

Bon état des cours d'eau en Normandie occidentale

Prise en compte des transferts par ruissellement érosif



Protocole opérationnel de diagnostic parcellaire

Cédric GOUINEAU – Août 2015

Mise à jour 2019



Résumé

Plusieurs dizaines d'opérateurs travaillent depuis plus de 15 ans à la restauration des cours d'eau dans leur composante rivulaire et progressivement morphologique. Néanmoins, l'apport de matières en suspension, et leurs composés chimiques associés, sont une autre source de dégradation des milieux aquatiques et de la qualité de l'eau sur lesquels des actions¹ de restauration doivent être menés. Ces actions organisées en programmes pluriannuels doivent s'appuyer sur un diagnostic parcellaire de terrain. Après avoir proposé aux maîtres d'ouvrage un outil leur permettant de cibler les unités hydrographiques à diagnostiquer en priorité, la CATER² de Normandie propose maintenant une méthodologie de diagnostic parcellaire de terrain et de programmation des actions. Cette méthode se veut simple à mettre en œuvre à grande échelle et opérationnelle. Contrairement à la phase de pré-identification, le diagnostic parcellaire s'appuie exclusivement sur des données collectées sur le terrain. Néanmoins, un SIG³ sera utilisé en phase de préparation de la campagne de terrain, puis en phase de cartographie des résultats du diagnostic et des travaux programmés. Ce rapport sera suivi d'un troisième document, sous forme d'un recueil de fiches pratiques pour aider à la rédaction et au chiffrage du programme opérationnel.

Mots clés : érosion, ruissellement, sol, masses d'eau superficielles, MES, agriculture, système d'information géographique, terrain, diagnostic.

Remerciements

Le travail présenté dans ce document est le fruit d'un travail collectif au sein de la CATER de Normandie et de ses partenaires. Nous tenons ici à remercier, les stagiaires de Christophe BEAUMONT (SM3R) et Emilie CHÉRON (CRAN) qui ont, au cours de leurs stages, expérimenté cette méthode de diagnostic et ceux qui ont contribué à la faire évoluer : Sébastien LELOUP, Amélie BOISROBERT, Estelle COURTAY, Blanche DUNCOMBE et Xavier LE ROUX.



¹ On parle ici d'actions car ces dernières ne se limitent pas nécessairement à des travaux

² CATER : Cellule d'Animation Technique pour l'Eau et les Rivières

³ SIG : Système d'Information Géographique

RESUME	3
REMERCIEMENTS	3
SOMMAIRE.....	4
PREAMBULE	5
LES ZONES D'ETUDES	6
COLLECTE DES DONNEES.....	7
1. ÉCHELLE DE COLLECTE.....	8
1.1. PARCELLES	8
1.2. COMPLEXES BOCAGER AVAL.....	9
1.3. ÉLÉMENTS DU BOCAGE	9
1.4. PARAMETRES RELEVES.....	10
2. PREPARATION DE LA CAMPAGNE DE TERRAIN.....	16
2.1. COLLECTE DES DONNEES DE REFERENCE	16
2.2. CREATION DES DONNEES DE BASE	17
2.3. CREATION DE LA CARTE DE TERRAIN	19
2.4. REMPLISSAGE DE LA FICHE TERRAIN.....	20
TRAITEMENT DES DONNEES	22
3. METHODE DE NOTATION.....	22
3.1. GROUPEMENT DES PARAMETRES	22
3.2. MATRICES DE NOTATION	23
3.3. ALGORITHMES DE NOTATION	23
3.4. AUTRES METHODES	24
4. EXTRACTION D'INFORMATIONS A PARTIR DES DONNEES COLLECTEES.....	25
4.1. INFORMATIONS DE BASE	25
4.2. INFORMATIONS EN VUE DE PREPARER LE PROGRAMME D'ACTIONS	25
5. PISTES DE PROPOSITIONS TRAVAUX.....	30
BIBLIOGRAPHIE	31
ANNEXES	33

Préambule

Depuis plusieurs années, les phénomènes d'écoulement boueux sont devenus une préoccupation en Normandie occidentale. Dans un contexte où les maîtres d'ouvrages locaux se mobilisent de plus en plus pour faire face aux échéances d'objectifs de bonne qualité de l'eau et des milieux aquatiques, l'apport périodique massif de MES⁴ et de substances chimiques associées constituent à cet égard un problème réel. Afin de faciliter l'intégration de cette problématique dans les programmes de restauration de bassins versants, la CATER de Normandie propose aux maîtres d'ouvrage la mise en œuvre d'une démarche opérationnelle en 3 étapes.

Notons par ailleurs, qu'autour du phénomène d'érosion hydrique des sols, d'autres enjeux que la préservation des milieux aquatiques existent : agronomie, atteinte aux biens et aux personnes, paysage, biodiversité. Bien que ces enjeux soient secondaires dans le cadre de cette démarche, ils seront être abordés en phase 3 afin d'aboutir à une approche coordonnée et intégrée.

L'objectif du présent document est de décrire le protocole opérationnel de mise en œuvre de la deuxième phase de cette démarche. Cette deuxième phase est sans doute la plus physique, car implique un parcours à pied systématique de l'unité hydrographique à diagnostiquer. La méthode proposée se veut simple et facile à mettre en œuvre par le personnel technique d'une collectivité locale (Syndicat mixte ou EPCI à fiscalité propre). Elle ne vise en aucun cas à concurrencer des approches universitaires, appliquées à des territoires restreints, sur de nombreuses années avec des moyens humains conséquents. Ainsi, le protocole décrit ci-après a une vocation opérationnelle et non scientifique. Il est conçu pour répondre au mieux aux objectifs de la phase n°2 de la démarche, en se basant uniquement sur des observations visuelles et rapides.

AVERTISSEMENT

A ce stade, il semble essentiel de préciser les limites de la méthodologie présentée dans ce document. Cette méthodologie ne vise pas à analyser le paysage bocager ou la structure des exploitations agricoles. Elle n'a pas non plus pour objectif d'évaluer la production en bois énergie d'un réseau bocager, ni d'évaluer sa valeur en terme de biodiversité et autres services rendus. Il n'est pas non plus question de déterminer des connectivités dans le cadre du réseau « Trame verte et bleue » (TVB) décliné dans le cadre du SRCE⁵ et à une échelle plus locale dans le cadre des SCOT⁶ et PLU(i)⁷. Il existe pour chacune de ces approches des méthodologies spécifiques qu'il appartient au maître d'ouvrage de mettre en œuvre de manière concomitante si possible pour limiter les prospections de terrain et assurer une cohérence d'ensemble via un opérateur unique.

⁴ Matières en suspension

⁵ Schéma Régional de Cohérence Écologique

⁶ Schéma de Cohérence Territoriale

⁷ Plan Local d'Urbanisme, le cas échéant intercommunal

Les zones d'études

Le périmètre à enjeux constitué par une unité hydrographique qui est, soit issu de la phase de pré-identification, soit issu d'un autre espace d'enjeux spécifiques, comme par exemple un périmètre de protection de captage. Si le diagnostic s'inscrit dans le cadre d'une démarche d'urbanisme, il arrive que le périmètre à enjeux soit basé sur l'échelon communal. Néanmoins, nous ne recommandons pas cette approche. Elle peut le cas échéant entrer dans la phase de programmation, si le maître d'ouvrage est un EPCI à fiscalité propre et qu'il y a, éventuellement, un enjeu à « servir » régulièrement les différentes communes du territoire.

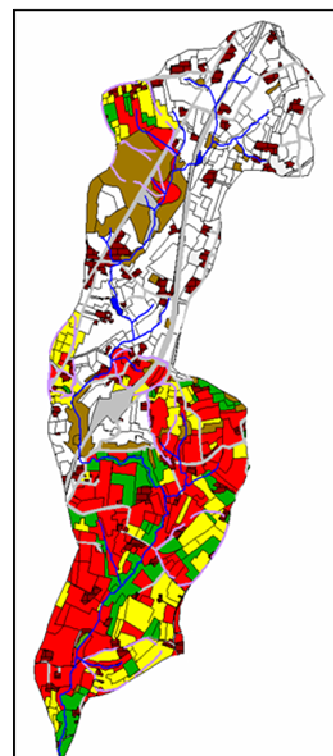


Un diagnostic parcellaire est un travail long qui ne pourra pas, dans de nombreux cas, être mis en œuvre sur l'ensemble du périmètre à enjeux en une seule campagne de prospection. Il conviendra donc de subdiviser ce dernier en zones d'étude. Chaque zone d'étude correspondant à une campagne de terrain. Il conviendra de définir ces zones d'étude de manière à ce qu'elles constituent un territoire cohérent dans la phase de programmation opérationnelle.

Le protocole présenté dans ce document s'est appuyé sur une phase expérimentale mise en œuvre sur deux bassins versants différents. Le premier périmètre à enjeux se situe sur le bassin amont de la Rouvre, en

amont du captage de Pointel. L'opérateur du diagnostic est le Syndicat Mixte de Restauration des Rivières de la Haute-Rouvre (SM3R). Le second est le bassin du Saultbesnon, affluent rive droite de la Sée. L'opérateur du diagnostic est la Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie (CRAN). Cette dernière n'est pas maître d'ouvrage de travaux. Néanmoins le Saultbesnon est un observatoire d'une large palette d'indicateurs agricoles sur le bassin.

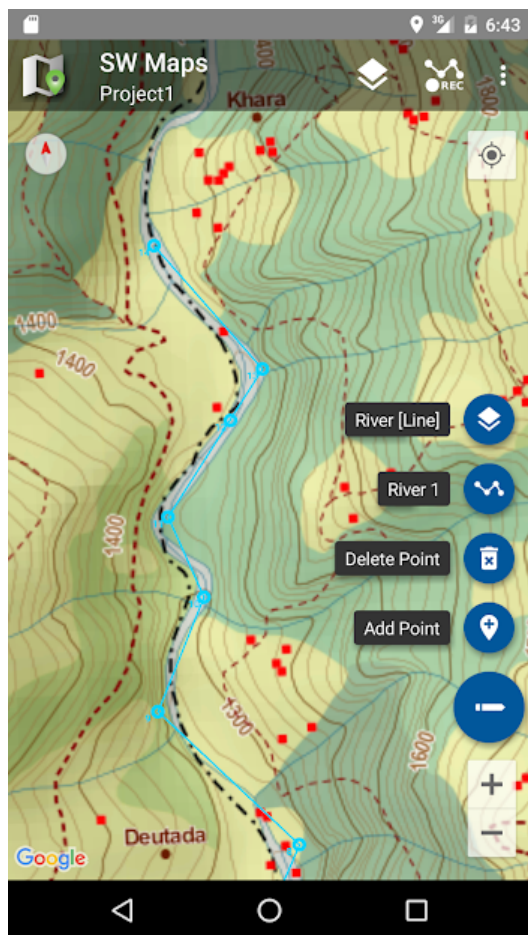
Sur le bassin de la Rouvre, une étude de la Chambre d'Agriculture de l'Orne avait déterminé en XXXX des zones sensibles en matière de produits phytosanitaires (Voir annexe n°1). Ces zones ont constituées les zones d'étude expérimentales du diagnostic terrain. Sur le Saultbesnon, deux zones d'études ont été définies sur la base de deux contextes agricoles différents marquant l'amont et l'aval du bassin (Voir annexe n°2).



Collecte des données



Le chapitre suivant définit les différentes données collectées lors du relevé de terrain et la manière de les préparer. La fiche et la cartographie type sont présentées en annexes n° 4 et 5. Ces données peuvent aussi être relevées au moyen d'un SIG nomade embarqué sur un Pocket-PC, une tablette PC (Windows, Linux), tablette/smartphone Android, tablette/smartphone IOS. Cette méthode présente l'avantage d'éviter le travail de saisie au bureau et les risques d'erreurs qui vont avec.



Si vous disposez d'une tablette sous Windows ou Linux, vous pouvez y installer QGIS et paramétrer son interface pour qu'il soit plus agréable à utiliser sur petit écran.

