

EROSION HYDRIQUE

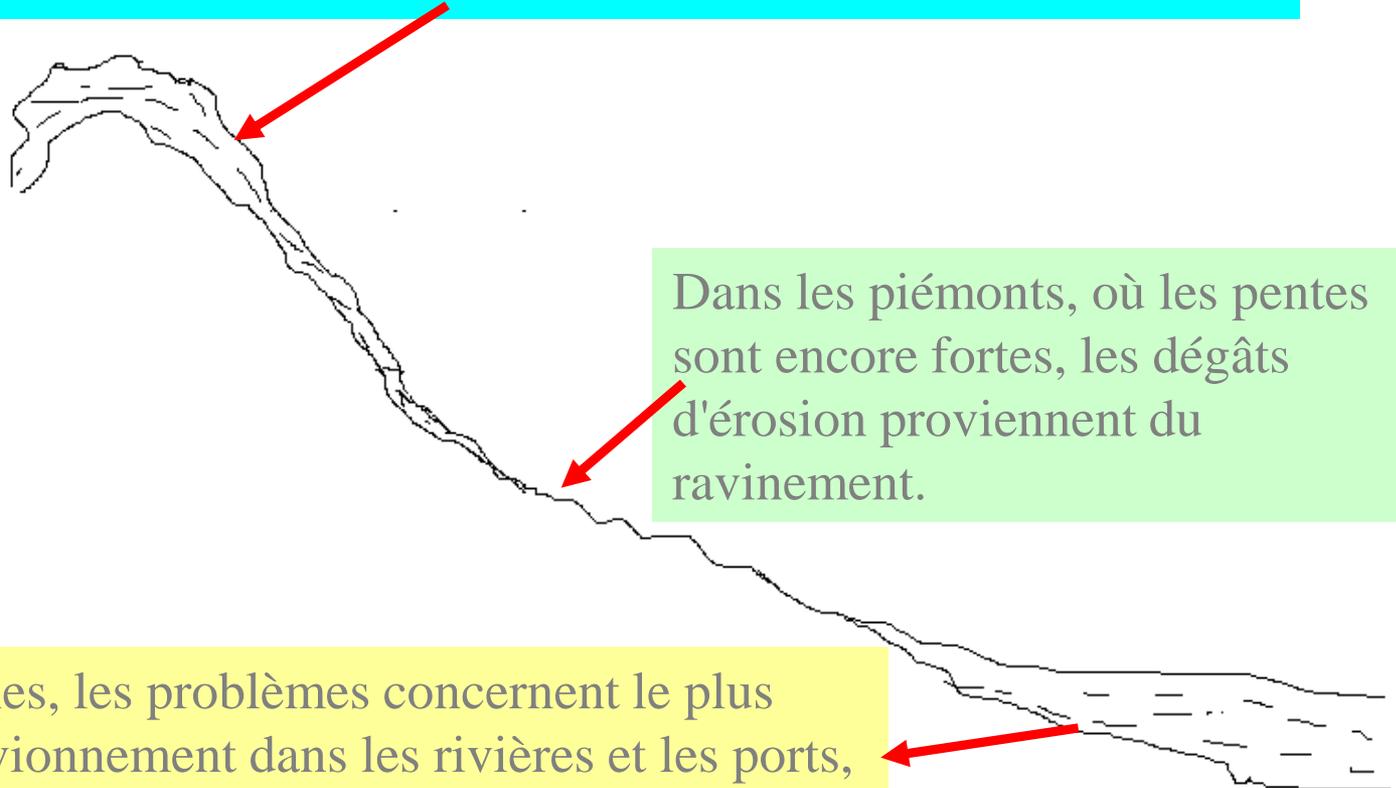
WATER EROSION

L'ÉROSION

La discontinuité de l'érosion dans l'espace

L'érosion résulte de nombreux processus qui se manifestent en trois phases: le détachement des particules, le transport solide et la sédimentation.

