

Sommaire

I-Étude sur le terrain

- 1°) Préliminaire : diversité des types de sables mouvants
- 2°) Expérimentation sur le terrain : Le Bec d'Allier
- 3°) Exploitation des données de terrain

II-Première expérimentation : modélisation du Bec d'Allier

- 1°) Matériel
- 2°) Protocole
- 3°) Résultats
- 4°) Interprétation des résultats

III-Deuxième expérimentation : modèle d'Osterberg

- 1°) Matériel
- 2°) Protocole
- 3°) Résultats
- 4°) Interprétation des résultats

Introduction

Précisons d'abord que nous restreignons l'expression "sables mouvants" à son acception courante : "sable humide, peu consistant, où l'on risque de s'enfoncer jusqu'à l'enlèvement". [6]

La simple présence d'eau ne suffit pas à créer des sables mouvants. En effet, il est possible de marcher en toute sécurité sur un sable gorgé d'eau, comme celui d'une plage. Dans des sables mouvants, l'eau pourrait agir par sa dynamique, qui serait à l'origine d'une fluidification du sable. Dès lors, quels paramètres interviendraient secondairement pour moduler la mouvance ainsi obtenue ?

Nos travaux se fondent sur l'étude de sables mouvants de rivière situés au confluent de la Loire et de l'Allier. Après les expérimentations de terrain, nous avons modélisé ce banc de sable pour mieux cerner les origines de son comportement particulier. Enfin, nous avons évalué l'influence de différents paramètres sur la mouvance.

I-Étude sur le terrain

1°) Préliminaire : diversité des types de sables mouvants

Le sable, comme tout édifice granulaire, doit sa stabilité aux forces de cohésion. Elles sont dues aux contacts et aux frictions entre les grains. Lorsque certaines forces modifient l'agencement des grains, le sable peut devenir mouvant : l'écartement des grains entraîne une réduction des forces de cohésion d'où un comportement proche de celui d'un liquide.

Quatre phénomènes différents permettent d'obtenir des sables mouvants :

-Dans les déserts, le sable a parfois une structure aérée où les grains forment des voûtes qui peuvent, sous une pression suffisante, s'effondrer. Le sable reprend alors brutalement une structure compacte, ce qui provoque l'affaissement du sol. [3]

-Lors de séismes ou d'autres phénomènes entraînant des vibrations dans un sol saturé d'eau, l'onde de pression chasse localement le liquide présent dans les interstices du sable, ce qui va désorganiser alentour l'édifice. C'est le processus dit de "liquéfaction des sols". [8]

-Certains sols de nature argileuse ou vaseuse peuvent avoir un comportement thixotrope : à la moindre agitation mécanique, la masse solide devient liquide. Parmi de tels sols, citons la tange de la Baie du Mont-St-Michel. [1], [5]

-Une circulation d'eau au sein d'un édifice granulaire, en écartant les grains, peut le fluidifier. Nous pouvons cependant noter qu'à l'inverse, si la quantité d'eau n'est pas suffisante, la structure est renforcée grâce à la force de capillarité qui rassemble les grains. [3], [7]

Considérant les propos de Balzac : "Les sables mouvants de la Loire ne rendent pas leur proie...", nous pouvons présumer qu'il existe des manifestations de ce phénomène aux abords du fleuve, a priori dans son lit majeur. Ne pouvant pas appartenir aux deux premiers types énumérés, cette manifestation doit trouver son origine soit dans la présence de vases thixotropiques soit dans l'existence d'un flux d'eau.

Nous avons donc décidé d'aller étudier ceci en détail sur le terrain, particulièrement au lieu-dit "Le Bec d'Allier", à la confluence de la Loire et de l'Allier. En effet, après une longue recherche, cette localisation nous a été présentée comme favorable (avec notamment plusieurs accidents par an) [9], et nous nous y sommes rendus lorsque les conditions - niveau de l'eau, possibilité d'observation - devinrent propices.

2°) Expérimentation sur le terrain : Le Bec d'Allier

En arrivant sur le site (en barque), nous nous sommes d'abord intéressés à la configuration des lieux. Le banc de sable dangereux, de même largeur que le lit de l'Allier et dans la continuité de celui-ci, se trouve juste en aval du confluent. La température de l'eau avoisinait 0°C comme l'attestait la présence de glaçons flottant à la surface (la température de l'air était descendue jusqu'à -13°C la nuit précédente). Ces glaçons nous ont montré la direction des courants de surface. Au niveau du banc étudié, le courant est imposé par l'Allier. Le banc de sable se présente comme une étendue plane recouverte d'une vingtaine de centimètres d'eau et marquée par quelques rides de courant. A sa périphérie, une pente amène la profondeur à 1 m 70. (figure 1)

