

210 91PR

LA PROTECTION DES SOURCES D'EAU POTABLE

M.D. Lee and T.F. Bastemeijer

Mai 1991

IRC Centre International de l'eau et de l'assainissement

(Traduction du Résumé extrait de la publication du même nom)

210-91PR-9048

Traduction: Mme Annick Coulon
Mise en page: Mme Lauren Wolvers

LA PROTECTION DES SOURCES D'EAU*

RESUME

ISN 9048
210 91 PR

Les systèmes d'approvisionnement en eau potable affectent et sont affectés par les ressources en eau, mais l'agriculture et l'industrie sont souvent les plus grands utilisateurs d'eau et aussi les principaux pollueurs. La protection des points d'eau potable et en particulier, les sources d'approvisionnement en eau des petites et moyennes communautés mérite de façon urgente notre attention, afin d'accroître le nombre de ces systèmes et d'assurer leur viabilité.

Certes, on ne s'attend pas au niveau mondial à un manque d'eau pour les 150 années à venir; toutefois, des problèmes interviennent déjà à l'échelle régionale ou nationale. Au cours d'une récente étude sur les problèmes des ressources en eau, il est apparu que 15 pays sur 35 avaient déjà dû faire face à une pénurie plus ou moins grave (Cessti, 1989). Dans la plupart des pays, la consommation de l'eau s'accroît plus rapidement que la population. En conséquence, le nombre de pays confrontés à une pénurie d'eau risque de croître et on s'attend de plus en plus souvent à rencontrer de sérieux problèmes au cours des années à venir. L'irrigation compte pour 80% de la consommation en eau (O.M.S., 1990) et contribue pour 10 % à la pollution. Le total des zones irriguées a triplé entre 1951 et 1980. Ce taux de croissance se poursuit actuellement. La consommation industrielle, estimée à 10% de la consommation totale, se rend responsable de 80% de la pollution et on s'attend à ce que ce chiffre progresse encore (Comité pour la planification du développement, 1990). La part qui revient à la consommation domestique s'élève à 10% de la consommation totale, mais elle subit de plus en plus les effets des problèmes de ressources en eau mentionnés auparavant.

De nombreux exemples existent qui mettent en évidence l'urgente nécessité de protéger les sources d'eau potable et de gérer convenablement les ressources en eau. Dans l'état de Maharastra en Inde, l'exploitation de l'eau souterraine pour la production du sucre eut pour conséquence de tarir les puits des villages et l'eau de la nappe aquifère devint salée. Les usines avaient commencé à utiliser l'eau tirée de profonds forages et l'épuisement rapide de l'eau souterraine qui en résulta entre 1985 et 1987 priva un nombre de plus en plus élevé de villages (de 1.800 à 23.000) d'un accès permanent à une eau potable au fur et à mesure que les puits publics et privés s'asséchaient. Dans la région côtière de Saurashtra dans l'état de Gujarat, le passage au pompage mécanisé de l'eau souterraine pour l'irrigation des champs de canne à sucre et pour la production de cette denrée conduisit à un abaissement de la surface libre de la nappe de 10 à 35 mètres et à une intrusion d'eau salée due à un changement du gradient hydraulique. Selon les estimations, 12.000 puits furent mis hors service, ce qui affecta 280.000 personnes.

* Note au lecteur: dans ce contexte, les sources d'eau potable s'entendent au sens large et incluent donc les nappes aquifères, les sources, les eaux de surface et les eaux de pluies (cf. tableau 2)

Au Balutschistan au Pakistan, les niveaux de l'eau souterraine ont régulièrement baissé dans certaines vallées au rythme de 26 cm par an depuis les années 60 en raison d'une érosion des sols due au surpâturage et au pompage d'eau souterraine pour l'irrigation. Au Cap Vert, on a vu doubler la réalimentation des eaux souterraines après le reboisement avec des pins, mais cette expérience ne put être reproduite en raison des obstacles légaux et institutionnels, même s'il y a une pénurie d'eau pour l'irrigation et l'usage domestique. En Amérique Latine, les fleuves Reconquista et Mantaza en Argentine, Choqueyapu-Reni en Bolivie, Tiete au Brésil et Magdalena en Colombie ainsi que de nombreux autres cours d'eau reçoivent de grandes quantités de produits industriels toxiques qui sont rejetés par les usines sans aucun traitement. Au Yémen, le suivi des niveaux des eaux souterraines dans la plaine de Sana'a a montré que ceux-ci ont baissé de 20 m. en 10 ans.

Ce document présente une vue d'ensemble des informations disponibles sur ces problèmes, analyse leurs causes et leur nature, identifie certaines expériences pour résoudre ou contrôler ces problèmes en mettant tout spécialement l'accent sur les sources d'eau potable pour les systèmes d'approvisionnement en eau de taille petite ou moyenne et sur le rôle des communautés de consommateurs en faveur de la protection des sources d'eau potable. Il identifie également des priorités notamment par l'introduction d'activités au niveau national et suggère certaines méthodes pour traiter de façon plus systématique la question de la protection des ressources en eau.

La viabilité environnementale et la gestion communautaire

On peut estimer que si le but d'une eau salubre pour tous en l'an 2000 doit être atteint, l'approvisionnement disponible en eau potable de qualité et fiable doit être multiplié par 4 ou 5. Vu la croissance rapide de la demande et l'aggravation subséquente des problèmes de l'environnement, l'importance relative des problèmes des sources d'eau, dans la mesure où elle concerne directement la viabilité des systèmes d'approvisionnement en eau et la santé des personnes, va prendre une ampleur considérable dans tous les pays. Ceci vaut même pour des pays où de tels problèmes ne sont jusqu'à présent pas considérés comme sérieux. La gestion des ressources en eau et la protection des sources d'eau sont donc essentielles, si on souhaite accroître une utilisation efficace des approvisionnements en eau existants.

Souvent, la population n'a pas suffisamment conscience des facteurs environnementaux qui affectent leurs sources d'eau potable. Etant donné que les communautés d'utilisateurs sont de plus en plus impliquées dans la gestion des systèmes d'approvisionnement en eau et d'assainissement de petite ou moyenne taille, il est nécessaire d'explorer les façons de les impliquer plus effectivement dans la protection et l'amélioration de leurs sources d'eau. Il apparaît comme très important d'intégrer les questions environnementales dans les processus systématiques d'implication des communautés, afin de soulever l'intérêt des autorités et qu'une priorité plus grande soit accordée à la protection des sources d'eau potables.

L'identification de l'origine des problèmes des sources d'eau

Un problème de source d'eau se pose, lorsque que celle-ci n'a plus les qualités adéquates ou lorsque son débit devient incertain. L'adéquation signifie ici que la source d'eau fournit un approvisionnement en eau potable en quantité et qualité suffisantes, du

point de vue de la communauté des consommateurs et de l'agence ou des services gouvernementaux responsables du secteur de l'eau. Même si une source d'eau est devenue inadéquate ou non-fiable, il se peut qu'elle reste encore la meilleure source disponible. Par exemple, on peut continuer à utiliser une eau potable, si les consommateurs ont suffisamment conscience des risques qu'ils encourent pour leur santé. C'est le cas, notamment lorsque la nature de la pollution de l'eau n'affecte pas son goût ou sa couleur, ou lorsqu'il n'existe aucune autre alternative possible. Par conséquent, on peut en déduire que la détérioration des sources d'eau sur la santé a de larges effets sur la santé, mais que souvent, cela est méconnu.

D'une manière générale, on distingue entre deux catégories de sources d'eau: les eaux souterraines et les eaux de surface. Vu la variété des types de sources d'eau existantes, il est utile de faire une distinction entre les sources d'importance mineure ou majeure, lorsqu'on considère la nature des relations entre les sources d'eau et leurs bassins versants. En général, les petites sources sont alimentées par des captages locaux identifiables. D'habitude, elles fournissent l'eau potable des petites ou moyennes communautés et incluent les sources, les étangs, les nappes aquifères peu profondes et les petites rivières. Les importantes sources d'eau de surface ou souterraine sont alimentées par des captages plus substantiels constitués eux-mêmes de nombreux petits captages distincts. Dans cette seconde catégorie, on inclut les nappes aquifères régionales, les fleuves, les grands lacs et les importantes sources artésiennes. Toutes ces sources d'eau alimentent les petits et grands systèmes d'approvisionnement en eau potable. Les utilisateurs des petits comme des grands systèmes d'approvisionnement sont directement affectés à la fois par la faible qualité de l'eau et par un rendement insuffisant. Concernant les petits systèmes communautaires d'approvisionnement en eau, Il se peut fort bien que la nature des problèmes permette de trouver localement des solutions. Par exemple, les facteurs environnementaux tels que l'utilisation de systèmes d'assainissement sur le site, l'évacuation des déchets organiques, la déforestation et le surpâturage affectent souvent les petites sources d'eau, puisqu'ils ont des effets directs sur le bassin versant local. Les solutions possibles à ces problèmes spécifiques peuvent comprendre la protection matérielle des puits, une amélioration de l'assainissement et des pratiques agricoles, une régulation de la consommation d'eau.

Il est plus difficile de résoudre des problèmes spécifiques affectant des sources d'eau lorsque ceux-ci sont causés par des problèmes environnementaux qui interviennent à plus grande échelle tels que la pollution chimique, l'intrusion d'eau salée et les changements de régime des bassins versants ou fluviaux plus importants. Le contrôle des facteurs environnementaux tels que le rejet des déchets industriels ou des eaux usées dans les eaux de surface, l'utilisation de pesticides et d'engrais, la surexploitation des eaux souterraines pour une irrigation à grande échelle, l'érosion des sols et l'urbanisation requiert l'implication des autorités nationales et locales et une mise en oeuvre effective des mesures légales avec un soutien des institutions spécialisées. Les stratégies de contrôle de ces facteurs environnementaux peuvent, par exemple, inclure la création d'une politique d'incitation économique, une planification de l'occupation des terres, le développement des capacités infrastructurelles et humaines dans le domaine de la gestion des ressources en eau et la mise en vigueur d'un contrôle des déchets.

