



2^{ème} année Master

Chapitre 6

Aménagement des sols et lutte contre l'érosion hydrique



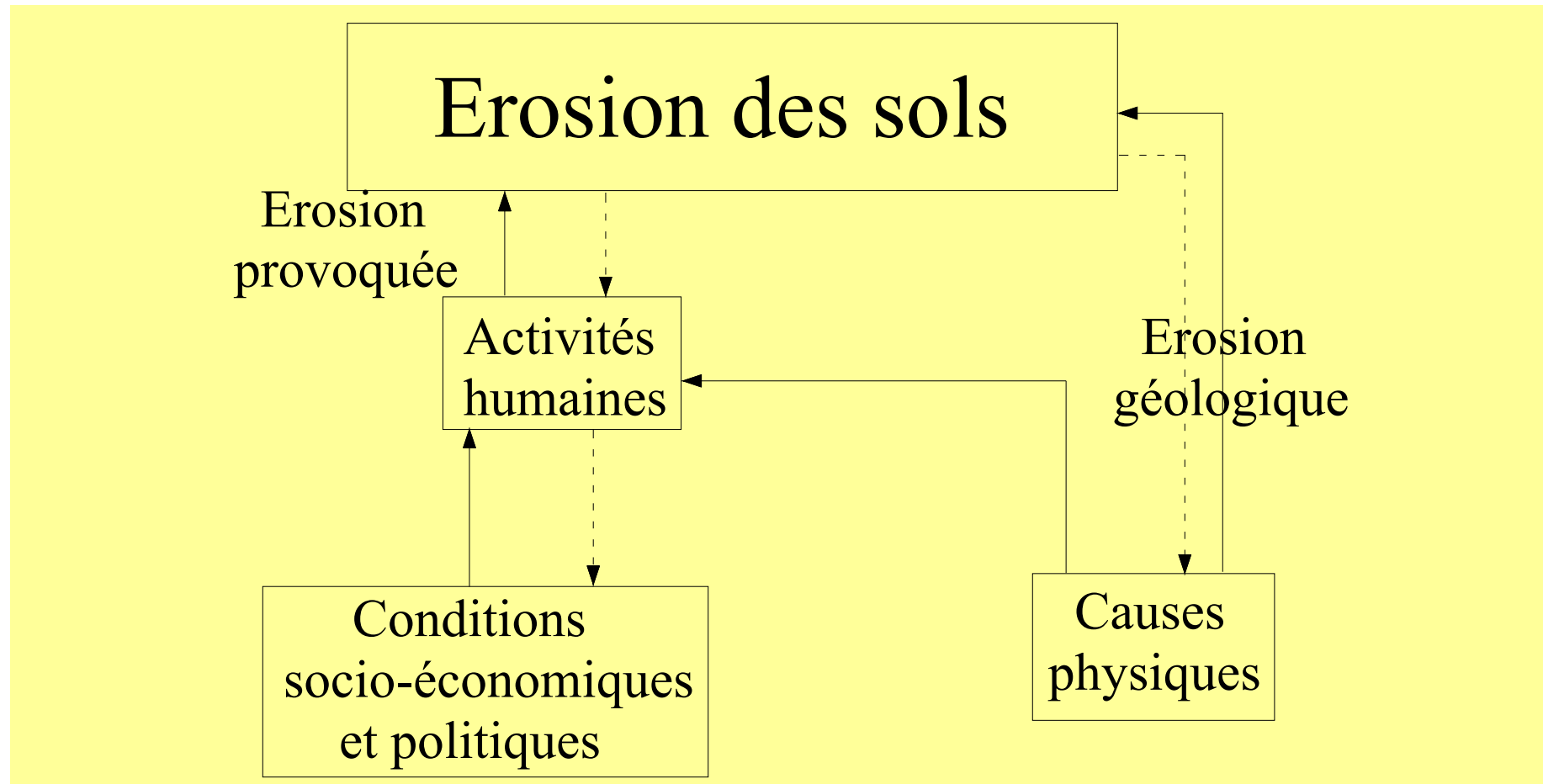
A.N.GHENIM



Exemple de l'ampleur de l'érosion après le passage d'une seule crue

Le processus " EROSION " :

Le mot érosion vient de "**erodere**" verbe latin qui signifie "ronger". L'érosion correspond au **détachement** de fragments ou de particules de sol ou de roches par l'eau et par d'autres agents géologiques tels que le vent, les vagues et la glace, et leur **transport** de leur emplacement initial à un endroit de "**dépôt**" à l'aval.

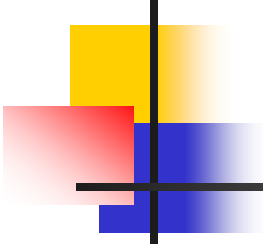


Quelques valeurs de l'érosion géologique :

Elle se déroule continuellement mais très lentement. Elle se chiffre en moyenne à 1 à 2 t/ha/an.



- **Quelques kg/ha** : (Tropical bush) les formations végétales adaptées à la sécheresse (Afrique orientale, Madagascar, Australie), constituées d'arbustes serrés et d'arbres bas.
- **Moins de 100 kg/ha** : Forêts tropicales.
- **150 à 400 kg/ha** : Selon des mesures effectuées en Afrique centrale pour de nouveaux sols.
- **150 à 300 kg/ha** : Selon des mesures effectuées au Kenya.



Rapport entre l'érosion accélérée et l'érosion géologique :

Globalement, on ne connaît pas bien le rapport entre l'érosion géologique et l'érosion des sols due à l'homme. Certaines estimations fixent le taux actuel d'érosion à **deux fois et demi** le taux existant avant que l'homme ait commencé à modifier le paysage à grande échelle.

Différents types d'érosion (accélérée)



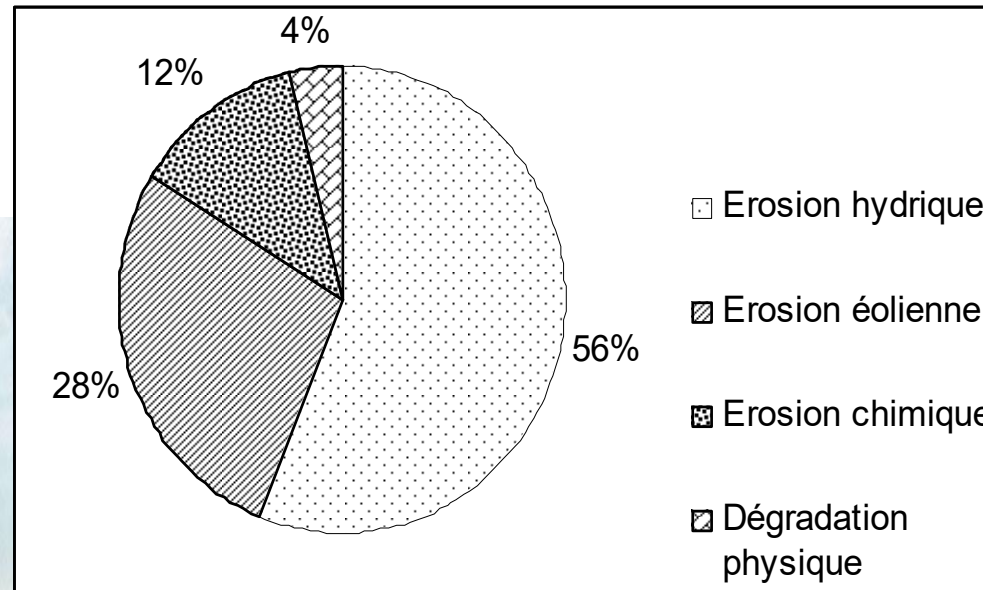
Erosion hydrique



Erosion chimique



Erosion éolienne



Erosion physique

Estimation de l'érosion hydrique :



A l'échelle mondiale :

- 2 milliards d'hectares de terres agricoles (S> Mexique + U.S.A)
- 5 à 7 millions d'hectares de terres agricoles productives.

% des terres affectées par l'érosion hydrique :

