

**DRAINAGE INTERNE DES
ROUTES DANS LA REGION DU
NORD - OUEST**

**Mr. ENOURHBI ABDERRAHIM
(DRTP DU NORD OUEST)
Melle BENTALEB BOUCHRA
(DRTP DU NORD OUEST)**

RE S U M E

Le drainage interne des routes a pour but de réduire au maximum le temps de présence de l'eau dans la chaussée et dans le sol de plateforme.

Parmi les effets nuisibles de l'eau on peut citer:

- Chute de portance du sol;
- Diminution des caractéristiques mécaniques des matériaux routiers;
- Instabilité des talus et glissement du terrain;
- Erosion;
- Pollution des matériaux;
- Influence sur la sécurité des usagers.

L'eau est donc un facteur prépondérant dans le phénomène de dégradation des routes et constitue une cause déterminante dans le comportement d'une chaussée sous l'action du trafic. En effet, un sol ou un matériau saturé présente des caractéristiques mécaniques médiocres par rapport au même sol et au même matériau non saturé et notamment lorsqu'il est soumis à une surcharge appliquée brutalement comme il est le cas pour une chaussée.

Quelle que soit son origine, l'eau peut humidifier d'une manière excessive le corps de la chaussée ou le sol support. Si ce dernier est sensible à l'eau, il en résulte une perte de portance pouvant entraîner des dégradations de la couche de surface qui, à son tour, constitue une nouvelle voie d'infiltration par la suite.

Ces variations d'humidité sont généralement dûes aux mécanismes suivants:

- Percollation des eaux de pluies du fait de la relative perméabilité des revêtements qui augmente souvent avec la présence des fissures;
- Infiltration à travers les accotements de la chaussée et migration vers le sol support;

- Arrivée d'eau liée au contexte local:

- * Remontée capillaire à partir d'une nappe;
- * Accumulation d'eau dans les points bas du profil en long;
- * Alimentation de la chaussée par les systèmes hydrologiques locaux.

I/ PRESENTATION SUCCINCTE DE LA REGION:

La région économique du nord-ouest se divise en trois parties principales:

- Le domaine montagneux du Rif concernant les provinces et les Wilaya de Tanger, Tétouan, Chefchaouen & Larache;
- La plaine alluviale du Gharb qui représente presque la totalité des provinces de Kénitra et Sidi Kacem;
- Le plateau central et cotier concernant la province de Khémisset et la Wilaya de Rabat.

Les plaines constituent environ 50 % de la superficie globale.

La pluviométrie varie entre 500 & 1000 mm. Dans la chaîne du Rif, elle peut atteindre 2000 mm/an dans certains points.

Contrairement à d'autres régions, les sols de la région du Nord-Ouest présentant une capacité d'autodrainage sont rares. En effet, les routes de la région situées sur des sols sensibles à l'eau classés S0, S1 & S2 nécessitant un drainage de la plateforme représentent 97 % de l'ensemble du réseau routier de la région du Nord - Ouest.

Sur 4347 km du réseau global recensé, 4200 km sont situés sur ces types de sol.

Le tableau n° 1 en annexe donne, par DTP de la région du Nord - Ouest, la longueur en km des routes par type de sol et montre donc la nécessité évidente du drainage de la majorité des routes de cette région.

Dans cette communication, et à travers les expériences vécues dans la région, on se limitera à la présentation des moyens de protection des routes contre l'eau par le biais du drainage interne des infiltrations.

Les volets traités dans cet exposé concernent:

- Le drainage des routes dans les zones en glissement;
- Le drainage des plate-formes situées sur des sols sensibles à l'eau par des tapis drainants ou des drains en arêtes de poissons;
- Le drainage des nouvelles couches de renforcement en graves non traitées;
- Le drainage en nappe des routes.

II/ EXPERIENCE DES DIRECTIONS PROVINCIALES DES TP DE LA REGION DU NORD-OUEST DANS LE DOMAINE DE DRAINAGE ROUTIER

2-1/ Drainage des routes dans les zones en glissement:

Suite aux précipitations hivernales, d'importants désordres dûs à des glissements de terrains affectent chaque année certaines routes de la région du Nord-Ouest, notamment dans les DTP de Tanger, Tétouan et Chefchaouen.

