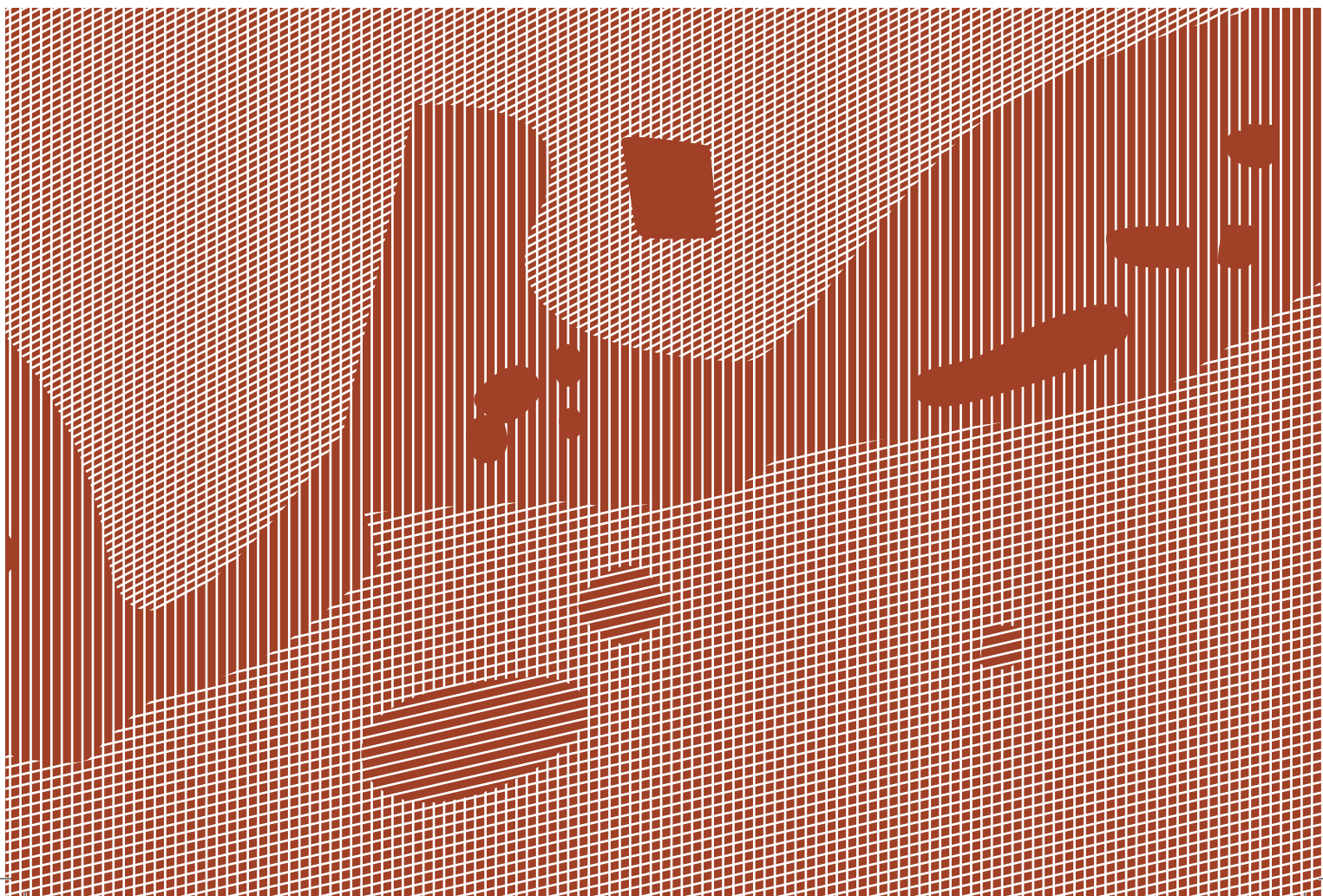




TOME III

CONCEVOIR, IMPLANTER ET GÉRER DES DISPOSITIFS D'HYDRAULIQUE DOUCE



GERIHCO (GEstion des Risques et Histoire des COulées d'eau boueuse)

est un collectif de de chercheurs de différents laboratoires de recherche (ICUBE, IPHC, LIVE, SAGE) de l'Université de Strasbourg, d'INRAE et de l'ENGEEES, en collaboration avec la CRAGE. Ce collectif mène une recherche interdisciplinaire (agronomie, économie, géographie, sociologie, écologie, droit) depuis 2004 sur la compréhension de la formation de coulées d'eau boueuse par érosion des sols agricoles en Alsace, les moyens de lutte contre ce risque, la représentation et les pratiques liées au risque. L'ensemble des travaux a bénéficié du soutien financier principal de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse que nous remercions.