Au moment de la mise à jour du présent document est apparu sous Android "SW maps". Il semble suffisamment stable pour être utilisé en production par des bureaux d'étude et fonctionne avec un système de projet (liste déroulante, symbologie) appliqué à des couches de type shapefile. Il gère aussi la prise de photo via la tablette en enregistrant la référence dans la couche. Il pourrait donc un bon complément intéressant à QGIS pour les relevés de terrain. L'avantage du système Android est d'équiper des tablettes financièrement plus abordable et d'être disponible sur smartphone. Ce dernier point est particulièrement appréciable lorsqu'il s'agit d'aller sur le terrain faire de simples suivis avec peu de données à remplir.

Vous pouvez par ailleurs évidemment avoir recours à tous les solutions propriétaires du marché. La méthodologie présentée n'est pas spécifique à un logiciel particulier et peut être mise en oeuvre avec n'importe quel tableur et SIG.

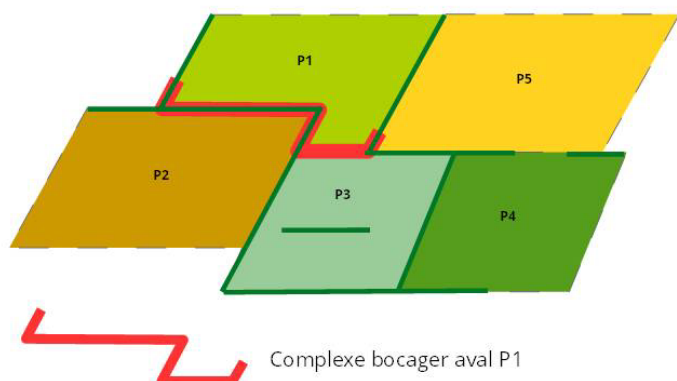
1. Échelle de collecte

1.1. Parcelles

Les données sont relevées à l'échelle parcellaire. Cette approche peut sembler déroutante. Au premier abord on pourrait penser que ce sont les éléments du bocage qui vont être diagnostiqués. Néanmoins, il ne faut pas perdre de vue l'objectif premier du diagnostic qui d'évaluer si une parcelle peut produire des ruissellements érosifs, si ces derniers sont susceptibles de sortir de la parcelle et le cas échéant de rejoindre un cours d'eau. D'autre part, comme expliqué en préambule, ce diagnostic a une vocation opérationnelle, il doit donc être suivi de mesures de gestions, mise en œuvre en accord avec le gestionnaire actuel de terrains concernés. Dans la majorité des cas ce sera un exploitant agricole, pour lequel l'échelle de gestion de base est la parcelle culturale. Par ailleurs, c'est aussi à cette échelle que l'on peut évaluer les pratiques culturales et la pédologie. C'est donc à cette échelle que sera évalué le rôle du bocage qui constituera par la suite un axe principal des interventions de la collectivité.

La méthode visera à attribuer une note à la parcelle diagnostiquée. Puis en fonction de la note une priorité d'intervention pourra être définie et les différents paramètres relevés permettront de déterminer la nature des mesures de gestion à proposer.

1.2. Complexes bocager aval



Le complexe bocager aval est l'élément qui marque la limite de la parcelle dans sa partie inférieure, dans le sens de la pente. C'est lui qui déterminera principalement le risque de transfert d'un phénomène de ruissellement érosif vers l'espace situé en position inférieure, qui peut être une autre parcelle, une route ou un cours d'eau. Ce complexe bocager aval est noté en fonction de différents critères. Néanmoins, il

ne constitue pas un objet géographique tel que l'on peut le concevoir dans un SIG. Sa note est intégrée à la note de la parcelle. Notez que le complexe bocager aval peut être discontinu, tel que l'illustre l'exemple ci-dessus.

1.3. Éléments du bocage

Comme exposé précédemment, l'objet du diagnostic ne concerne pas directement les éléments bocagers, mais les parcelles. Néanmoins, ces dernières ne sont pas pour autant oubliées. Pour des questions de gestion et de suivi c'est une échelle éminemment pertinente. Aussi, il est proposé dès la phase de diagnostic, sans que ce soit indispensable pour le diagnostic parcellaire lui-même, de relever les haies et de les numériser. Ce travail peut être facilité par une numérisation préalable, au bureau, sur la base des photos aériennes les plus récentes (BD Ortho de l'IGN⁸ ou autre campagnes aériennes menées par les départements ou la région). La phase de terrain permettra par la suite de mettre à jour ce réseau bocager (éléments supprimés ou manquants) et de préciser la présence d'un talus. Il est par ailleurs indispensable que les éléments bocagers soient rattachés du point de vue attributaire aux parcelles qu'ils délimitent. On pourra ainsi y rattacher les attributs du complexe bocager aval. Néanmoins, dans le cas d'un complexe bocager aval complexe, les attributs devront être précisés pour chaque élément linéaire le composant (voir §2.2.2 « Numérisation du bocage »).

A ce stade, deux stratégies sont possibles. Soit l'opérateur décide de relever toutes les informations en un seul passage sur le terrain, soit il décide de réaliser seulement le diagnostic parcellaire et de ne revenir compléter son relevé que sur les parcelles prioritaires qui entreront dans le programme de restauration. Le choix de la stratégie dépend notamment du fait que les relevés de terrain sont susceptibles de produire ou non en parallèle des informations pour d'autres contextes d'étude comme, par exemple, le volet « Trame verte et bleue » d'un PLUi. Auquel cas un inventaire exhaustif est nécessaire.

⁸ Institut Géographique National

1.4. Paramètres relevés

Compte tenu du risque considéré dans le cadre de cette démarche, il convient de différencier trois processus différents :

- le ruissellement,
- l'érosion hydrique,
- le transfert du flux qui en résulte vers le cours d'eau (Voir définitions en annexe n°3).

C'est autour des processus que sont regroupées les notes des paramètres relevés à l'étape de notation (Voir §3.1). Tous les paramètres relevés sont consignés sur une fiche de terrain (Voir annexe n°4) disponible dans l'onglet « Fiche terrain » du fichier Excel de diagnostic, puis saisis dans le dans l'onglet « DonnéesCollectées ».

Intérêt de la méthode

L'intérêt de cette méthode est de ne nécessiter aucun logiciel spécifique, susceptible de limiter son appropriation par les opérateurs locaux, ou risquant d'être entaché d'obsolescence du fait de l'évolution des matériels et des systèmes d'exploitation. Toutes les manipulations sous SIG sont des tâches réalisables avec un SIG libre et gratuit comme QGIS. Le traitement des données sous Excel est réalisé par des formules simples qui sont interprétables dans différentes versions d'Excel ou du tableur libre et gratuit « Calc » de Libre Office (ou Open Office). Enfin, une fois l'opérateur familiarisé avec l'outil, et l'environnement SIG mis en place (données de référence, mises en page des cartes, styles de couches, requêtes enregistrées), le processus nécessite peu de manipulations d'une campagne à l'autre, en dehors des levés de terrain et de leur saisie.

1.4.1. Structure de la fiche de terrain

Le cartouche supérieur permet de noter les informations de contexte du relevé de terrain : référence de la zone d'étude, date, nom de l'opérateur, numéro de la fiche (repartir à 1 pour chaque date de relevé : "fiche n°1 du 10/03/2014").

En dessous, dans la grille de relevé, sous l'intitulé de chaque paramètre figure le nom du champ qui sera utilisé par la suite au sein du SIG notamment pour la formulation des requêtes. Pour ne pas avoir à recréer les jointures et requêtes après chaque campagne de terrain, il est essentiel de ne pas changer le nom des champs.

Le cartouche inférieur est une aide à la saisie. Il rappelle pour chaque paramètre les attributs possibles avec une légende abrégée en face de la valeur.

1.4.2. Valeurs d'attributs et notes

Notez qu'en dehors des cultures, les valeurs à renseigner sont des numéros renvoyant aux matrices de notation, pas les notes elles mêmes. Deux raisons conduisent à ne pas saisir la note elle-même.

D'une part, en cas d'évolution, en particulier dans la phase de conception, la note pouvait être changée à un seul endroit (dans les matrices de notation) sans avoir à toucher aux multiples valeurs saisies. D'autre part pour certains paramètres, des attributs différents ont la même note. Cette méthode permet de conserver l'information relevée sur le terrain, plus précise que la simple note et de procéder au besoin à des analyses plus poussées. Par exemple, pour le paramètre « Parcelle aval, la prairie et la zone humide ont toutes les deux la note 1, mais il est intéressant de savoir qu'à la date du relevé, c'est une zone humide qui était en aval et non une prairie.

Enfin, notez que les attributs de la fiche sont codifiés par des nombres, et non du texte. Ce choix permet de une prise de note rapide, de disposer de petites cases, limitant ainsi la taille de la fiche terrain, et de limiter les erreurs de relecture et de saisie. Ce dernier point est particulièrement important si l'opérateur qui saisi n'est pas celui qui a réalisé le relevé de terrain.

Pour consulter les attributs de chaque paramètre, se référer aux matrices de notation en annexe n°6.

1.4.3. Champs concernant la parcelle dans son ensemble

Numéro de parcelle (NUM) : numéro unique de la parcelle culturale. Il est préférable de mettre en place une numérotation unique à l'échelle de la structure maître d'ouvrage. A défaut la numérotation doit être au moins unique par campagne. Dans ce dernier cas, chaque campagne devra faire l'objet d'une couche distincte.

Occupation du sol (CULTURE) : occupation du sol constaté lors du levé de terrain. Si le type de céréale n'est pas possible à identifier aisément, la valeur générique "céréale" est utilisée. La prairie permanente favorise la stabilité du sol par la présence d'un système racinaire en toute saison. À l'inverse, certaines cultures impliquent un travail du sol particulièrement important qui en brise la structure et le rend vulnérable aux phénomènes érosifs. La note affectée par type de culture a été déterminée selon la bibliographie disponible et en fonction des estimations de coefficients de ruissellements affectés aux occupations des sols par la DREAL⁹ Haute-Normandie et l'AREAS¹⁰.

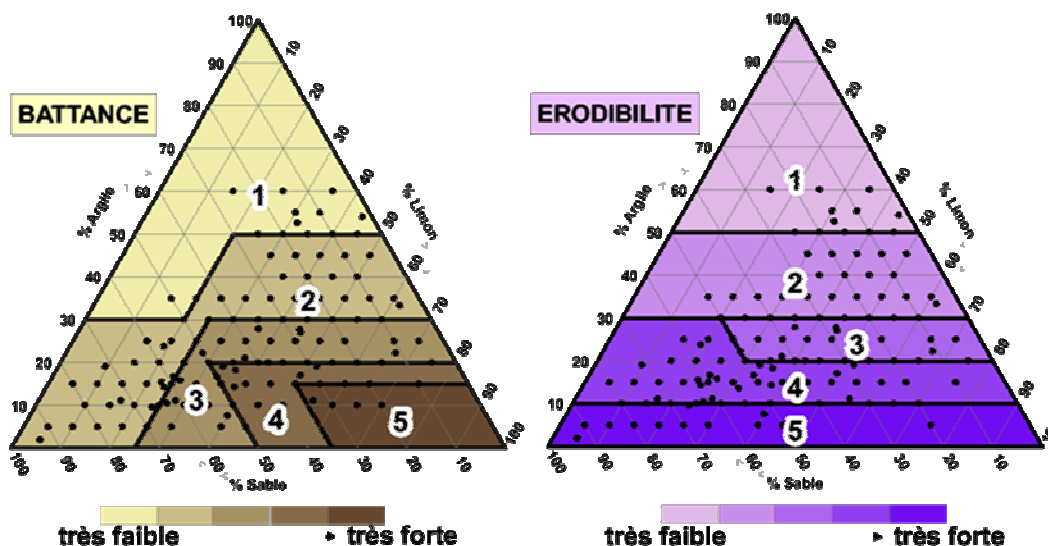
Sens de travail du sol (STW_SOL) : le sens de travail du sol (labour) est considéré par rapport à la pente. Un travail du sol parallèle à la pente favorisera le ruissellement.

