

MASTER II

Mention Géosciences, Environnement, Risques
Spécialité « Risques Technologiques et Naturels »
Parcours « Risques Naturels »

Faculté de Géographie et d'Aménagement

LUTTE CONTRE L'ÉROSION DES SOLS ET CONTRE LES COULEES D'EAUX BOUEUSES :

UTILISATION DE METHODES RUSTIQUES

Février – Septembre 2008

Anne-Elise PACEVICIUS
Promotion 2007 / 2008

Mémoire de stage soutenu le 16 Septembre 2008

Structure d'accueil : Conseil Général du Bas-Rhin, Antenne de Saverne
Maître de stage : Franck HUFSCMITT, animateur du SAGEECE de la Zorn
Correspondant universitaire : Anne-Véronique AUZET

Jury : Anne-Véronique AUZET, Professeur, Faculté de Géographie et d'Aménagement
Michel GRANET, Physicien du Globe, Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre
Paul VAN DIJK, Docteur, ARAA

REMERCIEMENTS

En premier lieu j'aimerais remercier mon Maître de stage, Franck HUFSCMITT, animateur du SAGEECE de la Zorn, pour m'avoir encadrée durant ce stage. Au cours de ces six mois passés au Conseil Général du Bas-Rhin, au sein du service des rivières à Saverne, il m'a fait partager son expérience et m'a guidée dans mes démarches en m'accordant toute sa confiance.

Je tiens également à remercier Anne-Véronique AUZET, professeur à la Faculté de Géographie et d'Aménagement, pour ses explications patientes et ses multiples relectures de mon rapport de stage.

J'aimerais aussi témoigner ma reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont apporté leurs connaissances dans le domaine de l'érosion des sols et la mise en place des fascines. Je pense notamment à Paul VAN DIJK, chargé d'étude à l'ARAA, à Bénédicte LAPIERRE, animatrice agricole du Syndicat mixte des bassins versants du Dun et de la Veules, et aux membres de l'AREAS.

Enfin, je remercie les agents de la Direction des espaces ruraux et de l'environnement (DERE) au Conseil Général du Bas-Rhin, et plus particulièrement ceux du service des rivières, qui m'ont accueillie et aidée durant ce stage, et m'ont accordée un peu de leur temps.

Sommaire

1	Introduction	4
2	Contexte et objectifs de l'étude	6
2.1	L'aléa " érosion des sols "	6
2.2	Impacts	8
2.3	Acteurs.....	8
2.4	Cadre réglementaire des CEB.....	11
2.4.1	Les textes	11
2.4.2	Les outils.....	12
2.5	Prévention et protection.....	14
2.6	Implication du Conseil Général du Bas-Rhin.....	19
3	Les fascines comme élément de prévention.....	21
3.1	Définition.....	21
3.2	Objectifs attendus.....	22
3.3	Présentation de la zone d'étude	23
3.4	Méthode.....	24
3.4.1	Phase de prospection	25
3.4.2	Phase de travaux.....	26
3.5	Résultats	28
3.5.1	Commune de Jetterswiller, 18 Mai 2008 :.....	28
3.5.2	Commune d'Alteckendorf, 30 Mai 2008 :.....	31
3.6	Discussion.....	35
4	Perception des fascines et perspectives.....	37
5	Conclusion.....	39
	Bibliographie.....	41

Annexes

Liste des figures

Figure 1 : Interactions entre les différents acteurs concernés par les CEB (d'après Heitz <i>et al.</i> , 2008).....	9
Figure 2 : Le sens du travail des parcelles concentre les écoulements vers le vallon et l'alternance de cultures maïs/blé ralentit le ruissellement mais ne le limite pas assez (CG67).....	15
Figure 3 : Cette parcelle de maïs est cultivée en Sans Labour depuis quelques années : à la surface du sol, on observe les résidus qui augmentent la rugosité du sol et forment de petits barrages ralentissant le ruissellement (CG67)	16
Figure 4 : Fascine "morte" à Hohatzenheim, entre un champ de maïs et une houblonnière (CG67).....	21
Figure 5 : Localisation des communes volontaires pour la mise en place de fascines.....	24
Figure 6 : Etat de surface du sol au 15 Mai 2008 (CG67).....	26
Figure 7 : Photo prise le 15 Mai 2008, estimation des longueurs de fascines nécessaires (CG67).....	27
Figure 8 : Photo prise le 18 Mai 2008, longueur de fascines réévaluées (CG67).....	27
Figure 9 : Bassin versant équipé de fascines (relief avec facteur d'élévation 3, Google Earth)	28
Figure 10 : Parcelle de maïs en amont de la fascine n°1, Jetterswiller 19/05/08 (CG67)	29
Figure 11 : Bassins versants en amont des fascines (relief avec facteur d'élévation 3, Google Earth)	29
Figure 12 : Obstruction de la fascine par les fanes de maïs (CG67)	30
Figure 13 : Contraste entre l'amont de la fascine (côté chemin) et l'aval (côté fossé) (CG67)..	30
Figure 14 : Ecoulement du fossé vers le village, avec débordement à l'aval (carte IGN, CG67)	30
Figure 15 : Parcelle labourée : formation de ravines (CG67).....	31
Figure 16 : Parcelle non labourée : les débris de maïs de l'année précédente contribuent à ralentir l'eau (CG67).....	31
Figure 17 : Localisation des fascines à Alteckendorf (carte IGN).....	32
Figure 18 : Méthode de calcul du volume de sédiments piégés par les fascines (Rey, 2005)..	32
Figure 19 : Correction de la fascine (2) par rapport au dysfonctionnement constaté (1) (CG67)	33
Figure 20 : Flux des eaux boueuses, fascine n°3 (Commune d'Alteckendorf)	34
Figure 21 : Fascine associée à un talus, à Gougenheim (CG67).....	36
Figure 22 : Emplacement des fascines à Hohatzenheim (photo Géoportail).....	36
Figure 23 : Volume de terre extrait de la fascine n°1 à Alteckendorf, soit environ 50 m ³ en décompacté (CG67).....	37

Liste des acronymes

ARAA : Association pour la Relance Agronomique en Alsace
AREAS : Association Régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols
BRF : Bois Raméal Fragmenté
CA : Chambre d'Agriculture
CAD : Contrat d'Agriculture Durable
CG67 : Conseil Général du Bas-Rhin
CREALP : Centre de Recherche en Environnement Alpin
CTE : Contrat Territorial d'Exploitation
DCS : Directive Cadre sur les Sols
DCS : Document Communal Synthétique
DDAF : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt
DDE : Direction Départementale de l'Equipement
DDRM : Dossier Départemental sur les Risques Majeurs
DICRIM : Document d'Information Communal sur les RISques Majeurs
DIG : Déclaration d'Intérêt Général
DIREN : Direction Régionale de l'Environnement
MNT : Modèle Numérique de Terrain
MO : Matière organique
PLU : Plan local d'urbanisme
RNU : Règlement National d'Urbanisme
SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SAGEECE : Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau et Entretien des Cours d'Eau
SDEA : Syndicat Départemental de l'Eau et de l'Assainissement
SHYPRE : Simulation d'HYdrogramme pour la PREdétermination des crues
SHYREG : méthode SHYPRE Régionalisée
SIG : Système d'Information Géographique
SIVOM : Syndicat Intercommunal à Vocations Multiples
TCS : Technique Culturelle Simplifiée
TSL : Technique Sans Labour

1 Introduction

On constate depuis quelques décennies que les coulées d'eaux boueuses¹ génèrent de plus en plus de dommages aux infrastructures urbaines, à l'environnement agricole et aux eaux superficielles. Ces phénomènes affectent particulièrement les régions de collines aux sols limoneux, occupés par les grandes cultures, et préoccupent donc un public croissant depuis la fin des années 1970 (Auzet, 1987), et l'érosion hydrique des sols plus particulièrement a fait l'objet d'un rapport national (IFEN, 1998, mis à jour en 2002).

Les coulées d'eaux boueuses (CEB) se produisent lorsqu'un ruissellement important entraîne les particules et agrégats arrachés à la surface du sol, notamment par l'impact des gouttes de pluie. Une érosion forte des sols s'ensuit, jusqu'à former un torrent boueux. Le ruissellement est généralement la conséquence d'un défaut d'infiltration lors d'une précipitation plus ou moins longue et/ou intense. Ce défaut d'infiltration peut être causé par une saturation du sol en eau, ou parce que la vitesse d'infiltration dans le sol ne permet pas l'absorption de la précipitation selon son intensité.

Le type de sol, son état de surface et le taux de saturation en eau du sol, sont des facteurs favorisant l'érosion en cas de ruissellement. L'érosion, qu'elle soit diffuse ou marquée dans les zones de ruissellement concentré, formera une coulée d'eau boueuse, dont l'arrivée à la sortie du bassin versant peut être lourde de conséquences lorsque l'exutoire est urbanisé.

Dans le Bas-Rhin, les CEB se produisent essentiellement au printemps, lors d'épisodes orageux. Les cultures printanières (maïs, betteraves, houblon...) occupent une large surface dans la région. Les sols sont alors nus ou très peu couverts, ameublés par les travaux de préparation de semis. L'extension des surfaces sensibles à l'érosion et le ruissellement favorisent la formation de CEB lors de pluies intenses.

Les enjeux menacés par ces coulées sont multiples (patrimoine agricole, infrastructures urbaines, routes, vies humaines...), et les dégâts représentent un coût important en matière de réparation, indemnisation, etc. De nombreux acteurs (élus, exploitants agricoles, habitants...) sont donc concernés par ces phénomènes.

Compte tenu de ces enjeux, la prévention des coulées d'eaux boueuses et la protection contre les dommages sont devenues des priorités. Afin d'appréhender ce phénomène, il faut avant tout comprendre les facteurs produisant ces situations (décisions territoriales, facteurs économiques, occupation des sols...) et partager cette connaissance avec les différents acteurs. Modifier les comportements et mener des actions pertinentes permettraient de limiter, voire d'éliminer les occurrences de coulées d'eaux boueuses. Prévenir l'impact des crues turbides, c'est-à-dire le risque CEB, signifie limiter l'aléa (la formation du ruissellement et l'érosion) et réduire la vulnérabilité (les enjeux environnementaux et urbains).

¹ Contrairement au terme "*Coulées de boues*", qui décrit des mouvements de terrain (masse de sédiments meubles mis en mouvement par sursaturation du terrain (CREALP, 2008)), les coulées d'eaux boueuses sont « des écoulements fluides ou crues turbides à forte charge en matières en suspension où les matériaux sources correspondent aux sols pédologiques, et où les particules détachées sous l'action des pluies et/ou du ruissellement sont entraînées par l'écoulement de l'eau en surface, diffus ou concentré dans des rigoles et ravines » (Auzet et al., 2005).

Parmi les acteurs concernés, le Conseil Général du Bas-Rhin (CG67) a décidé d'engager un programme de lutte contre les coulées d'eaux boueuses. Ces actions concernent à la fois des travaux entamés dans le cadre du remembrement des différentes communes (construction de bassins écrêteurs de crue...), mais également la promotion de pratiques culturales alternatives (techniques culturales sans labour,...), et la mise en place de fascines, qui sont des ouvrages dits rustiques.

Ces derniers sont des diguettes végétales qui seront placées en aval de parcelles cultivées, pour limiter le transfert de la terre arrachée et protéger ainsi les enjeux humains, économiques et environnementaux. Elles doivent également permettre aux agriculteurs de réduire les pertes de sols, en conservant les particules arrachées au plus près des parcelles exploitées.

Les fascines ont déjà été éprouvées dans d'autres régions en France, et il s'agit à présent d'en vérifier l'efficacité et la pertinence dans le Bas-Rhin. Il peut en effet s'avérer nécessaire de devoir adapter certains aspects comme le dimensionnement des ouvrages et l'entretien, au contexte climatique, topographique et géomorphologique local.

L'objectif de ce travail est d'élaborer un protocole de mise en place d'ouvrages expérimentaux sur plusieurs communes, et de tester différents types d'implantation et des matériaux variés. Un suivi des ouvrages doit être effectué pour vérifier leur efficacité sur plusieurs plans : filtration des eaux de ruissellement, maintien des sédiments sur la parcelle, impact sur les cultures, gêne occasionnée pour les pratiques agricoles et acceptation par les agriculteurs.

Ce mémoire aborde les principaux aspects en trois grandes parties :

La première partie rappelle les principaux phénomènes à l'origine des CEB, ainsi que les principales mesures de prévention et protection existants. Elle exposera également les différents enjeux et les acteurs concernés par ce risque.

Une seconde partie décrit la méthode utilisée, permettant d'identifier les endroits pouvant potentiellement être équipés de fascines, avec le déroulement des travaux et les résultats obtenus après les événements orageux.

Une troisième partie développe les perspectives d'évolution que connaît ou connaîtra cette phase de tests des fascines dans le Bas-Rhin, au travers des informations obtenues sur les premiers sites équipés, mais également par rapport à la perception que les différents publics ont de ces ouvrages.

2 Contexte et objectifs de l'étude

2.1 L'aléa " érosion des sols "

On distingue deux principaux processus pour expliquer l'apparition du ruissellement : le refus d'infiltration d'un sol non saturé (« excess infiltration overland flow ») dit ruissellement hortonien d'une part, et le refus d'infiltration d'un sol saturé (« saturation overland flow ») d'autre part (Augeard, 2006).

Le ruissellement sur sol saturé peut être observé lorsqu'une nappe phréatique est présente à proximité de la surface du sol. Pendant la pluie, lorsque le niveau de la nappe atteint la surface du sol, la capacité d'infiltration du sol est contrôlée par la vitesse des écoulements dans la nappe qui reste souvent très faible voire nulle, suivant les caractéristiques de l'hydrogéologie locale. Le ruissellement ainsi engendré peut également être alimenté par des exfiltrations d'eau provenant de la nappe affleurante. Cette forme de ruissellement n'a pas été observé lors de ce stage.

Le ruissellement hortonien apparaît lorsque l'intensité de la pluie dépasse la capacité d'infiltration du sol et se produit généralement sur des sols très faiblement perméables (argiles, marnes) ou sur des sols initialement secs. Il peut aussi résulter de la baisse de la conductivité hydraulique d'une couche de sol en surface : compactage par le passage d'engins agricoles, formation de croûtes de surface peu perméables liées aux phénomènes de battance².

Cinq facteurs majeurs favorisent l'érosion par ruissellement : la pluie (intensité et durée), la pente, le type de sol, le couvert végétal et les pratiques agricoles. En fonction des caractéristiques de ces facteurs, le phénomène d'érosion hydrique sera plus ou moins important, et peut prendre différentes formes. Celles-ci se combinent dans le temps et dans l'espace : l'érosion de versant diffuse ou en rigoles parallèles, et l'érosion linéaire ou concentrée de thalweg (IFEN, 2002).

Le type d'érosion le plus discret est l'érosion diffuse. L'arrachement des particules solides se fait uniquement sous l'action de la pluie et les particules sont prises en charge par un ruissellement diffus (Auzet *et al.*, 1990). Le caractère diffus de ce type d'érosion ne doit pas conduire à le sous-estimer car il touche l'ensemble de la surface de la parcelle et peut concerner un volume de terre très important : 1 millimètre de terre arrachée à une surface d'un hectare correspond à 10 m³.

Le ruissellement initialement diffus peut à son tour arracher des particules solides lorsque sa vitesse augmente, généralement dans les zones à plus forte pente. Il se forme alors des rigoles parallèles de petites dimensions, mais à forte densité. On parle alors d'érosion en rigoles parallèles.

