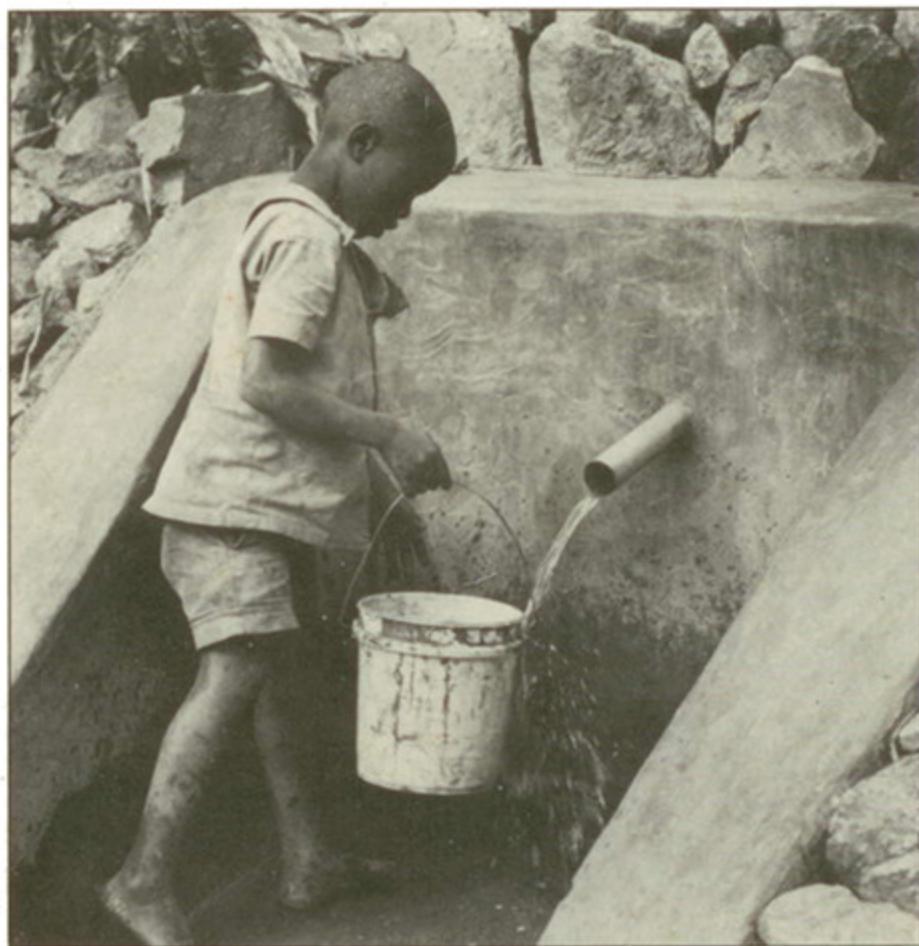


DOSSIER N°10  
**LE POINT SUR**

# LE CAPTAGE DES SOURCES

AVANT-PROPOS DE J. ARCHAMBAULT (BURGEAP)



AFVP  
**GRET**

# **LE CAPTAGE DES SOURCES**

*Ouvrages déjà parus dans la collection « Le Point Sur »*

- DOSSIER N° 1 — Les éoliennes de pompage (1984) 60 F
- DOSSIER N° 2 — La transformation des fruits tropicaux (1984) 40 F
- DOSSIER N° 3 — L'extraction des huiles végétales (1984) 40 F
- DOSSIER N° 4 — La construction de citernes (1984) 40 F
- DOSSIER N° 5 — Les harnais pour la traction animale (1984) 40 F
- DOSSIER N° 6 — Briques et tuiles (1985) 40 F
- DOSSIER N° 7 — Techniques d'impression à coût modéré (1986) 60 F
- DOSSIER N° 8 — Le séchage solaire (1986) 60 F
- DOSSIER N° 9 — Les mini laiteries (1986) 60 F

*Ces ouvrages sont tous disponibles au GRET (ajouter 10 F par titre pour frais de port en Europe, 15 F par titre pour port hors d'Europe).*

*GRET, 213, rue La-Fayette, 75010 Paris, France. Tél. : (1) 42.39.13.14.*

DOSSIER N° 10  
**LE POINT SUR**

# **LE CAPTAGE DES SOURCES**

AVANT-PROPOS DE J. ARCHAMBAULT (BURGEAP)

Juin 1987

**GRET**

**GROUPE DE RECHERCHE  
ET D'ÉCHANGES TECHNOLOGIQUES**

213, rue La Fayette, 75010 Paris-France  
Tél. : (1) 42.39.13.14

**AFVP**

Association Française  
des Volontaires du Progrès,

BP 2, Linas,  
91310 Montlhéry,  
Tél. : (1) 69.01.10.95



## AVANT-PROPOS

**S**ource. Un filet d'eau qui court à la surface du sol, don gratuit des nappes souterraines.

Mais, qu'une collectivité, même restreinte, doive s'y abreuver, et des précautions ou des aménagements s'avèrent nécessaires, faute de quoi l'eau est parfois gaspillée, et très souvent contaminée.

Comment tirer le meilleur parti de ces émergences au bénéfice de ce qu'on appelle parfois dans les pays en développement l'"hydraulique villageoise".

Les moyens à mettre en oeuvre ne nécessitent pas le matériel très sophistiqué que sont par exemple certains ateliers de forage. Mais, par contre, il est tout à fait indispensable de posséder certaines connaissances techniques et, plus encore, le sens du terrain et une bonne approche des problèmes humains. C'est tout cela qu'aborde, par des explications approfondies et un grand nombre de figures et de schémas, le présent ouvrage.

Ceci, à l'usage bien entendu, des territoires où des sources existent. Car il y a des régions, parfois des pays entiers, où les sources sont pratiquement ou totalement absentes. C'est le cas, par exemple, de l'essentiel des zones intertropicales, largement constituées par des pénéplaines de socle ancien ou de terrains sédimentaires. Et en particulier de la zone présaharienne de l'Afrique de l'Ouest où l'on peut parcourir des centaines de kilomètres sans rencontrer une source.

Cela tient là à une série de facteurs : une évaporation d'une extrême intensité qui ne laisse pas aux pluies le temps de s'infiltrer et prélève à nouveau l'eau des nappes phréatiques jusqu'à des profondeurs très considérables (plusieurs dizaines de mètres quand il s'agit de certains sédiments) ; et aussi l'uniformité du relief, qui joue un rôle essentiel, à la fois dans l'alimentation des nappes (ruissellement + concentration) et dans la mise en charge de l'eau dans le sous-sol.

**B**ien au contraire, lorsque les conditions climatiques, géologiques et géomorphologiques sont favorables, les sources peuvent se rencontrer en très grand nombre. Ce peut être le cas en Afrique de l'Ouest même (en Guinée, dans le Fouta-Djalou, 700 sources ont été aménagées ces dernières années). C'est surtout le cas de pays comme le Rwanda, le Burundi, Haïti ou le Zaïre, dont les réalisations sont plus spécialement étudiées ici.

Classer les sources ? D'excellents auteurs s'en sont préoccupés. Il nous a semblé que c'était là un jeu de l'esprit, rarement satisfaisant et aux catégories aléatoires. Car très variée est la nature. Aucune source n'est vraiment la même que l'autre. Nous souscrivons très volontiers à la formule utilisée ici : "subtil équilibre" de la source.

Avant le captage, on devra, dans toute la mesure du possible, déterminer les données de base : nature des diverses formations géologiques concernées - terrain fissuré ou granulaire - position de la vraie source géologique, adaptation du captage aux formations concernées et à la topographie, etc.

Un captage - une fois vérifiée la pérennité saisonnière ou interannuelle de l'émergence - devra viser deux objectifs :

- capter le plus possible d'eau disponible
- remédier au maximum à la contamination des abords ou de l'amont de la source par les usagers.

Les techniques à mettre en oeuvre à cet effet sont très minutieusement décrites dans le présent ouvrage. Aucun point ne semble oublié par des

auteurs très expérimentés qui ont probablement rencontré l'essentiel des difficultés qu'il est loisible d'imaginer.

Une des caractéristiques de l'ouvrage - et il convient de le souligner - est la place faite aux problèmes humains. Ce n'est pas là une préoccupation très récente, car on sait depuis longtemps qu'il ne sert à rien de multiplier les points d'eau, et notamment les forages d'hydraulique villageoise si les pompes qu'on pose ne sont pas surveillées et entretenues, grâce à un réseau de maintenance comprenant le petit réparateur de brousse et le dépositaire de pièces de rechange.

Le problème de l'entretien n'est pas moins important pour les sources qu'on se propose de capter. Animation, sensibilisation, adaptation du groupe, mise en place d'une structure de gestion, tels sont les stades, décrits en détail, de l'action à entreprendre. Faute de quoi le captage d'une source risque d'être une réalisation sans lendemain.

De la sociologie et de l'hydrogéologie à la mise en place des matériaux, le captage d'une source comporte toute une série de phases, dont certaines beaucoup plus délicates à appréhender qu'on ne le croit habituellement.

De toute évidence, ce volume, fruit d'une très solide expérience de terrain dans les divers domaines concernés, est de nature à apporter beaucoup à tous ceux qui ont à connaître du captage des sources.

**Jean Archambault**

**(BURGEAP)**

**juin 1987**

---

## INTRODUCTION

L'approvisionnement en eau des petites collectivités rurales des pays en développement est encore loin d'être satisfaisant. De nombreux projets et programmes s'efforcent de l'améliorer en agissant suivant deux axes :

- faciliter l'accès au point d'eau (éventuellement le rapprocher) ainsi que les conditions de puisage, ce qui a pour effet **d'accroître les quantités** d'eau consommées.
- Isoler les points d'eau des sources de pollution, ce qui **améliore la qualité de l'eau consommée**.

Les solutions choisies pour parvenir à ces fins doivent satisfaire à deux conditions principales. Tout d'abord, leur mise en oeuvre, tant pour des questions d'éthique que pour des questions d'efficacité et de moyens, doit pouvoir se faire dans le cadre de l'investissement humain. Ensuite, elles doivent fournir régulièrement, dans des conditions climatiques exceptionnelles, une eau en quantité suffisante et de bonne qualité. C'est du moins ce vers quoi l'on s'efforcera de tendre.

Dans cette perspective, l'exploitation des eaux souterraines présente plusieurs avantages : dans des régions où les cours d'eau sont généralement temporaires, le débit des puits et des sources est beaucoup plus régulier. En outre, leur exploitation permet, dans la plupart des cas, d'obtenir de l'eau potable sans avoir recours à des systèmes d'épuration. De plus, cette eau est traditionnellement réputée pure par rapport à l'eau des cours d'eau qu'on juge douteuse.

Parmi les moyens d'exploiter les eaux souterraines de bonne qualité (puits, forages, barrages d'inter-flux, captage de sources,...) **le captage de source est le plus sûr et le plus pratique pour son faible coût de mise en oeuvre et d'entretien**. Des adductions gravitaires sont facilement raccordables aux captages et en augmentent le confort d'utilisation.

On ne saurait trop encourager les communautés à capter et aménager leurs sources. Mais sans oublier que de nombreux captages réalisés par le passé, y compris par des techniciens prétendus compétents, n'ont pas bien fonctionné et ont jeté un discrédit sur le captage.

En effet, bien que mettant en oeuvre des techniques simples et des moyens réduits, deux familles de causes font que les risques d'échec dans la réalisation d'un captage de source sont importants.

- **Causes techniques**, car les caractéristiques d'une source (emplacement et débit), étant déterminées par un **équilibre naturel** qu'il importe de ne rompre à aucun prix, son captage ne souffre aucune "erreur hydraulique";

---

- **Causes sociales** car ce type d'ouvrage étant principalement réalisé dans des régions bien arrosées où les points d'eau sont nombreux et dans lesquelles il se trouve en concurrence avec des points d'eau traditionnels non aménagés, il peut être rapidement abandonné s'il ne répond pas très exactement au désir des bénéficiaires et si l'aménagement de la source modifie sa place dans l'équilibre social de la communauté.

C'est ainsi que la réussite d'un captage de source, **ne pouvant jamais être mesurée qu'à long terme**, sera soumise à des aléas sociaux aussi bien que techniques et c'est pourquoi on trouvera, dans "LE POINT SUR LE CAPTAGE DE SOURCES"; plus qu'un simple guide technique comme il en existe déjà : nous pensons en effet justifié d'accorder, auprès des aspects techniques, une place importante aux aspects sociaux d'un aménagement de source et nous recommandons vivement au lecteur d'y accorder une attention particulière : n'oublions pas que le point d'eau représente, dans la plupart des sociétés, le premier lieu de convivialité obligatoire et qu'un chantier de captage peut être souvent le premier travail à but vraiment collectif, amorce de vie sociale structurée par des règles jusqu'alors inconnues. Une population mal ou pas informée et formée aux contraintes d'un aménagement réalisé négligera les ouvrages : bien souvent mieux vaut alors différer l'exécution du chantier.

On ne captera bien, que ce que l'on connaîtra "hydrauliquement" bien !

Une source étant l'émergence atmosphérique, souvent précaire, d'une nappe d'eau souterraine, une connaissance minimale et une représentation au moins globale du comportement de cette nappe, sont indispensables. En méconnaissant les fonctionnements de ces nappes et les modifications possibles de leur écoulement dues à l'intervention humaine, le technicien risque d'aller à l'encontre des comportements naturels de l'eau, ce qui conduit à terme à l'échec du captage. C'est pourquoi nous avons tenu à consacrer un long chapitre à des questions théoriques en partant d'un cours dispensé par M. CEDOU à des techniciens africains.

La collection **LE POINT SUR** se veut un outil technique de terrain. Il nous semblait donc plus logique de commencer par le volet "Pratique de terrain". Il renvoie sans cesse aux notions élémentaires d'hydraulique de la partie suivante que nous invitons le lecteur à ne pas négliger et à assimiler autant que possible.

---

## AVERTISSEMENT

Ce dossier "Le Point sur le Captage des Sources" est le résultat d'une collaboration entre l'Association française des Volontaires du Progrès (AFVP) et le Groupe de recherche et d'échanges technologiques (GRET). Que soient en particulier remerciés ici les nombreux volontaires de l'AFVP qui ont contribué à sa réalisation par leur réponse rapide au questionnaire qui leur a été envoyé.

### Les rédacteurs

Ce dossier a été rédigé par Claude CEDOU et Nicolas CAMPHUIS, en liaison avec le Service Echanges et Communication du GRET.

**Claude CEDOU** : hydrogéologue ; a travaillé deux ans avec les Volontaires du Progrès sur des projets de captage de sources au Cameroun. Auteur d'un cours d'hydrogéologie à l'usage des techniciens africains.

**Nicolas CAMPHUIS** : ingénieur du Génie Rural ; a travaillé en Haïti à mobiliser les ressources en eau en zone de montagnes : lutte contre l'érosion, conservation et stockage d'eau de pluie, captages de sources.

---

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>LES SOURCES, LEUR CAPTAGE ET LEUR AMENAGEMENT</b>	1
	Les principaux types de sources	5
	Quelques observations préalables au captage de sources	11
	L'aménagement d'une source : un processus social	24
	Principes et exécution d'un captage	32
	Les ouvrages de distribution et de protection	52
<b>2</b>	<b>L'EAU SOUTERRAINE</b>	63
	Le cycle de l'eau	64
	L'alimentation des nappes	67
	L'écoulement souterrain	71
	Les aquifères	83
<b>3</b>	<b>ETUDES DE CAS</b>	89
	Rwanda, Burundi, Zaïre	90
	Dans les mornes haïtiens	105
<b>4</b>	<b>ANNEXES</b>	123
	<b>BIBLIOGRAPHIE COMMENTEE</b>	138

# LES SOURCES, LEUR CAPTAGE ET LEUR AMENAGEMENT

<b>LES PRINCIPAUX TYPES DE SOURCE</b>	5
. les sources artésiennes	5
. les sources par débordement	5
. les sources par émergence	7
. les sources par déversement	7
. les résurgences	10
<b>QUELQUES OBSERVATIONS PREALABLES AU CAPTAGE DES SOURCES</b>	11
. rechercher le meilleur lieu de captage	11
. choisir les meilleures sources	12
. évaluer la qualité des eaux de source	16
. l'indispensable enquête préalable	18
<b>L'AMENAGEMENT D'UNE SOURCE : UN PROCESSUS SOCIAL</b>	24
. la demande d'intervention	24
. l'animation et la sensibilisation	25
. l'organisation des opérations	27
. la réalisation technique	29
. la mise en place d'une structure de gestion de l'aménagement	29
<b>PRINCIPE ET EXECUTION D'UN CAPTAGE</b>	32
. le captage par drain	33
. le captage par puits	43
. le captage ponctuel	48
<b>LES OUVRAGES DE DISTRIBUTION ET DE PROTECTION</b>	52
. l'adduction et les ouvrages annexes	52
. l'aménagement du point d'eau	56
. la protection du captage et des abords	59



## DEFINITIONS

**ERRATUM P.2**

Sources et aquifères : l'existence d'une source est liée à l'affleurement ou l'émergence d'une nappe d'eau souterraine contenue dans une roche perméable que l'on appelle "aquifère" (du latin aqua : l'eau et fero : porter ; qui porte l'eau).

Il existe plusieurs types de sources, correspondant à plusieurs natures d'aquifères et des conditions d'émergence différentes selon la nature du sous-sol, le relief, la végétation, l'exploitation humaine, etc...

Capter une source, c'est capter et exploiter l'émergence d'une nappe, dont le comportement est toujours particulier et sujet à modification.

Mais un captage ne se résume pas à la seule chambre de captage, dont nous étudions les différents modes de mise en place.

Capter, c'est bien sûr drainer et concentrer. Mais c'est aussi distribuer une eau de bonne qualité pour chacune des utilisations traditionnelles de la communauté : boisson, lessive, toilette, abreuvement, irrigation. La réussite du captage dépend donc beaucoup de la qualité des aménagements. La qualité sanitaire, en particulier, est liée à la protection de l'eau et des ouvrages.

## MODE D'EMPLOI DE CE DOSSIER

Le captage d'une source ne suppose ni des outils complexes, ni des matériaux rares, ni des compétences exceptionnelles. C'est pourtant une opération difficile à réussir;

En effet chaque source est un cas particulier. Préserver son existence et développer son utilité suppose absolument de concevoir le captage comme une réponse spécifique à un problème original. Avant de capter une source, il faut comprendre son fonctionnement.

Le lecteur qui dispose déjà des connaissances de base sur l'eau souterraine trouvera dans ce chapitre beaucoup de réponses aux problèmes pratiques posés par le captage.

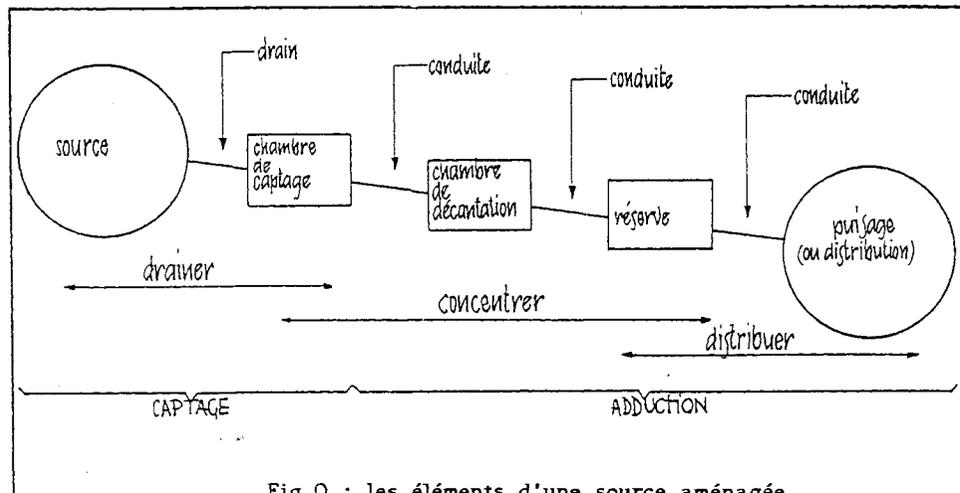


Fig.0 : les éléments d'une source aménagée.



Pour comprendre le fonctionnement d'une source, lire "L'eau souterraine" pp. 63-88

Le lecteur néophyte souhaitera peut-être lui aussi commencer par là, ne serait-ce que pour vérifier que l'aménagement d'une source est à la portée de ses moyens. Mais il devra impérativement, pour bien utiliser cette première partie, lire la deuxième, intitulée "l'eau souterraine" et située entre les pages 63 et 88. Les notions essentielles y sont présentées simplement, en faisant au maximum appel à l'intuition et à la visualisation. Elles sont en particulier exploitées dans la conduite de l'enquête, nécessaire à l'étude préalable, dont un modèle est proposé p. 19. Cette enquête concerne également le cadre social de l'aménagement. Celui-ci doit être examiné en priorité : **mieux vaut en effet différer l'exécution d'un captage, que risquer de voir la communauté bénéficiaire ne pas s'entendre pour l'entretenir convenablement.**

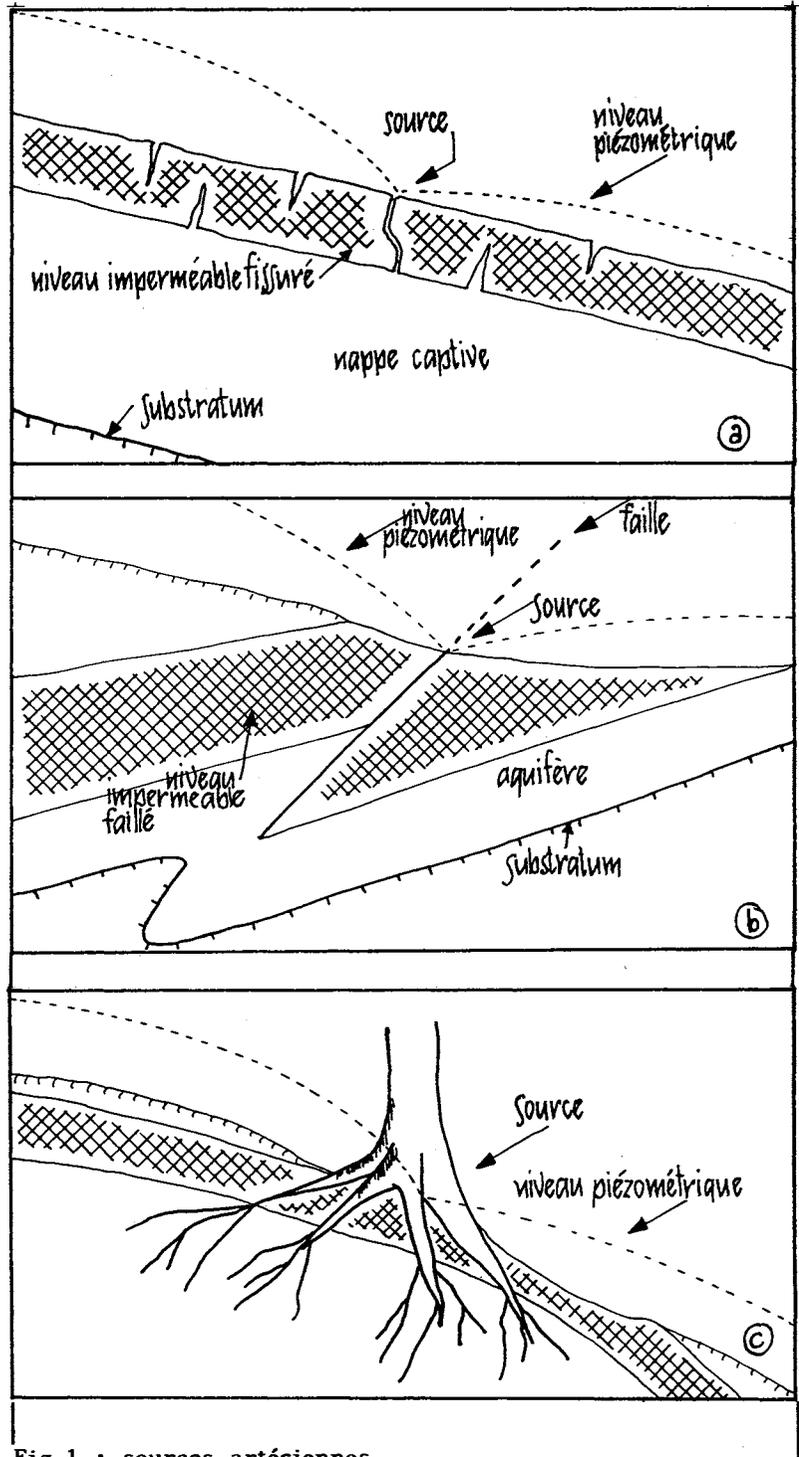


Fig.1 : sources artésiennes

a-b : à travers un toit de roches consolidées

c : sources "de racines".

## LES PRINCIPAUX TYPES DE SOURCES

Une source est généralement caractérisée par son mode d'apparition : localisé ou diffus, et par le lieu topographique de son émergence : haut, milieu, bas de pente, rupture de pente, changement géologique, etc ...

### LES SOURCES ARTESIENNES

Ce sont des sources jaillissantes. Elles jaillissent "sous pression" d'une nappe emprisonnée sous pression dans le sol. Il ne faut pas s'attendre à l'image du puits de pétrole artésien ! Elles jaillissent dans les pentes, parfois au bas des pentes, sans qu'il y ait nécessairement dans le relief et la géologie une anomalie qui en signale l'emplacement (fig. 1).

Aquifères captifs,  
niveau piézométrique,  
voir p. 74.

Ce sont des sources d'aquifères captifs, dont l'altitude du niveau piézométrique est supérieur à celui du sol. L'eau circule "sous pression" depuis l'aquifère jusqu'à la surface du sol, à travers les fissures du toit de la nappe. Ce toit peut être constitué de roches meubles ou consolidées.

S'il est constitué de roches consolidées (fig. 1 a-b), l'eau ne circule que dans des fissures très localisées. Les sources présentent des arrivées d'eau regroupées dont les alentours sont secs. Sources ponctuelles, elles seront captées comme telles et leur débit ne pourra être amélioré de façon significative.

Une roche meuble, au contraire, ne présente pas de fractures (fig. 1c). Dès lors ce sont les racines des grands arbres qui jouent le rôle de drains en traversant le toit de la nappe.

L'émergence de la source est dans ce cas plus diffuse. La technique à utiliser est celle du **captage par galerie**. Elle permet parfois d'améliorer le débit en captant plusieurs émergences diffuses.

On devra lors du captage de sources artésiennes prendre deux précautions essentielles :

Charge hydraulique,  
voir p. 71

- ne jamais relever le niveau de l'eau, aussi peu que ce soit ; en augmentant la charge piézométrique sur la source, on risque d'en déplacer le lieu naturel d'écoulement vers un endroit où la charge sera moins grande.

- ne jamais rien entreprendre qui puisse avoir pour conséquence de boucher les fissures existantes ou d'en ouvrir d'autres.

### LES SOURCES PAR DEBORDEMENT

L'aspect de ces sources aux arrivées d'eau très diffuses est variable suivant la situation dans laquelle elles se trouvent par rapport à l'aquifère (fig. 2).

Ces sources apparaissent dans des zones où la nappe d'un aquifère captif devient libre par affleurement de la

**base du toit imperméable.**

Il existe alors deux configurations possibles : soit la partie libre de la nappe est située en amont de la partie captive, c'est la disposition qu'on rencontre au niveau des zones de recharge des aquifères à nappe captive, soit la partie libre se trouve en aval de la partie captive et c'est la disposition qu'on rencontre au niveau des exutoires.

Exutoire,  
voir p. 76

Captage par puits,  
voir p. 43

Les sources qui se trouvent dans la première situation sont situées le plus souvent sur des hauteurs. On les capte par puits, de la même façon que les sources par émergence, décrites plus loin, auxquelles elles s'assimilent (fig. 2a).

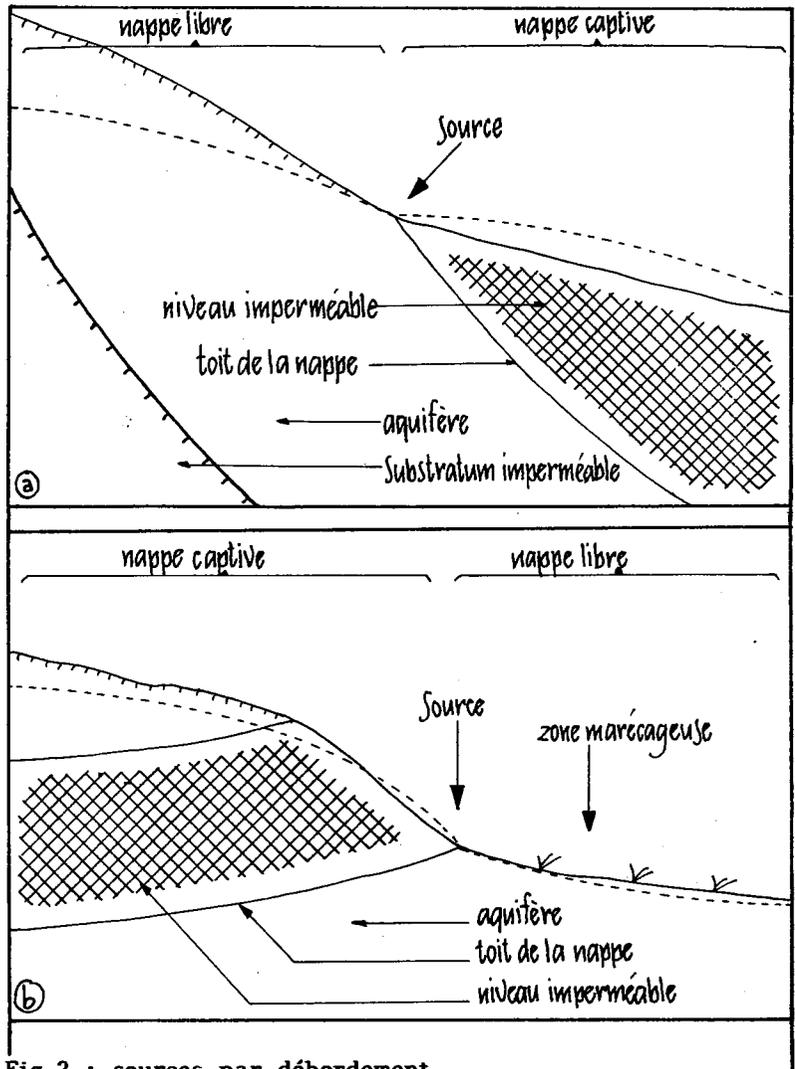


Fig.2 : sources par débordement

a : source située en amont de la partie captive de l'aquifère.

b : source située en aval de la partie captive de l'aquifère.

Les sources qui se trouvent dans la deuxième situation, c'est-à-dire en aval de la partie captive de l'aquifère, sont situées au bas de pentes souvent fortes, en bordure d'importantes zones marécageuses. On les capte aussi par un puits. La remontée du niveau de l'eau dans le puits permet l'installation d'une conduite à une altitude supérieure à celle de la zone marécageuse (fig. 2b).

### LES SOURCES PAR EMERGENCE

Bouclier :  
plate-forme étendue de  
roches  
primitives

Ce sont les sources typiques de zones au relief très peu accentué des régions de bouclier. On les rencontre directement en amont de zones marécageuses étendues. Quand elles sont utilisées, l'aménagement traditionnel consiste en un ou plusieurs puisards dans lesquels l'eau arrive par le fond. Ces sources correspondent à l'affleurement de la zone saturée d'un aquifère à nappe libre, nappe alluviale ou nappe de vallée.

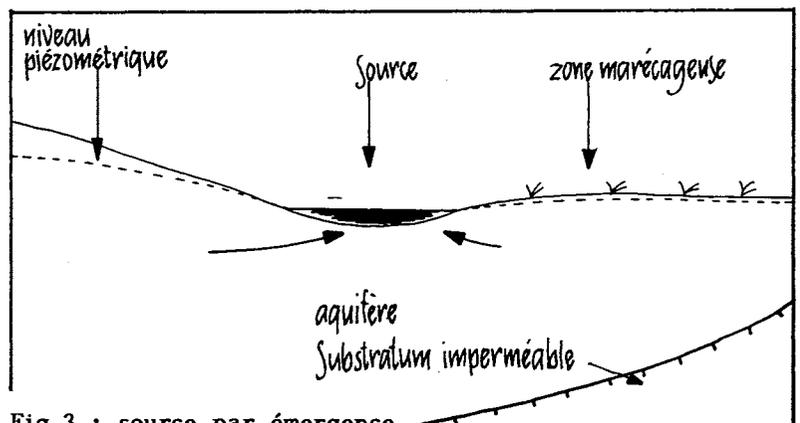


Fig.3 : source par émergence.

Le captage de ce type de source ne peut se faire que par puits. Les débits dans ce cas seront fonction de l'épaisseur de la tranche d'aquifère captée. C'est pourquoi, il est important de reconnaître les environs de l'implantation projetée afin de s'assurer que le substratum n'affleure pas et que cette épaisseur peut être suffisante.

On devra s'assurer d'autre part qu'au lieu choisi pour l'implantation d'un tel ouvrage, on se situe dans la nappe en amont du cours d'eau et que le sens d'écoulement de la nappe ne s'inverse pas à cet endroit avec l'alternance saisonnière. En effet\*, les cours d'eau, généralement drainants dans ce cas, peuvent devenir infiltrants suivant les périodes.

Pour qu'il n'y ait aucun risque de pollution par inondation ou par infiltration, l'altitude de la surface piézométrique de la nappe doit être toujours supérieure à l'altitude du plan d'eau de la rivière. La variation du niveau piézométrique avec l'alternance saisonnière dépend des caractéristiques de l'aquifère.

Substratum :  
élément sur lequel  
repose une couche  
géologique. Ici, la  
couche imperméable qui  
limite l'aquifère vers  
le bas.

\* Voir p. 85

### LES SOURCES PAR DEVERSEMENT

Ce sont des sources drainant le plus souvent des niveaux

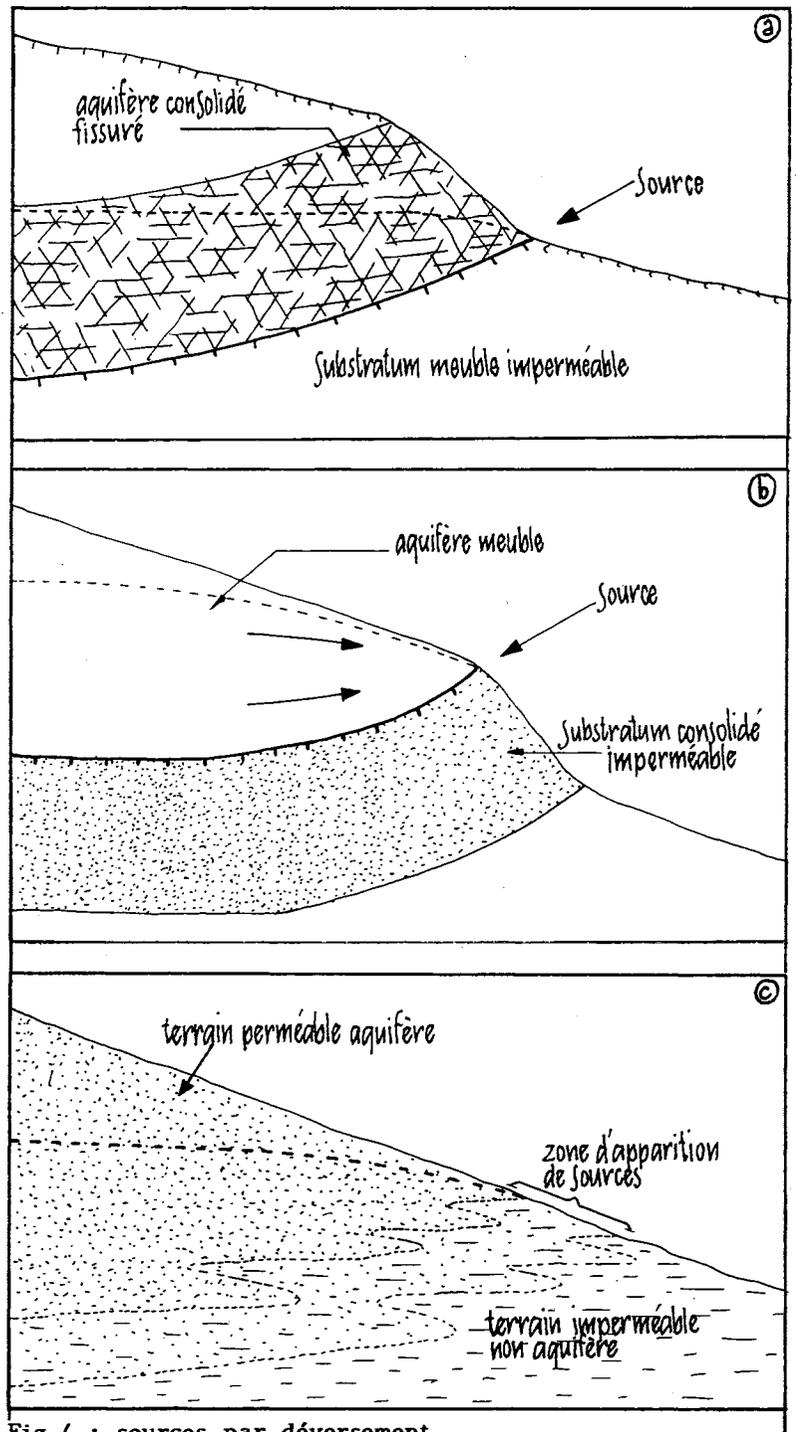


Fig.4 : sources par déversement

a : sur substratum meuble

b : sur substratum consolidé

c : par variation progressive de la perméabilité

perchés, liées à l'affleurement du substratum de la nappe qui est libre (fig. 4). On les trouve à mi-pente dans des régions au relief plutôt marqué. Leur emplacement est souvent signalé par une rupture de pente. Ces sources sont rarement isolées et s'échelonnent le long de la ligne d'affleurement du substratum, à la faveur des points bas de celui-ci. On parle d'une ligne de sources.

On distingue trois catégories de sources par déversement suivant le contraste lithologique entre aquifère à nappe libre et substratum.

**Si le substratum est formé de roches meubles et l'aquifère de roches consolidées (fig. 4a),** les sources apparaissent au bas de ruptures de pente. Ces ruptures sont dues au passage de la roche dure et fissurée de l'aquifère à la roche meuble du substratum. L'eau circulant à travers les fissures, les risques de voir le flux d'eau contourner un captage mal fait sont importants. Comme pour les sources artésiennes il faut absolument éviter :

- tout relèvement du niveau naturel d'émergence.
- toute méthode pouvant aboutir à l'obstruction de fissures existantes ou à la création de nouvelles.

On peut confondre facilement de telles sources avec des résurgences de rivières. On devra s'assurer avant de procéder à leur aménagement qu'aucun cours d'eau ne disparaît en amont de ces sources.

**Si c'est l'aquifère qui est formé de roches meubles et le substratum de roches consolidées (fig. 4b),** les sources sont généralement situées en haut de ruptures de pente formées par l'affleurement du substratum plus résistant. Les arrivées d'eau sont diffuses, on les reconnaît chaque fois qu'on voit de l'eau sourdre sur une large portion de talus. Le captage ne nécessite pas de précautions ou techniques particulières, mais fait appel à un drainage important.

**Si les roches de l'aquifère et du substratum sont identiques (fig. 4c),** la variation de perméabilité et la variation de teneur en argile et de degré d'altération provoquent l'apparition de la source. Il est difficile alors de trouver des caractéristiques communes, car de telles sources sont totalement déterminées par des conditions d'affleurement particulières et différentes.

Le plus souvent elles ne sont pas signalées par des anomalies topographiques. On trouve plutôt dans les pentes celles qui sont dues à une variation de l'altération de la roche de l'aquifère et plutôt dans les bas-fonds de celles qui sont dues à une variation de la teneur en argile.

Les premières drainent des aquifères formés de roches consolidées, les deuxièmes des aquifères formés de roches meubles.

Dans tous les cas, les arrivées d'eau de ces sources sont diffuses. On les capte en prenant les précautions qui s'imposent suivant la nature de l'aquifère (meuble ou fissuré) et en choisissant une technique adaptée à leur situation.

Si l'absence de pente en aval de telles sources, drainant des aquifères formés de roches meubles, oblige à recourir à un captage par puits, on peut très souvent compter sur un aquifère à nappe captive sous-jacent.

**LES RESURGENCES**

Altération karstique :  
forme d'érosion  
d'origine chimique,  
typique des plateaux  
calcaires

Résurgence :  
apparition à la  
surface d'une rivière  
souterraine

Dans les milieux fissurés, dans les régions où l'altération karstique a profondément entaillé des calcaires massifs mais aussi parfois dans celles où la cuirasse latéritique suffisamment puissante, altérée et fracturée présente des fissures largement ouvertes, le réseau hydrographique superficiel et le réseau souterrain sont en relations permanentes par un jeu de pertes et de résurgences.

La morphologie des résurgences présente de grandes similitudes avec celle des sources en milieu fissuré. Leur eau par contre ne présente pas les mêmes garanties de salubrité.

On devra donc s'assurer, chaque fois que l'eau jaillit au bas d'un talus ou d'une falaise formée de roches dures et fissurées, calcaires ou cuirasse latéritique, qu'il s'agit bien d'une source.

## QUELQUES OBSERVATIONS PREALABLES AU CAPTAGE DE SOURCES

### RECHERCHER LE MEILLEUR LIEU DE CAPTAGE

La classification précédente suppose que l'on soit en présence de l'émergence première ou native de la source, ce qui n'est pas toujours le cas. On se méfiera des sources apparaissant au milieu d'éboulis aussi bien dans les pentes que dans les vallées (fig. 5). Ces éboulis, dûs à l'érosion naturelle, masquent la véritable émergence. L'eau migre sous ces éboulis, sur une distance très variable (quelques mètres à quelques centaines de mètres) avant d'apparaître à la faveur d'un accident de terrain ou d'une diminution de la couche d'éboulis. On se trouve dans ce cas, face à un point d'eau très facilement polluable si la couche d'éboulis en amont n'est pas suffisamment épaisse (minimum 2,00 m d'éboulis fins recouverts de terre végétale) et susceptible de se déplacer très facilement au gré des fortes pluies, crues de rivières, tornades ou cyclones.

En général, les anciens de la communauté savent si le point d'eau a toujours été là, ou si on lui connaît d'autres lieux antérieurs d'apparition. Dans ce deuxième

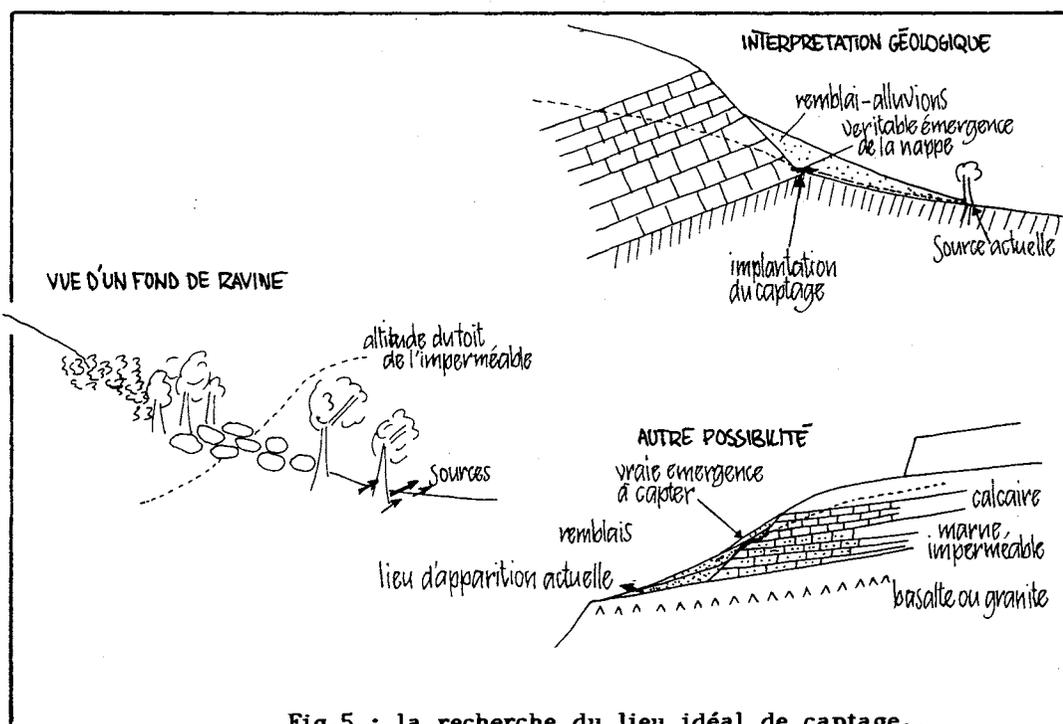


Fig.5 : la recherche du lieu idéal de captage.

Captage par drain  
voir p. 33

cas, on recherchera la source primitive ou on mettra au moins le captage à l'abri des risques de pollution et de déplacement par les effets des accidents climatiques. Pour savoir où aller lors des fouilles, et faciliter le travail que l'on décrit plus précisément au paragraphe "le captage par drain appliqué aux sources diffuses ou artésiennes"\*, on peut faire appel à la radiesthésie, qui localisera le flux de la source en amont du point d'eau. On trouvera en annexe la description de la méthode qu'utilisait M. Corentin QUEFFELEC (p. 128).

### CHOISIR LES MEILLEURES SOURCES

Outre la possibilité de réaliser un captage avec un minimum de moyens, l'exploitation de l'eau des sources présente deux autres avantages :

- la régularité du débit des sources ;
- la possibilité de capter de l'eau directement consommable.

Une source intéressante à exploiter est une source qui donne en toutes saisons de l'eau potable en quantité suffisante. Or, l'observation du débit de telles sources a montré que :

- elles ne réagissent pas aux averses isolées de saison sèche ;
- elles ne voient leur débit augmenter que longtemps (un à plusieurs mois) après le début des saisons des pluies ;
- elles présentent au cours de l'année des variations de débit assez faibles.

Les indications que nous allons donner dans les paragraphes qui suivent sur l'évolution du débit des sources en fonction des saisons sont purement qualitatives et en aucun cas suffisantes à déterminer l'opportunité d'un captage de source : **sur le débit d'une source, une enquête sera toujours indispensable.** Elles permettront cependant et de mieux comprendre le principe régulateur des aquifères, et de déceler les éventuelles incohérences dans les réponses faites à l'enquête.

**Le débit des sources et l'autoépuration :** l'eau de pluie est pure mais elle est souillée par son contact avec le sol où elle se charge de matières fécales, de pesticides, etc... Cette pollution de l'eau de pluie est rarement ignorée et l'eau des cours d'eau est en général réputée contaminée. Si l'eau des sources est réputée pure, c'est donc qu'elle a subi une épuration lors de son transit dans le sous-sol. Cette épuration est le fait de mécanismes chimiques et biologiques qui ont lieu pour la majeure partie dans la zone non saturée surmontant l'aquifère. Dans l'aquifère lui-même, n'interviennent que des dilutions qui font baisser le taux de pollution.

Il est donc très important du point de vue de la qualité de l'eau d'un aquifère que la zone non saturée qui le surmonte soit suffisamment épaisse.

On peut avoir une idée de son épaisseur et de son efficacité en observant la réaction des sources aux pluies isolées des saisons sèches ainsi que leur délai de réaction au début des saisons des pluies.

En effet, l'eau des précipitations a de plus grandes difficultés à parvenir jusqu'à la nappe quand le sol est sec. Ainsi, dans le cas d'une zone non saturée jouant correctement son rôle épurateur, l'eau des averses de saison sèche ainsi que celle des averses de début de

Recharge de la nappe,  
zone non saturée :  
voir "l'alimentation  
des nappes", pp. 67 à  
70, en particulier la  
fig. 27, p. 68

saison des pluies ne contribuera pas à la recharge de la nappe.  
 Dans le cas inverse, soit qu'elle soit insuffisamment épaisse, soit que sa perméabilité soit trop importante, la capacité de "filtration" de la zone non saturée peut être considérée comme très réduite : la qualité de l'eau des sources dont le débit augmente après les averses de saison sèche ou après les premières averses du début des saisons des pluies est donc douteuse.  
 De plus, si de petites quantités d'eau sont capables de traverser la zone non saturée et de parvenir jusqu'à

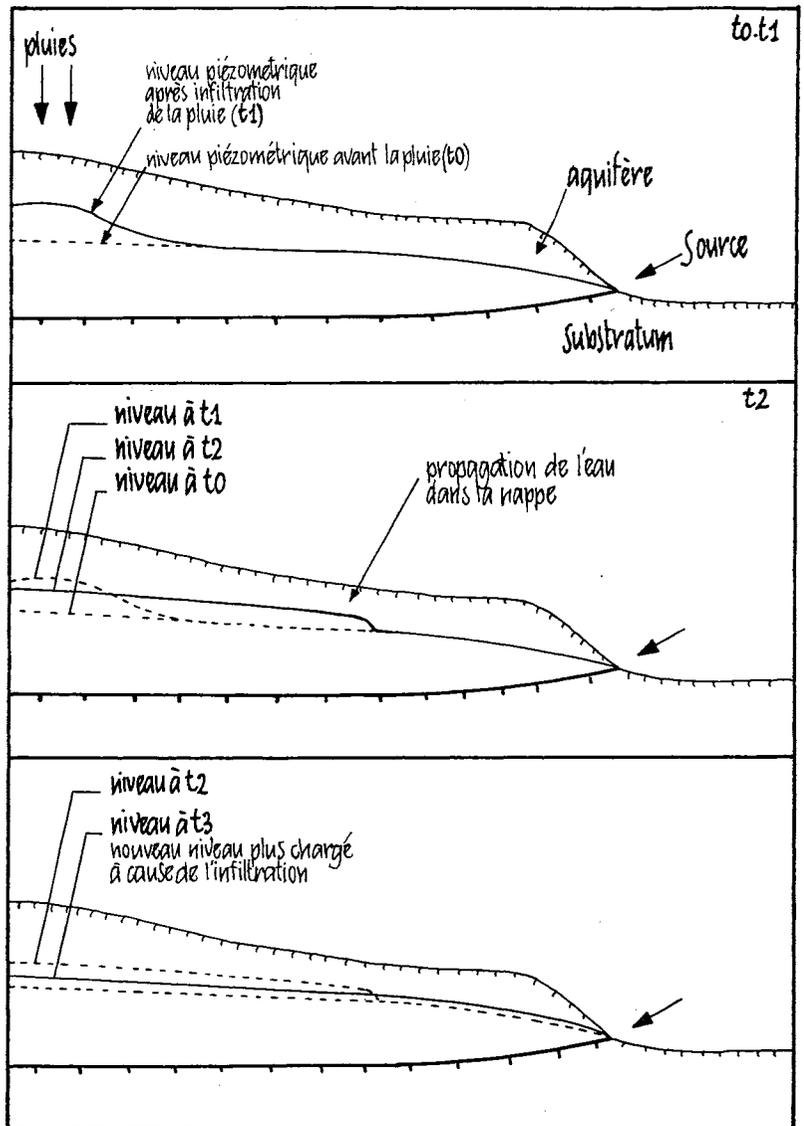


Fig 6 : la propagation de l'augmentation de la charge hydraulique dans l'aquifère.

La figure 6 est à la page précédente. Voir aussi p. 69

l'aquifère, celui-ci est susceptible d'être pollué par les effluents déversés à proximité des groupes d'habitations.

**L'augmentation du débit des sources après les pluies (fig. 6) :** l'augmentation du débit d'une source après le début d'une saison pluvieuse ne correspond pas à l'arrivée à la source de l'eau infiltrée lors des premières pluies : il ne dépend que de l'augmentation du niveau de la surface piézométrique, variation dont la vitesse de propagation dans l'aquifère, des zones de recharge aux exutoires, est supérieure à celle de l'eau. Le délai de réaction de la source à une averse dépend donc de la vitesse de propagation de la charge hydraulique dans l'aquifère et de la distance de la zone de recharge à l'exutoire.

