



**Direction générale de
l'environnement (DGE)**

*Géologie, sols, déchets
et eaux souterraines*

Av. de Valmont 30b
1014 Lausanne

Etat de Vaud

DGE, section Sols

Diagnostic érosion : marche à suivre

24 octobre 2018

PRÉAMBULE

Cette marche à suivre s'adresse aux spécialistes mandatés pour l'élaboration d'un plan de lutte contre l'érosion. Elle fait suite à un constat d'érosion et à une nécessité de mise en œuvre d'un plan de mesure, soit volontaire de la part de l'exploitant agricole dans un but préventif, soit décidée par l'autorité compétente.

Décrite étape par étape, la marche à suivre permet d'aborder un cas d'érosion de manière rapide mais complète et d'en diagnostiquer au mieux les causes afin de permettre la mise en place d'un plan de mesures ciblé et efficace.

Le document complémentaire « Diagnostic érosion – Annexes » regroupe les différentes méthodes utilisées et les fiches de relevé à prendre sur le terrain lors des investigations.

TABLE DES MATIÈRES

PRÉAMBULE	2
1. INVESTIGATION PRÉALABLE	5
1.1. Données de bases	5
1.1.1. Carte des risques d'érosion et MNT	5
1.1.2. Pente et longueur de pente	7
1.1.3. Carte des flux	8
1.1.4. Conditions climatiques	9
1.1.5. Cartes et photographies historiques	11
1.2. Entretien avec l'exploitant	12
1.3. Enquêtes de terrain	12
1.3.1. Observations de terrain	13
1.3.2. Analyses pédologiques	13
1.4. Synthèse	18
2. ANALYSES SUPPLÉMENTAIRES	20
3. SYNTHÈSE COMPLÈTE DES CAUSES	23
4. BIBLIOGRAPHIE	25
5. ANNEXES	26
5.1. Annexe 1 : Fiches	26
5.1.1. Annexe 1-1 : Fiche « Exploitant »	26
5.1.2. Annexe 1-2 : Fiche « Sol »	26
5.1.3. Annexe 1-3 : Fiche « Structures »	26
5.2. Annexe 2 : Détermination du facteur cultural C	26
5.3. Annexe 3 : Synthèse des causes	26

5.3.1.	Annexe 3-1 : Causes internes	26
5.3.2.	Annexe 3-2 : Causes externes	26
5.4.	Annexe 1-1 : Fiche « Exploitant »	1
5.5.	Annexe 1-2 : Fiche « Sol »	5
5.6.	Annexe 1-3 : Fiche « Structures »	7
5.7.	Annexe 2 : Détermination du facteur cultural C	8
5.8.	Annexe 5-1 Causes internes	11
5.9.	Annexe 5-2 Causes externes	14

1. INVESTIGATION PRÉALABLE

But De nombreux cas d'érosion sont liés à des caractéristiques « internes » de la parcelle (sol, pente, pratiques culturales, etc.), mais aussi à des causes « externes » (eaux en provenance de l'extérieur par ruissèlement ou résurgences). L'investigation préalable permet de déterminer si les causes de l'érosion sont internes ou externes. Dans le premier cas, les analyses de cette première investigation suffisent. Dans le second cas, il est nécessaire de réaliser des analyses supplémentaires.

Étapes L'investigation préalable s'articule en quatre parties :

- Dans la première, un maximum d'informations sur la parcelle érodée et ses alentours sont récoltées afin de limiter les investigations de terrain. Cette étape doit être faite avant les deux autres.
- La seconde partie concerne l'aspect agronomique et se réalise sous forme d'un entretien avec l'exploitant, appuyé par un questionnaire.
- La troisième étape consiste à mener à bien diverses analyses de terrain afin de traiter le facteur pédologique et de relever les éléments problématiques à l'intérieur et à l'extérieur de la parcelle.
- Pour finir, une courte synthèse des causes sera réalisée afin de déterminer leur origine et s'il est nécessaire de conduire des analyses complémentaires.

1.1. Données de bases

But L'objectif est de traiter des aspects topographiques et météorologiques qui permettront de guider les analyses de terrain.

1.1.1. Carte des risques d'érosion et MNT

Risque érosion La carte des risques d'érosion de l'OFAG (CRE 2) permet de définir le niveau de risque d'érosion que présente la parcelle. Pour cela, suivre les étapes suivantes :

Se rendre sur le site de cartographie de la Confédération <https://map.geo.admin.ch/> → thème « OFAG » → « Sol » → « Risque d'érosion quantitatif ». Pour afficher les limites administratives des parcelles, sélectionner « CadastralWebMap » dans « OFAG » → « Fonds de carte ».

La combinaison des deux cartes permet d'avoir un aperçu des parcelles présentant un risque plus ou moins élevé d'érosion, ainsi que la localisation potentielle de l'érosion sur la parcelle (Figure 1 à droite). Les différentes couleurs observées sur la carte représentent les neuf classes de risque, établies selon la quantité potentielle de terre érodée (t/ha*an). Le

Tableau 1 donne une interprétation du risque pour les différentes classes.

La carte CRE2 présente un risque théorique, les formes des parcelles cultivées, les cultures ou les aménagements hydriques ne sont pas pris en compte dans le modèle. Ainsi, si la zone érodée ne présente pas ou peu de risque d'érosion, cela peut éventuellement indiquer une source de l'érosion externe à la parcelle, des problèmes agronomiques et pédologiques importants ou une forme de parcelle inadéquate.

Diagnostic érosion : Annexes

Tableau 1 Classes de risques d'érosion. Adapté de Gisler et al. (2011))

Classe	Valeur	Interprétation	Représentation
1	<20	Pas de risque d'érosion	Vert foncé
2	20-30		Vert
3	30-40	Risque d'érosion	Vert clair
4	40-55		Jaune
5	55-100	Risque d'érosion élevé	Orange
6	100-150		Rouge
7	150-250		Rouge foncé
8	250-500		Brun
9	>500		Brun foncé

MNT

Le relief du terrain est observable en se servant du modèle numérique de terrain (MNT). Pour cela :

Aller sur le guichet cartographique du Canton de Vaud <http://www.geo.vd.ch/>, thème « Localisation » → « Données cadastrales » → « Propriété foncière » pour afficher les limites des parcelles. Puis dans la barre du haut, sélectionner « MNT-ombrage » ou « MNS-ombrage » (pour voir la végétation et les bâtiments). Il est possible de jouer sur la transparence des cartes. Par exemple, pour voir les limites des différentes cultures à l'intérieur de la parcelle, il suffit de glisser le curseur « Orthophoto » à gauche.

Grâce à la carte des risques d'érosion et au MNT, il est possible de pré-localiser les talwegs, rigoles et cuvettes sur la zone d'étude (Figure 1). Ces informations seront à vérifier sur le terrain.

