

المملكة المغربية  
ROYAUME DU MAROC



Ministère délégué auprès du Ministre  
de l'Energie, des Mines,  
de l'Eau et de l'Environnement,  
chargé de l'Eau



التعاون  
الألماني

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Direction du développement  
et de la coopération DDC  
الوكالة السويسرية للتنمية والتعاون



Programme d'Appui à la Gestion  
Intégrée des Ressources en Eau  
برنامج دعم التدبير المتكامل للموارد المائية

# Diagnostic du sous-bassin de Lakhdar

Final



Auteur(s) : AHT GROUP AG - RESING  
Date : Avril 2016





## Table des matières

<b>1</b>	<b>Présentation du sous-bassin</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Contexte socio-économique du sous-bassin</b> .....	<b>11</b>
2.1	Découpage administratif.....	11
2.2	Caractéristiques démographiques.....	14
2.2.1	Évolution de la population.....	14
2.2.2	Établissements humains.....	16
2.3	Secteurs sociaux et développement humain.....	19
2.4	Secteurs productifs.....	20
2.4.1	Agriculture.....	20
2.4.2	Artisanat.....	21
2.4.3	Tourisme.....	22
2.4.4	Industrie et carrières.....	22
2.4.5	Commerces et services.....	22
<b>3</b>	<b>Acteurs du sous-bassin</b> .....	<b>24</b>
3.1	Les opérateurs sectoriels.....	24
3.2	Les instances élues.....	24
3.3	Les associations d'usagers des eaux.....	25
<b>4</b>	<b>Ressources en eau de surface</b> .....	<b>26</b>
4.1	Topographie et domaine morphologique.....	26
4.2	Précipitations et zones bioclimatiques.....	28
4.2.1	Pluviométrie mensuelle et annuelle.....	28
4.2.2	Zones bioclimatiques.....	30
4.2.3	Intensité-Durée-Fréquence.....	32
4.3	Réseau hydrographique.....	33
4.4	Réseau de mesures hydrométriques.....	35
4.5	Régime hydrologique et estimations des apports.....	35
4.6	Crues.....	36
<b>5</b>	<b>Ressources en eau souterraine</b> .....	<b>38</b>
5.1	Contexte géologique.....	38
5.2	Terminaison orientale de la nappe du Haouz.....	40
5.3	Points d'eau.....	40
5.4	Prélèvements sur la nappe.....	40
5.5	Piézométrie et évolutions piézométriques.....	42
5.6	Qualité des eaux.....	44
<b>6</b>	<b>Ressources en eau non conventionnelles</b> .....	<b>46</b>
6.1	Potentiel des eaux usées.....	46
6.2	Collecte des eaux pluviales.....	46
<b>7</b>	<b>Aménagements hydrauliques</b> .....	<b>48</b>
7.1	Les barrages.....	48
7.1.1	Barrage Hassan I <sup>er</sup> .....	48



7.1.2	Barrage Sidi Driss .....	49
7.1.3	Barrage projeté : Grand Sidi Driss .....	49
<b>8</b>	<b>Usages d'eau .....</b>	<b>51</b>
8.1	Occupation des sols .....	51
8.2	Alimentation en eau potable .....	54
8.2.1	Besoins en eau potable .....	54
8.2.2	Situation actuelle .....	57
8.3	Assainissement .....	68
8.4	Agriculture .....	70
8.4.1	Méthodologie d'estimation des volumes d'eau d'irrigation .....	70
8.4.2	Superficies irriguées .....	70
8.4.3	Assolement .....	75
8.4.4	Evolution de la superficie irriguée .....	76
8.4.5	Demande en eau des cultures dans le sous-bassin de Lakhdar .....	77
8.4.6	Prélèvements d'eau dans la nappe .....	78
<b>9</b>	<b>Bilan des eaux .....</b>	<b>79</b>
9.1	Concept du bilan de la nappe au niveau du sous-bassin de Lakhdar: .....	79
9.2	Précipitations .....	81
9.3	Retour des eaux d'irrigation .....	81
9.4	Infiltration des eaux au niveau des séguias .....	81
9.5	Infiltration des eaux au niveau de l'oued Lakhdar .....	81
9.6	Apports latéraux .....	81
9.7	Pompage des eaux d'irrigations .....	82
9.8	Bilan de la nappe .....	82
<b>10</b>	<b>Risques et nuisances .....</b>	<b>84</b>
10.1	Sécheresse et pénuries d'eau .....	84
10.2	Érosion et sédimentation .....	88
<b>11</b>	<b>Dysfonctionnements .....</b>	<b>90</b>
<b>12</b>	<b>Annexes .....</b>	<b>99</b>
12.1	Annexe 1 - Méthode de détermination des crues .....	99
12.1.1	Débits de crue .....	99
12.1.2	Hydrogramme et volume de crue .....	100
12.2	Annexe 2 - Liste des douars alimentés par les centres ONEE-Eau (Province Kelaa des Sraghna) .....	101
12.3	Annexe 3 - Série pluviométrique Sidi Rahal .....	103



## Liste des tableaux

Tableau 1 :	Découpage administratif du sous-bassin de Lakhdar Source : RGPH 1994, 2004, 2014 .....	11
Tableau 2 :	Répartition de la population suivant les zones géomorphologiques du sous-bassin de Lakhdar Source : RGPH 2014.....	14
Tableau 3 :	Poids démographique du sous-bassin de Lakhdar dans le bassin de Haouz Mejjate Source : RGPH 1994, 2004, 2014.....	16
Tableau 4 :	Nombre et taille des douars, par commune rurale, au niveau du sous-bassin de Lakhdar Source : Questionnaire "commune", AHT-RESING, 2015.....	16
Tableau 5 :	Évolution du taux de pauvreté dans le sous-bassin de Lakhdar Source : Rapport « Pauvreté, développement humain et développement social au Maroc », Haut-Commissariat au Plan et INDH, 2004 .....	19
Tableau 6 :	Souks existant au niveau du sous-bassin de Lakhdar Source : questionnaire commune, AHT-RESING, 2015 .....	23
Tableau 7 :	Opérateurs institutionnels intervenant au niveau du sous-bassin de Lakhdar Source : Réunions et visites de terrain AHT-RESING, 2015.....	24
Tableau 8 :	Pluviométrie annuelle (mm) pour certaines fréquences selon la loi de Goodrich -Station Hassan 1 <sup>er</sup> (1984-2012).....	29
Tableau 9 :	Intensité de la pluie (mm/hr) pour différentes durées et fréquences selon la loi de Goodrich- Station Hassan 1 <sup>er</sup> (1984- 2012) .....	32
Tableau 10 :	Constantes a et b de la relation $I=aT^{-b}$ pour différentes fréquences - Station Hassan 1 <sup>er</sup> (1984-2012) .....	32
Tableau 11 :	Caractéristiques morphométriques, sous-bassin de Lakhdar .....	33
Tableau 12 :	Calage de la méthode de Francou-Rodier aux débits de crue de la station d'Ait Segmine (1970--2011) et débits de crue transposés, sous-bassin de Lakhdar Source : ABHOER .....	36
Tableau 13 :	Débits et volume des crues pour différentes période de récurrence, sous-bassin Lakhdar .....	37
Tableau 14 :	Potentiel des rejets des eaux usées dans le sous-bassin de Lakhdar Source : Estimation AHT/RESING, 2015.....	46
Tableau 15 :	Potentiel pluviométrique du sous-bassin de Lakhdar Source : Estimation AHT-RESING, 2015.....	47
Tableau 16 :	L'évolution de la capacité normale et de l'envasement du barrage Hassan 1 <sup>er</sup> Source : ABHOER, 2014 .....	48
Tableau 17 :	Population partielle du sous-bassin de Lakhdar retenue dans le calcul des besoins en AEP Source : RGPH 2014 .....	54
Tableau 18 :	Besoins en eau dans le sous-bassin de Lakhdar Source : Estimations AHT-RESING 2015.....	55
Tableau 19 :	Projets réalisés par l'ONEE-Eau au niveau du centre de Demnate (entre 2000 et 2012) Source : ONEE-Eau, DR3, Azilal, 2014 .....	59
Tableau 20 :	Projets réalisés par l'ONEE-Eau au niveau du centre Fom Jemaa (entre 2000 et 2012) Source : ONEE-Eau, DR3, Azilal, 2014 .....	61
Tableau 21 :	Projets réalisés par l'ONEE-Eau au niveau du centre Tanant (entre 2000 et 2013) Source : ONEE-Eau, DR3, Azilal, 2014.....	62
Tableau 22 :	Communes rurales desservies à partir du réseau ONEE-Eau Source : ONEE-Eau, DR2, Kelaa des Sraghna, 2014.....	64
Tableau 23 :	Les systèmes d'alimentation en eau potable (SAEP) en milieu rural de la province d'Azilal Source : ONEE-Eau, DR3, Azilal, 2014.....	65
Tableau 24 :	Taux de branchement et nombre de ménages raccordés, au niveau du sous-bassin de Lakhdar Source : Questionnaire commune, Étude GIRE ABHT/GIZ, 2014.....	66
Tableau 25 :	Mode d'assainissement existant par commune du sous-bassin de Lakhdar Source : AHT/RESING, questionnaire commune, 2015.....	68
Tableau 26 :	Périmètres de la Grande Hydraulique dans le sous-bassin Lakhdar Source : Monographie des CMV-SGRID- ORMVAH, 2015.....	71
Tableau 27 :	Périmètres de la petite et moyenne hydraulique dans le sous-bassin Lakhdar Source :	



Monographie des CMV- SGRID-ORMVAH, PDAIRE-OER-2011, SIG AHT-RESING, 2015 .....	73
Tableau 28 : Irrigation privée dans le sous-bassin de Lakhdar Source : PDAIRE Oum Er Rbia, 2011 .....	74
Tableau 29 : Récapitulatif des superficies irriguées dans le sous-bassin de Lakhdar Source : Monographie des CMV- SGRID-ORMVAH, PDAIRE OER2011, SIG AHT-RESING 2015 .....	75
Tableau 30 : Assolement dans le sous-bassin Lakhdar Source : SGRID, ORMVAH, PDAIRE OER-2011 .....	75
Tableau 31 : Evolution de la superficie irriguée dans le bassin Lakhdar .....	76
Tableau 32 : Demande en eau d'irrigation dans le sous-bassin Lakhdar Source : Analyse AHT-RESING, 2015.....	77
Tableau 33 : Evolution des prélèvements dans la nappe du sous bassin Lakhdar .....	78
Tableau 34 : Bilan de la nappe entre 2004 et 2013 au niveau du sous-bassin de Lakhdar Source : calculs AHT-RESING, 2015 .....	83
Tableau 35 : Nombre d'années et durée moyenne des périodes sèches, humides et normales - station de Sidi Rahal (1937-2013) .....	85
Tableau 36 : Pourcentage des années sèches, humides et normales - Station Sidi Rahal .....	85
Tableau 37 : Séquences sèches, humides et normales .....	87
Tableau 38 : Fréquences d'apparition des séquences pluviométriques .....	87
Tableau 39 : Quantiles des indices pluviométriques pour les fréquences au non dépassement et au dépassement - Station Sidi Rahal (1937-2012) .....	88
Tableau 40 : Taux d'envasement moyen et dégradation spécifique-Barrage Hassan I <sup>er</sup> Source : ABHOER .....	89
Tableau 41 : Coefficient de Francou-Rodier pour différentes périodes de récurrence.....	100
Tableau 42 : Hydrogramme adimensionnel de l'USSCS .....	100
Tableau 43 : Séries pluviométriques - Sidi Rahal (1937-2012) Source : ABHT .....	103

## Liste des figures

Figure 1 : Nombre de douars par commune rurale, au niveau du sous-bassin de Lakhdar Source : questionnaires communes, AHT-RESING, 2015.....	17
Figure 2 : Répartition des douars suivant le nombre de ménages, au niveau du sous-bassin de Lakhdar Source : questionnaires communes, AHT-RESING, 2015 .....	17
Figure 3 : Répartition de la pluviométrie moyenne mensuelle et saisonnière - Barrage Hassan I <sup>er</sup> (1984-2012) Source : ABHOER .....	28
Figure 4 : Évolution de la pluviométrie annuelle - Hassan I <sup>er</sup> (1984-2012) Source : ABHOER .....	28
Figure 5 : Ajustement de la loi de Goodrich à la pluviométrie annuelle -Station Hassan I <sup>er</sup> (1984-2012) .....	29
Figure 6: Diagramme pluviothermique de la station Sidi Driss, dans le sous-bassin de Lakhdar Source : ABHT .....	30
Figure 7 : Intensité-Durée Fréquence - Station Hassan I <sup>er</sup> (1984-2012).....	32
Figure 8 : Débits moyens mensuels - Ait Segmine (1970-2011) et Hassan I <sup>er</sup> (1941-2013) Source : ABHOER .....	35
Figure 9 : Débits moyens saisonniers - Ait Segmine (1970-2011) et Hassan I <sup>er</sup> 1941-2013) Source : ABHOER .....	35
Figure 10 : Évolution des apports du barrage Hassan I <sup>er</sup> (1941- 2013) Source ABHOER .....	35
Figure 11 : Hydrogramme des crues de différentes périodes de récurrence à l'exutoire du sous-bassin de Lakhdar .....	37
Figure 12 : Évolution des profondeurs d'eau au niveau du piézomètre 1207/45 Source : ABHOER .....	42
Figure 13 : Besoins en eau dans le sous-bassin de Lakhdar Source : estimations AHT-RESING 2015 .....	56
Figure 14 : Schéma synoptique du système ONEE-Eau des centres Demnate et Imlil Source : ONEE-Eau, DR3, Azilal, 2014.....	58



Figure 15 :	Schéma synoptique du système ONEE-Eau du centre Foug Jemaa Source : ONEE-Eau, DR3, Azilal, 2014.....	60
Figure 16 :	Schéma synoptique du système ONEE-Eau du centre Tanant Source : ONEE-Eau, DR3, Azilal, 2014.....	62
Figure 17 :	Schéma synoptique du système ONEE-Eau du centre Ait M'hamed Source : ONEE-Eau, DR3, Azilal, 2014.....	63
Figure 18 :	Assolement dans le sous bassin Lakhdar. Source : SGRID-ORMVAH, PDAIRE OER, 2011.....	76
Figure 19 :	Evolution de la superficie irriguée dans le bassin Lkhdar .....	77
Figure 20 :	Schéma synthétique du bilan de la nappe au niveau du sous-bassin de Lakhdar Source: AHT-RESING, 2015 .....	80
Figure 21 :	Évolution de l'indice pluviométrique- Station de Sidi Rahal (1937-2012) Source : ABHT .....	84
Figure 22 :	Simple cumul de la série d'indice pluviométrique-Station Sidi Rahal (1937-2012). Source : ABHT .....	84
Figure 23 :	Analyse de la série des indices pluviométriques par valeurs classées-Station Sidi Rahal.....	85
Figure 24 :	Évolution du volume normal de la retenue du barrage Hassan I <sup>er</sup> Source : ABHOER .....	89

## Liste des cartes

Carte 1 :	Présentation du sous-bassin de Lakhdar Source : imagerie satellitaire, ArcGIS.....	13
Carte 2 :	Évolution de la population des communes du sous-bassin de Lakhdar Source : RGPH 1994, 2004 et 2014.....	15
Carte 3 :	Répartition des douars suivant le nombre de ménages, par commune, au niveau du sous-bassin de Lakhdar Source : questionnaires communes, AHT-RESING, 2015 .....	18
Carte 4 :	Topographie du sous-bassin de Lakhdar Source : SIG-GIRE, AHT-RESING, 2015.....	27
Carte 5 :	Étages bioclimatiques du sous-bassin de Lakhdar (selon système de classification d'Emberger) Source : Rapport « Zones arides », Recherche Agronomique, 1965 .....	31
Carte 6 :	Réseau hydrographique et stations hydrométriques dans le sous-bassin de Lakhdar Source : SIG-GIRE, AHT-RESING, 2015.....	34
Carte 7 :	Carte géologique du sous-bassin de Lakhdar Source : carte géologique du Maroc 1/1000000.....	39
Carte 8 :	Nappes et profondeurs des points d'eau dans le sous-bassin de Lakhdar et BI-10 Source : imagerie satellitaire, ArcGIS, Fichier IRE de l'ABHT.....	41
Carte 9 :	Réseau de mesure piézométrique du sous-bassin de Lakhdar Source : données ABHT .....	43
Carte 10 :	Qualité des eaux de la nappe Haouz-Mejjate au niveau du sous-bassin de Lakhdar Source : établie par AHT-RESING, d'après les données ABHT .....	45
Carte 11 :	Barrages au niveau du sous-bassin de Lakhdar Source : établie par AHT-RESING, d'après les données ABHT.....	50
Carte 12 :	Strates d'occupation du sol du sous-bassin de Lakhdar, 1986 Source : AHT-RESING, DREF Azilal .....	52
Carte 13 :	Strates d'occupation du sol du sous-bassin de Lakhdar, 2010 Source : Service des Statistiques, DRA-MTH, 2010 / SIG-GIRE, AHT-RESING.....	53
Carte 14 :	Taux de branchement AEP dans le sous-bassin de Lakhdar Source : Questionnaire « commune », AHT-RESING, 2015 .....	67
Carte 15 :	Situation de l'assainissement liquide par commune, dans le sous-bassin de Lakhdar Source : Questionnaire « commune » AHT-RESING, 2015 .....	69
Carte 16 :	Limites des secteurs d'irrigation de la GH et des CMV.....	71
Carte 17 :	Répartition des périmètres de la grande hydraulique dans le bassin de Haouz-Mejjate Source : ORMVAH .....	72



## Liste des photos

Photo 1 :	Collecte des eaux pluviales : muret en pierres de forme linéaire .....	21
Photo 2 :	Collecte des eaux pluviales : muret en pierres en forme de demi-lune .....	21
Photo 3 :	Barrage Hassan I <sup>er</sup> Source : Fiche synoptique, ABHOER, 201 .....	48
Photo 4 :	Barrage Sidi Driss Source : Fiche synoptique, ABHOER, 2014 .....	49



## Liste des abréviations

ABH	Agence du Bassin Hydraulique
AEP	Alimentation en eau potable
ABHT	Agence du Bassin Hydraulique de Tensift
AGIRE	Programme d'Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau
AUEA	Association d'Usagers d'Eau Agricole
BET	Bureau d'études techniques
BI	Bassin intermédiaire
BHM	Bassin du Haouz-Mejjate
CR	Commune Rurale
DPA	Direction Provinciale de l'Agriculture
DPH	Domaine Public Hydraulique
DSS	Direction de la Stratégie et des Statistiques
ET <sub>o</sub>	Evapotranspiration de référence
GIRE	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
HCP	Haut-Commissariat au Plan
HCEFLCD	Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification
IDF	Intensité - Durée - Fréquence
IP	Indice pluviométrique
MCA	Millenium Challenge Account
ONCA	Office National de Conseil Agricole
ONEE_B.Eau	Office National de l'Électricité et de l'Eau Potable_Branche Eau
ORMVAH	Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Haouz
PDAIRE	Plan Directeur d'Aménagement Intégré des Ressources en Eau
PMH	Petite et Moyenne Hydraulique
PMV	Plan Maroc Vert
PDAIRE	Plan Directeur d'Aménagement Intégré des Ressources en Eau
RGA	Recensement Général de l'Agriculture
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
SBOT	Plan directeur d'aménagement des bassins Sebou, Bouregreg, Oum Er Rbia et Tensift
SAEP	Système d'Alimentation en Eau potable
SIG	Système d'Information Géographique
USSCS	United State Soil Conservation Service





## Préambule

Le présent rapport entre dans le cadre de l'élaboration de la convention pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) / Contrat de nappe dans le bassin Haouz-Mejjate, projet lancé par l'Agence du Bassin Hydraulique du Tensift et recevant l'appui technique de la coopération allemande (GIZ). Il traite le sous-bassin de Lakhdar, un des dix sous-bassins du bassin Haouz-Mejjate. L'ensemble des rapports des sous-bassins alimenteront le rapport global du bassin Haouz-Mejjate.

Ce rapport, livrable de la Mission 1, traite la partie « diagnostic et identification préliminaire des mesures d'amélioration ». Il présente l'état des ressources en eau du sous-bassin, en déduit les dysfonctionnements et présente une première réflexion sur les mesures d'amélioration permettant de faire face à ces dysfonctionnements, pour mettre en place les conditions pour la protection et la sauvegarde des ressources en eau pour le développement durable du sous-bassin.

Pour les données à caractère communal, seules les communes ayant instruit le questionnaire « commune » sont prises en compte (14 questionnaires remis sur un total de 26).



## 1 Présentation du sous-bassin

D'une superficie de 3 503,2 km<sup>2</sup>, le sous-bassin de Lakhdar fait partie du système hydraulique de l'oued Tensift dans sa partie Haouz-Mejjate qui comporte une dizaine de sous-bassins de plus ou moins grande importance. Parmi ces derniers, le sous-bassin de Lakhdar est drainé par l'oued du même nom, affluent de l'oued Oum Er Rbia ; il est situé à l'extrémité Est du bassin Haouz Mejjate (Carte 1). Il est délimité au Sud et Sud-Est par les montagnes du Haut-Atlas et à l'Ouest par le sous-bassin de Tassaout. Dans le cadre de la convention GIRE, le sous-bassin de Lakhdar est augmenté du bassin intermédiaire BI-10 (environ 156,66 km<sup>2</sup>), située à l'aval du sous-bassin Lakhdar.

L'ensemble, sous-bassin de Lakhdar et bassin intermédiaire, totalise ainsi une superficie d'environ 3 660 km<sup>2</sup> qui représente environ 19,56% de la superficie du bassin Haouz-Mejjate.



## 2 Contexte socio-économique du sous-bassin

### 2.1 Découpage administratif

Le sous-bassin de Lakhdar relève en grande partie de la Province d'Azilal. Dans sa partie amont (moins de 5% de sa superficie totale), il relève de la Province de Ouarzazate et dans sa partie aval, de la Province de Kelaa Des Sraghna. Ce sous-bassin englobe 26 communes rurales réparties comme suit (Tableau 1).

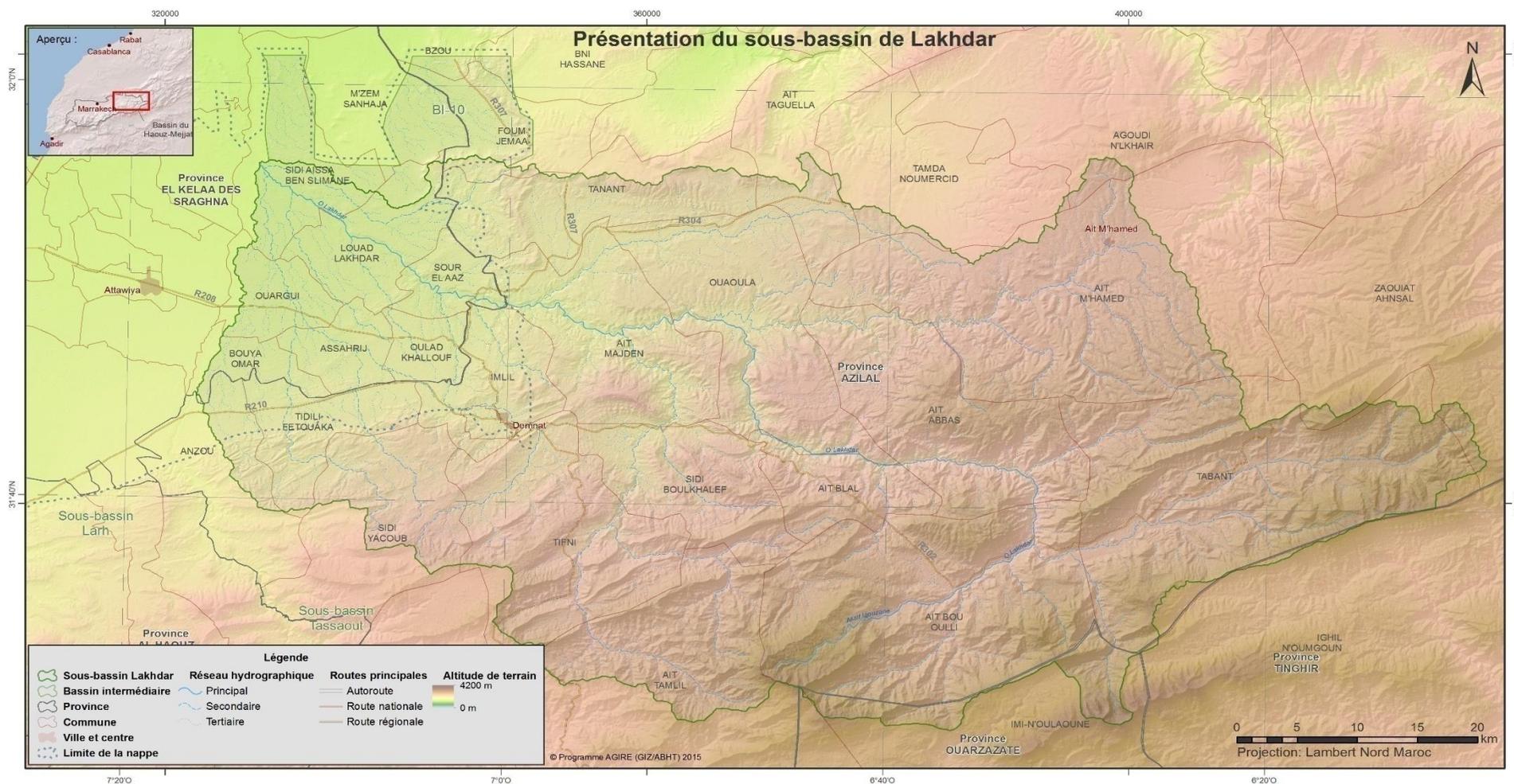
Tableau 1 : Découpage administratif du sous-bassin de Lakhdar  
Source : RGPH 1994, 2004, 2014

Zone	Commune	Population			Ménage			Taux d'accroissement de la population		Superficie totale (km <sup>2</sup> )	Densité hab/km <sup>2</sup>
		1994	2004	2014	1994	2004	2014	1994/2004	2004/2014		
Plaine	Assahrij	13 009	14 165	15 385	1 883	2 188	2 695	2,2%	2,0%	49,94	308
	Bouya Omar*	9 855	10 412	10 804	1 958	2 142	2 587	0,6%	0,4%	28,51	379
	Foum Jemaa*	5 651	6 036	6 171	1 632	1 860	2 033	0,7%	0,2%	57,99	106
	Louad Lakhdar	9 694	9 362	9 303	1 397	1 469	1 636	-0,3%	-0,1%	101,98	91
	Ouargui*	9 819	10 113	10 384	1 421	1 615	1 881	0,3%	0,3%	48,66	174
	Oulad Khallouf	7 638	8 064	8 605	1 122	1 249	1 488	0,5%	0,7%	37,84	227
	Sidi Aissa Ben Slimane*	11 304	11 685	13 182	2 467	2 795	3 578	0,3%	1,2%	87,79	150
	Sour El Aaz	3 960	3 910	3 850	650	684	719	-0,1%	-0,2%	43,93	88
	M'zem Sanhaja*	2 874	3 177	3 540	1 133	1 359	1 663	1,0%	1,1%	39,07	91
Piedmont	Ait Majden	14 551	15 831	17 572	2 201	2 564	2 991	0,8%	1,0%	202,22	87
	Anzou*	3 530	3 874	4 336	1 692	2 021	2 562	0,9%	1,1%	36,38	119
	Tidili Fetouaka	11 561	11 883	12 759	1 632	1 824	2 181	0,3%	0,7%	88,60	143
	Imlil	9 063	9 796	10 435	1 502	1 753	2 035	0,8%	0,6%	90,10	116
	Ait Taguella*	2 280	2 441	2 750	1 114	1 236	1 496	0,7%	1,2%	42,87	64
	Ait Tamllil*	4 770	5 659	6 025	1 921	2 453	2 798	1,7%	0,6%	175,95	34
	Demnate	17 782	23 459	29 504	3 393	4 551	6 239	2,8%	2,3%	9,39	3 142
	Ouaoula	19 746	22 022	24 790	2 524	3 040	3 814	1,1%	1,2%	239,91	103
	Sidi Boukhalef	11 174	13 149	15 625	1 378	1 733	2 179	1,6%	1,7%	142,83	109
	Sidi Yacoub*	1 853	2 234	2 721	8 674	9 569	9 809	1,0%	0,2%	113,03	87
Tanant	8 310	7 742	8 283	1 663	1 730	2 008	-0,7%	0,7%	131,40	63	
Montagne	Ait Abbas	8 394	10 391	12 633	1 188	1 460	1 695	2,2%	2,0%	235,49	54
	Tifni*	10 844	11 411	11 760	1 526	1 736	1 987	0,5%	0,3%	241,02	46
	Ait Blal	726	901	1 082	5 694	6 740	7 770	1,7%	1,4%	81,41	95
	Ait Bou Oulli	957	1 168	1 390	7 753	9 493	11 095	2,0%	1,6%	398,09	28
	Ait M'hamed*	12 594	14 497	15 800	2 685	3 190	3 493	1,4%	0,9%	377,40	42
	Tabant*	11 598	13 012	14 963	1 663	1 898	2 194	1,2%	1,4%	440,65	31



Zone	Commune	Population			Ménage			Taux d'accroissement de la population		Superficie totale (km <sup>2</sup> )	Densité hab/km <sup>2</sup>
		1994	2004	2014	1994	2004	2014	1994/2004	2004/2014		
<b>Total sous-bassin de Lakhdar</b>		<b>242 121</b>	<b>267 894</b>	<b>297 133</b>	<b>61 171</b>	<b>71 624</b>	<b>83 626</b>	<b>1,0%</b>	<b>1,0%</b>	<b>3 542,46</b>	<b>78</b>

\* communes incluses partiellement dans le sous-bassin de Lakhdar



Carte 1 : Présentation du sous-bassin de Lakhdar  
Source : imagerie satellitaire, ArcGIS



Les communes du sous-bassin sont réparties en fonction de leurs contextes géomorphologiques, comme suit :

Tableau 2 : Répartition de la population suivant les zones géomorphologiques du sous-bassin de Lakhdar  
Source : RGPH 2014

Zone géomorphologique	Nombre de communes	Liste des communes	Population totale (RGPH 2014)
Plaine	9	Assahrij, Bouya Omar, Foum Jemaa, Louad Lakhdar, Ouargui, Oulad Khallouf, Sidi Aissa Ben Slimane, Sour El Aaz, M'zem Sanhaja	81 224
Piedmont	11	Ait Majden, Anzou, Tidili Fetouaka, Imlil, Ait Taguella, Ait Tamlil, Demnate, Ouaoula, Sidi Boukhalef, Sidi Yacoub, Tanant	134 800
Montagne	6	Ait Abbas, Tifni, Ait Blal, Ait Bou Oulli, Ait M'hamed, Tabant	57 628

## 2.2 Caractéristiques démographiques

### 2.2.1 Évolution de la population

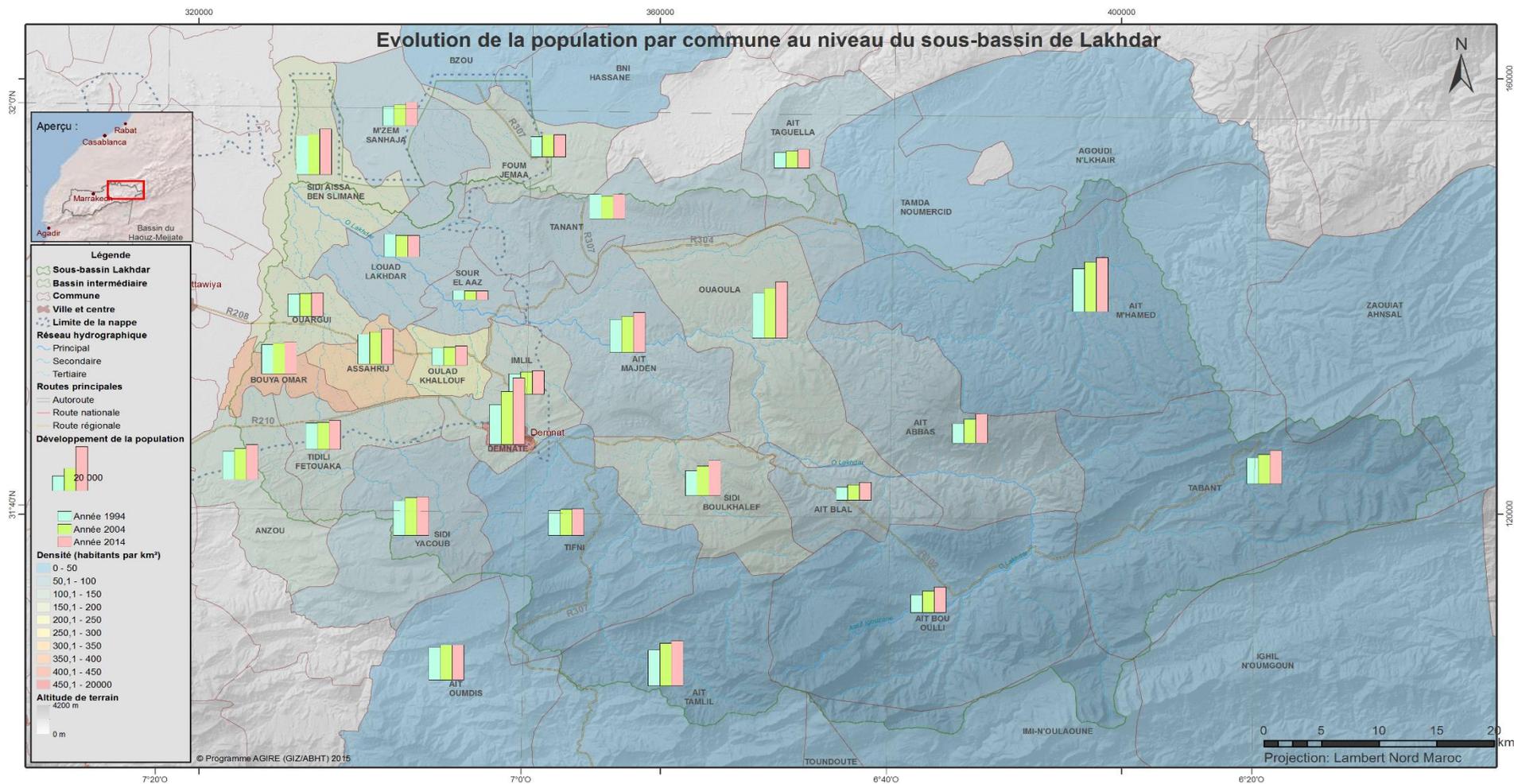
D'après le RGPH 2014, la population du sous-bassin de Lakhdar a été évaluée à 297 133 habitants soit 10,4% de la population du bassin de Haouz-Mejjate estimée à 2 851 593 habitants (Tableau 1) Comparée aux populations établies suivant les RGPH précédents, RGPH 1994 et RGPH 2004, respectivement 267 894 habitants et 242 121 habitants, le taux d'accroissement de la population du sous-bassin de Lakhdar est identique pour les périodes 1994-2004 et 2004-2014 et s'établit à 1%.