35% en Grèce

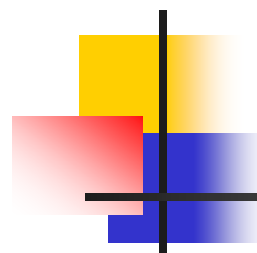
50% en Turquie

40% en Maroc

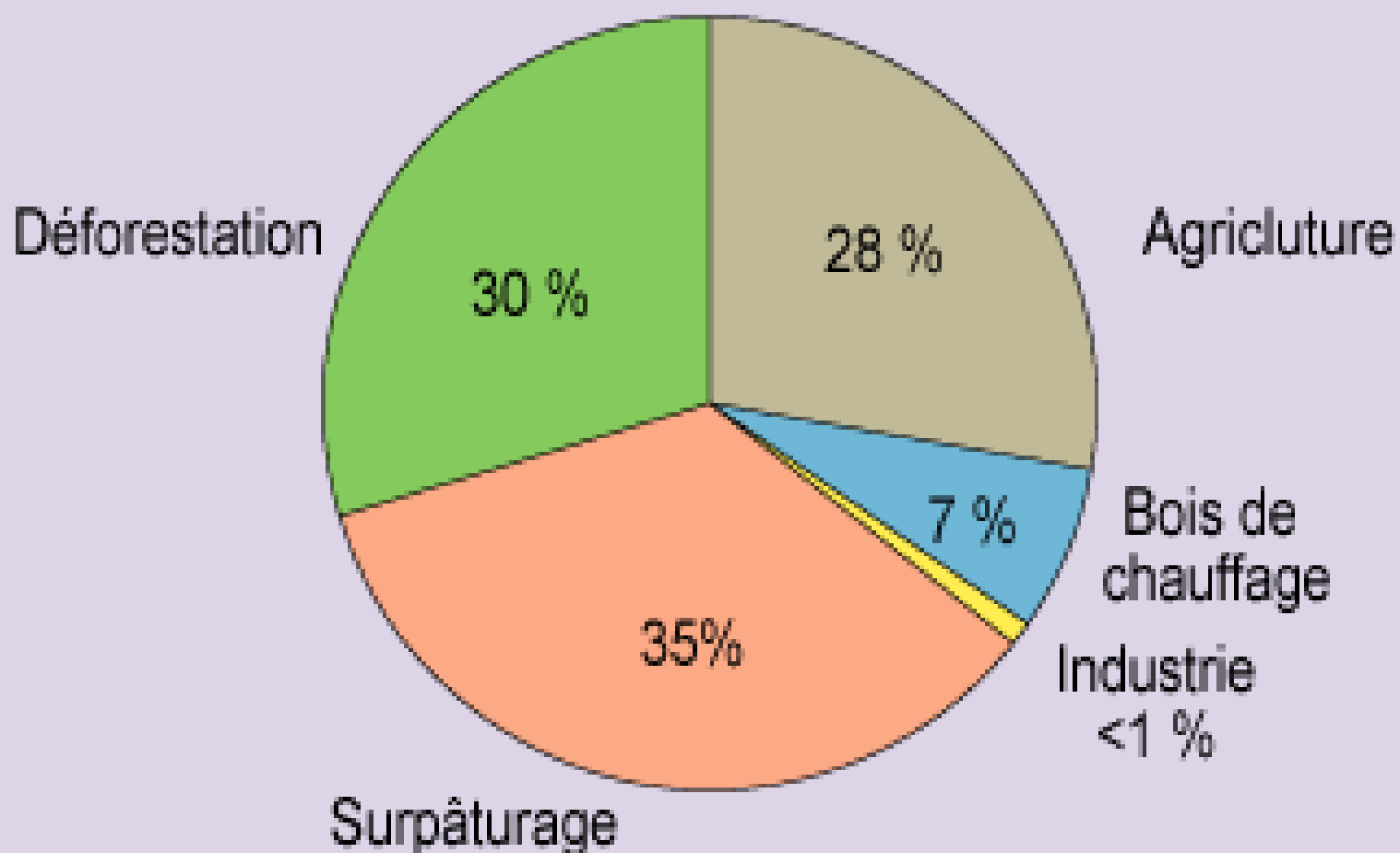
45% en Tunisie

45% du tell Algérien

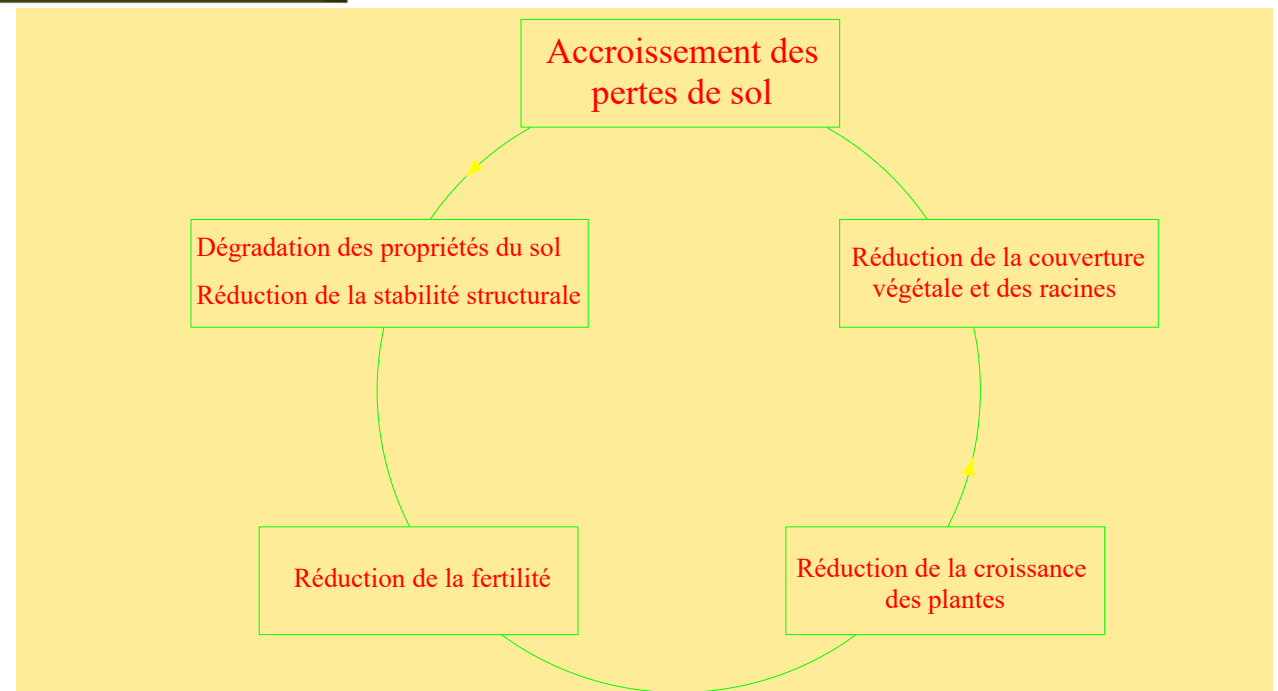
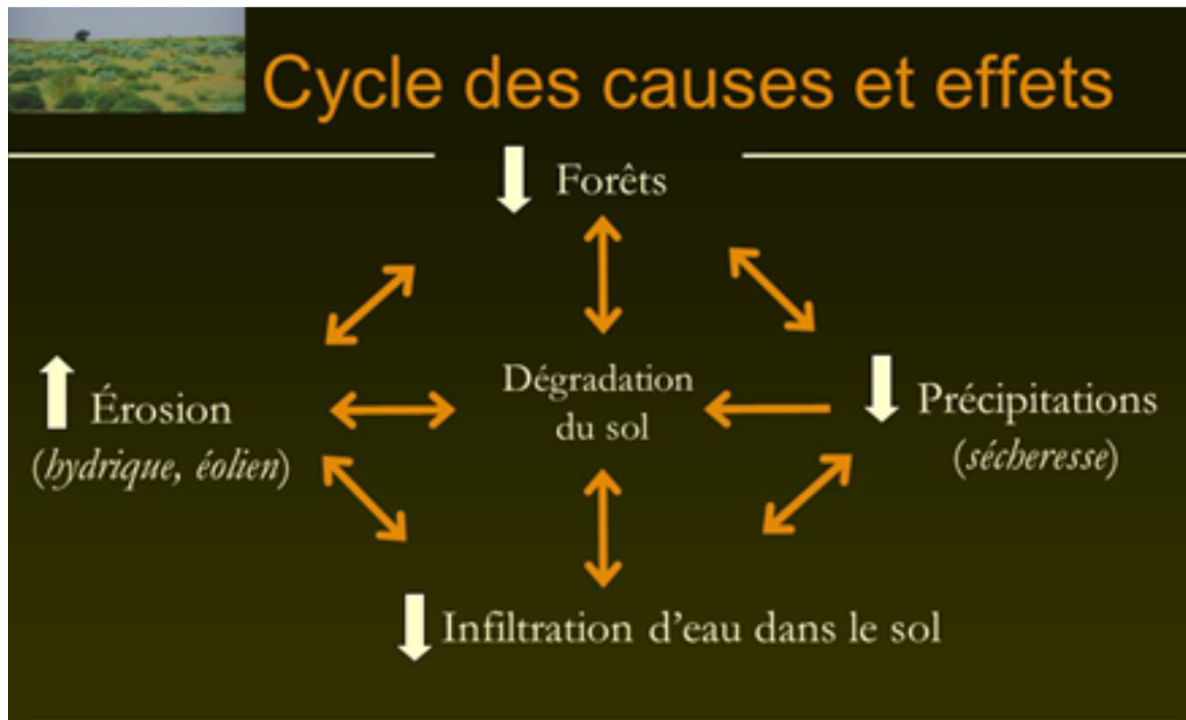
Activités détruisant la ressource "SOL "



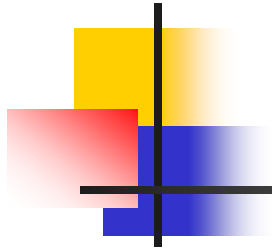
La dégradation de la terre par les activités humaines



LE CYCLE VICIEUX DE L'ÉROSION DES SOLS



Les Mécanismes et paramètres d'influence



Détachement et transport des particules :

L'érosion hydrique peut être le résultat de 4 processus:

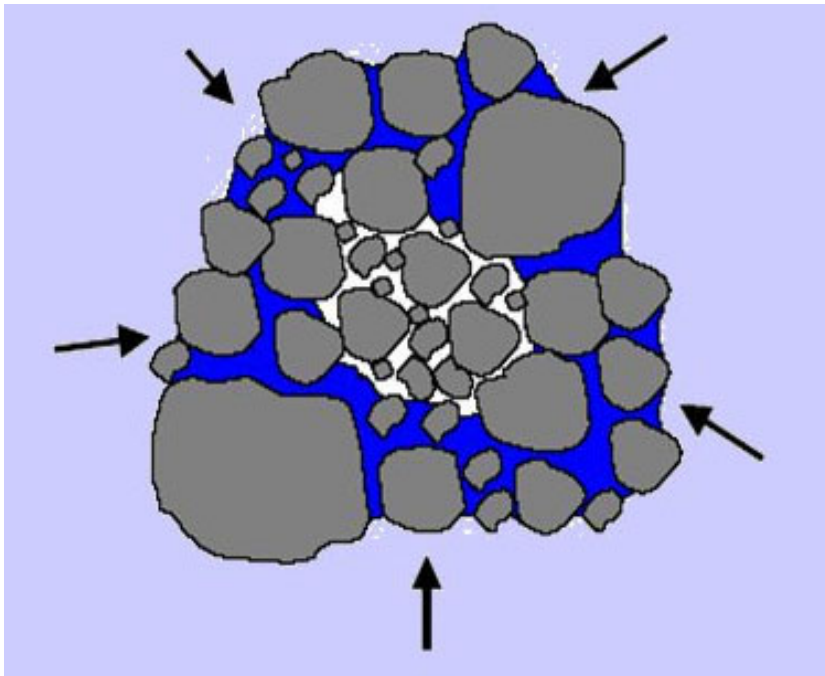
- 1. Détachement sous l'impact des gouttes de pluie.*
- 2. Transport sous l'impact des gouttes de pluie (Effet SPLASH).*
- 3. Détachement par l'effet des forces de cisaillement de l'écoulement d'eau.*
- 4. Transport par l'écoulement de surface.*

Les Mécanismes et paramètres de désagrégation : La désagrégation par l'eau résulte de différents mécanismes physiques et physico-chimiques et peut affecter différents niveaux d'organisation de la structure des sols.

On peut identifier quatre principaux mécanismes :

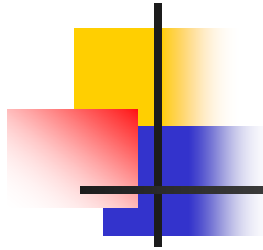
I. L'éclatement :

Il correspond à la désagrégation par compression de l'air piégé lors de l'humectation. Il se produit lorsque des agrégats secs sont immergés dans l'eau ou rapidement ré-humectés. L'intensité de l'éclatement dépend entre autres, du volume d'air piégé, donc de la teneur en eau initiale des agrégats et de leur porosité.



Les particules élémentaires produites sont inférieures à 500 μm .

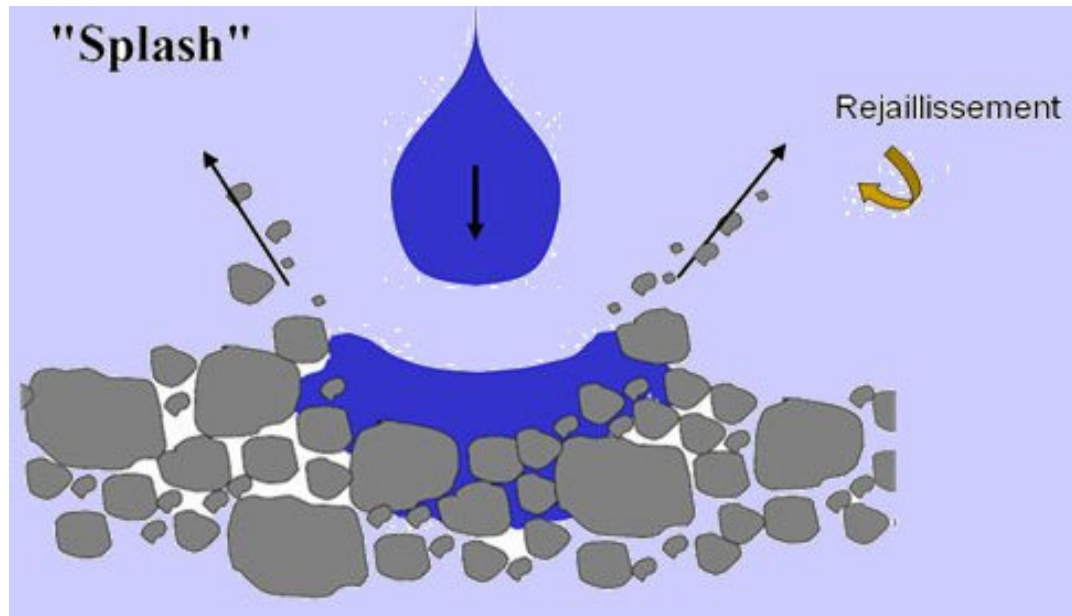
2. La désagrégation mécanique sous l'impact des gouttes de pluie ou détachement par effet SPLASH :



L'impact des gouttes de pluie peut fragmenter les agrégats et surtout détacher des particules de leur surface.

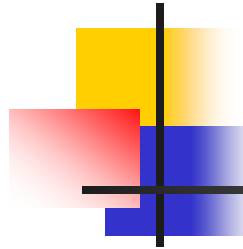
Ce mécanisme intervient généralement conjointement aux autres mécanismes et nécessite une pluie d'une certaine énergie, variable selon les sols.

L'énergie cinétique des gouttes n'est plus absorbée mais est transformée en force de cisaillement qui provoque détachement et splash.