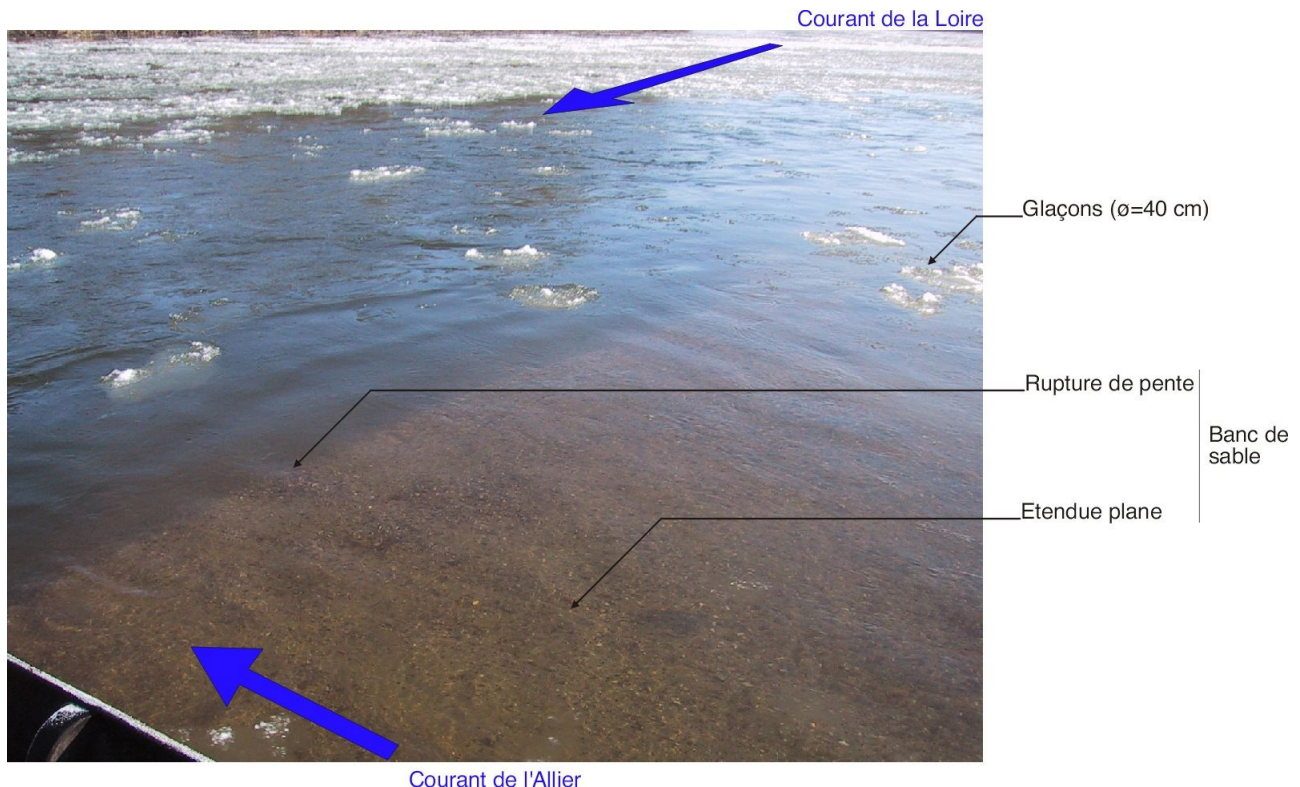


Figure 1 : Banc de sables mouvants du Bec d'Allier

Nous avons également réalisé plusieurs expériences destinées à cerner précisément le phénomène que nous avions sous les yeux :

- Nous avons prélevé du sable en quantité suffisante pour l'étudier (environ 5 L).

- Nous avons voulu faire "couler" dans le sable différentes masses cylindriques de taille comparable (masses entre 55 g et 312 g). Nous avons opéré à partir de notre embarcation, grâce à une canne à pêche dont le fil était rattaché à la masse. Ces objets n'ont sombré dans le sable ni à la surface de l'étendue plane ni à mi-pente. Par ailleurs, si nous posions un pied sur le sable avec suffisamment de force, celui-ci s'enfonçait.

- Dans le but de mettre en évidence un éventuel flux d'eau traversant le banc de sable nous avons procédé dans celui-ci à plusieurs injections de bleu de méthylène, utilisé comme traceur coloré, à différentes profondeurs (de 10 cm à 1 m). Notre injecteur était conçu comme une perche graduée à l'intérieur de laquelle se trouvait un tube relié à une seringue manipulable depuis l'embarcation.

Nous n'avons jamais vu le colorant injecté ressortir. Nous avons donc, au bout d'un quart d'heure, creusé le sable au point d'injection. Nous avons alors constaté que les grains de sable étaient colorés en bleu tandis que l'eau des interstices était incolore.

3°) Exploitation des données de terrain

L'observation à la loupe binoculaire du sable récolté a montré que celui-ci ne contient pas de matière organique. Le phénomène n'est donc causé ni par la thixotropie (qui est une caractéristique des vases), ni par la lubrification des grains que pourrait entraîner la présence de matière organique. De plus, la forme des grains est parfaitement quelconque ; pour preuve, nous avons observé tous les types distingués par J. Tricart [4]. (figure 2)

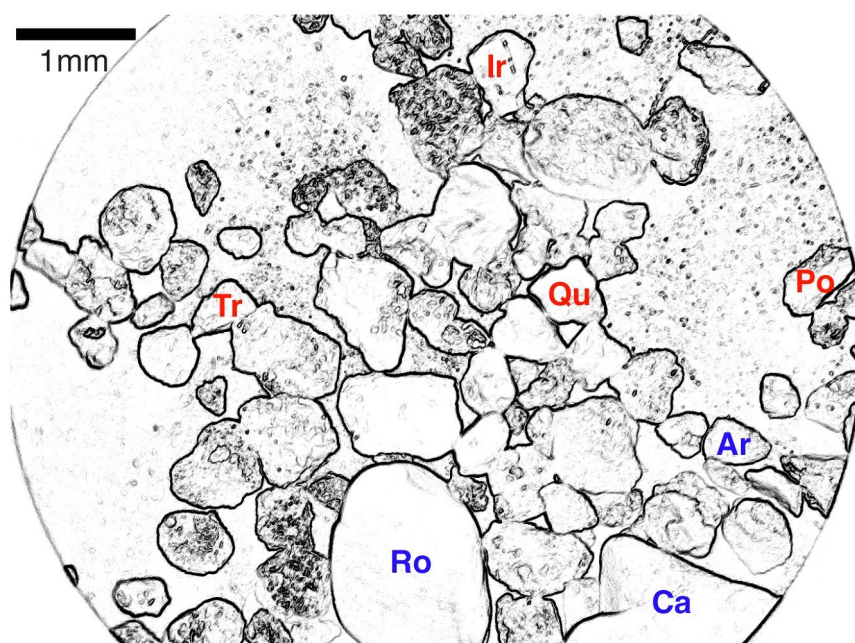


Photo avant traitement

Grains non usés :

