

# Drainage des pentes

## Exemples de solutions

Par R.M. Faure et J.C. Gress

# **TECHNIQUES DE DRAINAGE**

**Rappel démarche géotechnicien :**

- 1. Gestion de la non infiltration du ruissellement superficiel**
- 2. Drainage en profondeur**
  - 2.1. caractérisation des aquifères et de leurs piézométries**
  - 2.2. techniques de drainage**

## **DISPOSITIFS DE DRAINAGE**

- 1. Eperons drainants  
Masques drainants  
Bêche drainante  
Contreforts drainants  
Interfaces drainants**
- 2. Drains agricoles  
Tranchées drainantes  
Géodrains  
Parois drainantes**
- 3. Drains subhorizontaux ascendants  
Drains subhorizontaux descendants**

4. **Drains verticaux ou inclinés gravitaires :**
  - drains de décharge,
  - drains plats géotextiles,
  - puits perdus,
  - drains siphons.
  
5. **Drains verticaux ou inclinés pompés :**
  - aiguilles filtrantes,
  - pompes immergées,
  - pompes électropneumatiques.

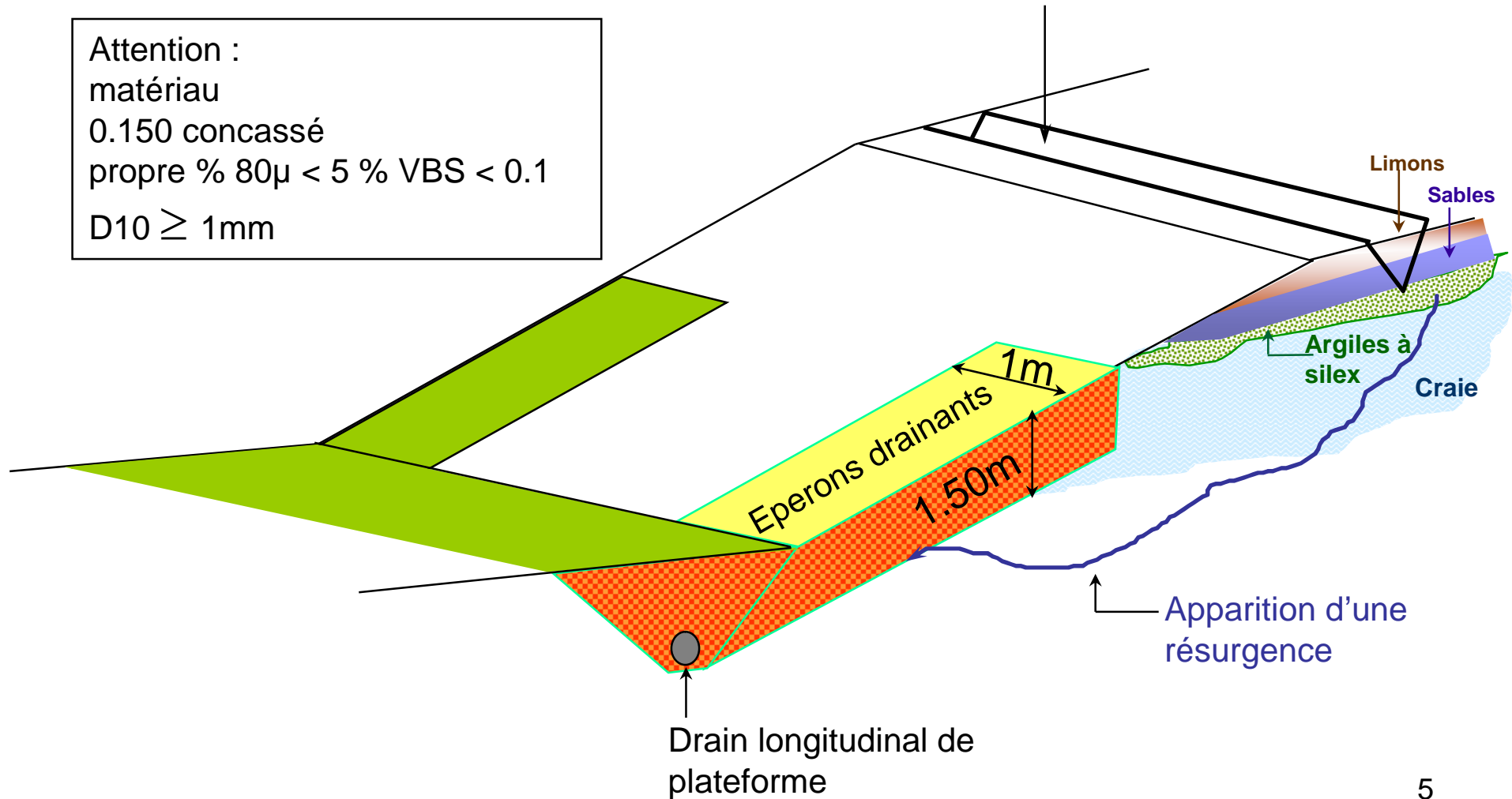
# Eperons drainants

Eperon = soit évite une surface de suintement  
soit intercepte une résurgence d'eau en talus

Attention :  
matériau  
0.150 concassé  
propre % 80 $\mu$  < 5 % VBS < 0.1  
D10  $\geq$  1mm

## Cas de circulations erratiques

Fosse de crête  
à fil d'eau bétonné



# Eperon drainant

APPLICATIONS :

SOIT - Arrivée d'eau localisée

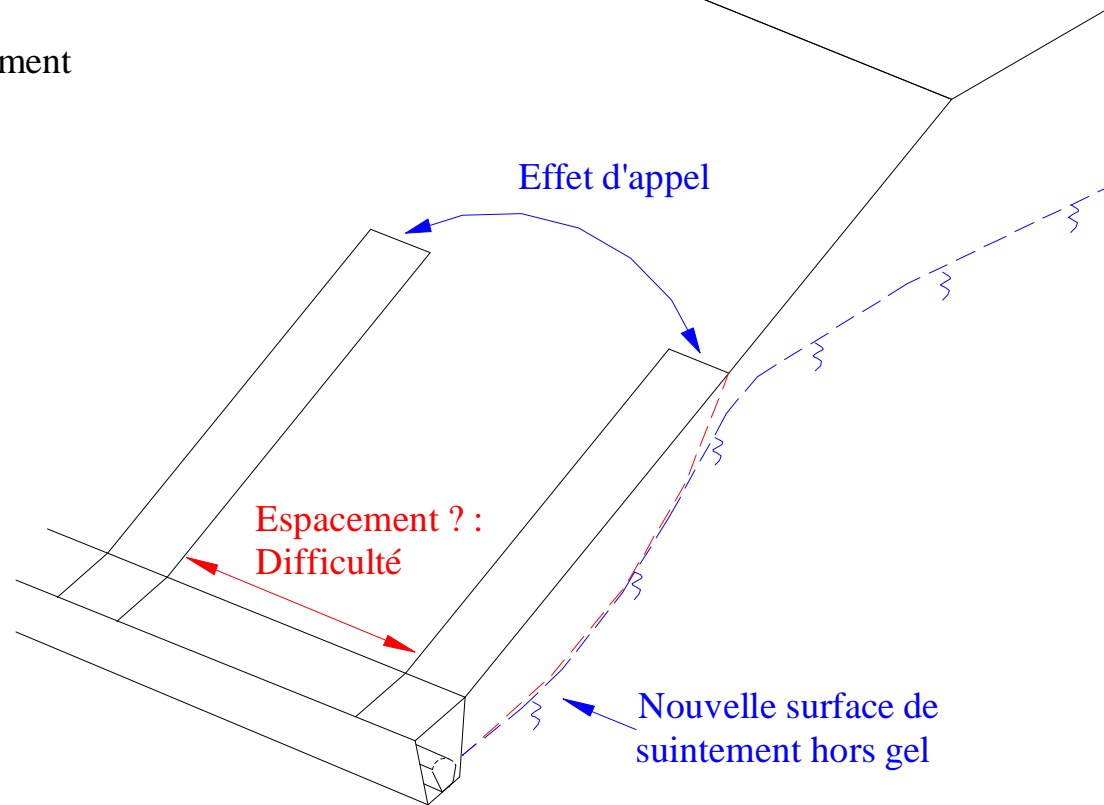
- . zone de suintement
- . taches d'herbes vertes en été
- . blocs de glace en hiver

SOIT - Eliminer un risque de surface de suintement

Cas de surface de suintement

Effet équivalent à file de puits

INADAPTE SI  $K < 10^{-6}$  m/s



## Eperon drainant

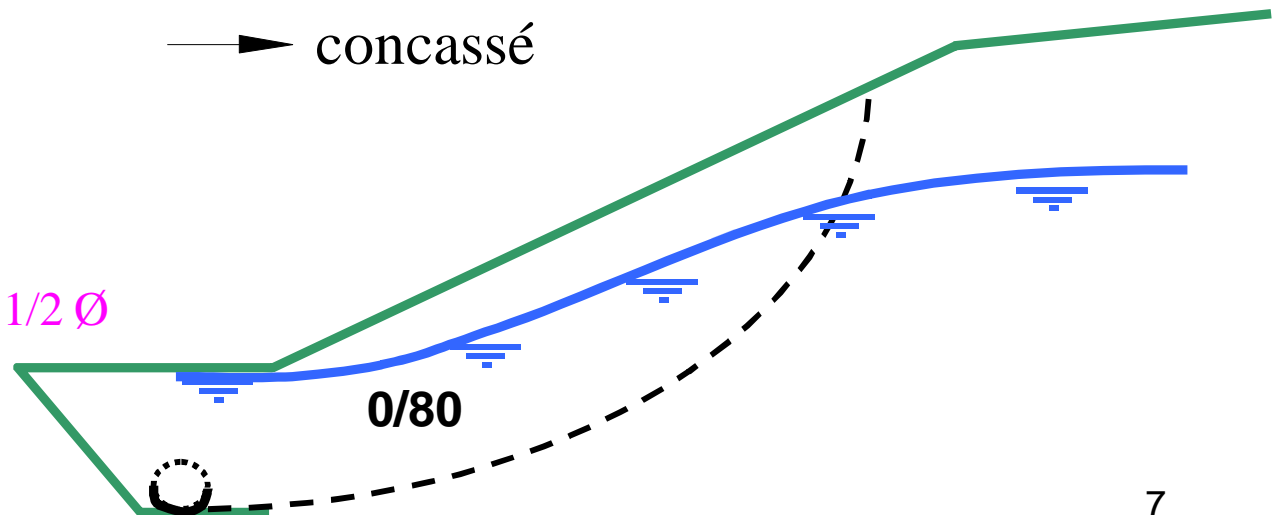
MATERIAU :

- Doit :
  - . Assurer la fonction filtre
    - Pas de 20.80
    - Pas de géotextile
  - . Présenter une faible teneur en % < 1mm
    - $D_{10} > 1\text{mm}$
    - ▶  $K = 10^{-2}\text{m/s}$
  - . Présenter une bonne stabilité
    - ▶ concassé

Perméabilité

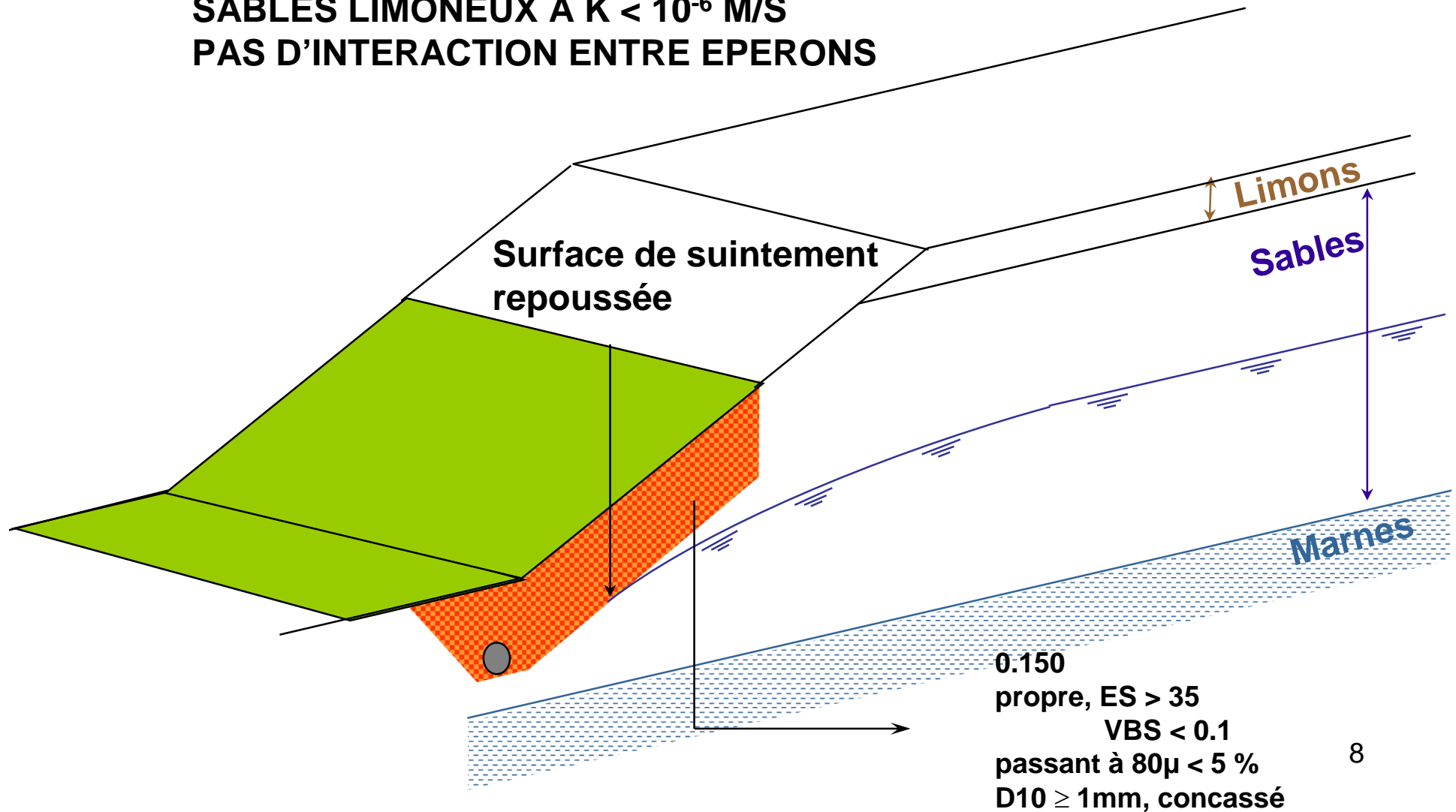
↓  
Risque si K 0/80 faible

—▶ eperon stable à 1/2 Ø



# Masques drainants si pas d'interaction entre éperons

Exemple BUTTE D'ARGILLY - A36  
SABLES LIMONEUX A  $K < 10^{-6}$  M/S  
PAS D'INTERACTION ENTRE EPERONS



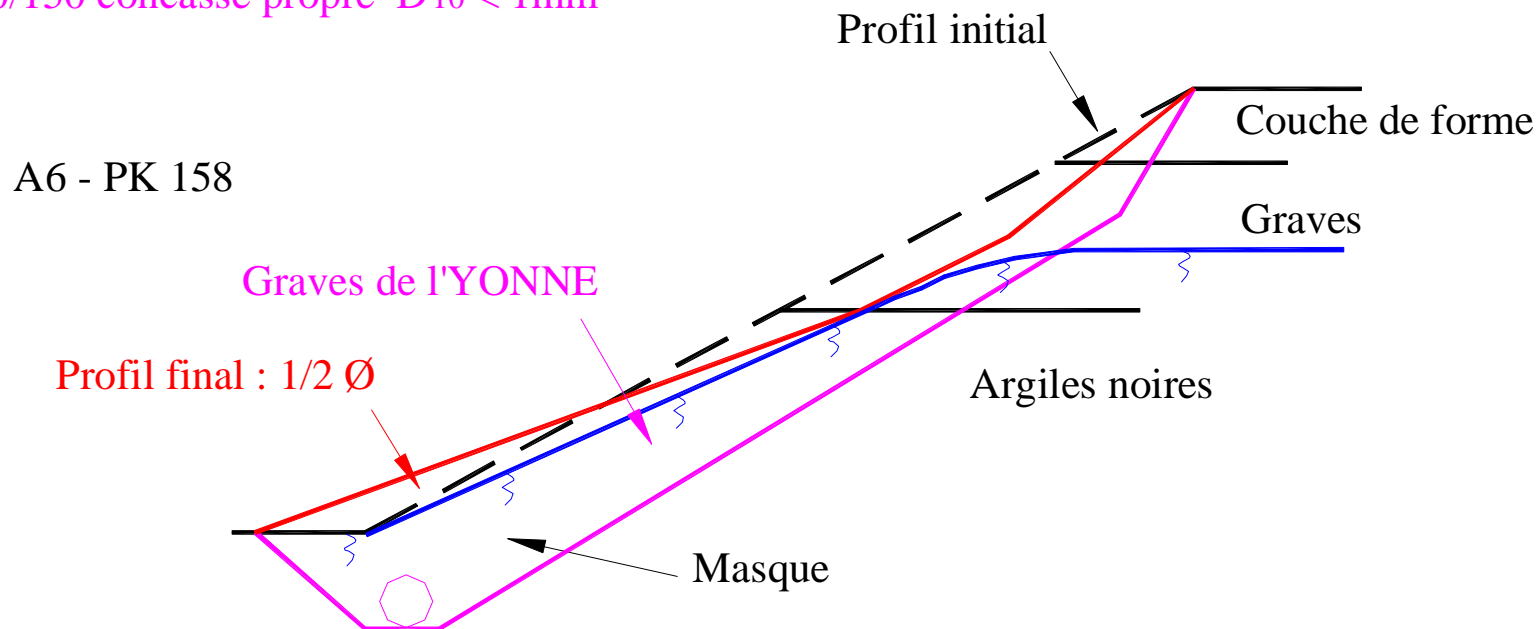


# Masque drainant

- Arrivées d'eau diffuses
- Sols à perméabilité  $K < 10^{-6}$  m/s
- Souhait de profiter d'un effet poids
- Sols trop instables pour réaliser les tranchées des éperons

