



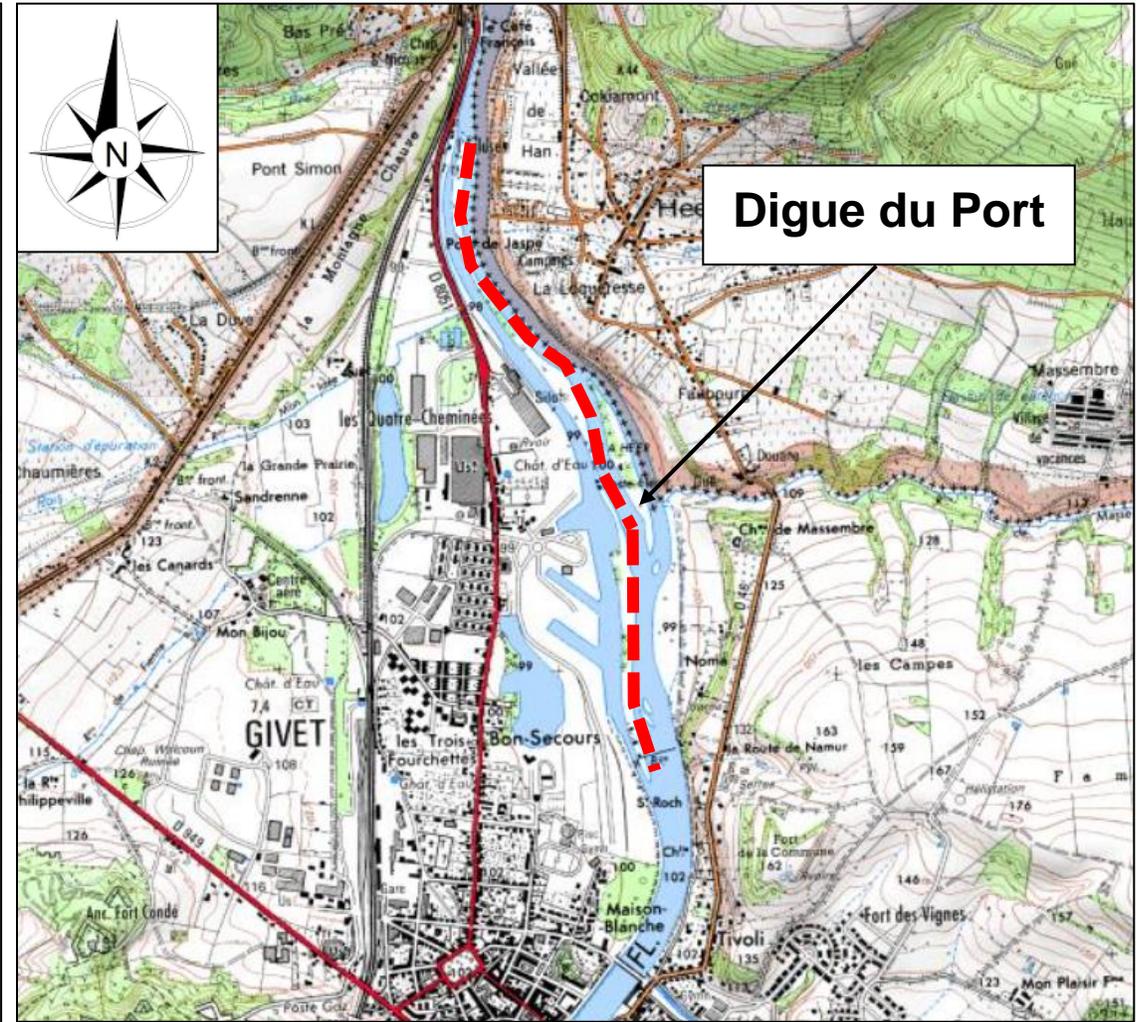
## **Etude d'avant-projet de mise en sécurité de la digue du Port de Givet**

# Contexte de l'étude

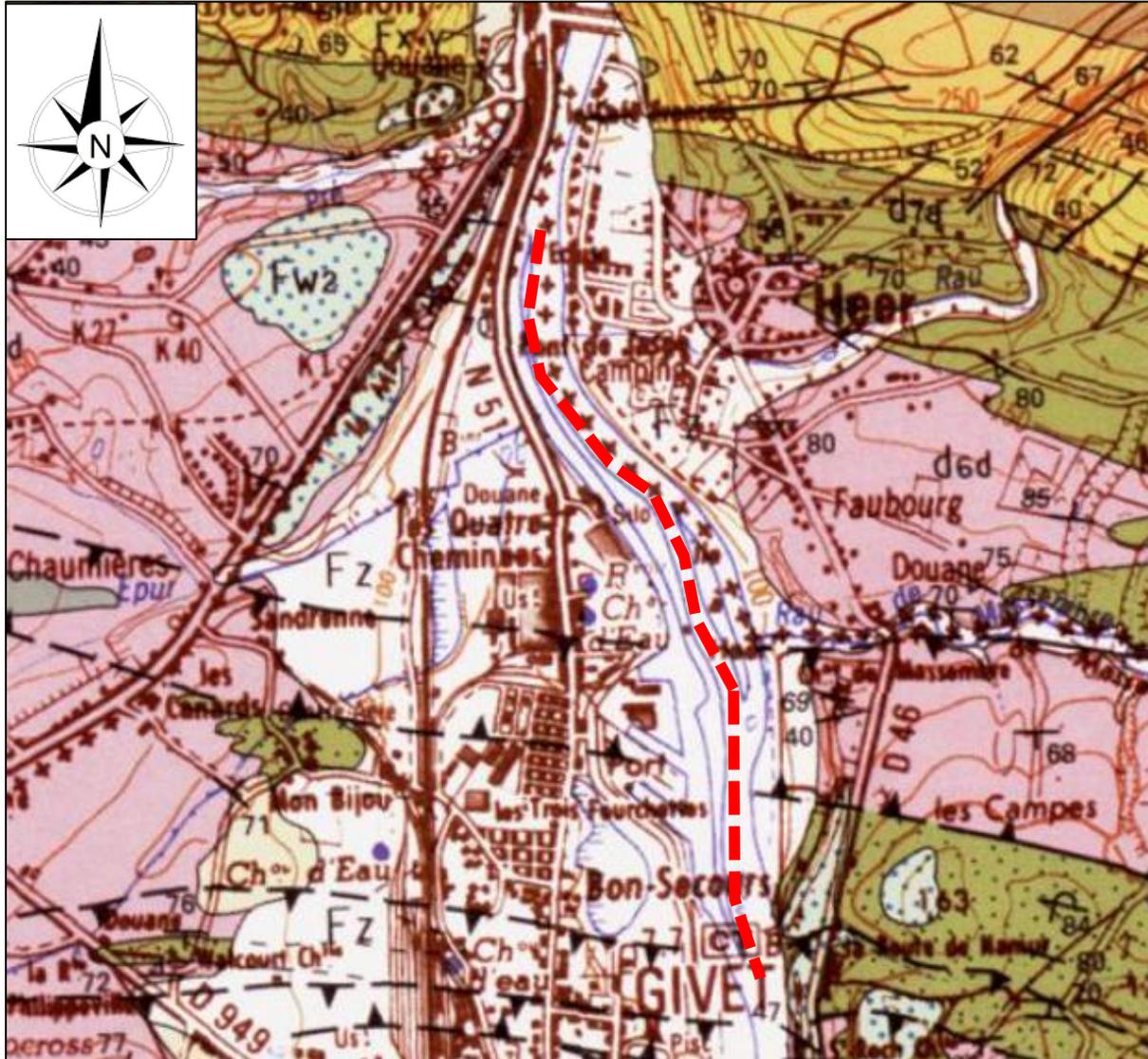
Situation géographique  
Contexte géologique et hydrogéologique  
Historique  
Enjeux



# Situation géographique



# Contexte géologique



- Contexte géologique
  - Alluvions de la Meuse
  - Substratum : Schistes



# Historique : construction de la digue

- Construction du canal : 1874 à 1882
- Construction sur d'anciennes berges / comblement du lit entre îlots.
- Matériaux vraisemblablement issus du dragage de la Meuse

# Historique : construction du port de Givet

- Construction par les fonderies de Pont-à-Mousson au XIXème siècle
  - Puis désindustrialisation
  - Trafic fluvial : nouveau vecteur d'activité
- Lieu de passage de péniches à « Grand Gabarit » (1350t)
- À 3 jours de navigation des ports du Nord : Anvers, Rotterdam, Dunkerque
- Plateforme multimodale : eau / fer / route → 450.000t de flux de marchandises /an (donnée 2018).



### Port de Givet :

- Port de plaisance
- Plateforme collecte métaux
- Plasturgie
- Silos à grains (850 000 quintaux)

→ 8<sup>ème</sup> port fluvial du Nord-Est

RD 8501  
TMJA (2018) : 7472

Quartiers de la Soie, de Mon Bijou  
et de Bon Secours : ~ 1000 hab.  
+ Ecole maternelle

# Faits marquants : Crues de 1993 puis 1995

- **Crue 1993 (centennale) : 1 mort**
- **Crue 1995 (centennale) : 9 blessés, 1.5 m d'eau**



# Surveillance / Anticipation

[vigicrues.gouv.fr](http://vigicrues.gouv.fr)



ADOUR-GARONNE ↓



LOIRE-BRETAGNE ↓



SEINE-NORD-EST ↓



RHÔNE-MÉDITERRANÉE ↓



OUTRE-MER ↓

## Trois nouveautés sur le site:

- Vous avez désormais la possibilité d'accéder, par le lien en bas de page, à un nouveau service dénommé "**Vigicrues Flash**". C'est un service automatique, disponible en France métropolitaine, d'information sur le risque de crues soudaines pouvant survenir avec une échéance de quelques heures. Il est complémentaire de la vigilance crues qui s'applique, quant à elle, sur les principaux cours d'eau pour les 24 heures à venir.
- Vous pouvez découvrir le **bilan annuel de la vigilance crues** pour l'année 2020, via le lien en bas de la page d'accueil.
- Vous pouvez également consulter des **cartographies de zones d'inondation potentielle** qui décrivent l'inondation potentielle d'un territoire et l'importance des conséquences d'une crue. Elles sont disponibles, selon les territoires, dans l'onglet zone inondable de la page de la station hydrométrique concernée.

