



Université Cadi Ayyad
Faculté des Sciences et Techniques
Marrakech



MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES
LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES
<<Eau et Environnement>>

**ETABLISSEMENT DES PERIMETRES DE PROTECTION CONTRE LES
POLLUTIONS AUTOUR DU BARRAGE LALLA TAKERKOUST**

Réalisée par :

Soukaina SMIRES
Fatim-zahra IHBACH

Membres de jury:

Melle. Y. BOURGEOINI: Faculté des Sciences et Techniques

Mr. A. KCHIKACH: Faculté des Sciences et Techniques

Soutenu : le 24/06/2013

Sommaire

Dédicace	3
Remerciement	4
Résumé	5
Introduction	6
Première partie: Les périmètres de protection : Définitions, approche et méthodes utilisées	9
1. Définitions	10
1.1 Périmètre de protection immédiat (Zone I).....	11
1.2 Périmètre de protection rapproché (Zone II).....	11
1.3 Périmètre de protection éloigné (Zone III).....	12
2. Démarche de délimitation des périmètres de protection	12
2.1 La délimitation des périmètres de protection : une obligation réglementaire qui relève de la loi de l'environnement	13
2.2 Le dispositif de protection relève aussi de la loi 10-95 sur l'eau.....	13
2.3 Les étapes d'instructions pour l'établissement des périmètres de protection autour des zones de captage	15
2.3.1 Instruction technique.....	15
2.3.2 Instruction administrative	15
3. Méthodologie de réalisation des périmètres de protection	18
4. Les principales solutions techniques pour protéger un captage contre les pollutions	19
5. Les clés de la réussite	20
Deuxième partie : Les périmètres de protection - Les lois en vigueur au Maroc	21
1. Loi n°11-03, Relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement (Loi 11-03, 2003)	22
1.1 Principe	22
1.2 Objectifs.....	22
1.3 La protection de la nature et des ressources naturelles (Loi 11-03, 2003).....	23
1.3.1 Les eaux continentales.....	23
1.3.2 Le sol et le sous-sol.....	23
2. Loi 10-95 :	24
2.1 Principes.....	24
2.2 La lutte contre la pollution des eaux (loi10-95, 1995).....	25
2.3 Normes des qualités de l'eau (loi10-95, 1995)	25
2.4 Dispositions relatives aux zones de protection (loi10-95, 1995)	26
2.5 Périmètres de sauvegarde et périmètres d'interdiction (loi10-95, 1995).....	26
2.6 Activités interdites ou réglementés (loi10-95, 1995).....	26
Troisième partie : Application du concept de détermination des périmètres de protection pour le cas du barrage Lalla Takerkoust	27
1. Introduction	28
2. Cadre administrative et géographique	28
3. Ressources en eau	31
4. Cadre géologique et géomorphologique	32
5. Sources et types de pollution dans la région de Lalla Takerkoust	33
5.1 Pollution domestique.....	33
5.2 Pollution agricole	33
5.3 Pollution industrielle	34
5.4 Autres sources de pollutions	34

6. Approche pour la délimitation des périmètres de protection pour le cas du barrage de Lalla Takerkoust	36
6.1 Les données à l'entrée et traitement.....	36
6.2 Interprétation de chaque carte intégrée	37
6.2.1 Occupation du sol	37
6.2.2 Pente	38
6.2.3 Vulnérabilité	39
6.3 Proposition de délimitation des périmètres de protection autour d barrage de Lalla Takerkoust	40
Conclusion.....	42
Références bibliographiques	43
Liste des figures	44
Liste des tableaux	44

Dédicace

A nos chers pères qui ont toujours été près de nous pour nous écouter et nous soutenir. Puisse ce travail exprimer le respect et l'amour que nous leur portons.

A nos chères mères qui n'ont jamais épargné un effort pour nous aider et nous encourager. Veuillez trouver en ce travail la consolation et le témoin de la patience et l'amour.

A nos sœurs et nos frères à qui nous souhaitons tout le bonheur du monde. Vous avez été pour nous d'une aide très précieuse

*A la mémoire de ma tante **Malika IBOURK** et de mes grands pères **Mohammed TOUIJ** et **Mohammed SMIRES** aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que nous avons toujours eu pour vous, que votre âme repose en paix.*

A toute nos familles

A tous nos amis

A tous ceux qui ont confiance en nous

Remerciement

À l'issue de ce stage, nous exprimons nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué à sa réalisation.

Un grand merci à nos encadrant de stage Mr LATRACH et Mr ARSMOUK qui nous ont aidées au cours de notre stage.

Nous tenons à exprimer une gratitude toute particulière à Mr KCHIKACH qui a toujours éclairé notre travail avec ses recommandations aiguisées en donnant beaucoup de son temps, et de son professionnalisme.

Nos chaleureux remerciements vont également à nos chers parents pour leur soutien et encouragement. Ainsi qu'à nos collègues et nos amis pour leur solidarité.

Merci à toutes les personnes du département de géologie de la FST de Marrakech et au personnel de l'Agence du bassin hydraulique Tensift.

Résumé

La présente étude concerne l'approche et la méthodologie à mettre en place dans le cadre de la délimitation des périmètres de protection autour des zones de captage de l'eau potable. Ce travail met en exergue les définitions considérées, les méthodes utilisées, les étapes à réaliser et les instructions à mettre en œuvre sur le terrain pour atteindre l'objectif de préserver la qualité de la ressource au point du captage. Une application de la démarche a été réalisée pour le cas du barrage Lalla Takerkoust situé à environ 15 km au SE de la ville de Marrakech.

Dans le cadre de ce travail, nous avons élaboré et regroupé les données à l'entrée nécessaires pour la délimitation des périmètres de protection. Il s'agit notamment de la carte topographique, carte géologique (type de sol), carte d'occupation du sol, carte des pentes et carte de distribution des points de pollution dont l'analyse et l'interprétation ont abouti à l'élaboration de la carte de vulnérabilité de la zone d'alimentation du captage. L'examen de cette dernière a permis d'esquisser les dimensions à considérer pour la délimitation de la zone de protection immédiate, rapprochée et éloignée. Nous présentons en conclusion de ce travail la carte de délimitation des périmètres de protection ainsi obtenue pour le cas du barrage Lalla Takerkoust. Il faut toutefois noter que ce travail nécessite un approfondissement en particulier pour la partie traitement des données à l'aide des outils de la géomatique pour mieux appréhender les indicateurs et paramètres déterminant dans la délimitation des périmètres de protection.

Introduction

De nos jours, la qualité des ressources en eau de surface ou souterraine est de plus en plus dégradée en grande partie à cause de l'activité humaine. La protection de cette ressource constitue un véritable projet de territoire et impliquent généralement plusieurs acteurs: (collectivités, agriculteurs, industriels, services de l'état, gestionnaires des réseaux de transport...). Au Maroc, la loi d'eau stipule que les aires de captages en eau potable doivent être protégées contre les risques de pollution. La préservation de cette ressource est rendue obligatoire à l'intérieur de périmètres de protection qui sont délimités autour des points de captage pour les eaux souterraines (puits et sources) et/ou concerne l'ensemble du bassin d'alimentation par ruissellement pour les zones de captage de surface (barrages, rivières, lacs, etc.). L'étude du bassin d'alimentation des zones de captage des eaux de surface vise à prévenir ou à résoudre les problèmes de pollutions diffuses sur l'ensemble de la zone géographique qui alimente cette zone. Elle permet de localiser les secteurs les plus vulnérables, où le risque de pollution diffuse dépend de la sensibilité du milieu et du niveau de pollution générée par les activités dans ce bassin.

Ce travail vise à élaborer un rapport de synthèse montrant les étapes à suivre et procédures à mettre en œuvre dans le cadre de l'étude des aires d'alimentation des zones de captage de surface (barrages et rivières). On mettra l'accent sur la démarche à suivre, les documents multi-source et multi-format à réunir ainsi que les traitements et interprétations à apporter aux données pour ressortir les paramètres déterminants dans la délimitation des périmètres de protection. Ce document de synthèse pourra être directement exploité et constituera un complément d'informations pour les services concernés de l'Agence du Bassin Hydraulique de Tensift (ABHT) dans des études de protection des ressources en eau potable autour des zones de captage de surface.

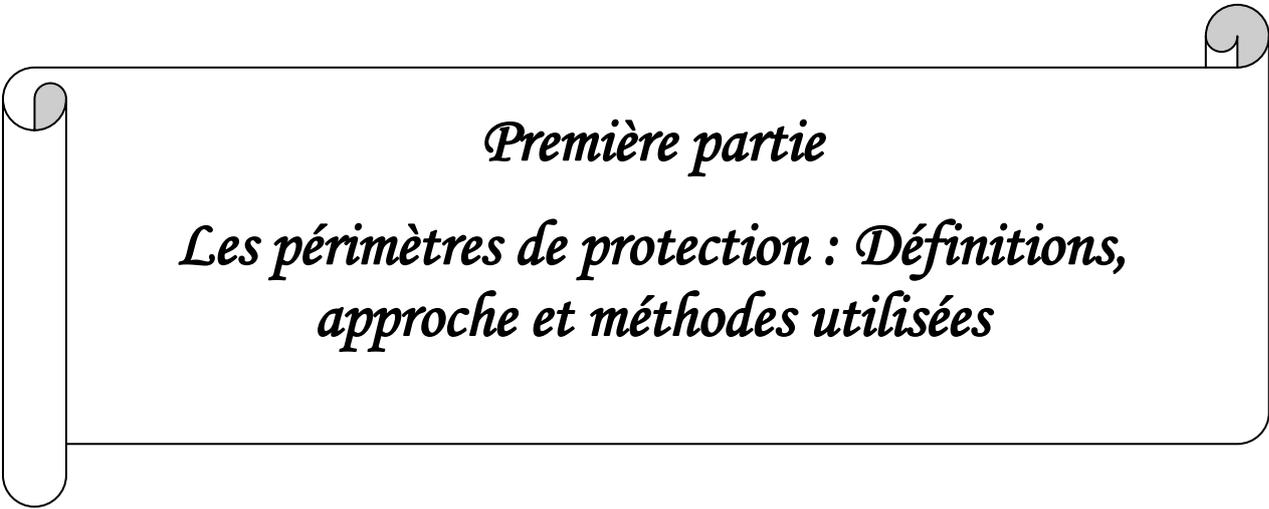
La délimitation des périmètres de protection autour de zones de captage est devenue une obligation au regard des dispositions de la loi de l'environnement et celle de l'eau. Elle vise à préserver la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine, contre tous les types de pollution, dont notamment les pollutions accidentelles ou ponctuelles. Pour atteindre ce résultat, la réglementation prévoit trois niveaux de protection à mettre en place en fonction de la distance au point de captage : **protection immédiate, rapprochée et éloignée**. La réalisation de ces périmètres de protection nécessite une collecte de données (carte géologique, carte topographique, carte d'occupation du sol, carte d'inventaire des sources de pollution, carte du réseau hydrographique, photo-satellites, carte de vulnérabilité, etc.).

Les procédures de mise en œuvre des études menant à la délimitation des périmètres de protection reposent sur des bases juridiques (article relevant de la loi de l'eau, et de l'environnement, etc.) et sont fonction des objectifs opérationnels à atteindre (maîtrise des risques, réduction des teneurs des éléments polluants, etc.). Elles dépendent aussi des territoires d'action et surface concernées (l'ensemble de la zone alimentant le captage avec territorialisation des actions proposées en fonction de la vulnérabilité au sein du bassin, trois périmètres de protection définis en fonction du risque, avec une réglementation différente sur les divers périmètres : immédiat : il appartient à la collectivité, rapproché : des activités peuvent être interdites, éloigné : des activités peuvent être réglementées). Ces procédures aboutissent généralement à la définition des dispositions constructives et réglementations permettant de remédier aux sources et aux risques de pollution de ressources en eau potable captée: Réglementation des installations, dépôts, activités, occupation des sols, réglementations sur les pratiques agricoles, etc.

