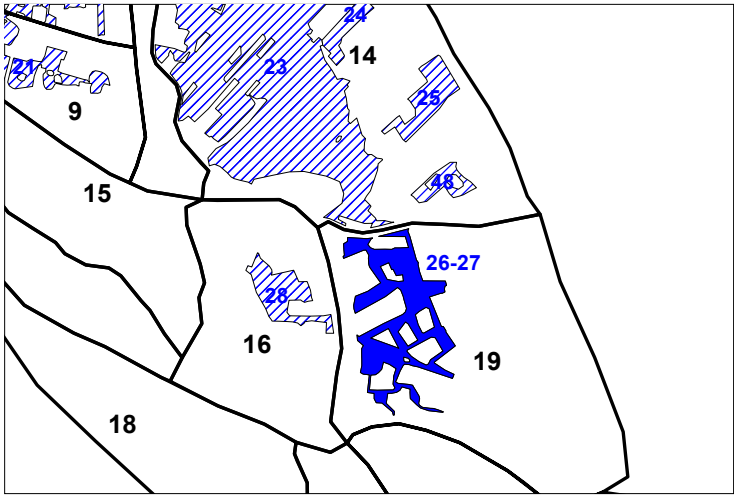
Echelle

1/1560

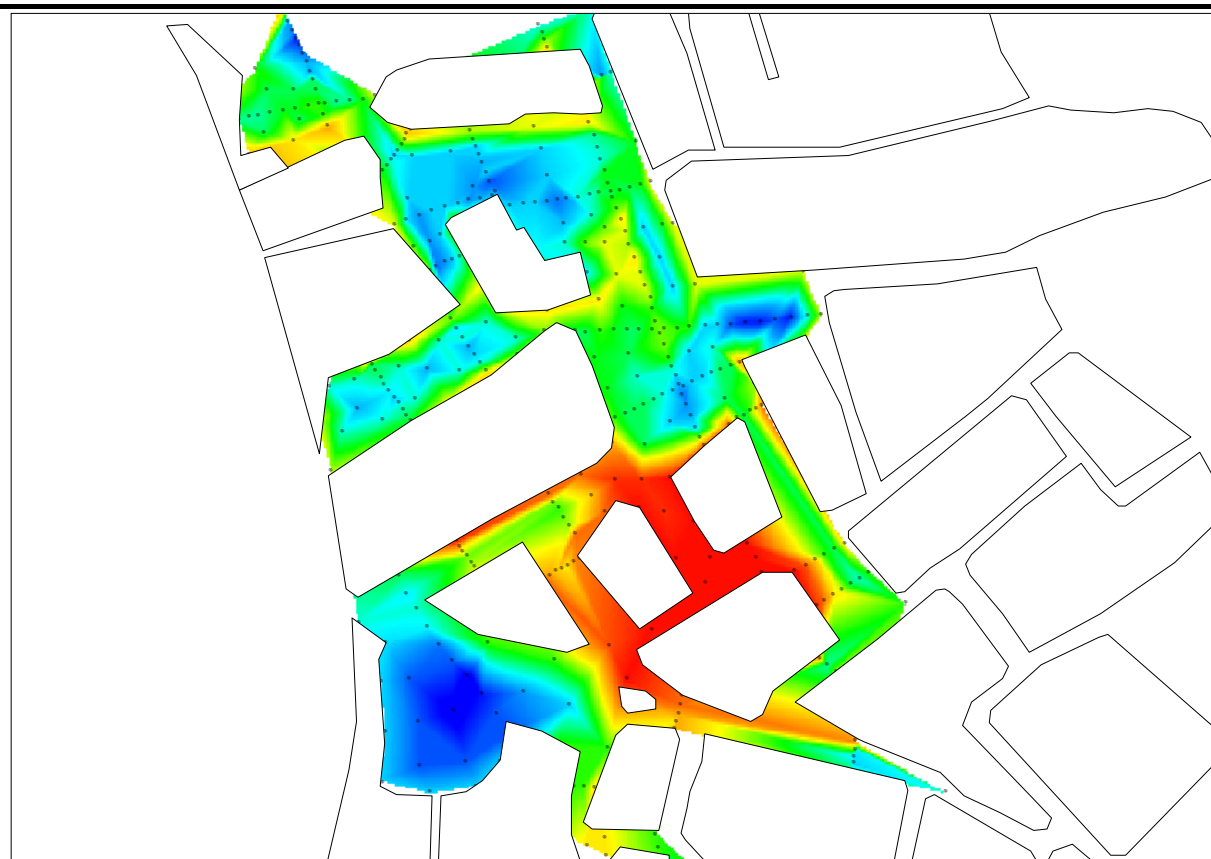
REMARQUES

Le plan d'eau 25 est très envasé autour du petit îlot et du parking à bateau. Cet envasement pose particulièrement problème au niveau du parking puisque certaines barques touchent le fond au niveau de leur emplacement, engendrant des difficultés de manœuvre. La hauteur d'eau sur le reste du plan d'eau est fonctionnelle.

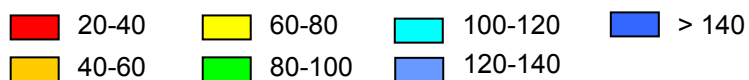
PLANS D'EAU 26 et 27

DONNEES GENERALES		LOCALISATION
Nom	Pré aux Chevaux	
Secteur	19	
Surface	19261 m2	

CARTE DU DEGRE D'ENVASEMENT DU PLAN D'EAU



Légende : Hauteurs d'eau (cm)