Les recherches menées font l'objet de synthèses et publications accessibles à travers notre site internet <http://gerihco.engees.unistra.fr>. La présente collection, sous forme de petits tomes thématiques, a l'ambition de mettre en avant les résultats saillants. Bonne lecture !



TOME III

CONCEVOIR, IMPLANTER ET GÉRER DES DISPOSITIFS D'HYDRAULIQUE DOUCE

Vers un outil multicritère d'aide à la décision

OLIVIER KEICHINGER,
GUILLAUME CHRISTEN,
ISABELLE COMBROUX,
CARINE HEITZ,

ANNE ROZAN,
PAUL VAN DIJK,
MAURICE WINTZ

INTRODUCTION

Ce tome présente les grandes lignes d'un outil d'aide à la décision en cours de développement à destination des gestionnaires de territoires à risque. Pour ce faire, il s'appuie sur l'ensemble des connaissances interdisciplinaires développées dans GERIHCO, c'est notamment le cas de l'analyse des haies, qui a permis de montrer leurs effets combinés sur l'érosion, la biodiversité, le paysage ainsi que leurs potentialités économiques et juridiques.

Ces travaux multidisciplinaires entraînent l'acquisition d'une abondance de données de nature variée, ce qui complexifie parfois la prise de décision finale. Cet outil permet d'avoir une vision synthétique et globale des processus à l'œuvre lors de l'aménagement d'un bassin versant.

Dans le panel des moyens de lutte contre le risque de coulées d'eau boueuse, l'implantation de dispositifs d'hydraulique douce au niveau des bassins versants en amont des zones urbanisées apparaît comme une des solutions pertinentes. Les dispositifs d'hydraulique douce sont donc naturellement au centre des processus à évaluer.

Afin d'appréhender la complexité du terrain, nous proposons une évaluation multicritère reprenant cinq aspects prioritaires : **a.** – L'efficacité des dispositifs face aux coulées d'eau boueuse. **b.** – L'impact sur la biodiversité généré par l'implantation même des dispositifs, en particulier les haies et les bandes enherbées, et par leur insertion paysagère. **c.** – Les processus sociaux en action dans la mise en place de dispositifs d'hydraulique douce (notamment l'acceptation par les acteurs du territoire). **d.** – Les impacts économiques de ces implantations par la prise en compte du coût des dispositifs. **e.** – Les éléments juridiques et réglementaires (i.e. les cadres légaux nationaux et européens dans lesquelles ces dispositifs pourraient s'insérer notamment afin de pouvoir solliciter des leviers financiers ou fiscaux.

Ce tome fait le point
sur la méthodologie globale
et présente les 3 premiers critères.

01



MÉTHODOLOGIE



Le choix de la méthode d'évaluation dépend de l'usage et des utilisateurs (qu'ils soient destinataires et/ou évaluateurs dans le cas d'une auto-évaluation).

Ce choix se résume ainsi :

POUR QUI ? la structure de l'outil, le type de données fournies ou le niveau d'agrégation de l'information sont déterminés par l'utilisateur potentiel. Dans notre cas, nous destinons cet outil aux gestionnaires et aménageurs de zones exposées aux coulées d'eau boueuse. L'outil est conçu pour qu'ils réalisent eux-mêmes l'évaluation du projet planifié.

POUR QUOI ? l'outil proposé doit aider les acteurs à l'aménagement de zones à risques en prenant en compte l'ensemble des données relevant de l'étude des coulées d'eau boueuse.

COMMENT ? par l'utilisation d'un outil opérationnel basé sur une évaluation multicritère à base d'indicateurs, facile à mettre en œuvre grâce à l'utilisation de données facilement accessibles.

L'intérêt de la méthode d'évaluation multicritères est qu'elle est basée sur des indicateurs qui permettent d'appréhender une réalité trop complexe à mesurer directement ou à simuler. Un indicateur est une mesure qui traduit une variable plus difficile d'accès ou un système complexe afin d'aider un utilisateur dans son action (prise de décision, construction d'un programme d'action, modélisation, etc.). Il est basé sur une référence relative (comme par exemple une valeur initiale) ou absolue (seuil, norme, etc.) qui lui donne un sens et le différencie de la valeur brute d'une variable. Il peut résulter d'une mesure, d'une observation, d'une donnée statistique, d'un calcul, d'un résultat de modélisation dans le cas d'indicateurs simples ou d'une agrégation de variables pour des indicateurs composites.