Les particules détachées $< 100 \mu\text{m}$

3. La désagrégation par gonflement différentiel :



Le phénomène de gonflement-retrait intervient lors des cycles d'humectation - dessiccation des sols fins. Il entraîne une microfissuration des agrégats et contribue à réduire leur diamètre moyen.

L'importance de ce mécanisme dépend en grande partie de la teneur des sols fins et de leur nature.

4. La dispersion physico-chimique :

Elle résulte de la réduction des forces d'attraction entre les particules colloïdales lors de l'humectation. C'est le mécanisme de désagrégation le plus efficace. La dispersion dépend de la taille et de la valence des cations présents qui peuvent former des ponts entre les particules chargées négativement.

Les principaux agents de l'érosion hydrique :

1. Intensité et agressivité des pluies : L'action causée par l'impact de la pluie commence quand la première goutte percute le sol, aidée par sa capacité à détacher des particules de la surface (énergie cinétique transformée en effort de cisaillement). Ce processus représente le premier stade de l'érosion hydrique des sols.

$$E_c = \frac{1}{2} m V^2$$

E_c : Énergie cinétique de la pluie (joule)

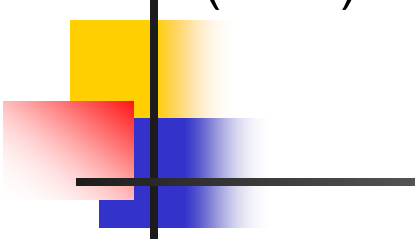
m : Masse de la goutte de pluie (kg)

V : Vitesse d'impact de la goutte de pluie (m/s)

Il faut savoir que :

- V atteint 9 à 10 m/s pour des gouttes dont le diamètre est autour de 6 mm.
- Le diamètre de la particule augmente proportionnellement avec l'intensité de la pluie lorsque celle-ci varie entre 76 et 100 mm/h.
- Des pressions de l'ordre de 2 à 6 MPa sont exercées sur le sol pendant un temps très réduit (50 μ S).

Comme il est difficile d'évaluer l'énergie cinétique des gouttes, une relation empirique reliant l'intensité d'une pluie à son énergie cinétique a été mise au point par Wischmeier et Smith (1958) :


$$E_c = \sum_{i=1}^n (11,89 + 8,73 \log I_p) * P_i 10^{-3}$$

E : Energie cinétique (KJ/m²).

I_p : Intensité d'une pluie (orage) pendant un intervalle i (mm/h)

[pour 0.05 < I_p < 76.2 mm ; pour I_p > 76.2 mm on prendra I_p = 76.2 mm]

P_i : Hauteur de la pluie pour un intervalle i (mm)

Plusieurs phases sont à considérer au cours d'une pluie :

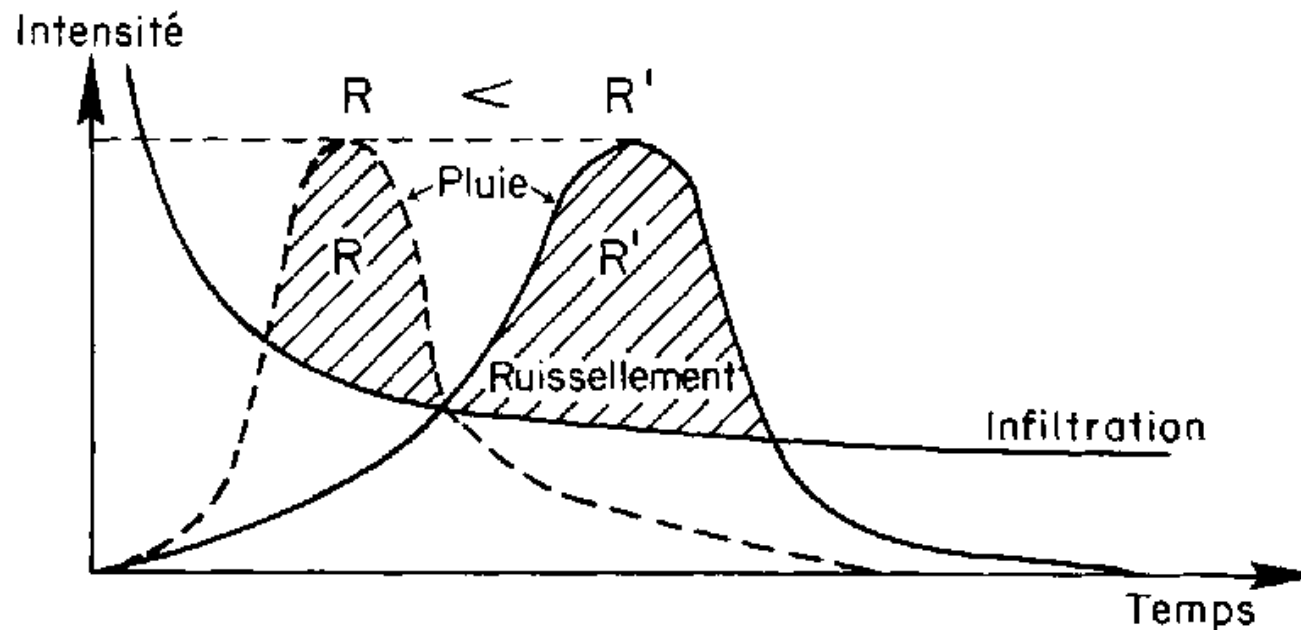
Les premières gouttes de pluies arrivant au sol y pénètrent proportionnellement à sa porosité. Cette première phase s'accompagne d'un déplacement de particules et d'un tassement du sol. Puis la couche superficielle s'humidifie, et l'on assiste au développement quasi simultané de trois processus :

- la désagrégation de la structure,
- la formation d'une pellicule de battance
- l'érosion par "SPLASH" ou érosion par rejaillissement

2.Le ruissellement : Il apparaît dès que l'intensité d'une pluie devient supérieure à la vitesse d'infiltration du sol. Il est nettement plus élevé sur sol nu que sous cultures.

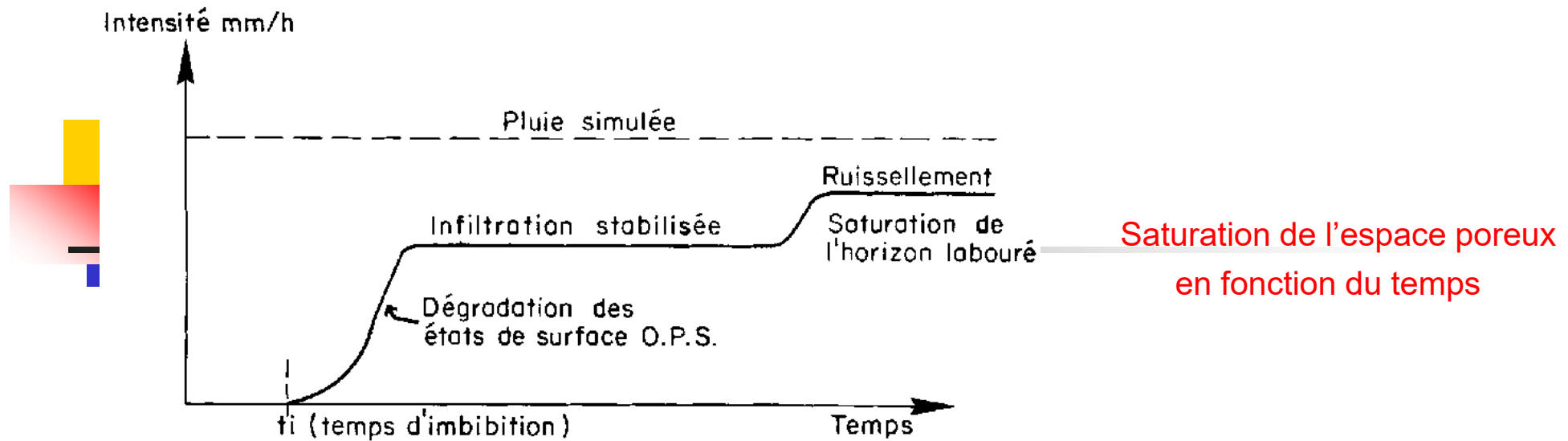
Dans la littérature, Il existe trois théories pour expliquer la naissance du ruissellement :

a) **Théorie de Horton (1945) :** Le ruissellement apparaît lorsque l'intensité des pluies devient supérieure à la capacité d'infiltration du sol.

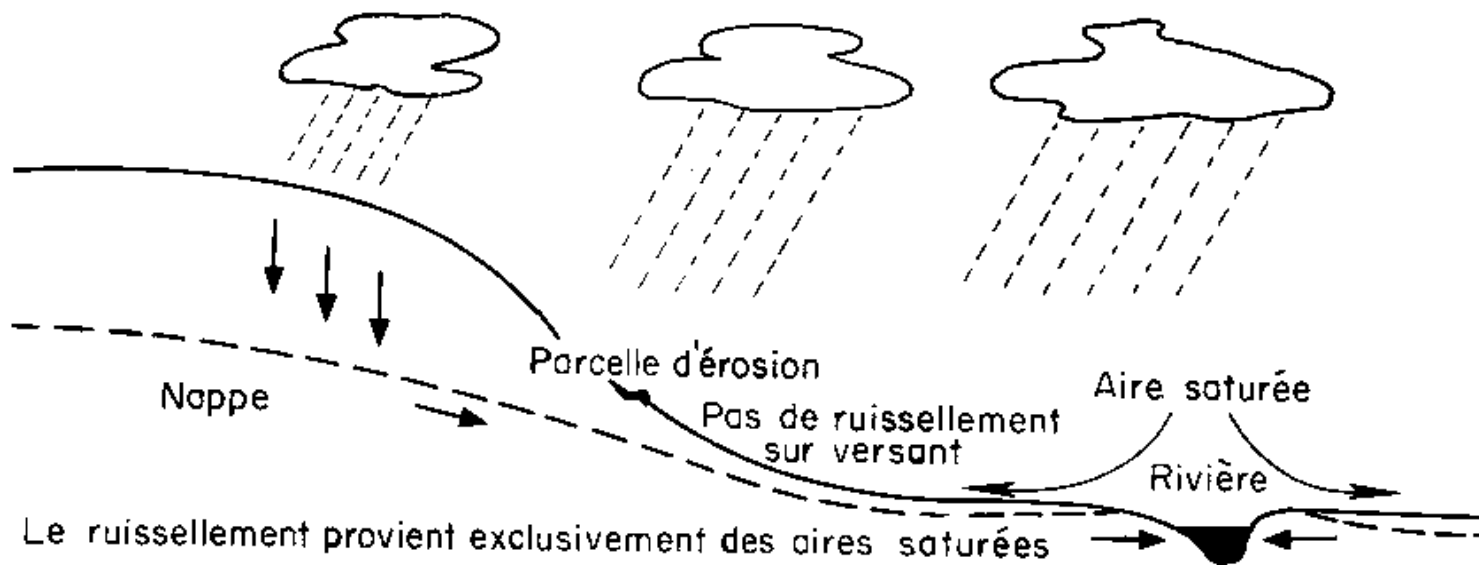


Intensité des pluies/ infiltration en fonction du temps

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 : Le ruissellement observé au niveau de la rivière est fonction de la surface du sol saturé au fond de la vallée. L'ensemble du bassin versant contribue au volume écoulé par la rivière par extension de la surface saturée.