Or la vitesse de propagation de l'influence de la recharge de la nappe dépend essentiellement de la capacité d'emmagasinement de l'aquifère : plus celle-ci est importante et plus les volumes d'eau nécessaires à une augmentation donnée de la charge hydraulique et à sa propagation sont importants. Il faudra donc pour un même relèvement de la surface piézométrique que les volumes d'eau infiltrés jusqu'à la nappe et que les volumes d'eau déplacés à l'intérieur de l'aquifère soient d'autant plus importants que sa capacité d'emmagasinement sera grande.

D'autre part, pour une même quantité d'eau infiltrée jusqu'à la nappe, le niveau de la surface piézométrique se trouvera d'autant moins relevé, et corrélativement la variation du débit des sources sera d'autant moins grande que la capacité d'emmagasinement de l'aquifère sera plus importante.

**Longs délais de réaction aux averses et faibles variations saisonnières de débit sont donc les caractéristiques de sources drainant des aquifères de grande étendue, à forte capacité d'emmagasinement, c'est-à-dire possédant une importante réserve susceptible de ne pas s'épuiser en fin de saison sèche.**

**Le cas des nappes captives :** pour une nappe captive, l'arrivée de petites quantités d'eau dans l'aquifère suffit à provoquer de grandes variations de la surface piézométrique et donc à augmenter notablement le débit des sources (fig. 7).

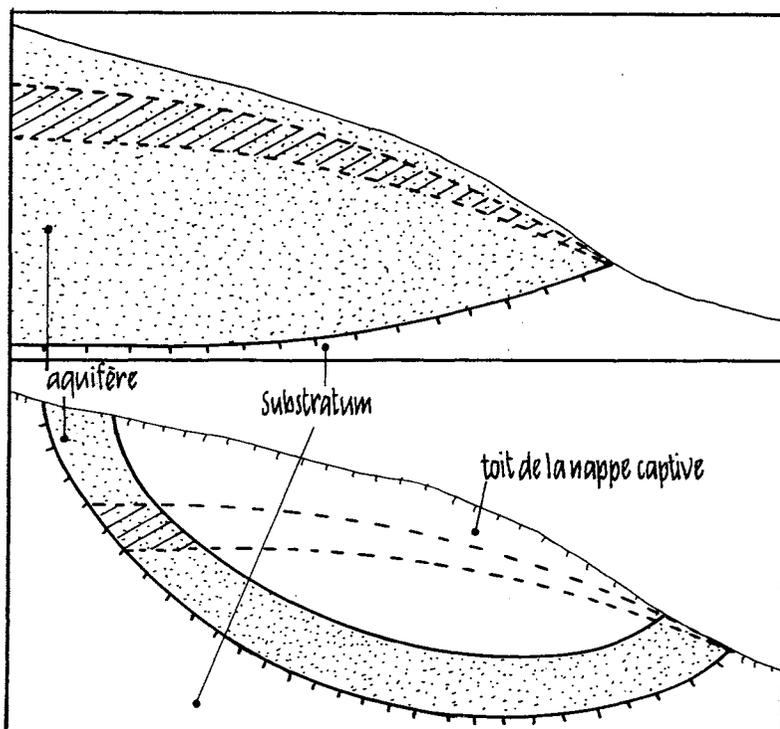
**Les signes de l'augmentation du débit :** l'augmentation du débit d'une source est souvent signalée par une importante augmentation de la turbidité de l'eau. Limpide, elle se trouble, devient blanchâtre ou jaunâtre. Ce phénomène est dû à l'accroissement de la vitesse de l'eau dans l'aquifère : celle-ci arrache des particules fines au terrain et les transporte en suspension. Plus spectaculaire qu'une simple variation de débit, l'arrivée d'eau troublée à une source, toujours remarquée par les usagers, permet d'obtenir lors de l'enquête des renseignements assez précis sur ses réactions aux pluies.

**La signification des variations du débit des sources :** du point de vue des variations de débit, on peut classer les sources en trois catégories :

1 celles qui réagissent aux averses isolées de saison sèche ;

2 celles qui, ne réagissant pas aux averses isolées de saison sèche, voient leur débit augmenter très tôt après les premières pluies ;

Turbidité :  
état d'un liquide  
trouble



La réserve d'un aquifère est égale au produit de la porosité efficace par le volume de la portion d'aquifère balayée par la surface piézométrique entre le niveau de hautes eaux et le niveau d'étiage (zone hachurée sur la figure).

Pour une surface sensiblement équivalente, la réserve des aquifères à nappe captive apparaît beaucoup plus faible que la réserve des aquifères à nappe libre. Toutes choses étant égales par ailleurs, on considère qu'elle est environ 1000 à 10000 fois plus petite.

Fig.7 : la réserve des aquifères

a : aquifères à nappe libre

b : aquifères à nappe captive

3 celles enfin dont l'augmentation de débit n'intervient que longtemps après le début des pluies.

1 - Les sources de la première catégorie sont des sources qui drainent soit des aquifères très superficiels, soit des aquifères formés de roches fissurées.

Elles n'offrent, comme on l'a vu, aucune garantie de qualité de leur eau. D'autre part, aucun des deux types d'aquifères qu'elles drainent n'a une capacité de rétention suffisante pour assurer convenablement un rôle régulateur : les aquifères fissurés car l'eau y circule très rapidement, dans des conditions proches de celles de l'écoulement superficiel ; les aquifères très superficiels car ils correspondent souvent à des niveaux perchés de faible étendue et de faible épaisseur qui n'ont donc qu'une très petite réserve.

**En conclusion, ces sources ne doivent être captées qu'en**

**l'absence de toute solution de rechange.** Les risques de pollution et de tarissement sont grands. On devra, si on est amené à procéder à leur aménagement, insister auprès des usagers sur le fait que l'eau n'est pas potable, et tenter d'introduire des méthodes d'épuration individuelle en essayant d'en généraliser l'usage.

2 - Les sources de la deuxième catégorie, celles qui ne sont pas sensibles aux averses de saison sèche mais dont le débit augmente rapidement après le début de la saison des pluies, ne sont pas absolument à l'abri des risques de tarissement. Elles sont plus fiables quant à la qualité de leur eau.

Sources d'aquifères encore superficiels, peu étendus ou bien dont la capacité d'emmagasinement est faible, leur débit subit des variations assez rapides pendant la saison des pluies avec chaque pluie importante. Préservées de la pollution en saison sèche, elles y sont vulnérables en saison des pluies par suite de la remontée du niveau de la nappe et de la diminution de l'épaisseur de la zone non saturée.

3 - Les sources de la troisième catégorie, celles dont le débit ne s'accroît que longtemps après le début de la saison des pluies, sont celles qui présentent les meilleures garanties de régularité, tant du point de vue de la qualité de leur eau que de celui de leur débit.

Le rapport des débits de hautes eaux aux débits d'étiages est faible pour ces sources et le décalage de ces régimes avec l'alternance saisonnière peut être de plusieurs mois. D'autre part, l'augmentation du débit est progressive dans ce cas, et n'est pas nécessairement soulignée par l'arrivée d'eau troublée.

Ces sources drainent des aquifères plus importants que les précédentes, moins superficiels, niveaux perchés de grande étendue ou nappes de vallées.

#### **EVALUER LA QUALITE DES EAUX DE SOURCE**

On a déjà beaucoup insisté sur l'importance de la qualité de l'eau des sources et on citera, lors de la description du parcours souterrain de l'eau, nombre de facteurs qui peuvent la compromettre. Voyons à présent quels sont les moyens dont on dispose lors d'une étude de terrain pour évaluer la qualité d'une eau et déterminer les sources de pollution afin d'éventuellement les prévenir ou de rejeter la possibilité d'un aménagement.

Pour qu'aucun des éléments qui contribuent à la qualité de l'eau d'une source ne puisse échapper à l'étude, il convient de la mener suivant trois axes principaux :

- le potentiel de contamination de la source qui est fonction de sa localisation géologique et géographique ;
- l'analyse bactériologique ;
- l'analyse de ses caractéristiques physiques et chimiques.

Dans chacun de ces trois axes, il est possible d'utiliser différentes méthodes d'étude qui idéalement se recoupent et se complètent :

- l'observation directe des conditions locales ;
- l'analyse de l'eau en laboratoire ;
- l'enquête auprès des membres de la collectivité et de ses responsables sanitaires (agents de santé, infirmiers du dispensaire le plus proche).

**L'ETUDE DU SITE :** cette étude est primordiale. Elle contribuera à déterminer la permanence de la qualité de l'eau de la source et les facteurs de pollution possibles. Chaque fois qu'elle déterminera une possibilité de pollution de l'eau de la source, on procédera à l'analyse en laboratoire d'un échantillon de l'eau recueilli en période pluvieuse.

**Les conditions géologiques :** la première étape de l'étude sanitaire d'un site de source consiste à déterminer les conditions physiques qui règnent autour du point d'émergence. Il faut d'abord trouver le vrai point d'émergence de la source. L'eau des sources en effet circule souvent dans la terre végétale avant d'apparaître à la surface du sol. Elle peut être contaminée pendant ce parcours.

Les sources jaillissant de sables ou de roches très fracturées peuvent être vulnérables à la pollution : leur eau est très peu filtrée. Si elle se trouble après une forte pluie, il y a risque de contamination par les eaux de surface. De bonnes indications à ce sujet peuvent être recueillies auprès des usagers.

La deuxième étape de l'étude sanitaire du site consiste à étudier le terrain dans un rayon d'une centaine de mètres autour de la source afin de déterminer à quelle profondeur se trouve la surface de la nappe. L'efficacité de la filtration se trouve réduite si elle se trouve encore à moins de trois mètres de profondeur à quinze mètres de la source.

**Les conditions géographiques :** la troisième étape de l'étude consiste à repérer les sources de contamination fécale possibles. Déterminer s'il existe des zones marécageuses ou des étangs en amont, dans un rayon de 200 mètres au moins ; des aires d'épandage ou des latrines dans un rayon de 100 mètres. Si c'est le cas, la source peut être contaminée.

**L'ETUDE DE LA QUALITE BACTERIOLOGIQUE DE L'EAU :** les vecteurs les plus importants de contamination bactériologique sont les excréments humains et animaux. L'étude précédente a déterminé le degré de vulnérabilité de la source à ce type de pollution. Pour déterminer si une eau est bactériologiquement pure, il faut en prélever un échantillon et procéder à une analyse.

Cependant, si l'on ne dispose pas de matériel de prélèvement et d'analyse, l'observation peut permettre de déceler la contamination bactériologique. Les signes sont les suivants :

- écume à la surface de l'eau ;
- excessive prolifération algale ;
- diarrhées chez les usagers (principalement jeunes enfants).

On peut, par des mesures simples comme la suppression des sources possibles de contamination, éliminer la pollution fécale. Si ce n'est possible, la source ne pourra être aménagée.

L'étude sanitaire des sources avant leur aménagement ne doit pas être négligée. C'est en effet à ce moment là qu'existe souvent la seule possibilité d'évaluer la qualité de l'eau consommée par une collectivité. Il incombe au fontainier, comme animateur et comme technicien, une grande responsabilité de ce point de vue là.

### LA QUALITE PHYSIQUE ET CHIMIQUE DE L'EAU

Des facteurs physiques et chimiques peuvent rendre une eau déplaisante mais rarement impropre à la consommation.

**La turbidité :** c'est la présence dans l'eau de particules en suspension. Elle peut être le signe d'une contamination par les eaux de surface.

**La couleur :** elle provient de matière minérales ou organiques en solution ou bien d'algues microscopiques. Elle n'indique pas spécialement de pollution.

**Le goût et l'odeur :** ils proviennent de la présence d'algues, de matière organique décomposée, de gaz ou de sels minéraux dissous. Ces facteurs ne rendent pas forcément l'eau impropre à la consommation.

**La dureté :** c'est la quantité de carbonates dissous par litre d'eau. La présence excessive de carbonates de calcium et de magnésium en solution dans une eau rend celle-ci impropre au lavage. De plus, ces eaux ont tendance à boucher rapidement les canalisations par un important dépôt de tartre.

**La présence de phosphates et de nitrates** en solution dans l'eau est signalée par une abondante prolifération algale. Elle indique une pollution par des engrais et des pesticides. Ces produits sont dangereux et peuvent provoquer chez les enfants des troubles d'oxygénation du sang.

**Les composés fluorés :** leur présence en quantité excessive provoque des problèmes dentaires, les dents des usagers deviennent brunes.

La pureté bactériologique de l'eau est particulièrement importante. La contamination fécale peut être prévenue par la suppression des facteurs de contamination, l'aménagement des sources et le traitement des eaux.

### L'INDISPENSABLE ENQUETE PREALABLE

Le but de l'enquête est de collecter les données de terrain qui permettront d'élaborer un projet viable qui ne soit pas en contradiction avec les objectifs minimums d'un aménagement de point d'eau.

Ces données doivent permettre de conclure sur la faisabilité du projet et de l'élaborer, s'il s'avère faisable, afin qu'il soit techniquement bien adapté aux caractéristiques de la source et du site, d'une part, et qu'il réponde le plus exactement possible aux besoins des bénéficiaires, d'autre part.

L'enquête est présentée en deux parties : l'approche du milieu social et l'approche du milieu physique. L'approche du milieu physique faisant l'objet des chapitres précédents et de la deuxième partie de ce dossier, on a dressé pour mémoire une liste des questions générales qu'on doit se poser pour déterminer les caractéristiques de l'ouvrage qui sera adapté à la situation mais sans les détailler et sans préciser leur finalité. On a par contre davantage détaillé l'approche de la collectivité afin de compléter les points de vue généraux, développés dans le chapitre sur le cadre social d'un aménagement de point d'eau par un support

Pour bien comprendre la partie "milieu physique" de l'enquête, lire les pages 63 à 89

pratique, et de présenter ainsi un tour d'horizon le plus complet possible des problèmes qui peuvent se présenter au responsable d'un projet de captage de sources. Dans cette première partie, les questions sont plus précises et assorties de quelques commentaires. La liste cependant ne saurait en être exhaustive.

## L'APPROCHE DU MILIEU SOCIAL

### A - La communauté et ses habitants

#### I - DONNEES DEMOGRAPHIQUES

Ces indications permettront de savoir si la population résidente de la communauté tend à augmenter, à diminuer ou reste stable. On peut ainsi savoir si les points d'eau qu'on veut aménager seront suffisants à terme ou si l'on doit en envisager la création de nouveaux.

- 1) L'évolution de la population
  - taux de natalité
  - taux de mortalité
  - taux d'accroissement
- 2) Les mouvements de la population
  - combien quittent le village : définitivement ? temporairement ?
- 3) Nombre d'habitants, densité de la population

#### II - DONNEES SANITAIRES

Ces indications permettent de déterminer la qualité de l'eau que consomme la population et le type de pollution de cette eau.

- 1) Quelles sont chez les membres de la communauté les principales maladies provoquées par l'eau ?
- 2) Quelles sont les tranches d'âge de la population les plus touchées ?
- 3) Ces maladies sont-elles permanentes ou intermittentes ?

#### III - DONNEES ECONOMIQUES

Elles permettent de déterminer l'importance et le type de la contribution qu'on peut demander à la collectivité ainsi que l'opportunité d'aménager un point d'eau : il est difficile par exemple d'aménager un point d'eau pour une collectivité nomade, certains métiers peuvent être utiles pour la réalisation technique, s'il est pratiqué une activité pastorale, on devra prévoir un débit et des aménagements en conséquence...

- 1) Quels sont les modes de l'activité économique ?
  - sédentaire ?
  - saisonnière ?
  - nomade ?
- 2) Quels sont les secteurs d'activité ?
  - agriculture : irriguée ? attelée ?
  - pêche
  - artisanat : quels métiers sont pratiqués ?
  - élevage : combien d'ovins ? de bovins ? de caprins ?
- 3) Quelles sont les professions qu'on peut déduire de ces différentes activités : forgerons, menuisiers, maçons, puisatiers... ?
- 4) Comment se fait la commercialisation des produits ? Y a-t-il une coopérative (qui pourrait éventuellement financer l'aménagement du point d'eau ?).
- 5) Etudier les revenus et les budgets des familles

- quand les gens vont-ils chercher de l'eau : matin, midi, soir ?
  - quelles sont les heures de pointe ?
  - quelles sont les conséquences de cette situation : eau boueuse ? longue attente ?
  - pourquoi ce rythme d'approvisionnement est-il établi ?
- f) Comment ?
- quel est le mode de puisage : récipient individuel ou commun ?
  - quelles sont les précautions que l'on prend avant de puiser ?
- 2 - L'utilisation de l'eau
- quelles sont les différentes utilisations de l'eau : toilettes ? lessives ? cuisine ? boisson pour hommes ? abreuvement des animaux ? irrigation ?

### L'APPROCHE DU MILIEU PHYSIQUE

#### A - Situation géographique et géologique de la communauté

Ces indications permettront de déterminer si un captage de source est la solution adaptée à l'approvisionnement en eau de la collectivité, quel type de source on peut rechercher si les sources présentées par la population ne conviennent pas et dans quelle situation, quelles devront être les qualités de cette source.

- 1) Géographie physique : quelles sont les principales caractéristiques de la région dans laquelle se trouve la communauté ?
  - reliefs : morphologie ? importance ?
  - littoral : lagune ? côte rocheuse ...
  - végétation : savane ? forêt ?
  - zones inondables : marécages ? plaines inondables ?
- 2) Hydrographie
  - importance des cours d'eau : fleuves ? marigots ?
  - dans quelle partie de leur cours se trouvent-ils : supérieur ? moyen ? inférieur ?
- 3) Climatologie : régime et importance des pluies
- 4) Géologie
  - caractéristiques géologiques de la région : sédimentaire ? éruptive (granitique ou métamorphique) ? volcanique ?
- 5) Hydrogéologie
  - quel type de nappe peut-on s'attendre à trouver ?
  - de quelle importance ?

#### B - La source

##### I - APPROCHE TECHNIQUE

L'ensemble de ces données doit permettre de déterminer la technique et la technologie qu'on devra employer pour capter la source et les aménagements qui pourront ou devront être effectués.

- 1) Situation géographique
  - possibilités d'accès : la source se situe-t-elle au dessus ou au-dessous de la route ? en est-elle éloignée ? la déclivité de l'accès est-elle importante ? une piste carrossable est-elle aménageable ?

- situation par rapport à la communauté : la source se situe-t-elle au-dessus ou au-dessous des habitations ? quelle est sa distance par rapport aux habitations les plus lointaines ?
  - situation topographique : y a-t-il un dénivelé suffisant en aval de la source ? la source est-elle située dans l'axe d'un vallon ou dans un chemin d'eau de ruissellement ?
  - situation hydrographique : la source est-elle située dans une zone inondable ? est-elle située en contrebas d'étangs ou de zones marécageuses ? y a-t-il un cours d'eau qui se perd à proximité ?
- 2) Situation géologique
- nature du terrain aux alentours de la source : meuble ou rocheux ?
  - l'aquifère affleure-t-il : à la source ? à proximité ?
  - le substratum de l'aquifère affleure-t-il à proximité de la source ?
- 3) Caractéristiques hydrogéologiques
- type de nappe
  - type de source
  - variations saisonnières de débit
  - vulnérabilité à la pollution

## II - APPROCHE SANITAIRE

L'approche sanitaire permet de collecter des données sur la qualité de l'eau des sources qu'on désire capter. On en déduira l'aptitude de la source à fournir de l'eau consommable une fois captée et, si son exploitation s'avère possible, les précautions qu'on devra prendre et les aménagements qu'on devra effectuer.

- 1) Caractéristiques chimiques et physiques de la source
- couleur
  - turbidité : permanente ? temporaire ?
  - odeur
  - goût
  - prolifération algale
  - prolifération bactérienne
  - dureté
- 2) Ces caractéristiques la rendent-elle inconsommable ?
- 3) Sont-elles dues à la pollution chimique ou fécale ?
- existe-t-il aux alentours du site ou sur le site même des sources potentielles de pollution chimique (traitement des plantations, rejet d'effluents industriels) ou fécale (troupeaux, animaux sauvages ou domestiques, mode de puisage, latrines) ?
  - ces sources de pollution peuvent-elles être éliminées ?
  - le captage peut-il en protéger la source efficacement ?

N.B : si l'eau est inconsommable sans qu'on puisse détecter une source de pollution quelconque, le projet de captage de la source doit être abandonné. Si l'on peut détecter une source de pollution et que la source est polluée directement par contact ou par ruissellement, le captage pourra améliorer facilement cette situation. Si c'est par contre l'eau de la nappe qui est polluée, on devra éliminer la source de pollution ou abandonner le projet de captage de cette source.

## L'AMENAGEMENT D'UNE SOURCE : UN PROCESSUS SOCIAL

Dans la réalisation d'un aménagement de source, les difficultés ne sont pas seulement d'ordre technique mais proviennent aussi, et pour une grande part, des réactions du groupe et des individus à cet événement. Elles semblent directement ou indirectement liées à l'irruption dans le groupe de l'univers extérieur.

**Directement tout d'abord**, car aménager une source veut dire pour le groupe qui l'utilise, abandonner son rapport traditionnel à la source et au mode d'exploitation précédent, pour adopter un règlement imposé par la conception de l'ouvrage. Dans beaucoup d'endroits, le captage, avec la réserve, augmente la disponibilité en eau potable et diminue ou arrête les écoulements en pure perte vers l'aval. Plus d'eau disponible peut amener d'autres populations proches à vouloir en disposer. Elles peuvent penser pouvoir amener à la source le bétail, qui devrait sinon faire de longs trajets à la recherche d'eau en quantité suffisante. L'apparition de ces voisins peut ne pas se faire sans trouble. Elle doit en tous cas être prévue ! Moins d'eau disponible en aval lèse les anciens utilisateurs de cette ressource qui irriguaient leurs jardins ou abreuvaient leur bétail. Le captage nuit à leurs intérêts, sachons-le. **Dans tous les cas, captage signifie instauration d'un règlement, changement dans les habitudes d'utilisation du point d'eau et nécessité d'un entretien plus contraignant.** Ces modifications ne seront acceptées que si la communauté peut les assimiler en déviant en partie le captage de son utilisation et de sa fonction primitives.

**Indirectement ensuite**, du fait de l'utilisation que peuvent faire certains individus d'opportunités extérieures pour conforter leur position au sein du groupe. La réaction du groupe à ce bouleversement de son ordre interne, par l'irruption d'événements extérieurs, se tourne généralement contre la réalisation du projet, soit en l'ignorant, soit en la dégradant.

Ces difficultés qui ruinent nombre de projets peuvent être cependant prévenues. Ce chapitre se propose d'examiner les endroits où, dans chaque étape de la réalisation elles peuvent surgir. On peut séparer les étapes comme suit :

- la demande d'intervention de la part du groupe
- la présentation du projet
- l'organisation des opérations
- la réalisation technique
- la mise en place d'une structure de gestion de l'aménagement.

### LA DEMANDE D'INTERVENTION

La demande d'intervention de la part du groupe procède le plus souvent de décisions individuelles, parfois à

caractère unilatéral, émanant d'élites ou de notables, ou bien fait suite à une action de sensibilisation menée par un agent de santé.

Les élites sont des membres du groupe, issus d'échelons divers de la hiérarchie traditionnelle et qui ont atteint à l'extérieur du groupe une position sociale élevée. Ils revendiquent souvent, au sein de leur communauté d'origine, une dignité conforme à cette réussite sociale, dignité qui leur est plus ou moins reconnue.

Les notables ont une position élevée dans la hiérarchie traditionnelle du groupe. Leur autorité est en principe reconnue.

Les agents de santé peuvent être des fonctionnaires, des employés d'une structure privée, confessionnelle ou laïque, ou des bénévoles. Fonctionnaires ou employés, ils sont souvent extérieurs au groupe ; bénévoles ils en sont membres.

Suivant la position sociale de celui de qui émane la demande et suivant bien sûr son rayonnement personnel, le groupe peut lui prêter plus ou moins facilement des intentions de récupération de l'action de développement à son profit. Les personnes extérieures au groupe sont seules à l'abri de cette suspicion.

#### L'ANIMATION ET LA SENSIBILISATION

La demande d'intervention faite, va venir pour le responsable du projet la période des premiers contacts avec le groupe. Il devra pendant cette période déterminer les désirs et les besoins du groupe puis élaborer avec lui un projet qui soit viable et conforme à ses attentes.

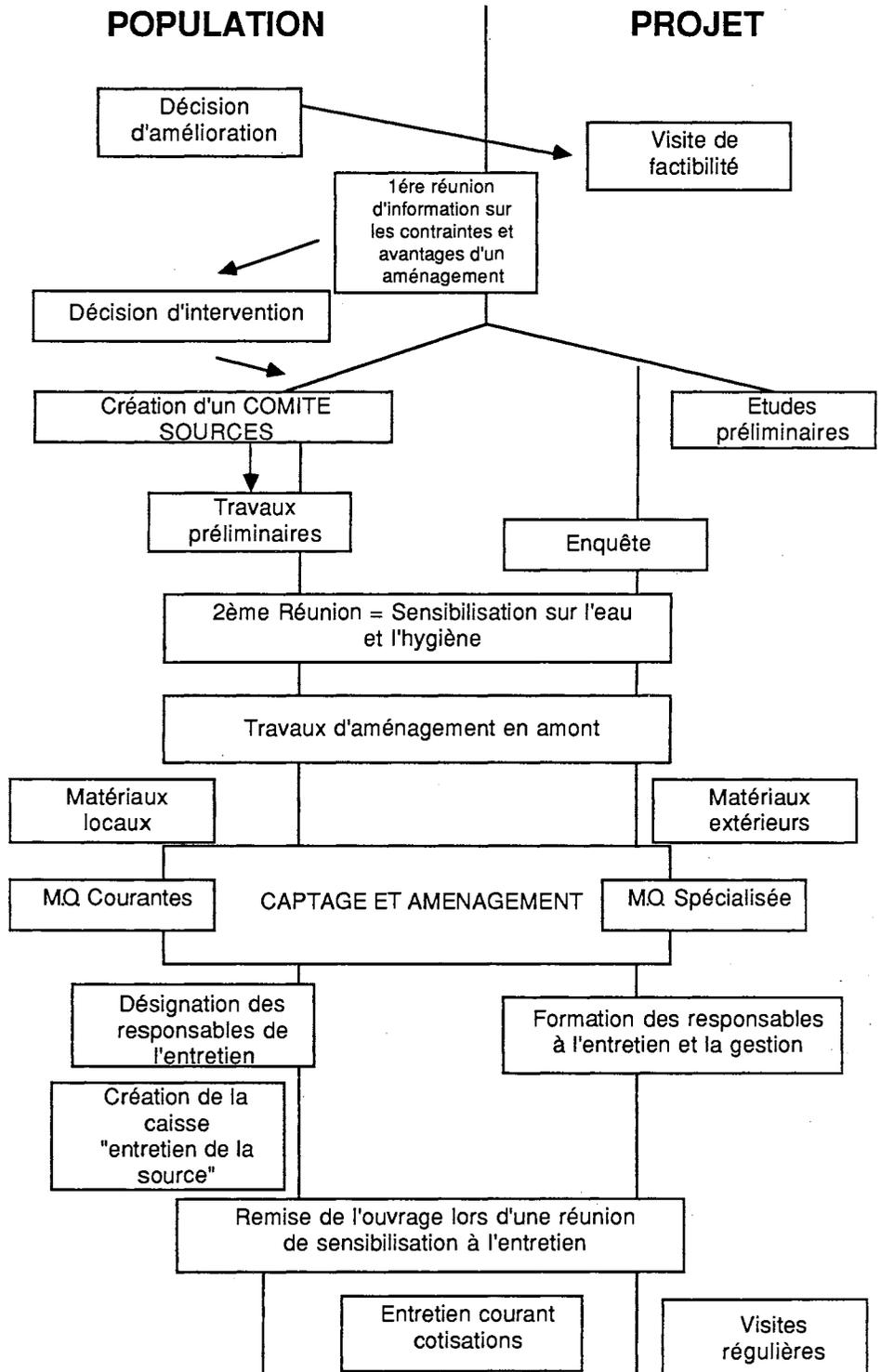
Cette première phase de l'animation se ramènera à une négociation entre le technicien, qui a souvent dès l'abord une idée assez précise de la forme que devrait prendre le projet pour lequel il est sollicité, et le groupe qui possède aussi une idée propre, négociation dans le cadre est imposé par les contraintes techniques et humaines.

#### L'adaptation du projet à la réalité du groupe

L'image qu'a le groupe du point d'eau s'est forgée à partir de ses besoins et de ses désirs, mais à partir aussi de solutions techniques imaginées ou existantes. A cette image, qui correspond à la réalité quotidienne de la vie de la collectivité, va venir s'opposer la solution proposée par le technicien, réponse à une réalité technique, souvent ignorée des futurs usagers et qui, pour autant qu'elle les ait pris en compte, n'a envisagé les problèmes humains que dans un cadre général, hors de la spécificité du groupe à laquelle elle n'avait pas accès.

Il n'est donc pas étonnant qu'il y ait conflit, incompatibilité parfois entre les deux conceptions. Or, elles vont se trouver confrontées et celle du technicien, élaborée dans la connaissance des contraintes techniques et des solutions possibles, structurée, quantifiée, parfois déjà dessinée, n'aura aucun mal à s'imposer face à celle du groupe, à peine ébauchée, informe et techniquement pas viable.

Dans cette situation, il est tentant et facile pour le technicien d'imposer son projet sous des dehors non directifs. **Cette manipulation ne trompera cependant personne et les problèmes ne tarderont pas à surgir :** obligé de se satisfaire d'une solution qui lui est imposée.



et qui ne répond qu'en partie à ses désirs, ne tenant pas compte parfois de ceux qui lui semblent les plus importants, le groupe va presque toujours manifester une réaction de rejet face au projet.

L'attitude qui peut prévenir ces problèmes sera, de la part du responsable du projet, une attitude d'écoute et de compréhension réelle afin de cerner l'ensemble des besoins et des désirs du groupe pour, soit les prendre en compte, soit constater leur incompatibilité avec le projet et essayer de la justifier.

#### **L'adaptation du groupe à la réalité du projet**

Pour résoudre les antagonismes entre le groupe et la part non négociable du projet, l'animateur procède à une sensibilisation. Comme son nom l'indique, elle consiste à désigner au groupe une réalité à laquelle il est étranger et à lui faire prendre conscience de son importance. Elle propose donc au groupe l'acceptation du projet, avec comme corollaire l'abandon d'une part de son identité culturelle, ou bien son rejet. Si lors de cette étape l'animateur a négligé l'importance des concessions auxquelles doit consentir le groupe et s'est contenté d'exposer les avantages que présente l'aménagement par rapport à la source traditionnelle sans en révéler la contrepartie, celle-ci apparaîtra avec le temps et l'ouvrage risque d'être rejeté. Il est donc important dans ce sens que la sensibilisation ne consiste pas seulement à exposer ce qu'implique matériellement l'utilisation de l'aménagement et à obtenir un consensus sur cette base, mais qu'elle fasse au moins entrevoir les modifications plus profondes que la réalisation du projet va entraîner dans la vie du groupe.

#### **L'ORGANISATION DES OPERATIONS**

Le projet défini et le consensus réalisé sur son contenu et ses implications, la dernière étape de la phase d'animation est l'organisation des opérations. Il faudra ici fixer les dates, répartir les tâches et les contributions et entamer les travaux préliminaires tels que le traçage d'une piste, la préparation de l'emplacement, l'acheminement des matériaux, etc... Ici donc on va être confronté pour la première fois aux difficultés matérielles et chaque individu va mesurer peu à peu ce qu'implique son engagement.

Ceci d'autant plus que la sollicitation va être importante car la main-d'oeuvre, pour la réalisation de la majorité des captages de sources dans le cadre du développement auto-centré, est fournie par les bénéficiaires du projet. C'est le principe de l'investissement humain qui a pour but de permettre aux collectivités des pays du tiers-monde de s'équiper malgré leurs faibles ressources économiques. Ce principe, dans la mesure où il requiert de la part des membres de la collectivité une participation active, a pour autre avantage de les amener à mieux accepter l'ouvrage qui devient une émanation de leur volonté perdant ainsi le caractère d'extériorité qui en faisait un objet aliénant.

Il ne faut pas sous-estimer les difficultés que représente pour un groupe même cohérent et structuré la réalisation d'un projet sur la base de ce principe. Des conflits vont se développer à cette occasion, internes au groupe, dont

il rejettera la responsabilité sur le projet s'il est mis en péril par la situation. D'autant que le travail en communauté peut rappeler, dans certains contextes, des situations où des membres de la communauté utilisent la force de travail de tous pour mener à bien des projets qui ne bénéficient pas à tous.

Au niveau individuel d'autre part, vont se mettre en place des processus similaires. S'agissant d'une réalisation d'intérêt collectif à laquelle chacun travaille pour tous et donc pour lui-même, nul ne se sent redevable à personne quel que soit son niveau de participation. Corrélativement, chacun se voit refuser la reconnaissance du groupe et, devant se satisfaire de sa propre conscience, reste frustré de ce manque. L'ouvrage ne se dressera alors, au moins dans les premiers temps, que comme le témoin de cette frustration. Quoi d'étonnant à ce qu'il soit délaissé, au pire dégradé ?

Pour résoudre ces difficultés, la présence d'une autorité reconnue par tous est parfois nécessaire. Arbitrant les conflits, elle assume la responsabilité de la frustration des individus qui trouvent ainsi un interlocuteur autre que l'ouvrage.

Cette autorité, si elle est mise en place, ne devra pas être dissoute après la fin des travaux car c'est l'ouvrage terminé que les conséquences de la réalisation du projet apparaîtront de la manière la plus dangereuse, quand l'heure sera venue pour chacun de faire le bilan de son action et que se révéleront les frustrations dont on tentera de se libérer en dirigeant vers l'extérieur le ressentiment qu'elles provoquent.

C'est à ce moment-là aussi que peuvent avoir lieu des tentatives de main-mise sur l'ouvrage. Raison de plus pour conserver le "comité de source" après la fin des travaux.

Pour être durable, cette autorité ne peut être assumée par des personnes étrangères au groupe. Il y a deux solutions: soit l'autorité coutumière accepte de prendre en charge le projet, soit on doit procéder à la mise en place d'un comité dont le rôle sera de superviser la réalisation du projet et plus tard de gérer l'aménagement.

Nous avons déjà évoqué les raisons au niveau individuel qui peuvent faire que la mise en place d'une telle structure n'aille pas sans poser de problèmes. A ces raisons s'ajoute la compétition qui peut naître entre le pouvoir en place et le comité créé à l'occasion du projet. Ce deuxième point de vue est primordial car l'enjeu ici n'est plus le projet et son intégration dans le groupe mais le groupe lui-même qui peut subir une véritable destruction. Le danger que représente le comité pour le groupe est d'autant plus grand que ce dernier est moins cohérent, l'autorité coutumière moins forte.

Malgré tous ces inconvénients, il est important que le groupe s'auto-organise et le rôle de l'animateur doit idéalement se limiter à établir la liste des matériaux et des travaux préliminaires qui doivent être fournis. L'établissement d'un comité n'est pas la seule solution à ce stade du projet et bien des groupes peuvent se passer de cette structure, ce qui est toujours préférable. Si l'on doit y avoir recours cependant, il est important que ses pouvoirs soient limités, qu'il ne soit investi par exemple que d'un pouvoir consultatif, et que son champ de compétence soit très précisément circonscrit.

L'expérience peut amener à proposer de retarder l'exécution d'un captage dans une communauté qui

n'aurait pas prouvé sa capacité à s'organiser durablement pour gérer les conséquences de l'aménagement. Le projet gagnera en temps, moyens et crédibilité, à **continuer une sensibilisation plutôt qu'à réaliser le captage**, dont l'entretien et la gestion ne seront pas assurés et qui risquent d'être source de conflit entre tous.

#### LA REALISATION TECHNIQUE

La réalisation technique est du point de vue des conséquences sociales du projet l'étape qui sera presque toujours positive même si son déroulement est émaillé de conflits : éclatant au grand jour, dans le déroulement d'une action très concrète, ils se résolvent en principe facilement d'autant plus que la participation à la construction d'un ouvrage est souvent gratifiante.

Le responsable du projet à ce stade va devoir tout superviser et le bon déroulement du chantier dépend, outre de la réussite des phases préparatoires, de sa compétence technique et de ses talents d'animateur.

La participation d'artisans ou au moins de jeunes gens avisés de la communauté, est un atout pour que l'entretien soit assuré. L'animateur du chantier veillera à ce que ses partenaires se souviennent du mode de construction, de la disposition et des caractéristiques des parties non visibles des ouvrages. Il prendra le temps d'expliquer autant que possible, au fur et à mesure de la construction, les dysfonctionnements possibles, leurs causes et leurs remèdes. **Un dossier technique** avec des dessins précis et des indications sur les conditions géologiques et hydrographiques rencontrées lors des travaux sera remis à la structure qui gèrera l'ouvrage, pour servir à tout intervenant extérieur futur. N'oubliez pas le tracé des conduites enterrées !

À la fin du chantier, il est important de procéder à la **remise de l'ouvrage** au groupe afin de bien marquer le retrait de la structure qui a réalisé le projet. Cette cérémonie est en outre l'occasion de rappeler les implications de l'aménagement désormais effectif de la source et de consacrer dans ses fonctions la structure de gestion de l'ouvrage.

On a souvent intérêt à **ne pas ouvrir l'accès au point d'eau tant que tous les travaux annexes ne sont pas terminés** : aménagements anti-érosifs, aire de protection en amont, aménagements des accès. Il est évident qu'il serait difficile, une fois l'eau disponible, de mobiliser les bénéficiaires sur des travaux ne leur apparaissant pas d'une nécessité immédiate.

#### LA MISE EN PLACE D'UNE STRUCTURE DE GESTION DE L'AMENAGEMENT

Traditionnellement, une ou plusieurs personnes dans le groupe sont chargées de l'entretien et de la gestion de la source. Elles ont une autorité propre et les conflits quand ils surviennent sont soumis à l'autorité coutumière. Ces personnes, si la réalisation est bien conduite, peuvent ne pas se sentir dessaisies de ce rôle et, dans ce cas, prendre en charge l'aménagement de la même façon qu'elles s'occupaient de la source. C'est bien sûr le cas de figure idéal et souvent la sanction d'un succès total du projet.

Cette situation est cependant assez rare ou du moins,

cette prise en charge de l'aménagement par le groupe sur la base d'un fonctionnement traditionnel n'est-elle pas effective immédiatement après la réalisation de l'ouvrage. Un délai est souvent nécessaire pendant lequel l'aménagement sera progressivement intégré au quotidien. On est donc souvent amené à créer une structure qui assurera dans l'intervalle la gestion du point d'eau. Dans le cas où il existe un comité de source, c'est lui qui prendra en charge cette fonction. Son rôle sera triple. Il devra prendre en charge l'entretien courant du point d'eau (nettoisement, débroussaillage), régler son utilisation et enfin assurer la maintenance de l'ouvrage.

Sur les deux premiers points, la structure sera vraisemblablement assez vite relayée par la collectivité si l'aménagement est intégré : les personnes qui s'occupaient de la source prendront en main le nouveau point d'eau. Sur le dernier point par contre, il faudrait qu'elle soit capable de se réunir et de prendre des décisions lorsqu'il y a lieu d'effectuer des réparations importantes longtemps après la réalisation de l'ouvrage, ce qui est malheureusement difficile à obtenir. Quand la nécessité de telles réparations intervient, c'est-à-dire plusieurs années après le captage, plus personne n'est souvent capable de prendre pour la collectivité la décision de les effectuer, et l'ouvrage se dégrade alors rapidement, à moins que l'autorité coutumière ne soit encore suffisamment motivée par son bon fonctionnement. Lors de la création de la structure, on aura expliqué aux membres de la communauté la nécessité de prendre en charge ces réparations et de constituer à cet effet une "caisse". Plusieurs possibilités auront été proposées : taxe sur l'eau puisée elle-même, taxe par famille ou par habitant, champs collectif ou prélèvement sur les productions, etc. Une autre possibilité moins intéressante est que la réparation, dans la mesure où elle n'est pas trop importante, soit prise en charge au niveau individuel par un membre du groupe.

### Conclusion

On peut essayer de tirer des conclusions de ce rapide tour d'horizon des rapports entre un projet et le groupe bénéficiaire suivant deux perspectives différentes. La première tout d'abord est le devenir de l'ouvrage dont on voit que les chances de survie sont directement fonction de son intégration. A long terme, elles sont pratiquement nulles pour un ouvrage qui n'a pas réussi, dans le paysage quotidien du groupe, à prendre exactement la place de la source traditionnelle. Or, on ne peut pas se désintéresser du devenir du captage à long terme car il se trouve que la source qui a été captée est souvent la meilleure de la collectivité sinon la seule et qu'une source captée devient en principe inutilisable lorsque le captage est dégradé. La proportion des échecs de cet ordre est telle, pour des raisons techniques ou sociales, que dans certaines régions, source captée devient synonyme de source perdue. La deuxième perspective suivant laquelle il est utile de dégager quelques conclusions est celle du problème de l'intervention au sein du groupe d'une structure de développement.

On a tout au long de ce chapitre insisté fortement sur les difficultés que pouvait introduire dans le fonctionnement du groupe l'intervention d'un élément extérieur. On peut se dire qu'il y a là quelque exagération et que, bien que la réalisation du projet ne respecte pas toujours tout à fait l'identité culturelle de la collectivité bénéficiaire, elle n'est pas d'une telle importance qu'elle puisse par ses effets la mettre en péril.

Ceci est vrai sans doute si l'on considère la réalisation d'un aménagement de source comme une action de développement isolée. Mais il se trouve que dans le contexte d'un pays en voie de développement, les collectivités rurales auxquelles s'adresse ce type de projet, sont sollicitées sans cesse par des structures qui leur proposent de telles actions. Or ces collectivités sont souvent fragiles, en voie de restructuration permanente comme les villages ou bien en voie de structuration comme les communautés de pionniers et, ce qui ne porterait pas atteinte à leur cohérence dans un cadre où elles jouiraient de leur plénitude et où elles n'auraient à subir que des actions de développement ponctuelles, peut, dans le contexte actuel de certaines régions du tiers-monde, leur porter gravement préjudice.

Au delà du problème moral que cela peut poser à ceux qui travaillent dans le cadre du développement, le véritable danger est qu'une telle situation n'induisse des effets contraires à ceux recherchés.

Prenons par exemple un des graves problèmes auxquels doivent faire face les pays en voie de développement qui est l'exode rural. Ce mouvement provient, pour une part sans doute, d'un désir de la part des jeunes générations d'accéder à une condition matérielle meilleure, de jouir de confort et de distractions, mais pour une part plus importante encore, de l'absence dans leur collectivité d'origine d'un projet de société dans lequel elles pourraient s'insérer. Or, ces collectivités, sollicitées de toutes parts, soit par l'administration, soit par les organisations de développement, voient s'effriter avec leur identité leurs chances de former un jour un tel projet et sont ainsi condamnées à disparaître à brève échéance.

Ainsi, un projet peut réussir et paradoxalement aller à l'encontre de ses objectifs et cet exemple montre combien il est nécessaire, même pour des interventions aussi immédiates et apparemment sans conséquences que des aménagements de points d'eau, de le penser en fonction du contexte social dans lequel il doit intervenir.

## PRINCIPES ET EXECUTION D'UN CAPTAGE

### UN CAPTAGE, CE SONT :

#### Des améliorations apportées

- . Faciliter l'accès
- . Préserver de la pollution
- . Assurer le débit et éventuellement l'augmenter. Augmenter la ressource par l'aménagement.
- . Proposer des aménagements adéquats aux différentes utilisations, lessive, toilette, abreuvement

#### Des risques encourus lors du captage

- . détournement de la source
- . sensibilité accrue aux pollutions
- . mauvaise assimilation sociale
- . **après le captage**
- . colmatage du captage
- . dégradation des ouvrages par
  - manque d'organisation sociale
  - mauvaise conception technique
  - mauvaise organisation spatiale

Les buts principaux d'un captage de source sont de préserver l'eau de la source de la pollution à sa sortie de terre et de la rendre facilement accessible aux consommateurs. Viennent ensuite et suivant les possibilités, l'amélioration du débit et de la qualité de l'eau de la source. Le minimum qu'il faut réaliser est de ne pas faire tarir la source, de ne pas diminuer son débit et de ne pas la rendre plus vulnérable à la pollution qu'elle n'était.

Il semble facile de tenir ces engagements, et il est rare en effet qu'un captage ne donne pas satisfaction au début de son fonctionnement. Mais il est rare aussi qu'on rencontre des captages qui ne soient pas, au bout de quelques années de fonctionnement, dégradés au point que soient compromises leurs qualités élémentaires. Plus grave encore, le fait que les sources captées tarissent très souvent peu de temps après leur aménagement au point que, dans certaines régions, source aménagée devient synonyme de source perdue.

Cette vulnérabilité s'explique simplement. Si une source jaillit en un lieu depuis plusieurs décennies, cela veut dire qu'en ce lieu, des conditions se sont produites à l'origine qui ont permis à la source d'exister et qu'elles ont très peu varié depuis lors : **un équilibre s'est créé.** Intervenir sur le site de la source, c'est détruire cet équilibre pour imposer une configuration nouvelle que les phénomènes naturels (érosion, sédimentation) auront tendance à effacer pour retrouver une situation d'équilibre.

Face à cela, il y a deux façons opposées de penser l'aménagement d'un site. Soit tenir compte le moins possible des données naturelles, mais alors la protection

de l'aménagement demandera de gros moyens et surtout beaucoup d'entretien. Soit modifier aussi peu que possible le milieu et toujours dans le sens des tendances naturelles : aplanir les bosses, combler les creux, ouvrir des passages à l'eau de ruissellement. C'est la voie obligée si on ne dispose que de faibles moyens et si on prévoit une maintenance minimale.

Le principe du captage est simple : il s'agit de drainer les arrivées d'eau et de les concentrer afin de pouvoir récupérer l'eau dans une chambre, à partir de laquelle on l'acheminera vers un lieu de distribution, proche de la source, ou bien, par l'intermédiaire d'une adduction, proche du lieu de consommation.

\* Voir p. 2

**Capter, c'est drainer, puis concentrer, enfin distribuer (fig. 0)\*** Une règle impérative à observer cependant : à aucun moment les arrivées d'eau ne doivent se trouver en charge, c'est-à-dire que le niveau d'eau dans les tranchées de captage ne doit jamais être supérieur au niveau d'émergence naturelle de la source.

On devra pour cela apporter un soin tout particulier au repérage des niveaux, à la réalisation des pentes, au choix des dimensions des conduites, et surtout à l'évacuation de l'eau durant les travaux. Suivant le type de source rencontré, on utilisera une des techniques décrites ci-dessous : le captage par drain, le captage par puits ou le captage ponctuel.

#### LE CAPTAGE PAR DRAIN APPLIQUE AUX SOURCES DIFFUSES OU ARTESIENNES

Certaines sources ne présentent pas à proprement parler d'arrivées d'eau : l'eau sort de terre dans une pente sur une large surface de terrain.

Les sources par débordement ou par déversement d'aquifères constitués de roches meubles et les sources artésiennes à travers un toit de roches meubles, donnent de telles émergences diffuses. Leur drainage s'impose, pour collecter l'ensemble des émergences et concentrer l'eau.

##### Principe du captage par drain

Un drain est constitué de trois tranchées disposées en Y ou en T, dont les branches, appelées ailettes, sont situées en amont de la queue disposée suivant la ligne de plus grande pente du terrain (fig. 8). Les ailettes, disposées elles selon les courbes de niveau égal, interceptent les écoulements diffus souterrains, les concentrent dans un drain déposé en leur centre, et les conduisent via ce drain vers un tuyau collecteur central, qui empruntant la queue, débouche dans la chambre de captage. La paroi aval des ailettes est rendue étanche et forme ainsi barrage pour renvoyer dans le drain toute l'eau interceptée. Pour être efficace et intercepter la totalité des écoulements, le barrage doit reposer sur une assise imperméable de l'aquifère.

##### Le captage par drain de sources diffuses

La première opération consiste, après les études préliminaires, à débroussailler soigneusement l'emplacement de la source et ses abords. Si la surface de suintement est recouverte de terre végétale, il faut décaper jusqu'à parvenir visiblement à l'aquifère.

Déroulement :

. le piquetage des tranchées

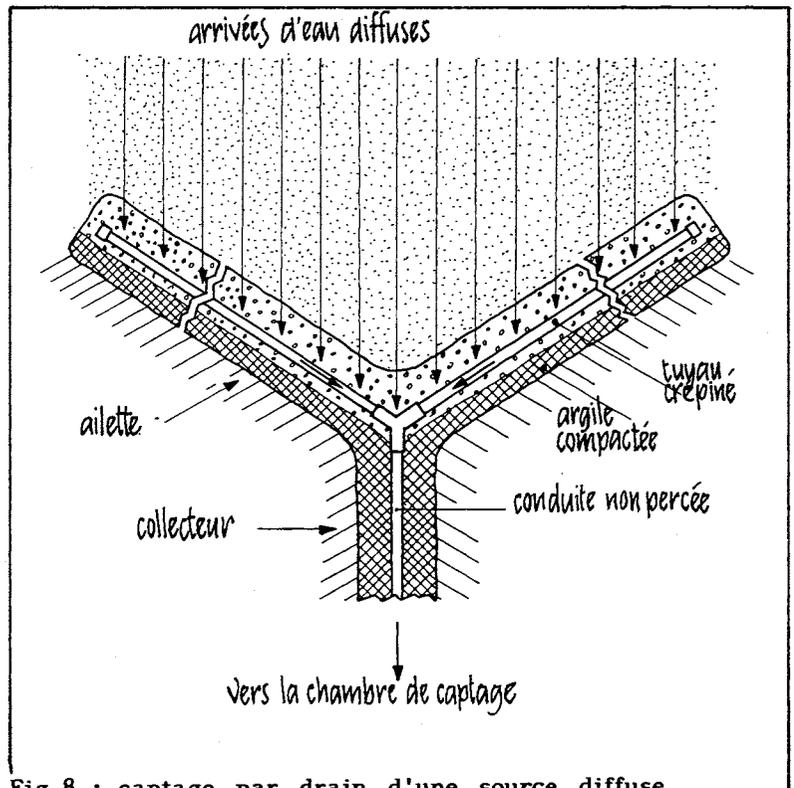


Fig.8 : captage par drain d'une source diffuse (vue en plan).

- . le creusement des tranchées du collecteur, puis des ailettes.
- . l'étanchéification des tranchées.
- . la mise en place des conduites des ailettes puis du collecteur,
- . le comblement des tranchées et la réalisation de l'étanchéité de surface.

Le remblaiement de l'aire de captage ne s'effectue qu'une fois l'ensemble du captage terminé. Les travaux de protection pourront être réalisés avant les travaux de captage.

● **Avant de commencer le terrassement**, on peut souvent, avec un peu de sens logique et d'expérience, savoir "où l'on va" et **procéder à un piquetage des futures tranchées des ailettes et du collecteur** :

- on matérialise par un premier piquet, dans l'axe de la plus grande pente, le point d'affleurement du substratum imperméable de l'aquifère (P<sub>1</sub>) ou à défaut celui de la source la plus basse en altitude parmi celles à capter.
- toujours dans l'axe, on matérialise le point de la limite supérieure de la zone d'émergence en période de hautes eaux (P<sub>2</sub>) ;
- de part et d'autre de ce point et sur la même courbe de niveau, on matérialise les limites latérales de la zone d'émergence, éventuellement de la portion de cette zone qu'on a décidé de capter ;

**DRAIN ROCHE, PVC OU POTERIES ?**

Le drainage de la source peut effectivement se faire par l'un de ces trois moyens : les exemples pris dans les différentes littératures en témoignent. Mais lequel choisir ? Quels critères considérer ?

