



*Syndicat Mixte  
Interdépartemental*

**SMIVAL**

## **Syndicat Mixte Interdépartemental de la Vallée de la Lèze**

# **ÉTUDE DE LOCALISATION DES HAIES**

**ET AUTRES ÉLÉMENTS DU TERRITOIRE QUI FAVORISENT  
LA RÉTENTION DES EAUX DE RUISSELLEMENT**

**Octobre 2010**



**Maître d'ouvrage :**

SMIVAL  
Place de l'Hôtel de Ville  
31410 SAINT SULPICE SUR LÈZE  
tél : 05 61 87 38 49 ou 05 61 87 24 11  
fax : 05 61 87 24 11  
smival@wanadoo.fr – www.smival.fr

**Rédacteurs :**



67, allée Jean Jaurès  
31000 Toulouse  
Tél. : 05 61 62 50 68  
www.eaucea.fr – eaucea@eaucea.fr

**act'image**

6 Impasse Couzinet  
31500 Toulouse  
Tél : 05 61 34 64 76  
www.act-image.com – actimage@ecocart.com



## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>4</b>
<b>PARTIE I : LE RÔLE DES HAIES DANS LA RÉGULATION DES RUISSELLEMENTS : GÉNÉRALITÉS ET APPLICATION AU BASSIN VERSANT DE LA LÈZE</b> .....	<b>5</b>
<b>1 ENJEUX ET RÔLES DE LA HAIE</b> .....	<b>6</b>
1.1 Infiltration et évaporation, deux mécanismes liés .....	8
1.1.1 Un rôle d'infiltration .....	8
1.1.2 Un rôle d'évaporation .....	9
1.2 Les conditions d'apparition du ruissellement.....	9
1.2.1 Le ruissellement de versant ou hortonien.....	9
1.2.2 Le ruissellement sur surface saturée ou de zone contributive.....	11
1.3 La haie : un obstacle perméable au ruissellement de surface.....	12
1.3.1 Un rôle de frein hydraulique sur les versants.....	12
1.3.2 Un rôle de frein à l'érosion .....	14
<b>2 SIMULATION DU RÔLE DE LA HAIE SUR LES VITESSES ET TEMPS D'ÉCOULEMENT SUR VERSANT, EN RELATION AVEC LE BASSIN VERSANT DE LA LÈZE</b> .....	<b>17</b>
2.1 Informations sur les paramètres des calculs .....	18
2.2 Modélisation de vitesse sans haies.....	21
2.3 Modélisation de vitesse d'écoulement concentré sur sol nu avec haie .....	22
2.4 Modélisation de vitesse d'écoulement non concentré sur sol nu avec haie .....	23
<b>3 OÙ AGIR ?</b> .....	<b>25</b>
<b>4 UN AMÉNAGEMENT COMPLÉMENTAIRE</b> .....	<b>26</b>
4.1 Haie et bande enherbée .....	26
4.2 Haie et fascine .....	26
4.3 Haie, fascine et bande enherbée.....	26
<b>5 UN RÔLE DE BRISE CRUE</b> .....	<b>28</b>
5.1 Principe .....	28
5.2 Données d'évolution sur le bassin versant de la Lèze .....	29
<b>PARTIE II : CARTOGRAPHIE DU BASSIN VERSANT DE LA LÈZE : DÉFINITIONS ET MÉTHODES</b> .....	<b>31</b>
<b>6 PRINCIPES MÉTHODOLOGIQUES DE SAISIE DES ÉLÉMENTS SUR LES PHOTOS ET ORTHOPHOTOPLANS ET CARTES DE BASES DU TERRITOIRE</b> .....	<b>32</b>
6.1 Origine des données et éléments cartographiés .....	32
6.2 Cartographie des communes et pentes du bassin versant de la Lèze .....	33
<b>7 CARTOGRAPHIE GÉNÉRALE ET APPLIQUÉE AUX VERSANTS DES ZONES BOISÉES ET DES LINÉAIRES DE HAIES</b> .....	<b>37</b>
7.1 Evolution des zones boisées de 1980 à 2008 .....	37
7.2 Évolution des haies de 1980 à 2008 .....	39
7.3 Évolution des zones boisées et du linéaire de haies sur les versants en fonction de la pente.....	41
<b>8 HAIES OBSTACLES AU CHEMIN DE L'EAU (PERPENDICULAIRES AU RUISSELLEMENT)</b> .....	<b>43</b>
<b>9 CARTOGRAPHIE DES ZONES BOISÉES ET LINÉAIRES DE HAIES EN ZONE INONDABLE</b> .....	<b>46</b>
9.1 Evolution des surfaces boisées en zone inondable de 1980 à 2008.....	47
9.2 Evolution du linéaires de haies brise crues en zone inondable de 1980 à 2008 .....	49
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>52</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>55</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>65</b>

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Utilité générale des haies.....	7
Figure 2 : Le phénomène de battance (source : AREAS).....	10
Figure 3 : Haie associée à une fascine et une zone enherbée (source : AREAS).....	27
Figure 4 : Position des haies brises crues par rapport au lit mineure et majeur (source : <a href="http://www.smival.fr">http://www.smival.fr</a> ) .....	29
Graph 1 : Naissance d'un excès d'eau superficiel dès que : Intensité de la pluie > vitesse d'infiltration (source : AREAS) : .....	10
Graph 2 : Vitesse d'infiltration moyenne en mm/h en fonction de l'occupation du sol (source : AREAS) .....	11
Graph 3 : Vitesses critiques pour le détachement, le transport et le dépôt en fonction de la taille des particules (d'après Hjulström, 1935) .....	15
Graph 4 : Vitesse de ruissellement en fonction de la pente et du type de sol .....	21
Graph 5 : Évolution des vitesses sur 500m avec une haie à mi-parcours.....	23
Graph 6 : Histogramme de l'évolution de l'emprise des haies de 1980 à 2008 .....	30
Graph 7 : Répartition des pentes en fonction des communes .....	36
Photo 1 : Ruissellement diffus et concentré (source areas) .....	13
Photo 2 : Sillons créés par l'érosion de l'eau (source : Eaucéa).....	16
Photo 3 : Photographie aérienne, ruissellement et longueur type d'une surface de ruissellement (en bleu les chemins de l'eau reconstitués par calcul) .....	18
Photo 4 : Photographie aérienne, ruissellement et longueur type d'une surface de ruissellement .....	19
Photo 5 : Photographie aérienne, ruissellement et longueur type d'une surface de ruissellement .....	19
Photo 6 : Photographie aérienne, ruissellement et longueur type d'une surface de ruissellement. Noter que la végétation ou la couleur de la terre recoupe bien le calcul du chemin de l'eau théorique. ....	20
Photo 7 : a) Sillon de concentration de l'écoulement; b) Sillon de lignes d'écoulement parallèle (source : Eaucéa) .....	20
Photo 8 : Haie perpendiculaire au fond de vallon ou au versant (source : AREAS) .....	25
Photo 9 : Haie associée à une zone enherbée (source : AREAS).....	26
Photo 10 : Haie associée à une fascine (source : AREAS).....	26
Photo 11 : Haie brise crue (source : AREAS) .....	28
Photo 12 : Photos aériennes avec haies sur le chemin de l'eau .....	45
Photo 13 : Photo aérienne de 1980 et 2008 avec zone inondable et haie perpendiculaire.....	49
Photo 14 : Photos aériennes de 1980 et 2008 avec zone inondable et haie perpendiculaire .....	51
Carte 1 : Limite de commune sur fond de carte orographique .....	34
Carte 2 : Carte des pentes .....	35
Carte 3 : Cartographie des zones boisées a) 1980 ; b) 2008.....	37
Carte 4 : Espace boisé par commune a)1980 ; b) 2008 ; c) Évolution de 1980 à 2008 .....	38
Carte 5 : Linéaire de haie par commune en a) 1980 ; b) 2008 et c) Evolution de 1980 à 2008 .....	40
Carte 6 : Linéaire de haie "obstacle au chemin de l'eau" en a) 1980; b) 2008 et c) Evolution de 1980 à 2008 .....	44
Carte 7 : Carte de l'emprise de la zone inondable du bassin versant de la Lèze .....	46
Carte 8 : Surfaces boisées en Zone Inondable a) en 1980 ; b) en 2008 et c) Évolution de 1980 à 2008 .....	48
Carte 9 : Linéaire de haies brises crues en a) 1980 ; b) 2008 ; c) Évolution 1980 à 2008.....	50
Tableau 1 : Valeurs de perméabilité par type de sol .....	8
Tableau 2 : Tableau de vitesses de ruissellement en présence de haie dense ou peu dense (source : AREAS).....	13
Tableau 3 : Facteurs contrôlant la vitesse de l'écoulement et la résistance à l'arrachement (source : AREAS).....	15
Tableau 4 : Vitesse et temps de parcours pour plusieurs pentes a) sol de prairie/culture; b) un sol nu .....	21
Tableau 5: Vitesse et temps de parcours pour une haie qui disperse totalement l'écoulement .....	22
Tableau 6 : Vitesse et temps de parcours pour une haie qui ne disperse pas totalement l'écoulement.....	22
Tableau 7 : Vitesse et temps de parcours pour une haie imperméable .....	23
Tableau 8 : Vitesse, temps de parcours avec et sans haie pour un écoulement direct.....	24
Tableau 9 : Emprise des haies en zone inondable en 1980 et 2008 .....	30
Tableau 10 : Évolution des zones boisées (a) et des haies (b) sur des pentes faible, moyennes et fortes .....	41
Tableau 11 : Synthèse sur les zones boisées et les haies.....	65

## INTRODUCTION

Depuis la grande crue de 1875, la vallée de la Lèze a connu une série de crues généralisées (1932, 1952, 1977) dont la plus forte est survenue les 10 et 11 juin 2000, touchant 600 habitations, entreprises et bâtiments publics. Les versants de la vallée sont également sensibles à des phénomènes de coulées de boue, récurrents depuis quelques années (mai et juin 2007, 2008, septembre et octobre 2009, mai 2010). En parallèle, la densification des activités humaines sur ce même espace implique de prendre des mesures de prévention et de gestion de ces phénomènes.

Pour répondre aux enjeux d'inondation, le Syndicat Mixte Interdépartemental de la Vallée de la Lèze (SMIVAL) porte un Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) qui s'inscrit dans la politique nationale de réduction du risque et vise à mettre en œuvre localement une stratégie de ralentissement dynamique des crues. Cela se traduit notamment par la mise en place de haies brise crue en lit majeur pour ralentir les eaux en cas de débordement de la Lèze.

Parallèlement, le PAPI prévoit la sensibilisation des acteurs sur la question des ruissellements et de la préservation des structures favorables à la rétention de l'eau.

L'objectif de l'étude est de dresser un état des lieux et de qualifier l'évolution du territoire en terme de linéaire de haies, de boisements et de zones potentiellement humides, sur les versants et en zones inondables. Cette étude fera l'objet d'un porter à connaissance à destination des élus de la vallée pour favoriser une prise de conscience de la nécessité de restaurer et de préserver ces structures, utiles au ralentissement dynamique.

Le présent rapport met tout d'abord en avant le rôle des haies sur la régulation des écoulements hydrauliques, en développant les mécanismes de ralentissement, infiltration et évaporation. Une simulation de l'impact d'une haie sur un écoulement permet ensuite d'appréhender le phénomène de ralentissement de l'eau et de rallongement du trajet parcouru. Enfin, une étude cartographique dresse l'état des lieux des boisements et des linéaires de haies sur bassin versant de la Lèze.

**PARTIE I :**  
**LE RÔLE DES HAIES DANS LA RÉGULATION**  
**DES RUISSELLEMENTS :**  
**GÉNÉRALITÉS ET APPLICATION**  
**AU BASSIN VERSANT DE LA LÈZE**



# 1

## ENJEUX ET RÔLES DE LA HAIE

Outre ses fonctions agronomiques, paysagères et biologiques, la présence d'un réseau de haies à l'échelle d'un bassin versant est décrit comme jouant plusieurs fonctions au niveau hydraulique (Soltner, 1999) :

- La régulation du régime d'écoulement

les haies ont une fonction hydraulique importante puisqu'elles constituent l'un des éléments qui participent au ralentissement des écoulements au long du cheminement des eaux, en particulier en secteur rural et en versant dans les zones de fort ruissellement (Cemagref, 2004). Cet effet de ralentissement des écoulements peut être expliqué par deux mécanismes distincts :

- celui lié à l'infiltration et donc à la **réduction du ruissellement** et de la lame d'eau qui se retrouve à l'occasion d'un fort épisode pluvieux dans la rivière et qui constitue un phénomène caché. En effet, l'enracinement des haies fissure le sol et guide les eaux de pluie et de ruissellement en profondeur vers les nappes phréatiques. L'eau est ainsi mise en réserve, réduisant d'autant les ruissellements, puis restituée progressivement.
- celui lié à l'hydraulique c'est à dire au mode de concentration de l'eau en surface et aux vitesses d'écoulement en surface, le phénomène le plus visible. La présence d'éléments arborés permet ainsi d'**allonger les temps de transfert de l'eau**, de réguler l'arrivée massive et simultanée des eaux dans le lit des rivières en cas de forte précipitation.

- La protection des sols contre l'érosion

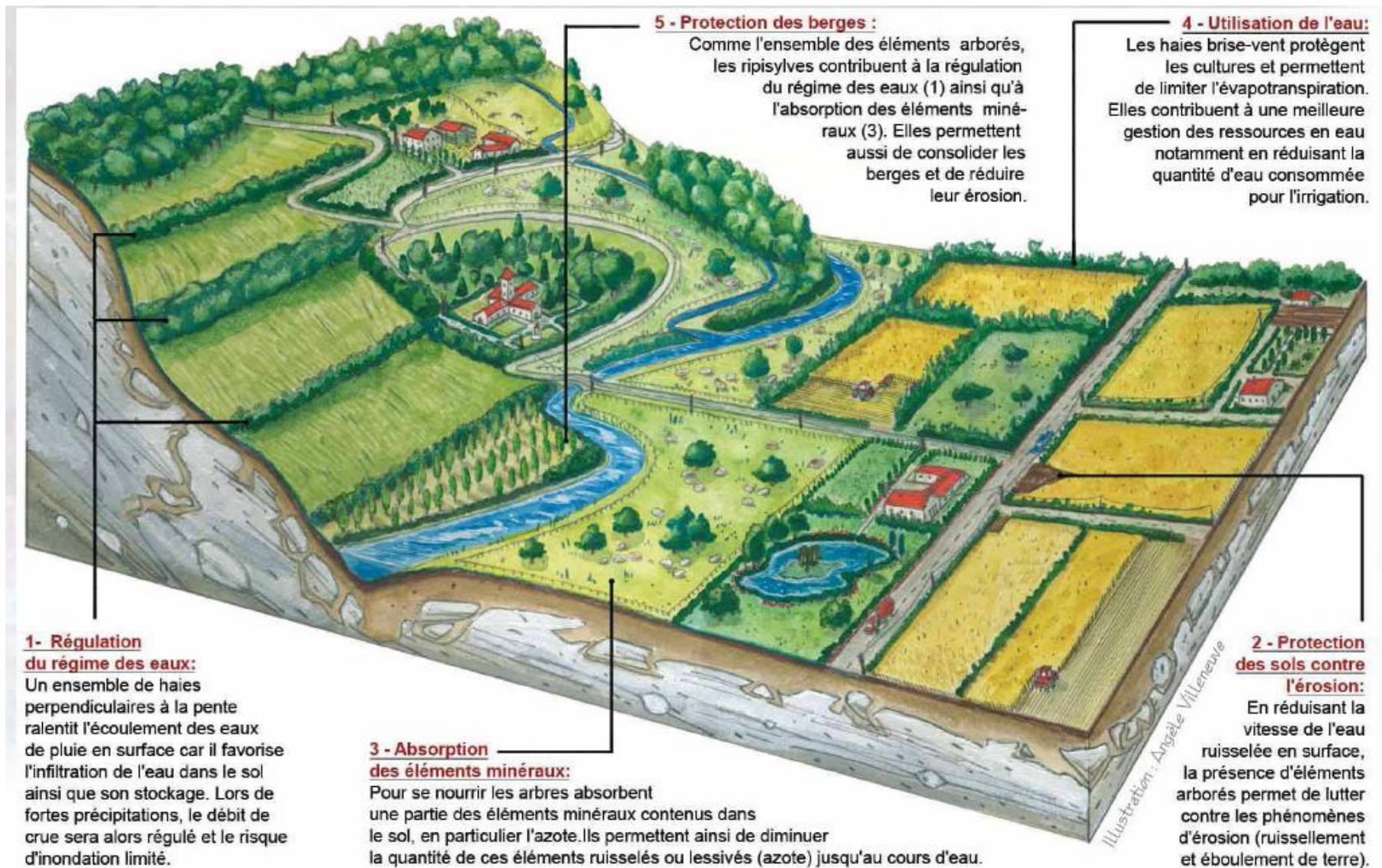
Les haies retiennent la terre et permettent de diminuer l'érosion des terres agricoles et évitent alors la perte des éléments fins du sol et la destruction de la parcelle (Liagre, 2006). En l'absence d'obstacle, et sur les secteurs à forte pente, le ruissellement issu des parcelles agricoles prend de la vitesse (0,3 à 1 m/s), et génère alors de l'érosion. Dès que la vitesse se réduit, la terre arrachée se dépose sur les parcelles en aval, sur les routes, les jardins ou envase les ouvrages (fossés, points d'eau). Le ruissellement traduit aussi une perte de l'horizon superficiel des sols entraînant parfois les premiers semis, les engrais, les produits phytosanitaires.

- L'absorption des éléments minéraux

Les formations végétales jouent un rôle important sur l'absorption des éléments minéraux. En particulier les haies captent et consomment une partie des excédents d'azote émis par l'agriculture. De même les ripisylves arrêtent et éliminent les polluants avant qu'ils n'arrivent à la rivière.

- La protection des berges

Grâce à leur système racinaire, les arbres qui constituent les ripisylves en bord de rivière permettent de fixer la terre et diminuent l'érosion des berges. Ils favorisent l'exhaussement d'un bourrelet de berge naturel.



(Source : [http://www.promhaies.net/roles/contribution\\_qualite.php](http://www.promhaies.net/roles/contribution_qualite.php))

Figure 1 : Utilité générale des haies

## 1.1 Infiltration et évaporation, deux mécanismes liés

### 1.1.1 Un rôle d'infiltration

Plusieurs auteurs (Kiepe, 1995 ; Alegre et Rao, 1996 ; Layer, 2000) ont mesuré une plus forte capacité à retenir l'eau au voisinage des haies, qui est due à une porosité plus importante, ce qui se manifeste par une modification de la courbe de rétention des sols.

Sous la haie et au voisinage de la haie (jusqu'à quelques mètres), le sol est meuble, riche en humus, la densité apparente du sol diminue, autrement dit la porosité augmente. Mais seuls les horizons superficiels sont concernés. La diminution de la densité s'explique en général par deux processus :

- une augmentation de la macroporosité, liée à la présence de racines plus nombreuses et aux invertébrés pour qui le milieu devient plus favorable,
- une augmentation de la teneur en matière organique qui favorise une meilleure structuration du sol, liée à la décomposition de la litière et éventuellement à l'incorporation des produits d'élagage.

C'est donc la croissance annuelle des racines de la haie et son activité biologique favorisant la circulation de l'air et de l'eau, qui produit une action de décompactage mécanique du sol et va ainsi augmenter les possibilités d'infiltration sur une superficie allant au-delà de la surface de la haie.

Il est également à noter que l'action de la géologie est prépondérante sur le régime hydrologique et que l'action d'une haie ne vient que moduler ce régime. En effet, pour des sols perméables et en l'absence d'un relief abrupt favorisant une infiltration importante de l'eau vers les réservoirs profonds, l'action des haies reste minoritaire vis-à-vis de l'infiltration.

Quand la haie intercepte un ruissellement diffus, elle peut atteindre des vitesses d'infiltration de plus de 200 mm/h. A titre indicatif, une parcelle de limon fraîchement travaillée infiltre entre 30 et 60 mm/h. Mais quand la croûte de battance<sup>1</sup> y est développée, la vitesse d'infiltration s'abaisse entre 1 et 10 mm/h. La vitesse d'infiltration d'un sol argileux est plus faible que celle d'un sol limoneux, au vu de sa plus faible perméabilité.

D'après la loi de Darcy :

Vitesse de percolation dans un sol saturé = coefficient de perméabilité x gradient hydraulique

Avec : gradient hydraulique = différence des hauteurs piézométriques du point amont au point aval du transect / longueur du transect.

**Quelques valeurs de perméabilité :**

Type de sol	k (cm/sec)	Perméabilité relative
Gravier	> 1	Très perméable
Sable grossier	>10 <sup>-2</sup>	Perméable
Sable fin	10 <sup>-2</sup> ...10 <sup>-4</sup>	Moyennement perméable
Limon	10 <sup>-4</sup> ...10 <sup>-6</sup>	Peu perméable
Argile	<10 <sup>-7</sup>	(Quasi) imperméable

**Tableau 1 : Valeurs de perméabilité par type de sol**

Kiepe (1995) a mesuré, dans les 50 cm bordant la haie et dans les 30 premiers centimètres du sol, que l'infiltration est augmentée de 30 % en période sèche, 94 % en période humide et que la conductivité hydraulique à saturation est multipliée par 2.

Au Pérou, Alegre et Rao (1996) ont mesuré en surface d'un champ cultivé adjacent à une haie une augmentation de la conductivité hydraulique à saturation de 18 à 50 cm.h<sup>-1</sup> par rapport à une situation sans haie.

<sup>1</sup> Couche se créant en surface sous l'action de la pluie et entraînant une diminution de la porosité du sol.

### 1.1.2 Un rôle d'évaporation

La haie prélève de fortes quantités d'eau pour ses besoins de croissance et on observe ainsi un dessèchement des sols plus important à proximité des haies qu'en milieu de parcelle. En effet, l'eau stockée va être progressivement prélevée par les racines des arbustes. On parle de la création d'un "noyau sec" autour des racines, qui augmente le volume potentiellement interceptable sur les écoulements de subsurface, lors d'un événement pluvieux. Ce rôle est particulièrement marqué en période végétative de la haie où l'évapotranspiration est maximale et quand les sols ne sont pas saturés (Massa, 2004).

Le dessèchement des sols entraîne ainsi un retard à la réhumectation. Liagre (2006), en s'appuyant sur Caubel (2001), avance que dans le cas d'une parcelle avec haie de ceinture de la zone humide, l'engorgement se produit avec un ou deux mois de décalage en période automnale. C'est un phénomène différencié en fonction de l'état de la végétation et donc de la saison, qui permet une diminution du risque de crue en aval dans les bassins versants, liée à la saturation en eau des sols.

## 1.2 Les conditions d'apparition du ruissellement

Une analyse statistique de plusieurs épisodes pluvieux hivernaux générant du ruissellement montre que le coefficient de ruissellement, c'est-à-dire la fraction de la pluie qui ruisselle, est stable sur un bassin versant bocager (environ 5 %), alors qu'il varie de quelques pour cent à 15 % sur un bassin versant non bocager<sup>2</sup>. Ceci s'explique par la nature du ruissellement qui contribue au pic de crue, différente sur les deux bassins versants (Caubel, 2001) :

- sur le bassin versant bocager se produit uniquement le ruissellement sur les zones saturées,
- pour le bassin versant non bocager, se produisent simultanément ruissellement sur les zones saturées et ruissellement hortonien où l'intensité de la pluie dépasse la capacité d'infiltration du sol.

En période de crue, 30% du débit sont dus au ruissellement, et le ruissellement sur surface saturée est le processus dominant (Durand et Juan Torres, 1996).

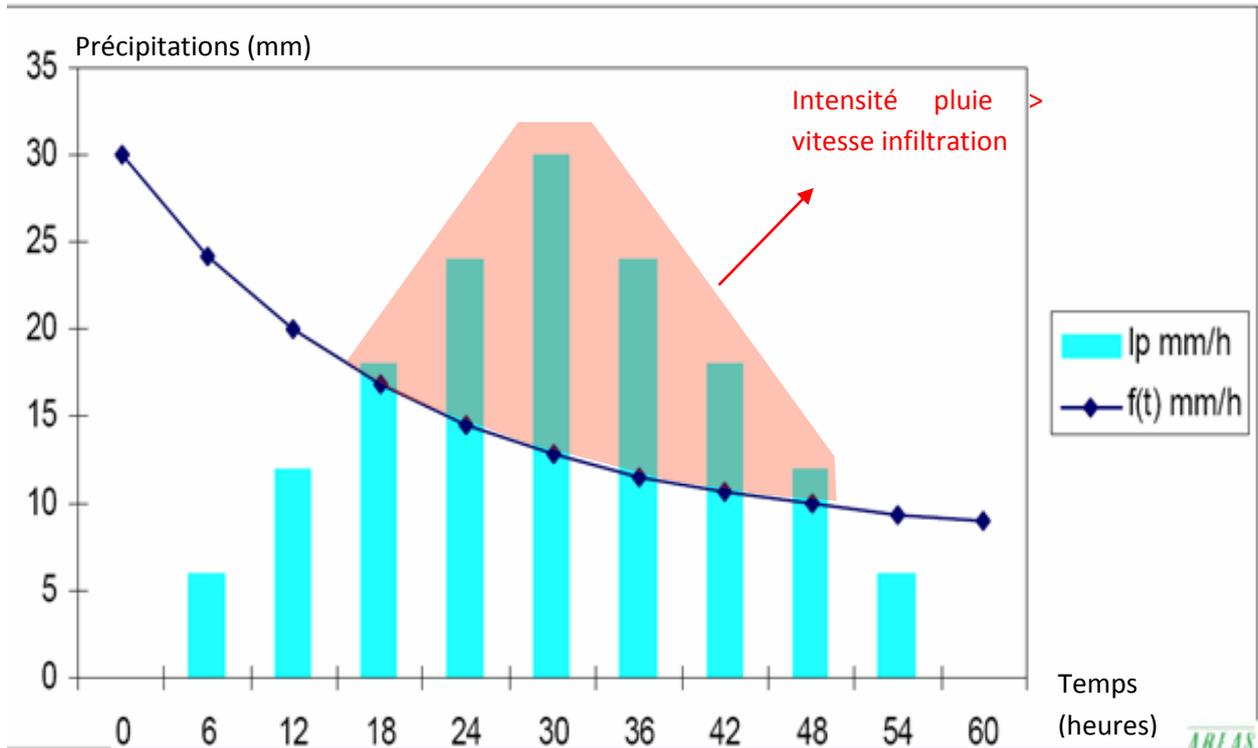
### 1.2.1 Le ruissellement de versant ou hortonien

Le premier type de ruissellement est le *ruissellement de versant* ou *hortonien*. Il survient lorsque l'intensité de la pluie est supérieure à la capacité d'infiltration locale du sol.

Le ruissellement hortonien est observé lors d'évènements pluvieux importants, sur des surfaces où le couvert végétal est peu développé, par exemple des sols laissés nus en hiver et dont la surface a été compactée par des engins de récolte.

---

<sup>2</sup> En précipitation extrême et sur forte pente ce coefficient peut être largement supérieur et ceci quelque soit l'occupation du sol.



Graph 1 : Naissance d'un excès d'eau superficiel dès que : Intensité de la pluie > vitesse d'infiltration (source : AREAS) :

La capacité d'infiltration peut être réduite par la formation d'une *croûte de battance*. En agriculture et en pédologie, la battance est le caractère d'un sol tendant à se désagréger et à former une croûte en surface sous l'action de la pluie. Ce phénomène se traduit par un colmatage de la porosité du sol.

