

# État des lieux et analyse de l'érosion des sols agricoles en vallée de la Lèze

## Coulées de boue : dégâts, solutions et perspectives

Hélène Volebele

Master 2 professionnel Fonctionnement des Écosystèmes et Anthropisation

Rapport de stage : mars à août 2011



Maitre de stage : Thomas Breinig

Tuteur ENSAT : Magali Willaume

Correcteur ENSAT : Roman Teisserenc

*« Quand on prend une décision pour faire face aux symptômes d'une crise, les mesures correctives sont sensées devoir résoudre cette crise. Elles le font rarement. Les ingénieurs paraissent incapables de mettre cela dans leur tête. Leurs contremesures sont toutes basées sur une définition trop étroite de ce qui ne va pas. Les mesures et contre-mesures humaines procèdent d'une vérité scientifique et d'un jugement limités. Une solution vraie ne peut jamais arriver de cette manière. »*

**Masanobu Fukuoka**

La révolution d'un seul brin de paille.

## Remerciements

---

Je voudrais remercier en premier lieu Colette SUZANNE, présidente du SMIVAL, pour m'avoir accueillie au sein de cette structure.

Je tiens également à remercier mon maître de stage, Thomas BREINIG, directeur du SMIVAL, pour son aide, son soutien, ses conseils et ses analyses. Merci de m'avoir orientée au cours de ces 6 mois.

Merci également à Claire ALIDOR et Coline SOUCHET pour leur accueil et pour avoir partagé avec moi leurs connaissances et expériences, ainsi qu'à Jean-Baptiste PASSUELLO et Thomas BIARNEIX pour leur inconditionnelle bonne humeur.

Je remercie toute l'équipe pédagogique de l'ENSAT pour l'enseignement dispensé au cours de la formation et pour leur disponibilité. Je remercie en particulier Magali WILLAUME pour m'avoir orientée et suivie au cours de ce stage.

Je remercie enfin les élus du SMIVAL et les agriculteurs qui m'ont reçue sur leur exploitation, pour leur coopération tout au long de ce travail.

# Table des matières

## Résumé

## Summary

<b>I. Introduction .....</b>	<b>1</b>
1. Contexte de l'étude.....	1
<i>a. La vallée de la Lèze.....</i>	<i>1</i>
<i>b. Le SMIVAL : de sa création à la considération des coulées de boue .....</i>	<i>2</i>
2. Objectifs et problématique du stage .....	4
<b>II. État des connaissances.....</b>	<b>5</b>
1. Qu'est-ce que l'érosion des sols ?.....	5
<i>a. L'érosion hydrique.....</i>	<i>6</i>
<i>b. L'érosion aratoire .....</i>	<i>6</i>
2. Les impacts de l'érosion des sols .....	6
<i>a. Sur les milieux aquatiques .....</i>	<i>7</i>
<i>b. Sur la biologie des sols .....</i>	<i>7</i>
<i>c. Sur le réchauffement climatique .....</i>	<i>7</i>
3. État des lieux général.....	8
<i>a. Au niveau mondial .....</i>	<i>8</i>
<i>b. En Europe .....</i>	<i>8</i>
<i>c. En France.....</i>	<i>9</i>
<i>d. En région Midi-Pyrénées .....</i>	<i>10</i>
<i>e. Sur le bassin versant de la Lèze.....</i>	<i>11</i>
4. Les solutions qui limitent l'érosion .....	13
<b>III. Matériels et méthodes.....</b>	<b>15</b>
1. Recherche de références et vision globale.....	15
2. Approfondir l'état des lieux .....	15
<i>a. Des constats et une identification des problèmes .....</i>	<i>15</i>
<i>b. La collecte des informations .....</i>	<i>16</i>
Le protocole de suivi des pluies.....	16
Le protocole de suivi des dégâts.....	16
3. Valider l'état des lieux et rechercher des solutions .....	16
<i>a. Les objectifs.....</i>	<i>16</i>
<i>b. La mise en œuvre .....</i>	<i>17</i>
<i>c. Entretien avec les riverains .....</i>	<i>17</i>
4. Communiquer sur l'érosion des sols.....	18
<i>a. Prise de contacts avec les institutionnels.....</i>	<i>18</i>
<i>b. Amélioration de la communication avec le monde agricole : références techniques et conseil agricole.....</i>	<i>18</i>

c. Outils de communication du SMIVAL.....	18
Information de la population via la presse.....	18
Le bulletin du SMIVAL.....	19
Les fiches de suivi des évènements pluvieux.....	19
<b>IV. Résultats et analyses.....</b>	<b>20</b>
1. Acquisition de références .....	20
a. Le semis direct.....	21
b. Le travail simplifié du sol.....	21
c. Le non-travail complet du sol.....	22
2. Évaluation de l'importance des MES dans la Lèze.....	23
3. Etat des lieux et retour d'expérience.....	24
a. Les dégâts générés.....	24
b. Etat des lieux en vallée de la Lèze.....	25
4. Des solutions à l'échelle d'un territoire.....	27
a. Organisation de l'espace agricole.....	27
b. Le soutien à la gestion raisonnée.....	27
c. La valorisation des haies.....	28
5. Des outils administratifs à mobiliser.....	28
a. L'incitation financière.....	28
b. La répression financière.....	29
c. Déclaration de catastrophe naturelle.....	29
d. Zone soumise à contrainte environnementale (ZSCE).....	29
e. Zone vulnérable nitrate.....	30
f. Plan d'action territorial.....	31
g. Perspectives et atteinte du bon état écologique.....	31
6. Des projets locaux.....	31
7. Opérations de communication.....	35
a. Informations sur les conséquences des évènements pluvieux.....	35
Les articles de presse.....	35
Les courriers.....	35
b. Préparation d'un bulletin sur les coulées de boue en vallée de la Lèze.....	36
8. La perception de l'érosion des sols.....	36
a. Par les élus du SMIVAL.....	36
b. Par les institutions.....	36
c. Par les agriculteurs.....	37
<b>V. Discussion générale et perspectives.....</b>	<b>38</b>
1. L'érosion des sols et les matières en suspension.....	38
2. La concertation locale.....	38

3.	Le protocole de suivi des évènements pluvieux .....	38
4.	Comment améliorer la considération du problème ? .....	39
5.	Quelles autres actions pourraient être entreprises ?.....	40
<b>VI.</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>41</b>
	<b>Bibliographie.....</b>	<b>43</b>
1.	Articles, publications et ouvrages .....	43
2.	Sites internet .....	47
	<b>Table des figures .....</b>	<b>48</b>
	<b>Table des cartes.....</b>	<b>49</b>
	<b>Table des tableaux .....</b>	<b>49</b>
	<b>Table des photographies .....</b>	<b>49</b>
	<b>Acronymes .....</b>	<b>50</b>
	<b>Annexes .....</b>	<b>51</b>
	Annexe 1 – Tableau de suivi des évènements pluvieux .....	52
	Annexe 2 – Exemple d’une fiche type de suivi des évènements pluvieux : le 25 avril 2011.....	53
	Annexe 3 – Document d’aide à la décision pour le suivi de l’érosion.....	57
	Annexe 4 – Présentation du projet CAPSOL.....	61
	Annexe 5 – Trame du bulletin spécial coulées de boue.....	63
	Annexe 6 – Tableur de suivi des parcelles agricoles .....	67
	Annexe 7 – Question parlementaire posée par le Sénateur J.-P. Plancade.....	70

## RÉSUMÉ

Le sol est un milieu non renouvelable mis à mal, en premier lieu, par **l'érosion**. Elle concernerait 12 % des territoires européen et français engendrant des nuisances et des dégradations de l'environnement, en particulier des écosystèmes aquatiques et de la biodiversité du sol. Les coûts générés peuvent être très élevés et sont, dans la grande majorité des cas, supportés par la collectivité.

La vallée de la Lèze est particulièrement concernée par cette érosion qui se traduit par des **coulées de boue** régulières et problématiques. On observe lors de pluies d'une intensité moyenne, des dégâts importants : coulées de boue sur les voiries et ses annexes, accidents de la circulation, dégâts chez les particuliers, pertes de semis, etc. Les élus du Syndicat mixte interdépartemental de la vallée de la Lèze (SMIVAL) souhaitent aujourd'hui réduire cet aléa afin d'améliorer **la qualité de la rivière** et de répondre à leurs préoccupations en termes de sécurité routière et de **réduction des nuisances**.

Un état des lieux général corroboré par des observations de terrain a permis de dresser une cartographie assez précise des zones sensibles qui représenteraient au moins **15 % du territoire**. Un protocole de suivi des événements a été élaboré afin de standardiser des données qui pourront par la suite être exploitées pour caractériser les phénomènes d'érosion. Cependant, cet état des lieux reste incomplet, en particulier à cause d'un manque de données sur le flux de particules en suspension dans la rivière. Un système d'analyse quotidienne serait indispensable pour caractériser pleinement le phénomène.

Actuellement, les démarches de concertation locale sur le territoire apportent des résultats plutôt positifs, qui résident principalement dans la mise en place de solutions ponctuelles. Des alternatives agronomiques, dont l'efficacité est incontestable et durable, semblent plus difficiles à mettre en oeuvre. Ces résultats pourraient être amplifiés par des orientations politiques plus tranchées au niveau national et européen.

## SUMMARY

Soil is a non-renewable environment primarily damaged by **erosion**. It would cover 12 % of European and French territories, by causing pollutions and environment degradation, especially to aquatic ecosystems and soil biodiversity. Costs generated can be very high, and are - in most cases - borne by communities.

Lèze Valley is particularly concerned by the erosion resulting in regular and problematic mudslides. During moderate rainfalls, heavy damages can already be observed: **mudslides** on roads and their annexes, traffic accidents, damages to private's places, loss of sowings, etc... The elected representatives of the SMIVAL now want to reduce this vagary in order to improve the **river quality** and to come up to their concerns in terms of road safety and **pollutions reducing**.

A general inventory, confirmed by field observations, ensured to draw a fairly accurate mapping of sensitive areas that would represent at least **15 % of the territory**. A protocol for monitoring events was developed to standardize data that can then be used to characterize erosion. However, this inventory is incomplete, especially because of a lack of data on the flow of particles suspended in the stream. A daily system of analysis is indispensable to fully characterize the phenomenon.

Currently, approaches to local consultation in the territory bring rather positive results, which mainly lie in the implementation of selective solutions. Agronomic alternatives, whose effectiveness is indisputable and sustainable, are difficult to develop. These results could be expanded to national and European levels by more clear-cut political leanings.

# I. INTRODUCTION

## 1. Contexte de l'étude

### a. La vallée de la Lèze

La Lèze prend naissance dans le massif du Plantaurel, à 540 mètres d'altitude. Son bassin versant de 360 km<sup>2</sup> s'étend sur près de 70 km, des petites Pyrénées jusqu'à sa confluence avec l'Ariège. Elle compte plus de 40 affluents dont le plus important, le Latou présente un bassin versant qui occupe 13% du territoire.

Trois types de paysages se succèdent de l'amont vers l'aval :

- Les petites Pyrénées, en amont sont composées de formations calcaires de type karstique. L'élevage et les prairies y sont prédominants (Photographie 1(a)).
- Les coteaux argilo-calcaires s'étendent sur la plus grande partie de la vallée et présentent très majoritairement une agriculture de type céréalière. Les parcelles sont de taille importante et souvent situées dans des zones où la pente peut excéder les 30% (Photographie 1(b)).
- Le cône alluvial à l'aval est une zone très plate où la vallée s'élargie, partagée entre les cultures céréalières et les zones d'urbanisation de la proche ceinture toulousaine (Photographie 1 (c)).



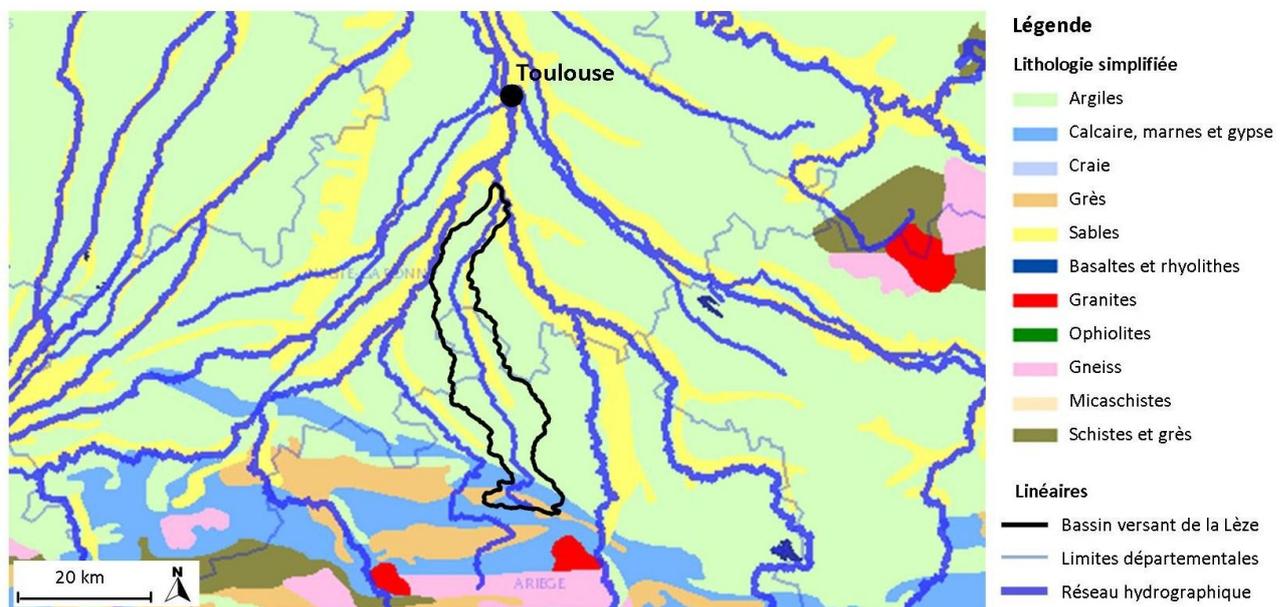
Photographie 1 : Succession des paysages de la vallée de l'amont (a) vers l'aval (c). SMIVAL.

La vallée de la Lèze fait partie des régions aux collines modelées dans les dépôts marneux et molassiques issus de l'érosion des Pyrénées (Morschel & Fox, 2004). Au cours des différentes morphogénèses du quaternaire, le relief a été sculpté par le creusement différentiel des cours d'eau (Brunet, 1957). Les collines de cette région présentent des pentes marquées, pouvant dépasser localement 30 %. Le réseau hydrographique principal est orienté SE-NO et les collines sont parcourues par un réseau dense de cours d'eau

temporaires en arêtes qui donne au paysage son aspect vallonné (Brunet, 1957 ; Bruno & Fox, 2004).

Les sols bruns calciques, spécifiques de cette région, se sont formés durant les interglaciations du quaternaire et ont été remaniés par le labour. Celui-ci a conduit à une inversion des profils pédologiques avec une abrasion des sommets et un comblement progressif des ravines (Barlier, 1977). Le taux important d'argiles dans ces sols collinaires (Carte 1), qui leur a valu le nom de terrefort, rend leur structure stable. Les phénomènes d'érosion que l'on observe sont donc davantage liés à la localisation et l'organisation du parcellaire qu'aux caractéristiques pédologiques (Bruno & Fox, 2004).

Carte 1 : Carte lithologique simplifiée de la vallée de la Lèze et sa région. Données : BRGM, BD Carthage, BD CARTO-IGN. Réalisation : H. Volebele.



Les terreforts sont des sols lourds et fertiles sur lesquels il est possible d'observer, sur certains secteurs, l'apparition de « taches blanches » provoquées par le décapage des sols. Ces affleurements du substrat molassique entraînent une nette diminution des rendements (Morschel & Fox, 2004). En fond de vallée, les sols limoneux, appelés boulbènes, sont plus acides et battants : ces caractéristiques les rendraient vulnérables à l'érosion mais leur localisation sur des zones planes limite ces phénomènes (Morschel & Fox, 2004).

### b. Le SMIVAL : de sa création à la considération des coulées de boue<sup>1</sup>

Suite aux inondations particulièrement violentes de juin 2000 (Figure 1), les élus de la vallée de la Lèze créent en 2003 le SMIVAL (Syndicat Mixte Interdépartemental de la Vallée

<sup>1</sup> Le terme « coulées de boue », dans son sens géomorphologique traditionnel, fait référence à des écoulements torrentiels en montagne ou à des mouvements de masse. Cependant, dans ce rapport, nous utiliserons la terminologie « administrative » faisant référence à des écoulements fortement chargés en sédiments provenant des terres cultivées.

de la Lèze) afin de gérer les enjeux de la Lèze à une échelle cohérente : celle du bassin versant. Ce nouveau syndicat fédère 24 communes sur deux départements : l'Ariège et la Haute-Garonne.

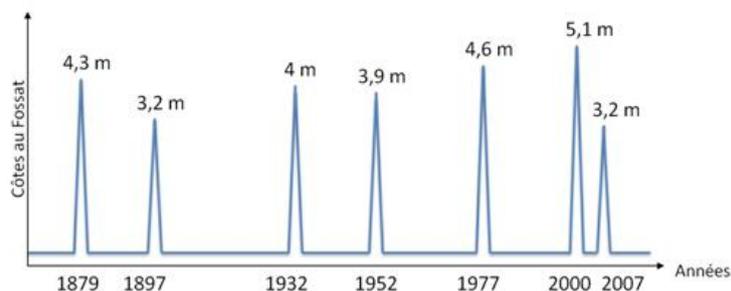


Figure 1 : Côtes relevées au Fossat lors des principales inondations de la Lèze (SMIVAL 2004 et DREAL)

Le syndicat a pour rôle la **protection** et la **prévention des crues** de la Lèze et de ses affluents, ainsi que leur **mise en valeur**, leur **entretien**, leur **aménagement**, leur **gestion** et la satisfaction d'un **usage quantitatif**.

Le SMIVAL est piloté par un comité syndical qui regroupe 36 délégués titulaires et 18 suppléants élus par les collectivités et répartis à égalité entre les deux départements. Le Comité Syndical élit pour sept ans le Président, les Vices Présidents, et les six autres membres du bureau qui fixera les principales orientations du syndicat (Figure 2). Pour mettre en œuvre ces choix de gestion, le SMIVAL s'appuie sur une équipe technique composée de quatre personnes.

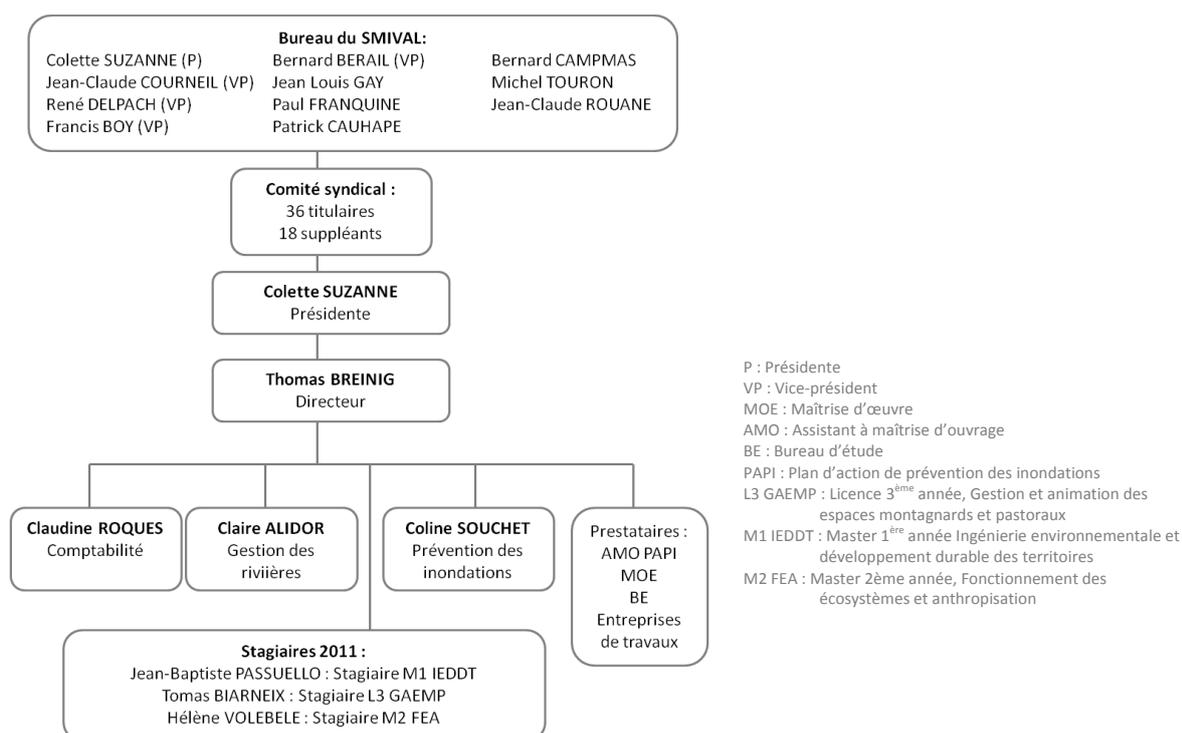


Figure 2 : Organigramme du SMIVAL

Depuis 2007, suites aux importants dégâts générés par les orages sur un grand nombre de communes, le SMIVAL s'implique sur la problématique des coulées de boue qui sont à l'origine de nuisances importantes sur l'espace public et qui dégradent fortement la qualité de la Lèze.

## 2. Objectifs et problématique du stage

---

L'amélioration de la qualité de la Lèze passe inévitablement par une **diminution des particules en suspension**. Ceci implique une limitation de l'érosion des berges qui peut être obtenue essentiellement par revégétalisation des secteurs érodés, mais surtout une limitation de l'érosion des sols agricoles qui serait, selon les observations de terrain, la première source de ces matières en suspension (MES).

