

COURS ROUTES

GENERALITES

DESCRIPTION FONCTIONNELLES DES COUCHES
DE CHAUSSEE

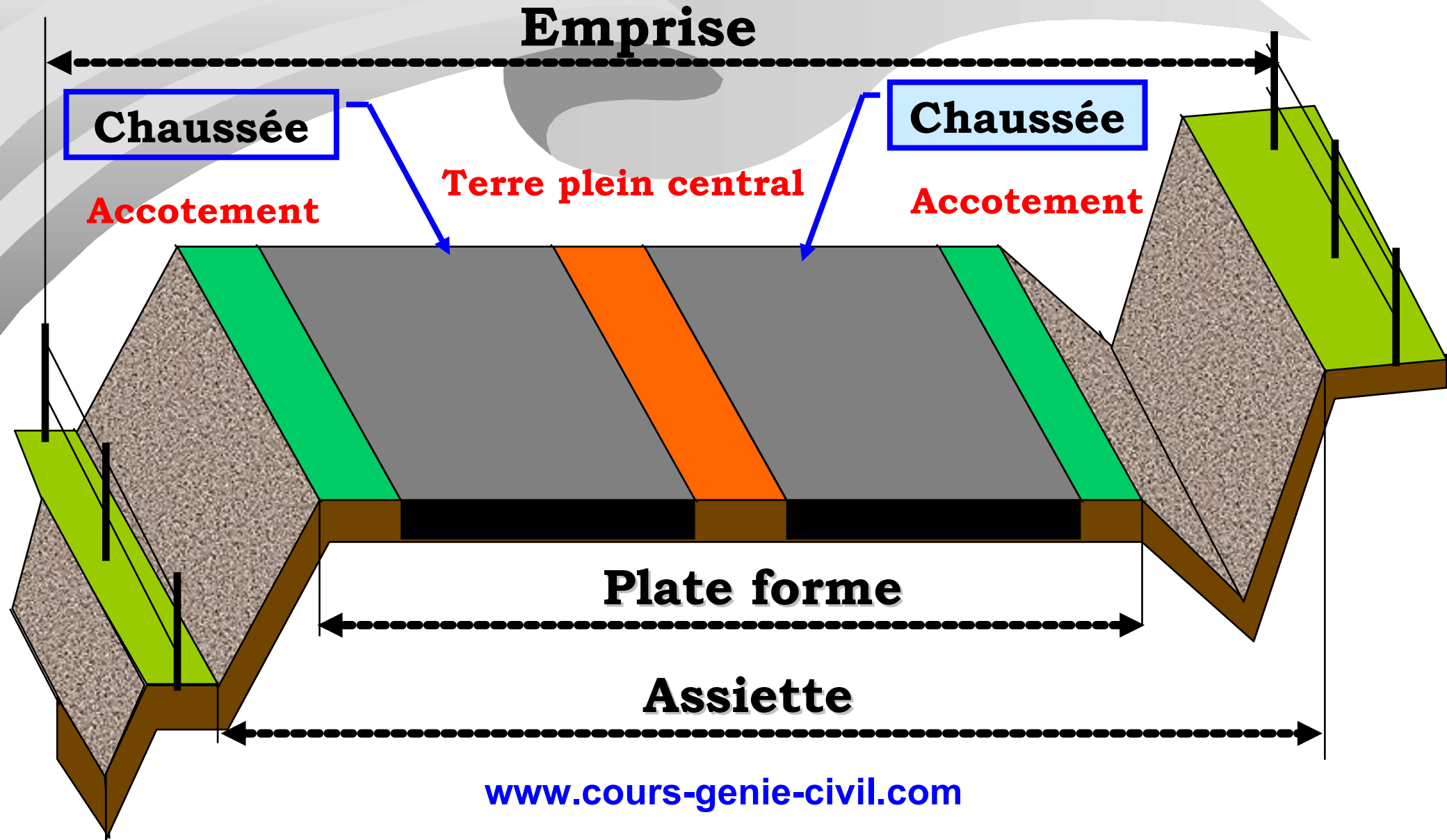
LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUSSEES

DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES

NOTIONS GÉNÉRALES

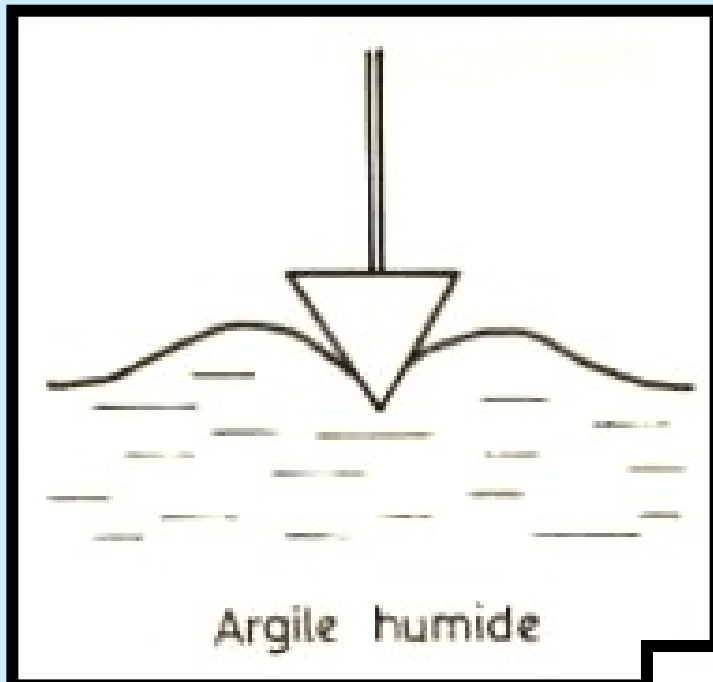
Pourquoi des routes ?

Terminologie



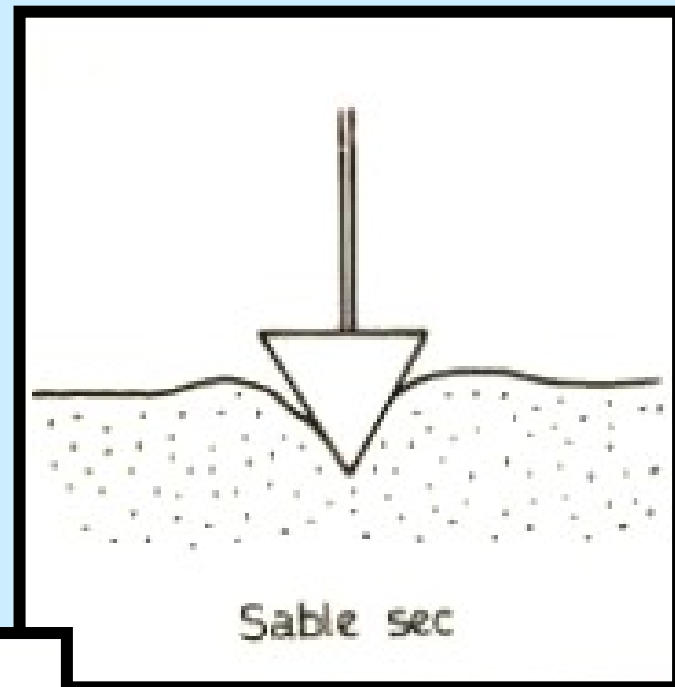
Pourquoi une structure de chaussée



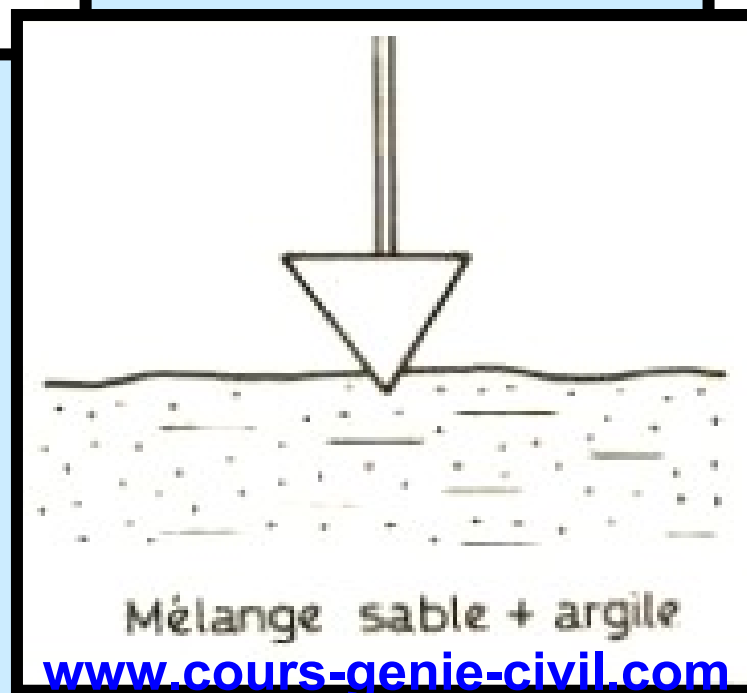


Argile humide

+



Sable sec

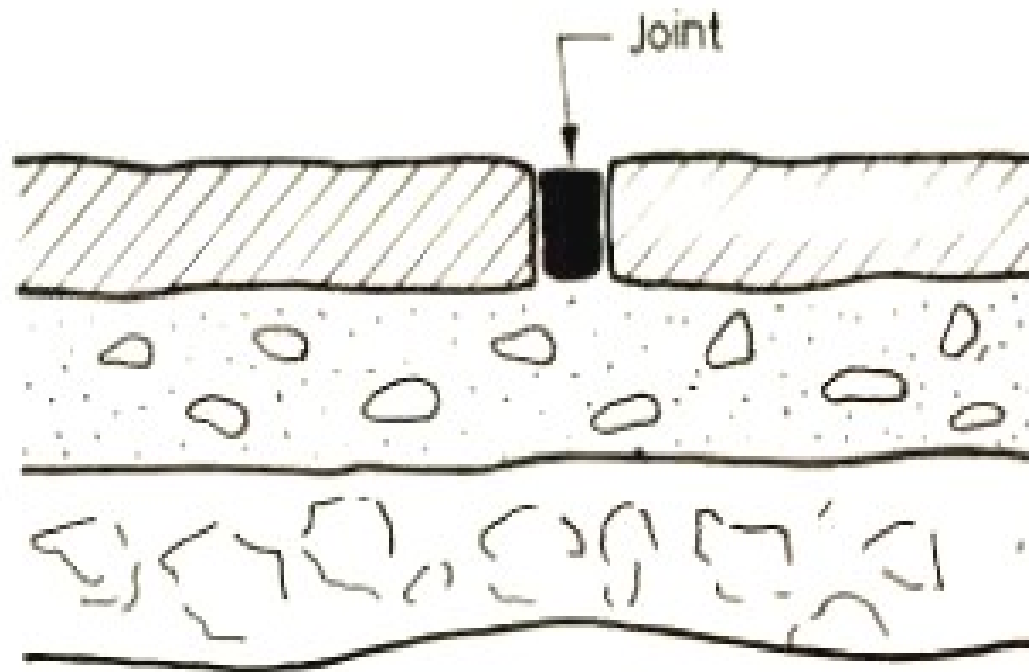


Mélange sable + argile

www.cours-genie-civil.com

LE PISÉ

LA CHAUSSÉE ROMAINE

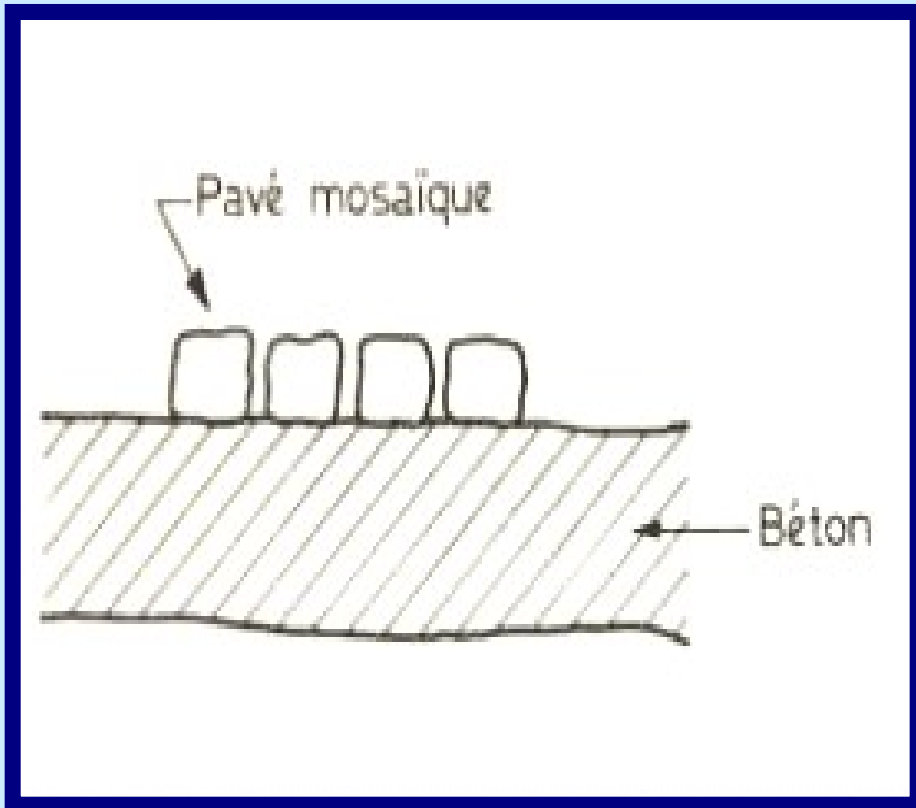


Dalles de pierre (Summum dorsum)

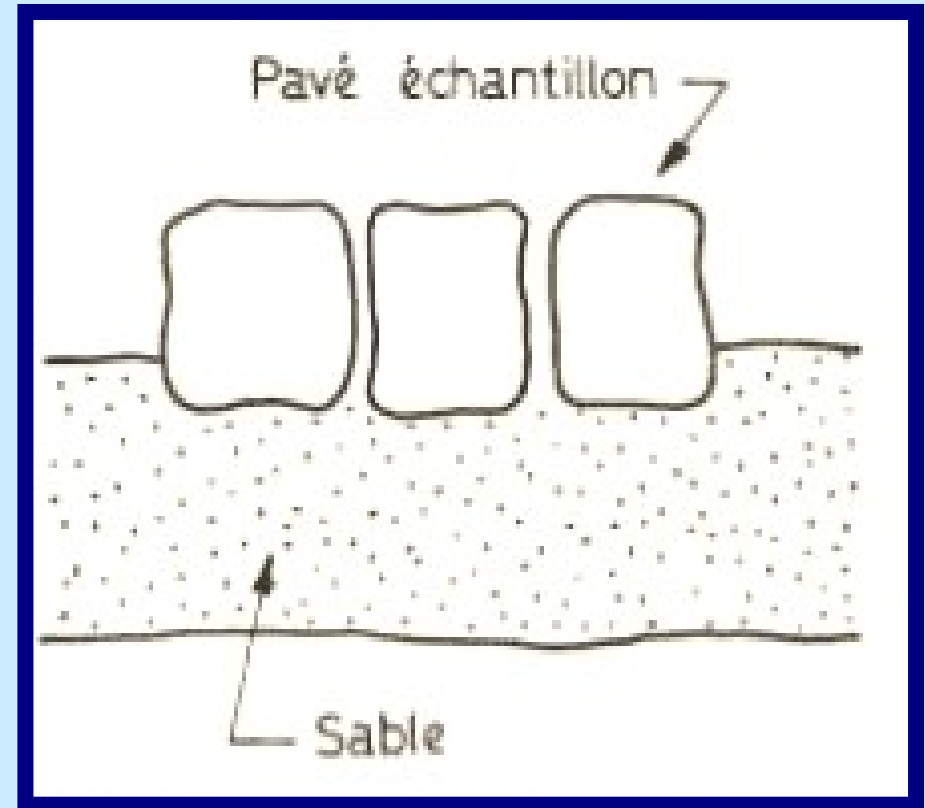
Béton de chaux (Nucleus)

