

LE DRAINAGE PROFOND POUR LA STABILISATION DE GLISSEMENTS DE TERRAIN PAR DRAINS SIPHONS[®] ET DRAINS ELECTROPNEUMATIQUES[®] - PRESENTATION ET EXEMPLES

Sébastien Bomont, Ingénieur Génie Civil, France

ABSTRACT

Since 1986, French engineers have developed a technique using one or more lines of vertical or inclined wells with gravity extraction of water, through continuously primed siphon pipes ; a technique named siphon drains[®]. Today about 200 siphon drain[®] sites have been installed to stabilize shallow landslides areas.

Each drain is pumped individually through a siphoning pipe which diameter is adjusted to the flow to be pumped and each pipe is regulated by hydraulic accumulator equipped with an internal siphon inducing a flushing effect, needing no energy, with no pieces in movement. The example of a site constructed in Corsica in 2003 is showed after technique's explanations. Deep drainage in soils with low permeability ($k < 10^{-5}$ m/s) is still nowadays very difficult at more than 6 meters depth, depth at which well-point are no more efficient. The electro pneumatic drain[®] patented since 2001 is an innovative technique in deep drainage and moreover for low flows, less than 3m³/h per drain.

RÉSUMÉ

Le drain siphon[®] et le drain électropneumatique[®] mis au point par les ingénieurs de TPGeo, sont deux techniques innovantes dans les moyens de traitement des glissements de terrain par drainage.

Depuis les années 1990, le drainage profond gravitaire jusqu'à 10m de profondeur par drains siphons[®] a prouvé son efficacité sur plus de 200 glissements de terrain en France et Italie. Le drainage par cette technique d'un versant instable en 2003, pour la réalisation d'une déviation routière de la RN200 en Haute Corse en est une application.

Le drain électropneumatique[®] breveté en 2002 permet le rabattement de nappe jusqu'à 40m de profondeur dans des contextes de perméabilités faibles ; il nécessite une énergie pneumatique et électrique de faible ampleur, et ne fonctionne qu'en présence d'eau grâce à un système de régulation simple. Après explication de la technique, deux exemples d'applications sont présentés : la stabilisation et le drainage d'un talus dans une décharge, et le projet de drainage sur L'Isle de Wight (UK, Niton).

1. LE DRAINAGE PAR DRAIN SIPHON[®]

1.1 Introduction

En 2003, le système de drainage par drains siphons[®] a été mise en œuvre sur un site de glissement de la Route Nationale RN200 en Corse en vue de la réalisation d'une tranchée routière. Dans un premier, vous trouverez les principes de base de la technique, puis une présentation du glissement actif depuis le début des travaux en 2000, ainsi que les différentes phases de travaux réalisés et en particulier les résultats du système de drainage par drains siphons[®].

1.2 Principe général du drainage par drains siphons[®]

1.2.1 Introduction

Dans l'environnement de la zone active ou potentielle de glissement sont placés, dans des forages de diamètre 200mm, verticaux ou inclinés, des drains, dont la profondeur doit permettre de traverser le ou les aquifères à assainir.

Ces drains sont ensuite siphonnés en profitant de la pente par des tuyaux de diamètres variables adaptés aux débits constatés, descendus au fond de chaque drain.

L'avantage de ce procédé est qu'il fonctionne sans énergie et que chaque drain siphon est rendu non désamorçable au moyen du "réservoir permanent d'eau amont" et de la "chasse automatique.

La longueur de chaque siphon est en général inférieur à 150 mètres et le diamètre des siphons peut varier de 10 à 32mm, en fonction des débits à évacuer généralement de l'ordre de 10 à 1500 l/h; ce qui est en pratique suffisant dans des contextes de glissement de terrain.

1.2.2 Des siphons rendus non désamorçable

Pour rendre le tuyau de siphonage non désamorçable, il faut dans tous les cas que la pression atmosphérique agisse du haut vers le bas ; ceci peut-être réalisé de deux manières :

- En donnant une forme de U, aux extrémités du tuyau tournées vers le haut,
- En immergeant chaque extrémité dans un réservoir rempli d'eau.

Lors de la mise en œuvre des drains siphons, ces deux manières de rendre un siphon non désamorçable, sont appliquées.

En effet, l'extrémité amont du tuyau de siphonage est plongée dans un "**réservoir permanent d'eau**" toujours rempli d'eau et placé dans le forage ; l'extrémité aval est elle recourbée vers le haut en forme de U. Ainsi une fois l'amorçage du siphon, tant que le débit du siphon restera supérieur à un **débit dit « critique »**, le tuyau de siphonage ne se désamorcera pas.

