

Etude Erosion des sols sur l'amont du bassin versant de la MIDOUZE

Rapport d'étude publié au mois d'octobre 2016



Avec la participation financière de :



Avec l'expertise technique de l'Association Régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols :



CLIENT

RAISON SOCIALE	Institution ADOUR
COORDONNÉES	15 rue Victor Hugo 40000 MONT DE MARSAN Conseil Départemental des Landes 40025 MONT DE MARSAN Cedex
INTERLOCUTEUR	Véronique MICHEL

SCE

COORDONNÉES	Agence Toulouse PERISUD II - Bâtiment 2 13 rue André Villet - 31400 TOULOUSE Tel : 05 67 34 04 40 – Fax : 05 62 24 36 55
INTERLOCUTEUR	Audrey LEMAIRE Tél. 0678437406 E-mail : audrey.lemaire@sce.fr

RAPPORT

TITRE	Etude Erosion des sols sur l'amont du bassin versant de la Midouze
N° COMMANDE	Ordre de service n°1 - Marché N°13/033– Démarrage mission : 20 mars 2014

RESUME DE L'ETUDE

Le bassin versant de la Midouze est confronté à des problématiques d'érosion, en particulier dans sa partie amont. Cette problématique a été clairement identifiée dans le cadre de l'élaboration du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin versant de la Midouze et a ainsi impulsé la réalisation de l'étude « Erosion des sols sur l'amont du bassin versant de la Midouze ».

Le secteur d'étude correspond à la partie amont du bassin hydrographique de la Midouze classé en aléas fort et très fort lors d'un pré-diagnostic¹. Le périmètre d'étude s'étend sur une superficie de 1 047 km² dont 72 % sur le département du Gers et 28 % sur le département des Landes.

L'étude se décline en plusieurs étapes et objectifs :

- La définition et la localisation précise de l'aléa érosion des sols sur le territoire d'étude,
- La caractérisation et la localisation des enjeux vis-à-vis de l'érosion,
- La définition d'actions sur un bassin versant pilote,
- La généralisation du programme d'actions à mettre en œuvre au travers de la rédaction d'un guide Erosion.

L'érosion hydrique se produit suite à la mise en place d'une lame d'eau ruisselante qui entraîne le détachement de particules. On distingue deux types d'érosion :

- l'érosion diffuse appelée aussi érosion de versant : ce type d'érosion intervient lors de la mise en place d'un écoulement diffus de surface et peut potentiellement concerner la majorité de la surface d'un bassin versant.
- l'érosion concentrée aussi appelée érosion linéaire : cette érosion intervient lorsque les écoulements se concentrent sous la forme de rigoles ou ravines.

Dans un premier temps, la cartographie de l'aléa érosion a été réalisée à partir du modèle S.T.R.E.A.M.². Ce modèle s'appuie sur le croisement de quatre données que sont l'occupation du sol (utilisation de la donnée Registre Parcellaire Graphique 2012 pour 60 % du territoire d'étude) ; la topographie (à partir du Modèle Numérique de Terrain) ; les sols potentiels (issus de l'extrapolation de la géologie et de la morphologie du secteur d'étude) et les évènements pluvieux de printemps.

En parallèle, deux tables ont été constituées : la table d'infiltration/ruissellement et la table d'érodibilité des sols. Ces deux tables ont permis de renseigner le modèle STREAM et de réaliser une carte d'infiltration/ ruissellement des sols. La carte finale d'érosion des sols est issue de la combinaison de deux cartes : la carte d'érosion de versant et la carte d'érosion concentrée. Cette carte finale a été réalisée en considérant un évènement pluvieux de printemps de 21 mm en une heure et des cultures annuelles en sol nu.

¹ Méthode Le Bissonnais (INRA)

² STREAM : Sealing and Transfert by Runoff and Erosion in relation with Agricultural Management

Les résultats cartographiques mettent en évidence une grande sensibilité du territoire au phénomène d'érosion. L'analyse par sous bassins versants montre que le territoire d'étude est très sensible à l'érosion. La présence des cultures de printemps en forte proportion sur le territoire (29%) et de cultures annuelles et permanentes (44%) combinées aux sols lessivés (56%) et aux fortes pentes sont les principaux facteurs à l'origine de l'intensité de cet aléa.

L'aléa érosion diffuse potentielle apparaît faible sur deux secteurs principalement : la partie amont caractérisée par des sols calcaires (malgré la présence de pentes plus importantes, les caractéristiques de ces sols limitent le phénomène de ruissellement et d'érosion) ainsi que sur les secteurs situés en aval reposant sur les sables des landes. Partout ailleurs l'érosion diffuse est moyenne à forte.

L'érosion concentrée s'observe quant à elle sur l'ensemble du territoire d'étude et ce dès les premières pentes.

Une seconde étape a permis de définir et localiser les enjeux présents dans le périmètre d'étude vis-à-vis de l'aléa érosion.

L'état des lieux et le diagnostic du SAGE ont identifié comme enjeu principal sur ce territoire d'étude, la reconquête de la qualité de l'eau par la lutte contre la pollution diffuse et son transfert vers les eaux. D'autres enjeux vis-à-vis de l'érosion sont présents sur le territoire d'étude. Ils ont été étudiés, cartographiés et organisés en trois thématiques :

- Les enjeux de sécurité des personnes, des biens et équipements : Habitations et infrastructures de transport, Captages Eau Potable, Plans d'eau,
- Les enjeux sur les cours d'eau et les milieux naturels : Cours d'eau, Milieux naturels et biodiversité,
- Les enjeux sur la ressource en sol.

La cartographie des enjeux met en évidence leurs présences et dispersions sur l'ensemble du territoire d'étude. Par ailleurs les enjeux ont été classés par les acteurs (membres du COPIL) à un niveau élevé à très élevé vis-à-vis de l'érosion qu'il s'agisse des habitations et infrastructures, des plans d'eau, des cours d'eau ou de la ressource en sol. Ainsi, le caractère diffus combiné à une priorisation élevée de l'ensemble des enjeux ne permet pas d'identifier de secteurs prioritaires. Le croisement de l'aléa et des enjeux, permet quant à lui de considérer le secteur amont moins prioritaire du fait d'un aléa érosion moindre sur cette partie du territoire d'étude.

La troisième étape avait pour objectif de définir les principes d'un programme d'actions et de proposer des recommandations sur un secteur pilote. Ces recommandations s'appuient sur la simulation de l'impact de propositions d'actions sur l'érosion des sols. Pour ce faire, une modélisation a été réalisée sur un bassin versant de 700 hectares. Ce territoire a été choisi au regard de la présence de phénomènes d'érosion et de ses impacts (mauvaise qualité du cours d'eau en particulier sur le paramètre Matière En Suspension, coulées de boues sur la route départementale, envasement de plans d'eau...).

Pour répondre aux enjeux érosion, deux types d'actions sont envisageables :

- des actions de prévention qui consistent à agir sur les pratiques culturales,
- des actions de protection des enjeux, qui correspondent à des petits aménagements (exemple : zones enherbées, haies, fascines,...).

La simulation de l'impact de propositions d'actions de types petits aménagements sur l'érosion des sols sur le site pilote a été réalisée à partir du modèle S.T.R.E.A.M..

Les résultats de cette modélisation montrent qu'il est possible de réduire de façon très significative (jusqu'à 99%) les transferts de matière en suspension par la mise en œuvre de zones tampons enherbées sur certains bassins versants et dans certaines conditions (pluviométrie). Les emprises foncières ne sont pas démesurées et les coûts sont à relativiser par rapport aux coûts des dégâts cumulés sur le moyen et long terme. La modélisation montre aussi des différences entre bassins versants et la nécessité de combiner des aménagements adaptés au processus d'érosion observée. Ainsi, pour certains bassins versants, les zones tampons enherbées doivent être couplées à la mise en place de haies, fascines ou chenaux enherbés pour atteindre un taux de réduction de masse de terre accumulée significatif.

Ces petits aménagements ne sont néanmoins pas les seules solutions, et doivent être proposés en complément d'évolutions des pratiques agricoles. La mise en place de pratiques agricoles cohérentes pour lutter contre l'érosion sont des propositions d'actions très pertinentes, car elles agissent en amont du processus d'érosion et sont particulièrement efficaces et pérennes sur un territoire sujet au processus d'érosion diffuse tel que c'est le cas sur le bassin amont de la Midouze.

Dans un contexte de territoire présentant diverses formes d'érosion (diffuse et concentrée), les différents types d'aménagements apparaissent complémentaires et doivent être partagés et portés par les acteurs du territoire, gestionnaires, exploitants agricoles et élus.

Pour donner les moyens aux acteurs de se saisir des résultats de cette étude, un guide a été réalisé. A destination des techniciens, animateurs et élus, ce guide vise à sensibiliser les acteurs et à leur donner les clés techniques et organisationnelles pour passer à l'action et lutter contre l'érosion des sols.

SOMMAIRE GENERAL

1- CARTOGRAPHIE DE L'ALEA EROSION

2- DEFINITION ET LOCALISATION DES ENJEUX

3- DEFINITION DES PRINCIPES D'UN PROGRAMME D' ACTIONS

1. CARTOGRAPHIE DE L'ALEA EROSION

1. Préambule	4
1.1. Contexte et objectif de l'étude	4
1.2. Phénomène d'érosion.....	5
1.3. Objectif de la phase.....	5
2. Présentation du territoire d'étude	6
2.1. Périmètre d'étude	6
2.2. Contexte géologique.....	8
2.3. Relief et géomorphologie.....	10
2.4. Contexte pédologique.....	14
2.5. Occupation du sol.....	20
2.6. Climat	26
2.7. Hydrologie	28
3. Matériel et méthodes.....	29
3.1. Le modèle STREAM.....	29
3.2. Méthodologie et hypothèses de travail.....	32
4. Modélisation de l'aléa érosion : résultats	49
4.1. Définition et choix des scénarios	49
4.3. Carte Ruissellement	52
4.4. Carte Erosion diffuse	54
4.5. Carte Erosion concentrée	60
4.6. Carte Erosion finale	64
5. Conclusion.....	66
6. Annexes	67

INDEX

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Confluence de la Douze et du Midou à Mont-de-Marsan	4
Figure 2 : Répartition des pentes (%)	10
Figure 3 : Répartition de l'occupation du sol sur le territoire	22
Figure 4 : Répartition des surfaces agricoles sur le périmètre d'étude	23
Figure 5 : Précipitations mensuelles - Station de Mont-de-Marsan	26
Figure 6 : Fréquences d'apparition des précipitations	27
Figure 7 : Débit moyen mensuel Douze et Midou	28
Figure 8 : Ajout d'informations linéaires complémentaires au parcellaire dans STREAM (source : manuel STREAM, UR sols, INRA)	29
Figure 9 : Evolution du faciès du sol (source : Y. Le Bissonnais)	33
Figure 10 : Schématisation du processus STREAM	48
Figure 11 : Traces d'érosion observables sur un extrait Google earth 2008	50
Figure 12 : Répartition surfacique de la masse de terres issue de l'érosion potentielle de versant	54
Figure 13 : Répartition surfacique de l'aléa érosion potentielle de versant par sous bassin versant	58
Figure 14 : Position des Rendosols dans le triangle de texture GEPPA	73
Figure 15 : Position des Calcosols dans le triangle de texture GEPPA	74
Figure 16 : Position des Brunisols dans le triangle de texture GEPPA	75
Figure 17 : Position des Neoluisols dans le triangle de texture GEPPA	77
Figure 18 : Position des Luvisols dans le triangle de texture GEPPA	79
Figure 19 : Position des Podzosols dans le triangle de texture GEPPA	81
Figure 20 : Position des Fluviosols dans le triangle de texture GEPPA	82
Figure 21 : Position des colluviosols dans le triangle de texture GEPPA	83

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Types de sols et principales caractéristiques.....	18
Tableau 2 : Répartition des sources de données occupation du sol.....	20
Tableau 3 : Répartition surfacique de l'occupation du sol	22
Tableau 4 : Répartition des surfaces croisées entre Occupation du sol et Sol	24
Tableau 5 : Répartition des surfaces croisées entre Occupation du sol et Pente	25
Tableau 6 : Description des faciès.....	33
Tableau 7 : Description des classes de rugosité.....	34
Tableau 8 : Table de sensibilité des sols au ruissellement (mm/h)	35
Tableau 9 : Table de sensibilité au ruissellement des couples [Sol X Occupation du sol] au 15 janvier (<i>valeurs entre parenthèses en mm/h</i>)	37
Tableau 10 : Table de sensibilité au ruissellement des couples [Sol X Occupation du sol] au 1 ^{er} juin (<i>valeurs entre parenthèses en mm/h</i>)	38
Tableau 11 : Table de sensibilité des sols à l'érosion diffuse (g/l)	43
Tableau 12 : Table de sensibilité à l'érosion des couples [Sol X Occupation du sol] au 15 janvier – (<i>valeurs entre parenthèses en g/l</i>)	44
Tableau 13 : Table de sensibilité à l'érosion des couples [Sol X Occupation du sol] au 1 ^{er} juin – (<i>valeurs entre parenthèses en g/l</i>)	45
Tableau 14 : Pluies d'imbibition (mm/h)	46
Tableau 15 : Définition du coefficient d'érodibilité des sols (printemps)	47
Tableau 16 : Règle de décision pour l'attribution d'une classe d'aléa par sous bassin versant	57

1. Préambule

1.1. Contexte et objectif de l'étude

Le bassin versant de la Midouze est confronté à des problématiques d'érosion, en particulier dans sa partie amont. Cette problématique a été clairement identifiée dans le cadre de l'élaboration du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin versant de la Midouze et figure parmi les actions du Plan d'Aménagement et de Gestion Durable du SAGE.

En effet, dans le cadre des dispositions visant à atteindre le bon état qualitatif des eaux, le PAGD du SAGE Midouze précise l'importance d'identifier les zones les plus sensibles à l'érosion afin de mettre en place des actions spécifiques.

La photo ci-dessous, prise à la confluence de la Douze et du Midou après un épisode pluvieux à Mont de Marsan témoigne du transport important de matières en suspension issues des versants du Midou.



Figure 1 : Confluence de la Douze et du Midou à Mont-de-Marsan

L'étude « Erosion des sols sur l'amont du bassin versant de la Midouze » a pour objectif d'identifier les zones qui présentent un fort aléa érosion et d'y mettre en place un programme d'actions ciblées et efficaces.

L'étude se décline en plusieurs étapes :

- Définir et localiser précisément l'aléa érosion des sols sur le territoire amont du SAGE Midouze ;
- Caractériser et localiser les enjeux, vis-à-vis de l'érosion et des problématiques associées en particulier la qualité des eaux ;
- Appliquer les principes du programme d'actions sur un sous bassin versant test et simuler l'impact de sa mise en œuvre sur l'érosion et le transfert de sédiments ;
- Généraliser le programme de mesures/d'actions à mettre en œuvre sur les zones de protection sur l'ensemble du territoire de l'étude.

1.2. Phénomène d'érosion

L'érosion est un phénomène de déplacement des matériaux à la surface du sol. Plusieurs vecteurs y contribuent : l'eau, le vent, l'homme et la gravité. Dans les climats tempérés, l'action de l'eau est généralement prédominante¹. Ainsi, l'étude traite de la problématique de l'érosion hydrique.

L'érosion hydrique se produit suite à la mise en place d'une lame d'eau ruisselante. La formation d'un ruissellement de surface peut en effet entraîner le détachement de particules de la surface du sol et ainsi donner naissance au phénomène d'érosion hydrique. On distingue deux types d'érosion :

- **l'érosion en nappe aussi appelée érosion diffuse ou érosion de versant,**
- **l'érosion concentrée aussi appelée érosion linéaire.**

L'érosion diffuse intervient lors de la mise en place d'un écoulement diffus de surface et peut potentiellement concerner la majorité de la surface d'un bassin versant. Les particules de sol entraînées proviennent majoritairement des particules de sols détachées lors de l'impact des gouttes de pluies sur le sol (effet « splash »).

L'érosion concentrée intervient lorsque les écoulements se concentrent sous la forme de rigoles ou ravines lorsque leur taille augmente. Cette forme d'érosion arrache et entraîne les particules de sols.

Différents facteurs influent la mise en place du processus d'érosion tels que les précipitations, la pédologie, l'occupation des sols ainsi que le relief.

1.3. Objectif de la phase

L'étude relative à la détermination de l'aléa érosion sur le périmètre d'étude se structure en deux parties principales :

- dans un premier temps, la présentation des **caractéristiques du territoire d'étude** et des paramètres qui influent sur le processus d'érosion,
- dans un second temps, la présentation de la **modélisation permettant d'estimer l'aléa érosion** diffuse et concentrée.

¹ Sols et environnement, M.C. Girard et al, Dunod, 2011

2. Présentation du territoire d'étude

2.1. Périmètre d'étude





Le secteur d'étude correspond à la partie amont du bassin hydrographique de la Midouze classé en aléas fort et très fort lors d'un pré-diagnostic à petite échelle réalisé selon la méthode Le Bissonnais (INRA).

Afin d'aboutir à un territoire non morcelé et continu calé sur ce pré-diagnostic, une partie du secteur en aléa moyen a été intégrée au périmètre d'étude.




Ainsi le périmètre d'étude s'étend sur une superficie de **1 047 km²** dont 72 % sur le département du Gers et 28 % sur le département des Landes.

Etat des lieux

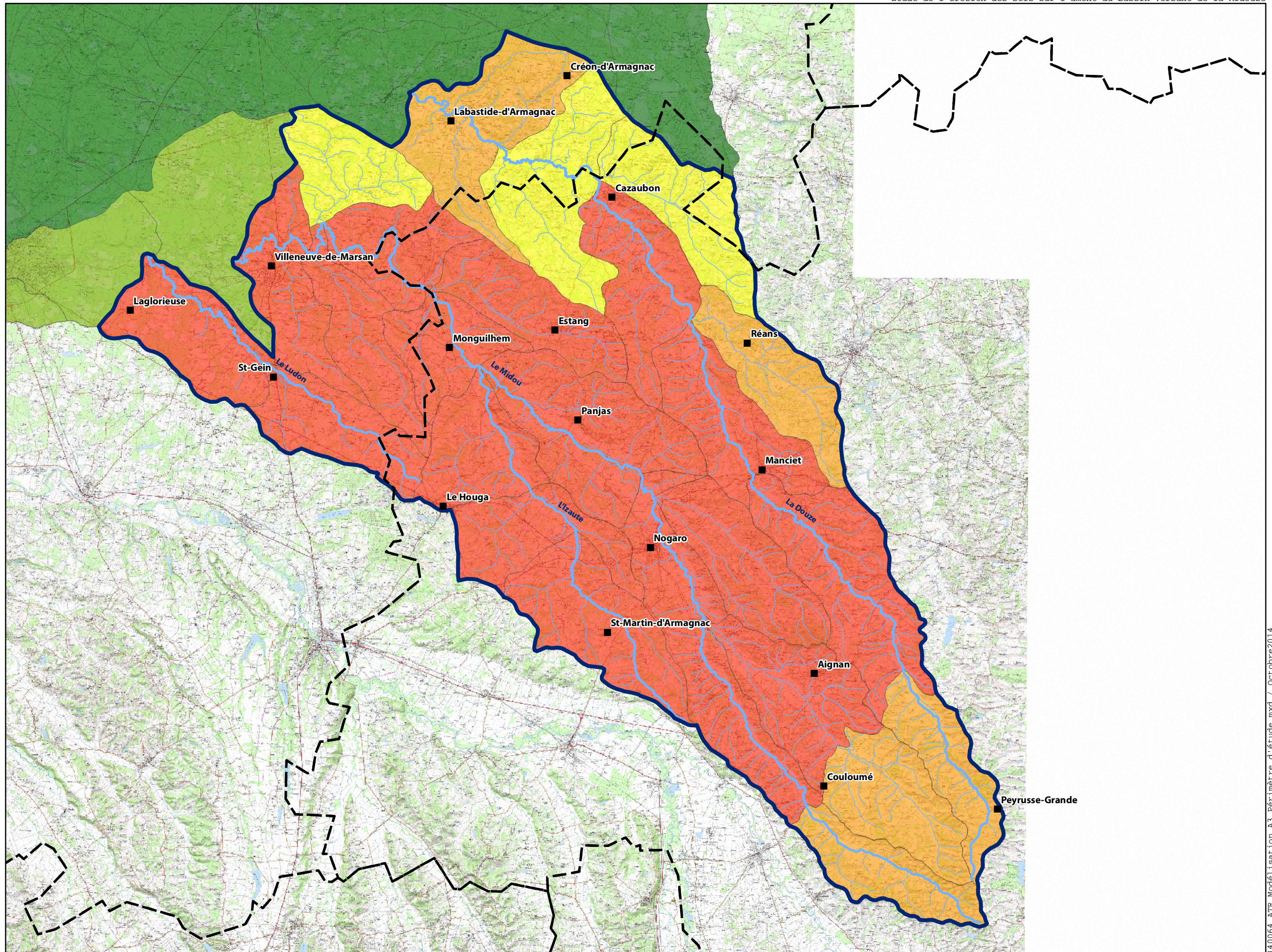
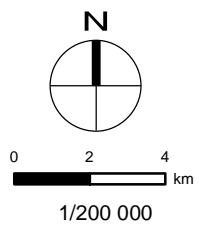
Périmètre d'étude et aléa érosion

-  Zone d'étude
-  Villes principales
-  Cours d'eau
-  Limites départementales

Aléa érosion annuel

-  Très faible
-  Faible
-  Moyen
-  Fort
-  Très fort

Sources, références :
BD Topo
BD Carthage



2.2. Contexte géologique

Le territoire d'étude est couvert par les cartes géologiques au 1/50 000^{ème} de Cazaubon, Montreal, Nogaro et Eauze, éditées par le BRGM.

La région d'étude s'étend dans les **formations sédimentaires de l'Aquitaine**, issues du comblement d'un bassin formé lors des réajustements hercynien. Le rajeunissement des massifs de bordure de bassin par l'orogénèse pyrénéenne, alimente **d'abondants apports de sédiments détritiques**. Le piémont pyrénéen est ainsi comblé, s'installe alors un **vaste domaine fluvio-lacustre** correspondant à une régression marine. Le comblement par les apports fluviaux se poursuit.

Cette histoire géologique a conduit à la formation de terrains affleurant qui s'étagent principalement en trois formations :

- les formations les plus anciennes : les **dépôts molassiques continentaux**.
- au-dessus, on retrouve les **Sables fauves**, formation littorale insérée avec les terrains molassiques. Ces sables sont surmontés à leur tour par les formations argileuses.
- **les formations quaternaires, alluvions et surtout colluvions, se sont ensuite établies** en contrebas de cette surface de remblaiement, à mesure de l'encaissement des vallées actuelles et de l'évolution de leurs versants.

Le territoire d'étude est marqué par **les incisions du Midou et de la Douze ainsi que de leurs affluents**. Toutes ces rivières ont des **vallées relativement étroites et rectilignes**, avec une basse plaine réduite et un **profil en travers dissymétrique**, de type gascon :

- **le versant de rive droite, exposé à l'Ouest, court et abrupt**, entaille le substrat tertiaire ;
- **le versant de rive gauche, long et en pente douce, est encombré de dépôts quaternaires**.

Entre ces longues vallées plus ou moins parallèles, des collines, bien disséquées par de nombreux vallons secondaires, abaissent leurs reliefs adoucis.

Le détail des principales formations géologiques et leurs caractéristiques associées sont présentées en annexe.

Les formations géologiques se regroupent en **trois principaux ensembles** :





- **Une partie aval** où les affleurements sont **dominés par les sables fauves**. On retrouvera les molasses au sein des versants entaillés par les cours d'eau. Sur ces sables fauves des glaises bigarrées sont observables en partie sommitale. Ce secteur correspond à l'entité dite « **Bas Armagnac** » marquée par les dépôts fluvio-lacustres du Miocène ;
- **Une partie amont** où les formations principales sont des **molasses** composées majoritairement de **calcaires détritiques et marnes**. Ce secteur correspond à l'entité dite « **Ouest-Garonne** » ;
- **Une partie transitoire** entre ces deux ensembles se fait au niveau de la commune d'Aignan.

A l'extrême nord de la zone d'étude on retrouvera les formations dite des **sables des Landes** dont le recouvrement est très limité sur le bassin. Ce secteur correspond à l'entité « Landes ».

L'ensemble des formations est incisé par les **vallées alluviales de direction Sud-Nord**.

Etat des lieux

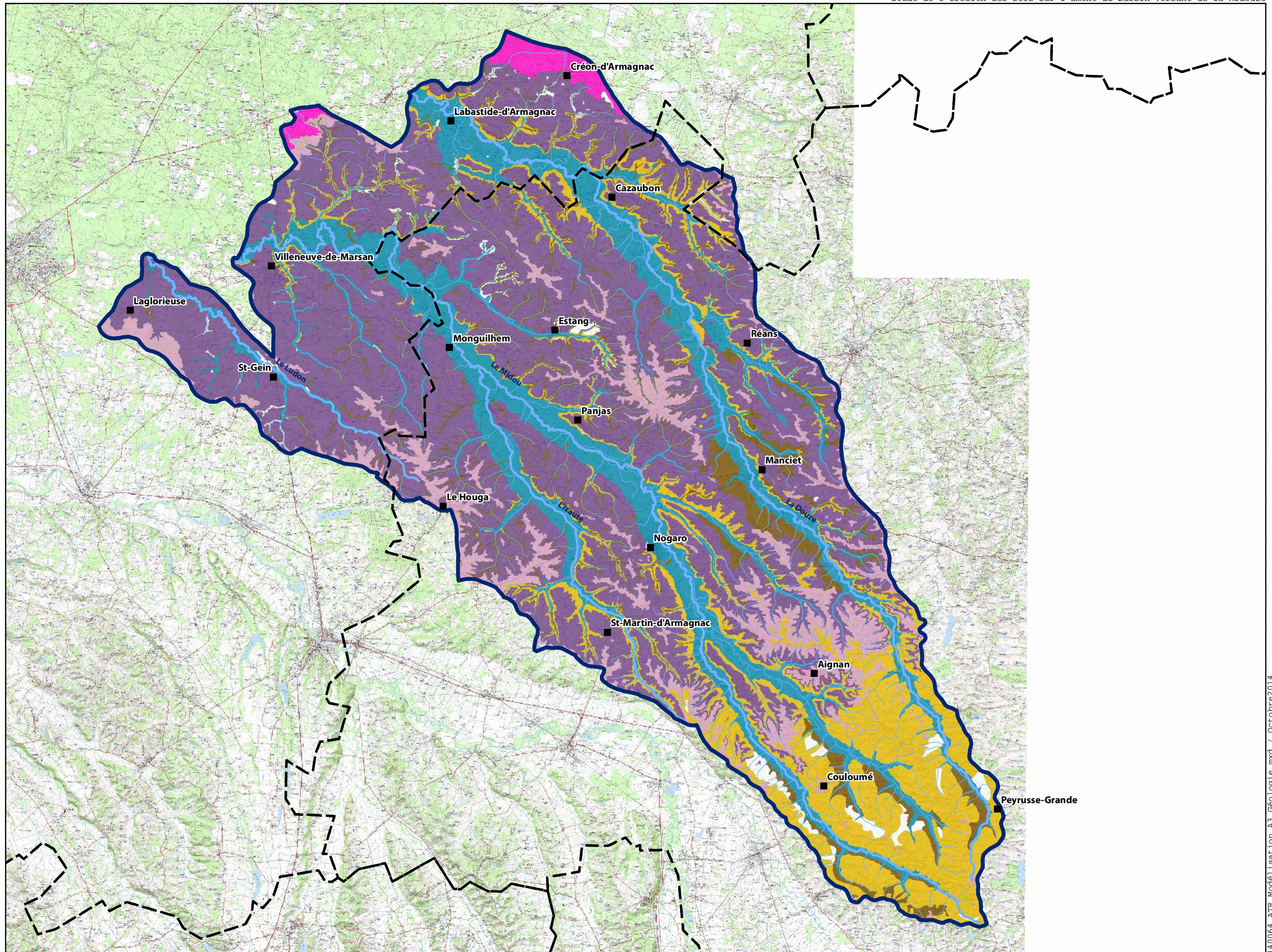
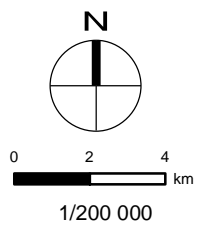
Carte géologique simplifiée

-  Zone d'étude
-  Villes principales
-  Cours d'eau
-  Limites départementales

Géologie

-  Colluvions et remaniements quaternaires
-  Alluvions récentes et anciennes
-  Formation des sables de landes
-  Formations calcaires : marnes, molasses et bancs calcaires
-  Formation des sables fauves
-  Formation des glaises bigarées
-  Autre

Sources, références :
BD Topo
BD Carthage



2.3. Relief et géomorphologie

Le territoire d'étude se caractérise par des pentes soit très fortes soit plutôt faibles :

- 51% du périmètre présente des pentes supérieures à 6%,
- 35 % du périmètre se situe sur des secteurs de pentes inférieures à 4%.

Répartition des pentes (%)

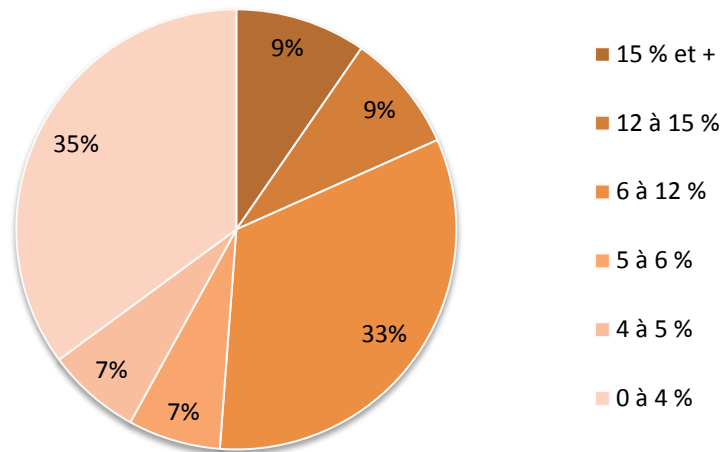










Figure 2 : Répartition des pentes (%)

Etat des lieux

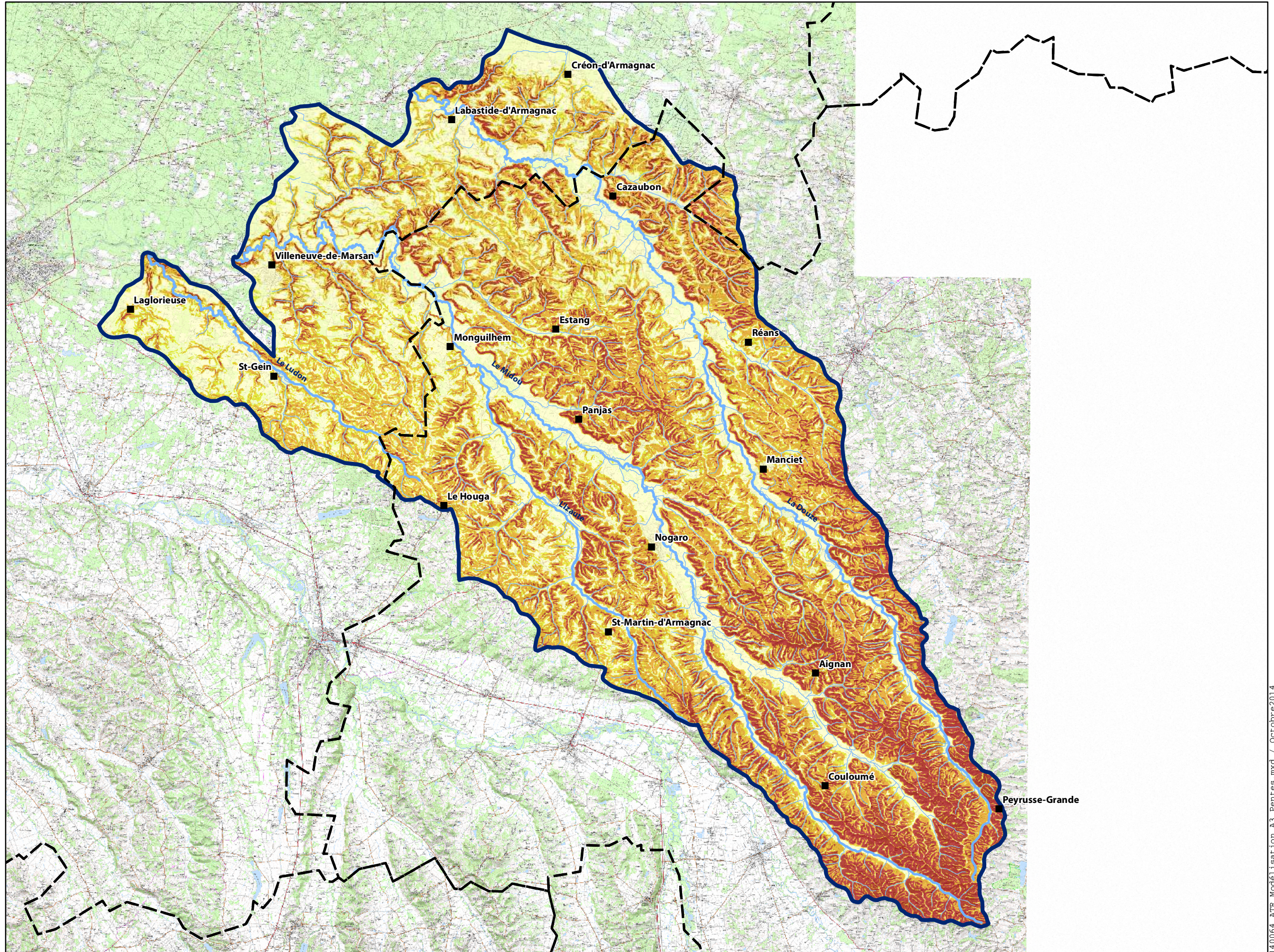
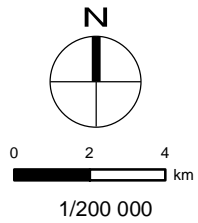
Carte des pentes

-  Zone d'étude
-  Cours d'eau
-  Villes principales
-  Limites départementales

Pentes

-  De 0 à 4 %
-  De 4 à 6 %
-  De 6 à 12 %
-  Supérieure à 12 %

Sources, références :
BD Topo
BD Carthage
BD Alti 25m



2.3.1. En amont de la zone d'étude : les formations calcaires

On retrouve, en partie amont du bassin versant, une **morphologie caractérisée par la prédominance de coteaux et de vallons formant un paysage ondulé**. Le relief est assez accentué formé de buttes allongées selon le découpage réalisé par **un réseau hydrographique très ramifié**.

Les versants y sont le plus souvent symétriques et peuvent comporter des pentes fortes, souvent supérieures à 10-15%. Ces derniers convergent vers les **vallées les plus importantes, d'orientation majoritaire d'axe Nord-Sud**, où apparaît cette fois une légère dissymétrie. Cette dissymétrie résulte de la présence d'aplanissement et de glacis de bas de versant, plus fréquents en rive gauche.

Sur les **zones d'affleurement de calcaire dur**, on retrouve un **faciès morphologique de plateau**. Ces surfaces tabulaires sont limitées par des ravins abrupts. Ainsi des plateaux légèrement ondulés et d'étendues variables se succèdent à des vallées secondaires fermées et très encaissées dans le calcaire dur.

Les **pentés fortes favorisent l'apparition du processus d'érosion**. On retrouve alors fréquemment des **sols minces, en position sommitale ou rupture de pente**. La présence de **relief plus atténué favorisera, a contrario, la mise en place de sols profonds**.

2.3.2. En aval de la zone d'étude : les formations sableuses

On retrouve la même organisation entre les versants. Néanmoins, le **modèle y est plus doux** et amorti (versant empâtés, glacis en pied de versant...) en lien avec la **plus grande sensibilité à l'érosion des sables** ainsi que des limons qui les recouvrent.

Le long des crêtes, des aplanissements sont fréquents et coïncident avec la présence de dépôts limoneux.

En amont (formations calcaires), le territoire d'étude se caractérise par **la prédominance de coteaux et de vallons formant un paysage ondulé**. **Le réseau hydrographique très ramifié** s'organise en amont dans des vallons symétriques (secteurs à fortes pentes) puis s'étend dans les **vallées plus larges dissymétriques**.

Les **pentés fortes favorisent l'apparition du processus d'érosion** ; les **sols minces s'observent en position sommitale ou rupture de pente**, tandis que les **sols profonds** apparaissent au niveau des secteurs où le **relief est plus atténué**.

En aval (formations sableuses), le relief s'adoucit en lien avec des sols plus sensibles à l'érosion.

2.4. Contexte pédologique

2.4.1. Données disponibles

Le territoire d'étude n'est pas couvert par une étude pédologique homogène. En effet, bien que le relevé de terrain du Référentiel Régional Pédologique au 1/250 000^{ème} soit achevé sur le territoire, les résultats ne sont pas encore mis à disposition sur la partie incluse dans le département du Gers à la date de réalisation de l'étude².

L'analyse de la typologie et de la répartition des sols s'est donc essentiellement baser sur les travaux réalisés par la CACG (Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne) au sein des secteurs particuliers du bassin versant ou des secteurs voisins situés dans des contextes géologiques et géomorphologiques similaires.

Les données suivantes ont constitué la source principale de données de sols utilisées :

- Cartographie au 1/100 000^{ème} de Condom (INRA, J Séguy, 1975). Cette cartographie couvre une partie limitée du bassin mais s'étend principalement sur des formations géologiques et au sein d'un contexte géomorphologique similaire ;
- Travaux réalisés par la CACG mis à disposition et complété au sein du portail relatif aux grands ensembles de sols réalisé par la Chambre Régionale d'Agriculture Midi-Pyrénées.

2.4.2. Cartographie des sols sur le territoire d'étude

D'après les travaux synthétisés au sein de la carte de Condom³, le degré d'évolution pédogénétique est étroitement lié à la **nature du substrat** et à la **géomorphologie** (notamment par la modification du régime des eaux qu'il impose). Ainsi, la carte des sols du périmètre d'étude a été produite par interpolation avec la carte pédologique de Condom sur la base de l'étude de ces deux facteurs.

Les données géologiques sont issues des données collectées au sein des cartes géologiques au 1/50 000^{ème} couvrant le secteur d'étude. Les données relatives à la géomorphologie sont issues du Modèle Numérique de Terrain ainsi que des traitements réalisés sur ce modèle (intensité et profil des pentes et objet géomorphologique de surface).

L'ensemble des critères de décision permettant de déduire la typologie de sols à partir de la géologie et de la géomorphologie est présenté en annexe.

A noter que lorsque certaines unités géologiques recouvrent des ensembles géomorphologiques homogènes (ex : alluvions récentes), seul le « facteur géologie » a été pris en compte.






La cartographie présentée ci-après illustre la répartition les principaux types de sols sur le périmètre d'étude.

² Les données RRP de l'IGCS sont disponibles sur le département des Landes qui ne couvrent qu'une partie limitée du bassin versant








³ INRA, J Séguy, 1975

Etat des lieux

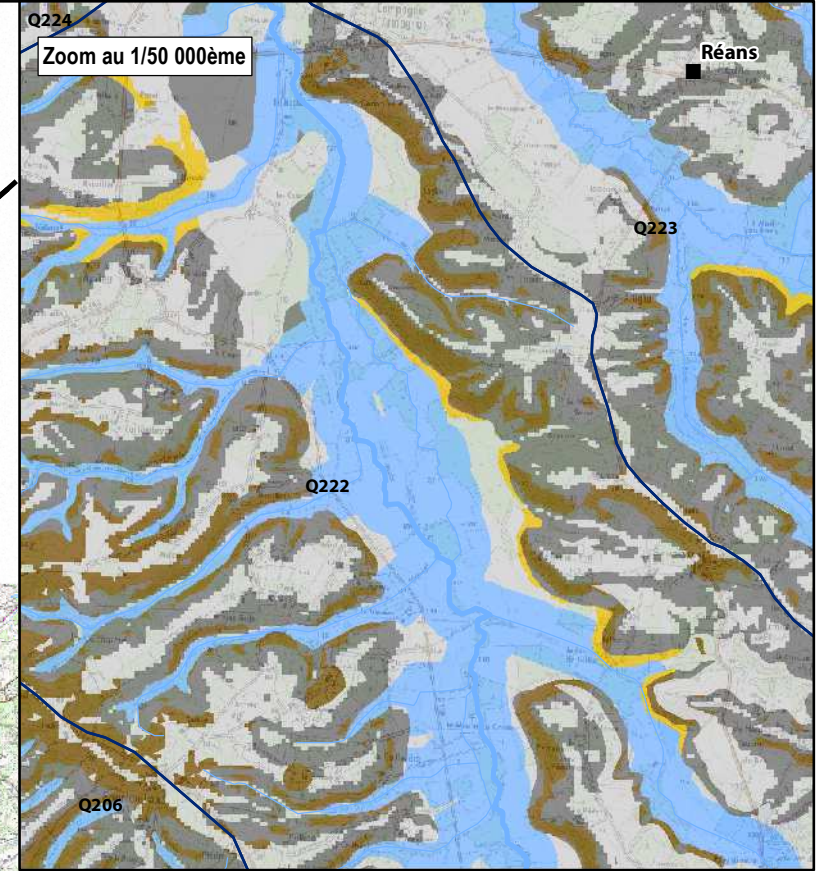
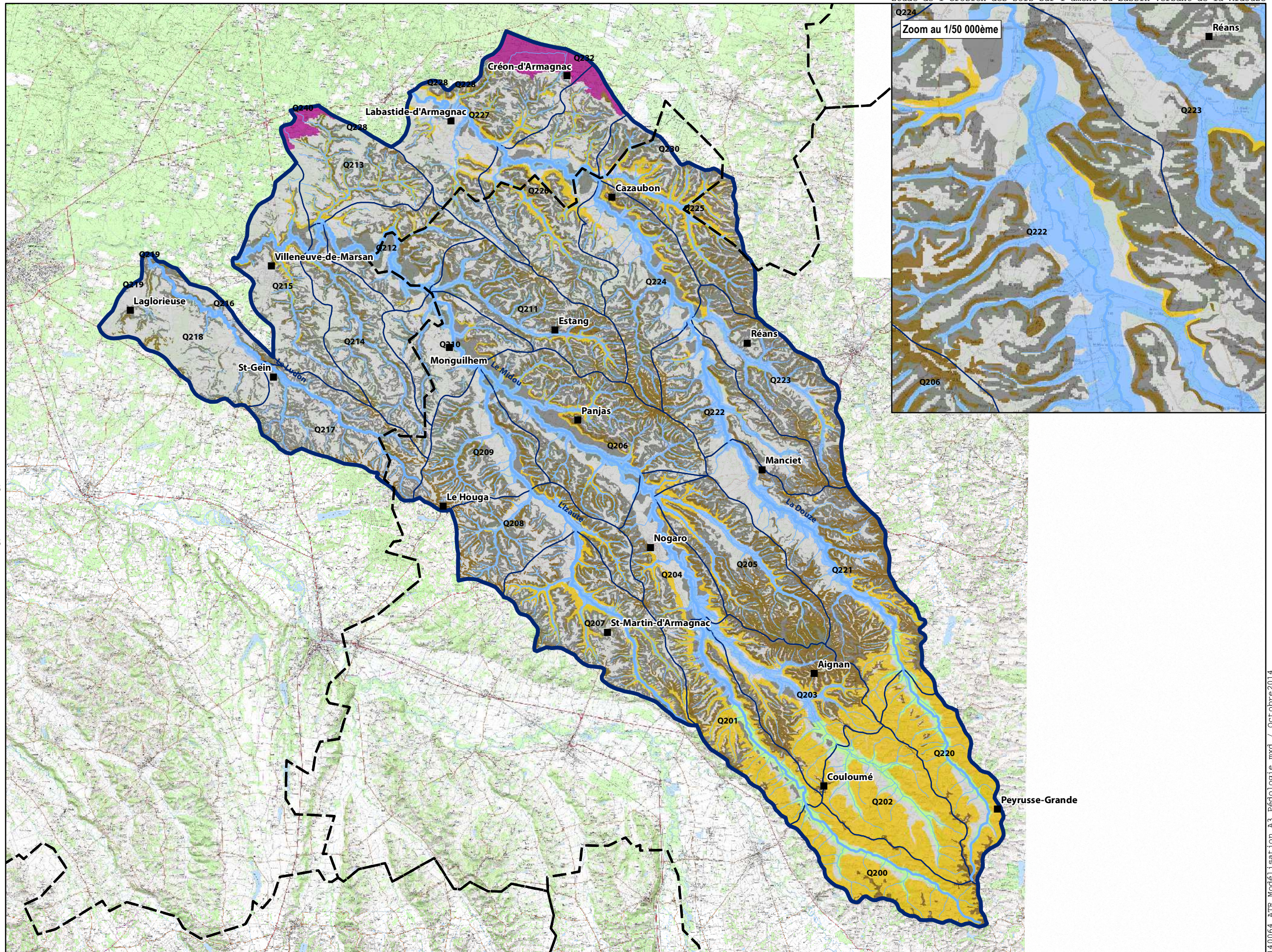
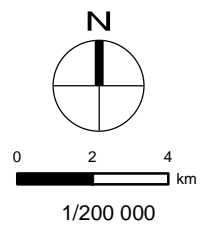
Carte des sols potentiels (extrapolation géologie et morphologie)

-  Zone d'étude
-  Cours d'eau
-  Sous-bassins versants
-  Villes principales
-  Limites départementales

Pédologie

-  FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS calcaires
-  FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS non calcaires
-  CALCOSOLS-RENDOSOLS
-  SOLS BRUNS
-  SOLS BRUNS LESSIVES / NEOLUVISOLS
-  SOLS LESSIVES / LUVISOLS
-  PODZOSOLS

Sources, références :
BD Topo
BD Carthage



2.4.3. Typologie des sols et principales caractéristiques

Les principaux types de sols rencontrés sur le territoire d'étude sont présentés ci-après. Une description plus détaillée ainsi que les profils caractéristiques de chaque sol sont présentés en annexe.

2.4.3.1. Sols d'apports

Cette classe de sol regroupe des sols dit **peu évolués**, compte tenu des processus pédogénétiques récents dont ils sont issus, et couvre moins de 15% du territoire. Ces sols sont constitués par :

- Les **FLUVIOSOLS**, développés au sein des basses terrasses alluviales ;
- Les **COLLUVIOSOLS**, formés à partir de colluvions déposés au pied des versants après un transport sur de courtes distances selon les lignes de plus grande pente.

On distinguera les sols formés à partir d'un substrat calcaire dans la partie Ouest-Gascogne et les sols formés à partir d'un substrat non calcaire sur le secteur Armagnac, dont les caractéristiques morphologiques sont similaires par ailleurs.

Ces sols sont très profonds (> 1m) à texture argilo-limoneuse à limono-argileuse, peu hydromorphes et caractérisés par une stabilité structurale moyenne.

2.4.3.2. Sols calci-magnésiques

Cet ensemble, majoritairement développés sur des formations calcaires, couvre environ 15% du territoire. Il s'agit de sols faiblement à moyennement profonds (25 à 80 cm), à texture argileuse à argilo-limoneuse, très faiblement hydromorphes en profondeur, et caractérisés par une stabilité structurale importante. Ces sols sont constitués par :

- Les **RENDOSOLS** (Rendzine) : Ces sols sont développés sur les sommets de buttes et sur les versants, au niveau des ruptures de pente. Il s'agit de sols peu profonds, leur position les rendant sensibles à l'érosion, freinant ainsi leur épaissement et leur évolution en calcosols. On distinguera la **Rendzine à forte effervescence** majoritairement présente sur le secteur Ouest-Garonne au sud du territoire, et la **rendzine modale** plus rare, appelée aussi « **Peyrusquets** » (sol pierreux) compte tenu de leur charge élevée en éléments grossiers, développée sur les plateaux de calcaires (calcaire de Lectoure).
- Les **CALCOSOLS** (sols bruns calcaires) : Localement dénommés « **terrefort** » ou « terres argilo-calcaires », ces sols sont répartis en unité simple ou en association avec les rendzines. Ils recouvrent la majeure partie des formations calcaires (marnes et molasses) situées principalement sur le secteur Ouest-Garonne. Développés sur des zones plus stables dans le paysage (pentes douces), les calcosols sont relativement peu soumis à l'érosion ce qui favorise leur différenciation et leur épaissement, à la différence des rendosols.

2.4.3.3. Sols brunifiés

Les sols bruns ou **BRUNISOLS** couvrent 13% du territoire et s'observent principalement sur des matériaux parentaux non carbonatés (roche mère non calcaire ou décarbonatée). Ils sont majoritaires au sein des formations quaternaires remaniées ou des zones plus pentues sur les sables fauves.

Il s'agit de sols relativement profonds (60 à 100 cm), limono-argileux à argilo-limoneux, faiblement hydromorphes en profondeur, présentant une stabilité structurale faible à moyenne.

Représentant une surface limitée sur le territoire d'étude, les **sols bruns faiblement lessivés** (intermédiaire entre les sols bruns et sols lessivés) ne sont pas détaillés dans ce rapport.

2.4.3.4.Sols lessivés

Ces sols se définissent par un profil nettement différencié avec la présence d'un horizon appauvri en argile distinguable par une couleur plus claire et la présence d'un horizon d'accumulation plus en profondeur. Ces variations témoignent d'un lessivage de l'argile et des oxydes de fer en profondeur. Selon le degré de lessivage, on distinguera :

- **Les NEOLUVISOLS ou Sols bruns lessivés**

Ces sols, typiques de la région dite de l'Armagnac, couvrent près de 26 % du territoire. Il s'agit de sols relativement profonds (60 à 100 cm), à texture sablo-limoneuse à limono-sableuse, moyennement hydromorphe en profondeur, présentant une stabilité structurale faible à moyenne.

Développés sur les **formations sableuses de l'Armagnac** plus ou moins remaniées, ils occupent des **positions topographiques dominantes (plateaux, sommets de buttes ou hauts de versant)**. On retrouve également ces sols **en position de basse terrasse au sein des alluvions anciennes**.

- **Les LUVISOLS rédoxiques (Sols lessivés hydromorphes)**

Les luvisols, également appelé « **boulbène** », sont les sols les plus représentés sur le territoire avec 30% des surfaces. Ces sols sont principalement développés en rive gauche au sein des versants ou dans la région de l'Armagnac au sein des terrasses alluviales anciennes, à partir d'un matériau composite d'origines multiples (nappes d'argiles détritiques caillouteuses recouvertes par un manteau de limon).

Il s'agit de sols relativement profonds (60 à 100 cm), limoneux à limono-sableux, fortement hydromorphes en profondeur (40 à 60 cm), présentant une très faible stabilité structurale.

En surface l'instabilité structurale, liée à la teneur en fraction limoneuse élevée (conséquence du lessivage des argiles en profondeur), aboutit à la mise en place fréquente et marquée d'une croute de battance.

2.4.3.5.Sols podzolisés

Les **PODZOSOLS** représentent le terme ultime de l'évolution pédogénétique observable sur le secteur d'étude. On les retrouve principalement à l'écart des axes de drainages naturels, dans les parties centrales des interfluves, sur le plateau constitué par les sables des Landes (matériau grossier très perméable) à l'extrême Nord du périmètre.

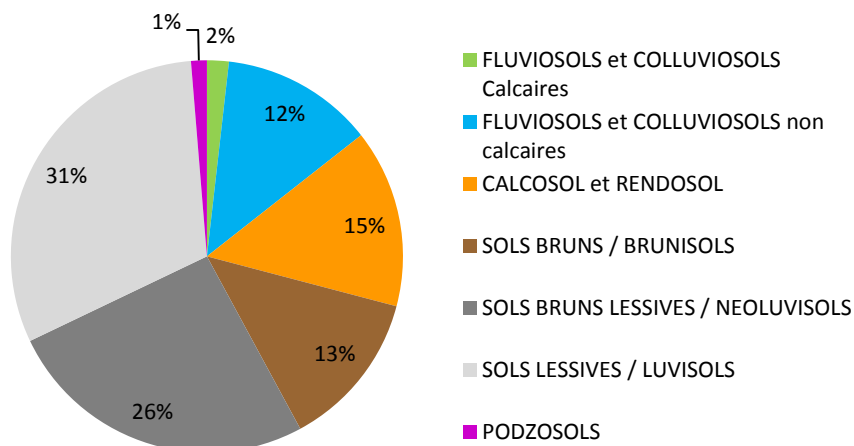
Il s'agit de sols très profonds (>1m), à texture sableuse, très peu hydromorphes et présentant une très faible stabilité structurale.

Le tableau qui suit synthétise les principales caractéristiques des sols recensés sur le secteur d'étude.

	Texture superficielle dominante	Hydromorphie	Profondeur	Localisation	Part dans le périmètre d'étude (%)	Commentaire
FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS Calcaires	Argilo-limoneuse	Sol bien drainé, non hydromorphe	Très profond (plus d'un mètre)	Fond de vallon et de vallée alluviale / secteur Ouest-Garonne	2%	Stabilité structurale moyenne
FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS non calcaires	Argilo-limoneuse	Sol bien drainé, non hydromorphe	Très profond (plus d'un mètre)	Fond de vallon et de vallée alluviale / secteur Bas-Armagnac	12%	Stabilité structurale moyenne
CALCOSOL et RENDOSOL	Argileuse à argilo-limoneuse	Très faible, en profondeur	Faible à moyenne (25 à 80 cm)	Marnes et molasses /secteur Ouest-Garonne	15%	Stabilité structurale importante
SOLS BRUNS / BRUNISOLS	Limono-argileuse à argilo-limoneuse	Faible, en profondeur	Moyenne à forte (60-100 cm)	Secteurs remaniés du quaternaire ou zones pentues sur Sables Fauves	13%	Stabilité structurale moyenne
SOLS BRUNS LESSIVES / NEOLUVISOLS	Sablo-limoneuse à limono-sableuse	Moyenne en profondeur	Moyenne à forte (60-100 cm)	Pentes moyennes ou basses terrasses / Secteur Bas-Armagnac	26%	Stabilité structurale faible à moyenne
SOLS LESSIVES / LUVISOLS	Limoneuse, limono-sableuse	Intense en profondeur (dès 40 à 60 cm)	Moyenne à forte (60-100 cm)	Versants en rive gauche (glacis) ou zones de plateau / secteur Bas-Armagnac	31%	Très faible stabilité structurale
PODZOSOLS	Sableuse	Pas ou très peu hydromorphe	Très profond (plus d'un mètre)	Plateau des Sables des Landes / Nord du secteur d'étude	1%	Très faible stabilité structurale (mais sol non battant)

Tableau 1 : Types de sols et principales caractéristiques

Répartition des type de sols



En résumé, le secteur d'étude présente les séquences pédologiques suivantes :

Sur le Secteur Bas-Armagnac (à l'aval du bassin), au sein de formations lithologiques dominées par les **sables fauves** on retrouve :

- en vallée : des sols sur alluvions et colluvions profondes généralement non calcaires (fluviosols et colluviosols) ;
- sur les glacis et plateaux : des sols lessivés sablo-limoneux à limono-sableux (neoluviosols et luviosols dits « boubènes ») ;
- au sein des zones remaniées et des secteurs plus en pente : des sols bruns (brunisol).

Sur le Secteur Ouest-Garonne (à l'amont du bassin) au sein de formations lithologiques dominées par les **dépôts molassiques**, on retrouve :

- en vallée : des sols sur alluvions et colluvions profondes généralement calcaires (fluviosols et colluviosols) ;
- en position sommitale et rupture de pente : des sols bruns calcaires superficiels (rendosols) ;
- en bas de versant : des sols bruns calcaires moyennement profonds (calcosols) très imbriqués avec les rendosols ;
- sur les formations acides du quaternaire : des sols bruns (brunisol).

A noter que 58% des sols présents sur le périmètre d'étude ont une stabilité faible liée à leurs textures (limoneuse, limono-sableuse, sablo-limoneuse ou sableuse). Cette faible stabilité concerne les sols bruns lessivés, les sols lessivés et les podzosols.

2.5. Occupation du sol

2.5.1. Données disponibles

L'analyse de l'occupation du sol sur le territoire d'étude s'est basée sur trois sources de données :

- En premier lieu, le RPG - Registre Parcellaire Graphique - de 2012. Ces données, issues des « déclarations PAC »⁴, définissent pour chaque îlot cultural, la culture majoritaire pratiquée ;
- La BDTOPO® apporte une information sur les surfaces urbanisées, le couvert forestier, les vignes et vergers ;
- En dehors des secteurs couverts par le RPG et la BDTOPO®, les données issues de Corine Land Cover ont été utilisées.

Au regard de la fiabilité de la donnée, les données du RPG fournissent une information précise. En effet, bien que seule la culture majoritaire de l'îlot cultural soit indiquée (données de base du RPG), chaque îlot pouvant contenir parfois plusieurs parcelles, ces données restent précises au vu de la taille du territoire d'étude.

Concernant le couvert forestier, la source de données la plus précise sur l'ensemble du territoire est celle fournie par la BDTOPO.

Les données CLC - Corine Land Cover – fournissent quant à elle une information peu précise agglomérée au 1/100 000^{ème}. Néanmoins, ces données couvrent l'ensemble du territoire a contrario des données précédentes. Ainsi, la donnée CLC a permis de combler les informations manquantes afin de disposer d'une occupation du sol sur l'ensemble du territoire d'étude.

La répartition des sources de données d'occupation du sol sur le périmètre d'étude est la suivante :

SOURCE	Surface (ha)	Surface (%)
BDTopo_Activites	249	0%
BDTopo_SurfacesEau	1 036	1%
BDTopo_Vegetation	30 628	28%
CorineLandCover_2006	11 911	11%
RPG_2012	64 662	60%






Tableau 2 : Répartition des sources de données occupation du sol

Ainsi, la source RPG est majoritaire et représente 60% du périmètre d'étude.