Ces glissements de grandes masses exigent parfois la modification du tracé en plan de la route.

Les principales causes de glissement sont en général de trois types:

- Surcharge à l'amont du glissement;
- Disparition de la butée en aval;
- Percolation de l'eau dans le massif du sol en pente ce qui entraîne l'attribution d'une pente fictive au talus plus importante que la pente réelle.

Les moyens de stabilisation sont de deux types:

- Les moyens mécaniques;
- Les moyens de drainage.

Les moyens mécaniques consistent à renforcer la butée par l'adjonction des murs de soutènement soit en maçonnerie, en gabions ou en béton armé.

Quant aux moyens de drainage, ils consistent à mettre hors eau les masses potentiellement instables en réalisant des drains profonds pour purger les eaux.

Dans la région du Nord-Ouest, l'eau est la cause essentielle de l'instabilité. Le drainage associé à des dispositifs de soutènement est souvent la solution préconisée.

Ces solutions sont parfois complétées par des aménagements de chaâba avec des seuils déversants.

Le lecteur trouvera ci-après les traitements réalisés sur la RS 704 liant Tanger à Fnideq et la RP 38 liant Tanger à Tétouan.

a) Cas de la RS 704 liant Tanger à Fnideq

La RS 704 liant Tanger à Fnideq traverse une zone montagneuse dont les formations superficielles sont souvent saturées. Le niveau d'eau dans les puits réalisés par les riverains à l'amont de la route est situé à une cote supérieure au niveau de la chaussée. Les suintements sont constatés aux pieds des talus ce qui témoigne d'un écoulement permanent d'une nappe.

La route passe en général aux pieds des versants reposant sur les éboulis de pente constitués principalement de marne et des blocs calcaire. Ces éboulis ont une stabilité précaire lorsqu'ils sont saturés. En effet, l'augmentation de la pression interstitielle en périodes pluvieuses entraîne une réduction de la résistance au cisaillement et provoque un glissement de terrain entraînant la totalité ou une partie des tronçons de la RS 704. Certaines constructions proches de la route ont été complètement fissurées, les balises situées au niveau des courbes ont subi une nette inclinaison à cause de l'instabilité du terrain.

Les solutions envisagées ont pour objectif le drainage des infiltrations dans le massif d'une part et de conforter le corps de la chaussée par une structure souple reposant sur un massif stable d'autre part. Et comme il est difficile de localiser les venues d'eau, on procède à la mise en place d'une tranchée drainante longitudinale à la route pour barrer ces venues d'eau. Cette tranchée engendre la totalité de la couche concernée par le glissement et repose sur un massif rocheux. Elle est équipée d'un noyau de matériaux drainant en pierres cassées 50/150, et de, parfois, filtrantes latérales constituées de TV 1/60. L'ensemble repose sur un béton dosé à 300 kg de ciment / m³ de béton.

Parfois, le matériau drainant est enveloppé dans un géotextile qui assure le rôle du filtre.

Selon le cas qui se présente, on adopte une série de tranchées à l'amont ou à l'aval de la route pour diminuer la pression interstitielle et stabiliser le talus.

Parfois, on procède à la réalisation des tranchées drainantes transversales pour récupérer les eaux de la tranchée longitudinale amont.

Le soutènement du corps de la chaussée en gabions repose sur les tranchées drainantes.

Dans le cas de l'existence d'une source au voisinage de la route, et afin de récupérer les eaux superficielles, la tranchée doit être surmontée par un fossé bétonné simple ou parfois avec muret pour soutenir les talus.

Les tranchées présentent une pente facilitant les écoulements des eaux vers l'exutoire d'assainissement.

Il est déconseillé de stabiliser les talus par des massifs en béton. Une structure souple et drainante en gabions est recommandée.

Le tableau n° 2 en annexe montre les différentes dégradations constatées sur la RS 704 après plusieurs missions et les traitements envisageables.

b) Cas de la RP 38 au PK 19+900, PK 14+180 & PK 13+000

Les glissements de talus de la RP 38 liant Tanger à Tétouan ont été traités dans une première phase par un drain remontant jusqu'à proximité d'une source et par un mur de soutènement du talus établi également sur drain. Ces aménagements n'étaient pas efficaces du fait que le talus amont reste instable et le mur de soutènement a subi de légères déformations.