Notre outil est basé sur des **indicateurs composites**. Deux méthodes sont mobilisées pour agréger les critères puis les indicateurs :

LES RÈGLES DE DÉCISION

Cette méthode a plusieurs avantages comme la possibilité d'agréger des variables de nature très différentes (qualitatives, quantitatives, valeurs continues ou discontinues, ...) ou de pouvoir faire évoluer la pondération de chaque variable en fonction des situations. Etablir des règles de décision permet également de pallier un déficit ponctuel de données entraînant une impossibilité d'établir une relation mathématique entre les variables.

En fonction des bassins versants, les utilisateurs peuvent attribuer un poids plus ou moins important à différents aspects (règles de décision ou pondérations éventuelles) pris en compte (la biodiversité, l'aspect social, etc). C'est pourquoi, il nous semble préférable de proposer un guide méthodologique qui aidera les différents utilisateurs dans l'élaboration (définition des règles de décision, agrégations, ...) de leurs propres tableaux de bord.

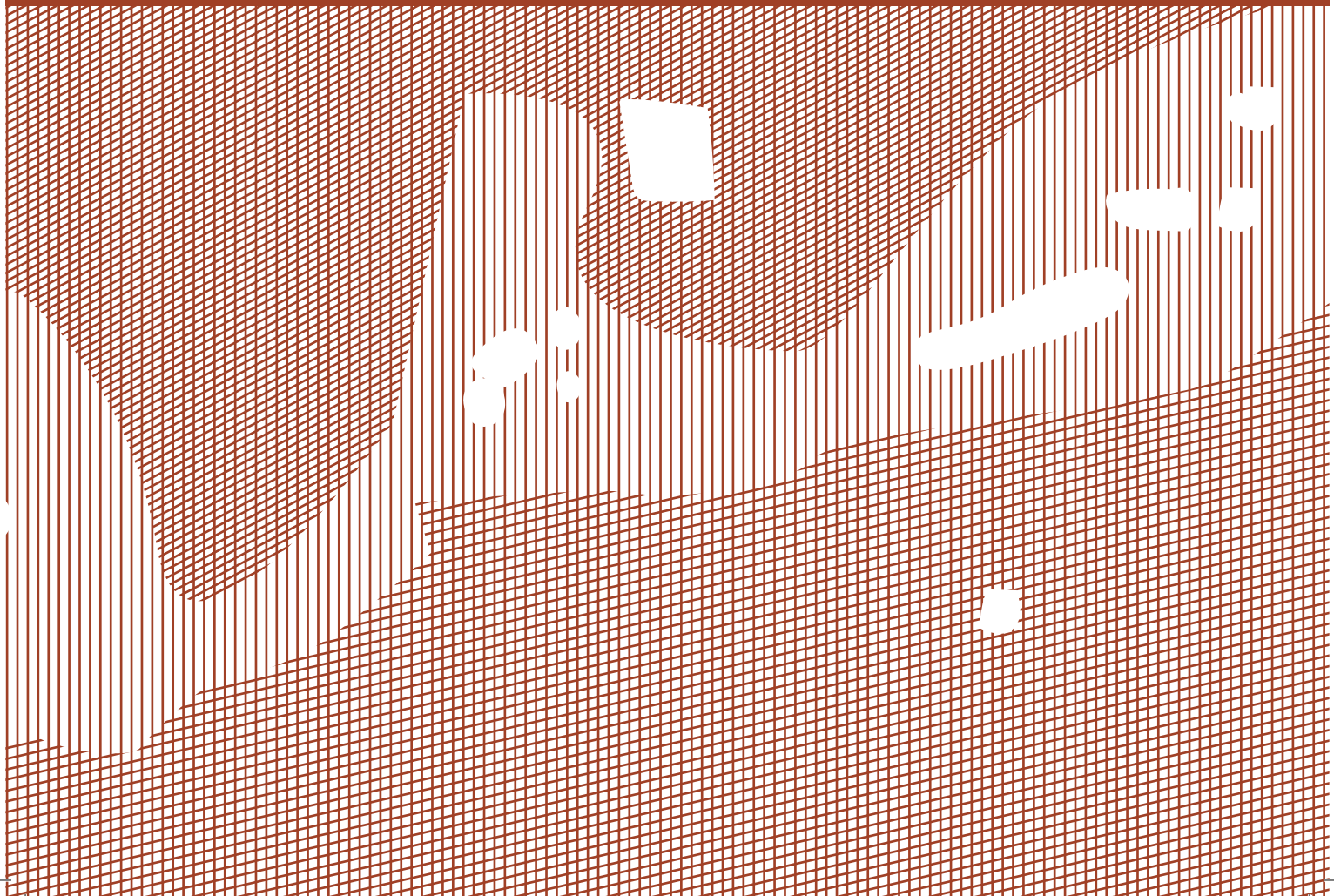
LE TABLEAU DE BORD

Le résultat des cinq thématiques évaluées devra permettre aux gestionnaires de décider. Toutefois, les valeurs de ces indicateurs peuvent être dynamiques ce qui complique la prise de décision. Il est donc indispensable d'ordonner et de condenser l'information. Le but de la méthode des tableaux de bord est de réaliser les actions précédentes de manière synthétique et visuelle. Chaque indicateur est transformé en cadran de base qui renvoie un signal en fonction de la valeur de l'indicateur. Ces cadrans élémentaires sont agrégés en cadrans intermédiaires puis finaux. Selon les situations, le nombre d'agrégations successives peut être important (dans la limite de 3 ou 4 cadrans à la fois). Ces agrégations successives passent par un cheminement de l'alerte, c'est à dire par une série de règles de décision. Il est possible d'intégrer des pondérations aux cadrans.

02



LES CRITÈRES





2.1. EFFICACITÉ DES DISPOSITIFS D'HYDRAULIQUE DOUCE FACE AU RISQUE ÉROSIF

Pour réduire les coulées d'eau boueuse, les dispositifs d'hydraulique douce peuvent agir :

1. en ralentissant l'eau de ruissellement afin d'étaler le pic de crue et de permettre aux sédiments de se déposer (actions par les capacités hydrauliques du dispositif). Le ralentissement de l'eau de ruissellement va accroître l'infiltration d'eau en amont du dispositif par une augmentation du temps de présence de l'eau à cet endroit et par une plus forte pression exercée sur le sol ;

2. en diminuant la quantité d'eau ruisselée par une infiltration augmentée due à l'effet du dispositif même sur l'infiltrabilité du sol (actions par les capacités hydrologiques du dispositif). Bien qu'efficace, l'effet sur les flux d'eau sortants du dispositif reste souvent faible au regard des quantités d'eau ruisselées entrantes.