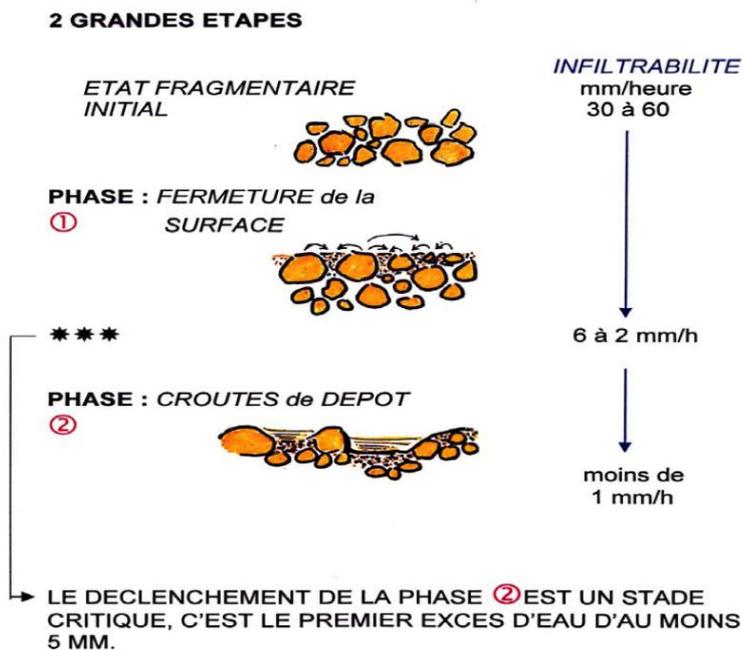


Figure 2 : Le phénomène de battance (source : AREAS)

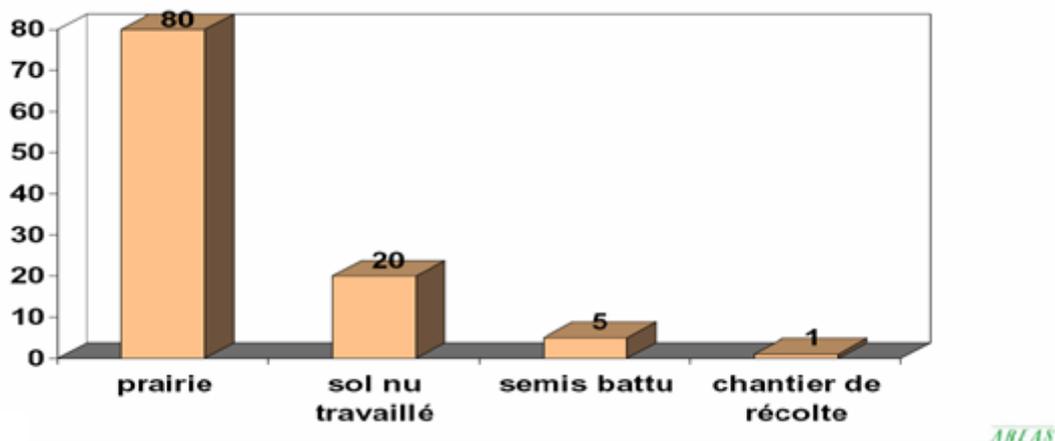


Photo 1 : croûte de battance (source : AREAS)

Avec la pluie, la pression interne des mottes augmente (bulles d'air piégées dans les pores qui se remplissent par capillarité) et la cohésion de la motte diminue, l'impact des gouttes casse les mottes. S'il y a un excès d'eau en surface, la terre fine se place dans les trous et cimente en séchant.

Le type de sol est un facteur prépondérant à la formation de la croûte de battance. Ce phénomène est très présent sur les coteaux argilo-calcaires de la Lèze.

D'autre part, la nature de l'occupation du sol va avoir une influence sur la vitesse d'infiltration. A l'évidence une terre labourée ou tassée après récolte présente une perméabilité très faible par rapport à une prairie avec un couvert végétal et un chevelu racinaire importants.



Graphe 2 : Vitesse d'infiltration moyenne en mm/h en fonction de l'occupation du sol (source : AREAS)

### 1.2.2 Le ruissellement sur surface saturée ou de zone contributive

Le second type de ruissellement, le *ruissellement sur surface saturée* ou *de zone contributive*, survient lorsque la pluie tombe sur un sol dont l'ensemble du profil est déjà saturé. Il se produit quelle que soit la capacité d'infiltration du sol.

Ce ruissellement est observé en période hivernale - lorsque l'évapotranspiration est très faible - en bas de versant, au niveau des sols hydromorphes de fond de vallée, où la nappe est proche de la surface du sol. Les quantités ruisselées dépendent alors de l'extension de la zone contributive (zone humide de fond de vallée) ou de la hauteur de pluie.

Les arbres exploitent des horizons du sol plus profonds que la végétation annuelle ou les cultures et consomment l'eau souvent sur des profondeurs plus importantes. Ils jouent un rôle de vraies pompes et permettent un dessèchement des terrains plus important. La haie peut ainsi être considérée comme un drain naturel. C'est pourquoi, la présence d'une haie limite l'extension des zones saturées génératrices de ruissellement.

### 1.3 La haie : un obstacle perméable au ruissellement de surface

En se positionnant sur le chemin de l'eau, la haie joue le rôle d'obstacle aux écoulements et allonge le trajet de l'eau, influençant ainsi le temps de concentration des bassins. Cette condition a cependant deux implications différentes selon que l'on est sur versant ou en lit majeur d'un cours d'eau.

Alegre et Rao (1996) ont mesuré au Pérou, sur des pentes de 15 à 20% qu'une haie d'*Inga edulis* (ou Pois doux : arbre tropical originaire d'Amérique du Sud) retenait par an 287 mm d'eau, qui correspondent à 83% des pertes en eau habituelles par ruissellement. L'effet des haies sur le ruissellement est dû ici à l'obstacle physique qu'elles constituent, et à l'infiltration favorisée juste en amont par la meilleure structuration du sol.

En période de hautes eaux, Mérot (1978) a mesuré que le pic de crue à l'exutoire d'un bassin versant bocager était une fois et demie à deux fois plus faible que pour un bassin versant non bocager.

Par un travail de modélisation à partir des Modèles Numériques de Terrain (MNT) de plusieurs bassins versants de densité bocagère variable (39 à 200 m de haies/ha), Mérot et al. (1999) ont démontré que la présence du réseau de haies modifiait considérablement le réseau de drainage superficiel d'un bassin versant, le réseau de haies entraînant une déconnexion de certaines branches du réseau de drainage.

#### 1.3.1 Un rôle de frein hydraulique sur les versants

L'état actuel des recherches, concernant le rôle des haies sur les écoulements hydrauliques, attribue des fonctions essentielles aux haies sur les transferts d'eau de surface. Cette structure tampon permet en effet une interception des flux.

L'objectif à travers une haie est que la vitesse du ruissellement soit réduite à moins de 0,20 m/s, vitesse limite avant érosion (voir le diagramme de Hjulström Graphe 3 page 14).

A l'évidence, deux facteurs principaux de topographie interviennent sur l'efficacité hydraulique d'une haie dans le ralentissement des écoulements de surface :

- Si la lame d'eau reste étalée en abordant la haie, ce ruissellement diffus aura de fortes chances d'être ralenti. Ceci implique une première orientation stratégique qui consiste à réduire au maximum les mécanismes de concentration des écoulements, c'est à dire en évitant l'organisation d'un réseau convergent.
- L'angle de la haie et de la pente dominante est un facteur évident d'efficacité pour ralentir l'écoulement. Les haies orientées perpendiculairement à la pente sont les plus efficaces. Elles sont appelées « **haies obstacles au chemin de l'eau** ».

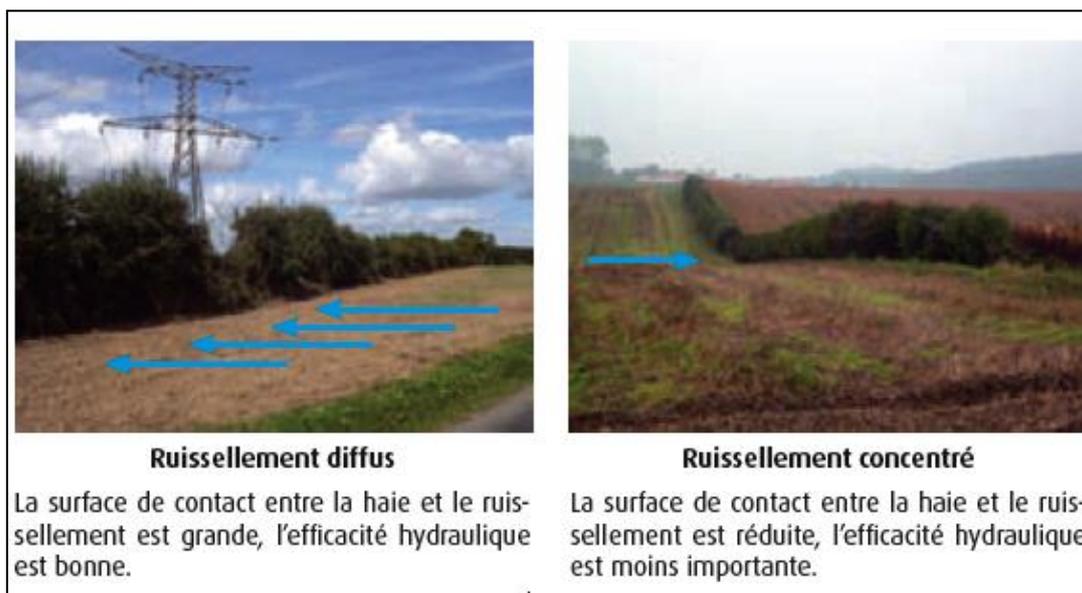


Photo 2 : Ruissellement diffus et concentré (source areas)

En versant, le rôle de frein hydraulique d'une haie dépend de trois paramètres :

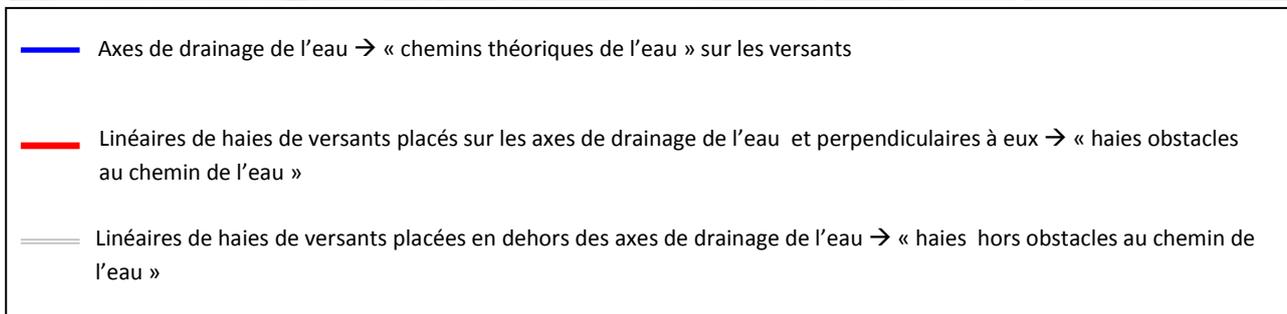
- La densité de la haie : la haie doit être la plus dense possible à sa base (les paramètres ayant de l'importance sont la densité de tiges/m<sup>2</sup> et le diamètre des tiges) ;
- La pente du terrain en amont de la haie : elle doit être aussi faible que possible. Cela peut être obtenu soit par un terrassement léger à l'implantation soit spontanément par l'accumulation des dépôts au fil des années ;
- La façon dont le ruissellement traverse la haie : il doit être diffus.

	Haie dense	Haie peu dense
Densité	60 tiges/m <sup>2</sup>	1 tige/m <sup>2</sup>
Diamètre des tiges	2 cm	8 cm
Vitesse moyenne du ruissellement pour une pente de 3%	0.12 m/s	0.40 m/s
Vitesse moyenne du ruissellement pour une pente de 15%	0.55 m/s	2 m/s
Intérêt hydraulique	Très fort	Moindre

Tableau 2 : Tableau de vitesses de ruissellement en présence de haie dense ou peu dense (source : AREAS)

L'effet hydraulique est alors à bénéfice multiple puisque la réduction des vitesses permet un dépôt et un stockage des particules terreuses qui auto entretient la rupture de pente. Une fois ce rôle de frein hydraulique effectué, la haie va favoriser l'infiltration de l'eau. Enfin, la haie peut désorganiser la formation spontanée du réseau de surface.

C'est pourquoi au-delà de l'analyse quantitative des haies, il est apparu utile d'avoir une approche qualitative sur l'organisation des haies dans chaque contexte de pente. Dans le travail de cartographie, les « **haies obstacles au chemin de l'eau** » font l'objet d'une identification spécifique, par sélection visuelle sur la base de l'intersection avec des axes de drainage préalablement calculés à partir du MNT du bassin de la Lèze.



**Photo 3 : Photo aérienne et tracés des haies « obstacles au chemin de l'eau » (en rouge) et haies « hors obstacles au chemin de l'eau » (en blanc) sur un versant du bassin de la Lèze (source : actimage et mapinfo)**

### 1.3.2 Un rôle de frein à l'érosion

Sous l'effet de l'érosion, due à l'action du climat (agressivité des pluies) et à celle de l'homme (travaux agricoles), les particules de sol sont emportées. Ces particules peuvent être contenues au sein des parcelles lorsque celles-ci sont entourées de haies, aboutissant à une redistribution du sol interne à ces parcelles. Il y a, pour les haies qui ne sont pas parallèles à la pente, une accumulation en amont de la haie et une érosion à l'aval. Les haies constituent donc des obstacles à l'exportation de terre hors des parcelles agricoles vers le réseau hydrographique.

L'érosion est fonction :

- Soit d'un rapport de vitesse :

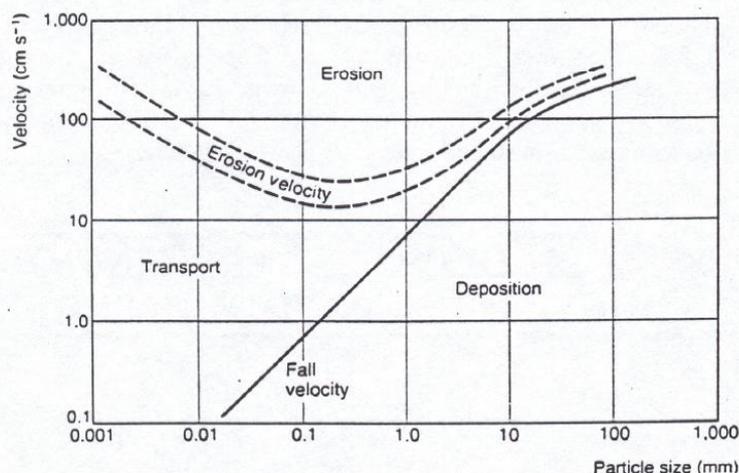
vitesse de l'écoulement  $V_e >$  vitesse critique d'érosion

$$V_e = (Rh^{2/3} \cdot \sin P^{1/2}) / \eta = Q/A$$

avec : Rh = rayon hydraulique ; P = précipitations ;  $\eta$  = viscosité dynamique ; Q = débit ; A = surface

- Soit d'un rapport de tensions tangentielles exercées sur les particules :

force tractrice de l'écoulement  $>$  force tractrice critique.



**Graph 3 : Vitesses critiques pour le détachement, le transport et le dépôt en fonction de la taille des particules (d'après Hjulström, 1935)**

Les haies et les talus perpendiculaires à la pente permettent de limiter l'érosion des sols. Leur effet est surtout marqué dans les régions où l'érosion hydrique ou éolienne est importante, et sur pentes fortes. Quand la haie intercepte un ruissellement diffus (c'est-à-dire étalé sur une grande largeur), elle peut piéger jusqu'à 70 % des particules.

Alegre et Rao (1996) ont mesuré au Pérou, sur des pentes de 15 à 20 % que la haie d'*Inga edulis* retenait par an 73 tonnes de sol/ha. De Jong et Kowalchuk (1995) ont montré que des haies brise-vent au Canada réduisaient de façon très importante la perte de terre pour les sols de texture de surface grossière à moyenne. En climat tempéré, Pihan (1976) a mesuré en Bretagne que la haie et surtout le talus associé pouvaient intercepter environ 2/3 du sol érodé sur une parcelle.

**4 facteurs principaux gouvernent la vitesse de l'écoulement concentré**

Facteurs			Effet sur la vitesse d'écoulement $V_e$	Effet sur l'arrachement $Ar$
1	Débit Q	Si Q ↗	$V_e$ ↗	$Ar$ ↗
2	Pente P	Si P ↗	$V_e$ ↗	$Ar$ ↗
3	Largeur L	Si L ↗	$V_e$ ↘	$Ar$ ↘
4	Rugosité R	Si R ↗	$V_e$ ↘	$Ar$ ↘

**4 facteurs du sol influent sur la « résistance » à l'arrachement**

Facteurs			Effet sur la résistance à l'incision $Re$	Effet sur l'arrachement $Ar$
1	% Argile	Si %A ↗	$Re$ ↗	$Ar$ ↘
2	Compacité $Co$	Si $Co$ ↗	$Re$ ↗	$Ar$ ↘
3	Enherbement E	Si E ↗	$Re$ ↗	$Ar$ ↘
4	Humidité H	Si H ↗	$Re$ ↘	$Ar$ ↗

**Tableau 3 : Facteurs contrôlant la vitesse de l'écoulement et la résistance à l'arrachement (source : AREAS)**

En fait, cette limitation de l'érosion s'accompagne d'une redistribution des particules à l'échelle de la parcelle, qui s'accumulent en amont des haies. Cette accumulation peut être assez rapide et spectaculaire : formation de petites terrasses et diminution de la pente des parcelles de plusieurs pour cents.

Sur un champ de forte pente du Fossat, commune située au milieu du bassin versant de la Lèze, la perte en terre consécutive à un seul orage en septembre 2009 a été estimée à 50 m<sup>3</sup> de terre pour 1 ha, soit 62.5 t/ha (masse volumique de la terre végétale = 1250 kg/m<sup>3</sup>). Cette valeur semble cohérente avec l'ordre de grandeur de la moyenne nationale estimée à 40 t/ha (Claude Bourguignon, 2000), qui elle-même peut

être mise en regard avec la valeur de l'érosion naturelle calculée sur 350 millions d'années d'érosion du massif armoricain qui s'élève à 150kg/ha.

Pour cela on considère la perte de terre dans les sillons créés ou aggravés par l'érosion hydrique dans les champs. Le volume de terre érodé est calculé pour une section parabolique de largeur  $L=15$  cm, avec une hauteur estimée à 5 cm pour un sillon de 100 m de long (parcelle d'1 ha). Ensuite, le volume obtenu pour 1 sillon est multiplié par le nombre de sillons sur 100m de large. Les sillons ne sont pas régulièrement répartis sur la parcelle. On estime 1 sillon tous les mètres. Le volume de terre érodé pour une parcelle de 1 ha est donc d'environ  $50 \text{ m}^3/\text{ha}$ , pour 100 sillons présents sur la parcelle et pour un seul orage.

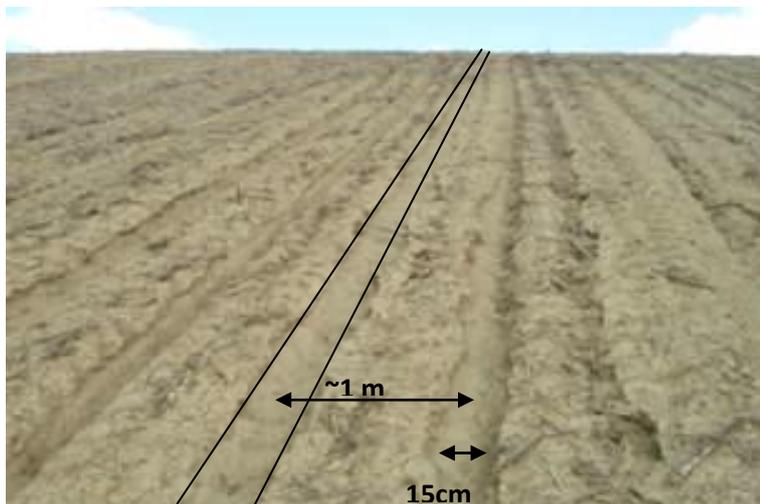


Photo 4 : Sillons créés par l'érosion de l'eau (source : Eaucéa)

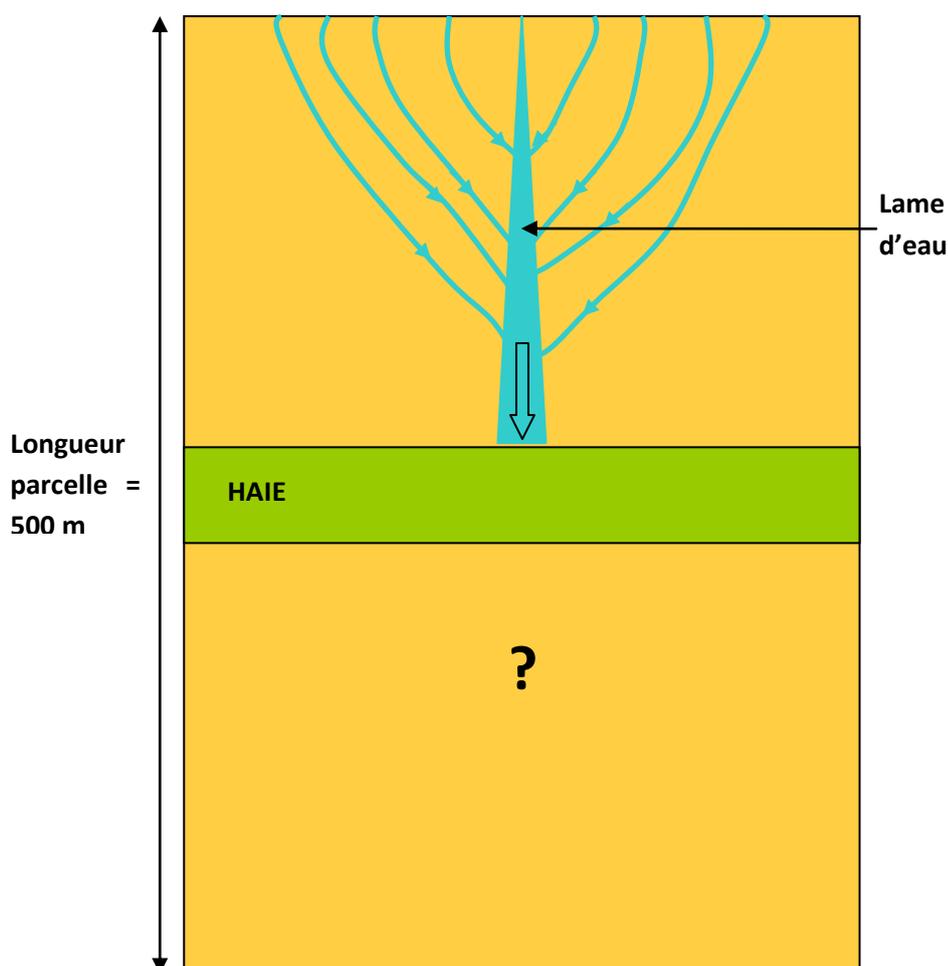
## SIMULATION DU RÔLE DE LA HAIE SUR LES VITESSES ET TEMPS D'ÉCOULEMENT SUR VERSANT, EN RELATION AVEC LE BASSIN VERSANT DE LA LÈZE

L'objectif de la simulation est de mettre en évidence l'impact d'une haie sur les vitesses et les temps d'écoulement d'une lame d'eau en surface, en se basant sur des valeurs de pentes moyennes et une longueur moyenne de parcelles types du bassin versant de la Lèze.

Il faut donc considérer que les calculs de vitesse et de temps de l'écoulement se font sur une parcelle fictive, mais représentative de la Lèze, et dont on fait varier les différentes caractéristiques physiques :

- la pente : 3 valeurs de pente,
- la couverture du sol : en culture ou en labour,
- l'absence de haie ou bien la présence de haie à mi-parcours
- la concentration de plusieurs écoulements ou bien une lame d'eau fixe.

A partir de ces variations de paramètres, des interprétations sont faites sur l'impact d'une haie sur un écoulement hydraulique de surface d'une parcelle agricole.



## 2.1 Informations sur les paramètres des calculs

La vitesse de ruissellement sur un versant est fonction de la pente et de l'occupation du sol. La simulation se base sur l'équation suivante pour calculer la vitesse :

$$V = (H^{2/3} \times \sqrt{\text{pente}}) / C_{\text{man}}$$

Avec :  
V : vitesse en m/s  
H : la hauteur de lame d'eau (mm)  
Pente (m/m)  
Cman : coefficient de Manning

Le coefficient de Manning prend en compte la rugosité du sol. Deux types de couverture de sol sont pris en compte :

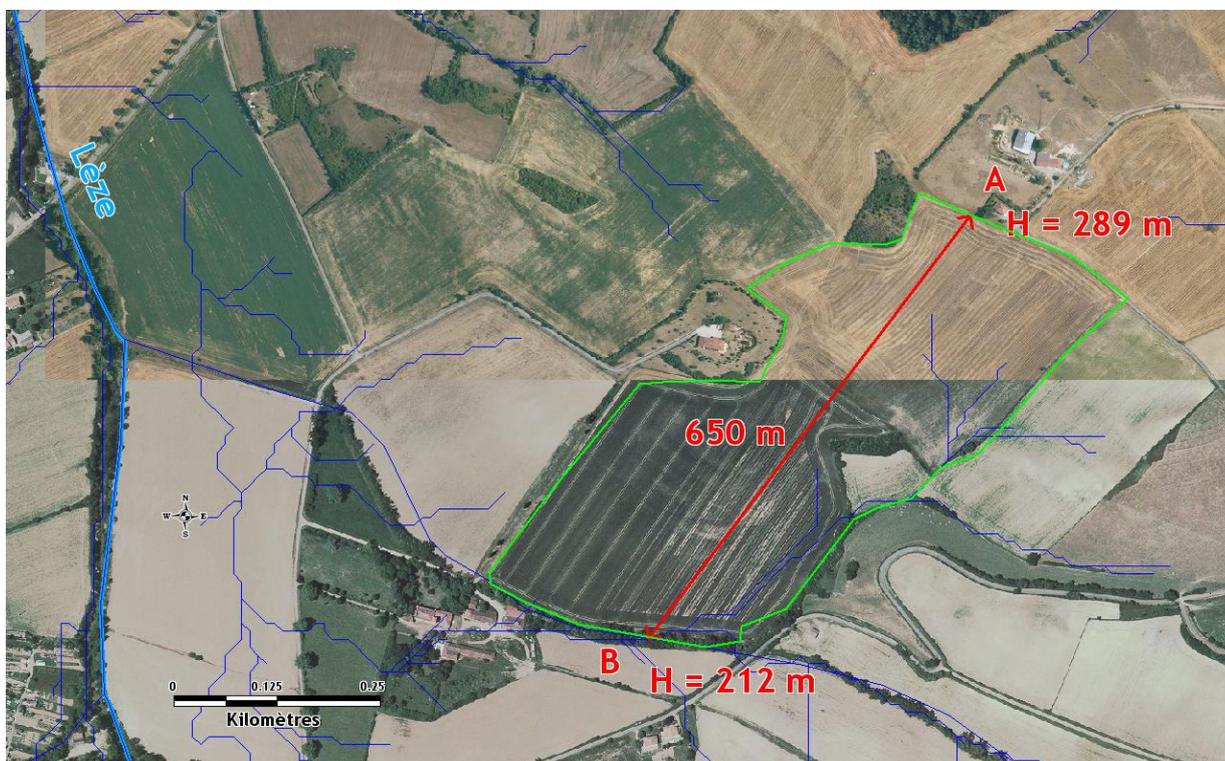
- Cultures et prairies : Cman = 0.035
- sol nu : Cman = 0.025

Le coefficient de sol nu est appliqué aux parcelles agricoles labourées, ce qui traduit la situation la plus critique rencontrée au cours de l'année.

D'autre part, concernant la lame d'eau, d'après des observations de terrains les épaisseurs sont comprises entre 1 et 50 mm.