Après étude par le LPEE, il s'est avéré que les eaux de la nappe s'écoulent suivant la direction du drain collecteur et ne peuvent être captées en conséquence.

La réalisation d'un complément de drainage lié à de nouveaux aménagements de soutènement a permis de cerner toute la zone humide et instable.

Pour définir la profondeur à donner aux tranchées drainantes, des sondages ont été réalisés par le LPEE pour localiser les niveaux relativement compacts et sur lesquels seront fondés les drains rayonnants. Certains ont atteint la profondeur de 10 m.

Compte tenu des résultats de reconnaissance, un réseau maillé de drains parallèles à la pente (éperons drainants) réunis en amont par des antennes a été réalisé. Les éperons sont espacés d'une vingtaine de mètres et les antennes sont orientées à 45° environ par rapport aux éperons comme il est indiqué sur la figue n°1 donnée en annexe.

Les antennes peuvent être évitées en diminuant l'espacement entre les éperons.

Conclusion et constatation:

La majorité des désordres survenus dans les talus est liée principalement à un problème d'ordre hydrogéologique. Le drainage est donc l'un des moyens permettant de réduire les mouvements des pentes instables.

Mais, souvent pris par le temps, les responsables, en pensant que la mise en place des tranchées drainantes parallèles aux courbes de niveau intercepte l'eau, adoptent parfois des schémas classiques sans se préoccuper de l'adéquation de ces schémas à la réalité.

Le réseau de drainage ne peut fonctionner d'une façon efficace que par une bonne connaissance du régime hydrogéologique.

Enfin, vus ses percussions sur la stabilité et la tenue des routes, le drainage contre le glissement de terrains mérite d'être approfondi par d'autres études, notamment des recherches sur des sites expérimentaux, afin de dégager une méthodologie précise et préconiser selon le fonctionnement hydrogéologique des sites le système de drainage le plus fiable.

Dans ce sens, le CNER, en collaboration avec le CANADA et l'Ecole Hassania des TP envisage dans le cadre du projet "talus du Rif" l'élaboration d'un guide pour l'identification. L'étude et le traitement des zones instables dans les provinces de Tanger et Tétouan.

2-2/ Drainage de la plate-forme et du corps de la chaussée:

La pénétration des eaux de ruissellement dans la chaussée et son assise est l'une des causes importantes de détérioration des routes revêtues. Cette eau affaiblit les caractéristiques mécaniques du sol support et du corps de la chaussée. Des pressions interstitielles peuvent alors se manifester et accélèrent la dégradation de la chaussée.

La pénétration des eaux est due à :

- Des infiltrations verticales à travers les fissures du revêtement et par la jonction des accotements;
- Des arrivées latérales par migration des eaux qui se sont infiltrées à partir de l'environnement de la chaussée. Ces infiltrations peuvent être amplifiées par l'insuffisance des fossés;
- Les remontées d'eau par capillarité à partir de la nappe phréatique;
- Les inondations dues à la mauvaise évacuation des eaux de surface, notamment aux points bas du profil en long.

Dans le cas des sols sensibles à l'eau classés SO, S1, ou S2, le drainage de la plate-forme est nécessaire. Il se fait soit par un tapis drainant soit par des drains en arêtes de poissons.

a) Tapis drainant.

Le tapis drainant incliné de 6 % vers le fossé est constitué par les couches suivantes (fig 2 donnée en annexe).

- Une couche anticontaminante (A) de 10 cm d'épaisseur;
- Une couche drainante (D) de 15 cm d'épaisseur;
- Une sous couche (SC) d'épaisseur variable;
- Une couche de surface de matériaux sélectionnés de 12 cm d'épaisseur au minimum avec éventuellement un épaulement en GNB+RS suivant l'importance du trafic.

Parfois, la sous-couche (SC) peut être supprimée et remplacée par des matériaux drainants placés directement sous la couche de surface en MS pour assurer le drainage de la chaussée dans le cas d'un renforcement éventuel.

Lorsque l'épaisseur de la route à renforcer est importante et dans un souci d'économie, le matériau drainant est mis en place en deux étages pour drainer l'ancien et le nouveau corps de la chaussée tout en conservant une sous-couche (SC) entre les 2 couches drainantes.