Texture du sol (TEXTURE) : appréciation à partir du « test du boudin ». La texture du sol est un élément essentiel pour caractériser sa sensibilité à la battance et son érodibilité. Des règles de pédo-transfert de base qui attribuent les indices de battance et d'érodibilité des sols selon les types de sols et la texture de l'horizon de surface, ont été utilisées pour la notation des textures visibles lors du diagnostic parcellaire (Le Bissonnais et al., 2004). Elles ont été appliquées sans affinage pour simplifier la récupération de la donnée sur le terrain.

Le triangle des textures illustrant les règles de pédo-transfert est représenté ci-après.

⁹ Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du logement

¹⁰ Association Régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols

Source illustration : www.gissol.fr

Profondeur du sol (PROFOND) : ce paramètre est à mesurer en centimètre pour en déterminer la classe. Cette mesure nécessite l'usage d'une tarière. L'épaisseur d'un sol est un critère important puisqu'il va influencer sa capacité à stocker l'eau et donc à favoriser l'infiltration. Ce paramètre a été introduit par X. LE ROUX en 2015 sur la base du travail de N. BORGERS et al. en 2006.

Traces d'érosion (TRAC_EROS) : observation de traces d'érosion sur la parcelle lors du relevé de terrain. Ce paramètre n'est pas intégré au calcul de la note car l'absence de trace visible ne signifie pas absence totale. En effet, en fonction de la saison pendant laquelle sont réalisés les relevés, la végétation peut masquer ces traces. Le résultat du diagnostic ne doit donc pas en être affecté. Le paramètre est néanmoins relevé pour information.

Faciès sol (FAC_SOL) : caractérise la structure de la surface du sol observé. Plus le faciès est grossier, plus l'infiltration sera facilitée et moins le ruissellement sera important. Le faciès du sol est lié à la fois à la texture et au mode de travail du sol. Ce paramètre, proposé par S. LELOUP semble pertinent, mais il n'a pas été intégré au calcul de la note, car il dépend de la date de relevé des données. Le faciès du sol peut varier très rapidement au gré des travaux réalisés par l'exploitant (moisson, labour, lit de semis). Le paramètre est néanmoins relevé pour information.

Position dans le versant (POS_LAT) : caractérise la position latérale de la parcelle. Plus elle est basse dans le versant, donc proche du réseau hydrographique, plus la note est élevée. Concernant des très grandes parcelles, on considèrera la position dans le versant de la partie la plus aval de la parcelle. Ainsi une parcelle partant du sommet et allant jusqu'au bas du versant sera considérée comme « Bas de versant ». Ce paramètre peut, le cas échéant être saisi au bureau à l'aide du SIG.

Nature de la parcelle « aval » (PARC_AVAL) : caractérise l'occupation du sol à l'aval de la parcelle notée. Le terme aval est ici relatif à la pente (pas au cours d'eau). En fonction de sa nature, la parcelle « aval » peut se comporter comme un frein, un espace tampon ou au contraire comme amplificateur.

Pente en % (PENDE) : ce paramètre est à mesurer à l'aide d'un clinomètre pour définir la classe correspondante. Après une bonne pratique avec le clinomètre, la classe de pente peut en général par la suite être déterminée sans instrument de mesure. Les classes de pentes ont été déterminées sur la base du travail de Le Bissonnais et al., 2002. Sur les très grandes parcelles culturales cette donnée peut être calculée à partir du SIG sur la base de BD ALTI® (maille 25x25m).

Longueur de pente (LONG_PE) : cette donnée peut être appréciée sur le terrain avec la carte ou calculée à partir du SIG. La classe correspondante est reportée.

Présence d'une bande enherbée (PRES_BH) : ce paramètre identifie la présence ou l'absence. Cependant l'absence ne sera considérée comme pénalisante que si l'occupation du sol aval (Nature de la parcelle « aval ») est de type cours d'eau car c'est une obligation réglementaire qui ne serait pas respectée.

Position de l'accès au champ (POS_ACC_CHP) : l'accès au champ est considéré comme pénalisant car susceptible de jouer en aval un rôle dans le transfert vers un chemin, une route ou une autre parcelle. Il permet aussi d'identifier un moyen d'action possible (déplacement ou aménagement de cet accès).

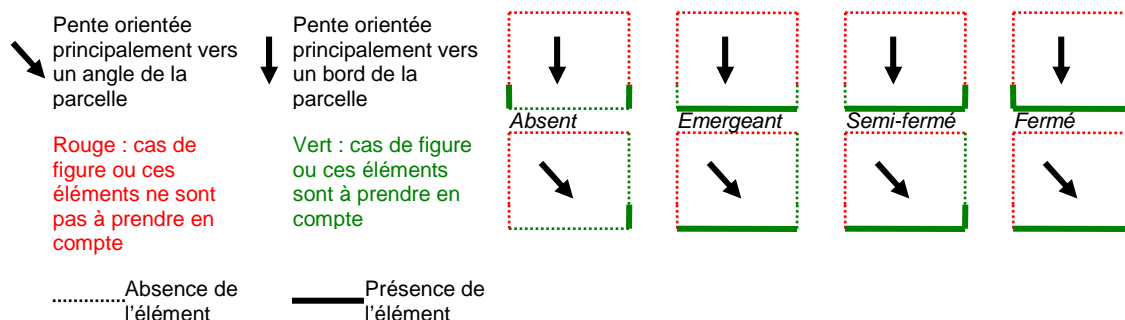
Position de la voirie (POS_VOIE) : la voirie (chemin, route) en remblai est plus haute que la parcelle (en partie aval ou médiane) elle peut jouer un rôle de talus. En déblai ou à niveau elle est susceptible de collecter le ruissellement et d'en accélérer le transfert. Cet élément est susceptible d'être amplifié suivant la position de l'accès au champ, et amplifié ou contré par la présence d'un fossé.

Présence d'un fossé avec la voirie (FOSSE) : On considère ici seulement un fossé « accessible » au ruissellement. Si la route est en remblai par rapport à la parcelle notée (POS_VOIE) et que le fossé est de l'autre côté, le fossé est considéré comme absent pour cette parcelle. Il est considéré de la même manière si le fossé est séparé de la parcelle par un talus. Préciser en remarque que le maintien du talus entre le fossé et la parcelle est indispensable. Un simple bourrelet de terre ne sera pas considéré comme talus.

1.4.4. Champs concernant uniquement le complexe bocager aval

Le complexe bocager aval caractérise la périphérie de la parcelle notée dans sa partie extrême aval par rapport à la pente. Il peut être inexistant, composé de murets, talus, haies, fossés. Dans tous les cas ce doit être un élément susceptible d'intercepter le ruissellement.

Cohérence du complexe bocager aval (CBOC_AV) : illustration des différents cas de figure de cohérence



Orientation par rapport à la pente (POS_HAIE) : caractérise le positionnement par rapport à la pente de la plus grande longueur aval. Ce paramètre ne prend son sens que dans le cas d'un complexe bocager émergeant (voir schéma ci-dessus).

Présence d'un fossé fermé ou à redents (HAIE_FOSS) : identifie la présence d'un fossé en amont du talus et/ou de la haie. Dans le cas d'une haie plate, la création d'un fossé borgne en amont peut dans une certaine mesure compenser l'absence d'un talus, à condition que l'érosion ne soit pas trop importante.

Densité (HAIE_DENS) : Densité de la haie. La notation de la densité de la haie est basée sur le travail de JF. OUVRY et al. en 2012.

Hauteur talus (HT_TALUS) : sans commentaire. La notation de la hauteur du talus est basée sur le travail de F. LIAGRE en 2006. C'est dans ce champ que l'on note le cas échéant l'absence de talus.

Continuité (CONTINU) : caractérise la continuité de l'élément inférieur du complexe bocager, donc la haie pour une haie plate, le talus pour un talus nu ou une haie sur talus. Une simple brèche peut avoir un effet contre-productif. En effet, dans le cas d'un talus notamment, celui-ci jouera un rôle de rétention des ruissellements, mais la brèche aura un effet de concentration des ruissellements qui verront alors leurs capacités érosives amplifiées sur la parcelle « aval ».

1.4.5. Champ d'appréciation globale vu les observations in situ

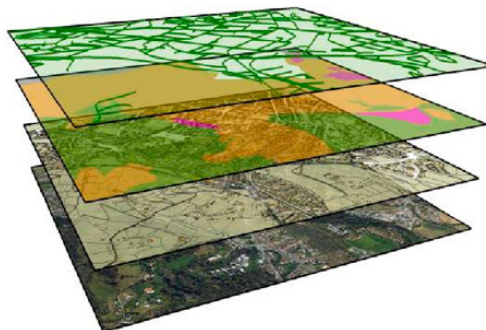
Evaluation connexion cours d'eau (CONNECT_CE) : appréciation globale du risque que la parcelle génère un ruissellement érosif et que celui-ci soit transféré vers le cours d'eau. Par nature tout ruissellement est susceptible d'arriver au cours d'eau. Cependant, on apprécie ici la présence de facteurs concourant à favoriser l'infiltration de l'eau et/ou la sédimentation des matériaux charriés avant que le cours d'eau ne soit atteint. Ainsi, une prairie très plate, assez large, avec une ripisylve dense peut être considérée comme connectée seulement indirectement. Une parcelle aval de type « boisement » favorisera une connexion de type « déconnecté ». Ce paramètre a un caractère synthétique vis-à-vis des autres paramètres relevés.

1.4.6. Autres paramètres

S. LELOUP a proposé dans son rapport de 2012 d'intégrer le drainage comme facteur susceptible de ralentir la saturation hydrique du sol et donc de ralentir le début du processus de ruissellement. Néanmoins, il a aussi pu remarquer que l'identification des drains lors de la phase de diagnostic présentait des difficultés et qu'il serait nécessaire de se renseigner a posteriori auprès des exploitants, de la chambre d'agriculture ou du conseil départemental. On remarquera par ailleurs, que si les drains peuvent être bénéfiques pour retarder le ruissellement Hortonien, en revanche, l'eau à leur exutoire n'est plus de l'eau de pluie qualitativement parlant. En effet, ils favorisent le lessivage des particules fines et des substances chimiques épandues sur la parcelle. Pour ces différentes raisons, le paramètre n'a pas été intégré directement au diagnostic. Néanmoins, nous recommandons aux opérateurs de rechercher cette information et si elle est disponible, de la prendre en compte de manière empirique.

2. Préparation de la campagne de terrain

2.1. Collecte des données de référence



De la création des données de base aux cartes finales, plusieurs données de références sont nécessaires. La liste de ces données est présentée ci-dessous. Certaines données sont accessibles gratuitement à tous, d'autres accessibles uniquement aux opérateurs travaillant dans le [cadre d'un service public](#). Enfin, d'autres sont accessibles par l'intermédiaire d'organismes bailleurs de fonds disposant de conventions avec les producteurs de données.

- **Fond de carte au 1/25000^{ème} (SCAN25 - IGN)** : le fond de carte peut éventuellement être utilisé à la place des photographies aériennes sur le terrain ou en insert dans la carte principale pour faciliter le repérage de l'opérateur ;
- **Réseau hydrographique, routes et chemins (BD Topo - IGN)** : ces éléments n'étant pas toujours bien visibles sur une photographie aérienne, il est préférable de les y superposer, en particulier si l'opérateur ne connaît pas encore parfaitement l'environnement du diagnostic ;
- **Parcelles vectorisées (ou scannées), localisants (BD Parcellaire – IGN, ou communes et communautés de communes concernées)** : ces éléments permettront de créer les parcelles culturales et de lier les données de terrain aux données de propriété ;
- **Photos aériennes les plus récentes (BD Ortho - IGN, campagnes départementales ou régionales)** : ces éléments permettront de créer les parcelles culturales, de numériser les éléments bocager et d'habiller le fond des cartes ;
- **Îlots PAC¹¹ (RPGA¹² - ASP¹³ ou AESN¹⁴)** : ces éléments peuvent être superposés en phase d'analyse des données, pour identifier les groupes de parcelles gérées par un même exploitant agricole. Les îlots ne concernent que les parcelles faisant l'objet d'une déclaration au titre des aides PAC (UE) (voir <https://www.data.gouv.fr>) ;
- **Carte géologique (BRGM¹⁵)** : cette carte donnera à l'opérateur des indications sur le type de sol qu'il peut rencontrer sur la ou les zones d'étude (Accéder aux Géoservices OGC du BRGM sur <http://infoterre.brgm.fr/geoservices-ogc>).