La Carte 2 montre une représentation graphique de l'évolution de la population du sous-bassin, par commune. En termes de répartition par milieu, la population sous-bassin de Lakhdar est à 10% urbaine et 90% rurale.

Rapportée à la population du bassin de Haouz-Mejjate, le poids de la population du sous-bassin est le suivant :

- Poids de la population totale : 10%
- Poids de la population urbaine : 2,5%
- Poids de la population rurale : 20%

Cette répartition rural/urbain de la population confirme le caractère rural du sous-bassin de Lakhdar et met la question de la planification rurale parmi les principales priorités au niveau du sous-bassin.



Carte 2 : Évolution de la population des communes du sous-bassin de Lakhdar  
Source : RGPH 1994, 2004 et 2014



Tableau 3 : Poids démographique du sous-bassin de Lakhdar dans le bassin de Haouz Mejjate  
Source : RGPH 1994, 2004, 2014

		1994		2004		2014	
		Population	%	Population	%	Population	%
Bassin Haouz-Mejjate	Urbaine	-	-	966 983	42%	1 144 511	40%
	Rurale	-	-	1 336 091	58%	1 707 082	60%
	<b>Totale</b>	<b>1 977 967</b>	<b>-</b>	<b>2 303 074</b>	<b>100%</b>	<b>2 851 593</b>	<b>100%</b>
Sous-bassin Lakhdar	Urbaine	17 782	7%	23 459	7,5%	29 504	10%
	Rurale	281 852	93%	307 831	92,5%	336 326	90%
	<b>Totale</b>	<b>242 121</b>	<b>100%</b>	<b>267 894</b>	<b>100%</b>	<b>297 133</b>	<b>100%</b>
	Poids/BHM	<b>12%</b>		<b>12%</b>		<b>10%</b>	

## 2.2.2 Établissements humains

Les données présentées dans la présente section sont issues d'enquêtes réalisées dans le cadre de la présente étude sur la base du "questionnaires communes".

Les 14 communes rurales du sous-bassin de Lakhdar (sur un total de 26) pour lesquelles le Consultant a pu obtenir le questionnaire instruit, comptent 301<sup>1</sup> douars répartis comme suit (Tableau 4 et Figure 1)

Tableau 4 : Nombre et taille des douars, par commune rurale, au niveau du sous-bassin de Lakhdar  
Source : Questionnaire "commune", AHT-RESING, 2015

Commune	Nombre de douars	Distribution des douars suivant le nombre de ménages					
		1-100	100-200	200-300	300-400	400-500	>500
Ait Abbas	-	-	-	-	-	-	-
Tifni	56	56	0	0	0	0	
Anzou	29	24	3	2	0	0	0
Tidili Fetouaka	49	11	17	8	4	3	6
Imlil	45	42	2	1	0	0	0
Tanant	17	11	5	0	1	0	0
Ouled Khallouf	13	0	0	0	0	0	13
Louad Lakhdar	20	14	6	0	0	0	0
Bouya Omar	19	11	5	1	1	0	1
M'zem Sanhaja	19	12	7	0	0	0	0
Ouargui	24	16	8	0	0	0	0
Sour El Aaz	10	6	4	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>301</b>	<b>203</b>	<b>57</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>20</b>

<sup>1</sup> Données issues des « questionnaires communes »

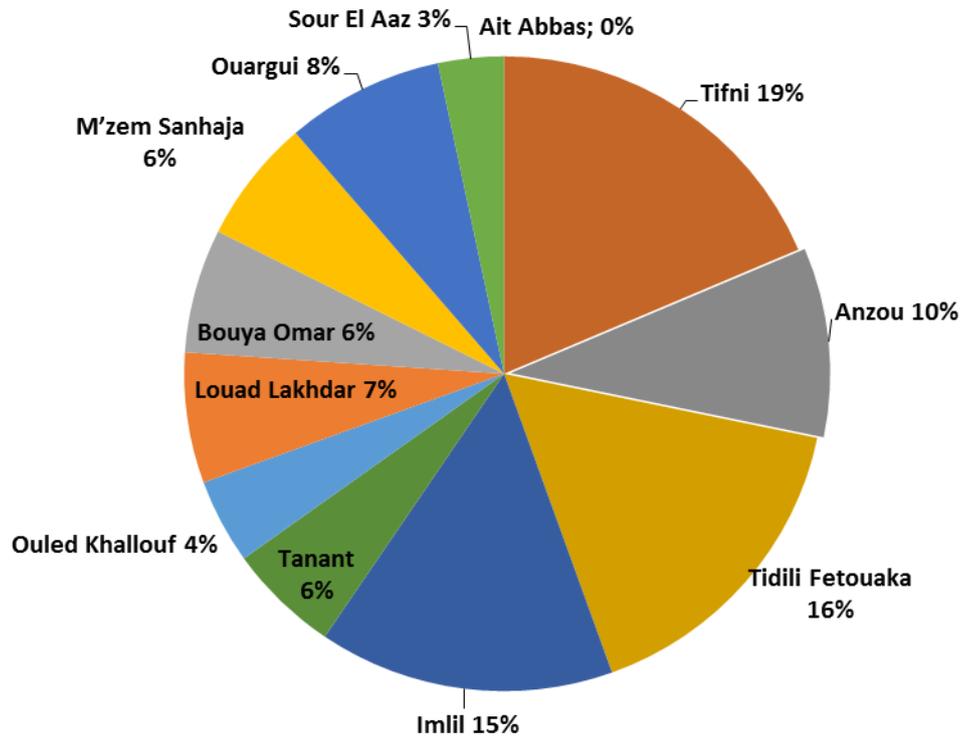


Figure 1 : Nombre de douars par commune rurale, au niveau du sous-bassin de Lakhdar  
Source : questionnaires communes, AHT-RESING, 2015

La Figure 2 et la Carte 3 montrent la répartition spatiale des douars par tailles.

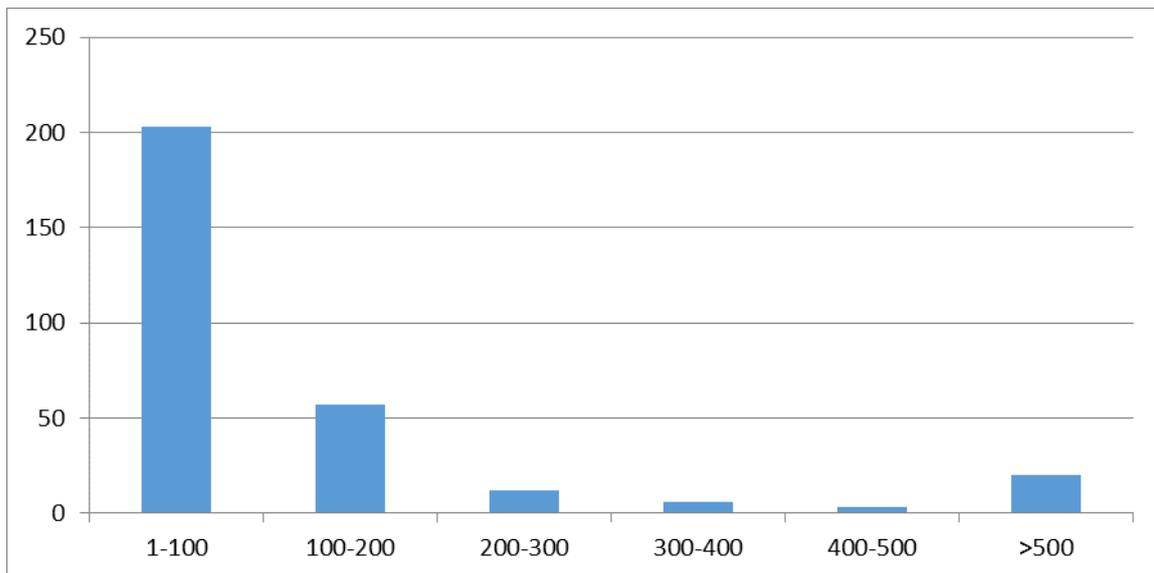
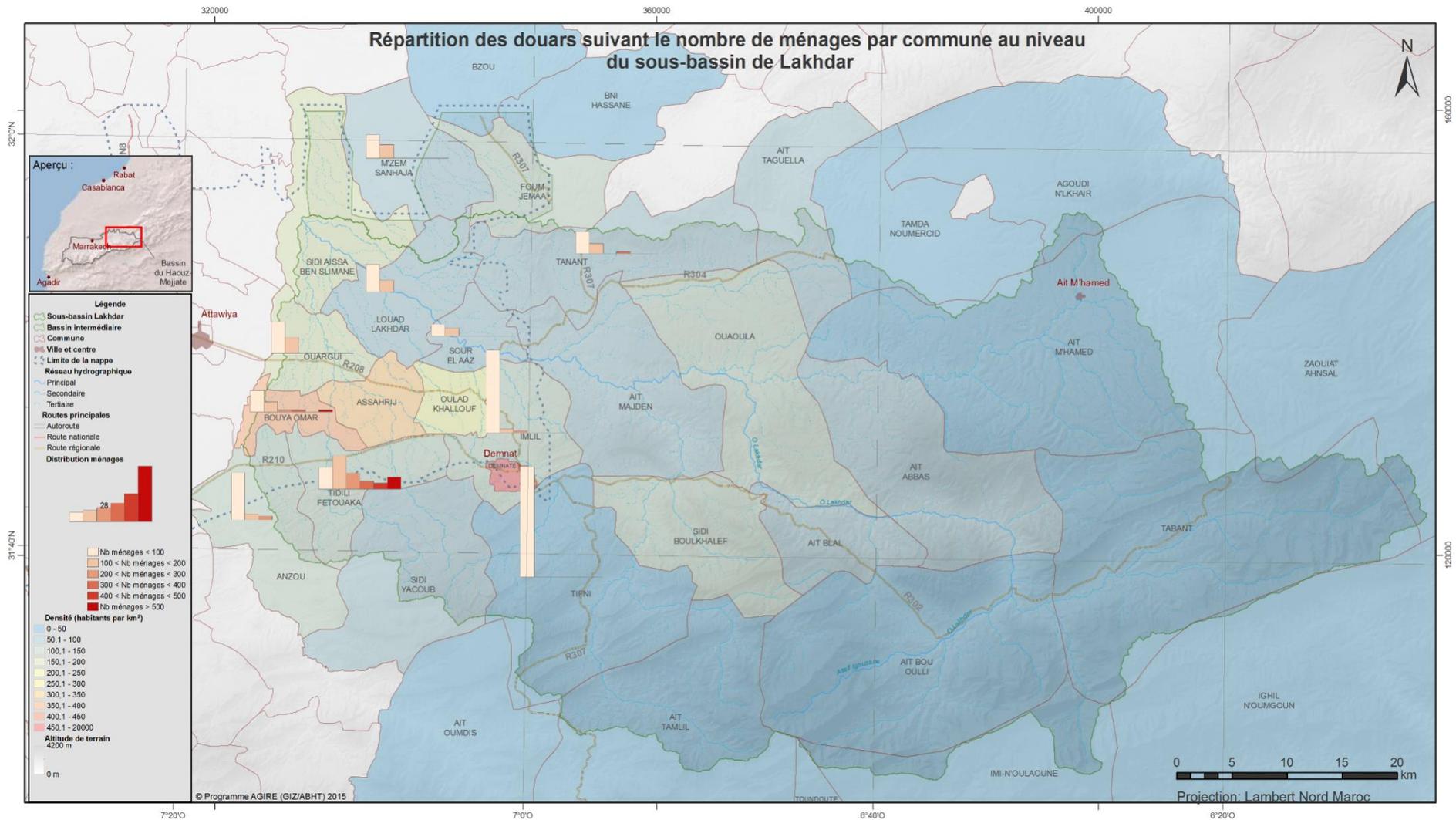


Figure 2 : Répartition des douars suivant le nombre de ménages, au niveau du sous-bassin de Lakhdar  
Source : questionnaires communes, AHT-RESING, 2015

La Carte 3 présente la répartition des douars suivant le nombre de ménages, par commune.



Carte 3 : Répartition des douars suivant le nombre de ménages, par commune, au niveau du sous-bassin de Lakhdar  
Source : questionnaires communes, AHT-RESING, 2015



## 2.3 Secteurs sociaux et développement humain

Le Tableau 5, en page suivante, présente le niveau de l'indicateur de pauvreté des communes du sous-bassin de Lakhdar pour l'année 2004 tel qu'il ressort des données de l'INDH<sup>2</sup>. La moyenne de cet indicateur pour le sous-bassin, en 2004, est de 28,1%. Ce taux est nettement supérieur au taux moyen de pauvreté constaté au niveau de la région Marrakech Tensift Al Haouz, qui est de 19,2%. Ce sont les communes de montagne, avec un taux moyen de pauvreté qui dépasse les 40%, qui sont les plus en retard par rapport aux indicateurs de développement humain, au niveau du sous-bassin de Lakhdar.

L'écart du taux de pauvreté entre les communes est dû principalement au retard en matière d'infrastructures de base et d'accès aux services qui s'y rapportent, les niveaux d'accès à ces services étant les principaux éléments de calcul des indicateurs de pauvreté.

Signalons cependant que depuis 2004, et à l'exception de l'assainissement rural, les services et infrastructures ont connu de grandes avancées, en témoignent l'amélioration des taux de couverture correspondant. On doit donc s'attendre à une réduction significative du taux de pauvreté.

Tableau 5 : Évolution du taux de pauvreté dans le sous-bassin de Lakhdar  
Source : Rapport « Pauvreté, développement humain et développement social au Maroc », Haut-Commissariat au Plan et INDH, 2004

Commune	Zone	Taux de pauvreté 2004	
		Par commune (%)	Par zone (%)
Assahrij	Plaine	31,7	22,9
Bouya Omar		22,4	
Foum Jemaa		14,6	
Louad Lakhdar		31,5	
Ouargui		19,2	
Oulad Khallouf		23,1	
Sidi Aissa Ben Slimane		21,9	
Sour El Aaz		38,5	
Bni Hassane		13,9	
Bzou		15,1	
M'zem Sanhaja		20,1	
Ait Majden		Piedmont	
Ait Taguella	13,8		
Ait Tamlil	38,7		
Anzou	16,0		
Demnate	10,6		
Imlil	8,4		
Ouaoula	42,4		
Sidi Boukhalef	28,4		
Sidi Yacoub	20,4		

<sup>2</sup> Carte de pauvreté établie par l'INDH pour lesdites années.



Commune	Zone	Taux de pauvreté 2004	
		Par commune (%)	Par zone (%)
Tamda Noumercid	Montagne	39,9	40,4
Tanant		15,3	
Tidili Fetouaka		9,0	
Ait Abbas		45,8	
Ait Blal		59,0	
Ait Bou Oulli		50,1	
Ait M'hamed		44,7	
Ighil N'oumgoun		34,3	
Imi-N'oulaoune		46,6	
Tabant		20,1	
Tifni		39,7	
Toundoute		25,5	
Zaouiat Ahnsal		49,5	
Agoudi N'lkhair		28,8	
<b>Moyenne sous-bassin Lakhdar</b>		<b>28,1</b>	

## 2.4 Secteurs productifs

### 2.4.1 Agriculture

L'agriculture est la composante principale de l'activité économique du sous-bassin de Lakhdar. D'après le Recensement Général de l'Agriculture (RGA) de 1996, le sous-bassin de Lakhdar comprend 25 505 exploitations agricoles. L'activité agricole, en plus de l'emploi saisonnier, procure de l'emploi permanent à 40 946 personnes dont 9 012 en tant que main-d'œuvre salariale et 31 934 en tant que main-d'œuvre familiale.

Sur le plan de l'infrastructure hydroagricole, le sous-bassin Lakhdar est doté des équipements suivants :

- complexe Hassan Ier - Sidi Driss assurant l'irrigation du périmètre de la Grande Hydraulique du Haouz Central (13 512 ha) ainsi qu'une partie du N'Fis moderne (16 283 ha). Le complexe est dominé par un bassin versant de 1 670 km<sup>2</sup>, permettant des apports d'environ 10,26 m<sup>3</sup>/s, soit 323 Mm<sup>3</sup>/an,
- terrains aménagés en GH relevant du périmètre de la Tassaout Amont sur une surface globale de 7 080 ha répartie entre le CMV 401 (3 060 ha) et le CMV 402 (4 020 ha). L'ensemble de ces terrains est irrigué à partir du barrage Moulay Youssef avec une dotation théorique de 6 800 m<sup>3</sup>/ha,
- terrains de PMH d'une superficie de l'ordre de 14 000 ha localisés en zone de plaine, dans les vallées du piedmont et de la montagne, et irrigués à partir des eaux de l'oued Lakhdar et de ses affluents. Les vallées d'oueds sont abondamment alimentées en eau à partir des écoulements pérennes des oueds du bassin.



Le sous-bassin connaît également le développement de l'irrigation privée basée sur le pompage dans la nappe du Haouz, aussi bien dans la GH que dans les zones hors GH. Les agriculteurs ont recours au pompage pour combler le déficit hydrique enregistré dans la GH et aussi pour disposer de l'eau aux moments où les plantes en ont le plus besoin et qui peuvent coïncider avec des périodes de pénurie d'eau du barrage.

La production agricole dans les périmètres de la GH est axée essentiellement sur l'arboriculture et les céréales, spéculations qui occupent 51% et 39% des terrains irrigués. Par contre, dans la PMH, les céréales sont de moindre importance. Elles ne représentent que 13% de l'assolement alors que les plantations sont cultivées sur 72% des terrains ; elles sont constituées principalement d'olivier (63%), de noyer (5%) et de pommier et cognassier (6%). Les fourrages sont plus importants dans la PMH (15%) que dans la GH.

Dans la PMH, le taux d'intensification dépasse les 100%, ce qui signifie que les agriculteurs arrivent à faire des cultures en dérobé en raison de l'abondance d'eau dans le sous-bassin.

À l'exception de la zone irriguée de la GH, les rendements restent loin d'atteindre leurs potentiels pour l'ensemble des cultures et ce, en raison des précipitations faibles et aléatoires, d'une faible utilisation des facteurs de production et d'une conduite technique inappropriée.

En zone bour, la pratique de la collecte des eaux pluviales est largement répandue au niveau du sous-bassin. Cette collecte est généralement effectuée grâce à des murets en pierres, soit de formes linéaires (Photo 1), soit en forme de demi-lune autour des oliviers, amandiers, caroubiers, etc. (Photo 2).



Photo 1 : Collecte des eaux pluviales : muret en pierres de forme linéaire



Photo 2 : Collecte des eaux pluviales : muret en pierres en forme de demi-lune

## 2.4.2 Artisanat

Au sein du sous-bassin de Lakhdar, le secteur de l'artisanat est principalement représenté par des ateliers de vannerie, qui sont concentrés au niveau de la commune de Sahrij, qui compte 5 ateliers de confection de chapeau et de panier à partir de doum.

Les données recueillies au moyen du questionnaire « commune » indiquent également la présence de 4 ateliers de tissage de tapis au niveau de la commune d'Ouargui. L'activité de ferronnerie est également bien présente au sein du sous-bassin, au niveau des communes d'Anzou (4 ateliers), de Tanant (5 ateliers), de M'zem Sanhaja (3 ateliers), de Ouargui (5 ateliers) et de Sidi Aissa Ben Slimane (3 ateliers).



### 2.4.3 Tourisme

Le secteur du tourisme est quasi-absent du sous-bassin de Lakhdar qui n'abrite, selon les questionnaires « communes » reçus, que 2 structures d'hébergement touristique, pour un total de 36 lits, installés au niveau de la commune de Tifni.

### 2.4.4 Industrie et carrières

Au sein du sous-bassin de Lakhdar, l'activité industrielle est principalement localisée au niveau de la commune de Louad Lakhdar et principalement représentée par les huileries ; cette commune abrite 35 de ces unités.

Le secteur industriel est également représenté par deux unités de conditionnement industriel, localisées sur le territoire de la commune d'Ouargui. On note également la présence de deux unités de concassage de pierres, localisées au niveau de cette même commune.

### 2.4.5 Commerces et services

Il s'agit principalement du commerce rural de base. Au niveau du sous-bassin de Lakhdar, les commerces et services occupent une place importante dans le tissu économique. Les circuits commerciaux concernent en grande partie les produits de base (farine, sucre, thé, huile, etc.). Le sous-bassin comporte 7 souks ruraux (Tableau 6). Ces derniers assurent l'approvisionnement de la population en biens de consommation.



Tableau 6 : Souks existant au niveau du sous-bassin de Lakhdar  
Source : questionnaire commune, AHT-RESING, 2015

Commune	Nom du souk	Jour(s) du souk	Espace aménagé pour le souk	Superficie	Abattoir aménagé	AEP	Electricité	Assainissement liquide		Déchets solides	
								Existant	Point de rejet	Collecte	Point de rejet
Anzou	Tlaat	Mardi	non	1 ha	-	-	-	-	-	-	-
Tidili Fetouaka	Jamaa Tidili	Vendredi	non	10.000 m <sup>2</sup>	Espace non aménagé	Oui	Oui	-	-	-	-
Tanant	Arbiaa Tanant	Mercredi	non	-	Espace non aménagé	Oui	Oui	-	Puit perdu	Oui	Près du souk
Sahrij	Larbaa Lahmadna	Mercredi	non	-	Aménagé	Oui	Non	Oui	Fosses septiques	Oui	Petit décharge communal
M'zem Sanhaja	Tletmzem	Mardi	oui	2 ha	Aménagé	Oui	Non	Non	Non	Non	Non
Ouargui	nc	nc	oui	4,5 ha	Aménagé	Oui	Non	-	-	Oui	-
Sidi Aissa Ben Slimane	Sebt el khammassa	Samedi	oui	1 ha	Aménagé	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non



### 3 Acteurs du sous-bassin

Les ressources en eau dans la zone du sous-bassin de Lakhdar sont majoritairement utilisées pour l'irrigation des périmètres agricoles et pour l'alimentation en eau potable et des populations aussi bien dans les espaces urbains que ruraux.

Les principaux intervenants dans la planification, la gestion et l'usage des ressources sont les services provinciaux des opérateurs sectoriels habilités à gérer les ressources en eau, les services techniques des Autorités provinciales, les usagers représentés par leurs Associations et les Élus associés à la planification locale et à la résolution des conflits possibles.

#### 3.1 Les opérateurs sectoriels

Le Tableau suivant récapitule les opérateurs institutionnels agissant dans le territoire du sous-bassin de Lakhdar :

Tableau 7 : Opérateurs institutionnels intervenant au niveau du sous-bassin de Lakhdar  
Source : Réunions et visites de terrain AHT-RESING, 2015

<b>ORMVA</b>	Le sous-bassin de Tassaout comprend une partie du périmètre de la Tassaout Amont. L'ORMVA y est fortement présent et est représenté par l'arrondissement d'Attaouia
<b>DPA</b>	Trois DPA interviennent au niveau du sous-bassin : DPA d'Azilal, DPA Kelaa Des Sraghna et DPA de Marrakech.
<b>ONCA</b>	Nouvellement créé, l'ONCA aura un grand rôle à jouer dans l'encadrement et l'accompagnement des agriculteurs
<b>ABHOER</b>	L'ABH de l'Oum Er Rbia intervient fortement au niveau du sous-bassin, notamment au niveau du DPH, de la fourniture de l'eau d'irrigation, de la gestion du complexe de barrage My Youssef-Timinoutine, et de la gestion des crues.
<b>DREF</b>	Le sous-bassin de Tassaout fait partie du domaine forestier de la DREF de Marrakech et la DREF de Beni Mellal
<b>ONEE-Eau</b>	L'ONEE-Eau intervient par les services provinciaux ONEE de Kelaa Des Sraghna, Marrakech Al Haouz et l'ONEE d'Azilal
<b>Service de l'eau</b>	Intervention, au niveau du sous-bassin, des services de l'eau de Kelaa Des Sraghna, d'Al Haouz et d'Azilal.
<b>Services Provinciaux</b>	Services provinciaux de la province de Kelaa Des Sraghna, de la province d'Azilal et de la province d'Al Haouz.

#### 3.2 Les instances élues

<b>Conseil régional</b>	Partenaire dans les projets structurants
<b>Conseils provinciaux</b>	Conseil provincial d'Azilal Conseil provincial de Kelaa Des Sraghna
<b>Communes</b>	Toutes les communes concernées.



### 3.3 Les associations d'usagers des eaux

Il existe deux types d'associations d'usagers d'eau qui interviennent directement comme opérateurs dans la mobilisation, la gestion des eaux et des infrastructures hydrauliques : a) les Associations d'Usagers des Eaux Agricoles (AUEA) institués par la loi n° 91.05 et les associations pour l'alimentation en eau potable relevant de la loi 1905 sur les associations et revue en 1958.

Les AUEA sont chargées de par la loi à engager les usagers à participer à l'investissement d'amélioration des équipements des périmètres traditionnels, à gérer les eaux destinées au périmètre et à distribuer ces eaux aux usagers tout en conservant les règles traditionnelles des "droits d'eau".

Constituées dans le cadre de l'exécution de projets localisés au niveau d'un douar ou d'un ensemble de douars rapprochés, les associations-AEP ont pour objet de gérer l'ensemble du système AEP local (mobilisation de l'eau, distribution aux bornes fontaines ou aux bornes individuelles, maintenance des infrastructures et des équipements, facturation, collecte et gestion des redevances).



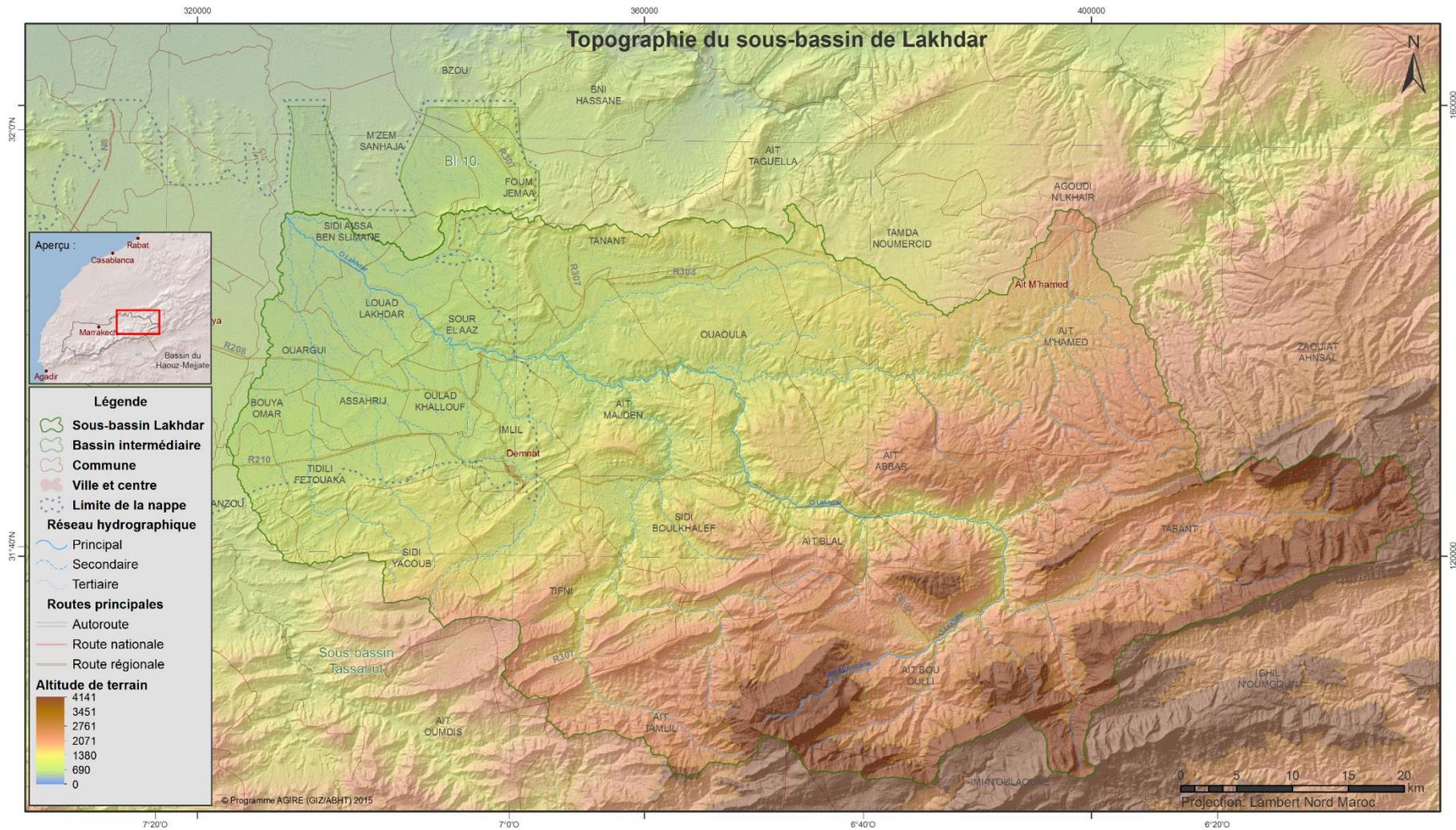
## 4 Ressources en eau de surface

En termes d'eau de surface, il est nécessaire de traiter des bassins versants au sens hydrologique du terme. Aussi, dans cette section, le terme "sous-bassin de Lakhdar " se réfère au sous-bassin proprement dit sans le bassin intermédiaire BI-10. Lorsque celui-ci est inclus dans l'analyse, le texte le mentionnera spécifiquement.

### 4.1 Topographie et domaine morphologique

La Carte 4 présente la topographie du terrain au niveau du sous-bassin de Lakhdar. L'altitude varie entre 488 m au niveau de l'oued Tensift à 4017 m au niveau du Haut Atlas. On distingue trois grandes zones morphologiques différentes avec des problématiques liées aux ressources en eau distinctes :

- Une zone de montagne (altitude > 1500 m, pente moyenne 9,5%) représentant environ 52% en superficie de l'ensemble du sous-bassin et qui coïncide avec la zone de d'alimentation de l'oued Lakhdar et de ses principaux affluents.
- Une zone de piedmont (800m<altitude<1500m, pente moyenne 1.3%) représentant environ 31% en superficie du bassin et qui correspond à la zone de disponibilité relative des eaux de surface et de l'irrigation traditionnelle à partir de prélèvements au fil de l'eau sur les cours d'eau.
- Une zone de plaine (altitude<800 m, pente moyenne 0,7%) et qui correspond généralement aux zones d'agriculture bour et de développement de pompage à partir de la nappe. La zone de plaine occupe environ 17% de la superficie du sous-bassin de Lakhdar.