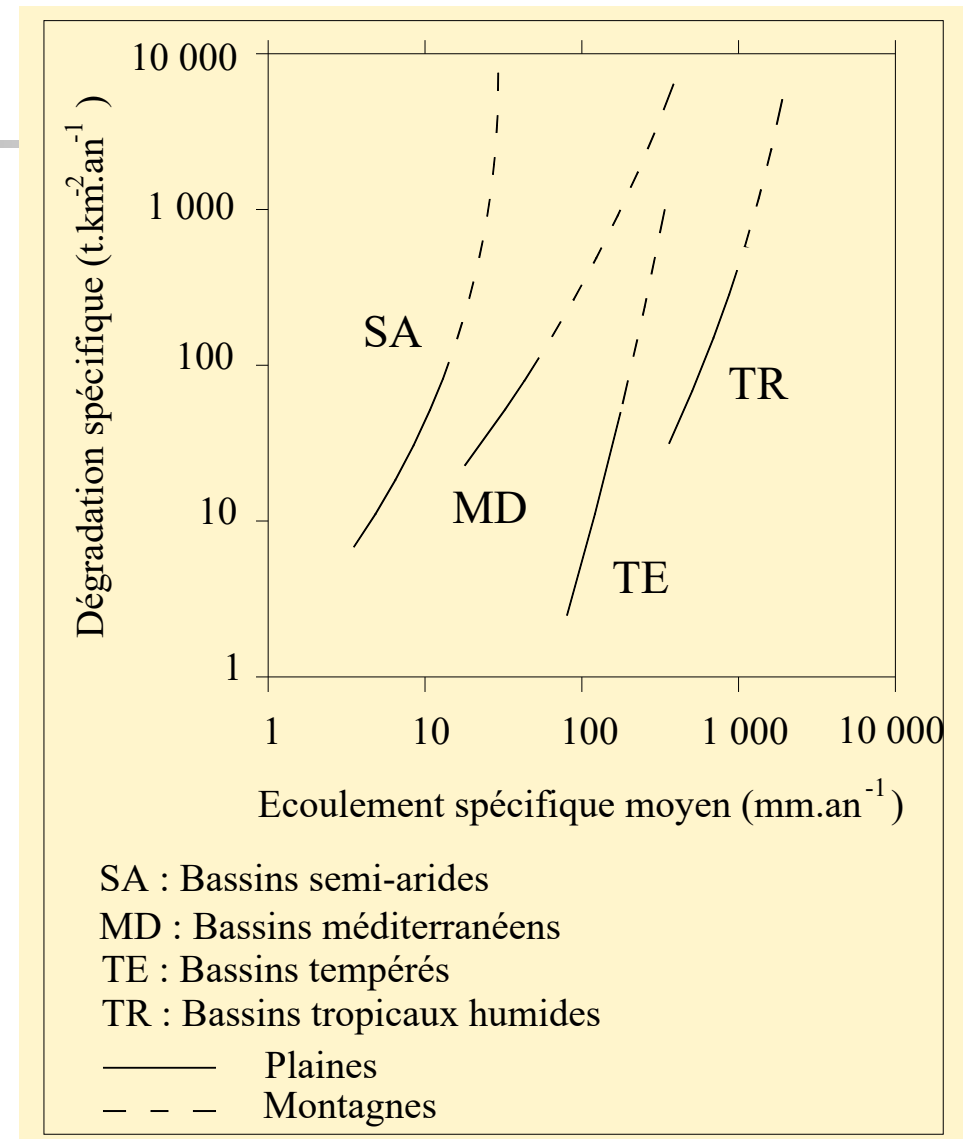
Contribution partielle du bassin versant au ruissellement

Facteurs de l'érosion hydrique

I. Le climat :

Dans la région méditerranéenne, les pluies sont faibles et variables. En Algérie, durant la dernière décennie, un déficit notable de 60 à 280 mm par rapport aux moyennes sur 30 ans a été enregistré ce qui représente un déficit d'écoulement allant jusqu'à 70%.

En plus d'une période sèche annuelle de plus en plus grandissante, les pluies s'abattent pendant un temps très court. Des intensités journalières de 120 à 200 mm ont été enregistrés.



Efficacité érosive des bioclimats calculée
sur la turbidité des cours d'eau
(Demangeot, 1990)

2. Le couvert végétal :

L'interception de la pluie par les plantes a deux conséquences principales :

- Diminuer le pouvoir érosif des pluies en réduisant son énergie cinétique.
- Réduire l'ampleur du ruissellement.

3. L'activité anthropique :

Des actions anthropiques peu soucieuses liées aux usages et mode d'exploitation de la ressource "eau, sol, environnement" tels que certaines **pratiques culturelles**, la **déforestation**, la **pollution de la biosphère** ainsi que **les aménagements et travaux réalisés dans le réseau hydrographique**, peuvent affecter significativement l'intensité de l'érosion hydrique.

Le surpâturage





La déforestation

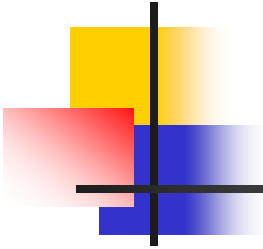


Les incendies de forêts



Mauvaises pratiques agricoles





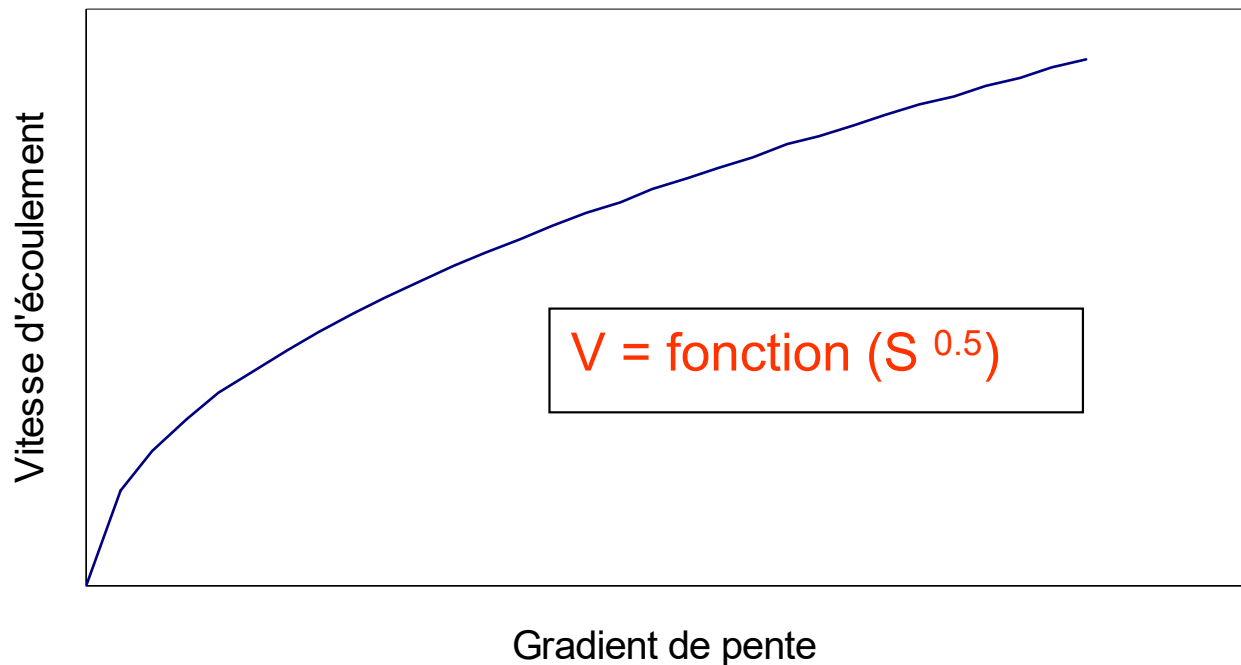
4. Le sol et son état hydrique initial :

Les principales caractéristiques des sols qui permettent de déterminer le degré de sensibilité à l'érosion hydrique sont la profondeur, la pierrosité, la granulométrie, la teneur en matières organiques, la nature minéralogique des argiles, l'infiltrabilité et la cohésion.

En plus de la nature du sol, son état hydrique au moment d'une pluie a une très forte influence sur la désagrégation, la formation des croûtes et la réduction de l'infiltrabilité résultante.

5. Pente et longueur de pente :

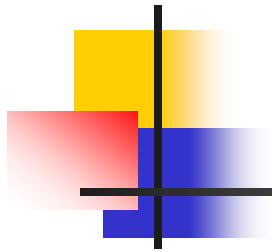
L'influence de la pente est complexe. Dans plusieurs cas, on a observé une réduction du volume ruisselé lorsque la pente augmente mais, le plus souvent, l'érosion augmente avec la pente car se développe une érosion en rigoles dix fois plus agressive que l'érosion en nappe.



Vitesse d'écoulement en fonction du gradient de pente

Dans les milieux semi-arides et arides, le gradient de la pente est corrélé positivement avec le recouvrement de la surface du sol par des fragments de roches réduisant le ruissellement et la perte de sol. En Algérie, l'influence de la pente sur l'ampleur de l'érosion est très significative car 85 % des superficies cultivables sont situées dans les régions montagneuses dont 63% sont à plus de 800 m et le quart présente des pentes supérieures à 25 %.

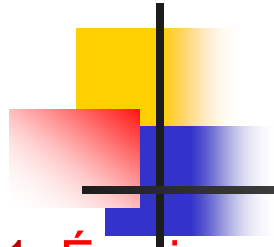
6. L'infiltration :



Tous les sols sont plus ou moins perméables. Le coefficient de perméabilité qui représente la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol dépend essentiellement de la porosité du sol.

Pour un sol homogène initialement non saturé, la surface du sol présente une certaine **infiltrabilité** définie comme le flux maximum qu'elle peut absorber lorsqu'elle est maintenue en contact avec de l'eau à la pression atmosphérique. Au cours du temps, cette infiltrabilité baisse par l'action de la compaction des sols (agents climatiques ou action de l'homme) .

Les formes de manifestation de l'érosion hydrique



L'érosion hydrique se manifeste sous deux formes principales:

1. Érosion en nappe : dite aussi " aréolaire ou diffuse "

Elle se produit lorsque l'écoulement et l'érosion se font sur toute la surface du sol. Elle se développe aussi sur l'espace compris entre deux ravines "rill" provoquant une usure homogène non perceptible dans la majorité des cas.

L'érosion en nappe, bien que sélective vis-à-vis des particules légères est de 1 à 20 t.ha⁻¹.an⁻¹ observée sur des sols rouges de 12 à 40 % de pente recevant 450 à 600 mm de pluie par an.

2. Érosion linéaire :

Elle se manifeste lorsque la concentration des eaux conduit à la formation de chenaux de dimension croissante : griffes (quelques centimètres de profondeur), rigoles (incision dans la couche labourée), ravines (incision dépassant la couche labourée).



Erosion en nappe

2.1. Érosion en griffes et rigoles :

Elle se produit lorsque l'écoulement d'eau se concentre et choisit son passage. Dès qu'une griffe s'établit, l'eau de ruissellement tend à s'y réunir et plus elle se creuse, plus il y a appel d'eau dans la rigole. Ainsi, le phénomène s'accélère de lui-même.



Quantitativement, ce type d'érosion reste dans les mêmes proportions que l'érosion en nappe.

2.2. Érosion par ravinement :

Les ravines suivent la ligne de plus grande pente des versants. Puisque le ruissellement provenant des versants peut atteindre **50 à 80 %** durant les averses exceptionnelles tombant sur des terres battues ou compactées, l'essentiel des transports solides provient des ravines et des oueds. En Algérie, la vitesse de progression des ravins a été évaluée entre **1,7 et 6,0 m.ha⁻¹.an⁻¹** durant la période 1959-1982 à partir de photos aériennes dans les monts de la Mina. Elle peut atteindre les **10 000 t.ha⁻¹.an⁻¹** lorsqu'il s'agit de sapement de berges.