### Comment limiter les coulées de boue en vallée de la Lèze ?

La lutte contre les coulées de boue passe d'abord par une concertation qui constitue aujourd'hui le meilleur outil pour l'élaboration de réponses locales. La considération du problème par les différents acteurs (agriculteurs, riverains, institutionnels, élus, etc.) **est indispensable**. C'est pourquoi, ce stage doit reprendre et approfondir le diagnostic de terrain, développer les outils de sensibilisation et poursuivre les actions concrètes. Au-delà de cette action territoriale, la problématique des coulées de boue, qui est généralisées dans le Sud-ouest (Le Bissonais *et al.*, 2002) nécessite sans doute une réflexion et des réponses aux échelles régionale, nationale et européenne.

Après avoir défini les principales notions relatives aux processus d'érosion, nous aborderons l'état général des connaissances sur le sujet. Il s'en suivra un état des lieux de la situation des sols vis-à-vis de ces phénomènes, de l'échelle internationale à celle de la vallée de la Lèze. Nous présenterons les méthodes utilisées pour limiter l'aléa des coulées de boue, pour approfondir et valider l'état des lieux et améliorer la communication auprès de tous les publics (riverains, agriculteurs, services de l'Etat, etc.).

Les résultats sur l'état de la Lèze et de son territoire, les solutions envisagées et mises en place, ainsi que les outils administratifs, financiers et de communication seront analysés. Enfin, ces résultats et la situation à l'issue du stage seront discutés et des perspectives seront proposées afin d'améliorer la situation de la vallée face à ce phénomène.

## II. ÉTAT DES CONNAISSANCES

### 1. Qu'est-ce que l'érosion des sols ?

La définition de l'érosion des sols comme un phénomène naturel ne fait pas l'unanimité. Turbé *et al.* (2010) estiment que l'érosion est un phénomène naturel qui se déroule à des échelles de temps géologiques. Cependant, Bourguignon C. & L. (2010) déclarent que l'érosion est un phénomène anthropique qui n'existe pas dans la nature où il n'y aurait que des pertes d'ions par lixiviation. Dans nos régions tempérées, sous forêts non perturbées, les sols perdraient ainsi 150 kg d'ions/ha/an.

On s'accorde cependant pour dire que l'érosion des sols est accentuée par les facteurs anthropiques. Elle présente trois composantes principales : **l'érosion hydrique** (dû à l'écoulement de l'eau), **l'érosion aratoire** (dû au travail du sol) et **l'érosion éolienne** (dû à la force du vent). Ce rapport se concentrera principalement sur l'érosion hydrique, qui est dans notre cas le facteur qui produit le plus de dégâts.

L'érosion consiste en une abrasion de la surface du sol par des forces physiques conduisant à une exposition progressive des roches sous-jacentes. Les principaux facteurs favorisant les pertes de sol ont été décrits par Wischmeier & Smith (1978) et sont repris dans la Figure 3.

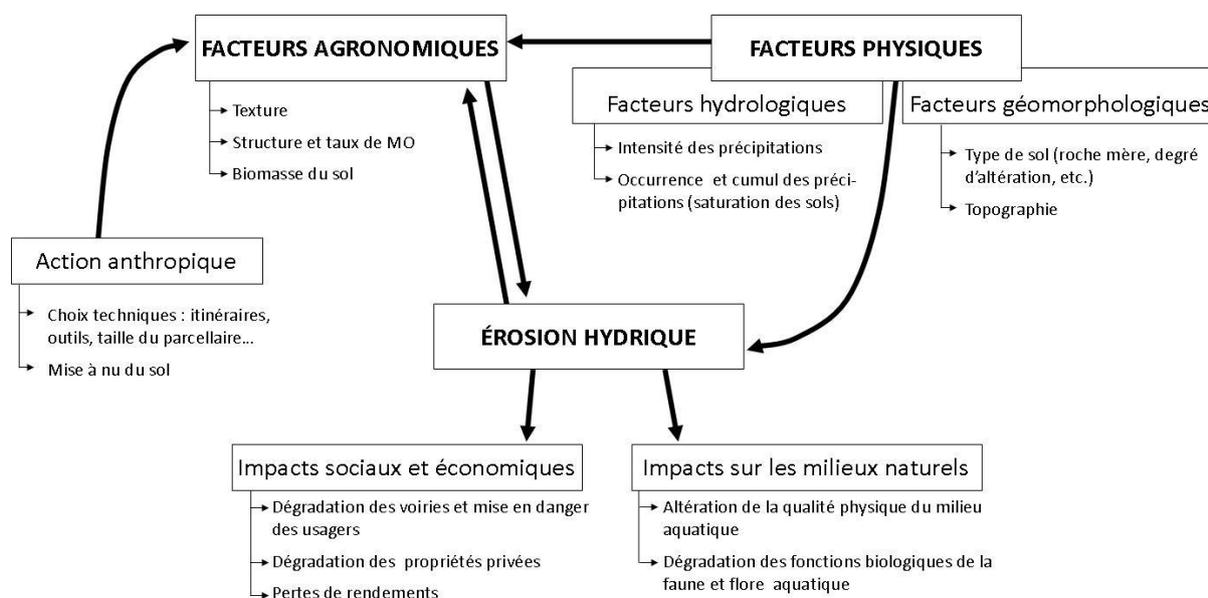


Figure 3 : Logigramme des facteurs favorisant l'érosion hydrique et de ses conséquences.

Réalisation : H. Volebele.

### a. L'érosion hydrique

L'érosion hydrique est définie comme la perte de sol due à l'eau qui **arrache les particules** et les **transporte** jusqu'à une zone de **dépôt**. Le processus de détachement des particules de terre peut s'expliquer par l'effet de deux phénomènes :

- Tout d'abord par l'impact des gouttes de pluie sur la surface du sol qui exerce deux types d'action : (I) la désagrégation des mottes et des agrégats par différents mécanismes qui sont l'éclatement, la dispersion physico-chimique, la microfissuration par gonflement différentiel et la désagrégation mécanique, (II) le déplacement par rejaillissement des fragments ainsi individualisés (Le Bissonnais & Gascuel-Oudou, 1998). Le détachement est déterminé par le rapport entre l'érosivité des gouttes d'eau et la résistance des agrégats du sol. Ce phénomène appelé **effet « splash »** est à l'origine de l'érosion diffuse.
- Mais également par l'action du ruissellement qui dépend de la **force de cisaillement** du ruissellement et de la résistance du sol : lorsque la vitesse d'écoulement ( $V_e$ ) est supérieure à la vitesse critique ( $V_c$ ), on observe d'arrachage mécanique des particules de sol. La force de cisaillement augmente avec la vitesse d'écoulement. Ce phénomène est particulièrement important dans les érosions linéaires.

### b. L'érosion aratoire

L'activité humaine génère une autre forme d'érosion, l'érosion aratoire, due à la descente des terres par le travail du sol. Cette composante de l'érosion représenterait au cours des 1000 dernières années, une majeure partie de l'érosion totale des coteaux du sud-ouest de la France (Revel & Guiresse, 1995). Aujourd'hui encore, l'érosion aratoire n'est pas négligeable puisque la descente des terres pourrait représenter dans le terrefort toulousain près de la moitié de l'érosion totale (Revel *et al.*, 1989-1990). Alors que le simple labour déplace entre 3,2 et 16,2 t de sol/ha/an, un orage d'une intensité de 40 mm/h dont l'occurrence est d'environ 10 ans, ne déplacerait pas plus de 2,5 t de sol/ha (Revel & Guiresse, 1995).

## 2. Les impacts de l'érosion des sols

---

Les conséquences de l'érosion des sols sont nombreuses et nécessitent une approche transversale. Les trois principaux compartiments vitaux que sont l'eau, l'air et la terre sont dégradés par ce phénomène.

### a. Sur les milieux aquatiques

Les particules en suspension ont d'importantes conséquences sur la qualité des milieux lotiques. Wood & Armitage (1997) rappellent que les MES affectent le **développement de l'ensemble de la chaîne trophique**. Le développement des producteurs primaires est diminué par une baisse de la pénétration de la lumière dans l'eau, par un endommagement des feuilles de macrophytes par abrasion et en limitant l'attachement des algues unicellulaires au substrat. L'altération de la composition du substrat, l'augmentation de la dérive due au dépôt de sédiments sur un substrat instable, la diminution de concentration en oxygène et l'obstruction des voies respiratoires limitent le développement des macroinvertébrés benthiques. Enfin, la faune piscicole est également affectée par la présence excessive de MES qui perturbent la nage des poissons et leur schéma de migration naturel, dégradent les zones de frai, limite le développement des œufs, larves et juvéniles et limite la quantité de nourriture en diminuant la pénétration de la lumière.

La gestion de ces problèmes ne peut pas se résumer à des techniques curatives mais doit faire l'objet d'un travail en amont sur la prise en compte des sources d'activités impliquées dans ces dégradations (Wood & Armitage, 1997).

### b. Sur la biologie des sols

L'érosion a des impacts directs sur les caractéristiques biologiques des sols. En effet, la diminution de matière organique par l'érosion entraîne une réduction de la quantité de nutriments à la disposition des microorganismes du sol. Leur biomasse s'en trouve sûrement diminuée, tout comme leur diversité (Pimentel *et al.* 1995). Ces phénomènes ont des conséquences importantes sur la régulation du cycle de l'eau puisque l'éradication des vers de terre peut diminuer l'infiltration de 93% (Turbé *et al.*, 2010). De nombreux services biologiques sont directement dépendants de cette diversité du sol. La biodiversité des microorganismes permet par exemple une purification de l'eau par biodégradation des nutriments et des microbes pathogènes (Turbé *et al.*, 2010).

### c. Sur le réchauffement climatique

Les sols européens refermeraient entre 73 et 79 milliards de tonnes de carbone. Alors qu'une perte de 0,1 % de ce stock dans l'atmosphère équivaldrait à une augmentation de 50 % du parc automobile existant (soit 100 millions de véhicules supplémentaires), une augmentation équivalente de carbone dans les sols représenterait un gain de 200 millions d'euros (Commission européenne, 2009). La conservation des sols constituera

vraisemblablement un facteur essentiel dans les stratégies de régulation des taux de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et donc dans le changement climatique.

La Commission européenne considère même que l'impact de la dégradation des sols va au-delà des considérations environnementales, mettant en cause la santé humaine et la sécurité alimentaire (2006).

### 3. État des lieux général

---

#### a. Au niveau mondial

En 1990, Bouché indique que la dégradation des sols, qui n'a été longtemps préoccupante qu'en milieu tropical, devient un souci majeur dans les grandes cultures des milieux tempérés. Bien que les références soient manquantes, il note que l'état de ces « sols malades », et leurs symptômes (dégradation de leur structure, étanchéité de la semelle de labour, tassement, etc.) s'expliquent probablement par deux principaux facteurs que sont le **faible taux de matière organique** (par dégradation et non renouvellement) et les **travaux aratoires de puissance croissante**. Ainsi, on estime que chaque année, **75 milliards de tonnes** de sol sont érodés par l'eau et le vent, dont la plupart est la conséquence directe des pratiques agricoles (Myers 1993, dans Turbé 2010). La mort des sols concernerait chaque année 10 millions d'hectares à travers le monde dont 4 millions détruits par l'érosion hydrique ou éolienne, et le reste par l'irrigation (Bourguignon C. & L., 2010).

A un niveau international, l'ONU souhaite faire en sorte que l'éradication de la pauvreté passe par la combinaison de la protection de l'environnement, de l'amendement des terres et de **la lutte contre l'érosion des sols** qui sont indispensables à la sécurité humaine et économique de notre planète (Holtz, 2003).

#### b. En Europe

La Commission européenne (2006) estime que **115 millions d'hectares** sont affectés par l'érosion hydrique en Europe, soit 12 % du territoire, parmi lesquels, 2 % sont très fortement touchés. Cette dégradation des sols va se poursuivre, à un rythme probablement plus rapide encore. Ceci sera dû à une augmentation des facteurs de menace liés à l'Homme et à l'aggravation des conséquences du changement climatique. La Commission met également en avant que la plupart des coûts liés à la dégradation des sols ne sont pas supportés par les

utilisateurs immédiats des terres, mais généralement par la société dans son ensemble et par des acteurs géographiquement éloignés des sites en cause.

Depuis la révolution verte des années 70, l'érosion a remarquablement augmenté, passant de 4 à 10 t/ha/an en Suède et de 33 à 60 t/ha/an en Espagne (Bourguignon C. & L., 2010). On observe que l'aléa érosif augmente avec les climats durs, globalement du nord vers le sud de l'Europe.

### c. En France

En France, le premier facteur de dégradation des sols est l'érosion : **12 % de la SAU**, soit **5,6 millions d'hectares** présentent un risque fort ou très fort d'érosion et **17000 coulées de boue** ont été recensées entre 1985 et 2001 (Pointereau *et al.*, 2009). L'érosion totale représenterait en moyenne **40 t/ha/an** (Bourguignon C. & L., 2010).

Le nombre de coulées de boue déclarées en catastrophes naturelles a augmenté de façon importante entre les années 1980 et 2000. Près d'un tiers des communes françaises auraient déclaré une telle catastrophe dans la période de temps considérée. Selon Thorette (2005), l'augmentation des déclarations après 1991 serait en partie due à une meilleure maîtrise de la procédure. Cependant, il note également que d'autres facteurs sont à prendre en compte. Le risque de coulées de boue dépend de l'intensité et de la fréquence de leur manifestation (aléa), ainsi que de la vulnérabilité des enjeux dans les zones exposées (enjeux économiques, environnementaux, etc.). Les demandes d'indemnisations semblent liées à la pluviométrie annuelle (Figure 4) donc à l'aléa, mais la vulnérabilité a probablement également augmenté, avec le développement de l'urbanisation par exemple.

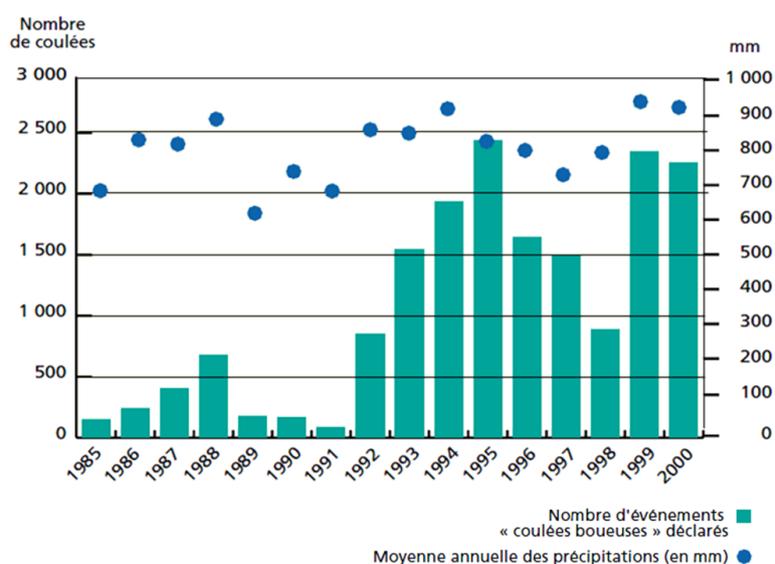


Figure 4 : Évolution du nombre annuel de coulées boueuses déclarées en catastrophe naturelle et des précipitations entre 1985 et 2000. Données Medd (DPPR), base Corinte – Inra.

#### d. En région Midi-Pyrénées

La situation de la région Midi-Pyrénées est particulièrement sensible. Une grande partie des sols est de type terrefort (argilo-calcaires) et présente donc, par nature, une structure stable (Bruno et Fox, 2004). Cependant, on observe des phénomènes tout à fait remarquables tels que la formation de croûtes de battances et de coulées de boue. Des pratiques culturales inappropriées aux conditions de sol, de climat et de topographie ont fait de l'érosion le principal facteur de dégradation des sols en région Midi-Pyrénées (Prosperi *et al.*, 2011). Dans ces coteaux molassiques, le fonctionnement biologique des sols est un facteur déterminant de limitation de l'érosion hydrique, en particulier grâce à l'action de la faune lombricienne (Delaunoy, 2000).

La région toulousaine présente un fort aléa érosif au printemps et en automne. Malgré les faibles précipitations moyennes saisonnières, les problèmes d'érosion s'expliquent par la combinaison de trois paramètres principaux que sont la présence de violents orages, une forte proportion de cultures de printemps et de fortes pentes (Le Bissonnais *et al.*, 2002). La région est en 6<sup>ème</sup> place nationale si l'on considère le nombre de coulées de boue par 100 km<sup>2</sup> (Figure 5). Les régions les plus sensibles (Nord-Pas-de-Calais et Haute-Normandie en tête) présentent quant à elles des sols sensibles à l'impact mécanique des gouttes d'eau. La région Midi-Pyrénées est fortement peuplée (la 6<sup>ème</sup> au niveau national) ce qui augmente sa vulnérabilité pour un aléa constant.

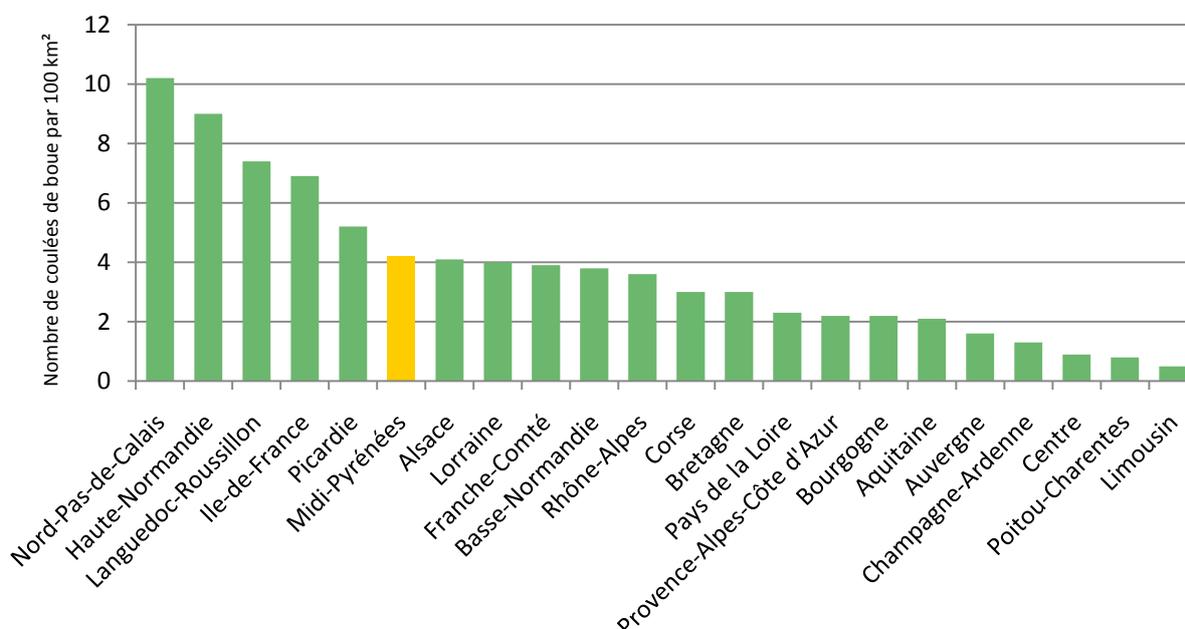


Figure 5 : Nombre de coulées de boue par 100 km<sup>2</sup> pour les régions françaises. En jaune, la région Midi-Pyrénées. Source : Le Bissonnais *et al.* 2002.

Les conséquences économiques des dégâts engendrés ne sont pas marginales puisqu'elles ont été estimées à 100 000 € pour le simple curage des fossés et déblayage des routes dans le Lauragais (Lebrun, 2001). Les coulées de boue issues des terrains agricoles entraînent des frais élevés qui ne sont pas négligeables ni pour l'agriculteur, ni pour les collectivités, ni pour les particuliers exposés. Ces frais peuvent être du même ordre de grandeur pour les dégâts publics (nettoisement de la voirie, accidents de la circulation, etc.) et privés (perte de rendement, coût d'un semis de rattrapage, nettoisement de propriété, etc.). Cependant, dans de nombreux cas, les dégâts publics sont beaucoup plus importants, par exemple lorsque la zone affectée est urbanisée (Elyakime & Bruno, 2000).

#### e. Sur le bassin versant de la Lèze

Les particules de sol érodé sont en partie transportées jusque dans les lacs et les rivières, diffusant les polluants et détruisant les habitats naturels (Turbé *et al.*, 2010).

Dans le cas de la Lèze, Les particules en suspension sont, selon la méthode d'évaluation SEQ-eau, le premier critère de mauvaise qualité de l'eau. La rivière atteint une mauvaise qualité pour ce critère près d'une année sur deux (Figure 6). Le deuxième facteur de dégradation de la Lèze serait la teneur en nitrates.

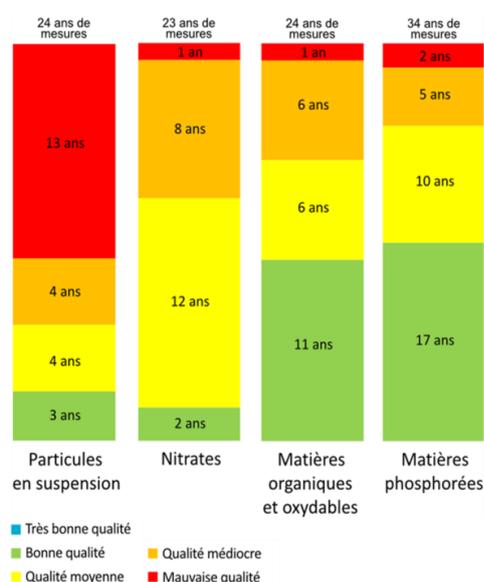


Figure 6 : Quatre plus mauvais critères de qualité de la Lèze. Données annuelles, selon la méthode SEQ-eau à Labarthe sur Lèze (Eaufrance).