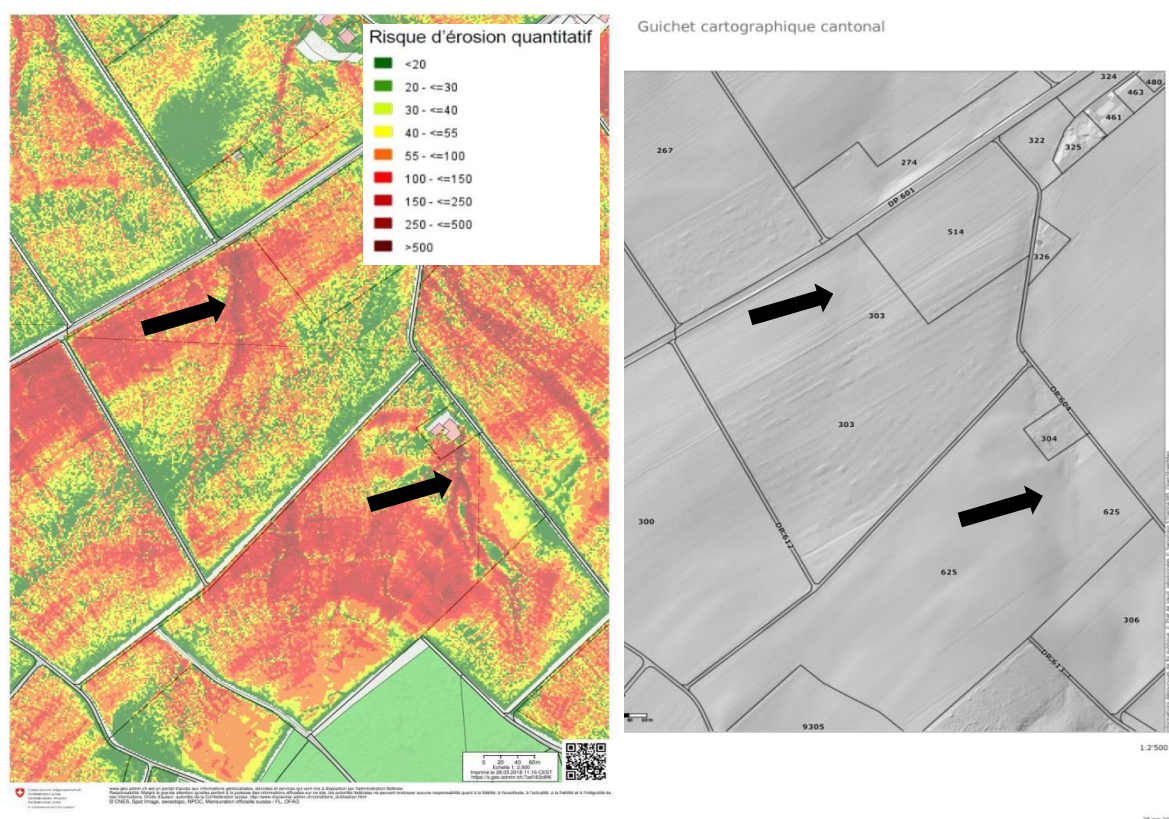


Figure 1 Exemples des cartes « CRE2 » (à droite) et du MNT (à gauche). Les flèches noires indiquent des zones avec un risque d'érosion très élevé (à droite) qui peuvent potentiellement indiquer l'emplacement de thalwegs ou cuvettes, observables sur le MNT.

1.1.2. Pente et longueur de pente

Démarche

Il convient de déterminer les pentes et longueurs de pentes maximales, qu'elles soient de la parcelle elle-même ou de ses flux préférentiels (correspondent en général aux passages de traitements). Pour cela, suivre les étapes suivantes :

Se rendre sur le guichet cartographique cantonal <http://www.geo.vd.ch/>, choisir la carte « Cartes nationales – Couleur », puis régler la transparence de l'orthophoto pour pouvoir apercevoir à la fois les courbes de niveau et les limites des parcelles. Cliquer sur le bouton « Profil altimétrique » et tracer un cheminement perpendiculaire à toutes les lignes de niveaux en partant du bas de la parcelle jusqu'à un élément qui coupe le flux ; cette longueur est la longueur de pente (Figure 2).

Pour connaître la pente moyenne, utiliser le graphique du profil altimétrique. Prendre uniquement la longueur de la parcelle étudiée, en s'aidant du curseur.

Si visibles, refaire la même opération sur la longueur des passages de traitement.

Diagnostic érosion : Annexes

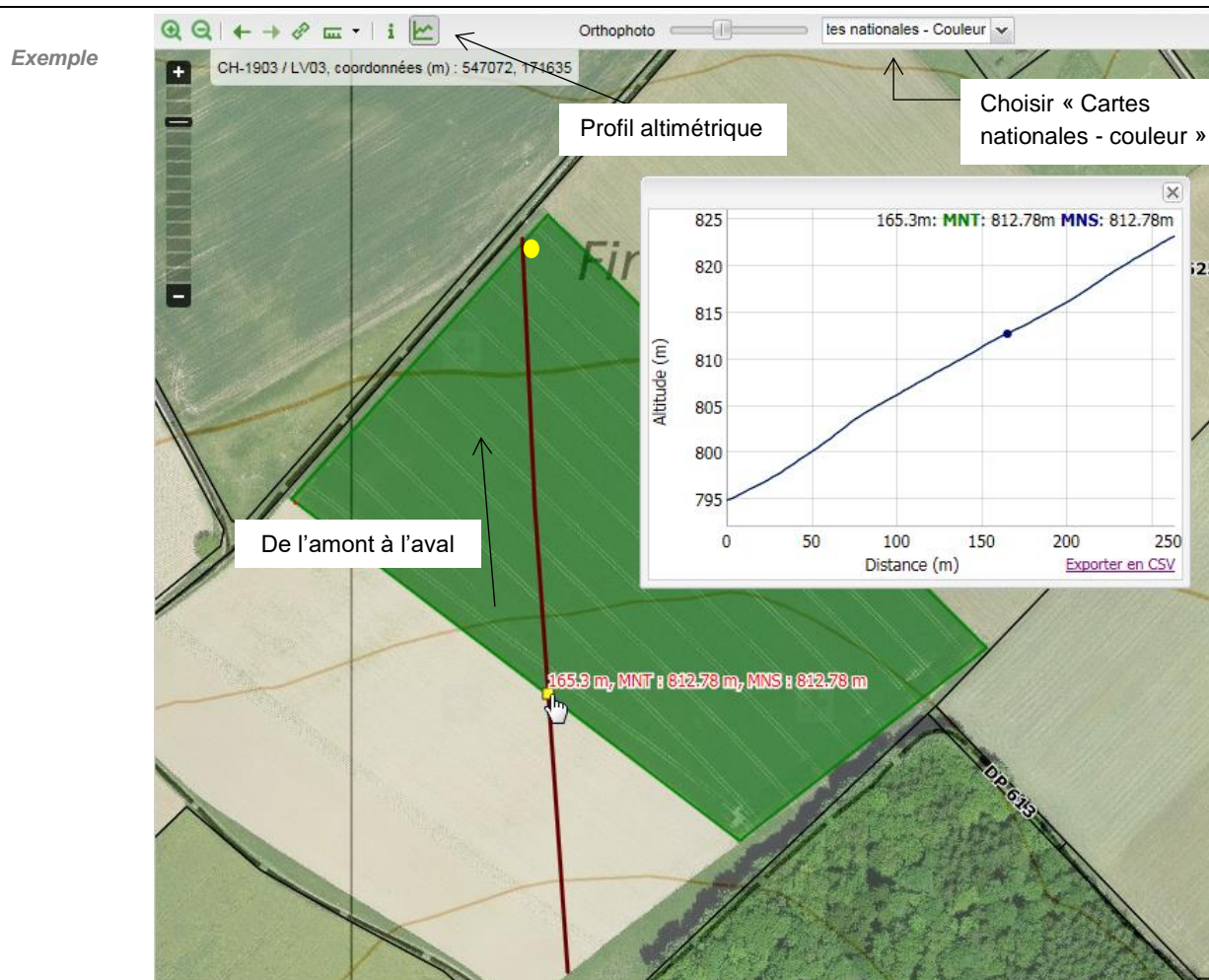


Figure 2 Exemple de calcul de la pente et la longueur de pente pour la parcelle verte. Le trait rouge représente la longueur de pente ($L = 260\text{m}$). Ici, la bande herbeuse coupe le flux. La pente moyenne est calculée seulement sur la longueur de la parcelle, entre les deux points jaunes ($P_{moyenne} = \frac{812-795}{165} = 10,3\%$).

Interprétation

Les risques liés à la pente et à la longueur de pente sont déterminés selon la méthode décrite par (Mosimann & Rüttimann, 1996). Cinq classes de pente et de longueur de pente sont définies et à chacune un degré de risque est associé :

Tableau 2 Niveau de risque associé à la pente et à la longueur de pente.

Risque	Pente	Longueur de pente
Pas de risque	< 2%	< 50m
Peu de risque	2-5%	50-100m
Risque moyen	6-15%	101-200m
Risque élevé	16-25%	201-300m
Risque très élevé	>25%	>300m

1.1.3. Carte des flux

But

Cette carte met en évidence le cheminement de l'eau sur les parcelles en fonction du relief. Ceci permet d'identifier la trajectoire de l'eau et de visualiser où les flux tendent à s'accumuler.

Explication La hiérarchisation des écoulements a été établie selon l'ordre de Strahler. Les flux verts, jaunes, oranges et rouges sont respectivement d'ordre 1, 2, 3 et supérieur à 4 (Figure 3). Les flux verts désignent des écoulements sans affluents qui ne cumulent donc peu d'eau. En jaune et orange sont représentés les flux moyens, qui amassent les affluents verts. Finalement, les flux de couleurs rouges sont ceux qui connectent le plus d'affluents et donc qui cumulent le plus d'eau.



Figure 3 :
Exemple de carte

Ces informations permettent de choisir l'emplacement d'éventuelles mesures structurales, de telle sorte qu'elles maîtrisent au mieux les flux en empêchant les accumulations et prises de vitesse de l'eau de ruissellement. Sachant que la longueur de pente équivaut au chemin d'écoulement de l'eau le plus long, il est aussi possible, grâce à cette carte des flux, de vérifier le calcul de longueur de pente.