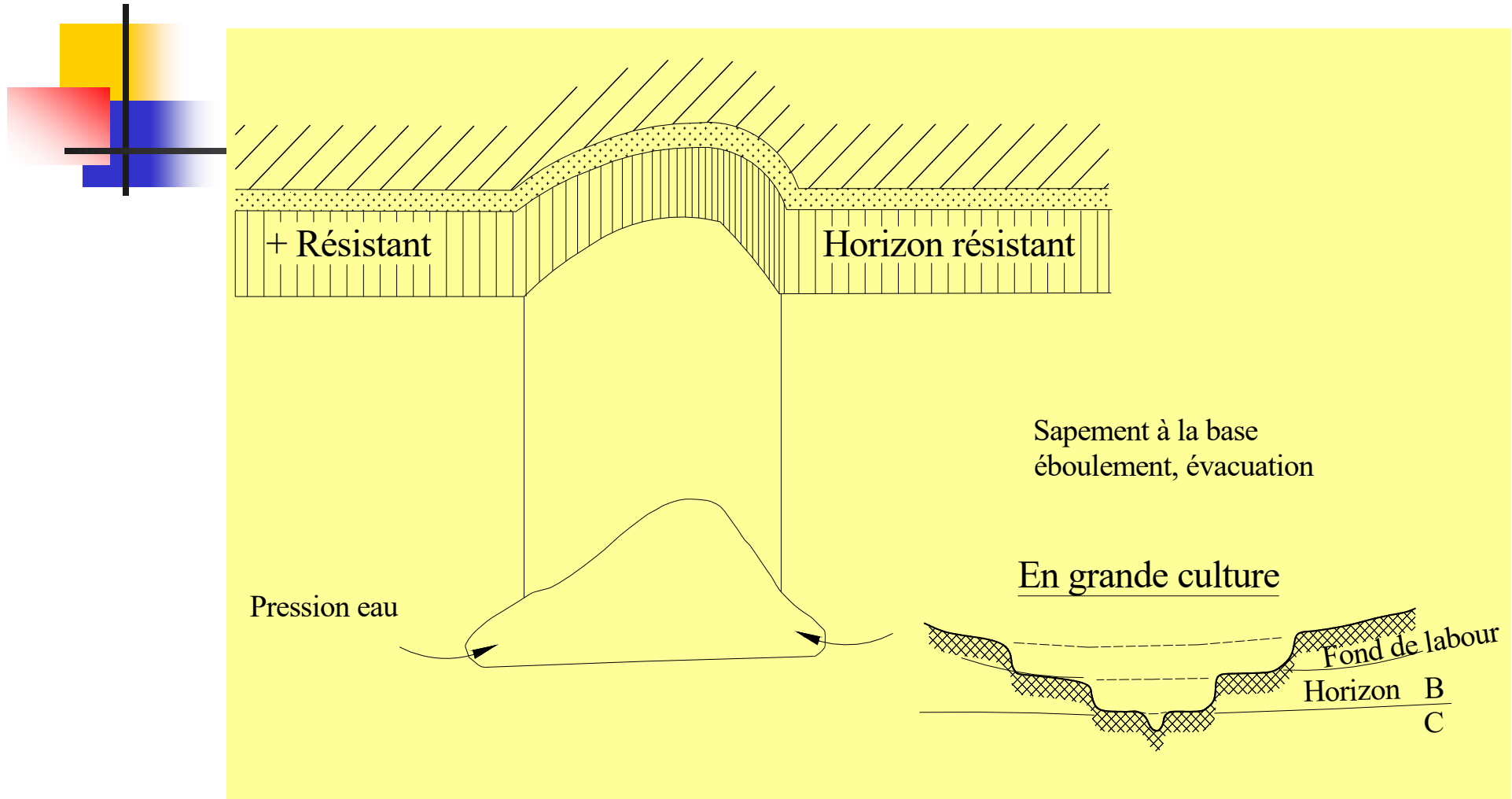
Erosion par ravinement au cours d'un seul évènement pluvieux

Conduite Gargar - Oran (près de Oued Sly)

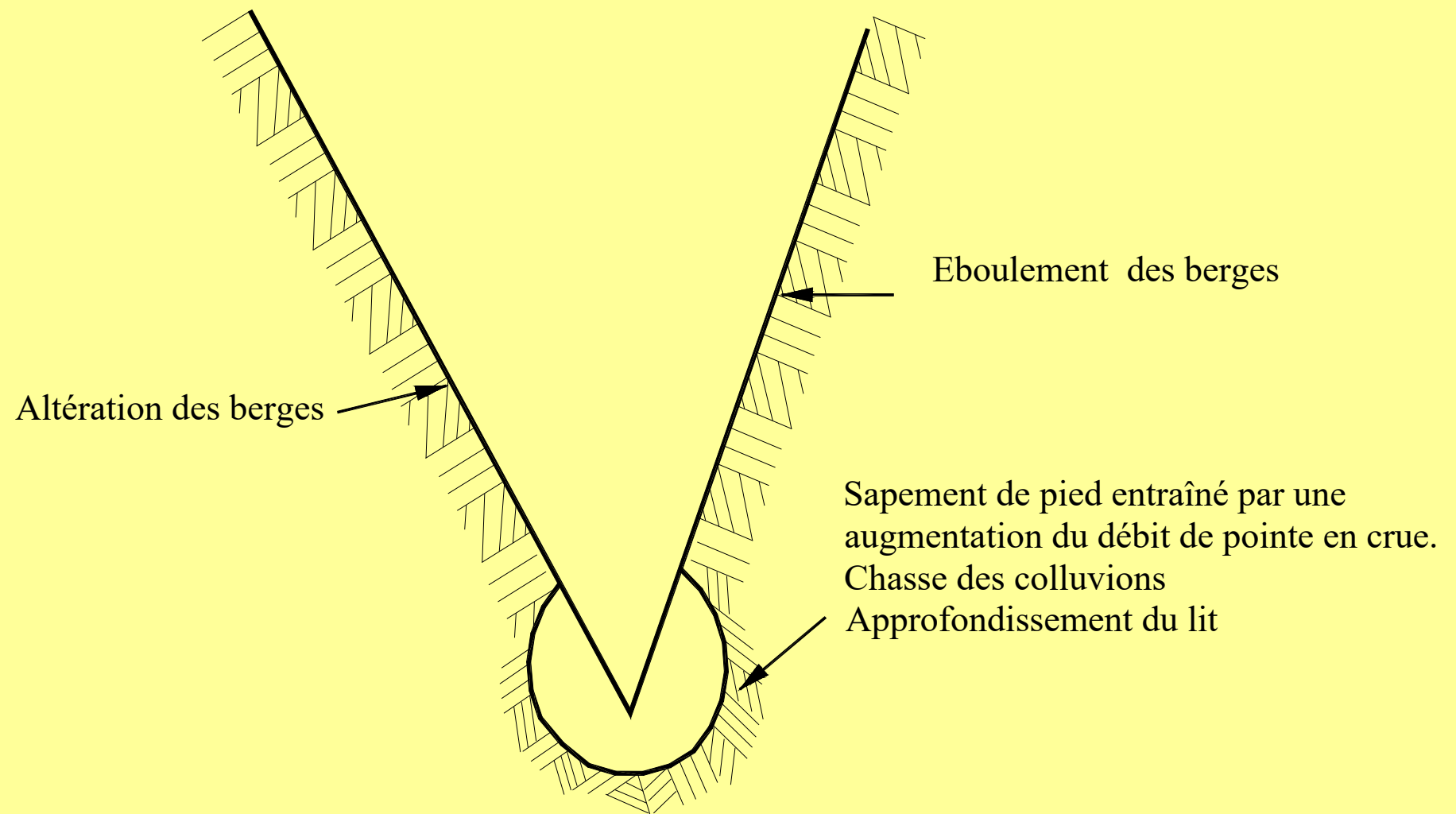
Les ravines peuvent avoir plusieurs formes :

Formes	Tracé	Longueur	Largeur	Profondeur
Griffe	Sinueux	< 1 m	< 10 cm	5-6 cm
Rill	Rectiligne	Centaine de m	10–20 cm	5-10 cm
Rigole	Sinueux	Dizaine de m	5-70 cm	3-10 cm
Ravine	Peu sinueux	Centaine de m	50 cm a 1 m	30-50 cm
Petit ravin	Peu sinueux	Centaine de m	50 cm a 1 m	50-200 cm

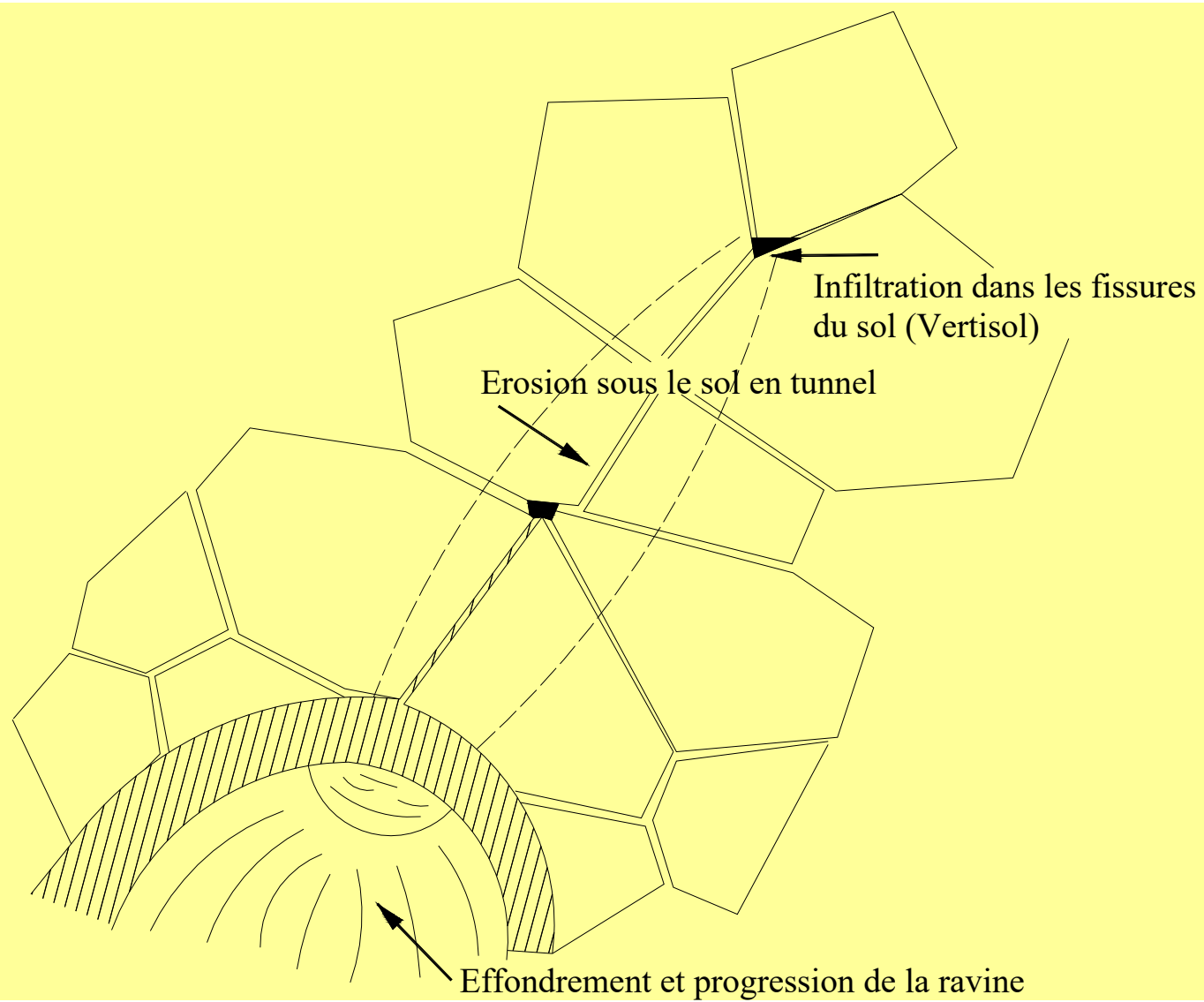
Les 3 processus de ravinement sont représentés par les schémas suivants :



Ravines en U (sur matériau hétérogène)



Flancs de ravines en V (sur matériau homogène)



Ravines en tunnel (sur argiles gonflantes, gypse et matières solubles)

Importance de divers processus d'érosion en zones méditerranéennes, soudanienne et tropicale humide en Afrique (Roose, 1994)

Paysages	Pente	Erosion ($\text{t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$)	
		En nappe	en ravine
Basses montagnes Méditerranéennes	10 à 40%	0,1 à 20	90 à 300
Longs glacis Soudano-sahéliens	1 à 3%	0,1 à 35	20 à 100*
Collines convexes Tropicales humides	4 à 30%	0,1 à 700	100 à 500*

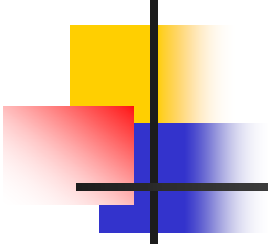
* Estimations

Quantification de l'érosion hydrique

Historique :

- 
- 1920 : Une attention particulière a été réservée au phénomène d'érosion lorsque des pertes de sol importantes devenaient une menace aux U.S.A.
- 1935 : Création de "U.S Soil Conservation Service".
- 1940 : Développement d'un modèle mathématique (liant la perte de sol à la longueur de pente et au gradient de pente) par ZINGG.
- 1941 : SMITH inclut des facteurs prenant en charge l'influence des cultures et du système de conservation des sols.
- 1947 : MUSGRAVE fait intervenir un facteur relatif aux précipitations.
- 1978 : La collecte de données et l'analyse de plus de 10 000 parcelles expérimentales situées dans 49 localités a permis de mettre au point l' "Universal Soil Loss équation" (USLE).