Déchets de pierres (Rudus)

LA CHAUSSEE ROMAINE

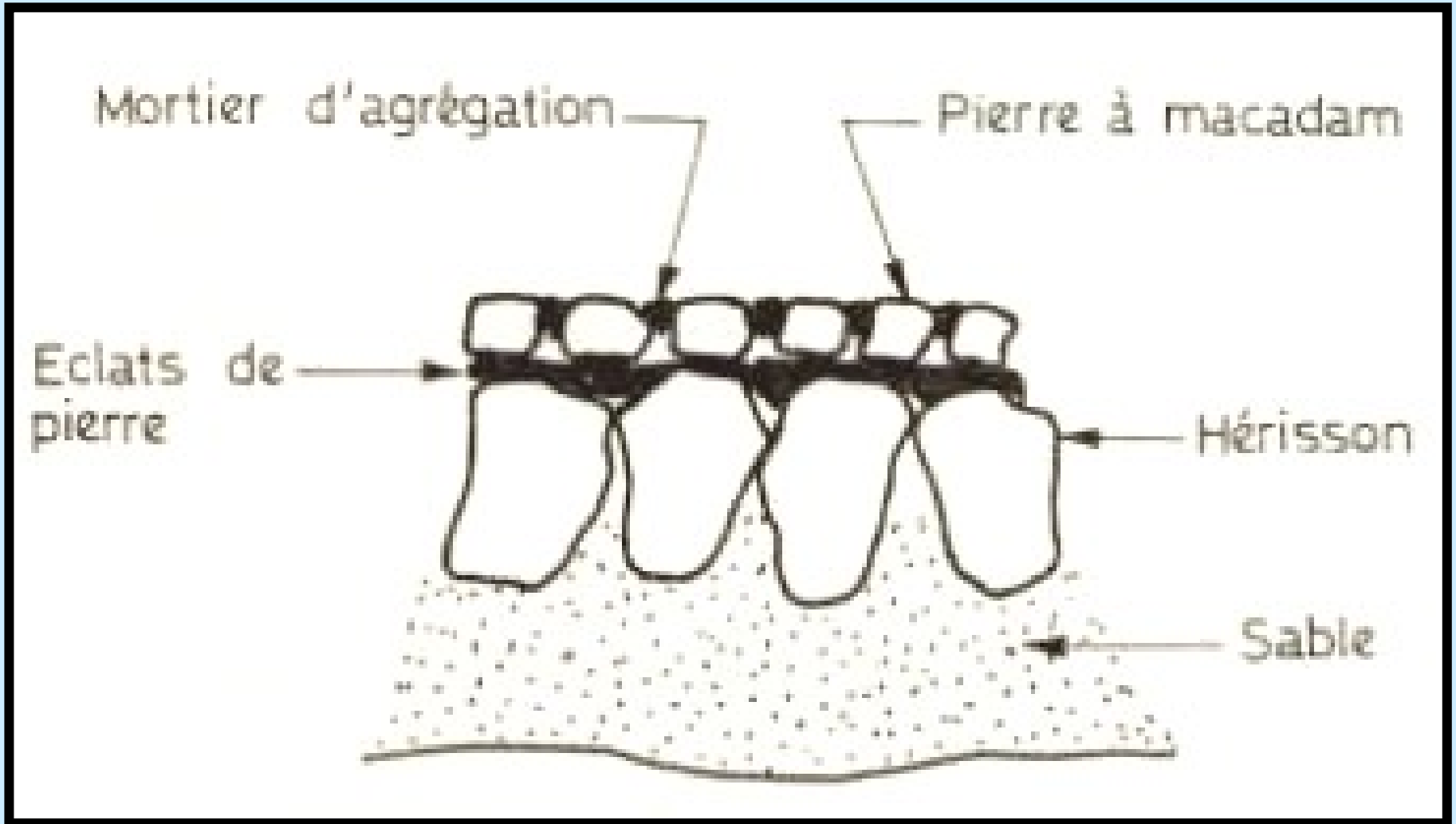


10 × 10 × 10

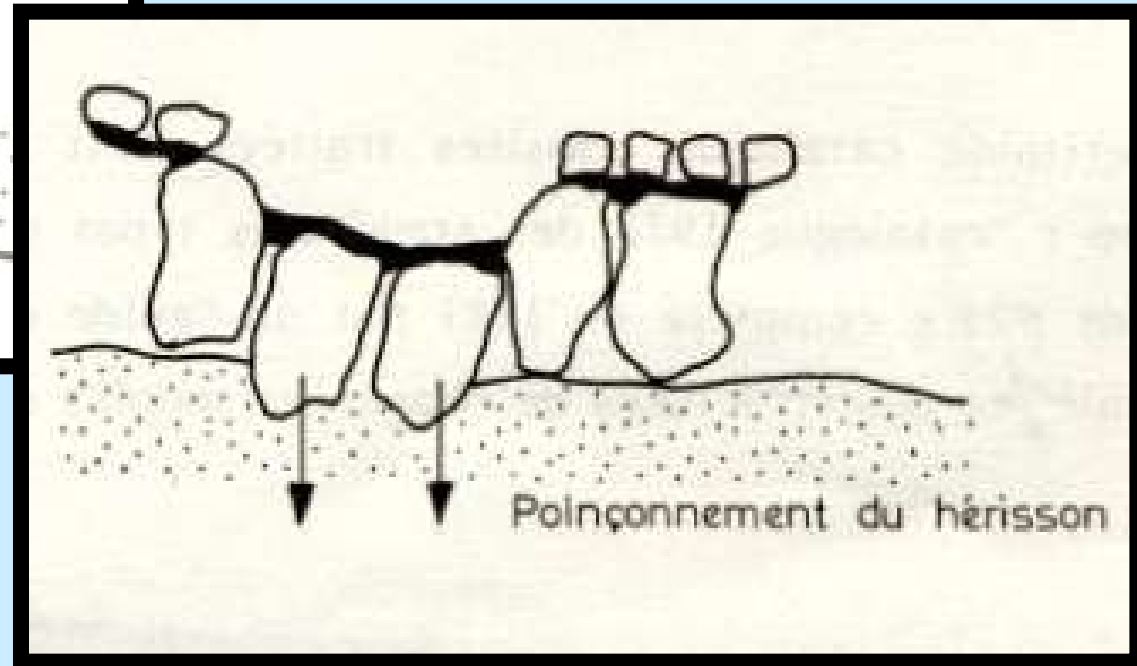
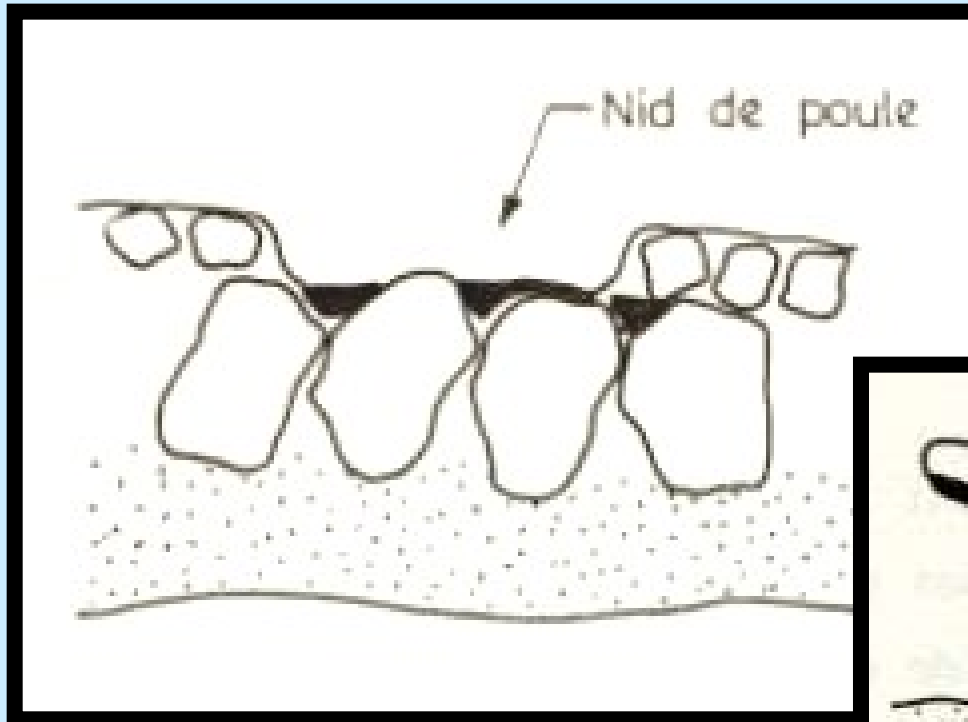


14 × 20 × 14

LE MACADAM CLASSIQUE



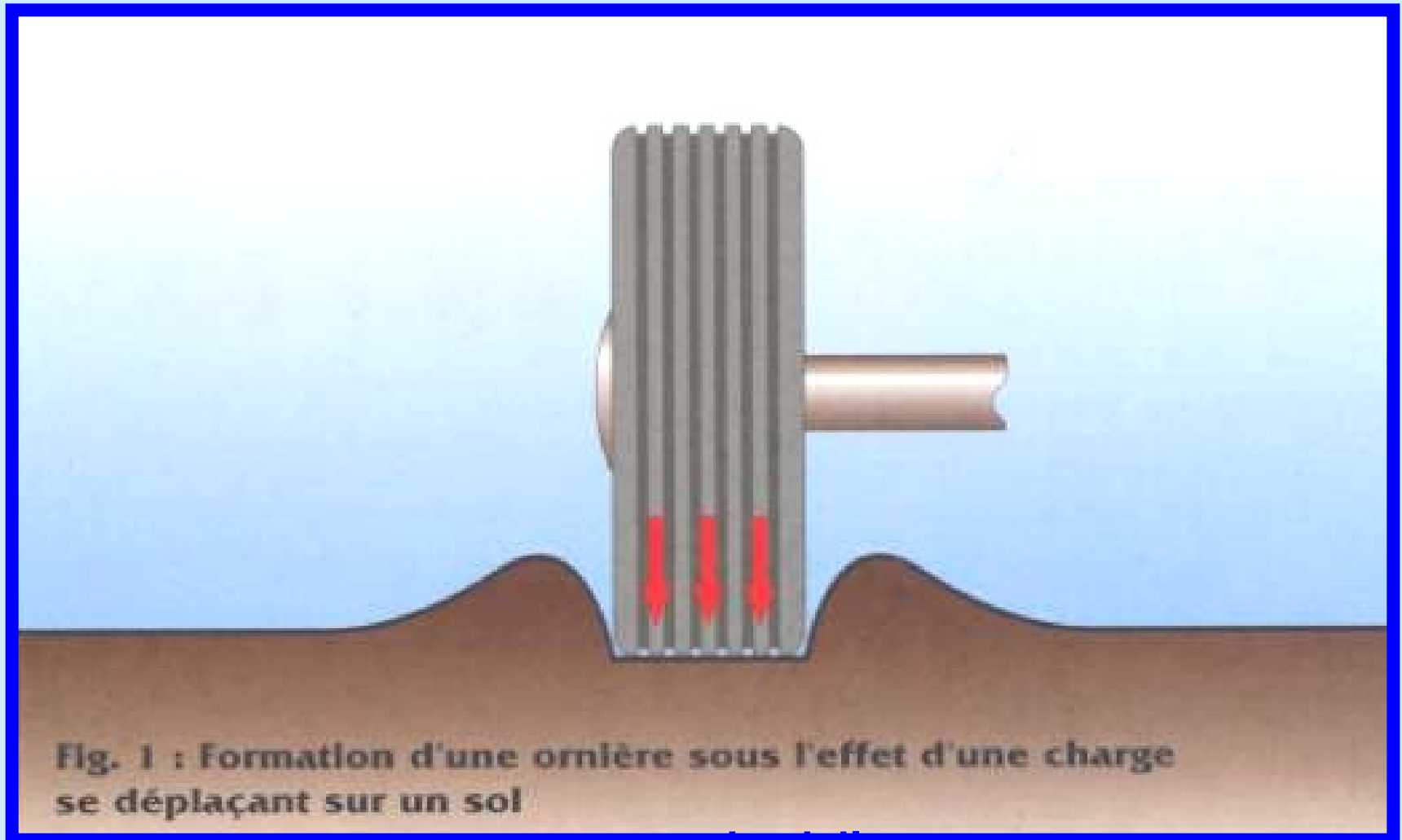
LE VIEILLISSEMENT DU MACADAM CLASSIQUE



D'où l'évolution vers des structures plus adaptées au confort et possédant une meilleure longévité...

Comportement du sol

Que se passe-t-il lorsqu'un véhicule se déplace sur un sol ?