⁴ Politique Agricole Commune

Etat des lieux

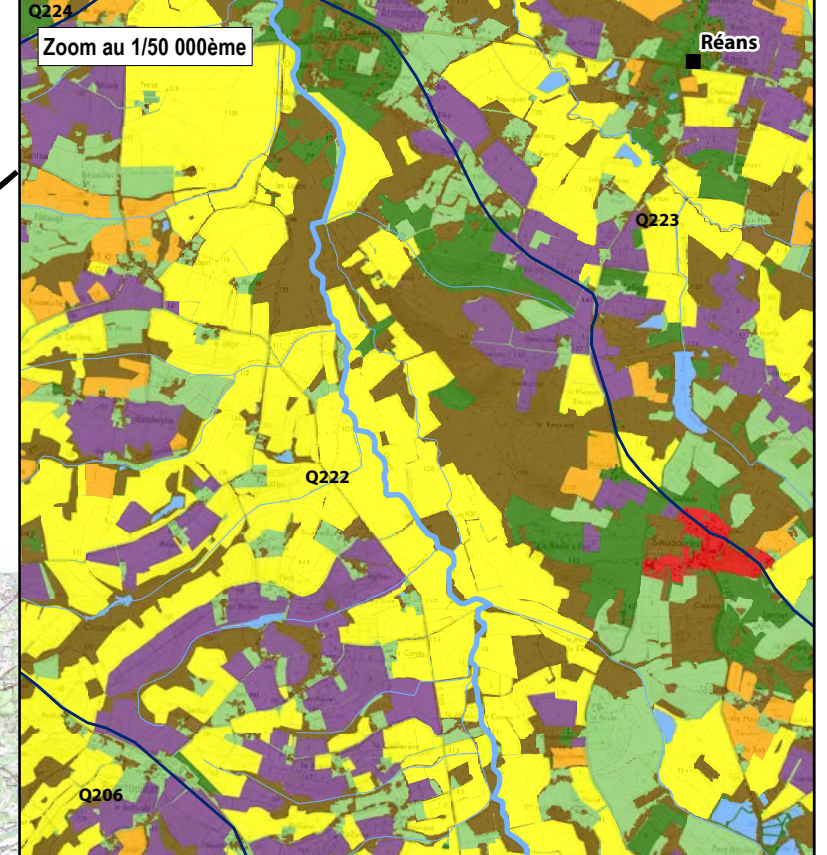
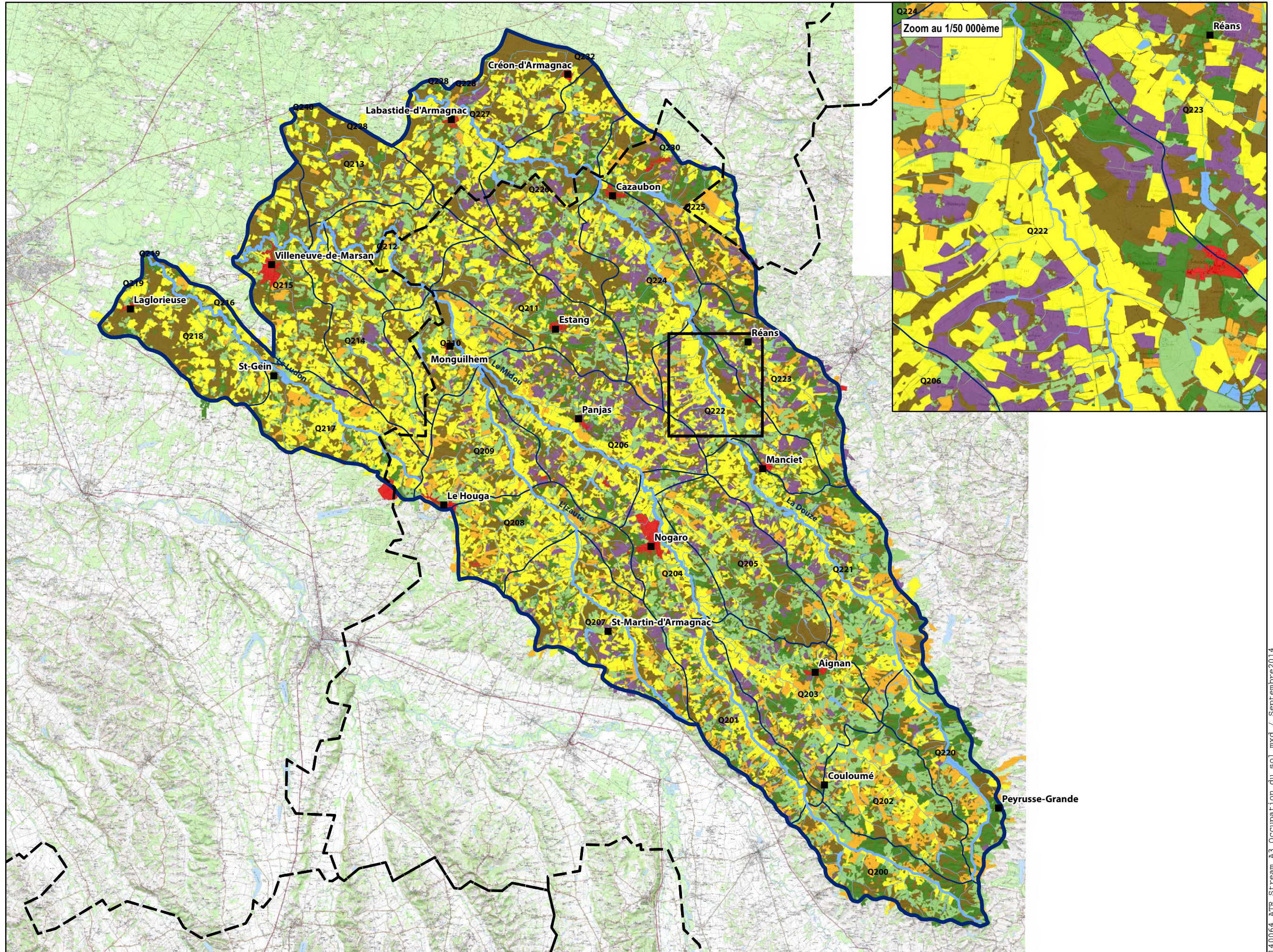
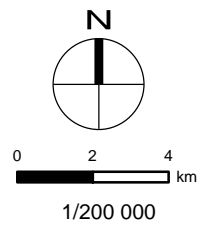
Occupation du sol

-  Zone d'étude
-  Cours d'eau
-  Sous-bassins versants
-  Villes principales
-  Limites départementales

Occupation du sol

-  Cultures de printemps : maïs, tournesol et protéagineux
-  Prairies temporaires, autre gel
-  Vignes et arboriculture
-  Céréales d'hiver et autres cultures d'hiver
-  Prairies permanentes, estives, landes
-  Couvert arboré
-  Zones urbaines
-  Surfaces d'eau

Sources, références :
 BD Topo
 BD Carthage
 RPG 2012 / BDTopo / CLC 2006



2.5.2. Description de l'occupation du sol

2.5.2.1. Répartition de l'occupation du sol

Sur l'ensemble du périmètre d'étude :

- **les surfaces agricoles prédominent : elles occupent 70 %** de la surface, les cultures de printemps étaient majoritaires en 2012 ;
- **les surfaces boisées représentent 28 %** de la surface totale, elles se répartissent sur l'ensemble du territoire et forment des îlots de grande surface. On observe une concentration de ces îlots boisés en aval, à la limite du périmètre d'étude.

Occupation du sol (surface)

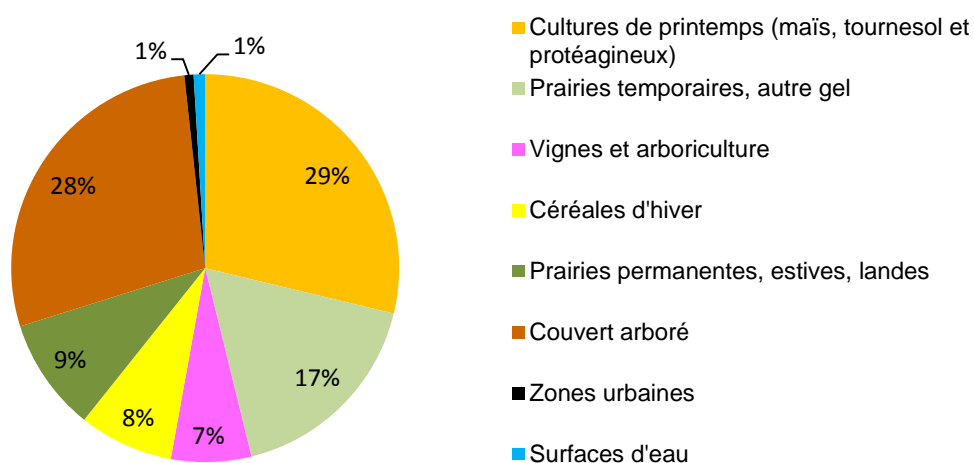


Figure 3 : Répartition de l'occupation du sol sur le territoire

Occupation du sol	Surface (ha)
Cultures de printemps : maïs, tournesol et protéagineux	31 198
Prairies temporaires, autre gel	18 875
Vignes et arboriculture	7 252
Céréales d'hiver et autres cultures d'hiver	8 547
Prairies permanentes, estives, landes	10 230
Couvert arboré	30 522
Zones urbaines	826
Surfaces d'eau	1 035
TOTAL	108 485

Tableau 3 : Répartition surfacique de l'occupation du sol

2.5.2.2. Répartition des surfaces agricoles

Cinq types de productions dominent les surfaces agricoles du territoire :

- La production de **maïs**, principalement maïs grain, est de loin la plus importante, elle couvre plus de 40% des surfaces cultivées. Les parcelles en maïs se concentrent dans les deux tiers aval, au sein des vallées alluviales ainsi que sur certains plateaux.
- En second lieu on retrouve les **prairies temporaires** qui occupent un cinquième des surfaces agricoles et entrent en rotation notamment avec des **céréales d'hiver** (10% des surfaces). Ces productions sont davantage implantées sur la partie amont du territoire.
- La **vigne** occupe également une part importante des surfaces cultivées avec 11%, notamment au sein de l'AOC Armagnac.
- Enfin, les surfaces en **prairies permanentes**, estives et landes occupent 7% des surfaces agricoles.

Le graphique ci-dessous illustre la part des cultures principales sur le territoire.

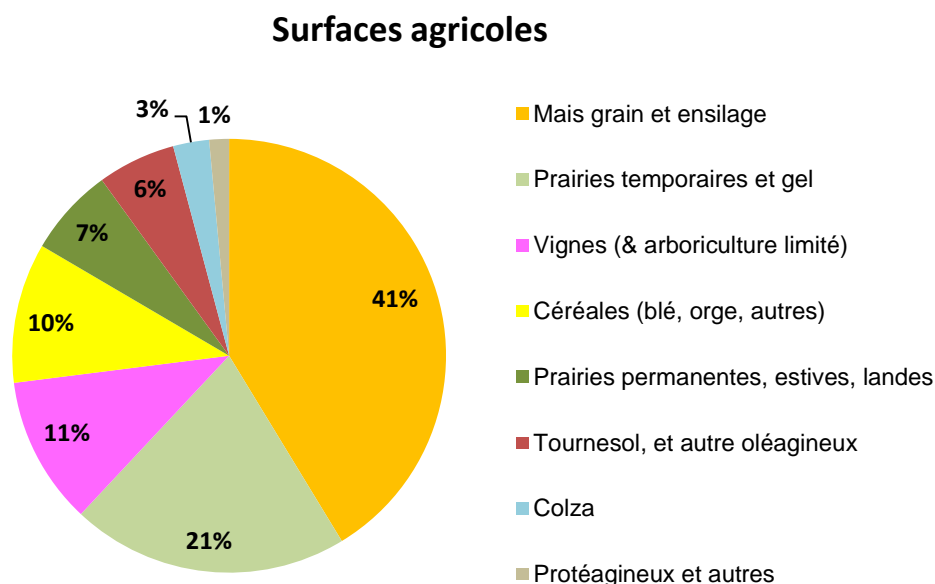


Figure 4 : Répartition des surfaces agricoles sur le périmètre d'étude

2.5.2.3. Croisement Occupation du sol - Sol

Occupation du sols/Sols	CALCOSOLS-RENDOSOLS	FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS	PODZOSOLS	SOLS BRUNS / BRUNISOLS	SOLS BRUNS LESSIVES / NEOLUVISOLS	SOLS LESSIVES / LUVISOLS	Total général
Céréales d'hiver et autres cultures d'hiver	2%	1%	0%	1%	2%	2%	8%
Couvert arboré	4%	5%	1%	4%	7%	7%	29%
Cultures de printemps : maïs, tournesol et protéagineux	2%	5%	0%	2%	8%	11%	29%
Prairies permanentes, estives, landes	3%	1%	0%	2%	2%	2%	9%
Prairies temporaires, autre gel	3%	1%	0%	2%	4%	5%	17%
Surfaces d'eau	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Vignes et arboriculture	0%	0%	0%	1%	3%	3%	7%
Zones urbaines	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Total général	15%	14%	1%	13%	26%	31%	100%

Tableau 4 : Répartition des surfaces croisées entre Occupation du sol et Sol

La répartition des surfaces issue du croisement de l'occupation du sol avec le type de sol met en évidence :

- La prédominance des bois et prairies sur les calcosols qui occupent près de 10% de la surface du territoire, principalement sur la partie amont du territoire.
- La prédominance des boisements alluviaux mais aussi des cultures de printemps sur les fluviosols et colluviosols, c'est-à-dire dans la plaine alluviale sur des sols argilo-limoneux.
- L'importance des cultures de printemps et boisements sur sols lessivés et sols bruns lessivés. Les cultures de printemps y représentent près de 20% de la surface du territoire d'étude et les boisements près de 15%.

Les cultures annuelles, qui peuvent être considérées comme les plus à risque vis-à-vis de l'aléa érosion au regard de leurs couvertures végétales temporaires, représentent sur les sols lessivés et bruns lessivés 23% de la surface d'étude. Si on ajoute les prairies temporaires et le gel, on atteint **32 % de la surface d'étude concernée par des cultures potentiellement à risque d'érosion sur des sols limono-sableux à faible stabilité structurale.**

2.5.2.4.Croisement Occupation du sol - Pente

Occupation sol/Pente	0-4%	4-6%	6-12%	>12%	Total
Céréales d'hiver et autres cultures d'hiver	2%	1%	3%	2%	8%
Couvert arboré	10%	4%	9%	7%	29%
Cultures de printemps : maïs, tournesol et protéagineux	13%	4%	8%	3%	29%
Prairies permanentes, estives, landes	2%	2%	3%	3%	9%
Prairies temporaires, autre gel	5%	2%	6%	4%	17%
Surfaces d'eau	0%	0%	0%	0%	1%
Vignes et arboriculture	2%	2%	3%	1%	7%
Zones urbaines	0%	0%	0%	0%	1%
Total général	34%	15%	32%	20%	100%

Tableau 5 : Répartition des surfaces croisées entre Occupation du sol et Pente

Près de 16 % de la surface du territoire est couverte par des cultures annuelles présentes sur des pentes de plus de 6%. Si on ajoute les prairies temporaires et le gel, cette surface à risque atteint 26% de la surface du territoire d'étude.

Sur les pentes les plus fortes (>12%), on retrouve un couvert arboré en majorité (7%) tandis que les cultures annuelles couvrent sur ces pentes 5 % du territoire et les prairies temporaires et le gel 4%.

Les vignes se répartissent quant à elle sur l'ensemble des pentes du territoire : des plus faibles au plus fortes.

2.6. Climat

Le secteur d'étude bénéficie d'un climat océanique dégradé. La distance à l'océan conditionne en effet les hauteurs de précipitations annuelles, qui s'avèrent beaucoup moins abondantes qu'à proximité de la côte atlantique. La climatologie est caractérisée par des étés chauds et des hivers doux.

2.6.1. Hauteur des précipitations

Le cumul des précipitations sur la **station de Mont-de-Marsan** (située à 20 km au nord-ouest du périmètre d'étude), atteint en **moyenne 883 mm/an** sur les 20 dernières années (contre 922mm/an sur les 65 dernières années). Plus au sud, en amont du territoire d'étude, la station située sur la commune de Beaumarchés indique une **moyenne des précipitations annuelles** sur 18 ans de **824 mm/an**.

Le secteur bénéficie d'une répartition assez continue des précipitations tout au long de l'année, même s'il n'est pas rare que certaines années soient particulièrement sèches. **La moyenne des précipitations mensuelles varie de 54 mm en juillet à 99 mm sur le mois de novembre, la moyenne du cumul des précipitations mensuelles étant de 75 mm.** Les précipitations mensuelles sur les mois de juin, juillet, août, septembre puis février et mars apparaissent en dessous de cette moyenne mensuelle.

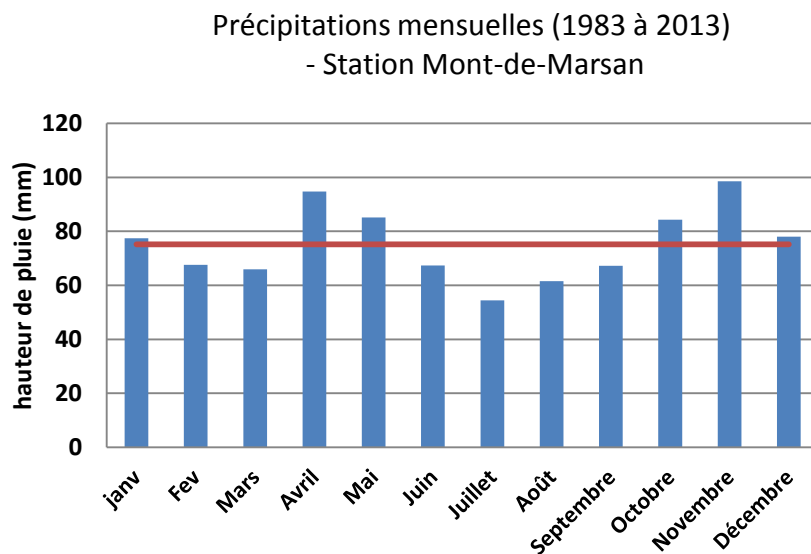


Figure 5 : Précipitations mensuelles - Station de Mont-de-Marsan

2.6.2. Intensité des précipitations

Les graphes suivants présentent la **fréquence d'apparition des précipitations pour des pluies de durée d'une heure et des pluies de durée de deux heures**. Ces données ont été relevées pour trois stations : Mont-de-Marsan (au nord-ouest du périmètre), Eauze (est du périmètre) et Peyrusse-Grande (sud du périmètre). Ces trois stations distribuées autour de l'ensemble du périmètre d'étude, présentent des valeurs comparables :

- La fréquence d'apparition mensuelle pour une pluie d'une heure, c'est-à-dire une **pluie dépassée en moyenne 12 fois par an, atteint approximativement 6 mm**. Cette valeur passe à 8 mm pour une pluie de 2 heures ;

- La fréquence d'apparition **trimestrielle** (pluie dépassée en moyenne 4 fois par an) se **situe autour de 9 mm pour une pluie d'une heure**, contre 12 mm pour une pluie de 2 heures ;
- La fréquence d'apparition **annuelle** (pluie dépassée en moyenne 1 fois par an) oscille autour de **17 mm pour une pluie d'une heure**, cette valeur atteignant **20 mm pour une pluie de 2 heures**.

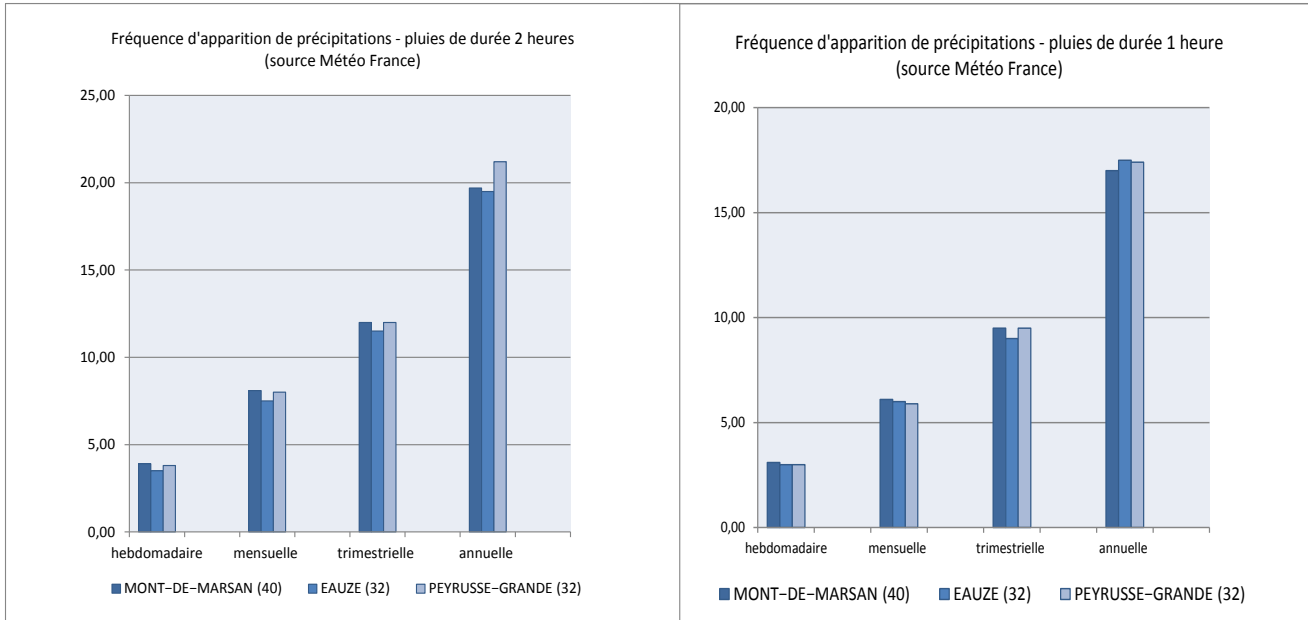


Figure 6 : Fréquences d'apparition des précipitations

L'exploitation des données météorologiques de hauteurs de pluies journalières des stations Peyrusse-Grande et le Houga entre 2011 et 2014 donne une première approche de l'intensité des événements journaliers. Ces données restent ponctuelles et ne peuvent traduire une moyenne mais elles permettent d'appréhender ces événements sur les quatre dernières années. A noter que ces relevés ne sont pas complets pour chacune de ces années.

L'analyse tend à montrer que les **précipitations journalières atteignent rarement 40 mm**. On observe en moyenne un événement par mois présentant des précipitations journalières excédant 20 mm. L'analyse des précipitations excédant 10 mm/jour tend à montrer une concentration de ces événements sur les mois de janvier à mai.

Cette approche ponctuelle peut être complétée par l'analyse des événements pluvieux intenses réalisée dans le cadre de l'étude préalable à l'aménagement du bassin-versant de la ville basse sur la commune de Monguilhem (32). Les orages de printemps et de Pentecôte (fin mai/début juin) semblent être les plus impactants. Les hauteurs précipitées relevées par les agriculteurs possédant des pluviomètres sur cette commune sont de 27 mm pour une durée de 20 minutes en mai 2008.

Au regard de ces éléments et afin de faire réagir l'ensemble du territoire, trois événements pluvieux ont été retenus pour modéliser l'aléa érosion :

- un événement en hiver (15 janvier) de **25mm en 2 heures** avec une pluie antérieure de 20 mm ;
- deux événements au printemps (1^{er} juin), l'un de **21mm en 1 heure** et l'autre de **70mm en 1 heure**, ce dernier correspondant à un événement orageux exceptionnel.

2.7. Hydrologie

Bien que le périmètre d'étude ne corresponde pas à un bassin versant complet, l'analyse de stations hydrologiques positionnées en aval permet de connaître les régimes des cours d'eau du territoire ainsi que les dates de crues importantes.

Deux stations ont été étudiées :

- Station de Roquefort sur la Douze (environ 10 km en aval du territoire) ;
- Station de Mont-de-Marsan sur le Midou (environ 15 km en aval du territoire).

Le régime hydrologique de la Douze et du Midou est un régime simple pluvial marqué par :

- une période de crue durant la période hivernale de décembre à mai avec **une pointe de débit observé en février** : la Douze atteint en moyenne un débit maximum de près de $6\text{ m}^3/\text{s}$ en février et le Midou $13\text{ m}^3/\text{s}$ sur ce même mois ;
- un **étiage parfois sévère** durant la période juillet-octobre, en juillet et août, la Douze et le Midou passent en dessous des $1\text{ m}^3/\text{s}$.

Les graphiques ci-après représentent les débits moyens mensuels interannuels. Sont également représentés les débits mensuels quinquennaux secs et humides.

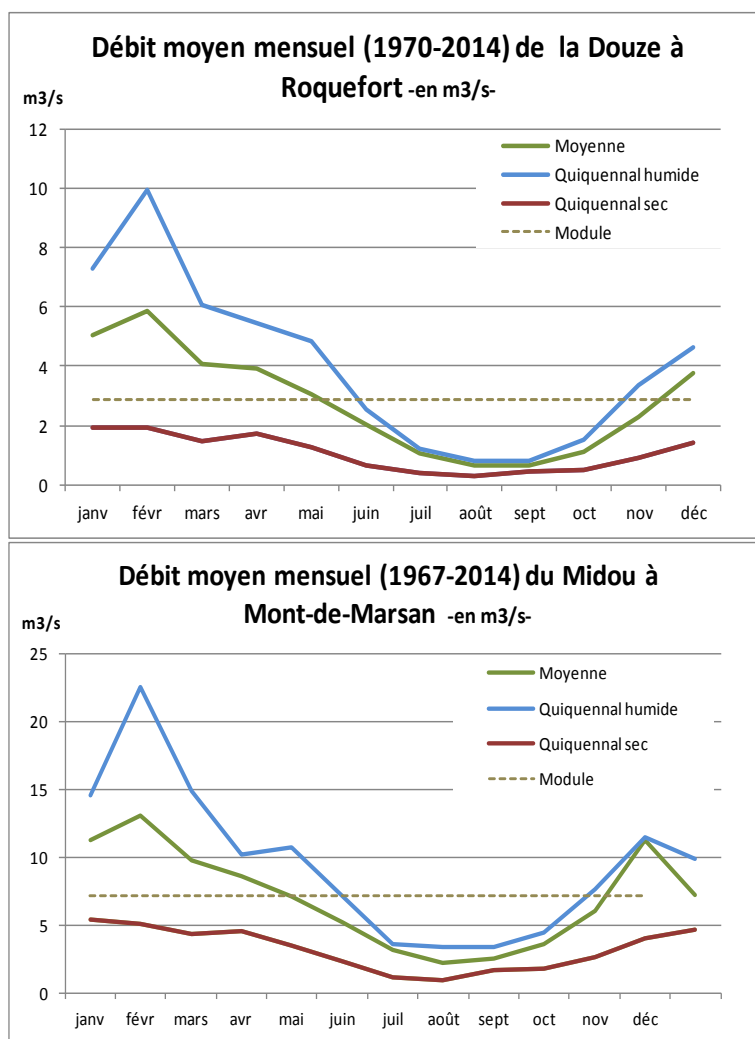


Figure 7 : Débit moyen mensuel Douze et Midou

3. Matériel et méthodes

3.1. Le modèle STREAM

3.1.1. Présentation du modèle

STREAM « Sealing and Transfert by Runoff and Erosion in relation with Agricultural Management » est un modèle spatialisé simulant le ruissellement et l'érosion en contexte agricole⁵.

3.1.2. Fonctionnement du modèle et données d'entrées

Le modèle STREAM fonctionne sur la base d'**entités géographiques à l'échelle de la parcelle**, sur l'ensemble du territoire. Par conséquent, l'ensemble des données d'entrée (type de sol, occupation du sol...) doit être renseigné à cette échelle afin de générer les résultats à partir des différents modules. Le **Modèle Numérique de Terrain (MNT)**, constitue la seconde entrée de base du modèle.

STREAM est structuré par différents modules :

- Le réseau d'écoulement ;
- Le ruissellement ;
- L'érosion diffuse ;
- L'érosion concentrée.

3.1.2.1. Module n°1 : le réseau d'écoulement

La première étape consiste à modéliser **la direction des écoulements** en fonction de la **topographie** à partir de l'exploitation du MNT. Ce dernier fournit une altitude en chaque point de maille.

Des facteurs anthropiques pouvant modifier la direction de l'écoulement et donc les processus érosifs, tels que la présence de route en bordure de parcelle, ou de dépressions formées par les passages d'engins agricoles (zones de fourrières, dérayures,...) peuvent également être renseignés. Ces informations sont ajoutées en bordure du parcellaire comme présenté par la figure suivante.

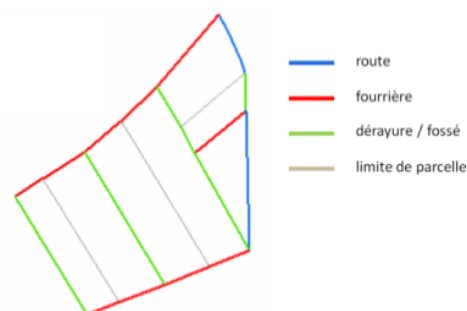


Figure 8 : Ajout d'informations linéaires complémentaires au parcellaire dans STREAM (source : manuel STREAM, UR sols, INRA)

⁵ Manuel STREAM, UR Sols, INRA

3.1.2.2. Module n°2 : le ruissellement

Dans un second temps, le modèle STREAM permet de simuler les **écoulements de l'eau en surface** en fonction de l'**intensité** et la **durée de l'évènement pluvieux** ainsi que de la capacité du sol à infiltrer. La **capacité d'infiltration** est définie à l'échelle de la parcelle pour chaque couple [Sol x Occupation du sol] suivant le type de sol, son état de surface et l'état de développement du couvert végétal.

L'**accumulation du ruissellement** pourra alors être modélisée en se basant sur les résultats du module précédent.

3.1.2.3. Module n°3 : l'érosion diffuse

Dans un troisième temps, le modèle simule l'**érosion diffuse** sur le territoire en fonction de la classe de **sensibilité des sols à l'érosion diffuse**. Cette sensibilité est exprimée pour chaque couple [Sol x Occupation du sol] selon une charge solide potentielle au sein de l'eau de ruissellement (en g/l).

Les paramètres considérés sont équivalents à ceux de la précédente étape, à savoir le type de sol, son état de surface et l'état de développement du couvert végétal.

Une fonction de dépôt de la charge en suspension est également paramétrable. Ce dépôt est calculé en fonction de l'occupation du sol, de l'importance du couvert végétal et de la topographie.

3.1.2.4. Module n°4 : l'érosion concentrée

Enfin, le modèle simule l'**érosion concentrée** (ou érosion linéaire) sur l'ensemble du périmètre en fonction du **ruissellement accumulé** modélisé, de la **pente** et d'un **coefficient d'érodibilité** défini pour chaque type de sol.

Le calcul de l'érosion concentrée s'appuie sur la formule suivante : **$E_c = K * Q * S$**

Avec :

- K : le coefficient d'érodibilité ;
- Q : le ruissellement accumulé (m³) ;
- S : la pente (%)

3.1.3. Adaptation du modèle au territoire d'étude et aux données collectées

Le modèle STREAM a été développé sur la base de données collectées, d'observations et d'expertises de travaux menés principalement en Haute-Normandie. Ainsi, le modèle est **paramétré par défaut** pour les **Néoluvisols battants** de la ceinture loessique du Nord-ouest de l'Europe.

Les principaux sols observés sur le territoire de la présente étude, à savoir les Néoluvisols et Luvisols, présentent une problématique de battance similaire (et donc de ruissellement de type hortonien). **L'utilisation de STREAM apparaît donc tout à fait adaptée au territoire d'étude.**

Néanmoins, il est nécessaire d'**adapter l'ensemble des paramètres du modèle au contexte local** présentant une diversité de sols plus importante. Cette adaptation a été réalisée sur la base :

- d'observations de terrain (état de surface du sol, etc.) ;
- de données bibliographiques (capacité d'infiltration, érodibilité, etc.) ;
- d'échanges auprès des acteurs locaux (agriculteurs, etc.) ;
- de dires d'experts.

Par ailleurs, le modèle permet d'entrer des données précises collectées à **l'échelle de la parcelle** (dérayures, zones de fourrière, sens du travail du sol, etc.). Ces données sont davantage adaptées à des études réalisées sur des territoires restreints (centaines à quelques milliers d'hectares) au sein desquels une collecte de données précises est possible. Le territoire d'étude, couvrant près de 1 000 km², ne permet pas de disposer d'une telle précision. Par conséquent, des **hypothèses simplificatrices** sont nécessaires lorsque la donnée n'est pas disponible à la parcelle. Ainsi, les **pratiques culturales sont considérées comme identiques** à des pratiques moyennes **pour chacune des cultures**, des variantes pouvant être renseignées par grands types de sols.

3.2. Méthodologie et hypothèses de travail

L'objectif général est d'utiliser le modèle STREAM afin de **caractériser l'aléa érosion** sur l'ensemble du territoire d'étude et **d'identifier les secteurs les plus contributifs** à ce phénomène.

Le travail sera mené sur deux périodes distinctes de l'année, en hiver (15 janvier) et au printemps (1^{er} juin) où les événements érosifs sont davantage récurrents.

Il s'agira donc de paramétrer pour chacune de ces périodes :

- **L'occupation du sol** ;
- **L'état de surface du sol** (Rugosité, Faciès) ;
- **Le stade de développement de la végétation** (Couvert Végétal (CV)).

Ces données permettent ensuite d'estimer la **capacité d'infiltration** des sols (et donc leur sensibilité au ruissellement) et leur **érodibilité**.

3.2.1. Définition du couple [Sol x Occupation du sol]

Le parcellaire constitue l'une des entrées de base du modèle. Il a été décidé que pour chaque parcelle, l'**occupation du sol** soit couplée au **type de sol** qui la caractérise.

Comme décrit précédemment, les données relatives à l'occupation du sol sont issues de la combinaison des parcelles agricoles (RPG), des parcelles boisées et forestières (BD Topo) et des autres secteurs (Corine Land Cover).

Les **différentes occupations du sol** ont été regroupées au sein de la typologie suivante :

- Cultures de printemps (maïs, tournesol et protéagineux) ;
- Céréales d'hiver (blé, orge, autres) ;
- Vigne et arboriculture ;
- Prairies temporaires et autres gels ;
- Prairies permanentes, estives, landes ;
- Couvert forestier ;
- Zones urbaines ;

Ce regroupement a été réalisé compte tenu des similitudes pouvant exister entre certaines cultures concernant l'état de surface du sol et le développement de la végétation aux deux périodes considérées.

Ces occupations du sol ont été combinées aux différents types de sols en présence rappelés ci-dessous :

- Fluviosols et colluviosols calcaires ;
- Fluviosols et colluviosols non calcaires ;
- Calcosols et rendosols ;
- Brunisols ;
- Neoluviosols ;
- Luvisols ;
- Podzosols.

Il convient de remarquer que toutes les combinaisons [Sol x Occupations du sol] ne sont pas présentes sur le territoire, certaines cultures se concentrant sur des types de sols particuliers.

3.2.2. Définition de l'état de surface

La **capacité d'infiltration** est fonction de multiples paramètres. Trois paramètres traduisant l'état de surface du sol sont pris en compte au travers le modèle STREAM :

- Le **faciès** et la **rugosité**, traduisant l'état de surface du sol ;
- La **couverture végétale**.

Une **pluie d'imbibition**, correspondant à la quantité d'eau que le sol peut infiltrer avant que le ruissellement ne se déclenche, peut également être renseignée au sein du modèle.

Il est à noter que l'ensemble de ces variables est paramétré en fonction de la date de l'évènement climatique considéré.

3.2.2.1. L'état de surface du sol

Il s'agit d'un facteur important dans la détermination de la capacité d'infiltration des sols. L'état de surface du sol est caractérisé dans le modèle au travers de sa **rugosité** et de son **faciès**. Ces paramètres permettent d'intégrer l'état du sol suite aux différents travaux sol, la dégradation éventuelle de cet état de surface pouvant aboutir à une fermeture de la surface du sol et à une réduction importante de sa capacité à infiltrer.

- Le **faciès** traduit les différents processus de production et de mobilisation des particules de terre par la pluie qui conduisent à la formation de croûtes en surface du sol (croûte de battance). Le tableau ci-dessous présente les quatre faciès renseignés au sein du modèle.

Facès	Description	Commentaires
F0	Stade fragmentaire	Tous fragments parfaitement distincts
F1/F11	1 ^{er} stade de fragmentation	Fragments soudés, contours discernables
F1/F12	2 ^{ème} stade de fragmentation	Fragments soudés, contours non discernables
F2	Stade sédimentaire	Continuité totale avec les lignes de dispersion

Tableau 6 : Description des faciès

La figure ci-après illustre ces évolutions :

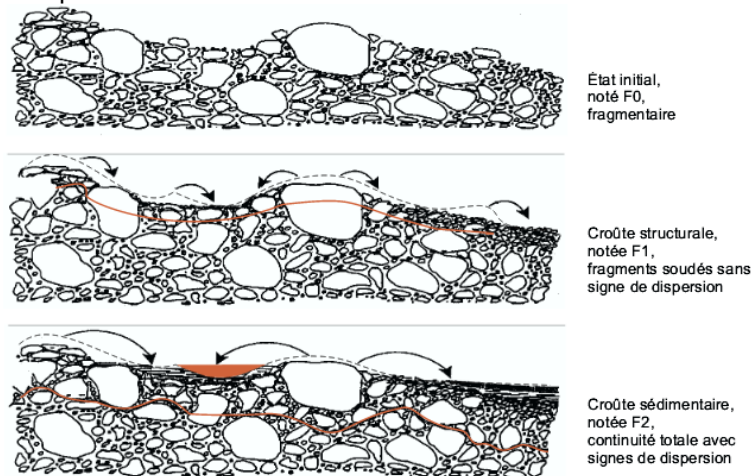


Figure 9 : Evolution du faciès du sol (source : Y. Le Bissonais⁶)

⁶ Analyse expérimentale des mécanismes d'érosion : la dégradation structurale superficielle et le détachement des particules des sols cultivés

- **La rugosité**, exprimée en centimètre, traduit le microrelief en surface du sol qui détermine la capacité du sol à infiltrer, ruisseler ou permettre une rétention de l'eau. Le tableau suivant présente les six classes de rugosité prises en compte dans le modèle:

Classes de rugosité	Dénivelé (cm)	Commentaire
0	0 – 1 cm	Surface très affinée ou très battue (ex : chantier de récolte, semis de blé battu...)
1	1 – 2 cm	Existence de barrage discontinu
2	2 – 5 cm	Part importante de mottes supérieures à 2 cm, semis motteux
3	5 – 10 cm	Nombreux « massifs » entourant les dépressions
4	10 – 15 cm	Etat très motteux (ex : déchaumage peu altéré)
5	>15 cm	Etat initial du labour ou déchaumage à soc

Tableau 7 : Description des classes de rugosité

3.2.2.2. Le couvert végétal

Le **type de couvert végétal** influence également la capacité d'infiltration du sol. Cet effet (limité à quelques mm) réside dans la capacité du couvert à intercepter les précipitations et à protéger la surface du sol d'une éventuelle dégradation et favoriser l'infiltration grâce au développement du réseau racinaire.

L'importance de la couverture végétale s'organise en 3 classes :

- 1 : couverture végétale de 0 à 20 %
- 2 : couverture végétale de 21 à 60 %
- 3 : couverture végétale de 61 à 100 %

3.2.3. Ruissellement : évaluation de la sensibilité au ruissellement

3.2.3.1. Sensibilité des sols au ruissellement

Pour chaque type de sol identifié sur le territoire, **cinq classes de sensibilité au ruissellement** ont été établies, chacune d'entre elles correspondant à une **capacité d'infiltration (mm/h)**. La table ci-après présente ces différentes classes et les valeurs d'infiltrations associées.

Les valeurs renseignées dans le tableau ont pour unité des millimètres/heure.

TYPE DE SOLS	FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS Calcaires	FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS non calcaires	CALCOSOLS et RENDOSOLS	SOLS BRUNS	SOLS BRUNS LESSIVES / NEOLUVIOSOLS	SOLS LESSIVES / LUVISOLS	PODZOSOLS	
Surface	2%	12%	15%	13%	26%	31%	1%	
Texture	Argilo-limoneuse	Argilo-limoneuse	Argileuse à Argilo-limoneuse	Limono-argileuse à argilo-limoneuse	Sablo-limoneuse à limono-sableuse	Limoneuse à limono-sableuse	Sableuse	
Stabilité structurale	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne à Faible	Très faible	Très faible mais sans croûte de battance	
Classes de sensibilité au ruissellement	0	60	60	45	70	60	50	80
	1	35	35	35	40	30	20	70
	2	25	25	25	35	20	10	50
	3	15	15	15	15	10	5	50
	4	7	7	10	7	5	2	50

Tableau 8 : Table de sensibilité des sols au ruissellement (mm/h)

Comme évoqué cette table a été établie sur la base des recherches bibliographiques, des observations de terrain et suite à de nombreux échanges entre experts (AREAS et BRGM).

3.2.3.2.Sensibilité du couple [Sol x Occupation du sol] au ruissellement

Ces tables attribuent à chaque couple [Sol x Occupation du sol] une classe de sensibilité au ruissellement renvoyant à la capacité d'infiltration associée (tableau précédent) en fonction de l'état du couvert végétal (CV) et de l'état de surface du sol (faciès, rugosité) estimés au 15 janvier (cf. tableau 9) et au 1^{er} juin (cf. tableau 10).

Elles ont été renseignées sur la base d'observations de terrain, des connaissances et d'extrapolations lorsque cela s'est avéré nécessaire. Les données bibliographiques étant issues de modes opératoires différents (simulateurs de pluie, double anneau...) qui ne prennent pas en compte la macroporosité et la microtopographie des sites, une majoration des valeurs d'infiltrations a été effectuée.

Les valeurs renseignées sur les lignes orange dans les tableaux ci-dessous correspondent aux classes de sensibilité au ruissellement et les valeurs entre parenthèses précisent cette sensibilité correspondant à une capacité d'infiltration exprimée en millimètre/heure.

Sensibilité au ruissellement		FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS Calcaires	FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS non calcaires	CALCOSOLS et RENDOSOLS	SOLS BRUNS	SOLS BRUNS LESSIVES / NEOLUVISOLS	SOLS LESSIVES / LUVISOLS	PODZOSOLS
Cultures de printemps	R	2	2	3	2	2	1	1
	CV	1	1	1	1	1	1	1
	Faciès	F11	F11	F0	F11	F11	F11	F0
	Classe	3 (15)	3 (15)	2 (25)	3 (15)	3 (10)	3 (5)	3 (50)
Prairies temporaires	R	2	2	3	2	2	2	1
	CV	3	3	3	3	3	3	3
	Faciès	F0	F11	F0	F11	F11	F11	F0
	Classe	1 (35)	1 (35)	0 (45)	1 (40)	1 (30)	1 (20)	1 (70)
Vigne et arboriculture	R	2	2	2	2	2	2	2
	CV	2	2	2	2	2	2	2
	Faciès	F12	F12	F11	F12	F12	F12	F0
	Classe	3 (15)	3 (15)	2 (25)	3 (15)	3 (10)	3 (5)	1 (70)
Céréales d'hivers	R	2	1	2	2	1	1	1
	CV	1	1	1	1	1	1	1
	Faciès	F12	F12	F11	F2	F2	F2	F11
	Classe	4 (7)	4 (7)	3 (15)	4 (7)	4 (5)	4 (2)	3 (50)
Prairies permanentes, estives, landes, autres gels et couvert forestier	R	2	2	3	2	2	2	1
	CV	3	3	3	3	3	3	3
	Faciès	F0	F0	F0	F0	F0	F0	F0
	Classe	1 (35)	1 (35)	0 (45)	1 (40)	1 (30)	1 (20)	1 (70)
Couvert forestier	R	3	3	3	3	3	3	3
	CV	3	3	3	3	3	3	3
	Faciès	F0	F0	F0	F0	F0	F0	F0
	Classe	0 (60)	0 (60)	0 (45)	0 (70)	0 (60)	0 (50)	0 (80)
Zones urbaines	R							
	CV							
	Faciès							
	Classe	4 (0)	4 (0)	4 (0)	4 (0)	4 (0)	4 (0)	4 (0)

Tableau 9 : Table de sensibilité au ruissellement des couples [Sol X Occupation du sol] au 15 janvier (valeurs entre parenthèses en mm/h)

Sensibilité au ruissellement		FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS Calcaires	FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS non calcaires	CALCOSOLS et RENDOSOLS	SOLS BRUNS	SOLS BRUNS LESSIVES / NEOLUVISOLS	SOLS LESSIVES / LUVISOLS	PODZOSOLS
Cultures de printemps	R	2	2	3	2	2	1	1
	CV	1	1	1	1	1	1	1
	Faciès	F11	F11	F0	F11	F11	F11	F0
	Classe	3 (15)	3 (15)	2 (25)	3 (15)	3 (10)	3 (5)	3 (50)
Prairies temporaires	R	2	2	3	2	2	2	1
	CV	3	3	3	3	3	3	3
	Faciès	F0	F11	F0	F11	F11	F11	F0
	Classe	1 (35)	1 (35)	0 (45)	1 (40)	1 (30)	1 (20)	1 (70)
Vigne et arboriculture	R	2	2	2	2	2	2	2
	CV	2	2	2	2	2	2	2
	Faciès	F11	F12	F11	F12	F12	F12	F0
	Classe	2 (25)	3 (15)	2 (25)	3 (15)	3 (10)	3 (5)	1 (70)
Céréales d'hivers	R	2	1	2	1	1	1	1
	CV	3	3	3	3	3	3	3
	Faciès	F11	F11	F0	F11	F12	F12	F0
	Classe	1 (35)	2 (25)	1 (35)	2 (35)	3 (10)	3 (5)	1 (70)
Prairies permanentes, estives, landes, autres gels et couvert forestier	R	2	2	3	2	2	2	1
	CV	3	3	3	3	3	3	3
	Faciès	F0	F0	F0	F0	F0	F0	F0
	Classe	1 (35)	1 (35)	0 (45)	1 (40)	1 (30)	1 (20)	1 (70)
Couvert forestier	R	3	3	3	3	3	3	3
	CV	3	3	3	3	3	3	3
	Faciès	F0	F0	F0	F0	F0	F0	F0
	Classe	0 (60)	0 (60)	0 (45)	0 (70)	0 (60)	0 (50)	0 (80)
Zones urbaines	R							
	CV							
	Faciès							
	Classe	4 (0)	4 (0)	4 (0)	4 (0)	4 (0)	4 (0)	4 (0)

Tableau 10 : Table de sensibilité au ruissellement des couples [Sol X Occupation du sol] au 1^{er} juin (valeurs entre parenthèses en mm/h)

Les hypothèses permettant de définir pour chaque culture les valeurs de faciès, rugosité et densité du couvert végétal sont détaillées ci-dessous :

- **Cultures de printemps**

Au sein des cultures de printemps, **la production de maïs grain** est majoritaire en superficie. Les cultures de tournesol et de protéagineux, qui concernent de faibles surfaces, ont été regroupées car les dates de semis (et donc de travail du sol) sont proches, de même que le stade de développement de la végétation.

Concernant ces cultures, on se basera donc essentiellement sur les pratiques culturales du maïs. Cette culture est pratiquée majoritairement en **monoculture** (contrairement au tournesol). Après récolte, les résidus (canes) sont laissés sur place jusqu'à la préparation des sols, l'année suivante.

Concernant le travail du sol, on distinguera deux cas :

- **Sur sol non calcaire** : compte tenu de la faible stabilité structurale du sol, **un travail du sol limité est réalisé juste avant le semis sous la forme d'un pseudo labour**⁷. Une fois la culture en place, on considère que la surface du sol peut être partiellement reprise en inter-rangs notamment lors de l'enfouissement de l'azote liquide (système à dent). Cette pratique, semble répandue dans le secteur et limite la présence d'une croûte de battance éventuellement en place. Le faciès considéré est alors F11. A noter qu'une fois récolté, l'ensemble des résidus de culture est laissé en place, jouant le rôle de couverture non négligeable durant la période hivernale ;



Culture de maïs sur sols non calcaire – juin 2014

Culture de maïs – Manciet - juin 2014

⁷ Travail profond avec enfouissement des résidus de récolte, sans retournement

- **Sur sol calcaire** : dans la partie sud du périmètre, les sols comportent une fraction argileuse importante rendant la préparation du sol pour le semis difficile (forte cohésion des agrégats). Ainsi, le sol est repris avant la période hivernale afin que l'alternance gel/dégel émiette les agrégats. Pour ces cultures, fin mai / début juin, correspond donc à une période où la végétation est encore peu développée. En revanche, la structure du sol, travaillé lors des semis, est en partie dégradée par les précipitations post-semis. Il s'agit d'une période à risque relativement important pour les cultures de printemps.

- **Céréales d'hiver** (blé, orge, autres)

Cette typologie regroupe l'ensemble des cultures de céréales implantées à l'automne, soit la quasi-totalité des céréales présentes sur la zone d'étude et dominées par le **blé tendre**. Bien que ces cultures soient semées à l'automne, le développement de la végétation reste limité durant la période hivernale où le risque de ruissellement et d'érosion est non négligeable en raison de la dégradation de l'état de surface du sol. A la fin du printemps, la végétation est développée et couvre plus de 30 à 40% de la surface du sol. Néanmoins, suite à la pluviométrie hivernale et printanière, la surface du sol reste battue pour les sols sensibles.



Culture de blé sur boulbènes Terrain mars 2014

- **Vignes & arboriculture**

La typologie « vignes et arboriculture » regroupe principalement les cultures de vignes classées en **AOC Armagnac** (différentes AOC), l'arboriculture étant quant à elle peu développée sur le territoire. Concernant la conduite des vignes, on considère qu'un rang sur deux est enherbé et que le travail du sol est réalisé au printemps sur le rang non enherbé afin d'atténuer la compaction du sol.



Vignes enherbées un rang sur deux – juin 2014

- **Prairies temporaires**

Les prairies temporaires entrent en rotation avec d'autres cultures (maïs tournesol, autres céréales) et sont généralement implantées à l'automne, après la récolte du précédent cultural. Même si les premiers stades de développement comportent des similitudes avec ceux des céréales d'hivers, la densité de semis est généralement plus importante sur prairie et cette culture a davantage tendance à taller offrant ainsi une meilleure couverture du sol (faible durant le premier hiver). Après la première année, et sauf en cas d'éventuel surpâturage (peu probable au regard du faible chargement sur le territoire), les prairies temporaires limitent le ruissellement et les phénomènes d'érosion.

- **Prairies permanentes, estives, landes, autre gel**

Cette catégorie regroupe l'ensemble des couverts permanents, hormis la végétation arborée. On y retrouve principalement les prairies permanentes ainsi que les zones de déprises agricoles n'ayant pas encore atteint le stade de végétation arborescente. La couverture du sol par la végétation est très importante et la capacité d'infiltration n'est pas altérée par une dégradation de la surface du sol.

- **Couvert forestier**

Il s'agit de l'ensemble des espaces arborés. Comme pour le regroupement précédent la végétation y est très développée ce qui constitue une protection de la surface du sol. Par ailleurs, en plus du réseau racinaire superficiel formé par la végétation basse, les racines profondes des arbres favorisent la capacité d'infiltration en fracturant / altérant un éventuel horizon peu perméable ou induré.

- **Zones urbaines et surfaces en eau (plan d'eau)**

Cet ensemble rassemble les surfaces urbanisées sur le périmètre d'étude. La perméabilité y est considérée comme nulle favorisant le ruissellement (incidence en aval pour les plans d'eau situés la plupart du temps au sein du réseau hydrographique), de même que l'érodibilité du substrat.

3.2.4. Erosion diffuse : évaluation de l'érodibilité

3.2.4.1. Sensibilité des sols à l'érosion

Six classes de sensibilité à l'érosion ont été établies pour chaque type de sol. Les **charges solides potentielles (g/l)** correspondantes sont définies dans le tableau qui suit.

TYPE DE SOLS		FLUVIOSOLS et COLLUVIOSO LS Calcaires	FLUVIOSOLS et COLLUVIOSO LS non calcaires	CALCOSOLS et RENDOSOLS	SOLS BRUNS	SOLS BRUNS LESSIVES / NEOLUVISO LS	SOLS LESSIVES / LUVISOLS	PODZOSOLS
Surface		2%	12%	15%	13%	26%	31%	1%
Texture		Argilo-limoneuse	Argilo-limoneuse	Argileuse à Argilo-limoneuse	Limono-argileuse à argilo-limoneuse	Sablo-limoneuse à limono-sableuse	Limoneuse à limono-sableuse	Sableuse
Stabilité structurale		Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne à Faible	Très faible	Très faible mais sans croûte de battance
Classes de sensibilité à l'érosion diffuse	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	2	2	2	2	2	2	3
	2	4	5	4	5	5	6	7
	3	8	10	7	10	10	12	14
	4	12	15	11	15	15	18	21
	5	20	25	18	25	25	30	35

Tableau 11 : Table de sensibilité des sols à l'érosion diffuse (g/l)

Comme pour la table de sensibilité au ruissellement, cette table d'érodibilité a été construite sur la base de recherches bibliographiques, des observations de terrain et suite à de nombreux échanges entre experts (AREAS et BRGM).

3.2.4.2.Sensibilité du couple [Sol x Occupation du sol] à l'érosion

De même que précédemment, les tables d'érodibilité ont été générées pour chaque couple [Sol X Occupation du sol] au 15 janvier et au 1^{er} juin. Ces tables traduisent la charge solide de chaque sol en fonction du couvert végétal (CV) et de son état de surface (faciès, rugosité).

		FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS Calcaires	FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS non calcaires	CALCOSOLS et RENDOSOLS	SOLS BRUNS	SOLS BRUNS LESSIVES / NEOLUVISOLS	SOLS LESSIVES / LUVISOLS	PODZOSOLS
Cultures de printemps	R	2	2	3	2	2	1	1
	CV	1	1	1	1	1	1	1
	Faciès	F11	F11	F0	F11	F11	F11	F0
	Classe d'érodibilité	4 (12)	4 (15)	3 (7)	4 (15)	4 (15)	4 (18)	2 (7)
Prairies temporaires	R	2	2	3	2	2	2	1
	CV	3	3	3	3	3	3	3
	Faciès	F0	F11	F0	F11	F11	F11	F0
	Classe d'érodibilité	1 (2)	3 (10)	2 (4)	3 (10)	3 (10)	3 (12)	1 (3)
Vigne et arboriculture	R	2	2	2	2	2	2	2
	CV	2	2	2	2	2	2	2
	Faciès	F12	F12	F11	F12	F12	F12	F0
	Classe d'érodibilité	2 (4)	2 (5)	3 (7)	2 (5)	2 (5)	2 (6)	1 (3)
Céréales d'hivers	R	2	1	2	2	1	1	1
	CV	1	1	1	1	1	1	1
	Faciès	F12	F12	F11	F2	F2	F2	F11
	Classe d'érodibilité	3 (8)	3 (10)	4 (11)	4 (15)	4 (15)	4 (18)	4 (21)
Prairies permanentes, estives, landes, autres gels et couvert forestier	R	2	2	3	2	2	2	1
	CV	3	3	3	3	3	3	3
	Faciès	F0	F0	F0	F0	F0	F0	F0
	Classe d'érodibilité	1 (2)	1 (2)	2 (4)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (3)
Couvert forestier	R	3	3	3	3	3	3	3
	CV	3	3	3	3	3	3	3
	Faciès	F0	F0	F0	F0	F0	F0	F0
	Classe d'érodibilité	2 (4)	2 (5)	2 (4)	2 (5)	2 (5)	2 (6)	2 (7)
Zones urbaines	R					2		F0
	CV	3	3	3	3	3	3	3
	Faciès					F0		0
	Classe d'érodibilité	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Tableau 12 : Table de sensibilité à l'érosion des couples [Sol X Occupation du sol] au 15 janvier – (valeurs entre parenthèses en g/l)

		FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS Calcaires	FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS non calcaires	CALCOSOLS et RENDOSOLS	SOLS BRUNS	SOLS BRUNS LESSIVES / NEOLUVISOLS	SOLS LESSIVES / LUVISOLS	PODZOSOLS
Cultures de printemps	R	2	2	3	2	2	1	1
	CV	1	1	1	1	1	1	1
	Faciès	F11	F11	F0	F11	F11	F11	F0
	Classe d'érodibilité	4 (12)	4 (15)	3 (7)	4 (15)	4 (15)	4 (18)	2 (7)
Prairies temporaires	R	2	2	3	2	2	2	1
	CV	3	3	3	3	3	3	3
	Faciès	F0	F11	F0	F11	F11	F11	F0
	Classe d'érodibilité	1 (2)	3 (10)	2 (4)	3 (10)	3 (10)	3 (12)	1 (3)
Vigne et arboriculture	R	2	2	2	2	2	2	2
	CV	2	2	2	2	2	2	2
	Faciès	F11	F12	F11	F12	F12	F12	F0
	Classe d'érodibilité	3 (8)	2 (5)	3 (7)	2 (5)	2 (5)	2 (6)	1 (3)
Céréales d'hivers	R	2	1	2	1	1	1	1
	CV	3	3	3	3	3	3	3
	Faciès	F11	F11	F0	F11	F12	F12	F0
	Classe d'érodibilité	3 (8)	3 (10)	1 (2)	3 (10)	2 (5)	2 (6)	1 (3)
Prairies permanentes, estives, landes, autres gels et couvert forestier	R	2	2	3	2	2	2	1
	CV	3	3	3	3	3	3	3
	Faciès	F0	F0	F0	F0	F0	F0	F0
	Classe d'érodibilité	1 (2)	1 (2)	2 (4)	1 (2)	1 (2)	1 (2)	1 (3)
Couvert forestier	R	3	3	3	3	3	3	3
	CV	3	3	3	3	3	3	3
	Faciès	F0	F0	F0	F0	F0	F0	F0
	Classe d'érodibilité	2 (4)	2 (5)	2 (4)	2 (5)	2 (5)	2 (6)	2 (7)
Zones urbaines	R					2		F0
	CV	3	3	3	3	3	3	3
	Faciès					F0		0
	Classe d'érodibilité	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Tableau 13 : Table de sensibilité à l'érosion des couples [Sol X Occupation du sol] au 1^{er} juin – (valeurs entre parenthèses en g/l)

3.2.5. Pluie d'imbibition

Un évènement pluvieux est défini pour une date donnée (par défaut il s'agit de la date du relevé des états de surface), avec une hauteur totale de pluie tombée lors de cet évènement. Celui-ci dure pendant un certain temps, on parle de durée efficace. Enfin, il peut être précédé d'autres évènements pluvieux survenus au cours des 48 heures qui précèdent celui étudié, et qui peuvent totaliser une certaine hauteur d'eau (pluie antécédente), qui doit être prise en compte lors du calcul de la pluie d'imbibition.

Ainsi, les **pluies d'imbibitions (mm)** ont été renseignées dans le tableau ci-après, pour chaque type de sol et chaque classe de sensibilité.

Classes de sensibilité au ruissellement	FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS Calcaires	FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS non calcaires	CALCOSOLS et RENDOSOLS	SOLS BRUNS	SOLS BRUNS LESSIVES / NEOLUVISOLS	SOLS LESSIVES / LUVISOLS	PODZOSOLS
0	25	20	25	20	20	12	40
1	20	15	15	15	15	8	40
2	15	12	10	12	12	6	20
3	10	8	6	8	8	5	20
4	5	5	4	5	5	2	20

Tableau 14 : Pluies d'imbibition (mm/h)

3.2.6. Erosion concentrée

L'érosion concentrée est calculée en fonction du ruissellement accumulé, de la pente et d'un coefficient d'érodibilité défini pour chaque type de sol. Le calcul de l'érosion concentrée s'appuie sur la formule suivante :

$$E_c = K * Q * S$$

Avec :

- K : le coefficient d'érodibilité ;
- Q : le ruissellement accumulé (m³) ;
- S : la pente (%)

Les valeurs du coefficient d'érodibilité K ont été définies sur une échelle de 1 à 5 pour chaque sol agricole en fonction de la composition granulométrique et de la part de matière organique (MO) de l'horizon de surface. Plus la valeur de K est élevée plus les sols sont érodables. Ces valeurs prennent en compte le travail agricole du sol et ont été définies en concertation avec les experts.

Types de sol	Surface dans le périmètre d'étude	Texture	Granulométrie (%)					MO (%)	K
			Argiles	Limons fins	Limons grossiers	Sables fins	Sables grossiers		
Rendosols	15%	Argileuse à Argilo-limoneuse	40	39	10	5	5	1,4	2
Calcosols			42	32	12	7	5	1,7	
Sols Bruns (Brunisols)	13%	Limono-argileuse à argilo-limoneuse	29	27	21	15	5	2,5	3
Sols Bruns Lessivés (Neoluvisols)	26%	Sablo-limoneuse à limono-sableuse	15	10	8	31	35	1,3	3
Sols lessivés (Luvisols)	31%	Limoneuse à limono-sableuse	15	41	28	9	5	2,2	3
Podzosols	1 %	Sableuse	2	0	1	13	81	2,8	4
Fluvisols	14 %	Argilo-limoneuse	42	28	16	8	2	4,3	3
Colluviosols			28	32	21	12	6	1,5	

Tableau 15 : Définition du coefficient d'érodibilité des sols (printemps)

Les calco-rendosols apparaissent les plus stables et donc les moins érodables, grâce à leur forte teneur en argile. A l'inverse les podzosols sont les plus érodables, du fait de l'importance du taux de sable dans leurs textures. Les autres sols, qu'ils s'agissent des sols bruns, sols lessivés ou fluvisols et colluviosols, ont un coefficient d'érodibilité de 3. Rappelons que les sols battants (sols bruns, sols bruns lessivés et sols lessivés) sont pour la majorité travaillés en inter-rangs au printemps.

3.2.7. Résumé méthodologique

Le schéma qui suit synthétise le processus méthodologique mis en œuvre par Stream et qui permet de générer à partir des données d'entrées précédemment décrites, les cartes suivantes, organisées en trois blocs :

- Bloc « Ruissellement » :
 - Carte Bilan infiltration/ruissellement
 - Carte Ruissellement
- Bloc « Erosion diffuse » :
 - Carte Erosion diffuse
- Bloc « Erosion concentrée » :
 - Carte Erosion concentrée

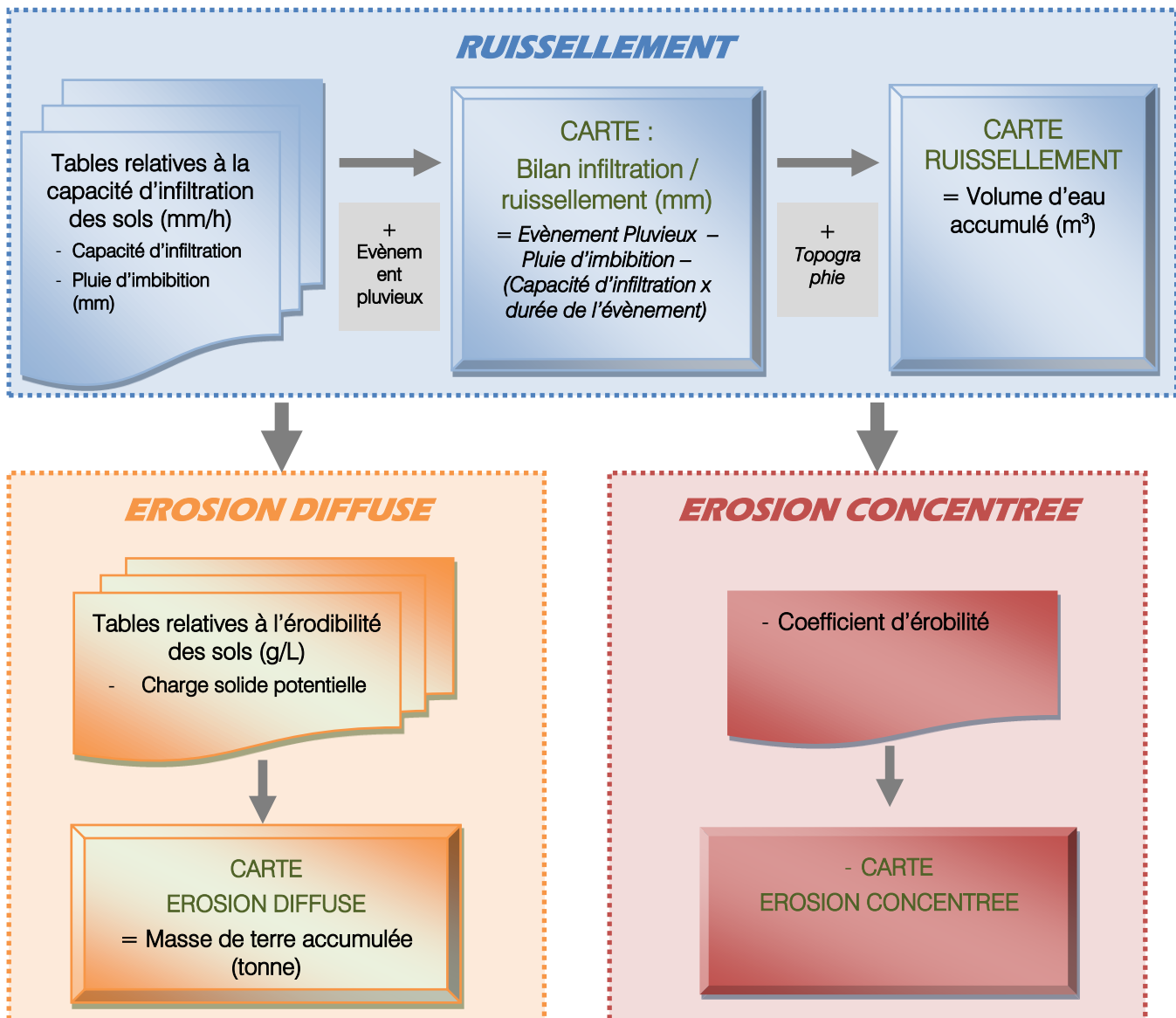


Figure 10 : Schématisation du processus STREAM

4. Modélisation de l'aléa érosion : résultats

La présentation des résultats s'organisent en plusieurs étapes, ces résultats prennent la forme de cartes, issues de la méthode de modélisation Stream décrites dans les paragraphes précédents.