● **Du drainage, ou capacité d'un drain à bien rabattre la nappe, dépend l'obtention du meilleur débit.** Il n'est pas fonction de la seule crépine (roche, PVC, poterie) utilisée mais aussi de son "entourage" à savoir le matériau utilisé pour reboucher la tranchée où la crépine est déposée. En général, le PVC a le meilleur rendement, suivi de la poterie puis du drain roche. Mais si le terrain de base n'est pas sableux et qu'on peut donc utiliser des matériaux grossiers, un drain roche bien constitué avec de larges espaces crée peu de perte de charge et peut être très compétitif.

Règle d'or : laisser beaucoup d'espace à l'eau dans le matériau utilisé pour reboucher la tranchée.

● **La facilité de mise en oeuvre.** Aucun doute : le PVC est largement gagnant. Il suffit d'un feu pour faire fondre une extrémité et la boucher, d'un clou chauffé pour percer le tuyau. Posé à même le fond de la tranchée (ou sur très peu de graviers s'il y a beaucoup d'argile) le PVC assure un drainage régulier, s'il épouse bien ce fond. La poterie est plus difficile de mise en oeuvre : il faut veiller à la régularité de la pente si on ne veut pas voir des endroits mal drainés. Chaque élément est à poser avec soin, pour que l'espace inter-élément qui draine soit bien ouvert et ne se bouche pas facilement. Constituer un drain roche efficace et fiable demande de disposer des couches successives avec beaucoup de précaution, pour être sûr que le drain fonctionne durablement.

● **La mobilisation :** variable, suivant l'accessibilité du chantier. Le PVC vient des centres urbains et s'achète par longueur de 3 à 6 m.

Il n'est pas fragile à transporter. Le drain poterie est fragile et relativement lourd. Même problème pour le drain roche, suivant le lieu où l'on trouve les éléments de granulométrie diverse.

● **Le coût :** si les éléments sont disponibles sur place, le drain roche est le plus économique. On n'utilisera la poterie que si on en fabrique dans les environs proches. Elle est en général moins chère que le PVC qui est un produit importé et souvent surtaxé. Ciment et PVC peuvent à eux deux constituer plus de 60 % du prix d'un captage, main d'oeuvre comprise.

● **Le vieillissement** est fonction de l'évolution de la granulométrie du sol, après captage. On constate qu'un captage est principalement bouché par des racines et des radicelles. Les poteries sont les plus vulnérables. Le PVC est à risque, aussi. Le drain roche bien fait peut parfois mieux résister.

- le long de la courbe de niveau ainsi que dans l'axe de la pente, on plante des piquets intermédiaires qu'on relie entre eux par une corde de maçon tendue au ras du sol. Ils matérialisent le tracé probable des ailettes.

● **On procède ensuite au creusement des tranchées** (fig. 9). Les tranchées auront un minimum de 40 cm de large et leur hauteur variera avec ce que l'on trouvera au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

- Si on repose dès le départ sur le **substratum imperméable (9a)**, on creusera la tranchée en restant sur ce niveau autant que possible. Deux cas existent :

. au fur et à mesure que l'on pénètre dans le versant, le niveau du substratum trouvé est supérieur au niveau de départ (9b). L'eau apparaît par les flancs de la tranchée et non par le fond, imperméable. On progresse en veillant à ce que l'eau s'écoule facilement pour ne pas risquer une mise en charge du captage. On suit la veine d'eau la plus importante, qui correspond à la plus faible pente du substratum. On pourra arrêter de creuser le collecteur et commencer les ailettes, lorsque la tranchée aura plus de 1,50 m de profondeur, la quantité minimale de terre végétale à poser sur un captage pour assurer sa protection fiable étant de 0,80 m à 1,00 m. On aura intérêt à progresser lentement, à toujours dégager l'écoulement de l'eau et à laisser une nuit ou quelques heures s'écouler avant de décider de continuer à creuser, lorsque l'on aura des doutes sur la provenance principale de l'eau : ce délai donnera à la source la possibilité de retrouver un régime d'écoulement plus normal que le régime perturbé infligé lors des travaux.

. le niveau imperméable "plonge" dans le versant (9c) : au fur et à mesure de la progression, à niveau constant, on ne se retrouve pas sur le substratum mais dans le niveau perméable de l'aquifère : l'eau apparaît par les flancs mais aussi par le fond de la tranchée. Si on capte sans reposer sur le substratum imperméable, on sait que l'on perd une part importante de la capacité de l'aquifère. Dans ces conditions il faut chercher à surcreuser pour rechercher l'imperméable.

Surcreuser présente l'avantage de rabaisser le captage dans l'aquifère, donc de drainer plus d'eau. Mais si on enterre le captage plus profondément, on disposera de moins de dénivellation pour les aménagements en aval. Lorsque l'on juge inutile de creuser davantage, on doit choisir entre deux modes d'exploitation de la source. Soit un niveau imperméable puissant et une dénivellation suffisante permettent d'installer une chambre de captage et des aménagements en aval, et on capte comme ci-dessus avec ailettes, collecteur et chambre (9d), soit ce n'est pas possible et il faut exploiter le captage comme un puits dans l'aquifère (9e).

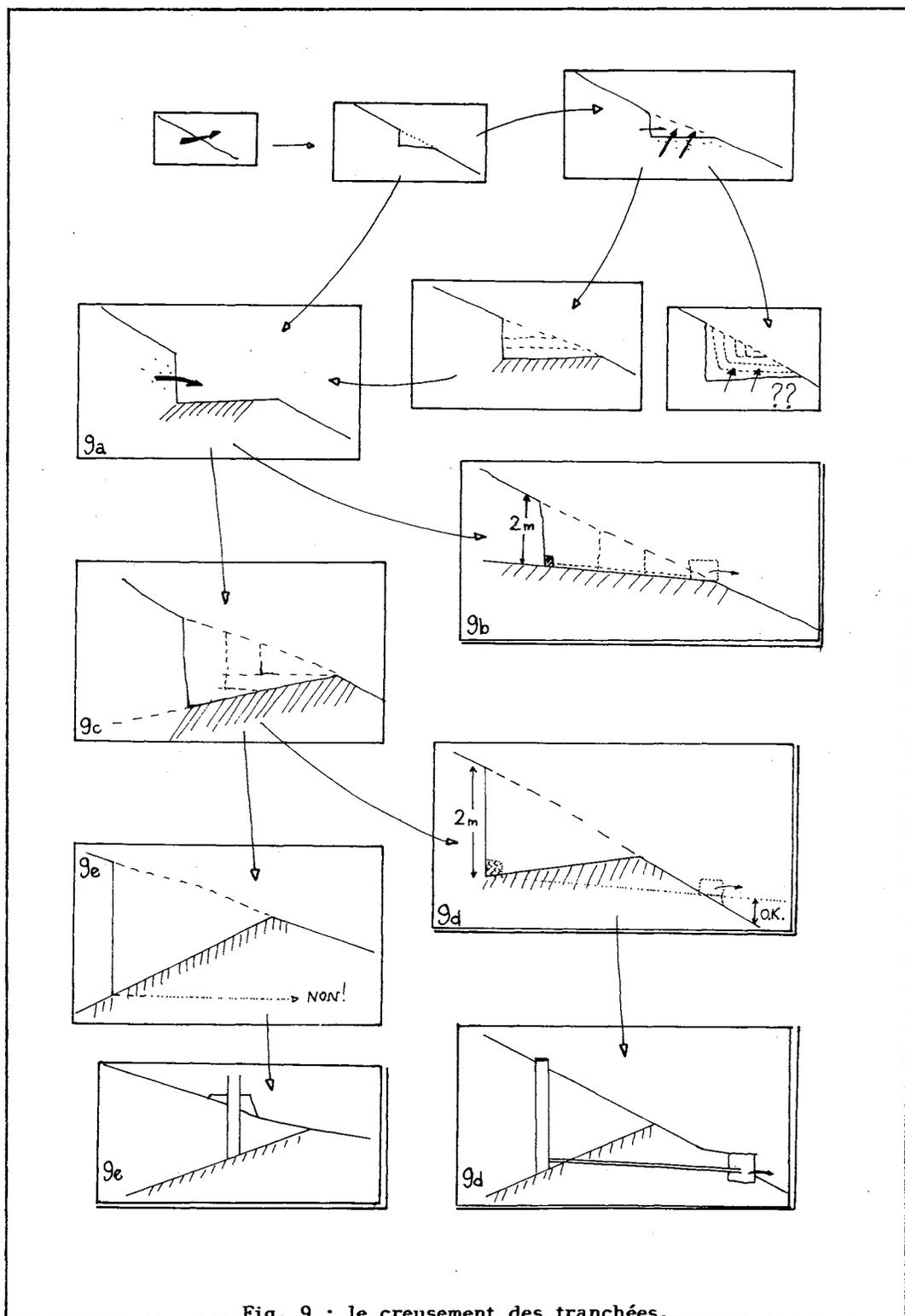


Fig. 9 : le creusement des tranchées.

- Si on ne repose pas sur le substratum imperméable au point le plus bas. Il faut observer alentour et en aval : le niveau imperméable peut apparaître plus en aval. On aura alors de fortes chances de l'intercepter lorsque l'on va creuser presque horizontalement à partir du point actuel. Comme l'eau apparaîtra toujours par le fond, on cherchera à toujours surcreuser pour atteindre ce niveau imperméable. Si la topographie nous en laisse la possibilité, on finira par rejoindre le niveau imperméable tout en conservant suffisamment de dénivellation en aval pour installer les aménagements. Sinon on se retrouve comme précédemment dans l'obligation de choisir une exploitation de la nappe par un puits que l'on creusera bien sûr jusqu'à l'imperméable.

Si le niveau imperméable n'est pas visible en aval ou alentour, il peut être masqué par des éboulis de pentes ou des couches d'altération. On procède alors toujours en creusant horizontalement à partir du point retenu, puis en surcreusant, tout en gardant un écoulement pour la source, tant que l'on voit de l'eau sourdre par le fond de la tranchée. On s'arrêtera lorsqu'on aura trouvé un niveau imperméable ou que topographiquement on ne pourra plus surcreuser. On choisira l'ouvrage à implanter sur les mêmes critères que ci-dessus.

Enfin, il peut ne pas y avoir de véritable niveau imperméable franchement distinct, mais plutôt une transition, une modification dans la perméabilité entre deux types d'altération d'un matériau. On pourra alors laisser une tranchée ouverte plusieurs jours pour drainer le terrain, puis observer si des sorties se tarissent (par rabattement de la nappe), constater la variation de débit, etc... avant de décider d'arrêter ou de continuer.

**Dans tous les cas,** on étudiera la nature des matériaux extraits de la tranchée : terre végétale, argile, éboulis, matériaux d'érosion ou de dégradation, roche saine... Elle donne des indications sur le sous-sol, donc sur la proximité ou non d'un substratum ou d'autres couches géologiques. On pourra aussi vérifier régulièrement le DEBIT de la source, en régime stationnaire, pour savoir si les travaux amènent à perdre de l'eau ou à en gagner.

On veillera toujours à ne pas entreposer les matériaux extraits des tranchées aux abords mêmes de celles-ci : ces matériaux humides pèsent beaucoup sur les parois et peuvent très facilement provoquer l'effondrement de la tranchée. Même si c'est un travail supplémentaire ingrat, il faudra évacuer ces déblais à une bonne distance.

Dans le cas de terrains bouillants, on ne pourra creuser qu'en étayant les parois et en prenant de grandes précautions.

● **Le calibrage des tranchées et leur étanchéification :** si on veut effectivement réaliser un captage par drain, on veillera à obtenir, en fin de travaux, des tranchées proches de l'horizontal parfait et, si possible reposant sur l'imperméable ! On part alors de l'extrémité des ailettes et on recrée les tranchées pour leur donner une pente de 1 à 2 %, si c'est possible sans atteindre à l'étanchéité du fond. On s'aide pour cela de piquets sur lesquels on repère les niveaux en traçant sur chacun la cote finale du fond de la tranchée, réhaussée d'une

**LA MISE EN PLACE  
DU MUR DE CAPTAGE**

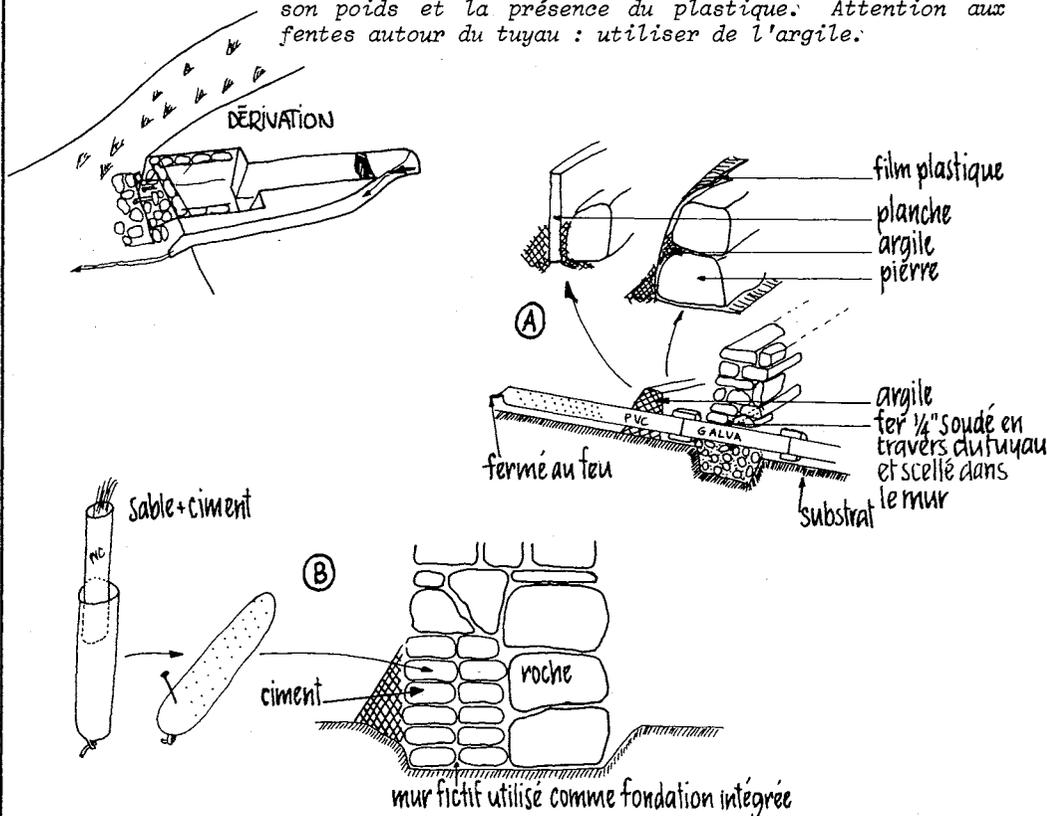
On ne peut pas empêcher l'eau de la source de couler durant les travaux. On sait que l'eau courante gêne beaucoup les travaux de maçonnerie. Il faut donc utiliser des moyens spéciaux dans ce cas, tout particulièrement lors de la mise en place du mur de la chambre de captage. Deux possibilités : dévier ou barrer.

**Dévier** : la topographie ne permet que rarement de dévier le cours de la source, sans risque pour elle, durant les travaux. Si on peut le faire, les conditions de réalisation du mur de captage sont optimales. Mais le canal ouvert doit être refermé et clos très hermétiquement pour ne pas devenir une future émergence préférentielle lors d'une évolution de la source.

**Barrer** : pour réaliser les ouvrages en lieu et place sans dévier la source, il faut protéger la maçonnerie de l'eau courante pendant la prise. Deux méthodes possibles :

Le mur fictif (A) que l'on détruira après les travaux. Il est construit en amont du mur final. Il retient l'eau et la détourne à l'aide d'un tuyau, qui devra d'ailleurs servir de tuyau définitif. Ce mur fictif peut être construit en terre, terre + plastique ou planche + terre, ou utiliser la deuxième méthode.

Le mur ciment (B), c'est une superposition de boudins plastiques remplis de ciment et sable sec, et percés pour laisser rentrer l'eau. Le mortier prendra peu à peu, durcira. Le mur offre entre-temps une imperméabilité par son poids et la présence du plastique. Attention aux fentes autour du tuyau : utiliser de l'argile.



valeur constante qu'on prend au moins égale à la dénivellation entre le haut et le bas du drain. Le niveau de chantier le plus précis sera un tuyau souple et transparent (tuyau d'arrosage) rempli d'eau. Par le principe des vases communicants, les niveaux de l'eau à chacune des extrémités se trouvent à la même altitude. Sinon on utilisera un niveau à bulle, beaucoup moins précis.

On étanchéfie ensuite les parois aval des ailettes avec de l'argile ou par un muret de maçonnerie. On procède de même pour les parois du collecteur.

● **Mise en place du drain et de la canalisation.** On place dans les ailettes, des tuyaux PVC de fort diamètre (de 70 mm minimum), que l'on transforme en crépine. Pour ce faire, on les entaille avec une scie à métaux sur toute la longueur de la partie drainante. On n'entaille qu'une face du tuyau.

Drain-roche, en PVC  
ou en poterie ? voir  
p. 35

Le diamètre de la canalisation du collecteur dépend du débit de la source :

. pour des débits jusqu'à  $30 \text{ m}^3/\text{j}$ , du 40 mm ou 1"1/2 suffit.

. au delà et jusqu'à  $100 \text{ m}^3/\text{j}$  on passe à 63 mm ou 2"1/2.

On raccorde ailettes et collecteur avec un Y.

On peut aussi utiliser des tuyaux en terre cuite (poterie).

Le collecteur sera posé sur un lit de gravier de quelques centimètres d'épaisseur. On peut procéder de même pour le drain-crépine : le gravier assure un certain filtrage des impuretés. Mais plus le drain sera proche du substratum, plus importante sera l'efficacité du drain sur le rabattement de la nappe...

Enfin, on peut aussi réaliser les captages sans aucun tuyau, avec seulement des roches de la grosseur du poing à la place du drain et du collecteur. Les pertes de charge sont généralement plus importantes dans ces captages, qui sont plus sensibles à la pollution puisque le collecteur n'est pas hermétique.

● **Le comblement des tranchées :** une fois la canalisation mise en place, on comble les tranchées. Pour le drain on utilise du gravier nettoyé et calibré, à disposer au-dessus des ailettes sur 20 à 25 cm minimum. Pour le collecteur, on reprend la terre déblayée. On termine par une couche importante qui assurera l'étanchéité vis-à-vis d'infiltrations de surface polluantes. On peut à cet effet couvrir le gravier et le remblai, qu'on aura pris la précaution de bomber légèrement au centre, d'une feuille de plastic ou d'aluminium, qui descendra le long des flancs de la paroi. Elle sera recouverte d'argile sur 30 cm minimum, puis de 1 m minimum de terre compactée. La feuille plastique renforce l'étanchéité et évite que l'argile, en se dégradant naturellement, ne vienne colmater le captage.

#### La chambre de captage

La chambre de captage est un récipient dans lequel arrivent les eaux collectées par le drainage. Elle peut être simple (fig. 10 et 11) ou bien équipée d'un système

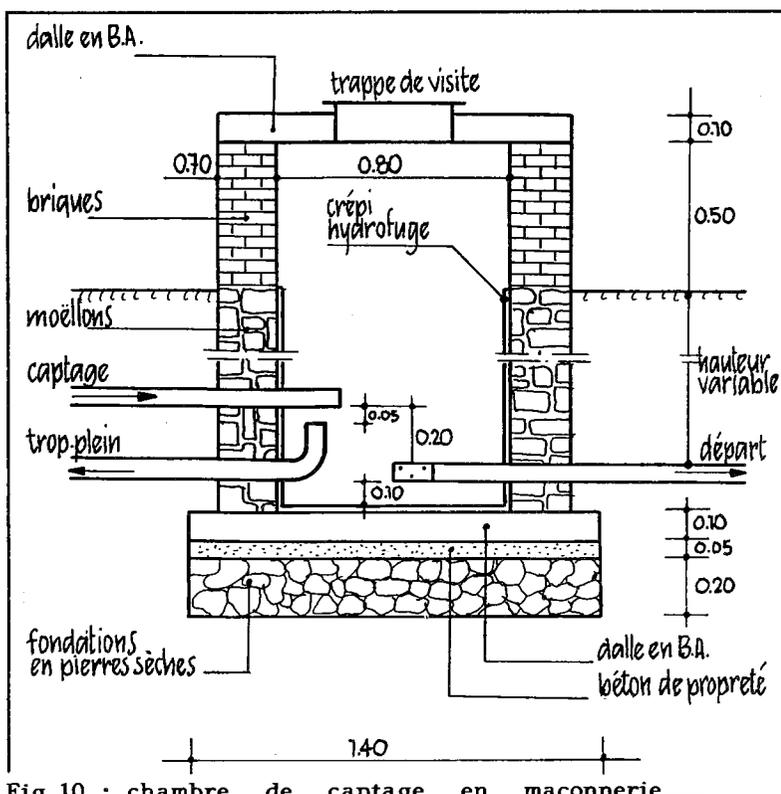


Fig.10 : chambre de captage en maçonnerie (d'après doc. AIDR).

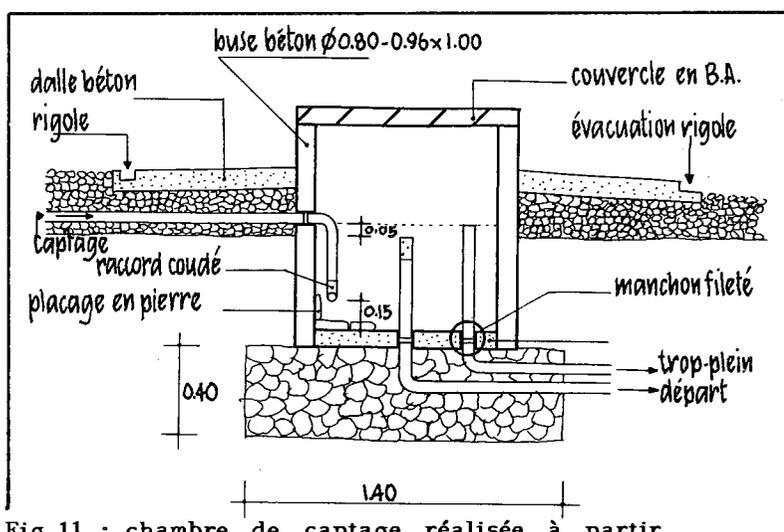


Fig.11 : chambre de captage réalisée à partir d'une buse en béton.

de décantation. Ce récipient doit être étanche aux eaux de pluie et de ruissellement et l'on doit pouvoir accéder à l'intérieur pour le nettoyer le cas échéant et vérifier le bon fonctionnement du drain. L'accès doit cependant en être réservé et notamment interdit aux enfants.

Elle comporte une entrée d'eau qui vient du drainage et trois sorties : le départ vers la distribution, le trop-plein et la vidange. Le rôle du trop-plein de la chambre est d'empêcher la mise en charge du captage : **son niveau doit être calculé très soigneusement.** On préfère des canalisations en acier galvanisé car le mortier n'adhère pas sur les matières plastiques et que l'étanchéité est ainsi plus difficile à réaliser au passage des parois de la chambre.

La chambre de captage est séparée du captage et située directement en aval de celui-ci. Ses parois doivent toutes être étanches : **en aucun cas l'une d'elles ne saurait remplir la fonction du massif de captage.** Le niveau de la canalisation d'entrée est supérieur à celui de la canalisation de départ. Cette dernière doit être elle-même placée à 15 cm au moins au-dessus du fond de la chambre.

● **La réalisation de la chambre de captage :** on peut au choix la réaliser en maçonnerie ou bien utiliser une buse en béton.

Est commune aux deux technologies la réalisation du soubassement. La chambre étant reliée au captage par un tuyau rigide, elle ne peut pas bouger sans endommager la canalisation ou compromettre l'étanchéité du captage. Le soubassement doit donc être largement dimensionné. Réalisé en pierres sèches, d'une épaisseur de 30 cm au minimum, il doit déborder largement la base de la chambre. On place éventuellement à l'intérieur du soubassement la conduite de vidange et la conduite de départ.

Si l'on utilise une buse, sa mise en place est très simple : on la dresse sur le soubassement puis on coule à l'intérieur une dalle de béton de 8 cm d'épaisseur. Les conduites devant traverser le fond de la chambre auront été mises en place avant le coulage de la dalle. La buse est recouverte d'un couvercle en béton armé suffisamment lourd pour que des enfants ne puissent pas le déplacer. On réalise l'étanchéité au mortier.

#### **Le captage par drain de sources artésiennes à travers des toits de roches meubles.**

Le captage de ces sources, fréquemment sources de racines, ressemble beaucoup au captage par drain des sources diffuses (fig. 12).

Le principe est le creusement d'une tranchée, appelée "galerie de captage", dans la direction du "gradient maximum" de la nappe. Cette direction est donnée par l'orientation des canalicules dans le toit de l'aquifère. La galerie de captage n'est rien d'autre qu'un drain sans ailettes. Cependant, si l'on s'aperçoit que la galerie ne capte pas l'ensemble des arrivées de la source, on devra entreprendre le creusement d'ailettes latérales. L'ensemble du drain dans ce cas, y compris le collecteur, devra être équipé de tuyaux crépinés et fourré

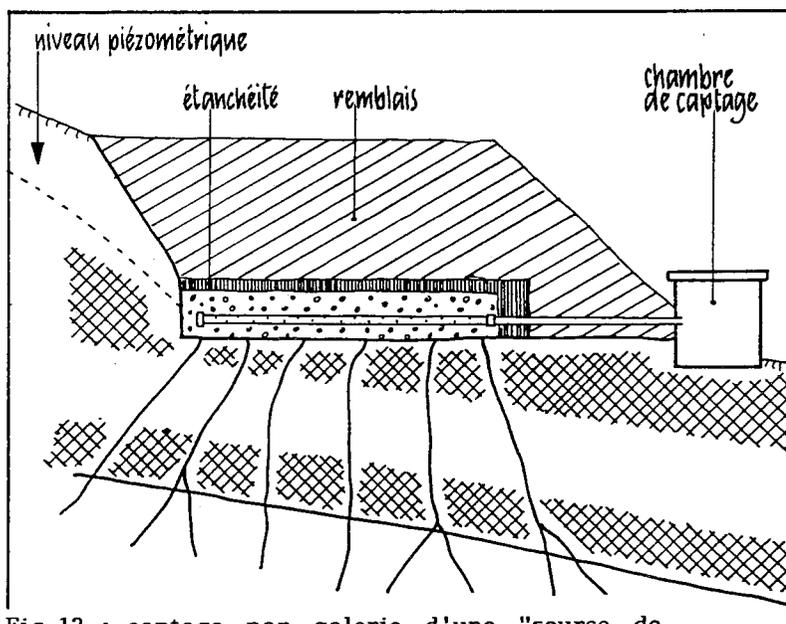


Fig.12 : captage par galerie d'une "source de racines" (vue en coupe).

avec du gravier.

L'exécution du captage débute le cas échéant par l'abattage de l'arbre et le dégagement de ses racines. Cette première étape peut poser à elle seule de gros problèmes : sociaux tout d'abord, car l'arbre et le point d'eau peuvent faire l'objet d'un culte ou de croyances. Il peut s'avérer alors impossible de capter la source ! Techniques aussi, car l'abattage et l'arrachage peuvent déranger le cours habituel de la source et faire apparaître d'autres émergences artésiennes. Il faut retirer toutes les racines qui seraient susceptibles de poser des problèmes par la suite : soit qu'elles pourrissent et polluent la source, soit qu'elles continuent à vivre et, en grossissant viennent endommager le captage. L'arbre et ses racines, s'ils ne sont pas retirés, continueront leur croissance, qui viendra un jour endommager le captage.

Une fois cette étape franchie, le captage ressemble en tout au captage de sources diffuses.

Captage de sources  
diffuses : voir p.33

#### LE CAPTAGE PAR PUIITS APPLIQUE AUX SOURCES DIFFUSES, AUX SOURCES PAR EMERGENCE ET AUX SOURCES PAR DEVERSEMENT.

Capter une source par puits consiste à creuser un puits dans l'aquifère, soit en amont, soit sur le lieu même de la source. Le puisage peut alors se faire directement dans le puits (puits ouvert) ou, quand la dénivellation à l'aval de la source est suffisante, par une conduite amenant l'eau du captage jusqu'au lieu du puisage (puits fermé).

Ce mode de captage est très satisfaisant tant pour sa rationalité en tant qu'ouvrage d'exploitation (on est en effet dans ce cas totalement maître des caractéristiques qu'on lui donne, affranchi des contraintes liées au site

Dans ce type de captage, le puits tient lieu à la fois de massif et de chambre de captage. Voir fig. 9, p. 37

Pas de maintenance...  
sauf nettoyage en cas  
de pollution ou  
d'ensablement

Voir par exemple  
p. 114.

de la source) que pour les résultats qu'il permet d'obtenir du point de vue de la qualité de l'eau. Ce type d'ouvrage est en outre très robuste et ne requiert pratiquement pas de maintenance.

Cette méthode nécessite un équipement spécifique et implique des transports. Elle s'est donc intéressante pour des projets spécialisés et opérant dans des régions au réseau routier assez dense et efficace. Les buses, éléments de base du captage par puits, peuvent également être utilisées dans le cas de captage par gravité.

**L'implantation du puits (fig. 13) :** on implantera généralement le puits en amont de la source. La meilleure implantation possible se fera en partant de la source dans la direction du gradient maximum de la nappe qu'on peut déterminer approximativement en observant la direction des arrivées d'eau à la source, ou en utilisant la radiesthésie.

La topographie des lieux peut en outre donner quelques indications. Les axes des vallons correspondent en général à des axes de drainage des nappes, soulignés d'autre part par des alignements d'arbres ou de plantes d'espèces particulières contrastant avec le reste de la végétation.

On doit surtout veiller à situer le puits sur le même versant que la source (ne jamais franchir un axe de drainage ou une ligne de partage des eaux).

L'implantation d'un puits sur les axes des vallons est à proscrire : ils correspondent à des zones de recharge au niveau desquelles l'aquifère est particulièrement vulnérable à la pollution. Ce sont d'autre part des chemins d'eau de ruissellement. On se placera donc de préférence sur les versants.

Il n'est pas nécessaire de remonter beaucoup au-dessus de la source : 10 à 15 mètres suffisent dans la plupart des cas, si la perméabilité des terrains constituant l'aquifère n'est pas trop grande (sables fins, sables argileux, argiles à canalicules). Dans de tels terrains en effet, le gradient de la nappe à proximité de la source est très fort. Une autre indication sur la valeur du gradient est donnée par la vitesse à laquelle l'eau semble arriver : le gradient est d'autant plus fort que celle-ci est élevée.

**L'exécution des travaux :** ce genre de captage consiste principalement à creuser un puits très simplifié de petit diamètre. La profondeur varie entre 3 et 5 mètres. Le diamètre du trou creusé est largement supérieur au diamètre des buses, l'espace annulaire étant bourré de pierres de la grosseur du poing sur toute la hauteur de la couche aquifère. Les buses reposent au fond du puits sur un empierrement d'une épaisseur de 30 cm au moins. Elles ne sont pas percées, l'eau circulant dans le massif de captage et débouchant dans le puits par le fond. Ces puits sont entièrement creusés avant d'être busés. Ils ne sont pas surcreusables, on doit donc creuser au maximum lors du captage.

**Le captage par puits d'une source par émergence (fig. 14) :** les sources de ce type sont situées dans les

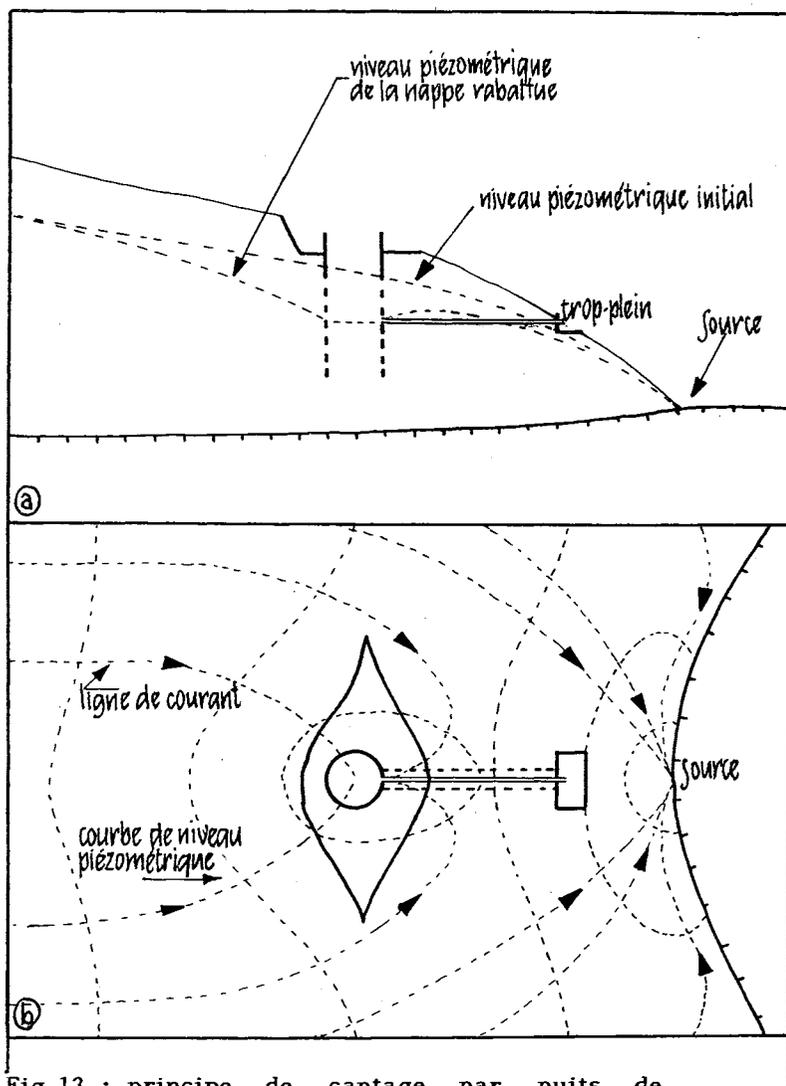


Fig.13 : principe de captage par puits de sources par déversement ou par débordement  
 a : vue en coupe  
 b : vue en plan

fonds de vallon. Elles se présentent souvent comme un réceptacle creusé par les usagers jouant le rôle de réserve de puisage.

Après curage de la cuvette existante et de ses abords et repérage des arrivées d'eau, on ébauche le trou à l'endroit même des plus grosses arrivées (dans le cas où la source est au pied d'un talus prononcé, on aura intérêt pour limiter les risques d'éboulement à se dégager du talus de 1 ou 2 m). Le trou parfaitement délimité, on met en place et on stabilise l'engin de levage qui servira à la descente des buses. Le trou est alors creusé jusqu'à ce que le débit obtenu et la réserve disponible

soient jugés suffisants. La profondeur du trou dépend en premier lieu du niveau de l'eau en période d'étiage, une hauteur d'eau de 1,5 m au moins étant indispensable. Deux facteurs limitent la hauteur de mise en eau : les éboulements et l'épaisseur de l'aquifère.

On utilise pour se parer des éboulements un coffrage métallique cylindrique aux dimensions du trou et d'une hauteur de 1 m, qui descend au fur et à mesure du creusement. Cette méthode n'assure pas une protection parfaite. Dans les terrains vraiment fluants, elle ne parvient qu'à retarder les éboulements.

Quand l'épaisseur de l'aquifère s'avère insuffisante pour obtenir un débit et une réserve convenables, on creuse un trou jumelé au premier permettant la juxtaposition de deux buses (fig. 14). Ce système permet d'obtenir avec des buses de  $\varnothing$  96 cm par exemple, une surface de captage et une réserve sensiblement équivalentes à celles qu'on obtiendrait avec des buses de  $\varnothing$  160 cm. Dans les fosses d'altération granitique cependant, il est souvent intéressant de ne pas s'arrêter de creuser au contact de la première couche imperméable rencontrée mais de chercher à la traverser afin de capter le cas échéant l'aquifère à nappe captive sous-jacent. Contrairement à ce qu'il est souvent affirmé, l'eau ne risque pas de s'infiltrer dans la couche perméable inférieure et la source de se perdre de cette façon puisque, sauf dans certains cas de niveaux perchés, principalement dans les régions sédimentaires, cette couche contient une nappe dont la charge hydraulique est supérieure.

Le trou entièrement creusé, on empierre le fond. C'est à travers ces pierres que l'eau pénétrera dans le puits ;

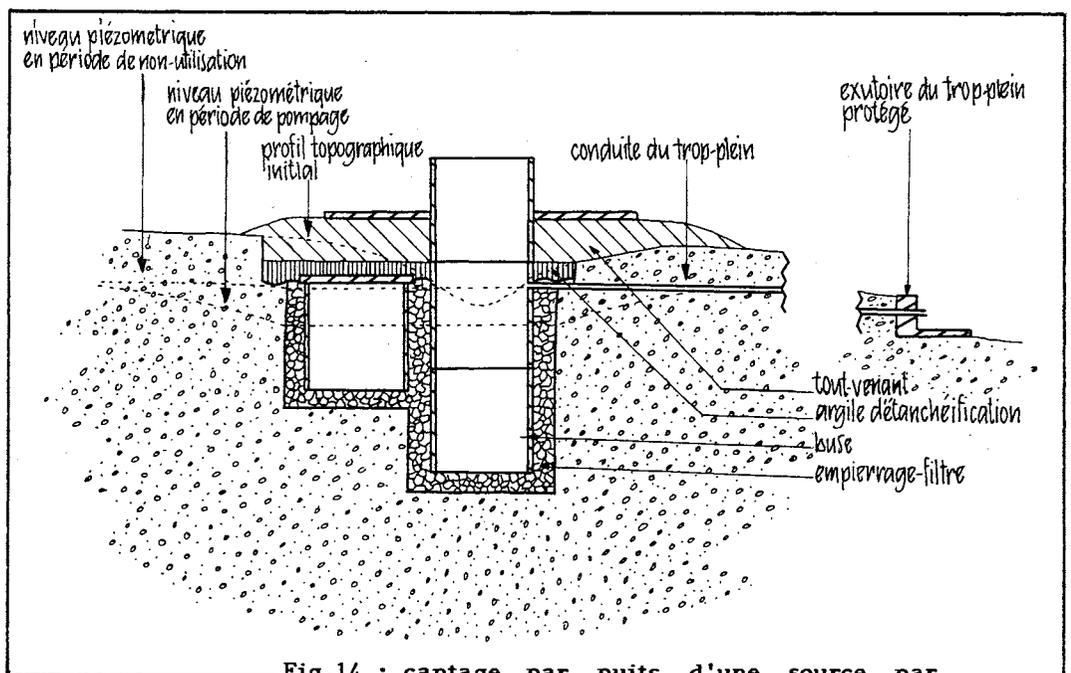


Fig.14 : captage par puits d'une source par émergence.

on devra donc veiller à ce que leur épaisseur soit suffisante pour ménager un passage qui ne puisse pas se colmater. Si le terrain est mouvant, on empierrera jusqu'à le stabiliser parfaitement. Les buses sont ensuite descendues, mises de niveau et stabilisées une à une. La stabilisation est assurée par un bourrage de pierres entre les parois du trou et celles de la buse. Ce bourrage joue en outre le rôle de massif de captage ; il doit être exécuté sur toute la hauteur de l'aquifère. Légèrement en-dessous du niveau piézométrique d'étiage de la nappe, on place la conduite du trop-plein.

Sauf impossibilité (pente insuffisante à l'aval de la source), tout captage, qu'il soit classique ou par puits, doit être équipé d'un trop-plein dont la présence est très importante pour la salubrité et la conservation de l'ouvrage : d'une part il permet qu'entre les périodes de puisage l'eau soit renouvelée (ce qui élimine en grande partie la pollution due au puisage) ; d'autre part il évite que le captage soit mis en charge à la suite d'une forte augmentation du niveau piézométrique.

C'est juste au-dessus du trop-plein se dispose le massif d'étanchéité constitué d'argile déposé sur 50 cm dans l'espace annulaire extérieur aux buses. En l'absence de trop-plein, on ne doit pas hésiter à placer le massif très au-dessus du niveau maximum prévisible de la nappe. On recouvre le tout de tout-venant jusqu'à la surface.

Dans le cas de terrains meubles, le creusement doit être impérativement effectué pendant une période sèche. Une grosse pluie peut en effet faire ébouler le trou. La mise en eau du puits doit se faire rapidement et en une seule fois (creusement + busage). Il est donc important de commencer ce travail au tout début de la journée. Dans un terrain meuble et pour un trou de  $\varnothing$  120 cm et de 3 à 4 m de profondeur, on compte un creusement de 30 à 50 cm par heure. La pose d'une buse demande 1/2 heure à 3/4 d'heure.

**Le captage par puits de sources artésiennes ou par déversement (fig. 15) :** les travaux se conduisent de la même façon que pour les sources par émergence. La difficulté supplémentaire réside dans le choix de l'emplacement et dans le positionnement de la conduite.

Le positionnement de la conduite se fait par mesures successives du débit à différents niveaux. On mesure le débit de l'eau dans la tranchée. La vitesse de remontée de l'eau à l'intérieur du puits donne aussi de précieuses indications : plus elle est élevée à un niveau donné et plus le débit est fort à ce niveau. Elle diminue très rapidement quand le niveau de l'eau dans le puits augmente. On place toujours la conduite en période d'étiage, surtout pour les aquifères artésiens pour lesquels les variations saisonnières de débit sont importantes.

**La mise en place de la conduite :** lorsqu'on dispose de suffisamment de pente en aval du captage, la conduite

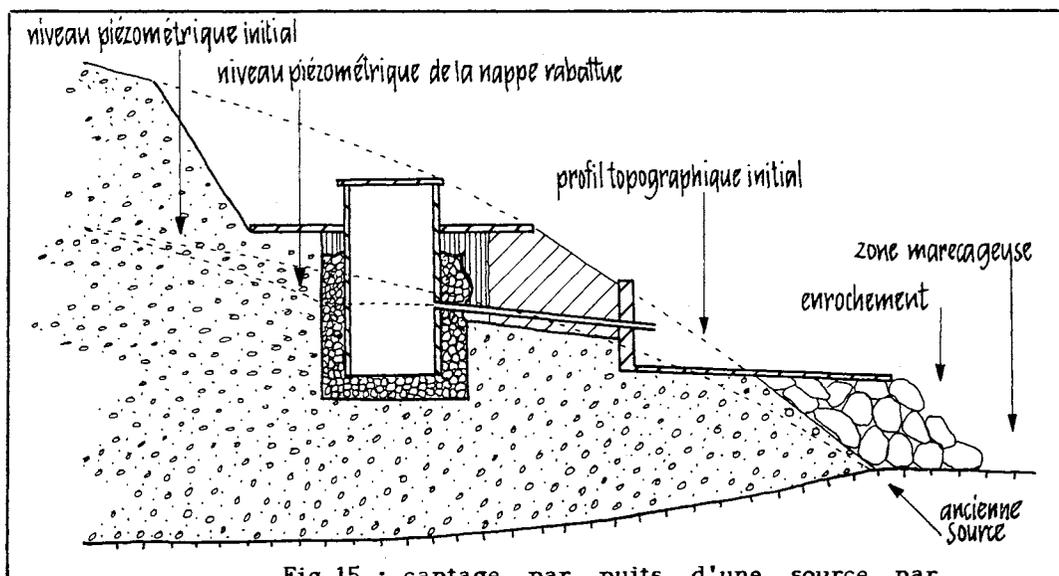


Fig.15 : captage par puits d'une source par débordement située en bordure d'une zone marécageuse

amènera l'eau jusqu'au lieu de distribution. L'emplacement de ce lieu sera en partie déterminé par la dénivellation nécessaire qui est fonction de la profondeur à laquelle on doit maintenir rabattu le niveau de la nappe pour obtenir le débit souhaité, valeur à laquelle il faut ajouter la pente de la conduite, au minimum 2 cm/m (2 %). Le nivellement peut se faire simplement à l'aide de piquets et d'un niveau de chantier : après avoir piqueté la tranchée en commençant par les piquets des extrémités puis en ajoutant les piquets intermédiaires, on trace sur chaque piquet un repère à une cote donnée par rapport au sol. On pourra ainsi facilement mesurer la différence de niveau de piquet à piquet.

On creusera la tranchée par couches successives toujours en allant vers le puits.

Dans le cas d'un aquifère à nappe libre (fig. 16), une partie de la tranchée traversera l'aquifère. Après la mise en place de la conduite, on comblera cette partie avec du gravier, l'autre partie étant comblée avec du tout-venant, puis on réalisera une étanchéité entre les deux parties.

Dans le cas d'un aquifère à nappe captive, la totalité de la tranchée sera comblée avec du tout-venant. On réalisera une étanchéité à l'extrémité de la tranchée, contre le massif de captage du puits.

Le diamètre de la conduite sera choisi en fonction de sa pente et du débit de la source.

#### LE CAPTAGE PONCTUEL

**Les sources ponctuelles** : les sources par débordement ou débordement d'un aquifère constitué de roches fissurées, les sources artésiennes ou les résurgences peuvent avoir une émergence ponctuelle bien localisée.

Les travaux de drainage de ces sources ponctuelles sont

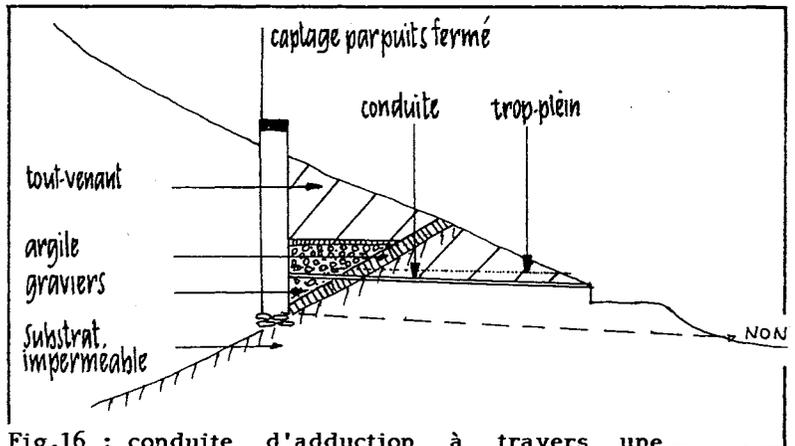


Fig.16 : conduite d'adduction à travers une nappe libre.

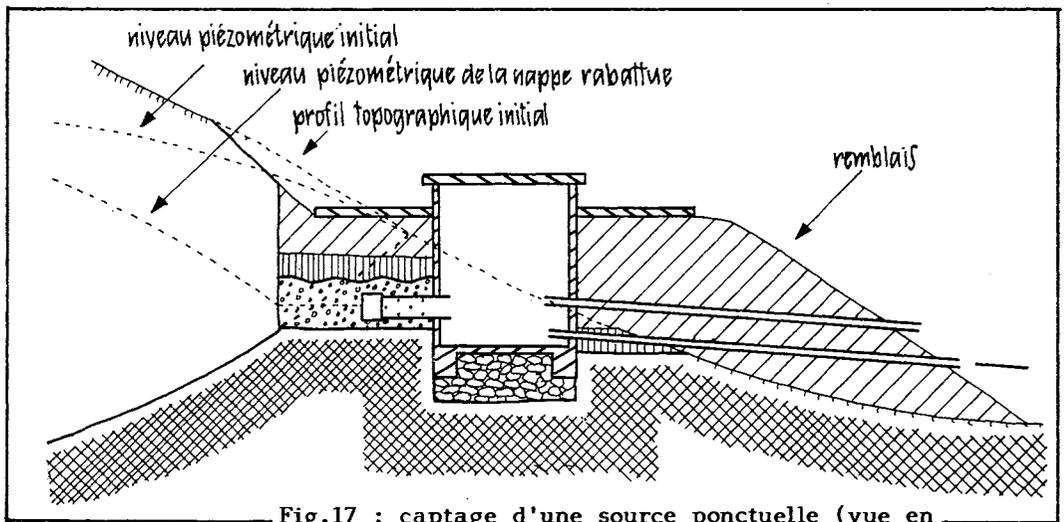


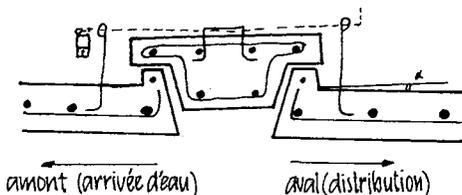
Fig.17 : captage d'une source ponctuelle (vue en coupe).

réduits à la plus simple expression. Le terrain assure lui-même le rôle de drain. Capturer ne revient donc qu'à concentrer l'eau et la récupérer dans une chambre que l'on construira à cet effet.

La chambre de captage sera aménagée le plus près possible de l'arrivée de l'eau située le plus souvent dans ce cas au bas d'une rupture de pente. On réalise le massif de captage en comblant avec du gravier l'espace compris entre l'arrivée et la chambre de captage (fig. 17).

**Exécution des travaux :** après avoir débroussaillé l'emplacement de la source et de ses abords et décapé la terre végétale sur l'affleurement et sur l'assise imperméable de l'aquifère, on procédera aux opérations suivantes :

- nettoyage des fissures productrices ;

**CAPTAGE VISITABLE OU NON ?**

**Un meilleur contrôle :** un captage accessible et visitable est un captage facilement réparable, dont on peut diagnostiquer rapidement les causes de dysfonctionnement. Dès qu'on le peut, on cherchera donc à faire des chambres visitables, avec le moins possible de drains non visitables. Pour toutes les sources ponctuelles, artésiennes et autres, on essaiera de rendre le lieu d'apparition de la source visitable ; s'il est enterré sous 2 à 3 mètres de terre, il faudra malheureusement, un ouvrage important qu'on ne veut ou ne peut pas toujours réaliser (cf. planche C2 fig. 5 et 6 en annexe 5).  
*Visiter = vite diagnostiquer, facilement intervenir, réparer à la source même, sans gros chantier d'ouverture de tranchée.*

**Un risque et un coût supplémentaires :** les ouvrages de visite de captage sont des sources possibles de pollution : lors des visites elles-mêmes bien sûr, mais surtout par des ruissellements superficiels qui pénétreraient par la trappe de visite ou qui s'infiltreraient le long des parois extérieures de l'ouvrage, jusqu'au captage. L'étanchéification des tranchées doit être réalisée avec grand soin. La réalisation des ouvrages supplémentaires et le plus grand soin apporté aux travaux rendent l'aménagement plus coûteux.

**Une couverture mieux isolée.** Deux conseils simples :  
 • Donner une pente vers l'aval à la couverture étanche du captage. Eviter toute couverture en bois ou tôle, non hermétique et dégradable.  
 • Installer un modèle standard de trappe de visite, avec système anti-infiltration et une possibilité de cadenasser.

- creusement d'une fosse de réception ;
- mise en place de la chambre de captage ;
- exécution du massif de captage ;
- étanchéification, remblaiement.

On devra repérer avant le début des travaux le niveau d'émergence de la source par un piquet solidement ancré : c'est à ce niveau qu'on placera ultérieurement le trop-plein de la chambre de captage.

On nettoie les fissures productrices afin d'améliorer éventuellement le débit de la source et de prévenir le colmatage. On peut, dans le cas d'une source par déversement, agrandir modérément ces fissures à l'aide d'un marteau-piqueur. Dans le cas d'une source artésienne, l'emploi d'un tel outil est à proscrire strictement.

On procède ensuite au creusement de la fosse de réception. Dans cette fosse, viendront prendre place la base du massif de captage et les fondations de la chambre de captage : celle-ci est creusée dans l'assise imperméable de l'aquifère. Ses dimensions dépendent essentiellement de la géométrie de la chambre de captage. La profondeur est calculée de manière à ce que l'altitude du trop-plein de la chambre soit au maximum égale à l'altitude d'émergence naturelle de la source. D'autre part, dans le but de réaliser facilement une bonne étanchéité, on aura intérêt à ce que le niveau de l'eau à l'intérieur de la fosse reste toujours en-dessous de la surface du sol.

La longueur de la chambre est fonction des contraintes du site. On cherchera à ce qu'elle soit la plus réduite possible.

Sa largeur à l'avant de la fosse reprend celle des fondations. Si la disposition des arrivées oblige à ce que le massif de captage soit plus large au niveau de l'affleurement que la chambre de captage, on donnera à la fosse une forme trapézoïdale.