Lorsqu'on identifie les facteurs qui sont à l'origine des problèmes des sources d'eau, il est nécessaire de prendre en compte les processus géo-hydrologiques ainsi que l'étendue des bassins hydrologiques qui peut varier de quelques hectares jusqu'à des milliers de km². Leur taille détermine l'importance relative des facteurs environnementaux et la spécificité de l'origine des problèmes des sources d'eau.

Les communautés d'utilisateurs contribuent souvent à ces problèmes et peuvent jouer un rôle important en évitant de concourir à leur création ou en freinant leur impact. De nombreux documents et publications portant sur des études de terrain mettent en évidence la contamination des sources d'eau des petits systèmes communautaires d'approvisionnement en eau. L'accumulation des matières organiques qui provoquent une pollution par les nitrates semble être un problème urgent pour beaucoup de systèmes d'approvisionnement en eau villageois. L'évacuation des déchets dans ou près d'une source d'eau occasionne une pollution à la fois organique et chimique.

Un mauvais fonctionnement des systèmes d'eau potable est souvent lié à une augmentation des fuites d'eau, au vandalisme et à une rivalité accrue entre différents groupes d'utilisateurs. Ces facteurs peuvent conduire à l'insuffisance de la source d'eau. L'utilisation de cette eau pour d'autres desseins affecte de plus en plus l'approvisionnement en eau potable des petites communautés.

De nombreux problèmes sont provoqués par les changements qui interviennent au niveau de l'occupation des terres au fur et à mesure que la pression démographique et l'activité économique s'accroissent. La détérioration de l'environnement et la désertification sont devenues des thèmes d'une importance cruciale pour de nombreux pays. L'augmentation de la croissance démographique et les systèmes traditionnels d'utilisation des terres ont trop souvent pour conséquence l'érosion, l'appauvrissement des sols et un déboisement intensif. Ces éléments contribuent directement aux problèmes des sources d'eau.

Les principaux facteurs environnementaux qui affectent la qualité des eaux des sources majeures sont la pollution par les déchets industriels, la contamination par les pesticides et les engrais et la pollution par les eaux usées domestiques. Le rendement de ces sources semble être surtout affecté par la surexploitation des eaux souterraines et par des changements insupportables (pour l'environnement) dans l'occupation des terres qui ont lieu sur une grande échelle.

L'estimation des facteurs environnementaux qui affectent les sources d'eau

L'expérience sur le terrain a montré qu'une bonne sélection de la source et qu'une installation géographique des prises d'eau contribuent à la fiabilité des systèmes d'approvisionnement en eau, mais qu'une protection active des bassins versants est souvent requise. Ceci implique de faire une évaluation systématique des bassins versants des sources d'eaux, qu'elles soient souterraines ou de surface, et d'identifier les problèmes environnementaux liés aux activités humaines.

Une fois qu'une source d'eau naturelle est mise en place, les activités humaines ont tendance à s'intensifier dans les bassins versants. Il est quelquefois utile à des fins de planification, d'établir une distinction entre plusieurs zones de protection ayant des degrés de vulnérabilité différents: par exemple, un périmètre intérieur, défini comme une zone qui risque d'être soumise à une contamination directe, un périmètre extérieur pour lequel un risque de contamination indirect peut exister et enfin le bassin versant.

Faire une estimation des risques que la pollution peut engendrer peut inclure les mesures suivantes: des études sanitaires pour examiner les conditions matérielles autour des systèmes d'approvisionnement des sources d'eau et identifier les causes potentielles de contamination de l'eau.

La motivation de la communauté et sa sensibilisation sont importantes, dans la mesure où de nombreux problèmes de pollution de l'eau sont directement ou indirectement causés par les utilisateurs. Toutefois, il s'avère souvent difficile de motiver les gens à prendre une part active dans l'estimation des facteurs environnementaux et la protection de leurs sources d'eau. Que la maintenance et la gestion des schémas d'approvisionnement en eau repose pour l'essentiel sur les épaules de la communauté constitue un fondement positif pour une approche mieux intégrée de la protection des sources d'eau et de la préservation de l'environnement, à condition qu'il y ait un lien direct entre cette communauté et la source d'eau.

Aborder plus systématiquement la question de la protection des sources d'eau est nécessaire

D'après les informations reçues et la documentation étudiée, il existe un réel besoin d'aborder d'une façon plus systématique les problèmes de protection des sources d'eau et leurs causes sous-jacentes. Depuis quelques années, une certaine attention est accordée aux problèmes environnementaux liés à l'eau parce qu'ils affectent la viabilité et l'efficacité des améliorations apportées à l'approvisionnement en eau potable et les autres efforts de développement. Toutefois, il n'existe aucun inventaire des différentes façons de traiter la question. Trop peu de cas de réussite ont fait l'objet d'un compte-rendu en matière de contrôle des facteurs environnementaux qui contribuent à détériorer les sources d'eau potable. Malgré les insuffisances de la documentation, ces cas indiquent l'existence d'un large champ d'actions en vue d'une meilleure gestion des ressources en eau.

Des exemples de solutions mises en oeuvre comprennent des améliorations dans les domaines de l'assainissement, de la protection matérielle des puits et des prises d'eau, la préservation des sols et de l'eau, le traitement et le recyclage des eaux usées, la réalimentation artificielle et le reboisement. Les stratégies de protection des sources d'eau combinent souvent ces mesures de pair avec des améliorations du cadre institutionnel et légal. On octroie une plus grande vigilance au partenariat entre les communautés et les agences gouvernementales lors du développement des capacités humaines et infrastructurelles pour gérer et protéger les ressources en eau. L'O.M.S. a récemment établi une liste des questions légales qui concernent la gestion des ressources en eau potable et poursuit actuellement ses recherches dans cet important domaine.

Le manque d'informations fiables

Il n'existe pas assez de données sur l'ampleur et la nature des problèmes des sources d'eau potable. Cette absence d'informations constitue l'une des raisons majeures pour lesquelles peu de pays ont jusqu'à présent formulé des objectifs de politique globale en ce qui concerne la protection environnementale des sources d'eau potable. Ceci peut également expliquer qu'ils n'aient pas encore pris de dispositions légales et institutionnelles appropriées.

L'expérience sur le terrain dans le domaine de la protection locale des sources d'eau concerne essentiellement des approches techniques visant à résoudre les problèmes locaux pour de petits captages. D'autres éléments essentiels semblent être la planification et le contrôle de l'utilisation des terres, la législation et les règlements, les procédures de sélection et de situation géographique de la source d'eau ainsi que la gestion communautaire. Toutefois, là encore, peu d'expériences de développement de cette conception intégrée ont fait l'objet d'une documentation.

Une analyse plus détaillée des données de l'environnement est nécessaire pour fixer des normes, fournir des conseils opérationnels et promouvoir la protection des sources d'eau à tous les niveaux dans les pays en voie de développement. Ceci pourrait contribuer d'une façon significative au développement des stratégies nationales dans le domaine des ressources en eaux. Les activités possibles que les organisations internationales peuvent envisager sont:

- le développement de listes de contrôle et de guides généraux pour identifier, prévenir et remédier aux problèmes des sources d'eau;
- la préparation d'inventaires par pays pour déterminer la nature et l'ampleur des problèmes des sources d'eau et pour identifier les actions de préservation possibles.

La non-application des législations

La législation sur l'environnement et les lois sur l'eau concernent la plupart du temps les grands bassins. En conséquence, ils fournissent rarement une bonne base pour la protection de nombreuses petites sources d'eau dont dépendent de petites colonies d'individus. La mise en vigueur de la législation et des règlements sur les ressources en eau est freinée par l'absence de sensibilisation aux problèmes de l'environnement, de mesures de conservation des ressources et d'associations coûts/bénéfices. Il est fondamental que la future législation s'oriente vers la gestion des ressources et adopte une approche en faveur de la viabilité.

Certains pays en voie de développement ont préparé de nouvelles lois sur l'eau qui, certes, satisfont les besoins actuels, mais souffrent de la faible priorité politique qui est donnée à la protection des sources d'eau potable. Ceux qui n'ont pas accès à un service d'approvisionnement en eau amélioré de même que les utilisateurs des petits systèmes d'approvisionnement en eau non-traitée sont les plus directement touchés par les problèmes. Les sources d'eau potable des petites colonies d'individus et des groupes sociaux à faible revenu qui vivent dans les zones périphériques urbaines sont de plus en plus affectées par la pollution causée par des collectivités plus importantes et les activités économiques. A ce titre, les bénéfices et les coûts d'un contrôle anti-pollution par rapport au non-contrôle des pollueurs et des consommateurs ne doit pas être négligé.

L'absence de guide pratique pour les planificateurs et les décideurs

Les planificateurs, les décideurs et même souvent les consommateurs d'eau ne sont pas sensibilisés aux problèmes environnementaux mentionnés ci-dessus. Dans la plupart des cas, les gens et les autorités donnent tous deux la priorité à la satisfaction des besoins à court terme et apprécient faiblement les bénéfices à long terme de la protection des ressources en eau et en terre. Il faut accorder davantage d'attention à la formation des

personnels locaux et des utilisateurs, leur permettre de jouer un rôle plus actif dans la protection des ressources en eau, en leur fournissant les conseils qu'ils ont besoin pour aborder efficacement les problèmes environnementaux les plus urgents.