En montagne, lorsque la couverture végétale est détruite, le ruissellement, les torrents et les glissements de terrain entraînent beaucoup de transferts solides.



Dans les piémonts, où les pentes sont encore fortes, les dégâts d'érosion proviennent du ravinement.

Dans les plaines, les problèmes concernent le plus souvent l'alluvionnement dans les rivières et les ports, l'inondation des lits majeurs des rivières.

La variabilité de l'érosion dans le temps

On distingue généralement **l'érosion normale** ou **géologique** (morphogénèse) qui façonne lentement les versants tout en permettant le développement d'une couverture pédologique issue de l'altération des roches en place et des apports alluviaux et colluviaux (pédogénèse). On dit que les paysages sont stables quand il y a équilibre entre la pédogénèse et la morphogénèse.

L'érosion normale peut aussi agir de façon soudaine et **catastrophique** à **l'occasion d'événements rares**, d'une succession d'averses qui détrempent le terrain ou encore lors d'activités sismiques ou volcaniques.

L'érosion accélérée par l'homme, suite à une exploitation imprudente du milieu (surpâturage, défrichement, déboisement), est 10 à 1.000 fois plus rapide que l'érosion normale.

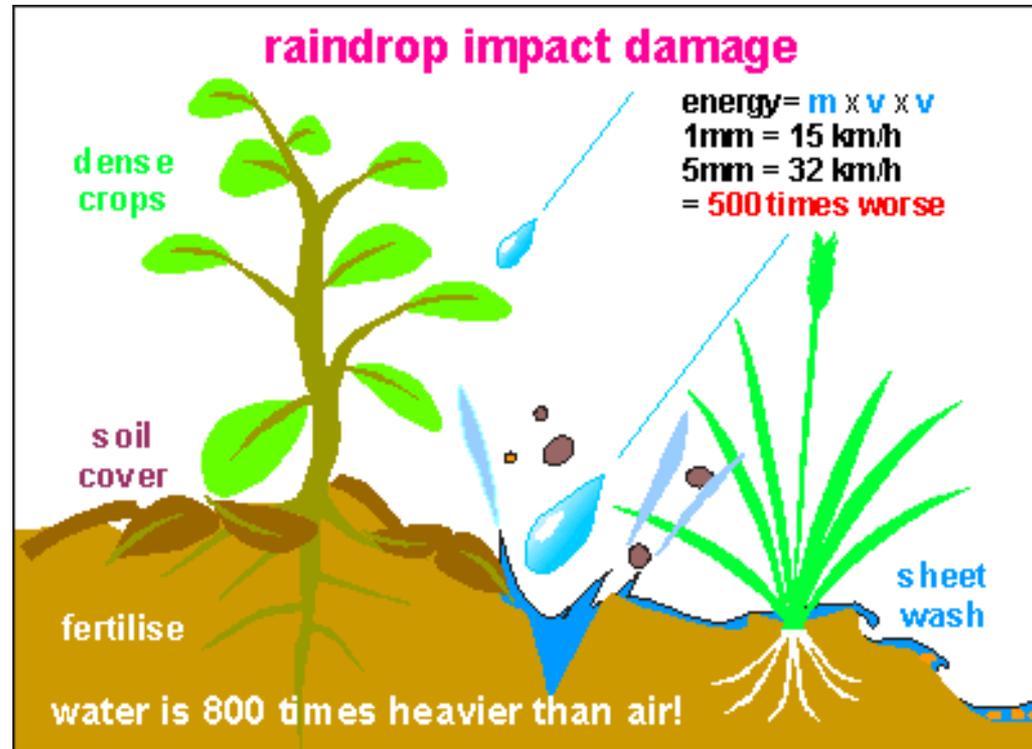
A- Erosion en nappe (ruissellement diffus)

On parle d'érosion en nappe ou aréolaire (**sheet erosion**) parce que l'énergie des gouttes de pluie s'applique à toute la surface du sol et le transport des matériaux détachés s'effectue par le ruissellement en nappe. C'est le stade initial de la dégradation des sols par érosion.

