



TRANSFERT DU PHOSPHORE SUR LES BASSINS VERSANTS DE L' AISNE ET DE L' ANGLAINE

Origines, modes de transfert et plan d'actions opérationnel

Rapport final

Octobre 2023



 *Interfaces & Gradients*

Interfaces et Gradients
8 rue Charles Lindbergh
35150 JANZE
www.igrad.fr



SOMMAIRE DE L'ETUDE

| | | |
|---|---|-----------|
| I. | Avant-Propos | 4 |
| II. | L'APPROCHE METHODOLOGIQUE DEVELOPEE | 7 |
| ETAPE 1 : ETAT DES LIEUX | | 8 |
| III. | PRESENTATION DU TERRITOIRE D'ETUDE | 9 |
| III.1. | Situation géographique | 9 |
| III.2. | Contexte géologique et topographique | 11 |
| III.3. | Occupation de sol | 13 |
| III.3.1. | Éléments du paysage | 13 |
| III.3.2. | Orientation technico économique des exploitations agricoles | 16 |
| III.3.3. | Assolement | 18 |
| III.4. | Contexte hydrologique | 20 |
| III.5. | L'assainissement des eaux usées | 23 |
| III.5.1. | Les stations d'épuration domestiques | 23 |
| III.5.2. | Rejet d'eaux industrielles | 24 |
| III.5.3. | L'assainissement non collectif | 26 |
| IV. | LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE | 28 |
| V. | SUIVI COMPLEMENTAIRE DE LA QUALITE DE L'EAU | 30 |
| V.1. | LOCALISATION DES STATIONS | 30 |
| V.1. | DYNAMIQUE DU PHOSPHORE : | 32 |
| V.2. | SENSIBILITE DU TERRITOIRE AU RISQUE DE FUITE D'AZOTE | 37 |
| V.2.1. | Rappel sur les mécanismes de transfert | 37 |
| V.2.2. | Résultats des campagnes hivernales | 37 |
| V.2.3. | Recherche de relations de causes à effets | 39 |
| ETAPE 2 : CARACTERISATION DES SOURCES DE PHOSPHORE | | 40 |
| VI. | RAPPEL SUR LA DYNAMIQUE DU PHOSPHORE | 41 |
| VII. | LA SOURCE DE PHOSPHORE LIEE L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF | 43 |
| VII.1. | Les flux de phosphore rejetés par les STEP | 43 |
| VIII. | LA SOURCE DE PHOSPHORE LIEE A L'ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF | 45 |
| VIII.1. | Contexte réglementaire | 45 |
| VIII.2. | Classement des installations | 45 |
| VIII.3. | Estimation des flux de phosphore | 47 |
| IX. | LA SOURCE LIEE A L'EROSION DES TERRES AGRICOLES | 49 |
| IX.1. | Rappel de la méthodologie | 49 |
| IX.2. | Caractérisation du risque potentiel d'érosion | 52 |
| IX.3. | Risque de transfert direct | 56 |
| IX.4. | Retour terrain 2021-2023 : le risque avéré d'érosion | 58 |
| IX.4.1. | Identification des parcelles prioritaires | 58 |
| IX.4.2. | Bilan quantitatif des parcelles à risque avéré | 62 |
| IX.5. | Repérage des facteurs aggravants sources de phosphore | 63 |
| IX.5.1. | Géolocalisation des points noirs | 63 |

| | | |
|--|---|-----------|
| IX.5.2. | Les entrées de champ _____ | 64 |
| IX.5.3. | Le stockage du fumier au champ _____ | 64 |
| IX.5.4. | Les mauvaises conditions de pâturage _____ | 65 |
| IX.5.5. | Autres exemples de pratique agricole aggravante _____ | 67 |
| IX.6. | Les voies de transferts des produits d'érosion _____ | 68 |
| IX.6.1. | Le réseau de fossés circulants _____ | 68 |
| IX.6.2. | Les fossés intra parcellaires _____ | 69 |
| X. | SYNTHESE DES SOURCES DE PHOSPHORE _____ | 70 |
| | | |
| ETAPE 3 : PROPOSITION D'UN PROGRAMME D' ACTIONS DE LUTTE POUR AMELIORER LA QUALITE DE L'EAU _____ | | 71 |
| | | |
| XI. | ACTIONS (INTER) COMMUNALES _____ | 72 |
| XI.1. | L'assainissement collectif _____ | 72 |
| XI.2. | L'assainissement non collectif _____ | 73 |
| XI.3. | Gestion des fossés circulants : faire évoluer les pratiques d'entretien _____ | 74 |
| XI.4. | Mise à jour de la base SIG de l'étude _____ | 75 |
| XII. | ACTIONS AGRICOLES _____ | 76 |
| XII.1. | Sensibiliser les agriculteurs aux pertes de sols (érosion) et d'éléments (azote, phosphore) _____ | 76 |
| XII.2. | Stratégie et mise en œuvre des actions agricoles _____ | 76 |
| XII.3. | Limiter le risque de transfert de sols vers le fossé _____ | 77 |
| XII.3.1. | Sensibilisation des agriculteurs _____ | 77 |
| XII.3.2. | Recréation de talus sur les secteurs identifiés à risque d'érosion _____ | 77 |
| XII.3.1. | Grandes surfaces à risque d'érosion : aménagement hydraulique intra parcellaire _____ | 79 |
| XII.4. | L'approche agronomique : limiter le risque d'érosion au sein de la parcelle _____ | 81 |
| XII.4.1. | Conséquences de l'érosion _____ | 81 |
| XII.4.2. | Améliorer les pratiques liées à la conduite des grandes cultures _____ | 81 |
| XII.4.3. | Allonger et diversifier les rotations : introduction de prairies et de légumineuses _____ | 83 |
| XII.5. | Limiter le poids des facteurs aggravants _____ | 84 |
| XII.6. | Adaptation de fiches actions _____ | 85 |
| ANNEXE : LES FICHES ACTION _____ | | 86 |

I. Avant-Propos

La retenue du barrage de Haute Mayenne (Saint-Fraimbault) est identifiée pour ses eaux eutrophes (riches) car sous l'influence direct des flux en phosphore exportés depuis ses bassins versants. Cet état trophique du lac de Haute Mayenne conduit régulièrement à l'apparition intempestive de blooms de cyanobactéries.

En 2018 le département lançait un diagnostic à l'échelle du grand bassin d'alimentation de ce réservoir, d'une surface de 1820 km². Cette approche globale avait permis d'identifier les sources de phosphore à partir des informations disponibles, et de proposer une première recherche de relation de causes à effets entre les spécificités des sous bassins versants et leur signature physico chimique observée dans les cours d'eau.

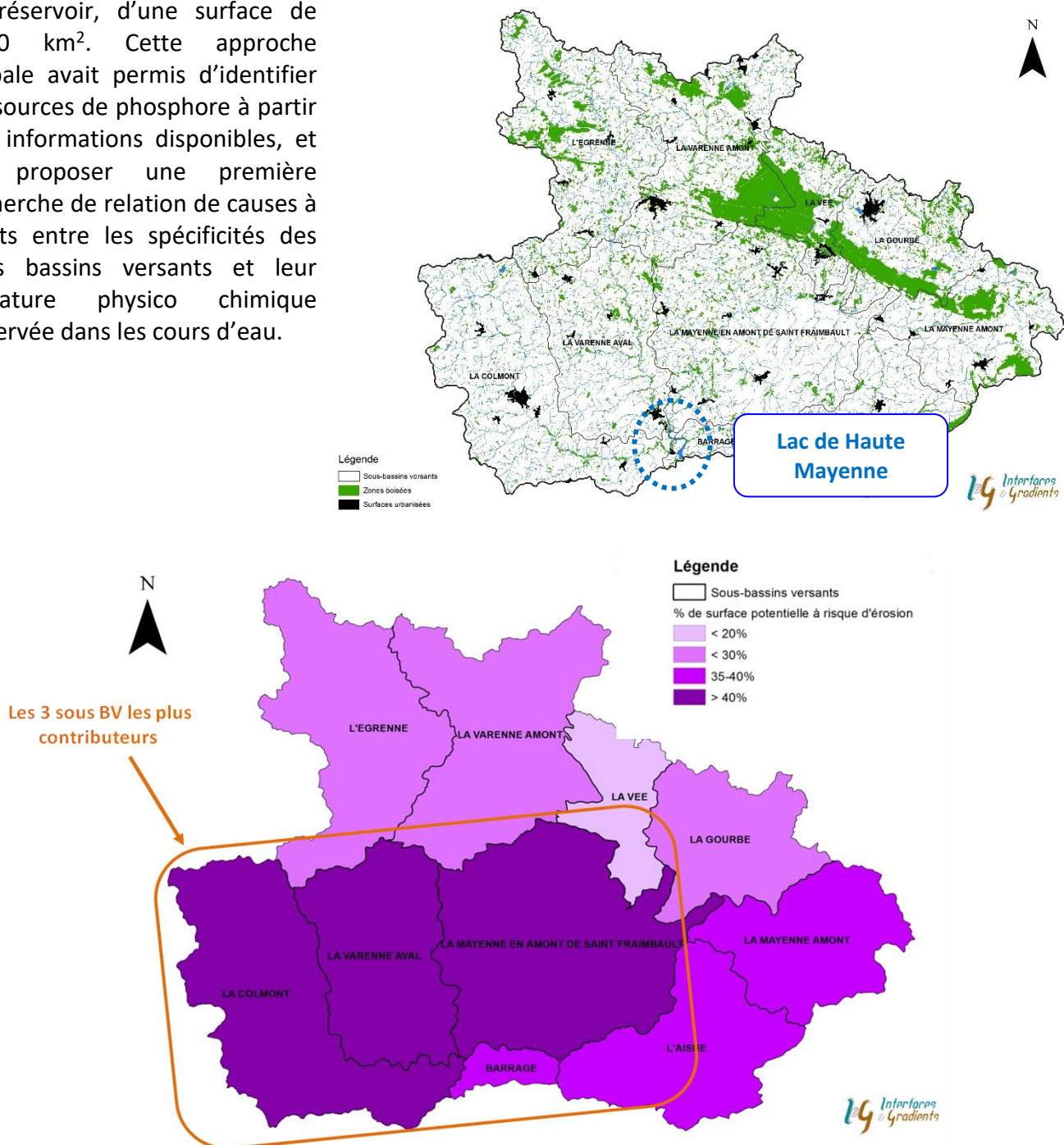


Figure 1 : Bassin versant du Lac de Haute Mayenne, en amont du Lac de Haute Mayenne. Hiérarchisation des sous BV en fonction de leur risque de fuite de phosphore par érosion des sols (I&G 2018)

Une hiérarchisation des sous bassins versants les plus contributeurs était proposée en fonction de leur contribution au flux global du phosphore exporté jusqu’au Lac de Haute Mayenne.

Suite à ce constat, le bassin versant de la Colmont (à l’Ouest) a été le premier à faire l’objet d’une approche plus fine (2019-2020), qui a permis de planifier un programme d’actions visant à réduire ces fuites de phosphore.

Cette deuxième étude de terrain (2021-2023) cible les bassins versants de l’**Aisne** et de l’**Anglaise**, affluents de la Mayenne amont, où est implantée une prise d’eau potable classée prioritaire à Couterne (enjeu pesticides). Le sous BV de l’Anglaise est inclus dans le bassin de Mayenne en amont de Saint-Fraimbault, identifié comme l’un des 3 territoires les plus contributeurs au flux de phosphore exporté vers le lac de Haute Mayenne (Figure 1).

La présente étude vise à préciser la nature et les origines de l’enrichissement en phosphore des eaux superficielles de l’Aisne et de l’Anglaise, et à établir un plan d’actions de reconquête de la qualité de ces eaux douces.

L’exploitation des données existantes à l’échelle des bassins versants est confrontée à la réalité du terrain (2021-2023) en collaboration étroite avec l’équipe technique du SYBAMA et du SDE61. Ce lien technique avec ces relais locaux facilitera le passage du diagnostic aux actions de reconquête.

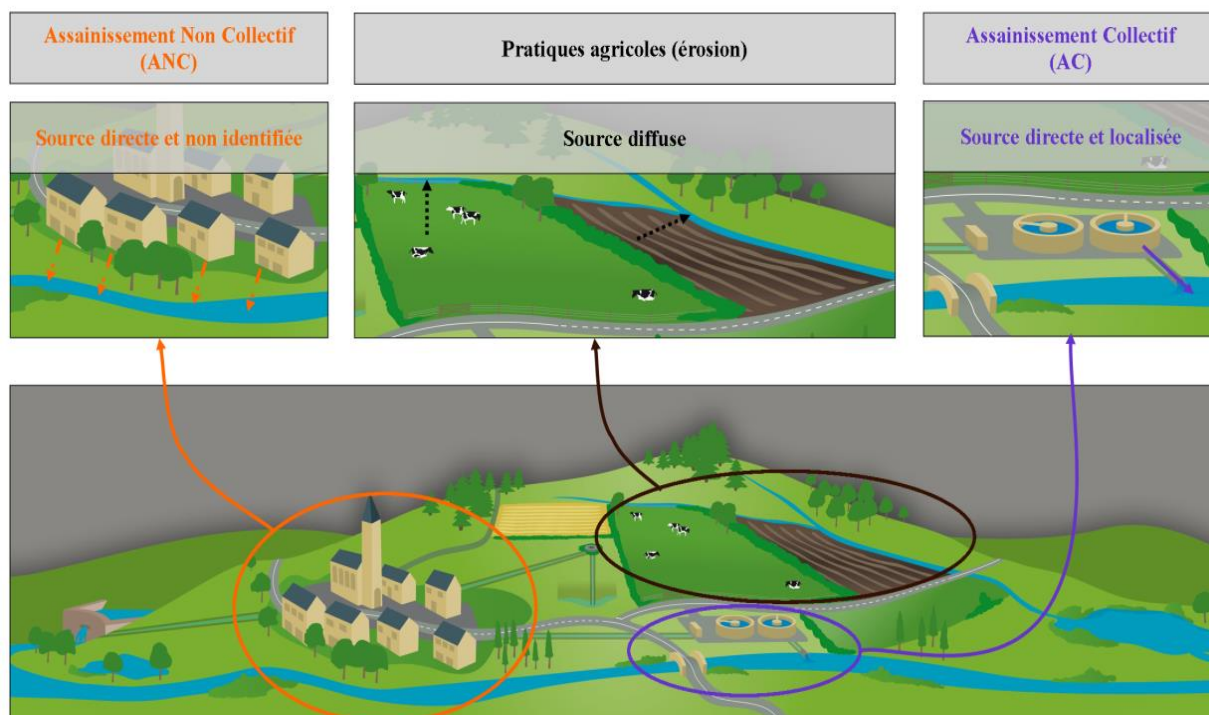
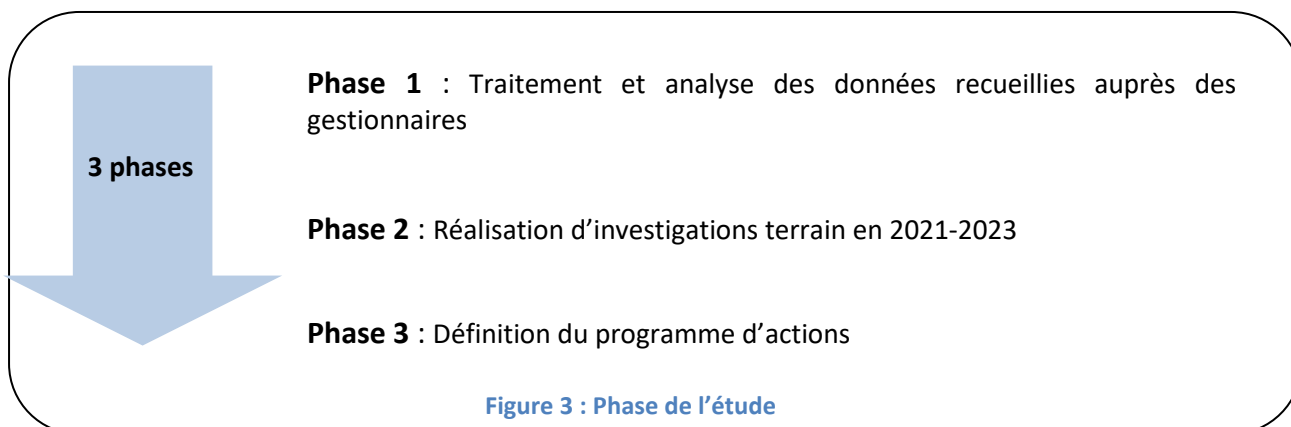


Figure 2 : Résumé des sources de phosphore dans les eaux superficielles (I&G 2011)



II. L'APPROCHE METHODOLOGIQUE DEVELOPEE

Les données existantes synthétisées dans l'état des lieux (Phase 1) et celles produites lors du diagnostic terrain de l'étude (Phase 2) sont traitées et intégrées dans une base d'informations géolocalisées (SIG).

Ces données spatialisées sont croisées entre elles selon différentes thématiques et avec les résultats de suivi de la qualité de l'eau, dans le but d'apporter des éléments de diagnostic qui permettent d'identifier, de localiser et de pondérer les différentes sources de phosphore.

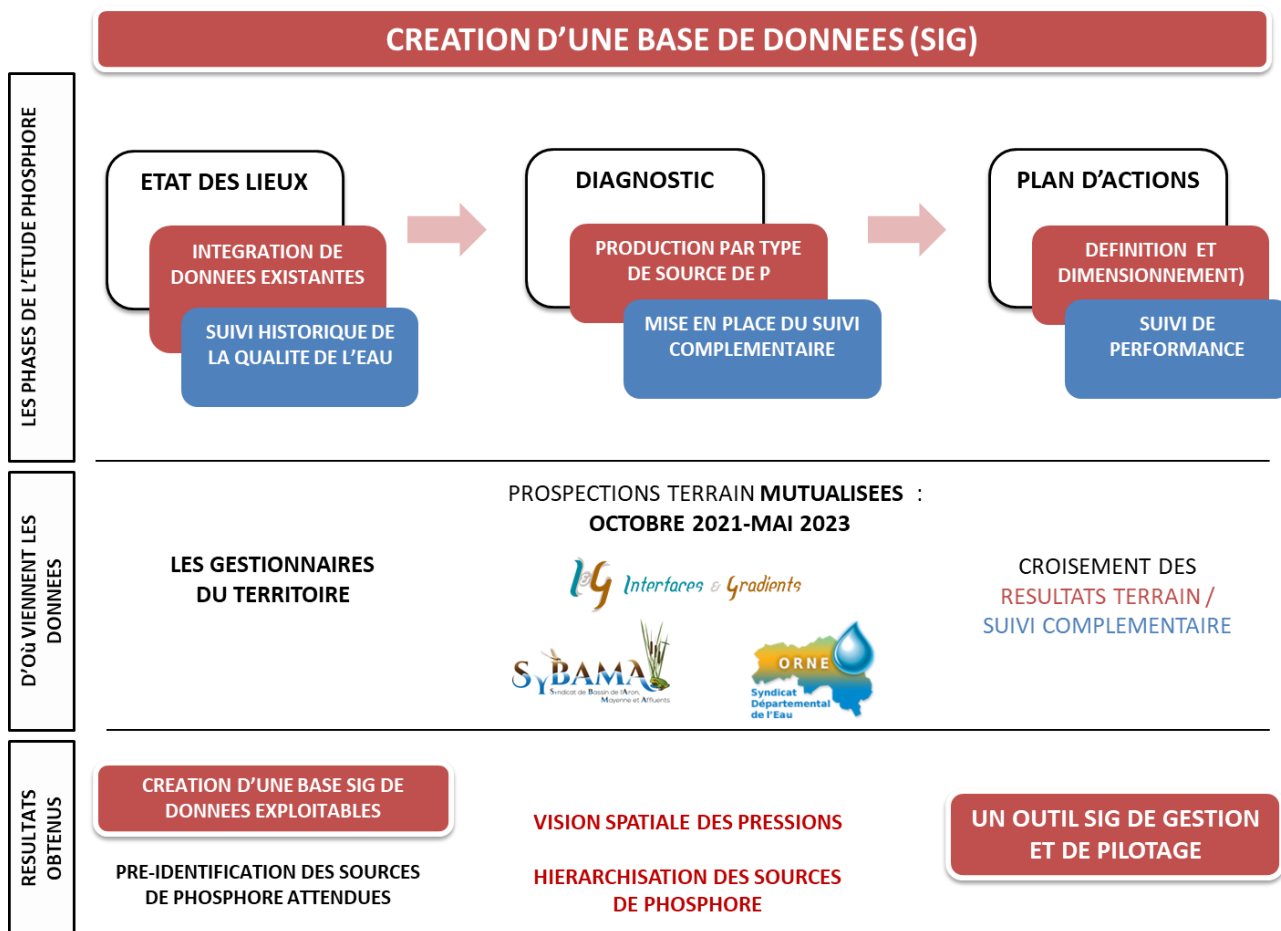


Figure 4 : Approche méthodologique développée pour l'étude diagnostic BV

La vision spatiale des pressions qu'offre cette base SIG priorise dans un second temps les secteurs d'actions de reconquête de la qualité de l'eau, en fonction des sources de phosphore. Pour celle liée aux pertes de sols, l'échelle du diagnostic est celle de la parcelle, ce qui permet un dimensionnement et un chiffrage au plus juste du programme d'actions détaillé dans la phase 3.

Au final, l'outil SIG restitué au CD53, au SYBAMA et au SDE 61, sera l'outil de gestion de son territoire, actualisable en fonction de l'évolution des pratiques sur son territoire. Les actions de reconquête qui seront réalisées pourront intégrer au fur à mesure cette base SIG, qui devient donc l'Outil de pilotage du programme d'actions.

ETAPE 1 : ETAT DES LIEUX

III. PRESENTATION DU TERRITOIRE D'ETUDE

III.1. Situation géographique

Le territoire d'étude concerne les bassins versants de l’Anglaise et de l’Aisne, situés à environ 20 km au Nord-Est de Mayenne. 18 communes ont leur territoire tout ou partie, drainé par ces deux affluents en rive gauche de la Mayenne (Figure 5).

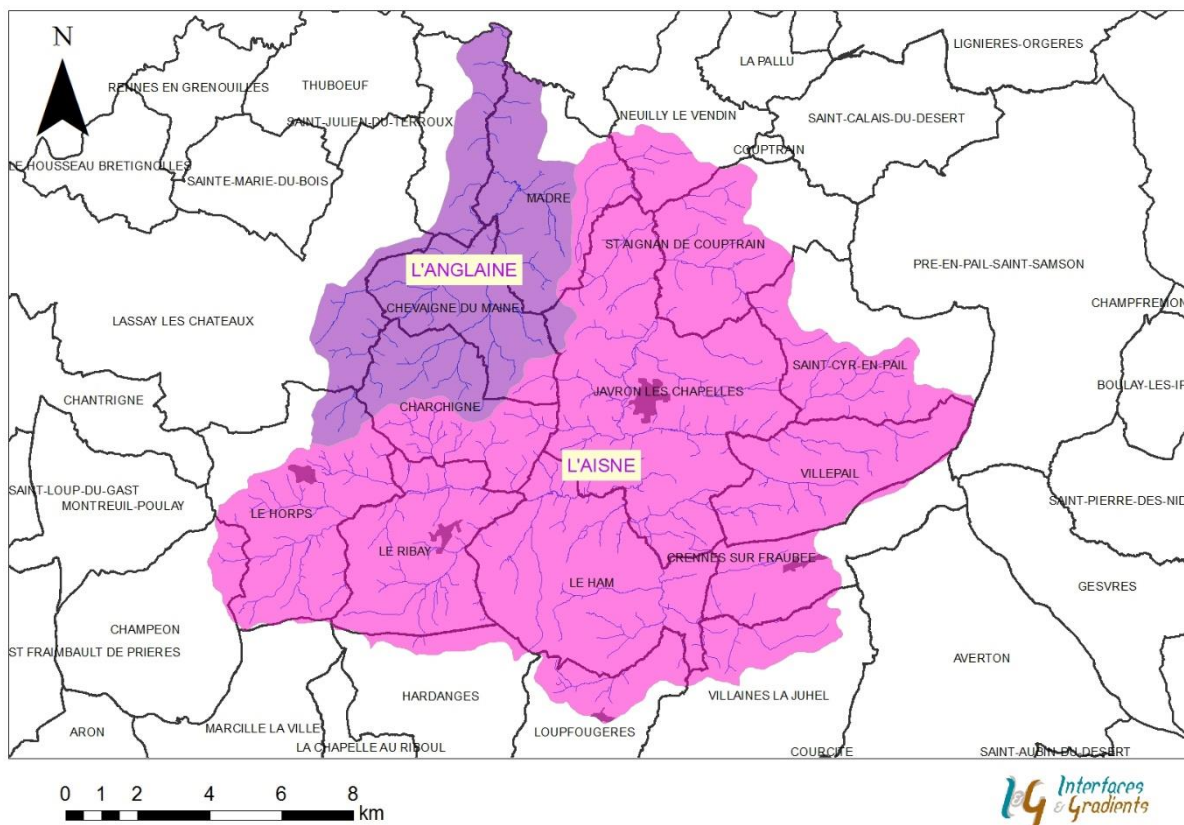


Figure 5 : Les bassins versants de l’Anglaise et de l’Aisne ; contexte administratif

Le secteur d'étude est intégralement compris dans le département mayennais sur les territoires de la communauté de communes du Mont des Avaloirs (CCMA) et de Mayenne communauté.

Ces deux bassins versants ruraux couvrent une surface de 44 km² pour l’Anglaise, et de 173 km² pour l’Aisne.

Les deux cours d’eau sont en amont de Couterne, où est implantée une prise d’eau potable classée prioritaire (enjeu pesticides).

L'état des lieux des deux bassins versants de l'étude et les éléments du diagnostic sont détaillés dans la suite du rapport à l'échelle des sous bassins versants suivants :

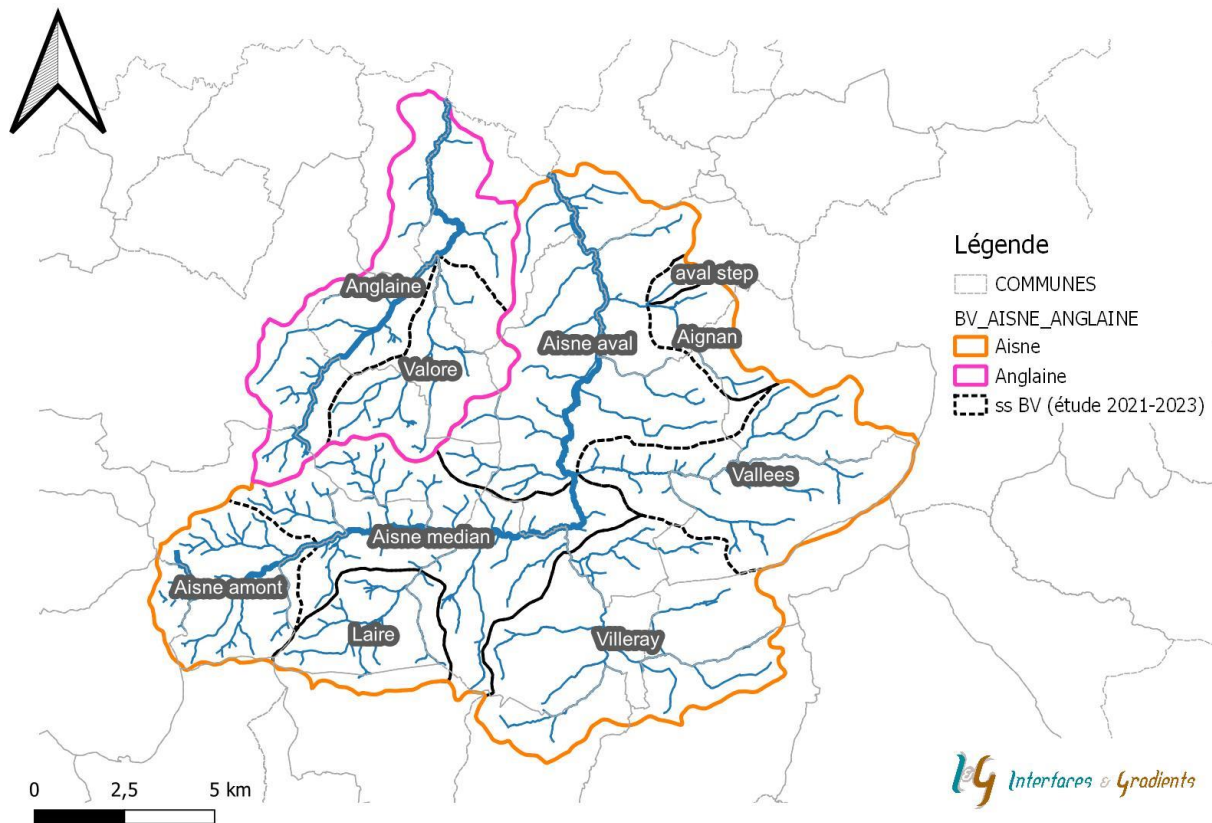


Figure 6 : sous bassins versants de l'étude Phosphore 2021-2023

Le découpage de ces sous BV a été guidé par l'exploitation des données existantes (assolement, pression liée à l'assainissement collectif...).

Le positionnement de stations à l'aval de ces sous BV (suivi complémentaire de la qualité de l'eau) complètera ce traitement d'informations géoréférencées ; l'objectif étant d'acquies une vision plus fine de la dynamique du phosphore.

III.2. Contexte géologique et topographique

Les bassins versants de l'Aisne et de l'Anglaise sont situés dans la partie nord-est du Massif Armoricaire, marquée par une histoire géologique complexe où deux chaînes de montagnes ont pu se former successivement et être érodées jusqu'à leurs racines.

Les terrains les plus anciens, briovériens occupent la majeure partie des BVs. Ils sont constitués d'une alternance de siltites, de siltites ardoisières et d'argilites (en figuré vert). Ces faciès fins ardoisiers peuvent localement renfermer quelques intercalations gréseuses (grauwackes) et des conglomérats (« schiste à galets »). Sur la bordure ouest du secteur d'étude, le socle briovérien a subi l'intrusion du massif granitique de Passais le Horps (en figuré rouge) au cours de l'orogénèse cadomienne (entre 540 et 600 MA).

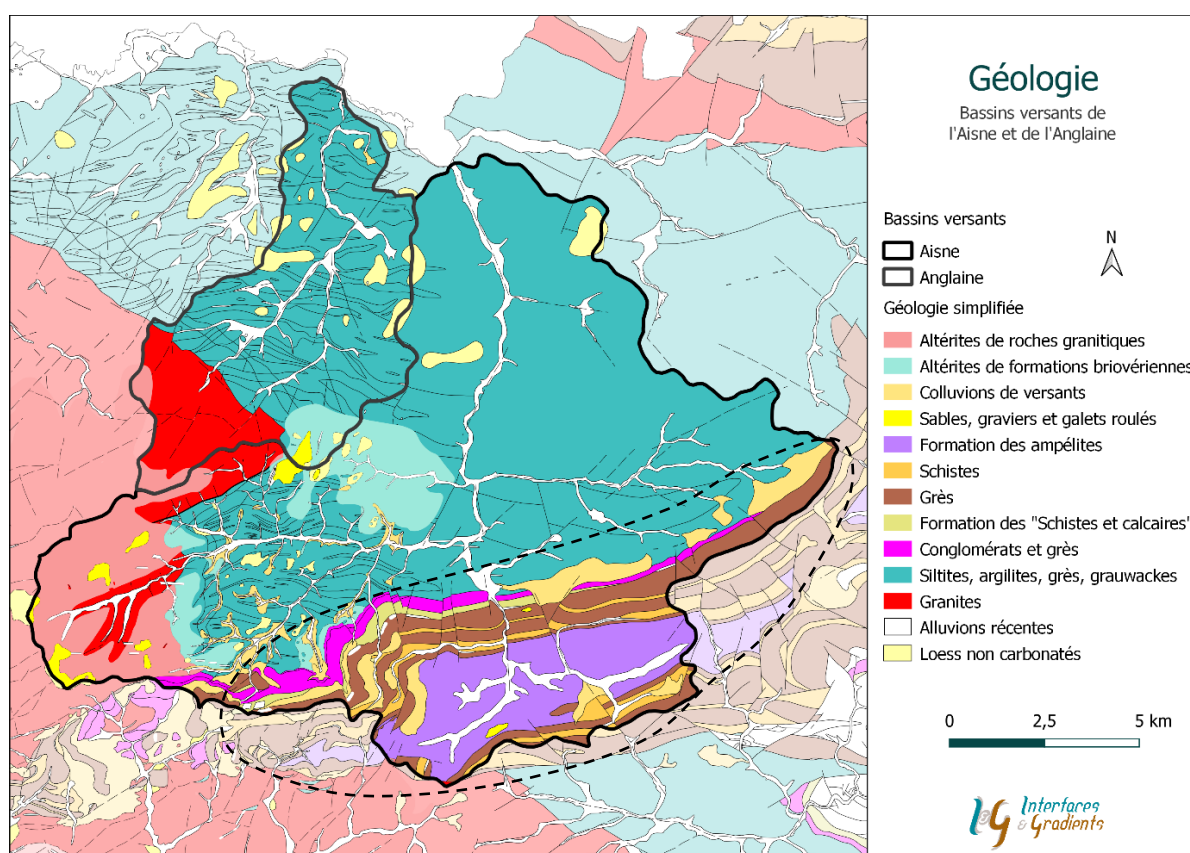


Figure 7 : Contexte géologique des bassins versants de l'étude (Source Infoterre-BRGM)

La partie sud du BV de l'Aisne (en tirets noirs) est marquée par des sédimentations successives à l'Ordovicien et au Silurien. La formation du grès armoricain (grès-quartzites et conglomérats), particulièrement puissante dans le secteur du ruisseau de Villeraie constitue le trait morphologique dominant (figuré marron). Ces buttes de grès contrastent avec la zone des ampélites (figuré violet), qui sont d'anciennes vases riches en matière organique représentant les derniers témoins paléozoïques de la région.

Les formations les plus récentes (Quaternaire) sont composées de dépôts de colluvions de versants et d'alluvions qui tapissent le fond actuel des cours d'eau. C'est aussi au cours de cette période que se mettent en place les principales couches de limons ou de lœss.

Le relief est contrasté en lien avec la nature des roches et le contexte tectonique du secteur. Les éléments structuraux les plus marqués dans le paysage tirent leur origine de la chaîne hercynienne : le secteur de la corniche de Pail (formation de grès) atteint +350m NGF sur la bordure Est du BV de l'Aisne. Son point culminant se situe en frontière du BV, au mont des Avaloirs, le plus haut sommet de l'Ouest de la France !