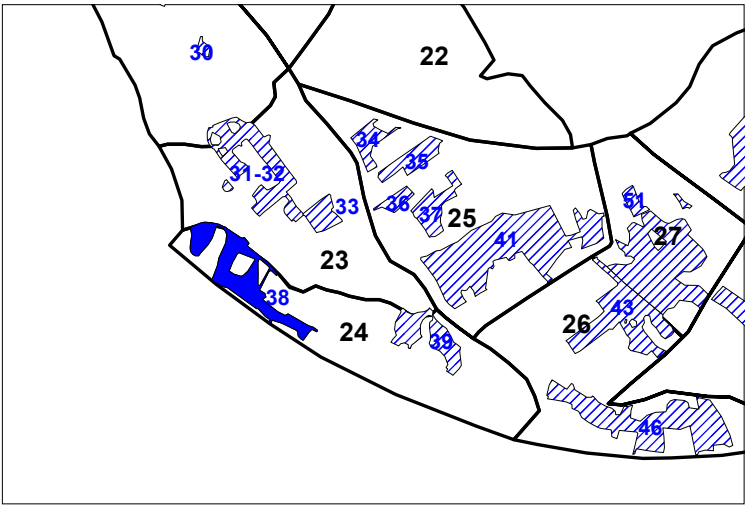
Echelle

1/2200

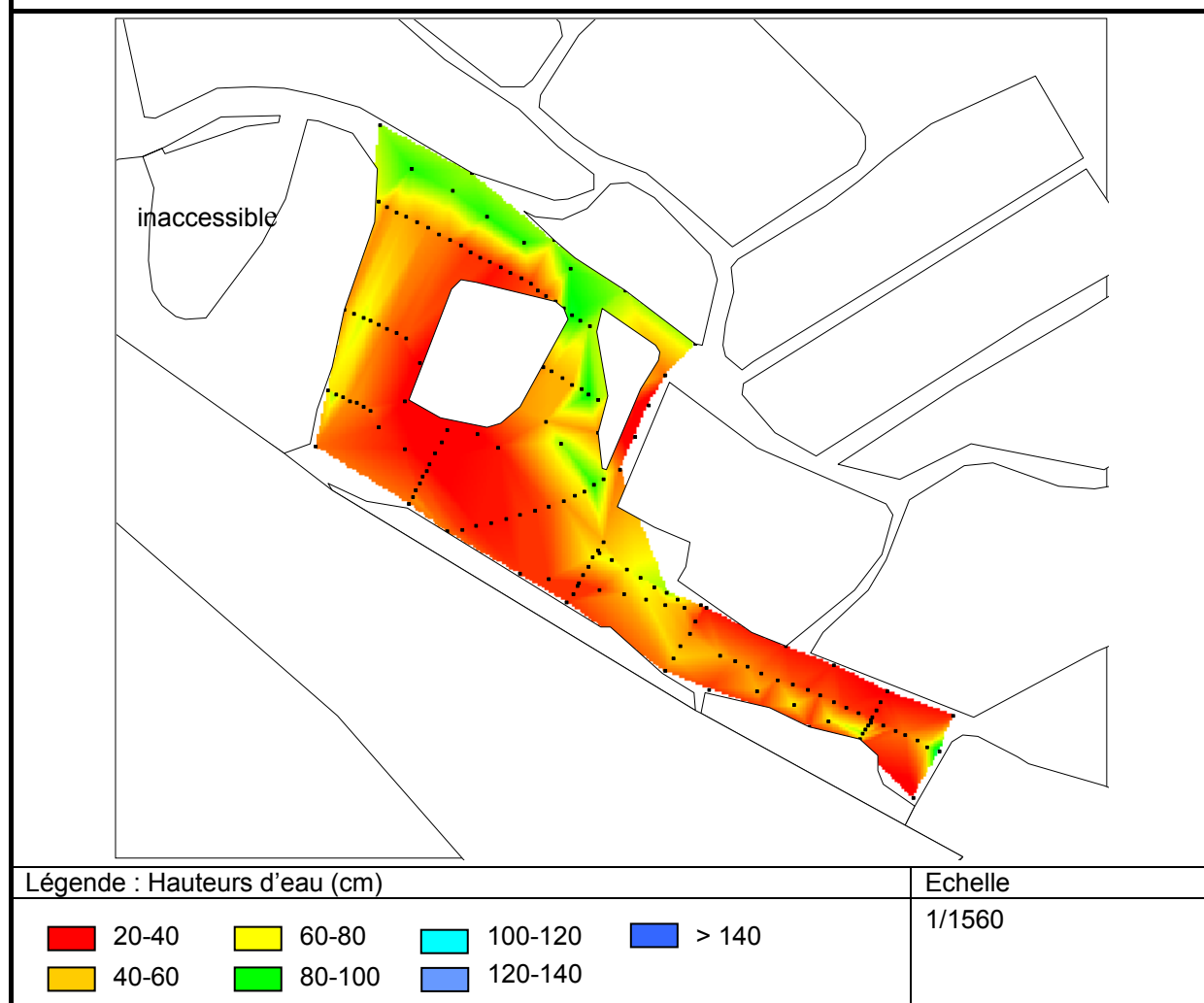
REMARQUES

Le degré d'envasement est très hétérogène sur le plan d'eau 26-27. La partie Nord ne présente pas de problème particulier. La hauteur d'eau y est dans l'ensemble moyenne et ne nécessite pas particulièrement d'intervention. Certains points d'accumulation en bordure des îlots sont toutefois à surveiller. La partie Sud du plan d'eau présente un secteur totalement envasé (hauteur d'eau 30-40cm) correspondant à une zone peu entretenue de boisement et de friche. Il est à noter que cet envasement s'accompagne en plusieurs endroits d'objets encombrants (déchets métalliques) ou d'embâcles (arbres morts). Derrière cette zone, on observe un petit plan d'eau régulièrement curé par le propriétaire (tous les ans environ), qui se trouve progressivement coupé de la circulation générale à cause de ce bouchon vaseux. Une intervention pourrait donc s'avérer nécessaire dans cette zone, sous réserve qu'un entretien régulier puisse être assuré par la suite.

PLAN D'EAU 38

DONNEES GENERALES		LOCALISATION
Nom	Marais des îlots	
Secteur	24	
Surface	8617 m2	

