

ETUDE D'INVENTAIRE DES UTILISATEURS D'EAU DU DOMAINE PUBLIC HYDRAULIQUE DU BASSIN DU LAOU : APPORT DU SIG A LA GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU

[INVENTORY STUDY OF WATER USERS OF THE HYDRAULIC PUBLIC DOMAIN OF THE LAOU BASIN : GIS CONTRIBUTION TO INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT]

Wissal BAITE¹, Ahmed BOUKDIR¹, Abdelhamid ZITOUNI¹, and Salah Ddine DAHBI²

¹Département sciences de la terre, Université Sultan Moulay Slimane, Laboratoire de Génie Industriel, Béni Mellal, Maroc

²Agence du Bassin Hydraulique de Loukkos, Tétouan, Maroc

Copyright © 2019 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Inventories of water users are a vital step in the management of water resources. And new technologies such as GIS, remote sensing and DBMS help to facilitate the collection, management, and exploitation of data collected during inventories. This study is being carried out as part of a project launched by the Loukkos Watershed Agency which aims to carry out inventories of water users in its area of action. For effective management of water resources, it is necessary to identify all water withdrawals for irrigation, industrial or drinking water purposes. This study enabled, on the one hand, to update the inventory of the main water samplers of the Oued Laou Basin which is part of the Loukkos Basin Agency intervention zone, and on the other hand, the development of a database of sampling points and their characteristics and a Web mapping application to facilitate the consultation of these data by the ABHL. Information control is a major issue for any organization at the operational, decision-making and strategic levels. GIS has made a significant contribution to databases as it provides, through geographic information, a unifying framework for data and powerful tools for interpreting, analyzing and representing this data.

KEYWORDS: Web Inventory, water, GIS, DBMS, Web application.

RESUME: Les inventaires des utilisateurs de l'eau constituent une étape primordiale dans la gestion des ressources en eau. Et les nouvelles technologies telles que les SIG, la télédétection et les systèmes de gestion des bases de données aident à faciliter la collecte, la gestion, et l'exploitation des données collectées lors des inventaires. Cette étude est menée dans le cadre d'un projet lancé par l'agence du bassin hydraulique de Loukkos qui vise la réalisation des inventaires des utilisateurs des eaux dans sa zone d'action. Pour une gestion efficace des ressources en eau, il est nécessaire d'identifier tous les prélèvements d'eau effectués à des fins d'irrigation, industrielles ou d'approvisionnement en eau potable. Cette étude a permis, d'une part, de mettre à jour l'inventaire des principaux utilisateurs d'eau du bassin de l'Oued Laou qui fait partie de la zone d'intervention de l'Agence du bassin hydraulique du Loukkos, et d'autre part, de développer une base de données des points d'échantillonnage et de leurs caractéristiques, et une application Web pour faciliter la consultation de ces données par l'ABHL. Le contrôle de l'information est un enjeu majeur pour toute organisation au niveau opérationnel, décisionnel et stratégique. Le SIG a apporté une contribution considérable aux bases de données car il fournit, à travers l'information géographique, un cadre unifiant pour les données et des outils puissants pour interpréter, analyser et représenter ces données.

MOTS-CLEFS: Inventaire, eau, SIG, SGBD, application Web.

1 INTRODUCTION

Dans notre pays, à vocation agricole, la ressource en eaux constitue un facteur déterminant pour tout développement local ou régional. Cette ressource trouve son origine en surface et en profondeur, soit dans les eaux de surface soit dans les eaux souterraines. Contrairement aux ressources de surface, la ressource souterraine ne présente pas une proximité, mais plutôt, la sûreté vis-à-vis de la pollution, l'évaporation, etc. Ainsi, elle nécessite des études approfondies pour son dégagement, évaluation et gestion.

Nous présentons dans ce travail d'une part, une actualisation des points de prélèvements d'eau dans le bassin du Laou, et l'élaboration d'une base de données relationnelle et géographique de ces points, En utilisant les techniques des systèmes d'information géographique, et d'autre part, nous montrons l'apport de ces outils à la gestion intégrée des ressources en eau.

La présente étude a pour objectifs :

1. Etude d'actualisation de l'inventaire des utilisateurs du domaine public hydraulique dans le bassin du Laou ;
2. Elaboration d'une base de données alphanumérique et géographique de cet inventaire.

Elle a porté sur un certain nombre d'enquêtes de terrain qui ont consisté sur :

1. L'inventaire des prélèvements d'eau à partir d'oued Laou (eaux de surface) ;
2. L'inventaire des prélèvements d'eau à partir des puits et forages captant la nappe d'oued Laou ;
3. L'élaboration d'une base de données sous Microsoft Access ;
4. L'élaboration d'une base de données géographique de ces prélèvements qui regroupe le maximum de couches à savoir : la géologie, l'hydrologie, l'hydrogéologie, le découpage administratif, les points de prélèvement non autorisés, les points de prélèvement autorisés, les captages d'eau potable, les images satellitaires ; Etc.

Cette étude constituera sans aucun doute, un outil pour la gestion de ces prélèvements d'eau, et aidera aux futurs calculs des assiettes de redevances.

2 DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

2.1 CADRE GÉOGRAPHIQUE

Il s'agit d'un petit bassin dont la superficie n'excède pas 930 Km² (largeur maximale de 28Km, Est-Ouest, et 47 Km de longueur, Nord-Sud) et dont le cours d'eau principal Oued Laou a une longueur de 70 Km. A l'exception de la plaine côtière, il s'agit d'une zone à relief très accidenté avec de fortes pentes et des dénivellements importants [1] (Fig. 1).

Le bassin d'Oued Laou se trouve dans la région Nord-Ouest du Maroc. Il est situé dans la partie centrale de la chaîne rifaine appelée aussi le Haut Rif. Il est délimité par les sommets du JbelKelti (1928m) à l'ouest, Soukna (1800m) et Tissouka (2180m) au sud-est, Tazoute (1800m) au nord-est et la mer Méditerranée au nord (Fig. 1).

Cette zone est située entre la ville Oued Laou au Nord et la ville de Bab Taza au Sud. Ce bassin contient :

- La nappe d'Oued Laou ;
- Une partie de la Dorsal calcaire ;
- Un réseau hydrographique représenté principalement par Oued Laou ;
- Barrage de TALAMBOT