Pas de géotextile

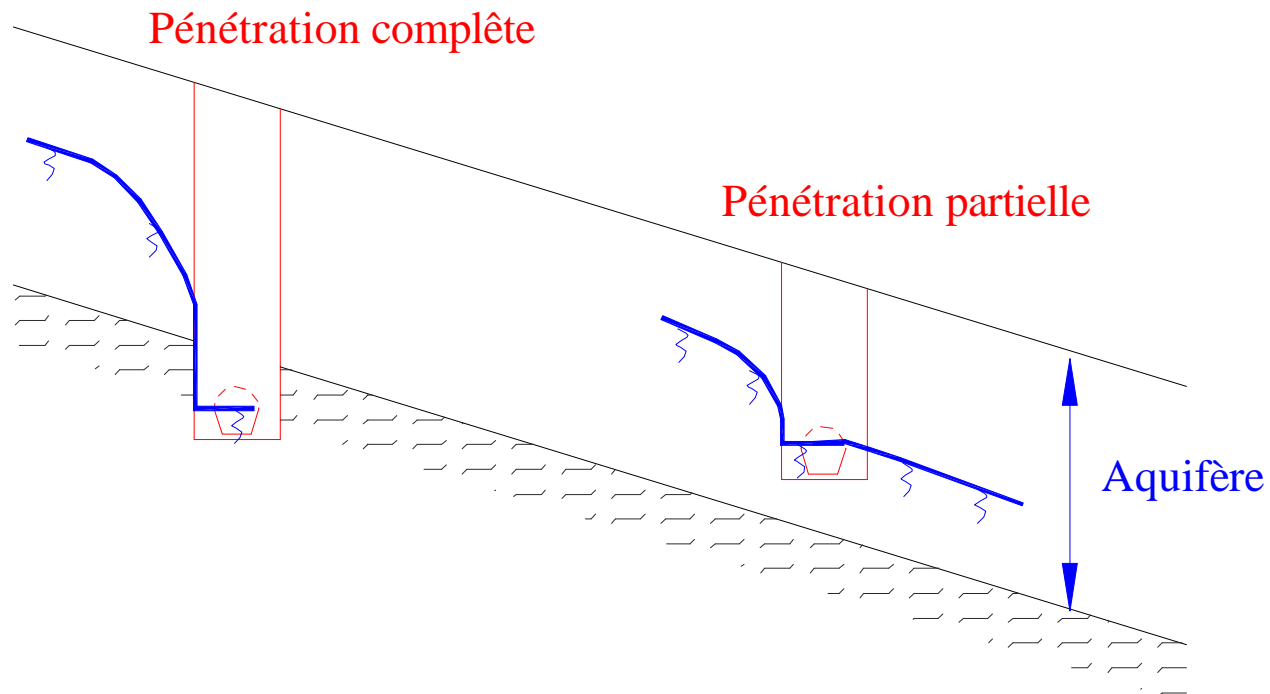
0/150 concassé propre  $D_{10} < 1$ mm



# Tranchées drainantes

## CAS TYPES D'APPLICATION :

- . Aquifère sur substrat perméable  
Idéal : traverser tout l'aquifère
- . Tranchée complète
- . Tranchée partielle

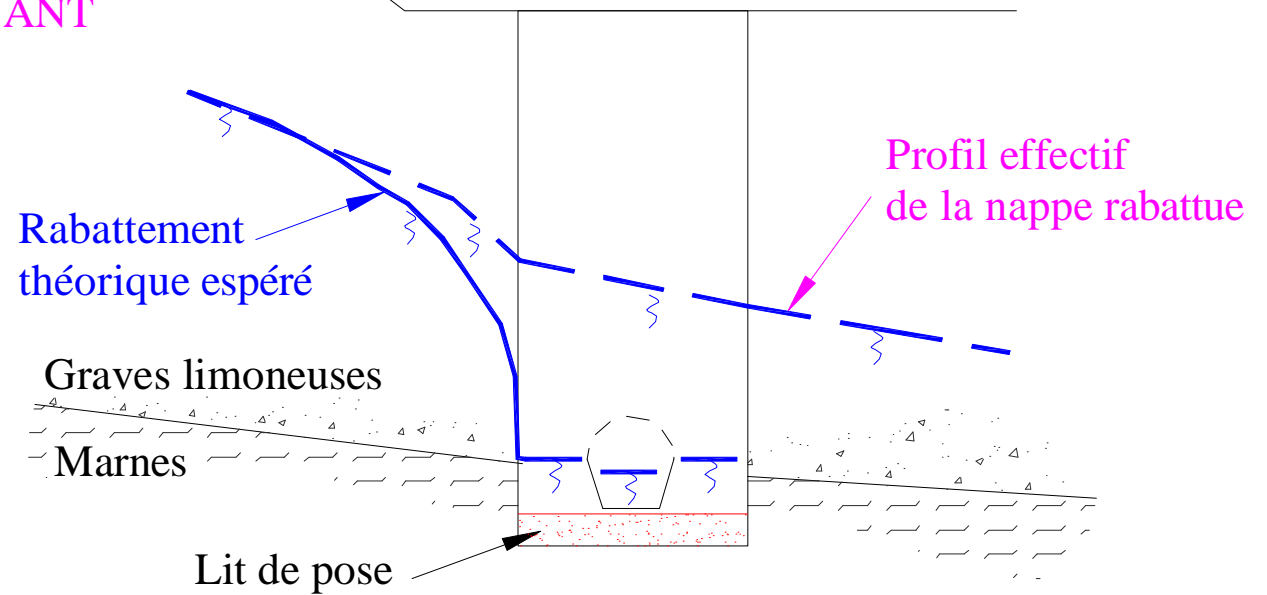


- . Limité en profondeur par les conditions de blindage
- . Prix augmentant fortement avec la profondeur

# Tranchées drainantes

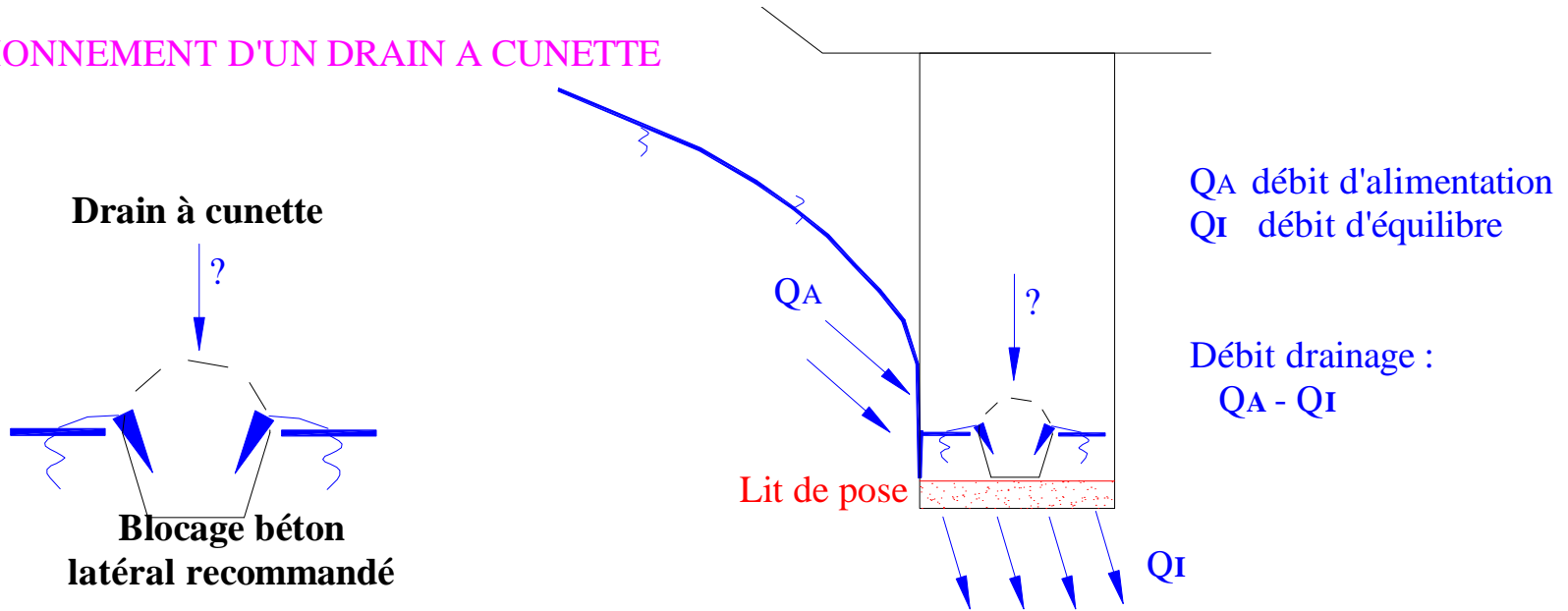
**APPLICATION PRIVILEGIEE : RECOUPE ENTIEREMENT  
UN AQUIFERE A NAPPE LIBRE**

ATTENTION AU NIVEAU DE PERMEABILITE  
DU MATERIAU DRAINANT

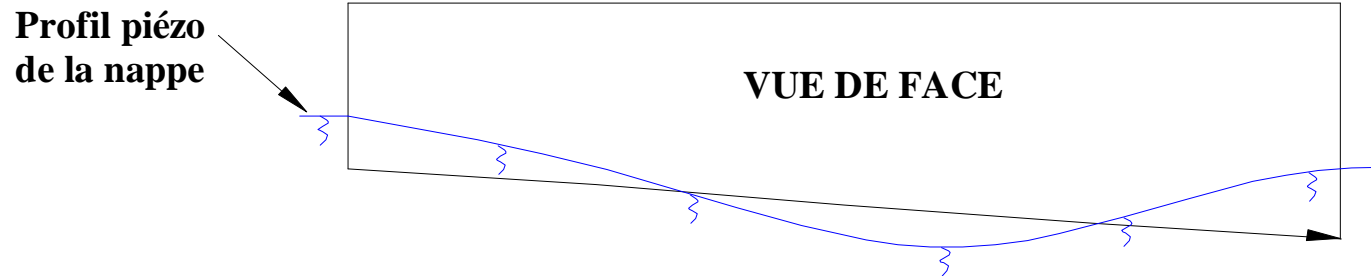


# Tranchées drainantes

## FONCTIONNEMENT D'UN DRAIN A CUNETTE

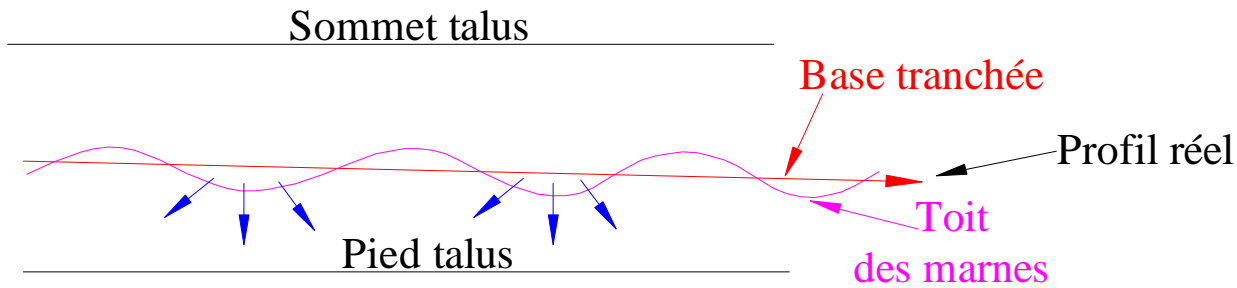
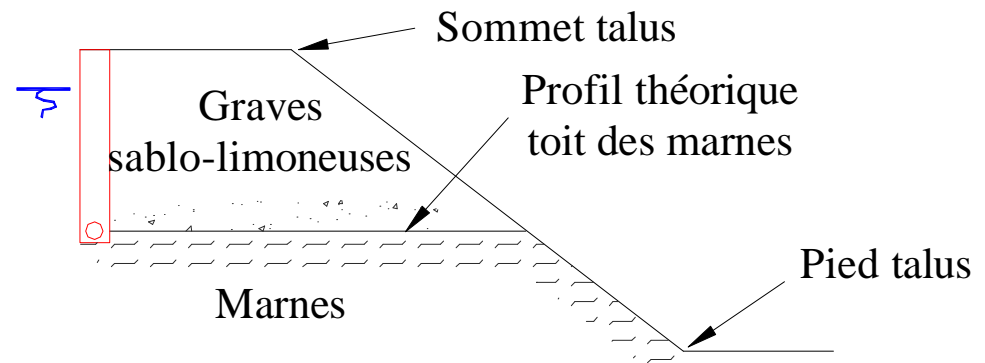


ATTENTION TOUT PARTICULIEREMENT  
SI LA TRANCHEE TRAVERSE UN SECTEUR DENOYE

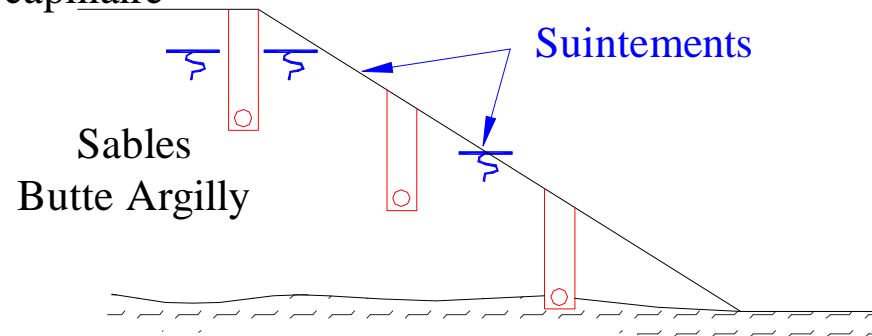


# Tranchées drainantes

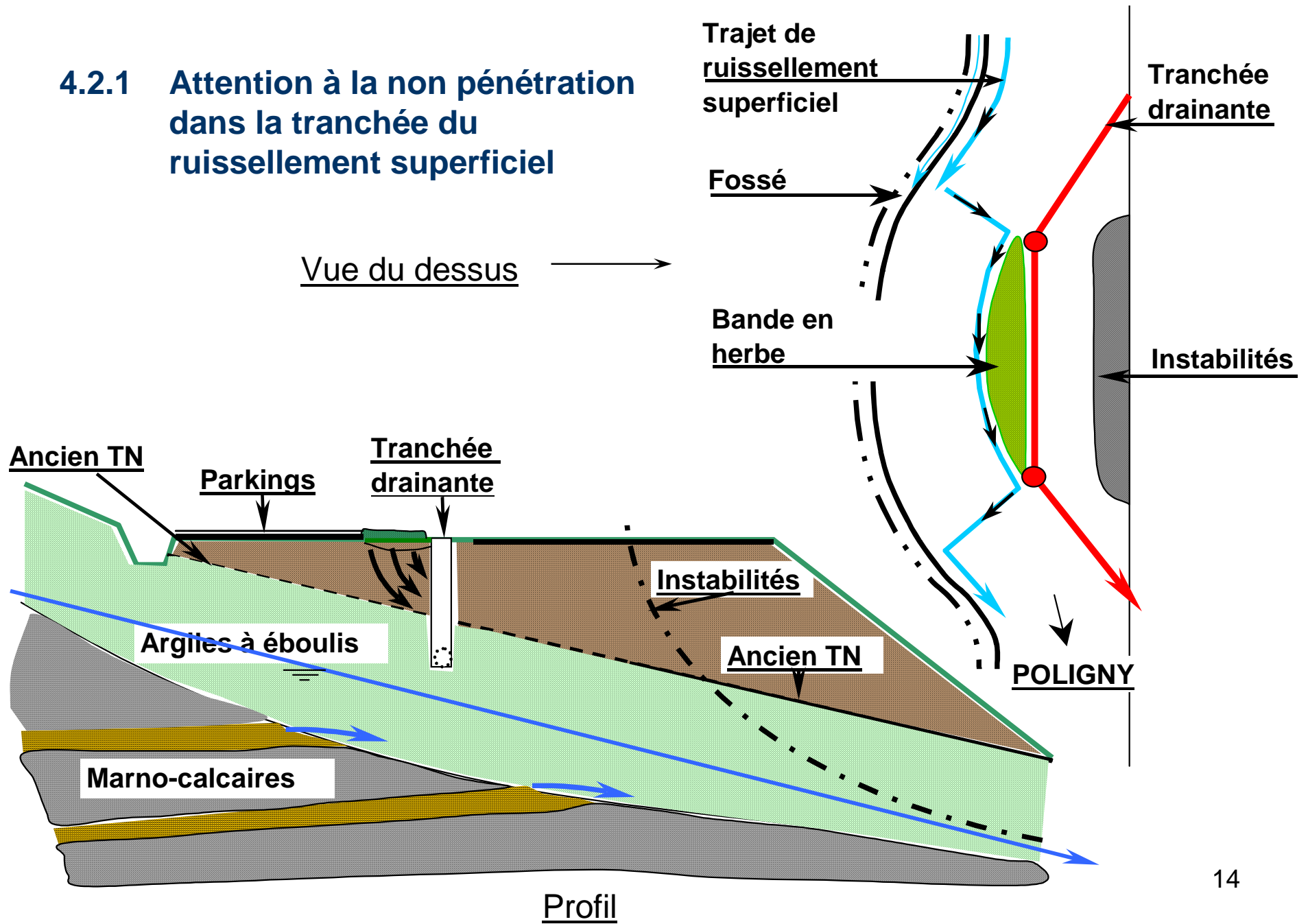
Irrégularités du contact  
Base de l'aquifère / Toit des marnes



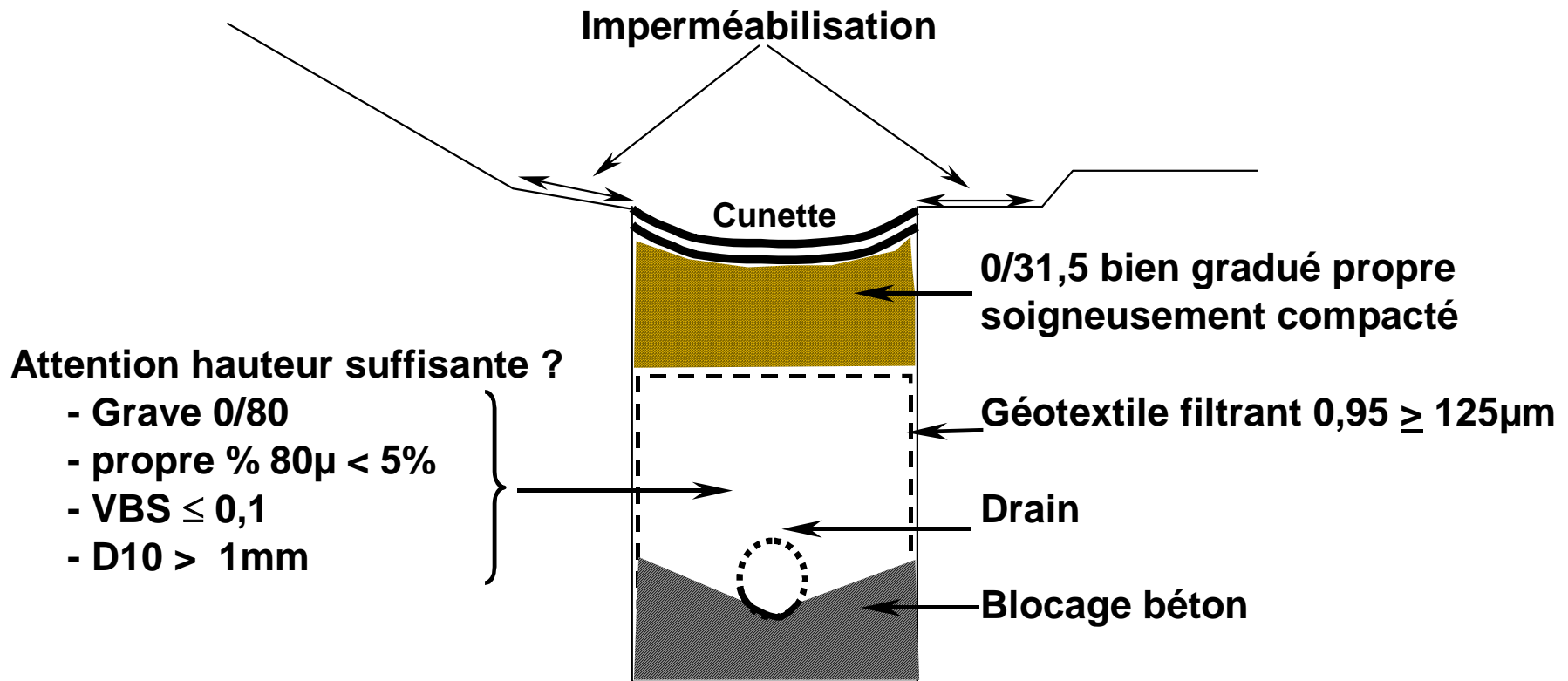
Attention aux aquifères à  $K < 10^{-6}$  m/s : fonctionnement en succion capillaire