La couche anticontaminante (A) est placée en contact des plate-formes argileuses constituées des sols SO et S1. Ces matériaux doivent respecter dans la mesure du possible la règle de non contamination exprimée par la relation granulométrique suivante:

$d_{15} \text{ du matériau filtrant} < 4,5 d_{85} \text{ du sol de plate-forme};$

d_{15} = tamis au travers duquel passe 15 % des éléments;

d_{85} = tamis au travers duquel passe 85 % des éléments.

Par contre, lorsque la plate-forme est imperméable, la couche drainante est placée dans l'accotement à la base du corps de la chaussée.

Les matériaux drainants doivent respecter la condition de perméabilité exprimée par la relation:

$d_{15} \text{ du matériau filtre} > 4,5 d_{15} \text{ du sol à drainer.}$

Par ailleurs, le drainage doit fonctionner normalement pour éviter l'effet contraire; à savoir l'imbibition au lieu du drainage. Dans ce cas, il y a lieu de veiller impérativement à ce que le fil d'eau du fossé se trouve en dessous du tapis drainant. Cette condition peut être respectée aisément dans le cas des reliefs. En terrain plat, il est fait recours à des fossés profonds pour éviter les risques du mauvais fonctionnement.

Un fossé sans exutoire provoque une accumulation d'eau près de la chaussée et constitue par conséquent un danger pour celle-ci.

Par ailleurs, il est constaté que les stagnations d'eau dûes à une interruption des fossés non busés par un accès de riverains, s'accompagnent souvent de dégradations aux rives de la chaussée.

Le fossé doit être profond au moins de 20 cm par rapport au tapis drainant.

b/ Les drains en arêtes de poissons:

Les drains en arêtes de poissons sont généralement disposés comme il est indiqué sur la fig n°3 donnée en annexe.

Chaque drain a une largeur de 40 cm au minimum et une hauteur égale à celle du corps de la chaussée augmentée de 10 cm.

Les drains sont alternés et orientés suivant le sens de la plus grande pente, ils sont espacés les uns des autres de 20 m environ.

Pour assurer le drainage des couches de renforcement, on réalise parfois une couche drainante entre les drains et sous le matériau sélectionné.

Dans le cas du drainage de la plate-forme d'une chaussée avec élargissement, les drains en arêtes de poissons traversent l'accotement et la partie élargie de la chaussée.

Le drain est composé aussi:

- D'une couche anticontaminante A de 10 cm d'épaisseur;
- D'une couche drainante D de hauteur variable suivant l'épaisseur du corps de la chaussée.

Le tapis drainant est très coûteux par rapport à un drainage en arêtes de poissons, mais il est plus efficace du point de vue drainage et assure aussi la butée de la chaussée.

2-3/ Drainage des couches de renforcement:

Généralement, lors de la réalisation des travaux de renforcement des chaussées en graves non traitées, le drainage des nouvelles couches de renforcement est négligé.

L'épaisseur des matériaux sélectionnés mis en place sur les accotements est égale à l'épaisseur globale de renforcement.

Cette intervention a provoqué le désordre instantané de certains tronçons de routes de la région juste après l'achèvement des travaux de renforcement comme il fût le cas de la RP 22 entre Rommani et Zhiligua en 1 992.

Ainsi, les infiltrations à travers la jonction des accotements et la chaussée se trouvent piégées entre l'ancien revêtement, le nouveau revêtement du corps de la chaussée et les matériaux sélectionnés peu perméables des accotements.

Ces eaux agissent sur les caractéristiques mécaniques des matériaux de renforcement mis en place et finissent en pente, après augmentation de la pression interstitielle, pour surgir à travers le nouveau revêtement dans les points bas et provoquent le départ des matériaux et la formation des nids de poules sur la chaussée.

La solution à adopter dans le cas où le matériau sélectionné constituant les accotements n'est pas suffisamment perméable, consiste à procéder systématiquement à un drainage en arêtes de poissons pendant les travaux de renforcement en graves non traitées.

Ces drains doivent être placés au moins à 5 cm sous le niveau bas du corps de l'ancienne chaussée si la route nécessite un drainage de plate-forme.

Les drains en arêtes de poissons sont remplacés par un tapis drainant dans les points bas. Par ailleurs, l'espacement des drains situés dans le côté intérieur des courbes est réduit de moitié.

