Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes
Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier

Impact du développement agricole sur les zones humides du Maroc : Etude de cas dans le Haut Sebou

Par **Hajar GUEJJOUD**

Sous la direction de Mélanie REQUIER-DESJARDINS

Jury

M. Hatem BELHOUCHETTE, Enseignant-Chercheur,IAMM..... Président
M.Anis GUELMAMI, Chef de projet,Tour du Valat ..... Membre
Mme.Mélanie REQUIER-DESJARDINS, Enseignant-Chercheur,IAMM..... Membre
M. Tristan BERCHOUX, Enseignant-Chercheur,IAMM……. …. ……..... Examinateur

THESE PRESENTEE EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME DE HAUTES ÉTUDES DU CIHEAM

MASTER OF SCIENCE

12 Décembre 2019

Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier
3191, route de Mende, 34093 MONTPELLIER Cedex 5 (FRANCE)
Tel. : 04.67.04.60.00 - Fax : 04.67.54.25.27 - Internet : http://www.iamm.ciheam.org

Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes
Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier

Impact du développement agricole sur les zones humides du Maroc : Etude de cas dans le Haut Sebou

Par **Hajar GUEJJOUD**

Sous la direction de Mélanie REQUIER-DESJARDINS

Jury

M. Hatem BELHOUCHETTE, Enseignant-Chercheur,IAMM..... Président
M.Anis GUELMAMI, Chef de projet,Tour du Valat ..... Membre
Mme.Mélanie REQUIER-DESJARDINS, Enseignant-Chercheur,IAMM..... Membre
M. Tristan BERCHOUX, Enseignant-Chercheur,IAMM…… …. ……..... Examinateur

THESE PRESENTEE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE HAUTES ÉTUDES DU CIHEAM

MASTER OF SCIENCE

12 Décembre 2019

Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier
3191, route de Mende, 34093 MONTPELLIER Cedex 5 (FRANCE)
Tel. : 04.67.04.60.00 - Fax : 04.67.54.25.27 - Internet : http://www.iamm.ciheam.org

« L'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse. Ces opinions n'engagent que leur auteur. »

Résumé

L'agriculture constitue une des pressions affectant le plus les zones humides dans le bassin méditerranéen. Parallèlement, elle est considérée comme un des secteurs clé dans nombreux pays de cette région. Ceci est particulièrement vrai pour le Maroc qui s'est engagé, depuis une cinquantaine d'année, dans une politique agricole ambitieuse (ex. avec le Plan Maroc Vert), visant à promouvoir une agriculture intensive et productiviste. Ainsi, cette dernière contribue fortement au développement socio-économique du pays, mais souvent au détriment des nombreuses richesses naturelles dont il recèle. Par conséquent, ces pressions, notamment sur l'eau, ont engendré des effets néfastes sur les habitats naturels, y compris les milieux humides. Le présent travail a pour objectif d'évaluer l'impact du développement agricole sur l'état de ces habitats humides, à travers un cas d'étude local : la partie amont du bassin versant de l'oued Sebou. Ceci à l'aide d'une approche spatialisée (avec des données géoréférencées), permettant par exemple de suivre l'évolution des superficies en eau libre et de l'occupation du sol au cours des trois dernières décennies (1988-2018), en lien avec les macro-indicateurs socio-économiques pouvant influer sur leurs tendances (ex. la démographie, les politiques agricoles locales…etc.). Les résultats obtenus ont montré que beaucoup d'habitats naturels, notamment ceux des zones humides, continuent à décliner du fait de leur conversion directe, principalement pour des usages agricoles. De plus, l'intensification des pratiques agricoles, par la transformation des cultures pluviales en cultures irriguées ou permanente, contribue fortement à la dégradation de ces habitats naturels, à travers l'augmentation du nombre et de la capacité des sites pour le stockage des eaux de surface. Tous ces changements ont eu pour effet l'assèchement de certaines zones humides naturelles et l'altération de leurs fonctions écologiques, avec un impact direct sur leur biodiversité ainsi que les services écosystémiques qu'ils rendent à la société.

Mots clés auteur

Zones humides, Maroc, Bassin versant de l'oued Sebou, approche spatialisée, agriculture, impact.

Title: *Impact of agricultural development on Morocco's wetland: Case study up-stream Sebou basin*

Abstract

Agriculture is one of the pressures that most affects wetlands in the Mediterranean basin. At the same time, it is considered as one of the key sectors in many countries in this region. This is particularly true for Morocco, which has been involved in an ambitious agricultural policy over the past 50 years (e.g. with the Plan Maroc Vert), aimed at promoting intensive and productive agriculture. Thus, the latter contributes to the country's socio-economic development in a very important way, but often at the expense of natural resources. As a result, these pressures, particularly on water, have impacted negatively many natural habitats, including wetlands. The objective of this work is to assess the impact of agricultural development on the state of these wetlands in Morocco, through a local case study: the upstream part of the Sebou river basin. This is done using a spatialized approach (based on geo-referenced data), to monitor, for instance, open water and land use dynamics over the last three decades (1988-2018), in relation with socio-economic macro-indicators that may influence their trends (e.g. demography, local agricultural policies, etc.). The obtained results showed that many natural habitats, particularly wetlands, continue to decline as a result of their direct conversion, mainly into agricultural lands. In addition, the intensification of agricultural practices, through the transformation of rainfed crops into irrigated or permanent crops (e.g. arboriculture), contributes significantly to the degradation of these natural habitats, through the increase in the number and capacity of water storage plants. All these changes have resulted in the drying up of many natural wetlands and the alteration of their ecological functions, with impacts on their biodiversity and the ecosystem services they provide to society.

Author keywords

Wetlands, Morocco, Oued Sebou watershed, spatialized approach, agriculture, impact

Sommaire

Liste des Tableaux 3
Liste des Figures 4
Liste des Acronymes 6
Introduction 8
Partie I : Développement agricole au Maroc 10
1.1. Introduction 11
1.2. L'histoire des politiques agricoles au Maroc 11
1.2.1. Phase 1 : La politique des barrages 11
1.2.2. Phase 2 : Le programme d'ajustement structurel 12
1.2.3. Phase 3 : Le Plan Maroc Vert 12
1.3. L'agriculture marocaine en chiffres 13
1.4. Conclusion 14
Partie II : Les ressources en eau au Maroc 15
2.1. Introduction 16
2.2. Le secteur de l'eau au Maroc 16
2.2.1. Potentiel des ressources en eau 16
2.2.2. Gestion et sources de dégradation 16
2.3. L'agriculture face à la ressource en eau 18
2.4. L'impact de l'agriculture sur les zones humides au Maroc 18
2.5. Conclusion 20
Partie III : Etude de cas : Sous-bassins versants du Haut Sebou 21
3.1. Présentation générale du bassin versant de l'oued Sebou et de sa partie amont 22
3.2. Les ressources en eaudu Haut Sebou 23
3.2.1. Les eaux de surface 24
3.2.2. Les eaux souterraines 24
3.2.3. Mobilisation et utilisation de l'eau 24
3.2.4. Gestion et utilisation de l'eau dans le Haut Sebou 25
3.3. Les zones humides du bassin de Sebou 26
3.4. Le développement agricole dans le Haut Sebou 26
3.4.1. Le contexte naturel permettant le développement agricole 27
3.4.2. Patrimoine foncier et statut juridique des terres agricoles 27
3.4.3. Les institutions agricoles dans la région 28
3.4.4. Le développement de l'activité agricole 28
3.4.4.1. La production végétale 28
3.4.4.1.1. Céréaliculture 28
3.4.4.1.2. L'arboriculture 28
3.4.4.2. L'élevage 29
3.4.4.3. L'industrie agro-alimentaire 29
3.4.5. Le Plan Agricole Régional (PAR) 29
Partie IV : Cadre analytique, contexte, objectifs et problématique 31

Chapitre 1 : Cadre analytique **32**
Introduction 32
A l'échelle globale : Convention de Ramsar 32
A l'échelle régionale 32
1. L'initiative MedWet 32
2. L'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes (OZHM) 34
Conclusion 36
Chapitre 2 : contexte, problématique et objectifs **36**
Partie V : Matériel et Méthodes 38
5.1. Zone d'étude **39**
5.2. Données utilisées **40**
5.2.1. Données pour les suivis spatialisés 40
5.2.2. Données terrain 41
5.3. Méthodologie **41**
5.3.1. Suivi des superficies inondées 41
5.3.2. Suivi de l'occupation du sol 42
5.3.3. Indicateurs spatialisés de suivi 43
Partie VI : Résultats et discussions 44
6.1. Interprétation des principaux résultats **45**
6.1.1. Evolution des superficies en eau libre 45
6.1.2. Changements de l'occupation du sol 48
6.1.2.1. Développement agricole 51
6.1.2.1.1. Régression des cultures non-irriguées (pluviales) 51
6.1.2.1.2. Intensification des pratiques agricoles 52
6.1.2.2. Expansion urbaine 53
6.1.2.3. Habitats humides artificiels : augmentation de la capacité de rétention des eaux de surface au sein du Haut Sebou 55
6.1.2.4. Impacts sur les habitats humides naturels 56
6.1.2.4.1. Perte des habitats humides naturels 56
6.1.2.4.2. Impacts sur la biodiversité et altération des fonctions écologiques 57
6.1.2.4.3. Artificialisation des habitats humides naturels 57
6.1.2.5. Habitats naturels non-humides : les véritables perdants ? 58
6.1.3. Evolution de la démographie 60
6.2. Discussion générale **61**
Conclusions et Recommandations 63
Références bibliographiques 66
Annexes 70

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Volume d'eau mobilisé dans le Haut Sebou 25
Tableau 2 : Dates d'acquisition des images satellites utilisées pour les suivies cartographiques des superficies en eau libre et de l'occupation du sol dans le Haut Sebou. 40
Tableau 3 : Superficie (en Km^2) des 26 classes LULC sur l'ensemble du Haut Sebou et leur évolution entre 1988 et 2018. 50

Liste des Figures

Figure 1: Schéma de l'organisation du secteur de l'eau au Maroc 17
Figure 2 : Carte de délimitation du bassin versant de l'oued Sebou (en rouge) et celles des sous-bassins de la zone d'étude du Haut Sebou (en noirs). 22
Figure 3 : Répartition (en %) des ressources en eau au Maroc par bassin versant. 23
Figure 4 : Cadre DPSIR de fonctionnement de l'OZHM 35
Figure 5 : Délimitation de la zone d'étude comprenant les 6 sous-bassins versants de la partie amont du bassin de l'oued Sebou. 39
Figure 6 : Addition pixel à pixel des résultats du MNDWI et détermination des dynamiques spatiotemporelles des superficies en eau libre. Les degrés de submersion varient de 0 (jamais inondé) à N (inondé en permanence) où N correspond au nombre d'images utilisées. 41
Figure 7 : Approche méthodologique pour la production des cartes LULC : a) Segmentation des images ; b) Classification de l'occupation du sol ; et c) Corrections post-classification. 42
Figure 8 : Cartes des superficies en eau libre (SWD) à l'échelle du Haut Sebou, pour les trois hydropériodes pluriannuelles 1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018. 45
Figure 9 : Superficie des deux classes de submersion (temporaire et permanente) à l'échelle du Haut Sebou, pour les trois hydropériodes pluriannuelles étudiées (1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018). 46
Figure 10 : Superficies des classes de submersion au sein des principales zones humides naturelles du Haut Sebou pour les trois hydropériodes pluriannuelles 1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018. 46
Figure 11 : Superficies des classes de submersion au sein des principales zones humides artificielles du Haut Sebou pour les trois hydropériodes pluriannuelles 1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018. 46
Figure 12 : Cartes (en haut) et indicateurs (en bas) représentant les dynamiques des superficies en eau libre au sein du barrage de Sidi Chahed (zone humide artificielle) pour les trois hydropériodes pluriannuelles 1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018. 47
Figure 13 : Cartes (en haut) et indicateurs (en bas) représentant les dynamiques des superficies en eau libre au sein de Dayet Aoua (zone humide naturelle) pour les trois hydropériodes pluriannuelles 1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018. 48
Figure 14 : Carte de l'occupation du sol (LULC) à l'échelle du Haut Sebou, pour l'hydropériode annuelles 1988 (produite à partir d'images Landsat TM). 49
Figure 15 : Carte de l'occupation du sol (LULC) à l'échelle du Haut Sebou, pour l'hydropériode annuelles 2018 (produite à partir d'images Landsat OLI). 49
Figure 16 : Evolution des 5 grandes catégories des classes d'occupation du sol au sein de la zone cartographiée (Haut Sebou), entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018. 51
Figure 17 : Conversions des cultures non-irriguées entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018 (en km²), à l'échelle de la zone cartographiée (Haut Sebou). Ici, la classe « Cultures permanentes » se réfère essentiellement aux vignobles et autres arboricultures (olives, cerises, pommes, pêches,…etc.). 52
Figure 18 : Images Landsat du lac Aoua (à gauche : 1987-08-20. A droite : 2017-08-22. R/V/B = MIR/PIR/V). La comparaison des 2 images montre une nette progression des terres irriguées et des cultures permanentes dans les plaines entourant le lac (vert clair), accompagnée d'une diminution de la surface en eau libre (bleu foncé). 53
Figure 19 : Perte des milieux agricoles et naturels au profit de l'expansion urbaine entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018 (en %), à l'échelle du Haut Sebou. 53
Figure 20 : Carte représentant l'expansion urbaine à l'échelle du Haut Sebou, entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018. 54
Figure 21 : Images Landsat de la ville de Fès (en haut à gauche : 1988-09-07 ; à droite : 2018-06-29. R/V/B = MIR/PIR/V) et délimitation des surfaces bâties en rouge (en bas, 1988 à gauche et 2018 à droite). 54

Figure 22 : Evolution du nombre de sites dédiés au stockage des eaux de surface (barrages et réservoirs) identifiés au sein du Haut Sebou pour les deux hydropériodes annuelles suivies (1988 et 2018) 55
Figure 23 : La plupart des régions où les pratiques agricoles se sont intensifiées entre 1988 et 2018, ont également connues une nette augmentation du nombre de barrage et de réservoirs. 55
Figure 24 : Images Landsat de la vallée de Saïss (à gauche : 1988-07-28 ; à droite : 2018-06-29. R/V/B = MIR/PIR/V), avec la location des principaux réservoirs construits entre 1988 et 2018 (cercles noirs). 56
Figure 25 : Carte des habitats humides naturels du Haut Sebou perdus par conversion. 56
Figure 26 : Images Landsat d'un tronçon de l'oued Sebou (à gauche : 1988-07-28 ; à droite : 2018-06-29. R/V/B = MIR/PIR/V), illustrant la perte d'un habitat humide naturel de plaine alluviale par sa conversion en cultures. 57
Figure 27 : Images Landsat du barrage Allal El Fassi (à gauche : 1988-07-28 ; à droite : 2018-06-29. R/V/B = MIR/PIR/V), illustrant la perte des habitats humides naturels suite à sa mise en eau. 58
Figure 28 : Taux de conversion des habitats naturels non-humides entre 1988 et 2018 au sein du Haut Sebou. 59
Figure 29 : Carte du Haut Sebou montrant la perte des zones de cultures non-irriguées entre 1988 et 2018 (en raison de l'intensification des pratiques agricoles), qui est quasi systématiquement compensée par leur étalement au détriment des espaces naturels (ici les habitats naturels non-humides). 59
Figure 30 : Evolution de la population totale, urbaine et rurale entre 2000 et 2015 dans le Haut Sebou. 60
Figure 31 : Carte du taux de croissance de la population totale entre 2000 et 2015 au niveau des communes du Haut Sebou. 61
Figure 32 : Cadre DPSIR appliqué au cas d'étude sur l'impact du développement agricole sur les zones humides du Haut Sebou 64

Liste des Acronymes

ABH	Agence du Bassin Hydraulique
AEWA	Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie
AMCDD	Alliance Marocaine Pour le Climat et le Développement Durable
AME	Accords Multilatéraux sur l'Environnement
BDD	Base de Données
CBD	Convention sur la Diversité Biologique
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unis sur le Changement Climatique
CEPF	Critical Ecosystem Partnership Fund
CGDA	Conseil Général du Développement Agricole
CMS	Conservation des espèces migratrices
CREPA	Centres Régionaux de Perfectionnement des Agriculteurs
CT	Centre de Travaux
DPA	Directions provinciales de l'Agriculture
DPSIR	*Drivers-Pressures-State-Impacts-Responses*
HCEFLCD	Haut Commissariat des Eaux et Forêts et de Lutte Contre la Désertification
HCP	Haut Commissariat au Plan
LULC	*Land Use/ Land Cover*
MAPMEFDD	Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts
MATEE	Ministère de l'aménagement du territoire, de l'Eau et de l'Environnement
MIR	MoyenInfra-Rouge
MNDWI	*Modified Normalized Difference Water Index*
MNT	Modèle Numérique du Terrain
NDWI	*Normalized Difference Water Index*
NE-SO	Nord Est- Sud Ouest
ODD	Objectifs de Développement Durable
ONE	Office National d'Electricité
ONEP	Office National de l'Eau Potable
ORMVA	Office Régional de Mise en Valeur Agricole
OT	Observation de la Terre
OZHM	Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes
PAR	Plan Agricole Régional
PDAIRE	Plan Directeur d'Aménagement Intégré des Ressources en Eau
PIB	Produit Intérieur Brut
PIR	Proche Infra-Rouge
PMV	Plan Maroc Vert
PNEEI	Plan National d'Économie d'Eau en Irrigation

SAU	Surface Agricole Utile
SEE	Secrétariat d'Etat chargée de l'Eau et de l'Environnement
SIBE	Sites d'Intérêt Biologique et Ecologique
SWD	*Surface Water Dynamics*
UNEP	*United Nations Environment Program*
URAM	Urbanisme et Aménagement
UTA	Unité Territoriale Agricole
ZH	Zones Humides

Introduction

La Méditerranée est un espace interconnecté, mais qui connait de grandes disparités démographiques, sociales et économiques entre les différents pays qui le compose. C'est un territoire singulier, marqué par l'originalité de son climat, sa végétation, la richesse de ses paysages et la biodiversité exceptionnelle qu'il renferme grâce, notamment, à la grande diversité des habitats humides qu'il abrite (OZHM, 2012). Ces écosystèmes sont considérés comme étant les plus riches et les plus productifs, offrant ainsi à l'Homme d'innombrables, irremplaçables et inestimables services et bienfaits (Bonnet et al., 2005).

Selon Perennou et al. (2012), les zones humides méditerranéennes couvriraient environ 18.5 millions d'hectares (~2.1% de la superficie totale des pays du pourtour méditerranéen). Elles présentent des valeurs exceptionnelles grâce, notamment, aux grandes diversités écologique, géographique, démographique, culturelle et socio-économique qui caractérisent cette partie du monde. Parmi les écosystèmes humides les plus communs en Méditerranée, on peut citer les mares et marais temporaires, les lacs (naturels et artificiels), les retenues collinaires, les fleuves, les oueds, les deltas, les chotts, les sebkhas et les lagunes côtières. Elles hébergent une richesse biologique parmi les plus importantes de la planète, qui rassemble 10% des espèces végétales connues pour 1.6% de la surface terrestre, 7% des espèces marines sur moins de 0.8% de la surface des océans avec un très fort taux d'endémisme (OZHM, 2012). Ce qui a fortement contribué à considérer cette région comme un des 32 hotspots de biodiversité dans le monde (CEPF, 2010).

Cependant, le bassin méditerranéen est l'une des régions du monde qui connaît la dégradation et la perte les plus rapides de ses ressources naturelles, à cause notamment des pressions économiques et sociales avec, le plus souvent, des répercussions sur les conditions environnementales (OZHM, 2012). En outre, la pression de l'utilisation massive des ressources naturelles associées à l'aridité de certaines régions du bassin méditerranéen et à la fragilité de ses territoires face aux contraintes du milieu ont causé une multiplication des pénuries d'eau, en particulier au sud et à l'est du bassin (Mediterra, 2009).

Dans ce même contexte méditerranéen, les zones humides sont considérées parmi les écosystèmes naturels les plus impactés par les activités anthropiques (OZHM, 2018 ; Ramsar, 2018). En cause, les différents facteurs de pression comme la démographie, l'artificialisation des sols, le développement touristique et l'industrie, qui ont connu une croissance très rapide ces dernières décennies. Toutefois, à l'échelle du bassin, l'agriculture reste le secteur socio-économique qui impacterait le plus les milieux humides et leurs habitats (OZHM, 2014). En effet, ce dernier est considéré, dans de nombreux pays méditerranéens, comme un domaine économique clé, se situant généralement au centre des stratégies nationales de développement.

De plus, certains types d'habitats humides représentent pour l'agriculture une infrastructure importante, caractérisée par des sols fertiles et une eau douce abondante (Ramsar, 2014). De ce fait, beaucoup ont été convertis de par le passé, afin d'être mis en culture en soutien au développement de ce secteur (ex. l'agriculture de décrue dans les plaines d'inondation, les rizières, les prairies humides, les prés salés côtiers…etc.). Sans oublié la partie production animale, grande consommatrice en eau à l'échelle mondiale, essentiellement pour l'irrigation des cultures fourragères et l'abreuvement du bétail (FAO, 2006).

En Méditerranée, l'agriculture pluviale est dominante et représente environ 80 % des terres cultivées (Mediterra, 2009). Cependant, on observe une augmentation de la superficie totale des terres irriguées ces quatre dernières décennies (Mediterra, 2009), notamment en Turquie (3.1M ha), en France (2M ha), en Espagne (1.5M ha) et au Maghreb (1.53M ha, dont 0.56M ha au Maroc et 0.34M ha en Algérie) (OZHM, 2014). Cette évolution remarquable a été soutenue par les choix des politiques agricoles dans certains pays.

En outre, la question de l'impact de l'agriculture sur les écosystèmes naturels méditerranéens ayant déjà été partiellement abordée par l'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes, les résultats démontrent une régression constante de ces milieux (humides et non humides) durant la période 1975-2005, généralement au profit des surfaces cultivées (OZHM, 2014). Ceci conforte encore plus l'hypothèse selon laquelle l'agriculture serait une des principales causes de la dégradation et de la perte des habitats humides naturels en Méditerranée.

Par ailleurs, la contribution de l'agriculture dans les économies nationales des pays méditerranéens est particulièrement importante. Cependant, la place de ce secteur dans les modèles économiques est très variable d'un pays/sous-région à l'autre, selon les choix politiques et les modes de gouvernances. En effet, le développement agricole est considéré parmi les préoccupations prioritaires dans les pays du sud et de l'est du bassin, car il joue un rôle crucial dans leurs structures économiques et sociales. Tandis que dans les pays du nord, l'agriculture occupe une place moins importante, où d'autres secteurs économiques, tels que l'industrie et le tourisme ou encore le secteur tertiaire, prennent le reste(Hervieu, 2006 ; Hervieu, 2009). De ce fait, ces disparités géographiques et politiques vont influencer nécessairement le poids de l'impact du développement agricole sur l'état et tendances des zones humides en Méditerranée.

A l'instar de certains pays méditerranéens, le Maroc est l'un de ceux qui ont investi le plus ambitieusement dans le secteur agricole. En effet, avec la politique du Plan Maroc Vert, l'agriculture joui d'une place capitale et d'un poids important dans l'équilibre socio-économique dans ce pays, essentiellement en termes d'emploi (39 à 44 % de la population active) et plus particulièrement en milieu rural (Hervieu, 2006). En revanche, le secteur agricole au Maroc demeure l'utilisateur le plus important des ressources en sols et en eaux, dans un contexte contradictoire où le climat est semi-aride voire aride en grande partie et où les problématiques du changement climatique, de la désertification, de la raréfaction de l'eau en périodes de sécheresse et de la surexploitation des richesses non renouvelables est un défi majeur pour le pays (Molle et al., 2017). Par conséquent, les pressions sur les ressources naturelles, telles que l'eau et les sols, ont engendré des effets très néfastes sur les habitats naturels, y compris les milieux humides (pompage excessif des eaux pour l'irrigation, altération du fonctionnement des cours d'eau par la construction de barrages, drainage et conversion des milieux humides en terres agricoles, pollution de l'eau et des sols par les rejets, régression du trait de côte à cause de la diminution des apports solides suite à la construction de nombreux barrages,…etc.) (AMCDD, 2018).De plus, la valorisation des services rendus par ces écosystèmes reste très faiblement reconnue dans ce pays et les bénéfices des zones humides sont malheureusement sous-estimés par les acteurs et les citoyens. Ceci se reflète par une dégradation et une perte quasi ininterrompue de ces milieux, malgré toutes les initiatives de conservation engagées à l'échelle nationale (Dakki et al., 2015). La présente étude a donc pour objectif d'évaluer l'impact de ce développement agricole sur les habitats humides naturels au Maroc en se focalisant sur une échelle locale (bassin versant) comme cas pilote pour mieux révéler cet impact.

Partie I : Développement agricole au Maroc

1.1.Introduction

Le secteur agricole a toujours occupé une place cruciale dans l'économie au Maroc. Dès l'indépendance, l'Etat a reconnu cette place importante de l'agriculture en tant que moteur de la croissance économique (son poids dans le PIB est autour de 12%) et moyen pour lutter contre la pauvreté (source de revenus, production de biens, sécurité alimentaire,…etc.), car, à l'époque, elle constituait le cadre de vie d'une majorité de la population marocaine (près de 38% de la population active occupée). Par conséquent, plusieurs plans de développement et politiques ont été lancé depuis 1957 afin d'encadrer et d'orienter l'agriculture (Khrouz, 1986 ; Laouali, 2019).

Les politiques agricoles entreprises au Maroc sont passées par 3 phases qui correspondent à 3 grandes catégories d'intervention de l'Etat en vue d'apporter de profondes modifications pour résoudre différents types de questions agricoles : la construction des grands ouvrages hydraulique, programme de l'ajustement structurel et le Plan Maroc Vert (Khrouz, 1986).

1.2.L'histoire des politiques agricoles au Maroc

L'agriculture au Maroc constitue un secteur stratégique pour le développement socio-économique du pays. Depuis l'indépendance, l'Etat s'est engagé pour la mise en œuvre de nombreux programmes de développement agricole et rural et de réformes structurelles pour assurer la sécurité alimentaire et la croissance économique du pays (Toumi, 2008). Ces programmes sont passés par 3 phases correspondant à 3 grands types d'actions en matière de choix agricoles :

1.2.1. Phase 1 : La politique des barrages

La 1ère phase a constitué les différents engagements de l'Etat marocain dans le développement des ressources en eau pour l'irrigation. Il s'agissait de la construction, à partir des années 1965-67, des grands ouvrages hydrauliques, l'équipement de zones et de périmètres d'irrigation ainsi que l'introduction de cultures de rente (Khrouz, 1986). L'Etat s'est engagé donc de manière massive et sélective, à partir de projets de grande envergure qui se sont installés dans l'objectif d'irriguer par les grands barrages et l'équipement de périmètres d'arrosage un million d'hectares entre 1965 et 1985 (Khrouz, 1986 ; Berdai, 2016). Ceci peut être expliqué par des raisons climatiques et géographiques, liées aux avantages naturels du pays (précipitations et chutes de neige importantes dans certaines régions montagneuses, présence de nombreux cours d'eau,…etc.), par les disponibilités des ressources financières (avec l'augmentation constante du prix du phosphate depuis les années 70), par la présence de débouchés importants et par des demandes solvables (les possibilités de prêts sur le marché des pétrodollars) (Khrouz, 1986).