Comportement du sol

La déflexion

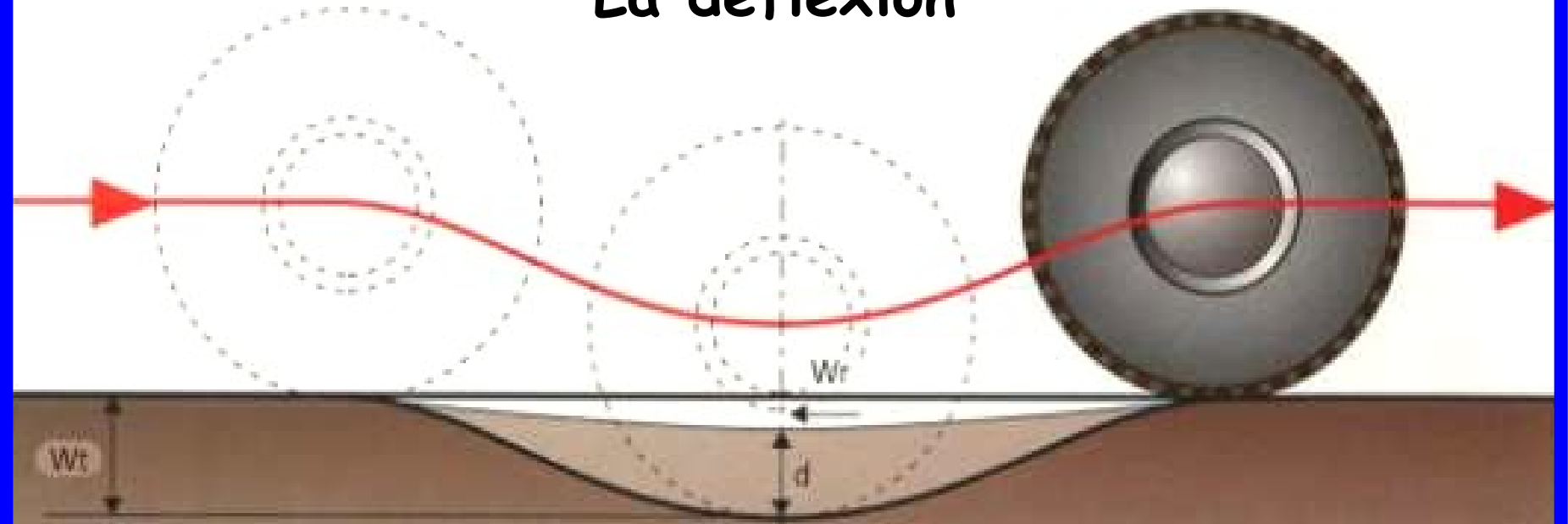


Fig. 2 : Schéma de principe illustrant la déflexion d'un sol sous l'effet de passage d'une charge

W_r = déformation rémanente

W_t = déformation totale instantanée

Transmission de la charge

Sollicitation verticale

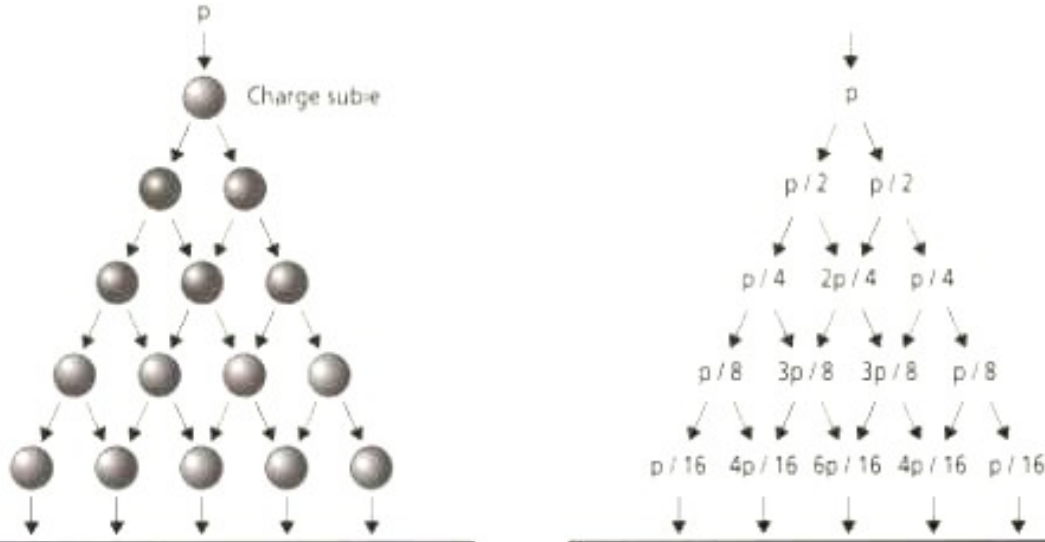
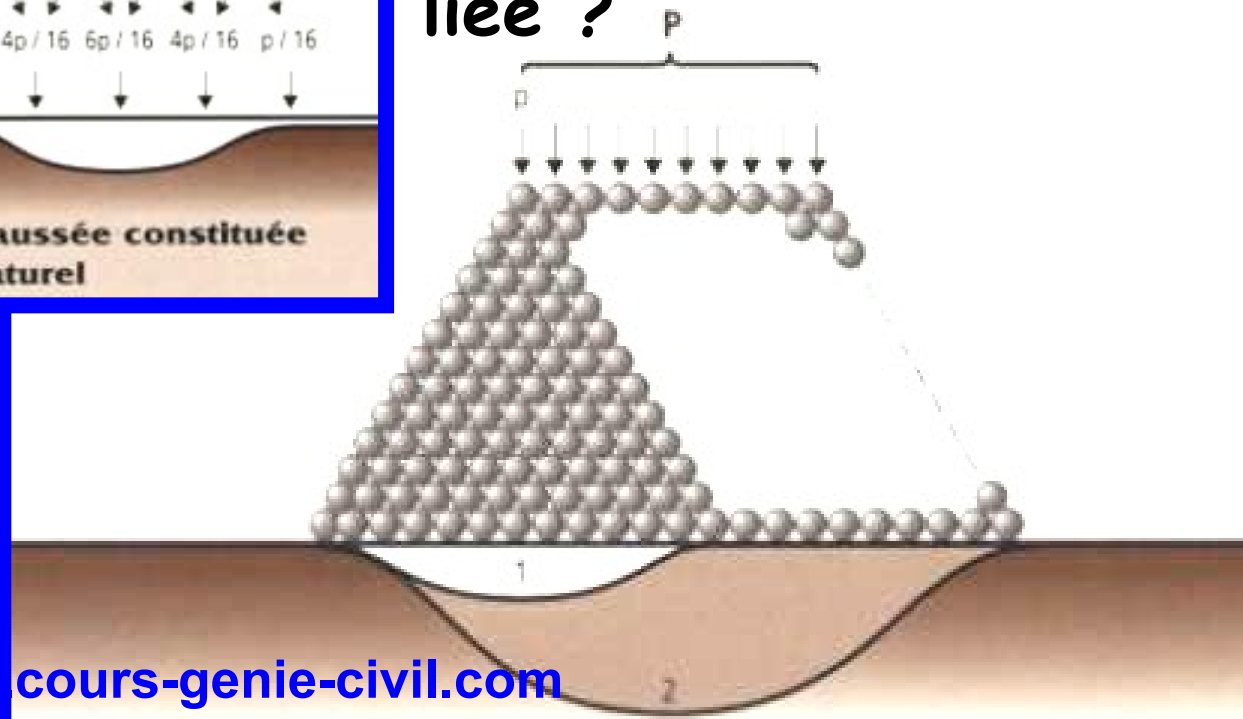


Fig. 3 : Schéma de fonctionnement d'une chaussée constituée d'une couche non liée reposant sur le sol naturel

Que se passe-t-il si l'on interpose entre le sol et la roue une couche granulaire non liée ?



Transmission de la charge

Sollicitation verticale

Si les billes sont remplacées par un matériau naturel, il faut donc choisir:

- un matériau d'épaisseur adaptée au coefficient de frottement, pour éviter le poinçonnement du sol ou des tassements importants,
- un matériau anguleux et frottant pour éviter les glissements et l'orniérage → grave concassée,
- une grave de granulométrie étalée et continue avec des éléments fins pour faciliter le compactage et diminuer le pourcentage des vides.

Transmission de la charge

Sollicitation verticale

Sous l'action d'une charge, une couche traitée, donc liée, induit les phénomènes suivants:

- ☛ répartition uniforme de la charge sur le sol support. Donc, contraintes de compression sur le sol relativement faibles.
- ☛ apparition de deux types de contrainte au sein de la couche liée :
 - ① une contrainte de compression dont la valeur est très inférieure à la résistance en compression du matériau.
 - ② une contrainte de traction par flexion, dont la valeur peut être élevée, qui se manifeste à la base de la couche traitée.

Transmission de la charge

Sollicitation verticale

Interposition entre le sol et la roue d'une couche granulaire traitée.

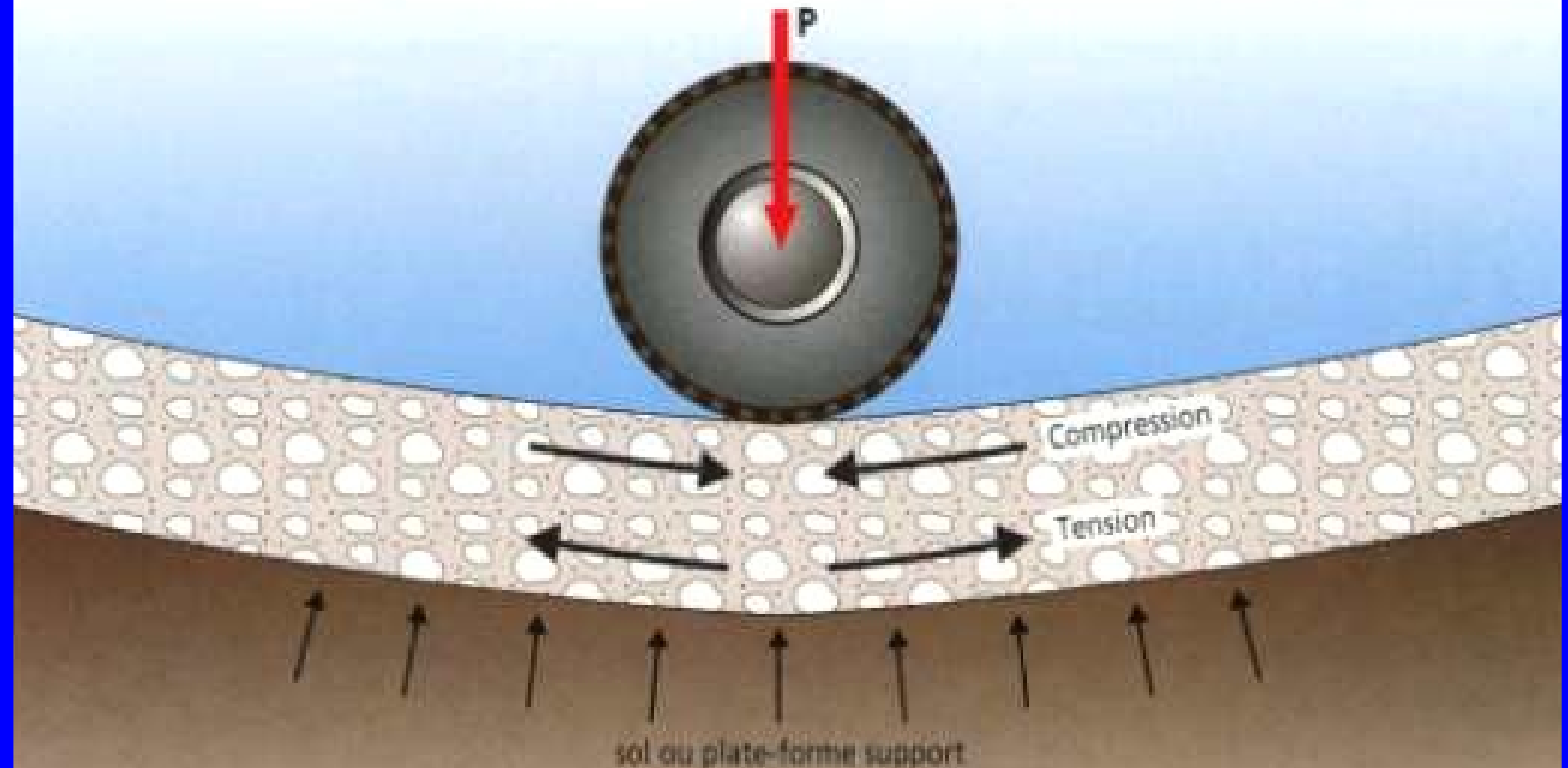


Fig. 4 : Schéma de fonctionnement d'une chaussée constituée d'une couche traitée en ciment reposant sur le sol naturel

Transmission de la charge

Actions tangentielles

Les roues exercent en permanence des efforts tangentiels, même si le véhicule est en « roue libre ».

Ces efforts de cisaillement ou de glissement, dus essentiellement à la déformation des pneus, s'exercent dans le sens transversal et longitudinal.

D'où l'interposition utile d'une couche de matériau, adaptée à ces efforts, entre le véhicule et le sol. Cette couche est appelée « couche de roulement » ou « couche d'usure ».

Chaussée à assise traitée

Rupture par fatigue

Même si l'on reste dans le domaine élastique du matériau, la rupture interviendra inévitablement après plusieurs cycles de chargement déchargement.

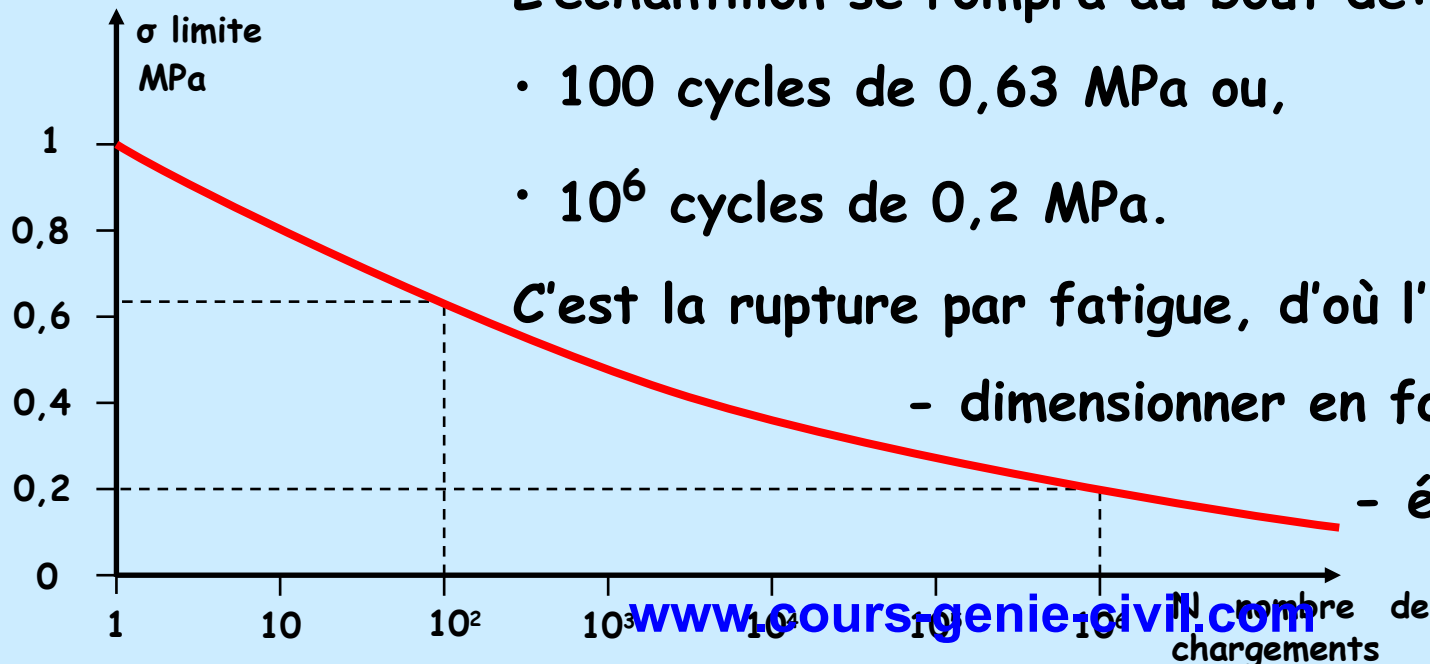
Prenons l'exemple d'un grave traitée dont la résistance à la traction est de 1MPa. Les essais de traction en laboratoire permettront d'établir le graphe suivant:

L'échantillon se rompra au bout de:

- 100 cycles de 0,63 MPa ou,
- 10^6 cycles de 0,2 MPa.

C'est la rupture par fatigue, d'où l'intérêt de:

- dimensionner en fonction du trafic,
- étude en laboratoire.