L'érosion en nappe peut entraîner un décapage de la majorité de l'horizon humifère en quelques dizaines d'années. Le signe le plus connu de l'érosion en nappe est donc la présence de plages de couleur claire aux endroits les plus décapés, les plus agressés des champs (haut de collines, et rupture de pentes).



La cause de l'érosion en nappe est l'énergie de la battance des pluies sur les sols dénudés. L'arrachement des particules de terre vient de l'énergie des gouttes de pluie, lesquelles sont caractérisées par une vitesse de chute (fonction de leur hauteur de chute et de la vitesse du vent) et par un certain poids, fonction de leurs diamètres.



C'est au cours de la battance des pluies que des particules ou même des agrégats vont quitter les mottes pour sédimenter dans les creux et y former des croûtes de sédimentation à très faible capacité d'infiltration.

B- L'érosion linéaire

Dès qu'il y a ruissellement, s'organisent les transports des particules légères (les matières organiques, les résidus de culture, les déjections animales) et également des transports des particules fines (argile, limons et sables). L'érosion linéaire apparaît lorsque le ruissellement en nappe s'organise, il creuse des formes de plus en plus profondes.

Griffes: lorsque les petits canaux ont quelques centimètres de profondeur



Rigoles: lorsque les canaux dépassent 10 cm de profondeur mais sont encore effaçables par les techniques culturales.

On parle de **ravines** lorsque les creux atteignent plusieurs dizaines de cm (plus de 50 cm) et en particulier, lorsqu'ils ne sont plus effaçables par les techniques culturales.



Les ravins possèdent une profondeur qui dépasse 1 m.







Erosion en ravins (V), conséquence d'un déboisement total. Les roches sont des marnes (matériel homogène). Région d'Alger.

Badlands





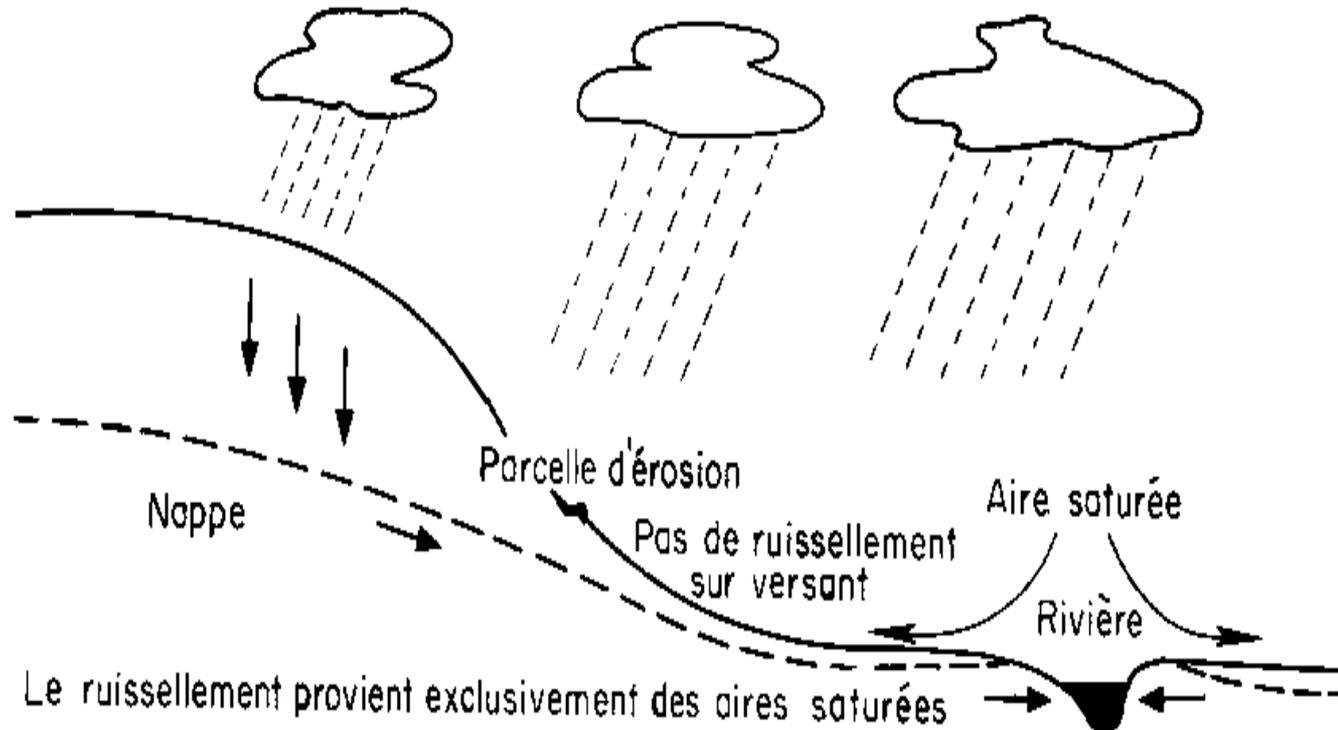
Erosion des conglomérats altérés en cheminées de fée. Hammam N'Bails