## Territoire Meuse-Moselle

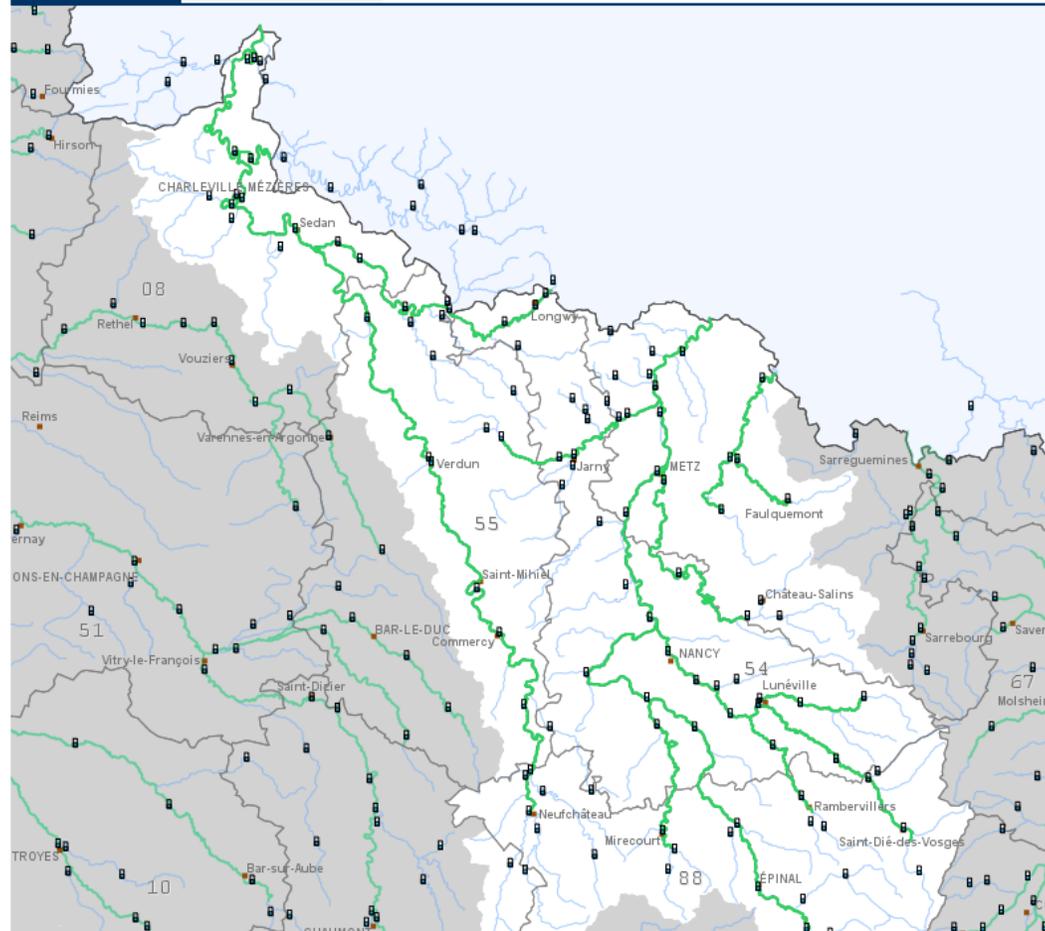
[Accéder au bulletin d'information local\\*](#)

\*Production de l'Information : 06.06.2021 à 09h08 H.L.

### Situation par tronçon de vigilance crues :

Voir sur la carte	Nom	Vigilance	RSS
	Meurthe amont	+ Vert	
	Veuzouze	+ Vert	
	Mortagne	+ Vert	
	Meurthe aval	+ Vert	
	Moselle aval	+ Vert	
	Seille	+ Vert	
	Orne	+ Vert	
	Nieds	+ Vert	
	Meuse amont et sammelloise	+ Vert	
	Meuse couloir meusien	+ Vert	
	Meuse plaine ardennaise	+ Vert	
	Meuse frontalière - Semoy	+ Vert	

Carte statique Carte dynamique



# Surveillance / Anticipation

[hydro.eaufrance.fr](http://hydro.eaufrance.fr)



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE

Hydro > Accueil > Recherche

## Recherche des stations...

### Critères de sélection des stations de mesures hydrométriques

Code station (*)	Nom cours d'eau (*)	Code ou nom commune (*)	Départements	Bassin hydrographique
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="chooz"/>	<input type="text" value="Ardennes (08)"/>	<input type="text" value="Tous"/>

\* Pour les champs 'station', 'cours d'eau' et 'commune': Vous pouvez utiliser '\*' (étoile) ou '%' pour remplacer un ou plusieurs caractères et '?' ou '\_' pour remplacer un seul caractère

### Critères optionnels

Station en service:  OU Station hors service:

Station à signification hydrologique:  OU Station sans signification hydrologique:  OU Station d'essai:

Ajouter Recherche

Nouvelle Recherche

## Résultats de la recherche...

\* cochez la ou les stations que vous souhaitez conserver puis cliquez sur les boutons [Visualiser] ou [Exporter].

### Résultats de recherche des stations de mesure hydrométriques (\*)

↑ Code de la station ↓ Tout décocher / cocher	↑ Libellé de la station ↓	↑ Département de localisation de la station ↓	Hauteurs Données disponibles	Débits Données disponibles
<input type="checkbox"/> B7200000	La Meuse à Chooz [Trou du Diable]	Ardennes (08)	2004 - 2021	2004 - 2021
<input checked="" type="checkbox"/> B7200010	La Meuse à Chooz [Ile Graviat]	Ardennes (08)	1964 - 2021	1953 - 2021

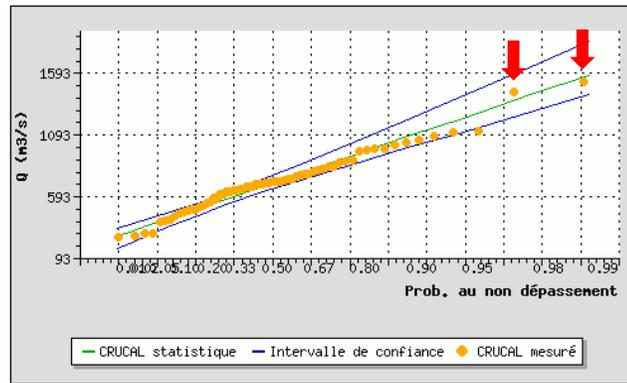
\* cochez la ou les stations que vous souhaitez conserver.

**CRUCAL : débits journaliers de crue (1954 - 2020)**  
 Période du 1 septembre au 31 août  
 Ajustement à une loi de GUMBEL sur 65 valeurs et 67 années

**La Meuse à Chooz [Ile Graviat]**

Code station : B7200010      Producteur : DREAL Lorraine  
 Bassin versant : 10120 km<sup>2</sup>      E-mail : donnes.hydro.meuse.dreal-grand-est@developpement-durable.gouv.fr

**Graphique statistique**



**Résultats statistiques**

	Date	Q (m3/s)
Maximum connu	30 janv. 1995	1520.000

- . QIX/QJ pour les 25 plus fortes crues : -4000.00 [-4000.00; -4000.00]
- . Xo : 600.000 m3/s
- . Gradex : 213.000 m3/s

**Fréquences théoriques**

Débits (m3/s) - Intervalle de confiance 95%

Cinquantennale	1430.000	[1290.000 ; 1660.000]
Vicennale	1230.000	[1120.000 ; 1410.000]
Décennale	1080.000	[991.000 ; 1220.000]
Quinquennale	920.000	[852.000 ; 1020.000]
Biennale	678.000	[632.000 ; 734.000]

# Description digue

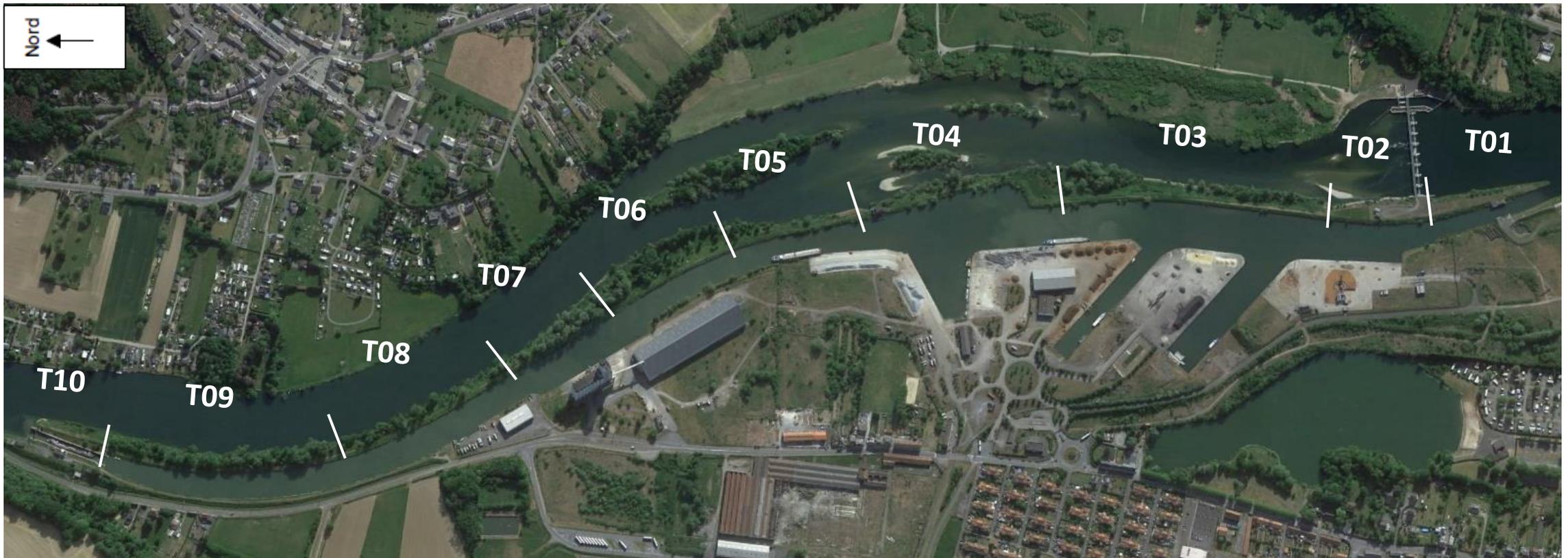
Tronçons & caractéristiques  
Levé topographique