Les profils des différents types de sources d'eau situées dans des divers environnements et leur vulnérabilité aux facteurs environnementaux pourraient former une trame pour la planification à long terme. Les ingénieurs et planificateurs qui actuellement disposent de moyens limités pour aborder cette question, apprécieraient l'utilité de guides pour la sélection et le développement des sources d'eau de surface ou du sous-sol dans des conditions spécifiques de captage. Pour contrôler les facteurs environnementaux qui affectent les sources, on doit recourir à des indicateurs simples pour déterminer quand et où les actions préventives sont requises.

Des outils et des méthodes simples

Les petites sources d'eau peuvent être protégées en utilisant des outils et des méthodes simples, qui s'appuient sur les ressources et les aptitudes de la communauté. Des exemples pratiques peuvent contribuer à promouvoir l'idée de la protection des sources d'eau et favoriser l'adoption de solutions locales. Des études détaillées sur les différents aspects de la protection des sources d'eau dans certains pays en voie de développement devraient avoir pour objectif de mettre au point des outils et méthodes simples qui peuvent être mis en oeuvre au niveau de la communauté. Sur la base des informations obtenues grâce aux études de terrain et aux projets-pilotes qui peuvent permettre de promouvoir et d'élaborer certains outils et méthodes, on peut, au niveau local, favoriser l'implication de la communauté dans la protection des sources d'eau.

Les technologies à faible coût pour le traitement des eaux usées ainsi que la gestion et le contrôle des déchets industriels pourraient être davantage appliqués, en particulier par les petites et moyennes entreprises (P.M.E.) et par les institutions publiques comme les hôpitaux par exemple. Certaines existent déjà, mais d'autres doivent encore être installées. Il serait donc important d'identifier et de promouvoir les technologies de retraitement existantes appropriées et à faible coût afin de savoir où se situent les besoins actuels, de promouvoir la recherche dans le domaine des nouvelles méthodes de traitement et, enfin, de mettre sur pied des programmes de maintenance adéquats pour les méthodes existantes.

Les pesticides et les produits chimiques

Pour les pays en voie de développement, on dispose de peu d'informations approfondies concernant les effets sur la santé des consommateurs d'eau des pesticides et des produits chimiques qui se retrouvent dans les sources d'eau.

Les pays en voie de développement importent et utilisent de plus en plus une panoplie impressionnante de produits chimiques et, nombreux sont ceux parmi ces pays qui n'ont pas de registre des importations de produits toxiques. Par conséquent, il est important de collecter d'amples informations sur l'utilisation de ces pesticides et de ces produits chimiques dans chaque pays, afin de déterminer les sources d'eau dangereuses et les situations où la contamination des sources est probable.

Les informations concernant les effets sur la santé des pesticides et des produits chimiques doivent être classées et rendues accessibles afin de permettre aux planificateurs et aux ingénieurs d'évaluer les risques pour la santé des populations au stade de la planification et pour mettre en place de indicateurs de contrôle adaptés.

TABEAU 1: CERNER LES PROBLEMES DES SOURCES D'EAU

Problème perçu	Diagnostic possible	
	source inadéquate	source non-fiable
Rendement de la source correspond aux prévisions, mais s'avère insuffisant pour satisfaire l'ensemble des consommateurs en raison de circonstances imprévues	x	
Rendement de la source insuffisant pour satisfaire la demande actuelle	x	
La demande en eau s'accroît plus vite que prévu et dépasse le rendement de la source	x	
Rendement satisfait la demande actuelle, mais pas la conception prévue de la demande		x
Qualité de l'eau au dessous des standards fixés	x	
Qualité de l'eau se dégrade		x
Qualité de l'eau n'est pas acceptable par tous les consommateurs	x	

TABLEAU 2: TYPES DE SOURCES D'EAU

Ressources hydrologiques	Catégorie	Captage
Nappes aquifères	impermeable perméable peu profond fossile (non- renouvelable)	puits peu profond forage puits profond
Sources	gravitaire artésien	caisson de source prise d'eau en surface galerie
Eau de surface	rivière fleuve lac étang	pompage direct barrage puits d'infiltration filtration lit de rivière prise d'eau ouverte
Eau de pluie		collecte par le toit collecte de eaux de ruissellement (pour l'agriculture)

TABLEAU 3: FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX AFFECTANT LES APPROVISIONNEMENTS EN EAU DES PETITES COMMUNAUTÉS

problème de la source	qualité inacceptable	rendement insuffisant
nature du problème	contamination goût / odeur apparence pollution chimique importante turbidité	précipitations fluctuantes réduction du niveau d'eau assèchement
facteurs environnementaux	infiltration de latrine à fosse trop-plein de fosse sceptique conception inadaptée animaux autour de la source défécation en plein air évacuation des déchets humains toilette et bain accumulation des déchets organiques évacuation des déchets dans le bassin évacuation des eaux usées près d'une source abattage d'arbres détérioration de l'environnement	augmentation de la demande fuites d'eau conception inadaptée gaspillage vandalisme demande de l'industrie irrigation déforestation brûler l'herbe et les arbustes dans le bassin surpâturage extension des surfaces agricoles
solutions	protection matérielle des puits (dalle, drainage) amélioration de l'assainissement vidange des fosses à purin maintenance et réparation meilleures amélioration de l'hygiène organisation du ramassage des ordures protection du bassin drainage traitement de l'eau	contrôle communautaire réparation régulation de consommation d'eau amélioration de la conception amélioration des pratiques agricoles emploi de sources alternatives d'énergie

TABEAU 4: FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX AFFECTANT LES UTILISATEURS DES SYSTÈMES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU DE PETITE ET MOYENNE TAILLE

Problème de la source	qualité médiocre	rendement faible
nature du problème	<ul style="list-style-type: none"> pollution chimique pollution organique (fécale) intrusion d'eau salée forte turbidité 	<ul style="list-style-type: none"> inondations destructives abaissement du niveau de la nappe phréatique fluctuations saisonnières
facteurs environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> évacuation des déchets et des eaux usées des industries et des engrais infiltration des égouts surexploitation des eaux souterraines changements d'utilisation des terres 	<ul style="list-style-type: none"> changements de l'utilisation des terres érosion urbanisation barrages réalimentation insuffisante de la nappe
solutions	<ul style="list-style-type: none"> recyclage des déchets incitation économique mise en vigueur d'un contrôle des déchets perfectionnement des technologies amélioration de la maintenance des usines de traitement sensibilisation des populations formation usines de traitement gestion des ressources en eau définition de meilleurs emplacements pour les sources 	<ul style="list-style-type: none"> planification de l'utilisation des terres déforestation préservation des sols réutilisation des eaux usées réalimentation artificielle contrôle de l'érosion