De plus le principe même du siphonage est régit par l'équation 1 caractérisant **H** (Cf. figure1), la hauteur du point du siphon à un **plan dit de référence**.

$$[1] \quad H \leq p_a - \frac{1.16 \times x}{1000} - \frac{\theta^c}{73.6}$$

p_a : Pression atmosphérique la plus faible au niveau de la mer en mètre de hauteur d'eau.

x : Altitude du projet en mètres

θ : Température de l'eau à l'intérieur du tuyau en degrés celsius.

A titre d'exemple pour Pa= 9.50m, x = 500m, et θ°=30°C, H=8.50m

L'eau aspirée dans le drain à la pression atmosphérique, en baissant de pression en cheminant vers le sommet, se dégaze, générant des micro-bulles. Ces bulles, par coalescence se marient en bulles plus grosses dans la partie descendante du siphon.

Ces bulles sont entraînées vers l'exutoire si le débit est suffisant (par exemple supérieur à 30 l/h pour un siphon de 10/12mm).

Si par contre, le débit devient inférieur au débit dit "critique", les bulles remontent alors au point haut du siphon et cette situation peut fortement perturber le fonctionnement du siphon par création d'une bulle d'air formant bouchon.

En plus des caractéristiques géométriques du siphon, il fallait trouver un dispositif permettant d'éviter de désamorcer le siphon quand le débit diminue répondant aux caractéristiques suivantes :

1. Automatique, sans intervention humaine, ni apport d'énergie.
2. Arrêtant le débit du siphon quand celui-ci baisse et tend vers le débit critique, arrêté à un débit légèrement supérieur au débit critique.
3. L'eau, remontant alors dans le forage, le siphon étant arrêté, le réactivant après une ascension d'une amplitude fixée à priori, mais permettant par la charge et de débit au réamorçage, de casser et d'évacuer la bulle formée au point haut du siphon jusqu'à son exutoire.

La **chasse automatique** répond à ces trois objectifs. (Cf. Figure 2)

Ces chasses automatiques sont donc placées sur chaque extrémité aval de chaque ombilic de siphonage, dans une dite chambre dite « exutoire », calée sur un plan de dit de « référence ». (Cf. Figure 1 et 2)

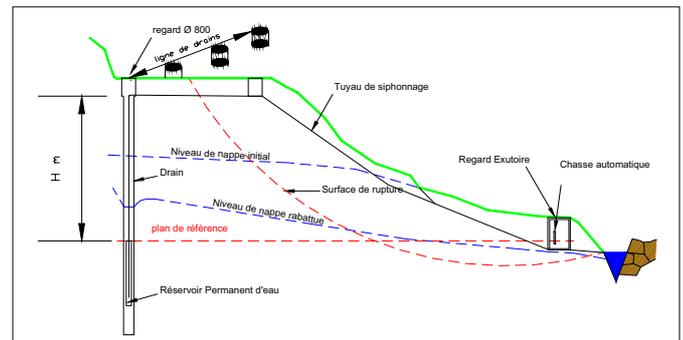


Figure 1. Profil en travers type

La chasse automatique est constituée d'un tube en PVC servant d'accumulateur de charge hydraulique relié à chaque ombilic de siphonage en partie aval de ceux-ci. Lorsqu'il n'y pas de débit dans le siphon, le niveau d'eau dans le drain vertical est équivalent à la hauteur de la chasse automatique (1.00m) augmenté des pertes de charges (jusqu'à environ 3.00m de hauteur en fonction des diamètres des siphons), soit un battement de l'ordre de 1.00 à 3.00m au dessus du plan de référence et donc des rabattements capable de l'ordre de 7 à 10m de profondeur par rapport au terrain naturel. Quand le niveau d'eau dans l'accumulateur de charge augmente, de l'air mise en pression dans le système de chasse permet à un moment donné de créer un débit brutal par un effet de « chasse », qui permet de casser les bulles prisonnière au point du siphon et de les évacuer, le siphon débite alors jusqu'à un débit minimum correspondant à un débit légèrement supérieur au débit critique. (Cf. Figure 2)

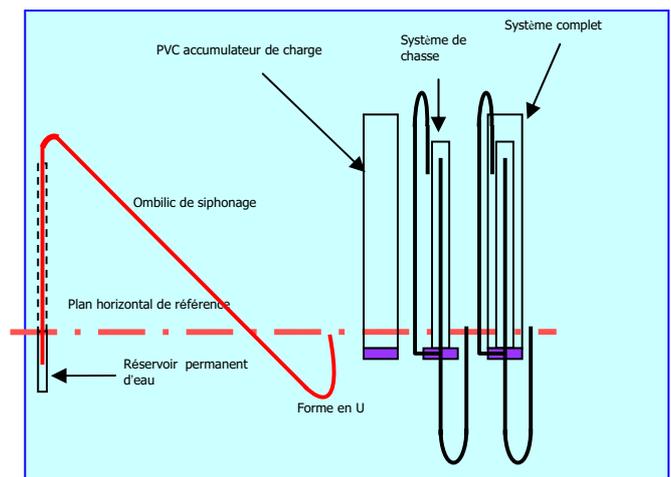


Figure 2. Utilisation d'un système de chasse automatique.

