

UNIVERSITÉ CADI AYYAD
UNIVERSITA DEGLI STUDI DI GENOVA
Faculté des lettres et sciences humaines de Marrakech
Département de Géographie
Laboratoire des études sur les ressources, mobilité, et attractivité LERMA

THÈSE DE DOCTORAT

En

COTUTELLE

Sous thème :

L'AGRICULTURE FACE AU DÉFI DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE HAOUZ : IMPACTS, RISQUES, POLITIQUES D'ADAPTATION ET PERSPECTIVES DU MOUVEMENT MIGRATOIRE FORCE VERS L'ITALIE.

Cas de la TASSAOUT AVAL

Présentée par : JIHANE ELLOUYTY

Sous l'encadrement de :
Pr. EL AKLAA Mohammed
Pr. SPOTORNO Mauro

2022-2023

À la mémoire de mon Grand-Père
Mr JAAYFER ABDERRAHMANE

REMERCIEMENTS

Je souhaite remercier en premier lieu, un remerciement particulier, mon directeur de thèse, M. Mohammed El Aklaa, Professeur de l'Enseignement Supérieur en géographie à la faculté des Lettres et Sciences Humaines, rattaché à l'université Cadi Ayyad de Marrakech, et Directeur Adjoint du laboratoire des Études sur les Ressources, Mobilité, et Attractivité (LERMA), de m'avoir accueilli au sein de son équipe, encadré, accompagné et soutenu pendant tout mon parcours doctoral. Je lui suis reconnaissante pour tous les efforts fournis, le temps qu'il m'a accordé, ses qualités pédagogiques et scientifiques, sa disponibilité et sa sympathie. Son encadrement m'a beaucoup appris, et sur ce, je lui adresse ma gratitude la plus respectueuse.

Mes plus chaleureux remerciements vont également à mon co-encadrant de thèse, M. Mauro Spotorno, Professeur de Géographie politique et économique de l'Université de Gêne, et Directeur de l'Observatoire des phénomènes religieux et migratoires — DISPO, pour l'intérêt particulier qu'il a porté à mon travail de recherche, pour son attention de tout instant sur l'état d'avancement de mes travaux, pour ses observations avisées, ses conseils, ses recommandations. Je le remercie pour sa présence et son écoute qui ont été prépondérantes pour le bon enchaînement et la réussite de cette thèse. Son énergie et sa confiance ont été des éléments moteurs pour moi.

Un grand merci au Professeur Mr Said Boujrouf, Directeur du Laboratoire le LERMA, pour sa bienveillance sur la qualité scientifique des travaux de recherches, sa présence, la disponibilité, mais surtout pour les efforts fournis pour assurer un cadre professionnel, pédagogique et scientifique de qualité en faveur du doctorant. Cela fut un réel plaisir de travailler avec lui.

Mes remerciements ne vont pas sans mentionner une personne qui nous soutient en permanence autant qu'étudiants et doctorants, qui suit de près nos réalisations scientifiques, qui veille sur nos affaires pédagogiques et administratives. Mes remerciements les plus profonds à Mr Abdeljalil Lokrifa, Professeur de l'Enseignement supérieur en Géographie, et Vice-Doyen Pédagogique de la faculté des lettres et sciences humaines de Marrakech. Cette personne à qu'il me doit un respect exceptionnel.

Tout le remerciement et respect aux différents professeurs qui m'ont enseigné, qui m'ont soutenu, qui ont suivi l'état d'avancement de ma thèse, qui m'ont accompagné et orienté, qui ont marqué ma vie professionnelle et qui m'ont appris beaucoup. Je cite Mr Zidane, Mr Faiz, Mr Mbarki et bien d'autres. J'ai eu beaucoup de plaisir d'être un de leurs étudiants et de travailler avec eux.

J'adresse de sincères remerciements à Mr Karim Ouzzir, directeur de la subdivision d'El Kelaa des Sraghna, de l'office régional de la mise en valeur agricole du Haouz (l'ORMVAH) pour m'avoir accueilli chaleureusement, d'avoir pris soin de m'apporter tout le soutien dont j'aurai besoin dans l'analyse et la rédaction de ma thèse, et de me soulever tous les défis auxquels j'étais initialement confronté au moment de l'enquête. Mr Karim m'a facilité également la rencontre et la connaissance des acteurs importants dans le domaine agricole (ingénieurs, décideurs publics, cadres...), ce qui a contribué à mieux cadrer ma thématique de recherche et à cerner mieux les questions problématiques.

Je désire remercier toute personne de m'avoir fait confiance tout au long de ces trois années, et qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de mon travail de recherche. Bien sûr, atteindre les objectifs n'aurait pas été possible sans l'aide aussi des personnes les plus proches. Je commence par remercier mes parents à qui revient cette réussite. Je désire les remercier pour leur patience, leur soutien, leur présence, pour toute chose qui a fait de moi qui je suis actuellement. Sans eux, je n'en serais pas là aujourd'hui. Je remercie également mes collègues, à leur tête mon cher ami et collègue Dr Abdelali Gourfi qui m'a fourni beaucoup d'aide. Yasmine El Aklaa m'a de même apporté un soutien particulier, je la remercie profondément pour son temps et son aide, grâce à elle j'ai pu avancer un travail favorable. Finalement, je souhaite remercier à titre spécial mon unique et meilleure amie, sœur, et collègue Jamila Benhassi, pour le soutien et la motivation qui m'apporte toujours et sans condition, pour sa présence dans les moments les plus durs et les moments les meilleurs.

RÉSUMÉ

La migration et le changement climatique sont parmi les défis les plus importants auxquels le monde est actuellement confronté. Ils sont liés car le changement climatique peut stimuler ou entraver la migration. L'un des secteurs fortement touchés par le changement climatique est l'agriculture. Le changement climatique peut affecter la productivité agricole en raison de son impact sur les températures moyennes et les régimes des précipitations d'une part, et du fait qu'il augmente la fréquence et l'intensité des chocs climatiques d'autre part. Les sécheresses et raréfactions des ressources hydriques sont des facteurs importants de dégradation des terres, qui à leur tour ont des effets négatifs sur les populations rurales dépendantes des ressources et peuvent potentiellement entraîner des pertes de moyens de subsistance et une migration ultérieure forcée vers des zones moins touchées. Les liens entre les effets du changement climatique sur l'agriculture et la migration sont complexes, car ils se produisent dans un contexte plus large d'interactions à plusieurs échelles de processus socio-économiques, politiques, démographiques et environnementaux. Nous constatons que les chocs négatifs sur la productivité agricole causés par les fluctuations climatiques augmentent considérablement l'émigration. Ces résultats sont robustes aux définitions de l'échantillon de la zone étudiée et à plusieurs vérifications et explications alternatives suggérées par la littérature.

ABSTRACT

Migration and climate change are among the most significant challenges facing the world today. They are linked because climate change can stimulate or hinder migration. One of the sectors strongly affected by climate change is agriculture. Climate change can affect agricultural productivity through its impact on average temperatures and rainfall patterns on the one hand, and the fact that it increases the frequency and intensity of climatic shocks on the other. Droughts and water scarcity are important drivers of land degradation, which in turn have negative effects on resource-dependent rural populations and can potentially lead to loss of livelihoods and subsequent forced migration to less favorable areas. affected. The links between the effects of climate change on agriculture and migration are complex, as they occur in a broader context of multi-scale interactions of socio-economic, political, demographic and environmental processes. We find that negative shocks to agricultural productivity caused by climatic fluctuations significantly increase emigration. These results are robust to the sample definitions of the study area and to several verifications and alternative explanations suggested by the literature.

ملخص

تعد الهجرة وتغير المناخ من أهم التحديات التي يواجهها العالم اليوم. إنها مرتبطة ببعضها البعض لأن تغير المناخ يمكن أن يحفز الهجرة أو يعيقها. الزراعة هي أحد القطاعات التي تتأثر بشدة بتغير المناخ. يمكن أن يؤثر تغير المناخ على الإنتاجية الزراعية من خلال تأثيره على متوسط درجات الحرارة وأنماط هطول الأمطار من ناحية، وحقيقة أنه يزيد من تواتر وشدة الصدمات المناخية من ناحية أخرى. تعتبر حالات الجفاف وندرة المياه من العوامل الهامة لتدهور الأراضي، والتي بدورها لها آثار سلبية على سكان الريف المعتمدين على الموارد ويمكن أن تؤدي إلى فقدان سبل العيش وما يترتب على ذلك من الهجرة القسرية إلى المناطق الأقل ملاءمة. الروابط بين تأثيرات تغير المناخ على الزراعة والهجرة معقدة، لأنها تحدث في سياق أوسع للتفاعلات متعددة النطاقات للعمليات الاجتماعية والاقتصادية والسياسية والديموغرافية والبيئية. نجد أن الصدمات السلبية للإنتاجية الزراعية الناجمة عن التقلبات المناخية تزيد بشكل كبير من الهجرة. هذه النتائج قوية بالنسبة لتعريفات العينة لمنطقة الدراسة والعديد من عمليات التحقق والتفسيرات البديلة التي اقترحتها الأدبيات.

Table des matières

RÉSUMÉ	4
ABSTRACT	5
LISTE DES TABLEAUX	12
LISTE DES FIGURES	13
LISTE DES CARTES	14
LISTE DES PLANCHES	14
LISTE DES ABRÉVIATIONS	15
INTRODUCTION GÉNÉRALE	17
Problématique et hypothèses	20
Par ses effets sur l'agriculture, comment le changement climatique peut contribuer à une migration forcée ?	21
État de l'ART	23
Structure de la thèse & méthodologie	34
Source des données et prétraitement :	37
Détermination de la végétation	38
Chapitre 1 : Aspects du changement climatique et agriculture	44
1. Comprendre la composante climatique :	44
1.1 L'atmosphère :	44
1.2 La température :	45
1.3 La circulation atmosphérique :	45
1.4 L'eau dans l'atmosphère :	46
2. Le changement climatique : les causes et les indicateurs	46
2.1 Les causes du changement climatique	47
L'effet de serre naturel :	47
2.2 Les principaux gaz à effet de serre responsable du changement climatique	48
2.3 Les indicateurs du changement climatique :	49
La hausse des températures :	49
Montée des niveaux de la mer :	49
Augmentation des événements météorologiques extrêmes	50
Perte des nappes glaciaires :	50
3. Les impacts du changement climatique :	50
3.1 Sur les ressources en eaux	51
3.2 Sur les sols	51
3.3 Sur la population :	52
3.4 Les impacts sur les écosystèmes marins et côtiers :	52
4. Changement climatique et agriculture	53

4.1	Le rapport climat-agriculture	53
4.2	Les effets observés.....	54
	La sécheresse :	54
	Dégradation des sols :	55
	Dégradations des ressources naturelles :	55
Chapitre 2 : Le secteur agricole marocain en chiffre.		58
1.	Présentation générale du secteur agricole au Maroc :.....	58
1.1	Le poids de l'agriculture dans l'économie marocaine :.....	58
1.2	Les caractéristiques de l'agriculture marocaine :	59
	Les superficies agricoles :	59
	Structure des exploitations	61
1.3	Les principales cultures	62
•	Les céréales :	62
•	Les agrumes	63
•	L'oléiculture :	64
•	Les cultures maraîchères :	65
•	Les légumineuses	66
•	Les cultures sucrières :.....	66
•	Les fruits rouges,	66
•	La filière lait :	67
1.4	Dynamique territoriale du secteur agricole :.....	68
2.	Population rurale et emplois agricoles :.....	68
2.1	Caractéristiques de la population rurale :	68
2.2	Les emplois agricoles :.....	70
3.	Politiques agricoles marocaines : constats, évolution et investissement	72
3.1	L'évolution des politiques agricoles au Maroc	72
3.2	Une « Politique du Changement climatique » pour une agriculture durable :	74
3.3	Les aides financières et l'investissement :.....	75
4.	Le cadre institutionnel et juridique	77
4.1	Les acteurs institutionnels :.....	77
	Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement	77
	Secrétariat d'État chargé de l'Eau et de l'Environnement	77
	Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat.....	78
	Commission interministérielle de l'eau	78
	Office Régional de Mise en Valeur agricole.....	78
4.2	Le cadre juridique :	81
	Les dispositions relatives à la loi sur l'eau relative au secteur agricole	82
	Plan national d'Économie d'Eau d'Irrigation :	83
	Systèmes d'irrigation	83
Chapitre 3 : Le développement du secteur agricole marocain : les enjeux et les défis		84
1.	Le défi environnemental :	85
1.1	Le changement climatique :	85
1.2	Des précipitations et ressources en eau en baisse :.....	86
1.3	Des périodes de sécheresse de plus en plus fréquentes :	88

2. Évolution de la demande interne et externe	88
2.1 Le choc démographique	88
2.2 La consommation, les dépenses et sécurité alimentaire	89
3. Les technologies.....	90
4. Des déficits de politiques, d'institutions et de gouvernance	91
4.1 Des acteurs insuffisamment mobilisés et responsabilisés :	91
4.2 Le pluvial, le rural et la durabilité insuffisamment pris en compte :	92
Conclusion :.....	94
Introduction	96
Chapitre 1 : Les spécificités naturelles et potentialités agricoles	97
1. Présentation de la plaine du Haouz :	98
1.1 Situation géographique.....	98
1.2 Milieu physique et cadre naturel :	99
2.1. Situation du périmètre de la Tassaout-Aval :	108
2.2. Le cadre hydrographique et hydrologique	113
3.1. Les cultures dominantes et occupations du sol	122
3.2. Les acteurs intervenant en matière de gestion de la ressource en eau :	125
L'Agence du Bassin :	126
L'ORMVA du HAOUZ :	126
Les AUEA,	127
3.3. Le processus de distribution de l'eau d'irrigation.....	127
Les AUEA,	132
Les « Fassals »:.....	132
Chapitre 2 : La perception de la variabilité climatique et analyse des données environnementales dans la Tassaout Aval	134
1. Analyse climatique et hydrologique de la Tassaout Aval :	135
1.1 Le régime pluviométrique et thermique mensuel et saisonnier :	135
1.2 Analyse des séries pluviométriques et tendances thermiques annuelles dans la Tassaoutaval :	137
2. Les dotations en eau d'irrigation : entre disponibilités et besoins	139
2.1 Les dotations actuelles par secteur	139
2.2 Les besoins réels en ressource « eau » :	141
2.3 Bilan Besoins — Ressources	146
3. L'analyse de l'occupation du sol dans la Tassaout Aval	149
Chapitre 3 : Mise en valeur agricole dans le périmètre de la Tassaout-Aval :État, enjeux et défis	163
1. Des disparités spatiales en termes d'allocation et de dotations des ressources en eaux dans le périmètre d'irrigation	164
1.1 Le secteur nord El Kelaâ :	164

Rive gauche :	165
Rive droite :	167
1.2 Le secteur Amont T2 :	168
1.3 Sud El Kelaâ :	170
2. Les défaillances et difficultés liées à la gestion	172
2.1 La consommation de l'eau par rapport à sa facturation.....	172
Le processus de facturation :	172
Irrégularité entre les volumes d'eau distribués et des volumes d'eau facturés	174
2.2 Incidence de l'efficacité du réseau de distribution en terre :	175
3. Les contraintes foncières :	178
3.1 Présentation des différentes structures foncières.....	178
Le Melk :	178
Le Guiche :	178
Le collectif :	178
Le domanial :	179
3.2 Les difficultés de mise en valeur agricole liées à la structure foncière de la Tassaout aval..	179
Conclusion, partie II :	184
Partie III :	185
<i>Les perspectives du développement agricole dans un contexte de migration : réussir une adaptation par les innovations technologiques.....</i>	<i>185</i>
Introduction :	186
Chapitre 1 : Les innovations agricoles et la vulnérabilité au changement climatique : les éléments conceptuels	187
1. Le lien entre innovation agricole et changement climatique :	188
1.1 Retour sur le concept d'innovation	188
1.2 Innovation agricole et vulnérabilité au changement climatique	189
1.3 Processus d'innovation en agriculture :	191
2. L'agriculture intelligente : l'innovation technologique au service du développement agricole	195
2.1 Comprendre l'agriculture intelligente (AI).....	195
2.2 L'agriculture intelligente : Une action intelligente	196
2.3 Les protocoles de contrôle collaboratifs et le CPS.....	199
Conclusion :	202
Chapitre 2 : Résultat d'analyse du consentement des ménages : vulnérabilité au changement climatique et migration forcée	203
Introduction :	203
1. Les caractéristiques démographiques et socio-économiques de la population rurale dans la Tassaout Aval :	204
1.1 Aperçu historique de la population de la Tassaout Aval et effets sur l'espace :	204
1.2 Les caractéristiques des ménages agricoles interrogés :	206

2. Perception paysanne sur l'évolution du climat et les chocs subis :	209
2.1 Perception des agriculteurs sur la variabilité climatique	209
2.2 Les contraintes et chocs subis liés aux effets du changement climatique	212
Chapitre 3. Répercussions du changement climatique sur les flux migratoires dans la Tassaout Aval : témoignages des émigrés de L'Italie	224
Introduction	224
1. État des migrations dans le monde	225
1.1 Perspectives et étude des flux migratoires	225
1.2 Tendances des migrations internationales dans le monde	226
1.2.1 Les migrations internationales en provenance du Maroc	226
1.2.2 Historique des migrations au Maroc.....	227
2. Dimensions et caractéristiques des flux migratoires du Maroc vers l'Italie	227
2.1 Tendance et répartition de l'émigration marocaine en Italie	228
2.2 La diversité des facteurs de la Migration	229
3. Résultats de l'Enquête sur le terrain	230
4. Rapport entre la migration et le changement climatique	236
4.1. La migration climatique.....	236
4.2 La Migration comme stratégie d'adaptation	238
Conclusion :.....	239
Chapitre 4 : Les perspectives du développement agricole et la transition vers l'agriculture intelligente dans la Tassaout Aval	240
1. Un contexte politique national positif à la vulgarisation de l'AI	241
1.1 Du Plan Maroc vert (PMV) à Génération Green (GG)	241
1.2 Le nouveau modèle de développement : l'innovation et la recherche pour une agriculture marocaine plus performante	246
2. L'adoption des innovations en agriculture : l'information agroclimatique comme pas transitoire vers une agriculture « intelligente »	247
2.1. Perceptions paysannes sur les prévisions saisonnières	248
2.2. Le besoin en information agroclimatique	250
2.3. Évaluation économique de l'information agro climatique :	253
3. Les retombées socio-économiques et environnementales de la transition vers une agriculture intelligente dans la Tassaout aval	256
3.1. Sur le plan socioéconomique	256
3.2 Sur le plan environnemental :.....	257
3.3 Les contraintes, mesures à entreprendre et recommandation dans le cadre de l'adoption de l'agriculture intelligente	259
En termes de contraintes :	259
Expérience, réussite et recommandation :	260
Conclusion partie III :	263
CONCLUSION GÉNÉRALE :	266

BIBLIOGRAPHIE.....269

Annexe

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Liste de la population totale par commune.....	36
Tableau 2 : Images satellites utilisés dans l'étude.....	38
Tableau 3: Synoptique de l'évolution des politiques et stratégies agricoles depuis l'indépendance	73
Tableau 4 Secteurs du Périmètre.....	109
Tableau 5: Appartenance administrative des secteurs du périmètre du Tessaout Aval.	110
Tableau 6: Sous-ensembles du périmètre de la Tassaout Aval.	111
Tableau 7 : Origine d'alimentation par secteur.	114
Tableau 8 : Apports au droit des barrages par sous-bassin hydraulique.	117
Tableau 9 : Bilan de la nappe de la Tessaout aval.	121
Tableau 10 : Production des céréales durant les campagnes agricoles 2017-2018 et 2018-2019.	122
Tableau 11 : Production de l'olivieraie dans la zone d'action ORMVAH.	123
Tableau 12 : Production de l'huile d'olive dans la Tassaout-Aval.	123
Tableau 13 : Les autres espèces arboricultures	124
Tableau 14 : Les filières maraîchères	125
Tableau 15 : Nombre de « Fassals » par secteur	133
Tableau 16 : Fournitures en eau de la Tassaout Aval au cours des onze dernières années.	139
Tableau 17 : Valeurs des kC retenus pour chaque culture.	143
Tableau 18 : Évapotranspiration journalière ETO en mm.....	143
Tableau 19 : Hauteur des pluies efficaces (mm).	144
Tableau 20 : Évolution des ressources et des besoins en eau dans le périmètre Tassaout Aval.	147
Tableau 21 : Assolement prévisionnel établi par le PDAIRE Oum Er Rbia.	150
Tableau 22 : Origine des eaux pour usage agricole.....	151
Tableau 23 : Évolution de l'occupation du sol dans le périmètre « Tassaout Aval » entre 2005 et 2016.	154
Tableau 24 : Évolution de l'occupation du sol dans le secteur Amont T2 entre 2005 et 2016.....	160
Tableau 25 : Évolution des ressources et des besoins en eau d'irrigation au niveau de Nord El kelaa....	164
Tableau 26 : Évolution des ressources et des besoins en eau d'irrigation au niveau de la « Rive gauche ».	166
Tableau 27 : Évolution des ressources et des besoins en eau d'irrigation au niveau de la « Rive droite ».	167
Tableau 28 : Évolution des ressources et des besoins en eau d'irrigation au niveau de l'Amont T2.....	169
Tableau 29 : Évolution des ressources et des besoins en eau d'irrigation au niveau du sud El Kelaâ.	171
Tableau 30 : Calendrier de la facturation des volumes consommés.....	172
Tableau 31 : Volumes distribués, volumes facturés et efficiences à l'échelle du périmètre.	174
Tableau 32 : Volumes distribués, volumes facturés et efficiences à l'échelle du périmètre.	176
Tableau 33 : Incidence de l'utilisation du réseau de distribution de seguias en terre.	176
Tableau 34 : Statut des structures foncières dans la Tassaout Aval	179
Tableau 35 : Répartition des tailles des exploitations dans la Tassaout Aval.....	181
Tableau 36 : Perception paysanne de l'évolution des précipitations.	210

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Occupation du sol dans le territoire Marocaine.	60
Figure 2 : L'évolution de la production de blé au Maroc.	62
Figure 3 : Production des agrumes en 1000 tonnes.....	63
Figure 4 : Production marocaine d'olive en milliers de tonnes.....	64
Figure 5 : Superficie et production de tomates et production d'haricots verts.	65
Figure 6 : Production marocaine de fraise, de framboise et de myrtille.	66
Figure 7 : Production marocaine de lait.....	67
Figure 8 : Prévisions d'évolution de la population urbaine et rurale au Maroc.	69
Figure 9 : Prévisions d'évolution de la population rurale par tranche d'âge.	70
Figure 10: Emplois marocaine par secteur.	71
Figure 11: Évolution de l'investissement agricole public global et de sa structure entre 2008 et 2017.....	76
Figure 12: Évolution de la dotation en eau en m3 par habitant sur la période 1950-2010.	87
Figure 13: Population urbaine et rurale au Maroc 2000-2030.	89
Figure 14: Schéma synoptique du système d'alimentation du périmètre de la Tassaout Aval.	115
Figure 15: Apports annuels au droit des barrages Bin El Ouidane et Hassan 1er (1994-2016).....	118
Figure 16: Régimes pluvio-thermiques mensuels moyens dans la Tassaout Aval, 1988-2019.	136
Figure 17: Précipitations et températures annuelles dans la Tassaout aval (1988- 2019).	138
Figure 18: Présentation des années sèches et humides entre 1988-2020 dans la Tassaout Aval.	138
Figure 19: Évolution de la dotation en eau réelle du périmètre par rapport à la dotation théorique de l'étude de factibilité.....	141
Figure 20: Évolution des besoins en eau des secteurs de la Tassaout Aval (Mm3).	145
Figure 21: Évolution des besoins en eau du périmètre Tassaout Aval.	146
Figure 22 : Évolution des ressources et besoins en eau dans le Tassaout Aval.	148
Figure 23: Répartition de l'occupation du sol entre 2005-2012 et 2013-2016	157
Figure 24: Évolution de la superficie des principales cultures pratiquées.	158
Figure 25: : Évolution des ressources et besoins en eau dans le nord El Kelaâ.....	165
Figure 26: Évolution des ressources et besoins en eau dans la Rive gauche.	166
Figure 27: Évolution des ressources et besoins en eau dans la Rive droite.	168
Figure 28: : Évolution des ressources et besoins en eau dans l'Amont T2.....	170
Figure 29: : Évolution des ressources et besoins en eau dans le sud EL Kelaâ.	171
Figure 30: Évolution des volumes distribués et facturés du périmètre de la Tassaout Aval	174
Figure 31 : Statut des structures foncières dans la Tassaout Aval.	180
Figure 32: Exemple d'application basée sur un capteur d'entrée de liquide.	198
Figure 33 : Nombre des personnes questionnées réparties par genre.	206
Figure 34 Niveau d'instruction du ménage	206
Figure 35 : Niveau d'alphabétisation.	207
Figure 36 : Statut familial des ménages.....	208
Figure 37 : Activité professionnelle.	208
Figure 38 : Perception paysanne de l'évolution des températures.	210
Figure 39 : Perception paysanne de l'évolution de la sécheresse.	211
Figure 40 : Les sources de revenus des ménages.	214
Figure 41 : Épargner par le revenu agricole.	215
Figure 42 : Autres chocs économiques subis par les agriculteurs.....	216
Figure 43: Les causes de migrations selon les personnes interrogées.	217
Figure 44: Chocs environnementaux subis par les paysans.....	218
Figure 45: Variabilités des précipitations dans la période 1988-2019.	219

Figure 46: Âge au moment de la migration.	231
Figure 47: Raison de migration en fonction du niveau scolaire.....	232
Figure 48: Options avant migration selon le sexe.	233
Figure 49: Nombre de personnes émigrées dans le foyer.....	234
Figure 50: Options avant migration selon l'âge de migration.	235
Figure 51: Raison de migration et statut social.....	237
Figure 52: Accès à l'information climatique.	249
Figure 53: Sources d'informations climatiques.	249
Figure 54: Besoin en information agro climatique.....	250
Figure 55: Les types d'informations climatiques.....	251
Figure 56: Les personnes ayant déjà assisté à une formation agricole.	251
Figure 57: les types de formation dont les ménages en déjà assisté.	252
Figure 58: Payer pour l'IAC.	253
Figure 59: Moyen de partage de l'IAC.....	254

LISTE DES CARTES

Carte 1: Situation géographique de la plaine du Haouz (issu du bassin HM).....	98
Carte 2 : Représentation du système hydrographique.	99
Carte 3 : Le Cadre Bioclimatique du Bassin Haouz-Mejjat.	100
Carte 4 : Périmètres et secteurs irrigués du Haouz.....	106
Carte 5 : Situation géographique de la Tassaout aval.....	108
Carte 6 : Situation du Périmètre de la Tassaout aval.....	112
Carte 7 : Carte Topo-hydrologique de la Tassaout Aval.	113
Carte 8 : Carte climatique (précipitation) de la Tassaout aval.....	135
Carte 9 : Occupation du sol avant l'aménagement agricole dans la Tassaout Aval.	152
Carte 10 : Les seguias traditionnelles dans la Tassaout Aval.	153
Carte 11 : Situation de l'occupation du sol avant l'aménagement hydroagricole.....	155
Carte 12 : Situation de l'occupation du sol après l'aménagement hydro agricole.	156
Carte 13 : Évolution de la végétation entre 1985-2020 dans la Tassaout Aval.	159

LISTE DES PLANCHES

Planche 1: Exemple de parcelles agricoles exploitées.....	182
Planche 2 : Situation de désertification environnementale	221
Planche 3 : La forêt « Ahl El-Ghaba » après sa dégradation.	222
Planche 4 : Le projet de reconversion.	244
Planche 5 : Projet d'investissement en agriculture d'un émigré d'Italie dans la Tassaout Aval.....	264
Planche 6 : Les migrants marocains en agriculture dans les champs Italiens.	265

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ABH : Agences de bassin Hydraulique
ABHT : Agences de Bassin Hydraulique Tensift
ABHER : Agence de bassin Hydraulique d'Oum Rabii
ADA : Agence pour le Développement agricole
AI : Agriculture intelligente
AUEA : Associations des Usagers des Eaux agricoles
BER : Bureau d'Exploitation des Réseaux
CCG : changement climatique global
CGTC – T2 : Centre de Gestion et Télé-Contrôle du canal T2
CMV : Les Centres de Mise en Valeur
CIA : Code des Investissements agricoles
CIE : La Commission interministérielle de l'Eau
CCNUCC : La Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques
DMN : Direction de la Météorologie nationale
DA : Data Analysis (analyse des données)
CFC : Chlorofluorocarbon
CSEC : Le Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat
CPS : Système cyber physique
DEPF : Direction des Études et des Prévisions financières
FAO : Food and Agriculture Organisation (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.)
FDA : Fonds de Développement agricole
GIÉC : Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GES : Les gaz à effets de serre
GM : Grande hydraulique
GPI : Gestion participative de l'Irrigation :
HCP : le Haut-Commissariat au Plan
HM : Haouz-Mejjat
IAC : Information agro climatique
IoT : Internet des objets
IoS : Internet des services
MAPM : ministère de l'Agriculture et de la Pêche maritime
MAPMDREF : ministère de l'Agriculture, de la Pêche maritime, du Développement rural et des Eaux et forêts
MEEE : le ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement
MEMEE : ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement
MADRPM : ministère d'agriculture
MMDH : milliards de DH
INRA : Institut National de la Recherche agronomique
NDVI : Normalized Difference Vegetation Index (indice de végétation)
ONEP : Office National de l'Eau potable
ORMVA : L'Office Régional de mis en Valeur agricole

ORMVAH : L'Office Régional de mis en Valeur agricole du Haouz
OMM : Organisation météorologique mondiale
ONG : Organisation non gouvernementale
PNEEI : Programme national d'Économie d'Eau en Irrigation
PIB : Produit intérieur brut
PIBA : Produit intérieur brut agricole
PCC : politique du changement climatique
PCR : représentative concentration pathways (voies de concentration représentatives)
PMV : Plan Maroc vert
PMH : Petite et Moyenne Hydraulique
PDAIRE : Le plan d'aménagement intégré des ressources en eau
RGA : Recensement général de l'Agriculture
SAU : Superficie agricole utile
SEEE : Secrétariat d'État chargé de l'Eau et de l'Environnement
SGRID : Service de Gestion des Réseaux d'Irrigation et de Drainage
TA : Tassaout Aval
TCAM : taux de croissance annuel moyen
VRA : Variable Rate Application (Application à taux variable)

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les études récentes sur le climat et son évolution marquent une attention particulière à la compréhension des effets du changement climatique sur la stabilité/mobilité de l'Homme. Des rapports entre la sécheresse, dégradation des terres agricoles, désertification et mobilité de l'Homme ont été vérifiés et concrétisés à travers plusieurs études sur des zones considérablement impactées par les effets du changement climatique.

La littérature récente sur la relation entre le changement climatique et la migration s'est développée rapidement en considérant les facteurs environnementaux comme étant un élément important dans l'analyse de la mobilité interne et externe. Bien que la migration soit classiquement considérée en tant que phénomène complexe expliqué par une pluralité de facteurs économiques, sociaux, démographiques, historiques..., les facteurs contemporains, notamment le changement climatique, commencent à être considérés à terme comme un facteur important. En utilisant des données individuelles et des enquêtes auprès des ménages, cette littérature a réussi d'avancer des résultats qui montrent que, bien que les chocs climatiques déclenchent souvent des migrations internes et internationales, la relation semble être complexe et les effets sont souvent spécifiques à chaque région et chaque pays.

Un thème constant souligné par plusieurs articles qui traite la question des effets du changement climatique et migrations est celui de l'agriculture, qui constitue, pour la majorité des chercheurs et spécialistes, un canal de médiation par lequel les facteurs climatiques entraînent des migrations. Il a été approuvé que l'impact de l'augmentation de température de surface moyenne sur la productivité agricole a été suggéré comme un facteur clé potentiel de la décision de migrer. C'est parce que, d'une part, l'agriculture est la principale source de revenus et d'emplois dans les zones rurales des pays en développement, d'où parvient la majorité des migrants. D'autre part, l'agriculture est le secteur le plus touché par les effets du changement climatique avec des implications importantes pour la productivité agricole, les moyens de subsistance ruraux et la sécurité alimentaire. Ceci est évident particulièrement dans les pays à un niveau de développement relativement faible ou en voie de développement, où le secteur agricole, en plus d'être pertinent d'un point de vue économique, est déjà affecté par les chocs climatiques.

Sur le plan scientifique, il a été prouvé que la fréquence, la gravité et les schémas spatiaux de la sécheresse au cours des prochaines décennies seront influencés de manière significative par les trajectoires futures des émissions de gaz à effet de serre. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a avancé deux scénarios climatiques futurs en se basant sur quatre voies de concentration représentatives (PCR) normalisées : un scénario de faibles émissions de gaz à effet de serre et un autre avec des émissions plus élevées. Le scénario dans lequel on estime une augmentation potentielle des GES, les températures mondiales d'ici 2100 seront entre 2,6 °C et 4,8 °C (plus chaudes qu'en 2000). En plus des températures moyennes plus chaudes, des PCR plus élevées sont généralement associées à une aridité croissante dans les zones arides, à une plus grande perturbation des régimes de précipitations à l'échelle régionale et une exacerbation des périodes de sécheresse, les épisodes de chaleur extrême et d'autres facteurs climatiques contribuant à la dégradation des terres et à une expansion spatiale des terres arides.

En effet, la dégradation des terres est généralement le produit des effets combinés du climat, des processus physiques et des pratiques d'utilisation des terres. Le changement climatique aura des effets non seulement sur les environnements forestiers et agricoles, mais nous allons assister aussi à des augmentations potentielles du stress thermique sur la végétation, des modifications de la disponibilité de l'humidité du sol, une augmentation de l'érosion des sols, une perte nutritive du sol... etc. Ces impacts peuvent exacerber la dégradation des terres là où elle se produit déjà et potentiellement l'initier dans de nouvelles zones.

Dans les systèmes alimentaires centrés principalement sur l'agriculture, la dégradation des terres favorise l'épuisement de l'humidité du sol et/ou les nutriments ce qui contribue à la réduction des rendements des cultures. Le degré d'impact dépend de la résilience et de la capacité d'adaptation du système agricole en question. En d'autres termes, la nature de l'économie agricole joue un rôle important en termes d'adaptation de l'agriculture aux effets du changement climatique: par exemple, moyens de subsistance par rapport au marché, pluviale par rapport à irriguée, bétail par rapport aux grandes cultures... etc. Nous pourrions rajouter également l'engagement institutionnel et les options d'adaptation offertes aux ménages agricoles qui peuvent être soit d'ordre technique ou technologique tel que l'irrigation, managériales telle que l'incitation au changement de choix de culture en fonction de l'état climatique et pédologique, ou diversification économique à savoir des activités génératrices de revenus hors que l'agriculture.

Dans ce contexte, et par mesure d'adaptation à la sécheresse et à la dégradation des terres induits par le changement climatique, les ménages agricoles peuvent conduire des changements dans les schémas migratoires. Le potentiel ou la propension à la migration étant fonction des alternatives d'adaptation disponibles pour le ménage, celles-ci étant à leur tour façonnées par un large éventail de facteurs socio-économiques opérant à plusieurs échelles.

L'adaptation au changement climatique et aux risques liés au climat est dotée d'une importance scientifique particulière. Dans le but de soutenir l'activité agricole, assurer une croissance durable du secteur et minimiser les impacts sociaux, des efforts concentrés sont essentiels pour réussir l'adaptation au changement climatique, notamment dans les politiques nationales de développement et veiller à ce qu'elles soient mises en œuvre aux niveaux national, régional et local. De nos jours, de nombreux outils et technologies innovants de modélisation du climat ont vu le jour, en particulier dans les pays développés. De nombreuses approches technologiques ont été adoptées. Cette diffusion internationale des technologies comprend également le transfert des technologies d'adaptation au changement climatique du nord vers le Sud du globe, en particulier vers les pays de l'Afrique.

Les transferts de technologie présentent un intérêt particulier dans le discours scientifique sur le changement climatique, car leur promotion englobe des défis politiques et économiques considérables en raison de la réticence des pays industrialisés à céder des actifs intellectuels stratégiques et des difficultés que les pays en développement peuvent rencontrer pour supporter les coûts financiers du développement des technologies par eux-mêmes. En effet, les pays développés ont accès à des technologies plus sophistiquées, tandis que les pays en développement sont plus vulnérables au changement climatique. Les phénomènes sociaux tels que la pauvreté, l'alphabétisation, et bien d'autres agissent comme un catalyseur qui favorise la vulnérabilité au changement climatique et l'incapacité à générer des stratégies d'adaptation.

Le sixième rapport d'évaluation du GIEC avancé en 2021 a insisté sur la nécessité d'adaptation au changement climatique, en marquant une importance particulière au rôle du transfert technologique dans ce sens. Bien que les systèmes d'innovation agricole soient répandus à travers l'Afrique, le rapport du GIEC a conclu qu'il existe beaucoup plus d'options d'adaptation au changement climatique que les pays descendant de l'Afrique peuvent adopter auprès des pays développés, et qu'il reste encore beaucoup à faire en matière de transfert technologique pour une meilleure

adaptation au changement climatique. De tels systèmes d'innovation devraient inclure des ensembles d'acteurs, d'institutions et de compétences qui fonctionnent et interagissent pour créer des conditions favorisant ainsi l'émergence des solutions sociales, environnementales et économiques innovantes en réussissant ainsi une adaptation structurelle au changement climatique.

Problématique et hypothèses

La question du changement climatique est désormais une réalité indéniable, plaçant l'humanité et l'ensemble de l'écosystème mondial face au plus grand défi. Les dommages sont de plus en plus coûteux et les impacts sont largement observés. L'accélération des flux migratoires et le potentiel de conflits liés à l'eau et la forte baisse de la productivité agricole sont des conséquences majeures et parmi les plus incontrôlables du changement climatique.