# Tronçons et caractéristiques

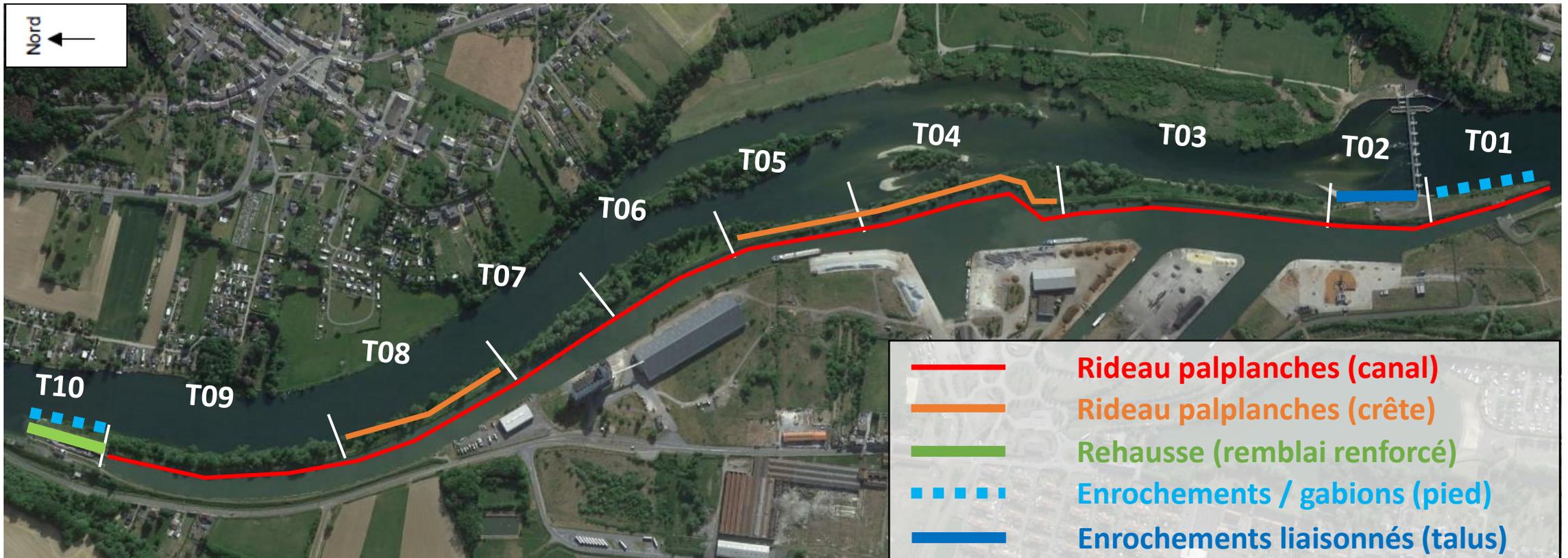
# Tronçons et caractéristiques

- 2500 + m de digue
- 10 tronçons



# Tronçons et caractéristiques

- 2500 + m de digue
- 10 tronçons

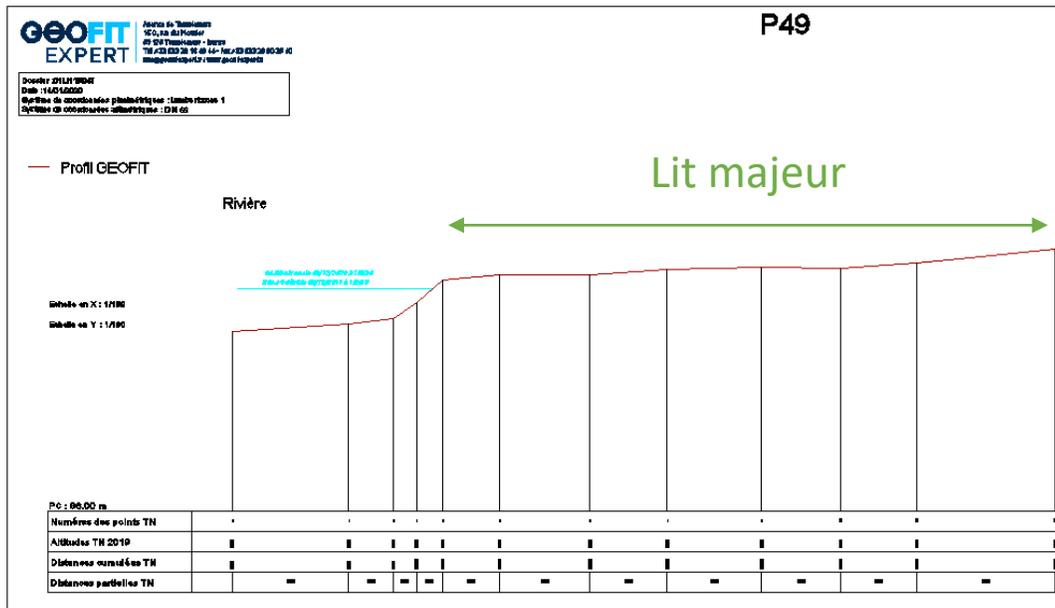


# Levé topographique



# Levé topographique

- Profils avec lit majeur :
  - T03, T06, T07, T08, T09



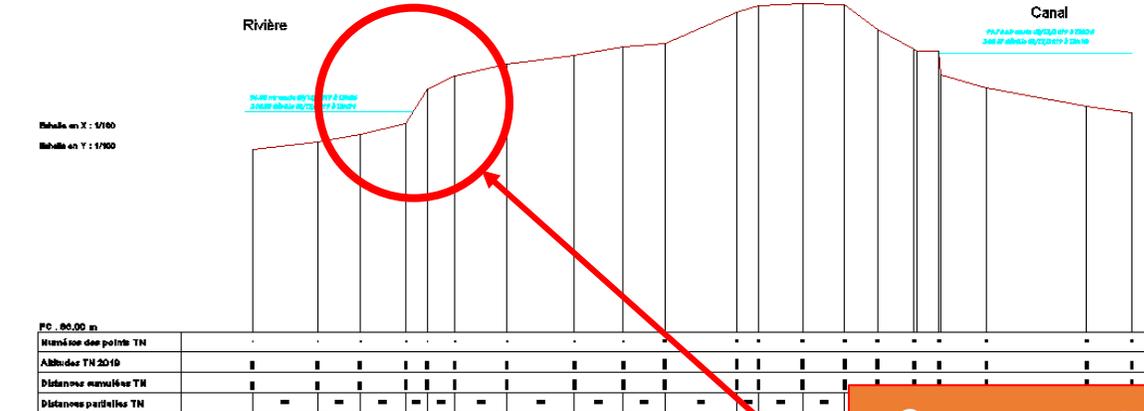
# Levé topographique

**GEOFIT EXPERT** Agence de Topographie  
 100, rue du Pêcheur  
 67100 Strasbourg - France  
 Tél : 03 88 20 91 40 - Fax : 03 88 20 91 41  
 Email : gfit@geofit-expert.fr

P58

Dossier 20111110047  
 Date : 14/05/2020  
 Système de coordonnées géographiques : Lambert93  
 Système de coordonnées altimétriques : IGN 69

— Profil GEOFIT



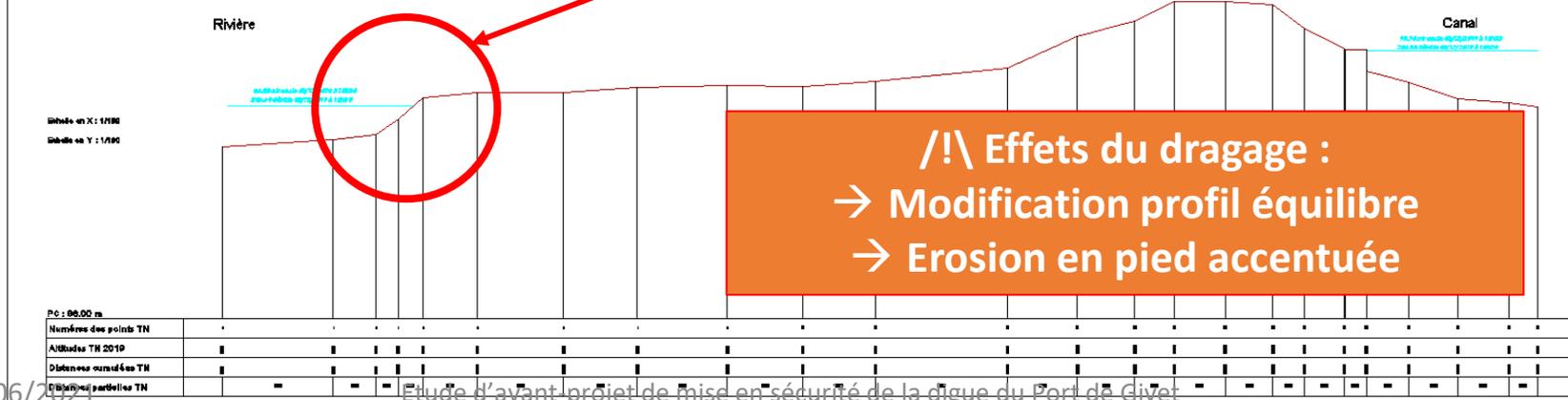
**Creusement prononcé  
du lit mineur**

**GEOFIT EXPERT** Agence de Topographie  
 100, rue du Pêcheur  
 67100 Strasbourg - France  
 Tél : 03 88 20 91 40 - Fax : 03 88 20 91 41  
 Email : gfit@geofit-expert.fr

P49

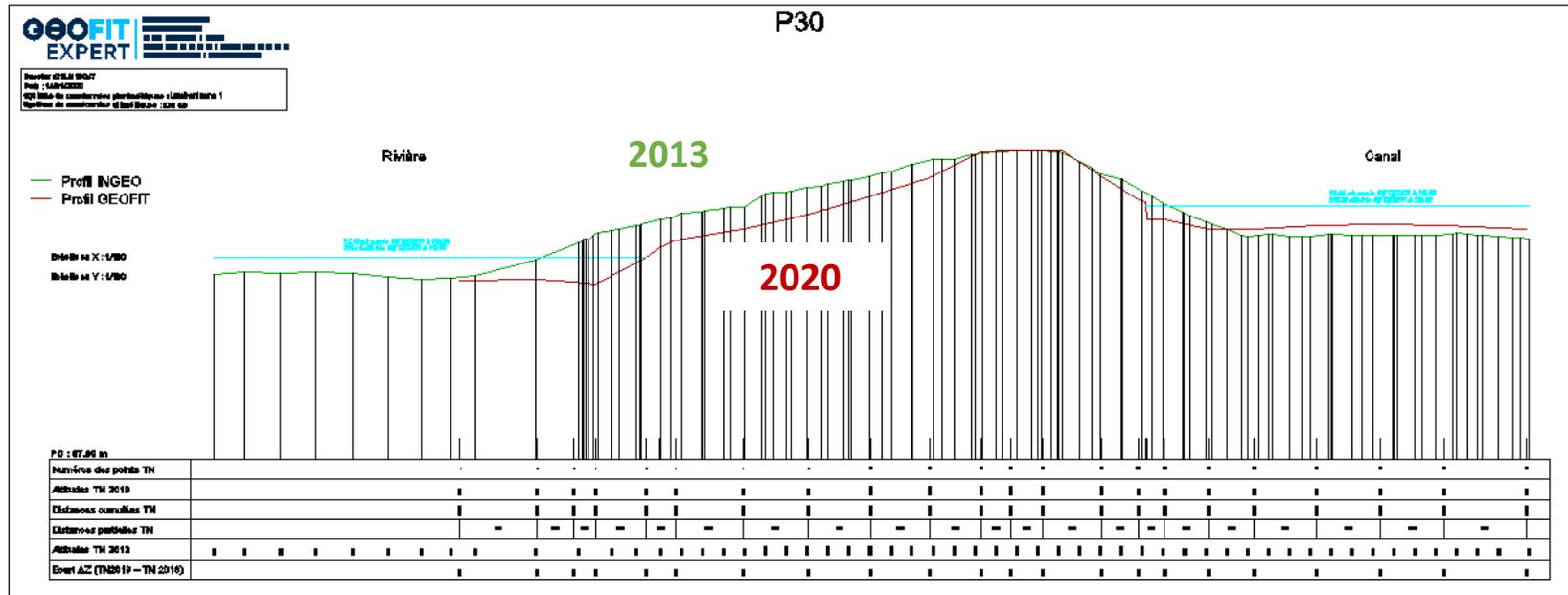
Dossier 20111110047  
 Date : 14/05/2020  
 Système de coordonnées géographiques : Lambert93  
 Système de coordonnées altimétriques : IGN 69

— Profil GEOFIT



**/!\ Effets du dragage :**  
 → Modification profil équilibre  
 → Erosion en pied accentuée

# Levé topographique



→ Actualité des données !