1.2.3 Aménagement du réseau de drainage

L'ensemble du système de drainage est placé sur une ligne sur laquelle est régulièrement espacé les drains verticaux.

Le réseau est protégé par une tranchée de tête permettant de protéger chaque forage de la chaleur et des intempéries mais également d'augmenter l'efficacité des drains de part la profondeur de la tranchée.

Des regards en béton et des collecteurs PVC permettent de faire transiter les siphons et l'accès à chaque forage et aux chasses automatiques.

En moyenne les possibilités de rabattement au droit des drains sont de l'ordre de 8.50m par rapport au terrain naturel.

1.3 Retour d'expérience sur le site de la RN200 en Corse

1.3.1 Introduction

Le glissement du Quarcio, qui s'es déclenché lors des des travaux de la déviation de la RN200, tranchée de Valle al Pero, aménagement de la section le Fajo Casapertola, est un phénomène complexe multiphasé tant sur le plan des déformations que sur celui des travaux. Trois phases d'activités du glissement ont été recensées :

- Le glissement général de l'automne 2000, avec les premiers travaux de terrassement.
- Le glissement amont de l'été 2001, à la suite des terrassements des plateformes et la réalisation de tranchées drainantes.
- Le glissement aval de l'automne 2001, à la suite des travaux de terrassements.

1.3.2 Contexte géologique et hydrogéologiques, morphologie du glissement

En profondeur le substratum non glissé est composé de schistes noirs, parfois argileux, observables dans la tranchée routière. Ces schistes contiennent localement des enclaves rocheuses de type gabbros,

Le niveau du glissement est composé d'un ensemble d'épaisseur variable de schistes argileux avec une abondante proportion de séricite (minéral lamellaire très doux au toucher, comparable à du talc); la roche se présente alors comme un empilement de lamelles tendres, sans résistance, comparable à un amoncellement de « confetti ». Cet horizon a été rencontré sur le site sur une épaisseur variant de 2 à 5m d'épaisseur.

Les terrains glissés sont composés de terrains hétérogènes, toujours jalonnés, à la base, par les schistes blancs à séricite et comprenant des schistes très altérés, des paquets glissés de schistes sains, et des blocs très durs de gabbros (roche grise homogène et peu altérée). Dans la zone axiale du glissement, on retrouve en surface un niveau de remplissage de colluvions marrons, qui correspond à un épisode de comblement récent de cette zone en creux dans le versant.

Selon les études de sols et les instrumentations du site, les ruptures se placent toutes à la base de schistes blancs soit à environ 10m de profondeurs au droit des plateformes de drainage. (Cf. Figure 3)

Il apparaît cependant que les glissements se sont produits dans une zone de glissement ancien, débutée en pied par les travaux de terrassements et saturée en eau.

Du point de vue de l'hydrogéologie, le site est marqué par deux aquifères :

- **Des circulations profondes et abondantes**, trouvant leur origine dans le substratum non glissé, par alimentation depuis le versant amont et propagation par les fractures et failles dans le terrain, essentiellement dans les zones de fortes perméabilités dans les horizons plus rocheux du substratum; ces circulations sont mises en charge sous les terrains glissés dans le bas du versant, dans une zone obturée à l'aval (forme de cuvette) ou imparfaitement drainée, avec localement de fortes circulations dans les horizons plus perméables

- **Des aquifères fractionnés et ponctuels** (dans les blocs de gabbros perméables par exemples)