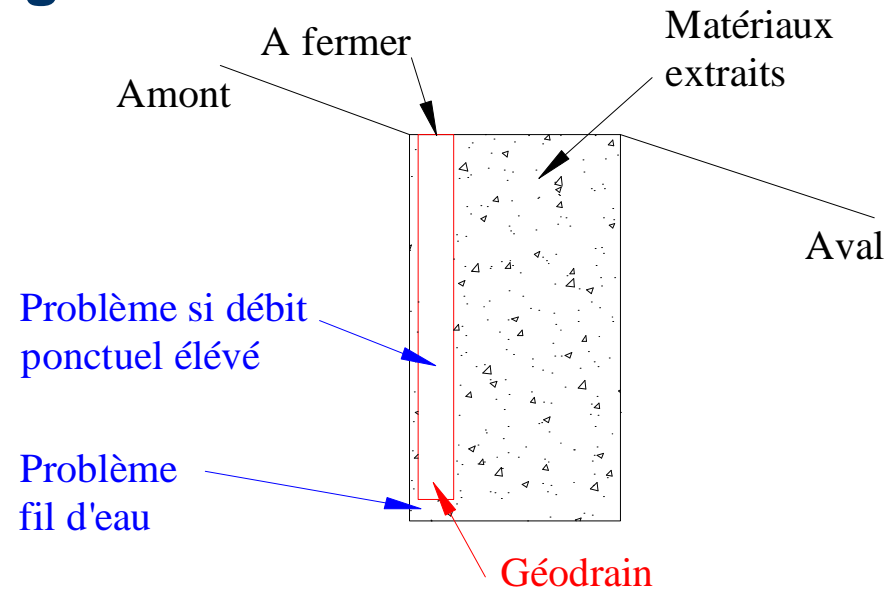
### 4.2.1 Attention à la non pénétration dans la tranchée du ruissellement superficiel



## Tranchées drainantes : coupe type recommandée



# Tranchées équipées en géodrains



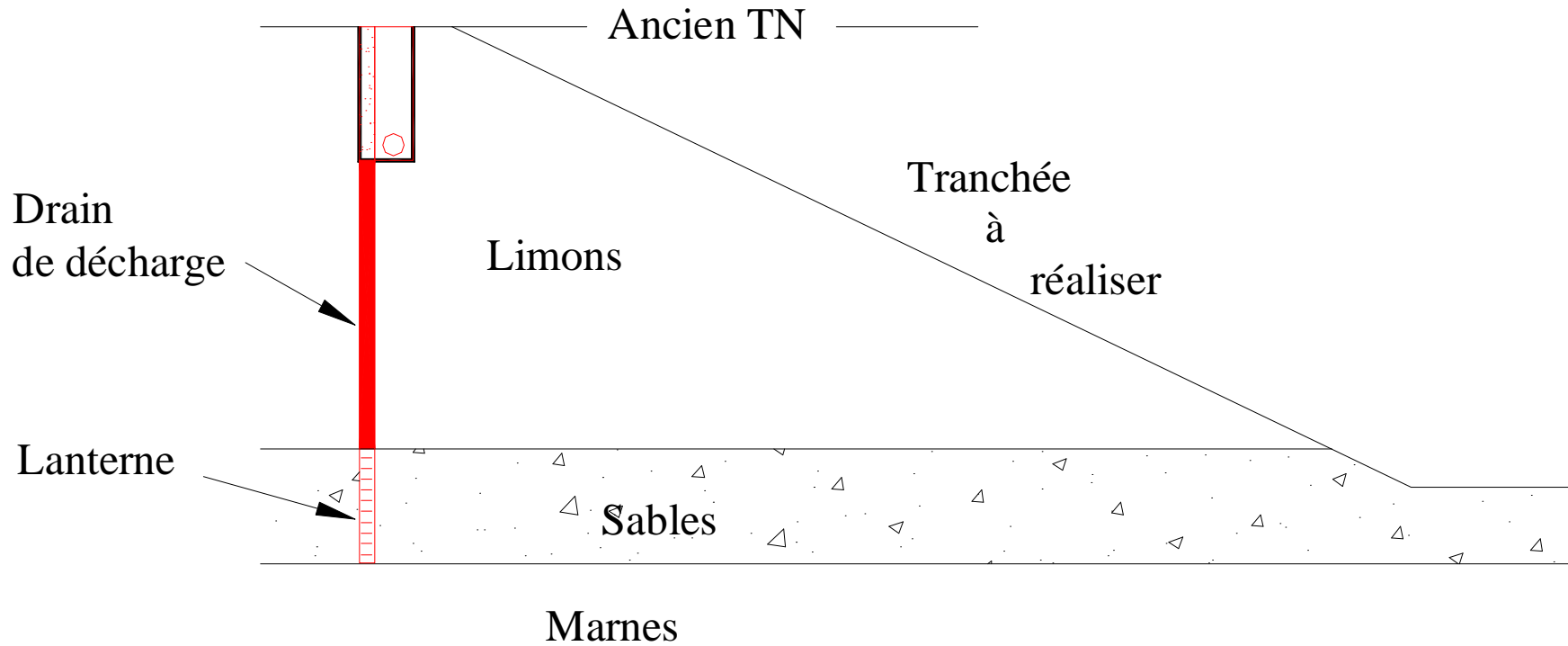
- **Attention à ne pas faire pénétrer des eaux de ruissellement**
- **Colmatage du géotextile**
- **Capacité à absorber des débits ponctuels élevés**
- **Problème de fil d'eau**
- **Limitées en profondeur ou sujétions :**
  - **continuité verticale**
  - **résistance écrasement**
- **Variantes :**
  - **caisson drainants**
  - **Balles drainantes**