La première partie de ce rapport est réservée à la synthèse des méthodes et approches utilisées dans le cadre de la définition des périmètres de protection autour des zones de captage de l'eau potable. On mettra l'accent sur les étapes d'instruction à mettre en œuvre pour l'étude des risques de pollution des zones de captage des eaux de surface (barrages et rivières) liés aux aires d'alimentation des ces zones. En effet, la délimitation des périmètres de protection autour des zones de captage est établie à partir des caractéristiques physiques du bassin d'alimentation et plus particulièrement du réseau hydrographique d'écoulement des eaux ainsi que du degré de vulnérabilité de la ressource exploitée, appelée « vulnérabilité intrinsèque ». On appellera « zones d'actions prioritaires », les zones du bassin d'alimentation de captage les plus à risques, où il existe une pression de pollution résultant du croisement entre la vulnérabilité intrinsèque du bassin d'alimentation de captage et les pressions de pollution identifiées sur la zone. Les actions proposées sont donc adaptées aux situations locales. La procédure de mise en place des périmètres de protection est composée de deux grandes étapes : **l'instruction technique, l'instruction administrative.**

La deuxième partie de ce rapport traite le côté législative en vigueur au Maroc pour la réglementation liée à la mise en place des périmètres de protection autour des zones de captage de l'eau potable de surface et souterraine. L'essentiel des articles à présenter sont extraits de la loi d'eau et de l'environnement. La troisième partie est une étude de cas de l'approche menée dans le cadre de la délimitation des périmètres de protection des zones de captage de surface de l'eau potable. Elle concerne la présentation de la démarche poursuivie, des documents réunis, des interprétations réalisées et des résultats obtenus pour le cas du

barrage Lalla Takerkoust (Région de Marrakech). En dépit de la courte période du stage, des difficultés à réunir les documents et données nécessaires à l'entrée et du manque des outils de travail, on présentera ce que nous avons pu ressortir du travail réalisé qui certes mérite d'être amélioré et approfondi. Une carte d'inventaire des différentes sources de pollution dans le bassin d'alimentation du barrage Lalla Takerkoust a été produite. Sa superposition avec la carte des types de sols affleurant (avec vulnérabilité esquissée) nous a permis de proposer une délimitation des périmètres de protection autour du barrage et du réseau hydrographique y affluant.

A decorative scroll graphic with a black outline and rounded corners. The scroll is partially unrolled, with the top and bottom edges curving upwards. The text is centered within the scroll.

Première partie

*Les périmètres de protection : Définitions,
approche et méthodes utilisées*

1. Définitions

Un captage d'eau potable est un dispositif de prélèvement d'eau potable (collecte passive ou pompage) soit à partir des eaux de surface (cours d'eau ou du réservoir d'un barrage), soit à partir d'une nappe d'eau souterraine ou aquifère (puits et sources naturelles). L'ensemble de la zone de captage d'eau potable et de son bassin d'alimentation nécessite une protection contre tout risque de pollution. La préservation de la ressource en eau potable captée est rendue obligatoire à l'intérieur des périmètres de protection qui sont judicieusement délimités autour de chaque point de captage (Fig.1).

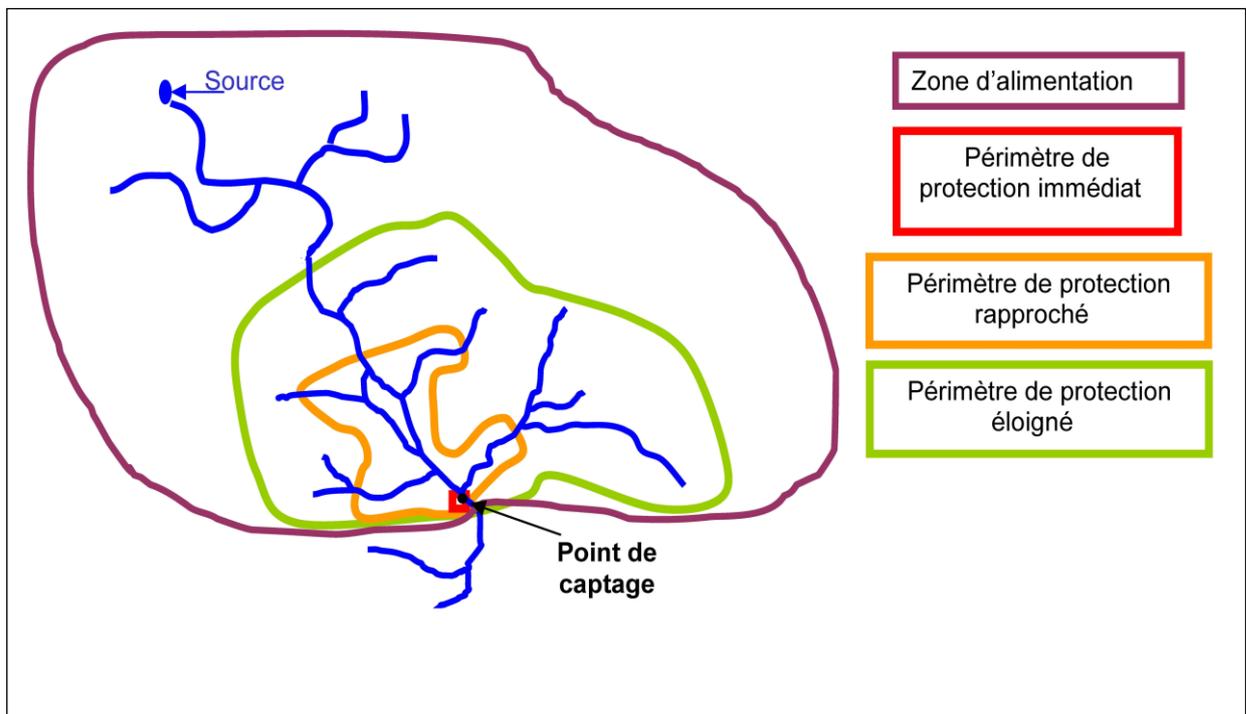


Figure 1: schéma illustrant les périmètres de protection autour d'une zone de captage

L'effet de la pollution diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la ressource à protéger de manière appropriée. La lutte contre cette pollution nécessite un partage de la région qui alimente la ressource en eau (le bassin versant) en plusieurs zones. Il s'agit de trois zones suivant la législation marocaine : la zone de protection immédiate (zone I), la zone de protection rapprochée (zone II) et la zone de protection éloignée (zone III) (Loi 10-95, 1995). La délimitation de ces zones fait appel à plusieurs disciplines et diverses expertises (KRAUSE et LAMRHARY, 1995 ; PARADIS *et al*, 2000). Les périmètres de protection d'un barrage visent à protéger les abords immédiats de la retenue et son voisinage, ainsi qu'à interdire ou à réglementer les activités qui pourraient nuire à la qualité des eaux captées.

En général on distingue trois niveaux de protection :

1.1 Périmètre de protection immédiat (Zone I):

De surface réduite (quelques mètres carrés à quelques centaines de mètres carrés) où toute activité à risque y est interdite. Seules les activités en lien avec l'entretien de l'ouvrage peuvent être menées. Ce périmètre doit être acquis en pleine propriété par la collectivité qui exploite l'ouvrage. Parfois couvert d'un socle de béton et/ou d'un bâtiment, il est souvent clôturé. Les pesticides y sont évidemment bannis. Il vise aussi à protéger le matériel contre toute dégradation ou l'introduction directe de substances toxiques dans l'eau ou le sol. La collectivité distributrice de l'eau en est entièrement propriétaire. Dans cette zone, il faut assurer la protection contre la pollution de l'eau de la retenue et éviter des déversements ou des infiltrations de substances polluantes (bactérienne) se produisant à l'intérieur ou à proximité immédiate du captage (EHESP, 2008). La dimension de cette zone doit permettre d'intervenir convenablement en cas d'accident, de supprimer chaque influence humaine et de mettre en place une action à vocation protectrice.

1.2 Périmètre de protection rapproché (Zone II) :

C'est une zone intermédiaire, qui accepte des activités sans risques pour la ressource et le captage, ou des activités diminuant le risque de pollution. Sa surface varie selon la vulnérabilité du captage et de la ressource en eau, c'est-à-dire selon les caractéristiques de l'aire d'alimentation. Au Maroc par exemple, par sécurité, un temps de transfert d'un polluant entre la source pollution et le point de captage d'environ 50 jours a été retenu (Loi 10-95, 1995), ce qui permet aux administrations d'imposer des mesures de protection sur 1 à 10 hectares selon le type de sol et le système hydrogéologique et hydrologique. Les mesures sont des mises en défend et/ou une réglementation ou interdiction d'activités à risque (utilisation d'engrais, pesticides, biocides, dépôts de matériaux toxiques ou de déchets, etc.). Cette aire est définie pour protéger le captage des migrations de substances polluantes. Il permet de préserver le captage des risques de pollutions accidentelles ou ponctuelles. Dans le cas de petits bassins versants, il permet aussi d'agir sur des pollutions diffuses. Les activités ou aménagements pouvant nuire à la qualité des eaux y sont réglementés ou interdits.

Dans cette zone, il faut donner la priorité à la protection contre des pollutions chimiques et d'autres détériorations résultant des diverses activités et aménagements humains, dont la proximité pourrait mettre en danger les eaux de captage. Pour délimiter cette zone on doit tenir compte des paramètres suivants : la durée et la vitesse de transfert de l'eau entre les

points d'émission de pollutions possibles et la retenue et du pouvoir de fixation et de dégradation du sol et du sous-sol vis-à-vis des polluants.

1.3 Périmètre de protection éloigné (Zone III):

Il est moins contraignant, mais une gestion de tous les risques liés aux activités humaines y est envisageable. Il peut considérablement améliorer la sécurité du dispositif global. Ce périmètre constitue une zone de vigilance particulière, vis-à-vis notamment des pollutions accidentelles pouvant avoir des conséquences sur la ressource. Les activités ou aménagements à l'intérieur de ce périmètre y sont souvent réglementés. L'application de la réglementation générale doit y être appliquée en toute rigueur, c'est-à-dire sans possibilité de dérogation.

Cette zone, qui prolonge éventuellement la précédente, doit assurer la protection des eaux contre les détériorations étendues, en particulier les pollutions persistantes ou difficiles à éliminer ainsi que la pollution chimique ou radioactive (ONEP-GTZ, 1995). La création de cette zone est conditionnée par une insuffisance de l'application de la réglementation générale ou par l'existence d'un risque potentiel que la nature des terrains traversés ne permet pas de réduire en toute sécurité, malgré l'éloignement du point de prélèvement. Pour faciliter son repérage, les limites de cette zone (ainsi que celles de la zone de protection rapprochée) suivront autant que possible selon la loi d'eau (Loi 10-95, 1995) les limites cadastrales (communes ou parcelles) et géographiques (cours d'eau, voies de communication).

En résumé, en vue d'assurer la protection de la qualité de l'eau destinée à l'alimentation en eau potable des collectivités humaines, la loi d'eau et la loi de l'environnement déterminent autour du point de prélèvement un périmètre de protection immédiat dont les terrains sont à acquérir en pleine propriété par la commune, un périmètre de protection rapprochée à l'intérieur duquel peuvent être interdits ou réglementés toutes sortes d'installations, travaux, activités, dépôts, ouvrages, aménagement ou occupation des sols de nature à nuire directement ou indirectement à la qualité des eaux et, le cas échéant, un périmètre de protection éloignée à l'intérieur duquel peuvent être réglementés les installations, travaux, activités, dépôts, ouvrages, aménagement ou occupation des sols et dépôts ci-dessus mentionnés

2. Démarche de délimitation des périmètres de protection

Afin de préserver la qualité de l'eau et réduire les risques de pollutions, les collectivités et services compétents doivent engager des démarches multiples : rechercher les bons interlocuteurs pour les accompagner administrativement et techniquement, engager la concertation territoriale avec les différents acteurs concernés, coordonner les actions et

trouver des solutions techniques ainsi que les moyens financiers adaptés au territoire et aux acteurs. Les actions à mettre en œuvre impliquent généralement un changement des pratiques et elles ne sont donc pas toujours sans incidence sur l'économie des activités du territoire. Le dialogue et la concertation avec l'ensemble des acteurs concernés (collectivités, agriculteurs, industriels, services de l'état, gestionnaires des réseaux de transport...) sont alors les éléments essentiels de la réalisation et de la réussite du projet de préservation de la qualité de la ressource (eau potable captée). La délimitation des périmètres de protection dans les aires d'alimentation des captages est grossièrement au croisement de deux réglementations : la loi d'eau et de l'environnement.

2.1 La délimitation des périmètres de protection : une obligation réglementaire qui relève de la loi de l'environnement

Les dispositions réglementaires concernant la délimitation des périmètres de protection sont prévues par la loi 11-03 de l'environnement. Plusieurs articles (Loi 11-03, 2003) de ce dernier font obligation de la protection, et de la préservation la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine de tous types de pollution.

2.2 Le dispositif de protection relève aussi de la loi 10-95 sur l'eau

La loi d'eau prévoit des dispositions réglementaires spécifiques aux zones sensibles connues sous le nom de zones soumises aux contraintes environnementales (Loi 10-95, 1995) ce qui justifie la mise en œuvre d'une action spécifique, de nature réglementaire. Ils peuvent concerner des captages d'eau potable, des zones humides, des forêts... Ce dispositif a un caractère original : il peut être simplement contractuel, ou devenir obligatoire.

Dans toute étude visant la délimitation des périmètres de protection autour des zones de captage des eaux de surface (rivières et barrages), l'étude du bassin d'alimentation est déterminante à la procédure de délimitation instaurant les dimensions de ces périmètres. Ces derniers préservent le captage de pollutions directes, alors que l'étude de l'ensemble du bassin d'alimentation avec son programme d'actions, vise à résoudre les problèmes de pollutions diffuses, notamment agricoles. Cette étude peut amener à revoir la cohérence de la délimitation des périmètres de protection et proposer leur révision si cela s'avère nécessaire. Nous résumons dans le tableau ci-dessous l'essentiel des paramètres à considérer dans la délimitation des périmètres de protection.