Le fond doit être horizontal.

La réalisation du massif de captage consiste à combler la fosse avec du gravier à l'intérieur duquel on disposera un tuyau crépiné qui débouchera dans la chambre de captage et dont les caractéristiques sont identiques à celles données pour les canalisations des drains. Il doit être horizontal et placé à 15 cm environ au-dessus du fond de la chambre.

L'étanchéité comme dans le cas du captage par drain est réalisée avec une feuille de matière imperméable surmontée de 20 à 40 cm, suivant sa qualité, d'argile compactée. L'ensemble du massif de captage est ensuite recouvert de terre de remblais compactée.

## LES OUVRAGES DE DISTRIBUTION

Une fois captée, l'eau doit être distribuée.

Soit près du lieu de l'ancienne source, comme traditionnellement, soit dans un lieu plus proche des habitations et plus éloigné de la source, par l'installation d'une conduite d'adduction.

L'aménagement du point de distribution tiendra compte des différentes utilisations de l'eau : boisson, lessive, toilette, abreuvement.

### L'ADDUCTION ET LES OUVRAGES ANNEXES

L'adduction assure la liaison entre le captage et le point de distribution d'eau. Elle peut être réduite à sa plus simple expression, si le point de distribution d'eau est directement accolé à la chambre de captage, ce qui pour des raisons d'hygiène ou de dégradation due à la fréquentation est fortement déconseillé, ou bien, à l'autre extrême, alimenter des points d'eau situés à proximité des habitations. Nous n'allons pas envisager ici l'installation de grandes adductions, ce qui fait l'objet de nombre d'ouvrages spécialisés, mais parler d'adductions de quelques mètres à quelques dizaines de mètres qui alimentent donc des points d'eau situés à proximité du captage.

De telles adductions peuvent consister en de simples canalisations ou bien comporter des ouvrages annexes destinés :

- à améliorer la qualité de l'eau (filtres, bacs décanteurs)
- à adapter le débit de la source aux besoins des utilisateurs (réserve tampon)

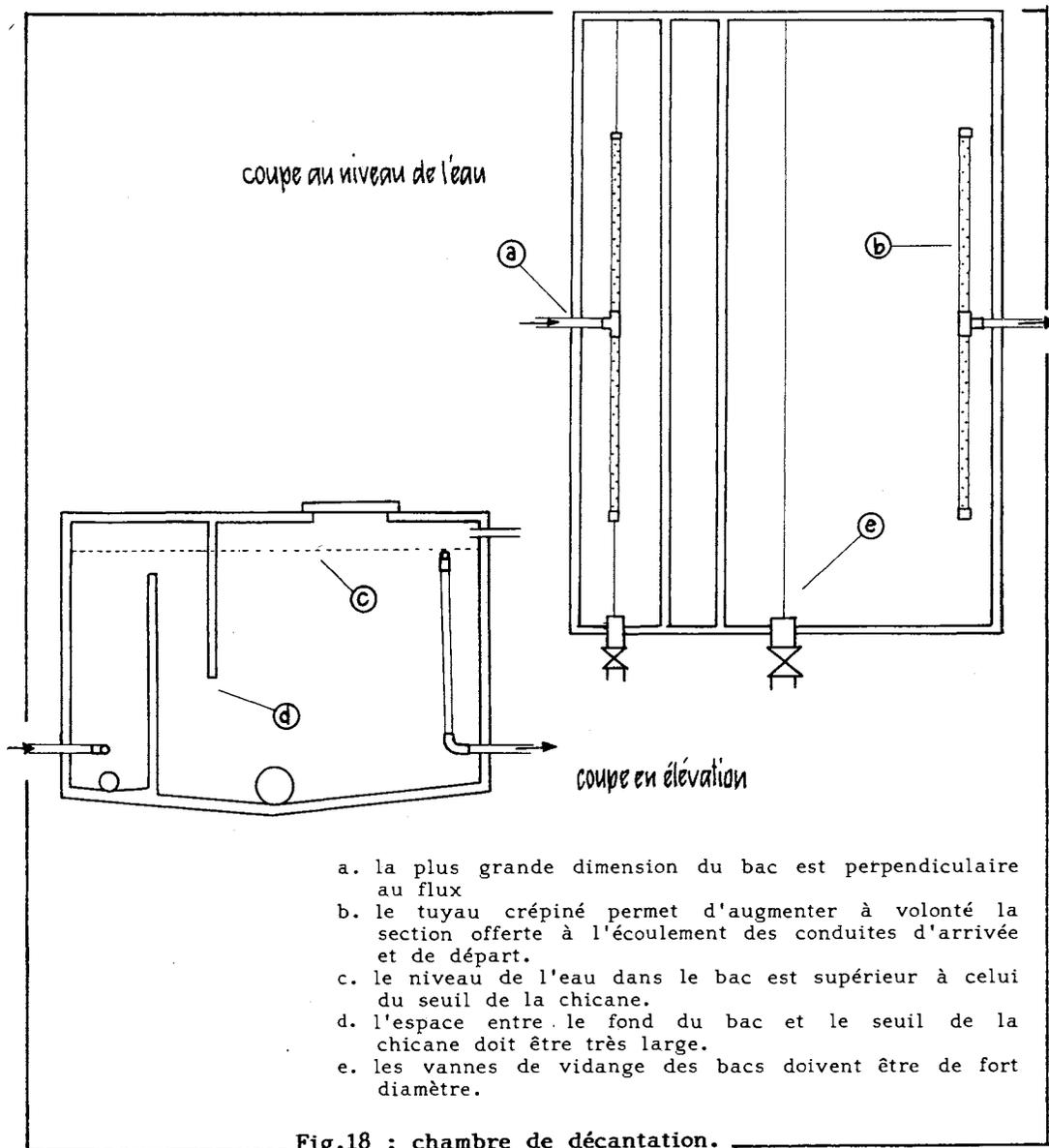
L'alimentation de l'adduction, dans le cas où celle-ci comporte des ouvrages annexes, est commandée par une vanne placée à la sortie de la chambre de captage.

**Les bacs décanteurs - les filtres :** ils sont utilisés pour améliorer la qualité d'eaux à forte turbidité (contenant beaucoup de particules solides en suspension).

Le principe des bacs décanteurs (fig. 18) est fondé sur la sédimentation, c'est-à-dire le dépôt des particules solides en suspension dans un liquide au repos. La vitesse de sédimentation dépend de la taille des particules et de leur densité.

Pour l'efficacité du système :

- l'entrée du bac doit être située plus bas que la sortie, ce qu'on réalise à l'aide de conduites coudées ;
- les courants ascendants doivent être éliminés au maximum ce qui amène à utiliser des conduites de section les plus fortes possible ;
- le temps de séjour de l'eau dans le bac, qui est égal au rapport du débit de la source au volume du bac, doit



être le plus long possible.

Le rôle des filtres est complémentaire de celui des bacs décanteurs : ils doivent arrêter les particules trop fines pour sédimenter, qui se trouvent encore en suspension dans l'eau après la décantation. On doit donc les placer en aval des bacs. Leur principe consiste à faire passer l'eau à travers plusieurs couches de matériaux de plus en plus fins.

Les filtres cependant présentent un inconvénient majeur : ils doivent être régulièrement entretenus faute de quoi ils sont susceptibles de se colmater. D'autre part, un filtre sale contribue à la pollution de l'eau dans la mesure où

Ces mesures ne suffisent souvent pas à enrayer les maladies transmises par l'eau. Celle-ci est en effet souvent polluée entre le puisage et la consommation. Les programmes d'hydraulique villageoise doivent donc s'accompagner d'une action sanitaire de sensibilisation et d'animation s'adressant en priorité aux femmes et aux enfants.

il est le siège d'une importante prolifération bactérienne. Dans tous les cas, pour des aménagements de faible importance, il est préférable, plutôt que d'intercaler un filtre dans l'adduction, de procéder à une sensibilisation visant à généraliser l'usage régulier, de la part des consommateurs, de méthodes d'épuration individuelles, d'autant plus que ceci amène les usagers à une prise de conscience individuelle du problème sanitaire de l'eau qui est le complément indispensable de la prise de conscience collective dont l'aboutissement est l'aménagement de la source.

En conclusion, les décanteurs et les filtres sont des ouvrages coûteux et délicats à bien mettre en oeuvre et à bien entretenir. Ils ne se justifient que sur les gros aménagements : adduction de plusieurs villages, de petits et gros centres urbains, adduction à partir d'eaux chargées, et nécessiteront la présence d'un service technique d'entretien compétent.

**Les réserves tampon :** équiper le captage d'une réserve tampon est obligatoire chaque fois que le débit de la source à un moment donné est inférieur à la demande des consommateurs (fig. 19).

Le débit de la source est régulier mais la consommation subit au cours de la journée des variations importantes : à cause de l'éloignement du point d'eau, le puisage ne se fait pas au fur et à mesure des besoins mais les utilisateurs doivent constituer chez eux une réserve d'eau. Traditionnellement, il y a deux puisages journaliers, un au début, un à la fin de la journée. L'adduction est à ces moments-là sollicitée pour un débit supérieur au débit du captage. Le rôle de la réserve tampon est de stocker pendant les heures creuses de l'eau qui sera distribuée en appoint du débit de la source pendant les heures de pointe.

Calcul du volume souhaitable de la réserve tampon : voir annexe 4, p. 129

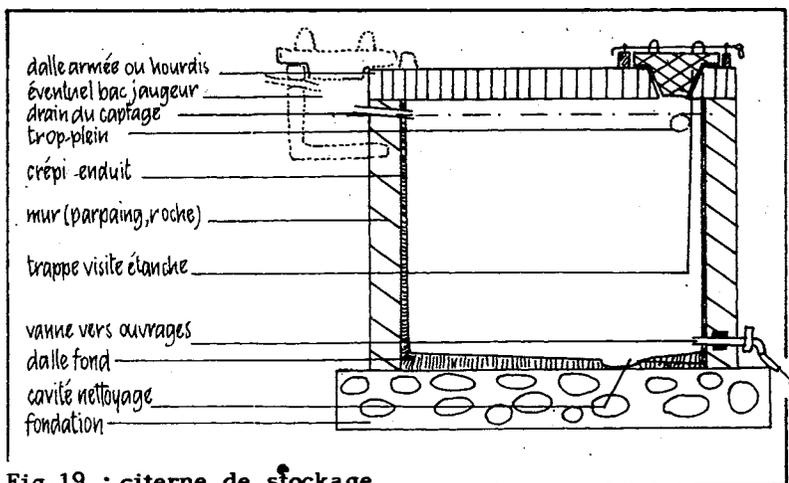


Fig.19 :citerne de stockage

La construction de la réserve fera appel à la maçonnerie traditionnelle de roche, de parpaing, etc... La réserve sera mise à l'écart des risques d'érosion et des cours d'eau temporaires. On soignera tout particulièrement les fondations qui risquent toujours de souffrir de l'érosion,

surtout si la réserve n'est pas enterrée. Les arrivées et départs de conduite sont des points fragiles à protéger. On y préférera le métal (galva, alu, etc...) au PVC.

On pourra à l'entrée dans la réserve, disposer un système de mesure du débit, pour contrôler régulièrement le bon fonctionnement et le non-tarissement de la source. Deux systèmes ont été testés par nos soins :

- installation d'une trappe de visite dans la couverture de la citerne, au droit de l'entrée de la conduite. Le tuyau arrive au sommet de la citerne pour que l'on puisse disposer un récipient en-dessous et pour que l'eau, en tombant dans la réserve s'oxygène.

- installation d'une dérivation sur la conduite avant son entrée dans la citerne : une des branches, équipée d'un bouchon inviolable par la population, sert à jauger la source.

La couverture étanche de la citerne sera équipée d'une trappe de visite totalement hermétique et protégée de l'entrée des eaux ruissellant sur la couverture. Seul le responsable pourra ouvrir la trappe pour la visite annuelle indispensable au chaulage. La technique des hourdis est plus pratique pour réaliser la couverture.

Le fond de la citerne repose sur un sol capable de supporter la charge d'eau contenue sans risquer de voir des fissures apparaître à terme et provoquer des fuites. On pourra y aménager une petite dépression qui facilitera les travaux d'entretien et le nettoyage de la citerne : on y concentrera pour la ramasser la saleté accumulée dans le fond.

Un trop-plein évitera la mise en charge de la citerne, qui l'endommagerait et provoquerait en retour une mise en charge du captage. Une conduite de 40 mm minimum fera l'affaire, avec une crépine au bout, pour éviter toute intrusion externe. **L'exutoire de ce trop-plein sera équipé en conséquence.**

L'étanchéité de la citerne doit être réalisée avec beaucoup de soin, surtout si la citerne est enterrée, pour éviter les fuites mais aussi les entrées d'eau polluée.

**Le volume de la réserve tampon :** si le débit journalier de la source en période sèche est égal ou à peine supérieur au volume de la demande, le volume de la réserve tampon devra être calculé de manière à permettre le maximum de stockage. Pour un puisage bi-journalier par exemple, la période la plus longue pendant laquelle le débit de la source est supérieur au débit du puisage dure environ 10 à 12 heures pendant la nuit entre le puisage du soir et celui du matin. Le volume d'eau qu'on pourra stocker au cours de cette période sera égal au volume d'eau débité par la source auquel on enlèvera le cas échéant le volume puisé au cours de la nuit. Il est inutile de prévoir pour la réserve une capacité plus importante. On prendra le débit moyen en saison humide comme base de calcul.

Si le débit journalier de la source en période sèche est supérieur aux besoins de la population, on donne, pour un puisage bi-journalier, un volume de réserve égal à 40 % des besoins de la population.

Les réserves sont souvent surdimensionnées. Or le prix et la difficulté de construction d'un réservoir sont tels qu'il est intéressant, chaque fois que c'est possible, d'évaluer

annexe 4, p. 129.

au plus juste le volume de la réserve dont on a besoin. Une méthode de calcul de ce volume est présentée en annexe.

#### L'AMENAGEMENT DU POINT D'EAU

Le point d'eau sera pour les usagers rapidement confondu avec la source même. Il deviendra, en lieu et place de l'ancienne source, un centre important de la vie de la collectivité. Il est fondamental que son aménagement réponde à leur désir et soit conçu avec leurs avis et concours.

##### L'accès au point d'eau : sécurité et salubrité.

Les sources sont souvent dans des lieux difficiles d'accès. Une nette amélioration consiste à aménager les voies d'accès pour qu'elles soient sûres même en temps de pluie. On dalle les passages plats et on construit des escaliers dans les pentes. Dans l'environnement immédiat des aménagements, toutes les pentes qui pourraient s'ébouler ou s'éroder graduellement et menacer la stabilité ou la propreté des ouvrages seront équipées d'ouvrages anti-érosifs : murs de soutènement, canaux de contour, enherbement systématique. Les murs de soutènement auront de très bonnes fondations et seront drainés par derrière. Même si le coût en est souvent important, il ne faut en aucun cas négliger ou reporter la réalisation de ces ouvrages.

Les aménagements ne seront **jamais enterrés**, sinon la terre éboulée des pentes ou apportée par les gens, viendra salir et bientôt combler les ouvrages et surtout les exutoires d'évacuation des excédents d'eau de distribution. Attention à l'utilisation des dalles en béton lisse ou rugueux. Elles sont toujours couvertes d'un film d'eau, de terre argileuse ou de lichens, donc très glissantes. Les dallages de roches posées sur une couche de mortier sont plus sûrs, s'ils sont entretenus et nettoyés !

**Evacuer les eaux excédentaires** : tous les lieux fréquentés pour la distribution peuvent devenir très malsains si l'eau vient à y stagner. Aucune eau ne doit donc pouvoir rester dans un coin, stagner sur place ou à proximité des ouvrages.

Le réseau de drainage le plus efficace est celui qui ne se bouche jamais, même lors des grosses pluies. Tout drain enterré est voué à être bouché un jour ou l'autre, **seuls les drains à ciel ouvert sont sûrs**. Pour plus d'efficacité, on leur donnera une forme en V ou en demi-cercle, mais pas avec des angles droits qui retiennent les lichens et s'obstruent plus facilement. Ce profil sera retenu pour tous les drains et chenaux d'évacuation de trop-plein et drains de pied.

On protégera les exutoires de ces drains et chenaux de tous risques d'affouillement. Les risques sont grands, surtout par grosses pluies. Une sortie à l'air libre n'est pas toujours très propre mais pose moins de problème de maintenance qu'un puisard. Les eaux non savonneuses sont utilisables en agriculture.

**Le système de puisage** : il doit être d'un maniement simple, robuste et, dans le cas d'une adduction avec

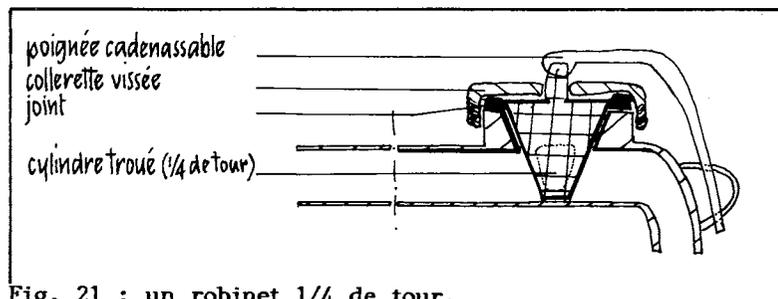
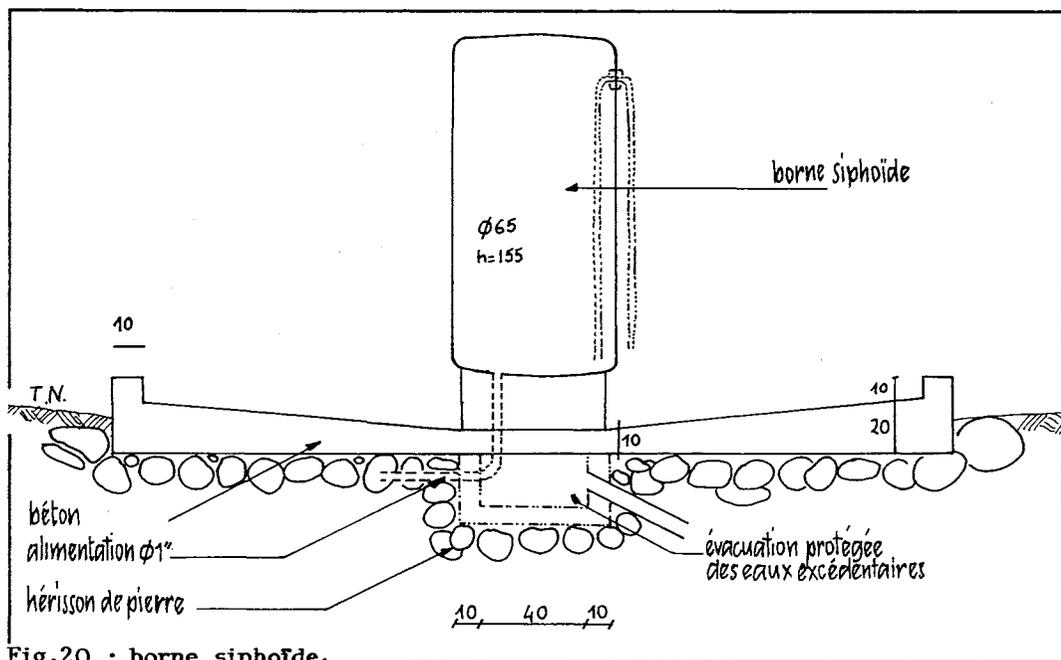
réserve, à interruption automatique. On utilise fréquemment dans ce cas des siphons et des robinets à poussoir.

Les robinets à poussoir ont l'avantage d'être parfaits du point de vue de l'hygiène mais l'inconvénient d'être relativement fragiles.

Siphonide : en forme de siphon.

Les bornes siphonides (fig. 20) par contre, si elles n'offrent pas une garantie totale quant à l'hygiène, restent très acceptables de ce point de vue et sont pratiquement indégradables, ne présentant extérieurement aucune pièce mobile. Elles sont sans doute le système le plus fiable et le plus utilisé.

On pourra rechercher sur le marché local, des robinets 1/4 de tour (fig. 21) ne présentant aucun joint plastique. Ils sont souvent réalisés en laiton, de forme pyramidale tronquée. La pyramide est ajourée du trou qui laisse passer l'eau. Ce système qui ne fonctionne pas à vis, n'est pas détérioré par une traditionnelle méconnaissance des limites des vis de robinets.



La réserve peut être utilisée comme borne fontaine ou bien le puisage séparé et alimenté par une canalisation. La disposition du puisage séparé est préférable car l'érosion, intense autour du lieu de puisage, peut, dans le cas contraire, affouiller à terme les fondations de la réserve.

Dans le cas d'une fontaine à écoulement permanent (puisage des adductions sans réserve ou trop-plein des adductions à réserve), le jet du tuyau ne doit pas arriver sur du béton, qui serait très vite dégradé, mais sur une pierre dure. Attention à bien drainer le flux excédentaire et à protéger l'exutoire de l'érosion.

**Lavoir et coin-toilette :** le lavoir doit être situé en aval du puisage (fig. 22) mais très proche de celui-ci, afin que les usagers ne soient pas tentés d'utiliser la dalle du puisage pour le lavage. Il faut absolument tenir compte de leur avis dans son aménagement. Il est très important en effet, outre le bien-être que peut apporter un lieu de travail conforme au désir des utilisateurs et adapté à leurs besoins, qu'il soit utilisé par le plus grand nombre afin que se trouve concentrée la pollution due aux effluents ménagers en un lieu choisi et équipé en conséquence.

L'expérience montre qu'il faut "coller" de très près aux pratiques traditionnelles de la lessive pour voir les lavoirs utilisés comme prévu. La pratique de la lessive dans des bacs rectangulaires n'est pas toujours préférée. Les femmes qui faisaient leur lessive à la source ou à la rivière en aval pratiquent plutôt la lessive au fil de

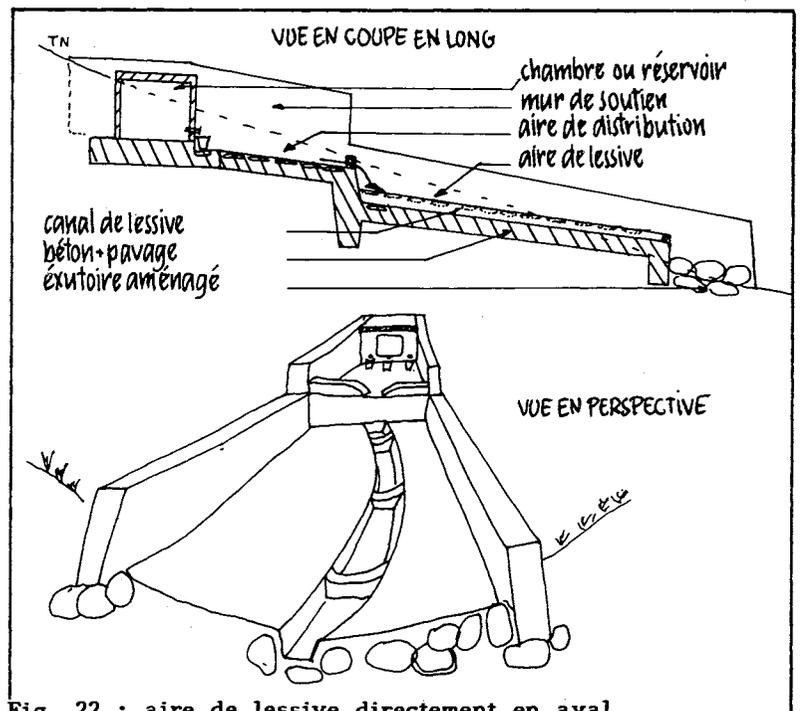


Fig. 22 : aire de lessive directement en aval de la distribution.

l'eau. On peut donc, si cela se vérifie, préférer reproduire ce système en aménageant un canal central avec deux plans inclinés de part et d'autre. Les femmes doivent pouvoir retenir l'eau dans le canal central et aménager des bassins temporaires pour laver, tout en profitant de l'eau courante pour rincer. Les femmes, installées sur le plan incliné, voudront une aire où elles feront sécher leur linge lavé. Elles peuvent demander des bacs : on étudiera bien avec elles les dimensions et on les concevra de manière à ce qu'ils ne soient pas un nid à eau sale ou un piège à terre éboulée.

L'aménagement d'un coin-toilette est plus délicat. Son opportunité et ses caractéristiques dépendent avant tout des coutumes et des désirs des membres de la collectivité. Lavoir et, le cas échéant, coin-toilette seront alimentés, dans le cas d'une adduction à réserve, soit par le trop-plein de la réserve, soit par une conduite haute équipée d'un système à interruption automatique (le puisage étant alors alimenté par une conduite basse), dans le cas d'une adduction sans réserve par une canalisation indépendante de celle du puisage.

Le drainage des eaux usées à la sortie du lavoir et du coin-toilette fera l'objet d'une attention particulière. Certaines pratiques de lessive (utilisation d'agrumes amers et autres) rendent impossible l'utilisation de ces eaux pour l'abreuvement et l'irrigation.

#### LA PROTECTION DU CAPTAGE ET DES ABORDS

Tout ouvrage de captage doit être soigneusement protégé (fig. 23) :

- de la destruction de l'ouvrage par les eaux de ruissellement (érosion et comblement par éboulement)
- de la pollution
  - . par l'infiltration d'eau de ruissellement,
  - . par l'infiltration d'effluents,
  - . par la fréquentation du lieu par les animaux et les usagers.

Les principaux périls pour un captage sont les eaux de ruissellement, dont on sous-estime souvent l'importance, et la fréquentation du lieu de captage par les animaux, domestiques ou non.

Il existe pour protéger l'ouvrage, différents moyens dont chacun est spécifique d'une ou plusieurs de ces dégradations :

- les remblais et les zones bétonnées contre l'érosion et l'infiltration au droit du captage ;
- les drainages contre l'infiltration au droit du captage ;
- les fossés de protection contre la pollution par l'eau de ruissellement, l'érosion et l'ensablement ;
- les zones protégées contre la pollution par les animaux, les usagers et par l'infiltration d'effluents.

**Les remblais, les empierrements et les dallages** sont trois bonnes techniques de protection des captages et ouvrages. L'ensemble du captage doit être idéalement enfoui sous plusieurs mètres de terre de remblai (terre lourde et argileuse) compactée. On compacte le remblai couche par couche en damant et en mouillant la terre. La surface du remblai, dont la pente doit être faible, est ensuite empiercée ou plantée de plantes anti-érosion.

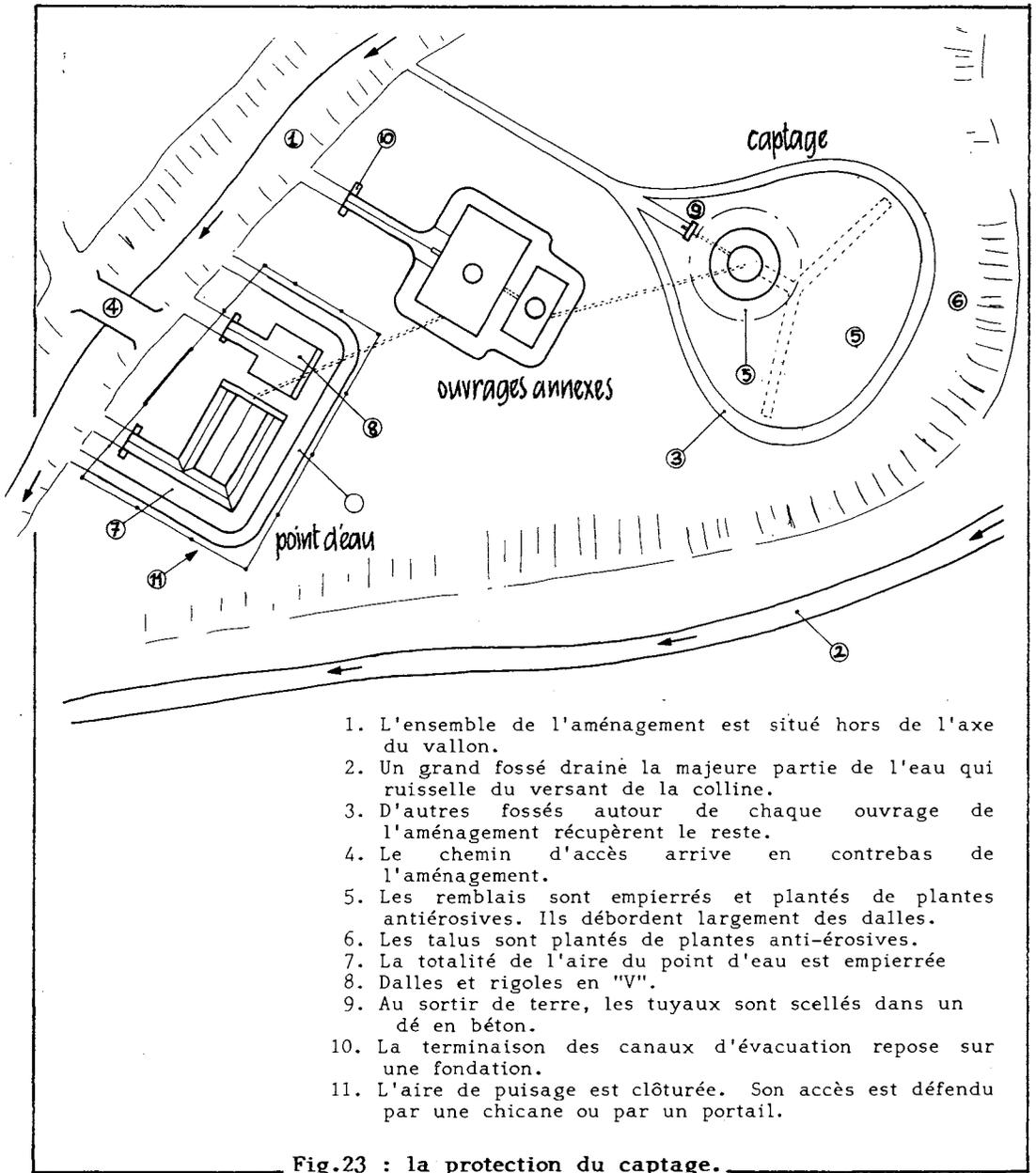


Fig.23 : la protection du captage.

On doit réaliser, sur le pourtour des ouvrages en dur, des dallages sur assise béton dont le rôle est d'empêcher l'affouillement de leurs fondations et l'infiltration de l'eau dans le captage par les fissures, fentes de dessiccation principalement, qui apparaissent toujours au contact entre la maçonnerie et le remblai. La dalle doit être inclinée et équipée d'une rigole extérieure qui récupérera les eaux de ruissellement et les évacuera vers l'aval.

**Les drainages :** tous les ouvrages réalisés dans la proximité humide de l'ancienne source devront être équipés de drains de pied (pour les dalles) et de drain de paroi (pour les murs). On doit se souvenir en effet que la plupart de ces ouvrages sont réalisés au contact d'une nappe phréatique fluctuante, dont la charge peut rapidement endommager les réalisations. Attention aux risques de sape par infiltration souterraine ou par passage de la nappe sous les ouvrages. Les eaux doivent d'autre part être collectées et renvoyées en aval du lieu de puisage par des rigoles bétonnées d'entretien facile.

**Les fossés de protection :** les fossés creusés à cet effet doivent être largement dimensionnés et leur tracé doit emprunter des chemins déjà utilisés naturellement par l'eau de pluie. Il est préférable pour éviter qu'ils s'obstruent de les creuser plus larges que hauts. De même, leurs parois doivent être inclinées et leur pente faible et régulière dans la mesure du possible. Il faut à tout prix éviter les brusques ruptures de pente qui sont des zones d'érosion intense ainsi que les faux-plats où la sédimentation provoque l'obstruction rapide du fossé. Un fossé bien conçu peut s'auto-entretenir. Il est rare cependant d'arriver à ce résultat.

Le chemin d'accès à la source se transforme facilement en chemin d'eau de ruissellement. Il ne devra donc pas, si celle-ci se trouve en contre-bas, déboucher par le haut sur le captage ou les aménagements.

S'il est toujours possible de protéger le captage contre les eaux de ruissellement qui circulent en surface, il est par contre extrêmement difficile de le préserver des eaux de ruissellement qui s'infiltrent à proximité de la source pour y ressurgir. Sont plus particulièrement vulnérables à ce type de pollution les sources situées dans les axes de vallons, dans des zones rocheuses ou dans des zones d'éboulis. Ces sources sont en un même lieu la combinaison d'une source et d'une résurgence : il est impossible de séparer leurs eaux et l'on devra renoncer à les capter. Dans les terrains formés de roches meubles, on pourra les capter, sur les pentes uniquement, s'il n'y a pas, directement en amont de la source, de zone marécageuse ou de zone d'épandage.

**Les zones protégées :** on a décrit dans le paragraphe "Choisir les meilleures sources", le principe de l'auto-épuration de l'eau d'infiltration : auto-épuration dans la zone non saturée, dilution dans l'aquifère. La source en conséquence est particulièrement sensible à la pollution de l'aquifère à proximité du lieu où elle jaillit pour deux raisons :

- dans de nombreux cas (aquifères à nappe libre), l'épaisseur de la zone non saturée diminue à proximité des sources pour s'annuler à la limite à la source quand la zone saturée de l'aquifère affleure.

- la convergence des lignes de courant fait que la pollution qui survient dans la zone d'influence de la source n'est pas diluée mais concentrée.

On doit donc :

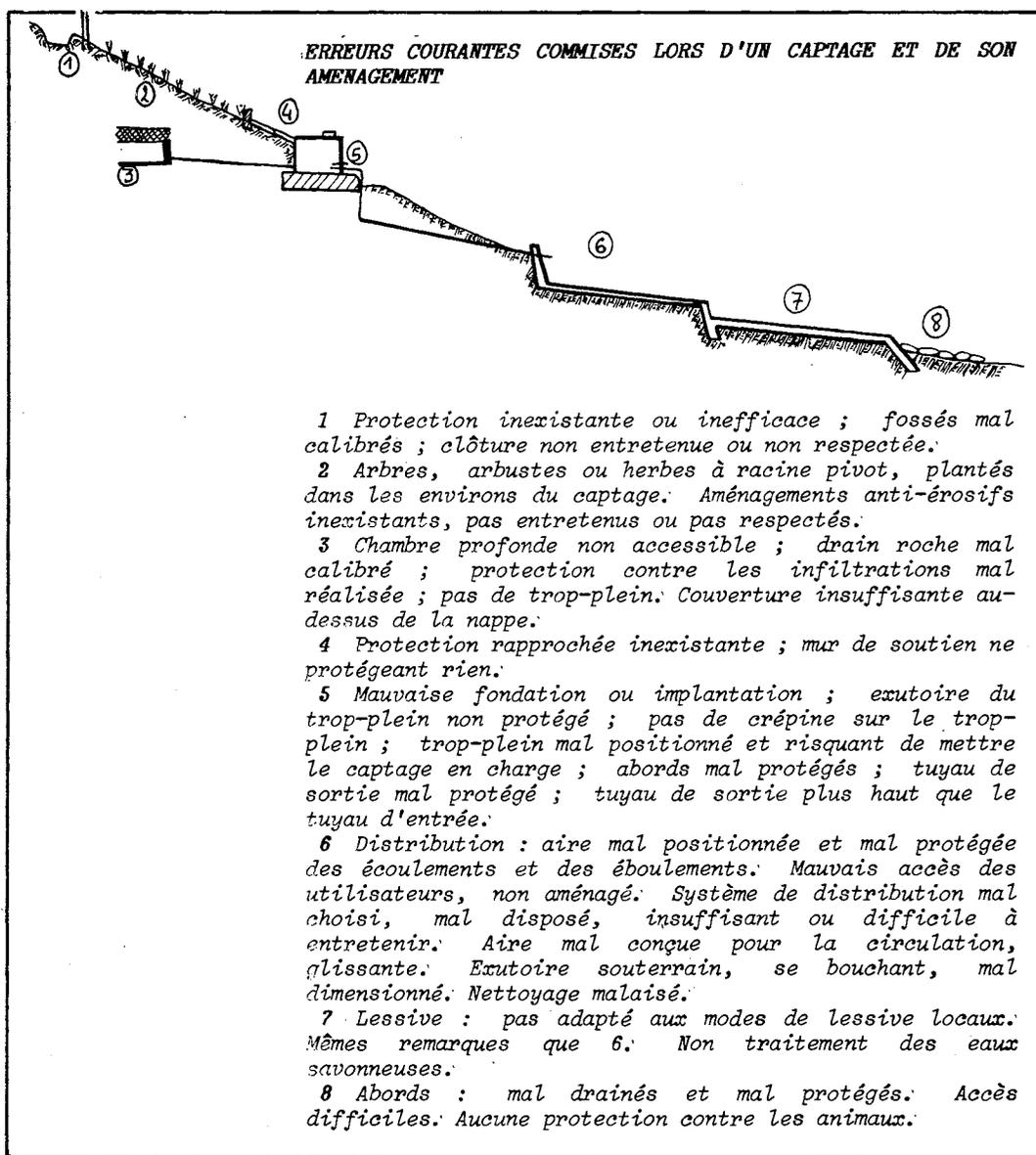
- avant de capter une source, s'assurer qu'on ne se trouve pas directement en aval de latrines ou de toute

"Choisir les meilleures sources" : voir page 11

zone d'épandage d'effluents ;

- après avoir capté la source, délimiter une zone protégée, directement en amont de la source et englobant l'aire de captage, où sera défendu l'accès des animaux et où l'on interdira le rejet d'effluents (lavage, vaisselle, toilette, etc.) ainsi que le traitement des plantations.

Le lieu de puisage sera toujours séparé du captage, situé en aval et distant d'au moins une dizaine de mètres.



# L'EAU SOUTERRAINE

2

<b>LE CYCLE DE L'EAU</b>	64
. le cycle global	64
. l'évaporation à la surface des continents	65
. les sources dans le cycle de l'eau	66
<b>L'ALIMENTATION DES NAPPES</b>	67
. l'infiltration	67
. la zone non saturée	68
. la propagation de l'eau dans la zone non saturée	69
. la zone saturée _la nappe d'eau	69
. le ruissellement	69
. le régime des pluies et le ruissellement	69
. le régime des pluies et la recharge de la nappe	70
. l'état des sols et l'infiltration	70
<b>L'ÉCOULEMENT SOUTERRAIN</b>	71
. la charge hydraulique et le gradient de charge	71
. porosité et perméabilité	73
. la surface piézométrique, nappes libres-nappes captives	74
. la représentation cartographique	76
. l'écoulement à proximité des sources	76
<b>LES AQUIFÈRES</b>	83
. les aquifères à nappe libre	83
. les aquifères à nappe captive	86

## LE CYCLE DE L'EAU

### LE CYCLE GLOBAL

Sous l'action conjuguée de l'énergie solaire et de la pesanteur, l'eau circule constamment entre les océans, l'atmosphère et les continents. L'évaporation, les précipitations et l'écoulement sont les mécanismes de ces transports.

On distingue deux phases dans le cycle de l'eau : la phase ascendante pendant laquelle les particules d'eau s'élèvent sous l'effet de l'évaporation, et la phase descendante pendant laquelle elles perdent de l'altitude sous l'effet des précipitations et de l'écoulement (fig. 24).

Les deux grands domaines, les océans et les continents, ont chacun un cycle qui leur est propre, sous-cycle du système global. Pour les continents, le volume des précipitations est supérieur au volume des évaporations. Une part des précipitations continentales est d'origine océanique. Ce déséquilibre est compensé par l'écoulement

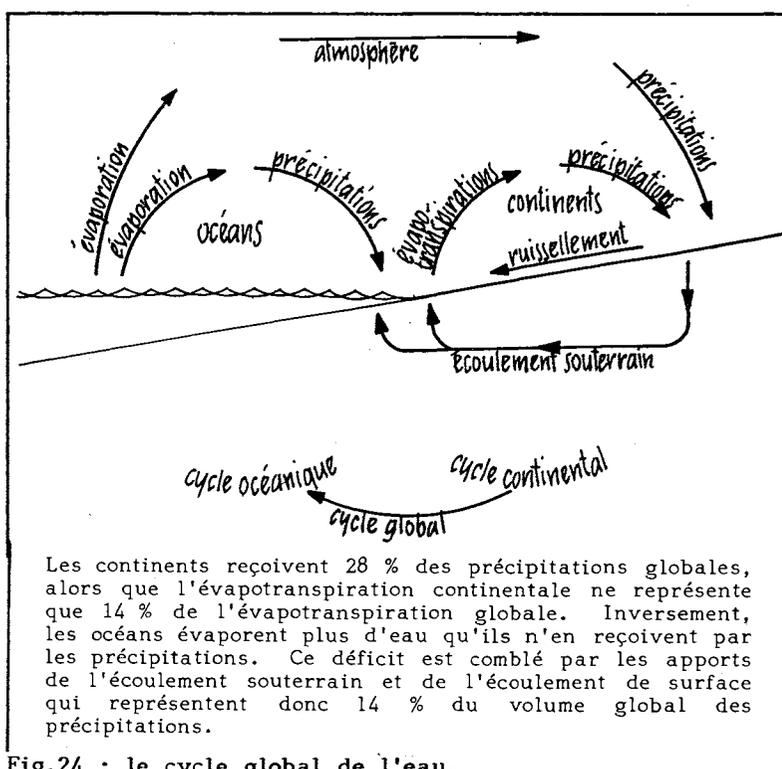


Fig.24 : le cycle global de l'eau.

vers les océans de l'eau des cours d'eau et des aquifères côtiers (fig. 25)

**L'EVAPORATION A LA SURFACE DES CONTINENTS**

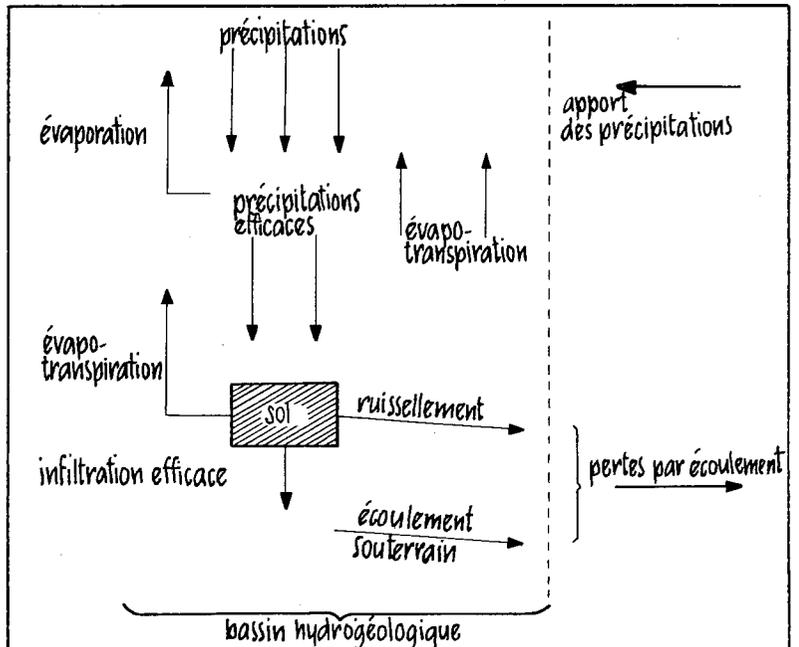
L'évaporation continentale a lieu :

- au moment même de l'averse, pendant laquelle une fraction importante des précipitations n'atteint pas le sol ;
- au moment où l'eau touche le sol, avant que ne débutent les processus de ruissellement et d'infiltration ;
- pendant l'infiltration de l'eau dans le sol, principalement par l'action biologique des végétaux.

On regroupe sous le nom d'évapotranspiration l'ensemble de ces phénomènes.

L'eau qui ne s'évapore pas directement et qui est soumise à l'écoulement, superficiel ou souterrain, c'est-à-dire qui participe aux processus du ruissellement et de l'infiltration, est l'eau des précipitations efficaces.

On appelle "infiltrations efficaces", la fraction d'eau infiltrée dans le sol qui atteint le niveau de la nappe.



Une partie importante des précipitations n'atteint pas le sol. Les précipitations efficaces sont réparties en évapotranspiration, ruissellement et infiltrations efficaces suivant un ensemble de facteurs dont les principaux sont la géomorphologie (topographie et hydrographie), la couverture végétale, la pédologie, la profondeur de la nappe phréatique, l'aménagement du sol (ouvrages anti-érosion, barrages, etc.).

Le bassin hydrogéologique est une portion du territoire pour laquelle le bilan hydrologique est équilibré, c'est-à-dire que les apports sont égaux aux pertes.

Fig.25 : le cycle continental de l'eau.

**LES SOURCES DANS LE CYCLE DE L'EAU**

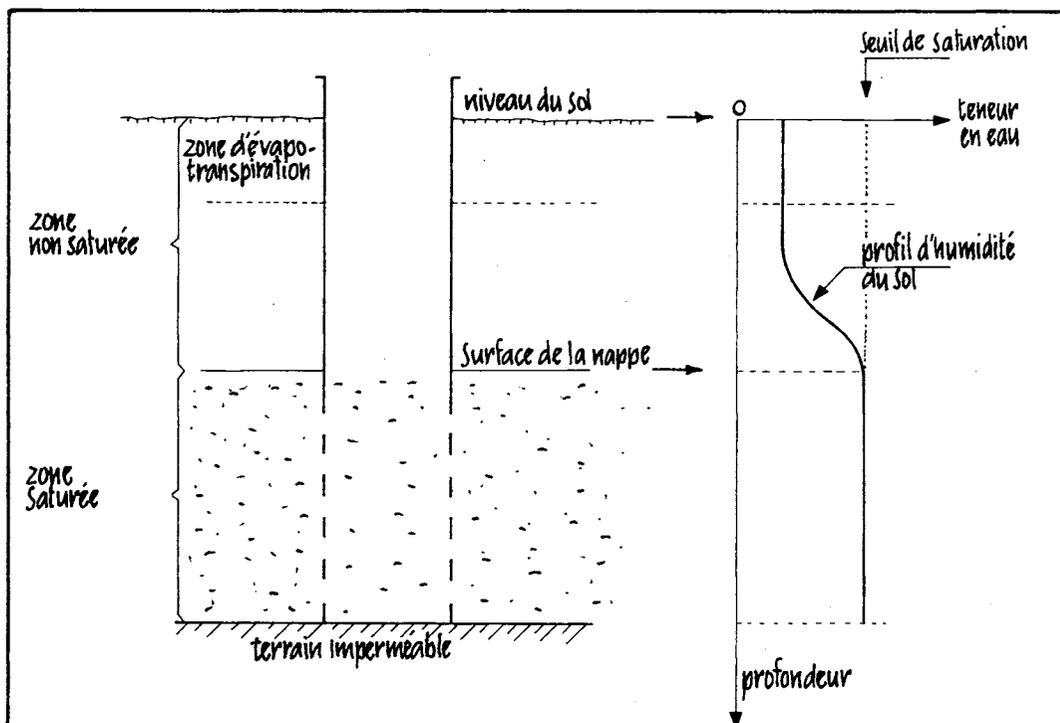
Les sources sont le lieu où l'eau infiltrée dans le sol sort de terre pour s'écouler en surface. Elles se situent à la limite entre la partie souterraine et la partie superficielle du cycle.

Auront un effet sur leur débit tous les événements ayant lieu en amont dans le cycle : les précipitations, l'évapotranspiration, l'infiltration et l'écoulement souterrain. La connaissance des mécanismes de l'infiltration et de l'écoulement souterrain est nécessaire à la compréhension du fonctionnement des sources.

## L'ALIMENTATION DES NAPPES

### L'INFILTRATION

Avant de parvenir jusqu'à la nappe, l'eau de pluie va devoir s'infiltrer dans le sol et traverser la zone non saturée du sous-sol. L'infiltration est le principal processus de recharge des nappes (fig. 26).



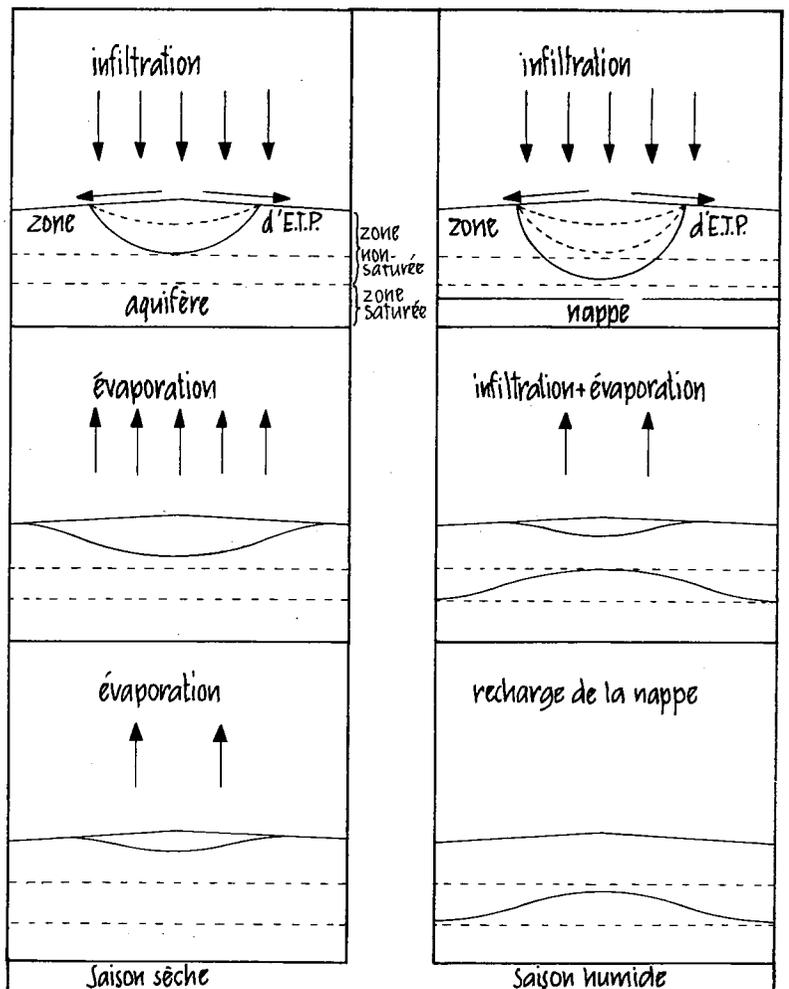
Dans la zone non saturée, les forces de rétention sont capables de retenir à l'intérieur de la roche la totalité de l'eau. La teneur en eau augmentant avec la profondeur, ces forces deviennent insuffisantes et une partie de l'eau commence à s'écouler. Pratiquement, le niveau auquel l'eau commence à s'écouler est confondu avec la surface de la nappe, qui marque le passage de la zone non saturée (à l'intérieur de laquelle les vides de la roche sont occupés en partie seulement par de l'eau) à la zone saturée (à l'intérieur de laquelle la totalité des vides de la roche est occupée par de l'eau). La zone d'évapotranspiration est la zone à l'intérieur de laquelle l'eau est susceptible d'être remobilisée par évapotranspiration. L'infiltration efficace est la fraction d'eau d'infiltration qui, ayant franchi cette zone, contribue à la recharge de la nappe.

Fig.26 : le profil d'humidité du sol.

### LA ZONE NON SATURÉE

Dans le sous-sol, l'eau est contenue dans les vides de la roche, pores et fissures. Un terrain est saturé quand la totalité des vides de la roche qui le constitue est occupée par de l'eau. Il ne peut alors en absorber davantage. Au contraire, dans un terrain non saturé, une partie des vides de la roche est occupée par de l'air. Il peut donc absorber encore de l'eau avant d'arriver à saturation. La teneur en eau augmente généralement avec la profondeur. Lors du forage d'un puits, on commence par

E.T.P. : abréviation de "évapotranspiration potentielle"



L'eau se propage dans le sol d'autant plus vite qu'il est plus humide. En saison sèche, une petite partie seulement de l'eau peut pénétrer, en quantité insuffisante pour atteindre la nappe. Le reste ruisselle ou s'évapore. En saison humide, l'eau parvient à traverser la zone d'évapotranspiration et contribue à la recharge de la nappe.