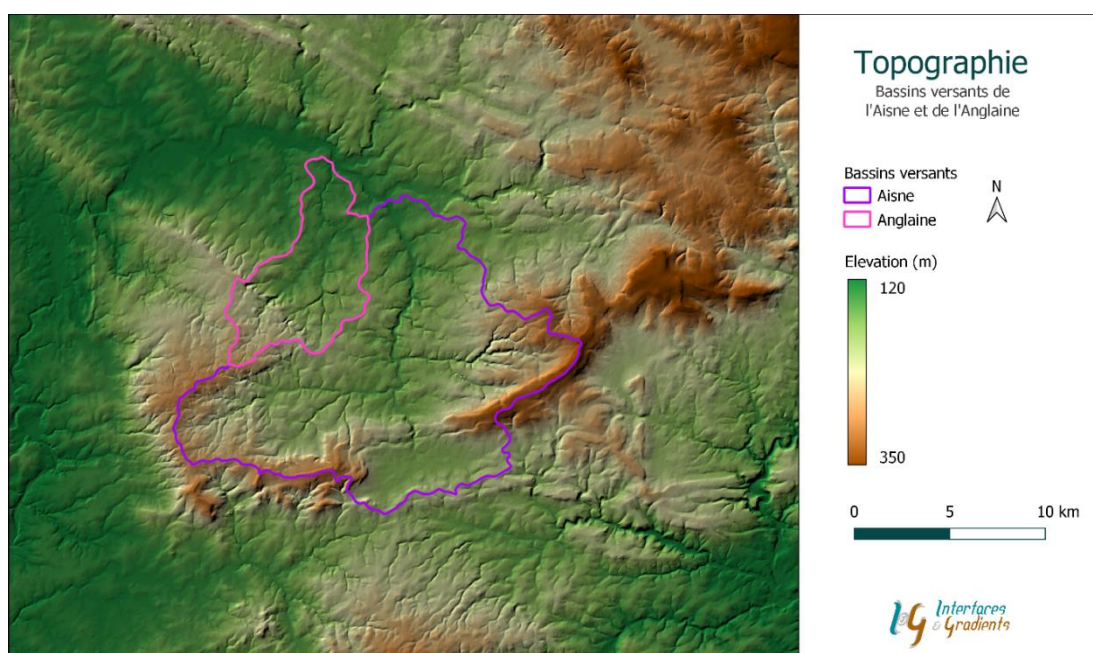


Figure 8 : Contexte topographique de la zone d'étude (à partir du MNT50)

L'assolement est guidé par la nature variée du substrat géologique et son histoire. Les zones à faible relief et développées sur les matériaux briovériens (limons fins argilo-sableux) sont en majorité occupées par des cultures (maïs, blé). Les sols limoneux offrent en général une meilleure réserve en eau que les sols reposant sur granites. Si ces derniers présentent l'avantage de se réchauffer plus rapidement, ce qui est favorable au démarrage du maïs, leur faible réserve en eau constitue un facteur limitant pour la culture en cas d'été sec. Les terrains en fond de vallée correspondent à des prairies et des pâturages pour le bétail.

Forêts et boisements recouvrent les collines armées par les grès armoricains : les sols peu épais qui en dérivent, particulièrement acides et imbibés d'eau conviennent peu aux cultures. Sur les schistes et les pélites (ex Villeray), les sols hydromorphes sont occupés par des prairies hygrophiles ou des zones à tendance marécageuse.

III.3. Occupation de sol

III.3.1. Eléments du paysage

Les surfaces boisées occupent une faible surface sur les bassins versants avec un taux de boisement moyen de 4,7% sur l’Anglaise et de 6,9% sur l’Aisne. Ces taux de boisements sont inférieurs à la moyenne départementale de la Mayenne (8%), et à la moyenne régionale évaluée à 10 % en Pays de Loire.

Les zones boisées sont concentrées sur le secteur de « Pail » sur les hauteurs gréseuses qui offrent des terrains peu propices aux cultures (sols peu profonds, acides et potentiellement hydromorphes).

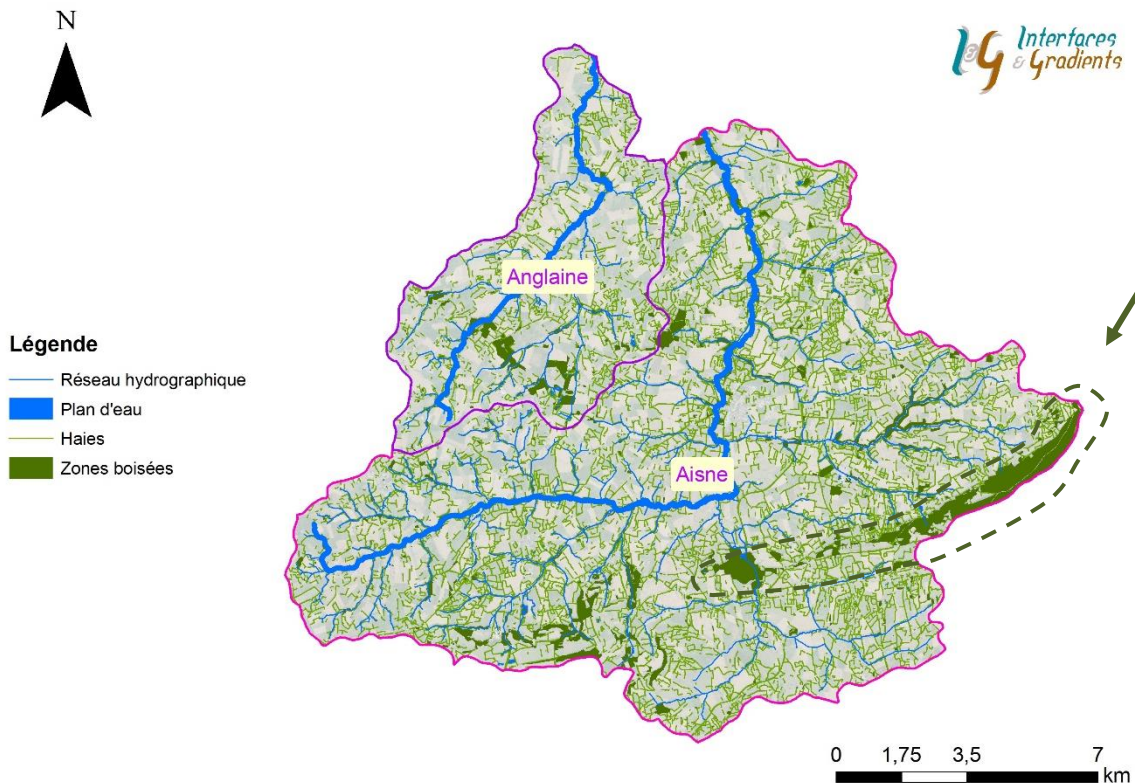


Figure 9 : Localisation des principaux éléments du paysage (zones boisées, bocage) sur les BV de l’étude

De nombreux plans d’eau parsèment le territoire, soulignant son caractère peu perméable : 82 sont répertoriés sur le BV de l’Anglaise, et 361 sur le BV de l’Aisne. Rapportés à la surface des bassins versants, ces petits plans d’eau représentent néanmoins une faible surface, de l’ordre de 0,3%.



Photo 1 : Prairies ceinturées de bocage en bordure du ruisseau des Vallées (en haut) contrastant avec un paysage en openfield sur le secteur de l’Aisne amont (en bas)

Les paysages d’openfield, le plus souvent en grandes cultures (céréales, maïs) contrastent avec des secteurs plus bocagers et/ou boisés (Photo 1). La densité bocagère sur l’Aisne est supérieure à celle observée sur l’Anglaise (Tableau 1, source IGN).

| | Taux de boisement | Densité bocagère (en ml/ha de BV) |
|-------------|-------------------|--------------------------------------|
| BV Anglaise | 4,7% | 49 ml/ha |
| BV Aisne | 6,9% | 69 ml/ha |
| MAYENNE | 8% | 60 ml/ha |

Tableau 1 : Eléments de paysage à l’échelle des bassins versants de l’Aisne et de l’Anglaise

La densité bocagère est également très inégale à l’échelle communale (Figure 10). La bordure occidentale du secteur d’étude présente la plus faible densité de haies bocagères, inférieure à 50 ml/ha. Cette valeur reflète la moyenne départementale de l’Orne (évaluée à 53,7 ml/ha : IGN 2019), mais est inférieure à la moyenne départementale de la Mayenne (60 ml/ha).

Quatre communes situées en rive droite de l’Aisne présentent une densité de haies élevée, supérieure à 100 ml/ha (le Ribay, Loupfougères, Crennes-sur-Fraubée et Saint Aignan-de-Couptrain). Ce secteur a été peu remembré depuis 1959 en comparaison avec les communes du Horps ou de Charchigné (source département de la Mayenne).

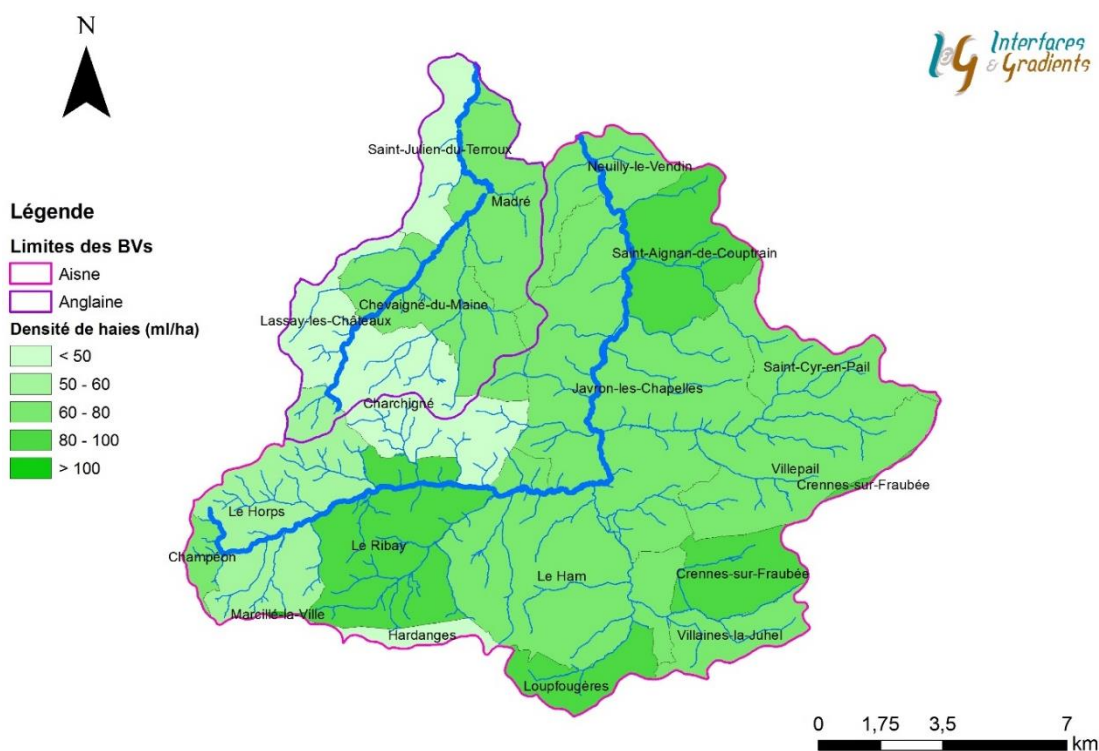


Figure 10 : Densité bocagère exprimée en ml/ha à l’échelle communale

Si les contraintes naturelles ont aussi pu contribuer à l’organisation de cet aménagement paysager (ex fortes pentes, zones humides), sa mutation (rapide) est guidée par l’évolution actuelle des sites d’exploitation qui, en se concentrant et s’agrandissant, modifient l’assolement et le paysage (ex : diminution des prairies et du bocage).

III.3.2. Orientation technico économique des exploitations agricoles

Les exploitations agricoles (EA) du BV ont été localisées à partir du fichier national SIRENE 2023. Leur densité est plus forte sur la bordure ouest du territoire, de l'ordre de 1 -1,5 EA/km², ce qui est proche de la valeur départementale (source RA 2020) estimée à 1,17 EA/km².

Les exploitations agricoles sont moins nombreuses sur la partie médiane et sur la frange Est du territoire (Figure 11). Cependant cette densité est indépendante de la taille de la ferme (cheptel, SAU).

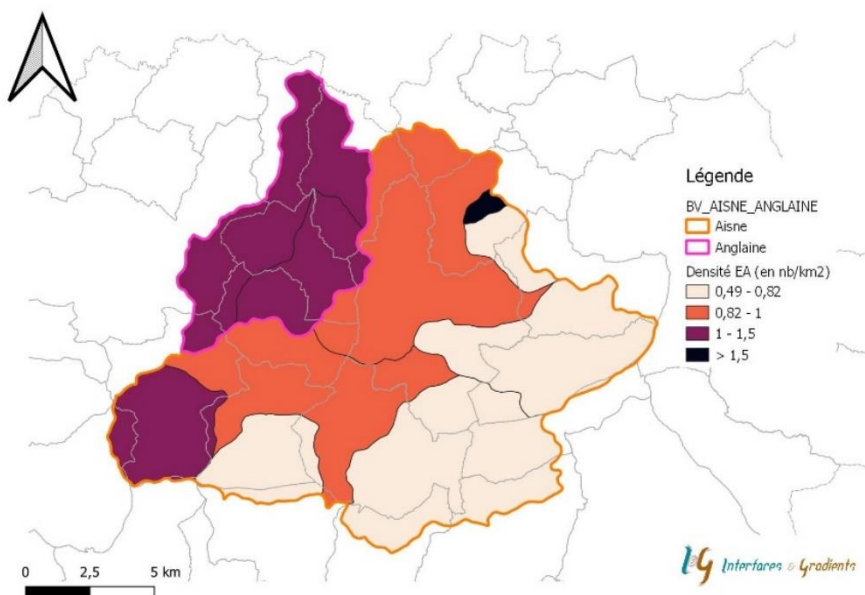


Figure 11 : Densité des exploitations agricoles à l'échelle des sous bassins versants (source SIRENE 2023)

Si la restructuration des EA se poursuit avec un agrandissement des structures (accroissement du cheptel par ferme) qui se spécialisent, le territoire enregistre aussi une diminution globale récente du cheptel total.

Les EA sont en large majorité des élevages de bovins lait, qui se rencontrent davantage sur la partie ouest du BV. Leur densité s'organise selon un gradient décroissant d'Ouest en Est (Figure 12). Les élevages en bovins viande sont davantage localisés dans les parties aval des deux bassins versants.

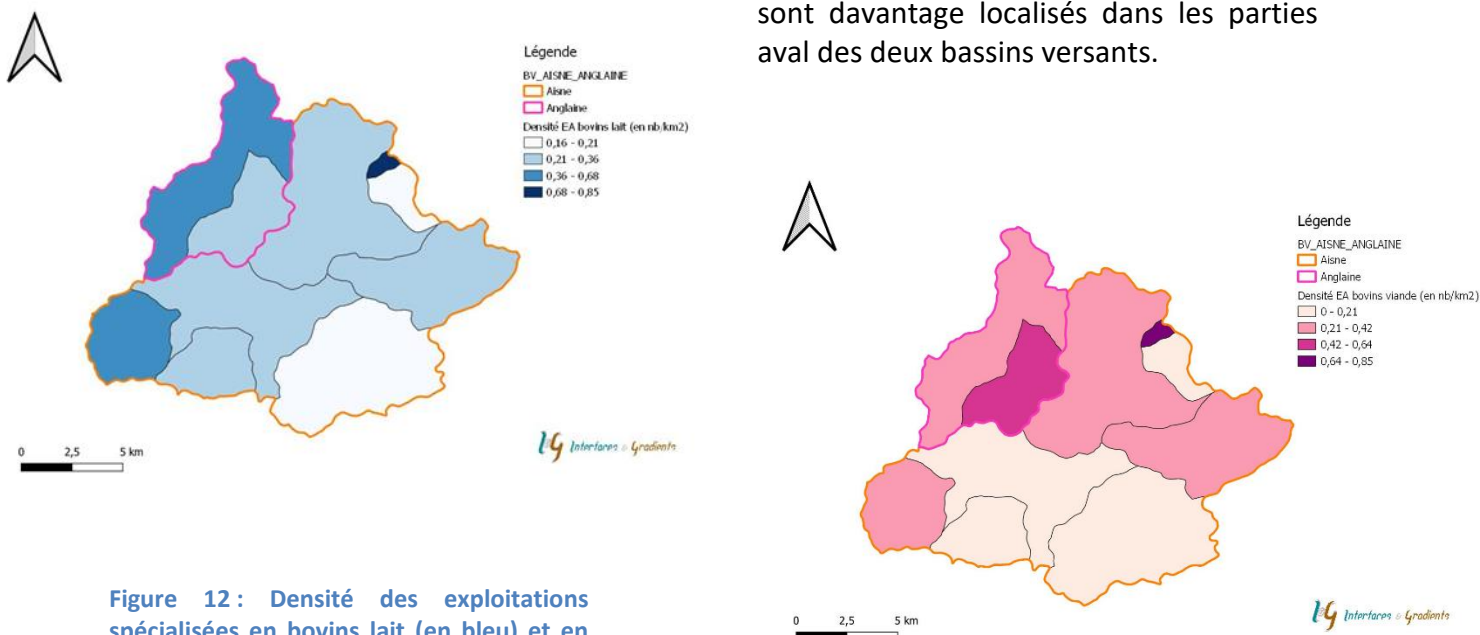


Figure 12: Densité des exploitations spécialisées en bovins lait (en bleu) et en bovins viande (en rose)

Sur le secteur d'étude, les exploitations en polyculture élevage arrivent en 3^{ème} position devant les structures céréalières, représentant moins de 6% des EA (Figure 13). Les élevages (lait/viande/polyculture-élevage) totalisent 75 % des exploitations agricoles sur les bassins versants de l'Aisne et de l'Anglaise.

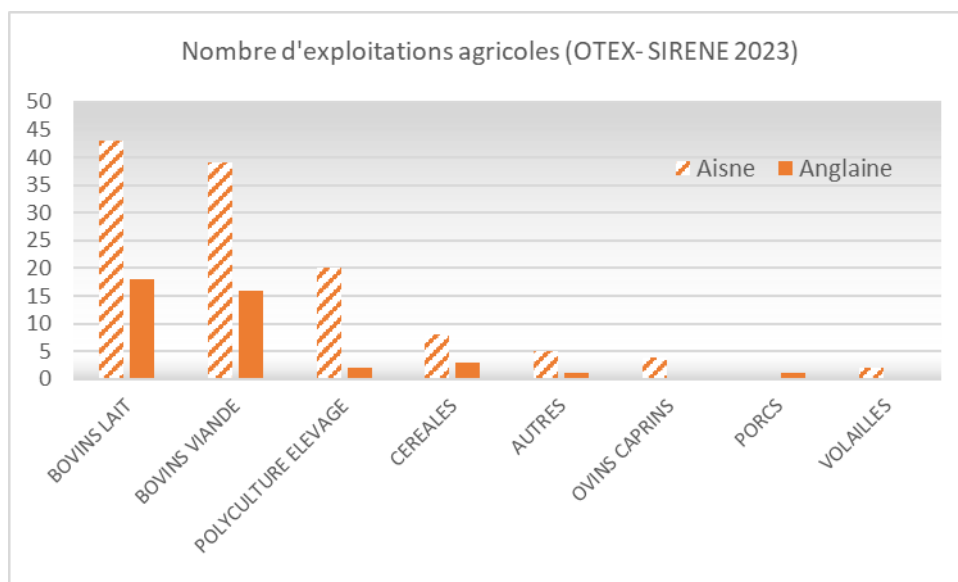


Figure 13 : Orientation technico-économique des exploitations agricoles (OTEX) sur l'Aisne et l'Anglaise

L'élevage domine sur ces deux bassins versants mayennais, qui reflètent la tendance départementale : les productions animales y sont prépondérantes, et placent la Mayenne parmi les premiers départements français producteurs de lait (4^{ème} rang) et de viande bovine (2^{ème} rang).

III.3.3. Assolement

La dominance des élevages traduit des besoins importants en surface fourragère (prairies, maïs). La part de ces deux cultures représentent ainsi plus de la moitié de la surface totale des bassins versants : respectivement 53,4% sur l’Aisne et 51,6% sur l’Anglaise (Figure 14).

La part de céréales (autre que maïs) est élevée, et supérieure en moyenne à celle du maïs, d’après les données issues du registre parcellaire agricole (RPG) 2021. Une partie de la production céréalière est destinée à l’alimentation des ruminants et des ateliers hors-sol (porcs, volailles), et une autre est destinée à la vente.

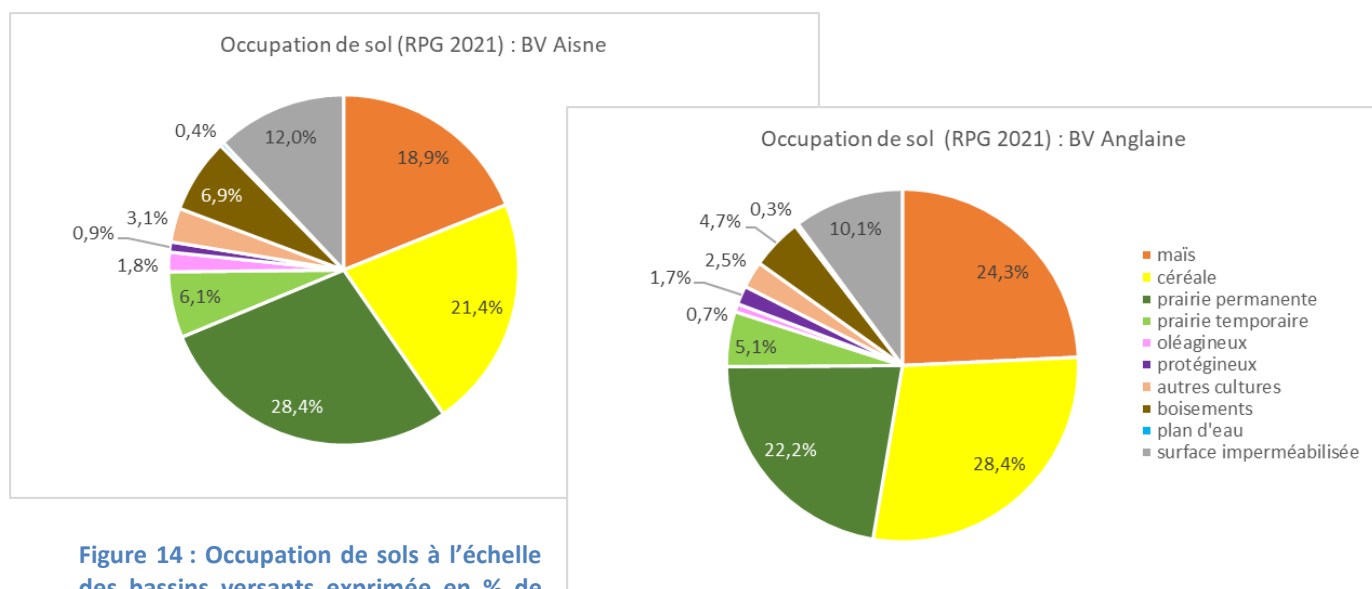


Figure 14 : Occupation de sols à l’échelle des bassins versants exprimée en % de surface réelle (RPG 2021)

Le maïs représente l’alimentation principale des bovins (surtout en bovins lait), d’où sa prédominance dans les systèmes de rotations. Les sous BV « laitiers » (Anglaise, Aisne amont) ont alors une part de maïs plus forte, supérieure à 20% de leur surface totale (Figure 15), qui dépasse celle des céréales.

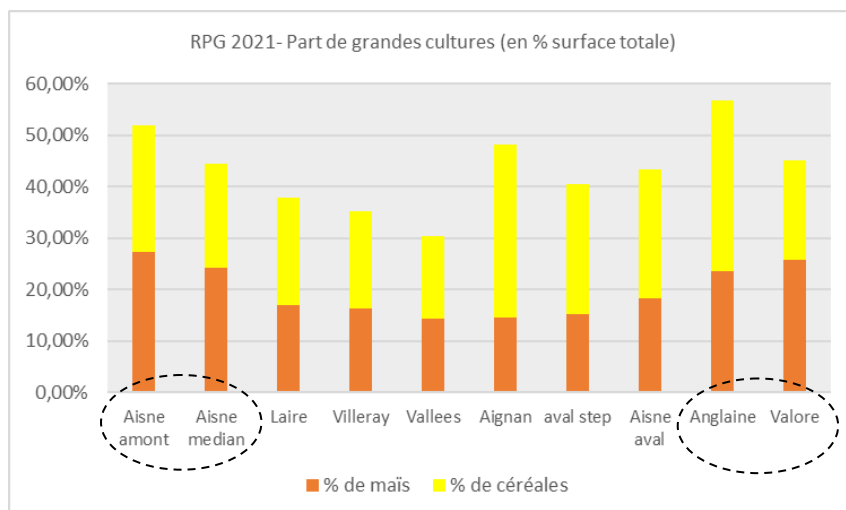


Figure 15 : Part de maïs et de céréales en % de surface totale à l’échelle des sous bassins versants (RPG 2021)

La pression liée à l'assolement peut être traduite en une première hiérarchisation du risque potentiel d'érosion, basée sur l'hypothèse suivante : "plus la surface du bassin versant est occupée par des cultures de céréales ou de maïs, plus le risque potentiel d'érosion est élevé".*

* Hypothèse construite sur les observations des 15 dernières années sur de nombreux bassins versants du Massif Armoricain.

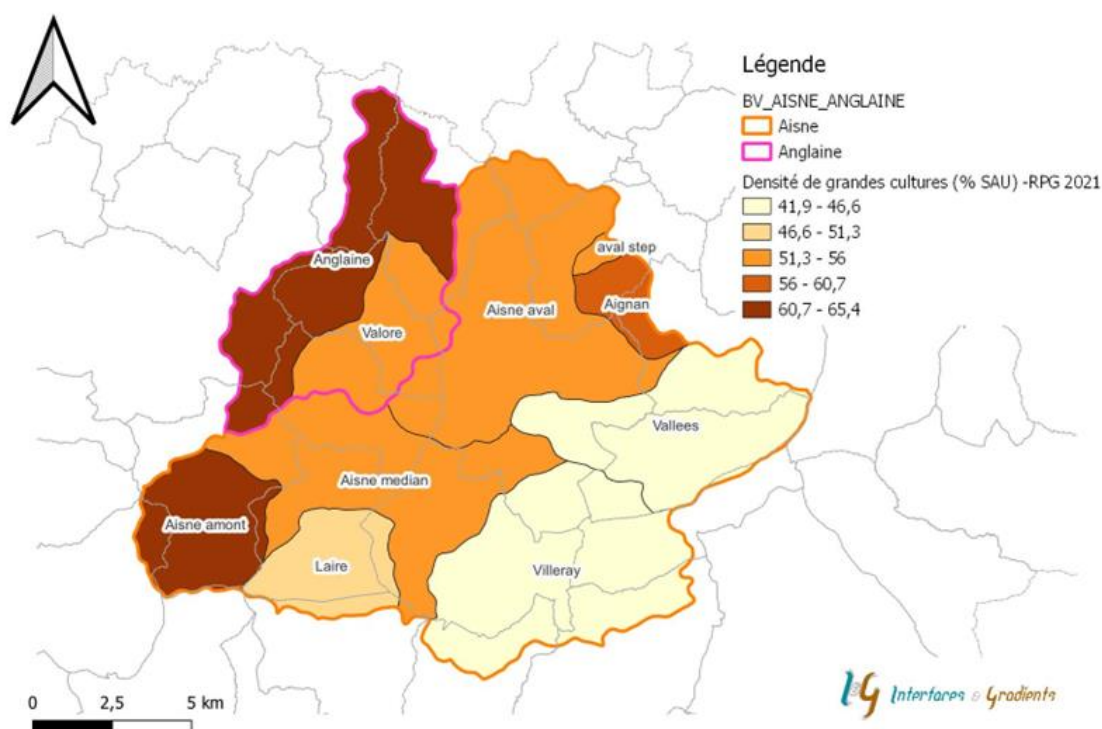


Figure 16 : Part des grandes cultures (maïs, céréales) exprimées en % de surface totale (RPG2021)

Les sous bassins versants de l'Anglaise et de l'Aisne amont présentent la part la plus forte de grandes cultures, avec 60-65% de leur surface occupée soit en maïs, soit en céréales (ex blé d'hiver). La frange occidentale de ce secteur d'étude serait davantage prédisposée au risque d'érosion de ses sols.

Cette hypothèse nécessite d'être affinée sur le terrain pour tenir compte de l'ensemble des autres facteurs anthropiques qui aggravent les phénomènes d'érosion et les transferts de flux particuliers au cours d'eau. **L'organisation des circulations d'eau** sur le bassin versant est en effet un élément clé dans le diagnostic des sources de phosphore et la priorisation des actions de reconquête de la qualité de l'eau.

III.4. Contexte hydrologique

Les formations de socle du secteur abritent des réservoirs en eau souterraine, peu profonds au sein des altérites, où la nappe est libre et sujette aux variations climatiques. D'autres réservoirs plus profonds, situés dans la partie fissurée du socle contiennent une nappe semi-captive, alimentée par drainance à partir du réservoir d'altérite sus-jacent.

Les petits aquifères locaux peu profonds (dans l'altérite) sont très réactifs aux variations pluviométriques. Le train de pluies tardives (mars 2022) a permis une recharge de ces petits réservoirs peu profonds (Figure 17).

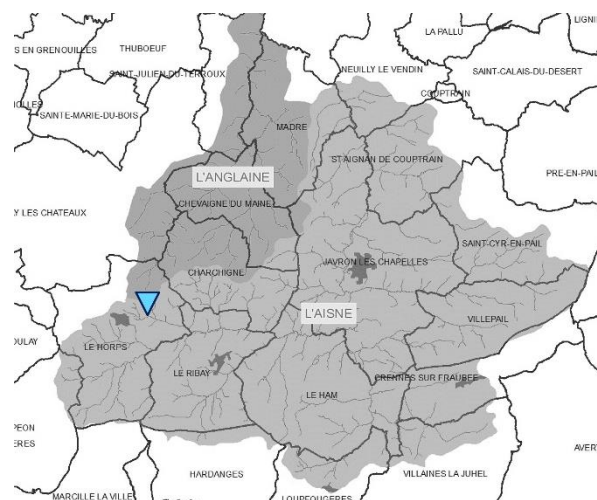
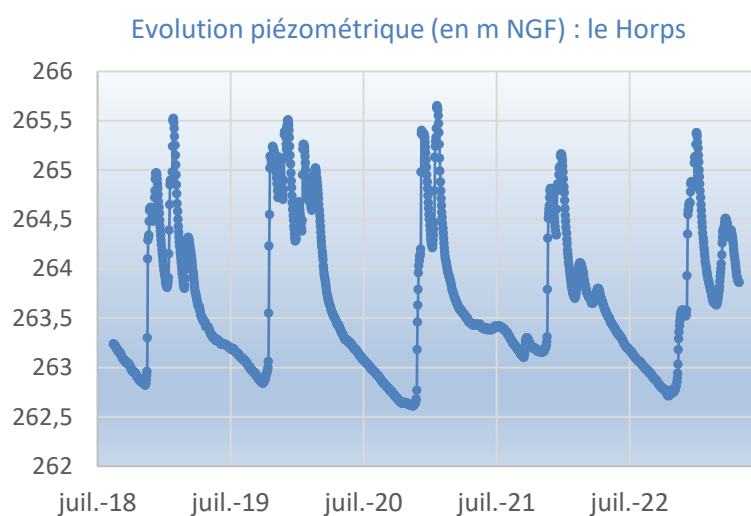


Figure 17 : Extrait de la chronique piézométrique mesurée au Horps sur la période 2018-2023 (source ADES)

Les fluctuations saisonnières sont également observées sur les principaux cours d'eau du bassin. Les débits opposant les pics hydrologiques hivernaux aux épisodes particulièrement secs à l'étiage sont présentés ci-dessous.

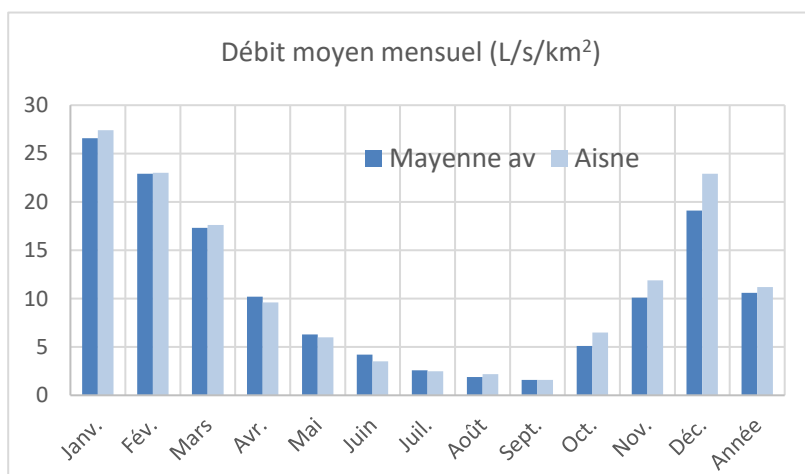


Figure 18 : Evolution mensuelle des débits de l'Aisne, comparés à ceux de la Mayenne à Madré

Les débits de la période de basses eaux sont plus ou moins soutenus par le cortège de micro-nappes (hétérogénéités des réservoirs). La faible recharge hivernale 2021-2022 couplée à une absence de pluies au printemps et durant l'été 2022, a conduit à l'assec d'une majorité des affluents de l'Aisne et de l'Anglaise (campagne août 2022).