Périmètre de protection immédiat, rapproché et éloigné		
Base juridique	Loi de l'environnement	loi de l'eau
Objectifs escomptés	<ul style="list-style-type: none"> - Préserver la qualité de l'eau contre les pollutions accidentelles et ponctuelles notamment - Maîtriser les risques de pollution de toute nature dans un périmètre donné autour du captage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconquête de la qualité de l'eau vis-à-vis des pollutions sur l'ensemble de la ressource et plus particulièrement sur les paramètres posant ou pouvant, à terme, poser des problèmes particuliers. - Réduire les teneurs des éléments polluants définis au préalable comme problématiques sur le captage.
Surfaces concernées	<p>trois périmètres de protection définis en fonction du risque, avec une réglementation différente sur les divers périmètres :</p> <ul style="list-style-type: none"> - immédiat : il appartient à la collectivité, - rapproché : des activités peuvent être interdites et/ou réglementées. Généralement quelques dizaines d'hectares pour les périmètres de protection rapprochés. - éloigné : des activités peuvent être réglementées 	<p>Zone alimentant le captage, à savoir l'ensemble du bassin versant avec territorialisation des actions proposées en fonction de la vulnérabilité au sein de ce bassin. Jusqu'à plusieurs milliers d'hectares</p>
Moyens utilisés	Réglementation des installations, dépôts, activités, occupation des sols, etc. pouvant présenter un risque fort de pollution.	Actions réglementaires sur les pratiques (notamment agricoles), implication des acteurs à l'origine de la présence des polluants et concertation.

Tableau1 : Paramètres considérés dans la délimitation des périmètres de protection.

2.3 Les étapes d'instructions pour l'établissement des périmètres de protection autour des zones de captage

La procédure de mise en place des périmètres de protection autour des zones de captage de l'eau potable est composée de deux grandes étapes : **l'instruction technique**, qui a pour objet de fournir à la collectivité tous les éléments techniques nécessaires pour qu'elle engage la mise à l'enquête publique du projet ; **l'instruction administrative**, qui correspond à l'enquête elle-même, lancée une fois que la collectivité a décidé de conserver le point d'eau.

Le bassin d'alimentation d'un captage peut être de grande taille. Il n'est homogène ni au regard des caractéristiques de ses sols et sous-sols, ni au regard de leur occupation ou des activités déployées sur le territoire. Certains sols et sous-sols contribuent en effet plus que d'autres à alimenter la ressource en eau. Ce sont les secteurs les plus vulnérables, où le risque de pollution diffuse dépend notamment du niveau de pollution générée par les activités du bassin. Il importe de les localiser par une étude hydrogéologique. Définir un programme d'actions consiste à proposer, pour ces secteurs où s'exercent des activités à risques, selon leur localisation, des actions qui limitent, voire suppriment, les pressions polluantes (H. Toussaint et A. Hébert, 2011).

2.3.1 Instruction technique

- Réalisation par un bureau d'études prestataire du dossier technique préparatoire à la consultation d'un hydrogéologue agréé (diagnostic de la ressource, de ses contraintes d'exploitation dans de bonnes conditions et des coûts des mesures de protection).
- Mise en place d'un comité de pilotage réunissant l'ensemble des acteurs impliqués.
- Dépôt du dossier de demande d'aide financière pour la mise en place des périmètres de protection de l'eau avant la notification du marché d'étude.
- Intervention d'un hydrogéologue agréé pour l'élaboration d'un rapport d'expertise dans lequel: les limites des périmètres de protection et les servitudes (obligations, interdictions, réglementation d'activités) sont proposées, un avis est donné quant à la poursuite de la procédure.
- Décision de la collectivité : conservation ou non du point d'eau.

2.3.2 Instruction administrative

- Montage du dossier d'enquête publique avec l'état parcellaire.
- Enquête parcellaire : recensement des parcelles et des propriétaires concernés par les périmètres.

- Ouverture de l'enquête publique par arrêté préfectoral : Désignation du commissaire enquêteur et notifications individuelles aux propriétaires concernés.
- Publication et annonces légales dans les journaux locaux.
- Avis des services compétents sur les mesures de protection proposées et sur le projet arrêté.
- Rédaction par le service compétent de la note (rapport) et décision sur les surfaces concernées par les périmètres de protection qui constitue le document officiel instituant la protection avec notification des contraintes et servitudes.

Nous résumons dans le tableau ci-dessous les étapes et études réalisées dans le cadre d'établissement des périmètres de protection des zones de captage d'eau potable

Phase	Connaissance à acquérir
Phase 1	<ul style="list-style-type: none"> - Délimitation du bassin versant du captage - Caractérisation du captage - Synthèse et acquisition des données (géologiques, hydrologiques topographiques, photographie, inventaires des sources de pollution, occupation du sol, résultats de traçages, ...)
Phase 2	<ul style="list-style-type: none"> - Identification dans le bassin versant des zones qui contribuent le plus à l'alimentation du captage indépendamment de l'occupation du sol - Caractérisation de la vulnérabilité du bassin d'alimentation - Caractérisation du risque avec recensement des zones agricoles et non agricoles - Recoupement avec la vulnérabilité intrinsèque du bassin pour cartographier les zones à risque évident
Phase 3	<ul style="list-style-type: none"> - Traitement des données - Production des documents de cartographie des paramètres - Délimitation des périmètres de protection
Phase 4	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboration d'un programme d'action à mettre en place sur les zones à risques pour recouvrer ou préserver la qualité de l'eau captée (mesures agro-environnementales, réalisation de clôture, mise en place de bandes enherbées, aménagements d'exutoires de drains agricoles, acquisition foncière, acquisition de matériel alternatif au désherbage chimique, réhabilitation ou mise en place d'assainissement collectif ou non collectif...).
Phase 5	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation du programme d'action : Évaluation des actions autour des indicateurs de résultat (concentration en nitrates dans les eaux du captage...), des indicateurs de pression (pourcentage de sols nus en hiver...) et des indicateurs de moyen (nombre de mesures agro-environnementales...).

Taleau2 : Etapes à réaliser dans le cadre d'établissement des périmètres de protection

3. Méthodologie de réalisation des périmètres de protection

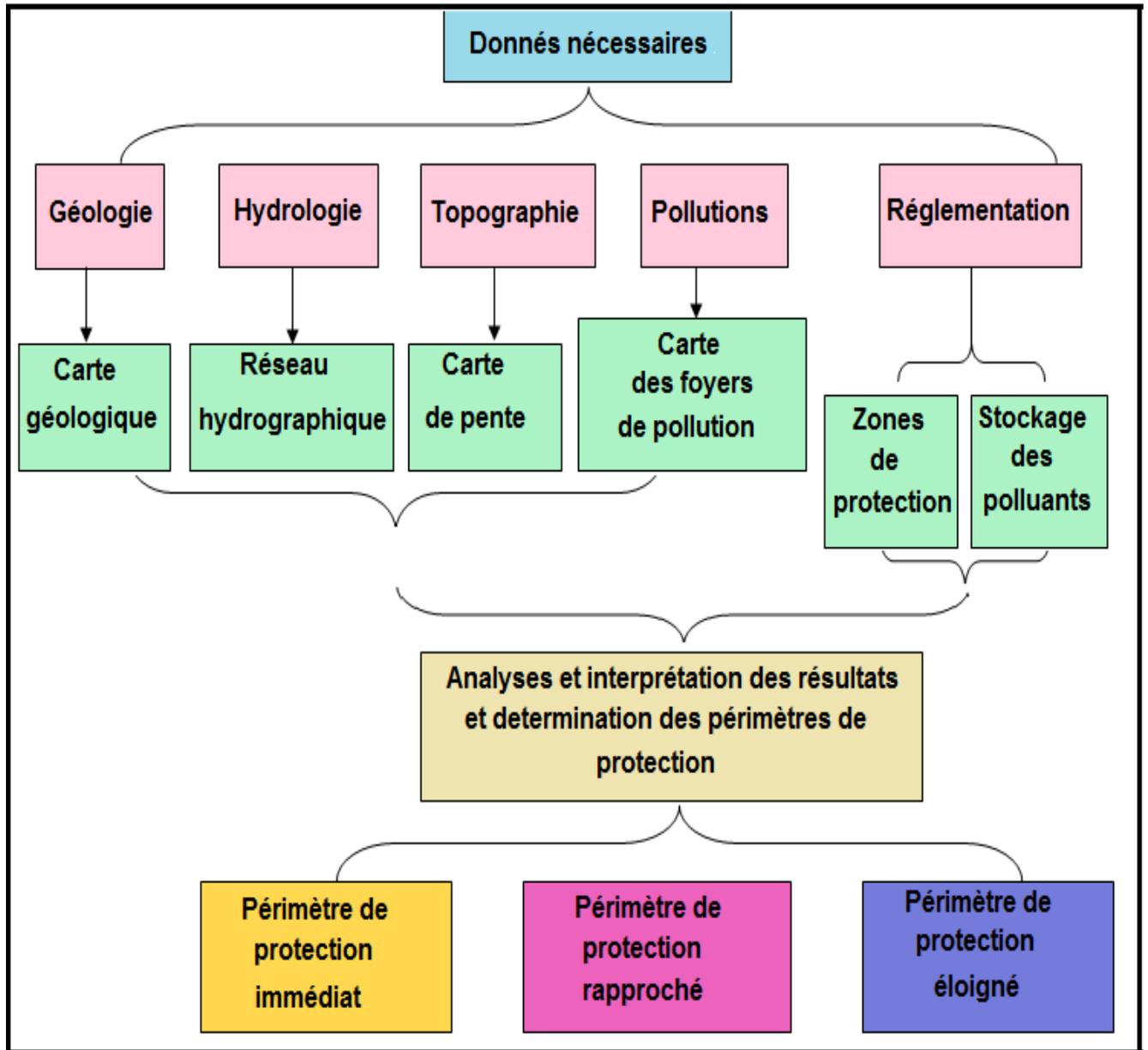


Figure2 : diagramme récapitulatif de la démarche et étapes à suivre pour la détermination des périmètres de protection

4. Les principales solutions techniques pour protéger un captage contre les pollutions

Pour les trois périmètres de protection ainsi définis, lutter contre les pollutions, c'est limiter les effets polluants des activités économiques et humaines :

- Dans le cas des pollutions diffuses (agricultures), cette lutte est complexe : il s'agit d'une part de réduire les pollutions « à la source », ce qui concerne un grand nombre d'activités et d'acteurs sur un même territoire, et d'autre part d'éviter le transfert des polluants vers les ressources en eau. L'utilisation des éléments du paysage (forêt, haie, prairie...), les bonnes pratiques environnementales et l'agriculture intégrée peuvent y contribuer. Le diagnostic réalisé dans le cadre de l'étude BAC permet de cibler les activités qui peuvent entraîner des pollutions afin d'y remédier techniquement : il peut notamment s'agir de mieux ajuster les doses d'engrais par le calcul de bilan azoté, d'allonger les rotations, c'est-à-dire d'alterner d'avantage de cultures différentes pour diminuer les pressions parasitaires et donc l'utilisation de pesticides. Avec l'élevage, des contaminations bactériologiques peuvent être constatées quand les captages sont mal protégés de la proximité des troupeaux.
- Les pollutions générées par les activités industrielles peuvent être variées selon les processus mis en œuvre et les composants utilisés (solvants chlorés, métaux lourds ou hydrocarbures). Les bonnes performances des ouvrages de traitement ou de prétraitement des industriels sont également primordiales avant tout rejet direct au milieu naturel ou sur le réseau d'une collectivité pour ne pas provoquer de pollution (Paradis et al, 2000). Il est possible de compléter les actions de réduction de pollution en limitant le transfert de polluants vers les ressources en eau. Les milieux naturels ont une fonction d'épuration naturelle qu'il est intéressant d'utiliser (cas des forêts, prairies). La forêt est un bon filtre naturel vis-à-vis des polluants : elle évite le ruissellement de l'eau en surface (éventuellement chargée de polluants) ; les racines profondes des arbres explorent un grand volume de sol et captent les micropolluants ; les micro-organismes des sols forestiers les décomposent, jouant ainsi un rôle épuratoire.