Fig.27 : l'alimentation des nappes.

traverser des terrains qui bien qu'humides ne laissent pas suinter d'eau : ce sont les terrains de la zone non saturée.

On distingue dans la partie supérieure de cette zone une tranche de terrain dans laquelle l'eau contenue peut s'évaporer ou bien être utilisée par les végétaux : c'est la zone d'évapotranspiration. Toute l'eau qui vient de la surface et franchit cette zone arrive jusqu'à la nappe. On appelle "infiltrations efficaces" la partie des eaux d'infiltration qui parvient jusqu'à la nappe.

#### LA PROPAGATION DE L'EAU DANS LA ZONE NON SATURÉE

Dans la zone non saturée, l'eau ne s'écoule pas véritablement. Des forces de capillarité assurent la propagation de l'eau à travers le terrain. Celle-ci est d'autant plus rapide que le sous-sol est humide.

#### LA ZONE SATURÉE - LA NAPPE D'EAU

Après avoir traversé la zone non saturée, on entre dans la zone saturée. On appelle nappe d'eau, l'eau contenue dans cette zone. La nappe phréatique est la première nappe rencontrée dans le sous-sol.

L'arrivée dans la zone saturée se note, lors du forage d'un puits, par le suintement de l'eau sur les parois. Plus bas, apparaissent les premières arrivées et l'eau commence à s'écouler. L'ouvrage terminé, c'est à ce niveau que remontera l'eau entre les périodes de pompage : c'est le niveau piézométrique.

#### LE RUISSELLEMENT

Le ruissellement s'oppose à l'infiltration de l'eau dans le sol. C'est, avec l'évapotranspiration décrite ci-dessus, le principal phénomène qui limite la recharge des nappes.

La propagation de l'eau dans le sol n'est pas instantanée. Ainsi, dans le temps très court d'une averse violente, la grande quantité d'eau tombée à la surface du sol ne pourra pas se propager assez vite pour investir un volume de roches suffisant à son stockage. La zone humidifiée se limitera à la tranche supérieure du sol qui, arrivant rapidement à saturation du fait de son faible volume, ne peut plus dès lors absorber d'eau. L'eau qui tombe sur ce sol saturé resté en surface et forme une lame d'eau qui stagne ou s'écoule vers les cours d'eau.

L'importance du ruissellement dépend essentiellement de la nature du terrain (plus ou moins imperméable), du régime des pluies et de l'état des sols (topographie, couverture végétale).

#### LE RÉGIME DES PLUIES ET LE RUISSELLEMENT

Plus la propagation de l'eau dans le sol est rapide, plus la tranche humidifiée lors d'une averse sera épaisse et donc plus il sera capable d'absorber d'eau avant d'arriver à saturation. Aussi, l'eau se propageant d'autant moins rapidement à travers le sol que celui-ci est plus sec, c'est en période de sécheresse que le ruissellement apparaît le plus tôt au cours de l'averse. D'autre part, l'importance du ruissellement dépend davantage de l'intensité des précipitations que de leur volume. En effet, lors d'une averse peu violente, la propagation de l'eau dans le sol peut assurer un

drainage suffisant des couches supérieures de sorte que celles-ci ne parviennent jamais à saturation. Si l'averse est au contraire très intense, le ruissellement apparaîtra très tôt.

#### LE REGIME DES PLUIES ET LA RECHARGE DE LA NAPPE

L'efficacité de la recharge des nappes par les précipitations, c'est-à-dire le rapport de l'infiltration efficace aux précipitations, dépend donc pour une part du degré d'humidité du sol et de l'intensité des averses. Différents cas peuvent se présenter :

- la quantité d'eau arrivée au sol au cours d'une averse est trop faible pour humidifier le sous-sol en-dessous de la zone d'évapotranspiration : la nappe n'est pas alimentée.

- la quantité d'eau serait suffisante mais l'averse est très intense : le ruissellement apparaît très vite et seule une petite partie de l'eau pourra s'infiltrer. Il peut ne pas y avoir de recharge de la nappe malgré une forte pluie.

- la quantité d'eau est suffisante et l'intensité de l'averse plus faible : la totalité de l'eau peut alors s'infiltrer, une partie importante arrivera jusqu'à la nappe.

#### L'ETAT DES SOLS ET L'INFILTRATION

Pendant qu'elle séjourne à la surface du sol l'eau continue de s'infiltrer. Plus ce séjour est long et plus la quantité d'eau infiltrée après saturation de la tranche supérieure du sol est grande. L'importance de l'infiltration par rapport au ruissellement dépend donc de la topographie et de la couverture végétale qui sont les facteurs dont dépend la vitesse d'écoulement de l'eau à la surface du sol.

Dans les pays arides, l'infiltration n'a guère lieu que dans les zones d'épandage. A cause de la violence des averses d'une part et de l'absence de couverture végétale d'autre part, l'eau des précipitations ruisselle presque sans s'infiltrer le long des pentes et dans les lits des cours d'eau temporaires puis vient stagner dans ces zones où une partie s'infiltré jusqu'à la nappe. La déperdition par évaporation est très importante lors de ce processus. On provoque artificiellement l'infiltration en construisant des retenues d'eau au droit des nappes. Cependant, les phénomènes de colmatage par sédimentation de particules argileuses font que l'efficacité de tels ouvrages décroît rapidement avec le temps si leur conception n'est pas suffisamment élaborée.

Il n'en demeure pas moins que l'aménagement de retenues d'eau, de dispositifs anti-érosion, de tous dispositifs enfin allant à l'encontre du ruissellement, contribue efficacement à améliorer la recharge des nappes.

## L'ÉCOULEMENT SOUTERRAIN

L'eau séjourne dans l'aquifère et s'écoule à travers les roches qui le constituent. Cet écoulement est ralenti par les difficultés qu'éprouve l'eau à se frayer un passage à travers les milieux poreux. C'est ce qui fait que l'eau s'accumule dans l'aquifère pendant les périodes pluvieuses où les volumes d'eau apportés par l'infiltration sont supérieurs aux volumes d'eau perdus par l'écoulement. Pendant les périodes de sécheresse au contraire, en l'absence d'apports, l'eau accumulée s'écoule et le niveau de la nappe qui était remonté, baisse lentement : l'aquifère a un rôle régulateur. En effet, les variations de débit des sources et des puits sont beaucoup plus lentes et plus faibles que celles des cours d'eau. Ces derniers s'assèchent dans les pays arides et les seules ressources en eau proviennent alors de l'exploitation de l'eau souterraine.

Comment l'eau s'écoule-t-elle dans les aquifères et quels sont les rapports entre les zones de recharge et les exutoires, entre le volume des pluies et le débit des sources et des puits ? C'est à ces questions, que se posent ceux qui sont chargés de l'approvisionnement en eau de collectivités, que ce chapitre se propose d'apporter quelques éléments de réponse.

### LA CHARGE HYDRAULIQUE ET LE GRADIENT DE CHARGE

L'écoulement souterrain n'obéit pas aux mêmes règles que l'écoulement superficiel. En hydrogéologie, on utilise une définition simplifiée de la charge hydraulique : c'est, en chaque point de la surface d'une nappe d'eau, l'altitude du niveau piézométrique en ce point. La charge hydraulique de l'eau dans l'aquifère est donc constante sur une même verticale.

Nous utilisons dans l'expérience décrite par la figure 28, un récipient rempli de sable et d'eau figurant l'aquifère. On plante dans le sable, afin de pouvoir mesurer le niveau de l'eau, des tubes appelés piézomètres.

La surface de l'eau à l'intérieur du sable est alors parfaitement horizontale : la charge hydraulique est constante pour un fluide immobile.

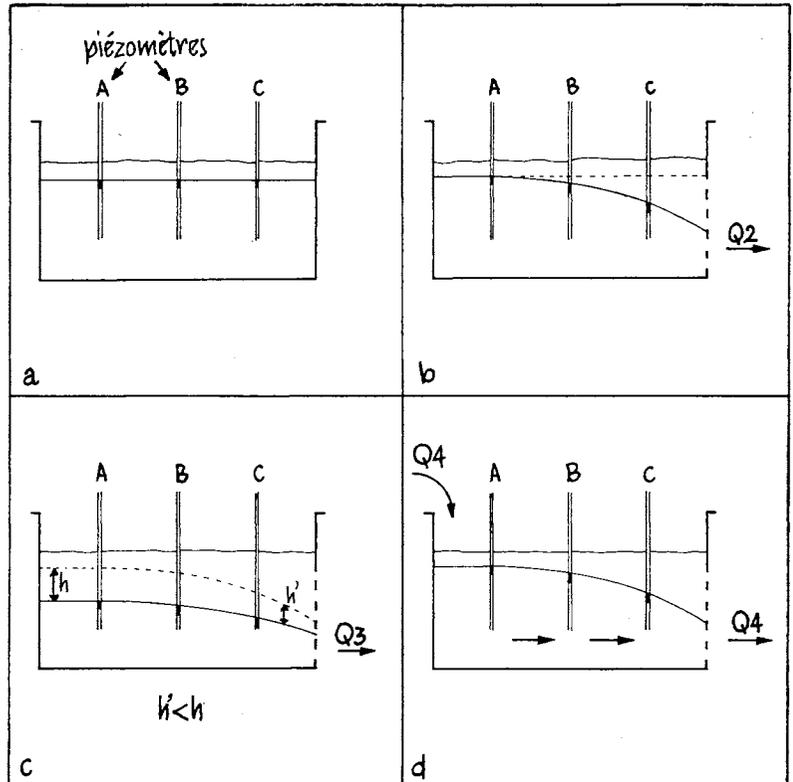
Si nous remplaçons une des parois du récipient par une grille, l'eau s'écoule et la surface de la nappe prend une allure convexe vers le haut. La charge hydraulique décroît dans le sens de l'écoulement : la charge hydraulique d'une particule de liquide arrivée à la verticale du point B est inférieure à la charge hydraulique de cette particule quand elle se trouvait à la verticale du point A. On appelle perte de charge ce phénomène.

Quand on laisse s'écouler le fluide, le niveau de la

Fig. 28 : page  
suivante

nappe baisse, la pente de sa surface et le débit à sa sortie diminuent. C'est ce qui se passe pour les aquifères pendant les périodes de sécheresse.

On a, en fig. 28 d, amélioré le système par un dispositif permettant de maintenir constant le niveau de la nappe.



a L'eau ne s'écoule pas, la surface de la nappe est plane et horizontale. La charge hydraulique est constante pour toute la nappe.

b L'eau s'écoule (existence d'une source proche, par exemple). La surface de la nappe est convexe, la charge hydraulique diminue dans le sens de l'écoulement.

c Si le système est déficitaire en eau, c'est-à-dire que le volume des écoulements est supérieur au volume des apports (nul ici), le niveau de la nappe va baisser et le rayon de courbure de sa surface diminuer. Parallèlement le débit du système va diminuer. On note que la variation de niveau dans les piézomètres est d'autant plus faible qu'on se rapproche de l'exutoire.

d Si le volume des apports ( $Q_4$ ) est égal au volume des écoulements ( $Q_4$ ), la surface de la nappe prend une position d'équilibre. Le débit est constant pour toute section de la nappe et la vitesse de l'écoulement augmente au fur et à mesure que la surface de la section diminue.

L'écoulement d'une nappe d'eau est caractérisé par la pente de sa surface piézométrique encore appelée "gradient hydraulique". Sa valeur est proportionnelle à la vitesse de l'écoulement.

Fig.28 : l'écoulement d'une nappe d'eau.

La surface piézométrique trouve une position d'équilibre et le débit de l'écoulement à la sortie du dispositif est alors constant : il est égal au débit des apports. Le débit à travers la section totale du dispositif est le même en A, en B ou en C. Cependant, la section utile offerte à l'écoulement diminue de A en C puisqu'elle est limitée vers le haut par la surface de la nappe. Au fur et à mesure qu'on se rapproche de l'exutoire, l'eau passe à travers des sections de plus en plus faibles, il faut donc que sa vitesse s'accroisse en proportion : la vitesse de l'eau dans l'aquifère augmente à proximité des exutoires.

L'augmentation de la vitesse de l'eau se traduit par une augmentation de la pente de la surface piézométrique. On appelle "**gradient hydraulique**" la pente de la surface piézométrique, c'est-à-dire la perte de charge par unité de longueur. Plus il est fort, plus la vitesse de l'eau dans l'aquifère est élevée.

#### POROSITE ET PERMEABILITE

Il existe des vides à l'intérieur des roches meubles et consolidées : des interstices entre les grains ou bien des fissures. On appelle "porosité" d'une roche, exprimée en pourcentage, le rapport du volume des vides au volume total de la roche.

Pour que l'eau puisse circuler à l'intérieur de la roche, il ne suffit pas que la porosité soit élevée, encore faut-il que les vides soient interconnectés. Il faut d'autre part que leurs dimensions soient suffisantes. Les roches à travers lesquelles l'eau peut circuler sont dites perméables.

Si l'on considère une section d'aquifère, la surface de cette section n'est pas toute offerte à l'écoulement de l'eau. Une partie de la surface en effet est occupée par des grains. De plus, la totalité des vides restants, n'est pas utile puisque certains ne sont pas connectés à l'ensemble du réseau. Enfin, la surface utile, celle de l'ensemble des vides dans lesquels l'eau peut s'écouler, n'est pas assimilable à la section d'une conduite : l'écoulement de l'eau est perturbé par l'étroitesse des interstices et le cheminement compliqué qu'elle doit suivre. L'ensemble de ces facteurs influe sur l'écoulement de l'eau dans l'aquifère mais, pour simplifier afin de permettre une approche intuitive du problème, nous n'allons considérer ici comme facteur déterminant que le pourcentage des vides interconnectés, encore appelé "porosité efficace".

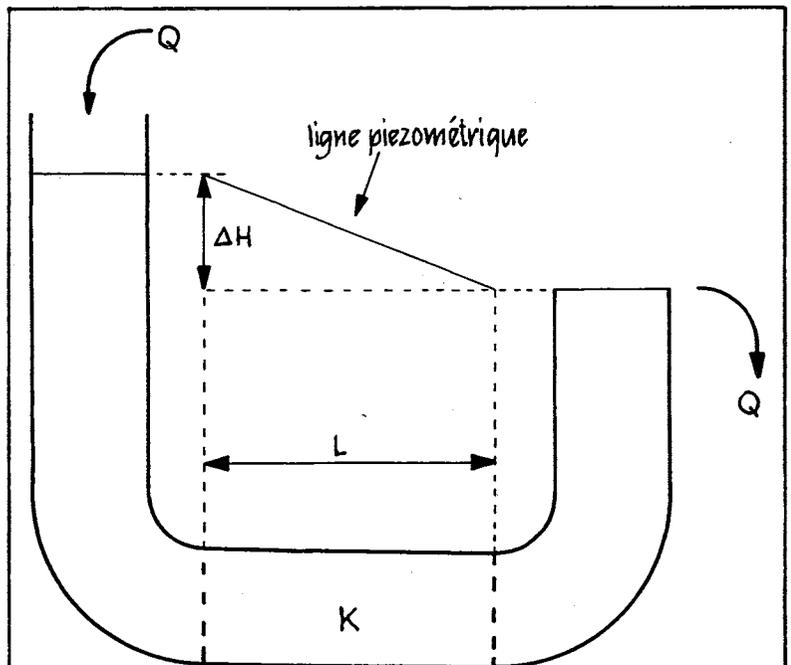
On a relié au paragraphe précédent le débit d'un aquifère et la vitesse de l'écoulement de l'eau dans cet aquifère, vitesse globale de l'écoulement et non vitesse réelle des particules d'eau. On a remarqué grâce à l'expérience (d) que si le débit était imposé, la vitesse de l'écoulement devait augmenter au fur et à mesure que la section offerte à l'écoulement diminuait. On comprend bien par analogie que, pour un débit constant de l'aquifère, la vitesse de l'écoulement, c'est-à-dire le gradient hydraulique, devra être d'autant plus élevée que sa "perméabilité" sera faible. De même, si le gradient hydraulique est imposé, le débit de l'aquifère est d'autant moins important que la perméabilité est faible.

En fait, la perméabilité d'un milieu, si elle influe sur l'écoulement de l'eau à travers ce milieu dans le sens que nous avons indiqué, n'est pas équivalente à la porosité efficace mais, afin de prendre en compte l'ensemble des facteurs qui induisent une résistance à l'écoulement, est définie comme la vitesse de l'écoulement à travers un milieu poreux d'une nappe d'eau soumise à un gradient hydraulique donné (fig. 29)

#### LA SURFACE PIEZOMETRIQUE, NAPPES LIBRES - NAPPES CAPTIVES

La surface piézométrique d'une nappe d'eau est sa surface d'équilibre. Elle représente la distribution des charges hydrauliques dans l'aquifère. Elle est matérialisée par l'ensemble des niveaux piézométriques, niveau de la nappe dans les ouvrages de captage.

Pour la nappe phréatique et pour tous les aquifères surmontés par une zone non saturée, la surface



La loi de Darcy relie le débit global du système ( $Q$ ) au coefficient de perméabilité ( $K$ ) et au gradient hydraulique ou perte de charge par unité de longueur ( $\frac{\Delta H}{L}$ )

A étant la section du tube, le débit unitaire  $q$ , débit par unité de surface, s'écrit :  $q = \frac{Q}{A} = K \frac{\Delta H}{L}$

$\frac{Q}{A}$  noté  $V$  est d'autre part la vitesse de filtration de l'eau à travers la section totale qui est donc fonction du coefficient de perméabilité du terrain et du gradient hydraulique de la nappe.

Fig.29 : l'expérience de Darcy.

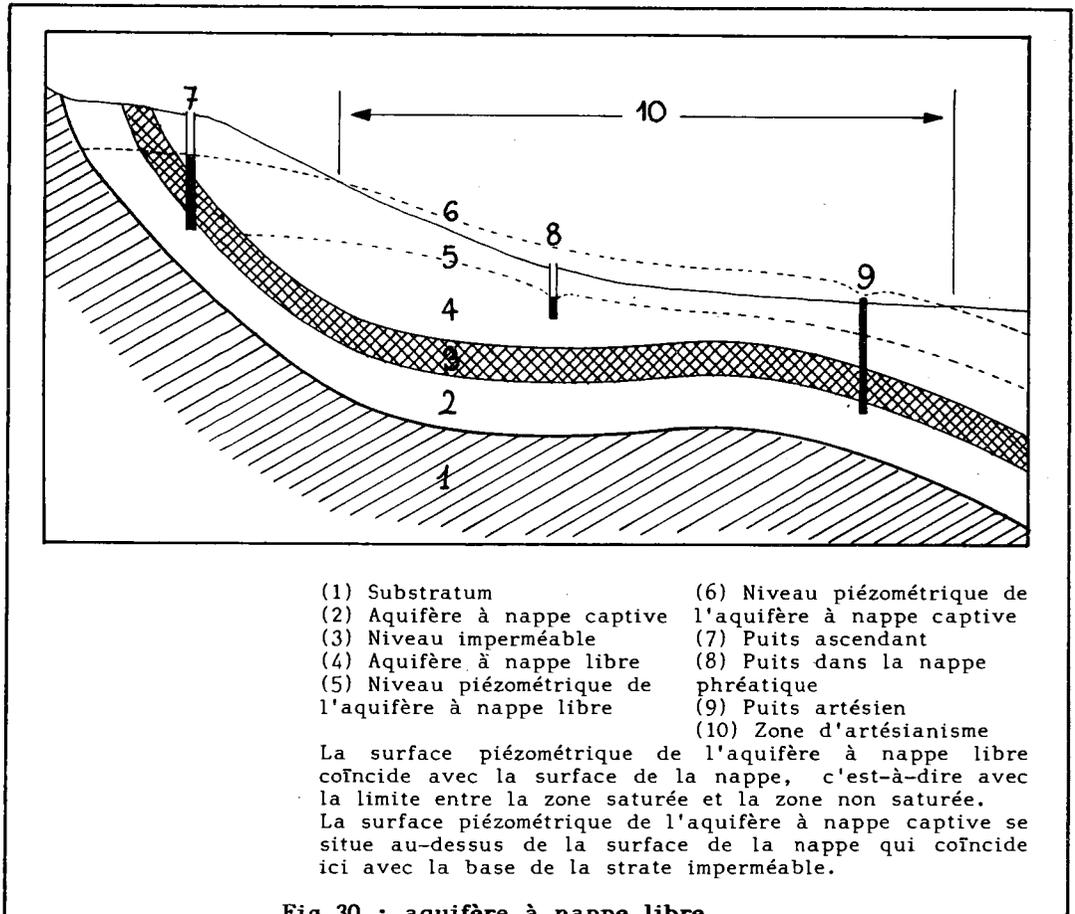


Fig.30 : aquifère à nappe libre  
 aquifère à nappe captive.

piézométrique se confond avec la surface de la nappe. Ces aquifères sont les aquifères à nappe libre (fig. 30). Mais il existe des aquifères limités vers le haut par un terrain imperméable, pour lesquels la pression à la surface de la nappe, qui est alors confondue avec la base du toit imperméable, est supérieure à la pression atmosphérique. La surface de la nappe n'est pas dans ce cas une surface d'équilibre, elle n'est pas confondue avec la surface piézométrique : la nappe est captive (fig. 30).

Quand on creuse un puits dans de tels aquifères, dès que le toit imperméable est traversé, l'eau remonte dans le puits et se stabilise à un niveau qui est alors le niveau d'équilibre de la nappe : c'est le niveau piézométrique. La surface piézométrique ne correspond donc pas à la surface de la nappe. Elle est virtuelle et n'est matérialisée que par le niveau de l'eau dans les ouvrages de captage. Il arrive même qu'elle se situe au-dessus du niveau du sol et l'eau dans ce cas déborde des puits. Les puits et la nappe sont dits artésiens. Il existe aussi des sources artésiennes qui apparaissent à la faveur de fissures dans le toit imperméable.

## LA REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE

Qu'elle soit matérielle ou virtuelle, la surface piézométrique représente le niveau de l'eau dans les ouvrages de captage et l'écoulement dans l'aquifère.

Pour permettre l'étude des aquifères et leur exploitation, on a établi des cartes de leurs surfaces piézométriques (fig. 31). Nous allons parler ici de ces cartes et de la signification de la forme de la surface piézométrique. Les techniciens qui opèrent dans le cadre de l'hydraulique villageoise n'auront sans doute pas l'occasion de se servir de telles cartes. Mais cette représentation simple est la seule permettant de visualiser une nappe d'eau.

Pour comprendre intuitivement la signification de l'allure de la surface piézométrique du point de vue de l'écoulement de l'eau dans l'aquifère, il suffit de se la représenter comme une surface lisse sur laquelle on déposerait une goutte d'eau. Celle-ci s'écoulerait tout naturellement des points hauts vers les points bas de la surface en empruntant les lignes de plus grande pente et d'autant plus rapidement que la pente est forte. Il en va de même pour la vitesse et la direction de l'écoulement souterrain. Les lignes de plus grande pente sont ici appelées "lignes de courant", indiquant la direction théorique de l'écoulement souterrain, et les courbes de niveau auxquelles elles sont parallèles sont les lignes d'égal niveau piézométrique.

Les points hauts, ou dômes piézométriques, se trouvent dans les zones de recharge de la nappe. Les crêtes se trouvent sur les lignes de partage des eaux souterraines. Les parties basses de la surface piézométrique sont les axes de drainage, zones de l'aquifère dans lesquelles le flux d'eau est le plus important. Se trouvent également dans les parties basses les exutoires, naturels (sources) ou artificiels (puits et forages).

La direction des courants suit les lignes de plus grande pente, perpendiculaires aux courbes de niveau. La vitesse de l'eau dans l'aquifère est donnée par la pente de ces lignes : le gradient hydraulique. Plus celle-ci est forte, plus la vitesse est élevée et inversement.

## L'ÉCOULEMENT A PROXIMITÉ DES SOURCES

A proximité des exutoires, sources ou puits en exploitation, la nappe est déprimée. On appelle rabattement cette dépression qui correspond à un accroissement de la vitesse de l'eau dans l'aquifère (fig. 32).

Le rabattement est fonction du débit de l'exutoire : plus on pompe dans un puits par exemple et plus la valeur du rabattement dans la nappe augmente.

Pour une source, plus on augmente le rabattement (en baissant le niveau de captage), et plus, à surface de captage égale, on augmente le débit de la source. Le débit d'un captage en effet est égal au produit du débit unitaire qui n'est autre que la vitesse de filtration (cf. figure 29), par la surface de captage. Or, la vitesse de filtration étant proportionnelle au gradient hydraulique dans la nappe et donc à la valeur du rabattement, le débit d'une source est proportionnel à la surface de captage et au rabattement de la nappe. Cependant, les valeurs du gradient hydraulique étant très faibles dans

la nappe, un léger abaissement du niveau de captage peut augmenter sa productivité de façon considérable. Aussi, il est souvent intéressant de capter les sources à un niveau inférieur à celui de leur émergence naturelle. Un autre avantage de cette méthode est de réduire les risques de contournement du captage.

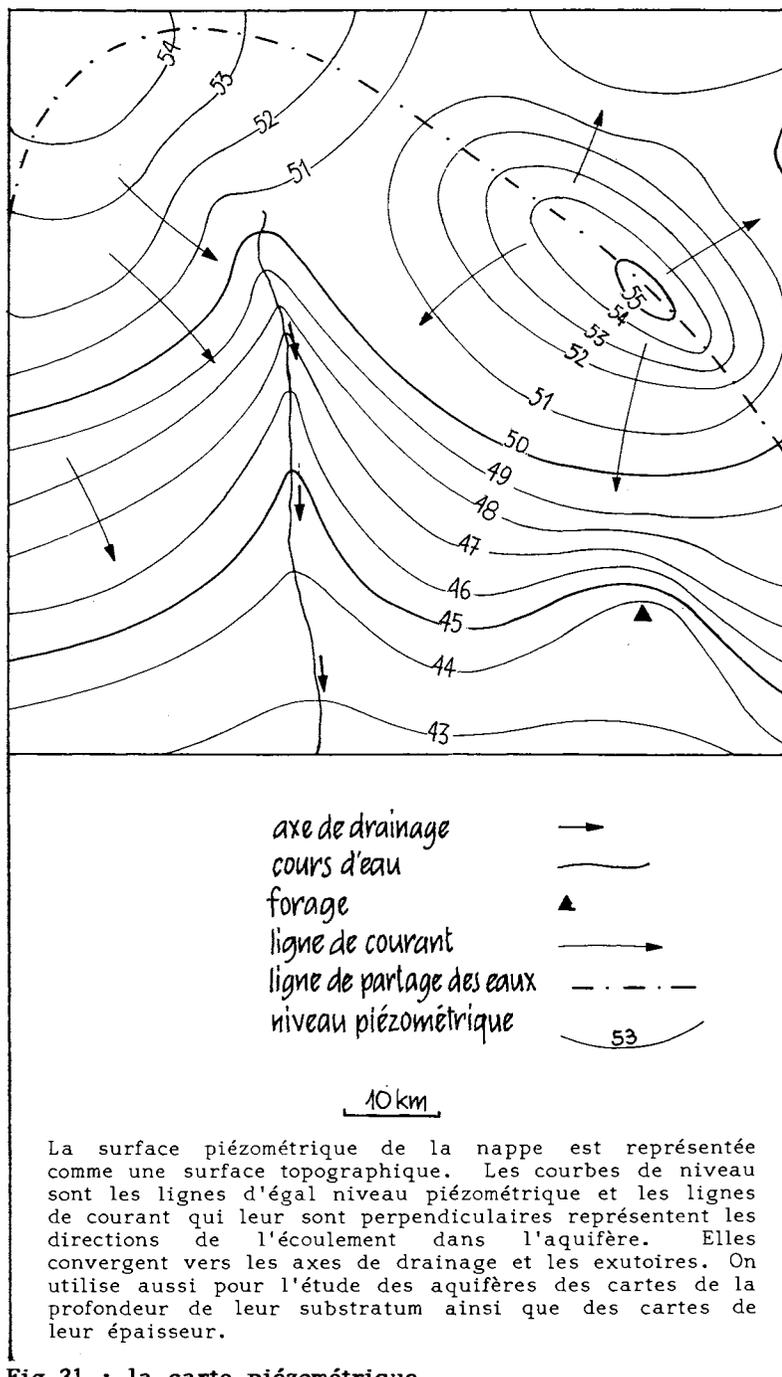


Fig.31 : la carte piézométrique.

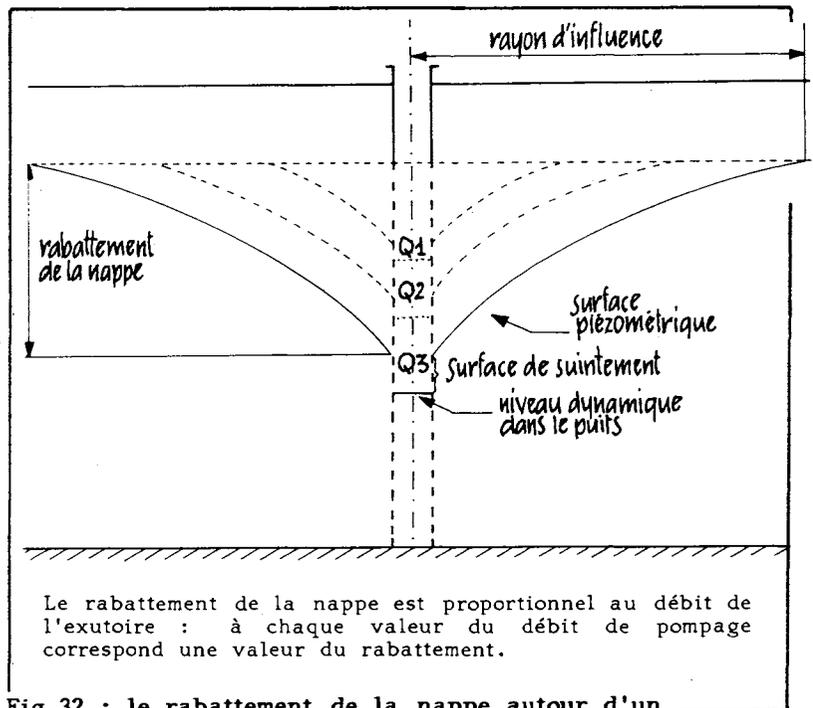


Fig.32 : le rabattement de la nappe autour d'un puits en exploitation.

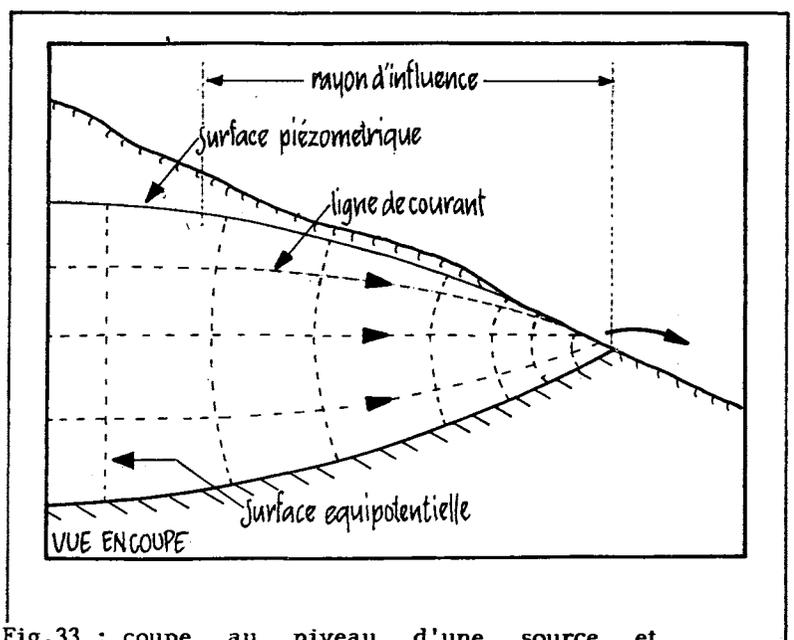


Fig.33 : coupe au niveau d'une source et représentation de l'écoulement de l'eau dans l'aquifère.

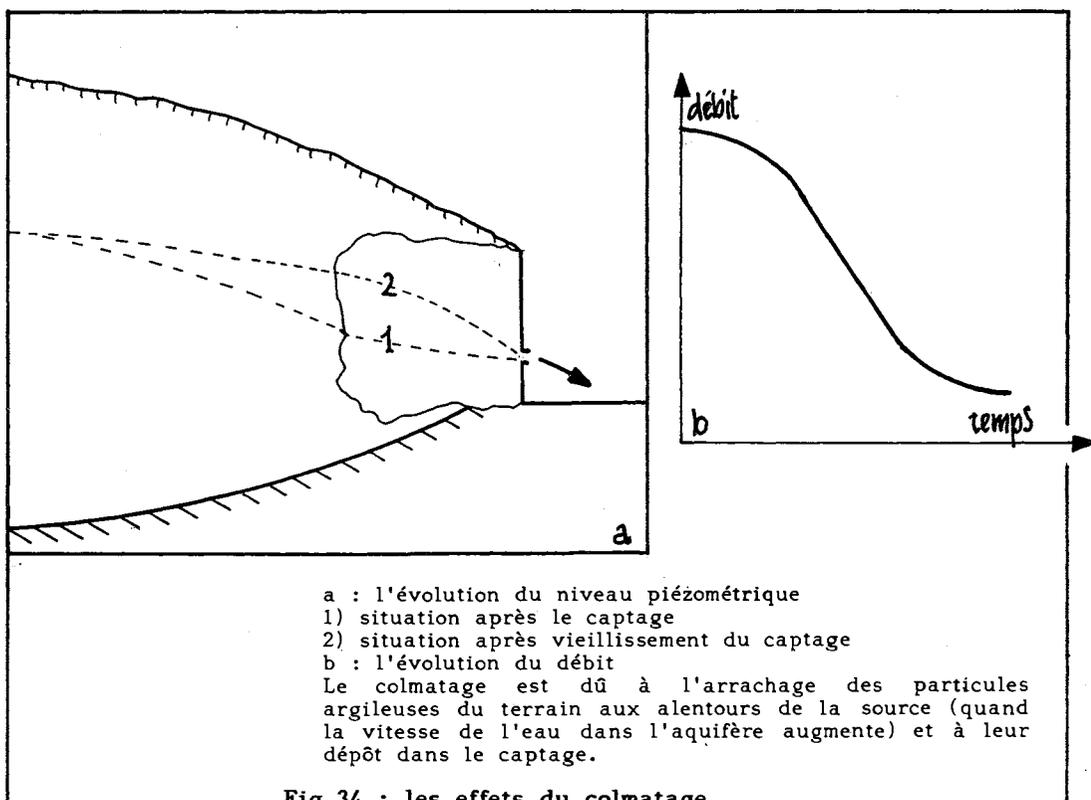


Fig.34 : les effets du colmatage.

La limitation du rabattement dans l'aquifère limite donc le débit de l'exutoire : de l'épaisseur de l'aquifère dépend la productivité des ouvrages de captage. Pour caractériser la productivité d'un aquifère, les hydrogéologues utilisent un terme, appelé transmissivité, incluant le coefficient de perméabilité et l'épaisseur de l'aquifère.

A proximité des exutoires, les lignes de courant dans l'aquifère convergent vers ceux-ci. On appelle rayon d'influence la distance à partir de laquelle les lignes de courant dans l'aquifère sont déviées et la nappe rabattue. Il augmente avec le rabattement (fig. 33).

Le captage d'une source se traduit souvent par une modification de son débit dans un sens ou dans l'autre. Lors du captage, on cherche à obtenir le débit maximum en dégageant le plus possible les arrivées, parfois même en abaissant le niveau d'émergence de la source. Lors du vieillissement, le captage tend à se colmater et le débit de la source diminue. Ces variations de débit se traduisent par des perturbations de l'écoulement dans l'aquifère (fig. 34).

L'augmentation du débit de la source, que ce soit par abaissement de son niveau ou plus simplement par dégagement de ses arrivées, induit un rabattement supplémentaire dans la nappe ce qui conduit à un accroissement de son rayon d'influence. Si cette source appartient à une ligne de sources comme dans le cas de la figure 35, il se peut qu'augmenter son débit fasse tarir une ou plusieurs des sources situées en amont.

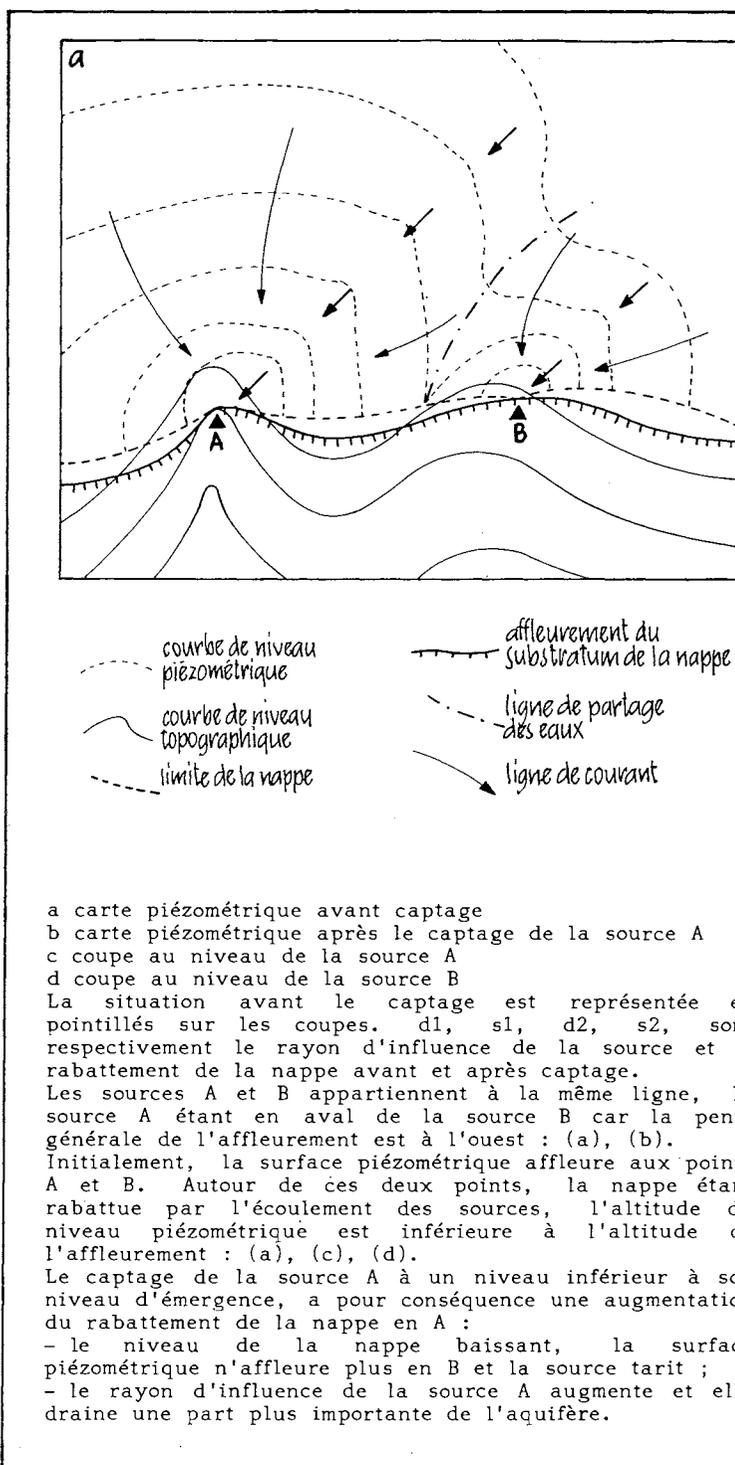
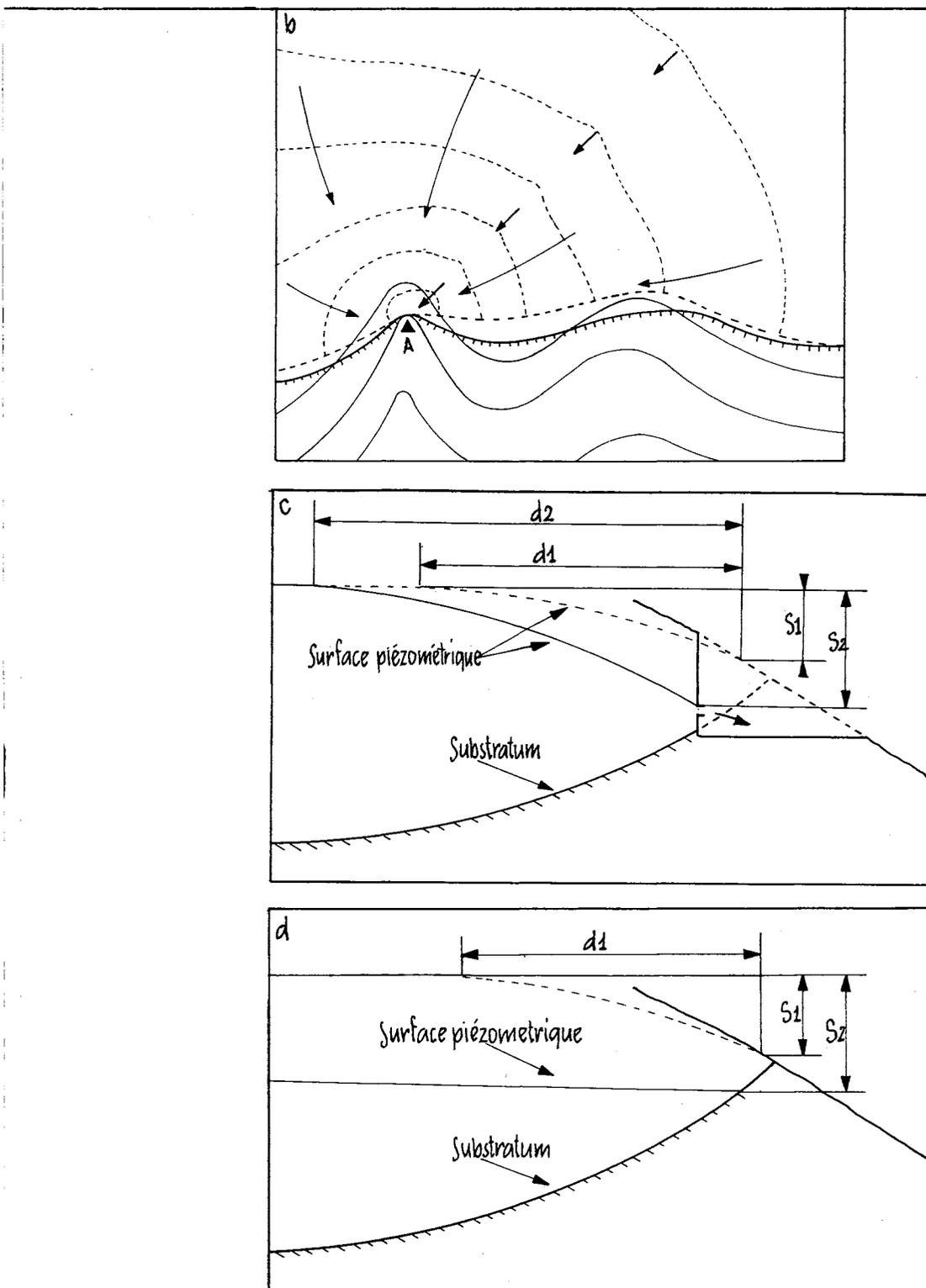


Fig.35 : l'écoulement à proximité d'une ligne de sources et les effets de l'abaissement du niveau d'émergence après captage.



Augmenter le débit d'une source comporte d'autre part un risque : celui d'épuiser plus rapidement la réserve de l'aquifère ce qui peut aboutir au tarissement de la source en fin de saison sèche. Ce risque n'existe que pour les sources qui présentent de fortes variations saisonnières de débit, il est signalé par une rapide diminution du débit après captage.

La diminution du débit du captage après vieillissement, due au phénomène du colmatage, peut en outre amener des risques de contournement du captage. Ce phénomène se traduit au début par une remontée du niveau de l'eau dans le captage ce qui entraîne généralement des fuites. Il a tendance à s'aggraver avec le temps jusqu'à aboutir le cas échéant à un tarissement complet de la source. Comme le montre la figure 34, les effets du colmatage sont importants dans les premiers temps du fonctionnement du captage puis ils finissent par disparaître et le débit se stabilise. Le colmatage est inévitable et doit être pris en compte dans le dimensionnement du captage.

## LES AQUIFERES

**Un aquifère est une couche de roches perméables du sous-sol qui contient une nappe d'eau.**

La limite inférieure de l'aquifère, appelée substratum, est constituée par une couche imperméable. Le substratum peut être soit un terrain de nature différente de celle de l'aquifère, soit la roche saine dans le cas d'une couche unique dont la partie altérée et fissurée joue le rôle d'aquifère.

La limite supérieure de l'aquifère peut être soit la surface de la nappe dans le cas d'un aquifère à nappe libre, soit la base d'une strate imperméable dans le cas d'un aquifère à nappe captive.

### LES AQUIFERES A NAPPE LIBRE

**Les nappes alluviales (fig. 36) :** les nappes libres les plus répandues sont les nappes alluviales. Elles se trouvent dans les alluvions que déposent les cours d'eau. Les alluvions, formés généralement d'éléments assez grossiers, sables et graviers, sont des formations extrêmement perméables. Si leur épaisseur est suffisante, ils peuvent constituer des aquifères très intéressants du point de vue de leur exploitation. Ce type d'aquifère, en outre, se prête bien à l'alimentation artificielle dans les régions où il est surexploité ou bien dans les régions où des précipitations violentes et sporadiques, liées à une évaporation intense, assurent une recharge insuffisante de la nappe (régions intertropicales).

La nappe alluviale est en liaison avec le cours d'eau et deux situations peuvent se présenter : soit le cours d'eau alimente la nappe, il est alors infiltrant, soit c'est au contraire la nappe qui alimente le cours d'eau, il est alors drainant.

Si la rivière est drainante, la surface libre de la nappe est très proche du sol. Le cours d'eau est bordé par des zones marécageuses, elles-mêmes limitées par des lignes de sources. Dans le cas où la rivière ne s'assèche pas en fin de saison sèche et même si les sources tarissent, la zone située directement en amont de celles-ci est favorable si elle n'est pas inondable, à l'implantation de puits.

La rivière peut être, suivant le cas, le plus souvent alimentée par une surface de suintement, mais aussi parfois par des lignes de sources. Ces sources ont bien sûr l'inconvénient d'être situées dans un point bas de la région. Il est possible toutefois de les exploiter.

**Les nappes de vallée :** un autre type de nappes libres est la nappe de vallée (fig. 37). Cette nappe est plus étendue que la précédente et suppose une région de bassin sédimentaire. Elle n'est pas alimentée par les cours d'eau qui sont généralement drainants par rapport

Alimentation artificielle : pour alimenter artificiellement une nappe, on construit en surface ou dans les couches superficielles du sol des ouvrages (diguettes, petits barrages) qui ralentissent le ruissellement, augmentent l'infiltration et favorisent la recharge de la nappe.

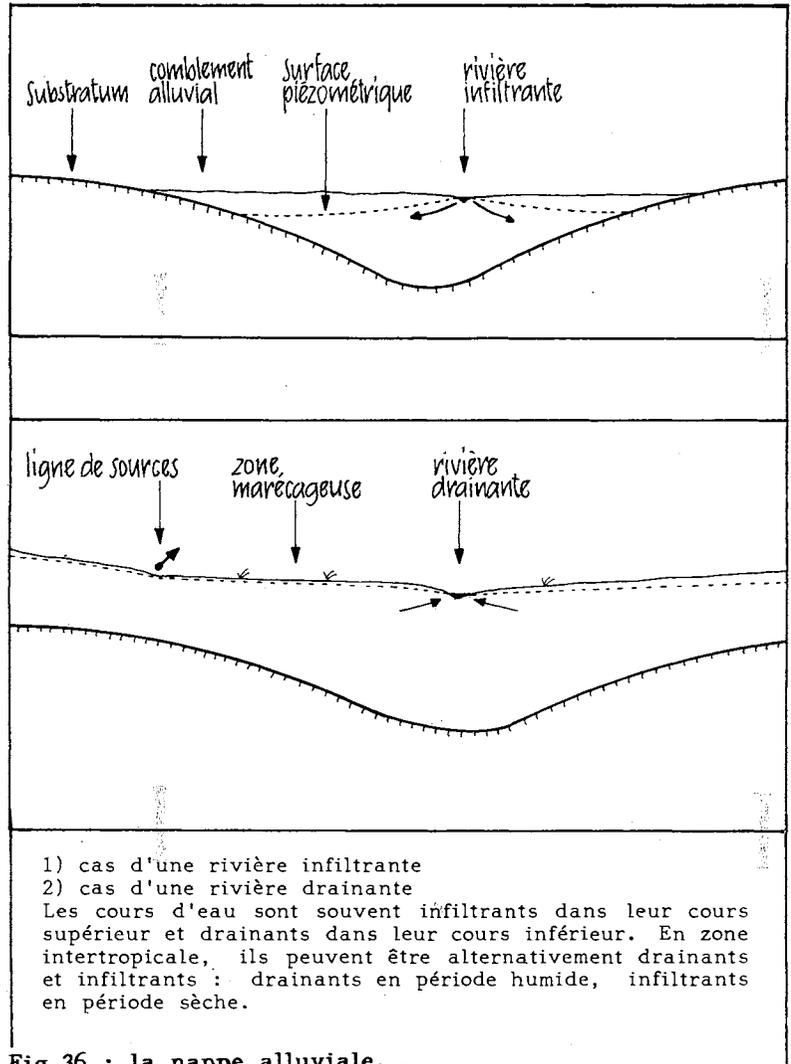


Fig.36 : la nappe alluviale.

à elle mais par des zones d'infiltration situées sur les parties hautes de la topographie.

Les variations saisonnières de niveau de ces nappes sont assez faibles. Très amortis en amplitude, les effets des événements climatiques sont aussi très différés et les périodes d'étiage de la nappe (périodes de basses eaux) sont décalées de quelques semaines à plusieurs mois par rapport au début des saisons sèches. Inversement, le niveau de la nappe ne commence à remonter que longtemps après les premières pluies.

Les nappes de vallée existent souvent en association avec des nappes alluviales qui jouent le rôle d'axes de drainage pour l'ensemble.

En pays aride, la surface libre de la nappe est beaucoup plus profonde et les cours d'eau ne sont plus drainants mais infiltrants. La régulation de leur cours permet

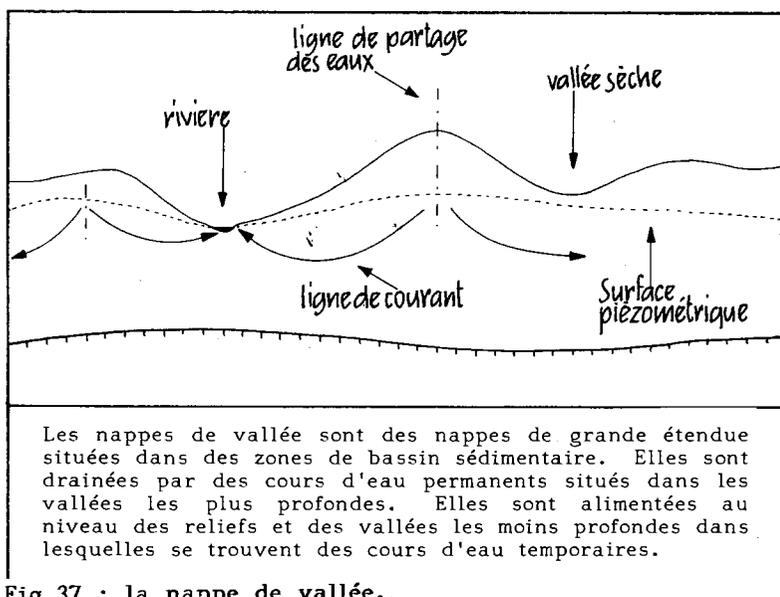


Fig.37 : la nappe de vallée.