En effet, le Maroc dispose de chaines de montagnes avec de grands enneigements, d'importantes zones de précipitations et de grands fleuves. Ceci permet une grande sauvegarde des ressources en eau importantes issues des oueds permanents (tels que Oum-Rabai, Sebou,…etc.). Par conséquent, l'Etat a opté pour une agriculture dite marchande qui s'est développée à cette époque, avec la mise en place de grande industries agro-alimentaires (ex. les industries sucrières) et le développement des cultures à grandes valeurs ajoutées (agrumes, maraîchage…), ce qui a motivé le choix de la grande hydraulique (Khrouz, 1986).

D'autre part, le Maroc a opté pour le développement du capitalisme dans l'agriculture par la réalisation des grands barrages, l'équipement des exploitations agricoles et l'introduction de nouvelles cultures et de nouvelles pratiques culturales. Ceci a notamment été largement renforcé par la disponibilité des ressources financières issues de l'augmentation du prix de phosphates, en plus des possibilités de prêts sur le marché des pétrodollars (Khrouz, 1986). Le Maroc a donc investi dans les infrastructures de base, organisé les conditions d'exploitations des terres, distribué des primes et des subventions pour intensifier la production et mis en place une politique des prix (Berdai, 2016). Pour ce faire, 30% du montant du financement public avaient été consacrés à l'agriculture entre 1960 et 1980, principalement pour l'aménagement des neuf grands périmètres irrigués : Basse Moulouya, Gharb, Doukkala, Houz, Tadla, Tafilalet, Ouarzazate, Souss-Massa, Loukkos (Khrouz, 1986).

1.2.2. Phase 2 : Le programme d'ajustement structurel

La 2ème phase d'interventions du Maroc a été lancée au début des années 80, dans le but de faire face à la crise économique causée par la chute des prix, les difficultés de financement des grands projets engagés par le secteur public, aggravées par des périodes de sécheresse consécutives. Durant cette période, il fallait donc passer par le marché international afin d'assurer la sécurité alimentaire (Khrouz, 1986; Berdai, 2016). Par conséquent, les pouvoirs publics étaient dans l'obligation de renoncer à la politique d'encouragement des cultures vivrières pour opter pour le désengagement de l'Etat au profit des mécanismes du marché et des prix (Khrouz, 1986).

En effet, l'économie s'est retrouvée depuis le début des années 80 dans un déséquilibre interne et externe suite à des faiblesses structurelles (forte dépendance aux aléas climatiques, vulnérabilité des exportations,…etc.), ainsi qu'à une conjoncture internationale défavorable (cours élevé du pétrole, flambée du dollar, hausse des taux d'intérêt,…etc.). Par conséquent, l'Etat s'est lancé en Septembre 1983, avec l'appui du Fonds Monétaire International et de la Banque Mondiale, dans un programme d'ajustement structurel basé sur le désengagement de l'Etat et la suppression de certaines subventions. Ceci étant dans le but de rééquilibrer les finances du pays et résoudre le problème d'endettement et de rééchelonnement des dettes extérieures (Labonne, 1995 ; Khrouz, 1986).

1.2.3. Phase 3 : Le Plan Maroc Vert

La 3ème phase a débuté après la crise alimentaire de 2007-2008. C'est une nouvelle stratégie agricole qui a été lancé en 2008 sous le nom de« Plan Maroc Vert » et qui vise, en l'espace de 10 à 15 ans, à accélérer la croissance, réduire la pauvreté, assurer la durabilité du secteur agricole et consolider son intégration aux marchés national et mondial. Elle s'inscrit donc dans la continuité des politiques agricoles précédentes, avec pour objectifs l'amélioration de la sécurité alimentaire et l'augmentation des exportations agricoles du Maroc (Toumi, 2008).

Cette stratégie témoigne également de l'intérêt porté pour le secteur agricole, en faisant de ce dernier un levier prioritaire pour le développement socio-économique au Maroc, avec la mise en valeur de son potentiel par l'augmentation du PIB lui étant dédié (plus de 13.6 Milliard de Dollars en 2017) et la

création d'emplois (37.5% des emplois marocains en 2017) (Toumi, 2008 ; CGDA, 2009 ; Molle et al, 2017 ; Harbouz et al., 2019). Ce plan vise également la mise en œuvre d'un développement équilibré de l'agriculture qui permet le passage d'un système dualiste qui oppose un secteur moderne à un secteur traditionnel et vivrier à une agriculture qui assure le développement du secteur dans son ensemble et sans exclusion (MAPMEFDD, 2018).

Afin de mettre en œuvre tous ces objectifs, le Plan Maroc Vert s'articule autour de 7 fondements (MAPMEFDD, 2018) :

1) Faire de l'agriculture le principal levier de croissance au Maroc sur les 10 à 15 prochaines années (à partir de 2008) ;
2) Adopter l'agrégation comme modèle d'organisation de l'agriculture ;
3) Assurer le développement de l'agriculture Marocaine dans son ensemble sans exclusion ;
4) Promouvoir l'investissement privé ;
5) Adopter une approche contractuelle pour réaliser le Plan Maroc Vert ;
6) Pérenniser le développement de l'agriculture Marocaine ;
7) Préparer la refonte du cadre sectoriel.

Compte tenu de la grande diversité de l'agriculture marocaine qui se caractérise par deux types (MAPMEFDD, 2018):

- Une agriculture moderne, occupant 20% de la SAU (Surface Agricole Utile) et localisée au niveau des périmètres irrigués et des zones hors périmètre d'irrigation (dites zones bour) favorables. Elle se caractérise par une forte productivité et une utilisation massive des pratiques culturales modernisées ;
- Une agriculture traditionnelle et vivrière occupant 80% des superficies cultivées, localisée surtout au niveau des zones peu favorables (ex. les montagnes, les zones arides,…etc.).

En plus de ses modèles qui reposent sur l'agrégation, l'investissement et la rationalisation, le PMV se décline également en 16 plans agricoles régionaux qui constituent les bases pour leur développement agricole. De nombreux projets ont été donc réalisés sur le plan régional dans le cadre des objectifs du PMV, en particulier dans les régions riches en ressources en ressources hydriques et dotées de terres fertiles (MAPMEFDD, 2018).

1.3.L'agriculture marocaine en chiffres

Les investissements publics et privés alloués au secteur agricole ont considérablement augmenté durant ces dernières années. L'investissement privé est estimé à près de 7 milliards de dollars depuis la mise en œuvre du PMV. En outre, la valeur ajoutée moyenne dans la période 2008-2017 a augmenté de plus de 3,2 milliards de dollars par rapport à la période 2003-2007 (MAPMEFDD, 2018).

L'agriculture marocaine a connu donc une évolution significative sur tous les indicateurs agricoles. En effet, grâce aux efforts de l'ensemble des acteurs agricoles ainsi que les différents investissements déployés, le PIB agricole a connu une tendance croissante depuis l'année 2000. Les exportations agricoles

et alimentaires ont affiché de considérables augmentations et une contribution de 22% dans les exportations globales en 2017, en plus de la diversification des types de cultures, l'augmentation des surfaces cultivées et de la productivité (céréaliculture, oléiculture, les cultures sucrières, les agrumes, les cultures maraichères,…etc.) et la croissance du cheptel, de la production des viandes et de la production laitière (MAPMEFDD, 2018 ; Harbouz et al., 2019).

1.4. Conclusion

Le secteur agricole se place au cœur du développement socio-économique et politique au Maroc. Il joue un rôle indispensable dans le maintien de la sécurité alimentaire, l'amélioration durable de la productivité, l'augmentation des exportations et du PIB, l'amélioration des revenus et la stabilité sociale. Il s'avère donc que la stratégie de développement agricole au Maroc vise principalement à renforcer la production sans se soucier des réels impacts sur l'environnement. De plus, l'encouragement de certaines filières fortement consommatrices de l'eau peut dégrader l'état des ressources hydrique et des écosystèmes naturelles. D'autre part, une agriculture intensive et productiviste, qui fait largement recours à une utilisation massive des pesticides, et à la pratique d'un élevage de type intensif, a des conséquences importantes sur les eaux, les sols, la biodiversité, les systèmes agraires et par conséquent sur les hommes qui vivent des services rendus par les agrosystèmes.

Partie II : Les ressources en eau au Maroc

2.1.Introduction

Certes, l'économie marocaine est dominée par le secteur tertiaire (55 % du PIB) suivi par le secteur industriel (30% du PIB) et contre 15% pour l'agriculture, sauf que ce dernier est le plus important en termes d'emploi, avec39 à 44% de la population active (Nations Unies, 2014 ; Haut Commissariat au Plan, 2015). Ceci est illustré par le grand intérêt qu'a donné l'Etat marocain à l'agriculture à travers le PMV. Ce dernier a annoncé des objectifs ambitieux en vue de l'amélioration de ce secteur. Certains de ces objectifs sont liés à l'intensification et à l'expansion des terres cultivées irriguées. La réalisation des objectifs du PMV convient de mobiliser des ressources hydriques supplémentaires alors que ces dernières sont déjà surexploitées dans de nombreux bassins et au niveau de tous les aquifères du pays. Le Maroc affiche donc une superficie cultivée de plus de 9 millions d'hectares dont plus de 17% sont irriguées de manière pérenne. Pour faire face à cette surexploitation, le Maroc a lancé des politiques de gestion des ressources en eau en vue d'une mobilisation efficiente relative des eaux de surface, souterraines et conventionnelles, parmi lesquelles on trouve le Plan national d'économie d'eau en irrigation mis en œuvre en 2007 (Molle et al., 2017).

2.2.Le secteur de l'eau au Maroc

2.2.1. Potentiel des ressources en eau

Le Maroc fait partie des pays à climat semi-aride à aride dont une grande partie de sa superficie se situe en zone désertique. Il est caractérisé par une grande variabilité spatiotemporelle des précipitations avec une fréquentation des périodes de sécheresse surtout dans le sud du pays. En effet, l'évolution de la pluviométrie au Maroc est en baisse de l'ordre de 23% et le nombre des années à déficit est plus important que le nombre des années excédentaires selon plusieurs études sur les précipitations (Sinan et al. 2009; Stour et Agoumi, 2009; Driouech, 2010; Sebbar et al., 2011; Driouech et al., 2013).

D'après un rapport de la Direction de Planification-Branche d'eau (2013), la pluviométrie annuelle moyenne est de l'ordre de 140 milliards de m3, alors que les ressources mobilisables ne dépassent pas 22 milliards de m^3/an (18 milliards m3 à partir des eaux de surfaces et 4 milliards m3 des eaux souterraines) soit 600 m^3/habitant/an. Les rivières Sebou, Bouregreg et Oum-Rbai représentent à elles seuls 2/3 du potentiel hydrique du territoire marocain. Le Maroc dispose de plus de 130 grands barrages, avec une capacité totale de ~17.5 milliards de m^3, des milliers de forages connuset plus d'une dizaine de systèmes de transfert d'eau (Département de l'eau, 2012).

2.2.2. Gestion et sources de dégradation

Au Maroc, l'irrigation représente le principal utilisateur de la demande globale en eau avec un pourcentage de 86%, contre 14% utilisé pour l'approvisionnent en eau potable et en industrie. Les évolutions démographiques et anthropiques qui entrainent une demande accrue en eau est aggravée par la dégradation de la qualité des eaux ce qui engendre une limitation de cette ressource et des prévisions pessimistes sur son évolution(Département de l'eau, 2002 ; Bouslihim, 2012, Harbouz, 2019). De plus, l'intensification agricole s'est accompagnée d'une utilisation massive d'intrants agrochimiques, d'une

surexploitation des eaux de surfaces et d'un pompage inconsidéré des eaux souterraines, ce qui a affecté l'abondance et la qualité de la ressource en eau.. Par conséquent, l'utilisation excessive de ces ressources, couplée au phénomène de la sécheresse, conduit sans doute à la dégradation des sols et des eaux, qui se traduisent par des problèmes de salinisation, de sodification, détérioration de la structure des sols, de l'engorgement et de la pollution nitrique (El oumouki et al,. 2014). En effet, le développement de l'irrigation a contribué à la surexploitation d'une grande partie de ressources souterraines ce qui a engendré une baisse alarmante des niveaux de plusieurs nappes et une détérioration de leur qualité, ainsi qu'à la dégradation de la qualité de l'eau. Par conséquent, le coût de la dégradation de l'eau est estimé à 1.26% du PIB et l'exploitation des eaux souterraines est estimée à 955 millions de m^3/an (Sadiki, 2017 ; Harbouz et al., 2019).

La gestion et l'organisation du secteur de l'eau au Maroc est caractérisé par l'intervention de multiples acteurs et opérateurs : instances consultatives, départements ministériels, établissements publics et opérateurs privés, collectivités locales et associations des usagers. Ce qui génère une complexité de l'organisation. Ces opérateurs sont responsables de la mobilisation et la distribution de l'eau potable et pour l'irrigation au service de l'ensemble des associations d'usagers et des communes. Cette organisation complexe des différentes institutions qui opèrent dans le secteur d'eau au Maroc est schématisée dans la Figure 1 (Plan Bleu, 2011) :

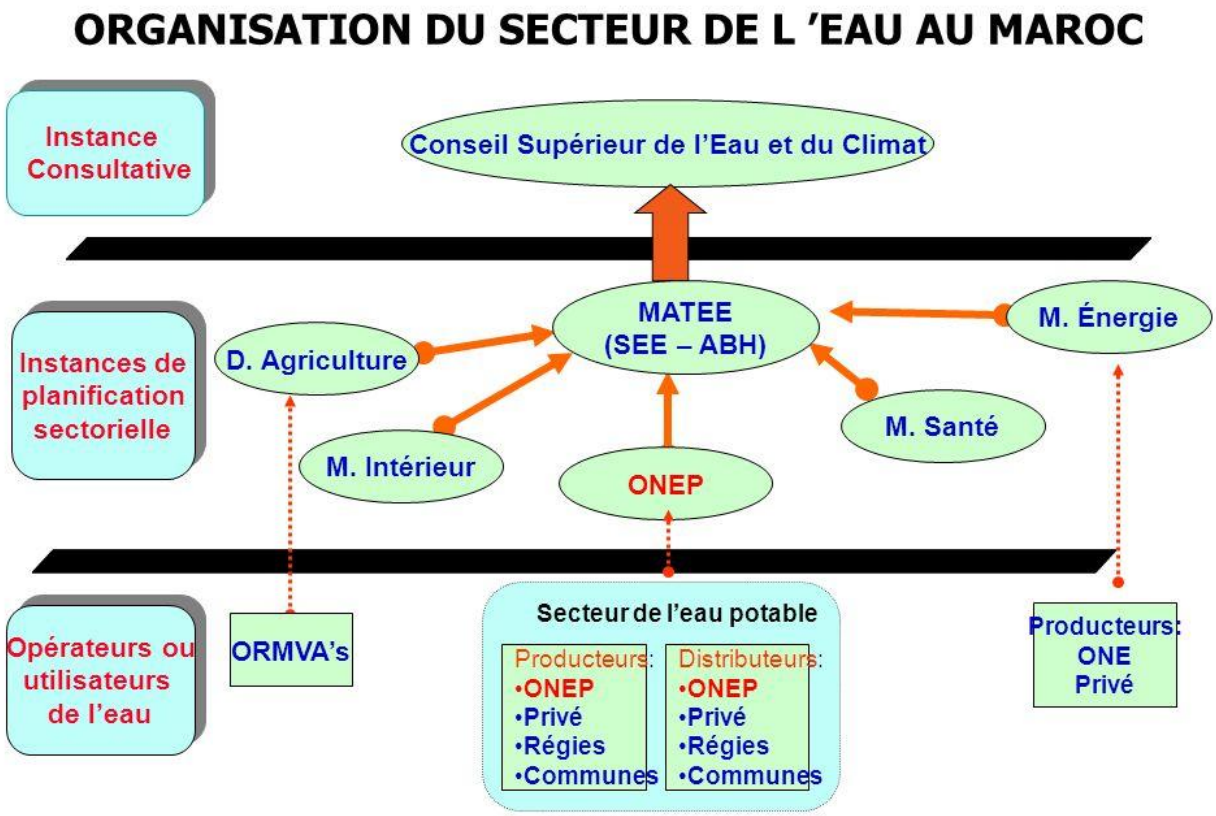


Figure 1: Schéma de l'organisation du secteur de l'eau au Maroc
(Plan Bleu, 2011)

2.3.L'agriculture face à la ressource en eau

La qualité et la dynamique de l'eau dans la nature sont fortement modifiées par les activités agricoles à cause de la transformation de la végétation naturelle, le travail du sol et l'apport des engrais et des produits phytosanitaires. Ces dernières décennies, le développement agricole, en lien avec la mécanisation et la modernisation des pratiques, a entraîné une dégradation des ressources en sols et en eau qui varie selon le niveau d'intensification agricole et le contexte climatique de chaque région (Laurent, 2012).Au Maroc, où l'agriculture est un secteur stratégique pour l'économie du pays, les politiques publiques agricoles se sont focalisées essentiellement sur la mise en place de grands aménagements hydrauliques et hydro-agricoles afin de favoriser le développement de l'irrigation. Le potentiel hydraulique mobilisable est désormais estimé à 20 milliards de m^3 en 2006 (MATEE, 2007). Ce potentiel a été atteint grâce à la politique des barrages qui a reçu de lourds investissements publics agricoles depuis les années 1970. La mise en place de cette politique a pour objectif d'augmenter la productivité agricole, de favoriser l'atteinte de la sécurité alimentaire. Toutefois, cette politique a contribué au renforcement des disparités régionales (environ de 70% de ces aménagements sont concentrés au niveau de la face ouest littorale du pays au détriment des autres régions) dans un contexte climatique à forte irrégularité de précipitations (Requier-Desjardins, 2010).

L'agriculture irriguée contribue à 45% en moyenne de la valeur ajoutée agricole. Ce pourcentage peut atteindre 70% en cas de sécheresse ou de conditions climatiques difficiles, car l'irrigation représente le seul moyen technique pour faire face au changement climatique couplé à la rareté d'eau. En outre, le gouvernement marocain a adopté le Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI) qui s'inscrit dans la composante transversale du PMV. Ce programme vise la réduction des pertes, l'utilisation efficiente de l'eau d'irrigation (l'irrigation localisée), la protection de la ressource en eau et des écosystèmes naturels (par la maîtrise du lessivage des engrais et de la surexploitation des nappes).Toutefois, l'irrigation est confrontée à plusieurs contraintes notamment, les sécheresses fréquentes, la croissance démographique qui accroît la demande en eau et la surexploitation des eaux souterraines, avec un taux de prélèvement dépassant largement la vitesse de rechargement des nappes (Vanclooster et al., 2014).

2.4.L'impact de l'agriculture sur les zones humides au Maroc

Les zones humides sont des milieux où l'eau est le principal facteur qui détermine leur structure et leur fonctionnement. Elles fournissent d'innombrables avantages et services à l'Homme, notamment l'approvisionnement en eau et en nourriture, le renouvellement des nappes phréatiques, la rétention des matières nutritives dans les plaines d'inondation, la pondération des effets dévastateurs des crues, l'amélioration de la qualité des cours d'eau, l'atténuation des effets de la sècheresse ou encore la régulation du climat à l'échelle locale (OZHM, 2012).

Au Maroc, on estime que les zones humides occupent près de 0.7% du territoire (OZHM, 2012). Dans le cadre de l'inventaire national des zones humides, plus de 300 sites ont été localisés, délimités et décrits, dont 170 lacs de barrages étendus sur une superficie totale d'environ 120 000 ha. Ces zones humides dites artificielles ont connu une expansion importante depuis les années 80, notamment avec la politique du

développement de l'agriculture irriguée. Ces milieux naturels s'étendent sur ~280 000 ha (Dakki et al., 2015).

A l'échelle nationale, les zones humides sont gérées par le Haut Commissariat des Eaux et Forêts et de Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD). Il est responsable de la gestion de la faune et de la flore, plus particulièrement de leur prélèvement et de leur repeuplement dans le milieu naturel, ainsi que de la restauration de ces milieux et la protection des ressources en eau et en sol, notamment avec l'aménagement des bassins versants (Dakki et al., 2015).

La présence et l'abondance de ces écosystèmes est liée aux différents facteurs écologiques, physiques et historiques. Il existe donc des zones humides continentales dont la configuration est liée à la présence de trois chaînes de montagnes, de hauts plateaux, des vastes plaines et des régions sahariennes. Cette diversité géologique donne donc naissances à différents types et formes de zones humides : formations lacustres et karstiques, marécages, dayas, sebkhas,…etc. Il s'ajoute à cela les zones humides côtières réparties au long des deux façades maritimes, atlantique et méditerranéenne (Dakki et al., 2015).

De par leur grande biodiversité, de leur accessibilité et de leur importance pour la population locale, les zones humides au Maroc sont soumises à des conditions climatiques difficiles et à des pressions anthropiques intenses, ce qui a engendré une disparition de plus de 50% des superficies de milieux humides depuis le début du XXème siècle (Alibou, 2002 ; AMCDD, 2018). Les causes de ces dégradations sont nombreuses, parmi lesquelles (Alibou, 2002) :

- Assèchement direct par drainage ou indirect à cause de la construction de barrages ;
- conversion des habitats humides vers des terrains cultivés ou bâtis, notamment le long du littoral ;
- bouleversement généralisé des écosystèmes aquatiques continentaux et estuariens à cause des aménagements hydrauliques réalisés ;
- pompages excessifs dans les nappes, dont certaines alimentent directement les zones humides de surface en eau ;
- réduction des apports fluviaux en eau et en sédiment en aval des barrages, affectant également la géomorphologie côtière ;
- utilisation accrue de fertilisants et de pesticides en agriculture polluant les eaux de surface et les nappes d'eau souterraine ;
- surexploitation des ressources aquacoles et de la végétation (coupe et pâturage).

De part sa grande importance en terme de superficie et poids socio-économique, l'agriculture semble être le secteur qui impacterait le plus les milieux humides au Maroc (OZHM, 2014). Ceci est accentué de plus en plus par l'extension de l'agriculture irriguée (Alibou, 2002). Par ailleurs, le Maroc s'est engagé auprès de plusieurs conventions internationales visant à protéger les écosystèmes naturels et leur biodiversité, telles que la Convention sur la Diversité Biologique (CBD), la Convention Cadre des Nations Unis sur le Changement Climatique (CCNUCC), la Convention Ramsar, la Convention de Bonn sur la conservation des espèces migratrices (CMS), ou encore la Convention de Barcelone pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée. Il est donc sensé adopté les différents mécanismes de leur mise en œuvre, afin d'attester de son engagement pour la conservation de la biodiversité. Une des premières actions menées à ce titre fut la définition d'un réseau de plus de 80 zones humides comme Sites d'Intérêt

Biologique et Écologique (SIBE), candidats à un statut de protection (Dakki et al., 2015). En outre, par sa ratification de la Convention de Ramsar en 1980, le pays a montré sa forte volonté pour contribuer à celle-ci, à travers notamment la mise en place d'actions locales, régionales et nationales, aidées par la coopération internationale, pour une utilisation plus rationnelle des zones humides et de leurs ressources. A titre d'exemple, une Stratégie Nationale des zones humides (2015-2024) a été développée et le Maroc s'est engagé à mettre en œuvre les objectifs affichés dans ce document et qui tournent autour de 4 axes principaux (Dakki et al., 2015):

1. L'inscription de 30 nouveaux sites dans la liste de zones humides d'importance internationale de la Convention de Ramsar ;
2. La mise en œuvre de 60 plans d'action intégrés de restauration des zones humides prioritaires ;
3. La sensibilisation de près de 50000 personnes par an dans le cadre du programme animation nature pour les zones humides ; et
4. Le développement de 4 chaînes de valeurs durables au niveau des zones humides : observation d'oiseaux, pêche artisanale, aquaculture intégrée et tourisme halieutique.

2.5. Conclusion

Les ressources hydriques au Maroc sont déjà rares, et sont soumises à l'augmentation sans cesse des besoins, due à la croissance démographique rapide, au développement industriel, mais surtout au développement agricole, avec l'encouragement des pratiques intensives (nécessitant beaucoup d'irrigation), notamment à travers l'implémentation du Plan Maroc Vert (PMV). Ces pressions aggravent de plus en plus la détérioration de la qualité et la disponibilité de l'eau ce qui impactera fortement la nature et le fonctionnement de certaines zones humides (Alibou, 2002 ; OZHM, 2014). Par ailleurs, la dégradation de ces écosystèmes semble s'amplifier ces dernières années, au même temps où les initiatives pour leur conservation se multiplient (Dakki et al., 2015).

A l'instar des bassins versants« agricoles » du Maroc, celui de l'oued Sebou n'échappe pas à cette politique d'intensification agricole et en est même un des plus concerné. De ce fait, ce territoire illustre assez bien la problématique de l'impact de l'agriculture sur la ressource en eau et des milieux humides :un des plus riches en eau et en ressources naturelles (dont celles liées aux zones humides) et disposant d'une économie basée en grande partie sur l'agriculture et l'industrie agroalimentaire (cette économie contribue de façon très importante à l'économie nationale). Il représente alors un cas d'étude intéressant pour mieux caractériser les impacts de l'intensification agricole sur les zones humides du pays. Mais également pour faire des recommandations, afin de mieux prendre en considération ces milieux, leurs richesses naturelles et les services qu'ils procurent dans ces processus de développement agricoles.

Partie III : Etude de cas : Sous-bassins versants du Haut Sebou

3.1. Présentation générale du bassin versant de l'oued Sebou et de sa partie amont

Le bassin du Sebou se situe au nord-ouest du Maroc avec une superficie d'environ 40 000 Km² (6% de la surface du territoire national). Le bassin s'étend sur quatre régions : Rabat-Salé-Kenitra, Fès-Meknès, Tanger-Tétouan et Béni Mellal-Khénifra. C'est le 2ème bassin le plus peuplé du pays, avec environ 6.3 millions d'habitants (soit 21% de la population totale) répartis sur :

- 17 Préfectures et Provinces
- 82 Commune Urbaines
- 287 Communes Rurales

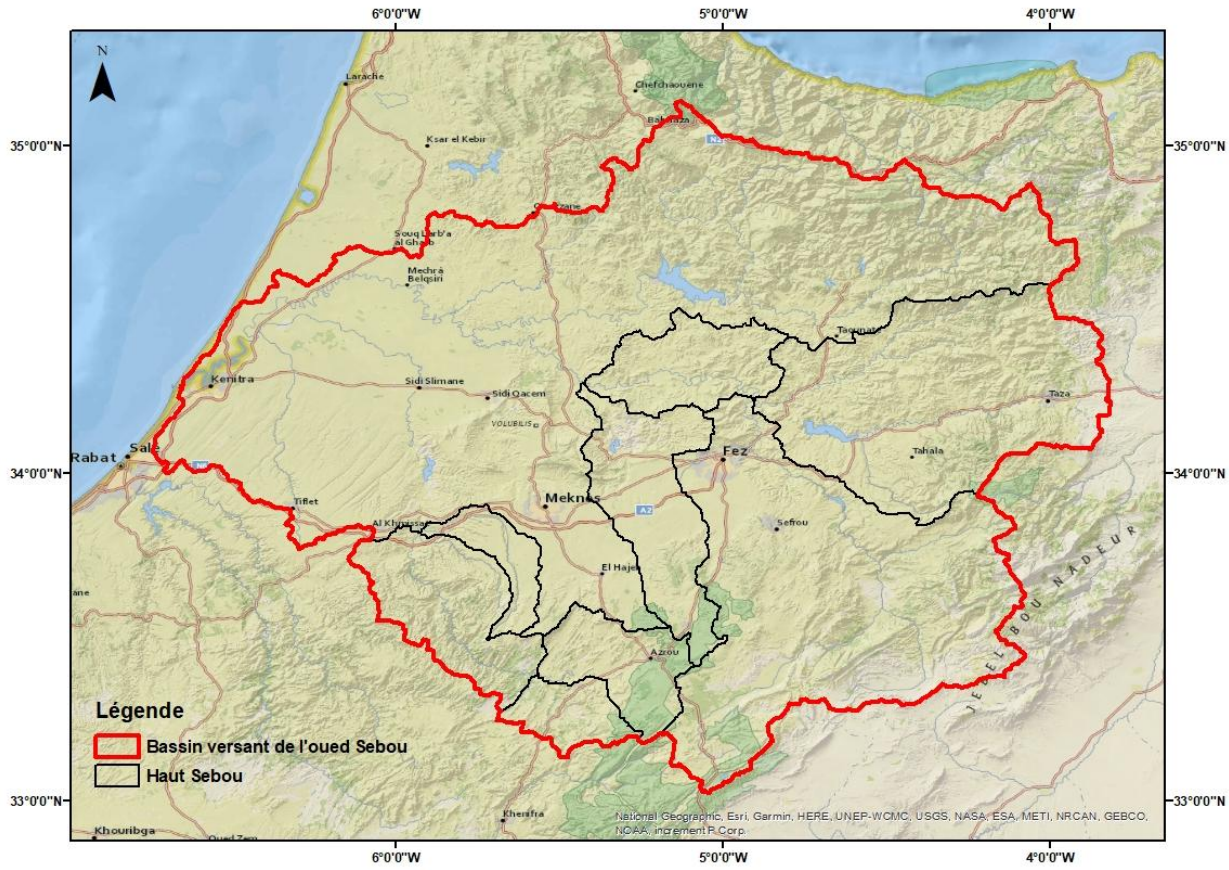


Figure 2 : Carte de délimitation du bassin versant de l'oued Sebou (en rouge) et celles des sous-bassins de la zone d'étude du Haut Sebou (en noirs).

