

## Les « Essais d'Érosion » standards (suite)

### Le « Contact Erosion Test »

Lorsqu'une couche de sol « *fin* » (noyau d'ouvrage en limon ou argile...) est en contact avec une couche de sol « *grossier* » (fondation alluviale en graviers...) sujette à un écoulement souterrain, une érosion dite « *de contact* » peut se développer. La progression de cette érosion dépend i) de l'écart entre les tailles des particules de chaque couche ii) de l'intensité de l'écoulement. Le « *Contact Erosion Test* » ou **CET** a été développé pour reproduire ce processus au laboratoire.



Les deux couches de sol sont mises en place dans une cellule puis soumises à i) une contrainte mécanique verticale reproduisant les contraintes *in-situ* ii) un écoulement à débit imposé, augmenté par paliers successifs. L'analyse de la quantité de sol fin érodé et transporté hors de l'échantillon au cours de l'essai permet d'évaluer la résistance à l'érosion de ce couple sol fin/sol grossier.

L'essai CET permet de déterminer:

- ✓ si l'écart entre les tailles de particules de chaque couche est suffisamment faible pour **exclure l'érosion de contact**,
- ✓ la **vitesse de Darcy minimale** dans la couche de sol grossier (ainsi que le gradient hydraulique associé) à **partir desquels une érosion de contact est susceptible de se développer**,
- ✓ une estimation de la **perméabilité  $k$**  ( $m \times s^{-1}$ ) du sol grossier testé.



## Fiche technique des essais

Le **Laboratoire d'Essais d'Érosion** propose l'état de l'art des essais permettant d'évaluer quantitativement la résistance à l'érosion des sols. Leurs résultats constituent des données d'entrées des « *Étude de dangers* » et les « *Diagnostics* ».

	JET	HET	CET	
<b>Application</b>	Surverse, évaluation générique de l'érodabilité d'un sol	Érosion de conduit (conduit d'érosion)	Érosion de contact entre 2 couches de sol	
<b>Caractéristiques des échantillons</b>	<i>In-situ</i>	Réalisable (si absence particules > 5 mm)	Non réalisable	
	Intact	✓ Dim min: $\varnothing \sim 8$ cm, h $\sim 30$ cm ✓ Absence de particules > 5 mm	✓ Dim min: $\varnothing \sim 8$ cm, h $\sim 30$ cm ✓ Absence de particules > 5 mm	Non réalisable
	Remanié	Masse min sol sec à fournir : 2,5 kg	Masse min sol sec à fournir : 2,5 kg	Masse min fin/grossier à fournir : 10/7 kg

**Essai de suffusion (ST), Crumb Test (CT) :** nous contacter.

### Contact

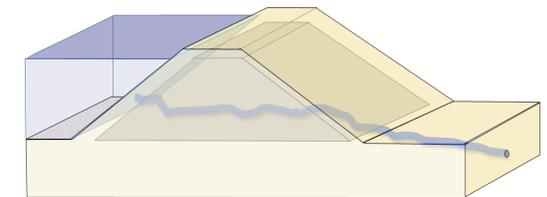
geophyConsult – 22, rue des Frères Lumière (accolé au garage MAS côté avenue Charles Cros) – 34 830 Jacou – France – labo@geophyconsult.com – +33 6 47 28 62 93 ou +33 6 95 38 85 09



geophyConsult



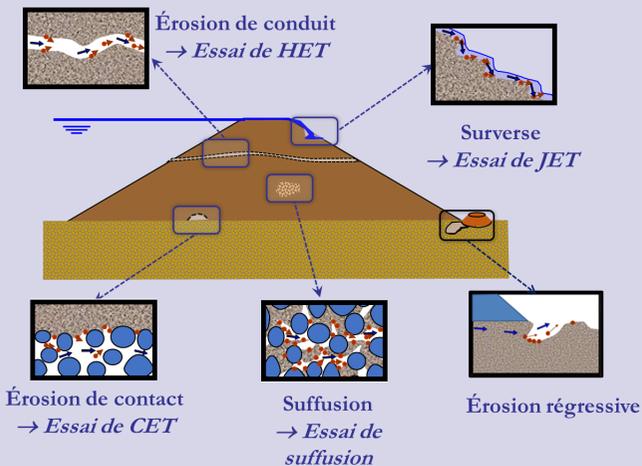
« **L'état-de-l'art de la sûreté et du suivi des infrastructures** »