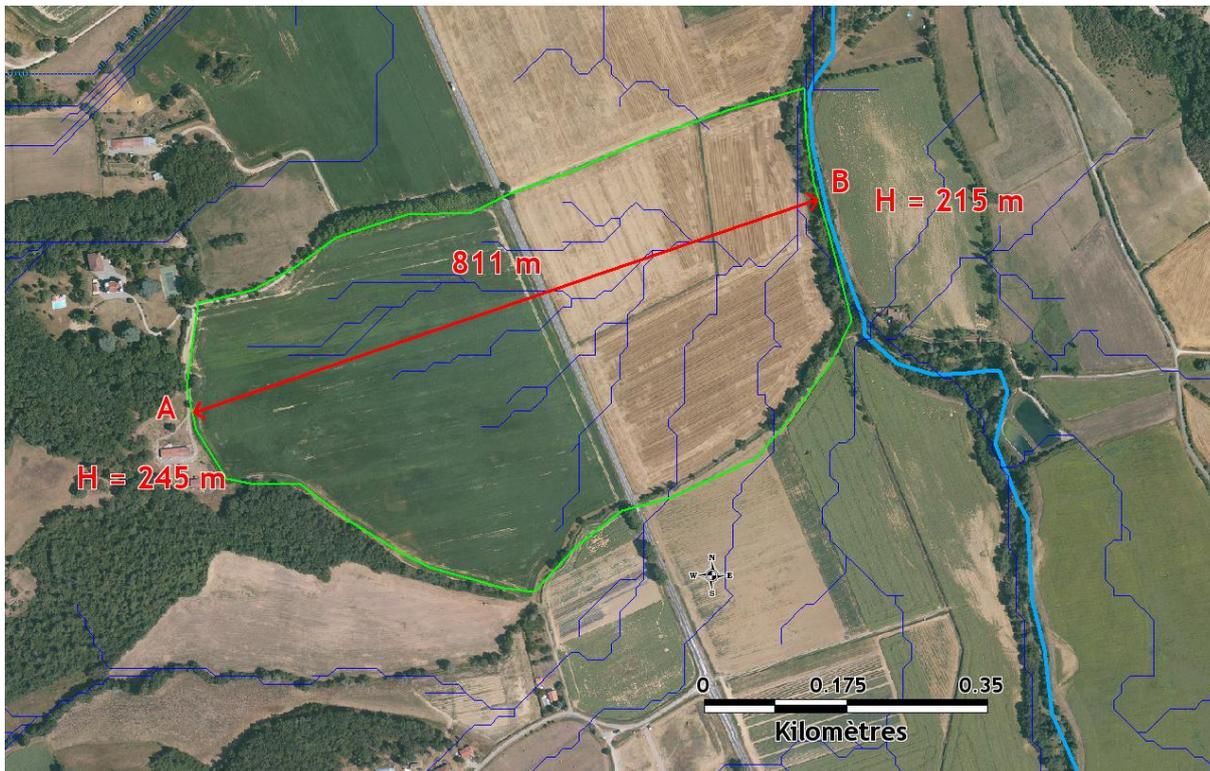
Trois valeurs de pente ont été retenues : 3%, 15 % et 30%. Des observations cartographiques sur 4 cas de figure représentatifs du bassin ont permis de confirmer que ces classes de pentes sont représentatives du bassin de la Lèze, ainsi que de fixer une longueur moyenne de parcelle de 500 mètres pour effectuer les modélisations.

Sur les photographies aériennes suivantes, AB représente la longueur de la parcelle observée et H signifie l'altitude en mNGF.



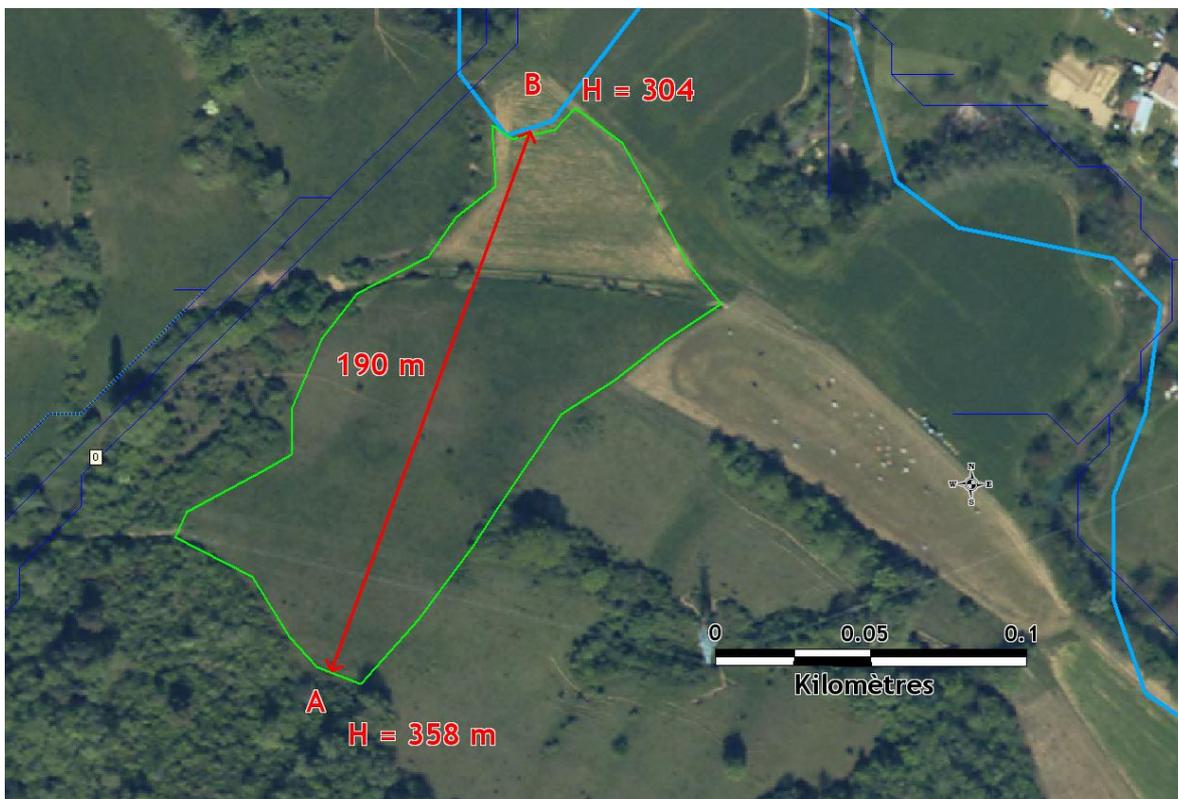
**Photo 5 : Photographie aérienne, ruissellement et longueur type d'une surface de ruissellement (en bleu les chemins de l'eau reconstitués par calcul)**

Longueur = 650 m ; Pente =  $(289-212)/650 = 0.118 = 11.8 \%$



**Photo 6 : Photographie aérienne, ruissellement et longueur type d'une surface de ruissellement**

Longueur = 811 m ; Pente =  $(245-215)/811 = 0.037 = 3.7\%$  faible pente → réseau convergent



**Photo 7 : Photographie aérienne, ruissellement et longueur type d'une surface de ruissellement**

Longueur = 190 m ; Pente =  $(358-304)/190 = 0.284 = 28.4\%$  forte pente → peu de convergence

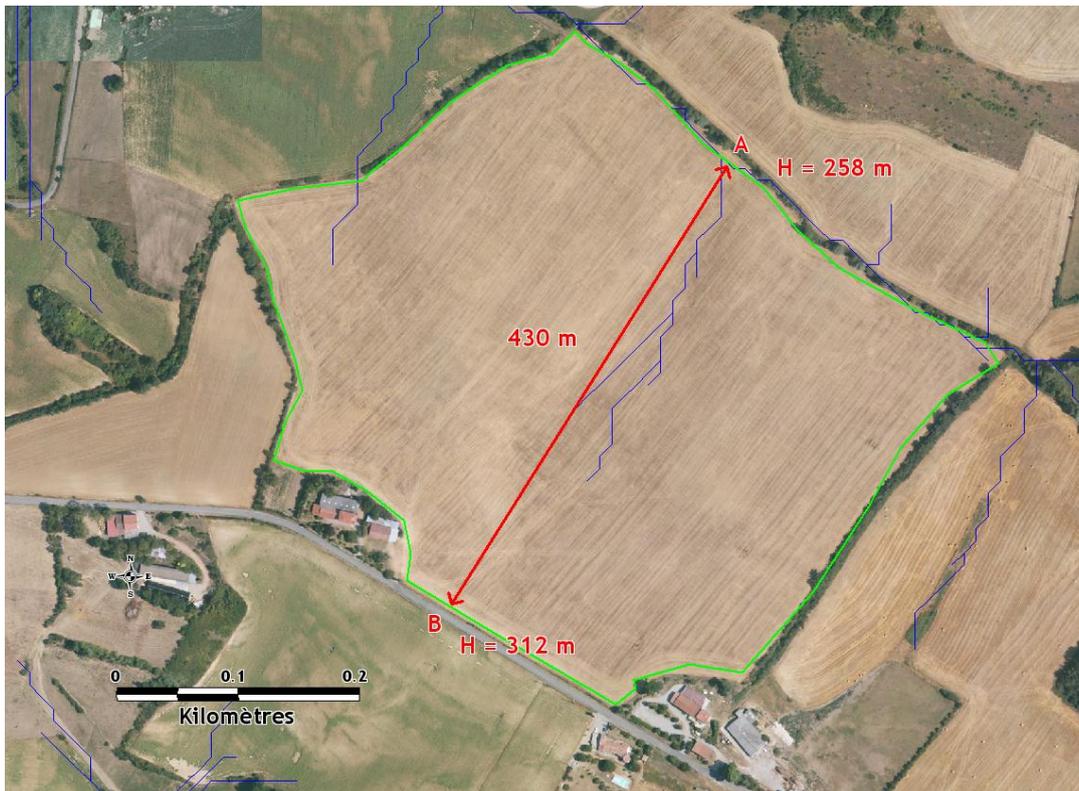


Photo 8 : Photographie aérienne, ruissellement et longueur type d'une surface de ruissellement. Noter que la végétation ou la couleur de la terre recoupe bien le calcul du chemin de l'eau théorique.

Longueur = 430 m ; Pente =  $(312-258)/430 = 0.125 = 12.5 \%$

Les modélisations sont réalisées selon deux hypothèses :

- des modélisations sont basées sur une **concentration des écoulements** par anastomose (type organisation en réseau des cours d'eau) avec la distance parcourue par l'eau dans une parcelle et ainsi une augmentation de l'épaisseur de la lame d'eau en fonction de la distance parcourue (0.1 mm/m). C'est l'hypothèse la plus forte qui explique que de véritables ravines avec des écoulements très rapides (comme de petits torrents) peuvent se former.

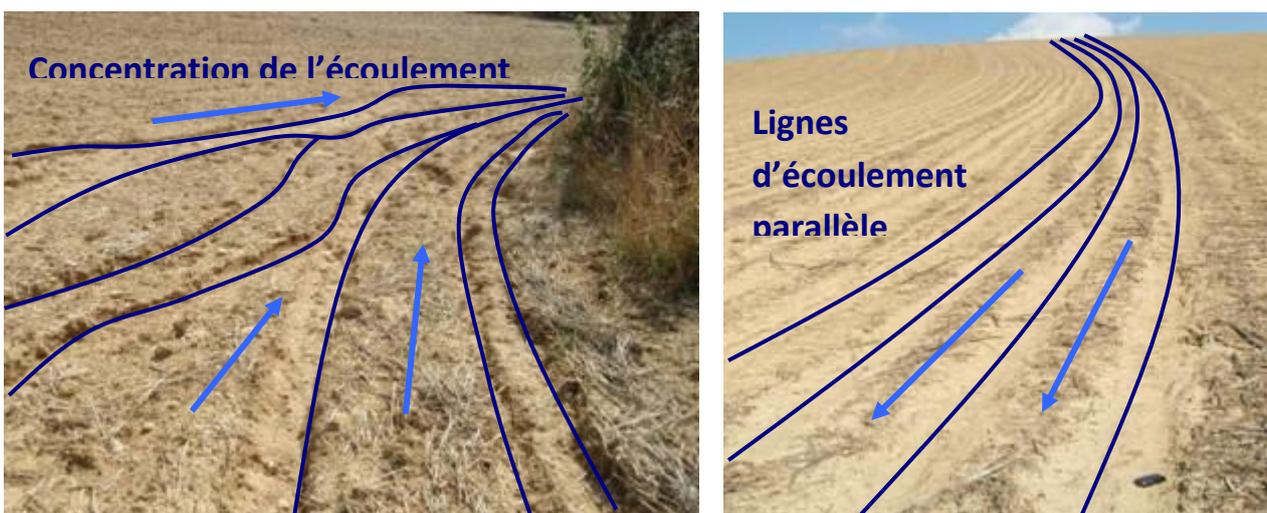


Photo 9 : a) Sillon de concentration de l'écoulement; b) Sillon de lignes d'écoulement parallèle (source : Eaucéa)

- d'autres modélisations sont basées sur un **écoulement linéaire** (type ligne d'écoulement parallèle dans les sillons) et donc une épaisseur de lame d'eau fixe.

Enfin, les deux hypothèses précédentes sont testées avec haies perpendiculaires au ruissellement de versant, ou sans haie.

## 2.2 Modélisation de vitesse sans haies

Les vitesses et temps de parcours sont modélisés à partir de deux types de couverture de sol : prairie et sol nu, sur une parcelle de longueur 500 m.

La prairie limite l'effet de concentration contrairement au sol nu.

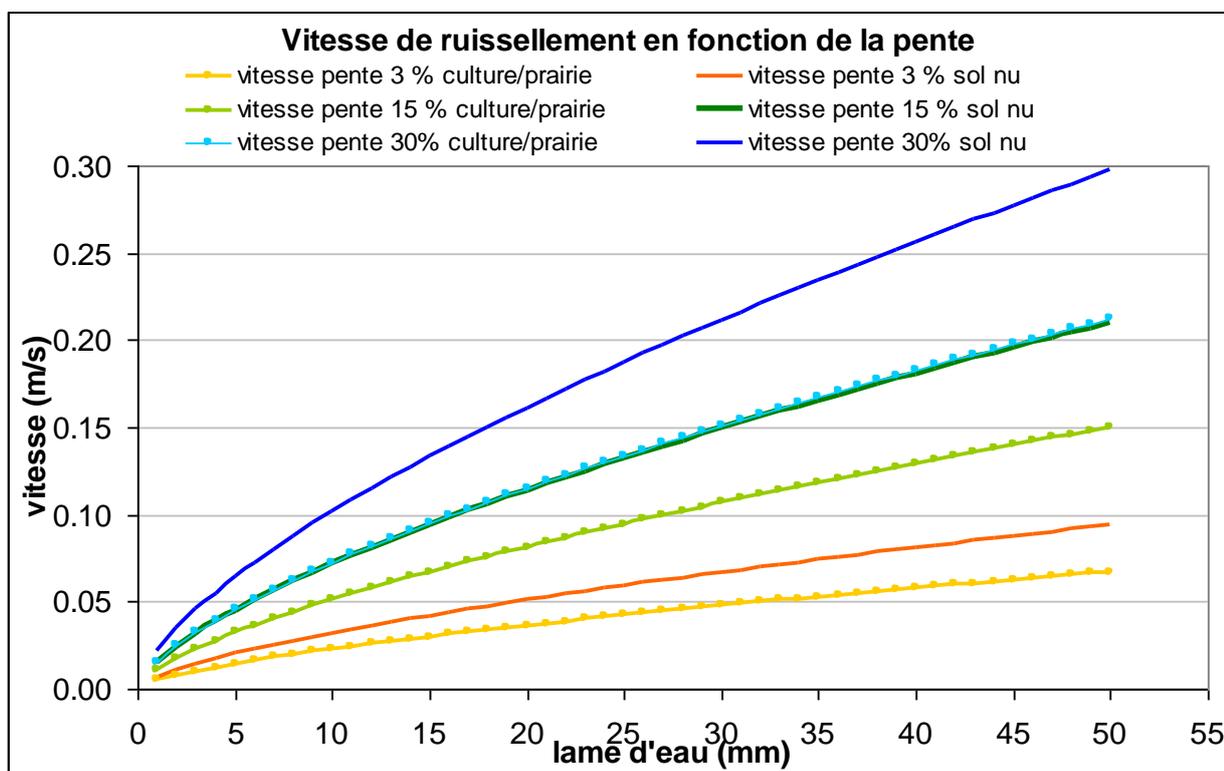
Prairie/culture	Pente		
	0.03	0.15	0.3
Moyenne vitesse (m/s)	0.04	0.09	0.13
Temps de parcours sur 500 m (s)	12208.10	5459.63	3860.54
Temps de parcours sur 500 m (min)	203.47	90.99	64.34

Sol nu	Pente		
	0.03	0.15	0.3
Moyenne vitesse (m/s)	0.06	0.13	0.18
Temps de parcours sur 500 m (s)	8720.07	3899.73	2757.53
Temps de parcours sur 500 m (min)	145.33	65.00	45.96

Tableau 4 : Vitesse et temps de parcours pour plusieurs pentes a) sol de prairie/culture; b) un sol nu

Dans les tableaux de synthèse ci-dessus, on remarque que plus la pente est forte (3%, 15%, 30%), plus les vitesses moyennes sont importantes et donc moins les temps de parcours de l'écoulement sont longs.

Une différence significative est également observable entre un sol nu et un sol de prairie. En effet, la vitesse est plus élevée pour un sol nu et le temps de parcours plus court. Cet effet positif est bien celui que l'on observera avec la mise en place de cultures intercalaires.



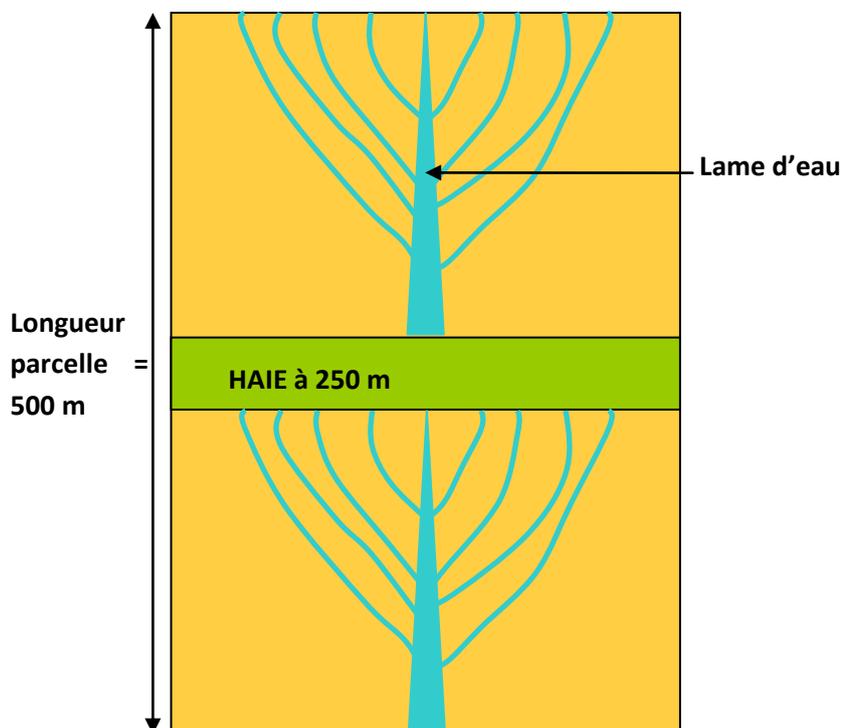
Graphique 4 : Vitesse de ruissellement en fonction de la pente et du type de sol

Le graphique met en évidence une augmentation non linéaire de la vitesse en fonction de l'épaisseur de la lame d'eau.

### 2.3 Modélisation de vitesse d'écoulement concentré sur sol nu avec haie

Dans ces modélisations, la parcelle modélisée est d'une longueur de 500 m avec la présence d'une haie à mi parcours (250 m).

Dans le premier cas, il est considéré une dispersion totale de l'épaisseur de la lame d'eau après le passage au travers de la haie (à 250 m on repart avec une lame d'eau de 1mm) :



<b>Pente</b>	<b>0.03</b>	<b>0.15</b>
<b>Moyenne vitesse (m/s)</b>	0.04	0.08
<b>Temps de parcours sur 500 m (s)</b>	13628	6094
<b>Temps de parcours sur 500 m (min)</b>	227.1	101.5

Tableau 5: Vitesse et temps de parcours pour une haie qui disperse totalement l'écoulement

Dans le deuxième cas, un coefficient de 0.3 est appliqué à l'épaisseur de la lame d'eau au franchissement de la haie. La haie ne disperse pas entièrement l'écoulement (à 250 m on reprend une épaisseur de lame d'eau de 7.5 mm au lieu de repartir de 1 mm) :

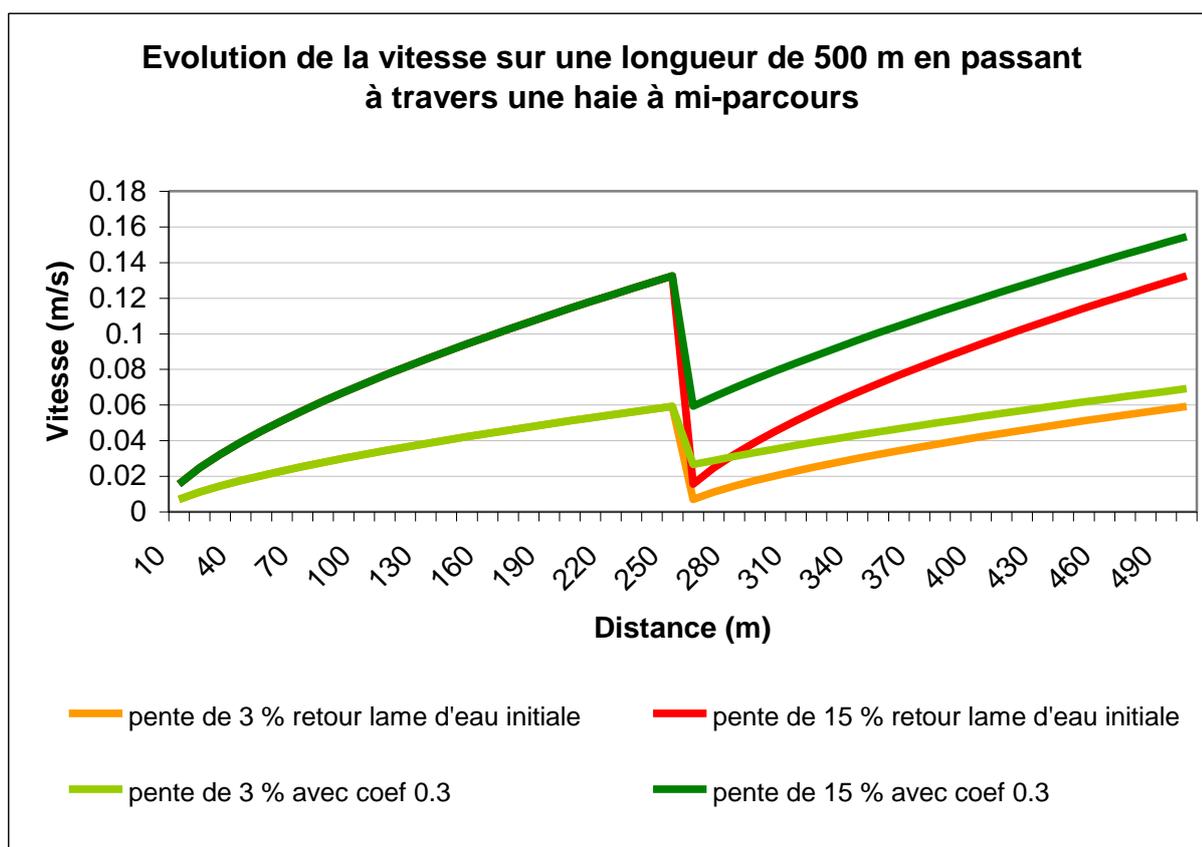
<b>Pente</b>	<b>0.03</b>	<b>0.15</b>
<b>Moyenne vitesse (m/s)</b>	0.04	0.10
<b>Temps de parcours sur 500 m (s)</b>	11619	5196
<b>Temps de parcours sur 500 m (min)</b>	193.6	86.6

Tableau 6 : Vitesse et temps de parcours pour une haie qui ne disperse pas totalement l'écoulement

Dans le 3<sup>ème</sup> cas, on considère la haie comme « imperméable », ainsi l'écoulement contourne l'obstacle. On rajoute alors le trajet parcouru en plus. On estime qu'après le passage de la haie (distance de 250m) on repart d'une vitesse initiale :

Pente	0.03	0.15
Moyenne vitesse (m/s)	0.04	0.08
Temps de parcours sur 510 m (s)	13901	6216
Temps de parcours sur 510 m (min)	231.7	103.6

Tableau 7 : Vitesse et temps de parcours pour une haie imperméable



Graph 5 : Évolution des vitesses sur 500m avec une haie à mi-parcours

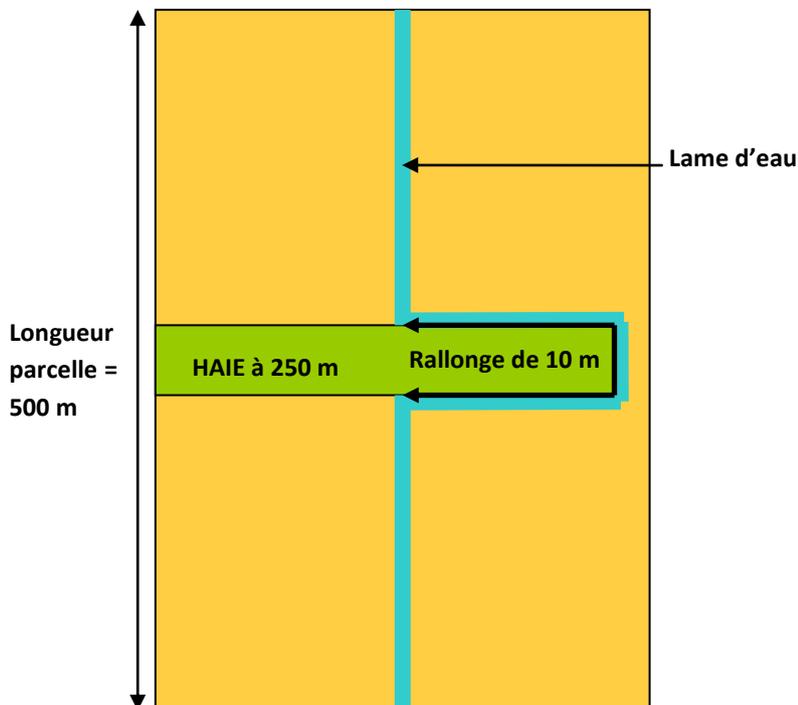
Le graphique met en évidence une « cassure » dans l'augmentation de la vitesse au niveau de la haie, traduction du ralentissement du ruissellement.

#### 2.4 Modélisation de vitesse d'écoulement non concentré sur sol nu avec haie

Pour ces calculs, on considère que l'écoulement est filaire (parallèle à la pente).

Les écoulements ne se rencontrent jamais, c'est donc pour cela que l'on fait l'hypothèse d'une lame d'eau constante sur une parcelle de longueur 500 m. On calcule donc pour chaque épaisseur de lame d'eau, la vitesse sur 500 m et le temps de parcours de l'écoulement.

Le tableau page suivante permet de comparer les temps de parcours sur une parcelle sans haie (l'écoulement parcourt 500 m) et sur une parcelle avec haie (l'écoulement parcourt 510 m). On considère en effet que l'écoulement contourne la haie et rallonge ainsi son parcours. En prenant un linéaire de haie perpendiculaire à la pente de 10 m de longueur sur 1 m d'épaisseur, on admet que le parcours se rallonge de 10 m.



Le tableau récapitulatif ci-dessous montre que si on considère un rallongement du parcours de l'écoulement, dû à la présence de la haie à travers un champ labouré, le temps de parcours augmente d'environ 2% quelque soit la pente et l'épaisseur de la lame d'eau. Cette modélisation permet d'appréhender des ordres de grandeurs utiles à l'analyse. La convergence des écoulements favorise l'accélération et doit donc être réduite au maximum.

Épaisseur de la lame d'eau écoulee (mm)	Vitesse (m/s)	Temps de parcours sur 500 m en sec	Temps de parcours sur 500 m en min	Temps de parcours sur 510 m en sec	Temps de parcours sur 510 m en min
<b>Pour pente 3%</b>					
1	0.01	72169	1203	73612	1227
10	0.03	15548	259	15859	264
20	0.05	9794	163	9991	167
30	0.07	7475	125	7624	127
40	0.08	6170	103	6294	105
50	0.09	5317	89	5424	90
<b>Pour pente 15%</b>					
1	0.02	32275	538	32920	549
10	0.07	6953	116	7092	118
20	0.11	4380	73	4468	74
30	0.15	3343	56	3410	57
40	0.18	2759	46	2815	47
50	0.21	2378	40	2426	40
<b>Pour pente 30%</b>					
1	0.02	22822	380	23278	388
10	0.10	4917	82	5015	84
20	0.16	3097	52	3159	53
30	0.21	2364	39	2411	40
40	0.26	1951	33	1990	33
50	0.30	1682	28	1715	29

Tableau 8 : Vitesse, temps de parcours avec et sans haie pour un écoulement direct.

### 3 OÙ AGIR ?

En terme de ralentissement dynamique, la haie - mais aussi la bande enherbée - est l'aménagement qui peut être positionné le plus en amont possible dans le bassin versant. Cependant des haies placées en bas de pente seront plus efficaces que des haies en amont. C'est le fonctionnement hydrologique du bassin versant qui détermine la position des haies :

- très haut dans le bassin versant avant que les ruissellements ne se concentrent,
- dans les fonds de vallon très plats où l'eau s'étale.