Cependant, l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état des eaux de surface ne prend plus en compte les matières en suspension comme critère d'évaluation de la qualité des masses d'eau pour qualifier l'atteinte du bon état écologique (BEE) au titre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). En 2009, l'état écologique de la Lèze est classé comme « Moyen » et son état chimique comme « Mauvais ». Selon cette

nouvelle méthode, les nitrates ne seraient pas problématiques (Tableau 1) alors qu'ils le sont dans la méthode SEQ-eau. Le taux très important de particules en suspension dans la Lèze traduit sans aucun doute d'importants phénomènes d'érosion hydrique (coulées d'eaux boueuses). En revanche, les taux de nitrates traduisent principalement un ruissellement car les sols des coteaux molassiques sont faiblement perméables. En outre, l'eutrophisation est également un facteur important de la dégradation de la Lèze. Ces phénomènes d'érosion et d'eutrophisation sont illustrés ci-après (Photographies 2 et 3).



Photographie 2 : La Lèze eutrophe en septembre 2009. SMIVAL.



Photographie 3 : La Lèze chargée en particules en suspension après un orage en avril 2011. SMIVAL.

La Lèze a été classée comme présentant un risque de non atteinte du bon état écologique en 2015 et s'est vu attribuer un report d'échéance à 2021 (Agence de l'eau Adour-Garonne).

Tableau 1 : État écologique et chimique de la Lèze en 2009 à Labarthe sur Lèze, selon les critères DCE définis par l'arrêté du 25 janvier 2010 (Eaufrance).

<b>ÉCOLOGIE</b>	Moyen
<b>Physico chimie</b>	Bon
<b>Oxygène</b>	Bon
Carbone Organique	Très bon
Demande Biochimique en oxygène en 5 jours (D.B.O.5)	Très bon
Oxygène dissous	Bon
Taux de saturation en oxygène	Bon
<b>Nutriments</b>	Bon
Ammonium	Bon
Nitrites	Bon
Nitrates	Bon
Phosphore total	Bon
Orthophosphates	Bon
<b>Acidification</b>	Bon
Potentiel min en Hydrogène (pH)	Très bon
Potentiel max en Hydrogène (pH)	Bon
<b>Température de l'Eau</b>	Moyen
<b>Biologie</b>	Bon
Indice biologique diatomées 2007	Bon
IBG RCS	Très bon
Indice Biologique Macrophytique en Rivière (I.B.M.R.)	Moyen
<b>Polluants spécifiques</b>	Moyen
<b>CHIMIE</b>	Mauvais

#### 4. Les solutions qui limitent l'érosion

Les aménagements ponctuels qui comprennent les haies, les bandes enherbées, les fascines, les bandes tassées, etc. sont des zones tampons qui sont susceptibles d'intercepter les écoulements de surface diffus ou concentrés. Elles permettent à la fois de ralentir le ruissellement, d'en diminuer le volume et les pics de débits (CORPEN, 2007). Bien que leur implantation ne limite pas le phénomène mais seulement ses conséquences, ce sont dans notre cas, les options les plus souvent retenues par les exploitants agricoles. Ce choix s'explique en particulier parce qu'ils ne remettent pas en cause les pratiques culturales et donc les orientations techniques des exploitations.

Le non travail du sol a été placé en tête des solutions en termes d'efficacité pour la protection des sols et des eaux (Delaunoy *et al.*, 2004), grâce en particulier à une **augmentation de l'activité biologique** qui améliore la structure du sol. En effet, Al Addan *et al.* (1990) ont montré que la percolation est proportionnelle à la biomasse du sol (Figure 7). Un sol avec une biomasse importante peut percoler jusqu'à **300 mm/h**.

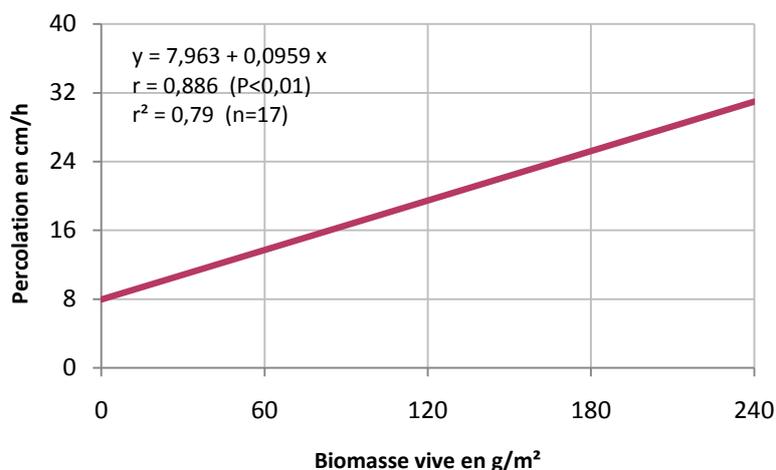


Figure 7 : Percolation de l'eau dans le sol en fonction de la biomasse présente dans ce sol.

Source : Al Addan *et al.* 1990.

L'efficacité de ces techniques réside également dans l'augmentation progressive et continue du taux de matière organique due à l'absence de retournement du sol et à la présence de résidus. **L'augmentation de la teneur en matière organique en surface** (de l'ordre de 0,1 à 0,2 % par an) accroît la proportion de micro-agrégats stables ce qui limite la dégradation structurale et retarde et réduit les ruissellements (ADEME, 2007). Cependant, l'efficacité des techniques culturales simplifiées (TCS) est controversée en cas d'absence de couverture du sol, mais **la présence de résidus** de cultures diminue le ruissellement d'un

facteur de 1 à 5 et l'érosion d'un facteur de 1 à 10 sur les épisodes printaniers (ADEME, 2007). Ces techniques permettent de gérer le problème à la source. Ce sont des solutions beaucoup plus intéressantes et efficaces sur du long terme que les aménagements ponctuels mais qui nécessitent une véritable volonté et des convictions, surtout de la part de l'exploitant, mais également de la société.

### III. MATÉRIELS ET MÉTHODES

#### 1. Rechercher de références et vision globale

---

Afin de cerner le problème des érosions de sol, des rencontres avec différents acteurs concernés ont été organisées.

Tout d'abord, des démonstrations d'engins et de techniques agricoles limitant le travail du sol et donc l'érosion, ont été organisées (22 mars 2011) par l'association occitane de conservation des sols (AOC sols). L'association Arbres et Paysages du Gers a organisé une visite sur une parcelle d'agroforesterie dans une exploitation en agriculture biologique (7 avril 2011). Enfin, des rencontres ont eu lieu avec des agriculteurs qui ont supprimé les problèmes d'érosion sur leur exploitation (23 mars 2011), ou qui engagent une réflexion pour y parvenir (9 juin et 8 juillet 2011). Ces rencontres sont indispensables, elles permettent, en parallèle de la bibliographie, de cerner les difficultés techniques et les réalités du terrain.

Des conférences ont également eu lieu sur ce sujet. La conférence sur l'avenir agronomique des sols par exemple, a été un excellent moyen de percevoir le rôle de la structure du sol et de sa biodiversité dans la limitation de l'érosion.

Enfin, des rencontres avec différents acteurs institutionnels (chambres d'agriculture, Conseil général, SPEMA, etc.) ont permis d'appréhender l'aspect administratif et les considérations plus institutionnelles.

#### 2. Approfondir l'état des lieux

---

##### a. Des constats et une identification des problèmes

Du fait ses caractéristiques géologiques et géomorphologiques, une grande partie du bassin versant de la Lèze est sensible à l'érosion hydrique. Pour obtenir une localisation plus précise des zones les plus sensibles, un premier travail a été réalisé en 2010 (Téchené, 2010). Il s'agissait de demander aux élus des 24 communes du bassin versant, de déterminer les zones réagissant régulièrement aux orages. Cette première cartographie permet d'avoir une vision assez précise du problème. Elle comporte un filtre social qui présente un intérêt en termes de définition de priorité mais manque de normalisation. C'est pourquoi, une identification plus fine des secteurs sensibles se fait par des observations de terrain au cours des épisodes pluvieux.

## b. La collecte des informations

### *Le protocole de suivi des pluies*

Dans la mesure du possible, toutes les pluies sont répertoriées dans un tableur conçu à cet effet (Annexe 1). Les données des pluies faibles sont principalement issues des données du SPC (Service de Prévention des Crues) qui relève la cote et les précipitations sur deux stations : Lézat-sur-Lèze et Pailhès. Lors d'évènements plus importants, des relevés terrain transmis par les habitants et les agriculteurs sont également archivés. Cet archivage permet notamment de savoir si les sols peuvent être saturés au moment d'une forte pluie et ainsi de mieux connaître les situations de risques.

### *Le protocole de suivi des dégâts*

En plus d'être archivés dans le tableur, les évènements pluvieux causant des dégâts font l'objet d'une **fiche détaillée** (Annexe 2). Cette fiche recense un nombre important d'informations, telles que des données météorologiques, la cartographie des principales coulées de boue et des parcelles montrant des signes d'érosion et une description de l'évènement.

Afin d'homogénéiser l'archivage, les données des épisodes précédant le stage ont également été transcrites dans ce même format. Des recherches ont permis de retrouver certaines données (en particulier des données Météo France) et de créer ces fiches de suivi standardisées.

Une fiche d'aide à la décision a été élaborée afin de limiter la subjectivité dans la description des dégâts en facilitant l'estimation de la quantité de terre érodée par hectare. Elle se base sur des descriptions, des valeurs d'érosion « type » et des photographies (Annexe 3).

Les données sont transmises à divers organismes (mairies, Conseil généraux, etc.) afin de les vérifier et d'apporter d'éventuelles précisions.

## 3. Valider l'état des lieux et rechercher des solutions

---

### a. Les objectifs

L'objectif est de faire **valider** l'état des lieux par les agriculteurs, les riverains, ou les agents de terrain, mais également d'obtenir des **informations complémentaires**, par exemple des relevés pluviométriques, des données économiques (estimation des dégâts) ou encore des précisions sur le déroulement de l'orage.

## **b. La mise en œuvre**

Pour mettre en œuvre des solutions concrètes, il a été instauré depuis fin 2009, des concertations à l'échelle locale. Après une période de recensement des zones les plus vulnérables à l'érosion hydrique (données mobilisées par les élus), un entretien avec les élus des différentes communes a permis de cerner les enjeux, les pressions, etc. sur les différents secteurs.

Une deuxième phase consiste, si possible, en un entretien avec les agriculteurs qui possèdent des parcelles érosives. Lors de cet entretien, des solutions pour limiter l'érosion leur sont proposées. Les solutions retenues sont bien souvent des aménagements ponctuels (particulièrement des haies et bandes enherbées), mais également parfois, des aménagements surfaciques tels que la couverture permanente du sol qui permet de limiter les parcelles nues durant les périodes les plus sensibles.

Lors de la dernière phase, une rencontre sur le terrain avec l'agriculteur permet de bien s'accorder sur les aménagements choisis.

Le SMIVAL se charge de proposer un panel de solutions aux exploitants, mais également de chiffrer leurs coûts, pour la commune, pour l'exploitant, ainsi que les aides auxquelles ils peuvent prétendre.

## **c. Entretien avec les riverains**

Les particuliers sont souvent désemparés face aux coulées de boue qui envahissent leur jardin et parfois même leur habitation. Ceux qui sont confrontés à ces problèmes et qui ne trouvent pas de solution efficace, se tournent généralement vers les élus, dans le but d'engager une médiation avec les exploitants des parcelles mises en cause.

Pour répondre à cette demande, le SMIVAL peut organiser un entretien avec les élus, les agriculteurs et le particulier pour trouver une solution durable en proposant des aménagements aux deux parties. Si les agriculteurs ne se sentent pas concernés, les particuliers peuvent soit aménager au mieux leur parcelle pour diminuer l'impact des coulées de boue (coûts entièrement à leur charge), soit engager une procédure à l'encontre de l'agriculteur laissant échapper la terre de ses parcelles. Cette dernière solution n'est généralement pas envisagée par les particuliers qui craignent de voir leurs relations de voisinage dégradées.

Afin de proposer des aménagements limitant les coulées de boue, des analyses hydrologiques ont été réalisées à l'aide du logiciel *Hec-Ras*<sup>®</sup>. Ces propositions prennent en compte les exigences de la DCE (Directive Cadre sur l'Eau). Le SPEMA (Service de Police de

l'Eau et des Milieux Aquatiques) de la Direction Départementale des Territoires de l'Ariège a été consulté pour avis dans certains dossiers.

#### **4. Communiquer sur l'érosion des sols**

---

##### **a. Prise de contacts avec les institutionnels**

Les forts épisodes d'érosion sont l'occasion de relancer une réflexion sur la dégradation des sols et ses conséquences. Un état des lieux des dégâts observés dans la vallée est remis aux principaux acteurs administratifs considérant la problématique. Cela permet de relancer la discussion pour élaborer d'autres solutions de gestion du problème.

##### **b. Amélioration de la communication avec le monde agricole : références techniques et conseil agricole**

Lors de rencontres avec le monde agricole, il est apparu important d'avoir des considérations et des références techniques agricoles solides. Il a donc été envisagé de réaliser des fiches à l'attention des agriculteurs, sur les itinéraires techniques et les avantages économiques des différents outils de lutte contre l'érosion. Pour améliorer la légitimité et la crédibilité de cet outil de communication, une collaboration avec un organisme de conseil agricole, tels que les chambres d'agriculture, les organismes publics agricoles, les associations (type AOC sols), les coopératives, etc. semblait indispensable.

Le conseil général de Haute-Garonne a une fonction de conseil agricole et travaille depuis plusieurs années pour réduire les coulées de boue par le programme « haies vives ». De plus, un travail est actuellement mené sur la mise en application de la directive européenne sur la protection des sols. Un travail d'élaboration d'un outil de communication par exemple, pourrait être envisagé avec le service DADRE du Conseil général de la Haute-Garonne.

Aujourd'hui ce type de support n'existe dans aucune des deux structures. Elles doivent permettre à chaque exploitant de trouver parmi un éventail de solutions celle(s) qui correspond(ent) le mieux à ses attentes et au profil de son exploitation.

##### **c. Outils de communication du SMIVAL**

###### *Information de la population via la presse*

Lors de précipitations intenses qui ont engendré d'importantes coulées de boue, un communiqué de presse est rédigé et transmis à différents organismes de presse locale. Des

témoignages illustrent de préférence les articles qui permettent de maintenir la vigilance sur ces phénomènes récurrents.

### *Le bulletin du SMIVAL*

Le SMIVAL publie tous les trimestres un bulletin sur les actualités du syndicat. Il est publié à plus de 9500 exemplaires distribués aux habitants de l'ensemble des communes adhérentes au syndicat. Il est également téléchargeable sur le site internet du SMIVAL.

Le dernier bulletin en date (février 2011) fait un retour d'expérience sur les plantations de l'hiver 2010 ainsi que sur le rôle des haies pour lutter contre les coulées de boue.

### *Les fiches de suivi des événements pluvieux*

Les fiches descriptives des événements pluvieux sont transmises aux différents organismes potentiellement intéressés (Conseils généraux, Conseil Régional, ARPE, DRAAF, etc.) et restent à la disposition du public sur le site internet du SMIVAL ([www.smival.fr](http://www.smival.fr)). La possibilité de consulter les fiches des événements pluvieux permet d'entretenir la mémoire collective et d'insister sur la récurrence des phénomènes.

## IV. RÉSULTATS ET ANALYSES

### 1. Acquisition de références

Aujourd'hui, la lutte contre les coulées de boue en vallée de la Lèze, mais aussi dans la plupart des cas, se fait essentiellement par des **aménagements ponctuels** qui ne permettent que de **limiter les dégâts**. On sait que ces haies, fascines et bandes enherbées, réduisent les conséquences des coulées de boue sans apporter de solution à l'origine du problème, c'est à dire à l'érosion des sols elle-même. Une réponse durable à l'érosion des sols passe par la réduction de la vulnérabilité des parcelles agricoles.

La surface de terres destinées à l'agriculture en France recule en moyenne de 90 000 ha par an (Agreste, 2010). Ainsi, si l'on souhaite maintenir la production tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif, il est impératif de conserver, voire d'améliorer la **qualité agronomique des sols** pour préserver leur fertilité (Schreiber, 10 juin 2011). Dans ce sens, **l'érosion hydrique des terres agricoles est un problème majeur que l'implantation d'aménagements ponctuels tels que les haies ne résoudra pas**. Les pratiques culturales qui réduisent l'érosion présentent en général de bons résultats.

La couverture du sol reste un excellent moyen de réduire l'érosion : pour la modélisation de précipitations comprises entre 20 et 60 mm en une heure (modèle STREAM) sur des sols de type terrefort, aucun signe d'érosion n'a été mis en évidence pour des parcelles avec un taux de couverture du sol de 100 % (Téchené, 2010). En revanche, ce même modèle montre une efficacité toute relative des bandes enherbées dans des zones d'érosion linéaire concentrée (fond de talweg par exemple) : de 4 à 13 % d'efficacité pour une pluviométrie de 40 mm en une heure.

Les rencontres avec les agriculteurs ont montré qu'il y a différentes façons de percevoir les problèmes d'érosion et différentes façons d'y répondre. Lorsqu'il s'agit de rétention à la parcelle, ils s'orientent en général vers une réduction du travail du sol. Cependant, certains exploitants n'envisagent pas de supprimer le labour. Ils pensent parfois qu'un labour augmente la capacité d'infiltration de l'eau en créant des rugosités et une aération des horizons superficiels. Cependant, la préparation d'un lit de semences après labour est une condition extrêmement sensible à l'érosion, à une période particulièrement propice aux précipitations. La réduction du travail du sol est abordée de différente façon selon les exploitants.

Nous présentons ici trois approches différentes du travail du sol qui ont été rencontrées au cours du stage. Nous ne prétendons pas être exhaustifs et de nombreux autres itinéraires techniques existent ou peuvent être élaborés. Ces exemples permettent d'illustrer des moyens efficaces de lutte contre l'érosion, qui reflètent les préoccupations et le mode de pensée des exploitants qui les ont mis en place.

#### a. Le semis direct

Il peut s'agir **d'une méthode de semi direct avec désherbage chimique**, comme dans le cas de Monsieur A. (Haute-Garonne). Dans ce cas, les coûts d'investissement dans le matériel sont parfois prohibitifs et l'utilisation de désherbants chimiques est augmentée comparé au travail classique. En revanche, en l'absence de compaction, le non labour ou travail sur la seule ligne de semi (strip-till) permet le maintien d'un couvert (Photographie 4 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) et une amélioration de la structure du sol qui limite l'impact des gouttes de pluie et qui améliore l'infiltration de l'eau.

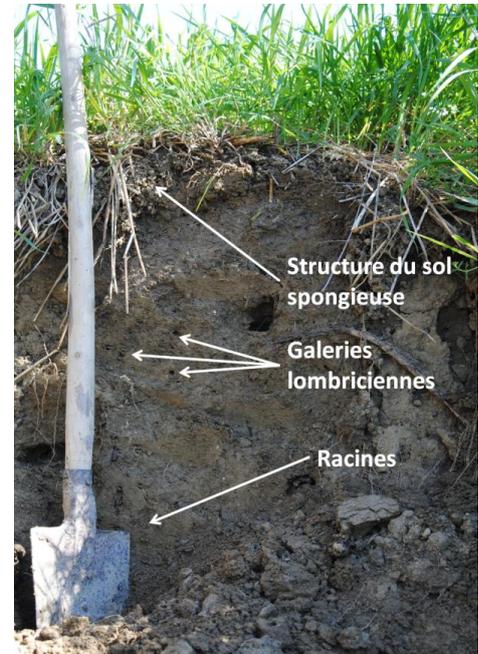


Photographie 4 : Le strip-till permet un travail du sol superficiel uniquement sur la ligne de semis, en conservant une couverture partielle du sol dans l'inter-rang. S. Barousse.

#### b. Le travail simplifié du sol

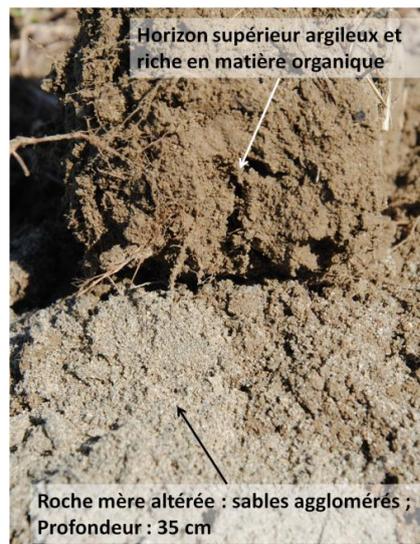
Il peut s'agir **d'un travail du sol sans retournement**. Dans le cas de Monsieur F. (Tarn), l'utilisation d'outils à dent de type sous-soleuse permet de décompacter des sols trop appauvris mais également d'accélérer le processus de pédogenèse par détérioration de la roche mère. Ce travail simplifié conserve la distribution des horizons et limite la perturbation de la pédofaune. Les résidus de culture sont restitués au sol afin d'en augmenter la matière organique et d'améliorer la structure des horizons supérieurs. Ainsi, après 30 années, ces sols argilo-calcaires sur des coteaux aux pentes de près de 30 %, ont retrouvé une bonne profondeur ainsi qu'une structure et une porosité de « bonne composition » (Photographie 5) qui ont fait entièrement disparaître tout signe d'érosion, même sur des sols nus.

Alors que sous nos latitudes, en condition naturelle (sous-bois), la pédogénèse inférieure à 1 t/ha/an, soit moins de 0,07 mm de profondeur gagnée par an (Jones *et al.*, 2004), le travail du sol sur cette exploitation a généré plus de 40 cm de sol en à peine plus de 30 ans sur les substrats marneux. Sur les substrats gréseux (sables agglomérés), le sol était extrêmement pauvre en argiles et matière organique (structure proche de celle de la roche mère altérée). Aujourd'hui on trouve plus de 30 cm d'un sol argileux, riche en matière organique (Photographie 6). L'argile néoformée provient des minéraux de la roche mère et la matière organique des résidus de culture laissés au sol lors d'épisodes pourtant violents.



Photographie 5 : Structure d'un sol argilo-calcaire après 30 années de non-labour chez M. Fabriès. H. Volebele.

Des problèmes de gestion des adventices et des ravageurs (limaces en particulier) persistent, en particulier dans cette exploitation en agriculture biologique. Après 5 à 6 années, le rendement de ces parcelles était comparable à celui des parcelles voisines.