Trois théories pour expliquer la naissance du ruissellement :

a- théorie d'Horton : Le ruissellement naît lorsque l'intensité des pluies est supérieure à la capacité d'infiltration du sol,

b- théorie de la saturation du milieu : Le ruissellement naît lorsque l'espace poreux du sol est saturé,

c- théorie de la contribution partielle de la surface du bassin au ruissellement : on constate que le ruissellement observé au niveau de la rivière est fonction de la surface du sol saturé au fond de la vallée.



LES FACTEURS D'EROSION

Les facteurs d'érosion influencent l'intensité des processus de détachement, de transport et de dépôt. Les facteurs agissent donc sur les processus qui, eux, conduisent à des formes d'érosion spécifiques. Nous pouvons en citer cinq :

[La végétation,](#)

[La pluie ,](#)

[La topographie,](#)

[Le sol,](#)

[Les techniques culturelles.](#)

1- La végétation

Elle est de loin le facteur le plus important. La végétation vivante protège la surface du sol de l'impact des gouttes de pluie, et donc du détachement par le splash; **les tiges et troncs** forment des obstacles qui ralentissent la vitesse du ruissellement, ce qui réduit le détachement par le ruissellement ainsi que sa capacité de transport. **Les racines** forment un réseau près de la surface qui tient le sol en place, augmentant ainsi sa résistance au détachement. **Les feuilles mortes et débris végétaux** protègent la surface de l'impact des gouttes, ralentissent le ruissellement, et ajoutent de la matière organique au sol, ce qui le rend plus résistant à l'érosion.

La relation entre végétation et l'érosion n'est pas simple :

Elle dépend d'une part de la densité du couvert végétal. L'effet protecteur d'une culture agricole n'est souvent pas efficace avant environ 40-50% de couvert végétal et il y a peu de différences au-delà de 80-90%.

Elle dépend, d'autre part, du type de végétation : des plantes à feuillage haut sont moins efficaces parce que les gouttes d'eau qui tombent des feuilles ont le temps d'atteindre une vitesse presque égale à celle de la pluie.

Même la forme de la feuille peut jouer en altérant la taille de la goutte qui tombe au sol. Des feuilles qui concentrent l'eau à leur surface pour agrandir la taille des gouttes peuvent en effet provoquer une érosion sous la couronne si le sol est nu.

2- La pluie

C'est souvent le deuxième facteur d'importance après la végétation. Il n'y a ruissellement que quand la vitesse avec laquelle la pluie arrive au sol est plus importante que la vitesse avec laquelle l'eau entre dans le sol.

Le ruissellement est la différence entre l'intensité de la pluie et le taux d'infiltration d'eau dans le sol ($R=P-I$, en mm h^{-1}).