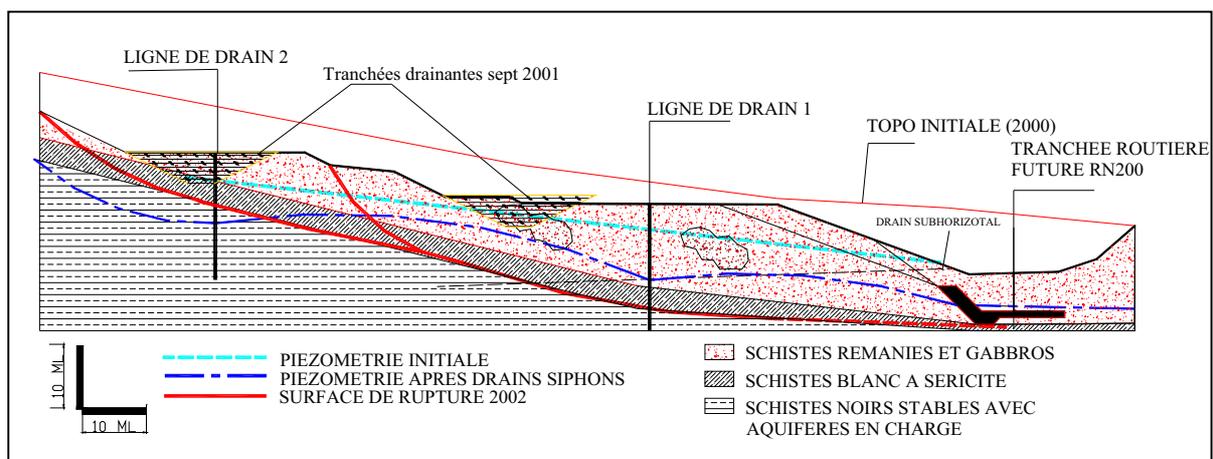


Figure 3. Profil en travers type RN200 – PROFIL N°116

1.3.3 Principe et phasage des travaux de drainage

Le principe des travaux de drainage a été donc de capter les arrivées d'eau profondes pour faire chuter les pressions interstitielles sous les terrains glissés et de réaliser le drainage des aquifères de surfaces ponctuels et erratiques.

Avant d'aboutir à un système de drains verticaux, il avait été réalisé :

- En 2001 après les premiers glissements, des tranchées drainantes de l'ordre de 5 mètres de profondeurs n'atteignant pas la substratum,
- En 2002, la réalisation de 4 drains subhorizontaux permettant de décharger les aquifères en charge dans les schistes sains du substratum. Les difficultés de réalisations de ces 4 drains étaient dues à leur longueur importante (plus de 60m chacun), forés dans des blocs très durs de gabbros, en plus de l'incertitude due à la déviation des forages. Cependant ces drains ont permis de mettre en évidence un abaissement de plus de 2.60m de la surface piézométrique dans les terrains amont sur certains piézomètres, avec des débits passant de 100l/min à 2l/min au bout de quelques jours.

Les calculs de stabilité ont mis en évidence qu'après le drainage par le biais des drains subhorizontaux, le coefficient de sécurité a eu un gain de l'ordre de 2%, l'amenant à F proche de 1. Dans ce contexte, il a été montré qu'un rabattement de l'ordre de 6.50m soit quasiment sur la surface de rupture, permettrait un gain de 30% soit $F=1.2$.

Compte tenu de tous ces paramètres une solution de puits verticaux permettant des rabattements de l'ordre de 10m au droit de ces drains, a été mise en œuvre.

La solution drains siphons implantée sur 2 lignes de drainages a permis de répondre à ces objectifs, de part leur facilité de réalisation par rapport aux drains subhorizontaux. L'ensemble des travaux est décrit ci-après.

1.3.4 Description des travaux de drainage par drains siphons®

Les travaux pour la mise en œuvre des drains siphons ont débuté en Mai 2003 et se sont achevés en Octobre 2003.

Ces travaux ont consisté en la mise en œuvre de 56 drains siphons espacés de 4 mètres répartis sur 2 lignes de drainage respectivement calées aux cotes 97 et 91 NGF alors que le fond de la tranchée routière était calée à 77 NGF; dans le détail les quantités principales des travaux étaient :

- Deux tranchées de protection à 4m de profondeur soit un linéaire de 400m
- 56 regards diamètre 1000mm de 3.50m de profondeur permettant la protection de chaque forage vertical, relié par un collecteur diamètre 300mm servant de fourreau aux ombilics de siphonage

- 56 forages de 180mm de diamètres, équipés en drain crépiné à 1mm sur la toute la hauteur des forages profond de 20m, atteignant ainsi les schistes aquifères, soit un total de 850m
- 56 ombilics de siphonage de 10 à 20m
- 4 chambres exutoires diamètre 1500mm de 3.50m de profondeurs permettant l'installation des chasses automatiques.

Les travaux ont été programmés de la façon suivante :

- Terrassements de tranchées par lignes et forages : 2 mois par lignes,
- Equipement des drains siphons (ombilics de siphonage et amorçage) : 2 semaines par lignes
- Adaptation et suivi : 1 visite toutes les semaines de Août à Décembre 2003.
- Suivi annuel de 2003 à juin 2004 : 2 visites de 3 jours chacune,
- En septembre 2004, est prévu une formation du maître d'ouvrage aux opérations annuelles de maintenance du réseau de drainage



Figure 4. Tranchée et regard pour drains siphons – RN200

1.3.5 Résultats et interprétations

Dès la fin des forages verticaux, ceux-ci ont mis en évidence des niveaux piézométriques avant rabattement de l'ordre de 3.5m à 4m de profondeur, avec des forages complètement artésiens.