1°/ Formule de WISCHMEIER et SMITH (1978) :


$$A = R . K . L . S . C . P$$

A : Perte de sol moyenne annuelle à long terme (t/ha. an)

R : Erosivité de la pluie (N/h)

K : Erodibilité du sol ou Susceptibilité à l'érosion (t.h/N.ha)

L : Facteur de longueur de pente (-)

S : Facteur de pente (-)

C : Facteur d'aménagement (-)

P : Facteur du système de conservation des sols pratiqué (-)

Signification et estimation des différents paramètres :

Erosivité de la pluie (facteur R) : Il est calculé à partir d'un hydrogramme d'une averse érosive individuelle sur une période de 22 ans. Il représente alors l'érosivité moyenne annuelle pour cette période.

Wischmeier et Smith (1958) découvrent que la perte de sol varie linéairement avec le produit de l'énergie cinétique totale d'une averse et de l'intensité maximale sur un laps de temps de 30 minutes.

Ainsi :

$$R = \sum_{j=1}^m (E \cdot I_{30}) \text{ [N / h]}$$

- E : Énergie cinétique (KJ/m²)
- I₃₀ : Intensité maximale d'une averse pendant 30 mn (mm/h)

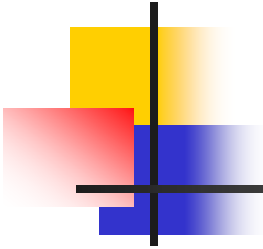
Selon HEUTCH (1970) :

$$R = 143 \log (P \times P_{24}^2 \times 10^{-6}) + 89,7$$

où : • P : Précipitations moyennes annuelles

- P₂₄ : Précipitations maximales en 24 h pour une période de retour de 20 ans

Erodibilité du sol ou Susceptibilité à l'érosion (facteur K) :



Selon l'USLE, K est déterminé expérimentalement sur une parcelle de 72,6 ft de longueur avec pente unique de 9%. Ce paramètre difficilement quantifiable, pourrait être apprécié à partir des propriétés du sol en appliquant la relation :

$$K = 2,77 \cdot 10^{-6} \cdot M^{1,14} \cdot (12 - OM) + 0,043 \cdot (SC - 2) + 0,033 \cdot (4 - PC)$$

$$\text{où } M = (si + ffs) \cdot (100 - cl)$$

Avec :

cl : clay (argile < 2 μ m) [%]

si : silt (limon 2 à 50 μ m) [%]

ffs : very fine sand (sable très fin 50 à 100 μ m) [%]

OM : Organic matter (Matière organique) [-]

PC : Permeability class (Classe e perméabilité) [%]

L'érodibilité des sols ainsi déterminée ne prend en considération que les éléments fins (fraction < 2 mm), or les sols contiennent aussi des éléments grossiers. L'USDA (1980) a alors mis au point un facteur K_a (ajusté ou corrigé) :

$$K_a = K \cdot (0,983 - 0,0189 \cdot X + 0,0000973 \cdot X^2)$$

où

K : Facteur d'érodibilité

X : Pourcentage des éléments grossiers (> 2 mm) en surface du sol.

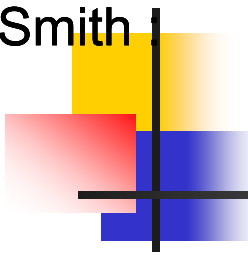
Evaluation de la classe de perméabilité

Numéro de code	Perméabilité (cm/h)
1	Rapide à très rapide (12.5)
2	Modérément rapide (6.5 – 12.5)
3	Modérée (2 – 6.5)
4	Modérément lente (0.5 – 2)
5	Lente (0.15 – 0.5)
6	Très lente (inférieur à 0.15)

Evaluation de la classe de structure

Numéro de code	Classe de structure
1	Granulaire et grumeleuse très fine (1 mm)
2	Granulaire et grumeleuse fine (1 – 2 mm)
3	Granulaire grossière et grumeleuse moyenne (2 - 5 mm)
4	Lamellaire, prismatique, granulaire très grossière

Le facteur topographique (facteur LS) : L'érosion des sols est favorisée avec l'accroissement de la longueur de pente et du gradient de pente. Selon Wischmeier et Smith


$$LS = (L / 22,15)^m \cdot (65,41 \cdot \sin^2\alpha + 4,56 \cdot \sin^2\alpha + 0,065)$$

Avec :

L : Longueur de pente [m]

m : Exposant de longueur de pente [-]

α : gradient ou degré de pente [°]

m = 0,5 pour $\alpha > 5 \%$;

m = 0,4 pour $3,5 < \alpha < 4,5 \%$;

m = 0,3 pour $1 < \alpha < 3 \%$;

m = 0,2 pour $\alpha < 1 \%$.

ou

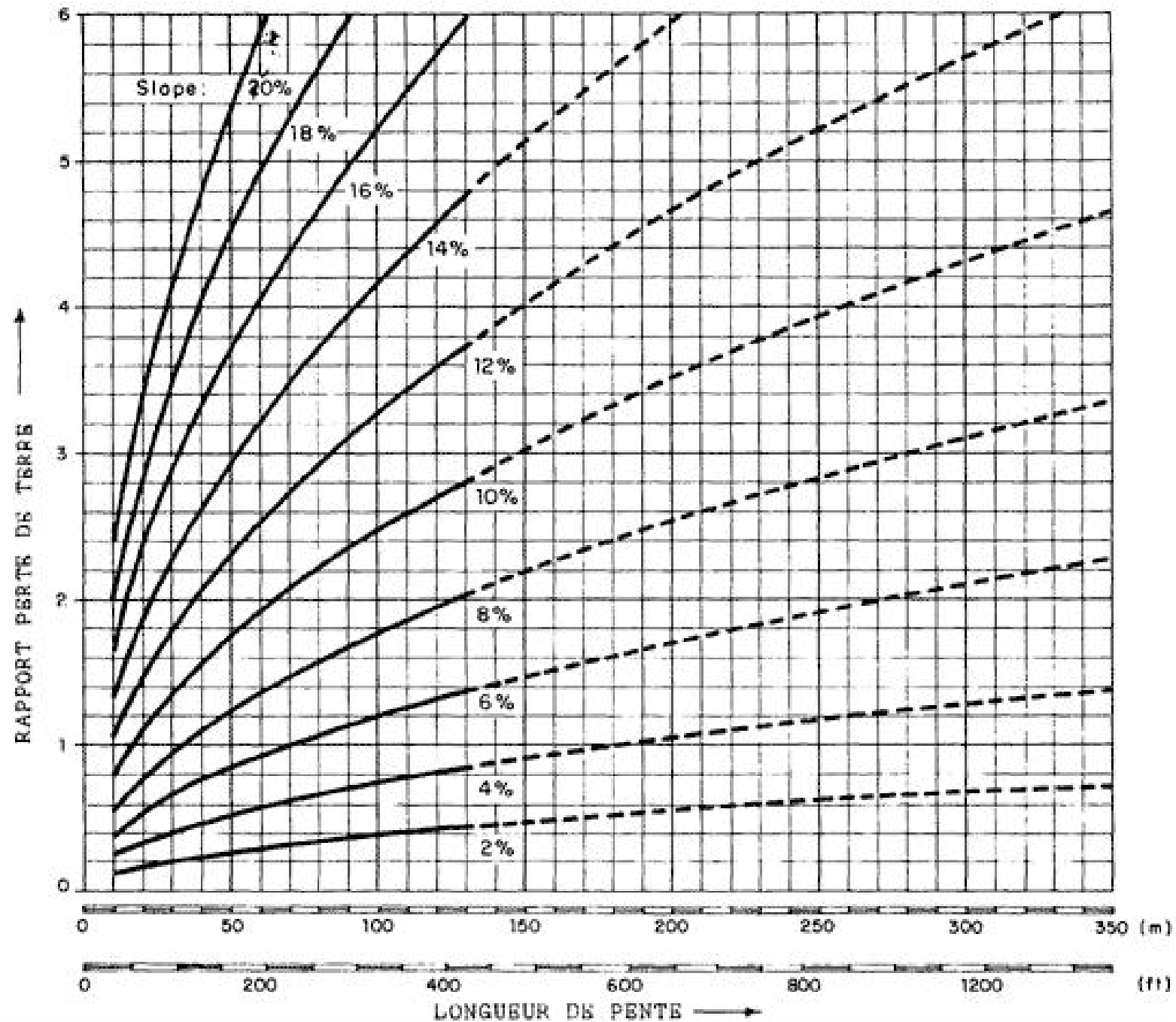
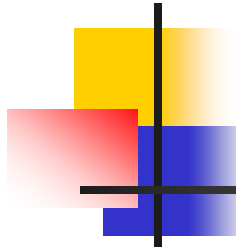
$$LS = (L / 22,15)^m \cdot \sqrt{s/9} \cdot (s/9) \text{ [-]}$$

Avec :

s: gradient [%]

Effet [inclinaison - longueur de pente] sur les pertes en terre

D'après Wichsmeier et Smith



Aménagement du sol (indice culture ou facteur C) :

Il caractérise l'effet global du couvert végétal, des résidus conservés sur le sol, et du système de culture sur les pertes en terre. Dans la plupart des cas, la valeur de cet indice n'est pas constante toute l'année et dépend probablement de tous les autres facteurs. En conséquence, la valeur de C doit, dans beaucoup de cas, être déterminée expérimentalement.

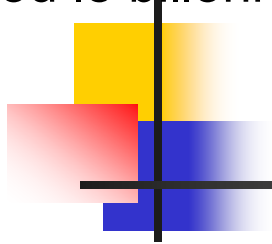
Quelques ordres de grandeur de C :

- . 1 sur sol nu à $1/1000^{\text{ème}}$ sous forêt,
- . $1/100^{\text{ème}}$ sous prairies et plantes de couverture,
- . 1 à $9/10^{\text{ème}}$ sous cultures sarclées (débarassée de ses mauvaises herbes).

Quelques valeurs du facteur C pour la Tunisie

Occupation du sol	C (moyenne annuelle)
Terre nue, jachère nue	1
Arboriculture fruitière	0.9
Blé d'hiver	0.7
Assolement céréalier	0.4
Fourrages	0.2
Assolement céréalier + fourrage	0.01 – 0.1
Pâturage amélioré	0.01
Végétation naturelle (40 – 70 % de couverture)	0.01 – 0.04

Système de conservation des sols pratiqué (facteur P) : Il tient compte des pratiques purement antiérosives comme par exemple le labour en courbe de niveau ou le buttage ou le billonnage en courbe de niveau.



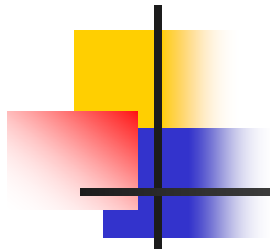
P varie entre **1** sur un sol nu sans aucun aménagement antiérosif à **1/10^{ème}** environ, lorsque sur une pente faible, on pratique le billonnage cloisonné.