- Ir : Irréguliers
- Po : Polyédriques
- Tr : Triangulaire
- Qu : Quadrangulaires

Grains émoussés :

- Ca : Coins arrondis
- Ar : Arrondis
- Ro : Ronds

Image après traitement informatique : détection de contours

Figure 2 : Étude du sable du Bec d'Allier

Nous avons enfin réalisé une granulométrie avec une quantité significative de ce sable (3460 g). Les résultats ci-dessous (figure 3) montrent qu'il est assez gros.

Diamètre (mm)	Pourcentage en masse (%)
$2 < \phi$	55,4
$1 < \phi < 2$	19,2
$0,5 < \phi < 1$	19,1
$0,25 < \phi < 0,5$	6,2
$0,063 < \phi < 0,25$	0,1

Figure 3 : Granulométrie du sable du Bec d'Allier

Nos expériences consistant à faire couler des masses nous ont montré qu'une force relativement importante était nécessaire pour qu'un objet sombre. Ces masses, étant trop légères, n'exerçaient pas un poids suffisant. A l'inverse, un pied s'enfonçait grâce au poids de l'individu, sans que la force exercée ne soit brusque.

Le fait que les grains de sable aient fixé le colorant, inattendu a priori, s'est révélé être un comportement inhérent à ce sable. En effet, nous avons reproduit l'injection en laboratoire, avec le sable prélevé sur place, et avons fait le même constat. D'autre part, le colorant ayant été injecté en grande quantité sur le terrain, nous pouvons émettre l'hypothèse que les grains de sable n'ont pas fixé tout le colorant. Il en serait donc ressorti, peut-être trop dilué par l'eau du courant et trop à distance pour que nous l'apercevions. Cela correspondrait bien à l'observation d'une eau non colorée au lieu même de l'injection, comme si elle avait été renouvelée. Cette expérience, qui semblait de prime abord invalider l'hypothèse d'un flux d'eau ascendant, ne permet finalement pas de conclure si radicalement. D'où l'idée de recréer en laboratoire ce que nous avons observé sur le terrain pour mieux comprendre les causes du phénomène.

II-Première expérimentation : modélisation du Bec d'Allier

1°) Matériel

En mettant en oeuvre une modélisation, notre idée était de tester en laboratoire l'hypothèse selon laquelle un flux d'eau traversant le sable était à l'origine de la mouvance des sables du Bec d'Allier.

La cuve à construire devait donc permettre d'obtenir un flux homogène, non turbulent et tout de même rapide sur toute sa largeur (modélisation de l'Allier). Nous avons donc utilisé une pompe de

relevage à débit constant et important ($14 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ données constructeur) qui fonctionne en circuit fermé. De plus, notre cuve était équipée d'une lame de tôle placée en aval de l'arrivée du tuyau d'alimentation afin de briser le courant d'eau.

Nous devons pouvoir obtenir un flux traversant le banc de sable ; c'est pourquoi nous avons mis en place un filet retenant le sable surmonté d'une tôle pour forcer un flux interne. De plus, il fallait que le volume de sable soit significatif et que celui-ci ne s'évacue pas en glissant sur les parois. C'est pourquoi elles sont hautes et recouvertes de sable collé. Enfin, la cuve devait retenir suffisamment d'eau pour que celle-ci puisse courir au dessus du banc ; nous avons donc installé une évacuation à débordement maintenant un niveau d'eau approprié. Comme sur le terrain le courant était imposé par l'Allier, nous n'avons pas modélisé le flux de la Loire. (figure 4)