Voir aussi la plateforme Géonormandie : <http://www.geonormandie.fr/accueil/geoservice>

¹¹ Politique Agricole Commune, de l'Union Européenne

¹² Registre Parcellaire Graphique Anonymisé

¹³ Agence de Service et de Paiement (gère les subventions de la PAC)

¹⁴ Agence de l'Eau Seine-Normandie

¹⁵ Bureau de Recherches Géologiques et Minières (gère les données liées au sol et au sous-sol)

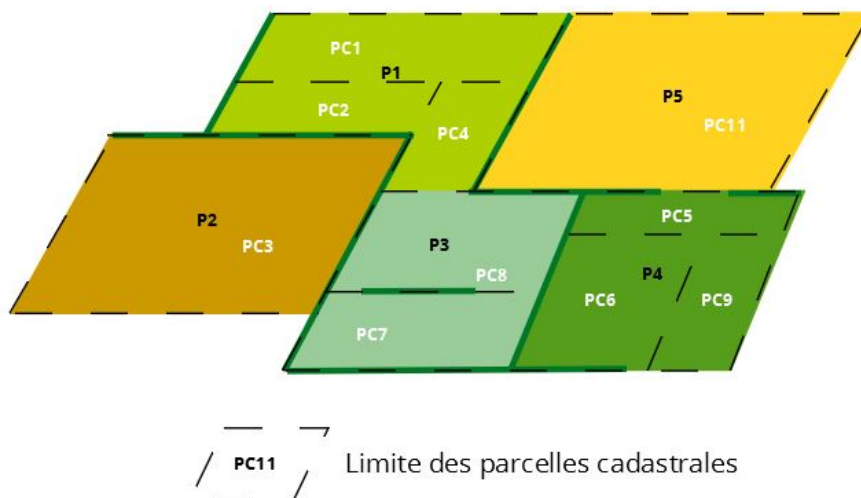
2.2. Création des données de base

2.2.1. Parcelle culturale ou parcelle cadastrale ?

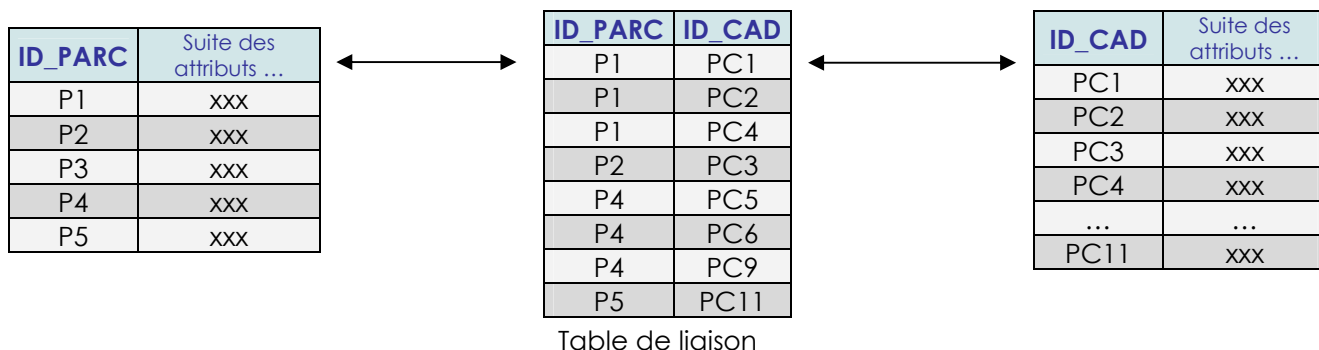
Le maître d'ouvrage pourrait être tenté d'utiliser les parcelles cadastrales, car, sur beaucoup de territoires, elles ont été vectorisées et intégrées la BD Parcellaire, dont il dispose gratuitement dans le cadre d'une mission de service public. Le problème est que dans la majorité des cas, les parcelles cadastrales constituent un sous ensemble de parcelles culturales. C'est à dire qu'une parcelle cadastrale regroupe plusieurs parcelles culturales. Donc si le diagnostic était réalisé à l'échelle cadastrale, la note parcellaire serait dans la majorité des cas surévaluée, car les parcelles cadastrale au sein de la parcelle culturale de disposeraient probablement d'aucun complexe bocager aval.

Pour autant, la couche des parcelles cadastrales n'en reste pas moins un élément essentiel pour plusieurs raisons.

Raison n°1 : Il est possible et même souhaitable (en termes de rapidité d'exécution et de cohérence des données) d'appuyer la numérisation des parcelles culturales sur les parcelles cadastrale, en utilisant les options d'accrochage disponibles au sein des SIG.



Raison n°2 : Il serait souhaitable de créer une table de liaison, alimentée par une requête spatiale sur la couche « Localisants » de la BD Parcellaire, de manière à pouvoir raccrocher, si nécessaire, aux parcelles culturales, des données de propriété.



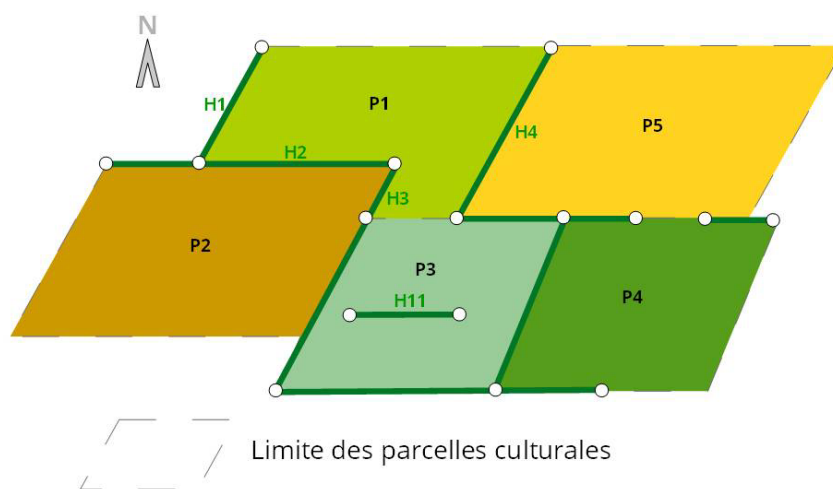
Raison n°3 : Dans l'hypothèse où l'opérateur souhaiterait proposer de scinder une parcelle culturale trop longue dans le sens de la pente, il sera préférable de positionner l'élément bocager en limite de parcelles cadastrales composant la parcelle culturale.

Une fois les parcelles culturales numérisées, la liste des identifiants sera copiée dans la première colonne de la fiche de terrain. Le modèle de fiche est dans l'onglet « Fiche terrain » du fichier Excel de diagnostic.

2.2.2. Numérisation du bocage

Concernant la délimitation du bocage, nous nous baserons sur la méthode proposée par J. BAUDRY et A. JOUIN dans « De la haie aux bocages, organisation, dynamique et gestion » (INRA 2003). Cette délimitation, dans un objectif de gestion, vise à délimiter la haie sur la base de son ou ses gestionnaires. Elle s'appuie donc naturellement sur les limites des parcelles culturales.

Le schéma ci-dessous illustre ce principe de numérisation. Chaque nœud, marqué par un point blanc, marque la limite d'un objet bocager. Notez qu'il est possible qu'un élément bocager relictuel se situe au milieu d'une parcelle culturale comme dans le cas de la parcelle n°3. Cette dernière se voit donc rattachée 5 éléments.

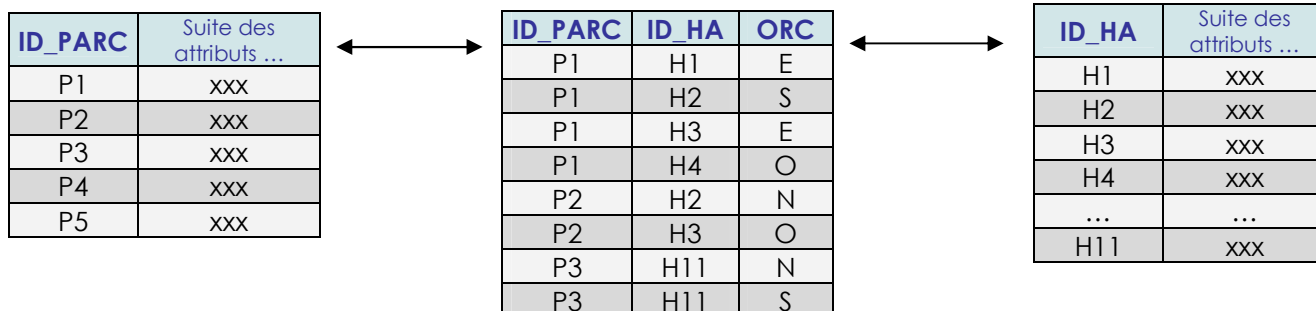


2.2.3. Organisation des données attributaires

Avec la méthode présentée ci-dessus, un élément bocager est au plus rattaché à 2 parcelles. Mais une parcelle est rattachée à N éléments bocagers. Du point de vue attributaire, au sein d'un SIG, une table intermédiaire est donc nécessaire pour relier un élément bocager à plusieurs parcelles et une parcelle à plusieurs éléments bocager.

Dans l'exemple ci-dessous, ID_HA est l'identifiant unique d'un élément bocager, ID_PARC l'identifiant unique d'une parcelle et ORC est l'orientation du côté de l'élément bocager. ORC situe comment est positionnée la parcelle par rapport au côté de l'élément bocager (NO = nord-ouest, E = est, etc.). Cette méthode nous semble moins ambiguë que l'attribution d'un code non significatif.

Note : Nous rappelons que pour assurer la compatibilité des données au sein de différentes générations et modèles de SIG, il est préférable qu'un nom de champ ne dépasse pas 8 caractères. Il ne doit pas non plus compter de caractères accentués ni d'espaces. Les abréviations le composant peuvent être délimitées par un souligné « ID_PARC » ou par une alternance minuscule et majuscule « IdPar ».



2.3. Création de la carte de terrain

La carte de terrain permet de :



- identifier le numéro de la parcelle à diagnostiquer,
- compléter sur la carte le réseau bocager,
- noter l'orientation de la pente,
- mesurer la longueur de la pente,
- localiser les carottages pédologiques
- localiser le ou les accès à la parcelle,
- localiser al ou les brèches dans le complexe bocager aval
- noter tout autre élément pertinent.

La carte de terrain doit comporter les éléments suivants :

- identification de la zone,
- photographie aérienne en fond (préciser l'année en légende),
- parcelles culturales avec leurs numéros,
- réseau bocager pré identifié,
- réseau hydrographique,
- voirie,
- légende,
- orientation au nord,
- échelle graphique.

Nous conseillons d'éditer la carte de terrain au format A3 (comme la fiche terrain) à une échelle comprise entre 1/10000^{ème} et 1/5000^{ème} et de prendre vos notes avec un feutre fin noir. Le crayon de

papier sera difficilement lisible sur un fond photo. Si le temps est incertain, plastifiez votre feuille. Il existe aussi des papiers imprimables tout temps.

Vous trouverez un exemple de carte de terrain à l'annexe n°5.

2.4. Remplissage de la fiche terrain

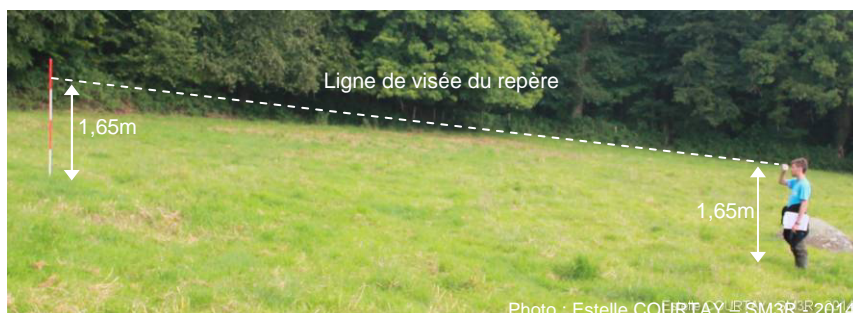
Rappel : Le cartouche supérieur permet de noter les informations de contexte du relevé de terrain : référence de la zone d'étude, date, nom de l'opérateur, numéro de la fiche (repartir de 1 soit pour chaque date de relevé). Le cartouche inférieur est une aide à la saisie. Il rappelle pour chaque paramètre les attributs possibles avec une légende abrégée en face de la valeur.