Les résultats sont présentés en plusieurs étapes :

1. Présentation et choix de scenario
2. Présentation des résultats Ruissellement
3. Présentation des résultats Erosion diffuse ou de versant
4. Présentation des résultats Erosion concentrée
5. Présentation de la carte finale Aléa Erosion

Toutes les cartes ont été réalisées aux formats A3 et A0 afin de garantir une bonne visibilité des résultats de l'aléa érosion.

4.1. Définition et choix des scénarios

Plusieurs scénarios ont été testés afin de simuler l'aléa érosion sur le territoire. Ces derniers sont caractérisés par la combinaison de trois principaux paramètres :

- La période de l'année, deux périodes ont été retenues et apparaissent comme les périodes des plus sensibles au phénomène d'érosion : en hiver (15 janvier) et au printemps (1^{er} juin).
- L'occupation du sol : afin d'exprimer le risque d'érosion de chaque parcelle, il a été envisagé de regrouper les parcelles dont l'occupation du sol peut potentiellement être amenée à évoluer (prairies temporaires, vignes et arboriculture, prairies permanentes) au sein des classes « cultures de printemps » et « cultures d'hivers » suivant la période considérée. Les autres classes (zones urbanisées, surfaces en eau et couvert arboré) restent inchangées.
- L'intensité et la durée de l'évènement pluvieux : trois évènements pluvieux ont été retenus afin de modéliser l'aléa érosion (25mm en 2H, 21mm en 1H, 70mm en 1H).

Les différents scénarios résultants de la combinaison de ces paramètres sont présentés en Annexe 6.

Pour simuler **l'érosion diffuse (ou de versant)**, deux scenarios ont été testés :

- un scénario d'hiver caractérisé par les paramètres suivants :
 - Période : 15 janvier
 - Occupation du sol : toutes les terres arables (cultures annuelles) sont considérées en cultures d'hiver
 - Evènement pluvieux de 25mm/2h avec un précédent de 20 mm
- un scénario de printemps qui se caractérise par :
 - Période : 1^{er} juin
 - Occupation du sol : toutes les terres arables (cultures annuelles) sont considérées en cultures de printemps
 - Evènement pluvieux de 21mm/1h

⇒ Au final, le scénario retenu pour modéliser l'érosion diffuse est le scenario de printemps. Ce dernier permet de faire réagir de manière cohérente le territoire tout en se concentrant sur la période la plus critique c'est-à-dire au printemps.

L'érosion concentrée a été modélisée à partir du scénario suivant :

- Scénario de printemps :
 - Période : 1^{er} juin
 - Occupation du sol : les terres arables, vignes et prairies sont considérées en cultures de printemps
 - Evènement pluvieux de 70mm/1h correspondant à un évènement orageux exceptionnel

⇒ Ce scénario simule un évènement orageux de printemps. La comparaison avec les traces d'érosion linéaire observées sur plusieurs années (via Google Earth année 2008 particulièrement intéressante) permet de confirmer la pertinence de ce scénario au regard de la réalité du territoire.



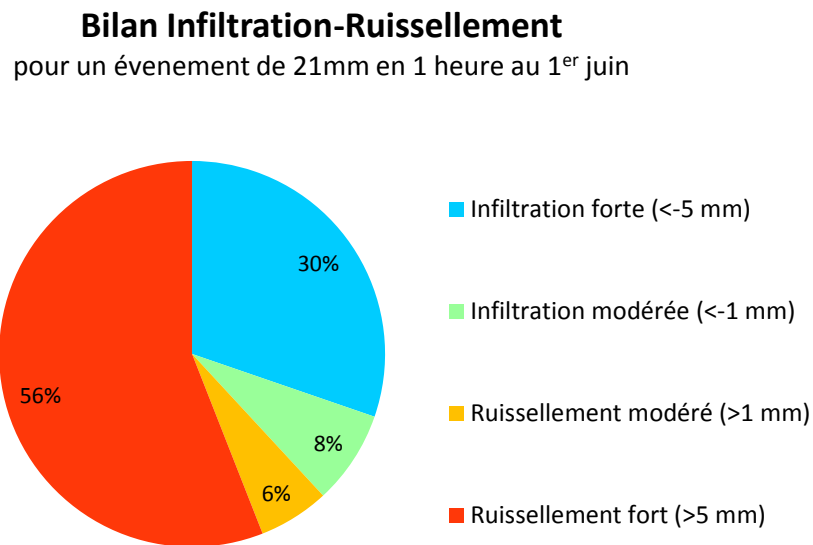
Figure 11 : Traces d'érosion observables sur un extrait Google earth 2008

4.3. Carte Ruissellement

La carte « Bilan Infiltration/Ruissellement » présente le résultat d'un évènement pluvieux de 21 mm en une heure au 1^{er} juin donc sur des états de couverture de sol en fin de printemps.

Il s'agit d'une carte « statique », elle ne prend pas en compte les liens amont/aval du territoire mais elle est néanmoins structurante car elle permet d'appréhender les secteurs où le ruissellement, phénomène central dans le processus d'érosion, est généré.







La répartition surfacique de ce bilan est sur l'ensemble du territoire d'étude le suivant :








- Sur une grande majorité du territoire d'étude, on observe un ruissellement supérieur à 5 mm, ce ruissellement apparait prépondérant sur les sols lessivés couverts par des cultures de printemps. Le ruissellement est observé sur 62% et s'étend sur les ¾ aval du territoire d'étude.
- L'infiltration concerne 38 % de la surface du territoire et se concentre sur 3 types de secteurs :
 - Sur l'amont (sud du territoire d'étude) l'infiltration est supérieure au ruissellement. La combinaison sur ce secteur de sols de type calcosols-rendosols (plutôt stables par la prédominance d'argiles et de calcaire) et de prairies et de quelques boisements favorise cette infiltration.
 - A l'extrémité aval (nord du périmètre d'étude), l'infiltration s'explique par la présence de podzosols et de nombreux boisements ;
 - Enfin, une partie des plaines alluviales du Midou et de la Douze apparaissent en zones d'infiltration. Elles se caractérisent par des sols lessivés et recouverts de boisements alluviaux.

Carte intermédiaire

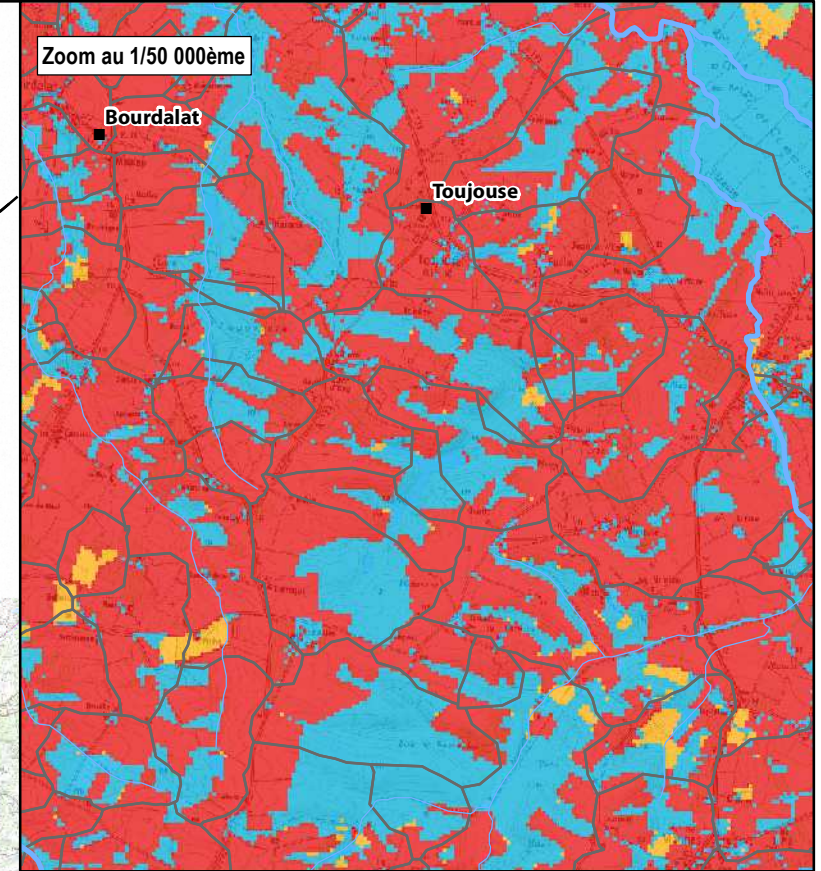
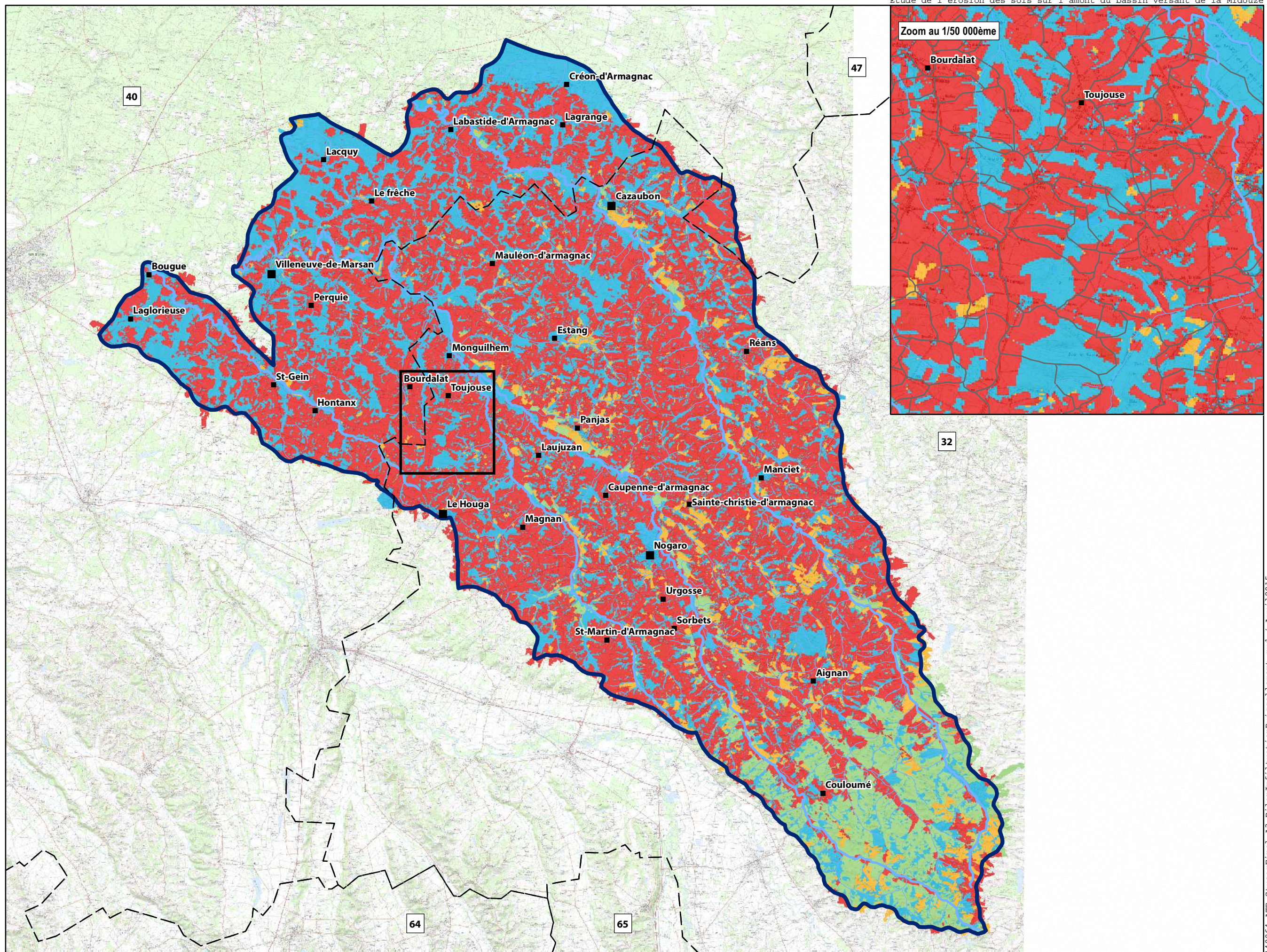
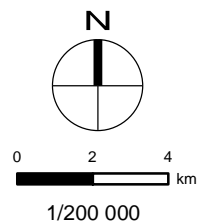
Bilan infiltration ruissellement

-  Zone d'étude
-  Sous-bassins versants
-  Cours d'eau
-  Villes de plus de 1000 habitants
-  Villes de plus de 200 habitants
-  Limites départementales

Bilan Infiltration - Ruissellement pour un événement pluvieux de 21mm en 1h au 1er Juin

-  Infiltration forte
-  Infiltration modérée
-  Equilibre
-  Ruissellement modéré
-  Ruissellement fort

Sources, références :
 IGN BD Topo
 IGN BD Carthage
 IGN Scan 25
 IGN BD Alti



4.4. Carte Erosion diffuse

Cette carte simule l'accumulation de terres issue du processus d'érosion de versant des mailles amont vers l'exutoire du bassin versant. Comme le montre le schéma relatif au processus STREAM, cette carte a été générée par le croisement de la carte de ruissellement (volume d'eau accumulé) et de l'érodibilité des sols pour un événement pluvieux de 21 mm en une heure au 1^{er} juin.

Sur l'ensemble du territoire d'étude, on observe que :

- 25 % du territoire est concerné par une érosion diffuse comprise entre 0 et 0,3 tonne correspondant à une érosion faible à moyenne,
- Et 20 % du périmètre est concerné par une érosion de plus de 0,3 tonne correspondant à une érosion moyenne à forte.

55 % du territoire n'apparaît pas comme concerné par le phénomène d'érosion potentielle de versant pour l'événement considéré. Pour rappel, pour ce même événement, l'absence de ruissellement concernait 38 % du territoire. Ainsi une grande majorité des secteurs dépourvus d'érosion potentielle de versant concernent des secteurs d'infiltration (secteur amont de la zone d'étude, certaines limites situées sur le secteur aval (nord du périmètre d'étude) ainsi qu'une partie des rives de la Douze et du Midou et des cours d'eau principaux).

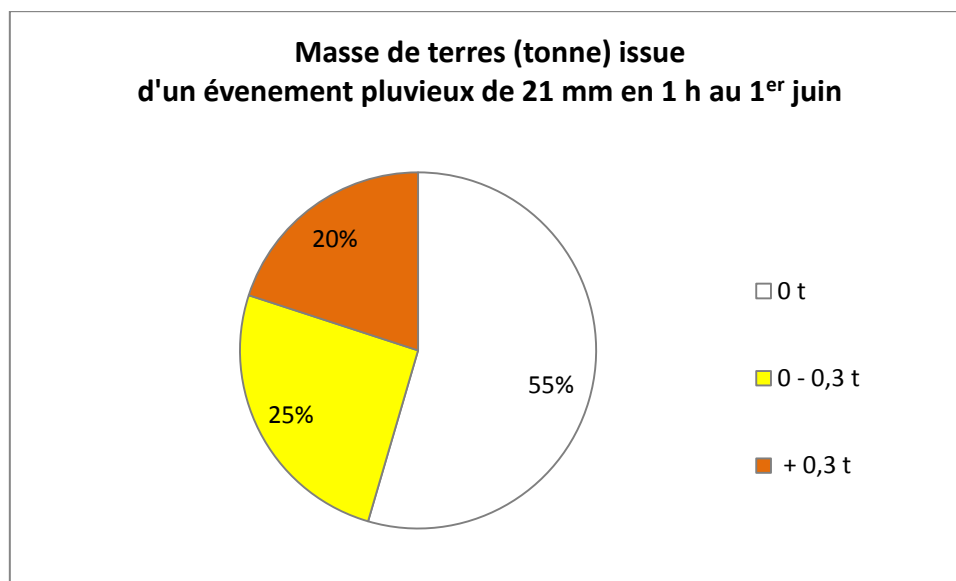








Figure 12 : Répartition surfacique de la masse de terres issue de l'érosion potentielle de versant




Plus spécifiquement, on observe logiquement une accumulation croissante à l'aval des versants.

Carte finale Erosion potentielle de versant

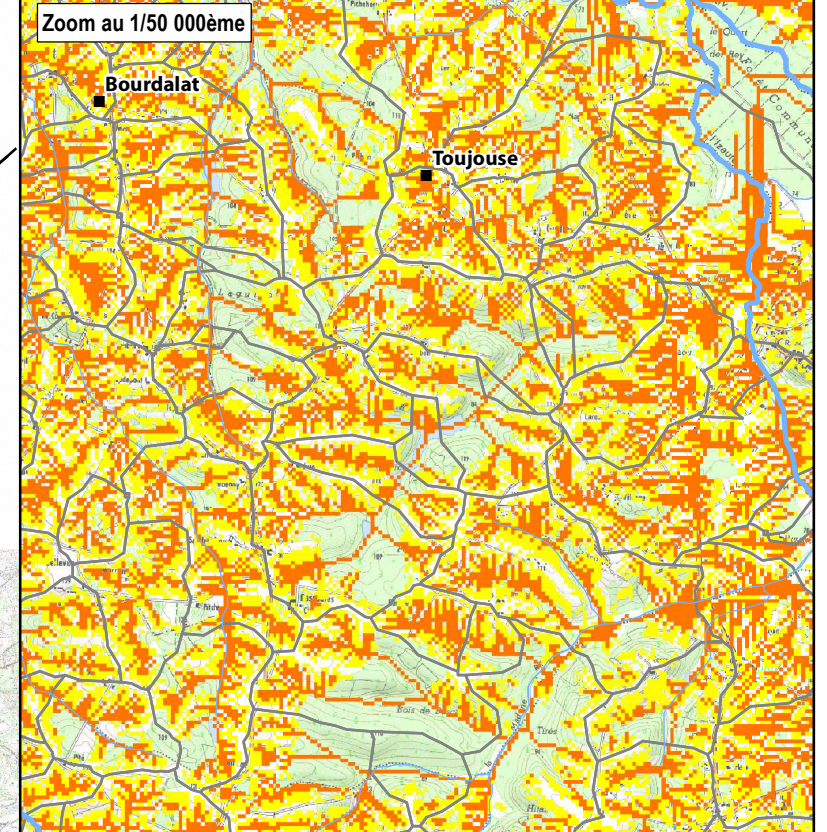
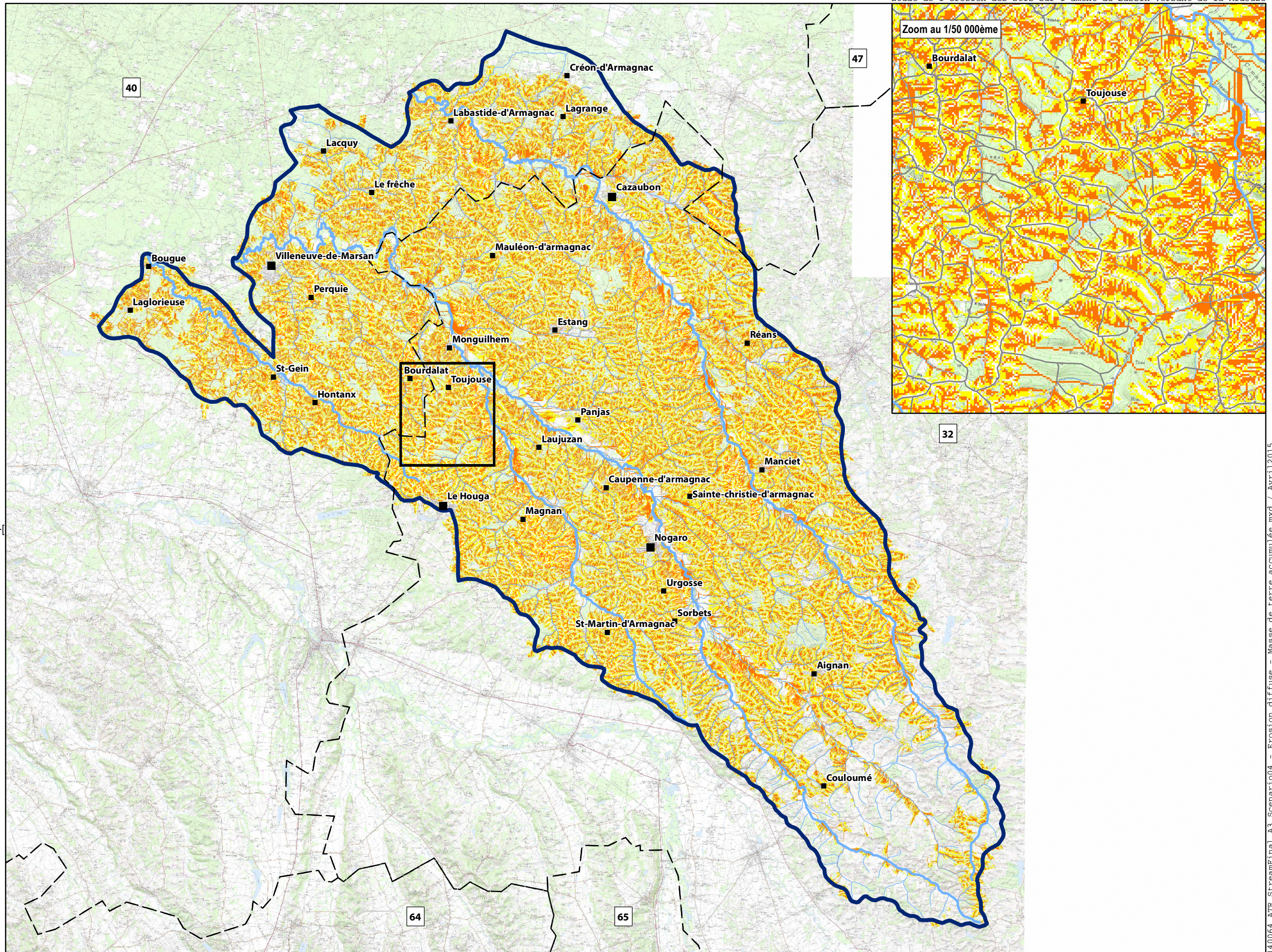
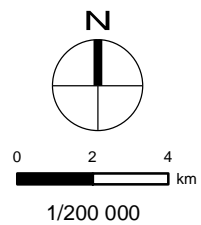
Masse de terre pour un évènement pluvieux de 21mm en 1h au 1er juin

-  Zone d'étude
-  Sous-bassins versants
-  Cours d'eau
-  Villes de plus de 1000 habitants
-  Villes de plus de 200 habitants
-  Limites départementales

Masse de terre (T) pour un évènement pluvieux de 21mm en 1h au 1er juin

-  Nulle
-  Faible [0 - 0,3125 T]
-  Moyenne à forte]0,3125 et +[

Sources, références :
IGN BD Topo
IGN BD Carthage
IGN Scan 25
IGN BD Alti



La carte d'érosion diffuse au pixel apparait difficilement exploitable pour mettre en évidence des secteurs prioritaires. Aussi, un travail de regroupement spatial des données a été réalisé.

La méthode de regroupement utilisée s'appuie sur la méthode d'intégration de l'aléa par Unité Spatiale d'Intégration (USI) issue de *L'Erosion Hydrique des Sols en France* (Y. Le Bissonnais et al). L'USI est ici le **sous bassin versant** topographique issu du Modèle Numérique de Terrain. Le nombre de sous bassins versants générés par la BD Alti est de 2 354.

L'intégration des aléas par sous bassin versant est réalisée à l'aide d'une règle de décision prenant en compte les pourcentages de surfaces de chaque classe d'aléa au sein de chaque bassin versant (cf. tableau suivant).

Lorsqu'un bassin versant peut prendre plusieurs valeurs d'aléa, c'est l'aléa correspondant à l'ordre de priorité le plus fort qui est retenu. Les niveaux d'aléas considérés sont présentés par l'échelle suivante :

Aléa 1	Aléa 2	Aléa 3	Aléa 4	Aléa 5
--------	--------	--------	--------	--------

Pourcentage de surface de l'aléa	Classe d'aléa
aléa 5 ≤ 7% OU 2% ≤ aléa 45 ≤ 12% OU 6% ≤ aléa 354 ≤ 20%	Faible
8% < aléa 5 ≤ 11% OU 13% < aléa 45 ≤ 20% OU 21% < aléa 354 ≤ 28%	Moyen
12% < aléa 5 ≤ 17% OU 21% < aléa 45 ≤ 28% OU 29% < aléa 354 ≤ 39%	Fort
aléa 5 > 18% OU aléa 45 > 29% OU aléa 354 > 40%	Très fort

Tableau 16 : Règle de décision pour l'attribution d'une classe d'aléa par sous bassin versant

Sur la base de ce découpage par bassin versant topographique, la répartition surfacique de l'aléa Erosion diffuse sur l'ensemble du périmètre d'étude est la suivante :

Aléa érosion diffuse potentielle de versant

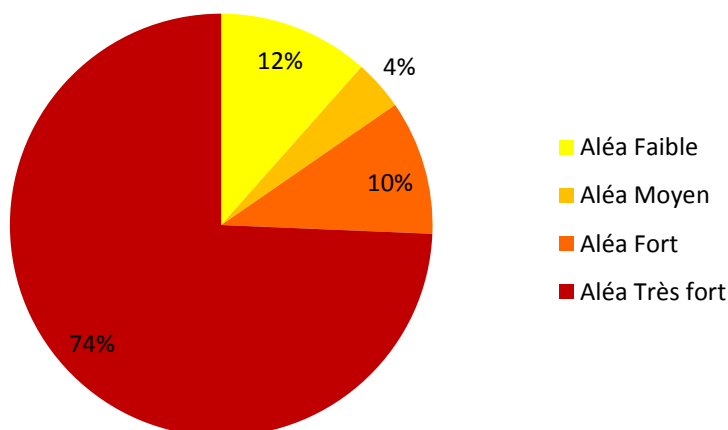







Figure 13 : Répartition surfacique de l'aléa érosion potentielle de versant par sous bassin versant

La répartition spatiale met en évidence :

- Un aléa très fort sur près de 75 % du territoire,
- Un aléa faible sur seulement 12% du territoire d'étude et qui se situe :
 - o sur la partie amont (sud du périmètre), en lien avec la présence des calcosols, combinés aux nombreuses forêts et prairies malgré les pentes sur ce territoire.
 - o sur la partie aval (nord du périmètre), combinant la présence de podzols (filtrants), de forêts et de faibles pentes.

Carte finale Erosion potentielle de versant

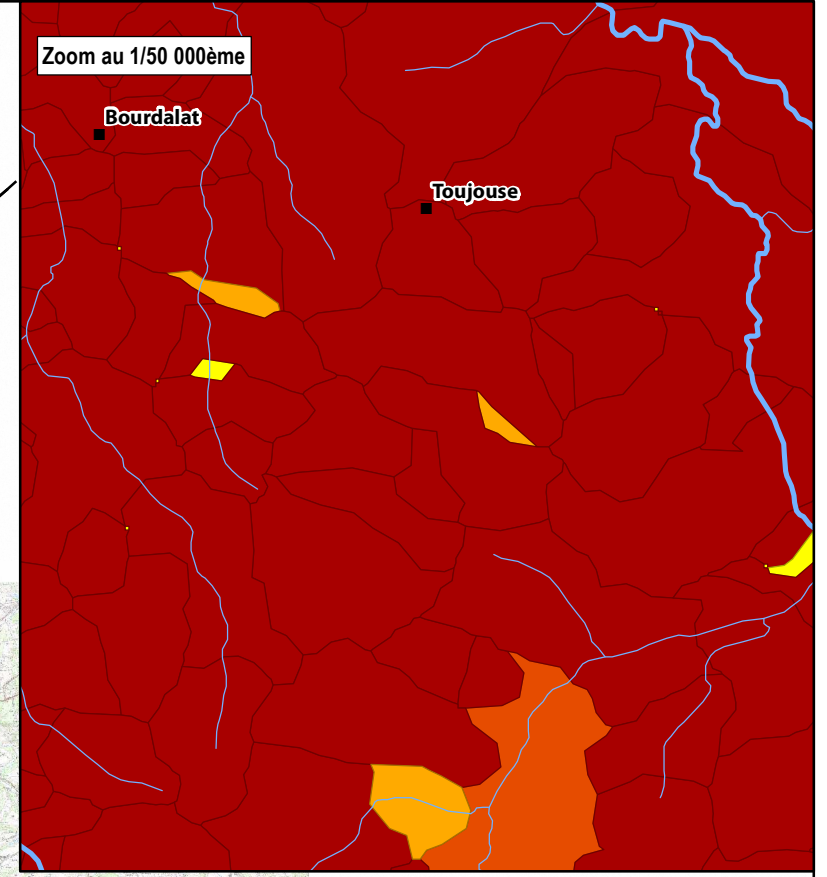
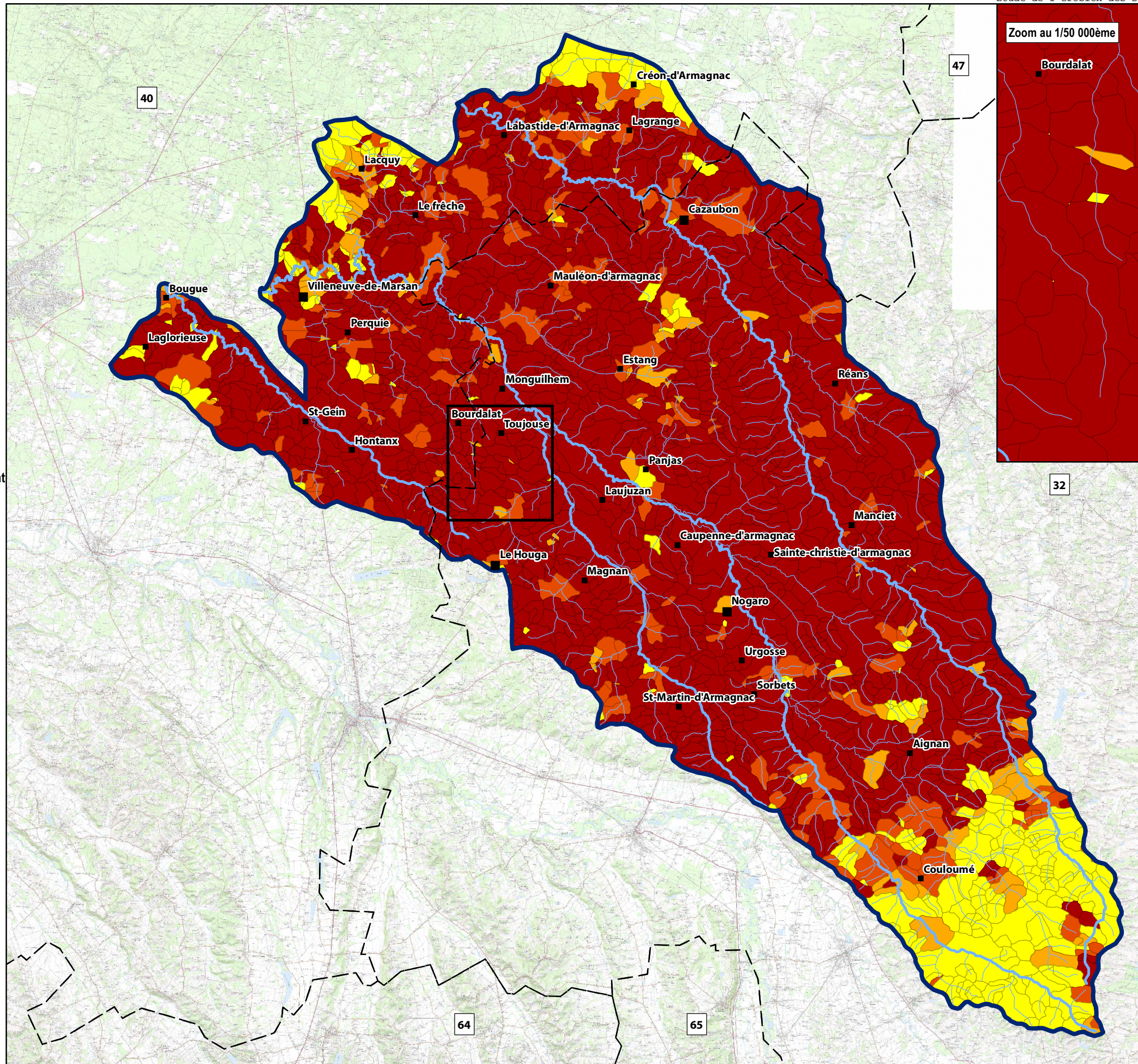
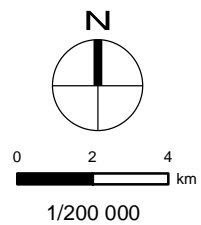
Synthèse par bassin pour un évènement pluvieux de 21mm en 1h au 1er juin

-  Zone d'étude
-  Cours d'eau
-  Villes de plus de 1000 habitants
-  Villes de plus de 200 habitants
-  Limites départementales

Aléa érosion par bassin versant pour un évènement pluvieux de 21mm en 1h au 1er juin

-  Très fort
-  Fort
-  Moyen
-  Faible

Sources, références :
IGN BD Topo
IGN BD Carthage
IGN Scan 25
IGN BD Alti



4.5. Carte Erosion concentrée

La carte et les seuils concernant l'érosion concentrée ont été calés sur la base des traces d'érosion linéaire observables à partir de photos aériennes. Pour rappel, l'érosion concentrée a été simulée sur la base d'un orage au 01 juin, c'est-à-dire avec des cultures annuelles peu couvrantes, sur l'ensemble du territoire d'étude.







Quatre classes d'érosion sont présentées :

- Un risque faible qui correspond aux traces d'érosion en rigoles sur les têtes de sous bassin versants
- Un risque moyen de rigoles sur les talwegs de versant
- Un risque fort
- Un risque très fort

On remarquera que l'érosion concentrée est observable sur l'ensemble du territoire d'étude, y compris en amont contrairement à l'érosion de versant. En effet, les calcosols présents à l'amont peuvent présenter des taux d'argile élevés qui les rendent peu perméables et ainsi sujets à du ruissellement concentré pour un évènement pluvieux intense. Cette teneur en argile améliore la cohésion de surface, ce qui explique également la faible érosion diffuse.

Carte finale
Erosion concentrée
potentielle

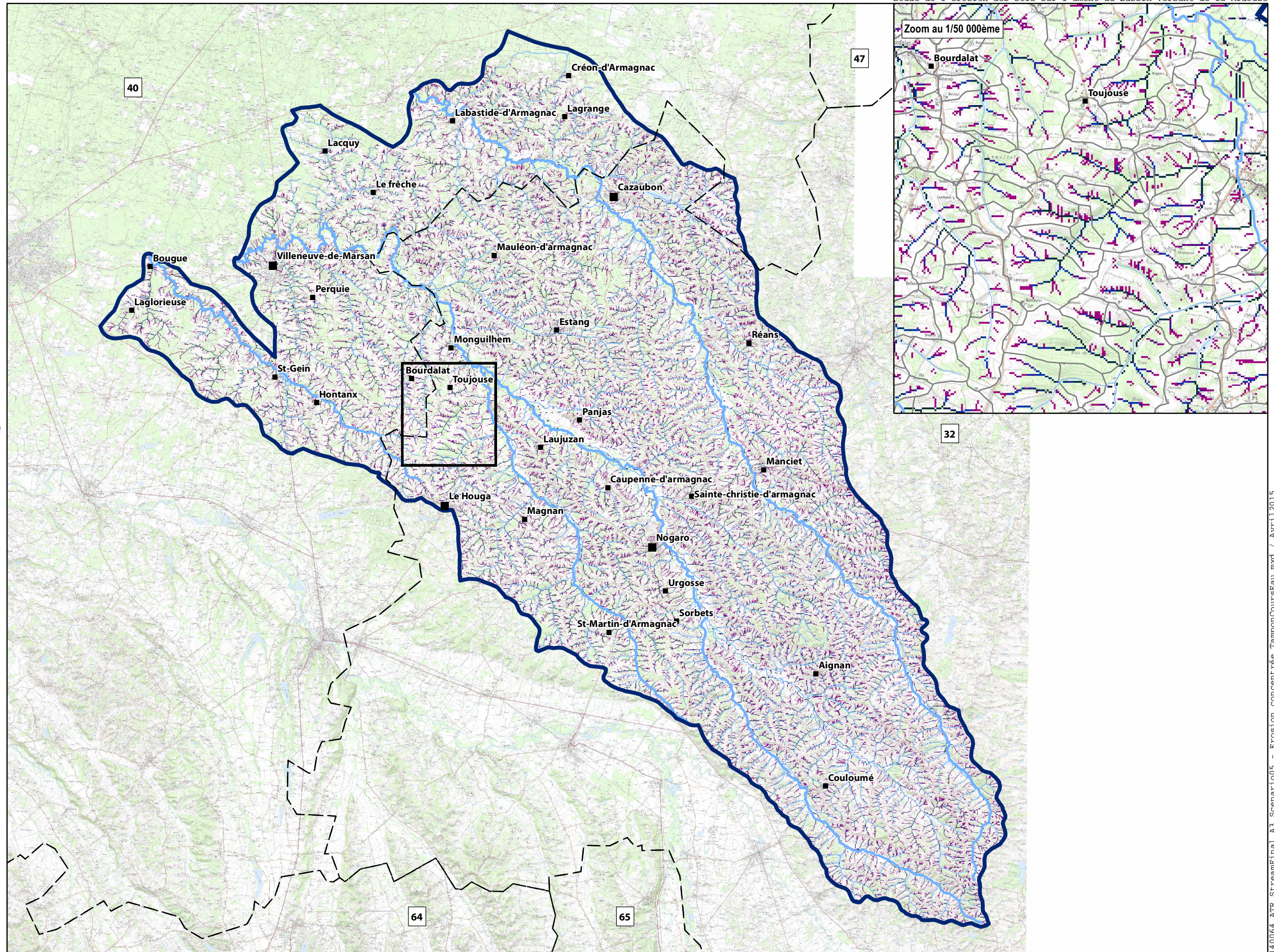
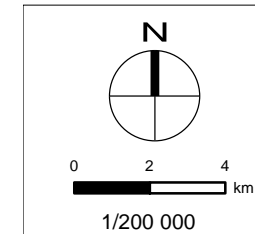
Erosion concentrée
potentielle pour un
évènement pluvieux
de 70mm en 1h
au 1er Juin

-  Zone d'étude
-  Sous-bassins versants
-  Cours d'eau
-  Villes de plus de 1000 habitants
-  Villes de plus de 200 habitants
-  Limites départementales

Erosion concentrée potentielle
($k * \text{pente} * \text{volume d'eau}$
cumulé par ruissellement)

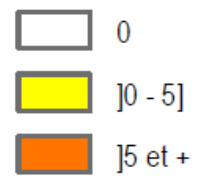
-  Risque faible
-  Risque moyen
-  Risque fort ou fréquent
-  Risque très fort

Sources, références :
BD Topo
BD Carthage
RPG 2012 / BDTopo / CLC 2006



Les extraits de photos et de cartes qui suivent donnent un sens, à ces cartes d'aléa. Elles mettent en évidence la cohérence entre la modélisation et les traces d'érosion observées sur le terrain.

Masse de terre accumulée
 par érosion diffuse (T/ha)
 pour un évènement pluvieux
 de 21mm en 1h au 1er juin



Erosion concentrée
 ($k * \text{pente} * \text{volume d'eau}$
 cumulé par ruissellement)



Occupation du sol



4.6. Carte Erosion finale

La carte finale correspond à la combinaison par superposition des deux types d'érosion : concentrée et de versant.

Les surfaces en prairies permanentes et boisées ainsi que les surfaces urbaines et en eau ont été considérées comme des secteurs où le phénomène d'érosion n'est pas visible. Ces occupations du sol figurent sur la carte et couvrent donc d'éventuelles traces d'érosion que le modèle aurait cartographié.







Cette hypothèse est à considérer avec précaution car :

- les prairies permanentes peuvent être sujettes à un retournement et une reconversion en terres arables,
- des phénomènes d'érosion peuvent être visibles dans certaines zones boisées, mais ces traces semblent marginales au regard de la surface boisée du bassin versant (observations réalisées sur la partie amont du territoire en juin 2015),
- les surfaces urbaines peuvent générer un ruissellement important qui se situent généralement dans le lit majeur des principaux cours d'eau.




Carte finale 2 Erosion potentielle des sols

Erosion de versant et érosion concentrée potentielles

(hors zones urbaines, bois,
surfaces en eau, prairies)

-  Zone d'étude
-  Sous-bassins versants
-  Cours d'eau
-  Villes de plus de 1000 habitants
-  Villes de plus de 200 habitants
-  Limites départementales





Masse de terre (T) pour un évènement pluvieux de 21mm en 1h au 1er juin

-  Nulle
-  Faible [0 - 0,3125]
-  Moyenne à forte]0,3125 et +]

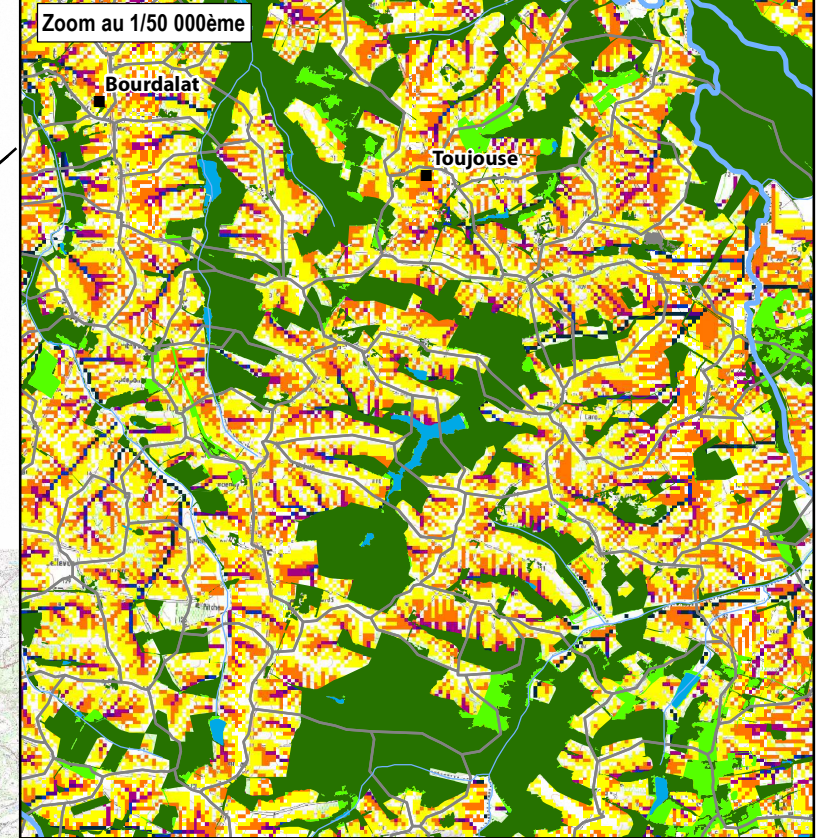
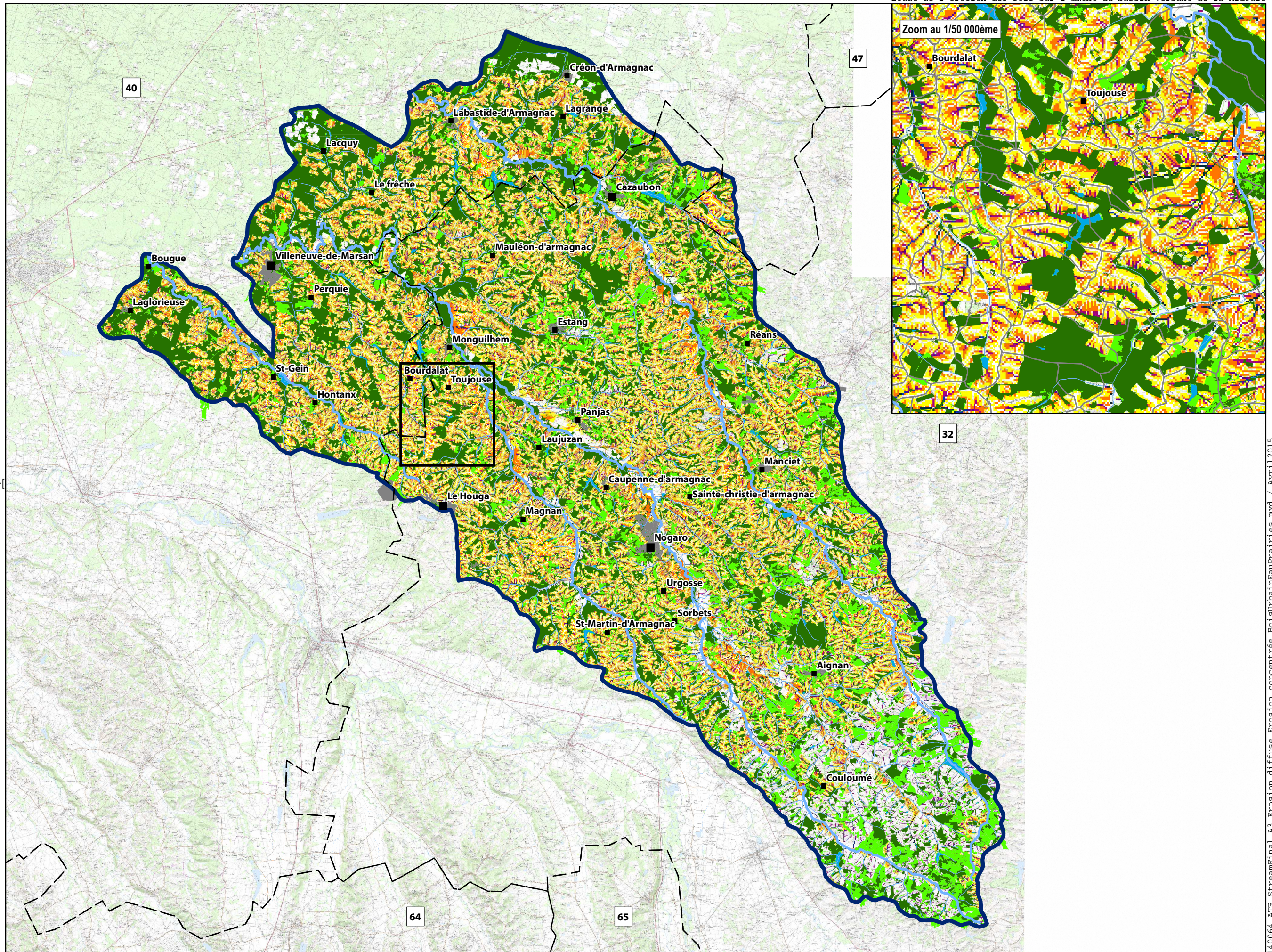
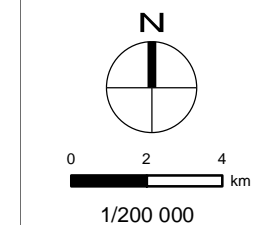
Erosion concentrée potentielle (k * pente * volume d'eau cumulé par ruissellement)

-  Risque faible
-  Risque moyen
-  Risque fort ou fréquent
-  Risque très fort

Occupation du sol

-  Zones urbaines
-  Prairies permanentes, estives, landes
-  Couvert arboré
-  Surfaces d'eau

Sources, références :
IGN BD Topo / IGN BD Carthage
IGN Scan 25 / IGN BD Alti
RPG 2012 / CLC 2006



5. Conclusion

La cartographie de l'aléa érosion a été réalisée à partir du modèle S.T.R.E.A.M⁸ qui s'appuie sur le croisement des données suivantes :

- L'occupation du sol (utilisation de la donnée Registre Parcellaire Graphique 2012 pour 60 % du territoire d'étude),
- La topographie (à partir du Modèle Numérique de Terrain),
- Les sols potentiels (issus de l'extrapolation de la géologie et de la morphologie du secteur d'étude),
- Des évènements pluvieux de printemps.

La carte finale de l'érosion potentielle des sols obtenue présente :

- L'érosion diffuse, c'est-à-dire l'érosion de versant exprimée en masse de terre (en tonne),
- Et l'érosion concentrée ou érosion dite « linéaire ».

Les résultats mettent en évidence une grande sensibilité du territoire au phénomène d'érosion.

L'analyse par sous bassin versant montre que le territoire d'étude est très sensible à l'érosion. La présence des cultures de printemps en forte proportion sur le territoire (29%) et de cultures annuelles et permanentes (44%) combinées aux sols lessivés (56%) et aux fortes pentes sont les principaux facteurs à l'origine de l'intensité de cet aléa.

L'aléa érosion diffuse potentielle apparaît faible sur deux secteurs principalement : la partie amont caractérisée par des sols calcaires (malgré la présence de pentes plus importantes, les caractéristiques de ces sols limitent le phénomène de ruissellement et d'érosion) ainsi que sur les secteurs situés en aval reposant sur les sables des landes.

L'érosion concentrée s'observe quant à elle sur l'ensemble du territoire d'étude et ce dès les premières pentes.

⁸ STREAM : Sealing and Transfert by Runoff and Erosion in relation with Agricultural Management

6. Annexes

ANNEXE 1 : DETAIL DES PRINCIPALES FORMATIONS GEOLOGIQUES

Les principales formations que l'on retrouve à l'affleurement sur le bassin d'étude sont donc issues des évolutions géologiques présentées, on retrouve ainsi les formations principales suivantes, par ordre chronologique :

Tertiaire

g3-m2 - Chattien à Burdigalien- Oligo-Miocène : Molasses.

Les niveaux burdigaliens sont représentés par des milieux de **dépôts de type molassique**. D'une puissance estimée entre 30 et 50 mètres ces horizons affleurent, en partie avale du bassin versant principalement au sein des versants entaillés par les principaux cours d'eau :

- sur les rives du Midou, aux environs de Villeneuve-de-Marsan, de Nogaro ;
- sur la rive droite de la Douze puis sur les deux rive en partie avale de la Douze ainsi que de ses affluents (Uby...);
- sur les rive de l'Isaute (Arblade le haut...)

A l'amont (au-delà d'Aignan) ces formations molassiques sont les formations les plus importantes à l'affleurement.

En surface, la molasse apparaît comme constituée par un ensemble de roches peu variées entre lesquelles existent de nombreux termes de passage et qui affleurent à tous les niveaux. On y reconnaît : — des calcaires palustres, parfois lacustres, avec dissociation plus ou moins poussée des fractions calcaire et argileuse : calcaires durs lités, calcaires massifs etc. ; — des roches détritiques: poudingues de provenance pyrénéenne, conglomérats à éléments calcaires miocènes, molasses à ciment calcaréo-marneux où abonde le quartz, à côté de débris calcaires, de micas, de feldspaths corrodés, enfin sables dont les minéraux lourds (grenats, épidote, andalousite) attestent l'origine pyrénéenne ; —des marnes bariolées (jaunes, grises, parfois verdâtres ou rougeâtres) qui présentent au lavage un résidu sableux et qui incluent des grumeaux calcaires localement très abondants.

On distingue principalement, sur la partie amont du bassin versant, les formations molassiques suivantes

- **m1b2. Burdigalien moyen - niveaux des Calcaires** de Pellécahus, de Lectoure inférieur et de Larroque-Saint-Sernin.

Le Burdigalien moyen atteint 35 à 40 m d'épaisseur. La cote de sa base s'abaisse de 160 m au Sud-est (vallée du Lizet) à moins de 100 m vers le Nord-Ouest (confluent des deux Midour). Il comporte trois unités :

- **m1b3. Burdigalien supérieur - niveaux du calcaire supérieur** de Lectoure et du Calcaire d'Auch. Le Burdigalien supérieur présente une puissance de 30 m environ. Conformément à la pente générale signalée ci-avant, sa base s'abaisse du Sud-Est au Nord-Ouest, de 190 à 130 m environ. Il se décompose en deux niveaux :

- le niveau supérieur de Lectoure est calcaire dans la vallée de l'Osse, avec un passage détritique vers la Guiroue au niveau de Tudelle et de Cazaux-d'Anglès. Il est marneux dans le secteur de l'Arros ;
- le niveau d'Auch s'étend largement sur toute la surface de la feuille: les marnes qui le composent exclusivement à l'Ouest, dans la vallée de l'Arros, s'associent vers l'Est à des bancs calcaires peu épais qui disparaissent à nouveaudans les environs de Montesquiou.

- m2a2. *Helvétien moyen*.

Niveaux des calcaires de Sansan, de Monlezun et de Bassoues. Quand il est complet, ce sous-tage peut atteindre 35 m de puissance. Sa cote de base s'abaisse de 225-230 m au Sud-Est, à 175-180 m vers le Nord-Ouest.

- m4a - *Serravallien inférieur - Miocène* : **Calcaires gréseux bioclastiques**.

Ce niveau sépare les formations de type molassiques des Sables fauves sus-jacents. Cette formation se présente suivant des faciès détritiques ou carbonatés souvent imbriqués. Les affleurements restent localisés (Mauléon d'Armagnac ou Lias d'Armagnac).

- m4 – *Serravallien - Miocène* : **Formation des Sables fauves** (épaisseur moyenne 30 m).

Cette formation sableuse dite « Sables fauves » s'accumule suivant des épaisseurs avoisinant 30 mètres. Cette formation constitue la surface cartographiée la plus importante sur la partie aval du territoire d'étude. Plus en amont (amont de Aignan) cette formation est moins présente à l'affleurement, on retrouve alors davantage des formations molassiques.

La granulométrie des éléments quartzeux qui la compose, varie de moyenne à grossière. Les grains de quartz subarrondis sont recouverts d'une cuticule d'oxyde de fer donnant la teinte jaune rouille à la masse sableuse.

Le lessivage de cette formation, ainsi que celui de l'épisode supérieur (glaises bigarrées), peut conduire à une légère concentration d'argile dans les épisodes sableux inférieurs. Au passage avec les horizons supérieurs, on remarque la présence de nodules ferrugineux brunâtres centimétriques, ainsi que des placages noirâtres de type humique et même une légère cuirasse gravillonnaire montrant l'arrêt de sédimentation au sommet des Sables fauves.

- m5 – *Tortonien à Pontien - Miocène* : **Argiles à galets et glaises bigarrées**.

La formation des Glaises bigarrées est répartie de façon homogène sur les interfluves du territoire.

Disséquées par les différentes vallées, les couches argileuses se retrouvent en position topographiquement sommitale. Ces argiles, le plus souvent plastiques, présentent des couleurs de fond claires (jaunes et bleues) parsemées de taches et marbrures plus vives, ocre et rouges.

À la base, se situe un petit épisode détritique grossier (gravier) montrant que l'ensemble Glaises bigarrées se différencie, en terme de séquence, de l'ensemble Sables fauves. On retrouve au sein des argiles une prédominance de l'illite (50 %) sur un stock relativement homogène réunissant kaolinite, montmorillonite et chlorite.

Quaternaire

- p-IV. **Sables et graviers blanchâtres** kaoliniques à la base ; sables et graviers grisâtres et argiles silteuses gris-bleu au sommet (2 à 25 m).

Les deuxième et troisième grandes séquences continentales de comblement du bassin landais sont constituées par des formations détritiques plus grossières que les précédentes ; alors qu'à l'Ouest et au Nord des Landes, il est possible de distinguer cartographiquement les deux unités, l'absence de niveaux argileux bien nets, la moindre importance des niveaux à graviers et la faible épaisseur de la série rendent très difficile cette séparation sur la carte Cazaubon. Les deux formations ont donc été regroupées au sein d'une seule unité cartographique p-IV. Ce n'est que dans l'extrême Nord-Ouest de Roquefort qu'elles sont séparables, mais la plupart du temps la série est très homogène et on ne peut savoir auquel des deux termes correspond la majorité des assises observées.

- NF. Sables supérieurs et formation du Sable des Landes (stricto sensu).

Cette formation résulte du comblement ultime du bassin landais par le dépôt de formations essentiellement sableuses. On retrouve deux assises superposées avec des sables fins blanchâtres fluviatiles à la base, puis sables hydro-éoliens et éoliens jaune pâle au sommet.

On retrouve cette formation à l'extrême nord du bassin versant étudiée, à proximité de Créon d'Armagnac.

Les épandages fluviatiles élaborés et transportés par l'Adour et ses affluents, s'étendent en couloirs grossièrement orientés SE-NW. Ces formations alluviales au débouché du cône de Lannemezan remanient au passage les dépôts sableux des Sables fauves, allant jusqu'à s'encaisser légèrement dans les formations molassiques.

- Fw1 ; Fw2. Basses terrasses.

L'extension de leur domaine est restreinte à de petits lambeaux disséqués par les terrasses plus récentes. Sur 3 à 4 m d'épaisseur se répartissent des graviers et galets dont les plus gros atteignent 18 cm. Ils sont le produit de roche quartzitique pour la plupart, lydienne plus rarement, mais aussi quelques éléments de granitoïdes très altérés. Ces venues grossières sont recouvertes par un limon argileux gris-marron.

- Fx. Alluvions récentes tardiglaciaires.

Cet épandage possède une extension sinueuse en rapport avec les méandres des rivières génératrices. Épaisse en général de 6 à 7 m, la terrasse Fx s'imprime dans le substratum molassique. La terrasse est composée de graviers et galets arrondis dont le diamètre moyen se répartit entre 8 et 12 cm, mais l'on peut rencontrer des éléments de 25 cm. La partie sommitale (2 m) est plus franchement argileuse. Quartz, quartzite, lydienne sont représentés dans les éléments constitutifs.

- Fy-z. Alluvions récentes.

En relation directe avec le cours actuel des rivières, la terrasse Fy-z est encaissée dans les alluvions de la terrasse Fx, son épaisseur peut atteindre 10 m. Le stock de galets arrondis est composé de quartzite et de quartz d'une taille approchant les 10 cm. Les extractions sont ici limitées par le peu de surface de la terrasse.

- CF. Colluvions argilo-sableuses.

Les colluvions limoneuses et silteuses de fond de vallon sont surtout observables en tête de vallon dont elles tapissent le fond sur une faible épaisseur (2 à 4m en moyenne). Elles sont générées par le lessivage et le remaniement des niveaux de Sables fauves et de Glaises bigarrées. Le talus de raccordement de certaines terrasses possède un colluvionnement sensible, qui en affaiblit le côté abrupt.

ANNEXE 2 : DESCRIPTION DE PROFIL

SOLS CALCI-MAGNESIQUES

Le trait dominant de cet ensemble de sols est la présence d'ions alcalino-terreux, notamment calcium et magnésium. Ces sols sont développés sur les formations fluvio-lacustres du Miocène (notamment Burdigalien) : le plus fréquemment molasses, puis plus localement au sein des plateaux de bancs calcaires.

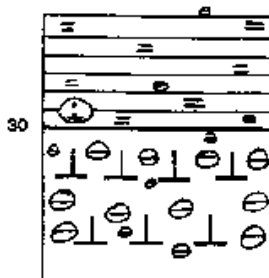
- **Rendzines / RENDOSOLS:**

Rendzine à forte effervescence : présent au sein des versants les plus abrupts (souvent sup. à 15%) et sur les sommets étroits. Le processus d'érosion est présent. On retrouve ces sols principalement sur le secteur Ouest-Garonne au sud du territoire.

Ces sols peu épais, sont constitués d'un horizon surfacique gris jaune peu épais de texture argileuse ou argilo-limoneuse. Rapidement, au-delà de 15-25 cm et après un niveau d'altération assurant la transition, apparaît la marne du Burdigalien.

On distingue également la rendzine modale ou « Peyrusquets » : sur les plateaux de calcaires durs (calcaire de Lectoure). Ces sols ne sont pas fréquemment rencontrés mais leurs caractéristiques particulières leur ont valu l'appellation de « peyrusquets » (sol pierreux) compte tenu de leur charge élevée en éléments grossiers. Les caractéristiques principales sont : une faible épaisseur (<40cm), une couleur très foncée (parfois noire), une structure de type grumeleuse et très stable et la présence de nombreux débris et concrétions calcaires. La texture est toujours fine à très fine avec des teneurs en argile pouvant atteindre 40 à 50 %.

Contraintes agronomiques : Argileux. Demande en traction assez forte (argile et pente). Réserves en eau limitées. Bon drainage naturel (pente). Calcaire en surface, très calcaire dès 30 cm.