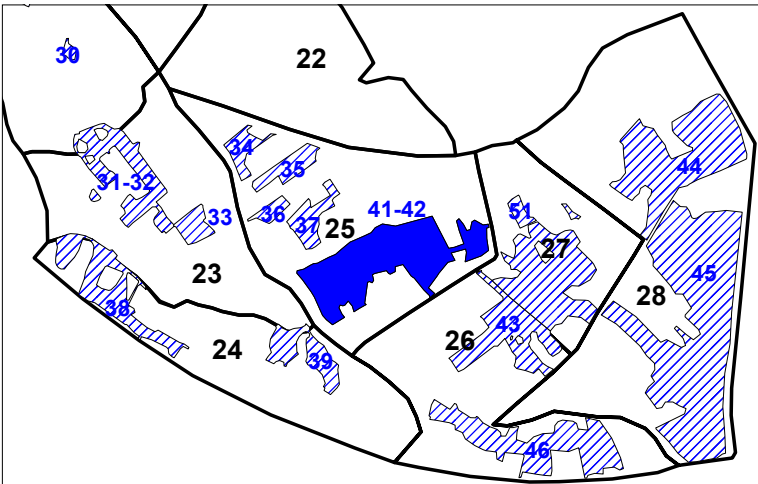
CARTE DU DEGRE D'ENVASEMENT DU PLAN D'EAU



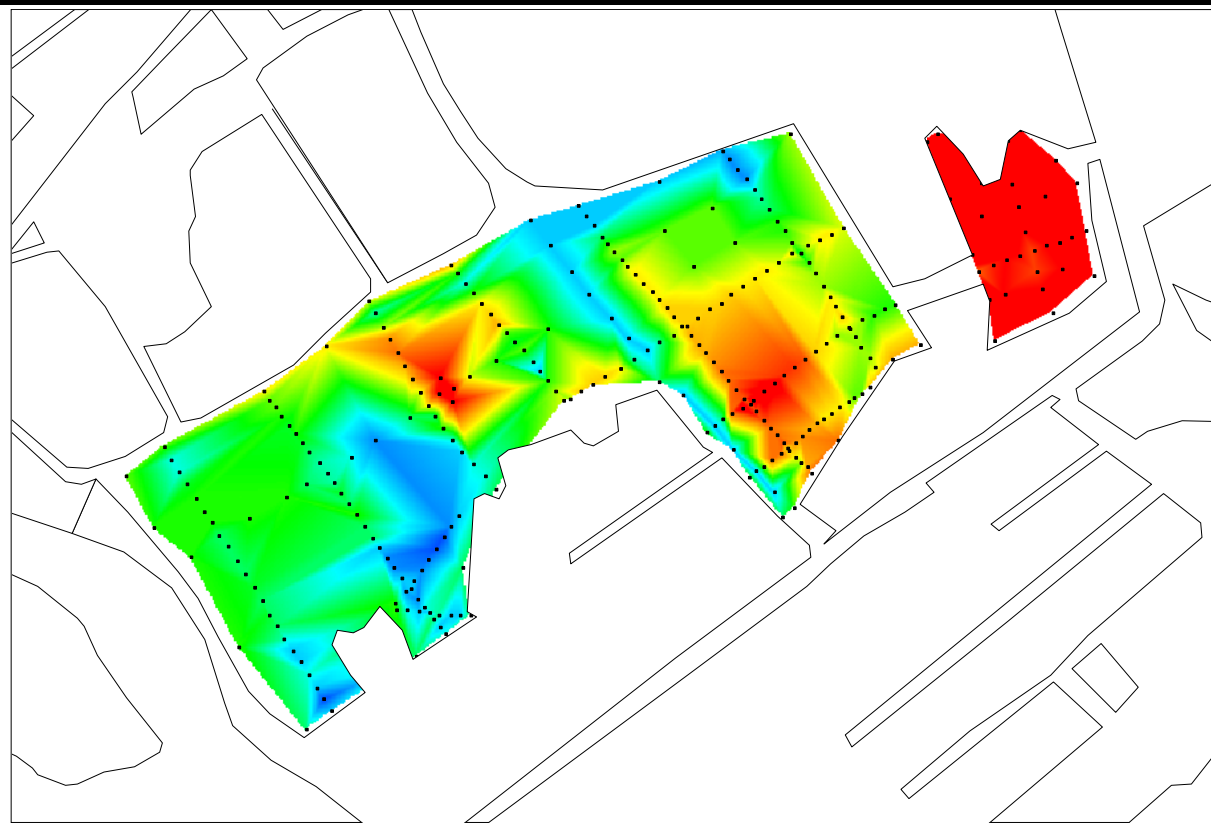
REMARQUES

Le plan d'eau 38 est complètement envasé et serait à curer en totalité. Plusieurs propriétaires des environs auraient réclamé le curage du secteur Sud au propriétaire afin de pouvoir y circuler, mais ce dernier n'a pu accéder à leur demande pour des raisons financières. Il serait certainement intéressant d'intervenir sur ce plan d'eau, mais il faudrait réfléchir aux modalités de financement de l'opération. Par ailleurs, il faut noter la présence d'une magnifique mangrove de saules pleureurs à conserver au niveau de l'îlot Ouest.