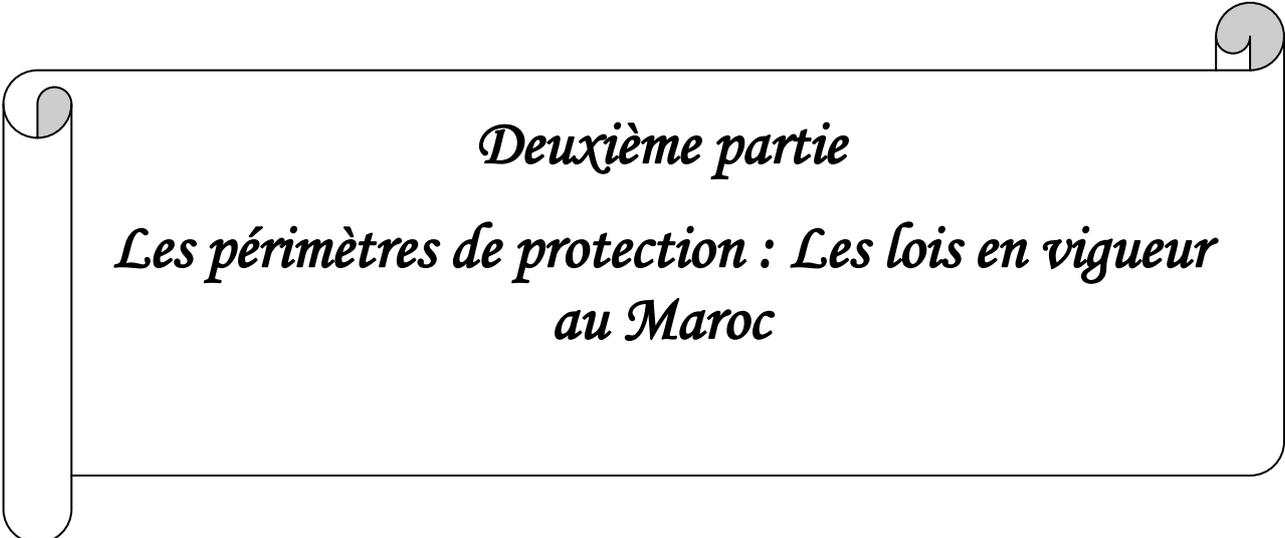
- Le milieu urbain et les collectivités participent aussi à la dégradation de la qualité des eaux : les eaux ruisselant sur les surfaces et se chargent en résidus d'hydrocarbures ou de pesticides et migrent vers les cours d'eau et nappes d'eau souterraine. Lorsque l'épuration des eaux usées domestiques n'est pas satisfaisante, elle peut provoquer une pollution bactériologique des eaux en aval du rejet.

5. Les clés de la réussite

La mise en place des périmètres de protection et des programmes d'actions préventives au sein du bassin versant du captage peut présenter des obstacles à surmonter : l'interdiction, la restriction ou la réglementation d'activités peuvent avoir des incidences économiques. La responsabilité dans les causes de pollutions est parfois ressentie comme une mise en accusation. Les solutions alternatives proposées ne sont pas toujours économiquement rentables immédiatement et doivent être accompagnées financièrement et techniquement. Maintenir le dialogue, développer la concertation avec les usagers et les propriétaires représentent, avec la volonté politique et l'accompagnement dans la durée, les piliers de la réussite.

Les délimitations des zones à protéger peuvent avoir des répercussions sur les activités ou l'usage et la valeur vénale des terres comprises dans ces périmètres. Pour leur laisser le temps de se préparer aux changements qui suivront, il est essentiel que la collectivité informe très tôt les propriétaires et les usagers concernés. Engager la concertation avec les différents acteurs, faire face aux réticences et aux habitudes, favoriser des initiatives et les pérenniser, engager des actions de sensibilisation et de communication, demandent de la volonté et de la persévérance de la part des élus. Quelques précautions sont à prendre :

- Il est préférable de communiquer sur la procédure à mettre en place avant même son démarrage : réunions publiques, communiqués dans la presse locale...
- Il est conseillé de ne pas oublier d'acteurs (agriculteurs, coopératives, services d'entretien de voiries, d'entretien d'espaces verts, jardiniers professionnels et amateurs...) : chacun doit se sentir et être impliqué.
- Il est important de prendre conscience que certains milieux peuvent être vulnérables et que certaines pratiques peuvent être préjudiciables. La communication doit permettre de clarifier les enjeux, d'expliquer les délimitations qui sont proposées.

A decorative graphic of a scroll with a grey shadow, containing the text. The scroll is oriented horizontally and has rounded corners.

Deuxième partie

*Les périmètres de protection : Les lois en vigueur
au Maroc*

La réalisation des périmètres de protections des zones de captage de l'eau destinées à l'alimentation humaine contre les pollutions s'avère de plus en plus indispensable. Au Maroc, l'installation de ses périmètres est prise en charge de manière exclusive ou conjointe, par la loi de l'eau ainsi que par la loi de protection de l'environnement.

1. Loi n°11-03, Relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement (Loi 11-03, 2003)

1.1 Principe

L'application des dispositions de la présente loi se base sur les principes généraux suivants :

*La protection, la mise en valeur et la bonne gestion de l'environnement font partie de la politique intégrée du développement économique, social et culturel ;

*La protection et la mise en valeur de l'environnement constituent une utilité publique et une responsabilité collective nécessitant la participation, l'information et la détermination des responsabilités ;

*L'instauration d'un équilibre nécessaire entre les exigences du développement national et celles de la protection de l'environnement lors de l'élaboration des plans sectoriels de développement et l'intégration du concept du développement durable lors de l'élaboration et de l'exécution de ces plans ;

*La prise en considération de la protection de l'environnement et de l'équilibre écologique lors de l'élaboration et de l'exécution des plans d'aménagement du territoire ;

*La mise en application effective des principes de " l'utilisateur payeur " et " du pollueur payeur " en ce qui concerne la réalisation et la gestion des projets économiques et sociaux et la prestation de services ;

*Le respect des pactes internationaux en matière d'environnement lors de l'élaboration aussi bien des plans et programmes de développement que de la législation environnementale.

1.2 Objectifs

La présente loi a pour objet d'édicter les règles de base et les principes généraux de la politique nationale dans le domaine de la protection et de la mise en valeur de l'environnement. Ces règles et principes visent à :

- protéger l'environnement contre toutes formes de pollution et de dégradation quelle qu'en soit l'origine ;
- améliorer le cadre et les conditions de vie de l'homme

- définir les orientations de base du cadre législatif, technique et financier concernant la protection et la gestion de l'environnement ;
- mettre en place un régime spécifique de responsabilité garantissant la réparation des dommages causés à l'environnement et l'indemnisation des victimes (Loi 11-03, 2003)

1.3 La protection de la nature et des ressources naturelles (Loi 11-03, 2003)

1.3.1 Les eaux continentales

- L'administration prend les mesures nécessaires afin d'assurer l'inventaire régulier et périodique et la gestion rationnelle des eaux continentales, ainsi que la prévention et la lutte contre toute forme de pollution conformément à la législation et à la réglementation en vigueur.

- Sous réserve des dispositions législatives et réglementaires en vigueur, l'administration prend les dispositions nécessaires pour soumettre toute exploitation des eaux continentales à une autorisation préalable. Des mesures plus contraignantes peuvent être prises en cas de pénurie d'eau ou de lutte contre les effets de la sécheresse.

- Sous réserve des dispositions législatives et réglementaires relatives à l'eau, est fixée par voie réglementaire une liste des substances dangereuses dont le rejet, le déversement, l'immersion ou l'introduction de manière directe ou indirecte dans les eaux continentales sont soit interdits soit soumis à autorisation préalable délivrée par l'administration. L'administration peut également créer des périmètres de protection à l'intérieur desquels sont interdites toutes les activités susceptibles d'altérer la qualité des eaux destinées à l'usage public.

1.3.2 Le sol et le sous-sol

- Le sol, le sous-sol et les richesses qu'ils contiennent en ressources limitées ou non renouvelables sont protégés contre toute forme de dégradation et doivent être exploités de manière rationnelle.

- Des mesures particulières de protection sont édictées afin de lutter contre la désertification, les inondations, la disparition des forêts, l'érosion, les pertes de terres arables et la pollution du sol et de ses ressources, dus notamment à l'utilisation des produits et pesticides chimiques. Lesdites mesures peuvent être déclarées d'utilité publique et s'imposer à tout exploitant ou bénéficiaire.

2. Loi 10-95 :

Les premières lois et textes régissant la gestion du domaine public hydraulique au Maroc remontent à 1914 et ont prévalu jusqu'aux années 90. Cette législation ne répond plus au développement socio-économique du pays, raison pour laquelle le Maroc s'est vu dans la nécessité d'élaborer de nouveaux textes s'adaptant au contexte actuel. Ceci a été concrétisé par la refonte des anciens textes et la promulgation de la loi 10-95 qui a été au parlement en 1995.

L'esprit général de la loi est basé sur un usage harmonieux des ressources en eau d'une manière concertée avec tous les usages de l'eau et ce dans un nouveau cadre institutionnel créé par la même loi à savoir l'agence du bassin hydraulique.

La loi 10-95 a mis également en place le conseil supérieur de l'eau qui est une institution nationale fixant les grandes orientations et priorités de la politique de l'eau au Maroc. Les « macro décision » sont ensuite déclinées à l'échelle des bassins des régions hydrauliques. (Gouzrou, 2012)

2.1 Principes

La loi de l'eau 10-95 repose sur un certain nombre de principes de base qui découlent des objectifs cités ci-dessous :

La domanialité publique des eaux : d'après ce principe, posé par les dahirs de 1914 et 1919, toutes les eaux font partie du domaine public à l'exception des droits acquis et reconnus. Cependant, la nécessité d'une valorisation maximale des ressources en eau imposée par leur rareté a fait que la loi a apporté une limite à ces droits de telle sorte que les propriétaires de droits sur les eaux seulement ou sur des eaux qu'ils n'utilisent qu'en partie seulement pour leurs fonds ne peuvent les céder qu'aux propriétaires de fonds agricoles,

La mise au point d'une planification de l'aménagement et de la répartition des ressources en eau basée sur une large concertation entre les usagers et les pouvoirs publics,

La protection de la santé de l'homme par la réglementation de l'exploitation, de la distribution et de la vente des eaux à usage alimentaire,

La réglementation des activités susceptibles de polluer les ressources en eau,

La répartition rationnelle des ressources en eau en période de sécheresse pour atténuer les effets de la pénurie,

Une plus grande revalorisation agricole grâce à l'amélioration des conditions d'aménagement et d'utilisation des eaux à usage agricole,

La prévision de sanctions et la création d'une police des eaux pour réprimer toute exploitation illicite de l'eau ou tout acte susceptible d'altérer sa qualité.

Les textes d'application de cette loi concernant les périmètres de protections sont (droit de l'eau)

- Article 2.c :

Les zones de protections sont constituées d'une zone immédiate, intégré au domaine public hydraulique et, éventuellement, d'une zone rapprochée et d'une zone éloignée qui ne sont soumises qu'à des servitudes.

- Article 63 :

Les zones de protections doivent être établies autour des captages d'alimentation publique tels que sources, puits, forages, impluviums.

2.2 La lutte contre la pollution des eaux (loi10-95, 1995)

Au sens de la présente loi, est considérée :

- comme usée, une eau qui a subi une modification de sa composition ou de son état du fait de son utilisation.

- comme polluée, une eau qui a subi, du fait de l'activité humaine, directement ou indirectement ou sous l'action d'un effet biologique ou géologique, une modification de sa composition ou de son état qui a pour conséquence de la rendre impropre à l'utilisation à laquelle elle est destinée.

L'administration fixe les normes de qualité auxquelles une eau doit satisfaire selon l'utilisation qui en sera faite.

- Aucun déversement, écoulement, rejet, dépôt direct ou indirect dans une eau superficielle ou une nappe souterraine susceptible d'en modifier les caractéristiques physiques, y compris thermiques et radioactives, chimiques, biologiques ou bactériologiques, ne peut être fait sans autorisation préalable accordée, après enquête, par l'agence de bassin

2.3 Normes des qualités de l'eau (loi10-95, 1995)

Les normes de qualité sont fixées par arrêtés conjoints des autorités gouvernementales chargées de l'Équipement et de l'Environnement après avis de l'autorité gouvernementale chargée de la Santé Publique et du Ministre dont relève le secteur concerné par lesdites normes. Elles font l'objet de révisions tous les dix (10) ans ou chaque fois que le besoin s'en fait sentir. Ces normes sont fixées par la loi dans la grille de qualité vu le décret n°2-97-787.

2.4 Dispositions relatives aux zones de protection (loi10-95, 1995)

*Les zones de protection immédiate visées à l'article 2, paragraphe c de la loi susvisée n° 10-95 sont délimitées conformément aux dispositions du décret relatif à la délimitation du domaine public hydraulique, à la correction des cours d'eau et à l'extraction des matériaux.

*L'établissement des zones rapprochées ou éloignées est fait sur le vu d'une étude qui doit comprendre : un rapport hydrologique, un rapport hydrogéologique, un rapport d'évaluation de l'état quantitatif et qualitatif de la ressource, de sa vulnérabilité vis à vis des dangers de pollution ou de dégradation et, éventuellement, des risques encourus par les ouvrages.

2.5 Périmètres de sauvegarde et périmètres d'interdiction (loi10-95, 1995)

Des périmètres dits de sauvegarde peuvent être délimités dans les zones où le degré d'exploitation des eaux souterraines risque de mettre en danger les ressources en eau existantes. En cas de nécessité, des périmètres d'interdiction peuvent être délimités, dans les zones où le niveau des nappes ou la qualité des eaux sont déclarés en danger de surexploitation ou de dégradation.