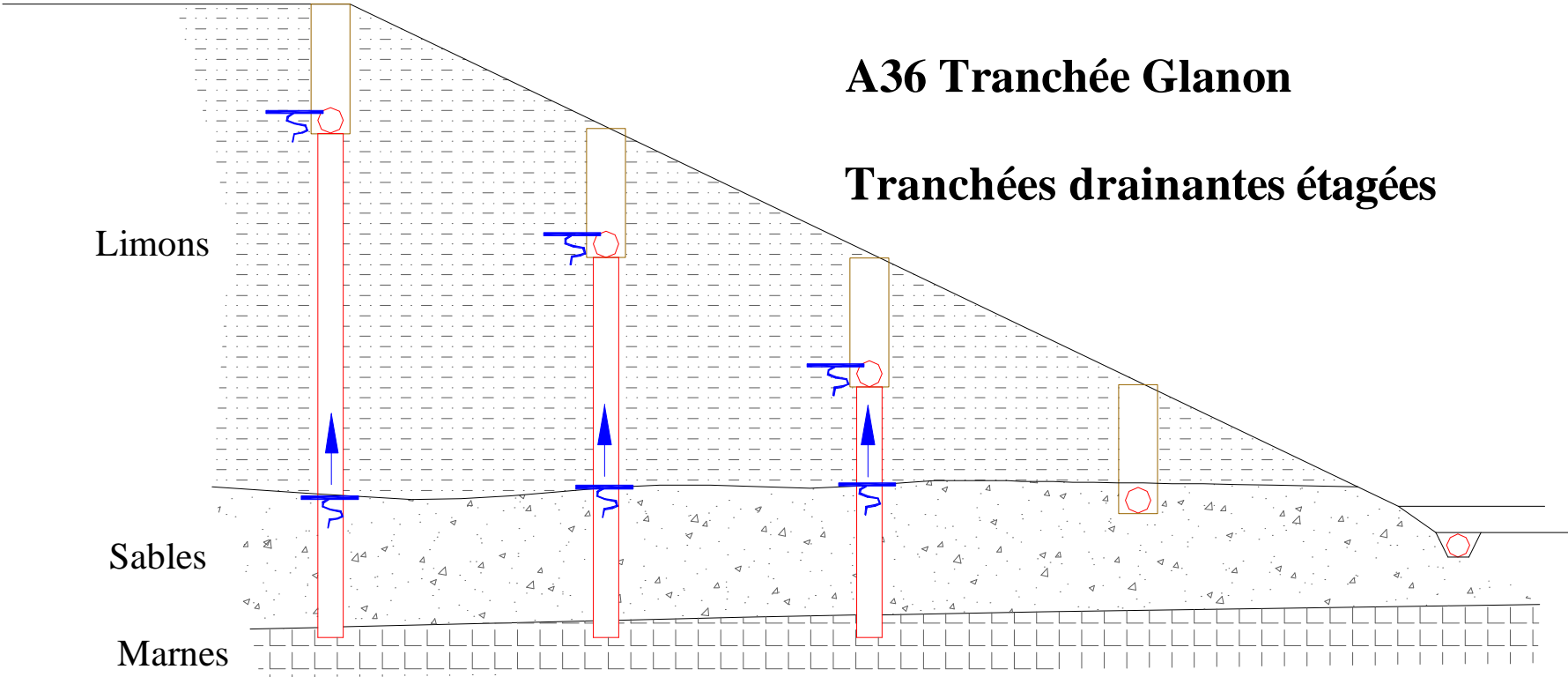
# Tranchées drainantes

## UTILISATION EN ASSOCIATION AVEC DRAINS DE DECHARGE

Aquifère profond artésien

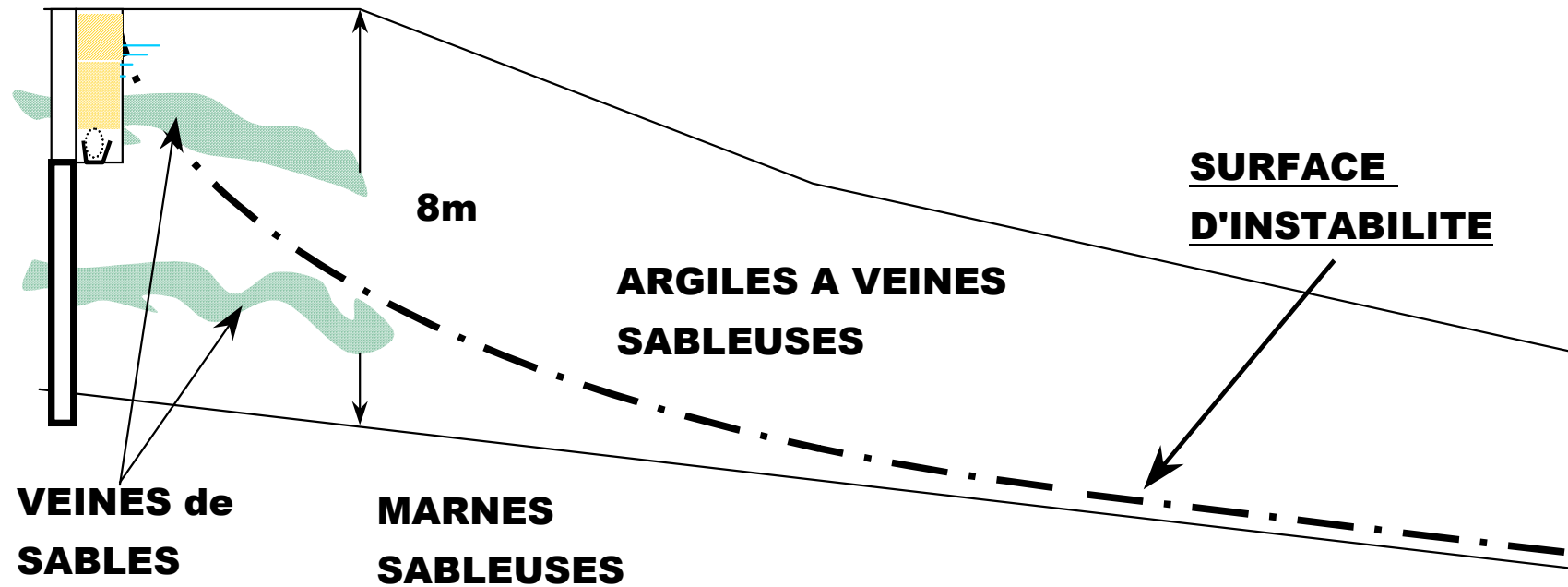


# Puits de décharges



# Drains de décharge

## Normandie : HERMIVAL-les-VAUX



**EAU à 2.50m :  $F \approx 1$**

**à 4.00m :  $F \approx 1.2$**

**à 7.50m :  $F \approx 1.35$**

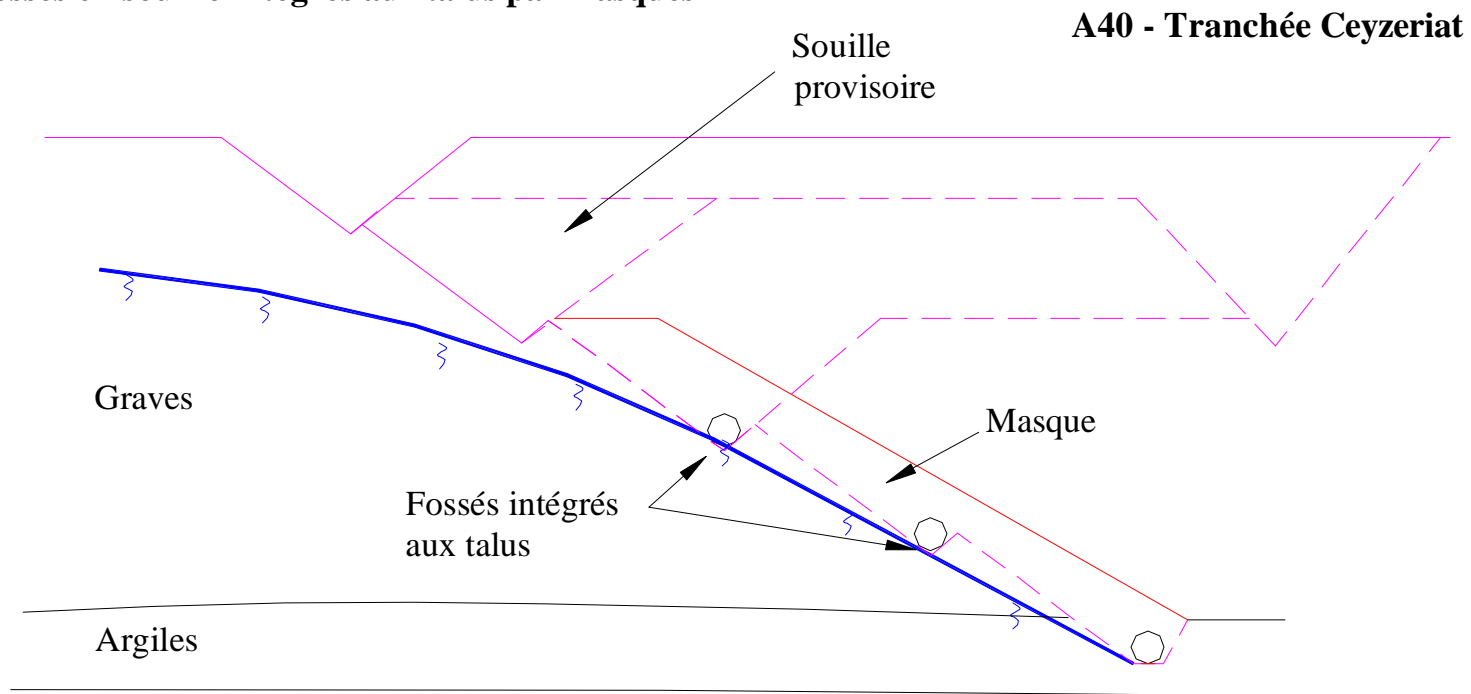
# Fossés drainants

## DOMAINES D'APPLICATION

Talus à créer  
Substitution aux tranchées drainantes  
Aquifère sur imperméable

## PRINCIPE

Fossés en souille intégrés aux talus par masques



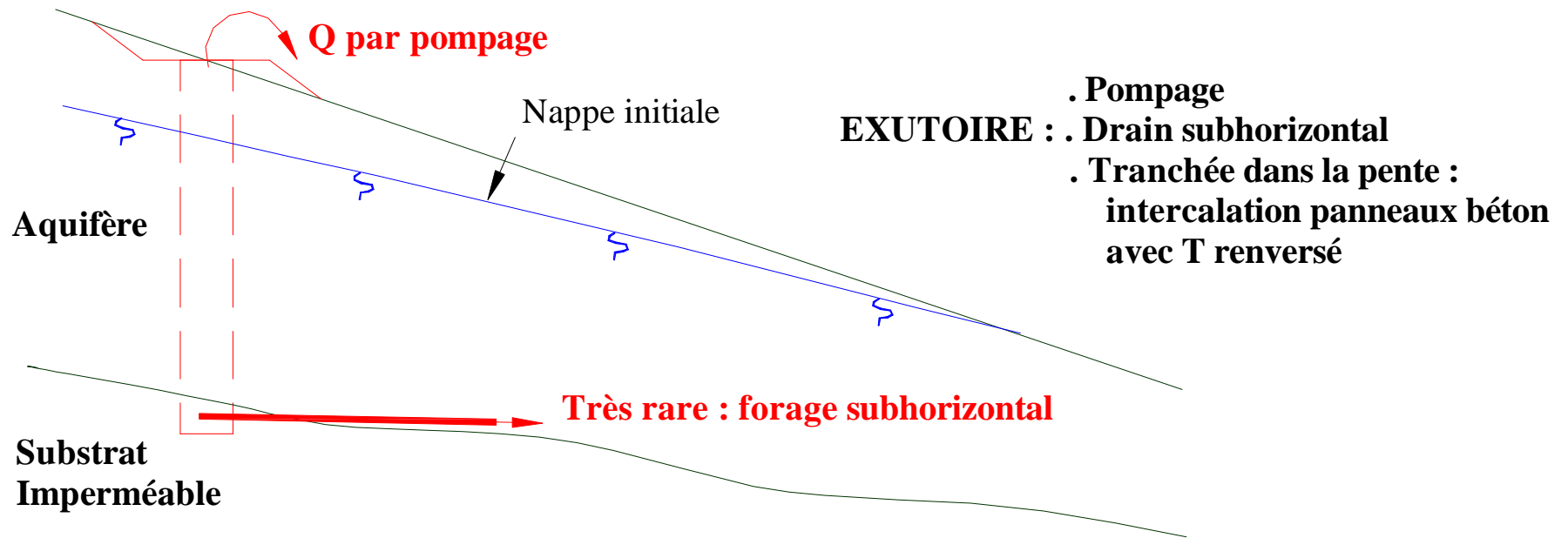
# Paroi drainante

## APPLICATION

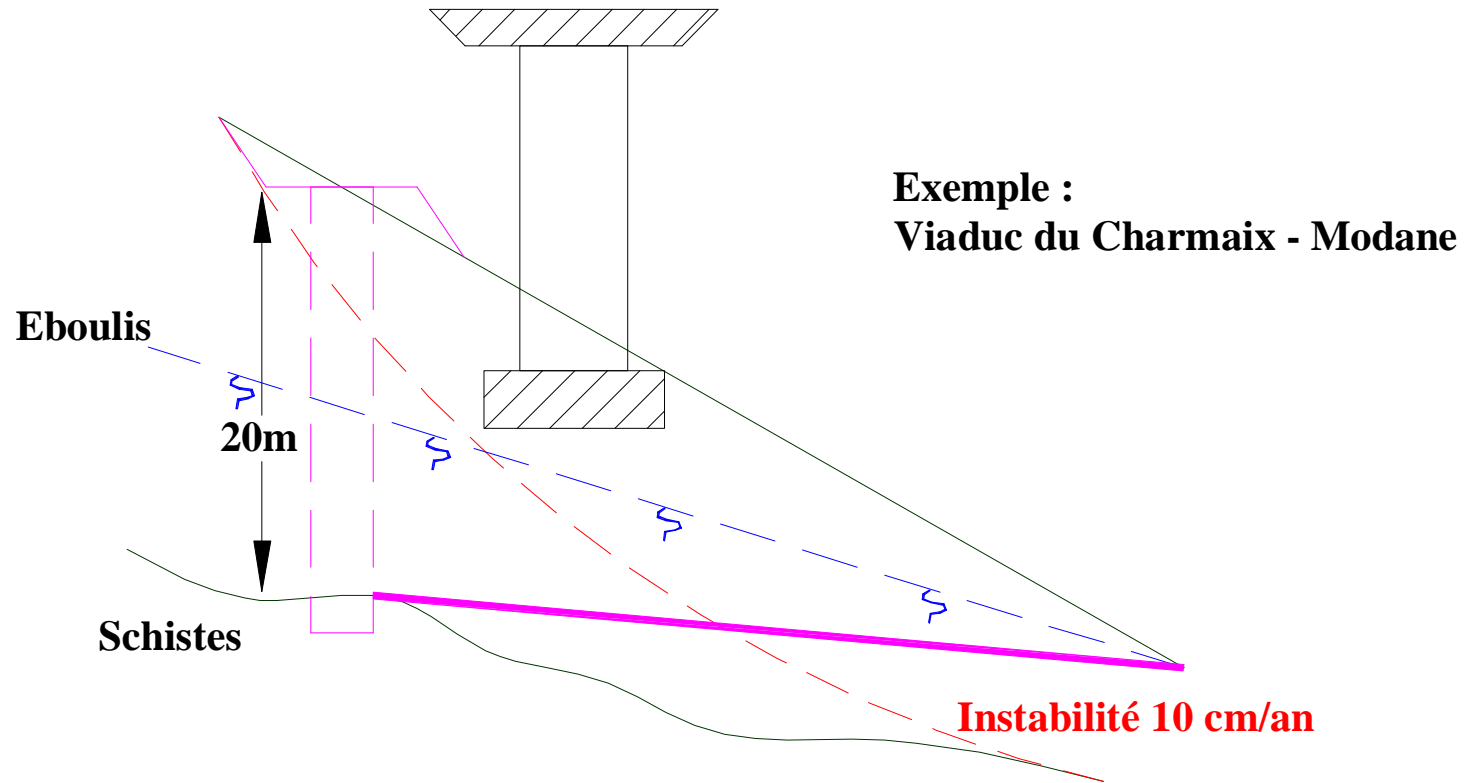
- . Aquifère très épais supérieur sur couche imperméable

## PRINCIPE

- . Tranchée type paroi moulée au revert remplie de matériau drainant



# Paroi drainante



**Accès forage : difficultés**

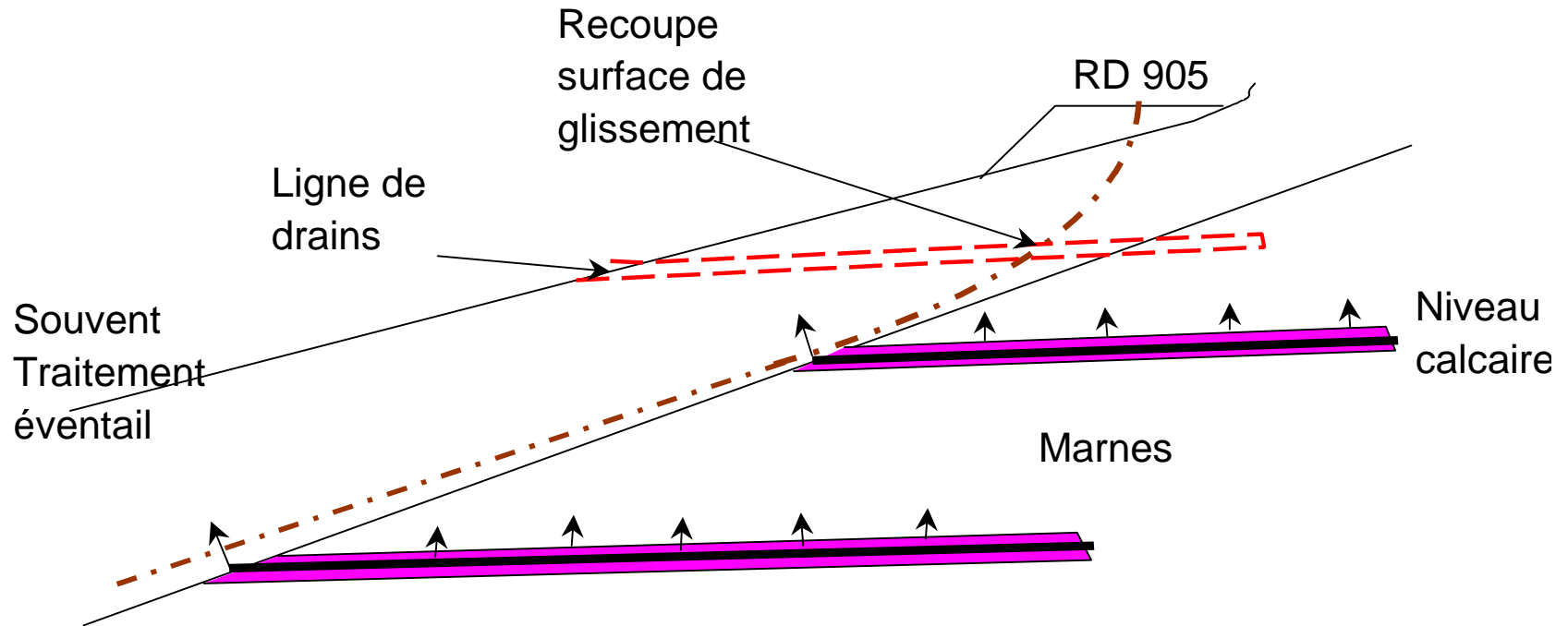
**Coupure = déstabilisation amont**

**Boue biodégradable = déstabilisation aval par la charge hydraulique**

**Régularité fil d'eau**

**Terrassement si blocs ou rocher**

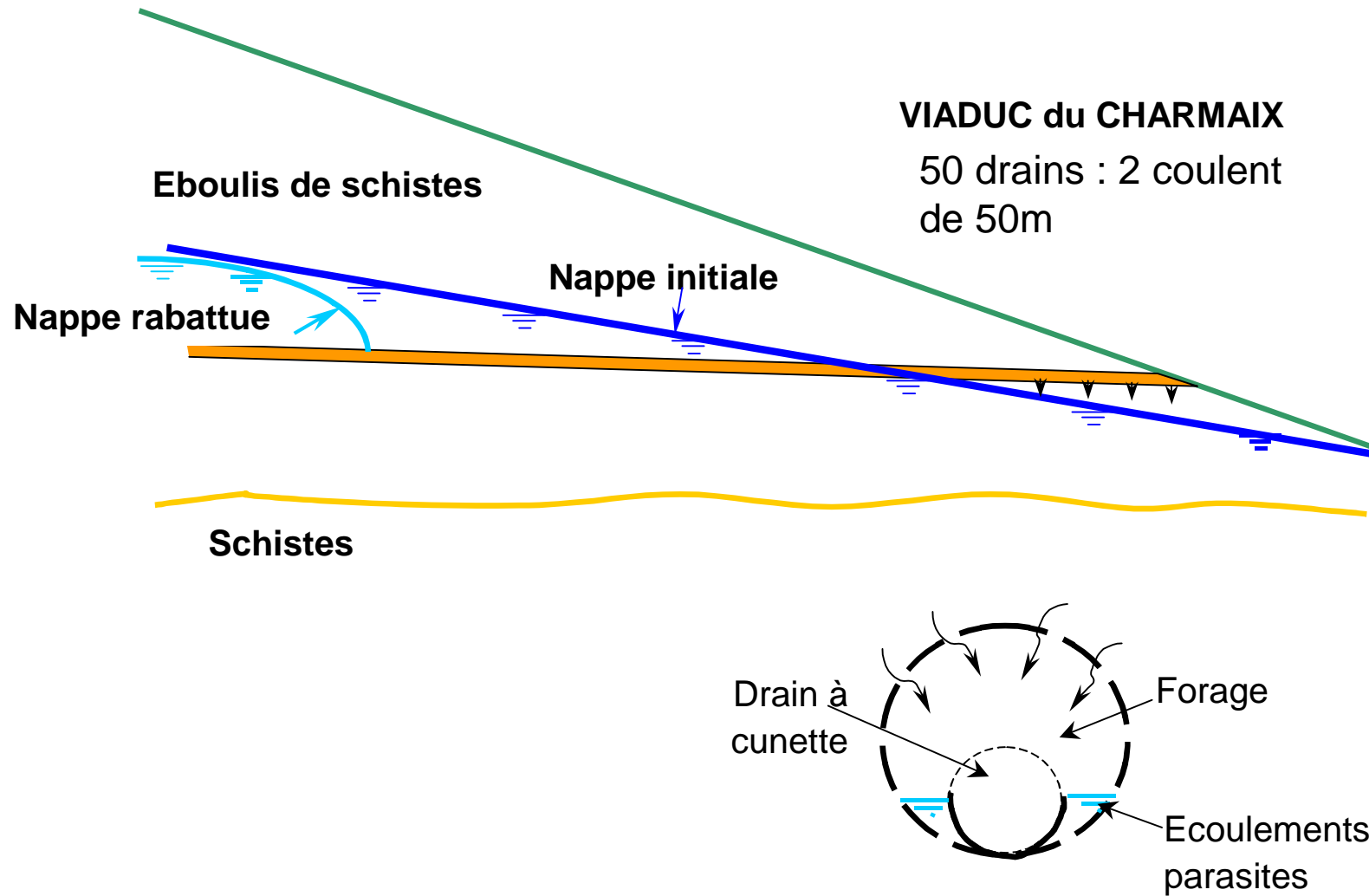
# Drains subhorizontaux ascendants



1. Accès
2. Recoupe la surface de glissement
3. Atteindre les aquifères à assainir
4. Risques de réinjections
5. Gel
6. Mousses

**ATTENTION** : Veiller à en faire suffisamment :  
On ne doit plus craindre de mouvements.

## Drains subhorizontaux (suite)

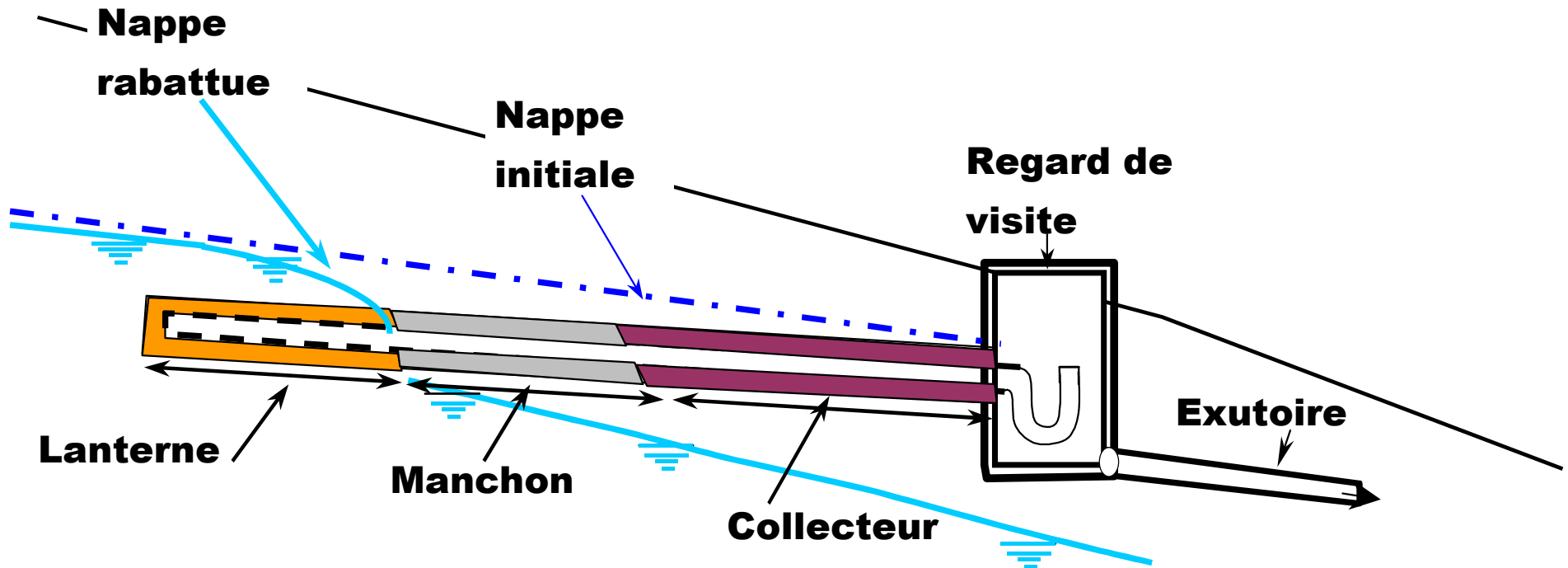




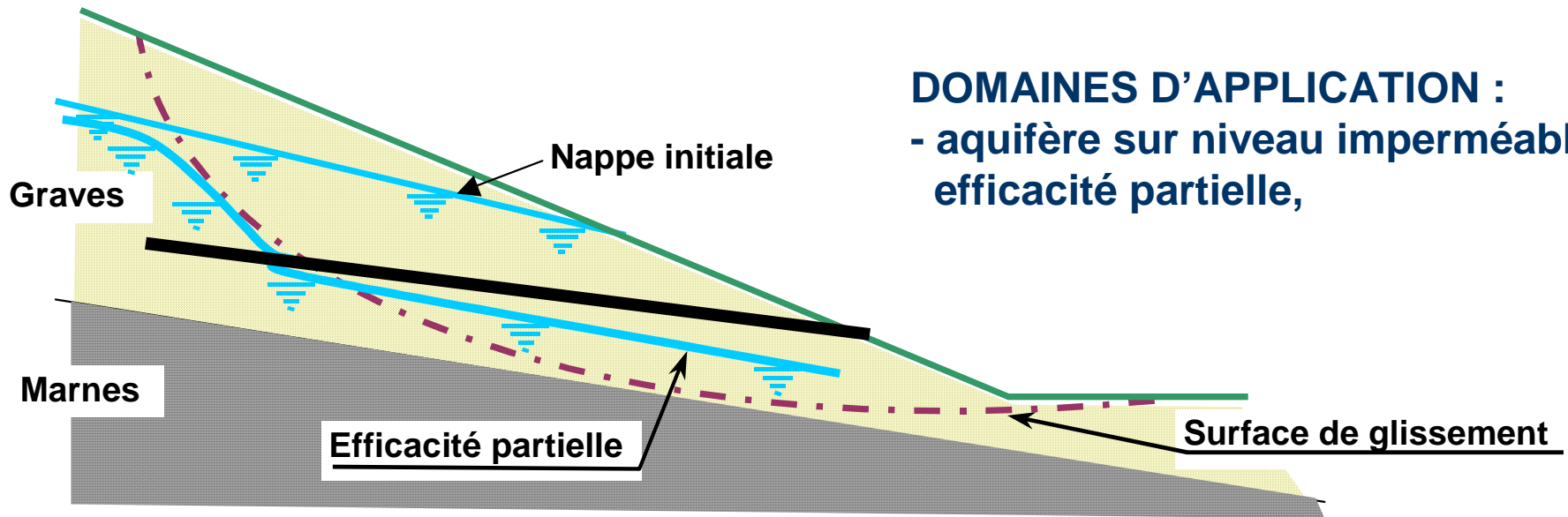
# Drains subhorizontaux ascendants

## Conception moderne

- lanterne sur le tiers d'extrémité
- Manchon d'étanchéité
- puis partie à fonction de collecteur d'accumulateur



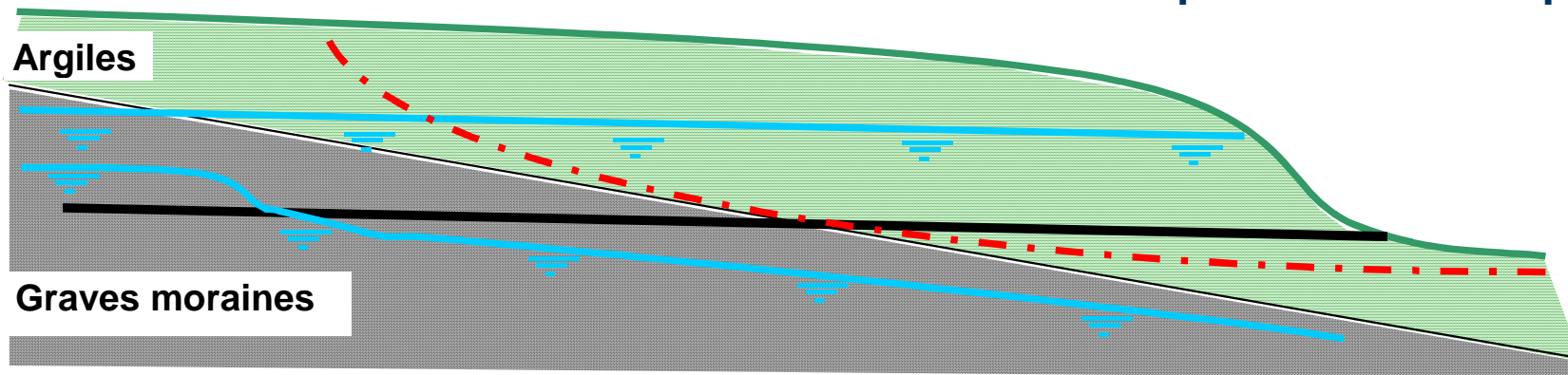
# Drains subhorizontaux ascendants



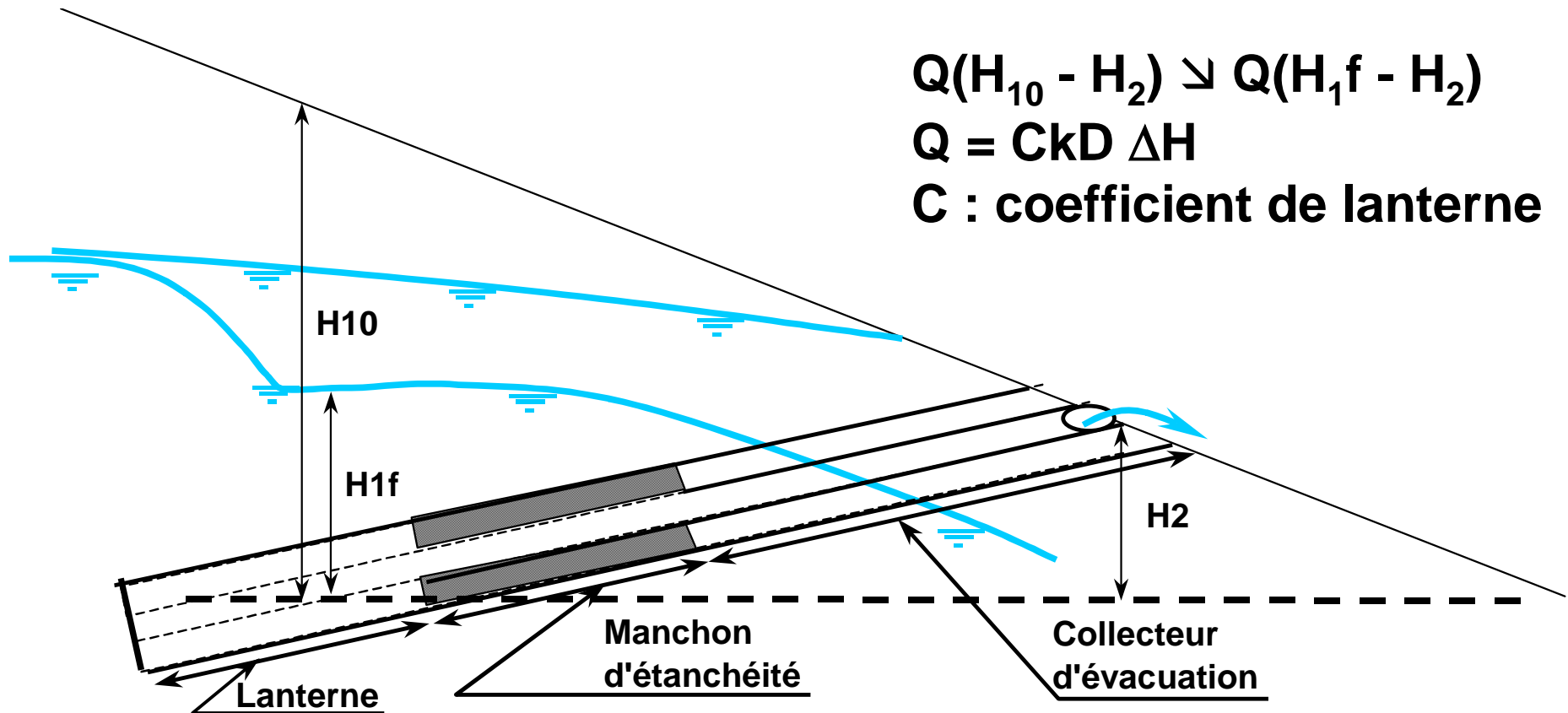
## DOMAINES D'APPLICATION :

- aquifère sur niveau imperméable :  
efficacité partielle,

- couche imperméable sur aquifère.