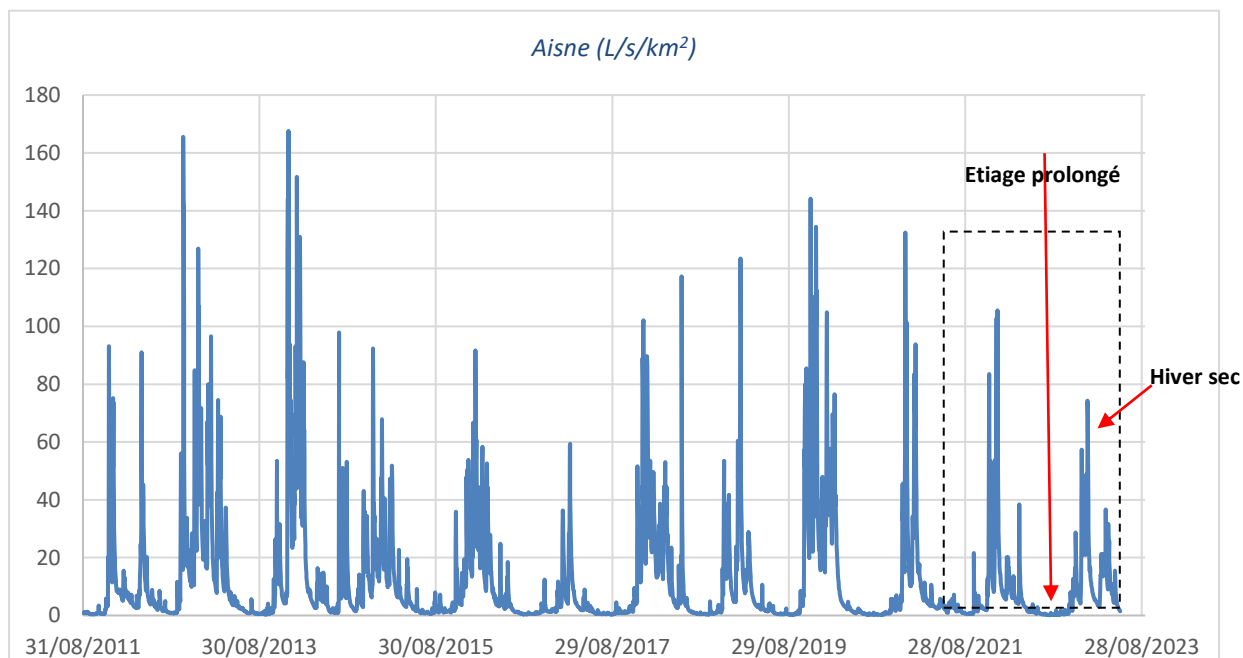


Figure 19 : Débits journaliers (en m³/s) de l'Aisne à Javron-les-Chapelles (2011 – 2023)

L'évolution inter-annuelle présente des fluctuations irrégulières, sans cycle régulier. La répartition de 2 années moyennement humides/3 années peu arrosées, et réciproquement, n'était plus vérifiée au cours des années 2000.

Il semble que cette répartition soit de nouveau vraie (Figure 19).

La période d'étude 2021 – 2023 se déroule sur 2 années peu arrosées, et également chaudes. La période de basses eaux de 2022 est exceptionnellement longue (jusqu'à novembre). Les pluies hivernales sont stoppées en janvier et février 2023 et stoppent la remontée des nappes (Figure 19).

Par conséquent, les phénomènes de ruissellement de surface sont quasi inexistants lors des deux périodes de hautes eaux.

L'étude a été prolongée à l'hiver 2022-2023 pour valider les secteurs à risque de ruissellement. Le cumul des pluies de ce second hiver n'a pas été suffisant pour provoquer le ruissellement en surface des sols.

Rq : des assècs sévères ont été observés sur la moitié des ruisseaux échantillonnés au mois d'août 2022.

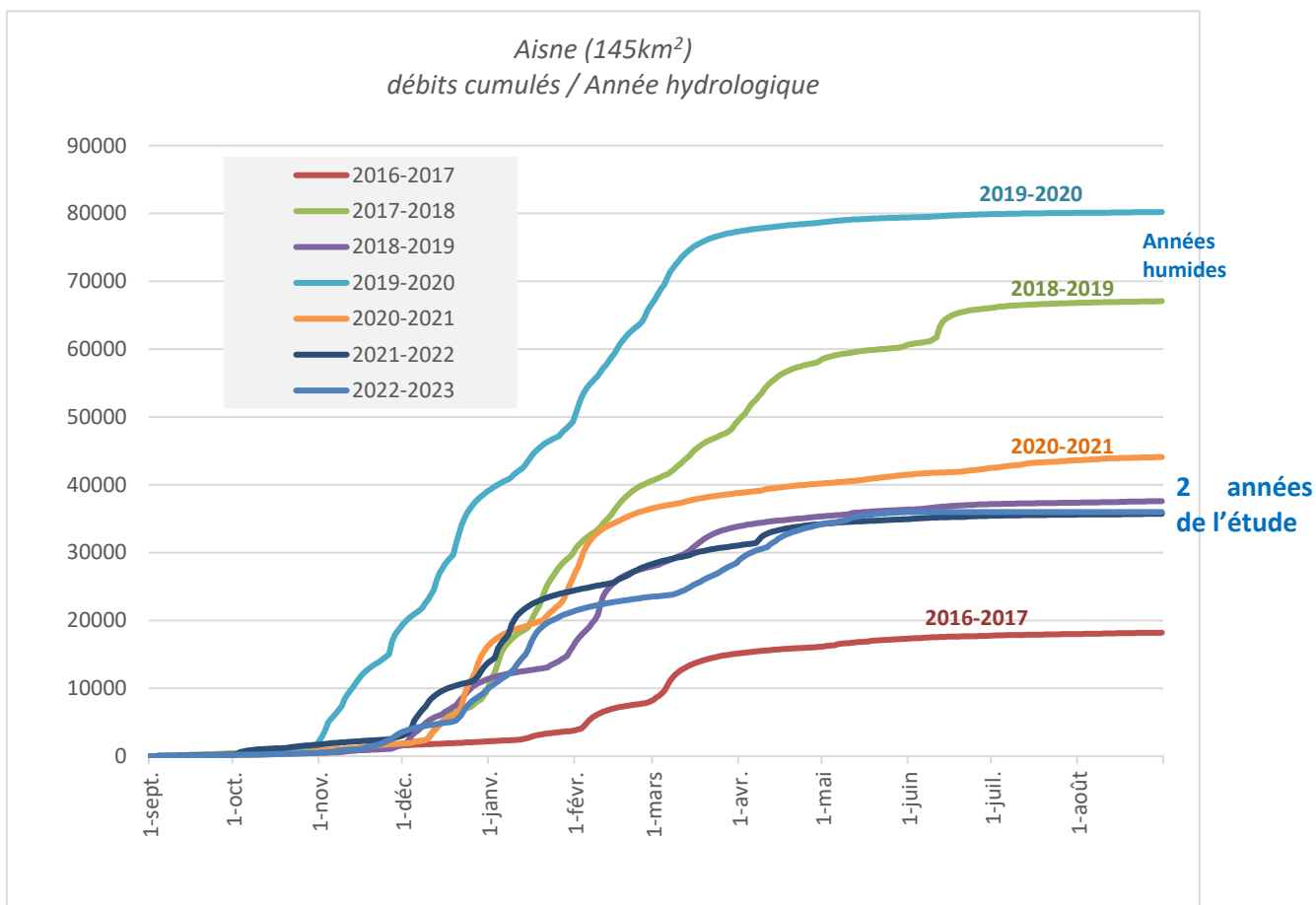


Figure 20 : Evolution inter-annuelle du débit cumulé annuel de l'Aisne au niveau de la station hydrométrique de Javron-les-Chapelles (145 km²)

Un rapport de 3 existe entre le volume véhiculé par l'Aisne sur une année hydrologique, entre une année sèche et une année humide.

III.5. L'assainissement des eaux usées

III.5.1. Les stations d'épuration domestiques

Le parc d'assainissement collectif comprend uniquement des petites unités de traitements : des lagunages naturels (LN), au nombre de 12 et 3 filtres plantés de roseaux (FPR) répartis sur les deux bassins versants de l'étude (figure suivante).

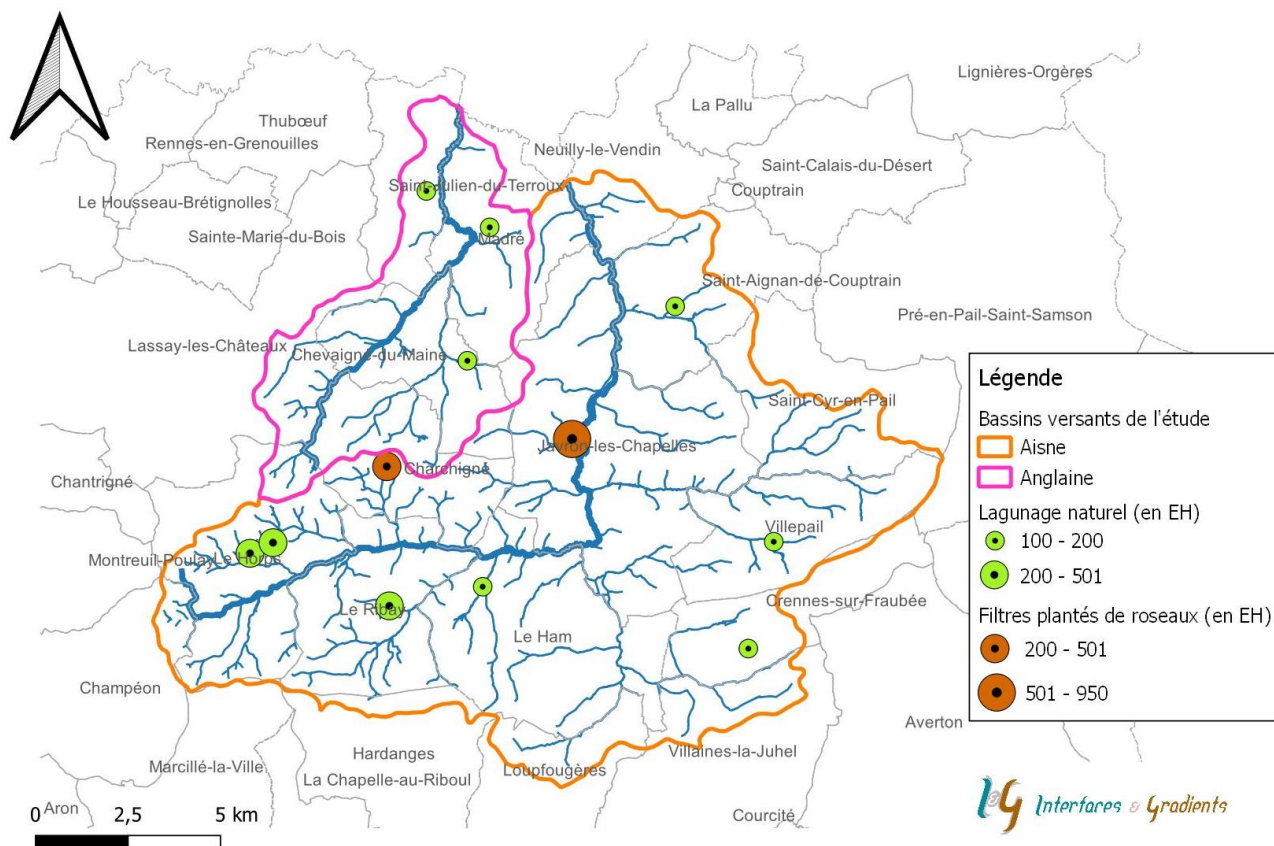


Figure 21 : L'assainissement collectif des eaux usées sur les bassins versants de l'Aisne et de l'Anglaise

Il n'y a pas de norme de rejet pour le phosphore pour ces petites unités de traitement (LN, FPR). La concentration moyenne de leur rejet en phosphore s'élève à 5-6 mg de Ptotal/l pour les LN, et 4-12 mg Ptotal/l pour les FPR, d'après les bilans annuels (source CD53).

Ces deux types de dispositifs épuratoires ne sont pas adaptés pour le traitement du phosphore, contrairement aux boues activées.

Au total, les 15 stations d'épuration communale sur les deux bassins versants présentent une capacité nominale cumulée de 3538 équivalents habitants (EH).

Hormis le FPR de Javron-les-Chapelles (900 EH), la majorité des STEP ne dépasse pas les 200 EH (Figure 21).

Si le poids du flux annuel de phosphore rejeté par les STEP dans le réseau hydrographique ne peut être significatif, comparé aux apports diffus, ils peuvent avoir un réel impact sur le développement algaire dans les eaux de surface en période estivale. L'apport soutenu d'une eau riche en phosphore (quelques mg/L) avec le réchauffement des eaux aura un **effet « Starter »** pour la culture micro-phytoplanctonique.

III.5.2. Rejet d'eaux industrielles

Des industriels agroalimentaires sont implantés sur le territoire : une fromagerie et une cidrerie à Charchigné, ainsi qu'un abattoir de volailles à Javron-les-Chapelles (Figure 22).

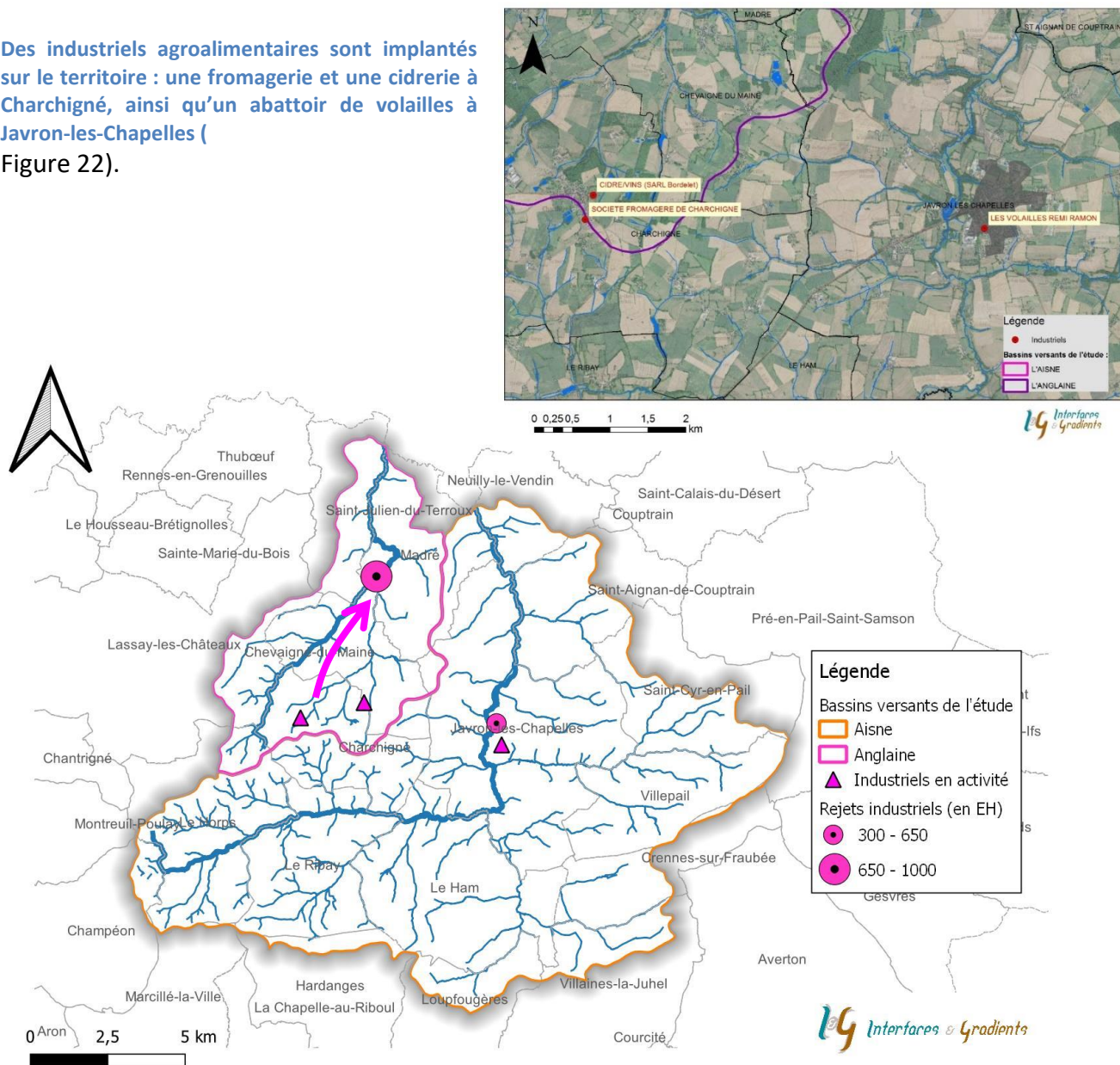


Figure 22 : Localisation des stations d'épuration communale et industrielle sur les bassins versants de l'Aisne et de l'Anglaise

L'abattoir de volailles Ramon dispose de sa propre unité de traitement des eaux usées, qui comprend un traitement biologique complémentaire et de finition (déphosphatation). La norme du rejet d'eau traitée dans l'Aisne est fixée à 2 mg Ptotal/l.

La fromagerie (Lactalis) devrait s'équiper à court terme d'une unité de déphosphatation : une demande de financement a été déposée par l'entreprise auprès de l'AELB en 2022. Aujourd'hui la norme du rejet est fixée à 2 mg de Ptotal/l.

Ce rejet d'eau traitée est envoyé dans le cours d'eau de l'Anglaise juste après sa confluence avec le ruisseau du Valoré, soit à environ 8 km de l'entreprise, plus en aval pour trouver un débit suffisant pour diluer le flux ainsi rejeté (Figure 23).



Figure 23 : Localisation du rejet d'eaux traitées de la fromagerie de Charchigné dans l'Anglaise (source SDE61)

| Rejet traité | Volume journalier max | Concentration max |
|-----------------------|---|-------------------|
| Fromagerie | (réponse DREAL en attente) de l'ordre de 600-800 m ³ | 2 mg Ptotal/l |
| Abattoir de volailles | 320 m ³ | 2 mg Ptotal/l |
| Cidrerie | Pas de rejet | |

III.5.3. L'assainissement non collectif

Le zonage d'assainissement non collectif concerne l'ensemble des deux bassins versants.

Les données de la CC du Mont des Avaloirs intègrent la géolocalisation des installations individuelles, ce qui permet de travailler cette information spatialement. Ces données n'étant pas exhaustives, elles ont dû être complétées sur le territoire (photographies aériennes, retours terrain).

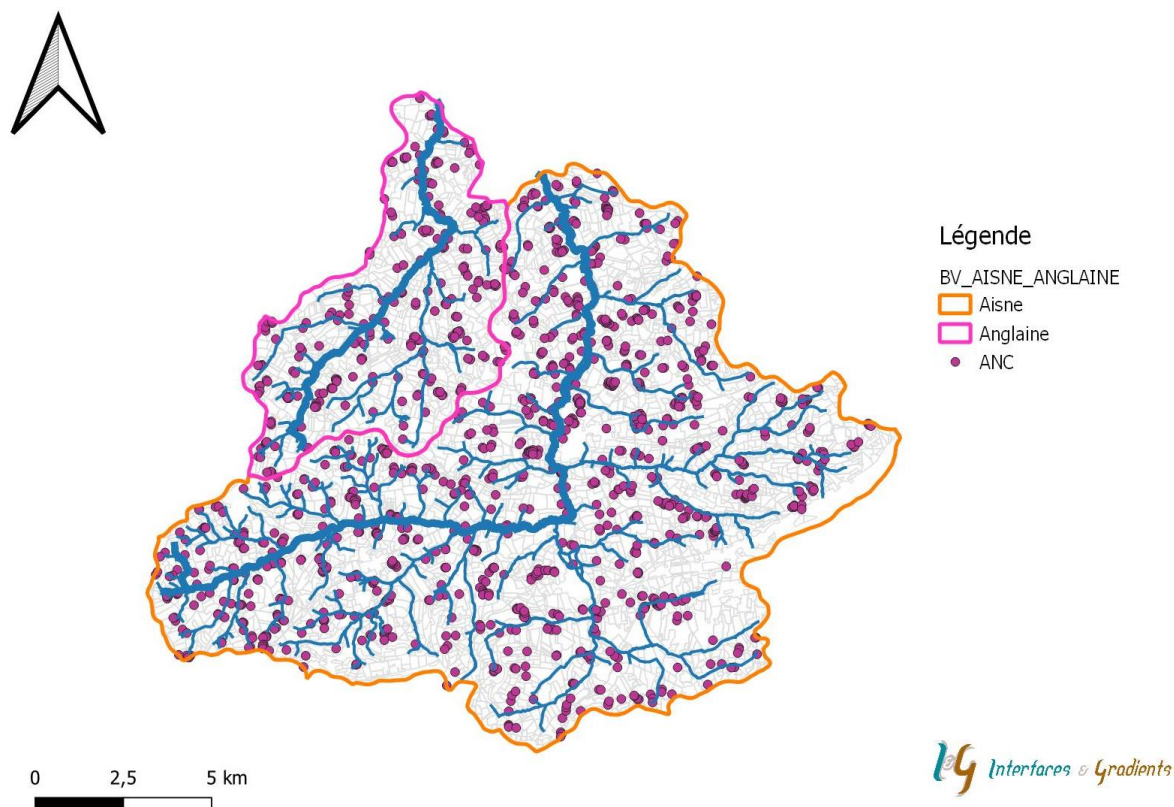


Figure 24 : Localisation des habitations équipées d'un système d'assainissement non collectif

Les habitations concernées par un système d'assainissement non collectif (ANC) ont été cartographiées sous SIG (Figure 24). Elles représentent 1308 ANC dispersés sur le territoire, soit une densité moyenne de 6,1 ANC/km².

Les densités d'ANC reflètent le caractère rural dominant sur le BV. La vision spatiale apportée par l'outil SIG souligne le caractère diffus de cette source de phosphore potentielle.

A l'échelle des sous bassins versants (Figure 25), l'analyse de la densité des ANC révèle une forte disparité, avec des densités qui vont du simple au double : de 2,6 ANC/km² (sous BV « aval STEP » à Saint Aignan de Couptrain) à 7,9 ANC/km² (Aisne amont).

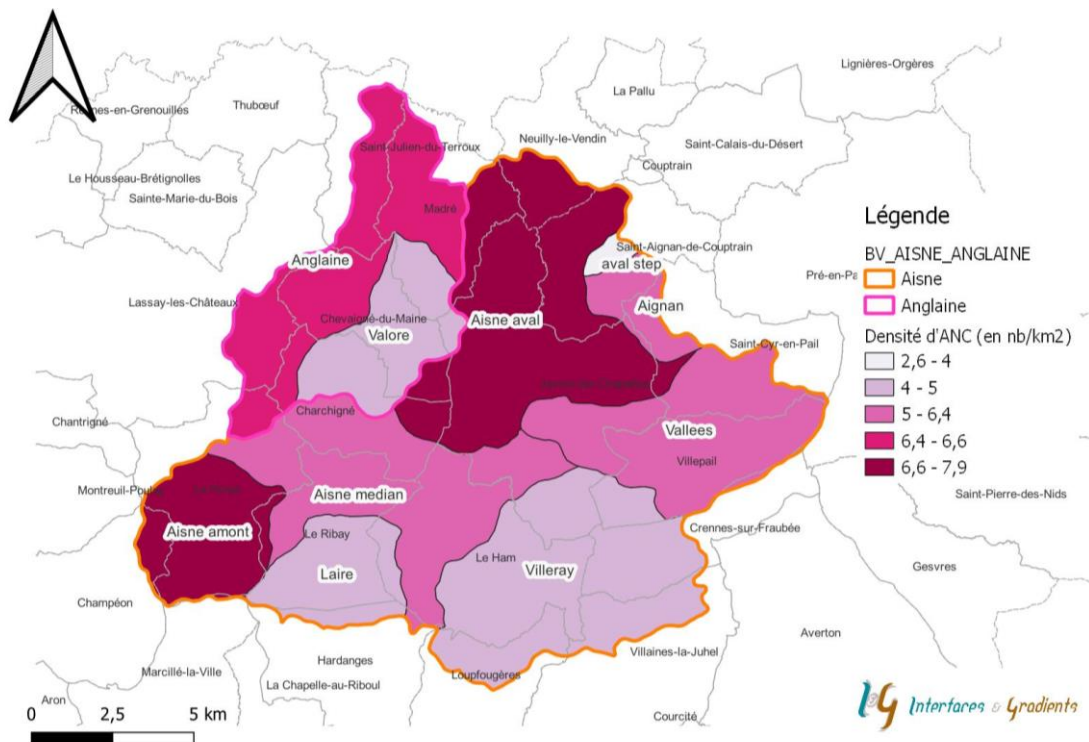


Figure 25 : Densité des ANC (exprimée en nombre/km²) à l'échelle des sous bassins versants

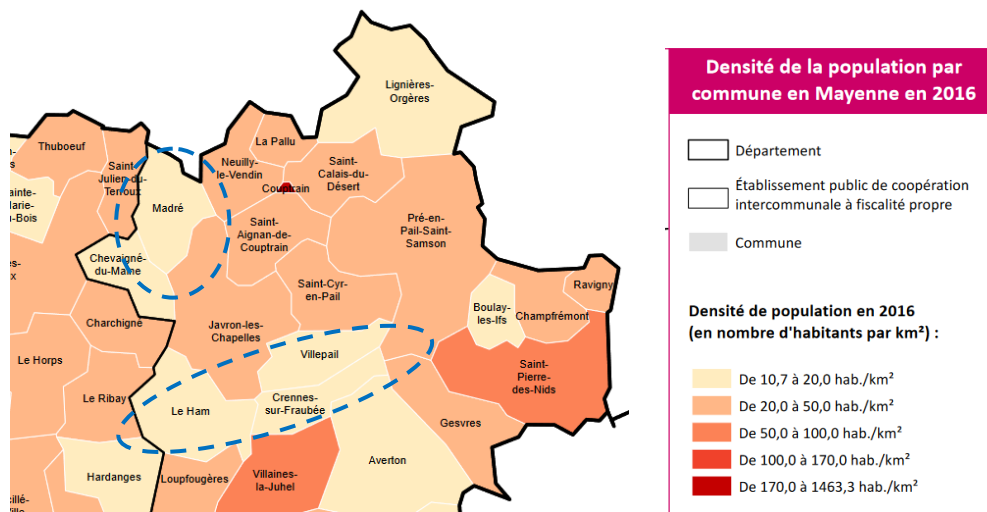


Figure 26 : Extrait de la densité de population en Mayenne par commune en 2016 (source CD 53)

Les secteurs aux faibles densités d'ANC (inférieures à 5 ANC/km², Figure 25) coïncident avec les communes les moins peuplées en habitants (en pointillés bleus, Figure 26). Les habitations reliées à l'assainissement collectif ne dépassent pas les 200 EH sur ces petites communes rurales. Le poids de l'assainissement, collectif ou non collectif, y sera moins fort.

IV.LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE

La chronologie de la qualité des eaux superficielles, et plus particulièrement celle du phosphore est décrite par les synthèses des données de 3 stations Historiques présentes sur l'Aisne et l'Anglaise :

- 1 - Aisne à Javron-les-Chapelles : **station n°04123275** (médiane)
- 2 - Aisne à Neuilly-le-Vendin : **station n°04123300** (Aval)
- 3 - Anglaise à Madré : **station n°04630011** (Aval)

Les figures suivantes résument le contexte local sur les **13 dernières années**, intégrant des années humides et des années sèches.

La comparaison entre l'évolution du phosphore total présent dans l'eau et sa part soluble (ortho-phosphates = PO_4^{3-}) souligne ci-dessous les différentes signatures types des bassins versants.

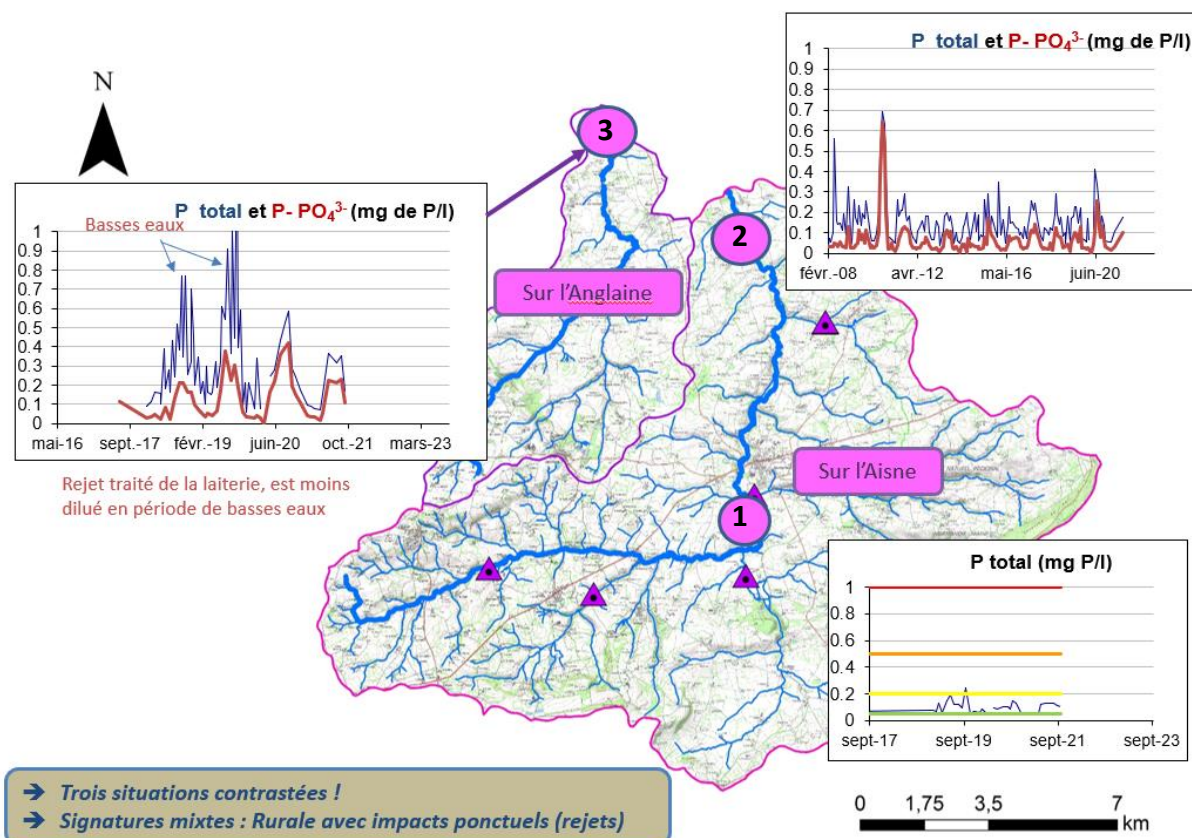


Figure 27 : Extrait de la présentation du CoPil (Mars 2022)

Si la station amont sur l'Aisne (1) présente des niveaux de concentrations peu élevés, sans pic significatif, les 2 chroniques plus longues sur les 2 autres stations font apparaître quelques concentrations plus élevées (sur un pas de temps mensuel).

Ce qu'il faut ici retenir c'est la différence entre une rivière soumise à un rejet direct significatif qui induit une variation saisonnière attendue et une rivière soumise aux apports diffus de phosphore particulaire.

Sur l'Anglaise (3), les concentrations les plus fortes apparaissent en période de basses eaux, lorsque le cours d'eau ne peut diluer suffisamment le flux apporté par le rejet (ici Lactalis).

La station aval sur l'Aisne (2) correspond à un bassin rural mixte, avec tantôt un pic d'orthophosphate provenant de l'assainissement collectif (en été), tantôt un pic lié à des phénomènes de crues et du déplacement de phosphore particulaire (surtout lors des hivers à fortes pluies).

La corrélation entre le Phosphore particulaire et le déplacement des MES dans la colonne d'eau n'est pas évidente sur la base de ces 3 jeux de données, à cause de ce pas de temps d'observation mensuel qui n'est pas dimensionné pour cette problématique.

| Aisne à Neuilly 2007-2021 | COD | MES | Ptot | P-PO ₄ ³⁻ | NH ₄ ⁺ | NO ₃ ⁻ |
|---------------------------|------|-------|------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l |
| mini | 2.0 | 2.0 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 2.0 |
| moyenne | 5.7 | 19.7 | 0.16 | 0.07 | 0.09 | 26.0 |
| maxi | 12.0 | 210.0 | 0.82 | 0.64 | 1.26 | 63.5 |
| 50 SEQ-Eau | 5.4 | 14 | 0.14 | 0.05 | 0.07 | 25 |
| 90 SEQ-Eau | 7.8 | 38 | 0.26 | 0.13 | 0.16 | 41 |

Tableau 2 : Chiffres clés de la qualité de l'Aisne aval

Une approche spatiale a donc été menée sur le réseau hydrographique de ces 2 bassins versants, pour mettre en évidence des signatures « phosphore » spécifiques, selon les pressions des différentes activités humaines.

Les conditions pluviométriques étant peu favorables, les campagnes « érosion » hivernales ont été décalées à l'hiver 2022-2023 qui a été également relativement sec.

Aussi les observations terrains nécessaires à la définition des secteurs à risques, ont été au moins, aussi importantes que les analyses d'eau réalisées lors des 5 campagnes d'échantillonnages.

V. SUIVI COMPLEMENTAIRE DE LA QUALITE DE L'EAU

V.1. LOCALISATION DES STATIONS

Sur l'Aisne, 6 stations complémentaires ont été positionnées à l'exutoire de sous bassins versants représentatifs d'un type d'assolement, et/ou de pressions anthropiques.

Sur l'Anglaise, une station supplémentaire a été placée sur son principal affluent en rive droite (le Valoré).

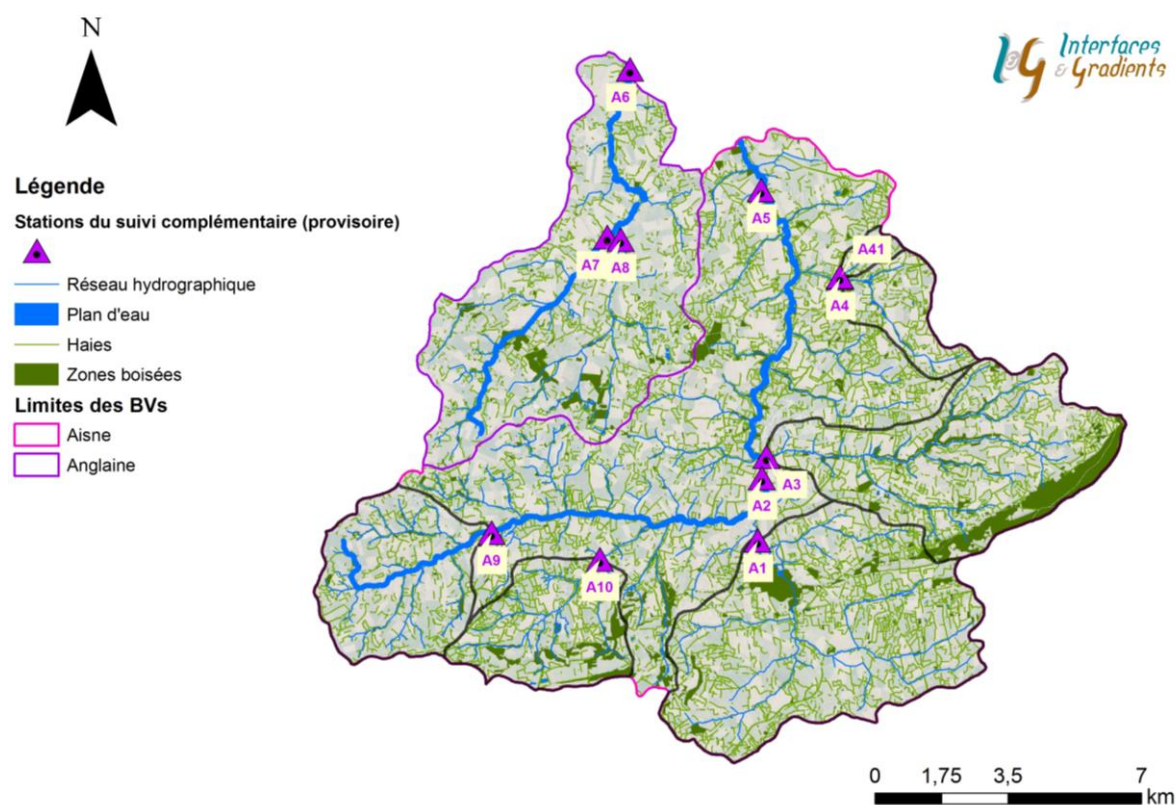


Figure 28 : Le réseau du suivi complémentaire comporte 10 stations réparties sur les bassins versants.