PLAN D'EAU 41-42

DONNEES GENERALES		LOCALISATION
Nom	Marais d'Hequet	
Secteur	25	
Surface	20446 m2	

CARTE DU DEGRE D'ENVASEMENT DU PLAN D'EAU



Légende : Hauteurs d'eau (cm)



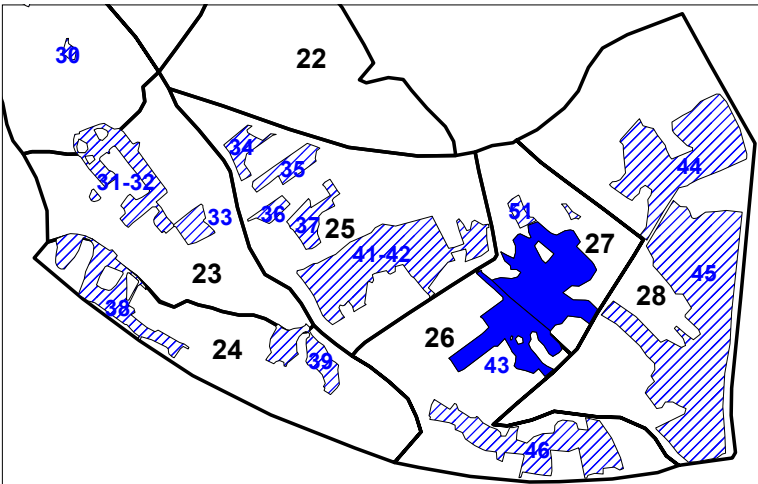
Echelle

1/2200

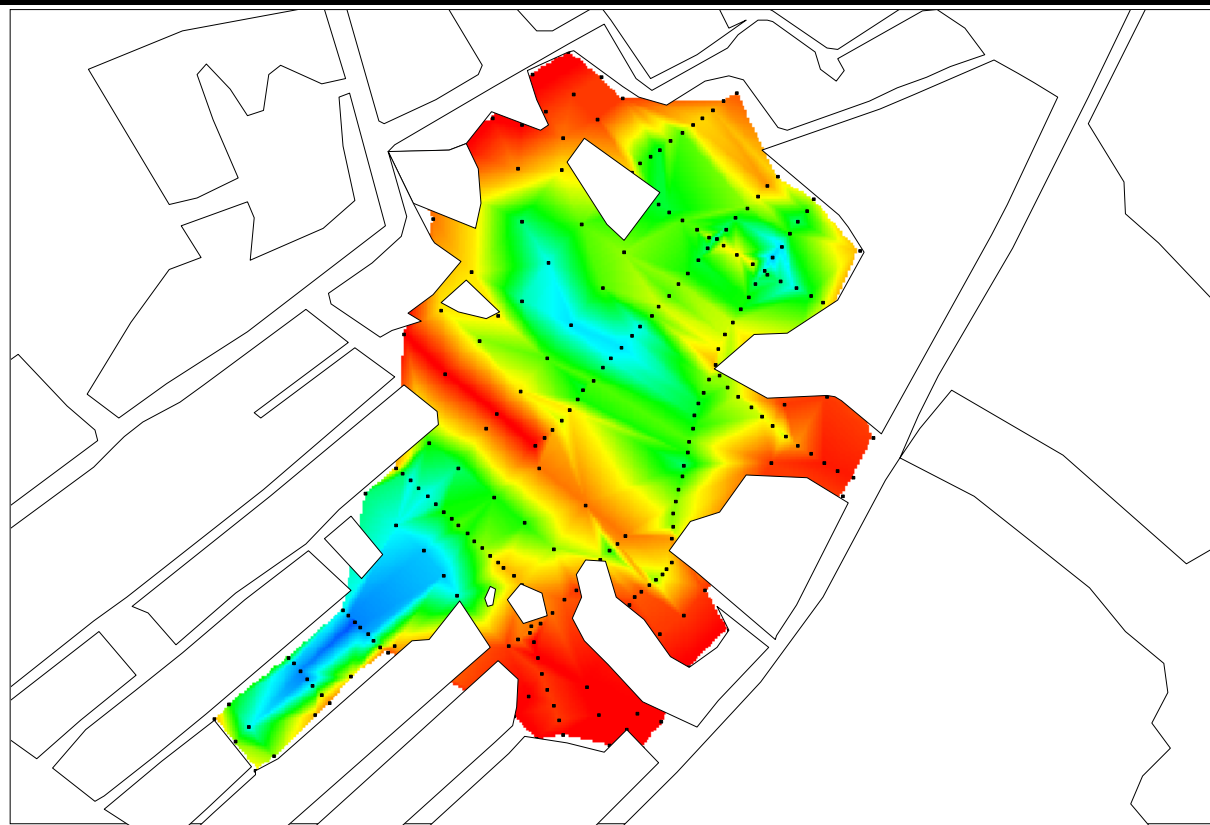
REMARQUES

Le plan d'eau 41 présente deux zones de bouchon : un tourbeux d'environ 30m2 au centre du plan d'eau, et un vaseux plus important à l'Est du plan d'eau. Le bouchon vaseux est dû à la sédimentation des particules en suspension pénétrant dans le plan d'eau par le courant issu la connexion Sud avec le rieu public (courant issu de l'Avre).
Le petit plan d'eau 42 (à l'Est) est totalement envasé.

PLAN D'EAU 43

DONNEES GENERALES		LOCALISATION
Nom	Marais d'Hequet	
Secteur	26-27	
Surface	24045 m2	

CARTE DU DEGRE D'ENVASEMENT DU PLAN D'EAU



Légende : Hauteurs d'eau (cm)



Echelle

1/3800

REMARQUES

Le plan d'eau 43 est coupé en deux par une barrière crayeuse sur laquelle s'est implantée une roselière. Cette barrière naturelle est renforcée par la présence de piquets. Le plan d'eau se caractérise globalement par une bonne hauteur d'eau moyenne au centre et par la présence de poches d'envasement préférentiel sur le pourtour. Les accès à la partie Nord du plan d'eau sont totalement envasés et sont bloqués (barrière, piquets, roselière...). Il pourrait être intéressant de curer ces secteurs afin de rétablir une bonne circulation hydraulique dans le plan d'eau.

Annexe n°6 : Résultats de l'analyse IBGN

[illegible]

Annexe 7 : Inventaire des poissons observés

CYPRINIDES

Ablette
Barbeau
Brème
Carpe
Chevesne
Gardon
Goujon
Ide mélanote
Rotengle
Tanche
Vandoise