Pente %	Valeurs de "P" CULTURES			
	En courbe de niveau	En bandes alternées de niveau	En banquettes a/	b/
2 à 7	0,50	0,25	0,50	0,10
8 à 12	0,60	0,30	0,60	0,12
13 à 18	0,80	0,40	0,80	0,16
19 à 24	0,90	0,45	0,90	0,18

a/ Pour la planification de la lutte contre l'érosion sur les terres agricoles.

b/ Pour prédire la contribution de la charge solide des matériaux charriés hors des champs.

2°/ Formule de FOURNIER (1960) :



$$A_{ss} = \frac{1}{36} \left(\frac{P_m}{P_{am}} \right)^2 2.65 \left(\frac{h}{S} \right)^2 0.46$$

avec :

- A_{ss} : Apport solide spécifique moyen annuel (t/km²/an).
- P_m : Précipitations moyennes mensuelles du mois le plus pluvieux (mm).
- P_{am} : Précipitations moyennes annuelles (mm).
- h : Dénivelée moyenne (m).
- S : Superficie du bassin versant (km²).

3°/ Formule de TIXERONT (1960) :

Basée sur les données recueillies dans 32 bassins Algériens et 9 bassins Tunisiens sur une durée comprise entre 2 et 22 ans.

$$Ass = 354 . E^{0.15}$$

Pour les bassins Tunisiens

$$Ass = 92 . E^{0.21}$$

Pour la région est Algérien

$$Ass = 200 . E$$

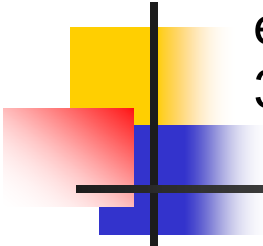
Pour la région centre Algérien

avec :

- A_{ss} : Apport solide spécifique en t/km²/an
- E : Écoulement en mm.

4°/ Formule de SOGREAH (1969) :

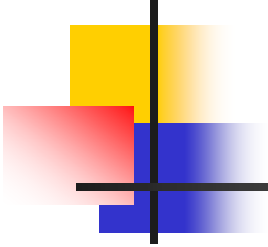
Basée sur les données de 30 bassins algériens, de superficie comprise entre 100 et 300 km², soumis à une pluviométrie annuelle comprise entre 300 et 1000 mm.


$$A_{SS} = \alpha \cdot E^{0.15}$$

avec :

- A_{SS} : Apport solide spécifique (t/km²/an)
- α : Coefficient dépendant de la perméabilité du sol, donné au tableau n° 1
- E : Écoulement annuel (mm).

Perméabilité	α
♦ Perméabilité forte	8.5
♦ Perméabilité moyenne	75
♦ Perméabilité moyenne à faible	350
♦ Perméabilité faible	1400
♦ Imperméable	3200

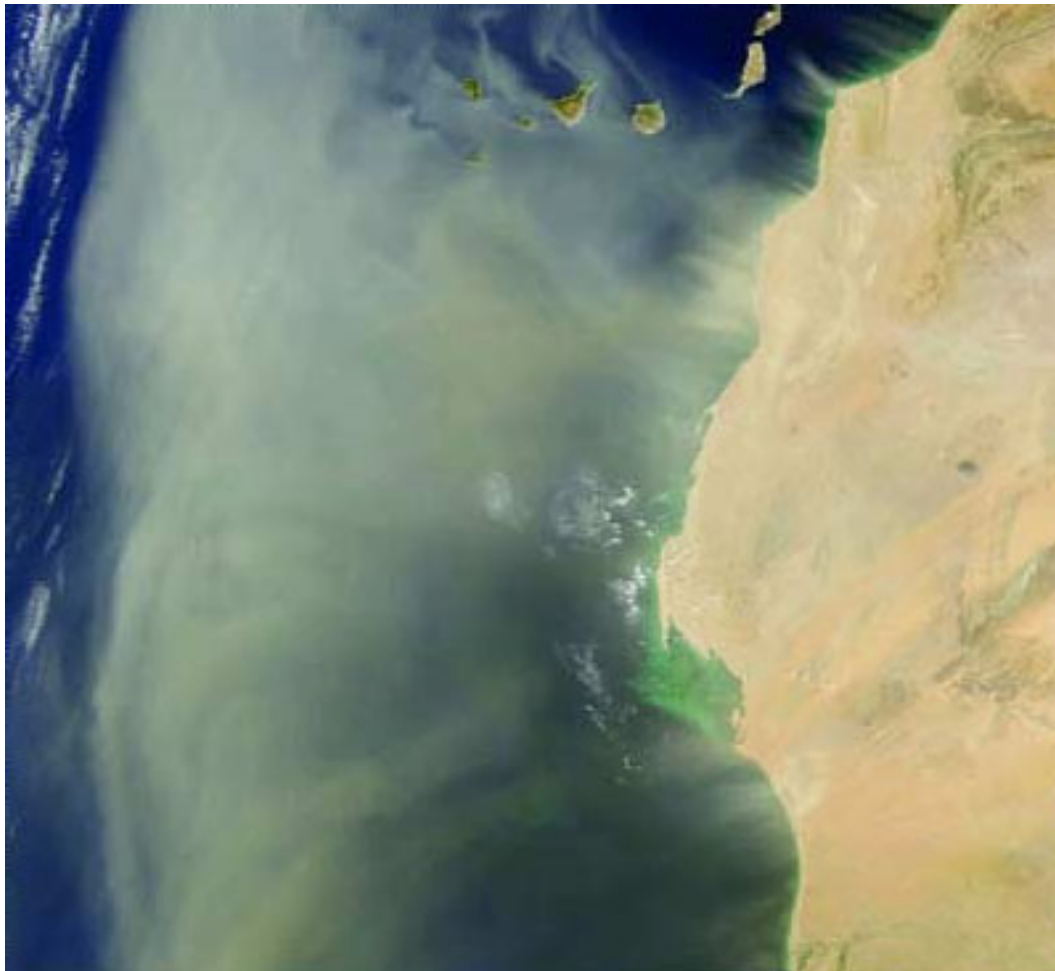


Quelques mots sur l'érosion éolienne

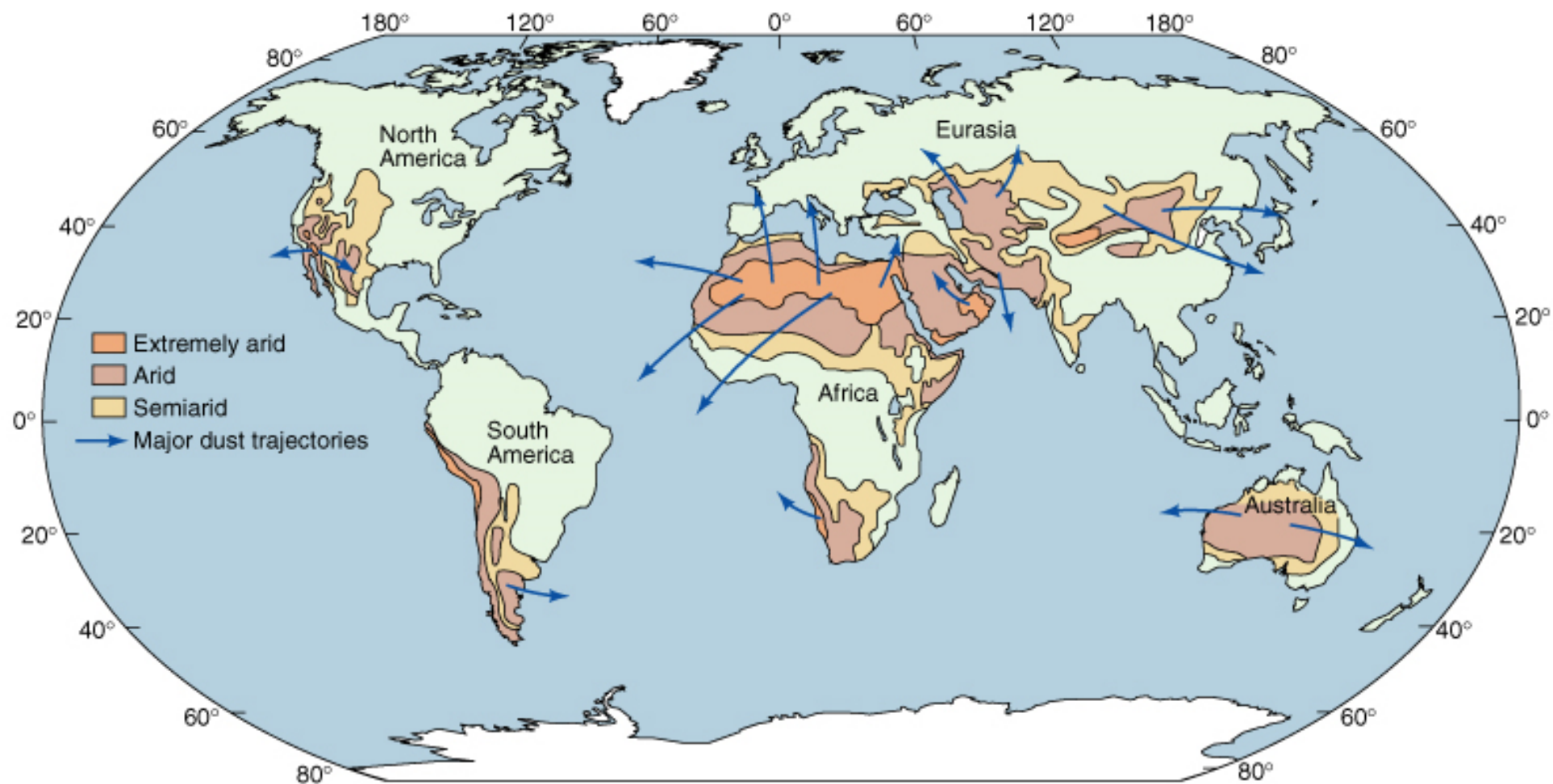
Elle se produit après que la végétation ait disparu et lorsque les particules de sol se sont détachées. L'élément moteur de ce type d'érosion est le vent. Les signes avant-coureurs de l'érosion éolienne sont un dépôt de particules de sable autour des plantes et la formation de micro-rides à la surface des zones exposées.

L'issue finale extrême est la structure dunaire caractéristique des déserts de sable. La vitesse érosive du vent est fixée à **5,5 m / s** sans tenir compte du phénomène de turbulence. L'entraînement des particules solides est fonction de :

1. La vitesse critique du vent.
2. La rugosité du terrain.
3. La cohésion du terrain



Images satellitaires montrant les transports de poussière en provenance du Sahara



Copyright 1999 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

Localisation des zones majeures d'érosion éolienne et principaux déplacements de poussière à la surface du globe

Lutte contre l'érosion des sols

Lutter contre l'érosion hydrique revient à s'attaquer aux causes principales qui la mobilisent. La mise en place d'un programme anti-érosion est assez complexe. Ce programme ne peut se faire sans adhésion de nombreux partenaires (agriculteurs, ingénieurs, élus, techniciens, chercheurs...).

Érosion éolienne : La lutte contre l'érosion éolienne nécessite :

- a/ Réduction des capacités de détachements des particules - Fixation des dunes.
- b/ Diminuer la vitesse du vent par l'installation de brise-vent.

Fixation des dunes.

1. Fixation mécanique : La fixation mécanique permet soit de stabiliser par des moyens mécaniques, les dunes sableuses en mouvement soit d'empêcher la formation de ces dunes sableuses.



Exemple de fixation mécanique par clayonnage

Pour ériger les palissades, on tient compte du degré de menace des dunes et de la direction des vents dominants et forts. On creuse des tranchées d'environ 50 à 60 cm de profondeur et 30 à 40 cm de largeur.



Mise en place des tranchées de fixation mécanique

La fixation mécanique des dunes peut se faire aussi par technique du paillage ou mulching qui consiste à recouvrir la surface du sol d'une couche protectrice aussi uniforme que possible pour supprimer l'action du vent sur le sol et empêcher le phénomène de saltation.