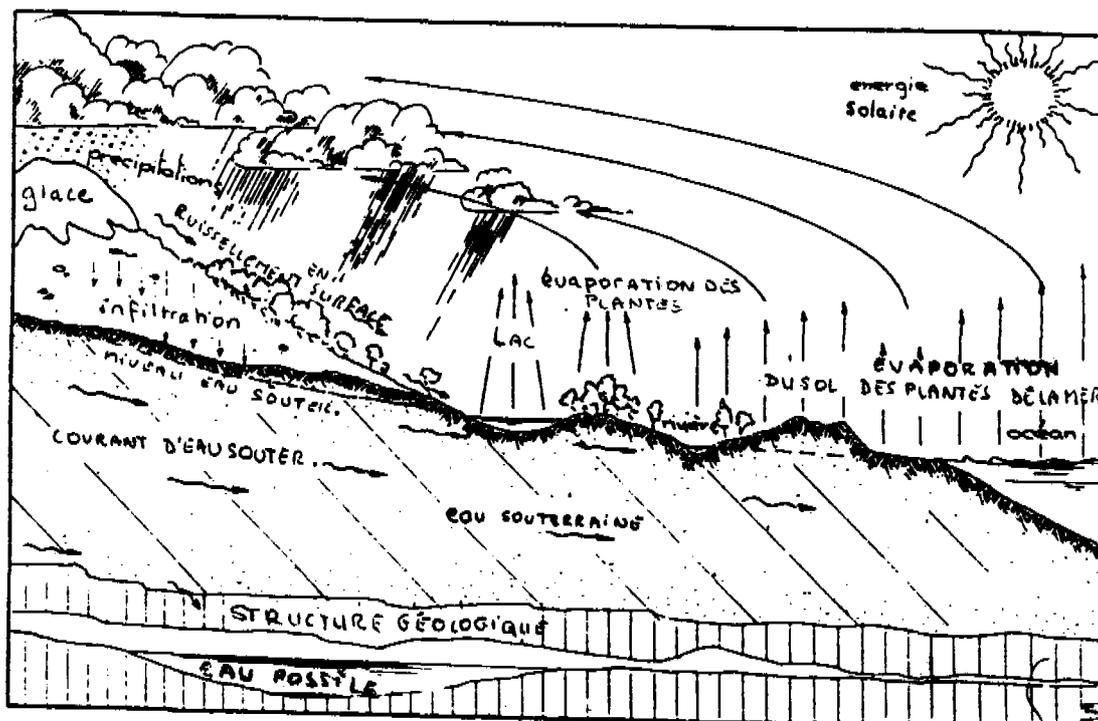


Figure 1: le cycle hydrologique

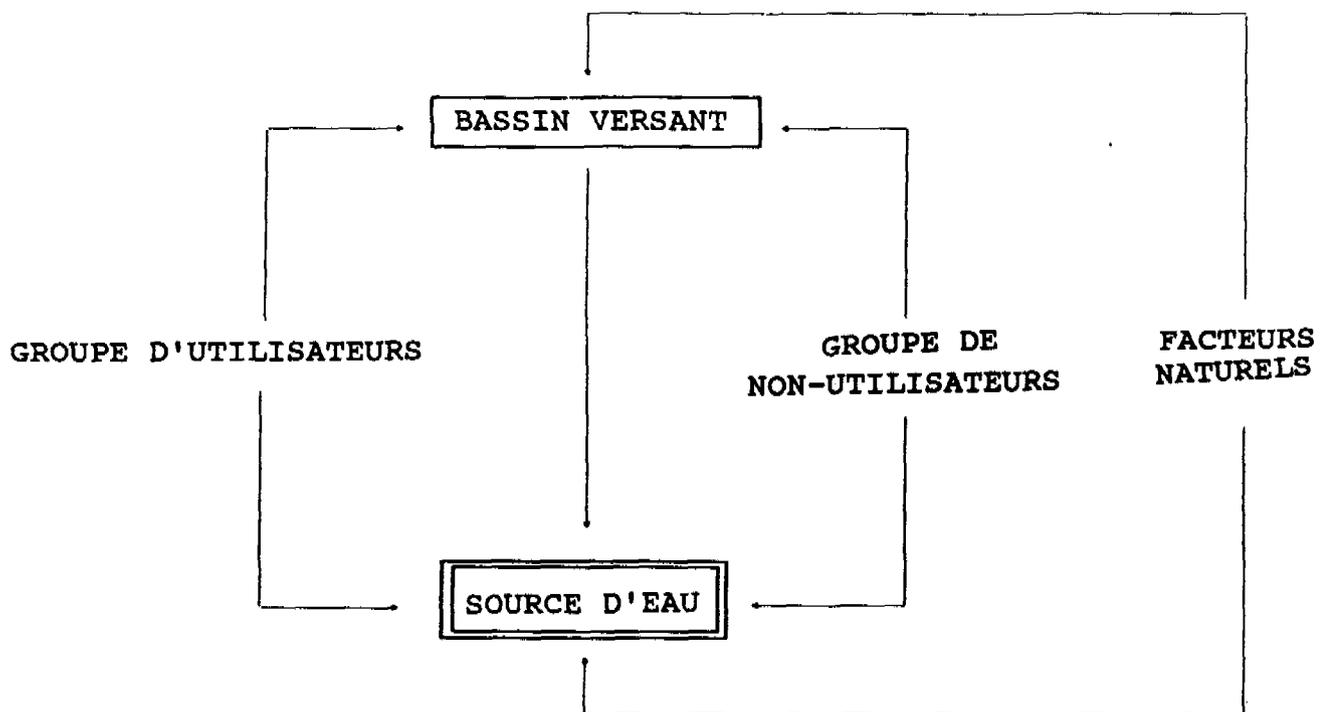


Figure 2: principaux facteurs affectant les sources d'eau

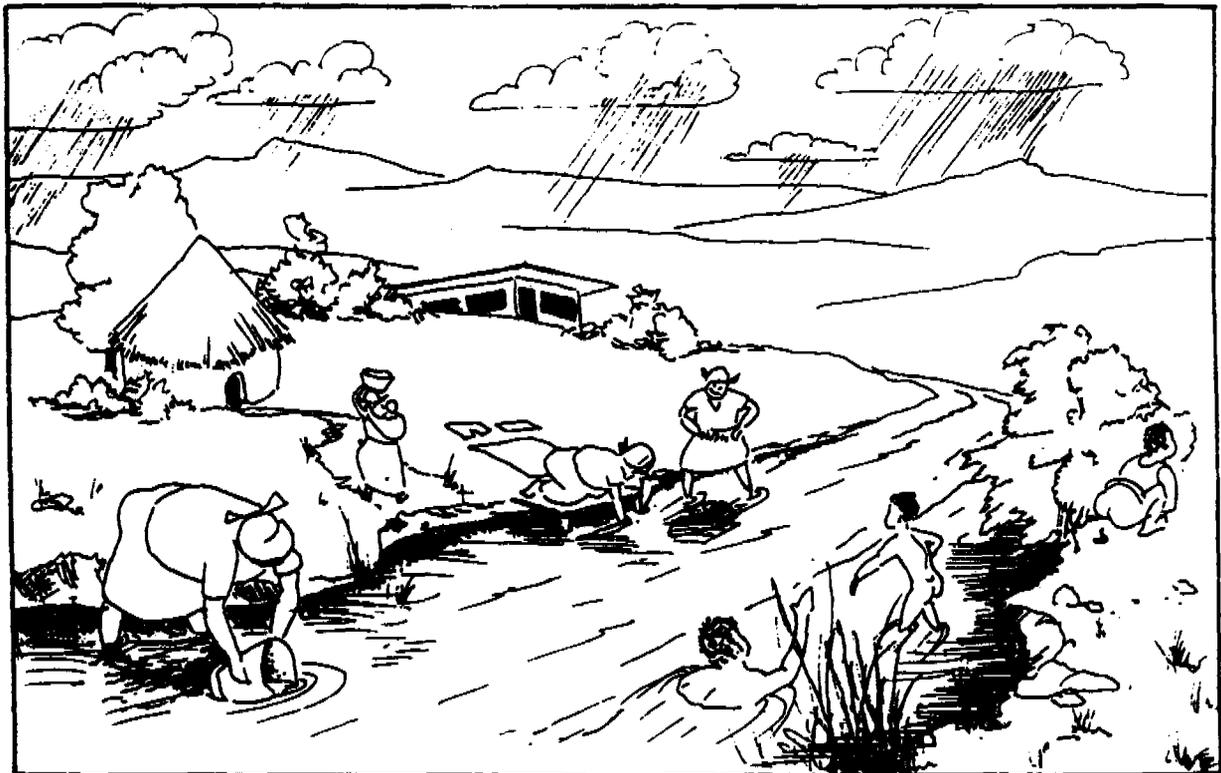


Figure 3: l'eau est souvent contaminée
par les communautés utilisatrices

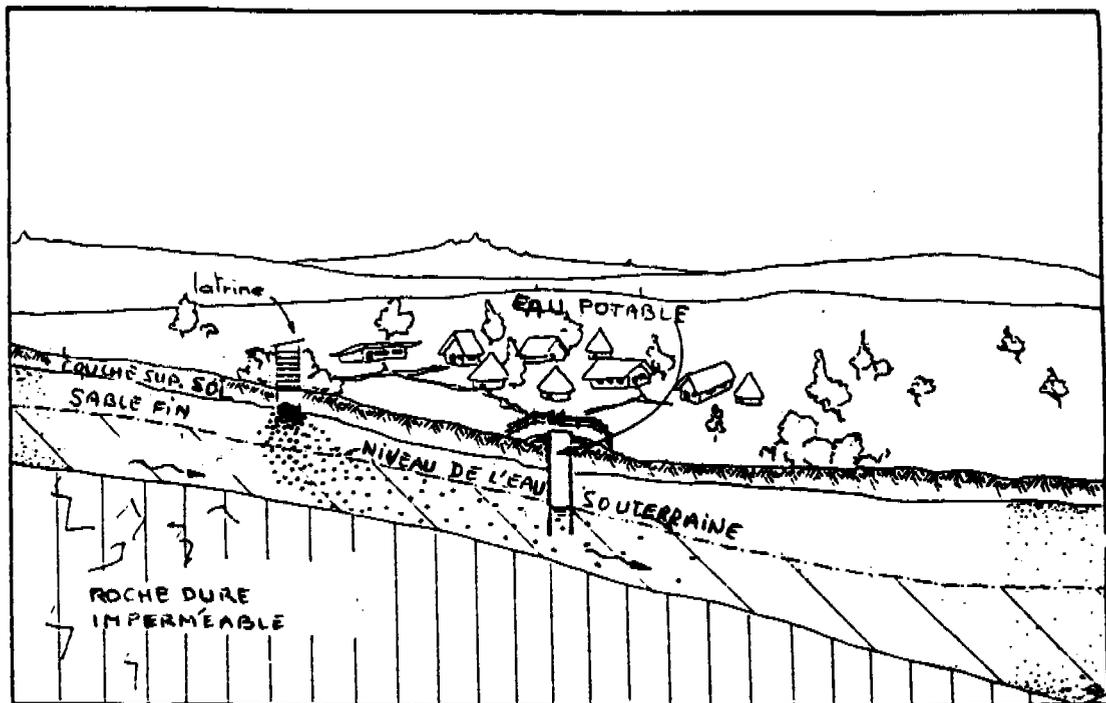


Figure 4: contamination des puits par les latrines à fosse

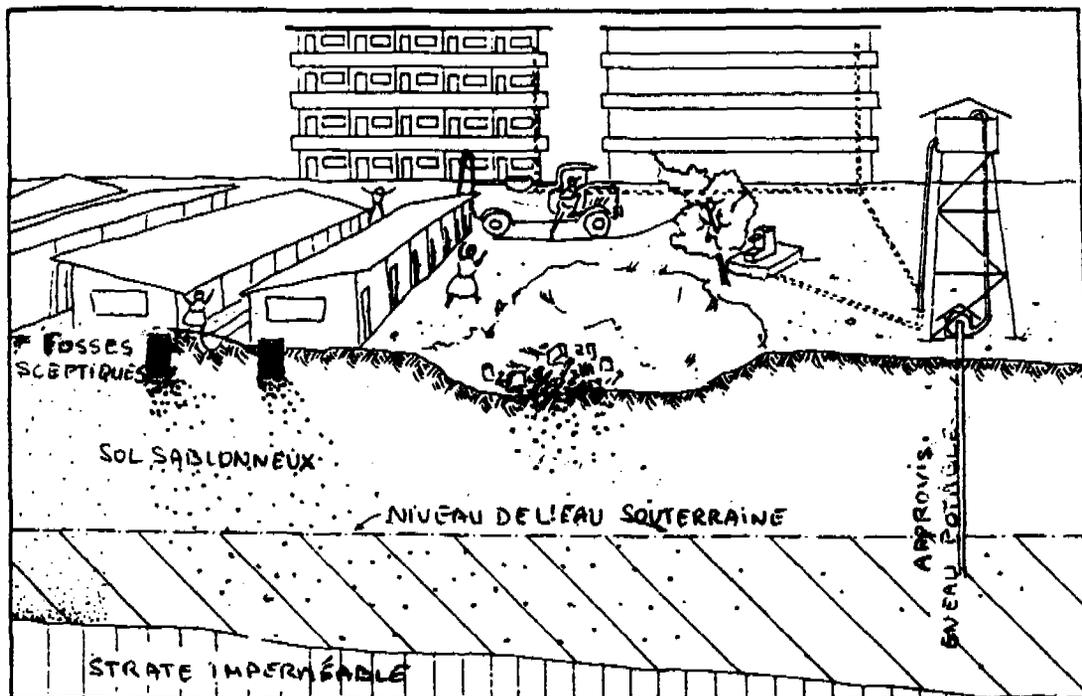


Figure 5: les vieilles fosses szeptiques et l'évacuation des déchets contribuent à la pollution par les nitrates