Pour qu'elle joue pleinement son rôle, la haie doit être positionnée en perpendiculaire de l'écoulement, c'est-à-dire soit perpendiculaire au versant, soit perpendiculaire au fond de vallon.



Photo 10 : Haie perpendiculaire au fond de vallon ou au versant (source : AREAS)

La disposition de la haie selon les courbes de niveaux est une condition essentielle pour obtenir des résultats efficaces en terme de maintien des sols. Ces résultats sont renforcés lorsque la haie est plantée sur talus. Avec le temps, un maillage bocager, disposé selon les courbes de niveau, réduit la pente de la parcelle ou du bassin versant, permettant également de limiter la vitesse de ruissellement.

En effet, la haie est réfléchie à l'échelle de la parcelle mais son action se fait sentir sur l'ensemble du bassin versant.

## UN AMÉNAGEMENT COMPLÉMENTAIRE

Le rôle de la haie peut être optimisé par l'ajout d'autres aménagements. Trois types d'aménagements composés peuvent ainsi être mis en avant :

### 4.1 Haie et bande enherbée

En associant une haie à une zone enherbée, on obtient un aménagement deux fois plus efficace pour freiner les écoulements, infiltrer l'eau et piéger les particules. Il est alors préférable d'implanter la haie à l'aval de l'herbe. Aucune raie de charrue ne doit être faite entre la parcelle et le dispositif.



**Deux fois plus d'efficacité si la haie est associée à une zone enherbée**

Photo 11 : Haie associée à une zone enherbée (source : AREAS)

### 4.2 Haie et fascine

L'avantage de la fascine sur la haie, est qu'elle joue son rôle hydraulique dès la première année de mise en place, alors que la haie doit avoir plusieurs années pour jouer le même rôle. C'est pourquoi, ponctuellement dans les endroits sensibles, la jeune haie peut être renforcée par une fascine (environ 70€/ml).



**La fascine renforce la jeune haie dans les zones de passage d'eau**

Photo 12 : Haie associée à une fascine (source : AREAS)

### 4.3 Haie, fascine et bande enherbée

La solution pour avoir une efficacité maximale dès la plantation, consiste à associer les trois éléments sur 5 mètres de large minimum. C'est particulièrement recommandé dans les zones les plus sensibles, notamment les zones de contact entre parcelle agricole et zone bâtie.

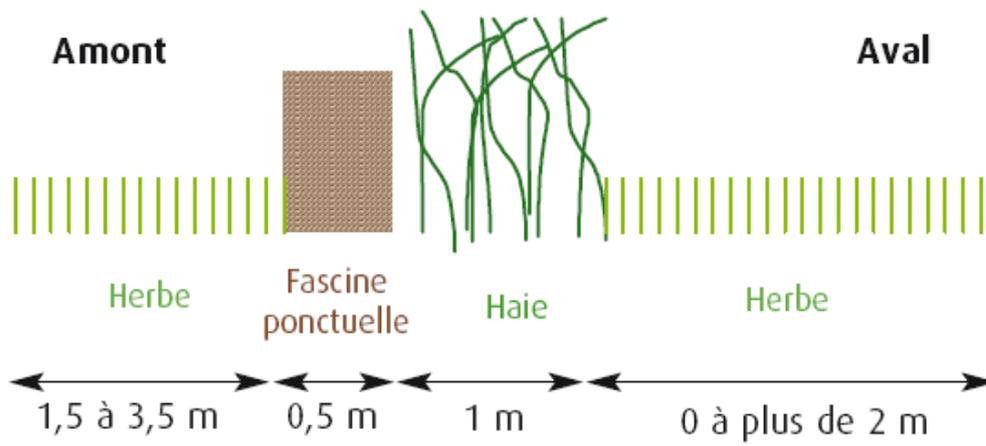


Figure 3 : Haie associée à une fascine et une zone enherbée (source : AREAS)

## 5 UN RÔLE DE BRISE CRUE

### 5.1 Principe

Quand une rivière est en crue, elle déborde dans la zone inondable (le lit majeur) et forme un écoulement souvent moyennement rapide. En faisant partiellement obstacle à ce flot, les haies brise crue permettent de ralentir la course de l'eau, d'en dissiper la force et de réduire les impacts des inondations. Difficile à modéliser, cet effet est cependant certain quand on observe les conditions d'écoulement en lit majeur. La photographie ci-dessous montre des remous au niveau d'une simple clôture. Cet effet peut être lié à une butte au niveau de l'implantation de la clôture ou au piégeage de corps flottant (paille par exemple) qui, en densifiant la haie et en obstruant les espaces libres, imperméabilise l'obstacle. Ce phénomène s'observe aussi à la faveur d'un chemin traversier. Pour jouer pleinement leur rôle, les haies brise-crue doivent présenter une certaine épaisseur, de l'ordre de 5 mètres de large.

L'impact hydraulique est donc un ralentissement du courant (une perte de charge) qui se traduit par un exhaussement de la ligne d'eau en amont de l'obstacle. Quelques centimètres d'écart peuvent sur une largeur d'un kilomètre se traduire par un effet temporaire de surstockage en pointe de crue, de quelques milliers de m<sup>3</sup>.



Photo 13 : Obstacle favorisant une perte de charge amont/aval de l'obstacle (source : AREAS)

C'est un effet cumulatif qui se mesure à l'échelle de l'ensemble de la vallée, avec une diminution attendue sur les débits de pointe.

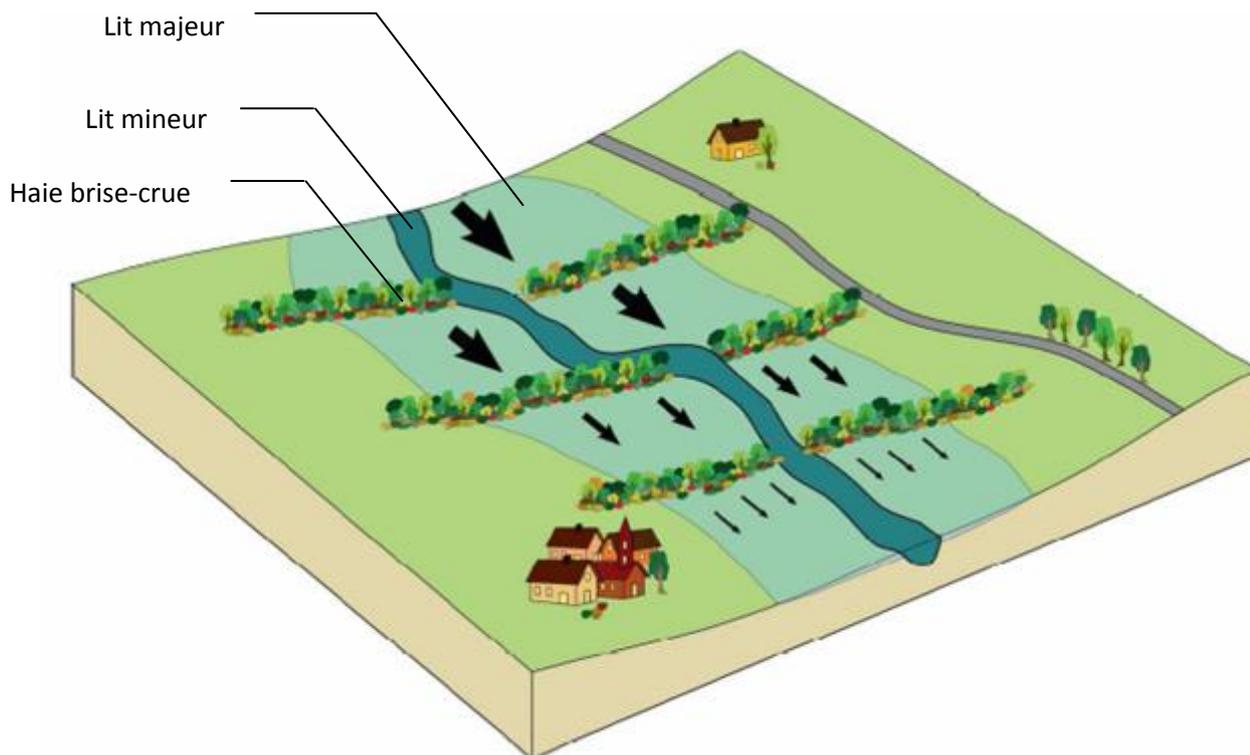


Figure 4 : Position des haies brises crues par rapport au lit mineur et majeur (source : <http://www.smival.fr>)

## 5.2 Données d'évolution sur le bassin versant de la Lèze

Sont considérées comme haies brise crue les haies situées en zone inondable perpendiculaires à l'axe de la vallée (sens de l'écoulement en lit majeur).

Une analyse hydrologique serait nécessaire pour étudier l'impact des haies brises crues sur les débits de crue et les vitesses associées, sur les temps de concentration du bassin, ainsi que sur la propagation du pic de crue. Pour les auteurs de l'analyse hydrologique menée dans le cadre du Schéma de Prévention des Inondations (SMIVAL, 2006) montre une réduction significative des débits de pointe, de 25%, dans le cas où le fond de vallée de la Lèze serait couvert par du bocage par rapport au même bassin en grandes cultures.

Un calcul sommaire permet d'estimer l'emprise des haies sur la zone inondable en rapportant le linéaire de haie sur 1 km de vallée inondable à la largeur de cette même vallée. Un indicateur d'obstacle aux crues est ainsi produit. Il faut l'interpréter comme le nombre de fois où la crue devra traverser une haie pour franchir 1 km.

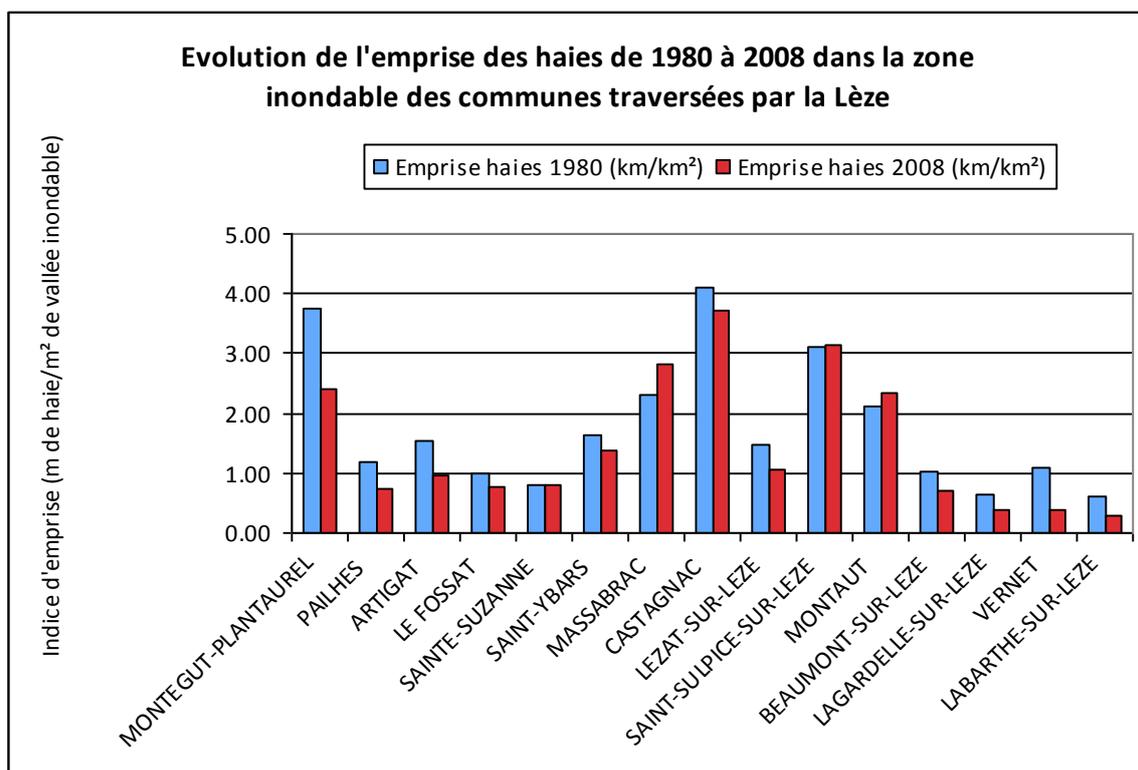
Les données suivantes ne répertorient que l'emprise des haies brise-crues en zone inondable. Le tableau ci-dessous regroupe l'ensemble des communes traversées par la Lèze. Il dresse un état des lieux des caractéristiques des différents tronçons ainsi que de l'emprise des haies sur ces tronçons pour les années 1980 et 2008.

INSEE	COMMUNE	Longueur ZI (m)	Largeur moyenne (m)	Linéaire de haie brise-cruie 1980 (m)	Emprise haies 1980 (km/km <sup>2</sup> )	Linéaire de haie brise cruie 2008 (m)	Emprise haies 2008 (km/km <sup>2</sup> )	ordre amont aval
09127	GABRE	2847	52	1 019	6.88			1
09202	MONTEGUT- PLANTAUREL	3925	107	1 576	3.75	1 009	2.40	2
09224	PAILHES	6523	126	969	1.18	606	0.74	3
09019	ARTIGAT	6546	486	4 922	1.55	3 085	0.97	4
09124	LE FOSSAT	4893	409	1 987	0.99	1 528	0.76	5
09342	SAINTE-SUZANNE	3496	498	1 411	0.81	1 412	0.81	6
09277	SAINT-YBARS	3524	600	3 450	1.63	2 913	1.38	7
31326	MASSABRAC	620	500	712	2.30	871	2.81	8
31111	CASTAGNAC	751	400	1 235	4.11	1 122	3.73	9
09167	LEZAT-SUR-LEZE	8864	500	6 478	1.46	4 655	1.05	10
31517	SAINT-SULPICE-SUR- LEZE	2605	600	4 856	3.11	4 920	3.15	11
31361	MONTAUT	2578	400	2 170	2.10	2 426	2.35	12
31052	BEAUMONT-SUR- LEZE	7453	500	3 771	1.01	2 609	0.70	13
31263	LAGARDELLE-SUR- LEZE	4564	1200	3 470	0.63	2 088	0.38	14
31574	VERNET	1090	3000	3 576	1.09	1 275	0.39	15
31248	LABARTHE-SUR- LEZE	3949	3200	7 707	0.61	3 488	0.28	16
<b>Total ou valeur moyenne pondérée</b>		64227	672	49 309	1.72	34 007	1.07	

Tableau 9 : Emprise des haies en zone inondable en 1980 et 2008

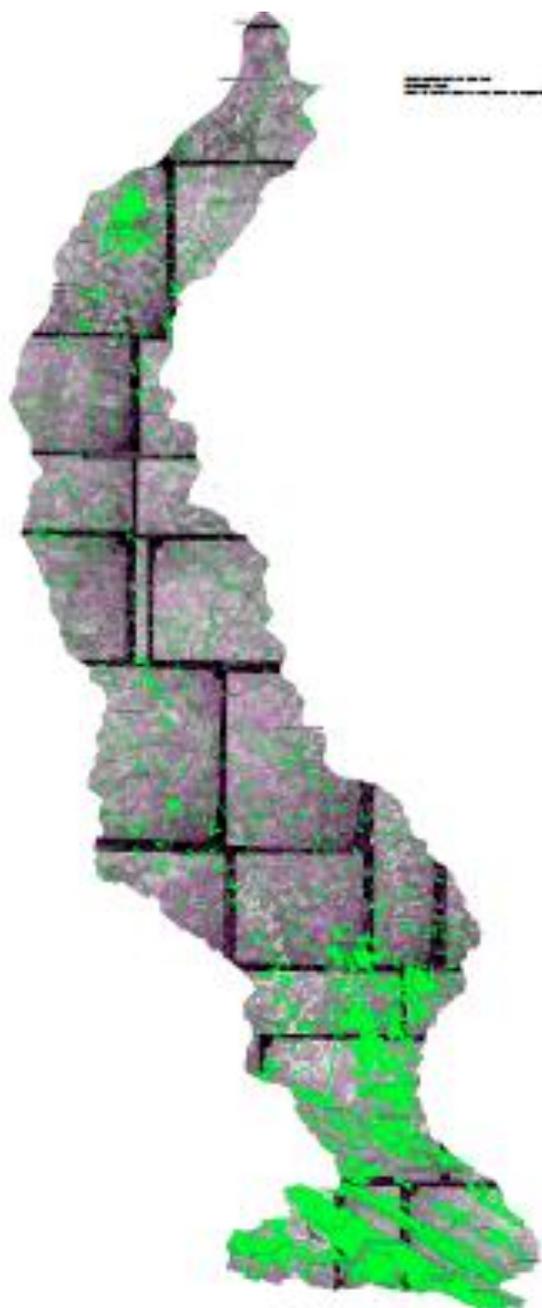
Les tronçons de la Lèze traversant les communes de Montegut-Plantaurel, Castagnac, Massabrac, Montaut et Saint Sulpice sur Lèze sont les plus fournis en matière de haies brise-cruie. L'emprise des haies en zone inondable a sensiblement diminué en 20 ans.

Le graphique suivant permet de visualiser les variations de 1980 à 2008 :



Graph 6 : Histogramme de l'évolution de l'emprise des haies de 1980 à 2008

## PARTIE II : CARTOGRAPHIE DU BASSIN VERSANT DE LA LÈZE : DÉFINITIONS ET MÉTHODES



## PRINCIPES MÉTHODOLOGIQUES DE SAISIE DES ÉLÉMENTS SUR LES PHOTOS ET ORTHOPHOTOPLANS ET CARTES DE BASES DU TERRITOIRE

L'aire d'étude porte sur le bassin versant de la Lèze qui couvre 350 km<sup>2</sup>. Le travail d'analyse est réalisé à partir d'orthophotoplans de 2008 et de photographies aériennes noir et blanc de 1980. Les objets sont numérisés sur une base photo à l'échelle moyenne du 1/3000<sup>ème</sup> et sont analysés visuellement (aucune automatisation ou classification automatisée). Les bases de données sont travaillées par SIG (bases géoréférencées).

### 6.1 Origine des données et éléments cartographiés

La cartographie des haies effectuée (Actimage 2010) à partir de photos aériennes en comparant les années 1980 et 2008 sur la totalité du bassin de la Lèze a permis une analyse quantitative sur l'évolution brute du linéaire de haie et de surface boisée. L'intérêt de ce diagnostic est multiple car il touche des aspects comme le paysage ou la faune, mais surtout en raison de ses implications potentielles sur le régime des eaux et des crues en particulier.

Néanmoins, l'efficacité hydraulique de ces "infrastructures" naturelles dépend d'éléments de contexte. C'est pourquoi, le travail de recensement a été doublé d'une qualification hydraulique des haies sur la base des seuls critères accessibles à l'analyse sur photo aérienne.

Comme vu précédemment, ces critères sont essentiellement des critères d'orientation par rapport à la pente et différents selon que l'on se retrouve en lit majeur inondable de la Lèze ou sur les bassins versants adjacents.

Le travail a donc nécessité la création d'un traitement des données altimétriques pour :

- Distinguer les parties du territoire en situation de forte pente, pente moyenne ou pente faible ainsi que le secteur en zone inondable (donnée DIREN – cartographie informative)
- Constituer, très au delà de la cartographie IGN du réseau, des écoulements à l'échelle des parcellaires. Ceci a nécessité un traitement lourd de la donnée numérique mais permet de disposer d'une qualification pertinente de tous les secteurs à risque de convergence par exemple (création de ravine).

Sur cette base, deux analyses sont faites qui permettent de dégager des éléments à caractère statistique et historique :

- Présence de bois et haies dans la zone inondable
- Présence de bois et haies en travers des ruissellements de versant.

Les éléments cartographiés sont donc de deux types :

- Cartographie des zones boisées :

Ont été saisis en bois tous les éléments visibles sur les photos présentant un aspect homogène (peuplement régulier), soit les espaces boisés, les taillis, les broussailles, la végétation arbustive hors alignements d'arbres (bord de routes), haies agricoles ou jardins.

Les ripisylves (celle de la Lèze en particulier) ont été également saisis dans cette classe.

- Cartographie des haies :

Ont été saisis les haies visibles sur les photos, alignements d'arbres ou arbustes, qu'il s'agisse d'éléments agricoles, haies de jardins ou bordures de routes.

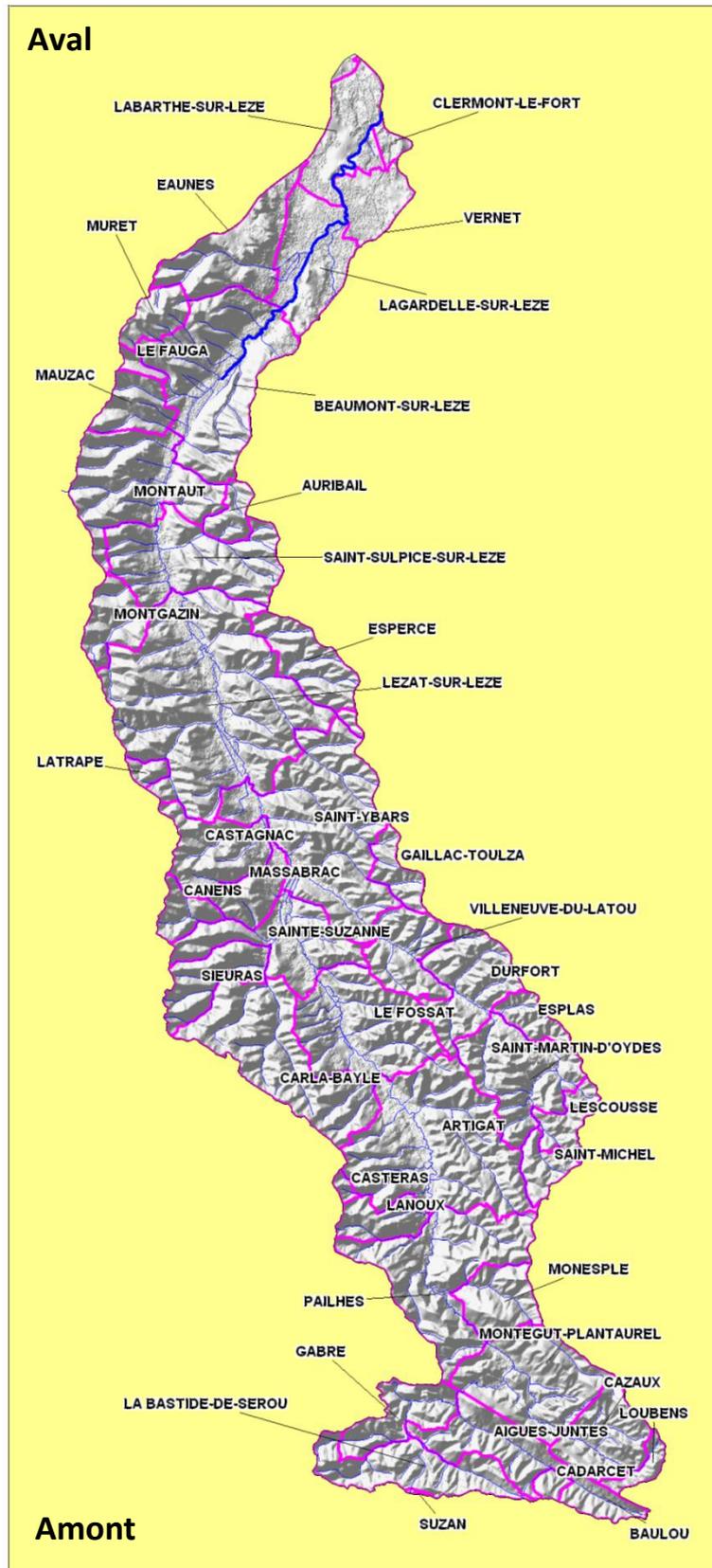
Dans la mesure du possible, les objets ont été dessinés en respectant leur logique "géométrique" (une haie qui croise une route a été découpée avant et après l'ouvrage). Les linéaires importants (haies longues) ont

également été respectés (un changement d'angle de la haie ne signifie pas une autre saisie, mais un seul objet).

## **6.2 Cartographie des communes et pentes du bassin versant de la Lèze**

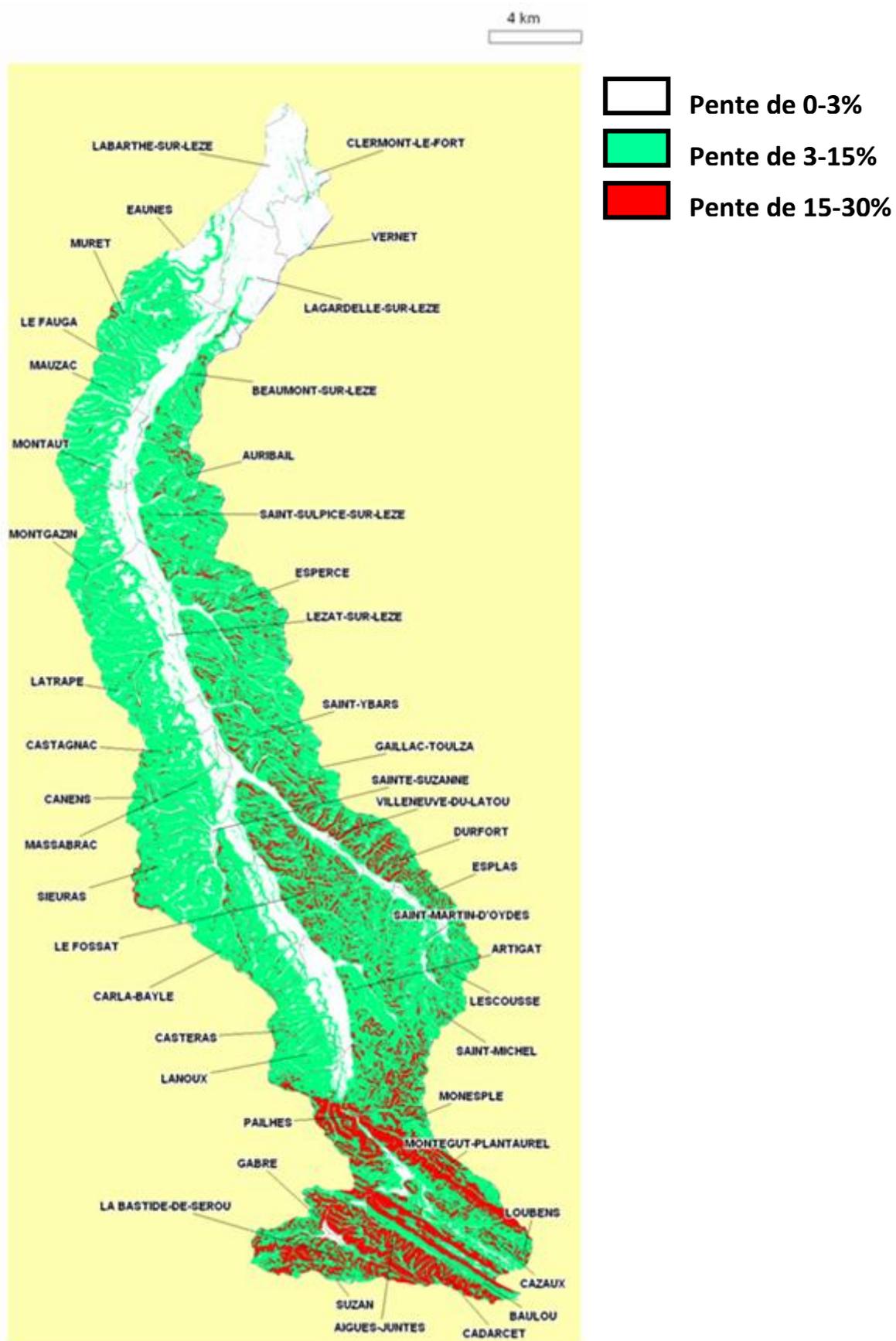
Carte des communes et de l'orographie :