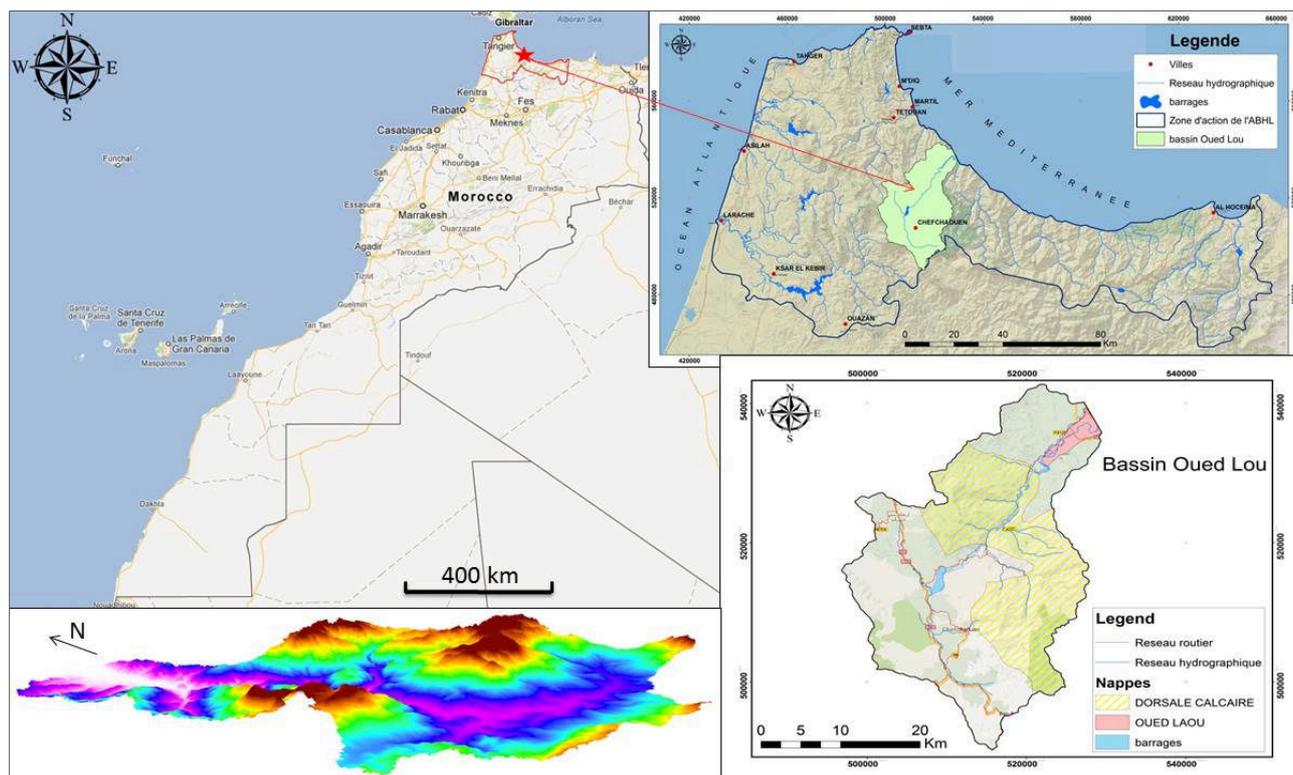


Fig. 1. Situation de la zone d'étude

2.2 CADRE GÉOLOGIQUE

Le Rif est géologiquement subdivisé de manière classique en trois domaines : interne, médian et externe (Fig. 2). Deux de ces domaines couvrent la zone étudiée: [1]

Le domaine interne s'étend le long de la Méditerranée de Sebta à Jebha. Les terrains y sont métamorphiques et constitués par des gneiss, schistes, calcaires et dolomites, d'âges primaires et permo-triassique: les sebtides et les ghomarides. Plus à l'extérieur, en s'éloignant de la méditerranée, la dorsale calcaire, épine dorsale à forte altitude, s'étend du détroit de Gibraltar jusqu'à l'accident de Jebha. Cette dorsale est caractérisée par un matériel où prédominent les faciès calcaires et dolomitiques (Trias, Lias). Plus à l'est, le domaine interne est représenté par le chaînon des Bokkoya. [1]

Le domaine médian est constitué par une série de nappes de flyschs qui reposent sur le domaine externe. La nappe des Béni Idder est formée de calcaires marneux argileux et de flyschs de marnes sableuses micacées (Crétacé et tertiaire). Elle s'étend du Détroit de Gibraltar à Chaouen. La nappe du JbelChouamat, au sud de Jebha, présente une nature schisteuse d'âge crétacé. La nappe du JbelTizirène, entre la dorsale calcaire et les Bokkoya, est constituée de complexes marno-calcaires et de flyschsschisto-gréseux. La nappe numidienne s'étend entre Tanger et Chaouen. Ce sont des flyschs gréseux qui sont à l'origine des crêtes gréseuses alignées donnant la forme arquée du Rif. [1]

Les cours, moyen et inférieur de l'Oued Laou occupent une vieille vallée intramontagneuse alors le cours supérieur draine le sillon de Chefchaouen, constituant une unité morphostructurale importante de la péninsule tingitane. (fig. 2) : [1]

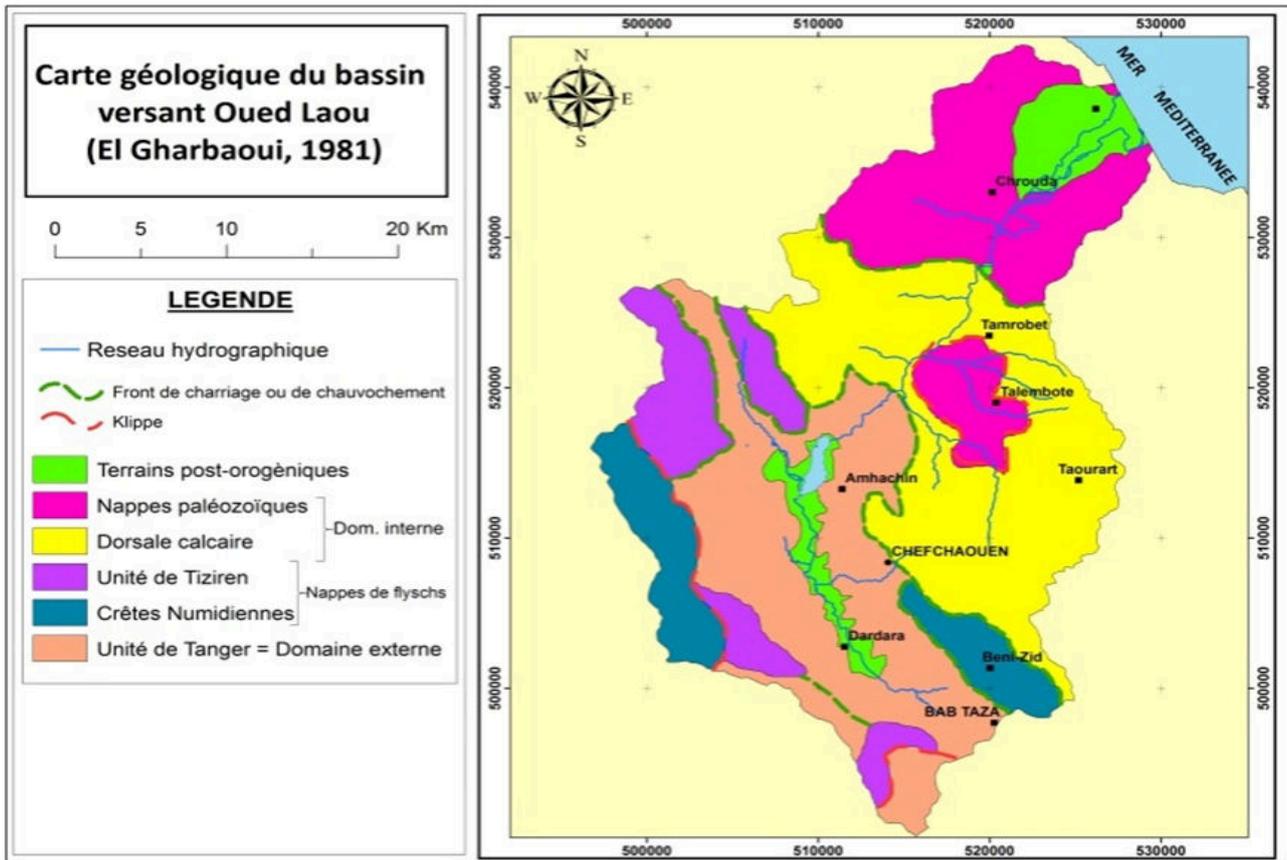


Fig. 2. Carte géologique du bassin versant Oued Laou (El Gharbaoui, 1981)