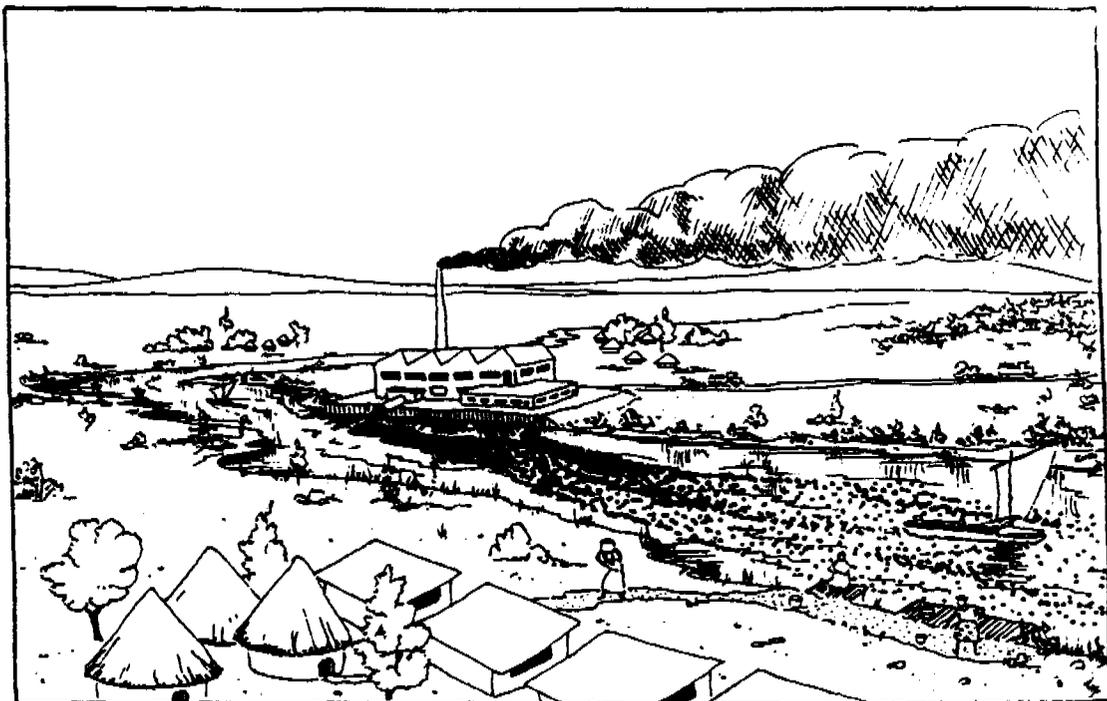


Figure 6: la pollution des eaux de surface par les industries

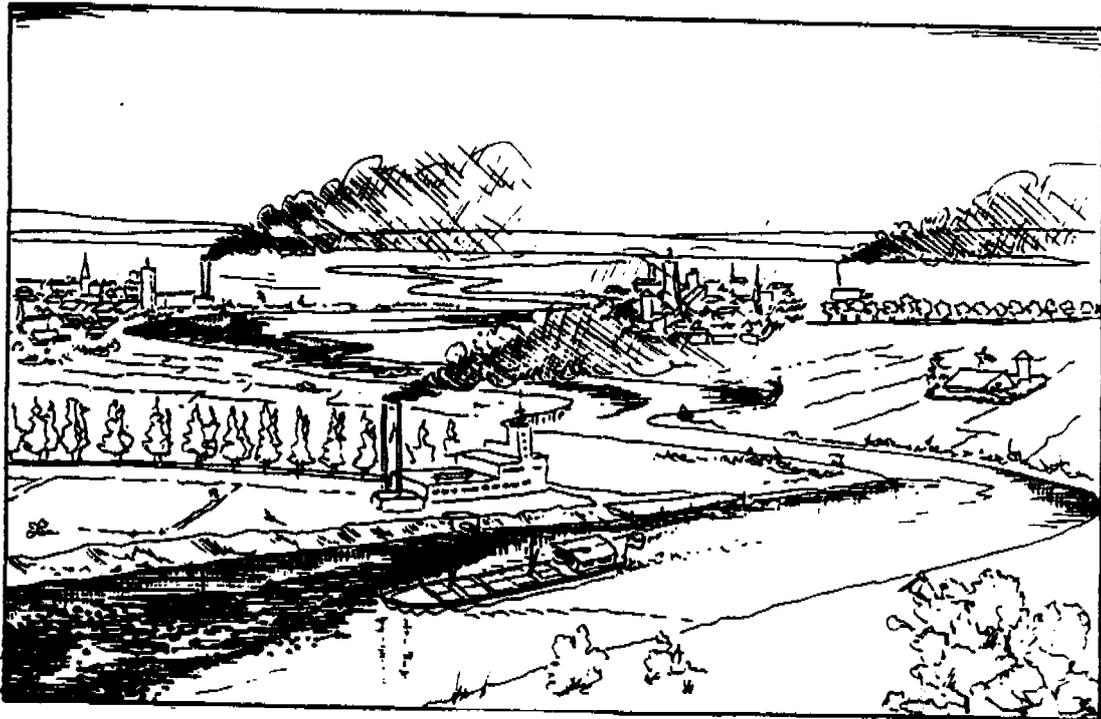


Figure 7: plus de 90% des eaux usées (des égouts) sont rejetés sans aucun traitement dans les fleuves

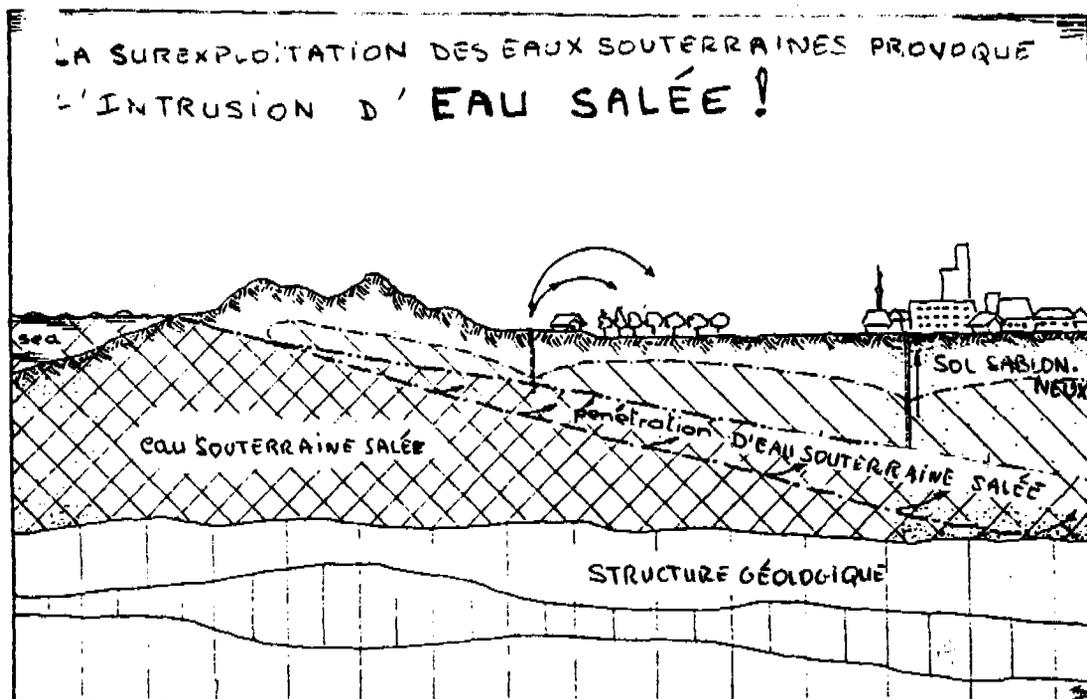


Figure 8: un pompage excessif de l'eau de la nappe aquifère qui est proche de sources d'eau salée (notamment dans les régions côtières) conduit à une intrusion d'eau salée.