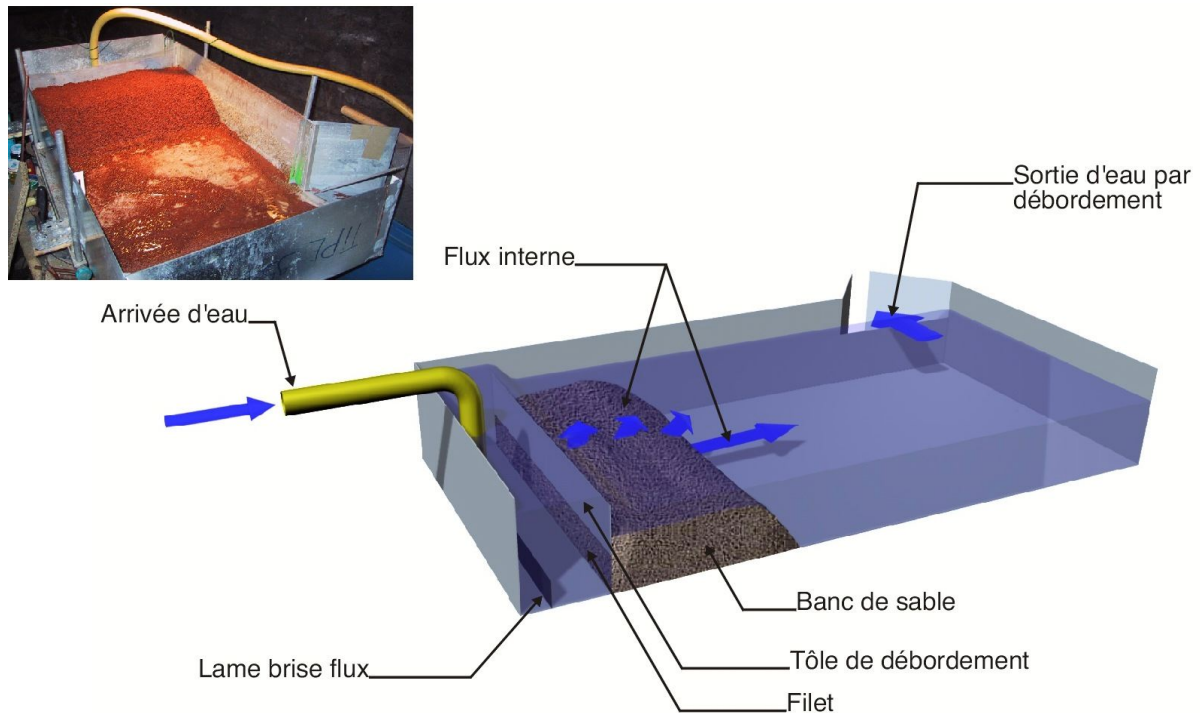
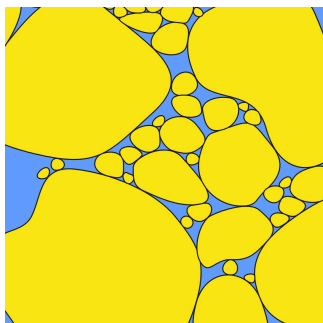
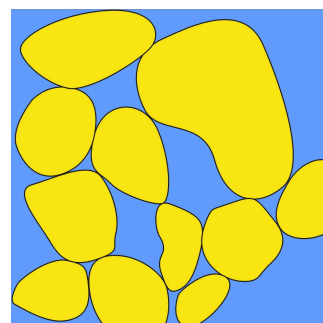


Figure 4 : Cuve de modélisation du Bec d'Allier (125x60x20 cm) (photo et schéma)

En ce qui concerne le sable, nous n'avons pas pu utiliser celui prélevé sur le terrain car nous n'en avons pas assez. Un essai avec un sable hétérogène n'a pas été concluant. En effet, le sable empêchait le flux d'eau interne et était renforcé par des forces de capillarité intenses. (figure 5)



Le sable est hétérogène donc les interstices sont bouchés : flux difficile.



Le sable est homogène donc les interstices ne sont pas bouchés : flux facile.

Figure 5 : Arrangement des grains selon la granulométrie

Nous avons donc utilisé un sable grossier et homogène (sable pour allées), c'est à dire de caractéristiques proches de celles du sable du Bec d'Allier.

Nos mesures ont pour but de valider l'hypothèse selon laquelle le sable est plus mouvant quand il est traversé par un flux que quand il ne l'est pas. Pour cela, nous avons conçu un appareil de mesure qui devait obéir à différentes contraintes :

- Le système doit exercer une force suffisamment importante sur le sable.
- La mesure doit être la plus localisée possible afin de ne pas affecter l'environnement immédiat du point de mesure.
- Les différences de mouvance doivent être mesurées de manière significative.
- La mesure doit pouvoir être répétée identiquement pour chaque point.

Notre instrument de mesure a donc été un fin tube de cuivre gradué surmonté d'une masse et coulissant dans un autre tube de plus gros diamètre, lui même fixé sur un support en bois. (figure 6)

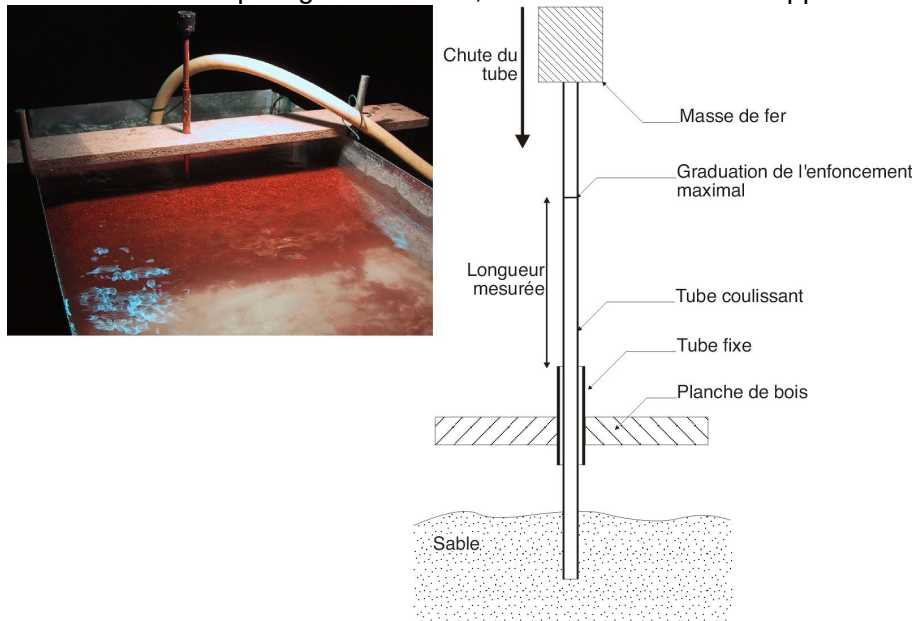


Figure 6 : Instrument de mesure de la mouvance (h=30 cm, masse=256 g) (photo et schéma)

La mesure s'opère en lâchant le tube puis en mesurant la différence entre l'enfoncement maximal et l'enfoncement effectif dans le sable. La valeur obtenue est d'autant plus faible que l'enfoncement est grand.