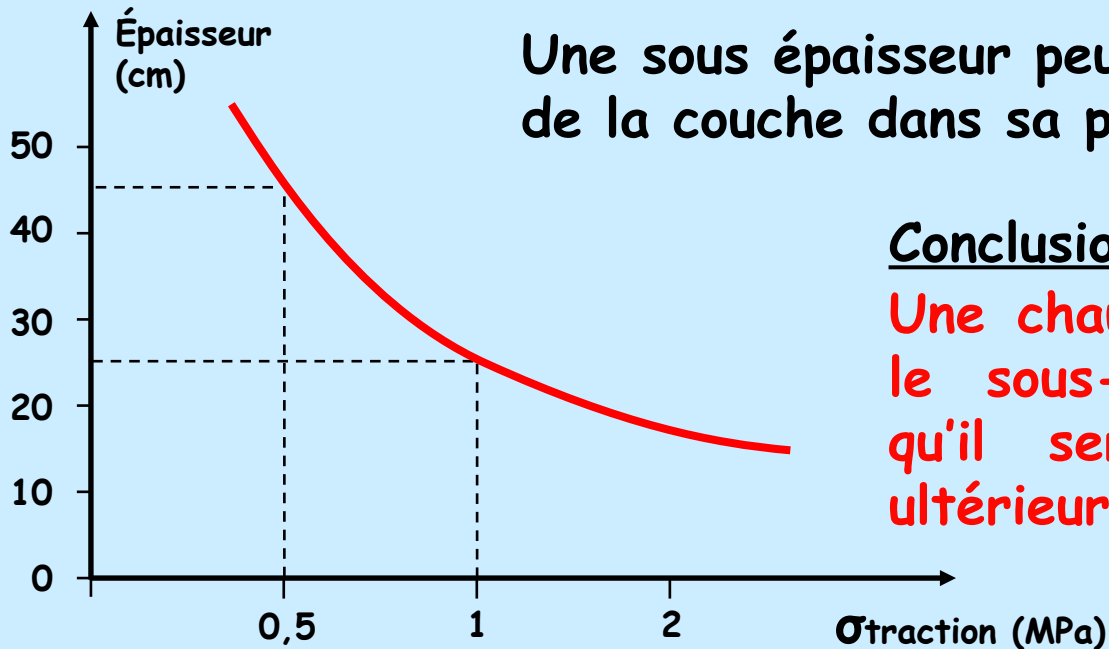


Chaussée à assise traitée

Importance de l'épaisseur

Au passage d'une roue de camion, la dalle va fléchir. Elle sera d'autant plus tendue dans sa partie la plus basse que son épaisseur sera faible.

En effet, la contrainte de traction est fonction de la force de traction et de sa surface d'application.



Une sous épaisseur peut donc entraîner la rupture de la couche dans sa partie inférieure.

Conclusion:

Une chaussée rigidifiée ne supporte pas le sous-dimensionnement d'autant plus qu'il sera difficile de la renforcer ultérieurement.

Les agents climatiques

L'eau

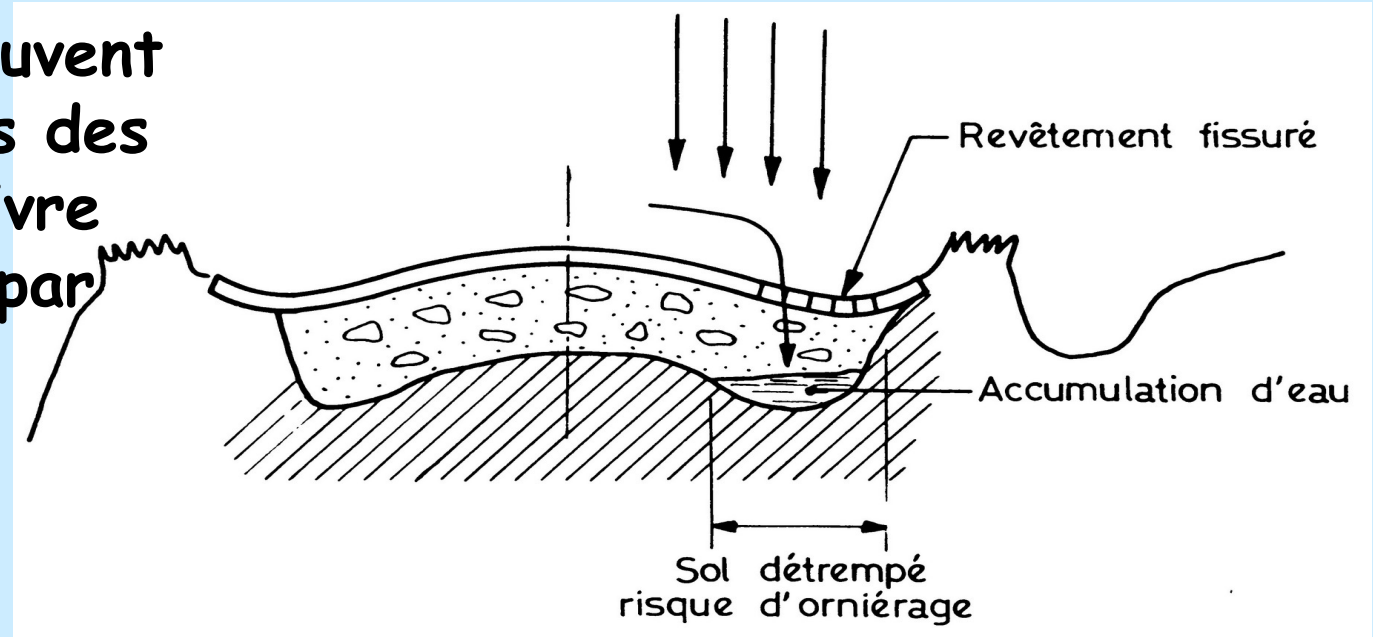
Le paramètre le plus influent sur le corps de chaussée est la présence d'eau .

L'eau comme les granulats est un constituant des structures routières. De même, le sol est compacté avec une certaine teneur en eau. Mais ce qui est le plus à craindre c'est l'eau en excès qui peut modifier l'état et la portance, du sol ou d'une couche de chaussée, par décompactage ou désenrobage des granulats.

Les agents climatiques

Les eaux d'infiltration

Les eaux de pluie peuvent s'infiltrer au travers des fissures et poursuivre leur cheminement par percolation.



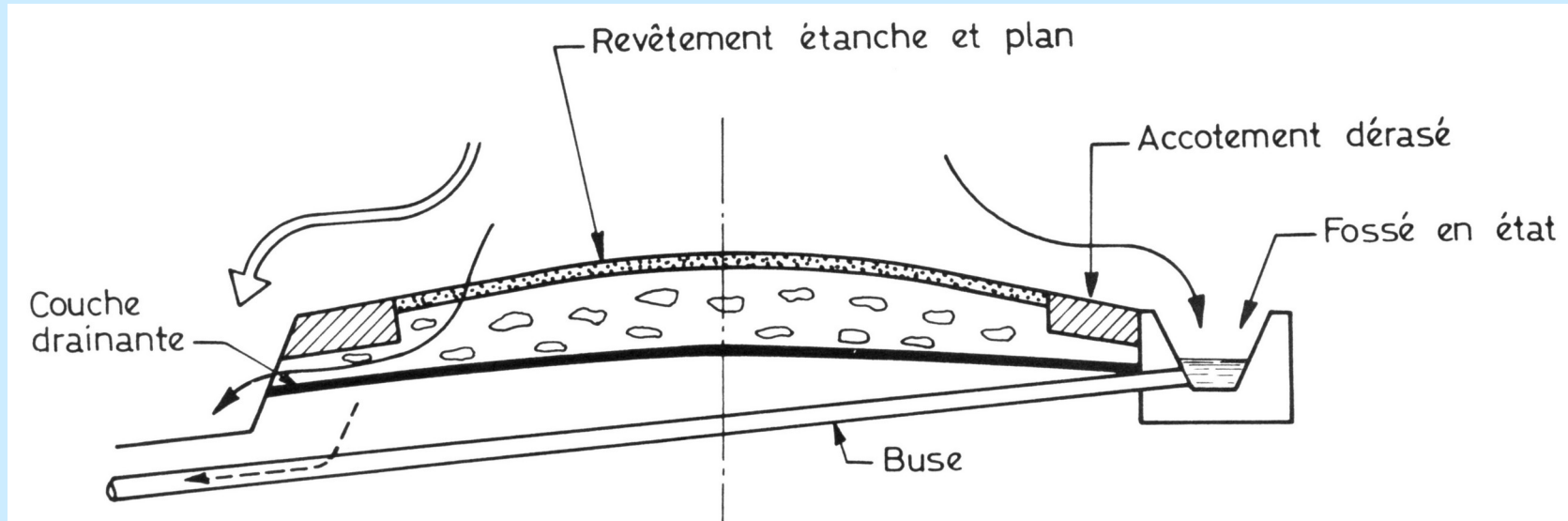
Il faut donc porter une attention particulière à l'étanchéité et veiller au respect des pentes minimales imposées par I.C.T.A.R.N.

C'est le compactage par rouleau lisse (opération de fermeture) qui assurera une bonne étanchéité.

Les agents climatiques

Les eaux d'infiltration

Les eaux superficielles doivent être récupérées et évacuées par des fossés ou passages busés éventuellement.



Il est fréquent que l'eau s'infiltré dans les accotements et migre horizontalement. Pour éviter ce phénomène, il faut déraser les accotements ou les imperméabiliser.

Suivant la nature du sol et les risques, une couche drainante ou des tranchées drainantes www.cours-genie-civil.com peuvent être posées

Les agents climatiques

Les remontées capillaires

L'eau en provenance d'une nappe phréatique remonte au travers des sols fins argileux en modifiant la portance du sol.

Pour éviter ce phénomène, une couche anti-contaminante et drainante est intercalée entre le sol support et les couches de chaussée.



Les agents climatiques

Température

La température moyenne varie en Afrique centrale ou de l'ouest de

+15°C à +50°C

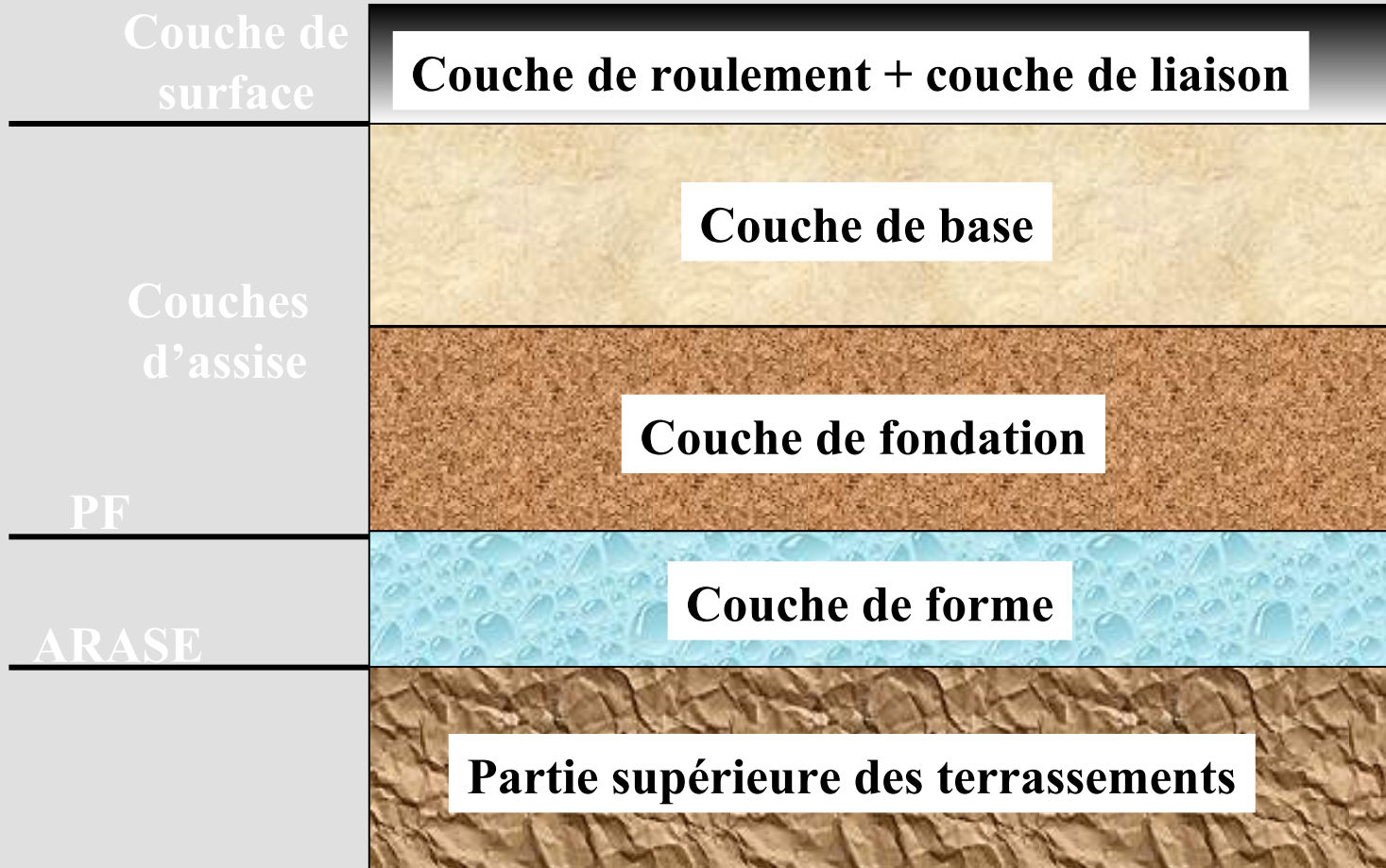
Dilatations et retraits engendrent dans les couches de surface des efforts de traction ou de compression non négligeables.

En période très chaude, la chaleur provoque le ramollissement des liants hydrocarbonés, ce qui accélère leur vieillissement et provoque le ressuage du liant en excès.

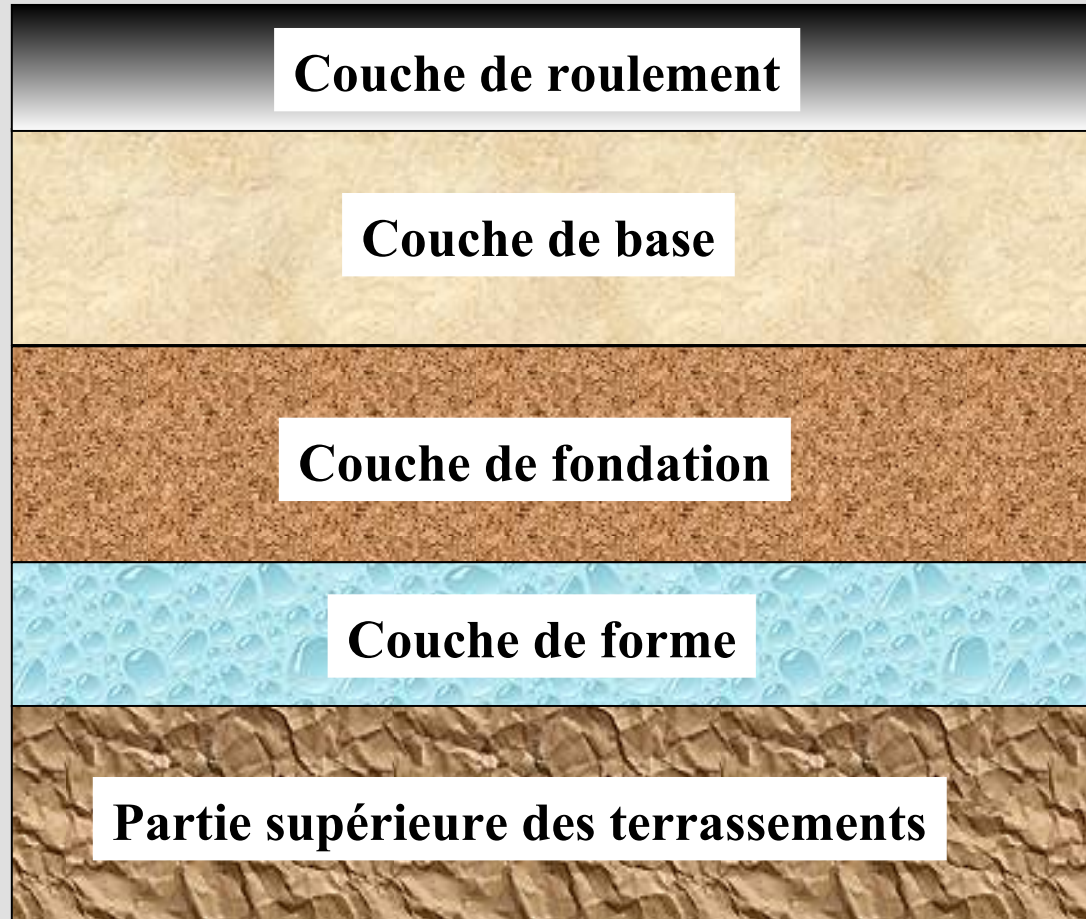
Connaissance de la route

Les sols en place, sensibles à l'eau, étant incapables de supporter les charges des poids lourds il a fallu **interposer entre les roues des véhicules et le sol des matériaux choisis répartissant ces charges sur le sol :**
c'est la *chaussée*

Conception d'une chaussée:



Rôle des différentes couches:





La Partie Supérieure des Terrassements :

C'est le terrain naturel :

- décapé des couches ne pouvant supporter la chaussée (terre végétale, argile...),
- déblayé ou remblayé,
- situé sous une profondeur d'environ 1m sous l'arase des terrassements.