Figure 10: voici des utilisateurs qui polluent leur source d'eau

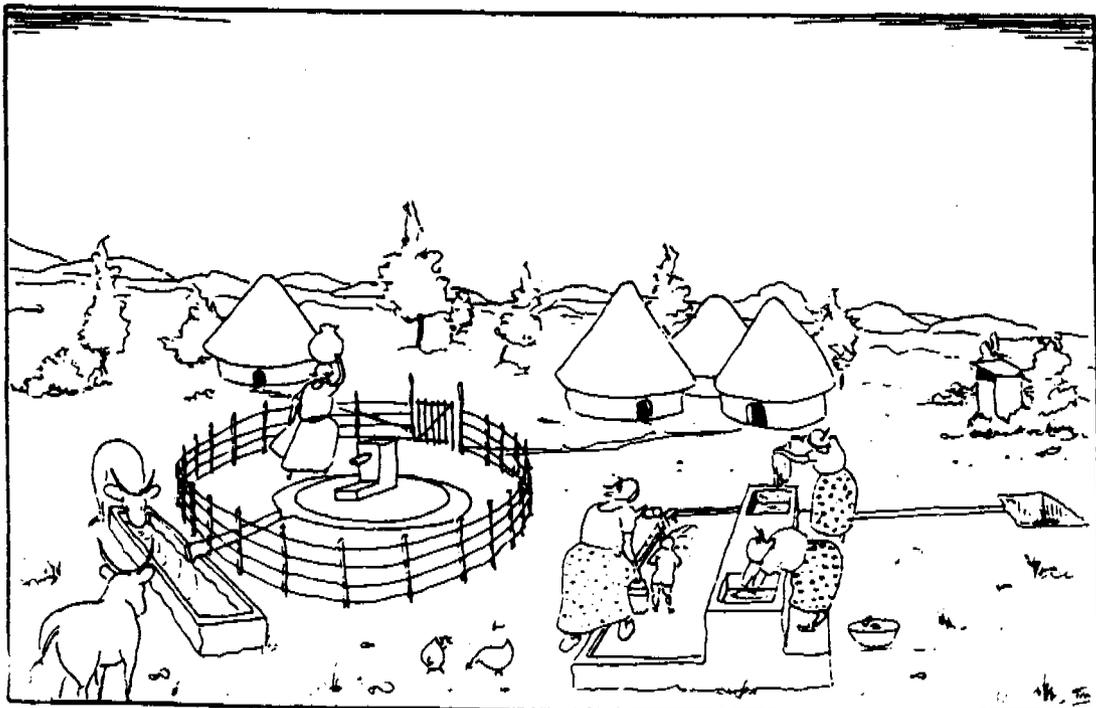


Figure 11: voilà des utilisateurs qui protègent leur source d'eau

TABLEAU 3: FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX AFFECTANT LES APPROVISIONNEMENTS EN EAU DES PETITES COMMUNAUTÉS

problème de la source	qualité inacceptable	rendement insuffisant
nature du problème	contamination goût / odeur apparence pollution chimique importante turbidité	précipitations fluctuantes réduction du niveau d'eau assèchement
facteurs environnementaux	infiltration de latrine à fosse trop-plein de fosse sceptique conception inadaptée animaux autour de la source défécation en plein air évacuation des déchets humains toilette et bain accumulation des déchets organiques évacuation des déchets dans le bassin évacuation des eaux usées près d'une source abattage d'arbres détérioration de l'environnement	augmentation de la demande fuites d'eau conception inadaptée gaspillage vandalisme demande de l'industrie irrigation déforestation brûler l'herbe et les arbustes dans le bassin surpâturage extension des surfaces agricoles
solutions	protection matérielle des puits (dalle, drainage) amélioration de l'assainissement vidange des fosses à purin maintenance et réparation meilleures amélioration de l'hygiène organisation du ramassage des ordures protection du bassin drainage traitement de l'eau	contrôle communautaire réparation régulation de consommation d'eau amélioration de la conception amélioration des pratiques agricoles emploi de sources alternatives d'énergie

TABLEAU 4: FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX AFFECTANT LES UTILISATEURS DES SYSTÈMES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU DE PETITE ET MOYENNE TAILLE

Problème de la source	qualité médiocre	rendement faible
nature du problème	pollution chimique pollution organique (fécale) intrusion d'eau salée forte turbidité	inondations destructives abaissement du niveau de la nappe phréatique fluctuations saisonnières
facteurs environnementaux	évacuation des déchets et des eaux usées des industries et des engrais infiltration des égouts surexploitation des eaux souterraines changements d'utilisation des terres	changements de l'utilisation des terres érosion urbanisation barrages réalimentation insuffisante de la nappe
solutions	recyclage des déchets incitation économique mise en vigueur d'un contrôle des déchets perfectionnement des technologies amélioration de la maintenance des usines de traitement sensibilisation des populations formation usines de traitement gestion des ressources en eau définition de meilleurs emplacements pour les sources	planification de l'utilisation des terres déforestation préservation des sols réutilisation des eaux usées réalimentation artificielle contrôle de l'érosion