Lorsque le ruissellement se concentre dans un collecteur, sa force tractrice augmente. Cette force tractrice (force d'arrachement) est la résultante de la vitesse d'écoulement de l'eau, de la pente et de la rugosité du terrain. Lorsque la force tractrice atteint une valeur critique, les

² On désigne par « battance », la dégradation de la structure de la surface du sol liée à l'action des pluies. La surface du sol passe d'un état fragmentaire poreux et meuble à un état plus continu et compact. La couche superficielle s'individualise par rapport au reste du profil de sol sous la forme d'une croûte de battance, qui diminue considérablement la vitesse d'infiltration de l'eau (Auzet, 1987).

particules sont détachées et transportées et des incisions plus profondes se forment dans le sol. On parle alors d'érosion concentrée.

Tableau 1 : Différentes formes d'érosion en fonction des caractéristiques du ruissellement (d'après Auzet et al., 1990)

		Processus sur les versants							
		Absence de ruissellement		Force tractrice < au seuil critique		Force tractrice > au seuil critique			
		Arrachement des particules par la pluie							
		non	oui	non	oui	non	oui		
Processus dans le vallon sec	Absence de ruissellement	Pas d'érosion hydrique				Erosion diffuse sur les versants		Erosion sur les versants (formation de rigoles)	
	Force tractrice < au seuil critique	Pas de ruissellement sauf en cas d'exfiltration du sol				Erosion diffuse sur les versants		Erosion sur les versants (formation de rigoles)	
	Force tractrice > au seuil critique					Erosion concentrée (formation de ravines)			

La pente est, dans le contexte du stage, souvent un facteur essentiel dans la formation de coulées d'eaux boueuses, car elle favorise les incisions et les concentrations des écoulements. Les pentes de la zone d'étude varient entre 3% et 8%. Lorsque les pentes sont fortes (> 6%), le travail de la parcelle se fait généralement dans le sens de la pente.

A cela s'ajoute la nature des sols : les sols limoneux, développés sur les formations loessiques, sont particulièrement favorables aux cultures. La baisse de teneur en matière organique due aux cultures intensives, entraîne une forte réduction de la stabilité structurale, particulièrement lorsque les teneurs en argile sont limitées (<15-20%), et accélère la dégradation des sols (Auzet *et al.*, 2005).

Les marques d'incision sont la trace la plus visible du processus d'érosion des sols, mais elles ne sont pas les seules. Les marques d'accumulation de sédiments traduisent, elles aussi, un processus érosif intense. Ces accumulations se forment principalement lorsque la capacité de transport du ruissellement diminue du fait d'un ralentissement (diminution de pente, couvert végétal). Ces dépôts se forment donc souvent sur les chemins d'exploitation ou en aval de parcelle (dans la fourrière par exemple).

2.2 *Impacts*

Les conséquences de ces coulées d'eaux boueuses sont nombreuses :

- A l'échelle de la parcelle agricole, on constate un appauvrissement des sols en surface, car la fraction fertile du sol, contenant la matière organique, est emportée par le ruissellement. Cette perte de patrimoine (1 à 3 mm de sol par an) est d'autant plus grave qu'un sol met beaucoup de temps pour se reconstituer (0,02 à 0,5 mm de sol par an).
- Pour l'exploitation, les conséquences sont également économiques, et suivant l'emplacement des parcelles dans le paysage, le rendement des cultures peut être sérieusement réduit. Les plants situés dans le chemin d'eau sont arrachés par le flux d'eau ou recouvert par les dépôts de sédiments. Lorsque la coulée de boue se produit immédiatement après un traitement des cultures, les cultures sont également affectées par une surtoxicité qui provoque leur destruction.
- D'autre part, les exutoires des bassins versants sont de plus en plus urbanisés, et la vulnérabilité est donc croissante. Les CEB dégradent les infrastructures (routes, bâtiments, habitations). Les réseaux d'eau potable et d'assainissement sont envasés, et le fonctionnement des stations d'épuration est perturbé. Ces enjeux « urbains » représentent un coût pour les collectivités en cas de CEB, puisque leur endommagement nécessite l'intervention de professionnels (pompiers, syndicat départemental d'eau et d'assainissement (SDEA)). La population subit également un préjudice économique et moral, malgré les indemnités obtenues auprès des assureurs.
- Le risque de crue des rivières augmente, avec l'arrivée massive d'eau dans un temps de concentration réduit par l'absence d'obstacles, conséquence de la destruction du maillage bocager (haies, talus...).
- Enfin, les cours d'eau subissent une détérioration considérable de leur qualité physico-chimique : augmentation de la turbidité, pollution par les produits phytosanitaires, eutrophisation accrue du fait des amendements, baisse de la diversité des substrats. Les limons transportés par le ruissellement contribuent à colmater les frayères. Le risque de pollution de la nappe phréatique est également présent, en fonction de ses contacts avec la surface (milieu karstique par exemple).

2.3 *Acteurs*

Les acteurs (fig. 1) concernés par les coulées d'eaux boueuses sont nombreux, en raison de la diversité des enjeux décrits ci-dessus. Par conséquent les points de vue et approches de la problématique CEB sont tout aussi divers, ce qui complique la concertation et la gestion de ces phénomènes. Les intérêts défendus sont sociaux, économiques, environnementaux, territoriaux... De plus, la perception du risque CEB et des enjeux territoriaux est très différente, suivant que les acteurs se placent en zone « source » ou en zone « cible » du ruissellement (Heitz, 2005).

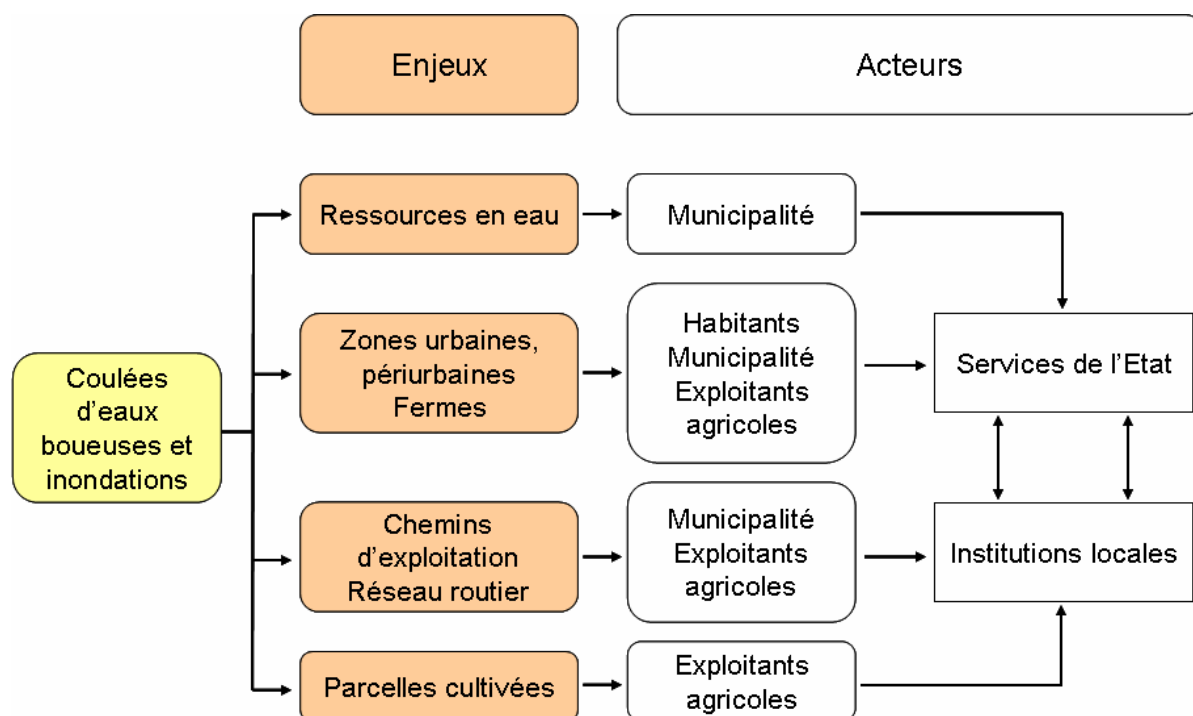


Figure 1 : Interactions entre les différents acteurs concernés par les CEB (d'après Heitz *et al.*, 2008)

Les exploitants agricoles, coopératives, associations foncières et la Chambre d'Agriculture ont des ambitions au sein des bassins versants agricoles. Ce sont par exemple les objectifs de rendement, de qualité de la production, de protection des sols, de préservation de l'image de la profession agricole... Ils doivent composer avec le contexte économique des différentes filières agricoles, les conditions météorologiques, etc. Ils interviennent sur l'occupation des sols (par le type de culture mis en place), par les techniques culturales employées, et peuvent dans certains cas, modifier la direction du travail du sol ou la pente (par exemple par des terrasses).

Dans les zones urbaines et périurbaines, à l'exutoire des bassins versants, interviennent d'autres acteurs : ce sont les habitants et les entreprises pour le bâti, la municipalité, la communauté de communes et les syndicats intercommunaux à vocations multiples (SIVOM), pour la gestion du territoire (infrastructures et routes communales), le pôle Aménagement du territoire du Conseil Général pour le réseau routier, et les bureaux d'études chargés de l'aménagement urbain et hydraulique pour le conseil et l'ingénierie. Les acteurs cités dans ce paragraphe ne maîtrisent pas l'aménagement agricole en amont des bassins versants, mais influent sur l'accroissement de la vulnérabilité en ne tenant pas compte des risques naturels (étalement urbain, sous-dimensionnement du réseau d'assainissement...). L'emplacement des lotissements et l'aménagement des sous-sols exposent particulièrement les particuliers à des dommages économiques.

En ce qui concerne les aménagements urbains, les assureurs peuvent faire pression sur la population et les communes par rapport aux indemnités, en modulant les franchises si des mesures de prévention et de protection ne sont pas prises³ (par exemple en l'absence de PPR).

³ Circulaire du 24 novembre 2000 relative aux arrêtés du 5 septembre 2000, renforçant le lien entre l'indemnisation des dommages résultant des catastrophes naturelles et les mesures de prévention de ces risques.

Le syndicat départemental d'eau et d'assainissement (SDEA), les exploitants de stations d'épuration, les communes et les pompiers sont concernés par le nettoyage du réseau d'assainissement et des rues, et par le bon fonctionnement des stations, généralement affecté par une part trop importante de boues minérales. Le SDEA souhaite vivement limiter le transport de charge sédimentaire provenant des parties agricoles des bassins versants, en proposant la construction de bassins d'orage ou en favorisant les champs d'inondation par de petites digues à différents endroits le long des cours d'eau et fossés.

Les acteurs décrits dans les paragraphes suivants ont généralement une approche spatiale plus globale des enjeux et du risque CEB dans le bassin versant. Ils ont une connaissance des différents intervenants, et agissent de façon transversale sur tout le bassin versant.

Les enjeux « environnementaux » (paysage, cours d'eau...) sont défendus par des acteurs ayant des objectifs relativement différents. La DDAF et la DIREN interviennent dans l'aménagement de l'espace en tenant compte du patrimoine naturel, et tentent de préserver les cours d'eau et les sols. L'Agence de l'Eau Rhin-Meuse et le service des rivières du Conseil Général du Bas-Rhin doivent faire respecter le bon état écologique et les normes de qualité physico-chimiques des cours d'eau (directive « Loi sur l'Eau », directive Nitrates⁴) en proposant des mesures de protection, comme par exemple la préservation de la ripisylve et la mise en place de bandes enherbées le long des cours d'eau. La communauté de communes, lorsqu'elle est chargée de la compétence environnementale, instruit aussi des dossiers relatifs à la lutte contre les coulées d'eaux boueuses.

Les différentes représentations décentralisées de l'Etat (DDAF, DDE, DIREN...) sont chargées de conduire une politique de prise en compte des risques et de préservation des ressources naturelles dans le développement des activités humaines, par exemple en mettant à disposition leurs connaissances, par l'intermédiaire de bases de données, d'études et de productions cartographiques. Ceci doit permettre de réussir les projets de renouvellement urbain et mettre à profit les compétences collectives acquises au service des politiques d'aménagement des territoires urbains et ruraux (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2008). Les données et études sont souvent obtenues auprès d'organismes de recherche et d'associations.

Ces acteurs peuvent influencer sur les décisions prises par les communes ou par certains agriculteurs, en orientant les choix d'aménagement du territoire et de l'occupation des sols, au travers des subventions qu'ils proposent pour certains ouvrages et travaux. Ils pèsent également sur les décisions, en répercutant les pénalités appliquées par les institutions européennes à l'Etat français, en cas de non respect des normes requises par les Directives précitées.

Les associations de protection de la nature défendent la faune et la flore, au travers d'actions visant à préserver les sites sensibles et les biotopes. Les haies par exemple sont reconnues pour abriter diverses espèces animales sensibles. Ces sites sont répertoriés, et la DIREN peut les reconnaître de grand intérêt biologique ou écologique. Ces zones sont alors classées Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique et Faunistique et Floristique (ZNIEFF). Les autres zones protégées sont les réserves naturelles etc. Certains éléments paysagers de ces zones (bois,

⁴ La Directive « Nitrates » est une directive européenne de 1991 visant à limiter les nitrates d'origine agricole dans les eaux souterraines et superficielles. Elle oblige les Etats membres à surveiller la qualité des eaux par des programmes de mesures, à promouvoir un Code de Bonnes pratiques agricoles établi en 1993, à désigner les eaux vulnérables à la pollution par les nitrates d'origine agricole, et dans les zones retenues, à mettre en œuvre des programmes d'action successifs pour l'adaptation des pratiques agricoles et à évaluer leurs effets.

haies, vergers...) contribuent à limiter le ruissellement, et cet argument est utilisé auprès des décideurs lorsque ceux-ci rédigent un Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT⁵) par exemple.

Malgré la diversité des enjeux, des acteurs et des objectifs face à la problématique CEB, des actions sont engagées, certaines cherchant à limiter les CEB en réduisant le ruissellement et l'érosion à l'amont des bassins versants, et d'autres visant à protéger les enjeux urbains à proximité des habitations se situant aux exutoires. Quelques unes de ces actions sont répertoriées dans la partie 2.5.

2.4 Cadre réglementaire des CEB

Comme après chaque catastrophe, on tente d'identifier les coupables, un rappel des textes de loi relatifs au ruissellement et à l'érosion est utile. Quelques outils concernant l'aménagement du territoire sont également présentés, afin d'exposer les moyens de prévention dont disposent les collectivités.

2.4.1 Les textes

Concernant l'écoulement des eaux pluviales, il existe un certain nombre de textes (Agence de l'Eau Artois-Picardie, 2004) :

- Un propriétaire peut laisser s'écouler sur le fonds inférieur, c'est-à-dire situé en contrebas, les eaux de pluie qui tombent sur son terrain à condition de ne pas aggraver leur écoulement naturel. Le possesseur du fonds inférieur ne peut s'opposer au ruissellement naturel sur son terrain d'eaux pluviales provenant d'un fonds supérieur (art. 640 du Code Civil, texte relatif à la servitude d'écoulement).

La jurisprudence entend par aggravation de l'écoulement naturel des eaux pluviales une intervention humaine sur la morphologie du terrain qui a pour conséquence de modifier le sens d'écoulement de ces eaux ou de renforcer ce ruissellement en détournant d'autres flux de leur direction naturelle (voir Annexe II).