Ce sont donc 10 stations d'échantillonnage qui ont ainsi été placés sur des nœuds du réseau hydrographique, en fonction des différentes pressions anthropiques présentes sur le territoire.

L'objectif est d'acquérir une vision plus fine, moins lissée, de la dynamique du phosphore, mais aussi des nitrates, en croisant les données qualitatives du suivi avec les éléments du diagnostic conduit en parallèle sur les versants amont.

Afin de caractériser les types de source de phosphore d'origine urbaine, rurale ou mixte, les paramètres chimiques suivants ont été analysés : les **matières en suspension**, le **phosphore total** et les **ortho phosphates**.

Le panel d'analyses intègre également un suivi de la concentration en **ions ammonium**. L'association ortho phosphates/ammonium permet de mettre en évidence l'influence de rejets liés à l'assainissement, ponctuels (maîtrisés, accidentels) ou diffus.

Sur le terrain, des observations (reportage photo) et une mesure systématique de la conductivité électrique ont complété l'approche analytique, en apportant des éléments de premier ordre pour l'interprétation des résultats (ex : couleur de l'eau, odeur, contexte pluviométrique...).

Rapidement, l'observation terrain prend le dessus sur le résultat analytique lors des épisodes pluvieux. Ces 5 campagnes s'intègrent dans la phase de recherche des secteurs exportateurs de sols (risque d'érosion avéré).

La campagne hivernale du **30 décembre 2021** se déroule en fin de crue (eaux peu chargées mais restent quelques concentrations en MES non négligeables aux exutoires des BV : relation MES/phosphore total et impact faible lors de cette campagne. Les observations terrain sur le mois de janvier ont conduit à reporter les campagnes de janvier/février pour échantillonner en période de ruissellement. Il n'y a eu finalement que très peu de ruissellement sur ce début d'année 2022.

Le **9 mai 2022**, une seconde campagne a été déclenchée dans des conditions intermédiaires.

Une campagne étiage est réalisée le **16 août**. Une partie des cours d'eau était sur un assec qui s'est prolongé jusqu'à fin octobre.

La campagne hivernale 2023 (**17 janvier**) est réalisée post ruissellement sur les surfaces en céréales.

Une dernière campagne estivale post orages 2023 (**11 mai**) vient compléter ce diagnostic : les surfaces à risque d'érosion étant principalement en maïs (date de semis récent).

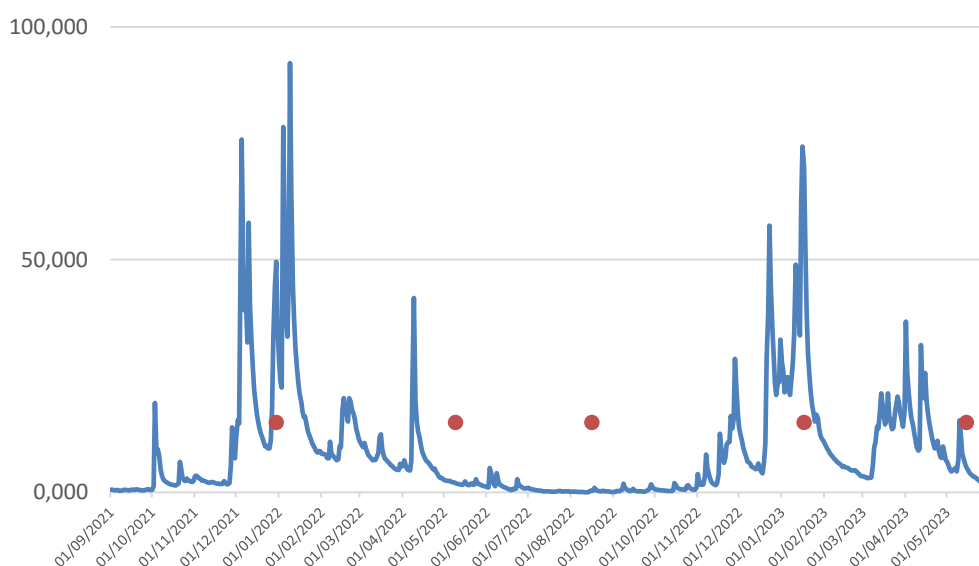


Figure 29 : Localisation des 5 dates d'échantillonnages

V.1.DYNAMIQUE DU PHOSPHORE :

Ces 5 campagnes viennent donc illustrer les caractéristiques des bassins versants, via le rapport P-PO₄/Ptotal dans l'eau, en fonction des conditions pluviométriques et hydrologiques.

- **Deux campagnes sous conditions modérées de ruissellement 2023:**

Campagne du 17/01/2023

Sous conditions hivernales, les pluies éparses en décembre 2022 et janvier 2023 n'ont pas généré du ruissellement sur l'ensemble du territoire, ni de pics hydrologiques (crue).

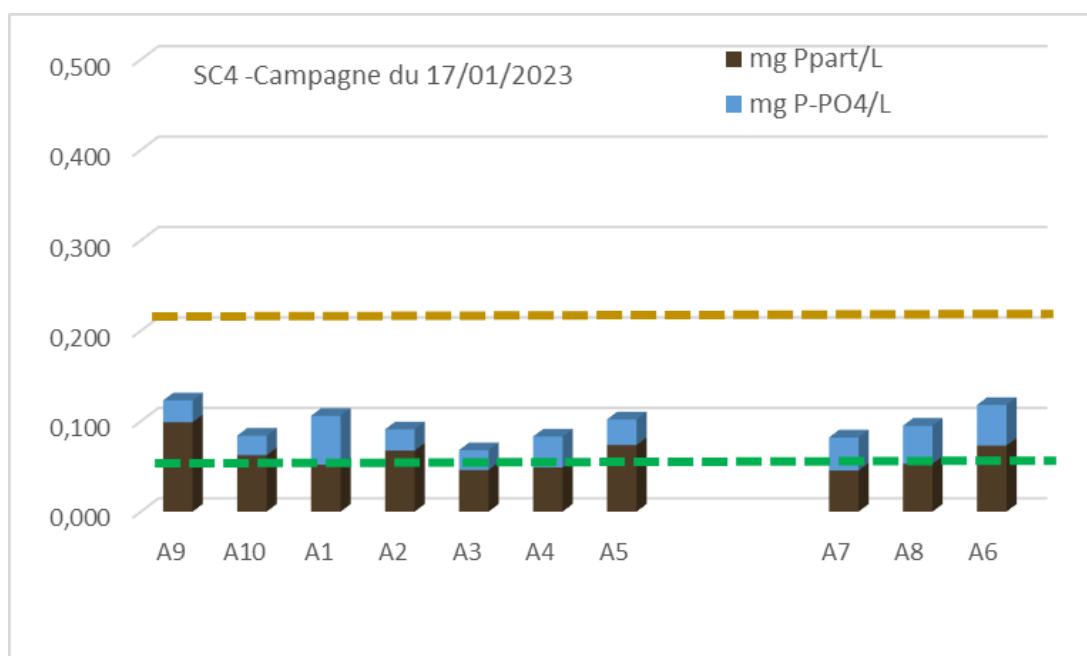


Figure 30 : Résultats de la campagne du suivi complémentaire réalisée le 17/01/2023

Bien que les eaux soient légèrement marron, les concentrations en phosphore total ne sont pas particulièrement fortes (moins de 0,1 mg/L).

Cette campagne hivernale ne permet pas de confirmer ou non la sensibilité à l'érosion par la présence de pics de concentration en phosphore.

Campagne du 11/05/2023

Cette dernière campagne de mai 2023 était la dernière occasion de décrire la qualité du cours d'eau après un train de pluies tardif (avril - début mai) et après un mois de mars déficitaire hydrique

Les eaux apparaissent plus chargées en MES que le 17 janvier, ce que confirment les analyses (Figure 31).

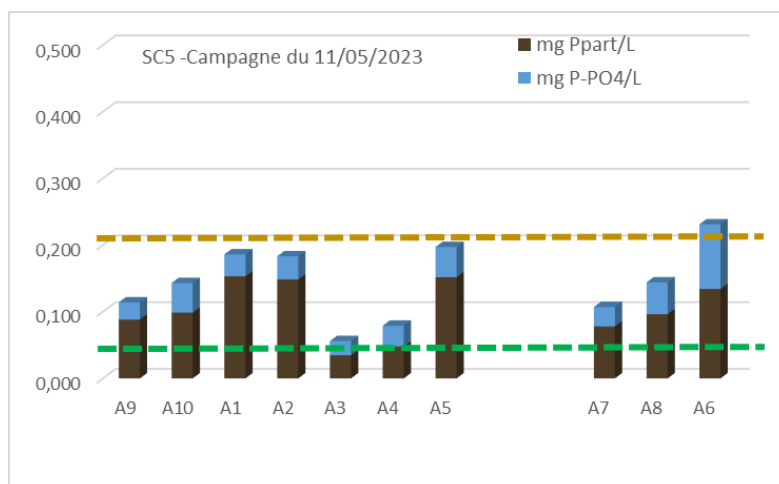


Figure 31 : Résultats de la campagne du suivi complémentaire réalisée le 11/05/23

Les concentrations doublent sur la majorité des sites, avec une part dominante du particulaire. Une simple remise en suspension de l'accumulation des sédiments suffit à créer ce changement de signature physico-chimique dans la colonne d'eau.

La figure suivante confirme cette augmentation des MES sur les stations A1, A2 et A5, corrélée à celle des concentrations en Phosphore. De même sur les 3 stations de l'Anglaise (A6 à A8).

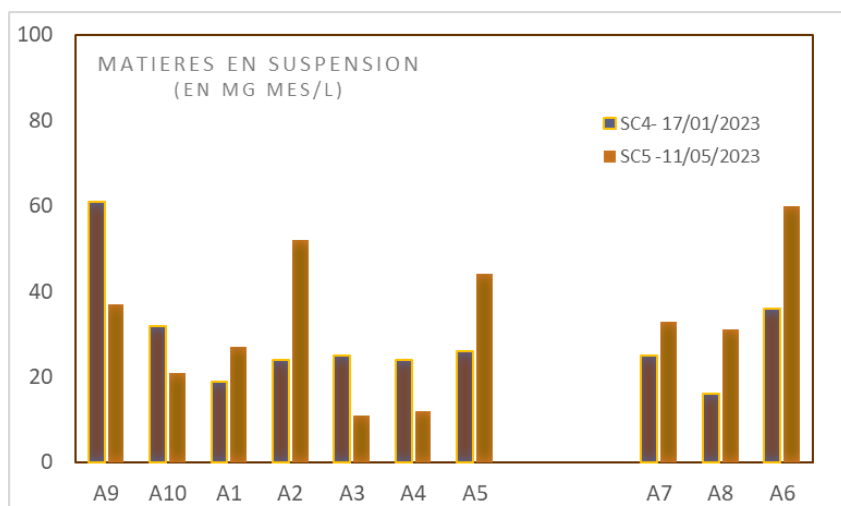


Figure 32 : Concentrations en matières en suspension relevées lors des campagnes du suivi complémentaire du 17/01/23 et du 11/05/23

Il est également intéressant de souligner que les concentrations en phosphore des stations A3, A4 et A9 n'ont pas bougé entre ces deux campagnes. Les MES seraient moins chargées en phosphore sur ces 3 sites.

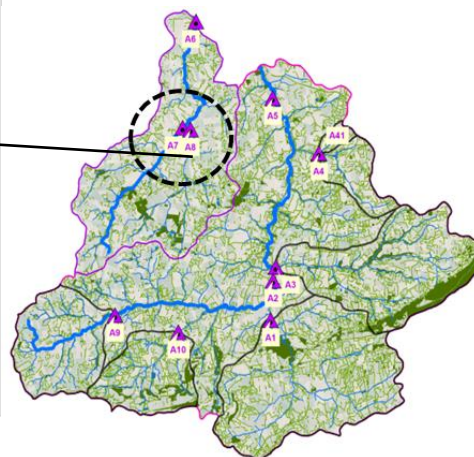
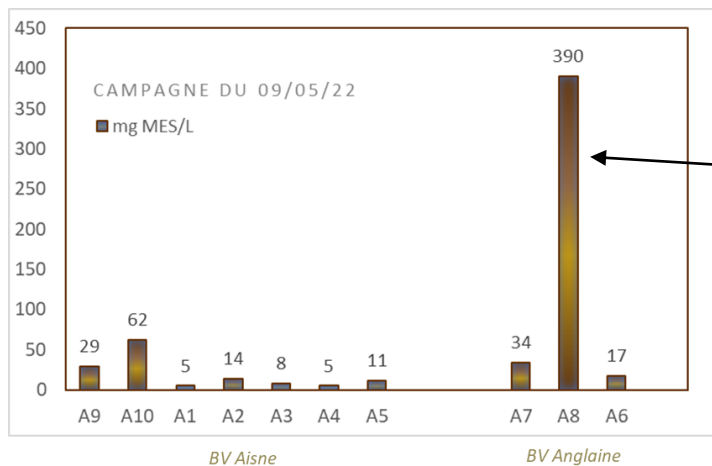
- Impact du piétinement bovins : station du Valoré, affluent de l'Anglaise**

Campagne du 09/05/2022

Cette campagne, basses eaux, illustre le rôle des MES dans la dynamique du phosphore, dans un contexte rural.

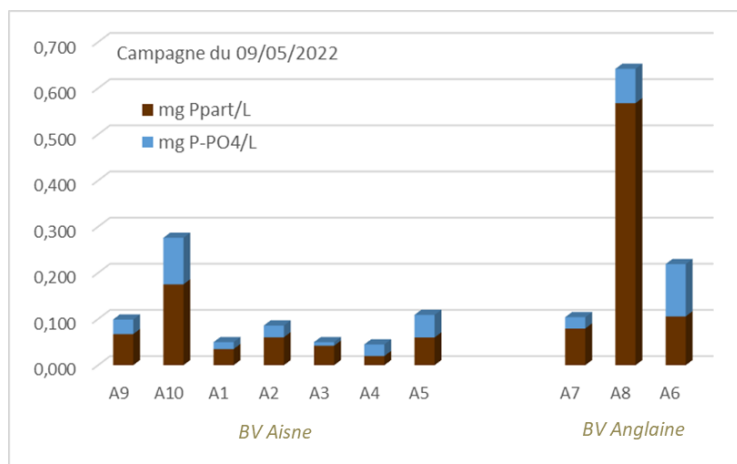
Le cours d'eau est très chargé en fines et en phosphore particulaire. Le pic de MES atteint 390 mg/L dans le Valoré.

Le piétinement des berges par les jeunes bovins, qui ont accès au cours d'eau est la cause de cette dégradation.



Pic de phosphore atteint 0,641 mg Ptotal/l sur le Valoré (A8) principalement sous formes particulaires.

Rq : Le piétinement bovin dégrade aussi la qualité microbiologique du cours d'eau



(paramètres E.coli/streptocoques non mesurés ici).

- **Signature dominée par la forme soluble du phosphore**

Lors de l'été 2022, l'étiage est précoce, et se prolongera jusqu'à novembre.

Campagne du 16/08/2022

Sur l'Anglaise (station aval), l'impact du rejet d'eaux traitées de Lactalis est très net en mai et encore plus en situation d'étiage sévère (août 2022) :

De nombreux cours d'eau étaient à sec lors de cette campagne estivale :

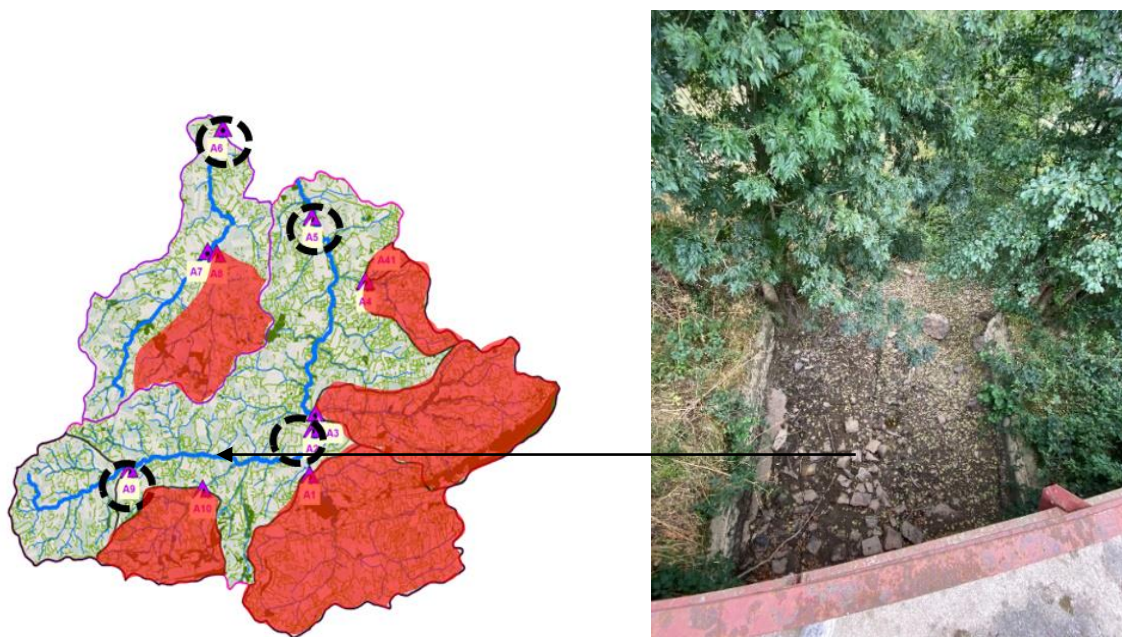


Figure 33 : Stations du suivi complémentaire prélevées le 16/08/2022. En rouge, les cours d'eau à sec

Seules 4 stations ont été échantillonnées.

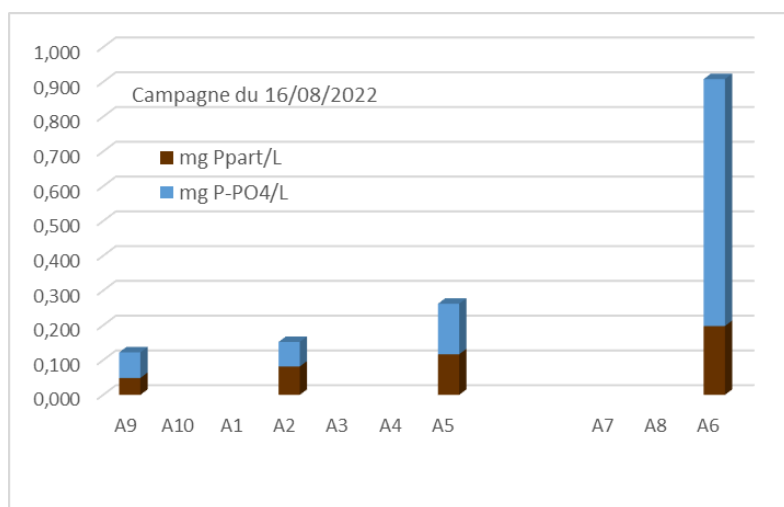


Figure 34 : Evolution des concentrations en phosphore sur les 4 stations présentant encore un écoulement d'eau le 16 /08/2022

A l'aval de l'Anglaise, le pic de phosphore ne s'explique pas par un pic de phosphore particulaire mais par un pic d'ortho-phosphate. Nous voyons ici le rejet de l'effluent traité du site Lactalis qui est peu dilué par le cours d'eau. C'est d'ailleurs lui qui fait en partie le soutien d'étiage de cette rivière.

La conductivité électrique passe de 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (conditions moyennes de l'Anglaise) à plus de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ lors de cet épisode du 16 août. Ce n'est plus de l'eau de source mais bien l'effluent traité qui domine dans les mélanges d'eau qui sont véhiculés par ce cours d'eau. Les chlorures utilisés en traitement secondaire du phosphore (rejet industriel) font monter la conductivité électrique.

Les 4 campagnes suivantes soulignent l'évolution saisonnière de la qualité de l'eau de l'Anglaise, pour le phosphore, mais également pour les ions ammonium. La composition chimique de l'eau est fortement dépendante du rejet direct de l'effluent traité.

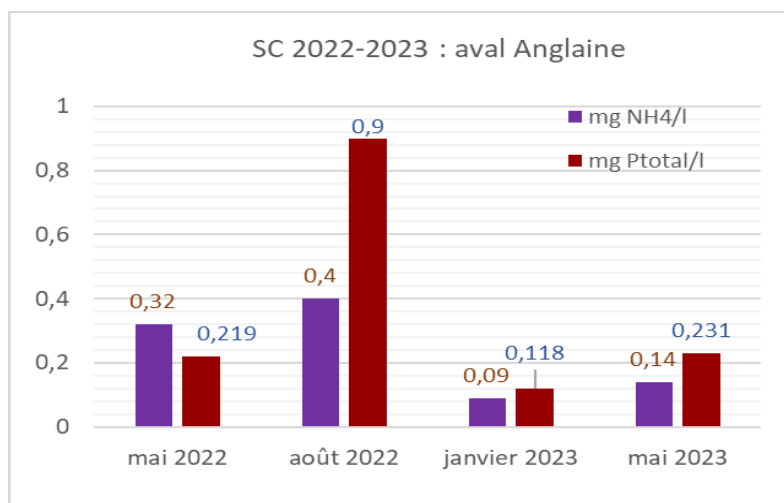


Figure 35 : Résultats des 4 dernières campagnes à l'exutoire de l'Anglaise (Ptotal / NH₄).

Cette approche simplifiée confirme les résultats du suivi mensuel de la qualité des eaux de l'Anglaise avant confluence avec la Mayenne.

Ces quelques résultats permettent de compléter les approches terrain, sur le bassin versant, et confirme nos hypothèses sur les sources de phosphore (rejet / érosion / sédiment ...) qui alimentent le cours d'eau.

Connaissant et localisant ces différentes sources, il sera alors possible de personnaliser le plan d'actions pour réduire et maîtriser les flux de phosphore exportés par ces différents sous bassins versants.

V.2. SENSIBILITE DU TERRITOIRE AU RISQUE DE FUITE D'AZOTE

V.2.1. Rappel sur les mécanismes de transfert

Ce sont les compartiments souterrains peu profonds, et indépendants les uns des autres, qui constituent les réservoirs en nitrates. L'excès d'azote minéral du sol agricole et notamment sa forme oxydée très soluble (nitrate) est entraînée en fin d'automne vers la nappe, au moment de la reprise du train de pluie hivernale (Figure 36). La nappe se recharge alors.

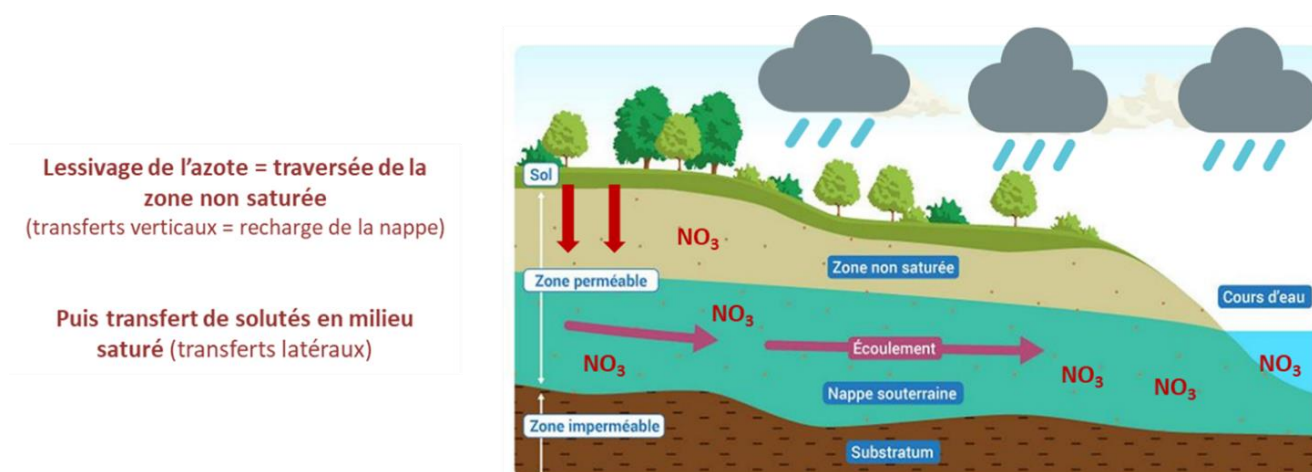


Figure 36 : Voies de transfert des nitrates du sol vers la nappe, puis de la nappe vers le cours d'eau

Ces eaux souterraines peu profondes participent à alimenter les cours d'eau, d'une manière plus forte durant hiver, c'est-à-dire en période de hautes eaux. Le transfert souterrain est lent, avec une inertie importante ; autrement dit les temps de transfert de la nappe vers le cours d'eau sont longs. D'après le contexte hydrogéologique local, le temps de résidence moyen des eaux souterraines est de l'ordre de la dizaine d'années (10 à 30 ans), et le temps de réaction beaucoup plus court, de l'ordre de quelques années.

V.2.2. Résultats des campagnes hivernales

Deux campagnes de suivi complémentaire ont été déclenchées en période de lessivage (remontée du toit de nappe) et hors ruissellement, pour rechercher les pics de nitrates dans les cours d'eau. La première a eu lieu le 30 décembre 2021, et la seconde le 17 janvier 2023.

Les résultats de ces campagnes illustrent que le territoire est sensible aux fuites d'azote, avec des concentrations en nitrates proches des 45 mg NO₃/l sur certains affluents et à l'exutoire des bassins versants (Figure 37). La qualité chimique des cours d'eau apparaît plus dégradée par le paramètre nitrate que par le phosphore sur les deux bassins versants.

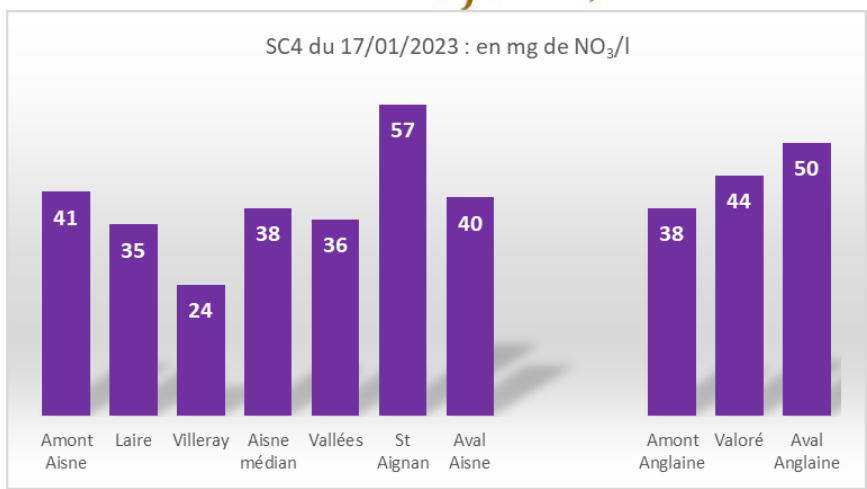
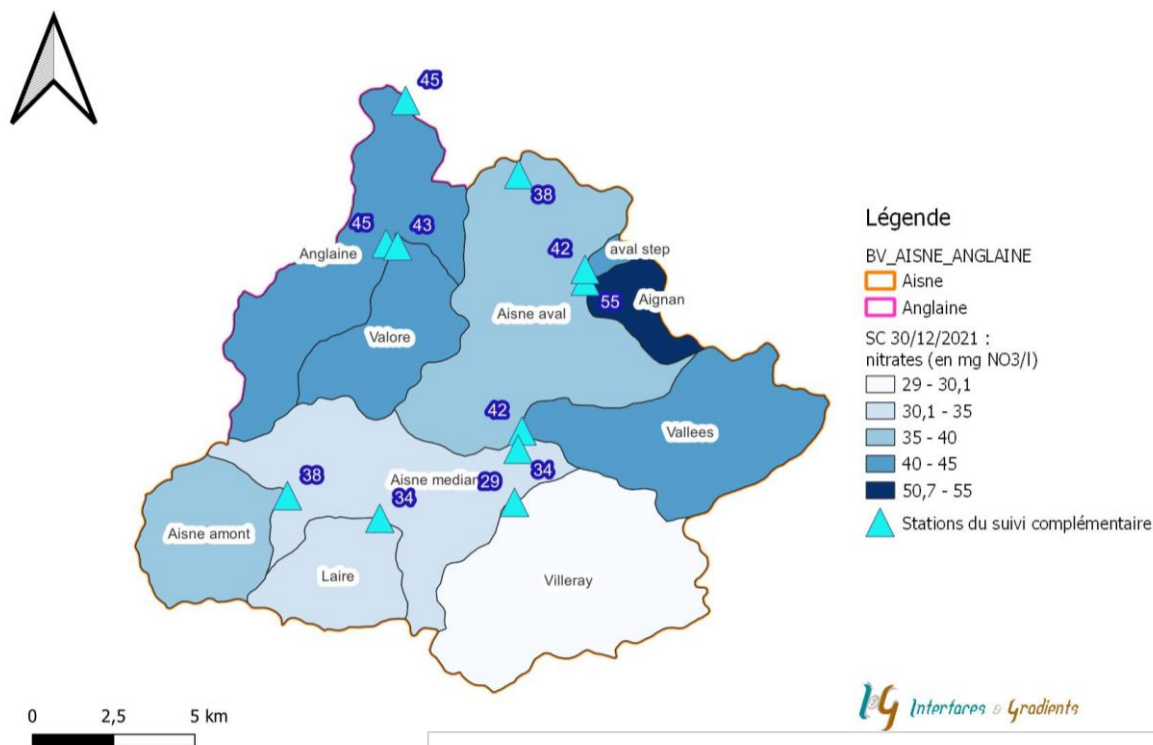


Figure 37 : Résultats des campagnes nitrates du 30/12/2021 et du 17/01/2023

Une hiérarchisation des sous BV les plus contributeurs est possible, sans l'estimation d'un flux d'azote exporté.

Le cours d'eau de l'Anglaise et son principal affluent (le Valoré) présentent le même niveau de concentration élevée en nitrates (> à 40 mg de NO₃/l).

Sur le bassin versant de l'Aisne, la situation est nettement plus contrastée. Le petit versant de Saint-Aignan apparaît le plus exportateur de nitrates avec une valeur dépassant les 55 mg de NO₃/l ! Si dès sa partie amont, le niveau de concentration est élevé (40 mg de NO₃/l), la présence d'affluents moins riches en nitrates, avec une valeur inférieure à 35 mg de NO₃/l (Villeray, Laire) permet de « maintenir » une concentration proche des 40 mg NO₃/l au niveau de son exutoire. En comparaison, le niveau d'enrichissement en azote est plus fort à l'exutoire du BV de l'Anglaise (45 à 50 mg de NO₃/l).

V.2.3. Recherche de relations de causes à effets

L'occupation de sols du territoire a été recalculée en % de surface réelle à l'échelle des sous bassins versants agricoles (Figure 38). A cette échelle, la relation entre l'assolement et le risque de fuite d'azote n'est pas directe, mais explique les grandes tendances observées.

Les sous BV les moins exportateurs d'azote (le Laire et Villeray) ont davantage de surfaces en prairies permanentes ou boisées que les masses d'eau les plus riches en nitrates (ex sous BV Aignan) :

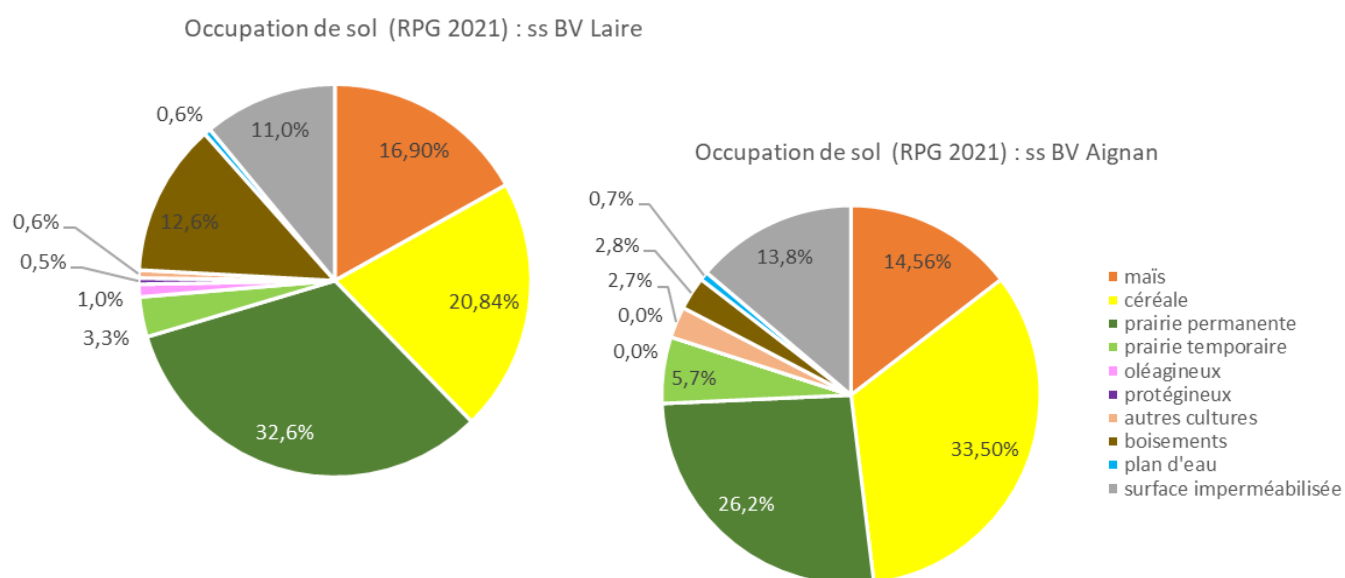
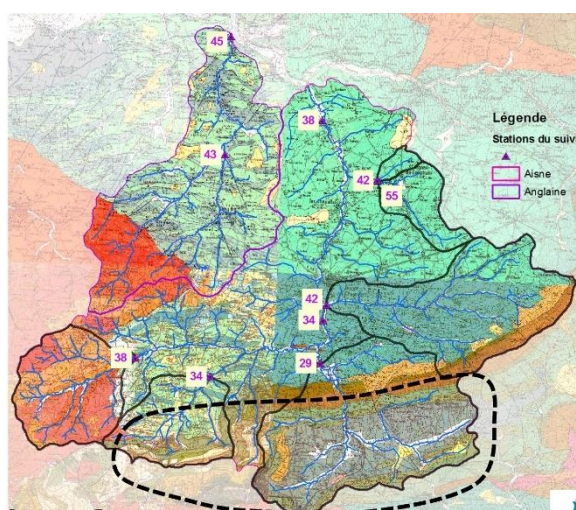


Figure 38 : Occupation de sols (en % de surface réelle) sur les sous bassins de la Laire et de Saint Aignan



Le secteur sud du BV de l'Aisne (Laire, Villeray) repose sur des sols peu favorables à leur mise en culture (sols peu précoces, voire hydromorphes) en lien avec un substrat gréseux peu altéré. Les grandes cultures (blé, maïs) y sont donc moins développées.