# Drains subhorizontaux descendants artésiens

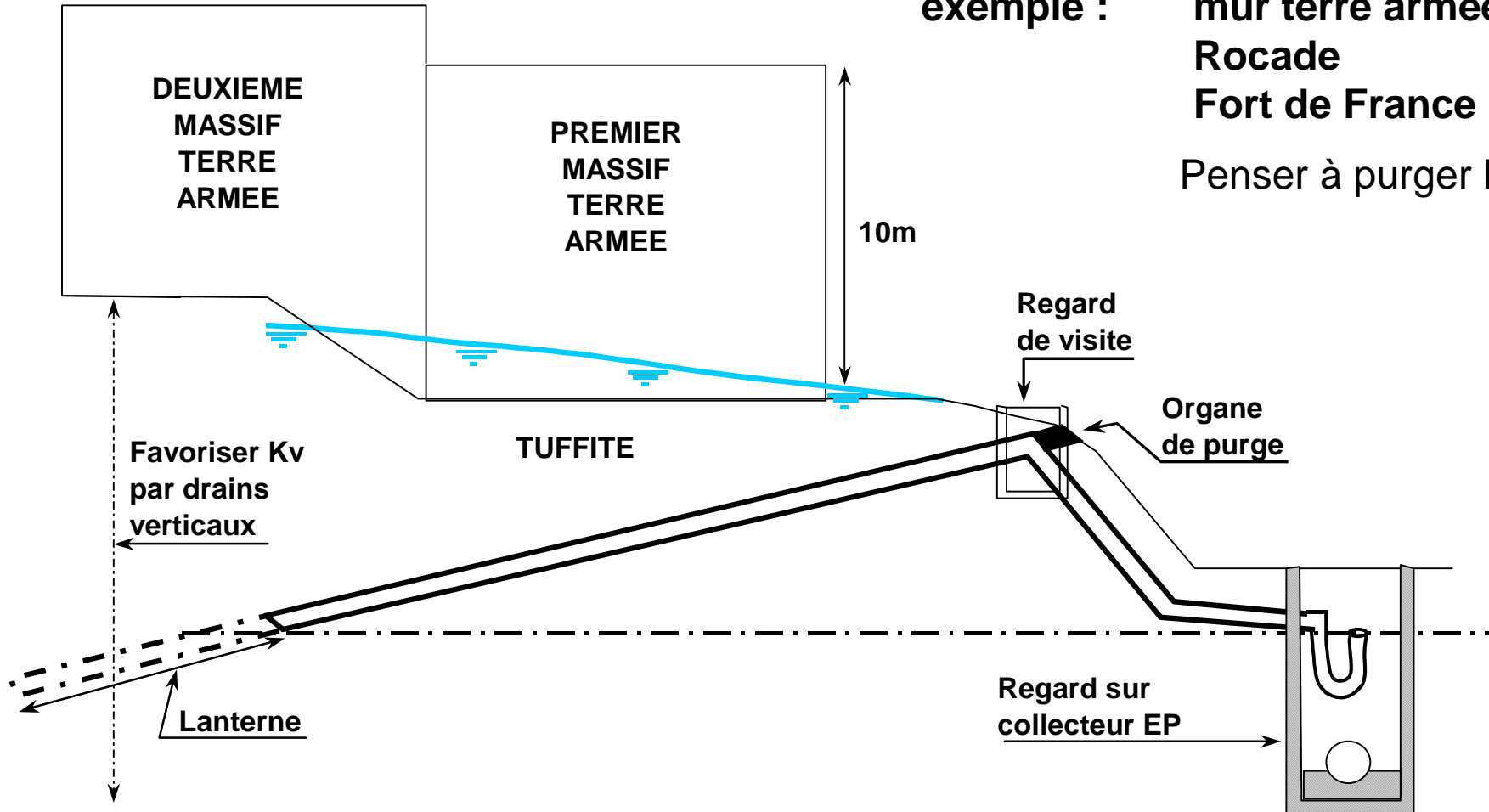


# Drains subhorizontaux descendants

MARTINIQUE,

exemple : mur terre armée  
Rocade  
Fort de France

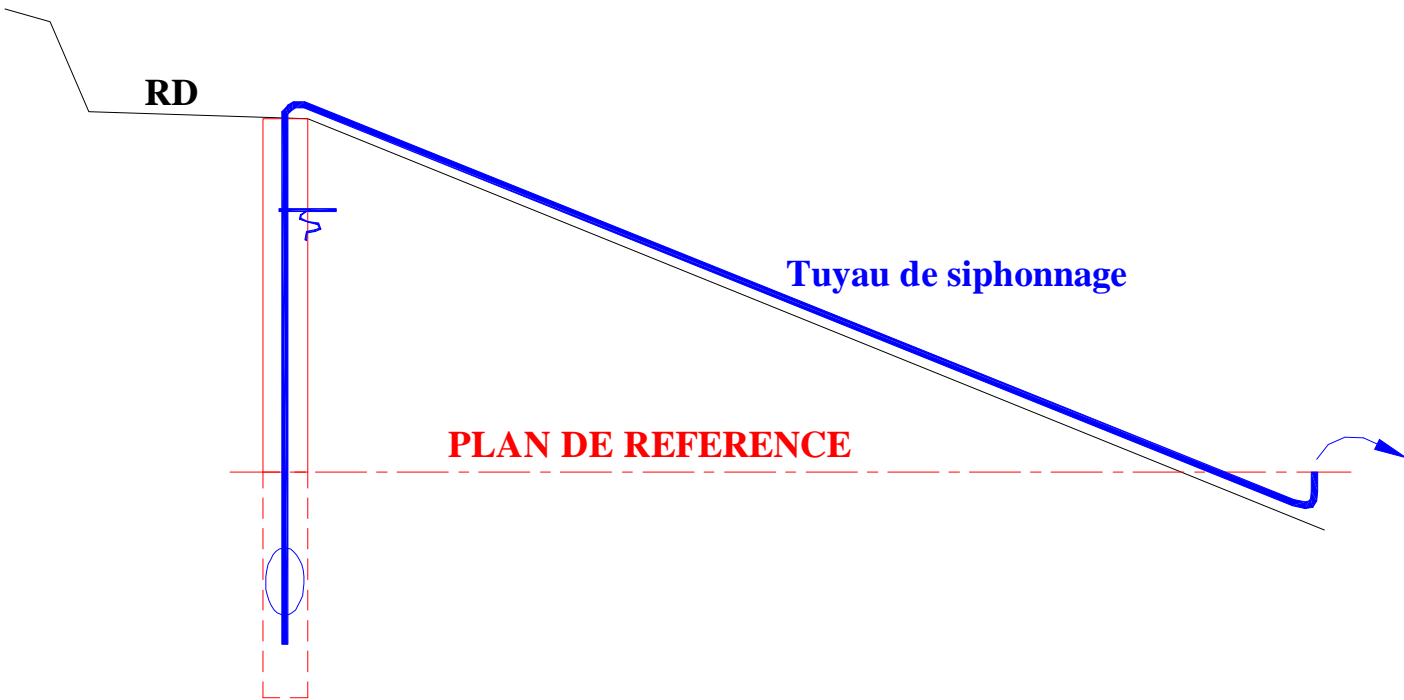
Penser à purger l'air



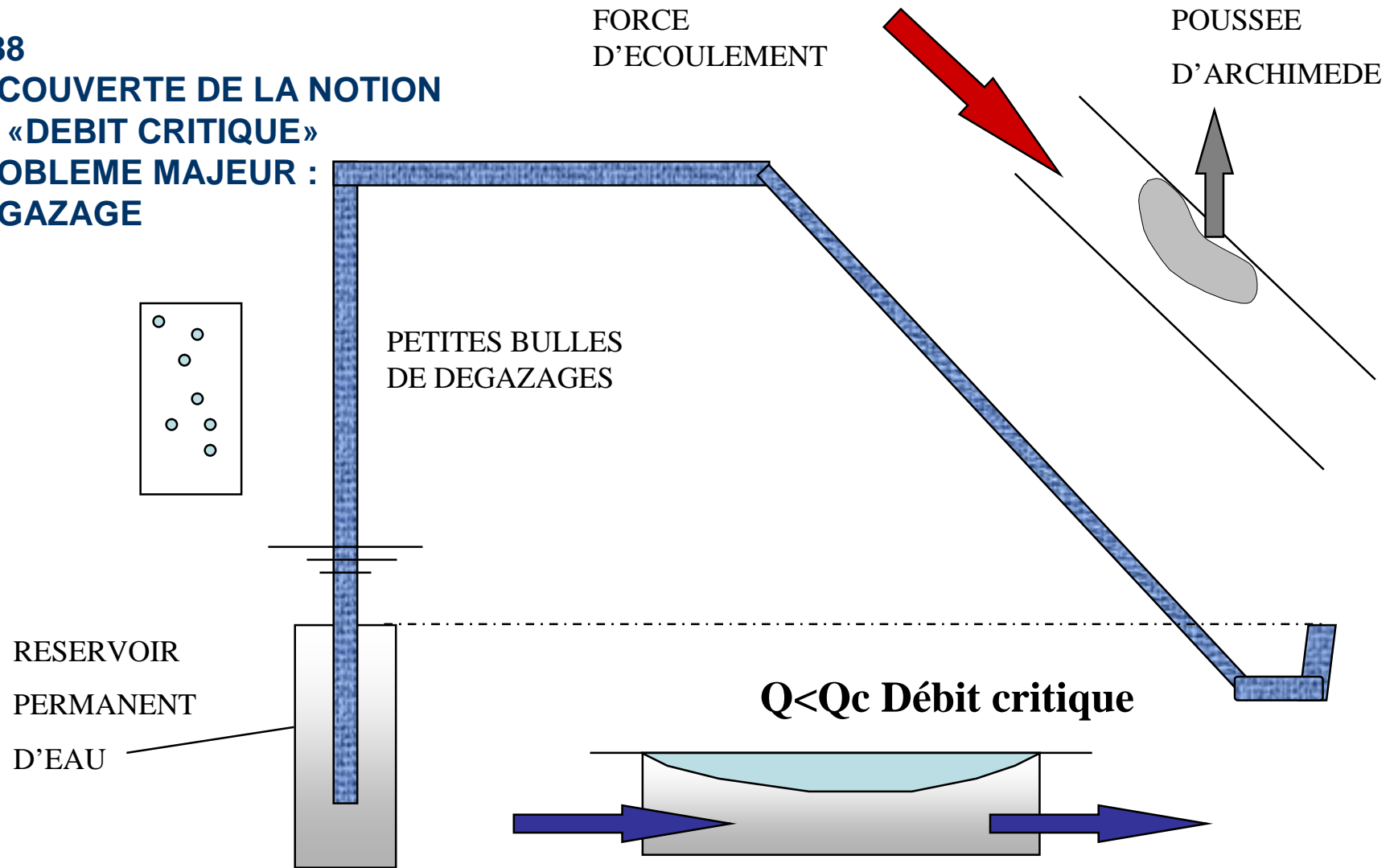
# Siphonnage

- GLISSEMENT DE TERRAIN
- . une pente
- . de l'eau
- . un piezomètre

IDEE DU DRAIN SIPHON

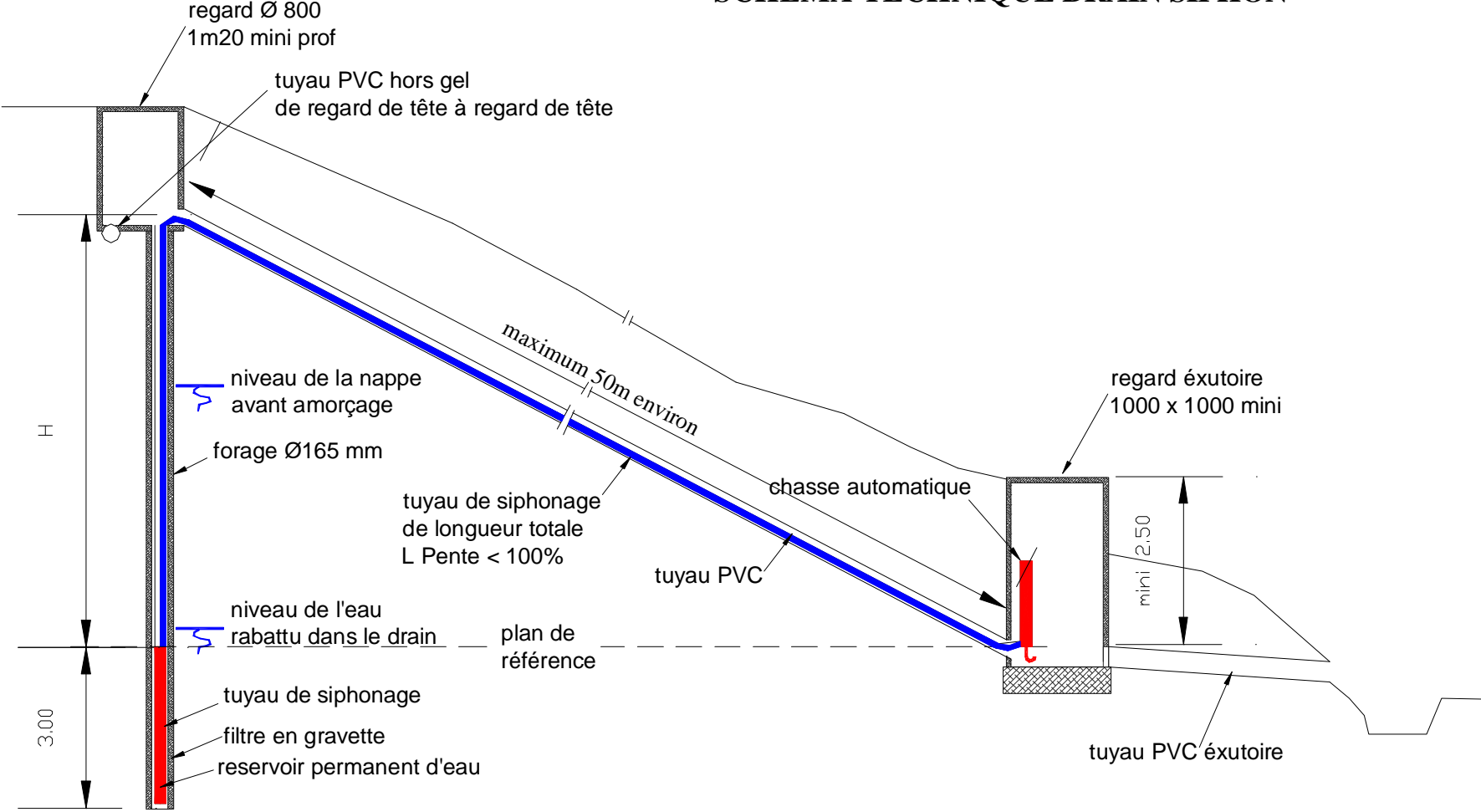


**1988**  
**DECOUVERTE DE LA NOTION**  
**DE « DEBIT CRITIQUE »**  
**PROBLEME MAJEUR :**  
**DEGAZAGE**



Quand l'eau monte dans le siphon, elle dégaze : de petites bulles se forment qui se marient entre elles par coalescence pour donner des bulles plus grosses dans la partie descendante.