Le bassin est caractérisé par un contexte géographique très diversifié : à l'amont des montagnes au nord (Rif) et au sud (Moyen Atlas), le plateau de Saïss au centre, et à l'aval la plaine alluviale du Gharb qui s'ouvre sur la côte Atlantique. Le climat qui marque le bassin de Sebou est de type méditerranéen à influence océanique et qui devient continental vers l'intérieur. Les précipitations annuelles moyennes sont de 600 mm et les températures moyennes annuelles sont comprises entre 10 et 20 degrés. Le bassin du Sebou contribue fortement à l'économie nationale grâce à l'agriculture, l'industrie et le tourisme :

- Agriculture : C'est une des régions agricoles les plus importantes du Maroc, avec près de 20% de la Surface Agricole Utile(SAU) du pays et 20% de celle étant irriguée ;
- Industrie : Le secteur industriel, en particulier l'agroalimentaire, le cuir textile et l'industrie automobile est bien développé au niveau du bassin ;
- Tourisme : Ce secteur est renforcé par la présence de villes historiques telles que Fès et Meknès au sein du bassin, ainsi que des zones de montagnes, des sources thermales et des plages sur la partie côtière.

Le bassin versant de l'oued Sebou peut être divisé en 2 grandes entités : le Haut Sebou (partie amont) et le Bas Sebou (partie aval). La présente étude se focalisera sur la partie amont ou Haut Sebou. Cette région est une unité territoriale située sur la région de Fès-Meknès régie par plusieurs provinces, telles que Fès, Taza, Boulemane, Sefrou, Ifraneou encore Moulay Yacoub (URAM, 2013). En 2014, la population totale de cette région était estimée à~3.4M hab. (dont ~2M d'urbains). D'après une étude réalisée par HCP (2018), concernant les projections de la population de la région Fès-Meknès entre 2014 et 2030, la population urbaine continuerait à augmenter durant cette période, avec un taux d'accroissement annuel moyen de ~0.83 %. Quant aux milieux ruraux, la tendance générale est plutôt à la diminution.

3.2.Les ressources en eau du Haut Sebou

Le bassin du Sebou renferme près de 33 % des ressources en eau de surface du Maroc (Figure 3), avec des apports moyens annuels s'élevant à 5600 Mm³/an. Ces apports sont caractérisés par une grande variabilité spatiotemporelle (Qadem, 2015).

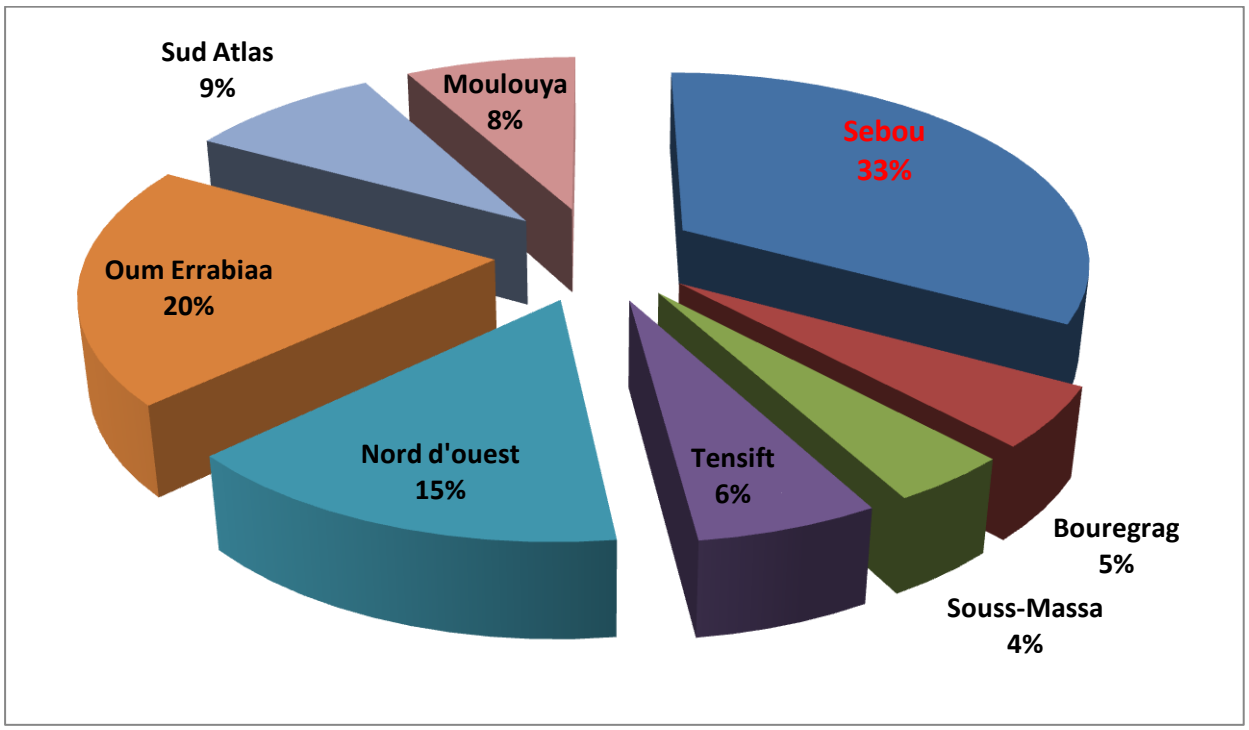


Figure 3 : Répartition (en %) des ressources en eau au Maroc par bassin versant.
(Qadem, 2015)

La partie amont du bassin versant de l'oued Sebou (Haut Sebou) se situe à proximité des zones bien arrosées du Rif et du Moyen Atlas. Ainsi, elle bénéficie des apports appréciables en eau. Elle se caractérise par une grande diversité des étages bioclimatiques grâce à la diversité de son relief (le Moyen Atlas, les hautes collines au pied du Rif et les hautes plaines du Saïss) et à son emplacement dans une zone de transition d'un point de vue climatique (Nejjari et al., 2000 ; Qadem, 2015 ; URAM, 2013).

Cette zone détient une position particulière pour ce qui est des eaux de surface grâce aux cours d'eau qui traversent son territoire (Oued Sebou, Ouargha, Inaouen,...etc.). La région dispose également d'une nappe phréatique importante. On y trouve donc d'importantes infrastructures hydrauliques (Barrage Driss premier, Allal Fassi, Chahed…) qui sont utilisés principalement pour des fins agricoles (URAM, 2013).

3.2.1. Les eaux de surface

D'importants oueds drainent cette zone:

- Sebou (débit : 5 à 20 m^3/s) ;
- Inaouen (débit : 3 à 12 m^3/s) ;
- Mikkès (débit : 0.2 à 1.5 m^3/s) ;
- Guigou (débit : 0 à 54 m^3/s) ;

Sur le plan hydrologique, deux zones importantes sont distinguées :

- le pied du Moyen Atlas constitue une zone hydraulique alimentée totalement par les eaux de pluie ;
- la plaine de Saïss, dont la réserve en eau provient de l'infiltration des eaux météorites à travers les failles géologiques et les éléments en provenance du pied de l'Atlas.

3.2.2. Les eaux souterraines

Le haut Sebou se caractérise par un cadre géographique, une structure géologique et des caractéristiques climatologiques qui lui ont conféré des facteurs favorables à la formation de plusieurs aquifères. Ces dernières sont d'importance diverse du fait de leurs caractéristiques hydrogéologiques et leurs superficies. Les eaux souterraines sont exploitées majoritairement pour l'irrigation :

- Le système aquifère du Saïss : phréatique et profonde, utilisé surtout pour l'irrigation ;
- La nappe des Causses du Moyen Atlas ;
- La nappe du Moyen Atlas plissé ;
- La nappe du Couloir Fès-Taza.

3.2.3. Mobilisation et utilisation de l'eau

De nombreux ouvrages hydrauliques (barrages, réservoirs, étangs artificiels et lacs collinaires) ont été construits dans la partie amont du bassin pour répondre en priorité à la demande en eau du secteur

agricole. Les différentes retenues en service dans le bassin de Sebou permettent ainsi de cumuler un volume d'eau de 230Mm^3. Les plus importants de ces ouvrages dans le Haut Sebou sont :

- le barrage Allal El Fassi sur l'oued Sebou avec un volume de stockage de 63.7Mm^3 ;
- le barrage de Sidi Chahed sur l'oued Mikkès, avec un volume de stockage de 170Mm^3.

Tableau 1 : Volume d'eau mobilisé dans le Haut Sebou

Préfecture /Province	Barrage	Oued	Année de mise en œuvre	Capacité (Mm^3)	Fonctions principales
Fès	El Gaada	Boufekrane	1992	2.9	Protection contre les crues (Fès)
	Moulouya Arafa (Mehraz)	Mehraz	1993	0.62	Protection contre les crues (Fès)
	Atchen	Atchen	1990	0.27	Abreuvement
Moulay Yacoub	Sidi Chahed	Mikkès	1996	161	Irrigation + eau potable + industrie
Sefrou	Allal El Fassi	Sebou	1990	63.7	Irrigation + eau potable + énergie électrique
	Agay	Agay	1994	1.25	Protection contre les crues (Sefrou)
	Kouchat	Kouchat	1990	0.046	Protection contre les crues (Sefrou)
	Ben Sassi	Ben Sassi	1990	0.061	Protection contre les crues (Sefrou)

3.2.4. Gestion et utilisation de l'eau dans le Haut Sebou

La gestion des ressources en eau privilégie une valorisation des ressources en eau souterraine par rapport aux eaux de surface. Ce mode de gestion a eu pour conséquence la surexploitation des nappes, notamment la nappe du Saïss qui est utilisée surtout pour des fins agricoles (l'irrigation dans la plaine du Saïss, la zone la plus productive en agriculture de la région). Toutefois, la baisse des précipitations observée ces dernières décennies, accompagnée par l'intensification de l'activité agricole au sein de ce territoire va compromettre, sans doute, le retour des nappes à l'équilibre (URAM, 2013).

En outre, une étude réalisée par Qadem (2015),sur les liens entre les pratiques agricoles dans cette région et l'irrigation, a permis de révéler un accroissement de la pression sur la ressource en eau, du fait du mode de gestion traditionnel adopté par de nombreux agriculteurs favorisant les pertes en eau. Elless'exercent notamment à travers les différentes seguias (canaux) utilisées pour l'irrigation gravitaire et à partir desquelles les pertes d'eau par infiltration et par évaporation engendrent d'importants gaspillages. En plus de ces pressions sur les eaux de surface, celles sur les eaux souterraines sont également conséquentes à cause du pompage excessif en période sèche.

Pour faire face à cette situation, on a prévu d'aménager et d'équiper les parcelles agricoles par des techniques d'irrigation localisée plus efficientes qui remplacent celles de l'irrigation de surface et gravitaire qui se révèlent être une source de perte d'eau. Par conséquent, grâce aux efforts déployés par l'Etat (incitations, subventions, sensibilisation,…etc.), les superficies d'irrigation localisée ont augmenté entre 2007 et 2010 de 50 % représentant ainsi 32.7 % des terres irriguées. D'après le plan régional de développement agricole, il a été projeté pour l'horizon 2020 l'augmentation de la superficie agricole équipée en goutte-à-goutte à 37 350 ha afin d'améliorer les niveaux de valorisation de l'eau d'irrigation (URAM, 2013).

3.3.Les zones humides du bassin de Sebou

Cet espace géographique comprend également un grand nombre de zones humides d'importance nationale et internationale. Ce sont des écosystèmes variés constitués essentiellement de (WWF, 2010 ; PDAIRE, 2011):

- Lacs naturels permanents, concentrés principalement dans le Moyen Atlas (ex. Aguelmame Sidi Ali, Aguelmame Afennourir et Aguelmame n'Tifounassine) et atteignant, pour le plus grand,~300 ha de superficie et près de 40 m de profondeur ;
- De nombreuses dayas (nom donné à certaines zones humides temporaires en Afrique du Nord), telles que Dayet Afourgagh, Dayet Aoua, Dayet Hachlaf, Dayet Iffer et Dayet Ifrah ;
- D'innombrables cours d'eau descendant des chaînes montagneuses et qui donnent naissance aux principales rivières affluent vers l'oued Sebou ;
- D'immenses étendues de marais d'eau douce et de prairies humides, essentiellement dans la partie la plus en amont du bassin, vers les altitudes les plus élevées (dépassant généralement les 1 500 m) ;
- Des zones humides côtières et estuariennes, notamment à l'embouchurede l'oued Sebou ;
- De nombreuses sources, connues pour leur fraîcheur et la stabilité de leur température. Elles sont les plus abondantes au Moyen Atlas et au Rif. Sur le plan biodiversité, les sources les plus importantes sont celles du Moyen Atlas (Aghbalou Abekhbakh, Aïn Soltane, Aïn Taoutaou, Sources de l'Oued Ifrane, Sources Ras El Ma d'Azrou et Sources Ras El Ma de Taza) et celles du Rif (Bou Abdel) ;
- Des zones humides artificielles telles que les lacs de barrages et les petits plans d'eau piscicoles représentent une bonne proportion des zones humides du bassin versant.

Ces écosystèmes ont montré une certaine fragilité à cause des activités anthropiques, notamment l'activité agricole. Par conséquent, des classements selon la législation nationale ont été mis en place afin de mieux les gérer et les conserver (ex. Site d'Intérêt Biologique et Ecologique, Parc National, Réserve de chasse permanente,…etc.). Mais également selon des conventions internationales (ex. Ramsar, Réserve de Biosphère,…etc.), tels que les trois lacs A. Afennourir, A. n'Tifounassine et A. Sidi Ali, en plus de Dayet Aoua. Le reste des sites bénéficient d'au moins un statut national (WWF, 2010).

3.4.Le développement agricole dans le Haut Sebou

Plusieurs avantages naturels de cette région la prédisposent à être un territoire agricole par excellence : le climat, l'eau et le relief. Les activités agricoles dépendent fortement de ces composantes naturelles ce qui explique pour une large part le développement des activités agricoles de la région et l'hétérogénéité spatiale, avec une discontinuité au niveau de l'occupation du sol (URAM, 2013 ; Qadem, 2015).Tous ces avantages ont conféré à ce territoire une place importante dans le développement économique et est devenu ainsi l'un des pôles agricoles les plus importants à l'échelle nationale (URAM, 2013).

L'agriculture a également une fonction sociale très importante. L'étude du facteur anthropique a mis en évidence une mutation au niveau des activités agricoles au sein du territoire d'étude. Ce dernier a, en effet, connu un développement agricole important, accompagné d'une forte intensification des pratiques. Ce qui a permis d'augmenter la rentabilité de ce secteur socio-économique et de générer, ainsi, de nombreux nouveaux emplois. Au Maroc, dans le milieu rural l'agriculture procure 2/5 emploi direct. Ce

ratio passe à 3.5/5 au niveau du Haut Sebou. De plus, depuis 2004 les opportunités d'emploi ont fortement augmenté dans certaines zones, tel que la vallée Saïss et le Pré-rif, où se trouve le plus de terres irriguées (URAM, 2013 ; Qadem, 2015).

3.4.1. Le contexte naturel permettant le développement agricole

La région se caractérise par la présence de potentialités d'irrigation considérables (URAM, 2013) :

- des oueds d'importance nationale : Sebou, Inaouen et Mikkès;
- une vingtaine de sources dont les débits moyens varient entre 150 l/s et 2000 l/s ; et
- des eaux souterraines (3 aquifères) qui jouent un rôle primordial pour subvenir aux besoins de la région (irrigation et eau potable).

Les divers climats et microclimats permettant le développement de différentes cultures (URAM, 2013) :

- les régions subhumides de hautes altitudes de la chaine moyen-atlasique, avec des températures moyennes de 5 à 22° et une pluviométrie dépassant 530 mm/an ;
- les régions semi-arides couvrant une bonne partie du territoire, à savoir la plaine du Saïss, la zone montagnarde « El Menzel » et les plateaux du Pré-Rif, avec des températures moyennes de 9° à 25°et une pluviométrie moyenne de 300 à 530 mm/an ;
- les régions arides du sud à savoir des plateaux de Missour et Outat El Haj, avec une pluviométrie moyenne de 100 à 150 mm/an ; et
- la région humide au nord, avec des précipitations annuelles moyennes de 400 à 530 mm, favorable aux cultures en pluviales.

Les différentes formes de relief donnent lieu également à des systèmes de production variés :

- des plaines fertiles (ex. celle de Saïss) ;
- des zones de montagne avec une prédominance des forêts et parcours et la présence d'une agriculture spécifique et de l'élevage ;
- des plateaux de la zone aride du sud avec de l'élevage extensif et des cultures diversifiées.

3.4.2. Patrimoine foncier et statut juridique des terres agricoles

Le nombre d'exploitations agricoles est de plus de 40 000. La superficie moyenne par exploitation est de 6.4 ha et le nombre de parcelles par exploitation de 7 en moyenne, soit à peu près un hectare par parcelle. Parmi ces exploitations, 72 % ont une superficie inférieure à 5 ha. Les terres privées représentent plus de 76% des terres cultivables de la région. Le reste est constitué, en termes de statut juridique de propriété, de terres collectives (Habous), de terres tribales gérées à parts égales avec l'Etat (Guich) et de domaine de l'Etat.

3.4.3. Les institutions agricoles dans la région

Plusieurs unités administratives et techniques assurent l'encadrement du secteur agricole au niveau de la région (URAM, 2013) :

- la Direction Régionale de l'Agriculture et de la Pêche (basée à Fès) ;
- Quatre Directions provinciales de l'Agriculture (DPA) ;
- des Centres de Travaux (CT) relevant des DPA assurant l'encadrement direct desagriculteurs, mais où l'effectif des agents n'a cessé de diminuer depuis deux décennies ;
- la Direction régionale des Eaux et Forêts et de la Lutte Contre la Désertification ;
- Quatre Directions Provinciales des Eaux et Forêts et de la Lutte contre la Désertification avec les 10 secteurs locaux ;
- les centres régionaux de perfectionnement des agriculteurs (CREPA) ;
- les établissements de formation (lycée agricole et centre de formation professionnelle) ; et
- les autres services du Ministère de l'Agriculture (conservation foncière, recherche agronomique,…etc.).

3.4.4. Le développement de l'activité agricole

Vu toutes ces potentialités importantes dont jouit cette région, les productions se sont diversifiées. L'exploitation agricole dans la région se caractérise par la prédominance de la céréaliculture et de l'arboriculture spécialement l'oléiculture. Outre ces cultures, l'élevage occupe une place de choix dans les activités agricoles de la région. Les autres cultures sont constituées principalement des rosacées (ex. pommes, pêches et abricots).

3.4.4.1. La production végétale

3.4.4.1.1. Céréaliculture

Les céréales occupent plus de la moitié de la SAU de la région et 3.5 % de la superficie au niveau national, ce qui témoigne de l'importance de cette culture. L'extension des cultures irriguées, maraichères et arboricoles, et l'expansion urbaine y ont réduit considérablement les surfaces céréalières (URAM, 2013).

3.4.4.1.2. L'arboriculture

L'arboriculture, représentée en grande part par l'oléiculture, est devenue une spéculation importante et une culture d'exportation dans la région grâce à l'extension des périmètres irrigués, l'incitation de l'Etat (subventions), la croissance de la demande, et la mise en place des stations de conditionnement. Cette filière s'est donc développée considérablement. Elle fournit 20 % en moyenne de la production agricole (notamment le cerisier, le pommier, le pêcher, le noyer et le prunier). Par sa contribution à la valeur

globale de la production agricole, l'arboriculture est devenue un secteur structurant de l'économie agricole et du développement régional (URAM, 2013).

3.4.4.2. L'élevage

L'élevage constitue une des activités prépondérantes de la région. La présence des parcours et terres incultes qui occupent une grande partie de la superficie totale de la région, favorise le développement d'un élevage extensif notamment ovin et caprin qui est pratiqué en montagne qui s'appuie sur l'exploitation des parcours. L'élevage bovin, qui représente à peine 5%, est pratiqué dans quelques communes et en périphérie des grands centres urbains qui s'appuie sur les ressources fourragères (URAM, 2013).

3.4.4.3. L'industrie agro-alimentaire

Le secteur de l'agroalimentaire est le secteur le plus producteur en industrie dans la région, il fournit plus de la moitié de la production de la région. Ceci résulte de la concrétisation de nombreux projets agricoles visant le développement des cultures industrielles dans la région notamment l'oléiculture. Par conséquent, plusieurs unités d'huileries ont été installées au niveau de ce territoire (URAM, 2013).

3.4.5. Le Plan Agricole Régional (PAR)

Le Haut Sebou se situe au niveau de la région de Fès-Meknès. Cette dernière s'est dotée d'un Plan Régional Agricole (PAR) dans le cadre du Plan Maroc Vert, pour l'horizon 2020, qui a été validé par l'ensemble des partenaires (la chambre d'agriculture et les conseils provinciaux). Ce plan a été fondé sur deux piliers de développement (URAM, 2013):

i. Le développement accéléré d'une agriculture moderne, compétitive à haute valeur ajoutée et adaptée aux règles du marché ; et
ii. la mise à niveau des acteurs fragiles et la lutte contre la pauvreté rurale à travers l'amélioration du revenu agricole.

Le PAR de cette région a été élaboré en prenant en considération (URAM, 2013) :

- les objectifs globaux du PMV ;
- le diagnostic des atouts et contraintes de la région ;
- le découpage de l'espace agricole de la région en quatre Unités Territoriales Agricoles (UTA) délimitées suivant des critères pédoclimatiques et agricoles similaires.

Selon les spécificités et les potentialités, chacune de ces unités territoriales a développé une ou plusieurs filières (URAM, 2013) :

- UTA du Pré-Rif : céréales, maraichage, câprier, olivier et lait ;
- UTA du Saïss : céréales, légumineuses, maraichage, olivier, lait et viande avicoles ;

- UTA du Moyen Atlas : viandes rouges et avicoles, rosacées et produits du terroir (miel, safran et lavande) ;

Pour réaliser les objectifs du PMV, plusieurs projets ont été définis et qui ont prévu l'augmentation de superficies réservées aux différentes spéculations à l'exception de la céréaliculture. Cette dernière s'est même réduite et convertie en d'autres cultures irriguées, notamment l'olivier, les rosacées etles cultures maraîchères (URAM, 2013).En effet, ces dernières années, le PAR de cette zone a permis de renforcer la filière oléicole avec 6 nouveaux projets, conduits sur 12 communes rurales.La filière des rosacées (notamment le prunier, le pommier et l'amandier), figure aussi en bonne position. Son développement se concrétise par le lancement de 3 projets situés au niveau de 8 communes rurales.

Partie IV : Cadre analytique, contexte, objectifs et problématique

Chapitre 1 : Cadre analytique

Introduction

Différents acteurs (institutions, unités de recherches, société civile,…etc.) se sont mobilisés et engagés pour faire face à la situation alarmante des habitats humides et pour une mise en œuvre plus efficace des mesures visant à mieux les gérer et les conserver à différents niveaux : global, régional, national et local. Dans ce cadre, plusieurs actions et politique sont été lancées pour la promotion de l'utilisation rationnelle de ces écosystèmes et de leurs ressources. L'enjeu est de préserver, d'une façon durable, leurs fonctions biologiques, sociales et économiques inestimables (Bonnet et *al.*, 2005).

A l'échelle globale : Convention de Ramsar

C'est un traité international adopté le 2 février 1971 dans la ville iranienne de Ramsar (d'où le nom de la Convention). Cet accord intergouvernemental a pour mission l'utilisation rationnelle et durable des zones humides par des actions locales, nationales et régionales et par la coopération internationale. C'est le seul traité qui porte sur un écosystème particulier : les zones humides. La Convention est entrée en vigueur en 1975 et compte actuellement 163 Parties Contractantes, ou États membres dans le monde entier. A ce jour, ces Parties ont inscrit sur une Liste de Zones Humides d'Importance Internationale (ou Liste de Ramsar) plus de 2372 sites (chiffre correspondant à l'année 2019) méritant une mise en place de mesure de conservation et de protection spéciales.

Plus concrètement, il s'agit d'un moyen visant à attirer l'attention de la Communauté Internationale sur le rythme de la disparition des habitats humides et de la sensibiliser à l'importance des valeurs et des services fournis par ces écosystèmes. Les gouvernements adhérents s'engagent donc à respecter les principes de la Convention, et participent à sa mise en œuvre, avec l'élaboration de lois, d'actions et de politiques favorisant le maintien des caractéristiques écologiques de ces milieux et pour la meilleure utilisation de leurs ressources (Ramsar, 2013).

La Convention entretient des relations de travail actives avec d'autres accords multilatéraux sur l'environnement (AME) et est membre du Groupe de liaison des conventions liées à la biodiversité établi par l'UNEP.

A l'échelle régionale

1. L'initiative MedWet

C'est la première initiative régionale pour la mise en œuvre de la Convention Ramsar à une échelle régionale : le Bassin méditerranéen. MedWet est né suite à la tenue de la conférence internationale sur les zones humides méditerranéennes à Grado (Italie, février 1991).

Il s'agit d'un forum regroupant différents acteurs de la conservation des zones humides méditerranéennes (essentiellement les pays, les organismes de recherche et la société civile), dont l'objectif est la protection de ces milieux au bénéfice de l'Homme et de la biodiversité.