→ Evolution de la géométrie *a posteriori*

# Synthèse des investigations

Prospection géophysique à l'EM31

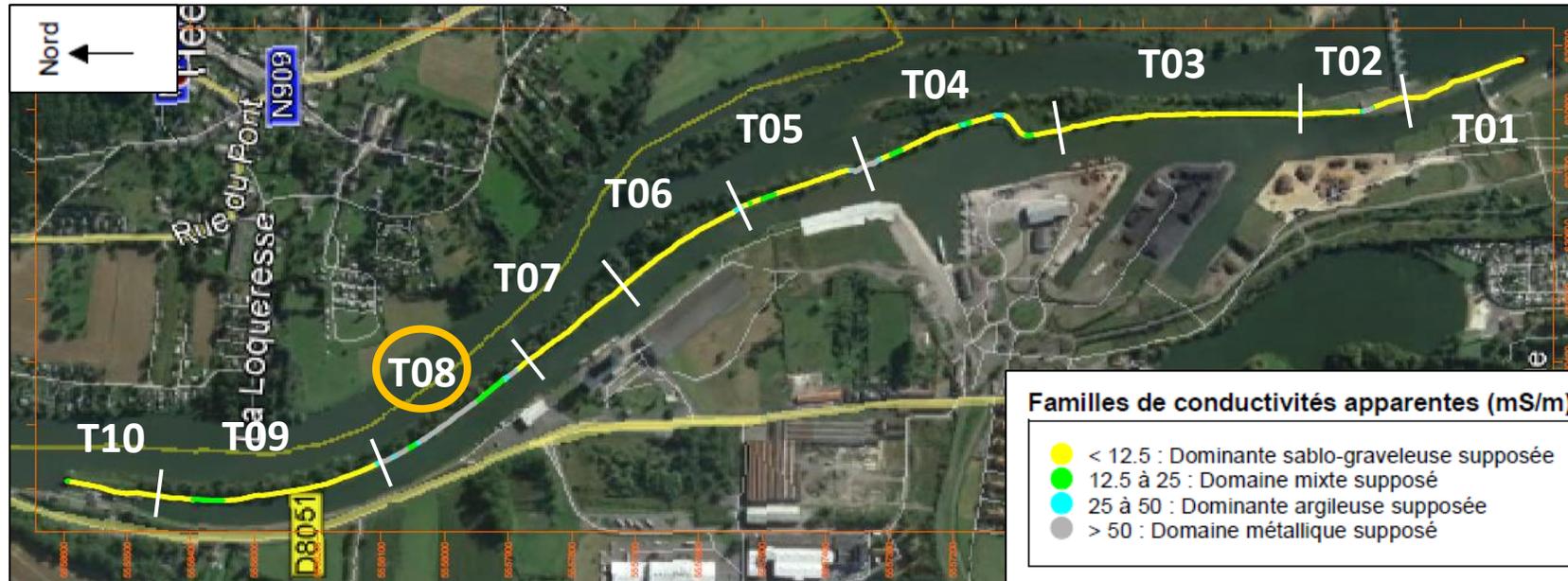
Sondages géotechniques et essais  
de laboratoire



# Prospection géophysique à l'EM31

# Investigations : Prospection EM31

- De 0 à 3 m de profondeur :

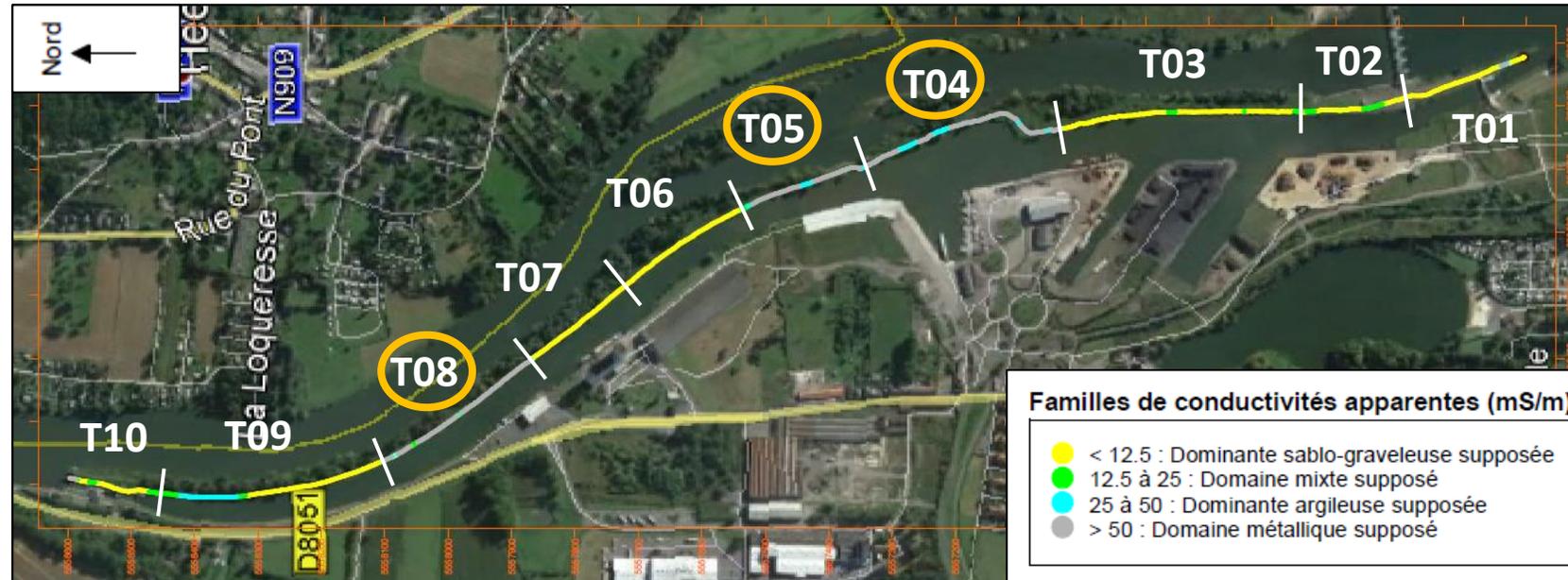


→ Dominante sablo-graveleuse sur 0 – 3 m : corps de digue

→ Rideau de palplanches (2010) mis en évidence : T08

# Investigations : Prospection EM31

- De 0 à 6 m de profondeur :



→ Dominante sablo-graveleuse sur 0 – 6 m : corps digue + alluvions

→ Rideau de palplanches (2010) mis en évidence : T04, T05, T08

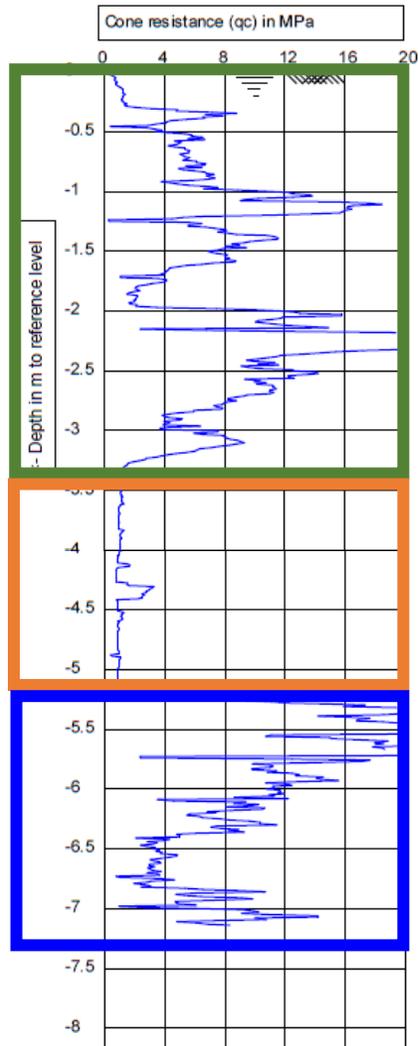
# Investigations géotechniques

# Investigations géotechniques

- 3 campagnes :
  - 2002 : HYDROGEOTECHNIQUE (SP)
  - 2014 : GEOTEC (SC + SP + Labo)
  - 2021 : GINGER CEBTP (SC + CPT + Labo)
- Corps digue globalement SG, matrice limoneuse +/- importante, voire argileuse
- Horizon de fondation SG à caillouteux
- Variabilité spatiale des caractéristiques mécaniques :  
Zones décomprimées dans le corps de digue
- Perméabilités très variables :  $k = 10^{-8}$  à  $10^{-4}$  m/s !

→ « HOMOGENE DANS SON HETEROGENEITE »

# Structure de la digue

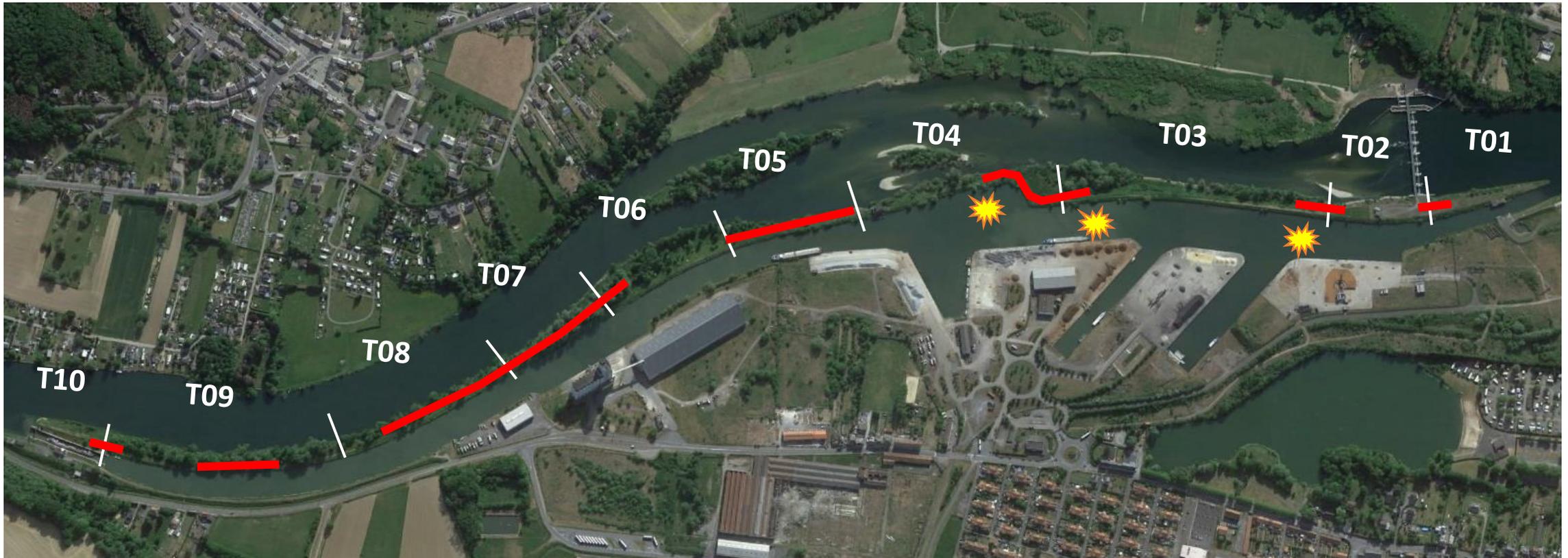


Cote	Prof.		Module pressiométrique EM (MPa)	Pression de fluage pf* (MPa)	Pression limite pl* (MPa)
101.20	0.00				
99.70	1.50	R R R R	5.98	0.67	1.04
96.80	4.40	R R R R	3.20	0.34	0.61
		R R R R	1.71	0.24	0.37
		R R R R	5.25	0.32	0.55
95.70	5.50	R R R R	4.16	0.17	0.29
			6.81	> 0.98	> 0.98
			5.91	0.85	1.18
			14.6	1.87	2.77
91.90	9.30		22.9	1.53	2.70
91.20	10.00				