Cette méthode a toutefois ses limites (interruption de certains flux) et une confirmation sur le terrain est toujours nécessaire. D'autres méthodes sont également possibles.

Disponibilité La carte des flux est disponible sur demande à la DGE-GEODE.

1.1.4. Conditions climatiques

But Le facteur de l'érosivité des pluies ne peut être influencé et n'est donc pas examiné en détails ici. Cependant, les données météorologiques de la région présentent un intérêt et peuvent être consultées afin d'adapter le plan de mesures anti-érosion.

On évalue ce facteur pour la région selon l'année, la saison et le jour de l'évènement érosif

Diagnostic érosion : Annexes

 (intensité et cumul).

Meteosuisse La carte des aptitudes climatiques pour l'agriculture en Suisse permet de donner une appréciation générale des conditions climatiques d'une localisation. Cette carte est accessible sur le portail géographique de la Confédération :

<https://map.geo.admin.ch/> → thème « OFAG » → menu « Climat », → « Régime pluviométrique ».

Agrometeo Pour des informations plus précises sur la quantité et l'intensité des précipitations, les données d'Agrometeo sont disponibles sur leur site internet :

<http://www.agrometeo.ch/> → onglet « Météorologie » → « Effectuer une requête » puis suivre la marche à suivre. Sélectionner la station la plus proche de la zone étudiée, puis choisir les paramètres pertinents et une échelle de temps.

Les données sont téléchargeables sous format .csv et analysables avec le logiciel Excel.

Exemple 1 Il est ainsi possible de connaître, par exemple, le taux de précipitation annuel et mensuel dans la région d'intérêt (Tableau 3).

Tableau 3 Statistiques de précipitation pour la station de Moudon ; moyennes mensuelles et annuelle [mm] 2003-2016, données agrométéo (Hamada, 2017)

jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc	moyenne annuelle
64	62	60	81	89	88	87	108	36	80	70	81	994

Exemple 2 Si un événement érosif s'est déclaré à la date du **12 juin** par exemple (suite à de fortes précipitations), il est intéressant de regarder les données pluviométriques des jours précédents. Sur la Figure 4, les données sur l'intensité, la quantité et la quantité cumulée des précipitations des deux premières semaines de juin sont représentées dans un graphique.

Ainsi on peut voir que les précipitations le jour de l'événement érosif étaient effectivement importantes (25.6 mm) et d'une intensité particulièrement élevée (37.2 mm/h). Cependant il est également intéressant de noter que d'autres épisodes pluvieux importants ont eu lieu les jours précédents et que l'événement érosif résulte potentiellement de ce cumul de pluies, notamment la veille (11 juin) où 29,4 mm d'eau sont tombés.

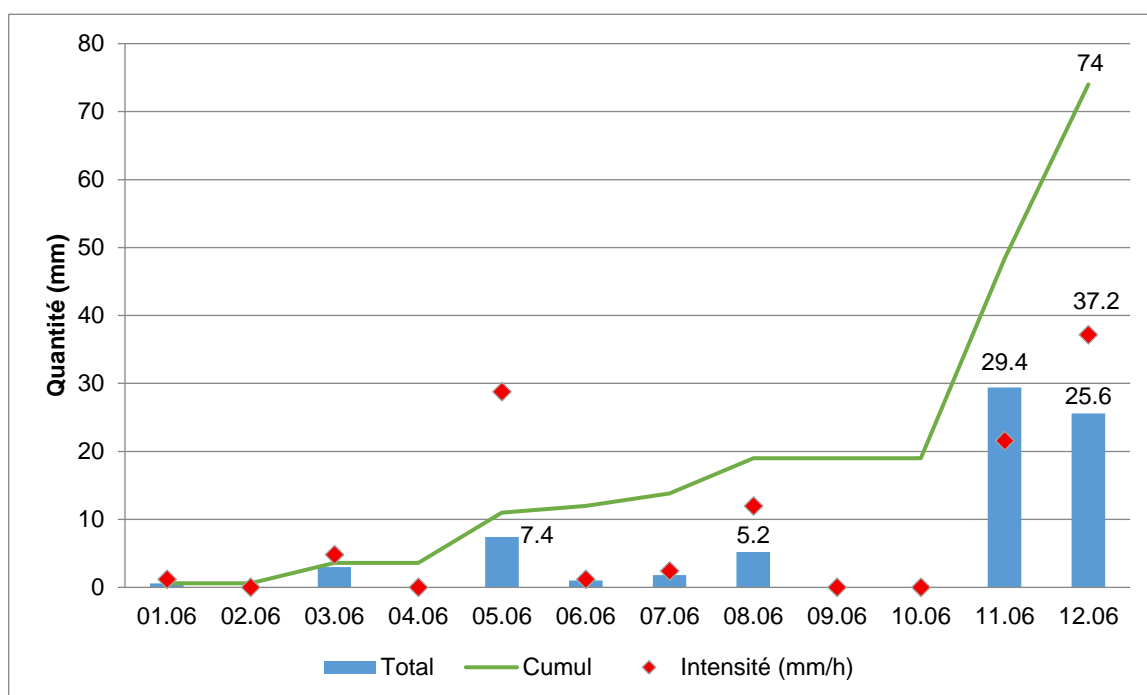


Figure 4 Données agrométéo présentant l'intensité, le total des précipitations (pour chaque jour) et les précipitations cumulées (sur la période de temps choisie) du 1^{er} au 12 juin 2018

1.1.5. Cartes et photographies historiques

But

Ces cartes permettent de déceler des éléments du paysage du passé ayant souvent un lien avec la gestion hydrique ainsi que les modifications de terrain. Ces éléments mettent en avant des zones particulières à investiguer sur le terrain. Il est également possible de s'en inspirer pour positionner des mesures de lutte anti-érosive. Par le passé, les chemins étaient souvent situés dans les talwegs, et les haies souvent positionnées comme des obstacles ou des cheminements pour les flux d'eau.

Démarche

Sur le site cartographique de la Confédération, il est possible de consulter des cartes historiques :

<https://map.geo.admin.ch/> → « swisstopo » → « Voyages dans le temps » → « Voyage dans le temps – Cartes » ou rechercher « Carte Siegfried Première édition » dans la barre de recherche.

Exemple

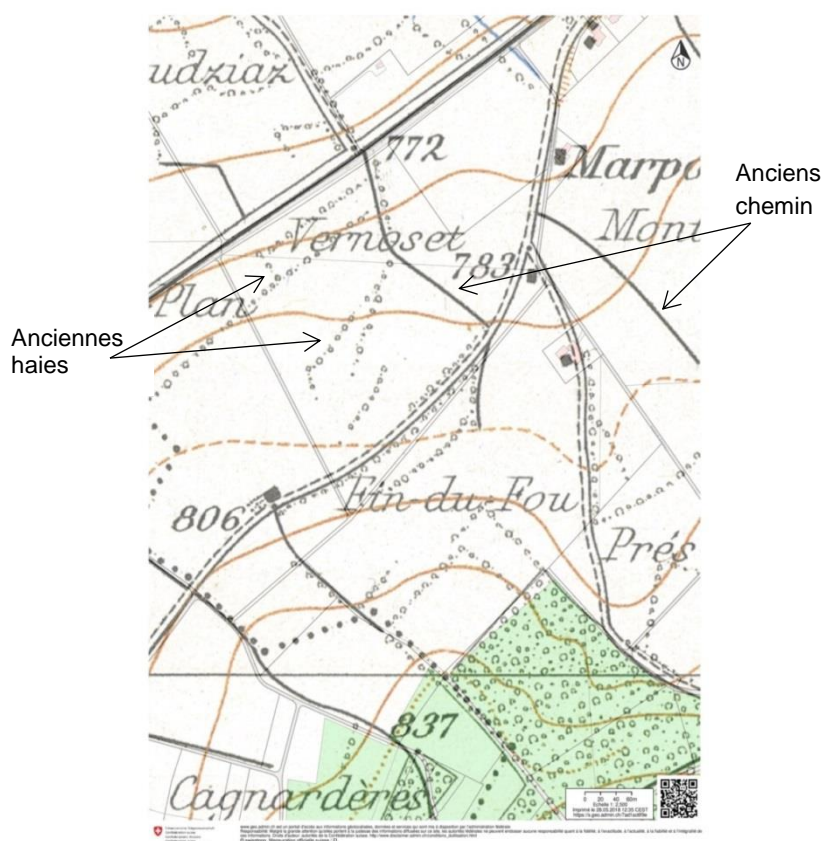


Figure 5 Exemple de carte historique (Carte Siegfried Première édition) couplée à la carte du cadastre (CadastralWebMap)

1.2. Entretien avec l'exploitant

But

Le but de cet entretien est d'évaluer le facteur agronomique en s'intéressant aux pratiques culturelles qui peuvent influencer l'érosion ainsi qu'aux aménagements structurels réalisés sur et autour de la parcelle touchée afin de limiter l'événement érosif qui ne relèvent pas du génie civil (par exemple, la création de haies ou de talus).