La position géographique du Maroc, bien qu'il soit un faible émetteur de gaz à effet de serre, demeure très vulnérable au changement climatique. Cette vulnérabilité se traduit essentiellement par la rareté des ressources en eau. Les études estiment une diminution significative et constante des précipitations, accentuées par l'augmentation des périodes de sécheresse. Ceci affecte considérablement la productivité agricole par la diminution des rendements. L'impact est prévu non seulement sur l'économie marocaine, vu le poids important qu'occupe le secteur agricole dans la sphère sectorielle, mais devrait avoir aussi des impacts directs sur une population agricole qui représente plus de 40 % de la population totale.

Au niveau de la plaine du Haouz, les cultures risquent de voir leurs rendements fortement affectés par les effets du changement climatique. L'agriculture étant largement dominée par les systèmes de culture traditionnels et dépendante de la pluviométrie, cette vulnérabilité est réelle et contraignante. La question de l'eau et sa gestion sont au cœur des enjeux majeurs de la plaine du Haouz, d'une part par la demande croissante et d'autre part par sa rareté. Une situation qui risque de s'aggraver de plus en plus par le changement climatique, notamment en raison de l'accentuation des périodes de sécheresse.

Face à ces défis environnementaux se trouve une population locale fortement impactée. Avec cette nouvelle situation sociale caractérisée par des besoins accrus, l'exacerbation de la pauvreté et la difficulté d'adaptation à ces différentes problématiques, il devient de plus en plus difficile d'assurer la stabilité sociale par le risque d'augmenter les déplacements forcés de la population locale

notamment vers des territoires alternatifs moins impactés, dont l'activité économique est plus forte et les conditions sociales sont plus assurées.

C'est ainsi que se sont développés des bassins migratoires dans la Tassaout Aval, qui sont dans la majorité des cas des migrations externes vers les pays de l'Europe. L'Italie est l'un des pays représentant un choix stratégique pour les migrants issus du monde rural au Maroc. Cette segmentation de population se traduit généralement par des familles d'agriculteurs à un niveau de vie défavorable, et un revenu de rente qui ne permet pas de satisfaire leurs besoins. L'Italie accueille ainsi ces personnes à une qualification moindre, pour répondre à leurs besoins en demande de marché de travail correspondant éventuellement à cette qualification (agriculture, habitat, construction...).

La zone d'étude a connu, et connaît toujours un mouvement migratoire très important vers l'Italie. Historiquement, cette mobilité a été générée à une forte densité entre les années 70 et 80. Cette période où la Tassaout Aval avait assisté à une période de sécheresse très importante. Le monde rural a été fortement impacté par les dégâts de la sécheresse et la pauvreté avait déjà signalé son exacerbation.

Dans ce contexte, nous estimons un lien fort entre le changement climatique, l'agriculture et la migration. Bien que ce lien soit complexe, dans la mesure où ces trois domaines se situent dans des interactions plus larges et à différentes échelles (environnementales et non environnementales), mais ils restent à terme interreliés et expriment une marge de causalité importante.

La question problématique générale à laquelle notre travail de recherche est sensé de répondre est la suivante :

Par ses effets sur l'agriculture, comment le changement climatique peut contribuer à une migration forcée ?

D'autres questions en sont associées telles que :

- Quels sont les indicateurs de la dynamique du climat dans la Tassaout Aval ?
- Quels sont les éventuels effets du changement climatique sur les paramètres agricoles dans la Tassaout Aval ?
- Quels sont les impacts actuels et potentiels des changements climatiques sur les productions agricoles
- Dans quelle mesure les effets du changement climatique sur la productivité agricole peuvent affecter la migration ?
- Les stratégies d'adaptation actuelles sont-elles en mesure de répondre entièrement aux besoins de l'agriculteur pour faire face aux effets du changement climatique ?

Pour répondre à ces questionnements, nous avançons les hypothèses suivantes :

- La migration et le changement climatique sont deux défis interdépendants pertinents.
- Le changement climatique est susceptible d'avoir de nombreux impacts sur la population dans la zone d'étude
- Le changement climatique affecte la migration principalement par son effet sur la productivité agricole.
- Les options d'adaptation pour la population affectée sont très faibles.
- Une meilleure innovation et un meilleur transfert de technologie sont indispensables à l'échelle nationale, régionale et locale

État de l'ART

À l'instar de l'Accord de Paris sur le climat en 2015, les préoccupations sur le changement climatique prennent une place importante dans la sphère politique et devient un phénomène d'urgence mondiale qui dépasse les frontières nationales. En effet, grâce aux avancées scientifiques et à la sophistication des techniques d'investigation, le consensus scientifique sur l'origine anthropique du changement climatique s'est établi enfin dans les années quatre-vingt.

Cela dit, les travaux de recherches au sujet des effets du changement climatique, qui régissent la température de surface d'une planète, et notamment les principes de l'effet de serre, remontent au 19^{ème} siècle. En 1824, le physicien français Joseph Fourier explique l'augmentation de la température du sol par l'interposition de l'atmosphère et publie en 1827 dans son livre « Mémoire sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires » et découvre l'effet de serre. C'est qu'en 1856 que la chercheuse Eunice Foote prouve l'existence de ce phénomène. Enfin en 1896, le Suédois Svante Arrhenius modélise la contribution du CO₂ à l'effet de serre.

Malgré ces découvertes, la prise de conscience sur les problématiques environnementales ne relance la recherche qu'en 1957. Avec l'expression qui décrit le réchauffement climatique comme : « une expérience géophysique menée à grande échelle », l'article de Roger Revelle et Hans Suess, révèle que l'océan n'absorbe qu'une partie du CO₂. Le reste s'accumule dans l'atmosphère¹. Les recherches climatiques s'accélérent avec une nouvelle technique, pour estimer la concentration de dioxyde de carbone, crée Charles Keeling en 1958, et permet de mesurer sur une base régulière la concentration du CO₂ à l'Antarctique et à Mauna Loa. Ces mesures confirment d'ores et déjà que le taux moyen annuel de dioxyde de carbone dans l'atmosphère était en croissance continue. En 1979, l'Académie Nationale des Sciences des États-Unis, conclut dans un rapport qu'un doublement de la concentration en CO₂, mènerait à une augmentation de la température de surface de 1,5 à 4,5°C d'après *les Modèles de circulation générale*². En 1988, le rapport « Notre avenir commun », ou le rapport Brundtland est rédigé en 1987 par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'ONU. Il apporte la définition.

¹ Roger Revelle and Hans E. Suess, "Carbon Dioxide Exchange between Atmosphere and Ocean and the Question of an Increase of Atmospheric CO₂ during the Past Decades," *Tellus* 9, no. 1 (1957): 18–27.

² Le même résultat a été présenté en 2013, dans le rapport du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat. (GIEC, cinquième rapport du GIEC, RE5, 2013).

Internationale et officielle de « développement durable ». Il représente la référence pour les politiques environnementale et aboutit à un moment scientifique qui mène à la création du GIEC. Ce dernier publie ses premiers rapports dès 1990, toujours avec peu de preuves empiriques d'un changement climatique causé par l'activité humaine. Six ans plus tard, l'analyse des données du Groupe confirme l'influence de l'Homme sur le climat global du 20^{em} siècle.¹ Les rapports du GIEC offrent depuis, des informations détaillées sur les bouleversements de la situation climatique mondiale.

Depuis les avancées scientifiques mentionnées ci-dessus, les dirigeants des pays et la communauté académique se mettent d'accord sur les effets incontestables du changement climatique. Les liens étroits de ce phénomène avec les secteurs de l'économie et de la politique font l'objet d'innombrables publications tant au niveau mondial, que national et local. En effet, la collecte de données facilite l'identification, la surveillance et la gestion des transformations naturels de plus en plus fréquents. Des rapports de l'UNESCO (2010) sur le Maghreb ou sur l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient (2014) par la Banque Mondiale examinent par exemple les implications de ce fléau en constante évolution afin de mieux comprendre les variations climatiques et d'observer la progression de certains indicateurs naturels.

En ce qui concerne les travaux de recherches menées au sujet du changement climatique au Maroc, ils recouvrent diverses thématiques telle que : la modification du climat moyen, des événements climatiques extrêmes, les impacts sur les ressources en eau superficielles ou profondes, sur l'agriculture, la santé, ou encore les répercussions sur les écosystèmes, le tourisme et l'énergie. Les problématiques de l'environnement tentent de cerner les opportunités du pays en termes de développement durable. Ces travaux visent à élaborer des politiques d'adaptation face aux enjeux climatiques. Pour l'ancien directeur et point focal du Maroc auprès de la Convention sur le Climat Maroc, Taha Balafrej, l'avenir du Maroc est dépendant des solutions qu'il saura apporter aux questions de l'énergie et de l'eau (2010). Son article présente de manière synthétique les indicateurs de vulnérabilité du changement climatique. Il vise à revisiter les politiques publiques pour apporter des solutions d'atténuation et de meilleurs mécanismes pour la gestion du patrimoine. De plus, la

¹ (Groupe de travail I – Changements climatiques 1995 : Aspects scientifiques de l'évolution du climat ; Groupe de travail II – Changements climatiques 1995 : Analyse scientifique et technique des incidences de l'évolution du climat, mesures d'adaptation et d'atténuation ; Groupe de travail III – Changements climatiques 1995 : Aspects socio-économiques de l'évolution du climat ; Deuxième Rapport d'évaluation du GIEC: Changements climatiques 1995 (y compris le rapport de synthèse))

réalité des changements climatiques au Maroc fait partie de l'inventaire d'une revue littéraire riche, qui tente de décortiquer les menaces des transformations de sa cinétique environnementale. La mutation de la faune et de la flore, la faible répartition spatio-temporelle de la pluviométrie annuelle et les longues périodes de sécheresses reflètent des signes apparents du changement climatique. Ces éléments sont fondamentalement liés à la production agricole du Maroc, qui régit d'un contexte national marqué par l'agriculture dans l'économie.

La relation changement climatique et agriculture au Maroc

Marie-Noëlle Woillez fait le survol de la littérature existante pour évaluer la situation de l'agriculture marocaine du passé vers l'avenir pour mettre en évidence le lien existant entre ces deux variables et illustrer l'empreinte du changement climatique global, clairement visible au Maroc et marqué par un accroissement des températures la décadence des cumuls annuels de précipitations (2019). Par sa synthèse, nous retenons les caractéristiques de certaines études effectuées sur l'évolution du climat Marocain au cours des dernières décennies, et les impacts du changement climatique sur l'agriculture. Les exemples suivants représentent certaines études sur les impacts du changement climatique sur l'agriculture.

Giannakopoulos et al. (2009) examinent la région de la Méditerranée dans un scénario climatique où le réchauffement global est de +2°C à l'horizon de 2050. Les résultats pour le Maroc indiquent une diminution des rendements des cultures de Maïs (irrigué), d'Haricots, de Tournesol, de Pomme de terre (irriguée), et de blé parallèlement de -12%, -40%, -15%, -25% et -15%.

L'étude de Ponti et al. (2014), analyse la dynamique de la production d'olive et la mouche de l'olive dans la même région selon un scénario de +1,8 °C de réchauffement global en 2041-2050 par rapport à 1961-1970. Les résultats pour le Maroc démontrent un déclin des populations de mouche de l'olive, un accroissement des rendements sur la façade Méditerranéenne et peu de changement de rendements sur le reste du pays.

Rosenzweig et al. (2014) analysent d'autres types de cultures dans le monde tel que le maïs, le riz, le blé et le soja et prévoient un déclin des rendements de blé en 2100 dans le Sud du Maroc où les diminutions projetées dépassent 40%.

Ces contributions scientifiques se caractérisent par différentes limitations :

- Elles examinent un seul point de grille pour le Maroc comme beaucoup de modèles analytiques.
- L'olivier étant résistant à la sécheresse, est moins pertinent quant à l'éventuel stress hydrique.
- Elles ne prennent pas en compte les extrêmes de température sur le développement et la croissance des plantes.
- Seules la température et les rayonnements sont utilisés en entrée dans ces modèles de projections

Aussi, Woillez (2019) met en relief les limites de certaines études de la FAO (Gommes et al., 2009) pour la banque mondiale sur les cinquantaines de types de culture à horizon 2050. Selon les récentes projections des impacts du changement climatique sur l'Agriculture marocaine, celles-ci ne prennent pas en compte non plus, la diminution des ressources en eau dans un contexte de changement climatique.

La relation changement climatique et migration

Si les résultats des effets du changement climatique sur les systèmes écologiques est incontestable auprès de la communauté scientifique, les répercussions sociales de ce phénomène environnementale, sont quant à elles plus difficile à cerner. La thématique de la migration dans ce contexte regorge notamment de lacunes conceptuelles et méthodologiques, et divise les opinions des chercheurs dans plusieurs domaines. Pour certains, la relation de causalité entre migration et changements climatiques est évidente. Pour d'autres, le rapport est certes existant, mais les phénomènes de la migration et du climat restent toutefois indirectement liés.

De ces divergences de compréhension des mécanismes migratoires inhérents aux changements environnementaux, résulte une pluralité de définitions et de conclusions. Dans la littérature, les appellations désignant les personnes qui doivent migrer face aux défis environnementaux varient de « Migrants forcés du climat », « migrants climatiques », « migrants environnementaux » à « Réfugiés climatiques », « réfugiés environnementaux », ou encore « écoréfugiés ».

La diversité des expressions utilisées correspond à différents niveaux de raisonnement et influence fortement les prédictions sur le nombre de personnes amenées à se déplacer. Par exemple, les estimations des flux migratoires d'ici 2050 seraient estimées à des valeurs entre 50 millions (UN

University's Institute for Environment and Human Security)¹, et 1 milliard (Christian Aid, 2007)². Les typologies utilisées et la fragmentation des perspectives analytiques reflètent également les enjeux de politique et les défis de gouvernance qui entourent le débat. C'est pourquoi, il s'avère nécessaire de faire ressortir les différentes caractéristiques d'opinion entre les experts et positionner cette thèse au sein des grandes tendances qui se dégagent dans la littérature.

Nombreux sont les travaux de synthèse qui font état de des connaissances dans le domaine des migrations et de l'environnement (Black et al., 2011 ; De Sherbinin et al., 2011 ; Hugo, 2008 ; Kniveton et al., 2008 ; Mcleman, 2013 ; Perch-Nielsen et al., 2008 ; Pigué, 2013a ; Pigué et al., 2011b ; Warner, 2010 ; Warner et al., 2010). Or, Il y a polémique entre les maximalistes, qui mettent en avant l'impact direct de l'environnement sur les mouvements de population, et les minimalistes qui soulignent l'importance du contexte social, économique et politique dans lequel se produisent ces mouvements.

La publication du rapport du PNUE (1985) constitue un point de départ pour les recherches sur migration environnementale avec l'apparition du terme « réfugié environnementaux » pour désigner les personnes contraintes à cause du dérèglement climatique. La thématique est saisie par les maximalistes, dits « alarmistes » qui tentent de comprendre le rapport entre le stress environnemental dans une région et la décision migratoire. En 1988, J. Jacobson identifie dans son rapport, la relation causale entre environnement et mouvements migratoires.³ L'approche maximaliste va cataloguer et cartographier des zones menacées par les risques environnementaux pour expliquer les potentiels déplacements des ménages face à l'impact climatique. À partir des années 1990, le professeur en sciences environnementales, Norman Myers multiplie les publications sur les enjeux climatiques en termes de migration. En 1997, il déclare la présence de 25 millions de

¹ Cité par Fritz, Carolina. 2010. « Climate Change and Migration: Sorting through Complex Issues without the Hype ». Migration Policy Institute.

² Cité par Barnett, J. et M. Webber. 2010. « Accommodating Migration to Promote Adaptation to Climate Change ». Commission on climate change and development. Washington, DC: World Bank.

³ Jacobson J.L., "Environmental Refugees: A Yardstick of Habitability", *Worldwatch Paper*, 86, Washington DC, Worldwatch Institute, 1988.

Réfugiés environnementaux pendant cette année-là, et en estime 200 millions pour 2050¹. Ce dernier s'inspire de la théorie Malthusienne, où l'accélération de la population mondiale et l'intensification du changement climatique réduisent drastiquement les ressources disponibles et met les populations dans des situations de vulnérabilité. En 2005 il affirme dans la même publication : « Le réchauffement climatique devenant ainsi la première cause de migration dans le monde ».

La pensée maximaliste se dote d'une méthodologie holistico-éducative (Castel, 2002) dans la compréhension du rapport entre le stress environnemental dans une région et la décision migratoire. Celle-ci n'adhère pas à la stratégie adaptative pour qualifier les personnes déplacées à cause du changement climatique (Hunter et Nawrotzki, 2011). En revanche, la représentation minimaliste se dote d'une méthodologie basée sur les études de cas où ils testent empiriquement la relation climat-migration. Cette école de pensée reconnaît l'existence de migrants climatiques mais infirment les estimations et prévisions qu'ils jugent sans fondement scientifique²(Black 2001 ; Gemenne, 2009). Leurs études démontrent que d'autres facteurs comme la politique de gestion de l'eau, le différentiel de niveau de vie et les incitations économiques sont aussi explicatives que le climat.

La communauté des « minimalistes » se compose principalement de chercheurs travaillant sur les questions migratoires. M.M. Kritz, R.A. Bilborrow, G. Hugo, G. Kibreab ou R. Black défendent la même thèse : la migration humaine est un problème complexe lié à une multitude de causes, dont celle environnementale. ³Par exemple, pour Laczko et Aghazarm (2009)⁴, Il est difficile de distinguer les cas dans lesquels le facteur environnemental est le principal déclencheur des migrations.⁵ Selon eux, le lien intrinsèque des facteurs environnementaux et des facteurs démographiques, politiques, socioéconomiques, culturel et personnels reflètent la combinaison de

¹ Myers N., « Environmental Refugees: An Emergent Security Issue », dans 13th Economic Forum éd. OSCE (Prague 2005)

² François Gemenne, *L'environnement, nouveau facteur de migration ?* (Presses de Sciences Po, 2009), <https://www.cairn.info/l-enjeu-mondial-2--9782724611311-page-137.htm>.

³ Kritz M.M., "Climate change and migration adaptations", *Working paper series*, Cornell University, 1990 ; Bilborrow R.W., "Rural poverty, migration and the environment in developing countries: three case studies", article pour le *Rapport sur le développement dans le monde : Le défi du développement*, Banque Mondiale, WDR, 1991 ; Homer-Dixon T.F., *op.cit.* ; Hugo G., "Environmental Concerns and International Migration", *International Migration Review*, 1-30, 1996, pp.105-131 ; Kibreab G., "Environmental Causes and Impact of Refugee Movements: A Critique of the Current Debate", *Disasters*, 1-21, 1997, pp. 20-38 ; Black R., "Environmental Refugees: Myth or Reality?", *New Issues in Refugee Research*, Working Paper, 34, Geneva, UNHCR, 2001.

⁴ F. Laczko et C. Aghazarm, « Migration, Environment and Climate Change: Assessing the Evidence. », *Migration, Environment and Climate Change: Assessing the Evidence.*, 2009, <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103136708>.

⁵ *Foresight: Migration and Global Environmental Change Final Project Report* (Government Office for Science, 2011); <http://go.nature.com/somswg>

plusieurs facteurs qui incitent les individus à migrer. Le rapport final du projet Foresight (2011) adhère à cette position et confirme la relation complexe entre les motifs de la migration, et les incitations tel que l'amélioration de la situation économique, le regroupement familial, l'asile politique et les menaces environnementales.¹ Autrement dit, en dépit de la domination des stress environnementaux, qui peuvent agir comme déclencheur dans le process migratoire (Kartiki, 2011), les chercheurs en géographie, estiment que la migration demeure, la plupart du temps, un phénomène multi causal émanant de la combinaison d'une somme de facteurs à la fois environnementaux, sociaux, politiques, économiques et démographiques (Brown, 2008 ; Gemenne, 2009 ; Morrissey, 2009). C'est pourquoi pour Magnan (2009) : « Il est crucial, de ne pas réduire ces migrations à une relation causale, directe, entre dégradations de l'environnement et exode forcé, mais de dépasser cette perspective déterministe pour aborder la question des migrations dans sa globalité.² ». Il ajoute : « [...] isoler les facteurs environnementaux de facteurs socioéconomiques est souvent une vaine entreprise, sans justification empirique ».

Migrations climatiques en Méditerranée

Qu'elle soit interne ou externe, la migration forcée est traitée selon des points de vue démographique, économique, sociologique, culturel, juridique et politique. Les études portant sur les crises climatiques et les migrations intérieures rappellent les caractéristiques des migrants et les conditions qui expliquent le changement de la dynamique des espaces ruraux.

Plusieurs études pointent la possibilité d'une augmentation des mouvements migratoires, à la fois à l'intérieur des pays bordant la Méditerranée, mais également de l'Afrique du Nord vers l'Europe

¹ Alexandre Magnan et al., « Des impacts du changement climatique aux enjeux de l'adaptation », 2009.

² Fermin A., 2009b. EACH-FOR Case-study Report: Morocco. Rapport du projet EACH-FOR, <https://maithamza.files.wordpress.com/2010/12/migration-and-environmental-change-in-morocco-the-case-ait-hamza-mohamed.pdf>

(Afifi, 2009 ; Brown, 2008). Ils reconnaissent l'importance croissante des impacts du changement climatique dans la décision migratoire, mais insistent sur l'importance de ne pas considérer ce phénomène dans cette seule dimension. Raison pour laquelle notre thèse s'est focalisée sur la relation climat-agriculture et migration.

L'étude empirique de Fermin (2009a), montre que l'appauvrissement des sols sur l'ensemble des pays en Méditerranée, et la diminution de leurs ressources en eau potable est susceptible de provoquer des flux migratoires importants¹. Son rapport analyse les résultats des investigations menées en 2008, dans la Vallée moyenne de Draa et dans le Sahara, dont le but était de tester l'hypothèse qui met en relation la dégradation environnementale et la migration.

Le Maroc, dû à sa position géographique, se dote d'un climat nuancé qui est différent d'une Région à l'autre. Différentes approches sont utilisées pour décortiquer les répercussions du changement climatique dépendamment de la zone étudiée. Le cas de la Tassaout Aval suscite des questionnements sur le lien entre l'agriculture et le climat- migration forcée à la suite des mouvements migratoires observés pendant diverses périodes de sécheresse dans la région.

La thèse de doctorat d'Abderrahim Sarghini¹ en 2019 traite la problématique centrale de la rareté de l'eau dans la construction territoriale des zones rurales du Tassaout Aval. En effet, la dégradation des conditions climatiques au Maroc constitue un enjeu primordial pour la gestion des ressources en eau. L'objet de son étude vise plus précisément, à déterminer la mesure dans laquelle la gestion des ressources en eau a un impact sur la dynamique des espaces ruraux de la zone.

Par le biais de l'analyse des mesures du développement local tel que la propriété des terrains, le revenu agricole, le chômage, l'immigration et l'habitat, l'auteur identifie les besoins d'une population qui souffre de la dégradation des composantes écologiques de son territoire. L'agriculture notamment, représente l'une des sources principales du revenu de 92% des ménages. Cependant, la production locale dans la Tassaout Aval se base sur une agriculture caractérisée par

¹ Abderrahim Sarghini, « Gestion Des Ressources En Eau et Développement Territorial Dans La Tassaout Aval. » (Université de Rabat, 2019).

la conservation des méthodes traditionnelles d'exploitation et d'irrigation. C'est dans cette optique que Sarghini démontre la corrélation entre la pénurie des ressources en eau dans la région de la Tassaout Aval et la manifestation des flux migratoires.

Kharoufi¹ (2017), dévoile la situation de l'activité pastorale dans la région de Beni Meskine pour estimer le départ des jeunes provenant d'El Brouj, en direction des villes de Settat, Casablanca et des villes du nord, et ce dans le but de travailler en tant que maçons, porteurs ou artisans. En effet, la sécheresse de 1980 à 1981 au Maroc se traduit par un déficit pluviométrique de 50% sur l'ensemble du pays et une chute de la production des céréales à 20 millions de quintaux face à 35 à 40 millions en année normale. Pour l'élevage, les pertes ont été évalué à 40 % de l'exploitation totale du cheptel. En résumé, la sécheresse et les autres effets du changement climatique ont considérablement affecté la stabilité de la population rurale.

Dans la catégorie des recherches en géographie humaine, le texte de Ghita Elglaoui Mazouari « La migration internationale et ses répercussions sur le développement local dans la région de Qala'at al-Saraghna » commence par définir le cadre méthodologique et le concept de « développement » afin de répondre à sa problématique du développement local et de la migration internationale. Son objectif étant de afin de comprendre la relation entre ces deux variables, l'auteure décrit les caractéristiques de la migration internationale, ses causes et ses types. Elle explique les raisons pour lesquelles l'Espagne et l'Italie, représentaient un choix de destination pour les Marocains entre les années 1960 et 1990/ La souplesse de ces pays notamment, et leur fluidité dans les relations avec les immigrants clandestins, chassés par les effets de la sécheresse, ont joué un rôle important dans l'accélération des immigrations dans ces pays d'accueil.

La communauté marocaine en Italie, a été évalué à 130 000 personnes selon le ministère de la Communauté marocaine à l'Étranger (Bencherifa, Berriane et al. 1992, p. 20). Parallèlement, notre thèse analyse le cheminement des émigrants marocains vers l'Italie. Nous nous intéressons plus précisément au cas de la Tassaout Aval, qui avait enregistré un mouvement migratoire de grande

¹ Mostafa Kharoufi, "Effets de l'émigration Vers l'Italie Des Beni Meskine (Maroc Occidental)," in *Maghreb, Dimensions de La Complexité : Études Choisies de l'IRMC (1992-2003)*, ed. Anne-Marie Planel, Maghreb et Sciences Sociales (Tunis : Institut de recherche sur le Maghreb contemporain, 2017), 233–40, <http://books.openedition.org/irmc/1589>.

ampleur depuis l'exacerbation de la sécheresse. Elle a été marquée par un flux dirigé essentiellement vers les pays de l'Europe, dont l'Italie en prend la part majoritaire.

Les documents survolés dans notre travail pour répondre à notre problématique et présentés ci-dessus, indiquent quelques limites conceptuels et méthodologiques. À la suite du rapport d'El Hinnawi, qui médiatise le concept de « réfugiés environnementaux » (2011), l'approche théorique maximaliste emploie le terme « réfugié » pour qualifier les déplacements forcés. Les études minimalistes quant à elles, révèlent la dichotomie entre l'aspect forcé et volontaire de la migration pour des raisons climatiques et environnementales. Par conséquent, le manque de consensus sur le statut des personnes forcées à se déplacer face au changement climatique, constitue un problème pour le droit international et représente un obstacle pour la création d'un instrument juridique, ainsi que l'élaboration de politiques publiques, car dans le domaine juridique, les terminologies et les langages utilisés sont fondamentaux pour déterminer un niveau de responsabilité et de gouvernance.

De même, des organisations internationales comme le Haut-Commissariat des Nations Unies pour les Réfugiés (UNHCR) et l'Organisation Internationale pour les Migrations (OIM) nous donnent différentes définitions des déplacés climatiques. Pour l'UNHCR, il n'y a pas de définition acceptée universellement pour la notion de « migration forcée ». L'Agence insiste que le concept est loin d'être juridique et réfute l'utilisation du mot « réfugiés » pour désigner les personnes qui doivent quitter leur domicile à cause du changement climatique. L'UNHCR affirme que ce mot : « [...]détourne l'attention des besoins spécifiques des réfugiés et des obligations légales que la communauté internationale s'est engagée à honorer envers eux. »¹

Pour l'OIM, la migration forcée est définie comme un mouvement migratoire non volontaire, contraint et subi, causé par divers facteurs. Les termes « migration climatique » ou « migrant environnemental » figurent dans le glossaire de définition de l'organisation. Pour l'organisation :

- **Le migrant environnemental** - Personne ou groupe de personnes qui, essentiellement pour des raisons liées à un changement environnemental soudain ou progressif influant négativement sur

¹ L'Agence des Nations Unies pour les réfugiés, « « Réfugiés » et « migrants » - Questions fréquentes », UNHCR, <https://www.unhcr.org/fr/news/stories/2016/3/56f29941c/refugies-migrants-questions-frequentes.html>.

leur vie ou leurs conditions de vie, sont contraintes de quitter leur lieu de résidence habituelle ou le quittent de leur propre initiative, temporairement ou définitivement, et qui, de ce fait, se déplacent à l'intérieur ou hors de leur pays d'origine ou de résidence habituelle.¹

- **La migration climatique** : Mouvement d'une personne ou d'un groupe de personnes qui, essentiellement pour des raisons liées à une modification soudaine ou progressive de l'environnement en raison du changement climatique, sont contraintes de quitter leur lieu de résidence habituelle, ou le quittent de leur propre initiative, temporairement ou définitivement, pour se rendre ailleurs sur le territoire d'un État ou par-delà une frontière internationale. »²

De ce fait, nous allons opter pour le terme « migrant forcé » pour désigner les personnes qui doivent quitter leur foyer face aux défis du changement climatique. Hormis la difficulté d'identifier une catégorie spécifique de « migrants climatiques », nous allons tenter de prouver le lien entre climat-migration en y ajoutant la variable de l'agriculture. Notre démarche va s'inspirer des auteurs qui perçoivent la mobilité humaine induite par le climat comme une stratégie d'adaptation. C'est l'idée selon laquelle la migration peut être une forme d'adaptation face aux événements météorologiques extrêmes et aux répercussions progressives du changement climatique, puisqu'elle permet de se rendre dans des endroits plus sûrs ou de diversifier ses moyens de subsistance. La migration comme stratégie d'adaptation semble gagner du terrain ces dernières années dans plusieurs travaux de recherches (Bardsley & Hugo, 2010 ; Barnett & Webber, 2009 ; Black et al., 2011c; Mcleman & Smit, 2006; Tacoli, 2009). Cette position va à l'encontre d'un discours alarmiste qui tend à décrire les migrations comme étant une option de dernier recours et l'échec d'un processus d'adaptation. L'Organisation Internationale pour les Migrations (OIM) à titre d'exemple, s'est formellement positionnée dans ce débat en considérant que la migration est véritablement une stratégie d'adaptation face aux effets du changement climatique.

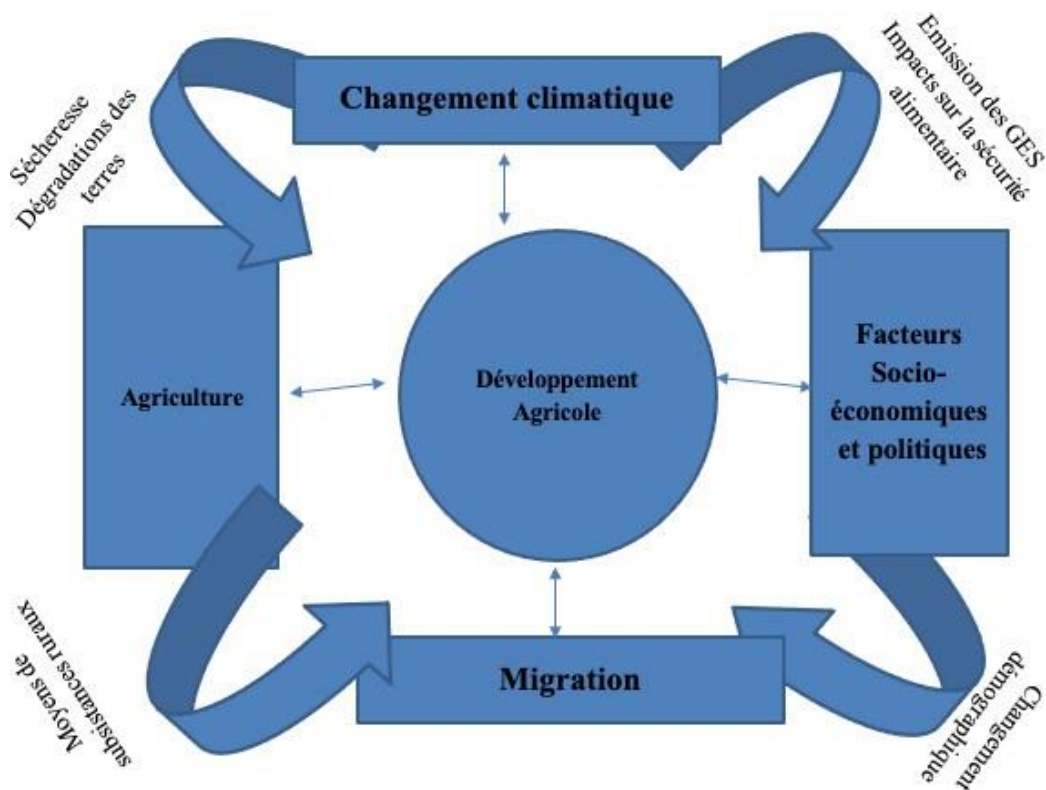
¹ Conseil de l'Organisation internationale pour les migrations (OIM), Document de travail MC/INF/288 : Migration et environnement (novembre 2007) ; OIM, Dialogue international sur la migration (no 18), Changement climatique, dégradation de l'environnement et migration (2012).

² Organisation Internationale pour les Migrants, « Termes clés de la migration », International Organization for Migration, 2016, <https://www.iom.int/fr/termes-cles-de-la-migration>.

Structure de la thèse & méthodologie

Notre travail de recherche passe en revue les connaissances scientifiques existantes sur la façon dont les effets du changement climatique et les événements climatiques extrêmes, notamment la sécheresse, affectent la dynamique de dégradation des terres agricoles et contribuent par la suite à des mouvements migratoires.

Le schéma ci-dessous illustre et décrit de façon simplifiée les liens entre les trois concepts fondamentaux de notre recherche : changement climatique, agriculture et migration.



La thèse est structurée en trois parties fondamentales:

La partie I: intitulée « *Le changement climatique et son impact sur l'agriculture marocaine* ».

Cette partie revoit des concepts fondamentaux à la compréhension de la composante climatique, pour tacler par la suite la question du changement climatique et ses effets notamment en agriculture. Ensuite, nous mettons en place un aperçu général sur le secteur agricole marocain, pour finalement définir les différents enjeux et défis auxquels ce secteur fait actuellement face.

La partie II : intitulée « *L'agriculture face au défi du changement climatique dans la plaine du Haouz : le cas de la Tassaout aval* ». Cette partie s'est concentrée essentiellement à l'étude des effets du changement climatique sur l'agriculture, passant d'abord par une présentation générale de la zone d'étude, ensuite, à l'étude de la variabilité et les tendances climatiques associées à d'autres paramètres environnementaux. Cette partie met en éclairage aussi la question de la mise en valeur agricole avec ses différents enjeux et défis.

La partie III : intitulée « *Les perspectives du développement agricole dans un contexte de migration : réussir une adaptation au changement climatique par les innovations technologiques.* » Nous exposons dans cette partie les principaux résultats de notre travail de terrain, nos analyses, mais aussi nos recommandations.

En termes de données et méthodes, nous décrivons ci-après notre démarche méthodologique adoptée pour répondre aux questions de recherche. Cette démarche a été menée en plusieurs phases.

- **Une phase exploratoire** dans laquelle nous nous sommes concentrés à cerner notre problématique de recherche dans la sphère scientifique. Le but était spécifiquement de cadrer notre thématique dans les champs disciplinaires qui lui sont liés. Une revue de littérature a été primordiale pour concevoir le sujet de recherche, mais aussi de pouvoir conduire une analyse efficace.
- **Une phase pratique** qui a concerné dans un premier temps le choix de la zone d'étude, à laquelle nous projetons et vérifions respectivement les questions problématiques et les hypothèses initialement identifiées et avancées. Ce choix est ainsi effectué sur la base des zones agro climatiques assistant à un mouvement migratoire important. Dans un second temps, il s'agira d'identifier les indicateurs de la dynamique du climat et les éventuels effets du changement climatique sur l'agriculture dans la zone d'étude. Et finalement une enquête auprès des ménages agricoles dont le but est d'examiner le degré d'impact sur la population rurale vis-à-vis de la détérioration des conditions climatiques. Nous avons réussi à travers cette enquête à collecter des données sur les caractéristiques socio-économiques et démographiques des ménages agricoles. Cela nous a permis aussi de concevoir leur perception sur le changement climatique dans la zone d'étude, mais aussi leur prédisposition à accepter de nouveaux moyens qui peuvent plus ou moins garantir un impact moindre et

une gestion plus efficace des moyens de subsistance. Des guides d'entretien ont été aussi mis en avant: ceux qui ont concerné les acteurs intervenant en matière de gestion du secteur agricole dans la région, et d'autres visant des émigrés depuis la zone d'étude vers l'Italie.

Enquêtes auprès des ménages agricoles :

Au Maroc, le recensement de la population est actualisé chaque dix ans par les autorités publiques. Les effectifs des ménages agricoles dans les villages d'étude ont été obtenus à partir de la dernière version de recensement effectué en 2014. Ci-après, la liste de la population totale de chaque commune.

Tableau 1 :

Tableau 1: Liste de la population totale par commune.

Commune	Population
Taouzint	5 651
Oulad Aamer	7 015
Oulad Yaacoub	7 143
Znada	6 712
Hiadna	11 385
Oulad Sbih	6 586
Mayate	12 101
Oulad Cherki	7 397
El Marbough	8 774
Errafiaya	5 356
El Aamria	9 421
Sidi El Hattab	9 421
Oulad Msabbel	6 254
Sidi Moussa	9 684
Oulad Massaoud	5 011
Eddachra	7 522
Total :	125 433

La taille n de l'échantillon des ménages de l'étude a été déterminée en appliquant la formule ci-dessous.

$$n = \frac{M}{\left[\left(S^2 \times (M - 1) \right) \div pq \right] + 1}$$

En appliquant cette formule, la taille de l'échantillon à enquêter est estimée à 382,99 Ménages agricoles.

Avant la collecte des données, un questionnaire a été élaboré et testé auprès d'une vingtaine de ménages agricoles pour s'assurer de sa cohérence. Ce test a consisté à administrer le questionnaire auxdits ménages afin de détecter les incohérences. Ces dernières ont ensuite été corrigées afin d'avoir une version définitive du questionnaire. Dans chaque commune, le choix des ménages a été effectué de façon aléatoire sans remise. Cette enquête s'est déroulée du janvier au mars 2021. Le questionnaire regroupe 69 questions, structuré en 6 parties nommées comme suit:

- Informations personnelles ;
- Production agricole
- Perception de la variabilité climatique
- Problèmes, difficultés et chocs subis
- Migration
- Ressources et investissement

L'établissement du questionnaire a été effectué à l'aide du logiciel SPHINX. Ce dernier nous a aidés à saisir les données collectées depuis le terrain d'étude et nous a été utile en matière d'analyse et soustraction des résultats.