Les différentes entités de l'Initiative MedWet sont :

- Le Comité des zones humides méditerranéennes
- Le Comité de Pilotage
- Le Réseau Scientifique et Technique
- Le Secrétariat de MedWet (basé physiquement à la Tour du Valat)

Les sept domaines de compétence de MedWet sont (Caessteker, 2007) :

- L'inventaire des ZH ;
- L'analyse socio-économique de la valeur des ZH ;
- L'aide à la mise en œuvre de processus de gestion intégrée des ZH;
- la mise en place de réseaux d'experts et de gestionnaires des ZH ;
- la sensibilisation du public ;
- la dissémination des résultats de la recherche ;
- la gestion intégrée de la ressource en eau pour l'agriculture et la nature.

La mission principale de MedWet est d'assurer et de soutenir la conservation efficace des zones humides de la région méditerranéenne et l'utilisation rationnelle de leurs ressources, ainsi que de leurs valeurs et services, à travers des collaborations locales, nationales, régionales et internationales. MedWet vise quatre objectifs principaux (MedWet, 2016) :

1) Promouvoir et participer à la mise en œuvre des objectifs de la Convention de Ramsar et des initiatives de la région méditerranéenne ;
2) développer et renforcer la capacité des gouvernements et de la société civile pour la gestion durable des zones humides, en particulier celles désignées comme sites Ramsar ;
3) agir comme un catalyseur pour l'échange de connaissances et d'expertise entre les acteurs clés de la conservation afin de renforcer la gestion durable des zones humides méditerranéennes ; et
4) collaborer avec d'autres initiatives internationales dans la région et dans le reste du monde.

Le plan d'action de MedWet a été formulé pour la période 2016-2024 en harmonie avec les Objectifs de Développements Durable (ODD) 2016-2030, les objectifs de la Convention de la Diversité biologique (CBD) 2010-2020 qui seront bientôt revus pour un nouvel agenda 2020-2030 et le plan stratégique Ramsar 2016-2024. Ceci est dans l'objectif d'aider les pays à contribuer aux objectifs clés visées par ces conventions internationales (MedWet, 2016).

2. L'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes (OZHM)

L'OZHM est l'un des trois départements structurant l'institut de recherche de la Tour du Valat, qui est mandatée pour sa coordination. Après sa création en 2008, l'OZHM est devenu un élément central de la stratégie de MedWet. Il vise à mettre en place un système de suivi et d'évaluation des zones humidesen Méditerranée et les forces internes et externes qui agissent sur leur état et leurs tendances. Ce système de suivi est basé sur des approches scientifiques et contribue à développer la connaissance sur ces milieux, afin d'en améliorer la gestion, la protection et la conservation. De plus, l'OZHM travaille également sur le développement d'outils visant à améliorer la communication de ses résultats et des messages clés qu'ils portent au grand public, en particulier les gestionnaires et les décideurs politiques (OZHM, 2012).

L'OZHM a deux objectifs interdépendants (Tour du Valat, 2015) :

- Analyser l'état et les tendances des zones humides méditerranéennes, leur biodiversité, les biens et services qu'elles procurent, ainsi que les facteurs environnementaux anthropiques qui expliquent ces tendances ;
- Promouvoir des prises de décision effectives pour la protection, la restauration, l'utilisation durable des zones humides méditerranéennes.

Les niveaux d'atteinte de ces objectifs sont évalués à travers le suivi de quatre thèmes (Tour du Valat, 2015) :

  - Intégrité de la biodiversité et des écosystèmes
  - Forces motrices et pressions
  - Services écosystémiques
  - Considérations des zones humides dans les décisions de développement

Les cibles et utilisateurs potentiels de l'OZHM pour le transfert sont :

- Gouvernement, élus et autorités locales traitant des affaires liées à la conservation, protection, gestion et utilisation des zones humides (environnement, agriculture, eau, forêt, tourisme, infrastructure, pêche, chasse, extraction minière, énergie, etc.);
- Organisations, conventions et protocoles internationaux et régionaux (Convention de la Biodiversité, Objectifs de Développement Durable, Convention Ramsar, Convention de Barcelone, Union européenne, Union pour la Méditerranée, MedWet, etc.) ;
- Partenaires de l'OZHM et les fournisseurs de données (ex. l'Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie, ou AEWA) ;
- ONG, associations, organisations communautaires et autres organisations actives dans la protection et la gestion des zones humides;
- Universités, instituts et centres de recherche travaillant dans la conservation et/oule développement ;
- Le grand public et les medias.

Pour mieux appréhender les liens de cause à effet relatifs aux zones humides, l'OZHM a adopté un cadre conceptuel DPSIR (*Drivers-Pressures-State-Impacts-Responses*)qui a permis de sélectionner des

indicateurs jugés potentiellement utiles pour renseigner et compléter les analyses des états et des tendances des zones humides (Figure 4).

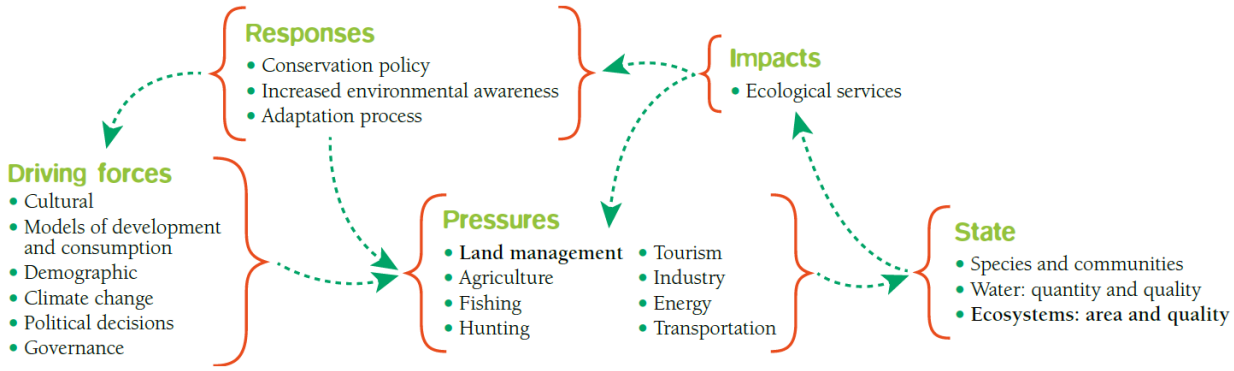


Figure 4 : Cadre DPSIR de fonctionnement de l'OZHM
(OZHM, 2012)

Ce modèle a permis à l'OZHM d'identifier une série d'indicateurs de suivi jugés pertinents et sur lesquels il peut se baser pour analyser l'état et les tendances des ZH méditerranéennes. Parmi lesquels, certains ont pu être quantifiés (en fonction de la disponibilité des données) et les résultats ont été publiés dans le premier rapport de l'OZHM sur l'état et les tendances des ZH méditerranéennes (OZHM, 2012). Depuis, une première mise à jour a été effectuée en 2018 et les nouveaux résultats sont publiés dans le 2ème rapport (OZHM, 2018).

L'OZHM adopte, pour la période 2016-2020, une nouvelle stratégie qui vise à mieux renseigner les bases de données déjà existantes sur la biodiversité, l'eau, les habitats, l'occupation du sol et les services écosystémiques. La stratégie prévoit également d'élargir la compréhension de l'état et des tendances des zones humides par l'identification des facteurs et de pression et des réponses en utilisant une série d'indicateurs macro, pour compenser le fait qu'historiquement, les suivis des zones humides se concentrait essentiellement sur les indicateurs d'état et de pression. L'élargissement du cadre de suivi-évaluation des ZH méditerranéennes a permis d'identifier une série d'indicateurs macro potentiellement pertinents, sur les thèmes suivant : social, économie, démographie, surface et environnement. Ce nouveau volet a comme objectif de réaliser des analyses de suivi de l'OZHM qui puissent être mis en relation, voire corrélés, avec les choix politiques et de développement des pays. Les messages visent à influencer les décideurs (locaux, nationaux et supranationaux) impliquées dans ces politiques et dans leur mise en œuvre (OZHM, 2018).

Dans son plan stratégique 2016-2020, l'OZHM se structure autour de 4 axes thématiques :

- Services Ecosystémiques ;
- Biodiversité ;
- Eau ;
- Soutien au Développement d'Observatoires Locaux et Nationaux ; et
- Développement Durable.

En plus de ces axes thématiques, l'OZHM développe également un axe transversal qui vise à structurer et à harmoniser les bases de données (BDD) géoréférencées en lien avec le suivi des ZH méditerranéennes,

afin d'effectuer, par la suite, des analyses croisées sur ces BDD etd'en extraire davantage d'information pertinente sur les résultats des suivi et les tendances observées.

Conclusion

Malgré toutes ces actions de conservation, les zones humides méditerranéennes demeurent toujours impactées et très menacées par les activités anthropiques. En cause, les différents facteurs de pressions comme la démographie, l'artificialisation des sols, le développement touristique et l'industrie, qui ont connu une croissance très rapide ces dernières décennies. Toutefois, à l'échelle du bassin, l'agriculture reste le secteur socio-économique qui impacterait le plus les milieux humides et leurs habitats (OZHM, 2014, 2018). En effet, ce dernier est considéré, dans de nombreux pays méditerranéens, comme un domaine économique clé, se situant généralement au centre des stratégies nationales de développement, notamment le cas du Maroc. Le présent travail révèle donc l'impact de l'activité agricole sur ces milieux naturels au Maroc en se focalisant sur une échelle locale (bassin versant de l'oued Sebou) pour mieux appréhender cet impact.

Chapitre 2 : contexte, problématique et objectifs

Le présent sujet s'inscrit dans deux projets impliquant l'OZHM :

1) Le développement de son axe stratégique transversal, visant à mettre en place des analyses croisées entre les différents types d'indicateurs. Ici ce sera en particulier ceuxsur les pressions, l'état et les forces motrices, liant les zones humides avec les activités agricoles, à une échelle locale (le bassin versant de l'oued Sebou) ;
2) le projet WAMAN-Sebou (WAter MANagement Sebou), financé par la Fondation MAVA pour la Nature, dont les principaux objectifs sont de promouvoir la gestion intégrée de l'eau à l'échelle du bassin versant de l'oued Sebou (avec la transcription dans la loi de la notion de « débit écologique ») et la mise en place d'un Fond de l'Eau (*Water Fund*) pour la partie amont du bassin versant (mécanisme de financement participatif pour mener des actions de gestion, de conservation, de restauration et de sensibilisation en faveur des zones humides et des milieux naturels d'une manière générale).

Le travail s'inscrit également dans la continuité directe du stage de M2 réalisé au sein de l'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes de la Tour du Valat. Il s'agit d'appliquer l'analyse en se focalisant sur les résultats clés obtenus lors du stage de M2, notamment les liens entre les pratiques agricoles les barrages agricoles et la disponibilité en eau de surface pour les zones humides naturelles sous un nouveau contexte géographique (local) qui sera développé lors de cette étude.

A travers une approche spatialisée, on pourra analyser la relation entre les indicateurs de pression et de forces motrices ayant un impact sur l'état et tendances des zones humides. Cette approche permettra de bien illustrer la problématique du présent travail ayant comme question capitale : les interactions entre le développement agricole et l'environnement (état des zones humides) à l'échelle d'un ensemble de sous-bassins versants au Maroc : ceux du Haut Sebou.

Cette étude a pour objectifs :

- Etudier l'interaction entre l'état des zones humides et les dimensions socio-économiques et politiques liées au développement agricole, en particulier les liens entre les pressions engendrées par ces activités et la dégradation des habitats humides naturels au niveau du Haut Sebou. L'hypothèse scientifique clé se posera donc : les schémas de développement agricole, passés et actuels, dégradent-ils les zones humides au sein de ce territoire ?

- Adapter les messages clés pour une meilleure gestion et une utilisation plus rationnelle des ressources naturelles au niveau de l'échelle spatiale choisie (Haut Sebou) avec des apports différents en termes de connaissances et d'interprétation des résultats. L'analyse se basera essentiellement sur les mêmes types de données spatialisées issues des technologies d'observation de la Terre (*Earth Observation*, ou EO)et utilisées par l'OZHM à l'échelle régionale (Méditerranée), combinées avec d'autres informations collectées sur le terrain et une analyse des politiques du développement agricole. Le choix du Haut Sebou s'est fait dans le but d'illustrer la capacité de l'approche analytique adoptée de passer vers des échelles géographiques plus fines et de tester, ainsi, les principaux avantages et les limites de cette méthode par rapport au travail réalisé lors du M2.

- Utiliser le cas d'étude sur le haut Sebou afin de sensibiliser les acteurs locaux du secteur agricole pour la mise en œuvre des pratiques culturales qui respectent les ressources hydriques de ce territoire, notamment les écosystèmes humides.

La problématique de ce travail s'inscrit donc dans trois questions scientifiques majeures à savoir :

- Quelles sont les tendances observées ces dernières années au sein des zones humides du Haut Sebou (étendues et superficies, régimes d'eau de surface, changement d'habitats…etc.) ?
- Quel est l'impact du développement récent des activités agricoles sur ces tendances ?
- Quelles sont les principales forces motrices de ces tendances dues au développement agricole (notamment en lien avec les politiques et les stratégies locales mais également nationales) ?

Partie V : Matériel et Méthodes

5.1.Zone d'étude

Le présent travail se focalise essentiellement sur le bassin versant de l'Oued Sebou. Il s'agit d'un des bassins les plus importants du Maroc de par sa superficie, son emplacement au niveau d'une zone des plus arrosées du pays, l'importance de ses ressources en eau, son capital humain ainsi que son économie essentiellement basée sur l'agriculture et l'agro-industrie.

Cependant, dans le cadre de cette étude, seule la partie amont du bassin (environ la moitié de ce dernier) a été évaluée et cartographiée (Figure 5). En effet, celle-ci correspond plus à la zone géographique couverte par le projet WAMAN-Sebou et dans lequel s'intègre ce présent travail. Elle s'étend sur une superficie de ~20 881 Km² et est délimitée par 6 sous-bassins abritant la plupart de ses zones humides, y compris les lacs naturels les plus importants du Maroc (notamment Aoua, Ifrah, Hachlaf, Aguelmame Afennourir, Aguelmame Tifounassine et Aguelmame Sidi Ali). Le choix de travailler à cette échelle géographique a d'abord été conduit par les nombreuses questions de biodiversité et de conservation liées à ces zones humides importantes, en évaluant quels pourraient être les impacts de la dynamique d'utilisation des terres (développement agricole, urbanisation, perte d'habitats naturels, etc.) et les liens avec l'exploitation des ressources en eau dans un contexte de changement climatique.

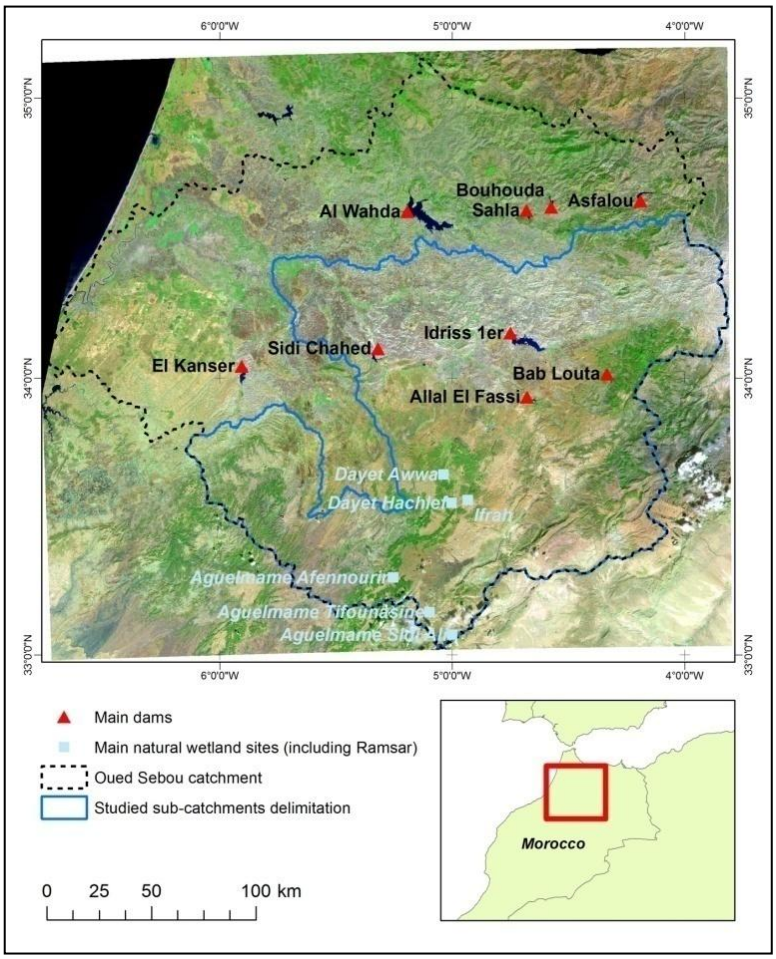


Figure 5 : Délimitation de la zone d'étude comprenant les 6 sous-bassins versants de la partie amont du bassin de l'oued Sebou.

5.2.Données utilisées

5.2.1. Données pour les suivis spatialisés

Les données utilisées pour les suivis spatialisés proviennent essentiellement des outils d'Observation de la Terre (OT), tels que les images satellites, ou encore des bases de données géoréférencées globales. Celles-ci permettent de créer un certain nombre de cartes thématiques (occupation du sol, dynamiques des superficies en eau libre, topographie, démographie,…etc.), qui serviront de base pour le calcul des indicateurs d'état et de pression définis dans le cadre de cette étude.

La liste de l'ensemble des images satellites utilisées (répertoriées selon leurs dates d'acquisition) est dans le Tableau 2. Elles couvrent la période allant de 1987 à 2018 (31 ans), avec la définition de trois hydropériodes pluriannuelles pour le suivi des superficies en eau libre (1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018) et de deux hydropériodes annuelles pour le suivi de l'occupation du sol (1988 et 2018).Elles sont issues des collections Landsat-4 TM, Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM et Landsat-8 OLI/TIRS (les quatre à 30m de résolution spatiale), acquises via le portail web EarthExplorer de l'USGS (*United States Geological Survey*). Cette plateforme permet d'obtenir des données satellitales prétraitées, avec la transformation des valeurs spectrales en réflectance de surface. Ce qui offre la possibilité de les exploiter sans avoir à opérer de corrections atmosphériques préalables.

Tableau 2 : Dates d'acquisition des images satellites utilisées pour les suivies cartographiques des superficies en eau libre et de l'occupation du sol dans le Haut Sebou.

	Année	Dates d'acquisition (MM-JJ)	Capteur
Hydropériode pluriannuelle 1 1987-1990	1987	04-30, 07-26, 08-20, 09-12, 10-30, 12-26	Landsat TM
	1988	02-19, 03-31, 06-19, 07-28, 09-07, 12-28	Landsat TM
	1989	03-09, 07-24, 10-03	Landsat TM
	1990	01-23, 03-28,05-31, 07-31, 09-13	Landsat TM
Hydropériode pluriannuelle 2 1999-2002	1999	01-25, 04-06, 07-20, 11-09	Landsat TM and ETM
	2000	01-11, 02-01, 04-24, 12-13	Landsat TM and ETM
	2001	01-30, 06-23, 07-24, 09-10, 12-08	Landsat TM and ETM
	2002	01-31, 05-25, 06-26, 07-20, 08-12, 09-29	Landsat TM and ETM
Hydropériode pluriannuelle 3 2014-2018	2014	04-30, 05-31, 07-04, 08-21, 10-30, 11-25	Landsat OLI
	2015	09-18, 11-28	Landsat OLI
	2016	01-31, 03-12, 05-22, 06-07	Landsat OLI
	2017	08-22, 10-09, 10-31, 12-03	Landsat OLI
	2018	02-14, 06-29, 10-03	Landsat OLI

En plus des images satellites, d'autres données d'OT ont été utilisées, notamment le Modèle Numérique de Terrain (MNT) SRTM 1 arc-s Global DEM (Shuttle Radar Topography Mission Global 1 arc-second) à 25m de résolution spatiale dans le but, entre autre, d'aider à cartographier et à délimiter les habitats humides. Enfin, d'autres données géoréférencées, non issues des outils d'OT, ont également été mobilisées pour cette étude. C'est le cas par exemple pour le calcul de certains indicateurs sur la démographie (Doxsey-Whitfield et al., 2015), ainsi que sur les barrages et les réservoirs à l'échelle de la zone d'étude (Lehner et al., 2011).

5.2.2. Données terrain

Pour l'interprétation et l'analyse des résultats du présent travail, les données collectées par les différents partenaires du projet WAMAN-Sebou (ex. résultats des enquêtes socio-économiques) ont également été utilisées. Cependant, ces études terrain n'ayant pas été menées sur la totalité de la zone cartographiée, mais uniquement sur 2 sites pilotes (à l'amont et l'aval du barrage Allal El Fassi et quelques communes entourant les lacs Aoua, Ifrah, Hachlaf, Aguelmame Afennourir, Aguelmame Tifounassine et Aguelmame Sidi Ali), l'utilisation de leurs résultats dans le cadre de ce travail ne concernera alors que ces régions.

5.3. Méthodologie

5.3.1. Suivi des superficies inondées

Les eaux de surface (ou eaux libres) ont été délimitées sur chaque image grâce à l'indice MNDWI (*Modified Normalized Difference Water Index*), développé par Xu (2006). C'est un dérivé du *Normalized Difference Water Index* ou NDWI (Gao, 1996) qui utilise la bande Moyen-Infrarouge ou MIR au lieu du Proche-Infrarouge (PIR). Cela permet de réduire et/ou de supprimer certains bruits générés par les sols, la végétation et l'urbain qui existent dans le NDWI (Xu, 2006). De plus, le seuillage de cet indice (ici à 0) permet de reclasser les pixels de chaque image en deux valeurs 0 et 1 (où 1 correspond aux surfaces inondées) :

$$MNDWI = (1 - (MIR \div V)) \div (1 = (MIR \div V))$$

Où MIR : Bande Moyen-Infrarouge et V : Bande Verte

Ainsi, il est possible de combiner l'ensemble des résultats calculés avec la formule précédente et de cartographier les dynamiques spatiotemporelles de l'eau de surface (Davranche, 2008, Davranche et *al.*, 2013). En effet, l'addition des rasters binaires (0 ou 1), pixel à pixel, permet de créer une seule carte représentant les dynamiques spatiotemporelles des eaux de surface (*Surface Water Dynamics* ou SWD) pour chaque hydropériode (Figure 6) et de définir, ainsi, l'étendue maximum de la superficie en eau libre durant cette dernière.

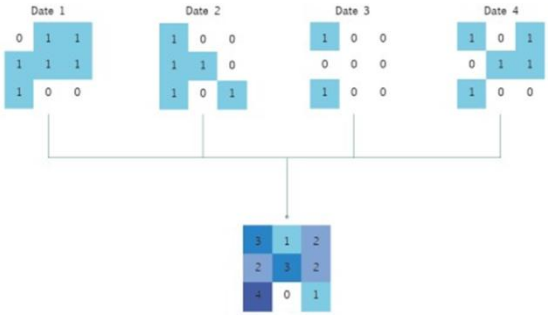


Figure 6 : Addition pixel à pixel des résultats du MNDWI et détermination des dynamiques spatiotemporelles des superficies en eau libre. Les degrés de submersion varient de 0 (jamais inondé) à N (inondé en permanence) où N correspond au nombre d'images utilisées.

Cependant, il faut noter que le MNDWI ne permet de distinguer que les pixels en eau dans les milieux ouverts. Autrement dit, ceux étant caractérisés par un couvert végétal dense ne sont pas bien repérées et certaines zones en eau, lorsqu'elles sont couvertes par cette végétation, pourraient apparaître comme étant exondées. Néanmoins, l'approche multi-date permet d'atténuer légèrement cet effet, du moins pour la végétation aquatique émergente se trouvant totalement ou partiellement sous l'eau une partie de l'année (Gastal, 2016 ; Perennou et *al.*, 2018).

5.3.2. Suivi de l'occupation du sol

Afin d'analyser l'évolution et les tendances de l'occupation et de l'utilisation des sols (*Land Use/Land Cover* ou LULC), deux cartes thématiques ont été produites pour les hydropériodes annuelles 1988 et 2018. L'approche cartographique utilisée se base sur une classification supervisée et orientée objet des images satellites (à l'aide du logiciel de traitement d'image GEOclassifier v2.4.1). C'est une méthode assez simple à mettre en œuvre et nécessitant essentiellement quatre étapes (Figure 7) :

a) **Segmentation des images :** Pour chaque hydropériode annuelle, un processus de segmentation est appliqué, afin de délimiter chaque objet thématique (ex. une terre cultivée, un lac, une route, une surface bâtie...etc.) en fonction des trois variables : spatiale, spectrale et temporelle ;

b) **Classification des images :** Les polygones de segmentation sont ensuite utilisés pour classer les images en entrée (sur la base de parcelles d'apprentissage "connues" et en appliquant l'algorithme de classification supervisée Maximum de Vraisemblance). Pour chaque hydropériode, le résultat est une carte thématique dont les classes LULC sont définies en fonction de la nomenclature hybride CORINE Land Cover / Ramsar (voir Tableau 3) ;

c) **Corrections post-classification :** L'avant dernière étape correspond aux corrections manuelles, sur la base des connaissances et/ou expérience propres à l'opérateur, mais également des données auxiliaires existantes (y compris les relevés terrain). L'objectif est de réduire autant que possible les erreurs de confusion identifiées ;

d) **Validation des résultats :** Enfin, une validation des cartes LULC de 2010 et 2018 a été réalisée à l'aide de l'outil en ligne LACO-Wiki (The Land Cover Validation Platform).

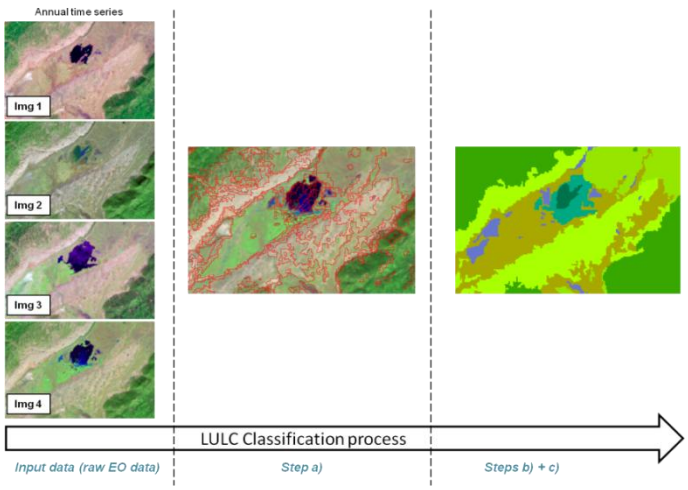


Figure 7 : Approche méthodologique pour la production des cartes LULC : a) Segmentation des images ; b) Classification de l'occupation du sol ; et c) Corrections post-classification.

5.3.3. Indicateurs spatialisés de suivi

Différents indicateurs de suivi ont été extraits à partir des données géoréférencées produites et/ou collectées précédemment, afin d'estimer l'impact du développement agricole durant les 3 dernières décennies sur l'état et les tendances des zones humides du Haut Sebou :

- Evolution de la superficie totale des habitats humides entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018
- Evolution de la superficie des habitats humides naturels entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018
- Evolution de la superficie des habitats humides artificiels entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018
- Evolution de la superficie totale en eau libre entre les 3 hydropériodes pluriannuelles 1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018
- Evolution de la superficie en eau libre au sein des zones humides naturelles entre les 3 hydropériodes pluriannuelles 1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018
- Evolution de la superficie en eau libre au sein des zones humides artificiels entre les 3 hydropériodes pluriannuelles 1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018
- Evolution des superficies cultivées entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018
- Estimation de l'intensification des pratiques agricoles entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018 (ex. passage d'une agriculture pluviale vers des terrains irrigués)
- Evolution du nombre et de la capacité des barrages et des réservoirs entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018
- Evolution des surfaces bâties entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018
- Conversion des terres en cultures entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018
- Conversion des terres en surfaces bâties entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018
- Evolution de la démographie au sein de la zone d'étude (à l'échelle de chaque commune), ainsi que sa composition (ex. population rurale *vs.* urbaine)

Partie VI : Résultats et discussions

6.1.Interprétation des principaux résultats

6.1.1. Evolution des superficies en eau libre

Les cartes de la Figures 8montrent l'étendue des superficies en eau libre pour les trois hydropériodes pluriannuelles 1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018.