2.3 CONTEXTE CLIMATIQUE

Le climat est typiquement méditerranéen, mais ses éléments peuvent montrer des nuances, parfois sensibles d'un secteur à l'autre et sont influencés par la position par rapport à la mer, ou la continentalité, ainsi que par les altitudes et la configuration du relief. [2]

En dépit de son extension relativement faible, la zone d'étude possède deux types de climats bien différents (fig. 3) :

- les reliefs ont un climat de montagne méditerranéen avec des précipitations hivernales élevées, souvent sous forme de neige et un été sec et assez chaud. [1]
- la frange côtière a une humidité relative assez forte mais des précipitations moins élevées que sur les reliefs, avec des températures chaudes. [1]

Les précipitations les plus abondantes sont localisées sur les reliefs. Les moyennes oscillent entre 800 et 1400 mm aux stations connues (Bab Taza, P = 1361 mm) et atteignent probablement 2000 mm sur les plus hauts sommets. [3]

La frange côtière se caractérise plutôt par une sécheresse prépondérante. La majorité des stations n'atteignent pas 500 mm (Oued Laou, P = 473 mm). [1]

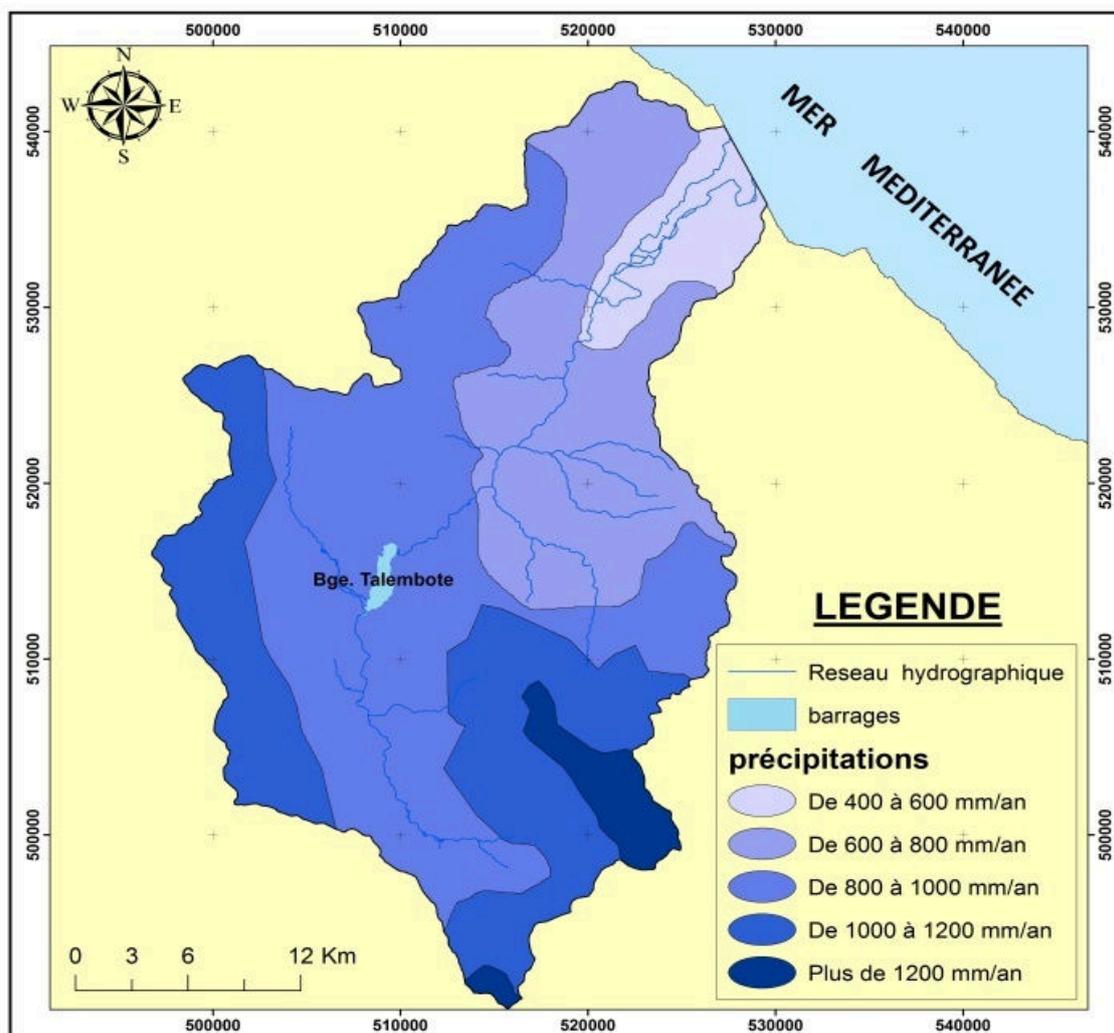


Fig. 3. Carte des précipitations au niveau du bassin oued Laou

2.4 CONTEXTE HYDROLOGIQUE

Le bassin versant du Laou est drainé par la rivière Laou (fig. 4). Les principaux affluents pérennes (Farda, Talembot, Tassikest, ...) sont alimentés par des sources liées aux formations carbonatées telles que celles de Majjou, dont le débit moyen annuel est supérieur à 400 l/s. L'oued Laou a fait l'objet d'aménagements hydroélectriques et, dans une part moindre hydro-agricole. A l'amont, le barrage d'Ali Thelat assure une retenue de 30 millions de m³ et alimente un canal destiné à une usine électrique installée à la confluence des oueds Laou et Talembote. A l'amont de ce dernier, on trouve le barrage d'Akchour qui permet l'alimentation d'une seconde usine côtière. Les apports de la rivière Laou sont contrôlés à l'amont de la plaine alluviale, au niveau de la station Koudiet Kouriren. Les apports moyens annuels au niveau de cette station, pour une période de 22 ans (1970/71-1991/92), varient d'une manière directe avec le régime des précipitations; la moyenne annuelle sur la même période est de l'ordre de 12 m³/s. [4]