L'analyse des données climatiques :

La méthode adoptée dans cette recherche est basée sur la détermination de l'étendue des espaces verts à travers Tassaout Aval et sa variation dans le temps à partir d'un ensemble d'images satellites Landsat datées du 1985 au 2020.

Source des données et prétraitement :

Le produit du satellite Landsat (résolution spatiale : 30 mètres) a été utilisé dans cette étude. Il s'agit d'images optiques (voir tableau ci-dessous) de 1985 à 2020 pour Landsat (1973, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 et 2020), principalement utilisée pour cartographier les zones de végétation.

Toutes les images ont été acquises auprès de USGS Global Visualization Viewer (GloVis) (Global Visualization Viewer, 2021).

La plupart des images ont été prises pendant les mois de juillet et août (période sèche), afin de caractériser uniquement la couverture végétale permanente, qui est irriguée pendant cette période aride. Seules des images avec peu ou moins de couvertures nuageuses ont été sélectionnées pour améliorer la précision de la détection de la végétation (Landsat) et de la classification construite (Sentinel-2A).

Tableau 2 : Images satellites utilisés dans l'étude

Satellite	Capteur	Non. Des bandes MS (résolution nominale)	Période
Landsat 5	MSS/TM	4 (30 m)	1985-07-27
			1990-07-09
			1995-08-08
			2005-08-19
			2010-07-16
Landsat 7	ETM+	6 (30 m)	2000-08-13
Landsat 8	OLI / COUPS	8 (30 m)	2015-07-14
			2020-08-12

Une correction atmosphérique a été effectuée pour chaque image à l'aide de l'analyse atmosphérique FLAASH dans le logiciel ENVIE. En outre, un étalonnage radiométrique a été utilisé pour calibrer les données d'image en fonction des températures de rayonnement, de réflectance et de luminosité à l'aide de la routine ENVIE Calibrate Raster.

Détermination de la végétation

Les valeurs NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) vont de -1 à +1. Une valeur NDVI plus élevée indique une végétation saine et dense, une valeur NDVI plus faible indique une végétation clairsemée. Il est exprimé comme suit :

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Où RED et NIR représentent des mesures de réflectance spectrale acquises dans les régions rouge (visible) et proche infrarouge, respectivement.

La méthode de classification supervisée avec l'algorithme de probabilité maximale (MLC) a été appliquée dans ArcGIS 10.7.1 pour extraire des informations sur la végétation et la couverture accumulée. L'algorithme MLC est l'une des méthodes de classification supervisée les plus couramment utilisées dans le traitement d'images de télédétection. Cette technique est basée sur la possibilité qu'un pixel appartienne à une classe particulière. Dans ce modèle, nous supposons que ces possibilités sont égales pour toutes les classes et que les bandes d'entrées ont des distributions normales. La méthode de la distance spectrale calcule le vecteur moyen de chaque signature et la distance spectrale entre le vecteur de mesure du pixel candidat (échantillons). Pour la détection de la végétation, les échantillons ont été sélectionnés en visionnant à l'écran (Guo et al., 2021), et également sur la base de l'image composite multi spectrale en fausses couleurs consistant à faire apparaître la végétation en rouge.

**PARTIE I : LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SON IMPACT SUR
L'AGRICULTURE MAROCAINE**

Introduction de la partie I :

Depuis le début de la révolution industrielle, les êtres humains exploitent les combustibles fossiles d'une manière paroxystique afin de satisfaire leurs besoins biologiques, socioculturels et artificiels. Or, la consommation accrue des ressources naturelles, l'augmentation de la population mondiale ou encore la transformation des forêts en terres agricoles engendrent une multitude de problèmes environnementaux avec des répercussions irréversibles sur l'équilibre de la biodiversité.

En effet l'une des sources principales des changements climatiques émane de l'activité anthropique. Entre la surconsommation des énergies fossiles, la déforestation, l'élevage et l'agriculture intensive, ces pratiques entraînent une hausse spectaculaire des dérivés du carbone et de protoxyde d'azote N₂O. D'ailleurs, le plus connu d'entre eux est le dioxyde de carbone (CO₂), sa présence dans l'atmosphère est supérieure de 40 % depuis le début des années soixante.

Bien évidemment, le dioxyde de carbone, le méthane, et le protoxyde d'azote sont présents dans cette enveloppe terrestre et jouent un rôle de régulateur thermique. Ils capturent la chaleur émise par le soleil et permettent de sauvegarder un climat viable pour la Terre, à savoir une température moyenne de 15 °C. Par conséquent, ces gaz emprisonnent les rayonnements réfléchis vers l'espace, sous forme de rayons infrarouges et réchauffent la troposphère.

À cause de leur quantité hors norme au sein de la couche la plus basse (en altitude) de l'atmosphère et de leur durée de vie, ils exercent un effet de serre aux retombées perverses sur l'écosystème naturel dans sa totalité. Ainsi, la vapeur d'eau (H₂O), le méthane (CH₄), le dioxyde de carbone (CO₂) et le protoxyde d'azote (N₂O) constituent les principaux gaz à effet de serre (GES), qui contribuent à piéger l'énergie renvoyée, en augmentant la température moyenne de la Terre. Sans ce mécanisme d'autorégulation, la température de la surface de la Terre serait de -18 °C. La hausse spectaculaire des émissions des (GES), quant à elle, se manifeste dans un déséquilibre naturel des milieux physique, terrestre et aquatique de la planète. Par exemple, la température moyenne à la surface du globe a augmenté de +1,11 °C depuis l'époque préindustrielle (période 1850-1900).¹

À cette vitesse, la trajectoire des émissions des (GES) mènerait à un réchauffement entre 2,2 et 3,5 °C en 2100.² C'est pourquoi l'Accord de Paris et la COP26 ont déterminé une limite entre 1,5 et 2 °C dans le but d'atteindre la neutralité du carbone d'ici la fin du XXI^e siècle, et ce par la

¹ Organisation Météorologique Mondiale (OMM), « Records battus en 2021 pour quatre indicateurs majeurs du changement climatique ».

² Woillez, « Revue de littérature sur le changement climatique au Maroc : observations, projections et impacts ».

Réduction significative des émissions de GES et la compensation carbone. Cela dit, ces objectifs constituent des controverses auprès de certains chercheurs. À l'Université de Wageningen, les calculs du Web Climate Action Tracker s'attendent à des températures de 2,4 °C en 2100 en dépit des engagements mis en œuvre pour réduire les émissions des GES lors de ces rencontres.¹

En fait, la concentration des (GES) et l'accélération des températures moyennes du globe sont des indicateurs clés du changement climatique. S'y ajoutent aussi le réchauffement et l'acidification des océans et l'élévation du niveau de la mer. C'est dans ce contexte que plusieurs scénarios mettent en leur les potentielles répercussions des émissions massives de gaz à effet de serre. L'élévation moyenne du niveau de la mer à l'échelle du globe pourrait approcher les deux mètres d'ici 2100 et les cinq mètres d'ici 2150², forçant des millions de personnes à quitter leurs logements.

Outre cela, le changement climatique modifie les équilibres naturels et se traduit par le déclin de la biosphère. Ses dégâts sont irréversibles et néfastes non seulement pour l'avenir de la planète, mais aussi pour les populations. De la sécheresse aux inondations, de la transformation des banquises aux fontes des glaciers, les risques associés à ce phénomène sont de plus en plus apparents et récurrents. La mutation des modèles météorologiques et la transformation des variables du climat telles que la température et les précipitations, est d'autant plus observables à l'échelle mondiale qu'au niveau régional.

Dans la méditerranée, la variabilité des processus hydrologiques conduirait à une diminution des disponibilités en eau³ allant jusqu'à de 20 %. Le Maroc, par sa position géographique, est vulnérable à cause des changements climatiques et de la croissance démographique. Les systèmes environnementaux et les ressources en eau subissent d'ores et déjà des pressions relatives à l'intensification agricole, au tourisme, et à l'industrialisation, comme le démontrent plusieurs études prévisionnelles sur le sujet. Elles indiquent qu'au cours des prochaines décennies, le pays montrera continuellement des signes d'aridité croissante⁴.

¹ Climate Action Tracker, « Despite Glasgow Climate Pact 2030 Climate Target Updates Have Stalled ».

² Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Climate Change 2021 the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

³ Folton et al., « Cinquante Ans de Processus Hydrologiques Observés Dans Des Petits Bassins Versants Méditerranéens ».

⁴ Badraoui et Balaghi, « L'adaptation de l'agriculture marocaine au changement climatique ».

Le secteur agricole a une place prépondérante dans l'utilisation des ressources hydriques. Il dépend normalement de conditions climatiques favorables. Raison pour laquelle, ce sera le secteur le plus touché par la baisse des précipitations et la hausse des températures actuelles et futures. La durée de la « période de croissance », qui correspond au moment de la saison agricole pendant laquelle les conditions de précipitations et de température sont suffisantes pour permettre une croissance et un développement optimaux des cultures, devrait de même diminuer de 30 jours en 2050, par rapport à 2010¹, ce qui aura certainement un impact significatif sur les rendements et va remettre en question la sécurité alimentaire².

Les analyses sur le changement climatique et l'agriculture marocaine réalisées par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la Direction de la Météorologie nationale (DMN), et l'Institut National de la Recherche agronomique (INRA) prévoient une diminution de la productivité des principales cultures pluviales dans les zones semi-arides.

Ces études d'impacts³ montrent que les rendements pour la majorité des cultures stagneraient ou diminueraient légèrement jusqu'en 2030, puis chuteraient ensuite très sévèrement pour les cultures pluviales, par contre ils pourraient continuer à augmenter pour les cultures irriguées, notamment les fruits et légumes. Cependant, l'exacerbation de la pénurie d'eau devrait limiter les possibilités d'expansion des zones irriguées. Nous pourrions également assister à un déplacement de l'aire de culture de certaines espèces comme celles qui sont exigeantes en eau (maïs, tournesol, fève, olivier) ou qui seront affectées par la hausse des températures (espèces arboricoles fruitières ayant besoin de froid). La baisse de la productivité agricole et l'augmentation des charges d'exploitation entraîneraient une baisse des revenus, amplifiant la pauvreté en zone rurale et contribuant à l'augmentation de l'exode rural.

¹ La période de croissance actuelle de la plupart des céréales de novembre à avril sera réduite de novembre à mars d'ici 2050

² Harbouze et al., « Rapport de synthèse sur l'agriculture au Maroc ».

³ Agence pour le Développement Agricole, « Évaluation Environnementale Stratégique du Plan Maroc Vert ».

Chapitre 1 : Aspects du changement climatique et agriculture

Introduction :

Il n'existe aucune autre activité aussi essentielle à la vie et au développement qui puisse se prévaloir d'un tel climat-dépendance que l'agriculture. Même si actuellement les agriculteurs peuvent de plus en plus compter sur des innovations dans leurs activités, les fondements restent immuables. Donc, l'eau (de pluies ou d'irrigation), l'ensoleillement, la température et la qualité des sols sont considérés comme les principaux moteurs de la croissance de la productivité.

Or, les effets du changement climatique sont réels et mesurables. Leurs impacts deviennent encore plus intolérables. À mesure que les changements climatiques évoluent, l'alimentation et l'agriculture doivent aller de même. La variabilité des précipitations, la sécheresse, l'augmentation du niveau de la mer, l'augmentation des températures sont les grandes manifestations de changement climatique, qui menacent directement la productivité agricole, tout en nuisant à la sécurité alimentaire pour une population mondiale en pleine croissance et une demande accrue en produits alimentaires.

1. Comprendre la composante climatique :

1.1 L'atmosphère :

L'atmosphère est la mince pellicule d'air qui entoure la terre. Cet air est composé d'un mélange de gaz dont approximativement 78 % d'azote, 21 % d'oxygène et 1 % de gaz rares. Elle englobe aussi d'autres gaz de concentration variables : vapeur d'eau, gaz carbonique, anhydride sulfureux. Collée au globe par attraction terrestre, l'atmosphère est un composant naturel qui permet la respiration biologique et le cycle d'eau.

On distingue plusieurs couches concentriques dans l'atmosphère dont les principaux sont:

Troposphère: C'est la couche la plus inférieure qui s'étend jusqu'à 20 km de l'atmosphère. Pour 200 m d'élévation, la température diminue de 1 °C. Elle permet de fournir à la terre, par principe d'influence à celle-ci, de gaz carbonique, le CO₂ provenant de la respiration biologique, la vapeur d'eau.

Stratosphère : au-delà de la troposphère jusqu'à 50 km d'altitude c'est occupé par la stratosphère. Pure et fort peu dense, cette couche reçoit une forte ration de rayonnement solaire, particulièrement des radiations ultraviolettes (UV). Ces dernières sont bloquées par la couche d'ozone.

Ionosphère : Encore plus loin, l'ionosphère est la couche où les températures sont véritablement très élevées (plus de 1000 °C). Le ciel est bien noir et on est loin de l'atmosphère du géographe.¹

1.2 La température :

L'atmosphère est responsable d'un effet de serre qui réchauffe la surface de la Terre. Sans elle, la température moyenne sur Terre serait de -18 °C. Par ailleurs, les températures du sol dépendent des radiations solaires et de leur transformation en chaleur par un corps. L'énergie solaire vaut dans l'espace environ 342 W/m² consistant ainsi des rayons ultraviolets, les rayons infrarouges et les rayons lumineux. 45 % de cette énergie arrive au sol. Le reste est soit absorbé au passage par les divers gaz de l'atmosphère, soit réfléchi vers le ciel.

La propagation de la chaleur par rayonnement se fait à travers les rayons solaires reçus par la Terre. Bien qu'une partie soit absorbée par la couche d'ozone et par la troposphère, il chauffe la surface terrestre qui ensuite rediffuse ce rayonnement sous forme infrarouge, directement utilisable par les gaz de l'atmosphère. Plus la couche d'atmosphère à traverser est épaisse et moins il y a d'énergie qui parvient à la surface par rayonnement. La chaleur peut aussi se produire par convection : le sol reçoit la chaleur du soleil et la transmet par contact à l'atmosphère. Par réchauffement, la densité de cette partie d'air diminue et augmente. Elle est remplacée par un volume d'air égal venant des couches voisines plus froides. Ce phénomène crée des courants ascendants et descendants.

Les nuages et les océans ont également des incidences fortes sur la variabilité des températures. Les nuages (particulièrement ceux du bas) diminuent leur refroidissement la nuit, et ralentissent le réchauffement du sol le jour. Les océans ou les Grands Lacs se réchauffent et se refroidissent plus lentement que les terres ce qui permet d'avoir un rôle modérateur sur la température.

1.3 La circulation atmosphérique :

La structure globale des vents atmosphériques est décrite par la circulation générale de l'atmosphère. Les principaux moteurs de cette circulation selon les scientifiques et les chercheurs sont la sphéricité de la Terre et la distribution spatialement non uniforme résultante du chauffage solaire. Les tropiques absorbent environ le double de l'énergie solaire absorbée par les latitudes supérieures, créant un gradient méridional de température et d'énergie potentielle. Une partie de l'énergie potentielle est convertie en énergie cinétique, qui se manifeste comme le vent. Les vents sont ensuite déviés sous l'influence de la Terre en rotation, créant les schémas d'écoulement complexes de la circulation générale.

¹ Demangeot, *Les milieux" naturels" du globe.*

Le flux atmosphérique entraîne des transports et des conversions d'énergie systématiques dans le système climatique de la Terre. Les différentes formes d'énergie impliquées sont la chaleur sensible, la chaleur latente, l'énergie potentielle et l'énergie cinétique. Typiquement, les transports d'énergie sont dirigés contre les gradients spatiaux, réduisant ainsi les contrastes entre les régions géographiques. Par exemple, les vents transportent de l'air chaud des tropiques vers les extras tropiques et de l'air froid dans la direction opposée, diminuant les contrastes de température entre les latitudes basses et hautes.

De même, la circulation générale redistribue l'eau des océans vers les continents et alimente les surfaces terrestres en précipitations vivifiantes. En d'autres termes, la circulation atmosphérique exerce une influence modératrice sur le climat et réduit les extrêmes des éléments météorologiques. Les vents atmosphériques aident également à conduire les océans, qui à leur tour distribuent la chaleur des latitudes basses aux hautes latitudes, les nutriments de l'intérieur de l'océan à la surface et le carbone de l'atmosphère à l'océan. En raison de son rôle important dans la redistribution des propriétés au sein du système climatique, la circulation générale a également été surnommée le « grand communicateur ».

1.4 L'eau dans l'atmosphère :

L'eau de la Terre est toujours en mouvement et change toujours d'états, du liquide à la vapeur à la glace. L'atmosphère constitue un élément fondamental qui permet la circulation d'eau autour du globe. Il y a toujours de l'eau dans l'atmosphère. Les nuages sont la forme la plus visible de l'eau atmosphérique, mais même un ciel dégagé contient de l'eau — l'eau en particules qui est trop petite pour être vue. Le volume de l'eau dans l'atmosphère à n'importe quel moment est d'environ 12 900 km³. Si toute l'eau de l'atmosphère se précipitait en une fois, elle couvrirait la terre à une profondeur de 2,5.

Les nuages sont ainsi formés par principe de condensation permettant de transformer la vapeur en eau liquide. Ceci est représenté par les précipitations provoquées par les nuages. La condensation est également responsable du brouillard ; de la buée qui se forme sur tes lunettes quand tu vas d'un endroit froid vers l'extérieur lors d'une journée chaude et humide ; des gouttelettes qui se forment à l'extérieur de ton verre ; et de l'eau qui se forme sur l'intérieur des fenêtres de la maison lors d'une journée froide.

2. Le changement climatique : les causes et les indicateurs

Le changement climatique est une variation de l'état du climat que l'on peut déceler par les modifications de la moyenne et/ou les variations de ses propriétés et qui persiste pendant de longues périodes, généralement pendant des décennies ou plus.¹ On parle de changement climatique global (CCG) lorsque le climat de la terre enregistre une modification durable au minimum sur une durée de dix ans, car son étendue géographique est planétaire et ses caractéristiques et conséquences sont variées.

La Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) définit « Changements climatiques » comme étant des changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables. La CCNUCC fait ainsi une distinction entre les « changements climatiques » qui peuvent être attribués aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère, et la « variabilité climatique » due à des causes naturelles.

Le GIEC utilise le terme « changement climatique » pour tout changement de climat dans le temps, qu'il soit dû à la variabilité naturelle ou aux activités humaines.

2.1 Les causes du changement climatique

Le facteur prépondérant du changement climatique actuel est la modification de la composition de l'atmosphère. Pour mieux comprendre ce mécanisme, il faut distinguer l'effet de serre « naturel » de l'effet de serre « additionnel »:

L'effet de serre naturel :

L'effet de serre est un phénomène naturel qui permet la vie sur terre, protège les êtres vivants chutes de météorites et des excédents de rayons ultraviolets (grâce à la couche d'ozone). En effet, plusieurs gaz (dits gaz à effet de serre: GES) forment une « barrière » autour de la surface du globe permettant de retenir la chaleur du soleil renvoyée par la Terre. Pour bien assimiler ce phénomène, il suffit d'imaginer notre planète comme une serre de jardinier : les vitres retiennent la chaleur qui réchauffe l'intérieur de la serre.

L'effet de serre naturel permet donc à la basse atmosphère de maintenir une température moyenne de 15 °C à sa surface. Il conditionne donc nos climats et nos écosystèmes. Son mécanisme est vital sans lui, il ferait -18 °C à la surface du globe et toute vie serait alors impossible.

Parallèlement au réchauffement moyen de la basse atmosphère, un accroissement constant de la

¹ GIEC, « Rapport synthétique : Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse ».

quantité de gaz à effet de serre (GES) a été mis en évidence au cours des dernières décennies, malgré l'absorption naturelle des océans et de la végétation. En partie générés par l'activité humaine, ces GES supplémentaires s'accumulent dans l'atmosphère et retiennent davantage de chaleur qu'à l'état naturel. C'est ce qu'on appelle l'effet de serre additionnelle.

Les gaz à effet de serre sont extrêmement divers, certains (les CFC par exemple) sont exclusivement produits par les activités humaines, tandis que d'autres résultent à la fois de processus naturels et anthropiques. La vapeur d'eau, le gaz carbonique, le méthane, les chlorofluorocarbures, l'ozone... contribuent directement à l'effet de serre, mais l'influence de ces gaz est variable selon leur concentration dans l'atmosphère et leur structure moléculaire.

2.2 Les principaux gaz à effet de serre responsable du changement climatique

Les principaux gaz à effets de serre :

La vapeur d'eau (H₂O) : présente en très grande quantité, c'est le gaz qui a le plus d'importance sur l'effet de serre « naturel ».

Le dioxyde de carbone ou gaz carbonique (CO₂): Le CO₂ est le gaz de plus présent dans l'atmosphère. Il est responsable d'environ 60 % de l'effet de serre anthropique. Il y a bien sûr des émissions naturelles (la respiration des plantes ou des animaux, la putréfaction, les incendies naturels...). Actuellement, le développement de l'habitat et des transports contribue de plus en plus aux émissions de CO₂.

Le méthane (CH₄): provoque environ 15 % de l'effet de serre anthropique. C'est un gaz qui se forme dès qu'un composé organique (un animal, une plante) se décompose par fermentation ou putréfaction. Mais aujourd'hui les activités humaines y ajoutent leur part: élevage intensif, cultures rizicoles, mise en décharge des déchets organiques, exploitations pétrolière et gazière...

Le protoxyde d'azote ou oxyde nitreux (N₂O): engendre environ 5 % de l'effet de serre anthropique. Il est lié à l'utilisation d'engrais azotés dans l'agriculture ainsi qu'à toute la chaîne de production industrielle de ces engrais. De même, il est certainement produit par la plupart des procédés industriels qui utilisent ou produisent de l'azote.

Les halos carbures, et autres gaz artificiels fluorés (HFC, PFC, SF₆): entraînent environ 15 % de l'effet de serre anthropique. Ils sont synthétiques et n'existent pas à l'état naturel. On les retrouve dans les systèmes de réfrigération et de climatisation (ils sont émis dans l'atmosphère par fuites ou mise en décharge des appareils), dans les aérosols (les célèbres CFC aujourd'hui réglementés), la

fabrication de mousses isolantes, ou dans les applications électriques (transformateurs, ordinateurs, téléphones portables...). Les halocarbures ont des durées de vie et un potentiel de réchauffement global extrêmement élevés.

2.3 Les indicateurs du changement climatique :

La hausse des températures :

La hausse croissante des températures est l'un des tout premiers indicateurs de changement climatique. Lorsque le seuil de température reconnu « normal » aux standards dans une région du globe à une période donnée est largement dépassé, cela constitue une preuve concrète de changement climatique. Cette hausse de température se manifeste par un réchauffement général de la planète. Celui-ci peut atteindre des proportions très élevées. Selon les experts mondiaux en climatologie, la hausse des températures est la conséquence directe de l'activité humaine engendrant une émission massive de gaz à effet de serre.

D'après le quatrième rapport du GIEC en 2007, onze sur douze années (1995–2006) à l'échelle globale figurent parmi les douze années les plus chaudes depuis 1850, année de début d'enregistrement de la température de surface. La valeur de la vitesse moyenne du réchauffement au cours des cent dernières années enregistrées entre 1906–2005 est de 0,74 °C et reste plus grande que celle calculée sur la période 1901–2000 qui est de 0,6 °C¹.

Par ailleurs, la vitesse moyenne du réchauffement au cours des 50 dernières années est de 0,13 °C par décennie qui a pratiquement doublé ($[0,6 \times 2]/10$) par rapport à celle des cent dernières années. De plus, de nouvelles analyses des mesures fournies par radiosondages et par satellites de la température de la basse et moyenne troposphère montrent des vitesses de réchauffement semblables aux mesures de température de surface.

Montée des niveaux de la mer :

Due à la hausse des températures, la montée des eaux est perçue comme une conséquence directe du changement climatique. En effet, la hausse des températures entraîne la fonte des glaciers, le volume d'eau est ainsi décuplé et par conséquent le niveau augmente. Le phénomène de la dilatation thermique (contribution stérique phénomène) est responsable ainsi d'augmentation du volume d'eau. En effet, plus l'eau devient chaude et plus son volume augmente. À titre illustratif, le niveau moyen des océans s'est élevé ces dernières années de plus de 22 cm ; ce qui constitue un indicateur concret de changement climatique.

¹ c.à.d. un glissement de la période de 5 années a fait gagner un réchauffement de 0,14°C

Augmentation des événements météorologiques extrêmes

Les phénomènes climatiques extrêmes regroupent essentiellement les phénomènes de « tempêtes », terme général qui regroupe les phénomènes climatiques qui provoquent rafales de vent et précipitations sur des zones et des durées très variables.

On peut également considérer parmi ces phénomènes extrêmes le risque de sécheresse, qui est due à un dérèglement du cycle normal de pluviosité, et donc à l'absence d'eau. Les températures élevées sont aussi un élément qui accentue la sécheresse, témoignant ainsi d'un sérieux changement ou d'une grande perturbation du climat.

Les inondations sont aussi remarquables chez les chercheurs et scientifiques autant que le phénomène extrême véritablement lié aux aléas climatiques qui constituent les principales raisons du fait qu'elles les aggravent et entraînent leur régularité. Cela permet de considérer les inondations comme un indicateur de changement climatique.

Perte des nappes glaciaires :

Les glaciers de montagne et la couverture neigeuse ont décliné en moyenne dans les deux hémisphères. La rétractation généralisée des glaciers et des calottes glaciaires a contribué à la montée du niveau des mers.

Les nouvelles observations du globe terrestre montrent que les pertes des nappes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique ont contribué à l'élévation du niveau de la mer entre 1993 et 2003¹. De plus, la vitesse de l'écoulement de certains glaciers du Groenland et de l'Antarctique a augmenté, drainant la glace depuis l'intérieur des nappes glaciaires. La déglaciation proportionnellement croissante de la masse des nappes glaciaires a souvent été accompagnée par l'amincissement, la réduction ou la disparition de la glace flottante. Une telle dynamique de déglaciation suffit à expliquer la plupart des pertes nettes de la masse glaciaire antarctique et près de la moitié de celles du Groenland².

3. Les impacts du changement climatique :

¹ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), « Climate change 2007: Les Éléments scientifiques (The Physical Science Basis: contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change) ».

² GIEC, « Rapport synthétique : Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse ».

Le terme « impacts » est principalement utilisé pour désigner les conséquences sur les systèmes naturels et humains des événements météorologiques et climatiques extrêmes. Les impacts désignent généralement les conséquences sur les vies, les moyens de subsistance, la santé, les écosystèmes, les économies, les sociétés, les cultures, les services et les infrastructures dues à l'interaction des changements climatiques ou des événements climatiques dangereux, se produisant à une période donnée, et la vulnérabilité¹ d'une société ou d'un système exposé. Les impacts du changement climatique sur les systèmes géophysiques, notamment les inondations, les sécheresses et l'élévation du niveau de la mer, constituent un sous-ensemble des impacts appelés impacts physiques.

3.1 Sur les ressources en eaux

L'eau, un vecteur majeur de fragilité : les différences en disponibilité d'eau se creusent dangereusement : perte de 30 % en Afrique Subsaharienne et Amérique du Sud pour un réchauffement de 2 °C (40 % à 50 % pour 4 °C) et une hausse de 10 à 20 % pour la Russie, L'Asie du Sud et l'Europe du Nord. Environ 1,4 milliard d'individus vont souffrir de stress hydrique (Afrique, Moyen-Orient, Europe du Sud, certaines régions de l'Amérique latine) et par conséquent on retient sans surprise les conséquences de la fonte des glaciers pour la disponibilité en eau et des événements extrêmes à savoir: longues sécheresses et inondations ; au-delà des coûts en infrastructure ainsi que le rapport Stern insiste sur des paramètres moins tangibles comme des structures sociales adaptées à tel ou tel rythme pluviométrique.

3.2 Sur les sols

La dégradation est généralement la conséquence de pratiques de gestion ou d'un aménagement par l'homme qui ne sont pas viables à terme. Pour pouvoir évaluer avec précision les pratiques viables, il faut connaître les ressources climatiques d'une région et le risque de catastrophes naturelles liées au climat ou induites par celui-ci. C'est seulement en associant les ressources climatiques aux pratiques de gestion et de développement possibles que l'on peut apprécier le potentiel de dégradation des terres et envisager les techniques d'atténuation appropriées. Il est indispensable d'intégrer les informations climatologiques dans l'élaboration des pratiques viables puisque le

¹ ³³La vulnérabilité d'un territoire ou d'une activité aux impacts physiques des changements climatiques peut être définie d'après le GIEC comme la capacité d'un système à faire face aux effets préjudiciables des changements climatiques, y compris ceux de la variabilité climatique et de ses extrêmes

changement climatique est l'un des principaux facteurs qui favorisent, et même qui déclenchent la dégradation des terres ; il est donc nécessaire d'étudier avec soin la façon dont le climat induit et influence la dégradation.

Les principaux phénomènes de dégradation sont l'érosion hydraulique et éolienne, la dégradation chimique (acidification, perte de fertilité et affaiblissement de la capacité de rétention des cations), la dégradation physique et la dégradation biologique (réduction du carbone total et du carbone issu de la biomasse et diminution de la biodiversité des sols). Tous les phénomènes de dégradation sont liés à une propriété importante : la structure du sol. Les facteurs qui déterminent la nature de la dégradation comprennent la qualité de la terre, qui est fonction des propriétés intrinsèques du climat, de l'orientation du terrain et du paysage, de la végétation climacique et de la biodiversité, en particulier la biodiversité des sols.

3.3 Sur la population :

Le changement climatique constitue une menace importante pour la santé publique et modifie la façon dont nous devons envisager la protection des populations vulnérables. En effet, la variabilité et la modification du climat sont à cause de décès et de maladies à travers les catastrophes naturelles qu'elles entraînent, telles que les vagues de chaleur, les inondations et les sécheresses.

En outre, de nombreuses maladies importantes sont hautement sensibles au changement des températures et du régime des précipitations. Ce sont par exemple des maladies à transmission vectorielle courantes comme le paludisme et la dengue ainsi que d'autres grandes tueuses comme la malnutrition et les maladies diarrhéiques. Le changement climatique contribue déjà à alourdir la charge mondiale de morbidité et ce phénomène devrait s'accroître à l'avenir.

3.4 Les impacts sur les écosystèmes marins et côtiers :

Les océans couvrent près de 70 % de la surface terrestre, qui est le plus grand habitat de la planète et est parmi les écosystèmes les plus divers du monde, y compris le système de récifs coralliens. Le changement climatique menace ce système unique principalement comme suit:

Augmentation du niveau de la mer : réduction des habitats côtiers importants tels que les zones humides et les villes côtières menaçantes risquant de se noyer.

Le réchauffement de l'océan : la hausse de la température de l'eau de mer entraînera une augmentation de la perte de la côte, une augmentation de l'incidence des inondations côtières et une

réduction de la couverture de glace de mer. En outre, cela affecte la composition, la distribution et la menace de diverses ressources marines telles que les récifs coralliens, comme une légère élévation de température provoque une décoloration des coraux conduisant à la perte de récifs coralliens, qui affectent à leur tour l'écosystème entier du récif corallien.

Augmentation de l'acidité de la mer : plus l'absorption océanique du dioxyde de carbone atmosphérique est grande, plus son acidité est importante. L'acidité des océans a rendu plus difficile le fait que les coraux puissent capturer le calcium de l'eau et conduisent ainsi à un blanchissement des coraux et à la mort. On a observé que plus la température n'est élevée, plus la fréquence et la gravité du blanchissement des coraux sont élevées.

4. Changement climatique et agriculture

4.1 Le rapport climat-agriculture

L'agriculture tient en effet une place à part en tant que secteur très sensible aux aléas climatiques. L'évolution du rendement est une intégration très compliquée d'un ensemble de facteurs climatiques. La température et les précipitations sont donc les facteurs les plus responsables d'augmentation ou de diminution de rendement, surtout pour le type d'agriculture pluviale qui dépend de l'eau apportée par les précipitations, et nécessite un taux d'humidité précis. L'agriculture pluviale produit une grande partie de la nourriture consommée par les populations dans le monde entier, et considéré comme le type d'agriculture le plus important dans la majorité des pays africains, par son niveau de productivité et les emplois qu'il crée. Autrement dit, le sort de l'économie des multiples pays est lié à leurs conditions météorologiques. En général, les baisses des récoltes sont souvent expliquées par la combinaison de quelques facteurs météorologiques, dont des températures anormalement chaudes en hiver, et des cumuls des précipitations élevées au printemps de la même saison. Ce déséquilibre freine le processus de vernalisation, ce qui nuit le rendement agricole que ce soit au niveau des ressources végétales (légumes, fruits et autres plantations) ou des ressources animales (le cheptel qui demande aussi une abondance des aliments et des eaux).

La relation entre l'agriculture et le climat est très forte et compliquée plus que ce qui est connu. Étant donné que le rendement est lié au climat, il est raisonnable qu'il soit affecté négativement par les changements climatiques qui ont déjà des impacts réels sur l'agriculture. Mais paradoxalement, l'agriculture fait partie à la fois du problème et de la solution puisqu'elle est un secteur très énergivore. Selon la FAO, l'élevage produit à lui seul 14,5 % des émissions globales des gaz à effet

de serre, à l'échelle mondiale c'est-à-dire plus que le secteur de transport, à cause de l'utilisation massive des énergies azotées, ainsi qu'il arrive aux sols, qui ont la capacité d'absorber d'énormes quantités de CO₂, mais une fois labourée relâchent le CO₂ ensuite.

Donc le climat et l'agriculture s'influencent mutuellement, mais d'une manière générale, l'agriculture subit beaucoup plus les effets des changements climatiques, et le rôle du climat sur les rendements est très important pour la sécurité alimentaire qui exige des sols adaptés, d'eau, de soleil et de chaleur pour se développer.

4.2 Les effets observés

L'agriculture subit les conséquences du changement climatique. L'augmentation des périodes de sécheresse et inondations contribue, avec l'utilisation des pesticides, à fragiliser les sols, ce qui accélère l'érosion. Les sols perdent donc une partie du carbone nécessaire à leur fertilité. 40 % des surfaces émergées sont menacées par ce phénomène, et sont donc moins productives. L'augmentation des températures quant à elle favorise également le développement de maladies et de certains ravageurs comme le criquet pèlerin et d'autres insectes nuisibles de manière si rapide que les cultures n'ont pas le temps de s'adapter, ce qui provoque des pertes de rendement.

Les impacts des changements climatiques observés diffèrent d'une région à l'autre, mais pratiquement presque tous les systèmes agricoles du monde souffrent des dégâts induits de la sécheresse, de la dégradation des sols et de la dégradation des ressources naturelles.

La sécheresse :

La sécheresse est tout simplement un manque de l'eau et des précipitations dans une zone pendant une longue durée, et il ne doit pas être confondu avec l'aridité. En effet, une région aride peut connaître des épisodes de sécheresse. Le manque de pluie sera une caractéristique permanente du climat de la zone aride. Il s'agit généralement de région où la pluie est rare et les températures sont élevées. La sécheresse est donc un phénomène ponctuel sur une zone donnée.

La sécheresse est l'un des aspects du changement climatique le plus frappant, et qui causent des dommages profonds sur le rendement agricole. Elle est l'une des catastrophes naturelles qui paralysent la production agricole, provoque l'épuisement des pâturages, et à l'extrême, cause de nombreuses pertes en vies humaines et animales. En particulier, elle entraîne une diminution forte de rendement des cultures pluviales, qui demandent beaucoup d'eau, et malheureusement d'après les stress hydriques causés et l'indisponibilité des eaux pour irriguer correctement, les résultats alors sont des pertes de récolte.

Dans le passé, les sécheresses n'étaient pas toujours aussi désastreuses, et faisaient partie d'un cycle climatique régulier, comme dans les zones arides de l'Afrique. Mais dernièrement, avec l'intensité des impacts du changement climatique, les sécheresses affectent de plus en plus les pays africains, et y entraînent des catastrophes, comme les récentes crises dans la corne de l'Afrique en 2011 et du Sahel en 2012, dans lesquelles on vit la vie de millions des populations en très grande difficulté en raison des effets induits.

Dégradation des sols :

Le sol est le fondement essentiel de l'agriculture. Sa fertilité et sa biodiversité sont indispensables pour un taux de rendement élevé. Mais après des milliers d'années d'exploitation agricole massive, d'exploitations industrielles, des érosions et d'autres nombreux facteurs dont les phénomènes climatiques extrêmes, les sols commencent à se dégrader, ce qu'on l'appelle la dégradation des sols. En effet, le facteur climatique qui a plus d'influence sur la dégradation des sols est les températures élevées, qui contribuent à l'élévation du niveau des mers, et qui mènent à la salinisation et la diminution de la productivité des terres.

Les exemples réels sont nombreux, et ont prouvé que l'agriculture est la première victime du changement climatique. Comme le cas de delta du Nil: environ 10 millions de personnes habitent à moins de 1 mètre au-dessus du niveau de la Méditerranée, certains d'entre eux ont perdu leurs terres et leurs cheptels, et le reste sont tous menacés par des problèmes similaires.

Sinon le delta de Nil est considéré parmi les régions les plus densément peuplées et plus cultivées du monde, bien qu'il n'occupe que 2,5 % de la superficie totale du pays, il abrite presque la moitié de sa population. Ses terres sont fertiles, ils assurent une part importante de la production agricole égyptienne (Blé, Fève, Riz et Banane). Le dilemme c'est que les sols de la région se fragilisent, par les ponctions massives de l'eau de Nil, et par leur situation à moins de 1 mètre au-dessus de niveau de la mer qui cause la salinisation et l'érosion. Cela contribue à des diminutions considérables au niveau de rendement agricole et à la productivité alimentaire, cette diminution qui devient plus significative avec l'augmentation de la demande qui accompagne la croissance démographique¹.

Dégradations des ressources naturelles :

¹ La cirignola, *Crises et conflits en Méditerranée : l'agriculture comme résilience*.