4 km

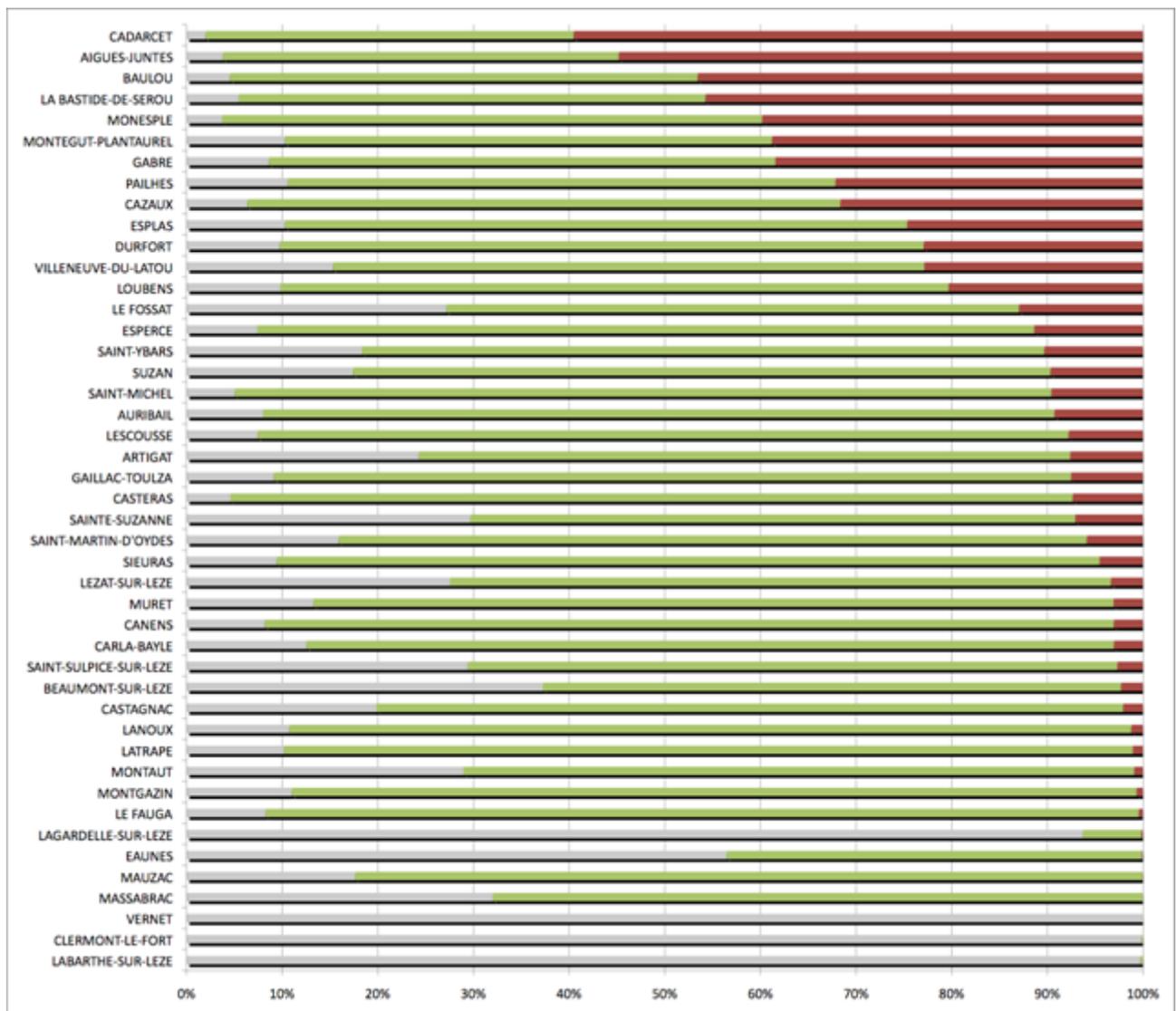


Carte 1 : Limite de commune sur fond de carte orographique

Carte et histogramme des pentes en fonction des communes :



Carte 2 : Carte des pentes



Graphe 7 : Répartition des pentes en fonction des communes

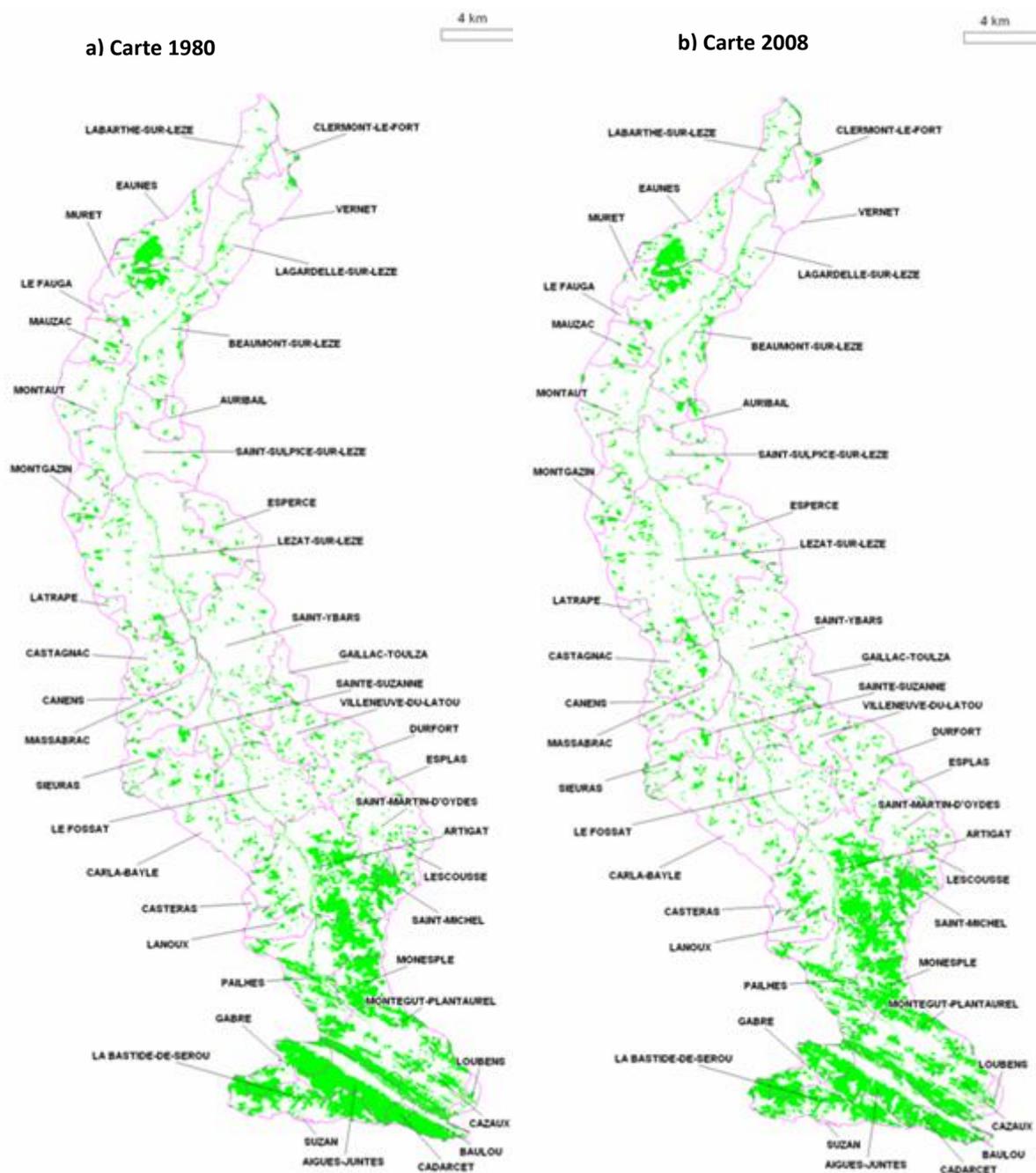
Les différentes représentations des pentes en fonction des communes (carte et histogramme), montrent une prédominance des pentes de la classe 3-15%.

Les pentes de la classe 0-3% restent concentrées en aval du bassin alors que les pentes supérieures à 15% sont principalement en amont (vallée encaissée).

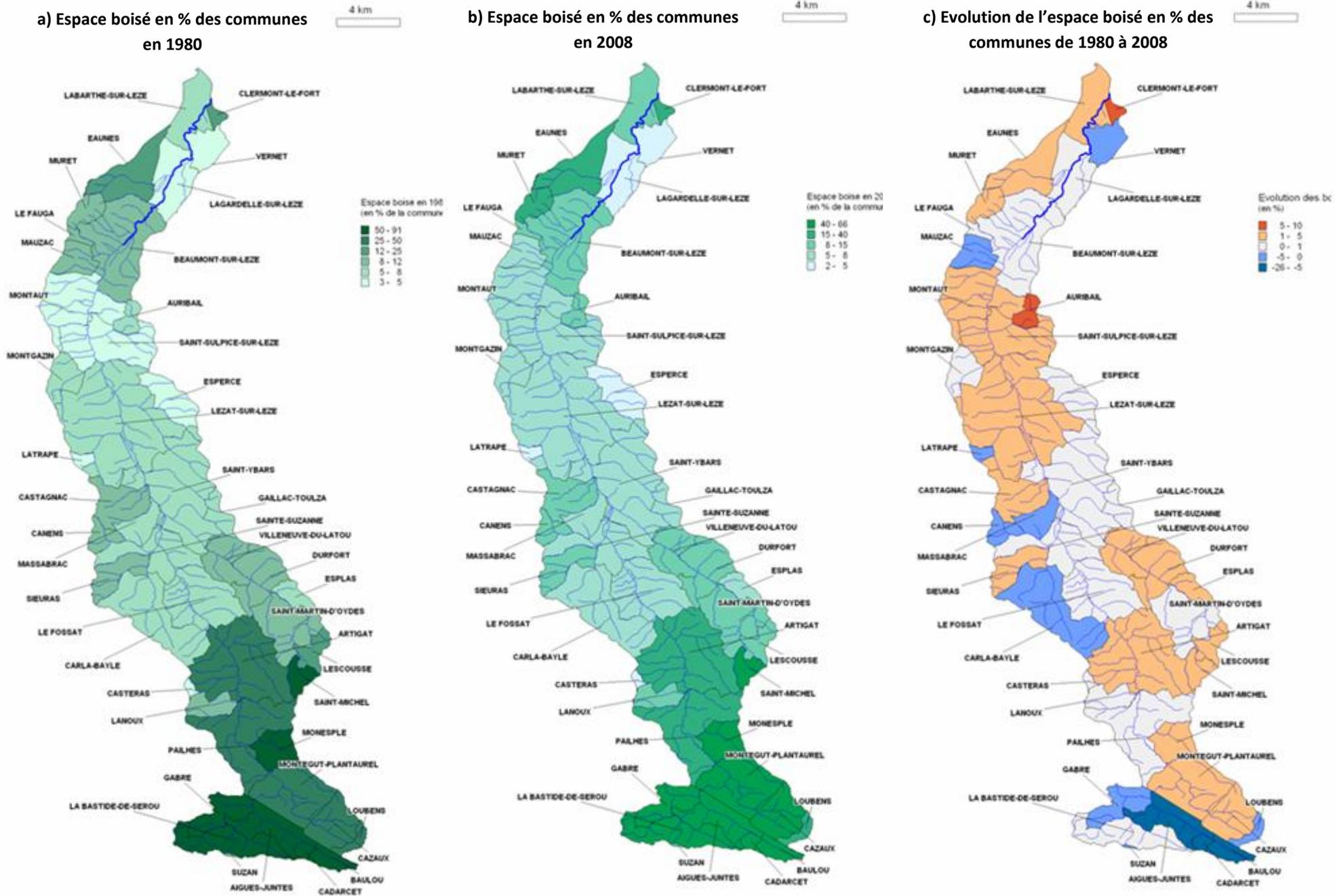
## CARTOGRAPHIE GENERALE ET APPLIQUÉE AUX VERSANTS DES ZONES BOISÉES ET DES LINÉAIRES DE HAIES

### 7.1 Evolution des zones boisées de 1980 à 2008

Cartographie des zones boisées sur la totalité du bassin versant de la Lèze en 1980 et 2008. Les surfaces boisées ont légèrement augmenté de 1980 à 2008.



Carte 3 : Cartographie des zones boisées a) 1980 ; b) 2008



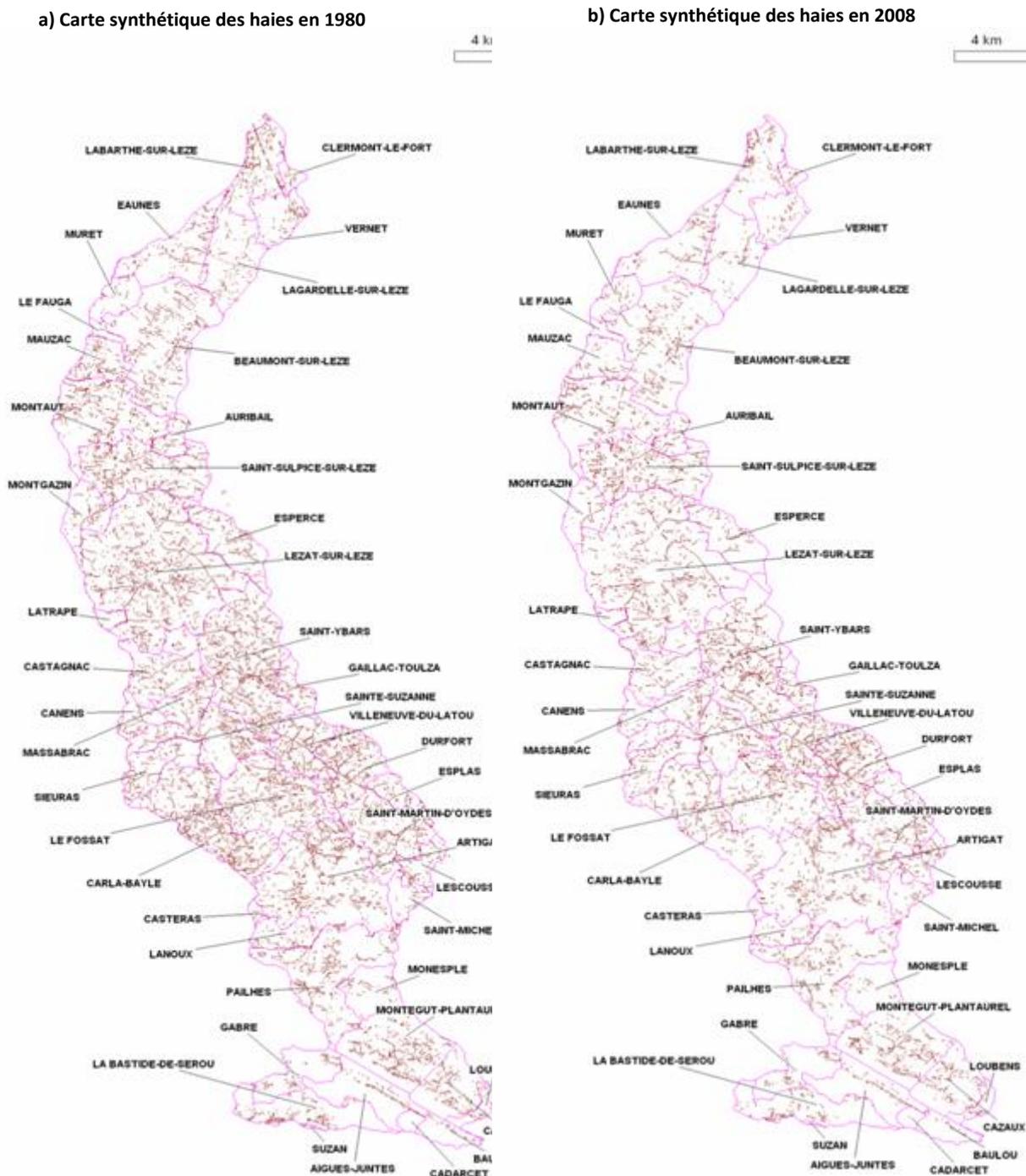
Carte 4 : Espace boisé par commune a)1980 ; b) 2008 ; c) Évolution de 1980 à 2008

Les cartes précédentes montrent l'évolution des espaces boisés par commune entre 1980 et 2008. Les espaces boisés progressent de 6270 à 6580 hectares en 30 ans, soit une légère évolution de 5 %.

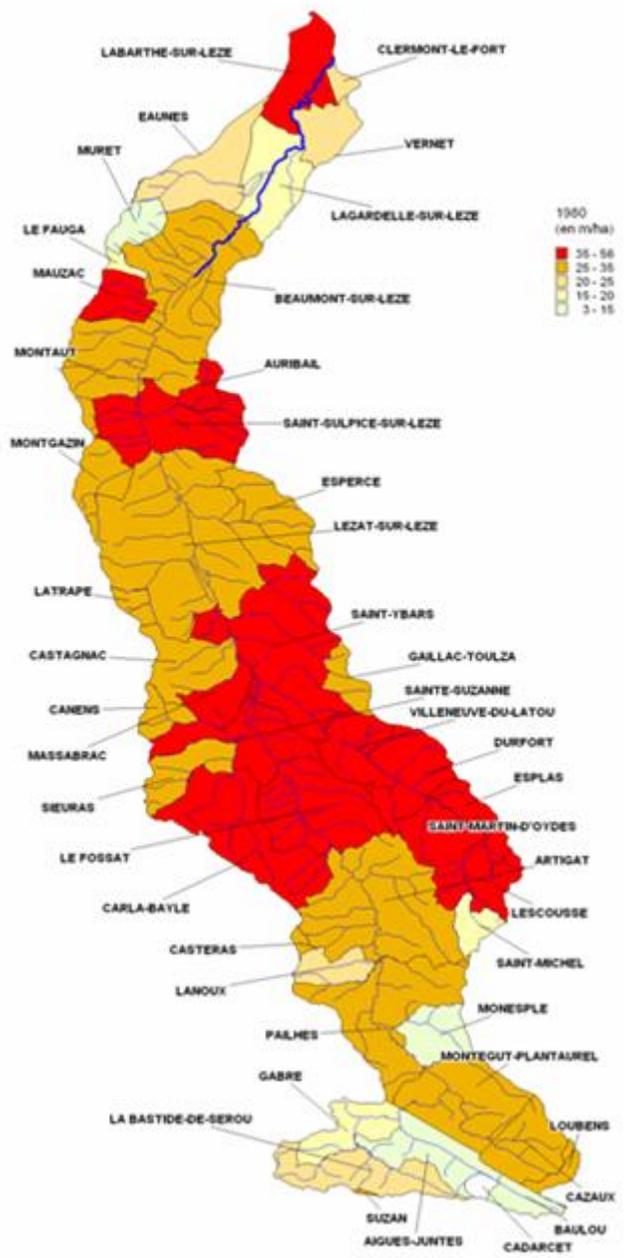
Quelques diminutions sont cependant observables en zone amont sur les communes de Cadarcet (-25.8%), Aigues Juntas (-9.8%) et Baulou (-7%).

## 7.2 Évolution des haies de 1980 à 2008

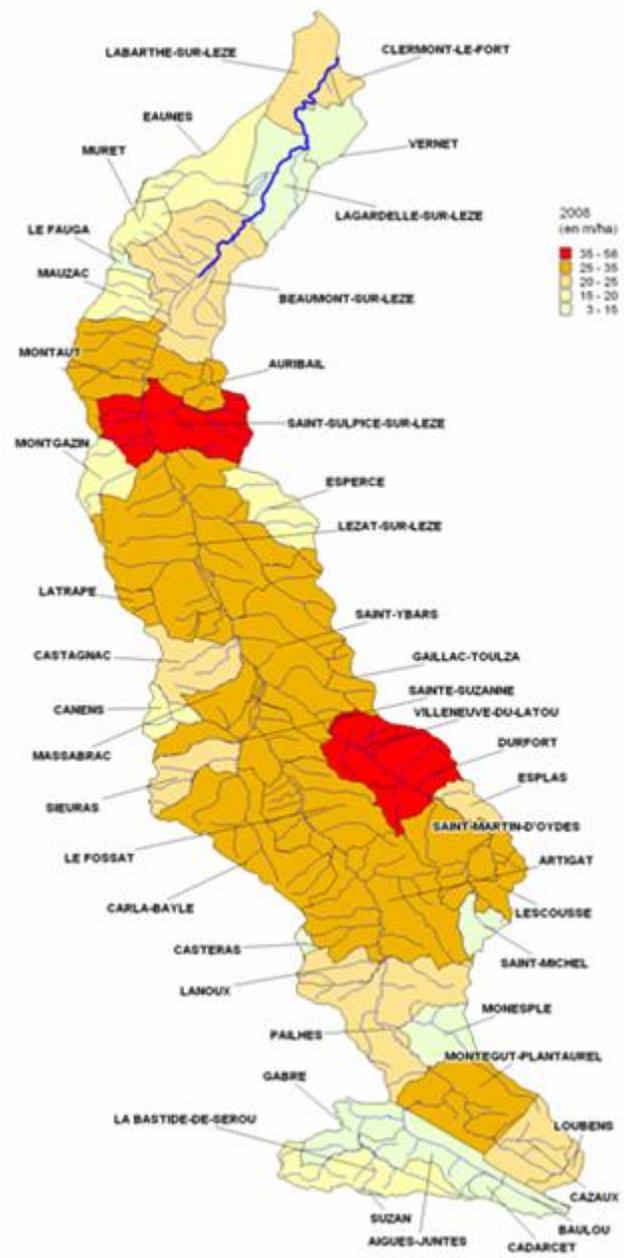
Sur les cartes suivantes, on remarque une forte diminution du linéaire de haie de 1980 à 2008, quasiment sur l'ensemble du territoire.



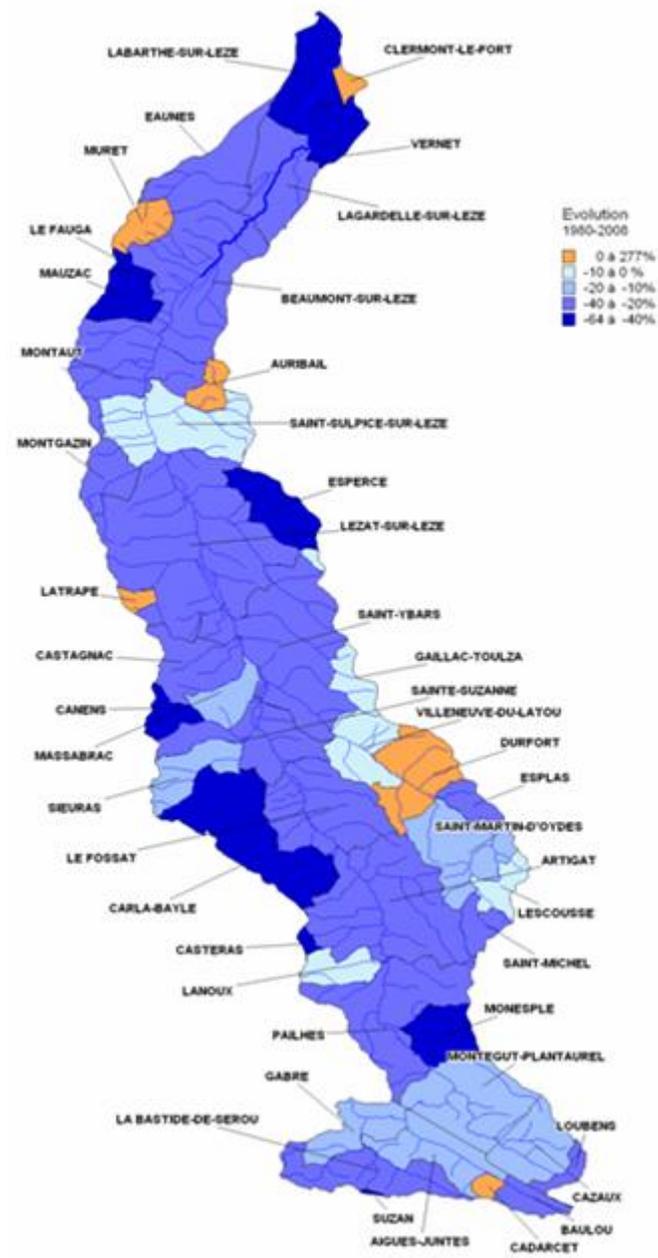
a) Linéaire de haie (en m/ha) par commune en 1980



b) Linéaire de haie (en m/ha) par commune en 2008



c) Evolution du linéaire de haie (en m/ha) par commune de 1980 à 2008



Carte 5 : Linéaire de haie par commune en a) 1980 ; b) 2008 et c) Evolution de 1980 à 2008

### 7.3 Évolution des zones boisées et du linéaire de haies sur les versants en fonction de la pente

Si l'on crée une typologie sur le du bassin versant en pentes faibles (de 0 à 3%), pentes moyennes (3 à 15%) et pentes fortes (> à 15%) :

En moyenne :

- Les bois en pente faible progressent de 12%, en pente moyenne de 6,4%, en pente forte de 0,6 %
- Les haies en pente faible perdent 15% de leur linéaire, en pente moyenne perdent 25%, en pente forte 33%. En effet, on passe de 1200 km à 920 km de linéaire de haies en 28 ans (baisse de 23%), avec un ratio communal moyen qui passe de 33 mètres de haies/ha (portion communale inclus dans le bassin versant de la Lèze) à 25 mètres/ha. En d'autres termes, 280 kilomètres de haies ont été supprimés en 28 ans, soit une baisse d'environ 10 km/an.

En réalité, 300 km de haies « obstacles au chemin de l'eau » ont disparu et 20 km de haies hors « obstacles au chemin de l'eau » sont apparues ; ce qui fait un total de perte de 280 km.