Sur les sous BV en grandes cultures, les erreurs agronomiques (date d'apport des effluents, absence de rotation longue), des cas de surfertilisation ou des rendements moins bons que prévus (ex : météo) peuvent conduire à des arrières-effets automnaux, et à un risque de lixiviation de l'azote accru.

ETAPE 2 : CARACTERISATION DES SOURCES DE PHOSPHORE

VI. RAPPEL SUR LA DYNAMIQUE DU PHOSPHORE

La caractérisation de la dynamique du Phosphore à l'échelle d'un bassin versant implique d'identifier d'une part les différentes sources de cet élément, et d'autre part, leurs mécanismes et voies de transfert jusqu'au cours d'eau.

S'exprimant sous la forme d'une source ponctuelle essentiellement liée aux rejets d'assainissement, ou sous la forme d'une source diffuse liée au travail des terres agricoles, la fuite de cet élément concerne tous les usagers, urbains et ruraux (Figure 39).

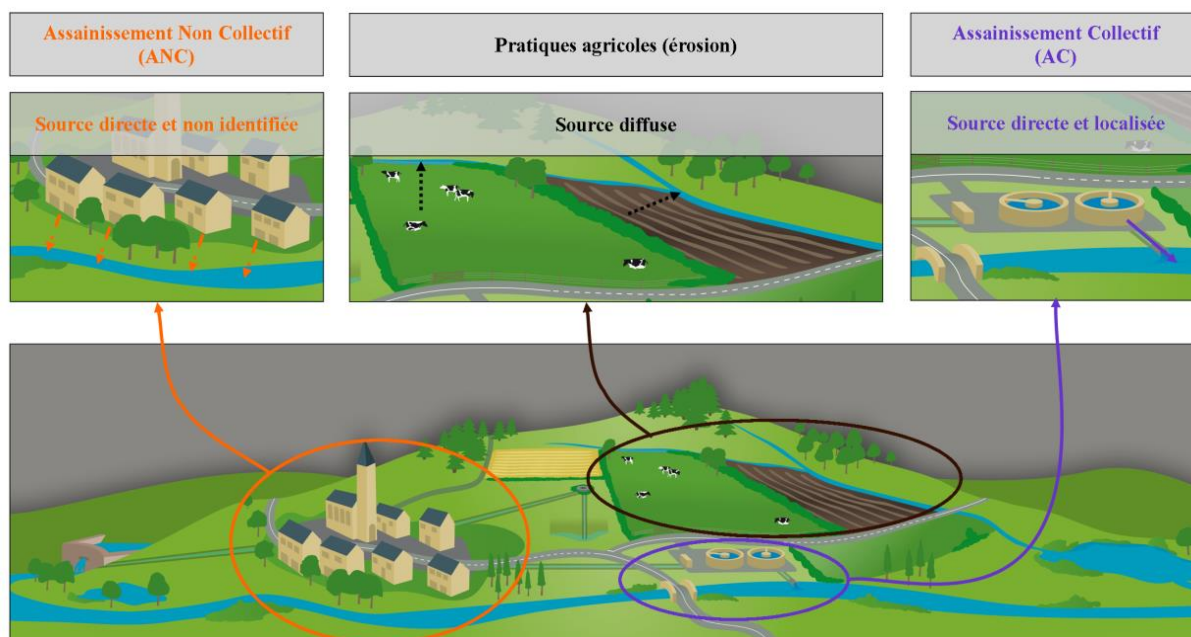


Figure 39 : Contribution des différentes sources de phosphore au réseau hydrographique (Interfaces et G.)

Si les mécanismes de transfert du phosphore au cours d'eau sont en partie pilotés par le contexte hydrologique, ce dernier agit aussi comme un élément déterminant dans le processus d'érosion des sols (qui est la source principale sur un BV rural). Selon la période hydrologique étudiée, la signature chimique du cours d'eau pourra traduire un contexte urbain avec une prédominance des rejets (prédominance de P-PO₄ à l'étiage), ou un contexte rural révélateur de l'érosion des terres agricoles, ou encore une signature mixte.

La source de Phosphore liée à l'érosion, principalement présent sous formes particulières, revêt un travail d'identification précis sur le terrain, en raison de sa nature diffuse. La méthodologie que nous avons développée pour affiner l'étude de ces flux particuliers repose sur l'identification des parcelles sources d'érosion, indirectement connectées au cours d'eau. Néanmoins, la traduction des parcelles sources d'érosion en flux reste délicate, car les phénomènes de ruissellement sont difficilement quantifiables.

En revanche, la source de Phosphore liée aux rejets directs, en particulier ceux de l'assainissement collectif (ou industriel), est traduisible en un flux de Phosphore exporté au cours d'eau. Les stations d'épuration bénéficient de suivis qualitatifs et quantitatifs de leurs rejets, rendant possible le calcul d'un flux rejeté. L'assainissement non collectif constitue une autre source directe de phosphore, mais non localisée.

Rappelons enfin, que la dynamique du phosphore dans l'hydrosystème fluvial est complexe et une part importante des flux exportés des versants se retrouve stockée, plus ou moins longtemps dans le réseau hydrographique : il n'y a pas d'autoépuration mais seulement un **stockage** du phosphore qui peut devenir bio-disponible sous certaines conditions physico-chimiques.

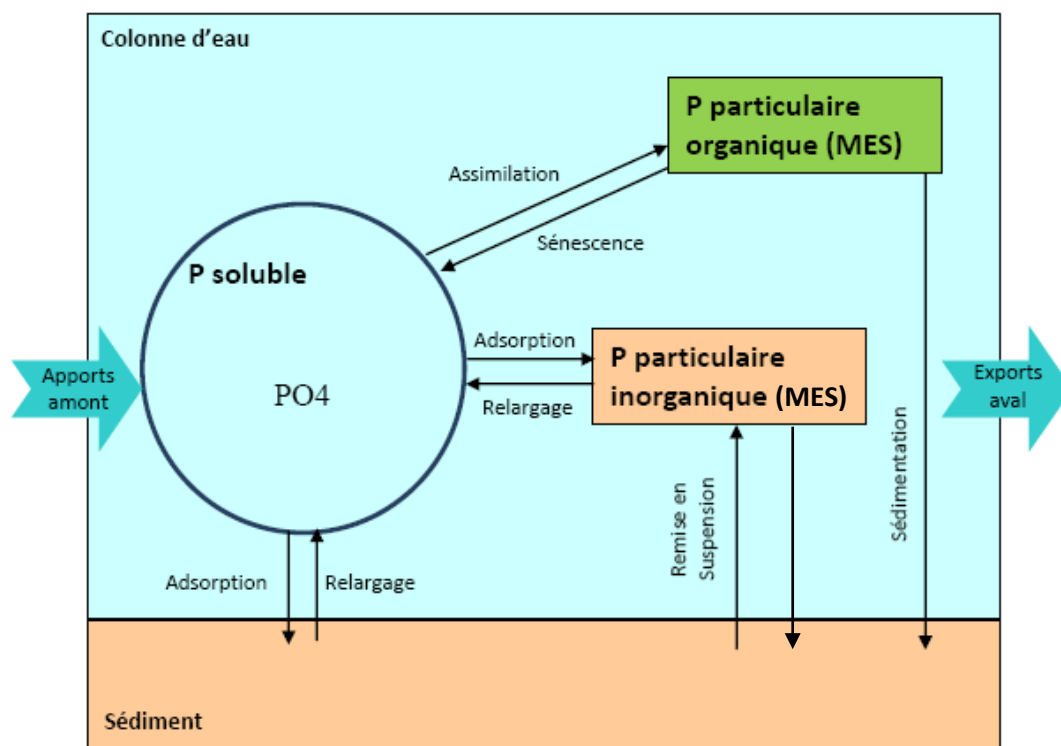


Figure 40 : Situation des échanges de phosphore dans la colonne d'eau. Ces échanges peuvent être rapides et il est difficile de quantifier les quantités en jeu (MOREAU S., 1997)

Cette capacité du sédiment, à stocker ou relarguer du phosphore est rarement prise en compte dans le diagnostic des sources de phosphore à l'échelle du bassin versant. C'est la caractérisation du matériau constituant le fond des cours d'eau, qui peut compléter l'analyse des sources du phosphore en y apportant une vision dynamique (d'échanges).

Cette notion complémentaire est la concentration d'échange à l'équilibre (EPCo) qui permet de définir si le sédiment agit en mode stockage ou relargage des ortho-phosphates, en fonction de la concentration présente dans la colonne d'eau.

VII. LA SOURCE DE PHOSPHORE LIEE L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF

VII.1. Les flux de phosphore rejetés par les STEP

Les STEP bénéficient d'un suivi de la qualité du rejet de l'effluent traité et de son débit dans le cours d'eau, dont la fréquence dépend de la taille de la station. Les données récupérées auprès du Conseil Départemental de la Mayenne ont permis de calculer le flux de phosphore moyen rejeté par l'ensemble du parc d'assainissement du BV sur la période 2017-2022. Ce flux correspond au produit de la concentration en phosphore total du rejet de la station par son débit :

$$\text{Flux (en tonnes de phosphore/an)} = \text{concentration en Ptotal} \times \text{débit}$$

Le flux de phosphore charrié par l'ensemble du réseau hydrographique, calculé au niveau de des exutoires de l'Aisne et de l'Anglaise évolue avec les fluctuations du débit des deux cours d'eau d'une année à l'autre.

Ils ont été calculés sur les 4 dernières années hydrologiques. Ils évoluent de la même manière que l'hydrologie. L'année 2019-2020 est la plus humide, et celle qui voit les plus fortes exportation de phosphore vers la Mayenne.

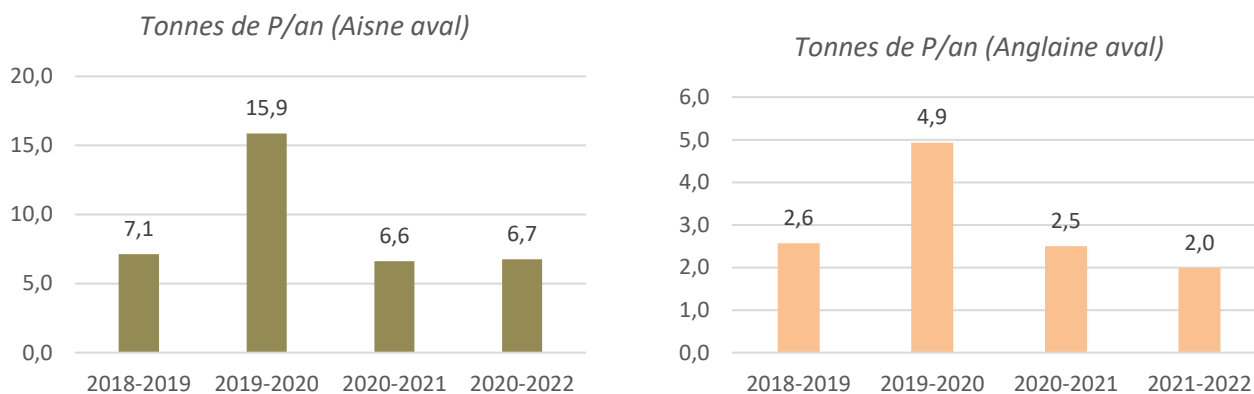


Figure 41 : Flux de phosphore calculés à l'exutoire de l'Aisne (173 km²) et de l'Anglaise (44 km²). Présentation par année hydrologique .

La taille de bassin de l'Anglaise est 4 fois plus petite que celle de l'Aisne à la confluence avec la Mayenne.

Les concentrations en phosphore sont plus élevées (en partie à cause du rejet direct de la station d'épuration industrielle

Le flux annuel (médian) de 6,9 tonnes/an sur l'Aisne contre 2,5 tonnes P/ an à l'exutoire de l'Anglaise. Ce rapport, en flux, n'est plus que de 3 entre ces 2 bassins versants,

Le parc d'assainissement collectif étant uniquement constitué de petites unités de traitement, il ne bénéficie pas de suivis réguliers de ses rejets d'eaux traitées. Une moyenne annuelle du flux rejeté par station a donc été calculée sur la période 2017-2022 car les fréquences d'échantillonnage ne permettent pas d'estimer précisément les flux année par année (moins d'une donnée/an).

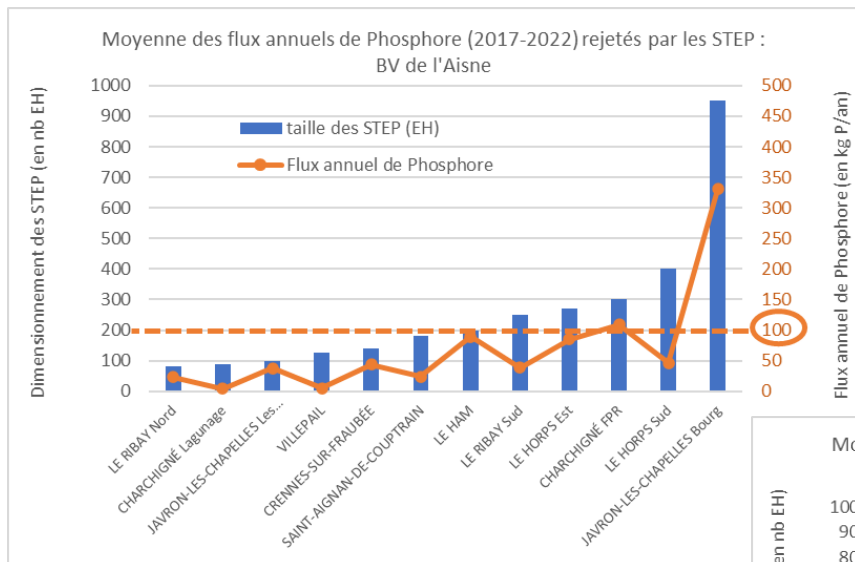
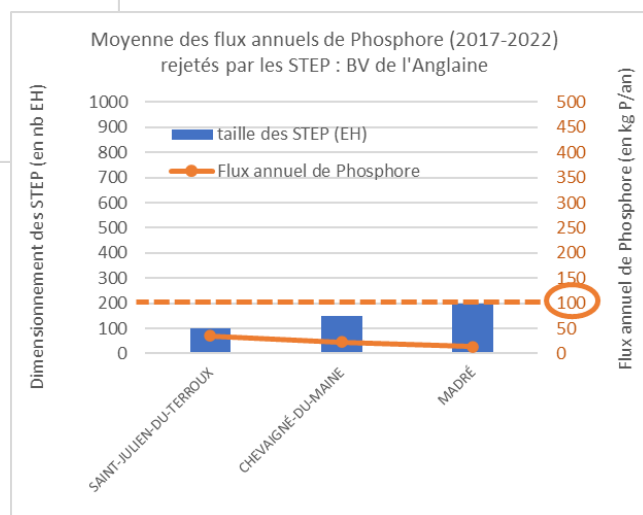


Figure 42 : Flux moyen de phosphore rejeté par l'ensemble des stations d'épuration (STEP) sur les BV de l'Aisne et de l'Anglaise (période 2017-2022)



Les flux moyens de Phosphore rejetés par station sont faibles avec une valeur inférieure à 100 kg de P/an, hormis pour celle de Javron-les-Chapelles (950 EH).

Au final, la somme des flux de Phosphore issus des STEP communales s'élève à 817 kg de P/an sur le BV de l'Aisne et 72 kg de P/an sur le BV de l'Anglaise. En tenant compte des rejets industriels (tableau suivant), le flux annuel de Phosphore rejeté atteint 942 kg sur l'Aisne et 502 kg sur l'Anglaise (moyenne 2017-2020).

| kg de P/an (données AELB) | | | | | |
|---------------------------|------|------|------|------|---------------------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | moyenne (2017-2020) |
| Fromagerie (Anglaise) | 498 | 476 | 467 | 282 | 430,8 |
| Abattoir (EU) : Aisne | 42 | 77 | 101 | 84 | 76,0 |
| Abattoir : Aisne | 25 | 36 | 57 | 80 | 49,5 |

Tableau 2 : Flux de Phosphore rejeté par les deux industriels du territoire (source AELB)

Le poids des flux de phosphore issus des STEP communales/industrielles représente **20%** sur le BV de l'Anglaise contre **13%** sur le bassin de l'Aisne.

VIII. LA SOURCE DE PHOSPHORE LIEE A L'ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF

VIII.1. Contexte réglementaire

Le Service Public d'Assainissement Non Collectif (SPANC) assure un contrôle des installations, aussi bien lors de constructions que de réhabilitations. La vérification porte sur la conformité du dispositif (norme DTU-64-1), mais aussi sur son entretien et son bon fonctionnement.

Les diagnostics de conformité des installations autonomes (ANC) ne permettent pas d'évaluer la pression que représente ce type d'assainissement en tant que source de phosphore pour le réseau hydrographique.

VIII.2. Classement des installations

L'ANC représente une source de phosphore directe, mais difficile à localiser. Nous avons mis au point un protocole spécifique à cette problématique, en choisissant de hiérarchiser les habitations par leur poids statistique selon leur connexion au réseau hydrographique et/ou au réseau de fossés circulants connectés au cours d'eau.

Notre protocole spécifique à l'ANC intègre donc une vision terrain à l'échelle du bassin versant, qui améliore l'estimation de l'incidence potentielle des ouvrages individuels.

Une fois le réseau de fossés identifié et cartographié, chaque installation est classée comme étant, soit très proche du réseau hydrographique (< à 50 m), soit à une distance modérée (entre 50 et 100 m), ou bien à une distance importante de celui-ci (> 100 m).

La cartographie obtenue du risque potentiel (Figure 44) s'appuie sur le postulat suivant : plus la fosse est proche du cours d'eau, plus elle représente un risque élevé en terme de source de phosphore. A l'inverse, plus la fosse est éloignée du réseau hydrographique fonctionnel, plus le taux d'abattement du phosphore par le compartiment sol sera effectif, attribuant à la fosse un risque faible.

Les classes de risques basées sur la distance au cours d'eau et les taux d'abattement sont discutables et perfectibles : l'objectif est de traduire l'information spatiale en une donnée

quantitative, en considérant la source liée à l'ANC comme étant non uniforme, ce qui nous apparaît plus réaliste à l'échelle du bassin versant.

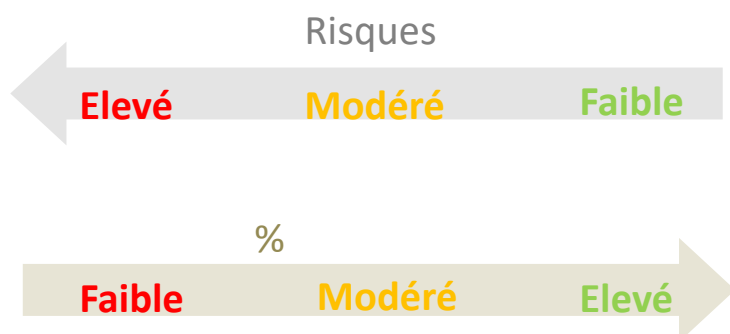


Figure 43 : Equivalence entre le degré de risque de transfert de phosphore au cours d'eau et le pourcentage d'abattement selon notre méthodologie

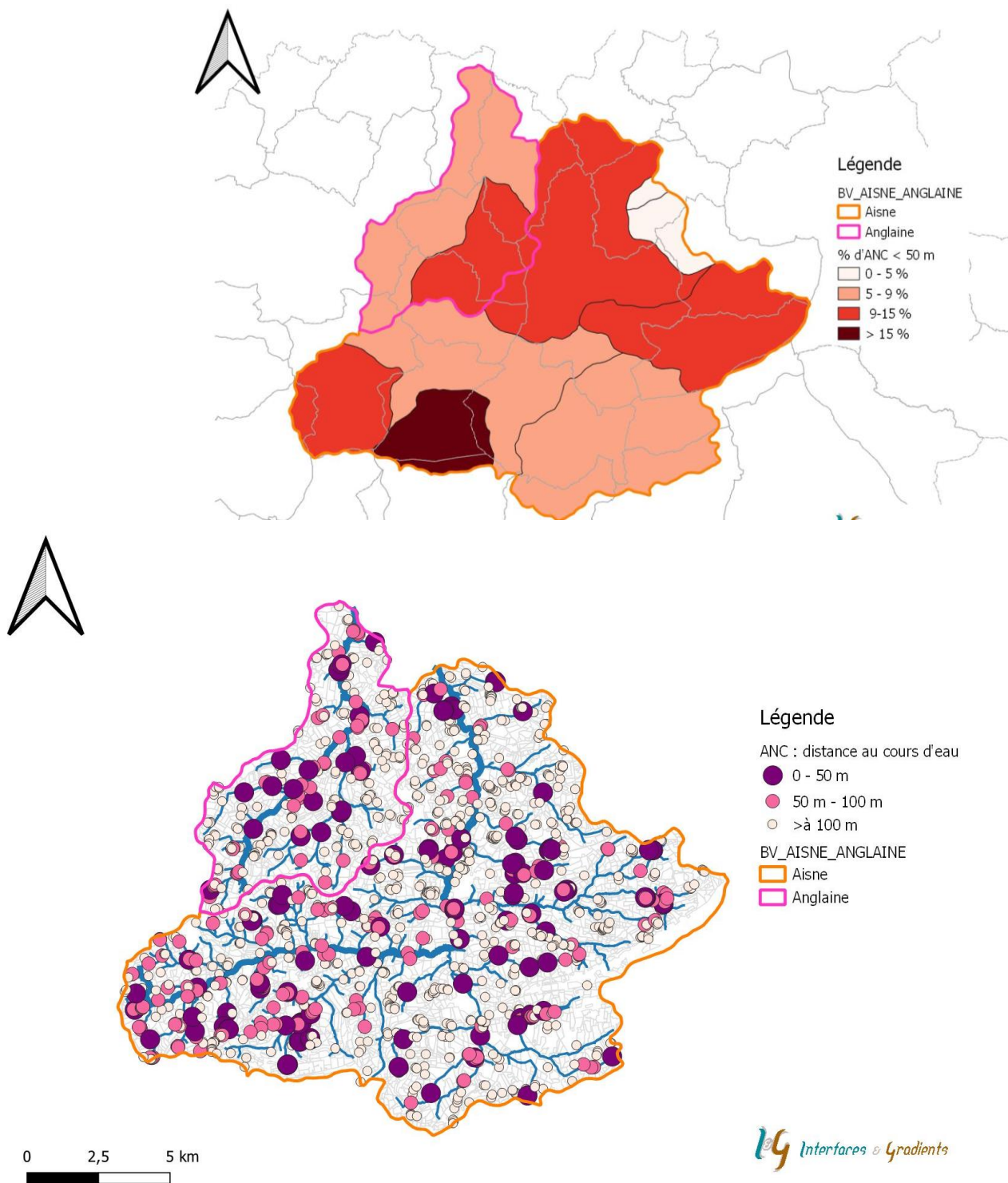


Figure 44 : Hiérarchisation des installations autonomes sur les bassins versants de l'Aisne et de l'Anglaise

Cette hiérarchisation (Figure 44) permet d'identifier des secteurs où la densité d'ANC à risque élevé (c'est-à-dire les plus proche du réseau hydrographique) est importante. Elle pourra servir d'appui technique pour prioriser les contrôles réglementaires des installations autonomes au niveau des ces secteurs sensibles.

VIII.3. Estimation des flux de phosphore

Un calcul de flux de Phosphore lié à l'ANC est réalisé à partir de la hiérarchisation obtenue (Figure 44). Deux hypothèses de travail sont nécessaires à l'établissement d'un calcul de flux en entrée :

- 2,5 personnes/ANC (Insee 2013)
- 2,1 g de P/EH₆₀ produit par jour (Cemagref 2009)

Dans un document de synthèse bibliographique sur l'état des eaux usées (2009), le Cemagref (aujourd'hui IRSTEA) a rapporté des données de charges spécifiques moyennes calculées à partir des données d'auto-surveillance de l'année 2007 pour 247 stations.

Le flux de phosphore théorique produit par chaque ANC est ensuite pondéré par un taux d'abattement fictif : plus l'ANC est proche du cours d'eau, et plus ce taux est élevé (tableau suivant).

| AISNE | | | |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | nombres d'ANC par classe | | |
| | ANC < à 50 m | ANC: 50 à 100 m | ANC > 100 m |
| nombre d'ANC totaux | ANC risque élevé | ANC risque moyen | ANC risque faible |
| 1052 | 103 | 206 | 743 |
| flux entrée (en T de P/an) | 0,197 | 0,395 | 1,424 |
| % d'abattement | 40% | 80% | abatt 95% |
| flux sortant (en T de P/an) | 0,118 | 0,079 | 0,071 |
| Flux total sortant | | | |
| (en T de P/an) | 0,269 | | |
| ANGLAINE | | | |
| | nombres d'ANC par classe | | |
| | ANC < à 50 m | ANC: 50 à 100 m | ANC > 100 m |
| nombre d'ANC totaux | ANC risque élevé | ANC risque moyen | ANC risque faible |
| 256 | 22 | 44 | 190 |
| flux entrée (en T de P/an) | 0,042 | 0,084 | 0,364 |
| % d'abattement | 40% | 80% | abatt 95% |
| flux sortant (en T de P/an) | 0,025 | 0,017 | 0,018 |
| Flux total sortant | | | |
| (en T de P/an) | 0,060 | | |

Tableau 3 : Estimation du flux de phosphore théorique rejeté par l'ensemble des ANC des bassins versants de l'Aisne et de l'Anglaise à partir de la hiérarchisation des installations autonomes (SIG)

Au final, le flux de Phosphore potentiellement rejeté par les ANC à l'échelle des bassins versants s'établit respectivement à **269 kg de P/an pour l'Aisne et 60 kg de P/an pour l'Anglaise**, selon les hypothèses de travail précitées. Ce flux représente une population estimée à environ 3270 personnes (1308 ANC).

A l'échelle du bassin versant, la contribution de l'ANC au flux total de phosphore véhiculé dans le cours d'eau apparaît faible, inférieur à **3,5%** du flux médian annuel exporté par les cours d'eau. (plus faible encore sur Anglaise).

Il faut garder à l'esprit, le contrôle du contexte hydrologique sur la génération des flux de phosphore et leur transfert au cours d'eau. La caractérisation de cette source doit combiner les deux types d'approche, flux et concentration. La période de basses eaux, peu propice aux ruissellements générera peu de flux ; en revanche l'impact sur le réseau hydrographique ne sera pas négligeable, en concentration.

IX. LA SOURCE LIEE A L'EROSION DES TERRES AGRICOLES

IX.1. Rappel de la méthodologie

Les cours d'eau référencés sur l'IGN sont pourvus en majorité d'une **bande enherbée réglementaire** de part et d'autre de leur écoulement, d'une largeur minimale de 5 m.

Cette barrière réglementaire doit limiter le transfert des pollutions diffuses (phytosanitaires, phosphore) vers le cours d'eau, en ralentissant les ruissellements issus de la parcelle. Cette protection est efficace s'il n'existe pas de courts-circuits physiques qui envoient l'eau directement au cours d'eau, et si la pente de la parcelle en culture n'est pas élevée (> 5%).

Plus la parcelle est plate, et plus cette protection est efficace. De même, le sens du travail du sol réalisé de façon perpendiculaire à la pente, au minimum dans la partie la plus basse de la parcelle améliore l'efficacité de cette barrière physique.



Photo 2 : Configurations relevées sur le BV de la Colmont où la bande enherbée protège le cours d'eau du transfert direct de sol

Malgré ce dispositif réglementaire nous observons depuis plus de 15 ans des départs de sol qui modifient immédiatement la couleur des cours d'eau lors des fortes pluies d'hiver humide.

Le postulat de cette recherche **des autres secteurs** de départs de sol est que les bandes enherbées fonctionnent (Photo 1). Les connexions directes entre le cours d'eau et la parcelle sont à priori limitées, hormis sous conditions de pluie exceptionnelle.

La recherche de zones de ruissellement d'une parcelle agricole directement au cours d'eau (classé) n'est donc pas systématiquement recherchée dans cette approche simplifiée qui se fait depuis les routes et chemins. Les investigations intra-parcellaires sont fonction de la présence de l'exploitant sur ses terres.

Dans la perspective de construire un programme d'actions efficace, le diagnostic terrain vient compléter le dispositif réglementaire (la bande enherbée) pour se focaliser sur les autres secteurs à risque.

L'une des fiches actions rappellera l'intérêt d'une bande enherbée et le fait que les by-passer conduit à un risque d'érosion avéré.

Notre diagnostic d'érosion est centré sur les **connexions indirectes** entre la parcelle source d'érosion et le cours d'eau, qui reçoit le flux particulaire transmis via un fossé circulant (ou directement sur la route).

C'est lors de nos différentes expertises sur le terrain (15 années), que le réseau de fossés circulants est apparu comme un élément clé dans cette problématique d'érosion.

Sur la photo suivante, extraite de l'étude Haute-Vilaine (Interfaces 2014), l'absence de protection en bordure de parcelle (côté route) combinée à la présence d'un fossé circulant **court-circuite** le rôle de protection de la bande enherbée, impactant négativement la qualité chimique du cours d'eau.

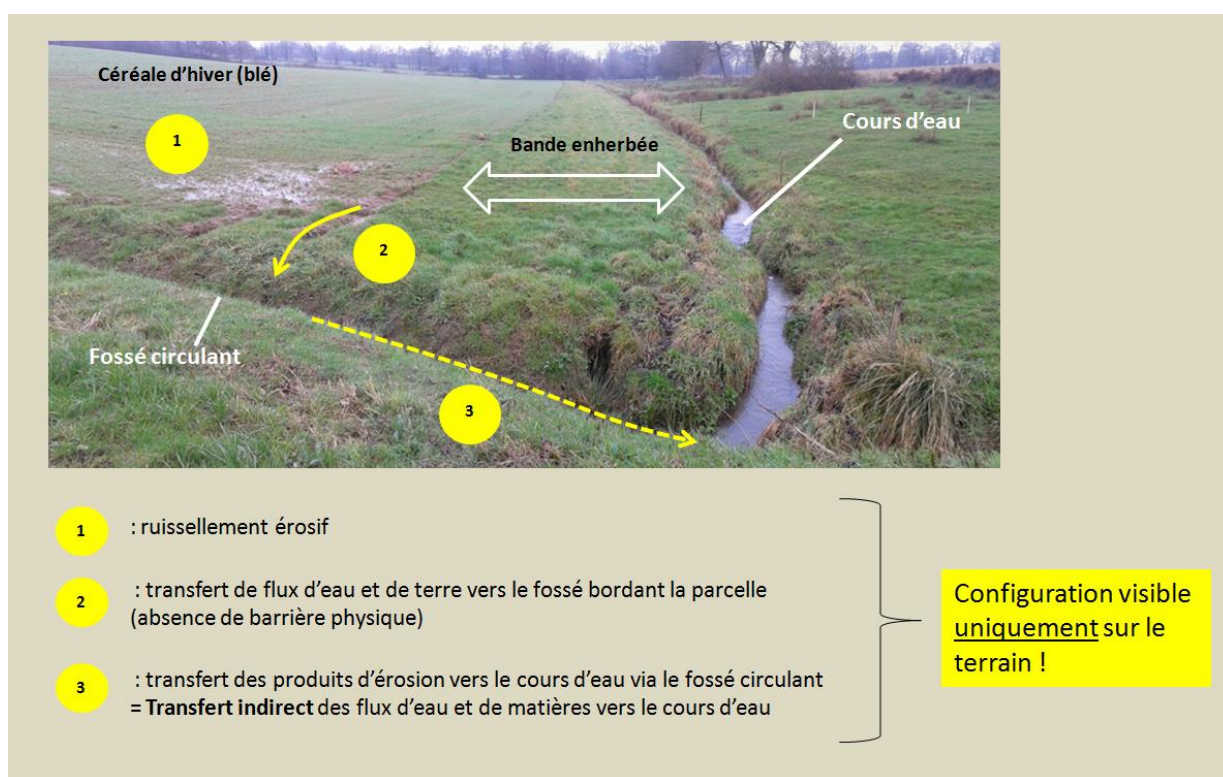


Figure 45 : Fossé circulant court-circuitant le rôle de la bande enherbée en transférant des produits d'érosion de la parcelle au cours d'eau

Une observation terrain, en période de ruissellement est nécessaire pour identifier ces points de connexion et de transferts au cours d'eau.

Aucun traitement cartographique ne permet de pré-localiser ces configurations, qui ne sont visibles que par des investigations sur le terrain.

Les parcelles diagnostiquées à risque avéré d'érosion et de transfert de sol sont parfois très éloignées du cours d'eau (Figure 46).