# SCHEMA TECHNIQUE DRAIN SIPHON

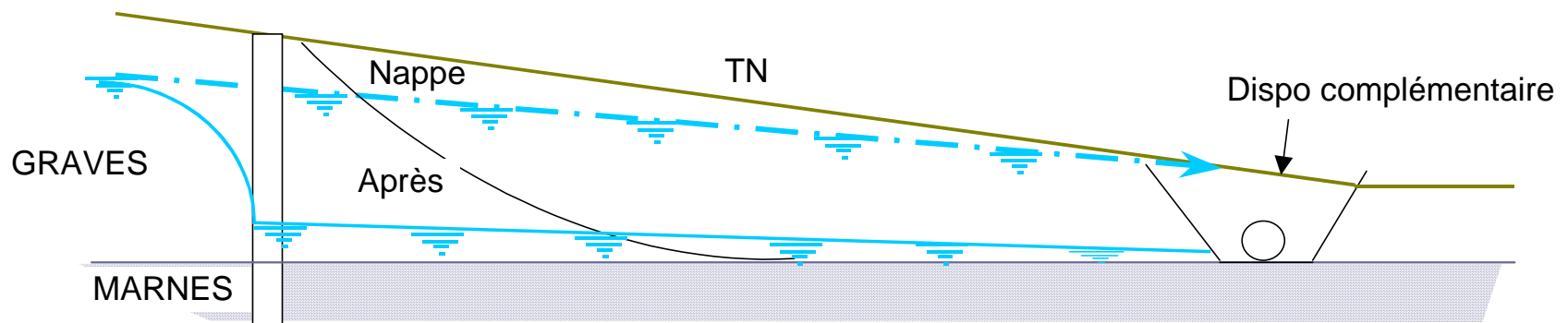


## CAS TYPE D'IMPLANTATION

### Cas 1 Circulations erratiques : inadapté

C'est le cas le plus difficile. Seule l'utilisation du potentiel électrique permet d'implanter au mieux les puits, mais cela reste difficile,

### Cas 2 Aquifère sur substratum instable

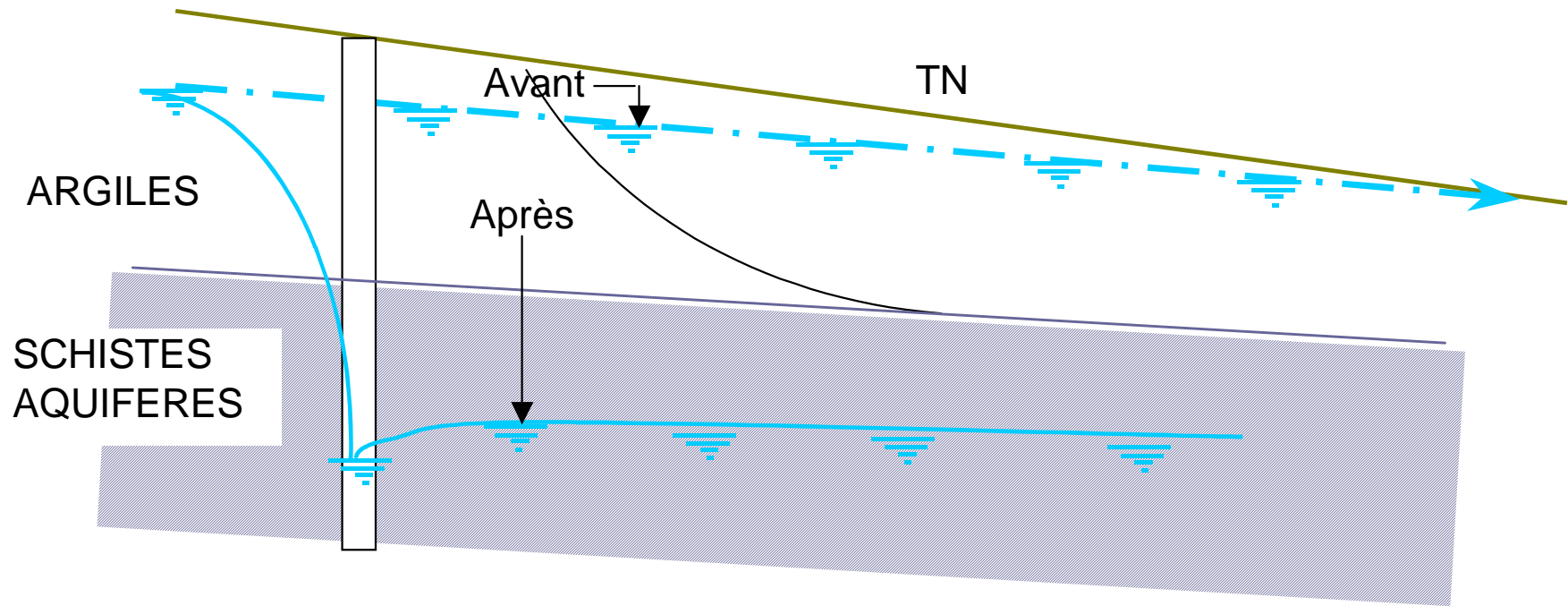


*La solution reste partielle au niveau de l'efficacité du rabattement de la nappe et doit être éventuellement associée à des dispositions complémentaires*



## CAS TYPE D'IMPLANTATION (suite)

### Cas 3 Couche instable sur substratum aquifère



*C'est le cas qui fonctionne le mieux. Les Drains Siphons suffisent en général à eux seuls à stabiliser le site.*

## VUES GENERALES DE SITES TRAITES PAR DRAINS SIPHONS®



COURS et BUIS (Isère)

Conseil Général

Vue du réseau de tête et des deux regards exutoires



RD85 - LES GERROTS (Normandie)



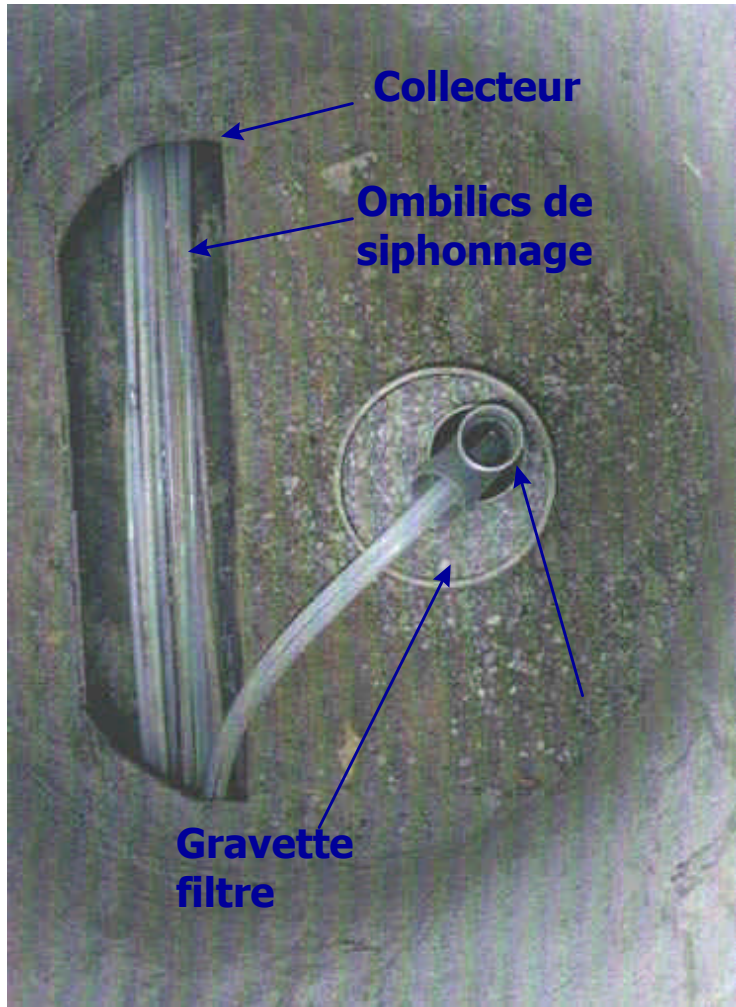




**Mise en place sur regard**

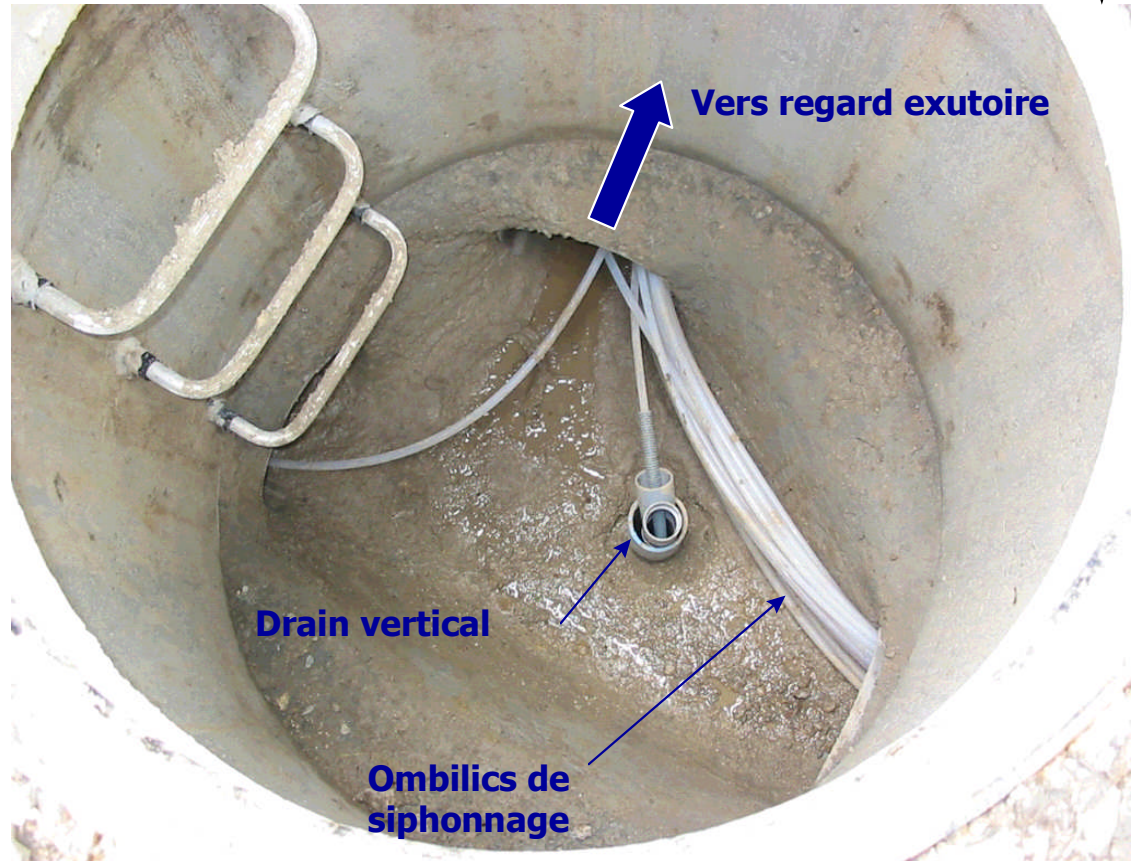


**Forage**



Vue de dessus, de l'intérieur d'un regard courant.

Vue de dessus, du regard dit «carrefour», avant la traversée de route.





**Regard exutoire  
vue des chasses**

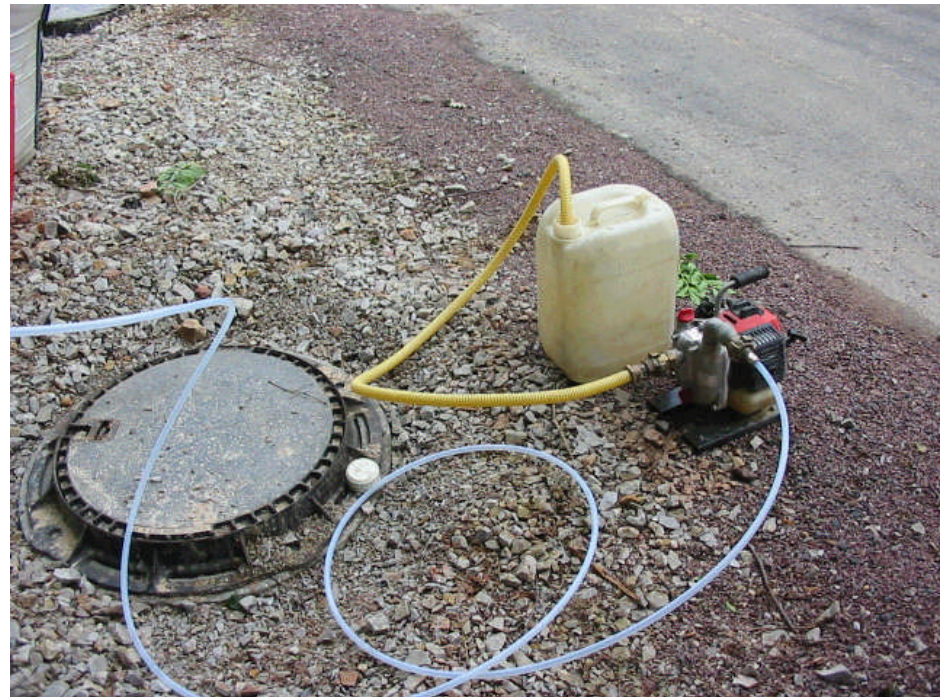


**RD510 – HERMIVAL – NORMANDIE  
FRANCE - 2001**

**Travaux de surface de la gestion de la non  
infiltration du ruissellement superficiel**

**1. l'amorçage des drains siphons se fait par injection d'eau claire depuis l'extrémité aval des ombilics**

**2. Comme tous système de drainage, il est recommandé un entretien annuel de drains siphons par rinçage à l'eau.**





# **DRAINS SIPHONS : DONNEES PRATIQUES**

**FORAGES**            Tubage OD : 128 / 152,4  
                          + Trilame 115

**ESPACEMENT**    2m à 5m

## **TUYAUX DE SIPHONNAGE**

Longueur maxi : 150m

Diamètre intérieur : 10 - 12 - 14 - 16 - 20 - 25 mm

## **DEBITS EN GENERAL EXTRAITS**

Par drain : 0 jusqu'à 300 l/h

Exceptionnellement a atteint 2,5m<sup>3</sup>/h

## **BESOINS EN DONNEES POUR UN PROJET :**

- Plan topographique recalé en altitude
- Position des aquifères
- Evolution de la piézométrie
- Perméabilité : essais de débit par siphonnage
- Lever du potentiel électrique

# **DIFFICULTES**

## **\* - MAUVAISES ETUDES**

- Plusieurs aquifères
- Piézométrie mal caractérisée
- Perméabilité mal caractérisée
- PH
- Eaux très chargées en oxydes