- Le propriétaire du fonds supérieur doit, s'il aggrave l'écoulement naturel des eaux pluviales, compenser le possesseur du fonds inférieur soit par une indemnisation, soit par des travaux (art. 641 du Code Civil). Par contre, si le propriétaire d'un fonds inférieur modifie de sa propre initiative les conditions d'accueil des eaux de pluie, il s'expose à devoir assumer seul tous les désordres consécutifs sur le fonds supérieur.
- A partir du moment où la collectivité a, de son propre chef, transformé ou canalisé les eaux émanant des fonds riverains, suite à l'aménagement d'une voirie par exemple, elle modifie les conditions d'application de la servitude légale d'écoulement qui pouvait exister. Dans ce cas, pour maîtriser les conditions d'accueil des eaux pluviales sur la voie publique et dans les ouvrages publics, elle doit souvent mettre en place une réglementation spécifique.

⁵ Le SCOT est le Schéma de Cohérence Territoriale. Il vise notamment à définir les orientations d'aménagement et fixe les objectifs des diverses politiques publiques en matière d'habitat, de développement économique, de déplacements (loi SRU du 13 Décembre 2000, Code de l'urbanisme).

- La commune a la possibilité de réglementer les rejets sur la voie publique dans le cadre de ses pouvoirs de police en matière de lutte contre les accidents, les inondations et la pollution (art. L.2212-2 du Code Général des Collectivités Générales). S'il existe un réseau pluvial, les conditions de son utilisation peuvent ainsi être fixées par un arrêté municipal pouvant éventuellement interdire ou limiter les rejets sur la voie publique.

Les techniques alternatives, privilégiant la maîtrise des ruissellements et des écoulements au plus près du point d'impact des eaux de pluie par opposition aux systèmes d'évacuation souterrains, facilitent donc l'application du Code Civil.

Les communes ou leurs groupements sont à même d'entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, ouvrages ou installations visant à lutter contre les pollutions et maîtriser les eaux pluviales et leur ruissellement. Pour les projets présentant un caractère d'urgence ou d'intérêt général, les collectivités peuvent utiliser la procédure de Déclaration d'Intérêt Général ou d'urgence (art. L.211-7 du Code de l'Environnement). La mise en place de bandes enherbées par exemple se fait au moyen d'une procédure de DIG.

Concernant les CEB, le préfet dispose de la possibilité de prendre un arrêté sur la base d'un décret (Décret n° 2005-117 du 7 février 2005 relatif à la prévention de l'érosion, modifiant le Code Rural). Ce décret permet de définir un programme d'actions pour les zones déclarées comme sensibles à l'érosion, en préconisant des pratiques agricoles, voire en les rendant obligatoires si elles s'avèrent efficaces.

En dehors du décret mentionné ci-dessus, il n'existe pas de réglementation spécifique à la protection des sols face à l'érosion. Il existe cependant un projet de Directive Cadre sur les Sols (DCS) au niveau européen, qui vise à protéger le sol de l'érosion, du tassement, de la baisse de MO et de la pollution. Cette Directive contiendrait également des préconisations de modification de l'occupation des sols, et proposerait l'usage de techniques culturales alternatives.

Concernant la protection des habitations et infrastructures, les communes et habitants ont également certaines obligations, notamment face aux demandes d'indemnisation par les assurances, comme après une déclaration d'état de catastrophe naturelle. Lorsqu'une commune est touchée plusieurs fois par le même type de catastrophe, la franchise à charge des victimes augmente au fur et à mesure, surtout si aucune action de prévention n'a été engagée.

2.4.2 Les outils

Planification du territoire :

Pour agir sur la gestion qualitative et quantitative des eaux pluviales, les communes ont différents outils à leur disposition. Elles peuvent ainsi intervenir :

Au niveau de la maîtrise de l'urbanisme, par le biais de documents de planification tels que :

- le schéma de cohérence territoriale (SCOT),
- le plan local d'urbanisme (PLU),
- le Règlement National d'Urbanisme (RNU), en l'absence de PLU
- mais également par des procédures opérationnelles comme les Zones d'Aménagement Concerté (ZAC) ou les lotissements ;

Au niveau de l'assainissement :

- au travers des zonages d'assainissement*
- ou des règlements d'assainissement*.

Il est vivement conseillé pour les communes confrontées à des préoccupations dans le domaine de la maîtrise des ruissellements et de la pollution pluviale, de lancer un zonage pluvial. Celui-ci est cependant intégré au règlement du PLU, dès lors qu'il existe (art. 4 de la Loi SRU n° 2000-1208 du 13 décembre 2000).

Il existe également les outils de gestion des cours d'eau à l'échelle des bassins versants (SDAGE, SAGE, SAGEECE...). Les décisions administratives du préfet et des collectivités publiques décentralisées doivent être compatibles avec les SDAGE et SAGE, notamment à propos décisions d'orientation et de programmation des travaux des collectivités territoriales et de leurs groupements, syndicats mixtes, tels que l'aménagement et l'entretien de cours d'eau, l'approvisionnement en eau, la maîtrise des eaux pluviales et du ruissellement, la défense contre les inondations, la dépollution, la protection des eaux souterraines, la protection et la restauration des sites, écosystèmes et zones humides.

Prévention des risques :

Pour éviter les frais supplémentaires liés aux modulations de franchises, un Plan de Prévention des Risques (PPR) peut être prescrit.

A ce jour, les PPR « coulées de boues » sont rares, seuls certains départements (Seine-Maritime, Somme, ...) ont entamé des démarches pour faire connaître le risque au travers de l'élaboration d'un PPR traitant de plusieurs risques à la fois. Ces PPR ne caractérisent pas de zones inconstructibles pour les endroits exposés aux coulées d'eaux boueuses, mais s'attachent plutôt à préconiser des pratiques agricoles réduisant l'aléa. La vulnérabilité reste donc la même et est susceptible d'augmenter.

Il existe cependant à l'échelle du département, un Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), qui est un document définissant les notions d'aléas et de risques, et recensant les communes exposées aux différents risques. Ce document, rédigé sous l'égide du Préfet, recense entre autres pour le Bas-Rhin, les communes exposées aux coulées d'eaux boueuses, mais sur la base des évènements passés (demandes d'état de catastrophe naturelle). Cela signifie que des communes exposées au risque ne sont pas forcément répertoriées si elles n'ont pas subi de coulées d'eaux boueuses depuis la création de la base de données recensant les demandes d'indemnisation (1985). Cette liste est actuellement en cours de mise à jour.

Pour chacune des communes mentionnées « à risque » dans le DDRM, le Préfet rédige un Document Communal Synthétique (DCS), présentant les risques naturels et technologiques encourus par les habitants de la commune. Il a pour objectif d'informer et de sensibiliser les citoyens. Ensuite, à partir du DCS, le Maire des communes concernées présente un Document d'Information Communal sur les RISques Majeurs (DICRIM). Ce document est enrichi des mesures de prévention ou de protection qui auraient été prises par la commune. Le DDRM, le DCS ainsi que le DICRIM sont librement consultable en mairie, ce qui permet à tout habitant d'une commune de connaître les risques auxquels il est exposé.

Pour améliorer la qualité de l'information disponible à propos du risque de coulées d'eaux boueuses, l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace (ARAA) a produit des cartes de sensibilité à l'érosion, basées sur des critères de type de sols, de pente, etc. Ces cartes sont accessibles sur le site web de la DIREN Alsace (Annexe III). Ces informations, ainsi que les bases de données et les cartes représentant les trajectoires des coulées d'eaux boueuses et les dégâts, sont autant de données permettant d'avoir une idée des risques encourus de façon relativement détaillée et constituent des arguments pour étoffer les décisions liés à la lutte contre les coulées d'eaux boueuses. En fonction des moyens que les collectivités souhaitent investir, il est ensuite possible d'échelonner les actions et de prioriser certains secteurs particulièrement exposés.

Mesures agro-environnementales :

La profession agricole disposait jusqu'à présent d'outils visant à faire évoluer le système de production pour une meilleure prise en compte de l'espace rural et des préoccupations environnementales, tels que les Contrats Territoriaux d'Exploitation (CTE), remplacés ensuite par les Contrats d'Agriculture Durable (CAD). Ces contrats, établis sur cinq années, visent à mettre en place des actions agro-environnementales à l'échelle de la parcelle, afin de protéger certains enjeux (qualité des sols, diversité biologique, paysage...). L'exploitant volontaire perçoit à cet effet des aides versées sous la forme de primes à l'hectare, au tonnage ou au mètre linéaire.

La mise en œuvre des CAD est suivie par la Commission Départementale d'Orientation de l'Agriculture (CDOA), pilotée par la DDAF, et la Chambre d'Agriculture et l'Association Départementale pour l'aménagement des Structures des Exploitations Agricoles (ADESEA). Cependant ces contrats ne seront pas renouvelés, et arrivent à terme entre 2009 et 2011.

2.5 Prévention et protection

Agir contre les CEB signifie intervenir à différents niveaux dans un bassin versant : il faut limiter la formation du ruissellement et l'arrachement du sol (1), maîtriser la concentration (2), et protéger les enjeux situés à l'exutoire du bassin versant (3).

L'efficacité générale des actions dépend de la continuité qu'il existe entre les différents aménagements (Ouvry, 2007), c'est-à-dire qu'il faut avoir une réflexion à l'échelle de tout le bassin versant et des sous bassins versants et associer les différents acteurs.

Ainsi, dans les régions de grande culture, qui connaissent des « catastrophes » liées au ruissellement et à l'érosion des sols, un ensemble de mesures relevant de l'utilisation des sols, des pratiques (choix des assolements, adaptation des techniques aux conditions physiques des sols et du climat) et de l'aménagement (bandes enherbées, talus, haies, retenues...) de l'espace rural et périurbain, permet de limiter les phénomènes et de prévenir ceux liés à des conditions climatiques dont la fréquence n'a pas un caractère réellement exceptionnel, ni en extension, ni en intensité (Auzet et al., 2005).

(1) Limiter la formation du ruissellement :

Pour cela, il est nécessaire de favoriser l'infiltration et la sédimentation le plus en amont possible du bassin versant. La forme du parcellaire et du sens du travail par rapport à la pente peuvent améliorer le stockage de l'eau sur la parcelle, mais suivant les conditions topographiques, ou en fonction du remembrement mis en place, ces mesures ne sont pas applicables et/ou efficaces (fig. 2). Une alternance de cultures « ruisselantes » et « infiltrantes » (par exemple cultures printanières/hivernales) permet de créer des zones tampons améliorant la sédimentation, en ralentissant le flux d'eau.

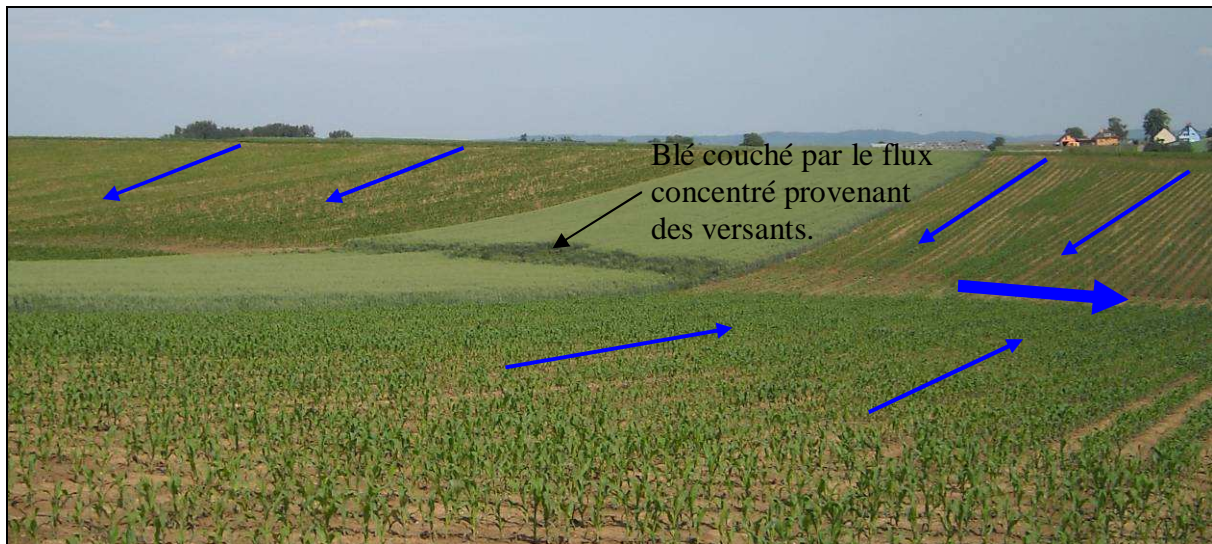


Figure 2 : Le sens du travail des parcelles concentre les écoulements vers le vallon et l'alternance de cultures maïs/blé ralentit le ruissellement mais ne le limite pas assez (CG67)

La dynamique de l'eau est également réduite lorsque la pente diminue. Un terrassement du bassin versant permet d'atténuer la pente des parcelles et optimise le dépôt des sédiments. La mise en œuvre de cette pratique est relativement laborieuse suivant la forme des parcelles par rapport à la pente et il est nécessaire de matérialiser les courbes de niveau de façon permanente, afin de pouvoir entretenir les terrasses. Un nivellement approximatif des terrasses pourrait provoquer le même effet de concentration du ruissellement qu'un vallon sec, amplifié par les sauts de paliers.

Lorsque la stratégie de l'occupation spatiale des cultures ne favorise plus l'infiltration, il faut intervenir sur la parcelle même. On peut modifier le type de culture en place, et remplacer les cultures printanières par des cultures à couverture végétale plus importante, ou maintenir les résidus des cultures précédentes au moment des orages de printemps, pour limiter l'impact des gouttes de pluie sur la surface du sol.

Le fait de laisser les parcelles en jachère ou en prairie permanente, ou d'augmenter les surfaces en cultures améliorant l'infiltration par leur système racinaire (cultures intermédiaires par exemple), peut aussi répondre au problème du ruissellement. Mais ces cultures doivent trouver des débouchés après leur récolte, ce que le contexte économique agricole ne permet pas toujours. De plus, mettre en place des cultures alternatives nécessite des techniques et connaissances différentes des filières céréalières classiques. Les produits de traitements phytosanitaires et engrais ne sont pas les mêmes, et peuvent représenter un surcoût. Toutes ces contraintes représentent des investissements que l'agriculteur ne souhaite par forcément effectuer par rapport au bénéfice qu'il peut espérer en retour.

On peut également agir sur la stabilité structurale du sol, avec les techniques culturales sans labour. Ces techniques sont nombreuses, mais elles ont en commun le non-retournement de la terre avec une charrue. Les principales Techniques Sans Labour (TSL) sont le semis direct (pas de travail du sol ou uniquement à faible profondeur), le travail superficiel (sur 10 centimètres de profondeur, déchaumage avant semis), et le pseudo-labour (décompactage du sol sur 15 à 30 centimètres avant semis)⁶ (Le Bissonnais *et al.*, 2004). Cependant, un sol plus compact résiste mieux à l'érosion mais peut générer plus de ruissellement, d'où l'importance de conserver les résidus à la surface (formation de micro-barrages, fig. 3).



Figure 3 : Cette parcelle de maïs est cultivée en Sans Labour depuis quelques années : à la surface du sol, on observe les résidus qui augmentent la rugosité du sol et forment de petits barrages ralentissant le ruissellement (CG67)

La couverture de résidus conservés à la surface du sol, augmente la teneur en matière organique de l'horizon superficiel du sol, et à long terme, la stabilité structurale du sol est améliorée. L'augmentation de l'activité biologique et la macroporosité associée favorisent également l'infiltration.