Souvenez-vous que les attributs de la fiche sont codifiés par des nombres. **Ces nombres ne sont pas les notes.** Si un paramètre n'a pas pu être relevé sur une parcelle, la valeur 99 lui est attribuée.

Notez que certains champs sont interdépendants :

- Une valeur 1 (Absence) dans le champ « Cohérence du complexe bocager aval » devra être suivi de valeurs d'absence et/ou les plus pénalisantes dans les autres colonnes liées au complexe bocager aval ;
- Une valeur 3 (Absence) dans le champ « Position de la voirie » devra être suivi d'une valeur 0 pour le champ « Présence d'un fossé avec la voirie » ;
- Une valeur « Prairie » ou « Jachère » dans le champ « Occupation du sol » devra être suivi d'une valeur 1 (Absence) pour le champ « Sens de travail du sol » ;
- Une valeur 3 (Tangente au cours d'eau) dans le champ « Position dans le versant » devra être suivi d'une valeur 3 (Cours d'eau) pour le champ « Nature de la parcelle aval ».

Pour définir la classe de pente, vous devrez d'abord la mesurer en utilisant un clinomètre et un jalon. La mesure doit être réalisée sur une partie représentative de la pente de parcelle. Si la parcelle présente plusieurs pentes, mesurez celle correspondant à la plus grande longueur et notez les différentes pentes sur la carte. Le principe consiste à positionner un jalon à 10 ou 20m avec un repère correspondant à la hauteur des yeux de l'observateur (positionner le repère après avoir enfoncé le jalon). Puis avec le clinomètre, visez le repère sur le jalon et mémorisez la mesure en pourcentage pour déterminer la classe correspondante.



Attention, il y a 2 échelles, l'une en degrés et l'autre en pourcentage.
Vérifiez sur le boîtier leurs positions respectives.



En complément, vous pouvez évidemment prendre des notes de commentaire à part que vous jugeriez nécessaires pour la phase travaux, comme par exemple l'identification de contraintes d'accès. Dans ce cas pensez à mettre la date de relevé et le numéro de la parcelle en référence de note.

2.4.1. Prendre des photos



Prenez des photos lors de vos relevés de terrain, pour en faciliter la gestion ultérieure, utilisez un appareil avec GPS intégré (ne pas oublier de l'activer). Au retour, prenez le temps de renommer vos photos avec la date de prise de vue et le numéro de la parcelle concernée, par exemple « 20150612_PCULT_234.JPG ». Les appareils photos récents permettent en général de paramétrer le nom des dossiers et des images. Prenez le temps d'explorer cette fonctionnalité, vous gagnerez du temps de gestion de vos photos au bureau. Des logiciels gratuits vous permettront de gérer géographiquement vos photos géolocalisées (ex : <http://www.geosetter.de/en/>). Le logiciel SIG QGIS, le plugin approprié vous permettra d'extraire les coordonnées des photos pour créer une couche de points photos. Le plugin le plus récent est actuellement "Import Photos" (<https://plugins.qgis.org/plugins/ImportPhotos/>). Notez que les noms des plugins évoluent au gré des versions et reprises de développement ou des "fork". Prenez le temps de chercher celui qui correspond à votre version et à votre usage.

Les photos permettront d'enregistrer le profil pédologique réalisé par un carottage à la tarière. Les photos doivent être prises à la verticale, à une distance de 60 à 70cm, pour garder un maximum de détails, sur un fond gradué clair. Les photos doivent se recouvrir mutuellement de 20 à 30%. Ce dernier point est important pour pouvoir assembler les prises de vues en une seule image avec un logiciel de création de panoramique. Dans ce domaine, Hugin est un logiciel libre, gratuit et indépendant du système d'exploitation (multiplateforme), qui répond parfaitement à ce besoin (<http://hugin.sourceforge.net>). Vous pouvez évidemment utiliser le mode panoramique de votre appareil photo si la qualité de l'image produite est suffisante. La géolocalisation des photos vous permettra de positionner votre profil sur la carte.

Rendement moyen constaté dans le bocage Ornaïs
300ha/semaine à la prise ne main, puis 500ha/semaine
ce taux peut varier en fonction du contexte, en particulier selon de la taille des parcelles culturales

Traitement des données

3. Méthode de notation

3.1. Groupement des paramètres

Compte tenu du risque considéré dans le cadre de cette démarche, l'ensemble des paramètres présentés au § 1.4 sont regroupés en 4 groupes de note constituant chacun un facteur de risque. Ce regroupement présente plusieurs avantages :

- identifier plus rapidement la nature des points faibles de la parcelle,
- disposer d'une note intermédiaire dont chacune constitue un thème cartographique,
- faciliter la création de l'algorithme de notation finale (§3.3) en limitant le nombre de cellules en jeu.

L'appartenance d'un paramètre à un facteur de risque suit un code couleur visible dans l'entête contenant le nom du champ dans l'onglet « NotationParcelles » du fichier Excel de diagnostic.

NOTE_EROS	NOTE_TRANS	QUAL_CBOC	VUL_CE	Note non comptabilisée	N'est pas une note
-----------	------------	-----------	--------	------------------------	--------------------

Chaque regroupement est défini sous la forme d'une question concernant le risque de contamination du cours d'eau par le produit d'un phénomène de ruissellement érosif.

L'érosion hydrique (NOTE_EROS) : Quel est le niveau de risque qu'un ruissellement érosif soit généré sur la parcelle ?

Occupation du sol ; Sens de travail du sol ; Texture du sol ; Profondeur du sol ; Traces d'érosion (non utilisé) ; Faciès sol (non utilisé) ; Pente en % ; Longueur de pente.

Le transfert du flux (NOTE_TRANS) : Si un ruissellement érosif se produit, quel est le niveau de risque qu'il sorte de la parcelle ?

Présence d'une bande enherbée ; Position de l'accès au champ ; Position de la voirie ; Présence d'un fossé avec la voirie ; Cohérence du complexe bocager aval.

La qualité du complexe bocager aval (NOTE_QUAL_CBOC) : Quel est le niveau qualitatif des éléments qui pourraient empêcher ce transfert ?

Orientation par rapport à la pente ; Présence d'un talus ; Présence d'un fossé amont ; Densité ; Hauteur talus ; Continuité.

La vulnérabilité du cours d'eau (NOTE_VUL_CE) : Si un ruissellement érosif sort de la parcelle, quel est le niveau du risque qu'il atteigne le cours d'eau ?

Position dans le versant ; Nature de la parcelle « aval » ; Evaluation connexion cours d'eau.

3.2. Matrices de notation

A chaque paramètre présenté au §1.4 correspond une matrice de notation présentée en annexe n°5. La matrice est composée de 3 colonnes. La première correspond à la valeur attributaire utilisée sur la fiche terrain et saisie dans l'onglet « DonnéesCollectées ». La seconde correspond au libellé de l'attribut. La troisième correspond à la note affectée à chaque attribut. Cette note va de 1 à 3. Cependant si une valeur est particulièrement bénéfique, la note peut être de 0. Ci-dessous, un exemple est donné avec la matrice du sens du travail du sol. S'il n'y a aucun travail du sol, dans le cas d'une prairie permanente par exemple, la note est de 0.

STW_SOL	Description	Note
1	Absence	0
2	Perpendiculaire	1
3	Oblique	2
4	Parallèle	3

L'ensemble des matrices de notation est présenté en annexe n°6. Le processus de notation est réalisé dans l'onglet « NotationsParcelles » du fichier Excel de diagnostic.

L'intérêt du dispositif est notamment sa flexibilité, s'il apparaît nécessaire de faire évoluer le processus, par exemple en ajoutant des nouveaux attributs.

3.3. Algorithmes de notation

3.3.1. Notes intermédiaires

Pour rappel, les notes intermédiaires correspondent aux 4 facteurs de regroupement (risque) : l'érosion hydrique (NOTE_EROS), le transfert du flux (NOTE_TRANS), la qualité du complexe bocager aval (NOTE_QUAL_CBOC), la vulnérabilité du cours d'eau (NOTE_VUL_CE).

Pour chaque note intermédiaire, une colonne comptabilise les valeurs 99 (absence de donnée). Dans la colonne suivante la somme totale des notes des paramètres est calculée. Puis, pour chaque note, une formule en calcule la valeur.

QUAL_CBOC	Si la hauteur du talus est égal à 1 et si le total est inférieur ou égal à 6, alors la note est de 1. Sinon, si le total est inférieur ou égal à 7, alors la note est de 1. Sinon, si le total est inférieur ou égal à 12, alors la note est de 2. Sinon la note est de 3.	=SI(T2=1;SI(Y2<=6;1;SI(Y2<=11;2;3));SI(Y2<=7;1;SI(Y2<=12;2;3)))
VUL_CE	Si le total est inférieur à 4 alors la note est de 1. Sinon, si le total est inférieur ou égal à 6, alors la note est de 2. Sinon la note est de 3.	=SI(AC2<=4;1;SI(AC2<=6;2;3))

NOTE_EROS	Si le total est inférieur à 6 alors la note est de 1. Sinon, si le total est inférieur ou égale à 12, alors la note est de 2. Sinon la note est de 3.	=SI(AG2<=6;1;SI(AG2<=12;2;3))
NOTE_TRANS	Si le complexe bocager aval est égal à 3 alors la note est de 3. Sinon, si le total est inférieur ou égal à 7, alors la note est de 1. Sinon, si le total est inférieur ou égal à 10, alors la note est de 2. Sinon la note est de 3.	=SI(P2=3;3;SI(AK2<=7;1;SI(AK2<=10;2;3)))

3.3.2. Note finale

NOTE	Si NOTE_EROS égal 1 alors la note est de 1	Il n'y a pas ou peu de ruissellement érosif		
	Si NOTE_EROS égal 2 et que NOTE_TRANS égal 1 alors la note est de 1	Il n'y a ruissellement érosif moyen, mais le risque de transfert en dehors de la parcelle est faible		
	Si NOTE_EROS égal 2 et NOTE_TRANS égal 2 alors la note est 2	Il n'y a ruissellement érosif moyen, et le risque de transfert en dehors de la parcelle est moyen		
	Si NOTE_EROS égal 3 et NOTE_TRANS égal 1 alors la note est de 2	Il n'y a ruissellement érosif fort, mais le risque de transfert en dehors de la parcelle est faible		
	Si NOTE_EROS égal 2 et NOTE_TRANS égal 2 et VUL_CE égal 3 alors la note est de 3	Il n'y a ruissellement érosif moyen, et le risque de transfert en dehors de la parcelle est moyen, mais le cours d'eau est très vulnérable		
	Sinon la note est égale à la moyenne des notes intermédiaires, arrondie à l'unité	1	2	3

3.4. Autres méthodes

Dans le cadre de son rapport en 2012, S. LELOUP a comparé la méthode présentée dans ce document avec le diagnostic de la Chambre d'Agriculture de l'Orne sur le risque de transfert des produits phytosanitaires (méthode SIRIS) et la modélisation STREAM. Les méthodes présentent des finalités différentes et des résultats assez différents. En effet, la modélisation STREAM vise seulement à évaluer l'aspect ruissellement érosif sur la parcelle elle-même alors que la méthode développée par la CATER de Normandie vise à prendre en compte les liens entre la parcelle et son environnement immédiat, et un enjeu spécifique (le cours d'eau). De plus, l'objectif étant opérationnel, elle vise à déterminer la nature des travaux à mener. Il en résulte que la méthode développée par la CATER de Normandie est globalement plus sévère que les autres méthodes testées. Ce constat est finalement plutôt rassurant car il limite le risque de « passer à côté » de parcelles à risque élevé. Enfin, ces méthodes intègrent des paramètres contextuels, c'est à dire propres à l'instant « T » de l'observation et susceptibles d'évoluer au cours de l'année. La méthode proposée par la CATER de Normandie a essayé de limiter ce type de paramètres.