Carte 4 : Topographie du sous-bassin de Lakhdar  
Source : SIG-GIRE, AHT-RESING, 2015



## 4.2 Précipitations et zones bioclimatiques

### 4.2.1 Pluviométrie mensuelle et annuelle

La répartition moyenne des pluies mensuelles mesurée à la station Hassan ler montre l'existence de deux périodes caractéristiques (Figure 3) : (i) une saison humide allant du mois d'octobre à avril, où interviennent la quasi-totalité des épisodes pluvieux, soit 87% de la pluviométrie annuelle ; et (ii) une saison sèche allant de mai à septembre avec 13 % de la pluviométrie annuelle. Le maximum est atteint au mois de janvier et le minimum au mois de juillet. La moyenne annuelle est de l'ordre de 509 mm au niveau de la station Hassan ler, avec un maximum de 944 mm (08/09) et un minimum de 268 mm (95/96).

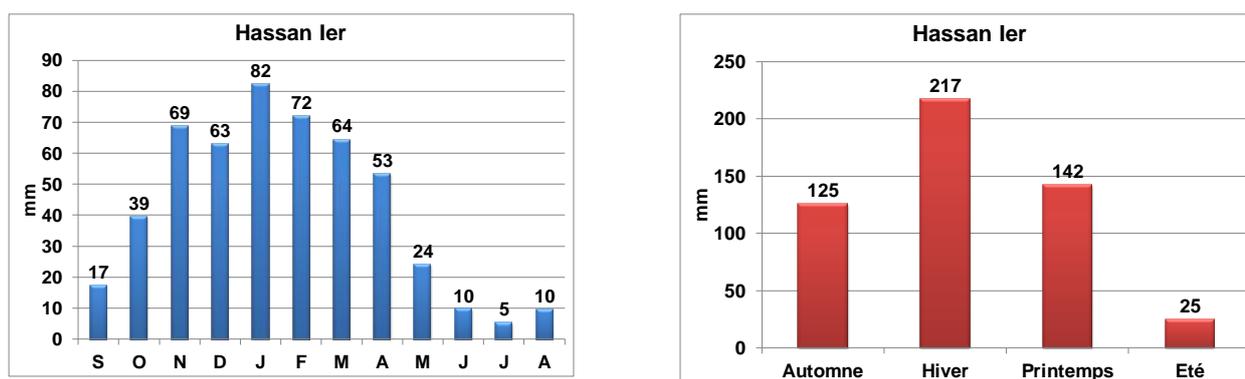


Figure 3 : Répartition de la pluviométrie moyenne mensuelle et saisonnière - Barrage Hassan I<sup>er</sup> (1984-2012)  
Source : ABHOER

Le graphique suivant (Figure 4) illustre l'évolution de la pluviométrie annuelle pour la station Hassan ler.

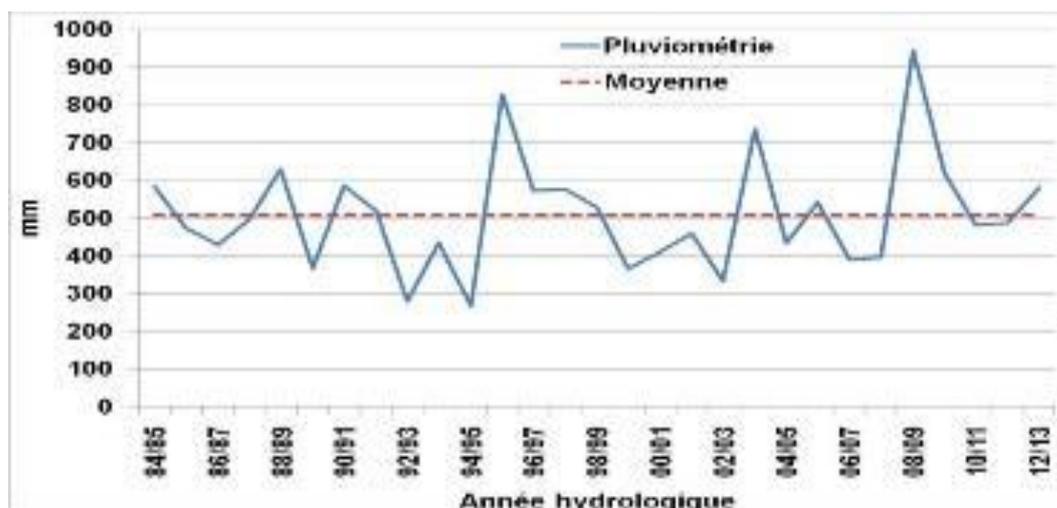
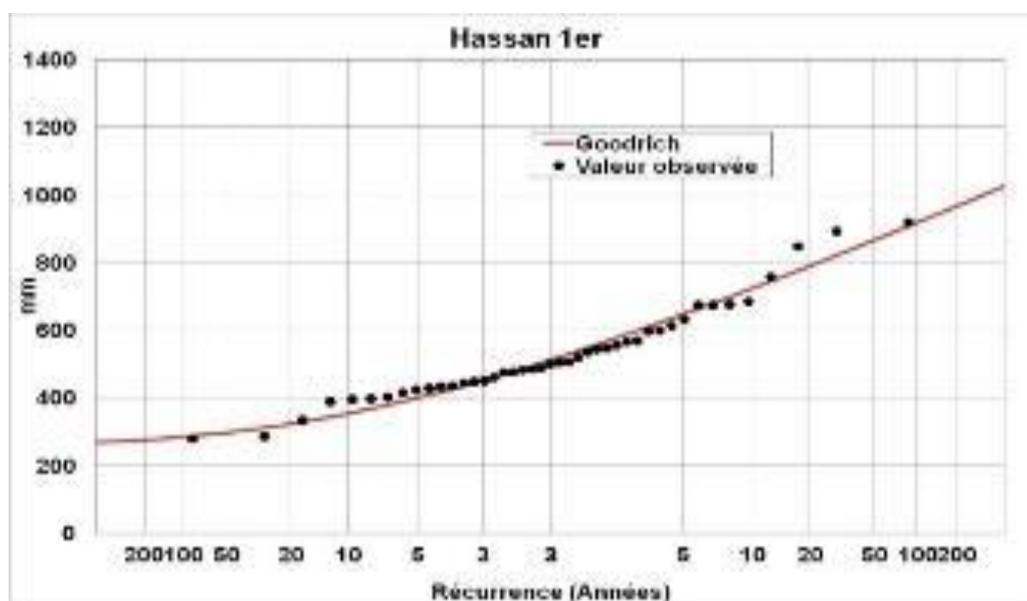


Figure 4 : Évolution de la pluviométrie annuelle - Hassan I<sup>er</sup> (1984-2012)  
Source : ABHOER

L'analyse fréquentielle effectuée sur la série pluviométrique à la station Hassan ler (Figure 5) indique, qu'en période humide, une fois sur dix la pluviométrie égale ou dépasse le seuil de 724 mm ; en période sèche celle-ci ne dépasse guère 355 mm (Tableau 8).

Tableau 8 : Pluviométrie annuelle (mm) pour certaines fréquences selon la loi de Goodrich -Station Hassan I<sup>er</sup> (1984-2012)

	Fréquence	Réurrence	Hassan I <sup>er</sup> (mm)
Période sèche	0,005	200	276
	0,01	100	285
	0,02	50	298
	0,05	20	324
	0,1	10	355
	0,2	5	401
	0,5	2	512
Période humide	0,8	5	647
	0,9	10	724
	0,95	20	790
	0,98	50	867
	0,99	100	919
	0,995	200	967

Figure 5 : Ajustement de la loi de Goodrich à la pluviométrie annuelle -Station Hassan I<sup>er</sup> (1984-2012)



#### 4.2.2 Zones bioclimatiques

Selon la classification d'Emberger, le sous-bassin de Lakhdar se subdivise en cinq étages bioclimatiques (Carte 5) :

- l'étage aride à hiver tempéré couvrant toute la zone de plaine du sous-bassin (18% du sous-bassin en termes de superficie),
- l'étage semi-aride à hiver frais occupant la zone de piedmont (12% du sous-bassin),
- l'étage humide à hiver tempéré ne couvre que 3% de la superficie du sous-bassin,
- l'étage humide à hiver frais, qui couvre 46% de la superficie du sous-bassin et la grande partie de la zone montagne,
- l'étage semi-aride à hiver froid qui couvre une partie de la zone montagne du sous-bassin et s'étend sur 18% de la superficie de celui-ci.

La haute montagne à hiver froid occupe 4% de la superficie du sous-bassin Lakhdar. Les types de climat, aride et semi-aride, se caractérisent par une pluviométrie faible et aléatoire, des températures et une évaporation élevée imposant des contraintes majeures à l'agriculture et aux ressources hydriques de la région.

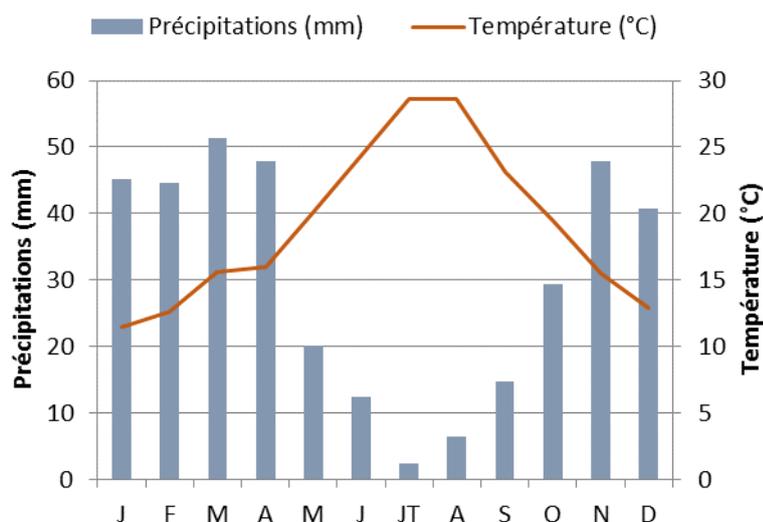
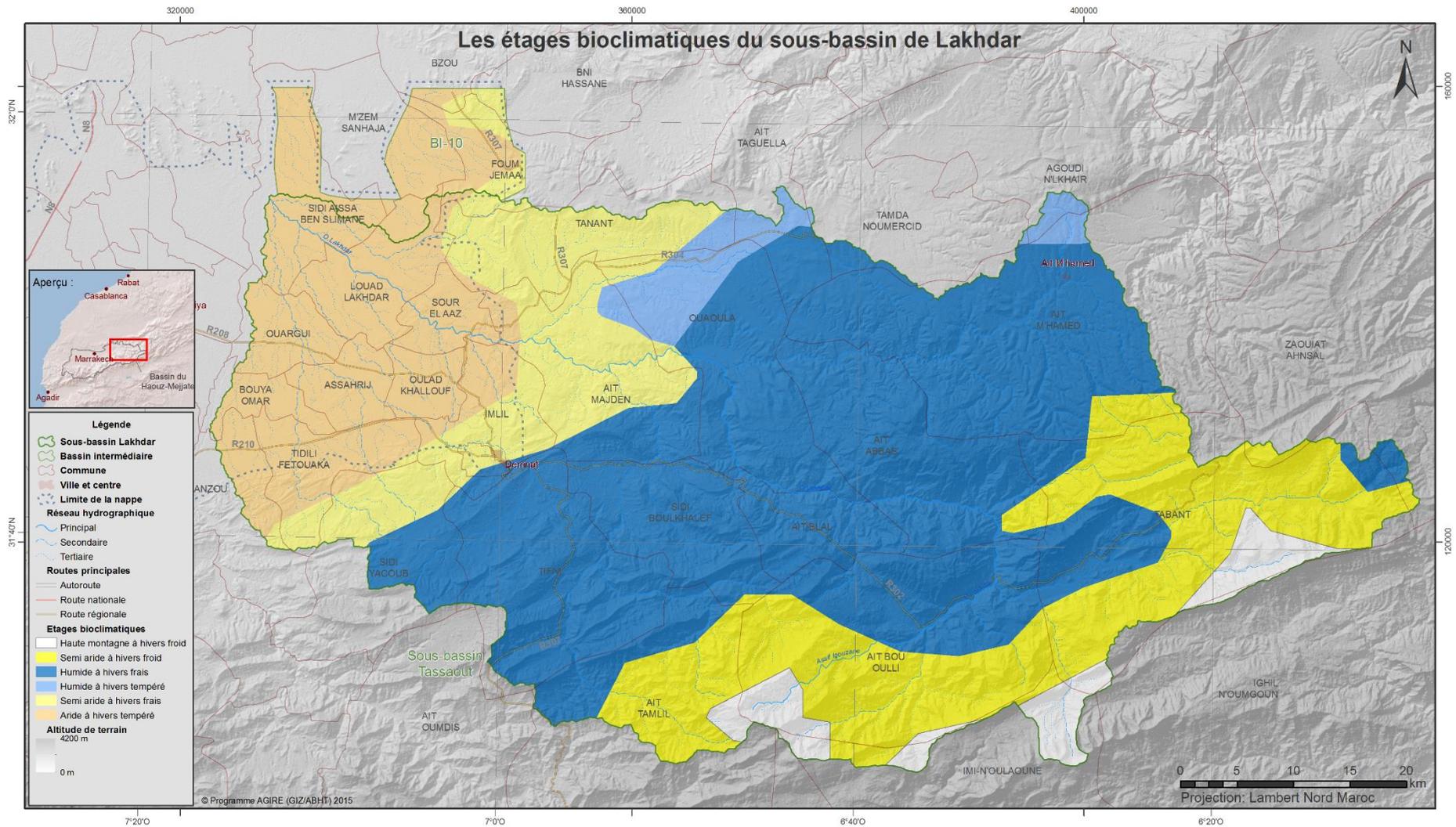


Figure 6: Diagramme pluviothermique de la station Sidi Driss, dans le sous-bassin de Lakhdar  
Source : ABHT



Carte 5 : Étages bioclimatiques du sous-bassin de Lakhdar (selon système de classification d'Emberger)  
Source : Rapport « Zones arides », Recherche Agronomique, 1965



### 4.2.3 Intensité-Durée-Fréquence

L'IC a fait appel à la formule de Montana pour établir la relation Intensité-Durée-Fréquence (IDF). La formule est la suivante :

$$I = aT^{-b}$$

Où a et b sont des constantes, I est l'intensité maximale (mm/heure) pour une période de récurrence donnée, et T la durée en heure.

Ainsi, l'exploitation des données journalières de la station de Sidi Rahal a permis d'élaborer des séries des données d'intensité de pluie maximale annuelle de durées 24, 48, 72, 96 et 120 heures. L'analyse fréquentielle de ces séries (Tableau 9) a permis de déterminer les coefficients de l'équation de Montana (Tableau 10, Figure 6).

Pour une durée de 24 heures et une période de récurrence de 2 ans, l'intensité maximale est de l'ordre de 1,7 mm/h au niveau de la station Hassan 1er ; l'intensité maximale par 24 heures sur une période de récurrence 100 s'élève à 3,3 mm/h. Pour les durées inférieures à 24 heures, l'intensité peut être estimée pour n'importe quelle période de retour à partir de la relation de Montana, avec les coefficients correspondants (Tableau 9 et Tableau 10).

Tableau 9 : Intensité de la pluie (mm/hr) pour différentes durées et fréquences selon la loi de Goodrich-Station Hassan 1<sup>er</sup> (1984- 2012)

Durée (Hr)	Récurrence					
	2	5	10	20	50	100
24	1,7	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3
48	1,2	1,5	1,7	1,9	2,0	2,1
72	0,9	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6
96	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
120	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1

Tableau 10 : Constantes a et b de la relation I=aT<sup>-b</sup> pour différentes fréquences - Station Hassan 1<sup>er</sup> (198462012)

Récurrence	Constantes	Sidi Rahal
2	a	15,0
	b	0,66
5	a	18,6
	b	0,66
10	a	21,1
	b	0,66
20	a	23,5
	b	0,66
50	a	26,5
	b	0,67
100	a	28,7
	b	0,67

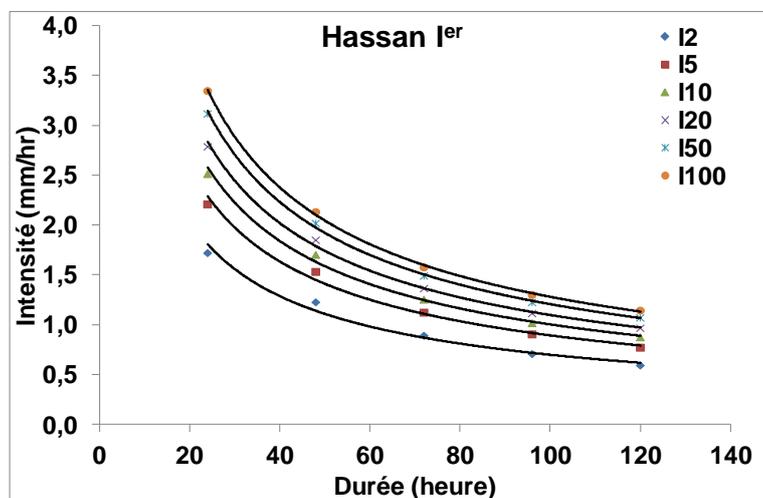


Figure 7 : Intensité-Durée Fréquence - Station Hassan 1er (1984-2012)



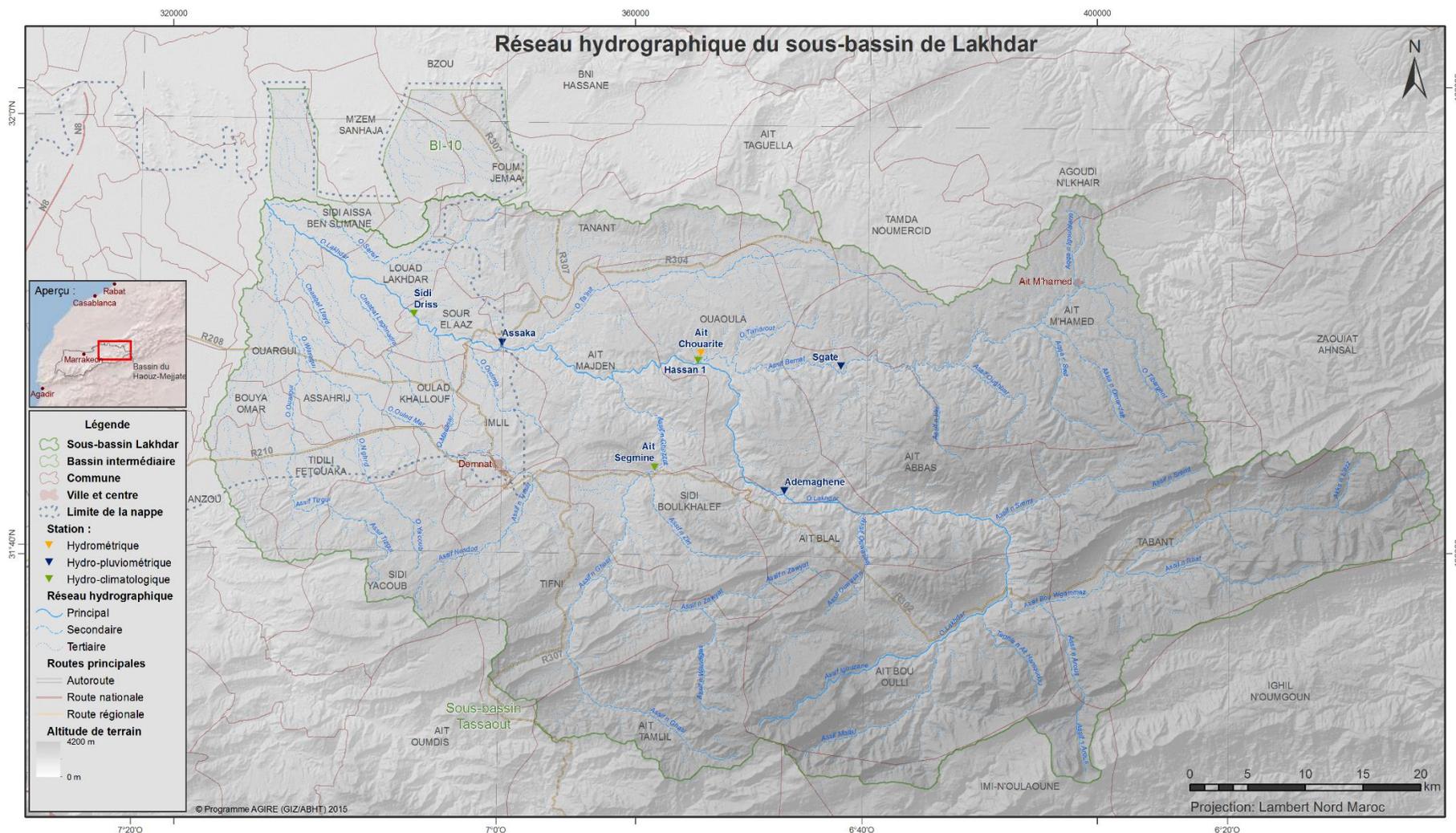
### 4.3 Réseau hydrographique

L'oued Lakhdar, qui prend sa source dans le Haut Atlas Oriental au pied des Jbels Azourki et Tignousti, draine un bassin de 3 503 km<sup>2</sup>. Son cours principal draine les parties sud-ouest et ouest du bassin versant. Son principal affluent, l'oued Bernat, qui draine les parties nord et nord-est, le rencontre au site de la retenue du barrage. La partie méridionale du bassin est drainée par le cours principal de l'oued Lakhdar dont les principaux affluents sont les oueds Assif N'Ghasi, Ouargui, et Oued Ta'init.

Le cours d'eau principal mesure 126 km avec une pente moyenne de 1,24 %, avec longueur totale du réseau hydrographique d'environ 2 263 km (Tableau 11). Le sous-bassin de Lakhdar est à peu près 4 fois plus long que large ; cette forme, plutôt ramassée, va permettre une concentration relative de l'écoulement.

Tableau 11 : Caractéristiques morphométriques, sous-bassin de Lakhdar

Caractéristiques physiques	Valeur
Superficie (km <sup>2</sup> )	3 503
Périmètre (km)	360
Longueur (km) équivalente (km)	159,1
Largeur équivalente (km)	38,7
Indice de Gravelius	1,71
Longueur du cours d'eau principal (km)	126
Longueur totale du réseau hydrographique (km)	2 263
Densité du réseau (km/km <sup>2</sup> )	0,65
Altitude amont (m)	2 200
Altitude aval (m)	560
Pente moyenne du cours d'eau principal (%)	1,24



Carte 6 : Réseau hydrographique et stations hydrométriques dans le sous-bassin de Lakhdar  
 Source : SIG-GIRE, AHT-RESING, 2015



## 4.4 Réseau de mesures hydrométriques

Le sous-bassin de Lakhdar est doté de 3 stations hydrométriques : Ait Segmine, Hassan Ier, et Sidi Driss (Carte 6).

## 4.5 Régime hydrologique et estimations des apports

Les apports de l'oued Lakhdar ont généralement un régime très irrégulier au cours de l'année ; ce dernier commence à augmenter à partir du mois d'octobre pour atteindre un maximum au mois de novembre (automne). Pendant les mois d'hiver, les cours d'eau recueillent des précipitations importantes et engendrent une augmentation du débit qui se poursuit pour atteindre son maximum au mois de mars (printemps) avec la fonte des neiges. En effet, la répartition saisonnière des apports indique que le sous-bassin Lakhdar a un régime pluvio-nival avec un pic hydrologique au printemps (Figures 7 et 8). En général, les débits d'étiage sont atteints dès le mois de juillet jusqu'au mois de septembre.

L'analyse de la série des apports annuels au niveau du barrage Hassan Ier montre que l'apport moyen annuel est de l'ordre de 255 Mm<sup>3</sup> pour la période 1941-2013, avec un maximum de 619 et un minimum de 69 Mm<sup>3</sup> (Figure 9).

Par ailleurs, le volume moyen annuel simulé à l'exutoire du sous-bassin Lakhdar (Voir Rapport Global : Diagnostic du bassin Haouz-Mejjate) pour la période 1985-2013 est de l'ordre de 282 Mm<sup>3</sup>. La moyenne observée pour la même période (1985-2013) est de 195 Mm<sup>3</sup>.

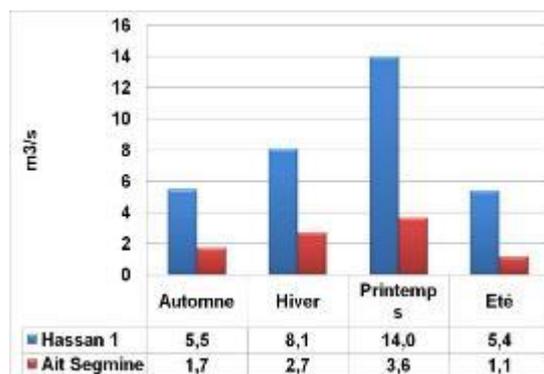
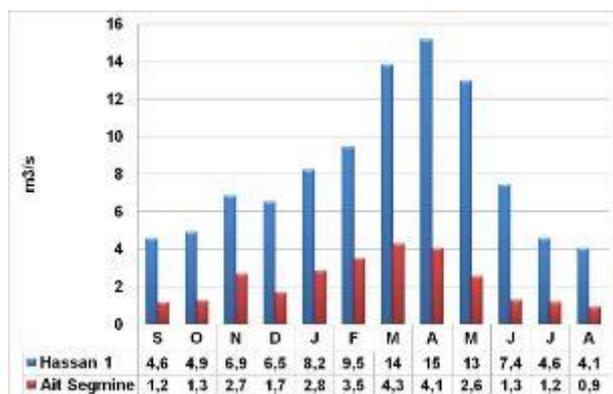


Figure 8 : Débits moyens mensuels - Ait Segmine (1970-2011) et Hassan I<sup>er</sup> (1941-2013)  
Source : ABHOER

Figure 9 : Débits moyens saisonniers - Ait Segmine (1970-2011) et Hassan I<sup>er</sup> (1941-2013) Source : ABHOER

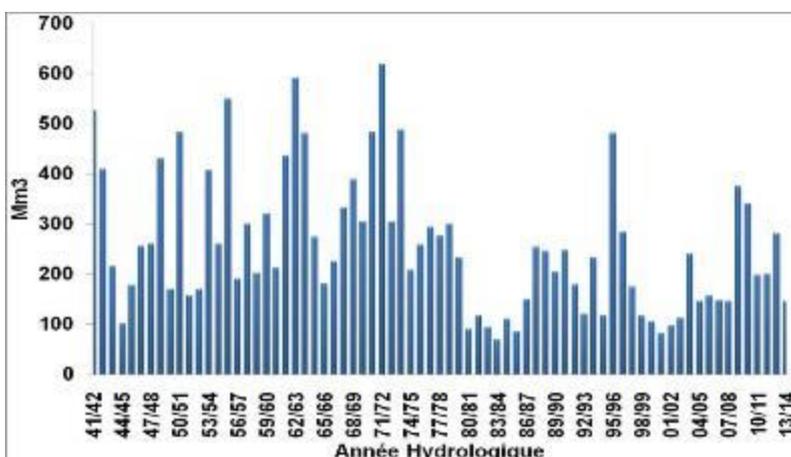


Figure 10 : Évolution des apports du barrage Hassan I<sup>er</sup> (1941- 2013)  
Source ABHOER



## 4.6 Crues

Pour l'estimation des débits de crues l'IC a fait appel aux méthodes suivantes (Annexe 1) :

- L'utilisation des paramètres régionaux calés sur les stations de références
- La transposition des débits de pointe au droit de la station de référence vers le bassin correspondant en utilisant le coefficient de Francou-Rodier (K(T)).

La comparaison des deux méthodes (Voir rapport Global : Diagnostic du sous-bassin de Haouz-Mejjate) a permis de retenir la méthode de Francou-Rodier, calé sur une station de référence. Dans le cas du sous-bassin Lakhdar, c'est la station d'Ait Segmine qui a été utilisée pour le calage.

L'analyse fréquentielle des séries des débits maxima instantanés enregistrés à la station d'Ait Segmine montre que les dites séries s'ajustent à la loi de Goodrich (Tableau 12). Le tableau montre également la transposition des débits de crue à partir de la station d'Ait Segmine vers le sous-bassin de Lakhdar en utilisant la méthode de Francou-Rodier (Annexe 1).

Tableau 12 : Calage de la méthode de Francou-Rodier aux débits de crue de la station d'Ait Segmine (1970--2011) et débits de crue transposés, sous-bassin de Lakhdar  
Source : ABHOER

Fréquence	Récurrence	Ait Segmine		Débits de crue Lakhdar (m <sup>3</sup> /s)
		Débits (m <sup>3</sup> /s)	Coefficient de Francou-Rodier K(T)	
0,5	2	207	3,05	801
0,8	5	574	3,89	1 890
0,9	10	904	4,26	2 769
0,95	20	1 268	4,54	3 679
0,98	50	1 792	4,82	4 918
0,99	100	2 215	4,99	5 878
0,995	200	2 660	5,14	6 854
0,998	500	3 276	5,31	8 165
0,999	1000	3 761	5,43	9 171
0,9999	10000	5 483	5,74	12 588



Pour la reconstitution des hydrogrammes de crue à l'exutoire du sous-bassin de Lakhdar, l'IC a utilisé la méthode exponentielle (Tableau 13, Figure 10).

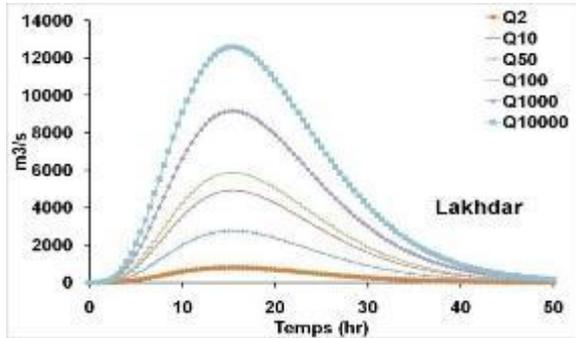


Figure 11 : Hydrogramme des crues de différentes périodes de récurrence à l'exutoire du sous-bassin de Lakhdar

Tableau 13 : Débits et volume des crues pour différentes périodes de récurrence, sous-bassin Lakhdar

	Débit de pointe (m <sup>3</sup> /s)	Volume (Mm <sup>3</sup> ) (Méthode Exponentielle)
Q <sub>2</sub>	801	56,8
Q <sub>10</sub>	2 769	196,4
Q <sub>50</sub>	4 918	348,8
Q <sub>100</sub>	5 878	416,9
Q <sub>1000</sub>	9 171	650,4
Q <sub>10000</sub>	12 588	892,8



## 5 Ressources en eau souterraine

La caractérisation hydrogéologique est établie sur la base de la documentation suivante :

- Étude de gestion des principales nappes de la Région Hydraulique du Tensift (ABHT/RESING, 2004).
- Étude de synthèse hydrogéologique pour l'évaluation des ressources en eau souterraine du bassin hydraulique du Tensift (ABHT/ANTEA, ANZAR, 2003)
- Étude d'Actualisation du Plan Directeur de Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans le bassin de Tensift (ABHT/NOVEC, 2009)
- Étude d'Actualisation du Plan Directeur de Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans le bassin d'Oum Rbia

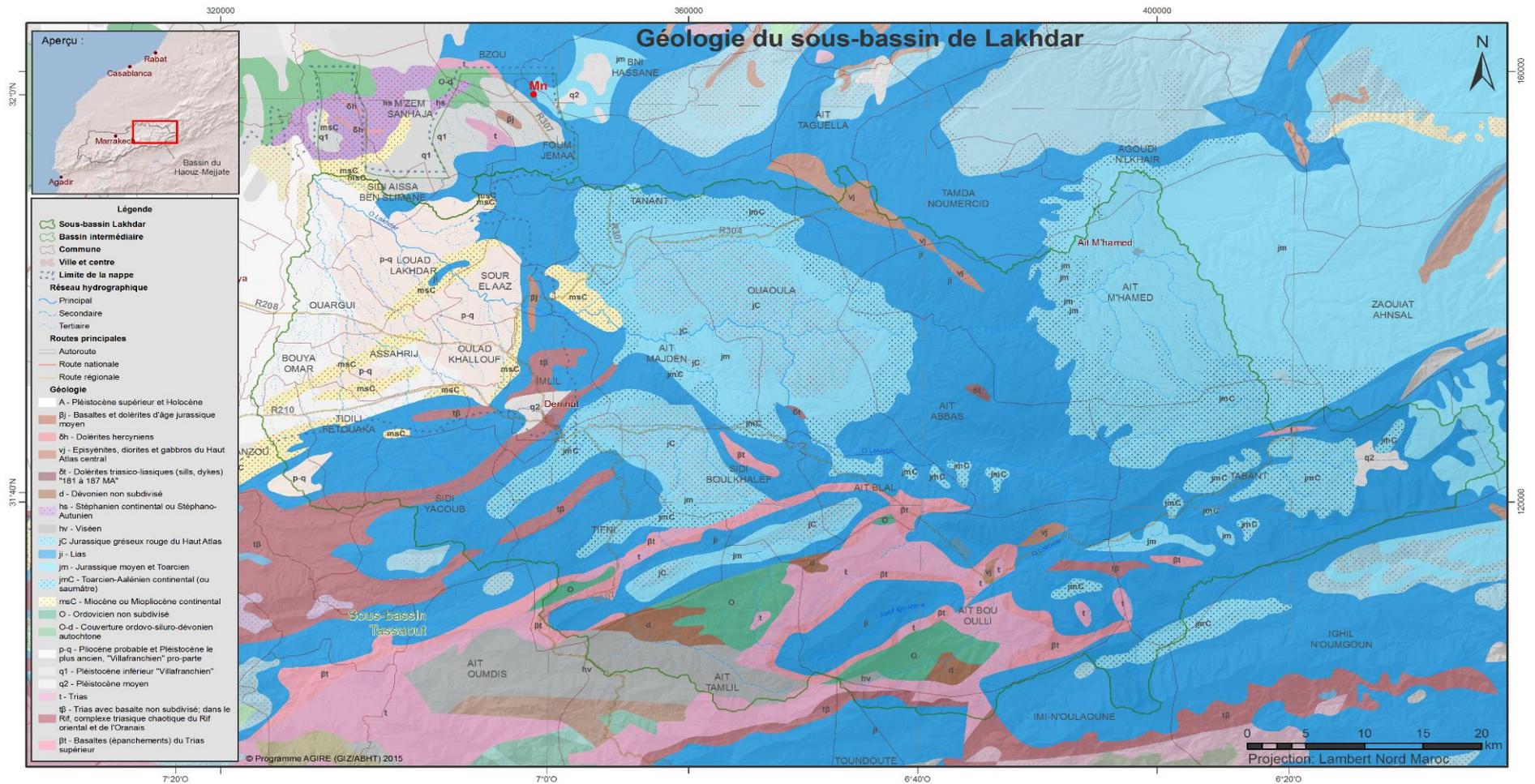
### 5.1 Contexte géologique

Sur le plan géologique, le sous-bassin de Lakhdar se trouve dans la partie orientale du bassin du Haouz-Mejjate (Carte 7).