Les TSL présentent plusieurs contraintes. Elles impliquent notamment l'augmentation de produits phytosanitaires pour éliminer les adventices, au moins pendant les premières années de TSL sur une parcelle, et il y a un risque de dérive vers des cultures OGM. De plus, le système racinaire en place favorise la percolation des produits phytosanitaires dans le sol. La crainte de la plupart des exploitants agricoles face aux TSL est l'apparition de mycotoxines dans les cultures, ce qui empêcherait la vente de la récolte aux coopératives (Comptoir Agricole...).

Le rendement des parcelles en TSL est inférieur de façon variable à celui des parcelles labourées, mais l'investissement en carburant et en temps de passage sur la parcelle est moindre et compense généralement les pertes de rendement.

L'utilisation de TSL suppose plus d'attention et parfois plus de travail qu'un itinéraire technique conventionnel, d'où l'abandon du terme « Techniques Culturales Simplifiées (TCS) » initialement utilisé. Un appui technique est donc souvent nécessaire de la part des

⁶ On parle dans la littérature anglo-saxonne de *conservation tillage*, dont la définition est « tout système de travail du sol qui laisse au moins 30% de couverture du sol par des résidus après semis afin de réduire l'érosion hydrique »

techniciens de la Chambre d'Agriculture. L'investissement initial en outillage est également conséquent, puisqu'il s'agit de matériel spécifique (semoir à disque, décompacteur...). A cet effet, le Conseil Général du Bas-Rhin a fait l'acquisition de machines agricoles pour promouvoir ces techniques auprès des exploitants volontaires.

Cependant, il n'est pas forcément nécessaire de pratiquer les TSL pour maîtriser l'érosion hydrique : simplement en créant un lit de semence plus grossier, on réduit la sensibilité à la battance, et la stabilité structurale du sol en surface est moins dégradée.

Tableau 2 : Synthèse des mesures pour limiter le ruissellement

	Technique	Objectifs	Contraintes
(1) Limiter la formation du ruissellement	Alternance de cultures	<ul style="list-style-type: none"> - Ralentir le ruissellement - Favoriser l'infiltration 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité d'une concertation entre les exploitants du bassin versant - Proportion cohérente entre les surfaces ruisselantes et les surfaces infiltrantes
	Terrassement	<ul style="list-style-type: none"> - Réduire la pente et la force tractrice de l'eau - Favoriser les dépôts de sédiments 	<ul style="list-style-type: none"> - Nivellement des parcelles selon les courbes de niveau - Entretien des terrasses
	Cultures couvrantes, jachère ou prairie	<ul style="list-style-type: none"> - Eviter la dégradation de la surface du sol - Favoriser l'infiltration 	<ul style="list-style-type: none"> - Débouchés des récoltes et du fauchage - Possibilité de perte de rendement pour l'exploitation
	Techniques Sans Labour (TSL)	<ul style="list-style-type: none"> - Réduire la sensibilité à l'érosion - Augmenter le taux de matière organique 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation des traitements phytosanitaires - Gestion des mycotoxines - Gestion de la compaction du sol

(2) Maîtriser la concentration du flux

On souhaite d'une part contrôler la trajectoire de l'eau à travers le bassin versant et d'autre part accroître la résistance à l'arrachement de la surface du sol sur les zones de concentration du ruissellement.

La mise en place de bandes enherbées dans le chemin d'eau par exemple, augmente la résistance à l'arrachement et réduit sensiblement la vitesse de l'écoulement car il devient plus diffus, ce qui doit empêcher le ravinement. On peut à cet effet, placer ces bandes enherbées dans les vallons secs, ou en bordure de parcelles dans les ruptures de pente (au moins 20 mètres de large).

De manière générale, il est important de réduire les connections entre les grandes surfaces ruisselantes, en réhabilitant le maillage bocager (haies, bosquets) là où il existait, ou en contrôlant la direction du flux par la restauration des fossés et/ou la mise en place de talus ou de noues d'infiltration. Les fossés par exemple, situés en bord des axes routiers ou des chemins ruraux, permettent de drainer le ruissellement vers des champs d'inondation ou les cours d'eau. Cela évite que le flot provenant de l'amont suive les routes imperméabilisées

vers l'entrée des communes. Les fossés enherbés doivent être privilégiés, pour ralentir la vitesse du flux jusqu'à l'arrivée dans les cours d'eau.

L'inconvénient majeur des solutions précitées concerne l'emprise foncière. La commune ou l'association foncière doit acquérir des surfaces destinées à être occupé par ces obstacles, ce qui représente un investissement important. Il est possible d'indemniser l'exploitant et/ou le propriétaire « lésé » par la surface transformée, au travers de la procédure de DIG (cf partie « Cadre réglementaire des CEB »). Par la suite ces ouvrages doivent être régulièrement entretenus (curage des fossés, élagage des haies...).

La mise en place de fascines (cf. partie 3 : Les fascines comme élément de prévention), technique qui fait l'objet de ce rapport, représente un compromis sur plusieurs points : l'emprise au sol est faible et ne nécessite pas l'acquisition de foncier si l'exploitant accepte cet ouvrage en bord de sa parcelle ; l'entretien consiste à éliminer les végétaux indésirables, si ceux-là peuvent nuire notablement à la qualité des cultures à proximité de la fascine ; le renouvellement du bourrage des fascines peut se faire aisément après les récoltes, lorsque l'accès à la parcelle agricole est facilitée.

Tableau 3 : Synthèse des mesures pour maîtriser la concentration des flux

	Mesures	Objectifs	Contraintes
(2) Maîtriser la concentration du flux	Bandes enherbées	<ul style="list-style-type: none"> - Augmenter la résistance à l'arrachement - Réduire la vitesse et favoriser le dépôt de sédiments (en cas de rupture de pente) 	<ul style="list-style-type: none"> - Emprise foncière - Indemnisation de l'exploitant
	Haies, bosquets	<ul style="list-style-type: none"> - Ralentir le ruissellement et favoriser les dépôts - Intérêt paysager 	<ul style="list-style-type: none"> - Elagage - Emprise foncière - Accès aux parcelles restreint spatialement
	Noues, fossés	<ul style="list-style-type: none"> - Diriger l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> - Emprise foncière - Entretien (curage)
	Fascines	<ul style="list-style-type: none"> - Favoriser les dépôts - Ralentir le ruissellement 	<ul style="list-style-type: none"> - Indemnisation de l'exploitant selon convention - Entretien (végétaux, matériel de bourrage)

(3) Protéger les enjeux à l'exutoire du bassin versant

En l'absence des mesures décrites dans les paragraphes précédents, ou lorsque celles-ci ne suffisent pas, il est nécessaire de gérer l'arrivée de l'eau à l'exutoire du bassin versant.

Des ouvrages de rétention permettent d'écrêter la crue inondant habituellement la commune. Ces ouvrages peuvent être de simples digues transformant des prairies en champs d'inondation, ou des mares tampons, stockant une partie des eaux de ruissellement. Ces mares peuvent avoir, suivant le contexte, une double vocation hydraulique et d'abreuvement du bétail.

Les buses passant sous la voirie sont rapidement obstruées lors des pluies de forte intensité, et ont pour conséquences de faire déverser le flot d'eau et de boue par-dessus la voirie. En fonction du contexte, il peut être envisageable de surélever la route, pour obtenir une rétention de plusieurs milliers de mètres cube d'eau en fonction de la surface inondable du côté amont de la route. Cependant, les points bas des versants cultivés sont souvent plantés de céréales, et les prairies inondables sont rares. Cela signifie qu'en cas de fortes précipitations, les cultures sont détruites et nécessitent un dédommagement.

Le réseau d'assainissement, qu'il soit séparatif ou unitaire, est souvent sous-dimensionné par rapport au développement des communes rurales ces dernières années. Il peut être amélioré en construisant des déversoirs d'orage en divers points du réseau. En amont du réseau d'assainissement, un bassin écrêteur de crue peut contribuer à réduire l'encombrement du réseau. Cette solution est souvent favorisée par les communes, d'autant qu'elle peut être subventionnée par le Conseil Général dans certains cas. Elle présente par contre l'inconvénient d'avoir une emprise foncière importante, ce qui implique l'acquisition de surface par la commune. De plus, l'impression que le ruissellement est maîtrisé avec un bassin écrêteur de crue, désensibilise la plupart des acteurs se situant dans le bassin versant, de la problématique « érosion », qui elle, n'est pas résolue.

Enfin, le particulier a également la possibilité de protéger sa propriété, simplement en construisant un mur, un talus, ou encore un rideau végétal dense. Il doit cependant veiller à réorienter le ruissellement sans nuire aux enjeux à l'aval de sa propriété.

Tableau 4 : Synthèse des mesures de protection des enjeux urbains

	Mesures	Objectifs	Contraintes
(3) Protéger les enjeux à l'exutoire du bassin versant	Mares tampons, champs d'inondation	<ul style="list-style-type: none"> - Stocker de l'eau - Ecrêter des crues - Intérêt paysager 	<ul style="list-style-type: none"> - Indemnisation de l'exploitant en cas de recouvrement des cultures - Selon configuration du paysage
	Bassins écrêteurs de crue	<ul style="list-style-type: none"> - Stocker de l'eau - Ecrêter les crues 	<ul style="list-style-type: none"> - Investissement important - Emprise foncière - Entretien
	Mur, talus	<ul style="list-style-type: none"> - Détourner le ruissellement 	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôler la direction du ruissellement à l'aval de l'obstacle

Toutes les mesures décrites dans la partie Prévention et Protection, sont complémentaires, et ont leur importance en différents espaces du bassin versant. Une solidarité amont/aval doit être instaurée, afin que les efforts consentis en amont soient reconnus par les acteurs à l'aval, et inversement.

2.6 Implication du Conseil Général du Bas-Rhin

Le Conseil Général du Bas-Rhin agit de différentes façons au sein des bassins versants. Les antennes du service des rivières du CG67 couvrent principalement des missions de gestion des cours d'eau dans le cadre des SAGEECE (Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau et Entretien des Cours d'Eau), et par extension depuis quelques années, la lutte contre les CEB. Ces missions comportent des objectifs d'animation des maîtres d'ouvrages locaux, de conseil technique et de communication autour des projets relatifs à l'environnement et à l'eau.

Le service des rivières a plus généralement pour rôle d'assurer la protection et la qualité du milieu physique des cours d'eau et de gérer les cours d'eau et les risques naturels associés, essentiellement avec une vocation d'assistance technique à maître d'ouvrage pour la définition, la mise en œuvre et le suivi des opérations définies dans le cadre des SAGE et des SAGEECE⁷.

C'est dans le cadre du SAGEECE de la Zorn, animé par le service des rivières de l'antenne de Saverne, que s'inscrivent les actions de lutte contre les coulées d'eaux boueuses par la mise en place de fascines. Les fascines (ou diguettes végétales) représentent une solution que le Conseil Général du Bas-Rhin a souhaité tester sur le département en vue de trouver des solutions permettant de réduire l'aléa « coulées d'eaux boueuses ». En effet cette technique a été éprouvée avec succès dans certains départements du nord-ouest de la France. Par ailleurs d'autres services du Département travaillent dans le domaine de l'urbanisme, en vue de réduire la vulnérabilité, mais également sur le volet agricole dans le cadre des remembrements.

Dans le but d'évaluer le fonctionnement des fascines dans le contexte géographique local, le service des rivières de l'Antenne de Saverne s'est proposé d'accueillir un stagiaire, chargé d'évaluer la pertinence de ces ouvrages par rapport aux types de sols et les pentes des sous-bassins versants de la Zorn. En effet, le contexte dans lequel les fascines ont déjà prouvé leur efficacité, notamment en Seine Maritime, était différent sur le plan climatique, topographique, géomorphologique et culturel. Par conséquent, il était nécessaire de vérifier si le contexte dans le département du Bas-Rhin se prêtait également à la pose de ces ouvrages, et vérifier leur efficacité. Ce travail est décrit dans la partie suivante.

⁷ Un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) définit les objectifs et règles pour une gestion intégrée de l'eau au niveau local, pour un périmètre hydrographique cohérent (exemple : SAGE de l'III-Nappe-Rhin). Un SAGEECE est une version non-réglementaire du SAGE. C'est un outil créé par le Département du Bas-Rhin et l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, qui permet de fédérer les acteurs autour d'un programme d'actions pluriannuel par bassin versant.

3 Les fascines comme élément de prévention

3.1 Définition

Les fascines, ou diguettes végétales, sont matérialisées par deux rangées parallèles de pieux, entre lesquels des fagots de branches sont disposés. La largeur d'une fascine est d'environ 30 à 40 centimètres, et la hauteur peut varier de 30 à 60 centimètres pour les fagots, les pieux devant dépasser de quelques centimètres pour pouvoir attacher les fagots et/ou rembourrer l'ouvrage si nécessaire (Coufourier *et al.*, 2008).



Figure 4 : Fascine "morte" à Hohatzenheim, entre un champ de maïs et une houblonnière (CG67)

Historiquement, les fascines sont une technique de génie végétal (ou ingénierie écologique), qui trouve son utilité surtout dans la restauration des cours d'eaux, notamment pour la consolidation des berges lors des travaux de canalisation des cours d'eau avec Vauban. La littérature fait état de fascines qui ont servi au ralentissement dynamique des cours d'eaux, dès le XVII^{ème} siècle, surtout en milieu torrentiel (Labonne *et al.*, 2007)

On distingue les fascines "mortes" (fig. 4) des fascines "vivantes" : les fascines mortes sont uniquement construites avec des fagots et des pieux inertes, et nécessitent un entretien par rembourrage, alors que les fascines vivantes sont construites avec des pieux en saule par exemple, qui reprendront et évolueront vers une haie. Les fagots de branches peuvent également contenir des boutures de saule afin de favoriser cette évolution.

Leur rôle est avant tout de retenir les sédiments transportés par l'eau, afin de limiter la perte de sol sur les parcelles, et diminuer la quantité de boue dans les agglomérations en aval. Mais elles doivent également permettre de ralentir la vitesse de l'eau, afin d'améliorer son infiltration dans le sol et affaiblir sa force d'arrachement du sol.

Dans le Bas-Rhin, on constate essentiellement des dégradations de surface importantes, des ravines de quelques centimètres de profondeur, et des éboulements de talus (parcelle en surplomb d'une route par exemple). Une fascine permet donc de réduire la dynamique d'un flux d'eau, mais uniquement dans l'espace directement à l'aval d'un ouvrage : au-delà d'une certaine distance, l'eau reprend une vitesse à pouvoir érosif important. Ceci révèle l'utilité de multiplier les ouvrages en travers d'un chemin d'eau : fascines, bandes enherbées, etc.

Par ailleurs, maintenir la terre sur les parcelles contribue également à limiter le transfert de produits phytosanitaires et autres traitements vers les fossés et cours d'eau en aval. En effet, la plupart des traitements sont répandus sur les cultures au cours du printemps, lorsque le risque orageux est maximal. La conséquence directe des produits phytosanitaires dans les cours d'eau est une explosion de végétation par eutrophisation, ce qui contribue à diminuer fortement la teneur en oxygène de l'eau, et fait baisser l'indice de qualité du cours d'eau.