2.6 Activités interdites ou réglementées (loi10-95, 1995)

- Le décret n° 2-97-657 du 4 février 1998 peut interdire ou réglementer les activités suivantes en totalité ou en partie :
- l'installation des dépôts de déchets solides d'origine urbaine ou industrielle susceptibles de nuire à la bonne conservation des eaux ;
- l'installation des dépôts ou réservoirs de liquides chimiques, d'hydrocarbures ou d'eaux usées
- le transport de produits ou matières nuisibles pour l'eau ;
- l'épandage de fumier, engrais chimiques ainsi que le pacage des animaux ;
- la construction ou la réfection d'immeubles superficiels ou souterrains ;
- les activités sportives et nautiques, en particulier sur les eaux et les abords des lacs et retenues de barrages dont les eaux sont utilisées pour l'alimentation des populations ;
- l'établissement d'étables ;
- la création de cimetières ;
- l'utilisation des produits chimiques en agriculture ;
- la création de nouvelles voies de communication ou de nouvelles unités industrielles ;

- les activités forestières polluantes - l'utilisation ou le dépôt de produits radioactifs.

Troisième partie

*Application du concept de détermination des
périmètres de protection pour le cas du barrage
Lalla Takerkoust*

1. Introduction

Le présent travail porte sur l'élaboration d'une méthodologie basée sur tout ce qui précède pour la délimitation des périmètres de protection d'une ressource en eau de surface. Il s'agit de la retenue du barrage Lalla Takerkoust. On tentera de reprendre l'approche et les étapes présentées ci-dessus pour atteindre l'objectif visé. On mettra essentiellement l'accent sur l'importance des outils de la géomatique dans ce type d'étude.

La sauvegarde de la ressource en eau disponible dans ce barrage nous incite à délimiter les zones pourvoyeuses de pollution qui nécessitent une intervention immédiate. En effet, pour protéger les ressources en eau, un grand nombre d'informations géo-scientifiques multidisciplinaires, multi-sources et souvent multi-formats sont nécessaires. Ces informations doivent être structurées selon les thèmes suivants : la définition du contexte de la retenue, les caractérisations physiques du bassin versant et l'aire d'alimentation, l'occupation du sol, l'évaluation de la vulnérabilité à la contamination et finalement la détermination de périmètres de protection. Cela implique : la compilation de l'information existante, l'acquisition de nouvelles données, l'analyse et l'interprétation de ses données. Pour cela, des solutions techniques et des outils de traitement et de manipulation des données doivent être mis en place.

2. Cadre administrative et géographique

Le barrage concerné se situe dans la commune rurale de Lalla Takerkoust, à environ 35 km au SE de la ville de Marrakech. La majeure partie du territoire de la commune est située dans la zone de la moyenne montagne (Figure 3). Le barrage Lalla Takerkoust a été construit entre 1929 et 1935 pour l'irrigation et la production d'énergie électrique. Il est construit sur l'oued N'fis qui prend sa source dans la chaîne du haut Atlas et qui est un affluent de l'oued Tensift traversant d'Est en Ouest l'immense plaine alluviale du Haouz de Marrakech d'une superficie d'environ 6.000 Km². Il s'agit d'un barrage poids en béton (un barrage dont la propre masse suffit à résister à la pression exercée par l'eau). C'est un barrage relativement épais, dont la forme est simple comprenant 28 plots.

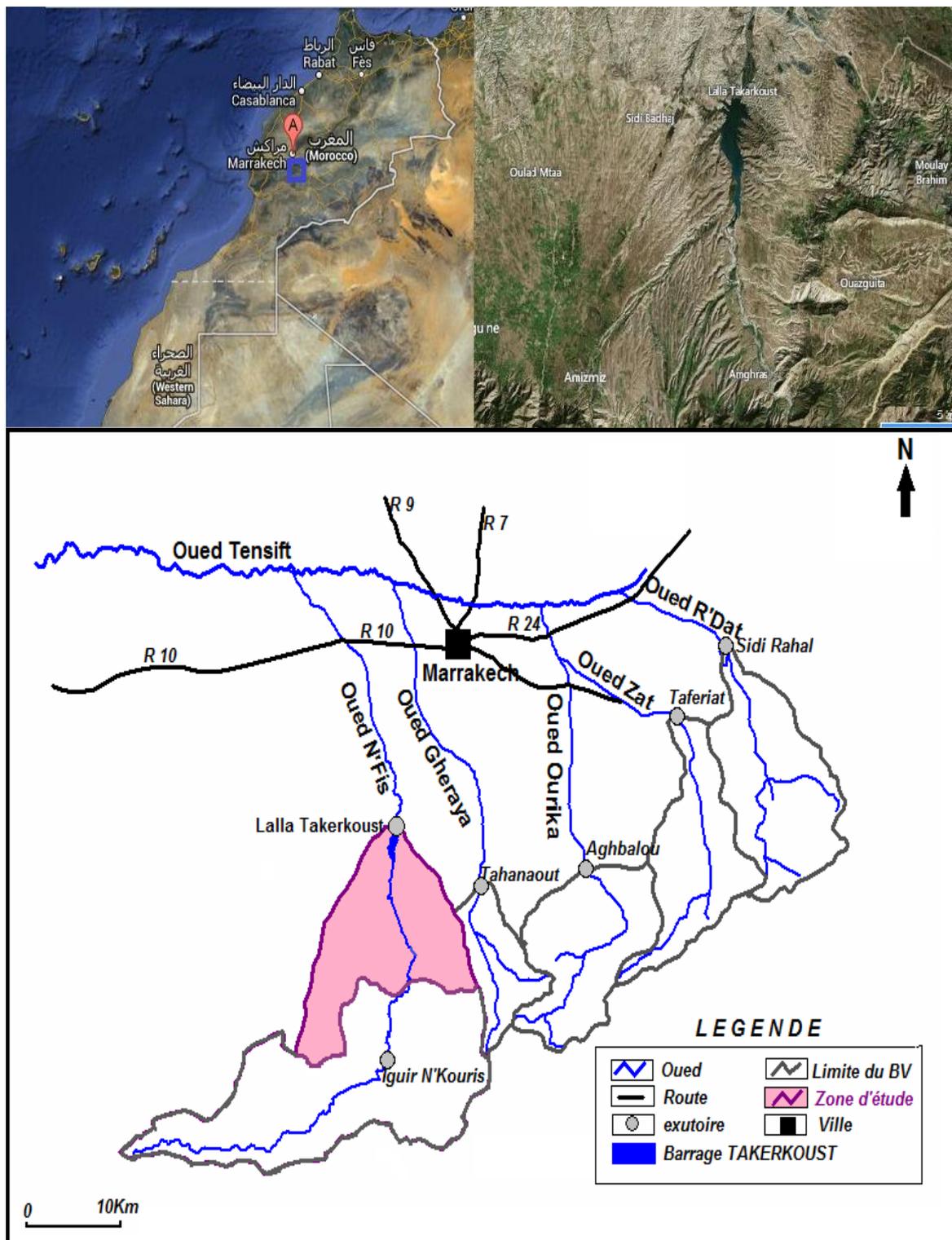


Figure 3 : Localisation géographique du barrage Lalla Takerkoust

Le volume de la retenue était de 72,5 Mm³ en 1981. Du fait de l'envasement important ce volume a connu une diminution et il a atteint 53Mm³ en 2005. Le barrage de Lalla Takerkoust a été surélevé entre 1978 et 1980 afin de porter la superficie irriguée à 9.800 ha et la production moyenne annuelle d'énergie électrique à 15 millions de KWh.



Figure 4 : photos du barrage Lalla Takerkoust

3. Ressources en eau

Les principaux affluents alimentant le barrage de Lalla Takerkoust sont Oued Amezmiz, et Oued N'fis (Figure 5). Ce dernier est le plus important cours d'eau drainant le sous bassin de Lalla Takerkoust dont les apports moyennes annuel est de 166.2Mm³ et les eaux de surface présente presque 84% de ces apports.

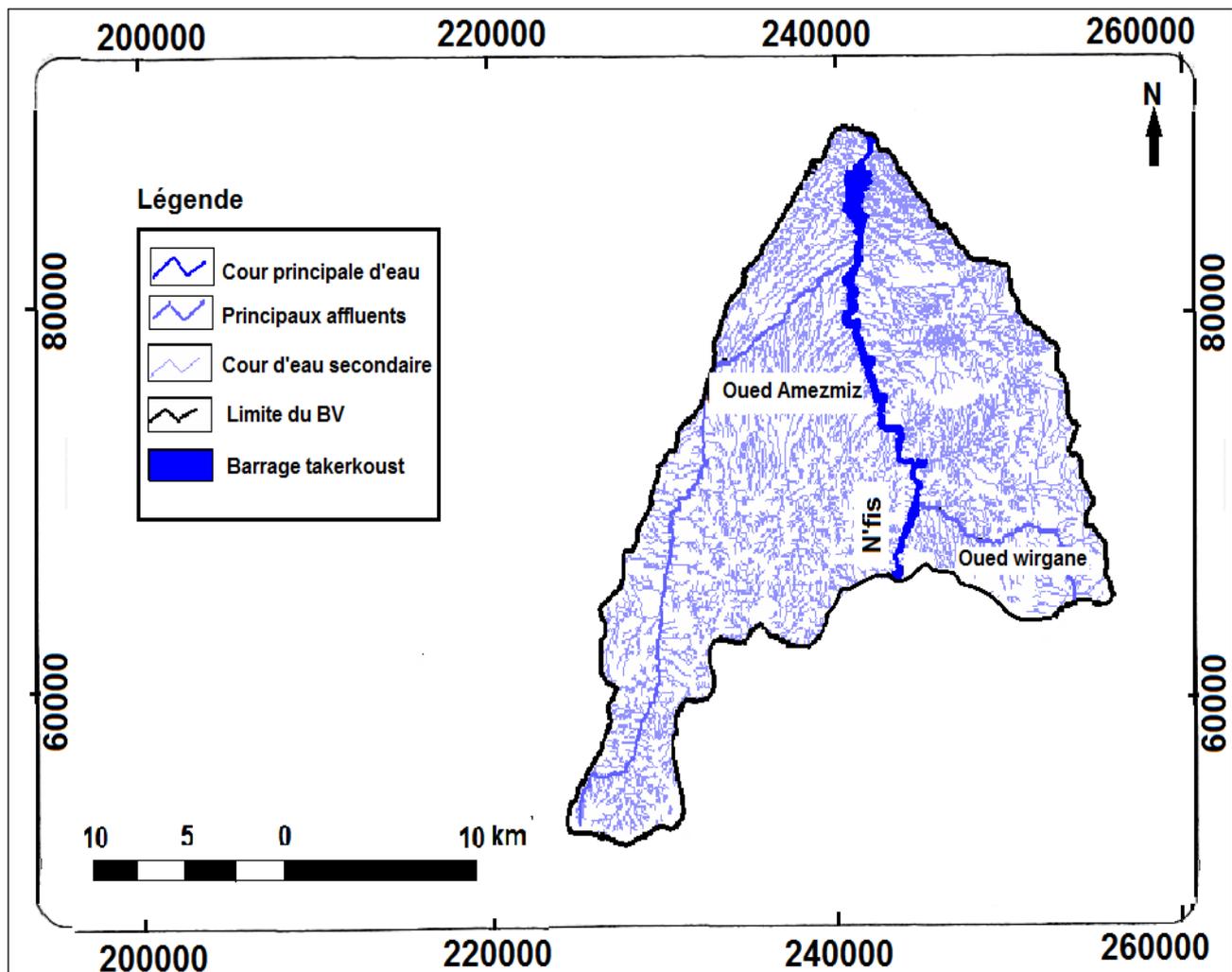


Figure 5 : Carte du réseau hydrographique du sous bassin de N'fis à Lalla Takerkoust (ABHT, 2012, modifiée)

4. Cadre géologique et géomorphologique

La commune rurale de Lalla Takerkoust s'étend sur une superficie de 74 km², ce qui représente près de 1.19 % de la superficie totale de la province d'Al Haouz. Les altitudes varient entre 600m et 800m. Cette région, appartenant à l'avant-pays Nord du Haut Atlas, constitué par la plaine du Haouz formant un bassin des dépôts quaternaires. Au nord affleurent les schistes du viséen formant le socle. C'est une zone semi-aride, le climat y est de type continental. La moyenne des précipitations varie entre 250 et 350 mm et la température moyenne est de 18,7°C.