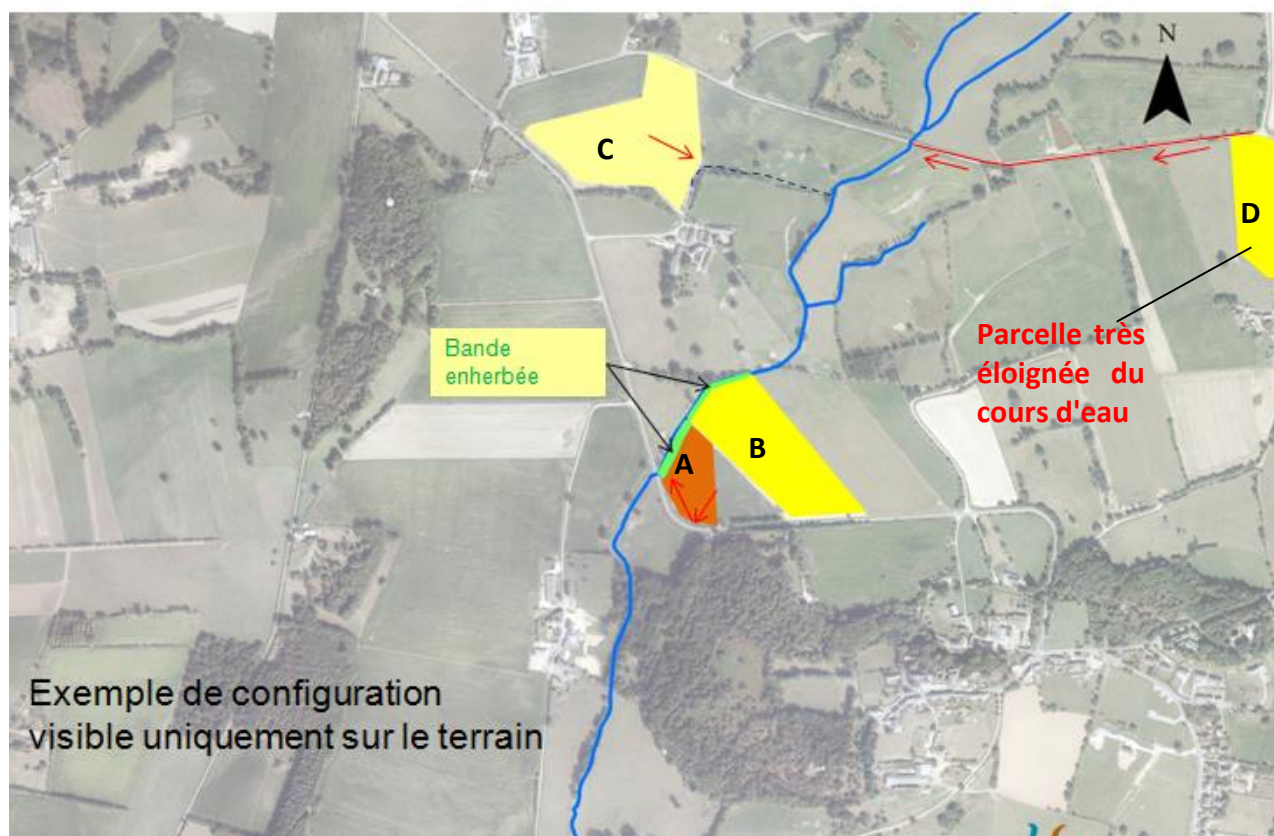


Figure 46 : Organisation des transferts de flux particulière au cours d'eau à l'échelle du micro bassin versant (hors Colmont : diagnostic 2013-2014)

Si les deux parcelles A et B disposaient bien d'une bande enherbée en bord de cours d'eau, nous les avons classées à risque potentiel (en jaune) et avéré (en orange) car elles présentaient au moins 2 pentes ; l'une vers le cours d'eau, et l'autre vers la route et son fossé. La différence entre le risque potentiel et le risque avéré était liée à la culture en place. Sur la parcelle A, sous blé d'hiver, la perte de sol avait été observée via le fossé de voirie alors que sous la prairie temporaire (parcelle B) le couvert végétal de l'année d'observation assurait le maintien du sol. Le risque était qualifié de potentiel car dépendant du devenir des cultures sur cette parcelle.

La parcelle C, peu pentue, a été classée à risque non pas par sa connexion avec les deux routes communales vers lesquelles elle ne pentait pas, mais par la présence d'un fossé intra-parcellaire directement relié au réseau hydrographique. C'est sur cette configuration spécifique que notre inventaire ne pourra être exhaustif.

La parcelle D est typiquement la parcelle qui ne peut être classée à risque si le diagnostic terrain n'est pas réalisé en période propice (sous pluie d'hiver humide). Pourtant ces grandes parcelles de plateau sont généralement celles qui vont contribuer le plus à ces apports continus de flux de sol dans le réseau hydrographique.

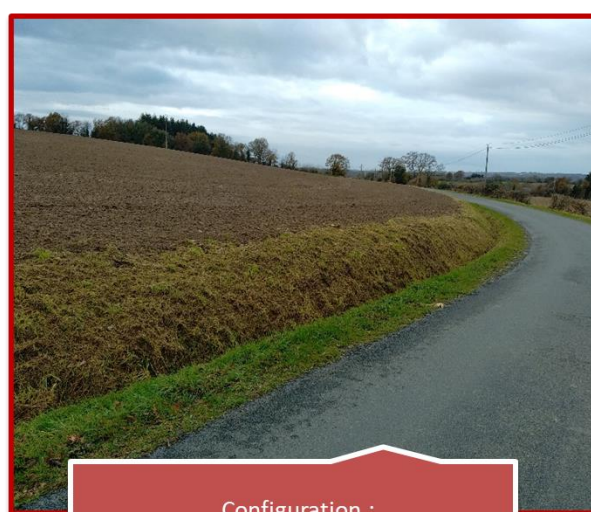
IX.2. Caractérisation du risque potentiel d'érosion

Cette phase terrain a consisté à identifier et cartographier sous SIG (Figure 47), l'ensemble des parcelles qui présentent un risque potentiel de transfert de produits d'érosion au fossé qui les borde. Pour toutes les bordures de parcelles accolées aux routes et chemins, il a ainsi été attribué une classe de risque potentiel (élevé ou faible : Photo 3), en fonction du type de protection de la bordure (et son état) et de la pente locale. Le linéaire total cartographié s'élève à environ 1120 km pour l'ensemble du BV (soit 5,2 km cartographié/km² de BV).

Ces premières investigations in-situ ne nécessitent pas des conditions de ruissellement. L'examen des bordures de parcelle est cependant plus difficilement appréciable en période estivale, gêné par la végétation des fossés, boostée à cette période de l'année.



Configuration :
risque potentiel d'érosion FAIBLE



Configuration :
risque potentiel d'érosion ELEVE

Photo 3 : Exemple de configurations à risque potentiel d'érosion faible et élevé relevés sur l'Aisne

Sur la photo précédente (à droite), l'**absence de barrière physique** entre le bas de la parcelle et le fossé circulant qui la borde, est traduite en une classe de **risque potentiel élevé** d'érosion et de transfert de sol.

Les parcelles pourvues d'une **barrière physique continue**, de type talus ou billon (ex photo précédente, à gauche) sont cartographiées et classées à **risque potentiel faible** d'érosion et de transfert de particules de sols au fossé.

De nombreuses parcelles sont conduites en système de rotation maïs-céréales ; donc un hiver sur deux, le sol bénéficie d'un plus faible taux de couverture (céréales) et est alors plus sensible au phénomène de ruissellement érosif. Sur maïs, la période du risque de ruissellement érosif se situe au moment du semis (mai) et se prolonge jusqu'au stade 8-10 feuilles (recouvrement foliaire de l'inter rang).

Le diagnostic du risque potentiel d'érosion est réalisé indépendamment du type de culture en place ou du stade végétatif, afin de tenir compte de ces rotations.

L'analyse statistique des données SIG du risque potentiel d'érosion aboutit aux résultats suivants sur les deux bassins versants de l'étude :

| BV | Linéaire cartographié | Linéaire à risque potentiel élevé | % de linéaire à risque élevé d'érosion |
|----------|-----------------------|-----------------------------------|--|
| Anglaise | 222,2 km | 18,0 km | 8,1 % |
| Aisne | 790,4 km | 29,2 km | 3,7% |
| Total | 1012,6 km | 47,2 km | 4,6% |

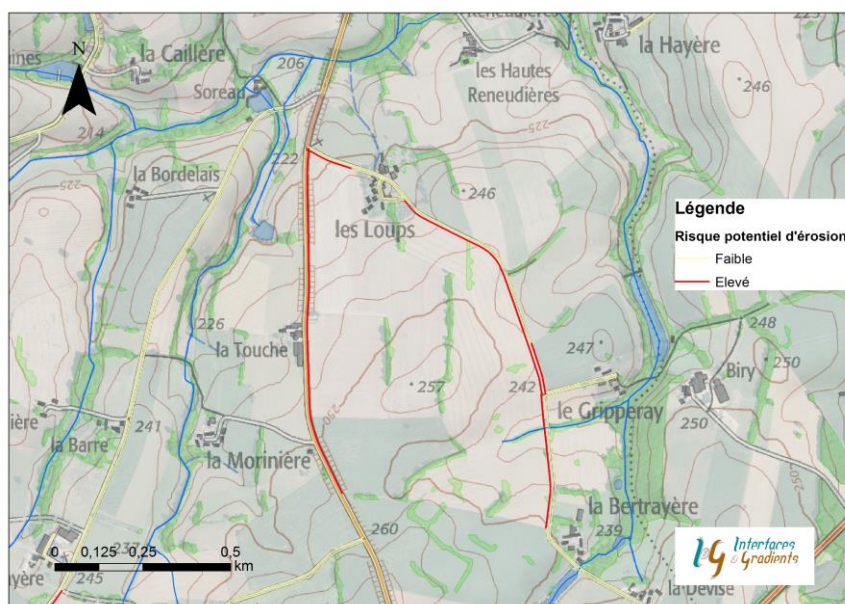
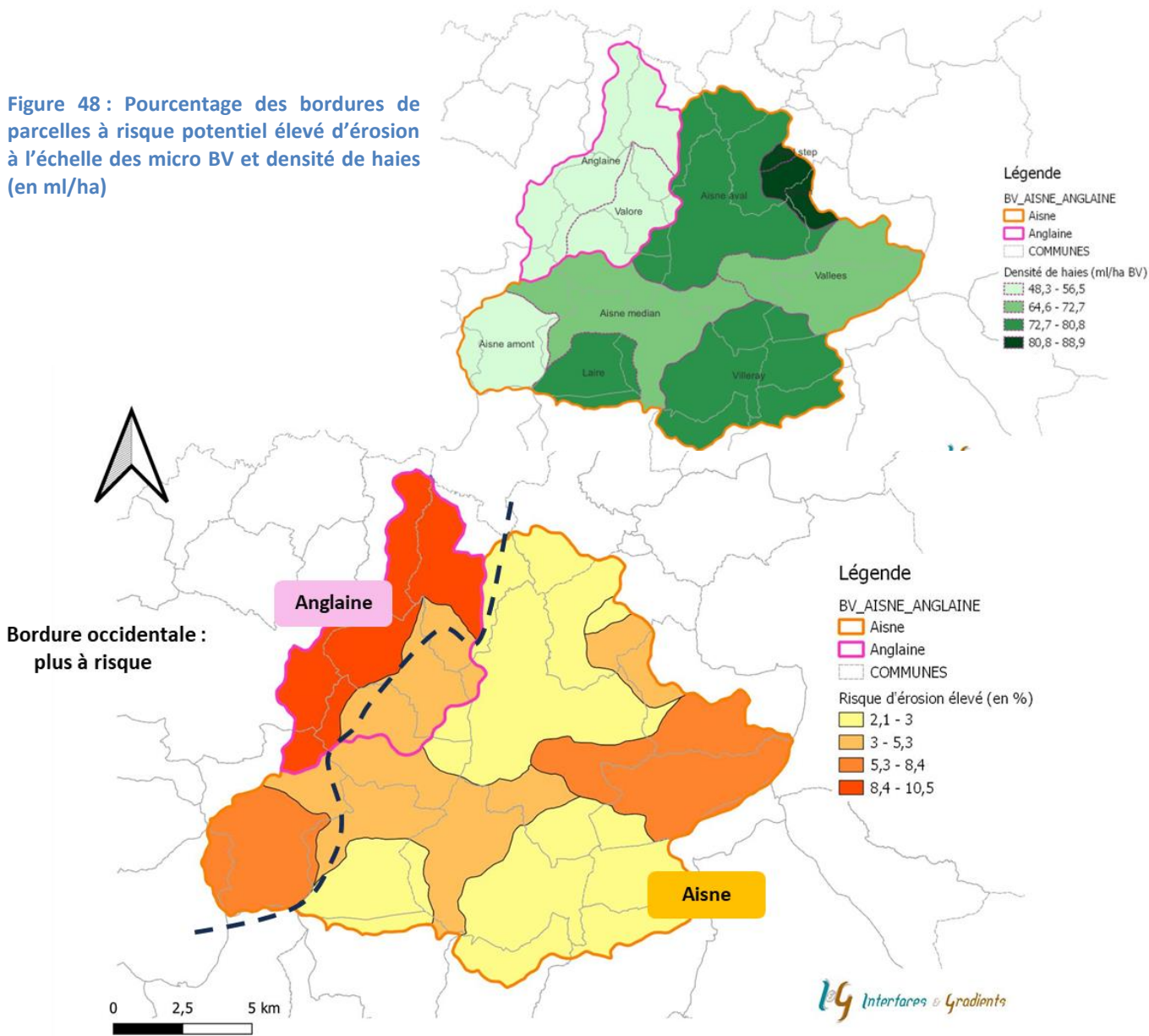


Figure 47 : Extrait cartographique et analyse statistique du risque potentiel d'érosion sur l'Aisne et l'Anglaise

Cette cartographie (Figure 47) a été réalisée en collaboration avec les techniciens du SYBAMA et du SDE61. Des phases terrain en commun ainsi qu'un partage de la base de données SIG ont facilité cette première étape de l'étude.

A l'échelle communale, l'analyse spatiale du pourcentage de bordures de parcelles à risque potentiel élevé d'érosion révèle que la bordure occidentale du territoire d'étude concentre les secteurs à risque (figure suivante).

Figure 48 : Pourcentage des bordures de parcelles à risque potentiel élevé d'érosion à l'échelle des micro BV et densité de haies (en ml/ha)



C'est également sur ce secteur ouest que la densité de haies est la plus faible (Figure 48). La part de grandes cultures (maïs et céréales) y est majoritaire, occupant plus de 50% de la surface totale.

Sur le terrain, l'impression visuelle d'un arasement plus poussé des talus plantés est relevé sur cette bordure ouest du territoire (Photo 4).

Photo 4 : A gauche, arasement progressif du talus planté en bordure de voirie (hiver 2022)



Le même gradient du linéaire à risque potentiel élevé d’érosion avait été identifié sur le BV de la Colmont en 2020, avec des valeurs inférieures à 3% s’étendant jusqu’à 10% du linéaire cartographié (Figure 49).

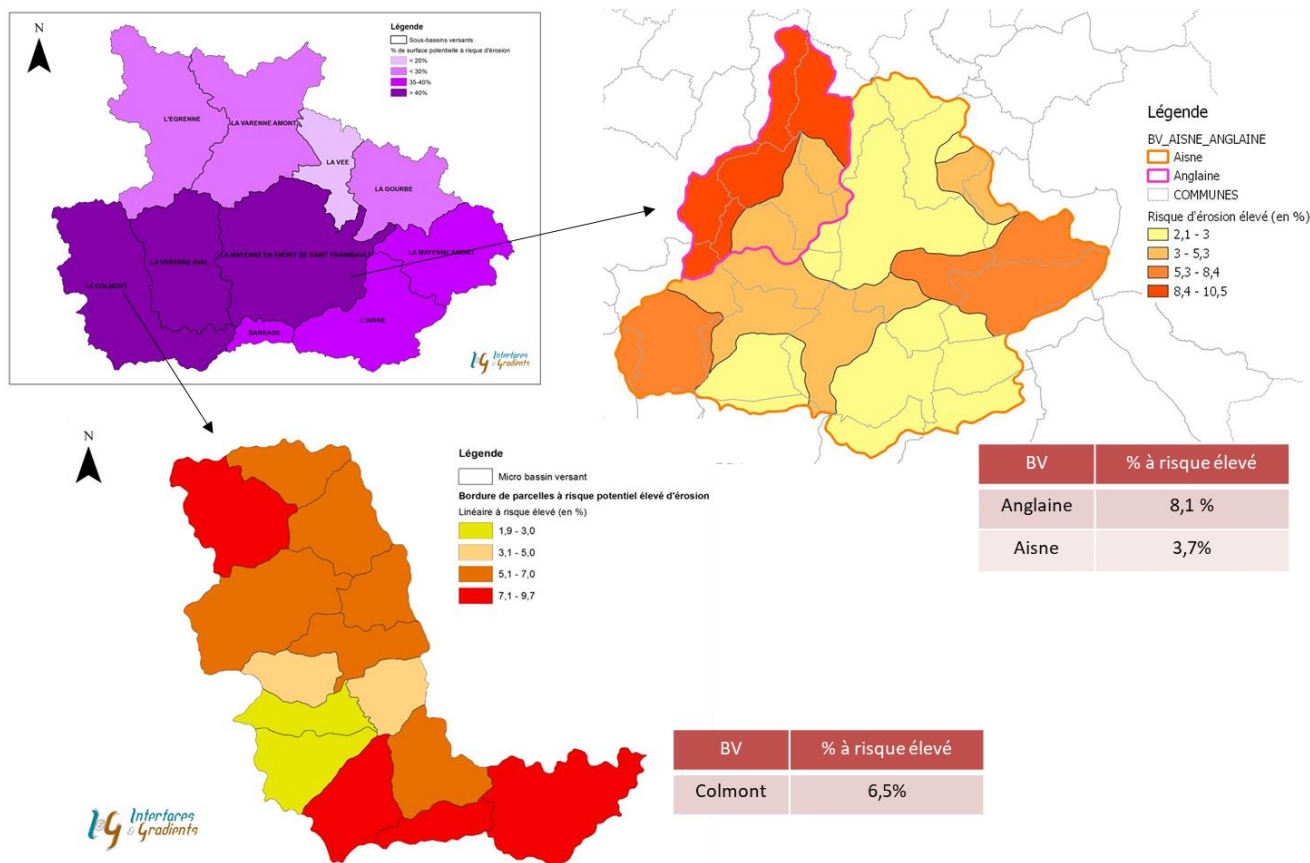


Figure 49 : Comparaison du linéaire de bordures de parcelles à risque potentiel élevé d’érosion (en % de linéaire cartographié) à l’échelle des sous BV de la Colmont (2020), de l’Anglaise et de l’Aisne- En violet, rappel de la hiérarchisation des BV en amont de Saint-Frambault (état des lieux 2019)

Sur les BV de la Colmont et de l’Anglaise, les sous BV les plus à risque (diagnostic terrain) représentent une surface importante, justifiant bien leur classement prioritaire comparé à l’Aisne lors de l’état des lieux 2018 (données existantes).

IX.3. Risque de transfert direct

Plusieurs configurations à risque de transfert direct ont été relevées sur le territoire d'étude. L'absence de bande enherbée le long de cours d'eau d'ordre 1 constitue un risque élevé de transfert direct de fines au cours d'eau.



Photo 5 : Exemples relevés sur le terrain de deux cours d'eau non protégés par une bande enherbée

L'agrandissement des parcelles conduites en grandes cultures (Photo 6) est généralisé sur le territoire d'étude. Les parcelles dont la surface est supérieure à 10 ha ont été sélectionnées sur la carte suivante. Sur certaines masses d'eaux, elles peuvent représenter jusqu'à 15% de la surface totale (ex le secteur médian de l'Aisne).



Photo 6 : Grande parcelle conduite en céréales d'hiver sur le territoire d'étude (décembre 2022)

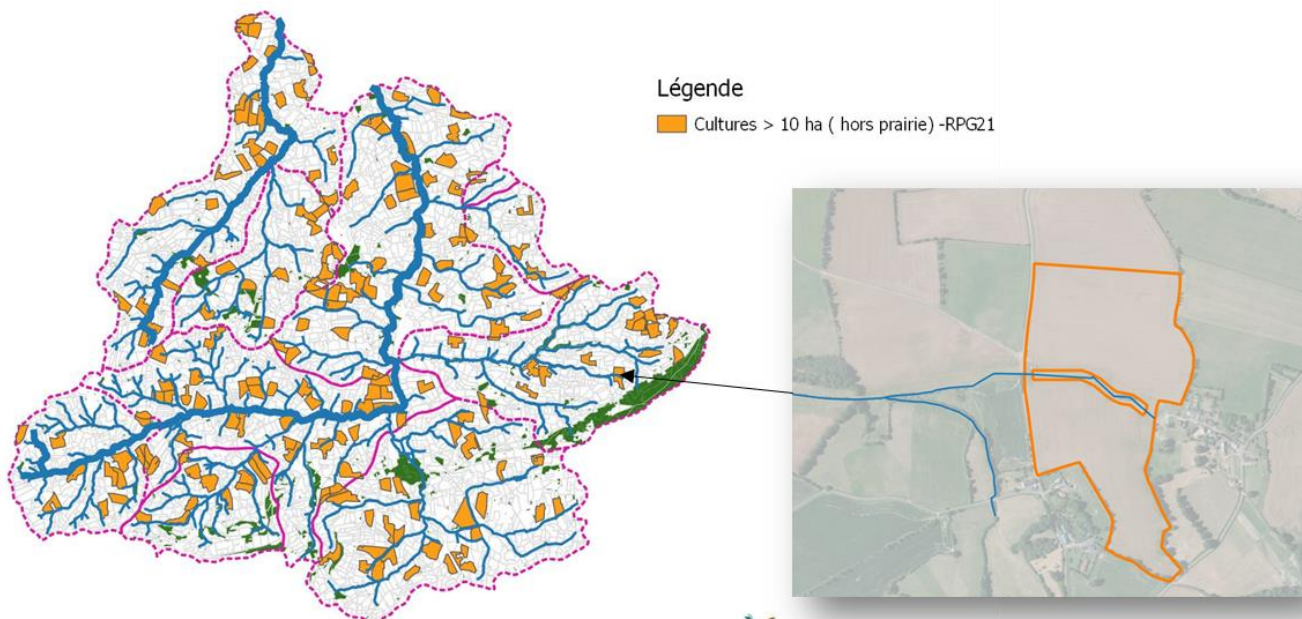


Figure 50 : Grandes parcelles en culture (hors prairie) dont certaines bordent le réseau hydrographique (RPG 2021)

Dans de nombreuses configurations, ces grandes parcelles bordent directement le réseau hydrographique, limitant le pouvoir tampon de la bande enherbée (Figure 50).

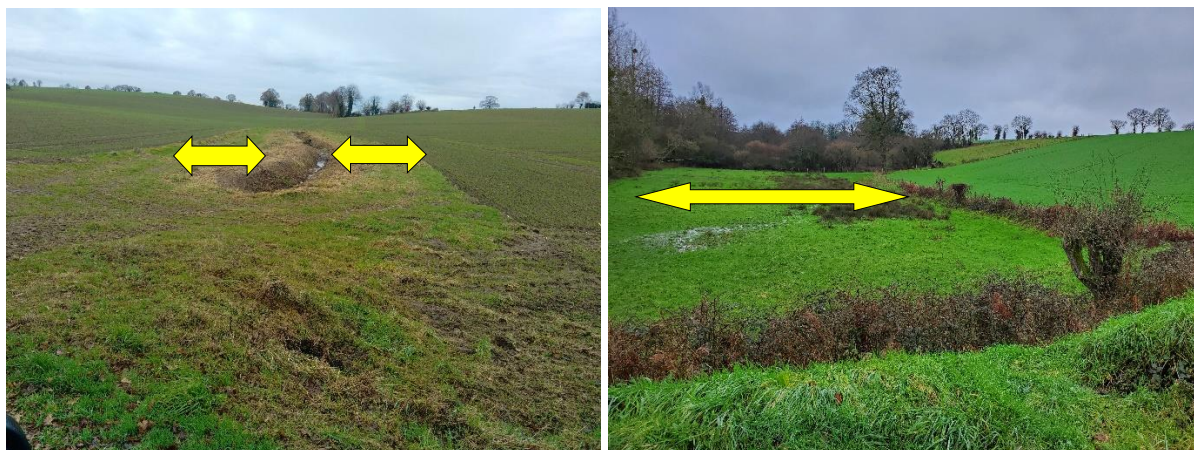


Photo 7 : Cours d'eau d'ordre 1 bordé par une bande enherbée (à gauche) et par une prairie humide (à droite) sur le territoire d'étude

Dans les exemples ci-dessus, la protection du cours d'eau vis-à-vis du risque de transfert particulaire (phosphore, pesticides) apparaît plus faible avec la bande enherbée (Aisne amont, photo à gauche), qu'en présence de la prairie humide riveraine (à droite).

IX.4. Retour terrain 2021-2023 : le risque avéré d’érosion

IX.4.1. Identification des parcelles prioritaires

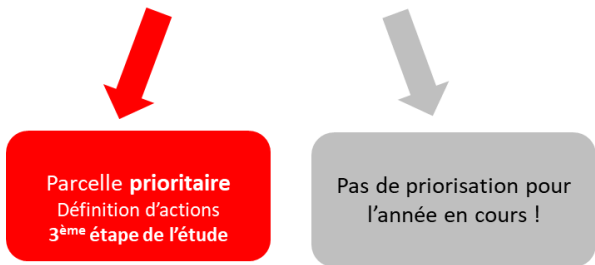
La cartographie *Erosion Potentielle* synthétise les parcelles prioritaires (à risque potentiel élevé d’érosion), c’est-à-dire à venir à vérifier sous des conditions de ruissellements.

Leur géolocalisation facilite cette seconde phase de l’étude, consistant à définir si un risque d’érosion est avéré ou non.

Observation de phénomènes de ruissellement érosif sur les parcelles classées à risque potentiel élevé d’érosion ?

OUI

NON



Les périodes hivernales 2021-2022 et 2022-2023 ont été peu pluvieuses, ce qui a réduit les fenêtres d’observation de phénomènes érosifs. La période estivale 2022 a été marquée par une sécheresse et donc une absence d’orages, contrairement à 2023 où quelques épisodes ponctuels ont permis de nouvelles investigations sur le terrain (en mai).



Figure 51 : Géolocalisation de parcelles à risque avéré d’érosion sur l’Aisne et l’Anglaise (extrait)

Le reportage photographique suivant illustre la sensibilité des bassins versants de l’Aisne et de l’Anglaise face au risque d’érosion des terres agricoles. Ces types de configurations relevés sur le terrain ne représentent qu’une faible part de la SAU. Le portrait (négatif) du territoire est donc à nuancer.

La localisation des parcelles prioritaires a été intégrée à la base de données SIG (Figure 51), ainsi que le type de culture en place lors du diagnostic. C'est en majorité sur les cultures de blé qu'ont été observés les phénomènes de ruissellement hivernal (Photo 8). A cette période de l'année, le stade végétatif du blé ne permet pas de couvrir efficacement le sol. Ce défaut de protection en surface favorise les phénomènes de ruissellement et d'érosion des terres agricoles, qui se succèdent au gré des événements pluvieux. L'absence de protection en bordure de parcelle provoque l'exportation des particules de sols vers le cours d'eau via le fossé de route.

Photo 8 : Transfert d'eau et d'éléments en solution vers un fossé circulant (janvier 2022)



Photo 9 : Transfert direct d'eau et d'éléments en solution vers un cours d'eau d'ordre 1 (janvier 2023)

L'entraînement des particules de sols peut se cantonner à un coin de parcelle (Photo 9), ou affecter une grande surface en bas de la parcelle avec des phénomènes de battance bien marqués. L'accumulation de fines dans le milieu récepteur (cours d'eau, fossé circulant) confirme la sensibilité des parcelles au ruissellement érosif.



Photo 10 : Accumulation de terre dans les fossés circulants bordant des parcelles à risque avéré d’érosion

Derrière l’ensilage du maïs, le timing est court pour garantir un bon développement du couvert avant la reprise des pluies automnales. La dernière période automnale (2022) a été cependant très favorable au développement des couverts hivernaux et dérobées. Quelques cas de parcelles nues ont cependant été identifiés sur le territoire d’étude :



Photo 11 : Ruissellement érosif sur une parcelle dépourvue de couvert hivernal en janvier 2023

Des investigations sur le terrain ont eu lieu en période printanière (mai 2023), derrière des épisodes pluvieux. Les parcelles identifiées à risque avéré d'érosion venaient d'être semées en maïs. Le sol a donc été émiétté juste avant les pluies, ce qui le rend d'autant plus vulnérable au risque de battance et d'érosion.



Photo 12 : Ruissellement érosif en bas de parcelle récemment semée en maïs et accumulation de terre dans le cours d'eau en aval (mai 2023)

A noter que ces transferts de solutés peuvent également concerner des produits phytosanitaires. La couleur orangée de la végétation en bordure de parcelle (côté fossé) et en bordure de cours d'eau traduit une application récente d'herbicides (Photo 13).



Photo 13 : Traitements phytosanitaires (herbicides) récents en bordure de fossé et de cours d'eau (mai 2023)

Pour rappel, l'arrêté interministériel du 7 mai 2017 relatif à l'utilisation des produits phytosanitaires interdit leur application sur une zone non traitée (ZNT) de 5 m ou plus au voisinage du réseau hydrographique.

En Mayenne, une bande de 30 cm de part et d'autre des fossés et collecteurs d'eaux pluviales doit faire l'objet d'une vigilance particulière pour éviter tout transfert de pesticides vers le milieu naturel.

IX.4.2. Bilan quantitatif des parcelles à risque avéré

Le nombre de parcelles à risque avéré d'érosion a été évalué à 90 sur l'Aisne et 52 sur l'Anglaise, représentant moins de 5 % de leur SAU.

Cette estimation reste délicate car la notion de surface contribuant à l'érosion est subjective, par exemple dans le cas des parcelles avec une « simple » dérayure où le phénomène érosif apparaît limité dans l'espace. La densité de parcelles à risque avéré a donc été estimée en nombre/km², plutôt qu'en surface/km². Elle est deux fois plus élevée sur le bassin versant de l'Anglaise.

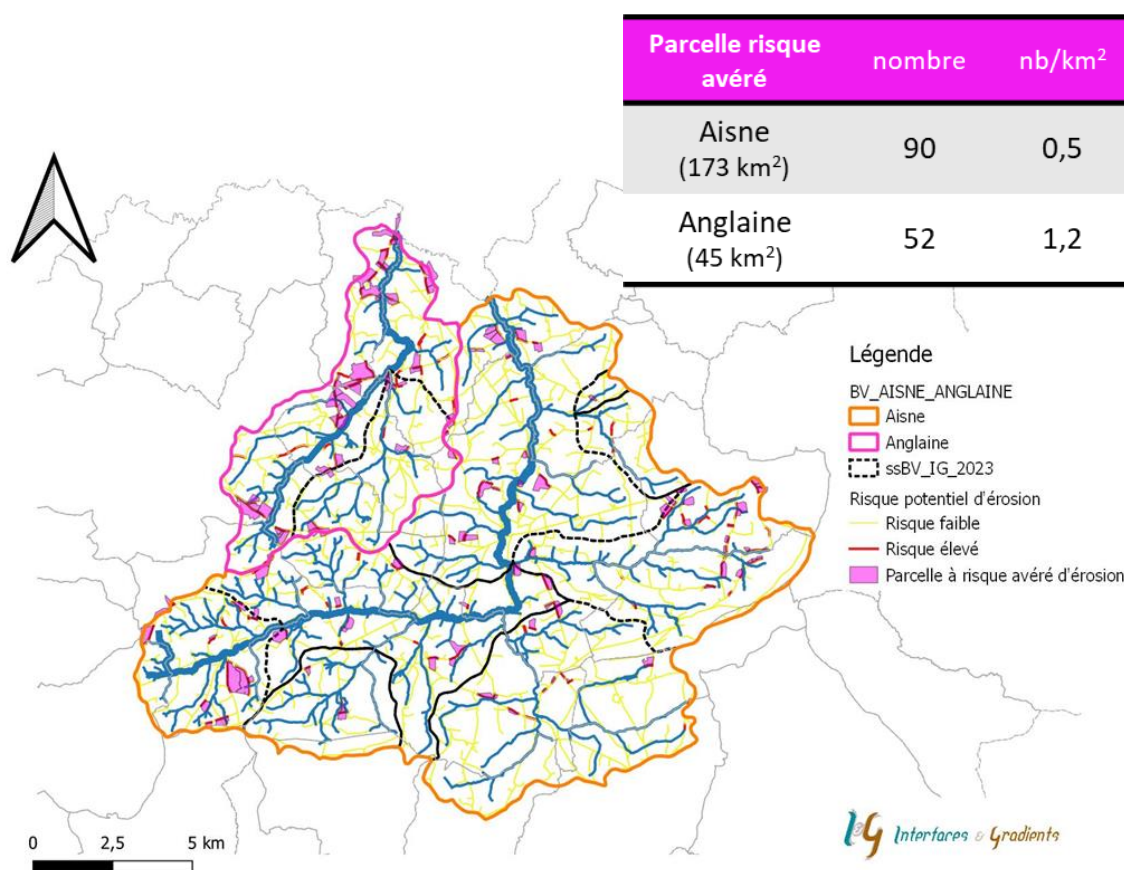


Figure 52 : Cartographie des parcelles à risque avéré d'érosion et synthèse statistique

A l'échelle des micro BV, ce sont l'Anglaise (cours d'eau principal), le ruisseau des Vallées et l'Aisne median/aval qui concentrent le plus de parcelles à risque avéré d'érosion.

Il ne faut pas oublier que le diagnostic du risque avéré a été réalisé sous des conditions modérées de ruissellement, et que ce nombre de parcelles prioritaires est probablement sous-estimé.

La base de données pourra être enrichie et mise à jour par les techniciens du CDE61 et du SYBAMA.

IX.5. Repérage des facteurs aggravants sources de phosphore

IX.5.1. Géolocalisation des points noirs

Sur le terrain, différents types de facteurs aggravants le risque d'érosion et de transfert de phosphore au cours d'eau ont été intégrés à la base de données SIG (Figure 53). Ces facteurs d'origine agricole participent à la dégradation de la qualité chimique du réseau hydrographique.