L'arrêté préfectoral interdépartemental du 3 Décembre 2002, en application de la Directive Européenne « Nitrates » (n° 91/676/CEE du 12 décembre 1991), définit le second programme d'actions dont le but est d'amener les agriculteurs à modifier leurs pratiques de fertilisation azotée. Cela se traduit notamment par la mise en place de bandes enherbées à proximité des cours d'eau, et nécessité de prendre en compte le type de sol et la pente en ce qui concerne le dosage des épandages sur les parcelles.

Les fascines peuvent être placées en angle de parcelle, le long des chemins d'exploitation ou encore entre deux cultures, afin de gêner le moins possible le travail effectué par l'exploitant. Pour faire accepter les contraintes liées à l'installation de ces diguettes végétales (enfouissement des plants à l'amont des fascines, gêne pour les engins agricoles...), il s'agit également de mettre en valeur les intérêts des agriculteurs de disposer de ces ouvrages. En effet, sans le consentement des agriculteurs ou des associations foncières (AF⁸), il est souvent plus complexe d'équiper les bassins versants agricoles de façon pertinente.

3.2 Objectifs attendus

On attend de cette expérimentation, des résultats par rapport aux critères énoncés ci-dessous :

- Les critères d'efficacité des fascines lors des épisodes orageux : évaluation du caractère filtrant des fagots et du potentiel de stockage des boues, pertinence de l'emplacement et du dimensionnement de l'ouvrage, possibilité d'amélioration des performances (ajout d'une bande enherbée...).
- Les critères de perception et d'acceptation des fascines : analyse du sentiment des agriculteurs, élus et riverains par rapport au coût des fascines, l'emprise au sol et le préjudice pour l'exploitant, l'opinion des habitants quant aux mesures de protection proposées au travers de ces ouvrages.
- Les critères de pérennité : estimation de la durée de vie des fagots et de l'évolution du comportement de la fascine dans le temps (après curage, ou suivant les effets climatiques), modification de la configuration des lieux (dépôts, ruissellements).

⁸ Une AF ou association foncière est une association syndicale de propriétaires. Dans le contexte du stage, il s'agit d'associations foncières d'aménagement foncier agricole et forestier, constituées d'un membre du Conseil Municipal, et de propriétaires concernés par le périmètre du remembrement. L'AF se charge par exemple d'engager des travaux sur les chemins d'exploitation, etc. et de recouvrer les dépenses auprès des propriétaires concernés (Code rural).

3.3 *Présentation de la zone d'étude*

Le climat du Bas-Rhin est un climat continental humide. Il bénéficie de diverses influences climatiques : il combine à la fois des traits océaniques, des traits continentaux et des effets d'abri : les étés sont chauds et orageux, les hivers rigoureux.

Par ses caractéristiques climatiques, topographiques et géomorphologiques, le Bas-Rhin est, en dehors de la plaine et des surfaces boisées, relativement sensible à la formation de coulées d'eaux boueuses. Par ailleurs, les communes du département ont procédé pour la plupart à des remembrements⁹ de parcelles agricoles au cours des dernières décennies. De ce fait, les parcelles sont actuellement plus grandes, et beaucoup de haies, talus et fossés ont disparu. Les prairies ont également diminués en même temps que les exploitations laitières, à la faveur des cultures céréalières et en particulier le développement du maïs. La configuration du paysage agricole qui en résulte, favorise le transfert amont / aval de l'eau et de la charge sédimentaire arrachée.

L'expérimentation des fascines s'est effectuée plus particulièrement sur le bassin versant de la Zorn, celui-ci étant géré par l'antenne du service des rivières de Saverne, lieu d'accueil de ce stage.

Le bassin versant de la Zorn a une surface de l'ordre de 750 km². La Zorn prend sa source sur le flanc Ouest des Vosges à 800 mètres d'altitude dans le massif du Spitzberg au pied du Grossmann (986 mètres) à l'ouest du massif vosgien en Moselle. Elle s'écoule dans le sens ouest/est, et rejoint la Moder à hauteur de Herrlisheim, en traversant le massif vosgien, le champ de failles de Saverne (Vogt, 1992), puis le Kochersberg avant d'aboutir dans la plaine du Rhin.

La zone d'étude s'étend du piémont des Vosges, marqué par une variété d'occupation des sols, jusqu'aux collines lössiques du Kochersberg à l'Ouest de Strasbourg, dans le Pays de la Zorn (fig. 5), à dominante céréalière. On y pratique également abondamment la culture du houblon et des betteraves (Syndicat mixte du SCOT de la région de Saverne, 2007).

Les communes pressenties pour évaluer l'efficacité des fascines, ont été choisies selon leur vécu face aux coulées de boue, ceci pour plusieurs raisons :

- le fait d'avoir déjà subi des coulées de boue sensibilise d'autant les communes à investir dans des solutions de prévention et de protection de ce risque, et les exploitants à accepter la gêne créée sur leur parcelle.
- les marques du passage de l'eau et de la boue immédiatement après les évènements pluvieux importants, permettent de localiser et de dimensionner précisément les fascines. Ainsi, le service des rivières a déjà recensé les sites potentiels sur différentes communes, après les orages de l'été 2007.

⁹ Le remembrement rural est le regroupement des terres agricoles appartenant à un ou plusieurs agriculteurs autour de l'exploitation agricole, avec pour objectifs d'améliorer les conditions d'exploitation des propriétés agricoles (machines agricoles plus imposantes...), et de moderniser la voirie locale. On parle à présent d'aménagement foncier rural.

Ce sont ainsi une dizaine de communes auprès desquelles un travail de prospection a été effectué pour pouvoir implanter des fascines. Ces communes sont réparties sur tout le bassin de la Zorn, afin d'augmenter la probabilité d'obtenir un évènement orageux sur un site équipé. Au final, les communes ayant accepté d'investir dans ces ouvrages, financièrement et/ou en intervenant auprès des agriculteurs, sont Alteckendorf, Gougenheim, Hohatzenheim et Jetterswiller.



Figure 5 : Localisation des communes volontaires pour la mise en place de fascines lors de la phase de tests

3.4 Méthode

La méthode pour la mise en place des fascines s'est effectuée en trois étapes :

Protocole de mise en place des fascines :

- Choix des parcelles à équiper : observations des traces de CEB les années précédentes, témoignages des exploitants agricoles, élus et riverains, analyse topographique du terrain, type de culture en place.
- Validation auprès des élus et exploitants : présentation des techniques de fascinage (intérêts et inconvénients), proposition d'un emplacement et d'un linéaire de fascines sur chaque parcelle présélectionnée, demande de devis auprès des entreprises de techniques végétales.
- Phase de travaux : suivi de la mise en place des fascines.

L'évaluation de leur efficacité s'est faite sur plusieurs points :

Observations :

- Est-ce que le choix de l'emplacement et le dimensionnement de la fascine étaient appropriés ?
- Est-ce que les sédiments se sont bien décantés à l'amont de la fascine ?
- S'il y a eu des transferts importants de terre au travers ou autour de la fascine, quelles en sont les raisons et comment y remédier ?

3.4.1 Phase de prospection

Sur la base des observations effectuées les années précédentes par le service des rivières du Conseil Général du Bas-Rhin, quelques parcelles agricoles ont été repérées comme étant productrices de coulées d'eaux boueuses en cas d'orage. Une étude de terrain a permis de vérifier la pertinence de placer des fascines sur ces parcelles pour le printemps de l'année 2008, en fonction du type de culture en place.

La phase de prospection auprès des communes a été relativement longue, du fait notamment de la disponibilité des élus (période d'élections municipales et cantonales). Ensuite, les parcelles potentielles ayant été repérées, il a fallu identifier les exploitants des parcelles, les concerter en présence du maire et/ou de membres du conseil municipal ou encore de l'association foncière. Une fois leur accord verbal obtenu, les devis obtenus auprès des entreprises devaient être approuvés en conseil municipal. La phase de prospection auprès des communes a été relativement longue, du fait notamment de la disponibilité des élus (période d'élections municipales et cantonales).

Autre contrainte, la mise en culture des parcelles de maïs s'est faite relativement tard dans la saison, en raison des conditions climatiques, ce qui a repoussé la date de pose des fascines, puisque l'un des objectifs de cette phase de tests était également de limiter les contraintes pour les exploitants volontaires. Enfin, les entreprises chargées de la pose des fascines avaient une charge de travail relativement importante par ailleurs, contribuant à retarder la mise en place des ouvrages.

Dans cette phase, la commune de Jetterswiller se distingue par le fait qu'elle ait choisi de poser les fascines sans passer par une entreprise. Le Conseil Général du Bas-Rhin a fourni le matériel de bourrage et le conseil technique, et le maire ainsi que son adjoint ont planté les pieux et garni les ouvrages avec les branches. Cette initiative, qui a eu lieu au mois d'Avril, a eu pour effet que dès le premier orage, la commune a pu constater que les dégâts étaient limités dans les zones habitées par rapport aux dommages subis les années précédentes.

La méthode appliquée lors de ce stage pour choisir l'emplacement des fascines peut être sujet à discussion. En effet, ce choix est ici parfois contestable (aval du chemin d'exploitation à Jetterswiller, proximité des habitations, fond de vallon sec...), mais il faut rappeler que pour cette phase de tests, les communes et les exploitants volontaires ont été relativement difficiles à trouver, les sites potentiels pour être équipés étaient donc peu nombreux.

3.4.2 Phase de travaux

La construction de la fascine demande beaucoup de soin, malgré l'aspect rustique. La fiche technique diffusée par l'AREAS et les Chambres d'Agriculture de l'Eure et de Seine-Maritime, fait mention des points à respecter tout particulièrement (notamment pour éviter un affouillement). Cette fiche a servi de référence auprès des communes et des entreprises chargées des travaux de mise en place des fascines.

Jetterswiller :

Les fascines de la commune de Jetterswiller ont été posées au mois d'Avril. Il s'agit de deux fascines de 15 mètres de long environ, construites en bordure d'un chemin d'exploitation, à l'amont d'un fossé aboutissant dans le village. Les endroits où les fascines ont été posées, ont été indiqués par les agriculteurs de la commune, en fonction de leurs connaissances des écoulements de l'eau en cas d'orage.

L'emplacement des fascines ne se trouve pas en bordure de parcelle, car la gêne occasionnée pour le travail du champ de maïs est mal acceptée par les exploitants des parcelles concernées. Ceci a pour inconvénient que la boue accumulée se trouvera sur le chemin au lieu de rester sur la surface cultivée. L'enjeu est ici de ralentir l'écoulement de l'eau arrivant dans le fossé, et d'y limiter la quantité de boue afin d'éviter les curages systématiques.

Dans les autres communes, les fascines ont été posées en Mai et Juin.

Alteckendorf :

La commune d'Alteckendorf a connu un premier orage très localisé le 18 Mai 2008, avec une hauteur de précipitation relevée de 30 millimètres, pour une durée d'une demi-heure (données relevées auprès des riverains). Cet évènement a produit des coulées d'eaux boueuses en quantité relativement importante, sans être exceptionnelles (seules quelques propriétés ont été traversées par les CEB). Le couvert végétal était alors quasi inexistant, et la surface du sol était binée.



Figure 6 : Etat de surface du sol au 15 Mai 2008 (CG67)

Cet évènement a permis de localiser distinctement le chemin d'écoulement de l'eau sur les trois parcelles à équiper. C'est en fonction de ces traces qu'ont été redéfinies les longueurs des ouvrages, par rapport à ce qui a initialement été estimé.

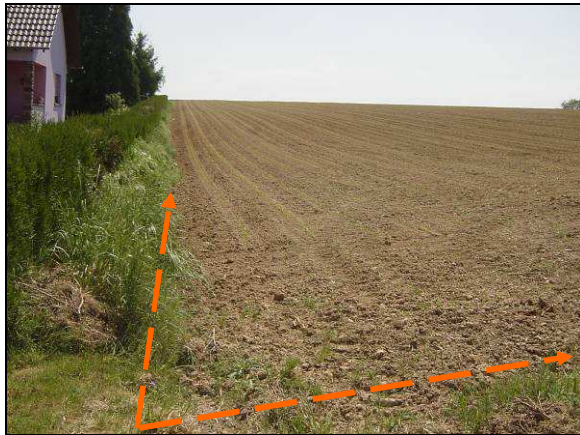


Figure 7 : Photo prise le 15 Mai 2008, estimation des longueurs de fascines nécessaires (CG67)



Figure 8 : Photo prise le 18 Mai 2008, longueur de fascines réévaluées (CG67)

Ce sont finalement trois fascines totalisant 75 mètres linéaires, qui ont été posées en tout à Alteckendorf, à chaque fois en angle de parcelle.

Hohatzenheim :

La commune d'Hohatzenheim a déjà subi à plusieurs reprises des coulées d'eaux boueuses au cours des années précédentes. Des ouvrages (bassins écrêteurs de crue) ont été conçus pour contenir une partie de l'eau qui ruisselle sur les bassins versants, cependant certains bassins versants générant des CEB ne sont équipés d'aucun dispositif curatif. C'est pourquoi cette commune a été équipée de fascines courant du mois de Juin, cette date tardive étant liée aux contraintes calendaires des différents acteurs.

L'orage exceptionnel survenu dans la nuit du 29 au 30 Mai sur toute une partie du Bas-Rhin, a également affecté Hohatzenheim (35 millimètres en 40 minutes, données riverains). Cependant, la construction récente d'un bassin écrêteur de crue, a contribué à retenir un volume important d'eau et de sédiments (2 000 m³) provenant d'une partie des bassins versants. Un côté du village a tout de même été durement affecté par les coulées d'eaux boueuses. Ici aussi, les chemins d'écoulement de l'eau étaient aisément identifiables, malgré un couvert végétal plus important (environ 15 %).

Ces chemins d'eau ont suivi les mêmes tracés que les années précédentes (informations fournies par des photographies aériennes, Auzet, 2003), ce qui a conforté l'idée de la pertinence de l'emplacement des fascines. Le linéaire total de fascines posées sur cette commune est de 231 mètres, en bordure des bassins écrêteurs de crue, ou entre les cultures de houblon et de maïs.

Gougenheim :

Les travaux sur la commune de Gougenheim ont eu lieu fin Juin. L'évènement orageux du 30 Mai n'a pas touché cette commune de façon inquiétante, et la mise en place d'une alternance de cultures dans le vallon sec contribuant aux coulées d'eaux boueuses les années précédentes, a réduit l'importance du risque pour les enjeux en aval. Cependant les points identifiés comme étant les plus critiques, ont été équipés de fascines dans le but de ralentir la dynamique de l'eau. En effet l'enjeu majeur à protéger à Gougenheim est un concessionnaire de véhicules, qui se trouve à l'exutoire d'un bassin versant de 139 hectares, par le fait d'un permis de construire inapproprié. 73 mètres de fascines ont été posés à Gougenheim (fig. 9).