L'agriculture consomme différentes ressources naturelles pour garder le processus de sa production. On parle des eaux (soit de surface ou souterraines) pour l'irrigation, les engrais (comme les roches phosphatées) pour les plantations, la biodiversité fonctionnelle des sols, etc.

Le changement climatique représente une menace à grande échelle pour les ressources essentielles à la production agricole. La dégradation de ces ressources entrave les processus écologiques naturels sur lesquels des paysages sains et productifs dépendent, et la perte de la biodiversité peut entraîner des pertes de diversité génétique au sein des espèces les plus importantes pour l'alimentation humaine et l'agriculture. Au fur et à mesure que les conditions changent, les variétés et les races peuvent être abandonnées par les agriculteurs et les éleveurs, et peuvent être perdues à jamais si des mesures ne sont pas prises pour assurer leur conservation.

Conclusion :

Aujourd'hui, et tant plus que jamais, le changement climatique est une réalité. La température globale de la planète augmente, et cette hausse commence déjà à se faire sentir. Les répercussions et les crises climatiques s'accroissent, elles se traduisent par des sécheresses plus fréquentes, une modification du régime de précipitations, une diminution de l'humidité des sols, et par l'accroissement des phénomènes climatiques et météorologiques violents et extrêmes.

L'agriculture étant dépendante du climat est confrontée aux aléas. Il est nécessaire de s'adapter et d'agir. À cet égard, plusieurs accords mondiaux ont été signés, et des stratégies ont été mises en place au niveau mondial pour adapter l'agriculture aux enjeux climatiques et faire face aux défis futurs, notamment ceux qui touchent directement la sécurité alimentaire et sanitaire des populations. Étant un pays vulnérable au changement climatique, le Maroc essaye de gérer les risques qui en sont liés en déployant des efforts dans des actions et des mesures pertinentes et particulièrement dans le secteur agricole. Ce secteur qui constitue un secteur clé de l'économie marocaine va pouvoir mettre en œuvre des programmes spécifiques, des politiques et stratégies qui consistent à préserver les ressources naturelles et à valoriser le secteur agricole.

Chapitre 2 : Le secteur agricole marocain en chiffre.

Introduction

Le secteur agricole représente l'un des piliers majeurs de l'économie marocaine. Sa contribution au produit intérieur brut est très importante, dès lors que le taux de croissance du pays est strictement lié au taux de production agricole et à la performance du secteur d'une manière générale.

Ainsi, un intérêt particulier doit impérativement être porté à l'agriculture, afin d'appréhender les opportunités du secteur (cultures, superficies cultivées, capital humain...) et prendre en considération les contraintes qui s'imposent (variations climatiques, raréfaction des ressources hydriques, politiques mises en place... etc.).

L'état intervient d'une manière stratégique en termes d'élaboration des plans et stratégies pour le développement agricole, ces plans sont mis en œuvre par les différents acteurs et institutions publiques.

Ce chapitre présente les généralités essentielles du secteur agricole marocain en termes et en chiffres.

1. Présentation générale du secteur agricole au Maroc :

1.1 Le poids de l'agriculture dans l'économie marocaine :

La valeur en chiffre du secteur agricole et de la pêche au Maroc est estimée à 131,62 milliards de DH (MMDH), qui est l'équivalent de 13,6 du PIB. Ce chiffre a une signification majeure : la croissance économique du pays est grandement liée à celle du secteur agricole : on peut ici expliquer les fortes variations de la valeur ajoutée du secteur agricole aux conditions climatiques, et notamment à la pluviométrie, et ce à une grande répercussion sur la croissance du PIB.

Le secteur agricole et de la pêche a pu enregistrer au cours de la période 2008-2017 une augmentation favorable quant à la valeur ajoutée de l'ordre 7 % contre 4 % sur la période 2000-2007.

Pour tout ce qui est employabilité et réduction du taux de chômage, l'agriculture a une importance économique et sociale inéluctable au Pays, avec une contribution de 38 % dans l'emploi total national, et de 74 % au milieu rural.

Donc, c'est un secteur très important sur le plan économique, vu sa contribution de 13 % du PIB, la contribution varie en fonction de chaque territoire, pour certains, c'est une part prépondérante de l'activité économique.

1.2 Les caractéristiques de l'agriculture marocaine :

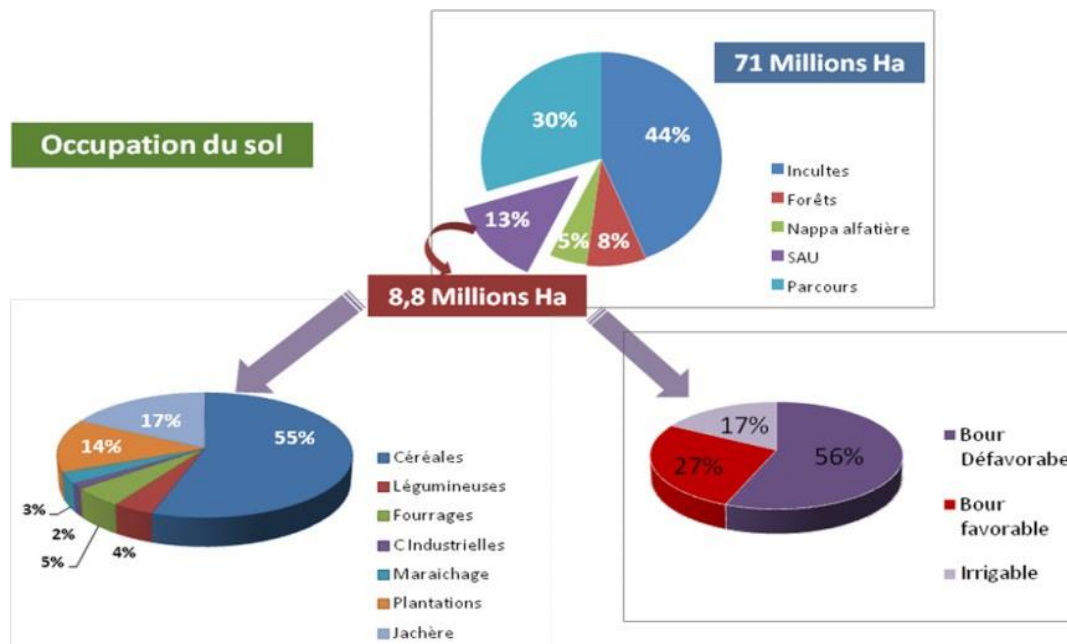
Les superficies agricoles :

Sur l'ensemble du territoire marocain, le royaume dispose d'environ 69 % des terres agricoles, selon des statistiques réalisées par la Banque mondiale en 2015.

53 millions de ha environ sont réservés aux parcours, 9 millions de ha des forêts, et seulement 18 % de la superficie totale présente des terres cultivables, qui est l'équivalent de 8,8 millions de ha, dont 1,4 million de ha sont irrigables.

Le reste de territoire représente de terres bour avec 55 % de la surface agricole utile (SAU) de bour défavorable et 27 % en bour favorable.

Figure 1 : Occupation du sol dans le territoire Marocaine.



Source : Rapport de synthèse de l'agriculture au Maroc, 2017

Elles sont, en général, bien desservies en services et infrastructures socio-économiques et disposent des atouts pour être compétitives à l'international.

Le bour favorable et les périmètres irrigués sont les zones qui ont relativement un fort potentiel de productivité, soit les plaines et collines à pluviométrie supérieure à 400 mm. Ces zones ne dépassent pas le tiers de la SAU, 25 % des exploitations et 64 % de l'ensemble du territoire irrigué du royaume. Généralement elles sont bien desservies en services et infrastructures socio-économiques et possèdent des atouts pour être compétitives à l'international.

Pour le reste, c'est-à-dire les zones difficiles (plaines et plateaux agricoles semi-arides, montagnes et steppes, zones oasiennes) présentent les trois tiers des exploitations, deux tiers de la SAU et 36 % de la SAU irriguée.

Ces zones d'agriculture traditionnelle représentent généralement des espaces à vocation pastorale ou agro sylvo- pastorale et à un système d'irrigation de type traditionnel alimentée le plus souvent par des eaux de surface.

Ces zones décrites plus haut, subissent beaucoup de contraintes en matière des disponibilités en ressources en eau, au niveau des sols qui sont très dégradés le plus souvent, ainsi qu'aux équipements et infrastructures socioéconomiques de base à faible dotation, et aussi au niveau d'analphabétisme trop élevé, de pauvreté et de vulnérabilité.

Structure des exploitations

Les espaces à usage agricole étaient répartis en 1996 entre 1,5 million d'exploitations avec une taille moyenne de 5,8 ha. Les agriculteurs sans exploitations agricoles et les très petits agriculteurs (ceux ayant des exploitations inférieures à 3 ha), dont la Principale ressource est la force de travail, représentaient encore plus que la moitié des exploitations du pays soit (54 %), avec 12 % de la SAU et 18 % du territoire irrigué. La plupart de ces exploitations pratiquaient de l'agriculture d'autosubsistance, elles sont également très vulnérables à la sécheresse et font appel aux revenus extérieurs de l'exploitation.

Il y a une concentration de ces exploitations sur des terres qui sont très marginales de piémont et de montagne, ainsi que sur le bour défavorable et sur les terres défrichées des zones steppiques et dans les oasis.

Selon le (RGA) ou le Recensement général de l'Agriculture de 1996-97:

- 1,5 million (1 496 349) est le nombre des exploitations agricoles dont 99,8 % sont des personnes physiques.
- Sur un total de 1 921 958, 77,7 % des ruraux sont des ménages agricoles avec un total de 64 716 personnes, et 4,3 % sont le nombre des exploitants sans terre de total des exploitants.
- La Superficie agricole utile (SAU) est de l'ordre de 8,8 millions ha : 70 % des exploitations agricoles ont une superficie qui ne dépasse pas les 5 hectares et (55 %) ont moins de 3 ha. Ces deux types d'exploitation ne représentent respectivement que 24 % et 12 % de la SAU totale du Maroc.
- Un tiers de la SAU totale est détenue par les exploitants ayant plus de 20 ha, avec seulement 0,2 % des exploitants de plus de 100 ha représentent des effectifs et détiennent 8,7 % de la SAU.

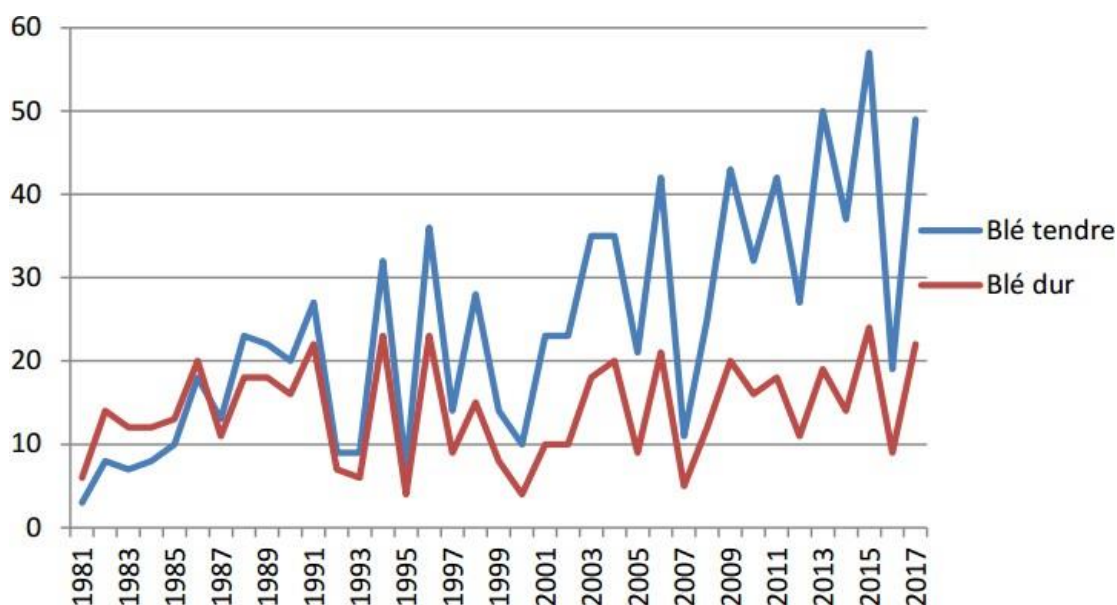
1.3 Les principales cultures

- *Les céréales :*

Les céréales représentent les cultures les plus importantes soit en termes de SAU, qu'en termes de valeur dans la production agricole, aussi que d'emploi et de sécurité alimentaire. Elles couvrent un peu près de 5,3 millions d'hectares, la production en chiffre du blé (blé tendre et blé dur) est d'une valeur de 3 millions d'hectares¹.

Cette filière a occupé une place très importante et a vu une transition marquée, depuis la mise en œuvre du Plan Maroc vert (PMV). Le diagnostic qui a été fait par le ministère de l'Agriculture et de la Pêche maritime, MAPM pour la période 2000-2015 a dévoilé une augmentation de 35 % de la production des céréales, qui a passé de 58,4 millions de quintaux/an sur la période 2000-2007 à 80 millions de quintaux/an sur la période 2008-2015. Cette augmentation concerne plus spécifiquement le blé tendre (+12 millions de quintaux/an sur la période).

Figure 2 : L'évolution de la production de blé au Maroc.



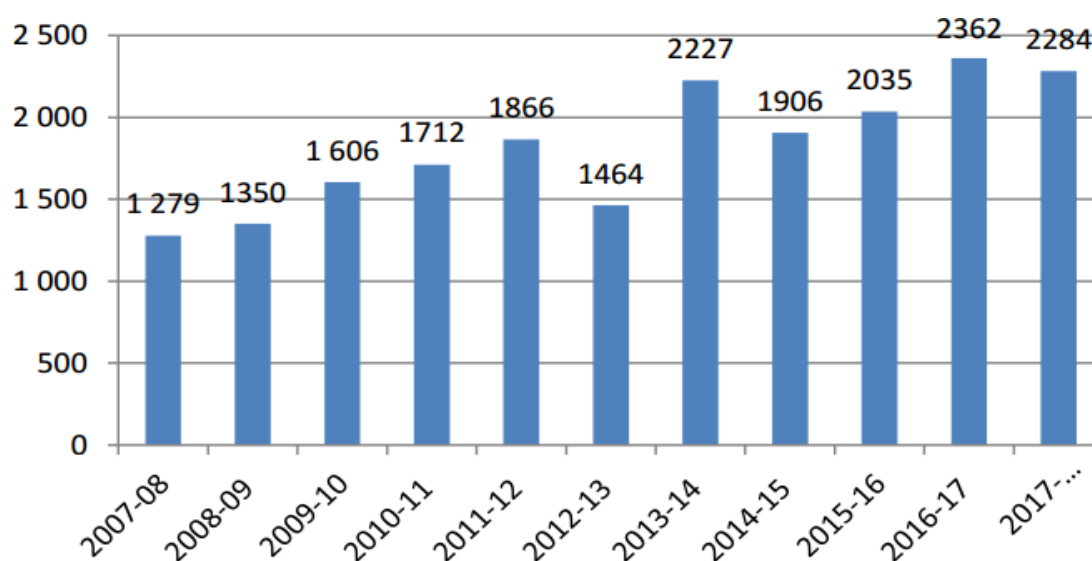
Source : MAPMPDREF, 2017

¹ Harbouze et al., « Rapport de synthèse sur l'agriculture au Maroc ».

- **Les agrumes**

Les agrumes constituent l'une des filières les plus importantes et stratégiques dans le secteur agricole. Avec une occupation d'environ 125 000 Ha, et une production moyenne de 1,987 millionde T/an¹.

Figure 3 : Production des agrumes en 1000 tonnes.



Source : MAPMPDREF, DSS

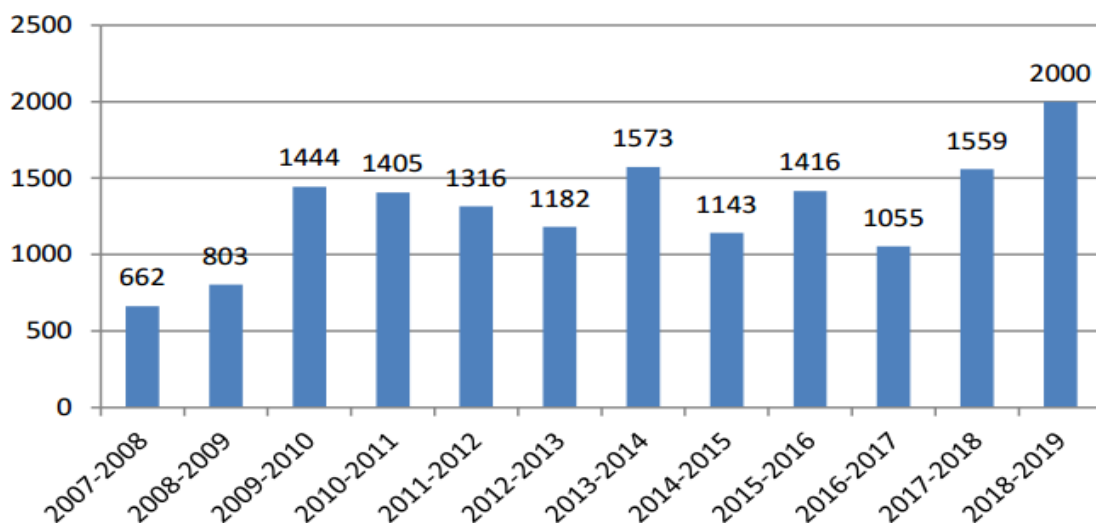
Cette production est très demandée sur le marché international, les exportations pour cette filière dévoilent un chiffre moyen de 520 000 tonnes par an sur la période 2012/13-2016/17. Les producteurs des agrumes sont de l'ordre de 13 000 avec près de 25 millions de journées de travail par an rien que pour les agrumes, dont 7 millions au niveau de l'industrie de conditionnement et de transformation et des autres activités liées au secteur et 18 millions au niveau des vergers.

¹ Harbouze et al.

- **L'oléiculture :**

L'oléiculture occupe une superficie très importante qui est de l'ordre 1,04 million d'hectares ¹du territoire marocain. Selon l'Interprolive,² la filière contribue avec 5 % du PIB national, au 15 % des exportations agricoles nationales et représente un pourvoyeur d'emplois très important permettant de créer plus de 100 000 emplois permanents selon la MAPMDREF autant en milieu rural qu'en milieu urbain.

Figure 4 : Production marocaine d'olive en milliers de tonnes.



Source : MAPMPDREF, DSS

On peut constater d'après les chiffres que la demande de l'huile d'olive connaît une forte demande internationale. Aujourd'hui le royaume s'impose autant qu'une source sûre et reconnue à l'échelle internationale avec une offre de qualité en conserves d'olives. Sur la période de 2008 à 2017, les exportations de ces derniers étaient de l'ordre de 66 500 tonnes par an, générant près de 741 millions DH/an. Et sur la même période, les exportations du royaume en huile d'olive étaient de 12 000 tonnes/an en moyenne, soit 299 millions DH/an.

¹ Ministère de l'agriculture, « Filière oléicole | Indicateurs clés ».

² CDIJ, « 2140 du Mardi 12 Avril 2022 ».

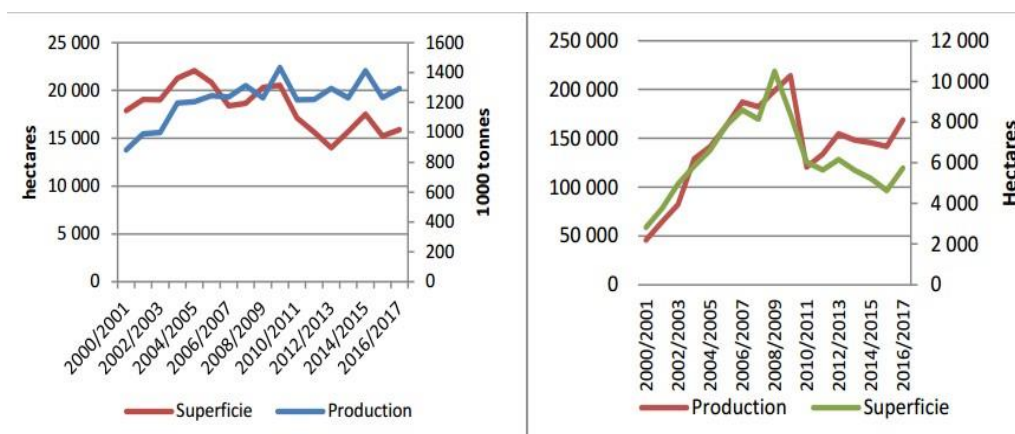
- **Les cultures maraîchères :**

Cette filière contribue non seulement à la satisfaction de la demande nationale, mais aussi à l’approvisionnement au niveau de l’industrie de transformation et contribue également grandement au développement des exportations agricoles. Les maraîchères exploitent un grand nombre d’employeurs et couvrent toutes les régions du Maroc.

L’un des piliers les plus importants du secteur maraîcher est la culture des primeurs, elle regroupe 8000 producteurs et génère plus de 12 millions de journées de travail sur une superficie de 30 000 ha en 2014, pour un chiffre de production de 1,947 million de tonnes et 1,881 million de tonnes en 2017.

Généralement le Maroc, pour les légumes et particulièrement les tomates et les haricots verts, primeurs ou non, a pu occuper une place de leader pour ce qui de l’exploitation des tomates et des haricots verts, et il est devenu le premier exportateur mondial d’haricot vert et le 4^e de tomates.

Figure 5 : Superficie et production de tomates et production d’haricots verts.



Source : MAPMPDREF, DSS

- **Les légumineuses**

Il y a une concentration de ces cultures dans les zones à pluviométrie favorables. Ces derniers couvraient 385 000 hectares (48 % de fèves, 19 % de pois chiches, 12 % de lentilles et 11 % de petits pois) sur la période 2011-2015, soit en moyenne 3 % de la SAU, tandis que sur la période 2006-2017 la production moyenne est estimée à 2,8 millions de quintaux (soit un rendement de 7,3 quintaux par hectare).¹

Mais cette culture a eu tendance à diminuer, et ce, depuis les années 70 au profit d'autres spéculations qui sont plus rentables.

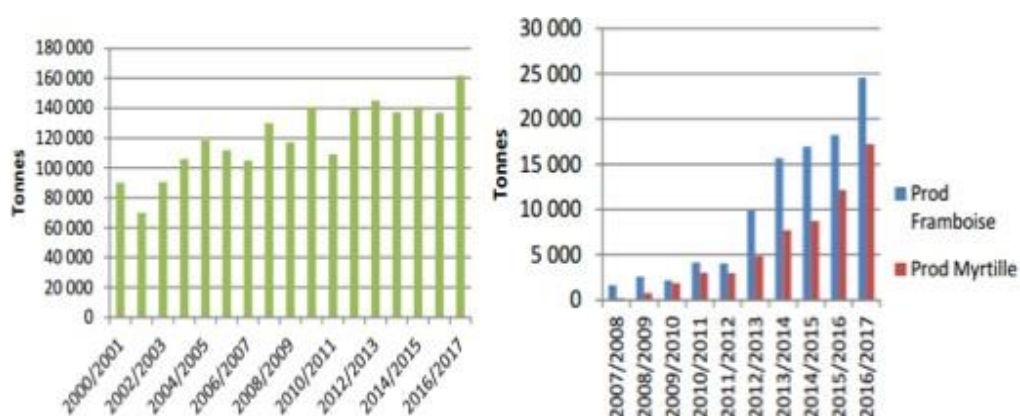
- **Les cultures sucrières :**

La localisation de ces cultures se trouve particulièrement sur les grands périmètres irrigués de Doukkala, Tadla, la Moulouya, le Loukkos et le Gharb, avec une superficie globale exploitée de 64 500 hectares. C'est une filière qui regroupe environ 80 000 producteurs et crée annuellement 9 millions de journées de travail selon le ministère de l'Agriculture.

- **Les fruits rouges,**

La culture des fruits rouges (fraises, framboises, myrtilles) génère un chiffre d'affaires de plus de 3 milliards, et plus de 6 millions de journées de travail durant 9 mois. Elle est concentrée plus spécifiquement sur le bassin du Loukkos, et il s'agit d'une culture qui est parfaitement rentable avec une demande internationale en pleine croissance. Cela explique pourquoi de grandes entreprises internationales ont été implantées au Maroc, et ont massivement investi dans la production des fruits rouges depuis les années 80, dont le plus récent est le géant californien Driscolls.

Figure 6 : Production marocaine de fraise, de framboise et de myrtille.



Source : MAPMPDREF, DSS

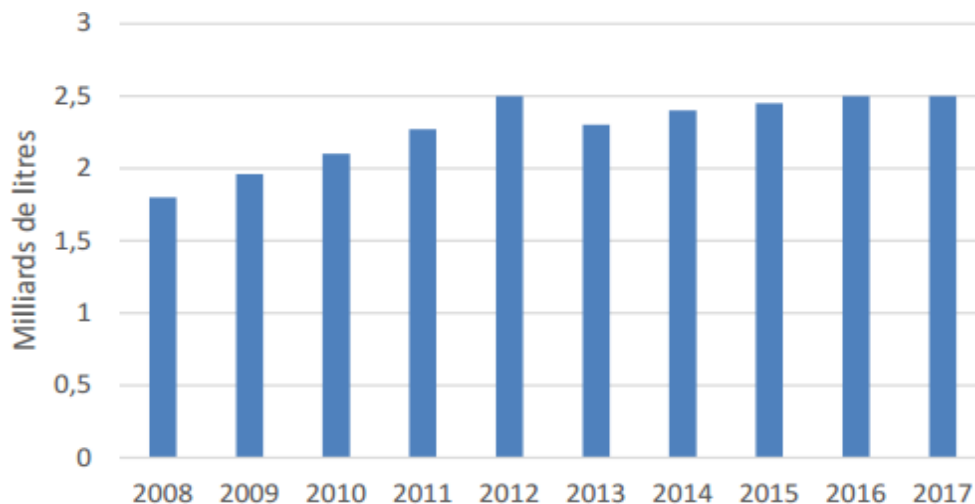
¹ Harbouze et al., « Rapport de synthèse sur l'agriculture au Maroc ».

- **La filière lait :**

La filière laitière est une industrie d'une importance majeure pour le secteur agricole marocain. Elle se concentre généralement au Gharb, Loukkos, Tadla, Doukkala, Chaouia, Souss Massa, Saiss... regroupant plus de 400 000 producteurs autour de 82 industriels laitiers, créant ainsi, plus de 474 000 emplois.

La production permet également d'assurer la satisfaction de la demande nationale et la sécurité alimentaire du pays en produisant plus de 95 % des besoins nationaux en lait et dérivés. La production de lait représente 5 % du PIBA, et l'industrie laitière constitue 9 % de la production totale des industries agroalimentaires.

Figure 7 : Production marocaine de lait.



Source : MAPMPDREF, DSS

1.4 Dynamique territoriale du secteur agricole :

Le poids et la dynamique de la performance du secteur agricole varient selon chaque territoire. En 2016, la région de Fès-Meknès a réalisé la part la plus importante en matière de Valeur ajoutée agricole nationale, avec une contribution moyenne de 16,5 %, une part de (14,2 %) sur la région de Marrakech-Safi (14,2 %), de (13,4 %) sur Rabat-Salé-Kénitra et enfin par la région de Casablanca-Settat une part de (12 %).

Au niveau de dynamique, c'est plutôt Souss-Massa qui a eu la première place sur la même période avec 7,6 %, suivie par Drâa-Tafilalet (7,4 %), Béni Mellal-Khénifra (5,7 %). Et la dernière place est occupée par la région de Casablanca-Settat (TCAM de 2,7 %) et de l'Oriental (3,3 %).

À l'exception de quatre régions ; Guelmim-Oued-Noun, Casablanca-Settat, Rabat-Salé-Kénitra et Tanger-Tétouan Al-Hoceima, toutes les autres régions du pays ont enregistré une part moyenne de la valeur ajoutée agricole dans le PIB régional supérieure à la moyenne nationale qui est de l'ordre de 11,8 % sur la période 2001-2016. Ces chiffres signifient que l'agriculture est un secteur économique très important pour ces régions, notamment, Fès-Meknès et Béni Mellal-Khénifra, où ce secteur réalise près de 19 % à leur PIB régional.

2.Population rurale et emplois agricoles :

2.1 Caractéristiques de la population rurale :

Selon des statistiques réalisées en 2018, le royaume comptait 35,36 millions d'habitants, dont plus de 13,2 millions d'habitants en zone rurale, et un taux de croissance démographique de 1,25 % par an.

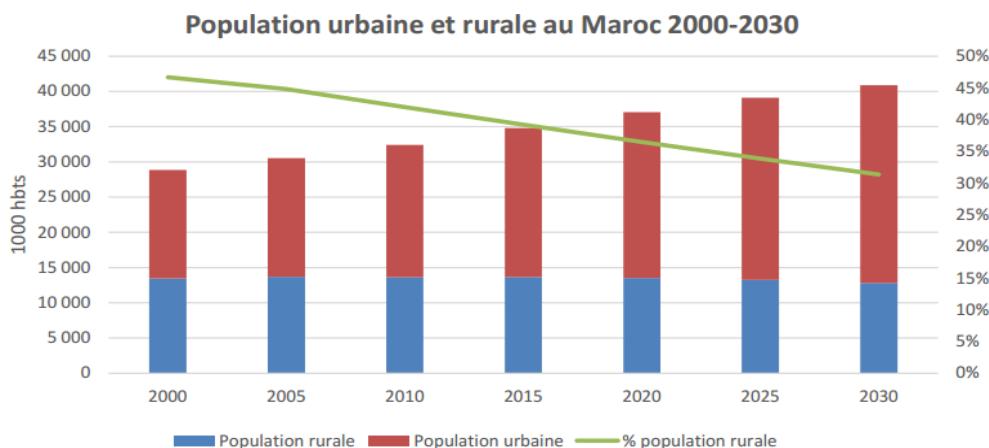
Par ailleurs, le nombre de la population rurale a tendance à diminuer, en effet le taux était de l'ordre de 39 % en 2015, on estime qu'il passerait à 34 % en 2025 et à 31 % en 2030. Donc on peut conclure que le nombre d'habitants en zone rurale a commencé à décroître depuis 2014¹ et devrait, si la tendance se vérifie, passer sous les 13 millions avant 2030 (Figure 9). Cette diminution s'explique d'une manière générale par le phénomène de l'exode rural, de la migration des zones rurales et aussi de l'urbanisation.

Dans les zones rurales comme dans l'urbain, la population jeune a tendance à diminuer et la population commence à rentrer dans la phase de vieillissement. Selon les prévisions projetées par le HCP, le taux des jeunes Marocains de 0 à 14 ans et des 15-24 ans décroît, et devrait passer respectivement de 28 % et 18 % en 2015 à 20 % et 14 % en 2040. En 2015, le nombre des jeunes

¹ Le Haut-Commissariat au Plan (HCP), « PROSPECTIVE « MAROC 2030 »

Marocains est de l'ordre de 15,6 millions de 0 à 24 ans, ce chiffre passerait à 13,8 millions uniquement en 2040.

Figure 8 : Prévisions d'évolution de la population urbaine et rurale au Maroc.

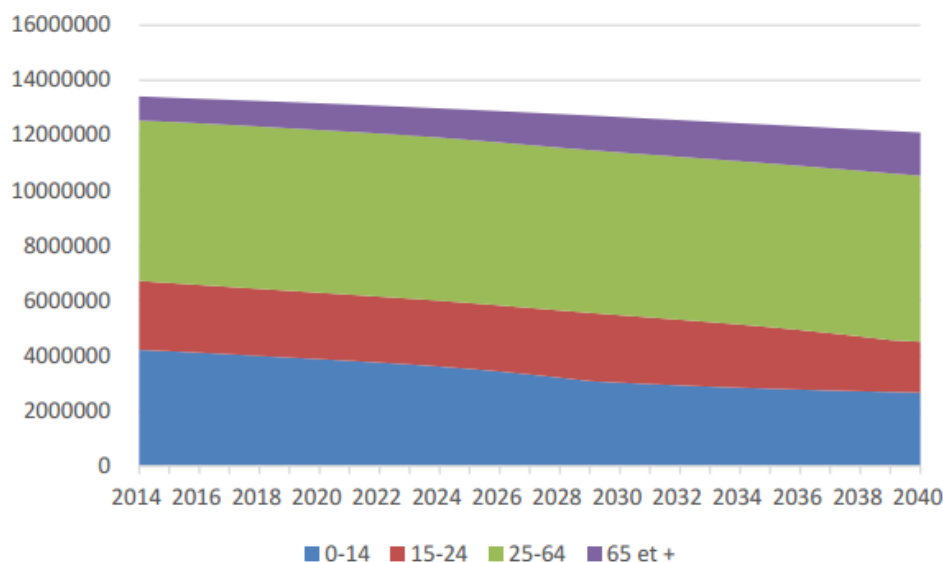


Source : Les Nations Unies

Les prévisions vont de même pour le milieu rural : le taux des jeunes de 0 à 14 ans et des 15-24 ans va diminuer, et ce, en passant respectivement de 31 % et 19 % en 2015 à 19 % et 14 % en 2040. En 2015, le nombre des jeunes dans le royaume en milieu rural est de 6,7 millions de jeunes, et passerait, si les chiffres se confirment, à 4,5 millions en 2040.

Notons également, le taux des plus de 65 ans en milieu rural, qui a une forte tendance à augmenter, qui représentent 13 % en 2040 contre 7 % recensé en 2015. Au niveau national, les plus de 65 ans surpassent même la population âgée de 15-24 ans dès 2030.

Figure 9 : Prévisions d'évolution de la population rurale par tranche d'âge.



Source : Rapport de synthèse sur l'agriculture, 2017

Un autre constat très important relevé par des prévisions du HCP, c'est qu'il y aura une augmentation en termes de population en âge de travailler (15-64 ans), entre 2015 et 2040, avec une moyenne de 230 000 personnes par an,

Par ailleurs, en zone rurale et sur la même période, il y aurait une relative stagnation de la population en âge de travailler et celle-ci devrait diminuer ensuite (Figure 11), ce qui implique, des conséquences en termes de main-d'œuvre disponible pour le secteur agricole.

2.2 Les emplois agricoles :

Selon les statistiques réalisées par le HCP en 2016, le Maroc avait enregistré un nombre de 10,7 millions d'actifs, dont 7,9 millions d'hommes, près de 1,1 million en chômage et 2,2 millions d'inactifs¹. Le taux des femmes en emploi est de 21 %.

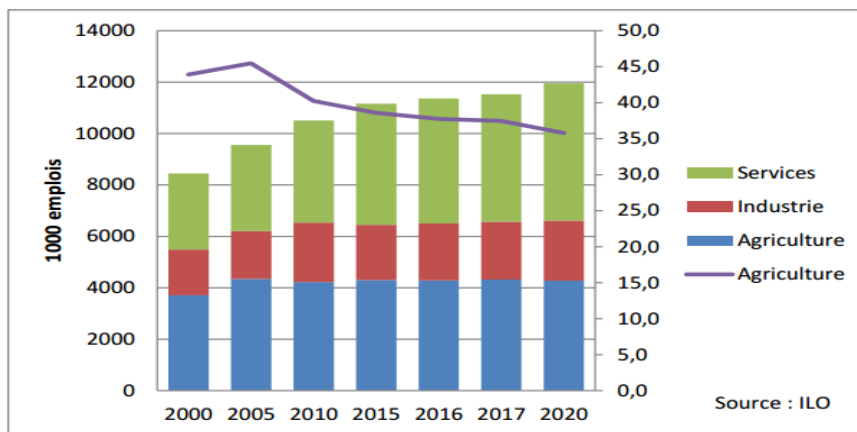
Le secteur agricole a toujours un rôle très important en matière d'emplois. Même avec la tendance de diminution enregistrée ces dernières années. Les emplois agricoles étaient de l'ordre de 37,5 % en 2017 et passent à 35,8 % en 2020. Cette proportion s'élève à près de 73,7 % en milieu rural, ce

¹ Haut-Commissariat au Plan (HCP), « Activité, emploi et chômage : Année 2016, Premiers résultats (annuel) ».

qui rend ce secteur parmi les principaux enjeux économiques et sociaux au niveau rural selon les Nations Unies.

Il faut souligner aussi que, en dépit de la baisse relative de sa contribution dans l'emploi total, l'emploi agricole en général a enregistré une quasi-stabilité, évoluant à un TCAM de près de -0,38 % sur la période 2000-2016. Alors que le Maroc assiste à une relative stabilité de son emploi agricole, d'autres pays comparables, comme la Turquie, l'Égypte, et le Mexique, ont enregistré une augmentation relative de leur emploi dans le secteur agricole avec des TCAM de près de 1,51 %, 1,25 % et 0,18 % pendant la même période 2000-2016.

Figure 10: Emplois marocaine par secteur.



3. Politiques agricoles marocaines : constats, évolution et investissement

3.1 L'évolution des politiques agricoles au Maroc

Le choix du secteur agricole est loin d'être un choix aléatoire, c'est le fruit des différentes politiques agricoles adoptées par le royaume depuis son indépendance (cf. synoptique ci-après). Ainsi, jusqu'à la fin des années 2000, le Maroc a fait une transition très importante ; d'une politique interventionniste de l'État dans le secteur agricole (soutien des prix à la production de produits stratégiques dans le cadre de sa politique d'autosuffisance, soutien des productions de substitution aux importations...) vers une caractérisée peu plus de libéralisme (libéralisation des assolements, remplacement du soutien aux prix à la production par un soutien à l'investissement agricole), des initiatives purement stratégiques ont été mises en œuvre à l'instar de la politique des barrages, la mise en place d'infrastructures hydroagricoles, la diversification de la production végétale et animale, les stratégies relatives à l'encadrement des agriculteurs et beaucoup d'autres actions d'une grande envergure.

Ces initiatives avaient contribué grandement à l'enregistrement de plusieurs acquis au profit du secteur agricole, comme la construction d'infrastructure hydroagricole, la capitalisation d'un savoir-faire ancestral reconnu (pratique en d'irrigation, pratiques culturelles...) ainsi que le développement d'avantages comparatifs avérés, comme dans la filière des fruits et légumes en particulier.