La partie nord-est du sous-bassin est constituée de la terminaison orientale du bassin sédimentaire du Haouz Mejjat. Il s'agit des formations continentales de remplissage, d'âge Mio-Plio-Quaternaire, très hétérogènes, comportent notamment :

- Des conglomérats dans une bande de seulement 2-3 km de haut alignée au pied de l'Atlas qui se prolonge vers le Nord dans l'axe du cours actuel de l'oued Lakhdar.
- Des formations alluviales remaniées au quaternaire, constituées de galets, graviers et sables à forte perméabilité correspondant à d'anciens lits d'oueds.
- Ces formations perméables passent en allant vers le Nord à des formations limoneuses, parfois encroûtées en surface.

Le reste de la partie nord du sous-bassin Lakhdar est constitué d'une alternance du Jurassique (Lias, jurassique moyen et jurassique gréseaux rouge du haut Atlas). Dans la partie sud, des formations du secondaire plus ancien (Trias) et du primaire affleurent, il s'agit notamment du Dévonien non subdivisé et de l'Ordovicien non subdivisé.



Carte 7 : Carte géologique du sous-bassin de Lakhdar  
Source : carte géologique du Maroc 1/1000000



## 5.2 Terminaison orientale de la nappe du Haouz

La nappe du Haouz-Mejjate au niveau du sous-bassin Lakhdar s'étend sur une superficie de 647 km<sup>2</sup>, ce qui représente environ 17% de la superficie de ce sous-bassin.

Selon le PDAIRE du Bassin Oum Er Rbia, l'épaisseur utile de la nappe, qui est de l'ordre de 20 à 40 m au Sud, ainsi que sa perméabilité, diminuent sensiblement en allant vers le Nord.

Le substratum de la nappe phréatique est mal connu. Il va apparemment de l'Éocène-Crétacé au Lias. Il se pourrait que le Lias dolomitique, connu pour ses bonnes propriétés aquifères dans d'autres secteurs, notamment dans les Atlas, constitue une partie de ce substratum à des profondeurs non excessives. À condition que sa fissuration se poursuive en profondeur, il pourrait alors constituer une ressource secondaire intéressante.

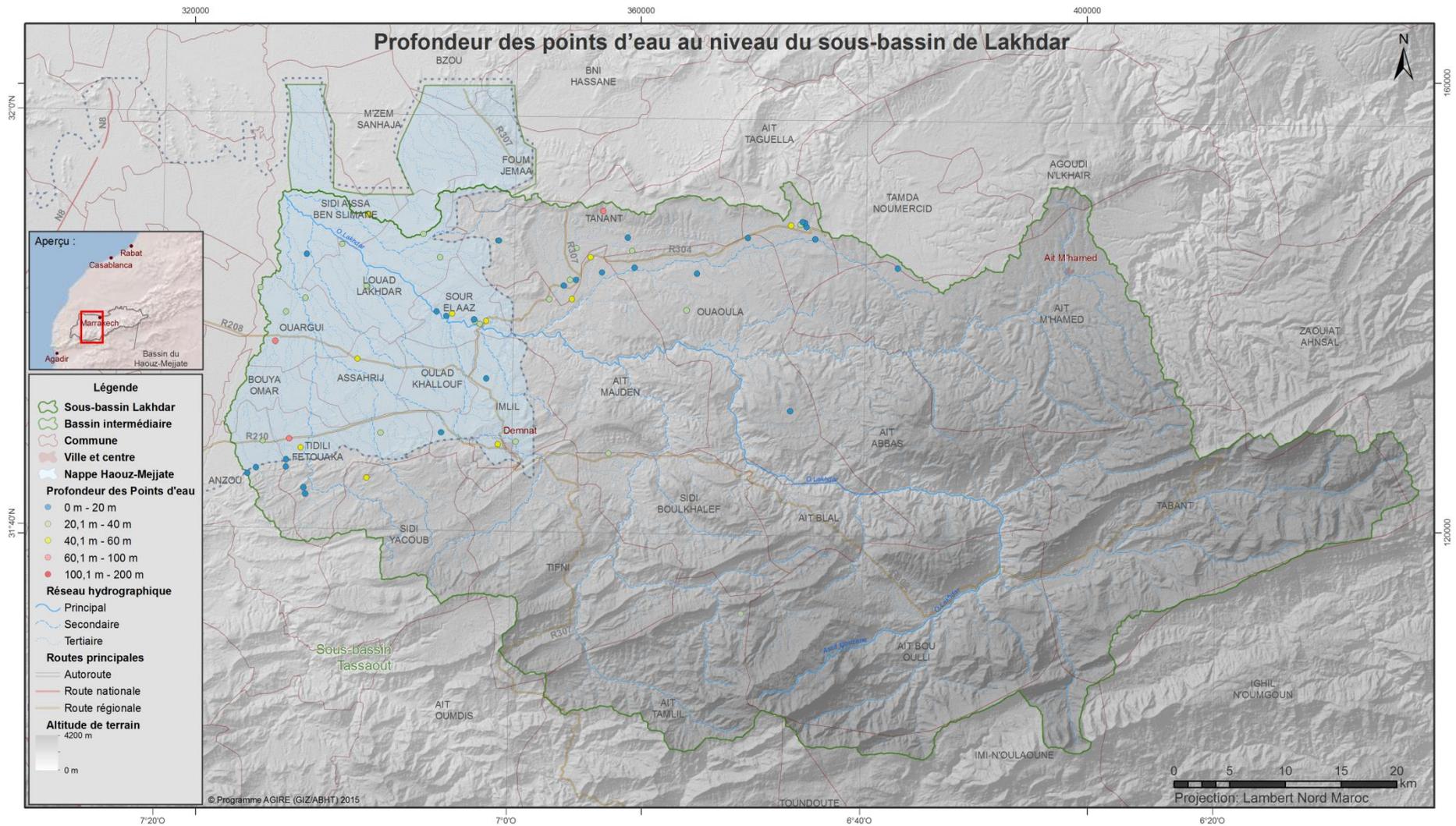
## 5.3 Points d'eau

La base de données IRE (Communiquée par l'ABHOER) compte 66 points d'eau au niveau du sous-bassin Lakhdar, dont 28 au niveau de la nappe du Haouz.

La profondeur moyenne des ouvrages est de 23,5 m avec environ 80 % des profondeurs situées entre 5 et 40 m. Les forages profonds dépassant les 60 m sont peu nombreux, environ 5%.

## 5.4 Prélèvements sur la nappe

Les données relatives aux prélèvements des eaux de la nappe ne sont pas disponibles au niveau des parties de la nappe situées hors de la zone d'action de l'ABHT.



Carte 8 : Nappes et profondeurs des points d'eau dans le sous-bassin de Lakhdar et BI-10  
Source : imagerie satellitaire, ArcGIS, Fichier IRE de l'ABHT



## 5.5 Piézométrie et évolutions piézométriques

Un seul piézomètre existe au niveau de sous-bassin Lakhdar mais en dehors de la partie couverte par la nappe. L'évolution du niveau d'eau dans ce piézomètre est donnée par la figure suivante :

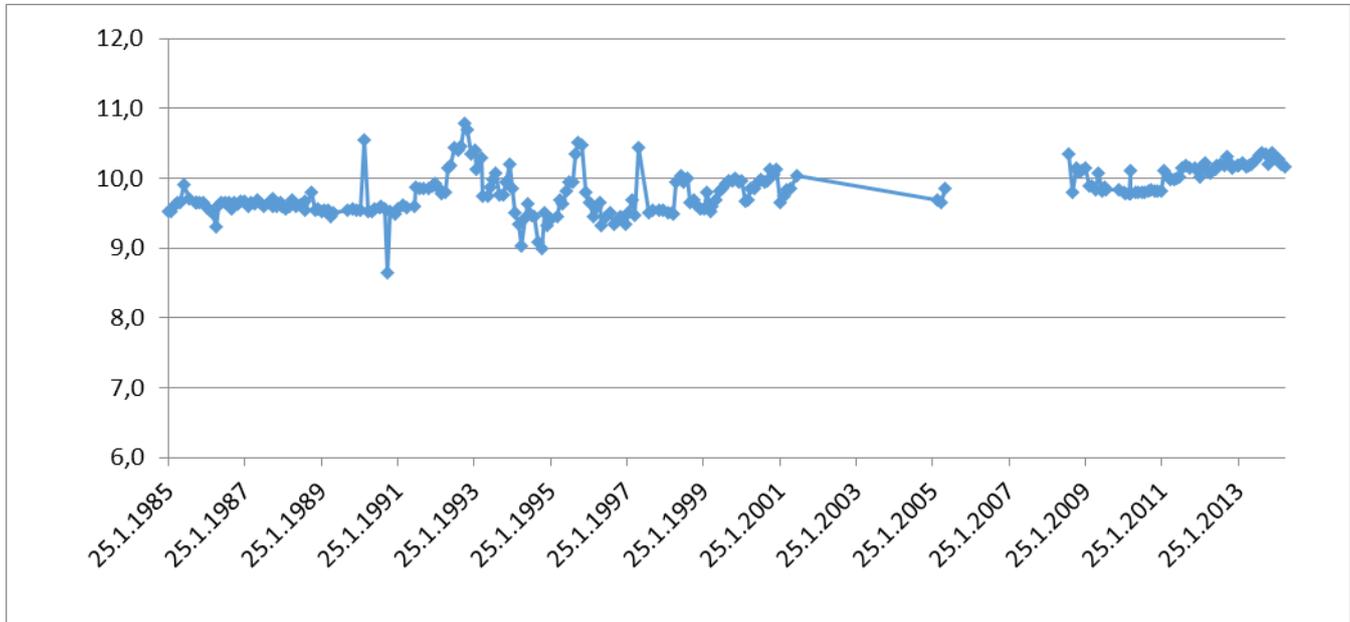
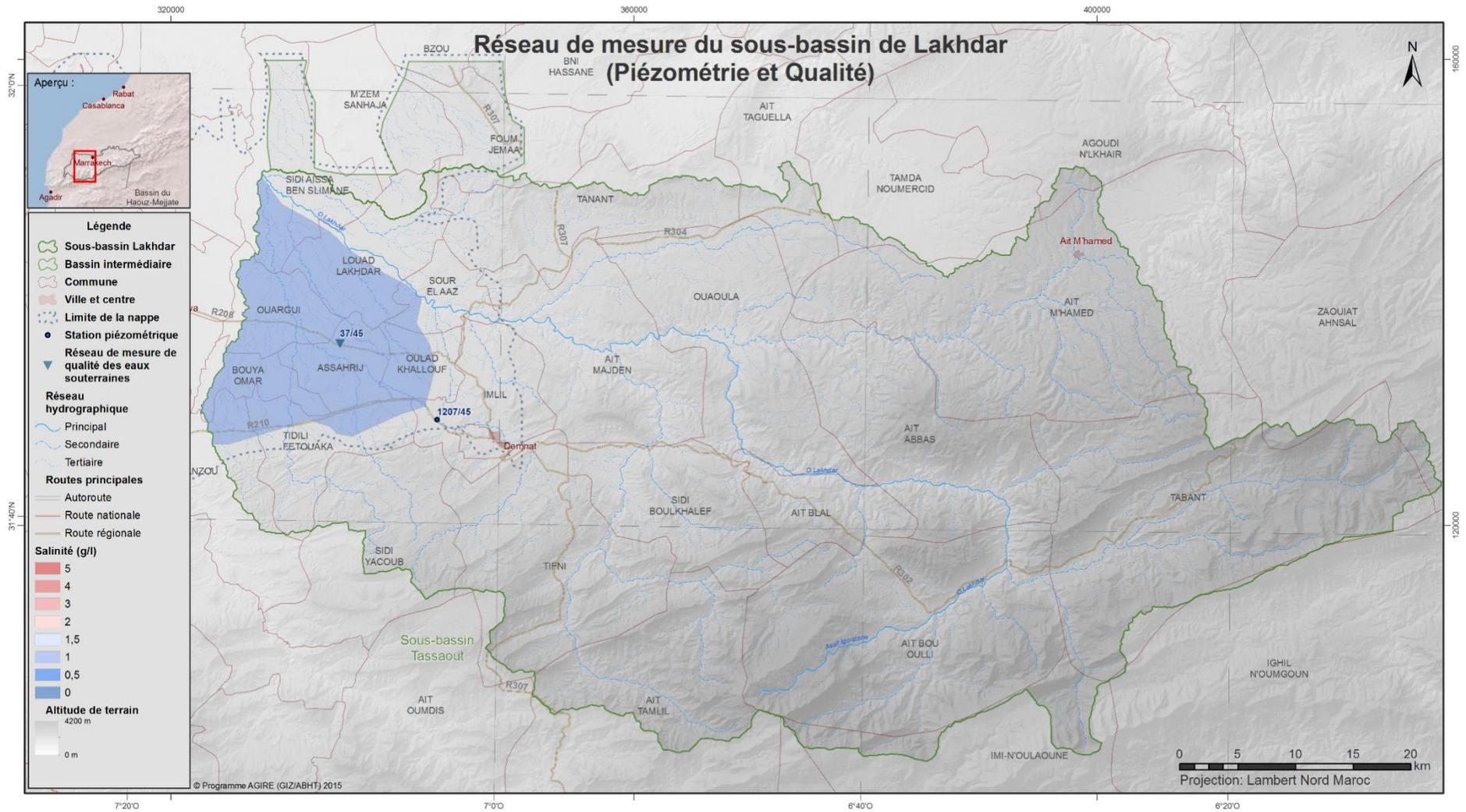


Figure 12 : Évolution des profondeurs d'eau au niveau du piézomètre 1207/45  
Source : ABHOER

Le niveau d'eau au niveau de ce piézomètre est resté constant depuis 1985.



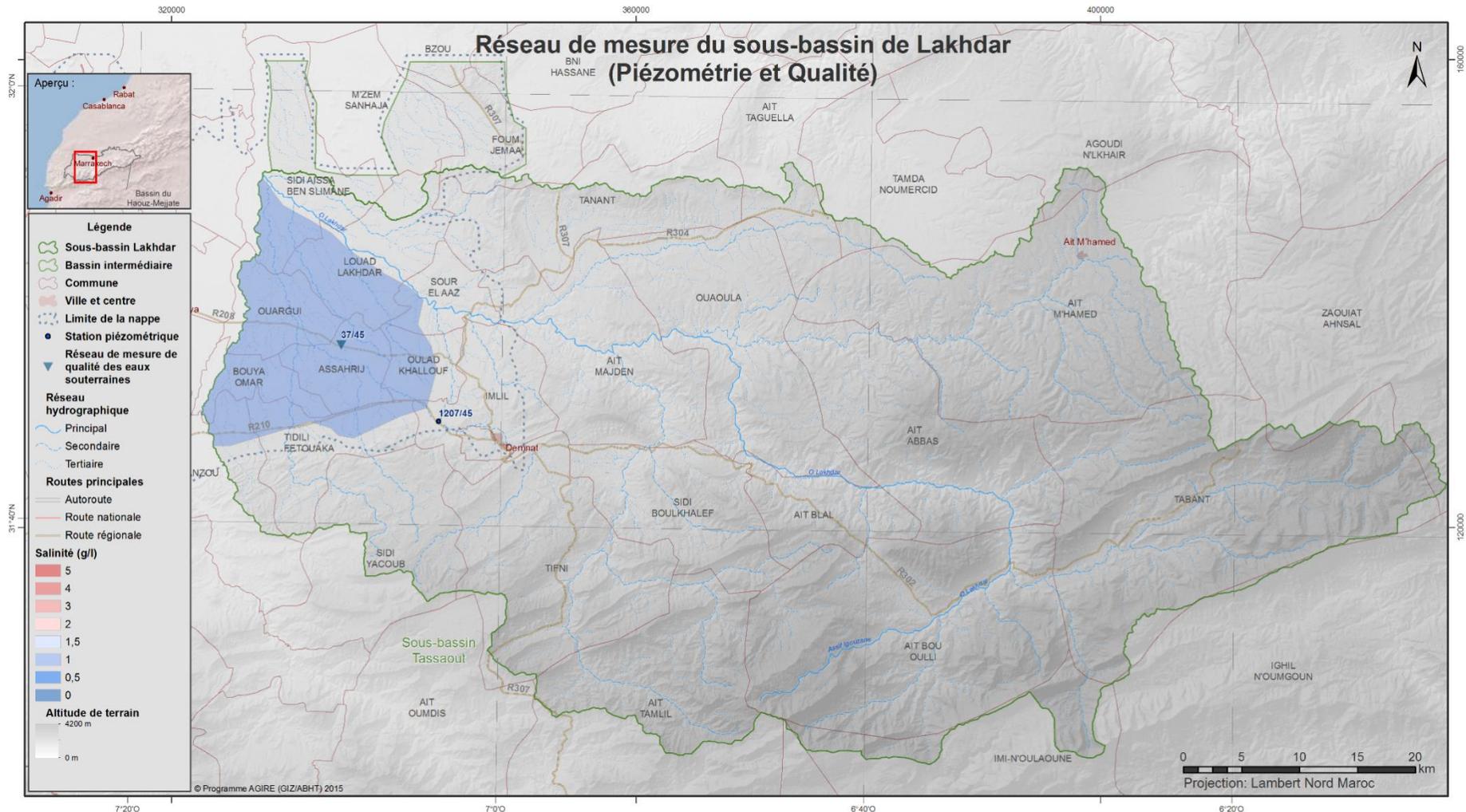
Carte 9 : Réseau de mesure piézométrique du sous-bassin de Lakhdar  
Source : données ABHT



## 5.6 Qualité des eaux

Selon le PDAIRE d'Oum Er Rbia, il est hautement probable que la qualité des eaux soit :

- Bonne à excellente dans les secteurs proches des lits mineurs de l'oued Lakhdar grâce à la recharge apportée par ces oueds.
- Bonne en terme de salinité au droit du périmètre irrigué, grâce à la recharge permise par l'infiltration des eaux excédentaires, elles-mêmes de bonne qualité ; par contre, il est vraisemblable que cette recharge entraîne avec elle une augmentation des concentrations en nitrates et peut être aussi en pesticides.
- Moins bonne (résidus secs supérieurs ou égaux à 1 g/l) à l'aval de la nappe et surtout à proximité de ses limites en cas d'apport souterrain par abouchement.



Carte 10 : Qualité des eaux de la nappe Haouz-Mejjate au niveau du sous-bassin de Lakhdar  
Source : établie par AHT-RESING, d'après les données ABHT



## 6 Ressources en eau non conventionnelles

### 6.1 Potentiel des eaux usées

Le potentiel des rejets des eaux usées est calculé sur la base de la consommation en eau de la population du sous-bassin de Lakhdar. Le taux de retour aux égouts utilisé est de 80%. Le Tableau 14 présente l'évolution des volumes de ces rejets.

Tableau 14 : Potentiel des rejets des eaux usées dans le sous-bassin de Lakhdar  
Source : Estimation AHT/RESING, 2015

		2014	2015	2020	2025	2030
Milieu rural	Population (hab.)	336 326	339 353	354 901	371 162	388 167
	Consommation en eau (m <sup>3</sup> /j)	16 480	17 137	18 455	19 857	20 767
Milieu urbain (ville Demnate)	Population (hab)	29 504	30 183	33 817	37 889	42 451
	Consommation en eau (m <sup>3</sup> /j)	2 287	2 339	2 672	3 012	3 396
Consommation totale (m <sup>3</sup> /j)		18 767	19 476	21 126	22 869	24 163
Taux de retour aux égouts (%)		80	80	80	80	80
Production moyenne des eaux usées (m <sup>3</sup> /j)	Milieu rural	13 184	13 710	14 764	15 886	16 614
	Milieu urbain	1 829	1 871	2 137	2 410	2 717
	Total	15 013	15 581	16 901	18 295	19 330
Production moyenne annuelle des eaux usées (Mm <sup>3</sup> /an)		5,48	5,69	6,17	6,68	7,06

Le potentiel des rejets des eaux usées dans le sous-bassin de Lakhdar est de l'ordre de 5.7 Mm<sup>3</sup>/an en 2015, et de 7.1 Mm<sup>3</sup>/an environ en 2030, avec une évolution annuelle de l'ordre de 0.091 Mm<sup>3</sup>.

Il est cependant à noter que vu qu'il n'existe pas d'agglomération importante, ces ressources sont diffuses, ou de petite capacité.

### 6.2 Collecte des eaux pluviales

Au niveau du sous-bassin de Lakhdar, le potentiel pluviométrique a été estimé, dans le cadre de la présente étude, à partir de la carte régionale des isohyètes moyennes annuelles à la série chronologique 1969-2014. Il est évalué à partir des volumes d'apports de pluies reçues par le sous-bassin de Lakhdar et distribué selon les trois unités morphologiques :

- Plaine : altitude < 800m
- Piedmont : 800m < altitude < 1500m
- Montagne : altitude > 1500m

Le calcul du potentiel pluviométrique est effectué en affectant à chaque unité morphologique la moyenne des isohyètes la recouvrant.



Tableau 15 : Potentiel pluviométrique du sous-bassin de Lakhdar  
Source : Estimation AHT-RESING, 2015

Unité morphologique	Superficie (km <sup>2</sup> )	Pluviomètre moyenne (mm)	Potentiel Pluviométrique (Mm <sup>3</sup> /an)
Montagne	1 899	650	1 234
Piedmont	1 136	500	568
Plaine	610	375	229
<b>Total</b>			<b>2 031</b>

Le potentiel pluviométrique au niveau du sous-bassin de Lakhdar est estimé à 2 031 Mm<sup>3</sup>/an réparti comme suit : 1 234 Mm<sup>3</sup>/an pour la montagne, 568 Mm<sup>3</sup>/an pour le piedmont et 229 Mm<sup>3</sup>/an pour la plaine.

La collecte des eaux pluviales est une tradition ancestrale au niveau du sous-bassin de Lakhdar. Plusieurs zones la pratique avec stockage dans les metfias.

Sur la base des données du "questionnaire commune", le sous-bassin de Lakhdar compte environ 12 metfias fonctionnelles au niveau des communes Tifni et Bouya Omar, avec une capacité totale de l'ordre de 658 m<sup>3</sup>. L'eau est généralement utilisée pour l'abreuvement de cheptel et parfois, pour l'arrosage des potagers situés à proximité des habitations.



## 7 Aménagements hydrauliques

### 7.1 Les barrages

#### 7.1.1 Barrage Hassan I<sup>er</sup>

Le barrage Hassan I<sup>er</sup> a été réalisé sur l'oued Lakhdar et mis en service en 1986. Il est situé à 40 km environ de la ville d'Azilal. Les eaux de ce barrage sont utilisées pour :

- l'irrigation du périmètre de la Grande Hydraulique du Haouz Central, à savoir les secteurs centraux R1, R3, Z1, H2 et la ceinture verte totalisant une superficie de 13 512 ha ainsi qu'une partie du N'Fis moderne à savoir les secteurs N1-2, N1-3, N2, N3 et N1-4 totalisant une superficie de 16 283 ha ;
- l'AEP de la ville de Marrakech à travers le transfert d'eau par le canal Rocade.

Les caractéristiques du barrage Hassan I<sup>er</sup> sont comme suit :

- Bassin versant : 1 670 km<sup>2</sup> ;
- Apport moyen annuel : 328 Mm<sup>3</sup>/an (10,4 m<sup>3</sup>/s) ;
- Capacité initiale de la retenue : 270 Mm<sup>3</sup> ;
- Type de barrage : terre et enrochement ;
- Hauteur max sur fondation : 145 m ;
- Longueur de la crête : 380 m.

Le Tableau 16 présente l'évolution du taux d'envasement au niveau du barrage Hassan I<sup>er</sup>. Le volume du barrage est passé de 272,2 Mm<sup>3</sup> en 1986 à 242 Mm<sup>3</sup> en 2008, avec un taux d'envasement moyen annuel de l'ordre de 1,4 Mm<sup>3</sup>.

Tableau 16 : L'évolution de la capacité normale et de l'envasement du barrage Hassan I<sup>er</sup>  
Source : ABHOER, 2014

Année	Volume normal (Mm <sup>3</sup> )	Envasement (Mm <sup>3</sup> )	Perte annuelle (Mm <sup>3</sup> /an)	Taux d'envasement (Mm <sup>3</sup> /an)
1986	272,2	-	-	1,4
1990	262,6	9,6	2,4	
1996	247,5	15,2	2,5	
2000	245,0	2,4	0,6	
2003	244,0	1,0	0,3	
2008	242,0	2,0	0,4	



Photo 3 : Barrage Hassan I<sup>er</sup>  
Source : Fiche synoptique, ABHOER, 201

Sur la base du taux moyen annuel d'envasement du barrage, on estime que le volume de ce dernier va passer à 232 Mm<sup>3</sup> environ en 2015.

### 7.1.2 Barrage Sidi Driss

Le barrage Sidi Driss est le barrage compensateur du barrage Hassan I<sup>er</sup>. Le barrage Sidi Driss est réalisé sur oued Lakhdar et mis en eau en 1984, avec un volume initial de la retenue de 7 Mm<sup>3</sup> (dont 3,1 Mm<sup>3</sup> de la tranche morte et 3,9 Mm<sup>3</sup> pour le volume utile). Le barrage Sidi Driss est situé à 14 km au Nord-Ouest de la ville de Demnate.

Les caractéristiques du barrage Timinoutine sont comme suit :

- Superficie du bassin versant au niveau du barrage : 2 930 ha
- Apport moyen annuel : 505 Mm<sup>3</sup>/an (16 m<sup>3</sup>/s)
- Volume initiale de la retenue : 7 Mm<sup>3</sup>
- Taux d'envasement annuel : 0,3 Mm<sup>3</sup>/an
- Type de barrage : béton poids
- Hauteur maximale sur fondation : 42 m
- Longueur de la crête : 480 m

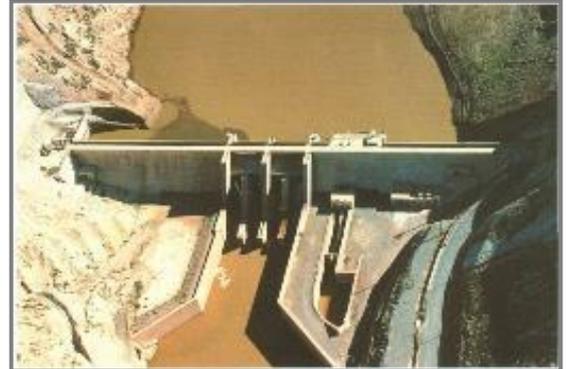
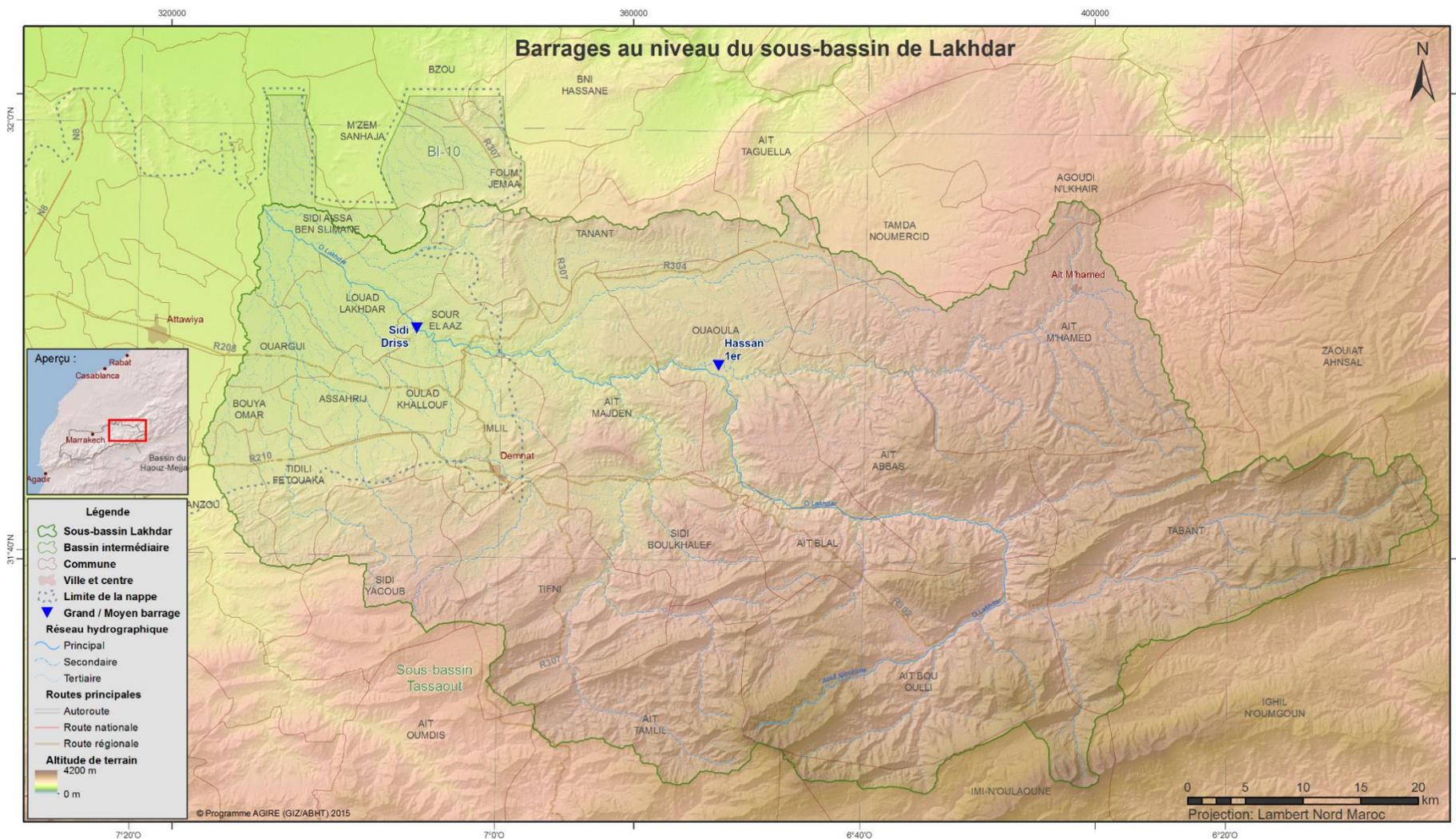


Photo 4 : Barrage Sidi Driss  
Source : Fiche synoptique, ABHOER, 2014

### 7.1.3 Barrage projeté : Grand Sidi Driss

Le PDAIRE du bassin Oum Er Rbia prévoit, au sein du sous-bassin Lakhdar, la construction du barrage Grand Sidi Driss, aussi appelé « nouveau barrage Sidi Driss », sur l'oued Lakhdar. Le volume utile de la retenue sera de 140 Mm<sup>3</sup> (la cote normale sera de 690 mNGM), avec volume régularisé par le barrage Grand Sidi Driss de 80 Mm<sup>3</sup>/an. Le projet Grand Sidi Driss drainera l'ensemble du bassin versant de l'oued Lakhdar situé entre les barrages Hassan I<sup>er</sup> et l'actuel Sidi Driss.