La nature du terrain ainsi découvert :

- doit avoir une portance suffisante pour recevoir le corps de chaussée
- être fiable à long terme (chute de portance).



La couche de forme :

Permet d'obtenir une **plate-forme** suffisamment **portante** et un profil assez **uni** pour mettre en œuvre la **couche de fondation** .

elle protège le corps de chaussée contre :

- Les remontées d 'argile :

couche anti-contaminante en sable très fin ou géotextile

- La stagnation de l 'eau ou les remontées de l 'eau du sous-sol :

couche drainante ou anti-capillaire, maîtrise granularité



Les couches d'assise :

composées de:

-la couche de fondation

Couche qui sert de liaison entre la couche de base et la PF

-la couche de base

Couche qui subit les plus fortes contraintes du trafic

Ces couches répartissent les charges verticales

transmises par la couche de surface sur la plate-forme .



Couche de surface ou Couche d'usure :

C'est le revêtement qui doit résister aux :

- **agressions du trafic** (efforts tangentiels et poinçonnement)
- **agents atmosphériques** (imperméable)

Il doit être :

- **Confortable** : faible niveau sonore - plan
- **Imperméable** : rejet des eaux
- **Adhérent** : rugosité - cohésion - drainage
- **Résistant (dans le temps)** : à l'usure - à la fatigue -
au vieillissement - au climat .

- **GÉNÉRALITÉS**
- **TERMINOLOGIE**
- **ENGINS**

TERRASSEMENTS: Généralités

BUT DES TERRASSEMENTS

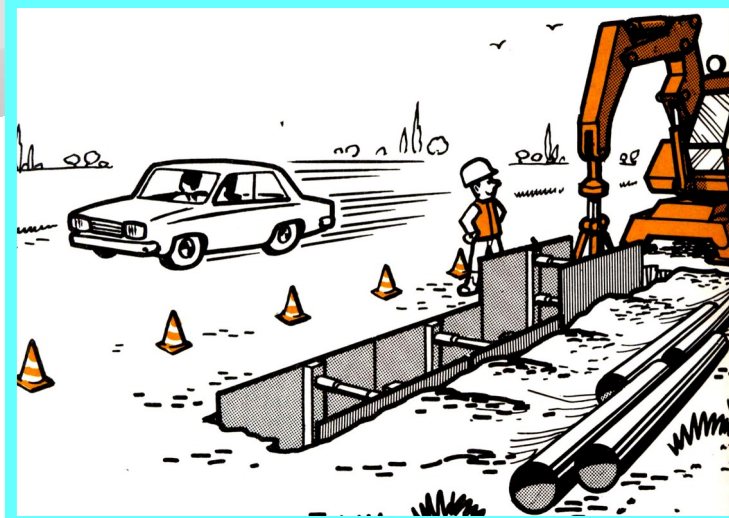
MODES D'EXÉCUTION

CATÉGORIES DE TERRASSEMENTS

SUJÉTIONS DES TERRASSEMENTS

DOCUMENTS UTILES

Buts



CONSTRUCTION DE BÂTIMENTS ET OUVRAGES

AMÉNAGEMENT DES ABORDS

ÉTABLISSEMENT DES RÉSEAUX

RÉALISATION DE ROUTES

www.cours-genie-civil.com



Modes d'exécution



sous terre



à l'air libre



Sous ou

dans l'eau

Catégories

TERRASSEMENTS LOCAUX



TERRASSEMENTS GÉNÉRAUX

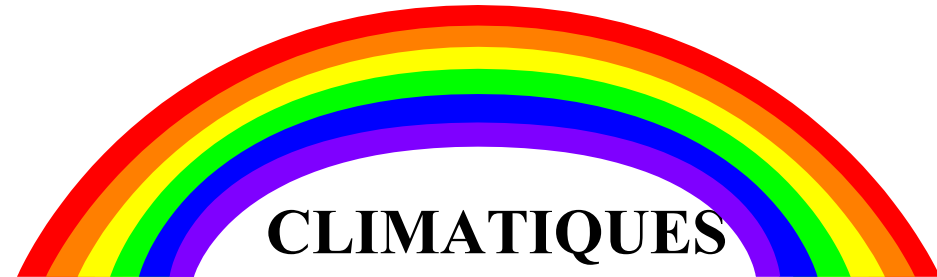
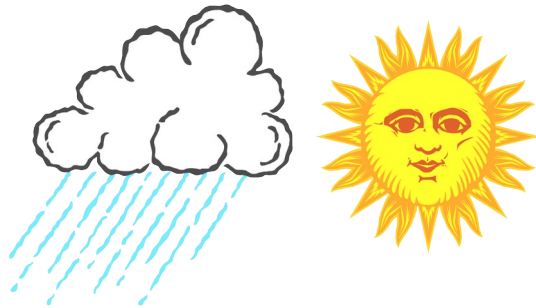
TERRASSEMENTS EN PLEINE MASSE



Sujétions



ÉCONOMIQUES

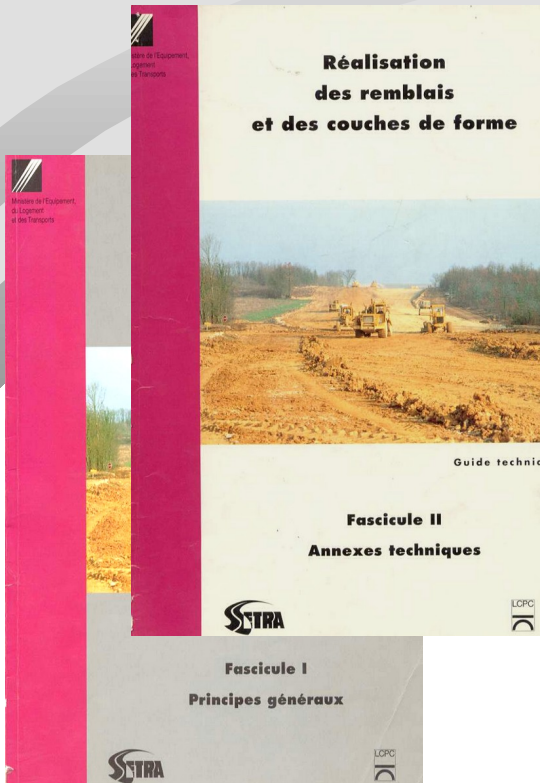


CLIMATIQUES

ENVIRONNEMENTALES

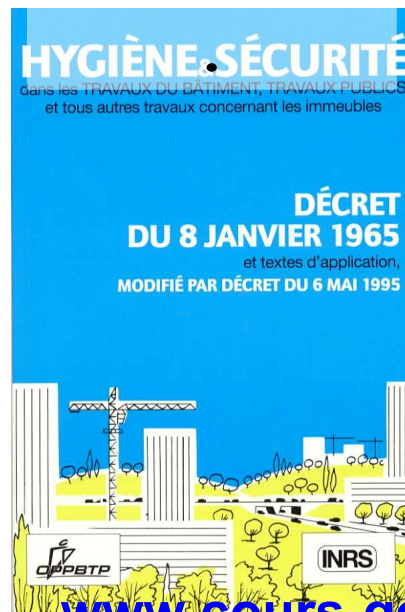


Les documents utiles



Les documents réalisés par le ministère de l'équipement.

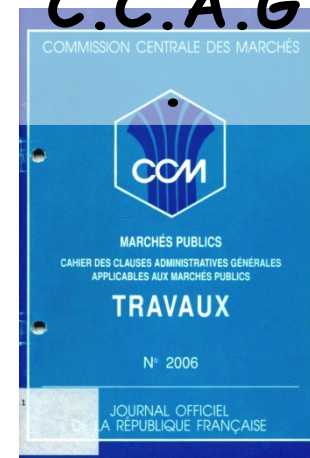
Les lois et décrets concernant L'H.S.C.T



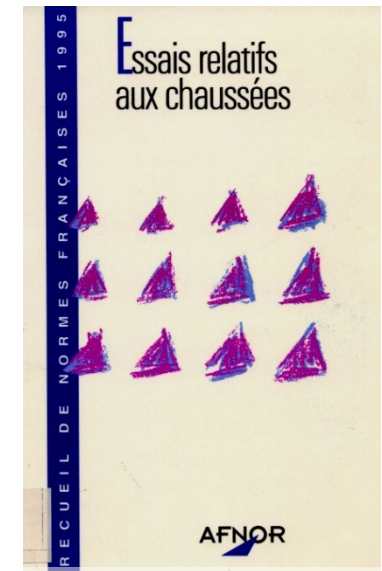
www.cours-genie-civil.com

C.C.T.G

C.C.A.G



Mais aussi les documents des marchés: C.C.T.P. et C.C.A.P.



Les D.T.U. et les normes

TERRASSEMENTS: Terminologie

LE MOUVEMENT DES TERRES

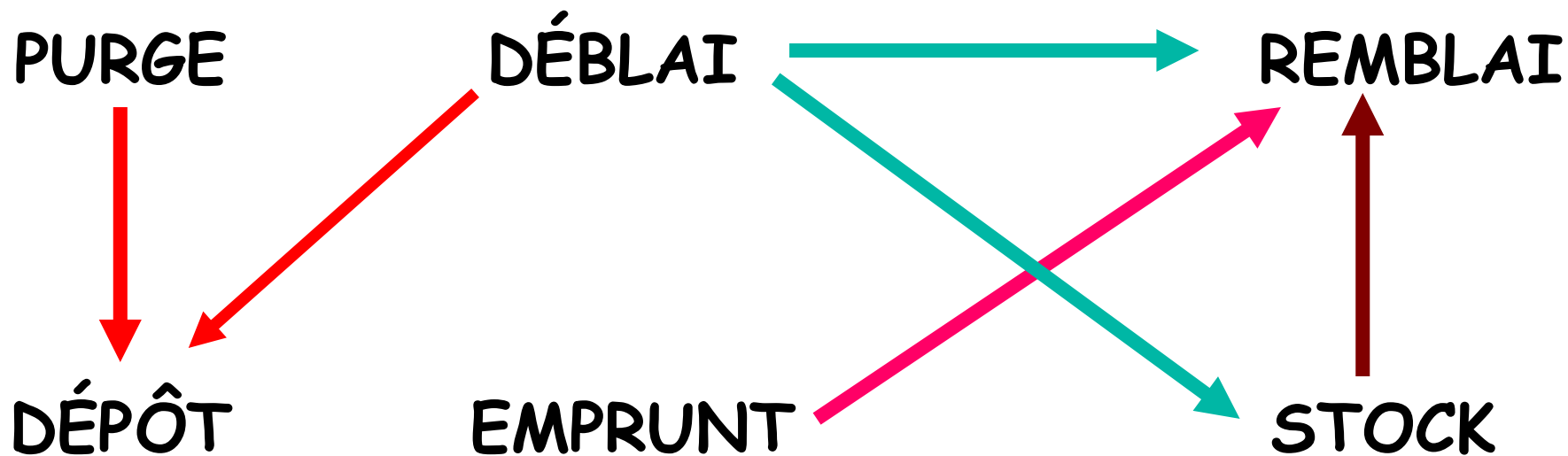
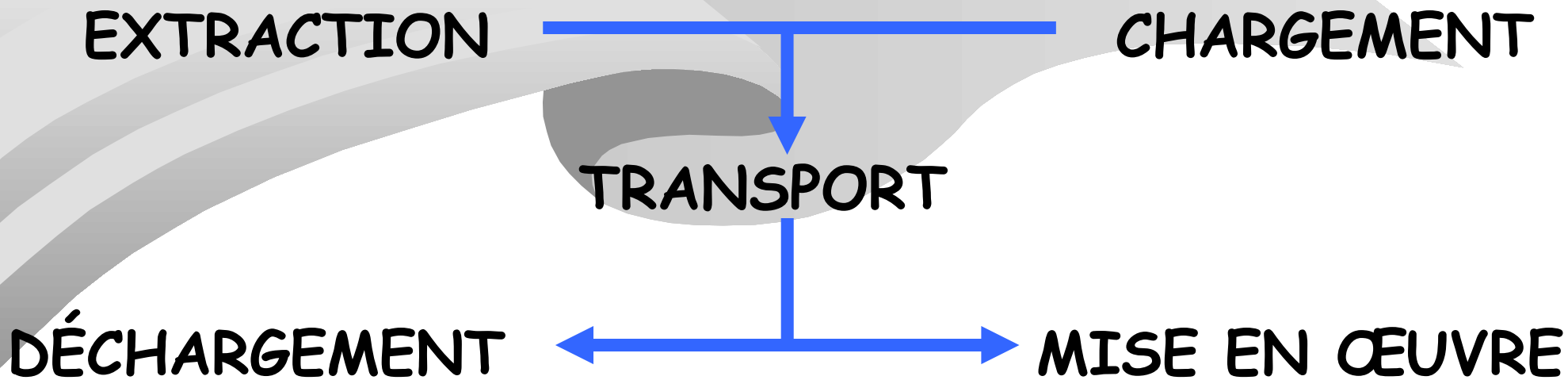
LES TERRASSEMENTS GÉNÉRAUX