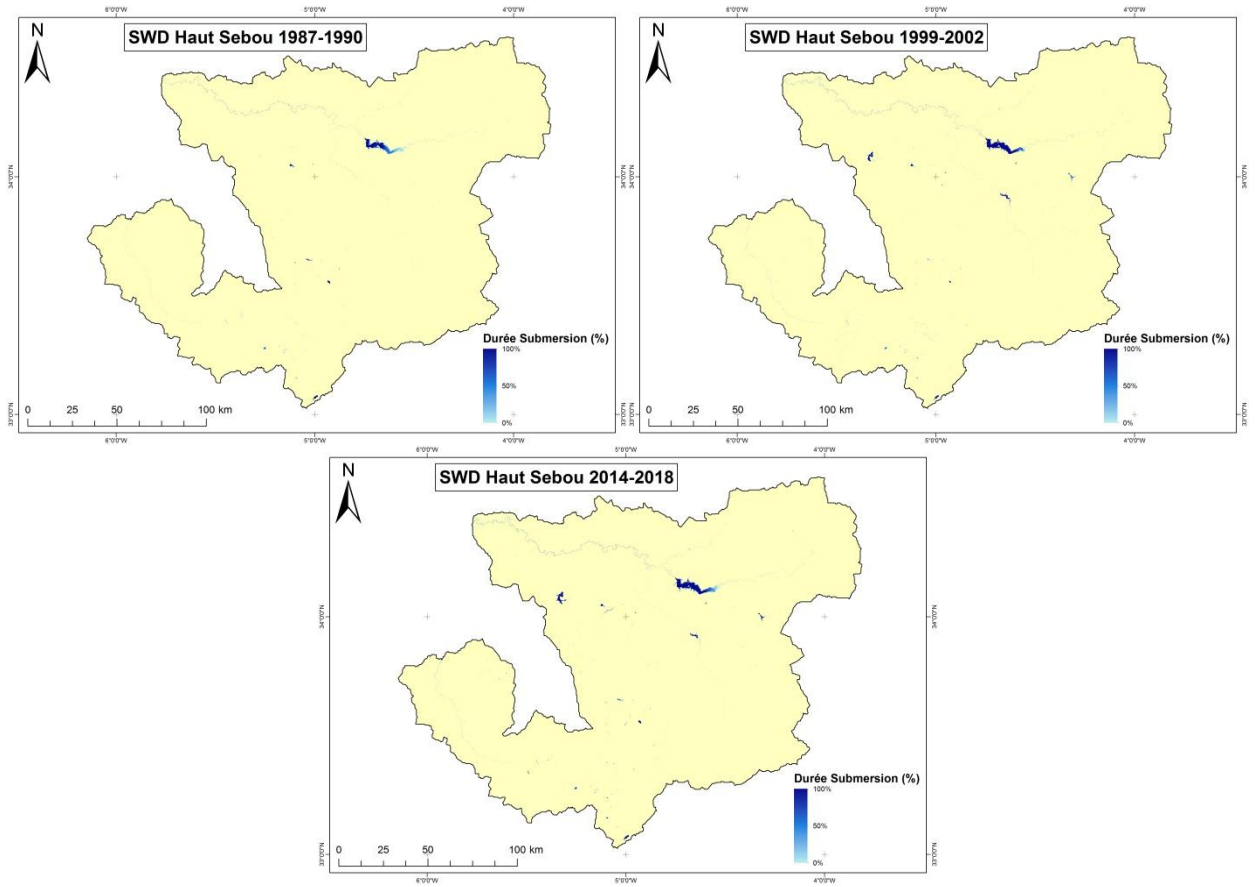


Figure 8 : Cartes des superficies en eau libre (SWD) à l'échelle du Haut Sebou, pour les trois hydropériodes pluriannuelles 1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018.

Selon les indicateurs spatiaux dérivés des cartes SWD précédentes (Figure 9), il semble que la superficie totale en eau libre ait augmenté de manière significative au cours des trois dernières décennies (+48% entre 1987 et 2018). Néanmoins, cette augmentation n'est pas également répartie entre les deux principales classes de submersion : zones inondées en permanence et temporairement. En effet, même si, à l'échelle de la zone cartographiée, les zones inondées en permanence représentent moins de surfaces que celles temporairement inondées (avec respectivement 38.39 km² et 101.89 km² pour la période 2014-2018 par exemple), la première classe montre une augmentation de plus de 157% entre 1987 et 2018 (de 14.91 km² à 38.39 km²), tandis que la deuxième a enregistré « seulement » 28% de hausse pendant la même période (de 79.59 km² à 101.89 km²).

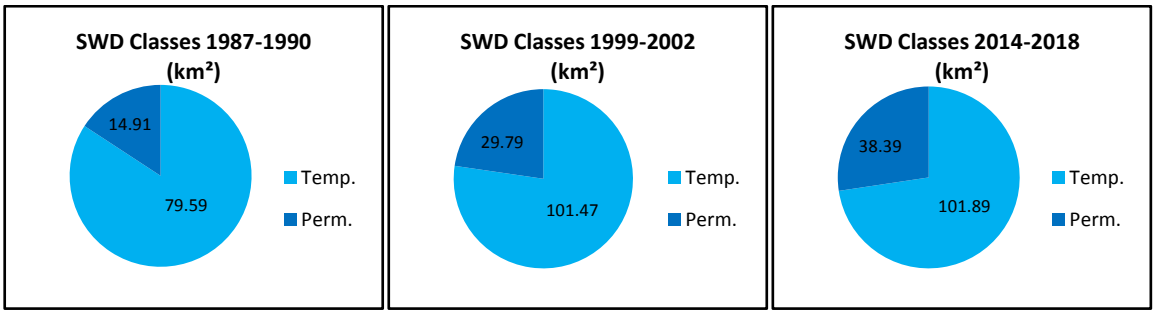


Figure 9 : Superficie des deux classes de submersion (temporaire et permanente) à l'échelle du Haut Sebou, pour les trois hydropériodes pluriannuelles étudiées (1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018).

En outre, il est important de noter que les dynamiques spatiotemporelles des eaux de surface diffèrent selon que l'on considère les zones humides naturelles et artificielles. En effet, les indicateurs spatiaux calculés (Figures 10 et 11) montrent que l'augmentation de la superficie totale en eau libre entre 1987 et 2018 est presque deux fois et demi plus importante dans les zones humides artificielles que dans les zones humides naturelles (respectivement 49.78% et 21.35%). Cette différence est encore plus exacerbée s'agissant des zones inondées en permanence, avec près de 184% d'augmentation pour les zones humides artificielles, alors que les zones naturelles ont observé une augmentation de seulement 5.46% pendant la même période.

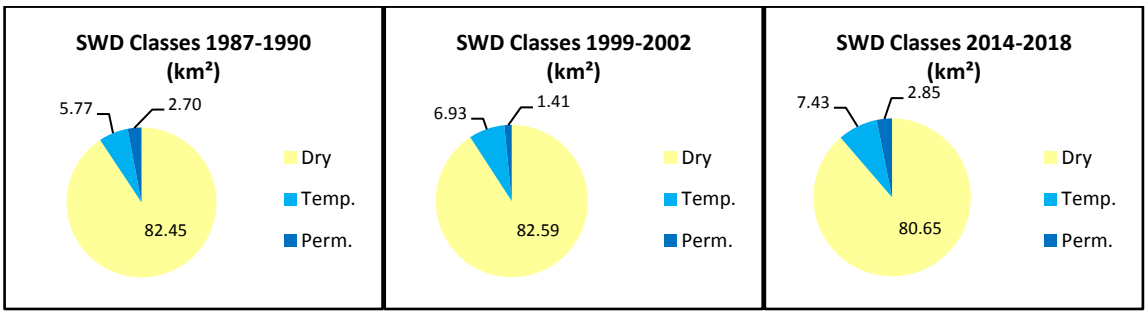


Figure 10 : Superficies des classes de submersion au sein des principales zones humides naturelles du Haut Sebou pour les trois hydropériodes pluriannuelles 1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018.

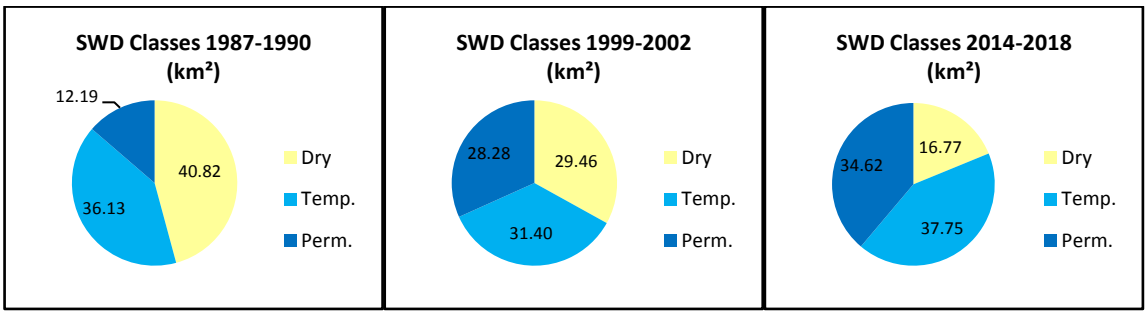


Figure 11 : Superficies des classes de submersion au sein des principales zones humides artificielles du Haut Sebou pour les trois hydropériodes pluriannuelles 1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018.

Les différences observées précédemment dans les tendances des régimes de submersion (permanent *vs.*temporaire) au sein de ces deux types de zones humides (naturelles *vs.* artificielles) sont notamment dues aux nombreuses infrastructures de stockage de l'eau de surface construites dans cette région entre 1988 et 2018. En effet, au cours de cette période, le nombre total de grands barrages et réservoirs (>8ha)

est passé de 5 à 12 unités, tandis que le nombre total de petits étangs (< 8 ha et dont l'usage est essentiellement agricole) est passé de 35 à 210 unités (voir les résultats 6.1.2.3). La Figure 12est une bonne illustration de l'impact de ces infrastructures sur la dynamique spatiotemporelle naturelle des eaux de surface (barrage de Sidi Chahed construit en 1996, essentiellement pour l'approvisionnement en eau potable de la ville de Meknès et des villages environnants, soutenir les industries locales et irriguer plus de 1000 ha de terres agricoles dans la vallée de l'Oued Mikkès).

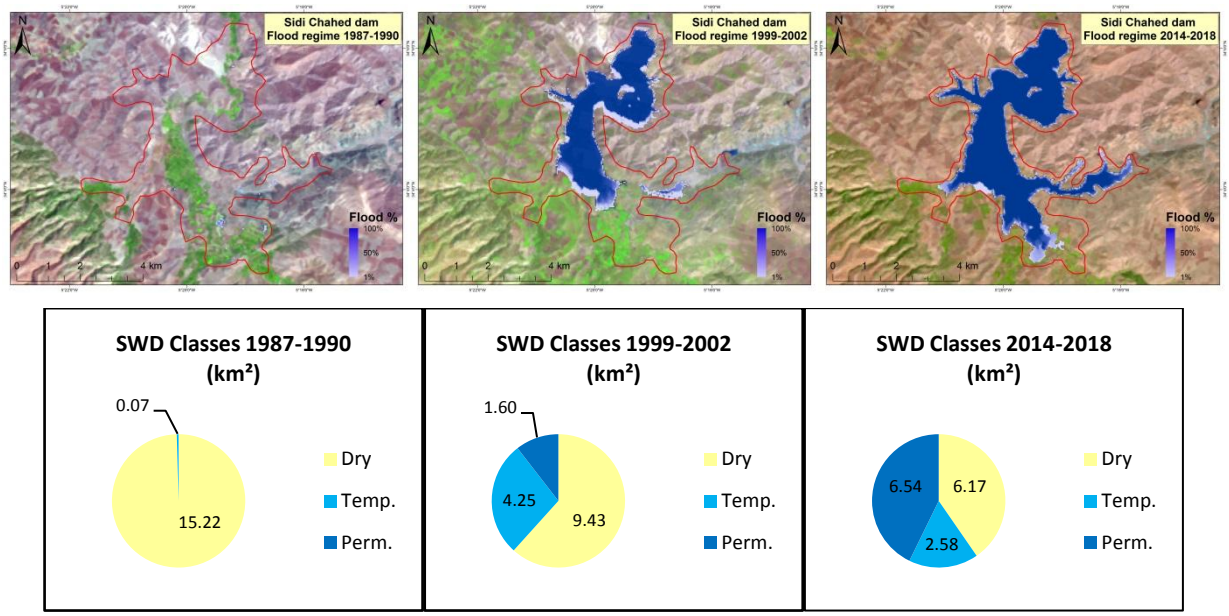


Figure 12 : Cartes (en haut) et indicateurs (en bas) représentant les dynamiques des superficies en eau libre au sein du barrage de Sidi Chahed (zone humide artificielle) pour les trois hydropériodes pluriannuelles 1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018.

Cependant, il est important de mentionner que pour les zones inondées temporairement, c'est la tendance inverse qui est observée : augmentation plus importante de ces superficies dans les zones humides naturelles, par rapport aux sites artificiels (respectivement +28.79 %, contre +4.50% entre 1987 et 2018). Cela pourrait en partie s'expliquer par le fait que, dans certains cas, on observe des changements graduels des régimes de submersion, passant progressivement de permanent à temporaire (ex. avec Dayet Aoua dans la Figure 13), avant de s'assécher complètement (dans certains cas).

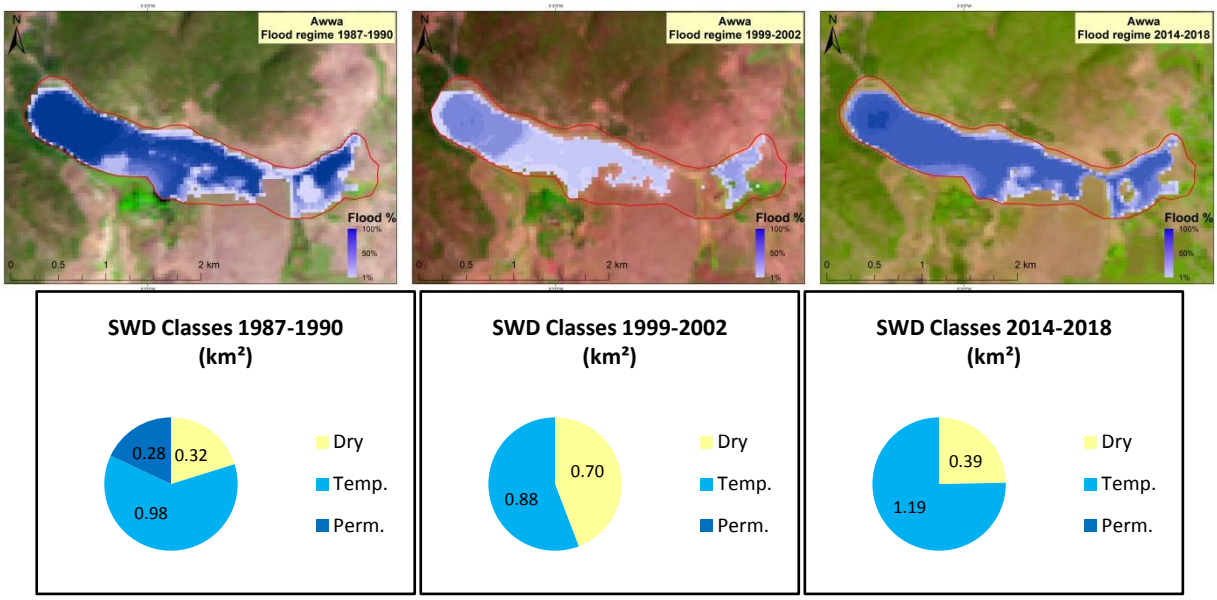


Figure 13 : Cartes (en haut) et indicateurs (en bas) représentant les dynamiques des superficies en eau libre au sein de Dayet Aoua (zone humide naturelle) pour les trois hydropériodes pluriannuelles 1987-1990, 1999-2002 et 2014-2018.

En conclusion, à l'échelle de la zone suivie (Haut Sebou), les dynamiques spatiotemporelles des eaux de surface et leurs régimes d'inondation ont subi des modifications importantes entre 1987 et 2018. Celles-ci pourraient avoir un lien de cause à effet avec les stratégies de gestion de l'eau mises en œuvre dans le bassin du Sebou au cours des dernières décennies. Elles même conséquence directe d'une volonté affichée des autorités gouvernementales d'augmenter la superficie des terres irriguées (ex. dans le cadre du PMV et du PAR Fès-Meknès), ou encore d'une demande croissante en eau potable due à la forte croissance démographique observée dans cette région entre 1990 et 2018 (passant de 2.41M hab. en 2000 à 3.60M hab. en 2015 pour toutes les communes situées au sein de la zone d'étude, soit plus de 33% de croissance),voire aux deux. Cependant, il est bien connu que la dynamique et les tendances des eaux de surface dépendent aussi fortement des variables climatiques (en particulier les températures, les précipitations et l'évapotranspiration). Il serait donc fortement recommandé que les résultats fournis ici soient également croisés avec ces paramètres, afin de déterminer la part des tendances observées dues à la variabilité climatique, celle qui serait liée à d'autres facteurs d'origine anthropogénique(mises en eau et assèchements) et celle qui serait due à une synergie entre tous ces éléments.

6.1.2. Changements de l'occupation du sol

En Méditerranée, les habitats naturels, dont ceux des zones humides, sont soumis à différentes pressions anthropiques qui engendrent leur dégradation et leur destruction suite, dans la plupart des cas, à leur conversion en terres agricoles, en terres urbanisées ou en étendues de stockage d'eau (OZHM, 2018).

L'utilisation des images satellites a permis d'étudier l'évolution de l'occupation du sol entre 1988 et 2018 sur l'ensemble du Haut Sebou (Figures 14 et 15, voir aussi Annexes).

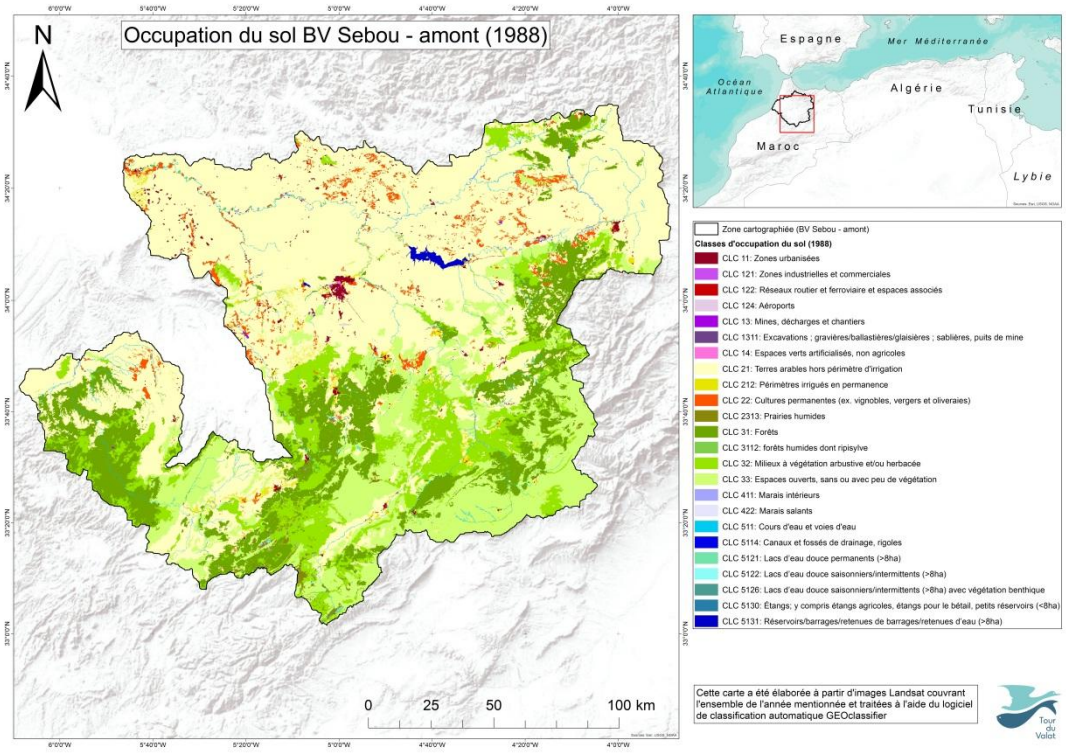


Figure 14 : Carte de l'occupation du sol (LULC) à l'échelle du Haut Sebou, pour l'hydropériode annuelles 1988 (produite à partir d'images Landsat TM).

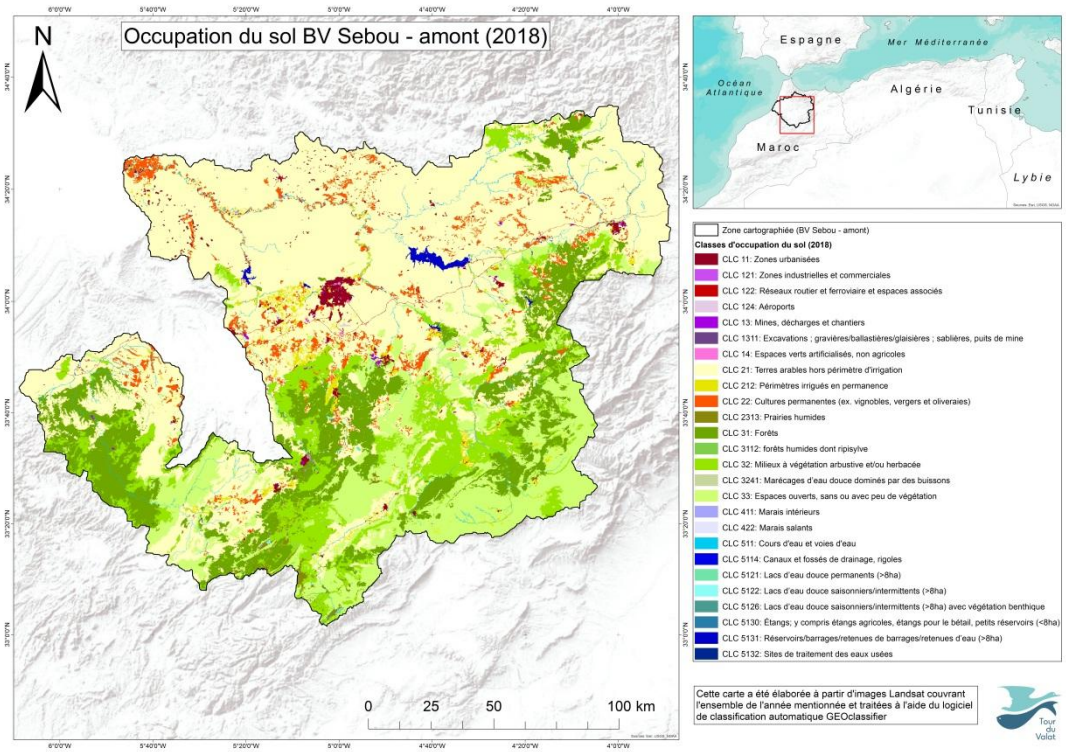


Figure 15 : Carte de l'occupation du sol (LULC) à l'échelle du Haut Sebou, pour l'hydropériode annuelles 2018 (produite à partir d'images Landsat OLI).

Au total, 26 classes LULC ont été identifiées à partir de l'interprétation et la classification des images satellites des deux hydropériodes annuelle 1988 et 2018 (avec un taux d'erreur global ~12.3%). Ces

dernières sont définies selon la nomenclature hybride CLC-Ramsar (Tableau 3) et pourrait être regroupée en 5 grandes catégories de classes (Figure 16) :

1) **Terrains bâtis**(estimation du taux d'erreur de classification ~4.00%) ;
2) **Terres agricoles**(estimation du taux d'erreur de classification ~2.04%) ;
3) **Habitats naturels non humides** (estimation du taux d'erreur de classification ~3.80%) ;
4) **Habitats naturels humides** (estimation du taux d'erreur de classification ~4.48%) ; et
5) **Habitats humides artificiels** (estimation du taux d'erreur de classification ~17.88%).

Tableau 3 : Superficie (en Km^2) des 26 classes LULC sur l'ensemble du Haut Sebou et leur évolution entre 1988 et 2018.

Classe	Catégorie	Surf. 1988 (Km^2)	Surf. 2018 (Km^2)	2018-1988 (km^2)	2018-1988 (%)
Zones urbanisées	**1**	147.73	219.16	71.42	48.35%
Zones industrielles et commerciales	**1**	1.00	3.79	2.80	281.01%
Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	**1**	4.31	27.04	22.73	527.18%
Aéroports	**1**	2.29	2.68	0.39	17.04%
Mines, décharges et chantiers	**1**	5.88	20.52	14.64	249.00%
Excavations ; gravières/ballastières/glaisières/sablières, puits de mine	**5**	0.08	0.20	0.12	148.35%
Espaces verts artificialisés, non agricoles	**1**	2.32	6.09	3.78	162.91%
Terres arables hors périmètre d'irrigation	**2**	10 792.27	10 685.23	-107.04	-0.99%
Périmètres irrigués en permanence	**2**	196.21	347.20	150.99	76.96%
Cultures permanentes (ex. vignobles, vergers et oliveraies)	**2**	403.20	712.83	309.63	76.79%
Prairies humides	**4**	125.63	110.53	-15.10	-12.02%
Forêts	**3**	3 087.70	3 013.46	-74.24	-2.40%
Forêts humides dont ripisylve	**4**	26.93	14.78	-12.15	-45.11%
Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée	**3**	2 304.04	2 191.78	-112.26	-4.87%
Marécages d'eau douce dominés par des buissons	**4**	0.00	0.21	0.21	N/A
Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation	**3**	3 502.32	3 235.76	-266.56	-7.61%
Marais intérieurs	**4**	38.15	21.04	-17.12	-44.86%
Marais salants	**5**	0.55	0.62	0.08	14.19%
Cours d'eau et voies d'eau	**4**	180.03	180.82	0.79	0.44%
Canaux et fossés de drainage, rigoles	**5**	0.16	0.45	0.29	176.92%
Lacs d'eau douce permanents (>8ha)	**4**	4.46	3.47	-0.99	-22.22%
Lacs d'eau douce saisonniers/intermittents (>8ha)	**4**	4.25	4.77	0.52	12.23%
Lacs d'eau douce saisonniers/intermittents (>8ha) avec végétation benthique	**4**	0.20	0.14	-0.05	-27.98%
Étangs; y compris étangs agricoles, étangs pour le bétail, petits réservoirs (<8ha)	**5**	0.84	4.13	3.29	393.65%
Réservoirs/barrages/retenues de barrages/retenues d'eau (>8ha)	**5**	50.22	73.95	23.73	47.25%
Sites de traitement des eaux usées	**5**	0.00	0.11	0.11	N/A
Total		**20 880.77**	**20 880.77**		

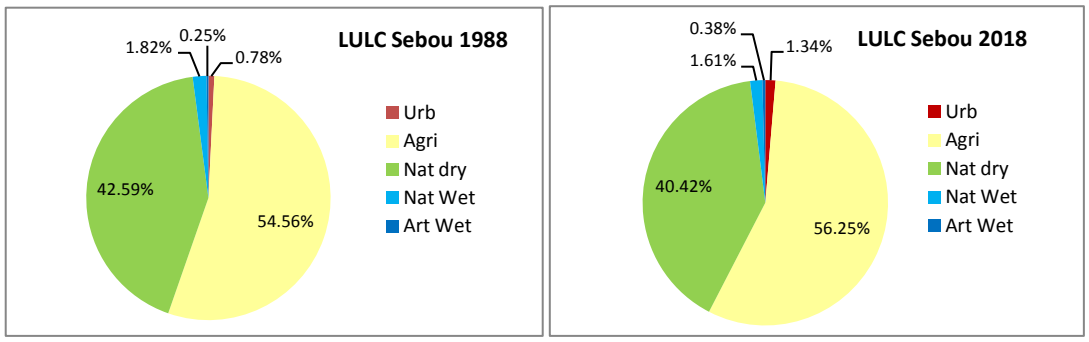


Figure 16 : Evolution des 5 grandes catégories des classes d'occupation du sol au sein de la zone cartographiée (Haut Sebou), entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018.