Photographie 6 : Structure d'un terrefort sur un substrat gréseux. H. Volebele.

### c. Le non-travail complet du sol

Le non-travail du sol peut-être combiné avec un couvert permanent. Monsieur C. (Ariège) prévoit de mettre en place une rotation blé-tournesol-colza-sorgho sur deux années (Figure 8). L'implantation d'une culture pourrait se faire avant récolte de la précédente grâce à un semis à la volée. Les semences seraient alors préparées : soit gonflées (plongées quelques jours dans l'eau) et semées avant une averse, soit enrobées dans la terre locale

(Photographie 7), qui la protégerait des ravageurs en assurant un bon contact graine-sol. Le choix de variétés à cycle court est à prévoir. Le rendement sera probablement inférieur à celui d'un système plus conventionnel, mais le fait de récolter deux cultures par an pourrait contrebalancer cet effet et permettrait une gestion extensive du système en s'affranchissant de la nécessité d'obtenir un rendement maximal (réduction des intrants en particulier). Le non travail mécanique du sol et l'implantation de couverts végétaux pendant les cultures devraient permettre d'améliorer l'infiltration de l'eau et limiter l'arrachage des particules de terre. La réalisation d'un tel projet reste encore à mettre en œuvre.



Photographie 7 : Semences enrobées de terre locale, réalisées par Monsieur C. T. Biarnex

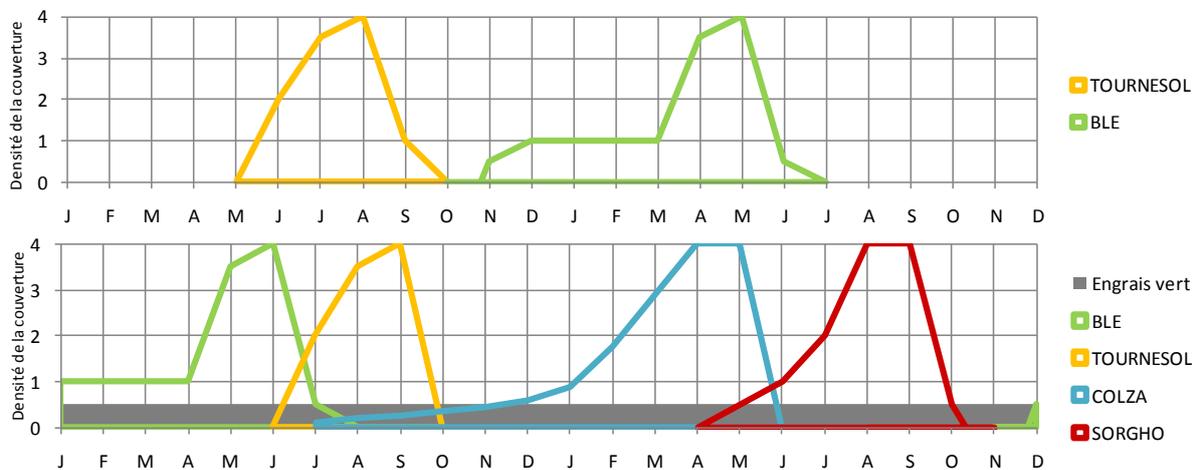


Figure 8 : Comparaison de la densité de couverture végétale sur deux ans, entre un système conventionnel (rotation blé-tournesol) et un système avec chevauchement des cultures tel que pensé par Monsieur C.. Réalisation : H. Volebele.

La présence d'un couvert de légumineuse tout au long de la rotation permettrait de limiter les intrants azotés et le développement des adventices.

## 2. Évaluation de l'importance des MES dans la Lèze

La Lèze a la particularité de présenter comme premier critère de mauvaise qualité de l'eau le taux de particules en suspension (méthode SEQ-Eau). Afin d'évaluer l'importance du phénomène, nous avons souhaité estimer la quantité de matières en suspension que peut charrier la rivière. Les données utilisées sont celles du taux de matière en suspension par échantillon à une fréquence mensuelle entre 1999 et 2008 (EauFrance), ainsi que les données de débits moyens journaliers (DREAL).

Le traitement de ces données (Figure 9) permet de noter que 6 relevés sur 175 suffisent à expliquer plus de 95 % du flux de matières en suspension qui transite dans la rivière. Le transport de MES ne serait donc pas un phénomène de fond mais principalement dû à des évènements ponctuels.

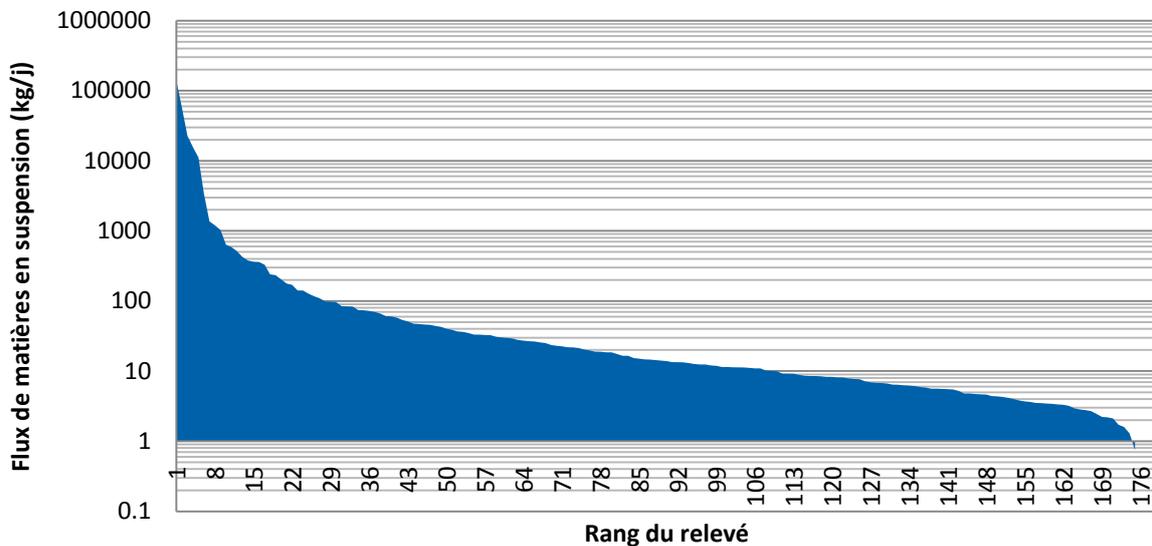


Figure 9 : Flux de matières en suspension à Labathe sur Lèze, données classées. 175 données relevées entre janvier 1999 et décembre 2008. Les données ont été calculées à partir des taux de matières en suspension par échantillon (EauFrance) et des débits moyens journaliers (DREAL).

Avec un pas de mesure mensuel on passe vraisemblablement à côté de la majeure partie des informations : un prélèvement par mois est très insuffisant pour décrire le correctement le flux de particules en suspension. Alors que le taux de MES, probablement sous-estimé, représente déjà le plus mauvais critère de la qualité de la Lèze, on est aujourd'hui incapable d'évaluer l'importance du phénomène avec précision.

### 3. Etat des lieux et retour d'expérience

#### a. Les dégâts générés

Au cours de la période mars-août 2011, six principaux épisodes orageux ont été enregistrés (Tableau 2). Les précipitations orageuses du 25 avril ont engendré d'importants dégâts malgré leur caractère relativement banal, puisque sa période de retour serait inférieure à 2 ans (Morschel & Fox, 2004) . Tout d'abord plus de 5 km de **routes départementales** et annexes ont été endommagées, pour un coût de nettoyage d'au moins 21 000 € (données du Conseil général de la Haute-Garonne). De plus, ces coulées de boue ont été à l'origine de trois **accidents de la circulation** sur la commune de Beaumont.

Les orages du 3 août ont également provoqué quelques dégâts, en particulier sur les communes de Lézat sur Lèze et de Saint Ybars. On a relevé 2 km de voirie endommagée par les coulées de boue et quelques ravines importantes dans certaines parcelles agricoles.

Tableau 2 : Principaux événements pluvieux en vallée de la Lèze au cours de la période mars-août 2011. I max : intensité maximale de précipitations.

Date	Commune	Cumul de précipitations (mm)	Durée du cumul	I max (mm/h)	Source de la donnée	Dégâts
23 avril 2011	Le Fossat	42.6	30h	5.2	SPC	Pas de dégâts observés
23 avril 2011	Pailhès	16.4	24h	NA	SPC	
25 avril 2011	Beaumont	50	12h	NA	Agriculteur	Coulées de boue sur les voiries, fossés et cours d'eau ; 3 accidents de la circulation ; 21 000 € de nettoyage de la voirie
25 avril 2011	Saint Sulpice	30	12h	15	Agriculteur	
25 avril 2011	Le Fossat	30.4	10h	18.8	SPC	
25 avril 2011	Pailhès	13.2	3h	14	SPC	
3 mai 2011	Le Fossat	23.6	15h	9.6	SPC	Pas de dégâts observés (couverture du sol développée)
3 mai 2011	Pailhès	15.4	15h	20.8	SPC	
30 mai 2011	Le Fossat	25.8	12h	4.8	SPC	Pas de dégâts observés (couverture du sol développée et sols secs)
30 mai 2011	Pailhès	24.9	12h	5.6	SPC	
12 juillet 2011	Le Fossat	42.9	7h	10.4	SPC	Pas de dégâts observés (couverture du sol développée)
12 juillet 2011	Pailhès	39	12h	43.2	SPC	
2 août 2011	Saint Ybars	53	3h	NA	Agriculteur	Coulées de boue sur les voiries, fossés et cours d'eau
2 août 2011	Le Fossat	50	3h	NA	Agriculteur	
2 août 2011	Beaumont	30	3h	NA	Agriculteur	

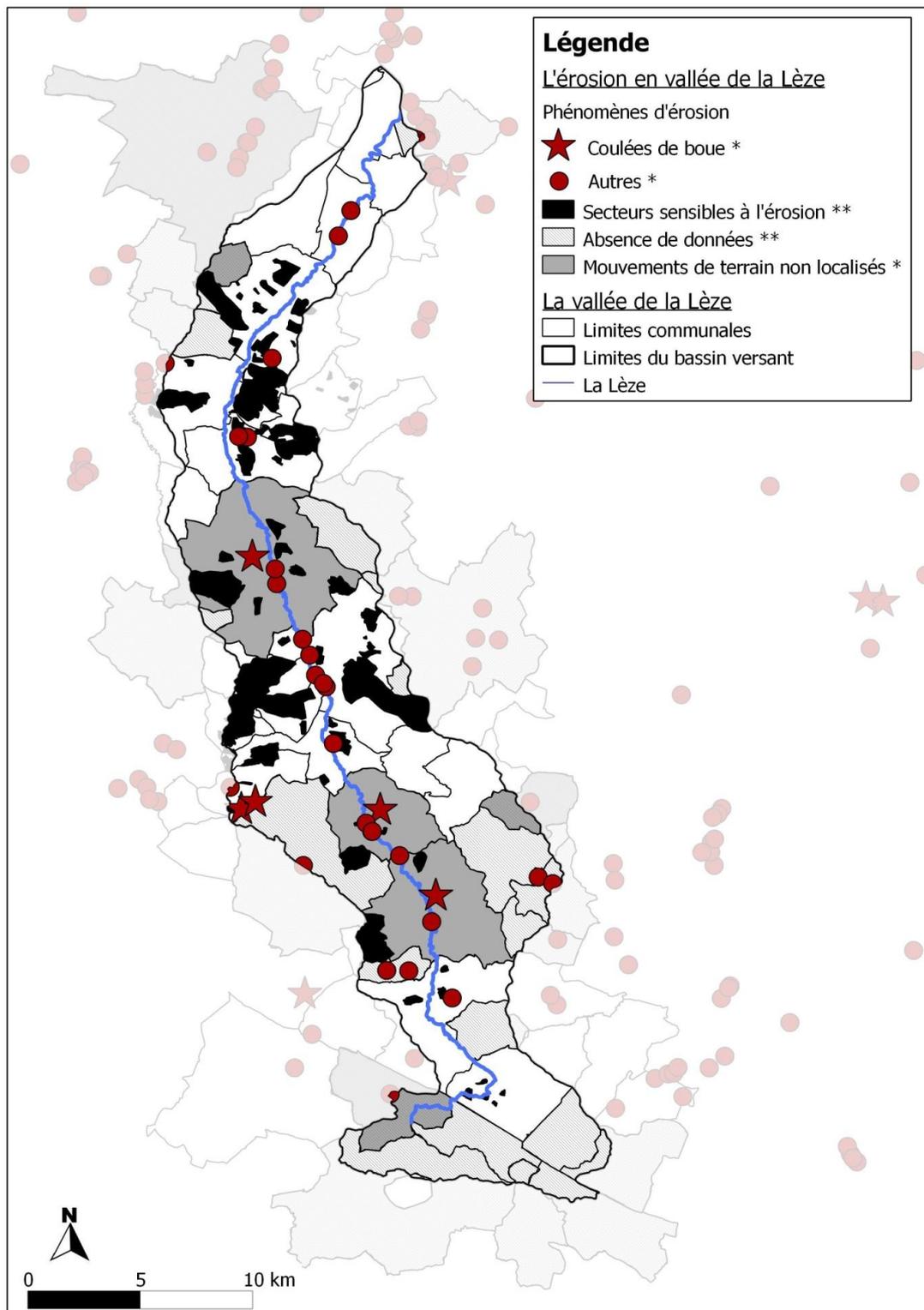
Bien que souvent méconnus, **les dégâts chez les particuliers peuvent être très importants**. Chez Madame B. par exemple (Haute-Garonne), le terrain, la terrasse, le garage ont été envahis par la boue; la fosse septique a été embourbée, la clôture abîmée, le système de récupération de l'eau de pluie comblé, etc., sans compter les petites dégradations qui s'amplifient d'un orage sur l'autre. Mme B. estime que les coûts réels des dégâts sont 4 fois supérieures aux sommes remboursées par l'assurance. Ainsi, l'orage d'avril 2011 lui aurait coûté près de 6 400 € et 15 jours de travail à 3 personnes. Si l'on considère un orage encore plus violent, comme l'a été celui de juin 2000, les coûts s'élèveraient à 18 000 € et 40 jours de travail à 4 personnes. Ceci sans prendre en compte le traumatisme et l'épuisement générés face à la récurrence du problème.

## b. Etat des lieux en vallée de la Lèze

Suite aux entretiens avec les élus dès 2010 (Téchené, 2010) et en 2011 une première carte des secteurs les plus sensibles a pu être établie. Ce premier diagnostic a été affiné, en particulier grâce au suivi des événements pluvieux et à la cartographie des parcelles touchées par des signes d'érosion au cours de ces orages. La carte issue de ces travaux est présentée ci-après (Carte 2). Ces observations confirment que les secteurs sensibles sont

principalement situés dans la partie médiane du bassin versant, c'est-à-dire sur les **coteaux argilo-calcaires à fortes pentes et à la céréaliculture développée**. Les zones de piémont, présentant de nombreux bois et pâturages, ainsi que le secteur du cône alluvial, en aval de la confluence et aux pentes très faibles, sont peu enclins à l'érosion. Au total on note aujourd'hui que **15 % du territoire est sujet aux coulées de boue**. Les observations de terrain ont permis de valider 35 % de ces données.

Carte 2 : L'érosion des sols en vallée de la Lèze. Données issues du BRGM (\*) et du SMIVAL (\*\*).  
Réalisation : H. Volebele.



## 4. Des solutions à l'échelle d'un territoire

---

Au-delà d'actions à l'échelle d'une parcelle ou d'une exploitation, la gestion de coulées de boue doit également se traiter au niveau du territoire.

### a. Organisation de l'espace agricole

L'augmentation de la taille des parcelles, la suppression des haies (diminution moyenne de 23 % du linéaire en 28 ans, soit environ 10 km/an (SMIVAL, 2010)), et le retournement d'anciennes prairies n'ont fait qu'aggraver le phénomène des coulées de boue à l'échelle du bassin versant. Cette tendance semble même plus importante dans les secteurs les plus sensibles (parcelles pentues).

Pour limiter la dégradation du maillage de haies, la plantation de haies devra être supérieure aux 10 km qui disparaissent annuellement. Pour l'hiver 2011, environ 4,5 km de haies sont prévues dans les coteaux pour limiter les coulées de boue, et 3 km de haies sont programmés dans le lit majeur de la Lèze afin de ralentir la vitesse d'écoulement des eaux en cas de crue. Un redécoupage des parcelles les plus importantes permettrait de diversifier l'assolement sur cette surface.

La valorisation des systèmes de polyculture élevage favoriserait le retour de prairies sur des zones pentues, difficiles à travailler et sensibles à l'érosion.

### b. Le soutien à la gestion raisonnée

Une limitation durable des coulées de boue ne passera que par une **considération du problème au niveau de la parcelle** et par des modifications des pratiques agricoles. Ce travail ne peut se faire qu'avec le **soutien des organismes agricoles**, et avec des **références scientifiques et techniques solides**. La mise en place de « parcelles témoins » et le développement d'un programme de suivi des exploitations « tests » (économique et agronomique) sont des outils de travail de fond qui permettront d'acquérir de solides références en la matière. **L'accompagnement des agriculteurs** dans leur démarche de changement de pratiques culturales est indispensable au développement de cette démarche. Par exemple, le programme de recherche **CAPSOL** de l'INRA, qui vise à estimer l'acceptabilité sociale de divers mécanismes incitatifs pour modifier les pratiques culturales et réduire ainsi le risque érosif favoriserait cet accompagnement. Cette étude agro-socio-économique, qui se déroulera dans les années à venir, semble un bon moyen d'aborder ces aspects (le détail des objectifs de cette étude est disponible en Annexe 4).

### c. La valorisation des haies

Une valorisation des haies implantées et existantes est importante pour limiter leur vitesse de disparition. Le maintien des haies dans le paysage agricole peut passer par la valorisation de leurs **atouts cynégétiques**, mais également par celui de l'accroissement de la biodiversité et des **auxiliaires de cultures**. L'utilisation des produits de taille pour produire du **BRF**, du **bois de chauffe** ou encore du **paillage**, peut être un argument économique en faveur de leur préservation. Le BRF est un des débouchés à développer car il permet, entre autre, de limiter voire d'annuler le labour, ce qui dans de bonnes conditions limite très fortement l'érosion hydrique. Cette technique nécessite environ 40 m<sup>3</sup> de BRF/ha/an, ce qui représente l'entretien de 1 à 2.7 km de haies (Liagre, 2006). En outre, l'incorporation de BRF dans les sols peut compenser la diminution des amendements organiques issus de l'élevage, bien que le rapport C/N ne soit comparable et que l'on peut, par conséquent, être amené à gérer des processus de faim d'azote.

**L'organisation de l'espace agricole et l'implantation** et la **valorisation** des haies sont des solutions abordées et soutenues par le SMIVAL lors des rencontres avec les agriculteurs et les élus.

## 5. Des outils administratifs à mobiliser

---

Les solutions techniques de lutte contre les écoulements boueux sont aujourd'hui bien connues et présentent pour des sols de type terrefort, naturellement peu sensibles à l'érosion, de bons résultats. Cependant, ces solutions ne sont pas toujours mises en œuvre, soit pour des raisons économiques, soit à cause d'un manque de prise de conscience.

Afin d'encourager la mise en place de techniques de lutte contre les coulées de boue, il existe des leviers incitatifs et des leviers répressifs.

### a. L'incitation financière

L'incitation financière peut être relative aux pertes engendrées par une pratique agricole contraignante ou peut faciliter l'acquisition d'outils ou l'implantation d'une culture en particulier (agroforesterie par exemple). Ces mesures peuvent être prises par exemple dans le cadre d'un PAT (aides à l'équipement pour des TCS, aide à l'entretien des talus, haies, fossés, aide à l'installation de cultures intermédiaires, etc.). Cette option a été examinée dans le rapport de Téchené (2010).

## **b. La répression financière**

Le Code de la voirie routière et le Code civil permettent des recours en cas de coulées de boue depuis les parcelles agricoles sur la voirie ou chez des particuliers : « *les responsables pourront être punis d’amende (contravention de 5<sup>ème</sup> classe), s’ils ont laissé écouler ou ont répandu ou jeté sur les voiries publiques des substances susceptibles de nuire à la salubrité et à la sécurité publique ou d’incommoder le public* »<sup>2</sup>. La chaussée pourra être nettoyée et la voirie remise en état à la charge financière du responsable de l’épandage des substances. Dans le cas d’un accident provoqué par la présence d’une coulée boueuse, le responsable est d’abord le propriétaire de la voirie. Cependant, ce dernier peut se retourner contre le propriétaire riverain si l’incident est récurrent puisque : « *on est responsable non seulement du dommage que l’on cause par son propre fait mais encore de celui qui est causé par la fait des personnes dont on doit répondre, ou des choses que l’on a sous sa garde* »<sup>3</sup>. Ces outils réglementaire et législatif sont en réalité délicats à appliquer mais le simple rappel de ces articles peut faciliter la prise de conscience et favoriser la mise en place de solutions.

## **c. Déclaration de catastrophe naturelle**

La déclaration de catastrophe naturelle est un outil que peut mobiliser le maire d’une commune sinistrée au cours des 10 jours suivant la catastrophe. L’état de catastrophe naturelle n’est effectif qu’après publication au Journal Officiel d’un arrêté interministériel ayant constaté l’état de catastrophe naturelle. Cela permet aux particuliers de recourir à la garantie des assurés contre les effets des catastrophes naturelles. Cependant, le classement de la commune est loin d’être systématique et nécessite qu’un nombre important de sinistrés se soit manifesté.

## **d. Zone soumise à contrainte environnementale (ZSCE)**

L’article 21 de la Loi sur l’Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) de 2006 a pour objet de pallier aux déficiences en matière de lutte contre les pollutions diffuses d’origine agricole. Il prévoit pour cela la possibilité de délimiter des Zones soumises à contraintes environnementales au sein desquelles est défini un programme d’action (PA) visant à limiter l’érosion, protéger les zones humides ou les aires d’alimentation des captages. Ce dispositif ne suppose aucune enquête publique et repose sur les collectivités territoriales dans leur mise en œuvre.