Matériel

Fiche « Exploitant » (Annexe 1-1)

Le questionnaire aide à évaluer le risque de la rotation culturale, des techniques de préparation du sol et de semis, de la mécanisation, du sens du travail du sol, ainsi que des aménagements structurels et mesures anti-érosives déjà mises en place.

1.3. Enquêtes de terrain

But

Les enquêtes de terrain permettent d'évaluer, sur place, les éléments pédologiques et structurels pouvant potentiellement contribuer au problème d'érosion.

1.3.1. Observations de terrain

But L'objectif ici est de décrire au mieux la topographie de la parcelle touchée, de relever les traces d'érosion (visibles ou anciennes) ainsi que tout élément structurel connu susceptible de participer à l'érosion. Les cartes des flux, CRE2 et du MNT consultées précédemment peuvent servir de guide.

Les observations de terrain doivent se réaliser avec l'exploitant, afin qu'il puisse faire part de ses observations passées et indiquer les problèmes. La liste suivante n'est pas exhaustive, tout renseignement complémentaire doit être noté.

Matériel Carte imprimée de la parcelle (affichant aussi ses alentours), Fiche « Structures » (Annexe 1-3), carte des flux, MNT et CRE2 si besoin.

Démarche Relever les éléments listés ci-dessous, les dessiner sur la carte et les décrire si nécessaire.

**Sur la
parcelle**

- La position des lignes, passages de traitement, tournières, raies de charrue, etc.
- La présence de battance
- L'emplacement, la forme et la fréquence de l'érosion
- La présence de thalwegs et cuvettes (pré-localisation avec MNT)
- La présence d'aménagements structurels sur la parcelle (haies, buttes, tranchées, etc.)
- Les zones de ruissellement observé (pré-localisation avec la carte des flux)
- Les zones de dépôts de terre

**Aux
alentours**

- La présence d'érosion sur les parcelles avoisinantes
- Les ruissellements depuis les parcelles en amont
- Le dysfonctionnement de certains aménagements structurels (regard bouché, mal positionné, banquettes ou chemins endommagés, etc.)

1.3.2. Analyses pédologiques

Test à la bêche Afin d'évaluer la structure du sol et les obstacles à l'infiltration, des tests à la bêche sont réalisés sur la parcelle. Ces tests doivent être entrepris lors de conditions météorologiques idéales (le sol doit être ni trop humide ni trop sec) et reportés dans le cas contraire.

Effectuer les tests dans des zones représentatives de la parcelle, à une profondeur de 30-35 cm (au minimum jusqu'à la semelle de labour). Il est préférable de réaliser les tests à la source de l'érosion, c'est-à-dire là où l'eau commence à prendre de la vitesse.

Noter sur la carte imprimée l'endroit où sont effectués les tests et leur position au GPS.

Matériel Fiche « Sol » (Annexe 1-2), carte imprimée du terrain, Méthode VESS (Annexe 3), bêche profonde (>30 cm), HCI 10%, échelle de pierrosité, résultats d'analyses de sols, tarière gouge ou Edelman.

**Structure du
sol**

La méthode VESS (« Visual Estimation of Soil Structure », (Ball, et al., 2007)) permet une notation de la qualité de la structure. Elle indique de façon qualitative les potentiels problèmes

Diagnostic érosion : Annexes

d'infiltration de l'eau dans la couche supérieure du sol (battance, compaction, semelle de labour). Cette notation permet de suivre l'évolution de la qualité de la structure selon les cultures et la saison, de comparer les parcelles entre elles et d'évaluer l'efficacité des mesures anti-érosion qui seront prises. La mise en œuvre de la méthode est décrite dans l'Annexe 3.

Semelle de labour et couches compactées

La présence d'une semelle de labour ou de couches compactées représente un obstacle à l'infiltration en profondeur.

Déterminer la présence (oui/non) d'une semelle de labour ou de couches compactées lors du test à la bêche et reporter sur la Fiche « Sol ».

Teneur en carbonates

Le test HCl permet de mettre en évidence la présence de carbonate (CaCO_3) dans le sol. La solution HCl, diluée à 10% s'obtient en pharmacie. Une absence de CaCO_3 peut indiquer une limite de capacité d'agrégation du sol (manque d'ions Ca^{2+}).

Déposer quelques gouttes de HCl sur l'échantillon de terre, décrire la réaction et reporter sur la Fiche « Sol ».

Interpréter la réaction en s'aidant du tableau suivant :

Tableau 4 Estimation de la teneur en carbonate avec un acide dilué (en 10-20% HCL) (Brunner, et al., 1997)

Code	Réaction	Teneur en carbonates
0	Pas de réaction, pas le moindre crépitement (terre fine et pierres)	Pas de carbonates
1	Réaction sur les pierres seulement	Pierrosité calcaire seulement
2	Légères effervescences ponctuelles	Traces
3	Faible effervescence	Teneur < 2 %
4	Effervescence modérée	Teneur 2 – 10 %
5	Effervescence marquée, durable	Teneur > 10 %

Note : Le test du pH est à faire en cas d'absence de réaction à l'HCl (réaction 0 ou 1).

Pierrosité

Estimer la pierrosité de la parcelle en pourcentage de surface en s'aidant du tableau comparatif suivant (Figure 6) :

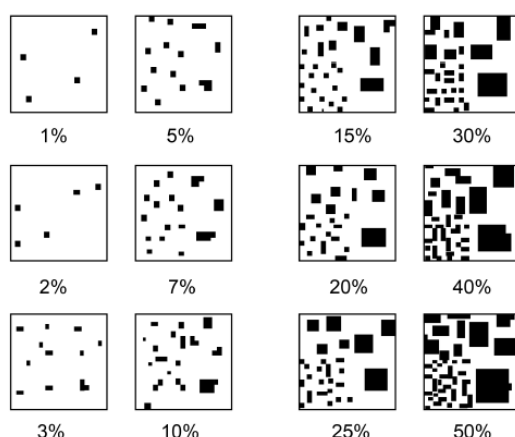


Figure 6 ci-contre. Tableau comparatif pour l'estimation de la pierrosité de surface (d'après Oyama and Takehara (1967) cité par Brunner et al. (1997))

Code	Désignation	Volume [%]
0	Non Pierreux	0
1	Peu Pierreux	<10
2	Pierreux	10-30
3	Riche en pierre	>30

Tableau 5 ci-dessus. Classes de pierrosité pour cartographies forestières et cartographie du sol 1:25000 (Brunner, et al., 1997)

Pour déterminer à quelle classe de pierrosité appartient la parcelle, le Tableau 5 est utilisé.

Diagnostic érosion : Annexes

La pierrosité est évaluée en surface et en profondeur, lors du test à la bêche. En cas de différence visuelle entre l'état de surface et la pierrosité à l'intérieur du test à la bêche, l'estimation doit être refaite dans le volume de sol prélevé au test à la bêche. Une teneur en pierre inférieure en profondeur indique souvent des pertes de terre fine par érosion.

*Texture,
matière
organique et
pH*

En général, les analyses de la texture, du taux de matière organique et du pH sont effectuées dans le cadre de contrôles PER (voir Fiche « Exploitant »). Cependant, les analyses doivent être refaites si :

- Les données à disposition datent de plus de 5 ans,
- Des méthodes non-analytiques sont employées (tests visuels et tactiles),
- Les prélèvements ont été faits sur des parcelles présentant des types de sol différents,
- Les pratiques culturales ont évolué significativement depuis les dernières analyses (modification de rotation, changement de travail du sol, etc.) et que des mesures d'amendements du sol ont été entreprises.

Si les analyses doivent être refaites, l'échantillonnage doit fournir une valeur moyenne représentative de la parcelle cultivée. Cas particulier : si deux types de sol ou plus sont observés sur la parcelle, il est préférable d'échantillonner dans la partie du sol où la présence d'érosion est avérée.

- Choisir une méthode aléatoire ou en croix pour les prélèvements.
- Mettre les échantillons en seau et bien mélanger.
- Extraire un volume d'environ 1 litre pour l'envoi au laboratoire.