Les drains siphons ont permis d'atteindre des niveaux de rabattement en décembre 2003 variant de 10 à 12m de profondeur au droit des drains, (Cf. figure 6 et 7)

Le débit global est identique stabilisé depuis l'installation, entre 25 et 40 l/min pour l'ensemble du réseau de drainage depuis septembre 2003.

Les dernières mesures inclinométriques et topographiques montrent que les déplacements divisés par 20 depuis l'installation, mais sont toujours de l'ordre de 0.2mm/jour, alors qu'il était de l'ordre de l'ordre du mètre avant tous les travaux de drainage en 2000. (Cf. figure 5)

Des difficultés liées à la nature de l'eau ont posé problème au début des travaux pour atteindre l'objectif fixé de rabattement fixé, car après forage, l'eau recueillie par une grande partie des drains s'est avérée gazeuse ce qui perturbé le système de drainage par drains siphons.

En effet le principe du siphonage induit de part sa géométrie un dégazage naturel dû à une chute de pression entre le point d'aspiration égale à la pression atmosphérique augmentée de la pression de l'eau atteinte dans le terrain, et le point haut du siphon proche de la pression du vide parfait (0). Le fait que l'eau se soit avérée gazeuse a donc induit l'apparition de bulles de dégazage très importantes de plus de 10ml, contrairement à l'habitude où leur longueur atteint maximum 1ml à 2ml.

Pour régler ce problème, les ombilics de siphonage ont été réduit en diamètre et le réservoir permanent d'eau a été aménagé de façon à forcer l'eau à se dégazer avant d'entrer dans les siphons, en passant par une phase aérée. Après réflexion, dans un contexte de versant avec aquifères en charge, la pression de l'eau devait certainement atteindre 2 à 3 bar avant d'entrer dans le siphon, en raison de la morphologie des strates schisteuses du versant.

1.3.6 Le point sur les travaux en juin 2004

Depuis l'installation du drainage, le suivi topographique a mis en évidence un fort ralentissement mais avec toujours la présence d'un mouvement ne permettant pas d'assurer la stabilité du site. C'est pourquoi depuis mars 2004, les travaux de terrassements de la tranchée routière devant encore être descendue à la cote de 73NGF, nécessitent également des déchargements par terrassements qui devraient permettre de diminuer le poids de terre situé au dessus de la tranchée, et ce entre les deux lignes de drainages. (Cf. figure 8)

Au droit de la tranchée routière, une tranchée drainante de 3m de profondeur couplée à des enrochements devrait permettre l'ouverture de la tranchée routière en septembre 2004.