Pour définir la nature du sol dans la zone étudiée, nous avons digitalisé la partie qui nous intéresse à partir de la carte géologique du bassin de N'fis. (Figure 6) :

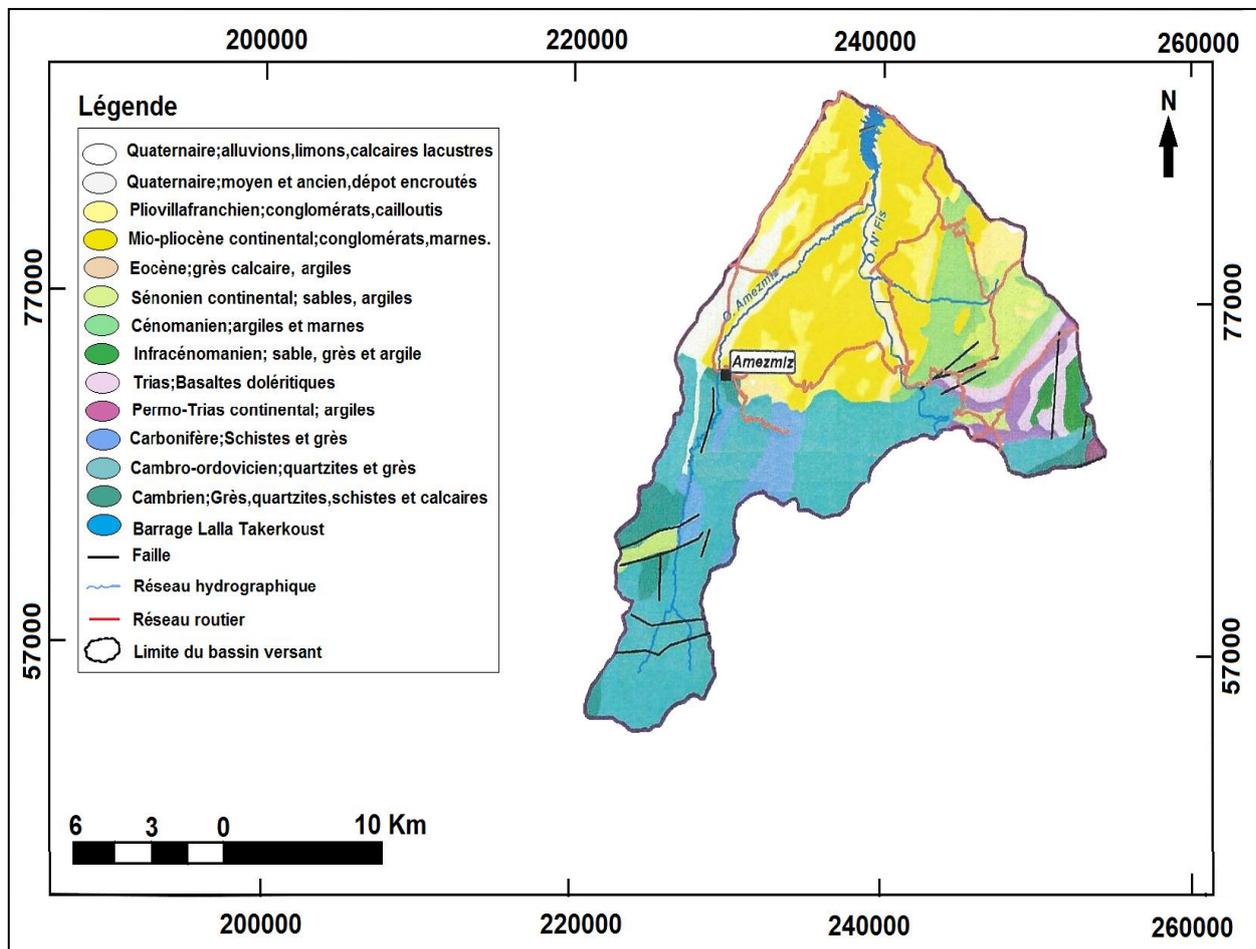


Figure 6 : carte géologique du bassin versant de Lalla Takerkoust (ABHT, 2012, modifiée)

La zone d'alimentation du barrage montre grossièrement 3 ensembles lithologiques :

- dans le voisinage immédiat du barrage, les affleurements sont dominés par les formations tertiaire (conglomérats, marnes, cailloutis), avec des dépôts quaternaires (alluvions, limons, calcaire...) localisés toute au long des oueds.

- la partie montagneuse du bassin est constituée essentiellement de schistes et de calcaires d'âge primaire. Cette partie est parsemée par des petites formations permo-triasique caractérisées par la dominance de grés et d'argiles.

- dans la partie SE du bassin on remarque l'abondance des formations secondaire (argile sable, marne).

5. Sources et types de pollution dans la région de Lalla Takerkoust

La pollution est la dégradation d'un milieu naturel par des substances extérieures, introduites de manière directe ou indirecte. C'est aussi la contamination de l'air, de l'eau ou du sol par des substances toxiques pour les êtres vivants ou destructrices pour les écosystèmes. Le recensement des différentes sources de menace, situées dans le bassin versant limitrophe du barrage, a permis de constater des foyers de pollution potentiels actuels qui peuvent s'accroître avec le temps Il s'agit notamment de (Figure 7 et tableau 3)

5.1 Pollution domestique :

La pollution domestique provient des eaux domestique (hygiène, toilettes, vaisselle...etc.) produit des eaux souillée en utilisant certains produits nocifs tels que les produits de nettoyage non écologiques, ces eaux ne sont pas toutes épurées et certaines d'entre elles se retrouvent telles quelles rejetées dans la nature, avec tous les polluants(ammoniaque, chlore, composés organiques volatils...) qu'elles contiennent(photo). Les déchets solides (décharge par exemple) présente aussi des sources de pollution domestique par dégagement des éléments toxiques.

5.2 Pollution agricole :

L'agriculture dans Lalla Takerkoust est considérée une activité majeur pour les habitants, puisque 21% de la surface totale est destiné a la surface agricole utile. L'intensification de l'agriculture (exploitation agricole et forestière, épandage des fertilisants, utilisation des engrais, abreuvoirs au bord de la retenue) entraine un apport en éléments chimiques vers la retenue du barrage par ruissellement et lessivage des sols. Cela engendre la contamination des eaux par des produits toxiques.

5.3 Pollution industrielle:

La pollution industrielle désigne la part de la pollution de l'environnement directement induite par l'industrie quand elle introduit des altéragènes biologiques, physiques, chimiques ou organiques, affectant de manière plus ou moins importante le fonctionnement de l'écosystème .

5.4 Autres sources de pollutions :

Dans la région de Lalla Takerkoust Il existe d'autres sources de pollution : camping touristique, souk, Abattoir, Centre de santé, mine, artisanat, routes. Ces pollutions peuvent contaminer les sols et par conséquence les eaux.(figure7)

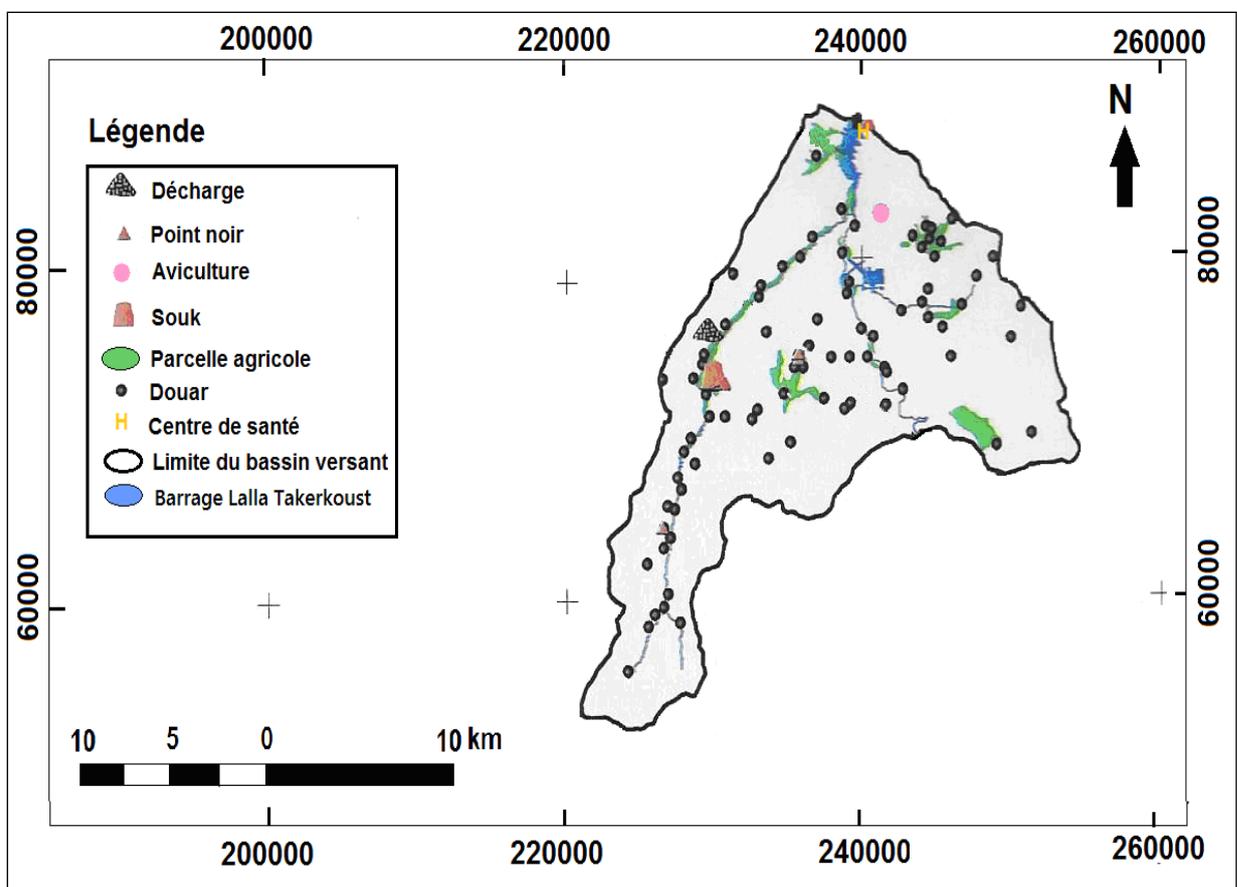


Figure 7 : Carte des foyers des pollutions autour du barrage Lalla Takerkoust
(ABHT, 2012, modifiée)

La carte ci dessus montre la situation des foyers de pollution identifiés dans les régions limitrophes du barrage de Lalla Takerkoust. On note que :

- Les douars sont distribués dans tout le bassin versant essentiellement sur les bords des oueds. Leurs rejets domestiques peuvent atteindre la retenue du barrage par les cours d'eau, cela va influencer sur la qualité de l'eau de la retenue.
- La décharge la plus importante sur tout le bassin versant est située au bord de l'oued Amezmiz où l'agglomération est élevée. Les rejets liquides de cette décharge vont être transportés par le réseau hydrique vers la retenue du barrage.
- Les niveaux de pollution sont élevés dans les parcelles agricoles, où une grande partie d'engrais et pesticides sont utilisées. Ce type de pollution peut affecter la qualité de l'ensemble de l'écosystème lié à la retenue.
- Les autres sources (souk, point noir, aviculture, centre de santé) présentent aussi des facteurs influençant sur la qualité des eaux de surface.

Le tableau suivant montre les différentes sources de pollution autour du barrage de Lalla Takerkoust et les types de pollution qu'elles engendrent :

Source de pollution	Rejet	Type de pollution	Régime
Décharge sauvage, douars	déchet liquide et solide domestique	chimique/organique	permanant
Abattoir	déchets assimilés	organique	permanant
Centre de santé	déchets hospitaliers	chimique/radioactive	permanant
irrigation	déchets agricoles (produits phytosanitaires, engrais et déjections animales)	chimique	saisonnier
huileries	déchets industriels (margines et grignons)	chimique	saisonnier
cimetière	Déchets biodégradables	organique	permanant
mine (guemassa)	déchet minier	chimique	permanant

Tableau3 : sources et types de pollutions autour du barrage de Lalla Takerkoust

6. Approche pour la délimitation des périmètres de protection pour le cas du barrage de Lalla Takerkoust

6.1 Les données à l'entrée et traitement

Les étapes proposées dans le cadre de délimitation des périmètres de protection pour le cas du barrage Lalla Takerkoust se résument ainsi :

Données d'entrés	Données de sorties	Données descriptives correspondantes
Géologie	Carte géologique	Nature et caractéristiques des roches
Hydrologie	Carte du réseau	Sens du ruissellement
Occupation du sol	Hydrographique	Disposition des différents couverts végétaux
Vulnérabilité	Carte de vulnérabilité	Comportement des eaux de surface vis-à-vis aux pollutions
Pente	Carte des pentes	Vitesse des ruissellements
Foyers des pollutions	Carte des pollutions	Description des foyers de pollution

Tableau4 : Couches d'information identifiées et utilisées pour la délimitation des périmètres de protection

6.2 Interprétation de chaque carte intégrée

6.2.1 Occupation du sol :

La carte d'occupation du sol (figure8) indique la présence de forêt dans la partie amont du bassin versant. Les parcelles agricoles sont situées essentiellement au niveau du réseau hydrographique. Les sites reboisés situés autour du barrage sont d'une part élaborés pour la fixation du sol et d'autre part pour des raisons touristiques. On note qu'une grande partie du bassin versant est constitués de terrains nus, ces derniers tendent à accélérer la vitesse de ruissellement, contrairement aux forêts et les parcelles agricoles qui ralentissent la vitesse et permettent la fixation des polluants.