La liste des laboratoires reconnus pour les analyses pédologiques liées aux prestations écologiques requises se trouve à l'Annexe 4.

Texture

Les résultats des analyses de laboratoire peuvent être interprétés à l'aide du tableau suivant :

Tableau 6 Classes texturales selon le pourcentage d'argile et de silt (Brunner, et al., 1997)

Code	Classes texturales	Abréviation	% en poids de la terre fine minérale	
			Argile	Silt
1	Sable	s	< 5	< 15
2	Sable silteux	uS	< 5	15 – 50
3	Sable limoneux	IS	5 – 10	< 50
4	Sable fortement limoneux	IrS	10 – 15	< 50
5	Limon sableux	sL	15 – 20	< 50
6	Limon	L	20 – 30	< 50
7	Limon argileux	tL	30 – 40	< 50
8	Argile limoneuse	IT	40 – 50	< 50
9	Argile	T	> 50	< 50
10	Silt sableux	sU	< 10	50 – 70
11	Silt	U	< 10	> 70
12	Silt limoneux	IU	10 – 30	> 50
13	Silt argileux	tU	30 – 50	> 50

La texture indique un potentiel de sensibilité du sol à l'érosion. C'est particulièrement le cas pour les sols des classes 1 à 5, qui sont très sensibles puisque la structure du sol a peu de chance d'être stable sur les sols sableux et on peut souvent y observer une absence de complexe organo-minéral. Toutefois le potentiel de sensibilité indiqué par la texture n'est qu'indicatif et doit être pondéré en fonction de la structure effectivement observée dans le test à la bêche (des sols sablo-limoneux peuvent par exemple aussi avoir une bonne structure résistante dans certains cas).

Matière organique

Le taux de matière organique (MO) peut être exprimé en pourcentage de carbone organique (Corg) et donne une indication de la richesse du sol en humus. Les classes de teneur en humus définies par Brunner, et al. (1997) sont trop larges pour être utilisées en agronomie. De même, les classes définies par les PRIF (Sinaj & Richner, 2017) sont définies dans un objectif de nutrition végétale et non de potentiel de sensibilité/résistance du sol à un stress physique.

La teneur en matière organique (MO%) équivaut à $1.72 \times$ la teneur en carbone organique analysée (Corg).

Les analyses « visuelles » de la teneur en MO proposées par les laboratoires ne sont pas applicables pour le conseil agronomique d'un plan de mesure de lutte contre l'érosion.

Excepté pour les sols très pauvres ou très riches, on interprète jamais la teneur en MO ou Corg comme valeur de référence unique, mais relativement à la teneur en argile du sol (voire section suivante : Ratio MO/A)

Diagnostic érosion : Annexes

Ratio MO/A

Le ratio MO/Argile est utilisé afin de mieux juger du potentiel de fertilité du sol en décelant des manques potentiels de MO par rapport à la teneur optimal qu'un sol cultivé devrait contenir par rapport à sa teneur en argile. Ce ratio indique la vulnérabilité de la structure. Le barème d'interprétation est défini dans le Tableau 7.

Des valeurs trop basses impliquent des sols déficitaires dont la formation des agrégats est limitée voire impossible. Ces sols sont donc moins résistants à l'érosion.

Ces valeurs servent de référence pour déterminer si un enrichissement en MO est nécessaire. Des objectifs d'amélioration devront être fixés et un suivi de l'évolution de la teneur effectué (tous les 5 ans). Il convient alors de déterminer les types de MO à apporter (fumier, compost, etc.), leur dose (quantité/ha) et fréquence (nombre d'apports annuels).

Tableau 7 Interprétation du ratio MO/Argile (projet STRUDEL, Office fédéral de l'environnement)

Pourcentage du ratio MO/Argile	Interprétation
< 12 %	Insuffisant
12 % <...< 17 %	Moyen
17 % <...< 24 %	Bon
> 24 %	Optimal

pH

Interpréter les résultats de l'analyse du pH avec le tableau ci-dessous.

Tableau 8 Classification du sol selon le pH (Brunner, et al., 1997)

Désignation	pH (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	Saturation en bases approximative (%)
Très alcalin	> 8,2	> 8,2	100
Alcalin	7,7 – 8,2	7,7 – 8,2	100
Faiblement alcalin	7,3 – 7,6	6,8 – 7,6	100
Neutre	6,8 – 7,2	6,2 – 6,7	> 80
Faiblement acide	5,9 – 6,7	5,1 – 6,1	51 – 80
Acide	5,3 – 5,8	4,3 – 5,0	15 – 50
Très acide	3,9 – 5,2	3,3 – 4,2	< 15
Très fortement acide	< 3,9	< 3,3	

Interprétation des paramètres pédologiques

L'interprétation de ces paramètres de base doit être faite de façon systémique. Tous les paramètres présentés ci-dessus doivent être mis en lien avec la structure du sol (incluant la qualité structurale, la compaction, la semelle de labour et la battance) qui est le paramètre principal déterminant la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol. Plus la structure est atteinte, en surface ou dans des couches plus profondes, plus l'eau aura tendance à ruisseler, donc à prendre de la vitesse et créer des problèmes d'érosion.

Ces paramètres pédologiques sont donc des facteurs d'influence de la structure du sol et permettent de déceler un défaut sur lequel le plan de mesure devra s'orienter (par exemple, une mesure de chaulage si le sol est trop acide). Ils permettent aussi de révéler les éléments qui ne demanderont pas de mesure correctrice, ce qui est utile afin de limiter des investissements coûteux et inutiles (par exemple, un chaulage sur sol calcique, inutile et dégradant).

*Autres
paramètres
pédologiques
utiles*

Il convient toujours de garder à l'esprit que ces paramètres n'expliquent pas tout, et qu'un phénomène érosif peut être la cause d'une modification beaucoup plus profonde et ancienne de la capacité de résistance du sol. Si les paramètres étudiés ici ne suffisent pas à expliquer un défaut de structure, des analyses plus poussées menées par des spécialistes pédologues agricoles sont à envisager. A titre d'exemple, on citera les paramètres suivants, évaluables rapidement à la tarière, la liste n'étant bien-sûr pas exhaustive :

Hydromorphie

Les taches d'hydromorphie attestent d'une situation d'engorgement temporaire ou permanent du sol. A noter que l'absence de taches dans les premiers 30 cm ne peut conclure à une absence totale d'engorgement, qui peut se trouver plus en profondeur. Aussi, les taches sont souvent masquées par la présence de matière organique. Elles peuvent être liées à des couches compactes (par exemple une semelle de labour) ou de texture plus fine (par exemple un horizon illuvial d'accumulation d'argiles issu du lessivage des couches supérieures) dont l'engorgement fréquent empêche l'infiltration de l'eau. Des mesures correctrices (sous-solages, drains taupes, etc.) sont alors nécessaires. Un engorgement temporaire (saisonnier par exemple) implique un manque de capacité d'infiltration de l'eau durant cette période et des mesures antiérosives plus complexes à mettre en œuvre.

Lessivage

La migration des particules fines vers la profondeur du sol implique la présence de couches « colmatées » qui empêchent ou ralentissent l'infiltration de l'eau en profondeur. Il s'agit d'une véritable érosion « verticale » difficilement décelable et complexe à gérer (mesures impliquant des travaux du sol et la stimulation de l'activité biologique). Elle n'intervient que sur des sols décarbonatés (absence de carbonates) et décalcifiés (absence de calcium).

Perméabilité/densité

Une perméabilité faible à l'intérieur du sol implique de fait un manque de capacité d'infiltration. Elle peut être étudiée plus finement au moyen de mesures de terrain (infiltromètres, masse volumique apparente, courbes de désorption) afin de déterminer précisément la localisation des couches peu perméables et l'intensité.

Tous ces paramètres peuvent aisément être évalués au moyen de profils de sol. On déterminera ainsi objectivement les couches problématiques et les moyens d'action.

1.4. Synthèse

But

Les informations récoltées lors de la première investigation permettent de déterminer les causes principales de l'érosion, plus précisément si les causes sont d'origine naturelle, structurelle ou agronomique et de pondérer leur importance.

Dans le cas de causes liées aux infrastructures, il est nécessaire de procéder à des analyses supplémentaires sur une zone plus étendue qui sera déterminée dans la section suivante (2. Analyses supplémentaires).

Diagnostic érosion : Annexes

Attention ! Les causes d'un événement érosif sont souvent d'origines multiples, c'est pourquoi il est important d'avoir une vision d'ensemble de toutes les causes possibles (cf. section 3).