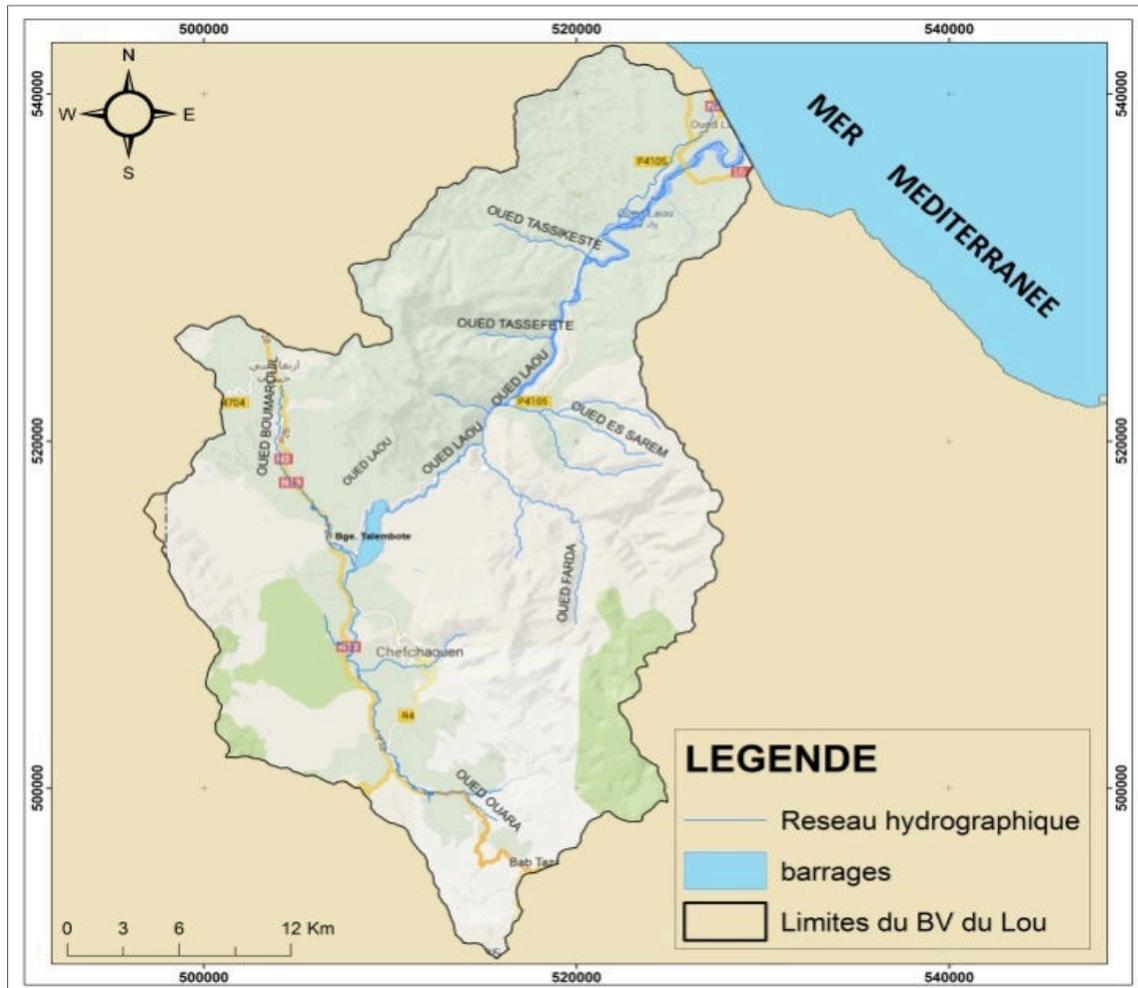


Fig. 4. Carte des ressources en eau superficiels dans le bassin du Laou

2.5 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Les formations géologiques de la zone d'étude sont essentiellement constituées par des faciès imperméables ou peu perméables. Seule la chaîne calcaire, les plaines, les vallées alluviales et quelques petits bassins isolés, bénéficient de l'infiltration des eaux de pluie. Ces éléments font que les réservoirs d'eau souterraine de la zone sont limités, à l'exception des unités hydrogéologiques suivantes : la chaîne calcaire, Rhiss- Neckor, Martil-Allila et Oued Laou. [5]

2.5.1 NAPPE D'OUED LAOU

La nappe alluviale de l'Oued Laou s'étend sur une surface d'environ 18 km², reçoit en moyenne une recharge de 17.1 hm³/an; son épaisseur saturée varie entre 40 et 60 m et les valeurs de la transmissivité vont de 500 à 4000 m²/jour. Les eaux présentent un faciès bicarbonaté calcique à magnésien, avec des teneurs en sels allant de 200 à 600 mg/l. La construction d'un nouveau barrage sur l'oued et la surélévation de celui qui existe déjà un risque de modifier le fonctionnement hydrogéologique du système oued-nappe (fig. 5). [4]

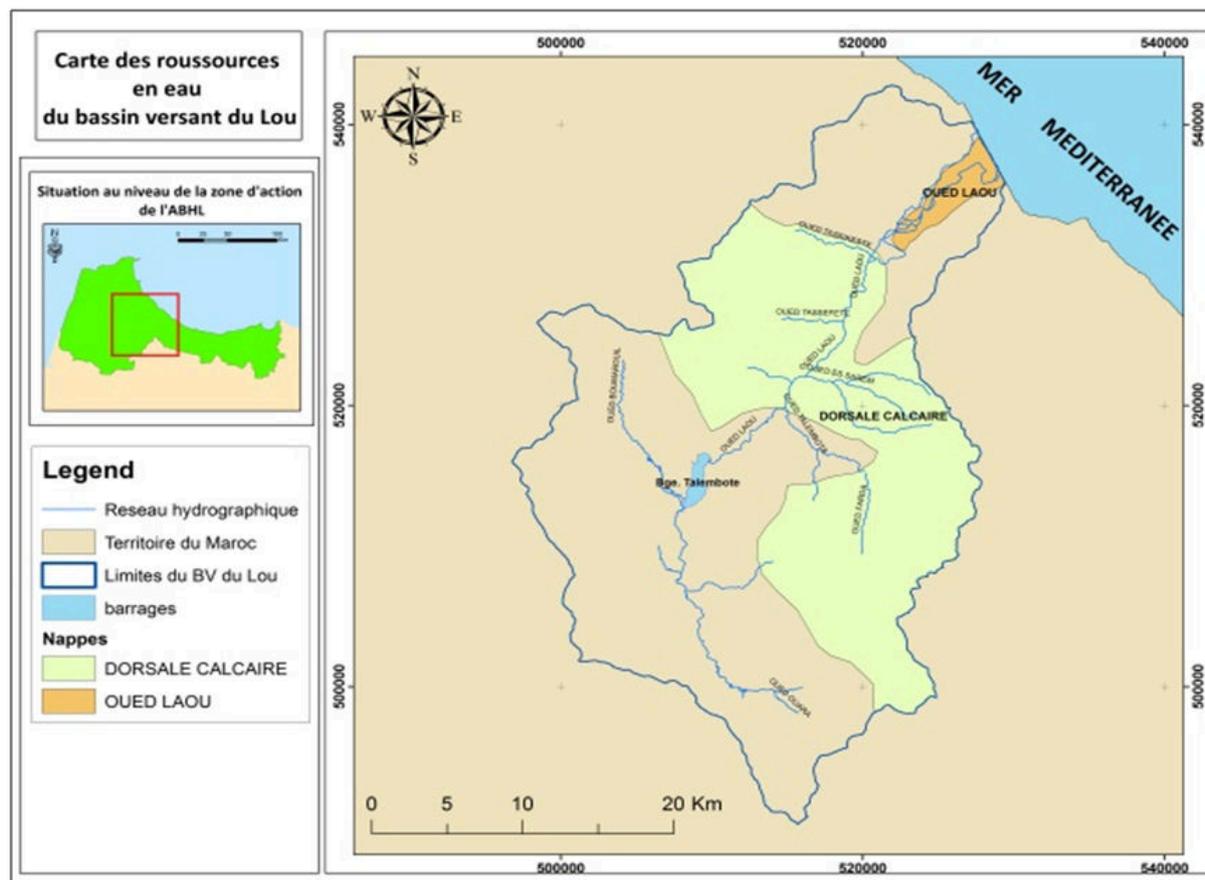


Fig. 5. Carte des ressources en eau souterraines du bassin oued laou

2.5.2 NAPPE DE LA DORSALE CALCAIRE

La chaîne calcaire du Rif constitue une des principales chaînes calcaires du Maroc, caractérisée par une porosité de fissures et par une karstification développée. Elle s'étend sur une superficie d'environ 1100 km², depuis la région de Sebta au Nord jusqu'à celle d'Al Hoceima à l'Est. Elle est subdivisée en trois unités principales: le Haouz de Tétouan, la Dorsale calcaire et la chaîne des Bokoya (fig. 6). [5]