# Structure de la digue

- Zones décomprimées : ~ 1200 ml / 2500 ml



# Mécanismes de rupture de la digue

- Généralités
- Surverse
- Glissement d'ensemble
- Erosion Externe
- Erosion Interne



# Généralités

- Degré de stabilité : 3 paramètres principaux
  - La géométrie
  - Le sol
  - L'eau
- Facteurs additionnels :
  - Sollicitations extérieures (activités humaines, animales, végétales)
  - Ouvrages de conformement (usure)

# Généralités

- Définition de niveaux de performance :

Niveau de performance	Description
<b>Correct</b>	La digue remplit son rôle de protection en situation de crue, sans nécessiter de travaux additionnels
<b>Peu préoccupant</b>	Quelques désordres sont à craindre en situation de crue, sans être de nature à compromettre la performance globale de la digue
<b>Préoccupant</b>	Des désordres sont à craindre en situation de crue, pouvant affecter significativement la performance résiduelle de la digue.
<b>Très préoccupant</b>	La digue ne remplit pas son rôle de protection en situation de crue – Rupture à craindre

# Surverse

# Surverse – Définition

- Débordement de la crête de la digue
- Susceptible d'engendrer une brèche, par érosion (cf. 1995)

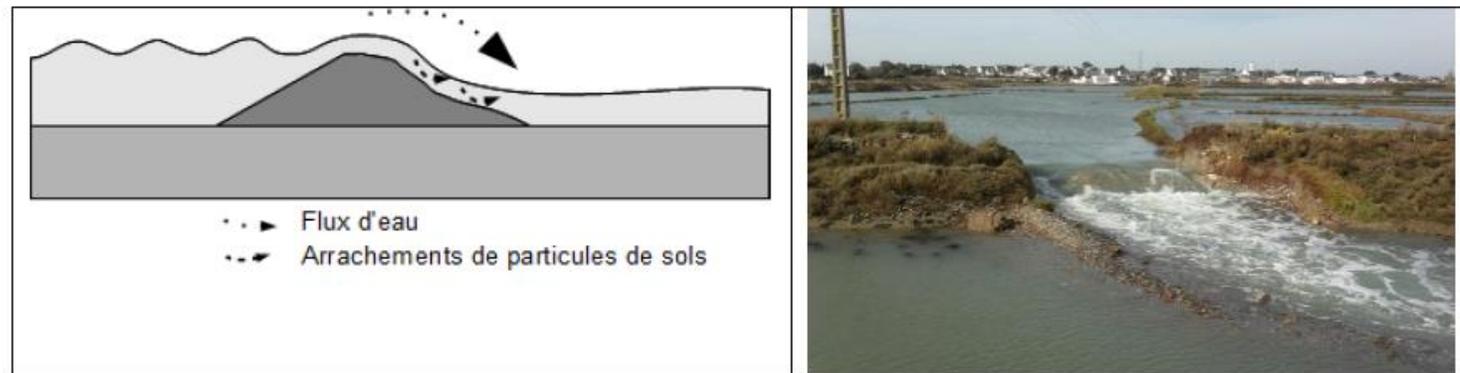


Figure 2.6 : Principe de la surverse et exemple de brèche dans un ouvrage (Traduit et adapté de l'ILH)

→ Dimensionnement de la revanche

→ Dimensionnement d'ouvrages de protection de l'enveloppe

Crédit image : CFBR 2015

# Surverse – Performance

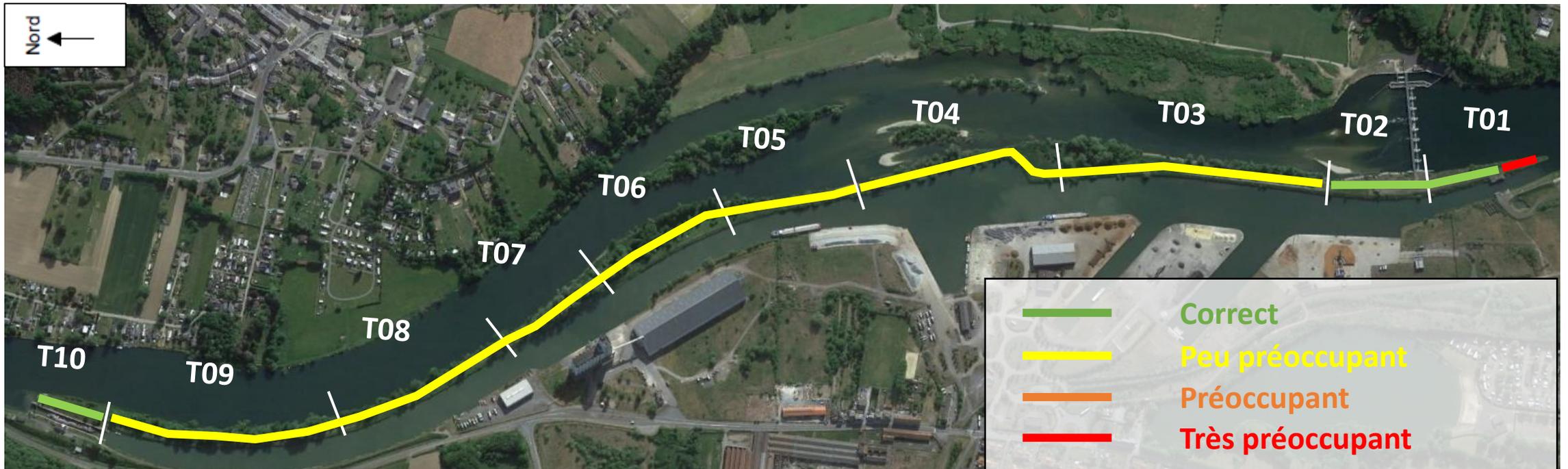
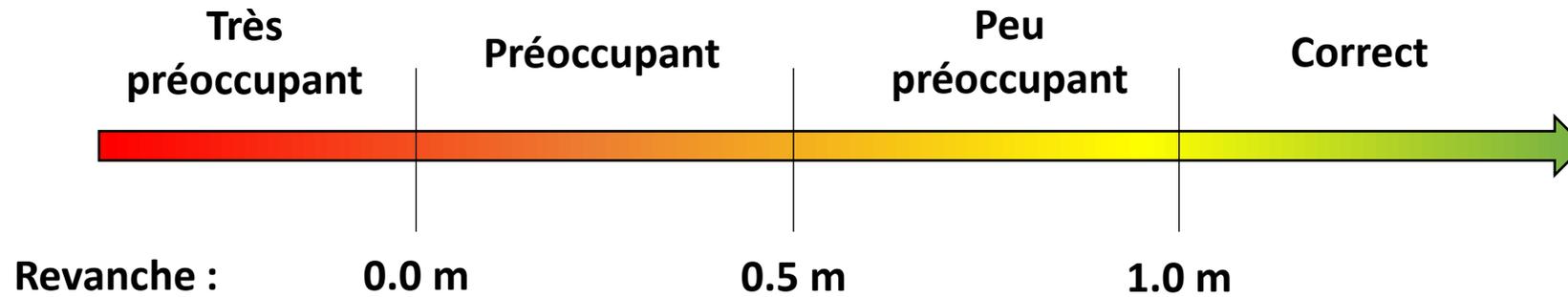
- Revanche : Marge de sécurité disponible entre le NPHE et la crête de digue.
- MEDDE (2015) : 50 cm au minimum
- Etude de dangers a recommandé 1.0 m

→ Etude hydraulique détaillée

→ Complétude, actualisation des relevés topographiques

→ /!\ Incertitudes définition NPHE / Vagues

# Surverse – Performance



# Erosion externe

# Erosion Externe – Définition

- Entrainement de particules solides par écoulement dans la rivière
- Erosion de berges
- Affouillements

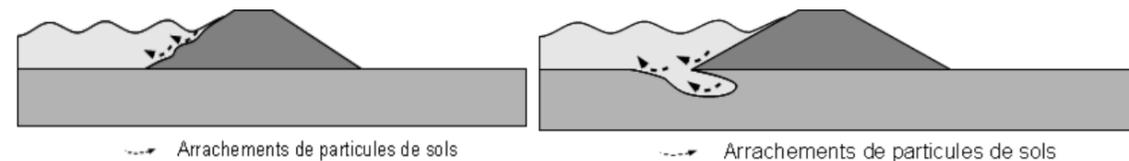


Figure 2.4: Érosion externe du corps ou de la fondation d'une digue en terre (affouillements) côté eau  
(Traduit et adapté de l'ILH)

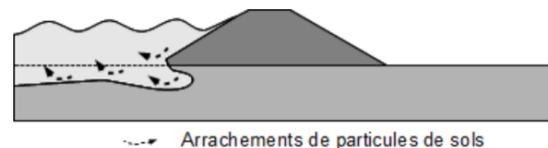


Figure 2.5: Érosion externe et abaissement du profil en amont de la digue (avant plage ou ségonal)  
(Traduit et adapté de l'ILH)

# Erosion externe – Application

- Critères :
  - Vitesse d'écoulement
  - Vitesse critique = f (sol)
  - Travaux dans le lit (dragage)
- Constat étude de dangers :

Vitesses moyennes d'écoulements	
Tronçon 1	2.61 m/s
Tronçon 2	2.97 m/s
Tronçon 3	2.15 m/s
Tronçon 4	1.86 m/s
Tronçon 5	2.28 m/s
Tronçon 6	2.61 m/s
Tronçon 7	2.71 m/s
Tronçon 8	2.56 m/s
Tronçon 9	2.45 m/s
Tronçon 10	2.43 m/s

*Vitesses moyennes d'écoulement  
Cruë 1995 centennialisée*

Matériaux	Vitesse $U_{cr}$
Argile assez compacte	0,8 m/s
Argile rigide	1,5 m/s
<b>Argile recouverte d'herbe</b>	<b>2 m/s</b>
Argile recouverte d'herbe et renforcé par géotextile tridimensionnel	3 m/s

*Vitesses critique de début d'entraînement*

→ Vitesse critique atteinte en tout point de la digue en sit. Q100

# Erosion externe – Application

- Effet favorable :
  - Enrochements (protection enveloppe extérieure)
  - Palplanches en crête (protection du corps de digue)