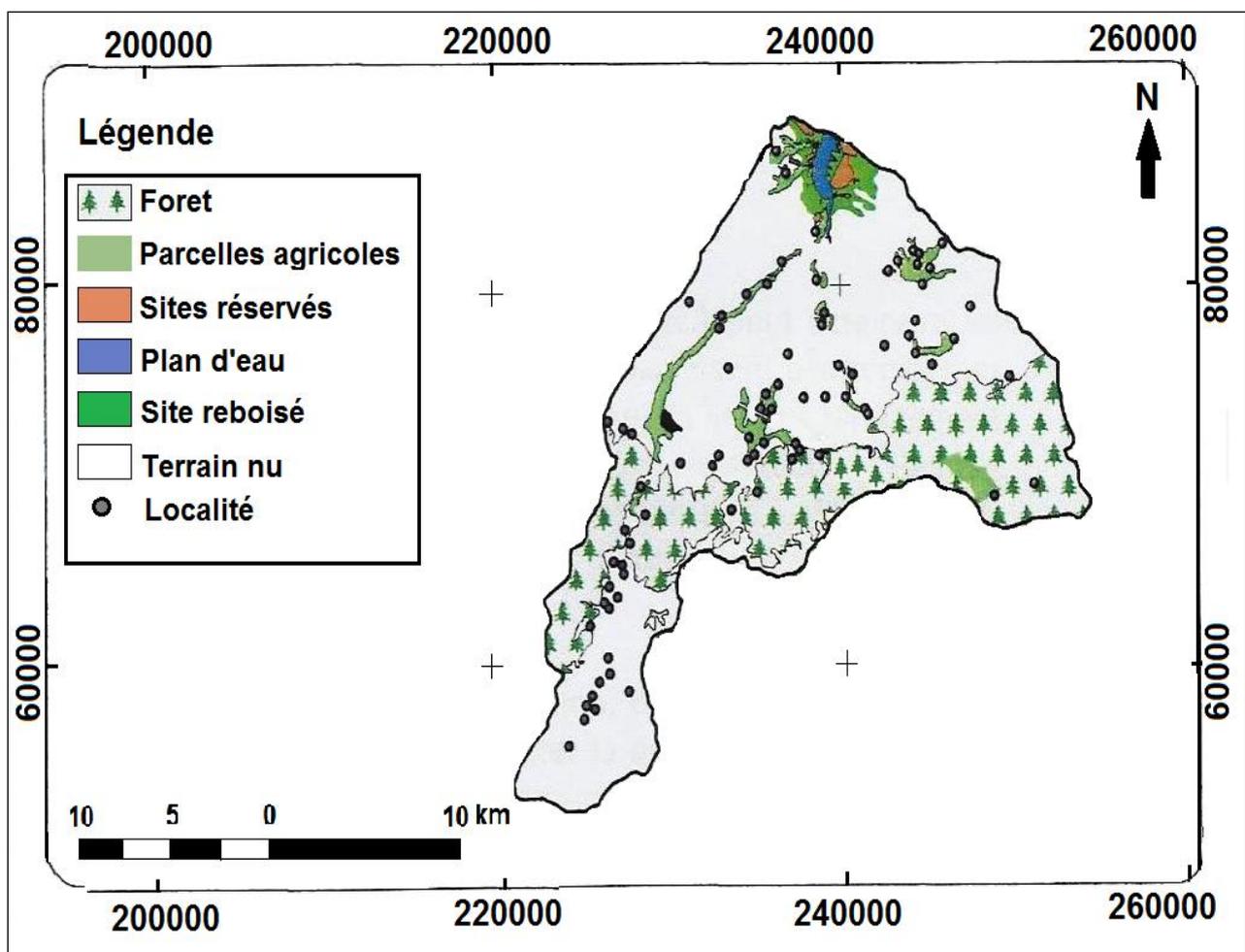


Figure 8 : Carte d'occupation du sol dans le sous bassin Lalla Takerkoust (ABHT, 2012, modifiée)

6.2.2Pente :

La pente des terrains naturels est considérée comme un facteur susceptible de retarder ou accentuer la migration des polluants. La partie amont du bassin versant présente une pente forte. Concernant le barrage de Lalla Takerkoust, la pente est généralement moyenne à faible, cela implique que la quantité d'eau disponible pour les ruissellements, ainsi que la vitesse d'écoulement sont faibles. Par conséquent la migration des polluants vers la retenue du barrage est retardée.

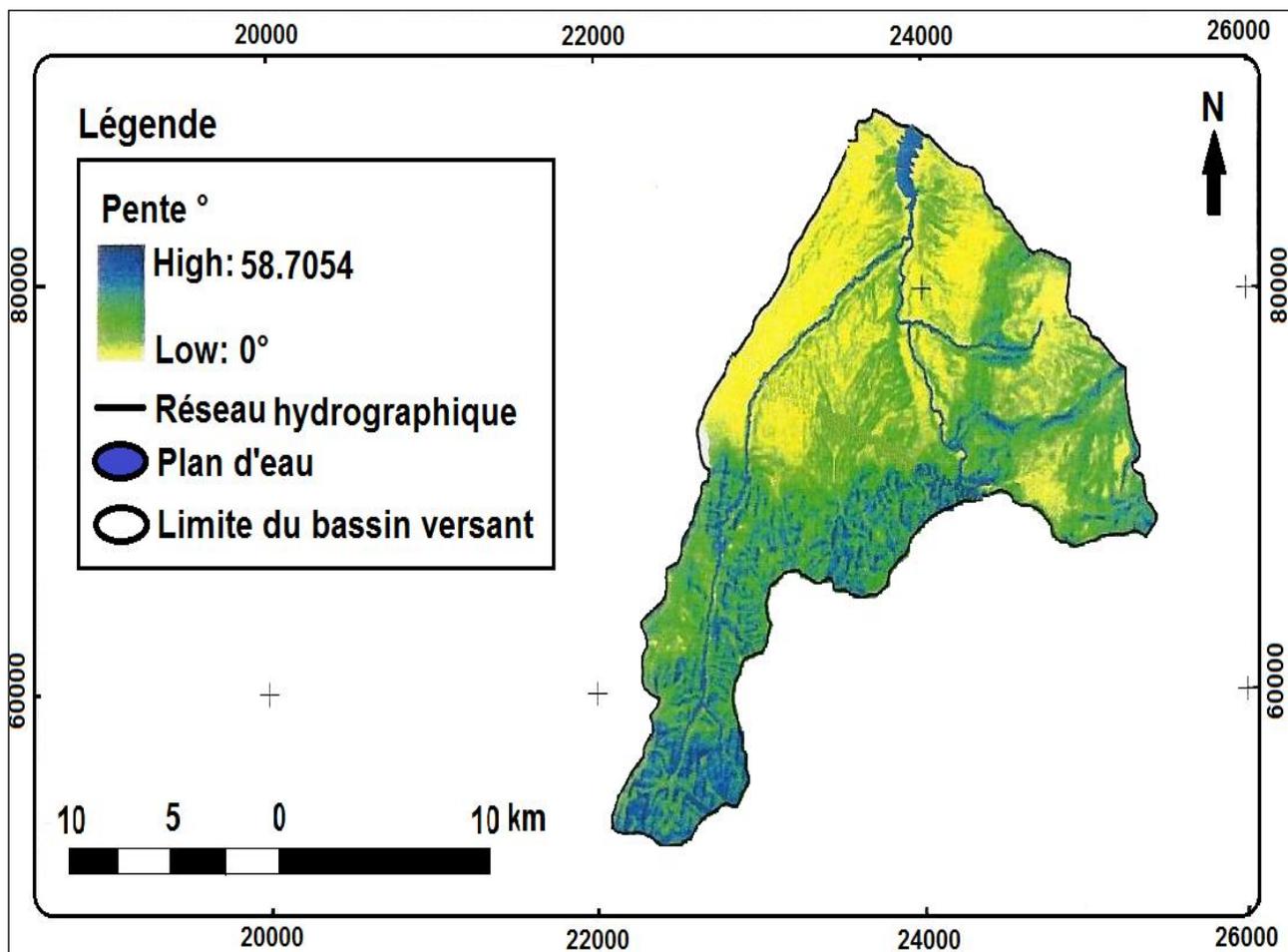


Figure9 : Carte des pentes du sous bassin de Lalla Takerkoust (ABHT, 2012, modifiée)

6.2.3 Vulnérabilité

On se basant sur la pente, le type de sol et la distribution des sources de pollution, la carte de la vulnérabilité des eaux de surface du bassin versant du barrage étudié a été établie. Cette dernière montre généralement une vulnérabilité moyenne. Les plus fortes valeurs de vulnérabilité se situent dans la partie SW et NE du bassin ainsi qu' autour du barrage de Lalla Takerkoust. Cette élévation est expliquée par les activités humaines et touristiques. Donc la possibilité pour une pollution d'atteindre la masse d'eau est importante et le temps de transfert du polluant depuis sa source jusqu'à la retenue est court

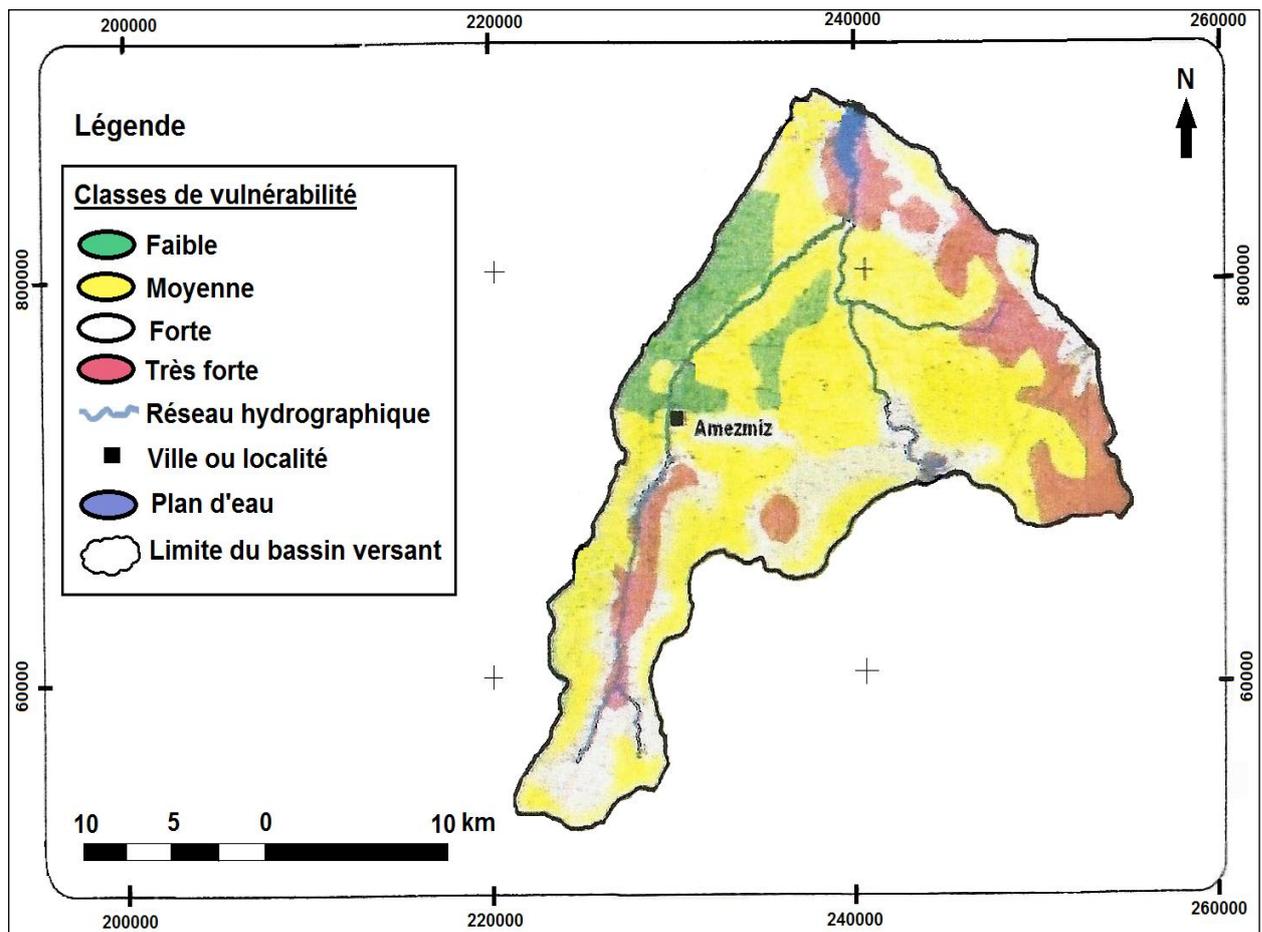


Figure.10 : Carte de vulnérabilité des eaux de surface à la pollution (ABHT, 2012, modifiée)

6.3 Proposition de délimitation des périmètres de protection autour d barrage de Lalla Takerkoust

Nous avons arbitrairement défini autour de la digue du barrage étudié un rayon d'action (R) de 50 m compte tenu de la vulnérabilité dans la partie avoisinante de la digue. On estime que ce rayon répond le mieux à la limite de la zone de protection immédiate. Le rayon attribué à la zone de protection rapprochée varie entre 2R et 5R en fonction du degré de vulnérabilité. Le reste du bassin d'alimentation sera intégré dans la zone de protection éloignée. Ainsi on prend :

Périmètre de protection immédiat : Ce périmètre a été déterminé en fonction des limites des sites réservés (activité touristique, hôtels, restaurations,...), situés à proximité du barrage de Lalla Takerkoust. Cette zone de protection varie entre 10 m à 100 m (moyenne de 55 m).