Profondeur	Horizon	Caractéristiques
0-30 cm	LAc	argile limoneuse ; brun jaune à jaune brun ; peu humifère ; fortement calcaire ; structure grumeleuse en surface sur 5 cm puis polyédrique. Noyaux argileux de couleur bariolé remontés par labour de la marne. Nombreuses petites concrétions calcaires. Limite nette.
30-70 cm	Cca/Mm	marne bariolée ocre jaune avec taches grises et nombreux nodules calcaires. Texture argilo-limoneuse.

Profils	Profondeur (cm)	Granulométrie %					M.O. %	Calcaire total %	PH eau	Cations ech. meq/100 g				Taux sat. S/T %
		Argile	LF	LG	SF	SG				K	Ca	Mg	T	
Gers 196	0-15	40	39	10	5	5	1,4	12,0	8,2	0,49	18,5	2,50	21,6	Sat.
	25-35	36	42	10	6	6	0,5	34,0	8,5	0,27	13,8	2,80	17,0	Sat.
Gers 193	0-20	30	34	18	8	10	2,1	16,0	7,9	0,45	19,0	Traces	17,8	Sat.

Description de profil : CACG (1965). Etude pédologique de reconnaissance Gers. Profil GR196.

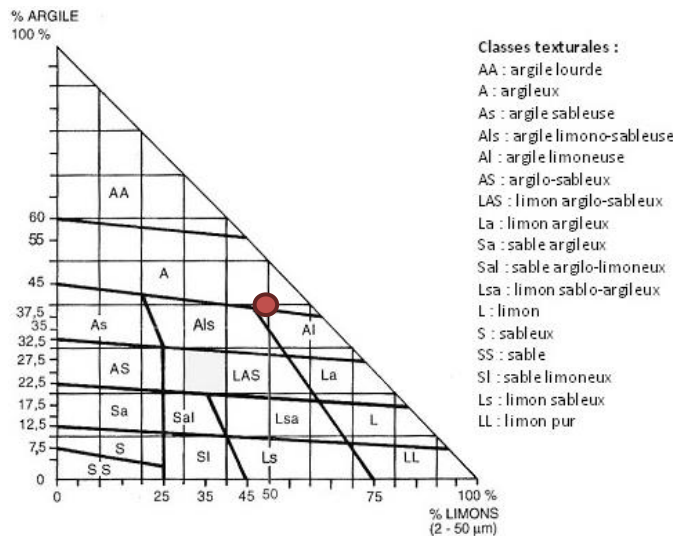


Figure 14 : Position des Rendosols dans le triangle de texture GEPPA

• **Sols bruns calcaires / CALCOSOLS :**

Répartis en unité simple ou en association avec les rendzines, ces sols occupent la majeure partie du territoire sur les formations calcaires. On les retrouve ainsi sur les marnes à modules, les marno-calcaires, les grès calcaires (macignos) et les molasses du Burdigalien, principalement sur le secteur Ouest-Garonne au sud du territoire.

Ces sols sont localement dénommés « terrefort » ou « terres argilo-calcaires ». Ces sols sont des sols argilo-limoneux ou argileux généralement profonds sur marnes et pentes moyennes.

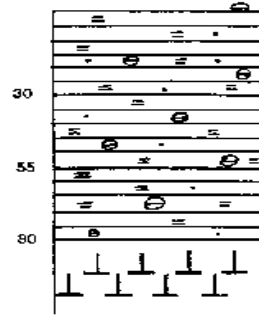
En fonction du relief, l'action de l'érosion est déterminante pour l'épaisseur du sol au-dessus de la roche sous-jacente. C'est en bas de versant que les profils atteignent ainsi leur plus grande épaisseur.

La texture est toujours fine à très fine, variant ainsi d'argilo-limoneuse à très argileuse (fraction argileuse souvent supérieure à 40-50%). Le pH y est pratiquement toujours supérieur à 8. La structure de l'horizon de surface est grumeleuse ou en polyèdres fins et prismatique au sein de l'horizon structural (fente de retrait).

Situation géomorphologique - Topographie : bas de versant

Végétation - Cultures : sorgho

Matériaux original : marnes à nodules du Burdigalien



Profondeur	Horizon	Caractéristiques
0-30 cm	LAc _a	Argile. Gris jaune brun. Sec. Calcaire. Structure polyédrique fine. Meuble, peu friable. Nodules calcaires. Nombreuses racines. Quelques petites concrétions ferrugineuses. Limite nette avec l'horizon suivant.
30-55 cm	Sca ₁	Argile. Gris jaune. Frais. Calcaire. Structure polyédrique assez grossière et surstructure prismatique. Cohérent, un peu compact. Quelques nodules calcaires, concrétions ferrugineuses petites et rares. Activité biologique réduite. Limite inférieure graduelle.
55-80 cm	Sca ₂	Gris jaune. Frais. Très argileux. Calcaire. Structure polyédrique et surstructure prismatique. Cohérent, compact. Quelques nodules calcaires et petites concrétions ferrugineuses plus rares. Quelques débris de coquilles. Activité biologique très réduite.
80 cm	Cca/Mm	Marne argileuse, très fortement calcaire, de couleur très claire.

Profils	Profondeur (cm)	Granulométrie %					M.O. %	Calcaire total %	PH eau	Cations ech. meq/100 g				Taux sat. S/T %
		Argile	LF	LG	SF	SG				K	Ca	Mg	T	
B0253	0-30	42	32	12	7	5	1,7	9,7	8,2	0,39	14,5	2,50	17,4	Sat.
	30-55	47	32	11	6	3	1,2	5,1	8,2	0,35	15,3	2,70	18,4	Sat.
	55-80	56	24	10	5	4	0,9	8,2	8,2	0,38	15,5	3,00	19,2	Sat.
	80-100	53	23	6	5	12	0,6	23,0	8,2	0,35	13,5	3,10	17,2	Sat.

Description de profil : CACG (1965). Etude pédologique de reconnaissance. Baïses : Profil BO 253

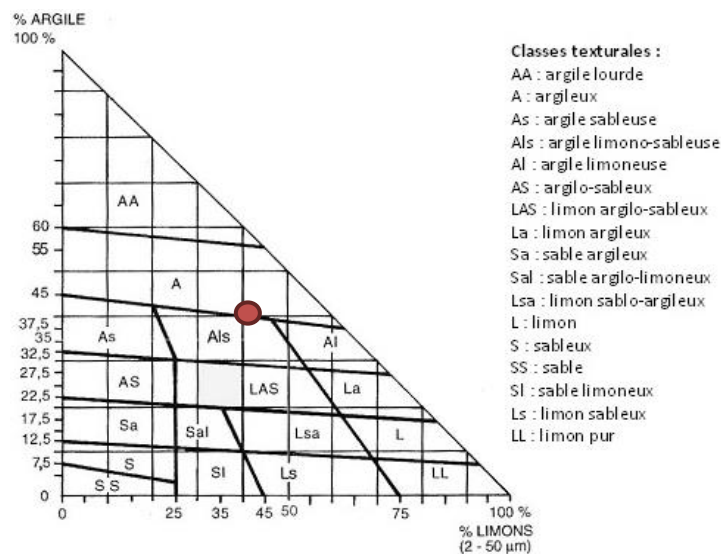


Figure 15 : Position des Calcosols dans le triangle de texture GEPPA

BRUNISOLS

Les sols brunifiés s'observent sur des matériaux parentaux décarbonatés (roches mères non calcaires ou décarbonatation).

Ces sols comportent un profil peu développé. Le fer y est en majeure partie lié au complexe argilo-humique et le pH y est souvent supérieur à 5,5 voire 6. Ces sols, dispersés géographiquement, sont majoritaires au sein des formations quaternaires remaniées.

Par endroit, lorsque la texture est très fine on peut observer à mi-profondeur une certaine compacité isolant des éléments de forme prismatique. En été, l'installation de fentes de dessiccation est fréquente et se propage sur une bonne profondeur (caractère verticale).

On distingue deux sous-groupes selon la classe texturale :

- Sols **argilo-limoneux ou argileux sur formations acides du Pontien peu remaniés**. On retrouve ces positions sur les versants le long de ressauts qui dominent les basses plaines ou encore le long de talus séparant les terrasses. La texture est fine à très fine avec une forte proportion de galets roulés en surface (moins important) ;
- Sols **limono-argileux ou argilo-limoneux sur produits de remaniement du quaternaire**, correspondant au placage de produits remaniés que l'on retrouve sur les surfaces empâtées : glacis de bas de pente, replat de pente... Leur dispersion est assez grande, aussi bien en Ouest-Garonne que dans le Bas-Armagnac. La texture est moins fine que dans le cas précédent.

Représentant une surface limitée sur le territoire d'étude, les **sols bruns faiblement lessivés** (intermédiaire entre les sols bruns et sols lessivés) ne sont pas détaillés dans ce rapport.

Situation géomorphologique : haut de versant

Végétation - Cultures : prairie permanentes

Matériaux originel : limons soliflués

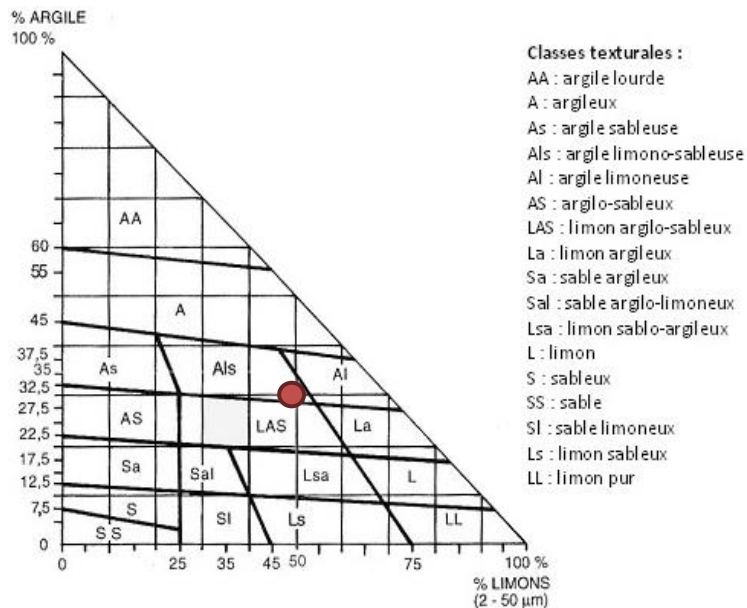


Figure 16 : Position des Brunisols dans le triangle de texture GEPPA

- Ap 0-15 cm : Brun gris. Frais. Texture limono-argilo-sableuse. Non calcaire. Structure en polyèdres émoussés assez fragiles. Meuble, friable. Nombreuses racines enchevêtrées. Bonne activité biologique. Quelques concrétions ferrugineuses. Limite inférieure nette.
- A (B) 15-35 cm : Brun ocre. Frais. Argile limono-sableuse. Non calcaire. Structure en polyèdres fins, tendance à une structure continue. Meuble, peu compact. Quelques racines. Quelques concrétions.
- (B) 35-55 cm : Brun ocre foncé avec taches rouille. Frais. Texture argileuse. Non calcaire. Structure continue à sous-structure en polyèdres fins. Compact, agrégats fermes. Racines très rares. Quelques concrétions ferrugineuses et amas ferrugineux pulvérulents. Limite inférieure graduelle.
- (B) C 50-100 cm : Bigarré ocre-jaune et gris avec taches rouille mais à limites diffuses et graduelles. Très frais. Argileux. Non calcaire. Structure en polyèdres fins. Assez compact. Enduits grisâtres colmatant par endroit les interfaces. Nombreuses concrétions ferrugineuses. Quelques particules micacées. Pas d'activité biologique.

Profondeur en cm	Granulométrie %						Mat.Org. %		N %	C/N	pH		H.E. %	D. ao
	Tf	Sg	Sf	Lg	Lf	A	Tot.	C			H ₂ O	KCl		
	0 - 15	100	5	15	21	27	29	2,5			1,5	1,67		
15 - 35	100	5	15	22	21	36	1,0	0,6	1,23	5	6,2	5,3	21	1,64
35 - 45	100	2	8	18	28	43	0,6	0,3	1,07	-	6,6	5,4	24	1,66
45 - 90	100	2	7	19	26	46	0,4	0,2	1,27	-	6,9	5,6	-	-

Profondeur en cm	P (*) ppm	K %	Complexe absorbant m.e. %						S/T %	Argile	Ca/Mg		Fer %		Fe T
			Ca	Mg	K	Na	S	T			Libre	Total			
			0 - 15	18	0,152	11,0	1,9	0,39			0,08	13,4	15,3	87	
15 - 35	8	0,149	11,9	1,9	0,38	0,05	14,2	15,0	95	42	6,2	1,40	2,25	0,62	
35 - 45	6	0,188	14,9	2,1	0,48	0,16	17,6	18,4	96	43	7,1	1,58	2,90	0,54	
45 - 90	8	0,156	16,1	2,1	0,40	0,20	18,8	20,2	91	44	7,7	1,65	2,90	0,57	

Description de profil : CACG (1965). Etude pédologique de reconnaissance. Baïses : Profil AV132

SOLS LESSIVES

Ces sols se définissent par un profil nettement différencié avec la présence d'un horizon éluvial distinguable par une couleur plus claire et la présence d'horizon d'accumulation (horizon Bt), plus en profondeur. Ces variations témoignent d'un lessivage de l'argile et des oxydes de fer en profondeur. Selon le degré de lessivage, on distinguera les NEOLUVISOLS et les LUVISOLS.

- **Sols bruns lessivés / NEOLUVISOLS**

Ces sols sont de texture sablo-limoneuse ou sablo-argileuse et sont développés sur les formations sableuses de l'Armagnac, plus ou moins remaniées. Ces sols sont typiques de la région dite de l'Armagnac où ils occupent des positions topographiques dominantes : plateaux, sommets de buttes ou hauts de versant.

Leur matériau originel résulte d'un remaniement complexe de formations des sables fauves avec aussi des formations sableuses plus récentes pouvant probablement se rattacher aux sables des Landes.

La fraction sableuse peut atteindre près de 70% et le taux d'argile, souvent inférieur à 18% dans l'horizon A, est compris entre 20% et 25% dans l'horizon B.

On retrouve également ces sols en position de basse terrasse au sein des alluvions anciennes.

Végétation - Cultures : prairie à trèfle

Situation géomorphologique : plateau

Contraintes agronomiques : Forte teneur en sables (usure des outils). Battance. Réserves en eau moyennes. Drainage interne moyen. Fertilité chimique moyenne.

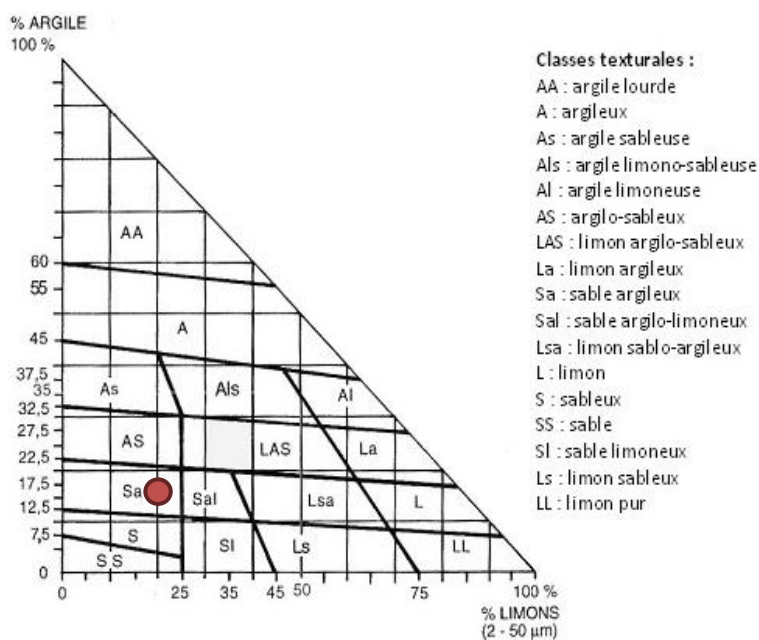
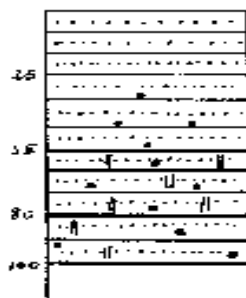


Figure 17 : Position des Neoluvisols dans le triangle de texture GEPPA



Profondeur	Horizon	Caractéristiques
0-25 cm	LE	Sable argileux. Gris brun foncé. Humide. Non calcaire. Structure peu développée en polyèdres émoussés. Cohérent, non plastique. Nombreuses racines. Débris végétaux mal décomposés. Limite inférieure nette.
25-55 cm	E	Sable argileux. Gris brun clair. Humide. Non calcaire. Structure peu développée à tendance continue. Cohérent, non plastique. Peu poreux. Quelques racines fines. Quelques petites concrétions ferrugineuses et débris de briques. Limite inférieure graduelle.
55-80 cm	BT1g	Sable argileux devenant argilo-sableux. Brun jaune tacheté d'ocre. Plus humide. Non calcaire. Structure continue à sous-structure en polyèdres fins. Très cohérent. Peu plastique. Concrétions et amas ferrugineux. Limite inférieure nette.
80-100 cm	BT2g	Texture argilo-sableuse. Bigarré gris et jaune ocre. Très humide. Non calcaire. Structure polyédrique, assez nette. Compact et plastique. Pas de racine, ni d'activité biologique. Concrétions et placages ferrugineux.

Profondeur (cm)	Granulométrie %					M.O. %	Calcaire total %	PH eau	Cations ech. meq/100 g				Taux sat. S/T %
	Argile	LF	LG	SF	SG				K	Ca	Mg	T	
5-20	15	10	8	31	35	1,3	-	6,2	0,34	6,2	0,70	7,7	93
40-50	14	9	7	35	35	0,5	-	6,7	0,18	4,8	0,58	5,6	100
60-80	21	7	5	28	39	0,3	-	6,8	0,14	6,3	0,74	7,3	100

Description de profil : CACG (1969). Etude pédologique de reconnaissance. Gélise Profil GL 129.

- **Sols lessivés hydromorphes / LUVISOLS rédoxiques / Boulbènes sableuses**

Ce type de sols couvre une superficie importante du territoire. Ces sols reçoivent l'appellation de **boulbène**. Cependant, dans la pratique on observe que ce terme est indifféremment appliqué par des agriculteurs à plusieurs types de sols ayant en commun une texture limoneuse assortie d'une faible stabilité structurale. Cette appellation ne concerne ainsi que l'horizon de surface et ne rend pas compte de l'ensemble des caractéristiques des boubènes parmi lesquelles un engorgement en eau important en profondeur.

Ces sols se répartissent quasi-systématiquement en versant de rive gauche des rivières principales et de leurs grands affluents. Ils occupent soit des bandes étroites dans le secteur calcaire (amont) soit des placages de plus grande largeur pour occuper tout un versant de vallée dans la région de l'Armagnac.

Ces sols sont développés dans la région de l'Armagnac au sein des terrasses alluviales anciennes portant des dépôts limoneux ou limono-sableux. Ainsi, les boubènes sont développées sur un matériau composite de plusieurs origines telles que les nappes d'argiles détritiques souvent caillouteuses, recouvertes par un manteau de limon.

Ce sont des sols limoneux ou limono-sableux, à nappe perchée temporaire, sur dépôts quaternaires des terrasses de rivières. Deux unités peuvent être distinguées, bien que la constitution du profil soit identique :

- A pseudo-gley profond ;
- A pseudo-gley peu profond.

On retrouve ainsi pour ces sols, la succession d'horizons suivante :

- Un horizon organo-minéral limono-sableux, caractérisé par une forte instabilité structurale entraînant la mise en place d'une croûte de battance ;
- Un horizon éluvial caractérisé par une couleur plus claire ;
- Un horizon Bt d'accumulation caractérisé par une texture plus fine, limono-argileuse, un bariolage de gris et d'ocre et l'inclusion non systématique d'amas ferrugineux.

L'hydromorphie constatée peut être attribuée à trois types de facteurs : la position de contrebas (convergence des écoulements), la topographie plane ralentissant l'écoulement vers les émissaires ou encore le mauvais drainage naturel du sol (instabilité structurale et imperméabilité des horizons Bt ou du substratum).

En surface l'instabilité structurale, liée à la teneur en fraction limoneuse élevée (lessivage des argiles), aboutit à la mise en place fréquente et marquée d'une croûte de battance.

PROFIL N° GR 177
(Etude Gers)

Emplacement : commune de Pauillac (Nord-Ouest Fleurance). Domaine du Ramier.
Situation géomorphologique - Topographie : première terrasse sur la rive gauche du Gers.

Végétation - Cultures : mauvaise prairie retournée.

Matériau originel : limons quaternaires.

- A_{pg}** 0-25 cm : Brun gris très clair. Sec. Texture limoneuse. Non calcaire. Structure en polyèdres émoussés, très fragiles. Battance en surface dans les zones non labourées. Meuble, très friable. Nombreuses racines gainées de rouille. Rares cailloux et graviers siliceux roulés. Limite inférieure nette.
- A_{2g}** 25-65 cm : Gris jaune très clair avec taches ocre et jaunes, blanchissant en séchant. Frais. Texture limoneuse. Non calcaire. Structure continue à sous-structure en polyèdres fins, très fragiles. Friable. Quelques rares racines très fines. Quelques galeries de lombrics. Limite graduelle.
- B_{2g}** 65-105 cm : Bigarré en gris et ocre ou jaune, couleurs peu contrastées. Frais. Texture argilo-limoneuse. Non calcaire. Structure continue à sous-structure en polyèdres fins. Cohérent, friable. Amas pulvérulents et revêtements ferrugineux. Pas de racine ni d'activité biologique.

Profondeur en cm	Granulométrie %						Mat.Org. %		N %	C/N	pH		H.E. %	D.ap.
	Tf	Sg	Sf	Lg	Lf	A	Tot.	C			H ₂ O	KCl		
15 - 25	98	5	9	28	41	15	2,20	1,30	0,10	12,1	6,2	5,5	24	1,56
45 - 55	100	4	9	26	43	17	0,65	0,38	-	-	5,1	4,1	22	1,45
95 - 100	100	3	7	22	31	37	-	-	-	-	4,9	3,6	25	-

Profondeur en cm	P (*) ppm	K ‰	Complexe absorbant m.e. %						N %	100 T		Fer %		Fe L / Fe T
			Ca	Mg	K	Na	S	T		Argile me	Ca/Mg	Libre	Total	
15 - 25	6	0,180	5,8	1,3	0,46	0,10	7,6	7,7	100	32	4,8	0,40	0,85	0,47
45 - 55	2	0,080	4,6	0,5	0,21	0,10	5,4	7,1	76	27	9,2	0,65	1,20	0,54
95 - 105	4	0,130	5,1	2,2	0,32	0,28	7,9	17,0	46	46	2,3	1,15	2,10	0,55

(*) Méthode TRUOG.

Description de profil - Source : Carte pédologique de la France au 1/100 000 (Inra, J. Ségué, 1975)

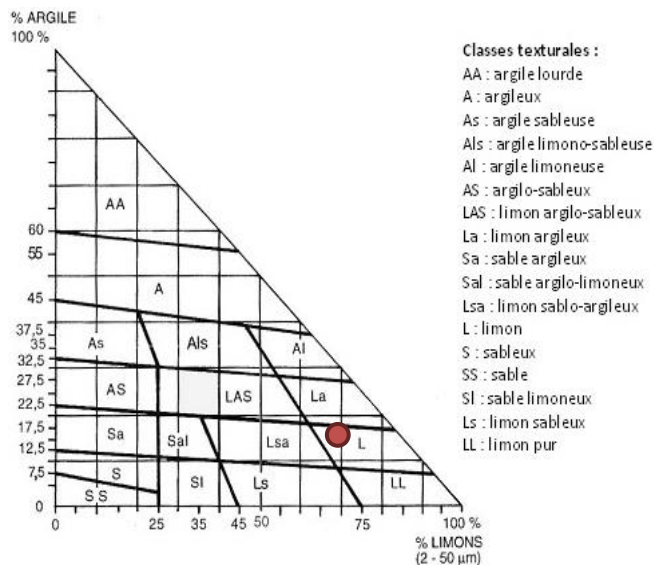


Figure 18 : Position des Luvisols dans le triangle de texture GEPPA

PODZOSOLS

Cette classe représente le terme ultime de l'évolution pédogénétique observable sur le secteur d'étude. Ce degré est atteint sur un matériau grossier, très perméable constitué ici par les sables des Landes et également en présence d'une végétation évoluant en humus libérant des acides fulviques agressifs.

On retrouve principalement ces sols à l'écart des axes de drainages naturels, dans les parties centrales des interfluves.

PROFIL N° LN 3

(Levés complémentaires 1/100 000)

Emplacement : Sud-Ouest de Baudignan, Lieu-dit : « l'Hippodrome ».

Situation géomorphologique : Interfluve à proximité de petits ruisseaux affluents de la Gueyze (affluent de la Gelise). En limite Sud-Est d'une zone marécageuse. Topographie très plane.

Végétation - Cultures : Lande sous boisement de pins maritimes relativement clairsemés. Tapis de Calluna Vulgaris. Quelques touffes d'Erica Scoparia, de Molinie et d'ajoncs nains. A proximité : station avec Erica Tetralix et Erica Cinerea.

Matériau originel : sable des Landes.

Divers : nappe phréatique observée à 1 m de profondeur en novembre 1969 (fin de période sèche).

A₀ 5-0 cm : Litière de débris végétaux mal décomposés.
 A₁₁ 0-10 cm : Gris brun légèrement bigarré plus clair ou plus foncé. Sec. Texture de sable. Non calcaire. Structure particulière dans un feutrage

végétal assez dense. Très peu cohérent. Nombreuses racines, dont quelques-une coudées au contact de l'horizon suivant. Limite inférieure très nette.
 A₁₂ 10-30 cm : Gris foncé, noir. Légèrement frais. Texture de sable. Non calcaire. Structure particulière formée de grains de sable peu liés aux débris organiques. Cohésion très faible. Nombreuses racines dont quelques grosses. Limite inférieure nette.

A₂ 30-40 cm : Gris clair, cendreuse, avec taches très diffuses, rose pâle. Sec. Texture de sable. Non calcaire. Structure particulière. Sans cohésion. Quelques grosses racines. Limite inférieure nette.

B₂ h 40-50 cm : (Alios) Brun noir avec taches horizontales brunes. Frais. Texture de sable. Non calcaire. Structure massive à éclats anguleux. Compact à cimenté. Couches de racines à structure fibreuse. A partir de 50 cm ces caractéristiques morphologiques se retrouvent dans deux bandes subverticales d'aliost, plongeant pour se rejoindre vers 80-90 cm.

B₂ 50-100 cm : (Pour les portions non occupées par l'aliost). Brun jaune avec taches diffuses plus claires ou plus foncées. Très frais. Texture de sable. Non calcaire. Structure massive à éclats émoussés dans les taches claires et anguleux dans les taches foncées. Compact à cimenté par endroit. Racines très rares. Incrustations ferrugineuses dans les taches foncées.
 100 cm : Niveau statique de la nappe.

Profondeur en cm	Cranulométrie %						Mat.Org. %		N %	C/N	pH	
	Tf	Sg	Sf	Lg	Lf	A	Tot.	C			H ₂ O	KCl
0 - 10	100	81	13	1	0	2	2,8	1,64	0,62	26	4,4	3,7
10 - 30	100	86	8	1	1	2	2,3	1,35	0,34	40	4,6	3,8
30 - 40	100	83	12	1	0	3	0,86	0,50	0,22	23	4,9	3,9
40 - 50	100	77	11	0	1	7	5,5	3,20	0,94	34	4,5	4,0
50 - 100	100	85	9	1	0	4	1,2	0,70	0,22	32	4,9	4,6

(Hors Alios)

Profondeur en cm	P (*) ppm	K ‰	Complexe absorbant m.e. %						S/T %	Fer %			
			Ca	Mg	K	Na	S	T		Ca/Mg	Libre	Total	Fe T
0 - 10	22	0,020	0,37	0,06	0,05	0,04	0,5	2,6	19	6	0,03	0,06	0,50
10 - 30	17	0,023	0,48	0,03	0,06	0,05	0,6	3,8	16	16	0,03	0,04	0,75
30 - 40	16	0,106	0,60	0,06	0,37	0,04	1,0	2,0	50	10	0	0,07	-
40 - 50	43	0,012	0,50	0,01	0,03	0,02	0,6	-	-	50	0,08	0,10	0,80
50 - 100	66	0,004	0,30	0,07	0,01	0,04	0,4	4,3	10	4	0,10	0,15	0,67

(*) Méthode DYER.

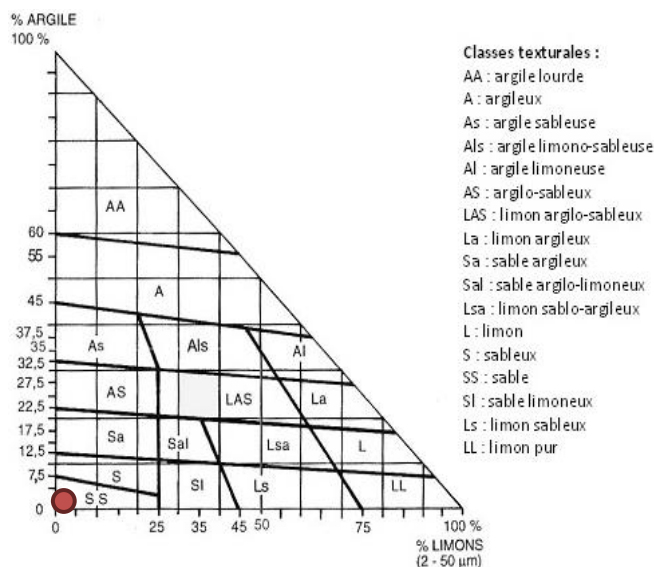


Figure 19 : Position des Podzosols dans le triangle de texture GEPPA

SOLS D'APPORTS

Cette classe de sol regroupe des sols dit **peu évolués**, compte tenu des processus pédogénétiques récents dont ils sont issus. **Couvrent moins de 15% du territoire. Stabilité structurale moyenne. Très profonds. Peu hydromorphes bien drainés. Argilo-limoneux.**

- **Sols alluviaux / FLUVIOSOLS**

Ces sols, observables au sein des **basses terrasses alluviales** des principales rivières, s'étirent en bandes étroites n'excédant pas 200 à 400 m. Ces basses terrasses correspondent à la portion de la vallée de niveau topographique le plus bas et de ce fait sont soumises aux débordements éventuels de la rivière.

Ces sols sont caractérisés par une grande homogénéité. Seul l'horizon de surface se différencie compte tenu d'une teneur en matière organique plus importante.

Suivant la nature calcaire ou non du matériau original, une distinction a été établie entre ces sols. On retrouve ainsi :

- des sols argilo-limoneux sur alluvions non calcaires sur le secteur Armagnac ;
- des sols argilo-limoneux sur alluvions calcaires dans la partie Ouest-Gascogne.

Ces sols possèdent des caractéristiques morphologiques similaires. A noter que les sols sur alluvions non calcaires possèdent cependant une texture parfois plus grossière (limono-argileuse ou plus rarement sablo-limoneuse) et des pH souvent inférieurs à 7.

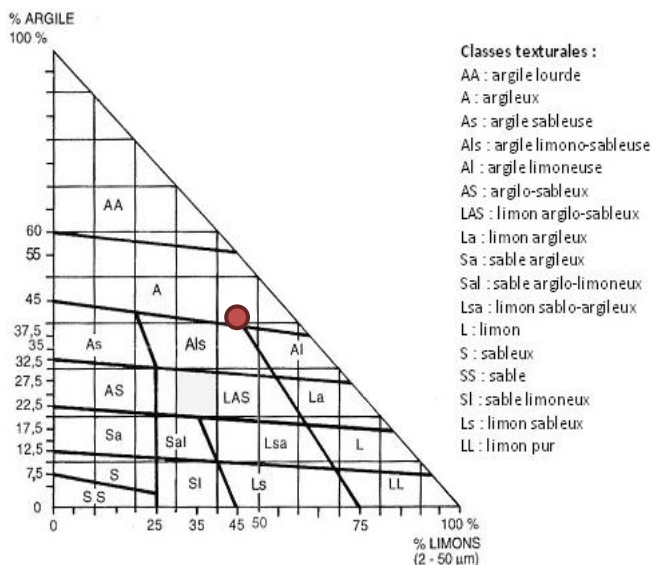


Figure 20 : Position des Fluviosols dans le triangle de texture GEPPA

PROFIL N° BO 308
 (Etude Baïse-Osse)

Emplacement : Sortie Nord de Condom

Situation géomorphologique - Topographie : Basse-terrasse de la Baïse

Végétation - Cultures : maïs

Matériau originel : alluvions récentes calcaires de la Baïse

Ap 0-20 cm : Gris foncé jaunâtre. Frais. Argileux. Réaction moyenne avec HCl. Structure en grumeaux. Meuble, agrégats fermes. Nombreuses racines. Quelques petits cailloux calcaires et concrétions ferrugineuses très petites. Semelle de labour au bas de l'horizon.

20-50 cm : Jaune gris. Frais. Argileux. Réaction avec HCl : faible à moyenne. Structure en polyèdres fins bien développée. Meuble, agrégats fermes. Racines nombreuses jusqu'à 40 centimètres, peu nombreuses ensuite. Quelques radicelles aplaties entre les agrégats. Quelques cailloux calcaires et concrétions ferrugineuses petites. Bonne activité biologique. Limite inférieure graduelle.

AC 50-100 cm : Jaune gris. Frais, de plus en plus humide. Argileux. Pas de réaction avec HCl. Structure en polyèdres fins, un peu moins bien développée. Cohérent, agrégats fermes. Racines filiformes, assez espacées dans tout l'horizon. Quelques cailloux calcaires et concrétions ferrugineuses, rares graviers siliceux roulés. Quelques débris de briques. Efflorescences blanches vers 90 cm.

Profondeur en cm	Granulométrie %								Mat.Org. %		pH		Calc.%		H.E	Dap
	TF	Sg	Sf	Lg	Lf	A	Tot.	C	N	C/N	H ₂ O	kCl	Tot.	Act.		
0 - 20	98	2	8	16	28	42	4,3	2,52	2,91	9	7,9	7,1	5,9	-	23	1,57
20 - 50	100	2	7	17	32	41	1,3	0,77	1,34	6	8,1	7,1	4,3	-	23	1,69
50 - 80	100	2	6	15	34	42	1,0	0,61	1,26	-	7,9	7,6	T	-	27	-
80 - 100	100	3	5	13	35	43	0,9	0,52	1,45	-	7,9	7,0	T	-	27	-

Profondeur en cm	P(*) ppm	K ‰	Complexe absorbant m.e. %					S/T %	100 T Argile. m.e.	Ca/Mg	
			Ca	Mg	K	Na	S				T
0 - 20	9	0,117	24,6	1,9	0,30	0,13	26,9	26,9	100	64	13
20 - 50	9	0,219	18,2	1,5	0,56	0,18	20,4	20,4	100	50	12
50 - 80	13	0,090	15,3	0,9	0,23	0,11	16,5	16,5	100	39	17
80 - 100	4	0,078	16,2	0,8	0,20	0,06	17,3	17,3	100	40	20

(*) Méthode TRUOG.

La texture est assez régulière d'un profil à l'autre et la structure bien développée. Ce sont des sols carbonatés, où le taux de calcaire total dépasse rarement 15-20 % et où le pH est toujours supérieur à 7,5.

Localement, on peut observer des intercalations d'horizons de texture plus grossière ou plus fine, mais de faible épaisseur. Par endroit des pseudo-mycellium calcaires sont observables à moyenne profondeur.

Enfin, dans certains cas, et notamment dans les zones les plus basses de la vallée, les horizons de profondeur peuvent être affectés d'un pseudo-gley très légèrement marqué.

• Sols colluviaux / COLLUVIOSOLS

Ces sols correspondent à des dépôts de mise en place récente ou actuelle relevant d'un processus de transport sur une faible distance. On les trouve en position de bas de pente, au pied des versants, et en fond de vallon (si peu de transport fluvial).

Leur distribution spatiale souligne les grandes vallées, le tracé des cours d'eau secondaires. Comme pour les FLUVIOSOLS, les COLLUVIOSOLS ont été distingués en fonction de la nature calcaire ou non des matériaux originels.

Dans la plupart des cas, la texture est argilo-limoneuse ou limono-argileuse mais des variations peuvent être observées. On relève une porosité élevée sur l'ensemble du profil.

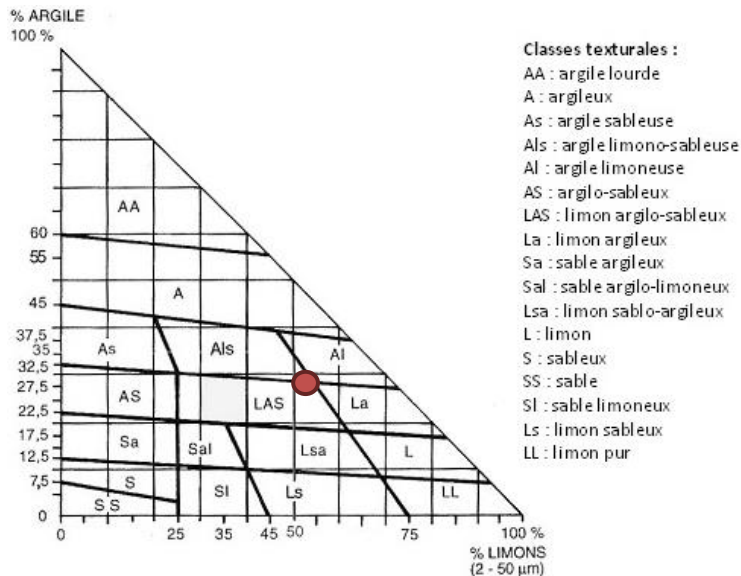


Figure 21 : Position des colluviosols dans le triangle de texture GEPPA

2.2121. — Sols argilo-limoneux, sur colluvions calcaires des bas de versants calcaires et des têtes de vallées (JCC-VcA).

PROFIL N° GL 35

(Etudé Gelise)

Emplacement : Lagraulais - Ouest de Vic-Fezensac.

Situation géomorphologique - Topographie : Fond de vallon.

Végétation - Cultures : prairie permanente

Matériau originel : colluvions récentes.

- Ap 0-10 cm : Brun foncé. Très frais. Limon argileux. Réaction moyenne avec HCl. Structure en grumeaux. Poreux, friable. Feutrage important de racines. Nombreux débris végétaux. Limite inférieure assez nette.
- A₁₂ 10-40 cm : Brun jaune. Humide. Limon argileux. Réaction moyenne avec HCl. Structure en polyèdres fins, peu développée. Cohérent, peu poreux. Nombreuses racines. Débris de coquilles d'escargot. Limite inférieure diffuse.
- AC 40-60 cm. Brun jaune. Humide. Texture limono-argilo-sableuse. Réaction moyenne avec HCl. Structure en polyèdres fins, peu développée. Cohérent peu poreux. Quelques petites racines et galeries de lombrics. Limite inférieure nette.
- C 60-100 cm : Brun jaune avec taches brunes et noires. Détrempé. Limon sablo-argileux. Réaction moyenne avec HCl. Structure continue à sous structure en polyèdres fins. Cohérent, peu poreux. Rares petites racines. Faible activité biologique.

Profondeur en cm	Granulométrie %						Mat. Org. %		N ‰	C/N	Ph		Calc. %		H.E. %
	Tf	Sg	Sf	Lg	Lf	A	Tot.	C			H ₂ O	KCl	Tot.	Act.	
20 - 30	100	6	12	21	32	28	1,5	0,87	1,29	7	8,0	7,0	4,2	-	27
45 - 55	100	11	16	21	31	20	0,6	0,36	1,26	3	8,2	7,4	3,7	-	23
70 - 90	100	18	20	18	25	19	0,4	0,23	0,81	3	8,3	7,5	3,8	-	19

Profondeur en cm	P (*) ppm	K ‰	Complexe absorbant m.e. %						S/T %	100 T Argile m.e.	Ca/Mg
			Ca	Mg	K	Na	S	T			
20 - 30	13	0,055	9,0	2,9	0,14	0,09	12,1	12,1	100	33	3,1
45 - 55	8	0,110	4,1	3,3	0,28	0,13	7,8	7,8	100	39	1,22
70 - 90	8	0,035	2,4	3,3	0,09	0,03	5,8	5,8	100	34	0,73

ANNEXE 3 : CORRESPONDANCE GEOLOGIE - PEDOLOGIE

Epoque	Etage	Département	Code	Description	Secteur Bas Armagnac	Secteur Ouest Garonne		
					Type de sols principal et critère de détermination	Type de sols principal et critère de détermination		
Quaternaire	Quaternaire	Tardiglaciaire à actuel	32	Rg-m	Quaternaire indifférencié. Formations résiduelles des plateaux : éluvions limoneuses, argileuses ou sableuses	CALCOSOLS pente <15% RENDOSSOL pente > 15%	CALCOSOLS pente <15% RENDOSSOL pente > 15%	
			32	C	Holocène. Colluvions caillouteuses, tardiglaciaires à actuelles, issues du Tortonien et des alluvions anciennes	BRUNISOL	CALCOSOL	
			40	Fz2	Alluvions récentes : sables, graviers, argiles (Atlantique supérieur à Subatlantique, 6500-0 BP)	FLUVIOSOL non calcaire	FLUVIOSOL calcaire	
			40	Fz	Alluvions fluviatiles et fluvio-marines récentes : sables micacés, argiles tourbeuses et silteuses grises (Holocène 11430-0 BP)			
			40	Fz1	Alluvions récentes : sable, argiles graviers (Préboréal à Atlantique inférieur, 11430-7000 BP)			
			32	Fz	Holocène. Alluvions fluviatiles actuelles et récentes d'âge compris entre 11430 et 0 BP : sables micacés, argiles tourbeuses et silteuses grises			
			40	FC	Alluvions, colluvions de fond de vallée et cône de déjection associés (Tardiglaciaire à actuel)	COLLUVIOSOL non calcaire	COLLUVIOSOL calcaire	
			40	CFM	Colluvions argilo-sableuses issues des formations fluviatiles et molassiques (Tardiglaciaire à actuel)	LUVISOL COLLUVIOSOLS non calcaire dans les vallées étroites (si faisable)	LUVISOL COLLUVIOSOLS calcaire dans les vallées étroites (si faisable)	
	32	CFM	Holocène. Colluvions argilo-sableuses à limoneuses, tardiglaciaires à actuelles, issues des formations fluviatiles et molassiques. Altérites limono-argileuses					
	Quaternaire	Quaternaire	Wurm à tardiglaciaire Pléistocène supérieur Pléistocène moyen	40	NF	Formation du Sables des Landes l.s. : sables hydro-éoliens blanchâtres à jaunâtres (Würm III à Tardiglaciaire)	PODZOSOLS	PODZOSOLS
				40	Fyb	Alluvions à graviers, galets, sable grisâtre à fines passées argileuses grises et jaunes (Pléistocène supérieur, Würm)	FLUVIOSOL non calcaire en bordure du lit majeur, sinon NEOLUVISOL	FLUVIOSOL non calcaire en bordure du lit majeur, sinon NEOLUVISOL
				32	Fyb	Pléistocène supérieur. Alluvions würmiennes des terrasses inférieures des rivières et alluvions anciennes des rivières : graviers, galets siliceux, limons, sables grisâtres à fines passées argileuses grises et jaunes		
				40	FybGA	Pléistocène supérieur. Alluvions würmiennes des terrasses inférieures de la Garonne et de l'Adour : galets, graviers et sables	LUVISOL	LUVISOL
				40	Fxb	Terrasse alluviale : cailloutis à matrice sablo-argileuse, sables grossiers gris à la base (Pléistocène moyen, Riss)		
32				Fxb	Pléistocène moyen. Alluvions rissiennes des terrasses moyennes : galets siliceux et limons			
Cénozoïque	Pliocène	Tortonien Serravallien	40	pAr	Formation d'Arenosse : sables et graviers à matrice kaolinique blanchâtre et argiles gris-bleutées à taches rouille et matière organique (Pliocène)	PODZOSOLS	PODZOSOLS	
			40	m5GB	Formation des Glaises bigarrées : argiles bariolées à passées sableuses ou carbonatées, argiles à galets (Tortonien)	BRUNISOLS si pente > 6% LUVISOL si plateau et pente faible < 6%	BRUNISOLS si pente > 6% LUVISOL si plateau et pente faible < 6%	
			32	m5GB	Tortonien. Formation des Glaises bigarrées : argiles bariolées à passées sableuses, argiles à galets	LUVISOL sur plateau avec pente <5% NEOLUVISOL sur plateau plus de pente 4 à 12% BRUNISOL sur secteur pentus > 12%	LUVISOL sur plateau avec pente <5% NEOLUVISOL sur plateau plus de pente 4 à 12% BRUNISOL sur secteur pentus > 12%	
			40	m4SF	Formation des Sables fauves : sables + ou - argileux rubéfiés, sables jaune-ocre à graviers et galets rubéfiés (Serravallien)			
			32	m4SF	Serravallien. Formation des Sables fauves : sables moyens à fins, plus ou moins argileux, ocre à blancs	BRUNISOL	BRUNISOL	
			40	m4b1ldCr	Faluns de Laurède et de Carcarès : calcaire gréseux bioclastique (Serravallien)	BRUNISOL	BRUNISOL	
			32	m4a	Serravallien inférieur. Calcaires gréseux bioclastiques	BRUNISOL	BRUNISOL	
			32	m4	Serravallien. Molasses : niveaux des cailloutis de l'Astarac, des calcaires d'Alan, des molasses du Fousseret et des calcaires supérieurs de l'Astarac	BRUNISOL	BRUNISOL	
			32	m3-4SF	Langhien-Serravallien. Formation des Sables fauves (faciès marin épicontinentaux) : grès calcaire bioclastique. Faluns de Manciet : graviers, sables, grès (Langhien)	LUVISOL sur plateau avec pente <4% NEOLUVISOL sur plateau plus de pente 4 à 12% BRUNISOL sur secteur pentus > 12%	LUVISOL sur plateau avec pente <4% NEOLUVISOL sur plateau plus de pente 4 à 12% BRUNISOL sur secteur pentus > 12%	
			32	m3-4	Langhien-Serravallien. Molasses : niveaux des calcaires de Bassoues, des calcaires de Monlezun et des calcaires de Sansan	BRUNISOL	CALCOSOL si pente <15% RENDOSSOL si pente >15%	
			40	m3-4	Faluns et calcaires gréseux à Ostrea et Cardita, sables verts (Langhien-Serravallien)	BRUNISOL	CALCOSOL si pente <15%	
			40	m4a-b1RF	Faluns de Roquefort et du Frêche à Megacardita et Crassostrea (Langhien)	BRUNISOL	CALCOSOL si pente <15%	
	40	m3	Faluns et marnes à Ostrea et Arca, Faluns de Manciet : graviers, sables, grès, Faluns de Salies, de Sallespisse et du Paren (Langhien)	NEOLUVISOL	CALCOSOL si pente <15% RENDOSSOL si pente >15%			
	32	m3	Langhien. Molasses : niveaux des calcaires inférieurs de l'Astarac	LUVISOL sil plat < 5% & a moins d'un km de glaise m5GB RENDOSSOL si pente > 15% CALCOSOL si pente faible & + 1km glaise et si pente moyenne	LUVISOL sil plat < 5% & a moins d'un km de glaise m5GB RENDOSSOL si pente > 15% CALCOSOL si pente faible & + 1km glaise et si pente moyenne			
	40	m2MAR	Molasses de l'Armagnac : argiles bariolées à nodules carbonatés, passées sableuses et calcaires jaunâtres bruns, bleus, gris (Burdigalien)					
	32	m2b	Burdigalien moyen. Molasses de type Armagnac (argiles carbonatées silteuses jaunâtres) : niveaux des calcaires de Pellécah, des calcaires inférieurs de Lectoure, des calcaires de Larroque-Saint-Sernin					
	32	g2-m2	Chattien à Burdigalien supérieur. Molasses de type Armagnac : argiles carbonatées, silteuses, jaunâtres (partie occidentale). Molasses : niveaux des calcaires supérieurs de Lectoure et du calcaire d'Auch (partie orientale)					
	40	g2-m2M	Molasses de l'Agenais supérieur et de l'Armagnac, Marnes à Ostrea : argiles bariolées à nodules carbonatés, avec niveaux sableux et gréseux (Oligocène supérieur à Miocène inférieur)	LUVISOL sil plat < 5% & a moins d'un km de glaise m5GB RENDOSSOL si pente > 15% CALCOSOL si pente faible & + 1km glaise et si pente moyenne	LUVISOL sil plat < 5% & a moins d'un km de glaise m5GB RENDOSSOL si pente > 15% CALCOSOL si pente faible & + 1km glaise et si pente moyenne			

ANNEXE 5 : SCENARIOS ENVISAGES

SCENARIOS

Scénarios	Période	Pluie	Occupation Sol	Antécédent
SC01	15-janv	PL01	OS01	20 mm
SC02	15-janv	PL01	OS02	20 mm
SC03	15-janv	PL01	OS03	20 mm
SC04	01-juin	PL02	OS04	-
SC05	01-juin	PL03	OS04	-
SC06	01-juin	PL02	OS05	-
SC07	01-juin	PL03	OS05	-
SC08	01-juin	PL02	OS06	-
SC09	01-juin	PL03	OS06	-

OCCUPATIONS DU SOL

- **OS01** : Zones urbanisées + Surfaces d'eau + Couvert arboré + Cultures d'hiver ;
- **OS02** : Zones urbanisées + Surfaces d'eau + Couvert arboré + Vigne + Prairies permanentes + Cultures d'hiver ;
- **OS03** : Zones urbanisées + Surfaces d'eau + Couvert arboré + Vigne + Prairies permanentes + Prairies temporaires + Cultures d'hiver ;
- **OS04** : Zones urbanisées + Surfaces d'eau + Couvert arboré + Cultures de printemps ;
- **OS05** : Zones urbanisées + Surfaces d'eau + Couvert arboré + Vigne + Prairies permanentes + Cultures de printemps ;
- **OS06** : Zones urbanisées + Surfaces d'eau + Couvert arboré + Vigne + Prairies permanentes + Prairies temporaires + Cultures de printemps.

EVENEMENTS PLUVIEUX

- **PL01** : 25 mm/2h ;
- **PL02** : 21 mm/1h ;
- **PL03** : 70 mm/1h.

2. DEFINITION ET LOCALISATION DES ENJEUX

1. Préambule	3
2. Enjeux de sécurité des personnes, des biens et équipements	4
2.1. Habitations et infrastructures de transport	4
2.1.1. Coulées de boues	4
2.1.2. Habitations et infrastructures linéaires	6
2.2. Captages Eau Potable	8
2.3. Plans d'eau	11
3. Enjeux sur les cours d'eau et les milieux naturels	13
3.1. Qualité des eaux superficielles	13
3.1.1. Qualité des masses d'eau superficielles	13
3.1.2. Matière en suspension	16
3.2. Milieux naturels et biodiversité	19
3.2.1. Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique	19
3.2.1.1. ZNIEFF de type 2	19
3.2.1.2. ZNIEFF de type 1	20
3.2.1. Sites Natura 2000 et site inscrit	22
3.2.2. Cours d'eau patrimoniaux	23
4. Ressource en sol	25
5. Hiérarchisation des enjeux	26
6. Conclusion	29

LISTE DES CARTES

1. Carte Coulées de boues et inondations déclarées
2. Carte Equipements et infrastructures
3. Carte Captages Eau Potable
4. Carte Plans d'eau et réservoirs
5. Carte Etat écologique et chimique des masses d'eau
6. Carte des Matières en suspension
7. Carte Inventaires remarquables (ZNIEFF)
8. Carte Cours d'eau et espaces patrimoniaux
9. Carte Hiérarchisation des enjeux liés à l'érosion

1. Préambule

Cette phase est destinée à localiser et caractériser les enjeux présents dans le périmètre d'étude vis-à-vis de l'aléa érosion.

La localisation de l'ensemble des enjeux présents a été réalisée à partir des informations disponibles notamment auprès des maîtres d'ouvrage, des partenaires techniques et de sites, parmi lesquels :

- l'Observatoire de l'Eau du Bassin de l'Adour (forages AEP, qualité de l'eau, retenues collinaires...),
- les Conseils départementaux du Gers et des Landes,
- Les Systèmes d'Information sur l'Eau Adour Garonne,
- Les sites des DREAL Midi-Pyrénées et Aquitaine.

Par ailleurs, une réunion réalisée en avril 2014 ainsi que le COPIL de mai 2015 ont permis de partager ces enjeux avec les acteurs du territoire.

Pour rappel, l'état des lieux et le diagnostic du SAGE ont identifié comme enjeux du bassin versant de la Midouze, **la reconquête de la qualité de l'eau par la lutte** contre la pollution diffuse et son transfert vers les eaux superficielles et souterraines, ainsi que la lutte **contre l'érosion des sols**.

Les usages potentiellement impactés par l'érosion peuvent concerner : **la qualité des ressources en eau et des milieux aquatiques, la ressource en sol, les équipements et la sécurité des biens et des personnes**.

Ainsi, les enjeux étudiés et cartographiés ont été organisés en trois thématiques :

- **Les enjeux de sécurité des personnes, des biens et équipements :**
 - Habitations et infrastructures de transport,
 - Captages Eau Potable,
 - Plans d'eau,

- **Les enjeux sur les cours d'eau et les milieux naturels :**
 - Cours d'eau,
 - Milieux naturels et biodiversité,

- **Les enjeux sur la ressource en sol**

2. Enjeux de sécurité des personnes, des biens et équipements

2.1. Habitations et infrastructures de transport

2.1.1. Coulées de boues





Une cartographie des catastrophes naturelles de type « coulées de boues et inondations » issue de la base de données Gaspar (Prim.net) depuis 1983 a été réalisée. Cette carte met en évidence la fréquence de déclaration d'évènement « coulées de boues et inondations » pour chaque commune. Ces déclarations sont de l'initiative des collectivités et relatent pour la plupart des impacts sur les biens et équipements publics (exemple : routes endommagées,...). Aussi, ces déclarations ne représentent pas l'ensemble des coulées de boues produites sur le territoire.

Les communes qui ont déclaré le plus grand nombre de sinistres de type « coulées de boues et inondations » depuis 1983 sont :







- Caupenne d'Armagnac et Arblade le Haut (5 déclarations),
- la commune d'Estang (4 déclarations),
- Lias d'Armagnac, Panjas, Magnan, Urgosse et Aignan (3 déclarations).

Ces éléments sont à considérer avec prudence au regard de la source de données. Pour les acteurs du territoire, cette carte ne semble pas refléter la réalité. Pour exemple, la commune de Monguilhem n'est pas identifiée parmi les communes les plus concernées. Elle a pourtant vécu plusieurs évènements d'inondations et coulées de boues et s'engage aujourd'hui dans une démarche ZSCE (Zone soumise à contraintes environnementales).

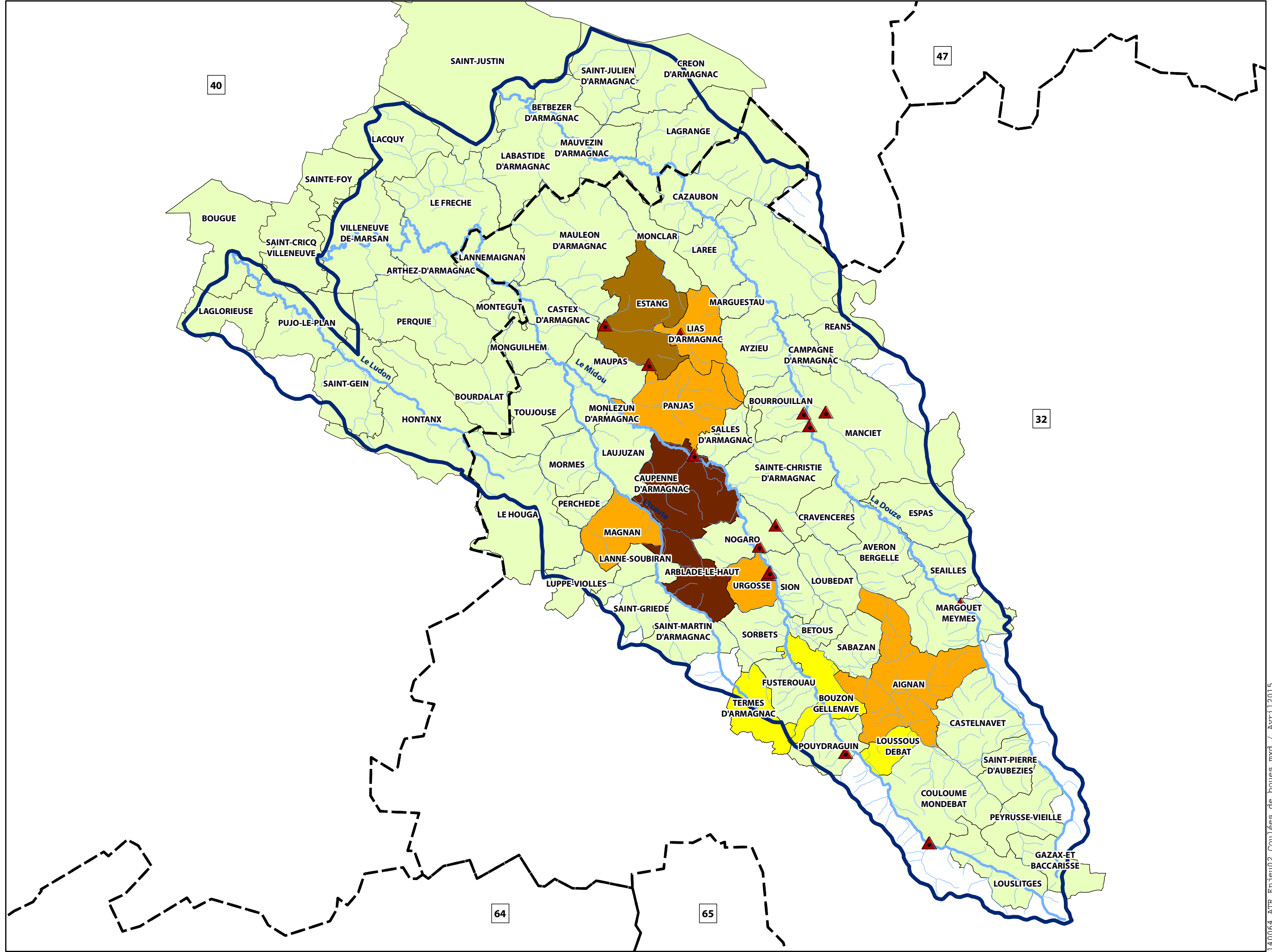
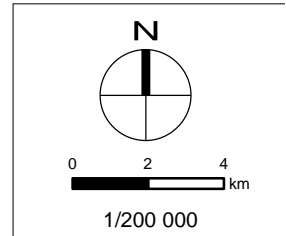
Coulées de boues et inondations déclarées

-  Zone d'étude
-  Cours d'eau principaux
-  Cours d'eau secondaires
-  Limites départementales

Nombre d'évènements déclarés par commune depuis 1983

-  1
-  2
-  3
-  4
-  5
-  Interventions de curage entre 2007 et 2013

Sources, références :
BD Topo / BD Carthage
Gaspar / PrimNet



2.1.2. Habitations et infrastructures linéaires

La cartographie des habitations met en évidence le caractère diffus de ces dernières. Une certaine concentration peut néanmoins être observée localement aux croisements de routes sur les communes les plus importantes telles que Villeneuve-de-Marsan, Labastide d'Armagnac, Cazaubon, Estang, Le Houga, Manciet, Nogaro, Aignan.

Les acteurs du territoire partagent le fait qu'il n'y a pas de zones d'habitations spécifiquement concernées par des enjeux érosion. Le caractère diffus des habitations semble confirmer ces hypothèses sans pour autant signifier qu'il n'y a pas de problématiques de coulées de boues ou d'érosion ponctuellement sur des secteurs habités.

Pour exemple¹, le quartier de la ville basse sur la commune de Monguilhem a connu des dommages suite à des inondations et coulées de boues consécutives à des événements pluvieux importants. L'enquête menée a montré qu'il s'agit d'orages violents qui en quelques minutes ont provoqué une montée subite des eaux entraînant une submersion d'eaux très fortement chargées en terre. Les événements les plus importants ont été recensés en septembre 1999, 2004, mai 2008, et juin 2010.

Concernant les infrastructures linéaires de transport, on notera également le caractère diffus des routes départementales, elles forment un maillage homogène sur l'ensemble de la zone d'étude.














On notera les spécificités suivantes :

- une route nationale (RN 524) présente sur une quinzaine de kilomètres à l'est du secteur d'étude,
- l'autoroute A65 qui traverse sur une dizaine de kilomètres la partie ouest du périmètre d'étude,
- un réseau ferré, qui n'est plus utilisé.