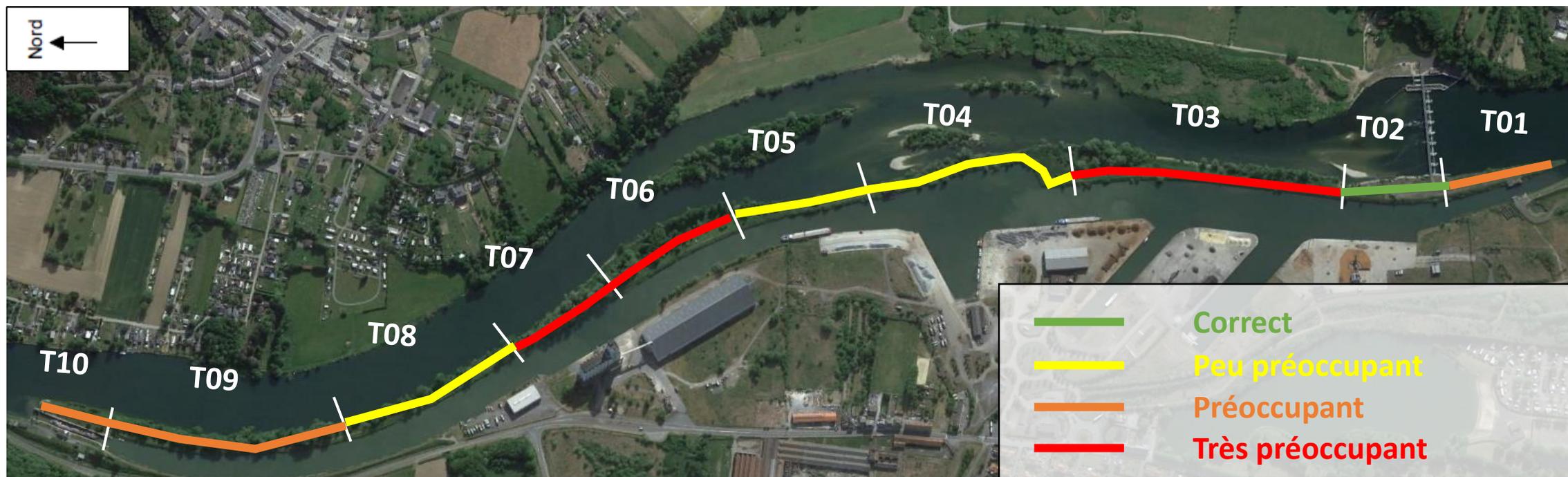


*Crédit image : ARTELIA*



*Crédit image : VNF*

# Erosion externe – Performance



Facteurs aggravant	Facteur sécurisants
<p>Contact lit mineur régulier</p> <p>Désordres existants observés</p> <p>Dominante limoneuse</p> <p>Crête de digue étroite</p>	<p>Enrochements / gabions en pied de talus</p> <p>Parement en enrochements liaisonnés Rideau de palplanches</p> <p>Crête de digue large (&gt; 10 m)</p>

# Erosion externe – Cas particuliers

- Qualité du pied des ouvrages / affouillements
- Inspection périodique des ouvrages et des talus
- Entretien le cas échéant

**→ Perf. Peu préoccupante**

- Protection par enrochements

**→ Perf. Correcte**

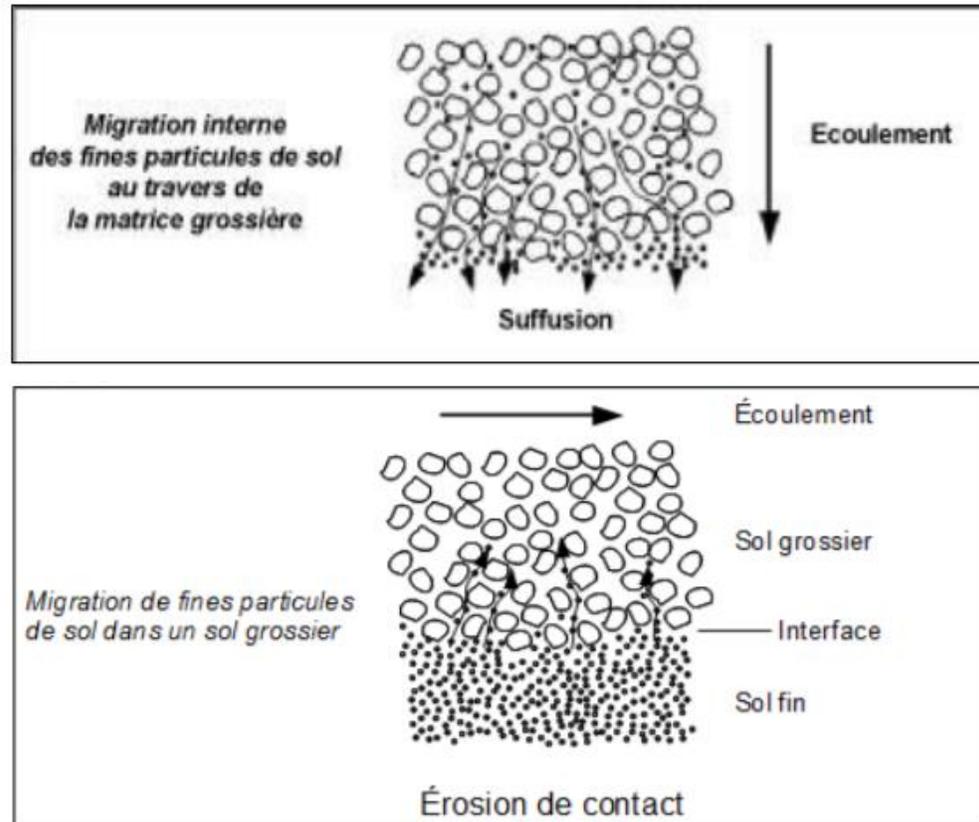
# Erosion interne



# Erosion interne

- 4 grands mécanismes
  - Suffusion
  - Erosion de contact
  - Erosion régressive
  - Erosion de conduit
- Initiation : 2 critères concomitants
  - Critères granulométriques
  - Critères hydrauliques

# Erosion interne – Définitions

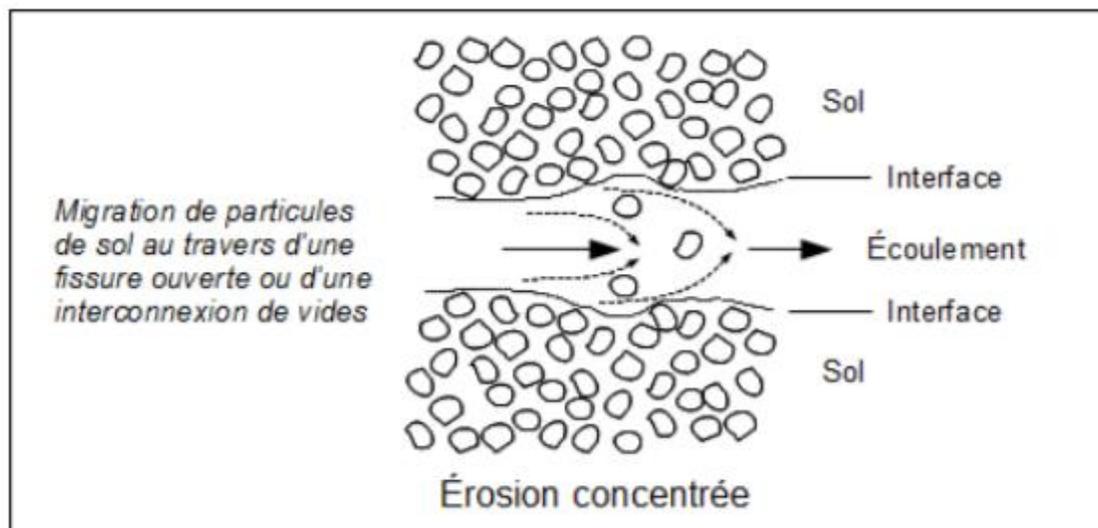


→ Distribution granulométrique

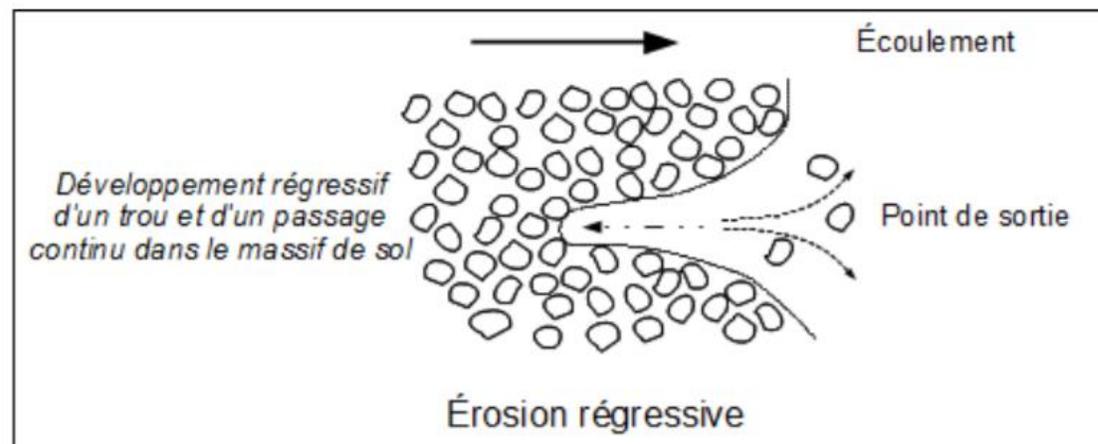
→ Perméabilité

Crédit image : CFBR 2015

# Erosion interne – Définitions



→ Géométrie du conduit (fissure, terrier, trou de racine, contact OH...)