Tableau 3: Synoptique de l'évolution des politiques et stratégies agricoles depuis l'indépendance

1956-1965	<p>Recherche d'une nouvelle politique agricole</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stratégie d'import-substitution : recherche de l'autosuffisance alimentaire (sucre, lait...). • Promotion des cultures d'exportation (agrumes et primeurs). • Initiations des actions en faveur de l'agriculture irriguée
1966-1985	<p>Politique volontariste et interventionniste</p> <ul style="list-style-type: none"> • Engagement de la politique des barrages. • Adoption du code des investissements agricoles. • Renforcement du soutien public à la grande irrigation. • Large défiscalisation du secteur. • Objectif d'autosuffisance alimentaire difficile à réaliser avec apparition de déficits agroalimentaires dès le milieu des années 70. • Forte disparité entre grandes hydrauliques, d'une part, et PMH et zones bour d'autre part.
1985-1993	<p>Ajustement structurel dans le secteur agricole</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modèle de développement atteignant ses limites avec des contraintes majeures de financement. • Engagement de diverses actions d'ajustement : PASA 1 et 2, PAGI 1 et 2, PISA 1 et 2. • Optimisation de l'engagement financier de l'État, libéralisation des structures de production et préparation de l'ouverture sur l'économie mondiale.
1993-2007	<p>Premières stratégies du secteur agricole pour plus de croissance de résilience et d'ouverture du secteur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Premier projet d'une stratégie pour l'agriculture à l'horizon 2020 (1994): Contribuer à la sécurité alimentaire, intégrer les marchés international et national, augmenter et sécuriser le revenu des agriculteurs et préserver et valoriser les ressources naturelles. • Stratégie de développement de l'agriculture marocaine (2000): assurer la sécurité alimentaire, combattre la pauvreté et l'exclusion, assurer la croissance du secteur pour favoriser le développement d'ensemble et réduire la vulnérabilité à la sécheresse des productions agricoles. • PMH et zones bour d'autre part.
2008-2020	<p>Stratégie Plan Maroc vert a l'horizon 2020</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nouvelle stratégie articulée autour des objectifs de croissance (pilier 1), d'inclusivité (pilier 2 de l'agriculture solidaire) et de résilience du secteur. • Adoption d'une vision ambitieuse en termes de renforcement de l'offre agricole dans les filières à fort avantage comparatif pour le Maroc. • Mobilisation de leviers de développement appropriés : dynamisation de l'investissement public, réadaptation du dispositif d'incitation à l'investissement productif privé, adoption de l'approche partenariale...

Source : DEPF études : Le secteur agricole marocain : Tendances structurelles, enjeux et perspectives dedéveloppement, rapport juillet 2019

3.2 Une « Politique du Changement climatique » pour une agriculture durable :

Cette stratégie inclut, pour le secteur agricole, un volet concernant l'atténuation de ses émissions en carbone, c'est-à-dire une dimension du changement climatique incorporée par le plan Maroc vert afin d'améliorer sa résilience dans ce sens.

L'atténuation des émissions des GES, se concrétisera dans le cadre du Plan Maroc vert, à travers la mise en œuvre du projet de changement climatique ainsi que la gestion des terres, « la ligne de base est estimée à 61 773 196 TeqCO₂ avec un potentiel de réduction estimé entre 16 439 680 (scénario pessimiste) et 117 000 000 TeqCO₂ (scénario ultime) ».

Parmi les objectifs de la Politique du changement climatique au Maroc est la réduction de sa vulnérabilité et le renforcement de la résilience de son système économique, de ses populations et de ses systèmes et milieux naturels tout en mettant en œuvre les stratégies de renforcement de ses capacités d'adaptation aux aléas relatives aux changements climatiques.

Trois volets touchent plus particulièrement le secteur agricole :

- **La Gestion de l'eau:** surtout la gestion de la demande en eau, ainsi que la valorisation des ressources en eaux à travers le programme d'économie d'eau en irrigation et des recommandations quant à l'utilisation des bons et économes pratiques en eau potable, en industrie ou en en tourisme, en plus de la gestion et le développement de l'offre en eau à travers l'édification de 60 barrages pour mobiliser de 1,7 milliard de m³/an et plusieurs petits barrages ; la mobilisation des ressources hydriques non conventionnelles ; la préservation des ressources en eau du milieu naturel et des zones plus fragiles ; la lutte contre la vulnérabilité liée aux inondations et aux sécheresses.
- **Secteur agricole :** afin de développer sa résilience au changement climatique notamment en économisant et en valorisant l'usage des ressources en eau, le Programme de résorption du Décalage entre les barrages et l'aménagement hydro agricole, du Programme d'Extension de l'Irrigation, du Partenariat Public-Privé pour la délégation du service public de l'eau d'irrigation et du Programme national d'Économie d'Eau en Irrigation (PNEEI) a été mise en place pour cette finalité. Ensuite, d'intégration du changement climatique mis en œuvre en 2011 par l'ADA dans le cadre du Plan Maroc vert afin de soutenir l'intégration du changement climatique par les organismes et parties prenantes ; le déploiement des technologies de résilience au changement climatique par des agriculteurs bénéficiaires des projets du Pilier II du Plan Maroc vert.

- **Urbanisme et aménagement du territoire :** Toujours dans le cadre de la politique du changement climatique, les axes relatifs à l'urbanisme et à l'aménagement du territoire consistent à : déployer des mesures d'adaptation concernant le monde rural et plus particulièrement les oasis et les zones de montagne. Ces mesures se réalisent à travers la valorisation des ressources naturelles et la biodiversité, le développement des territoires durables qui veillent sur la préservation, la gestion des risques, la lutte contre la désertification, et l'amélioration des conditions de vie de la population.

3.3 Les aides financières et l'investissement :

Le Royaume a mis en œuvre une politique visant l'incitation des investissements privés en agriculture, et ce depuis 1969. Cette stratégie incitative a été définie par le «Code des Investissements agricoles» (CIA) dont l'objectif était la valorisation et l'exploitation du potentiel de production mise en envergure par la politique d'investissement public, d'une part, et aussi l'incitation aux investissements privés, d'autre part.

L'État s'est lancé en 1986 à la restructuration de la procédure d'octroi de l'aide financière, à travers la création d'un compte d'affectation particulier qui s'appelle «Fonds de Développement Agricole» (FDA), ce compte a pour objectif d'assouplir le système d'octroi des aides financières, et de rendre le système incitatif plus opérationnel. Le FDA, depuis sa création, avait comme finalité la promotion de l'investissement privé dans le secteur de l'agriculture ainsi que l'orientation, par des subventions parfaitement ciblées, vers les activités permettant une parfaite exploitation du potentiel agricole national.

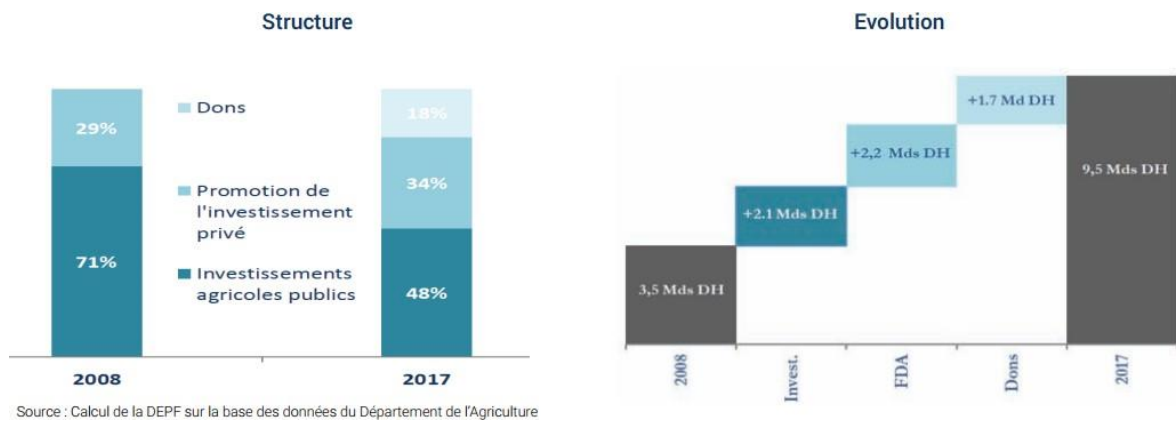
Ce fonds de développement agricole est perçu comme étant un instrument important d'incitation aux investissements privés au royaume, dans le cadre de la politique du gouvernement du secteur agricole (PVM). Il agit de deux manières différentes : l'affectation de subventions accordées aux agriculteurs et la participation au financement d'autres actions de développement.

L'investissement agricole et sa promotion ont été l'un des leviers les plus importants de la nouvelle stratégie agricole. Par conséquent le secteur agricole au Maroc a bénéficié d'un système de subventions et incitation publiques renforcées en faveur des productions agricoles à forte valeur ajoutée, productivité et résilientes aux aléas climatiques. Ainsi, l'investissement public global du secteur agricole a quasiment triplé entre 2008 et 2017, passant de près de 3,5 à 9,5 milliards de dirhams, soit un taux d'accroissement moyen annuel de près de 11,7 %.

La dotation accordée au secteur agricole est composée de trois principales catégories en termes de structures à savoir : l'investissement public (qui concerne particulièrement les grandes infrastructures hydro agricoles et l'aménagement agricole), la promotion de l'investissement privé (le Fonds de Développement agricole [FDA] sous forme de subventions à titre d'exemple) et aussi les dons.

Il faut souligner ici que la dotation liée au soutien à l'investissement privé a triplé entre 2008 et 2017, passant de 1 à 3,2 milliards de dirhams, et une hausse de l'investissement public hors subventions de 2,5 à 4,6 milliards de dirhams durant la même période.

Figure 11: Évolution de l'investissement agricole public global et de sa structure entre 2008 et 2017.



Source : calcul de la DEPF sur la base des données du département agricole

4. Le cadre institutionnel et juridique

4.1 Les acteurs institutionnels :

Afin d'appréhender, globalement, la pluralité des actions pouvant être engagées en matière de la gestion des ressources en eau, il faut faire le tour des différents acteurs et institutions qui interviennent dans le domaine de l'eau, exposer leurs missions, visions et objectifs.

Ministère de l'Agriculture, de la Pêche maritime, du Développement rural et des Eaux et forêts

Ce ministère est chargé de l'élaboration et de la mise en œuvre de la politique gouvernementale dans le domaine de l'agriculture et du développement rural au Maroc. Il est responsable, sous réserve des attributions dévolues aux autres départements ministériels, de définir et mettre en œuvre la politique du gouvernement dans le domaine de l'aménagement et la promotion du secteur agricole. Ce ministère est chargé également d'étudier et élaborer une stratégie d'intervention visant l'amélioration et la restructuration de l'état des structures du secteur aux niveaux régional et national, sur le plan institutionnel, juridique (élaborer les textes juridiques et réglementaires relatifs aux activités agricoles), et commercial (négociations relatives au libre-échange dans le domaine agricole et la gestion des accords dans ce domaine, études et suivi de l'évolution des marchés nationaux et internationaux, etc.).

Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement

Le ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement (MEEE) a été créé en 2007 dans le but d'élaborer et de veiller à l'exécution de la politique du gouvernement dans les domaines l'hydraulique, de l'approvisionnement en eau potable et de la climatologie, et ce dans le cadre des lois et règlements en vigueur.

Le MEEE assure parallèlement un pouvoir de tutelle sur les Agences de bassin Hydraulique (ABH), les Offices Nationaux de l'Eau potable (ONEP) et les différents établissements publics dotés de la personnalité morale et de l'autonomie financière.

Secrétariat d'État chargé de l'Eau et de l'Environnement

Le Secrétariat d'État chargé de l'Eau et de l'Environnement (SEEE) a été créé en novembre 2002, parmi ses missions relatives au domaine hydraulique, l'évaluation et la recherche des ressources en eau, la planification des stratégies permettant leur développement ainsi que leur gestion, et la préservation du patrimoine hydraulique (ressources en eau et infrastructures).

Le SEEE dispose d'un nombre d'organismes permettant la mise en application des différentes compétences qui lui sont dévolues, ces organismes se répartissant comme suit :

- Quatre Directions au niveau central : la Direction générale de l'Hydraulique, la Direction des Aménagements hydrauliques, la Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau et la Direction des affaires générales et techniques ;
- Les Agences de bassin hydrauliques, qui sont des établissements publics territoriaux dotés de la personnalité morale et de l'autorité financière ;
- L'Office national de l'eau potable ;
- Les services de l'eau, qui sont présents au niveau de chaque province et qui sont chargés de représenter le Secrétariat d'État chargé de l'Eau, en étroite collaboration avec les ABHs ;
- La Direction de la météorologie nationale, représentée par quatre directions régionales au niveau des zones nord, sud, centrale et orientale.

Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat

Le Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat (CSEC) se veut être un forum de concertation entre tous les organismes intervenant dans le domaine de l'eau et du climat. Créé en vertu de la loi 10-95 sur l'eau ; le (CSEC) a comme tâche principale la formulation des orientations générales de la politique nationale en la matière. Il dispose également d'un droit d'avis sur les questions suivantes:

- La stratégie nationale d'amélioration de la connaissance du climat et de son impact sur les ressources en eau ;
- Le plan national de l'eau ;
- Le plan d'aménagement intégré des ressources en eau (PDAIRE) des bassins hydrauliques.

Par ailleurs, il est en charge de veiller à la préservation de l'équilibre environnemental et à la prise en compte de la composante « Environnement » dans les projets de développement socio-économique du pays. Dans cette même optique, le CSEC accorde une attention toute particulière à la répartition de l'eau entre les différents usagers, et à la nécessité d'un consensus entre les différents secteurs utilisateurs de la ressource.

Commission interministérielle de l'eau

La Commission interministérielle de l'Eau (CIE) A 2T2 créée en 2001, c'est un organisme de consultation en premier lieu, dont l'action se centre sur des problématiques, telles que la valorisation et l'économie des ressources en eau, la protection et l'aménagement des bassins versants, et la cohérence en matière des budgets alloués avec les priorités du secteur.

Office Régional de Mise en Valeur agricole

Créé par le décret n° 2-70-15 (8 octobre 1970), L'Office Régional de Mise en Valeur agricole (ORMVA) est une institution publique dotée de la personnalité civile et de l'autonomie financière.

Sous la tutelle du ministère de l'Agriculture, du Développement rural et des Pêches maritimes, l'ORMVA s'occupe de la mise en œuvre de la politique agricole de l'État, au niveau de sa zone de compétence. Il a plusieurs missions, entre autres ; l'accompagnement des producteurs, l'amélioration de la production animale et végétale, la sensibilisation et l'information des agriculteurs dans les domaines qui les intéressent notamment l'irrigation et l'optimisation de l'utilisation des ressources en eau, etc.

Il faut souligner ici que la loi 10-95 sur l'eau, qui cherche à atteindre une gestion intégrée des ressources en eau, a exclu les ORMVAs de la procédure de concession puisque la création des périmètres irrigués impose les réserves de l'allocation de la ressource. En revanche, les ORMVAs exercent les allocations en matière de prélèvement d'eau à usage agricole, et en lieu et place des ABH.

Le Plan d'aménagement intégré des ressources en eau (PDIRE), offre un espace assez large de concertation et de coopération entre l'ORMVA et les différents organismes étatiques opérant dans le secteur de l'eau, il contient également les orientations stratégiques et grandes options de mise en valeur, ainsi que l'affectation de la ressource.

Directions régionales des Eaux et forêts

Les Directions régionales des Eaux et forêts (DREF), interviennent également en matière de lutte contre la désertification, elles ont pour principales missions :

- La DREF élabore et met en œuvre la politique gouvernementale dans plusieurs domaines, notamment ; la conservation et le développement durable des ressources forestières, alfatières, sylvopastorale dans les forêts ou dans les terrains soumis au régime forestier, dans le domaine du développement cynégétique et piscicole continentale, et des parcs et réserves naturelles
- Elle coordonne la mise en place des différents mécanismes institutionnels permettant la préparation, l'exécution, le suivi et l'évaluation de la politique du gouvernement en matière de lutte contre la désertification ;
- Participe à l'élaboration et à la mise en œuvre de la politique du gouvernement en matière de développement rural.

Sur le volet environnement, les DREF agissent en matière de gestion des zones humides, dans les aires protégées et en dehors. Elles représentent l'un des intervenants les plus importants dans le cadre de conventions liées à l'environnement, et elles détiennent des droits d'exploitation des ressources naturelles, des activités de pêche, de chasse, de pisciculture, etc.

Commissions préfectorales et provinciales de l'eau

Les commissions préfectorales et provinciales de l'eau qui agissent en vertu du décret n° 2-97-488 (4 février 1998) relatif au fonctionnement et à la composition de ces commissions. Elles ont plusieurs responsabilités, entre autres d'apporter de leur concours à l'élaboration des plans d'aménagement intégré des ressources en eau PDAIREs, d'inciter les communes et sensibiliser le grand public à économiser et à protéger les ressources en eau.

Quant à sa composition, les commissions se constituent de représentants de l'État et établissements publics par moitié, et des assemblées préfectorales/provinciales, des chambres professionnelles, des conseils communaux et des communautés ethniques par l'autre moitié

Collectivités locales

La loi 78-00 (3 octobre 2002) portant la charte communale, octroie des compétences aux Collectivités locales en matière de gestion des ressources en eau, étant donné qu'elles sont responsables au niveau local.

Depuis la promulgation de cette loi, les collectivités sont devenues des véritables décideurs de l'aménagement du territoire et particulièrement en termes des équipements communaux : alimentation en eau, assainissement, protection de l'environnement.etc.

Et c'est dans l'article 39 plus précisément, que les responsabilités de la commune en la matière sont clairement annoncées. En précisant que c'est au conseil communal de décider de la gestion et de la création des services publics communaux ; dans les secteurs de l'approvisionnement et de la distribution en eau potable, de la collecte/transport et mise en décharge publique et traitement des déchets ménagers et assimilés, de l'assainissement liquide, etc. ils en incombent de ses compétences également de décider des modes de gestion des services publics communaux, par voie de régie directe, de régie autonome, de concession ou de toute autre forme de gestion déléguée des services publics, conformément à la législation et réglementation en vigueur.

En plus de ces responsabilités, et selon ce même article (alinéa 2), le conseil communal a toutes les compétences de décider quant à la réalisation ou à la participation à l'exécution des aménagements et des ouvrages hydrauliques destinés à la maîtrise des eaux pluviales et à la protection contre les inondations, au même titre que l'aménagement des plages, des corniches, des lacs et des rives des fleuves situés dans le périmètre communal.

Associations des Usagers des Eaux Agricoles (AUEA)

L'état a promulgué le 21 décembre 1990, la loi 2-84 portant sur les associations des usagers des eaux agricoles (AUEA). Cette loi et son texte d'application (Décret n° 2-84-106 du 13 mai 1992) exposent les termes de collaboration entre l'État et ces associations en termes de développement et d'administration des systèmes d'irrigation. Les AUEA permettent le renforcement des organisations

de base en milieu rural, dans le secteur d'agriculture en général et le domaine d'irrigation en particulier.

Ces Associations exercent leurs fonctions dans les petits, moyens et grands périmètres hydrauliques, l'objectif général étant la mise en place d'une nouvelle approche du développement rural, et plus spécifiquement dans le domaine de l'agriculture, qui présente un véritable pivot du développement de ces zones.

Agences de bassins hydrauliques :

La loi 10-95 sur l'eau a donné lieu à la création des agences de bassin hydrauliques, l'objectif étant une décentralisation en matière de gestion des ressources en eau. Et ce, à travers une représentation au niveau régional, ces ABHs sont devenues des partenaires des organismes publics tels que les directions régionales de l'ONEP, les Offices Régionaux de mise en Valeur agricole (ORMVA).

4.2 Le cadre juridique :

Dans le cadre du développement et de la modernisation du secteur agricole marocain, plusieurs réformes ont été avancées et réalisées qui concerne aussi bien le secteur que son environnement institutionnel.

Sur le plan juridique, ces réformes se sont traduites par une refonte globale des textes législatifs et réglementaires encadrant le secteur agricole, son cadre institutionnel et de gouvernance ainsi que l'amélioration du climat des affaires. Ces réformes ont concerné également le foncier agricole, l'eau, le marché national et d'exportation, le conseil agricole, l'organisation professionnelle ainsi que le dispositif d'aides aux acteurs pour la mise à niveau des filières de production agricole et l'amélioration de leur qualité et compétitivité.¹

Les réalisations en termes de réformes pour la période 2008-2019 s'élèvent à plus de 22 textes de loi et plus de 4850 textes réglementaires (décrets et arrêtés), publiés au Bulletin officiel, portant sur les domaines suivants²

- Réformes institutionnelles et gouvernance du secteur ;
- Aménagement de l'espace agricole, réformes juridiques des statuts fonciers agricoles et immatriculation foncière ;
- Développement des filières de production, labellisation des produits et agrégations agricoles ;

¹ Ministère de l'Agriculture de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts, « Cadre juridique | Département de l'agriculture ».

² MAPMEF, DREF

- Organisation professionnelle et création des interprofessions agricoles ;
- Conseil agricole, recherche agronomique, enseignement supérieur et formation technique et professionnelle agricole ;
- Sécurité sanitaire et contrôle de la qualité des produits agricoles et alimentaires ;
- Incitations à l'investissement agricole.

Les dispositions relatives à la loi sur l'eau relative au secteur agricole

Cette loi est venue organiser le domaine de la gestion de l'eau, elle repose sur un certain nombre de principes de base qui découlent notamment du but qui vise une valorisation agricole plus importante, et ce à travers le perfectionnement d'aménagement et des conditions d'utilisation des eaux d'irrigation.

La Loi n° 36-15 du 10 août 2016 relative à l'eau, fixe les règles d'une gestion intégrée, décentralisée et participative des ressources en eau pour garantir le droit des citoyennes et des citoyens à accès à l'eau et en vue d'une utilisation rationnelle et durable et une meilleure valorisation quantitative et qualitative de l'eau, des milieux aquatiques et du domaine public hydraulique en général, ainsi que les règles de prévention des risques liés à l'eau pour assurer la protection et la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement. Elle vise, également, la mise en place des règles et outils de planification de l'eau y compris les eaux usées, les eaux de mer des salées et autres pour accroître le potentiel hydrique national en tenant compte des changements climatiques afin de s'y adapter¹.

Cette présente Loi comprend 163 articles regroupés en 12 chapitres :

- Les dispositions générales (Chapitre I) ;
- Le domaine public hydraulique (Chapitre II) ;
- L'utilisation et exploitation du domaine public hydraulique (Chapitre III) ;
- La mise en valeur et utilisation des eaux de pluie (Chapitre IV) ;
- La valorisation et utilisation des eaux non conventionnelles (Chapitre V) ;
- L'administration de l'eau (Chapitre VI) ;
- La planification de l'eau (Chapitre VII) ;
- La préservation des eaux (Chapitre VIII) ;
- La gestion des risques liés à l'eau (Chapitre IX) ;
- Le système d'information relatif à l'eau (Chapitre X) ;
- La police des eaux (Chapitre XI) ;
- Et les dispositions finales (Chapitre XII).

¹ Secrétariat Général du Gouvernement, Royaume du Maroc, « Loi n° 36-15 du 10 août 2016 relative à l'eau |InforMEA ».

Plan national d'Économie d'Eau d'Irrigation :

Le 11 juin 2007, un projet d'assistance au Plan national d'Économie d'Eau et d'irrigation a été lancé avec un appui financier de l'Espagne et une assistance technique de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Ce programme a été mis en place pour faire face au problème de raréfaction des ressources hydriques.

Le royaume a sollicité l'assistance technique de la FAO afin d'introduire des techniques et méthodes modernes d'irrigation, engrais et produits pesticides à usage agricole, notamment dans les périmètres de Doukkala.

Systèmes d'irrigation

Ce sont deux textes réglementaires qui régissent aujourd'hui les systèmes d'irrigation au Maroc:

Il existe deux textes réglementaires régissant le domaine de l'irrigation au Royaume.

- Arrêté ministériel du 9 novembre 2001 ; délimitant le champ d'intervention de l'état en matière d'aide et d'aménagement des propriétés agricoles en systèmes d'irrigation localisée ;
- Arrêté ministériel du 12 octobre 2006 portant sur les modalités de l'aide de l'État en vue de L'aménagement des propriétés agricoles en systèmes d'irrigation localisée ou de complément ;

Conclusion :

L'expérience marocaine en agriculture est une matière riche à discuter, à analyser et surtout à en tirer des leçons pour le futur.

Certes, le Maroc a des atouts en matière d'agriculture, des stratégies et plans mis en place dans tous les volets stratégiques liés au secteur, mais quant à l'exécution, à la complémentarité et à la synergie d'une manière concrète il y a toujours des lacunes et des axes à prendre en compte et à perfectionner. L'efficacité du secteur agricole est conditionnée par une parfaite collaboration entre les acteurs, la veille à l'exécution des différents plans et stratégies, l'adaptation avec le contexte et la particularité de chaque territoire (climat, ressources naturelles, nature des exploitations, capital humain), et ce dans le but de tirer meilleur profit de chaque territoire en agriculture.

Chapitre 3 : Le développement du secteur agricole marocain : les enjeux et les défis

Introduction :

Le secteur agricole marocain rencontre plusieurs difficultés et contraintes qui continuent à entraver la mise en œuvre et l'efficacité du modèle de développement agricole du pays. Les contraintes sont soit d'ordre environnemental liées particulièrement à la sévérité des conditions climatiques et la raréfaction, soit des contraintes en matière de gouvernance et d'intervention étatique (inefficacité des mesures et interventions publiques avec une faiblesse institutionnelle à l'échelle territoriale, en termes de partenariat public privé et d'organisation professionnelle, une centralisation au détriment de la territorialisation de l'action publique...), une stratégie foncière inadaptée qui entrave l'évolution de l'investissement agricole (sachant que les petits exploitants représentent 70 % des exploitations), un manque en matière de formation et de préparation du capital humain, entravant la modernisation, du secteur agricole (faible recours aux technologies, taux d'analphabétisme très élevé), une gestion non rationalisée ou peu rationalisée des ressources hydriques (la non-efficacité de l'irrigation à la parcelle dominée par les systèmes gravitaires), ainsi qu'une mauvaise gestion de certaines filières.

1. Le défi environnemental :

La question environnementale constitue l'une des préoccupations primordiales des décideurs en matière du développement agricole, et constitue l'un des défis majeurs, notamment face à la disparition progressive de terres agricoles au profit d'une urbanisation qui dévore l'espace et surexploite les ressources. Le défi va consister à la fois :

- Augmenter les rendements tout en préservant les ressources (eau, sols, biodiversités),
- Réussir l'adaptation au changement climatique.
- Restaurer les ressources déjà dégradées et produire de nombreux services environnementaux (comme le stockage de carbone et la substitution de produits à source biologique à des produits conventionnels très émissifs de gaz à effet de serre) ...

1.1 Le changement climatique :

Les études ont avancé des prévisions étonnantes à l'horizon 2030 liées aux conséquences du changement climatique. Le rapport 2007 du GIEC avait alerté, et avec force, sur les risques de baisses des rendements agricoles et sur les impacts sur les personnes les plus démunies. La région méditerranéenne, et en particulier le Maroc, va subir à titre exceptionnel une baisse significative d'hydraulicité.

Les principales hypothèses retenues des études récentes à l'horizon 2030 sont :

- Une augmentation de la température moyenne qui pourrait tendre vers 1 °C ;
- Une accentuation des périodes de sécheresses, canicules et phénomènes orageux ;
- Une extension de l'aridification (qui toucherait aussi la rive nord de la Méditerranée) ;
- Une désertification de nombreuses zones semi-aride d'occupation humaine et des changements sur la biodiversité avec un risque de progression de certains virus et de croissance des épizooties.

Toujours à l'horizon 2030, les ressources en eau au Maroc, aussi bien superficielle que souterraine, vont connaître une baisse tendancielle supplémentaire qui pourrait être de l'ordre de 15 à 20 % sous l'effet de la récurrence des sécheresses et de la tendance à la réduction des précipitations.

Les conditions climatiques au Maroc ont, et devront avoir un impact significatif également sur les sols engendrant ainsi le problème d'érosion. En effet, les sols marocains sont caractérisés par une fragilité et une sensibilité aussi bien aux aléas naturels qu'aux actions anthropiques tels que les mauvaises pratiques culturales.

Selon le MEMEE, le processus de dégradation des sols le plus présent est celui de l'érosion hydrique qui constitue la principale menace environnementale à l'égard du capital sol¹. Les sols touchés par l'érosion hydrique moyennement à forte couvrent une superficie de plus de 12 millions d'hectares, soit 18,5 % de la superficie totale du territoire national.²

Ce problème d'érosion engendre une perte de capacité de stockage des barrages par envasement de l'ordre de 75 millions m³/an et une perte totale cumulée de 1 750 millions de m³ sur 17,5 milliards de capacités totales de stockage des barrages.³

1.2 Des précipitations et ressources en eau en baisse :

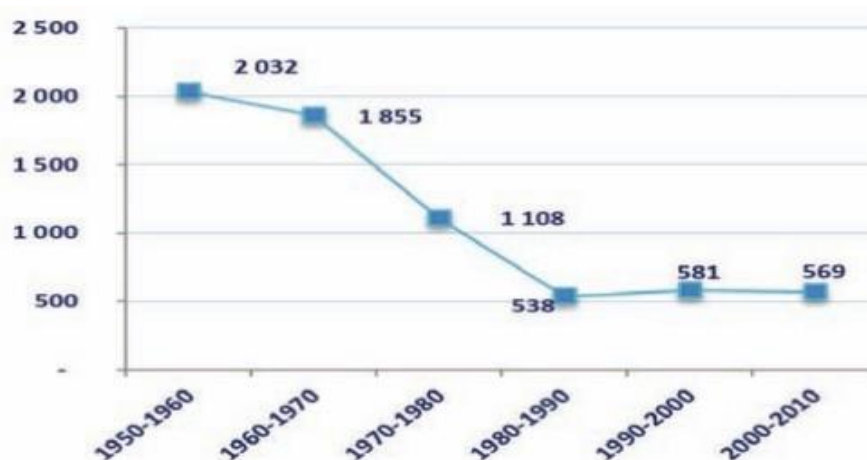
La variabilité croissante des précipitations et la fréquence des périodes de sécheresse, associées au phénomène du changement climatique seraient de nature à réduire les disponibilités en ressources hydriques. Ce qui va répercuter négativement sur les rendements agricoles. Au Maroc, les disponibilités en eau par habitant sont en forte baisse (près de 71,5 % sur la période 1950-2010, en dessous du seuil du stress hydrique [1 000 m³/hab./an] et se rapprochant du seuil de rareté absolue [500 m³/hab./an])

¹ MEMEE, 2011

² HCEFLCD, 2013

³ CESE, 2018

Figure 12: Évolution de la dotation en eau en m³ par habitant sur la période 1950-2010.



Source : Plan national de l'Eau (2015) FAO

Au Maroc, malgré qu'il dispose actuellement de quantités plus ou moins appréciables d'eaux de surface et souterraines, l'accès aux ressources hydriques est pourtant marqué par une forte irrégularité annuelle, avec une accentuation des événements météorologiques extrêmes tels que la sécheresse et les inondations.

Sur l'ensemble de son territoire, le Maroc reçoit annuellement une pluviométrie de 140 milliards de m³. Le potentiel des ressources en eau est évalué moyennement à 22 milliards de m³, répartis en 18 milliards de m³ d'apports en eau de surface et 4 milliards de m³ d'eaux souterraines.

Les précipitations ont subi une baisse variante entre 3 et 30 % avec une baisse moyenne de 26 % dans la région Nord-Ouest du pays, avec une variabilité constante et une fréquence et concentration observées entre les mois d'octobre et novembre. Les projections prévoient à l'horizon 2100 une tendance à la baisse des cumuls annuels des précipitations entre 10 et 20 % pour le scénario « Optimiste » et atteindre 40 % pour le scénario « Pessimiste ». Les bassins devraient également subir entre 2020 et 2050 des baisses significatives, avec une situation de pénurie d'eau.¹

¹ MEMEE, « 3ème Communication Nationale à la CCNUCC ».

1.3 Des périodes de sécheresse de plus en plus fréquentes :

La sécheresse a toujours été présente dans l'histoire du Maroc, des études ont montré qu'il a souvent connu dans le passé des périodes d'intenses sécheresses. Ainsi, si la sécheresse prend une dimension importante au Maroc c'est qu'elle conditionne un secteur clé de l'économie nationale et représente depuis des décennies un choc majeur pour l'agriculture marocaine, aussi bien le secteur pluvial que l'irrigué. La mise en culture inconsidérée de terres à vocation pastorale ou sylvopastorale a accentué la vulnérabilité à l'aléa, et l'agriculture ne s'est pas encore adaptée à cette nouvelle donne structurelle. Par ailleurs, les périodes de sécheresse sont plus fréquentes et plus longues. Entre 1940 et 1979 il y a eu 5 sécheresses en 40 ans alors qu'entre 1980 et 2002, on en compte 10. On s'attend à une prolongation des sécheresses de plus de 5 jours d'ici 2100¹. Il en est de même pour les inondations. L'exemple de la région du Souss Massa où on a noté une forte augmentation du nombre d'inondations : en 25 ans, entre 1982 et 2007, il y a eu 4 inondations, alors qu'entre 2008 et 2015, on en compte 7.

2.Évolution de la demande interne et externe

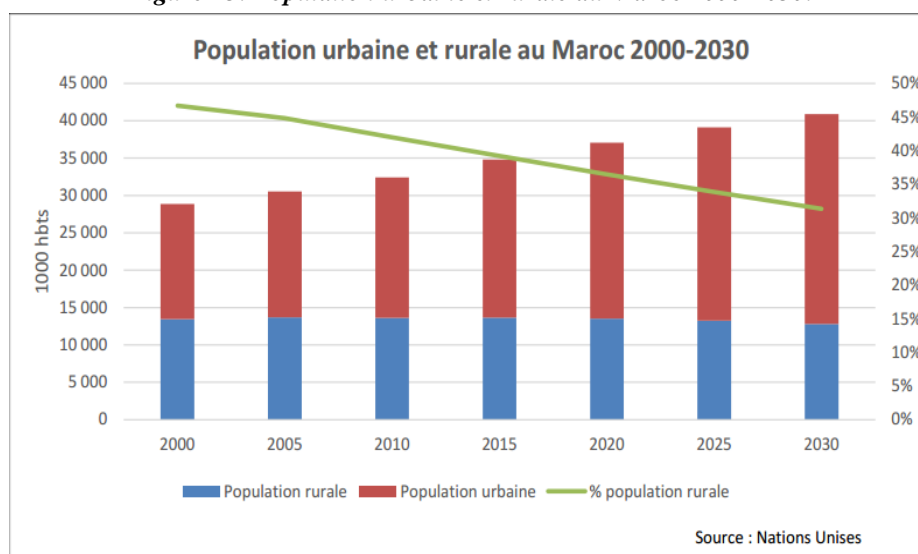
2.1 Le choc démographique

Le facteur démographique ne cesse d'accroître au Maroc pour passer de 11 à 29,9 millions entre 1960 à 2004, avec une population rurale de 8,2 à 13,4 millions. Ceci a fortement accru les pressions sociales sur le monde rural, les ressources naturelles limitées et les milieux fragiles.

Les populations rurales, restées socialement marginalisées et en retard en matière d'éducation, de services sociaux, de diversification économique, d'infrastructures, ont vu leur situation se dégrader. La conséquence, faute d'un progrès agricole et rural suffisant, en a été l'obligation à la mobilité ou à l'émigration et/ou une surexploitation des terres agricoles et des autres ressources naturelles. La croissance démographique a eu un autre impact structurel majeur : le creusement de l'écart entre les effectifs de la population agricole et ceux des pays industrialisés, l'évolution de ces derniers se caractérisant au 20e siècle par une stabilisation de la population totale et par une réduction massive du nombre d'agriculteurs. Cette divergence démographique nord-sud, sans précédent historique, s'est répercutée de facto sur la productivité agricole. Elle oblige à une prise de conscience sérieuse des différences de cheminement historique et de situation entre Nord et Sud de la Méditerranée et de la nécessité de développer des approches communes et différenciées en termes de commerce et de développement.

¹ Climate Expert, « Entreprises & Adaptation : Maroc ».

Figure 13: Population urbaine et rurale au Maroc 2000-2030.



Source : Rapport sur l'agriculture marocaine-2017

2.2 La consommation, les dépenses et sécurité alimentaire

La part du budget alloué par les ménages marocains à l'alimentation est généralement en tendance de diminuer d'une année à une autre pour atteindre 37 % en 2014 contre 40,6 % en 2007, en occupant toujours la première place en termes de dépense de consommation. La part du budget alloué à l'alimentation est beaucoup plus élevée en zone rurale avec un taux de 47 % qu'en zone urbaine (33,3 %), et chez les populations les moins aisées que chez les populations les plus aisées (49,6 % pour les 20 % les moins aisés et 29,1 % pour les 20 % les plus aisés).

Selon la FAO, au cours des deux dernières décennies l'offre marocaine en aliments énergétiques a toujours dépassé les besoins alimentaires moyens. Cet écart a augmenté constamment pour passer de 33 % entre 1999-2001 à 38 %, entre 2006-2008 et à 47 % en 2015-2017.

Par ailleurs, et comme il a été indiqué précédemment, les habitudes alimentaires chez les Marocains ont évolué avec une diversification du panier du consommateur. Pour passer d'une alimentation traditionnelle, à base de céréales et de légumineuses vers une alimentation qui comprend davantage de produits d'origine animale, et tend à devenir excessive par rapport aux besoins énergétiques d'une vie sédentaire.

La couverture des besoins par la production nationale est de 100 % pour les viandes, les fruits et les légumes, 82 % pour le lait, 62 % pour les céréales, 47 % pour le sucre, 31 % pour le beurre, et 21 % pour les huiles alimentaires. Les disparités en termes de couverture des besoins alimentaires dans la population marocaine sont généralement des situations de sous-nutrition qui sont liées à la pauvreté qui touche particulièrement les populations moins aisées, notamment en milieu rural.