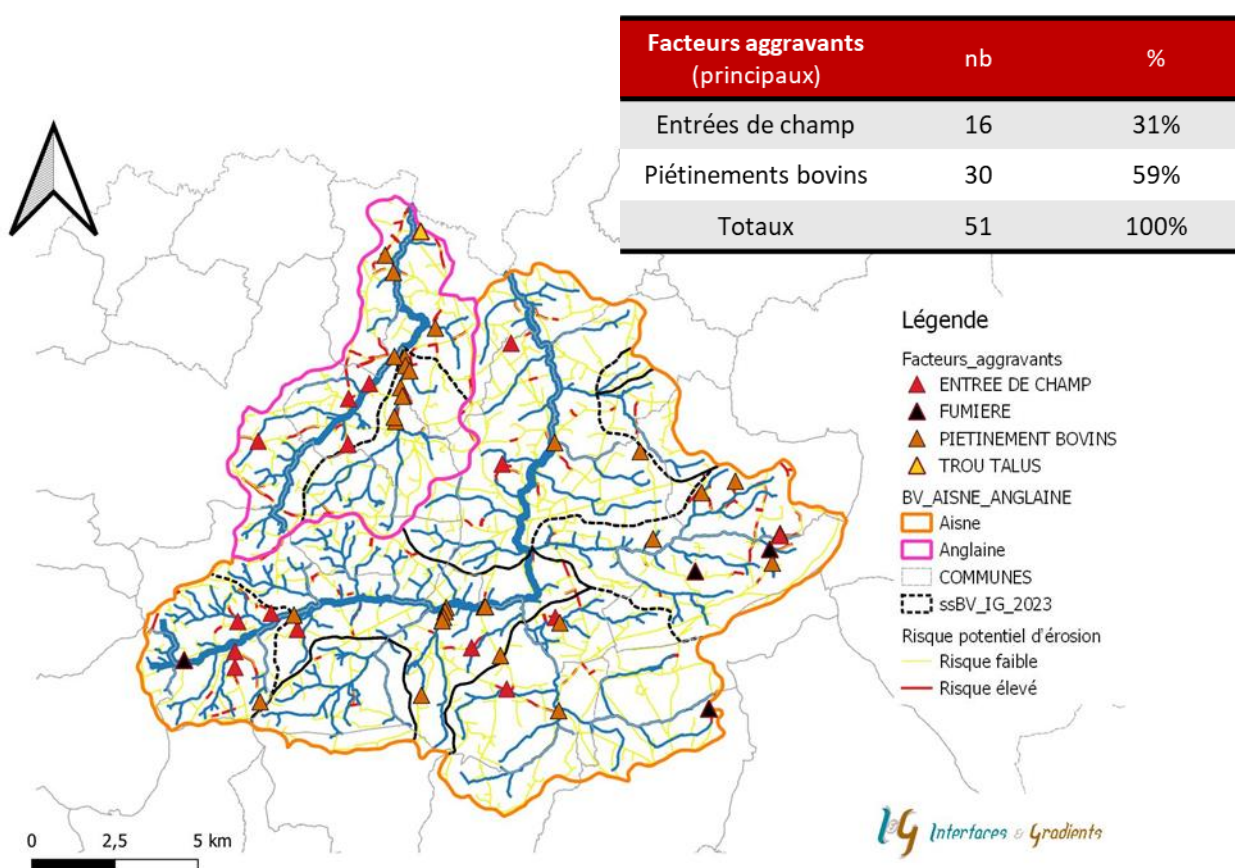


Figure 53 : Géolocalisation des facteurs agricoles aggravants d'origine agricole sur les bassins versants

Les piétinements bovins et les entrées de champ représentent à eux deux, environ 90% des points noirs identifiés sur le territoire.

Au final, ces facteurs aggravants ne sont pas si nombreux (51)... mais pas sans influence sur la qualité de l'eau (voir chapitre V).

IX.5.2. Les entrées de champ

Selon leur position dans le versant, l'entrée de champ peut jouer un rôle majeur dans l'organisation des circulations d'eau en surface, créant une véritable connexion entre la parcelle source d'érosion et le fossé circulant. Sous condition de pluie, le flux particulaire s'écoule préférentiellement dans les ornières ou dans les zones piétinées par les bovins au niveau des entrées de champ.

Dans ces différentes configurations à risque géolocalisées, le mauvais positionnement de l'entrée de champ vient souvent se cumuler à d'autres sources d'érosion ou de facteurs de dégradation de la qualité de l'eau (ex : absence de talus, parcelle parking...).

Les entrées de champ représentent environ 31% des facteurs aggravants identifiés sur le BV.

IX.5.3. Le stockage du fumier au champ

Plusieurs cas de fumier stocké au champ pouvant générer des fuites d'eaux *brunes* ont été repérés sur le terrain en période hivernale.

Ce mode de stockage, sous de mauvaises conditions (dans l'exemple ci-contre sur un sol nu), peut provoquer des pertes importantes en éléments nutritifs par lessivage et par ruissellement de surface.

Ces fuites d'effluents bruts peuvent aussi véhiculer des germes fécaux (E.coli, streptocoques), qui contaminent le réseau hydrographique.



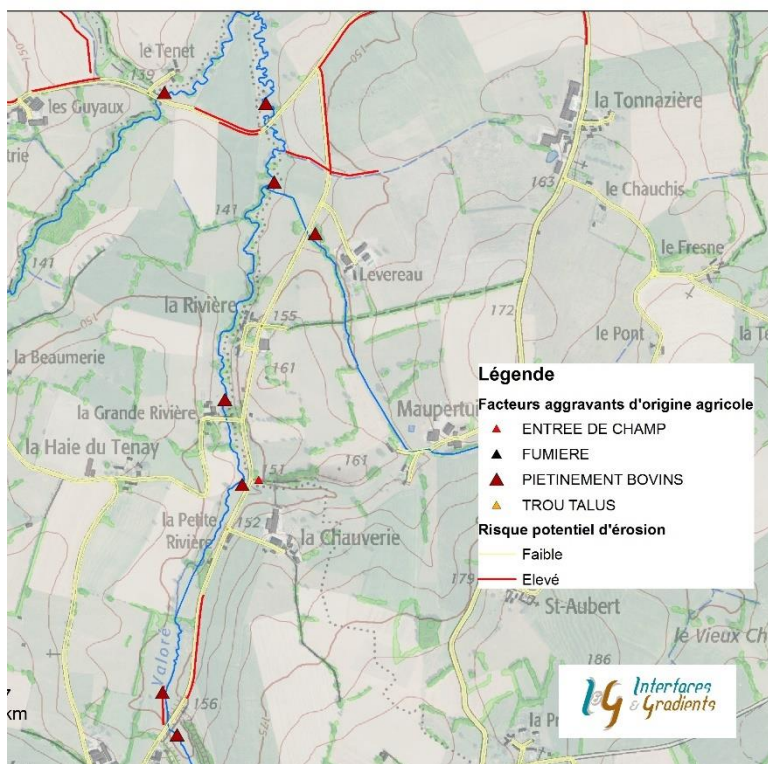
Photo 14 : Exemples de stockage de fumier au champ à risque (en bas de parcelle ou en bordure de fossés)- Hiver 2022-2023

Dans l'exemple ci-dessus, le risque de transfert de jus de fumier au fossé circulant est fort. De mauvaises conditions de stockage des effluents dégradent non seulement la qualité de l'eau, mais elles réduisent considérablement la valeur agronomique du fumier.

IX.5.4. Les mauvaises conditions de pâturage

Plusieurs cas de parcelles dégradées par le piétinement de bovins ont été mis en évidence sur les BV. Ces sols nus sont très sensibles au ruissellement érosif, qui les affecte particulièrement en période hivernale.

Une plus forte concentration de parcelles piétinées a été relevée sur le tronçon aval du Valoré, affluent rive droite de l'Anglaise (ci-contre).



Les passages de cours d'eau et les zones d'abreuvement direct du cheptel représentent des points noirs supplémentaires (Photo 15). La dégradation de la ripisylve (voire son absence) fragilise la stabilité des berges.

Le milieu récepteur est également potentiellement contaminé en germes fécaux, et les berges du cours présentent une forte dégradation morphologique (Photo 15).



Photo 15 : Abreuvement direct sur l'Anglaise (à gauche) et son affluent principal (à droite) en mai 2022

Le tassement du sol, aggravé par les mauvaises conditions de pâturage diminue la fertilité des sols et donc leur rendement.

La valorisation de ces prairies n'est pas optimisée. La repousse de la prairie est ralentie et le compactage du sol est favorable aux adventices (chiendent rampant, rumex).



Photo 16 : Zone humide pâturée identifiée sur le BV l'Anglaise en janvier 2023

Les parcelles pâturées en bas de versant sont le plus souvent hydromorphes. Celles-ci assurent un rôle hydraulique mais également un rôle d'épuration (dénitrification). La préservation des zones humides représente un enjeu fort pour l'amélioration de la qualité de l'eau qui dépasse la problématique du phosphore.

IX.5.5. Autres exemples de pratique agricole aggravante

Le travail du sol et les conditions dans lesquelles il se fait, représentent une autre famille de facteurs à risque qui peut contribuer à dégrader la qualité de l'eau. Le travail du sol dans le sens de la pente (Photo 17) ou un passage de tracteur sur un sol non ressuyé génèrent des chemins préférentiels d'écoulement qui vont accélérer les ruissellements et aggraver les exportations de sol agricole vers le fossé.



Photo 17 : Travail du sol (semis de la céréale) réalisé dans le sens de la pente (décembre 2021)

Les arasements progressifs des talus (Photo 18) ou les simples "trous" dans ces éléments du paysage rural participent aussi à aggraver les risques de transfert de sols au cours d'eau, en modifiant l'organisation des circulations d'eau à l'échelle du bassin versant.



Photo 18 : A gauche, arasement total du talus et de sa haie basse. A droite, haie sur talus (janvier 2023)

IX.6. Les voies de transferts des produits d'érosion

IX.6.1. Le réseau de fossés circulants

Les voies de transferts indirects des flux d'éléments (dont le phosphore) vers le réseau hydrographique sont intégrées à la base de données SIG. Ces fossés circulants (Photo 19) connectent les parcelles à risque avéré d'érosion et les facteurs aggravants au cours d'eau.



Photo 19 : Fossés circulants identifiés sur les bassins versants de l'Aisne et de l'Anglaise

La géo-localisation de ce réseau artificiel nécessite des conditions réelles d'écoulement, rencontrées généralement en période de hautes eaux. L'observation des circulations d'eau de surface (phénomènes de ruissellement) et de sub-surface (drainage agricole) y est possible.

Le curage à blanc de certains fossés circulants a été relevé en période hivernale sur le BV de l'Anglaise (Photo 19). Ce mode d'entretien du fossé de route représente un facteur à risque supplémentaire vis-à-vis de l'érosion et du transfert de particules de sols vers le cours d'eau.

Source d'érosion par fragilisation des berges, le curage à blanc accélère le transfert de flux particulaire vers le cours d'eau. L'absence de végétation ne favorise pas le ralentissement des écoulements, ni la décantation des particules de sols.

L'objectif des gestionnaires des fossés s'inscrit dans un contexte de sécurisation de la route (départementale, communale), visant à limiter le risque d'inondation. En général, une planification des opérations de curage est définie à l'échelle communale sur plusieurs années. Cette sous-traitance est le plus souvent réalisée par commodités (disponibilités pour les entreprises) en période pré-hivernale. La période du curage représente ainsi un facteur supplémentaire non agricole aggravant les risques d'érosion et de fuites de phosphore vers le cours d'eau.

IX.6.2. Les fossés intra parcellaires

La présence de fossés intra-parcellaires au sein de grandes cultures constitue un mode de transfert indirect au cours d'eau, de la même façon que les fossés de voirie. Les configurations identifiées sur le terrain (donc repérables de la route) et intégrées dans la base SIG ne sont donc pas exhaustives.



Figure 54 : Fossé intraparcélaire connecté au cours d'eau à l'aval de la STEP de Madré (BV Anglaise)

Du point de vue réglementaire, ces fossés intra parcellaires ne bénéficient pas d'une bande enherbée de 5m de large. Ils constituent néanmoins un facteur aggravant de risque de transfert de produits d'érosion vers le cours d'eau.

La seule contrainte réglementaire pour ces fossés intra parcellaires est liée à l'application de produits phytosanitaires. Une bande de 30 cm de part et d'autre du fossé doit limiter (en théorie) le transfert de pesticides vers cet émissaire.

X. SYNTHÈSE DES SOURCES DE PHOSPHORE

L'état des lieux de l'étude a souligné des contributions de l'assainissement collectif (industriel), respectivement de **13%** sur l'Aisne et de **20%** sur l'Anglaise, dans le flux total de phosphore véhiculé au réseau hydrographique.

L'estimation d'un flux net de l'assainissement non collectif est moins importante, proche de 3,5% du flux total sur l'Aisne, et inférieur à 2,3 % à l'échelle de l'Anglaise.

La source de phosphore dominante est d'origine particulaire, liée à la fois à l'érosion des sols agricoles et au déplacement du sédiment dans les cours d'eau.

L'approche terrain 2021-2023 a permis de géolocaliser les secteurs à risque d'érosion et de transfert, sans pour autant donner une estimation de leur contribution au flux global :

- les **secteurs prioritaires**, c'est-à-dire caractérisés par un risque d'érosion avérée, qui totalisent environ 12 km de bordures de parcelles sur l'Anglaise et 22 km sur l'Aisne à aménager, ainsi qu'une cinquantaine de facteurs aggravants à corriger (entrée de champ...),
- les **secteurs à risque potentiel élevé d'érosion** (47 km), c'est-à-dire à surveiller en fonction de l'évolution de l'assolement et des conditions hydrologiques.

La proposition du programme d'actions de reconquête s'appuie sur ces résultats et sur cette base de données géoréférencées, qui constituera aussi pour la maîtrise d'ouvrage, un outil de pilotage des actions.

ETAPE 3 : PROPOSITION D'UN PROGRAMME D' ACTIONS DE LUTTE POUR AMELIORER LA QUALITE DE L'EAU

XI. ACTIONS (INTER) COMMUNALES

XI.1. L'assainissement collectif

Les postes de refoulement sont des secteurs à risques de débordement des effluents non traités. Ils sont donc des points clés à surveiller dans le dispositif d'assainissement.

Un seul poste de refoulement (PR) est identifié sur le bassin de l'Anglaise, à Madré. Sur l'Aisne, deux PR sont géolocalisés à Javron-les-chapelles et 1 PR à St Cyr-en-Pail.

Une **fiche d'identification** et de caractérisation de ces différents ouvrages permettrait de connaître le degré de protection (Alarme, bêche, temps de sécurité avant débordement ...) attribué par les services assainissement sur ces points clés du réseau.

Les flux estimés des stations communales ne sont pas élevés car les débits de ces petites unités sont a priori faibles. Les concentrations sont par contre relativement élevées. L'incertitude sur ce calcul de flux direct est cependant élevée car la fréquence d'analyses sur les rejets est faible. C'est vrai également pour l'estimation du débit de ces lagunes et jardins filtrants (en moyenne une analyse/2 ans !).

L'acquisition de connaissance sur le poids réel des petites unités passerait par une campagne d'analyses, peut-être spécifique au phosphore, à 6 reprises sur une année hydrologique. Les flux saisonniers seraient ainsi quantifiés plus précisément, et les périodes de non rejet pourraient être mises en évidence.

Le poids des rejets directs industriels est non négligeable sur ces 2 bassins versants. Là encore il est bon d'améliorer les suivis et augmenter les contrôles de la qualité des rejets des unités de traitement.

Pour le principal industriel (fromagerie), un projet de mise en place d'une unité de traitement tertiaire du phosphore est en cours de dimensionnement, à Charchigné, sur le secteur amont du bassin de l'Anglaise.

Précision de l'AELB : le projet n'est pas encore soldé. Le financement est basé sur un objectif de résultat de 0,5 mg/l de phosphore au maximum pour 1400 m³/jour en période d'été en concertation avec la DREAL.

XI.2. L'assainissement non collectif

La cartographie de cette source diffuse du phosphore constitue un outil d'aide à la décision pour les différents SPANC. Ces infrastructures intercommunales bénéficient ici d'une vision du parc d'assainissement, non plus à l'échelle administrative, mais à une échelle hydrographique (bassin versant). Dans le cadre du contrôle réglementaire des installations autonomes, la plupart des SPANC prend en compte la proximité du cours d'eau pour prioriser ses interventions. La mise à disposition de cette hiérarchisation géolocalisée des ANC (Figure 55) leur confère un appui technique.

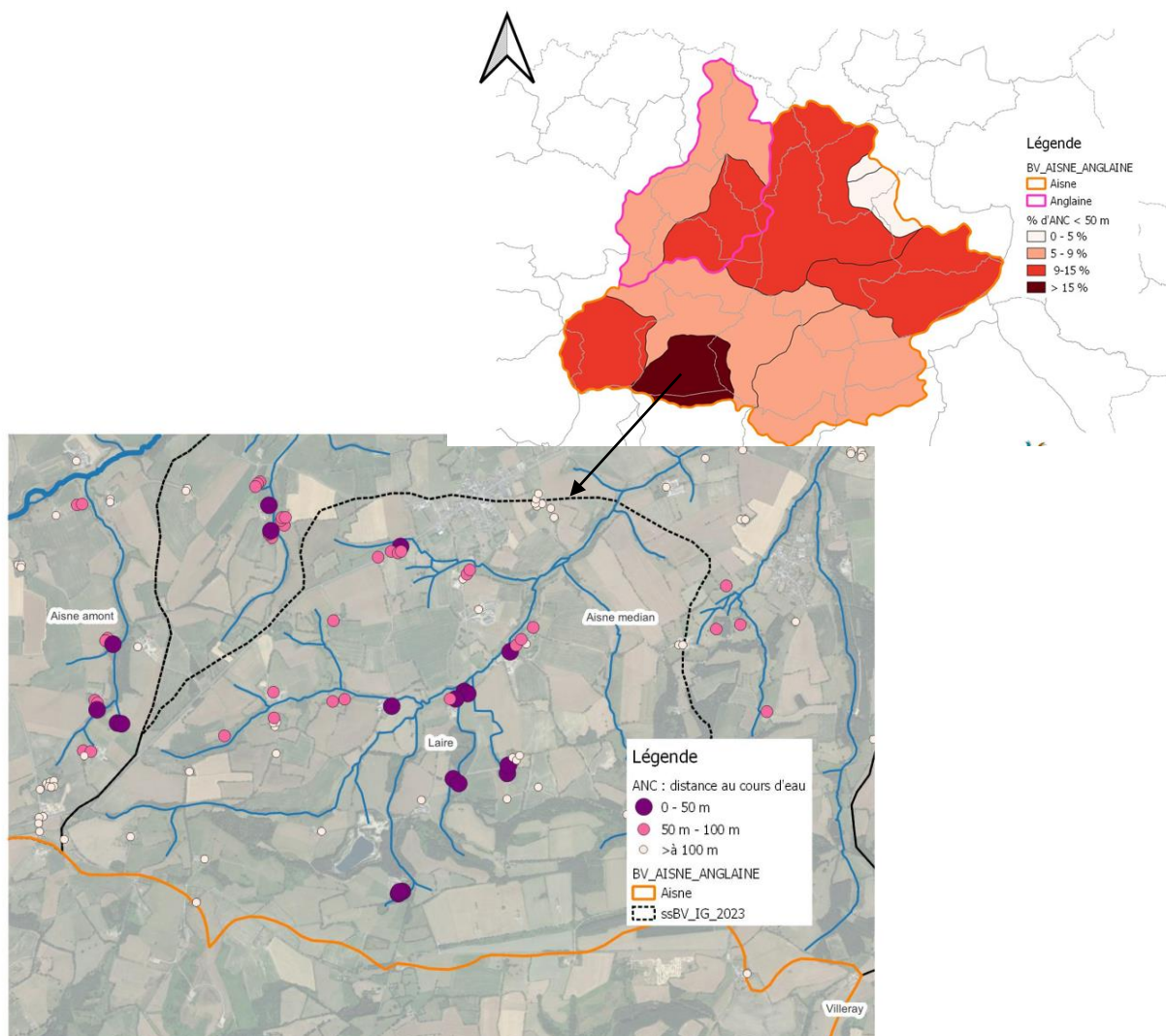


Figure 55 : Hiérarchisation des ANC par rapport à leur distance au cours d'eau, à l'échelle des bassins versants – Zoom sur un sous BV présentant une forte densité d'ANC proche du cours d'eau

Un renforcement du contrôle des ANC pourrait notamment être préconisé sur les secteurs présentant une plus forte densité d'ANC les plus proches du réseau hydrographique (Figure 55).

XI.3. Gestion des fossés circulants : faire évoluer les pratiques d'entretien

- **Gestion des fossés circulants : faire évoluer les pratiques d'entretien**

Le curage à blanc des fossés de route constitue un facteur aggravant d'érosion et accélère le transfert de flux particulaire vers le cours d'eau. Les modalités de gestion de ces émissaires hydrauliques (technique de curage, calendrier) apparaissent donc comme des leviers à mobiliser pour limiter le rôle de ces facteurs aggravants.

Un travail de sensibilisation et de concertation avec les différents gestionnaires de la voirie, communaux et ceux du département (53) permettra d'identifier les solutions techniques les plus adaptées au territoire.

Sur le réseau de fossés circulants en bordure de parcelles à risque avéré d'érosion (SIG), il pourrait être préconisé un **curage au tiers-inférieur**, qui semble être un compromis entre les objectifs de limitation des risques d'érosion et de débordement du fossé (inondation de la route). Cette méthode diffère de la méthode traditionnelle par le fait qu'elle n'excave que le fond du fossé, préservant ainsi la végétalisation des berges et leur stabilité. Déjà testée sur certaines communes en Mayenne, sa mise en place nécessite encore une mise au point technique. La date d'entretien des fossés pourrait aussi être avancée pour éviter le curage en période pré-hivernale. Cet avancement du planning favoriserait une végétalisation minimale du fossé qui limiterait son risque d'érosion en période hivernale.

Il serait pertinent d'associer les agriculteurs dans cette réflexion sur la gestion et l'entretien des fossés de voirie et des fossés intra parcellaires : d'une part pour le cas des fossés agricoles et d'autre part, parce que l'érosion des parcelles agricoles peut entraîner un entretien supplémentaire du linéaire de fossés de route.

- **Gestion de la fauche**

L'entretien intensif des fossés repose sur le broyage de l'accotement des fossés et des talus plusieurs fois par an, généralement au printemps et à l'automne. C'est souvent ce type d'entretien qui est mis en place par les gestionnaires de voirie. L'accumulation des déchets de fauche risque de combler progressivement les fossés et les buses, ce qui peut entraîner un curage en période pré-hivernale (facteur aggravant du risque d'érosion).

Depuis 2011, le Conseil Département de la Mayenne a engagé un entretien extensif de ces accotements sur un linéaire important, c'est-à-dire avec une exportation et une valorisation des résidus de fauche. En parallèle de ces opérations pilotes, le département intégré une analyse coûts-bénéfices : le surcoût du fauchage avec exportation représente 13 908 €/an, mais les économies réalisées en entretien courant s'élèvent à 66 768 €/an.

Les avantages de l'entretien extensif des fossés dépassent la problématique liée à l'érosion : amélioration de la diversité floristique, limitation du transfert de matière organique dans

l'eau, réduction du coût d'entretien (moins de curage et de débouchage de buses), production d'une énergie renouvelable (ex : filière de compostage).

L'expérience du département de la Mayenne doit profiter aux autres gestionnaires de voirie (61, 50). Des opérations de démonstration pourraient être mises en place sur les bassins versants

XI.4. Mise à jour de la base SIG de l'étude

La gestion de l'outil SIG de l'étude Phosphore nécessite que celui-ci soit régulièrement mis à jour grâce à des retours terrain.

Ces suivis sur le terrain sont fondamentaux pour évaluer l'état d'avancement du panel d'actions géoréférencées (ex : recréation du linéaire de talus), et également enrichir le diagnostic en identifiant les nouveaux points noirs qui dégradent la qualité de l'eau.

Le temps d'animation à consacrer à cette étape comprend à la fois les sorties terrain (10 jours/an), et le travail de cartographie sous SIG (5 jours/an) à réaliser en parallèle.

XII. ACTIONS AGRICOLES

XII.1. Sensibiliser les agriculteurs aux pertes de sols (érosion) et d'éléments (azote, phosphore)

Une importante phase de sensibilisation sur les pertes de sol et d'éléments, et d'une façon plus générale sur la perte de fertilité du sol devra être portée auprès des agriculteurs du territoire. Ces problématiques ne doivent pas se limiter à leur rôle sur la dégradation de la qualité de l'eau, **mais chercher à intégrer les conséquences d'ordre économique, technique ou agronomique** qu'elle peut engendrer à l'échelle de l'exploitation agricole.

Cette phase de sensibilisation conditionne la future mobilisation du monde agricole. Les phénomènes d'érosion hivernale sont en général peu perçus par les agriculteurs, car peu spectaculaires en comparaison avec les orages estivaux (coulées de boues, inondations). Les pertes de sols constituent néanmoins une diminution irréversible de la fertilité, qu'il faut stopper par une évolution de pratiques agronomiques et une meilleure gestion hydraulique.

XII.2. Stratégie et mise en œuvre des actions agricoles

Une approche individuelle pourra être mise en œuvre pour convaincre les agriculteurs à implanter un dispositif anti-érosif sur les parcelles à risque avéré d'érosion géolocalisées lors du diagnostic 2021/2023 (Figure 56). Un tour de plaine réalisé en binôme avec l'agriculteur permettra d'affiner la solution technique la plus adaptée à la parcelle prioritaire.

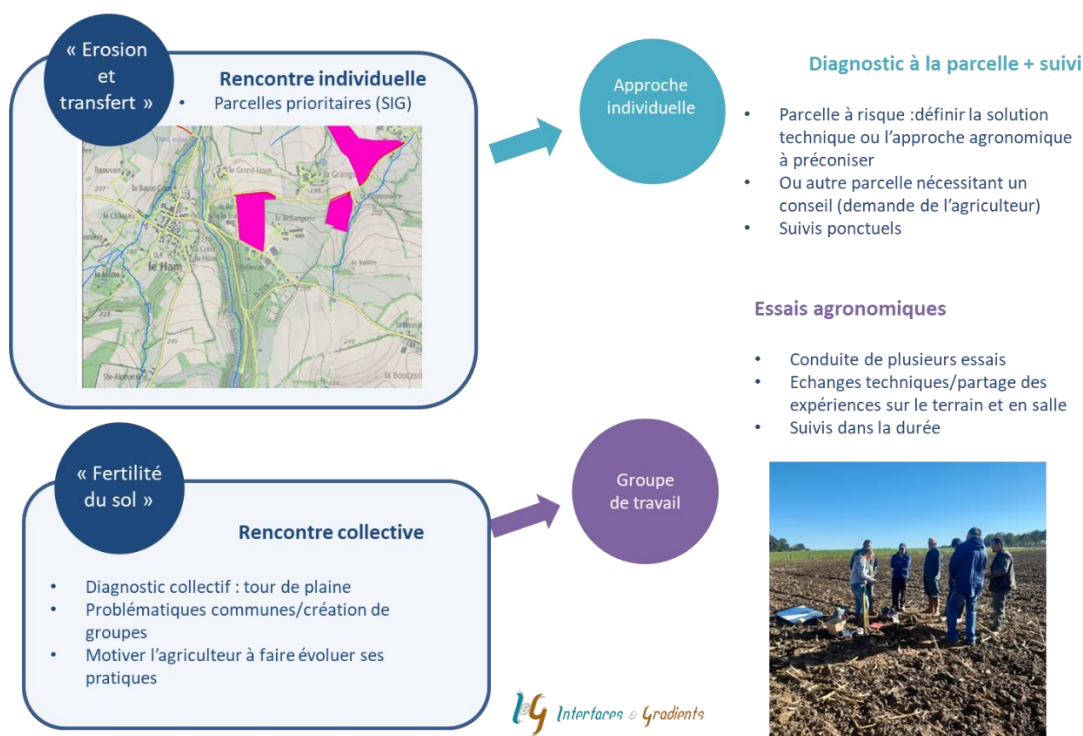


Figure 56 : Types de stratégies à développer auprès des agriculteurs du territoire de l'Aisne et de l'Anglaise

Une approche collective, initiée par une rencontre technique de type « Coin de champ », pourra aboutir à la création de groupes de travail, en lien avec l'amélioration du potentiel de fertilité des sols.

La recherche de solutions techniques et agronomiques pour améliorer la fertilité du sol nécessite un travail de concertation avec l'agriculteur, qui intègre une réflexion plus globale à l'échelle de son exploitation. L'analyse des itinéraires techniques de l'agriculteur, et ce qui le guide dans ses choix (ex : contraintes liées aux bâtiments...) doit être intégré dans cette recherche de solutions durables, qui s'inscrit dans un contexte d'optimisation économique (augmentation de la marge).

XII.3. Limiter le risque de transfert de sols vers le fossé

XII.3.1. Sensibilisation des agriculteurs

Une importante phase de sensibilisation du risque d'érosion du sol et des pratiques agricoles aggravantes devra être portée auprès des agriculteurs du territoire. La problématique d'érosion ne devra pas se limiter qu'à son rôle sur la dégradation de la qualité de la ressource en eau (phosphore), **mais chercher aussi à intégrer les conséquences d'ordre économique, technique ou agronomique (fertilité des sols)** qu'elle peut engendrer à l'échelle de l'exploitation agricole et à l'échelle de la collectivité.

L'appropriation des résultats issus du diagnostic par les agriculteurs conditionne leur future mobilisation. Le panel d'actions agricoles proposées pour lutter contre les phénomènes d'érosion et de transfert de flux particulaire au cours d'eau se décline selon deux stratégies, conduites à des échelles différentes, celle de la parcelle (approche agronomique) et celle du versant (approche hydraulique).

XII.3.2. Recréation de talus sur les secteurs identifiés à risque d'érosion

La mise en place de dispositifs anti-érosifs tels que les talus en bas des parcelles prioritaires (SIG) permettrait de stopper efficacement le ruissellement au niveau de l'interface parcelle-fossé. (Figure 57).

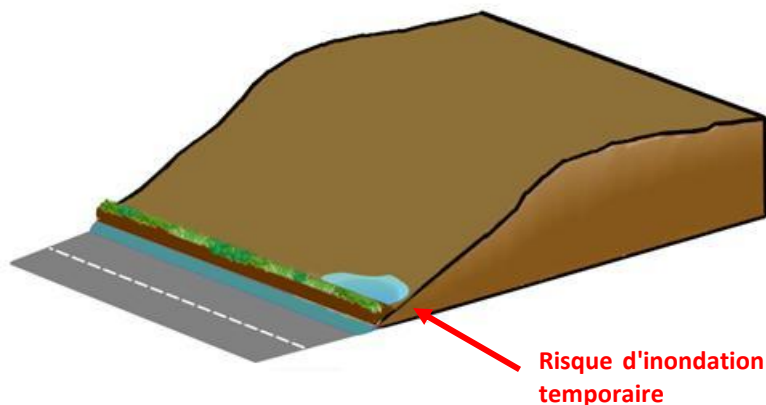


Figure 57 : Mise en place d'un talus en bordure de fossé pour limiter les transferts de flux particulaires et retenir le sol dans la parcelle

Selon la configuration du terrain (taille de la parcelle) et pour des épisodes pluvieux peu intenses, un billon de terre en bas de parcelle pourrait suffire. Les agriculteurs pourraient être encouragés à réaliser eux-mêmes ce merlon de terre, en évitant de venir travailler le sol en bordure immédiate du fossé, mais plutôt en conservant un espace pour permettre l'emplacement du billon.

Le système talus-fossé reste néanmoins la solution technique la plus efficace pour capter les ruissellements et favoriser leur infiltration.

Dans l'exemple ci-contre relevé sur le BV, une haie « basse » est implantée sur le talus. Cette barrière physique efficace pour stopper le ruissellement est moins contraignante pour son entretien, en comparaison avec une haie haute.

Photo 20 : Haie basse sur talus identifiée sur l'Aisne



La pérennité de la recréation de talus boisés associé à une haie haute sera assurée par une valorisation du bois de bocage. L'absence d'une filière de valorisation locale est un frein à la reconstitution du maillage bocager. L'entretien d'une haie haute (Figure 58) peut apparaître plus contraignante pour l'agriculteur.

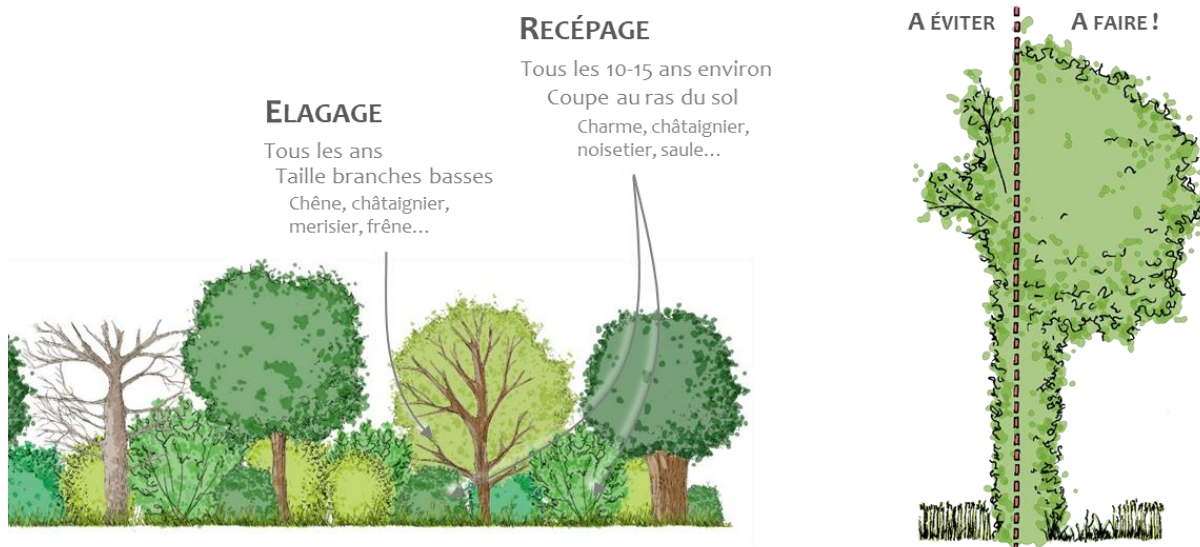


Figure 58 : Modalités d’entretien d’une haie haute – Conserver une largeur minimale peut être contraignant pour l’agriculteur

L’entretien des haies se faisant des deux côtés, il faut associer l’agriculteur et les gestionnaires de voirie dans cette opération de créations de talus boisés.

Pour lever la contrainte liée à l’inondation temporaire qui pourra être induite par le talus, une double approche, hydraulique et agronomique (cf § suivant) devra être entreprise sur le terrain. L’objectif sera de déterminer les facteurs qui pénalisent les circulations d’eau dans les horizons de sols. Les deux types d’approche sont complémentaires.

XII.3.1. Grandes surfaces à risque d’érosion : aménagement hydraulique intra parcellaire

Pour les grandes parcelles (> 10 ha), l’aménagement d’hydraulique douce doit être positionné **le plus en amont** possible dans le versant pour contrôler le ruissellement : par exemple grâce à l’implantation d’un talus en rupture de pente (Figure 59), d’une noue enherbée ou d’une bande tassée.

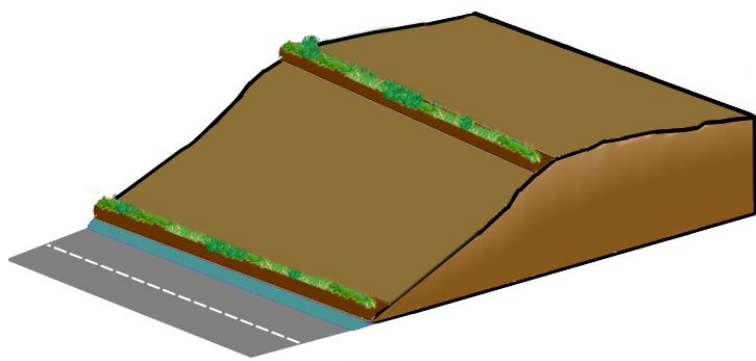


Figure 59 : Mise en place de dispositifs anti-érosifs de type talus en rupture de pente et en bas de parcelle

Plus l'aménagement hydraulique sera réalisé en haut de parcelle, moins le volume d'eau ruisselée atteignant le bas de parcelle sera élevé.