## **\* - CONCEPTION D'UN PROJET : REALISATION PARTIELLE**

**NON PRISE EN COMPTE DES EFFETS DE BORD**

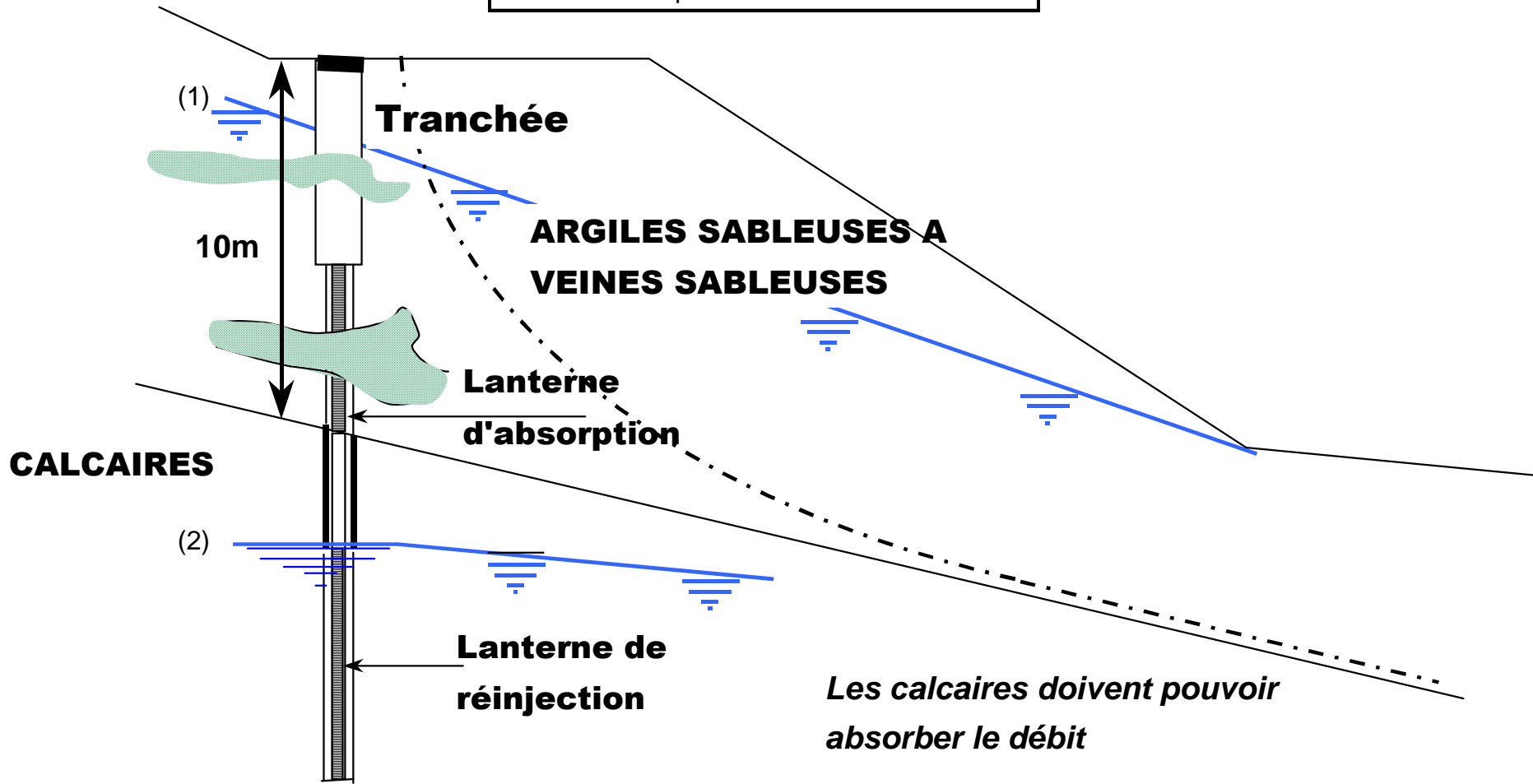
## **\* - GEL**

## **\* - DRAINS COLMATES : FILTRE EN GEOTEXTILE NON TISSE AIGUILLETE.**

## **\* - DRAIN-SIPHON AFFIRME LA NECESSITE D'ENTREtenir TOUT SYSTEME DE DRAINAGE**

# Puits perdus

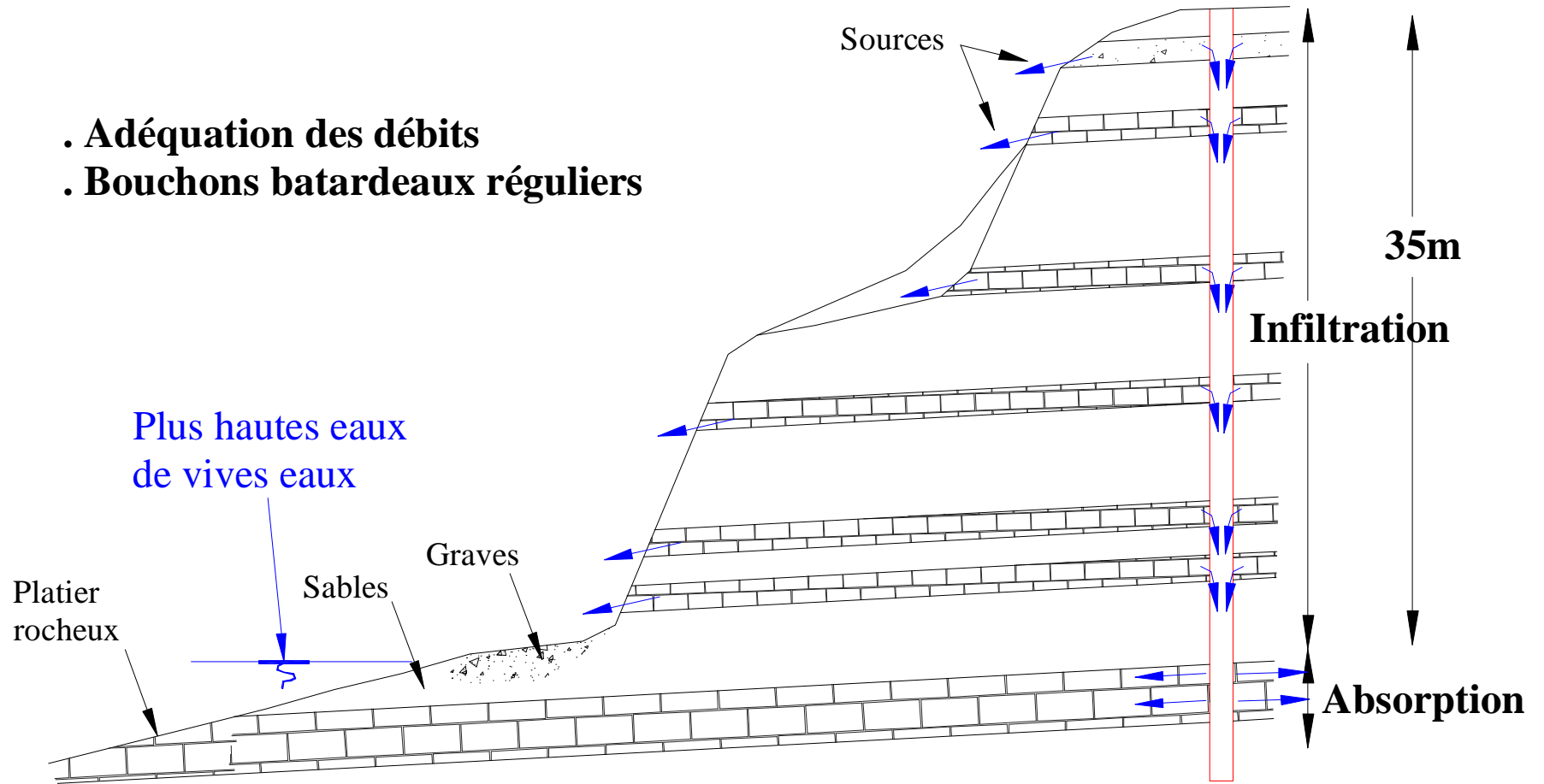
Exemple : BONNEBOSCQ



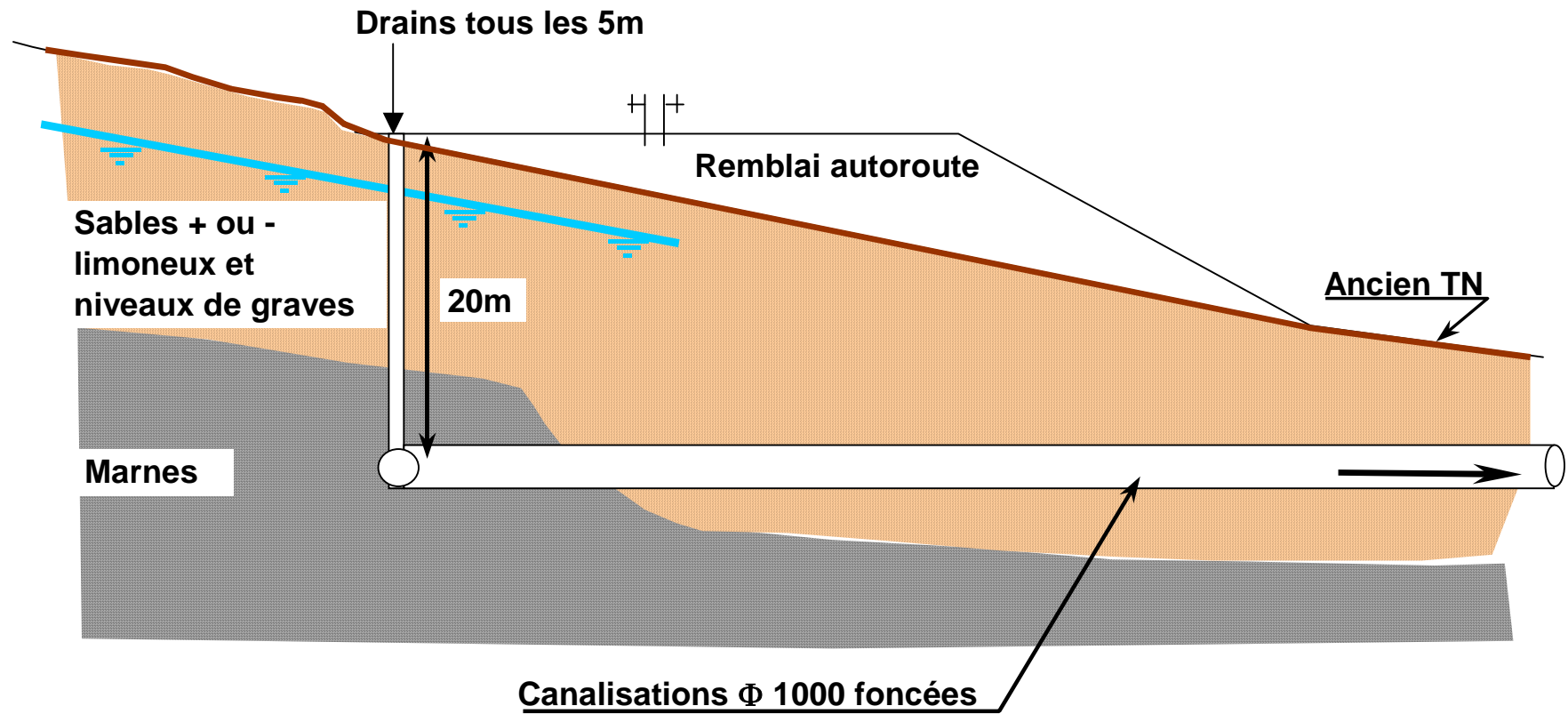
# Puits d'injection

## *FALAISES DE WIMEREUX*

- . Adéquation des débits
- . Bouchons batardeaux réguliers



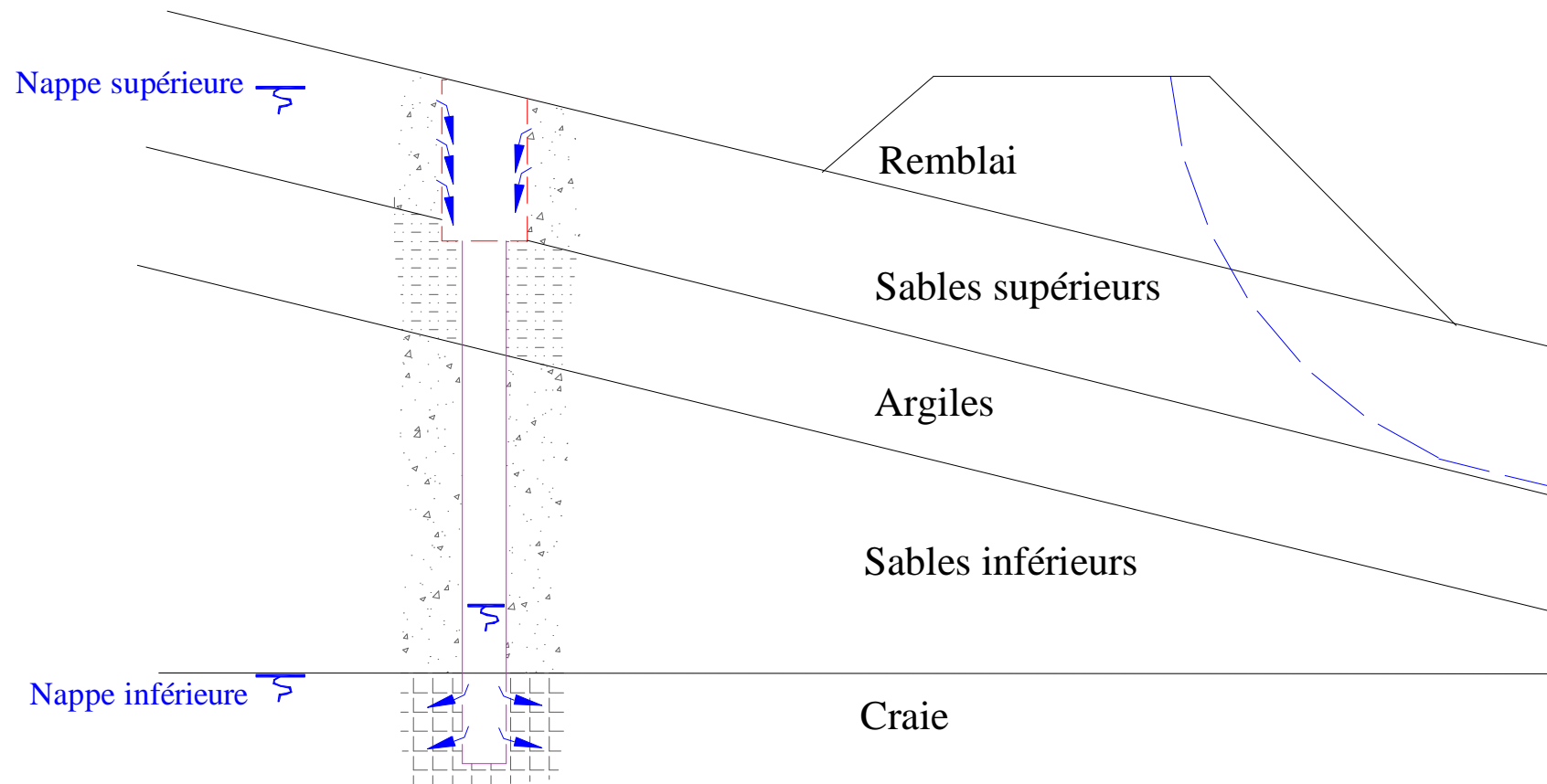
# Autoroute A7 : Col du Grand Boeuf



# Puits perdus

- . Infiltrer la nappe supérieure dans la nappe profonde
- . Problème de pollution
  - Encroûtement
  - Partie filtrante
  - Lanterne d'infiltration
- . Adéquation entre débit capté et débit capable de la lanterne

## Remblai SNCF de la BERTICHERE



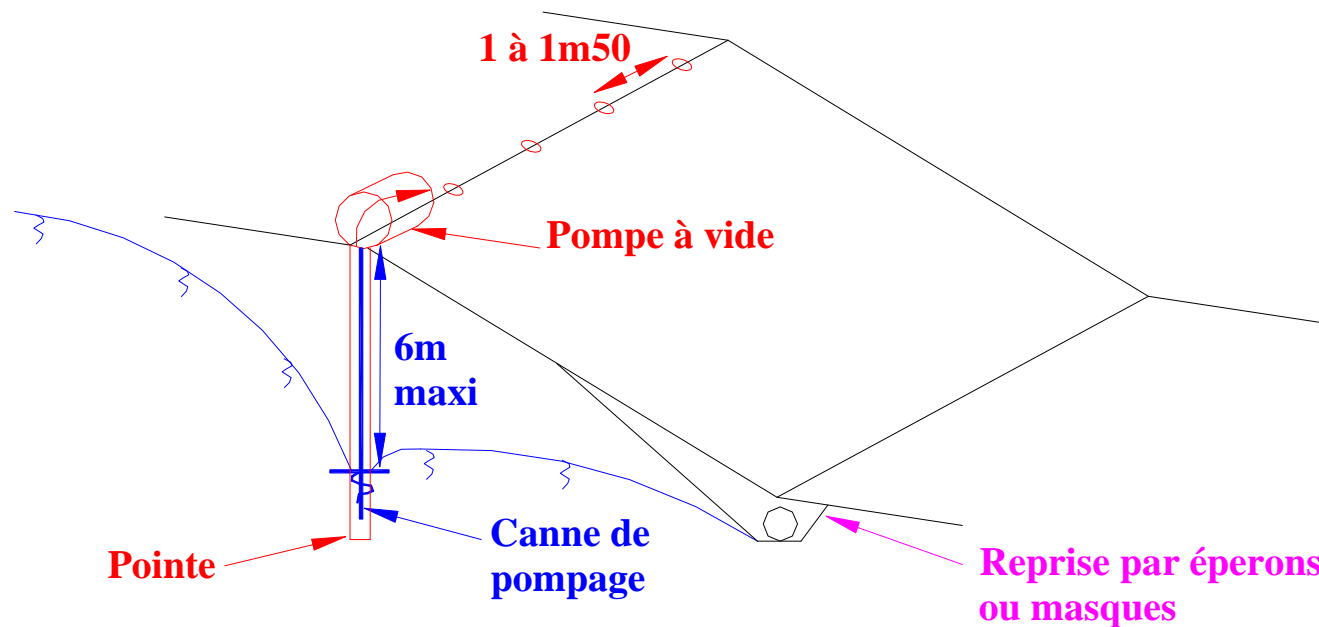
# Pointes filtrantes

## APPLICATION

Rabattre la nappe d'un aquifère peu perméable  
Souvent traitement provisoire avant relais par autre système en stabilité de talus

## PRINCIPES

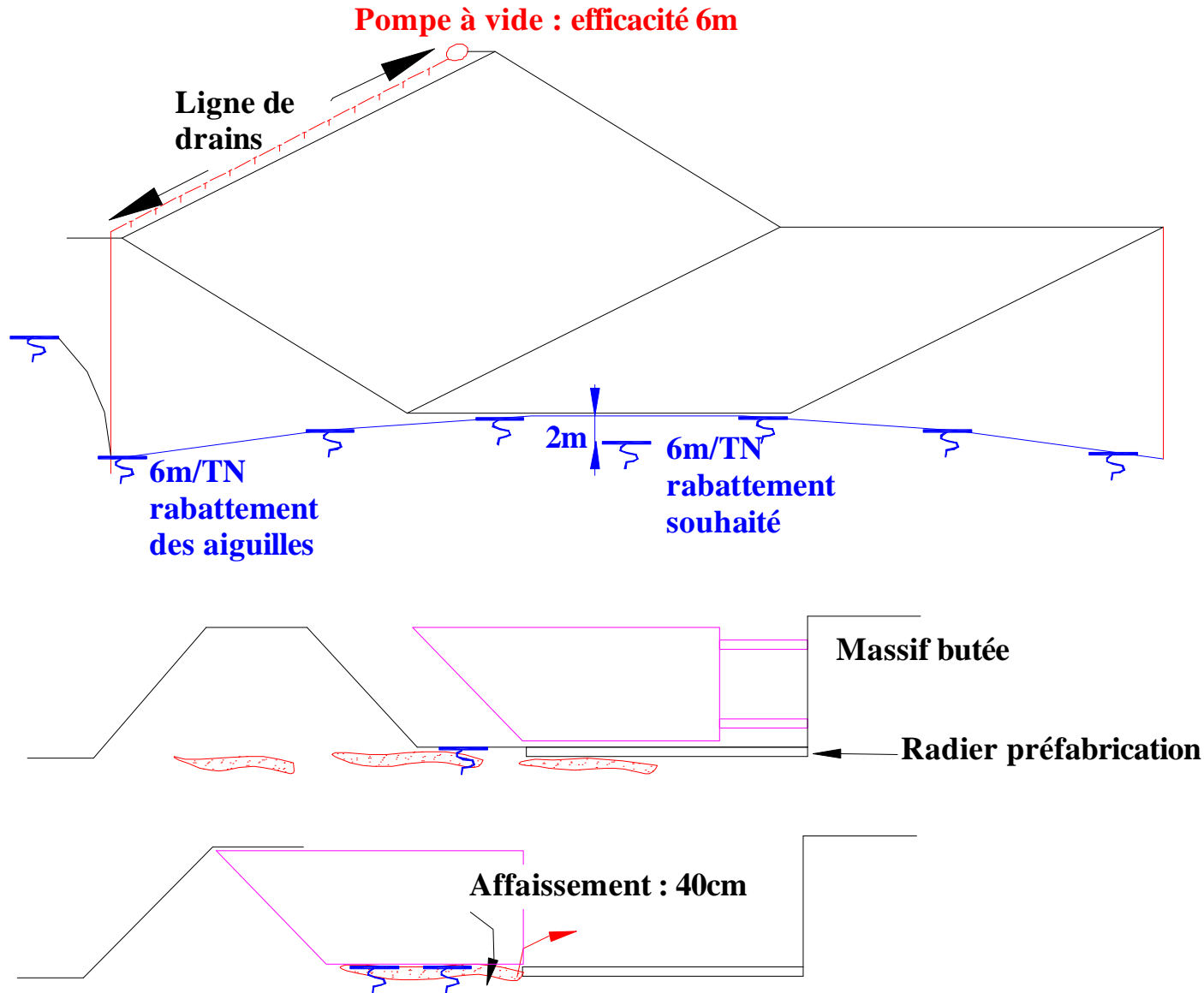
Ensemble de drains verticaux dans lesquels on pompe par des pointes filtrantes  
en les reliant à une pompe à vide  
Cas des sables peu perméables (Oise)



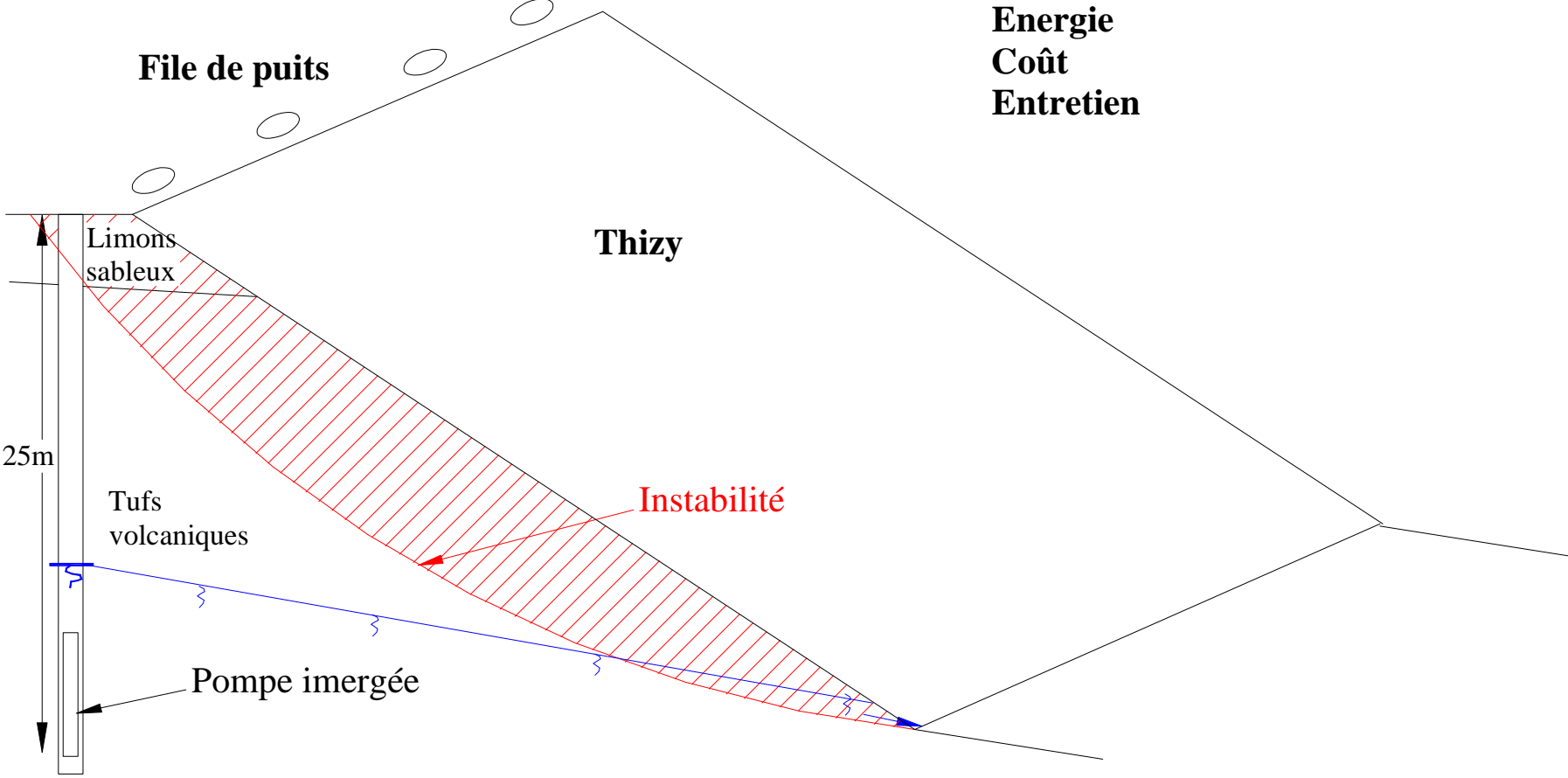
- **Efficacité limitée à 6m sous le plan de pose de la pompe à vide.**
- **Attention eaux sales (Soignolles, décharge)**
- **Attention mise en œuvre :**
  - **lançage  $\Rightarrow$  problème si lenticulaire,**
  - **forage préalable.**
- **Attention si débit trop faible  
idem si trop fort.**
- **Espacement : 1 à 1.50m à contrôler  
par piézomètre.**



# Aiguilles filtrantes



# Puits de pompage avec pompes immergées



# Puits de pompage

## APPLICATIONS

1. Aquifère supérieur épais imperméable

Mis en relai avec autre dispositif car efficacité partielle.