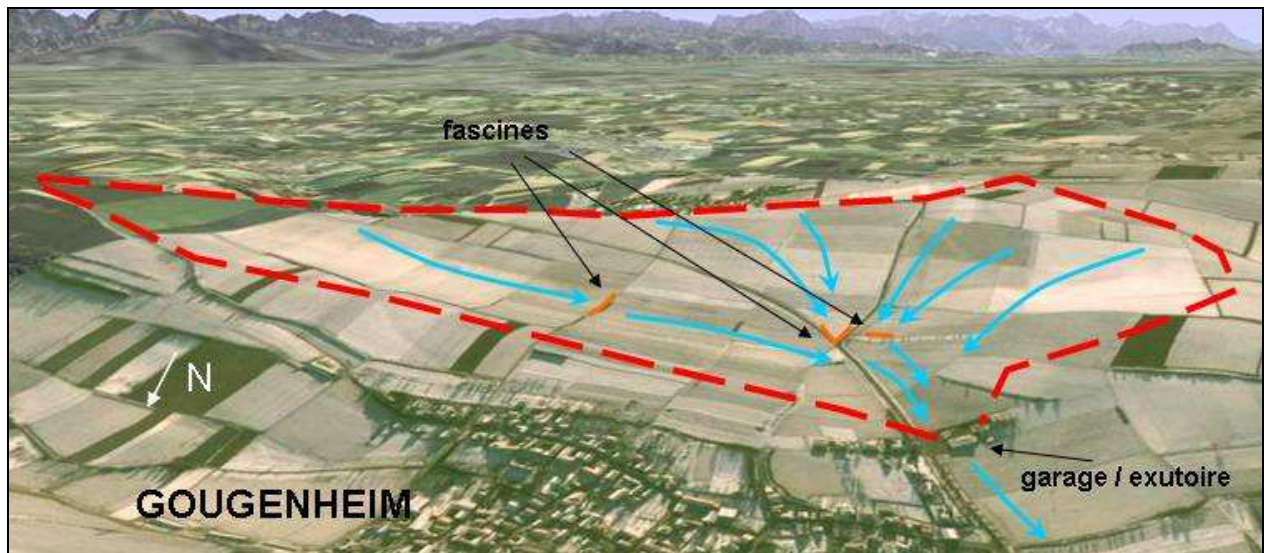


Figure 9 : Bassin versant équipé de fascines (relief avec facteur d'élévation 3, Google Earth)

3.5 Résultats

Au final, les communes qui étaient équipées de fascines au moment d'évènements orageux importants, étaient Jeterswiller et Alteckendorf. Les surfaces contributives aux coulées d'eaux boueuses pour les fascines ont été obtenues à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) exploitant un Modèle Numérique de Terrain (MNT) échantillonné à 20x20 mètres. En identifiant les chemins préférentiels de l'eau (traitement du MNT), et en choisissant la fascine comme exutoire, on obtient une surface de bassin versant. Des observations terrain permettent de vérifier la cohérence du bassin versant déterminé, en fonction des chemins d'exploitation, fossés et autres données topographiques non identifiables sur ce MNT.

3.5.1 Commune de Jeterswiller, 18 Mai 2008 :

Caractéristiques de l'évènement orageux : 35 millimètres en 30 minutes (données agriculteur), pluie mélangée à de la grêle. Cet évènement était très localisé (échelle de la commune).

Caractéristiques des surfaces en amont des fascines : essentiellement des cultures de maïs, hauteur des pieds 15 centimètres environ, couverture végétale très faible (2 à 5 %).

Type de sol : Il s'agit d'un sol argileux, calcaire à calcique, sur marne. L'indice de battance ne peut pas être calculé compte tenu de la teneur en argile, cependant cette présence d'argile justement réduit considérablement la perméabilité du sol, et favorise l'excès d'eau dans le sol, ainsi que le ruissellement en cas de pluie forte.

Fascine n°1 :

- Longueur 15 mètres, entre le chemin d'exploitation et le fossé.
- Type fascine morte. Surface contributive amont de 3,2 hectares, dont 20 % cultivés en blé d'hiver.
- Pente de la surface contributive en amont : 3,2 %.

Fascine n°2 :

- Longueur 15 mètres, entre le chemin d'exploitation et le fossé.
- Type fascine morte. Surface contributive amont de 3,8 hectares, dont 25 % cultivés en blé d'hiver.
- Pente de la surface contributive en amont : 3 %.



Figure 10 : Parcelle de maïs en amont de la fascine n°1, Jetterswiller 19/05/08 (CG67)



Figure 11 : Bassins versants en amont des fascines (relief avec facteur d'élévation 3, Google Earth)

Observations :

L'état de surface de la parcelle de maïs directement en amont de la fascine est apparu très dégradé sur toute sa longueur, ce qui indique que l'érosion a débuté dès le haut de la parcelle, sous l'impact des gouttes de pluie.

Des mesures par piquetage ont été effectuées dans la boue accumulée en amont des fascines, afin d'estimer le volume de sédiments accumulés. Pour la fascine n°1, le volume déposé est de 9 mètres cube environ, pour un linéaire de fascine de 12 mètres. Cette fascine a été contournée par les coulées d'eaux boueuses, elle aurait du donc en réalité en retenir plus si elle avait été plus longue ($0,75 \text{ m}^3/\text{ml}$ de fascine dans ce cas de figure).

La masse volumique de la boue est estimée de $1\,200 \text{ kg/m}^3$ à $1\,500 \text{ kg/m}^3$, selon les observations menées lors de différentes études (Augeart, 2006) et le guide des sols en Alsace (cf. bibliographie). Ce sont donc environ 10,8 à 13,5 tonnes de terre qui ont été retenus par cette fascine. Le rôle filtrant de la fascine a été amélioré notamment par l'obstruction des branches par les fanes de maïs dès l'arrivée de l'eau.

La fascine a été contournée de part et d'autre par la coulée d'eau boueuse, par conséquent, le rapport entre le volume de retenu par la fascine, et la surface contributive en amont, n'est caractéristique de l'évènement. Une estimation basse (compte tenu de la dégradation de la surface du sol et des traces d'écoulement), serait de doubler le volume de terre retenu, pour obtenir une hypothèse du volume de terre réellement sorti de la surface. Ce volume serait alors d'environ 22 à 27 tonnes, et donc un rapport entre 6,9 et 8,4 tonnes/hectare.



Figure 12 : Obstruction de la fascine par les fanes de maïs (CG67)



Figure 13 : Contraste entre l'amont de la fascine (côté chemin) et l'aval (côté fossé) (CG67)

La fascine n°2 a retenu un volume de terre non représentatif de la surface en amont, car elle n'a pas été placée au point le plus bas du chemin d'exploitation. Son rôle filtrant a été par conséquent très limité.

Contrairement aux événements orageux des années précédentes, le fossé drainant cette partie de bassin versant n'a pas été comblé par les boues, bien que les dysfonctionnements des fascines aient tout de même permis le transfert des sédiments des parcelles vers le fossé (fig. 14).

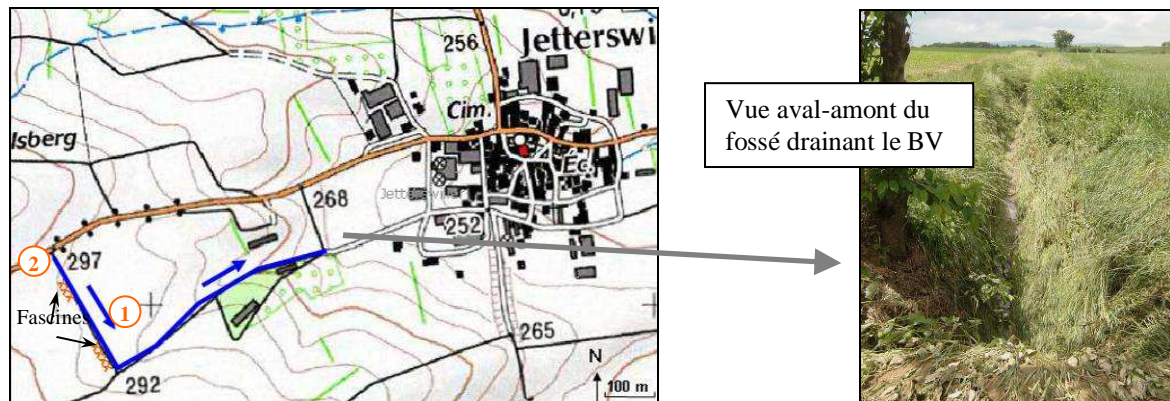


Figure 14 : Ecoulement du fossé vers le village, avec débordement à l'aval (carte IGN, CG67)

A noter sur la commune de Jetterswiller : certains exploitants de la commune pratiquent le non labour depuis quelques années. Résultat : les états de surfaces sont nettement moins dégradés que ceux des parcelles labourées (cf. figures ci-dessous), après le même événement orageux.



Figure 15 : Parcelle labourée : formation de ravines (CG67)



Figure 16 : Parcelle non labourée : les débris de maïs de l'année précédente contribuent à ralentir l'eau (CG67)

3.5.2 Commune d'Alteckendorf, 30 Mai 2008 :

Caractéristiques de l'évènement orageux : 60 millimètres en 40 minutes (données riverains en amont de la commune, altitude 195 mètres). Cette donnée est à interpréter avec précaution, car la donnée Météo France indique 44,8 millimètres en 2 heures (méthode SHYREG¹⁰), mais la station est située à l'aval de la commune (altitude 174 mètres), en creux de vallon.

Cette précipitation (donnée Météo France) a une durée de retour de 100 ans, ce qui souligne le caractère exceptionnel de l'évènement. De plus, cet orage était également remarquable en raison de la surface couverte par l'évènement, soit environ 3 500 hectares (avec une variation de l'intensité de pluie importante dans l'espace).

Caractéristiques des surfaces en amont des fascines : essentiellement des cultures de maïs, hauteur des pieds 15 centimètres environ, couverture végétale très faible (2 à 5 %). Suite à l'orage du 18 Mai qui a également touché la commune d'Alteckendorf, l'état de surface des parcelles était déjà considérablement dégradé.

Type de sol : Il s'agit d'un sol limoneux-argileux à argilo-limoneux, calcique, sur loess argileux. Le premier horizon (0-25 cm) est relativement meuble, et bien que l'indice de battance soit relativement faible (4,2, formule de Remy et Marin-Laflèche, 1974), les opérations culturales (notamment les tassements) et les conditions climatiques sont ici les facteurs favorisant le ruissellement et l'érosion des parcelles.

¹⁰ La méthode SHYREG est basée sur la méthode SHYPRE, adaptée à l'échelle régionale. SHYPRE, acronyme de Simulation d'HYDrogrammes pour la PREdétermination des crues, est une méthode qui associe un générateur aléatoire de pluies horaires et une transformation de la pluie en débit. Un simple classement des pluies et des débits simulés permet de tracer les distributions de fréquence « empiriques » des pluies et des débits de toutes durées et d'en déduire les quantiles pour une large gamme de périodes de retour, de 2 à 1000 ans. SHYREG fonctionne avec moins de variables que SHYPRE, mais avec des paramètres régionalisés (Cemagref, Unité de recherche Ouvrages hydrauliques et Hydrologie).

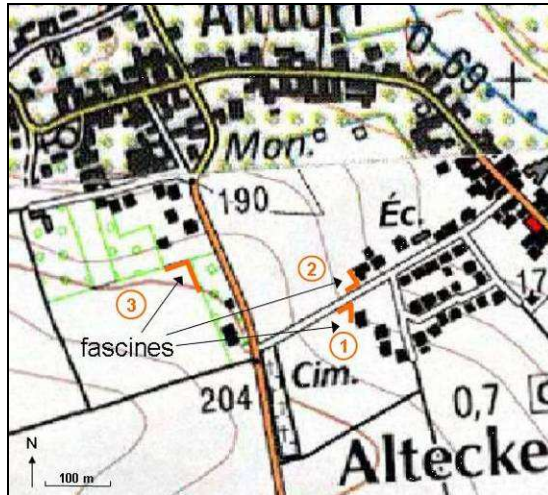


Figure 17 : Localisation des fascines à Alteckendorf (carte IGN)

Fascine n°1 :

- Longueur 25 mètres, en angle de parcelle, située directement à l'amont d'une habitation. Type fascine morte.
- Surface contributive amont de 1,7 hectare, entièrement en maïs.
- Pente du chemin d'eau : 6 %.

Fascine n°2 :

- Longueur 17 mètres, en angle de parcelle, située directement à l'amont d'une habitation. Type fascine morte.
- Surface contributive amont de 1,5 hectare, entièrement en maïs.
- Pente du chemin d'eau : 7,5 %.

Fascine n°3 :

- Longueur 35 mètres, en angle de parcelle, située à l'amont d'un chemin d'exploitation enherbé, à proximité d'habitations. Type fascine morte.
- Surface contributive amont de 1,1 hectare, entièrement en maïs.
- Pente maximale du chemin d'eau : 7,5 %.

Observations :

La fascine n°1 a retenu 22 m³ de terre, et la fascine n°2, 16 m³. Ces volumes ont été obtenus par la modélisation de la terre accumulée sous forme de prisme (fig. 15) (Rey, 2005).

(L) représente la longueur de la fascine, (I) la largeur, (H) la hauteur de boue accumulée au niveau de l'ouvrage. On obtient comme volume, $V = (L \cdot I \cdot H) / 2$.

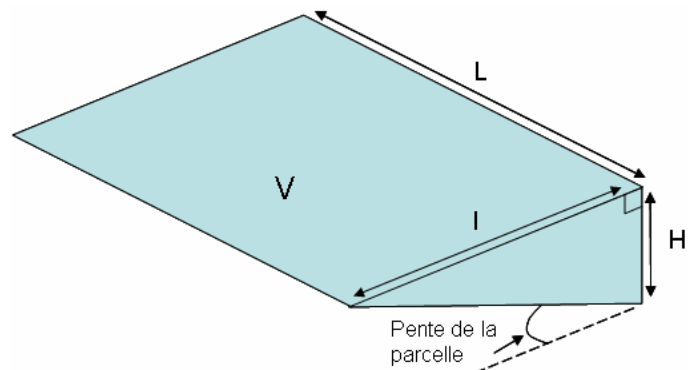


Figure 18 : Méthode de calcul du volume de sédiments piégés par les fascines (Rey, 2005)

Sur la base d'une masse volumique de boue estimée de 1 400 kg/m³ à 1 600 kg/m³ (fiche n°5 du guide des sols d'Alsace), la masse de terre accumulée est de 31 à 35 tonnes pour la fascine n°1, avec une surface contributive de 1,7 hectare, soit 18,2 à 20,7 tonnes/hectare pour ce seul évènement. Ceci est de l'ordre de grandeur d'une année d'érosion sur une parcelle dont la pente est à 5 %, d'après le tableau ci-après :

Tableau 5 : L'influence du type de culture sur le ruissellement et la perte en terre sur une pente à 5% (inspiré de SOLTNER, 1992)

Type de culture	Ruissellement (%)	Perte en terre (Tonne/ha/an)
Jachère labourée	30,3	41,1
Maïs	29,4	19,7
Blé	23,3	10,1
Maïs, blé, trèfle en rotation	13,8	2,8
Ray grass en continu	12	0,3

La donnée (annuelle) mentionnée ici dans le tableau est cependant plus basse par rapport aux observations menées à Alteckendorf, si l'on tient compte qu'une partie de la coulée d'eau boueuse n'a pas été stockée dans la fascine, car la fascine a été contournée (cf. paragraphe suivant). De plus, cet évènement orageux succède à un premier orage, celui du 18 Mai, qui avait déjà considérablement lessivé la parcelle, sans que le volume de terre déplacé ne soit quantifiable.

La quantité de terre accumulée peut cependant être expliquée par la présence d'un parking imperméabilisé situé au-dessus de la parcelle, et où la pluie tombée est dirigée vers la surface cultivée. La dynamique d'arrachement de la terre est largement optimisée par le flux d'eau disponible. La pente de la parcelle (> 5 %) favorise également l'érosion.