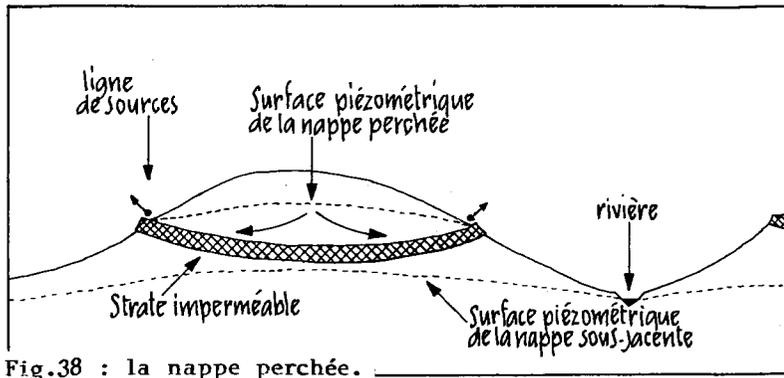


Fig.38 : la nappe perchée.

d'augmenter l'infiltration mais elle a pour inconvénient, supprimant les crues qui découpent leur lit, d'en rendre à terme le fond imperméable par le dépôt de particules argileuses et de supprimer ainsi la seule source d'alimentation des nappes de ces pays. C'est dans le but d'éviter de telles conséquences que les ouvrages d'infiltration provoquée ne sont pas implantés sans études préalables.

Dans la zone intertropicale, les cours d'eau sont infiltrants pendant la période où ils sont temporaires et drainants pendant la période où ils sont permanents. Les fluctuations du niveau de la nappe sont très importantes dans ces régions.

**La nappe perchée :** le dernier type de nappe libre est la nappe perchée (fig. 38). Elle a pour caractéristique de n'être en liaison avec aucun cours d'eau. Les aquifères à nappe de ce type sont uniquement drainés par des sources. Ces sources, situées à la base de l'aquifère et

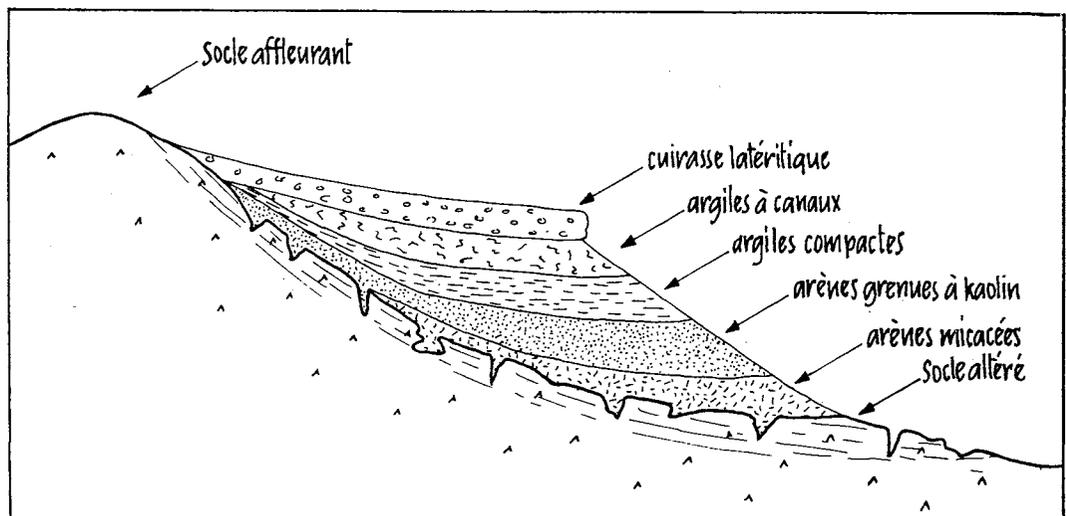
déterminées par l'affleurement du substratum, correspondent à l'image qu'on se fait traditionnellement de la source (source par déversement).

### LES AQUIFERES A NAPPE CAPTIVE

Les aquifères à nappe captive sont des aquifères dont la limite supérieure n'est pas constituée par la surface piézométrique de la nappe mais par une couche de terrain imperméable.

Ces aquifères sont généralement profonds, surmontés dans les bassins sédimentaires par un aquifère à nappe libre. Il est donc rare qu'ils soient drainés par des sources. Cependant, dans certaines régions de socle, on rencontre ces aquifères dans une position superficielle à l'intérieur de fosses d'altération.

**Les fosses d'altération et leurs aquifères :** les fosses d'altération (fig. 39) sont des zones, dans les régions où le socle granitique affleure, dans lesquelles, à la roche, altérée sur place, se sont substituées des séries



Les terrains des fosses latéritiques peuvent varier d'une région à l'autre suivant la nature du socle qui a été altéré. La succession des terrains d'autre part n'est pas toujours complète et peut présenter des lacunes : tel ou tel terme de la série peut être absent.

Quand la série est complète, on rencontre dans ces fosses au moins deux aquifères superposés : l'aquifère supérieur, à nappe libre, qui est formé par la cuirasse latéritique et par les argiles à canaux sous-jacents et l'aquifère inférieur, généralement à nappe captive qui est formé par la série des arènes et par la tranche superficielle altérée du socle. La limite entre ces deux aquifères est constituée par les argiles compactes, rouges ou bleues suivant les cas.

Fig.39 : coupe-type d'une fosse d'altération latéritique.

d'altérites qui se présentent comme des niveaux plus ou moins argileux de roche désagrégée qui a conservé les structures de la roche-mère (alternance de lits clairs et foncés, orientation des cristaux, traces de gros cristaux,...et.).

Dans la zone intertropicale, ces séries sont souvent surmontées par la cuirasse latéritique ou par des argiles latéritiques. Elles favorisent l'existence de systèmes aquifères superposés de faible importance. Leur exploitation est cependant fréquente car ils constituent les seules ressources en eau souterraine des régions de socle. La majeure partie de l'Afrique occidentale est dans ce cas.

Quand on creuse un puits dans ces fosses d'altération, l'épaisseur du premier aquifère rencontré peut être insuffisante pour assurer un débit convenable. On peut alors continuer à creuser de manière à traverser la première couche imperméable rencontrée, substratum du premier aquifère mais aussi toit de la nappe sous-jacente, le substratum de l'ensemble du système aquifère étant toujours dans ce cas le socle granitique non altéré. On remarque que, le plus souvent, percer le toit de l'aquifère à nappe captive après avoir traversé l'aquifère à nappe libre ne fait pas remonter dans le puit le niveau de l'eau au-dessus du niveau piézométrique de l'aquifère à nappe libre : les communications hydrauliques entre les aquifères sont ici suffisantes pour que leurs niveaux piézométriques soient confondus. L'aquifère inférieur est un aquifère à nappe semi-captive.



# ETUDES DE CAS

<b>RWANDA, BURUNDI, ZAIRE</b>	90
. une technique simple	90
. le projet agricole de Kibuye (PAK)	90
. des projets analogues au Rwanda, au Burundi, au Zaïre	96
. l'exemple des compagnons fontainiers rwandais (COFORWA)	98
<b>DANS LES MORNES HAITIENS</b>	105
. la formation	105
. la démarche auprès de la population	107
. le captage de source : techniques utilisées	110
. problèmes sociaux limitants dans un projet de captage en Haïti	116
. fac-similé d'un rapport final de chantier (Haïti)	118
. un programme de sensibilisation de la population bénéficiaire	119

## RWANDA, BURUNDI, ZAÏRE

Dans ces trois pays africains, le relief de collines domine. L'eau provient donc en premier lieu de sources apparaissant au flanc ou au pied des collines. De nombreux projets de développement qui se sont occupés d'alimentation en eau potable ont mis en oeuvre d'ambitieux programmes de captage de plusieurs centaines de sources. Une technique particulière en est née, qui profite d'une longue et sérieuse expérience.

### UNE TECHNIQUE SIMPLE

Des sources souvent ponctuelles, en zone argileuse, exploitées par peu de gens : c'est ainsi que l'on peut caractériser ces points d'eau.

- . ponctuelles, les sources ne demandent qu'un simple captage avec ou sans drain, peu développé en amont et assez simple à mener et décider. Le drain n'est nécessaire que pour aller rechercher la source plus à l'intérieur de la colline, à l'abri des pollutions.

- . en zone argileuse la tenue des sous-sols et sols est très correcte. Le béton est rarement utilisé, la maçonnerie en pierre sèche peut suffire, si on assure une très bonne protection et un très bon entretien.

- . très nombreuses, les sources seront exploitées par quelques personnes ou quelques familles. Les problèmes sociaux sont moindres, la nécessité d'ouvrages importants pour accueillir tout un village ne se présente pas. L'habitat est dispersé et proche des sources : inutile de prévoir des adductions coûteuses. Peu d'utilisateurs en même temps pour peu de besoins, les réservoirs sont aussi inutiles.

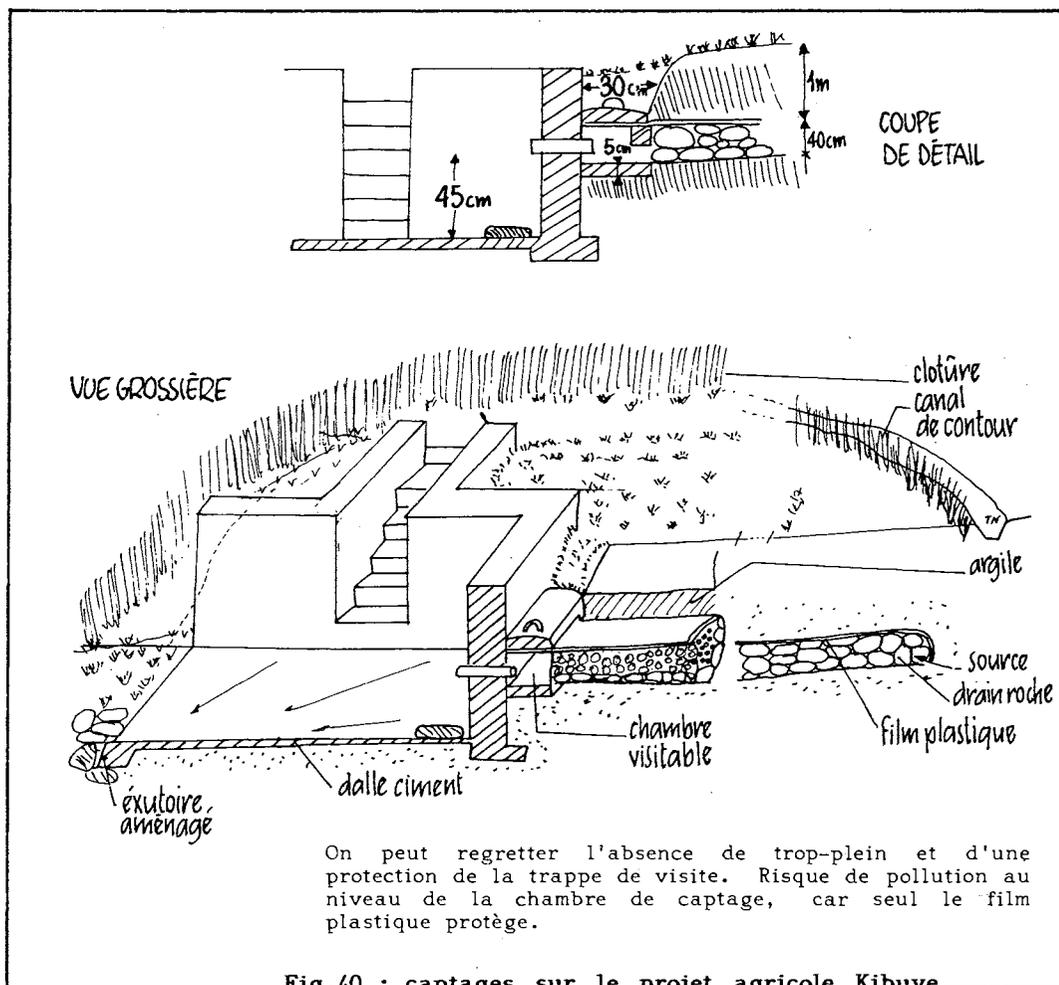
Ces données amènent à utiliser une technique si simple qu'elle laisserait croire que capter est un jeu d'enfant ! Malheureusement tous les captages ne sont pas aussi rustiques et peu coûteux que ceux que nous présentons en reprenant un extrait d'un rapport du projet agricole de Kibuye (PAK).

### LE PROJET AGRICOLE DE KIBUYE

*Les captages se font par une collaboration étroite entre la population concernée et le PAK. Tout ce qui peut être fait par la population sous forme de travail dans le cadre de l'Umuganda, forme traditionnelle de travail en commun, est exigé de la population. Fournir le matériel non-local et exécuter les travaux purement techniques, c'est là où le PAK donne son appui.*

*Exécution des travaux de captage : pour donner une idée concrète sur le programme de captage, nous dessinons ici un scénario comme il se déroule normalement dans un secteur désirent capturer des sources.*

*1 - Réunion du conseil communal avec des représentants du PAK*



pour une discussion des grandes lignes de collaboration pour les captages. Définition du volume de travail pour chaque secteur selon les besoins exprimés et l'enveloppe budgétaire à disposition de la commune.

2 - Réunion d'un technicien du PAK avec le conseiller, les responsables de cellule et le fontainier pour choisir une première tranche de sources à capter selon les critères :

- population (nombre de familles) concernée
- distance entre deux sources (captées ou à capter)
- prioritairement les captages en bas dans les vallées, secondairement ceux tout proches des crêtes (critère de contamination de la population par l'eau).
- difficultés à attendre lors du captage.

**Sensibilisation et formation de la population :** dans une réunion de la population, le conseiller et le technicien du PAK parlent du programme de captage de source qui est prévu pour le secteur et invitent la population à suivre une formation au bureau de secteur (ou CCDFP ou un autre endroit central du secteur).

La population se présente cellule par cellule pour suivre un cours sur le problème de l'eau qui est donné par une assistante (ou monitrice) sociale ou un assistant médical ou une infirmière.

Le but de ce cours est de sensibiliser la population au problème de transmission des maladies par l'eau et éveiller l'intérêt des gens pour lutter contre, tout en proposant des actions concrètes.

**Une courte description du cours :** dans une première partie du cours, on discute ensemble avec les participants de la situation sur une colline comme elle se présentait autrefois : peu d'habitants, pas de problèmes sanitaires.

Pendant quelques générations, la population augmente fortement, mais elle ne change pas ses habitudes.

La densité des habitations provoque des problèmes sanitaires ; il y a des maladies transmises par l'eau qui font souffrir les gens. On fait découvrir ces problèmes par les participants au cours en les faisant raconter ce qui se passe en utilisant l'eau et le formateur l'illustre en ajoutant les figurines sur le tableau de feutre.

Ainsi, toutes les activités des gens en contact avec l'eau et les transmissions des maladies par l'eau sont décrites.

Dans une deuxième partie du cours, le formateur cherche avec les participants comment éviter les cercles de transmission des maladies et ils arrivent ensemble à proposer des mesures concrètes :

- captage des sources
- construction des latrines
- hygiène du corps
- hygiène dans la cuisine
- bouillir de l'eau de consommation, etc.

**Exécution des travaux :** le fontainier est le responsable technique ; le responsable de cellule est responsable pour les travaux à être exécutés par l'Umuganda.

Il revient au fontainier de s'entendre avec le responsable de cellule sur les matériaux à fournir localement (pierres, sable, argile) et le creusement pour le captage.

Pour les finitions du creusement et tout le travail de captage, le fontainier a engagé normalement 1 - 2 aides et est secondé dans ces travaux par quelques personnes faisant l'Umuganda le jour du captage.

Pour les matériaux à fournir du côté du PAK, le fontainier dresse une commande pour 2 à 6 sources ensemble pour diminuer les transports. Les matériaux sont livrés d'un stock qui se trouve à l'intérieur de la commune.

Si les sources à capter se trouvent dans un endroit où il n'y a pas de sable, ou pas assez propre, le fontainier s'entend avec le technicien du PAK pour le transport.

Normalement on trouve du sable d'une qualité suffisante à l'intérieur d'un rayon de 20 km au maximum.

Après avoir terminé le captage, la maçonnerie et après avoir instruit le futur responsable de la source, le fontainier fait signer un "décompte" par le conseiller du secteur et se présente avec ce décompte chez le technicien du PAK pour le paiement (Frw. 3.500 = par source captée).

**Une fois la première tranche de sources d'un secteur terminée,** (normalement 3 par cellule) le conseiller du secteur, le fontainier et le technicien du PAK font une visite de contrôle auprès des sources captées, remplissent une "fiche de source" (voir p.93) et marquent les sources captées sur la carte du secteur (1:25.000). En même temps les

FICHE DE SOURCE

Commune: \_\_\_\_\_

Secteur: \_\_\_\_\_ Altitude: \_\_\_\_\_

Cellule: \_\_\_\_\_ Entourage: \_\_\_\_\_

Nom de la source: \_\_\_\_\_

Contrôle	date				
1. EAU					
1.1 tuyau					
1.2 propreté de l'eau					
1.3 quantité d'eau					
1.4 eau stagnante					

Contrôle	date				
2. MACONNERIE					
2.1 mur					
2.2 dalle					
2.3 pierre où tombe l'eau					
2.4 rigole dans la dalle					
2.5 place devant la dalle					
2.6 rigole après la dalle					
2.7 accès (escalier)					
3. ENTOURAGE					
3.1 couverture du terrain du captage					
3.2 ruge					
3.3 rigole autour du ruge					
3.4 canal d'évacuation					
3.5 propreté de l'entourage					

Fig.41 : fac-similé d'une fiche de source, projet agricole de Kibuye (Rwanda).

emplacements des sources à capter sont marqués sur la même carte, ce qui facilite le choix dans une année à venir d'une deuxième tranche selon les mêmes critères que ceux énumérés en haut.

Des travaux mal exécutés seront rajustés, sinon le fontainier ne pourra pas continuer dans un autre secteur.

Un fontainier fait normalement entre 1 à 4 sources par mois (suivant le nombre d'aides qu'il engage).

Dans quelques secteurs où le programme de captage a été poussé les dernières années, on peut constater qu'avec 2-3 sources par km<sup>2</sup> on arrive à un réseau de captage tel que la population peut se servir de l'eau propre d'une manière assez commode : il sera exceptionnel que quelqu'un marche plus loin que 500 m jusqu'à la source la plus proche.

Pour couvrir donc toute une commune on aura besoin de 400 à 500 sources captées. Si on fait le calcul pour 500 captages, on arrive au prix de deux petites adductions d'eau.

**Les coûts d'un captage :** pour calculer les coûts d'un captage on compte le prix des matériaux nécessaires.

- 2 sacs ciment
- 35 tuyaux en argile
- 1 tuyau en fer galvanisé 50 cm
- 3 m X 2 m de plastic
- transport 10 km/source
- salaire du fontainier (à la tâche : 4 sacs ciment)
- frais de gestion (5 %)

**L'entretien des sources captées :** les travaux d'entretien consistent essentiellement en : (voir p. 95 , fig. 41, les numéros 1.1, 1.2 etc... renvoient à la légende de cette figure).

- aménager et entretenir le terrain du captage (3.1) d'une manière que l'eau des pluies ne se dirige pas vers le mur (2.1) maçonné, mais dans la rigole qui est autour du rugo. Y planter des herbes, des fleurs, mettre des pierres, etc. (suivant les circonstances) (3.1).

- entretenir la rigole autour du rugo (3.3).  
- planter ou construire un rugo (3.2) autour du terrain de captage (bois vifs comme "Umutobotobo", etc).

- aménager et entretenir l'accès (2.7).  
- remplir avec des pierres la rigole après la dalle (2.6), pour éviter que l'eau creuse sous la dalle et aménager la place devant la dalle avec des pierres plates (2.5).

- entretenir (approfondir) le canal d'évacuation (3.4) pour éviter les eaux stagnantes.

- drainer les petites sources qui apparaissent dans la proximité du captage pour assurer une propreté minimale.

- nettoyer régulièrement le tuyau (1.1), les murs (2.1) et la dalle (2.2).

- au cas où la dalle cimentée se casse : la réparer avec du gravier.

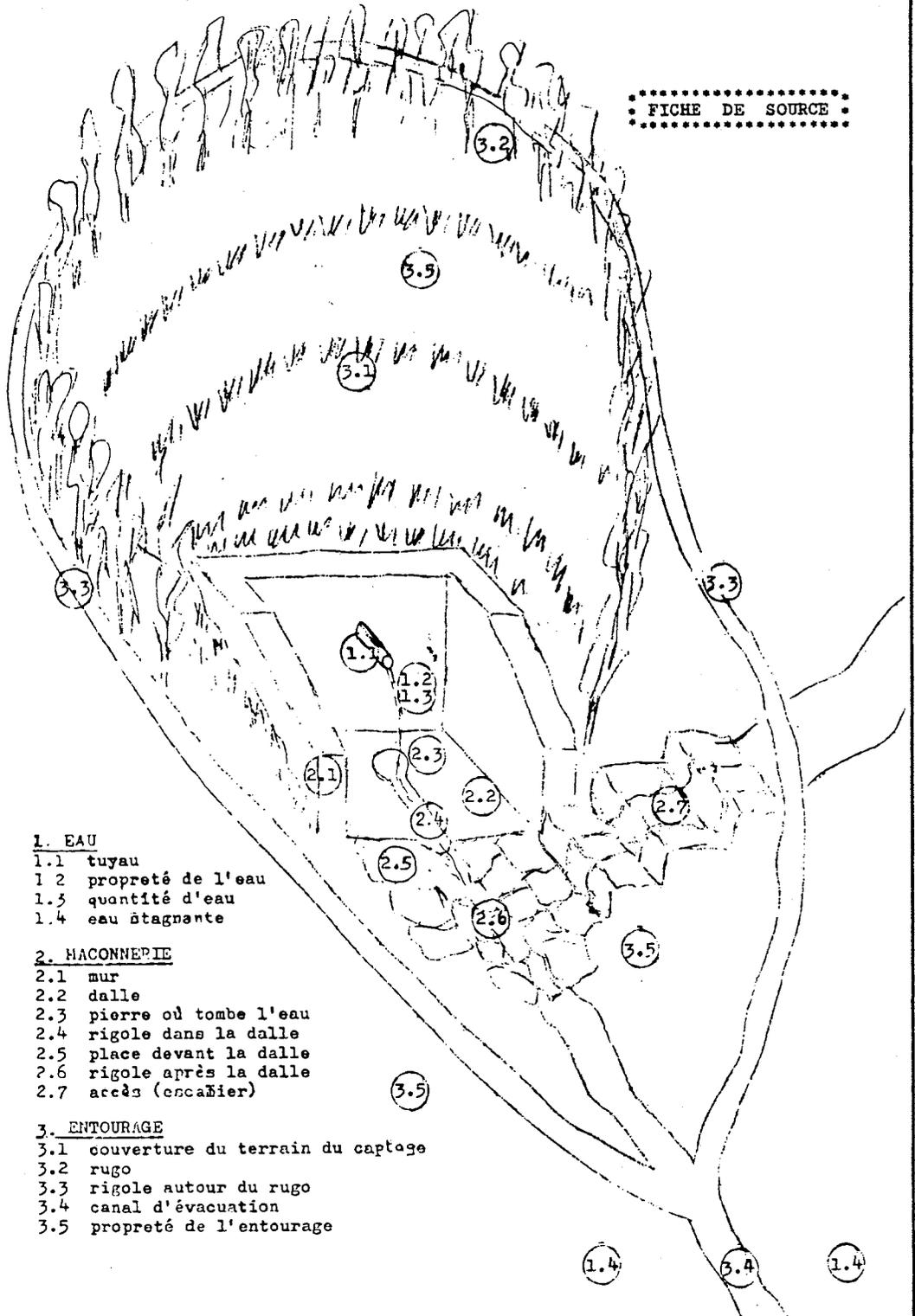
Au cas où la quantité d'eau diminue sensiblement, passer à côté du tuyau ; au cas où la qualité d'eau baisse (eau sale) : aviser le fontainier ou le conseiller qui visitera la source et avisera à son tour le technicien du projet (plus tard éventuellement le fontainier responsable de la commune) : les travaux de réparation peuvent être entrepris.

L'entretien des captages est assuré par un habitant lors de sa demi-journée de travail dans le cadre de l'Umuganda.

Souvent les conseillers choisissent des vieillards qui en cas de travaux lourds peuvent recourir à l'Umuganda du secteur.

De temps en temps ces responsables pour l'entretien des

FIGE DE SOURCE



1. EAU

- 1.1 tuyau
- 1.2 propreté de l'eau
- 1.3 quantité d'eau
- 1.4 eau stagnante

2. MACONNERIE

- 2.1 mur
- 2.2 dalle
- 2.3 pierre où tombe l'eau
- 2.4 rigole dans la dalle
- 2.5 place devant la dalle
- 2.6 rigole après la dalle
- 2.7 accès (encastrier)

3. ENTOURAGE

- 3.1 couverture du terrain du captage
- 3.2 rugo
- 3.3 rigole autour du rugo
- 3.4 canal d'évacuation
- 3.5 propreté de l'entourage

sources sont recyclés par le technicien du projet en collaboration avec les fontainiers.

Le recyclage se fait secteur par secteur et se fait sous forme de travaux pratiques pendant 1/2 - 1 journée.

Pour regarder un peu l'avenir : tôt ou tard les captages nécessiteront d'être réparés ou refaits. On aura besoin en partie des travaux d'un fontainier et également du matériel (ciment surtout). Comment les financer ?

Deux possibilités ont été discutées jusqu'ici :

a) taxe à percevoir chez tout le monde (p. exemple : par famille 50 frw/an) ; cette taxe serait mise dans un fonds spécial, débloquable sur décision d'un comité de surveillance des captages.

Pour une commune avec un réseau de captages assez étroit on peut justifier cette forme, parce que à peu près tout le monde profite de l'eau propre.

La somme ainsi disponible serait pour une commune de 10.000 familles de frw 500.000. - ce qui équivaut à la somme dépensée actuellement par le PAK par commune et par année pour le programme des captages.

b) une solution plus décentralisée et plus apte pour les communes qui sont couvertes d'un réseau de sources moins étroit : les gens se regroupent autour des sources captées et se chargent eux-mêmes de l'entretien. Si une fois il y a des réparations plus grandes à faire, les intéressés peuvent élaborer un devis de réparation avec un fontainier (qui à son tour travaillerait comme un entrepreneur) et s'ils se décident pour une réparation, ils cotiseraient de l'argent à ce moment-là.

Si on compte 25 familles pour une source et un devis de réparation qui s'élève à frw 7.500, chaque famille devrait donc cotiser frw 300.- Ceci est supérieur à une taxe annuelle de frw 50.- mais des cotisations de ce type ne se feraient que tous les 5 à 10 ans.

La gestion de ce fonds serait d'autant plus facile que tout est décentralisé ; la question qu'on doit se poser ici : est-ce qu'on est arrivé à sensibiliser les gens suffisamment pour qu'ils prennent la responsabilité pour leur eau ?

#### DES PROJETS ANALOGUES AU RWANDA, AU ZAIRE ET AU BURUNDI.

**Au Rwanda et au Burundi,** les Volontaires du Progrès mènent d'importants programmes de captage de centaines de sources, au sein des "Programmes de Participation Intégrée et de Développement Communal", mis en oeuvre par les communes administratives avec l'appui du Ministère de l'Intérieur et du Développement Communal.

Ils rencontrent les mêmes conditions topographiques, géologiques et humaines que précédemment décrit. La technique utilisée est très proche de celle du PAK (fig. 42). Ces programmes, hormis les pratiques d'animation et de participation déjà citées, ont mis au point un "cahier d'entretien" des sources, qui est confié à chaque responsable désigné par la population pour entretenir la source. Il indique les différents points à surveiller et nettoyer.

**Au Zaïre,** dans les régions de Kasaï, Kivu, Shaba, Bas-Zaïre et Equateur, M. Jacunski a réalisé au sein du programme de développement "SANRU", de nombreux captages. Il a réussi dans les différents types de sources rencontrés, à n'utiliser qu'un seul type de captage très primaire, dont le fonctionnement s'est avéré très efficace.

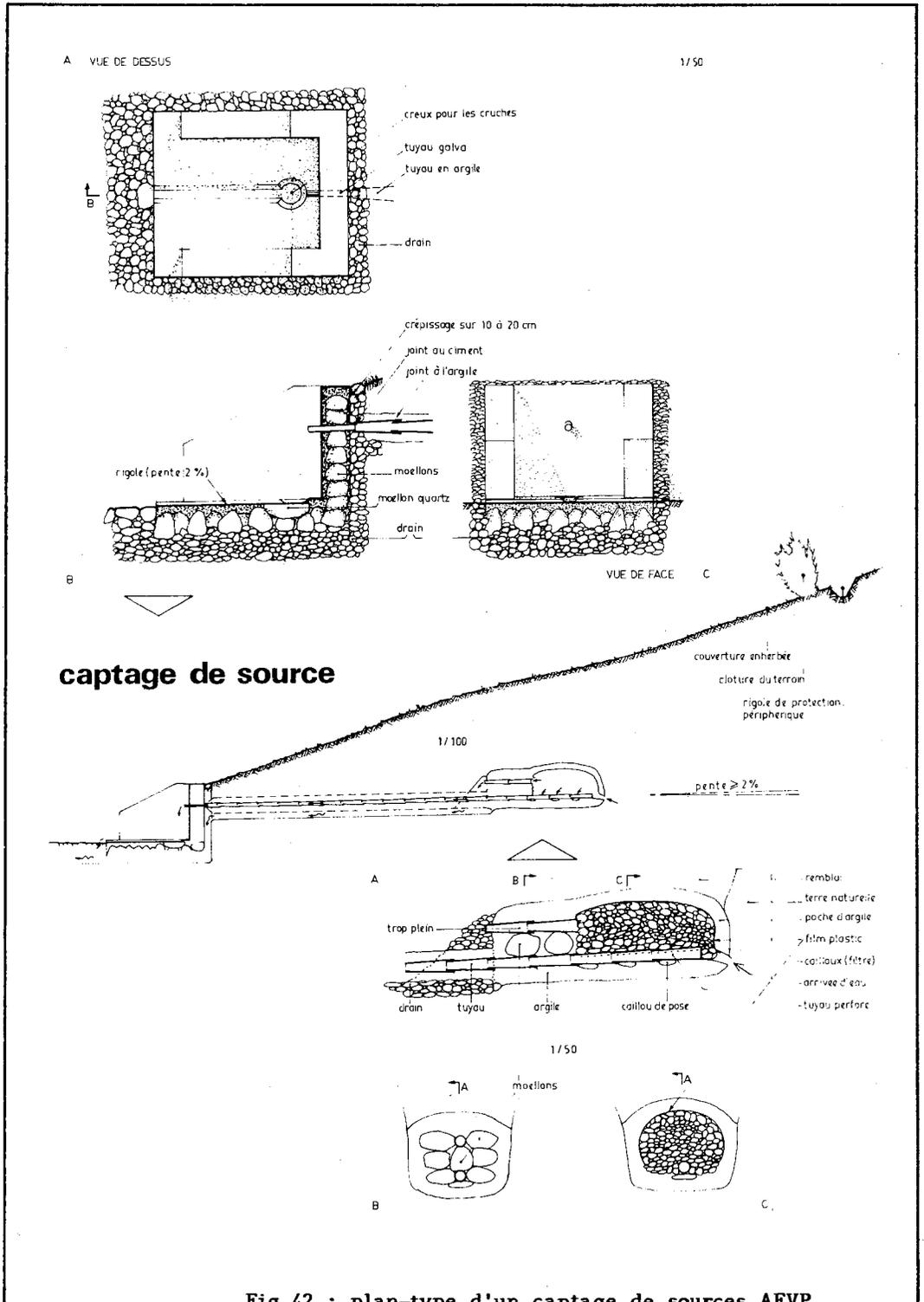


Fig.42 : plan-type d'un captage de sources AFVP au Rwanda.

Comme on peut le voir (fig. 43), il s'agit en fait d'une chambre de captage pour source ponctuelle ou pour source diffuse drainée par des enrochements sans utilisation de canalisation de drainage. Comme le fait remarquer le technicien, il faut veiller à asseoir le mur aval, sur une couche imperméable. Ce genre d'ouvrage nécessite la mise en place préalable d'un barrage en argile, qui permet de dériver l'eau pendant la durée des travaux, avant que le mur maçonné ne soit suffisamment solide et étanche. Ce barrage en argile peut être placé juste en amont du mur à construire. On veillera lors de sa destruction à bien retirer tout l'argile pour qu'il n'aille pas par la suite boucher le captage.

Les mêmes pratiques de protection du captage sont utilisées. On trouvera aussi les schémas de captages similaires réalisés aux Philippines et en Inde, dans les planches A et C en annexe 5.

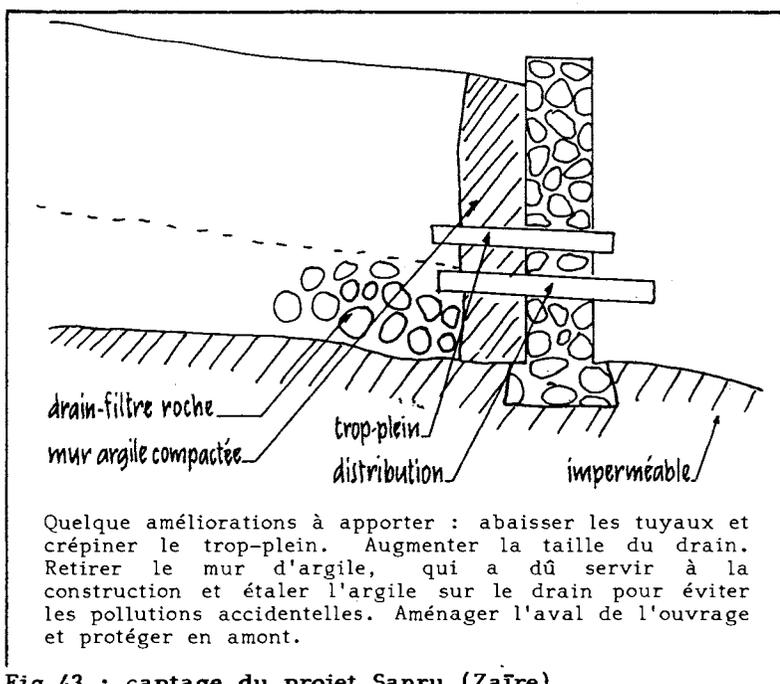


Fig.43 : captage du projet Sanru (Zaïre).

#### L'EXEMPLE DES COMPAGNONS FONTAINIERS RWANDAIS (doc. COFORWA)

*COFORWA. "COMPAGNONS FONTAINIERS RWANDAIS", est une association sans but lucratif issue du Projet EURO-ACTION-ACORD mis sur pied en 1972. Les travaux réalisés par Coforwa le sont grâce à des financements provenant de l'Etat Rwandais ou d'O.N.G.*

*Depuis 1972, 104 adductions gravitaires ont été réalisées, dont la longueur totale représente 382 Km. 103 réservoirs ont été construits et 525 bornes-fontaines. Présentement 24 adductions sont en chantier et 97 études ont été réalisées qui sont*

encore en attente de financement (dont 3 au Zaïre et 4 en Ouganda).

**La démarche :** les réalisations des Fontainiers Rwandais se font dans le cadre suivant.

1 - La population doit réaliser elle-même tous les travaux qui peuvent être valablement réalisés dans le cadre des travaux communautaires.

2 - La population doit fournir elle-même et acheminer sur les chantiers tous les matériaux qu'elle peut se procurer dans le même cadre des travaux communautaires.

En d'autres termes, c'est la population qui entreprend de faire une adduction et qui fait elle-même tout ce qui lui est possible de faire et les C.F.R. font le reste. COFORWA n'est pas une "entreprise" payée pour réaliser telle adduction, mais un groupe de techniciens qui viennent aider telle population à "kwivomera kijyambere", à se procurer l'eau potable dont elle a besoin, et ce grâce à l'appoint d'une aide extérieure,

- en réalisant les travaux dont la technicité exclut qu'ils puissent être réalisés par les travaux communautaires.

- en leur fournissant les matériaux que la population ne peut se procurer sur place.

Aussi bien, les C.F.R. n'acceptent-ils de commencer les travaux d'une adduction qu'au terme d'une ASSEMBLEE avec les futurs usagers. Cette réunion doit établir -par écrit- la liste exacte des travaux qui seront réalisés par la population (dans le cadre des travaux communautaires) et celle des travaux qui seront assumés par Coforwa. De même, la liste exacte des matériaux que la population fournira, et de ceux qui lui seront procurés par COFORWA. Cette manière de procéder vise bien sûr à respecter les directives inlassablement répétées par le Chef de l'Etat. Mais elles visent aussi, plus profondément, à respecter LES GENS. C'est en effet ce qui fait la dignité d'un homme, que d'être capable de "gagner sa vie" ; de se procurer lui-même de quoi répondre à ses besoins et à ceux des siens. Dans le domaine de l'hydraulique rurale, le rôle du coopérant n'est pas de se substituer à une population adulte, mais de ... coopérer avec elle dans ses efforts pour améliorer ses conditions de vie. Réaliser à la place des gens des travaux qu'ils sont parfaitement capables de faire eux-mêmes -ou ce qui revient au même, les payer pour réaliser des travaux, qui leur incombent- leur procurer gratuitement leur nécessaire alors qu'ils sont à même et qu'il leur revient de se le procurer, c'est les traiter en mineurs et les sous-estimer. C'est en fin de compte risquer de déterminer en eux une passivité qui les condamne à ne jamais sortir de leur misère.

Cette réunion d'animation, à faire préalablement à tous travaux, aboutira d'abord à constituer l'ensemble des usagers de l'adduction en une "association" organisée, dont le premier acte sera de se choisir des responsables, et de se donner un "Conseil d'Administration" qui sera l'interlocuteur de Coforwa pour signer avec lui un "PROTOCOLE D'ACCORD" concernant la réalisation et l'entretien ultérieur de l'adduction. Mais une "association" ne se crée pas par la simple élection d'un comité directeur. Un lent et persévérant travail d'animation est nécessaire pour faire comprendre à cet ensemble d'usagers d'une même adduction que, désormais, leur approvisionnement en eau va dépendre de leur entente et de leur solidarité. Cette solidarité s'exercera dans un partage des diverses responsabilités : surveillance des robinets, hygiène autour

des points d'eau, réparation des pannes, collecte et gestion des cotisations, garde de l'outillage, etc ...

Car c'est surtout **l'ENTRETIEN** des ouvrages hydrauliques qui va dépendre de la solidarité et du sens communautaire des usagers.

Certes, cette solidarité devra s'exercer dès les travaux de réalisation de l'adduction. Il est absolument vain d'espérer que les habitants se sentiront responsables de l'entretien, s'ils n'ont eu aucune participation à la réalisation de l'adduction ; ou, ce qui est pire encore, s'ils ont été payés pour y participer !

En ce qui concerne l'entretien, les directives du Chef de l'Etat sont claires : "La population et l'Administration doivent être associées à la gestion et à l'entretien des ouvrages hydrauliques existants" (Discours du Nouvel An 1980). En ce domaine, l'histoire de l'équipement hydraulique du pays peut nous apporter d'utiles leçons. Les adductions qui fonctionnent encore bien sont celles dont **l'entretien est assuré par leurs bénéficiaires**. Presque toutes les autres, ainsi que les petites sources et les puits sont hors d'usage ou à peu près, parce que tout cela a été réalisé sans que les bénéficiaires soient mis dans le coup, parce qu'on ne leur a jamais dit que c'était à eux à entretenir cet équipement dont ils profitaient et qu'on ne leur a jamais appris à les entretenir.

Pour que la communauté puisse assurer le bon fonctionnement et cet entretien, elle aura besoin de trois choses :

- d'abord de quelques "fontainiers compétents" : leur formation pourra facilement se faire au moment de la construction de l'adduction elle-même. Il semble indiqué de les choisir parmi les habitants que le vote de l'assemblée aura désignés comme dignes de confiance.

- d'un minimum d'outillage et de matériaux que le constructeur pourra laisser aux fontainiers qu'il aura formés sur le chantier.

- d'un "fonds" destiné à couvrir l'achat des pièces à remplacer, et qui pourra être alimenté par une cotisation annuelle collectée auprès des usagers par les responsables élus par eux, la garde et la gestion de ce fonds étant confiées au Conseil d'Administration de l'adduction.

#### LES REUNIONS D'ANIMATION PREALABLES

**1ère partie de la réunion** : constituer les habitants réunis par le Bourgmestre et le Conseiller en "ASSOCIATION D'USAGERS DE TELLE ADDUCTION".

1 - Faire redire aux habitants réunis, leur désir de réaliser une adduction. Leur demander où se trouve la source ; les point où ils désirent amener l'eau.

2 - Leur expliquer qu'il n'a pas été possible de trouver un "bienfaiteur" (bailleur de fonds) qui accepte de "réaliser pour eux une adduction" mais seulement des organismes qui veulent bien **les aider à réaliser leur adduction**. C'est-à-dire que le financement trouvé permettra d'acheter les matériaux venant de l'étranger, mais non les matériaux que les gens peuvent trouver chez eux (moellons, gravier, argile, sable, etc...). De même ce financement peut payer les travaux demandant une main-d'oeuvre spécialisée, mais non les travaux que les habitants peuvent réaliser eux-mêmes (creuser les tranchées, apporter les matériaux locaux, acheminer les tubes sur le chantier, etc...).

L'aide étrangère refuse donc de donner aux gens ce qu'ils

peuvent se procurer par eux-mêmes ; ou de payer des salaires pour des travaux qu'ils peuvent réaliser eux-mêmes.

3 - Il était donc nécessaire de tenir une réunion pour bien préciser les travaux qui seront faits par la population et ceux que fera COFORWA. De même préciser les matériaux que les gens fourniront et ceux que fournira COFORWA. Ceci devait être dit bien clairement, et même écrit noir sur blanc, pour éviter toute contestation en cours de travaux : il faut signer un contrat, un PROTOCOLE D'ACCORD entre les USAGERS et COFORWA.

Deux représentants de COFORWA sont ici présents. Mais qui va signer au nom des USAGERS ? Pas le Bourgmestre, car cette adduction ne concerne qu'une partie des habitants de la commune. Pas le Conseiller : il a beaucoup d'autres choses à faire. Que les futurs usagers de cette adduction qui sont présents dans cette réunion se choisissent donc des représentants. Qu'ils élisent des RESPONSABLES et se constituent ainsi en ASSOCIATION DES USAGERS. Que ceux qui le veulent se portent candidats. Mais quand vous votez, donnez la préférence à des gens dont vous connaissez le dévouement et l'honnêteté, et en qui vous avez confiance. N'élisez pas des fonctionnaires, où des gens qu'un travail occupe à temps plein. Choisissez parmi les paysans progressistes, des gens qui savent bien gérer leur parcelle. Si l'adduction est longue, prenez-les un peu sur tout le parcours de l'adduction.

4 - Autre chose que nous devons vous dire : c'est que les bailleurs de fonds qui veulent bien vous aider à faire votre adduction exigent que vous vous **engagiez à entretenir** les ouvrages hydrauliques et à en prendre soin. Cet argent provient de gens qui se sont privés pour vous aider : ils veulent que l'adduction puisse vous servir durant de très nombreuses années. Ils ne veulent pas que faute de soin, ces millions qu'ils vous donnent deviennent inutiles au bout de quelques années, voire de quelques mois.

En effet, c'est à vous, les bénéficiaires à entretenir ces équipements que vous recevez. Quand vous offrez une radio à un ami, ce n'est pas à vous à lui payer de nouvelles piles tous les mois. Ou bien, si vous recevez une vache d'un ami, vous n'irez pas lui dire qu'il doit venir lui apporter l'herbe tous les jours, soir et matin. De même, ces bienfaiteurs veulent bien vous aider à FAIRE votre adduction, mais ILS NE VEULENT PAS PAYER POUR L'ENTREtenir.

C'est pourquoi le PROTOCOLE D'ACCORD que COFORWA va signer, devant le Bourgmestre et les conseillers ici présents, avec les RESPONSABLES que vous allez élire, comportera deux parties :

- la première concernant les travaux de CONSTRUCTION de l'adduction

a) ceux que feront les usagers, la population bénéficiaire

b) ceux que fera COFORWA

- la deuxième partie : les travaux que vous vous engagez à faire et les dispositions que vous vous engagez à prendre pour ENTREtenir votre adduction.

- Nous allons vous dire aussi ce que COFORWA va faire pour vous aider à faire ces travaux d'entretien et à prendre ces dispositions.

N.B. On fait élire 5 ou 6 responsables (plus si l'adduction est fort longue). On élit à main levée. Chacun lève le bras pour tout candidat qui a sa confiance. Celui qui reçoit le plus de voix est Président de l'Association, Vice-Président, ainsi de suite...

2ème partie de la Réunion : elle consiste à expliquer aux gens

le texte d'un PROTOCOLE d'ACCORD qui sera signé par les représentants des usagers et ceux de COFORWA, et contresigné par le Bourgmestre et le(s) conseiller(s).

#### PROTOCOLE D'ACCORD

entre les RESPONSABLES élus par l'Assemblée des USAGERS  
et les représentants de COFORWA.

#### CHAPITRE I : LES TRAVAUX DE CONSTRUCTION DE L'ADDITION

##### Article I. Les travaux incombant aux usagers

Les habitants qui ont décidé la construction d'une adduction s'engagent à réaliser les travaux suivants, sous la direction des Responsables Communaux qui ont mission de programmer les travaux communautaires (UMUGANDA) et qui veilleront à achever ces travaux dans un délai convenable.

A Les responsables de la commune, cellule de base du développement, s'engagent à sensibiliser la population sur l'utilité d'employer une eau saine. Ce travail sera réalisé essentiellement par le moyen des C.C.D.F.P., des C.S.D., des CENTRES DE SANTE. Les autorités communales s'engagent aussi à activer les travaux pour éviter tout retard susceptible d'entraîner des frais et d'indisposer les bailleurs de fonds.

B Pour les travaux qui leur reviennent, les compagnons fontainiers devront trouver dans la population un peu de main-d'oeuvre qu'ils emploieront à temps plein et qu'ils vont donc salarier. Ils se proposent de recruter cette main-d'oeuvre parmi les usagers à qui la population a manifesté sa confiance. Ce sera pour les C.F.R. l'occasion de leur enseigner la manière de bien entretenir cette adduction qu'ils vont contribuer à réaliser. Lorsque l'adduction sera mise en fonction, si des pannes surviennent, -ce qui sera rare-, les membres du Conseil d'Administration ainsi formés seront capables de procéder rapidement aux réparations, travail qui, avec l'accord du bourgmestre, sera compté comme UMUGANDA.

C Dans le cadre des travaux communautaires, les habitants fourniront sur le chantier de l'adduction tous les matériaux localement disponibles : moellons, gravier, sable, argile, etc... et les amèneront aux endroits indiqués par COFORWA et dans les quantités demandées.

D Les habitants assureront le transport des matériaux amenés par COFORWA pour les acheminer aux chantiers inaccessibles aux véhicules : tubes PVC, galvanisés, ciment, fers à bétons, planches de coffrages, briques ou autres matériaux utilisés pour l'adduction.

E Les habitants creuseront la tranchée destinée à recevoir les canalisations, à une profondeur de 60 cm, selon le tracé qui aura été préalablement bien indiqué par COFORWA. Ces travaux communautaires seront conduits par les "Fontainiers" élus membres du Conseil d'Administration, qui auront collaboré au traçage avec les CFR.

F Le Conseil d'Administration est invité à n'accepter aucun raccordement privé sans s'être assuré auprès du constructeur que de tels raccordements ne compromettent pas l'alimentation de la population qui aura réalisé cette adduction, et sans avoir reçu l'autorisation du Ministre ayant l'eau dans ses attributions et du Bourgmestre.

G La commune mettra à la disposition des C.F.R., un local convenable pour leur servir de logement et de dépôt du matériel et des matériaux.

##### Article II : les travaux incombant à COFORWA

A Réaliser le levé topographique, le profil en long, le plan

de situation, le calcul des pertes de charges et l'étude hydraulique. Copie de cette étude sera remise au Conseil d'Administration de l'Association des Usagers, au Bourgmestre, au Ministre des Travaux Publics et de l'Energie. Capturer la source ou les sources. Procéder au traçage et au rélagage de la tranchée. Construire la chambre de départ, les chambres d'équilibre, les traversées de route, de rivières, de marais, de talweg, les réservoirs et les bornes fontaines.

B COFORWA s'engage à former les fontainiers qui auront été désignés par le vote de l'Assemblée des Usagers en leur expliquant le fonctionnement d'une adduction et en les initiant aux travaux d'entretien courant. Cette formation sera donnée durant le temps de la construction de l'adduction, aux travaux de laquelle ces fontainiers élus participeront à titre d'"aides" et d'"apprentis".

C Une fois les travaux terminés, COFORWA remettra l'adduction officiellement à l'Assemblée des Usagers et à son Conseil d'Administration, en présence du Bourgmestre et du conseiller, en présence du représentant de l'Etat ou de l'organisme ayant financé l'adduction et des représentants du Ministère ayant l'hydraulique rurale dans ses attributions. COFORWA relèvera les remarques qui seront faites lors de la remise officielle et procédera aux ajustements qui s'imposent.

## CHAPITRE II - L'ENTRETIEN DE L'ADDUCTION

### Article 3 - Comment COFORWA va préparer la population à pouvoir bien entretenir son adduction :

- en formant des "fontainiers" parmi les usagers
- en leur fournissant un outillage de base
- en les aidant à organiser la collecte des cotisations

A COFORWA assurera la formation de 6 fontainiers qui auront été désignés par le vote de l'Assemblée des Usagers, afin qu'ils soient à même de réparer dans les plus brefs délais tout dommage pouvant survenir à la canalisation.

- comme de remplacer un robinet, une vanne, réparer un tuyau qu'une houe a brisé, nettoyer un réservoir, une chambre d'équilibre, voire la source elle-même.

B COFORWA remettra au Conseil d'Administration un outillage de base pour l'entretien courant, comme

- une scie à métal
- un tube de colle Tangit
- 2 clés Stilson
- des robinets 3/4" en nombre égal à celui des bornes fontaines de l'adduction
- quelques tuyaux destinés à faire des manchons de chaque diamètre utilisé dans l'adduction.

C A la réunion d'animation COFORWA remettra quelques carnets de reçus pour permettre au comité de procéder à la 1ère collecte de cotisations.

### Article 4 - Travaux d'entretien auxquels s'engagent les usagers

A Chaque famille bénéficiant de l'adduction s'engage à donner une cotisation annuelle en vue d'alimenter la "caisse de l'adduction". En accord avec le Bourgmestre et le Conseiller, le comité élu décidera du montant de la cotisation, de la manière et du moment où elle sera perçue, de l'endroit où la caisse sera déposée (Banque populaire, Caisse d'épargne, une paroisse, un projet), à l'exclusion cependant de la commune, vu que la caisse est celle d'une partie seulement de la population.

B Le Conseil d'Administration confiera la garde de chaque

robinet à un voisin, qui sera chargé de veiller à l'hygiène de l'endroit, la bonne évacuation des eaux. Il tiendra à jour la liste des "puiseurs" qu'il remettra au Conseil d'Administration. Ce travail pourra lui être compté comme Umuganda.

C Le gardien du robinet conservera la clé du cadenas qui protège la vanne du robinet, soit chez lui, soit chez un autre voisin plus proche du point d'eau. Il avertira sans tarder les "fontainiers" du C.A. en cas de panne.

D Les autres ouvrages spéciaux (réservoirs, chambre de départ de vanne ou d'équilibre) seront protégés par un cadenas dont la clé sera de même confiée à un voisin.

E En tout temps le Bourgmestre ou l'Assemblée des Usagers pourront s'enquérir auprès du Comité sur la bonne marche de l'adduction, le montant du compte en banque et l'usage qui en est fait.

Suivent les signatures

- des membres du Conseil d'Administration venant d'être élus,
- des deux représentants de COFORWA assistant à la réunion,
- du Bourgmestre de la commune et du (ou des) conseiller(s) concernés.