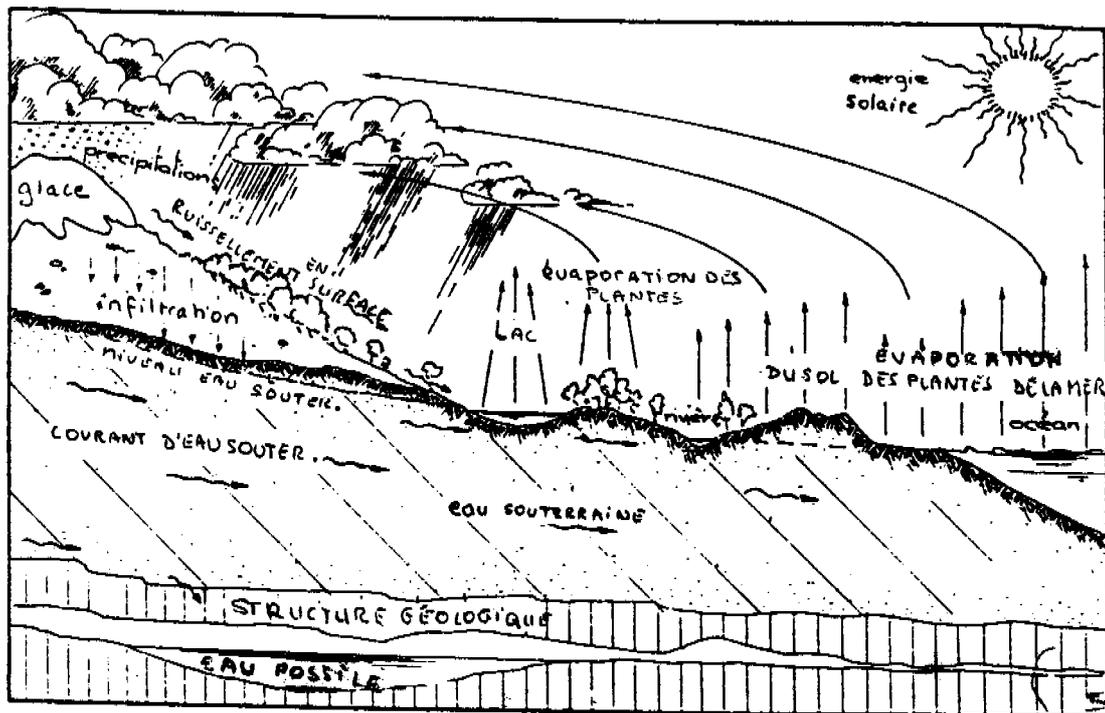


Figure 1: le cycle hydrologique

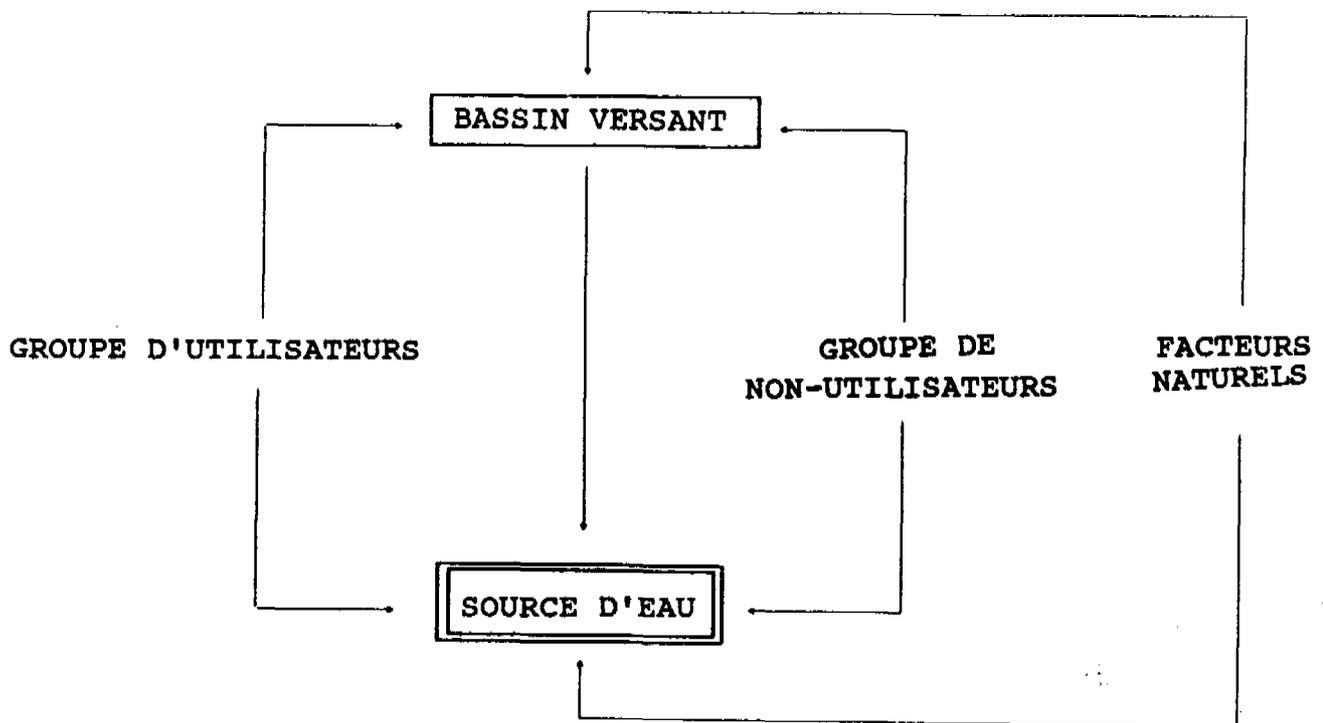


Figure 2: principaux facteurs affectant les sources d'eau

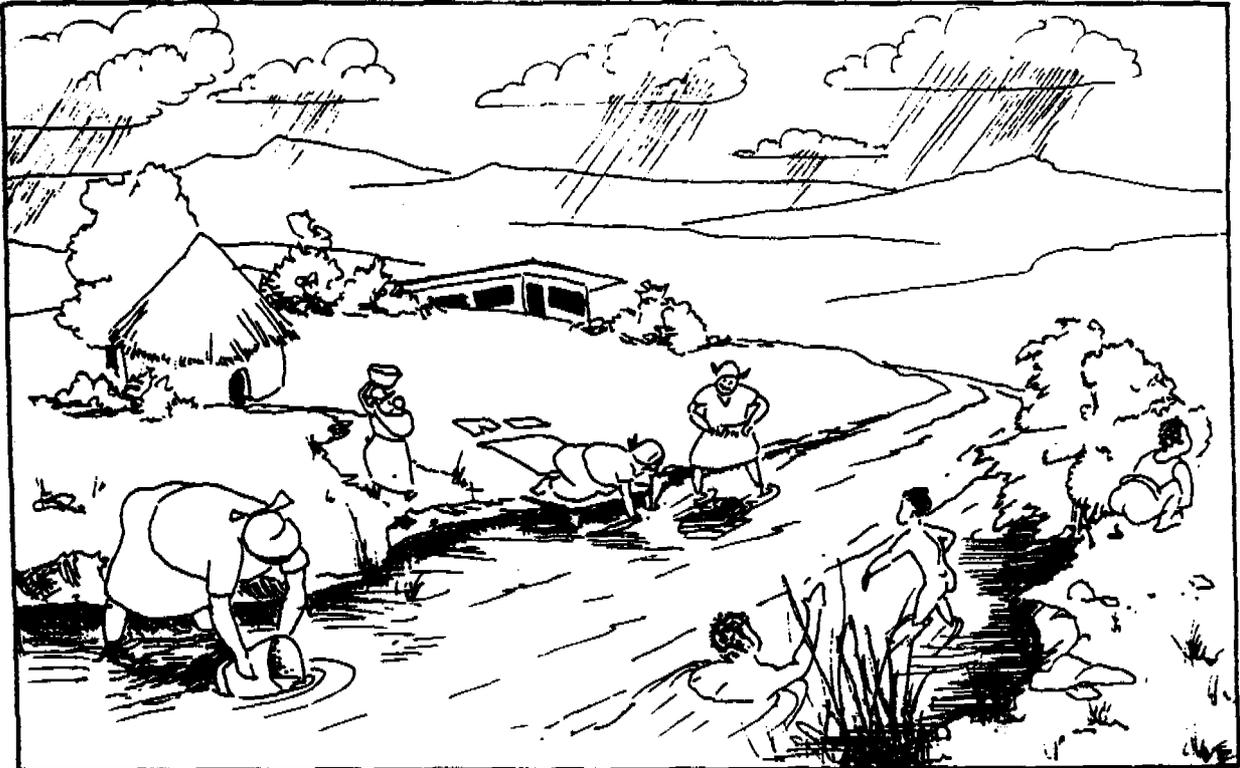


Figure 3: l'eau est souvent contaminée
par les communautés utilisatrices

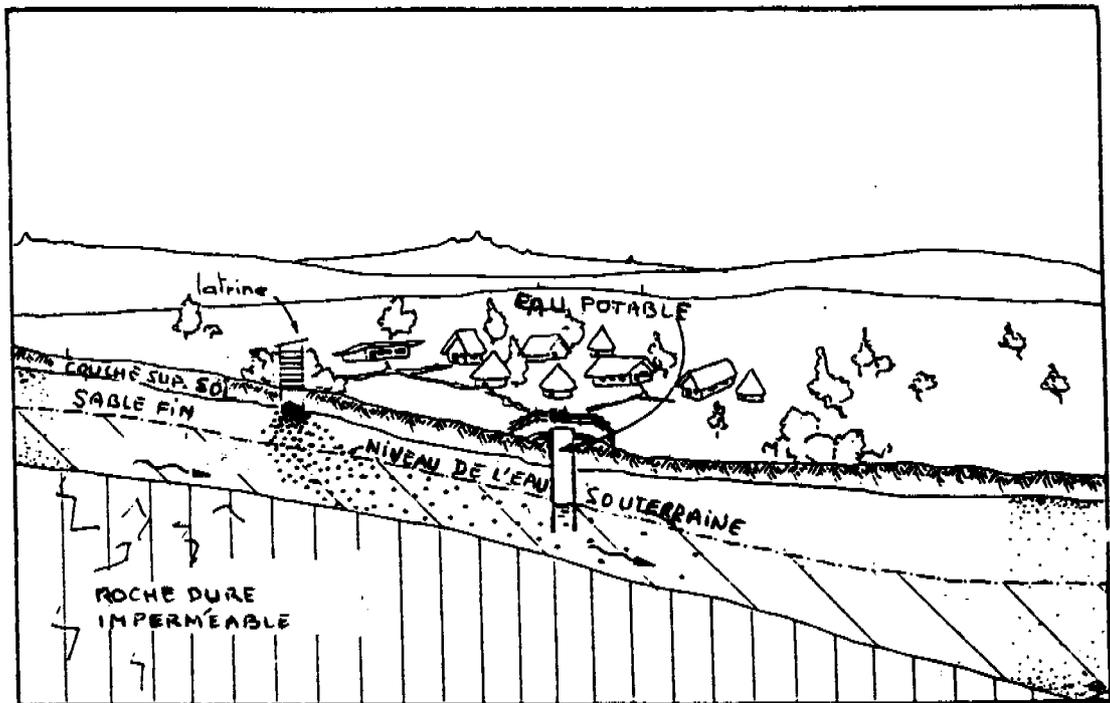


Figure 4: contamination des puits par les latrines à fosse

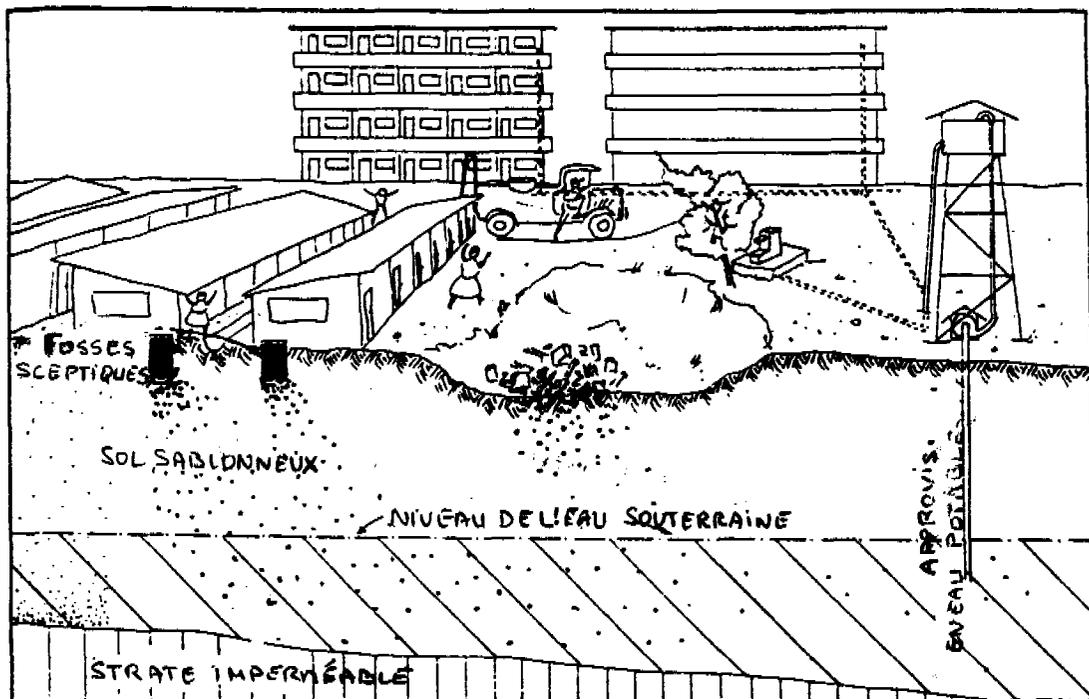


Figure 5: les vieilles fosses szeptiques et l'évacuation des déchets contribuent à la pollution par les nitrates