La rehausse de la retenue actuelle devrait submerger les terres à une cote un peu plus haute, ce qui ne devrait pas générer un impact important sur le milieu humain, ni sur le milieu naturel. Cette rehausse du barrage permettra de passer d'un volume de 1,2 Mm<sup>3</sup> à un volume minimal de 140 Mm<sup>3</sup>.



Carte 11 : Barrages au niveau du sous-bassin de Lakhdar  
 Source : établie par AHT-RESING, d'après les données ABHT



## 8 Usages d'eau

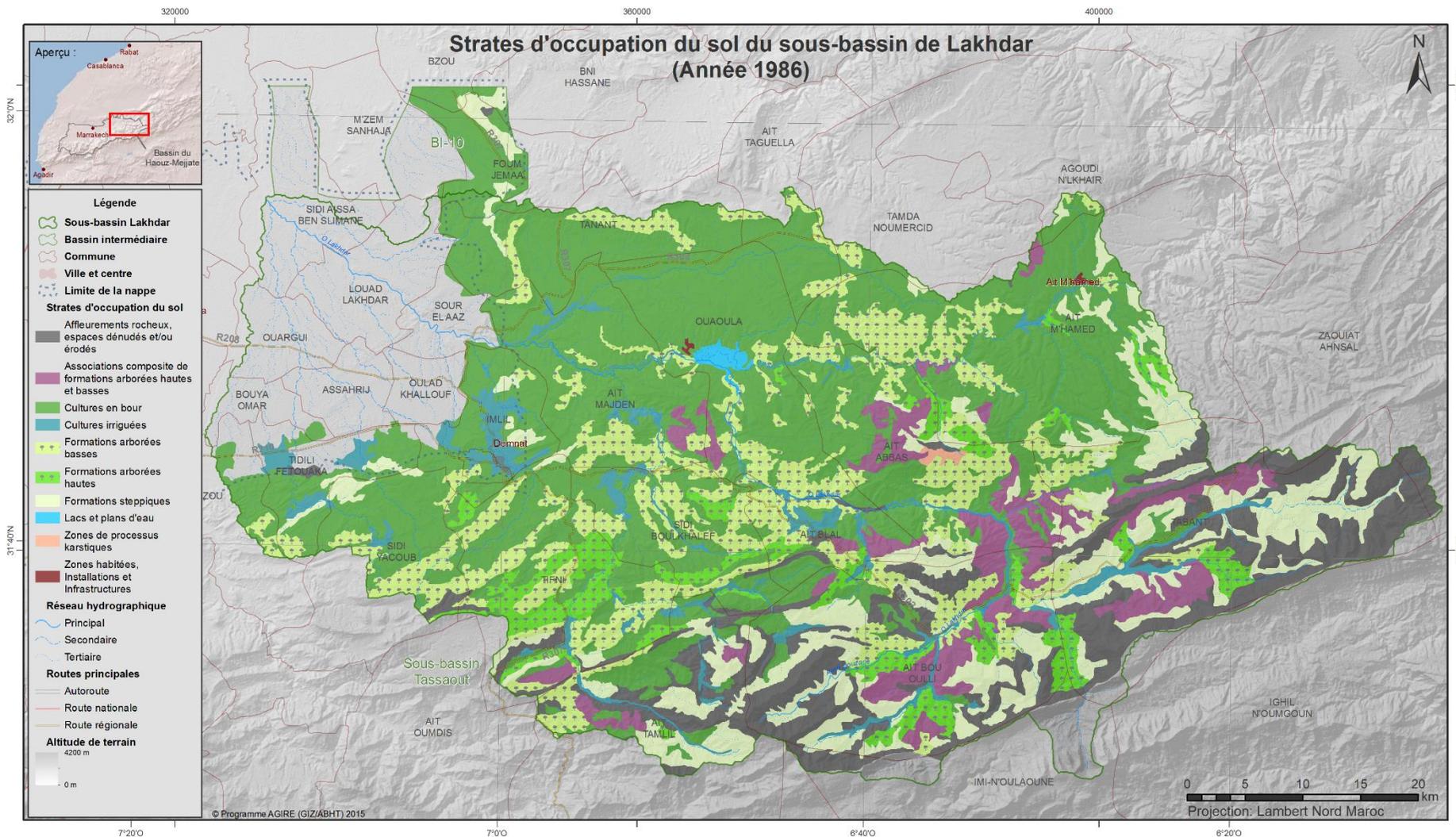
### 8.1 Occupation des sols

Les superficies des différentes strates d'occupation du sol ont été déterminées à partir, de la carte des strates d'occupation du sol établie par la DSS du Ministère de l'Agriculture en 2010 et qui ne couvre que la partie aval du sous-bassin, de la carte dressée par la FAO en 1986 et qui couvre l'amont du sous-bassin, et à partir du SIG élaboré dans le cadre de la présente étude (Cartes 12 et 13).

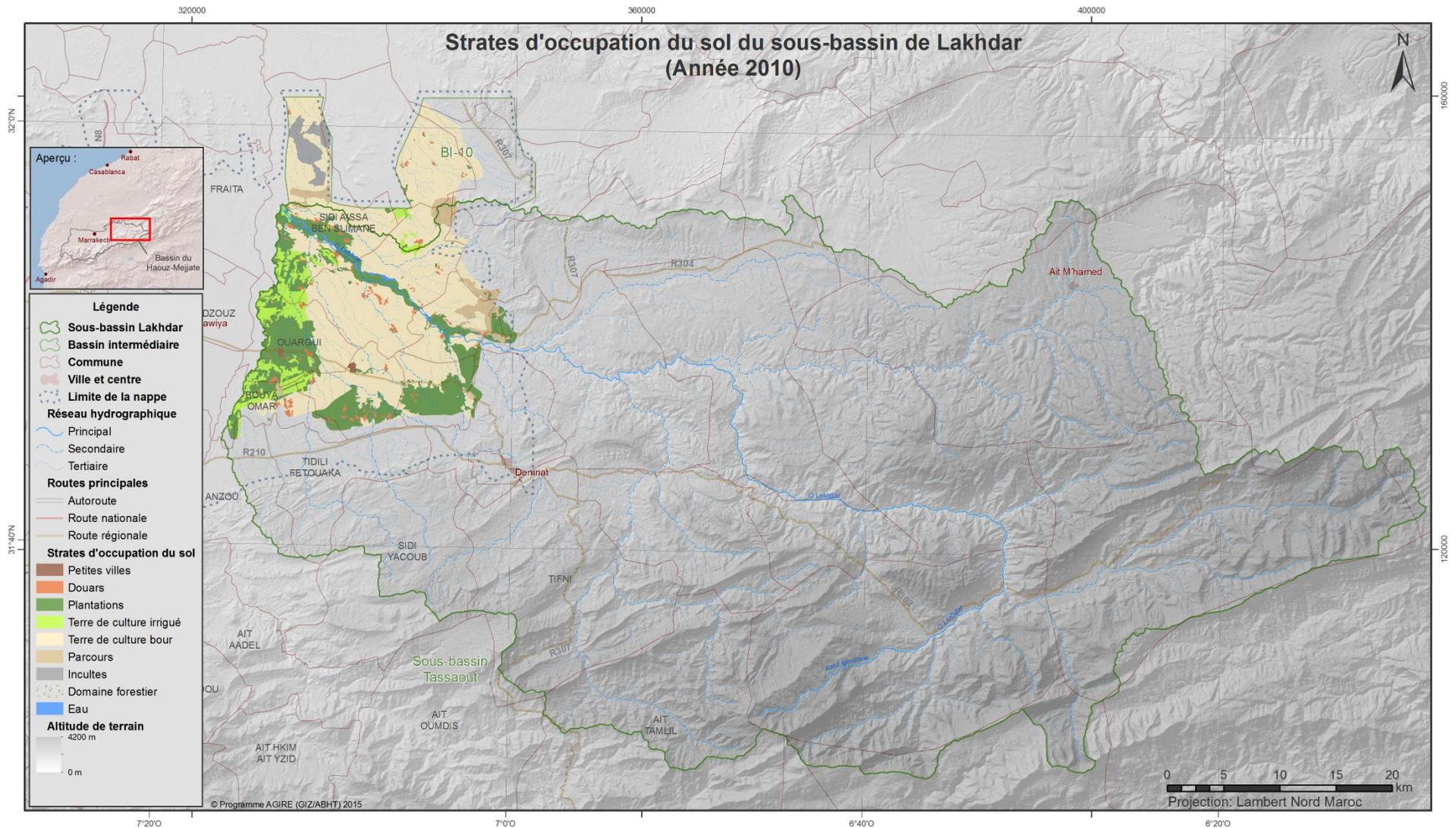
La superficie globale du sous-bassin est de l'ordre de 350 320 ha. La superficie couverte par les deux cartes est de l'ordre de 312 876 ha.

L'occupation du sol du sous-bassin se caractérise par :

- l'importance des terres de cultures bour (agriculture pluviale) s'étalant sur une superficie de 164 050 ha (50%) située principalement dans la zone de piedmont
- du domaine forestier et des parcours qui couvrent 125 200 ha, presque 40% du territoire, localisés dans la zone de piedmont et de montagne et constitués de formations steppiques et de formations arborées hautes et basses.
- des terrains irrigués faisant partie du périmètre de la GH et de la PMH sur une superficie d'environ 15 202 ha, soit 5% du territoire. Les terrains de la GH sont alimentés par le barrage Moulay Youssef qui régularise les eaux de l'oued Lakhdar. Les terrains de la PMH sont localisés dans la zone de piedmont et de montagne et irrigués à partir de l'oued Lakhdar et ses affluents.
- des plantations fruitières constituées principalement d'oliviers couvrant environ 9 522 ha (3%) et localisées dans les périmètres de la GH et de la PMH.
- les terrains incultes sont moins importants. Ils couvrent une superficie de l'ordre de 1 028 ha (Moins de 1%) situés principalement dans la zone de montagne
- des terrains bâtis sur une superficie brute de 1087 ha (0,3%) regroupant l'ensemble des centres urbains et douars du sous-bassin.



Carte 12 : Strates d'occupation du sol du sous-bassin de Lakhdar, 1986  
 Source : AHT-RESING, DREF Azilal



Carte 13 : Strates d'occupation du sol du sous-bassin de Lakhdar, 2010  
Source : Service des Statistiques, DRA-MTH, 2010 / SIG-GIRE, AHT-RESING



## 8.2 Alimentation en eau potable

### 8.2.1 Besoins en eau potable

Les besoins en eau potable actuels et futurs de la population rurale du sous-bassin de Lakhdar ont été calculés sur la base des critères utilisés par l'ONEE- Eau, à savoir :

- Dotation de la population branchée : 50 l/habitant/jour
- Dotation de la population non branchée : 20 l/habitant/jour
- Dotation administrative : 5 l/habitant/jour
- Rendement à la production : 95%
- Rendement à la distribution : 85%
- Coefficient de pointe : 1,5

Pour les communes situées en bordure du sous-bassin de Lakhdar, la population a été répartie avec les sous-bassins limitrophes, au prorata des superficies dans chacun des sous-bassins. Le Tableau 17 présente les populations retenues par commune pour le calcul des besoins en eau. La population totale pour le sous-bassin est estimée à environ 297 133 habitants.

Tableau 17 : Population partielle du sous-bassin de Lakhdar retenue dans le calcul des besoins en AEP  
Source : RGPH 2014

Commune	Population RGPH 2014	Superficie totale (km <sup>2</sup> )	Superficie partielle (km <sup>2</sup> )	Population partielle (2014)
Ait Abbas	12 633	235,49	235,49	12 633
Ait Blal	7 770	81,41	81,41	7 770
Ait Bou Oulli	11 095	398,09	398,09	11 095
Ait Majden	17 572	202,22	202,22	17 572
Ait M'hamed*	23 696	566,00	377,40	15 800
Ait Taguella*	8 268	128,90	42,87	2 750
Ait Tamlil*	19 930	582,01	175,95	6 025
Anzou*	15 429	129,45	36,38	4 336
Assahrij	15 385	49,94	49,94	15 385
Bouya Omar*	14 154	37,35	28,51	10 804
Demnate	29 504	9,39	9,39	29 504
Foum Jemaa*	9 873	92,78	57,99	6 171
Imlil	10 435	90,10	90,10	10 435
Louad Lakhdar	9 303	102,17	101,98	9 303
Ouaoula	24 790	239,91	239,91	24 790
Ouargui	10 384	59,71	48,66	10 384
Oulad Khallouf	8 605	37,84	37,84	8 605
M'zem Sanhaja*	10 310	113,79	39,07	3 540
Sidi Aissa Ben Slimane*	19 977	133,04	87,79	13 182
Sidi Boukhalaf	15 625	142,83	142,83	15 625
Sidi Yacoub*	17 054	196,52	113,03	9 809
Sour El Aaz	3 850	43,93	43,93	3 850



Commune	Population RGPH 2014	Superficie totale (km <sup>2</sup> )	Superficie partielle (km <sup>2</sup> )	Population partielle (2014)
Tabant	14 963	488,01	440,65	14 963
Tanant*	10 706	169,84	131,40	8 283
Tidili Fetouaka	12 759	89,06	88,60	12 759
Tifni	11 760	256,21	241,02	11 760
<b>Total</b>	<b>365 830</b>	<b>4 676,00</b>	<b>3 542,46</b>	<b>297 133</b>

\* communes incluses partiellement dans le sous-bassin de Lakhdar

Sur la base de ces chiffres et des paramètres ONEE-Eau indiqués précédemment, les besoins moyens actuels à la production dans le sous-bassin de Lakhdar sont de l'ordre de 196 l/s en milieu rural et 34 l/s en milieu urbain.

La projection des besoins a été faite à l'horizon 2030 avec un taux d'accroissement annuel moyen de la population de 1% (0,9% en milieu rural et 2,3% en milieu urbain), taux observé entre RGPH 2004 et RGPH 2014.

Les besoins moyens futurs à la production (horizon 2030) dans le sous-bassin de Lakhdar sont de l'ordre de 238 l/s en milieu rural et 49 l/s en milieu urbain.

Tableau 18 : Besoins en eau dans le sous-bassin de Lakhdar  
Source : Estimations AHT-RESING 2015

Commune	Province	Milieu	Population partielle (2014)	Besoins en eau moyens à la production (l/s)				
				2014	2015	2020	2025	2030
Ait Abbas	Azilal	Rural	12 633	8,87	9,33	10,60	12,04	13,30
Ait Blal	Azilal	Rural	7 770	5,46	5,70	6,30	6,94	7,44
Ait Bou Oulli	Azilal	Rural	11 095	7,79	8,16	9,10	10,13	10,97
Ait Majden	Azilal	Rural	17 572	12,34	12,85	13,90	15,03	15,80
Ait M'hamed	Azilal	Rural	15 800	11,10	11,54	12,43	13,37	13,98
Ait Taguella	Azilal	Rural	2 750	1,93	2,01	2,20	2,40	2,55
Ait Tamliil	Azilal	Rural	6 025	4,23	4,39	4,65	4,93	5,08
Anzou	Azilal	Rural	4 336	3,05	3,17	3,45	3,75	3,96
Assahrij	El Kelaa Des Sraghna	Rural	15 385	10,81	11,23	12,03	12,88	13,40
Bouya Omar	El Kelaa Des Sraghna	Rural	10 804	7,59	7,85	8,25	8,66	8,83
Demnate	Azilal	Urbain	29 504	32,77	33,53	38,29	43,17	48,68
Foum Jemaa	Azilal	Rural	6 171	4,33	4,48	4,65	4,84	4,89
Imlil	Azilal	Rural	10 435	7,33	7,60	8,06	8,55	8,81
Louad Lakhdar	El Kelaa Des Sraghna	Rural	9 303	6,53	6,73	6,89	7,06	7,02
Ouaoula	Azilal	Rural	24 790	17,41	18,16	19,85	21,68	23,01
Ouargui	El Kelaa Des Sraghna	Rural	10 384	7,29	7,54	7,88	8,23	8,35
Oulad Khallouf	El Kelaa Des Sraghna	Rural	8 605	6,04	6,27	6,69	7,12	7,38
M'zem Sanhaja	El Kelaa Des Sraghna	Rural	3 540	2,49	2,59	2,82	3,06	3,23
Sidi Aissa Ben Slimane	El Kelaa Des Sraghna	Rural	13 182	9,26	9,66	10,55	11,53	12,23



Commune	Province	Milieu	Population partielle (2014)	Besoins en eau moyens à la production (l/s)				
				2014	2015	2020	2025	2030
Sidi Boukhalef	Azilal	Rural	15 625	10,97	11,50	12,89	14,42	15,69
Sidi Yacoub	Azilal	Rural	9 809	6,89	7,11	7,40	7,69	7,77
Sour El Aaz	El Kelaa Des Sraghna	Rural	3 850	2,70	2,78	2,84	2,89	2,86
Tabant	Azilal	Rural	14 963	10,51	10,98	12,12	13,37	14,33
Tanant	Azilal	Rural	8 283	5,82	6,04	6,44	6,86	7,10
Tidili Fetouaka	Azilal	Rural	12 759	8,96	9,30	9,92	10,56	10,94
Tifni	Azilal	Rural	11 760	8,26	8,54	8,92	9,32	9,46
<b>Milieu rural</b>			<b>267 629</b>	<b>187,96</b>	<b>195,50</b>	<b>210,82</b>	<b>227,32</b>	<b>238,39</b>
<b>Milieu urbain</b>			<b>29 504</b>	<b>32,77</b>	<b>33,53</b>	<b>38,29</b>	<b>43,17</b>	<b>48,68</b>
<b>Total Lakhdar</b>			<b>297 133</b>	<b>220,74</b>	<b>229,03</b>	<b>249,11</b>	<b>270,49</b>	<b>287,07</b>

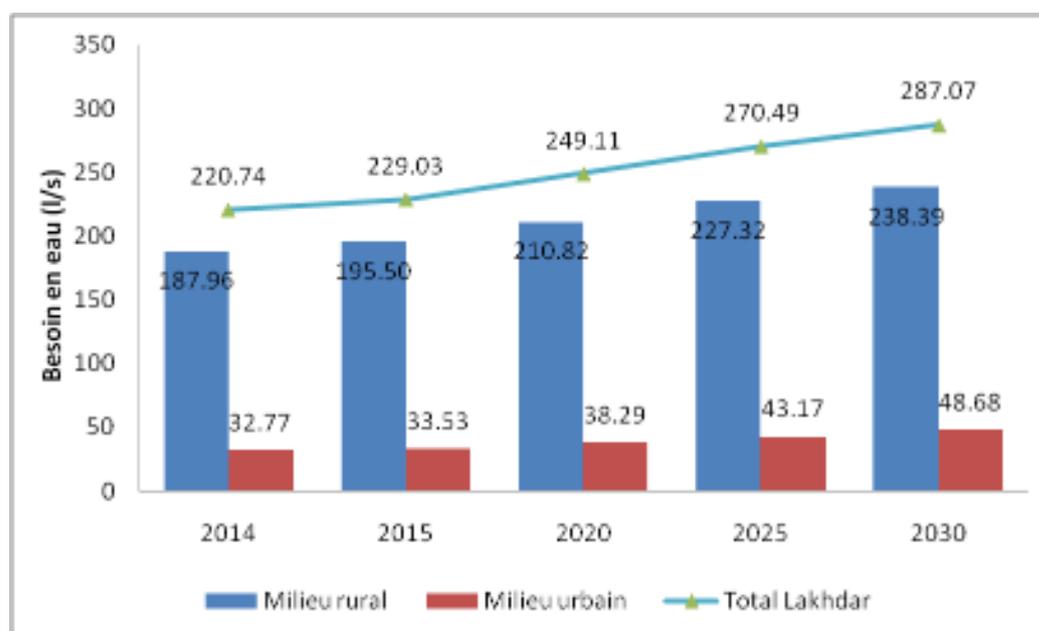


Figure 13 : Besoins en eau dans le sous-bassin de Lakhdar  
Source : estimations AHT-RESING 2015



### 8.2.2 Situation actuelle

Au niveau du sous-bassin de Lakhdar, l'AEP est assurée par plusieurs intervenants :

- Par l'ONEE-Eau pour les communes conventionnées avec ce dernier,
- Par les communes/associations et par les habitants directement, pour le reste des communes rurales du sous-bassin.

Dans les zones d'intervention actuelle de l'ONEE-Eau, les centres concernés sont le centre urbain de Demnate et les centres des communes rurales Assahrij, Foum Jemaa, Imlil, Tanant, Ait M'hamed et Tifni. La situation est la suivante :

#### **Le centre urbain de Demnate (Province d'Azilal)**

La gestion du service de l'AEP (la production et la distribution) au niveau du centre urbain de la commune de Demnate est assurée par l'ONEE-Eau depuis 1960.

Les besoins de pointe indiqués dans les fiches ONEE- Eau sont estimés à 42 l/s pour l'année 2013, 55 l/s en 2015 et 57 l/s pour l'année 2020. Le nombre d'abonnés en 2014 est de l'ordre de 6 487 avec une population desservie de 30 400 habitants.

La capacité de la production actuelle est de 146 l/s à partir de sept puits du champ captant oued Lakhdar, et d'un forage à Imlil et la station de traitement à partir du barrage Hassan I<sup>er</sup>. Cette production est aussi destinée pour l'AEP d'Imlil et de quelques douars avoisinants.

Ce système permettra de satisfaire les besoins de pointe actuels (2015) du centre avec un réservoir de stockage de 1 500 m<sup>3</sup> et d'une autonomie de 16 heures. Le rendement du réseau de distribution en 2014 est de 62,65 %.





Tableau 19 : Projets réalisés par l'ONEE-Eau au niveau du centre de Demnate (entre 2000 et 2012)  
Source : ONEE-Eau, DR3, Azilal, 2014

Projets	Coût MDH	Mise en service
Extension de réseau de la ville de Demnate.	4	2001
Renforcement de la production à partir d'un nouveau forage.	2,5	2007
Extension du réseau de distribution et AEP des douars avoisinants.	10,2	2008
<ul style="list-style-type: none"><li>Équipement de 2 puits pour un débit supplémentaire de 15 l/s,</li><li>Extension du réseau de distribution.</li></ul>	3,24	2009
Réhabilitation du réseau de distribution alimentant les bornes fontaines.	1,2	2010
Renforcement de l'AEP des villes de Demnate et Azilal à partir du Barrage Hassan I <sup>er</sup> .	240	Juin 2013
Renouvellement des groupes des stations de reprise SR2 et SR3 pour augmenter la débitance à 50 l/s.	2,3	Avril 2014

### Centre de la commune rurale Foum Jemaa (Province d'Azilal)

La gestion du service de l'AEP (la production et la distribution) au niveau du centre de la commune rurale Foum Jemaa est assurée par l'ONEE-Eau depuis 1993.

Les besoins de pointe indiqués dans les fiches ONEE- Eau sont estimés à 7 l/s pour l'année 2013, et 8 l/s pour l'année 2020. Le nombre d'abonnés en 2014 est de l'ordre de 1 364 avec une population desservie de 6 500 habitants.

La capacité de la production actuelle est de 24 l/s à partir de deux forages (IRE 975/45 et IRE 1306/45). Elle permettra de satisfaire les besoins de pointe actuels (2015) du centre avec un réservoir de stockage de 550 m<sup>3</sup> et d'une autonomie de 24 heures. Le rendement du réseau de distribution en 2014 est de 65,41 %.

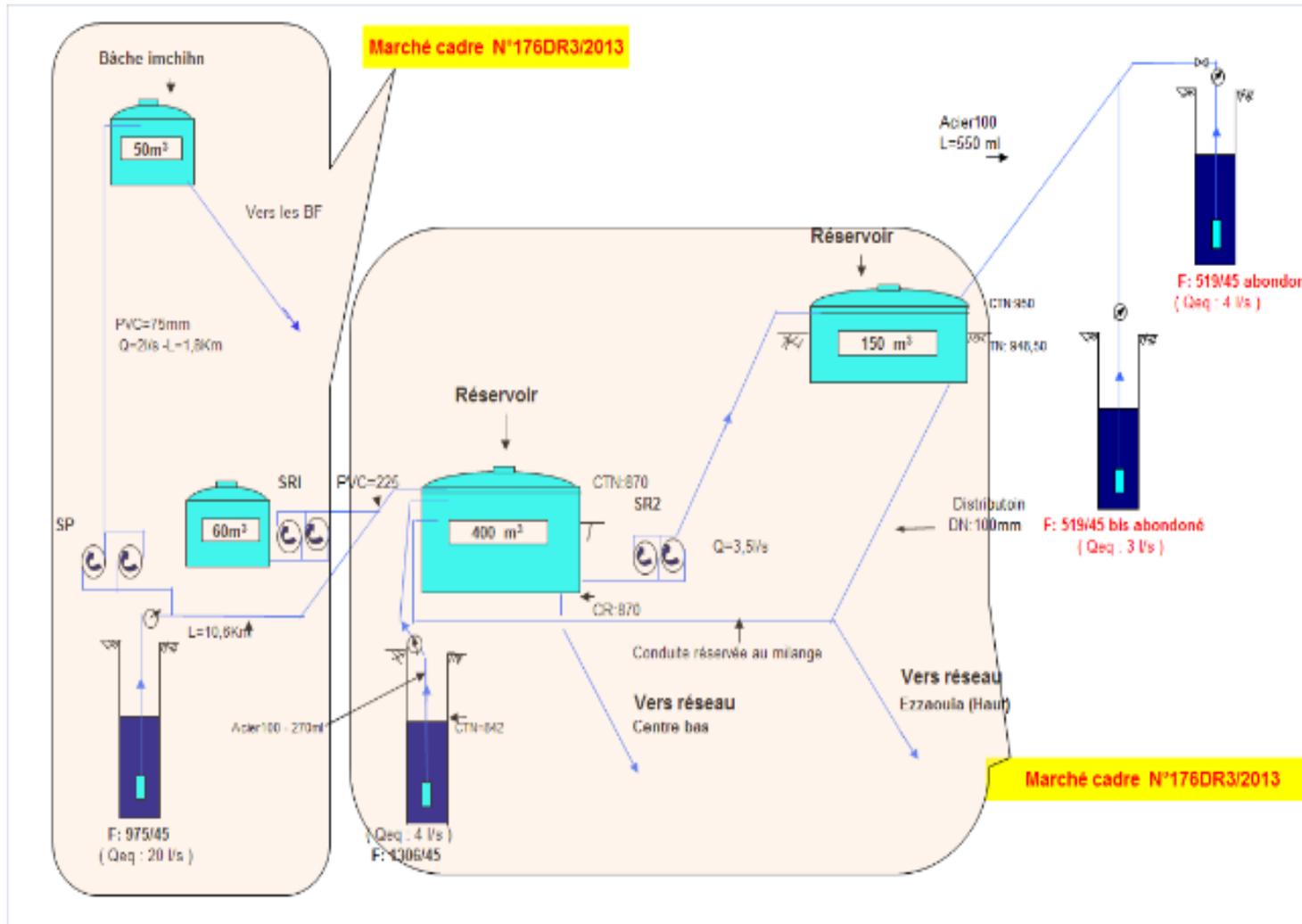


Figure 15 : Schéma synoptique du système ONEE-Eau du centre Fourn Jemaa  
 Source : ONEE-Eau, DR3, Azilal, 2014



Tableau 20 : Projets réalisés par l'ONEE-Eau au niveau du centre Foug Jemaa (entre 2000 et 2012)  
Source : ONEE-Eau, DR3, Azilal, 2014

Projets	Coût MDH	Mise en service
Réalisation d'une adduction à partir d'un forage de 20 l/s et extension de réseau, construction de deux réservoirs de 400 m <sup>3</sup> et 150 m <sup>3</sup>	22	2003
AEP de 11 douars de Foug Jemâa	4	2004
Équipement d'un forage pour 20 l/s	0,7	Février 2014

Dans le programme d'investissement 2013-2017, l'ONEE-Eau a programmé 10 MDH pour l'extension et la réhabilitation du réseau de distribution, l'étude est déjà achevée.

### Centre de la commune rurale Imlil (Province d'Azilal)

La gestion du service de l'AEP (la production et la distribution) au niveau du centre de la commune rurale d'Imlil est assurée par l'ONEE-Eau.

Les besoins de pointe indiqués dans les fiches ONEE- Eau sont estimés à 10 l/s pour l'année 2013, 11 l/s pour l'année 2015, et 12 l/s pour l'année 2020. Le nombre d'abonnés en 2014 est de l'ordre de 1 031, avec une population desservie de 10 550 habitants.

Le centre est alimenté à partir du système adducteur du centre de Demnate (Figure 13). La capacité de stockage du système de centre Imlil est de 325 m<sup>3</sup>, avec une autonomie de 16 heures. Le rendement du réseau de distribution en 2014 est de 60,69 %.

Une extension du réseau de distribution a été faite en 2002 avec un budget de 0,5 MDH.

L'ONEE-Eau a programmé un projet de renforcement du réseau de distribution, dont la mise en service est prévue en 2016. Ce projet est financé par la Banque Européenne pour la Reconstruction et le Développement (BERD) avec un budget de 16,61 MDH.

### Centre de la commune rurale Tanant (Province d'Azilal)

La gestion du service de l'AEP (la production et la distribution) au niveau du centre de la commune rurale Tanant est assurée par l'ONEE-Eau depuis mars 2004.

Les besoins de pointe indiqués dans les fiches ONEE- Eau sont estimés à 7 l/s pour l'année 2013, 8 l/s pour l'année 2015, et 9 l/s pour l'année 2020. Le nombre d'abonnés en 2014 est de l'ordre de 1 049, avec une population desservie de 9 850 habitants.

La capacité de la production actuelle est de 14 l/s à partir d'un forage (5 l/s) et des eaux de surface du barrage Hassan I<sup>er</sup> (9 l/s). Elle permettra de satisfaire les besoins de pointe actuels (2015) du centre avec un réservoir de stockage de 400 m<sup>3</sup> et d'une autonomie de 28 heures. Le rendement du réseau de distribution en 2014 est de 59,68 %.