Démarche Afin de déterminer si l'érosion est en partie due aux infrastructures, il faut reprendre les observations de terrains et répondre aux questions suivantes :

- Les traces d'érosion se trouvent-elles tout en haut de la parcelle ?
- D'importants écoulements venant de la ou les parcelles en amont (agricoles, forestières ou autres) ont-ils été observés ?
- Les parcelles avoisinantes présentent-elles des traces d'érosion ?
- Des écoulements en provenance d'aménagements structurels inefficaces ont-ils fréquemment été observés ?

En cas de réponse négative à toutes les questions, les analyses de l'investigation préalable suffisent au diagnostic. Il reste alors à procéder à l'analyse complète des causes (section 3, p. 23)

En cas de réponse positive à au moins une des questions, des analyses supplémentaires sont nécessaires. Il faut alors se rendre à la section 2, p. 20.

2. ANALYSES SUPPLÉMENTAIRES

But Le but de ces analyses supplémentaires est de comprendre la trajectoire des flux d'eau dans la zone d'étude afin de connaître la ou les causes du ruissellement sur la parcelle touchée.

Afin de bien cerner le problème, il est nécessaire de définir la zone d'étude, d'observer le ruissellement, d'évaluer les infrastructures sur le terrain et d'établir des cartes précises.

Carte de la zone d'étude La zone d'étude correspond à la zone du bassin versant corrigé. Pour sa détermination, il faut commencer par sélectionner le bassin versant théorique :

Sur le site <https://map.geo.admin.ch/>, choisir le thème « OFEV » → « Eaux » → « Données de références et de bases » → « Bassins versants » → « Bassins versants partiels 2km² ». Cliquer sur la zone d'intérêt puis télécharger la carte du bassin versant théorique (en jaune sur la Figure 7).

Relever les éléments structuraux (routes chemins, haies, talus) qui canalisent de manière efficace les flux. Des observations sur le terrain peuvent être nécessaires pour confirmer ou non l'efficacité de l'obstacle. Ces observations sont à effectuer pendant ou immédiatement après une forte pluie afin d'observer précisément la trajectoire des écoulements. En soustrayant les zones de ruissellements non connectées, on crée ainsi la carte de la zone d'étude (Figure 7 en orange).

Dans certains cas, des chemins et autres structures extérieures au bassin versant peuvent canaliser les flux d'eau et contribuer aux ruissellements sur la zone étudiée. Il faut alors inclure ces éléments dans la zone d'étude (en rouge sur la Figure 7).

Diagnostic érosion : Annexes

Exemple

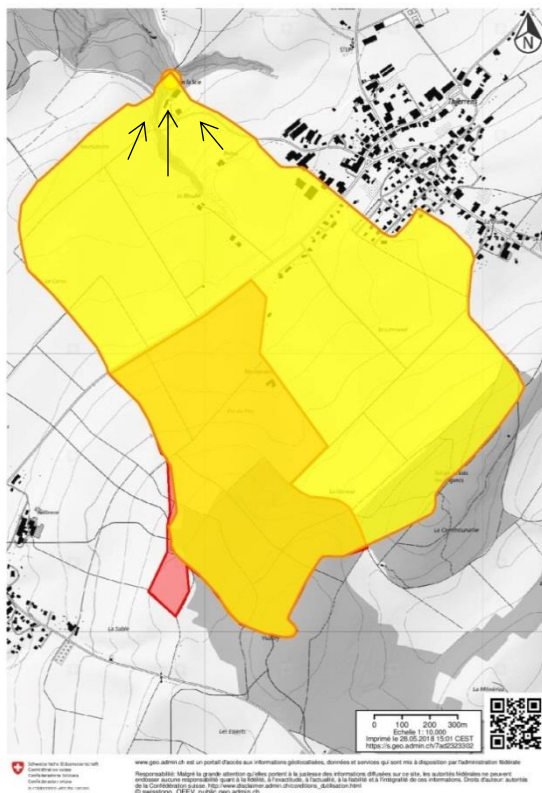


Figure 7 Exemple de carte du bassin versant théorique (en jaune) et la zone d'étude (en orange-rouge), qui correspond au bassin versant réel de la parcelle concernée par l'érosion, après soustraction des zones dont l'eau de surface est collectée en amont de la parcelle concernée et de celles en aval. Les flèches noires indiquent la convergence des flux d'eau vers l'exutoire du bassin versant.

Identifica-
tion des
parcelles

Imprimer une orthophoto :

<https://map.geo.admin.ch/> → en bas à droite, choisir le fond de plan « photo aérienne », sélectionner la zone d'étude et imprimer

Délimiter manuellement les contours visibles des différentes parcelles.

Attribuer un identifiant, une aire et un type de couverture pour chaque parcelle. Noter également le nom et contact des exploitants des parcelles. Ces informations sont à vérifier et ajuster sur le terrain, en présence de l'exploitant. L'aire des parcelles peut être calculée avec l'outil « Trait » dans la catégorie « Dessiner et mesurer sur la carte », dans le géoportail de la Confédération (<https://map.geo.admin.ch/>).

Carte du
réseau des
chemins,
collecteurs
et regards

Travail préparatoire :

Imprimer en plusieurs exemplaires la Fiche « Structures » ainsi qu'une carte de la zone d'étude qui indique clairement les chemins et les différentes parcelles. Eventuellement, définir le parcours d'observation afin de n'oublier aucun endroit.

Sur le terrain :

Numéroter et définir les différents chemins sur la carte. Chaque chemin est caractérisé par un type de couverture et un sens d'écoulement. Lorsque l'un de ces deux attributs change, le chemin est différencié du précédent et identifié comme un nouveau chemin.

Décrire les chemins en remplissant les Fiches « Structures » imprimées.

Diagnostic érosion : Annexes

Relever les exutoires du réseau de chemins sur la carte et noter les coordonnées.

Numéroter les regards et les collecteurs sur la carte et les décrire en utilisant les Fiches « Structures ».

Traitement :

Mesurer la pente moyenne et la longueur des chemins en utilisant l'outil « Profil altimétrique » disponible sur le guichet cartographique cantonal <http://www.geo.vd.ch/>.

Reporter sur la Fiche « Structures ».

3. SYNTHÈSE COMPLÈTE DES CAUSES

But L'objectif de cette étape est d'avoir une vue d'ensemble de toutes les causes potentielles de l'érosion afin de déterminer les plus importantes et de définir des mesures adaptées au contexte local.

Démarche causes internes Reprendre les données récoltées :

- Fiche « Exploitant »
- Fiche « Sol »
- Cartes imprimées annotées

Remplir les tableaux de l'Annexe 5.

Démarche causes externes Reprendre les données récoltées :

- Fiche « Structures »
- Cartes imprimées annotées

Lister et/ou dessiner un plan recensant les éléments problématiques (exemple en Figure 8).

Pour plus de précision dans la localisation des structures, il est possible d'utiliser le géo portail de la Confédération (<https://map.geo.admin.ch/>) pour chercher un point en entrant ses coordonnées.

Pour toutes les causes Analyser toutes les causes potentielles puis déterminer pour chacune un degré d'importance.

Une fois les causes majeures identifiées, un plan de mesures peut être réalisé.

Exemple

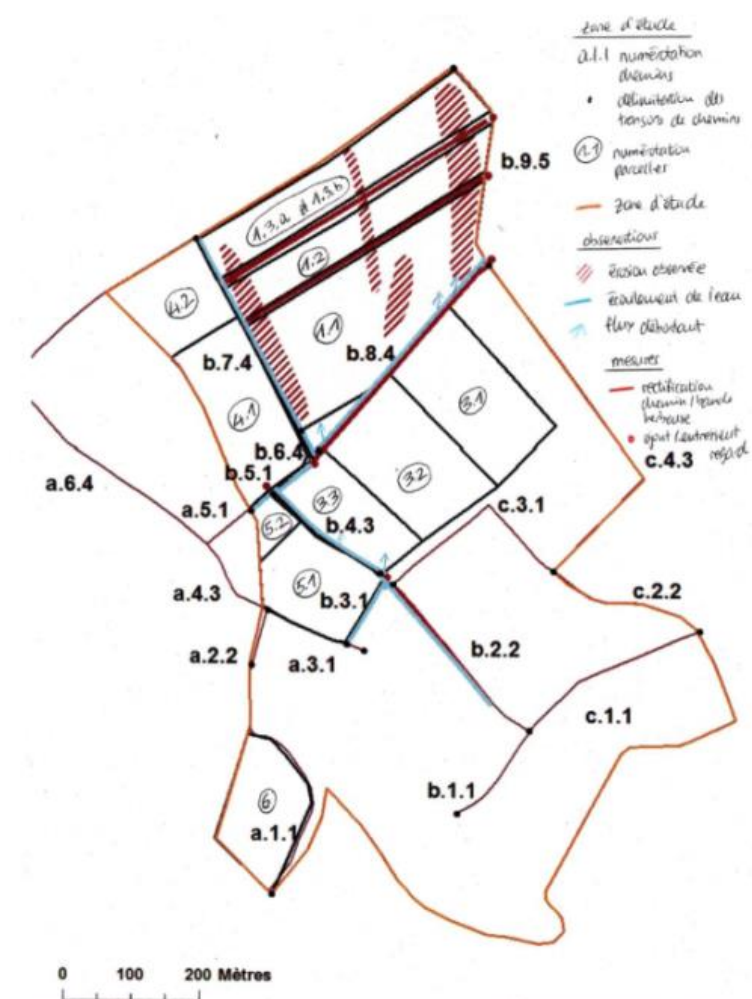


Figure 8 Exemple de schéma recensant les problèmes liés aux aménagements structuraux dans la zone d'étude (Hamada, 2017)