Les études sur le ruissellement font souvent référence au « coefficient de ruissellement ». Le coefficient de ruissellement est le rapport de la pluie ruisselée sur la pluie totale * 100 ($CR=R/P*100$).

L'intensité de la pluie

C'est une caractéristique importante de la pluie : - elle joue sur le débit du ruissellement, et donc sur le détachement et la capacité de transport de l'écoulement ; - elle influence directement le détachement du sol par le splash.

Puisque les gouttes de pluie à forte intensité ont tendance à être plus grosses que les gouttes de pluie à faible intensité, la relation entre détachement de sédiments et intensité de pluie n'est pas linéaire : le détachement augmente approximativement avec le carré de l'intensité de la pluie ($D \propto I^2$). Si l'intensité est doublée, le détachement est augmenté par 4 ($2^2=4$), si l'intensité augmente par 3, le détachement augmente par 9 ($3^2=9$)...

La pluie totale

La quantité de sédiments érodée dépend du débit et de la concentration en sédiments.

Plus le débit est important, plus la quantité de terre exportée est importante. Une pluie de 80 mm déplacerait approximativement 2 fois la quantité de sédiments qu'une pluie de 40 mm, à intensité égale (ce qui est rarement le cas, puisque les grosses pluies ont souvent une intensité moyenne plus forte et déplacent donc beaucoup plus de sédiments car l'impact de l'intensité s'ajoute à celle de la pluie totale).

La répartition saisonnière de la pluie

Des hivers pluvieux : les pluies fréquentes sont de faible intensité. Le sol demeure saturé, ce qui provoque un ruissellement même avec une faible intensité de pluie.

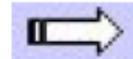
Des orages convectifs au printemps : les cultures d'été n'ont pas encore émergé, le sol est nu, et ces pluies temporellement et spatialement localisées ont une forte intensité et érosivité.

Des pluies fortes après une longue période de sécheresse : ceci est le cas en zone semi-aride. Après une longue saison sèche, il y a peu de végétation pour protéger la surface du sol, alors les premières pluies de la saison humide sont plus érosives que celles de la fin de saison quand la végétation est mieux établie.

Battage du sol



Désagrégation du sol
Libération des particules fines



Perte du sol



Obturation de la porosité de
surface



Erosion



Réduction de la capacité
d'infiltration



Augmentation du ruissellement

3- La morphologie du terrain

Les paramètres topographiques sont fondamentaux pour expliquer l'importance des phénomènes érosifs.

a/ La déclivité de la pente

La pente est un facteur important d'érosion. Le ruissellement et l'érosion commencent sur des pentes faibles (1 à 2 %).

Egalement, la perméabilité des sols est un acteur déterminant. En effet, si les sols sont absolument imperméables, le ruissellement de la pluie sera total et ne dépendra pour une surface de pente donnée que de l'intensité de la pluie.

Par contre, si les sols sont relativement perméables, la pente aura une influence certaine sur l'infiltration et donc le ruissellement.

Sur les pentes faibles (<5%) l'érosion en nappe peut apparaître sur les sols mal structurés et pauvre en matière organique mais riche en argile.

Sur des pentes de moins de 10 %, mais assez longues, le ruissellement peut se concentrer et donner lieu à des rigoles.

Entre 10 et 30 %, l'érosion est très forte en cas des sols peu argileux, très limoneux et mal structuré.

Entre 30 et 50 % l'érosion peut être très forte. Le ravinement devient important sur les roches friables.

La mise en culture aggrave le phénomène et nécessite des mesures particulières

Au-delà de 50 %, l'érosion est très forte et le ravinement façonne les versants en paysage désolé, les badlands.

Les cultures ne sont plus possibles et seule une végétalisation permanente (plantations forestières) pourrait réduire les méfaits de l'érosion.

b/ La longueur de la pente

En principe, plus la pente est longue, plus le ruissellement s'accumule, prend de la vitesse et de l'énergie et plus l'érosion s'intensifie.