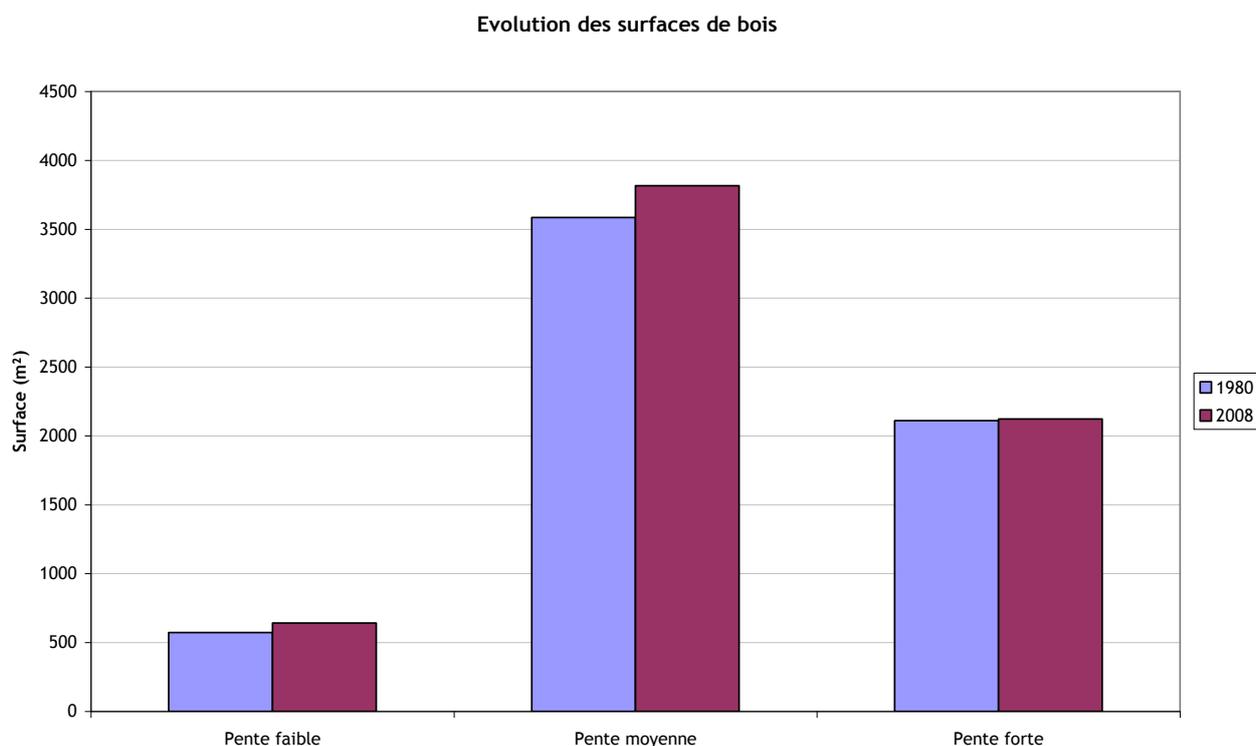
#### Evolution des surfaces en bois

Pente faible			Pente moyenne			Pente forte		
1980	2008	Evolution (%)	1980	2008	Evolution (%)	1980	2008	Evolution (%)
573	642	12.1	3 586	3 816	6.4	2 110	2 122	0.6

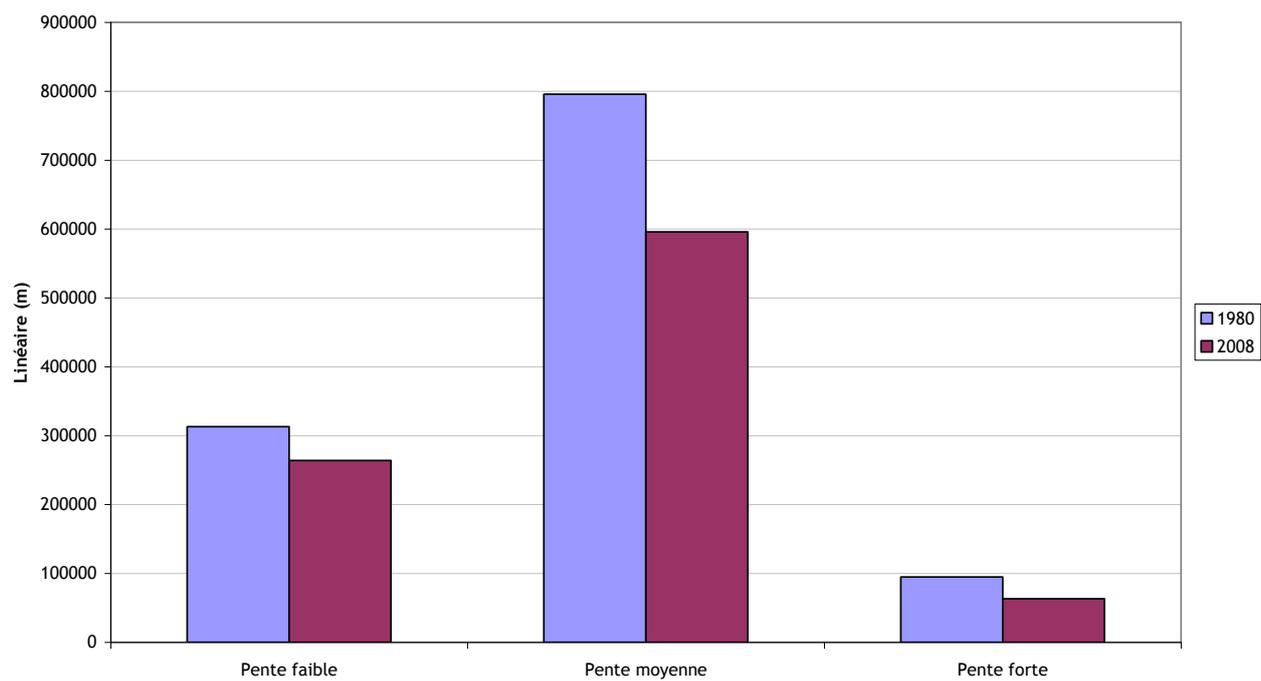
#### Evolution du linéaire de haies

Pente faible			Pente moyenne			Pente forte		
1980	2008	Evolution (%)	1980	2008	Evolution (%)	1980	2008	Evolution (%)
313 037	264 131	-15.6	795 680	595 943	-25.1	94 732	63 322	-33.2

Tableau 10 : Évolution des zones boisées (a) et des haies (b) sur des pentes faible, moyennes et fortes



### Evolution du linéaires de haies



## **HAIES OBSTACLES AU CHEMIN DE L'EAU (PERPENDICULAIRES AU RUISSELLEMENT)**

Les « chemins de l'eau » sont extraits à partir des cartes de pente afin d'obtenir le chemin de plus grande pente et repérer les zones de concentration des écoulements dus au ruissellement sur les versants. Sur le terrain, ces chemins sont marqués de ravines ou de rigoles. Cela reste des tracés théoriques. Les haies qui ont été relevées sont celles qui se trouvent sur ces tracés théoriques.

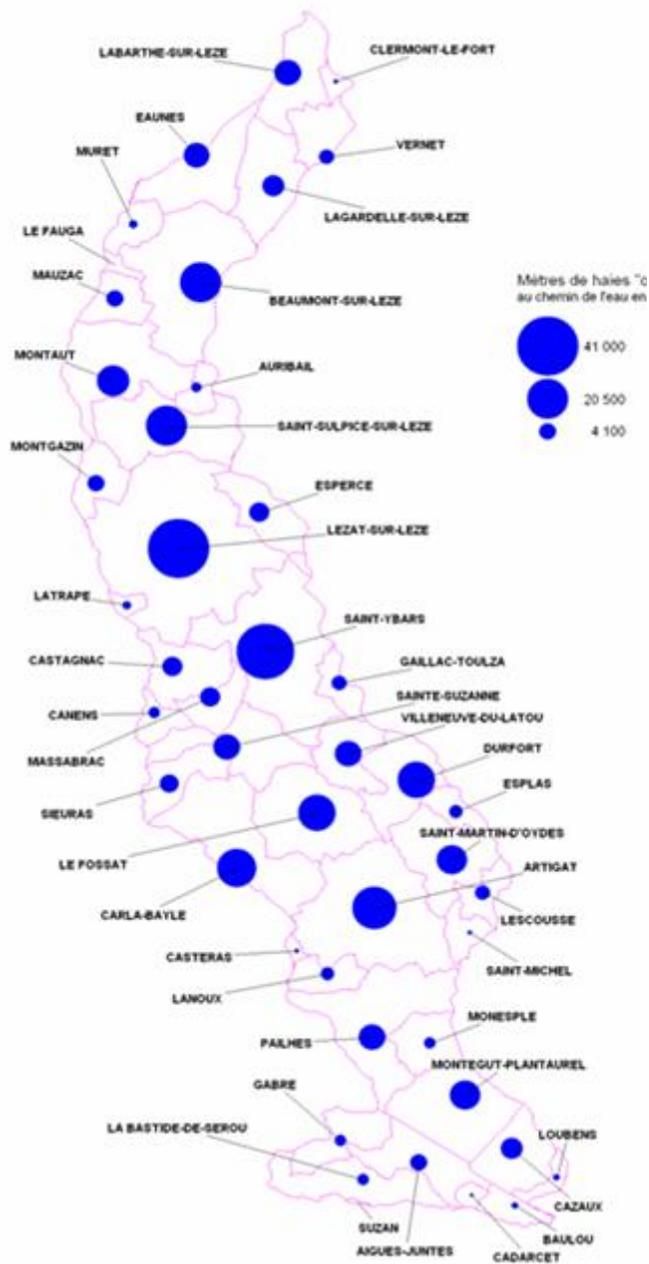
Afin d'obtenir une meilleure visualisation des haies « obstacles au chemin de l'eau » qui sont appelées également haies de versant, un traitement à partir du MNT couplé à l'analyse des cartes topographiques de l'IGN est réalisé.

Après extraction des haies « obstacles au chemin de l'eau » (théorique ou réel) sur les versants, c'est à dire hors zone inondable, le linéaire de haies passe en 28 ans de 366 km à 65 km, soit une baisse de 82 %.

Dans certaines communes, les haies « obstacles au chemin de l'eau » ont totalement disparu comme pour St Michel et Labarthe-sur-Lèze.

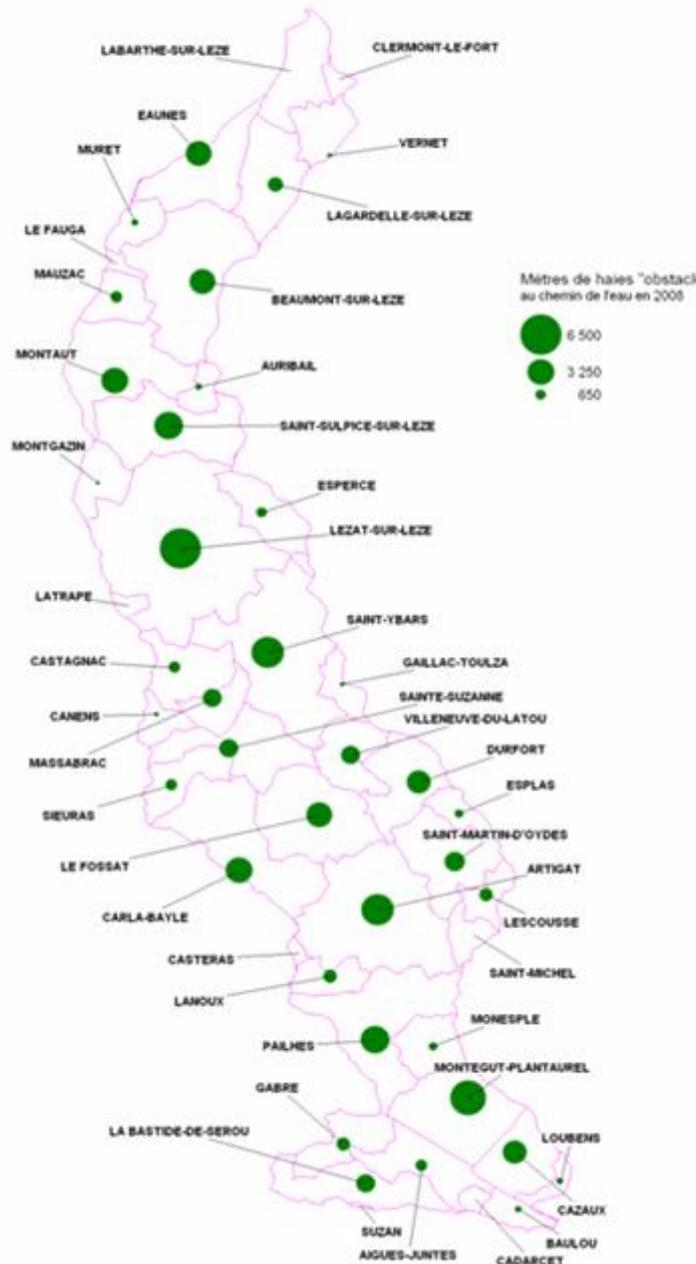
a) Linéaire de haie "obstacle au chemin de l'eau" en 1980

4 km

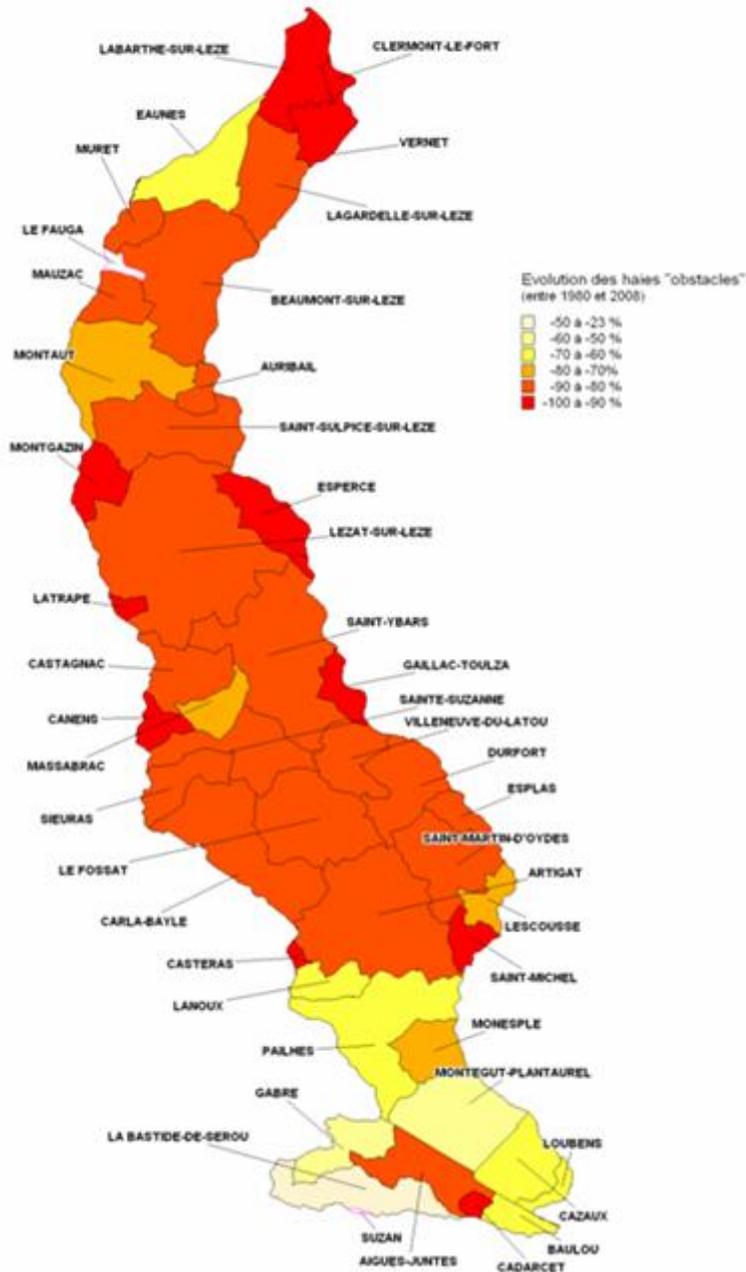


b) Linéaire de haie "obstacle au chemin de l'eau" en 2008

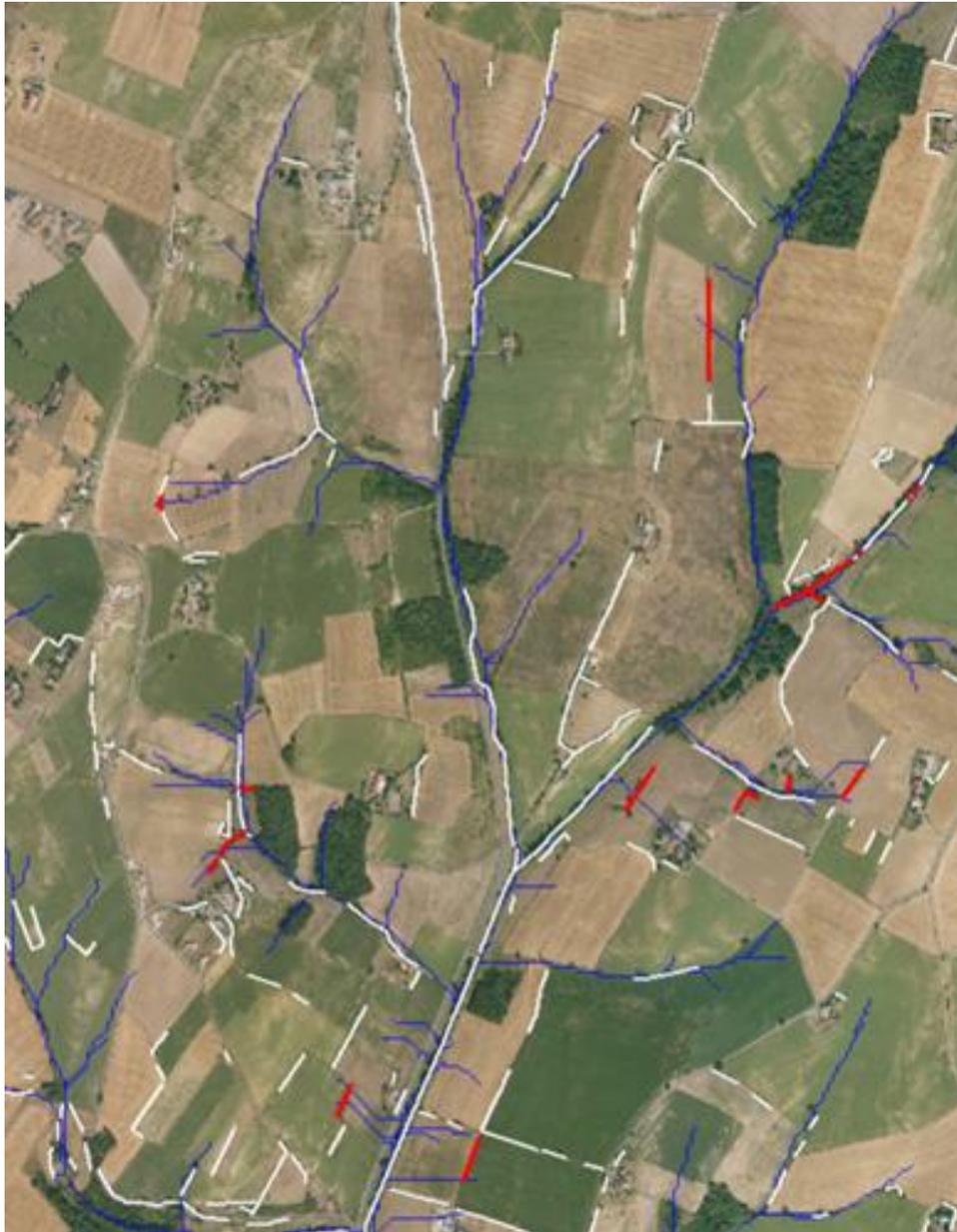
4 km



c) Evolution du linéaire de haie "obstacle au chemin de l'eau" de 1980 à 2008



Carte 6 : Linéaire de haie "obstacle au chemin de l'eau" en a) 1980; b) 2008 et c) Evolution de 1980 à 2008



- Tracé du chemin de l'eau
- Linéaires de haie perpendiculaire à la pente

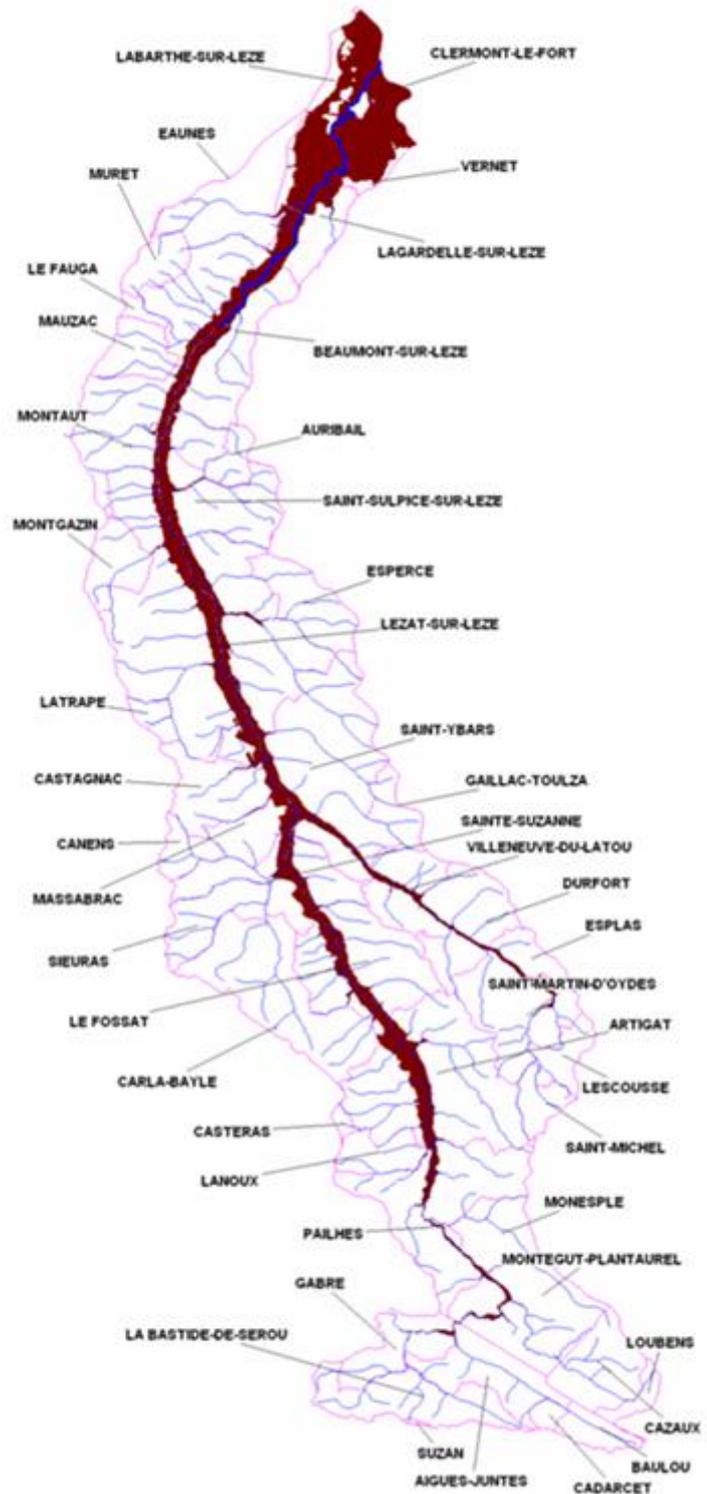
Photo 14 : Photos aériennes de haies obstacles au chemin de l'eau (en rouge) sur des versants du bassin de la Lèze en 2008

## CARTOGRAPHIE DES ZONES BOISÉES ET LINÉAIRES DE HAIES EN ZONE INONDABLE

4 km



La zone inondable est peu marquée en amont du bassin versant où le lit est encaissé dans la roche et les pentes de versants supérieures à 15 % (d'après la carte des pentes).



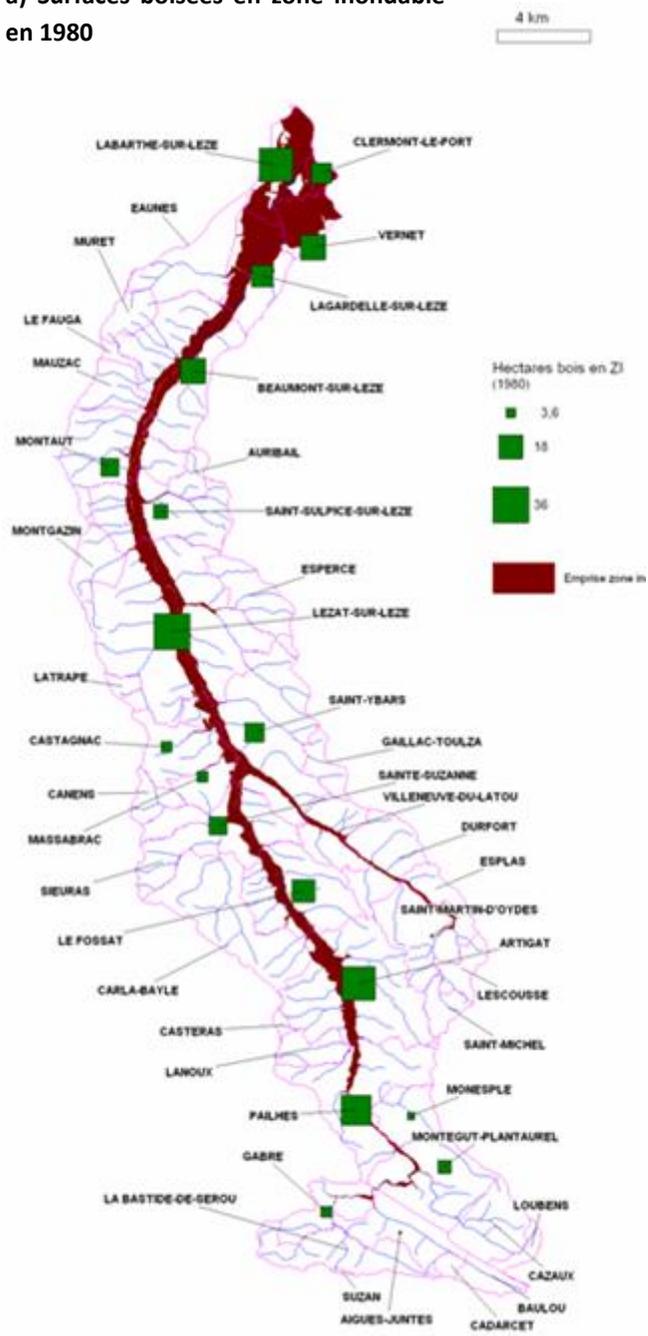
Carte 7 : Carte de l'emprise de la zone inondable du bassin versant de la Lèze

## **9.1 Evolution des surfaces boisées en zone inondable de 1980 à 2008**

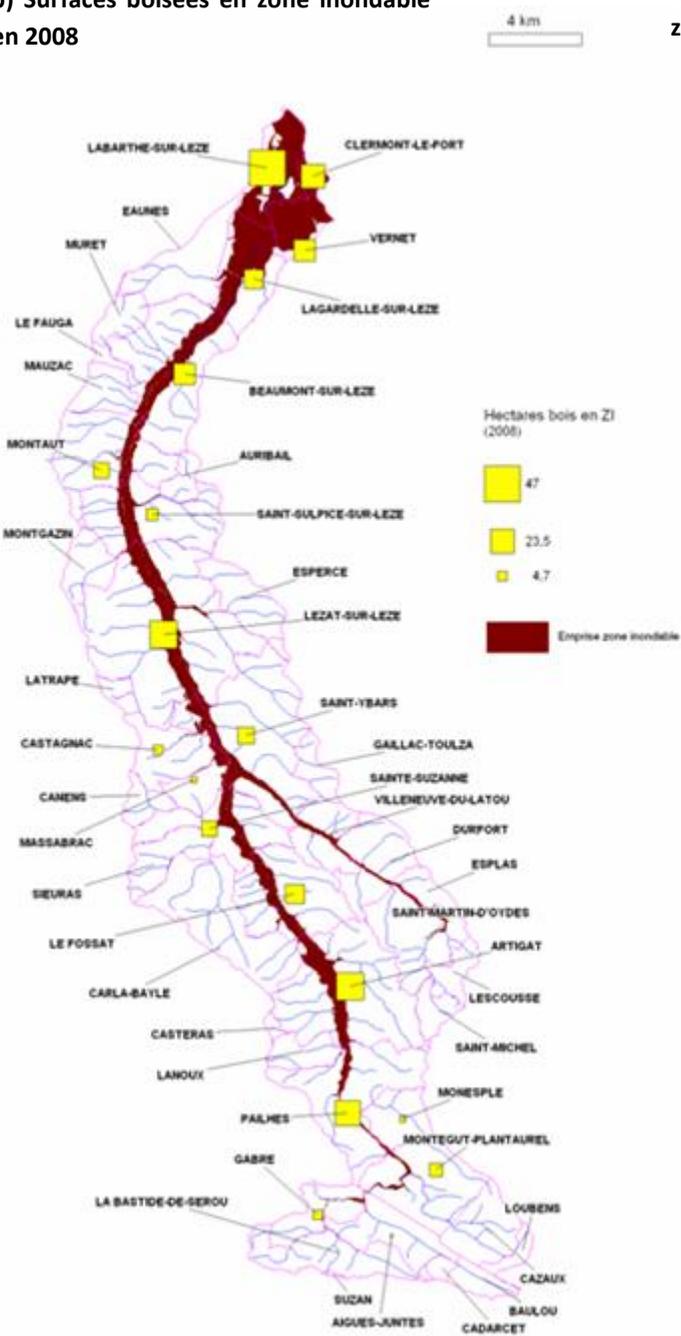
Les communes concernées sont celles qui sont directement impactées par le tracé de la Lèze.

Globalement, les zones boisées sont restées stables en 30 ans. Elles augmentent légèrement de 272 à 283 ha, c'est-à-dire de 1,8 %. Les diminutions marquantes se situent notamment sur les communes de Massabrac (-58.6 %), Castagnac (-20.1 %) et Lézat sur Lèze (-15.6 %), donc principalement en milieu de bassin, sur les pentes plus douces. Ces diminutions sont contrebalancées par l'augmentation des surfaces boisées des communes de Montaignut-Plantaurel, Clermont le Fort ou encore Labarthe sur Lèze, situées tout en amont et tout en aval du bassin.