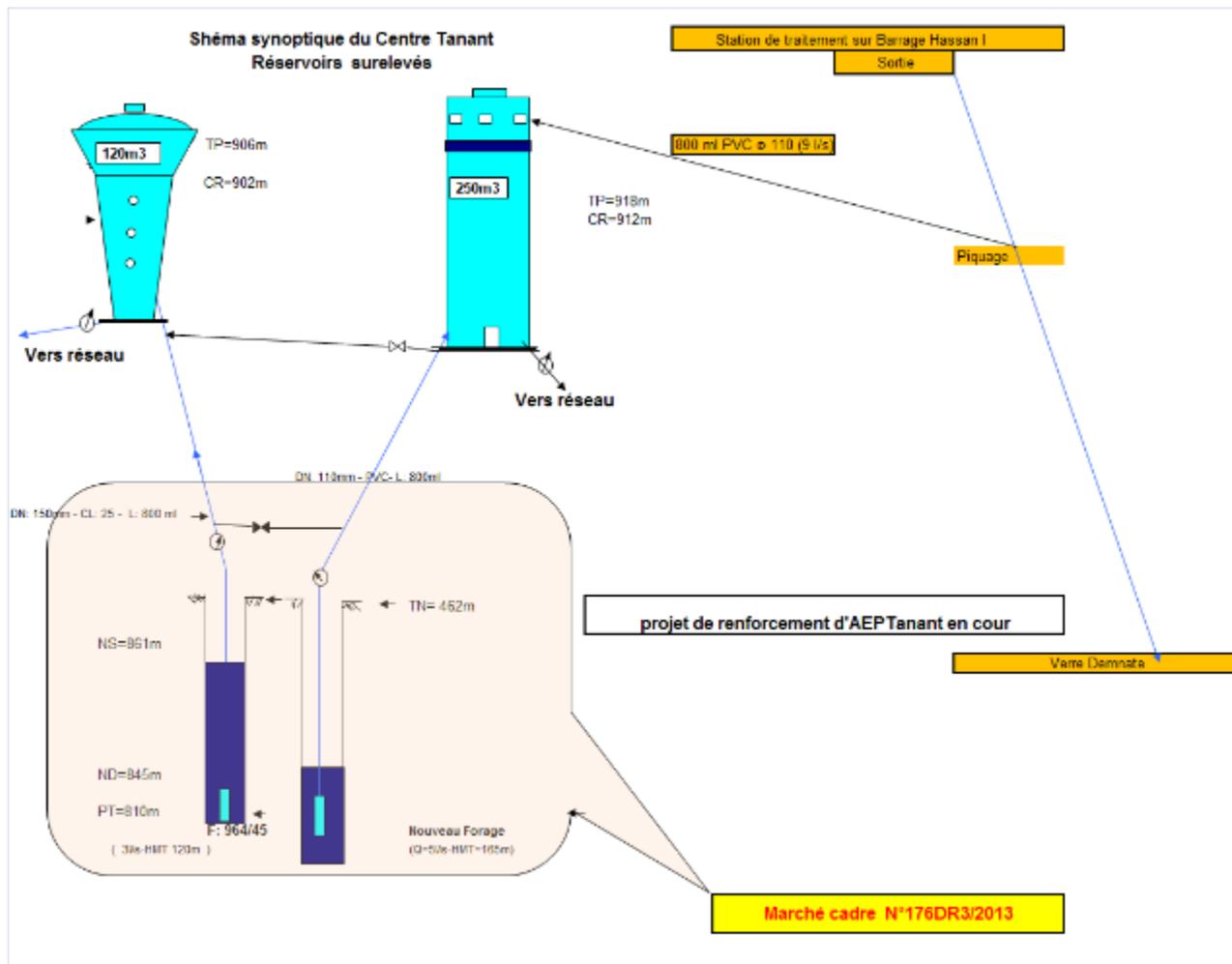


Figure 16 : Schéma synoptique du système ONEE-Eau du centre Tanant  
Source : ONEE-Eau, DR3, Azilal, 2014

Tableau 21 : Projets réalisés par l'ONEE-Eau au niveau du centre Tanant (entre 2000 et 2013)  
Source : ONEE-Eau, DR3, Azilal, 2014

Projets	Coût MDH	Mise en service
AEP du centre de Tanant	8	2006
Réhabilitation et extension du réseau et construction d'un réservoir de 250 m³	8,4	2006
AEP des quartiers périphériques	0,8	2009
Équipement d'un nouveau forage pour un débit de 3 l/s	0,5	2014

### Centre de la commune rurale Ait Mhamed (Province d'Azilal)

La gestion du service de l'AEP (la production et la distribution) au niveau du centre de la commune rurale Ait Mhamed est assurée par l'ONEE-Eau depuis mars 2010.

Les besoins de pointe indiqués dans les fiches ONEE-Eau sont estimés à 2,4 l/s pour l'année 2013. Le nombre d'abonnés en 2014 est de l'ordre de 566 avec une population desservie de 2 830 habitants.

La capacité de la production actuelle est de 6 l/s à partir d'un forage. Elle permettra de satisfaire les besoins de pointe actuels (2015) du centre avec un réservoir de stockage de 250 m<sup>3</sup>, d'une autonomie de 30 heures. Le rendement du réseau de distribution en 2014 est de 79,96 %.

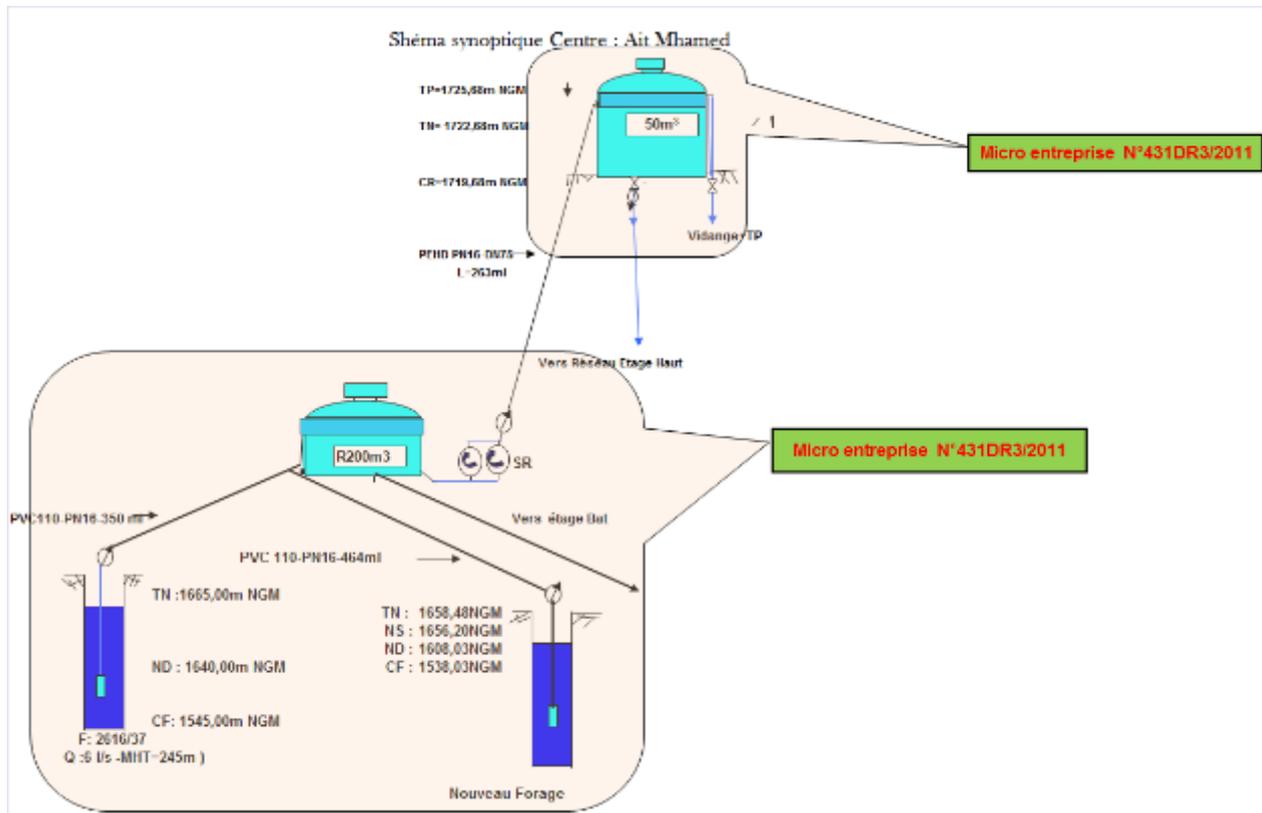


Figure 17 : Schéma synoptique du système ONEE-Eau du centre Ait M'hamed  
Source : ONEE-Eau, DR3, Azilal, 2014

### Centre de la commune rurale Tifni (Province d'Azilal)

La gestion du service de l'AEP (la production et la distribution) au niveau du centre de la commune rurale Tifni est assurée par l'ONEE-Eau depuis 2007.

Les besoins de pointe indiqués dans les fiches ONEE-Eau sont estimés à 0,6 l/s pour l'année 2013. Le nombre d'abonnés en 2014 est de l'ordre de 177 avec une population desservie de 1 025 habitants.

La capacité de la production actuelle est de 2 l/s à partir d'un forage. Elle permettra de satisfaire les besoins de pointe actuels (2015) du centre avec un réservoir de stockage de 100 m<sup>3</sup> d'une autonomie de 33 heures. Le rendement du réseau de distribution en 2014 est de 72,58 %.

### Centre de la commune rurale Assahrij (province de Kelaa Des Sraghna) :

Depuis 2005, l'ONEE-Eau intervient au niveau de centre Sahrij pour servir une population de 1.894 habitants (en 2014) avec un nombre d'abonnés de 703. La capacité de stockge de ce centre est de 800 m<sup>3</sup> pour une autonomie de 30 heures. Le réseau fait un linéaire de 83 km environ avec un rendement qui varie entre 53% et 82%.



Le centre Sahrij a connu en été 2013 des déficits allant à 60% à cause de la baisse importante du débit des ressources exploitées (La baisse du débit du Forage n° IRE 1835/45bis et la Chute de la productivité des ressources alimentés à partir du lit drainant d'Oued Lakhdar qui est souvent colmaté pendant les périodes des crues et vidanges de fond de barrage Hassan 1er). L'AEP actuelle de ce centre est assurée via la production souterraine de Demnate.

Les communes rurales de la province de Kelaa Des Sraghna, alimentées à partir des centres ONEE-Eau par des bornes fontaines, sont les suivantes : Assahrij à partir du centre Sahrij, Louad Lakhdar et Sour El Aaz à partir du centre Attaouia. La situation est comme suit (Tableau 22) :

- 34 localités (16 700 habitants) de la commune rurale Assahrij ;
- 22 localités (6 253 habitants) de la commune rurale Louad Lakhdar ;
- 6 localités (1 730 habitants) au niveau de la commune rurale Assahrij.

Toutes ces localités sont desservies par des bornes fontaines.

Tableau 22 : Communes rurales desservies à partir du réseau ONEE-Eau  
Source : ONEE-Eau, DR2, Kelaa des Sraghna, 2014

Centre ONNE-Eau (DR2)	Communes rurales	Nombre des localités	Population desservies	Mode de desserte
Sahrij	Assahrij	34	16 700	Bornes fontaines
Attaouia	Louad Lakhdar	22	6 253	
	Sour El Aaz	6	1 730	

La situation détaillée par douar, de ces trois communes rurales desservies par les centres ONEE-Eau, est présentée dans l'Annexe 2.

À noter qu'un transfert d'eau se fait à partir du canal de rocade, qui transporte les eaux du barrage Sidi Driss, pour alimenter le système ONEE-Eau de Kelaa Des Sraghna desservant la ville de Kelaa Des Sraghna et quelques douars des communes avoisinantes. À noter que les différentes localités desservies par ce système ne font pas partie du sous-bassin Lakhdar

Les autres communes sont alimentées à partir des réseaux d'AEP gérés, soit par les associations d'eau potable, soit par les communes rurales. On compte au niveau des communes rurales de la province d'Azilal, qui font partie de sous-bassin de Lakhdar (17 communes rurales, voir Tableau 23), 383 SAEP réparties comme suit :

- 55% sont des SAEP fonctionnels (211 SAEP) ;
- 13% sont en arrêt (49 SAEP) ;
- 32% sont des SAEP fonctionnels avec des arrêts fréquents suite à des problèmes techniques ou des problèmes de gestion.



Tableau 23 : Les systèmes d'alimentation en eau potable (SAEP) en milieu rural de la province d'Azilal  
Source : ONEE-Eau, DR3, Azilal, 2014

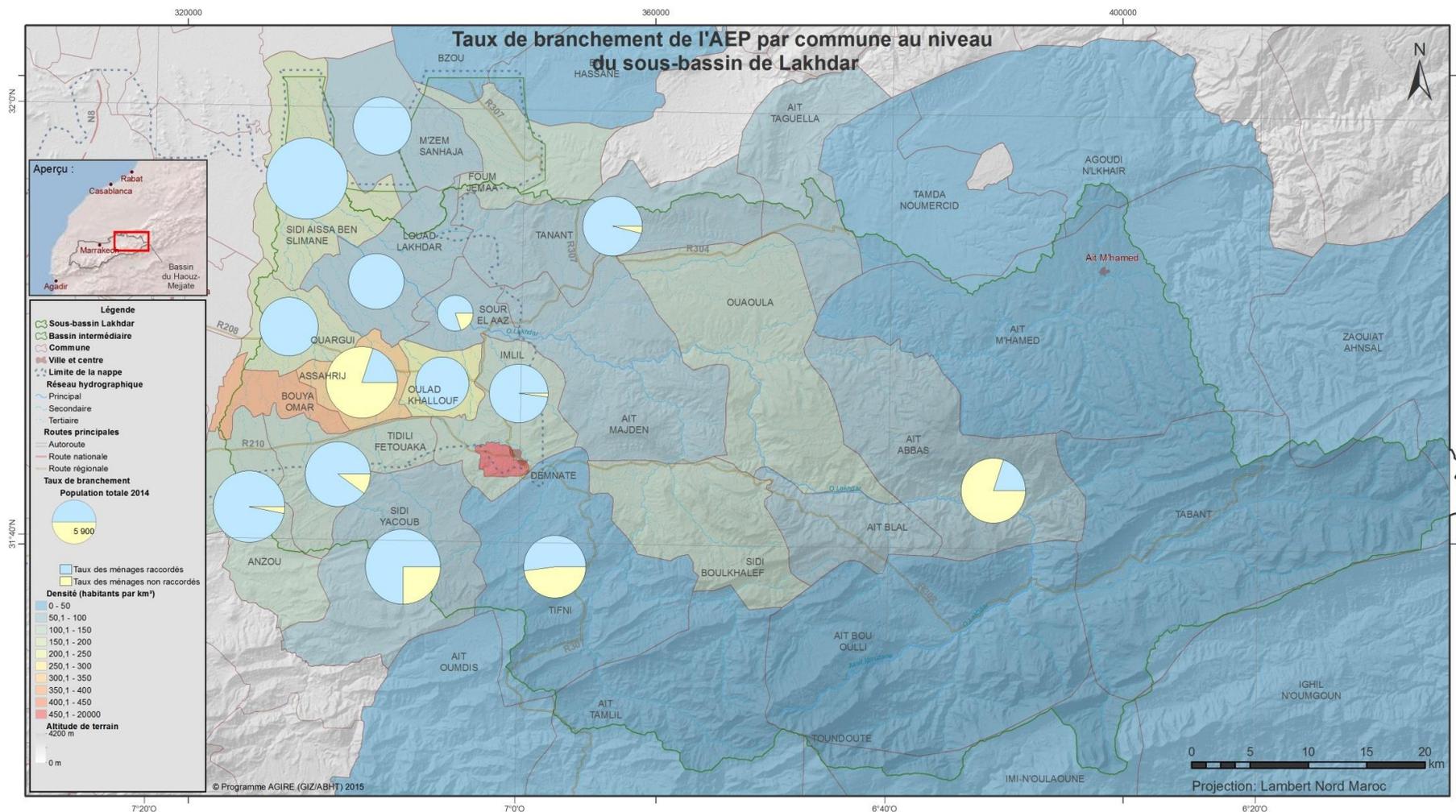
Commune	Nbre des SAEP	SAEP fonctionnel	SAEP en arrêt	SAEP avec pannes fréquentes/problème de gestion
Ait Abbas	12	4	4	4
Ait Blal	19	6	13	0
Ait Bou Oulli	18	18	0	0
Ait Majden	35	34	0	1
Ait M'hamed	12	7	5	0
Ait Taguella	14	11	1	2
Ait Tamllil	9	2	0	7
Anzou	13	11	1	1
Foum Jemaa	24	20	4	0
Imlil	36	1	1	34
Ouaoula	30	10	0	20
Sidi Boukhalef	28	20	1	7
Sidi Yacoub	31	14	3	14
Tabant	18	14	4	0
Tanant	12	8	4	0
Tidili Fetouaka	41	24	1	16
Tifni	31	7	7	17
<b>Total</b>	<b>383</b>	<b>211 (55%)</b>	<b>49 (13%)</b>	<b>123 (32%)</b>

Le taux de raccordement varie entre 20 %, au niveau des communes Ait Abbas et Assahrij, et 100% au niveau des communes Ouled Khallouf, Louad Lakhdar, M'zem Sanhaja, Ouargui et Sidi Aissa Ben Slimane. Pour ces communes, le nombre de ménages raccordés est d'environ 17 744 et ceux non raccordés sont de l'ordre de 5 343, avec un taux de branchement moyen de l'ordre de 77% dans le sous-bassin de Lakhdar (Carte 14).



Tableau 24 : Taux de branchement et nombre de ménages raccordés, au niveau du sous-bassin de Lakhdar  
Source : Questionnaire commune, Étude GIRE ABHT/GIZ, 2014

Commune	Taux de branchement	Ménages partielles (RGHP 2014)	Ménages raccordés	Ménages non raccordés
Ait Abbas	20%	1695	339	1356
Anzou	97%	720	698	22
Assahrij	20%	2695	539	2156
Imlil	98%	2035	1994	41
Louad Lakhdar	100%	1636	1636	0
Ouargui	100%	1881	1881	0
Oulad Khallouf	100%	1488	1488	0
M'zem Sanhaja	100%	571	571	0
Sidi Aissa Ben Slimane	100%	2361	2361	0
Sidi Yacoub	75%	1565	1174	391
Sour El Aaz	80%	719	575	144
Tanant	96%	1554	1491	62
Tidili Fetouaka	90%	2181	1963	218
Tifni	52%	1987	1033	954
<b>Total</b>	<b>77%</b>	<b>23088</b>	<b>17744</b>	<b>5343</b>



Carte 14 : Taux de branchement AEP dans le sous-bassin de Lakhdar  
Source : Questionnaire « commune », AHT-RESING, 2015



### 8.3 Assainissement

En termes d'assainissement, l'ONEE-Eau intervient au niveau des centres Demnate, Foug Jemaa et Tanant.

Le centre Demnate est doté d'un réseau d'assainissement de type unitaire couvrant 70 % de la superficie du centre. L'ONEE a mené au niveau de ce centre une étude (en phase APD provisoire) pour l'extension du réseau d'assainissement et réalisation d'une STEP. Le coût de ce projet est estimé à 95 MDH, et sera financé par la Banque Mondiale.

Le centre Foug Jemaa est doté d'un réseau d'égout de type séparatif, avec un taux de raccordement de l'ordre de 34 %. Les eaux usées collectées sont rejetées à l'état brut dans l'Oued Foug Jemaa. Une étude d'assainissement est en cours au niveau du centre pour la réhabilitation et l'extension du réseau d'assainissement ainsi que la réalisation d'une station d'épuration. Le coût de ce projet est estimé à 40 MDH.

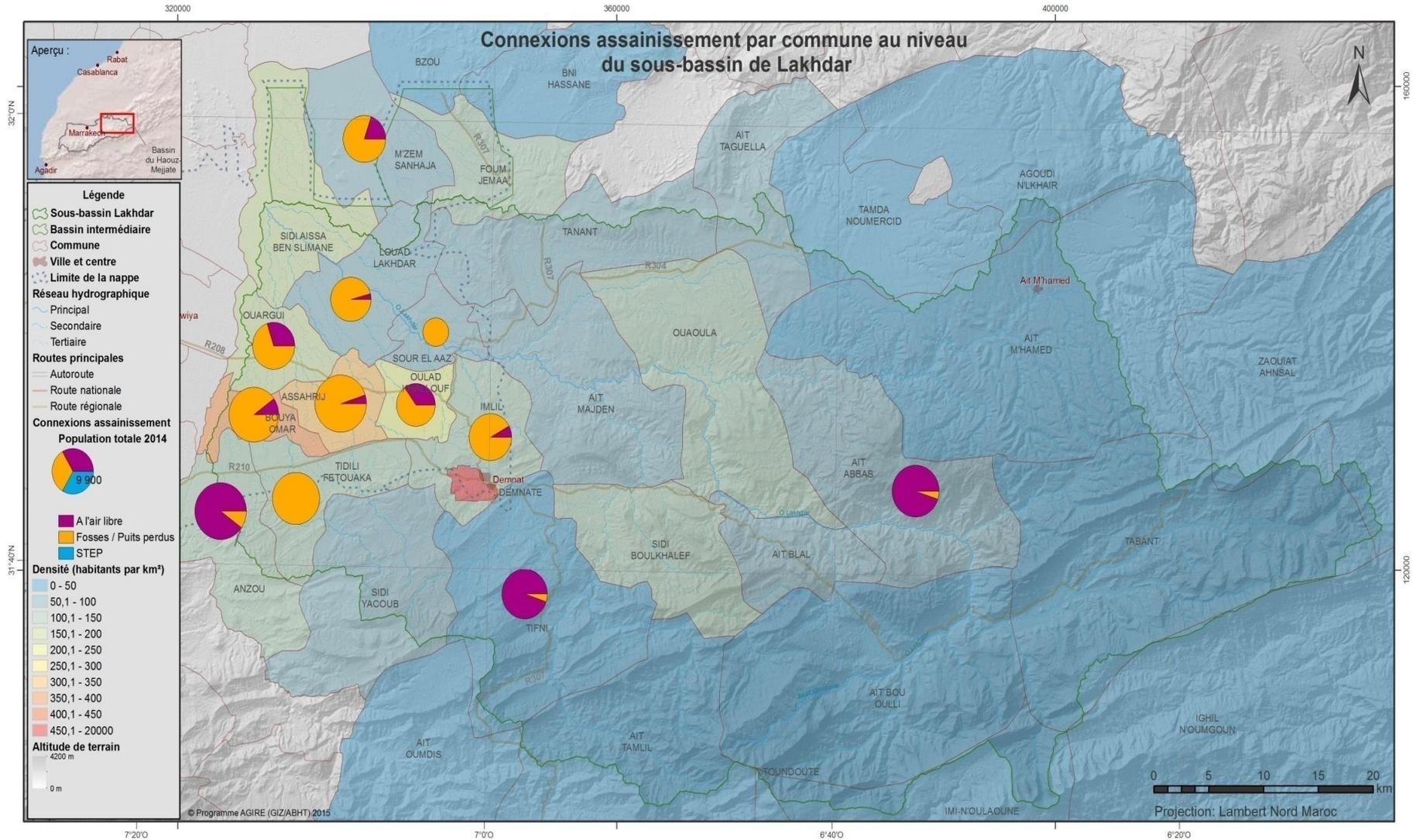
Au niveau du centre Tanant, l'ONEE a achevé une étude d'assainissement qui consiste en la réalisation et l'extension du réseau d'assainissement et la réalisation d'une station d'épuration type lagunage pour un coût de 20 MDH.

L'assainissement au niveau des zones rurales connaît un retard très important, la plupart des communes rurales rejette les effluents d'eaux usées dans le milieu naturel, à l'état brut. Le Tableau 25 dresse un récapitulatif de la situation en matière d'assainissement au niveau des communes rurales du sous-bassin de Lakhdar (Carte 15).

Tableau 25 : Mode d'assainissement existant par commune du sous-bassin de Lakhdar  
Source : AHT/RESING, questionnaire commune, 2015

Commune	A l'air libre	Fosses/Puits perdus
Ait Abbas	95%	5%
Tifn	95%	5%
Anzou	90%	10%
Tidili Fetouaka	0%	100%
Imlil	8%	92%
Assahrij	5%	95%
Ouled Khallouf	35%	65%
Louad Lakhdar	4%	96%
Bouya Omar	8%	92%
M'zem Sanhaja	20%	80%
Ouargui	30%	70%
Sour el Aaz	0%	100%
<b>Moyenne</b>	<b>33%</b>	<b>67%</b>

En moyenne, 33% des rejets de ces communes sont rejetés à l'air libre, 68% dans des fosses et des puits perdus.



Carte 15 : Situation de l'assainissement liquide par commune, dans le sous-bassin de Lakhdar  
Source : Questionnaire « commune » AHT-RESING, 2015



## 8.4 Agriculture

### 8.4.1 Méthodologie d'estimation des volumes d'eau d'irrigation

La méthodologie adoptée pour estimer les volumes d'eau utilisés pour l'irrigation selon les différentes sources (barrages, oueds et nappe) est fondée sur l'approche FAO d'estimation des besoins en eau des cultures et suit les étapes suivantes :

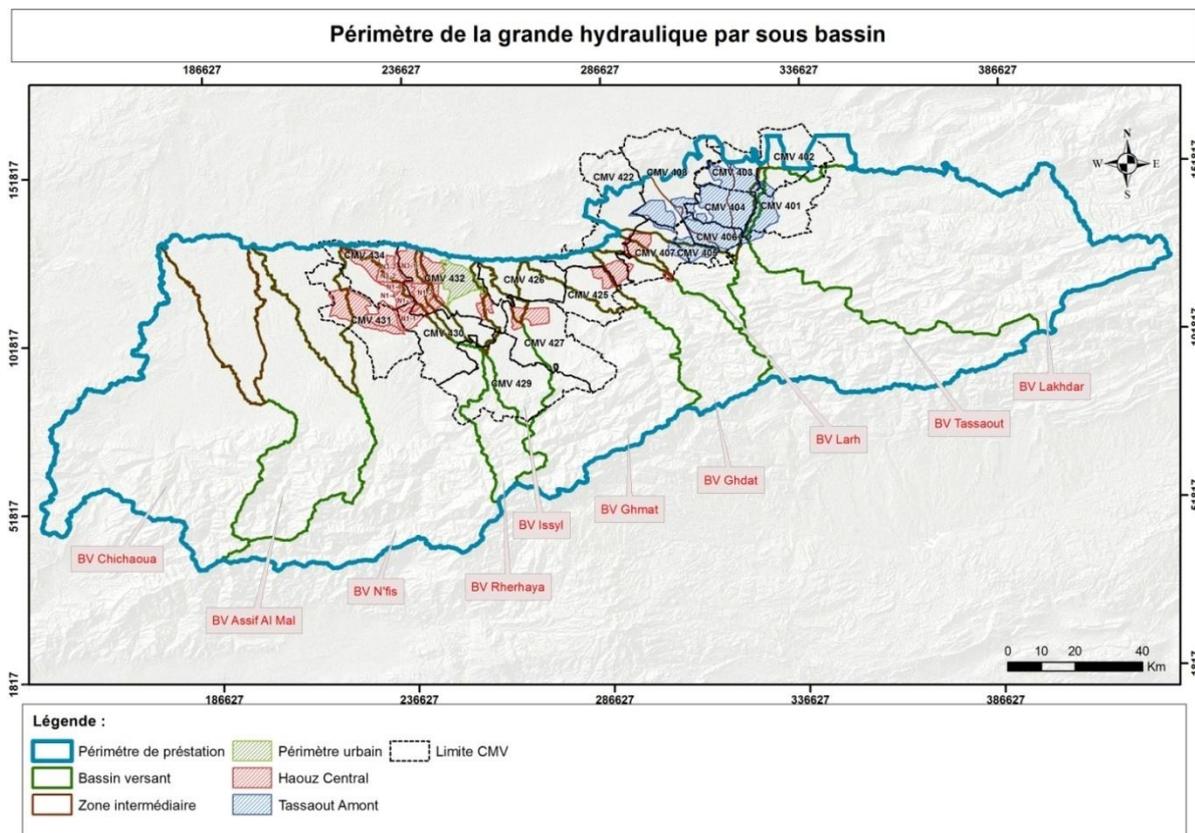
- détermination des superficies irriguées dans le sous bassin,
- détermination de l'assolement pratiqué,
- estimation des besoins en eau d'irrigation sur la base de l'assolement pratiqué,
- détermination du volume pompé

### 8.4.2 Superficies irriguées

#### Périmètres de la Grande Hydraulique

La superficie de la GH dans le sous bassin N'Fis est déterminée comme suit:

- élaboration de la carte des secteurs d'irrigation de la GH et les CMV compris dans le sous bassin (voir carte ci-après),
- à l'aide du SIG, on calcule le % de la superficie du secteur d'irrigation inclus dans le sous bassin et on identifie le CMV auquel appartient le secteur
- la superficie de chaque secteur d'irrigation est calculée sur la base des données fournies par l'ORMVAH (superficies des secteurs d'irrigation, monographie du réseau) proportionnellement au % inclus dans le sous bassin



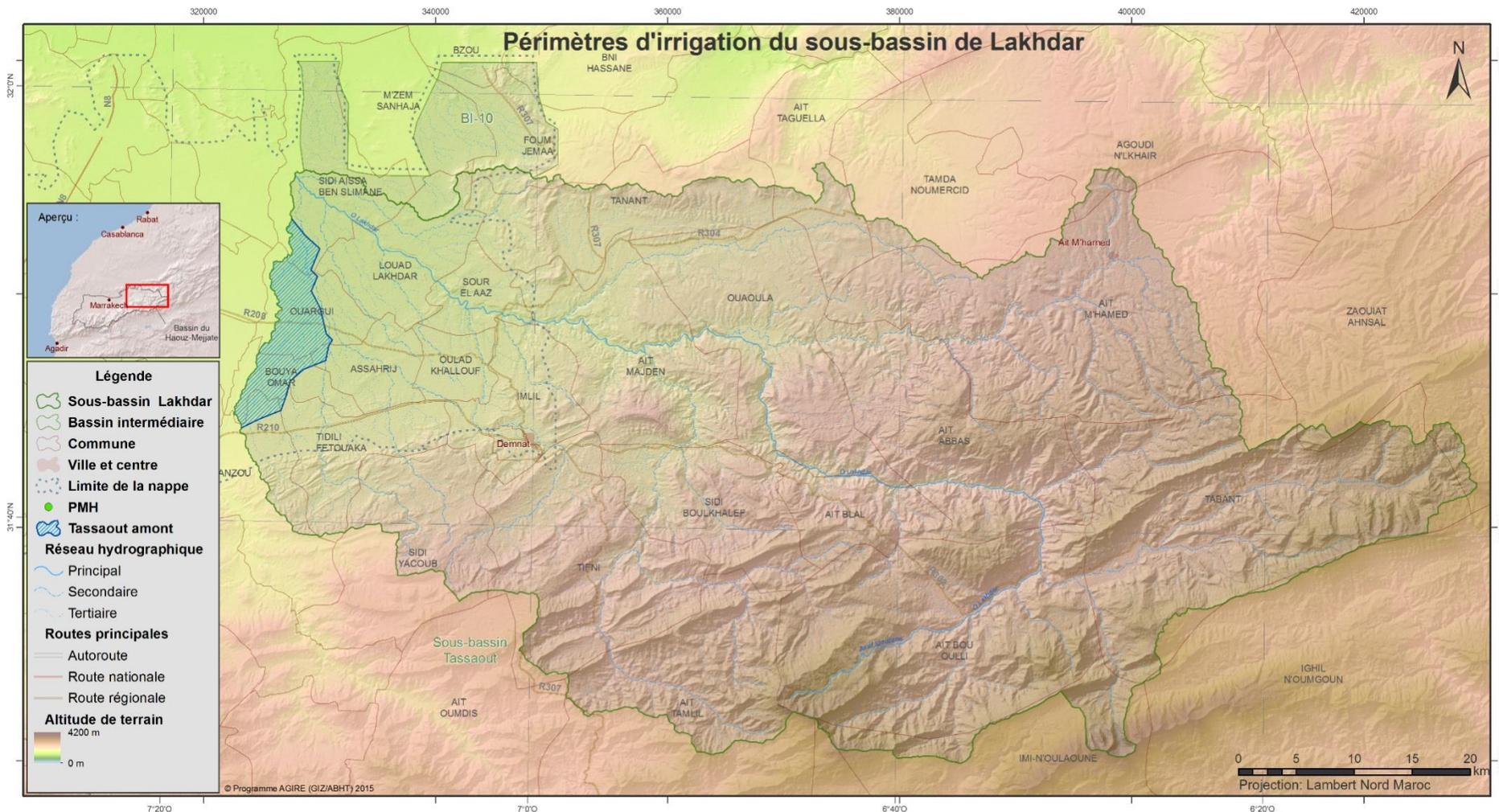
Carte 16 : Limites des secteurs d'irrigation de la GH et des CMV  
Source: ORMVAH, SIG AHT-RESING, 2015

Le sous-bassin de Lakhdar comprend des terrains irrigués aménagés en GH relevant du périmètre de la Tassaout Amont (CMV 401 Sbabta et du CMV 402 Ouled Ali Jamouaa) situés dans les communes de Ouargui, Bouya Omar et Sidi Aissa (Cartes 16) et s'étalant sur une superficie de 7 080 ha dont 3 060 ha dans le CMV 401 et 4 020 dans le CMV 402 (Tableau 26).

L'ensemble de ces terrains est irrigué à partir du barrage Moulay Youssef avec une dotation théorique de 6 800 m<sup>3</sup>/ha.