---

<sup>2</sup> Art. R 116-2 du Code de la voirie routière

<sup>3</sup> Art. 1384 du Code Civil

La ZSCE « érosion » est définie par arrêté préfectoral après avis du conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques, de la chambre départementale d'agriculture et de la commission locale sur l'eau (CLE) (Art. R. 114-1 à 10 du décret n° 2007-882 du 14 mai 2007). Pour chaque zone définie, le préfet établit un programme d'actions compatible avec le SDAGE et les autres mesures réglementaires ou contractuelles. Ce programme d'actions mentionne les aménagements à mettre en place (maître d'ouvrage, calendrier, modalités) et définit les mesures à promouvoir auprès des propriétaires et exploitants parmi :

- une couverture du sol temporaire ou permanente,
- un travail du sol, gestion des résidus de culture, apport de matière organique favorisant l'infiltration et limitant le ruissellement,
- la gestion des intrants,
- la diversification des cultures par l'assolement et la rotation culturale,
- le maintien ou la création de haies, talus, murets, etc.,
- la restauration ou l'entretien d'un couvert végétal spécialisé,
- la restauration ou l'entretien des mares, plans d'eau ou zones humides.

Après 3 ans, le préfet peut rendre obligatoire certaines mesures si les objectifs fixés ne sont pas atteints.

En juin 2007, le SMIVAL a formulé une demande de classement du bassin versant de la Lèze comme « zone d'érosion » au titre du décret n° 2007-882, auprès du sous-préfet de Muret, sans suite à ce jour.

#### e. Zone vulnérable nitrate

Le classement d'un bassin versant en « **zone vulnérable nitrate** », délivré par le Préfet, prévoit :

- la désignation de « zones vulnérables », parties de territoires alimentant des masses d'eau dépassant ou risquant de dépasser le seuil de 50 mg/l en nitrate, ainsi que celles présentant des tendances à l'eutrophisation ;
- la rédaction d'un code de bonnes pratiques agricoles ;
- la mise en place de programmes d'action sur chacune des zones vulnérables désignées ;
- la réalisation d'un programme de surveillance.

Comme le font remarquer Pointereau *et al.* (2009), puisque 65 % des zones avec un aléa érosion fort ou très fort au niveau national sont situées dans des zones vulnérables,

l'application de la Directive nitrate peut également être utilisée pour élaborer des solutions à travers les mesures proposées. Cependant, la Lèze n'est pas incluse dans les zones vulnérables.

#### f. Plan d'action territorial

Le PAT est un outil de l'Agence de l'eau qui a pour but de lutter contre les pollutions diffuses issues de l'agriculture. Élaboré pour protéger la ressource en eau potable, il ouvre droit à des cofinancements de l'Europe, de l'État et de l'Agence de l'eau via des mesures agro-environnementales territorialisées. La Lèze ne présentant pas d'enjeux « eau potable » direct, seul un PAT expérimental au titre de la prévention de la pollution par les matières en suspension pourrait être envisagé.

Suite au travail de prospection et à l'évaluation des aides mobilisables par les agriculteurs, il a semblé que la majorité de la profession agricole sur le territoire ne souhaite pas aujourd'hui entrer dans une telle démarche. Un travail de sensibilisation sur l'importance économique, sociale et environnementale des coulées de boue et de l'érosion des sols agricoles en général pourrait améliorer cette démarche.

De plus, un désaccord institutionnel sur le périmètre du PAT compromet un tel projet en vallée de la Lèze.

#### g. Perspectives et atteinte du bon état écologique

La Direction départementale des territoires de l'Ariège (2011) a défini que la pression la plus importante sur la Lèze, située au cœur d'un territoire rural, est d'origine agricole. Les pressions sur l'hydromorphologie et sur la morphologie sont également fortes, en particulier à cause des problèmes d'érosion dus aux fortes pentes, à la disparition des haies et du bocage et à une couverture du sol insuffisante en hiver. C'est pourquoi, afin de parvenir à un bon état écologique du cours d'eau, les **actions de bassin versant** pour la gestion de l'érosion en provenance des terres agricoles seraient définies comme prioritaires pour la période 2011-2013.

## 6. Des projets locaux

---

Dans les alternatives proposées aux agriculteurs, seul un panel assez restreint de solutions sont généralement retenues : les haies, les bandes enherbées et le couvert permanent du sol. Les propositions de redécoupage des parcelles sont par exemple toujours

exclues car elles génèrent trop de contraintes, même lorsqu'il s'agit d'implanter une bande enherbée en milieu de parcelles

qui pourrait, dans la majorité des cas, être franchie par un tracteur en levant l'outil utilisé. Parmi les aménagements retenus, les haies représentent une proportion très importante (Figure 10).

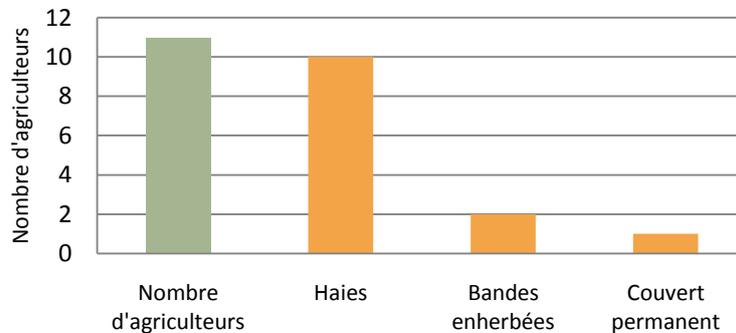


Figure 10 : Nombre d'agriculteurs ayant choisi un des trois aménagements.

Ceci s'explique de plusieurs façons : tout d'abord les haies ne nécessitent pas un entretien très contraignant, situées en bas de parcelle, elles n'impliquent pas un changement de pratiques agricoles pour l'exploitant. De plus, l'emprise sur la parcelle agricole est moindre (inférieure à 5 mètres) et les aides à l'implantation sont incitatives (les plans et le paillage sont fournis par le conseil général ou par la commune). D'autres arguments sont parfois évoqués, comme par exemple l'avantage cynégétique qu'elles représentent. Cependant, certains restent sceptiques quant à leur efficacité, car contrairement aux bandes enherbées, on évoque parfois le fait qu'une haie ne serait efficace contre les coulées de boue que plusieurs années après son implantation. Néanmoins, lors de l'orage du 25 avril 2011, on a pu observer sur les parcelles les plus sensibles, que des haies plantées l'hiver précédent avaient déjà limité les écoulements sur la voirie, grâce à l'enherbement autour des plants (Photographie 8). L'association de la haie et de la bande enherbée donne donc de très bons résultats dans la limitation des coulées de boue.



Photographie 8 : Écoulements boueux limités en bas de parcelle par l'implantation d'une haie de moins d'un an. Les écoulements sont sortis de la parcelle par l'entrée du champ. Les flèches symbolisent la direction des écoulements. T. Breinig.

Cet orage, sur des parcelles surveillées (connues comme sensibles) et aménagées l'hiver précédent, a permis en revanche permis soulever le problème des entrées de champ qui restent les points sensibles lorsqu'elles sont situées en bas de parcelles.

Sur les parcelles les plus sensibles, lorsque des aménagements sont indispensables pour limiter ces problèmes, les exploitants ne veulent en général mettre en place qu'un seul aménagement (Figure 11), attendant de voir l'impact de cet aménagement avant, éventuellement, d'en envisager d'autres.

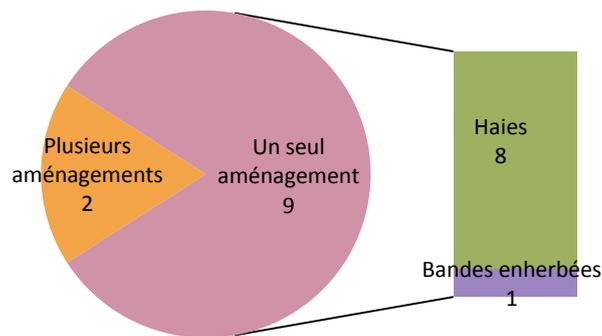


Figure 11 : Nombre d'agriculteurs ayant choisi de cumuler ou non les aménagements et type d'aménagement choisi dans le cas où un seul aménagement était retenu.

Les aménagements retenus suite aux réunions de concertation avec le SMIVAL sont principalement étudiés pour limiter les dégâts sur les voiries communales ou départementales, préservant les intérêts collectifs. Ceci s'explique par l'attachement des élus à assurer la sécurité des usagers de la route en cas de fortes pluies.

Selon la base de données Corinte, les bâtiments des particuliers représentent plus des ¾ des bâtiments dégradés pas les coulées de boue (Figure 12). Cependant, les aménagements prenant en compte leurs intérêts (Figure 13) ont été envisagés exclusivement suite à une demande des riverains qui subissent des coulées de boue dans leurs jardins parfois depuis quelques dizaines d'années. Les aménagements qui sont à la fois collectifs et particuliers concernent en général des coulées de boue qui s'épandent sur des chemins privés qui débouchent ensuite sur des voies communales ou départementales.

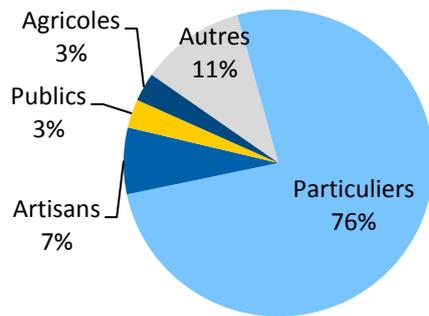


Figure 12 : Répartition des dégâts dus aux coulées de boue par type de bâtiments touchés au niveau national. Source : Base de données Corinte.

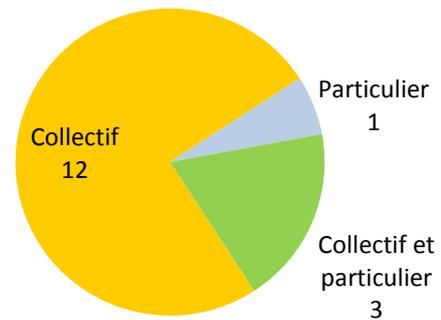


Figure 13 : Proportion d'aménagements retenus en vallée de la Lèze, visant à protéger des intérêts collectifs, particuliers ou les deux à la fois.

Ces résultats sont à mettre en parallèle des chiffres nationaux selon lesquels les principaux bâtiments touchés par les coulées de boue sont des constructions privées (76 %) alors que les bâtiments publics ne représentent que 3 % des sinistrés. On note cependant l'absence de données sur les voiries, qui sont dans notre cas, les principales infrastructures touchées par les coulées de boue.

On observe que le travail mené par les élus pour limiter les coulées de boue se concentre en premier lieu sur la mise en sécurité des espaces publics. C'est pourquoi les réunions de concertation étaient habituellement organisées avec les agriculteurs et les élus des communes concernées. Cependant, suite à la récurrence des coulées de boue et des dégâts associés, quelques particuliers ont également souhaité rencontrer le SMIVAL pour analyser la situation et trouver des solutions.

On note que les rencontres avec seulement les riverains n'aboutissent que très rarement à la mise en place d'aménagements. En revanche, considérer leurs problèmes permet parfois de mieux comprendre les enjeux et d'y répondre de façon plus adaptée. Les agriculteurs sont des acteurs importants de l'aménagement du territoire, la concertation avec eux permet en général de trouver des solutions (Figure 14). Bien que les concertations mixtes entre agriculteurs, riverains et élus aient été peu nombreuses, elles se sont avérées efficaces. Il faut préciser qu'ici, tous les aménagements ont été réalisés sur des parcelles agricoles, ce qui explique le rôle important des exploitants. Les aménagements mis en place par les riverains sont en général des initiatives personnelles.

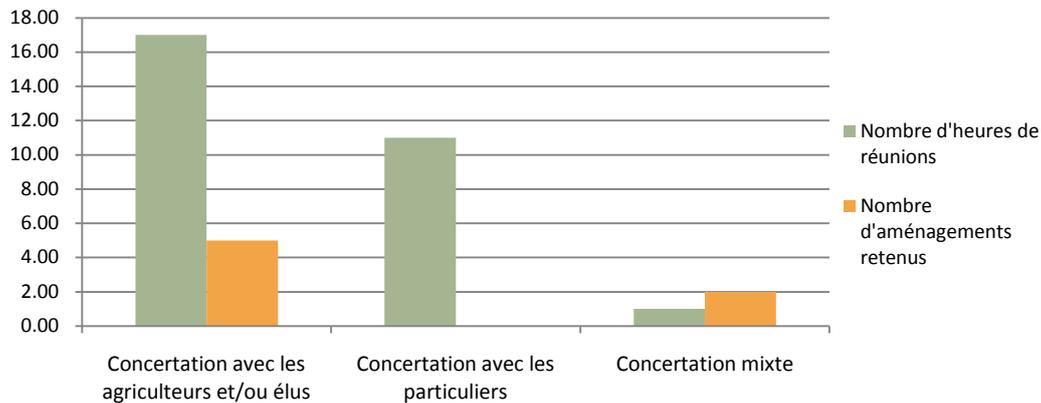


Figure 14 : Nombre d'heures de concertation avec les différents acteurs et nombre d'aménagements retenus à l'issue des réunions.

## 7. Opérations de communication

### a. Informations sur les conséquences des événements pluvieux

#### *Les articles de presse*

La publication d'articles de presse sur les événements orageux permet tout d'abord de rappeler aux habitants de la vallée qu'il existe un risque et que ces conséquences ont un coût non négligeable. Cela permet également d'évoquer les solutions qui existent et permet de rappeler l'action du SMIVAL. Suite à ces articles, il peut y avoir davantage de retours, de riverains par exemple, lors des événements suivants. Enfin, le fait d'évoquer ce problème dans la presse permet de sortir des limites du territoire et d'élargir le débat à une échelle régionale, voire supérieure. Il rend le territoire identifiable comme étant sensible à l'érosion, ce qui le rend visible pour des organismes de recherche tel que l'INRA qui était par exemple à la recherche de secteurs érosifs dans le Lauragais pour mettre en place le projet CAPSOL du programme de recherche GESSOL.

#### *Les courriers*

Suite aux coulées de boue du 25 avril 2011 sur les communes de Beaumont sur Lèze et de Saint Sulpice sur Lèze, près de 50 courriers papier et électroniques ont été envoyés aux communes, collectivités territoriales, représentants de l'Etat, etc. soit pour les informer et leur demander d'apporter d'éventuelles observations complémentaires à celles enregistrées, soit pour demander un entretien afin de discuter des solutions envisageables pour y remédier.

## b. Préparation d'un bulletin sur les coulées de boue en vallée de la Lèze

La trame d'un futur bulletin dont la parution est prévue fin 2011 ou début 2012 est élaborée. Il permettra principalement de valoriser le travail effectué en un an, et de faire un bilan sur les projets à venir, les nouvelles solutions envisagées, etc. (Annexe 5).

## 8. La perception de l'érosion des sols

---

### a. Par les élus du SMIVAL

La problématique des coulées de boue est perçue par les membres du Bureau, comme un problème lié à la gestion des inondations, dans le sens où il est question de ruissellements. La rétention et le ralentissement dynamique de ces ruissellements vont vers l'atténuation des deux phénomènes.

La lutte contre les inondations doit passer par un **aménagement des coteaux** et une **gestion des problèmes à l'échelle de la parcelle**. La suppression progressive des haies et le remembrement des parcelles agricoles ont eu de graves conséquences parfaitement observées par les élus qui perçoivent les solutions pour lutter durablement à la fois contre la violence des inondations et contre les coulées boueuses. Cependant, ils restent convaincus que des aménagements de lutte contre les inondations dans la vallée (bassin de rétention d'eau, digues, etc.) à une courte échéance sont indispensables. En effet, l'aménagement des coteaux sur une échelle assez grande est long à mettre en place avant d'avoir une efficacité avérée.

En revanche, ils sont en droit d'attendre des changements à un niveau national ou européen. Pour que les problèmes d'érosion soient suffisamment pris en compte, il semble nécessaire que des contraintes fortes soient exprimées, et celles-ci ne peuvent émaner légitimement que d'une organisation nationale ou supra-nationale.

### b. Par les institutions

La conservation des sols n'est pas encore au centre des préoccupations d'ordre environnemental. Les actions de lutte contre les émissions de gaz à effet de serre se développent fortement. Par exemple, on dénombre près d'une douzaine de **plans climats énergie** dans la région Midi-Pyrénées<sup>4</sup>. Ils sont mis en œuvre par les collectivités locales avec le soutien de la Région, de l'Etat et de l'ARPE. Mais le sol, qui pourrait être un des meilleurs puits de carbone, n'est en général pas évoqué dans les solutions de limitation d'émission et

<sup>4</sup> Données issues du site internet de la région Midi-Pyrénées

d'amélioration du stockage. On considère par exemple que des pratiques culturales adaptées permettraient de retenir entre 50 et 100 millions de tonnes de carbone par an dans les sols européens (Commission européenne, 2009) soit près du tiers de l'ensemble des émissions de CO<sub>2</sub> en France métropolitaine par an (CITEPA, 2011).

### **c. Par les agriculteurs**

La considération du sol comme une ressource non renouvelable n'est pas toujours effective. La prise en compte des intérêts sur les quelques campagnes à venir domine parfois la réflexion d'une stratégie de long terme. L'implantation d'une haie ou d'une bande enherbée est bien souvent pensée comme un aménagement qui limitera la surface de production, mais l'impact économique que peut représenter la conservation du sol est rarement évoqué. De la même façon, lorsque des solutions pour lutter contre l'érosion sont évoquées, ce seront les moins contraignantes qui seront retenues sans considérer leur efficacité, alors que le problème initial des pratiques culturales ne sera pas remis en question.

Le syndicat s'implique dans l'émergence de solutions locales mais la mutation du système agricole et la considération du sol comme un « bien commun de la nation », au même titre que l'eau ou que l'air, ainsi que la pression sociétale qui pourraient faciliter l'essor de l'agriculture de conservation doivent être élaborées à une échelle nationale ou européenne pour présenter une légitimité suffisante. Des outils tels que la directive cadre sur la protection des sols proposée par la Commission européenne vont clairement dans ce sens.

## V. DISCUSSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES

### 1. L'érosion des sols et les matières en suspension

Nous avons vu précédemment que ce sont principalement des évènements ponctuels qui sont à l'origine des forts taux de particules en suspension dans la Lèze. L'échantillonnage au pas de temps mensuel et beaucoup trop imprécis pour relever l'ensemble des variations du taux de MES. Ce facteur, premier responsable de la mauvaise qualité de l'eau, est aujourd'hui **méconnu** et probablement **sous-estimé**. L'installation d'un système de mesure de la concentration en particules en suspension dans la Lèze à un **pas de temps journalier** permettrait d'évaluer l'importance du phénomène. Cette étape est indispensable à l'élaboration d'un **état des lieux exhaustif**. L'amélioration de la qualité de la rivière, dont un des principaux facteurs de dégradation de la qualité est sa teneur en MES, ne pourra se mesurer que par un suivi régulier de ce paramètre.

### 2. La concertation locale

La concertation locale présente des avantages majeurs (dialogue, participation des agriculteurs, volontariat...) mais qui peuvent également présenter des limites : les solutions retenues se concentrent en général sur la gestion des coulées de boue, plus que les causes de l'érosion. Le soutien d'un organisme agricole pourrait faciliter le dialogue et la réflexion autour de l'érosion et de la qualité sols en général.

### 3. Le protocole de suivi des évènements pluvieux

La méthode de suivi des évènements pluvieux par l'établissement d'une fiche permet de conserver la mémoire des évènements avec des données assez précises issues de bases de données diverses (météo France, SPC, etc.). Cependant, les observations de terrain restent assez subjectives ce qui rend le traitement des données difficile.

Suite aux premiers évènements, une méthode complémentaire a été mise en place. Il s'agit d'une méthodologie de suivi de parcelles témoins. Ces parcelles ont été choisies sur l'ensemble du bassin versant, pour leurs caractéristiques physiques, mais également pour leurs pratiques culturales (agriculture conventionnelle, biologique, labour, semi-direct, etc.). Cela consiste en une description précise de l'état de la parcelle à la suite d'un évènement pluvieux important en attribuant une note érosion qui prend en compte la quantité de terre

érodée et une note coulée de boue qui prend en compte les dégâts générés. Ces données permettront de comprendre quels paramètres sont les plus importants en vallée de la Lèze pour expliquer ces phénomènes (pente, longueur de pente, densité du couvert végétal, travail du sol, etc.).

Un tableur a été créé pour regrouper les données. Il met automatiquement à jour les principaux graphiques d'analyse (réponse des sols agricoles aux précipitations en fonction du travail du sol, réponse des sols agricoles aux précipitations en fonction de la pente maximale de la parcelle, etc.). Bien que le nombre de parcelles choisi ne soit pas très élevé pour produire des résultats très fiables, un test de cette méthodologie sur un nombre de parcelles limité permettra de mettre en avant les avantages et les problèmes rencontrés. Un suivi précis de la réponse des parcelles agricoles aux précipitations permet de mieux comprendre les principaux facteurs influençant l'érosion des sols. Les documents relatifs à ce suivi sont disponibles en Annexe 6.

#### **4. Comment améliorer la considération du problème ?**

---

L'érosion des sols et les coulées de boue associées sont des phénomènes récurrents dans la vallée de la Lèze. Comme le rappelle Proserpi *et al.* (2011), la France ne possède **pas de législation spécifique sur la protection des sols**, alors que la politique agroenvironnementale, y compris le Plan de développement rural et les mesures d'éco-conditionnalité, se concentrent principalement sur la qualité chimique de l'eau et sur la biodiversité. La considération de l'érosion des sols comme un problème à grande échelle contre lequel une mobilisation générale doit s'organiser est un préalable indispensable pour que des solutions concrètes et efficaces qui existent puissent être mises en œuvre à grande échelle.