Pour la suite

Suite au diagnostic des causes de l'érosion, il est impératif de mettre en place un plan de mesures anti-érosive ciblé défini par l'expert, en collaboration avec les personnes et services concernés.

Pour les causes liées au mode d'exploitation, le plan de mesures agronomiques est à définir avec l'exploitant. Les *Fiches techniques Réduction du risque d'érosion des sols agricoles* créées par AGRIDEA (Gassmann, 2014) proposent une liste de mesures. Dans le cas de travaux relevant du génie-civil, il est important d'aviser le propriétaire de la parcelle (si différent de l'exploitant).

Les mesures liées aux infrastructures impliquent l'intervention des améliorations foncières ainsi que la participation de la commune et de l'autorité cantonale (et fédérale). Pour en savoir plus, lire la section 3.5 du document *Protection des sols dans l'agriculture* réalisé conjointement par l'OFEV et l'OFAG (2013) qui propose une marche à suivre et apporte des informations pertinentes lors de cas de ce genre.

4. BIBLIOGRAPHIE

Ball, B., Batey, T. & Munkholm, L., 2007. Field assessment of soil structural quality – a development of the Peerlkamp test. *Soil Use and Management*, 23(4), pp. 329-337.

Brunner, J., Bodenmann, M. & Siegenthaler, A., 1997. *Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden*. Zürich-Reckenholz: s.n.

Gassmann, S., 2014. *Réduction du risque d'érosion des sols agricoles Fiches techniques*, Lausanne: s.n.

Gisler, S., Liniger, H. P. & Prasuhn, V., 2011. Carte à haute résolution du risque d'érosion au raster 2x2 m (CRE2). *Recherche Agronomique Suisse*, 2(4), pp. 148-155.

Guex, S., 2018. *Contrer l'érosion dans le bassin versant du Montanair (VD) Etat des lieux et recommandations d'actions d'un point de*, s.l.: s.n.

Hamada, M., 2017. *Etude de cas d'érosion : Evaluation des risques, propositions de mesures structurelles, réflexions et méthodologie pour le traitement des cas complexes*, s.l.: s.n.

Lüscher, P., Frehner, M., Carraro, G. & Rutishauser, U., 2017. *Attribution des profils de sols de la base de données WSL aux types de stations.*, s.l.: s.n.

Mosimann, T. & Rüttimann, M., 1996. *Erosion : Clé d'appréciation du risque. Sols cultivés de Suisse romande*, Lausanne: s.n.

Noll, D., 2009. *Appréciation des risques de transfert de pesticides : Exemple du N-E du bassin versant du Boiron de Morges (Canton de Vaud/Suisse)*, s.l.: s.n.

OFEV et OFAG, 2013. *Protection des sols dans l'agriculture. Un module de l'aide à l'exécution pour la protection de l'environnement dans l'agriculture*. L'environnement pratique n°1313 éd. Berne: Office fédéral de l'environnement.

Oyama, M. & Takehara, H., 1967. *Revised Standard soil color charts*. Tokyo: s.n.

Sinaj, S. & Richner, W., 2017. Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse (PRIF 2017). *Recherche Agro-nomique Suisse, Publication spéciale*, Volume 8 (6), p. 276.

5. ANNEXES

5.1. Annexe 1 : Fiches

5.1.1. Annexe 1-1 : Fiche « Exploitant »

Ce questionnaire se base sur le questionnaire développé par Sabine Guex pour son travail de master (Guex, 2018), ainsi que sur l'étape 2 « Déterminer le facteur cultural C » de la Clé d'appréciation du risque d'érosion de la SRVA (Mosimann et Rüttimann, 1996). Le questionnaire est à remplir en présence de l'exploitant. Il peut être imprimé plusieurs fois si plusieurs exploitants sont concernés par le cas d'érosion étudié.

5.1.2. Annexe 1-2 : Fiche « Sol »

Si nécessaire, imprimer la page 2 en plusieurs exemplaires

5.1.3. Annexe 1-3 : Fiche « Structures »

Imprimer en plusieurs exemplaires

5.2. Annexe 2 : Détermination du facteur cultural C

5.3. Annexe 3 : Synthèse des causes

5.3.1. Annexe 3-1 : Causes internes

5.3.2. Annexe 3-2 : Causes externes

5.4. Annexe 1-1 : Fiche « Exploitant »**Expertise**

Conseiller agricole	
Bureau	
Date du constat du contrôle érosion	
Date du mandat	
Date de l'expertise	

Exploitation

Nom prénom	
Adresse	
NPA, localité	
Téléphone portable	
Email	
Commune	
N° d'exploitation	
SAU totale de l'exploitation	
Forme de label de production	

Parcelle

Numéro et nom	
Parcelle cultivée	
Lieu-dit	
Coordonnées	
Propriétaire	

Questions spécifiques à la parcelle*Taille et forme*

Surface : _____

Sens du travail du sol : _____

Longueur (perpendiculaire à la pente) : _____

Techniques culturales

Des engrais de ferme ont-ils été apportés durant ces 5 dernières années sur la parcelle ?

oui ☐ non ☐

Si oui, quel type et à quelle fréquence ? _____

Pratiquez-vous une lutte intégrée contre les mauvaises herbes ? oui ☐ non ☐

Appliquez-vous des herbicides de pré-levée ? oui ☐ non ☐

Procédez-vous au hersage sur cette parcelle ? oui ☐ non ☐

Procédez-vous au sarclage sur cette parcelle ? oui ☐ non ☐

Assurez-vous, via des engrais verts, une couverture permanente de la parcelle ?

oui ☐ non ☐

Assurez-vous, via des dérobées, une couverture permanente de la parcelle ?

oui ☐ non ☐

Travail du sol

Utilisez-vous des techniques de conservation du sol ? oui ☐ non ☐

Si oui : semis direct ☐ semis sous litière ☐ semis en bande fraisées ☐

Description :

Pratiquez-vous le labour sur cette parcelle ? oui ☐ non ☐

Mécanisation

Quel type de mécanisation utilisez-vous sur cette parcelle ? (poids des machines, précautions particulières, etc.) ?

Adaptez-vous la pression des pneus avant de rouler sur la parcelle ? oui ☐ non ☐

Roulez-vous avec des roues jumelées sur la parcelle ? oui ☐ non ☐

Utilisez-vous des combinaisons d'outils pour travailler sur la parcelle ? oui ☐ non ☐

Rotation (SRVA, 1996) :

Pour le calcul du facteur C et C', se référer à la marche à suivre de la Clé d'appréciation du risque de la SRVA se trouvant à l'Annexe 2.

Rotation complète

Année		1	
		2	
Année		1	
		2	
Année		1	
		2	
Année		1	
		2	
Année		1	
		2	
Année		1	
		2	
Année		1	
		2	
Année		1	
		2	

Nombre d'années de culture de...

Prairie temporaire	
Jachère vert	

Céréales d'automne	
Colza	

Durée de la rotation complète	
-------------------------------	--

Pourcentage dans la rotation

Prairie temporaire + jachère vert / nb d'années	%
--	---

Céréales d'automne + colza / nb d'années	%
---	---

Facteur cultural C	C
--------------------	---

Pourcentage de semis sous litière dans la rotation

Sarclées sous litière / nb d'années	%
--	---

Facteur cultural corrigé	C'
-----------------------------	----

Caractéristiques du sol (données dernières analyses PER)

Date des analyses : _____

Texture : _____

Teneur en matière organique (%) : _____

pH : _____

Si les analyses sont vieilles de plus de 5 ans ou si d'importantes mesures d'amendements du sol ont été réalisées depuis les dernières analyses, alors elles sont à refaire.