Il est possible d'évaluer l'efficacité des différents dispositifs (a priori ou a posteriori) en utilisant leurs capacités hydrauliques et leurs caractéristiques propres. Pour cela, plusieurs éléments sont pris en compte :

1. LA RÉSISTANCE HYDRAULIQUE

qui traduit la capacité de ralentissement de l'eau ruisselée par la présence de « micro-barrages » plus ou moins importants présents sur le chemin de l'eau. Cette résistance hydraulique, déterminée par le coefficient de Manning, résulte de la végétation vivante

en place (ex. : herbes, tiges, ...) mais aussi de l'état de surface du sol (présence des mottes et de débris végétaux - mulch). L'association de ces deux types de rugosité va augmenter l'efficacité du dispositif : par exemple, le mulch sera efficace pour faire barrage et sera d'autant plus efficace s'il n'est pas emporté par l'eau grâce à la végétation vivante en place.

2. LA LARGEUR DU DISPOSITIF ET SON ÂGE.

La largeur va permettre d'avoir potentiellement plus de mulch et de végétation et donc d'augmenter la résistance cumulée que rencontre l'eau rentrant. La largeur permet également une plus grande homogénéité dans le dispositif : un dispositif trop étroit peut présenter trop peu de mulch par endroit ou de végétation haute et donc offrir des chemins préférentiels pour l'écoulement de l'eau. L'âge a une influence sur le développement du dispositif : une haie jeune et trop peu développée offre potentiellement plus de chemins préférentiels pour le passage de l'eau. Pour d'autres dispositifs, l'âge influence leur efficacité même : par exemple, les fascines sont plus efficaces lors de leur installation qu'au bout de quelques années (poussissement des branches qui laissent passer davantage d'eau, colmatage du dispositif par d'anciennes coulées d'eau boueuses). L'âge joue aussi sur la densité de l'herbe et sur l'augmentation de l'infiltrabilité dans les bandes enherbées.

3. LE DÉBIT D'EAU ET DES SÉDIMENTS

arrivant à l'amont du dispositif. Ces débits, dénommé ici « risque amont » dépendent des caractéristiques du bassin versant amont et en particulier de trois critères : la surface du bassin versant, sa sensibilité à l'érosion (pente, longueur de pente et type de sol) et le pourcentage de sol couvert (par une culture développée ou par un autre couvert) au moment de l'évènement pluvieux. Pour faciliter le calcul du « risque amont », une estimation de ces 3 critères peut être réalisée à partir de cartes existantes. La surface du bassin versant amont peut être calculée soit à l'aide d'un SIG (si l'informatisation a été réalisée) soit estimée à partir de cartes et/ou relevés de terrain. La sensibilité à l'érosion des sols est cartographiée en Alsace (code couleur en fonction de l'intensité). À partir de ces cartes, il est possible d'estimer la sensibilité du bassin versant. Enfin, la surface avec couvert peut être estimée par des relevés de terrain ou en utilisant le registre parcellaire graphique (RPG).