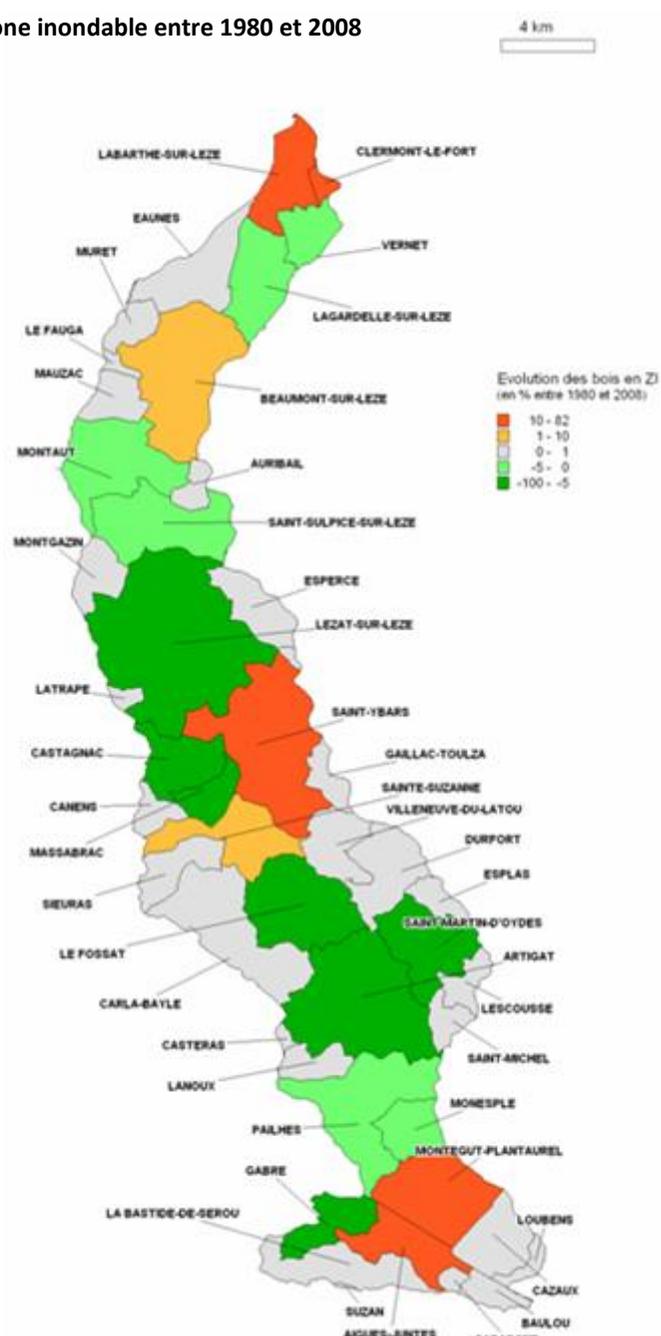
a) Surfaces boisées en zone inondable en 1980



b) Surfaces boisées en zone inondable en 2008



c) Evolution des surfaces boisées en zone inondable entre 1980 et 2008



Carte 8 : Surfaces boisées en Zone Inondable a) en 1980 ; b) en 2008 et c) Évolution de 1980 à 2008

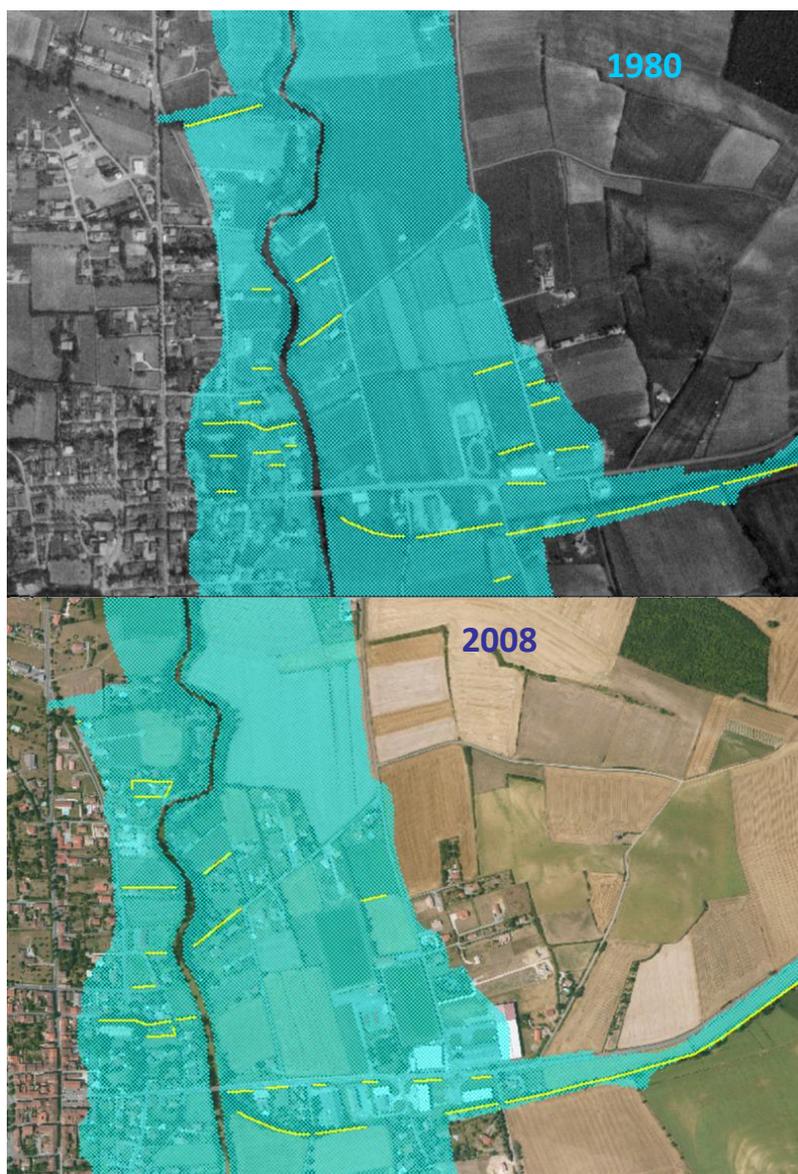
## 9.2 Evolution du linéaires de haies brise crues en zone inondable de 1980 à 2008

La première série de cartes est un travail de cartographie sur SIG sur l'ensemble du bassin versant.

Une évolution forte des haies brises-crues (perpendiculaires à l'axe de la vallée) est observable. De 1980 à 2008, le linéaire de haies est passé de 52 à 36 km, soit une perte de 16 km ou 30%, ce qui équivaut à 550m/an de haies supprimées.

Une disparition totale de haies brise crue est observée sur les communes de Aigues Juntas, Gabre et Lanoux. Alors qu'une augmentation notable du linaire est visible sur les communes de Massabrac et Montaut.

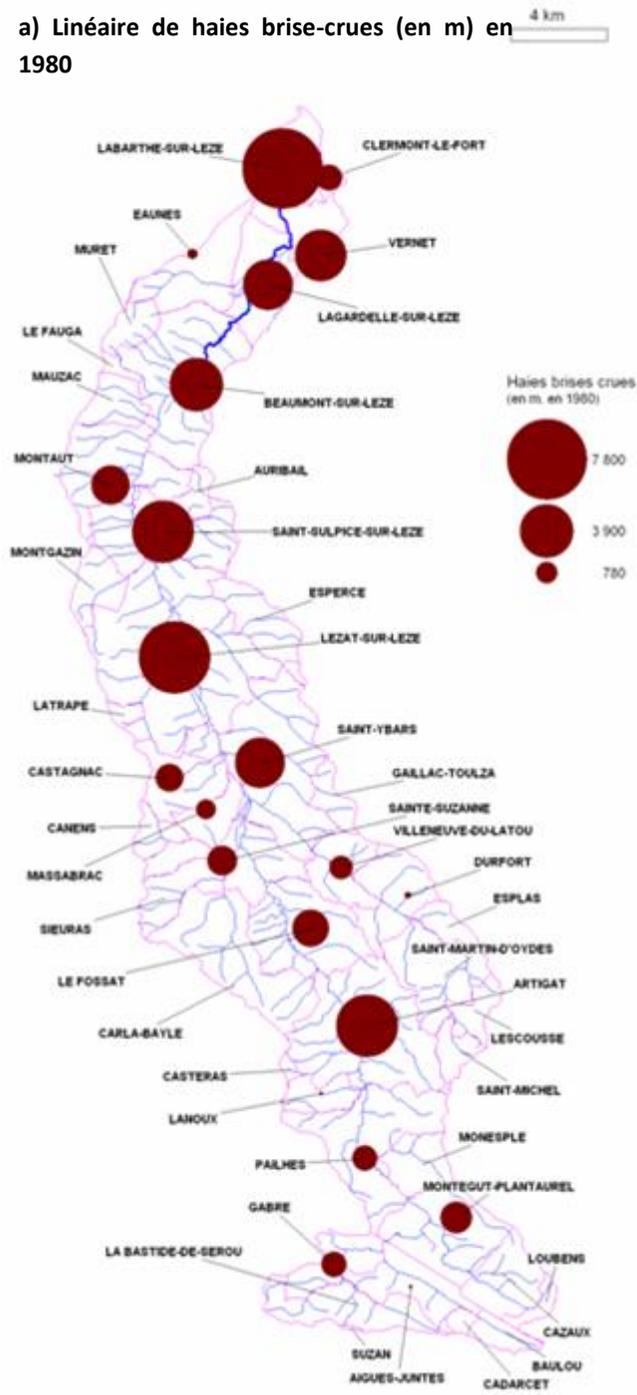
Un deuxième travail de cartographie a été réalisé à partir d'orthophotoplan de 1980 et 2008. Sur la zone inondable, délimitée par un polygone, sont superposés les linéaires de haies.



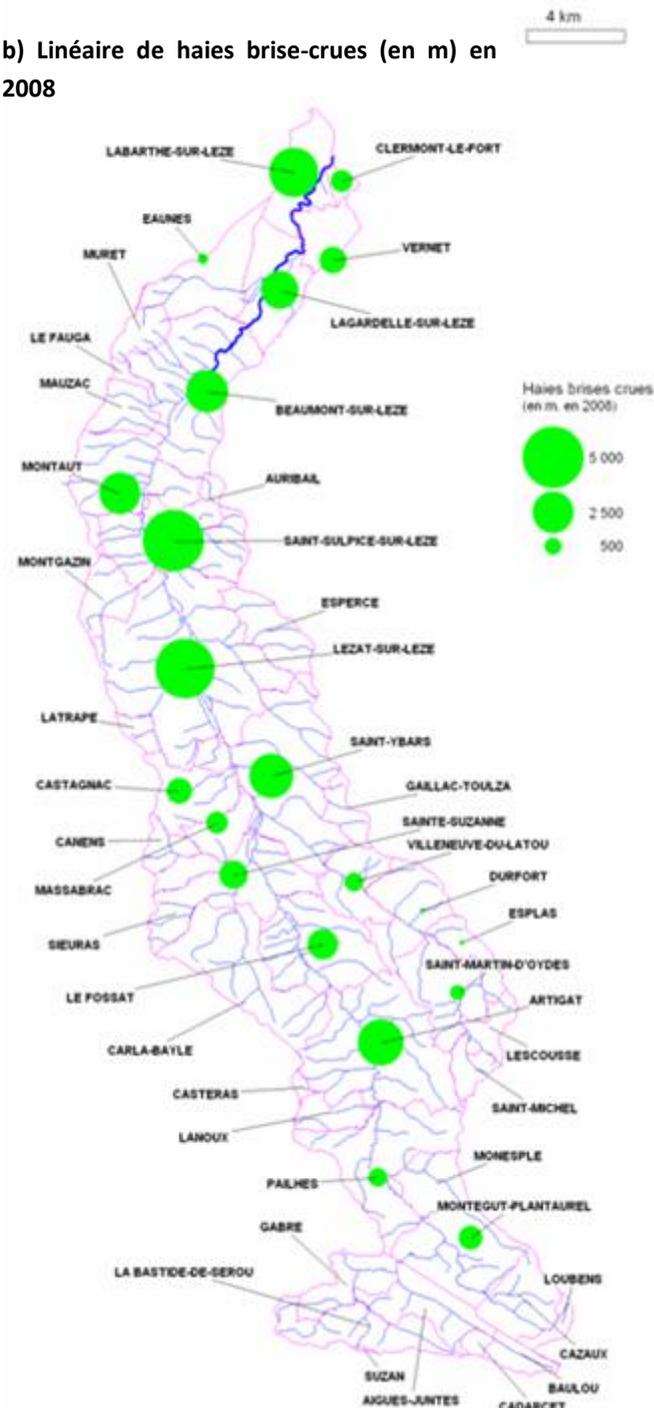
Il est ainsi possible de repérer précisément les zones qui ont évolué.

Photo 15 : Photo aérienne de 1980 et 2008 avec zone inondable et haie perpendiculaire

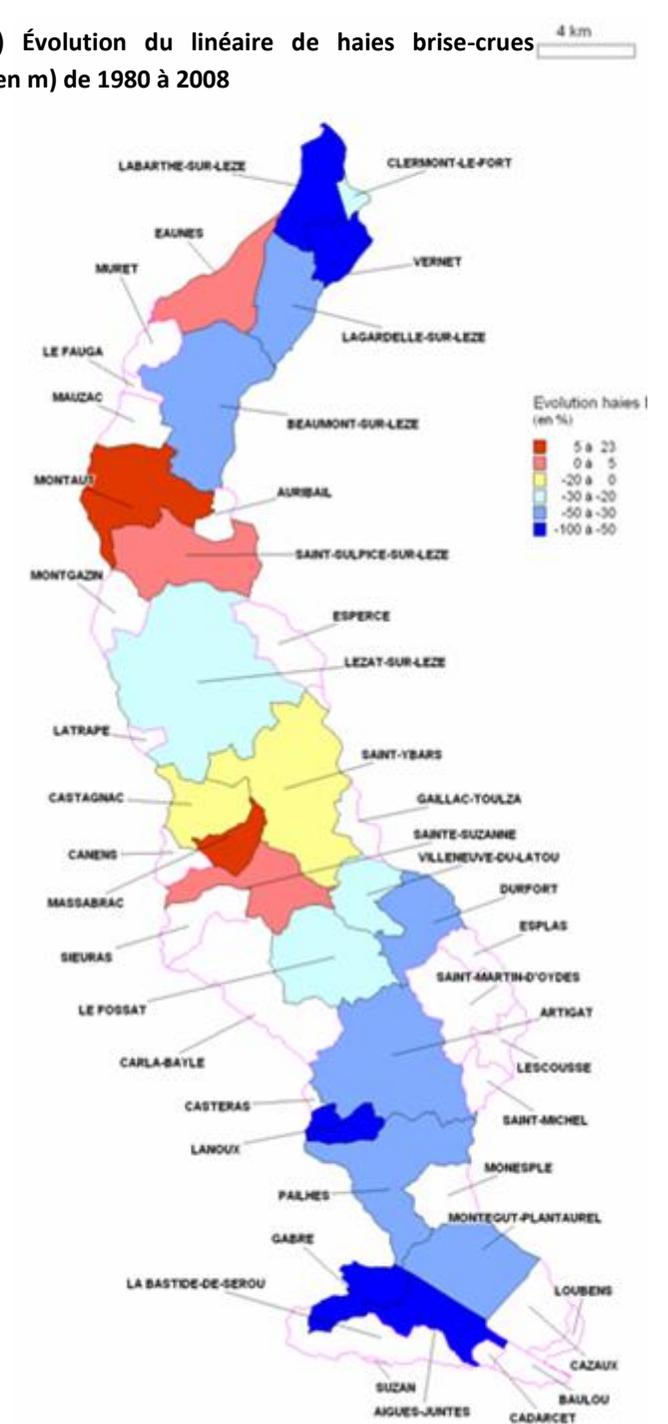
a) Linéaire de haies brise-crues (en m) en 1980



b) Linéaire de haies brise-crues (en m) en 2008



c) Évolution du linéaire de haies brise-crues (en m) de 1980 à 2008



Carte 9 : Linéaire de haies brise crues en a) 1980 ; b) 2008 ; c) Évolution 1980 à 2008

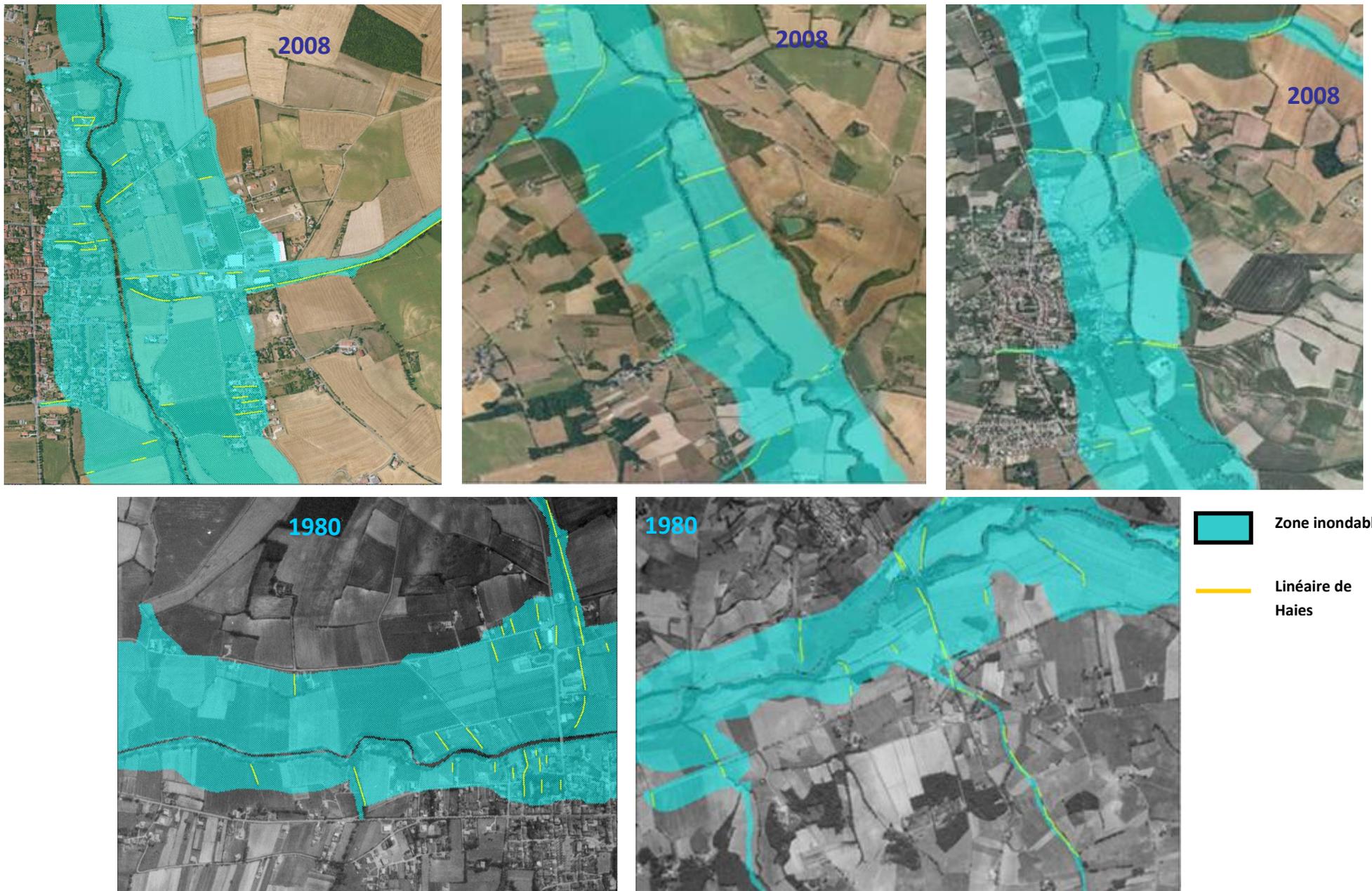


Photo 16 : Photos aériennes de 1980 et 2008 avec zone inondable et haie perpendiculaire

## CONCLUSION



**Photo 17 : inondation de juin 2000 à Beaumont**

## Les plans d'eau : un facteur d'interception des écoulements à relativiser

L'analyse géographique d'autres données du bassin versant, effectuée par le bureau d'étude Actimage, a repéré la totalité des plans d'eau présents sur le bassin (116 hectares). Chaque plan d'eau est cartographié ce qui permet une analyse des surfaces recouvertes et d'en estimer une information sur les volumes stockés. Ces plans d'eau collinaires sont une autre alternative à l'interception des flux.

Si l'on suppose que chaque plan d'eau présente une profondeur moyenne de 3 m, le volume global serait de 3,5 hm<sup>3</sup> environ. Avec la retenue de Mondely (47,5 ha/4,5 hm<sup>3</sup>) c'est donc environ 8 hm<sup>3</sup> de volume utile stocké sur le bassin qui peuvent peser sur le ruissellement.

Le plus fort débit journalier a été enregistré à Labarthe à 110 m<sup>3</sup>/s en juin 2000, c'est-à-dire 9,5 millions de m<sup>3</sup>/j. En supposant une vidange totale du volume global des barrages pour l'irrigation, la capacité théorique d'interception de ces barrages en fin d'été est donc d'environ 58% du volume de la crue de référence (crue cinquantennale).

Néanmoins, rappelons que la crue de 2000 a eu lieu en juin, période à laquelle tous les barrages étaient censés être pleins donc sans effet sensible. De plus, la distribution géographique des ouvrages par rapport au bassin versant générateur de crue est un critère majeur vis-à-vis de l'écrêtement, ce qui réduit la pertinence de comparaisons purement additives.

## Les paysages et leur évolution

L'analyse diachronique (1980-2008) de l'occupation des sols du bassin versant de la Lèze montre que les zones boisées ont vu leurs surfaces peu augmenter, respectant ainsi la tendance nationale française du siècle passé (XX<sup>ème</sup> siècle). La densité actuelle est ainsi de moins de 20 hectares par km<sup>2</sup>.

Les linéaires de haies ont également été fortement modifiés. Si certaines haies ont été replantées elles n'ont pas été suffisantes pour compenser les arrachages. Les linéaires de haies ont ainsi globalement diminué de 23%, soit **280 km de haies en moins**, passant d'une densité de 34 mètres linéaires de haies par hectare en 1980 à **26 ml/ha en 2008**.

En ce qui concerne les haies « obstacles au chemin de l'eau » et les haies « brise crues », la diminution est flagrante voire totale sur certaines communes. **Au total, 316 kilomètres de haies réputées efficaces sur le plan hydraulique ont été supprimées en 28 ans.**

En zone inondable, **la disparition des haies qualifiées de « brise crues » représente une perte de plus de 30%**, soit environ 550 m/an sur la période d'étude. Le programme du PAPI (Plan d'Actions de Prévention des Inondations) vise à remettre en place ces structures, par la plantation ou la réhabilitation de haies perpendiculaires à l'écoulement dans la zone inondable, en définissant la meilleure structuration possible (distances entre les haies, largeur, épaisseur) pour assurer de façon optimale leur rôle de ralentissement hydraulique des crues. L'effet hydraulique réel de ces haies est difficile à quantifier et fait encore l'objet de recherches sur le plan de l'hydraulique. Un essai pilote de modélisation est d'ailleurs en cours sur le bassin de la Lèze.

**C'est sur les versants que l'on observe le plus fort taux de disparition des haies « efficaces » avec une perte de 82% des linéaires**, soit une baisse de près de 11 km/an. Cette évolution majeure s'explique par le caractère agricole important du territoire, principalement au nord, où les pentes plus faibles permettent une plus grande exploitation des surfaces. De plus, le travail agricole du sol qui s'effectue parallèlement à la pente accentue la vitesse de ruissellement sur la longueur des parcelles. Le travail du sol induit bien d'autres mécanismes qui peuvent aussi contribuer à une modification du cycle de l'eau (semelle de labour, drain, orientation des fourrières, etc.).

Comme pour de nombreux autres territoires, le remembrement des parcelles durant les dernières décennies sur le bassin de la Lèze se traduit par une suppression des haies, pour l'agrandissement des terrains cultivables. Par ailleurs, la mécanisation permet aujourd'hui un travail de quasiment tous les versants y compris pour des pentes supérieures à 15%. Les haies perpendiculaires à la pente sont alors un obstacle au travail du sol et ont souvent été arrachées et nivelées.

La disparition des haies sur les versants a des conséquences directes globales :

- une diminution de la capacité d'infiltration des sols,
- une augmentation des surfaces favorables à une concentration des écoulements et donc une accélération des flux de ruissellement,
- un risque accru d'érosion des sols qui entraîne des coulées de boues de plus en plus fréquentes,
- une réduction des zones favorables au dépôt sédimentaire dans les champs.

### **L'hydrologie en crue, des symptômes à mettre en lien avec les constats précédents**

D'après le Schéma de Prévention des Risques d'Inondation de la vallée de la Lèze datant d'Avril 2005, la Lèze voit ses débits instantanés de pointe de crue augmenter, et les temps de concentration de l'eau sur le bassin diminuer. Les épisodes de crues durent alors moins longtemps mais sont de plus forte intensité. Les risques d'inondation sont accrus.

Pour le Schéma, on peut observer une quasi simultanéité de la réponse pour certains épisodes de crues, comme celui de février 2003 avec un pic de crue décalé de moins de 1 heure entre Lézat et Labarthe. Mais c'est au niveau des fortes crues que le problème serait le plus probant, avec la crue de mai 1977 qui a mis 21 h 16 mn entre Lézat et Labarthe alors que celle de juin 2000 n'a mis que 15 h 09 mn. Cette tendance inquiétante de l'évolution des crues témoigne d'une forte augmentation des capacités des terroirs hydrologiques à restituer les pluies. Ce fait est à rapprocher de la diminution des linéaires de haies transversales sur les pentes des coteaux qui entraîne une diminution du temps de concentration sur la totalité du bassin versant.

### **L'érosion des sols**

Des effets indirects découlant de l'érosion des sols doivent être rappelés en raison de leur importance, pour une politique de restauration des milieux aquatiques.

La charge en matière en suspension arrachée au sol va favoriser le comblement de la plupart des points d'eau situés le plus souvent dans les talwegs à mi coteau. Souvent issues d'un micro aménagement, ces mares et petites zones humides (sources, puits, fontaines, réservoirs) participent très fortement à la biodiversité (insecte, batracien, chiroptères) et à l'abreuvement de la faune sauvage ou domestique. Leur protection contre le risque de comblement peut s'obtenir par une stratégie de prévention de l'érosion en amont au niveau des parcelles cultivées mais aussi par un aménagement local (haie, buisson, bande enherbée) favorisant la sédimentation en amont.

Le second effet est lié aux cours d'eau pérennes qui subissent l'impact de ces flux de limons, source de colmatage des fonds et d'un appauvrissement de la vie du cours d'eau. Notons que cet impact se transfère largement vers l'aval et contribue, avec l'ensemble des terroirs sensibles à l'érosion, à une dégradation qualitative de l'Ariège, la Garonne et même l'estuaire de la Gironde (bouchon vaseux<sup>3</sup>).

---

<sup>3</sup> Zone de rencontre eau douce/eau salée où les sédiments fins en suspension sont fortement concentrés

# ANNEXES

## 1) RÉSULTATS SYNTHÉTIQUES ET MÉTADONNÉES

- Aire d'étude : Bassin versant de la Lèze (communes incluses tout ou partie)
- Données disponibles : Orthophotoplan 2008 et photographies aériennes N&B 1980
- Numérisation des objets sur base photo à l'échelle moyenne du 1/3000, analyse visuelle uniquement (aucune automatisation ou classification automatisée)
- Sessions de travail sur SIG (toutes bases géoréférencées), avec résultats disponibles au format Shapefile et/ou MapInfo

### BOIS

Ont été saisis en bois tous les éléments visibles sur les photos présentant un aspect homogène (peuplement régulier), soit espaces boisés, taillis, broussailles, végétation arbustive hors alignements d'arbres (routes) et haies agricoles ou jardins. Les ripisylves (celle de la Lèze en particulier) ont été également saisies dans cette classe.

### HAIES

Ont été saisies les haies visibles sur les photos, alignements d'arbres ou arbustes, qu'il s'agisse d'éléments agricoles, d'agrément (jardins) ou routiers (bordures de voies).

Dans la mesure du possible, les objets ont été dessinés en respectant leur logique "géométrique" (une haie qui croise une route a été découpée avant et après l'ouvrage). Les linéaires importants (haies longues) ont également été respectés (un changement d'angle de la haie ne signifie pas une autre saisie, mais un seul objet).