En termes de disponibilités, au Maroc, la valeur moyenne de la production alimentaire par habitant est passée de 176 USD en 1999 à 250 USD en 2014. Cette moyenne, malgré qu'elle soit inférieure à la moyenne mondiale, est cependant très supérieure par rapport à celle des pays les moins développés et elle a sensiblement progressé à partir de l'année 2008 notamment par l'effet de la mise en œuvre du Plan Maroc vert sur la production agricole.

Toutefois, le Maroc reste toujours très dépendant des importations de produits de base et en particulier de céréales, d'huiles alimentaires et de sucre. Or, cette dépendance pourrait, malgré les efforts déployés notamment dans le cadre du PMV, s'accroître avec les effets liés au changement climatique.

3. Les technologies

Parmi les enjeux majeurs auxquels l'agriculture marocaine devra prendre en considération c'est la technologie, car l'avenir sera fonction des évolutions technologiques. Ces évolutions vont être guidées par le principe de rationalité de production agricole, notamment d'accroître les rendements en minimisant les impacts environnementaux.

La raréfaction des ressources, la compétition internationale et les progrès de la science favorisent le développement de technologies économes en eau et d'une agriculture de « précision ». Celle-ci, qui vise une haute maîtrise du milieu, pourrait conduire à accroître encore les écarts de productivité entre les deux rives de la Méditerranée. Des développements importants, soutenus par une logistique de premier ordre, coûteuse en recherche, formation, vulgarisation, mise en œuvre opérationnelle et organisation des filières, sont en cours dans plusieurs pays, à l'exemple de l'Andalousie en Espagne. Même si, dans cette région, se développent de premières usines de dessalement pour l'irrigation, le développement va se heurter à la faible disponibilité en ressources naturelles. Le Maroc disposant de quelques avantages (proximité et connaissance mutuelle, eau, main-d'œuvre, avantages commerciaux pour l'export vers les États-Unis) pourrait bénéficier de joint venture et délocalisations.

La progression mondiale des cultures d'OGM devrait se voir aussi confirmée, même si un refus durable de celles-ci par les sociétés civiles européennes n'est pas exclu. Plusieurs scénarios sont possibles pour le Maroc.

L'adaptation de l'agriculture aux conditions des milieux et au changement climatique avec amélioration de la fonction productive des écosystèmes locaux et de leur durabilité représente une autre piste majeure de progrès, soutenue par la science, accessible aux agricultures familiales traditionnelles et valorisant les savoirs locaux. Comme le démontrent des développements récents, notamment au Brésil, l'abandon du travail du sol et l'utilisation des plantes de couverture ou de paillage protégeant les sols de l'érosion et améliorant la fertilité peuvent permettre le maintien ou des croissances importantes des rendements et des économies de coûts de production significative. Les progrès de l'agriculture seront importants pour le pays.

4. Des déficits de politiques, d'institutions et de gouvernance

4.1 Des acteurs insuffisamment mobilisés et responsabilisés :

Les politiques agricoles successives des 50 dernières années, même si elles ont apporté des progrès indéniables, n'ont pas su aborder le développement agricole dans sa totalité, dans sa diversité et dans sa relation fondamentale avec le développement rural et avec la « durabilité ». Elles sont restées d'une façon générale trop dirigistes et technicistes, n'ont pas su s'adresser au capital humain et mobiliser et responsabiliser suffisamment les acteurs ou appuyer efficacement leurs initiatives.

Les modèles d'intervention de l'État ont contribué, par leur standardisation, à une vision appauvrie du développement agricole, inhibant largement un potentiel d'innovation fondé sur la richesse de la diversité, sur la mobilisation des acteurs et sur l'adaptation aux opportunités de marché. Le retard rural s'est accumulé, et une importante agriculture de rente s'est constituée.

Le rapport entre l'État et les acteurs professionnels et locaux demeure encore peu adapté à l'émergence d'une dynamique de rattrapage économique rapide : la faiblesse institutionnelle au niveau local, celle des partenariats public-privé et des organisations professionnelles et locales, et le rôle marginal du Crédit Agricole sont notamment à souligner. Les insuffisances portent à la fois sur les territoires, les filières, les structures des exploitations, le foncier et le crédit.

4.2 Le pluvial, le rural et la durabilité insuffisamment pris en compte :

La politique agricole après l'indépendance a focalisé l'essentiel des moyens sur le grand hydraulique. Celle-ci a bénéficié d'une vision à long terme d'objectifs à atteindre et d'une part importante des budgets publics.

Cependant, le taux d'irrigation est encore parmi les plus bas de la région, les pertes en eau sont élevées, la productivité par hectare irriguée n'atteint pas encore le potentiel pour certaines cultures et le m³ d'eau n'est pas suffisamment valorisé par des cultures à haute valeur ajoutée et l'intégration avec l'industrie. Les incitations à la gestion efficace et économe de l'eau ont encore une portée limitée, et le prix de l'eau ne reflète pas sa rareté.

Le reste du territoire agricole a été insuffisamment soutenu. L'agriculture pluviale (y compris la petite hydraulique paysanne), qui concerne la grande majorité des agriculteurs, presque les 9/10 de la SAU et une grande part de la ressource en eau utilisée, n'a pas bénéficié d'une attention suffisante. Mais c'est plus largement tout le monde rural qui souffre d'un retard général de développement, retard qui a fortement entravé et fragilisé le développement agricole.

Au déséquilibre territorial des politiques s'est ajouté le caractère très descendant des interventions. La centralisation poussée n'a pas permis de jouer la carte de la territorialisation pour adapter les incitations et instruments de soutien aux possibilités différenciées des territoires, des terres et des agriculteurs et à une prise en main réelle du développement par les acteurs professionnels et locaux. La meilleure prise de conscience des enjeux ruraux et des risques importants de la libéralisation agricole a heureusement conduit ces dernières années à des évolutions importantes de politiques. Le Maroc a notamment été le premier pays du Sud méditerranéen à élaborer une véritable stratégie de développement rural. Des réformes fondamentales de gouvernance, au-delà du rural, sont en cours, et la société civile connaît une mobilisation sans précédent, y compris dans les campagnes.

Cependant, la déconcentration est encore insuffisante, et les interventions des services administratifs restent handicapées par des pratiques et des règles de procédure trop rigides.

Les collectivités et organisations locales ont des capacités limitées. L'intervention des ONG, souvent très utile, a ses limites. Les programmes de développement rural intégré représentent encore une part faible dans les budgets publics et n'impliquent pas suffisamment les acteurs locaux porteurs de projets individuels ou collectifs. Même si des progrès sont en cours, ils n'ont pas encore été suffisamment l'occasion d'une véritable animation d'un développement local, porteur à la fois d'engagement, d'innovation et de progrès économique pour les entreprises et les communautés locales et d'une restauration d'un rapport responsabilisé à la gestion de leurs ressources et milieux naturels.

La non-durabilité environnementale du développement doit encore beaucoup à l'insuffisante reconnaissance et consolidation par le droit moderne et par l'administration des systèmes de régulation locaux, ainsi qu'au laisser-faire et à l'absence d'orientations précises, de règles, chartes ou plans de gestion, taxes et incitations ciblées ou de compensations financières. Elle s'est traduite notamment par des mises en culture, pompages dans les nappes et gestions pastorales inappropriées. Les politiques de lutte contre la désertification, de conservation des forêts et d'espaces protégés, elles aussi trop longtemps technicistes et descendantes, ont été insuffisamment intégrées à des politiques de développement agricole et rural, à condition pourtant de leur succès. Des progrès sont cependant en cours avec l'émergence des approches territoriales participatives. Comme y invite la Stratégie 2020 de développement rural, les politiques et outils devront fortement évoluer. C'est toute une ingénierie du développement agricole et rural durable qui reste à consolider ou à construire, en s'appuyant sur les leçons des succès et des échecs.

Conclusion :

La place de choix du secteur agricole a été le fruit des différentes politiques agricoles déployées par le Maroc depuis son Indépendance, partant d'une politique interventionniste de l'État vers une politique plus libérale, des actions stratégiques de grande envergure ont été engagées et mises en œuvre à l'instar de la politique des barrages, l'amélioration des infrastructures hydroagricoles, le renforcement de la production végétale et animale, l'encadrement des agriculteurs, les subventions à l'investissement agricole... Tous ces efforts ont permis au secteur d'enregistrer plusieurs acquis dont particulièrement la diversification de la production végétale et animale, la capitalisation d'un savoir-faire ancestral reconnu (pratiques culturelles et d'irrigation...) ainsi que le développement d'avantages comparatifs avérés, notamment dans la filière des fruits et légumes.

Toutefois, certaines contraintes subsistent et entravent l'efficacité du modèle de développement agricole marocain à leur tête et les contraintes liées à l'environnement et aux conditions climatiques. Les contraintes portent également sur le déficit de gouvernance qui se traduit par l'inefficacité des interventions publiques avec une faiblesse significative en termes de partenariat public privé et d'organisation professionnelle (centralisation accrue au détriment de la territorialisation de l'action publique).

Par ailleurs, le traitement inadapté de la problématique foncière entravant l'essor de l'investissement agricole (sachant que les petits exploitants représentent 70 % des exploitations), ajoutant à ceux-ci, la présence d'un capital humain insuffisamment préparé pour contribuer à la modernisation du secteur, notamment par un taux d'analphabétisme élevé et une faible adoption des technologies.

PARTIE II :

L'AGRICULTURE FACE AUX EFFETS DU CHANGEMENT

CLIMATIQUE DANS LA PLAINE DU HAOUZ : Cas de la Tassaout — Aval

Introduction

Chocs climatiques, catastrophes naturelles, migrations, tensions économiques et sociales, conflits... toutes ces crises et autres pèsent sur l'agriculture et le monde rural, particulièrement dans les pays les plus fragiles. Au Maroc, le changement climatique constitue l'une de ses préoccupations majeures puisqu'il conditionne le développement de plusieurs secteurs de l'économie. Le gouvernement, les partis politiques, les établissements agricoles publics, les agriculteurs... accusent tous les effets du changement climatique et de la sécheresse en leur considérant comme facteur primordial qui handicape le développement socio-économique, notamment du secteur agricole qui constitue le secteur clé de l'économie marocaine.

La Tassaout Aval, dont l'activité économique est basée sur l'agriculture, est parmi les zones les plus touchées par les effets du changement climatique. Les conséquences sont déjà visibles à plusieurs niveaux : des sources d'eaux asséchées, le cheptel décimé, la production en crise, des centaines de paysans ont pris le chemin de l'exode et des douars périphériques se multiplient autour de la ville d'El Kelaa.

Cette partie est consacrée à l'étude des effets du changement climatique sur l'agriculture, passant d'abord par une présentation générale de la zone d'étude, ensuite, nous intéressons à étudier la variabilité et les tendances climatiques actuelles associés à d'autres paramètres environnementaux, et nous nous arrêtons finalement sur la question de la mise en valeur agricole avec ses différents enjeux et défis.

Chapitre 1 : Les spécificités naturelles et potentialités agricoles

Introduction :

La plaine du Haouz s'étend en sud sur la rive gauche de la partie amont de la rivière de Tensift et couvre le bassin d'Oum Er Rabia à l'est. Les Jbilet limitent la plaine au nord et le Haut Atlas au sud. Vers l'est le Moyen Atlas et le seuil par où passent l'oued El Abid et la Tassaout, et le plateau de Chichaoua vers l'ouest. Cette plaine a à peu près 6000 km², au pied des chaînes des montagnes du Haut Atlas entre 7°-09 et 8°-55 longitudes ouest et entre 31°-09 et 31°-55 latitudes nord.

La plaine est divisée en : Haouz oriental, central et occidental. La partie orientale couvre toute la zone appartenant au bassin d'Oum Er Rabia. Le central se situe autour de la ville de Marrakech. Le Haouz occidental est appelé aussi la plaine de Mejjate et couvre principalement les plateaux de chichaoua.

Géographiquement, La Tassaout aval se situe dans la partie orientale de la plaine. Du point de vue administratif, la Tassaout aval signifie le périmètre irrigué. Ce dernier s'étend sur une grande superficie de 72 000 ha, dont seulement 43 756 ha devront être irrigués par un réseau gravitaire dominant la majorité des 72 000 ha.

Le statut foncier dominant est le collectif, caractérisé par le micro parcellaire n'ayant pas fait l'objet de remembrement au moment de l'aménagement.

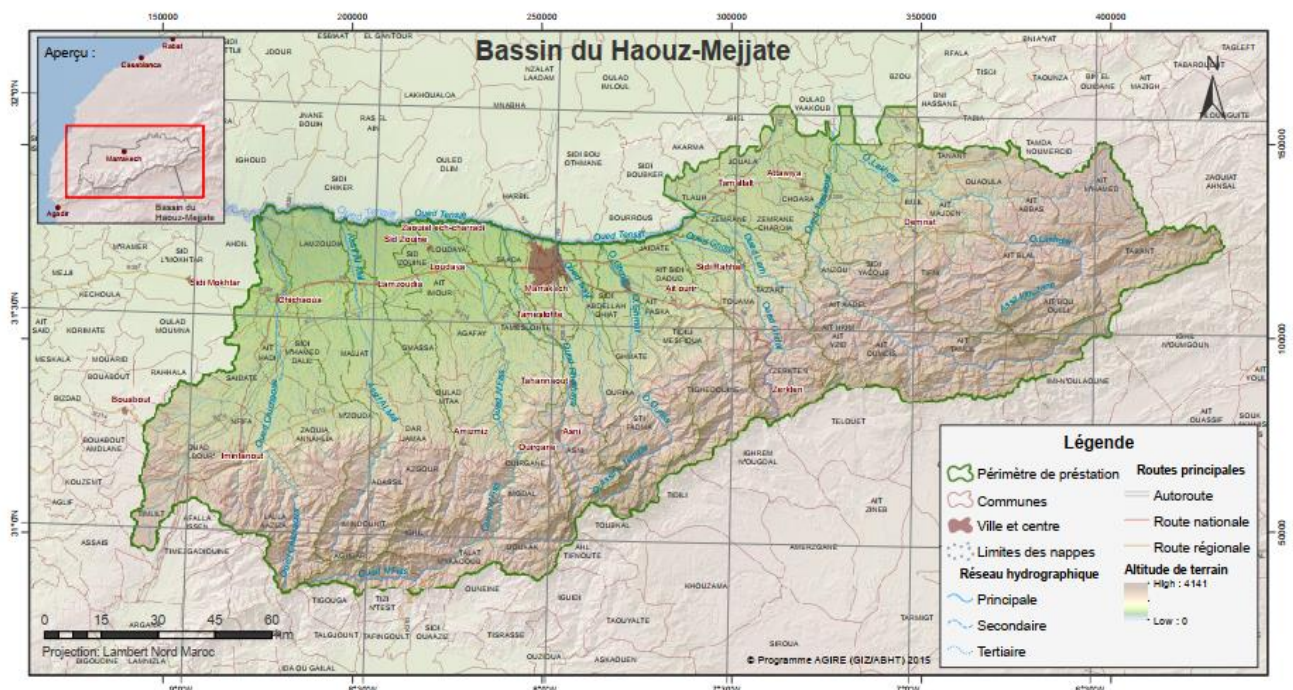
L'aménagement du périmètre a porté sur les grands ouvrages de mobilisation et d'adduction de l'eau d'irrigation, les canaux primaires, secondaires et les prises d'irrigation en tête des unités hydrauliques. Le réseau interne de distribution de l'eau aux différentes exploitations n'a pas été aménagé et il est resté dans l'état de réseau de seguias en terre d'une architecture très ramifiée et compliquée à gérer.

1. Présentation de la plaine du Haouz :

1.1 Situation géographique

La plaine du Haouz (appelée aussi Haouz Mejjate) est une vaste plaine alluviale d'une altitude moyenne de 500 m. Elle s'étend, à l'intérieur du Maroc, sur environ 4 000 km² entre les 31 m et les 32 m degrés de la latitude Nord. Elle est encaissée entre les chaînons du Jbilet au Nord et les contreforts de la chaîne atlasique au sud, et entre les plateaux de Chichaoua à l'ouest et les premiers versants du Moyen Atlas à l'Est. Fermée de toute part, elle prend ainsi l'apparence d'une dépression large d'environ 40 km du sud au nord et allongée d'est en ouest sur plus de 140 km. L'altitude de la plaine du Haouz s'abaisse régulièrement de l'Atlas aux Jbilet de 900 mètres à 300 mètres. Ceci revient pratiquement à la domination des hauts sommets de l'Atlas qui, au Jbel Toubkal, culmine à 4 165 m, bordée par les reliefs plus mous des Jbilet qui s'élèvent à 1 061 m. C'est ainsi que la plaine offre le contraste de sa platitude et d'une morphologie monotone à laquelle un climat semi-aride a conféré un aspect steppique, quasiment saharien.

Carte 1: Situation géographique de la plaine du Haouz (issu du bassin HM).



Source: Agence de bassin hydraulique de Tensift (ABHT)

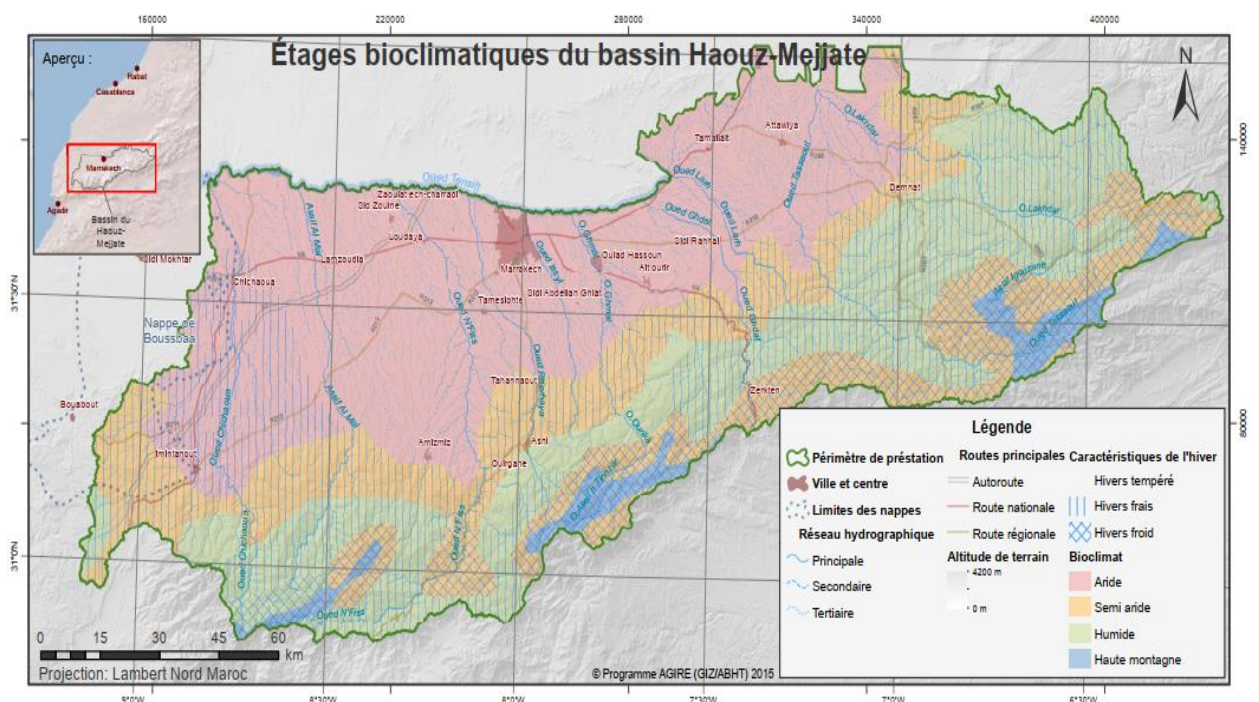
De ces caractères morphologiques et hydrographiques résulte la division géographique de la plaine en trois parties : le Haouz oriental, le Haouz central et le Haouz occidental. La partie orientale couvre toute la zone appartenant au bassin Oum Er Rabia (entre les oueds Lakhdar et R'dat), le central se situe autour de la ville de Marrakech, soient les terres comprises entre R'dat et N'Fis, et enfin Le Haouz occidental (appelé aussi la plaine de Mejjate) et couvre principalement les plateaux de Chichaoua.

1.2.2 Les aspects climatiques

Le climat qui règne sur l'ensemble de la plaine est un climat continental aride. Rares, irrégulières et peu abondantes, les précipitations sont groupées généralement pendant la saison froide avec des écarts mensuels et journaliers importants. La pluviométrie moyenne au niveau de la plaine du Haouz est inférieure à 300 mm, croissant ainsi géographiquement d'est en ouest (proximité plus grande du littoral) et du Nord au Sud (augmentation de l'altitude). Par ailleurs, les contrastes de températures sont remarquables, avec des variations diurnes, saisonnières et annuelles. Les températures sont en moyenne d'environ 5 °C en hiver et 45 °C en été.

Soulignant la sécheresse du climat, l'humidité relative passe en moyenne de 73 % en janvier à 33 % en juillet. Durant ce même mois, elle descend couramment à 18 %, pendant l'après-midi, pour parfois s'annuler par temps de chergui ou de sirocco. Ceux-ci, contrairement aux vents dominants originaires de l'Ouest ou du Nord-Ouest, soufflent respectivement de l'Est et du Sud, et ce, pour une durée cumulée d'environ 39 jours par an. L'évaporation moyenne annuelle est de 2 700 mm, les extrêmes mensuels moyens étant de 93 mm en décembre et de 400 mm en août.

Carte 3 : Le Cadre Bioclimatique du Bassin Haouz-Mejjat.



Source: ABHT

1.2.3 Les caractéristiques géologiques

Le Haouz de Marrakech est souvent considéré selon les géologues autant qu'un bassin de sédimentation modérément subsidiant avant fosse d'origine tectonique dans laquelle se sont accumulées d'abondantes formations détritiques continentales et fluviatiles (au Tertiaire [Néogène] et au Quaternaire), et qui sont issue du démantèlement des chaînes Atlasiques.

Le Haouz oriental et central

Le socle primaire, essentiellement constitué de séries schisteuses très redressées, modelées par l'orogénèse hercynienne, a connu dès la fin du Paléozoïque un premier cycle d'érosion. Les couvertures secondaires et paléogènes, déposées en discordance sur une topographie restée très irrégulière, n'apparaissent toutefois qu'en bordure de l'Atlas. Plongeant vers le Nord, elles disparaissent très rapidement, à la seule exception du Trias, ou plutôt du Permo-Trias, plus largement distribué. Cette lacune, mise en évidence par forages profonds, a eu pour effet de faire directement reposer sur les terrains primaires des sédiments post-éocènes de caractères continentaux et dulçaquicoles, et cela juste après que les premiers mouvements de l'orogénèse tertiaire aient provoqué l'individualisation, au niveau du Haouz, d'un grand fossé de subsidence. Ce fut un bassin d'origine tectonique, induit par le jeu de deux grands systèmes de failles et de flexures :

- Le premier, longeant la montagne à la limite sud de la plaine,
- Le second prenant par son orientation SW-NE le Haouz en diagonale, et bien marqué en surface, par la flexure d'Assoufid.

Dès lors ont pu se succéder en parallèle les phénomènes de soulèvement de l'Atlas, de comblement de son avant-fosse par accumulation des matériaux arrachés à la chaîne et de subsidence. Ils ont conduit à la mise en place, entre la montagne et les Jbilet, de formations néogènes et quaternaires discordantes sur le substratum. Ce remplissage, venu sur un paléo relief très différencié, se caractérise par de fortes variations de puissance, parfois brutales. Évaluée à plusieurs centaines de mètres aux confins de l'Atlas, l'épaisseur du remplissage diminue toutefois progressivement vers le Nord pour s'annuler au niveau du Tensift où le socle primaire réapparaît.

Certains dépôts ont un caractère purement continental : fruits de la désagrégation mécanique des roches et d'un très court transport par gravité, ils s'ordonnent le long de la montagne en de vastes éboulis de piémont. Tel est le cas de tout le sud du Haouz central, entre les oueds Ourika et Réraya. Toutefois, la majorité des sédiments a subi le transport par l'eau. Charriés par un réseau hydrographique au régime torrentiel, ils se sont trouvés regroupés en d'immenses zones d'épandage, accrues et retaillées sans cesse par les changements de cours des oueds, en un système parfois complexe de cônes étagés ou emboîtés, aux pentes localement fortes (jusqu'à 15 %). Plus au Nord, toutes ces structures passent latéralement à des terrasses alluviales planes.

La nature des alluvions varie du galet libre au conglomérat plus ou moins consolidé, grossier, hétérogène et multigénique, à ciment souvent pélitique, et du grès argileux fin au limon du Quaternaire récent. Les conglomérats abondent essentiellement au pied de la montagne et dans le vaste cône de l'oued Tessaout. Les sédiments gréseux se rencontrent au Nord et au Centre de la plaine. Quant aux lits de galets, ils soulignent les cours actuels ou fossiles des différents oueds. La pétrographie des formations de remplissage n'est pas sans rapport avec la lithologie actuelle des bassins versants. Ainsi les sédiments, et notamment les ciments, sont-ils plus argileux à l'Ouest (Haouz central et occidental) et plus sableux à l'Est (Haouz oriental).

Le Haouz occidental

Si l'histoire géologique du bassin du Mejjat est sensiblement identique à celle qui vient d'être décrite, les structures y diffèrent toutefois de façon notable, car la couverture anti-néogène, partout conservée sous la plaine, a été plissée. Ainsi se sont individualisés, du nord au Sud, la cuvette synclinale de Chichaoua et le synclinorium du Mejjate proprement dit.

1.3 Le cadre hydrologique et aménagement hydroagricole

Les potentialités hydrauliques :

Les eaux superficielles de la plaine du Haouz sont représentées essentiellement par les débits des oueds prévenants de l'Atlas et — bien comme nous l'avons déjà signalé — se regroupent en deux systèmes : Le Tensift (dans les parties centrales et occidentales de la plaine) qui reçoit dans sa rive gauche tous les oueds issus du versant nord de l'Atlas depuis R'DAT jusqu'au Chichaoua, et l'Oum Rabii (dans la partie orientale de la plaine) avec des affluents Lakhdar et la Tassaout.

Ces bassins versants peuvent être classés entre eux par comparaison de certaines de leurs caractéristiques fondamentales (superficie, paramètres physiques, lithologie, pluviométrie...).

Du point de vue superficie, l'Oum Rabii est le bassin de plus grande étendue, caractérisé par des débits importants et des régimes pratiquement stables dans le temps. Il regroupe les plus grandes surfaces de réception : Tassaout et Lakhdar avec des altitudes moyennes variantes entre 1500 et 3000 m.

Du point de vue lithologique, le Tensift et l'Oum Rabii interviennent à divers titres :

- Le débit solide des cours d'eau conditionné par la présence des roches meubles à l'affleurement, nous assistons ici en particulier à des possibilités d'envasement des barrages. À ce titre, les terrains érodables, essentiellement triasiques, abondent à l'ouest du R'DAT.
- La proportion de terrains superficiels imperméables agit sur l'infiltration et le ruissellement des eaux le long des pentes, ce qui permet la transmissivité du sous-sol et la possibilité d'alimentation des nappes souterraines. Dans ce sens, le Haouz oriental est plus favorisé, particulièrement en sud, à travers les formations calcaires perméables susceptibles d'emmagasiner l'eau et de régulariser les régimes.

En termes de pluviométrie, à l'exception de l'oued Rheraya dont la hauteur moyenne est très élevée, les précipitations sont plus abondantes sur les bassins de la Tessaout et du Lakhdar qui, seuls, connaissent un enneigement durable.

Historique et évolution des aménagements hydro agricole

La question hydraulique au Maroc revient anciennement aux origines arabo-musulmanes remontant au XI^e siècle. Par contrainte naturelle du milieu, caractérisée généralement par son aspect aride, il fallait devoir déployer un réel savoir-faire en matière agricole et la gestion de l'eau. De surcroît, la communauté arabe avait transporté un nombre très important de techniques agricoles, notamment des systèmes d'irrigation de valeur tendancielle à cette époque. Le premier aménagement hydraulique qui a connu ce jour au Maroc est celui du Haouz de Marrakech, et qui constitue par ailleurs le réseau le plus spéculaire au Maghreb. Pascon et El Faiz avaient exposé le développement de ces techniques en matière d'irrigation à travers trois phases historiques fondamentales :

- L'époque des almoravides, où on avait développé la technique des *Khettara*, connue chaque jour selon les historiens depuis 1107. Elle est définie par l'ingénieur Henri Goblot (1979) comme une technique de caractère minier qui consiste à exploiter des nappes d'eau souterraines au moyen de galeries drainantes. Le principe est simple : capter d'eau de la nappe en amont et drainer vers la zone à irriguer. L'eau est stockée dans un bassin une fois parvenu à l'air libre. Cette technique, qui avait pour objectif l'alimentation en eau de la ville de Marrakech, a constitué un moyen pertinent au développement hydroagricole dans le Haouz et a permis de fournir des débits en eau importants.
- Entre XII^e et XIII^e siècle sous la dynastie des almohades, une nouvelle technique a été déployée comme nouveau système d'irrigation et de gestion hydraulique appelé La Seguia. Cette technique consiste à régulariser le débit d'un oued en amenant l'eau retenue en amont de l'épi par des canalisations jusqu'aux champs et terres à irriguer. Autant que les Khettaras, les Seguias nécessitent pour leur construction une main-d'œuvre importante, elles étaient donc attribuées soit à l'État ou aux tribus. L'irrigation reste ainsi assurée par ces deux types d'ouvrages jusqu'à l'époque coloniale.
- A l'époque coloniale (1912-1956), les Français ont introduit un nouveau modèle hydraulique : les barrages ; un moyen qui leur permet autant que colons et militaires de renforcer leurs disponibilités en matière d'eau. On avait construit le 1^{er} barrage Cavaignac en 1935 (rebaptisé Lalla Takerkoust à l'indépendance). Ils s'étaient également efforcés d'améliorer les procédés d'irrigation par les seguias et les propager.

Les techniques d'irrigation se sont améliorées dans l'époque coloniale. Cependant, les droits de l'eau instaurés à cette époque étaient favorables aux colons au détriment des agriculteurs locaux.

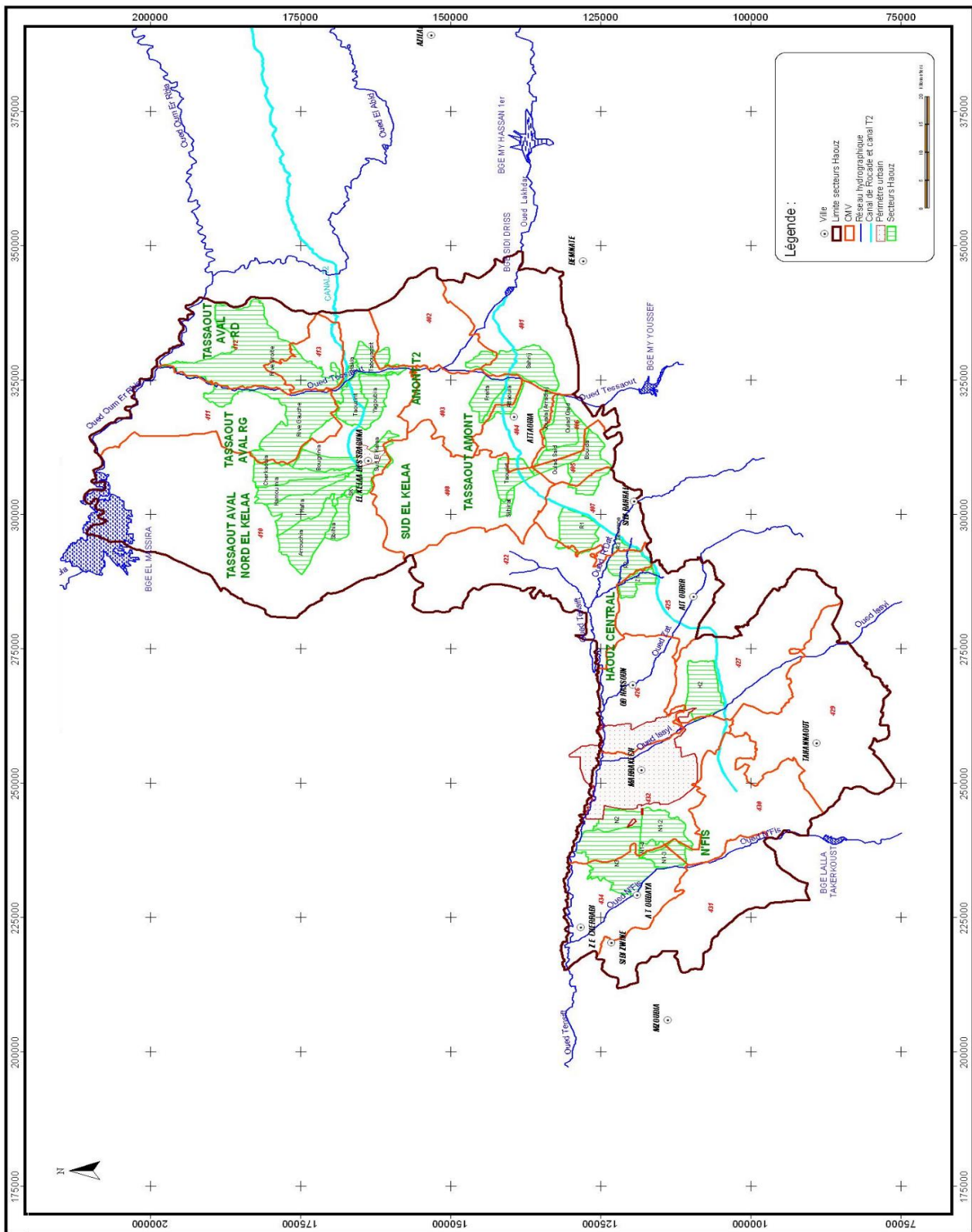
Suite à l'indépendance en 1956, le Roi Hassan II lança des politiques de renforcement hydrique d'envergure à travers l'investissement dans la grande irrigation pour assurer le développement général dans la plaine du Haouz. Le but est de lutter contre les aléas climatiques qui pèsent sur l'agriculture traditionnelle et postcoloniale. Cet aménagement est ainsi assuré et géré par la structure d'intervention régionale « ORMVAH » (office régional de la mise en valeur agricole du Haouz)

2.La Tassaout Aval : une zone d'action de l'ORMVA du Haouz :

La zone d'action de l'Office de Mise en Valeur agricole du Haouz (ORMVAH), s'étend sur une superficie totale de 663 000 ha, dont 470 000 ha de SAU (superficie agricole utile) et 146 000 ha irrigués.

Sur le plan administratif, la zone d'action de l'ORMVAH s'étend sur la Wilaya de Marrakech, la province d'El Kelaâ des Sraghna et une partie du territoire de la province d'Azilal. Elle est limitée au Nord par les reliefs des Jbilet, oued Tensift et oued Oum Rbia, au Sud par le piémont du Haut Atlas, à l'est par Oued El Abid et à l'ouest par la plaine rive gauche d'oued N'Fis.

Carte 4 : Périmètres et secteurs irrigués du Haouz.



Source: ABHT

Les périmètres irrigués sont situés à des altitudes variant de 300 à 550 m NGM.

La zone d'action de l'ORMVAH est caractérisée par un climat contraignant :

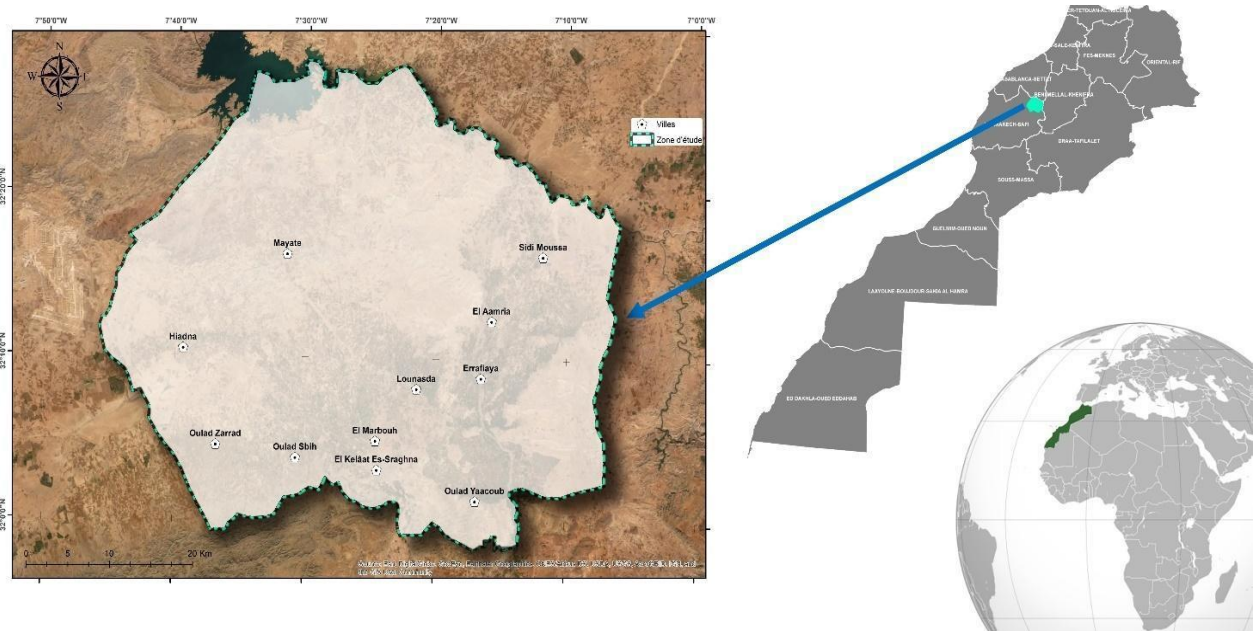
- Température estivale élevée à 37° avec écarts journaliers et mensuels importants ;
- Faible pluviométrie (240 mm/an) ;
- Faible hygrométrie (40 %) ;
- Forte évaporation (2400 mm/an).