LA CLASSIFICATION DES TERRAINS

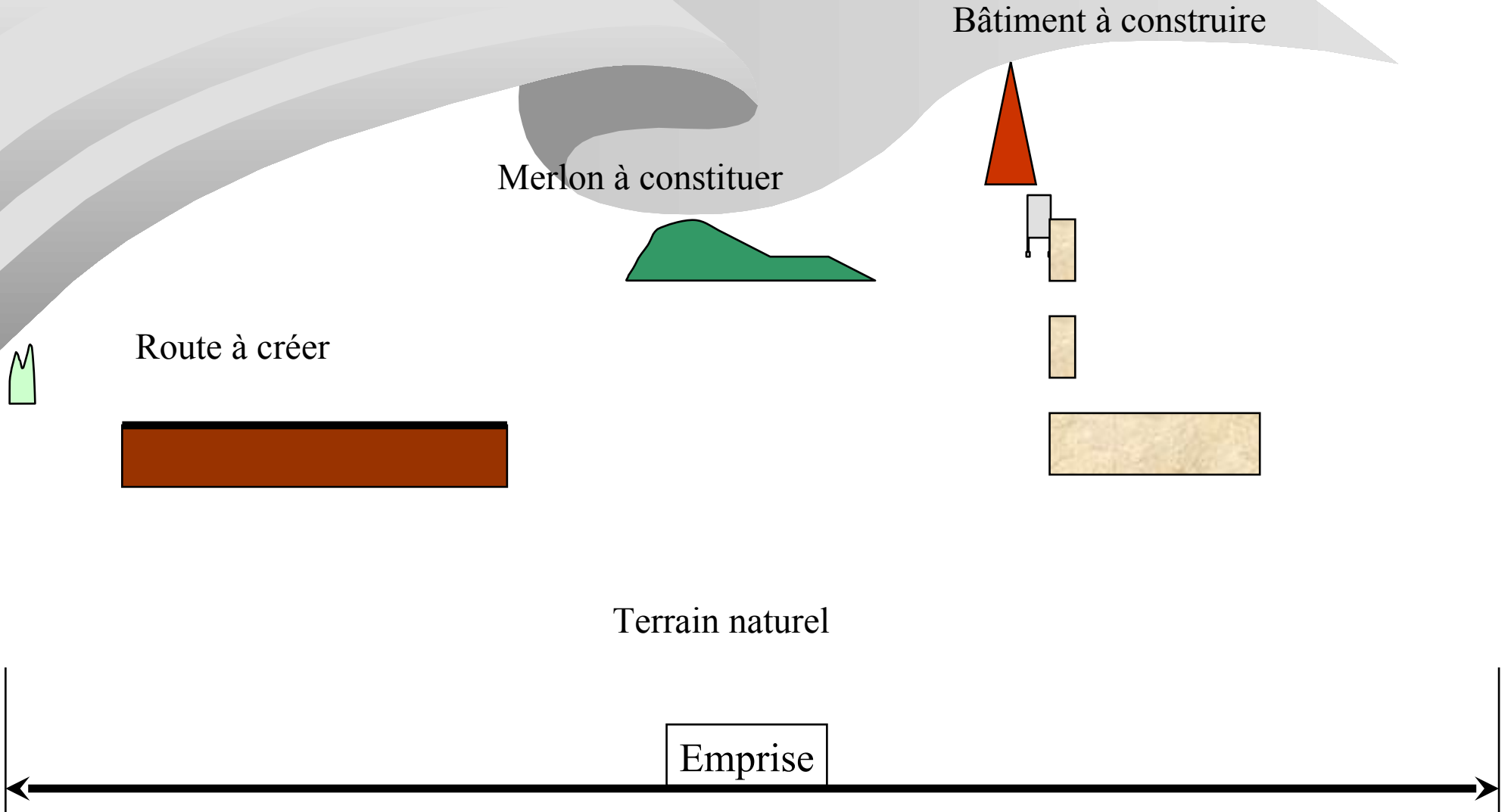
LA CLASSIFICATION SOMMAIRE DES SOLS

LES MATÉRIELS DE TERRASSEMENT

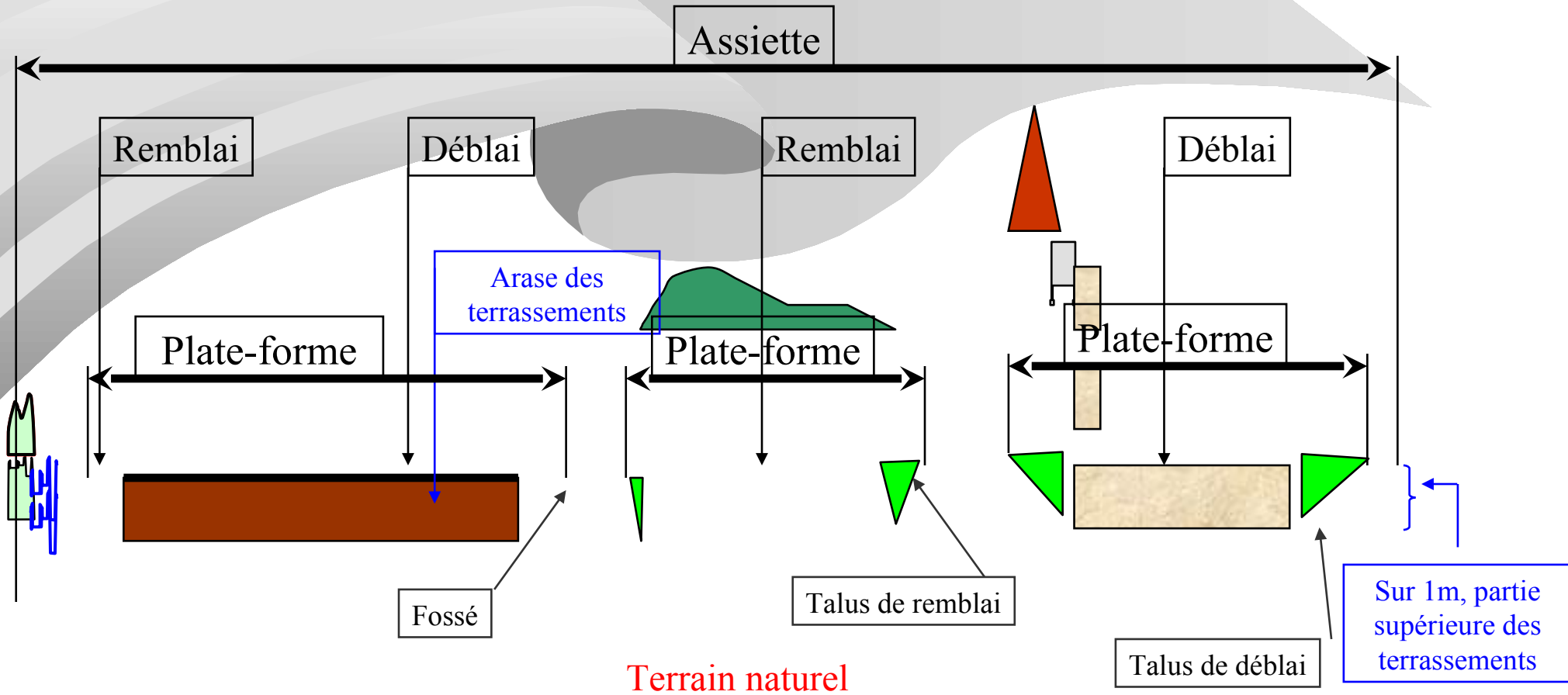
Mouvement des terres



Terrassements généraux



Terrassements généraux



Plan général d'implantation et piquetage

Comme tout travail de construction, la préparation du chantier est primordiale. Pour éviter les mouvements de terre inutiles et permettre au maître d'œuvre de contrôler les travaux, il faut:

- un « plan de mouvement des terres » définissant dans l'espace et le temps les transferts de matériaux,
- un « piquetage général » qui permet de visualiser sur le terrain l'emplacement des ouvrages,
- un « piquetage spécial » pour signaler la présence de réseaux, réservoirs....

Plan général d'implantation et piquetage



Travaux préliminaires

La présence avant travaux de bâtiments, de canalisations, de végétaux ou d'humidité implique certains travaux préliminaires:

- démolition d'élévations ou sous-sols,
- conservation ou abattage d'arbres (permis),
- dévoiement ou suppression de canalisations,
- assainissement ou stabilisation de terrain pour emploi d'engins ou camions dans de bonnes conditions,

Les normes H.S.C.T. imposent également:

- définition et marquage d'installation et circulation de chantier,
- branchements provisoires égouts,

Nettoyage, décapage

Sur toute la surface de l'assiette et des zones de stockage, le sol naturel doit être débarrassé de toute la terre végétale, des débris, des matières organiques, des arbres ou arbustes.

Il faudra veiller en particulier à:

- stocker la terre végétale sur une hauteur de 2 à 3 m maximum pour ne pas en détruire la vie microbienne,
- faire enlever à la décharge tous les matériaux non réutilisés sur le chantier,
- fournir des plate-formes propres et horizontales pour les travaux (supprimer zones bourbeuses, ornières...).

Les matériels de terrassement

Il est possible de classer les matériels de terrassement dans les catégories suivantes:

**CHARGEMENT ET
MANUTENTION**

TRANSPORT

MISE EN ŒUVRE ET FINITION

CHARGEMENT ET MANUTENTION



LES PELLES

Elles peuvent supporter divers équipements:

- godets rétro, butte, chargeur,
- benne preneuse,
- marteau-piqueur, tarière, batteur de palplanches...

www.cours-genie-civil.com

LES



CHARGEMENT ET MANUTENTION



Mais aussi des bandes transporteurs et des sauterelles (inclinables).



LES CHARGEUSES

Elles sont appelées chargeuses-pelleteuses si elles sont équipées d'une pelle à l'arrière.



LES ENGINS DE TRANSPORT

LES TOMBEREAUX



Châssis articulé



Châssis fixe www.cours-genie-civil.com

LES SCRAPEURS



Mais aussi des et motobasculeurs (benne basculante automotrice de petite capacité).

LES ENGINS DE TRANSPORT



LES CAMIONS:
camions bennes, bennes
semi-remorque,
toupies..



ENGINS MISE en ŒUVRE et FINITION

LES NIVELEUSES



LES PULVERISATEURS-MELANGEURS



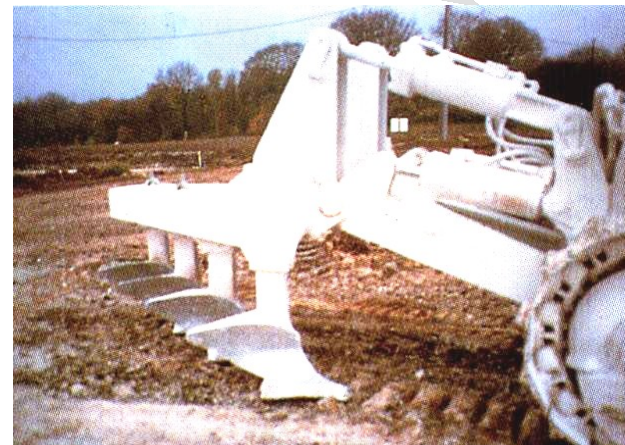
LES COMPACTEURS



AUTRES ENGINS OU EQUIPEMENT

CHARRUE A SOCS OU A DISQUES, pour aération ou traitement du sol,

EPANDEUSE, pour répandre régulièrement des matériaux solides,



RIPPEUR, généralement monté à l'arrière d'un tracteur et muni de dents pour défoncer profondément le sol,

SCARIFICATEUR, outil à dents multiples pour ameublir un sol,

TRANCHEUSE, servant à creuser des tranchées



NATURE DU SOL ET INCIDENCES

COMPORTEMENT DES MATÉRIAUX

INCLINAISON DES TALUS

LA SÉCURITÉ

LA MÉTÉOROLOGIE

**LES CONDITIONS D'UTILISATION DES
SOLS**

LA TRAFICABILITÉ

POIDS DES MATÉRIAUX

Conditions d'utilisation des sols



Ministère de l'Équipement,
du Logement
et des Transports

Réalisation des remblais et des couches de forme



Feront l'objet
d'un cours
spécifique

Guide technique

Fascicule I
Principes généraux



LCPC

www.cours-genie-civil.com



Ministère de l'Équipement,
du Logement
et des Transports

Réalisation des remblais et des couches de forme



Guide technique

Fascicule II
Annexes techniques



LCPC

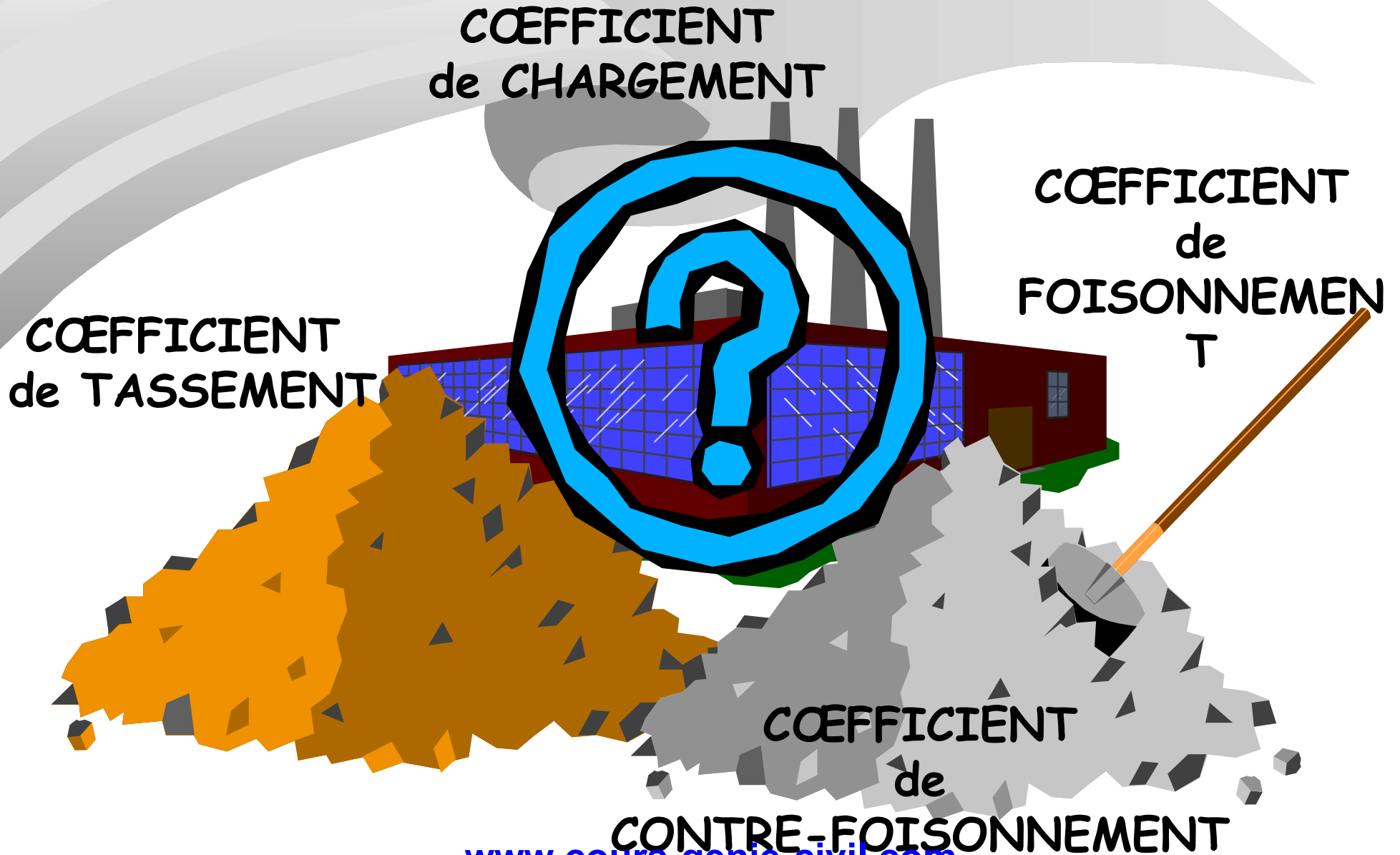
Le poids des matériaux est important surtout en matière de transport, mais également en tant que pression que peut exercer un remblai sur un sol sous-jacent pouvant être soumis à des tassements.