Tableau 26 : Périmètres de la Grande Hydraulique dans le sous-bassin Lakhdar  
Source : Monographie des CMV-SGRID- ORMVAH, 2015

CMV	Communes rurales	Superficie irriguée aménagée en GH (ha)	% commune inclus dans le sous-bassin	Superficie irriguée incluse dans le sous-bassin (ha)
401 - Sbabta	Bouya Omar	2 213	90%	1 992
	Ouargui	1 124	95%	1 068
	Sour El Azz	0	100%	0
	Sahrij	0	100%	0
	<b>Total CMV</b>		<b>3 337</b>	
402 - Ouled Ali Jamouaa	Ouargui	1 874	95%	1 780
	Sidi Aissa	2 358	95%	2 240
	<b>Total CMV</b>			<b>4 020</b>
<b>Total</b>		<b>7 569</b>		<b>7 080</b>



Carte 17 : Répartition des périmètres de la grande hydraulique dans le bassin de Haouz-Mejjate  
Source : ORMVAH



### Périmètres de la Petite et Moyenne Hydraulique

Les données relatives aux superficies de la PMH du sous-bassin Lakhdar ont été déterminées à partir des données fournies par les services de l'ORMVAH en ce qui concerne la PMH de la zone de l'ORMVAH, et à partir du PDAIRE du bassin Oum Er Rbia (2011), en ce qui concerne les zones de piedmont et de montagne de la province d'Azilal.

Les résultats sont consignés dans le Tableau 27. Il en ressort que les périmètres de la PMH occupent 14 045 ha dont 5 236 dans la zone d'action de l'ORMVAH et 8 807 dans le piedmont et les hautes vallées de montagne relevant de la zone d'action de la DPA d'Azilal.

Tableau 27 : Périmètres de la petite et moyenne hydraulique dans le sous-bassin Lakhdar  
Source : Monographie des CMV- SGRID-ORMVAH, PDAIRE-OER-2011, SIG AHT-RESING, 2015

Zone	Commune rurale	Superficie PMH (ha)
Zone ORMVAH	Ouled Khallouf	1 300
	Ouled Lakhdar	1 435
	<b>Total CMV 401</b>	<b>2 735</b>
	Sidi Aissa	2 351
	Lamzem	150
	<b>Total CMV 402</b>	<b>2 501</b>
<b>Total zone ORMVAH</b>		<b>5 236</b>
Zone DPA Azilal	Ait Abbas	234
	Ait Blal	205
	Ait Bou Oulli	1 445
	Ait Majden	170
	Ait M'hamed	472
	Imlil	1 003
	Ouaoula	390
	Sidi Boukhalef	702
	Sidi Yacoub	336
	Tabant	1 835
	Tidili Fetouaka	1 230
	Tifni	785
<b>Total zone DPA Azilal</b>		<b>8 807</b>
<b>Total</b>		<b>14 043</b>



## L'irrigation privée dans le sous-bassin de Lakhdar

D'après le PDAIRE du bassin hydraulique d'Oum Er Rbia (2011), l'irrigation privée (IP) dans les communes comprises dans le sous-bassin de Lakhdar occupe une superficie de 2 387 ha dont presque la moitié se trouve dans les périmètres de la GH (Tableau 28).

Tableau 28 : Irrigation privée dans le sous-bassin de Lakhdar  
Source : PDAIRE Oum Er Rbia, 2011

Zone	Commune	Totale IP	Dont IP hors GH
		(ha)	
Zone ORMVAH	Bouya Omar	15	0
	Assahrij	260	0
	Sour El Aaz	125	0
	Oulad Khallouf	100	0
	Louad Lakhdar	250	0
	M'zem Sanhaja	300	300
	Sidi Aissa Ben Slimane	816	803
<b>Total Zone ORMVAH</b>		<b>1 866</b>	<b>1 103</b>
Zone DPA Azilal	Tanant	78	
	Ouaoula	50	
	Ait Majden	55	
	Sidi Boukhalf	10	
	Tifni	3	
	Imlil	2	
	Tidili Fetouaka	70	
	Sidi Yacoub	10	
<b>Total zone DPA Azilal</b>		<b>521</b>	
<b>Total sous-bassin</b>		<b>2 387</b>	<b>1103</b>



Le Tableau 29 donne une synthèse des superficies irriguées dans le sous-bassin Lakhdar. La superficie irriguée totale en GH, PMH et IP est de l'ordre de 23 510 ha.

Tableau 29 : Récapitulatif des superficies irriguées dans le sous-bassin de Lakhdar  
Source : Monographie des CMV- SGRID-ORMVAH, PDAIRE OER2011, SIG AHT-RESING 2015

Type d'irrigation	Zone	Superficie (ha)	Source d'eau d'irrigation
GH	Secteur moderne	7 080	Barrage Moulay Youssef
PMH	Zone ORMVAH	5 236	Oued Lakhdar et ses affluents
	Zone DPA Azilal	8 807	
<b>Total PMH</b>		<b>14 043</b>	
IP	Intra-GH	1 103	Barrage My Youssef + Nappe Haouz
	Extra- GH	1 284	Nappe Haouz
<b>Total IP</b>		<b>2 387</b>	
<b>Total</b>		<b>23 510</b>	

### 8.4.3 Assolement

L'assolement dans la GH se démarque de celui de la PMH et de l'IP. Il se caractérise par la dominance des plantations et des céréales, spéculations qui occupent 90% des terrains irrigués (51% pour les plantations et 39% pour les céréales). Les fourrages sont relativement peu importants (8%) ainsi que les cultures maraichères (2%).

Dans la PMH, les céréales sont moins importantes. Elles occupent seulement 13% de l'assolement alors que les plantations occupent 72% des terrains constituées principalement d'olivier (63%), de noyer (5%) et de pommier et cognassier (6). Les fourrages sont plus importants dans la PMH (15%) que dans la GH. Notons par ailleurs que le taux d'intensification dans la PMH est de 113%, ce qui signifie que les agriculteurs parviennent à cultiver en dérober, signe d'abondance d'eau dans le sous-bassin.

Dans l'IP, et pour rentabiliser leurs investissements, les producteurs optent pour les cultures à valeur ajoutée élevée tel que les cultures maraichères occupant 21% des terrains, et l'arboriculture fruitière (59%), avec une importance donnée aux agrumes. Les céréales à rentabilité plus faible que le maraichage et l'arboriculture ne représentent que 10% de l'assolement.

Tableau 30 : Assolement dans le sous-bassin Lakhdar  
Source : SGRID, ORMVAH, PDAIRE OER-2011

Culture	GH		PMH		IP (hors GH)		Total
	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	
Céréales	39%	2 260	13%	1 826	10%	128	4 214
Fourrages	8%	430	15%	2 106	8%	103	2 639
Maraichage	2%	95	6%	843	21%	270	1 207
Plantations	51%	2 901	72%	10 111	59%	758	13 769
Légumineuses			5%	702			702
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>5 686</b>	<b>113%</b>	<b>14 043</b>	<b>98%</b>	<b>1 284</b>	<b>21 013</b>

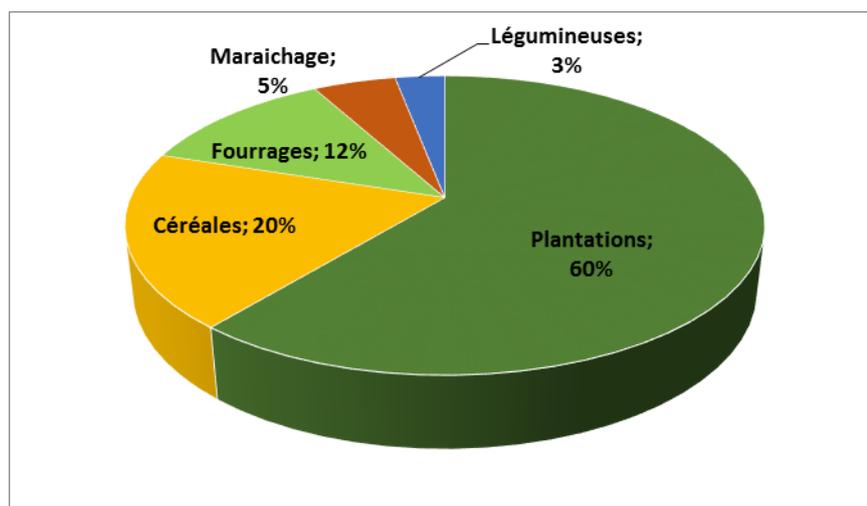


Figure 18: Assolement dans le sous bassin Lakhdar. Source : SGRID-ORMVAH, PDAIRE OER, 2011

#### 8.4.4 Evolution de la superficie irriguée

L'évolution de la superficie irriguée, hors PMH, a été déterminée à partir des données sur l'assolement sur la période 2001-2002 à 202-2013 mises à notre disposition par l'ORMVAH. Les résultats présentés dans le Tableau 31 et la figure 18 montrent une augmentation de la superficie irriguée entre les périodes 2001-2009 et 2009-2013 où elle est passée en moyenne de 7100 ha à 8 100. A noter que cette augmentation coïncide avec le lancement du PMV. Néanmoins, durant les deux phases la superficie irriguée fluctue d'une année à l'autre en fonction de l'hydraulicité de l'année et des apports du barrage Mouay Youssef.

Tableau 31: Evolution de la superficie irriguée dans le bassin Lakhdar  
Source: SGRID-ORMVAH, Analyse AHT-RESING, 2014

Année	Pluie (mm)	Superficie irriguée (ha)
2001-2002	336,7	6697
2002-2003	320,7	7554
2003-2004	502,4	7294
2004-2005	326,4	7409
2005-2006	352,8	6886
2006-2007	223,1	7093
2007-2008	232,7	6846
2008-2009	502,3	7253
2009-2010	456,5	8517
2010-2011	350,0	8277
2011-2012	350,5	7814
2012-2013	393,5	8063

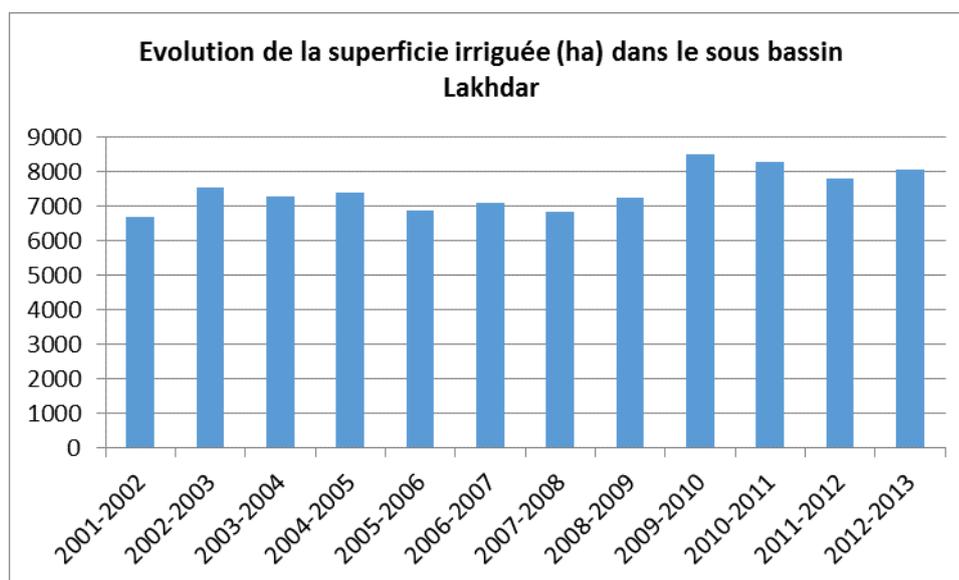


Figure 19 : Evolution de la superficie irriguée dans le bassin Lkhdar  
Source: SGRID-ORMVAH, Analyse AHT-RESING, 201

#### 8.4.5 Demande en eau des cultures dans le sous-bassin de Lakhdar

Pour évaluer la demande en eau des cultures, le Consultant s'est basé sur les normes des besoins en eau des cultures utilisées par l'ORMVAH.

La demande globale en eau d'irrigation dans le sous-bassin Lakhdar s'élève à 159 Mm<sup>3</sup> pour une superficie irriguée de 23 631 ha, soit un besoin moyen d'environ 6 700 m<sup>3</sup>/ha (Tableau 32).

Tableau 32: Demande en eau d'irrigation dans le sous-bassin Lakhdar  
Source : Analyse AHT-RESING, 2015

Culture	Superficie (ha)	Besoins en eau (m <sup>3</sup> /ha)	Besoins en eau (Mm <sup>3</sup> )	%
Céréales	4 652	4500	21	13
Fourrages	2 751	12000	33	21
Maraichage	1 214	7300	9	6
Plantations	14 312	6500	93	58
Légumineuses	702	4500	3	2
Total	23 631		159	



#### 8.4.6 Prélèvements d'eau dans la nappe

Pour estimer les prélèvements dans la nappe, nous avons considéré que les besoins en eau sont satisfaits à 85% par l'irrigation. Les prélèvements dans la nappe sont considérés comme étant la différence entre les besoins satisfaits et les apports des eaux de barrages et des oueds. Le Tableau 33 donne l'évolution des prélèvements dans la nappe entre 2001-2002 et 2012-2013. Il ressort que les prélèvements connaissent des fluctuations interannuelles liées aux variations des apports du barrage. Le minimum étant de 7,5 Mm<sup>3</sup> estimé en année pluvieuse (2008-2009), le maximum étant de 32,3 Mm<sup>3</sup> estimé en année relativement sèche (2002-2003).

Tableau 33 : Evolution des prélèvements dans la nappe du sous bassin Lakhdar  
Source : Analyse AHT-RESING, 2015

Année	Pluie (mm)	Superficie irriguée (ha)	Besoins en Eau m <sup>3</sup> /ha	Besoins totaux (Mm <sup>3</sup> )	Besoins satisfaits (Mm <sup>3</sup> )	Apport Barrage (Mm <sup>3</sup> )	Pompage (Mm <sup>3</sup> )
2001-2002	336,7	6697	8638	63,5	41,0	9,6	31,4
2002-2003	320,7	7554	8360	69,1	44,9	12,6	32,3
2003-2004	502,4	7294	8218	74,3	37,7	23,0	14,6
2004-2005	326,4	7409	9103	72,7	48,6	25,0	23,6
2005-2006	352,8	6886	7775	61,0	36,7	18,7	18,0
2006-2007	223,1	7093	8818	63,2	47,4	20,6	26,8
2007-2008	232,7	6846	7280	52,5	36,6	16,4	20,2
2008-2009	502,3	7253	7280	68,1	31,7	24,2	7,5
2009-2010	456,5	8517	7520	79,2	40,3	10,3	30,1
2010-2011	350,0	8277	8248	76,5	47,5	27,8	19,7
2011-2012	350,5	7814	8818	76,0	48,6	25,5	23,1
2012-2013	393,5	8063	6938	67,8	36,0	24,8	11,2



## 9 Bilan des eaux

Le présent chapitre porte sur le concept et la présentation du bilan hydraulique du sous-bassin de Lakhdar. Il est entendu que le bilan est prévu avec un pas de temps annuel. Il est également global, et de ce fait, ne remplace pas les modèles maillés qui permettent une spatialisation et une discrétisation temporelles fines.

Son objectif est de fournir les tendances globales permettant (i) de disposer d'éléments quantitatifs didactiques pour conduire le processus de consultation/concertation prévu pour l'élaboration de la Convention GIRE - Contrat de nappe et (ii) de fixer des ordres de grandeur pour les modélisations futures à réaliser pour les Etudes GIRE-Locales.

### 9.1 Concept du bilan de la nappe au niveau du sous-bassin de Lakhdar:

Dans la zone de plaine, la nappe constitue l'élément central du système hydraulique (Figure 19). Son bilan est régi par l'équation suivante :

$$\text{Bilan de la nappe} = \sum \text{entrées} - \sum \text{sorties}$$

$$\begin{aligned} \text{Bilan de la nappe} = & \sum (\text{Précipitations} + \text{Retour des eaux d'irrigation (GH, PMH, IP)} + \\ & \text{Infiltration des eaux au niveau des seguias} + \text{Infiltration des eaux au niveau des oueds} + \\ & \text{Recharge artificielle}) \\ & - \\ & \sum (\text{Prélèvements (Agriculture, AEP)} + \text{Drainage}) \\ & \pm \\ & \text{Echanges latéraux} \end{aligned}$$

Cette équation constitue la base de l'établissement du bilan de la nappe. Dans le cadre de la présente étude, elle a été modélisée sur une plate-forme excel permettant d'établir ce bilan avec un pas de temps annuel et de manière paramétrable. Ce qui permet (i) simuler des scénarii et (ii) de réaliser des tests de sensibilités. Les paragraphes suivants traiteront la démarche suivie et les données utilisées pour l'évaluation de chaque terme de ce bilan.

Le modèle établi a permis de reconstituer les bilans de la nappe pour la période 2001 à 2013, qui est une période représentative de l'état d'écoulement transitoire de la nappe. Le modèle est également capable d'effectuer des prévisions pour les années à venir sur la base d'hypothèses sur l'évolution des paramètres du bilan.

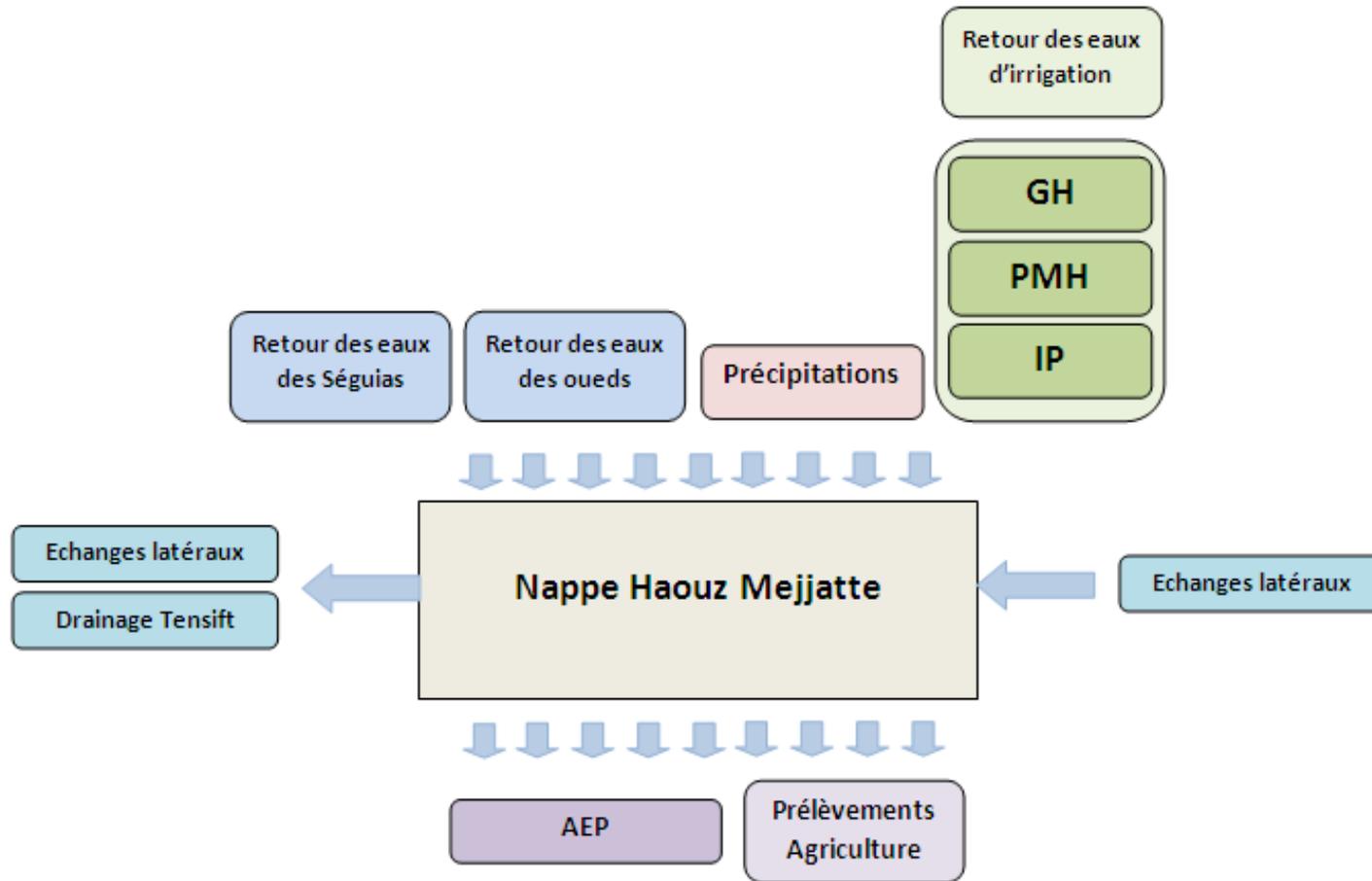


Figure 20: Schéma synthétique du bilan de la nappe au niveau du sous-bassin de Lakhdar  
Source: AHT-RESING, 2015



## 9.2 Précipitations

La recharge de la nappe à partir des précipitations est évaluée par l'affectation des coefficients d'infiltrations selon le type des unités lithologiques affleurant en surface et selon la topographie du terrain. Un coefficient d'infiltration moyen de 5% a été attribué au BV Lakhdar (En concertation avec l'ABHT)

Les terrains irrigués sont généralement saturés en eau et présenteront ainsi des taux d'infiltration des eaux des pluies plus importants. De ce fait, un coefficient d'infiltration de 20% a été considéré au niveau de l'ensemble des terres irriguées situées au niveau du sous-bassin de Lakhdar.

Les précipitations utilisées pour l'évaluation de ces infiltrations sont les précipitations annuelles enregistrées au niveau de la station d'Assaka.

## 9.3 Retour des eaux d'irrigation

Les retours des eaux d'irrigation sont calculés sur la base de l'ensemble des volumes d'eau fournis à l'irrigation à savoir : les eaux fournies à partir des oueds, les eaux fournies par les barrages et les eaux fournies par les eaux souterraines.

Pour le cas de Lakhdar, le retour des eaux d'irrigation a été calculé sur la base des :

- Eaux d'irrigation fournies par l'Oued Lakhdar;
- Eaux fournies par le barrage Hassan 1<sup>er</sup>-Sidi Driss;
- Eaux de pompage.

Les eaux d'irrigation arrosent l'ensemble des périmètres irrigués selon deux modes d'irrigation : Gravitaire et localisé. Les taux d'infiltration varient d'un mode à l'autre. Un taux de retour des eaux d'irrigation de 20% a été attribué aux périmètres irrigués en gravitaire, quant aux périmètres irrigués en localisé, le taux de retour est égal à 1%

## 9.4 Infiltration des eaux au niveau des séguias

Une part de l'eau acheminée par les séguias est infiltrée et évaporée. Les retours des eaux des séguias à la nappe contribuent à sa recharge et sont différents d'un type de séguia à un autre.

Pour estimer la part des séguias bétonnées et non bétonnées au niveau du sous-bassin de Tassaout, nous nous sommes référés aux données de l'ORMVAH,

Pour les séguias bétonnées, les infiltrations sont quasi nulles. Par contre, pour les séguias en terre, les calculs sont établis sur la base d'un coefficient d'infiltration de 10%.

## 9.5 Infiltration des eaux au niveau de l'oued Lakhdar

Un taux de retour égal à 10% a été considéré pour le calcul des retours des eaux au niveau de l'oued Lakhdar. Les apports utilisés pour l'évaluation de ce retour sont issus des lâchers du Barrage Hassan 1<sup>er</sup>-Sidi Driss.

## 9.6 Apports latéraux

Les apports latéraux entrants et sortants de la nappe au niveau du sous-bassin de Lakhdar sont calculés sur la base de la carte piézométrique de 2011. Cette carte nous a permis d'estimer les échanges sud et nord de la nappe moyennant l'approche du débit d'écoulement de la nappe sur les différents fronts de contact appliqués à la carte piézométrique.



## 9.7 Pompage des eaux d'irrigations

La détermination des prélèvements sur la nappe au niveau du sous-bassin de Lakhdar est faite sur la base des assolements et des besoins moyens des cultures (Approche FAO). Des besoins en eaux globaux de toutes les superficies irriguées ont été calculés. Les pompages de la nappe sont évalués par différence entre ces besoins et les volumes globaux fournis à l'irrigation à partir des pluies et des eaux de surface.

## 9.8 Bilan de la nappe

Le bilan des entrées et sorties annuelles de la nappe, au niveau du sous-bassin de Lakhdar est présenté, entre les années 2001 et 2013, dans le tableau qui suit :



Tableau 34 : Bilan de la nappe entre 2004 et 2013 au niveau du sous-bassin de Lakhdar  
Source : calculs AHT-RESING, 2015

	Entrées (m <sup>3</sup> )					Sorties (m <sup>3</sup> )				Différence (Mm <sup>3</sup> )	
	Infiltration des précipitations	Infiltration à Lakhdar	Retour des eaux d'irrigation	Retour au niveau des séguias	Apports latéraux	Total entrées	Prélèvements agriculture	Pompage ONEP	Eclmnts latéraux + Drainage Tansift		Total Sorties
2001-2002	6043900	19070200	5884094	957150	1020732	32976076	26750068	3248208	0,000	29998276	3,0
2002-2003	6168905	28072570	6538171	1259550	1020732	43059928	27763582	3532032	0,000	31295614	11,8
2003-2004	9468308	43205650	5463089	2301750	1020732	61459529	10705274	3815856	0,000	14521130	46,9
2004-2005	6207664	38542360	7055999	2496600	1020732	55323355	18589551	4099680	0,000	22689231	32,6
2005-2006	6433349	34365620	5287171	1867050	1020732	48973921	13966356	4383504	0,000	18349860	30,6
2006-2007	4137306	37094360	6856096	2057850	1020732	51166343	21743079	4667328	0,000	26410407	24,8
2007-2008	4229119	32398840	5266463	1639350	1020732	44554503	16115529	4951152	0,000	21066681	23,5
2008-2009	9435932	62598872	4591759	2416500	1020732	80063795	4179194	5234976	0,000	9414170	70,6
2009-2010	9441000	69504316	5950747	1025850	1020732	86942644	26474505	5518800	0,000	31993305	54,9
2010-2011	7112366	46341690	6989125	2778450	1020732	64242362	15358245	5802624	0,000	21160869	43,1
2011-2012	6879199	47702967	7110007	2553000	1020732	65265905	18358935	6086448	0,000	24445383	40,8
2012-2013	7869742	49083828	83653198	2481600	1020732	144109100	7819345	6370272	0,000	14189617	129,9



## 10 Risques et nuisances

### 10.1 Sécheresse et pénuries d'eau

L'étude de la variation de la pluviométrie au cours du temps revêt une importance capitale dans la planification et la gestion des ressources en eau. Ceci est d'autant plus important que le contexte hydrologique au niveau du bassin de la zone d'étude est fragile.

Afin de caractériser les phénomènes de sécheresse dans le sous-bassin, l'indice pluviométrique de la série pluviométrique de Sidi Rahal a été utilisé<sup>3</sup>. C'est la série la plus longue (76 ans) dont les données sont disponibles en Annexe 3. Elle représente la zone de Haut Atlas Oriental<sup>4</sup>.

En admettant qu'une période moyenne correspond à une moyenne de 1, l'examen de la Figure 20 montre que :

- L'indice pluviométrique présente une évolution en dents de scie, avec des amplitudes qui oscillent entre 0,36 et plus de 1,78.
- Il n'existe pas de corrélation entre l'ordre chronologique et les indices ; ceci marque l'absence de tendance.
- L'analyse de la série par la méthode du simple cumul (Figure 21, Tableau 35) permet aussi de conclure qu'en moyenne la durée des séquences des périodes sèches et humides est respectivement de 7 et 5 ans. Tandis que les séquences des périodes normales sont d'une durée moyenne de l'ordre de 4 ans<sup>5</sup>.

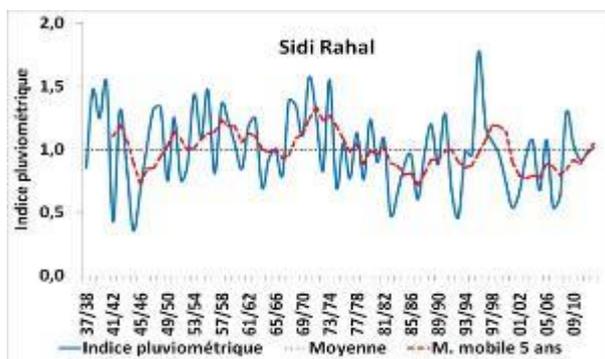


Figure 21 : Évolution de l'indice pluviométrique-Station de Sidi Rahal (1937-2012)  
Source : ABHT



Figure 22 : Simple cumul de la série d'indice pluviométrique-Station Sidi Rahal (1937-2012). Source : ABHT

<sup>3</sup> L'indice pluviométrique est le rapport entre la pluviométrie annuelle et la moyenne étendue sur toute la période d'observation

<sup>4</sup> Le Consultant a adopté les zones climatiques homogènes identifiées et définies par l'étude hydroclimatologique (source : étude hydroclimatologique CID, 2005). Les zones homogènes qui concernent notre étude sont : (i) Zone de Marrakech, (ii) Zone de Nfis amont, et (iii) Zone du Haut Atlas oriental.

<sup>5</sup> Année sèche : Indice < 0,95 ; Année Normale : 0,95 > Indice < 1,05 ; Année humide : Indice > 1,05



Tableau 35 : Nombre d'années et durée moyenne des périodes sèches, humides et normales - station de Sidi Rahal (1937-2013)

Description	Sidi Rahal	
	Nombre d'année	Durée Moyenne
Sèche	35	7
Humide	30	5
Normale	11	4

Par ailleurs, l'analyse des séries des indices par valeurs classées a permis de déterminer les parts par tranche d'indice et en nombre d'années par rapport à la période totale de 76 ans (Figure 22).

Sont résumées dans le Tableau 36 les parts par tranche d'indice par rapport à la période totale de 76 ans.

On note que :

- 45 % des années passées ont un indice pluviométrique inférieur à la moyenne de référence ;
- Environ 30 % des années ont un indice pluviométrique compris entre 0,95 et 1,2 ;
- L'année 1944/1945 est l'année la plus sèche avec un indice pluviométrique de 0,36, largement au-dessous de la moyenne (0,95) ;
- L'année 1995/1996 est l'année la plus humide, avec un indice pluviométrique de 1,78.

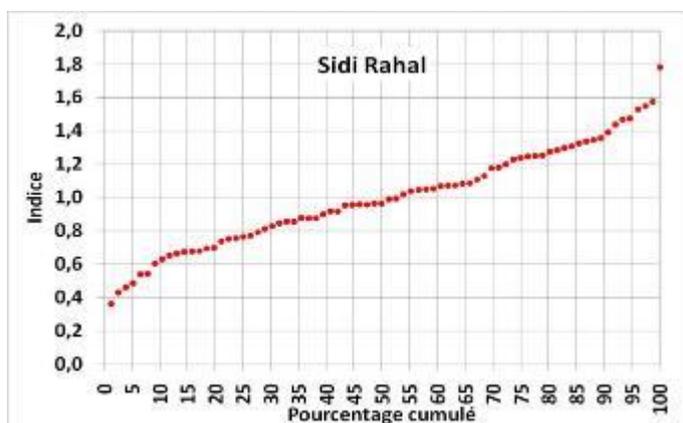


Tableau 36 : Pourcentage des années sèches, humides et normales - Station Sidi Rahal

Indice pluviométrique	Pourcentage
$IP \leq 0,95$	44,7
$IP > 0,95$	55,3
$IP > 1,2$	26,3
$IP > 1,3$	15,8
$IP > 1,4$	7,9
$IP > 1,6$	0

Figure 23 : Analyse de la série des indices pluviométriques par valeurs classées-Station Sidi Rahal

Le consultant a procédé à une cartographie des séquences sèches, normales et humides sur la période de 76 années de la série des indices pluviométriques (Tableau 37). En examinant le tableau, il en ressort les éléments suivants :

- Les séquences continues d'années sèches varient de 1 à 6 années ;
- Les séquences continues d'années humides varient de 1 à 5 années ;
- Les séquences continues d'années normales ne dépassent pas 2 années.



On constate également que l'on a (Tableau 38) :

- 16 % de chance pour qu'une année sèche soit suivie d'une année humide.
- 16% de chance pour qu'une année humide soit suivie d'une année sèche ;
- 7 % de chance pour qu'une année sèche soit suivie de deux années humides ;
- 2 % de chance pour qu'une année sèche soit suivie de trois à quatre années humides ;
- 12 % de chance pour qu'une année sèche soit suivie d'une année normale.

Afin de mener une analyse fréquentielle des indices de référence le consultant propose également :

- De définir l'année sèche comme étant l'année qui cumule un total inférieur ou égal à 0,95 de la moyenne interannuelle ( $IP \leq 0,95$ ) ;
- De définir l'année normale ou moyenne comme étant l'année qui cumule un total compris strictement entre 0,95 et 1,05 de la moyenne interannuelle ( $0,95 < IP < 1,05$ ) ;
- De définir l'année humide comme étant l'année qui cumule un total supérieur ou égal à 1,05 de la moyenne interannuelle ; ( $IP \geq 1,05$ ) ;
- De réaliser les ajustements statistiques aux différentes lois usuelles afin de définir les quantiles qui correspondent aux années humides et sèches ;
- D'analyser les fréquences d'apparition des années sèches, moyennes et humides.