La chaîne reçoit une pluviométrie moyenne variant entre 300 mm/an (massif des Bokoya à l'Est) et 1100 mm/an (dorsale calcaire au centre). Les connaissances très limitées de la géométrie des unités constituant cette chaîne, font qu'une évaluation précise des réserves en eau qu'elles renferment n'est pas possible à l'état actuel. [5]

La recharge de la chaîne par l'infiltration des eaux de pluie est évaluée à environ 270 Mm³/an, dont 53 Mm³ sur le Haouz de Tétouan, 200 Mm³ sur la dorsale calcaire et 15 Mm³ sur la chaîne de Bokoya. [5]

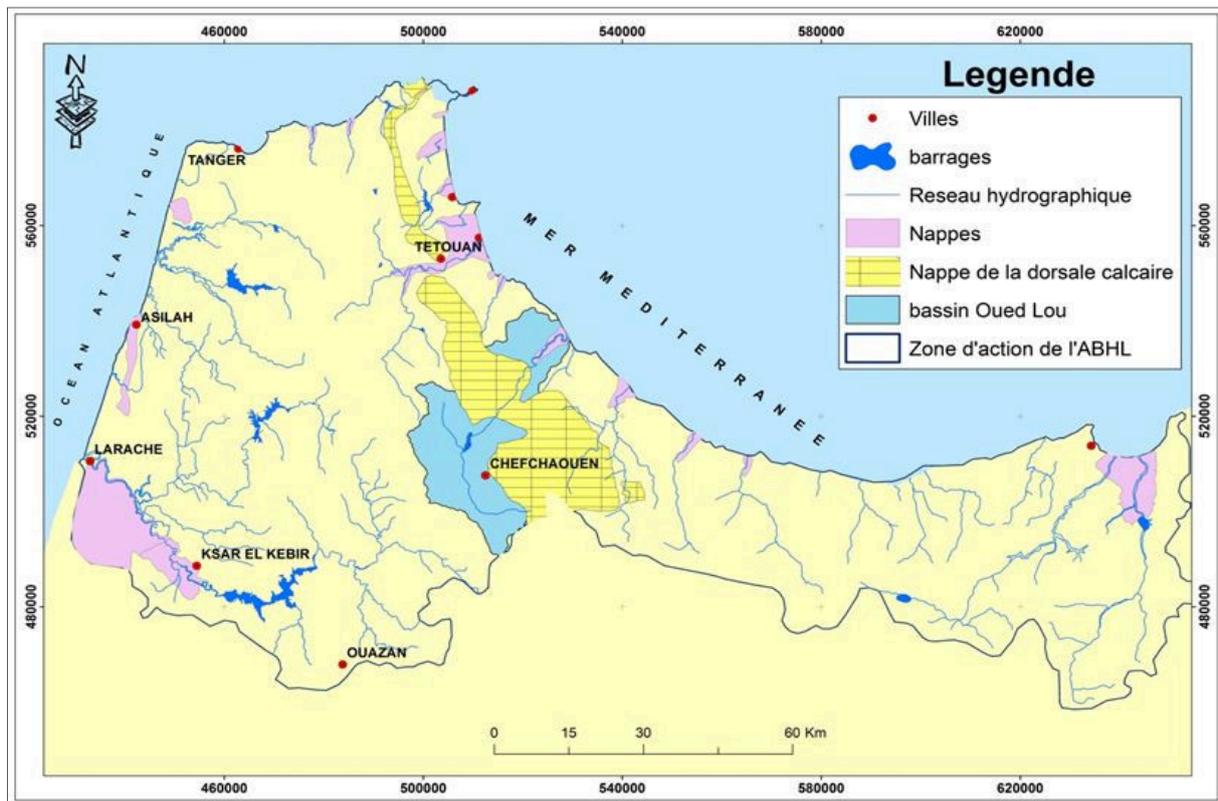


Fig. 6. La carte de situation de la nappe dorsale calcaire au niveau de la zone d'action de l'ABHL

3 MATERIELS ET METHODES

3.1 APPROCHE ADOPTÉE

L'objet de cette étude est de faire l'inventaire des utilisateurs des eaux du domaine public hydraulique pour des fins d'irrigation et d'alimentation en eau potable et industrielle au niveau du bassin du Laou qui relevant de la zone d'action de l'Agence de Bassin Hydraulique du Loukkos (ABHL), et la saisie des données dans une base de données correspondante et leur exploitation. Cet inventaire a été réalisé par l'intermédiaire de deux enquêtes :

- Phase I : Enquêtes auprès des administrations ayant une relation avec l'objet de l'étude, et plus particulièrement l'ABHL, l'ONEP, les DPA et les Autorités Locales (Pacha et caïds) ;
- Phase II : Programmation des enquêtes de terrain ;
- Phase III : Enquêtes exhaustives de terrain.

A l'issue de la phase I, un programme initial des enquêtes a été établi et des contacts ont été pris avec les autorités locales à l'échelle des caïdats concernés, pour le valider. Ce travail a permis d'affiner le constat, d'identifier la quasi-totalité des points d'eau à enquêter et de préparer un programme définitif d'enquêtes de terrain qui ont été réalisées au niveau de tous les points de prélèvement d'eaux à partir des oueds et les nappes du bassin, utilisées à des fins d'irrigation et d'alimentation en eau potable et industrielle.

En parallèle à ce travail, on a élaboré des fiches d'enquêtes, qui ont été transmises à l'ABHL pour validation.

Une fois les fiches d'enquêtes, la méthodologie d'enquêtes, le programme des visites et la liste des équipes de terrain validés par l'ABHL, on a entamé les enquêtes de terrains.

L'organigramme ci-après résume la méthodologie suivie pour la réalisation de cette étude.