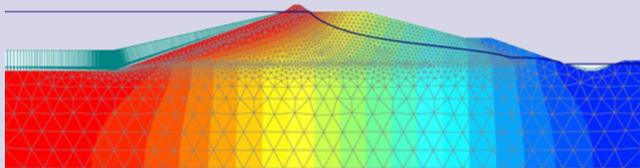
L'offre  
« **Maîtrise de l'Érosion** »

# Les expertises du « risque d'érosion »

Un ouvrage hydraulique en remblai (digues, barrages...) est susceptible d'être dégradé, voire mené à la rupture, par l'érosion des matériaux qui le constituent, que ce soit en surface (affouillement, surverse...) ou directement dans le remblai (fuites dans l'ouvrage ou en fondation...). Pour prendre en compte ce risque, il est nécessaire de quantifier l'action des écoulements ainsi que la résistance à l'érosion des matériaux en présence.



Les experts de *geophyConsult* proposent de réaliser des diagnostics d'ouvrages incluant des modélisations numériques hydrauliques (pour caractériser les écoulements), des modélisations mécaniques (pour caractériser la stabilité au glissement) ainsi que l'évaluation des marges de sécurité concernant chacun des mécanismes d'érosion.



# Les « Essais d'Érosion » standards

## Le « Jet Erosion Test »

Lors d'une surverse, l'eau s'écoule sur le parement aval de l'ouvrage, le plus souvent en formant un « escalier » composé d'une succession de minichutes d'eau. Une érosion de surface de l'ouvrage est observée et peut mener à l'ouverture d'une brèche.



Pour représenter ce processus, le « Jet Erosion Test » ou JET, dérivé du standard américain ASTM D5852, a été développé. Il consiste à impacter un échantillon de sol ramené au laboratoire, ou le sol de l'ouvrage *in-situ*, par un jet d'eau de dimensions normées. L'analyse de l'évolution de la profondeur de l'affouillement généré permet de déterminer la résistance du sol à ce type d'érosion.



L'essai JET permet de déterminer:

- ✓ un positionnement du sol par rapport aux essais de la littérature ;
- ✓ le paramètre  $\tau_c$  qui permet d'estimer les conditions hydrauliques qui entraînent l'initiation de l'érosion ;
- ✓ le paramètre  $K_f$  qui, rentré avec  $\tau_c$  dans un modèle d'érosion (WinDAM, EMBREA...), permet d'estimer la cinétique d'ouverture d'une brèche dans l'ouvrage.

Cet essai, de par sa robustesse et la richesse de la littérature qui le concerne, permet de caractériser l'érodabilité d'un sol de façon plus générale, sans forcément considérer le processus de surverse (par exemple pour comparer des remblais pressentis pour la réalisation de confortements ou d'ouvrages). Les résultats sont alors souvent utilisés de façon plus qualitative que quantitative.



Laboratoire de *geophyConsult*, avec sa citerne de 5 m<sup>3</sup> et ses 3 bancs d'essais CET, JET et HET

## Le « Hole Erosion Test »

Lorsqu'un défaut existe dans un ouvrage (terrier d'animaux fouisseurs, fissure...) et que cet ouvrage est mis en charge, une fuite apparaît. En fonction de la résistance du sol, cette fuite peut soit être acceptable, soit mener à la formation d'un conduit d'érosion, puis d'une brèche, parfois en quelques heures. La rupture du barrage de « Teton Dam » en 1976 aux États-Unis est l'exemple le plus connu des conséquences de ce processus (h = 93 m et V = 350 millions de m<sup>3</sup>, cf. photo).



Le « Hole Erosion Test » ou HET a été développé par l'INRAE pour reproduire ce processus. L'essai consiste à imposer un écoulement d'eau dans un trou de 6 mm de diamètre foré dans un échantillon de sol ramené au laboratoire. L'analyse de l'agrandissement du trou par érosion des parois au cours de l'essai permet de déterminer la résistance du sol à ce type d'érosion.

L'essai est conforme à la norme AFNOR XP P94-065 (à laquelle *geophyConsult* a contribué, en tant que pionnier de la mise en œuvre de l'essai). Il permet d'obtenir:



- ✓ un positionnement de la vitesse d'érosion du sol par rapport aux essais de la littérature ;
- ✓ le paramètre  $\tau_c$  qui permet de déterminer les conditions hydrauliques qui entraînent l'initiation de l'érosion ;
- ✓ l'indice  $I_e$  qui permet d'évaluer la vitesse avec laquelle un conduit d'érosion tout juste initié est susceptible de dégénérer en brèche.



Pilotage des bancs d'essai et préparation des échantillons