Les fascines n°1 et n°2 ont globalement bien joué leur rôle de rétention des boues, mais par un défaut de dimensionnement, elles ont été contournées lorsque le volume accumulé derrière les fascines est devenu trop important (fig. 19). En effet les fascines ont été dimensionnées en fonction des traces de chemin d'eau de l'orage précédent (18 Mai 2008), or l'évènement du 29/30 Mai était plus important. Ce défaut a été corrigé par une prolongation de fascine sur une parcelle, et par la mise en place d'un talus en complément de la fascine existante sur l'autre parcelle. De plus, un point bas a été créé sur la fascine afin de permettre une surverse de l'eau vers la route plutôt que vers les habitations.



Figure 19 : Correction de la fascine (2) par rapport au dysfonctionnement constaté (1) (CG67)

On peut considérer ici que ces fascines ont atteint leur capacité maximale de stockage, or les conditions de l'évènement sont extrêmes sur différents critères : une pluie centennale, un couvert végétal minimal sur une parcelle labourée et binée, une pente relativement importante. Le dimensionnement des fascines ainsi que leur aspect fonctionnel semblent donc appropriés pour de telles conditions.

La fascine n°3 a, quant à elle, eu une efficacité toute relative. Le volume de terre retenu était de 9 m³, mais la fascine a laissé « échapper » une quantité importante de boue : un défaut de conception a permis à la boue de passer sous la fascine par affouillement. De plus, bien que la fascine soit construite au point de concentration maximale d'eau boueuse, les caractéristiques de la parcelle font que la fascine n'a un intérêt ici que mesuré (fig. 20).

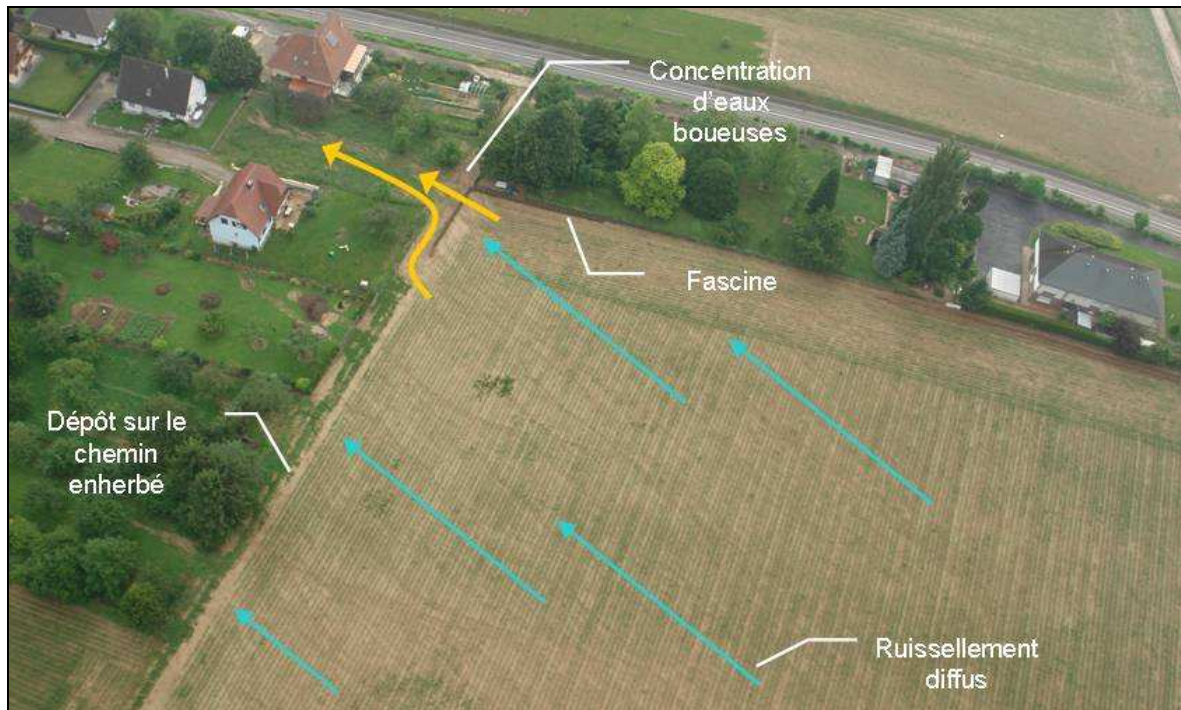


Figure 20 : Flux des eaux boueuses, fascine n°3 (Commune d'Alteckendorf)

Le caractère filtrant de la fascine a été amélioré en comblant l'affouillement sous la fascine. Cependant, le ruissellement sur cette parcelle se fait sur toute sa longueur. Il conviendrait donc de compléter le dispositif de lutte contre les coulées d'eaux boueuses par une bande enherbée de 20 mètres de large, longeant le chemin d'exploitation tout le long de cette parcelle. A noter sur la figure ci-dessus, que le sens du travail de la parcelle (perpendiculaire à la pente), n'a pas empêché de façon considérable la production de coulées d'eaux boueuses.

3.6 Discussion

De manière générale, par rapport aux critères définis dans la partie 3.2, le bilan des fascines est satisfaisant. A Jetterswiller, les fascines ont limité le dépôt de sédiments dans le fossé, et à Alteckendorf, la plupart des habitations directement à l'aval des fascines ont été préservées. L'efficacité des fascines peut cependant être améliorée de plusieurs façons :

Identifier au mieux la zone de concentration du ruissellement :

Les fascines droites sont placées en général en travers d'un thalweg. Lorsque celui-ci n'est pas très marqué, le ruissellement peut être diffus, et la fascine sera contournée. Il convient donc de localiser au mieux le point le plus bas de l'endroit où l'on souhaite construire une fascine, et de choisir ce point étant comme le milieu de la fascine. La fascine peut prendre des longueurs relativement importantes en fonction de « l'étalement » du ruissellement, il est possible alors de compléter la fascine de part et d'autre par un talus (par exemple avec la terre issue du curage des fascines) pour limiter la quantité de matériau de bourrage nécessaire.

La connaissance qu'a l'agriculteur du comportement de sa parcelle lors d'évènements pluvieux importants, est indispensable lorsque les traces n'existent pas. De même, les habitants à proximité peuvent également montrer les points d'entrée dans leur propriété. Ces informations évitent les erreurs de dimensionnement liées à des micro-détails topographiques (bordure, sillon,...). Cette connaissance est d'autant plus importante que les parcelles en jachère ou en culture hivernale n'ont pas généré de CEB récemment, donc elles n'ont pas été repérées pour la plupart. Or, elles seront plus sensibles à l'érosion lorsqu'elles seront plantées de maïs les années suivantes.

Dimensionner et construire la fascine :

La longueur de la fascine dépend de la largeur du chemin d'eau, de la topographie de la parcelle à l'emplacement de la fascine, et de la capacité de stockage nécessaire par rapport à la surface contributive à l'érosion.

Le volume de boue à stocker peut être relativement important en fonction de l'état de surface du sol, la pente de la parcelle, le couvert végétal etc. De plus, selon que la fascine est construite en angle de parcelle, ou le long d'un chemin ou d'un fossé, le potentiel de stockage sera différent, une fascine droite ayant plus vocation à ralentir un flux d'eau, alors qu'une fascine en angle permet de retenir plus de sédiments (par rapport au ml).

Pour une fascine en angle, il peut être judicieux de dimensionner l'ouvrage pour un évènement pluvieux extrême (> 60 mm/h). Dans ce cas, des expérimentations ont déjà relevé des rapports d'érosion de 35t/hectare (pour une pluie de 100 mm/h), soit 22 m³ à stocker dans la fascine pour un hectare.

Pour une fascine droite, il faut qu'elle soit plus longue de quelques mètres que la largeur des chemins d'eau connus. Si les chemins d'eau ne sont pas identifiés, le milieu de la fascine doit être le point bas de l'endroit où elle sera posée. Après une coulée de boue, selon l'efficacité obtenue, cette fascine pourra être prolongée à ses extrémités.

Associer la fascine à des aménagements complémentaires :

La fascine n°3 a montré que malgré l'existence du point de concentration des CEB en angle de parcelle, le champ de maïs ruisselle sur toute sa surface de manière diffuse, vers le chemin d'exploitation à l'aval. Dans ce cas de figure, une bande enherbée semble plus appropriée qu'une fascine de plusieurs dizaines de mètres de long.

De la même manière, une fascine peut être combinée à un talus, existant ou à mettre en place. Mais il faut tenir compte systématiquement du fait que la fascine doit rester l'exutoire des CEB, et non pas un vecteur pour détourner les CEB. On ne veut pas modifier le chemin naturel d'écoulement de l'eau, on veut ralentir le flux.



Figure 21 : Fascine associée à un talus, à Gougenheim (CG67)

La multiplication des fascines en travers d'un chemin d'eau évite une accumulation trop importante de flux à gérer à l'aval. Les CEB doivent être appréhendées dès leur genèse, en amont des parcelles et/ou des bassins versants, mais également tout le long du trajet vers l'aval. En effet, lorsque le flux est ralenti derrière une fascine, il reprend de la vitesse quelques mètres plus loin, surtout lorsque la pente est importante. La dynamique d'arrachement de la terre est à nouveau tout aussi forte, et doit être diminuée régulièrement. A titre d'exemple, certains aménagements à Hohatzenheim ont ainsi été pensés (voir figure ci-dessous).

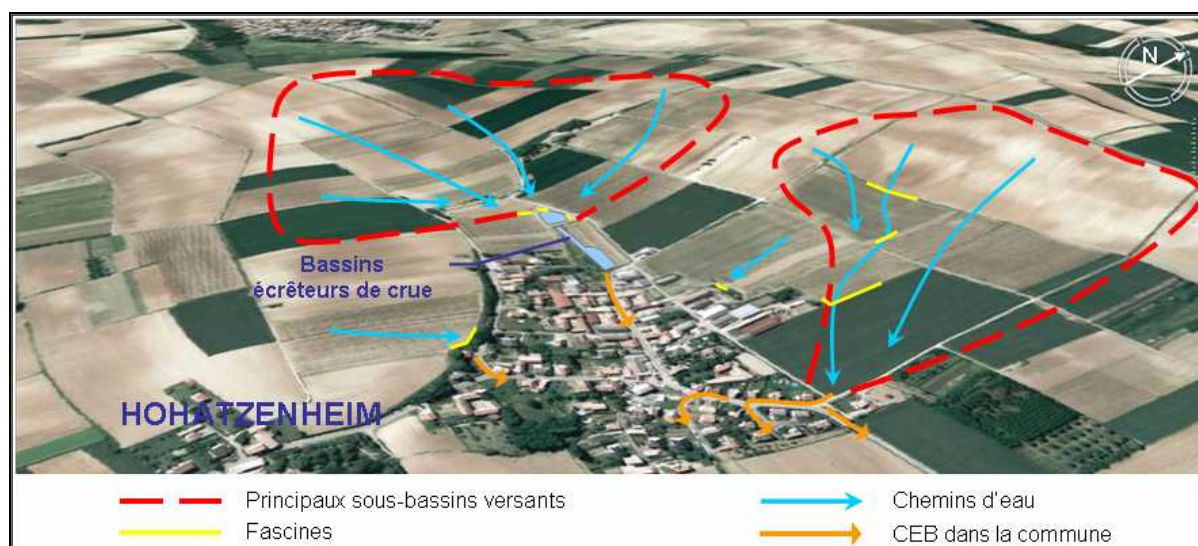


Figure 22 : Emplacement des fascines à Hohatzenheim (photo Géoportail)

Les bassins écrêteurs de crue à Hohatzenheim sont également équipés de fascines aux points d'entrée, afin de limiter la quantité de boue au fond des bassins, et d'économiser les travaux de curage des bassins.

Les critères de pérennité de ces dispositifs sont en l'état difficile à évaluer. Les fagots de branches sont composés d'essences diverses, et suivant l'exposition de la fascine aux éléments climatiques, les branches seront altérées plus ou moins rapidement. Le délai de rembourrage et/ou de remplacement des fagots est évalué pour le moment à environ un ou deux ans, selon notamment les conditions météorologiques. Les pieux sont en général en acacia ou en châtaignier et ont un caractère plus pérenne (5 à 10 ans de durée de vie).

Quant à l'efficacité des fascines, elle évolue dans le temps de manière positive ou négative. Cette évolution se fait selon le degré de colmatage des fagots, l'entretien de la végétation, la modification de la microtopographie (accumulation de terre, sillon en court-circuit...). L'enrichissement des connaissances à ce sujet nécessitera donc un suivi minimum par des observations ponctuelles. Il peut par exemple être intéressant de relever le volume de sédiments piégés tous les mois, et de corrélérer cette information avec le cumul des pluies mensuel, en dehors de la saison orageuse.

Il appartient à présent aux communes de générer une concertation au sein de la profession agricole, et d'apporter un soutien logistique et/ou financier pour multiplier ces dispositifs. Un appui de la Chambre d'Agriculture permettrait de diminuer les appréhensions des exploitants agricoles vis-à-vis de ces techniques.

4 Perception des fascines et perspectives

Acceptation des fascines

Les fascines suscitent des avis différents quant à leur pertinence, suivant les acteurs concernés, et en fonction du degré d'implication des personnes face à la problématique « coulées d'eaux boueuses ». Pendant cette phase de tests d'efficacité des fascines, les avis ont évolué parallèlement aux résultats, au gré de l'intérêt qu'ont pu engendrer les orages et leurs conséquences auprès des acteurs concernés.

Du point de vue des agriculteurs dont les parcelles ont été équipées de fascines, l'aspect positif concerne le volume de terre retenue, celui-ci étant insoupçonné tant qu'il n'était pas stocké. De plus, l'image de la profession agricole a pu être revalorisée au sein de la commune. L'aspect négatif est relatif à la gêne que la fascine crée (entrée sur la parcelle, manœuvre des machines agricoles, perte des plants recouverts de boue...). Par ailleurs, la végétation se développe rapidement à l'intérieur d'une fascine, surtout par des plantes dites indésirables, et il est difficile de les éradiquer.



Figure 23 : Volume de terre extrait de la fascine n°1 à Alteckendorf, soit environ 50 m³ en décompacté (CG67)

Pour les communes, la mise en place des fascines est une action visible, facile à implémenter, avec effet immédiat dès la première précipitation importante. Mais suivant l'emplacement de la commune dans un bassin versant, les longueurs de fascines à installer pour gérer toutes les CEB peuvent augmenter rapidement. Chaque parcelle cultivée à équiper, représente autant de négociations avec les exploitants et/ou l'association foncière pour d'éventuels dédommagements, convention d'entretien etc.

La Chambre d'Agriculture du Bas-Rhin a pu observer le fonctionnement des fascines après les orages du printemps/été 2008. Au cours des réunions de concertation au sein de la profession agricole qu'elle pilote régulièrement, le développement de cette technique est à présent également proposé, parmi les préconisations de changements de pratiques agricoles.

Les projets en cours

La notoriété des fascines ayant augmenté avec les résultats obtenus sur les communes équipées, plusieurs autres communes ont souhaité la construction de ces ouvrages dans certaines zones à risque avéré de coulées d'eaux boueuses. Les études quant au dimensionnement et la localisation des fascines sont en cours pour certaines communes, et d'autres ont dès à présent bâti des fascines avec la participation des agriculteurs.