Il est donc important de connaître la masse volumique d'un matériau avant de l'utiliser hors de son contexte naturel.

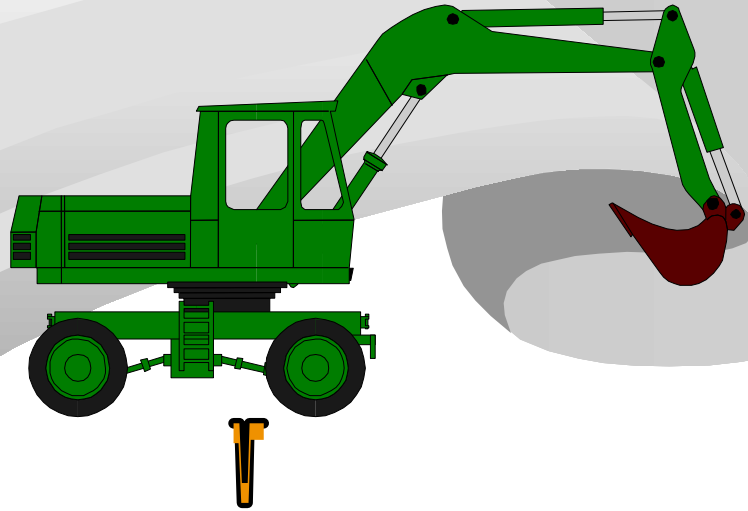
Quelques valeurs de densité (t/m³)

Argile mouillée	1,90	Calcaire concassé fin	1,45	Sable humide	1,80
Argile sèche	1,55	Craie en gros blocs	1,25	Sable mouillé	2,00
Argile et graviers secs	1,72	Chaux	0,48	Sable sec	1,50
Argile et graviers humides	2,25	Ciment	1,51	Terre comprimée fraîche	2,10
Boue	1,65	Granit massif	2,65	Idem sèche	1,80
Basalte massif	2,90	Granit de carrière	1,60	Terre désagrégée fraîche	1,40
Basalte concassée	1,65	Granit concassé (ballast)	1,48	Idem sèche	1,20
Béton moyen	2,15	Gravier mouillé	2,00	Tourbe humide	0,60
Calcaire asphaltique	2,20	Gravier sec	1,80	Émulsion	1,03
Calcaire de carrière	2,00	Pierraille et sable	1,65	Enrobé	2,50
Calcaire concassé	1,39	Pierre et chaux	2,60	Eboulis roches	1,80

Comportement des matériaux

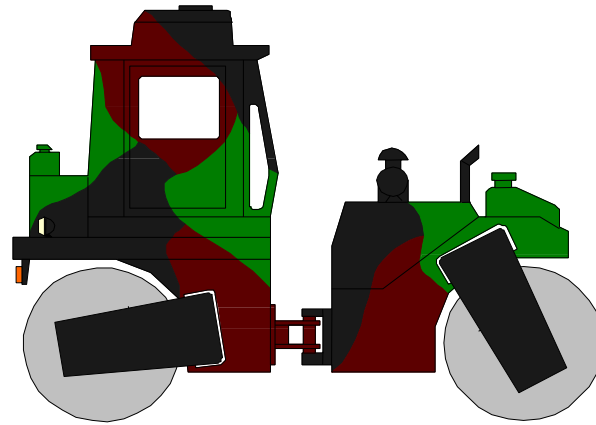
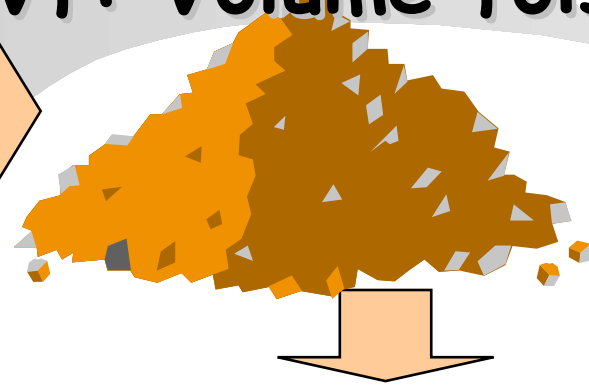


Les 3 états des matériaux



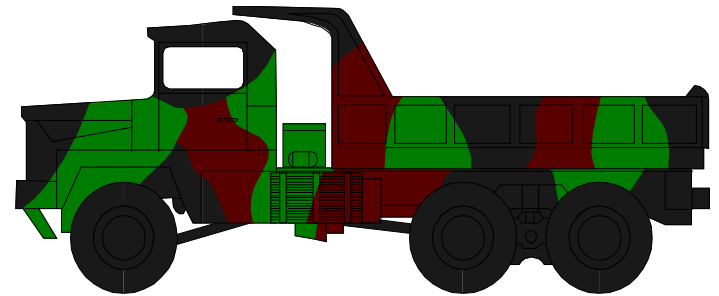
V_o : Volume en place

V_f : Volume foisonné



V_c : Volume compacté

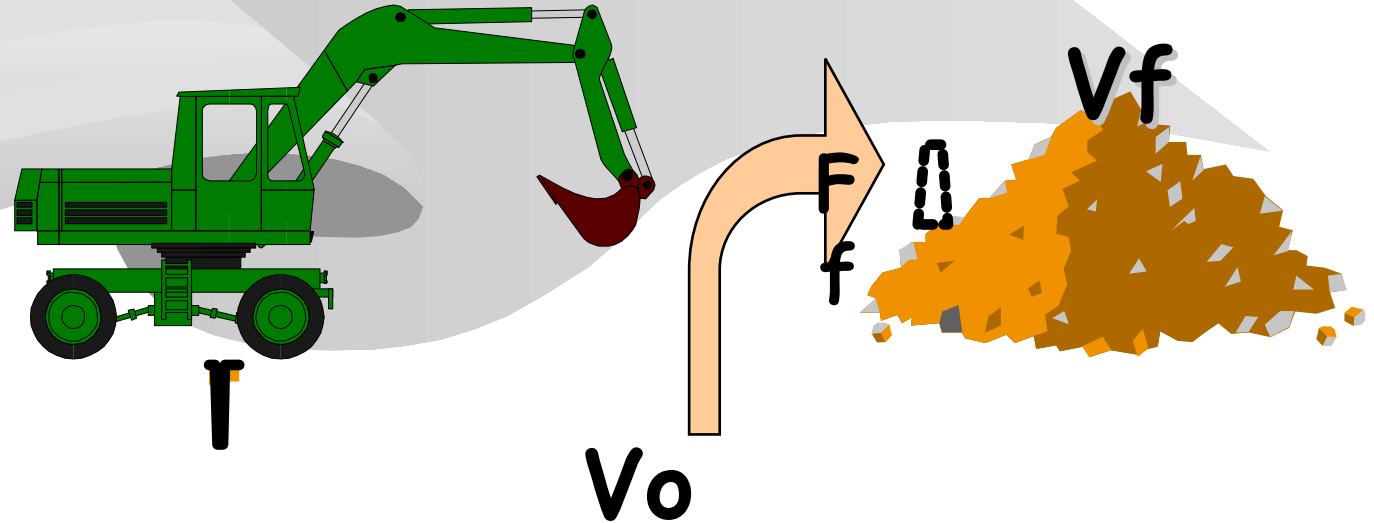
V_f : Volume foisonné



L'extraction

$$V_f > V_o$$

$$F_f > 1$$



$$\underline{V_f = V_o \times F_f}$$

Avec F_f : Coefficient de chargement ou coefficient de foisonnement.

Attention: Pour le maître d'œuvre, le coefficient de foisonnement peut avoir une autre signification.

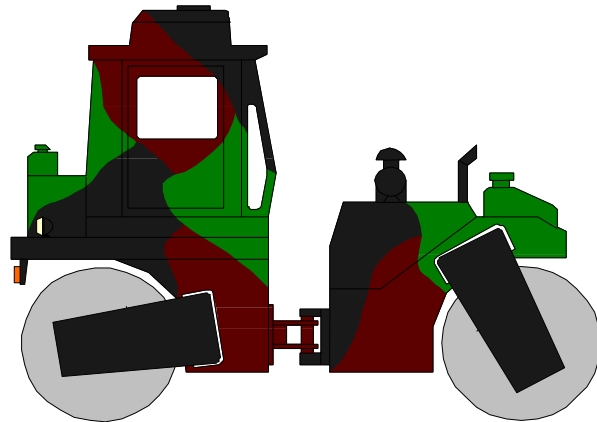
La mise en oeuvre

$V_c > \text{ou} < V_o$

$F_c > \text{ou} < 1$

$$\underline{V_c = V_o \times F_c = V_f \times \underline{F_c/F_f}}$$

Avec F_c : Coefficient de foisonnement (appellation maître d'œuvre) ou coefficient de contre-foisonnement (appellation entreprise).



V_f : Volume foisonné



V_c : Volume compacté

Quelques valeurs

Coefficient. de foisonnement

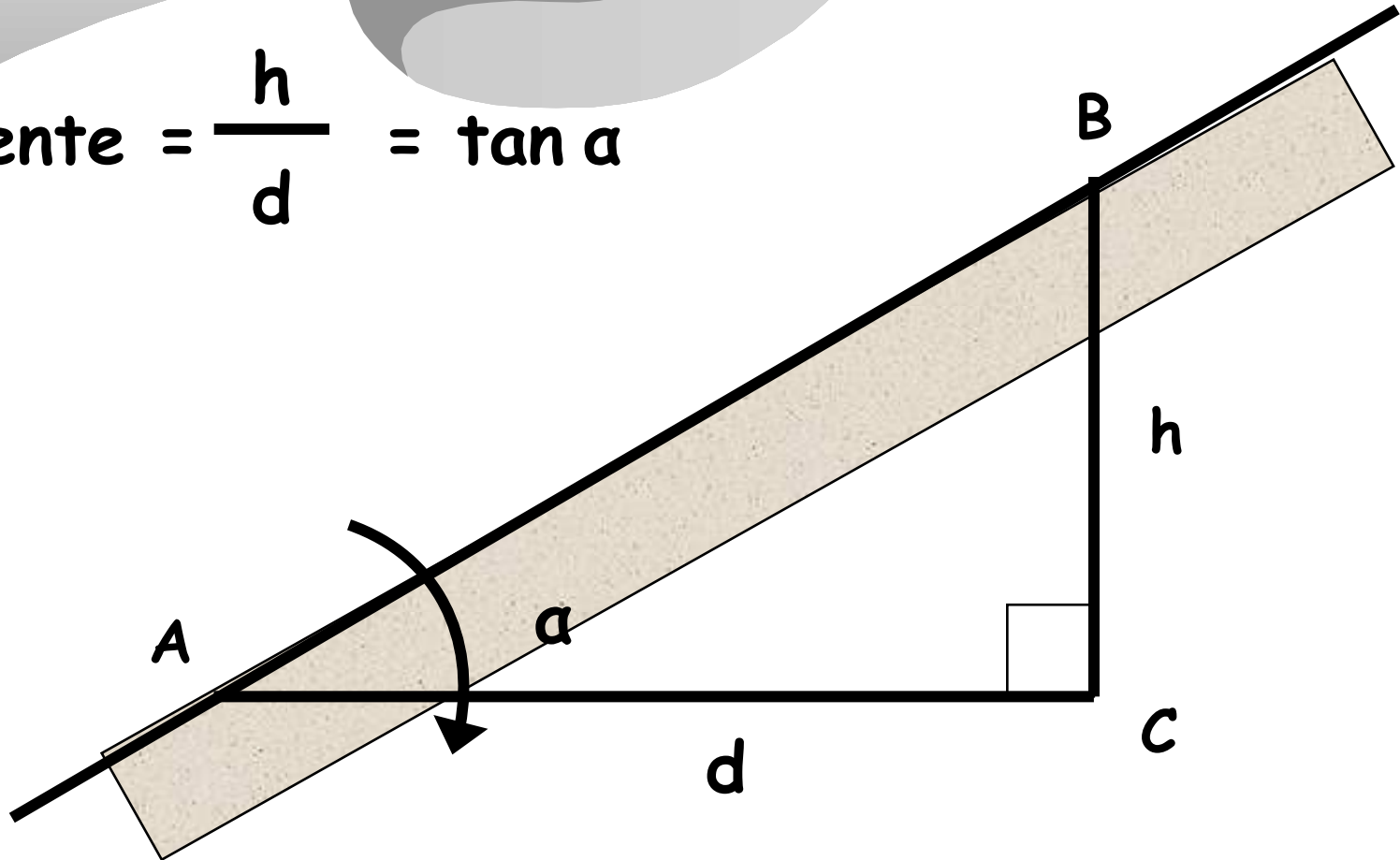
Nature de matériau	Ff	Fc
Sols meubles: Argiles, limons, sables argileux, arènes... Teneur en eau proche de l'optimum.	1,25	0,9
Sables et graves sableuses.	1,1	1
Sols meubles consolidés, argiles et marnes se débitant en mottes.	1,35	1,1
Sols rocheux défoncés au rippeur, roche altérée, plaquettes.	1,30	1,15
Matériaux rocheux de carrière (extraits à l'explosif).	1,40	1,20