La gestion d'eau d'irrigation est assurée par l'office régional de la mise en valeur agricole du Haouz (ORMVAH). La zone d'intervention de l'office est subdivisée en trois zones d'action :

- **Le Haouz central** qui desservie en eau par le canal de rocade et le barrage de Lalla Takerkoust sur l'oued N'fis
- **Tassaout en amont** desservi à partir du barrage Moulay Youssef sur oued Tassaout.
- **Tassaout aval** desservi par le Canal T2 alimenté par le barrage bin El Ouidane.

2.1. Situation du périmètre de la Tassaout-Aval :

Carte 5 : Situation géographique de la Tassaout aval.



Source : Réalisation personnelle

La carte 5 représente la situation géographique de la Tassaout aval qui inclut la zone non irriguée :

Le périmètre de la Tassaout Aval est situé dans la province d'El Kelaâ des Sraghna, de part et d'autre de l'oued Tassaout, Il s'étend sur une superficie de 72 000 ha, dont seulement 43 756 ha devront être irrigués par un réseau gravitaire dominant la majorité des 72 000 ha.

Le périmètre comprend cinq secteurs comme ils sont présentés dans le tableau ci-dessous. Le premier secteur équipé (Amont T2) a été mis en service en 1989 et le dernier secteur (Nord El Kelaâ) en 1999 soit un âge des équipements de 18 à 28.

Tableau 4 Secteurs du Périmètre

Secteur	Superficies nette irriguée (ha)	Année de mise en service
Amont T2	4 799	1989
Sud El Kelaâ	1 484	1994
Rive droite	16 000	1996
Rive gauche	8 500	1994
Nord El Kelaâ	12 861	1999
Total (ha)	43 644	

Source : ORMVA du Haouz - SGRID

Le périmètre est localisé entre les coordonnées LAMBERT suivant :

- X : 292 000 à 345 000 m NGM ;
- Y : 160 000 à 191 800 m NGM.

Sur le plan administratif, ces secteurs sont gérés par quatre CMV (centres de mise en valeur) rattachés à l'ORMVAH et relèvent tous de la province d'El Kelaâ des Sraghna et de différentes communes et centres :

Tableau 5: Appartenance administrative des secteurs du périmètre du Tessaout Aval.

Sous-ensemble	Secteur	CMV	Commune rurale	Caïdat	
Amont T2	Amont T2	413	Taouzint	Tessaout	
			Oulad Aamer	Oulad Bou Ali	
			Oulad Yaagoub	Oulad Yaagoub	
	Sud El Kelaâ		Znada		
Aval T2	Nord El Kelaâ	410	Hiadna	Oulad Zarrad	
			Oulad Sbih		
			Mayate	Ahl Lghaba	
			Oulad Cherki		
			El Marbough		
	Rive droite		412	Errafiaya	Tessaout
				El Aamria	Beni Amer
				Sidi El Hattab	
				Oulad Msabbel	Aïn Igli Oulad
				Sidi Moussa	Said
				Oulad Massoud	Oulad Bou Ali
				Dachra	
				Oulad Bou Ali	
	Rive gauche		411	Chtaiba	Tessaout
				Taouzint	
				Oulad EL Garn	Lounasda Oulad
Lounasda				Yaagoub	

Source : ORMVAH — subdivision d'El Kelaâ des Sraghna

Le statut foncier dominant est le collectif, caractérisé par le micro parcellaire n'ayant pas fait l'objet de remembrement au moment de l'aménagement.

Du point de vue organisation, le périmètre de la Tassaout Aval est composé de deux sous-ensembles de secteurs distincts bénéficiant de ressources en eau d'origine différente. Le tableau ci-après présente les différents sous-ensembles ainsi que les secteurs qu'ils enclavent avec leurs superficies.

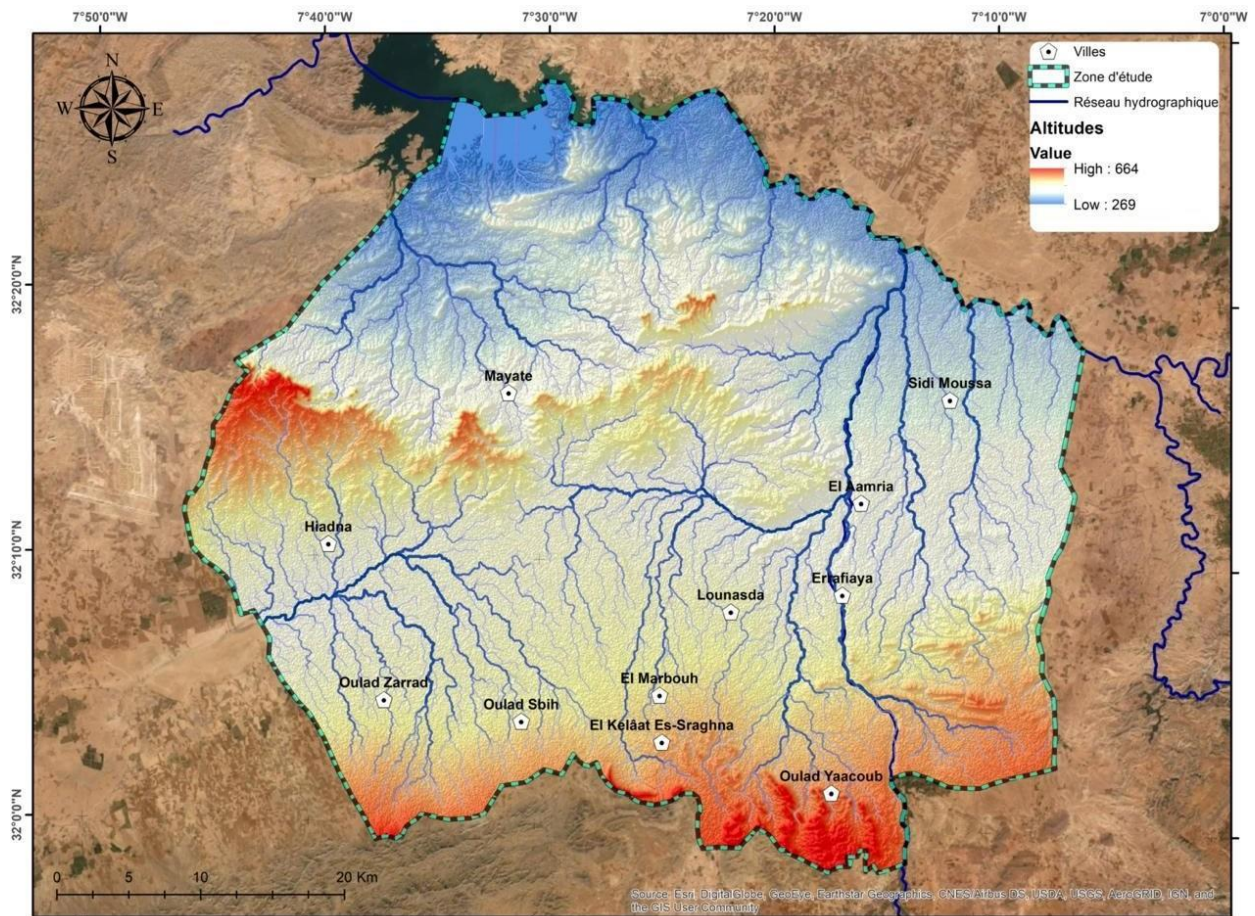
Tableau 6: Sous-ensembles du périmètre de la Tassaout Aval.

Sous-ensemble	Secteur	Sous-secteur	Superficie équipée (ha)	Type d'aménagement existant	Année de mise en service	
Amont T2	Amont T2	Yaagoubia	2 072	Gravitaire réalimenté non remembré	1989	
		Tabouassit	1 365	Gravitaire réalimenté non remembré	1989	
		Hakia	294	Gravitaire réalimenté non remembré	1989	
		Taouzint	1 068	Gravitaire réalimenté non remembré	1989	
	Sud El Kelaâ	Sud El Kelaâ	1 484	Gravitaire réalimenté non remembré	1994	
Sous-total « Amont T2 »			6 283	-	-	
Aval T2	Nord El Kelaâ	Bougrinia	1 342	Gravitaire réalimenté non remembré	1999	
		Cherkaouia	2 450	Gravitaire réalimenté non remembré	1999	
		Hamoumia	2 070	Gravitaire réalimenté non remembré	1999	
		Hafia	3 780	Gravitaire réalimenté non remembré	1999	
		Arrouchia	1 373	Gravitaire réalimenté non remembré	1999	
		Sbihia	1 272	Gravitaire réalimenté non remembré	1999	
		SK	574	Gravitaire réalimenté non remembré	1999	
	Sous-total « Aval T2 — Nord EL Kelaâ »			12 861	-	-
	Beni Amer	Rive droite 1	7 000	Gravitaire réalimenté non remembré	1996	
		Rive droite 2	9 000	Gravitaire réalimenté non remembré	1996	
Ounasda	Rive gauche	8 500	Gravitaire réalimenté non remembré	1994		
Sous-total « Aval T2 — Beni Amer »			24 500	-	-	
Total Périmètre			43 644	-	-	

Source : Subdivision — SGRID — El Kelaâ des Sraghna

2.2. Le cadre hydrographique et hydrologique

Carte 7 : Carte Topo-hydrologique de la Tassaout Aval.



Source : Réalisation personnelle

Les différents sous-secteurs mentionnés ci-dessus bénéficient d'une irrigation dont les eaux proviennent essentiellement du bassin hydraulique d'Oum Er Rbia, en particulier les principaux affluents de l'oued Tassaout ; à savoir oued Lakhdar et oued El Abid. Le tableau suivant résume l'origine de l'alimentation par sous-ensemble :

Tableau 7 : Origine d'alimentation par secteur.

Sous-ensemble	Source d'alimentation
Amont T2 — est	Barrages My Youssef et Sidi Driss + Seuil Bou Oulja
Amont T2 — Sud El Kelaâ	
Aval T2 — Nord El Kelaâ	Barrage Bin El Ouidane
Aval T2 — Beni Amer	

Les eaux superficielles et aménagements hydrauliques

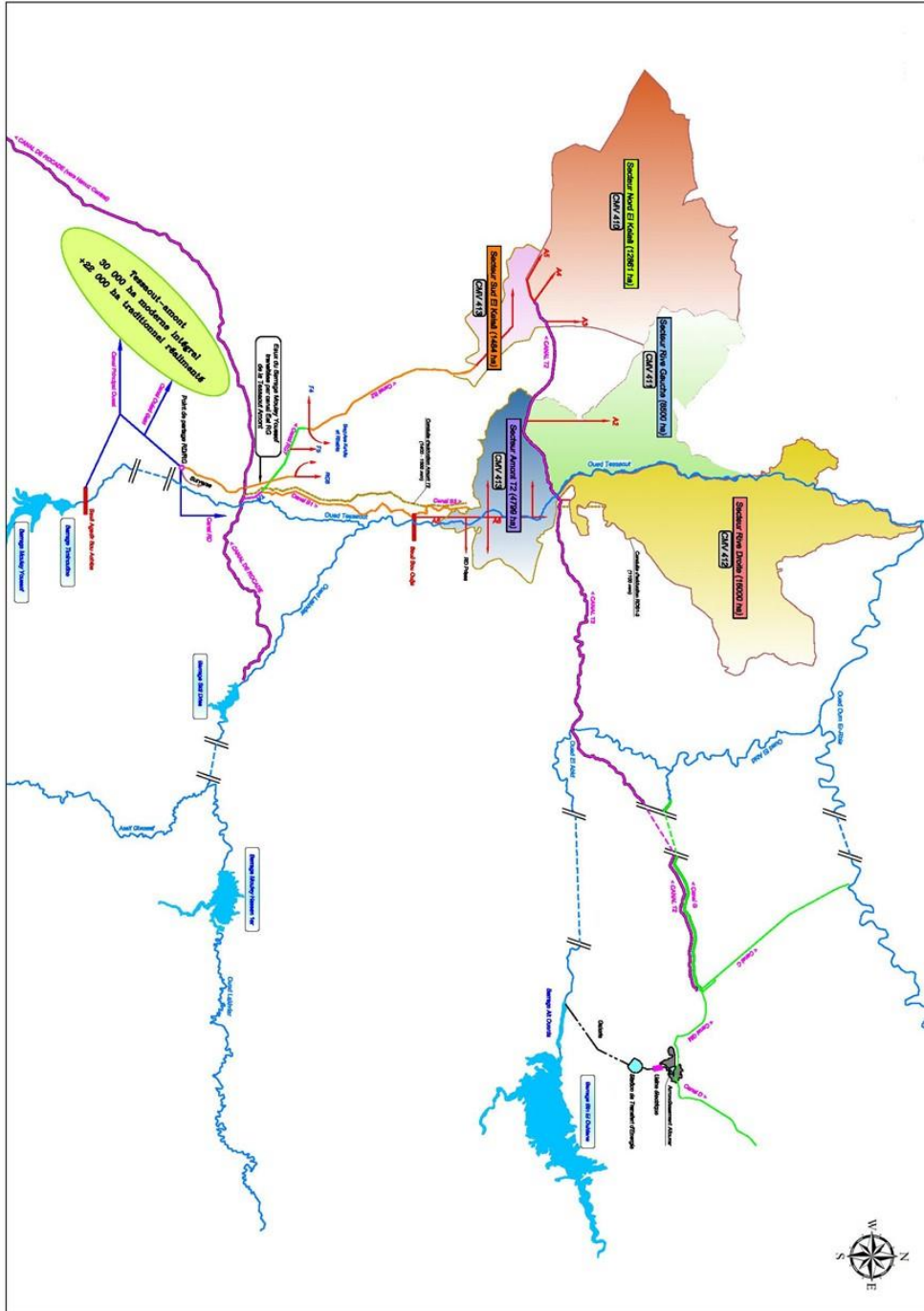
- **Barrage de bin El Ouidane sur oued El Abid**

Le bassin versant de l'oued El Abid à bin El Ouidane s'étend sur une superficie de 6 400 km². La position de ce bassin, son altitude moyenne et son étendue font que 20 % de l'apport total du bassin est constitué par les eaux de fonte de neige.

Le barrage de bin El Ouidane est une voûte mince de 133 mètres de hauteur ; la capacité du réservoir atteint 1 253 Mm³, permettant de régulariser un volume de l'ordre de 945 Mm³/an. Cet ouvrage a constitué pendant longtemps une pièce maîtresse dans la production d'énergie de pointe ; le productible moyen tourne autour de 680 GWh/an.

Cet ouvrage permet d'allouer, en année normale, une dotation annuelle de 235 Mm³ au périmètre de la Tassaout Aval.

Figure 14: Schéma synoptique du système d'alimentation du périmètre de la Tassaout Aval.



Source : ORMVAH

- **Complexe Moulay Youssef — Timinoutine sur oued Tessaout**

Le bassin versant de l'oued Tassaout, au droit du barrage Moulay Youssef, a une superficie de 1 441 km².

L'ouvrage de stockage sur l'oued Tassaout est le barrage Moulay Youssef. Cette digue en enrochement atteint 100 m de haut ; la retenue, d'une capacité de 161 Mm³, avec un volume régularisé de 240 Mm³/an, permet la mise en valeur de 30 000 ha de terres et fournit 60 GWh/an pour les villes de Marrakech et Ouarzazate. Le barrage a été mis en eau en 1970.

Le barrage Timi N'Outine, situé à 2 km en aval de Moulay Youssef, permet une compensation inter mensuelle des lâchers de l'usine hydro-électrique pour limiter les débits aux besoins agricoles. Ce barrage a été terminé à la fin de 1979. Ce complexe permet d'allouer au périmètre de Tassaout Aval une dotation de 10 Mm³.

- **Complexe Moulay Hassan 1er — Sidi Driss sur oued Lakhdar**

Le schéma d'aménagement de l'oued Lakhdar, prévu surtout pour l'irrigation des périmètres du Haouz, comprend les éléments suivants :

- Un ouvrage de retenue à Aït Chouarit, de 222 Mm³ de capacité utile, qui alimente l'usine hydroélectrique d'Amouguez ;

Le barrage Hassan 1^{er}, construit en terre et enrochements au site d'Aït Chouarit sur 145 mètres de hauteur, permet de stocker un volume de 245 Mm³. Le module du Lakhdar au droit d'Aït Chouarit est de 10,4 m³/s, correspondant à des apports moyens annuels de 296 Mm³ ;

- L'ouvrage de prise constitué par le barrage Sidi Driss, situé au débouché de l'oued Lakhdar dans la plaine du Haouz. Il a un rôle de compensation des lâchers de l'usine d'Amouguez et de restitution à la tête morte du canal de Rocado. D'une faible capacité à l'origine (7 Mm³), sa retenue a été fortement réduite par l'envasement (1,2 Mm³ aujourd'hui) ;
- Le canal de rocade, équipé pour un débit de 20 m³/s, permet de transiter les eaux régularisées vers le périmètre d'irrigation du Haouz central et celui du N'fis (260 Mm³/an) et l'alimentation en eau potable (40 Mm³/an) pour la ville de Marrakech.

Le bassin versant de l'oued Lakhdar est situé à la jonction du Haut et du Moyen Atlas. Le point culminant du bassin se trouve à la cote 4 014 NGM. La superficie du bassin au site d'Aït Chouarit est de 1 667 km² et au niveau de Sidi Driss de 2 930 km².

La construction du barrage Sidi Driss a été achevée en 1984 et celle du barrage d'Aït Chouarit en 1986. Ce complexe permet d'allouer au périmètre de Tassaout Aval une dotation de 21,93 Mm³.

Les apports annuels :

Selon les données récupérées auprès de l'ORMVA du Haouz, les apports annuels moyens au niveau des barrages Bin El Ouidane et Moulay Hassan 1^{er}, au cours de la période s'étalant de 1994 à 2016, sont estimés respectivement à 787 et 193 millions de m³.

Les apports au niveau de ces deux barrages, pour la période s'étalant de 1994 à 2016, se présentent dans tableau 8

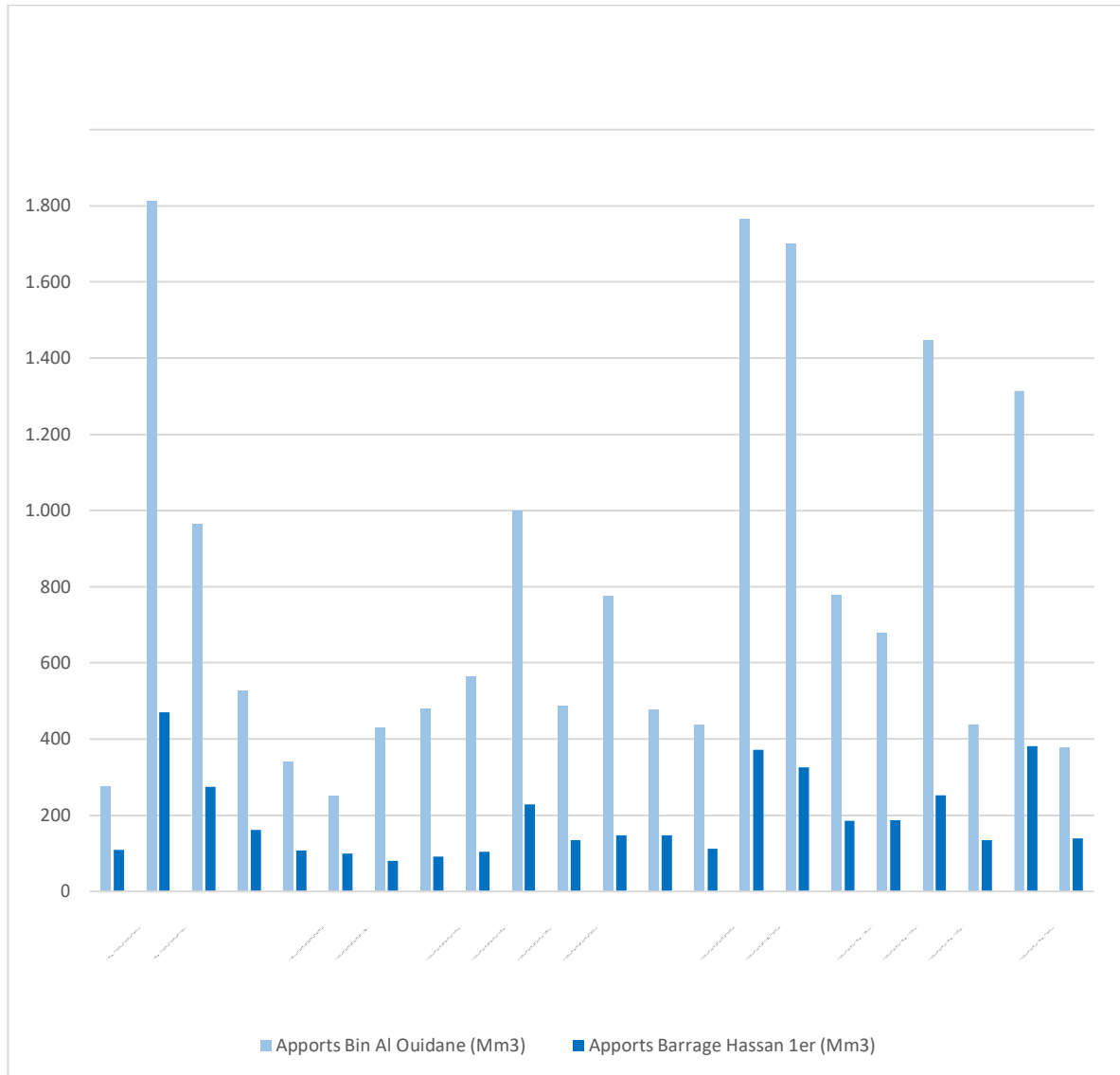
Tableau 8 : Apports au droit des barrages par sous-bassin hydraulique.

Barrage/Complexe	Superficie BV (km ²)	Apports (Mm ³ par an)		
		Max	Min	Moyen
Bin El Ouidane	6 400,0	1 812,8	250,0	786,8
Hassan 1er — Sidi Driss	2 930,0	469,9	80,6	192,8

Source : ORMVA du Haouz - SGRID

Le graphique ci-après illustre les valeurs annuelles des apports en millions de m³ pour les deux barrages.

Figure 15: Apports annuels au droit des barrages Bin El Ouidane et Hassan 1er (1994-2016).



Source : ORMVAH

Les ressources souterraines

La région de la Tassaout aval couvre environ 1100 km² et elle est traversée du Nord au Sud par le cours aval de l'oued Tassaout, entre sa percée des Jbilet et son confluent avec l'Oued Oum Er Rbia.

La nappe de la Tassaout aval, qui concerne le périmètre objet de cette étude, constitue la prolongation vers l'Ouest de la nappe du Mio-Plio-Quaternaire du Tadla, plus précisément des Beni-Moussa. Elle est limitée :

- A l'Est par l'Oued El Abid ;
- Au Sud-Est, par le piémont atlasique ;
- Au nord par le lit de l'Oued Oum Er Rbia ;
- A l'ouest par une ligne de courant d'orientation SN, située à une dizaine de km à l'ouest de l'oued Tassaout et la séparant de la nappe de la Bahira ;
- Au nord-ouest par l'anticlinal de Mzizoua.

L'aquifère Mio-Plio-Quaternaire de la Tassaout aval est un système multicouche constitué essentiellement de conglomérats polygéniques à ciment argilo sableux, séparés par des bancs argileux ou marneux. Ce multicouche supérieur repose sur un substratum allant du Crétacé à l'Éocène.

Une dizaine de sources importantes émergent de la nappe, la plupart dans le lit de l'Oued ou à sa proximité et certains (Ain Igly) à 6 km à l'est du lit.

L'épaisseur utile de l'aquifère Mio-Plio-Quaternaire est mal connue. Par analogie avec la nappe des Beni-Moussa, on peut considérer qu'elle varie de 10 m à l'amont à 50 voire 80 m au maximum vers l'OER.

La recharge de la nappe se fait d'une manière naturelle par infiltration des eaux de pluie évaluée à 12 Mm³/an sur une surface de 1200 km² tous les 5 à 10 ans. Quant à la recharge artificielle, elle se fait par infiltration des eaux d'irrigation évaluée à 25 à 50 Mm³/an.

La nappe est drainée par l'oued Tassaout et l'oued El Abid.

Celle-ci a connu d'importantes perturbations, par rapport à la piézométrie de référence, après la mise en place du périmètre irrigué par l'effet de pompage.

Sur la base de la situation piézométrique de 2005, on constate que :

- Les zones les plus déprimées par les pompages apparaissent sur l'ensemble de la rive gauche et une partie importante sur la rive droite ;
- Au niveau du pont de la RN8 sur la Tassaout, le niveau s'établit à 380 m contre 400 m en 1963, soit une baisse de 20 m ;

Quant à la qualité des eaux, on note que la salinité est faible à la moyenne en rive droite de la Tassaout ($500 < CE < 2000 \mu\text{s/cm}$). Deux secteurs peu minéralisés dans la partie NE du périmètre irrigué ($CE < 1000 \mu\text{s/cm}$).

En 2006, environ 1435 exploitations totalisant 9 000 ha, dont 6 700 ha effectivement irrigués ont été inventoriées. Les points de prélèvement dans la nappe du Tassaout aval se trouvent à une grande densité à l'ouest de la Tassaout aval. La majorité des captages fait entre 20 et 50 m de profondeur et 90 % d'entre eux font moins de 100 m.

Selon l'« Étude hydrogéologique de la nappe de la Tassaout Aval » faite par ANZAR, un seul mode d'irrigation à partir des eaux souterraines prédomine: le gravitaire. Actuellement la superficie totale irriguée par goutte-à-goutte est de 150 ha environ dans la zone, soit 2 % de la superficie irriguée.

La proportion de goutte à goutte ou même des autres modes, a priori plus économes d'eau et plus efficaces, ne s'est pas bien développée à l'intérieur du périmètre irrigué, de la même façon que dans la région proche de la Bahira, hors périmètre.

Le bilan de la nappe, tel qu'il ressort dans l'étude du PDAIRE du bassin de l'Oum Er Rabia, est présenté ci-dessous.

Tableau 9 : Bilan de la nappe de la Tessaout aval.

Termes du bilan	Entrées (Mm³/an)	Sorties (Mm³/an)
Apport pluviométrique	10	
Infiltration des irrigations	25 — 50	
Infiltration à partir de l'oued Tassaout	3 — 6	
Apport par la limite amont	3 — 9	
Prélèvements par pompage (AEPI)		2
Prélèvements par pompage (irrigation)		20 — 25
Sources		10 — 15
Drainage par les oueds (Tassaout aval, OER, O.E.A)		25 — 40
Total	41 — 75	55 — 80
Déstockage	5 — 15	

Source : PDAIRE Oum Er Rabia

On voit que le déséquilibre est très marqué, avec un excédent des sorties sur les entrées compris entre 5 et 15 Mm³.

En conclusion, la baisse du niveau et celle du débit des sources, même si certaines de celles-ci semblent jusqu'à présent peu affectées, sont symptomatiques d'une surexploitation, peut-être peu importantes en volume, mais en train d'évoluer très rapidement, comme l'attestent les rapides chutes de niveau et de débit des dernières années.

L'étude du Plan directeur SBO a avancé un chiffre de ressources exploitables dans la nappe de la Tassaout aval de 30 Mm³/an. L'estimation des prélèvements actuels (20 à 25 Mm³/an pour l'irrigation + 2 Mm³/an pour l'AEPI), conduirait à envisager une ressource exploitable limitée à 12 – 15 Mm³/an.

3. Présentation du secteur agricole dans la zone d'étude

3.1. Les cultures dominantes et occupations du sol

Les céréales

L'une des principales cultures qui dominent dans la zone est la céréaliculture. Les productions par occupation du sol au cours des deux campagnes agricoles 2017-2018 et 2018-2019 sont ainsi représentées comme suit :

Tableau 10 : Production des céréales durant les campagnes agricoles 2017-2018 et 2018-2019.

Campagnes agricoles		2017/2018	2018/2019
Superficie (ha)	Blé dur	49 800	46 940
	Blé tendre	47 800	67 130
	Orge	32 450	33 622
Production (qx)	Blé dur	442 800	274 478
	Blé tendre	375 300	384 836
	Orge	197 925	126 335
Rendement (qx/ha)	Blé dur	9	6
	Blé tendre	8	6
	Orge	6	4

Source : Subdivision El Kelaa des Sraghna-ORMVAH

La filière de l'arboriculture

L'oliveraie est une production commune entre les différentes zones d'action de l'ORMVAH. Ci-dessous des chiffres relatifs à la production de l'oliveraie par rapport à la superficie totale dans chacune de ces zones :

Tableau 11 : Production de l'oliveraie dans la zone d'action ORMVAH.

Zones	Superficies totale		Superficies productive		Production (T)
	HA	Peuplement	HA	Peuplement	
Tassaout amont	44 240	4 652 960	37 000	4 109 250	33 300
Tassaout Aval	32 070	3 625 076	24 000	2 694 150	21 600
Total General	76 310	8 278 036	61 000	6 803 400	54 900

Source : ORMVAH

Une activité très importante issue d'une production auxiliaire de l'oliveraie est ainsi générée : la production de l'huile d'olive. Cette activité est présente en unité traditionnelle (les mâsras), moderne et semi-moderne. Le tableau suivant récapitule les chiffres par option productive :

Tableau 12 : Production de l'huile d'olive dans la Tassaout-Aval.

Unités	Nombres unités	Quantités d'olives triturées (tonnes/an)	Production totale d'huile (en T)
Maâsras traditionnelle	487	1098	154
Unités modernes et semi-modernes	403	20 862	2920
Totaux	890	21 960	3074

Source : Subdivision El Kelaa des Sraghna-ORMVAH

Les autres productions agricoles

Tableau 13 : Les autres espèces arboricultures

Espèces	Superficie (ha)	Production
Agrumes	332	6000
Abricotier	72	864
Amandier	64	64
Vigne	3	120
Grenadier	649	12 220
Pêcher	15	45
Pêche nectarine	17	51
Poirier	9,5	57
<u>Total</u>	1158,5	19 301

Source : Subdivision El Kelaa des Sraghna-ORMVAH

Tableau 14 : Les filières maraîchères

Espèces	Superficie (ha)	Production
Pomme de terre	590	7480
Oignon	815	11 100
Tomate	320	8000
Carotte	250	6250
Melon	435	15 660
Pastèque	340	11 900
Courgette	150	2400
Aubergine	127	1905
Petit pois	105	1260
Fève vert	630	9450
Poivron	60	140
Total	3822	75 545

Source : Subdivision El Kelaa des Sraghna-ORMVAH

3.2. Les acteurs intervenant en matière de gestion de la ressource en eau :

Les principaux acteurs des ressources en eau dans la zone du Haouz, y compris celles du périmètre de la Tassaout Aval, sont :

- L'Agence du Bassin Hydraulique de l'Oum Er Rbia (ABHER) ;
- L'ORMVA du Haouz ;
- Les Associations des usagers des eaux agricoles (AUEA) sont impliquées dans la gestion de l'eau d'irrigation à l'échelle du périmètre, notamment au stade de distribution interne en aval des prises sur les canaux.

Ces acteurs ont un degré d'implication et d'importance différent dans le système de gestion des ressources en eau.

L'Agence du Bassin :

Vu l'importance des ressources en eau pour la zone du Haouz en tant que zone économique et stratégique pour le pays, l'Agence du Bassin Hydraulique (ABH) de l'Oum Er Rbia est la première agence qui a été mise en place.

Outre son rôle fédérateur de tous les acteurs de la gestion de l'eau, l'ABH de l'Oum Er Rbia a pour mission principalement d'évaluer, de planifier, de développer et de gérer les ressources en eau du bassin de l'Oum Er Rbia, d'anticiper pour faire face aux situations exceptionnelles (pénuries d'eau, inondations, etc.). Elle a également la charge de la protection des réserves profondes et du maintien du seuil de sécurité dans les bassins.

Le rôle de cette agence montre bien son importance et son influence dans le système étudié qui résident dans ses relations avec les autres acteurs, notamment avec l'ORMVA du Haouz à qui elle alloue en début de chaque campagne une dotation annuelle, et délivrée aux agriculteurs les autorisations de creusement de puits, de forages et de pompage.

L'ORMVA du HAOUZ :

L'ORMVA du Haouz est le principal acteur de la gestion de l'eau d'irrigation dans le périmètre de la Tassaout Aval. Son rôle se situe à deux niveaux : l'exploitation du réseau d'irrigation et la maintenance de ce réseau.

Après une évaluation des ressources mobilisables, l'ABH de l'Oum Er Rbia décide de la dotation annuelle à allouer à l'ORMVA du Haouz. Ce dernier procède ensuite, à l'établissement du planning prévisionnel d'irrigation (scénario d'irrigation qui tient compte du taux de restriction) définissant les doses et les volumes mensuels à allouer par secteur.

Cette procédure a été prévue au départ pour des assolements bien définis. Mais actuellement, avec la libéralisation des assolements, les tours d'eau sont établis à la demande des agriculteurs, ce qui représente une lourde tâche pour l'ORMVAH, dans des conditions de manque d'eau et d'assolements aussi variables. Il semble très difficile, dans les conditions actuelles, de programmer un tour d'eau efficace, qui satisfait toutes les demandes.

Les AUEA,

Pièce maîtresse de la Gestion participative de l'Irrigation (GPI), la mission des AUEA est de participer à la prise de décision concernant les programmes d'irrigation préétablis et l'élaboration des tours d'eau, au gardiennage des réalisations hydro agricoles, au recouvrement des redevances d'eau. Elles ont également un rôle de vulgarisation et de sensibilisation des agriculteurs à l'utilisation rationnelle de l'eau.

En matière de maintenance, elles sont tenues de contribuer à l'élaboration du programme d'entretien et de suivi des travaux. Toutefois, dans la réalité, l'activité des AUEA reste limitée à la participation à l'élaboration des programmes de distribution de l'eau.

3.3. Le processus de distribution de l'eau d'irrigation

Les principaux intervenants dans la gestion de l'irrigation au niveau du périmètre de la Tassaout Aval sont :

- Le Service de Gestion des Réseaux d'Irrigation et de Drainage (SGRID) au niveau du siège de l'ORMVA du Haouz à Marrakech ;
- La subdivision d'El Kelaâ des Sraghna ;
- Le Centre de Gestion et Télécontrôle du canal T2 (CGTC — T2) ;
- Les Centres de Mise en Valeur (CMV) ;
- Les Associations des Usagers des Eaux Agricoles (AUEA) et les « Fassals » ou représentants des prises.

La gestion de la distribution de l'eau d'irrigation au niveau des secteurs du périmètre de la Tassaout Aval se fait selon le processus décrit ci-après.

SGRID au siège de l'ORMVA du HAOUZ,

Le SGRID intervient dans la gestion de l'irrigation à travers le Bureau d'Exploitation des Réseaux (BER).

Au début de chaque campagne agricole, des réunions de concertation sont tenues avec les agences des bassins hydrauliques de Tensift et de l'Oum Er Rabia, pour arrêter en commun accord les volumes à restituer de différents barrages pour la campagne en cours.

En cas de limitation de la ressource en eau, différents scénarios d'irrigation sont proposés pour l'ensemble des secteurs irrigués du Haouz à partir des différents barrages. Ces scénarios définissent les doses et les volumes mensuels alloués par secteur en définissant des taux de restriction en fonction de la disponibilité de la ressource. Une fois le scénario arrêté, on procède à l'établissement des programmes prévisionnels d'irrigation qui sont adressés aux subdivisions pour concertation avec les AUEA et application.

Le programme d'irrigation fait ressortir la dotation d'eau annuelle qui est allouée à chaque secteur, ainsi que sa modulation durant les 12 mois de l'année en fonction d'une occupation du sol prévisionnelle. Les programmes d'irrigation arrêtés au début de la campagne agricole peuvent être revus en hausse ou à la baisse, selon l'évolution de la situation des barrages.

En effet, le BER suit le déroulement des programmes d'irrigation, collecte les informations quotidiennes relatives à l'hydrologie des oueds et des barrages et coordonne avec les autres organismes intervenant dans le domaine de la gestion des ressources (ABH de Tensift, ABH de l'Oum Er Rabia).

Lorsque l'hydrologie des retenues des barrages est défavorable et oblige à élaborer des programmes restrictifs, le BER procède à des simulations des volumes disponibles selon plusieurs hypothèses d'apports, et un nouveau programme est mis en place pour le reste de la campagne.

Subdivision d'El Kelaâ des Sraghna :

La Subdivision au niveau d'El Kelaâ des Sraghna est considérée comme étant l'entité principale sur le terrain, responsable de la gestion de l'eau d'irrigation du périmètre de la Tassaout Aval.

En effet, cette entité intervient sur toutes les étapes et les tâches de gestion de l'irrigation, depuis la mobilisation de l'eau d'irrigation, jusqu'à l'étape de recouvrement des redevances de l'eau d'irrigation.