2°) Protocole

Afin de vérifier notre hypothèse nous comparons, sur un même banc de sable et sur toute sa surface, la mouvance lorsque le flux interne est imposé ou absent. La présence du flux est mise en évidence par des injections de fluorescéine à l'intérieur du sable. Le colorant ressort du sable seulement lorsque le flux interne est établi. (figure 7)

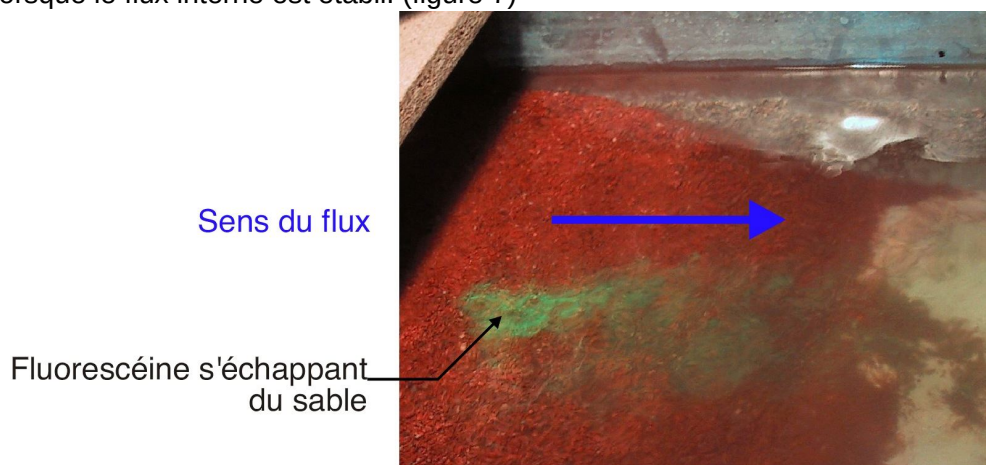


Figure 7 : Mise en évidence du flux interne par la fluorescéine

Nous avons quadrillé le banc de sable de telle sorte que toutes les mesures aient lieu en des points différents.

Pour une expérience, le protocole consiste à :

- Modeler le banc de sable à l'aide d'un calibre (le flux étant établi) ; il est donc de forme identique à chaque nouvelle expérience.

- Laisser le sable sous l'influence du flux pendant trois minutes afin qu'il prenne une forme stable qu'il conservera tout au long de l'expérience.

- Réaliser une première série de mesures pour lesquelles le courant d'eau traverse le sable : cela consiste à lâcher le tube de cuivre en quinze points répartis sur trois lignes. (points rouges de la figure 8)

- En mettant cette fois-ci l'arrivée d'eau en aval du sable, réaliser de nouveau quinze mesures sur trois lignes alternées avec les précédentes. (points bleus de la figure 8)

- Une injection de fluorescéine nous assure que nous sommes à chaque fois dans la situation voulue.

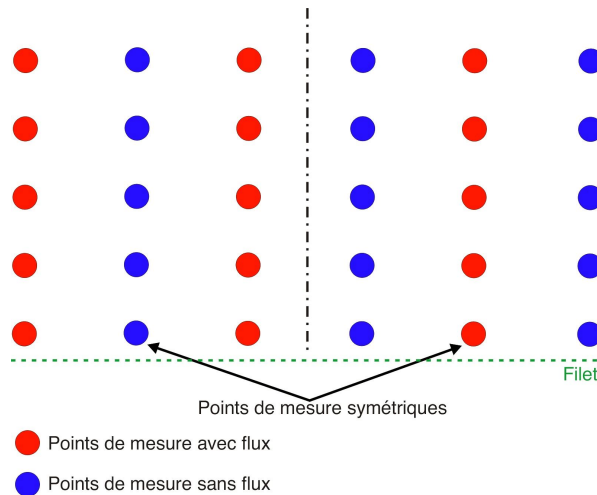


Figure 8 : Répartition des points de mesure

3°) Résultats

L'expérience est réalisée dix fois, nous obtenons donc 150 couples de mesures symétriques. Pour chaque couple, constitué d'une valeur sans flux et d'une valeur avec flux, nous calculons la différence d'enfoncement relative, suivant la formule :

$$\frac{\text{Valeur sans flux} - \text{Valeur avec flux}}{\text{Valeur sans flux}}$$

Moyenne (%)	Écart type (%)
34	31

Figure 9 : Moyenne et écart type des différences d'enfoncement relatives

Notons que les différences d'enfoncement relatives du tube sont maximales le long du filet, précisément là où le flux d'eau est vertical (mise en évidence par la fluorescéine).

4°) Interprétation des résultats

Il apparaît une tendance nette du banc de sable à être plus mouvant quand il est traversé par un flux d'eau. Notre hypothèse selon laquelle le comportement mouvant des sables du Bec d'Allier est due à un flux d'eau semble validée par cette expérimentation.

Cependant, il faut remarquer que notre modélisation souffre par nature de la réduction d'échelle qu'elle impose, d'autant plus qu'il y a ici disproportion entre la taille des grains du sable utilisé et la largeur du lit de l'Allier tel qu'il est recréé. Cette critique s'ajoute au constat que l'écart-type de nos résultats est important face à la moyenne, ce qui explique que nous n'ayons pu dégager qu'une tendance.