Dans un bassin versant, plusieurs dispositifs d'hydraulique douce sont généralement présents. Ils peuvent être indépendants (ils ne sont pas sur le même chemin d'eau) ou liés sur un même chemin

d'eau (représenté par les flèches en pointillés bleu sur la **fig. 1 I**).

L'efficacité du dispositif aval (par exemple, le dispositif D) dépend, entre autres, de celle du dispositif amont (dans ce cas, le dispositif F). Si celui-ci est peu efficace, il ne freinera pas suffisamment le ruissellement augmentant le 'risque amont' du dispositif aval. À l'inverse, si le dispositif amont (F) est efficace, il soulagera d'autant le dispositif aval (D) qui devra tout de même limiter le ruissellement et l'érosion issus de son propre bassin versant (pointillés rouge – **fig. 2 I**).

La distance entre les deux dispositifs (flèche brune, **fig. 2 I**) importe également : plus elle est grande et plus le risque d'avoir du ruissellement (et donc de l'érosion par accumulation d'énergie) est important.

Dans notre outil, l'évaluation de plusieurs dispositifs le long d'un chemin d'eau se fait de l'amont (F) vers l'aval (D). Pour le premier dispositif en amont (F), l'évaluation de l'efficacité proposée est identique à celle d'un dispositif seul. Pour le dispositif immédiatement en aval (D), l'évaluation de la qualité ne change pas mais l'évaluation du 'risque amont' évolue. En effet, pour évaluer le 'risque amont' du dispositif D, on va d'abord caractériser son bassin versant (entre les dispositifs F et D) avec la méthode précédemment citée (sur la base de la taille du BV, de la sensibilité à l'érosion et du pourcentage de la surface avec un couvert). En fonction de l'efficacité du dispositif amont (F), un risque résiduel est déterminé qui se comporte tel un 'malus' sur le risque amont de D.

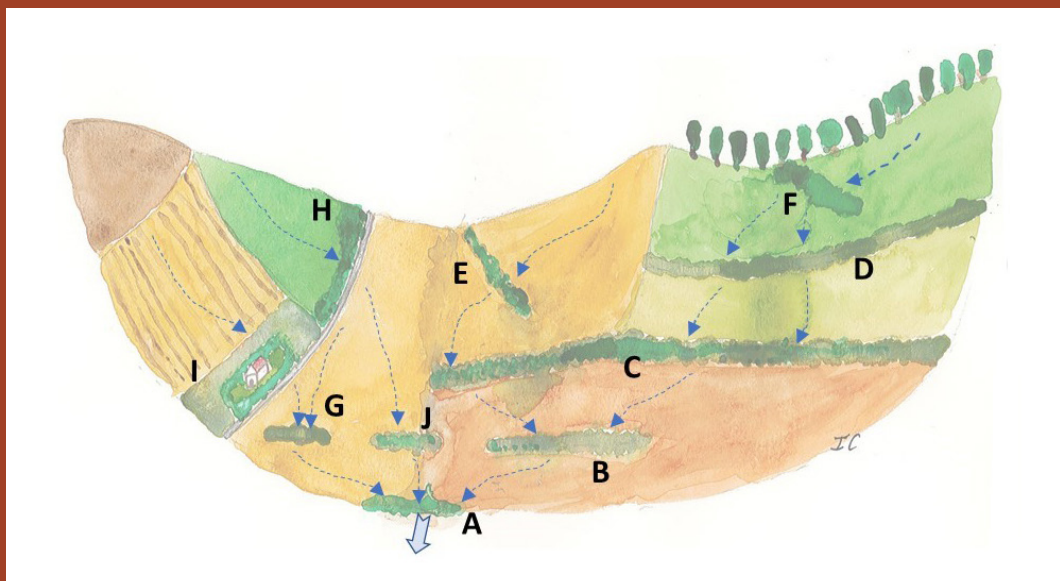


fig. 1 | Schéma d'un bassin versant implanté d'ouvrages d'hydrauliques douces (lettre de A à H) et chemins d'eau (flèches en pointillés bleu).
Conception : I. Combroux et O. Keichinger