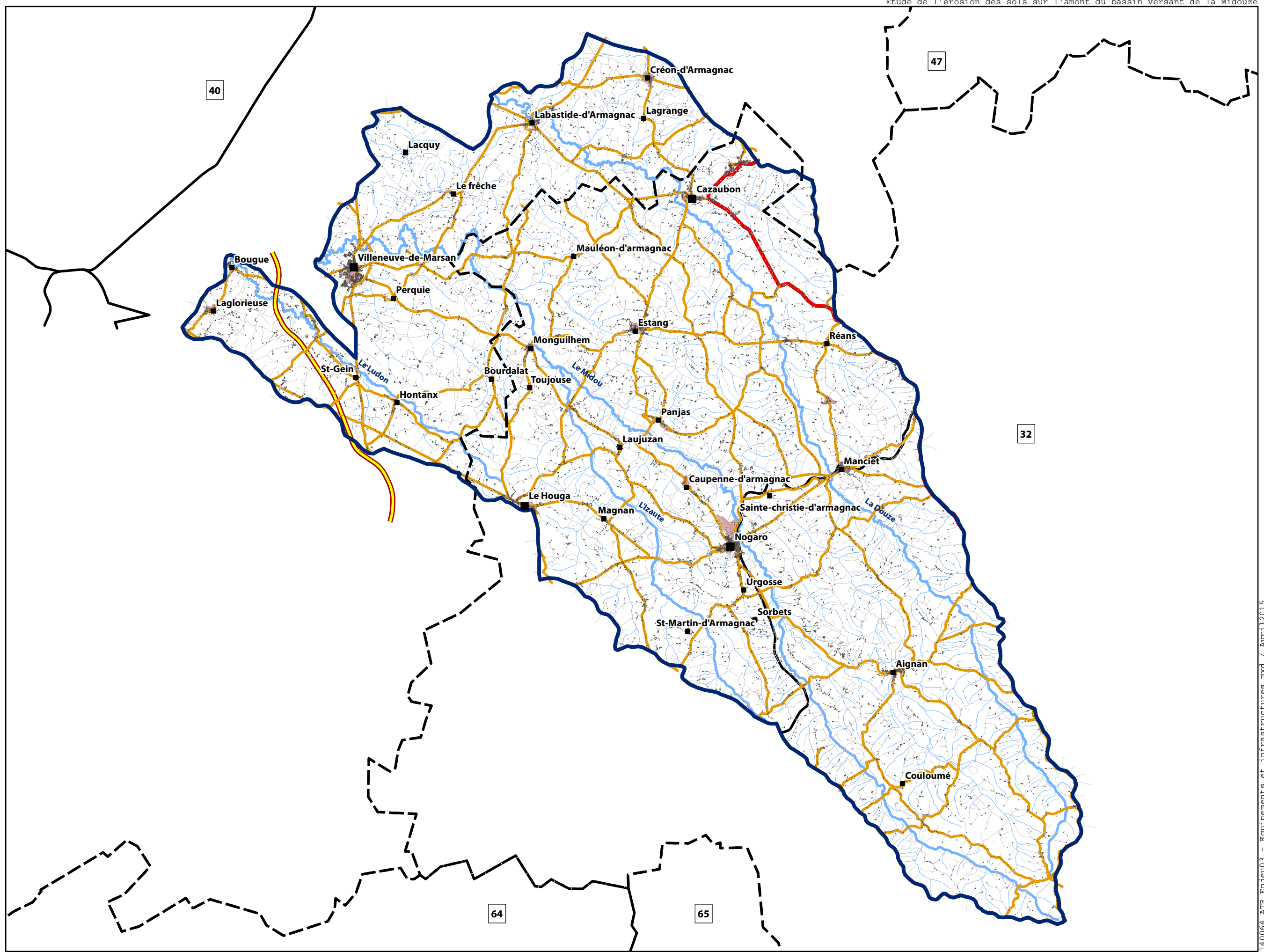
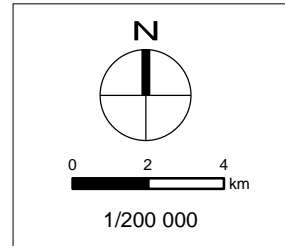
Au regard de ces éléments l'enjeu concernant les habitations et infrastructures linéaires apparaît diffus sur le territoire d'étude.

1 Etude préalable à l'aménagement du bassin-versant de la ville basse – Commune de MONGUILHEM (32) - 2012

Equipements et infrastructures

-  Zone d'étude
-  Cours d'eau principaux
-  Cours d'eau secondaires
-  Villes de plus de 1000 habitants
-  Villes de plus de 200 habitants
-  Limites départementales
-  Habitations
-  Autoroute
-  Route nationale
-  Route départementale
-  Route communale
-  Réseau ferré
-  Zones urbanisées

Sources, références :
BD Topo / BD Carthage



2.2. Captages Eau Potable

26 captages destinés à l'eau potable sont identifiés sur le secteur d'étude.

- 11 d'entre eux sont des captages d'eaux souterraines,
- 15 sont des captages en nappes profondes.

Numéro captage	Nom captage	Numéro commune	Commune	Nature de la ressource	Captage Grenelle	Captage prioritaire au Schéma départemental AEP
032000013	SOURCE CAMPAGNE "GUILLON"	32073	CAMPAGNE-D'ARMAGNAC	Eaux souterraines	non	non
032000022	SOURCE CAZAUBON "TILLOT 1"	32096	CAZAUBON	Eaux souterraines	non	non
032000429	SOURCE CAZAUBON "TILLOT 2"	32096	CAZAUBON	Eaux souterraines	non	non
032000361	FORAGE COMMUNAL "S2"	32155	HOUGA (LE)	Nappes profondes	non	non
032000687	SOURCE "LA COMMÈRE 1"	32005	ARBLADE-LE-HAUT	Eaux souterraines	non	non
032000688	SOURCE "LA COMMÈRE 2"	32005	ARBLADE-LE-HAUT	Eaux souterraines	non	non
032000689	SOURCE "LE PUJOL"	32005	ARBLADE-LE-HAUT	Eaux souterraines	non	non
032000037	FORAGE ESTANG F2 "FONTAINE SAINTE"	32127	ESTANG	Nappes profondes	oui	oui
032000092	SOURCE PANJAS "HOUNT GRANDE"	32305	PANJAS	Eaux souterraines	non	non
032000656	FORAGE ESTANG F1 "FONTAINE SAINTE"	32127	ESTANG	Nappes profondes	oui	oui
032000011	SOURCE LOUBEDAT SION "BRIDET"	32049	BETOUS	Eaux souterraines	non	non
032000066	SOURCE LOUBEDAT BORDENEUVE1	32214	LOUBEDAT	Eaux souterraines	non	non
032000619	SOURCE BORDENEUVE 2	32214	LOUBEDAT	Eaux souterraines	non	non
032000091	NOGARO FORAGE F2 STATION	32296	NOGARO	Nappes profondes	non	non
032000115	TOUJOUSE "BASCAULES"	32449	TOUJOUSE	Nappes profondes	non	oui
032000068	FORAGE MANCIET "EN MARTET"	32227	MANCIET	Nappes profondes	non	oui
032000067	SOURCE LANNE SOUBIRAN SARRADE	32222	MAGNAN	Eaux souterraines	non	non
040000023	FORAGE PERILLET	40039	BETBEZER-D'ARMAGNAC	Nappes profondes		non
040000046	FORAGE F1 COUILLET	40087	CREON-D'ARMAGNAC	Nappes profondes		oui
040000069	FORAGE F2 L'ETANG	40139	LAGLORIEUSE	Nappes profondes		oui
040000133	FORAGE BORDES	40238	PUJO-LE-PLAN	Nappes profondes	Oui, proposé dans les nouveaux	oui
040000145	FORAGE ARBOUITS	40259	SAINT-GEIN	Nappes profondes	Oui, proposé dans les nouveaux	oui
040000707	FORAGE F1 BIS	40087	CREON-D'ARMAGNAC	Nappes profondes		oui
040002167	F1 PEY-DE-BAYLE	40087	CREON-D'ARMAGNAC	Nappes profondes		oui
040002168	F2 PEY-DE-BAYLE	40087	CREON-D'ARMAGNAC	Nappes profondes		oui
040002169	LA VEAUCE	40265	SAINT-JULIEN-D'ARMAGNAC	Nappes profondes		oui






Tableau 1 : Liste des captages destinés à l'Alimentation en Eau Potable




Seuls les captages de « l'Estang » sont classés captages Grenelle. Les captages « forage Bordes » à Pujo-Le-Plan et « forage Arbouts » à Saint Gein ont été proposés à la liste des nouveaux captages Grenelle.

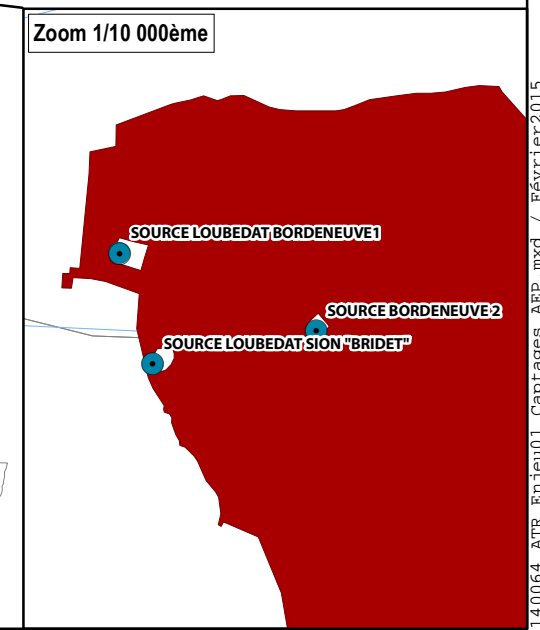
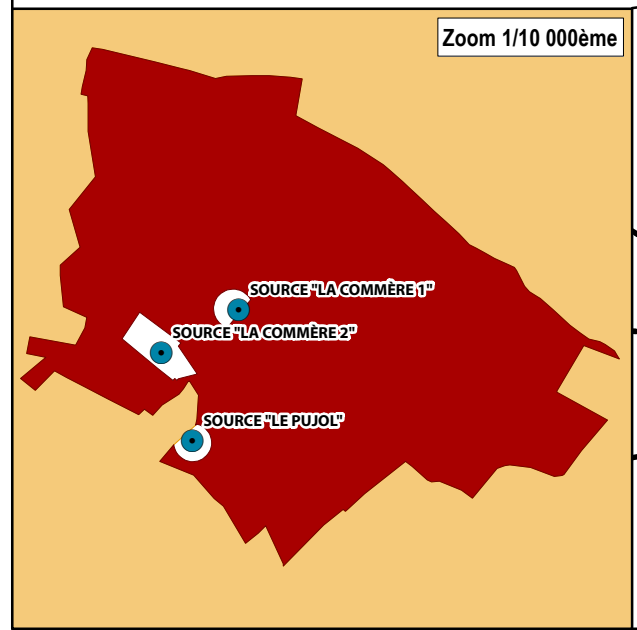
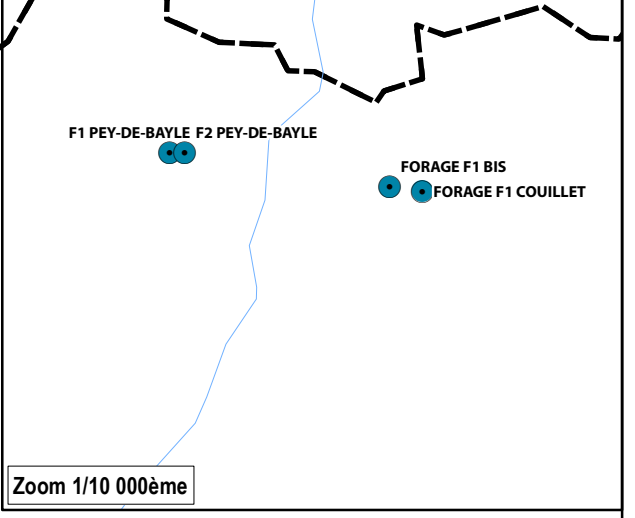
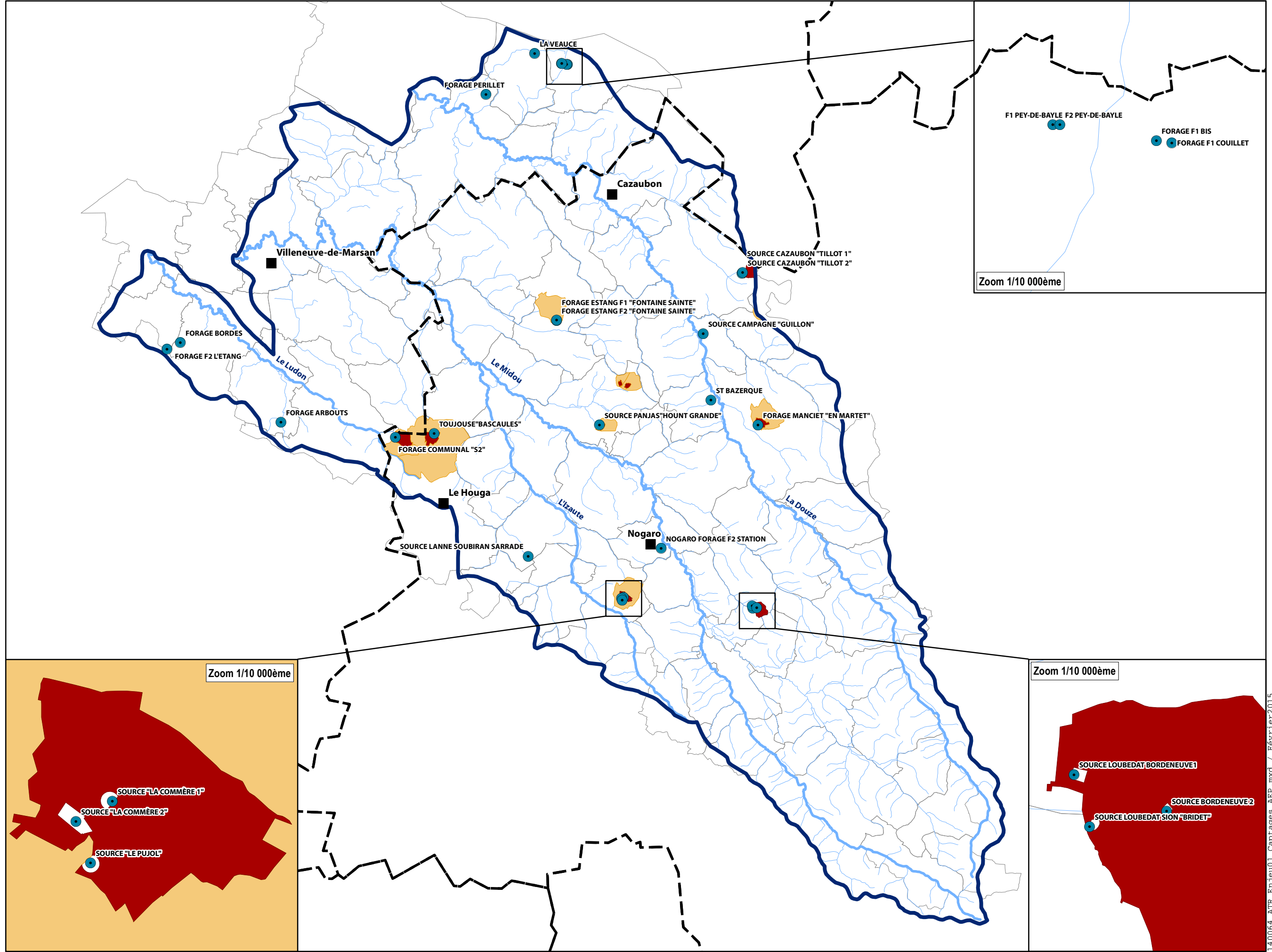
Douze captages apparaissent comme prioritaires aux Schémas Départementaux AEP du Gers et des Landes.

La situation de ces captages en eaux souterraines ou nappes profondes, les préservent des risques de dégradation de la qualité des eaux sur le paramètre turbidité. Aussi, ces captages ne sont pas considérés comme vulnérables vis-à-vis de l'aléa érosion. Par extrapolation, ils apparaissent moins vulnérables aux pollutions diffuses (pesticides ou nitrates) comparativement à des captages en eaux superficielles.

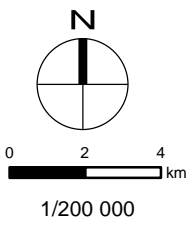
Captages AEP

-  Zone d'étude
-  Cours d'eau principaux
-  Cours d'eau secondaires
-  Communes
-  Limites départementales

-  Captages AEP
-  Périmètre de protection rapproché
-  Périmètre de protection éloigné



Sources, références :
 BD Topo / BD Carthage
 Observatoire de l'eau du bassin de l'Adour



2.3. Plans d'eau

Les données exploitées sur cette thématique sont issues des couches SIG « réservoirs d'eau » des Directions Départementales et des Territoires du Gers et des Landes. Ces données ont été exploitées sur cartographie en précisant les usages lorsqu'ils étaient spécifiés.

Ces plans d'eau peuvent être connectés ou non aux cours d'eau (localisation dans le lit du cours d'eau ou retenue collinaire).

Sur l'ensemble du périmètre d'étude, on dénombre 630 réservoirs d'eau et plans d'eau dont 505 sur le département du Gers et 125 sur le département des Landes, répartis comme suit en fonction des usages :







- 322 réservoirs destinés à l'irrigation,
- 7 réservoirs destinés au soutien d'étiage,
- 4 réservoirs de loisirs dont 2 avec une zone de baignade,
- 2 réservoirs individuels,
- 1 réservoir destiné à la pisciculture,
- 294 réservoirs dont l'usage n'est pas identifié.

Les zones de baignade ont été identifiées lors du COPIL de mai 2014 comme un enjeu économique et de loisirs important. Sur le secteur d'étude, deux plans d'eau de loisirs d'Uby (commune de Cazaubon) et de La Forêt (commune d'Aignan) présentent des zones de baignade.










Suite au COPIL de mai 2015, les acteurs du territoire ont partagé le risque avéré d'envasement des retenues collinaires. Cet envasement a pour conséquence la réduction des volumes disponibles pour l'irrigation. Aux dires d'acteurs, la connaissance sur l'envasement semble montrer que les plans d'eau, qui ont presque tous approximativement une vingtaine d'années, ont perdu près de 20% de leurs volumes (enquête CUMA et retours d'agriculteurs).

Les plans d'eau sont considérés dans leur ensemble comme vulnérable vis-à-vis de l'aléa érosion. Ceux destinés à la baignade apparaissent à un niveau d'enjeu supérieur du fait des enjeux économique et de loisir locaux.

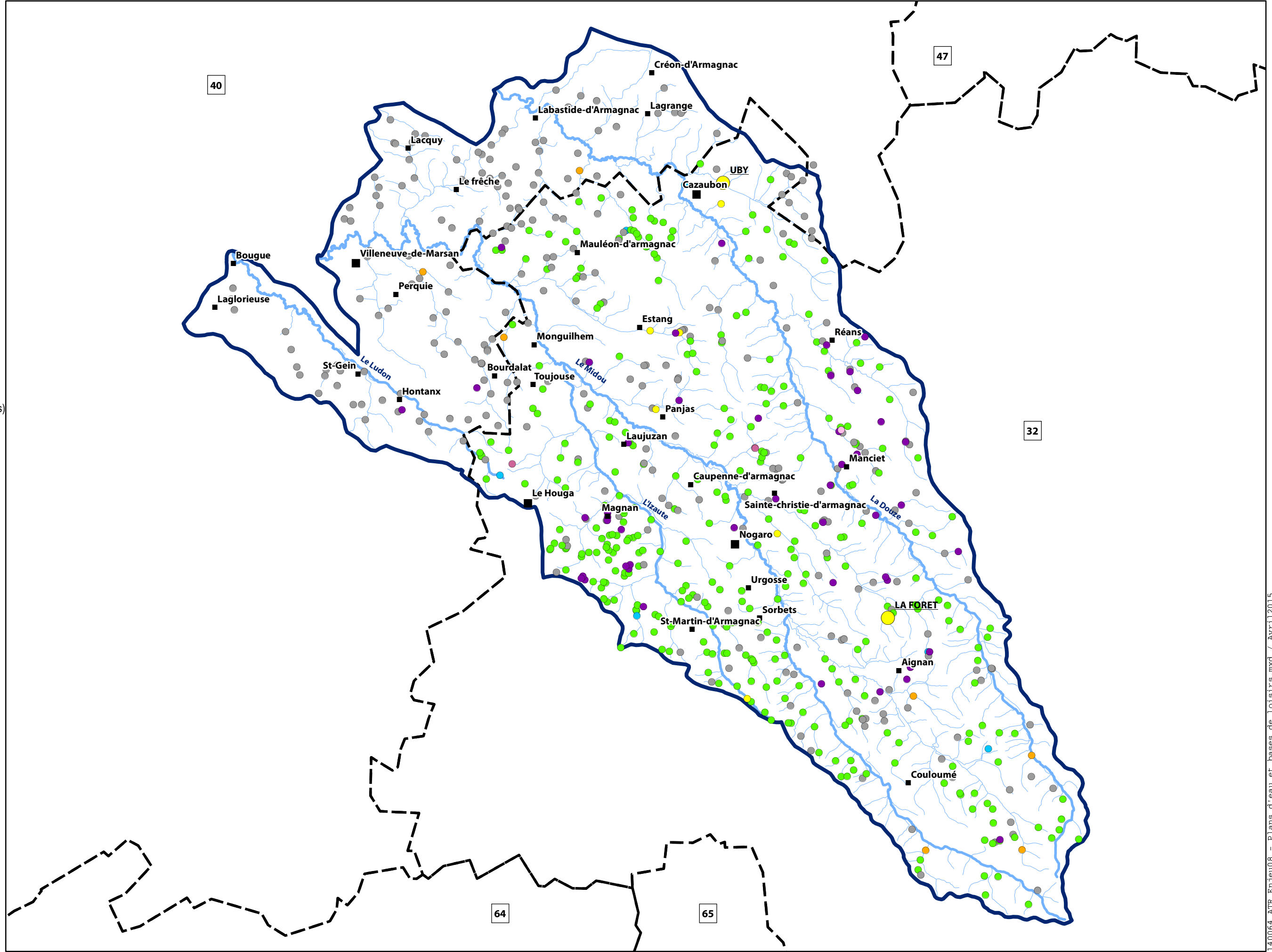
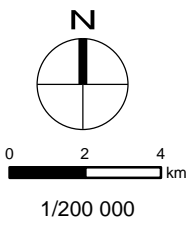
Plans d'eau et réservoirs d'eau

-  Zone d'étude
-  Villes de plus de 1000 habitants
-  Villes de plus de 200 habitants
-  Cours d'eau principaux
-  Cours d'eau secondaires
-  Limites départementales

Réservoirs et usages

-  Réservoir individuel
-  Irrigation
-  Pisciculture (poissons blancs)
-  Pisciculture (salmonidés)
-  Pisciculture (autre)
-  Réservoir soutien d'étiage
-  Loisir
-  Loisir (zone de baignade)
-  Usage non identifié

Sources, références :
 BD Topo / BD Carthage
 Réservoirs ponctuels issus
 des DDT 32 / DDT 40
 Observatoire Adour



3. Enjeux sur les cours d'eau et les milieux naturels

3.1. Qualité des eaux superficielles

Le phénomène d'érosion hydrique se traduit par un détachement de particules de terres sous l'effet du ruissellement. Ces particules, transportées jusqu'aux fossés et cours d'eau peuvent être à l'origine de la turbidité des eaux superficielles et de transport de polluants. Les eaux souterraines, protégées par des couches plus ou moins profondes selon leurs localisations, ne sont quant à elles pas concernées par ces problématiques de turbidité. **L'enjeu de qualité de l'eau est donc centré sur les eaux superficielles.**

L'érosion hydrique des sols génère un transport de matières terreuses qui peut se traduire par une turbidité dans les milieux aquatiques. Cette turbidité s'exprime au travers **des matières en suspension** présentes dans les cours d'eau. A noter que ce paramètre MES traduit l'ensemble des particules de terres dans l'eau quelques soient leurs origines (versants ou berges de cours d'eau). Par ailleurs le phénomène d'érosion hydrique peut engendrer un transport de polluants, ces polluants pouvant être transportés par l'eau ou par les particules de terres (colloïdes du sol). C'est le cas des **pollutions dites « diffuses »**, qui peuvent concernées les nitrates ou les produits phytosanitaires.

3.1.1. Qualité des masses d'eau superficielles

La qualité écologique et chimique des masses d'eau utilisée dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) permet de traduire la qualité globale des cours d'eau.

Bien que le taux de matières en suspension ne soit pas utilisé directement pour qualifier l'état écologique ou chimique au sens de la DCE, différents types de pressions (ponctuelles, diffuses) utilisés pour l'évaluation de la qualité écologique peuvent avoir un lien avec l'érosion hydrique des sols.

Les masses d'eau superficielles les plus dégradées au regard de l'évaluation de la qualité écologique sont :

- **Le Bergon** (FRFRR227_2, 16 Km) (pression significative identifiée sur les pesticides) : masse d'eau en **mauvais état**,
- **Le Ludon** (FRFRR228_14, 12 Km) (pressions évaluées comme significatives sur les pesticides, les prélèvements irrigation et l'altération de la continuité) : masse d'eau en **mauvais état**,
- **La Douze** du barrage de Saint-Jean au confluent de l'Estampon (FRFR227, 83 km) (pressions évaluées comme significatives sur les pesticides, les prélèvements irrigation et l'altération de la continuité) : masse d'eau en **état médiocre**,
- **Le Midou amont** (FRFRR228_1, 12 Km depuis la source) (pressions évaluées comme significatives sur l'azote diffus d'origine agricole et pesticides ainsi que sur les prélèvements irrigation) : masse d'eau en **état médiocre**.

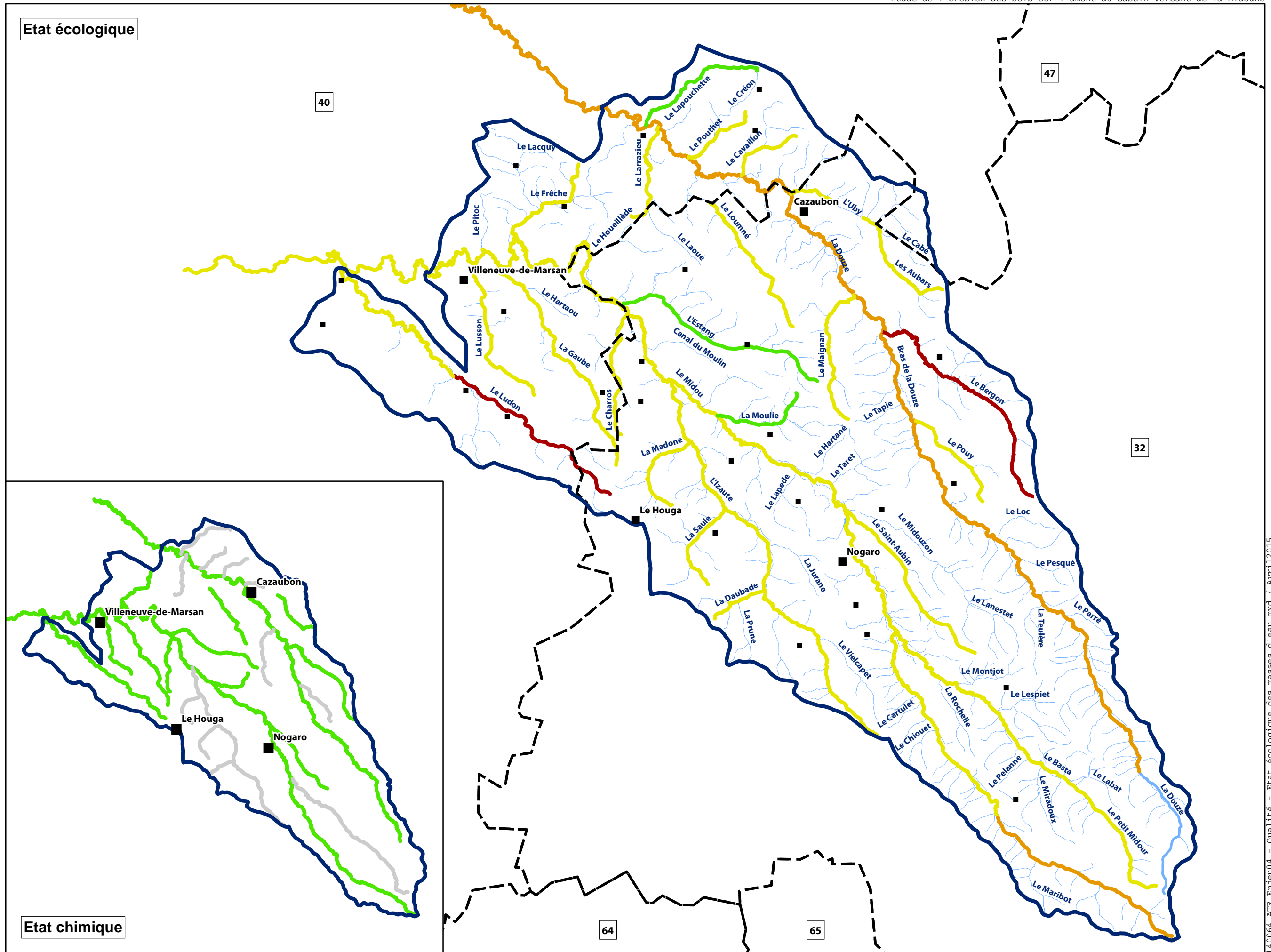
Deux cours d'eau apparaissent en bon état, malgré des pressions évaluées comme significatives sur les pesticides et la pression azote diffus d'origine agricole, il s'agit des masses d'eau :

- **La Moulie** (FRFRR228_5, 5 km),
- **L'Estang** (FRFRR228_7, 13 km).

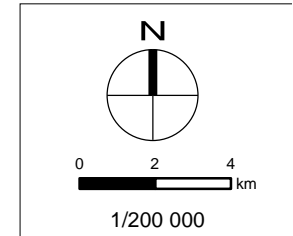
Etat écologique et chimique

- Zone d'étude
- Villes de plus de 1000 habitants
- Villes de plus de 200 habitants
- Cours d'eau principaux
- Cours d'eau secondaires
- Limites départementales

- Etat des masses d'eau (2013)**
- Très bon état
- Bon état
- Etat moyen
- Etat médiocre
- Mauvais état
- Non renseigné



Sources, références :
 BD Topo / BD Carthage
 Observatoire de l'eau du bassin de l'Adour



3.1.2. Matière en suspension

La carte des matières en suspension a été réalisée à partir des données disponibles sur la période 2001 à 2012. Les valeurs affectées à chaque station correspondent à la valeur moyenne du taux de matières en suspension sur les années disponibles.






Sur les 23 stations de la zone d'étude, les valeurs moyennes sur l'altération MES selon la grille SEQ Eau sont :

- **dans un état mauvais à médiocre** (MES > 38 mg/L) **pour 65 % des stations,**
- dans un état moyen (38 mg/L >MES > 25 mg/L) pour 26% des stations,
- dans un bon état (2 mg/L >MES > 25 mg/L) pour seulement 9 % des stations.






Sur la partie amont du secteur d'étude, les stations sont en majorité de qualité bonne à moyenne. **Sur la partie médiane et aval, les stations sont globalement de qualité médiocre à mauvaise sur cette altération Matière En Suspension.**

Les deux masses d'eau précédemment décrites en mauvais état (Ludon et Bergon), révèlent des stations dont l'état est mauvais sur l'altération MES. On notera aussi un état mauvais à médiocre en MES sur 3 stations de la masse d'eau Estang néanmoins identifiée en Bon Etat.

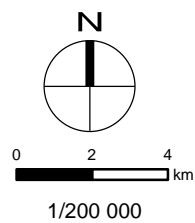
Matières en suspension

-  Zone d'étude
-  Cours d'eau principaux
-  Cours d'eau secondaires
-  Villes principales
-  Limites départementales

Matières en suspension (valeurs moyennes 2001 - 2012) (classes Seq-Eau)

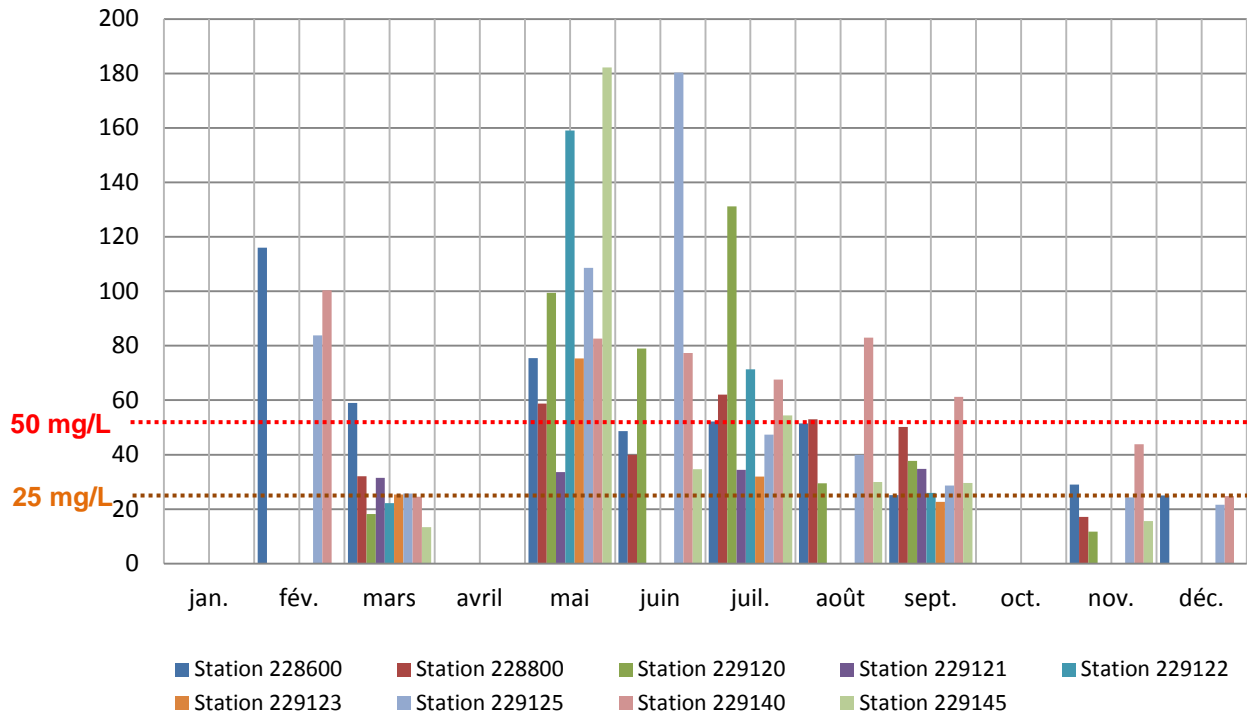
-  Très bon état : < 2 mg/L
-  Bon état : < 25 mg/L
-  Etat moyen : < 38 mg/L
-  Etat médiocre : < 50 mg/L
-  Mauvais état : > 50 mg/L

Sources, références :
BD Topo / BD Carthage
Conseil Général



Le graphe ci-dessous représente les moyennes des taux de MES de 2009 à 2013 par mois pour les stations gersoises situées dans la zone d'étude (source : Réseau de Suivi Départemental). Les mois sans valeur correspondent à des mois non relevés dans le cadre de ce suivi. Les éléments présentés ci-après, ne relèvent pas d'une analyse statistique et sont à considérer au regard d'autres données qualitatives ou quantitatives.

Moyenne des taux de MES (mg/L) de 2009 à 2013



Globalement **on remarque un fond permanent de MES**, avec la présence de valeurs supérieures ou égales à 25 mg/L sur l'ensemble des mois relevés.

L'analyse de la répartition annuelle des valeurs de MES sur les stations du Gers sur la période 2009 à 2013 dans la zone d'étude semble mettre en évidence deux périodes où le taux dépasse 50 mg/L :

- la période hivernale sur janvier/février
- la période fin de printemps/début d'été sur les mois de mai/juin

En période hivernale : les cultures de printemps n'ont pas encore été semées et les sols sont généralement encore couverts des résidus du précédent cultural (chaume) ; les cultures d'hiver sont quant à elles levées. Aussi, il semble qu'à cette période, peu de parcelles sont véritablement dépourvues de couverture végétale.

En fin de printemps/début d'été : les cultures de printemps peuvent être à des stades végétatifs très différents mais elles sont très généralement peu couvrantes en particulier si les semis sont tardifs. C'est donc à cette période que le risque d'érosion est le plus important au regard de la couverture du sol.

La distribution spatiale et temporelle de matières en suspension dans les eaux de surface met en évidence un enjeu de qualité des eaux diffus par rapport à l'aléa érosion qui concerne l'ensemble du territoire d'étude. La partie amont du territoire d'étude se distingue néanmoins par des teneurs en MES classées de médiocre à bonne.

3.2. Milieux naturels et biodiversité

3.2.1. Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

L'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) a pour objectif d'identifier et de décrire des secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. Une ZNIEFF ne constitue pas une mesure de protection réglementaire mais un inventaire. On distingue 2 types de ZNIEFF :

- **Les ZNIEFF de type I, de superficie réduite**, sont des espaces homogènes d'un point de vue écologique et qui abritent au moins une espèce et/ou un habitat rares ou menacés, d'intérêt aussi bien local que régional, national ou communautaire ; ou ce sont des espaces d'un grand intérêt fonctionnel pour le fonctionnement écologique local.
- **Les ZNIEFF de type II sont de grands ensembles naturels riches, ou peu modifiés**, qui offrent des potentialités biologiques importantes. Elles peuvent inclure des zones de type I et possèdent un rôle fonctionnel ainsi qu'une cohérence écologique et paysagère.

3.2.1.1.ZNIEFF de type 2

Numéro	libelle	Surface (Ha)
730010669	La Douze et milieux annexes	11575,41
730030398	Réseau hydrographique du Midou et milieux annexes	6343,7







Les deux ZNIEFF de type 2 présentent sur le territoire d'étude sont liées à des milieux aquatiques.

3.2.1.2.ZNIEFF de type 1

Numéro	Libelle	Surface (Ha)
730010658	Étang du Soucaret	112,6
730010648	Étang du Moura et milieux bocagers environnant la Douze	164,76
730010649	Étangs du Pouy et de Porté	103,93
730010661	Étangs de Lias-d'Armagnac	7,36
730030403	Étang et bois de Lauron	22,4
730030404	Étangs de Lanots	19,58
730030405	Étang de Perchède et bois du château de Pesquidoux	82,47
730030406	Étangs et bois de Lassalle	27,39
730030407	Étangs et bois de Lauriéton	28,74
730010667	Étang et bois de Monbel	126,51
730010663	Forêt de Monlezun-d'Armagnac	149,55
730010645	Étangs des landes de Larrazieu	86,17
730010662	Bois du château du Marais	890,12
730030419	Vallée de la Douze et bocage du château de Tourné	410,62
730010656	Étang et bois du Bousquet	28,55
730010647	Étang de Paillot et bois de la Clotte de Manon	82,93
730030400	Lac de Saint-Jean et forêt de Peyrusse-Grande	242,62
730010666	Lac et bois d'Aignan	310,27
730030411	Étang et bois de Tauriac	59,93
730030412	Étangs et bois de Soulès	30,62
730030413	Étang et bois du Loc	59,83
730030414	Étangs du Gaillon, d'Enjoie, de Pourquécèbes et du Chinan	108,85
730010650	Étangs du Juge et du Réchou	76,97
730030441	Coteau de Saint-Pierre-d'Aubézies	87,06
730010654	Étangs de Beaulieu et de La Coste	16,43
730030477	Bois et landes de La Clotte, La Tauziolle et Labadie	791,87
730010646	Étang de Mousquey	44,74
730010657	Étang de Maniban	11,19
730010651	Étang de la Hitère et bois de Trianon	157,69
730030409	Étang et bois de l'Escoubillon	43,4

25 des 30 ZNIEFF de type 1 concernent des étangs ou lacs et représentent une superficie de 2 055 hectares.

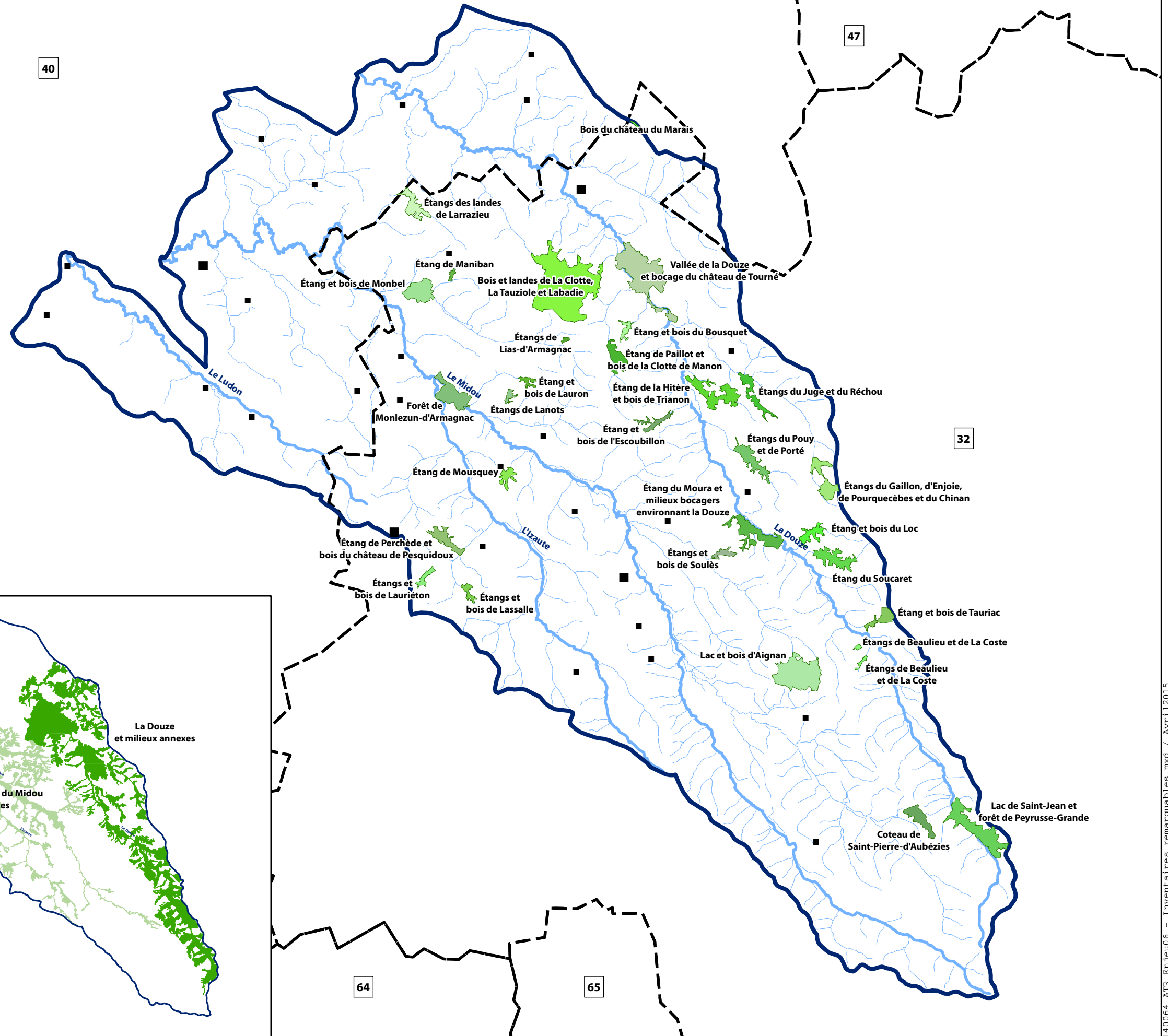
Inventaires remarquables

-  Zone d'étude
-  Villes de plus de 1000 habitants
-  Villes de plus de 200 habitants
-  Cours d'eau principaux
-  Cours d'eau secondaires
-  Limites départementales

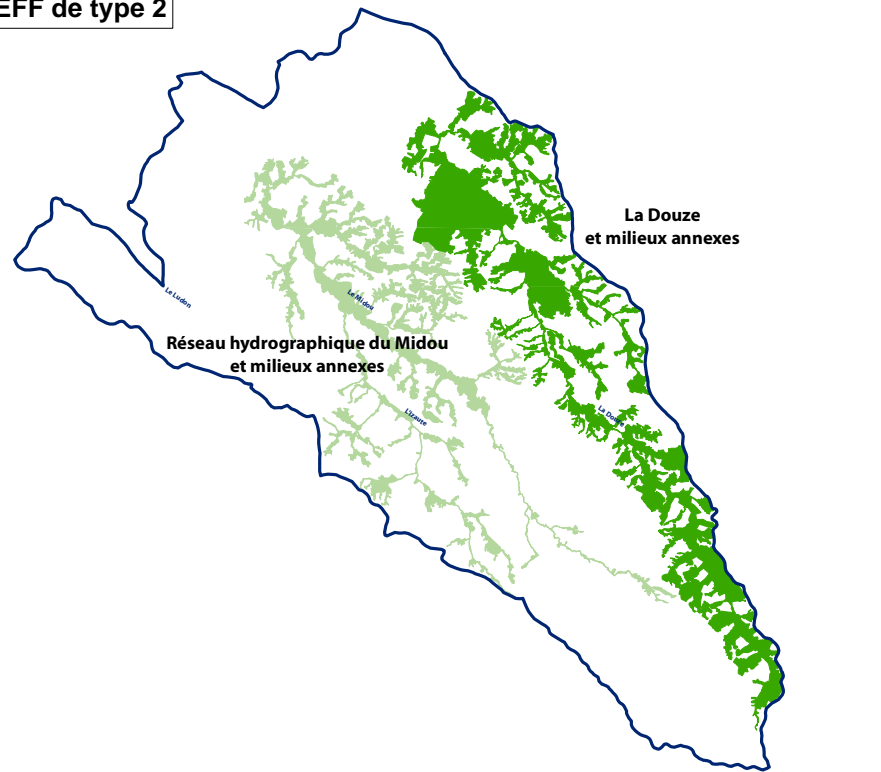
Inventaires remarquables

-  ZNIEFF

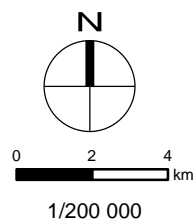
ZNIEFF de type 1



ZNIEFF de type 2



Sources, références :
BD Topo / BD Carthage
DREAL 2010



3.2.1. Sites Natura 2000 et site inscrit

Deux sites Natura 2000 sont présents dans le périmètre d'étude :

- **Le réseau hydrographique du Midou et du Ludon (FR7200806)**, d'une superficie de 6533 hectares. Ce site Natura 2000 présente les habitats et espèces d'intérêts patrimoniaux suivants :
 - habitats inscrits à l'annexe I : Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du Ranunculion fluitantis et du Callitricho-Batrachion ; Tourbières de transition et tremblantes ; Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* ; Chênaies galicio-portugaises à *Quercus robur* et *Quercus pyrenaica*,
 - espèces inscrites à l'annexe II de la directive 92/43/CEE : *Mustela lutreola* ou Vison d'Europe.

Cette vallée se situe sur un système mollassique puis sur des sables des landes. **Elle présente une vulnérabilité liée à la qualité et aux niveaux d'eau ainsi qu'aux changements de productions agricoles.**

- **Les étangs d'Armagnac (FR7300891)**, d'une superficie de 1 028 hectares. Ce site Natura 2000 se caractérise par la présence :
 - d'habitats inscrits à l'annexe I : Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses ; Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition ; Landes humides atlantiques tempérées ; Landes sèches européennes ; Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaux et des étages montagnard à alpin ; Prairies maigres de fauche de basse altitude et Chênaies galicio-portugaises,
 - d'espèces inscrites à l'annexe II de la directive 92/43/CEE : *Lutra lutra*, *Mustela lutreola*, *Lucanus cervus*, *Osmoderma eremita*, *Cerambyx cerdo*, *Lampetra planeri*, *Emys orbicularis*, *Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Barbastella barbastellus*.

L'ensemble des milieux présents est menacé notamment par une « **tendance à l'érosion des champs cultivés qui remplit les étangs de limons** ». **Les landes et le bocage sont convertis en espaces cultivés (labours des espaces landicoles en particulier)**. Les étangs du secteur sont eux aussi parfois asséchés et plantés.

Le périmètre d'étude compte un **grand site inscrit : la vallée de l'Uby**.

3.2.2. Cours d'eau patrimoniaux

Deux types de cours d'eau d'intérêt écologique patrimonial ont été identifiés sur le secteur d'étude :

- **les réservoirs biologiques**
- **les cours d'eau en très bon état**

Ces cours d'eau sont définis par la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA, art. L214-17 du Code de l'Environnement). Le SDAGE 2010 - 2015 identifie ces cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux nécessaires au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant.

Sur le secteur d'étude, on identifie :

- **trois réservoirs biologiques :**
 - L'izaute (affluent du Midou) et quatre de ses affluents,
 - Le cours d'eau Le St Aubin (affluent du Midou),
 - Le Maignan (affluent de la Douze).
- **trois cours d'eau en très bon état LEMA :**
 - Le ruisseau Le Montjot,
 - Le ruisseau Estang à l'amont du moulin de l'Artigole,
 - Le ruisseau Sablé.

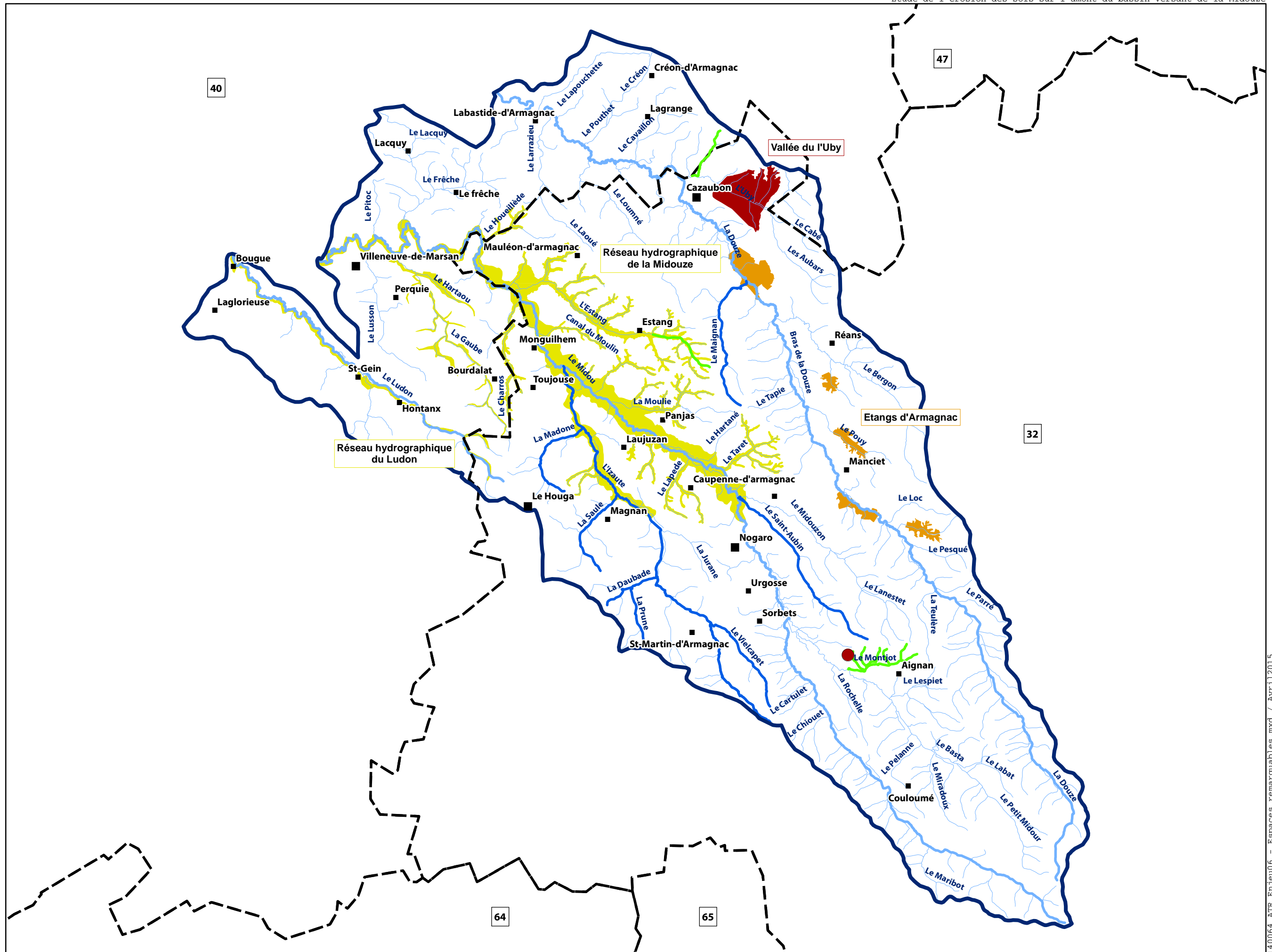
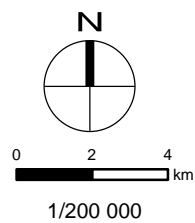
Espaces remarquables

- Zone d'étude
- Villes de plus de 1000 habitants
- Villes de plus de 200 habitants
- Cours d'eau principaux
- Cours d'eau secondaires
- Limites départementales
- Réservoirs biologiques
- Cours d'eau en très bon état (LEMA)

Espaces naturels remarquables

- SIC : site d'intérêt communautaire
- ZPS : zone de protection spéciale
- Site inscrit

Sources, références :
BD Topo / BD Carthage
DREAL 2010



4. Ressource en sol

La ressource en sol peut être identifiée comme un enjeu à part entière. C'est une ressource non renouvelable et support de toute l'activité agricole. L'enjeu de perte en sol est directement lié à l'aléa érosion qui prend en compte le type de sol, le ruissellement, la pente et la couverture du sol. Ainsi, la cartographie de l'enjeu ressource en sol peut être considérée identique à la carte de l'aléa érosion.

5. Hiérarchisation des enjeux

La hiérarchisation des enjeux vis-à-vis de l'aléa érosion a été partagée avec les acteurs du territoire lors de deux réunions du COPIL en avril 2014 et mai 2015. Ces membres du COPIL ont attribué pour chaque enjeu une note, selon la méthodologie suivante :

- Note 1 : enjeu faible vis-à-vis de l'érosion
- Note 2 : enjeu moyen vis-à-vis de l'érosion
- Note 3 : enjeu élevé vis-à-vis de l'érosion
- Note 4 : enjeu très élevé vis-à-vis de l'érosion

Ainsi, plus la note est élevée plus l'objet en question apparaît vulnérable et à risque vis à vis de l'aléa érosion.

Le tableau suivant présente pour chaque enjeu vis-à-vis de l'aléa érosion :

- la notation proposée par le COPIL,
- la répartition (diffus/ponctuel) de l'enjeu sur le périmètre d'étude
- quelques commentaires quant à sa localisation ou ses caractéristiques.

Enjeux	Notation proposée	Type d'enjeux sur le périmètre d'étude	Commentaires
Sécurité des personnes, des biens et équipements			
Habitations et infrastructures	4	Diffus	Présence d'habitations et d'infrastructures (routes départementales) sur l'ensemble du territoire d'étude
Captages Eau potable	Sans Objet		Captages en eaux souterraines et nappes profondes donc protégés
Ressource en eau et milieux aquatiques			
Plans d'eau de baignade	4	Ponctuels : 2 plans d'eau avec zone de baignade identifiés	Le COPIL (mai 2014) souhaite définir les zones de baignade comme un enjeu majeur par rapport à l'érosion.
Plans d'eau autre usage	3	Diffus	Le COPIL (mai 2015) rehausse la note attribuée aux plans d'eau considérant qu'il y a un véritable enjeu d'envasement des plans d'eau.
Cours d'eau - qualité des eaux superficielles	3	Diffus	Présence MES sur la majorité du secteur d'étude, excepté sur la partie amont . Nombreuses masses d'eau classées en état moyen à mauvais.
Milieux naturels et biodiversité	Non exprimé	ZNIEFF/ Sites Natura 2000	25 ZNIEFF de type 1 et 2 Sites Natura 2000 ont un lien le réseau hydrographique.
Cours d'eau patrimoniaux	4	6 Réservoirs biologiques et cours d'eau en très bon état LEMA	
Ressource en sol			
Ressource en sol	3	Diffus	La carte d'aléa érosion réalisée en phase 1 traduit la perte de la ressource en sol. Elle montre que cet aléa est fort à très fort excepté sur la partie amont du secteur d'étude .

La hiérarchisation partagée par les membres du COPIL concernant les enjeux vis-à-vis de l'aléa érosion met en évidence une notation élevée à très élevée des enjeux. Ces enjeux sont pour la plupart diffus c'est-à-dire présent sur l'ensemble du secteur d'étude.

Ainsi, il apparaît difficile de prioriser un secteur au regard de la répartition spatiale de ces enjeux.

Carte finale Synthèse des enjeux

- Zone d'étude
- Villes de plus de 1000 habitants
- Villes de plus de 200 habitants
- Limites départementales

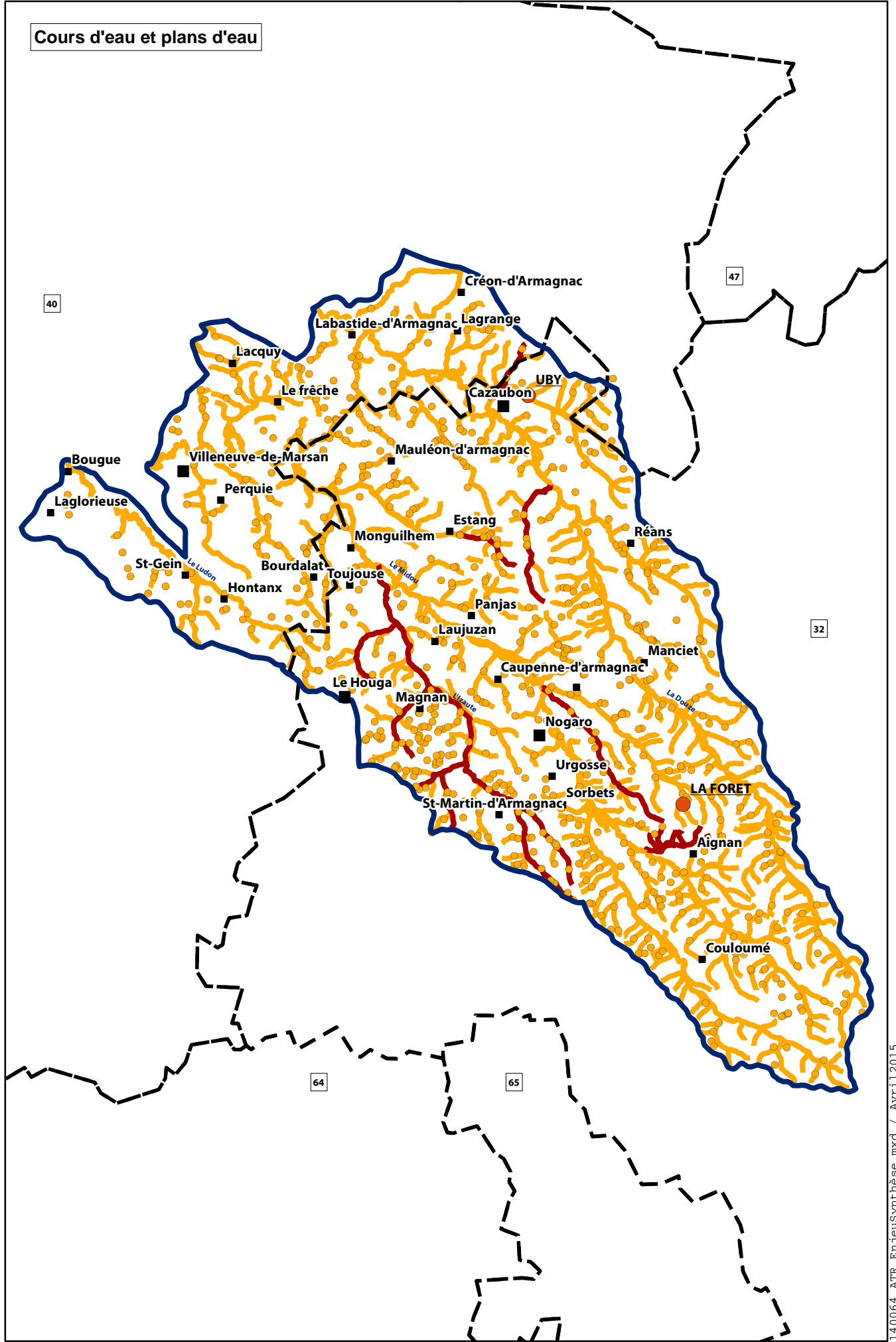
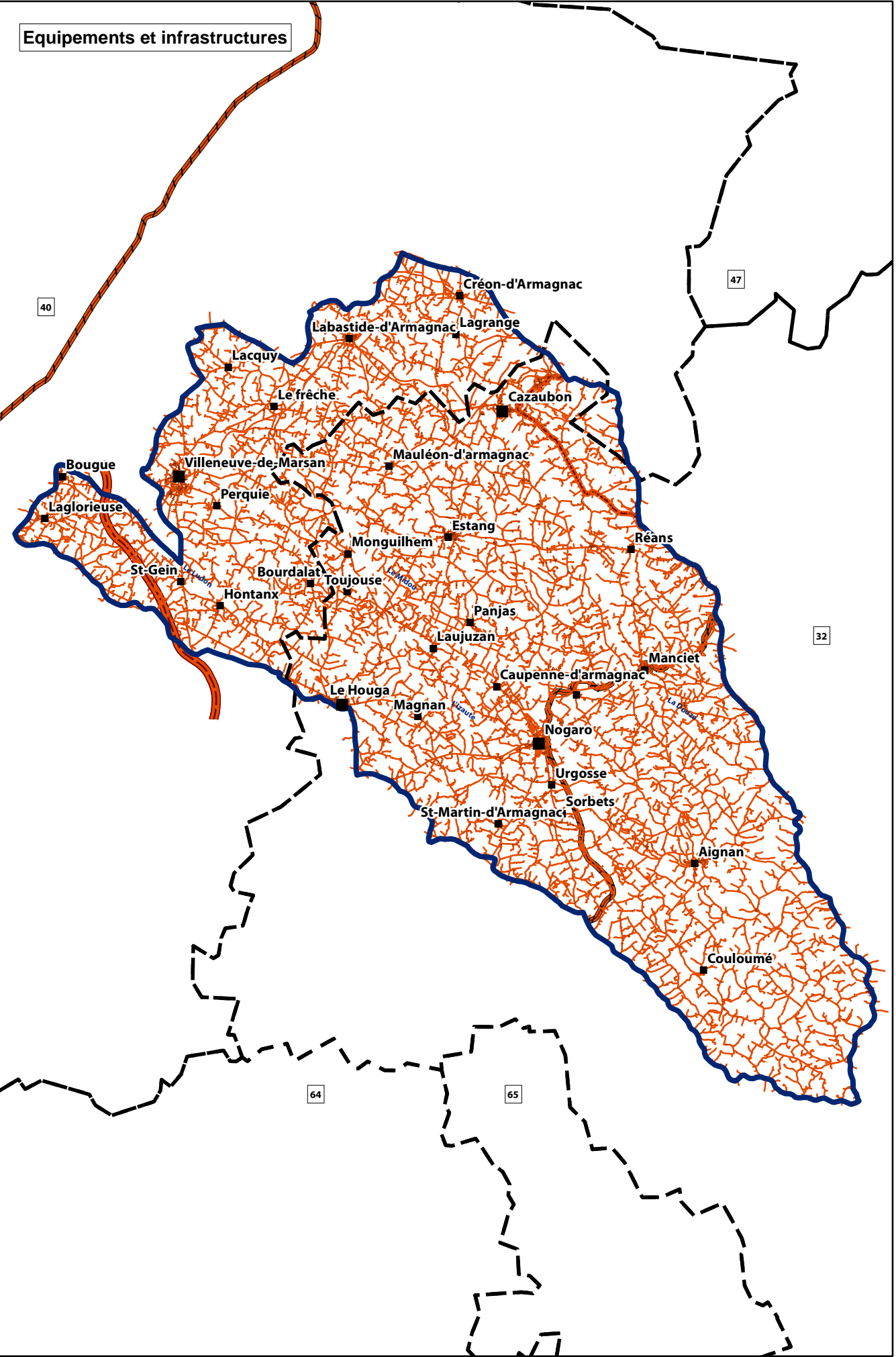
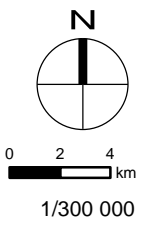
- ### Niveaux d'enjeu
- Enjeu faible
 - Enjeu moyen
 - Enjeu élevé
 - Enjeu très élevé

- ### Equipements et infrastructures
- Habitations
 - Autoroute
 - Route nationale
 - Route départementale et communale
 - Réseau ferré

- ### Plans d'eau et réservoirs
- Plans d'eau de baignade
 - Autres plans d'eau, réservoirs et piscicultures

- ### Cours d'eau
- Cours d'eau en très bon état et réservoirs biologiques
 - Autres cours d'eau

Sources, références : BD Topo / BD Carthage



6. Conclusion

En conclusion, **les enjeux apparaissent pour la plupart diffus et tous à un niveau élevé à très élevé vis-à-vis de l'érosion** qu'il s'agisse des habitations et infrastructures, des plans d'eau, des cours d'eau ou de la ressource en sol.