L'analyse fréquentielle montre que les séries d'indices de référence s'ajustent bien à la loi de Goodrich. Le Tableau 39 présente les quantiles des indices pluviométriques en utilisant respectivement la fréquence au non-dépassement et au dépassement :

On remarque que pour la zone du sous-bassin Lakhdar : (i) la centennale sèche est de 376 mm et, (ii) la centennale humide varie est de 626 mm.



Tableau 37 : Séquences sèches, humides et normales

AH	Sidi Rahal	AH	S Rahal
1937		1975	
1938		1976	
1939		1977	
1940		1978	
1941		1979	
1942		1980	
1943		1981	
1944		1982	
1945		1983	
1946		1984	
1947		1985	
1948		1986	
1949		1987	
1950		1988	
1951		1989	
1952		1990	
1953		1991	
1954		1992	
1955		1993	
1956		1994	
1957		1995	
1958		1996	
1959		1997	
1960		1998	
1961		1999	
1962		2000	
1963		2001	
1964		2002	
1965		2003	
1966		2004	
1967		2005	
1968		2006	
1969		2007	
1970		2008	
1971		2009	
1972		2010	
1973		2011	
1974		2012	

Sèche	
Humide	
Normale	

Tableau 38 : Fréquences d'apparition des séquences pluviométriques

Séquences	Sidi Rahal
1 S	50
2 S	13
3S	8
4S	1
5S	1
6 S	1
1H	33
2H	9
3H	4
4H	1
5H	1
1N	17
2N	1
1S-1H	16
1S-2H	7
1S-3H	4
1S-4H	1
1S-5H	1
1S-1N	12
1S-2N	3
1H-1S	16
1H-2S	4
1H-3S	3
1H-4S	
1H-5S	
1H-1N	1
1N-1S	11
1N 2S	5
1N-3S	4
1N-4S	1
1N-6S	1

Légende

0-10%

10-20%

20-50%

S : Sèche

H : Humide

N : Normale



Tableau 39 : Quantiles des indices pluviométriques pour les fréquences au non dépassement et au dépassement - Station Sidi Rahal (1937-2012)<sup>6</sup>

Période de récurrence (T)	IP (T) Fréquence au non-dépassement		IP (T) Fréquence au dépassement	
	IP	mm	IP	P (mm)
2	0,99	360	0,96	181
5	1,26	459	1,31	248
10	1,40	510	1,51	285
20	1,51	550	1,67	316
50	1,64	597	1,86	352
100	1,72	626	1,99	376

## 10.2 Érosion et sédimentation

La production importante de sédiments générée par les versants et le réseau hydrographique constitue un risque majeur de déperdition de la retenue du barrage Hassan Ier.

Les résultats des campagnes de mesures bathymétriques réalisées depuis la mise en service du barrage sont consignés dans le Tableau 40. La Figure 23 illustre l'évolution de volume à la cote normale des retenues du barrage.

Ces résultats font ressortir que :

- La retenue du barrage Hassan Ier a enregistré une diminution du volume normal de 11,1 % depuis sa mise en service en 1986 ;
- L'envasement moyen est de l'ordre de 1,4 Mm<sup>3</sup>/an, rapporté à la surface à l'amont de la retenue, il correspond à une dégradation spécifique de 1 223 T/km<sup>2</sup>/an.

<sup>6</sup> IP : Indice pluviométriques et P= Indice x Pluviométrie moyenne



Tableau 40 : Taux d'envasement moyen et dégradation spécifique-Barrage Hassan I<sup>er</sup>  
Source : ABHOER

Année	Volume normal (Mm <sup>3</sup> )	Envasement		Perte annuelle (Mm <sup>3</sup> /an)	Taux d'envasement Moyen (Mm <sup>3</sup> /an)	Dégradation spécifique (T/km <sup>2</sup> /an)
		(Mm <sup>3</sup> )	%			
1986	272,2				1,4	1223
1990	262,6	9,6	3,5	2,4		
1996	247,5	15,2	5,6	2,5		
2000	245,0	2,4	0,9	0,6		
2003	244,0	1,0	0,4	0,3		
2008	242,0	2,0	0,7	0,4		
Total		30,2	11,1	0		

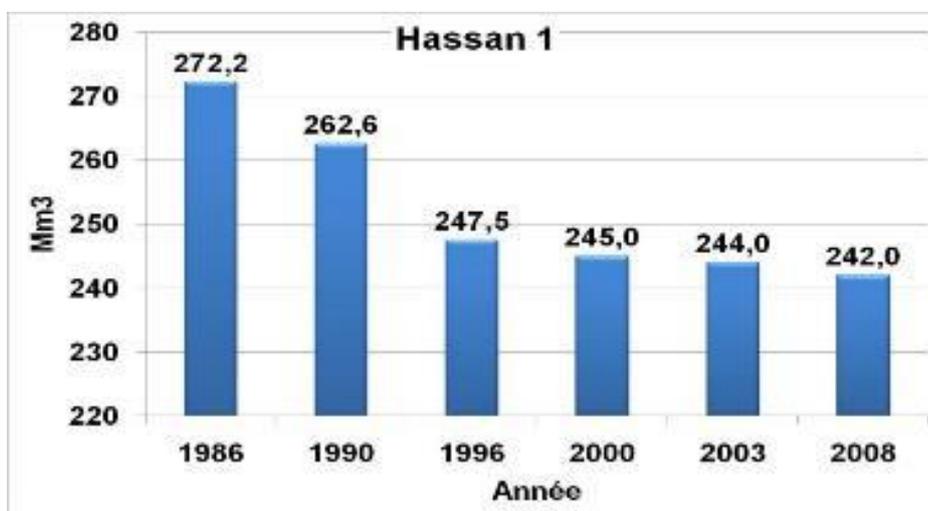


Figure 24 : Évolution du volume normal de la retenue du barrage Hassan I<sup>er</sup>  
Source : ABHOER



## 11 Dysfonctionnements

La stratégie et le plan d'actions à mettre en place pour l'amélioration de la situation et à inscrire au niveau de la convention GIRE seront établis et détaillés dans un cadre de débats et de concertation lors de la mission II de la présente étude. La présente section a pour objet de sortir, à partir du diagnostic de l'état des ressources en eau établi par le présent rapport, des lignes directrices qui serviront comme base pour l'établissement de la Convention GIRE - Contrat de nappe.

Le tableau suivant récapitule, par axe d'intervention, les éléments de dysfonctionnement sortis du diagnostic, ainsi que des mesures d'amélioration possibles.

**Axe 1 : Développement des ressources en eau**

Secteur	Dysfonctionnements/ constats	Zones concernées	Raisons	Solutions/Actions
Eau de surface	Envasement des barrages	Barrage Hassan 1 <sup>er</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Cultures pluviales sur versants à forte pentes.</li> <li>▫ Surexploitation des zones forestières (cultures et pâturage).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Promouvoir les techniques culturales conservatrices de l'eau et du sol : cultures selon courbes de niveau, techniques de murettes en pierres sèches, etc.</li> <li>▫ Continuer l'effort de reboisement et la correction mécanique des ravins.</li> <li>▫ Suivi rigoureux de la bathymétrie des barrages Hassan 1<sup>er</sup> et Sidi Driss</li> </ul>
	Insuffisance en matière de gestion des crues	Zone de piedmont (PMH)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Dispositifs de déviation non adaptés (Aggougs) pour les grandes crues.</li> <li>▫ Atteinte de l'intégrité des profils d'oued (exploitation des matériaux des oueds).</li> <li>▫ Insuffisance/inexistence en matière de systèmes d'annonce de crues.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Meilleur contrôle du DPH (remise en état des carrières).</li> <li>▫ Entretien et renforcement des ouvrages de déversement et d'épandage de crues</li> <li>▫ Cartographie des zones à risques et identification des besoins en protection</li> </ul>
Eaux souterraines	Faible niveau de renouvellement des eaux souterraines (recharge de la nappe)	Zone de piedmont et plaine	Retard dans la réalisation des ouvrages de recharge	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Renforcement de la recharge le long des oueds en relation avec la gestion des crues.</li> <li>▫ Recherche de nouvelles techniques en matière de recharge (innovation / bonnes pratiques).</li> </ul>
Eaux non conventionnelles				
Eaux usées	Potentiel dans la réutilisation des eaux usées épurées et dans l'assainissement, non exploité	Assainissement rural	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Retards dans la mise en œuvre des réseaux d'assainissement</li> <li>▫ Insuffisance de savoir-faire des communes dans le domaine de l'assainissement</li> <li>▫ Problème de financement pour les communes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Promouvoir l'épuration sur site (unités touristiques et industrielles, surtout les huileries) - faire appel au fond de dépollution volontaire</li> <li>▫ Activer la mise en œuvre du PNAR</li> <li>▫ Promouvoir le micro traitement écologique avec réutilisation des dérivés</li> <li>▫ Renforcement des capacités financières des CR pour le renforcement de l'assainissement</li> </ul>



Secteur	Dysfonctionnements/constats	Zones concernées	Raisons	Solutions/Actions
Eaux pluviales	Mobilisation des eaux pluviales pas encore satisfaisante	Zone de plaine et piedmont (bour)	<ul style="list-style-type: none"><li>Plan Maroc Vert : reconversion des céréales en olivier (zones bour). Les agriculteurs maintiennent la culture des céréales en sous étage, les travaux du sol pour l'installation des céréales entraînent la destruction des impluviums.</li><li>Pratiques actuelles de collectes d'eau pluviales rudimentaires (à développer et perfectionner).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Capitaliser sur le savoir-faire local</li><li>Capitaliser sur l'expérience des bonnes pratiques (GIZ)</li><li>Introduire des systèmes d'aide financière pour la promotion de la collecte des eaux pluviales (aides déjà instituées dans le FDA pour des ouvrages de collecte d'eau pluviale à usage agricole).</li></ul>
		Centres ruraux	<ul style="list-style-type: none"><li>Faible niveau de prise en charge de la collecte des eaux pluviales lors de la planification territoriale.</li><li>Méconnaissance du potentiel en eaux pluviales par les acteurs locaux (élus, techniciens, opérateurs privés, planificateurs territoriaux, urbanistes...).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Introduction des principes de collecte des eaux pluviales au niveau des documents d'urbanisme,</li><li>Formation des techniciens communaux et des opérateurs dans le domaine de l'urbanisme (architectes, urbanistes, etc.)</li></ul>
		Zone de montagne		Renforcer les pratiques de collecte des eaux pluviales en domaine forestier
Eaux saumâtres	Faible niveau d'utilisation	Zones aquifères à fortes salinités	<ul style="list-style-type: none"><li>Connaissance des ressources en eau saumâtre au niveau du bassin Haouz-Mejjate</li><li>Coût de la déminéralisation</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Améliorer la connaissance des aquifères saumâtres,</li><li>Introduction des systèmes de déminéralisation (petits systèmes incluant les énergies renouvelables)</li><li>Étude des potentialités en ressources en eau saumâtre</li></ul>

**Axe 2 : Contrôle et suivi des ressources en eau**

Secteur	Dysfonctionnements/constats	Zones concernées	Raisons	Solutions/Actions
Contrôle et suivi des ressources en eau	Prolifération des pompages illicites dans la GH et l'Irrigation Privée (IP)	GH	Creusement de puits ne nécessitant pas d'autorisation jusqu'à un certain seuil dans la zone d'action de l'ORMVA-OER	Limiter les autorisations de prélèvements dans certaines zones en fonction de la situation de la nappe et du bilan local.
		IP	Extension des superficies irriguées.	<ul style="list-style-type: none"><li>▫ Bonne pratique de contrôle et de suivi des extensions agricole par télédétection.</li><li>▫ Actualiser périodiquement l'inventaire des points de prélèvement.</li></ul>
		GH et IP	Non-respect de la loi par les usagers.	Sanctionner les prélèvements illicites après délais d'avertissement.
			Coût de creusement fortement à la baisse et coût d'énergie pour le pompage à la baisse (butane/solaire).	Rationaliser les futures aides de l'État pour l'équipement en cellules photovoltaïques (risque que le pompage soit accentué).
	Incapacité de la police de l'eau : prélèvements illicites au niveau du réseau de transport et de distribution de l'eau	GH et IP	Absence de réglementation du métier de foreur.	<ul style="list-style-type: none"><li>▫ Définir des périmètres d'interdiction.</li><li>▫ Sanctionner les foreurs contrevenants.</li></ul>
			Manque de moyens matériels et humains.	<ul style="list-style-type: none"><li>▫ Renforcer les moyens matériels et humains au niveau de l'ABH-OER et l'ORMVA-OER.</li><li>▫ Implication des autorités locales pour le contrôle des captages.</li></ul>
	Non maîtrise des captages et des prélèvements (inventaire / prélèvement)	GH et IP	<ul style="list-style-type: none"><li>▫ Manque de coordination avec les autorités pour le contrôle des captages illicites.</li><li>▫ Absence de compteur (volonté des préleveurs / assistance juridique).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▫ Impliquer l'autorité pour le contrôle des captages.</li><li>▫ Instaurer un inventaire périodique des prélèvements.</li></ul>
	Nécessité d'amélioration de la connaissance de la ressource	Zone de piedmont et de montagne	Eaux souterraines de piedmont et de montagne insuffisamment connues.	<ul style="list-style-type: none"><li>▫ Lancement d'une étude de caractérisation des eaux souterraines en zones de piedmont et de montagne.</li><li>▫ Actualisation des études hydrologiques (notamment celles en relation avec le barrage Hassan I<sup>er</sup>)</li></ul>
Zones de plaine		Paramètres du bilan et paramètres hydrodynamique faiblement caractérisés	<ul style="list-style-type: none"><li>▫ Organisation de campagnes d'essais de débits</li><li>▫ Instauration d'inventaires exhaustifs et périodiques des prélèvements.</li></ul>	



Secteur	Dysfonctionnements/ constats	Zones concernées	Raisons	Solutions/Actions
	Problème de refus de la population concernant les piézomètres, et vandalisme		<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Absence d'appui juridique</li> <li>▫ Manque de sensibilisation</li> <li>▫ Manque de moyens humains et matériels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Sensibilisation de la population et intervention des autorités locales</li> <li>▫ Instaurer un soutien juridique pour le suivi de la nappe.</li> </ul>
	Défaillance de l'entretien des dispositifs de mesure (en temps réel).		Difficulté de contrôle d'externalisation pour la mesure et l'entretien.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Revoir la conception des piézomètres.</li> <li>▫ Évaluer l'expérience de l'externalisation de la mesure et revoir le cahier de charge correspondant.</li> <li>▫ Renforcer les moyens de l'ABH-OER /section eau.</li> <li>▫ Instaurer les procédures (manuels).</li> </ul>
	Procédures d'octroi de la subvention à la reconversion en Irrigation Localisée en contradiction avec l'obligation d'autorisation de prélèvements	Toutes les superficies irriguées (PMH, GH, Privées)	L'ouverture d'un dossier de subvention à l'Irrigation Localisée se fait sans exigence obligatoire d'autorisation de prélèvement, mais uniquement sur déclaration des volumes à prélever présentée par le postulant	Revoir l'instruction conjointe du Ministre de l'Agriculture et du Ministre des Finances relative aux modalités de traitement des dossiers de demande de l'aide financière de l'État distribuée dans le cadre du FDA ; chapitre concernant l'aide à la reconversion à l'Irrigation Localisée.
	Absence de suivi des prélèvements en temps réel.		Manque de textes juridiques pour la mise en place d'un suivi opposable efficacement.	S'assurer que la loi en révision introduit ce code juridique.
Contrôle de la qualité des ressources en eau	La tendance à la dégradation de la qualité des eaux s'accélère		Retards en matière d'assainissement liquide des centres ruraux.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Formation des techniciens communaux dans le domaine de l'assainissement liquide.</li> <li>▫ Activation de la mise en œuvre du PNAR.</li> <li>▫ Encourager les initiatives privées dans le domaine de l'assainissement.</li> </ul>
			Faible taux de prise en charge de la pollution liée aux huileries (35 unités à Louad Lakhdar).	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Compléter et adapter le cadre juridique.</li> <li>▫ Promouvoir les initiatives privées (mécanismes de dépollution volontaire, etc.).</li> </ul>
			Faible taux de prise en charge de la pollution liquide de l'activité du secteur de l'artisanat	
			Faible taux de prise en charge de la pollution agricole (au niveau des PMH).	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Compléter et adapter le cadre juridique.</li> <li>▫ Promouvoir le conseil et l'encadrement pour les agriculteurs.</li> </ul>
	Insuffisance en matière de suivi de la qualité de l'eau		<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Faible niveau de couverture du réseau de suivi de la qualité.</li> <li>▫ Fiabilité des mesures à améliorer.</li> <li>▫ Performances de l'externalisation du suivi de la qualité des eaux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Revoir la répartition et la densité du réseau de suivi.</li> <li>▫ Formation des techniciens dans les techniques d'analyses et d'interprétation des mesures de qualité.</li> <li>▫ Revoir les pratiques d'externalisation.</li> </ul>

**Axe 3 : Gestion de la demande**

Secteur	Dysfonctionnements/ constats	Zones concernées	Raisons	Solutions/Actions
Agriculture	Secteur agricole fortement consommateur et déficitaire en eau	GH, PMH, IP	Insuffisance en matière de connaissances des besoins en eau des cultures et des stades critiques au déficit hydrique	Conduire des études de détermination des coefficients culturaux (Kc) et coefficients de réduction (Kr) adaptés aux conditions du milieu locales et des variétés cultivées
		GH, IP	Manque d'analyse des effets des programmes avant tacite reconduction (post-évaluation)	Mener une évaluation mi-parcours de l'impact des actions du PMV sur les ressources en eau
	Assolement inapproprié par rapport au contexte hydro-climatique : cultures fortement consommatrices d'eau (agrumes et luzerne) et à faible valorisation du m <sup>3</sup> .	IP	Forte extension des cultures irriguées	Arrêt de l'extension des cultures maraichères et des agrumes
AEP rurale	<ul style="list-style-type: none"><li>Éloignement de la ressource</li><li>Rareté de la ressource</li></ul>	Zone de montagne	<ul style="list-style-type: none"><li>Accès à la ressource difficile</li><li>Problème de la qualité des eaux (eau saumâtre).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Étude des nappes au piedmont avec des méthodes de reconnaissance adaptées.</li><li>Promouvoir la déminéralisation (petites unités).</li><li>Promouvoir des solutions alternatives.</li><li>Favoriser les captages par puits traditionnels.</li><li>Équipement des sources.</li><li>Mise en place d'un comité d'encadrement technique piloté par les autorités.</li></ul>



### Axe 4 : Gouvernance

Il s'agit de dysfonctionnements à caractère horizontal, sachant que les tableaux précédents traitent les principaux dysfonctionnements à caractère sectoriel.

Secteur	Dysfonctionnements/ constats	Zones concernées	Raisons	Solutions/Actions
Équité sociale	Manque de retour des bénéfices de l'aval à l'amont : zone amont productrice d'eau ne bénéficie pas de la ressource	Piedmont et montagne	Manque de projets de développement	Une partie des bénéfices réalisés à l'aval doit retourner à la zone amont sous forme de projets de développement intégré
Coordination	Multitude d'intervenants et coordination insuffisante		<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Échange d'informations et des données non formalisé.</li> <li>▫ Manque d'une instance de coordination locale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Redynamiser le comité de coordination (comité provincial de l'eau...).</li> <li>▫ Instaurer une rythmicité de réunion et de reporting de ces comités,</li> <li>▫ Désigner des points focaux permanents (nominatifs) au niveau des organismes/institutions membre de ces comités</li> <li>▫ Établir des règlements intérieurs de ces comités</li> </ul>
Échanges d'information et de données	Les échanges et partages actuels d'information et de données se font sur des bases individuelles		Il n'existe pas de protocole d'échanges de données et d'information	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Instaurer une plateforme d'échange d'information /données avec des niveaux d'accès spécifiques</li> <li>▫ Instaurer un protocole d'échanges des données sur les ressources en eau</li> </ul>
Outil d'aide à la décision	Des outils d'aide à la décision peuvent exister au niveau des administrations chargées de la gestion des ressources en eau, mais insuffisances en matière d'utilisation		<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Non maîtrise des outils</li> <li>▫ Manque E&amp;M et de mise à jour des outils (logiciels souvent)</li> <li>▫ Manque de formation du technicien chargé de l'utilisation des outils</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Formation du technicien et cadre sur l'utilisation des outils</li> <li>▫ Choix des outils adaptés en pensant à E&amp;M, la mise à jour et les exigences de communication entre les partenaires (central, local, sectoriel, etc.)</li> </ul>
Implication des parties prenantes	Faible niveau de participation des parties prenantes au niveau de la gestion des ressources en eau		Manque de motivation des parties prenantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Institutionnaliser la participation et l'implication</li> <li>▫ Adapter le cadre juridique à cet effet</li> <li>▫ Réunir les conditions nécessaires pour une participation réelle et efficace (transparence, partage, représentativité...).</li> </ul>



## Axe 5 : Information et communication

Il s'agit de dysfonctionnements à caractère horizontal, sachant que les tableaux précédents traitent les principaux dysfonctionnements à caractère sectoriel.

Secteur	Dysfonctionnements/ constats	Zones concernées	Raisons	Solutions/Actions
Communication avec le grand public	Faible niveau de résultats et d'impact sur la protection et la sauvegarde des ressources en eau		<ul style="list-style-type: none"><li>▫ Campagnes de sensibilisation très sporadiques et surtout pendant les occasions internationales et nationales (Journée Mondiale de l'Eau...)</li><li>▫ Outils non adaptés</li><li>▫ Faible utilisation des canaux et supports existants</li><li>▫ Faible niveau d'implication de la société civile</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▫ Développer et mettre en place des outils performants et professionnels en matière de communication et d'information</li><li>▫ Inventorier et recourir à tous les canaux possibles et adaptés au contexte socio-économique local</li><li>▫ Chercher à impliquer le public lui-même dans les efforts de communication</li><li>▫ Mise en place d'un site web efficace et dynamique</li></ul>
Communication avec les partenaires institutionnels	La communication entre l'ABH et ses partenaires existe mais est limitée aux aspects liés aux affaires courantes, aux besoins de gestion des ressources en eau, et de gestion des études.		Inexistence d'un cadre de communication et de partage d'expériences formalisé	Les institutions chargées de la gestion de l'eau devraient communiquer régulièrement sur les réalisations, les résultats, les démarches, etc. La création d'un bulletin (inter-institutions) dédié (papier, électronique..) permettrait d'apporter une réponse à ces besoins
Communication avec les usagers de l'eau	Les relations avec les usagers de l'eau sont quasiment limitées à la mise en œuvre des attributions des organismes chargés de la gestion de l'eau (facturation, autorisation, contrôle, etc.)	<ul style="list-style-type: none"><li>▫ Associations et corporations professionnelles</li><li>▫ Producteurs d'eau</li><li>▫ AUEAs</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▫ Inexistence d'un cadre juridique instaurant une telle communication</li><li>▫ La communication est plus informelle et s'établit à l'occasion de réunion et de rencontres diverses.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▫ Instaurer un cadre de communication formel</li><li>▫ Élaborer des supports de communication adaptés</li><li>▫ Site internet dédié</li></ul>



Secteur	Dysfonctionnements/ constats	Zones concernées	Raisons	Solutions/Actions
	Insuffisance en matière d'information et de sensibilisation à l'économie d'eau en agriculture		Campagnes de communication sporadiques	Organisation de la caravane de l'eau pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Informer les agriculteurs et la population de la situation des ressources en eau</li> <li>▫ Inciter les agriculteurs au choix de cultures moins exigeantes en eau et permettant une meilleure valorisation de l'eau</li> <li>▫ Montrer aux agriculteurs l'intérêt de leur regroupement en Coopératives, Associations, etc.</li> <li>▫ Mener plus de campagnes de sensibilisation de masse : émissions, et spots radiophoniques et télévisées,</li> </ul>
	Motivation à l'économie d'eau en agriculture		Motiver les usagers d'eau en agriculture à économiser de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Instaurer "Prix Économie d'Eau" pour AUEA, Coopératives, Producteurs menant des actions d'économie d'eau</li> </ul>
	Insuffisance en matière de transfert de technologie			<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Création d'une entité : Association d'institutions dans le but de créer un centre d'activités de pointe dans le domaine de l'agro-technologie, d'assister les entreprises dans le domaine de la recherche et/ou du développement à l'image de l'Agrotech Souss-Massa-Draa</li> <li>▫ Organisation de visites et de voyages d'études à des exploitations pilotes et aux sites de démonstration.</li> </ul>



## 12 Annexes

### 12.1 Annexe 1 - Méthode de détermination des crues

#### 12.1.1 Débits de crue

**Méthode des paramètres régionaux** : Pour les bassins non jaugés, la méthode plus utilisée au Maroc est celle basée sur les paramètres régionaux. Cette méthode permet de calculer les paramètres régionaux A, B, C, D et E en les calant aux débits de crues au droit d'une station jaugée.

Avec :

- $A = Q_{10} / S^{0.8}$
- $B = Q_{100} / Q_{10}$
- $C = Q_{1000} / Q_{10}$
- $D = Q_2 / Q_{10}$
- $E_{10} = \text{Lame écoulee crue décennale}$

À l'exutoire du bassin non jaugé, le débit est fonction de ces paramètres :  $Q_p(T) = f(A, B, C, D, E \text{ et } S)$ , les crues peuvent être estimées à l'aide de ces 5 paramètres :

- $Q_{10} = A \times S^{0.8}$
- $Q_{100} = B \times Q_{10}$
- $Q_{1000} = C \times Q_{10}$
- $Q_2 = D \times Q_{10}$
- $Q_{10000} = (2C-B) \times Q_{10}$
- $V_{10} = E \times S/1000$
- $t_b = E \times S / (1.536 \times Q_{10})$
- $t_p = t_b / 3$

S étant la superficie du sous-bassin.

**Méthode de Francou-Rodier** : Parfaitement connue, la formule s'écrit :

$$\frac{Q}{10^6} = \left(\frac{S}{10^8}\right) (1 - 0,1K)$$

$$K = 10 \left( 1 - \left( \frac{\text{Ln}\left(\frac{Q}{10^6}\right)}{\text{Ln}\left(\frac{S}{10^8}\right)} \right) \right)$$

Avec :

Q : débit (m<sup>3</sup>/s)

S : superficie (Km<sup>2</sup>)

K : coefficient de Francou-Rodier

Le coefficient de Francou-Rodier, K(T), peut être calculé pour T=2 à T= 10000 ans en le calant sur les données des stations jaugées. Dans le cas du sous-bassin de Lakhdar, la station de référence est Ait Segmine (Tableau 41).



Tableau 41 : Coefficient de Francou-Rodier pour différentes périodes de récurrence

Sous bassin	Station de référence	Récurrence									
		2	5	10	20	50	100	200	500	1000	10000
		Coefficient de Francou-Rodier (K(T))									
Lakhdar	Ait Segmine	3,05	3,89	4,26	4,54	4,82	4,99	5,14	5,31	5,43	5,74

### 12.1.2 Hydrogramme et volume de crue

**Méthode USSCS** : L'analyse des hydrogrammes des plus fortes crues observées au niveau des stations hydrométriques permettrait de choisir entre un hydrogramme de crue exponentiel et l'hydrogramme unitaire type de l'USSCS exprimé en coordonnées (t/tp, Q/Qp).

Le Tableau suivant (Tableau 42) donne la tabulation de la forme adimensionnelle de l'hydrogramme de l'USSCS

Tableau 42 : Hydrogramme adimensionnel de l'USSCS

t/tp	Q/Qp	t/tp	Q/Qp	t/tp	Q/Qp	t/tp	Q/Qp
0	0	2,5	0,155	1,3	0,84	3,8	0,025
0,1	0,015	2,6	0,13	1,4	0,75	3,9	0,022
0,2	0,075	2,7	0,114	1,5	0,66	4	0,018
0,3	0,16	2,8	0,098	1,6	0,56	4,1	0,016
0,4	0,28	2,9	0,087	1,7	0,49	4,2	0,014
0,5	0,43	3	0,075	1,8	0,42	4,3	0,013
0,6	0,6	3,1	0,067	1,9	0,37	4,4	0,011
0,7	0,77	3,2	0,059	2	0,32	4,5	0,009
0,8	0,89	3,3	0,052	2	0,32	4,6	0,008
0,9	0,97	3,4	0,044	2,1	0,28	4,7	0,007
1	1	3,5	0,036	2,2	0,24	4,8	0,006
1,1	0,98	3,6	0,032	2,3	0,21	4,9	0,005
1,2	0,92	3,7	0,029	2,4	0,18	5	0,004

**Méthode exponentielle** : L'hydrogramme de crue exponentiel est de la forme :

par :

$$Q(t) = Q_p \times \left(\frac{t}{t_p}\right)^4 \times e^{-\left(4 - 4\frac{t}{t_p}\right)}$$

Avec

t : temps

Q(t) : débit à un temps t,

Qp : débit de pointe, et

tp : temps de montée



## 12.2 Annexe 2 - Liste des douars alimentés par les centres ONEE-Eau (Province Kelaa des Sraghna)

Centre ONEE-Eau (DR2)	Communes rurales	Localités	Population desservies	Mode de desserte
Sahrij	Assahrij	Ahl Driba I	518	BF
		Ahl Driba li	286	
		Ait Ben Sekkou	580	
		Ait El Allam	680	
		Ait El Haj I	740	
		Ait El Haj li	500	
		Ait El Haj li	560	
		Ait Hmida	390	
		Ait Hmida	520	
		Ait Lagnaoui	400	
		Ait Lagnaoui li	580	
		Bani Maâdane li	450	
		Beni Maaden I	410	
		Beni Maaden li	430	
		Beni MaDan lii	200	
		Lagouilmat I	650	
		Old Jallal lii	120	
		Old Jallal Iv	350	
		Old Othmane lii	400	
		Old Othmane Iv	980	
		Old Rahou li	750	
		Oulad Aamer	1250	
		Oulad Bouhabo	323	
		Oulad Bouhabo	900	
		Oulad Bouhabo	297	
		Oulad Bouhabo	400	
		Oulad Haddad I	495	
		Oulad Haddad li	865	
		Oulad Hddad lii	450	
		Oulad Jellal I	340	
Oulad Jellal li	600			
Oulad Othmane	585			
Oulad Othmane	200			
Oulad Rahou	750			
Attaouia	Louad Lakhdar	Ahl Laaouina I	360	
		Ahl Laaouina li	300	
		Ait Arsa	150	
		Ait Ben Chekh	180	



Centre ONEE-Eau (DR2)	Communes rurales	Localités	Population desservies	Mode de desserte
		Ait Bouadi I	120	
		Ait Bouadi li	130	
		Ait El Kihel	132	
		Ait El Maarour	312	
		Ait El Moktar	324	
		Ait Laghfiri	324	
		Ait Obih	102	
		Ait Si Nouh	330	
		Bni Mgrine I	538	
		Bni Mgrine li	275	
		Dzouz	120	
		Dzouz li	300	
		Ouled Aissa	630	
		Ouled Chaib	154	
		Ouled Zaoug	774	
		Ouled Zaoug	298	
		Q,Administratif	250	
		Takayout	150	
		Sour El Aaz	Boughout	
	O,Ameur		200	
	S,A,Fooukani		250	
	S,A,Tahtani		300	
	S,Driss		350	
	Z.S.Boubker		260	



## 12.3 Annexe 3 - Série pluviométrique Sidi Rahal

Tableau 43 : Séries pluviométriques - Sidi Rahal (1937-2012)  
Source : ABHT

AH	Sidi Rahal	AH	Sidi Rahal
37/38	311	75/76	383
38/39	535	76/77	280
39/40	455	77/78	412
40/41	556	78/79	278
41/42	156	79/80	450
42/43	477	80/81	327
43/44	311	81/82	394
44/45	131	82/83	176
45/46	245	83/84	237
46/47	379	84/85	320
47/48	482	85/86	349
48/49	486	86/87	221
49/50	274	87/88	351
50/51	456	88/89	436
51/52	275	89/90	320
52/53	319	90/91	468
53/54	523	91/92	248
54/55	396	92/93	168
55/56	537	93/94	360
56/57	295	94/95	346
57/58	493	95/96	648
58/59	447	96/97	430
59/60	380	97/98	389
60/61	308	98/99	349
61/62	429	99/00	268
62/63	453	00/01	196
63/64	254	01/02	241
64/65	334	02/03	347
65/66	361	03/04	390
66/67	289	04/05	246
67/68	506	05/06	392
68/69	491	06/07	197
69/70	404	07/08	229
70/71	573	08/09	472
71/72	464	09/10	382
72/73	303	10/11	335
73/74	565	11/12	351
74/75	253	12/13	370