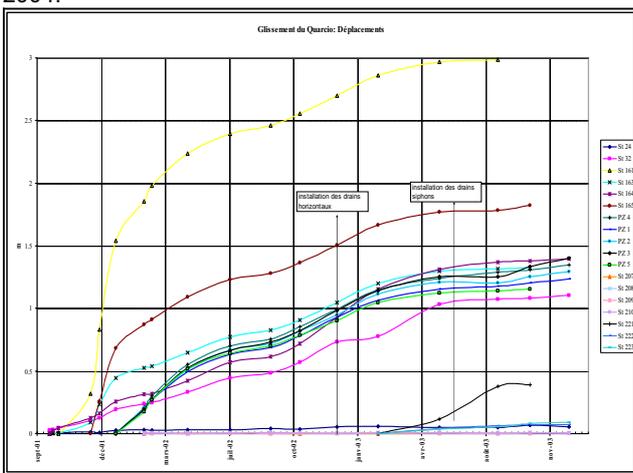


Figure 5. Graphique des déplacements

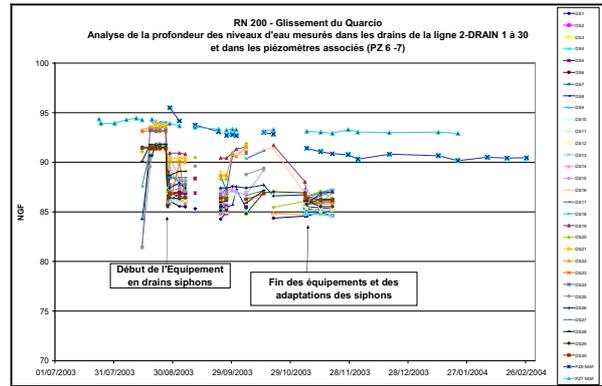


Figure 6. Graphique des résultats des drains siphons



Figure 7. Regard exutoire et les chasses automatiques

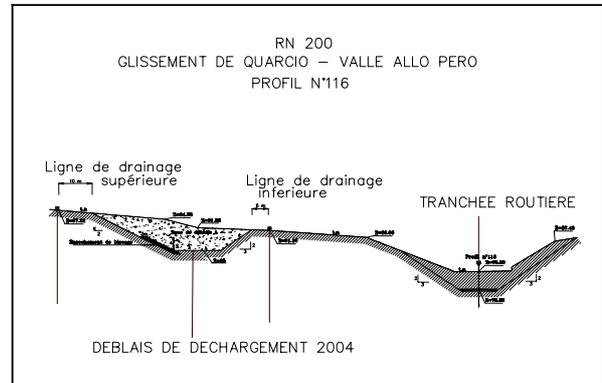


Figure 8. Travaux de déchargement - Juin 2004

2. LE DRAINAGE PAR DRAIN ELECTROPNEUMATIQUE®

2.1 Introduction

Le drainage profond reste aujourd'hui une technique difficile à maîtriser au-delà de 10m de profondeur. Pourtant, il est parfois intéressant de pouvoir atteindre des aquifères générateurs de désordres ou gênant à la réalisation de travaux à des profondeurs pouvant atteindre quelques dizaines de mètres.

Le drain électropneumatique® breveté depuis 2001 est une technique innovante dans le drainage profond et ce pour des débits restant faibles, de l'ordre de 3 m³/h.

Les techniques existantes sont souvent mal adaptées aux besoins attendus, on notera le cas des pompes immergées nécessitant un débit d'alimentation minimum relativement élevé et posant souvent problème d'entretien et celui des aiguilles filtrantes (well-point) limitées en profondeur.

Après explication de la technique, deux exemples d'applications sont présentés : la stabilisation et le drainage d'un talus dans une décharge à MACON (France), et le projet de drainage sur L'Isle de Wight (UK, Niton) où 35 drains électropneumatiques® doivent y être installés en Juin 2004, en complément d'une centaine de drains siphons®, en vue de la stabilisation de mouvements de terrain sur la côte sud de l'île.

2.2 Principe général du drainage par drains électropneumatiques®

Ces drains sont constitués comme schématisé sur la figure 1 ci-après et sont installés dans des forages verticaux Ø 150 mm minimum, protégés par un réseau de type VRD lorsque le réseau est définitif (regards 800x800 mm, PVC de jonction ...), ou reliés par des canalisations provisoires évacuant l'eau drainée vers l'exutoire.

Un drain électropneumatique® est constitué d'une chambre de pompage cylindrique dotée à sa base d'un clapet et pénétré par :

- un détecteur de niveau d'eau,
- un tuyau d'amenée d'air comprimé,
- un tuyau d'évacuation de l'eau pompée

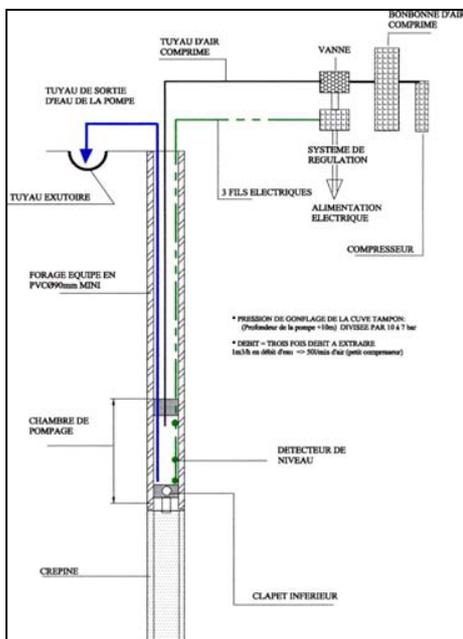


Figure 9. Schéma de principe

2.3 Séquence de fonctionnement

Le câble électrique en surface régule une commande de vanne d'air comprimé ouvrant ou fermant un tuyau provenant d'une bonbonne d'air comprimé, alimentée par un compresseur. L'autre extrémité du tuyau d'air comprimé est acheminée jusqu'à la chambre de pompage.

Le tuyau d'évacuation de l'eau pompée remonte jusqu'à la surface vers un exutoire ; il est doté à sa base d'un clapet anti-retour.

Quand l'eau rentre dans le corps de drain, l'eau étant en surpression par rapport à l'intérieur du corps, le clapet s'ouvre, l'eau monte jusqu'au sommet de la chambre de pompage ; le détecteur de niveau d'eau ouvre alors l'arrivée d'air comprimé.

L'air comprimé rentre dans le corps de drain et, le détecteur de niveau d'eau arrête la commande de la vanne à l'arrivée du niveau d'eau en partie basse de la chambre et donc l'injection d'air comprimé quand la chambre de pompage est vide.

L'eau refoulée dans le tuyau d'évacuation est maintenue par le clapet anti-retour.

Le clapet inférieur s'ouvre à nouveau pour une nouvelle séquence.