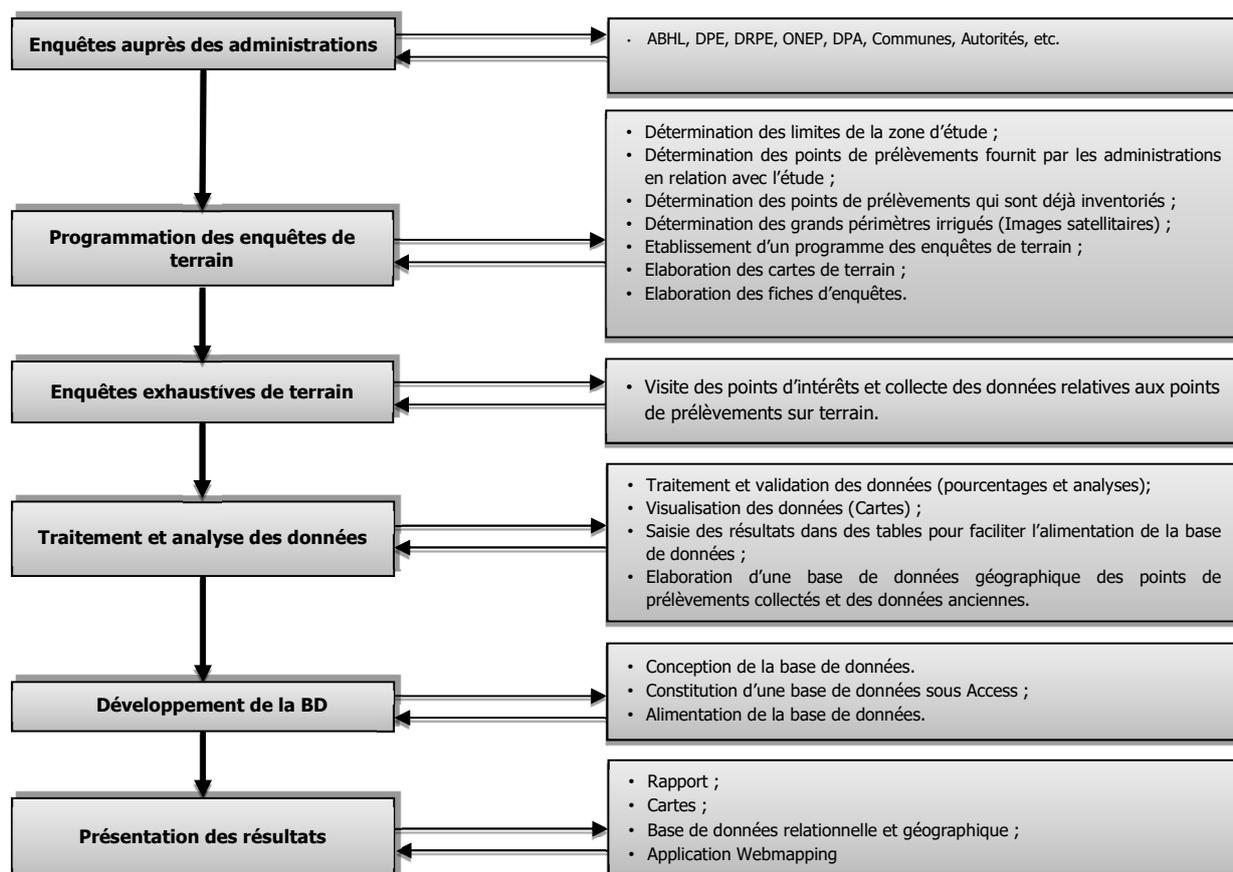


Fig. 7. Organigramme de la méthodologie de déroulement de l'étude

3.2 ENQUÊTES AUPRÈS DES ADMINISTRATIONS

Cette phase consiste à faire un ensemble d'investigations préliminaires permettant d'une part de faire une reconnaissance générale de l'aire de l'étude (situation géographique et administrative moyens d'accès, etc.), et d'autre part d'exploiter les documents et fichiers existants au niveau des organismes concernés (ABHL, DPE, DRPE, ONEP, DPA, Communes, Autorités, etc.).

3.3 PROGRAMMATION DES ENQUÊTES DE TERRAIN

3.3.1 LES DONNÉES DISPONIBLES SONT

- Les anciens points de prélèvement déjà inventoriés au niveau de la nappe d'oued Laou ;
- Les sources de plus de 0.4 l/s de débit déjà inventoriés au niveau de la nappe dorsale calcaire ;
- Les prélèvements autorisés.

3.3.2 LES OUTILS UTILISÉS

Tableau 1. Le tableau présente les outils matériels et logiciels utilisés dans cette étude

Outils matériel	Outils logiciel
- Véhicules de terrain	- Microsoft Acces
- GPS	- QuantumGIS
- Ordinateurs.	- ArcGis
- Cartes topographiques	- Gmap
- Questionnaires	- WampServer
- Sondes piézométriques	
- Conductivimètre	

3.4 DÉTERMINATION DES GRANDS PÉRIMÈTRES IRRIGUÉS

Cette phase consiste à déterminer les principaux préleveurs d'eau dans le bassin d'oued laou, et ce à l'aide de traitement des images satellitaires, cartes topographiques, et des cartes d'altitude, afin d'établir un plan de mission claire pour les équipes du terrain.

3.5 ELABORATION D'UNE BASE DE DONNÉES ALPHANUMÉRIQUE ET CARTOGRAPHIQUE ET D'UN SIG

La partie primordiale de cette étude est la création des bases de données alphanumérique et cartographique et leur transfert sur un SIG, et puis l'élaboration d'une application Web pour la consultation de toutes données de prélèvements des eaux dans la zone d'étude.

4 RESULTATS ET DISCUSSION

L'intérêt du SIGNe réside dans le partage et la diffusion de l'information d'une manière simple et web-dynamique pour permettre à différents utilisateurs, professionnels ou décideurs, de visualiser l'information selon leurs besoins. [6]

Dans ce qui suit, on présente les principaux résultats de l'enquête des prélèvements des eaux, la présentation de la base de données Access, base de données géographique, et l'application Web.

4.1 RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES EXPLOITATIONS

Le nombre total d'exploitations à partir des sources recensées dans la zone d'études est de 168 (fig. 8).