ANGUILLIDES

Anguille

ESOCIDES

Brochet
Sandre

GASTEROSTEIDES

Epinoche

COBITIDES

Loche d'étang

PERCIDES

Perche
Perche goujonnière
Perche arc-en-ciel

Annexe 8 : Cubage des sédiments à extraire sur les plans d'eau

N° plan d'eau	Secteur	Surface (m2)	Zone d'envasement concernée	Surface concernée	Hauteur d'eau	Scénario 1 Dynamique sediments	Scénario 2 Circulation/usages	Scénario 3 Patrimoine	Observations (enjeux ou contexte particulier)
1	5	8394	zone sud, tour de l'île avec saules zone nord, fermée	670 2895	0,60 0,70	268		868,5	
2	6	1671							
3	7	1894	-						
4	7	2071	-						
5	7	19022	petit bouchon, encoche sud				40		
6	7	8523	-						
7	12	1600	petit bouchon, encoche est	95	0,60		38		
8	12	2514	quelques dépôts						Pas d'urgence
9	12	682	-						
10	12	486	zone est	100	0,50	50			Connexion de fossés curés dans le scénario 1
11	11	4697	-						
12 et 13	7	3415							
14	13	21784	zone nord, semi fermée encoche sud-est	430 235	0,60 0,45	172 129,25			Réouverture de la circulation vers le rieu importante Dépôt rieu, DLG importants
15	7	4637							
16	10	8054	-						
17	10	4938	bouchon sud-est	520	0,50		260		DLG
18	10	1975	-						
19	10	983	totalité du plan d'eau	700	0,50	350			Dépôt rieu
20	14	8937							Entretenu, pas de problème d'après les propriétaires
21	14	8237							Entretenu, pas de problème d'après les propriétaires
22	14	5407	encoche nord						Pas de connexion en jeu, intérêt du curage limité et zone envahie de jussie : Pas d'intervention
23	14	172296	bouchon sud, marais de la herde bouchon, sud presqu'île, marais de la herde zone nord-ouest, tour d'île zone nord-est, tour d'île	12500 580 390 160	0,50 0,60 0,60 0,50	6250	232 156 80		Dépôt entrée de Somme
24	14	9199	zone nord	1180	0,60	472			Dépôt rieu
25	14	10315	zone sud zone sud, tour de l'île zone nord, port	580 955 430	0,50 0,50 0,40	290 258	477,5		Connexion de fossés curés dans le scénario 1 Intérêt général important, usage du port
26-27	19	32741	zone sud, tour des îles	3950	0,35		2567,5		
28	16	9284	encoche est encoches nord	820 740	0,40 0,45			492 407	connexion bloquée par la végétation
29	21	2713	-						
30	21	698	zone dépôt sud						intervention pas vraiment justifiée, à surveiller
31-32	23	13956	zone nord, tour d'île passage entre îles zone sud-est	850 45 1640	0,45 0,60 0,65	467,5 18	574		Dépôt rieu petit bouchon à la circulation
32bis	23	349	zone est	160					Pas d'urgence, à surveiller
33	23	3524	zones de dépôt sur le pourtour						Pas d'urgence, à surveiller
34	25	3701	totalité du plan d'eau	3500	0,10	Estimations		3150	Dépôt entrée de Somme, mais pas de connexion
35	25	4769	totalité du plan d'eau	4500	0,10	Estimations		4050	Dépôt entrée de Somme, mais pas de connexion
36	25	1921	petit bouchon central						Pas d'urgence, axes de circulation en bon état
37	25	5440	-						
38	24	14651	quasi-totalité du plan d'eau	6500	0,35	4225			Dépôt rieu - Raccordé au plan d'eau 29, piège à vase de l'Avre - Risques de problème avec le propriétaire - Enjeu mangrove
39	24	6762	Zone nord, blocage circulation Zone sud	240 535	0,50 0,50		120		Enjeu roselière, maintenir zone humide Connexion de fossés curés dans le scénario 3
40	24	1110							
41-42	25	34763	bouchon ouest bouchon central plan d'eau 42	2425 2480	0,50 0,30	1212,5		1736	Bouchon tourbeux, pas d'intervention Dépôt communal, courant d'entrée issu de l'Avre
43	26	41307	zone centrale linéaire encoche sud encoche sud-est encoche nord-est encoche nord encoche nord-ouest	2570 1330 1505 975 2070	0,40 0,40 0,40 0,60 0,40	1542 798 390		903 1242	Affleurement crayeux, pas d'intervention Sortie de fossés curés dans le scénario 1 Dépôt rieu Sortie d'un fossé curé dans le scénario 1
44	28	33408	encoche ouest	1440	0,45	792			Sortie d'un fossé curé dans le scénario 1
45	28	69946	bouchon chenal est zone centrale partie sud zone centrale partie nord encoche ouest	1452 8645 6225 3650	0,55 0,40 0,60 0,40	653,4	5187 2490	2190	Recréation chenal pour éviter déconnexion - Usage pêche en bordure
46	26	22543	bouchon entrée nord-est encoche nord encoche sud	380 625 320	0,65 0,50 0,60		133	312,5 128	
						18337,65	12355	15479	
Total						18337,65	30692,65	46171,65	