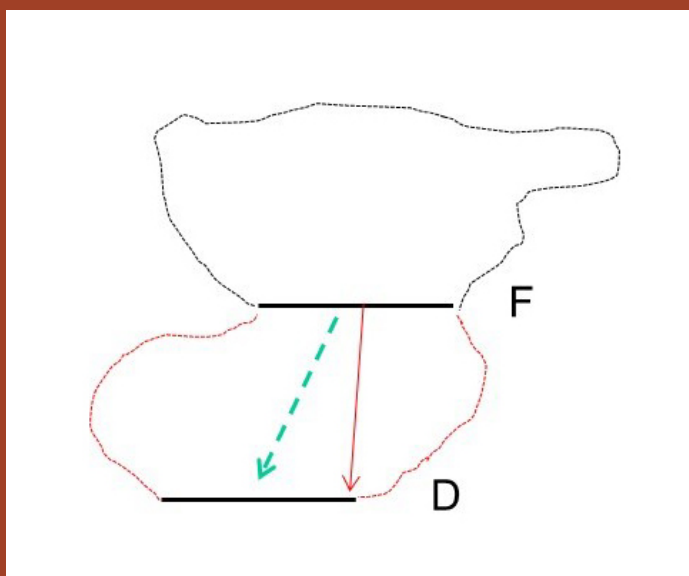


fig. 2 | Schéma illustrant l'évaluation d'un dispositif aval (D) avec prise en compte d'un dispositif amont (F)

2.2. LA DYNAMIQUE SOCIALE

L'implantation des dispositifs d'hydraulique douce à l'échelle d'un territoire repose sur la base du volontariat. En effet, elle requiert l'implication collective des agriculteurs ainsi qu'une dynamique de coopération avec les acteurs présents (élus, animateurs de bassin versant, habitants).

Le tableau de bord a pour ambition de déterminer et d'évaluer les processus sociaux qui favoriseraient une dynamique collective pérenne pour impliquer les agriculteurs autour de cette innovation et plus généralement autour de pratiques alternatives. Nous avons listé 5 indicateurs qui permettent de mesurer la participation collective des acteurs et qui nous apparaissent comme importants pour se trouver en situation favorable.

1. LA MULTI-APPARTENANCE OU LE MAINTIEN DE LIENS AVEC LE RESTANT DE LA SOCIÉTÉ

La transition vers un changement ou l'acceptation d'innovations alternatives dépend de la possibilité pour l'agriculteur de diversifier ses relations avec le restant de la société. En effet, plus l'agriculteur est intégré dans des réseaux multiples et variés (cadres d'apprentissage, vie sociale hors du monde agricole), plus il a accès à des contextes d'informations et de formations diversifiés (Cardona et Lamine, 2014¹). Cette multi-appartenance des agriculteurs qui les encourage à occuper des

positions diversifiées dans la société (hors monde et instances agricoles) apparaît comme un levier important du changement. La diversification des rôles est susceptible de rendre les agriculteurs plus sensibles à des porteurs d'enjeux (élus, animateurs de chambre d'agriculture, ...) et plus attentifs à la demande sociale d'environnement qui émane de la communauté (habitants, élus).

2. UN LIEN ENTRE AGRICULTEURS

L'existence de dynamiques d'échanges (type assolements concertés) ou de collectifs organisés entre agriculteurs à l'échelle d'un territoire (CUMA) peut servir de catalyseur à une démarche d'implication et de coopération entre agriculteurs autour des dispositifs d'hydraulique douce. En effet, le collectif joue un rôle clé dans l'apprentissage des innovations alternatives, car l'expérience collective facilite l'acquisition et l'appropriation de nouvelle manière de faire et de procéder. Au-delà d'un soutien technique, le collectif crée un lien social entre agriculteurs car le choix de certaines innovations est susceptible de marginaliser l'agriculteur au sein de son espace professionnel. Dès lors, le collectif peut remplir un rôle celui d'une « famille

technique » qui va permettre de renforcer le sentiment de légitimité des agriculteurs engagés dans des changements. Par ailleurs, les agriculteurs intégrés dans des instances professionnelles (syndicats) peuvent jouer un rôle positif s'ils se positionnent comme leader dans l'adoption d'une innovation. Comme ils jouissent localement (à l'échelle du canton) d'une légitimité ils sont regardés, voire imités par d'autres agriculteurs qui vont finir par adopter l'innovation similaire. Ils peuvent avoir un rôle de « catalyseur ».

3. LA POSSIBILITÉ DE MAÎTRISER LE DISPOSITIF

L'acceptation par les agriculteurs du dispositif d'hydraulique douce est susceptible d'être facilitée, si celui-ci reste maîtrisable. En effet, un ouvrage dont l'agriculteur garde le contrôle et l'emprise renvoie à une représentation de la nature communément acceptée dans la profession, celle d'une nature domestiquée et aménageable : ce qui est spontané peut être apprécié comme une forme de concurrence pour l'eau, les minéraux et la lumière et qui nécessitera un entretien (fauche, élagage, ...). En règle générale, « l'artificiel » est mieux accepté que le « naturel » car considéré comme moins invasif et donc plus facilement maîtrisable.