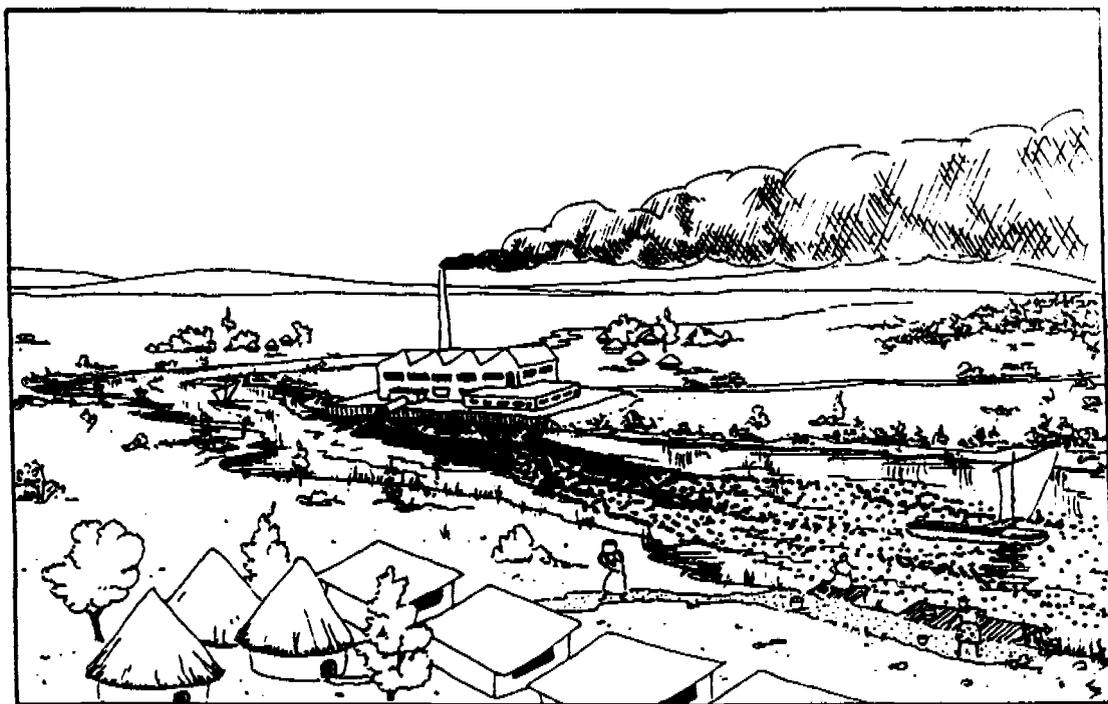


Figure 6: la pollution des eaux de surface par les industries

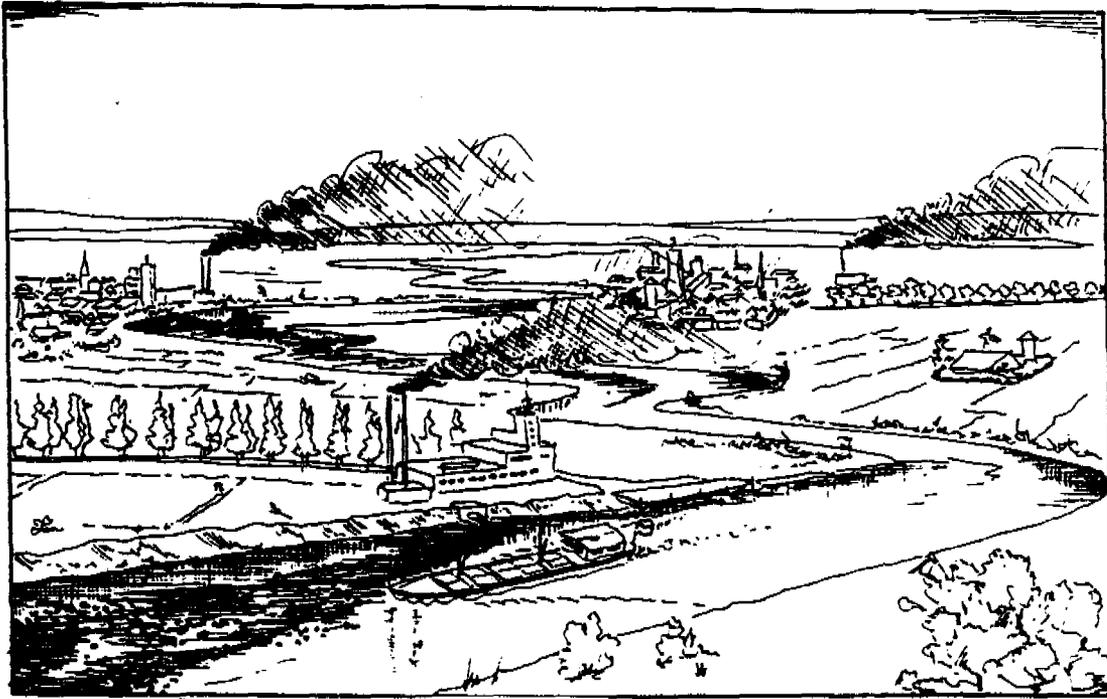


Figure 7: plus de 90% des eaux usées (des égouts) sont rejetés sans aucun traitement dans les fleuves

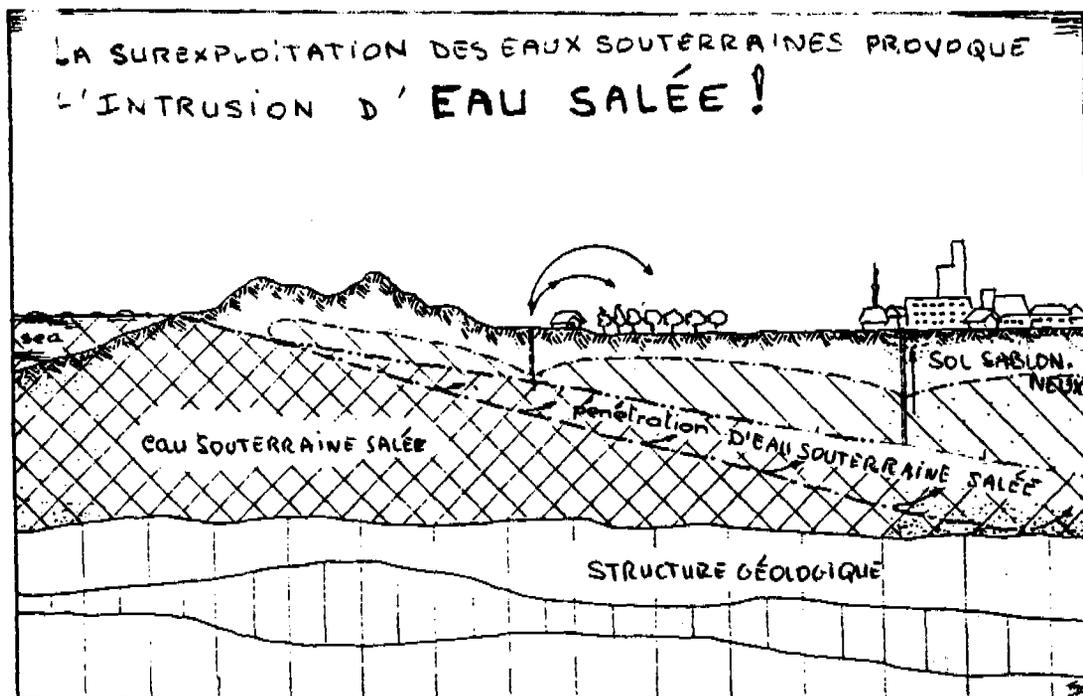


Figure 8: un pompage excessif de l'eau de la nappe aquifère qui est proche de sources d'eau salée (notamment dans les régions côtières) conduit à une intrusion d'eau salée.



Figure 10: voici des utilisateurs qui polluent leur source d'eau

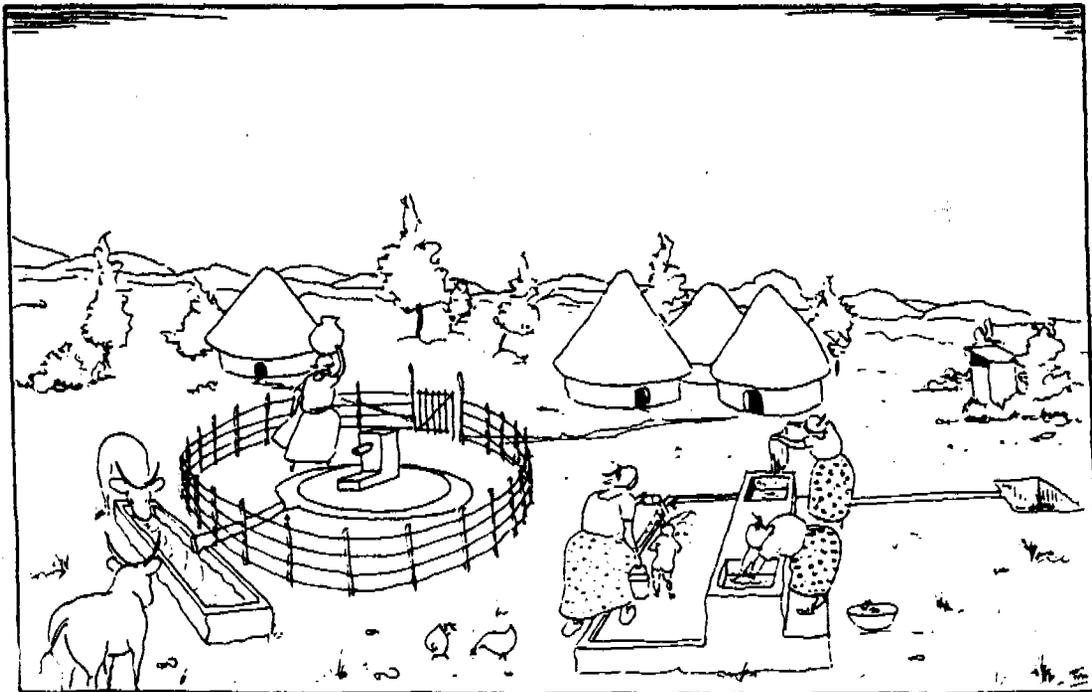


Figure 11: voilà des utilisateurs qui protègent leur source d'eau