Pour que cette prise en compte soit effective, les riverains et les collectivités pourraient mettre en application l'art. R 116-2-4 du Code de la voirie routière et de l'art. 1384 du Code civil, mais ces démarches ne sont pas souhaitables pour conserver une certaine qualité relationnelle entre les différents acteurs. D'autant plus, qu'un simple rappel de cette réglementation a déjà permis la prise de conscience d'un agriculteur qui a entrepris des aménagements sur la parcelle concernées. Cela illustre le fort impact que peut avoir un simple rappel des règles et une menace d'application des textes.

## **5. Quelles autres actions pourraient être entreprises ?**

---

La vocation première du SMIVAL est la gestion de la rivière. L'aspect transversal du problème des érosions de sol mène à prendre en compte des considérations agricoles. Pour faciliter l'élaboration d'actions agricoles la collaboration avec les organismes agricoles est indispensable.

Ainsi, pour traiter la problématique de l'érosion des sols, le syndicat s'est rapproché du Conseil général de la Haute-Garonne qui intervient à la fois sur la plantation de haies via le programme « haies vives », s'engage sur du conseil agricole et se penche sur les problématiques d'érosion, en particulier en travaillant sur l'adaptation de la directive cadre pour la protection des sols.

La création d'un bassin versant expérimental, sur lequel les exploitants agricoles mettraient en place des techniques suivies et dont les résultats sur les sols et le milieu aquatique seraient analysés par un organisme de recherche, permettrait de lever des incertitudes techniques qui restent souvent le principal pour changer de pratiques culturales. Cela permettrait également de créer une « vitrine » des solutions accessibles aux autres agriculteurs. Ce projet pourrait être approfondi en collaboration avec des organismes de recherche et d'enseignement comme l'INRA, l'ARPE, l'ADEME, les collectivités, etc.

Aujourd'hui une démarche de concertation est en place et elle est à l'origine de la plantation de près de 4,5 km de haies, ainsi que de plusieurs projets d'aménagements des coteaux les plus sensibles. Cette démarche volontaire génère de bons résultats mais reste insuffisante dans certains cas, en particulier avec les propriétaires les plus réfractaires. Une politique nationale engagée dans la protection des sols semble aujourd'hui nécessaire pour débloquer les situations au niveau local et améliorer le soutien institutionnel.

## VI. CONCLUSION

Depuis les années cinquante, le sol est devenu le support de production d'une agriculture toujours plus intensive. Ce traitement a conduit à des déséquilibres importants dont l'érosion des sols est un des symptômes, à côté de l'appauvrissement des terres ou encore de la salinisation. Le problème de l'érosion des sols est décrit depuis longtemps, tout comme les solutions qui permettent d'y répondre. Malgré cela, c'est un phénomène qui prend de plus en plus d'ampleur.

A un niveau local, la prise de conscience est lente et délicate. Cependant, les enjeux économiques et les risques pour la sécurité routière favorisent la mobilisation. On remarque que les solutions adoptées sont généralement celles qui permettent de répondre à ces préoccupations de court terme, alors que la cause réelle qu'est la dégradation des sols est en général moins considérée. Le travail de concertation avec les acteurs de terrain porte ses fruits, même si ce sont des démarches longues dont les résultats sont encore trop limités pour observer une amélioration de la qualité de l'eau de la rivière. Les haies et les bandes enherbées ne sont pas les solutions les plus efficaces ni les plus durables, mais elles présentent deux principaux avantages : (I) elles sont plutôt bien acceptées par le monde agricole puisqu'elles ont un impact limité sur leurs habitudes et leurs revenus, (II) ce sont une porte d'entrée vers la considération de solutions plus durables.

Globalement, ce sont les techniques culturales qui semblent être le meilleur moyen de lutter contre les coulées de boue, et surtout le meilleur moyen de prévenir leur formation. Elles sont multiples et ne peuvent pas se résumer à un seul itinéraire technique. Comme le font remarquer Pointereau *et al.* (2009), l'agriculture de conservation nécessite des années d'expérimentation et de nombreux essais, mais doit également être adaptée au contexte pédo-climatique local, mais en France, ces références locales font aujourd'hui défaut. Des expertises et l'élaboration de fermes expérimentales sont nécessaires en vallée de la Lèze, à la fois pour trouver des solutions adaptées, mais également pour faciliter la prise de contact des agriculteurs avec ces techniques.

Alors que l'état des lieux de l'érosion en vallée de Lèze est aujourd'hui bien avancé, il manque un élément de premier ordre pour obtenir la quantification précise de l'impact des coulées de boue sur la rivière. La mesure journalière du taux de matières en suspension permettrait d'estimer l'ampleur du problème, de caractériser le phénomène (relativiser le

bruit de fond par rapport aux pics par exemple) et de mesurer l'évolution à long terme, en parallèle de l'évolution du territoire.

Au niveau national et international, la considération du sol comme un bien commun serait un grand pas vers la reconnaissance de ses fonctions fondamentales. Son aspect quasi non renouvelable et son caractère indispensable pour subvenir aux besoins d'une humanité en pleine croissance rend sa considération et sa protection de plus en plus nécessaire.

Des prises de conscience émergent. La Commission européenne, soucieuse de l'état de dégradation des sols européens, souligne que cette situation aura de graves répercussions dans des domaines tels que l'eau, le changement climatique, la protection de la nature et de la biodiversité, mais également pour la santé humaine et sur la sécurité des aliments (Commission européenne, 2006). Ainsi, elle a souhaité engager une réforme de la Politique Agricole Commune dès 2013 afin de répondre à des enjeux aussi importants que la gestion durable de l'eau, de l'air et des sols, la limitation des émissions de gaz à effet de serre, la sécurité alimentaire, ou encore la volatilité des prix (Commission européenne, 2010). Suite à ces constats, la Commission européenne a également proposé en 2006 une stratégie thématique en faveur de la protection des sols qui a pour but de les protéger contre l'érosion, la désertification, l'appauvrissement, l'artificialisation et les autres menaces qui pèsent sur eux. A ce jour, la France n'a pas accepté la proposition de directive de par les conflits que cela engendre avec d'autres enjeux : le sol reste ainsi le seul milieu biologique, contrairement à l'eau et à l'air, à ne pas présenter de protection juridique nationale ou européenne. Une question parlementaire a été posée en ce sens par le Sénateur de la Haute-Garonne, J.-P. Placade à la ministre de l'écologie le 25 août dernier (Annexe 7). L'adoption d'une telle directive faciliterait fortement la mise en place de solutions à l'échelle locale, grâce à l'élaboration d'outils administratifs forts, et sous l'impulsion d'une société en mutation.

<b>BIBLIOGRAPHIE</b>
----------------------

## **1. Articles, publications et ouvrages**

---

**ADEME**, 2007. *Evaluation des impacts environnementaux des Techniques Culturelles Sans Labour (TCSL) en France, Partie 4 : Impacts des TCSL sur le ruissellement et l'érosion.* Etude réalisée par ARVALIS - Institut du végétal, AREAS, INRA de Dijon, AgroParisTech.

**Agence de l'eau Adour-Garonne**, 2010. *Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Adour-Garonne 2010-2015.*

**Agreste**, 2010. *L'utilisation du territoire entre 2006 et 2009, l'artificialisation du territoire atteint 9% du territoire en 2009.* Agreste Primeur (246).

**Al Addan F., Aliaga F., Bouché M.**, 1990. *Relation entre peuplements lombriciens et propriétés physico-chimiques des sols méditerranéens.* Proceeding 10th International colloquium of soil zoology.

**Barlier J.-F.**, 1977. *Les Sols sur molasse dans la région toulousaine. Etude des phénomènes de lessivage et de remaniements.* Thèse Universitaire de 3<sup>ème</sup> cycle, Université de Toulouse III : 107 p.

**Bouché M.**, 1990. *Ecologie opérationnelle assistée par ordinateur.* Masson : 572 p.

**Bourguignon C., Bourguignon L.**, 2010. *Le sol, la terre et les champs - Pour retrouver une agriculture saine.* Sang de la Terre : écologie, environnement, société : 223 p.

**Brunet R.**, 1957. *L'érosion accélérée dans le Terrefort toulousain.* *Revue de Géomorphologie Dynamique*, 3-4 : 33-40.

**Bruno J.-F., Fox D.**, 2004. *L'érosion en rigole dans les coteaux du Sud-ouest.* Paris: INRA Editions : 816 p.

**Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (CITEPA)**, 2011. *Emissions dans l'air en France - Métropole - Substances relatives à l'accroissement de l'effet de serre.* Paris : 25 p.

**Commission des communautés européennes**, 2006. *Stratégie thématique en faveur de la protection des sols.* Communication de la commission au conseil, au parlement européen, au comité économique et social européen et au comité des régions.

- Commission européenne**, 2009. *Changement climatique et importance des sols : la Commission a creusé la question*. Press Releases. Bruxelles.
- Commission européenne**, 2006. *La commission propose une stratégie de protection des sols européens*. Press Releases. Bruxelles.
- Commission européenne**, 2010. *La PAC à l'horizon 2020 : Alimentation, ressources naturelles et territoire - relever les défis de l'avenir*. Communication de la commission au parlement européen, au conseil, au comité économique et social européen et au comité des régions, Bruxelles.
- Comité d'Orientation pour la Réduction de la Pollution des Eaux par les Nitrates (CORPEN)**, 2007. *Les fonctions environnementales des zones tampons, les bases scientifiques et techniques des fonctions de protection des eaux*. Première édition, Groupe Zones tampons : 176 p.
- Delaunoy A., Bruno J., Costes J., Longueval C., Revel J.**, 2004. *Le non-labour lutte contre l'érosion*. Perspectives agricoles, 301 : 60-63.
- Delaunoy A.**, 2000. *Diagnostic territorial sur l'érosion. Exploitations agricoles des coteaux molassiques du Tarn*. Synthèse des résultats. Chambre d'Agriculture du Tarn : 42 p.
- Direction Départementale des Territoires (DDT) de l'Ariège**, 2011. *Fiche masse d'eau (ME FRR187) - La Lèze de sa source au confluent de l'Ariège - UHR Ariège Hers vif*.
- Elyakime B., Bruno J.-F.**, 2000. *Gestion de la lutte contre une érosion de versant avec dégâts sur site public*. Economie rurale, 257 : 67-77.
- Holtz U.**, 2003. *La Convention des Nations Unies sur la Lutte Contre la Désertification (UNCCD) et sa dimension politique*. Bonn.
- Jones R.J.A. , Le Bissonais Y., Bazzoffi P., Díaz J.S., Düwel O., Loj G., Øygarden L., Prasuhn W., Rydell B., Strauss P., Üveges J.B., Vandekerckhove L., Yordanov Y.**, 2004. *SOIL EROSION - Task Group 2 on nature and extent of soil erosion in Europe*. Reports of the technical working groups established under the thematic strategy for soil protection volume – II Erosion. European Commission – Joint Research Centre : 192 p.
- Kirkby M. J., Morgan R. C.**, 1980. *Soil erosion*. Wiley, Éd: 312 p.
- Le Bissonais Y., Thorette J., Bardet C., Daroussin J.**, 2002. *L'érosion hydrique des sols en France*. IFEN, INRA : 105 p.

- Le Bissonnais Y., Gascuel-Oudoux C.,** 1998. *L'érosion hydrique des sols cultivés en milieu tempéré*. In : *Sol : interface fragile*, (Ed. by : Stengel P., Gelin S.), INRA Edition, Coll. Mieux comprendre, Paris : 129 – 144.
- Lebrun P.,** 2001. *Evaluation technico-économique des mesures anti-érosives installées sur un bassin du Lauragais*. Toulouse: Rapport de stage, INP-ENSAT : 25 p.
- Liagre F.,** 2006. *Les haies rurales, Rôles - création - entretien*. Editions France Agricole : 319 p.
- Morschel J., Fox D.,** 2004. *Une méthode de cartographie du risque érosif : application aux collines du Terrefort lauragais*. M@ppemonde : 76.
- Pointereau P., Doublet S., Coulon F., Houtin M., Moncamp M., Properi P.,** 2009. *Sustainable Agriculture and Soil Conservation (SoCo Project), Case Study - France*. JRC Technical Notes - European Commission.
- Properi P., Terres J., Doublets S., Pointereau P.,** 2011. *Conservation agriculture effects and policy support to mitigate soil degradation in Midi-Pyrénées (France)*. Land Degradation & Development, 22 : 70-83.
- Revel J., Guiresse M.,** 1995. *Erosion due to cultivation of calcareous clay soils on hillsides in south-west France. II. Effect of ploughing down the steepest slope*. Soil & Tillage Research, 35 : 157-166.
- Revel J., Guiresse M.,** 1995. *Erosion due to cultivation of calcereous clay soils on hillsides of south west France. I. Effect of former farming practices*. Soil & Tillage Research, 35 : 147-155.
- Revel J.-C., Coste N., Cavalie J., Costes J.-L.,** 1989-1990. *Premiers résultats expérimentaux sur l'entraînement mécanique des terres par le travail du sol dans le Terrefort toulousain (France)*. S. Pédol., Éd., Cah. ORSTOM, 25 (1-2) : 111-118.
- Schreiber K.,** 10 juin 2011. *L'avenir agronomique des sols*. Notes personnelles. Saint André: conférence organisée par l'Association occitane de conservation des sols (AOC sols).
- Syndicat Mixte Interdépartemental de la Vallée de la Lèze (SMIVAL),** 2010. *Etude de localisation des haies et autres éléments du territoire qui favorisent la rétention des eaux de ruissellement*. Eaucéa, Toulouse : 66 p.
- Téchené F.,** 2010. *Erosion des sols et qualité de la l'eau en vallée de la Lèze*. Toulouse: Rapport de stage. SMIVAL, INP-ENSAT : 81 p.

- Thorette J.**, 2005. *L'érosion des sols, un phénomène à surveiller*. Le 4 pages IFEN (106). Institut français de l'environnement (IFEN).
- Turbé A., De Toni A., Benito P., Lavelle P., Lavelle P., Ruiz N., Van der Putten W. H., Labouze E., Mudgal S.**, 2010. *Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers*. Bio Intelligence Service, IRD, and NIOO. Report for European Commission.
- Wischmeier W. H., Smith D. D.**, 1978. *Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning*. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook : 537.
- Wood P. J., Armitage P. D.**, 1997. *Biological effects of fine sediment in the lotic environment*. Environmental Management, 21 (2) : 203-217.

## 2. Sites internet

---

Agence de l'eau Adour Garonne. (2011, 03 23). *Accès thématique / état des eaux superficielles / accès aux données brutes et élaborées*. Consulté le 05 2011, sur SIE Adour Garonne: <http://adour-garonne.eaufrance.fr>

BRGM. (2010). *Info Terre, le visualiseur des données géoscientifiques*. Consulté le Mai 2011, sur BRGM: <http://infoterre.brgm.fr>

IFREMER. (2006, 12 20). *SEQ - Eau douce*. Consulté le 04 2011, sur IFREMER: <http://www.ifremer.fr/delcc/cycleau/reglementation/seqeau.htm>

SMIVAL. (2011). Consulté le 03 2011, sur SMIVAL: <http://www.smival.fr>

Région Midi-Pyrénées. (4/08/2011). *Mise en œuvre d'un Plan Climat Energie territorial dans une collectivité locale à l'Innopole de Labège* : <http://www.midipyrenees.fr/-Actualite-Mise-en-oeuvre-d-un-Plan-Climat-Energie-territorial-dans-une>

<b>TABLE DES FIGURES</b>
--------------------------

<b>Figure 1</b> : Côtes relevées au Fossat lors des principales inondations de la Lèze (SMIVAL 2004 et DREAL) .....	3
<b>Figure 2</b> : Organigramme du SMIVAL.....	3
<b>Figure 3</b> : Logigramme des facteurs favorisant l'érosion hydrique et de ses conséquences. ...	5
<b>Figure 4</b> : Évolution du nombre annuel de coulées boueuses déclarées en catastrophe naturelle et des précipitations entre 1985 et 2000. Données Medd (DPPR), base Corinte – Inra. ....	9
<b>Figure 5</b> : Nombre de coulées de boue par 100 km <sup>2</sup> pour les régions françaises. En jaune, la région Midi-Pyrénées. Source : Le Bissonnais <i>et al.</i> 2002. ....	10
<b>Figure 6</b> : Quatre plus mauvais critères de qualité de la Lèze. Données annuelles, selon la méthode SEQ-eau à Labarthe sur Lèze (EauFrance). ....	11
<b>Figure 7</b> : Percolation de l'eau dans le sol en fonction de la biomasse présente dans ce sol.	13
<b>Figure 8</b> : Comparaison de la densité de couverture végétale sur deux ans, entre un système conventionnel (rotation blé-tournesol) et un système avec chevauchement des cultures tel que pensé par Monsieur C.. <i>Réalisation : H. Volebele.</i> ....	23
<b>Figure 9</b> : Flux de matières en suspension à Labathe sur Lèze, données classées. 175 données relevées entre janvier 1999 et décembre 2008. Les données ont été calculées à partir des taux de matières en suspension par échantillon (EauFrance) et des débits moyens journaliers (DREAL). ....	24
<b>Figure 10</b> : Nombre d'agriculteurs ayant choisi un des trois aménagements. ....	32
<b>Figure 11</b> : Nombre d'agriculteurs ayant choisi de cumuler ou non les aménagements et type d'aménagement choisi dans le cas où un seul aménagement était retenu.....	33
<b>Figure 12</b> : Répartition des dégâts dus aux coulées de boue par type de bâtiments touchés au niveau national. Source : Base de données Corinte. ....	34
<b>Figure 13</b> : Proportion d'aménagements retenus en vallée de la Lèze, visant à protéger des intérêts collectifs, particuliers ou les deux à la fois.....	34
<b>Figure 14</b> : Nombre d'heures de concertation avec les différents acteurs et nombre d'aménagements retenus à l'issue des réunions. ....	35

## TABLE DES CARTES

<b>Carte 1</b> : Carte lithologique simplifiée de la vallée de la Lèze et sa région. Données : BRGM, BD Carthage, BD CARTO-IGN. Réalisation : H. Volebele. ....	2
<b>Carte 2</b> : L'érosion des sols en vallée de la Lèze. Données issues du BRGM (*) et du SMIVAL (**). Réalisation : H. Volebele. ....	26

## TABLE DES TABLEAUX

<b>Tableau 2</b> : État écologique et chimique de la Lèze en 2009 à Labarthe sur Lèze, selon les critères DCE définis par l'arrêté du 25 janvier 2010 (Eaufrance). ....	12
<b>Tableau 3</b> : Principaux évènements pluvieux en vallée de la Lèze au cours de la période mars-août 2011. I max : intensité maximale de précipitations. ....	25

## TABLE DES PHOTOGRAPHIES

<b>Photographie 1</b> : Succession des paysages de la vallée de l'amont (a) vers l'aval (c). SMIVAL. 1	
<b>Photographie 2</b> : La Lèze eutrophe en septembre 2009. SMIVAL. ....	12
<b>Photographie 3</b> : La Lèze chargée en particules en suspension après un orage en avril 2011. SMIVAL. ....	12
<b>Photographie 4</b> : Le strip-till permet un travail du sol superficiel uniquement sur la ligne de semis, en conservant une couverture partielle du sol dans l'inter-rang. S. Barousse. ..	21
<b>Photographie 6</b> : Structure d'un terrefort sur un substrat gréseux. H. Volebele. ....	22
<b>Photographie 5</b> : Structure d'un sol argilo-calcaire après 30 années de non-labour chez M. Fabriès. H. Volebele. ....	22
<b>Photographie 7</b> : Semences enrobées de terre locale, réalisées par Monsieur C. T. Biarnex. 23	
<b>Photographie 8</b> : Écoulements boueux limités en bas de parcelle par l'implantation d'une haie de moins d'un an. Les écoulements sont sortis de la parcelle par l'entrée du champ. Les flèches symbolisent la direction des écoulements. T. Breinig. ....	32

**ACRONYMES**

- ADEME** : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
- AOC sols** : Association occitane de conservation des sols
- ARPE** : Agence régionale pour l'environnement
- BRF** : Bois raméal fragmenté
- CITEPA** : Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique
- DADRE** : Direction de l'agriculture du développement rural et de l'environnement
- DCE** : Directive cadre sur l'eau
- INRA** : Institut national de la recherche agronomique
- MES** : Matières en suspension
- MO** : Matière organique
- PA** : Plan d'action
- PAT** : Plan d'action territorial
- SDAGE** : Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
- SMIVAL** : Syndicat mixte interdépartemental de la vallée de la Lèze
- SPC** : Service de Prévention des Crues
- ZSCE** : Zone soumise à contrainte environnementale

## ANNEXES

**Annexe 1** – Tableau de suivi des évènements pluvieux

**Annexe 2** – Exemple d'une fiche type de suivi des évènements pluvieux : le 25 avril 2011

**Annexe 3** – Document d'aide à la décision pour le suivi de l'érosion

**Annexe 4** – Présentation du projet CAPSOL

**Annexe 5** – Trame du bulletin spécial coulées de boue

**Annexe 6** – Tableur de suivi des parcelles agricoles

**Annexe 7** – Question parlementaire posée par le Sénateur J.-P. Plancade

## Annexe 1 – Tableau de suivi des évènements pluvieux

Date de l'évènement	Heure	Communes	Précip (mm)	Cumul	Imin	Imax	Durée de l'évènement (min)	Source	Remarque
04/04/2011	2:30	Le Fossat	4.2	cumul sur 6h				SPC	REEL
22/04/2011	19:00	Le Fossat	5.9	cumul sur 4h	0.80	6.00	4h	SPC	REEL
23/04/2011	8:45	Le Fossat	18.2		0.40	5.20	6h	SPC	REEL
23/04/2011	19:00	Le Fossat	24.4	Cumul sur 24h			24h	SPC	REEL
23/04/2011	19:00	Pailhès	16.4	cumul sur 24h			24h	SPC	REEL
25/04/2011	20:00	Beaumont	50	Sur la nuit			2 orages dans la nuit (vers		REEL
25/04/2011	20:00	Saint Sulpice	30	Sur la nuit		15.00	20h30 puis 22h30) puis faibles	M. Zadro	REEL
25/04/2011	20:30	Le Fossat	30.4	cumul sur 10h	0.40	18.80	10h	SPC	REEL
25/04/2011	20:45	Pailhès	13.2	cumul sur 3h	0.80	14.00	3h	SPC	REEL
25/04/2011	0:45	Pailhès	3.7	cumul sur 2h	0.40	4.40	2h	SPC	REEL
03/05/2011	4:30	Le Fossat	11.2	cumul sur 24h à partir de 20h			toute la journée	météociel	PREVISION
03/05/2011	4:30	Le Fossat	11.5	cumul sur 4h	0.80	9.60	toute la journée	SPC	REEL
03/05/2011	8:30	Le Fossat	12.1	cumul sur 11h (19h30)	0.40	5.20	toute la journée	SPC	REEL
03/05/2011	5:00	Pailhès	11.3	cumul sur 2h	0.40	20.80	2h	SPC	REEL
03/05/2011	9:30	Pailhès	4.1	cumul sur 11h (19h30)	0.00	2.40	5 épisodes de qq min à 2h	SPC	REEL