Le caractère diffus des enjeux ne permet pas d'identifier de secteurs prioritaires.

Le croisement de l'aléa et des enjeux, permet quant à lui de considérer le secteur amont moins prioritaire du fait d'un aléa érosion moindre sur cette partie du territoire d'étude.

3. DEFINITION DES PRINCIPES D'UN PROGRAMME D' ACTIONS

1. Préambule	4
2. Présentation du bassin versant pilote	6
2.1. Etat des lieux	6
2.1.1. Occupation du sol et pratiques agricoles	6
2.1.1.1. Occupation du sol	6
2.1.1.2. Pratiques agricoles	9
2.1.2. Topographie	11
2.1.3. Pédologie	13
2.2. Enjeux vis-à-vis de l'aléa érosion	15
2.2.1. Cours d'eau	15
2.2.2. Retenues collinaires	19
2.2.3. Routes	19
3. Cartographie de l'aléa érosion	21
4. Propositions d'actions	24
4.1. Aménagements	24
4.1.1. Zones enherbées	25
4.1.1.1. Fonctions	25
4.1.1.2. Dimensionnement	26
4.1.2. Haies et fascines	28
4.1.3. Chenaux enherbés	31
4.1.4. Autres aménagements	31
4.2. Techniques culturales	33
5. Scénario	36
5.1. Paramètres	36
5.2. Présentation des scénarios étudiés	38
5.3. Résultats de la modélisation	45
6. Analyse coût-bénéfice	50
7. Conclusion	52

8. ANNEXES	53
8.1. Fiches techniques.....	54
8.1.1. Zones enherbées	54
8.1.2. Haies.....	55
8.1.3. Fascines	56
8.1.4. Fossés enherbés.....	57
8.1.5. Assolement et érosion.....	58
8.1.6. Cultures intermédiaires	59
8.2. Mesures PAC « Paiement Vert »	60
8.2.1. Surfaces d'Intérêt Ecologique (SIE)	60
8.2.2. Assolement.....	62
8.2.3. Prairies permanentes	63
8.3. Valeurs de masses de terre aux points de contrôle	64

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Localisation du bassin versant pilote	5
Carte 2 : Occupation du sol	8
Carte 3 : Topographie	12
Carte 4 : Pédologie	14
Carte 5 : Sous-bassins versants	16
Carte 6 : Modélisation Masse de terre accumulée – Etat initial	22
Carte 7 : Modélisation Masse de terre accumulée - Scenario sans aménagement	39
Carte 8 : Modélisation Masse de terre accumulée - Scenario 5 m	40
Carte 9 : Modélisation Masse de terre accumulée - Scenario BE de 10 m	41
Carte 10 : Modélisation Masse de terre accumulée - Scenario BE de 20 m	42
Carte 11 : Modélisation Masse de terre accumulée - Scenario BE 20 m + fascines/haies	43
Carte 12 : Modélisation Masse de terre accumulée - Scenario BE 20 m + fascines/haies + chenaux enherbés	44

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Répartition surfacique de l'occupation du sol sur le bassin versant pilote	6
Figure 2 : Photos du bassin versant (juillet 2015)	7
Figure 3 : Localisation Station n°228 600 sur la Douze à St Christie d'Armagnac et du bassin versant pilote	17
Figure 4 : Qualité de l'eau – Station n°228600 sur la Douze à St Christie d'Armagnac (source : Résultats 2012- RDSEMA – Conseil Général du Gers)	17
Figure 5 : suivi de la charge de MES depuis 2009 au niveau de la station n° 228 600 sur la Douze (source : Résultats 2012- RDSEMA – Conseil Général du Gers)	18
Figure 6 : Suivi débitimétrique en 2012 de la station CACG Manciet (source : Résultats 2012- RDSEMA – Conseil Général du Gers)	18
Figure 7 : Localisation et photo des coulées de boues sur la RD 109	20
Figure 8: Sous bassins versants et masses de terre accumulées à l'exutoire	23
Figure 9 : Localisations possibles de zones enherbées sur un versant	25
Figure 10 : Photos de fascines dites « mortes » à gauche et « vivantes » à droite	29
Figure 11 : Localisation possible de fascine et haie sur un versant.....	29
Figure 12 : Schématisation de l'association zones enherbées, fascine et haies.....	30
Figure 13 : Exemple de cas pour un aménagement de type fossé-talus (source AREAS)	32


1. Préambule

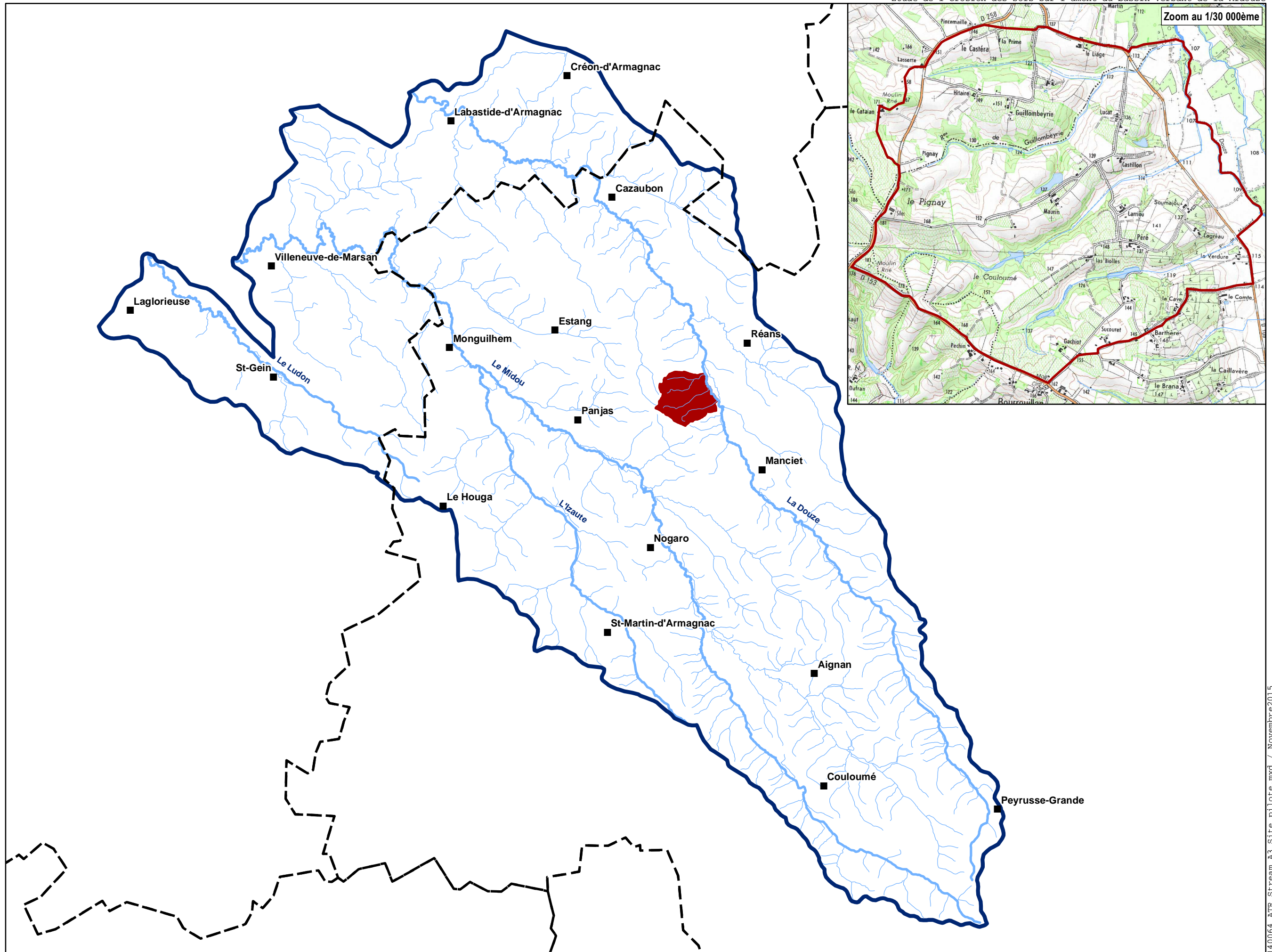
L'objectif de cette phase est de définir les principes d'un programme d'actions et de proposer des recommandations sur un secteur test. Ces recommandations s'appuient sur la simulation de l'impact de propositions d'actions sur l'érosion des sols.

Pour ce faire, une modélisation a été réalisée sur un bassin versant pilote d'une surface de 700 hectares. Ce territoire a été choisi au regard de la présence de phénomènes d'érosion et de ses impacts :

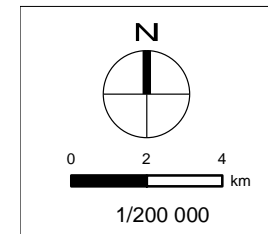
- mauvaise qualité du cours d'eau en particulier sur le paramètre Matière En Suspension,
- coulées de boues sur la route départementale,
- envasement de plans d'eau.

Site pilote

-  Zone d'étude
-  Site pilote
-  Cours d'eau
-  Villes principales
-  Limites départementales



Sources, références :
 BD Topo
 BD Carthage
 RPG 2012 / BDTopo / CLC 2006



2. Présentation du bassin versant pilote

Au-delà de l'observation des conséquences de l'érosion des sols, le bassin versant pilote a été choisi pour la diversité de l'occupation du sol et des cultures, pour la présence de point de qualité des eaux à proximité ainsi que pour ses caractéristiques pédoclimatiques représentatives des contextes observés sur le périmètre d'étude.

2.1. Etat des lieux

Le bassin versant pilote se situe au nord de Manciet en rive gauche de la vallée de la Douze. Il est composé de trois sous bassins versants qui confluent vers la Douze.

2.1.1. Occupation du sol et pratiques agricoles

2.1.1.1. Occupation du sol

L'occupation du sol de ce bassin versant se répartit de la manière suivante :

- 46% de la surface est concernée par une culture de printemps (maïs, soja principalement) et se situe majoritairement dans la plaine alluviale mais aussi sur les versants,
- 23 % de la superficie est occupée par des vignes, sur les parcelles les plus exposées à l'ensoleillement,
- 17 % par des boisements situés en majorité le long des cours d'eau,
- 8% par des prairies ou friches, plutôt situées en amont du bassin versant exceptées sur certains secteurs où leurs positionnements apparaissent stratégiques par rapport aux risques d'érosion,
- 5 % par des surfaces urbaines diffuses (fermes),
- et 1 % par des plans d'eau.

Les cours d'eau sont bordés par une bande enherbée de 5 mètres.

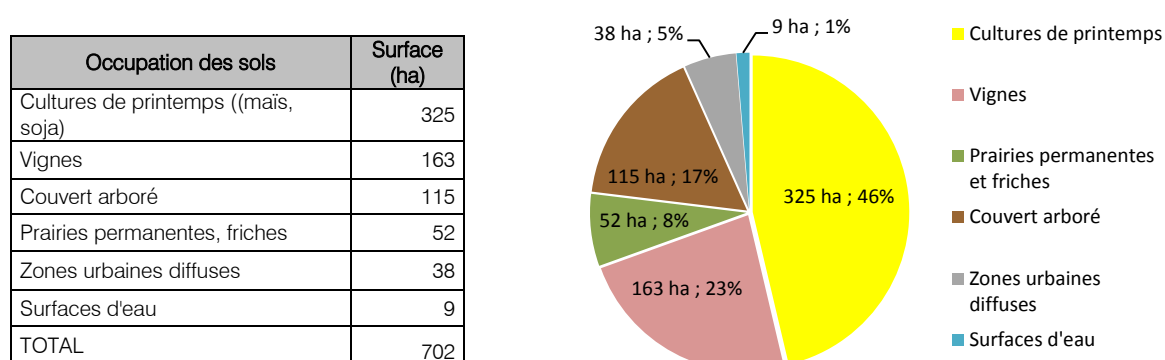


Figure 1 : Répartition surfacique de l'occupation du sol sur le bassin versant pilote



Des coteaux au talweg : Maïs puis vignes et bois



Parcelle de vigne sur forte pente et boisements dans le talweg



Parcelle cultivée en Soja sur un versant



Parcelle de Maïs irrigué dans la plaine alluviale

Figure 2 : Photos du bassin versant (juillet 2015)

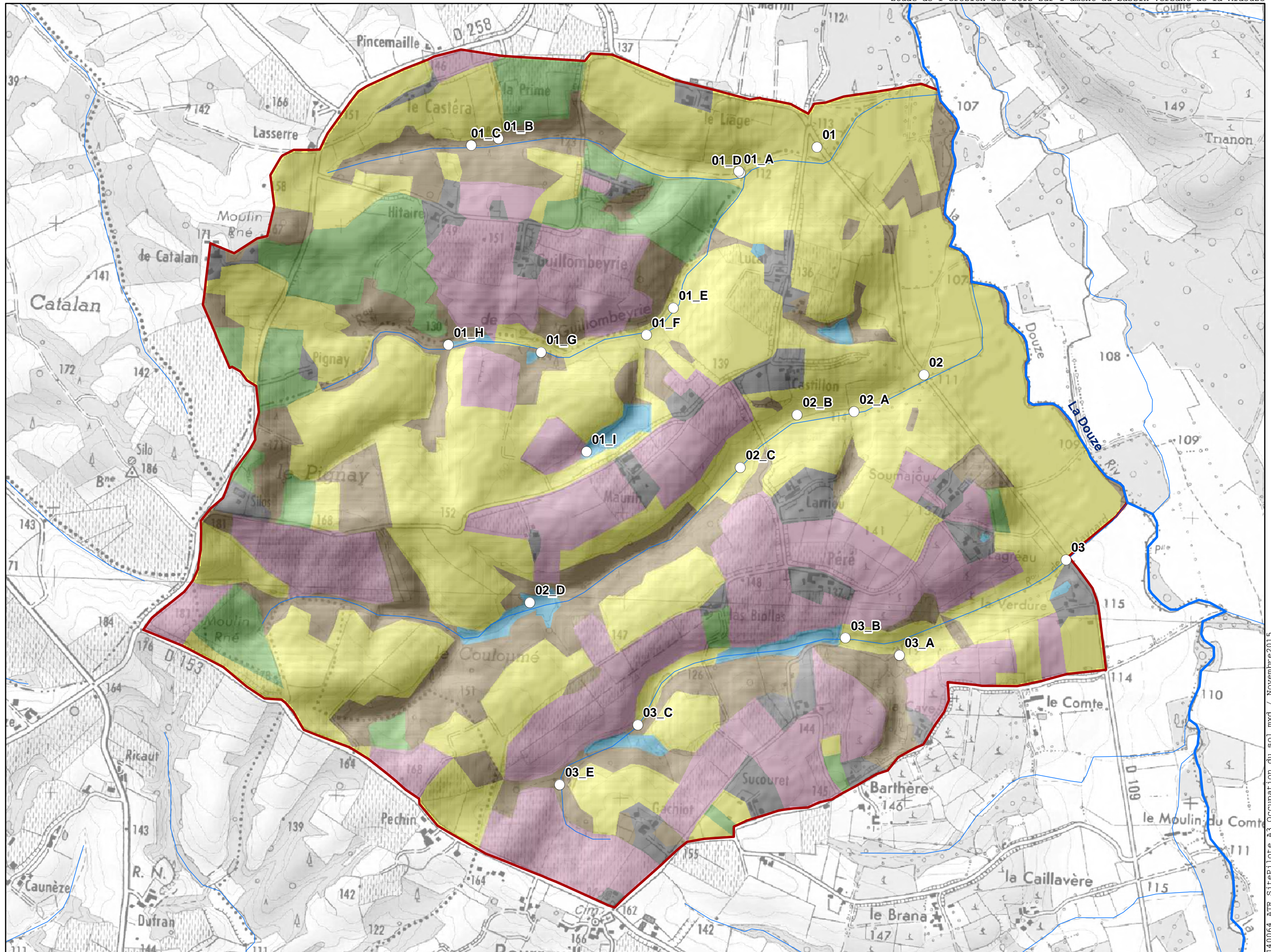
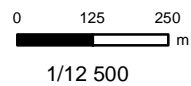
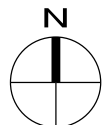
Occupation du sol

- Zone d'étude
- Cours d'eau
- Points de contrôle

Occupation du sol

- Cultures de printemps : maïs, tournesol et protéagineux
- Prairies permanentes, estives, landes
- Vignes et arboriculture
- Couvert arboré
- Zones urbaines
- Surfaces d'eau

Sources, références :
 IGN BD Topo
 IGN BD Carthage
 IGN Scan 25
 IGN BD Alti



2.1.1.2. Pratiques agricoles¹

Les exploitations agricoles sur le secteur se caractérisent pour la majorité par une double production : cultures de printemps et vignes.

Les terres arables sont cultivées en cultures de printemps, principalement en maïs sur les parcelles irriguées. La diversification des cultures imposée par la Politique Agricole Commune (trois cultures obligatoires au-delà d'une surface > 30 ha) incite les agriculteurs à introduire le tournesol ou le soja dans cette rotation mais la tendance majoritaire reste la monoculture de maïs.

Une exploitation en agriculture biologique depuis plus de 10 ans réalise une rotation maïs/soja/soja. Cette rotation basée sur des cultures de printemps n'est pas sans conséquence sur le développement d'adventices et le risque d'érosion sans culture intermédiaire entre les cultures de printemps. Le soja est identifié comme une culture particulièrement rentable en AB.

Les vignes sont enherbées sur l'inter-rang, exceptées lorsqu'elles sont jeunes. Cet enherbement permet aux dires des agriculteurs de maintenir le sol et d'éviter les ornières. L'herbe est broyée au printemps. Exposées en majorité sur les versants sud, les parcelles de vignes sont travaillées dans le sens de la plus grande longueur et donc perpendiculaire à la pente exceptées pour certaines parcelles pour lesquelles le dénivelé est trop important.

Les choix culturaux des agriculteurs sont liés aux habitudes en terme de pratiques culturales, à leurs connaissances techniques en matière de conduites de culture ainsi qu'à la marge brute de chaque culture. Ainsi le blé apparaît comme une culture peu rentable comparativement au maïs ou soja, ce qui peut expliquer le fait qu'il ne soit pas introduit dans la rotation. L'irrigation sur le secteur offre la possibilité aux agriculteurs de s'affranchir du manque de précipitations et de réaliser des cultures à forte valeur ajoutée. La majorité des pompages sont réalisés sur la Douze.

Dans la plaine (nord de la RD109 jusqu'à la Douze), les sols sont très argileux. Sur les coteaux, les bouldiers prédominent avec la présence de cailloux (« terre de bouc ») présents à des profondeurs variables (15 cm à 1 mètre de profondeur). On observe aussi ponctuellement la présence de mouillères et de lentilles d'argiles. Ainsi, les sols sont à la fois battants (limono-argileux) et filtrants par la présence d'éléments grossiers.

Le travail du sol sur les cultures de printemps a récemment évolué, certains agriculteurs ne pratiquent plus le labour classique systématiquement.

Concernant le maïs, le travail du sol suit l'itinéraire suivant : un passage d'un outil à pointe (équivalent décompacteur) puis deux passages de herse rotative. Le travail du sol se fait sur deux jours courant mai et se termine par le semis. La récolte est réalisée en novembre. Les cannes sont alors broyées et laissées sur les parcelles, ce qui permet de couvrir les parcelles et d'accroître la rugosité de celles-ci de novembre à mai. Un labour plus en profondeur est réalisé une fois tous les trois ans avant l'hiver sur les parcelles les plus argileuses.

¹ Données issues d'enquêtes réalisées auprès de 3 exploitations agricoles situées sur le bassin versant pilote.

Les parcelles en agriculture biologique sont davantage travaillées pour gérer les adventices en lien avec la rotation basée uniquement sur des cultures de printemps (pâturin et mouron en particulier). Sur le maïs et le soja, 4 à 8 passages d'étrille et bineuse peuvent être réalisés suivant les conditions climatiques de l'année et les sols. Tandis que le maïs est semé en mai et récolté en novembre, le soja est semé courant juin pour être récolté courant octobre.

Les agriculteurs témoignent d'observations d'érosion lors d'épisodes orageux de printemps. L'érosion peut être observée, en particulier lorsque les sols ont été travaillés et pour des événements pluvieux dépassant 20 à 30 mm en une heure. Les phénomènes sont problématiques pour les agriculteurs s'ils apparaissent juste après le semis. Les traces d'érosion concentrée observées sont confirmées par les agriculteurs.

Les agriculteurs témoignent de coulées de boues sur la route et dans les fossés en 2007 et 2013 sur des événements plus intenses.

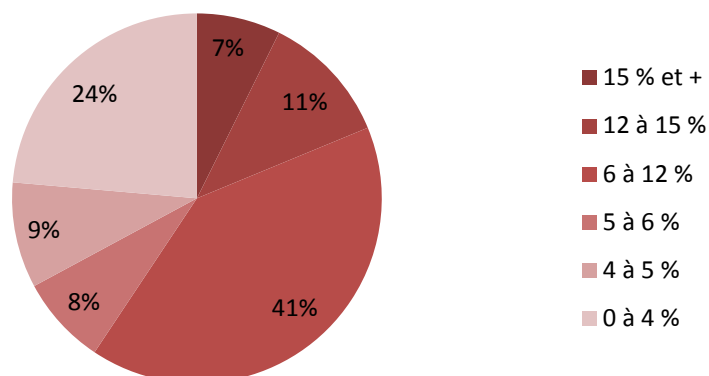
La mise en place des bandes enherbées, de bois, de haies et d'un travail réduit du sol sur certains secteurs conduit les agriculteurs à observer une réduction des phénomènes d'érosion. En effet, certains secteurs à risque d'aléa érosion très fort, tel qu'en amont direct de la RD109 où les pentes sont supérieures à 30 %, ont été mis en jachère afin de réduire au maximum le risque d'érosion.

2.1.2. Topographie

La répartition de la pente sur l'ensemble du bassin versant test est présentée ci-après. Les parties planes correspondent à la plaine alluviale de la Douze ainsi qu'aux parties sommitales des sous bassins versants. Les pentes les plus fortes sont quant à elles orientées au sud.

Au total près de 70 % du bassin versant présentent des pentes supérieures à 5 %.

Répartition des pentes sur le BV test (%)



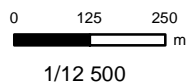
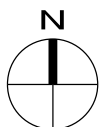
Topographie

- Zone d'étude
- Cours d'eau
- Points de contrôle

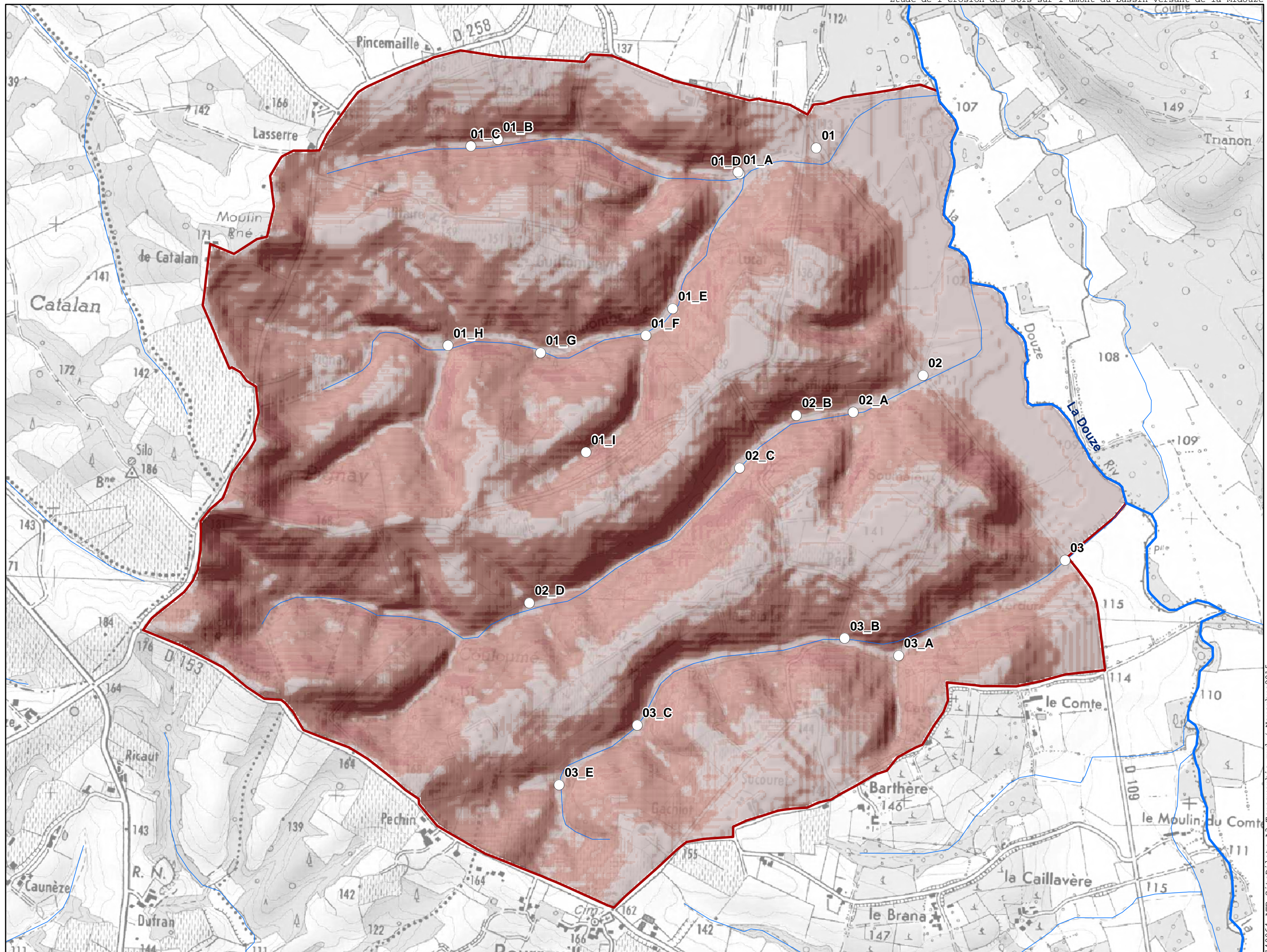
Pentes

- 0 à 4 %
- 4 à 5 %
- 5 à 6 %
- 6 à 12 %
- 12 à 15 %
- 15 % et +

Sources, références :
 IGN BD Topo
 IGN BD Carthage
 IGN Scan 25
 IGN BD Alti



1/12 500



2.1.3. Pédologie

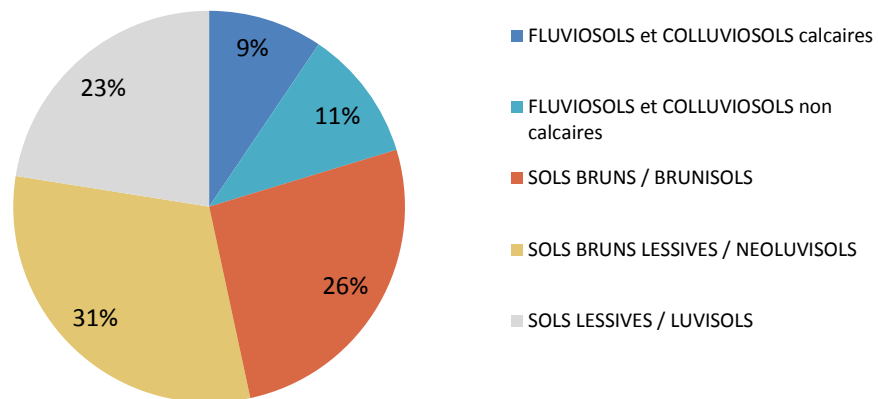
La carte pédologique correspond à une extraction des données générées en phase 1 à l'échelle de l'ensemble du périmètre d'étude. Aussi, la précision de ces données doit être appréhendée au regard de cette échelle de travail.

Les fluviolsols et colluviolsols correspondent aux sols présents sur la plaine alluviale de la Douze ainsi qu'à la vallée alluviale des affluents de la Douze. Ces sols se situent sur les secteurs les moins pentus.

Les sols lessivés représentent quant à eux 54 % des sols du bassin versant pilote. Ce sont les sols plus sensibles à l'érosion et à la formation de battance.

Enfin les brunisols apparaissent davantage concentrés en amont du bassin versant et représentent 26%.

Pédologie sur le BV Test



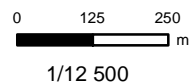
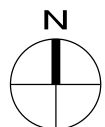
Pédologie

- Zone d'étude
- Cours d'eau
- Points de contrôle

Pédologie

- FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS calcaires
- FLUVIOSOLS et COLLUVIOSOLS non calcaires
- SOLS BRUNS / BRUNISOLS
- SOLS BRUNS LESSIVES / NEOLUVISOLS
- SOLS LESSIVES / LUVISOLS

Sources, références :
 IGN BD Topo
 IGN BD Carthage
 IGN Scan 25
 IGN BD Alti



1/12 500



2.2. Enjeux vis-à-vis de l'aléa érosion

2.2.1. Cours d'eau

Le bassin versant se compose de trois sous bassins versants :

- Le sous bassin versant situé le plus au nord est le plus grand en surface (276 ha), il est traversé par le ruisseau de Guillombeyrie et son affluent,
- Le sous bassin versant situé en partie médiane a une superficie de 175 ha,
- Enfin, le sous bassin versant situé à l'extrême sud (162 ha), est traversé par le ruisseau de Maynard.

Les cours d'eau figurent sur la carte IGN en traits pointillés nommés, traits pointillés ou traits pleins suivant les secteurs.

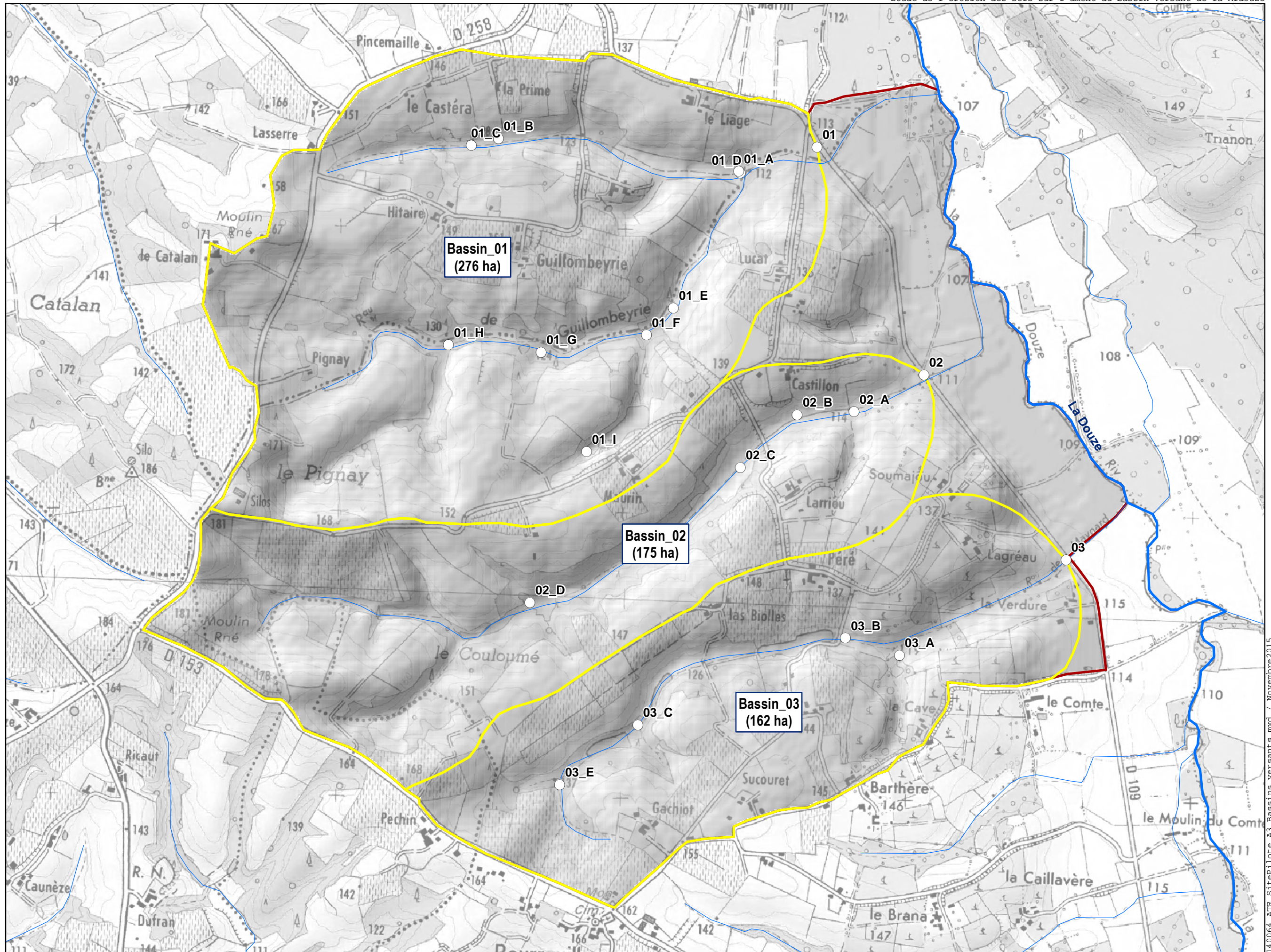
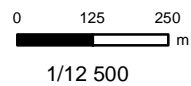
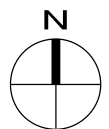
Bassins versants

- Zone d'étude
- Cours d'eau
- Points de contrôle

Sous-bassins versants

- Sous-bassins versants

Sources, références :
 IGN BD Topo
 IGN BD Carthage
 IGN Scan 25
 IGN BD Alti



Dans le cadre du Réseau Départemental de Surveillance des Eaux et des Milieux Aquatiques, le Conseil Départemental du Gers réalise un suivi de la qualité des eaux sur 35 stations de contrôle. Parmi ces stations figure la station n°228 600 sur la Douze à St Christie d'Armagnac. Elle est située à 2 kilomètres en amont de la Douze par rapport au bassin versant pilote.

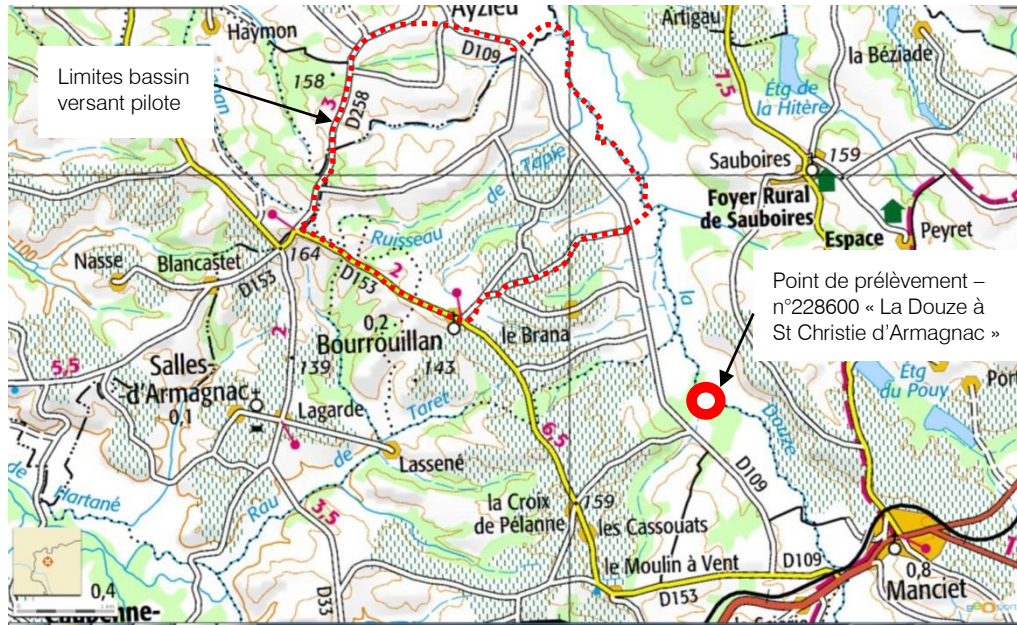


Figure 3 : Localisation Station n°228 600 sur la Douze à St Christie d'Armagnac et du bassin versant pilote

	MOOX	PHOS	PAES	TEMP	EPRV	ACID	MAT AZOT	BACT	NITR
Année 2012	26	56	1	95	73	78	44		35
Année 2011	43	47	0	71	80	79	46		45
Année 2010	48	55	2	67	80	77	54		48
Année 2009	42	59	2	57	79	83	72		44

Valeurs des seuils (ug/l) Classe d'aptitude	Très bonne	bonne	moyenne	médiocre	mauvaise
6- PAES - Particules en Suspension					
MES (mg/l)	2	25	38	50	

Figure 4 : Qualité de l'eau – Station n°228600 sur la Douze à St Christie d'Armagnac (source : Résultats 2012- RDSEMA – Conseil Général du Gers)

La qualité physico-chimique de cette station confirme une altération PAES (Particule En Suspension), elle est classée mauvaise (seuils SEQ Eau) avec plusieurs valeurs à plus de 30 mg/l et également une valeur pic lors de la crue de mai 2012, à 110 mg/l. Pour rappel, la concentration en MES doit être inférieure ou égale à 25 mg/l pour être considérée en bon état.

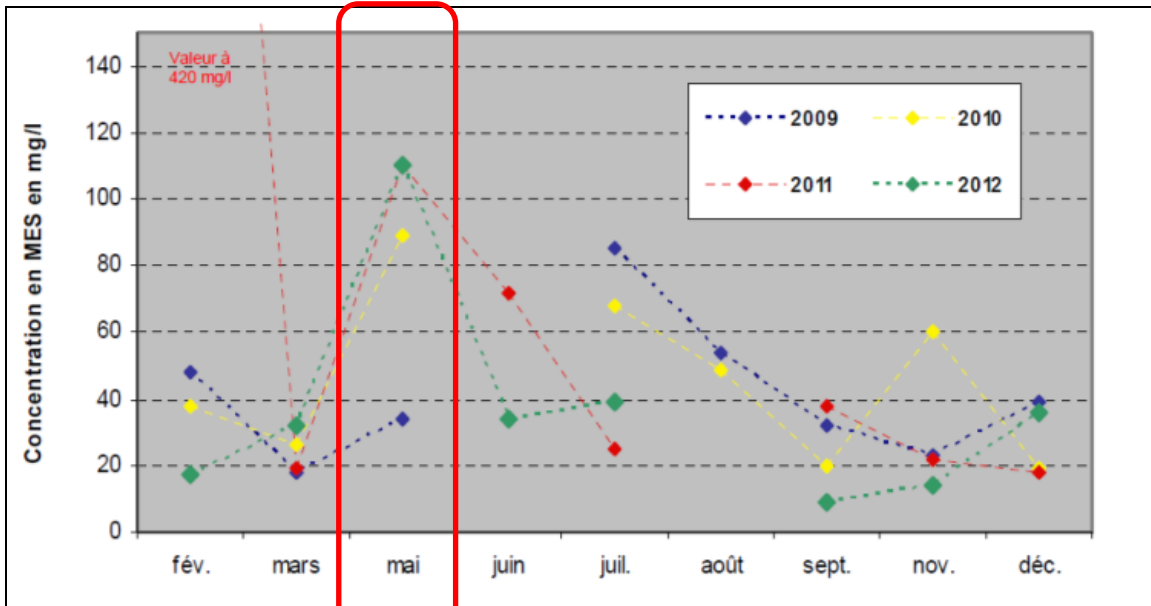


Figure 5 : suivi de la charge de MES depuis 2009 au niveau de la station n° 228 600 sur la Douze (source : Résultats 2012- RDSEMA – Conseil Général du Gers)

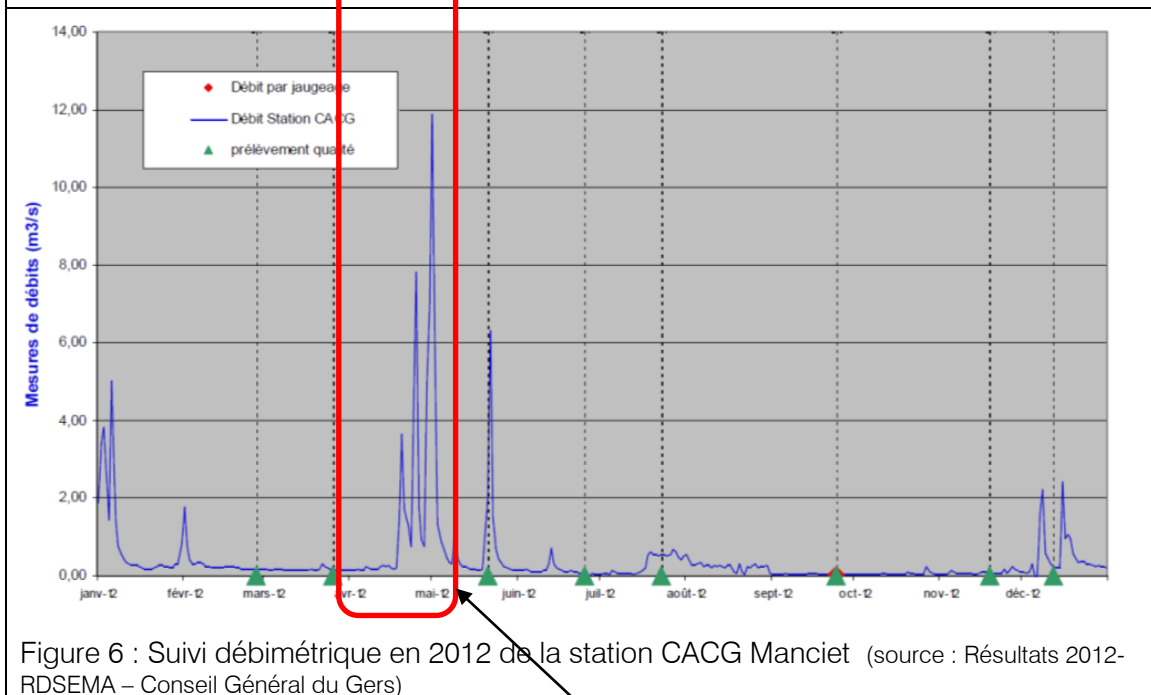


Figure 6 : Suivi débitimétrique en 2012 de la station CACG Manciet (source : Résultats 2012- RDSEMA – Conseil Général du Gers)

Sur les 4 années (2009 à 2012), les mois de mars à juillet sont ceux qui présentent des taux de MES les plus importants en lien avec l'hydrologie et la couverture des sols à cette période. Les représentations qui suivent mettent en parallèle la chronologie de l'hydrologie de 2012 avec les taux de MES et montrent la corrélation entre hydrologie et MES.

La Douze à Manciet lors du prélèvement de mai



2.2.2. Retenues collinaires

Sur le bassin versant pilote on compte quatre plans d'eau principaux. Tandis que certains sont uniquement utilisés comme plans d'eau d'agrément d'autres servent pour l'irrigation, bien que la Douze, soit une ressource importante pour cet usage.

Traditionnellement les plans d'eau sont aussi utilisés pour la production de poisson. Les propriétaires, souvent agriculteurs, font appel à des pisciculteurs pour aleviner. La pêche s'effectue par vidange des plans d'eau.

Certains agriculteurs semblent observer une réduction du volume de leurs plans d'eau en lien avec un envasement issu du processus d'érosion. **En quarante ans, ils estiment que 20% du volume des plans d'eau a été perdu suite à cet envasement.**

2.2.3. Routes

Le district Nogaro-Cazaubon des Services de modernisation des infrastructures du Conseil Départemental du Gers nous a fait part des dégâts occasionnés depuis vingt ans sur la route départementale 109 en aval du bassin versant pilote.

Un secteur apparaît particulièrement sujet à des problèmes d'érosion, il est situé en aval du lieu-dit Castillon et s'étend sur 150 mètres (cf. localisation ci-après).

En vingt ans, le district s'est rendu une dizaine de fois sur ce secteur afin de nettoyer cette partie de route départementale. En 2002, année particulièrement pluvieuse, les services ont nettoyé la chaussée à trois reprises en trois jours. Ces coulées de boues apparaissent très majoritairement au printemps, lorsque les champs ont été labourés.

Pour remédier à cette situation récurrente, le district a sollicité les propriétaires afin qu'ils curent les fossés. Une haie a été plantée en amont du secteur impacté. Les agriculteurs ont été rencontrés afin d'échanger sur des propositions d'actions telles que la mise en herbe des secteurs à risque fort d'érosion ainsi qu'un travail du sol perpendiculaire à la pente. Les services départementaux réalisent actuellement un curage des fossés de la route tous les dix ans. La terre récupérée est ensuite proposée aux agriculteurs, généralement intéressés. Suite à ces différentes mesures, il semble que le secteur impacté sur le RD 109 s'est réduit à une cinquantaine de mètres.

Les services départementaux se sont engagés depuis plusieurs années dans une gestion différenciée des routes. Cette gestion permet sur des secteurs sujets à des coulées de boues de réaliser une gestion des abords de route limitant le risque d'érosion sur ces infrastructures grâce à la conservation, régénération ou replantation de haies par exemple.

Le nettoyage de la portion de la RD109 impactée par les coulées de boues est estimé autour de 15 000 € H.T. en 20 ans. Le volume de terre évacuée est estimé sur 20 ans à 50 m³.

Plus globalement le district de Nogaro-Cazaubon, observe peu de secteurs de routes départementales impactés par des coulées de boues.



Figure 7 : Localisation et photo des coulées de boues sur la RD 109

3. Cartographie de l'aléa érosion

Sur le même modèle STREAM que celui utilisé pour la cartographie de l'aléa érosion à l'échelle de l'ensemble du périmètre d'étude, les cartes du ruissellement et de quantité de terre accumulée ont été générées à partir des données précédemment présentées.

Les paramètres utilisés pour réaliser cette modélisation ont été les suivants :

- Evènement pluvieux de 37 mm en 1 heure,
- Evènement considéré au 1^{er} juin,
- Occupation du sol considéré pour les parcelles en cultures annuelles sans couverture végétale.

L'évènement pluvieux considéré n'a pas un caractère exceptionnel bien qu'il se situe au-dessus de la fréquence de retour annuel.

A la différence du traitement réalisé sur l'ensemble du périmètre d'étude (1 047 km²), le modèle généré sur le bassin versant test a été réalisé à partir d'une grille de 5 mètres sur 5 mètres. Ainsi, les aménagements tels que les bandes enherbées de 5 mètres de largeur ont pu être modélisés.

La carte de masse de terre accumulée prend en compte à la fois l'érosion diffuse ainsi que l'érosion concentrée. La représentation de ces deux types d'érosion se distingue de la manière suivante :

- L'érosion diffuse est présente sur l'ensemble des versants mais pour de faibles quantités de terre,
- L'érosion concentrée se traduit par la formation d'axes préférentiels d'érosion. Ces figures d'érosion correspondent au linéaire de masse de terre observable sur les cartes.

Cette modélisation sur la base de l'état actuel du bassin versant test montre que :

- l'érosion diffuse s'observe sur l'ensemble du bassin versant test excepté sur les secteurs boisés et les prairies ou friches sur lesquels l'infiltration est supérieure au ruissellement pour l'évènement considéré (37mm en 1 heure).
- L'érosion concentrée suit les talwegs, et traverse les boisements pour rejoindre les cours d'eau.

L'érosion diffuse et concentrée s'accumule au final dans les cours d'eau. Pour rappel, le modèle n'intègre pas l'érosion de cours d'eau et de berges liée au fonctionnement hydro morphologique (zone de dépôt et de mobilisation) des cours d'eau.

Masse de terre accumulée

Evènement de 37mm en 1h au 1er Juin

Scénario 2 :
Bandes enherbées existantes (5m)

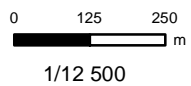
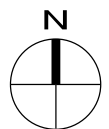
- Zone d'étude
- Points de contrôle
- Couvert arboré

- Aménagements
- Bande enherbée

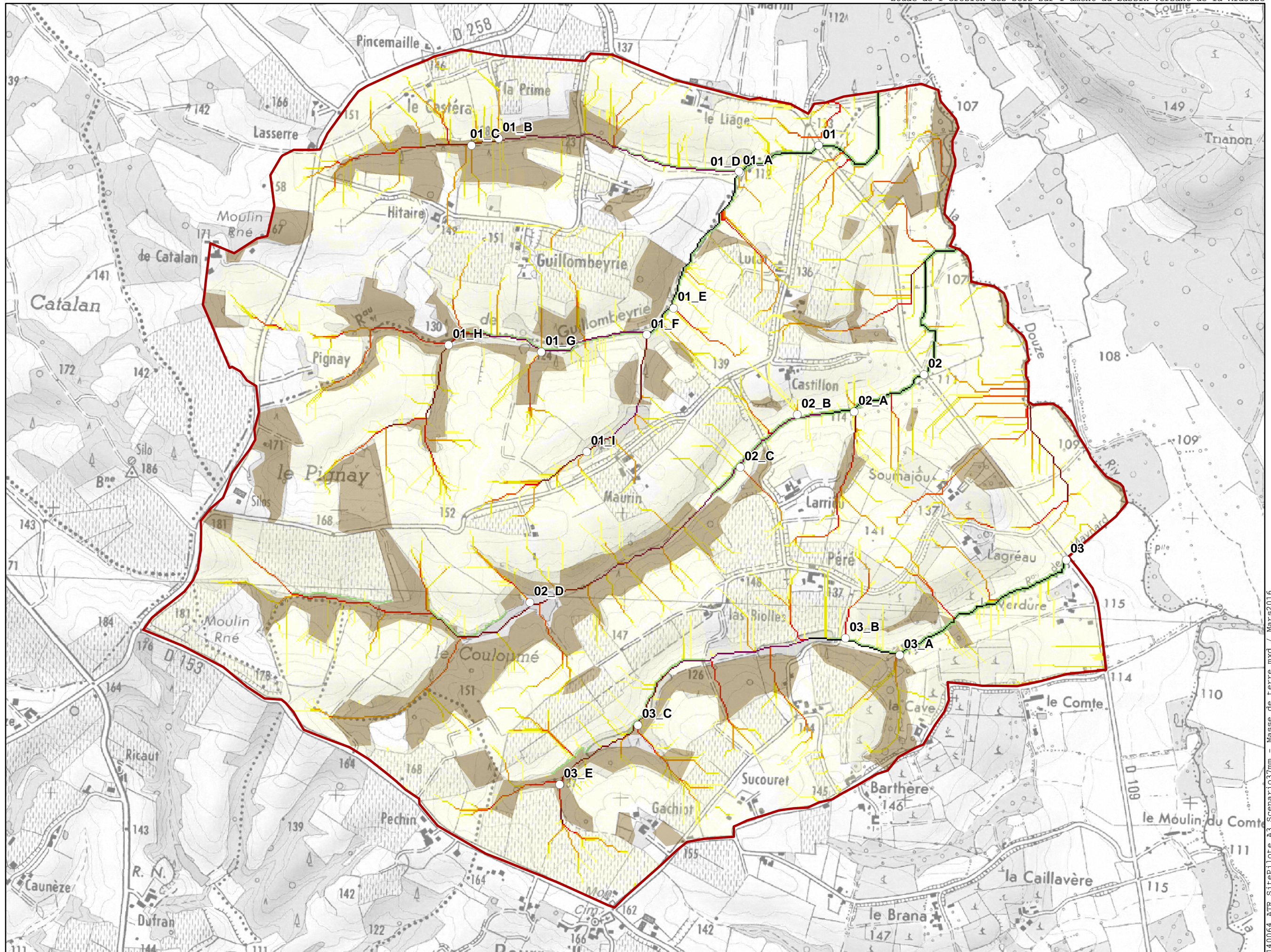
Masse de terre accumulée par érosion (T)

- 0
-]0 - 0,25]
-]0,25 - 0,5]
-]0,5 - 1]
-]1 - 2,5]
-]2,5 - 5]
-]5 - 10]
-]10 - 25]
-]25 - 50]
-]50 et +]

Sources, références :
IGN BD Topo
IGN BD Carthage
IGN Scan 25
IGN BD Alt



1/12 500



Le tableau qui suit présente pour chaque sous bassin versant, la quantité de terre issue de l'érosion concentrée et diffuse à l'exutoire de chaque sous bassin versant. Cette quantité rapportée à la surface de terre cultivée, permet d'avoir une première approche quantitative de la masse de terre produite sur le territoire.

	Surface de terre arable	Quantité de terre à l'exutoire	Quantité de terre produite/ha
Sous bassin versant n°1	128 ha	119 tonnes	0,9 t/ha
Sous bassin versant n°2	83 ha	79 tonnes	1 t/ha
Sous bassin versant n°3	40 ha	65 tonnes	1,6 t/ha

Les valeurs varient entre 0,9 à 1,6 tonnes/ha. Ces valeurs sont à considérer au regard de valeurs moyennes. Les pertes en terre inhérentes à l'érosion hydrique des sols sont estimées à 1,2 t/ha/an en moyenne en France. Lorsque les pertes en sol dépassent 1t/ha/an, la capacité de production des sols est dépassée en moyenne.

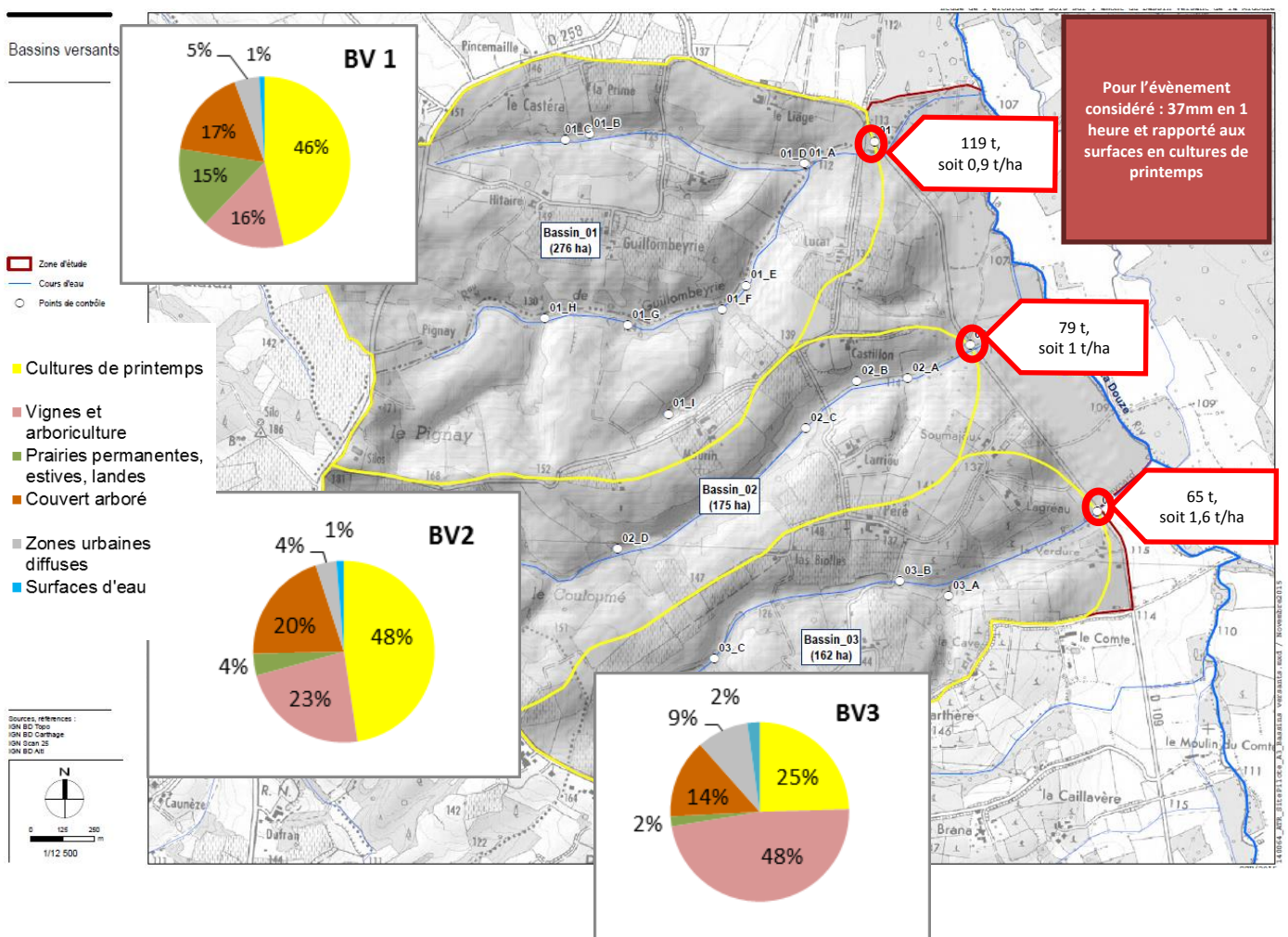


Figure 8: Sous bassins versants et masses de terre accumulées à l'exutoire

4. Propositions d'actions

Pour lutter contre l'érosion des sols, il faut garder à l'esprit deux grands objectifs :

- Augmenter l'infiltration en favorisant la capacité des sols à accroître leurs réserves utiles. Pour y parvenir, la stabilité structurale des sols, la porosité verticale et le couvert permanent sont des facteurs prépondérants.
- Réduire l'impact du ruissellement grâce à la mise en place d'une couverture végétale dans l'espace et dans le temps.

Pour répondre à ces objectifs, deux grandes familles d'actions sont possibles :

- La mise en place d'aménagements parcellaires tels que les zones tampons enherbées, les chenaux enherbés, les haies et fascines...
- Les pratiques culturales visant à accroître la couverture du sol et à réduire le travail du sol.

Différentes fiches techniques sont présentées en annexe.