Comme le flux d'eau semble avoir plus d'effet quand il est vertical (dirigé du bas vers le haut), il semble, à ce point de notre étude, judicieux d'étudier plus avant le cas d'un flux ascendant. De plus, cela nous permettrait d'utiliser un courant d'eau plus rapide (qui aurait emporté le sable précédemment), traversant complètement et uniquement le sable, et enfin d'utiliser un sable plus fin. Notre protocole suivant prend donc en compte à la fois les résultats précédents et les nouvelles considérations pratiques.

III-Deuxième expérimentation : modèle d'Osterberg

1°) Matériel

L'idée de base de cette expérience est de tester l'influence déstabilisatrice d'un flux vertical ascendant dans le sable en fonction du débit et de la granulométrie du sable. Notre montage s'inspire de celui de Jorj Osterberg [3] : un flux d'eau traverse de bas en haut une colonne de sable puis s'écoule à l'extérieur.

La réalisation de ce modèle est dirigée par de nombreuses contraintes :

- Pour obtenir des mesures significatives, il faut que les effets de bord soient minimes et que la hauteur de la colonne de sable soit importante. Nous avons donc choisi une forme cylindrique de hauteur et de diamètre importants ($\varnothing=230$ mm, hauteur=440 mm).

- L'eau doit avoir un écoulement d'évacuation qui ne soit pas unidirectionnel. De plus, elle ne doit pas s'accumuler au dessus du sable ; enfin, le sable ne doit pas s'échapper par cet écoulement. L'évacuation s'effectue donc par débordement et un fin filet périphérique retient le sable en laissant passer l'eau. Nous remplissons la cuve de sable de telle manière qu'il affleure à ce niveau lorsque le flux est établi.

- Le flux doit provenir du bas de la cuve et doit être réparti sur toute la section du cylindre. En effet, lorsqu'il n'est pas réparti, une colonne d'eau qui écarte les grains de sable se forme au milieu de la cuve. C'est pourquoi le fond de la cuve est un hémisphère au pôle duquel arrive l'eau. L'arrivée d'eau est coiffée par un répartiteur de flux. Au-dessus se trouve une grille percée de trous taraudés que nous pouvons boucher à volonté par des vis afin de moduler notre flux dans l'espace. Une configuration définitive de l'emplacement des vis a été mise en place après plusieurs essais.

- Le flux doit avoir un débit modulable, c'est pourquoi nous avons muni notre arrivée d'eau d'une vanne quart-de-tour. Cette vanne est protégée des retours éventuels de sable par un filtre.

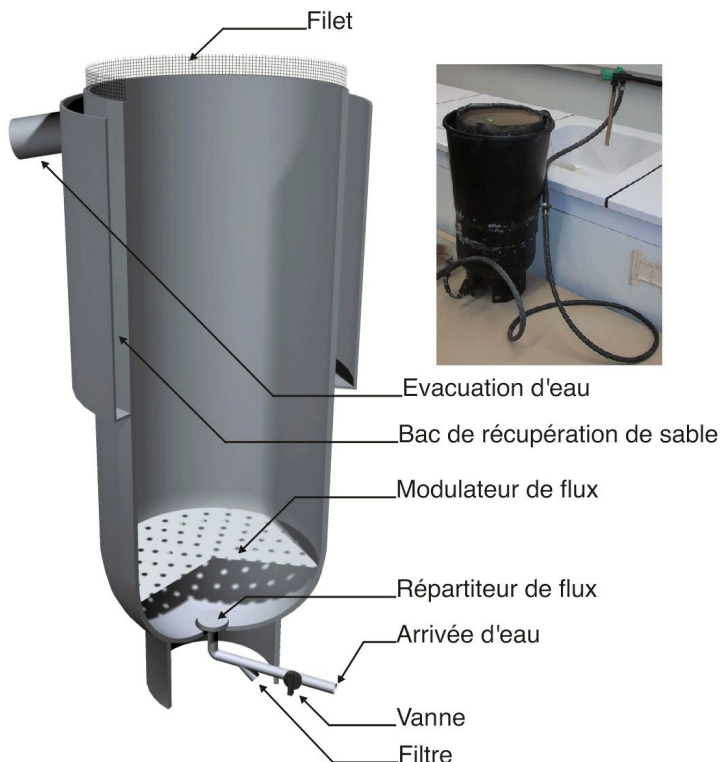


Figure 10 : Cuve à flux vertical (h=440 mm, $\varnothing=230$ mm) (photo et schéma)

Le choix du sable s'est lui aussi révélé contraignant. En effet, une première expérience avec un sable hétérogène nous a montré que celui-ci se granoclassait (gros grains en bas) et ne pouvait donc pas être mouvant sur toute sa hauteur. Notre sable a donc été trié afin de réaliser des mesures pour différentes granulométries.

Pour mesurer la mouvance de notre sable, nous avons choisi d'évaluer la densité limite à partir de laquelle un objet donné sombre dans le sable. Notre objet de mesure, dont nous voulions faire varier la densité, devait donc posséder un volume constant et une masse variable. De plus, sa taille devait être en adéquation avec celle de la cuve et sa forme devait être aussi peu affectée que possible par les forces de frottements (non étudiées ici). L'objet choisi a donc été l'oeuf en matière plastique contenu dans les chocolats Kinder® ; celui-ci peut-être ouvert et ainsi rempli de plombs de pêche afin de moduler sa masse.

2°) Protocole

Nous remplissons la cuve avec un sable de granulométrie donnée et nous établissons un flux dans le sable. Pour un débit fixé (grâce à la vanne quart-de-tour), nous ajustons la masse de plomb qui remplit l'oeuf pour que celui-ci s'enfonce (c'est à dire qu'au gramme près, l'objet disparaît complètement dans le sable ou non).