Constatations :

Il est constaté que le drainage des couches de renforcement est souvent oublié lors des travaux de renforcement. La majorité des rapports d'études géotechniques faits par le LPEE dans la région se contentent de la mise en place d'un matériau sélectionné sur accotement d'épaisseur égale à celle du renforcement en graves non traitées.

D'autres lacunes subsistent encore. En effet, la note n° 90/02/411/IT/2143 du 28/11/1990 de la DRCR relative aux spécifications des matériaux d'accotements, exige des matériaux sélectionnés de type 1 ou 2 d'indice de plasticité limité à 20 suivant la largeur de l'accotement sans aborder le facteur perméabilité.

Par ailleurs, la note circulaire n° 214/IT/411/03/92 de mai 1992 relative au drainage de la couche de renforcement en graves non traitées ne définit pas un seuil d'indice de plasticité du MS à partir duquel les DTP doivent impérativement adopter les drains en arêtes de poissons.

Il y a lieu de signaler aussi que le drainage des nouvelles couches de renforcement est passé très sommairement en revue dans le manuel de renforcement des chaussées revêtues mis en application depuis Juin 1992.

Seule la note de recommandation n° 2 du catalogue marocain de structures types de chaussées relative aux couches de formes et d'accotement, recommande la mise en place dans les accotements des drains en arêtes de poissons lorsque les matériaux sélectionnés ont un indice de plasticité supérieur à 7.

2-4/ Drainage en nappe:

Lorsqu'il existe dans le sol une nappe phréatique ou dans le cas d'une zone inondable, la chaussée doit être protégée contre les eaux.

Dans les cas des zones plates ou en remblai, on remonte suffisamment la ligne rouge pour mettre la chaussée hors d'eau en toutes saisons. La ligne rouge après surélévation doit être à 1,50 m du niveau maximal de la nappe.

En déblai, on exécute des drains profonds destinés à rabattre la nappe sous la route de façon permanente.

Ces drains sont constitués, comme il est indiqué sur la fig 4, de matériaux drainants entourés de matériaux filtrants et sont inclinés suivant une pente vers l'exutoire d'évacuation.

Une remontée non prévue de la nappe phréatique régnant dans l'emprise d'une route peut être une cause déterminante des désordres graves même si la chaussée est correctement dimensionnée suivant les règles de l'art.

CONCLUSION

Le bilan présenté dans cette communication reste très sommaire.

Le drainage interne, vu ses répercussions sur la tenue de notre réseau routier, mérite d'être développé davantage. Ainsi, il y a lieu:

- D'analyser les procédures existantes et relever les anomalies apparentes;
- Faire une analyse critique et proposer des modifications nécessaires;
- Elaborer des guides ou manuels pratiques relatifs au drainage interne de la chaussée.

**TABLEAU N° 1 : REPARTITION DES ROUTES REVETUES
PAR TYPE DE SOL DANS LA REGION NORD-OUEST**

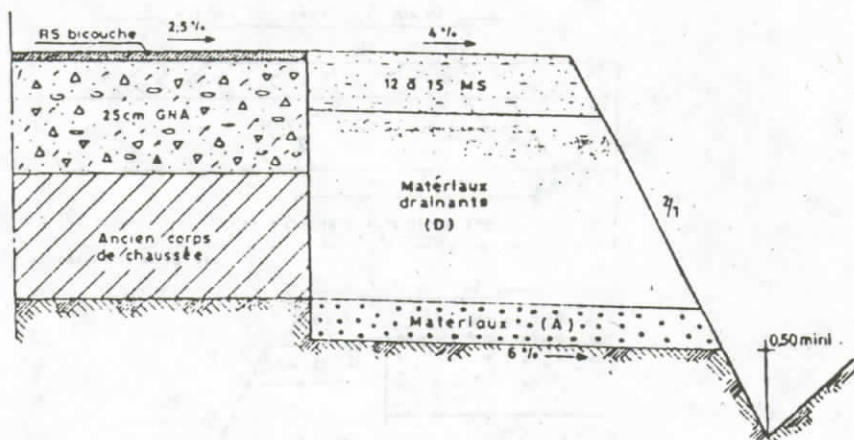
DTP	Sols	S 0	S 1	S 2	Total sols sensibles	%	S 3	S 4	Total général
RABAT		4	46	286	336	95 %	16	0	352
CHEFCHAOUEN		8	330	250	588	99 %	7	0	595
KENITRA		169	474	212	855	95 %	48	0	903
KHEMISSSET		15	637	214	866	97 %	25	0	891
LARACHE		34	151	75	260	98 %	4	0	264
SIDI KACEM		160	518	48	726	99 %	10	0	736
TANGER		37	178	60	275	93 %	18	4	297
TETOUAN		16	214	64	294	95 %	0	0 15	309
TOTAL		443	2548	1209	4200	97 %	128	19	4347