Selon les résultats précédents, on constate les tendances générales suivantes :

- Une nette progression des terrains bâtis, avec plus de 115 km² entre 1988 et 2018 (soit une croissance supérieure à 70%) ;
- Une légère augmentation des terres agricoles (+3%) ;
- Un recul important des habitats naturels non humides, avec plus de 453 km^2 de perte entre 1988et 2018 (soit -5%) ;
- Une très forte augmentation de la superficie des habitats humides artificielles (+53%), essentiellement des barrages et des réservoirs.

6.1.2.1. Développement agricole

Selon les cartes et les statistiques précédentes, plus de la moitié de la superficie étudiée était déjà cultivée en 1988 (54.56%). Ce taux a légèrement augmenté en 30 ans (+3.10%). Cependant, si l'on considère la superficie totale cartographiée (> 20 880 km²), cela représente néanmoins une augmentation de plus de 353 km² (ce qui signifie que près de 2% du territoire couvert a été converti en terres agricoles en l'espace de 30 ans).

6.1.2.1.1. Régression des cultures non-irriguées (pluviales)

Si l'on examine les indicateurs de changement LULC pour les classes détaillées (voir Tableau 3), il semble que la superficie des cultures non-irriguées (principalement la production céréalière ici, qui représente également les taux de couverture les plus élevés à l'échelle de l'ensemble de la zone cartographiée, avec plus de 51% pour les deux années étudiées) ait légèrement diminué entre 1988 et 2018 (-1% environ). Cependant, ce résultat ne signifie pas que l'activité agricole soit en déclin dans le Haut Sebou. Mais met plutôt en évidence les changements observés dans les pratiques agricoles au cours des dernières décennies au Maroc : intensification de ces dernières, avec notamment la conversion progressive des cultures pluviales en cultures irriguées et/ou permanentes (plus de 85% des conversions comme indiqué dans la Figure 17).

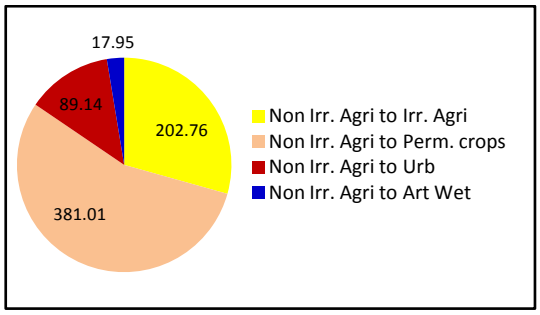


Figure 17 : Conversions des cultures non-irriguées entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018 (en km²), à l'échelle de la zone cartographiée (Haut Sebou). Ici, la classe « Cultures permanentes » se réfère essentiellement aux vignobles et autres arboricultures (olives, cerises, pommes, pêches,…etc.).

6.1.2.1.2. Intensification des pratiques agricoles

L'étude des changements LULC entre 1988 et 2018 montre une nette progression des terres irriguées et des cultures permanentes (ex. les pommiers et les oliveraies), avec respectivement +151 km² et +310 km². Ces augmentations ont été observées principalement au détriment des cultures non-irriguées (voir 6.1.2.1.1). Néanmoins, il est important de noter que les habitats naturels sont également impactés par ces conversions, notamment les habitats naturels non-humides : 34% des terres irriguées et des cultures permanentes nouvellement créées entre 1988 et 2018 étaient des habitats naturels non-humides avant 1988 (essentiellement des forêts de maquis, de la végétation arbustive et des prés naturels secs) et, dans une moindre mesure, des habitats humides naturels (~9% de ce type de conversion des terres).

Cependant, même si, comparativement à d'autres habitats naturels, les habitats humides naturels du Haut Sebou restent relativement épargnés par les impacts directs de cette intensification agricoles (perte nette due aux conversions de terres), l'impact indirect sur leur écologie serait, quant à lui, beaucoup plus significatif (ex. réduction des ressources en eau douce disponibles pour les écosystèmes humides naturels, modification des régimes de submersion, ou encore pollution des eaux de surface et souterraines à cause de l'utilisation intensive des intrants chimiques). Un exemple pertinent à cet égard pourrait être celui du lac Aoua. En effet, certaines des images satellites acquises attestent clairement d'une expansion très importante des terres irriguées et des cultures permanentes entre 1987 et 2018. Alors que la superficie des eaux de surface du lac a presque totalement disparu durant cette même période (Figure 18). Même s'il n'est pas encore totalement démontré que l'assèchement progressif de cette zone humide au cours des deux dernières décennies est directement lié à l'introduction de certaines nouvelles pratiques agricoles dans ses environs proches (en particulier la production de pommes, encouragée par les très larges subventions accordées par les autorités étatiques), il est clair que cette dernière représente une réelle menace sur les habitats humides, notamment avec le pompage excessif des eaux souterraines pour irriguer ces nouvelles cultures (le fonctionnement hydrologique de cette zone humide naturelle étant directement lié à celui de sa nappe d'eau souterraine).

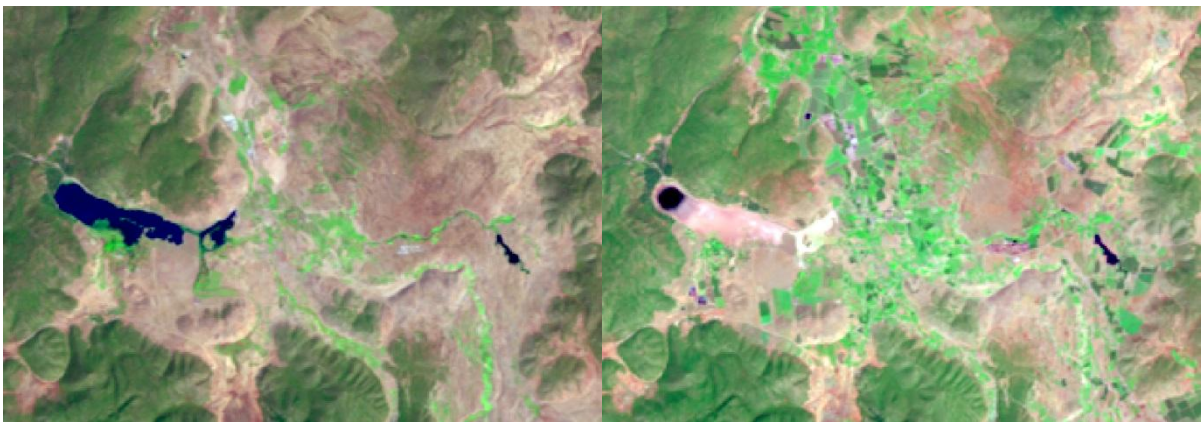


Figure 18 : Images Landsat du lac Aoua (à gauche : 1987-08-20. A droite : 2017-08-22. R/V/B = MIR/PIR/V). La comparaison des 2 images montre une nette progression des terres irriguées et des cultures permanentes dans les plaines entourant le lac (vert clair), accompagnée d'une diminution de la surface en eau libre (bleu foncé).

6.1.2.2. Expansion urbaine

Avec plus de 70 % d'augmentation (le taux d'évolution le plus élevé parmi les cinq grandes catégories des classes LULC), les surfaces bâties (zones urbaines et périurbaines, industries, routes, aéroports,...etc.) ont également fortement progressées entre 1988 et 2018 (de 164 km² à 279 km²). Ceci s'est fait essentiellement au détriment des terres agricoles et, à moindre mesure, des habitats naturels non-humides et des habitats humides naturels (Figure 19).

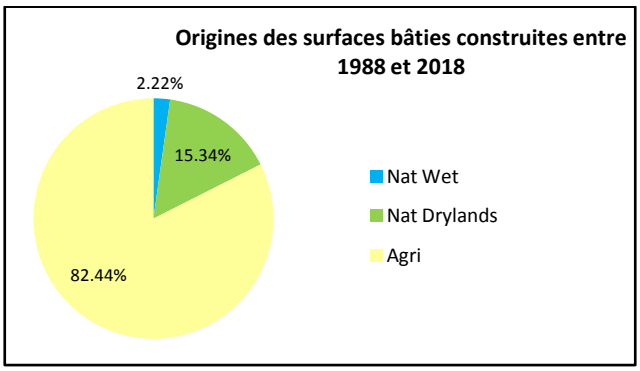


Figure 19 : Perte des milieux agricoles et naturels au profit de l'expansion urbaine entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018 (en %), à l'échelle du Haut Sebou.

Selon la Figure 20, même si l'étalement urbain observé est relativement généralisé à l'échelle de l'ensemble des sous-bassins versants du Haut Sebou, il est cependant important de noter que son expansion au niveau des 5 plus grandes villes de cette région (à savoir : Azrou, Fès, Ifrane, Sefrou et Taza), outre la construction de la nouvelle autoroute qui la divise en deux parties selon un axe NE-SO, totalisent à elles seules plus de 66% des nouvelles surfaces bâties entre 1988 et 2018. C'est notamment le cas de la ville de Fès, dont la superficie urbanisée a littéralement doublé en 30 ans (passant de 37 km² à 74 km²), tel qu'illustré dans la Figure 21.

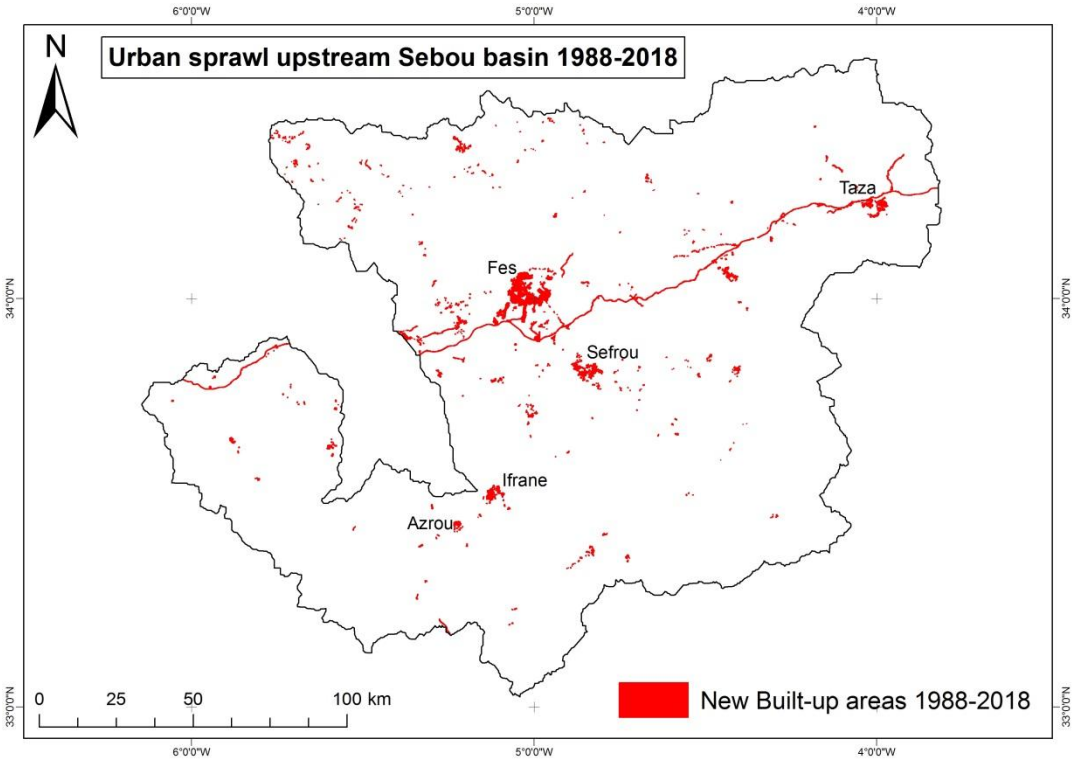


Figure 20 : Carte représentant l'expansion urbaine à l'échelle du Haut Sebou, entre les deux hydropériodes annuelles 1988 et 2018.

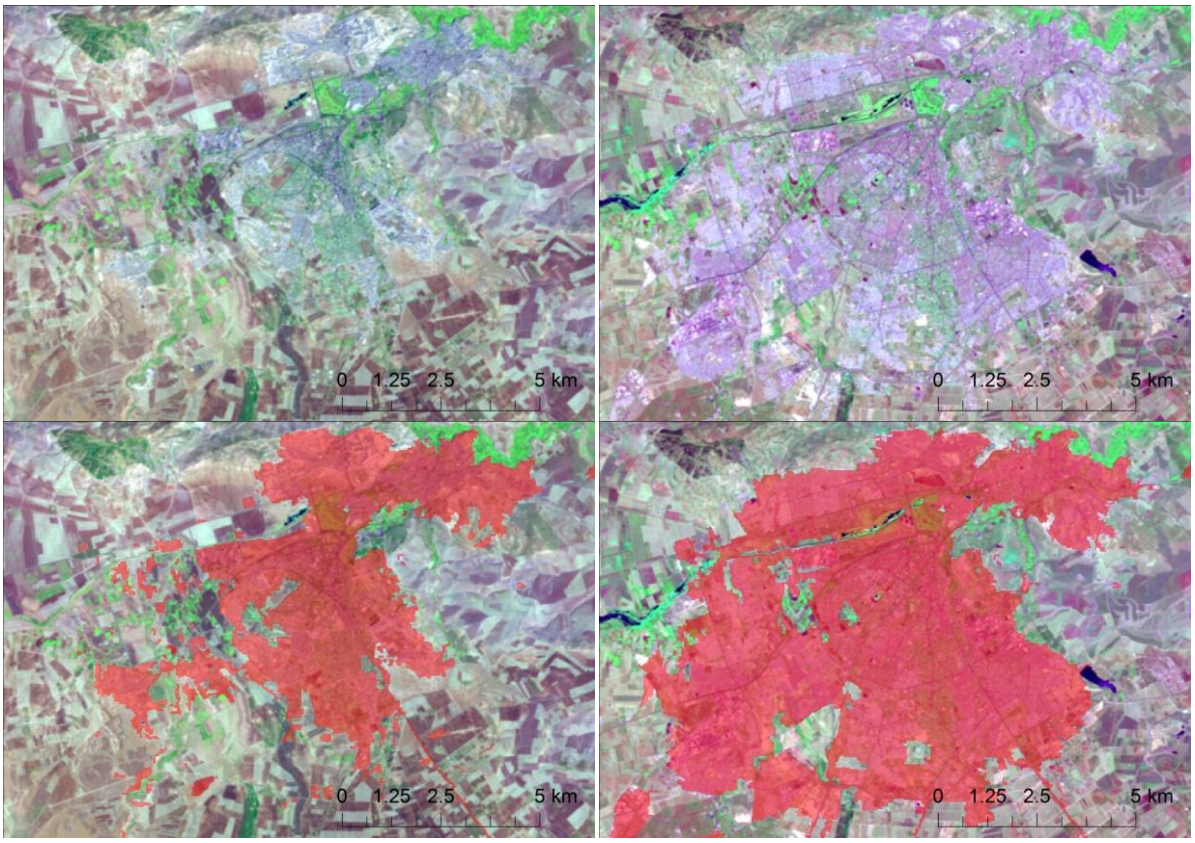


Figure 21 : Images Landsat de la ville de Fès (en haut à gauche : 1988-09-07 ; à droite : 2018-06-29. R/V/B = MIR/PIR/V) et délimitation des surfaces bâties en rouge (en bas, 1988 à gauche et 2018 à droite).

6.1.2.3. Habitats humides artificiels : augmentation de la capacité de rétention des eaux de surface au sein du Haut Sebou

Les indicateurs dérivés des cartes LULC 1988 et 2018 (voir Tableau 3 et Figure 16) montrent que, outre les terres agricoles et les zones urbaines, la superficie des habitats humides artificiels a également fortement augmenté au sein du Haut Sebou (+53%, soit le deuxième taux d'accroissement le plus élevé après les zones urbaines). Ceci est essentiellement dû aux nombreux sites de stockage de l'eau de surface ayant été construits dans cette région au cours des 30 dernières années (Figure 22).

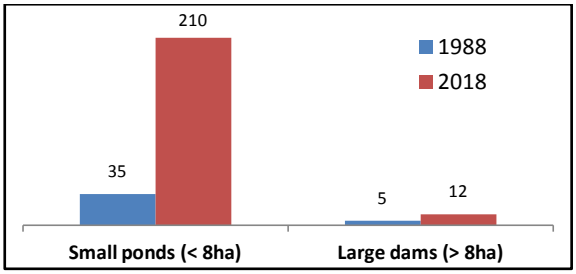


Figure 22 : Evolution du nombre de sites dédiés au stockage des eaux de surface (barrages et réservoirs) identifiés au sein du Haut Sebou pour les deux hydropériodes annuelles suivies (1988 et 2018)

Même si les très grandes retenues d'eau ont généralement des usages multiples (approvisionnement en eau potable, irrigation, production d'énergie, protection contre les crues, soutien aux activités industrielles,...etc.), la plupart desautres infrastructures (en particulier les moyennes et les petites) sont destinées essentiellement au développement agricole, en stockant autant que possible les eaux de surface disponibles à des fins d'irrigation (Qadem, 2015). En effet, selon la carte de la Figure 23, la plupart de ces ouvrages nouvellement créés après 1988, se concentrent dans des régions où l'on observe également une augmentation significative des culturesdites intensive (ex. avec la vallée de Saïss dans la Figure 24).

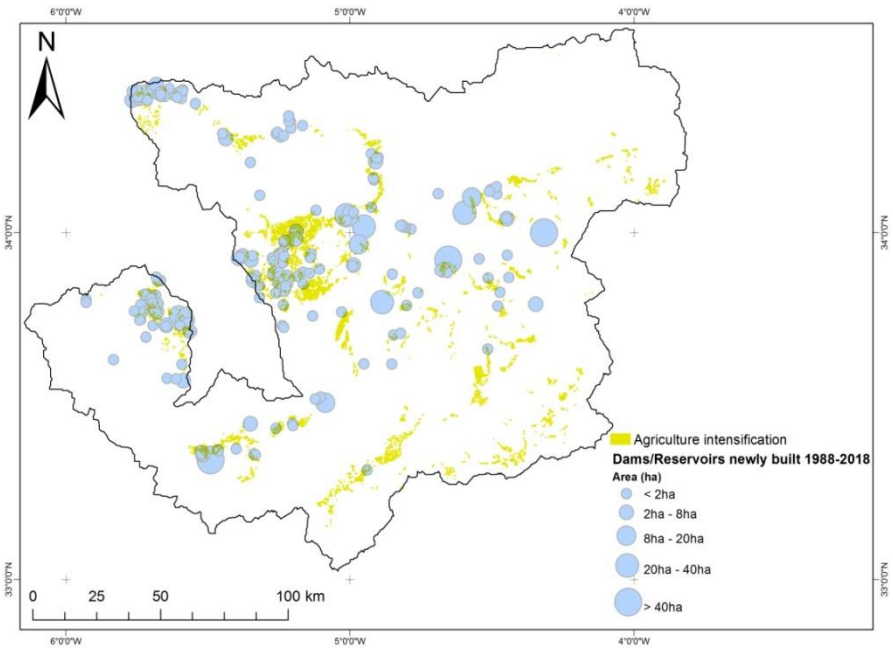


Figure 23 : La plupart des régions où les pratiques agricoles se sont intensifiées entre 1988 et 2018, ont également connues une nette augmentation du nombre de barrage et de réservoirs.

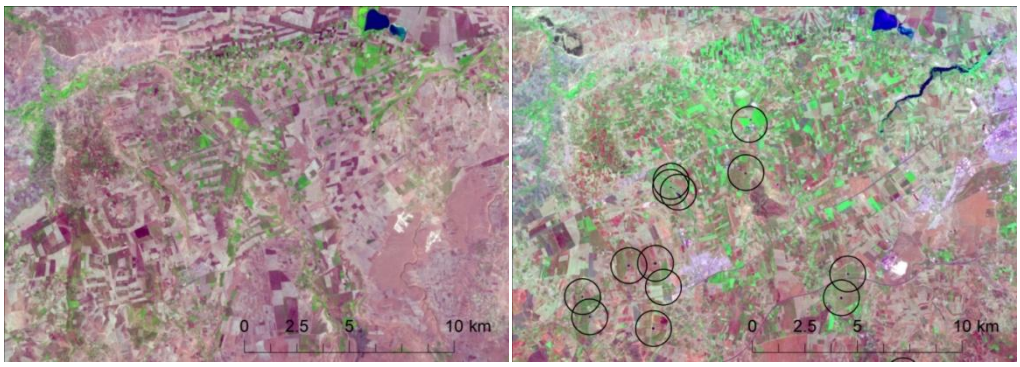


Figure 24 : Images Landsat de la vallée de Saïss (à gauche : 1988-07-28 ; à droite : 2018-06-29. R/V/B = MIR/PIR/V), avec la location des principaux réservoirs construits entre 1988 et 2018 (cercles noirs).

6.1.2.4. Impacts sur les habitats humides naturels

Il est évident que toutes les transformations décrites précédemment pourraient avoir des impacts considérables sur les habitats naturels, y compris ceux des zones humides.

6.1.2.4.1. Perte des habitats humides naturels

Le principal impact des changements observés sur les habitats humides naturels du Haut Sebou, serait leur perte directe par transformation (Figure 25). En effet, selon les indicateurs extraits des cartes LULC, plus de 43 km² d'habitats humides naturels ont été convertis entre 1988 et 2018. Ceci représente une perte nette d'environ 1/10ème de la superficie totale de ces milieux en à peine trois décennies (11.56%). Ces derniers ont été principalement transformés en terres agricoles, en habitats humides artificiels et en zones urbaines (respectivement 88%, 7% et 4% des conversions entre 1988 et2018).

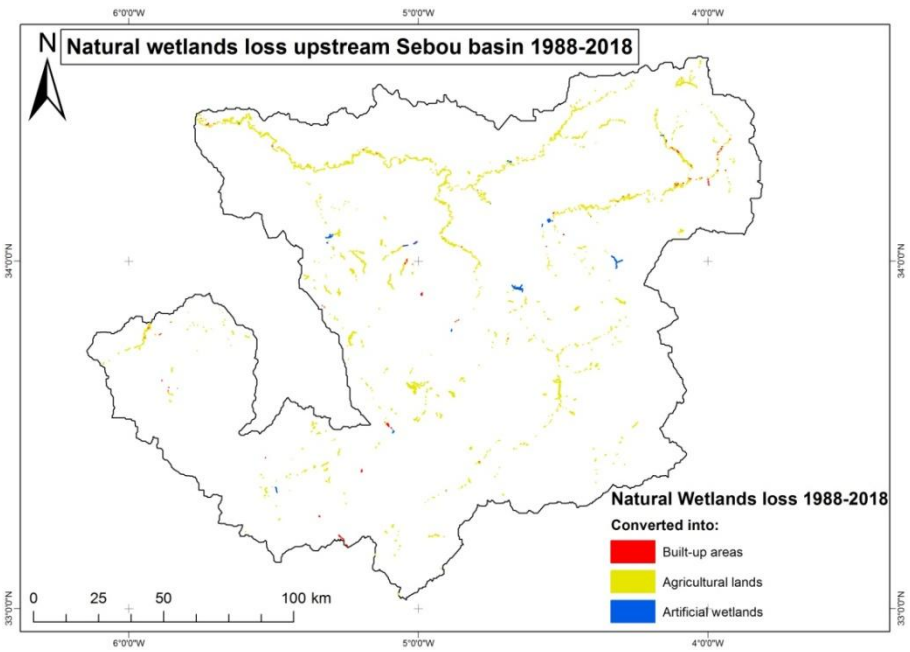


Figure 25 : Carte des habitats humides naturels du Haut Sebou perdus par conversion.

Tous les habitats humides naturels ne sont pas confrontés de la même façon à ces changements. Selon les indicateurs calculés à partir des classes LULC détaillées (voir Tableau 3), il semblerait que les forêts de ripisylve et les marais intérieurs d'eau douce (principalement ceux des plaines alluviales) ont observé les régressions les plus importantes parmi tous les habitats humides naturels (avec respectivement -45.10% et -44.86%). Cela pourrait s'expliquer par le fait que les créations de nouvelles terres agricoles (principal facteur de pression affectant les milieux humides naturels dans la région) se concentrent, dans la plupart des cas, essentiellement dans les zones de plaine (souvent au détriment des habitats humides naturels, tels que les marais alluviaux ou encore les forêts de ripisylve). La Figure 26 en est une bonne illustration : conversion d'une petite zone humide de plaine (~0.06 km²) en cultures entre 1988 et 2018.

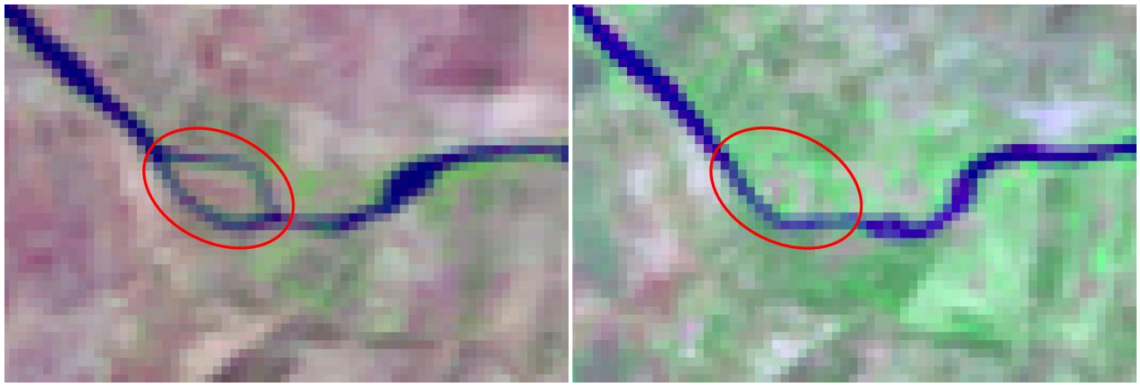


Figure 26 : Images Landsat d'un tronçon de l'oued Sebou (à gauche : 1988-07-28 ; à droite : 2018-06-29. R/V/B = MIR/PIR/V), illustrant la perte d'un habitat humide naturel de plaine alluviale par sa conversion en cultures.