3°) Résultats

Voici le graphique obtenu (figure 11) :

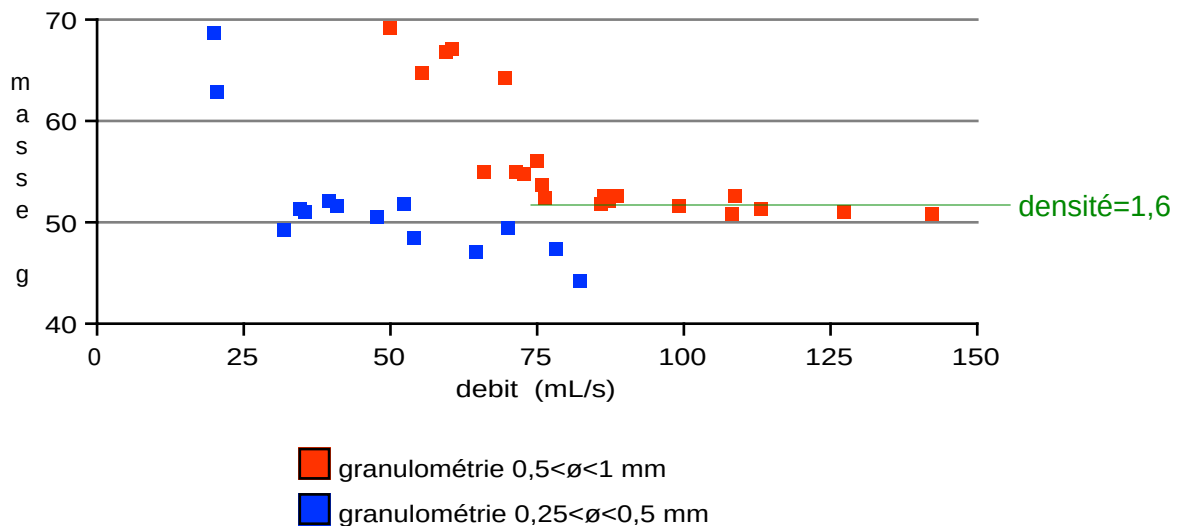


Figure 11 : Évolution de la masse limite en fonction du débit

La masse est reliée à la densité car elle se rapporte à un objet de volume constant (= 31 mL). Les incertitudes liées aux mesures sont représentées par la taille des points (1g pour la masse et 3 mL/s pour le débit).

Une expérience a aussi été réalisée avec un sable de granulométrie entre 1 et 2 mm : dans la gamme de débits pratiquement réalisable, aucune mouvance n'a pu être observée.

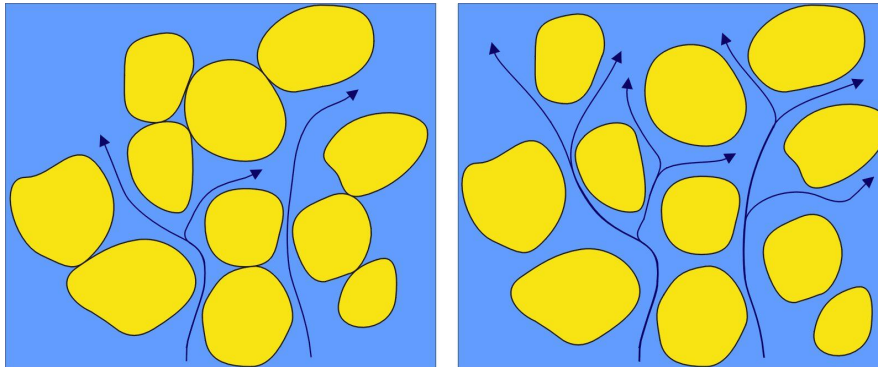
4°) Interprétation des résultats

Au vu de ce graphique, nous pouvons proposer les interprétations suivantes :

-La comparaison des deux nuages de points montre un comportement global identique pour ces deux granulométries. On y observe une portion décroissante puis une portion constante. On remarque nettement que le sable plus fin adopte un comportement mouvant à partir de débits plus faibles.

-Dans sa portion décroissante, la courbe montre que la "densité équivalente" (densité minimale d'un objet pour qu'il coule) diminue quand le débit augmente -c'est à dire quand la vitesse de l'eau entre les grains augmente-. Cela correspondrait bien à une réduction des forces maintenant la cohésion de l'édifice solide. En effet, le flux d'eau remonte en écartant les grains, ce qui est mis en évidence par le fait que le volume du sable dans la cuve augmente lorsque le flux se met en place. Tout cela facilite la descente de l'objet entre les grains non cohérents. (figure 12)

-Dans sa portion constante, la courbe met en évidence un comportement presque fluide du sable. En effet, dans cette gamme de débits, le flux place les grains comme sur un coussin d'eau, annulant ainsi toute force de cohésion (figure 12). L'augmentation du débit n'a alors plus d'influence sur le comportement du sable. Le surplus d'eau passe à travers l'édifice sans en affecter les propriétés physiques.