→ Gradient hydraulique / Gradient critique

Crédit image : CFBR 2015

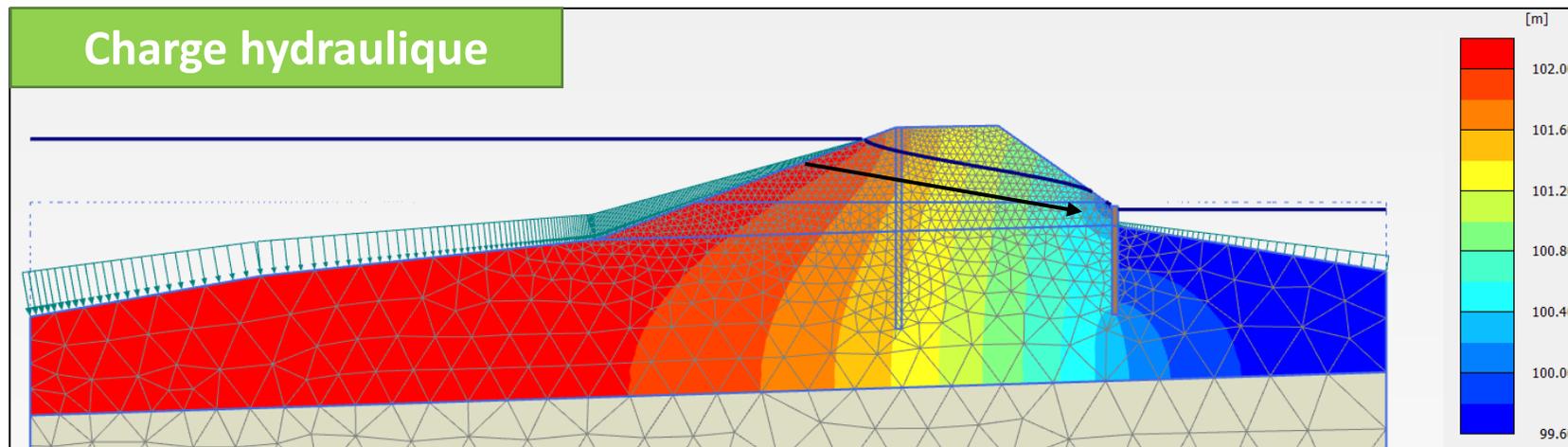
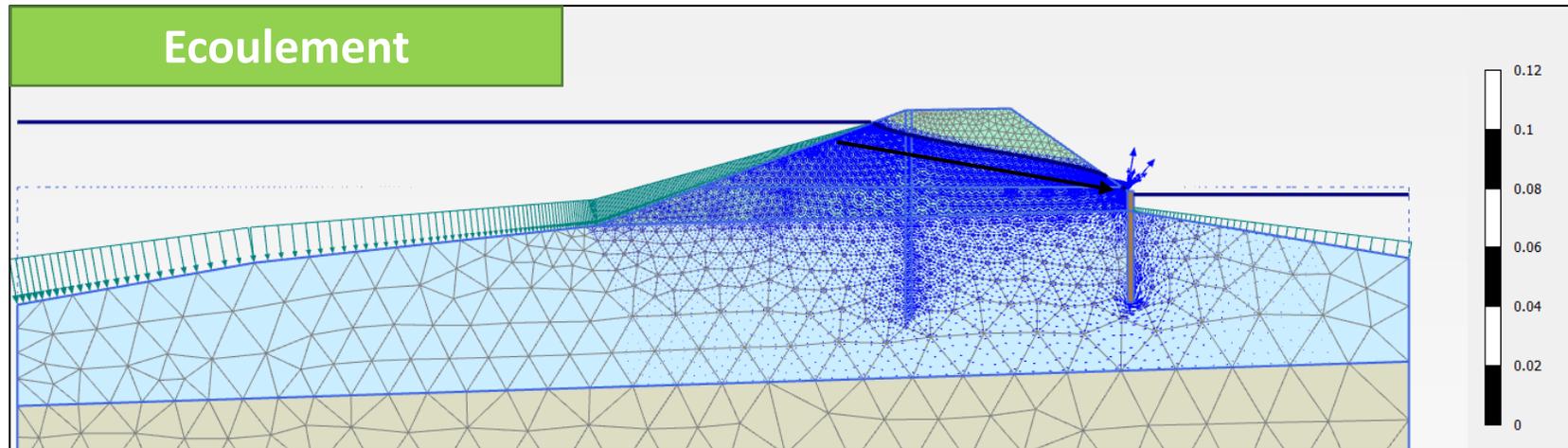
# Erosion régressive – Gradient

Sol	Gradient critique de Lane
Silt / Sable très fin	0.12
Sable fin	0.14
Sable moyen	0.17
Sable grossier	0.20
Grave fine	(0.25)
Grave moyenne	0.28
Grave grossière	0.33
Grave et cailloutis	(0.33)
Argile	0.33 à 0.50



**Quel comportement de sol ?  
→ Granulométrie**

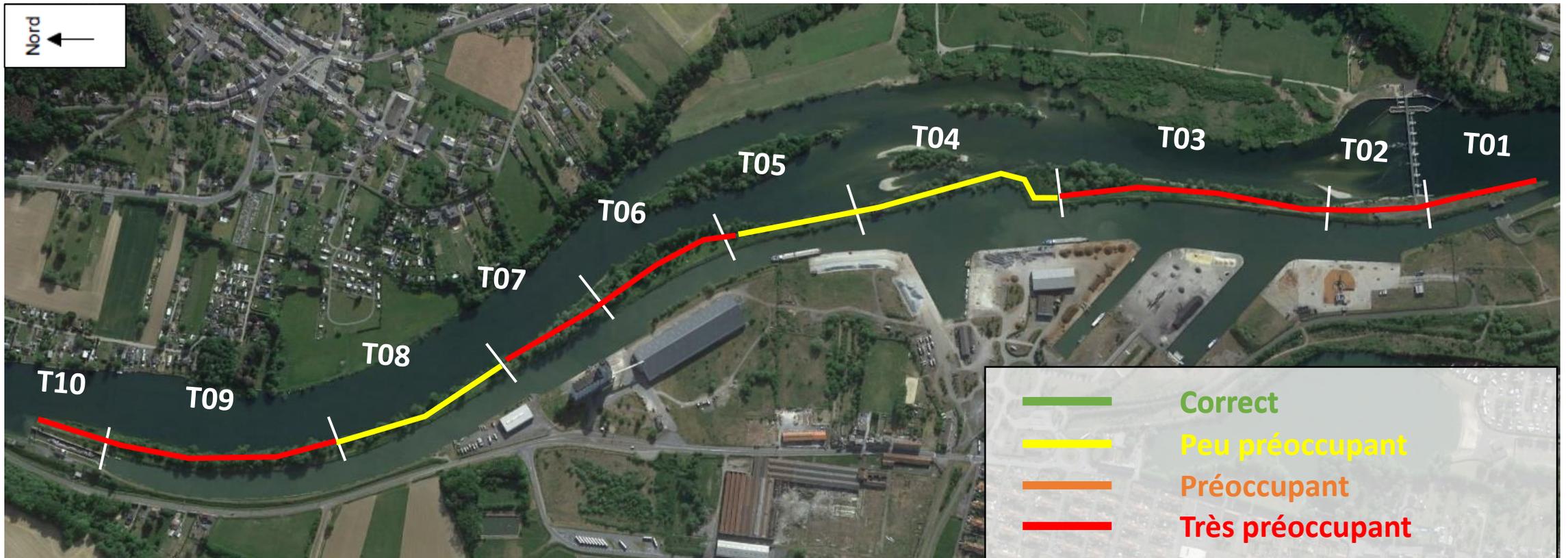
# Erosion régressive – gradient



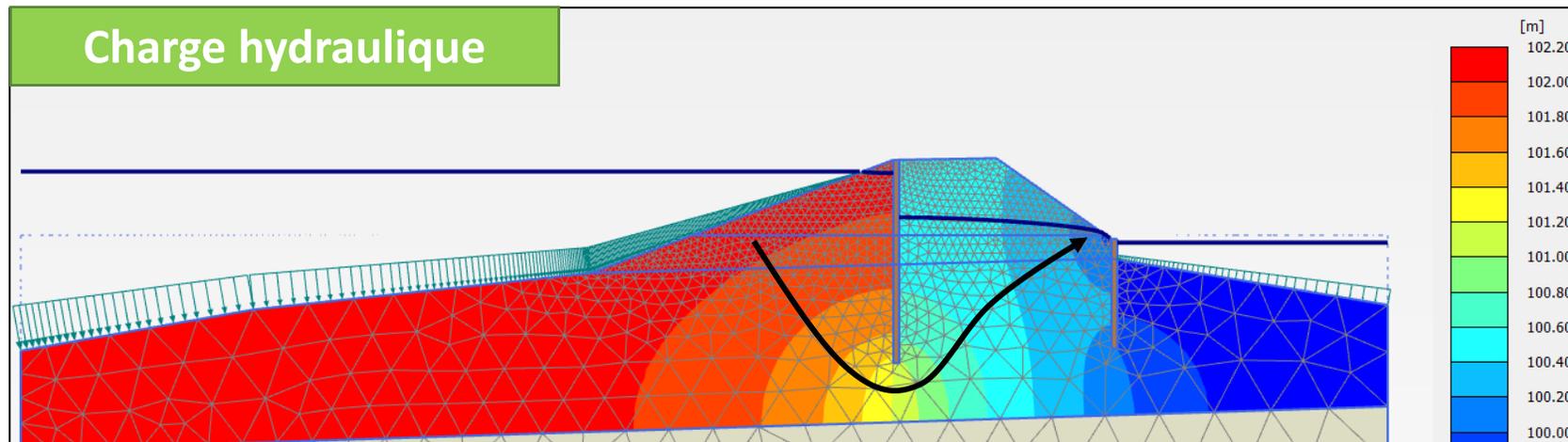
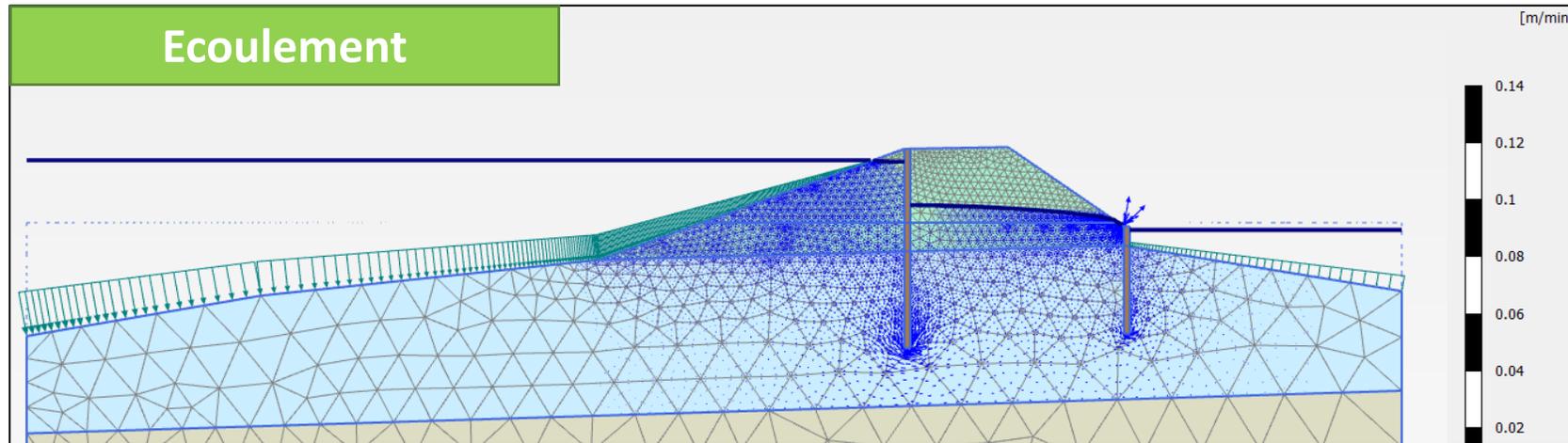
→ Gradient ~ 0.50