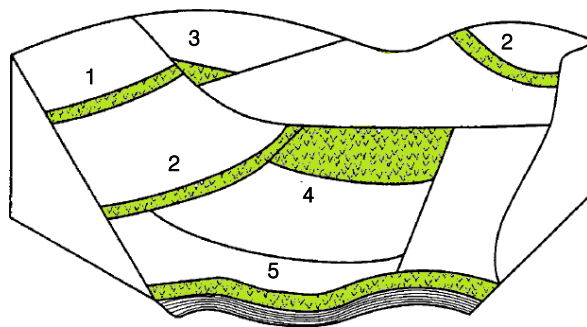
4.1. Aménagements

Plusieurs types d'aménagements peuvent être mis en œuvre pour lutter contre l'érosion, parmi lesquels : les zones enherbées de bord de cours d'eau ou de bout de champ, les haies et les fascines et les chenaux enherbés.

4.1.1. Zones enherbées

Dans ce paragraphe, différentes localisations de zones enherbées : en bord de cours d'eau, en bout de champ, dans une parcelle ou entre parcelles...

Le schéma qui suit présente différentes situations :



- 1 : dans les parcelles
- 2 : bordure de parcelle et rupture de pente
- 3 : zone de concentration de ruissellement en coin
- 4 : prairie perpendiculaire au talweg
- 5 : en aval le long d'un cours d'eau

Figure 9 : Localisations possibles de zones enherbées sur un versant

4.1.1.1. Fonctions²

Ces aménagements ont plusieurs fonctions qui leur permettent de réduire le risque d'érosion :

- **Une fonction d'atténuation hydrique** : elles sont à la fois capable de ralentir le ruissellement et de diminuer le volume d'eau qui ruisselle grâce d'une part à leur rugosité hydraulique et leur perméabilité d'autre part.

La rugosité ralentit le ruissellement. Sur le versant, ou l'épaisseur de la lame de ruissellement reste généralement faible, ce sont les couverts herbacés (et surtout celui des graminées, du fait de leur densité de tiges) qui sont les plus efficaces, devant les couverts ligneux.

La capacité d'infiltration des zones enherbées est globalement élevée. En situation moyenne, une zone tampon de 10 m de large permettra dans la majorité des cas l'infiltration d'au moins 50 % du ruissellement. Cette capacité d'infiltration est liée à l'horizon de surface des zones enherbées, en rapport avec la puissance de leur système racinaire, de leur teneur élevée en matière organique et de l'activité biologique qui s'y produit.

- **Une fonction de rétention des matières en suspension** : Le ruissellement entraîne des matières en suspension, constituées par les particules détachées par l'érosion. Comme vu précédemment ces MES peuvent provoquer différents types de désordre dans les milieux aquatiques, comme l'envasement des plans d'eau, la dégradation des habitats des organismes aquatiques, la turbidité des eaux ... De plus, elles sont le support de substances polluantes fixées sur les particules. Les propriétés hydriques des zones enherbées leur confèrent une grande aptitude à limiter le transfert des MES. En effet, la rugosité hydraulique, en limitant la vitesse de l'écoulement, favorise le dépôt des particules. Les plus grossières sont ainsi très facilement piégées, jusqu'à former un bourrelet de terre sur la frange amont de la

² Source : Les fonctions environnementales des zones tampons – CORPEN - 2007

zone tampon en territoire sensible à l'érosion. Les particules très fines sont bien plus difficilement interceptées. Par ailleurs, l'infiltration dans la « bande enherbée » va diminuer le volume du ruissellement et sa capacité de transport : ainsi, à l'extrême, si tout l'écoulement s'infiltré dans la zone enherbée, toutes les particules sont retenues quelle que soit leur dimension.

Face à un écoulement concentré, les zones enherbées peuvent perdre une partie plus ou moins importante de leur efficacité. Un cas extrême est constitué par les « court-circuit » que sont les fossés et les réseaux de drainage. Il sera particulièrement important de prendre en compte cette question pour raisonner la localisation des zones enherbées dans un bassin versant : la concentration du ruissellement est le principal obstacle à l'efficacité des zones enherbées, pour les fonctions de protection qui concernent principalement cette voie de circulation de l'eau.

La densité de tiges du couvert végétal est le principal facteur de la rugosité : les graminées sont les plus efficaces. Toutefois, la situation est différente quand l'épaisseur du ruissellement est importante (inondations alluviales en particulier) où les boisements, surtout arbustifs, sont plus performants. Hormis les cas où l'épaisseur du ruissellement est importante, le meilleur résultat est attendu de l'association d'une zone enherbée (en amont) à une zone boisée (en aval), la première pour sa rugosité, la seconde pour sa perméabilité.

4.1.1.2. Dimensionnement

Les largeurs proposées seront considérées comme valables en cas de ruissellement diffus ou légèrement concentré (concentration due au travail du sol, thalwegs très faiblement marqués) ; en cas de concentration plus accentuée, on renverra au système d'association visant à associer une bande rivulaire relativement étroite avec des zones tampons localisées d'une manière pertinente sur les versants pour intercepter les écoulements concentrés.

Les zones enherbées ne doivent pas servir à la circulation des engins, autrement que d'une manière exceptionnelle et hors période humide : le tassement et les ornières seront préjudiciables à leurs performances.

Pour répondre à l'atténuation hydrique, la largeur minimale peut être de 10 m si :

- Le ruissellement diffus ou faiblement concentré ;
- la longueur de versant < 100 m ;
- il n'y a pas d'engorgement du sol ;
- il n'y a pas de tassement par les engins agricoles ou le piétinement.

Pour réduire les Matières En Suspension, pour un couvert de graminées dense, dans beaucoup de cas, une largeur de 5 m est suffisante pour retenir une proportion importante de MES. Toutefois, en région sensible à l'érosion ou si la pente de la zone tampon est forte (> 7 % environ, ce qui est le cas sur plus d'un quart du bassin versant pilote), il vaut mieux se fixer une dizaine de mètres. Néanmoins, les dépôts obtenus seront grossiers, principalement constitués par des sables : d'après la littérature, la rétention des limons devrait nécessiter 10 à 20 m et celle des argiles sensiblement plus : une centaine de mètres, d'après Barling (1994).

Il faut retenir que la largeur des zones tampons destinées à cette fonction dépendra de l'objectif visé :

- la réduction du volume de dépôts (en particulier dans les réservoirs) pourra souvent se contenter de zones tampons étroites ;
- la limitation de la turbidité de l'eau et donc une meilleure qualité des eaux sera plus exigeante.

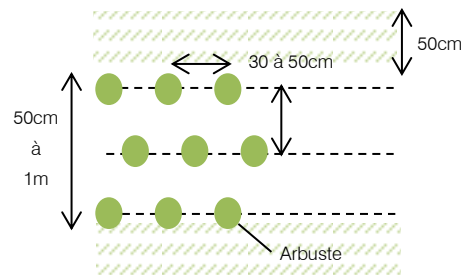
4.1.2. Haies et fascines

Les haies répondent aux mêmes enjeux et objectifs que les zones enherbées, mais avec un effet de « barrière » contre le ruissellement plus important puisque la végétation est plus conséquente.

Les tiges de la haie freinent les ruissellements. Cette diminution de la vitesse favorise l'infiltration et la sédimentation des particules. La présence de racines crée des conditions favorables à l'infiltration, renforcée en été, par le développement des parties aériennes. Le rôle de frein de la haie dépend de 3 paramètres :

- La densité de la haie : la haie doit être la plus dense possible à sa base : pour que l'effet barrière soit réel, il faut que la haie soit très dense avec plus de 50 tiges à la base par mètre linéaire,
- La pente du terrain en amont de la haie, elle doit être aussi faible que possible,
- La façon dont le ruissellement traverse la haie : diffus ou concentrée.

Les haies se localisent aux mêmes endroits que les zones enherbées, et peuvent s'ajouter à une bande enherbée pour renforcer son rôle. Le dimensionnement recommandé pour les haies est de 30 à 50 cm entre chaque pied sur 2 ou 3 rangs, avec de l'enherbement sur 50 cm autour de la haie. Elles doivent être conduites en cépée les deux à trois premières années

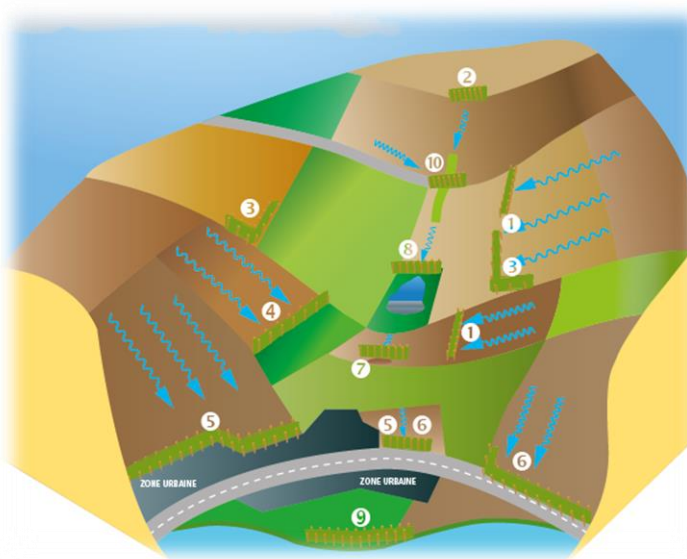


Les fascines sont des fagots de branchages morts et/ou vivants qui ont aussi un effet de « barrière » contre le ruissellement. Ce sont des dispositifs très proches des haies mais elles permettent une efficacité plus immédiate contre l'érosion. Elles sont donc utiles pour des besoins urgents à court terme, alors que les haies mettent davantage de temps à se développer et donc à être efficaces.

Les fascines sont notamment utilisées pour faire sédimenter la terre là où se forment des rigoles ou ravines d'érosion concentrée. La localisation des fascines est la même que celle des haies. Pour le dimensionnement, la longueur doit être au moins égale à la largeur des écoulements qui sont observés régulièrement. Plusieurs fascines en cascade sont plus efficaces qu'une seule grande fascine pour remédier à une situation qui présente une érosion concentrée importante.



Figure 10 : Photos de fascines dites « mortes » à gauche et « vivantes » à droite
Le positionnement des fascines et des haies peut être schématisé comme suit :



- ❶ Au pied des versants de pente > 5 % qui souffrent d'érosion en rigole
- ❷ Perpendiculaire à un axe de ruissellement
- ❸ En coin de parcelle
- ❹ A l'interface entre parcelle cultivée et prairie
- ❺ En protection rapprochée d'une zone urbaine
- ❻ En protection rapprochée d'une route
- ❼ En protection rapprochée d'une bétairie (puits karstique)
- ❽ En protection rapprochée d'un ouvrage de réduction des inondations
- ❾ En renforcement d'une bande enherbée le long de la rivière
- ❿ En association avec une bande enherbée de talweg

Figure 11 : Localisation possible de fascine et haie sur un versant

De manière générale, il est recommandé de combiner fascines et haies. En effet, la durée de vie de la fascine est limitée à 7 ans, ce qui correspond au temps nécessaire pour une haie pour devenir dense et avoir le même impact que la fascine sur l'érosion. Aussi, dans le cadre de la mise en place des propositions d'aménagements réalisées sur le bassin versant pilote, la mise en place d'une fascine est associée à la mise en place d'une haie directement en aval de la fascine

La solution pour avoir une efficacité maximale dès la plantation, consiste à associer : zone enherbée, fascine et haie sur 5 mètres de large au minimum.

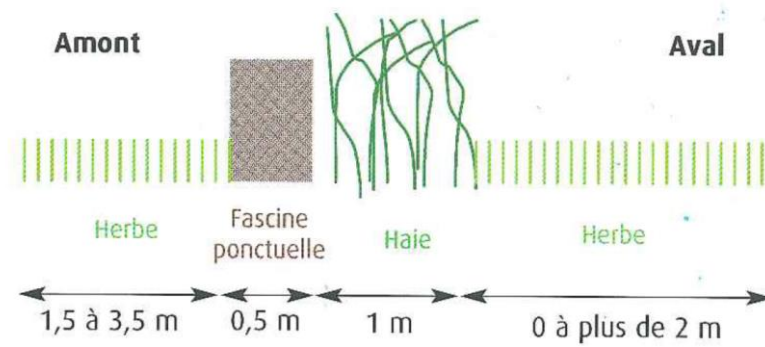


Figure 12 : Schématisation de l'association zones enherbées, fascine et haies

4.1.3. Chenaux enherbés

Les chenaux enherbés peuvent être mis en place pour réduire la formation de petites ravines en fonds de vallons. La formation de ces petites ravines s'observe quand il y a simultanément :

- en amont, des surfaces susceptibles de produire du ruissellement (chantier de récolte, semis, culture sarclée,...)
- sur le fond de vallon, lorsqu'un travail récent laisse le sol meuble.

Ces chenaux agissent contre l'érosion concentrée modérée grâce à leurs fonctions d'atténuation hydrique et de rétention des matières en suspension. Placés en fond de talwegs, ils collectent et guident les eaux de ruissellement pour diminuer leurs impacts sur le sol.

Les longueurs de parcelles sont assez courtes sur le bassin versant pilote ce qui est aussi vrai de manière plus globale sur le territoire d'étude. On peut donc s'attendre à des débits modestes sur les talwegs, ce qui implique la mise en place de chenaux enherbés d'une largeur de 10 mètres au maximum.

4.1.4. Autres aménagements

D'autres aménagements peuvent être mis en place pour lutter contre l'érosion diffuse ou concentrée. Le choix du type d'aménagement doit être réalisé au regard du territoire, de l'organisation parcellaire, des dimensions des parcelles, des cultures en place mais aussi des enjeux que l'on souhaite protéger.

Parmi ces autres aménagements on peut citer :

- **Les bandes tassées** : elles permettent de protéger le sol contre l'arrachement dans les petits fonds de vallon. Concrètement cela consiste à retasser la terre spécifiquement dans la zone de passage d'eau ou de ne pas travailler le sol sur ces zones. Ces zones peuvent être laissées en herbe et s'apparentent alors à des chenaux enherbés ou elles peuvent faire l'objet d'un double semis. Ce type d'aménagement est réservé aux faibles ruissellements de petits fonds de vallons réunissant les conditions suivantes : bassin versant amont inférieur à 100 hectares, pentes des versants inférieures à 3% et pente du talweg inférieure à 2%.
- **Les mares tampons** : elles permettent de réguler les débits de ruissellement. La mare tampon doit se situer dans un axe de passage ou de concentration des écoulements.
- **La gestion des berges**, les actions à entreprendre sont le maintien d'une zone tampon entre la parcelle agricole et le cours d'eau, l'entretien, la réhabilitation de la végétation. Sur le bassin versant test, la bande enherbée réglementaire de 5 mètres est respectée.

- **Le système fossé et talus** : cette association permet de collecter, guider et infiltrer les eaux de ruissellement. Ces aménagements linéaires simples captent les ruissellements diffus pour les guider vers un endroit choisi, ils permettent l'infiltration et piègent les sédiments et évitent l'érosion. Concrètement, ce type d'aménagement peut-être envisagé par exemple lorsqu'une ravine traverse une parcelle en diagonale, dans ce cas un fossé de ceinturage autour de la parcelle peut permettre de collecter le ruissellement et supprimer la ravine. Autre exemple, le système fossé-talus peut permettre de rediriger des eaux de ruissellement et des boues afin de protéger des habitations. Ce type d'aménagement doit être réalisé dans le respect de la réglementation vis-à-vis des écoulements et nécessite des compétences en aménagements hydrauliques.

Situation : les rigoles se forment sur la parcelle, les semis sont recouverts de terre en bas de parcelles et les écoulements boueux se dirigent vers une maison.



Figure 13 : Exemple de cas pour un aménagement de type fossé-talus (source AREAS)

4.2. Techniques culturales

Pour limiter l'érosion, les techniques culturales recherchées doivent :

- **Accroître la porosité verticale** du sol, grâce à l'activité biologique, et microbiologique, à la limitation du tassement, à la présence en continue de système végétatif vivant, à une déstructuration la moins violente du sol, à un décompactage si nécessaire,
- **Mettre en place une rugosité des sols** grâce aux résidus de cultures en surface, à une couverture végétale maximale dans l'espace et le temps ou à un semis qui limite l'affinement du sol.

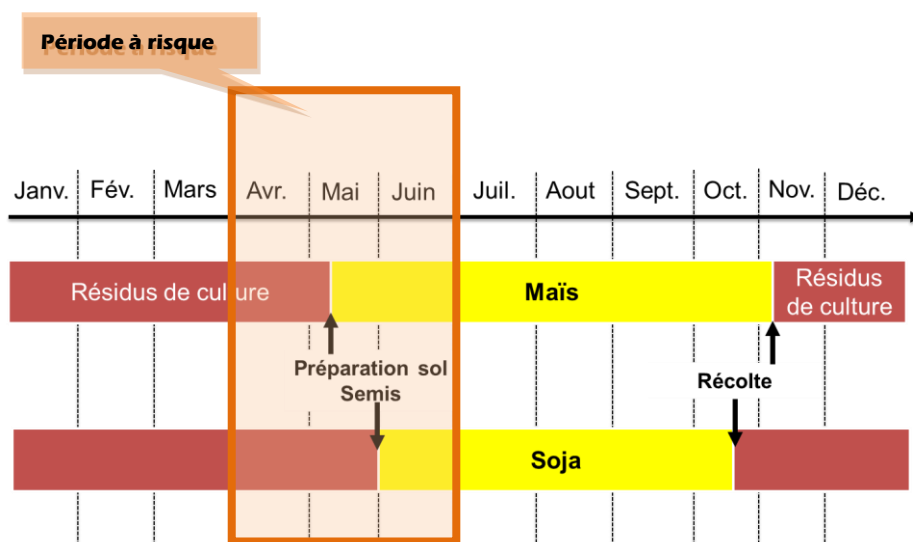
Les orientations en matière de couverture du sol et de pratiques culturales consistent à chercher une couverture maximale du sol par le végétal, à réduire le tassement du sol et à fournir au sol la matière organique et les éléments nécessaires à son équilibre.

Les éléments qui suivent ne visent pas à présenter de manière précise et exhaustive les différentes techniques qui font l'objet d'ouvrages approfondis. L'objectif est davantage de montrer le champ des possibles et les adaptations et choix personnels qui peuvent être prises par les agriculteurs.

Des techniques qui visent à réduire l'érosion sur la période à risque : avril à juin sur cultures de printemps

Le schéma qui suit vise à mettre en évidence la période à risque sur les parcelles en cultures de printemps.

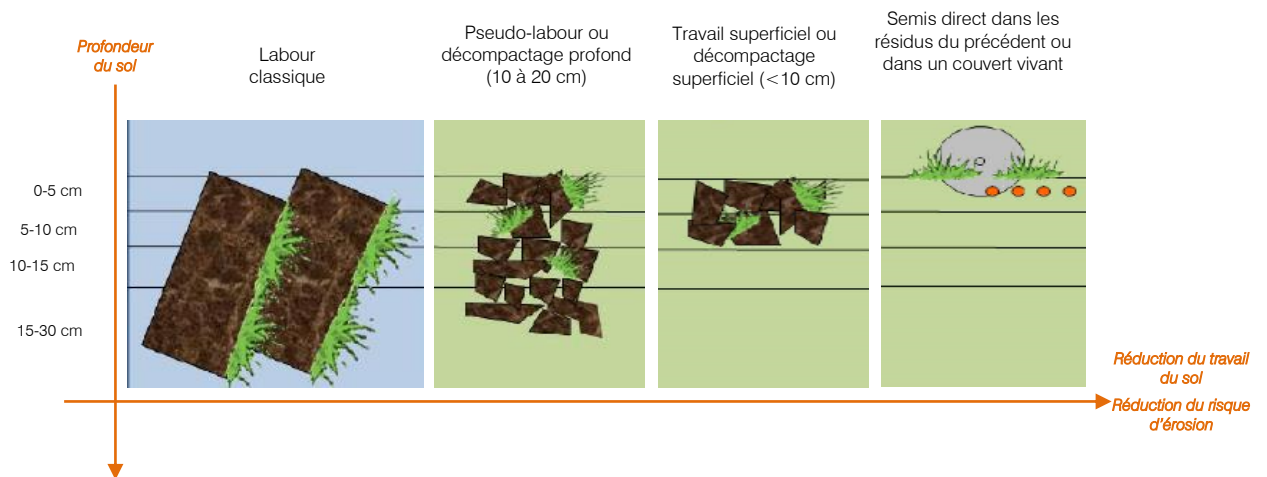
Les cultures de printemps (maïs et soja), largement majoritaires sur le sous bassin versant pilote, augmentent le risque d'érosion en particulier sur la période d'avril à juin. En effet, le risque est maximal lors de la préparation des semis et jusqu'à ce que le taux de couverture atteignent 40% (les expérimentations mettent en évidence qu'un taux de couverture de 40 % réduit le risque d'érosion par deux). A cette période les précipitations sont importantes et provoquent sur ces sols nus, un départ de fines important. Ce risque apparait moindre à l'automne notamment grâce aux résidus de cultures de maïs laissés sur les parcelles.



Des techniques de labour qui évoluent

Le choix de technique de labour est lié au type de sol, aux charges financières de l'exploitation (dont les passages d'engins agricoles), au type de culture, au matériel dont dispose l'exploitant et à la technicité en terme de semis.

Le type de labour a toute son importance dans le risque d'érosion et peut être gradué comme le montre le schéma suivant :



Les labours ont évolué depuis quelques années. Le labour classique est progressivement remplacé par un pseudo-labour qui correspond à un décompactage du sol sur une profondeur de 10 à 20 cm. Le semis direct apparaît comme étant la technique la plus favorable pour limiter le risque d'érosion, il s'agit cependant d'une technique qui engage l'agriculteur dans un changement profond en terme de conduite de cultures. Il est encore très peu pratiqué sur le territoire.

Les techniques culturales simplifiées (ou Techniques Sans Labour : TSL) : un changement profond de conduite de culture

Les techniques culturales simplifiées (ou Techniques Sans Labour : TSL) sont des techniques de simplification du travail du sol impliquant de ne pas recourir au labour. Elles peuvent avoir des effets bénéfiques sur l'érosion du sol et améliorent la qualité du sol dans certaines conditions. En effet, le sol n'étant pas ou peu perturbé mécaniquement et chimiquement le moins possible, l'activité biologique du sol augmente tout comme sa teneur en matière organique.

L'objectif est de retrouver un sol capable de nourrir la plante grâce à l'eau et à l'ensemble des éléments nutritifs qu'il contient et dont les plantes ont besoin.

La mise en place de ces pratiques n'est pas sans risque pour l'agriculteur. Le principal risque est la non maîtrise des adventices car, n'étant pas enfouis, les graines et rhizomes se concentrent en surface. Ainsi, pour pérenniser un désherbage efficace, la combinaison de différents leviers est essentielle : couverture du sol par des cultures intermédiaires, diversification de la rotation....

Parmi ces techniques culturales simplifiées, le semis sous couvert (SCV) consiste à semer sous un couvert vivant. Cette technique permet de contrôler le développement des adventices en créant une compétition entre les adventices et le couvert. La mise en place de telles pratiques et leurs réussites se mesurent après plusieurs années de mises en œuvre.

L'utilisation de cette technique à court terme nécessite une vigilance constante mais à long terme, les effets bénéfiques sont importants grâce à l'augmentation de la vie biologique du sol.

Au-delà de l'engagement individuel, ces pratiques doivent faire l'objet de partage au sein de groupes d'agriculteurs. Sur le territoire d'étude³ ou à l'échelle nationale⁴, de nombreux réseaux se mettent en place et font l'objet de journées d'échanges riches en retours d'expériences à partager et à diffuser.

En résumé pour réduire le risque d'érosion et en travaillant sur les techniques culturales, les réflexions doivent porter sur :

- Une diversification de l'assolement pour réduire les périodes de sols nus,
- Une réduction du tassement du sol et donc du nombre de passages d'engins agricoles,
- Une couverture végétale dans le temps par la mise en place de culture intermédiaire ou un semis-direct,
- Un travail du sol réduit pour tendre vers le semis-direct progressivement.

Aussi la mise en place de culture intermédiaire et la pratique de semis direct pour laquelle il existe de très bons résultats sur la culture de maïs apparaissent des orientations cohérentes et efficaces pour réduire le risque d'érosion.

3

GABB32 – Groupement des Agriculteurs BIO du Gers
Réseau « Agr'Eau » : <http://www.agroforesterie.fr/agreau-couverture-vegetale-des-sols-agroforesterie-et-couverts-au-service-de-l-eau.php>

...

4

BASE : <http://asso-base.fr/>
TCS : <http://agriculture-de-conservation.com/-La-Revue-TCS-.html>

...

5. Scénario

5.1. Paramètres

Les paramètres utilisés pour réaliser les différentes simulations ont été les suivantes :

- Evènement pluvieux de 37 mm en 1 heure,
- Evènement considéré au 1^{er} juin,
- Cultures annuelles sans couverture végétale.

Pour ces simulations, les valeurs d'infiltration et de réduction de la charge solide des aménagements proposés sont présentées dans le tableau suivant. Ces données sont issues de la bibliographie⁵ et ont été confrontées aux dires d'experts⁶.

	Zones enherbées	Association Haies/Fascines
Infiltration	60 mm/h	400 mm/h
Abattement de la charge solide	75%	80 %

Les aménagements proposés dans les différentes simulations ont été définis et placés en fonction de l'occupation du sol actuelle et de l'érosion modélisée à partir de l'état des lieux actuel. Ainsi, l'occupation du sol au 1^{er} juin et les pratiques agricoles ont orienté leurs positionnements. La mise en place des aménagements a été guidée par les orientations présentées dans le tableau suivant :

Situation Erosion	Occupation des sols	Orientations – Proposition d'actions
Erosion diffuse	Cultures	⇒ Bande enherbée à maintenir ou à créer en coin ou en bas de parcelle le long des cours d'eau, des fossés, des retenues et routes.
Erosion concentrée	Cultures Bois	⇒ Fascine/Haie à placer en amont des bandes enherbées ou boisement ⇒ Chenal enherbé à positionner dans le talweg (dans sa partie aval) et au niveau des axes de ruissellement préférentiels (chemins vignes,...)

⁵ Cartographie de l'aléa érosion des sols, des enjeux et des zones à protéger sur le territoire du SAGE des bassins versants Cailly-Aubette-Robec. Proposition d'actions de protection adaptées aux enjeux. Rapport final- décembre 2012

⁶ AREAS, BRGM

Les aménagements de type zones enherbées, haies, fascines et chenaux enherbés ont été simulés. Les pratiques culturales n'ont quant à elles, pas fait l'objet de simulation, le modèle utilisé n'étant pas adapté à ce travail.

Point particulier à noter sur le bassin versant pilote : les secteurs boisés ne permettent pas de réduire de manière significative la présence d'érosion diffuse et concentrée. En effet les bois ne présentent pas une strate herbacée comparable à une zone tampon enherbée, et ne peuvent jouer un véritable rôle de barrière des fines. Ainsi les actions proposées telles que la mise en place de haies combinées à des fascines peuvent être aussi nécessaires en amont des parcelles boisées.

Les vignes sont enherbées sur l'inter-rang. Cet enherbement réduit significativement le ruissellement en jouant le rôle de zone tampon enherbée. Par contre les chemins entre parcelle ou intra-parcellaire représentent des axes préférentiels de ruissellement qui concentrent l'érosion. Ainsi, dans les parcelles de vignes les propositions d'actions concernent principalement la mise en place de haie/fascine en amont des cours d'eau au niveau des chemins qui sont aussi des axes préférentiels de ruissellement.

5.2. Présentation des scénarios étudiés

Les propositions d'actions testées ont été conçues dans l'objectif d'atteindre une réduction de la quantité de terre parvenant au cours d'eau d'au moins 50 %, l'idéal étant d'atteindre une réduction de 2/3.

Six scénarios ont été étudiés. Ils se différencient par les aménagements mis en place et leurs combinaisons.

Ces scénarios sont les suivants :

1. **Scenario 1 : sans aménagement** : aucun aménagement n'a été intégré au modèle.
2. **Scenario 2 : aménagement actuel** : ce scénario correspond à l'état actuel du bassin versant test c'est-à-dire avec la prise en compte de bandes enherbées de 5 mètres le long des cours d'eau.
3. **Scenario 3 : bandes enherbées de 10 mètres** : ce scénario intègre des bandes enherbées de 10 mètres de largeur en lieu et place de celles considérées précédemment de 5 mètres.
4. **Scenario 4 : bandes enherbées de 20 mètres** sur les versants supérieurs à 100 mètres (la quasi-totalité des bandes enherbées de 10 mètres sont passées dans ce scénario à 20 mètres).
5. **Scenario 5 : bandes enherbées 20 m + fascines/haies** : ce scénario intègre à la fois : des bandes enherbées de 20 mètres ainsi que la mise en place de fascines et haies sur les secteurs qui présentent des figures d'érosion concentrée fortes. Les fascines et haies se positionnent en amont des bandes enherbées.
6. **Scenario 6 : bandes enherbées 20 m + fascines/haies + chenaux enherbés** : ce scénario intègre à la fois des bandes enherbées de 20 mètres ; la mise en place de combinaison de fascines et haies sur les secteurs qui présentent des figures d'érosion concentrée ainsi que l'enherbement des secteurs concernés par de l'érosion concentrée très forte.

Pour chaque scénario, une carte d'érosion (en tonne de terre accumulée) a été générée. Ces cartes sont présentées ci-après.

Une vingtaine de points de contrôle a été positionnée sur le bassin versant test afin d'évaluer la réduction de masse de terre en fonction des aménagements simulés. Un point de contrôle a été positionné à l'exutoire de chaque sous bassin versant (point de contrôle n°1 pour le BV1 ; point de contrôle n°2 pour le BV2 ; point de contrôle n°3 pour BV3). D'autres points de contrôle ont été positionnés à l'exutoire des talwegs de chaque sous bassin versant. Ces points de contrôle s'identifient par un numéro de BV et une lettre. Ces points de contrôle ne se situent pas sur le cours d'eau principal mais juste en amont (à l'exutoire du talweg) afin de mesurer l'effet direct des aménagements placés sur les talwegs situés en amont.

Les cartes qui suivent présentent les modélisations concernant de l'érosion.

Masse de terre accumulée

Evènement de 37mm en 1h au 1er Juin

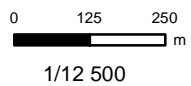
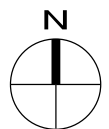
Scénario 1 :
Hors aménagement

- Zone d'étude
- Points de contrôle
- Couvert arboré

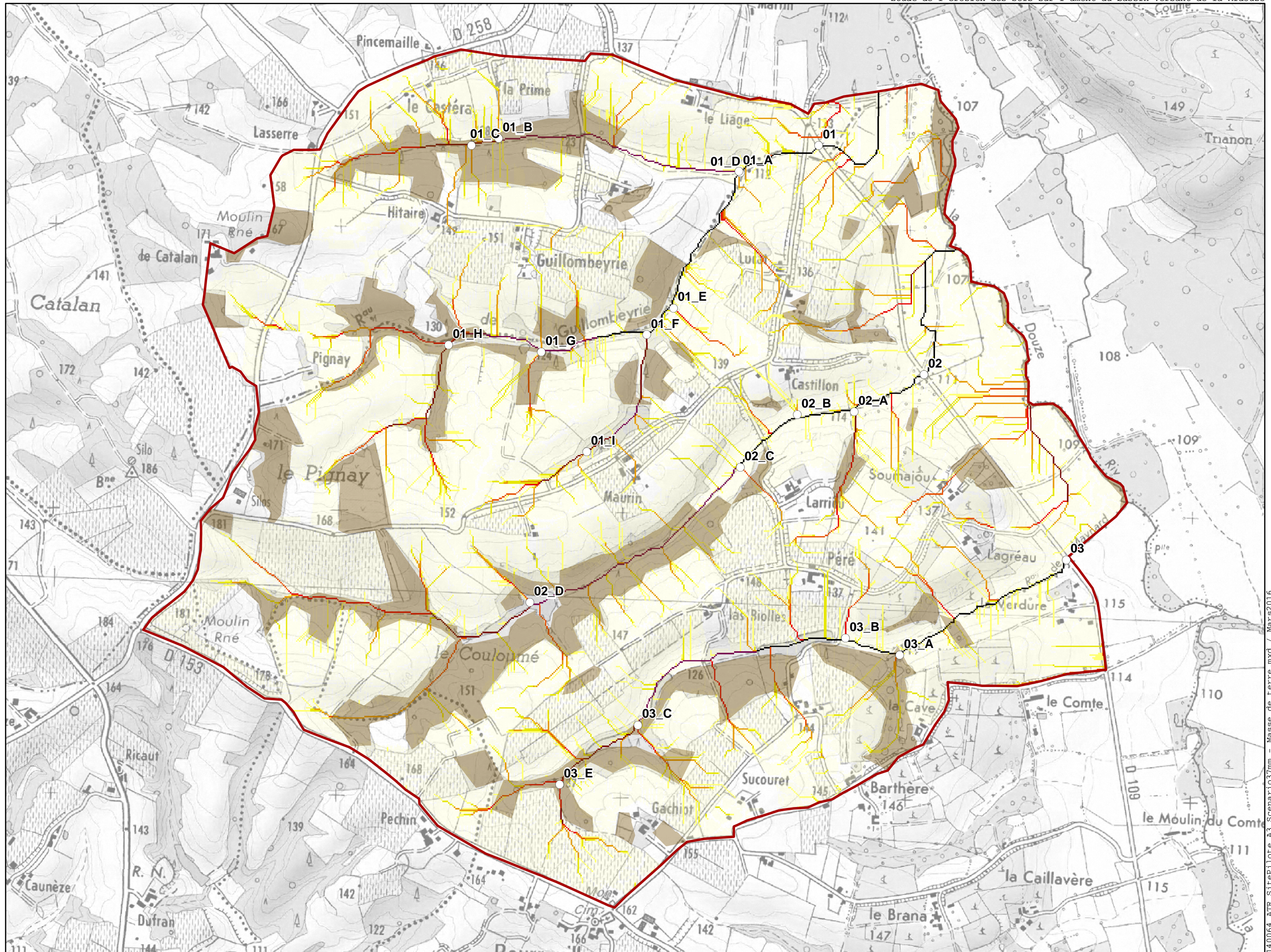
Masse de terre accumulée par érosion (T)

- 0
-]0 - 0,25]
-]0,25 - 0,5]
-]0,5 - 1]
-]1 - 2,5]
-]2,5 - 5]
-]5 - 10]
-]10 - 25]
-]25 - 50]
-]50 et +]

Sources, références :
IGN BD Topo
IGN BD Carthage
IGN Scan 25
IGN BD Alt



1/12 500



Masse de terre accumulée

Evènement de 37mm en 1h au 1er Juin

Scénario 2 :
Bandes enherbées existantes (5m)

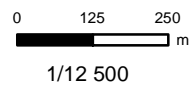
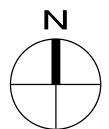
- Zone d'étude
- Points de contrôle
- Couvert arboré

- Aménagements
- Bande enherbée

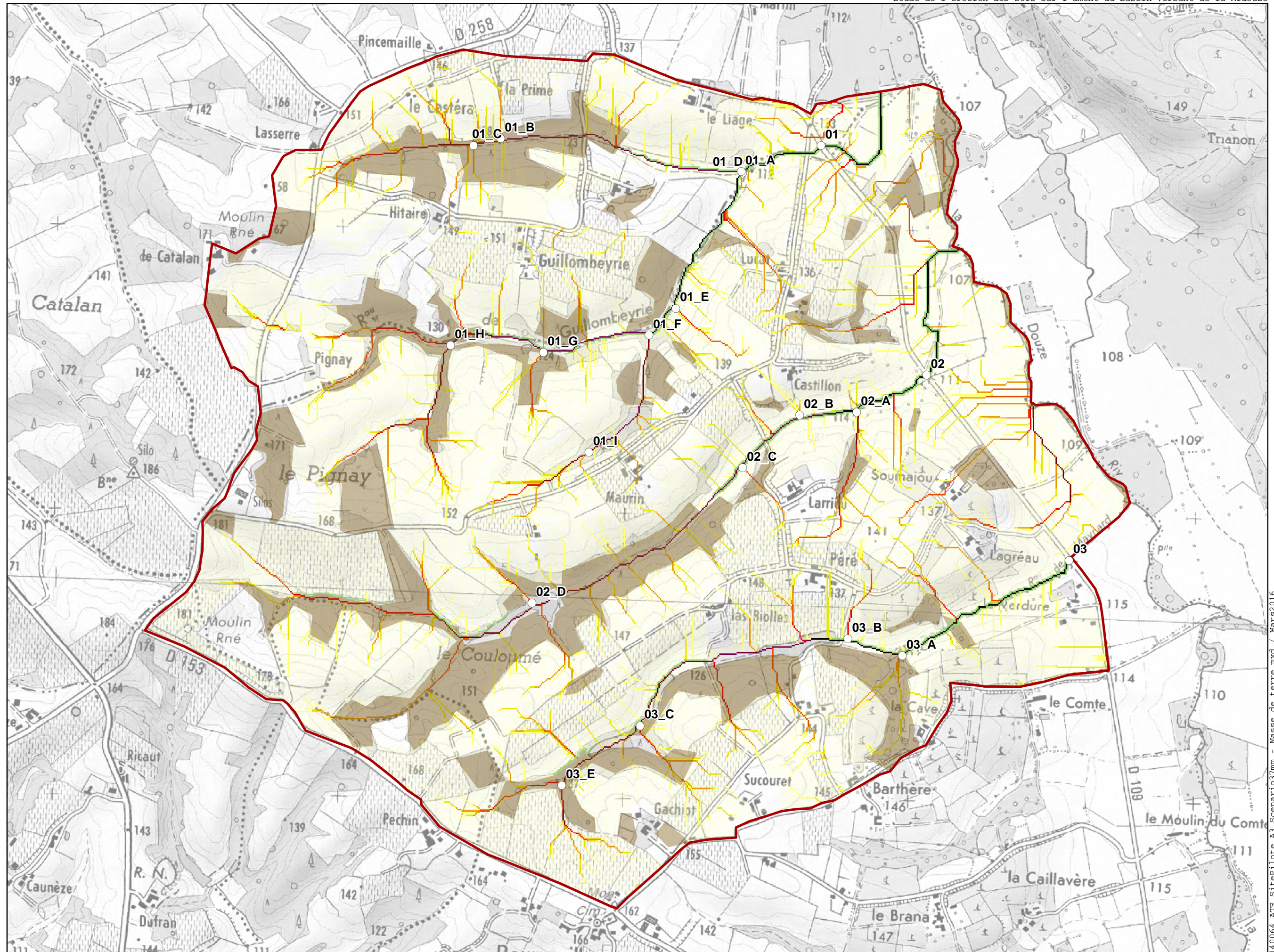
Masse de terre accumulée par érosion (T)

- 0
-]0 - 0,25]
-]0,25 - 0,5]
-]0,5 - 1]
-]1 - 2,5]
-]2,5 - 5]
-]5 - 10]
-]10 - 25]
-]25 - 50]
-]50 et +]

Sources, références :
IGN BD Topo
IGN BD Carthage
IGN Scan 25
IGN BD Alt



1/12 500



Masse de terre accumulée

Evènement de 37mm en 1h au 1er Juin

Scénario 3 :
Bandes enherbées complémentaires (10m)

- Zone d'étude
- Points de contrôle
- Couvert arboré

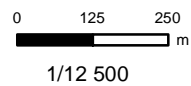
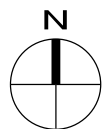
Aménagements

- Bande enherbée

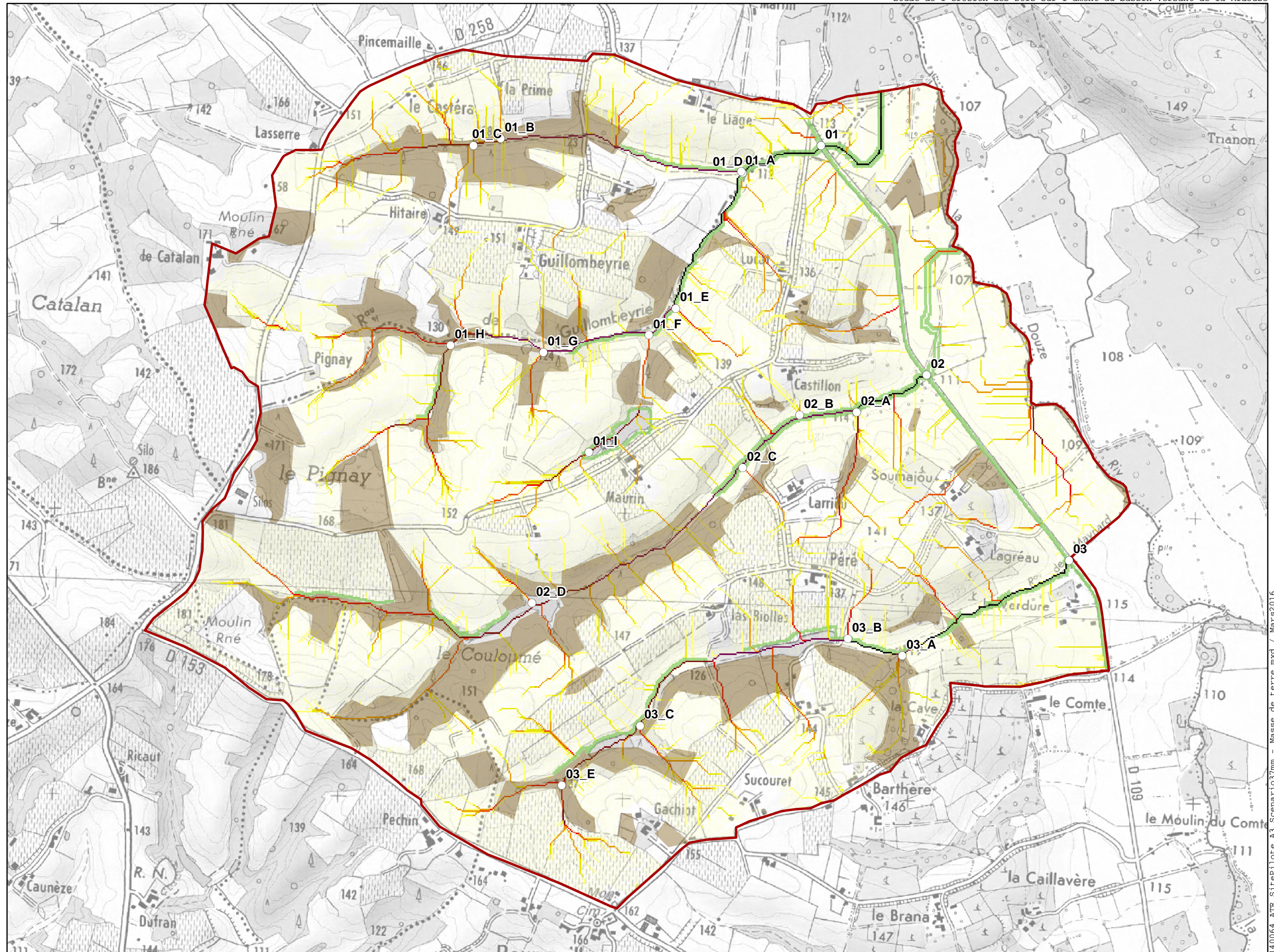
Masse de terre accumulée par érosion (T)

- 0
-]0 - 0,25]
-]0,25 - 0,5]
-]0,5 - 1]
-]1 - 2,5]
-]2,5 - 5]
-]5 - 10]
-]10 - 25]
-]25 - 50]
-]50 et +]

Sources, références :
IGN BD Topo
IGN BD Carthage
IGN Scan 25
IGN BD Alt



1/12 500



Masse de terre accumulée

Evènement de 37mm en 1h au 1er Juin

Scénario 4 :
Bandes enherbées complémentaires (10m et 20m)

- Zone d'étude
- Points de contrôle
- Couvert arboré

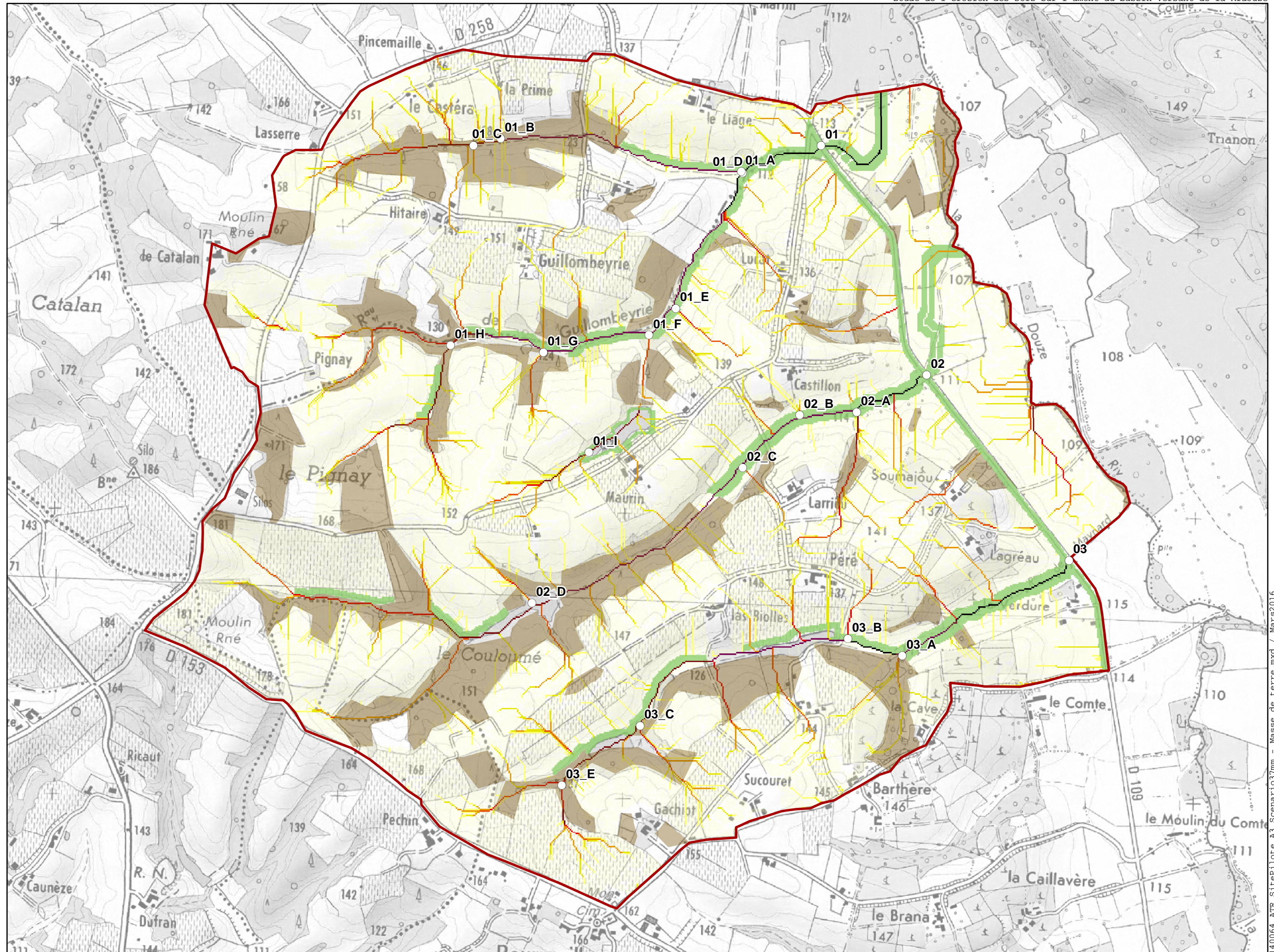
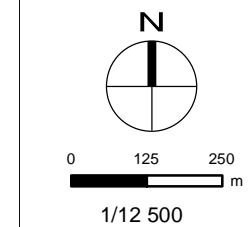
Aménagements

- Bande enherbée

Masse de terre accumulée par érosion (T)

- 0
-]0 - 0,25]
-]0,25 - 0,5]
-]0,5 - 1]
-]1 - 2,5]
-]2,5 - 5]
-]5 - 10]
-]10 - 25]
-]25 - 50]
-]50 et +]

Sources, références :
IGN BD Topo
IGN BD Carthage
IGN Scan 25
IGN BD Alt



Masse de terre accumulée

Evènement de 37mm en 1h au 1er Juin

Scénario 5 :
Bandes enherbées complémentaires, haies et fascines

- Zone d'étude
- Points de contrôle
- Couvert arboré

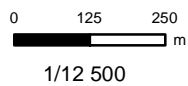
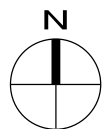
Aménagements

- Haie-Fascine
- Bande enherbée

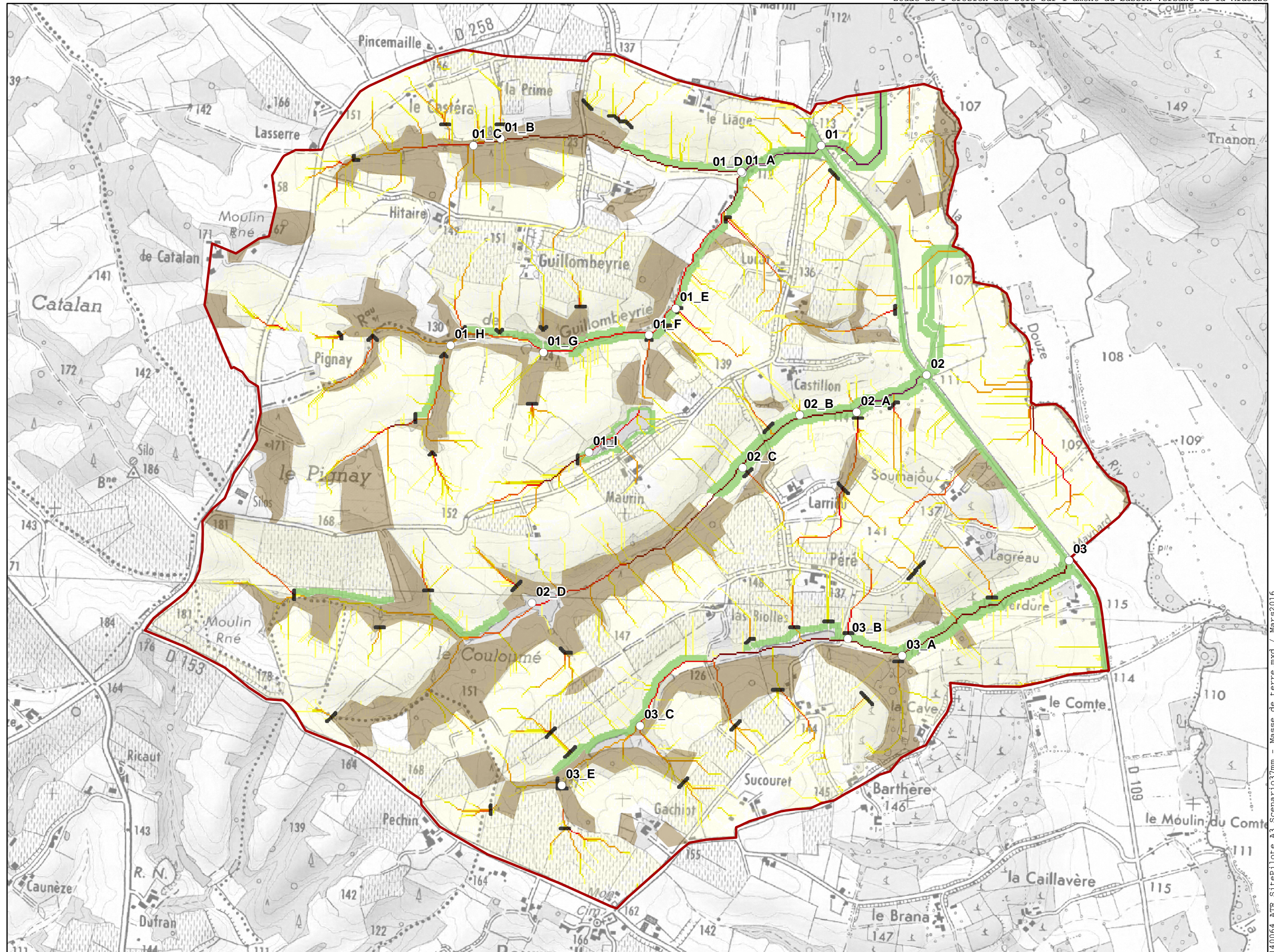
Masse de terre accumulée par érosion (T)

- 0
-]0 - 0,25]
-]0,25 - 0,5]
-]0,5 - 1]
-]1 - 2,5]
-]2,5 - 5]
-]5 - 10]
-]10 - 25]
-]25 - 50]
-]50 et +]

Sources, références :
IGN BD Topo
IGN BD Carthage
IGN Scan 25
IGN BD Alt



1/12 500



Masse de terre accumulée

Evènement de 37mm en 1h au 1er Juin

Scénario 6 :
Bandes enherbées
complémentaires,
haies et fascines,
chenaux enherbés

- Zone d'étude
- Points de contrôle
- Couvert arboré

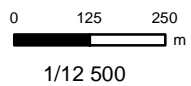
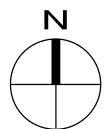
Aménagements

- Haie-Fascine
- Chenal enherbé
- Bande enherbée

Masse de terre accumulée par érosion (T)

- 0
-]0 - 0,25]
-]0,25 - 0,5]
-]0,5 - 1]
-]1 - 2,5]
-]2,5 - 5]
-]5 - 10]
-]10 - 25]
-]25 - 50]
-]50 et +]

Sources, références :
IGN BD Topo
IGN BD Carthage
IGN Scan 25
IGN BD Alt



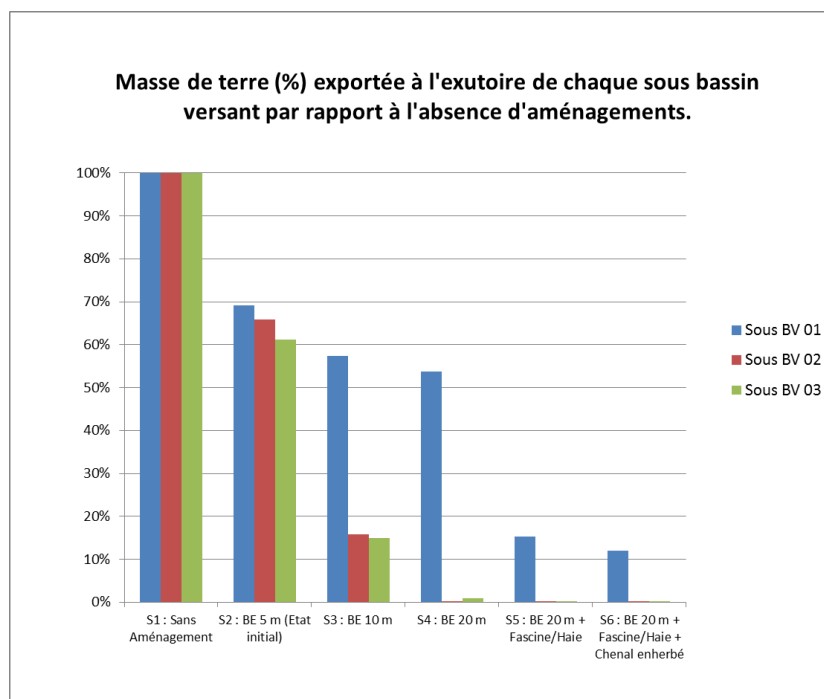
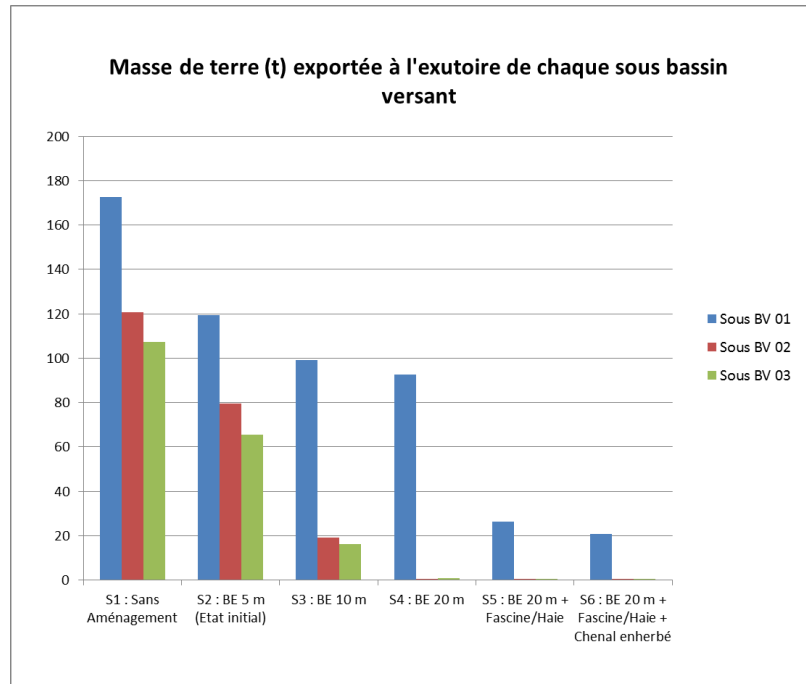
1/12 500



5.3. Résultats de la modélisation

La vingtaine de points de contrôle positionnée sur le bassin versant test a permis d'évaluer la réduction de masse de terre en fonction des aménagements simulés.

Les résultats des exportations de masses de terres à l'exutoire de chaque sous bassin versant pris individuellement sont représentés sur les graphes suivants.



Ces résultats montrent que le comportement des 3 sous bassins versants est différent, le sous bassin versant n°1 ne réagissant pas comme les sous bassins versants n°2 et n°3.

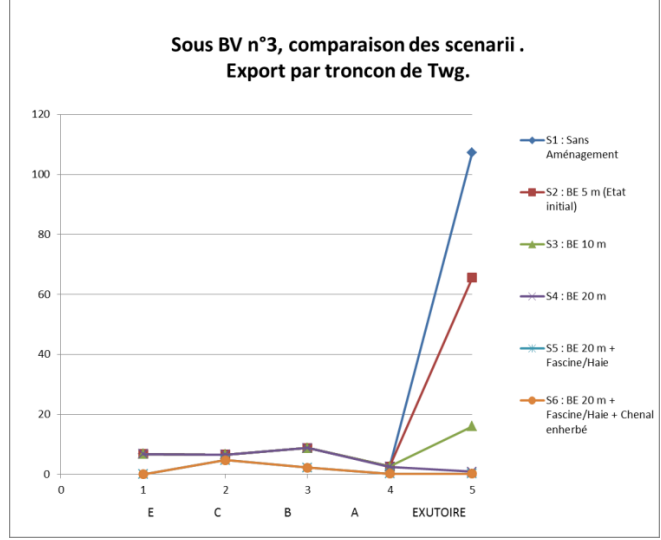
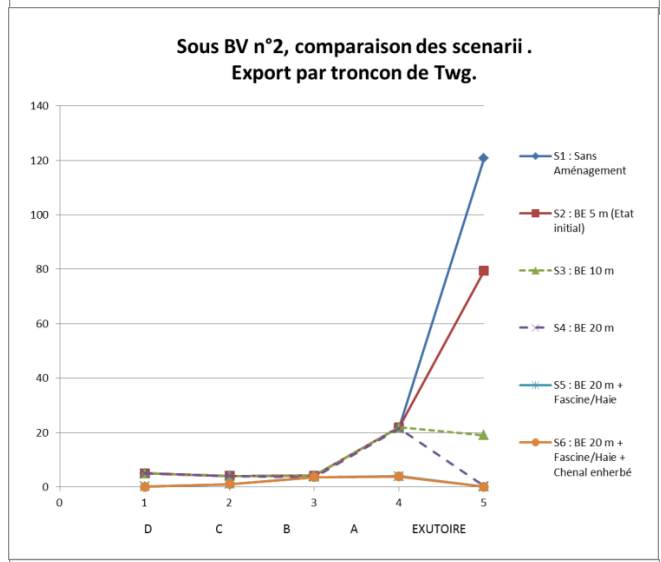
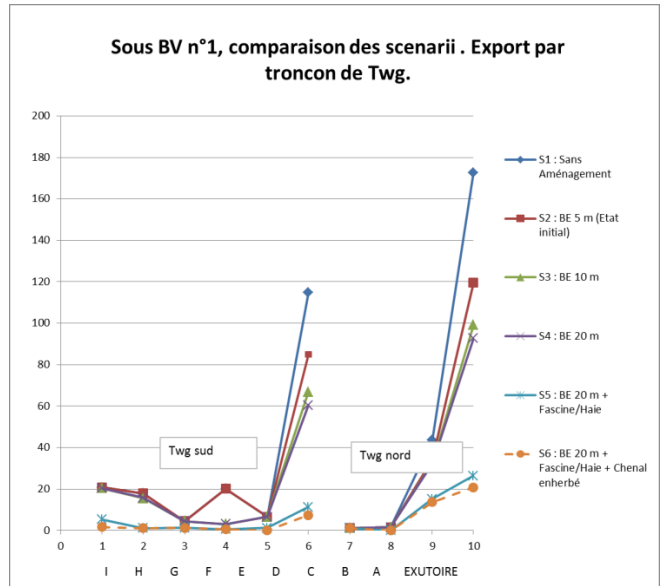
Les bandes enherbées le long des cours d'eau s'avèrent très adaptées et donc efficaces pour réduire les transferts de matière en suspension à l'exutoire des sous bassins versants n°2 et n°3. La mise en place de bandes enherbées de 20 mètres (scenario 4), permet d'atteindre une réduction de près de 100% de la masse de terre exportée à l'exutoire. Cette efficacité peut s'expliquer par une érosion diffuse prépondérante par rapport à l'érosion concentrée sur ces 2 sous bassins versants et donc par la cohérence entre les aménagements proposés et le type d'érosion qui se produit. Ainsi un aménagement adapté peut permettre de répondre à une réduction très significative de la masse de terre accumulée à l'exutoire de sous bassins versants.