Périmètre de protection rapproché : la délimitation de ce périmètre se base sur différents paramètres (occupation du sol, pente, pollution, vulnérabilité)

Cela nous a permit d'estimer une valeur moyenne de l'ordre de 250m.

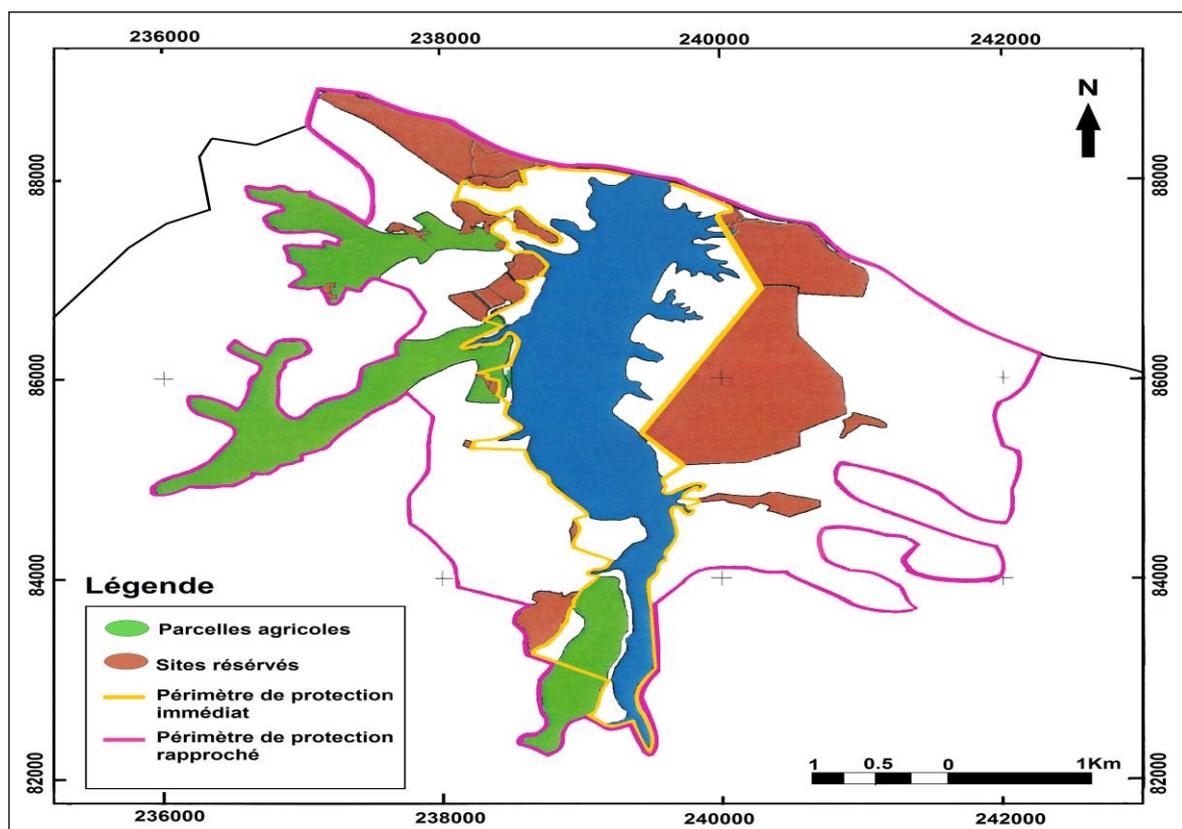


Figure 11 : Schéma représentatif des périmètres des protections immédiat et rapproché établis autour du barrage de Lalla Takerkoust

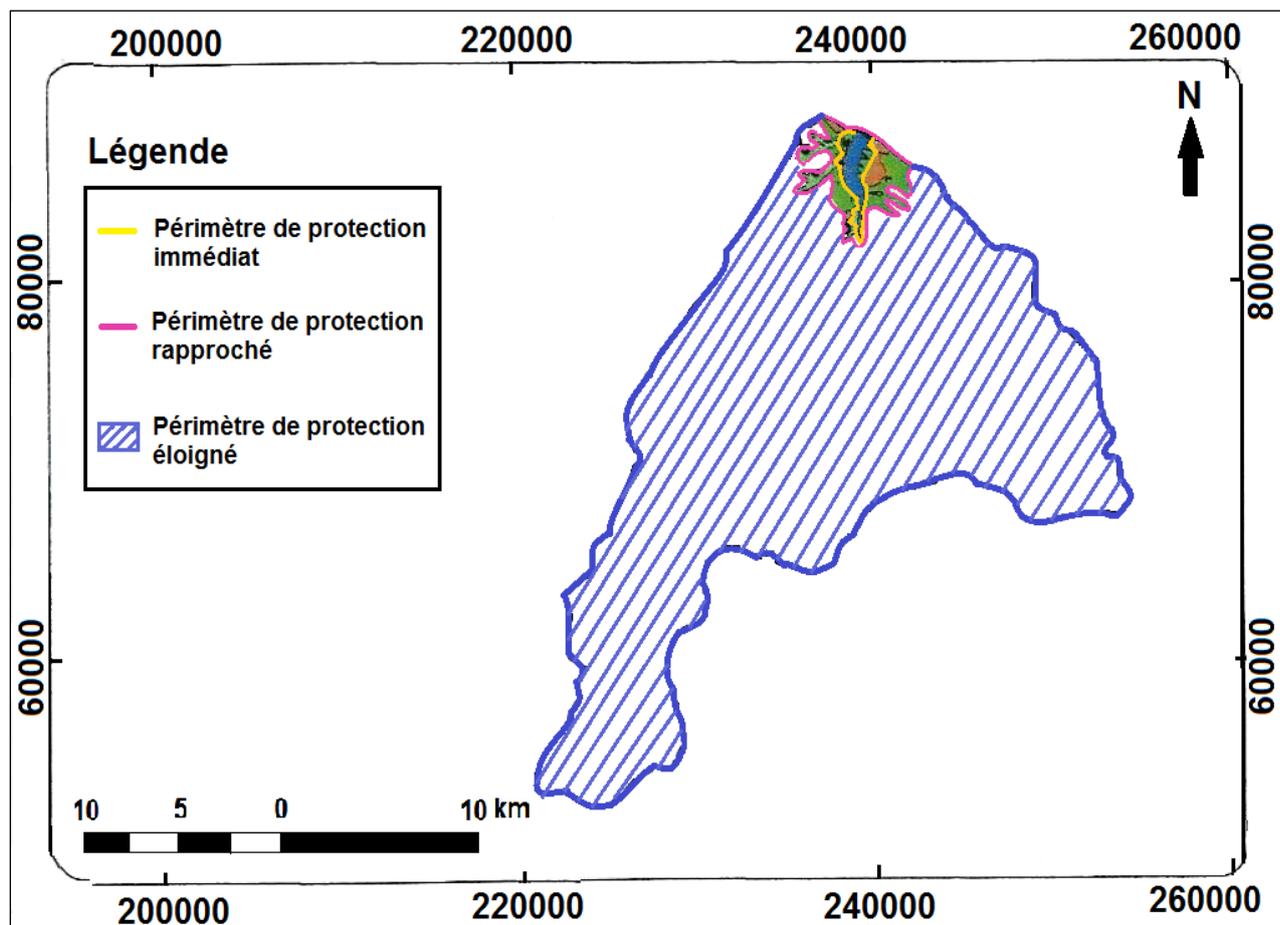


Figure 12 : Schéma représentatif du périmètre de protection éloigné établi autour du barrage Lalla Takerkoust

Conclusion

Les pollutions dans la région de Lalla Takerkoust présentent un risque majeur pour la qualité des eaux du barrage qui est généralement bonne. De ce fait, l'élaboration des périmètres de protections présente une tâche primordiale pour assurer la préservation de la qualité et des eaux destinées à l'alimentation potable.

La délimitation de ses périmètres est réalisée en 3 étapes : une étape réglementaire qui exige 3 zones, une Etape technique qui consiste à élaborer le dossier technique dont l'analyse permet de délimiter les périmètres de protection et finalement une étape administrative qui exige la consultation des administrations et des services concernés pour la mise en place des périmètres.

Ce stage nous a permis de mieux appréhender les réalités de terrain dans le cadre des études visant la préservation de la qualité des eaux destinés à l'alimentation potable. Il a été pour nous une occasion de confronter ce que nous avons appris dans notre cursus et le décliner dans la pratique en particulier dans thématique extrêmement intéressante. Malheureusement le temps alloué à ce sujet et pour une telle étude est très limité et a été le principale handicap pour nous pour réaliser la partie traitement informatique des données à l'entrée. Il faut normalement référencié tous les documents (carte géologique, carte topographique, photographie satellite et images spots, carte d'inventaire des sources de pollution, carte d'occupation du sol, etc.) pour constituer un SIG et faire le traitement et superposition nécessaire pour en ressortir les indicateurs approfondis permettant de mieux définir les rayons pour zone de protection. Ce travail s'est limité au niveau de la phase technique, cette dernière se traduit par la réalisation des cartes ainsi que leur interprétation. Par manque de donnés et d'outil d'interprétation, la délimitation des périmètres a été réalisé du point de vue qualitative.

Références bibliographiques

A.Gouzrou, 2012 : Les ABC de l'hydraulique par Abdeljalil Gouzrou)

ABHT, 2012. étude d'établissement des périmètres de protection du barrage Lalla Takerkoust et Yaakoub El Mansour, décembre 2012. Mission1- analyse de la situation actuelle-évaluation des risques de pollutions et identification des mesures de protection.

D. PARADIS, PARADIS D., MARTEL R., MICHAUD Y., LEFEBVRE R., 2000. Étude comparative des méthodes de détermination des périmètres de protection en milieu granulaire : exemple du piémont laurentien. 53ème Conférence Canadienne de Géotechnique, 15-18 Octobre 2000, Montréal, 403-410.

EHESP, 2008. Protection des captages d'eau, acteurs et stratégies. Guide l'Ecole des Hautes Etudes de Santé Publique, Paris, France, 82 p.

Hélène Toussaint et Arnaud Hébert, 2011. Protection des zones de captages d'eau, comment passer à l'action ?. Guide pratique de l'Agence de l'eau Seine-Normandie, janvier 2011, 16 p.

LOI N° 10-95 sur l'eau au Maroc, 1995. Bulletin officiel du Maroc, n° 4325, 20 septembre 1995. art.2c, 63. .Chapitre5-la lutte contre la pollution des eaux Art 51 et 52 ; 20p)

Décret n°2-97-657 du 4 février relatif aux normes de qualité des eaux et à l'inventaire du degré de pollution des eaux, chapitre1- article 2).

Décret n°2-97-657 relatif à la délimitation des zones de protection et des périmètres de sauvegarde et d'interdiction (chapitre1- dispositions relatives aux zones de protection, article1,2,11) ;(chapitre 2- dispositions relatives aux périmètres de sauvegarde et d'interdiction, section1,2)

LOI 11-03,2003.chapitre3- protection de la nature et des ressources naturelles ,section1 :sol et sous sol ,art :17,18 ;9p ; section3-les eaux continentales ,art :27,28,29 ;10,11p)

Liste des figures :

Figure. 1: schéma illustrant les périmètres de protection autour d'une zone de captage

Figure. 2 : diagramme récapitulatif de la démarche et étapes à suivre pour la détermination des périmètres de protection

Figure. 3 : Localisation géographique du barrage Lalla Takerkoust

Fig. 4 : photo du barrage Lalla Tkerkoust

Figure. 5 : Carte du réseau hydrographique du sous bassin de N'fis à Lalla Takerkoust

Figure. 6 : carte géologique du bassin versant de Lalla Takerkoust

Figure. 7 : Carte des foyers des pollutions autour du barrage Lalla Takerkoust

Figure. 8 : Carte d'occupation du sol dans le sous bassin de Lalla Takerkoust

Figure.9 : Carte des pentes du sous bassin de Lalla Takerkoust

Figure.10 : Carte de vulnérabilité des eaux de surface a la pollution

Figure. 11 : Schéma représentatif des périmètres des protections immédiat et rapproché autour du barrage de LallaTakerkoust

Figure. 12 : Schéma représentatif des périmètres de protection autour du barrage Lalla Takerkoust issue de l'étude réalisée

Liste des tableaux :

Tableau1 : Paramètres considérés dans la délimitation des périmètres de protection.

Taleau2 : Etapes à réaliser dans le cadre d'établissement des périmètres de protection

Tableau3 : sources et types de pollutions autour du barrage de Lalla Takerkoust

Tableau4 : Couches d'information identifiées et utilisées pour la délimitation des périmètres de protection