6.1.2.4.2. Impacts sur la biodiversité et altération des fonctions écologiques

Le prélèvement et la surexploitation des ressources en eau douce pourraient également modifier les caractéristiques écologiques des habitats humides naturels et impacter, ainsi, certaines de leurs fonctions et la biodiversité qu'ils abritent. Ceci est particulièrement vrai s'agissant des fonctions hydrologiques et biologiques, en particulier lorsque ces milieux sont sujets à des assèchements prolongés et répétés.Au sein du Haut Sebou, ces assèchements pourraient être le plus couramment dus aux différents prélèvements par pompage pour l'irrigation des cultures (souvent illicites). Un des impacts majeurs serait alorsla privation de la faune sauvage, notamment aviaire, des quantités minimums d'eau nécessaires à son épanouissement et, par conséquent, la diminution des effectifs et de l'abondance des espèces. Ce phénomène étantdéjà observé de manière alarmante ces dernières années au niveau des lacs Ifrah, Hachlaf, Afourgagh et A. n'Tifounassine (WWF, 2011).

6.1.2.4.3. Artificialisation des habitats humides naturels

Près de 7% des pertes en habitats humides naturels l'ont été à cause de leur conversion en milieux humides artificiels. Le plus souvent, suite à leur submersion totale après la mise en eau des nouveaux barrages et réservoirs (Figure 27).

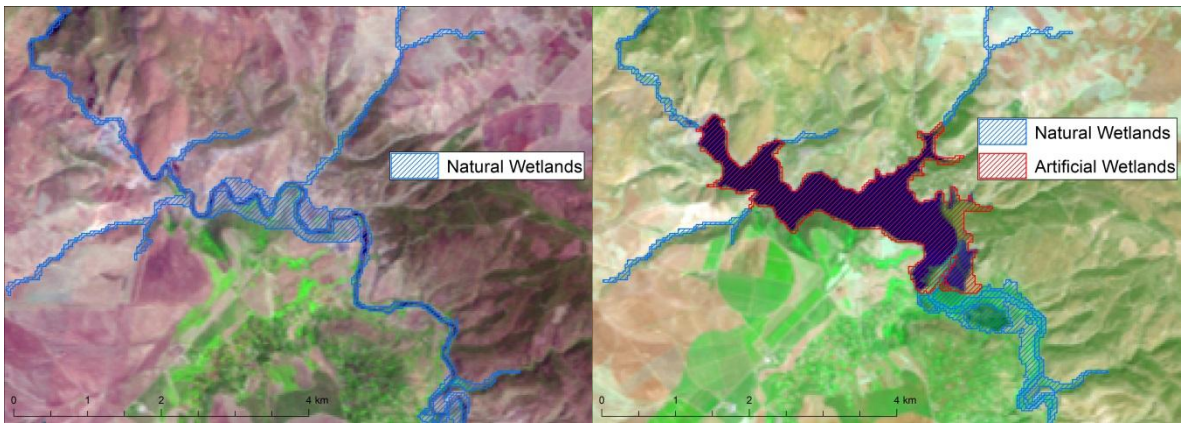


Figure 27 : Images Landsat du barrage Allal El Fassi (à gauche : 1988-07-28 ; à droite : 2018-06-29. R/V/B = MIR/PIR/V), illustrant la perte des habitats humides naturels suite à sa mise en eau.

En plus de la perte d'habitats naturels, cette artificialisation des cours d'eau a également des impacts non négligeables sur leur continuité écologique(Lévêque, 2005) :

- Transformation des écosystèmes dynamiques en milieuxartificiels lacustres stratifiés, souvent en aval et perdant ainsi une majeure partie des habitats naturels inondables nécessaire au bon fonctionnement écologique des cours d'eau ;
- Rupture de la connectivité linéaire des écosystèmes humides liés aux cours d'eau et leur fragmentation, entravant ainsi la circulation des organismes qui ont besoin de migrer pour accomplir leur cycle biologique (ce qui peut engendrer la disparition de plusieurs espèces) ;
- Impact sur les écosystèmes côtiers, avec l'accentuation de l'érosion marine due aux déficits sédimentaires engendrés par les barrages ; et
- Interruption non seulement du flux des sédiments mais aussi le flux des éléments nutritifs avec des conséquences sur la productivité dessols à l'aval des cours d'eau ;

6.1.2.5. Habitats naturels non-humides : les véritables perdants ?

Le solde des superficies en habitats naturels non-humides (l'ensemble des classes LULC naturelles hors milieux humides selon la définition Ramsar, telles que les forêts, les milieux à végétation arbustive, les prairies naturelles sèches, les steppes,…etc.) entre 1988 et 2018 a enregistré une baisse de 5.09%. Même si ce taux est moins important par rapport à celui des habitats humides naturels, le chiffre brut est significativement plus élevé, compte tenu de la large couverture spatiale de ces habitats au sein de la zone cartographiée (recul de -453 km² en 30 ans, ce qui représente le déclin le plus important parmi les cinq grandes catégories des classes LULC regroupées).

Selon les indicateurs de changement dérivés à partir des cartes et présentés dans la Figure 28, le développement agricole semble être la principale cause de la perte de ces habitats, avec plus de 95% des conversions (84.82% en cultures non-irriguées, 7.21% en cultures permanentes telles que les arbres fruitiers et 3.73% en terres irriguées).

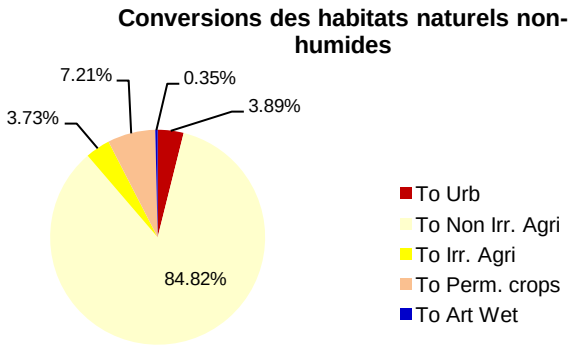


Figure 28 : Taux de conversion des habitats naturels non-humides entre 1988 et 2018 au sein du Haut Sebou.

Ces résultats, combinés à ceux de la régression des cultures non-irriguées (voir 6.1.2.1.1), mettent en évidence ce que l'on pourrait appeler « le décalage spatial des cultures non-irriguées ». En théorie, les superficies de ce type de cultures auraient dû fortement diminuer, notamment en raison de leur transformation en cultures permanentes (ex. arbres fruitiers, vignes,…etc.) ou en terres irriguées (voir Figure 17). Cependant, elles demeurent relativement stables durant la période étudiée avec moins de 1% de perte (voir Tableau 3). Parallèlement, l'ensemble des habitats naturels (humides et non-humides) continuent à être détruits, principalement par leur conversion en zones de cultures non-irriguées (voir Figures 25 et 28). Cela signifie que les pertes en cultures pluviales (essentiellement engendrées par l'intensification des pratiques agricoles) sont quasi systématiquement compensées par leur étalement au détriment des espaces naturels. Cette double pression sur le foncier provoquerait alors ce phénomène de glissement ou de décalage spatial des zones de cultures non-irriguées, qu'on observe dans le Haut Sebou entre 1988 et 2019 (Figure 29).

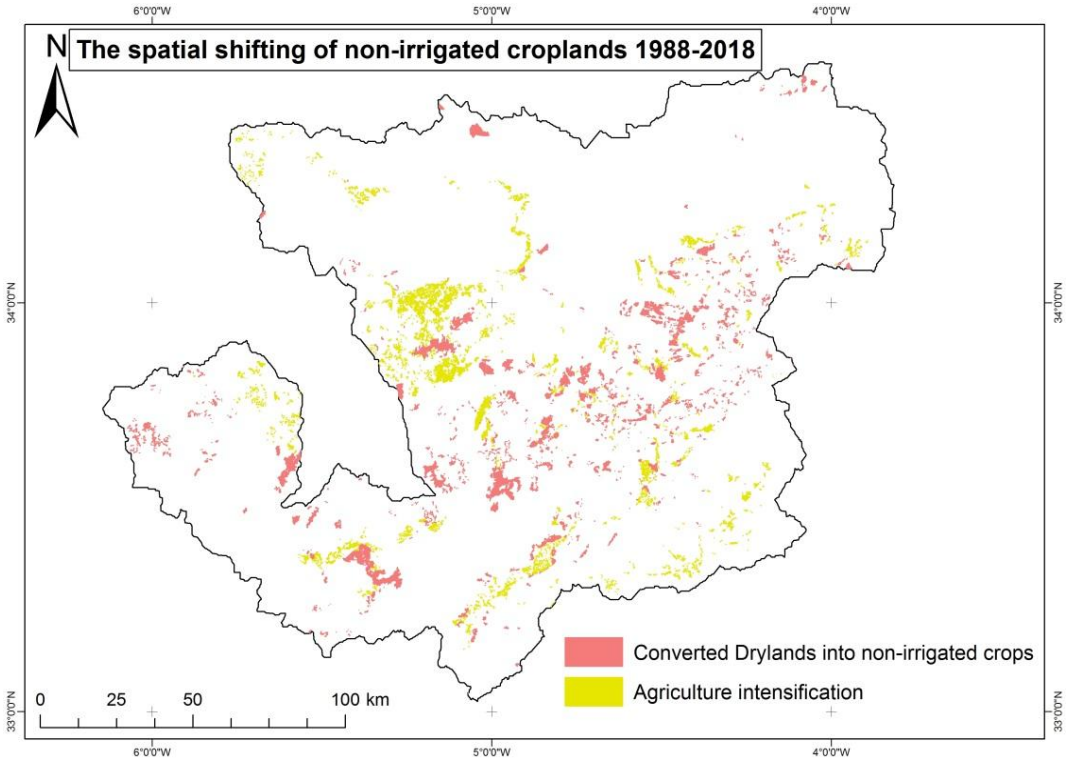


Figure 29 : Carte du Haut Sebou montrant la perte des zones de cultures non-irriguées entre 1988 et 2018 (en raison de l'intensification des pratiques agricoles), qui est quasi systématiquement compensée par leur étalement au détriment des espaces naturels (ici les habitats naturels non-humides).

6.1.3. Evolution de la démographie

Au cours de la période 2000-2015, la population totale du Haut Sebou a enregistré un taux de croissancede ~13% (passant de 3 163 189 à 3 573 734 habitants).Cette augmentation est due essentiellement à la progression de la population urbaine(Figure 30).Quant à la population rurale, elle a également connu unaccroissement, mais deux fois moins élevé que le taux général (~6% sur la même période). En outre, il est intéressant de signaler aussi qu'en 2000, la population rurale représentait 43% du total et qu'en 2015,ce taux a baissé à 40%.

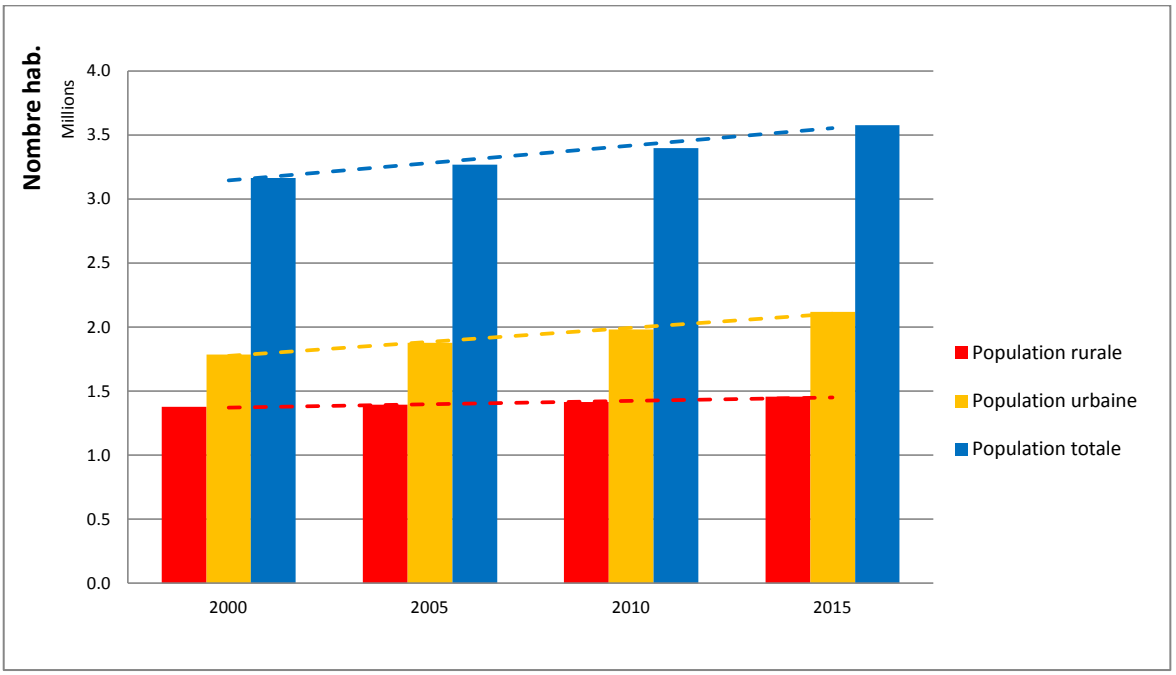


Figure 30 : Evolution de la population totale, urbaine et rurale entre 2000 et 2015 dans le Haut Sebou.

La région du Haut Sebou connait également une forte disparité géographique dans l'évolution de sa population. La carte de la Figure 31 illustre bien ce phénomène : quasiment toutes les communes situées au nord-est de la zone d'étude (appartenant aux préfectures de Taza et de Taounate et couvrant ~1/3 du territoire) ont connu un dépeuplement, avec des taux de croissance négatifs (allant même jusqu'en dessous de -9% pour beaucoup d'entre elles). Quant aux 2/3 des communes restantes, leurs populations ont toutes augmenté, dépassant même les 25% de croissance pour les plus peuplées d'entre elles (ex. l'agglomération urbaine de Fès et ses alentours).

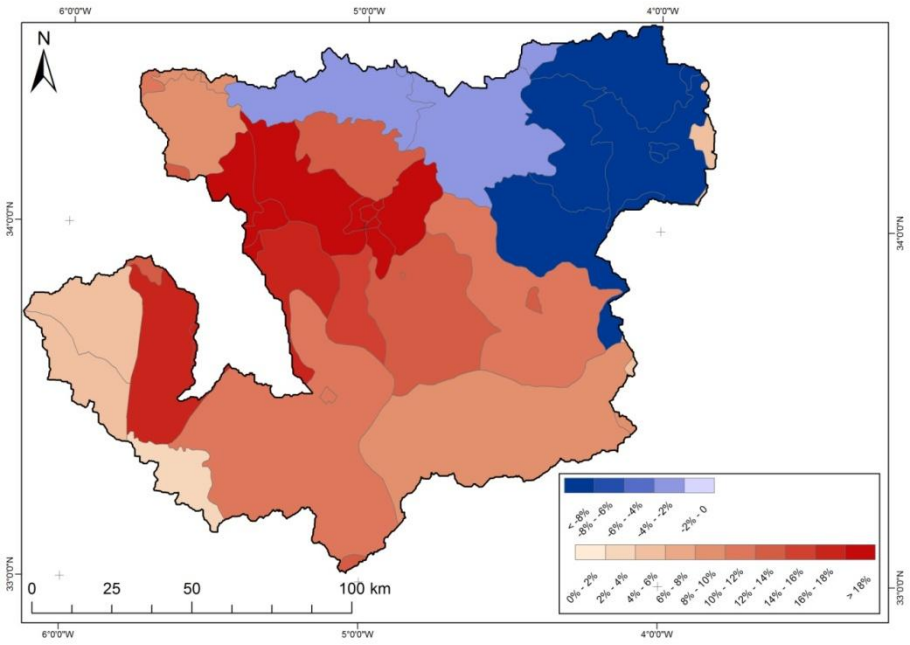


Figure 31 : Carte du taux de croissance de la population totale entre 2000 et 2015 au niveau des communes du Haut Sebou.

Enfin, en comparant la carte de la Figure 31 avec celle de l'évolution des pratiques agricoles dans le Haut Sebou (voir Figure 23), on constate que les régions ayant connu une forte intensification de ces pratiques entre 1988 et 2018 (passage des cultures pluviales vers les cultures irriguées ou permanentes), ont également connu une augmentation importante de leurs populations entre 2000 et 2015 (ex. plaine de Saïss). Ceci pourrait s'expliquer par la forte attractivité économique de ces territoires, générée suite au développement très rapide du secteur agricole et les nouvelles opportunités d'emplois ainsi créées. Ce net accroissement démographique pourrait donc être le fruit d'une combinaison entre un taux de natalité élevé et un afflux venant des autres régions rurale, ayant connues un exode massif (ex. celles se trouvant au nord-est de la zone d'étude).

6.2.Discussion générale

La démographie du Haut Sebou a considérablement augmenté ces dernières années, avec une croissance importante en zone urbaine et trois fois moindre en milieu rurale (respectivement 18% et 6%). Cependant, la répartition de cette démographie, et donc de son évolution, n'est pas homogène à l'échelle de la région. Elle est fortement concentrée autour des zones où la ressource eau douce est abondante. Ce qui a induit d'importantes mutations des modes d'occupation de l'espace à ces niveaux, notamment avec le développement agricole. Ces dernières constituent justement une des principales pressions sur les ressources hydriques (Qadem, 2015).

En outre, la part importante de la population rurale au sein du Haut Sebou (~40%) a incité l'Etat à encourager massivement le développement agricole dans ce territoire. Le secteur agricole constitue donc la priorité dans le choix du développement. Ce qui a permis la modernisation des pratiques, en particulier dans les régions naturellement très favorisées (disposant de conditions climatiques adaptées et des ressources en eau et en sol importantes). Ceci afin, entre autre, de satisfaire les besoins grandissants de la population en produits alimentaires et pour l'amélioration des revenus des agriculteurs.

Cette politique s'est traduite au fil des ans par un aménagement rural basé essentiellement sur la mise en place d'une infrastructure hydraulique importante (barrages, réservoirs, canaux d'irrigation,…etc.) et la mise en œuvre d'un Plan Agricole Régional. Ces efforts ont engendré une diversification et une sécurisation des productions agricoles, une intensification et un élargissement des cultures et le développement de l'économie rurale à l'échelle de l'ensemble la région (URAM, 2013 ; Qadem, 2015). Cependant, cette politique, ainsi que les changements qu'elle a induits, ont également conduit à une pression accrue sur la ressource en eau de surface et souterraine (Qadem, 2015). Celle-ci a été bien illustrée avec certains des résultats obtenus ici et qui ont permis, par exemple, de mettre en évidence les différentes altérations des régimes de submersion que subissent les zones humides (passage d'une inondation permanente vers temporaire et inversement, assèchement,…etc.), causées par ce mode de développement agricole. De plus, le manque de nouvelles terres fertiles pour l'expansion de cette agriculture intensive, ainsi que le retour fréquent de la sécheresse, pousse à consommer sur les espaces déjà occupés par l'agriculture pluviale, qui va elle-même s'étendre au détriment des habitats naturels, préférentiellement le long des berges des lacs et des cours d'eau (voir Figure 25). Ceci, sans compter les autres impacts subséquents de ces transformations, en particulier la pollution engendrée par ces pratiques agricoles et la dégradation des habitats naturels, nécessaires aux cycles biologiques de nombreuses espèces animales et végétales (WWF, 2011).

L'analyse des données collectées auprès des DPA (Directions Provinciales d'Agriculture) situées au sien da la zone d'étude montre que, sur le pan opérationnel, la stratégie du PMV s'est reposée sur un ensemble mesures, dont la plus importante fut : la conversion des céréales, pratiquées auparavant sous des systèmes pluviaux, en des vergers essentiellement pour la production d'olives, d'amandes, ou encore de figues. Cette mesure s'insère dans le cadre du Pilier II du PMV (agriculture solidaire), qui encourage le mode d'agrégation afin d'assurer l'approvisionnement en intrants agricoles pour les agriculteurs adhérents (ex. aux alentours de Sefrou, Fès et Moulay Yacoub). Outre, plusieurs projets ont été encouragés (à grand renfort de subventions) afin de promouvoir la filière des rosacées, particulièrement le pommier et le cerisier (extension des superficies, agrégation, mise en place de stations de conditionnement,…etc.). Ces projets font partie également du Pilier I du PMV (agriculture moderne), qui permet, entre autre, de mettre en œuvre des systèmes d'irrigation localisés. Par conséquent, un programme de développement du système goutte-à-goutte a été largement mené au niveau de plusieurs provinces. Tout cela est bien élucidé dans certains des résultats de cette étude, qui ont permis de mettre en lumière une forte intensification des pratiques agricoles durant ces trois dernières décennies, concentrée au niveau de quelques régions et avec notamment la conversion des cultures pluviales en cultures irriguées et/ou permanentes.

Enfin, les ressources hydriques du Haut Sebou étant limitées, elles ne permettent évidemment pas de satisfaire tous les besoins colossaux en eau engendrés par les cultures irriguées et/ou permanentes nouvellement créées. D'autre part, les sites caractérisés par ce type d'agriculture intensive (en particulier là où se trouve les vergers de pommiers) ont tendance à voir leurs consommations en eau augmentées de manière exponentielle, en un laps de temps très court. Additionné à cela, l'augmentation de la consommation en eau causée par l'accroissement important de la production animale. L'ensemble de ces facteurs, combinés aux effets du réchauffement climatique, auraient certainement un impact non négligeable sur la structure et le fonctionnement de nombreuses zones humides naturelles de la région (ex. tel que cela fut illustré avec l'assèchement progressif du lac Aoua).

Conclusions et Recommandations

En Méditerranée, les pressions majeures auxquelles sont soumises les zones humides sont dues essentiellement à l'agriculture en premier lieu, suivies par l'urbanisation puis l'artificialisation des milieux humides naturels (OZHM, 2012, 2014). Ces dernières entraînent et/ou accélèrent la perte, la dégradation et la modification de ces écosystèmes (OZHM, 2018). Le présent travail a permis de confirmer les tendances observées à l'échelle méditerranéenne, en traitant la problématique sous l'angle de l'impact du développement agricole sur l'état des zones humides à une échelle locale : la partie amont du bassin versant de l'oued Sebou (le Haut Sebou). Il a permis d'évaluer, de manière quantifiée (grâce à l'approche spatiale), un certain nombre d'indicateurs d'état, de pression, d'impact et de forces motrices liés à ces écosystèmes et d'analyser leurs tendances au cours des trois dernières décennies (Figure 32). Ceci à l'aide, entre autres, des outils d'Observation de la Terre (ex. pour le suivi des superficies en eau libre, ou encore des dynamiques spatiotemporelles de l'occupation du sol avec les images satellites), ainsi que l'analyse des politiques de développement local mises en place par les autorités publiques. Les résultats ont montré que de nombreux habitats naturels (humides et non-humides) continuent à être altérés, du fait par exemple de leur conversion en terres agricoles, zones urbanisées, ou encore en habitats humides artificiels (essentiellement barrages et réservoirs).

Les principales tendances (entre 1988 et 2018) ainsi révélées des analyses spatiales sont :

- Une augmentation significative de la superficie totale en eau libre. Celle-ci diffère selon que l'on considère les zones inondées en permanence ou temporairement (la première classe enregistre une augmentation de plus de 157%, tandis que la deuxième seulement 28% malgré que cette dernière représente la plus grande partie des superficies en eau libre), d'une part. D'autre part, en fonction de la nature des habitats humides : naturels ou artificiels. En effet, la tendance est presque deux fois et demi plus importante dans les zones humides artificielles que dans les naturelles (respectivement +49.78% et +21.35%), en particulier s'il s'agit d'habitats artificiels dont le régime de submersion est permanent. Ces dynamiques différentes seraient alors dues aux nombreuses infrastructures de stockage de l'eau de surface construites dans cette région entre 1988 et 2018, notamment dans le cadre du développement du secteur agricole ;

- Plus de la moitié de la superficie étudiée était déjà couverte de terres agricoles en 1988 (54.56%). Ce taux a légèrement augmenté en 30 ans (+3.10%). Cela représente une augmentation de plus de 353 km². Ce qui signifie que près de 2% du territoire étudié a été converti en agriculture rien qu'entre 1988 et 2018 ;

- Une légère diminution des cultures pluviales non-irriguées (~ -1%). Cela ne correspondrait pas à une quelconque déprise agricole, mais est plutôt la conséquence des changements progressifs des pratiques culturales observées : intensification par la conversion des cultures pluviales en cultures irriguée ou permanentes (essentiellement de l'arboriculture) ;

- Une augmentation importante des zones urbaines (taux de croissance de 70%) ;

- Une augmentation du nombre et de la superficie totale des habitats humides artificiels. Cela serait lié aux nombreuses infrastructures pour le stockage de l'eau de surface construites entre 1988 et 2018. De plus, ces dernières s'observent essentiellement dans les régions où les pratiques agricoles se sont intensifiées ;

- Le principal impact constaté sur les zones humides naturelles est leur perte nette, en raison de leur conversion en d'autres habitats artificiels (essentiellement agricoles, mais également en habitats humides artificiels et, à moindre mesure, en terrains bâtis) ;

- Une forte régression des habitats naturels non-humides, particulièrement du fait de leur conversion en terres agricoles. Ces derniers pourraient même être considérés comme étant les véritables perdants de tous ces changements observés (leur superficie ayant le plus reculée, avec quasiment pas de compensation).

- L'étude de l'évolution des indicateurs issus de l'Observation de la Terre a également été complétée par celle de la démographie sur des échelles spatiale et temporelle comparables. Ceci a permis de démontrer que, malgré le fait que la population rurale représente encore une proportion importante (comparativement à d'autres régions dans le bassin méditerranéen, avec ~40% du total en 2015), c'est bien dans les zones urbaines que celle-ci augmente le plus rapidement (respectivement 6% contre 18% entre 2000 et 2015). De plus, en comparant spatialement la croissance démographique avec les changements dans les pratiques agricoles, on se rend compte que celle-ci augmente de manière plus importante là où l'agriculture s'intensifie.