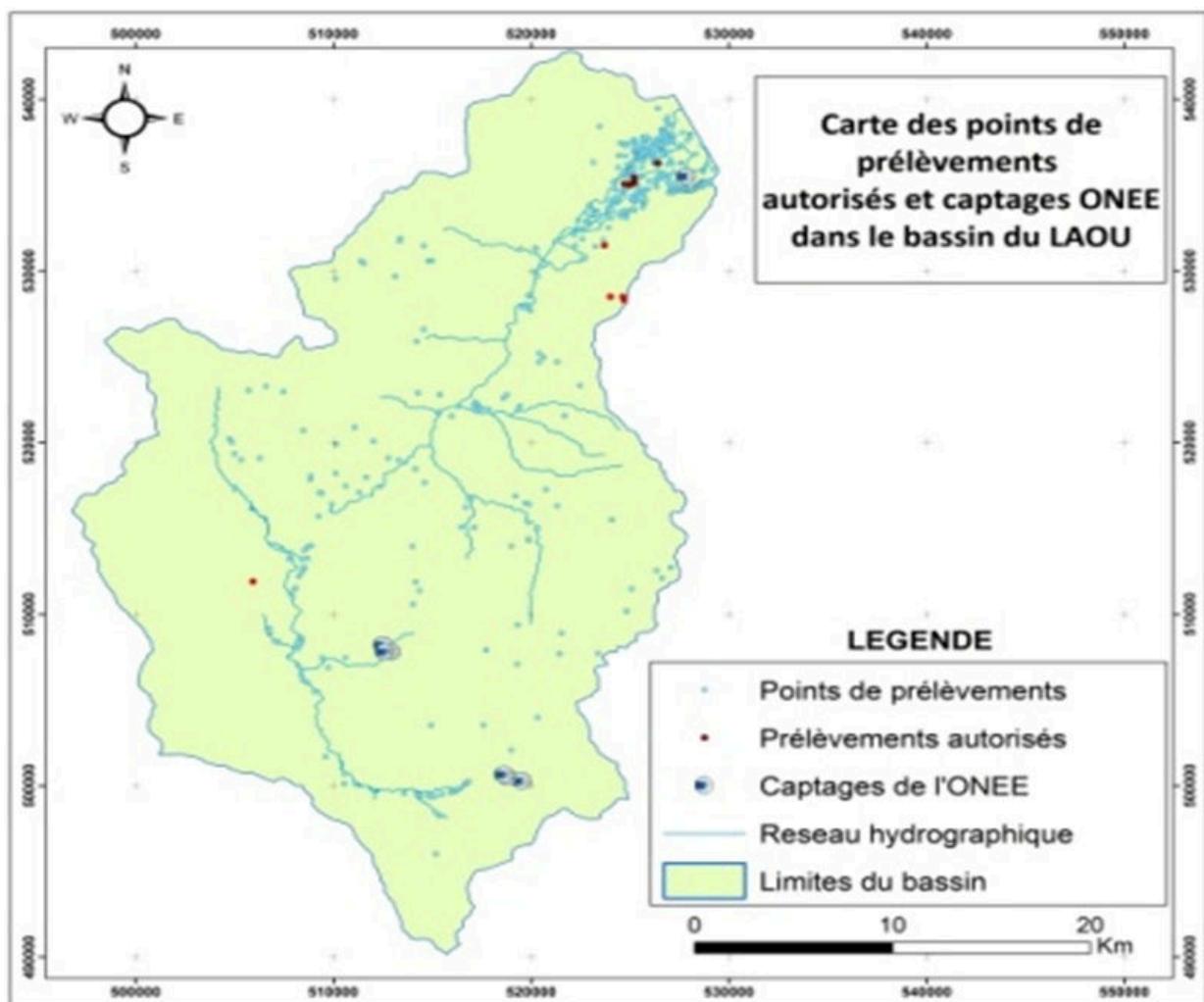


Fig. 8. Carte de distribution des points de prélèvements au niveau du bassin oued Laou

La répartition des exploitations par commune, cercle et province, est présentée dans le tableau ci-après.

Tableau 2. Localisation des exploitations au niveau du bassin du Laou

Province	Cercle	Commune	Nombre d'exploitations	% sur total province	% sur total bassin du laou
Tetouan	Tetouan	Al Oued	17	65.38	10.11
		BNI SAID	5	19.23	2.97
		OUED LAOU	4	15.38	2.38
Total		26		100	15.46
Chefchaouen	Bouahmed	Talambote	8	5.63	4.76
		TASSIFT	47	33.09	27.97
		TIZGANE	23	16.19	13.69
	BAB TAZA	BAB TAZA	57	40.14	33.92
		DERADRA	7	4.92	4.16
Total		142		100	84.54

Ce tableau montre les constats suivants :

- La province de Tétouan compte 26 exploitations, soit 14.46 % de l'ensemble des exploitations de la zone d'études. Ces exploitations sont localisées essentiellement dans les communes rurales d'Ali Oued (10.11%), BniSaid (2.97%) et d'Oued Laou (2.36 %).
- La province de Chéfchaouen compte 142 exploitations ou périmètres, soit (84.5 %) de l'ensemble des exploitations à partir des points de prélèvement. Ces exploitations sont localisées essentiellement dans les communes rurales de Tassift (27.97%), Tizgane (16.69%) et Bab Taza (33.92%).

4.2 RÉPARTITION DES EXPLOITATIONS PAR TAILLE ET PAR DÉBIT

Ces exploitations ou périmètres ont des superficies totales assez variables, allant de 0.5 ha à 30 ha, avec une superficie moyenne de 5 ha. Environ 67.82 % des exploitations (ou périmètres) de la zone d'études ont une superficie inférieure ou égale à 5 ha. Et 32.17 % des exploitations ont des superficies supérieures à 5 ha, dont 2.61 % ont plus de 50 ha.

Ces exploitations ont des débits totaux assez variables, allant de 0.1 à 15 l/s, avec un débit moyen de 8 l/s.

La quasi-totalité des exploitants dans la zone d'étude ne sont pas autorisés soit 88.70%, et 11.30% des exploitants sont autorisés.

4.3 PRÉSENTATION DE LA BASE DE DONNÉES ACCESS, BASE DE DONNÉES GÉOGRAPHIQUES, ET L'APPLICATION WEB

4.3.1 PRÉSENTATION

L'importance du traitement informatique des données dans ce domaine, exige à proposer une organisation rigoureuse et éprouvée pour la réalisation d'une base de données informatisée (numérique et cartographique).

L'outil proposé pour réaliser cette BD est Microsoft ACCESS, qui constitue un outil pratique, conversationnel et évolutif, tant pour la consultation des données que pour la mise à jour ultérieure.

4.3.2 BASE DE DONNÉES GÉOGRAPHIQUE

Cette base de données contient des fichiers de forme, des images satellitaires et une carte topographique géoréférencée de la zone d'action de l'Agence de Bassin Hydraulique du Loukkos.

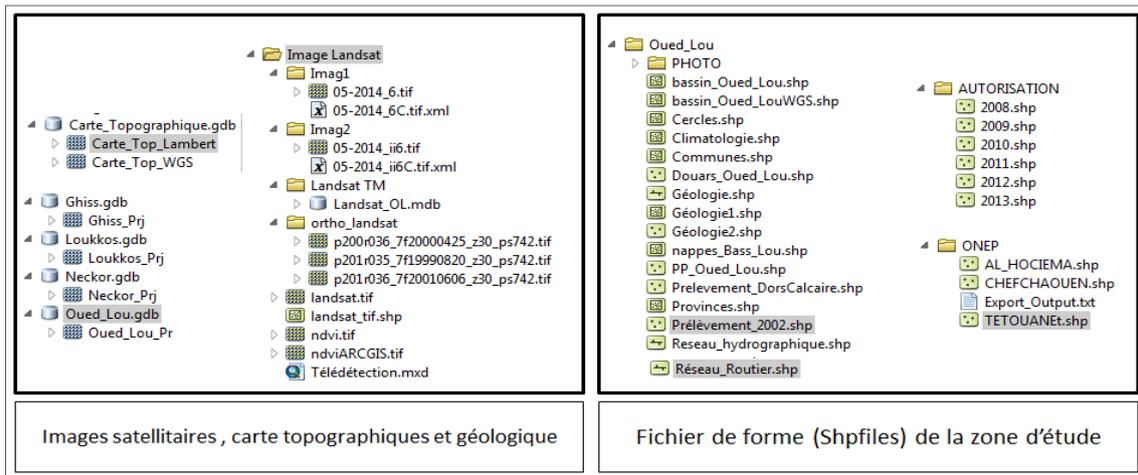


Fig. 9. Les données géographiques utilisées dans cette étude

4.3.3 APPLICATION WEB

La présente application est réalisée dans le but de faciliter la consultation des données de cet inventaire. Elle constitue un exemple de l'application des outils SIG et Webmapping dans la géolocalisation de n'importe quel phénomène.