Dans les communes où les coulées d'eaux boueuses ont été importantes, les agriculteurs se sont rassemblés lors de réunions avec la Chambre d'Agriculture, afin de discuter de la possibilité de mettre en place une occupation des sols concertée (alternance de cultures, jachère...). Les comptes rendus de ces réunions seront disponibles au cours du mois de Septembre, et l'implantation éventuelle de fascines pourra être décidée en fonction des cultures qui seront semées (les cultures hivernales présentant un couvert végétal plus important au printemps que les cultures printanières). Les conventions établissant les responsabilités relatives au financement, l'indemnisation et l'entretien des fascines, doivent être établies commune par commune, en fonction de l'accord établi entre la municipalité et les agriculteurs.

Les différentes représentations décentralisées de l'Etat (DDAF, DDE, DIREN...) ont développé la base d'informations érosion et CEB. Dans le cas des CEB par exemple, les événements orageux du printemps 2008 ont été cartographiés (point d'entrée dans les communes, habitations endommagées...), après que toutes les communes touchées aient été recensées et contactées pour les besoins de ces enquêtes. Une démarche de centralisation des informations (cartes, enquêtes, données météorologiques des événements...) a été entamée, afin d'éviter les redondances entre les différentes collectivités publiques.

Le Conseil Général du Bas-Rhin poursuit ses missions de conseil technique et de financement (à hauteur de 60% pour les fascines). Suivant les demandes des communes, des propositions sont faites après une visite de terrain, en impliquant la Chambre d'Agriculture pour l'aspect « pratiques agricoles et occupation des sols ».

Le développement des lotissements en zone périurbaine des communes, et la vulnérabilité que cela crée, n'a pas été évoqué en profondeur dans ce rapport. Une réflexion à ce sujet doit être menée par les décideurs territoriaux pour réduire le risque CEB, car diminuer l'aléa « ruissellement et érosion » ne doit pas être un prétexte pour omettre l'aspect « aménagement urbain ». Une publication est en cours de rédaction, concernant l'acceptation du risque CEB par différents acteurs, et sa gestion par les collectivités publiques.

5 Conclusion

Pendant la courte période qu'a représenté la saison des orages, les fascines ont montré des résultats encourageants quant à leur efficacité, lorsque leur emplacement et leur dimensionnement étaient pertinents en fonction de la surface et la topographie en amont des ouvrages. Ceci a démontré l'importance d'associer l'étude globale du sous bassin versant (par exemple en étudiant le parcellaire et les courbes de niveau), au travail de terrain (identification du type de culture en place, analyse de la microtopographie...). De plus, les erreurs commises par rapport à la conception des fascines ont eu des conséquences qui ont démontré l'intérêt de soigner les travaux dans tous les détails.

Il reste cependant d'un point de vue technique, à évaluer la pérennité des ouvrages au cours des années à venir, notamment par rapport à l'entretien des matériaux de bourrage (taux de renouvellement...), et pour la gestion de la végétation dite indésirable, difficile à éradiquer lorsqu'elle pousse au milieu de l'ouvrage même.

Par ailleurs, il n'a pas non plus été observé si une fascine, après avoir été comblée puis curée, conservait encore un caractère filtrant, ou bien si au contraire elle se transformait en digue imperméable. Ce point-là devra faire l'objet d'analyses complémentaires, sur des sites équipés et exposés à plusieurs événements orageux successifs.

Des données de pluviométrie locales plus nombreuses permettraient également d'obtenir une meilleure relation entre la hauteur/durée de pluie tombée sur une parcelle, et le volume de boue accumulé dans la fascine, ceci afin de pouvoir anticiper les dimensionnements futurs des fascines. Ceci concerne aussi bien les pluies orageuses que les autres précipitations.

L'aspect communication a été relativement complexe au départ, du fait du scepticisme rencontré face à cette technique de maîtrise du ruissellement. Les résultats globalement positifs obtenus avec les dispositifs mis en place ont servi d'argument pour convaincre certains élus, et permis de faire disparaître de nombreuses réticences au sein de la profession agricole. Pour autant, les fascines suscitent encore beaucoup d'hésitation, de la part des exploitants agricoles, mais aussi des élus, principalement pour la gêne occasionnée pour le travail des parcelles, l'investissement financier de la commune, et l'entretien des ouvrages.

Pour conseiller les communes, il conviendrait donc de développer un petit outil permettant de comparer l'investissement et l'entretien pour une fascine, avec le coût du nettoyage et réparations des infrastructures municipales, en fonction du linéaire de fascines nécessaire sur le ban communal. Par ailleurs, un travail d'animation agricole auprès des exploitants permettrait d'expliquer au mieux les avantages à conserver la terre sur la parcelle, notamment à propos de la fraction la plus fertile d'une parcelle cultivée, chargée en matière organique. La valeur du sol, et sa fragilité sont des paramètres qui doivent être mis en valeur.

La sensibilisation des acteurs doit également porter sur les conséquences environnementales des CEB à l'aval des bassins versants (présence de produits phytosanitaires dans les cours d'eau, turbidité, destruction de cultures...).

La mise en place de fascines est donc à la fois une mesure préventive et curative. Elles ont leur intérêt en fonction de contextes particuliers, lorsqu'il n'existe pas de solution « meilleure » suivant les contraintes techniques et/ ou économiques du moment. Elles peuvent également être complémentaires à des ouvrages de gros œuvre (bassins écrêteurs de crue...).

Il convient cependant de réfléchir à une occupation du territoire réduisant ou limitant d'un côté la vulnérabilité (pas d'étalement urbain irraisonné, absence de sous-sols aménagés, etc.), d'un autre côté l'aléa (techniques culturales alternatives, occupation parcellaire concertée...).

Les données recueillies après les coulées d'eaux boueuses du printemps 2008, relatives aux trajectoires et impacts des CEB, mais également des débordements de cours d'eau, seront mises à disposition des communes et autres acteurs sous forme de cartes, afin d'apporter une aide à la décision pour l'aménagement du territoire. De son côté, la Chambre d'agriculture promeut une démarche raisonnée et concertée pour une spatialisation culturelle pertinente dans les bassins versants agricoles, tendant à réduire la production de CEB.

Bibliographie

Agence de l'eau Artois-Picardie, 2004. Vers une nouvelle politique de l'aménagement urbain par temps de pluie. www.eau-artois-picardie.fr, 58 p.

Association pour la Relance Agronomique en Alsace, Cap Environnement, 2001. Guide des sols d'Alsace n°5 « Collines de Brumath, du Kochersberg et de l'arrière Kochersberg », Région Alsace. 226p.

Augeart B., 2006. Mécanismes de genèse du ruissellement sur sol agricole drainé sensible à la battance. Etudes expérimentales et modélisation. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur de l'ENGREF. 236 p.

Auzet A.-V., 1987. L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture : aspects agronomiques. Ministères de l'Environnement et de l'Agriculture, CEREG. 60 p.

Auzet A.-V., 1990. L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture : aspects aménagements. Ministères de l'Environnement et de l'Agriculture, CEREG. 39 p.

Auzet A.-V., Boiffin J., Papy F., Maucorps J., Ouvry J.-F., 1990. Soil erosion on agricultural land – An approach to the assessment of erosion forms and erosion risk on agricultural land in the Northern Paris Basin, France. J. Boardman, I.D.L. Foster and J.A. Dearing, 10 p.

Auzet A.-V., Heitz C., Armand R., Guyonnet J., Moquet J.-S., 2005. Les « coulées de boue » dans le Bas-Rhin : analyse à partir des dossiers de demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle. 28 p.

Centre de Recherche sur l'Environnement Alpin. www.crealp.ch, site visité en Juillet 2008.

Conseil Général du Bas-Rhin, 2005. Note technique : Coulées boueuses. CG67, 21 p.

Coufourier N., Lecomte V., Lheriteau M., Ouvry J.-F., Pivain Y., 2008. Fiche technique n°1, Fascine. Plaquette réalisée en collaboration avec les Chambres d'Agriculture de l'Eure et de Seine Maritime, et l'AREAS. 4 p.

Frumholz H., 2008. Prévention des crues de la Zorn (Bas-Rhin) - Aide à l'élaboration d'une stratégie territoriale concertée. 95 p.

Gilliot J.M., Girard M.C., 2000. Glossaire de pédologie, www.agroparistech.fr, SIAFEE.

Heitz C., Spaeter S., Auzet A.-V., Glatron G., 2008. Local stakeholders' perception of muddy flood risk and implications for management approaches: A case study in Alsace (France). Land Use Policy (2008), 9 p.

Labonne S., Rey F., Girel J., Evette A., 2007. Historique des techniques de génie biologique appliquées aux cours d'eau. Ingénieries, n°52, Décembre 2007. CEMAGREF, p 37-47.

Le Bissonnais Y., Thorette J., Bardet C., Daroussin J., 2002. L'érosion hydrique des sols en France. IFEN, Orléans. 106 p.

Le Bissonais Y., Delaunois A., 2004. Les TCS : impacts sur le ruissellement et l'érosion. Colloque Techniques culturales sans labour, Impacts économiques et environnementaux, 31 Mars 2004, CORPEN. 5 p.

Maes A., Regenass P., 2007. Etude de la protection contre les crues et les coulées de boues provenant du bassin versant aux lieux dits « Grünen Brunnen » et « Baumgarten ». INSA Strasbourg, 30 p.

Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2008. Dossier « Modernisation de l'Etat : le "MAP" se réorganise pour vous ! », agriculture.gouv.fr, 3 Avril 2008.

Ouvry J.-F., 2007. Gestion et protection de l'eau dans l'aménagement foncier – Problématique de la lutte contre l'érosion hydrique des sols dans l'aménagement foncier : expérience de la Haute Normandie. Présentation AREAS à l'ENGREF, 27 Novembre 2007. 94 diapositives.

Rey F., 2005. Efficacité des ouvrages de génie biologique pour le piégeage des sédiments dans des ravines incisées dans des marnes (Alpes du Sud, France). Géomorphologie : relief, processus, environnement, n° 1/2005. 16 p.

Soltner D., 1992. Phytotechnie générale. Les bases de la production végétale, II : Le climat : météorologie, pédologie, bioclimatologie. Editions Sciences et Technique Agricoles. 352 p.

Syndicat mixte du SCOT de la région de Saverne, 2007. Schéma de cohérence territoriale, www.scot-region-saverne.org. 111 p.

Vogt H., 1992. Le relief en Alsace : étude géomorphologique du rebord Sud-occidental du fossé rhénan. Oberlin, Strasbourg. 239 p.

Annexes

Liste des annexes :

Annexe I : Organigramme du CG67 :	ii
Annexe II : Décision de justice relative à la maîtrise de l'érosion.....	iii
Annexe III : Carte de sensibilité à l'érosion	iv

7 Annexe II : Décision de justice relative à la maîtrise de l'érosion

Cour de cassation

L'érosion d'un champ par la pluie n'est pas un cas de force majeure

UN PISCICULTEUR voit l'eau de ses bassins troublés par les effluents provenant d'une parcelle cultivée par le Gaec Douhain. Après expertise, il l'assigne en réparation du dommage. Il gagne en première instance mais perd en appel et se pourvoit en cassation.

Les deux parties ont admis le constat d'un expert : **par temps de pluie, les eaux de ruissellement provenant de la parcelle véhiculent des matières en suspension, qui sont surtout de nature minérale** ; il en résulte par intermittence une turbidité importante et une forte coloration qui colmatent les bassins et diminuent la luminosité et la teneur en oxygène dissous, le tout au préjudice de l'exploitation piscicole. Les étangs constituent par temps de pluie l'exutoire naturel et obligé des eaux de ruissellement d'un vaste secteur, incluant les parcelles exploitées par le Gaec.

L'expert a également constaté que la nature sablo-limoneuse des terrains

en amont les rend très sensibles aux phénomènes d'érosion, ce qui confère aux eaux de secteur, par temps de pluie, une turbidité naturelle qui affecte même les sources. Cependant, **l'importance des apports solides dans la pisciculture dépasse largement le cadre de ces dispositions naturelles et structurelles, car la mise en culture de la parcelle constitue un facteur conjoncturel aggravant**. L'expert a donc conseillé la conservation d'une surface en herbe entre la parcelle et le Gaec.

Justement, a fait remarquer la CA de Besançon, cette bande d'herbe est en place, et a même été élargie. Certes, le Gaec est bien le gardien des limons et terres provenant de ses parcelles et transportées par les eaux de ruissellement, ce qui le fait rentrer dans le régime de responsabilité prévu par l'article 1384, alinéa 1, du code civil. Mais **le ruissellement des eaux pluviales est un phénomène naturel, dont les effets sont aggravés**

par l'instabilité des sols de l'ensemble du secteur géographique.

Quant à la mise en culture des terres conformément à leur destination et en dehors de toute exploitation anormale, elle ne caractérise pas une aggravation du phénomène de ruissellement. Dès lors, a jugé la CA, ce ruissellement est une cause étrangère au gardien de la parcelle, puisqu'elle se rattache à un fait extérieur normalement insurmontable qui constitue un cas de force majeure.

La Cour de cassation rejette ce raisonnement et casse l'arrêt : le Gaec est bien le gardien des apports solides, qui sont l'instrument du dommage. **« Ni le caractère naturel du ruissellement ni l'instabilité des sols du secteur géographique ne [sont] pour le gardien des événements imprévisibles et irrésistibles caractérisant la force majeure. »**

2^e Civ., 23 sept. 2004, M. Glaser c/ groupement agricole d'exploitation en commun (GAEC) Douhain, Bull., II, n° 432, p. 366.

Lutte contre l'érosion des sols et contre les coulées d'eaux boueuses : Utilisation de méthodes rustiques

Résumé

Depuis quelques décennies, les coulées d'eaux boueuses génèrent de plus en plus de dommages aux infrastructures urbaines, à l'environnement agricole et aux eaux superficielles. Outre les outils permettant de limiter la vulnérabilité en protégeant les enjeux à l'exutoire des bassins versants, de plus en plus urbanisés, il existe différentes mesures permettant réduire l'aléa « érosion hydrique et ruissellement » dès l'amont des bassins versants. Dans le cadre de son programme de lutte contre l'érosion des sols et contre les coulées d'eaux boueuses, le Conseil Général du Bas-Rhin souhaite, parmi d'autres mesures, évaluer l'efficacité des fascines, qui sont des sortes de diguettes végétales. Ces ouvrages ont une fonction de ralentissement du ruissellement et de rétention des sédiments. Ils ont déjà été implantés avec succès dans d'autres départements du nord-ouest de la France. Il s'agit, au travers de ce sujet de stage, de vérifier la pertinence de la mise en place de fascines dans le contexte climatique, topographique, géomorphologique et culturel du Bas-Rhin. Ce rapport rappelle les différents processus à l'origine des coulées d'eaux boueuses et décrit le protocole expérimental utilisé.

Mots clé : érosion des sols, ruissellement, coulées d'eaux boueuses, CEB, techniques culturales, fascines.

Abstract

Muddy floods have been producing more and more damages to urban infrastructures, agricultural environment and surface water in the last decades. In addition to urban development planning tools, used among others to reduce the cities' vulnerability, there exist several measures to decrease the "soil erosion and runoff" hazard from upstream in a catchment's area. As part of its program for struggle against soil erosion and muddy floods, the Conseil Général du Bas-Rhin wishes to assess the efficiency of fascines, which are kind of vegetable dams. This technique is one, among other mitigation measures, which is supposed to slow down runoff and stock sediments. Some fascines already have been built successfully in the north-west part of France. The topic of this internship is to check if building fascines in a different context (climate, topography, geomorphology and agricultural practices) is appropriate. This report outlines the physical processes spark off muddy floods, and describes the protocol used for those experimentations.

Keywords: soil erosion, runoff, muddy floods, cultural practices, fascines.