## Annexe 2 – Exemple d'une fiche type de suivi des évènements pluvieux : le 25 avril 2011



### Suivi des évènements pluvieux en vallée de la Lèze Évènement du 25/04/2011

Date de rédaction : mai 2011

Rédacteur : H. Volebele

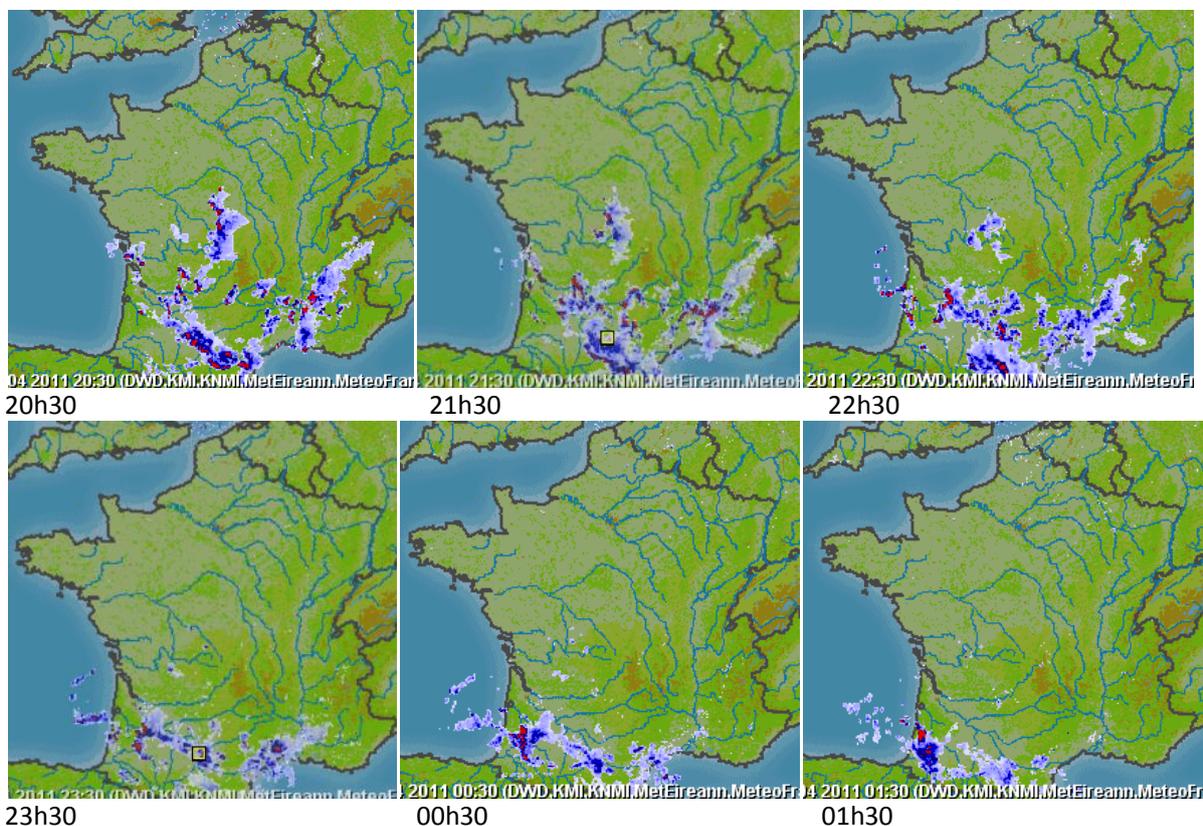
<b>Date de l'évènement</b>	25/04/2011
<b>Heure</b>	Dès 20h, toute ou une partie de la nuit
<b>Alertes météorologiques</b>	Orages localisés ( <i>Météo France</i> )

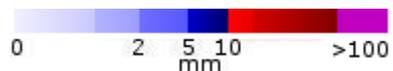
### Situation générale

- Un faible gradient de pression,
- Un flux de nord,
- Le 25 avril 2011 en fin d'après-midi, une perturbation se forme au dessus du massif central et progresse vers le sud en se renforçant au-dessus de la vallée de la Garonne puis balaye la vallée de la Lèze du nord au sud.

### Données météorologiques

Image radar du 25/04/2011 de 20h00 à 01h30. *Météox.com*



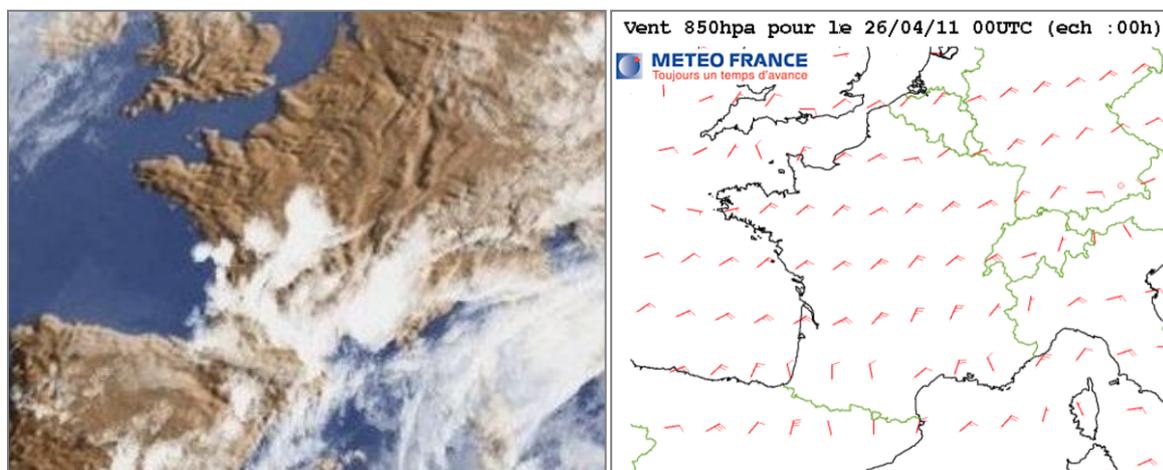


## Cumul des pluies

Heure	Commune	Pluviométrie (mm)	Cumul	I min (mm/h)	I max (mm/h)	Source
20:00	Beaumont	50	cumul sur la nuit	-	-	Terrain
20:00	Saint Sulpice	30	cumul sur la nuit	-	15.00	Terrain
20:00	Lézat	22	cumul sur la nuit	-	-	Terrain
20:30	Le Fossat	30.4	cumul sur 10h	0.40	18.80	SPC
20:45	Pailhès	13.2	cumul sur 3h	0.80	14.00	SPC

Lame d'eau : cumul du 25/04/2011. *Météociel.*

## Autres données météorologiques

Image Satellite de la situation lundi 25 avril à 20h. Carte des vents le 26/04/2011. *Météofrance.*

## Communes principalement touchées

- Beaumont sur Lèze
- Saint Sulpice sur Lèze

## Coûts

Des coûts importants de nettoyage ont été engagés, en particulier par les communes et le conseil général 31. Sur la commune de Saint Sulpice sur Lèze, une demi-journée de travail à trois agents a été nécessaire pour mettre en sécurité les principaux sites touchés.

21 000€ de frais engagés par le Conseil Général pour le nettoyage d'une des deux routes départementales.

## Dégâts

On note sur les communes de Beaumont et de Saint Sulpice de nombreuses coulées de boue qui ont débordé à plusieurs endroits sur les routes, particulièrement sur la D74 et la D4 (cf. carte).

Les voiries et les habitations ont été touchées (photos n° 5, 11, 16, 19, 21).

Trois accidents de la circulation ont été signalés à Beaumont, dont un accident de scooter impliquant 2 personnes.

Des ravines dues à une concentration des écoulements sur sol nu ont été constatées à Beaumont aux lieux-dits *La Grange* (photo n° 6) et *Maurat* (photo n° 4). De petites rigoles ont fréquemment été observées, en général sur des parcelles travaillées dans le sens de la pente (photos n° 7, 12, 20, 21). Il est particulièrement notable que les parcelles en très faible pente ont présenté des signes importants d'érosion (photo n° 10) et ont parfois même généré des coulées de boue sur les voiries (par exemple sur la D4 : photo n° 5).

Aucune coulée de boue n'a été relevée sur des parcelles avec une couverture végétale développée.

## Analyse et propositions

On remarque à plusieurs reprises l'efficacité des bandes enherbées et des haies pour limiter voire stopper les écoulements boueux sur les chaussées (photo n°2, 8, 17, 18). Cependant, on note également que les accès aux parcelles peuvent être des points sensibles : les écoulements retenus et canalisés par les aménagements sont libérés à ce niveau sur les routes (photo n° 21). Une entrée sur les parcelles situées dans la partie haute du champ résoudrait ce problème.

Très peu de dégâts ont été observés sur des parcelles présentant un couvert végétal (verse sur céréales : photo n° 9, 14). Cela confirme l'intérêt d'un assolement concerté qui peut diminuer les surfaces nues dans des zones à risque.

On remarque des traces importantes d'érosion sur des parcelles à très faible pente (photo n° 10) qui peut s'expliquer par l'afflux d'eau provenant des coteaux. En effet, la terre fine générée en surface est beaucoup plus sensible à la battance et accentue donc les ruissèlements et l'érosion

# État des lieux des conséquences engendrées par l'évènement pluvieux sur les communes de Beaumont sur Lèze et de Saint Sulpice sur Lèze



## Annexe 3 – Document d'aide à la décision pour le suivi de l'érosion



### Estimation de la quantité de sol érodé

Document d'aide à la décision dans le suivi des parcelles agricoles

Proposée par Hélène VOLEBELE

27 mai 2011

### Concept général

Dans le suivi de la réponse des parcelles agricoles aux événements pluvieux, deux critères sont principalement pris en compte :

- **L'érosion** : signes physiques de départ de sol sur les parcelles (rigoles, ravines, etc.)
- **Les coulées de boue** : sortie de la terre érodée de la parcelle

Afin de quantifier des deux critères, un système d'annotation a été défini comme suit :

Note érosion	Observations
0	nul/battance
1	< 4 t/ha
2	> 4t/ha et < 10t/ha
3	> 10 t/ha

Note coulées de boue	Observations
0	nul
1	coulées dans les champs
2	coulées hors des champs
3	fortes coulées hors des champs (routes couvertes, fossés comblés)

Une **note globale** représentant l'importance de l'érosion au niveau de la parcelle ainsi que l'impact de cette érosion sur son environnement (cours d'eau, voirie, habitations, etc.) sera obtenue en **additionnant** la « note érosion » et la « note coulées de boue ».

La note globale peut ainsi varier entre 0 et 6.

Le résultat obtenu sera rapporté dans le tableau « parcelles de suivi.xlsx » avec les autres paramètres pris en compte :

- Identifiant de la parcelle
- Intensité maximale de l'évènement pluvieux
- Durée de l'évènement pluvieux
- Précipitations totales
- Date de l'évènement
- Observations générales

### Estimation de la note érosion

**Note 0 : pas d'érosion ou battance**

Croute de battance

**Note 1 : Pertes de sol inférieures 4 t/ha**

Caractéristiques :

- Érosion en nappe sur toute ou une partie de la parcelle
- Une ou plusieurs rigoles de 2 à 10 cm,
- Une ravine unique (>10 cm) sur une grande parcelle (> 2 ha),
- Petites rigoles (< 2 cm) + érosion en nappe sur toute ou une partie de la parcelle
- Ravine + érosion en nappe



Érosion en nappe



Érosion en nappe



Petites rigoles et érosion en nappe



Petites rigoles et érosion en nappe

**Note 2 : Pertes de sol comprises entre 4 et 10 t/ha**

Caractéristiques

- Ravine unique sur une petite parcelle (< 2 ha)
- Très grande ravine + érosion en nappe
- Réseau de rigoles sur une partie de la parcelle



Petites rigoles sur l'ensemble de la parcelles



Grosse ravine + rigoles + érosion en nappe

### **Note 3 : Pertes de sol supérieures à 10 t/ha**

#### Caractéristiques

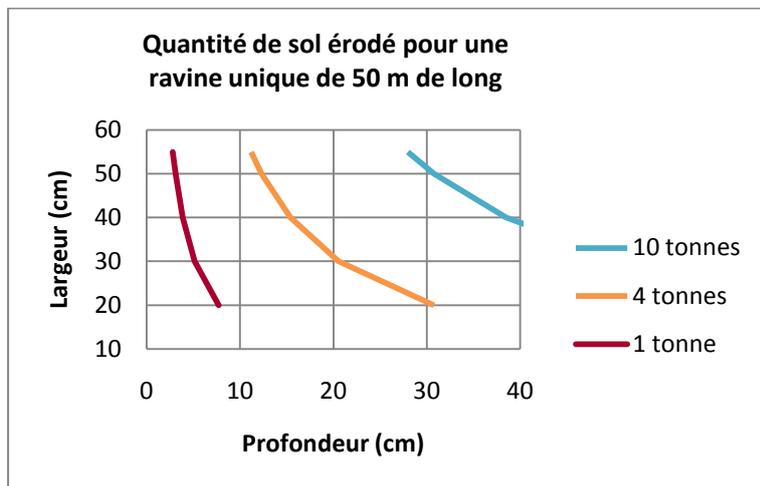
- Formes particulières et spectaculaires
- Réseau de rigoles sur toute la parcelle
- Plusieurs ravines, rigoles + érosion en nappe



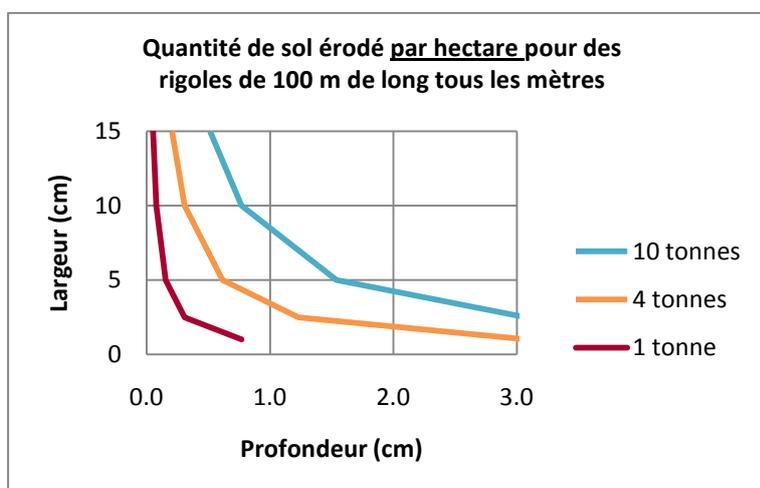
Réseau de rigoles sur l'ensemble de la parcelle



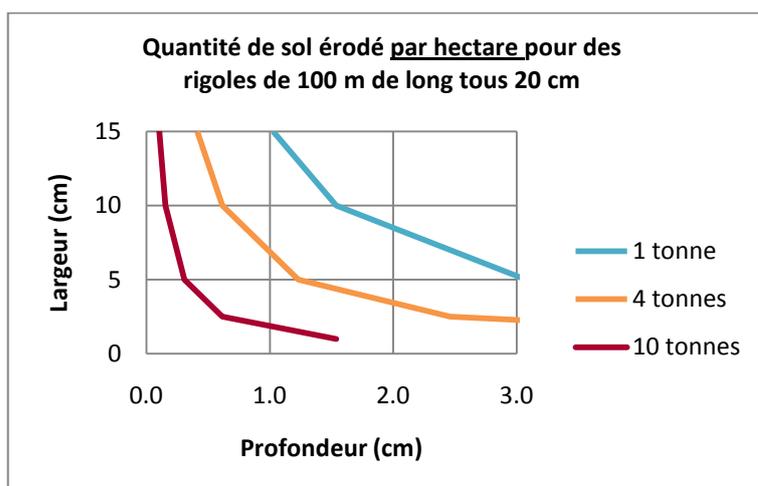
Réseau de rigoles sur l'ensemble de la parcelle



**Att !** ne pas oublier de diviser la valeur obtenue par la surface de la parcelle.



Pour des rigoles de 100 mètres de long tous les 50 cm, multiplier le résultat par 2,  
 Pour des rigoles de 200 mètres de long tous les mètres, multiplier le résultat par 2,  
 Pour des rigoles de 200 mètres de long tous les 50 cm, multiplier le résultat par 4.



Pour des rigoles de 100 mètres de long tous les 40 cm, multiplier le résultat par 2,  
 Pour des rigoles de 200 mètres de long tous les 20 cm, multiplier le résultat par 2,  
 Pour des rigoles de 200 mètres de long tous les 40 cm, multiplier le résultat par 4.

## Annexe 4 – Présentation du projet CAPSOL

### APR GESSOL 3 Projet CAPSOL

La gestion du capital sol : modèles et incitations pour une gestion socialement optimale

Axe 2 : Préserver le patrimoine « sol » et sensibiliser les acteurs

Axe 3 : Améliorer et restaurer les sols pour une ou plusieurs de leurs fonctions

Terrains d'application : France : Terrefort du Lauragais (Haute Garonne)

#### Résumé

Le projet CAPSOL comporte trois volets :

Le premier vise à définir un concept de capital sol, à développer un modèle de sa gestion optimale, à identifier et à caractériser les externalités impliquées dans la gestion sociale du capital sol.

Le second volet porte sur la conception d'un mécanisme incitatif adapté (bonus de diversification) à la gestion du capital sol à l'échelle des bassins versants ou des terroirs agricoles.

Le troisième volet consiste à tester sur le terrain l'acceptabilité sociale et l'efficacité du bonus de diversification.

Notre proposition fait appel aux concepts et méthodes de l'économie des ressources naturelles et de l'économie publique, et s'appuie sur des collaborations étroites avec des agronomes et des spécialistes des sciences du sol.

Nous proposons de distinguer deux composantes dans le capital sol, une composante physique, base des services de support, et dont la dynamique est soumise aux processus érosifs, et une composante biologique et minérale, support de la nutrition des plantes et base de la fertilité du sol. La dynamique de cette dernière est un processus complexe, qui dépend essentiellement des pratiques agronomiques, et notamment de la balance entre les exportations et les restitutions de matière organique, et les apports de fertilisants minéraux. De plus, les dynamiques des deux composantes sont en interaction, l'érosion du compartiment physique dépend des pratiques agronomiques ou agro-écologiques, et la fertilité dépend de l'état du compartiment physique pour la rétention de l'eau et des nutriments, mais aussi des éléments exogènes en excès (les nitrates sont lessivés, le phosphore est adsorbé par les argiles). D'autre part, les dynamiques érosives peuvent conduire à l'effondrement des services rendus, et notamment à l'effondrement de la fertilité, support de la production agricole.

La gestion du capital sol possède donc deux dimensions, l'une qui est privée (elle souvent fortement influencée par les politiques agricoles), et l'autre qui est en relation avec l'impact de l'agriculture sur les écosystèmes et la fourniture de services (ou disservices) environnementaux. Nous identifions les effets externes induits par la gestion des deux composantes du capital sol à des externalités de stock.

Les externalités de stock peuvent affecter des agriculteurs dans un voisinage, à l'échelle des bassins versants, ou des agents et activités extérieurs à l'agriculture.

Les modèles conceptuels développés sont indispensables pour comprendre les dynamiques des fonctions et services du sol, tels les services support de la fertilité, ou celui du stockage du carbone. Ils sont utiles dans la compréhension des enjeux liés à l'intégration éventuelle de l'agriculture dans les marchés du carbone.

La régulation de ces externalités par les politiques publiques est difficile, les politiques de soutien à l'agriculture ayant le plus souvent des effets pervers sur la fourniture des services écosystémiques, et les politiques agri-environnementales étant souvent mal adaptées pour le traitement des externalités topologiquement caractérisées, telles qu'elles sont rencontrées dans les phénomènes érosifs.

Nous proposons alors de concevoir un nouvel instrument de politique publique, le bonus de diversification, que nous testerons en laboratoire par l'économie expérimentale et in situ, dans un contexte de risques érosifs élevés, le Lauragais. Les tests in situ reposent sur l'association originale de la méthode d'expérimentation des choix et du bonus de diversification. L'association permet en effet de surmonter l'asymétrie d'information entre le régulateur et les agriculteurs sur les coûts de mise en œuvre d'une nouvelle configuration du réseau de parcelles.

Nos interlocuteurs sur le terrain sont la Chambre régionale d'Agriculture Midi-Pyrénées ainsi que les collectivités locales concernées.

Les méthodes et instruments de politiques publiques conçus pourront être directement utiles à la mise en œuvre de mesures agri-environnementales territorialisées (MAET) dans le cadre de la réforme de la PAC.

## Annexe 5 – Trame du bulletin spécial coulées de boue

---

### Bulletin Spécial Coulées de boue

#### Edito de la Présidente

#### Un constat sur la vallée : l'érosion des sols agricoles est un réel enjeu

##### Diagnostic

L'érosion des sols peut être due à différents facteurs : le travail du sol (érosion aratoire), la puissance du vent (érosion éolienne) et le ruissellement des pluies (c'est l'érosion hydrique). Sur la vallée, cette dernière est particulièrement importante, et se traduit par de nombreuses coulées de boue lors d'évènements pluvieux même réguliers (20 à 30 mm en quelques heures).