2.4 Avantages et inconvénients

Les avantages du système sont les suivants

- Plusieurs drains sont alimentés par un compresseur unique en surface (20 drains sans difficulté pour un petit compresseur de 2000 l/min – 0,7 MPa).
- Les drains posent des sujétions d'entretien très limitées : clapet inférieur et clapet anti-retour à contrôler.
- Les drains ne fonctionnent que lorsqu'il y a de l'eau. Ils s'adaptent à une fiable alimentation.
- Ils peuvent drainer à grande profondeur (testés jusqu'à 40m).
- Cette technique est particulièrement bien adaptée à des drainages provisoires ou définitifs en site urbain pour des chantiers d'assainissement ou de terrassement ; en effet, le besoin en énergie électrique est facilement installé provisoirement pour chaque chantier dans un bungalow pré aménagé, équipé d'un tableau de commande électropneumatique et d'un petit compresseur.

Les inconvénients du système sont les suivants

- Le fonctionnement du dispositif nécessite une source d'alimentation électrique.
- Le compresseur est l'organe déterminant du fonctionnement : c'est en général un compresseur à vis, donc fiable mais qu'il faut surveiller.
- Le suivi du compresseur peut être géré par un contrat avec un concessionnaire local. Le réservoir d'air est adjoint au dispositif pour prendre le relais d'une panne électrique de courte durée.

Chaque drain débite au maximum 3 m³/h, ce qui, en général, est suffisant pour ce type de contexte.

A titre d'exemple, un forage de 150 mm de diamètre dans une nappe libre de 20m d'épaisseur, dont le niveau d'eau serait calé à la surface du TN, donne un débit théorique de 6 m³/h pour une perméabilité de 10⁻⁵ m/s.

2.5 Application du drainage dans une décharge de déchets ménagés.

Cette application réalisée en 1998, a consisté au drainage des eaux polluées et des lixiviats dans un remblai de décharge et la stabilisation de ce remblai par son drainage ; le site se situe à Macon, dans l'Est de la France.

Le site traité correspond à un talus en partie remblayé et d'une hauteur totale de 15m, composé de matériaux de décharge divers surmonté par une couche de colluvions argileux ($k=5 \times 10^{-5}$ m/s), le tout reposant sur un substratum de marne et calcaires.

Les travaux ont consisté en la réalisation de 16 drains électropneumatiques de caractéristiques suivantes :

- 16 forages verticaux espacés de 6 mètres de 15m de profondeur, équipé en drain diamètre 100mm et d'une gravette filtre,
- La réalisation d'un réseau composé de regards 1000x1000mm et collecteurs permettant la protection de chaque forage, le transit des gaines techniques et l'évacuation de l'eau de drainage
- La réalisation d'une chambre technique abritant le compresseur et les armoires de commandes électriques et pneumatiques
- La mise en œuvre de chambre de pompage à 14m de profondeur dans chaque forage,

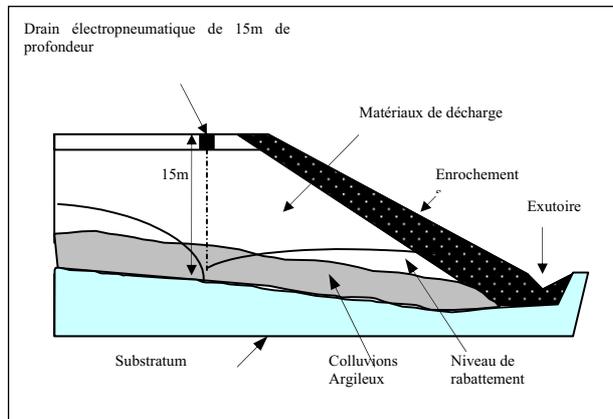


Figure 10. Profil en Travers

Ces drains ont permis l'évacuation jusqu'à 8l/min par forage.

Les avantages du système dans cette application sont que les drains acceptent un certain degré d'eaux polluées, que la consommation d'énergie est limitée par le fait qu'en absence d'eau le drainage s'arrête, et son coût d'installation

La maintenance du réseau est réalisée tous les 3 mois pour le contrôle des organes déterminant comme le compresseur et ses filtres.

2.6 L'application du drainage d'un glissement de terrain sur l'île de Wight à Castlehaven (UK)

Les problèmes de glissement sur l'île de Wight sont importants au sud de L'île depuis quelques années.

Depuis Novembre 2003, des travaux de stabilisation sont mise en oeuvre à Castlehaven par la réalisation de confortements offshore par enrochements pour la stabilisation des pieds de falaise luttant contre l'érosion de la mer, et le drainage de glissements encastrés de l'ordre de 5 à 10m d'épaisseur, au sein de matériaux de perméabilité 10⁻⁶ m/s, issus des débris des argiles du Gault.