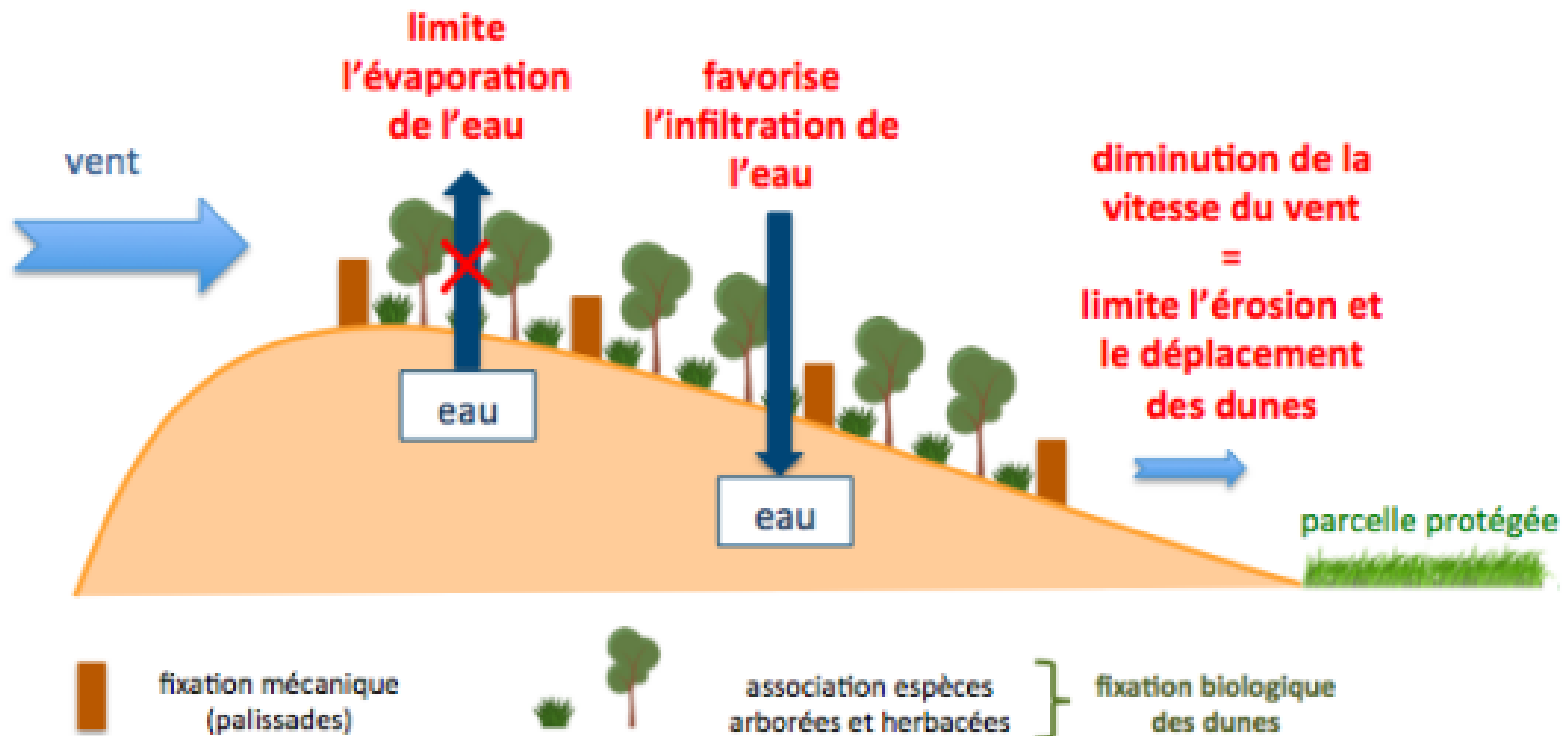


Exemple de fixation mécanique par mulching à base de rachis d'*Hyphæne thebaïca*



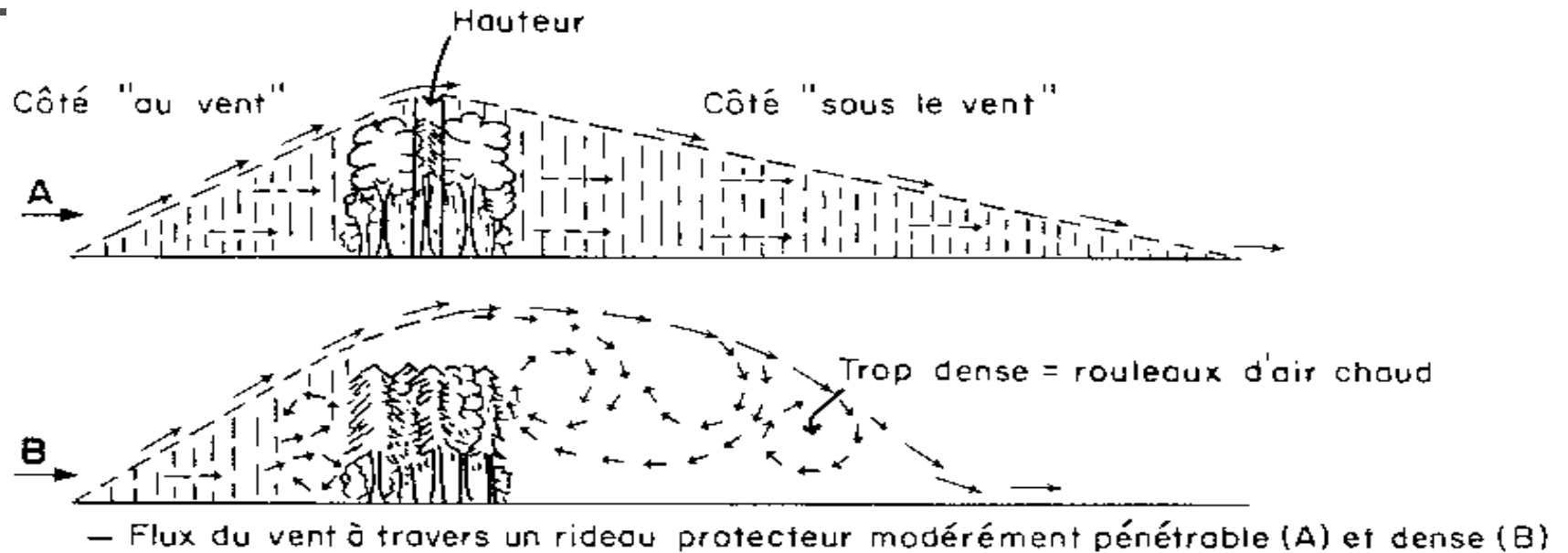
Exemple de fixation mécanique par paillage

2. Fixation biologique : Après que les dunes aient été fixées mécaniquement par l'un des procédés mécaniques, il devient possible de les fixer de façon définitive. Cette opération ne peut être réalisée que par l'installation d'une végétation annuelle et pérenne.

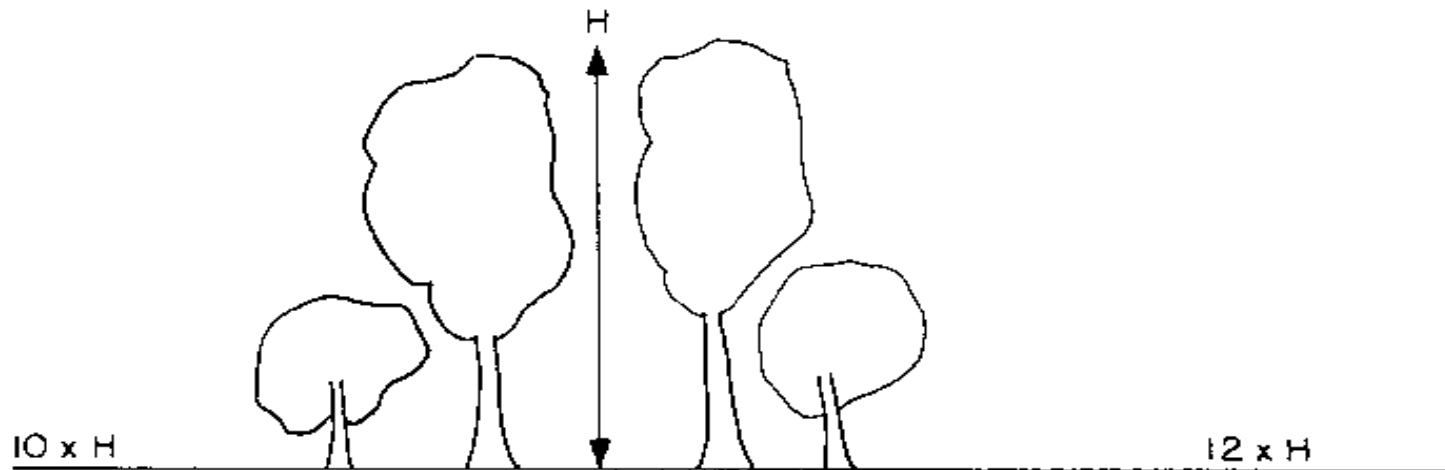


Installation de brise-vent.

Leur rôle est double: ralentir la vitesse du vent (de l'ordre de 20 %) pour réduire l'évaporation et l'érosion éolienne.



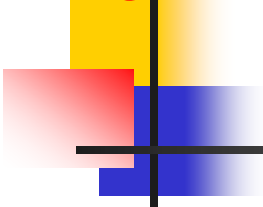
Brise-vent



2. Augmenter la cohésion du matériau

- 
- L'apport de matières organiques dans les horizons superficiels du sol améliore sa structure.
 - La pulvérisation de déchets pétroliers, d'huile lourde ou de bitume et de déchets de l'industrie plastique (genre de colle diluée) permet d'agglomérer les particules à la surface du sol et donc de les rendre difficilement transportables par le vent.
 - l'irrigation d'appoint (lorsqu'on dispose d'eau), peut être une méthode efficace et rentable pour réduire les problèmes d'érosion. Il suffit en effet, d'irriguer le sol avant la saison des pluies normales pour permettre le labour dans de bonnes conditions et l'installation d'un couvert végétal.

3. Augmenter la rugosité de la surface du sol

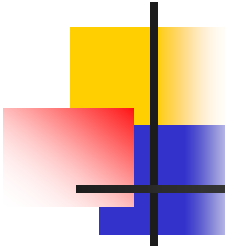


Il s'agit de techniques culturales laissant à la surface du sol de grosses mottes ou encore à laisser les résidus de cultures sur le champ.

4. Augmenter le couvert végétal

On peut également réduire la vitesse du vent en augmentant la densité du couvert végétal. Ceci est évidemment difficile en milieu aride.

2. Érosion hydrique : La lutte contre l'érosion hydrique nécessite :



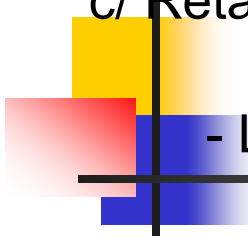
a/ Identifier d'abord les différentes zones suivant les processus dominants, tant du point de vue de la formation du **ruissellement** que l'**érosion** elle-même (travail à l'échelle du bassin versant, unité spatiale de base).

b/ Protéger le sol de l'impact de la pluie :

- La suppression du labour.
- La persistance de résidus végétaux en surface (effet de mulch).
- Le paillage, très efficace contre l'effet splash.

	T/ha de résidus	
	0	2.5
Ruissellement: hauteur totale (mm)	84	51
Vitesse (m/s * 1000)	2,2	0,6
Concentration en sédiments (g/l)	38	7
Pertes en terre (t/ha)	33	4

Effet du paillage sur le ruissellement et les pertes en terre (d'après MANNERING, 1960)



c/ Retarder et réduire la formation d'un écoulement superficiel.

- Le labour en travers de la pente peut, dans une certaine mesure :
 - * Retarder l'apparition du ruissellement en augmentant la rugosité dans le sens de la plus grande pente.
 - * Ralentir l'écoulement en diminuant la pente de son lit.
- Mise en place de seuils, de retenues collinaires,

d/ augmenter la capacité d'infiltration et la capacité de stockage.

- Maintenir le sol poreux en surface.
- Créer des obstacles ou des barrages au ruissellement.
- Travailler le sol, augmenter sa porosité.

e/ Réduire les capacités de détachements et de transport par le ruissellement en limitant sa vitesse et sa concentration