Concernant le sous bassin versant n°1, les solutions de type bande enherbée ne réduisent au maximum les transferts que de 45% à l'exutoire du sous bassin versant. Ce résultat peut avoir plusieurs hypothèses :

- la proportion d'érosion concentrée est plus élevée sur ce sous bassin versant comparativement aux deux autres sous bassins. Cette érosion concentrée est à mettre en lien avec une combinaison favorable entre les cultures, les pentes et les longueurs de talwegs sur ce sous bassin versant n°1. Dans ce type de situation, le recours aux dispositifs de type haie, fascine ou chenal enherbé est indispensable pour réduire significativement les transferts.
- le dimensionnement des bandes enherbées n'apparaît pas suffisant. Sur certains secteurs, il n'a pas été placé de bandes enherbées au regard de la présence des boisements le long des cours d'eau. Ces boisements pourraient apparaître insuffisants pour réduire l'érosion diffuse. En effet, en sous-bois, l'absence d'une strate herbacée dense ne permet pas de jouer un véritable rôle d'atténuation hydrique et de rétention des matières en suspension. Le choix, le dimensionnement et le positionnement des aménagements ont été réalisés dans l'objectif de trouver le meilleur compromis entre l'impact de ces aménagements et leurs efficacités. Il pourrait s'avérer sur ce sous bassin versant que le dimensionnement des bandes enherbées ait été sous-estimé.

On notera aussi que l'efficacité des chenaux enherbés semble faible par rapport au reste des aménagements. Ce résultat résulte directement et exclusivement du choix des scénarii. En effet, le positionnement des haies et fascines masque l'effet des chenaux enherbés. Pour rappel, les fascines ont une durée de vie limitée à la fois par la durée de vie des fagots et par la vitesse de remplissage de la zone de stockage en amont (20 à 100 m³). Ainsi, à court terme les chenaux enherbés réduisent moins le transport des particules comparativement aux fascines, mais à long terme ce peut être l'inverse.

Les résultats aux points de contrôle pour chaque sous bassin versant sont représentés dans les graphes suivants. Ces points sont localisés sur les cartes de scenarios précédemment présentées.



L'analyse des résultats aux exutoires de talwegs au sein chaque sous bassin versant met en évidence l'efficacité des haies et fascines pour tous les sous bassins versants.

- En effet sur le sous bassin versant n°1 les valeurs aux exutoires des talwegs passent en moyenne de 20 tonnes à moins de 1 tonne suite à la mise en place de haies/fascines et chenaux.
- Pour les sous bassins versants n°2 et 3, les valeurs aux exutoires sont beaucoup plus faibles sans aménagements (valeurs entre 4 à 8 tonnes), la mise en place de haies/fascines et chenaux permet de réduire cette masse de terre autour de 1 tonne au exutoire.

Ainsi le sous bassin versant n°1 apparaît produire davantage d'érosion concentrée que les sous bassins versants n°2 et 3, ce qui vient confirmer l'hypothèse précédente. Cette différence peut s'expliquer par la longueur des talwegs plus importante et corrélée à des surfaces cultivées sur le sous bassin versant n°1.

Les résultats mettent en évidence des différences entre secteurs et la complémentarité des actions. Ce constat renforce l'importance de mener des diagnostics de terrain lors de phases opérationnelles afin de décliner les mesures les mieux adaptées aux contextes et processus d'érosion. L'observation de figures d'érosion apporte une connaissance majeure sur la réaction du territoire et sur les mesures à mettre en place.

L'objectif n'est pas de couvrir l'ensemble du territoire d'aménagements mais d'identifier le bon équilibre entre la mise en place d'actions et la réduction de la masse de terre accumulée.

Les différences entre aménagements sont à mettre en perspective avec le type d'érosion sur le territoire. L'érosion diffuse apparaît en effet prépondérante même si l'érosion concentrée est observée en fond de talwegs. Ainsi, les bandes enherbées répondent bien à la problématique d'érosion diffuse du territoire en particulier sur les sous bassins versants 2 et 3. Par contre ces bandes enherbées apparaissent insuffisantes pour réduire significativement la masse de terre accumulée sur le sous bassin versant 1. Sur ce dernier la mise en place de haies/fascine et chenaux apparaît nécessaire au regard d'une proposition d'érosion concentrée plus importante.

6. Analyse coût-bénéfice

L'analyse coût-bénéfice a été réalisée en comparant les coûts liés à la mise en place des aménagements et les quantités de terres conservées.

Les moyennes de coûts utilisés sont les suivantes :

Types d'aménagements	Coût installation
Bande enherbée	250 €/ha
Haie	25 €/ml
Fascine et haie	115 €/ml
Chenal enherbé	250 €/ha

Les surfaces et linéaires des aménagements simulés dans les scénarios pour chaque sous bassin versant sont les suivants :

	Sous BV 1		Sous BV 2		Sous BV 3	
Surface total BV	276 ha		175 ha		162 ha	
Surface cultures + vignes	171 ha		123 ha		117 ha	
Type d'aménagement	Dimension	% ./ à surface cultivée	Dimension	% ./ surface cultivée	Dimension	% ./ à surface cultivée
Bande enherbée 5 M	1,4 ha	0,8 %	1,5 ha	1,3 %	1,5 ha	1,2 %
Bande enherbée 10 M	3,2 ha	1,9 %	2,4 ha	2 %	2,8 ha	2,4 %
Bande enherbée 20 M	6,4 ha	3,8 %	4,8 ha	3,9 %	5,7 ha	4,9%
Haies et Fascine	525 ml		300 ml		475 ml	
Chenal enherbé	4,2 ha	2,5 %	1,8 ha	1,5%	1,3 ha	1,1 %

Le tableau qui suit présente pour les différentes simulations :

- Le coût lié à la mise en place des aménagements
- La quantité de terre conservée
- Le coût de la tonne de terre conservée
- Le pourcentage de réduction de perte de terre par rapport à une situation sans aménagement (S1).

Scenarios	Coût installation (€)	Quantité de terre conservée (tonne)	Ratio : Coût de la tonne conservée	Rappel % abattement
BV1				
Etat initial BE 5m	349 €	21	82 €	31%
BE 10 m	806 €	45	90 €	43%
BE 20 m	1 612 €	62	129 €	46%
BE 20 m + Fascine/haie	61 987 €	138	499 €	85%
BE 20 m + Fascine/haie + Chenaux	63 053 €	143	516 €	88%
BV2				
Etat initial BE 5m	394 €	18	112 €	34%
BE 10 m	602 €	44	69 €	84%
BE 20 m	1 203 €	82	74 €	100%
BE 20 m + Fascine/haie	35 703 €	105	387 €	100%
BE 20 m + Fascine/haie + Chenaux	36 163 €	106	405 €	100%
BV3				
Etat initial BE 5m	363 €	17	110 €	39%
BE 10 m	713 €	39	92 €	85%
BE 20 m	1 426 €	70	102 €	99%
BE 20 m + Fascine/haie	56 051 €	94	657 €	100%
BE 20 m + Fascine/haie + Chenaux	56 368 €	96	660 €	100%

Pour les sous bassins versants n°2 et 3, la mise en place de bandes enherbées de 10 mètres représente un coût total d'installation respectivement de 602 € et 713 € pour un abattement de la masse de terre autour de 85%. Le cout d'installation apparait faible mais il doit aussi prendre en compte la perte de marge brute liée à la surface au sol occupée par la bande enherbée. Pour une marge brute de 1 000 €/ha, la perte peut s'élever à 2 400 € pour le sous bassin versant 2 et 2 800 € pour le sous bassin versant 3.

Concernant le sous bassin versant n°1, il apparait nécessaire de mettre en place des aménagements visant à lutter contre l'érosion concentrée pour atteindre un abattement de 85%. Le scénario combinant la mise en place de bande enherbée, et de fascine/haie permet de répondre à cet objectif. Le coût de mise en place des aménagements liés à ce scénario s'élève à 61 987 €.

7. Conclusion

Cette étude montre qu'il existe des cas de figures différents, et que des solutions existent pour réduire très significativement les quantités de terres exportées. Ainsi il n'y a pas un type de solutions à favoriser mais bien une association de mesures pour atteindre l'objectif.

En effet, la modélisation montre qu'il est possible de réduire de façon très significative (jusqu'à 99%) les transferts de matière en suspension par la mise en œuvre de zones tampons enherbées sur certains bassins versants et dans certaines conditions (pluviométrie). Les emprises foncières ne sont pas démesurées et les coûts sont à relativiser par rapport aux coûts des dégâts cumulés sur le moyen et long terme.

La modélisation montre aussi des différences entre bassins versants et la nécessité de combiner des aménagements adaptés au processus d'érosion observée. Ainsi, pour certains bassins versants, les zones tampons enherbées devront être couplées à la mise en place de haies, fascines ou chenaux enherbés pour atteindre un taux de réduction de masse de terre accumulée significatif.

L'observation du processus d'érosion lors d'événements pluvieux apparaît indispensable pour optimiser le schéma d'aménagements afin qu'il soit le plus efficace et le mieux adapté aux bassins versants.

En terme de méthodologie concernant la mise en place des aménagements, il pourra être judicieux de développer ou renforcer la ceinture de bande enherbée à proximité des cours d'eau dans les bas de parcelle. Cette ceinture devra être complétée par des haies ou des fascines pour une opérationnalité plus immédiate, complétée par la mise en place de chenaux enherbés sur les secteurs d'érosion concentrée.

A long terme, il apparaît judicieux de privilégier les solutions qui conservent toute leur efficacité : bandes enherbées, haies et chenaux enherbés. Dans les cas "urgents", les fascines peuvent apporter néanmoins des réponses pratiques et très efficaces.

Les aménagements de type zones tampons enherbées, haies, fascines, chenaux enherbés ne sont néanmoins pas les seules solutions, et doivent être proposés en complément d'évolutions des pratiques agricoles.

La présence de cultures de printemps majoritaires accroît fortement le risque d'érosion en particulier lors de la préparation des semis jusqu'au développement végétatif suffisant pour couvrir les sols. Des pratiques culturales permettent de réduire ce risque telles que l'introduction de couvert végétal permanent, la réalisation de semis sous couvert, la réduction du travail du sol. L'avantage de ces pratiques culturales par rapport aux aménagements est d'une part d'agir à la source pour conserver les sols sur les parcelles, support des productions agricoles, et d'autre part ces orientations culturales n'entraînent pas d'emprises sur le foncier. Par contre la mise en place de ces pratiques implique un changement important dans la conduite de culture et une mobilisation forte des agriculteurs. Ces évolutions passent impérativement par la sensibilisation et le partage d'expériences entre agriculteurs.

Dans un contexte de territoire présentant diverses formes d'érosion (diffuse et concentrée), les différents types d'aménagements apparaissent complémentaires et doivent être partagés et portés par les acteurs du territoire, gestionnaires, exploitants agricoles et élus.

8. ANNEXES

8.1. Fiches techniques

8.1.1. Zones enherbées

ZONES ENHERBEES



Enjeux

- ✓ Perte en terre
- ✓ Pollution des eaux
- ✓ Inondations
- ✓ Dégradation des infrastructures

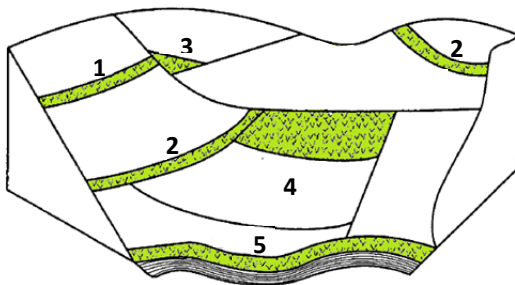
Objectifs

- ✓ Provoquer la sédimentation issue de l'érosion diffuse
- ✓ Diminuer ruissellement/érosion diffuse
- ✓ Augmenter l'infiltration de l'eau
- ✓ Diminuer le transfert de polluants

Fonctionnement/bénéfices

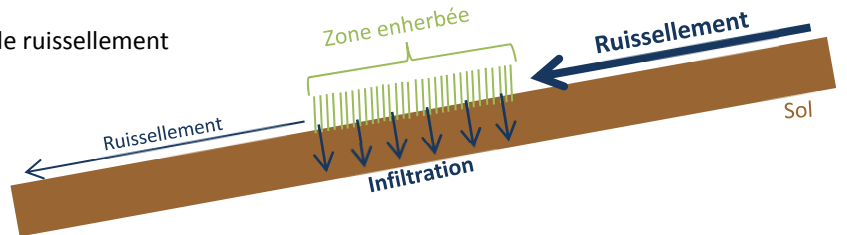
Diminution de la vitesse et de la quantité d'eaux de ruissellement
Protection des cours d'eau

Localisation

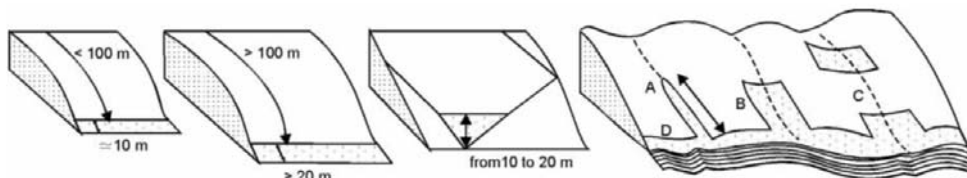


- 1 : dans les parcelles
- 2 : bordure de parcelle et rupture de pente
- 3 : zone de concentration de ruissellement en coin
- 4 : prairie perpendiculaire au talweg
- 5 : en aval le long d'un cours d'eau

(CORPEN)



Dimensionnement



Versant court

Versant long

Concentration du ruissellement dans un coin de la parcelle

Association d'une bande rivulaire et de zones tampons situées sur les voies d'écoulement concentré
A : thalweg enherbé
B : prairie
C : prairies en cascade
D : largeur variable (parcelle rectiligne)

(CORPEN)

Installation

- **Semis** : à une période où l'herbe pousse rapidement (périodes pluvieuses) et où les risques de ruissellement sont minimes (parcelles amont couvertes) → de mars à juin ou d'août à septembre si apparition d'épisodes pluvieux
Passer le rouleau directement après le semis
- **Densité** : élevée, environ 30kg/ha
- **Variétés** : mélange gazonnant à l'entretien aisé, graminées vivaces comme sur prairie : fétuque élevée, le ray-grass, pâturin des prés,...

Entretien

- Faucher (pas en dessous de 15cm) une à deux fois par an en fin de printemps ou début d'été puis exporter la matière
- Passer éventuellement la herse s'il y a une forte accumulation de sédiments

Réglementation

Surface d'Intérêt Ecologique (SIE) : 1ml bande enherbée = 9m² SIE avec 5 < largeur < 10m

Coût

Installation : 250 €/ha, entretien : 50 €/ha

8.1.2. Haies



Enjeux

- ✓ Perte en terre
- ✓ Pollution des eaux
- ✓ Inondations
- ✓ Dégradation des infrastructures

Objectifs

- ✓ Retenir les sédiments issus de l'érosion diffuse et concentrée
- ✓ Diminuer ruissellement/érosion diffus
- ✓ Augmenter l'infiltration de l'eau
- ✓ Diminuer le transfert de polluants

Fonctionnement/bénéfices

Diminution vitesse et quantité d'eaux ruisselantes
 Protection des cours d'eau
 Augmentation de la biodiversité (faune et flore)

Localisation

- Au pied des versants où pente >5% (1)
- Perpendiculaire à la pente (2), en bordure (4) ou coin de parcelle (3)
- En renforcement d'une bande enherbée le long d'un cours (7) d'eau ou dans un talweg (8)
- A l'interface parcelle/zone à enjeu : cours d'eau (7), zones urbaines (5) et routes (6)

Dimensionnement

- Largeur : 2 ou 3 rangs (50cm à 1 m)
- Densité : 30 à 50cm entre chaque pied
- Longueur : longueur de la parcelle
- Bande non cultivée de 50cm de chaque côté

Installation

- Passer la sous-soleuse (profondeur = 50 à 80cm) et affiner le sol
- Planter de fin novembre à début mars et arroser les plants
- Disposer un paillis biodégradable aux pieds des plants (garde l'humidité et limite les adventices)

Espèces locales de 2 ans à croissance rapide. Privilégier celles qui drageonnent pour mieux freiner l'eau.

Entretien

Faucher en hiver autour du paillage pendant les 3 à 5 premières années.

- 2^{ème} hiver : recépage des arbustes à 10-15cm du sol
- 3^{ème} hiver : taille latérale des arbres et arbustes (garder une emprise de la haie de 2m minimum)
- Les années suivantes : - élagage au lamier des arbres de haut-jet (en été)
 - taille latérale annuelle

Interdiction de taille entre le 1^{er} avril et le 31 juillet (Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales BCAA)

Réglementation

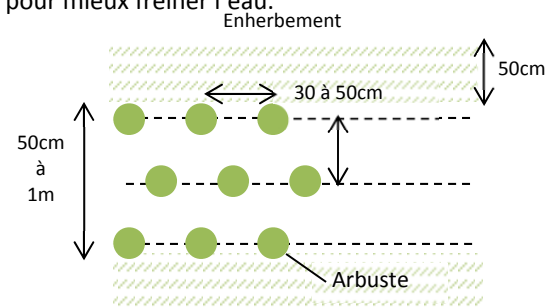
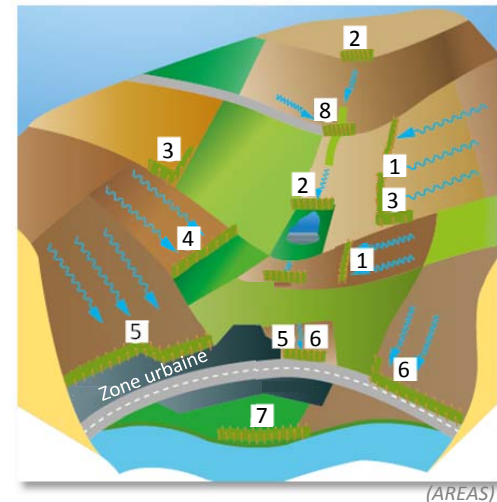
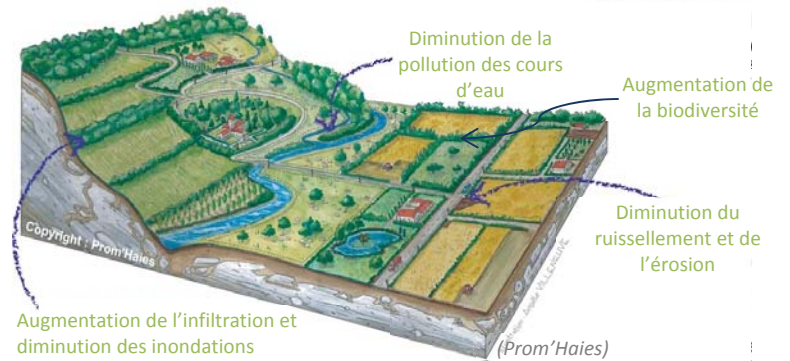
Surface d'Intérêt Ecologique (SIE) : 1ml haie = 10m² SIE avec largeur <10m

Distance axe haie/limite de propriété : hauteur haie <2m : 0,5m et hauteur haie >2m : 2m

Coût

Installation : environ 25€/ml, entretien : 0,15 à 0,20 €/ml

Mesure 222 du PDRH (installation de systèmes d'agroforesterie sur les terres agricoles) : Taux de subvention (taux communautaires et règlement CE) = 70 % en zone non défavorisée à 80 % en zone défavorisée



8.1.3. Fascines



Enjeux

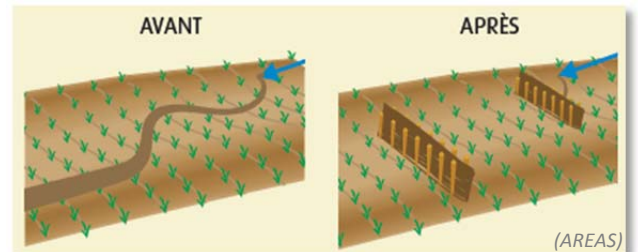
- ✓ Perte en terre
- ✓ Dégradation des infrastructures

Objectifs

- ✓ Retenir les sédiments issus de l'érosion diffuse et concentrée
- ✓ Diminuer ruissellement/érosion concentré

Fonctionnement/bénéfices

Diminution de la vitesse des eaux de ruissellement
Sédimentation de la terre et comblement des ravines



Localisation

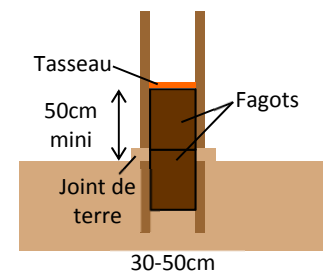
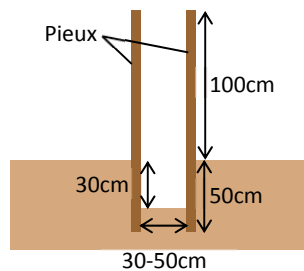
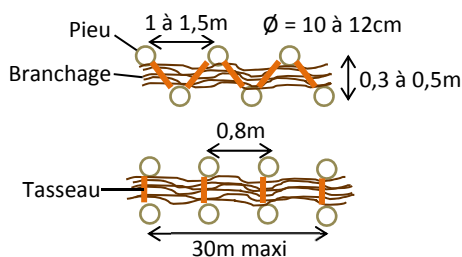
- Au pied de versant de pente >5%
- Au pied de versant de pente > 2 ou 3% si la culture est sensible ou dans le sens de la pente
- Dans le fond d'un talweg avec pente >1%
- A l'interface parcelle / zone à enjeu : cours d'eau, zones urbaines, routes

Dimensionnement

La longueur de la fascine est égale à au moins la largeur des écoulements observés.
Pour une meilleure efficacité : réaliser plusieurs fascines en cascade plutôt qu'une seule plus grande.

Installation

- Faire une tranchée pour enterrer le premier fagot de saules blancs ou saules marsault
- Mettre en place des pieux de saules en quinconce ou en vis-à-vis
- Le reste des fagots est ensuite installé entre les deux rangées de pieux sur 50cm à 1m au-dessus du terrain amont, et fixé par des tasseaux



Entretien

La fascine peut être faite avec du bois mort (durée de 2 à 4 ans) qui ne nécessite pas d'entretien, ou avec du bois vivant en plus dans les branchages (bouturage) pour la pérenniser.

La fascine doit être taillée régulièrement en fonction de la reprise végétale.

Lorsque les dépôts de terre en amont deviennent importants, on peut ajouter des fagots supplémentaires entre les pieux pour augmenter la hauteur de la fascine.

Coût

Installation	Fascine « vivante »	Fascine « morte »
Soi-même	28 €/ml	22 €/ml
Par une entreprise	60 à 80 €/ml	55 à 75 €/ml



8.1.4. Fossés enherbés

FOSSÉS ENHERBES



Enjeux

- ✓ Perte en terre
- ✓ Pollution des eaux
- ✓ Inondations
- ✓ Dégradation des infrastructures

Objectifs

- ✓ Diminuer ruissellement/érosion diffus
- ✓ Augmenter l'infiltration de l'eau
- ✓ Diminuer le transfert de polluants

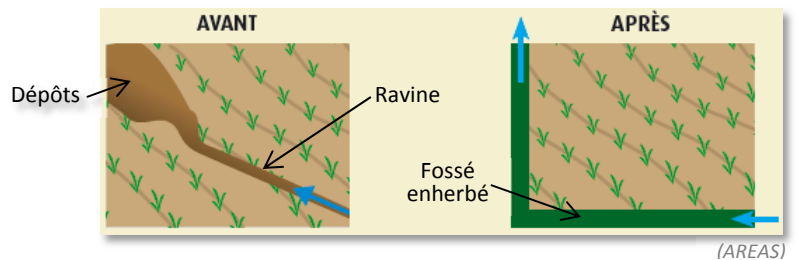
Fonctionnement/bénéfices

Collecte et guide les eaux de ruissellement

Localisation

- Bordure de parcelle
- Fond de talweg

Faire déboucher le fossé sur une zone aménagée (ouvrage hydraulique, prairie)



Types de fossés

- Fossés de transfert : favorisent le passage de l'eau
- Fossés à redents : retardent arrivés de l'eau à l'aval du bassin versant, favorisent l'infiltration sur sol à forte perméabilité
- Fossés associés à un talus : zones de rétention/déviation du ruissellement en amont du bassin versant

Dimensionnement

Adapté pour une crue annuelle

Pente : longitudinale <2%, latérale =30% côté ruissellement sinon 50%

Bande enherbée >3 m sur le bord où le ruissellement arrive sinon >1m

Profondeur entre 40 et 70cm

Fond de talweg : en V évasé avec largeur >4m et 0,5<profondeur <1m

Bord de routes : buses adapté pour une crue semestrielle, pente = 50% et largeur = 0,5m



Entretien

A éviter entre avril et juillet

1 fauche/an, ne pas utiliser de produits phytosanitaires

Curage annuel selon les dépôts observés par tronçon de fossés

(pas de « curage à blanc »)

Coût

Installation : simple : 6 à 11 €/ml HT, à redents : 15 à 82 €/ml HT

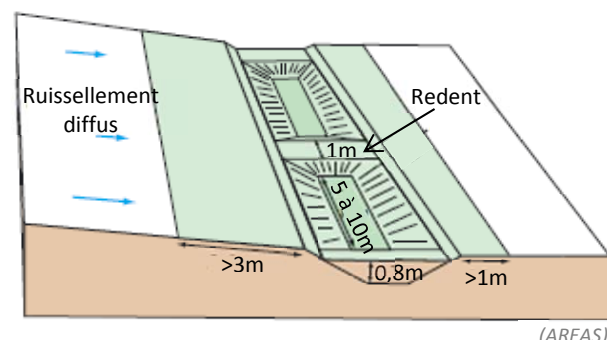
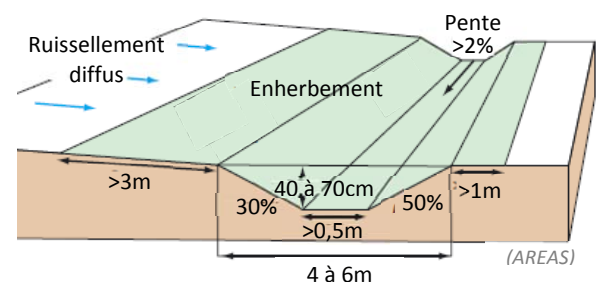
Voir aides du département. Entretien : 0,76 €/ml

Réglementation

Surface d'Intérêt Ecologique (SIE) : 1 ml fossé = 6m² SIE avec largeur <6m

Distance des habitations >5 à 10m et distance fossé/limite de propriété >50cm

Soumis à déclaration ou autorisation au titre de la Loi sur l'eau



8.1.5. Assolement et érosion



Enjeux

- ✓ Perte en terre

Objectifs

- ✓ Diminuer ruissellement/érosion diffus
- ✓ Augmenter l'infiltration de l'eau

Fonctionnement/bénéfices

Améliore la stabilité du sol et la couverture du sol à long terme.

Techniques

Prairies temporaires = meilleur choix pour protéger le sol de l'érosion :

- Augmentation de la matière organique et l'humus dans le sol
- Augmentation de l'infiltration de l'eau
- Amélioration de la structure du sol

Planter les cultures les plus sensibles sur les plus faibles pentes. Alternier cultures sensibles/peu sensibles dans une même pente si elle est trop longue.

Faire des semis précoces de céréales en automne (début octobre) → taux de couverture du sol de plus de 30% dès le début d'hiver.

Mise en place

Sensibilité à l'érosion	Cultures
Très faible	Prairie
Faible	Orge d'automne, blé d'automne, colza, seigle d'automne, avoine
Moyenne	Céréales de printemps, pois
Elevée	Maïs, sorgho, tournesol, pommes de terre, soja, tabac

Préconisation cultures

▪ Céréales

Période à risque : automne/début d'hiver

- Déchaumage superficiel des précédents de récoltes
- Ecroutage en sortie d'hiver avec une houe rotative pour casser la croûte de battance
- Déchaumage superficiel dès que possible après la récolte



▪ Maïs

Période à risque : printemps

- Couverture du sol en interculture précédente
- Semis direct ou strip-till (cf. fiches correspondantes)
- Binage dans l'inter rang dès la formation d'une croûte de battance
- Semer du ray-grass dans le maïs (stade 8-10 feuilles)
- Déchaumage superficiel dès que possible après la récolte




▪ Colza

Période à risque : fin été/début automne

Bonne couverture de sol en automne/hiver/printemps

- Déchaumage superficiel dès que possible après la récolte



 Ne pas faire un déchaumage trop fin : utiliser un outil à dents et non à disque

8.1.6. Cultures intermédiaires



Enjeux

- ✓ Perte en terre

Objectifs

- ✓ Diminuer ruissellement/érosion diffus
- ✓ Augmenter l'infiltration de l'eau

Fonctionnement/bénéfices




Culture apportant une bonne couverture de sol mise en place au moment d'une interculture longue.




Techniques

- Déchaumer après la récolte précédente : Privilégier les outils à dents plutôt qu'à disque
- Semer la culture intermédiaire à la volée, si pas de travail du sol : sous couvert, à la moisson ou semis direct
- Détruire la culture (mécaniquement si possible) 2 mois avant de semer la culture de printemps, laisser les résidus au sol, ou semis directement dans la culture intermédiaire

⚠ Destruction lors de périodes à risque d'érosion (pluvieuses) augmente la vulnérabilité des parcelles

Mise en place

Espèces	Avantages/érosion
 Avoine	Effet structurant des racines, croissance rapide
 Seigle	Effet structurant des racines
 Ray-grass	Effet structurant des racines

Espèces	Avantages/érosion
 Moutarde	Croissance rapide, forte couverture
 Féverole	Effet structurant des racines
 Phacélie	Croissance rapide, forte couverture

⚠ Contrainte date de semis : besoin d'un épisode pluvieux

Possibilité de repousses pour le colza et l'orge.

Pour le maïs : biner et semer dans l'inter rang du ray-grass sous couvert au stade 8-10 feuilles. Ne pas avoir désherbé le maïs en pré-levée.

Réglementation

- Surface d'Intérêt Ecologique (SIE) : 1 m² culture intermédiaire = 0,3 m² SIE avec l'implantation entre le 01/07 et le 01/10
- Zones vulnérables nitrates : obligation de Cultures Intermédiaires Pièges A Nitrates (CIPAN) → piègent les nitrates pour préserver de la qualité de l'eau et servir d'engrais vert et destruction mécanique.

8.2. Mesures PAC « Paiement Vert »

8.2.1. Surfaces d'Intérêt Ecologique (SIE)

Dans le cadre du "paiement vert", un exploitant doit maintenir ou établir des surfaces d'intérêt écologique (SIE) sur l'équivalent de 5% de sa surface en terres arables. A cette surface en terres arables s'ajoute, le cas échéant, la surface des SIE hors terres arables. Une liste des éléments considérés comme SIE a été arrêtée. Pour chaque type de SIE, un critère d'équivalence en surface a été défini.

Parmi les SIE, on compte :

- Les haies ou bandes boisées, au plus 10 m de large ; 1 ml = 10 m² SIE
- Les bordures de champ : sans production agricole sur la surface considérée. Au moins 1 mètre de large, au plus 20 m de large ; 1 ml = 9 m² SIE
- Les bandes tampons le long des cours d'eau rendues obligatoires par la BCAE (établissement de bandes tampons le long des cours d'eau), ou parallèle aux autres cours d'eau et plans d'eau. Cela peut englober, le long des cours d'eau, une bande de végétation. Largeur comprise entre 5 et 10 m. Pas de production agricole, mais pâturage et fauche possibles. 1 ml = 9 m² SIE

LES SURFACES D'INTÉRÊT ÉCOLOGIQUE



Dans le cadre du "paiement vert", un exploitant doit maintenir ou établir des surfaces d'intérêt écologique (SIE) sur l'équivalent de 5% de sa surface en terres arables. À cette surface en terres arables s'ajoute, le cas échéant, la surface des SIE hors terres arables. Une liste des éléments considérés comme SIE a été arrêtée. Pour chaque type de SIE, un critère d'équivalence en surface a été défini.

Ne sont pas soumises à ce critère les exploitations pour lesquelles :

- la surface en terres arables est inférieure ou égale à 15 ha ;
- les surfaces en prairie temporaire* et/ou en jachère et/ou en légumineuses représentent plus de 75 % de la surface en terres arables et la surface arable restante est inférieure ou égale à 30 ha ;
- les surfaces en herbes (prairies permanentes** et prairies temporaires) et/ou riz représentent plus de 75 % de la SAU et la surface arable restante est inférieure ou égale à 30 ha.

À l'exception des SIE surfaces boisées et taillis à courtes rotations, seules les SIE présentes sur les terres arables ou leur étant adjacentes (par ex. une haie le long d'un champ de blé) peuvent être comptabilisées : une haie présente en plein milieu d'une prairie permanente ne peut ainsi être comptabilisée comme SIE. De même, dans le cas d'une haie séparée par un fossé d'une terre arable, le fossé peut être compté comme SIE, mais pas la haie.

Une même surface ne peut pas être déclarée au titre de deux SIE : par exemple, un arbre isolé sur une jachère ne peut être comptabilisé au titre des SIE si la jachère l'est. De même une surface ne peut à la fois être déclarée comme bord de champ et bande d'hectare admissible bordant une forêt.

* Est prairie temporaire toute surface en herbe ou tout couvert herbacé équivalent à l'herbe, depuis cinq ans ou moins.

** Est prairie permanente toute surface en herbe, ou tout couvert herbacé équivalent à l'herbe, depuis cinq années révolues au moins (sixième déclaration PAC ou plus) : rentrent notamment dans cette catégorie les landes, parcours et estives.





Terres en jachère

1 m² = 1 m² SIE

Pas de production agricole sur la surface considérée

Surfaces plantées de taillis à courte rotation

1 m² = 0,3 m² SIE

Liste des essences éligibles :

- Erable sycomore
- Aulne glutineux
- Bouleau verruqueux
- Charme
- Châtaignier
- Frêne commun
- Merisier
- Espèces du genre Peuplier
- Espèces du genre Saule

Interdiction d'utiliser fertilisation et produits phytosanitaires sur ces surfaces.

Surfaces portant des plantes fixant l'azote

1 m² = 0,7 m² SIE

Espèces éligibles :

- Pois, Féverole, Lupins
- Lentilles
- Pois chiche
- Soja, Luzerne cultivée, Trèfles
- Sainfoin, Vesces, Mélilot, Serradelle, Fenugrec, Lotier corniculé, Minette, Gesses
- Haricots, Flageolets,
- Dolique, Cornille Arachide.

Espèces semées pures ou en mélange (d'espèces éligibles).

Surfaces portant des cultures dérobées ou à couverture végétale

1 m² = 0,3 m² SIE

Surfaces mises en place par un sous-semis d'herbe dans la culture principale OU

Ensemencement d'un mélange d'au moins deux espèces dans la liste ci-contre, que ce soit pour un couvert rendu obligatoire par la directive Nitrate ou pas.

Les cultures d'hiver ne constituent pas une couverture végétale ni une culture dérobée.

Toutes les espèces du mélange semé doivent appartenir à la liste.

Ensemencement entre le 1^{er} juillet et le 1^{er} octobre.

Le couvert doit avoir levé.

LISTE DES CULTURES EN MÉLANGE POUR LES SURFACES PORTANT DES CULTURES DÉROBÉES OU À COUVERTURE VÉGÉTALE

Boraginacées

Bourrache

Graminées

Avoines

Ray-grass

Seigles

Sorgho fourrager

Brôme

X-Festulolium

Dactyles

Fétuques

Fléoles

Millet jaune, perlé

Mohas

Pâturin commun

Polygonacées

Sarrasin

Brassicacées

Cameline

Chou fourrager

Colzas

Cresson alénois

Moutardes

Navet, navette

Radis (fourrager, chinois)

Roquette

Hydrophyllacées

Phacélie

Linacées

Lins

Astéracées

Niger

Tournesol

Fabacées

Féveroles

Fenugrec

Gesses cultivées

Lentilles

Lotier corniculé

Lupins (blanc, bleu, jaune)

Luzerne cultivée

Minette

Mélilots

Pois

Pois chiche

Sainfoin

Serradelle

Soja

Trèfles

Vesces



Haies ou bandes boisées

1 ml* = 10 m² SIE

Au plus 10 m de large.

Arbres isolés

1 arbre = 30 m² SIE

Arbres dont la couronne fait au moins 4 m de diamètre OU arbre têtard.

Arbres alignés

1 ml = 10 m² SIE

Arbres alignés respectant chacun les conditions d'arbre isolé et, pour lesquels l'espace entre deux couronnes voisines est inférieur à 5 m. En cas d'espace supérieur à 5 m, il s'agit soit de deux ensembles d'arbres alignés, soit d'arbres alignés + un arbre isolé.

Groupe d'arbres, bosquets

1 m² = 1,5 m² SIE

Un groupe d'arbres est un ensemble d'arbres dont les couronnes se chevauchent et forment un couvert. Surface maximale : 30 ares.

Bordures de champ

1 ml = 9 m² SIE

Pas de production agricole sur la surface considérée. Au moins 1 mètre de large, au plus 20 m de large.

Mares

1 m² = 1,5 m² SIE

Les réservoirs en béton ou en plastique sont inéligibles. Surface maximale : 10 ares.

Fossés

1 ml = 6 m² SIE

Les canaux en béton sont inéligibles. Largeur maximale : 6 m.

Terrasses protégées par la BCAA** 7

1 ml = 2 m² SIE

(maintien des particularités topographiques)

Murs traditionnels en pierre

1 ml = 1 m² SIE

Construction en pierres naturelles (de type taille, blanche sans utilisation de matériaux type béton) : maçonneries, soutènement non éligibles. Hauteur comprise entre 0,5 et 2 m. Largeur comprise entre 0,1 et 2 m.

Bandes tampons

1 ml = 9 m² SIE

Bandes tampons le long des cours d'eau rendues obligatoires par la BCAA 1 (établissement de bandes tampons le long des cours d'eau), ou parallèle aux autres cours d'eau et plans d'eau. Cela peut englober, le long des cours d'eau, une bande de végétation ripicole. Largeur comprise entre 5 et 10 m. Pas de production agricole, mais pâturage et fauche possibles.

Surfaces boisées

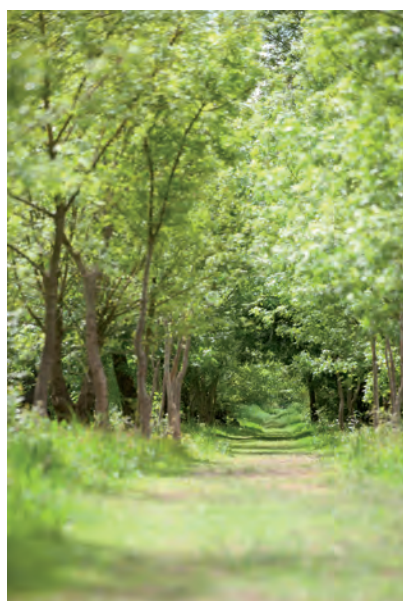
1 m² = 1 m²

Surface qui, pendant la durée de l'engagement de l'exploitant, est boisée, et a bénéficié d'une aide au boisement dans le cadre du développement rural (mesure 221 sur la période 2007/2014, mesure 8.1 sur la période 2015/2020).

Hectares en agroforesterie

1 m² = 1 m²

Hectares de terres admissibles aux paiements directs, et sur lesquelles a été payée ou est payée une mesure de développement rural « mise en place de systèmes agroforestiers » (mesure 222 sur la période 2007/2014 ; mesure 8.1 sur la période 2015/2020).



Bandes d'hectares admissibles le long des forêts

Hectare de terre admissible aux paiements directs, situé en bordure de forêt.

→ Production agricole autorisée

1 ml = 1,8 m² SIE

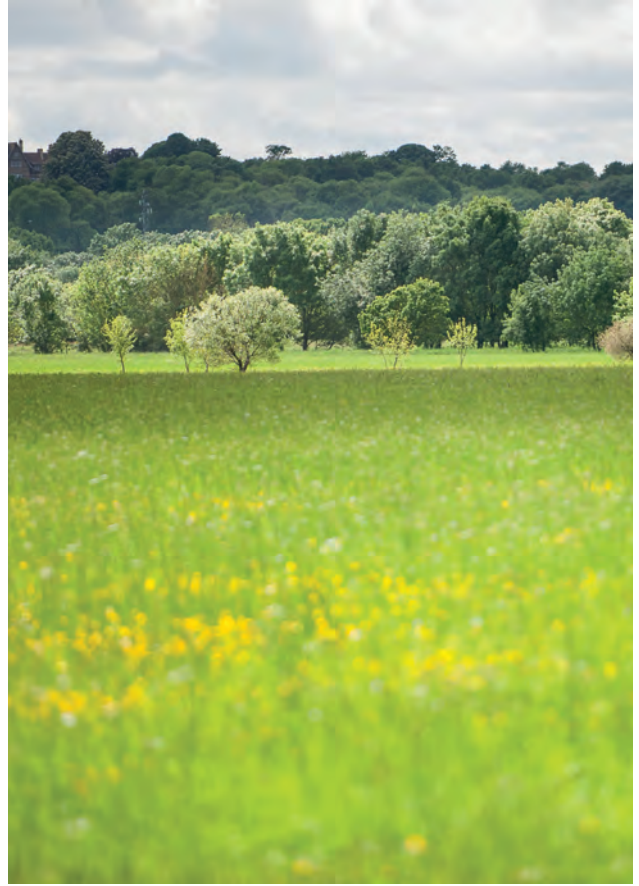
→ Pas de production agricole, mais pâturage et fauche possibles

1 ml = 9 m² SIE

Largeur comprise entre 1 m et 10 m.

* ml = mètre linéaire, calculé soit sur la ligne rejoignant les troncs (arbres alignés) soit sur le bord de la parcelle.

** BCAA : bonnes conditions agricoles et environnementales. Elles constituent une partie des exigences de la conditionnalité. La BCAA 7 maintien des éléments topographiques comporte une liste d'éléments qui doivent être protégés et maintenus en place par les agriculteurs.



Photographies ©Photothèque/Min.Agr.Fr



LE « PAIEMENT VERT »

Version révisée du 24 avril 2015

8.2.2. Assolement

LA DIVERSITÉ DES ASSOLEMENTS



Dans le cadre du « paiement vert », l'agriculteur doit cultiver sur ses terres arables plusieurs cultures différentes.

Sont, dans ce cadre, comptabilisées comme cultures différentes des cultures de **genres botaniques différents** : par exemple un blé (genre *triticum*) et un seigle (genre *secale*) constituent deux cultures différentes. À l'inverse, tous les maïs (genre *zea*) ne constituent, pour le calcul de la diversité, qu'une seule culture : il en est de même pour le blé dur et le blé tendre (tous les deux du genre *triticum*).

Cependant, il existe une exception : les espèces des genres brassicacées, solanacées et cucurbitacées sont, pour le nombre de culture, distinguées espèce par espèce.

Ainsi, la pomme de terre et la tomate (toutes les deux du genre *solanum* qui appartient à la famille des solanacées), comptent bien pour deux cultures au sens de la diversification des assolements.

Par ailleurs, par exception aux règles indiquées ci-dessus, une culture d'hiver et une culture de printemps constituent deux cultures distinctes, même s'il s'agit du même genre (la date de semis sert de référence).

Ainsi, un blé de printemps et un blé d'hiver comptent pour deux cultures

Dans des cultures semées en mélange, chaque mélange comportant des espèces différentes des autres mélanges peut compter pour une culture différente.

Dans le cadre de cultures conduites sur des rangs distincts (par exemple en alternance un rang de tomate et un rang de pomme de terre), on divise la surface par le nombre de cultures qui couvrent au moins 25% de la surface, chacune de ces cultures étant réputée occuper la surface résultante de ce calcul.



Comptent également comme des cultures les terres mises en jachères et les prairies temporaires de cinq ans ou moins (terres consacrées à la production d'herbe ou autres plantes fourragères herbacées). En revanche, sur ces surfaces, les mélanges, quels qu'ils soient, comptent pour une seule culture.

Seules les cultures principales (soit celles déclarées à la PAC) sont comptabilisées au titre de la diversité des assolements : les cultures dérobées ou intermédiaires ne rentrent pas en ligne de compte pour la diversité.



Le nombre de cultures et les limites de surface à respecter

Le nombre de cultures dépend en premier lieu de la surface en terres arables de l'exploitation :

- ➔ si elle est strictement inférieure à 10 ha, l'exploitation n'est pas soumise au critère de diversité des assolements ;
- ➔ si elle est comprise entre 10 et 30 ha, deux cultures différentes doivent être cultivées au minimum, la culture la plus importante ne dépassant pas 75% de la surface arable, sauf s'il s'agit d'une prairie temporaire ou d'une jachère ;
- ➔ si elle est strictement supérieure à 30 ha, au moins trois cultures différentes doivent être cultivées, avec :
 - la culture la plus importante ne dépassant pas 75% de la surface arable ;
 - la somme des surfaces des deux cultures les plus importantes ne dépassant pas 95% de la surface arable,
 - par exception aux deux points précédents, si la culture la plus importante est une prairie temporaire ou une jachère, pas de pourcentage maximum pour cette culture, mais la seconde culture la plus importante ne doit pas occuper plus de 75% de la surface arable restante, sauf si elle est elle-même une prairie temporaire ou une jachère.

Dans deux cas particuliers, l'exploitation n'est pas soumise au critère de diversité des assolements, quelle que soit sa surface arable, lorsque :

- ➔ la somme des surfaces en prairie temporaire et jachère dépasse 75% de la surface arable, et que la surface arable restante est inférieure ou égale à 30 ha ;
- ➔ la somme des surfaces en prairie permanente, prairie temporaire et riz dépasse 75% de la SAU, et que la surface arable restante est inférieure ou égale à 30 ha.



Photographies ©Photothèque/Min.Agr.Fr

8.2.3. Prairies permanentes

LES PRAIRIES PERMANENTES



La protection des prairies permanentes

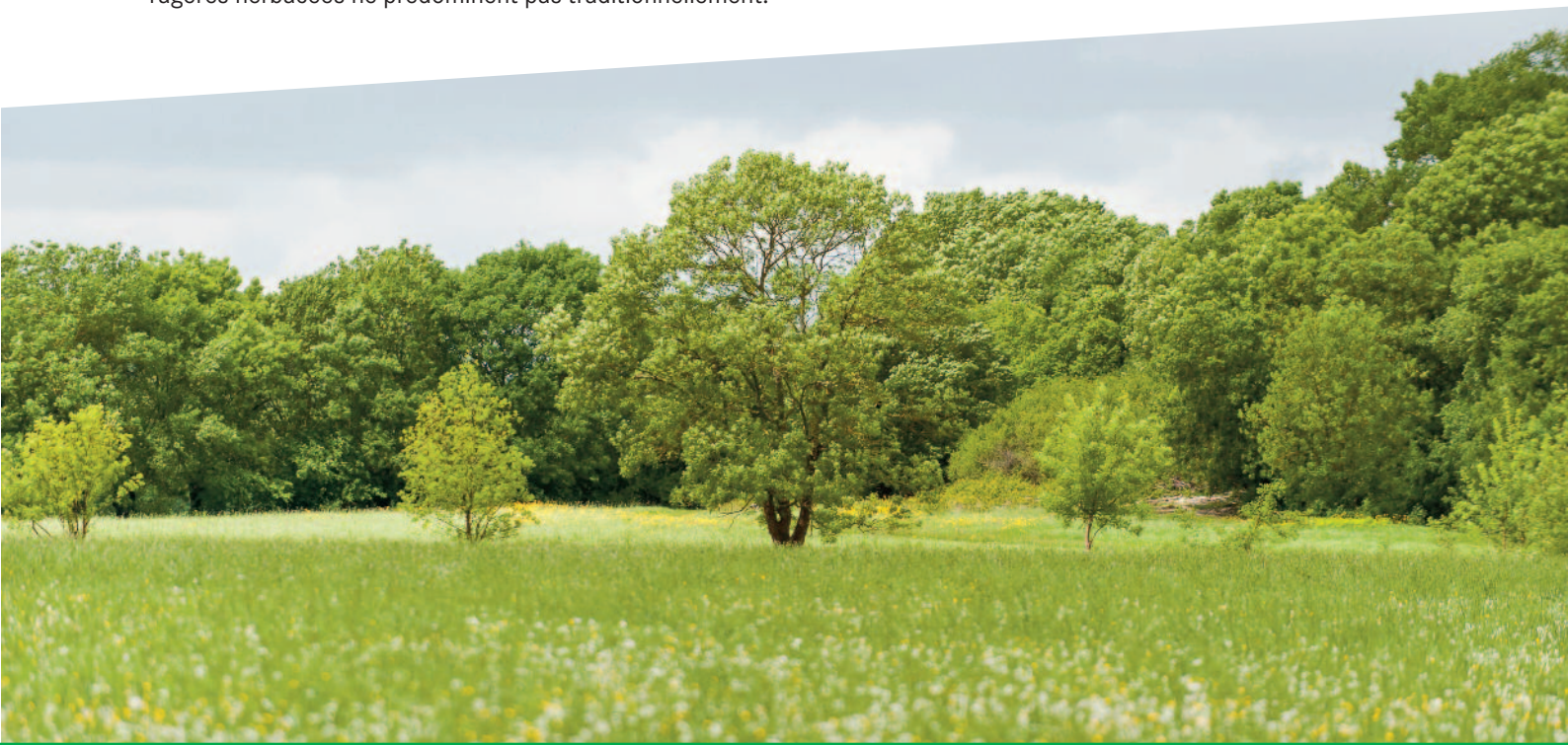
Un des trois critères du verdissement vise la protection des prairies ou pâturage permanents. Le critère prairies permanentes concerne toutes les exploitations bénéficiant du paiement vert, hormis les exploitations intégralement en agriculture biologique ou qui ne possèdent pas de surfaces en prairies permanentes, qui sont réputées vérifier ce critère.

Est prairie ou pâturage permanents toute surface dans laquelle l'herbe ou d'autres plantes fourragères herbacées prédominent depuis cinq années révolues ou moins (sixième déclaration PAC ou plus) ; sont également prairies permanentes les landes, parcours et estives, même pour les surfaces adaptées au pâturage et relevant des pratiques locales établies dans lesquelles l'herbe et les autres plantes fourragères herbacées ne prédominent pas traditionnellement.

Toute prairie temporaire qui n'a pas été déplacée (même si elle a été entre temps labourée et ré-ensemencée), devient prairie ou pâturage permanents au bout de cinq ans révolus.

Le critère du verdissement relatif aux prairies permanentes comporte deux composantes :

- le suivi au niveau régional de la part des surfaces en prairie ou pâturage permanents dans la surface agricole utile (SAU), pour éviter une dégradation ;
- la protection des prairies et pâturages permanents dits sensibles.



Le maintien d'un ratio de prairies permanentes

La part de la surface agricole (SAU) en prairie et pâturage permanents sera calculée chaque année en fin de campagne, au second semestre, à compter de l'année 2015 : ce ratio tiendra compte des surfaces en prairie et pâturages permanents et de la SAU de toutes les exploitations soumises aux exigences du verdissement.

Ce ratio, calculé au niveau régional, est comparé au ratio de référence pour cette région, calculé sur l'année 2012 et réactualisé en 2015 pour tenir compte des prairies créées.

→ Niveau 1 : régime d'autorisation

En cas de dégradation du ratio de plus de 2,5 % dans une région, un dispositif d'autorisation sera mis en place. Les conversions de prairie et pâturage permanents (en terre arable ou culture permanente) devront faire alors l'objet d'une autorisation administrative préalable. Les critères d'autorisation seront définis au plan national, et mis en œuvre au plan régional. Ils comporteront les exploitants :

- s'engageant à établir une surface en prairie permanente équivalente à la surface convertie ;
- relevant d'une procédure AGRIDIFF ;
- dont la surface agricole utile de l'exploitation d'élevage comporte une large part de prairies et pâturages permanents, et qui souhaitent améliorer leur autonomie fourragère ;
- qui sont jeunes agriculteurs ou nouveaux installés, et qui souhaitent retourner une partie des surfaces en herbe récupérées dans la nouvelle exploitation.

Un exploitant convertissant, dans ce cas, sa prairie ou son pâturage permanents sans autorisation s'exposera à une réduction/sanction sur son paiement vert.

Exemple : si le ratio de référence de la région R est de 20 %, le dispositif d'autorisation s'enclenchera si le ratio de la campagne est inférieur à $20 \% \times (1 - 2,5\%) = 19,5 \%$

Dans le cadre du système d'autorisation, si un exploitant s'engage à établir une surface en prairie permanente équivalente à la surface convertie, la surface implantée en herbe ou autres plantes fourragères herbacées équivalente pourra être déclarée dès la première année, et par dérogation à la définition générale, en tant que prairie permanente (et non pas prairie temporaire pendant 5 ans, puis prairie permanente à compter de la cinquième année révolue). Une telle opération n'impactera donc pas le ratio régional, et les autorisations demandées à ce titre seront généralement accordées.





➔ Niveau 2 : obligation de réimplantation

En cas de dégradation du ratio de plus de 5 % dans une région, les conversions de prairies et pâturages permanents seront interdites (sauf cas de déplacement d'une surface en prairie ou pâturage permanent), et des réimplantations en prairie permanente seront demandées à certains exploitants de la région afin de ramener cette dégradation en deçà de 5 %. Les réimplantations viseront en premier lieu les exploitants ayant à leur disposition des surfaces converties sans autorisation (y compris des surfaces converties par un exploitant précédent), le reliquat de réimplantation nécessaire étant réparti sur les exploitants ayant à leur disposition des surfaces converties avec autorisation.

Les conversions sur les deux campagnes précédant la constatation du ratio seront concernées (sur les trois campagnes précédentes en 2015).

*Exemple : pour la région R, la réimplantation sera mise en œuvre si le ratio est inférieur à $20\% \times (1 - 5\%) = 19\%$:
Si l'obligation de réimplantation est constatée fin 2017, par exemple, les conversions effectuées pendant les campagnes 2016 et 2017 pourront générer des obligations de réimplantation à constater pour la campagne 2018*



Les surfaces réimplantées seront considérées comme des prairies permanentes dès la première année de leur réimplantation et devront rester en prairie permanente pendant au moins 5 ans à compter de leur création. Dans le cas où ce sont des surfaces déjà consacrées à la production d'herbe (prairies temporaires par exemple) qui sont reconverties en prairies permanentes, ces surfaces devront rester en prairie permanente pendant le nombre d'années restantes nécessaires pour atteindre 5 années consécutives.

Dans tous les cas, les prairies et pâturages permanents peuvent être labourées et réensemencées, du moment qu'elles demeurent avec un couvert compatible avec la définition d'une prairie permanente (cas prairie permanente sensible, cf. infra)

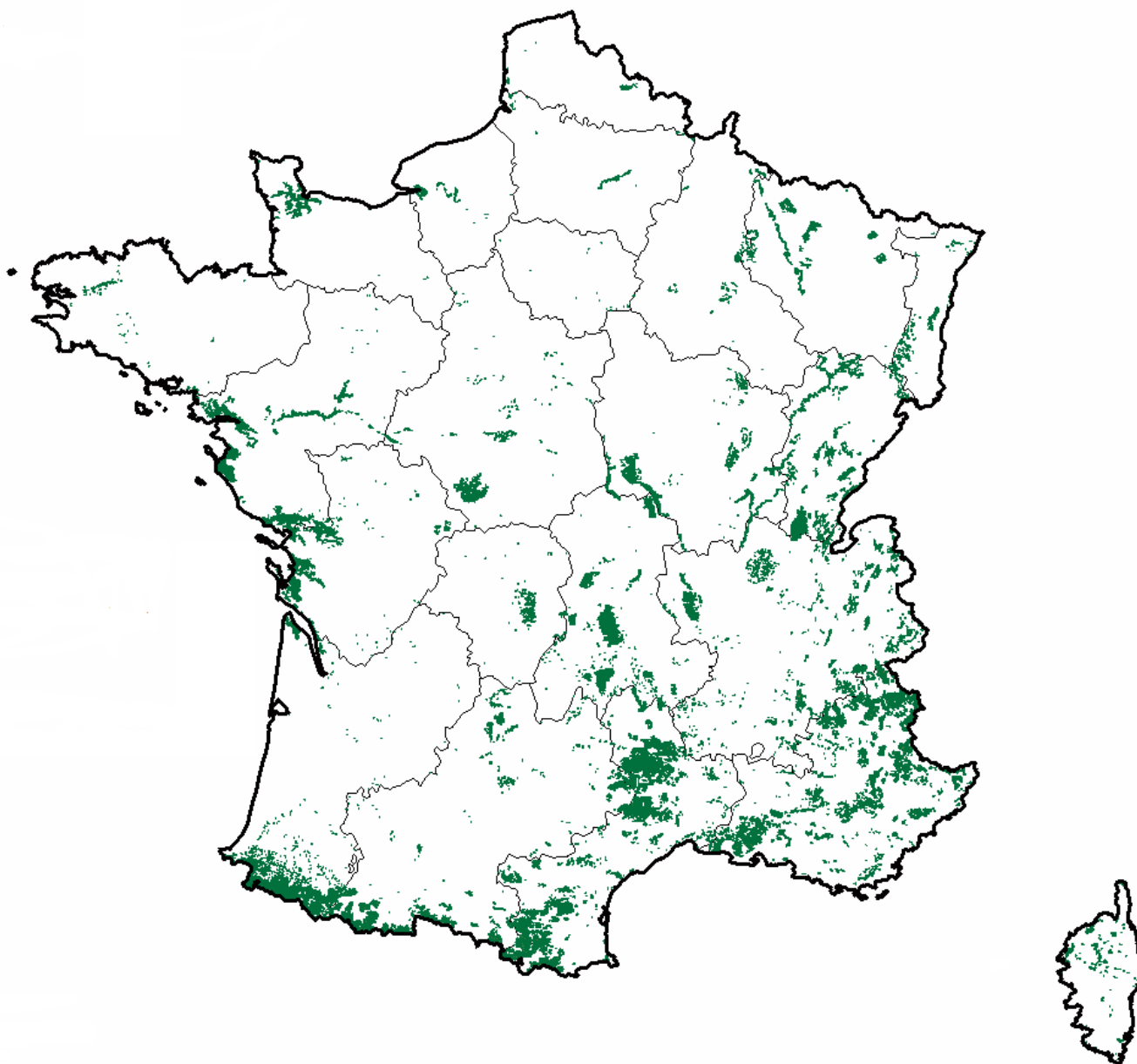
Les prairies permanentes sensibles

Certaines surfaces en prairie et pâturage permanent sont qualifiées de sensibles : pour ces surfaces, l'exploitant doit conserver la surface en prairie permanente, il ne peut ni la labourer, ni la convertir en terre arable ou culture permanente, sauf à s'exposer à une réduction/sanction sur son paiement vert et à une obligation de réimplantation l'année suivante. Le travail superficiel du sol est cependant autorisé sur ces surfaces, par exemple pour permettre un sursemis.

Les prairies sensibles sont les surfaces qui étaient prairie ou pâturage permanent en 2014, et qui sont :

- présentes dans les zones Natura 2000 pour les landes, parcours et estives,
- présentes dans des zones déterminées sur la base de leur richesse en biodiversité au sein des zones Natura 2000, pour les prairies naturelles.

Les prairies sensibles en France



source : ASP/MAAF, MNHN, INRA US-ODR, données RPG 2011

Sont fournies par département des cartes indiquant les zones dans lesquelles les prairies et pâturages permanents présents en 2014 sont qualifiées de prairies permanentes sensibles.

Les exploitants agricoles pourront également, avec TéléPAC, connaître au moment de leur déclaration celles de leurs prairies permanentes qui sont qualifiées de sensibles.

Photographies ©Photothèque/Min.Agric.Fr



LE « PAIEMENT VERT »

Version révisée du 24 avril 2015

8.3. Valeurs de masses de terre aux points de contrôle

ID_Controle_Synthese	Masse de terre (tonne)					
	MT_S1	MT_S2	MT_S3	MT_S4	MT_S5	MT_S6
01	172,612	119,428	99,045	92,706	26,372	20,848
01_A	43,718	34,167	32,573	32,43	15,284	13,663
01_B	1,541	1,541	1,541	1,541	0	0
01_C	1,058	1,058	1,058	1,058	1,058	1,058
01_D	114,734	84,905	66,853	60,468	11,281	7,378
01_E	6,624	6,624	6,624	6,624	1,217	0
01_F	20,07	20,07	3,016	3,016	0,556	0,556
01_G	4,441	4,441	4,441	4,441	1,201	1,201
01_H	17,926	17,926	15,482	15,765	1,114	1,114
01_I	20,807	20,807	20,351	20,315	5,283	1,641
02	120,706	79,382	18,981	0,291	0,1	0,091
02_A	21,885	21,885	21,885	21,525	3,935	3,789
02_B	4,124	4,124	4,124	3,558	3,558	3,558
02_C	4,004	4,004	4,004	4,004	1,052	1,052
02_D	4,967	4,967	4,967	4,967	0,163	0,055
03	107,334	65,604	16,022	0,903	0,247	0,182
03_A	2,597	2,597	2,597	2,539	0,229	0,229
03_B	8,761	8,761	8,761	8,761	2,249	2,249
03_C	6,554	6,554	6,554	6,554	4,709	4,709
03_E	6,787	6,787	6,787	6,787	0	0



sce

Aménagement
& environnement

www.sce.fr

GROUPE KERAN