Mesures mises en œuvre :

Quelles mesures anti-érosives ont été mises en place ces dernières années ?

Dans votre parcelle, avez-vous un système de drainage ?

oui ☐non ☐

Si oui, fonctionne-t-il bien ?

oui ☐non ☐

5.5. Annexe 1-2 : Fiche « Sol »

Exploitant :
N° et nom de la parcelle :
Date de l'expertise :

Tests à la bêche : localiser chaque test sur la carte imprimée et indiquer un numéro.

N° ____	Commentaires
Structure du sol	
Semelle de labour	
Teneur en carbonates*	
Pierrosité	

N° ____	Commentaires
Structure du sol	
Semelle de labour	
Teneur en carbonates*	
Pierrosité	

N° ____	Commentaires
Structure du sol	
Semelle de labour	
Teneur en carbonates*	
Pierrosité	

N° ____	Commentaires
Structure du sol	
Semelle de labour	
Teneur en carbonates*	
Pierrosité	

N° ____	Commentaires
Structure du sol	
Semelle de labour	
Teneur en carbonates*	
Pierrosité	

N° ____	Commentaires
Structure du sol	
Semelle de labour	
Teneur en carbonates*	
Pierrosité	

5.6. Annexe 1-3 : Fiche « Structures »**Chemin n°** _____ sur la carte

Couverture (herbe, béton, couche de feuilles mortes, terre...) : _____

Etat (dégradé, ornières, affaissements, dégradation de la banquette...) : _____

Noter l'emplacement sur la carte si un écoulement est observé depuis le chemin

Sens de l'écoulement de l'eau (noter aussi sur la carte) : _____

Pente : _____

Longueur : _____

Problèmes observés : _____

Regard n° _____ sur la carte

Coordonnées : _____

Etat : _____

Efficacité : _____

Problèmes observés : _____

Collecteur n° _____ sur la carte

Coordonnées : _____

Etat : _____

Efficacité : _____

Problèmes observés : _____

5.7. Annexe 2 : Détermination du facteur culturel C

1. Sur la fiche de relevé, inscrire la rotation complète de la parcelle (cultures principales et intercultures)
2. Calculer les pourcentages « prairie temporaire + jachère verte » et « céréales d'automne + colza » dans la rotation complète
3. Déterminer le facteur culturel C
4. Corriger ce facteur en cas de semis sous litière

Déterminer le facteur culturel C :

Entrer dans le tableau 3 avec les valeurs "prairie temporaire + jachère verte" et "céréales d'automne + colza" calculées :

Tab. 3

		% "prairie temporaire + jachère verte" dans la rotation						
		0	9 - 17	18 - 32	33 - 44	45 - 56	57 - 67	+ de 67
% "céréales d'automne + colza" dans la rotation	68 - 85	S	N	0,8				
	57 - 67	T	O	H	0,6			
	45 - 56	U	P	I	D	0,5		
	33 - 44	V	Q	K	E	A	0,3	
	10 - 32	Y	R	L	F	B	0,4	0,2
	0	W	X	M	G	C	0,5	0,2

Le tab. 3 donne un chiffre

oui →

Ce chiffre est le facteur culturel C.

■ Reporter le facteur culturel C sur la fiche de relevé et passer à la p. 16.

non

Avec la lettre lue dans le tab. 3, continuer ci-dessous

La rotation comporte uniquement de la prairie temporaire, de la jachère verte, des céréales d'automne et du colza.

oui →

Lire le facteur C dans le tableau ci-dessous.

		Lettre du tab. 3			
		A	D	H	N
Facteur culturel C		0,4	0,6	0,7	0,9

■ Reporter le facteur culturel C sur la fiche de relevé et passer à la p. 16.

non

Entrer dans le tableau 4, p. 15 avec la lettre obtenue au tableau 3 et déterminer le facteur C.

Types de cultures de printemps

	Lettre du tab. 3																								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	X	Y	W	
Groupe 1	0.6	0.8	1.0	0.7	0.8	0.9	1.4	0.8	0.9	1.0	1.3	2.0	1.1	1.2	1.3	1.4	2.0	1.2	1.3	1.4	2.0	2.5	2.5		
Groupes 1 et 2	0.6	0.7	0.8	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.7	1.8		
Groupe 2	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.7	0.8	0.6	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	1.1		
Monoculture maïs (+ interculture)																								2.9	
Seul. légumes plein champ (+ interculture)																								2.2	

oui

Les cultures de printemps viennent toujours (ou plus généralement) après des intercultures

non

Types de cultures de printemps

	Lettre du tab. 3																								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	X	Y	W	
Groupe 1	0.8	0.9	1.3	0.8	1.0	1.1	1.7	0.9	1.0	1.2	1.5	2.4	1.2	1.4	1.5	1.8	2.2	1.4	1.6	1.8	2.4	3.0	3.0		
Groupes 1 et 2	0.7	0.8	1.0	0.8	0.9	1.0	1.3	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	1.3	1.5	1.6	1.7	2.2	2.3		
Groupe 2	0.6	0.8	0.9	0.7	0.8	0.9	1.1	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.2	1.3	1.3	1.5	1.6	1.8		
Monoculture maïs (sans interculture)																								3.5	
Seul. légumes plein champ (sans interculture)																								2.5	
Fraises et/ou petits fruits																								1.5	

Groupe 1 :
Maïs
Betteraves
Soja
Tournesol

Groupe 2 :
Céréales de printemps
Pommes de terre
Légumes de plein champ
Pois protéagineux

Important :
Ne considérer que les cultures représentant plus de 5 % de la surface assolée.

■ Reporter le facteur culturel C sur la fiche de relevé et passer à la p. 16.

Corriger le facteur culturel C en cas de semis sous litière :

Part "maïs semé sous litière + betteraves semées sous litière" dans la rotation	A retrancher du facteur C
0 - 17 %	- 0,1
18 - 32 %	- 0,3
33 - 44 %	- 0,5
45 - 56 %	- 0,8
57 - 66 %	- 1,3
plus de 66 %	- 1,7

■ Reporter le facteur cultural corrigé C' sur la fiche de relevé.

En cas de pratique du travail minimal du sol appliqué à l'ensemble de la surface assolée, le facteur C peut être considérablement réduit. Se renseigner auprès de la vulgarisation agricole.

5.8. Annexe 5-1 Causes internes

Données topographiques	Valeur	Interprétation	Importance
CRE 2			
Pente			
Longueur de pente			

Données pédologiques	Valeur, présence/absence	Interprétation	Importance
VESS			
CaCO ₃			
MO/A			
pH			
Battance			
Semelle de labour			
Hydromorphie			
Pierrosité			

Données agronomiques	Description	Interprétation	Importance
Sens travail du sol			
Travail du sol			
Méthode de désherbage			

Couverture permanente du sol						
Mécanisation	Poids		Jumelage			
	Pression		Combinaison			

Exemple

Données topographiques	Valeur	Interprétation	Importance
CRE 2	<i>Classe 3</i>	<i>Risque d'érosion</i>	
Pente	<i>8%</i>	<i>Risque moyen</i>	
Longueur de pente	<i>250m</i>	<i>Risque Elevé</i>	

Données pédologiques	Valeur, présence/absence	Interprétation	Importance
VESS	<i>4</i>	<i>Requière intervention</i>	
CaCO ₃	<i>Pas de réaction</i>	<i>Absence de carbonates</i>	
MO/A	<i>15,8</i>	<i>Moyen</i>	
pH	<i>6,2</i>	<i>Faiblement acide</i>	
Battance	<i>Oui</i>	<i>Obstacle surface</i>	
Semelle de labour	<i>Non</i>	<i>Absence obstacle profondeur</i>	
Hydromorphie	<i>Oui (??)</i>	<i>(??)</i>	
Pierrosité	<i>7%</i>	<i>Peu pierreux</i>	

Données agronomiques	Description				Interprétation	Importance
Sens travail du sol	<i>Perpendiculaire</i>					
Travail du sol	<i>Semis direct</i>					
Méthode de désherbage	<i>Sarclage</i>					
Couverture permanente du sol	<i>Engrais verts</i>					
Mécanisation	Poids	<i>Léger</i>	Jumelage	<i>Non</i>		
	Pression	<i>basse</i>	Combinaison	<i>Non</i>		

5.9. Annexe 5-2 Causes externes

Type de structure et N°	Problème	Importance