## DANS LES MORNES HAÏTIENS

Morne : mot créole des Antilles ; petite montagne isolée au milieu d'une plaine d'érosion, de forme arrondie.

En Haïti, 70 à 80 % de la population est alimentée en eau par des sources non aménagées. Contrairement aux cas précédents, la densité de population est beaucoup plus forte que la densité de sources : il n'est pas rare de voir une source de moins de 5 l/mn alimenter quelques centaines de famille ! La dégradation constante du milieu naturel (érosion, déforestation) provoque une importante chute de la réalimentation des nappes. Le débit des sources baisse, elles deviennent intermittentes puis se tarissent. Dans ces conditions, les captages et aménagements apparaissent urgents et surtout très bénéfiques. Mais le contexte social n'est que rarement préparé à pouvoir assumer la prise en charge des aménagements réalisés, et il est plus que fréquent de trouver des ouvrages vieux de cinq ans complètement inutilisables, au grand drame des populations.

En quatre ans de présence en HAÏTI dans les mornes de JACMEL, Christian LARCHER a acquis une expérience inestimable : face aux difficultés tant techniques que sociales pour mettre un programme en oeuvre à l'échelle d'un district, il a trouvé et expérimenté des solutions intéressantes : programme d'animation, et d'information auprès des populations qui ont demandé un captage ; mise en oeuvre d'une équipe de techniciens spécialisés en "hydraulique de morne" répartis sur l'ensemble du district ; supervision et accompagnement par les techniciens des artisans locaux avec lesquels ils contractent les aménagements ; création de comités source.

### LA FORMATION

En reprenant des extraits de son rapport d'activité, nous précisons les solutions retenues.

*Formation de l'équipe de petite hydraulique de mornes : il s'agissait surtout de la mise en place des six techniciens dans leurs rôles de responsables de programme. Des agents hydrauliques avaient déjà été formés au cours des années précédentes. Il faut noter qu'en Haïti, à cause du manque de cadres nationaux compétents pour mener ce genre d'action, il est souvent fait appel à des experts étrangers. Le but recherché était de former des cadres haïtiens autonomes et responsables, capables d'analyser une situation, de concevoir des programmes d'intervention, d'organiser les travaux, de former les boss, de gérer les fonds mis à leur disposition et d'évaluer leurs actions. Cela c'est traduit dans les faits par :*

"boss" : artisans locaux

*- des stages de formation de courte durée au cours de chantiers entrepris dans leur zone d'action pour leur apprendre : à se familiariser avec le milieu, à animer et à structurer les paysans en comités, à organiser un chantier, à maîtriser les techniques de chantier (captage, utilisation des moules, utilisation de l'environnement...)*

- **des visites régulières** effectuées chaque mois par le conseiller technique ou son adjoint aux chantiers achevés ou en cours, à l'occasion desquelles ils organisaient des discussions sur tous les volets du projet présents pour s'assurer de la bonne intégration des intervenants.

- **L'institution de réunions mensuelles** : des réunions de deux jours ont été organisées au centre de Formation du projet FAC/CEE. Elles réunissaient tout le service d'hydraulique de mornes (six techniciens, trois agents, deux coordinateurs et le chauffeur). Le but de ces réunions était de créer un esprit d'équipe et de stimuler l'intérêt de chacun pour son travail. Elles étaient l'occasion du bilan des actions et de l'exposé des difficultés rencontrées et des solutions adoptées. Elles ont également permis d'acquérir de nouvelles compétences utiles au fonctionnement des programmes telles que des notions de gestion, de comptabilité, des renseignements sur le fonctionnement de l'outil coopératif ou les techniques d'animation de groupe... Lors de ces réunions étaient conçues des fiches techniques, les carnets de chantier, les contrats. Enfin celles-ci permettaient la bonne coordination des modes d'intervention, de remboursement des citernes et de paiement des artisans.

- **des échanges entre techniciens** : lorsqu'un technicien abordait un domaine qu'il n'avait jamais pratiqué, il se rendait auprès d'un autre technicien pour faire sa formation.

- **des voyages d'études sur d'autres projets** : ces déplacements sont très importants et nous les recommandons vivement. Ils permettent aux techniciens de découvrir une autre réalité, d'échanger avec d'autres leurs expériences, leurs idées, leurs techniques et leurs méthodes d'intervention.

Trois déplacements avaient été programmés sur le thème des puits et de l'irrigation, des captages de sources, citernes individuelles, impluviums et traitement de ravines, et sur les questions de construction et gestion d'une adduction.

- **des stages de courte durée sur des sujets très précis** :

. un stage animé par le Ministère de l'Agriculture pour fournir à l'équipe des bases en hydrogéologie, procédure d'analyse chimique de l'eau, techniques d'inventaire des sources.

. un stage animé par le Conseil National de Coopératives.

. un stage organisé par un agronome du projet sur les techniques de lecture de carte.

- **la réalisation de documents** : nous avons demandé à nos techniciens un gros effort de rédaction. Cela n'a pas été sans problèmes mais a abouti pour la grande majorité d'entre eux à les faire produire des documents tout à fait utiles :

. **un rapport mensuel pour tous les membres du service.**

Le but de ce rapport était d'obliger chacun à faire le point chaque mois sur son action tout en les habituant à rédiger des comptes rendus d'activité. Il en est de même pour les comptes rendus finaux de chantier destinés à être annexés aux rapports finaux de captage.

. **une étude réalisée en commun sur une zone de projet.**

Il nous semblait important qu'un technicien en hydraulique soit capable de présenter un document portant sur les ressources en eau d'une zone, que le projet devait, en plus, investir un jour.

. **une étude personnelle de leur propre zone d'action** présentant entre autre leur méthodologie, le bilan des actions entreprises et les perspectives pour les mois à venir.

Les principales difficultés rencontrées lors de la rédaction de ces documents ont été le manque de réflexion préalable qui entraînait un manque de logique dans la présentation des idées, le manque d'esprit de synthèse et l'ambiguïté de la formulation.

**Formation des cadres extérieurs au Projet :** La formation à des techniques précises organisée au cours de chantiers a été ouverte aux membres extérieurs au Projet afin de tenter de pallier les carences locales en la matière. C'est ainsi que nous avons accueilli, dans le cadre de nos chantiers de captage de sources, des experts expatriés travaillant sur d'autres projets ; des artisans et techniciens d'autres projets, des étudiants des facultés des Sciences et d'Agronomie, des élèves d'écoles techniques.

**La formation des artisans :** pour les artisans maçons, la formation est assurée au cours des chantiers organisés par les techniciens, pour transmettre des connaissances techniques et scientifiques. Plus d'une centaine de maçons ont été ainsi formés au cours de chantiers de captage de sources.

**La formation au niveau des paysans :** nous sommes partis du principe que toute action doit être l'occasion d'un apprentissage. Le captage de source pouvant être le temps idéal pour amener les paysans à une réflexion sur le cycle de l'eau par exemple. En toute occasion nos actions devaient être le prétexte pour les paysans d'une réflexion sur l'intérêt de s'associer et la nécessité de gérer leur propre développement.

Trois séries éducatives à l'usage des paysans sont actuellement en préparation. Elles doivent servir aux techniciens et aux agents lors des réunions de motivation. Il s'agit de :

1 - "D'où vient l'eau ?"

- Compréhension du cycle de l'eau et du fonctionnement de la source.

2 - "L'eau et la citerne"

- aspect santé

- gestion de l'eau

3 - "Fonctionnement de l'outil coopératif"

Il faut noter à ce sujet que la mise au point de telles séries éducatives nécessite énormément de temps et requiert des connaissances particulières (pédagogie, animation de groupes, dessin...).

On trouvera P.120 le contenu des deux journées d'animation avant et pendant le captage. On peut aussi se reporter au paragraphe ci-dessous.

## LA DEMARCHE AUPRES DE LA POPULATION

**Animation :** une des principales difficultés rencontrées en Haïti est le manque d'organisation sociale autour de la réalisation d'un captage comme autour de tout autre travail communautaire, malgré l'existence de systèmes de travail collectif : escouade, coumbite, etc...

Mis à part quelques cas, l'habitat dispersé et l'éclatement des familles ne favorisent pas les échanges nécessaires pour amener les gens à se regrouper et à agir ensemble pour l'amélioration de leurs conditions de vie.

Le captage d'une source est sans doute l'action la plus susceptible de motiver les gens, l'eau étant un des éléments essentiels de la vie. On vient à la source chercher l'eau pour boire, on y conduit les bêtes, on s'y lave et on y lave le

linge ; certaines sont le lieu de cultes Vaudou.

La réalisation d'un captage est une occasion à ne pas manquer pour aider les gens à apprendre à réfléchir, agir et évoluer ensemble. Aussi l'action de capter ne doit pas être menée isolément : agronomes, techniciens et agents agricoles ou forestiers doivent être associés.

Cet apprentissage à l'action communautaire doit déboucher sur d'autres entreprises.

Dans une zone, des comités sources (plus de 60 % des sources) ont entrepris des pépinières de caféiers (20 000 plantules à la source Loture), d'arbres destinés au bois d'oeuvre et au charbon de bois.

Dans de nombreux cas, des paysans se sont associés pour louer une terre à proximité de la source pour faire du maraîchage (choux, tomates).

**Organisation sociale** : une fois que le choix des sources était fait, il fallait s'assurer, avant d'entreprendre les travaux, que l'ensemble de la population se sentait bien concernée.

Bien souvent, c'est seulement un groupe de 10 à 15 personnes qui faisaient la démarche pour obtenir de l'aide. Au moment de la réalisation des travaux on s'apercevait de la faible participation communautaire consécutive au manque de motivation des autres familles.

Pour s'assurer de la motivation de l'ensemble des familles, il a été proposé l'organisation suivante :

• **Mise en place du comité source** :

- chaque lieu-dit ou quartier dressait une liste des familles concernées ;
- chaque quartier choisissait un représentant ;
- les représentants des quartiers réunis formaient le comité directeur de la source et choisissaient parmi eux un président, un secrétaire et un trésorier ;
- chaque représentant était chargé d'expliquer aux familles de son quartier, le déroulement des travaux et de lever une cotisation de 20 centimes de dollars par famille, cotisation utilisée pendant les travaux.

• **Maintenance de l'ouvrage** : à la fin des travaux une cotisation de 10 centimes de dollar est déposée chaque mois à la caisse populaire afin d'établir un fonds pour la maintenance des aménagements.

**Répartition des investissements**

• **Participation des familles - investissement humain** : il s'agit pour les familles concernées d'apporter leur travail gratuit en lieu et place des capitaux qui leur font défaut. Ce travail consiste à :

- assurer l'approvisionnement en roches et sable,
- transporter les matériaux fournis (fers, tuyaux, ciment) de la route à la source,
- effectuer les travaux de terrassement et de fouille,
- réaliser le gâchage des mortiers et bétons,
- assurer la présence de six à dix paysans par jour pour aider les maçons.

Quant aux maçons eux-mêmes, ils donnent deux jours de travail gratuit si la source est celle de leur zone d'habitation.

• **Participation du projet FAC/CEE - Investissement financier et technique** : la participation du projet consiste à :

- financer les matériaux tels que ciment, fers, tuyaux etc,
- prêter un lot d'outils,
- assurer l'encadrement et la formation technique,
- aider les boss-maçons, très démunis en la matière, à se constituer une boîte à outils (marteau, truelle, niveau etc).

- payer le salaire des boss-maçons.

Si les boss-maçons appartiennent à la zone, ils reçoivent un salaire de \$ 3 par jour. A l'expérience, il a été préféré de passer un contrat avec le comité source, lequel reçoit une indemnité globale qu'il répartit entre les boss. L'argent des salaires n'est versé qu'à la fin des travaux et au seul comité source.

**Impact sur le milieu :**

. **Sur le plan social :** la mise en place des comités sources a permis à des paysans de zones à habitat très dispersé et très isolées, de se structurer. Cela a demandé de leur part, comme de la nôtre, beaucoup d'efforts, de patience et de compréhension. Il fallait ôter de l'esprit de beaucoup, l'idée qu'il y avait de l'argent à gagner dans la réalisation du captage et faire naître la volonté d'un effort à donner pour la communauté.

Cette dynamique ne pourra durer que si le groupe continue à agir dans d'autres actions d'intérêt à la fois collectif et personnel de type économique.

. **Sur le plan sanitaire :** l'objectif sanitaire est un des principaux et il est atteint au niveau de la distribution de l'eau. Toutefois il faudrait vérifier dans quelles conditions l'eau est transportée et ensuite conditionnée dans la maison. C'est à ce niveau qu'il faudrait étroitement associer l'agent de santé, quand il existe, à notre travail.

. **Sur le plan gain de temps :** femmes et enfants collectent l'eau beaucoup plus rapidement, sans bousculades et conflits, dans des conditions meilleures d'hygiène.

. **Sur le plan de l'élevage :** les animaux ont été écartés des lieux de distribution. Quand cela a été possible un abreuvoir a été aménagé, sinon les paysans apportent l'eau à la bête dans un seau. Les animaux disposent ainsi d'une eau propre et saine.

. **Sur le plan du lavage :** les lavoirs ont transformé la vie des femmes qui étaient souvent obligées de faire plusieurs heures à pied pour se rendre à la rivière ou aux sources les plus importantes. La source est devenu un lieu de rencontre important pour elles. Sur certaines sources on peut compter 60 à 80 femmes lavant ensemble. Toutefois il a fallu freiner le lavage dans les sources ayant un faible débit, les femmes ayant tendance à laisser les robinets de la citerne de stockage ouverts pour rincer leur linge.

. **Sur le plan agricole :** l'utilisation des sources pour faire du maraîchage ou pour irriguer les terres proches reste encore marginale. Avec le soutien de l'agronome et de l'agent agricole ce type d'action, intéressant du point de vue économique, ne peut que se développer.

. **Sur le plan du reboisement :** l'aménagement d'une source est une bonne occasion pour aborder avec les paysans le problème de la désertification et de leur faire prendre conscience des phénomènes de déboisement. L'implantation d'une pépinière de reboisement et son suivi est une action facile à entreprendre en ce lieu. Dans 60 % des sources captées, les comités ont entrepris d'en créer une.

. **Sur le plan formation :** l'aménagement des captages de sources a été l'occasion de donner une formation aux boss-paysans dans de nombreux domaines : réalisation d'un captage, utilisation et dosage du ciment, pose de parpaings et de roches, réalisation d'un enduit, utilisation d'un niveau, construction de citerne, fabrication de hourdis...

Cette formation est d'autant plus importante qu'elle leur

permettra de veiller à la maintenance des ouvrages et d'améliorer leur technique de travail dans leur milieu.

#### LE CAPTAGE DE SOURCE - TECHNIQUES UTILISEES (fig. 44)

**Aire de captage (1) :** elle comprend toute la surface qui est située en amont de la source et qui couvre l'aquifère dont coule la source.

Cette aire devra être protégée sur une surface déterminée par l'épaisseur et la nature de la couche de terre recouvrant la source. Plus la source sera profonde, moins la zone protégée sera grande et vice-versa. Cette zone protégée devrait couvrir un rayon d'au moins 50 m à partir du captage. Les eaux de ruissellement et les cours d'eau qui pourraient menacer le captage seront drainés et dirigés hors de la zone (traitement de ravine).

Pour avoir un contrôle aisé de la zone protégée on réalisera des pépinières de reboisement. On plantera des arbres au-delà de 6 m de rayon. Dans les pentes importantes, il faudra lutter contre l'érosion par la construction de canaux de contour garnis de végétaux (arbres, herbes, plantes fourragères...).

**La chambre de captage (2) :** elle doit être construite de manière simple, pratique et absolument dégagée (pas de calage de roches en guise de drainage avec un béton coulé dessus). L'accès y doit être aisé.

**Terre imperméable - drainage (3) :** il est important de ne pas modifier la nature du sol. On doit pouvoir suivre l'écoulement naturel de la source. La présence d'une chappe de béton empêche de suivre le cheminement de l'eau et donc le contrôle des fuites.

**Mur de soutien (4) :** un mur en maçonnerie est élevé pour éviter l'éboulement de la terre. Des trous sont aménagés à l'endroit de l'émergence, suffisamment grands pour que la main puisse passer.

**Barrage (5) :** il est construit à l'opposé de l'arrivée de l'eau dans le captage. Il permet de diriger l'eau dans la conduite d'alimentation. Le barrage est construit dans la couche imperméable. On coulera la fondation du barrage directement contre le sol de l'excavation afin qu'elle en soit solidaire.

**Tuyau d'alimentation (6) :** son diamètre sera choisi en fonction du débit de l'eau à transporter. Il aura au moins 50 mm de diamètre pour les sources à très faible débit afin d'éviter leur obstruction par des roches, la boue...:

- une pente minimale de 2 % doit être respectée,
- le tuyau de captage doit être placé plus bas que l'émergence afin de ne créer aucune pression dans le captage qui aurait pour conséquence d'amener l'eau à chercher un autre chemin.
- une crépine en PVC permet d'éviter l'obstruction du tuyau par des roches et dans certains cas le bouchage du tuyau par les crabes.

**Tuyau de trop-plein (7) :** d'un diamètre supérieur à 40 cm, il est situé juste au-dessus du tuyau de sortie. Son rôle est très important. Il évite toute pression dans le captage due à l'obstruction d'un tuyau ou à un débit excédentaire. Une crépine (8) placée à l'extérieur empêche les petits animaux de contaminer la source.

**Porte de visite ou trou d'homme (9) :** c'est un élément important du captage. Les usagers doivent pouvoir contrôler et intervenir rapidement en cas de problème. On aménage soit l'emplacement d'une porte métallique, soit l'emplacement d'un trou d'homme dans la chambre de captage. La fermeture est

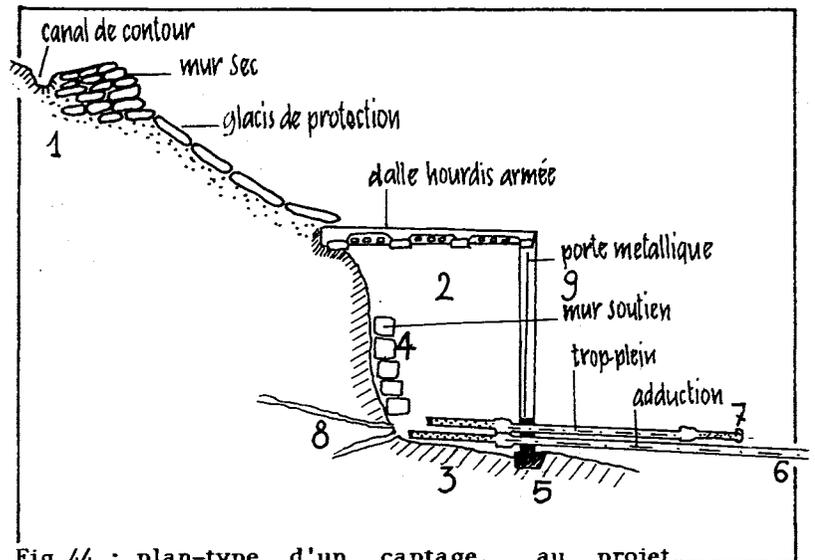


Fig.44 : plan-typé d'un captage, au projet Jacmel (Haïti).

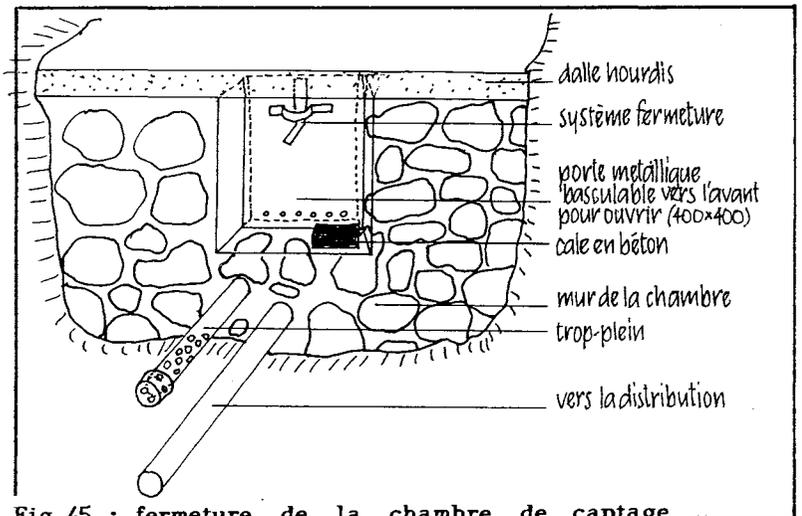


Fig.45 : fermeture de la chambre de captage (Jacmel, Haïti).

assurée par un cadenas ou mieux, un gros fil de fer nécessitant l'utilisation d'une pince pour l'enlever (fig. 45).

**Trois principes :**

- Accès facile et rapide à l'intérieur de la chambre de captage.
- La distribution de l'eau doit être indépendante de la chambre de captage et le tuyau de conduite doit être assez gros pour que les pierres ne l'obstruent pas.
- Un trop plein situé juste au-dessus du tuyau de conduite permet d'éviter la surpression dans la chambre de captage.

**Une technologie éprouvée**

Fort de l'expérience acquise et grâce à l'appui de son atelier

pilote, le projet a mis au point une technologie permettant de réduire la consommation de matériaux (surtout locaux) et le temps de réalisation.

#### • Au niveau de la chambre de captage

Le projet a opté pour la dalle en hourdis (poutrelles et blocs) qui supprime le coffrage important, ceci dans le but de vulgariser cette technique ignorée des artisans, qui a l'avantage d'être pratique, rapide et économe. Les hourdis peuvent être construits à l'avance et transportés facilement. Sont également fabriqués dans l'atelier, les moules trou d'homme standards et les portes de captage standards qui permettent d'aménager un accès rapide et aisé à la chambre de captage (fig. 45).

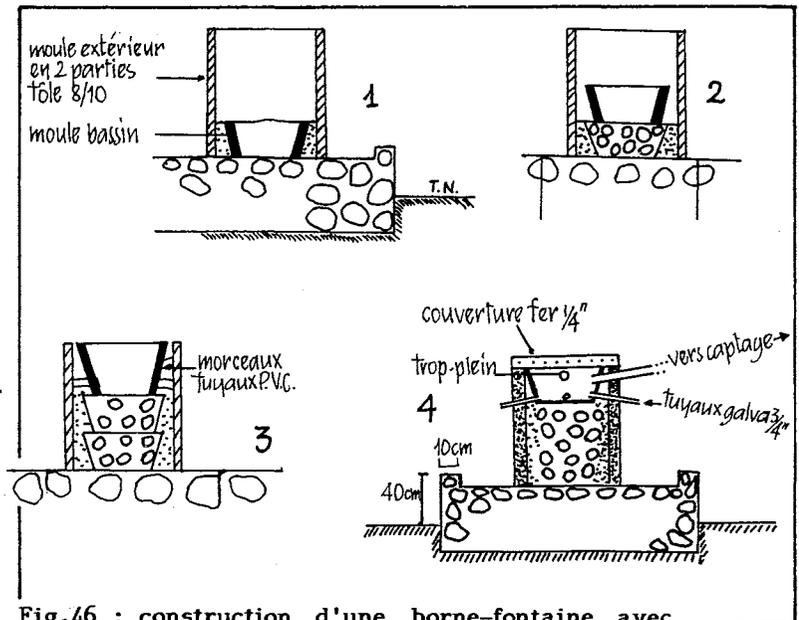


Fig.46 : construction d'une borne-fontaine avec un moule type (Jacmel, Haïti).

#### • Au niveau de la distribution

1 La fontaine : un moule a été mis au point à l'atelier permettant de réaliser rapidement une fontaine de distribution ce qui représente un progrès considérable (Fontaine achevée en une journée avec un seul sac de ciment) (fig. 46).

Dans le cadre de la construction d'une fontaine pour un ouvrage collectif où un contrôle de la distribution par un système de vannes était nécessaire, un moule buse métallique a été mis au point (fig. 47). Ce moule peut être utilisé pour les fontaines d'un réseau de distribution plus important.

2 La citerne de stockage : le projet utilise le modèle n° 5 (moule pour buse en béton non armé de 1,7 m<sup>3</sup>) parmi ceux mis au point par l'atelier-pilote (fig. 48).

Dans le cas d'un stockage plus important on utilise le modèle n° 4 (fig. 49).

#### UN BILAN POSITIF

Les causes de disfonctionnement ont été recensées, analysées et des solutions sont trouvées. On constate en général les difficultés suivantes :

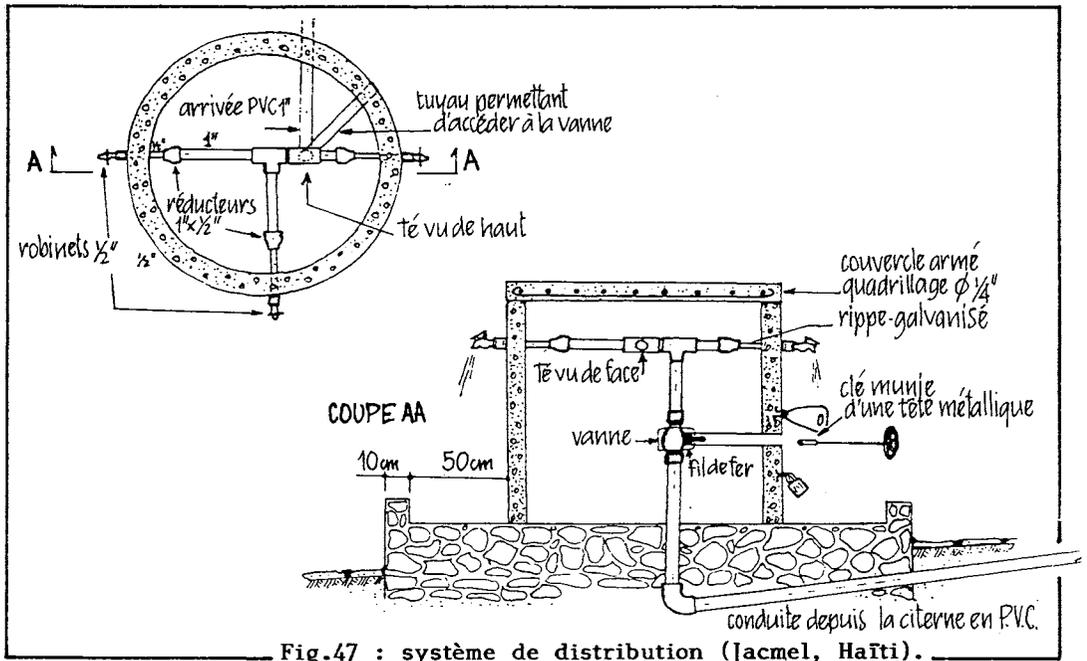


Fig.47 : système de distribution (Jacmel, Haïti).

*Techniquement il n'y a pas de problèmes majeurs mais :*

- les couvercles en béton des trous d'homme se sont révélés fragiles à la manipulation.
- plusieurs tuyaux de sortie de captage ont été obstrués par des racines. Les utilisateurs, grâce à l'accès facile à la chambre de captage, ont pratiqué le nettoyage.
- il arrive que sur certaines fontaines les tuyaux soient obstrués par des roches ou des morceaux de bois. La cause en est des jeux d'enfants.
- quelques aménagements se sont détériorés sous l'effet des eaux de ruissellement.

**Socialement :**

- L'activité des comités sources s'est souvent réduite à l'action de quelques utilisateurs soucieux de garder leur source en état.
- Sept comités ont entrepris de nouvelles actions (pépinières, maraîchage, parcelles fourragères) et vont petit à petit se transformer en comité agricole.
- La principale difficulté à laquelle se heurtent les comités sources est le règlement des conflits dus au comportement sans-gêne et destructeur de certains usagers des sources. Le groupe est incapable de faire comprendre aux "vandales" qu'ils ont à respecter ce qui a été fait par eux et pour eux.

Il faut reconnaître que la méthodologie choisie a beaucoup profité de l'atelier-pilote du projet JACMEL, financé par le FAC et la CEE. Cet atelier a réalisé des moules standards. Certains ont été vendus aux artisans, qui pouvaient les réutiliser pour les constructions locales : citernes, maisons, abris, etc...

Les problèmes sociaux restent les plus limitants. Une mauvaise compréhension de leur importance peut ruiner totalement un programme. On verra les difficultés qu'ils ont posées sur une autre projet de captage, toujours en Haïti, dont on livre un extrait de rapport ci-après.

**CITERNE EN BUSES  
DE BETON NON ARME  
MODELE 5**

Cette méthode consiste à fabriquer une buse sans aucune armature métallique. Un moule a été mis au point à l'atelier de Jacmel permettant la construction de ce type de citerne.

On prépare une fondation en maçonnerie de 10 cm minimum. Une grande attention sera portée au dosage et au malaxage du béton.

En effet celui-ci n'étant pas armé il doit être de très bonne qualité. (1 sac de ciment pour 2 de sable et 3 de gravier). Le décoffrage doit être effectué 8 h après le coulage de buse et sans frapper sur les parois.

Un lait de ciment est appliqué au pinceau pour l'étanchéité. Une couche de mortier de 5 cm d'épaisseur est coulée au fond de la buse en arrondissant les angles (étanchéité de la base). Il est possible d'augmenter le cubage de stockage de 1,7 m<sup>3</sup> à 3 m<sup>3</sup> en surélevant le coffrage.

Nous utilisons ces citernes dans l'aménagement des sources pour le stockage de nuit. L'intérêt de ce matériel est l'économie de matériaux et de temps.

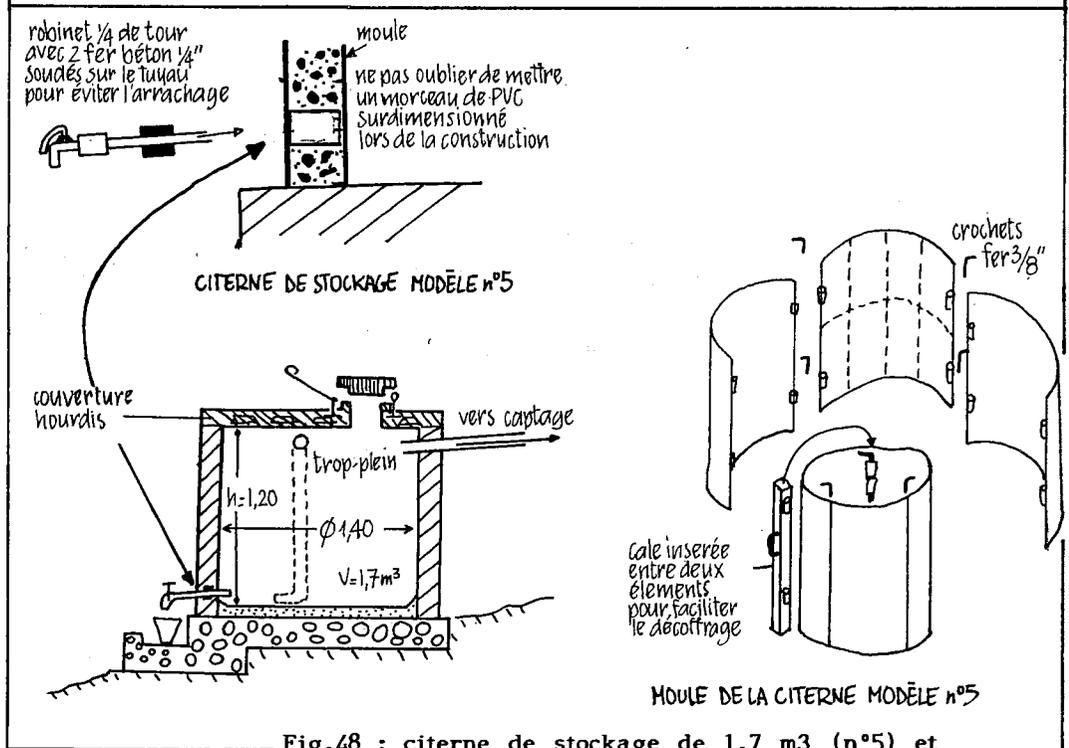


Fig.48 : citerne de stockage de 1,7 m<sup>3</sup> (n°5) et moule correspondant (Jacmel, Haïti).

**CITERNE MODELE 4**

Il s'agit d'une citerne rectangulaire qui parfait la méthode de banchage couramment utilisée en Haïti. Dans des fondations correctes, on plante aux quatre coins des poutrelles de hourdis. Les murs se montent en prenant appui avec des planches sur les hourdis. Les murs auront une épaisseur de 12 à 15 cm. On disposera contre la face interne un grillage métallique (obtenu à Jacmel par tissage de fil de récupération) qui renforcera la solidité de l'ensemble. Sur cette même face interne, on dispose un crépi gras puis un enduit, qui emprisonnent le treillis. En fait le banchage sert de support au treillis. La citerne se comporte plus comme une citerne ferro-ciment que comme une citerne maçonnerie. On peut faire un banchage assez maigre. Si on n'a pas de grillage, on entoure la citerne de fers à béton 1/4, espacés de 20 cm pour les trois premiers rangs, puis de 35 cm. On garde la faible épaisseur de paroi (15 cm) mais augmente le dosage en ciment (5 brouettes de sable/1 sac).

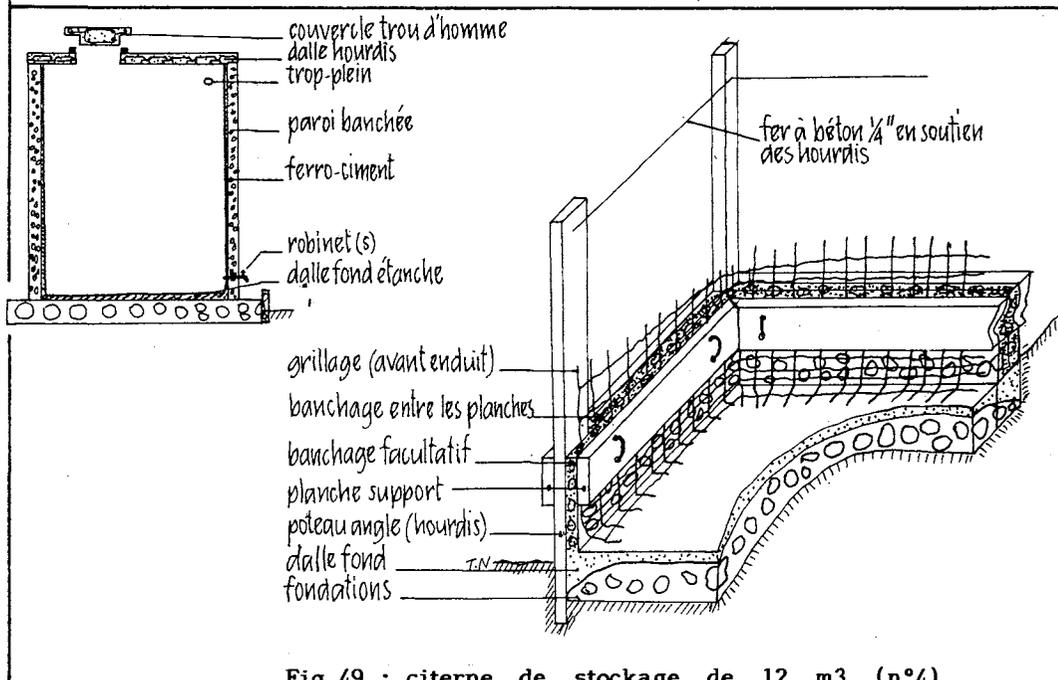


Fig.49 : citerne de stockage de 12 m<sup>3</sup> (n°4)  
(Jacmel, Haïti).

### PROBLEMES SOCIAUX LIMITANTS DANS UN PROJET DE CAPTAGE EN HAÏTI

Les deux pages  
suivantes sont  
extraites d'un rapport  
de N. Camphuis

Lors de deux chantiers de captage, nous avons rencontré de grosses difficultés à obtenir un concours suivi de la population. Au début des travaux, la population était assez présente et ... curieuse. Après une semaine, nous avons du mal à obtenir l'acheminement du ciment depuis le centre, et les manoeuvres-paysans sur le chantier étaient peu nombreux. A mesure que le chantier avançait, l'intérêt disparaissait et nous travaillions toujours avec les mêmes paysans tout en étant sûrs de ne pas avoir vu tous les membres de la communauté avoir prêté quelques heures de concours. Nous avons essayé de trouver une explication à ce phénomène de désaffection vis-à-vis d'un travail qui pourrait légitimement rassembler les membres de toute la population, pour leur bien...

Tout d'abord nous avons remarqué depuis longtemps sur le Projet combien les petits paysans, qui font la grande majorité des habitants de la zone, ont des grosses difficultés, voire l'impossibilité, à consacrer du temps à une activité qui n'est pas **directement productive**. Leur situation économique est de subsistance, les calculs se faisant bien souvent au jour le jour : ceci soit en travaillant dans leur jardin à produire pour eux, soit en vendant (ou cédant quand ils y sont contraints par des relations de pouvoir les dépassant) leur force de travail à un voisin. Leur emploi du temps est très "chargé", surtout aux heures où fonctionnent les chantiers de captage et ils n'ont souvent pas ainsi la possibilité d'y venir. Leur en donner les moyens serait alors de les rémunérer pour leur présence sur le chantier.

L'emploi du temps et la situation économique précaire de ces paysans ne suffisent pas pour expliquer la désaffection constatée. Nous avons remarqué une très mauvaise organisation du travail, dans les localités où pourtant coumbite, escouade et autres groupements de travail existent. Dans une communauté nombreuse comme celle-ci on serait tenté d'envisager des "roulements" tels que chaque paysan vienne 4 heures (1/2 journée) une à deux fois par semaine. En le sachant à l'avance, il pourrait s'organiser en conséquence et cela ne contrarierait pas ses travaux de jardin.

Mais mettre en place un tel système non existant localement semble surpasser les capacités des groupements existants et l'idée existante du travail communautaire.

La communauté semble justement un obstacle supplémentaire, ou plutôt l'idée, l'image que se font certains paysans d'un travail demandé par un groupement ou un conseil. A croire que ces associations de travail, par la sollicitation qu'elles ont faite auparavant, ont dégoûté le paysan de travailler pour ce qu'on lui a présenté alors comme le "bien pour la communauté". Notre position de Projet nous contraint à prendre contact avec les futurs bénéficiaires par le biais des structures en place : conseil, groupements, comité de relèvement, groupe ONAAC ou CONAJEC, paroisse, etc... Si ces structures ont mauvaise image de marque auprès des paysans la participation paysanne au chantier pourra faire défaut. Faut-il alors s'affranchir des structures et en créer une spéciale autour du projet d'aménagement ? En a-t-on les moyens et le temps ? Et cela suffira-t-il pour éliminer les appréhensions vis-à-vis d'un tel travail ou les rancœurs passées ? Et pour donner une nouvelle opinion de l'utilité du travail à réaliser en commun ?

groupe ONAAC :  
destiné à  
l'alphabétisation.  
CONAJEC : parti  
politique.

Car il faut bien avouer que les paysans ne comprennent pas toujours à quoi le travail va aboutir, ni l'importance pour eux de la réalisation du captage. Il nous semble que ce manque de prise de conscience tient à plusieurs faits : une certaine ignorance, un manque de passé en matière d'éducation au point de vue technique et santé. Les gens sont-ils conscients du rôle sanitaire du captage ? Voient-ils ce que techniquement cela représente et comment cela va les aider ? Bien souvent, avant de voir l'eau couler en abondance au robinet, certains ne réalisent pas ce qu'est le captage et comment il peut vraiment faciliter leur vie. Et ceci parce que techniquement l'aménagement fait appel à des notions qui n'appartiennent pas au monde paysan actuel : protection de l'eau, hygiène des abords, stockage, robinet, etc... ou plutôt, les solutions techniques que nous proposons à ces problèmes, dont les paysans ont une certaine conscience, ne font pas partie de ce que leur vie leur permet de comprendre. De plus les hommes ne se sentent souvent pas concernés par le problème de l'eau, alors que l'on fait appel à eux pour le chantier. De tous temps, ce sont les femmes et les enfants qui sont de corvée d'eau. Dans une société où les rôles sont tellement répartis et les charges séparées presque définitivement, l'homme ne sent pas le captage entrer dans son "aire d'influence". Même si on leur explique le temps gagné par les enfants, qu'ils peuvent consacrer alors aux études mieux faites ou à une activité supplémentaire sur l'exploitation agricole, et aussi par les femmes, qui se consacrent alors plus à la maison ou à un commerce, certains ne voient pas ce qui les pousserait à cette surcharge relative de travail. Surtout s'ils voient un Projet, avec des moyens financiers et humains, venir le leur proposer. Autant que le Projet le fasse tout seul, puisque l'idée vient de lui...

Apparaît donc une faillite de l'information. Tant sur le but du travail et les améliorations techniques et sanitaires à en espérer, que sur le rôle à jouer par le paysan sur le chantier, l'organisation du chantier pour que le travail ne nuise à aucun et sur l'intervention du projet, qui ne saurait en aucun cas se substituer à la volonté communautaire. Une information semble nécessaire, mais elle ne va pas résoudre tous les problèmes d'éveil des consciences.

Une solution envisageable est de payer un salaire aux paysans qui viendraient travailler. Le chantier perd alors son caractère de démarche communautaire d'un groupe conscient qu'il peut prendre en main une partie de son destin et arriver à maîtriser, par un travail en commun, des éléments aliénants de son milieu. Bien sûr, obtenir de toute communauté, qui possède toujours un passé lourd de ressentiment des uns vis-à-vis des autres, une telle démarche peut paraître utopique. Seulement le développement de ce groupe se fera-t-il autrement ? Et ne faut-il pas, quitte à attendre le temps nécessaire, laisser la communauté prendre conscience de cela, avant de vouloir faire un tel travail ? Enfin, pour revenir à notre suggestion première, payer les gens pour ce travail fausse totalement le rôle du Projet, qui doit apparaître comme collaborateur, avec une part de responsabilité pour l'incitation initiale.

Mais en aucun cas il ne doit se substituer à la communauté, diriger tout et retirer ainsi à la communauté la possibilité de "prendre son avenir en main".

Le problème ne possède pas de solution unique. Et nous ne

prétendons pas la trouver facilement, car toute solution devra tenir compte de la connaissance particulière et suffisante de chaque communauté où l'on intervient. Il y a souvent faillite de l'information de la part des entrepreneurs vis-à-vis des entreprises... et aussi précipitation à faire le travail. Ces quelques réflexions veulent seulement éveiller la conscience des entrepreneurs à ce problème grave, plus grave et difficile que l'entreprise elle-même.

## FAC-SIMILE D'UN RAPPORT FINAL DE CHANTIER (HAÏTI) (Projet FAC/CEE Jacmel)

### SOURCE LESOT - 6 -

SECTION RURALE : Jamais Vu 6ème  
LOCALITE : Amba Lesot

La source Lesot est située dans la ravine Galette Jamais Vu. Celle-ci est pérenne et a un débit de 5 l/s. L'accès y est très facile.  
Elle dessert 130 familles de 5 localités différentes : Poulard, Dlo Garou, Galette Jamais Vu, Merine, Ti chaudière.

La source émerge à flans de la ravine.

### PRINCIPALES REALISATIONS

Captage - Fontaine - Lavoir

Description : Captage accessible par un trou d'homme de 40 X 40  
Fontaine munie de 4 distributeurs  
Adduction par des tuyaux de 2" et de 1" sur 100 m  
3 trop-pleins en 2" et 3" - 1 sur 18 en 2", 1 sur 21 m en 2", 1 en 3" sur 15 m

TEMPS DE REALISATION : 11 jours

J1	14/10/85	Nettoyage, fouille du canal
J2	15/10/85	Construction fontaine, mur de soutènement
J3	16/10/85	Captage de la source
J4	17/10/85	Coffrage pour béton sur le captage, mur soutènement
J5	18/10/85	Coulage béton sur le captage
J6	06/11/85	Mur protection fontaine
J7	07/11/85	Mur protection fontaine
J8	07/01/86	Enduisage
J9	08/01/86	Glacis devant fontaine
J10	09/01/86	Aménagement devant captage
J11	27/01/86	Recouvrement tuyau de sortie

### TABLEAU DES FAMILLES BENEFICIAIRES

LOCALITES	NOMBRE DE FAMILLES	TEMPS MIS	COTISATION
Doulard	42	15 mn	15
Dlo Garou	32	10 mn	5
Galette Jamais Vu	17	20 mn	10
Merine	19	23 mn	2
Ti chaudière	20	25 mn	9
			41 Gd=\$ 8,20

## APPORT DES FAMILLES

Transport : roches, sable, matériaux, matériel

Fabrication : béton et mortier - main d'oeuvre gratuite

	NB DE PERS./JOUR	MOY. PERS./JOUR	NB HEURES/J	MOY. HEURES/J	NB BOSS
J1	101		9h		
J2	67		6h		4
J3	55		7h30		4
J4	56		6h30		4
J5	53	50	6h	6h40	3
J6	23		6h30		3
J7	19		4h		3
J8	42		6h15		7
J9	47		7h		7
J10	52		4h30		6
J11	44		8h		4

## REUSSITES COMMUNAUTAIRES :

24 m de mur sec pour protéger le captage.

## APPORT DU PROJET (en \$)

MATERIAUX	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	SOUS TOTAL	TOTAL
Sac ciment	26	6	156	
Tuyau PVC 2"	23	25	575	
Tuyau PVC 3"	5	30	150	
Tuyau PVC 4"	1		35	
Courbe PVC 2"	3	1.55	4.65	
Courbe PVC 3"	1	2	2	
Fer 1/4	2	2.60	5.20	
Fer 3/8	3	3.60	10.80	
Fil à ligature				
Salaires en outils	2	14.40	28.80	
niveaux	2	14.40	28.80	
truelle	1	10	10	
mètre pliant	1	6	6	1012.25

## UN PROGRAMME DE SENSIBILISATION DE LA POPULATION BENEFICIAIRE

Le programme ci-dessous a été mis au point début 1986 par le projet franco-haïtien FAC/CEE du district agricole de JACMEL (Haïti). Il s'inspire des idées du GRAAP, contenues dans le document "Retenir l'eau et la terre". On trouvera l'exemple de la sensibilisation réalisée par les compagnons fontainiers p.98.

Le groupe est divisé en petits groupes homogènes (vieux, enfants, femmes, hommes...) qui discutent séparément à partir d'un questionnaire d'éveil : quelques questions simples. L'intérêt de différents groupes est de mettre en confiance et de permettre à chacun de s'exprimer sans que la parole soit monopolisée par quelques-uns.

Les idées à faire passer sont : l'eau est celle de la pluie ; l'érosion et la végétation ; l'infiltration et les sources.

**SEANCE D'ANIMATION REALISEE AVANT LE CAPTAGE (1 journée)**

**I - Rassemblement de 30 personnes maximum :** présentation de la source et de ce que l'on va faire pendant les 2 heures. Constitution de petits groupes. (10 mn).

**II - 1er travail par petits groupes à partir des questions (20 mn) :**

- quelles sont toutes les sortes d'eau qui existent et où les trouve-t-on ?

- placez-les par ordre d'importance

Mise en commun

Lors de la mise en commun les groupes exposent les fruits de leur discussion. Il n'y a pas de nouvelle discussion. Il n'y a pas d'explication, seulement des questions pour avoir plus d'éclaircissement.

Les groupes s'exprimeront dans l'ordre : vieux, enfants, femmes, hommes de préférence.

**III - 2ème travail par petits groupes (20 mn) :**

- d'où vient l'eau de cette source (la source où a lieu la réunion).

- pourquoi sort-elle à cet endroit ?

Mise en commun

**IV - Expériences :** après ces 40 mn de discussion il faut utiliser des outils pédagogiques et faire bouger les gens.

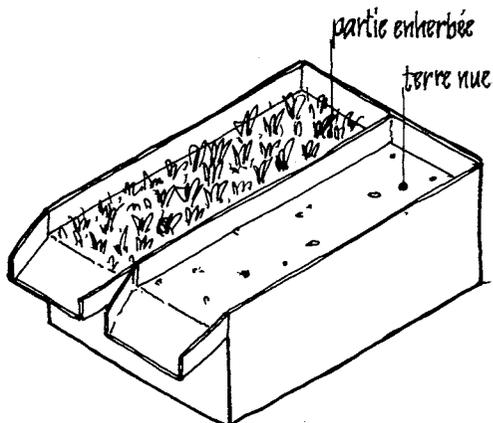
A On choisira de leur faire faire une expérience avec un bac d'érosion en deux parties que les gens remplissent eux-mêmes :

- une couche de gravier

- une épaisseur de sable

- de la terre

- une couverture d'herbe sur un côté, la terre nue de l'autre.



B 1ère partie : compréhension du ruissellement, de l'érosion, du rôle du couvert végétal.

On arrose les deux parties avec la même quantité d'eau, pendant le même temps. On récupère l'eau dans deux seaux.

A la fin on compare :

- la quantité d'eau dans chaque seau.
- sa couleur
- l'état de surface du bac
- la quantité de terre recueillie dans les deux seaux.

On demande aux gens d'expliquer cela, de faire une comparaison avec le milieu environnant.

#### **Ruissellement - érosion - importance du couvert végétal**

C 2ème partie : phénomène d'infiltration et circulation de l'eau à l'intérieur du sol.

S'il y a effectivement une différence entre les quantités d'eau de ruissellement, on demande aux gens où cette eau est passée.

Après les discussions, on ouvre les bouchons, l'eau coule. Il y a donc de l'eau qui s'est infiltrée.

#### **Infiltration - stockage - l'eau sort quand elle trouve un passage**

D 3ème partie : notion d'imperméabilité et effet des couches imperméables.

(4 groupes - 4 bacs)

L'un des deux bacs muni d'un bec verseur à mi-hauteur est rempli avec les mêmes éléments mais on inclut à mi-hauteur une couche d'argile.

Lorsqu'on verse l'eau celle-ci ne redescend pas jusqu'en bas, en revanche elle apparaît à mi-hauteur lorsqu'on ouvre alors qu'elle apparaît en bas dans l'autre bac.

#### **Etanchéité - imperméabilité**

### **V - Application des expériences**

1 Application générale : faire ressortir à partir des expériences, par des questions, en débat dirigé, ce qui se dégage comme nouvelles possibilités de réponse aux questions posées au début : ruissellement, infiltration, imperméabilité.

2 Application au cas de la source : nouvelles réponses sur l'origine, le cheminement et l'émergence de la source en question dans son environnement.

3 Le projet de captage

- Sur le plan technique :

. possibilité technique du captage : à quel endroit le situer (la sortie de la source où ?) ;

. nécessité technique du captage : rassembler l'eau, garder l'eau propre.

- La notion de périmètre protégé en amont :

. notion de propreté à préserver (pollution = saleté invisible) ;

. notion de pénétration des impuretés à travers le sol ; d'où la nécessité de précautions.

- L'organisation du captage :

. décision sur la réalisation du captage ;

pour qui ce captage ? clientèle géographique ; clientèle sociale : femme, enfants... ;

. qui fera le captage ? organisation d'un comité source, répartition des rôles avec le Projet ;

. comment se fera le captage ? organisation du futur chantier (matériaux, argent...).

### **SEANCE D'ANIMATION REALISEE EN COURS DE CAPTAGE**

#### **Les trois moments du captage**

1 La concentration de l'eau : blocage, étanchéité du bac, protection physique et biologique de la source

2 L'adduction de l'eau : écoulement et trop plein, pression et diamètre des tuyaux, pente-dénivellation.

3 La répartition : débit (en cas de citerne prévue), stockage, robinets-vannes,

**Le déroulement de la séance**

1 Constitution des groupes

2 Questions posées

1ère question : lorsque le cheval dont vous avez besoin s'échappe, que faites-vous ?