4. Extraction d'informations à partir des données collectées

4.1. Informations de base

L'onglet « Synthèse », du fichier Excel de diagnostic, donne pour chaque paramètre et note la répartition en pourcentage des valeurs faibles, moyennes et fortes. Huit diagrammes sont proposés pour exemple, mais il est possible d'en faire un pour chaque colonne.

Attention, pour les cellules de B2 à AN5, pensez à modifier la valeur de la dernière ligne de la plage de données. C'est le numéro de la dernière ligne de données dans l'onglet "NotationParcelles".

Néanmoins, s'agissant de valeurs relatives à des parcelles, l'exploitation principale est de type cartographique. Les cartes incontournables à produire sont ;

- L'occupation du sol
- La texture du sol
- Le complexe bocager aval
- Les notes intermédiaires
- La note finale

Pour faciliter l'export des données, l'onglet « SIG » rassemble pour chaque parcelle l'ensemble des données : valeurs attributaires, libellés (champ préfixé « L_ ») et notes (champ préfixé « N_ »). Pour importer, par jointure, les données dans un logiciel SIG, la feuille doit être exportées au format DBF. Néanmoins, si vous utilisez QGIS il est possible de faire une vers d'autres formats (txt, csv) voir même directement avec la feuille de calcul du tableur en utilisant le plugin Spreadsheet Layers (<https://plugins.qgis.org/plugins/SpreadsheetLayers/>)

Dans l'onglet « SIG », pensez à renseigner le code INSEE de la commune de la parcelle culturale « CD_INSEE » et la date de la campagne « DATECAMP ».

4.2. Informations en vue de préparer le programme d'actions

Certaines informations peuvent être déduites par croisement de données. Ce croisement de données prend au sein d'un SIG, la forme de requêtes SQL. Dans les exemples ci-dessous le données issues de l'onglet « SIG » sont stockées dans une couche (ou table) nommée « Diag_data ». Les requêtes peuvent s'effectuer successivement pour affiner une sélection de parcelles, ou s'imbriquer en fonction de vos connaissances en SQL et du logiciel SIG utilisé.

Dans certains cas il peut s'avérer plus simple de réaliser la requête sur la note à la place de l'attribut. On utilisera alors le champ correspondant préfixé « N_ ».

Lorsque dans la clause « WHERE » vous avez besoins de 2 ou 3 champs dont l'un doit évaluer 2 valeur, il faudra utiliser l'opérateur « OR » (ou). Cette clause « OR » doit être entre parenthèse pour

l'évaluer en priorité, avant la clause « AND ». Notez qu'il existe plusieurs manières d'obtenir le même résultat en fonction de la combinaison de « AND » ou « OR » et des « = » ou « <> ».

Les requêtes présentées ci-après illustrent un standard d'interrogation de base de données. Elles sont à adapter au logiciel que vous utilisez. Par exemple, si vous utilisez le logiciel SIG QGIS avec des couches de type shapefile, donc hors d'une base de données, vous utiliserez seulement la partie après le WHERE. En effet, pour utiliser l'outil de "sélection les entités à l'aide d'une expression" vous allez cliquer d'abord sur la couche concernée, ce qui est l'équivalent de la clause "FROM". Dans tous les cas tous les champs seront retournés ce qui est l'équivalent de la clause "SELECT".

4.2.1. Exemples de requêtes de diagnostic

Parcelles qui ont un risque moyen à fort (exprimé ici par différent de faible) :

- `SELECT * FROM Diag_data WHERE NOTE <> 1`

Parcelles qui ont un risque de ruissellement érosif fort :

- `SELECT * FROM Diag_data WHERE NOTE_EROS = 3`

Parcelles qui ont un talus nu (présence de talus et une densité absente) :

- `SELECT * FROM Diag_data WHERE HAUT_TAL <> 1 AND HAIE_DENS = 4`

Parcelles qui ont une haie sur talus (présence de talus et une densité différente d'absente) :

- `SELECT * FROM Diag_data WHERE HAUT_TAL <> 1 AND HAIE_DENS <> 4`

Parcelles qui ont un talus inférieur à 50cm :

- `SELECT * FROM Diag_data WHERE HAUT_TAL = 2`

4.2.2. Exemple de requêtes pour définir les parcelles à aménager

La requête ci-dessous sélectionne les parcelles à aménager en priorité. Elles correspondent aux parcelles qui ont une note finale de 3 ou 2 et une note de qualité du complexe bocager aval de 3 ou une note de transfert de 3 :

- `SELECT * FROM Diag_data WHERE (NOTE= 3 OR NOTE=2) AND (QUAL_CBOC=3 OR NOTE_TRANS=3)`

Cette sélection sera enregistrée dans une autre couche sous le nom "Parc_a_amg".

4.2.3. Exemples de requêtes pour définir les aménagements

Dans la couche des parcelles à aménager, ajouter un champ pour chaque type de travaux à réaliser (ex : "TX_HTAL" Haie sur talus). Après chaque requête, remplir ce champ avec la nature de travaux correspondant pour les parcelles sélectionnées. **Si** vous travaillez à l'intérieur d'une **base de donnée** (Sqlite, Postgresql, Libre Office Base, Ms Access, etc.), vous pouvez transformer les requêtes

de sélection ci-dessous avec une requête mise à jour (Update) pour définir les travaux correspondants.

Créer des haies sur talus quand le complexe bocager aval est absent et pour les parcelles qui ne bordent pas un cours d'eau :

- `SELECT * FROM Parc_a_amg WHERE CBOC_AV = 1 AND PARC_AVAL <> 3`

Exemple de requête mise à jour correspondante :

- `UPDATE Parc_a_amg SET TX_HTAL = 1 WHERE CBOC_AV = 1 AND PARC_AVAL <> 3`

Planter une ripisylve quand le complexe bocager aval est absent et que les parcelles bordent un cours d'eau :

- `SELECT * FROM Parc_a_amg WHERE CBOC_AV = 1 AND PARC_AVAL = 3`

Regarnir les haies plates quand la continuité de la haie est très discontinue et que le talus est absent :

- `SELECT * FROM Parc_a_amg WHERE CONTINU=1 AND HAUT_TAL=1 AND HAIE_DENS <> 4`

Planter des haies sur les talus nus :

- `SELECT * FROM Parc_a_amg WHERE HAUT_TAL <> 1 AND HAIE_DENS=4`

Conforter les talus très discontinu ou avec une brèche :

- `SELECT * FROM Parc_a_amg WHERE HAUT_TAL <> 1 AND (CONTINU = 1 OR CONTINU = 2)`

Mettre en place des bandes enherbées pour les parcelles sans bandes enherbées, qui bordent un cours d'eau ou un fossé, avec une occupation de sol différente de prairie, verger ou friche :

- `SELECT * FROM Parc_a_amg WHERE PRES_BH = 0 AND (PARC_AVAL = 3 OR FOSSE = 1) AND (CULTURE <> "prairie" AND CULTURE <> "friche" AND CULTURE <> "verger")`

Mettre en place des fossés borgnes (voir aussi des bandes enherbées) pour les parcelles avec une haie plate ou sur talus inférieur à 50 cm et une densité différente de Dense :

- `SELECT * FROM Parc_a_amg WHERE CBOC_AV <> 1 AND (HAUT_TAL = 1 HAUT_TAL = 2) AND (HAIE_DENS = 2 OR HAIE_DENS = 3)`

Déplacer les entrées de champs quand celles-ci sont en bas de la parcelle et que l'occupation des sols de la parcelle est différente de prairie, verger et friche :

- `SELECT * FROM Parc_a_amg WHERE POS_ACC_CHP= 1 AND (CULTURE <> "prairie" OR CULTURE <> "friche" OR CULTURE <> "verger")`

Lorsque les parcelles ont toutes reçues les travaux nécessaires, exportez la couche comme couche de programmation prévisionnelle des travaux « Parc_prog_prev_tx ».

4.2.4. Exemples de requêtes de priorisation parmi les parcelles à aménager

Dans la couche de programmation des travaux, ajouter un champ « PRIORITE ». Après chaque requête, remplir ce champ avec la priorité correspondante.

Priorité 1 : parcelles qui ont une note finale de 3 et une note de transfert de 3 et une note qualité du bocage de 3 :

- `SELECT * FROM Parc_prog_prev_tx WHERE NOTE = 3 AND NOTE_TRANS = 3 AND QUAL_CBOC = 3`

Priorité 2 : parcelles qui ont une note finale de 2 ou 3, avec une note qualité du bocage de 3 ou une note transfert de 3 :

- `SELECT * FROM Parc_prog_prev_tx WHERE (NOTE = 2 OR NOTE = 3) AND (NOTE_TRANS = 3 OR QUAL_CBOC = 3)`

Priorité 3 : toutes les autres parcelles.

Une fois les priorités définies, ajouter un champ pour le montant prévisionnel « MT_PREV » et un champ année prévisionnelle de réalisation des travaux « AN_PREV ». Remplissez le chiffrage prévisionnel pour chaque parcelle. Puis, en fonction des priorités et des montants définissez l'année de réalisation pour chaque parcelle de manière à obtenir un programme annuel équilibré financièrement.

4.2.5. Quelques conseils

Une fois la programmation établie, exportez la couche comme couche de programme de travaux réalisés « Parc_prog_real_tx ». Mettez à jour les natures de travaux, quantitatif, montant, année au fur et à mesure de l'avancée du programme.

Les couches « Parc_prog_prev_tx » et « Parc_prog_real_tx » sont des tables génériques. Concernant le détail des travaux par postes (natures, montants, quantitatifs, dates), nous vous conseillons de l'organiser dans la table des éléments linéaires qui ont été pré-identifiés puis vérifiés et complétés sur le terrain. Les tables des couches « Parc_prog_prev_tx » et « Parc_prog_real_tx » pourront être alimentées par la synthèse de la table des éléments linéaires.

Pensez à structurer une table « Exploitants » (coordonnées, caractéristiques de l'exploitation) qui pourra être reliés aux éléments linéaires et aux parcelles culturales. Vous pourrez ainsi cartographier les exploitants et organiser vos chantiers par exploitant le cas échéant. Vous pourrez aussi synthétiser les travaux par exploitant ce qui en facilitera la présentation.

Vous pouvez simuler la note des parcelles après travaux en modifiant les valeurs du diagnostic au regard des travaux prévus, puis une fois les travaux terminés.

Cette liste de requêtes n'est pas exhaustive. Des dizaines de combinaisons sont possibles avec les différents champs.

Ajustez vos critères de priorisation en fonction du nombre de parcelles concernées par les différentes notes et des capacités d'intervention de votre structure.

La syntaxe peut varier sensiblement d'un logiciel à l'autre. Référez vous à la documentation du logiciel que vous utilisez pour adapter ces requêtes et en créer de nouvelles.

5. Pistes de propositions travaux

- Création de haie sur talus sur les parcelles sensibles à l'érosion, en rupture de pente et en fond de vallée (sauf en bord de cours d'eau) : c'est la gestion à privilégier pour limiter l'érosion ;
- Si la création d'un talus n'est pas acceptée, plantation de haie plate accompagnée d'une d'un fossé borgne et d'une bande enherbée en amont ;
- Plantation d'une haie à plat très dense sur les parcelles en bord de cours d'eau : création de frein hydraulique ;
- Confortement du talus ébréché ou discontinu ;
- Regarnir la haie pour les parcelles ayant une haie peu dense ;
- Création de bandes enherbées pour favoriser l'infiltration et la sédimentation en bord de cours d'eau ou de fossés ;
- Déplacer les entrées de champ quand celle-ci est en aval de la parcelle (ou en position médiane selon l'orientation de la pente).

Les détails concernant la réalisation des travaux et l'organisation des chantiers seront développées dans la phase 3.