Coefficient de contre-foisonnement

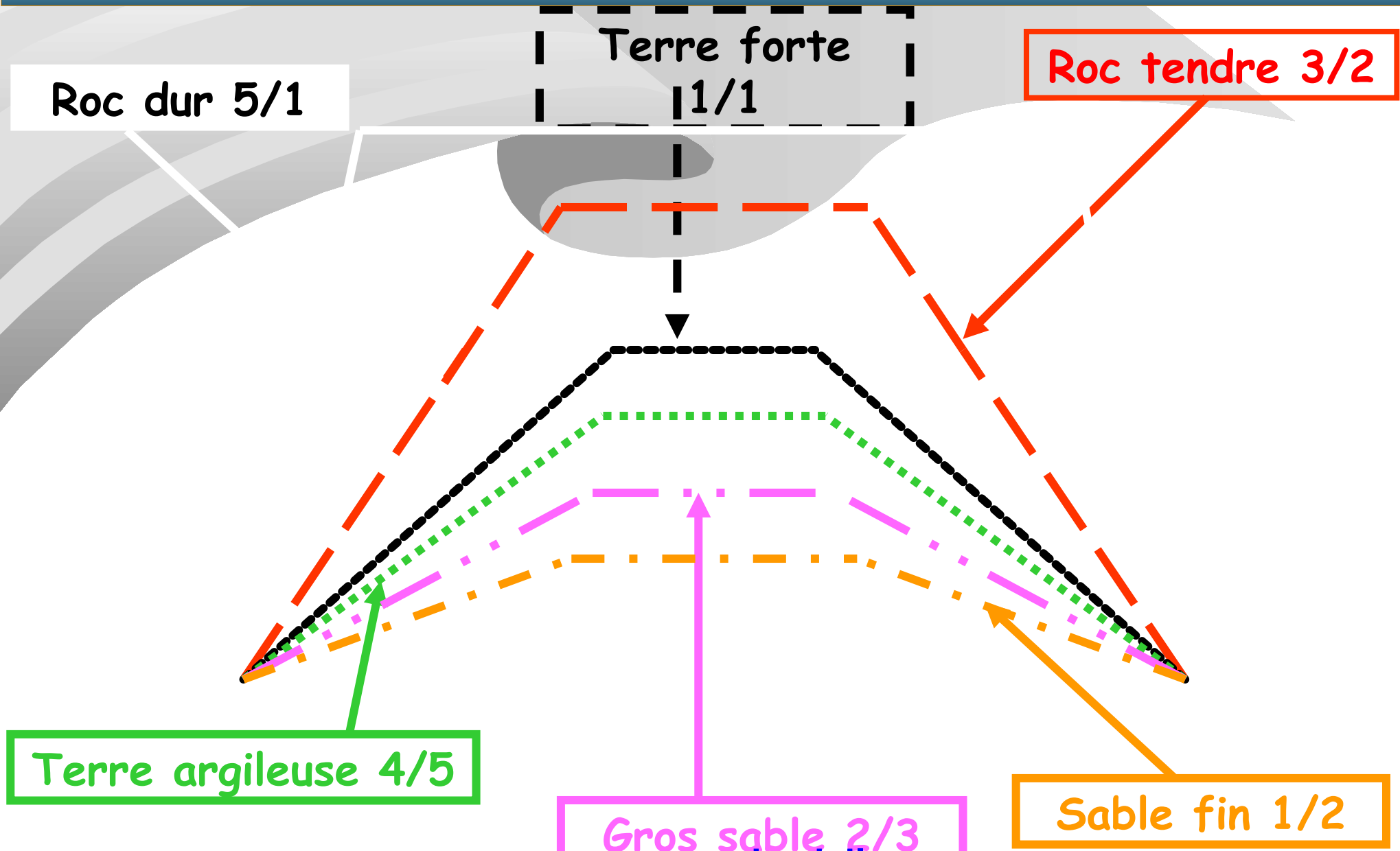
www.cours-genie-civil.com

Inclinaison des talus

$$\text{Pente} = \frac{h}{d} = \tan \alpha$$



Talus de remblai



Talus de déblai

Terre franche 45°

Terre argileuse 60°

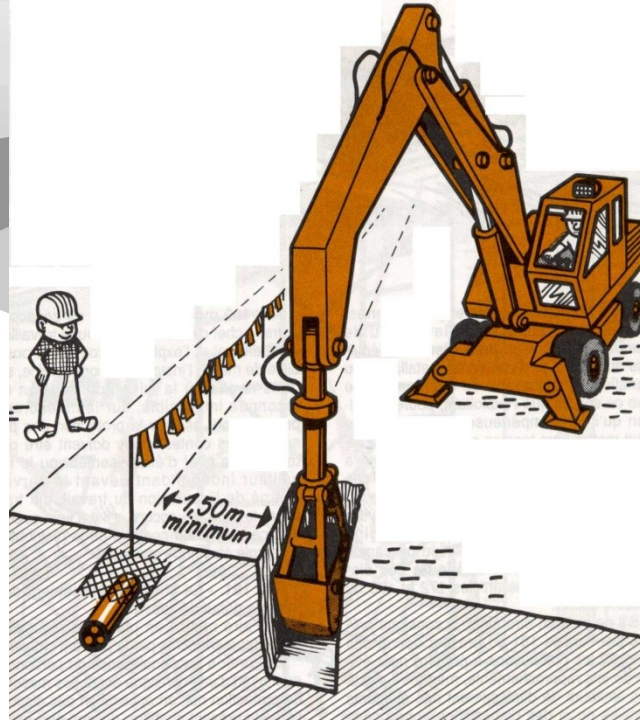
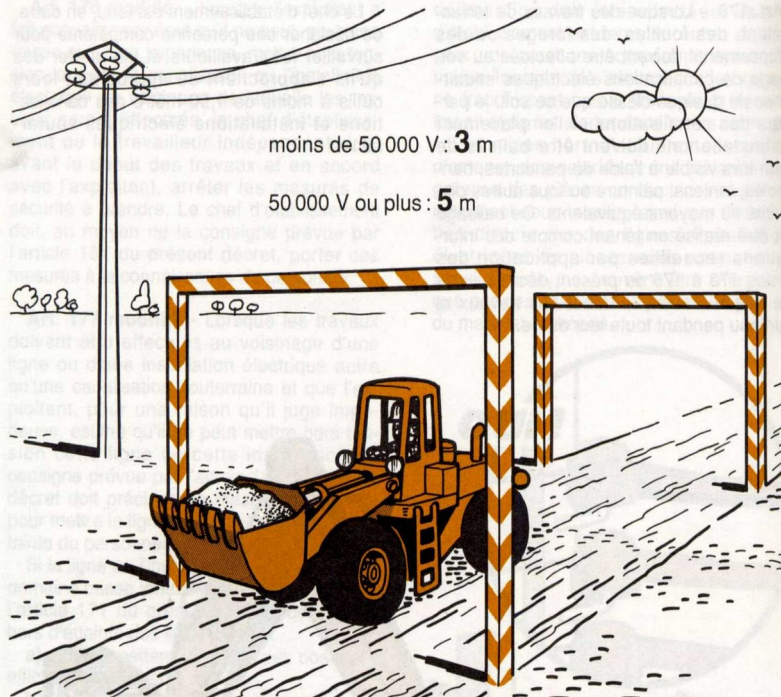
Terre sablonneuse 35°

Sable grossier 26°

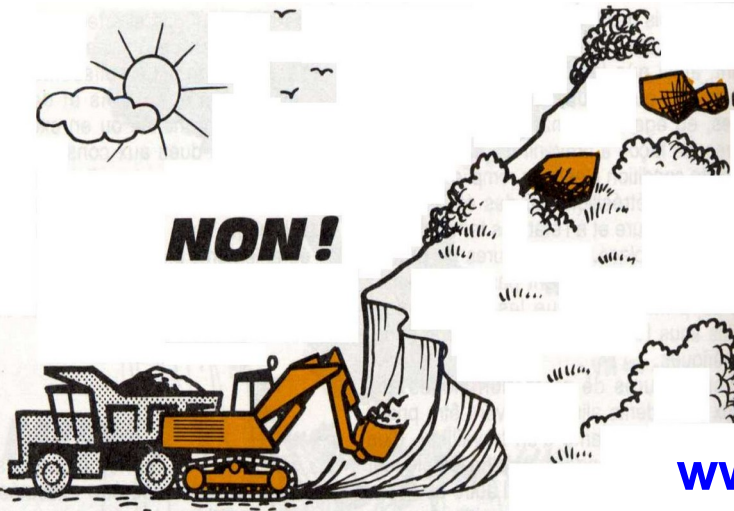
La sécurité

moins de 50 000 V : 3 m

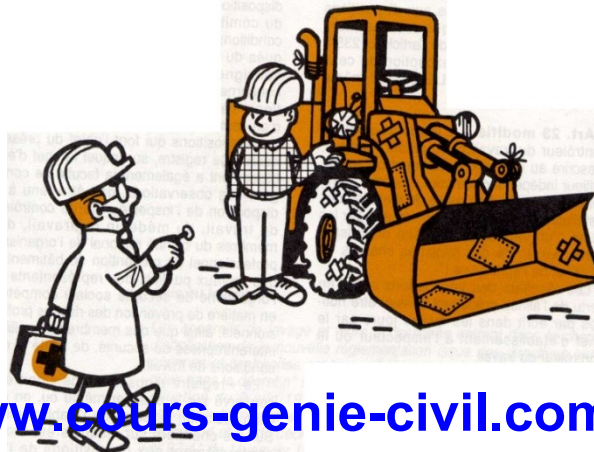
50 000 V ou plus : 5 m



NON!



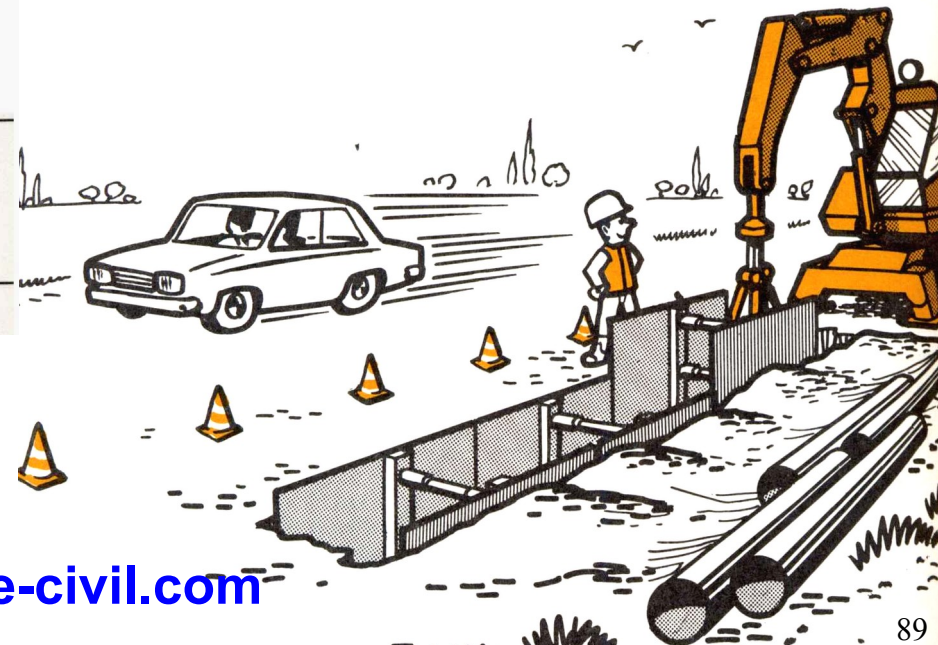
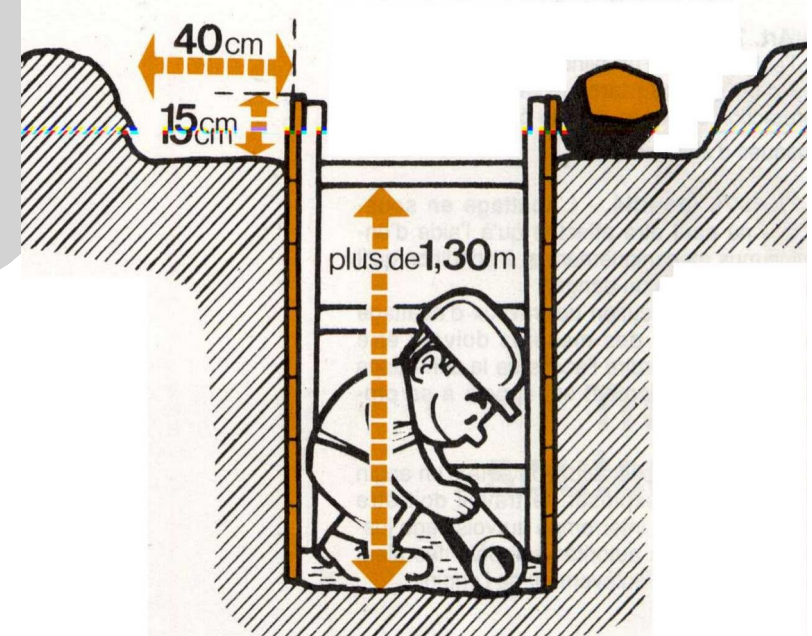
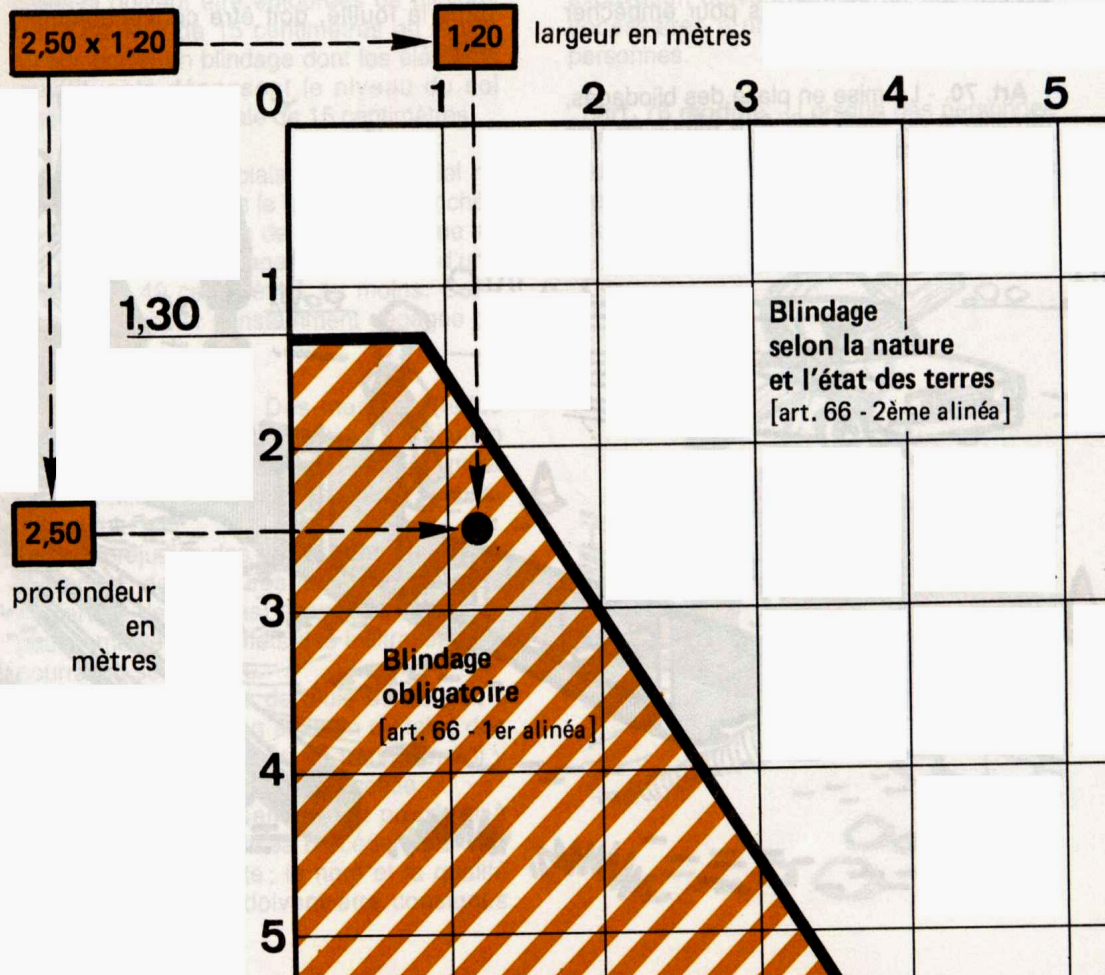
Examens, vérifications, registres



Dispositions concernant la circulation des véhicules, appareils et engins de chantiers



Le blindage des fouilles



La météorologie

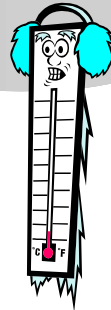
Beaucoup de terrains changent de consistance sous l'effet de la pluie ou du gel. Pour le chantier, il faut distinguer 3 types de périodes:

- FAVORABLE, été sec et chaud sans vent,
- ACCEPTABLE, printemps ou automne pas trop pluvieux ou été humide,
- MAUVAISE, hiver froid et pluvieux avec gel.

Il faut donc maîtriser le calendrier de l'opération pour éviter les problèmes

RÉPERCUTIONS sur la CONDUITE de CHANTIER

Sol trop sec



Sol trop humide

LES RENSEIGNEMENTS
MÉTÉOROLOGIQUES
La MÉTÉOROLOGIE NATIONALE



Les STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES de CHANTIER

www.cours-genie-civil.com

TERRASSEMENTS