4. LA MÉMOIRE DU RISQUE

La mémoire collective autour d'un événement de coulée d'eau boueuse peut jouer un rôle de catalyseur à un engagement collectif des agriculteurs. En réponse à la pression sociale et au regard désapprobateur

de la communauté (habitants, élus), les agriculteurs peuvent décider de s'impliquer collectivement ou individuellement pour reconstruire une image positive de leur rôle et de leur fonction.

5. LA MISE EN VISIBILITÉ DES EFFORTS FOURNIS PAR LE MONDE AGRICOLE

Il est important que l'implication des agriculteurs (assolements concertés, dispositifs d'hydraulique douce) soit rendue visible auprès des habitants et de la communauté. Une communication qui valorise l'engagement du monde agricole sur les problématiques des coulées d'eau boueuse est susceptible de rénover une relation devenue conflictuelle entre les agriculteurs et la communauté (habitants, élus).

-
1. Cardona, A. & Lamine, C. (2014). Liens forts et liens faibles en agriculture : L'influence des modes d'insertion socio-professionnelle sur les changements de pratiques. Dans : Antoine Bernard de Raymond éd., *Sociologie des grandes cultures : Au cœur du modèle industriel agricole* (pp. 97-114). Versailles : Éditions Quæ. <https://doi.org/10.3917/quae.berna.2014.01.0097>

2.3. LA BIODIVERSITÉ

Si le but de la mise en place des dispositifs d'hydraulique douce est bien de limiter les coulées d'eau boueuse, ils peuvent aussi contribuer à améliorer la biodiversité présente et sa fonctionnalité au sein du paysage.

Ils apportent de par leur implantation (semis et/ou plantations) une diversité floristique intrinsèque (à l'échelle du dispositif) qui produit différents services écosystémiques (production primaire, couvert de protection, microhabitats, alimentation, ...).

Ces dispositifs avec leur richesse floristique spécifique (implantée ou spontanée) associée à la diversité faunistique hébergée s'intègrent dans un paysage plus ou moins hétérogène et peuvent contribuer à la fois à le diversifier et à recréer des connexions entre des éléments déjà existants mais isolés.

Pour évaluer l'apport de biodiversité potentiel propre d'un dispositif, on utilise une donnée connue lors de l'implantation : le nombre d'espèces implantées. Selon le dispositif, ce nombre est variable, en général assez élevé dans une bande herbeuse (jusqu'à plusieurs dizaines d'espèces) moyen dans une haie (5 à 6 essences) et faible dans le cas de bande mono-espèce comme le *Miscanthus x giganteus* et nul pour une fascine morte. Toutefois, il importe que les espèces choisies soient autochtones afin d'une part que leur physiologie et leur phénologie s'intègrent au mieux dans la dynamique saisonnière du paysage, qu'elles ne risquent pas de provoquer des pollutions génétiques des souches sauvages locales et d'autre part de minimiser le risque d'invasion par des plantes exotiques. Pour les espèces autochtones, on va même plus loin en favorisant le label « Végétal Local » (populations issues de graines ou de plants

récoltées localement) afin que les individus soient le plus adaptés aux conditions pédoclimatiques et aux cycles biologiques d'autres espèces avec lesquelles ils interagissent.

Après la qualité intrinsèque liée aux végétaux implantés, il est important de connaître l'apport à la diversité écosystémique que représentent ces dispositifs au sein du bassin versant. Cet apport va dépendre de l'évolution temporelle de ces éléments et donc principalement de leur gestion. Cette gestion qui s'apparente aussi à de l'entretien peut être plus ou moins intense. Pour une haie, cela peut aller de la simple taille de quelques branches qui empiètent sur la parcelle adjacente au recépage qui va détruire temporairement mais brutalement l'habitat. Pour une bande enherbée, l'entretien (ou l'exploitation) peut varier d'une seule fauche tardive à plusieurs fauches annuelles rapprochées. L'intensité de la gestion aura bien sûr une influence sur la qualité intrinsèque des dispositifs. Enfin l'apport à la diversité va dépendre de la quantité (nombre et longueur) des dispositifs qui seront mis en place sur la surface du bassin versant.