L'influence de la longueur de pente est d'autant plus importante que le ruissellement a la possibilité de se concentrer.

Par contre, l'influence est probablement nulle en absence du ruissellement et que le splash est le seul processus actif.

c/ La forme de la pente

Une pente donnée a tendance à devenir de plus en plus concave parce que les produits arrachés au sommet s'accumulent en bas de la pente. Cette évolution est parfois sensible et se traduit parfois par une diminution de l'érosion au cours du temps.

Ainsi, une rupture de pente concave favorise le dépôt, à moins qu'elle ne facilite la concentration alors qu'une rupture de pente convexe se traduit par un accroissement de la vitesse d'écoulement et de la contrainte de cisaillement exercée sur le sol si l'eau n'est pas dispersée.

4. Le sol

l'entraînement des particules du sol est facilitée par les caractères du sol comme sa texture, sa minéralogie, sa stabilité structurale et la matière organique qu'il contient.

Les sols limoneux et limono-sableux sont les plus sensibles à l'érosion et à la battance.

Les sols argileux plus fins résistent mieux à l'action du cisaillement par l'eau de ruissellement.

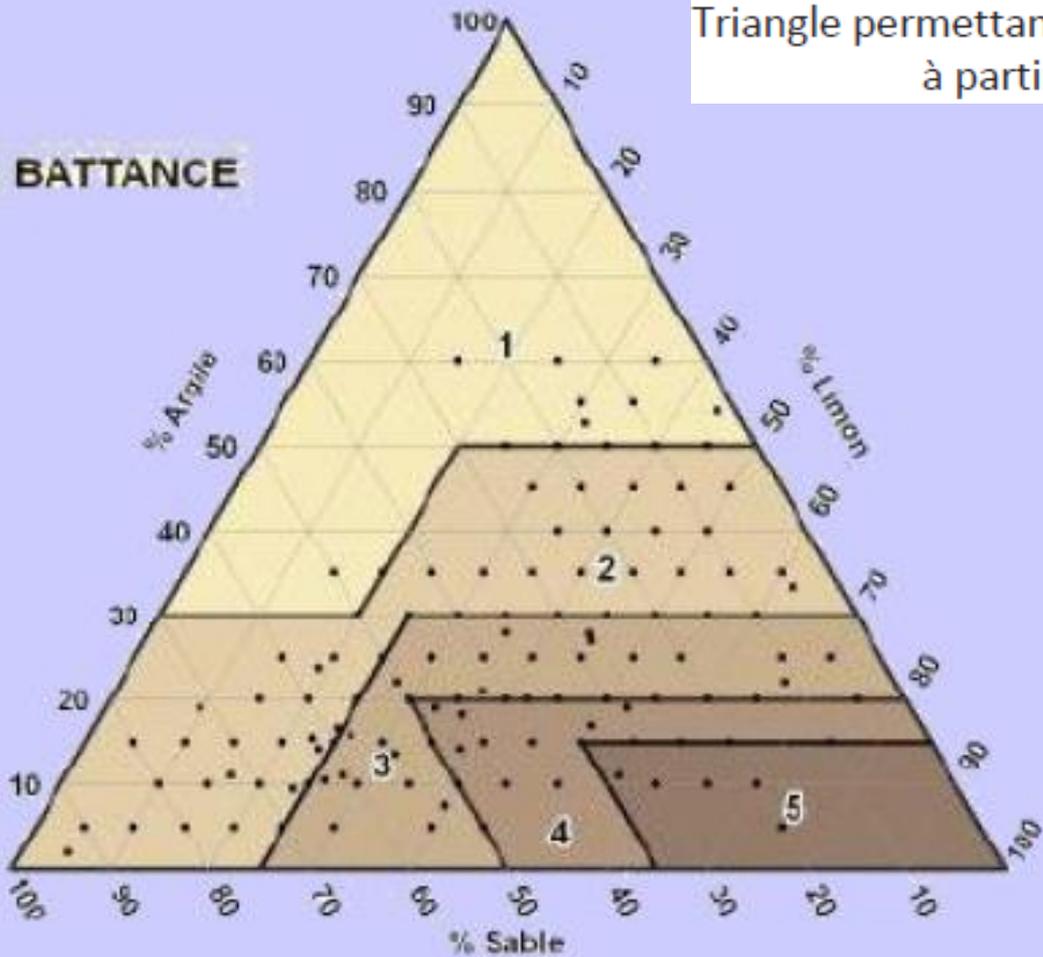
Le détachement des particules est important pour des tailles de grains compris entre 63 et 250 μm .