### **BOIS (état en 1980) - Bois, taillis, broussailles**

Type : objets surfaciques

Date saisie : Décembre 2009 - Février 2010

Projection géographique : Lambert II étendu

Echelle saisie moyenne : 1 / 3000

Nombre d'objets total : 3 686

Surface totale saisie : 6 268 hectares

### **BOIS (état en 2008) - Bois, taillis, broussailles**

Type : objets surfaciques

Date saisie : Décembre 2009 - Février 2010

Projection géographique : Lambert II étendu

Echelle saisie moyenne : 1 / 3000

Nombre d'objets total : 3 987

Surface totale saisie : 6 580 hectares

### **HAIES (état en 1980)**

Type : objets polylignes

Date saisie : Décembre 2009 - Février 2010

Projection géographique : Lambert II étendu

Echelle saisie moyenne : 1 / 3000

Nombre d'objets total : 21 576

Linéaire total saisi : 1 203 kilomètres

### **HAIES (état en 2008)**

Type : objets polylignes

Date saisie : Décembre 2009 - Février 2010

Projection géographique : Lambert II étendu

Echelle saisie moyenne : 1 / 3000

Nombre d'objets total : 13 861

Linéaire total saisi : 923 kilomètres

	1980	1980	2008	Évolution
Bois	Nombre d'objets total	3686	3987	stable
	Surface totale saisie ha	6268	6580	stable
Haies	Nombre d'objets total	21576	13861	Forte baisse
	linéaire total saisi km	1203	923	Forte baisse

**Tableau 11 : Synthèse sur les zones boisées et les haies**

### **PLANS D'EAU (naturels)**

Type : objets surfaciques

Date saisie : Décembre 2009 - Février 2010

Projection géographique : Lambert II étendu

Echelle saisie moyenne : 1 / 3000

Nombre d'objets total : 119

Surface totale saisie : 116 hectares

### **SOURCES, PUIITS, FONTAINES, RÉSERVOIRS...**

Type : objets ponctuels

Date saisie : Décembre 2009 - Février 2010

Projection géographique : Lambert II étendu

Echelle saisie moyenne : 1 / 3000

Nombre d'objets total : 426

### **RÉSEAU ROUTIER**

Type : objets polylignes

Date saisie : Décembre 2009 - Février 2010

Projection géographique : Lambert II étendu

Echelle saisie moyenne : 1 / 3000

Nombre d'objets total : 3 085

Linéaire total saisi : 2 108 kilomètres

### **BATI EN ZONE INONDABLE**

Type : objets ponctuels

Date saisie : Décembre 2009 - Février 2010

Projection géographique : Lambert II étendu

Echelle saisie moyenne : 1 / 3000

Nombre d'objets total : 2026

## 2) TABLEAUX DESCRIPTIFS

### Evolution des linéaires de haies en fonction de la pente de 1980 à 2008

Insee	Communes	Linéaire haies en pente faible en 1980	Linéaire haies en pente faible en 2008	Evolution linéaire haies en pente faible	Linéaire haies en pente moyenne en 1980	Linéaire haies en pente moyenne en 2008	Evolution linéaire haies en pente moyenne	Linéaire haies en pente forte en 1980	Linéaire haies en pente forte en 2008	Evolution linéaire haies en pente forte
09001	AIGUES-JUNTES	773.9	601.1	-22.3	6 477.2	6 242.1	-3.6	1 712.4	1 177.1	-31.3
09019	ARTIGAT	19 760.6	15 973.2	-19.2	57 672.5	42 073.8	-27.0	4 188.4	2 634.2	-37.1
09042	LA BASTIDE-DE-SEROU	1 022.0	863.8	-15.5	11 801.3	8 551.2	-27.5	6 995.2	5 024.5	-28.2
09044	BAULOU	165.8	93.8	-43.4	2 734.9	2 083.1	-23.8	355.9	83.4	-76.6
09071	CADARCET	0.0	7.3		86.9	279.1	221.3	13.0	89.1	585.4
09079	CARLA-BAYLE	10 073.2	8 165.5	-18.9	73 630.4	35 948.7	-51.2	2 843.8	791.6	-72.2
09083	CASTERAS	39.9	105.9	165.2	1 512.0	577.2	-61.8	62.4	139.4	123.5
09090	CAZAUX	2 082.2	2 055.6	-1.3	14 694.3	11 283.5	-23.2	2 069.6	1 859.2	-10.2
09109	DURFORT	7 873.8	9 001.1	14.3	32 650.8	33 906.4	3.8	7 720.1	7 016.1	-9.1
09117	ESPLAS	3 171.0	2 220.6	-30.0	4 891.6	3 385.7	-30.8	1 183.7	608.6	-48.6
09124	LE FOSSAT	13 404.3	9 652.4	-28.0	38 618.3	29 153.3	-24.5	6 655.4	4 633.8	-30.4
09127	GABRE	1 143.2	1 672.9	46.3	6 730.5	5 245.6	-22.1	1 564.4	943.1	-39.7
09151	LANOUX	1 273.4	1 844.6	44.9	7 410.9	6 931.2	-6.5	113.1	0.0	-100.0
09163	LESCOUSSE	2 132.8	2 117.6	-0.7	9 146.8	8 579.8	-6.2	361.8	375.8	3.9
09167	LEZAT-SUR-LEZE	34 951.5	30 370.8	-13.1	92 253.4	63 514.4	-31.2	3 950.1	2 577.7	-34.7
09173	LOUBENS	793.3	493.7	-37.8	3 529.6	2 768.7	-21.6	320.9	146.5	-54.3
09195	MONESPLE	98.2	260.0	164.7	6 108.6	3 507.2	-42.6	1 238.2	463.5	-62.6
09202	MONTEGUT-PLANTAUREL	7 486.4	7 172.3	-4.2	25 168.0	23 600.8	-6.2	8 563.5	6 204.8	-27.5
09224	PAILHES	5 457.7	4 089.2	-25.1	30 699.3	24 384.7	-20.6	10 422.9	7 322.7	-29.7
09270	SAINT-MARTIN-D'OYDES	9 414.6	9 332.6	-0.9	30 675.5	26 587.4	-13.3	1 725.8	982.5	-43.1
09271	SAINT-MICHEL	333.9	171.2	-48.7	4 585.7	3 234.1	-29.5	318.3	309.0	-2.9
09277	SAINT-YBARS	21 723.0	20 158.9	-7.2	71 105.3	53 558.4	-24.7	12 113.0	8 019.2	-33.8
09294	SIEURAS	1 772.9	2 836.8	60.0	13 414.6	10 229.6	-23.7	1 414.9	660.3	-53.3
09304	SUZAN	0.0	20.3		399.2	137.7	-65.5	35.4	29.0	-18.0

09338	VILLENEUVE-DU-LATOU	5 033.6	5 661.6	12.5	19 809.0	21 790.9	10.0	6 934.2	4 217.4	-39.2
09342	SAINTE-SUZANNE	8 824.6	7 562.9	-14.3	26 722.6	19 586.1	-26.7	4 252.3	1 522.0	-64.2
31027	AURIBAIL	474.0	501.8	5.9	7 177.9	5 713.7	-20.4	1 072.3	802.5	-25.2
31052	BEAUMONT-SUR-LEZE	18 168.4	16 627.6	-8.5	36 768.9	27 320.4	-25.7	1 212.1	497.0	-59.0
31103	CANENS	2 226.4	1 360.4	-38.9	5 839.0	2 906.1	-50.2	137.2	190.1	38.6
31111	CASTAGNAC	5 477.9	4 877.6	-11.0	17 367.6	11 472.3	-33.9	187.7	327.5	74.5
31148	CLERMONT-LE-FORT	2 684.2	2 733.3	1.8	0.3	0.0	-100.0	0.0	0.0	
31165	EAUNES	14 811.1	11 068.2	-25.3	7 952.2	6 548.8	-17.6	0.0	0.0	
31173	ESPERCE	2 076.3	1 937.9	-6.7	15 068.8	7 524.6	-50.1	1 301.7	695.5	-46.6
31181	LE FAUGA	303.2	17.3	-94.3	1 197.9	535.5	-55.3	0.0	0.0	
31206	GAILLAC-TOULZA	1 120.0	2 104.4	87.9	9 390.3	7 651.0	-18.5	688.6	498.0	-27.7
31248	LABARTHE-SUR-LEZE	33 582.4	18 716.1	-44.3	0.0	0.0		0.0	0.0	
31263	LAGARDELLE-SUR-LEZE	14 320.7	11 144.9	-22.2	2 496.7	460.2	-81.6	134.1	0.0	-100.0
31280	LATRAPE	579.2	948.9	63.9	2 082.7	1 854.3	-11.0	0.0	0.0	
31326	MASSABRAC	5 717.6	5 820.7	1.8	10 350.8	7 166.3	-30.8	0.0	0.0	
31334	MAUZAC	5 139.9	2 450.5	-52.3	11 179.5	5 856.0	-47.6	0.0	0.0	
31361	MONTAUT	15 210.7	11 826.0	-22.3	29 919.3	22 863.1	-23.6	572.8	539.0	-5.9
31379	MONTGAZIN	916.5	1 564.7	70.7	10 734.2	6 594.3	-38.6	245.8	106.8	-56.5
31395	MURET	639.0	1 018.1	59.3	3 050.9	3 858.4	26.5	500.0	385.7	-22.9
31517	SAINT-SULPICE-SUR-LEZE	19 690.9	20 431.4	3.8	32 573.7	30 477.9	-6.4	1 550.8	1 449.1	-6.6
31574	VERNET	11 093.2	6 475.7	-41.6	0.0	0.0		0.0	0.0	
<b>SOMMES/MOYENNES</b>		313 037.3	264 131.0	-15.6	795 679.7	595 943.1	-25.1	94 731.6	63 321.6	-33.2

NB : Pente faible = de 0 à 3 % / Pente moyenne = de 3 à 15 % / Pente forte = plus de 15 %

Evolution des linéaires de haies obstacles au chemin de l'eau, hors obstacles au chemin de l'eau et évolution totale de 1980 à 2008

Insee	Communes	Linéaire de haies obstacles au chemin de l'eau en 1980	Linéaire de haies obstacles au chemin de l'eau en 2008	Evolution des haies "obstacles" %	haies hors obstacle au chemin de l'eau 1980	haies hors obstacle au chemin de l'eau 2008	Evolution des haies "obstacles" %	Linéaire haies en 1980	Linéaire haies en 2008	Evolution totale des haies
09001	AIGUES-JUNTES	4 420.0	800.3	-81.9	4 543.6	7 220.1	58.9	8 963.5	8 020.4	-10.5
09019	ARTIGAT	22 791.5	4 348.7	-80.9	58 829.9	56 332.5	-4.2	81 621.4	60 681.2	-25.7
09042	LA BASTIDE-DE-SEROU	2 051.9	1 572.9	-23.3	17 766.5	12 866.6	-27.6	19 818.4	14 439.5	-27.1
09044	BAULOU	981.2	322.8	-67.1	2 275.5	1 937.4	-14.9	3 256.7	2 260.2	-30.6
09071	CADARCET	62.7	0.0	-100.0	37.1	375.6	911.1	99.9	375.6	276.1
09079	CARLA-BAYLE	18 646.8	3 129.0	-83.2	67 900.6	41 776.7	-38.5	86 547.4	44 905.8	-48.1
09083	CASTERAS	596.1	0.0	-100.0	1 018.2	822.5	-19.2	1 614.3	822.5	-49.1
09090	CAZAUX	6 971.0	2 527.4	-63.7	11 875.1	12 670.8	6.7	18 846.1	15 198.2	-19.4
09109	DURFORT	17 879.3	2 528.7	-85.9	30 365.5	47 394.9	56.1	48 244.8	49 923.6	3.5
09117	ESPLAS	3 084.7	372.8	-87.9	6 161.5	5 842.1	-5.2	9 246.2	6 214.9	-32.8
09124	LE FOSSAT	17 209.5	2 765.4	-83.9	41 468.5	40 674.1	-1.9	58 678.0	43 439.5	-26.0
09127	GABRE	2 406.5	975.8	-59.5	7 031.6	6 885.7	-2.1	9 438.1	7 861.5	-16.7
09151	LANOUX	2 956.3	1 043.0	-64.7	5 841.1	7 732.7	32.4	8 797.4	8 775.8	-0.2
09163	LESCOUSSE	3 368.3	857.7	-74.5	8 273.1	10 215.4	23.5	11 641.4	11 073.2	-4.9
09167	LEZAT-SUR-LEZE	40 268.5	6 434.3	-84.0	90 886.5	90 028.6	-0.9	131 155.0	96 462.8	-26.5
09173	LOUBENS	911.9	324.4	-64.4	3 731.8	3 084.5	-17.3	4 643.7	3 408.9	-26.6
09195	MONESPLE	2 150.0	479.5	-77.7	5 294.9	3 751.2	-29.2	7 445.0	4 230.7	-43.2
09202	MONTEGUT-PLANTAUREL	12 638.2	5 121.7	-59.5	28 579.7	31 856.2	11.5	41 217.9	36 977.9	-10.3
09224	PAILHES	10 251.1	3 708.5	-63.8	36 328.8	32 088.0	-11.7	46 579.9	35 796.5	-23.2
09270	SAINT-MARTIN-D'OYDES	12 587.7	1 847.6	-85.3	29 228.3	35 054.8	19.9	41 816.0	36 902.4	-11.8
09271	SAINT-MICHEL	472.3	0.0	-100.0	4 765.6	3 714.3	-22.1	5 237.9	3 714.3	-29.1
09277	SAINT-YBARS	37 998.3	4 357.1	-88.5	66 943.0	77 379.4	15.6	104 941.3	81 736.5	-22.1
09294	SIEURAS	5 162.7	702.3	-86.4	11 439.7	13 024.3	13.9	16 602.4	13 726.7	-17.3

09304	SUZAN	0.0	0.0		434.5	187.0	-57.0	434.5	187.0	-57.0
09338	VILLENEUVE-DU-LATOU	10 095.5	1 580.5	-84.3	21 681.3	30 089.5	38.8	31 776.8	31 670.0	-0.3
09342	SAINTE-SUZANNE	9 530.7	1 637.1	-82.8	30 268.8	27 033.9	-10.7	39 799.5	28 671.0	-28.0
31027	AURIBAIL	1 726.1	226.7	-86.9	6 998.1	6 791.2	-3.0	8 724.2	7 017.9	-19.6
31052	BEAUMONT-SUR-LEZE	19 871.2	2 890.6	-85.5	36 278.0	41 554.4	14.5	56 149.3	44 445.0	-20.8
31103	CANENS	2 393.6	166.8	-93.0	5 809.0	4 289.8	-26.2	8 202.6	4 456.6	-45.7
31111	CASTAGNAC	6 397.7	758.2	-88.1	16 635.5	15 919.2	-4.3	23 033.1	16 677.4	-27.6
31148	CLERMONT-LE-FORT	586.3	0.0	-100.0	2 098.2	2 733.3	30.3	2 684.5	2 733.3	1.8
31165	EAUNES	8 967.4	2 758.0	-69.2	13 795.9	14 859.0	7.7	22 763.4	17 617.0	-22.6
31173	ESPERCE	6 415.8	544.5	-91.5	12 031.1	9 613.5	-20.1	18 446.9	10 158.0	-44.9
31181	LE FAUGA	0.0	0.0		1 501.0	552.8	-63.2	1 501.0	552.8	-63.2
31206	GAILLAC-TOULZA	3 958.3	198.3	-95.0	7 240.6	10 055.1	38.9	11 198.9	10 253.4	-8.4
31248	LABARTHE-SUR-LEZE	9 659.9	0.0	-100.0	23 922.5	18 716.1	-21.8	33 582.4	18 716.1	-44.3
31263	LAGARDELLE-SUR-LEZE	6 883.8	1 086.3	-84.2	10 067.7	10 518.9	4.5	16 951.5	11 605.1	-31.5
31280	LATRAPE	1 225.2	0.0	-100.0	1 436.6	2 803.2	95.1	2 661.9	2 803.2	5.3
31326	MASSABRAC	5 705.3	1 572.7	-72.4	10 363.1	11 414.3	10.1	16 068.4	12 987.0	-19.2
31334	MAUZAC	4 434.2	809.0	-81.8	11 885.2	7 497.5	-36.9	16 319.4	8 306.5	-49.1
31361	MONTAUT	13 241.4	3 058.0	-76.9	32 461.4	32 170.0	-0.9	45 702.8	35 228.0	-22.9
31379	MONTGAZIN	3 983.8	11.8	-99.7	7 912.7	8 254.0	4.3	11 896.5	8 265.8	-30.5
31395	MURET	1 356.0	251.1	-81.5	2 834.0	5 011.1	76.8	4 190.0	5 262.2	25.6
31517	SAINTE-SULPICE-SUR-LEZE	20 525.8	3 731.2	-81.8	33 289.6	48 627.1	46.1	53 815.4	52 358.4	-2.7
31574	VERNET	3 362.1	182.4	-94.6	7 731.1	6 293.3	-18.6	11 093.2	6 475.7	-41.6
<b>SOMMES/MOYENNES</b>		366 186.6	65 683.0	-82.1	837 262.0	857 712.7	2.4	1 203 448.6	923 395.7	-23.3

## Evolution du linéaire de haie par commune de 1980 à 2008

Code INSEE	Communes	Total communal (hectares)	Mètres haies 1980	Ratio communal m/ha	Mètres haies 2008	Ratio communal m/ha	Evolution mètres	Evolution pourcentage
09001	AIGUES-JUNTES	768.5	8 963.5	11.7	8 020.4	10.4	-943.2	-10.5
09019	ARTIGAT	2 402.6	81 621.4	34.0	60 681.2	25.3	-20 940.2	-25.7
09042	LA BASTIDE-DE-SEROU	930.1	19 818.4	21.3	14 439.5	15.5	-5 378.9	-27.1
09044	BAULOU	269.4	3 256.7	12.1	2 260.2	8.4	-996.5	-30.6
09071	CADARCET	96.4	99.9	1.0	375.6	3.9	275.7	276.1
09079	CARLA-BAYLE	1 675.5	86 547.4	51.7	44 905.8	26.8	-41 641.6	-48.1
09083	CASTERAS	56.1	1 614.3	28.8	822.5	14.7	-791.8	-49.1
09090	CAZAUX	732.8	18 846.1	25.7	15 198.3	20.7	-3 647.8	-19.4
09109	DURFORT	899.4	48 244.8	53.6	49 923.6	55.5	1 678.8	3.5
09117	ESPLAS	262.4	9 246.2	35.2	6 214.9	23.7	-3 031.3	-32.8
09124	LE FOSSAT	1 453.0	58 678.1	40.4	43 439.5	29.9	-15 238.6	-26.0
09127	GABRE	591.0	9 438.1	16.0	7 861.5	13.3	-1 576.6	-16.7
09151	LANOUX	372.6	8 797.4	23.6	8 775.8	23.5	-21.6	-0.2
09163	LESCOUSSE	319.1	11 415.8	35.8	11 073.2	34.7	-342.7	-3.0
09167	LEZAT-SUR-LEZE	3 783.7	131 155.0	34.7	96 462.8	25.5	-34 692.2	-26.5
09173	LOUBENS	161.3	4 643.7	28.8	3 408.9	21.1	-1 234.9	-26.6
09195	MONESPLE	540.6	7 445.0	13.8	4 230.7	7.8	-3 214.3	-43.2
09202	MONTEGUT-PLANTAUREL	1 319.8	41 217.9	31.2	36 977.9	28.0	-4 240.0	-10.3
09224	PAILHES	1 694.2	46 579.9	27.5	35 796.5	21.1	-10 783.5	-23.2
09270	SAINT-MARTIN-D'OYDES	1 096.3	41 816.0	38.1	36 902.4	33.7	-4 913.6	-11.8
09271	SAINT-MICHEL	276.9	5 237.9	18.9	3 714.3	13.4	-1 523.6	-29.1
09277	SAINT-YBARS	2 347.2	104 941.3	44.7	81 736.5	34.8	-23 204.7	-22.1
09294	SIEURAS	566.6	16 602.4	29.3	13 726.7	24.2	-2 875.8	-17.3
09304	SUZAN	12.5	434.5	34.7	187.0	14.9	-247.6	-57.0
09338	VILLENEUVE-DU-LATOU	658.3	31 776.8	48.3	31 670.0	48.1	-106.8	-0.3
09342	SAINTE-SUZANNE	1 001.5	39 799.5	39.7	28 671.0	28.6	-11 128.5	-28.0
31027	AURIBAIL	234.6	8 724.2	37.2	7 017.9	29.9	-1 706.3	80.4
31052	BEAUMONT-SUR-LEZE	2 029.0	56 149.3	27.7	44 445.0	21.9	-11 704.3	-20.8
31103	CANENS	270.7	8 202.6	30.3	4 456.6	16.5	-3 746.0	-45.7
31111	CASTAGNAC	753.0	23 033.2	30.6	16 677.4	22.1	-6 355.8	-27.6
31148	CLERMONT-LE-FORT	110.4	2 684.5	24.3	2 733.3	24.8	48.8	1.8
31165	EAUNES	997.2	22 763.4	22.8	17 617.0	17.7	-5 146.3	-22.6
31173	ESPERCE	642.7	17 958.7	27.9	10 158.0	15.8	-7 800.7	-43.4
31181	LE FAUGA	83.7	1 501.0	17.9	552.8	6.6	-948.2	-63.2
31206	GAILLAC-TOULZA	338.4	11 198.9	33.1	10 253.4	30.3	-945.5	-8.4
31248	LABARTHE-SUR-LEZE	800.1	33 582.4	42.0	18 716.1	23.4	-14 866.3	-44.3
31263	LAGARDELLE-SUR-LEZE	967.3	16 951.5	17.5	11 605.1	12.0	-5 346.4	-31.5
31280	LATRAPE	105.7	2 661.9	25.2	2 803.2	26.5	141.3	5.3
31326	MASSABRAC	398.7	16 068.4	40.3	12 987.0	32.6	-3 081.4	-19.2

31334	MAUZAC	433.5	16 319.4	37.6	8 306.5	19.2	-8 012.9	-49.1
31361	MONTAUT	1 389.9	45 702.8	32.9	35 228.0	25.3	-10 474.8	-22.9
31379	MONTGAZIN	473.3	11 896.5	25.1	8 265.8	17.5	-3 630.7	-30.5
31395	MURET	333.7	4 190.0	12.6	5 262.2	15.8	1 072.3	25.6
31517	SAINT-SULPICE SUR-LEZE	1 404.8	53 815.4	38.3	52 358.4	37.3	-1 457.0	-2.7
31574	VERNET	487.0	11 093.2	22.8	6 475.7	13.3	-4 617.5	-41.6
<b>SOMMES / MOYENNE</b>		<b>36 541.4</b>	<b>1 202 734.9</b>	<b>32.9</b>	<b>923 395.7</b>	<b>25.3</b>	<b>-279 339.2</b>	<b>-23.2</b>

## Evolution des linéaires de haies brise-crue en zone inondable de 1980 à 2008

Code INSEE	Communes	Total communal (hectares en Zi)	Mètres haies brise crue en Zi 1980	Mètres haies brise crue en Zi 2008	Evolution mètres	Evolution pourcentage
09001	AIGUES-JUNTES	0.8	7.9		-7.9	-100.0
09019	ARTIGAT	318.0	4 921.8	3 085.0	-1 836.9	-37.3
09042	LA BASTIDE-DE	0.0			0.0	
09044	BAULOU	0.0			0.0	
09071	CADARCET	0.0			0.0	
09079	CARLA-BAYLE	0.0			0.0	
09083	CASTERAS	0.0			0.0	
09090	CAZAUX	0.0			0.0	
09109	DURFORT	31.9	118.7	75.7	-43.1	-36.3
09117	ESPLAS	8.8		73.2	73.2	
09124	LE FOSSAT	199.8	1 987.1	1 527.7	-459.4	-23.1
09127	GABRE	15.5	1 019.2		-1 019.2	-100.0
09151	LANOUX	0.9	29.5		-29.5	-100.0
09163	LESCOUSSE	0.0			0.0	
09167	LEZAT-SUR-LEZ	498.8	6 478.4	4 654.6	-1 823.8	-28.2
09173	LOUBENS	0.0			0.0	
09195	MONESPLE	6.1			0.0	
09202	MONTEGUT-PL	42.2	1 575.7	1 008.7	-567.0	-36.0
09224	PAILHES	81.7	969.0	606.1	-362.9	-37.4
09270	SAINT-MARTIN	43.4		422.4	422.4	
09271	SAINT-MICHEL	0.0			0.0	
09277	SAINT-YBARS	256.2	3 450.4	2 912.7	-537.7	-15.6
09294	SIEURAS	0.0			0.0	
09304	SUZAN	0.0			0.0	
09338	VILLENEUVE-D	51.1	865.7	669.2	-196.4	-22.7
09342	SAINTE-SUZAN	174.2	1 411.3	1 412.3	1.0	0.1
31027	AURIBAIL	0.0			0.0	
31052	BEAUMONT-SU	367.9	3 771.0	2 609.0	-1 161.9	-30.8
31103	CANENS	0.0			0.0	
31111	CASTAGNAC	31.5	1 235.5	1 122.1	-113.4	-9.2
31148	CLERMONT-LE-	108.9	1 142.2	862.9	-279.3	-24.5
31165	EAUNES	0.8	209.3	212.0	2.7	1.3
31173	ESPERCE	0.0			0.0	
31181	LE FAUGA	0.0			0.0	
31206	GAILLAC-TOUL	0.0			0.0	
31248	LABARTHE-SUR	570.8	7 707.0	3 488.3	-4 218.7	-54.7
31263	LAGARDELLE-S	500.7	3 470.4	2 088.2	-1 382.1	-39.8
31280	LATRAPE	0.0			0.0	
31326	MASSABRAC	45.9	712.5	870.9	158.4	22.2
31334	MAUZAC	0.0			0.0	
31361	MONTAUT	131.8	2 169.8	2 425.7	255.9	11.8
31379	MONTGAZIN	0.0			0.0	
31395	MURET	0.0			0.0	
31517	SAINT-SULPICE	177.7	4 855.7	4 920.3	64.6	1.3
31574	VERNET	422.1	3 575.7	1 275.0	-2 300.7	-64.3
<b>SOMMES / MOYENNE</b>		<b>4 087.6</b>	<b>51 683.9</b>	<b>36 322.0</b>	<b>15 361.9</b>	<b>-29.7</b>

NB : "Brise crue" est entendu comme : haies ayant une orientation générale perpendiculaire à l'axe de la vallée

# BIBLIOGRAPHIE

## Ouvrages, études et thèses

ALEGRE J.C. and RAO M.R., 1996. Soil and water conservation by contour hedging in the humid tropics of Peru. *Agric. Ecosyst. Environ.* 57 : 17-25

AREAS (2008) Formation technique Areas 14/02/08 : ruissellement, érosion, inondation, pollution

CAUBEL V., 2001. Influence de la haie de ceinture de fond de vallées sur les transferts d'eau et de nitrate. Thèse de doctorat, École nationale supérieure d'agronomie de Rennes, 155 p.

CEMAGREF, 2004. Le ralentissement dynamique pour la prévention des inondations. Guide des aménagements associant l'épandage des crues dans le lit majeur et leur écrêtement dans de petits ouvrages.

DURAND P. et JUAN TORRES J.L., 1996, Solute transfer in agricultural catchments : the interest and limits of mixing models. *Journal of Hydrology*, 181 : 1-22

EPTB Charente (octobre 2007). Étude hydrologique du bassin versant de l'Antenne

KIEPE P., 1995, Effect of Cassia siamea hedgerow barriers on soil physical properties. *Geoderma* 66 : 113-120.

LIAGRE F. (2006) : Les haies rurales : rôles, création, entretien

MASSA F., 2004. Influence des éléments du paysage sur le transfert de l'eau et des polluants dans les bassins versants sur socle. 116 p.

MEROT et al. (1999), Influence du réseau de haies des paysages bocagers sur le cheminement de l'eau de surface. *Revue des Sciences de l'Eau*, 12 (1) : 23-44

MEROT, 2006. Les 3 grandes fonctions de la haie sur le milieu physique : état des recherches.

SMIVAL, 2006. Schéma de Prévention des Inondations de la Lèze.

SOLTNER D., 1999. Planter des haies. *Sciences et techniques agricoles*, 112p.

VIAUD V., 2004. Organisation spatiale des paysages bocagers et flux d'eau et de nutriments, 283 p.

## Sites internet

<http://didier.virion.free.fr/rouldeni/roleeau.html>

[http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/zoologie-1/d/plaidoyer-pour-les-haies-decouverte-du-cinacle-plongeur\\_294/c3/221/p3/](http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/zoologie-1/d/plaidoyer-pour-les-haies-decouverte-du-cinacle-plongeur_294/c3/221/p3/)

[http://www.promhaies.net/roles/contribution\\_qualite.php](http://www.promhaies.net/roles/contribution_qualite.php)

[www.seine-maritime.chambagri.fr/iso.../14\\_fiche-haie\\_a3.pdf](http://www.seine-maritime.chambagri.fr/iso.../14_fiche-haie_a3.pdf)

[http://images.google.fr/imgres?imgurl=http://4.bp.blogspot.com/\\_RWO-6JyGQ9Q/SZakzwNqfPI/AAAAAAAAAFU/Tfu4bOijfXc/s320/deboisement.jpg&imgref](http://images.google.fr/imgres?imgurl=http://4.bp.blogspot.com/_RWO-6JyGQ9Q/SZakzwNqfPI/AAAAAAAAAFU/Tfu4bOijfXc/s320/deboisement.jpg&imgref)

<http://www.smival.fr>

<http://dictionnaire.sensagent.com/battance/fr-fr/>

[www.icampus.ucl.ac.be/claroline/](http://www.icampus.ucl.ac.be/claroline/)