Le dernier point à prendre en compte est l'effet corridor. En effet, même des dispositifs contribuant fortement à la biodiversité intrinsèque peuvent ne pas jouer pleinement leur rôle s'ils se retrouvent isolés les uns des autres et sans lien avec des habitats naturels présents comme des forêts, des bosquets, des prairies ou des zones humides.

fig. 3 Critères pris en compte et mode de construction de l'indicateur qualité du dispositif (Q_D)

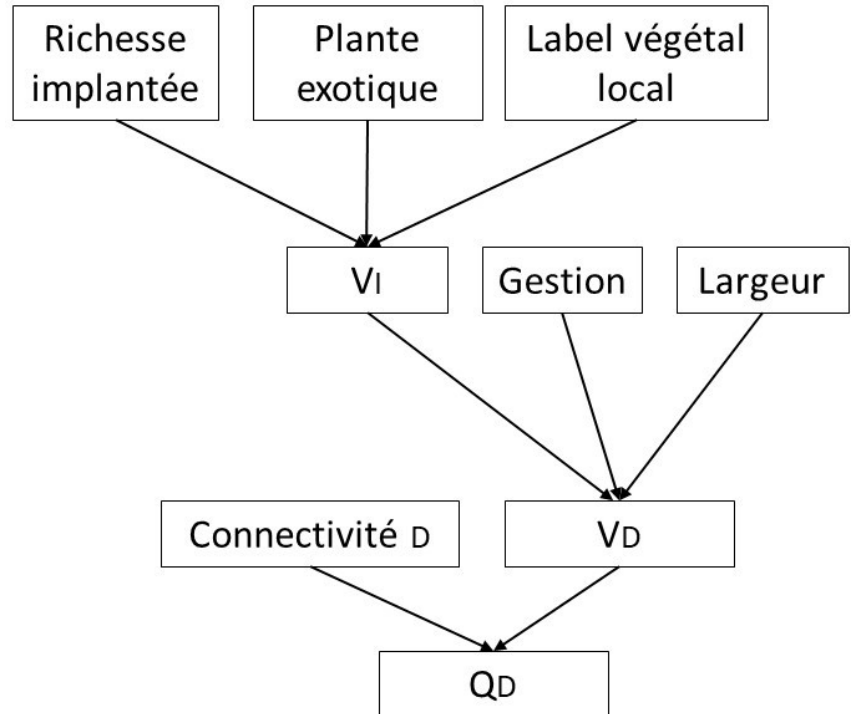
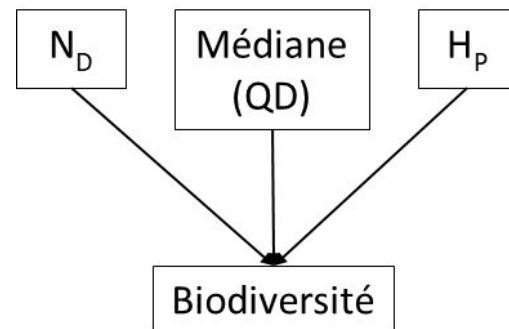


fig. 4



L'évaluation reprendra les trois points essentiels à savoir la diversité intrinsèque des dispositifs (issue des semis ou plantations), l'apport des dispositifs au sein du bassin versant et l'insertion dans le paysage existant avec la connectivité. Dans un premier temps, on évaluera l'apport de biodiversité du dispositif seul (qualité du dispositif : Q_D), à savoir sa diversité propre (Valeur intrinsèque liée aux végétaux implantés : V_I et Valeur du dispositif V_D) ainsi que sa connectivité à d'autres éléments du paysage (autres dispositifs, haies, ...).

Une fois cette évaluation réalisée pour chaque dispositif (Q_D), on évaluera à l'échelle du bassin versant ce qu'ils apportent en totalité (par leur nombre : N_D et par leur qualité : Q_D) ainsi que l'hétérogénéité et la connectivité (H_P) que cela engendre pour connaître le niveau de biodiversité issu des dispositifs implantés **fig. 4**.

PERSPECTIVES ET CONCLUSIONS

L'évaluation globale de la mise en place de dispositifs d'hydraulique douce n'est pas finalisée. Toutefois pour deux indicateurs (efficacité face au risque érosif et biodiversité) un calculateur sous tableur Excel© existe. Les perspectives, outre l'élaboration des indicateurs économique et juridique, portent principalement sur la validation de ces différents indicateurs par des tests sur le terrain. Par exemple, pour l'apport des dispositifs à la biodiversité, une étude de la biodiversité a posteriori apportée par des dispositifs implantés s'impose. Pour finir, il s'agira également de valider l'outil dans sa globalité sur un bassin versant réel test.

CHARTe GRAPHIQUE

Terrains Vagues — atelier graphique

CONCEPTION GRAPHIQUE

atelier Pleine Forme

MISE EN PAGE

Lorine Boudinet

FINANCEUR PRINCIPAL



PARTENAIRES





**Gestion des risques
et histoire des coulées
d'eau boueuse**

1 COUR DES CIGARIÈRES
67 000 STRASBOURG
engees-gerihco@unistra.fr
gerihco.engees.unistra.eu