2. Aquifère inférieur profond, soit :

- en provisoire,

- en définitif.

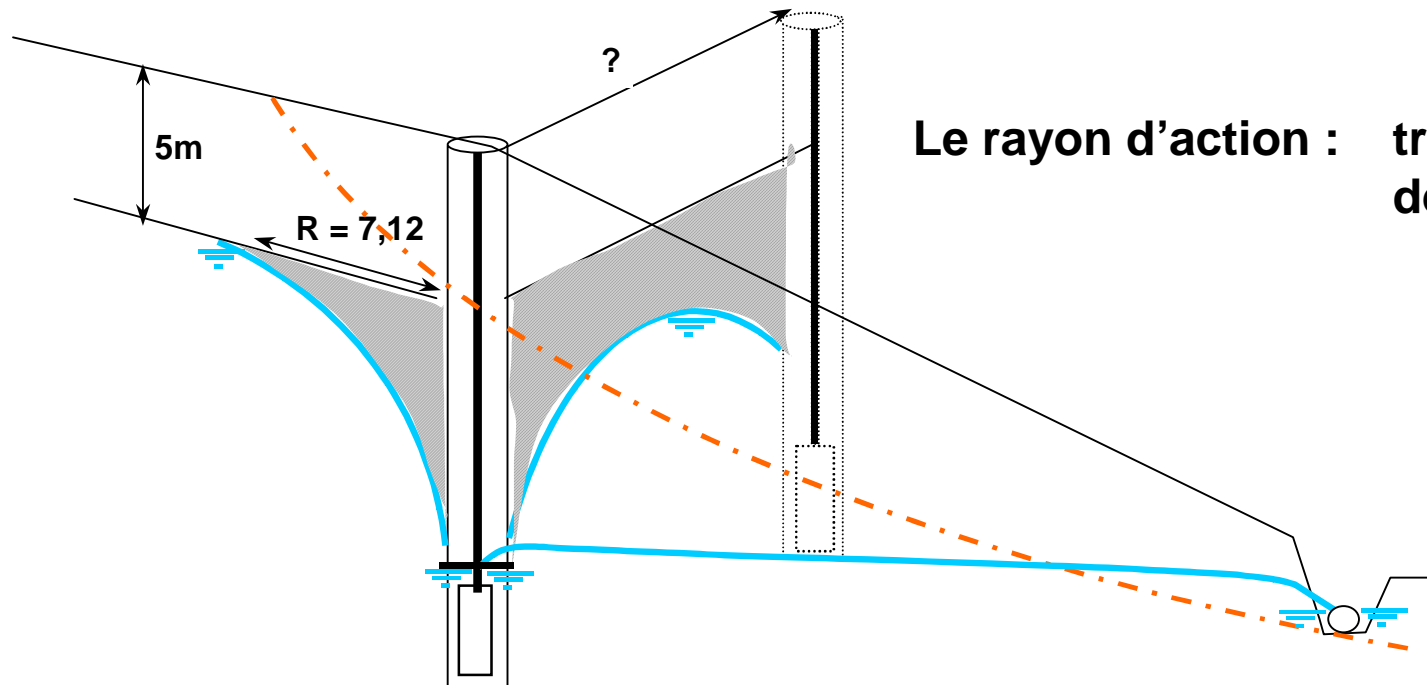
DIFFICULTES : efficacité entre puits  $k = 10^{-7}$  m/s

Vallée d'accès, tunnel Ste MARIE

$\Delta H = 20$ m

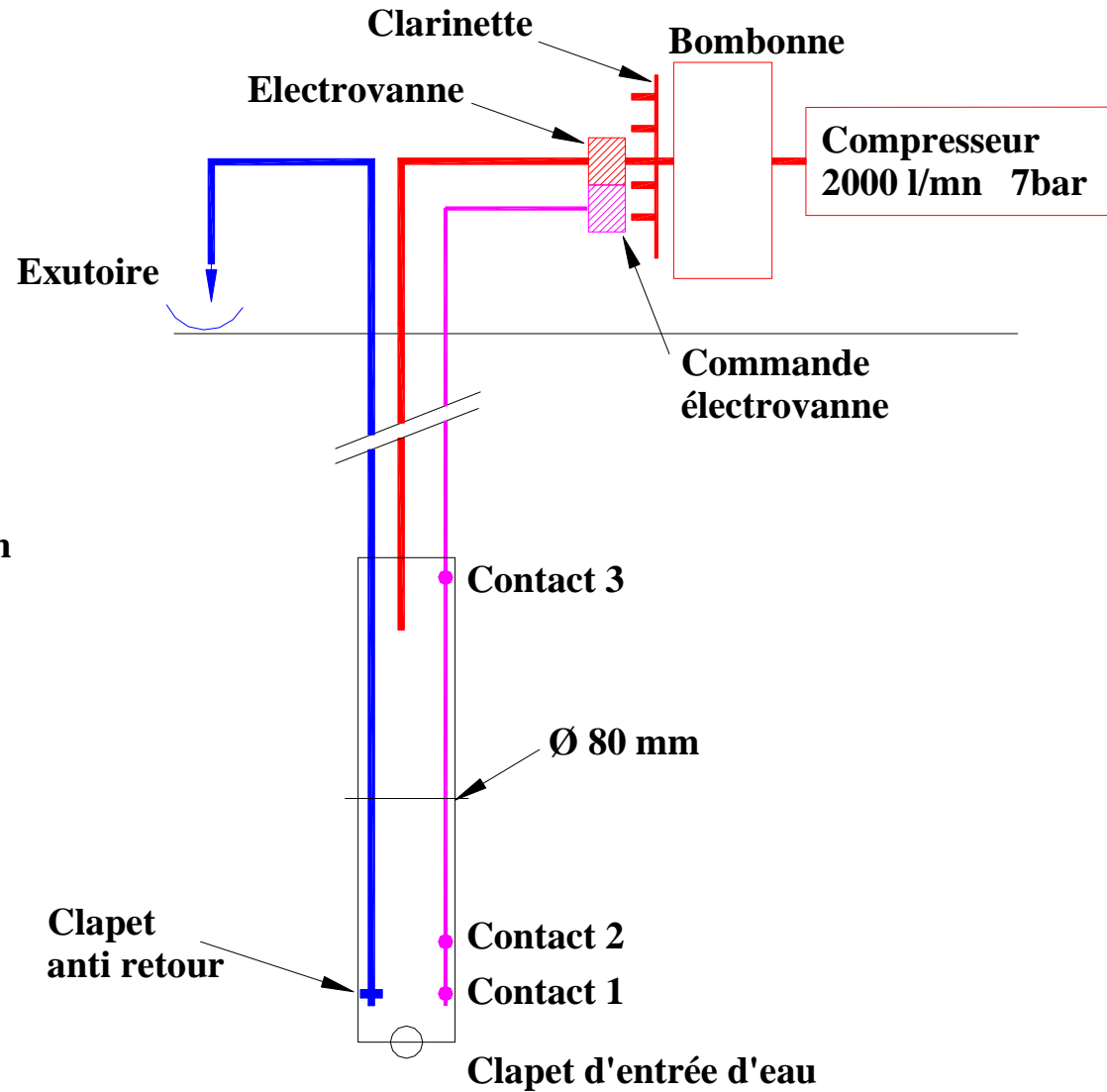
$R = 7.12$ m

$$R = 1.5 \times \Delta H \times \sqrt{\frac{k}{10^{-6} \text{ m/s}}}$$



**Le rayon d'action : traduction partielle de l'efficacité**

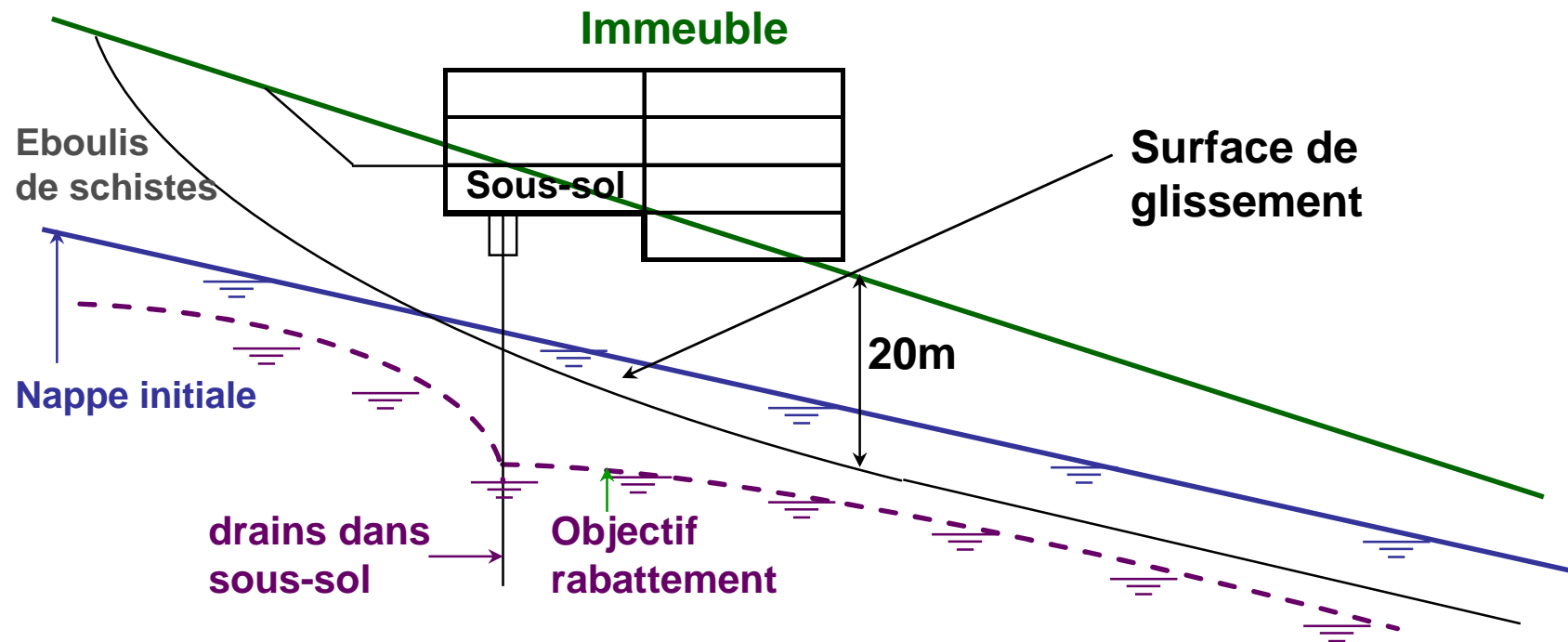
# Pompes électropneumatiques



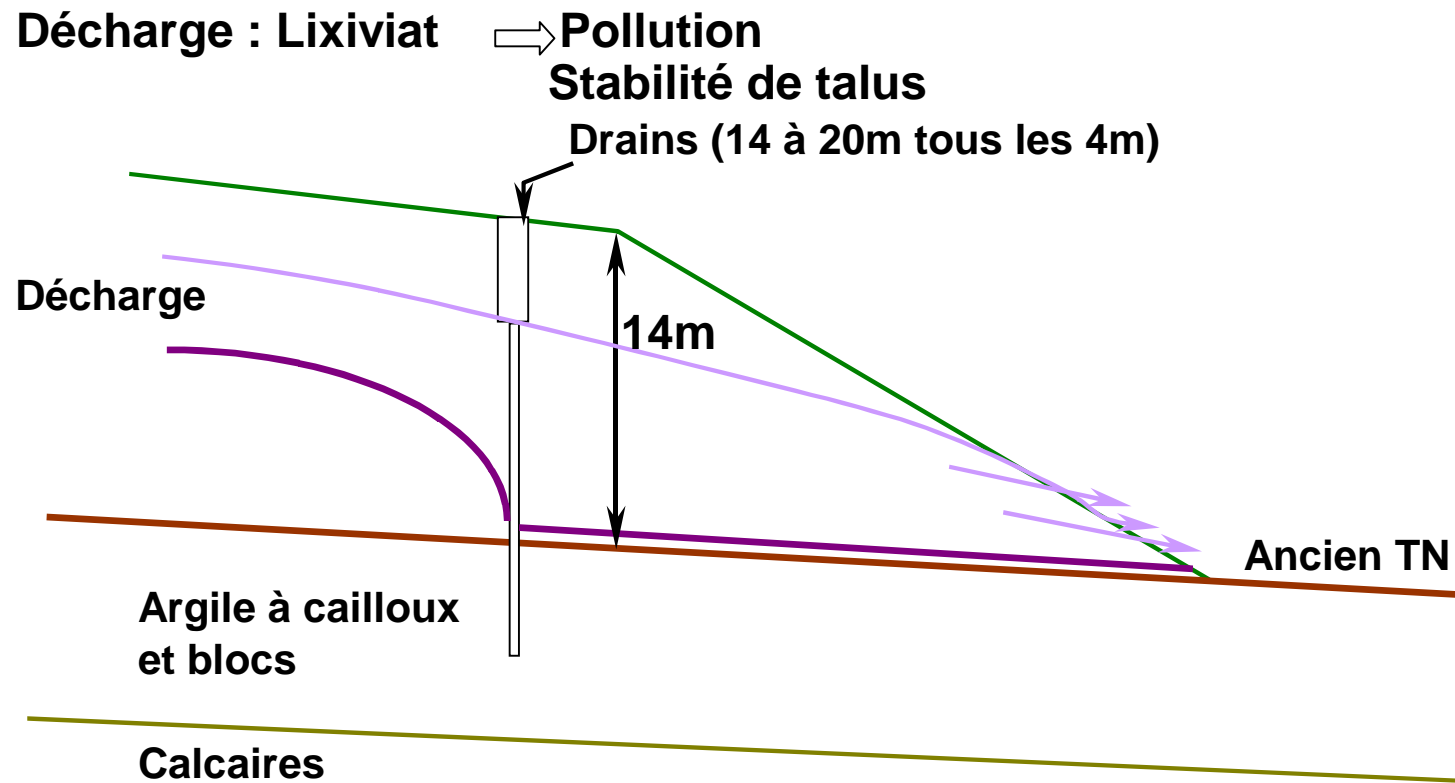
## PRINCIPE

Pompe immergée adaptée  
à petit forage PVC Ø100mm  
grande profondeur mais < 50m  
petit débit < 1.5 m<sup>3</sup>/h

# Pompe électropneumatique, application : LES DEUX ALPES



# Pompe électropneumatique : Application MACON «La Grisière»

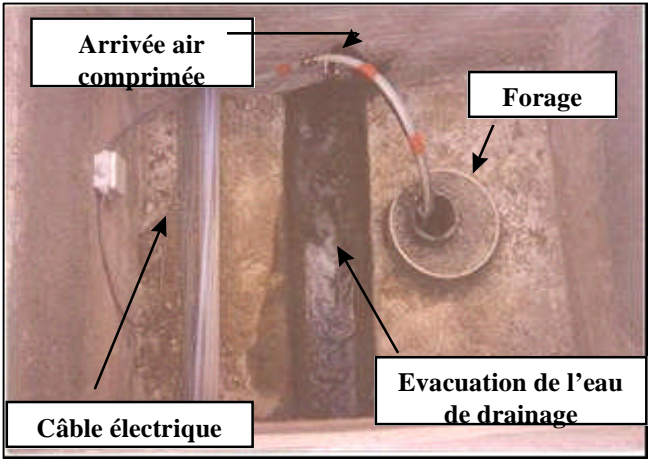




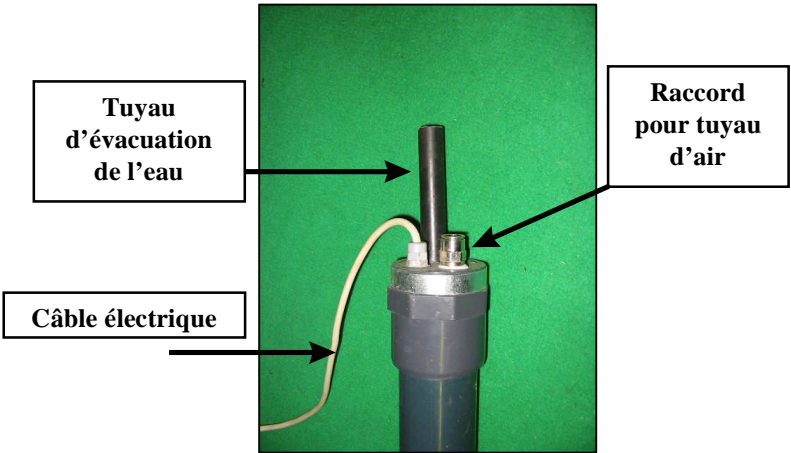
**Vue générale d'une installation**



**Tableau de commande**



**Regard de protection**



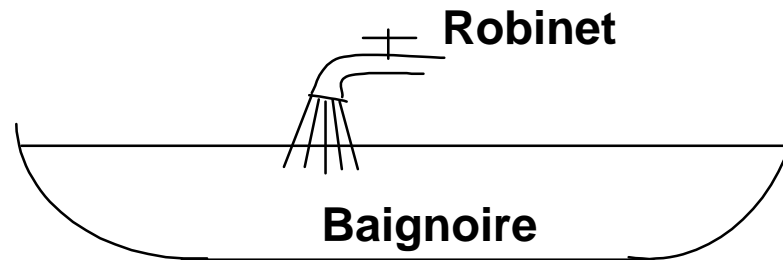
**Chambre de pompage**



# COMPORTEMENT COURT TERME ET LONG TERME D'UN DRAINAGE

- CAPACITE RESERVOIR VIDEE A COURT TERME
- ALIMENTATION PERMANENTE GEREE A LONG TERME

24H/24



**NECESSITE D'ENTRETIEN D'UN SYSTEME DE DRAINAGE : UN IMPERATIF**

OXYDES DE FER, CALCITE, MOUSSES