Les derniers dégâts observés remontent aux 25 avril et 3 août derniers sur les communes de Beaumont sur Lèze, Saint Sulpice sur Lèze, Lézat sur Lèze et Saint Ybars.

Suite à un travail de prospection en collaboration avec les élus de la vallée, ainsi qu'à des relevés terrain, une carte des zones les plus sensibles a pu être réalisée. L'érosion par ruissellement des eaux de pluie, qui concerne 12 % du territoire européen et français, touche une grande majorité des communes du SMIVAL et au moins 15 % de son territoire.

##### Des conséquences

###### *Pour la rivière*

Les particules en suspension sont le premier critère de mauvaise qualité de la Lèze. Les conséquences sur le milieu aquatique sont importantes car elles affectent l'ensemble de la chaîne alimentaire :

- les végétaux ont plus de difficulté à se développer à cause du manque de luminosité et les particules en suspension endommagent les feuilles par abrasion,
- les invertébrés qui se développent dans la rivière (vers, mollusques, larves d'insectes, etc.) dont se nourrissent les poissons et oiseaux en particulier, ont des difficultés à rester fixés au sol et leur respiration devient plus difficile,
- les particules en suspension perturbent la nage des poissons, diminuent la quantité de nourriture disponible et limite le développement des œufs, des larves et des juvéniles.

On sait aujourd'hui que ces particules sont beaucoup trop importantes dans la Lèze, mais leur quantité exacte est méconnue et probablement sous-estimée.

La Directive cadre sur l'eau (DCE) prévoit une atteinte du bon état écologique des masses d'eau d'ici 2015. L'état actuel de la Lèze a conduit les autorités à reporter cette échéance à 2021. La gestion de l'érosion sera indispensable pour parvenir à cet objectif.

#### *Pour la sécurité de tous*

Les coulées de boue sur les voiries ne sont pas anecdotiques. Le 25 avril dernier, près de 5 km de routes ont été entièrement ou partiellement recouvertes de boue à Beaumont et Saint Sulpice, causant 3 accidents de la circulation. La responsabilité des maires et des gestionnaires de voirie (Conseil général ou Communes) est engagée, mais les exploitants agricoles sont également responsables de la terre qui sort de leurs parcelles.

#### *Pour la qualité des sols agricoles*

L'érosion des sols provient bien sûr des facteurs climatiques tels que l'intensité des précipitations et des facteurs morphologiques comme la pente, mais elle est très fortement accentuée sur des sols appauvris, déstructurés et découverts. L'érosion provoque des diminutions de rendement et donc des pertes de revenus pour les agriculteurs, on le comprend facilement lorsque l'on observe des pertes de sol supérieures à 10 t /ha au cours d'un seul orage ! On observe parfois des « ronds blancs » dans certaines parcelles où la terre s'est peu à peu échappée, laissant place à la roche mère calcaire.

#### *Des coûts qui peuvent être très importants*

Le nettoyage de la voirie et le curage des fossés ont des coûts très élevés pour la collectivité qui peuvent s'élever à plusieurs dizaines de milliers d'euros à chaque évènement. Les riverains situés en contrebas de parcelles agricoles sont souvent sinistrés : la boue pénètre dans les jardins, les garages, les piscines, etc. Lorsque ce sont des phénomènes récurrents, les coûts liés au nettoyage peuvent être très élevés, de l'ordre de plusieurs dizaines de milliers d'euros sur quelques années.

### **Zoom sur... l'orage du 25 avril 2011**

Seulement 20 à 50 mm sur des sols nus et déjà de très importants dégâts ! Cinq kilomètres de routes embourbées, des fossés comblés, des accidents de la circulation, des dégâts chez les particuliers... Les élus ont exprimé leur ras-le-bol dans la presse. Les institutions (DRAAF, conseils généraux, conseil régional, etc.) et le sous-préfet ont été tenus au fait de la situation.

Retrouvez le compte-rendu des principaux évènements pluvieux sur le site internet du SMIVAL : [www.smival.fr](http://www.smival.fr)

### **Des solutions existent...**

Il y a trois grands types de solutions pour gérer l'érosion des sols agricoles et limiter l'impact des coulées de boue :

1. Des solutions ponctuelles peuvent être mises en place pour retenir les coulées de boue à l'intérieur des parcelles : l'implantation de haies, de bandes enherbées, etc.
2. La couverture des sols permet de faciliter l'infiltration de l'eau grâce au système racinaire des cultures, et limite l'impact des gouttes d'eau sur le sol. L'assolement en patch-work favorise également l'infiltration et retient les écoulements.
3. Des pratiques culturales plus respectueuses du sol (arrêt du labour, retour des pailles au sol, etc.) permettent de restaurer sa structure et de développer la vie du sol, ce qui améliore considérablement et durablement l'infiltration de l'eau et limite l'impact des gouttes d'eau sur le sol. A titre d'exemple, un sol riche en vers de terre et autres espèces animales, peut laisser infiltrer près de 300 mm d'eau !

En plus de leurs effets positifs sur l'érosion, la plupart de ces techniques permettent de prévenir la pollution par les nitrates, augmente la capacité de stockage de l'eau dans les sols, développe la biodiversité, limite les émissions de gaz à effet de serre, etc.

### **Des agriculteurs s'engagent**

Certains agriculteurs sont passés depuis plusieurs années dans des systèmes avec un travail simplifié du sol qui limite les coulées de boue. D'autres sont à la recherche de nouvelles alternatives : il existe tout un panel de solutions pour diminuer la vulnérabilité des parcelles à l'érosion, chaque exploitant peut mettre en œuvre des aménagements qui lui semblent cohérents sur son exploitation et en accord avec la perception qu'il a de ces enjeux.

Sur les communes de Saint Sulpice, de Massabrac et de Saint Ybars, des agriculteurs ont décidé de lutter contre ce phénomène. Ils ont mis en place en 2 ans près de 7 km de haies et implanté des couverts permanents qui limitent les surfaces à nu durant les forts orages.

### **Quelles perspectives ?**

Au niveau national, le sol est le seul des milieux biologiques, contrairement à l'eau et à l'air, à ne pas présenter de protection juridique. La Commission européenne a proposé en 2006 une Directive cadre sur la protection des sols qui permettrait de pallier à cette lacune auprès de tous les pays de l'Europe. Cette directive n'a pas pu recueillir un consensus.

Afin d'agir au niveau local, le SMIVAL poursuit, avec les élus, les agriculteurs et les riverains, des concertations locales. Mais d'autres orientations sont aussi explorées.

Des parcelles expérimentales vont voir le jour pour évaluer l'efficacité des aménagements sur les coulées de boue et présenter des solutions concrètes. Ce projet sera mené en collaboration avec l'INRA de Toulouse et l'école supérieure agronomique de Toulouse.

Une étude commandée par le Ministère de l'écologie auprès de l'INRA de Montpellier sur les mécanismes économiques favorisant une meilleure gestion des sols, sera réalisée dans le sud-ouest de la France, et en partie sur la vallée de la Lèze.

### **Actualité**

Dans le cadre de ce programme, des chercheurs Camerounais sont venus pour échanger sur leurs expériences, découvrir les problématiques rencontrées dans la vallée et les solutions adoptées. Cette journée a permis (a définir après le 12/09/2011).

### **Interview : le point de vu d'un chercheur de l'INRA**

## Annexe 6 – Tableur de suivi des parcelles agricoles

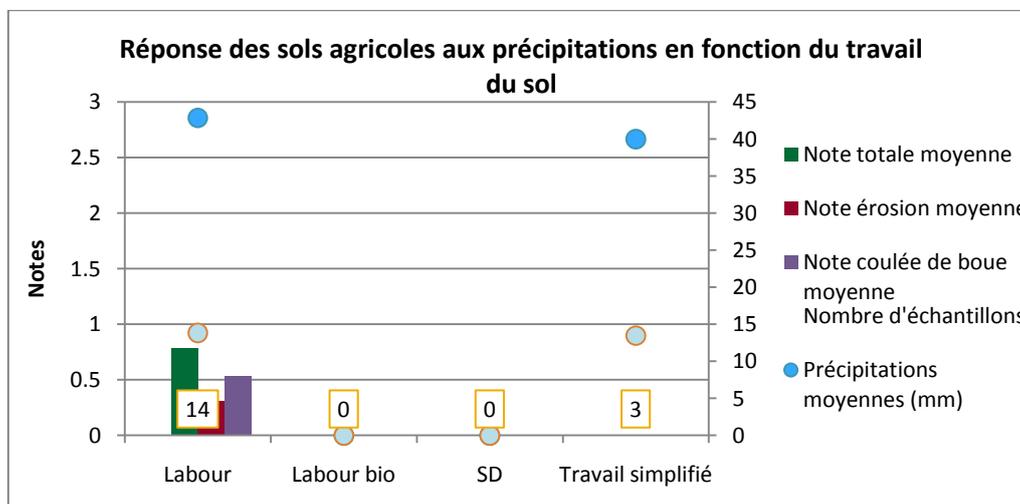
## Suivi par évènement

Date	ID Parcelle	Travail du sol	Pente min	Pente max	Longueur de pente max (m)	Surface (ha)	Intensité max	Durée précipitations (h)	Précipitations (mm)
25/05/2011	1	Labour	6%	16%	460	18.70	20	10	50
25/05/2011	2	Labour	11%	20%	540	7.50	15	10	30
25/05/2011	4	Labour	3%	30%	400	20.00	15	10	30
25/05/2011	5	Travail simplifié	12%	23%	480	11.50	15	10	30

Note érosion	Note coulées de boue	Note finale	Aménagement	Occupation du sol (culture)	Stade de développement	OS (% de recouvrement du sol)
2	3	5	bande enherbée milieu parcelle		0 cm	0
1	1	2	haie		0 cm	0
		0		mulch < 20 % ?		20
0	0	0				

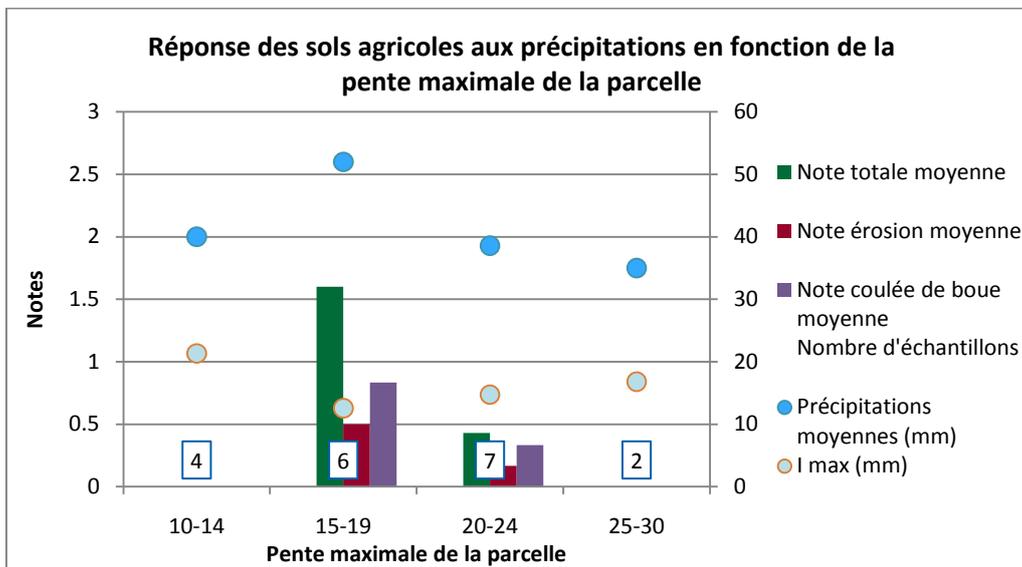
## Résultats en fonction du travail du sol

Travail du sol	Note érosion moyenne	Note coulée de boue moyenne	Note totale moyenne	Précipitations moyennes (mm)	l max (mm)	Nombre d'échantillons
Labour	0.31	0.54	0.79	42.86	13.83	14
Labour bio	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0
SD	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0
Travail simplifié	#DIV/0!	0.00	0.00	40.00	13.47	3

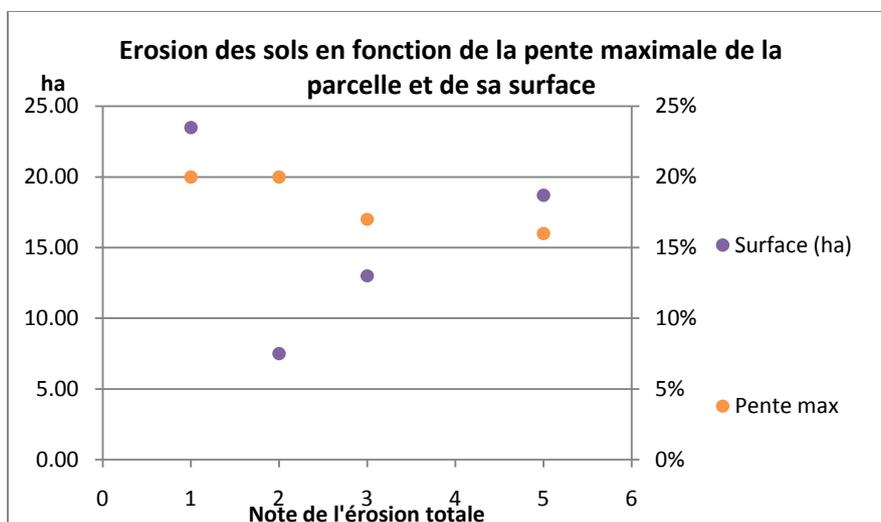
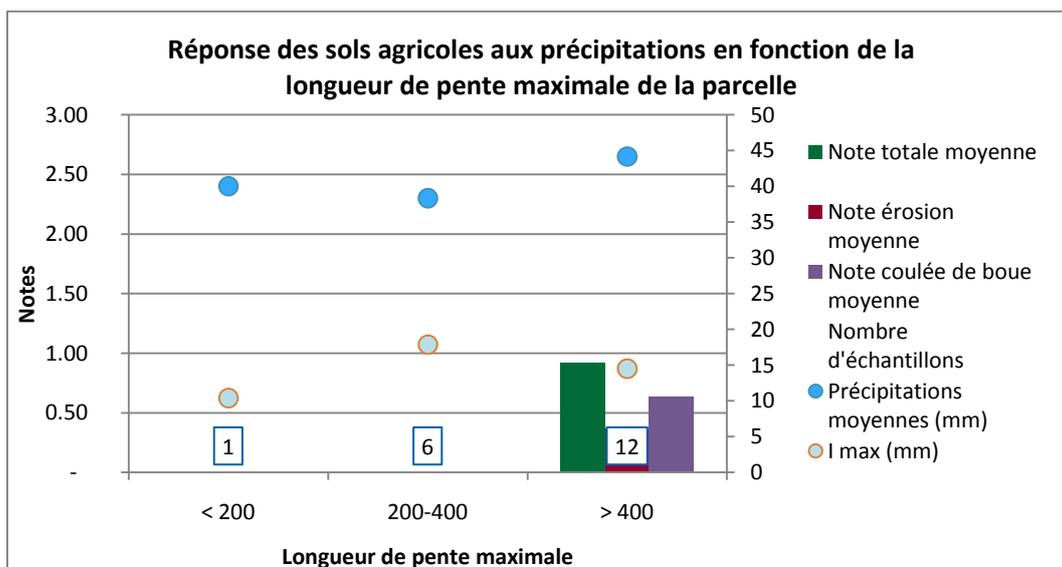


## Résultats en fonction de la pente maximale et de la pente totale

Pente max	Note érosion moyenne	Note coulée de boue moyenne	Note totale moyenne	Précipitations moyennes (mm)	l max (mm)	Nombre d'échantillons
10-14	-	-	-	40.00	21.33	4
15-19	0.50	0.83	1.60	52.00	12.56	6
20-24	0.17	0.33	0.43	38.57	14.71	7
25-30	-	-	-	35.00	16.80	2

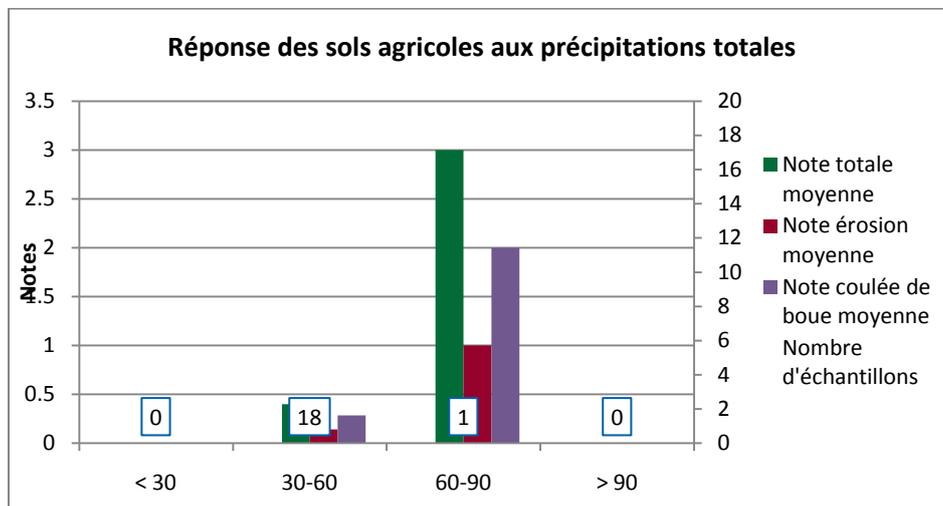


Longueur de pente	Note érosion moyenne	Note coulée de boue moyenne	Note totale moyenne	Précipitations moyennes (mm)	I max (mm)	Nombre d'échantillons
< 200	-	-	-	40.00	10.40	1
200-400	-	-	-	38.33	17.88	6
> 400	0.36	0.64	0.92	44.17	14.50	12

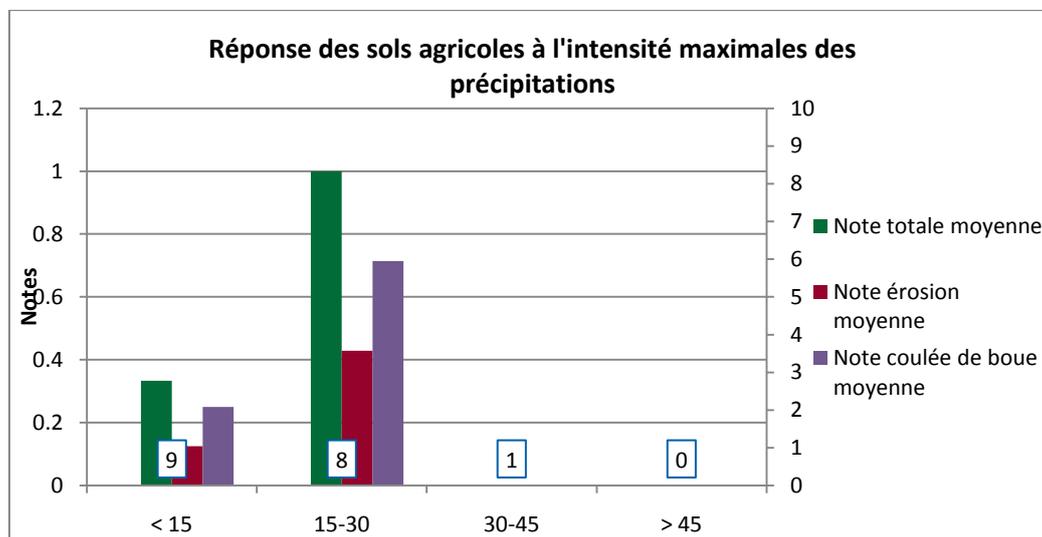


### Résultats en fonction des précipitations totales et de leur intensité maximale

Précipitations totales	Note érosion moyenne	Note coulée de boue moyenne	Note totale moyenne	Nombre d'échantillons
< 30	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0
30-60	0.14	0.29	0.40	18
60-90	1.00	2.00	3.00	1
> 90	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0



I max	Note érosion moyenne	Note coulée de boue moyenne	Note totale moyenne	Nombre d'échantillons
< 15	0.13	0.25	0.33	9
15-30	0.43	0.71	1.00	8
30-45	-	-	-	1
> 45	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0



**Annexe 7 – Question parlementaire posée par le Sénateur J.-P. Plancade**

<http://www.senat.fr/questions/base/2011/qSEQ110819899.html>

**Prévention des phénomènes de coulées de boue**

**13<sup>ème</sup> législature**

**Question écrite n° 19899 de M. Jean-Pierre Plancade (Haute-Garonne - RDSE)**

**publiée dans le JO Sénat du 25/08/2011 - page 2157**

M. Jean-Pierre Plancade attire l'attention de Mme la ministre de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement sur l'envergure des phénomènes de coulées de boue. L'ensemble du territoire européen, français et en particulier du sud-ouest de la France est régulièrement affecté par des coulées de boue lors d'événements orageux, même modestes. Ainsi, on estime que l'érosion due aux précipitations peut atteindre 20 à 300 t/ha/an sur les terreforts en Midi-Pyrénées.

Ces phénomènes ont de graves conséquences économiques, tant pour les agriculteurs que pour les particuliers et les collectivités gestionnaires de voiries, des conséquences sur la sécurité des usagers de la route, sur la biodiversité des sols et leur fertilité, sur la qualité de nos rivières, sur le stock de carbone dans les sols et donc le changement climatique.

La conservation des sols est un enjeu primordial afin de tenir les engagements de la directive cadre sur l'eau sur l'atteinte du bon état écologique des masses d'eau. C'est également un enjeu pour la politique agricole commune dont la prochaine réforme prévoit de favoriser la sécurité alimentaire, la bonne gestion des territoires, la lutte contre le changement climatique et le soutien au développement durable. Pour répondre à cet enjeu, la Commission européenne a adopté une stratégie thématique en faveur de la protection des sols en 2006 qui doit maintenant recueillir le soutien de la France.

Au vu de ces nombreux enjeux, il souhaite connaître les mesures qu'entend prendre le Gouvernement pour encourager une mutation profonde de la gestion des sols en Europe, en France et dans le sud-ouest.

En attente de réponse du Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement En attente d'une réponse ministérielle