L'exemple suivant illustre le cas d'une grande parcelle (en céréales) identifiée à risque avéré d'érosion en sur le BV de l'Anglaise. Cette très grande parcelle résulte du regroupement d'environ 8 pièces (de 3 à 4 ha) après 2010.



Photo 21 : Comparaison de photos aérienne 2005 (à gauche)- 2022 (à droite)- Zoom sur une parcelle de 21 ha identifiée à risque avéré d'érosion

Sur cette grande parcelle très étirée, la mise en place d'une ou deux bandes enherbées perpendiculaires à la pente limiterait le ruissellement érosif. Les solutions techniques pour améliorer l'hydraulique agricole sont connues, mais rarement appliquées. La pose de drain agricole (coûteuse) est le plus souvent privilégiée pour améliorer le drainage interne par méconnaissance du fonctionnement agronomique du sol. Gérer les excès d'eau uniquement par drainage souterrain (sans approche agronomique) peut dégrader la structure du sol.

XII.4. L'approche agronomique : limiter le risque d'érosion au sein de la parcelle

XII.4.1. Conséquences de l'érosion

A court terme, la conséquence directe du ruissellement érosif peut provoquer une perte de rendement pour la céréale, et donc de marge économique (d'autant plus que le coût des engrais a lui fortement augmenté en 2022).



Photo 22 : Erosion avérée en bas d'une grande parcelle (> 15 ha) en mars 2022 et conséquence en juin 2022 (hors BV-49)

A moyen terme, et de façon irréversible, le versant de la parcelle en perdant ses fines voit sa structure se dégrader. Ces pertes de particules minérales actives nuisent au fonctionnement du sol.

De plus l'entraînement des particules fines du versant peut aboutir à un colmatage en bas de parcelle. La circulation d'air et d'eau y devient plus difficile. En période hivernale, ce déficit de porosité du sol conduit à des engorgements en eau temporaires, qui ralentissent le réveil biologique et perturbent la dynamique azotée (moins de précocité). La diminution progressive de la porosité du sol limite l'enracinement de la culture, et donc son développement.

XII.4.2. Améliorer les pratiques liées à la conduite des grandes cultures

L'héritage géologique confère aux sols du BV, une forte sensibilité à la battance et au risque d'érosion. L'agrégation de ces sols limoneux n'est possible qu'avec une activité biologique intense (production de mucus microbien), qui doit donc être entretenue. Les leviers agronomiques pour améliorer l'état structural du sol et l'entretenir concernent le travail du sol, la gestion de la matière organique, les amendements calciques et la maîtrise de l'hydraulique. Ces axes de travail sont à développer de front.

A l'automne, le travail du sol doit être le plus limité possible. Le retour des pluies sur un sol récemment émiétté le rend davantage vulnérable au risque de ruissellement érosif. Derrière l'ensilage de maïs, il faudrait encourager l'agriculteur à semer directement son couvert ou sa dérobée (Photo 23), de façon à maintenir un état de rugosité du sol. A l'automne, les sols se réhumidifient et le travail du sol n'est pas nécessaire pour le bon enracinement des couverts.



Photo 23 : A gauche, travail du sol simplifié derrière l'ensilage de maïs avec un semis de dérobée mi-septembre 2022. Au milieu et à droite, vues de la dérobée le 20/10/22 et le 18/11/22 (AAC 35)

*Sens du travail du sol (pente)
Bande enherbée très large - Aisne (53)*



Photo 24 : Large bande enherbée disposée en bas d'une parcelle cultivée à forte pente (BV Aisne, 53)

Le sens du travail perpendiculaire à la pente, ou encore la mise en place d'une large bande enherbée (Photo 24 : BV de l'Aisne) constituent des marges de manœuvre à promouvoir sur le bassin versant de l'étude.

XII.4.3. Allonger et diversifier les rotations : introduction de prairies et de légumineuses

Sous réserve d'une bonne conduite, la prairie constitue un enjeu important et reconnu pour la préservation de la qualité de l'eau : moins d'érosion, moins de pesticides et une meilleure valorisation de l'azote.

Avec une couverture permanente du sol, la prairie le protège du risque d'érosion qui s'opère en surface. Aussi l'allongement de la rotation avec introduction de prairies représente un levier efficace pour lutter contre l'érosion. Dans les systèmes céréaliers, l'introduction de luzernière en tête de rotation assurerait ce rôle.

En élevage, le frein à l'allongement et à la diversification de la rotation est le plus souvent lié au parcellaire morcelé. L'éloignement des parcelles et la concentration du cheptel ne permet pas d'avoir un parcellaire accessible suffisamment grand autour des bâtiments. Quand le pâturage est possible, les modalités de sa gestion vont impacter la qualité chimique, bactériologique des cours d'eau, ainsi que la morphologie des berges.

L'introduction de prairies riches en légumineuses doit s'inscrire pour l'éleveur dans une recherche d'autonomie protéique, pour augmenter sa marge financière. L'amélioration de la productivité des prairies (ex le maintien des légumineuses) nécessite un accompagnement agronomique, de l'implantation de la prairie (Photo 25) à ses modalités de gestion.



Photo 25 : Accompagnement agronomique semis d'une prairie (graminées/légumineuses) sous couvert d'avoine sur un captage prioritaire d'Ille et Vilaine

Pour les systèmes céréaliers, l'introduction de légumineuses (ex : luzernière) nécessite de développer une filière de valorisation locale. La vente de luzerne pour affourager les bovins pourrait être développée sur le territoire. La forte teneur en protéine de la luzerne est très intéressante pour la production des vaches laitières.

XII.5. Limiter le poids des facteurs aggravants

- **Gérer les entrées de champ à risque**

Dans certaines situations relevées sur le terrain, le ruissellement d'eau et de sol généré sur la parcelle peut être exporté de la parcelle via l'entrée de champ. Son mauvais emplacement peut court-circuiter le rôle de protection du talus disposé en bordure du fossé de route.

Pour limiter ce risque de transfert, un déplacement de l'entrée de champ vers le haut de parcelle pourrait être envisagé selon la configuration. Un travail de concertation avec l'agriculteur et le gestionnaire de la voirie permettrait de cibler le nouvel emplacement réalisable. Parfois, la parcelle dispose déjà de deux accès, par le haut et le bas. Dans ce cas, il faut condamner l'entrée en bas de parcelle et privilégier son accès par le haut.

Le repositionnement de l'entrée de champ vise à limiter le ruissellement vers le fossé de route. Si les possibilités techniques sont limitées et le positionnement en haut de parcelle pas toujours réalisable, il faut chercher un emplacement où la pente est moins importante.

Si cette solution n'est malgré tout pas envisageable, il pourrait être préconisé à minima d'enherber l'entrée de champ à risque en choisissant des espèces de graminée résistante aux passages de roues, ou bien de l'empierrier.

- **Adopter de bonnes pratiques pour le pâturage**

Une gestion inadaptée du pâturage (durée, chargement bovins) peut conduire à une dégradation partielle du sol (érosion), voire totale (cas des parcelles parking).

L'adoption de bonnes pratiques de pâturage cumule un impact positif pour le milieu récepteur et pour la rentabilité de la prairie. Une meilleure gestion de l'herbe favorise la production d'un fourrage de qualité et en quantité. Les modalités de gestion du pâturage qui pourraient être adoptées (ex : aménagement de chemins d'accès, parcellaire, composition floristique...) devront être recherchées dans une approche individuelle.

L'agriculteur en bénéficiant d'une herbe de qualité sur du long terme, peut réaliser des économies sur l'affouragement en faisant pâturer ses bovins plus longtemps. C'est cette plus-value agricole qui devra être mise en avant lors de la phase de sensibilisation des agriculteurs face au risque d'érosion de leur territoire.



Plusieurs cas de cours d'eau non clôturés ont été identifiés sur le BV de l'Anglaise (ci-contre).

L'interdiction d'abreuvement direct du bétail au cours d'eau a été généralisée en Région Pays de Loire le 01/09/2017. Un rappel de la réglementation pourrait être effectué auprès des agriculteurs concernés.

XII.6. Adaptation de fiches actions

Des fiches actions pour limiter les fuites de Phosphore avaient été élaborées lors de nos missions précédentes sur des bassins versants armoricains (Vilaine amont, Cantache, Chèze Canut). Ces fiches ont été reprises et adaptées au contexte local rencontré sur le territoire de l'Aisne et de l'Anglaise.

Elles détaillent l'ensemble des solutions curatives et préventives envisagées pour améliorer la qualité de l'eau sur le secteur d'étude et notamment limiter les sources et les transferts de phosphore vers le réseau hydrographique. Le géoréférencement des éléments du diagnostic a permis de dimensionner certaines actions de reconquête, comme le linéaire de talus à recréer.

Chaque fiche action contient un rappel de l'objectif, une description technique, et un chiffrage estimatif dans la mesure du possible. Elles intègrent aussi les plus-values agricoles, qui recourent des thématiques plus larges telles que la conduite du troupeau, la gestion des effluents, ou la conduite des cultures.

ANNEXE : LES FICHES ACTION

Fiche n°1 : Assainissement collectif

Fiche n°2 : Assainissement non collectif

Fiche n°3 : Fossés de voirie : gestion du curage

Fiche n°4 : Fossés de voirie : gestion de la fauche

Fiche n°5 : Actualisation de la base SIG

Fiche n°6 : Les pertes de sol : Réalisation d'outils de communication

Fiche n°7 : Les pertes de sol : Talus en bas de pente

Fiche n°8 : Les pertes de sol : Billon en bas de pente

Fiche n°9 : Les pertes de sol : Les grandes parcelles à risque d'érosion

Fiche n°10 : Les pertes de sol : Aménagements intraparcellaires

Fiche n°11 : Les pertes de sol : Approche agronomique

Fiche n°12 : Favoriser l'implantation de prairie (légumineuse)

Fiche n°13 : Gestion d'une entrée de champ

Fiche n°14 : Gestion du pâturage

Fiche n°15 : Gestion des effluents de ferme

Objectif

Améliorer les connaissances

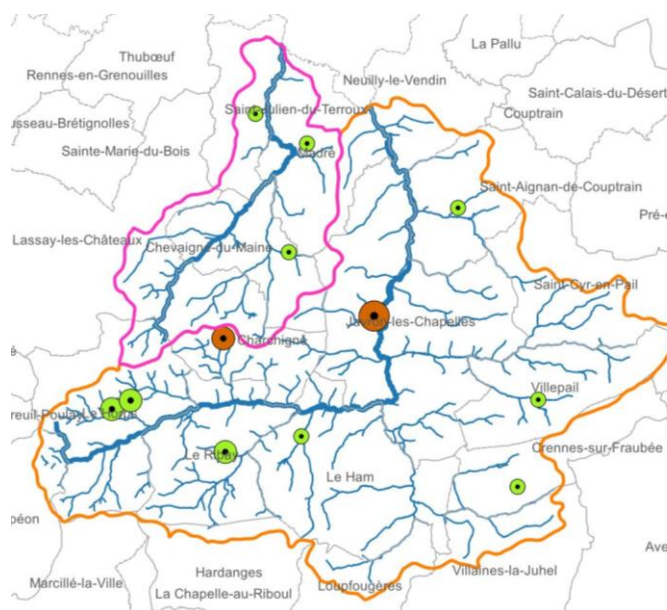
- Réaliser une fiche d'identification et de caractérisation des postes de refoulement identifiés sur le bassin de l'Anglaise (Madré) et sur celui de l'Aisne (Javron-les-Chapelles et Saint-Cyr-en-Pail).

Les postes de refoulement représentent des secteurs à risques de débordement des effluents non traités. Une fiche d'identification et de caractérisation permettrait de connaître le degré de protection de ces ouvrages (alarme, bâche, ...).

- L'estimation du poids réel des petites unités de traitement (< à 500 EH) nécessiterait une campagne d'analyses spécifiques au phosphore, à 6 reprises sur une année hydrologique.

Les flux saisonniers de phosphore seraient ainsi quantifiés plus précisément, et des périodes de non-rejet pourraient être mises en évidence.

| Légende | |
|------------------------------------|-----------|
| Bassins versants de l'étude | |
| | Aisne |
| | Anglaise |
| Lagunage naturel (en EH) | |
| | 100 - 200 |
| | 200 - 501 |
| Filtres plantés de roseaux (en EH) | |
| | 200 - 501 |
| | 501 - 950 |



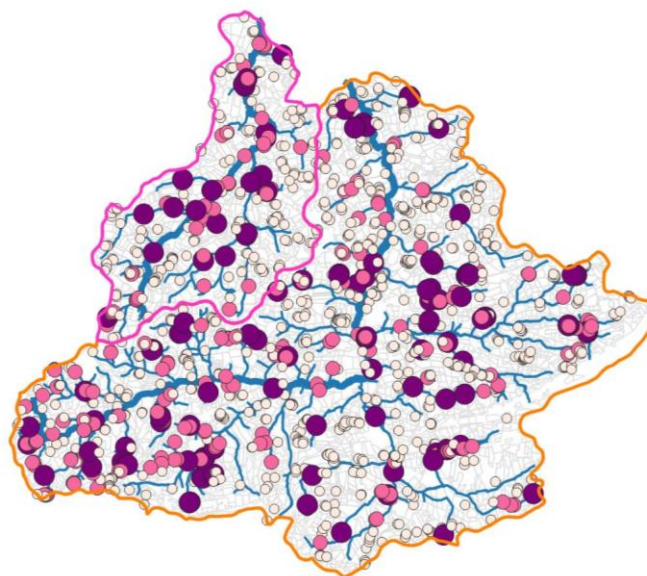
COÛTS HT

- Prévoir à minima les paramètres chimiques suivants : ortho-phosphates, phosphore total et matières en suspension.

Objectif

Réduire le risque lié à l'ANC

- Transmettre la hiérarchisation géolocalisée des ANC (donnée SIG) aux services en charge des installations autonomes (les SPANC) pour leur fournir un appui technique et d'aide à la décision dans leurs stratégies de contrôle (priorisation des secteurs) et d'intervention.
- Préconiser une géolocalisation (x,y) des installations autonomes lors des diagnostics



Légende

ANC : distance au cours d'eau

● 0 - 50 m

● 50 m - 100 m

○ > à 100 m

BV_AISNE_ANGLAINE

■ Aisne

■ Anglaise

COÛTS HT

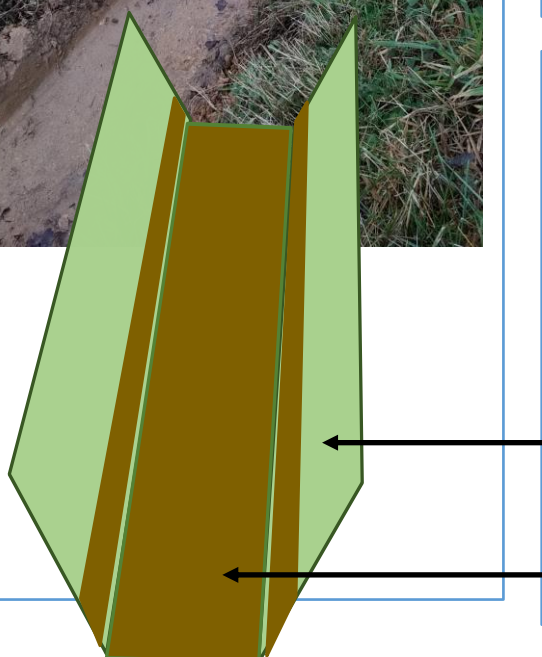
- Actions de communication
- Si besoin, prévoir des analyses de la qualité chimique (PO_4 , NH_4) et bactériologique (*Escherichia coli*, streptocoque) des rejets contrôlés.

Objectif

Limiter l'impact du rôle des fossés de voirie sur l'érosion et le transfert de flux particulaire au cours d'eau

Comment ?

- Actions préalables de communication auprès des gestionnaires de fossés : présentation des résultats de l'étude.
- Pour la **gestion du curage des fossés**, respecter un calendrier de curage :
 - Pas d'intervention entre octobre et mars sur les fossés circulants bordant les parcelles à risque d'érosion (cf diagnostic 2019-2020)
 - Privilégier la méthode du tiers inférieur moins destructrice qui maintient plus de végétation en place et stabilise le fossé.



A noter...

- Avec la méthode du tiers-inférieur et en diminuant la fréquence de curage, la quantité de boues extraites à gérer est moindre.
- La « morphologie » du fossé est moins dégradée qu'avec les méthodes de curage traditionnelles.
- Le temps d'occupation de la chaussée par les engins est réduit (rendement autour de 2000 ml/j contre environ 450 ml/j avec la méthode traditionnelle).
- Pour les sols perméables, la mise en place de redents expérimentée dans l'Orne (source CATER) favorise l'infiltration des eaux de pluie. Pour les sols peu perméables, ces redents vont permettre à minima un ralentissement des écoulements et une meilleure décantation des particules.

COÛTS HT

- Investissement dans un godet trapézoïdal spécifique ou travaux réalisés par un prestataire extérieur.

2/3 supérieurs : végétation maintenue

1/3 inférieur et fond du fossé : curés

Objectif

Limiter l'impact du rôle des fossés de voirie sur l'érosion et le transfert de flux particulaire au cours d'eau

Comment ?

- L'entretien intensif des fossés de voirie a lieu en général au printemps et à l'automne. L'accumulation des déchets de fauche risque de combler progressivement les fossés et les buses, ce qui peut entraîner un curage en pré-hivernal (facteur aggravant du risque d'érosion et de transfert).
- Pour la **gestion de la fauche des fossés**, privilégier une diminution des interventions de fauche (« fauche tardive ») et une exportation des résidus de fauche. Cela suppose de mettre en place une filière de valorisation en amont (compostage, méthanisation...).

A noter...

- Une influence positive de la fauche tardive sur le nombre d'espèces a été démontré lorsqu'il y a une exportation des résidus.
- S'appuyer sur l'expérience du département de la Mayenne, qui réalise des opérations de fauche avec une exportation des résidus depuis 2011. Mettre en place une journée de démonstration sur les départements de l'Orne et de la Manche.

COÛTS HT

- Actions de communication
- Tracteur équipé d'une rotofaucheuse avec aspiration, suivie d'une remorque et son caisson (200 000 € HT)

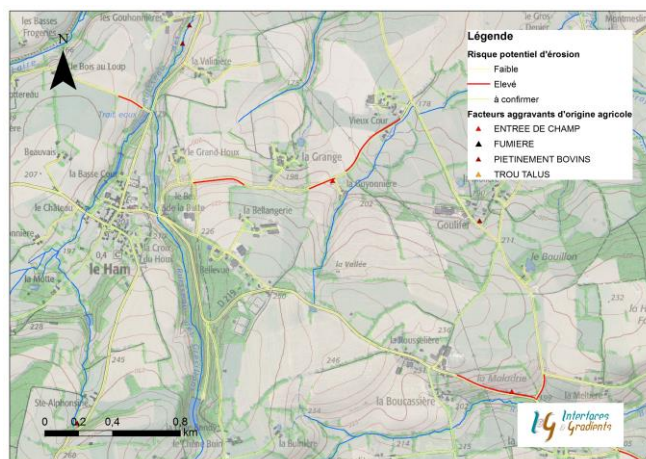
Objectif

Mise à jour la base de données géoréférencées (SIG) en lien avec l'érosion et les facteurs aggravants

- L'étude de 2021/2023 a permis de cartographier l'ensemble des parcelles qui présentaient un risque potentiel élevé d'érosion et de transfert au fossé. Cette caractérisation est **indépendante de l'assolement** et des conditions pluviométriques.
- Il est nécessaire de venir contrôler régulièrement ces parcelles à risque potentiel élevé d'érosion sous des conditions de ruissellement, afin de définir si le risque est avéré.
- Ces phases terrain permettront aussi d'identifier les nouveaux points noirs (ex : rejet non autorisé) et des facteurs aggravants supplémentaires (ex : entrée de champ mal positionnée).

A noter...

- La mise à jour de la base de données géoréférencées constitue un véritable outil de pilotage des actions de reconquête portées par le SYBAMA et le SDE61.



COÛTS HT

- Phases terrain à mutualiser entre les techniciens du SYBAMA et du SDE61 :

= **15 jours par an**, répartis en 10 jours de terrain + 5 jours de traitement SIG



Objectif

Sensibiliser les agriculteurs aux pertes de sols liées à l'érosion des parcelles et à leurs impacts (perte de fertilité)

Contenu

- Les gestionnaires concernés sont l'ensemble des exploitants agricoles des bassins versants de l'Aisne et de l'Anglaise.
- Les outils de communication pourront se décliner sous la forme de lettres d'information/plaquettes et de réunions de sensibilisation.
- Le travail d'animation agricole doit aussi permettre de ne pas aggraver le risque d'érosion en convaincant les agriculteurs de conserver les talus existants.
- Des efforts de communication pourront être portés de **façon plus individuelle** auprès des agriculteurs concernés par une parcelle identifiée à risque avéré d'érosion ou un facteur aggravant (ex : une entrée de champ à risque).

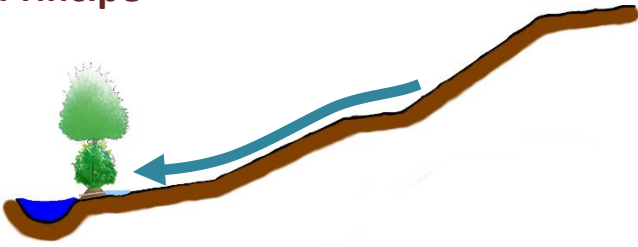
A noter...

- Les phénomènes d'érosion hivernale sont en général peu perçus par les agriculteurs, contrairement aux épisodes orageux estivaux (coulées de boue).

COÛTS HT

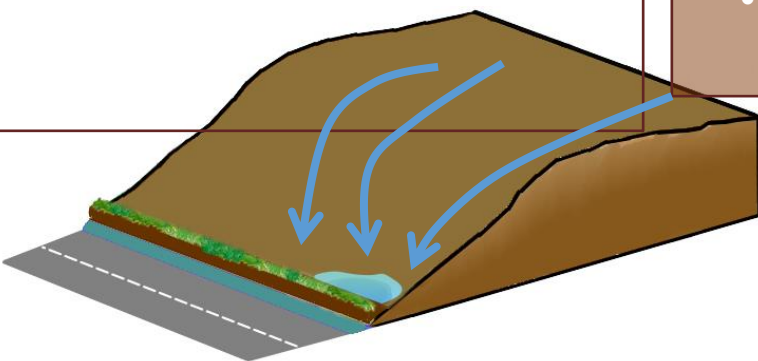
- Forfait pour mettre en place des outils de communication à grande échelle auprès des agriculteurs et des gestionnaires de voiries : de 5 000€ à 15 000 €
- S'appuyer sur les fiches agricoles du programme Infiltr'Eau 53

Principe



Les bordures de parcelles prioritaires pour recréer des talus en bas de pente ont été identifiés sur le terrain lors du diagnostic conduit en 2021-2023.

- Cette barrière physique en bas de parcelle peut être un talus planté ou non. Le racinaire de la haie renforce néanmoins le talus.
- Protection qui peut entraîner une accumulation d'eau temporaire sur la parcelle (sols +/-filtrants).



A noter...

- Une zone potentiellement noyée doit être tolérée par l'agriculteur (baisse de rendement en cas de céréale d'hiver). Elle pourrait être enherbée et valorisée par une fauche annuelle.
- Les déplacements intra-parcellaires du sol ne pourront pas être évités : seul le transfert hors de la parcelle est ici combattu. Action hydraulique curative à coupler avec une **approche agronomique (fiche n°11)** pour limiter l'érosion et améliorer la fertilité du sol.
- Etablir un suivi de performance dans le temps (reportage photo) sur les talus recréés, afin de valoriser un retour d'expérience positive sur le territoire.

COÛTS HT

- Talus : 8-10 €/ml
- Haie (plant, paillage et protection) : 10-15 €/ml
- Talus planté : 8-15 €/ml

Principe

Sur les parcelles à faible pente, il faut à minima recréer une barrière physique douce (de type billon/merlon) le long du fossé de route qui la borde.

- Création d'une barrière physique douce pour retenir les eaux de ruissellement des parcelles peu pentues et/ou de petite surface.
- Ce type de barrière est efficace pour des pluies moyennes.
- Une accumulation d'eau est tout de même à tolérer lors des fortes pluies
- Dimensions minimales : 20 x 30 cm



A noter...

- Tout court-circuit du ruissellement vers le fossé doit être évité (entaille, brèche).
- Le billon de terre est la barrière **minimale** à avoir et à généraliser. Rappeler la distance minimale d'épandage des pesticides par rapport au fossé (bande de 30 cm, soit la largeur d'un billon).
- Un travail sur la stabilité structurale du sol doit être privilégié.
- Une raie de charrue peut jouer le même rôle.
- **Le sens du travail du sol réalisé perpendiculairement à la pente renforce l'efficacité du billon de terre.**

COÛTS HT

- Perte de surface (à la marge)
- Pas de coût direct de mise en place : l'agriculteur ne charrue pas jusqu'au bord de la parcelle, volontairement
- sous-traitance: 1,95 €/ml



Contexte

Des parcelles de grande surface ont été identifiées à risque avéré d'érosion sur l'Aisne et l'Anglaise.

Principe

Pour mettre en place une solution curative efficace, il faut convaincre l'agriculteur de maîtriser le ruissellement **le plus en amont possible**, par exemple y aménageant une noue drainante (ou une voie engazonnée), moins contraignante qu'un talus en rupture de pente.

Conduite d'un diagnostic

- Sur le terrain, en conditions hivernales, évaluer la sensibilité de la parcelle à évacuer les excès d'eau. Identifier les circulations d'eau en surface et en sous-surface (à faible profondeur) à l'aide de profils à la bêche.
- Caractériser le contexte topographique, si besoin à l'aide de relevés GPS (profils longitudinaux et transversaux), pour affiner le diagnostic et **planifier un aménagement hydraulique** de surface :
 - ❖ Rigole d'interception, voie d'eau engazonnée,
 - ❖ Tranchée filtrante...

A noter...

- L'échange parcellaire représente un levier de premier ordre pour faire évoluer le type d'occupation de sols de ces parcelles à risque d'érosion.
- Le mauvais ressuyage des sols représente le facteur le plus pénalisant dans la conduite des cultures (mauvais rendements). C'est donc une accroche qui va faciliter la mobilisation de l'agriculteur.

COÛTS HT

- Coût d'un diagnostic de terrain (relevés topographiques, analyse du contexte hydraulique...) intégrant la proposition d'aménagements de surface :

de 900 € à 2500 € HT (selon les configurations). Ce prix ne comprend pas les aménagements hydrauliques.

Contexte

Des parcelles de grande surface ont été identifiées à risque avéré d'érosion lors du diagnostic BV 2021-2023



(Ecoulement hivernal dans les ornières !)

Objectif

Suite au diagnostic individuel (voir la fiche action n°9), réalisation de l'aménagement hydraulique intra-parcellaire :

- ❖ Rigole d'interception, voie d'eau engazonnée,
- ❖ Tranchée filtrante
- ❖ Haie sur talus en rupture de pente

A noter...

- L'échange parcellaire représente un levier de premier ordre pour faire évoluer le type d'occupation de sols de ces parcelles à risque d'érosion. Elles sont le plus souvent conduites dans un système de rotation courte.

COÛTS HT

- Coûts donnés à titre indicatif : 800 €/ha

Objectif

Elargir la problématique Phosphore aux pertes de sols (érosion) et de fertilité.

La mobilisation des agriculteurs repose sur une approche agronomique qui cherche à optimiser les pratiques agricoles pour améliorer la fertilité des sols, et donc limiter le risque d'érosion.

Cette optimisation des pratiques agricoles inclut une gestion adaptée de l'hydraulique.

Contenu

- Réalisation d'un tour de plaine avec l'agriculteur, incluant une ou plusieurs évaluations de sol par un conseiller en agronomie :
 - Cette approche sur le fonctionnement du sol devra permettre à l'agriculteur d'acquérir des "outils" pour une reprise en main de la qualité du sol et de la fertilité qui en découle.
- Lors du tour de plaine, les échanges techniques avec l'agriculteur (systèmes, rotations, conduites des cultures, contraintes liées aux bâtiments) vont permettre d'adapter les propositions d'évolution de pratique.

A noter...

- Dans un premier temps, cette approche agronomique sera suggérée à un **groupe d'agriculteurs** type "coin de champ", qui pourra déboucher sur une approche individuelle ou collective.



COÛTS HT

- Visite "coin de champ" ouverte à un groupe d'agriculteurs : 800 €/journée
- **Diagnostic agronomique individuel** chez un exploitant : évaluation de sols + proposition d'évolution de pratiques : 1500 € HT
- Mise en place d'un **essai agronomique** chez un exploitant, incluant les visites terrain (3 à 4) et les restitutions : 2400 € HT.
Ce coût n'inclut pas les besoins en matériel.

Principe

- Rallonger les rotations : introduction de prairie à base de légumineuses (élevages bovins) et de culture de légumineuses (ex la luzerne) pour les exploitations sans cheptel

Comment faire ?

- Mettre en avant l'autonomie en protéine
- Et proposer un accompagnement technique pour améliorer la productivité de la prairie (ou de la luzernière)

Contenu

- Réalisation d'un coin de champ avec un groupe d'agriculteurs dans une prairie
 - A partir de constats sur le terrain (léger profil de sol) : diagnostiquer les facteurs limitant la pousse de l'herbe.



- Expérimenter les essais agronomiques préconisés : en lien par exemple avec l'épandage de fumier sur la prairie (modalités de stockage, d'épandage...) ou la technique de semis lors de son renouvellement

A noter...

- Moins d'intrants minéraux et moins de pesticides.

COÛTS HT

- Visite "coin de champ" ouverte à un groupe d'agriculteurs : 850 €/journée
- Mise en place de suivis techniques (2 à 3 visites) ou d'essai agronomique (4 à 5 visites) chez un exploitant : de 1500 € HT à 2400 € HT. Ce coût n'inclut pas les besoins en matériel (ex : composteuse, semoir double).

Principe

- Eviter la création de porte de sortie de l'eau hors de la parcelle, vers un fossé circulant

Comment faire ?

- Déplacer les entrées de champs qui sont situées **au point bas** des parcelles



A noter...

- L'entrée de champ recréée ne doit pas nécessairement être au point haut de la parcelle.
- Un décalage de quelques mètres peut suffire.
- Si un repositionnement n'est techniquement pas envisageable, il faudra préconiser à **minima d'enherber ou d'empierrement l'entrée de champ** ou de réaliser des interventions techniques simples de réparation derrière les passages fréquents des engins (ex : suppression des ornières après la récolte de maïs).

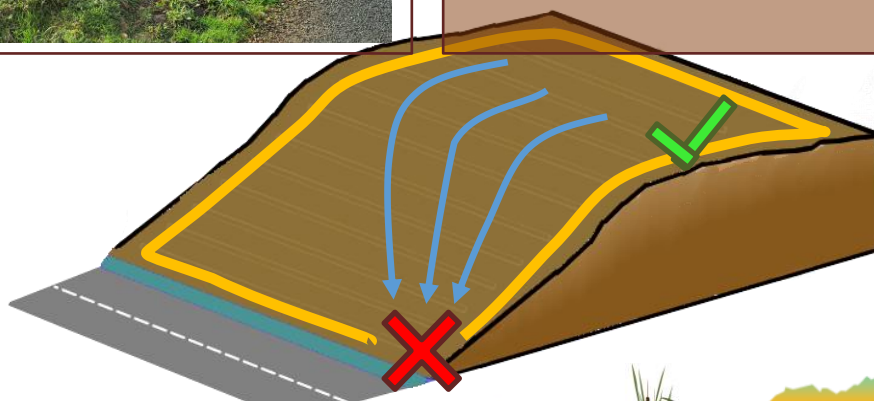
COÛTS HT

Pelle à pneu :

75 €/h pour la création de l'entrée de champ
+ 45 €/ml si le busage de fossé est nécessaire.

Tractopelle :

50 €/h pour la création de l'entrée de champ si le busage n'est pas nécessaire.



Principe

- En période hivernale, éviter le pâturage qui dégrade la structure du sol (baisse de fertilité) et la qualité de l'eau.
- Rappel réglementaire (cf la Directive Nitrates) sur l'interdiction des parcelles parking (sols nus)
- Mettre en avant les plus-values agricoles liées aux bonnes pratiques du pâturage et plus largement aux modalités de gestion des prairies.
- Une meilleure gestion de l'herbe favorise la production d'un fourrage de qualité (riche en énergie) et en quantité, gage d'économies sur l'affouragement.



A noter...

- Des germes fécaux (E.Coli, streptocoques) peuvent aussi être véhiculés vers le cours d'eau via du ruissellement sur surface saturée. Le risque sanitaire lié à la contamination fécale de ces eaux de surface doit être rappelé aux agriculteurs (en cas d'abreuvement direct).



COÛTS HT

- Actions de sensibilisation à mutualiser avec les actions déjà engagées dans les Contrats Territoriaux Eaux : les bonnes pratiques liées à l'abreuvement au champ, entretien de la ripisylve...
- Le SYBAMA et le SDE61 pourront également s'appuyer sur les expériences positives de leurs bassins versants (ex : pâturage dynamique).

Objectif

Limiter le risque de fuite directe des éléments nutritifs du fumier (stockage au champ) vers le réseau hydrographique.

Comment faire ?

Expérimenter la couverture des tas de fumier au champ pour préserver le potentiel de fertilité des effluents

Contenu

- Mettre en place un protocole qui permette de souligner les effets positifs attendus de la couverture des tas de fumier au champ et sur les économies réalisées en fertilisants.
- Protocole qui devra inclure des analyses d'effluents (NPK : azote, phosphore, potassium) au début de la période de stockage et à la fin, sur des fumiers non couverts et couverts.



A noter...

- Si le stockage du fumier au champ est toléré selon des conditions strictes (Directives Nitrates), la perte d'éléments fertilisants (NPK) et d'énergie (carbone) est inévitable en période hivernale, et nuit à la reprise de l'activité biologique du sol en sortie d'hiver (au moment des épandages).
- Le SYBAMA ou le SDE61 pourra réaliser un article de vulgarisation (par exemple: une lettre d'information) sur les résultats de l'expérimentation à destination de l'ensemble des agriculteurs des bassins versants.

COÛTS HT

- **Coût d'une bâche (15 m x 6m) : 600 €**
A tester auprès d'un groupe d'agriculteurs
- **Coûts liés aux analyses :**
60 €/tas de fumier pour une analyse NPK
- Sous-traiter les prélèvements par un technicien agréé
- **Rédaction d'un article et frais d'envoi aux agriculteurs : 1 000 €**