Les solutions mises en œuvre comprennent 116 drains siphons répartis sur une zone de 500ml de large et 35 drains électropneumatiques, permettant des rabattements plus profonds.

Les puits drainants verticaux de 200mm de diamètres atteignent des profondeurs de l'ordre de 20 à 25m.

Une grande partie du projet nécessite la mise en œuvre des drains siphons permettant d'atteindre des rabattements de l'ordre de 6 à 7m de profondeurs ; les drains électropneumatiques doivent permettre le rabattements jusque 15 mètres au pied de falaise surmontant les argiles du Gault sur la Undercliff road. (Cf. Figure 12)

A ce jour seul 22 drains siphons ont été installés permettant d'établir le suivi par monitoring représenté sur le graphique suivant. (Cf. figure 11 – 13)

La fin des travaux d'installation est prévue pour Septembre 2004.



Figure 11. Regard équipé en drain siphon

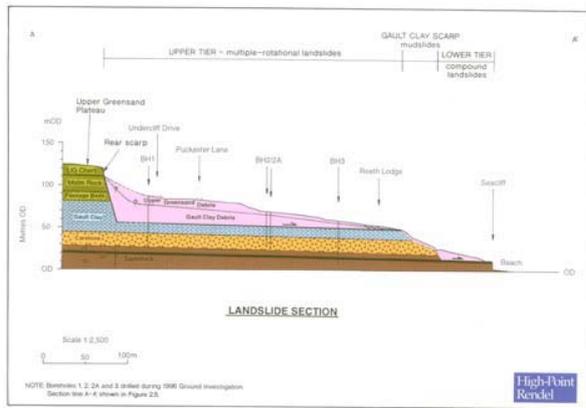


Figure 12. Profil en travers géologique

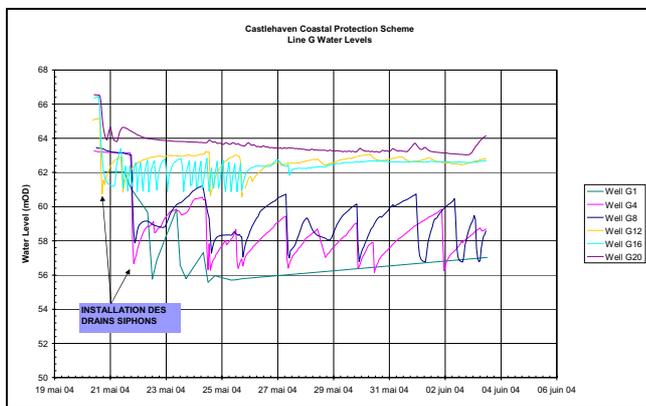


Figure 13. Graphique du suivi des 22 drains siphons installés en mai 2004.



Figure 14. Vue de la chambre de commande – Panneau de contrôle pneumatique, compresseur et réservoir

3. CONCLUSIONS

En conclusion les techniques de drainage profond par drains siphons® et drains électropneumatiques® semblent être adaptées dans certains contextes de glissements de terrain ; cependant il est nécessaire de réaliser des puits de drainage en nombre suffisant pour obtenir un maximum d'efficacité, d'autant plus qu'une série de drains verticaux dans un contexte de glissement de terrain ne donnent pas tous les mêmes débits car souvent les aquifères y sont hétérogènes. N'oublions pas néanmoins que comme tout système de drainage ces techniques nécessitent un minimum d'entretien annuel.

En ce qui concerne ces deux techniques un suivi minimum d'un an après les travaux, permet d'adapter facilement les diamètres de siphons par exemples, aux débits constatés et niveaux d'eau constatés, puisque les réseaux de drainage restent accessibles. Par expérience, la fréquence d'entretien de ces techniques est de l'ordre de deux fois deux jours par an pour 40 unités de drains siphons. Pour les drains électropneumatiques, l'entretien réside dans la maintenance des compresseurs tous les 4 mois.

4. REFERENCES

- BOMONT S. (2002) – Drainage with electro pneumatic drains® (Conference JNGG 2002 NANCY – FRANCE)
- BOMONT S. (2004) – Back experience from four landslides stabilized through lines of siphon drains® in Normandy (France) – 9th International Symposium on Landslides 2004 - ISL RIO,
- CETE MEDITERRANEE (Novembre 2002), Jean Pierre Calomili, J.Corso, D. Geoffroy, G.Sève, B.Casini – Dossier de consultation des entreprises - Etude géotechnique - Région de Corse RN200 – Section le Fajo – Casapertola
- GRESS JC (1996). Dewatering a landslip through siphoning drain – Ten years experiences. Proc 7th International Symposium on Landslide (TRONDHEIM)
- GRESS JC (2002) two sliding zones stabilized through siphon drains – International conference on Landslide, slope stability of infrastructures. (SINGAPOR)