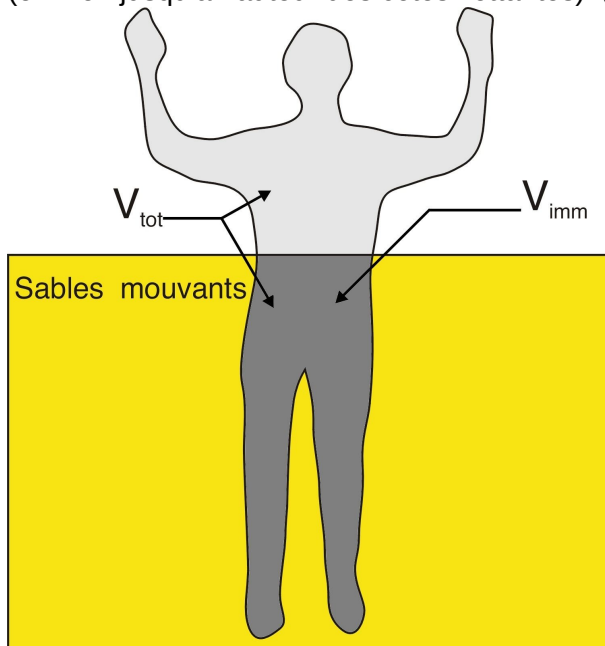


Flux d'eau faible

Flux d'eau important

Figure 12 : Effet d'un flux croissant sur la cohésion des grains

Pour le sable dont les grains mesurent entre 0,5 et 1 mm et lorsque le flux est fort, la "densité équivalente" du sable est de 1,6. Cela correspondrait, par extrapolation, à l'enfoncement relatif de 69% d'un être humain (de densité 1,1). Sur un homme de 1,74 m cet enfoncement est de 1,14 m (environ jusqu'à hauteur des côtes flottantes). (figure 13)



Dans les conditions d'utilisation normales de notre cuve, la vitesse de l'eau est de 1,8 mm/s. Donc le terme se rapportant à la vitesse dans l'équation de Bernoulli est négligeable, d'où notre interprétation statique :
Relation fondamentale de la dynamique sur l'homme en équilibre :

$$\sum \dot{f}_{ext} = \dot{0} \Leftrightarrow m \cdot \dot{g} + \dot{P}_a = \dot{0}$$

$\dot{P}_a$: poussée d'Archimède

Projection sur un axe vertical :

$$d_1 \cdot \rho_{eau} \cdot V_{tot} \cdot g = d_2 \cdot \rho_{eau} \cdot V_{imm} \cdot g \Leftrightarrow \frac{V_{imm}}{V_{tot}} = \frac{d_1}{d_2}$$

d_1 : densité de l'homme

d_2 : densité du sable

Application numérique :

$$\frac{V_{imm}}{V_{tot}} = \frac{1,1}{1,6} \approx 0,69$$

Figure 13 : Calcul de l'enfoncement d'un être humain dans des sables mouvants

Concernant le flux d'eau, nous pouvons valider et enrichir notre hypothèse. Il est bien l'agent déstabilisateur : lorsque nous l'augmentons, il réduit les forces de cohésion et accentue ainsi la mouvance. Puis, à partir d'une valeur seuil, les grains étant en suspension, l'effet est maximal et la mouvance ne varie plus.

Il faut souligner que ce qui est envisagé ici, sur une surface très restreinte, et dans un milieu très homogène, ne peut pas être appliqué directement sur le terrain. Nous pouvons penser que lorsqu'un flux traverse un banc de sable, il ne le fait pas de manière uniforme, mais en ménageant des zones se comportant différemment. Certaines régions seront par exemple plus mouvantes si le flux les traverse préférentiellement.

Conclusion

Grâce à une première modélisation, nous avons pu mettre en évidence que l'action d'un flux d'eau à travers un banc de sable semble nécessaire pour le rendre mouvant. En effet, ce flux écarte les grains les uns des autres ce qui diminue, voire supprime, les forces de cohésion au sein du sable. En même temps il est apparu que l'effet du flux est le plus fort lorsque sa direction est verticale (du bas vers le haut). Grâce à une deuxième modélisation, nous avons pu déterminer l'influence de la vitesse du flux et de la taille des grains sur la mouvance. Celle-ci varie dans le même sens que la vitesse. De plus, la mouvance apparaît pour des vitesses plus faibles quand les grains sont de petite taille.

Au vu de la diversité des types de sables mouvants, il pourrait être intéressant de les confronter tous dans une étude transversale. Peut-être en ressortirait-il alors une explication physique générale, ouvrant vers des applications concrètes. En effet, une meilleure connaissance de ce phénomène pourrait, sinon en réduire la dangerosité, au moins aider à en prévenir les risques. De plus, des phénomènes destructeurs résultant d'un mécanisme analogue - ruptures de digues et autres barrages en remblai [2] - pourraient ainsi être avantageusement évités.

Bibliographie

[1] AUBOUIN J., BROUSSE R. et LEHMAN J.-P., 1968. -Précis de géologie. Dunod université, Paris, tome 3, p.298.

[2] COUSSOT P., VAN DAMME H. et ANCEY C., 2000. -Des solides coulants. Pour la science, 273, pp. 34-40.

[3] POUILLOUX D., 1997. -Les sables mouvants. Science et vie junior, 96, pp. 68-69.

[4] TRICART J., 1965. -Principes et méthodes de géomorphologie. Masson & cie, Paris, p.363.

Ouvrages génériques

[5] Encyclopaedia Universalis sur CD-ROM. -Article "Thixotropiques (boues)".

[6] Grand dictionnaire encyclopédique Larousse, 1985. -Article "Sables mouvants". Librairie Larousse, Paris, tome 9, p. 9201.

Site Internet

[7] What puts the "quick" in quicksand ? par Susan Last
<http://www.cae.wisc.edu/~wiscengr/issues/apr97/quicksand.html>

Communications orales

[8] M. Larcher, 84140 Montfavet. -Ingénieur à la société d'études Fondasol ayant travaillé sur l'enlèvement de l'aéroport de Nice.

[9] M. Benoît, 18150 Cuffy. -Pêcheur professionnel au Bec d'Allier.