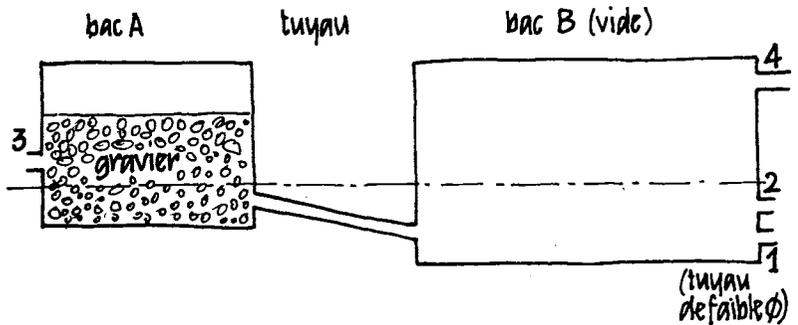
Mise en commun et explication des réponses

2ème question : lorsque vous avez besoin d'utiliser la source, qu'est-ce-que vous faites ?

Mise en commun

3 Expérimentation

a) 1ère expérience : La circulation de l'eau dans le captage



1er stade : débit faible en A ; 1 et 2 ouverts en B ; l'eau coule en 1.

2ème stade : débit renforcé en A ; 1 et 2 ouverts ; l'eau coule en 1 et 2

3ème stade : débit renforcé en A ; 1 ouvert, 2 fermé en B ; l'eau coule en 3 sans atteindre 4.

drum : fût métallique de 200 litres

b) 2ème expérience : notion de débit ; à partir d'un drum et son remplissage (à préciser).

c) 3ème expérience : les vannes (à préciser).

**RESTE UNE SEANCE FINALE DE SUIVI, UTILISATION, MAINTENANCE DU CAPTAGE**

# ANNEXES

. fac-similés de fiches sources	124
. les méthodes de jaugeage (mesure de débits)	127
. une méthode de radiesthésie :	
la méthode Quéffelec	128
. calcul du volume souhaitable de la réserve	129
. ouvrage-type de captage	131

# ANNEXE 1 : FAC-SIMILES DE FICHES-SOURCE

HAÏTI- Ministère de l'agriculture, des ressources naturelles et du développement rural

BUREAU DES RESSOURCES EN EAUX  
SERVICE D'HYDROGEOLOGIE

## FICHE D'INVENTAIRE DES SOURCES

Projet PNUD

DENOMINATION		TYPE ET ORIGINE		OBSERVATEUR		NUMERO I.R.E.	
				DATE			
PROPRIETAIRE		N° PROVIS		REGION		A-T IL ETE PEINT	
				BASSIN VERSANT			

TEMP. AIR	°C	TEMP. EAU	°C	pH		N	COMMUNE	
CONDUCTIVITE	µmhos/cm	DIR. DE L'EGOUTTEMENT	EST IL ETE PUIS?				VILLAGE ou LIEU DIT	
METHODE ET APPAREILLAGE UTILISES POUR MESURER LE DEBIT						DEBIT en litres/s.	CARTES TOPOGRAPHIQUES	nom
								numero
VARIATIONS SAISONNIERES DU DEBIT						CROQUIS DE SITUATION	COORDONNEES	X
								Y
							ALTITUDE	
							d'apres	
							PHOTOGRAPHIE AERIEUSE	
							mission	
							numero	
							echelle	

CROQUE HYDROGEOLOGIQUE SCHEMATIQUE	ETAT ACTUEL

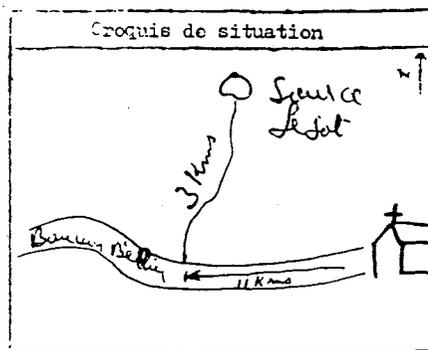
DESCRIPTION DU SYSTEME DE CAPTAGE	UTILISATIONS et REGIME D'EXPLOITATION

AMELIORATIONS PROPOSEES	AUTRES OBSERVATIONS

PROJET PDRI JACHEL FAC CEE	FICHE D'INVENTAIRE DES SOURCES	Observateur	
		Date	

Dénomination	Type et origine	carte topographique		Coordonnées	
Source Lesot	Calcaire	Nom		X =	
Commune Cotes de Fer		Numéro		Y =	
Section Jamais Vu		Echelle		Altitude	
Habitations Ansa Lesot		no provisoire		6	

Habitations ou quartiers utilisateurs	Nb de familles	Distance ou toises
Poulard	42	15 mn
40 garçon	32	10 mn
Galette jamais Vu	17	20 mn
Abeline	19	23 mn
Ti Chausserie	20	25 mn
Débit évalué	5 P/Ls	
Variations saisonnières	faible diminution en Hiver	

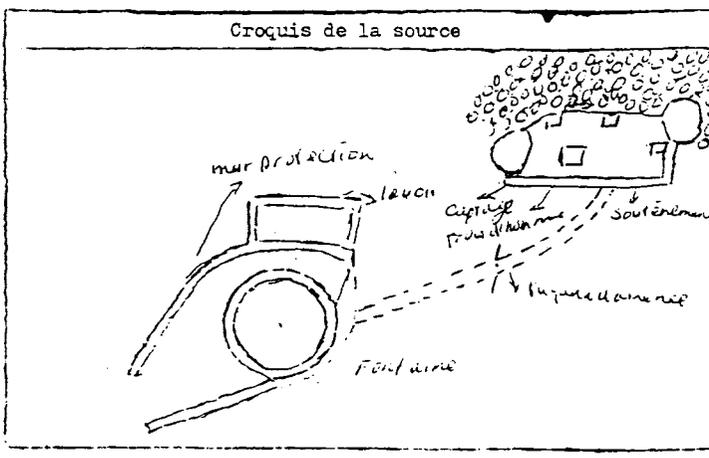


Etat actuel

Captée	OUI X	NON =
Date du captage	16-05-85	

Nom du projet  
**DAJA FAC-CEE**

observations diverses



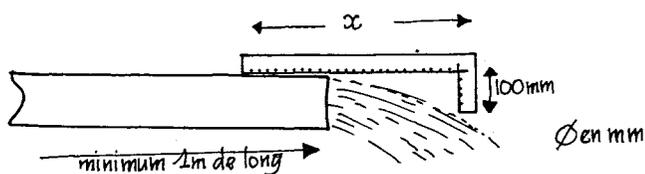
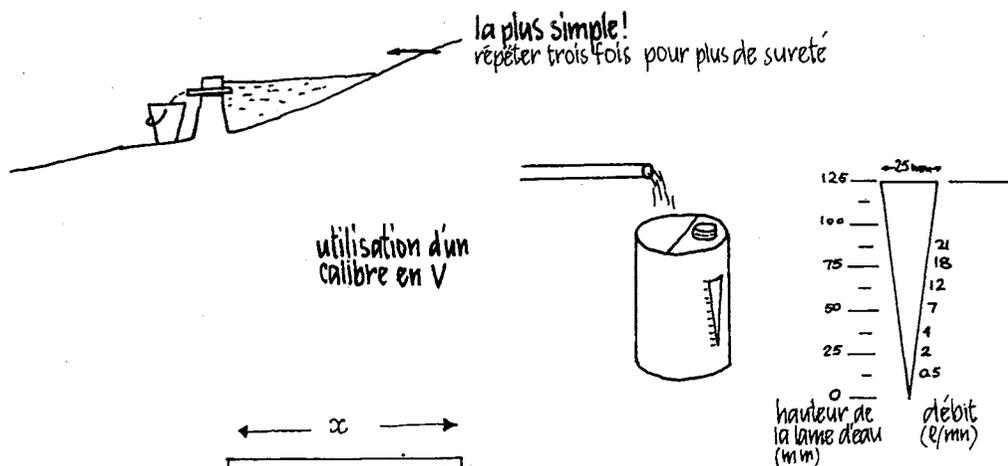
Améliorations possibles

Temps mis pour aller à la source

Sable	8 mn
Roche	7 mn

RÉPUBLIQUE DE GUINÉE		FICHE DE CAPTAGE		N°	
FED . 1978 - 1980 . Projet Eaux Souterraines		DE SOURCE			
PRL N°:		Nom:		Nom de la source:	
SECTEUR:		Population: du secteur		Chantier . Début:      Fin:	
Carte 1/      de		X:      Y:      Z:		Photo      Mission: N°	
Extrait de carte ou photo:		Localisation:			
		Description:			
		Remarques sur le débit:			
Principe de l'aménagement:					
Croquis (indiquer l'échelle)		Plan		Coupes	
Aménagements réalisés		Mesures de débit (m <sup>3</sup> /jour)			
		Avant		Après aménagement	
Main d'oeuvre:      journées		Date			
Ciment:      Kgs		Débit			
Sable:      m <sup>3</sup>					
Graviers:      m <sup>3</sup>		Entretien préconisé et fréquence			
Cailloux:      m <sup>3</sup>					
Travaux. du:      ou:					
		BURGÉAP S.A		Fiche établie le      par	

## ANNEXE 2 : LES METHODES DE JAUGEAGE



méthode de la règle

Valeur du débit en litres/secondes pour différentes valeurs de  $x$  (en millimètres) et du diamètre du tuyau ( $\varnothing$ , en millimètres)

	$\varnothing = 25$	32	37	50	62
x=100	0,35	0,6	0,8	1,4	2,0
x=125	0,45	0,8	1,0	1,7	2,5
x=150	0,55	0,9	1,3	2,1	3,0
x=175	0,6	1,1	1,5	2,4	3,5
x=200	0,7	1,2	1,7	2,8	3,9
x=225	0,8	1,4	1,9	3,1	4,4
x=250	0,9	1,5	2,1	3,5	4,9
x=275	1,0	1,7	2,3	3,8	5,4
x=300	1,1	1,8	2,5	4,2	5,9
x=325	1,2	2,0	2,7	4,5	6,4

(Source: The Ross Institute)

102 bis

N.B. Toujours répéter les opérations ou faire plusieurs lectures à trente secondes d'intervalle, pour s'assurer que la mesure correspond bien à un état "stationnaire" (régime continu).

## ANNEXE 3 : UNE METHODE DE RADIESTHESIE

### LA METHODE QUEFFELEC

Aucune explication scientifique ne confirmant entièrement ces phénomènes, nous invitons le lecteur à considérer ces explications avec la réserve nécessaire. Il pourra consulter les articles du physicien Y. ROCARD (La RECHERCHE n° 124 et 151).

L'ingénieur **Corentin Queffelec** connu pour ses activités dans la conception des toitures mobiles, s'est intéressé à la radiesthésie.

Il a mis au point et expliqué une méthode qui utilise les capacités naturelles de 70 % des individus, liées à la capacité de sentir les variations infimes de densité.

On utilise comme révélateur, une paire de fer à béton coudée. Chaque fer est posé en équilibre instable dans la paume de la main, en reposant sur les doigts comme indiqué ci-dessous. Il faut tenir les fers de manière à ce que les mouvements parasites dus à la marche ne soient pas sensibles, mais que l'on puisse pourtant repérer les variations de densité.

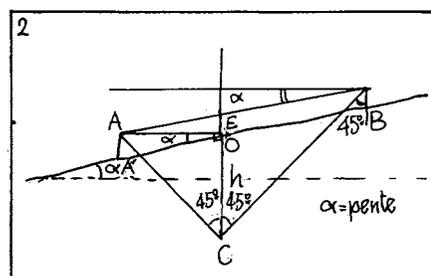
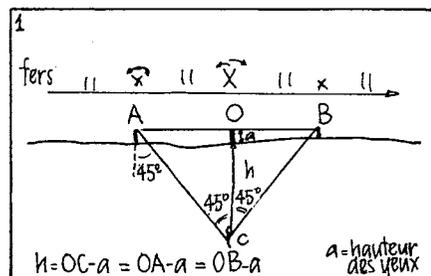
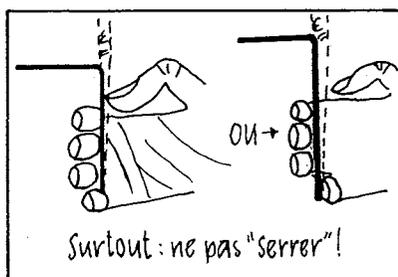
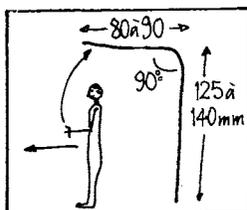
Celles-ci seront constatées fortement à la verticale du changement de densité, avec deux échos à 45°.

En terrain plat (1), on progresse et repère un premier écho faible : les fers se croisent d'autant plus fort que le point est proche de la surface. Un écho plus fort apparaît à la verticale du point, puis un plus faible. On relève au sol les trois points A, B et O.

Le point C est à la verticale de O, à h mètres.

Dans le cas où il y a une pente, le calcul n'est pas aussi rapide (2).

La méthode repère des variations de densité : faille, fêlure, canalisation. Elle ne dit en rien si cette faille produit de l'eau. Lorsqu'on recherche la partie amont d'une source, la méthode apporte de précieux renseignements sur la localisation des principales veines d'eau. Pour certains, les résultats ne seront acquis qu'après un travail de "sensibilisation", et pour tous après un apprentissage.



## ANNEXE 4 : CALCUL DU VOLUME SOUHAITABLE DE LA RESERVE

Pendant les périodes de puisage, le débit de la source est inférieur au débit de la consommation. La réserve tampon sert à couvrir le déficit momentané.

L'évaluation du déficit commence au début de la première période de puisage de la journée. On suppose qu'on dispose alors d'une réserve très largement suffisante et l'on calcule le volume d'eau qu'il manque à l'intérieur de cette réserve à la fin de chaque période de puisage. Le volume de la réserve dont on devra équiper la source sera au moins égal au plus important volume d'eau manquant qui est en fait le plus gros déficit au cours de la journée du débit de la source par rapport au puisage. On majorera ce volume d'au moins 10 % afin d'obtenir une marge de sécurité suffisante.

Les mesures de débit et de consommation sont faites en période d'étiage. Il faut prévoir que la consommation peut augmenter une fois le point d'eau aménagé.

### DETERMINATION DU VOLUME DE LA RESERVE

Suivant que le débit du puisage est supérieur au débit de la source ou inversement, la journée est divisée en périodes d'épuisement et en périodes de recharge de la réserve.

#### Par le calcul

On présente les mesures et les résultats dans un tableau dont l'exemple est donné ci-dessous et qui doit permettre d'évaluer l'état du stock à la fin de chaque période : le volume de la réserve devra être égal au plus gros déficit du stock.

Le stockage est égal à la différence entre le débit et la consommation. L'état du stock est égal à la somme des stockages réalisés au cours des périodes écoulées.

a) Consommation = débit = 21 m<sup>3</sup>/jour

PERIODE	DEBIT	CONSOMMATION	STOCKAGE	ETAT DU STOCK
6-9	2625	6930	-4305	-4305
9-17	7000	5040	+1960	-2345
17-20	2625	6930	-4305	-6650
20-6	8750	2100	+6650	0
Volume de la réserve : 6650 l + 665 l = 7315 l				

b) Consommation = 21 m<sup>3</sup>/jour Débit = 25 m<sup>3</sup>/jour

PERIODE	DEBIT	CONSOMMATION	STOCKAGE	ETAT DU STOCK
6-9	3125	6930	-3805	-3805
9-17	8334	5040	+3294	-511
17-20	3125	6930	-3805	-4316
20-6	10417	2100	+8317	+4001
Volume de la réserve : 4316 l + 432 l = 4748 l				

c) Consommation = 21 m<sup>3</sup>/jour      Débit = 31 m<sup>3</sup>/jour

PERIODE	DEBIT	CONSUMMATION	STOCKAGE	ETAT DU STOCK
6-9	3875	6930	-3055	-3055
9-17	10333	5040	+5293	+2238
17-20	3875	6930	-3055	- 817
20-6	12917	2100	+10817	+10000
Volume de la réserve : 2238 l + 224 l = 2462 l				

### Méthode graphique

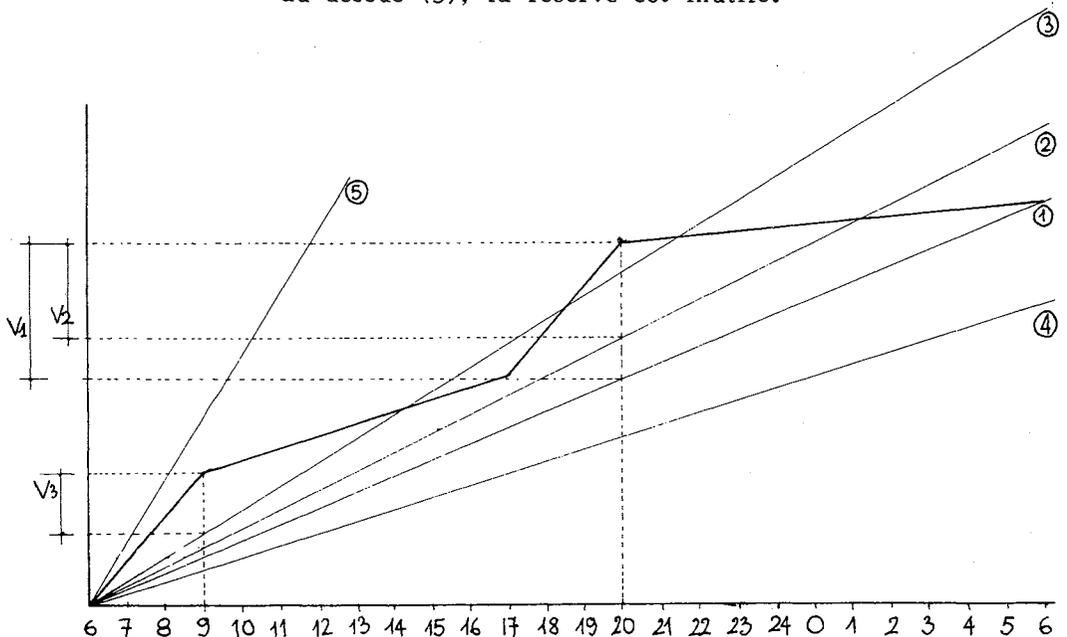
A chaque instant, l'état du stock est donné par la différence entre le graphique de consommation et la droite de débit.

#### REMARQUES :

Si le graphique de consommation se trouve au-dessus de la droite de débit, il y a épuisement de la réserve. Dans le cas contraire, il y a stockage.

- Si la droite de débit coupe en un seul point le graphique de consommation (2), le déficit maximum se situera à la fin de la **dernière** période de puisage de la journée. Si elle le coupe au contraire en plusieurs points (3), il se situera au contraire à la fin de la **première** période de puisage.

- Si la droite de débit reste en permanence en-dessous du graphique de consommation (4), le débit de la source est insuffisant, même s'il est globalement égal à la consommation journalière (1). Si elle reste en permanence au-dessus (5), la réserve est inutile.



## ANNEXE 5 : OUVRAGES-TYPE

Planche A : captage  
 Organisation mondiale de la Santé (OMS-WHO), secteur Asie du Sud-Est.

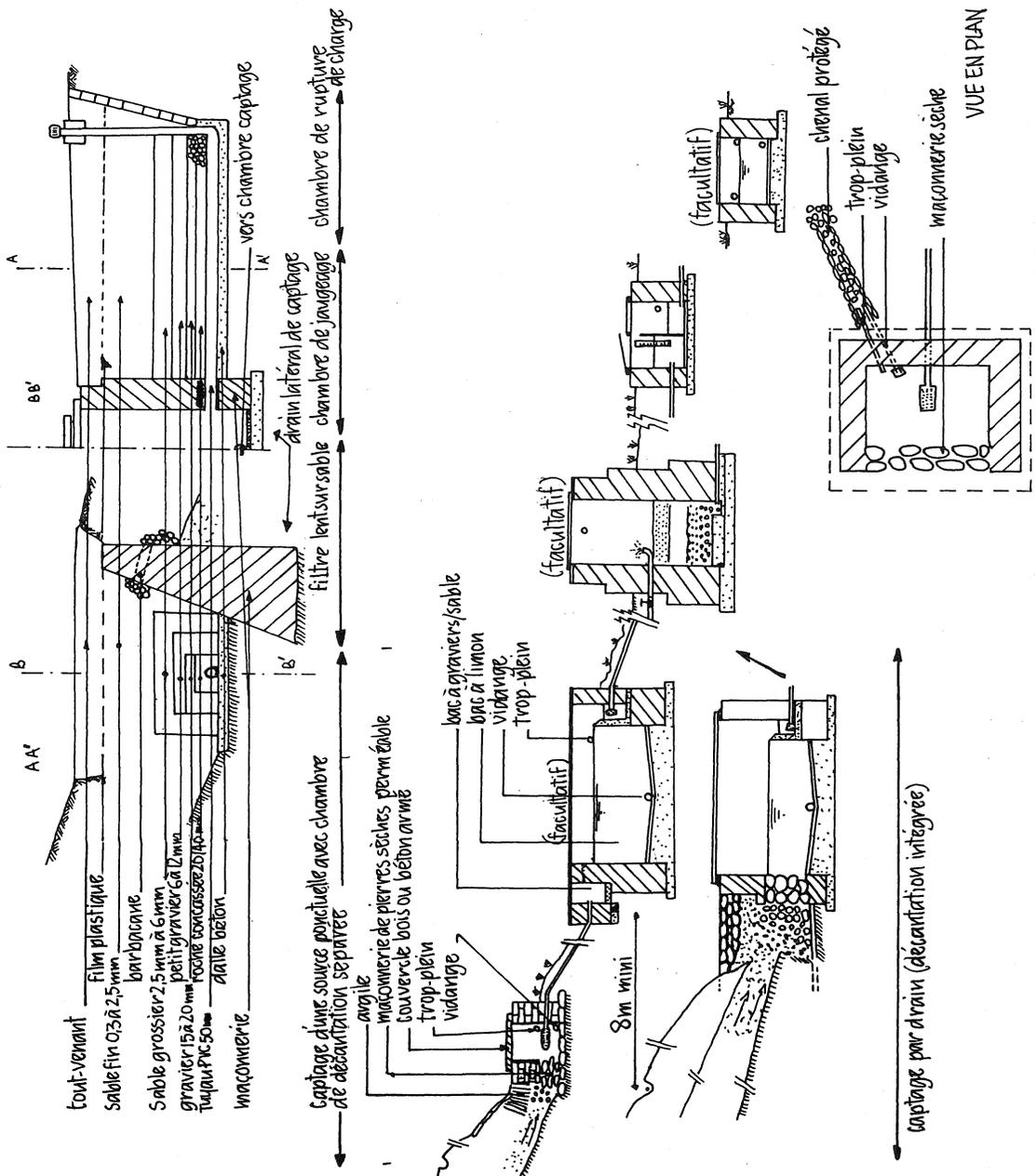
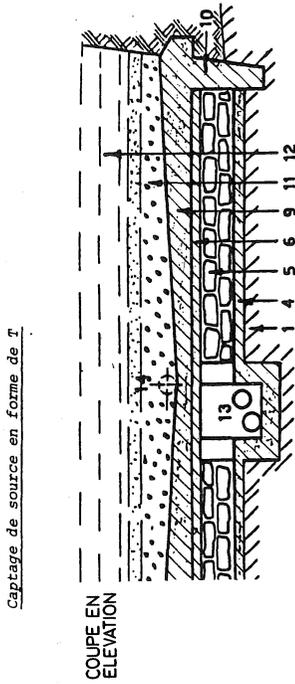
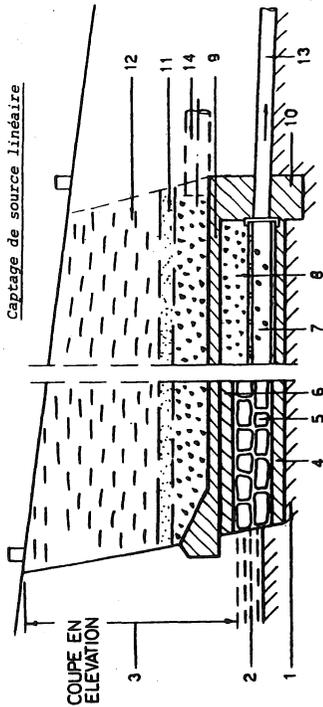
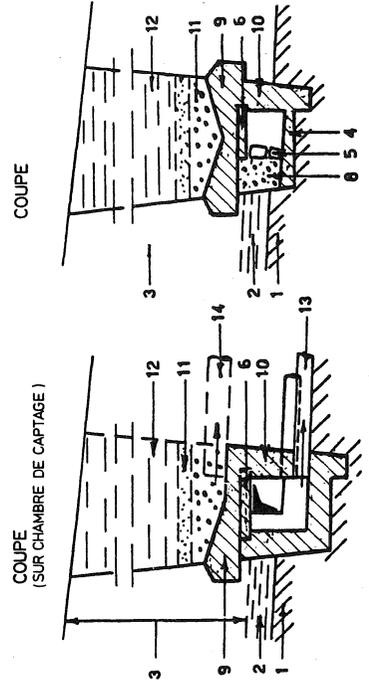
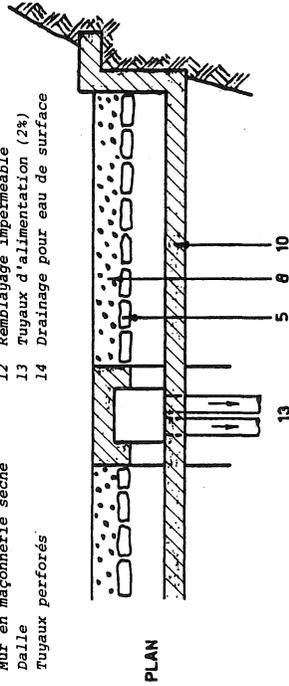


Planche B1 : captage  
SKAT-Suisse, source Publication n° 8 du SKAT



- 1 Couche imperméable
- 2 Sol de rétention
- 3 Sol de rétention couvrant
- 4 Fond (1 à 2%)
- 5 Mur en maçonnerie sèche
- 6 Dalle
- 7 Tuyaux perforés
- 8 Gravier
- 9 Couvre-ciel étanche
- 10 Barrage
- 11 Sol perméable
- 12 Remblayage imperméable
- 13 Tuyaux d'alimentation (2%)
- 14 Drainage pour eau de surface



- 1 Couche imperméable
- 2 Sol de rétention
- 3 Sol de rétention couvrant
- 4 Fond (1 - 2%)
- 5 Mur en maçonnerie sèche
- 6 Dalle
- 7 Tuyaux perforés
- 8 Gravier
- 9 Couvre-ciel étanche
- 10 Barrage
- 11 Sol perméable
- 12 Remblayage imperméable
- 13 Tuyaux d'alimentation (2%)
- 14 Drainage pour eau de surface

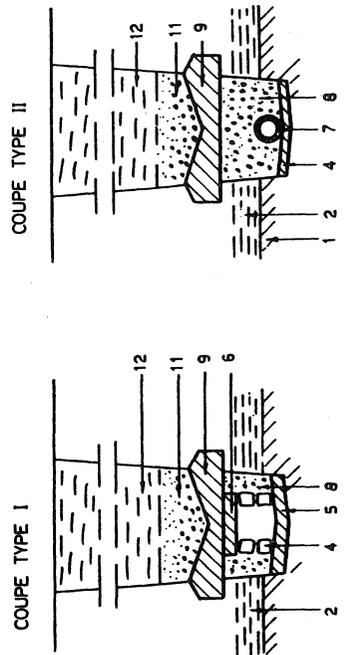
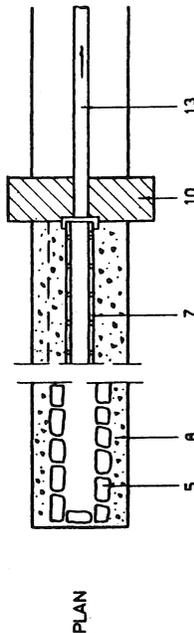
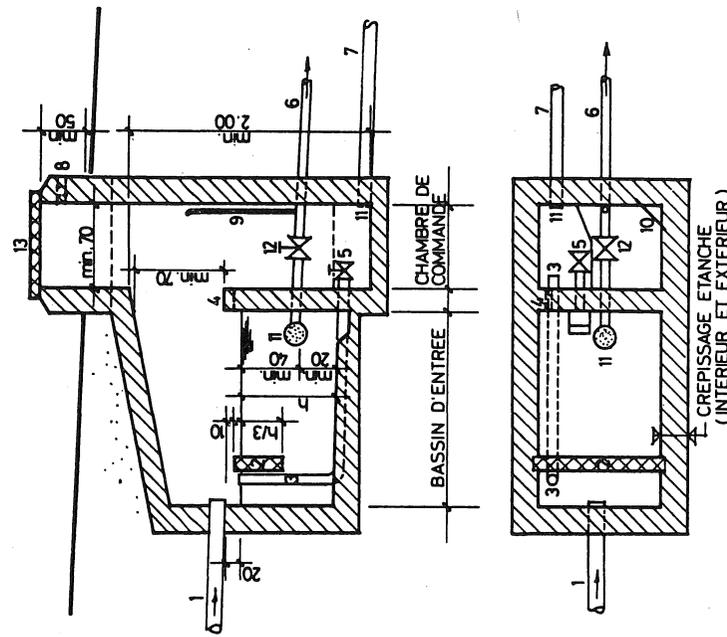


Planche B2 : contrôle et collecte  
SKAT-Suisse, source Publication n° 8 du SKAT

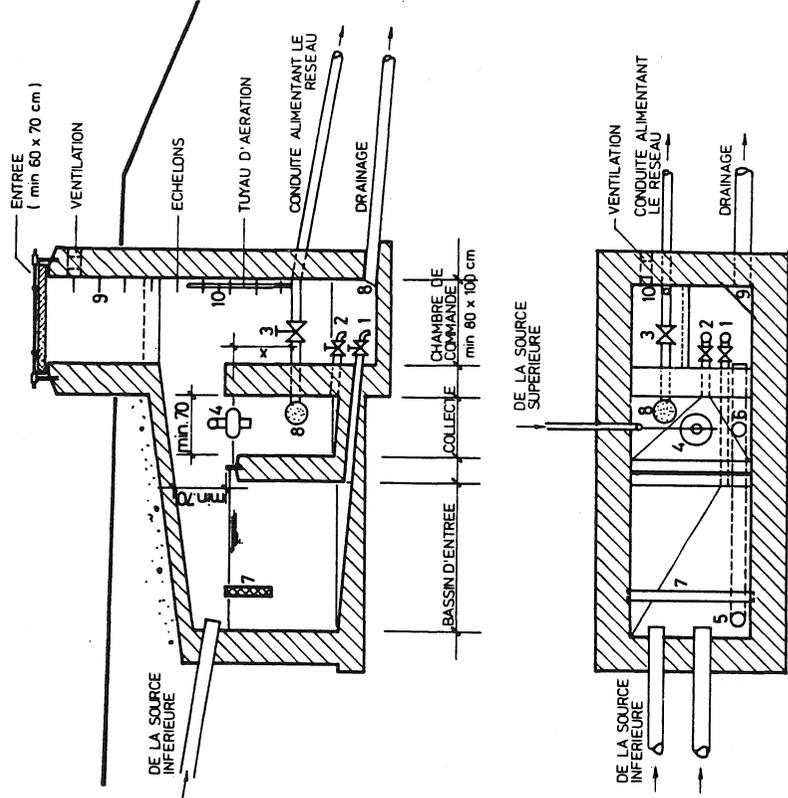
Galerie de contrôle



- 1 tuyau d'arrivée
- 2 chicane
- 3 tuyau du trop-plein
- 4 arête du trop-plein
- 5 tuyau de vidange
- 6 tuyau d'alimentation
- 7 tuyau de drainage
- 8 ventilation (avec grillage)
- 9 tuyau d'aération
- 10 échelon métal ou plastique
- 11 crépine
- 12 vanne principale
- 13 entrée (min. 60 x 70)

Galerie de contrôle et de collecte

(équipée d'une entrée pour une source située plus haut, qui est déjà dotée de sa propre galerie de contrôle, un trop-plein supplémentaire peut être envisagé sur le bassin d'entrée si l'on s'attend à recevoir beaucoup d'eau, ceci pour conserver un temps de rétention suffisant pour l'eau provenant des sources inférieures).

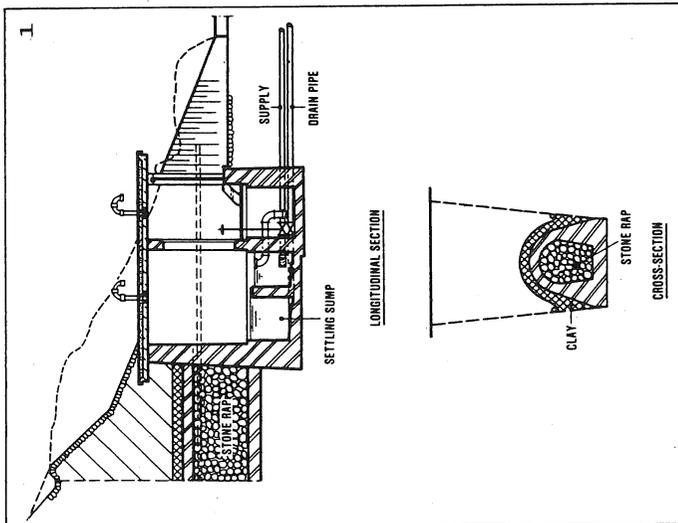


- 1 tuyau de vidange bassin d'entrée
- 2 tuyau de vidange bassin de collecte
- 3 vanne principale
- 4 vanne à flotteur pour source supérieure
- 5 trop-plein bassin d'entrée
- 6 trop-plein bassin de collecte
- 7 chicane
- 8 crépine
- 9 échelons
- 10 tuyau d'aération



Planche C1 : captage  
 International Reference Center for water supply and sanitation  
 (La Haye, Pays-bas), source Technical Paper n°18 "Small Community  
 water supply".

1. Captage par drain horizontal  
 (sans conduite plastique)
2. Chambre de captage type  
 ( captage par drain d'une  
 source ponctuelle)

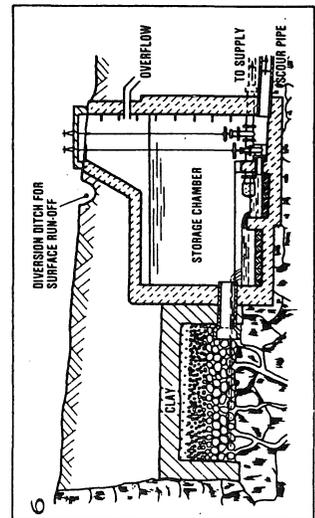
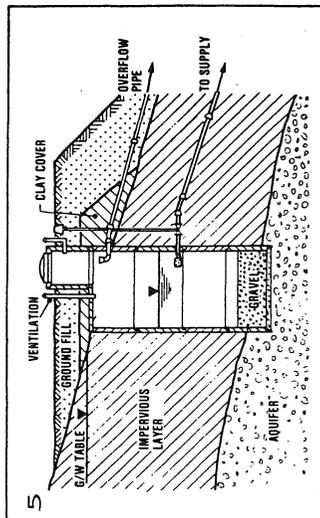
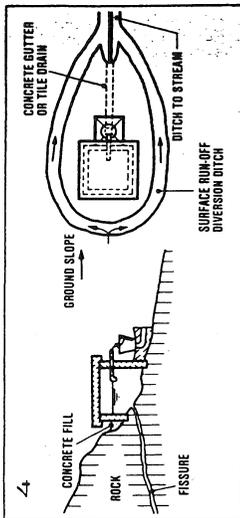
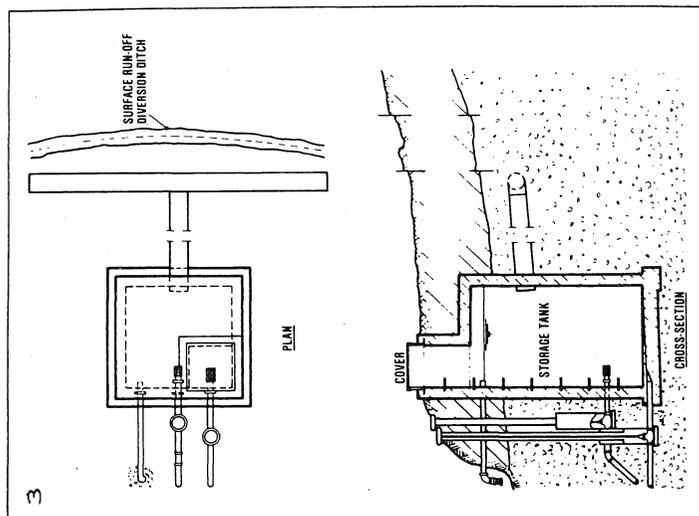


ATTENTION :  
 On peut remarquer une grave erreur dans le schéma de la figure 2 : le niveau d'eau dans la chambre de captage (▼) est supérieur au niveau piézométrique de la nappe. Le captage est donc en charge.  
 Remède : baisser la conduite de départ et baisser le trop-plein (overflow) au niveau juste supérieur à la conduite de départ.

SOURCES ARTESIENNES

- 3. diffuse
- 4. petite fissure
- 5. grande fissure
- 6. dite "de racines"

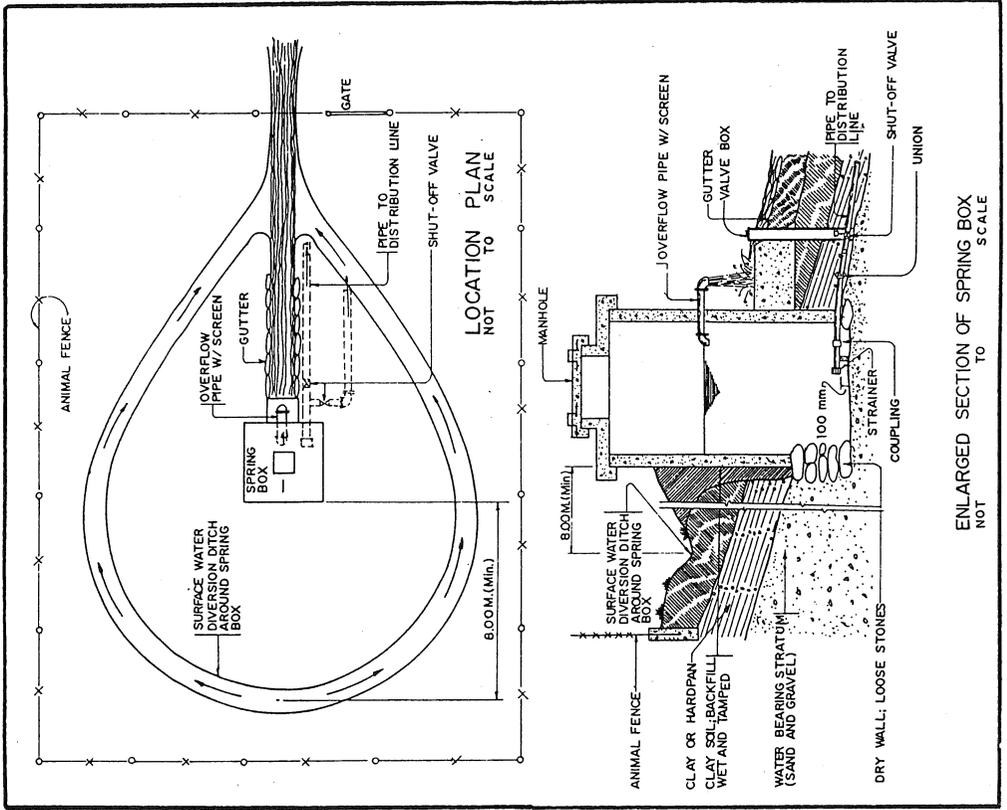
Source: Technical Paper n° 18, IRC, Den Haag, NL



ATTENTION :  
 Dans tous ces schémas, les trop-plein sont situés trop hauts. Le niveau d'eau dans les chambres de captage ou de stockage est supérieur au niveau de la nappe, ce qui provoque une mise en charge du captage.

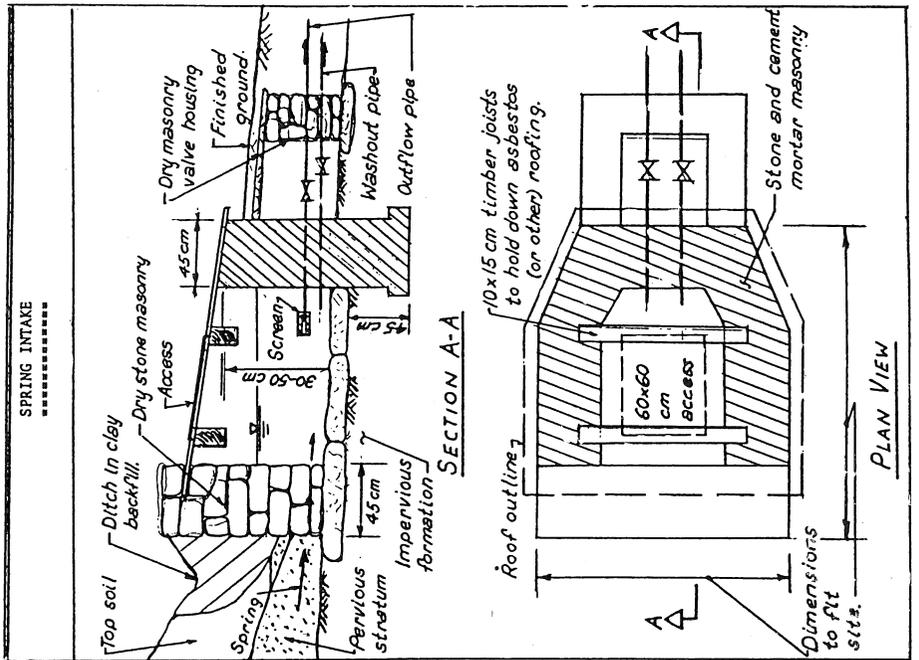
Planche C2 : sources artésiennes, International Reference Center, (La Haye, Pays-Bas)

Planche E : captage source National Water Resources Council, Philippines.



ATTENTION : toujours erreur d'implantation du trop-plein, qui met le captage en charge.

Planche D : captage de sources ponctuelles source UNICEF-Népal.



## BIBLIOGRAPHIE COMMENTEE

*N.B. Nombre de ces références sont de simples rapports d'activité, souvent difficiles à trouver. L'ensemble de cette bibliographie est disponible au centre de documentation du GRET, 213 rue Lafayette, 75010 PARIS (ouvert sur rendez-vous).*

- Wash Report n° 28, **A Workshop design for spring capping**, CDM FIVE USAID, Arlington, USA. Sep. 84, 460 p.

Très gros ouvrage encombrant destiné à encadrer un stage de formation de fontainier. Très détaillé sur les démarches sociales, les étapes d'un programme, mais peu fouillé et précis sur la technique. Des erreurs regrettables, particulièrement sur le croquis de la chambre de captage qui peut se mettre en charge.

Intéressant uniquement pour ceux qui auraient à organiser un tel stage. Nécessiterait alors quelques corrections. (anglais)

- CAIRNCROSS Sandy, **Small water supplies**, The Ross Institute, London, bulletin n° 10, janv. 78. 78 p. (anglais)

Deux pages sur le captage, au sein d'un ouvrage général décrivant les différentes ressources possibles en eau, leur mobilisation, les méthodes de traitement, de stockage et de distribution.

- Waterlines vol. 3, janv. 85. **Protecting a spring**, It Publication, London, 4 p. (anglais).

"le point sur" en 4 p., dessin précis pour une méthode correcte adaptée aux sources ponctuelles. Rien sur les autres sources ni sur l'aspect social.

- **Le captage de source au Kasai-oriental (Zaïre)**, Vraagbaak, n° 1, 1985-13, (français).

Voir annexe. Une double erreur : le captage peut se mettre en charge ; l'ouvrage de distribution est clos et enterré.

- Stark et Steiner, **Manual of standardisation for the construction of village water supplies in Sarvodaya villages in Sri Lanka**, Sarvodaya - Helvetas team, Kandy Sri Lanka, 09/83, 15 pages (anglais).

Manuel à l'usage des techniciens du Sarvodaya Movement. Dessins d'ouvrages précis et intéressants. Vade-mecum résumé pour ce qui est de la démarche.

- HERVE D. et EDE M., **Manual de construccion par aguas potables**, CICDA et YUNTA, La Paz, Pérou, 1985, 84 p. (en espagnol).

Bon manuel technique décrivant, avec beaucoup de dessins, les travaux à réaliser lors du captage, (un peu court peut-être) et des aménagements. Longs chapitres sur les adductions : dimensionnement et mise en place et sur les réservoirs : capacité et construction. 3 p. sur les comités seulement.

- WHO, **Typical Designs for engineering components in rural water supply**, Régional office WHO for South-East Asia, New Delhi, India, 1976.

Une partie de 6-7 p. est consacrée aux captages des sources (3 cas différents envisagés) et des ouvrages de stockages annexes. Beaucoup de dessins précis. Peu de texte. Pour initiés ! (anglais).

- INADES, Inades Formation et Inst. Nat. de la Santé Publ. de RCI **L'eau et la santé** vol. 2, Abidjan, 1979.

10 pages sont consacrées au captage de source. Un modèle unique est proposé, **que nous déconseillons vivement de mettre en oeuvre**. Le texte abondant est destiné à être lu par des techniciens et animateurs locaux (français).

- BOURGUET L., L'aménagement des sources en région montagneuse, in **Types d'ouvrages de captage**, CEFIGRE, Valbonne, France, Aout 83, 12 p. (français). Document conçu pour un stage de formation en hydraulique villageoise. Typologie et aménagement des sources, étude des coûts à partir d'une expérience guinéenne. Réflexions intéressantes.
- **Manuel Technique pour l'approvisionnement en eau des zones rurales** (publication n° 8), SKAT, St Gall, Suisse, 1980. (français). Un des meilleurs ouvrages du genre, 10 pages sur "captage de source" bien réalisées. 5 cas d'émergence envisagés. Dessins précis sur les variantes du captage par drain et sur les ouvrages d'adduction : chambre citerne, galerie de contrôle. Une page d'erreurs à ne pas commettre !
- Technical Paper n° 18, **Small community water supplies**, IRC, the Hague, the Netherlands, August 81. 15 courtes pages sur le captage : essai de classification, captages gravitaire et artésien, réservoir. Orienté plutôt vers les gros ouvrages suivis d'adductions importantes.
- BOLLIGER E. **Captage et entretien de sources** : fiche technique, Projet agricole de Kibuye, Kibuye, Rwanda. 1984, 13 p. Voir les extraits dans la troisième partie de ce dossier Rwanda - Burundi - Zaïre.
- CAMPHUIS N. **Captage et aménagement de sources sur le plateau de Rochelois**, Projet Madiou-Salagnac, Port-au-Prince, Haïti, 1983, 30 p.
- LARCHER Ch. **Petite hydraulique de mornes** (Projet FAC/CEE JACMEL, HAITI), IT Dello, Verberie, France, 1986. 2T. 110 p. Remarquable compte rendu de 4 ans de travail sur les multiples facettes de l'alimentation en eau potable en zone de colline. Le volet captage de sources est très intéressant : voir la troisième partie de ce dossier : Haïti.
- Designing structures for springs. 12p. (RWS.1.D.1),  
Constructing structures for springs. 12 p. (RWS.1.C.1)  
Maintaining structures for springs. 4p. (RWS.1.O.1)  
In : **Water for the world : technical notes** : human resources, rural water supply.  
National Environmental Health Organization. National Demonstration Water Project.  
Washington, D.C. : Agency for International Development, 1982. 1st of 2 volumes.
- DALLET et PETIT, **Adduction des sources chaudes**, AFVP Port-au-Prince, Haïti, Août 1984, 40 p.
- BLANC et MOMMESSIN, **Adduction d'eau par captage de la rivière de BAKANI**, AFVP Seychelles, 84, 25 p.
- POIX, **Adduction d'eau dans le Sud Mahe**, AFVP Seychelles, Déc. 84, 20 p.
- BLANC et MOMMESSIN, **Adduction d'eau de DOMONI**, AFVP Comores, 84, 20 p.
- BURGEAP, **Campagnes de forages, galeries et captages à St Nicolau et Santiago** (Rép. du Cap-Vert), 1979-1980 et 1981-1982.



## UP-DATE ON TAPPING WATER SOURCES

*Là où les conditions le permettent, le captage de sources constitue en théorie le moyen le meilleur et le plus simple pour fournir régulièrement de l'eau saine aux ruraux des pays en développement.*

*Ce livre, le premier de cette importance sur le sujet, présente de nombreux types d'aménagements, mais il fait aussi le tour des conditions naturelles et sociales de leur réussite. Les connaissances nécessaires en hydrogéologie sont introduites de manière simple et pédagogique. Le processus social de l'aménagement est longuement évoqué et plusieurs cas détaillés sont présentés.*

*L'aménagement d'une source provoque généralement la rupture d'équilibres établis : équilibre entre le sol et l'eau, équilibre social parmi les usagers. Si le captage est opéré sans le souci d'établir de nouveaux équilibres durables, l'eau peut disparaître, ou la communauté s'en détourner. Source captée signifie alors source perdue. « Le Point sur le captage des sources » précise ces phénomènes, pour guider les agents de développement et les techniciens concernés par le problème de l'eau vers la réussite de leurs interventions.*

---

### UP-DATE ON TAPPING WATER SOURCES

Wherever the right condition(s) exist, tapping sources of water is theoretically the best and simplest means for providing the rural populations of developing countries with a reliable supply of healthy water.

This book — the first of this size on the subject — presents numerous types of arrangements, but it also covers the natural and social prerequisites for success. Essential background material on hydrogeology is introduced in a straight-forward and informative manner. The social processes involved in developing sources of water are covered at length, with a number of detailed case studies included.

Development of springs generally disrupts established balances : soil-water balance and social balances between users. If a source of water is developed without establishing new, durable balances, the water might just disappear or the community go astray. A tapped spring could end up meaning a lost spring. « Up-date on Tapping Water Sources » investigates these aspects in depth. It is a guide intended to help development agents and technicians successfully carry out their work.

---

### ACTUALIZACIÓN SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE LOS MANANTIALES

*Ahí en donde las condiciones lo permiten, el aprovechamiento de los manantiales constituye en teoría, el mejor y el más simple de los medios para abastecer regularmente de agua potable a la población rural de los países en desarrollo.*

*Este libro, el más importante en la materia, presenta varios tipos de instalaciones, tomando en cuenta las condiciones naturales y sociales, para una mejor adaptación de las mismas. Los conocimientos necesarios en materia de hidrogeología son tratados de manera simple y pedagógica. El proceso social de la instalación se presenta de manera amplia, así como varios casos detallados.*

*La instalación de una toma de agua generalmente provoca la ruptura del equilibrio establecido : entre el sol y el agua y el equilibrio social establecido entre los usuarios. Si la captación de agua se hace sin tomar en cuenta la necesidad de establecer nuevos equilibrios durables, el agua puede agotarse, o puede suceder también, que la comunidad pierda el interés por completo. En este caso, el aprovechamiento de un manantial significará una fuente de agua perdida. « Expediente sobre el aprovechamiento de los manantiales » trata estos fenómenos con precisión, para que los agentes del desarrollo y los técnicos encargados del problema del agua puedan llevar a cabo sus intervenciones con éxito.*

---

### O BALANÇO SOBRE A CAPTAGEM DAS NASCENTES

Nos lugares onde as condições permitem, a captação das nascentes constitui, em regra geral, o meio melhor e o mais simples para fornecer regularmente água salubre aos habitantes rurais dos países em desenvolvimento.

Este livro, o primeiro desta importância sobre o assunto, apresenta vários tipos de disposições e também aprofunda as condições naturais e sociais de seus êxitos. Os conhecimentos necessários em hidrogeologia são introduzidos de maneira simples e pedagógica. O processo social da recuperação é longamente evocado e vários casos são apresentados de maneira detalhada.

Geralmente, a recuperação de uma nascente provoca a ruptura dos equilíbrios estabelecidos : equilíbrio entre o solo e a água, equilíbrio social entre os usuários. Se a captação é realizada sem a preocupação de se estabelecer novos equilíbrios duráveis, a água pode desaparecer ou então, a comunidade pode se afastar dela. Nascente captada significa, então, nascente perdida. « O balanço sobre a captação das nascentes » precisa esses fenômenos, a fim de orientar os agentes de desenvolvimento e os técnicos interessados pelo problema da água na direção de um êxito nas suas intervenções.