Bibliographie

Ouvrages :

- De la haie aux bocages : organisation, dynamique et gestion – Jacques BAUDRY, Agnès JOUIN – INRA – 2003
- Possibilité d'utilisation de la Carte Numérique des Sols de Wallonne pour l'évaluation de la sensibilité des sols à l'infiltration hydrique et verticale – N. Borgers, A. Warin, C. Vandenberghe, J.M. Marcoen - Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux – 2006
- Modélisation orientée décision des processus de transfert par ruissellement et subsurface des herbicides dans les bassins versants agricoles – Thèse – F. Tortrat - Agrocampus Rennes - 2006.
- Rill erosion on cultivated hillslopes during two extreme rainfall events in Normandy, France - O. Cerdan, Y. Le Bissonnais, A. Couturier, H. Bourennane, V. Souchere - Soil & Tillage Research - 2002
- L'érosion hydrique des sols en France - Rapport – Y. Le Bissonnais, J. Thorette, C. Bardet, J. Daroussin - INRA, IFEN - 2002
- Modélisation et cartographie de l'aléa d'érosion des sols à l'échelle régionale : Exemple du département de l'Aisne, Étude et Gestion des Sols – Y. Le Bissonnais, N. Dubreuil, J. Daroussin, M. Gorce - 2004
- Bordures de champs - Rapport Agro-Transfert Bretagne, Territ'eau – C. Grimaldi, J. Baudry, C. Gascuel - Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, INRA - 2009
- Fossé-Talus : Collecter, guider et infiltrer les eaux de ruissellement - Rapport – N. Coufourier, V. Lecomte, A. Le Goff, Y. Pivain, M. Lheriteau, J-F. Ouvry, - Chambre d'Agriculture Seine Normandie et Eure, AREAS - 2008
- Fascines et haies pour réduire les effets du ruissellement érosif : caractérisation de l'efficacité et conditions d'utilisation – Rapport – J-F. Ouvry, J-B Richet, O. Bricard, M. Lhérieau, M. Bouzid, M. Saunier - AREAS - 2012
- Les haies rurales : Rôles, création, entretien – F. Liagre - Editions France Agricole - 2006

Cette méthodologie s'appuie sur les travaux locaux suivants :

- Diagnostic de la contamination des eaux superficielles par les matières en suspension, cas d'étude sur le bassin de la Sienne (Manche) – Mémoire de fin d'étude IA – Grimonie BERNARDEAU – SupAgro Montpellier / SIAES – 2009 ;
- Modélisation et cartographie de l'aléa érosion des sols et des espaces de ruissellement dans le Calvados – Rapport d'étude – Patrick LE GOUÉE, Daniel DELAHAYE – Université de Caen Basse-Normandie, GEOPHEN – 2008 ;
- Construction d'un protocole de diagnostic de l'érosion et du ruissellement sur les bassins versants Bas-normands – Rapport de stage – Julie ESNAULT – ENSAIAA / CATER de Normandie - 2008 ;
- L'analyse spatiale comme outil d'approche des dynamique de ruissellement en milieu bocager, étude comparée des bassins versant du Bactot et du Bordel – Mémoire de Master I – Vincent VIEL – Université de Caen Basse-Normandie, GEOPHEN – 2006.

Cette méthodologie a été amendée et testée sur les bassins de la Rouvre et du Saultbesnon dans le cadre des travaux suivants :

- Vulnérabilité des parcelles du bassin versant de la Rouvre face au ruissellement et à l'érosion des sols – Rapport de stage Licence professionnelle – Xavier LE ROUX – Université de Caen Basse-Normandie, SM3R – 2015 ;
- Lien entre la concentration en Nitrates et les pratiques agricoles du Saultbesnon – Mémoire IA – Blanche DUNCOMBE – Institut Polytechnique LaSalle Beauvais, Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie – 2014 ;
- Diagnostic parcellaire sur la vulnérabilité à l'érosion-ruissellement des sols sur le bassin de la Rouvre – Rapport de stage Licence professionnelle – Université de Caen Basse-Normandie, SM3R – 2014 ;
- Participation à la mise en place d'une méthodologie de diagnostic de terrain de la vulnérabilité des parcelles au ruissellement et à l'érosion – Mémoire de master II – Sébastien LELOUP – Université François RABELAIS de Tours, IMACOF, SM3R , CATER Basse-Normandie – 2012 ;
- Etude des liens entre qualité de l'eau et pratiques agricoles – Mémoire de Master II – Amélie BOISROBERT – ESA Anger, Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie – 2012.

Annexes

ANNEXE 1 : ZONES D'ETUDES SUR LE BASSIN DE LA ROUVRE	34
ANNEXE 2 : ZONES D'ETUDES SUR LA BASSIN DU SAULTBESNON	35
ANNEXE 3 : DEFINITION DES GRANDS PARAMETRES ETUDIES.....	36
ANNEXE 4 : FICHE DE TERRAIN.....	37
ANNEXE 5 : EXEMPLE DE PREPARATION DE CARTE DE TERRAIN	38
ANNEXE 6 : MATRICES DE NOTATION.....	39
ANNEXE 7 : EXEMPLE DE RENDU CARTOGRAPHIQUE DES PROPOSITIONS DE TRAVAUX	39
ANNEXE 7 : EXEMPLE DE RENDU CARTOGRAPHIQUE DES PROPOSITIONS DE TRAVAUX	40
ANNEXE 8 : TEST DE TEXTURE DU SOL.....	41

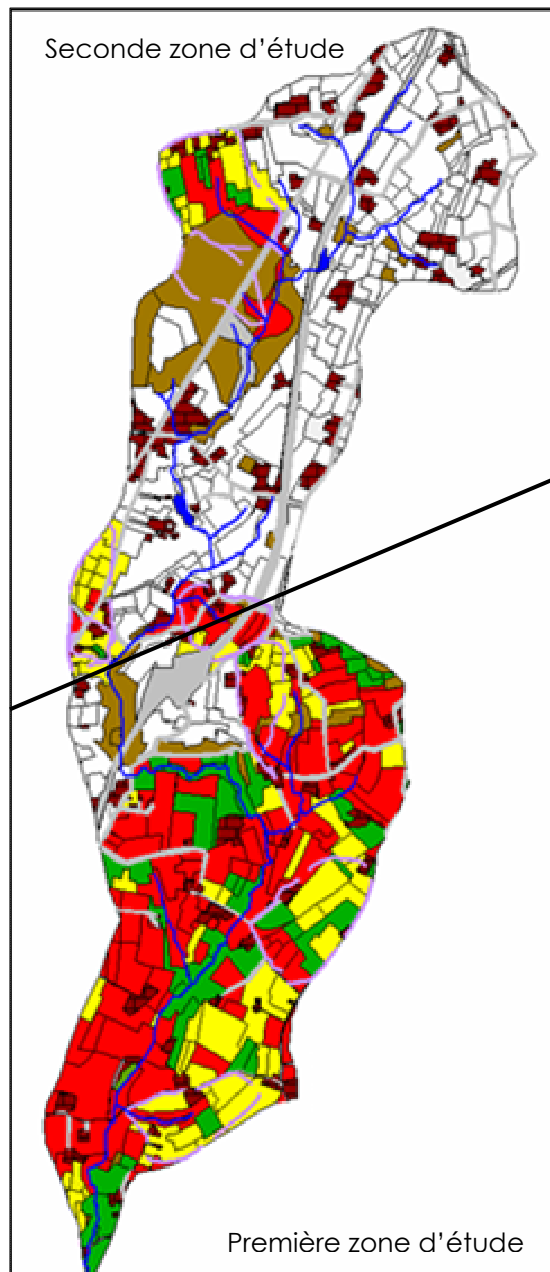
Annexe 1 : Zones d'études sur le bassin de la Rouvre



Source : Sébastien LELOUP – SM3R – 2012

Annexe 2 : Zones d'études sur la bassin du Saultbesnon

La première phase a diagnostiqué principalement la partie sud du bassin (la plus cultivée) Elle a été réalisée par Amélie BOISROBERT. La partie nord (en blanc sur la carte), a été diagnostiquée dans un second temps par Blanche DUNCOMBE.



Source : Blanche DUNCOMBE – CRAN - 2014

Annexe 3 : Définition des grands paramètres étudiés

Le ruissellement

Le phénomène auquel nous nous intéressons ici est le ruissellement Hortonien. Ce dernier apparaît lorsque l'intensité d'une pluie dépasse la capacité d'infiltration du sol. Plusieurs paramètres interviennent dans la genèse et l'intensité de cet écoulement de surface : l'intensité de la pluie, le couvert végétal, la texture et la structure du sol, la pente, l'orientation du travail du sol, la longueur de la parcelle et la présence d'éléments de ralentissement ou de stockage.

L'érosion hydrique

L'érosion hydrique intervient lorsque la compétence acquise par le ruissellement génère une force d'arrachement supérieure à la cohésion du sol. Par conséquent, les paramètres intervenant sont les mêmes que pour le ruissellement mais l'état du sol, sa structure, sa texture et la présence de système racinaires sont ici les facteurs prédominants. Le ruissellement des eaux pluviales mélangé aux matières issues du sol et mises en suspension, constitue un flux de limons, d'argiles, de sables, d'engrais et de produits phytosanitaires susceptibles de porter atteinte aux cours d'eau drainant le bassin.

Le transfert du flux

Le troisième processus à prendre en compte pour évaluer le risque de contamination des cours d'eau, est l'intensité de la connexion, du flux précédemment cité, au cours d'eau. On distingue alors trois intensités de connexion : directe, indirecte, et déconnecté. La première concerne les parcelles tangentes au réseau hydrographique. La seconde concerne des parcelles plus éloignées des cours d'eau mais qui y sont reliées par les brèches dans la microtopographie, les drains ouverts et les fossés bordant le réseau routier. Enfin, les parcelles déconnectées, sont des parcelles pour lesquelles le ruissellement est intercepté par la microtopographie.

[illegible]

Annexe 5 : Exemple de préparation de carte de terrain

Sébastien LELOUP - SM3R - 2012



Annexe 6 : Matrices de notation

CULTURE	Note
betterave	3
maïs	3
pommes de terres	3
tournesol	3
soja	3
céréale	2
blé	2
orge	2
lin	2
colza	2
pois	2
féveroles	2
sans résidus	2
temporaire prairie	2
seigle	2
déchaumé	1
prairie	0
friche	0
verger	0
TEXTURE	Note
L	3
LS	3
LA	2
S	3
SA	2
SL	3
A	1
AS	1
AL	1
Tourbeuse	1

STW_SOL	Description	Note
1	Absence	0
2	Perpendiculaire	1
3	Oblique	2
4	Parallèle	3

POS_LAT	Description	Note
1	Plateau	1
2	Côteau	2
3	Bas de versant	2

POS_HAIE	Description	Note
1	Perpendiculaire	1
2	Oblique	2
3	Absence	3

CONTINU	Description	Note
1	Très discontinu(e)	3
2	Une brèche	2
3	Continu(e)	1
4	Absence	3

HAIE_FOSS	Description	Note
0	Non	2
1	Oui	1

PENTE	Description	Note
1	<2%	1
2	2% - 5%	2
3	5% - 10%	3
4	>10%	3

TRAC_EROS	Description	Note
1	Oui	3
0	Non	2

PRES_BH	Description	Note
1	Oui	2
0	Non	3

HAIE_DENS	Description	Note
1	Dense (>50 tiges/m ²)	0
2	Moyenne (20-50 tiges/m ²)	1
3	Peu dense (<20 tige/m ²)	2
4	Absence	3

POS_ACC_CHP	Description	Note
1	Aval	3
2	Médian	2
3	Amont	1

HAUT_TAL	Description	Note
1	Absence	3
2	< 50cm	2
3	> 50cm	1

CONNECT_CE	Description	Note
1	Non connecté	1
2	Connexion indirecte	2
3	Connexion directe	3

CBOC_AV	Description	Note
1	Absent	3
2	Emmergeant	2
3	Semi-fermé	1
4	Fermé	0

PARC_AVAL	Description	Note
1	Culture	2
2	Prairie	1
3	Cours d'eau	3
4	Boisement	0
5	Zone humide	1
6	Autre	2

FOSSE	Description	Note
1	Oui	3
0	Non	1

POS_VOIE	Description	Note
1	En délais	3
2	En remblais	0
3	Absence	1
4	Intermédiaire	2