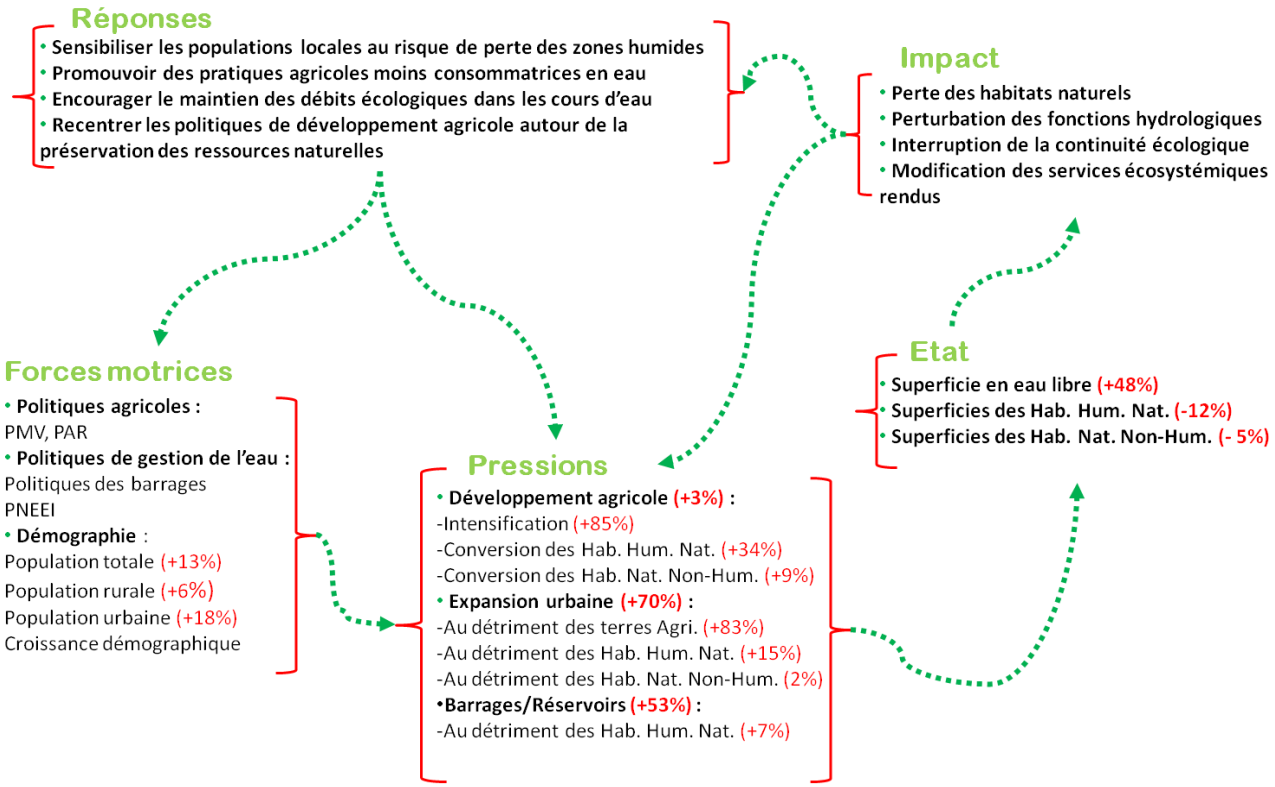


Figure 32 : Cadre DPSIR appliqué au cas d'étude sur l'impact du développement agricole sur les zones humides du Haut Sebou.

La figure 32 représente le cadre conceptuel DPSIR adopté par l'OZHM. Il permet de récapituler les tendances observées au cours des 3 dernières décennies au niveau des différents indicateurs utilisés lors de cette étude. Ce modèle s'articule autour des cinq éléments qui sont tous reliés par des liens de causalité. Dans le cas présent, une force motrice (indicateurs explicatifs) peut provoquer des changements dans le mode d'occupation et d'utilisation des sols, induisant parfois des pressions sur les habitats naturels (ex. avec le développement agricole ou l'urbanisation), qui se traduisent par une modification de l'état de ces habitats, pouvant ainsi impacter leurs fonctions et les services écosystémiques qu'ils rendent. Ce qui incite généralement les décideurs et les gestionnaires à mettre en place des actions sous forme de réponses/recommandations, afin de faire face à ces impacts, telles que :

- La promotion de pratiques agricoles moins consommatrices en eau, notamment avec des cultures plus adaptées au contexte environnemental local, telles que la lavande, l'amandier ou encore les câpres ;
- La sensibilisation des communautés locales à l'intérêt de maintenir l'intégrité structurelle et fonctionnelle des habitats humides, afin qu'ils puissent bénéficier du mieux possible des nombreux et inestimables services qu'ils leurs procurent. Notamment à travers des actions d'éducations à l'environnement ou encore l'appui au développement d'activités éco-touristiques ;
- L'encouragement du maintien d'un débit écologique pour les nombreux cours d'eau impactés par les barrages et autres ouvrage de rétention des eaux de surface. Ceci permettra, entre autres, d'assurer certaines fonctions hydrologiques (ex. la recharge des nappes) ainsi que la continuité écologique pour l'eau, les sédiments et les espèces aquatiques ;
- Recentrer les politiques de développement agricole autour de la question environnementale, de la préservation des ressources naturelles et du maintien de la biodiversité. Ceci impliquerait la mise en place d'une nouvelle gouvernance, intégrant de vraies mesures de prévention, notamment pour lutter contre la surexploitation des ressources en eau et de la dégradation des habitats naturels. Le tout dans le contexte d'un climat changeant.

Références bibliographiques

Alibou J. (2002). Impact des changements climatiques sur les ressources en eau et les zones humides du Maroc, Centre d'étude et de recherche sur les systèmes hydrauliques et environnementaux, 12, 17-36.

Alliance Marocaine Pour le Climat et le Développement Durable (2018). Les zones Humides au Maroc pour une meilleure gouvernance. Janvier 2018.

Berdai M. (2016). Le Plan Maroc Vert et la sécurité alimentaire: quelle perspective à l'horizon 2020?.NEW MEDIT N. 1/2016, 53-61. 9p.

Bonnet B., Aulong S., Goyet S., Lutz M., Mathevet R. (2005). Gestion intégrée des zones humides méditerranéennes: concepts, enseignements et démarches pour intégrer la conservation aux dynamiques des territoires. Arles (France) : Station biologique de la Tour du Valat. 159 p. (Conservation of Mediterranean Wetlands, n. 13).

Bouslihim A. (2012). Eau, Ressource naturelle : essai d'une approche macroéconomique et environnementale. 15 p.

Caessteker P. (2007). Statut des Inventaires des Zones humides dans la Région Méditerranéenne, MedWet, Fondation Tour du Valat, France Centre de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes. pp.145.

CEPF. (2010). *Hotspot* de la biodiversité du bassin méditerranéen. Arlington (Va). Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF).

Conseil Général du Développement Agricole. (2009). Pilier II du Plan Maroc Vert, de la stratégie à l'action. Pour un développement solidaire et durable de la petite Agriculture prenant en compte les spécificités des montagnes et des oasis. Document de synthèse du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts. Octobre 2009. 105p.

Dakki M., Menioui M. et Amhaouch Z. (2015). Stratégie Nationale et plan d'action 2015-2024 pour les Zones Humides du Maroc. GIZ-ACCN. Décembre 2015. 56p.

Davranche A. (2008). Suivi de la gestion des zones humides camarguaises par télédétection en référence à leur intérêt avifaunistique. Géographie. Université de Provence - Aix-Marseille I. Français.

Davranche A., Poulin B. et Lefebvre G. (2013).*Mapping flooding regimes in Camargue wetlands using seasonal multispectral data*.Remote Sensing of Environment 138.165–171.

Département de l'eau. (2002). Etat des ressources en eau au Maroc. Site du Ministère de l'Environnement. Terre et Vie, N° 61-62, Octobre-Novembre 2002. 2p.

Direction de Planification de l'Eau. (2013). Secteur de l'eau au Maroc et stratégie de l'ONEE. Juin 2013.

Doxsey-Whitfield E., MacManus K., Adamo S. B., Pistolesi L., Squires J., Borkovska O. &Baptista S. R. (2015). Taking Advantage of the Improved Availability of Census Data: A First Look at the Gridded Population of the World, Version 4, Papers in Applied Geography, 1:3, 226-234, DOI: 10.1080/23754931.2015.1014272

Driouech F. (2010). Distribution des précipitations hivernales sur le Maroc dans le cadre d'un changement climatique : descente d'échelle et incertitudes. Thèse de doctorat, Univ. Toulouse, France, 163 p.

Driouech F., S. Ben Rached S. et El Haireech T. (2013). *Climate variability and change in North African countries. Dans : Climate change and food security in West Asia and North Africa*.

SIVAKUMAR M.V.K., R. LAL, R. SELVARAJU et I. HAMDAN (éd.), Springer, Chap. 9, pp.161-172.

El oumlouki K., Moussadek R., Zouahri A., Dakak H., ChatiM. et El amrani M. (2014). Étude de la qualité physico-chimique des eaux et des sols de la région Souss Massa, (Cas de périmètre Issen), Maroc. J. Mater. Environ. Sci. 5 (S2) (2014).pp.12-24.

FAO.(2006). *Pollution from industrialized livestock production*.Livestock Policy Brief 02. Rome.

Gao B.G. (1996).*NDWI a Normalized Difference Water Index for remote sensing ofvegetation liquid water from space*.Remote Sensing of Environment, 58: 257–266.

Gastal V. (2016). Méthodologie appliquée de cartographie des dynamiques d'inondation des zones humides méditerranéennes. M.Sc. thesis, University of Orleans/Tour du Valat.104p.

Harbouz R., Pellissier J.P., Rolland J.P. et Khechimi W. (2019). Rapport de synthèse sur l'agriculture au Maroc. CIHEAM-IAMM. Janvier 2019. 104 p.

Haut Commissariat au Plan. (2015). Agriculture 2030. Quel avenir pour le Maroc. Prospective Maroc 2030. En collaboration avec le Conseil Général du Développement Agricole.

Hervieu B. et Abis S. (2006). Les dynamiques agricoles en Méditerranée**.** Confluences Méditerranée 2006/3 (N°58), p. 169-186.

Hervieu B., Cagatay S. et Nawar M. (2009). Politiques agricoles en Méditerranée : le virage à prendre. Paris (France) : CIHEAM. p. 1-15. (Lettre de Veille du CIHEAM, n. 10).

Khrouz D. (1986). La Politique Agricole du Maroc. Editions du CNRS, Annuaire de l'Afrique du Nord. Tome XXV. 1986. 24 p.

Labonne M.(1995). Ajustement structurel au Maroc : le secteur agricole en transition ?.inAllaya M. (ed.). Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000 Montpellier : CIHEAM Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 14, 1995. pp. 297-305.

Lehner B., C. Reidy Liermann, C. Revenga, C. Vörösmarty, B. Fekete, P. Crouzet, P. Döll, M. Endejan, K. Frenken, J. Magome, C. Nilsson, J.C. Robertson, R. Rodel, N. Sindorf, and D. Wisser (2011). *High-resolution mapping of the world's reservoirs and dams for sustainable river-flow management*.Frontiers in Ecology and the Environment 9 (9): 494-502

Lévêque C. (2005). Conséquences des barrages sur l'environnement. Les Colloques de l'Académie d'Agriculture de France « Irrigation et Développement Durable ». Numéro 1. Mai 2005. pp 33-43.

Louali A. (2019). Le secteur agricole marocain : Tendances structurelles, enjeux et perspectives de développement. Rapport du Ministère de l'Economie et des Finances, Direction des Etudes et des Prévisions Financières. Juillet 2019. 34p.

Laurent F. (2012). Agriculture et pollution de l'eau : modélisation des processus et analyse des dynamiques territoriales. Sciences de l'environnement. Université du Maine, 2012. fftel-00773259f

MATEE. (2006). Rapport national du Maroc "Suivi des progrès et promotion de politiques de gestion de la demande en eau" Atelier, Gestion de la demande en eau en Méditerranée, progrès et politiques". ZARAGOZA, 2007.

Mediterra. (2009). Repenser le développement rural en Méditerranée. Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes et Plan Bleu ; Bertrand Hervieu et Henri-Luc Thibault (dir.). Presses de Sciences Po, Paris, France, 387 p.

MedWet. (2016). Les zones humides au service du développement durable dans la région méditerranéenne. 12éme réunion du Comité des zones humides méditerranéennes (MedWet/Com) Palais de la Porte Dorée, Paris, France, 7-11 février 2016. 48 p.

Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts. (2018). Agriculture en Chiffres 2017. Edition 2018. 56p.

Molle F. et Tanouti O. (2017). La micro-irrigation et les ressources en eau au Maroc : un coûteux malentendu. Alternatives Rurales. Octobre 2017. 18p.

Nations Unies.(2014). Examen des performances environnementales – Maroc, synopsis. Commission Economique des Nations Unies pour l'Afrique, Bureau pour l'Afrique du Nord.

Nejjari A et Devos A. (2000). Spatialisation et cartographie des rendements dans le bassin du haut Sebou, (Moyen Atlas au Maroc). *In Mosella* 2000, t. xxv, n°3-4, pp, 121-138.

Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes. (2012a). Les zones humides méditerranéennes : Enjeux et perspectives. Premier rapport de l'Observatoire de Zones Humides Méditerranéennes-Rapport thecnique-2012. Tour de Valat : France.72 p.

Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes. (2012b). Biodiversité : Etat et tendance des espèces des zones humides méditerranéennes. Dossier thématique n°1. Tour du Valat -France. 52 p.

Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes. (2014). Occupation du sol - Dynamiques spatiales de 1975 à 2005 dans les zones humides littorales méditerranéennes. Dossier thématique N°2. Tour du Valat, France. 48 p. ISBN : 2-910368-59-9.

Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes. (2018). Les zones humides méditerranéennes : Enjeux et perspectives 2. Deuxième rapport de l'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes. Tour du Valat, France. 82 pages.

Perennou C., Beltrame C, Guelmami A., Tomas Vives P., P. Caessteker P. (2012). *Existing areas and past changes of wetland extent in the Mediterranean region:an overview*. EcologiaMediterranea - Vol. 38 (2)

Perounnou C., Guelmami, A., Paganini, M., Philipson, P., Poulin, P., Strauch, A., Tottrup C., Truckenbrodtk J. et Geijzendorffer I.R. (2018).*Mapping Mediterranean WetlandsWith Remote Sensing:A Good-Looking Map Is NotAlways a Good Map. Advances in EcologicalResearch*, Volume 58.

Plan Bleu. (2010). L'efficience d'utilisation de l'eau et approche économique. Centre d'Activité Régionales PNUE/PAM. Juillet 2011.

PDAIRE 'Plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau'. (2011). Agence Du Bassin Hydraulique Du Sebou

PDAIRE 'Plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau'. (2015). Agence Du Bassin Hydraulique Du Sebou

Qadem A. (2015). Quantification, modélisation et gestion de la ressource en eau dans le bassin versant du haut Sebou (Maroc). Thèse de doctorat de l'Université Sidi Mohammed Ben Abdelah et l'Université de Lorraine. 360p.

Ramsar. (2014). Zones humides et agriculture, cultivons le partenariat!.Brochure de la journée mondiale des zones humide le 2 février 2014. www.ramsar.org . 16 p.

Ramsar. (2013). Le Manuel de la Convention de Ramsar : Guide de la Convention sur les zones humides(Ramsar, Iran, 1971), 6e éd. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse.

Ramsar Convention on Wetlands. (2018).*Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.

Requier-Desjardins M. (2010). Impacts des changements climatiques sur l'agriculture au Maroc et en Tunisie et priorités d'adaptation. Les Notes d'analyse du CIHEAM. N° 5 6. Mars 2010. 15p

Sebbar A., Badri W., Fougrach H., M. Hsaine M. et Saloui A. (2011). Étude de la variabilité du régime pluviométrique au Maroc septentrional (1935-2004). Sécheresse, 22, (3), 139-148.

Sinan M., Bousseta M et El Rherabi A. (2009). Changements climatiques : causes et conséquences sur le climat et les ressources en eau. Revue HTE, 142, 21-30.

Stour L. et Agoumi A. (2009). Sécheresse climatique au Maroc durant les dernières décennies. Hydroécol. Appl., 16, 215-232.

Toumi L. (2008). La Nouvelle Stratégie Agricole au Maroc (Plan Vert) : Les Clés de la Réussite. Novembre 2008. 17p.

ULTRAM.intl. (2013). Etude du shéma régional d'aménagement de la région de Fès-Boulemane. Phase 1 Diagnostic territorial stratégique - Etape (1) – Rapports sectoriels. Agriculture et développement rural. Juin 2013. 158p.

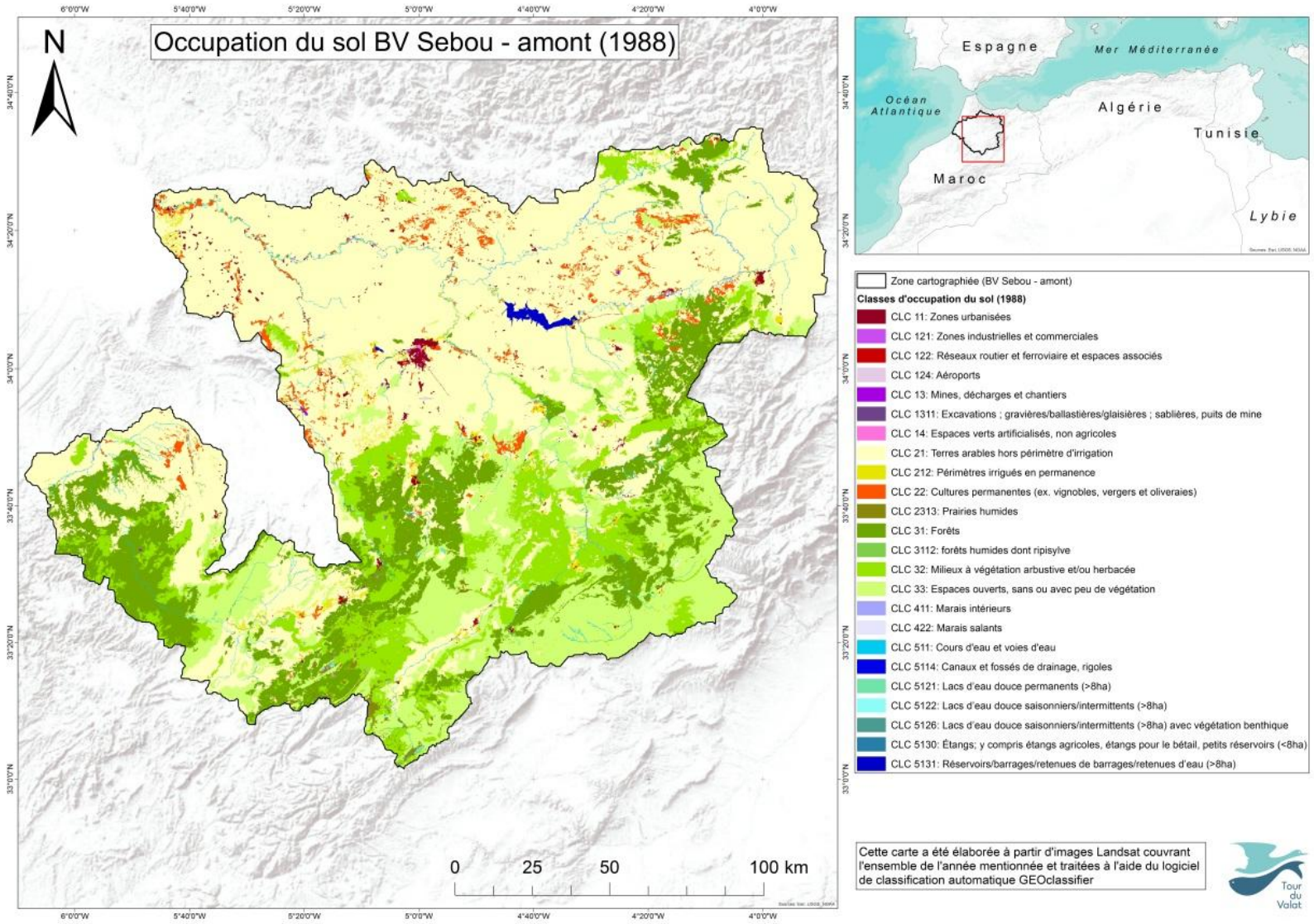
Vanclooster M., V. Legrand V. et Aït-Chaalal A. (2014). La politique agricole et de l'eau dans le Bassin méditerranéen : vers une vision de développement durable du monde rural ? Actes du symposium organisé à l'UCL (Louvain-la-Neuve). 33p.

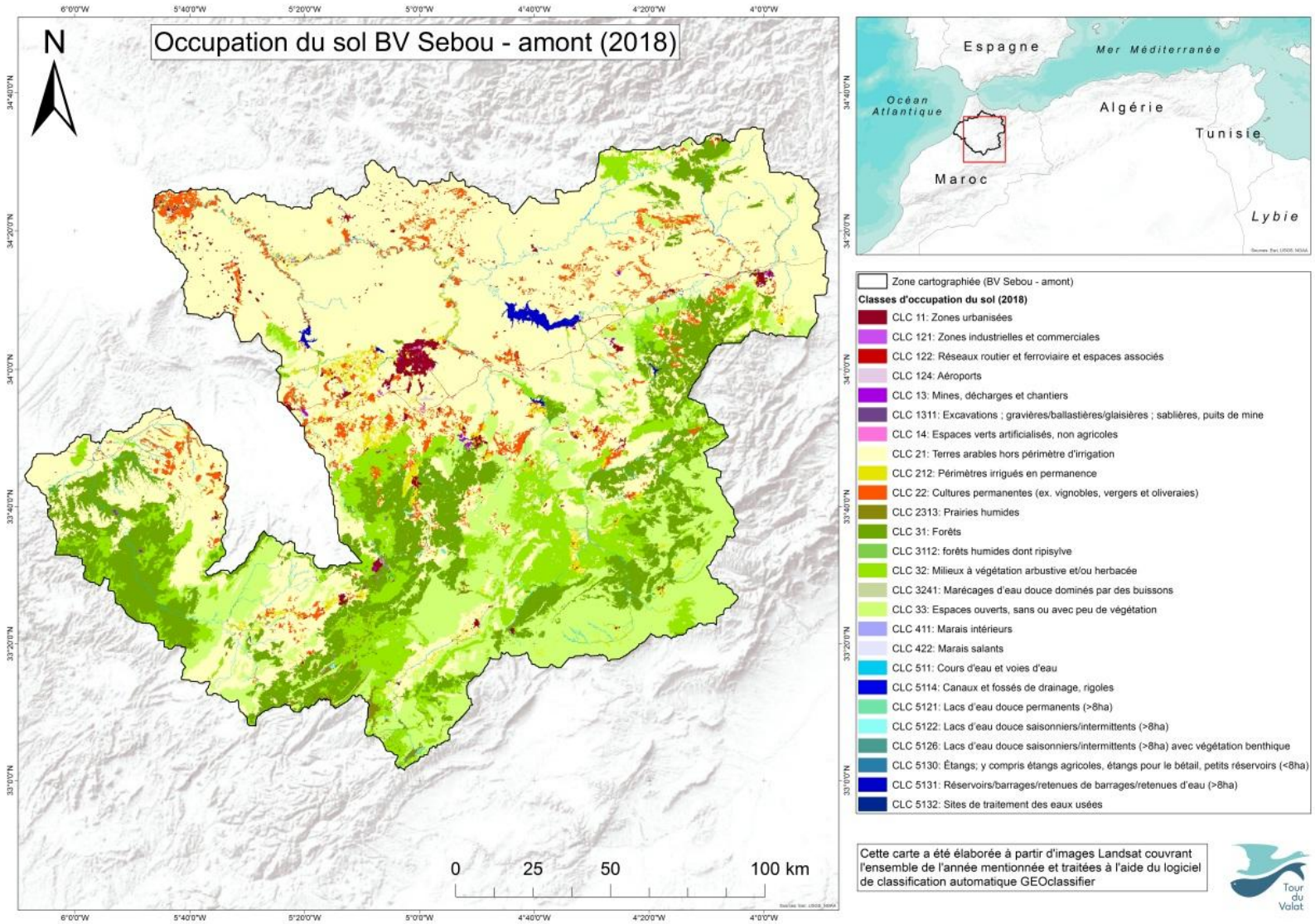
WWF. (2010). Rapport sur la biodiversité. Janvier 2010. 132p.

WWF. (2011). Menaces sur les valeurs de conservation des lacs du Moyen Atlas. Avril 2011. 32p.

Xu, H. (2006).*Modification of NormalizedDifferenceWater Index (NDWI) to enhanceopen water features in remotely sensed imagery. International Journal of Remote Sensing*. Vol. 27, No. 14, 3025-3033.

Annexes


Occupation du sol BV Sebou - amont (1988)
N
6°0'0"W
5°40'0"W
5°20'0"W
5°0'0"W
4°40'0"W
4°20'0"W
4°0'0"W
34°40'0"N
34°20'0"N
34°0'0"N
33°40'0"N
33°20'0"N
33°0'0"N
0
25
50
100 km
Espagne
Mer Méditerranée
Océan Atlantique
Algérie
Tunisie
Maroc
Lybie
Zone cartographiée (BV Sebou - amont)
Classes d'occupation du sol (1988)
CLC 11: Zones urbanisées
CLC 121: Zones industrielles et commerciales
CLC 122: Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés
CLC 124: Aéroports
CLC 13: Mines, décharges et chantiers
CLC 1311: Excavations ; gravières/ballastières/glaisières ; sablières, puits de mine
CLC 14: Espaces verts artificialisés, non agricoles
CLC 21: Terres arables hors périmètre d'irrigation
CLC 212: Périmètres irrigués en permanence
CLC 22: Cultures permanentes (ex. vignobles, vergers et oliveraies)
CLC 2313: Prairies humides
CLC 31: Forêts
CLC 3112: forêts humides dont ripisylve
CLC 32: Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée
CLC 33: Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation
CLC 411: Marais intérieurs
CLC 422: Marais salants
CLC 511: Cours d'eau et voies d'eau
CLC 5114: Canaux et fossés de drainage, rigoles
CLC 5121: Lacs d'eau douce permanents (>8ha)
CLC 5122: Lacs d'eau douce saisonniers/intermittents (>8ha)
CLC 5126: Lacs d'eau douce saisonniers/intermittents (>8ha) avec végétation benthique
CLC 5130: Étangs; y compris étangs agricoles, étangs pour le bétail, petits réservoirs (<8ha)
CLC 5131: Réservoirs/barrages/retenues de barrages/retenues d'eau (>8ha)
Cette carte a été élaborée à partir d'images Landsat couvrant l'ensemble de l'année mentionnée et traitées à l'aide du logiciel de classification automatique GEOclassifier
Tour du Valat


Occupation du sol BV Sebou - amont (2018)
N
6°0'0"W
5°40'0"W
5°20'0"W
5°0'0"W
4°40'0"W
4°20'0"W
4°0'0"W
34°40'0"N
34°20'0"N
34°0'0"N
33°40'0"N
33°20'0"N
33°0'0"N
0
25
50
100 km
Espagne
Mer Méditerranée
Océan Atlantique
Algérie
Tunisie
Maroc
Lybie
Zone cartographiée (BV Sebou - amont)
Classes d'occupation du sol (2018)
CLC 11: Zones urbanisées
CLC 121: Zones industrielles et commerciales
CLC 122: Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés
CLC 124: Aéroports
CLC 13: Mines, décharges et chantiers
CLC 1311: Excavations ; gravières/ballastières/glaisières ; sablières, puits de mine
CLC 14: Espaces verts artificialisés, non agricoles
CLC 21: Terres arables hors périmètre d'irrigation
CLC 212: Périmètres irrigués en permanence
CLC 22: Cultures permanentes (ex. vignobles, vergers et oliveraies)
CLC 2313: Prairies humides
CLC 31: Forêts
CLC 3112: forêts humides dont ripisylve
CLC 32: Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée
CLC 3241: Marécages d'eau douce dominés par des buissons
CLC 33: Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation
CLC 411: Marais intérieurs
CLC 422: Marais salants
CLC 511: Cours d'eau et voies d'eau
CLC 5114: Canaux et fossés de drainage, rigoles
CLC 5121: Lacs d'eau douce permanents (>8ha)
CLC 5122: Lacs d'eau douce saisonniers/intermittents (>8ha)
CLC 5126: Lacs d'eau douce saisonniers/intermittents (>8ha) avec végétation benthique
CLC 5130: Étangs; y compris étangs agricoles, étangs pour le bétail, petits réservoirs (<8ha)
CLC 5131: Réservoirs/barrages/retenues de barrages/retenues d'eau (>8ha)
CLC 5132: Sites de traitement des eaux usées
Cette carte a été élaborée à partir d'images Landsat couvrant l'ensemble de l'année mentionnée et traitées à l'aide du logiciel de classification automatique GEOclassifier
Tour du Valat