La stabilité des agrégats maintient la structure du sol et s'oppose à l'érosion.

Les argiles gonflantes comme les smectites diminuent la résistance des agrégats. Par ailleurs, la matière organique favorise au contraire l'agrégation des particules et l'infiltration.

la stabilité structurale qui est l'aptitude de la terre à résister à l'action dégradante de l'eau. Cette résistance reflète leur comportement à l'humectation lorsqu'ils sont soumis à l'impact des gouttes de pluie. La stabilité structurale est influencée par de nombreuses caractéristiques des sols dont les plus souvent évoqué sont **la texture, la nature minéralogique des argiles, la teneur en matière organique et l'état hydrique.**

Triangle permettant la détermination de la battance des sols à partir de leur texture



- Classes de battance**
- 1 . battance très faible
 - 2 . battance faible
 - 3 . battance moyenne
 - 4 . battance forte
 - 5 . battance très forte

5. Les activités humaines

L'homme qui, par des pratiques inadaptées sur les versants, est un facteur principal conditionnant l'intensité de l'érosion.

- Les défrichements qu'il opère sur les forêts et les parcours naturels,
- le surpâturage, la mise en culture sans précaution des terres susceptibles à l'érosion en pente,
- les labours mécanisés dans le sens des grandes pentes et
- la non restitution au sol de ses éléments nutritifs enlevés par les cultures facilitent le ruissellement

Par conséquent, l'érosion et ses effets indésirables deviennent un impact négatif pour l'environnement et pour l'économie.

L'érosion hydrique des sols résulte de l'interaction entre les facteurs statiques et les facteurs dynamiques. Les facteurs statiques sont liés à la vulnérabilité des terrains. Celle-ci représente une caractéristique propre du milieu, dépendante de la nature du terrain. Les facteurs dynamiques sont les agents de pression qui peuvent être soit naturels (climat et couverture végétale), soit humains.

Risque = vulnérabilité x pression.

Les techniques culturales



Dans le cas où la direction du travail du sol est perpendiculaire à la direction de la plus grande pente, la rugosité créée peut contribuer à stocker un important volume d'eau.