Cette application a pour objectif de représenter spatialement, et consulter tous les points de prélèvements dans le territoire du bassin du Laou. Elle permet aussi de faire une mise à jour des points par l'ajout de nouveaux points de prélèvements.

Les programmes utilisés pour la réalisation de cette application sont les suivants : WampServes, OpenLayer, Notepad et QuantumGis.

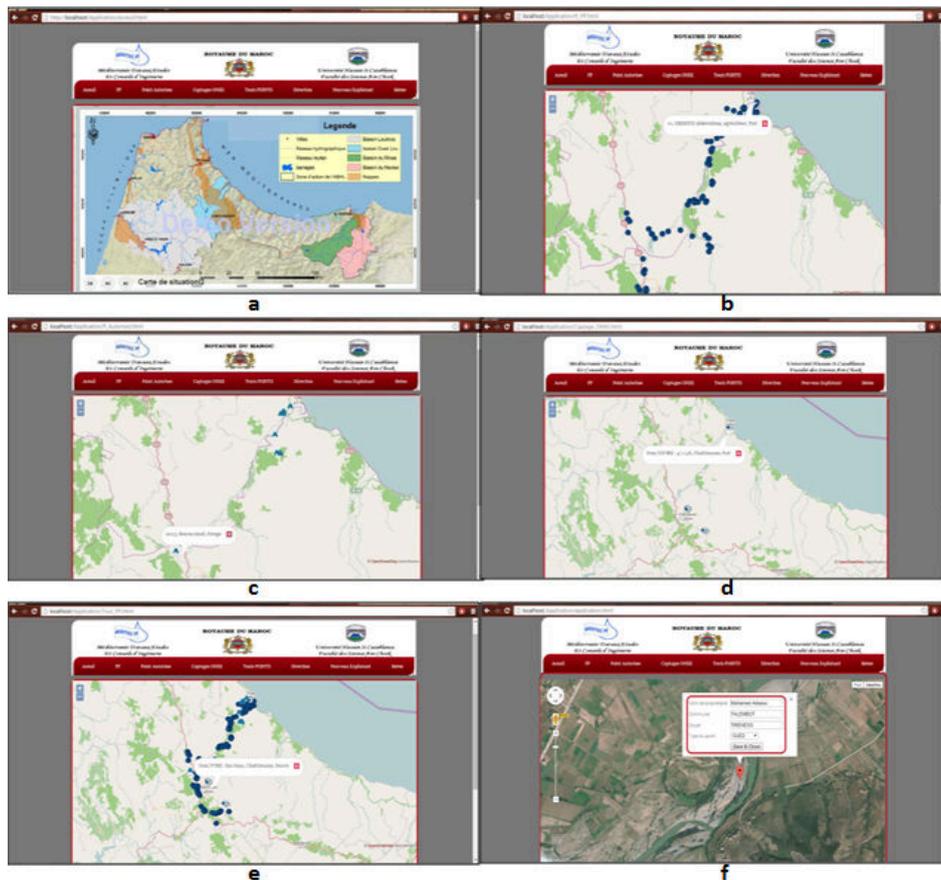


Fig. 10. Application web, a : page d'accueil, b : Page des nouveaux points de prélèvements, c : Pages des prélèvements autorisés, d : Pages des points de captage de l'ONEE, e : Page de tous les points de prélèvement inventoriés dans le bassin du Laou, f : Page de l'ajout d'un nouveau point

5 CONCLUSION

Depuis quelques années, reprenant les conclusions de recherches scientifiques et d'études techniques accumulées depuis deux décennies, les acteurs impliqués dans la politique de l'eau française expriment fréquemment la volonté d'intervenir davantage dans la gestion des espaces. [7]

La méthodologie de l'exploitation du SIG aux données collectées dans le cadre de cette étude, a permis de créer une base de données sous Access, et d'élaborer un certain nombre de cartes thématiques, de type hydrologique, administrative, de situation des points d'eau de prélèvements, etc. Ces données ont permis de faire une synthèse sur l'état actuel des ressources en eau dans le bassin d'étude.

Elle a permis d'aboutir aux résultats suivants :

- ✓ Actualisation de l'inventaire des prélèvements d'eau que ce soit de surface que souterraine par la réalisation d'une enquête de terrain qui a dépassé un mois de travail sur terrain.
- ✓ Elaboration d'une base de données Access, et une base de données géographique de ces prélèvements d'eau qui ont porté sur un grand nombre de paramètres à savoir :
 - Les données géologiques ;
 - Les données hydrogéologiques (nappe, extension, débit, niveau piézométrique, etc.) ;
 - Les débits et durées des prélèvements ;
 - Les données hydrologiques (Oued, source, etc.) ;
 - Les découpages administratifs (pour déterminer avec précision la localisation des points) ;
 - Les prélèvements autorisés ;
 - Les captages de l'ONEE ;
 - Les images satellitaires (visualisation et extraction des périmètres irrigués).

Un SIG sommaire trouverait ici un rôle de nature ergonomique important comme interface graphique pour accéder facilement et de manière conviviale à la base de données et à la zone géographique de travail [8]. Il devient indispensable pour la procédure d'identification des objets hydrologiques et de détermination de leurs caractéristiques. [8]

Cette étude contribuera sans doute à la détermination et le calcul des assiettes des redevances, et à l'actualisation instantanée des données relatives à tous points de prélèvement d'eau. Ce qui facilitera la gestion des ressources en eau au niveau du bassin oued Laou par l'agence du bassin hydraulique du Loukkos

REFERENCES

- [1] Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences de Tétouan, Département de Biologie, Laboratoire de la Diversité et Conservation des Systèmes Biologiques. *Présentation du site marocain de oued Laou*. Tétouan, 2010.
- [2] A. Oueslati – Géomorphologie, aménagement et prévention des risques naturels du littoral de Oued Laou) Bayed A. & Ater M. (éditeurs). Du bassin versant vers la mer : Analyse multidisciplinaire pour une gestion durable. *Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat, série générale*, 2008, n°5, 1-16.
- [3] Mohammed Ater et Hmimsa Younes. Guide des ressources naturelles et culturelles du Jbel Kelti et régions voisines. *Top Press – Rabat*. Publisher: APDN, ADS, Adl, Prodiversa, Junta Andalucía. 2011
- [4] S.RKIOUAK, A.PULIDO-BOSCH et A.GAIZ. Potentialités hydrogéologiques d'une plaine littorale marocaine (OuedLaou, Tétouan-Chefchaouen). *Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques*, 42(1) Febr 1997.
- [5] Les Bassins Hydrauliques du Maroc. Bassins Hydrauliques des Cotiers Méditerranéens.
- [6] RICHARD J.B., TOUBIANA L., BEN SAID M., LE MIGNOT L., JAIS J.P., MUGNIER C., LANDAIS P., Projet SIGNe : intégration d'un système d'information géographique pour la Néphrologie. *CONGRÈS DE L'ADELF*
- [7] Jean-Baptiste Narcy et Laurent Mermet, Nouvelles justifications pour une gestion spatiale de l'eau. *Natures Sciences Sociétés 11 (2003) 135–145*
- [8] Bambang Abednego, Regis Caloz et Claude Collet. L'utilisation des SIG dans la modélisation en hydrologie de surface. *Geographica Helvetica* 1990-Nr.4