TABLEAU N° 2 : DEGRADATIONS CONSTATEES
SUR LA RS 704 ET TRAITEMENTS CORRESPONDANTS

Constatations de dégradations	Traitements
Glissements touchant une grande partie de la chaussée	Isoler la partie instable des eaux qui l'alimentent en créant des tranchées drainantes et une butée du côté aval par des épis de gabions.
Fortes dégradations de la chaussée et glissement de terrain dans les zones fortement imbibées d'eau.	Réalisation d'un fossé bétonné sur tranchée drainante à l'amont de la route et des gabions à l'aval.
Ravinement dans une section de forte pente ayant causé le creusement du fossé et son élargissement au détriment de l'accotement.	Exécution des travaux de remise en état par gabionnage avec Murettes perpendiculaires à l'écoulement des eaux.
Des glissements superficiels à l'amont de la chaussée, le bouelet du glissement est étalé sur le fossé normal ou bétonné, les eaux de ruissellement traversent la chaussée et ravinent l'accotement à l'aval.	Réouverture du fossé et protection de la zone instable par des gabions à l'amont de la route.
Dégradations de certaines sections localisées par les eaux de la nappe qui affleurent le terrain naturel.	Rabattement de la nappe par des tranchées drainantes ou surélévation de la ligne rouge d'au moins 1,5 m par rapport au niveau de la nappe.
Apparition de nids de poules dans une section nouvellement renforcée. Cette section se situe dans une pente assez forte et la dégradation est survenue au bas de la pente.	Elle est due au manque au drainage de l'eau prise en sandwich entre l'ancienne et la nouvelle chaussée. Des drains en arêtes de poissons sont à mettre en place.
Ravinement de Chaâba	Aménagement des chutes en gabions.

ANNEXES

Exemple d'un drainage de la plateforme par
un tapis drainant



Drainage de plateforme et butée
du corps de chaussée.