Le pâturage



surpâturage

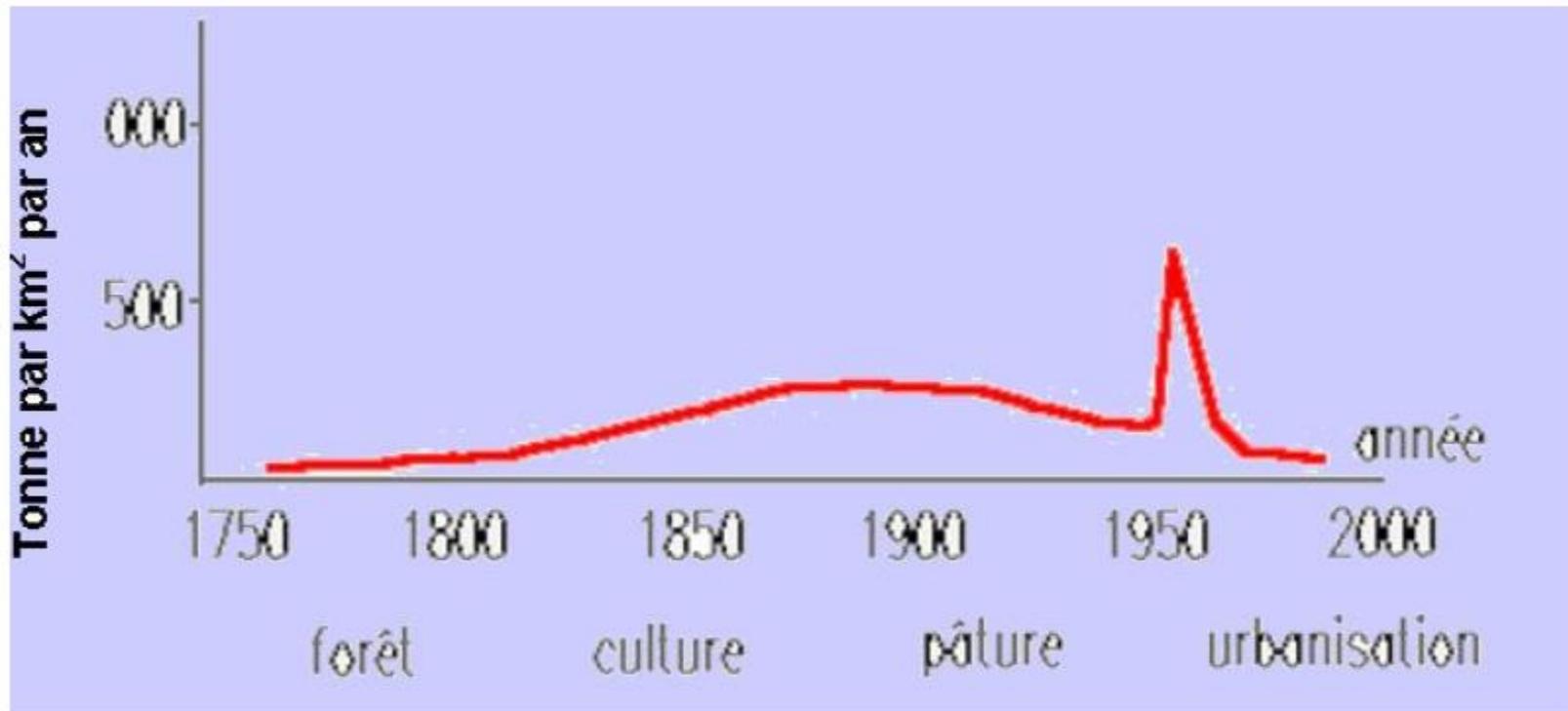
L'espace pastoral s'amenuise suite au surpâturage. La disparition de la couverture végétale, laisse donc des surfaces importantes du sol non protégées et par la suite plus exposées aux effets érosifs de l'eau de la pluie et du ruissellement.

L'urbanisation

Les zones urbanisées ont souvent une érosion spécifique supérieure à celle des régions rurales. On a signalé des taux d'érosion de 20.000 à 40.000 fois supérieurs à ceux des régions naturelles non perturbées.

Les plus grandes quantités de sédiments sont produites durant les phases de construction, surtout quand la végétation et le sol de couverture sont provisoirement enlevés.

Forêts > herbacés (savane) > cultures > jachères nues.



Le défrichement

Avec l'accroissement de la démographie, la mécanisation des travaux agricoles, l'extension des terres de culture, la dégradation de la végétation et du sol ont progressé d'une manière alarmante. La dégradation du couvert végétal a eu comme conséquence l'accélération de l'érosion hydrique.

sur les versants dénudés (défrichement, surpâturage) le ruissellement se génère rapidement et intensément, s'organise de manière diversifiée en fonction de la pente, de la nature des matériaux et de la rugosité de surface et attaque le sol, de plus en plus en profondeur, et transporte les sédiments jusqu'à l'affleurement de la roche en place.

Le processus continue jusqu'à une généralisation du ravinement et la formation de badlands

L'incendie

Le feu endommage et ravage le couvert végétal, cela sous entend un risque élevé d'érosion.