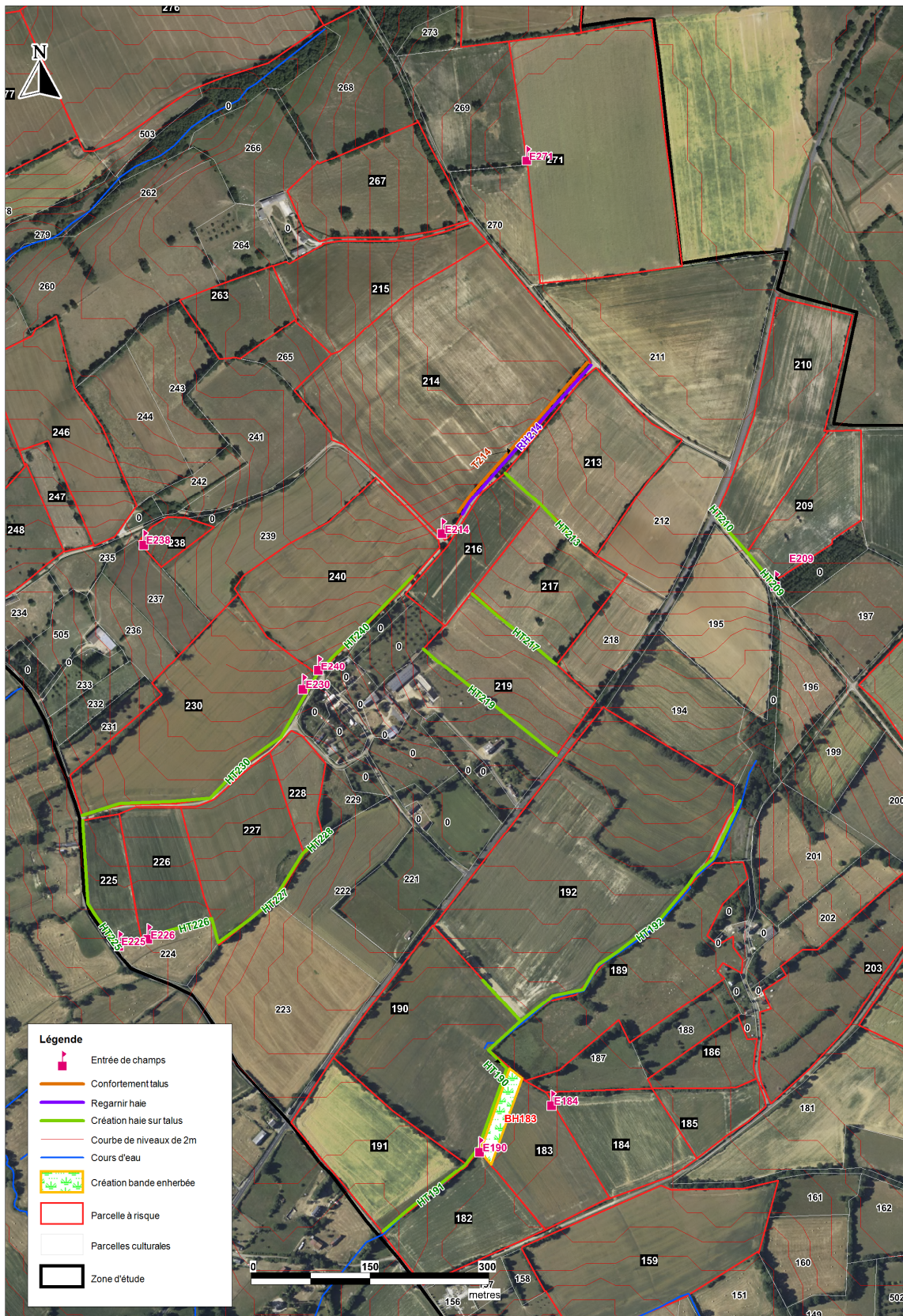
FAC_SOL	Description	Note
1	F0 - fragmentaire	1
2	F1 - croûte structurale	2
3	F2 - croûte sédimentaire	3

LONG_PE	Description	Note
1	< 50m	1
2	50-150m	2
3	> 150m	3

PROFOND	Description	Note
1	0 - 39 cm	3
2	40 - 79 cm	2
3	80 - 125 cm	1

Annexe 7 : Exemple de rendu cartographique des propositions de travaux

Sébastien LELOUP - SM3R - 2012



Annexe 8 : Test de texture du sol

Textes : <http://www.alterre-bourgogne.org> | <http://www.supagro.fr> | Photos : <http://www.parlonsbonsai.com>

La texture d'un sol correspond à la proportion des différents constituants minéraux solides d'un sol (argile, sable, limon...). Elle permet de caractériser un sol comme étant à dominance sableuse, argileuse, limoneuse...

Identifier la texture d'un sol revient donc à identifier sa proportion d'argile, de sable et de limon :

- Écraser une petite quantité de sol dans la paume de la main. En frotter une partie entre le pouce et les doigts et déduire sa texture selon la sensation obtenue à partir du tableau ci-dessous
- Comprimer une poignée de terre dans la main. Ouvrir la main. Si la terre a conservé sa forme, la faire passer d'une main à l'autre. Déduire sa texture à partir du tableau ci-dessous.
- Humidifier l'échantillon de terre à l'aide d'un pulvérisateur d'eau et le pétrir en retirant les mottes sèches. Réaliser un boudin (10 cm de long et 0,5 à 1 cm de diamètre). Essayer ensuite de le mettre en demi-cercle, puis en cercle. Déduire sa texture à partir du tableau ci-dessous.



Texture du sol	Sol sec	Sol humide
Sols sableux	- grains de sables visibles à l'œil nu - coule entre les doigts comme du sucre - granuleux, rugueux, abrasif	- ne colle pas entre les doigts ; rude et abrasif au toucher - poignée de terre : aucun moule - se modèle très difficilement, se brise au toucher, impossible de former un boudin
Sols limoneux	- apparence poudreuse ou farineuse - impression soyeuse (talc), doux au toucher	- très doux et glissant comme du savon au toucher ; peu collant - poignée de terre : faible moule, se manipule avec soin - possible de former un boudin ; il est craquelant et se morcelle si on essaie de le plier
Sols argileux	- formé de mottes très dures, difficiles à briser	- très collant ; lisse et brillant au toucher - poignée de terre : moule très robuste ; plus le sol conserve sa forme longtemps, plus il contient d'argile - se modèle très facilement ; possibilité de former un long boudin flexible
Sols loameux (40 % sable, 40 % limon, 20 % d'argile)	- sol un peu granuleux, légèrement farineux - peut être manipulé avec précaution, sans en briser les mottes	- un peu collant et un peu granuleux au toucher - poignée de terre : faible moule, ne se manipule pas - formation d'un boudin qui se fendille

Tableau adapté de : Denholm, K.A. et L.W. Schut, 1993. Field Manual for Describing Soils in Ontario. Centre for Soil Resource Evaluation, Guelph, Ont. ; Mallette pédagogique Frapna « Le sol m'a dit » ; Carnet horticole du jardin botanique de Montréal : http://www2.ville.montreal.qc.ca/jardin/info_verte/fertilisation/tactile.htm.

Les sables (> 0,050 mm, > 50 µm)

- A l'état humide (humecter la terre), le toucher est rugueux grossier (pour les sables grossiers) ou fin (pour les sables fins).
- Aucune rugosité entre les doigts : moins de 15 % de sable.
- Forte rugosité, grains de sable visibles à l'oeil nu, effritement rapide de l'échantillon entre les doigts : plus de 50 % de sable.

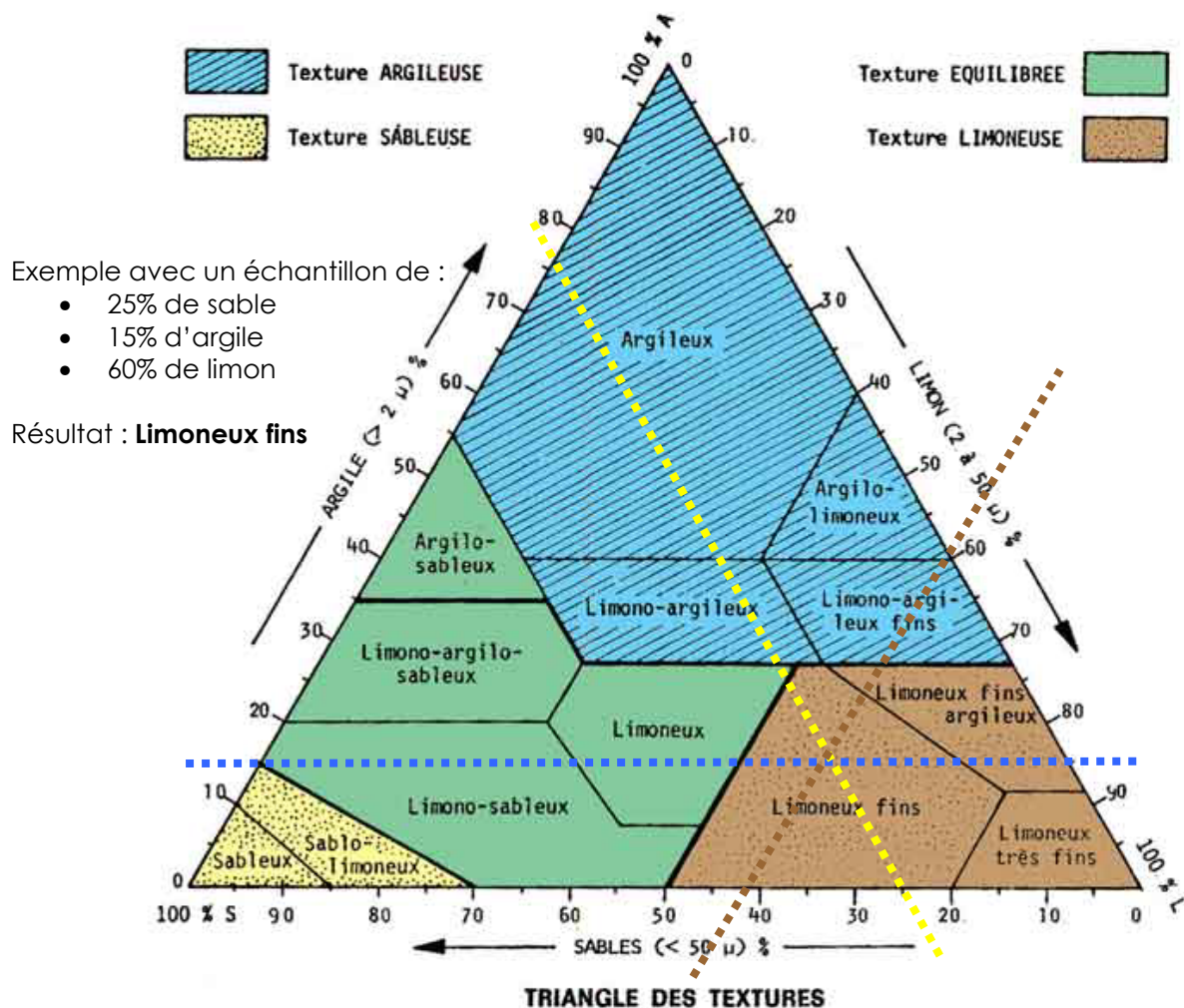
Les limons (entre 2 et 50 µm)

- Toucher doux, soyeux, comme du talc.

Les argiles (inférieures à 2 µm [0,002 mm])

- Toucher collant.
- Plus de 17-20 % d'argile : il est possible de faire un boudin.
- Plus de 30 % d'argile : il est possible de faire un anneau avec le boudin. La terre colle fortement aux doigts. Le sol forme une plaquette, souvent brillante, à la surface de l'un des doigts sur lequel il colle.

Pour lire le triangle des textures, repérer le 100% de chaque texture, tracer une ligne parallèle au côté opposé en faisant passer la ligne par le pourcentage identifié.





Photos : C. BEAUMONT - SM3R | C. GOUINEAU - CATERN