# Erosion régressive – Performance

- Niveau de performance : peu préoccupant / très préoccupant



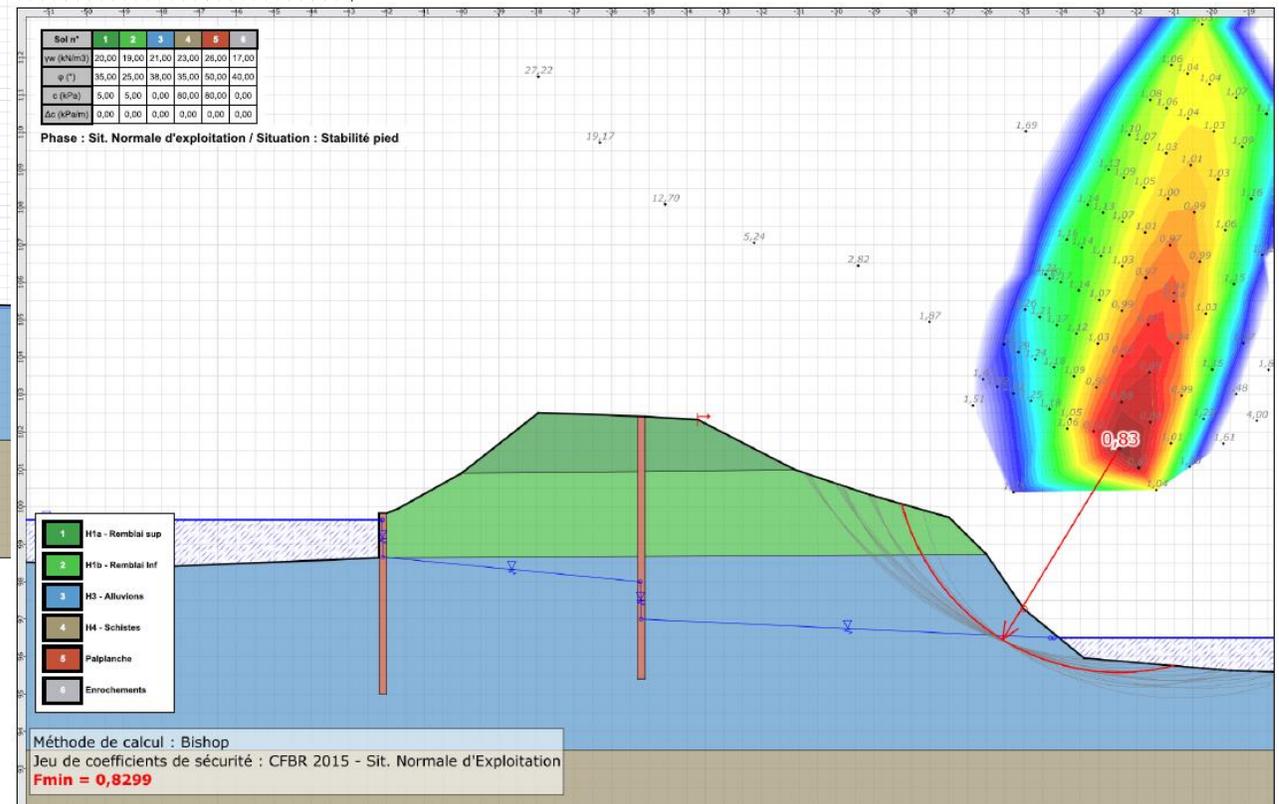
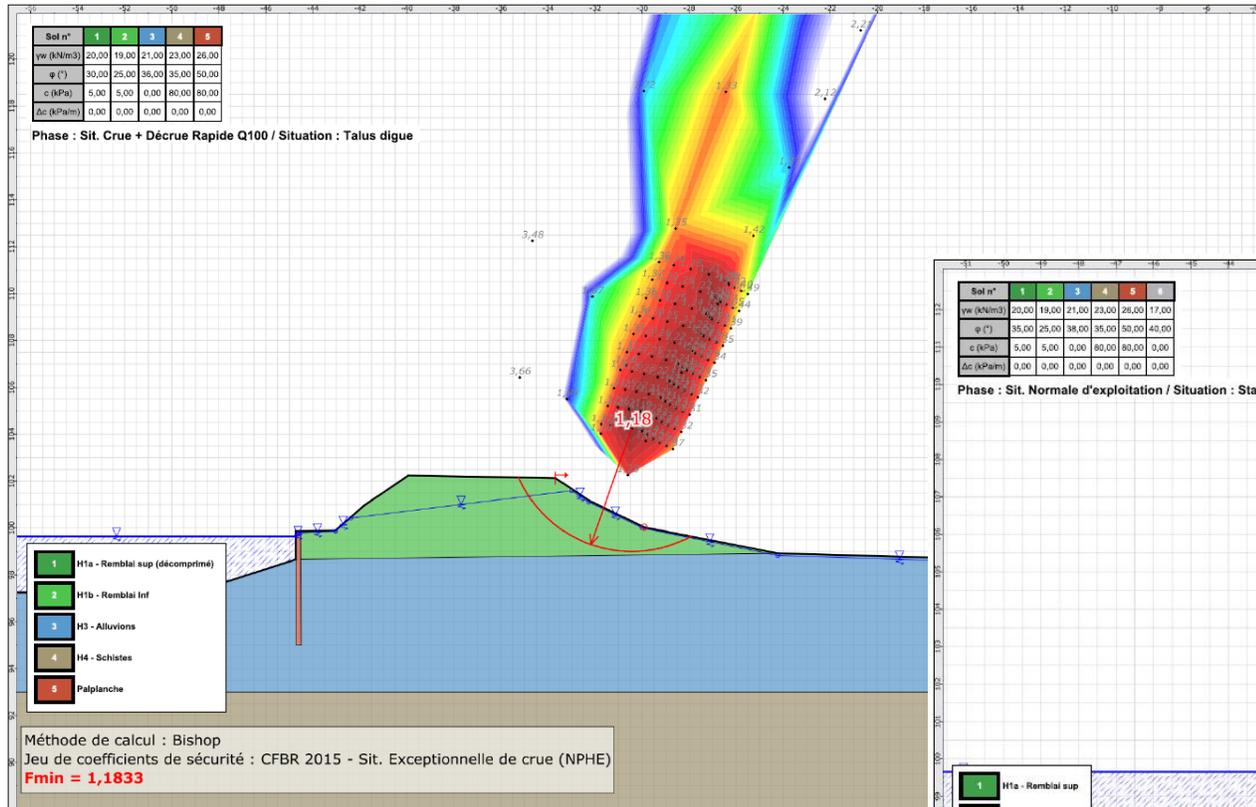
# Erosion régressive : améliorer la performance



→ Gradient moyen divisé par 3 !

# Glissement d'ensemble Stabilité des ouvrages

# Glissement d'ensemble

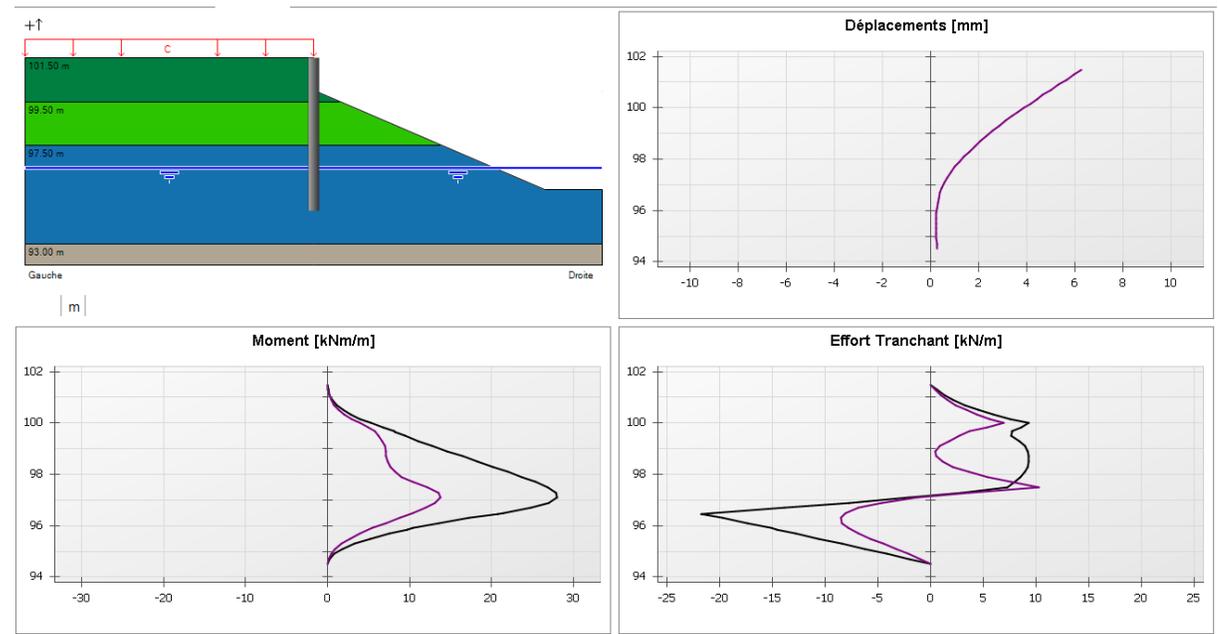


# Stabilité d'ouvrages

- Stabilité d'un écran de palplanches avec érosion du talus
- Stabilité de gabions en pied de talus

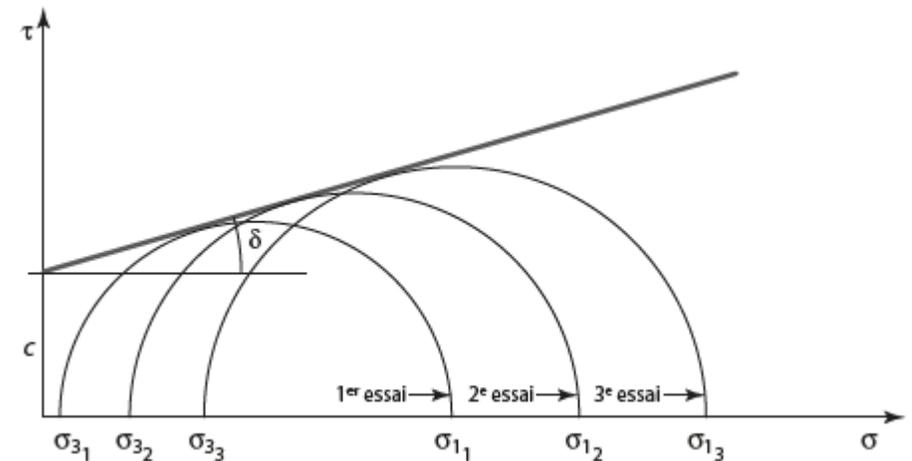
• ...

→  $c, \phi$  !



# Paramètres dimensionnants

- Essais de cisaillement sur EI :
  - Cohésion  $c$
  - Angle de frottement  $\phi$
- Intérêt du rétro-calcul
  - Degré stabilité actuel
  - Calage des paramètres



# Conclusion



# Conclusion

- Densité des données topographiques + infos OH
- 3 campagnes d'investigations
  - Essais géotechniques in situ
  - Essais de laboratoire
  - Géophysique

**ENVERGURE CAMPAGNE + ETUDE = f (ENJEUX x COMPLEXITE TECHNIQUE)**

**QUEL REX DISPONIBLE ?**

# Conclusion

- Aléas difficilement prévisibles :
  - Action des fouisseurs (terriers)
  - Dragage côté Belge (Hastières) → Aggravation affouillements
- Mise en sécurité de la digue passe par :
  - Ouvrages couvrant l'aléa
  - Inspections régulières et entretien le cas échéant





 **GINGER**  
CEBTP

[www.groupe-cebtp.com](http://www.groupe-cebtp.com)