Fig. 2

Exemple d'un drainage de la plateforme par des drains en arêtes de poissons

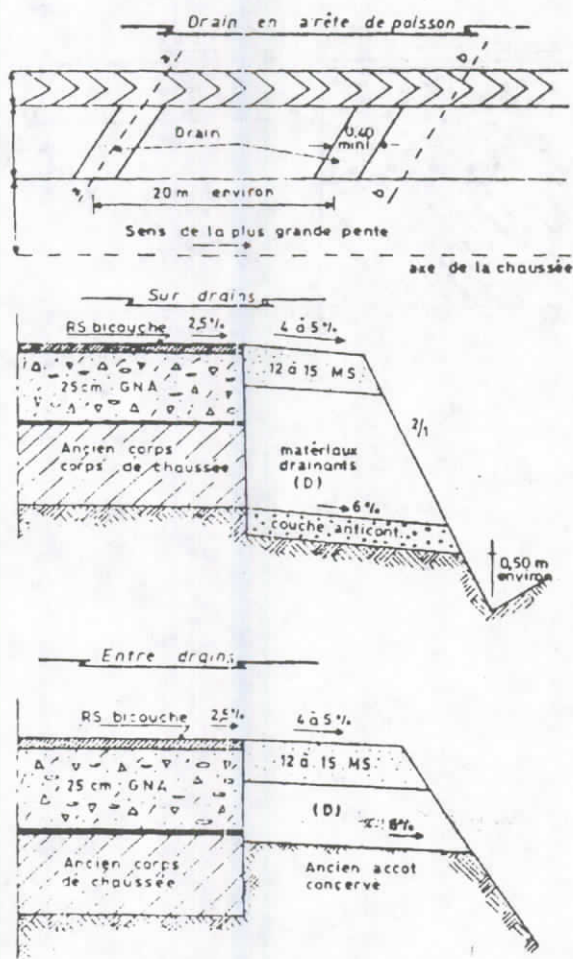


Fig. 3

Rabatement d'une nappe phréatique sous une route en terrain plat

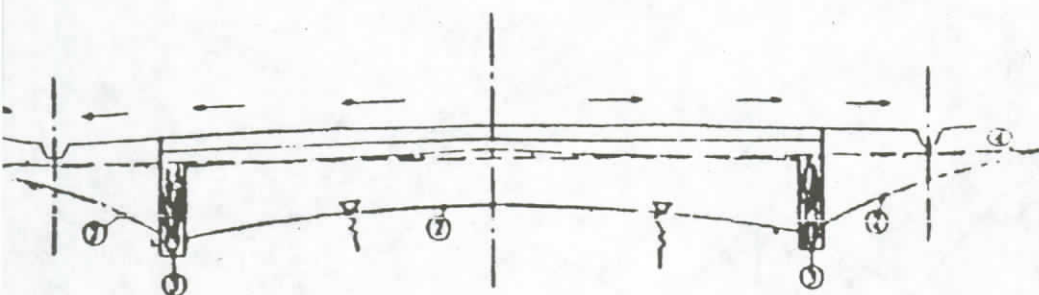


FIGURE 4 - Rabattement d'une nappe phréatique sous une route construite au niveau du sol en terrain plat

- | | |
|---|--|
| 1 | Surface primitive de la nappe |
| 2 | Surface de la nappe rabattue |
| 3 | Tranchées drainantes longitudinales servant à la fois au rabattement de la nappe et au drainage du corps de chaussée |

Drains rayonnants réalisés sur la RP 38

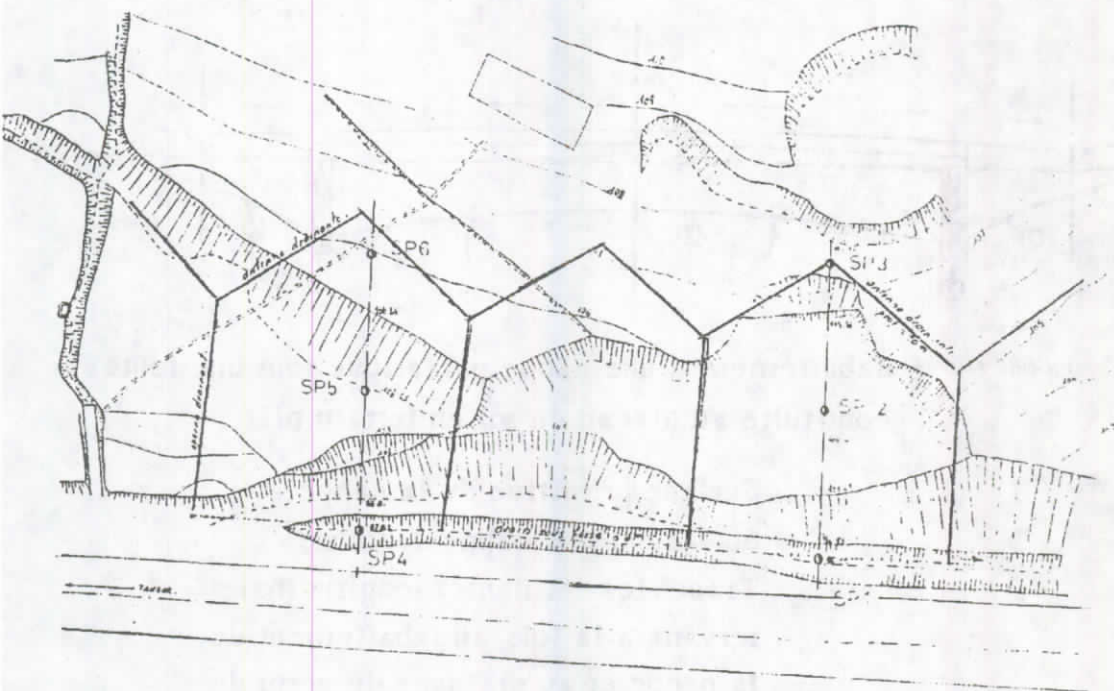


Fig. 1