Pour la gestion de la distribution de l'eau d'irrigation, la Subdivision intervient à travers la « Section Exploitation », les Centres de Mise en Valeur (CMV) et le Centre de Gestion et de Télé-Contrôle (CGTC) du canal T2.

a. Section Exploitation et CMV :

La « Section Exploitation » et les CMV sont chargés des opérations suivantes :

- Réception des plannings mensuels prévisionnels établis, sur la base de la situation du barrage, au début de chaque campagne ;
- Tenue de réunions avec les AUEA au niveau des CMV. L'objet de ces réunions est la discussion et la concertation sur la répartition des doses allouées à l'hectare par mois, tout en respectant le volume annuel arrêté par campagne agricole ;
- Établissement des PV de réunions tenues avec les AUEA
- Modulation des plannings prévisionnels suite aux réunions des CMV avec les AUEA. Il s'agit des modulations mensuelles à apporter aux plannings prévisionnels tenant compte des conditions climatiques, de la situation des barrages et de l'occupation du sol. Ces plannings modulés restent toujours prévisionnels ;
- Établissement des fiches des tours d'eau (listes des usagers) et du chronogramme à remettre aux AUEA :
- Établissement et vérification des feuilles de répartition ou « Arrangement des prises » qui synthétisent les tours d'eau par prise et par secondaire. Ces feuilles renseignent la référence de la prise, le temps d'irrigation, et le temps de transit ;
- Établissement des récapitulatifs des débits journaliers à livrer en tête des canaux secondaires et des adducteurs. Ainsi, des écrits dans ce sens sont adressés aux CGTC pour exécution ;

- Distribution et suivi du déroulement des tours d'eau : cette opération est programmée en parfaite coordination entre la « Section Exploitation » et le CGTC, selon les modalités ci-après :
 - Les agents de distribution assurent l'ouverture et la fermeture des prises selon le calendrier établi, et déclarent à la Subdivision tout incident qui empêche le bon déroulement du tour d'eau (anomalies réseau, chute d'élément de canal, colmatage, débordement, détérioration volontaire des aménagements, vol d'eau, etc.). Les incidents sont gérés en coordination avec les deux sections « Exploitation » et « Maintenance » ;
 - En cas d'acte de vandalisme et/ou de détérioration volontaire des aménagements, seuls les agents de l'ORMVAH assermentés (police des eaux) sont qualifiés pour verbaliser les contrevenants et l'établissement des PV d'infraction. Ces PV sont remis par la suite à la Subdivision et au siège de l'ORMVA du Haouz ;
 - Les montants des pénalités (Loi 36/15 lois sur l'eau) sont calculés en considérant 10 jours de vol d'eau en partant du débit de la prise. Une application informatique est en cours de développement à l'échelle du siège de l'ORMVAH pour la gestion des infractions et leurs recouvrements ;
 - La distribution de l'eau à l'intérieur des unités hydrauliques (en aval des prises) est assurée par les « Fassals », sur la base des fiches des tours d'eau et des listes des usagers. Dans ce cadre, des bons de livraison ont été établis par l'ORMVA du Haouz pour améliorer le service de distribution de l'eau.
- Traitement et suivi des requêtes orales et écrites exprimées par les usagers, au niveau de la Subdivision ;
- À la fin de chaque tour d'eau, les listes des usagers bénéficiaires de l'eau d'irrigation, validées par l'AUEA et les « Fassals », sont récupérées par les agents d'exploitation qui les soumettent à la « Section Facturation ».

b. CGTC du canal T2,

Le CGTC — T2 est l'entité chargée de la gestion du canal T2. Ses attributions en termes de gestion de l'eau d'irrigation consistent en :

- La concertation avec l'arrondissement d'Afourer de l'ORMVA de Tadla et l'ABH de l'Oum Er Rbia pour l'accomplissement des programmes des lâchers ;
- La coordination avec les autorités locales pour le suivi des infractions ;
- La planification avec l'équipe de la Subdivision pour les lâchers et les coupures ;
- L'ordonnancement de l'ouverture et la fermeture des prises sur le canal T2 ;
- Le relevé journalier des consommations réelles ;
- La tenue à jour du registre et veille sur les volumes délivrés au canal T2 à partir du barrage bin El Ouidane ;
- La supervision des gardes Vannes et des gardiens aux différents postes du canal T2 ;
- L'organisation de tournées périodiques le long du canal T2 afin de relever les anomalies (génie civil, empiètement, vols d'eau, etc.) ;
- L'établissement des PV d'infractions en cas de vol d'eau ou d'acte de vandalisme ;
- L'établissement de compte rendu sur l'état de fonctionnement du canal T2.

Le CGTC est confronté à des contraintes dans la gestion du canal T2, notamment :

- Le dysfonctionnement de l'ensemble du système de régulation et de télégestion du canal ;
- Le dysfonctionnement des appareils de mesure de débit le long du canal, qui engendrent des imprécisions dans les données servant de base à la distribution de l'eau d'irrigation ;
- La police des eaux n'arrive pas à faire face à des actes de vols d'eau le long du canal T2, vu sa longueur d'environ 93 km, la multiplication des points de vols d'eau et les risques d'agression par les contrevenants en cas d'intervention pour constater les infractions.

Les AUEA,

Les AUEA sont consultées lors de l'élaboration des plannings de l'irrigation en début des campagnes agricoles.

En effet, une fois ces plannings établis, des réunions sont tenues avec les AUEA au niveau de chaque CMV pour discuter et se concerter sur les volumes mensuels d'irrigation. Ces réunions portent sur les ajustements et les adaptations à apporter à ces plannings, en tenant compte des superficies emblavées et des souhaits des agriculteurs, tout en veillant à ce que les volumes totaux prédéfinis ne soient pas dépassés.

Les AUEA n'ont pas de rôle bien défini dans la distribution de l'eau d'irrigation à l'intérieur des unités hydrauliques, en aval des prises. En effet, la distribution interne entre les agriculteurs est assurée par les « Fassals ».

Ainsi, on note l'absence de procédures et de règles qui régissent la relation AUEA — Fassal — usager. En conséquence, l'AUEA n'a aucun pouvoir sur le Fassal et ne veille donc pas sur le respect du tour d'eau.

Les « Fassals »:

Les « Fassals » sont des personnes qui gèrent l'irrigation du réseau traditionnel existant bien avant l'aménagement du périmètre.

Dans la plupart des cas, ils sont désignés par les usagers. Sinon, par un membre du Conseil d'Administration de l'AUEA, un ou des membres des bureaux des coopératives, etc., sans néanmoins passer par le conseil d'administration ni par l'assemblée générale de l'AUEA. En effet, ces « Fassals » exercent leurs tâches dans un cadre informel et non institutionnel.

Actuellement, le « Fassal » est un acteur majeur dans la distribution interne de l'eau d'irrigation entre les usagers et la validation des données servant à la facturation des consommations en eau.

En outre, le « Fassal » traite directement avec l'usager ; la distribution interne de l'irrigation se fait donc de manière directe Fassal — Usager, sans aucune emprise de l'AUEA, même en cas de litiges ou de conflits ;

Le « Fassal » procède parfois à l'intégration des usagers dans le tour d'eau sans aucun avis préalable, ce qui perturbe les tours d'eau préalablement établis par l'ORMVA en accord avec l'AUEA.

De plus, Les « Fassals » expriment une réticence pour collaborer avec l'ORMVA du Haouz, en particulier pour l'utilisation des bons de livraison de l'eau d'irrigation et l'identification des contrevenants.

Au niveau de tout le périmètre de la Tassaout Aval, on recense 171 « Fassals », répartis par secteur comme suit :

Tableau 15 : Nombre de « Fassals » par secteur

Secteur	Nombre de « Fassals »
Amont T2	30
Sud El Kelaâ	4
Rive droite	54
Rive gauche	32
Nord El Kelaâ	51
Total	171

Source : ORMVA du Haouz – Subdivision d'El Kelaâ des Sraghna

Actuellement, l'ORMVA du Haouz incite les AUEA à régulariser la situation des « Fassals », et ce, en les désignant lors des assemblées générales tenues par lesdites AUEA, et en leur déléguant officiellement la tâche de distribution interne de l'eau d'irrigation au sein de l'unité hydraulique moyennant des engagements visés par les présidents des AUEA.

Chapitre 2 : La perception de la variabilité climatique et analyse des données environnementales dans la Tassaout Aval

Introduction

Les précipitations au Maroc sont soumises à de fortes variations dues aux facteurs globaux et aux dynamismes régionaux et continentaux. Le Maroc par sa position géographique est fortement affecté par le changement climatique et présente une vulnérabilité de plus en plus croissante. Plusieurs secteurs sont et seront impactés, à leur tête dans le secteur d'agriculture, en raison du stress hydrique. Le secteur de l'eau fait actuellement face à des défis liés notamment à l'accroissement de la demande, la raréfaction des ressources en eau et la surexploitation des eaux souterraines.

Ce chapitre traite des résultats obtenus concernant la variabilité et les tendances climatiques actuelles, notamment, les régimes pluviométriques, thermométriques et hygrométriques qui peuvent avoir des incidences sur les productions agricoles. Il s'appuie exclusivement sur les observations pour étudier cette variabilité à différents pas de temps de 1988 à 2019. Il expose aussi les contraintes liées à l'instabilité climatique et hydrique dans un contexte d'agriculture pluviale et irriguée. Il décline enfin l'analyse de l'occupation du sol dans la Tassaout aval notamment après l'introduction des aménagements hydroagricoles.

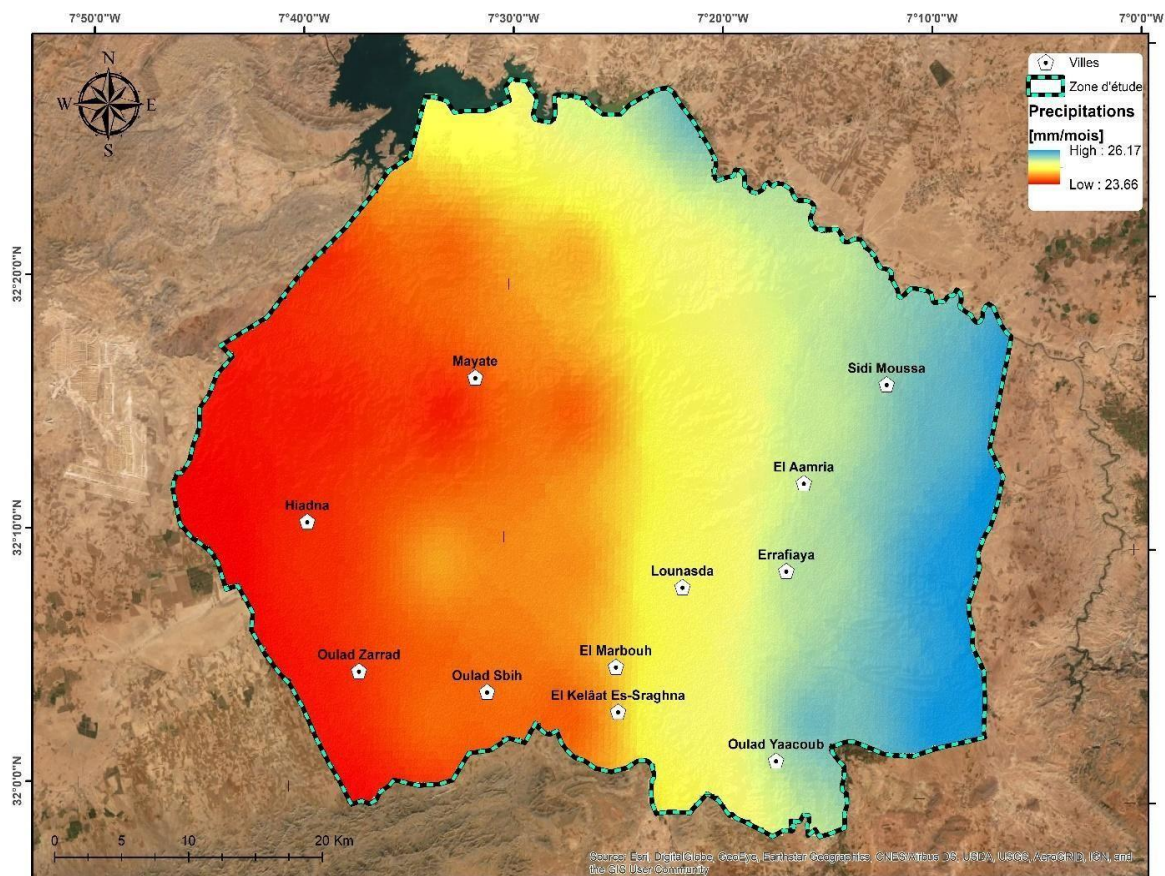
1. Analyse climatique et hydrologique de la Tassaout Aval :

1.1 Le régime pluviométrique et thermique mensuel et saisonnier :

Comme il a été déjà signalé dans la partie précédente, le secteur d'agriculture constitue une activité essentielle des communautés paysannes au niveau de la Tassaout en aval. Il est extrêmement dépendant de la saison des pluies. Les pratiques agricoles nécessitent une bonne connaissance du cycle saisonnier des précipitations, en l'occurrence les séquences sèches au cœur des saisons agricoles actives et la fréquence de jours pluvieux.

La figure ci-dessous représente la répartition spatiale des précipitations mensuelles obtenue à partir des données satellitaires (3 B 43 TRMM, « <http://trmm.gsfc.nasa.gov/> »). Les précipitations les plus faibles sont observées au niveau de la partie ouest du Tassaout aval alors que la partie est enregistre les précipitations les plus fortes.

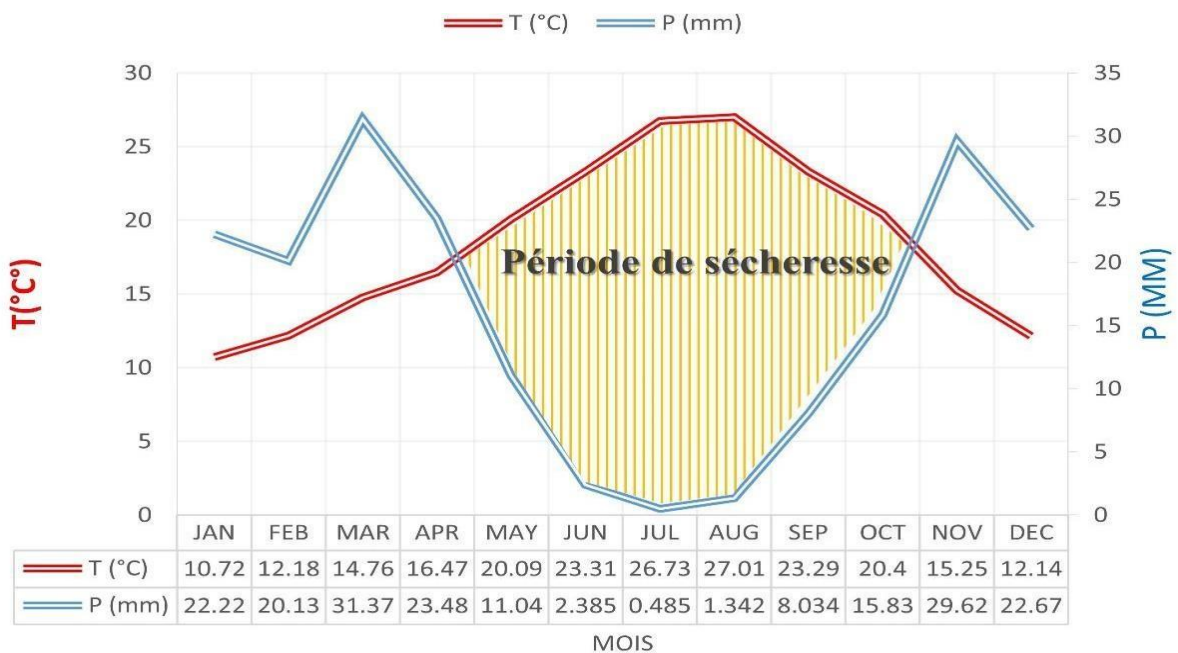
Carte 8 : Carte climatique (précipitation) de la Tassaout aval.



Source : Réalisation personnelle

La présentation pluviothermique ci-dessous (figure...) est réalisée à l'issue des données pluviométriques de la station Ouled Bougrine d'une part, et des données de températures déduites à partir des données satellitaires MERRA-2 (Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications version 2) (DOI : 10,506 7/11 F99Y6TXN99), en utilisant le produit 5.12.4 (températures mensuelles moyennes) à une résolution spatiale de 0,5° x 0,625°. Cette présentation graphique est établie sur la période 1988-2019 permettant d'observer, en général, la variabilité des deux paramètres du climat «précipitation-température», mais aussi leur tendance pendant les différents mois de l'année.

Figure 16: Régimes pluvio-thermiques mensuels moyens dans la Tassaout Aval, 1988-2019.



Source : Réalisation personnelle

La tendance moyenne des précipitations mensuelles sur la figure ci-dessus montre que l'essentiel des apports pluvieux est enregistré durant les mois de novembre à mars. Le reste de l'année subit une indigence pluviométrique parfois interrompue par des pluies hors saison. C'est ainsi que l'année climatique est divisée en deux saisons principale selon le critère pluviométrique : une saison sèche et une saison pluvieuse.

La durée de la saison des pluies se raccourcit au fur et à mesure qu'on va vers le nord. En effet, les saisons des pluies deviennent plus courtes et moins humides, les saisons sèches plus prononcées. La pointe de la saison humide sur l'ensemble de la région d'étude est atteinte en mars ou en novembre, mois pendant lesquels certaines localités peuvent en recevoir moyennement plus de 30 mm

Le climat de la Tassaout Aval est caractérisé par des saisons très contrastées. La période de fin avril à octobre est sèche, les précipitations en moyenne étant typiquement inférieure à 1 mm dans le mois le plus sec (juillet). La température moyenne est de 24,9 °C. Le minimum se distingue en janvier avec un degré de 10,7 °C, comme on observe un maximum en août avec un degré moyen de 27 °C.

1.2 Analyse des séries pluviométriques et tendances thermiques annuelles dans la Tassaout aval :

Au regard de la courbe de tendance linéaire de la figure ci-dessous, on remarque une baisse des précipitations annuelles, avec un taux de diminution annuel de 1,9 mm L'année la plus pluvieuse était 1996 avec une valeur de précipitations de 400 mm, l'année la plus sèche était 2009 avec une valeur de précipitation de 0 mm

Une conclusion peut donc être établie sur une persistance de déficits pluviométriques dans la Tassaout aval à l'échelle annuelle en dépit d'une légère augmentation des précipitations constatée à la fin des années 1994 et le début des années 1998 avec une valeur maximale approximative de 400 mm

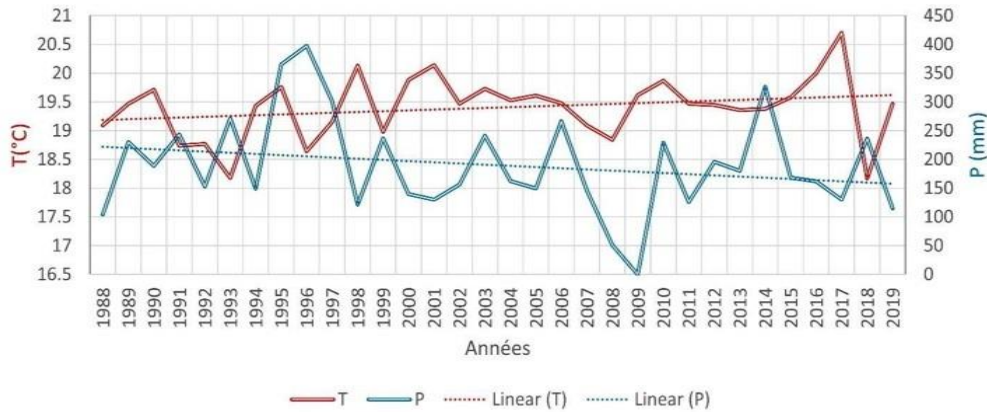
Par ailleurs, l'examen de la figure montre également que les températures moyennes annuelles sont caractérisées par une tendance linéaire croissante avec un taux de 0,014 °C, l'année la plus chaude était en 2017 avec une valeur moyenne annuelle de 20,7 °C, alors que l'année la plus froide était l'année 2018 (18,17 °C).

Au niveau des extrêmes thermiques, entre 1988 et 2019, on a relevé que moyennement :

- Les températures maximales ont varié de 20 °C à 21 °C
- Les températures minimales ont passé de 18,3 °C à 18,6 °C avec un pic exceptionnel enregistré en 2018 avec une valeur moyenne de 18,1 °C.

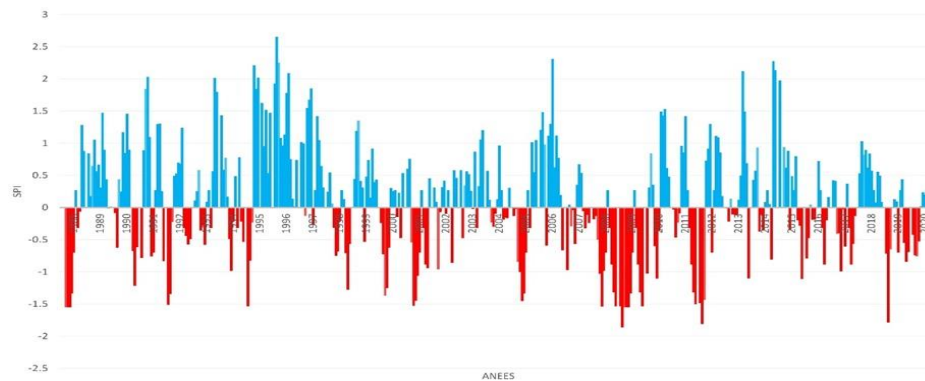
En général, les températures sont élevées, mais varient d'une année à une autre. Les variations interannuelles de la température montrent qu'elle connaît pratiquement une hausse régulière sur toute la période 1988-2019 à l'exception de quelques années à savoir la période entre 1991 et 1993, en 2008 et 2018.

Figure 17: Précipitations et températures annuelles dans la Tassaout aval (1988- 2019).



Source : Réalisation personnelle

Figure 18: Présentation des années sèches et humides entre 1988-2020 dans la Tassaout Aval.



Source : Réalisation personnelle

2. Les dotations en eau d'irrigation : entre disponibilités et besoins

2.1 Les dotations actuelles par secteur

Une étude élaborée par l'ORMVAH a permis d'examiner les dotations actuelles en eau du périmètre de la Tassaout Aval et de ses différents secteurs sur la base de l'historique de fourniture en eau des secteurs de la Tassaout Aval, au cours des onze (11) dernières années (2005-2016).

La fourniture d'eau d'irrigation moyenne pour le secteur nord El Kelaâ est de 57,4 Mm³ par année. Elle est de 39 Mm³ dans le secteur Rive gauche et de 61,5 Mm³ dans la rive droite. Pour le secteur Amont T2 et Sud El Kelâa, la fourniture moyenne d'eau d'irrigation entre 2005 et 2016 est respectivement de 21,4 Mm³ et 8 Mm³ par année.

Il est à signaler que ces dotations correspondent aux volumes délivrés en tête des canaux desservant les différents secteurs.

Tableau 16 : Fournitures en eau de la Tassaout Aval au cours des onze dernières années.

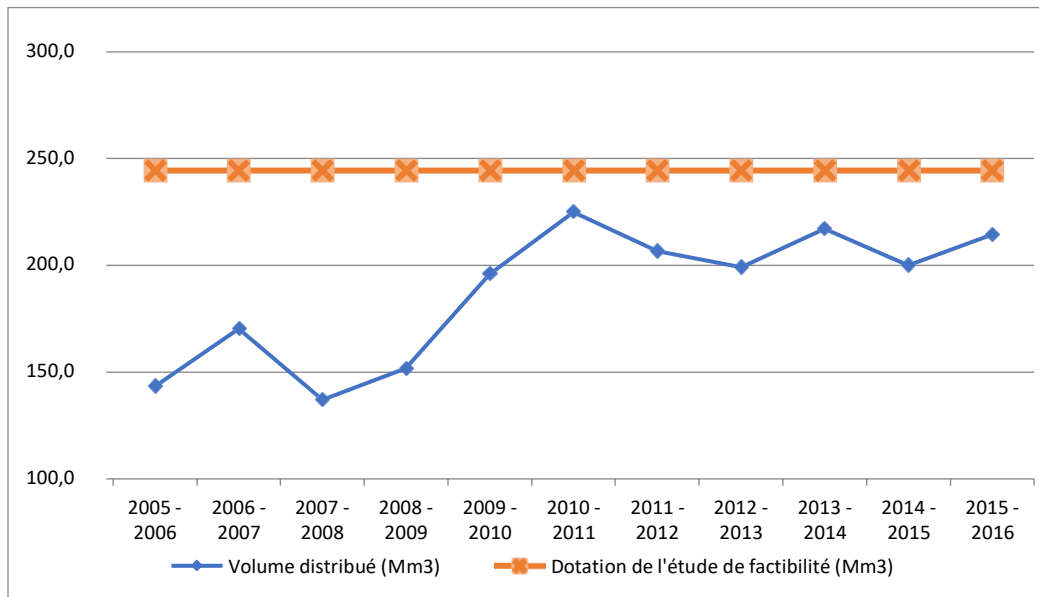
Campagne agricole	Secteur Nord El Kelaâ	Secteur Rive gauche	Secteur Rive droite	Secteur Amont T2	Secteur Sud EL Kelaâ	Tassaout Aval
	Volume d'eau distribuée (Mm ³)					
2005 —	41,1	29,0	46,5	19,7	7,1	143,4
2006 —	51,0	35,1	58,3	18,6	7,3	170,3
2007 —	41,4	26,9	48,7	15,2	4,8	137,0
2008 —	46,7	27,8	50,5	19,5	7,4	151,8
2009 —	59,3	40,2	63,3	24,3	8,5	195,7
2010 —	70,0	46,1	71,4	29,3	8,2	224,9
2011 —	60,1	42,3	70,6	24,5	9,2	206,7
2012 —	66,4	45,7	67,6	10,6	8,8	199,1
2013 —	68,0	47,2	69,5	23,6	8,7	217,0
2014 —	61,4	42,8	60,9	25,6	9,2	199,9
2015 —	65,5	47,3	69,3	23,9	8,4	214,4

En considérant le périmètre Tassaout aval dans sa globalité, on relève que le volume d'eau qui y est distribué est de l'ordre de 187 Mm³, en moyenne entre 2005 et 2016, avec un volume maximal atteint en 2010 de 225 Mm³. De ce fait, l'apport moyen en eau d'irrigation de ces secteurs est de 4 290 m³ et 4 753 m³ par hectare irrigué, respectivement pour les 11 et les 5 dernières années.

Le graphique ci-dessous traduit l'évolution de la dotation en eau du périmètre Tassaout Aval sur ces onze dernières années. Il en ressort que :

- Le volume de l'eau d'irrigation apportée au périmètre a connu une forte augmentation après la sécheresse qu'a connue la région entre 2007-2008. Ainsi, entre 2008 et 2010, le volume d'eau fournie au périmètre, 48 % passant de 152 Mm³ à 225 Mm³ ;
- À partir de 2011, le volume d'eau distribuée dans le périmètre est resté relativement constant jusqu'en 2016. L'apport en eau moyen sur cette période est estimé à 208 Mm³.

Figure 19: Évolution de la dotation en eau réelle du périmètre par rapport à la dotation théorique de l'étude de factibilité



En analysant le graphe dans la figure 18, force est de constater que, même en année avec des conditions climatiques relativement bonnes (2010-2011 et 2013-2014), les volumes d'eau fournis au périmètre ont toujours été en deçà du volume prévisionnel établi par l'étude de factibilité pour son aménagement. Sur les onze années sur lesquelles porte cette étude, l'apport maximal d'eau d'irrigation en tête du périmètre est de 225 Mm3 par an, alors que la dotation théorique brute définie par l'étude de factibilité est de 244,4 Mm3/an.

2.2 Les besoins réels en ressource « eau » :

La méthodologie adoptée dans cette étude pour l'estimation des besoins en eau a consisté en trois étapes après la caractérisation de l'assolement par secteur du périmètre :

- i. Recherche des données climatiques sur le périmètre telles que le niveau et de la répartition des précipitations annuelles moyennes, les températures mensuelles moyennes, l'évaporation, etc. ;
- ii. Calcul du besoin en eau des différentes cultures comme étant le volume d'eau à apporter par irrigation en complément à la pluviométrie et éventuellement d'autres ressources ;

- iii. Calcul des besoins totaux en eau en multipliant les superficies par les besoins en eau calculer des cultures ;
- iv. Calcul des besoins pour chaque secteur et pour l'ensemble du périmètre Tassaout sur plusieurs années.

Plus spécifiquement, les besoins en eau des cultures sont généralement définis par des méthodes directes (mesure directe de l'évapotranspiration par bilan hydrique du sol, lysimètre) ou indirectes utilisant l'approche climatique. Dans le cas présent, les besoins en eau des cultures ont été calculés à partir des données climatiques. Ainsi, le besoin en eau calculé exprime la différence entre les besoins en eau de la culture et les apports d'origine naturelle (Pluie efficace).

Les besoins correspondant à l'évapotranspiration maximale sont calculés directement par la formule suivante :

$$ETM = kC \cdot ET_0$$

Avec :

ETM : évapotranspiration maximale, qui correspond à l'évapotranspiration d'un couvert donné indemne de maladie et se développant sur une grande étendue dans les conditions non limitantes en disponibilité en eau et en fertilisation ;

KC : coefficient cultural, propre au stade végétatif de chaque culture ;

ET₀ : évapotranspiration de référence (mm), fonction des conditions climatiques.

Les coefficients culturaux adoptés sont définis conformément aux recommandations de la FAO (Bulletin d'irrigation et de drainage N° 56). Ces coefficients correspondent à des valeurs de l'humidité relative supérieures à 45 % et une vitesse moyenne du vent de 2 m/s et un pourcentage de recouvrement du sol entre 40 à 60 % du sol).

Pour les oliviers, le kC a été corrigé par rapport au recouvrement du sol par la plantation, par un coefficient de réduction (Kr). Il est déterminé de manière approximative selon la formule Keller et Karmeli par la formule suivante :

$$Kr = \frac{Tc}{0,85}$$

Avec

Kr : coefficient de réduction ;

Tc : taux de couverture du sol par la culture.

- **Coefficient cultural (kC):**

Les résultats de calcul pour le coefficient cultural kC corrigé sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 17 : Valeurs des kC retenus pour chaque culture.

Cultures	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Céréales		0,45	0,80	0,80	1,00	1,00	0,80	0,50				
Bersimis	0,45	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9					
Luzerne	0,90	0,90	0,60	0,60	0,6	0,6	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Maraîchage hiver	0,45	0,6	0,8	1,0								
Maraîchage été							0,45	0,5	0,85	1,00	0,8	
Olivier	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,45	0,55	0,6	0,6	0,6
Maïs fourrager	0,9						0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0

Évapotranspiration de référence ET0 :

La formule de Blanney-Criddle (présentée dans le bulletin de la FAQ n° 24) s'énonce comme suit :

$$ET_0 = \left(\left[0,457 \times T \right] + 8128 \right) \times p \times k_t$$

Avec :

ET₀: Évapotranspiration de référence (mm/j) ;

T : Température moyenne en °C de la station Ounasda ;

P : % du nombre moyen journalier d'heures d'éclairement par rapport au total annuel ;

K_t : Coefficient climatique dépendant de la température moyenne T (approchée par la formule suivante : $k_t = (0,031 \times T + 0,24)$)

Le tableau suivant présente les valeurs de l'évapotranspiration « ET₀ » calculée au niveau de la zone d'étude :

Tableau 18 : Évapotranspiration journalière ET0 en mm

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Total
Eto	156,3	123,4	78,4	54,3	53,7	57,9	90,9	109,1	149,9	174,2	213,9	202,3	1464,4

La pluie efficace :

Les précipitations saisonnières peuvent couvrir une partie des besoins en eau durant la saison d'irrigation. La quantité d'eau pluviale retenue dans la zone racinaire est nommée pluie efficace et

doit être déduite des besoins totaux calculés en eau d'irrigation. La Pluie efficace est estimée à 80 % de la pluie moyenne.

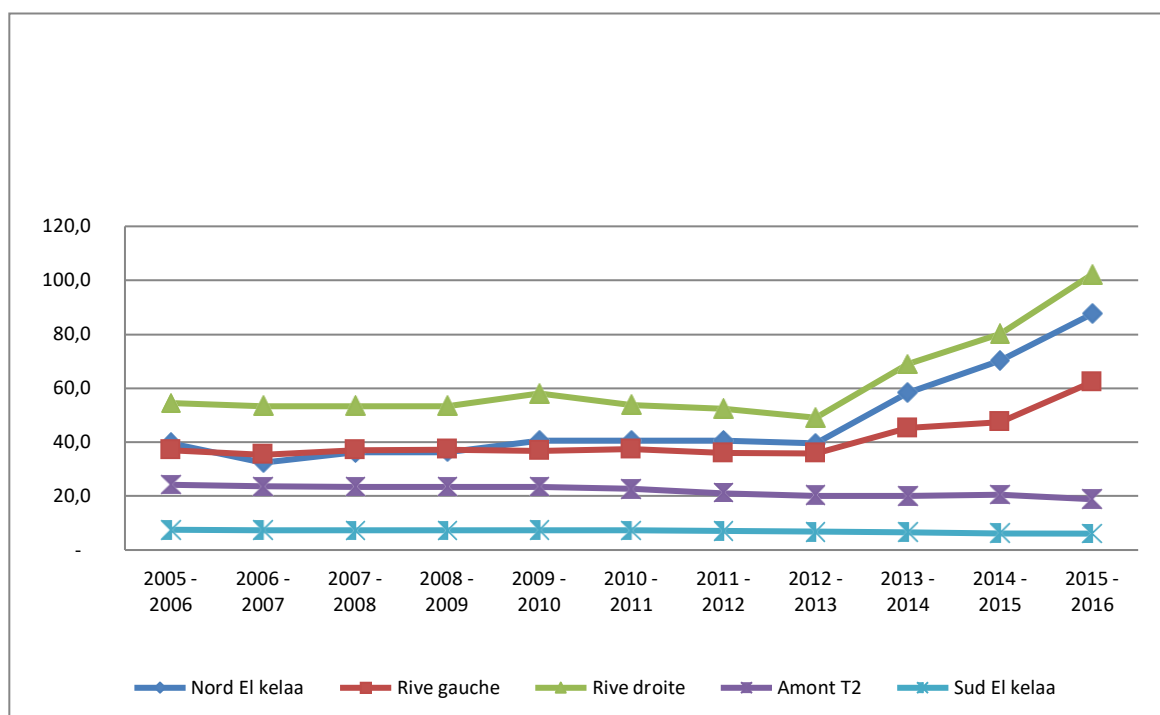
Tableau 19 : Hauteur des pluies efficaces (mm).

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan	Fev	Mars	Avri l	Mai	Juin	Juille t	Aoû t	Tota l
Pe (mm)	1,50	21,7	23,1	22,1	20,1	12,6	22,6	12,4	11,9	6,9	0,3	1,2	156, 3

Vu la corrélation entre le niveau de la demande en eau et superficies cultivées, il est à remarquer que la tendance à l'évolution d'occupation de sol se traduit également par une évolution des besoins en eau dans le périmètre Tassaout aval. Cette tendance diffère, néanmoins, d'un secteur à l'autre. Selon que l'on soit au niveau des secteurs nord, El kelaa, Rive gauche et rive droite, on observe une augmentation des besoins en eau au fil des années. Tandis que la demande en eau suit une tendance à la baisse dans les secteurs sud, el kelaa et Amont T2. En effet :

- Au niveau du secteur « Nord El Kelaa », le besoin en eau agricole est passé de 39,6 Mm³ en 2005 à 87,5 Mm³ en 2015-2016 ;
- Au niveau de la Rive gauche du périmètre, le besoin en eau d'irrigation était de l'ordre de 37 Mm³ en 2005. Le niveau de la demande en eau du secteur a quasiment doublé pour atteindre 62,2 Mm³ en 2016, soit une augmentation de près de 70 % ;
- Dans le secteur « Rive droite », le besoin en eau d'irrigation est passé de 54,4 Mm³ en 2005 à 102,2 Mm³ en 2016 ;
- À la faveur de la baisse des superficies cultivées dans l'« Amont T2 », le besoin en eau agricole du secteur a décri de 24,2 Mm³ à 18,8 Mm³ entre 2005 et 2016 ;
- Au niveau du secteur sud El Kelaa, le plus petit en superficie du périmètre, le besoin en eau agricole a connu également une baisse de l'ordre de 20 % entre 2005 et 2016, passant de 7,5 Mm³ à 6 Mm³.

Figure 20: Évolution des besoins en eau des secteurs de la Tassaout Aval (Mm3).



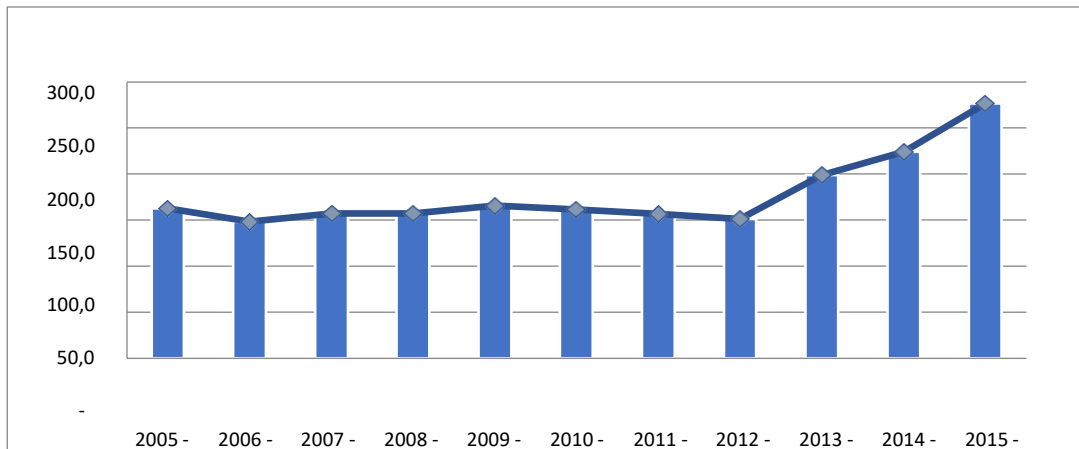
Source : ORMVAH-subdivision El Kelaa des Sraghna

En ce qui concerne le périmètre Tassaout Aval, dans sa globalité, il convient de relever dans l'évolution de ses besoins en eau, l'existence de deux principales phases.

La première phase s'étale de 2005 à 2013 durant laquelle, les besoins en eau sont restés relativement constants d'une année à l'autre, avec un niveau de demande moyen de 158 Mm³ par an. La seconde phase est, quant à elle, marquée par une croissance importante des besoins en eaux du périmètre passant de 151,3 Mm³ à 276,8 Mm³ en seulement trois ans, de 2014 à 2016.

En somme, en seulement onze années de campagne agricole, les besoins en eau du périmètre ont évolué de l'ordre de 70 % dans l'absolue pour passer de 162,3 Mm³ à 276,8 Mm³ entre 2005 et 2016.

Figure 21: Évolution des besoins en eau du périmètre Tassaout Aval.



Source : ORMVAH-subdivision El Kelaa des Sraghna

2.3 Bilan Besoins — Ressources

L'établissement du bilan a consisté au calcul de la différence entre le volume des besoins en eau et le celui des apports en eau d'irrigation par année ; et ce par secteur et par périmètre. Pour ce faire, ont été prises en compte les pertes du réseau liées à l'évaporation et aux percolations durant le transport et la distribution de l'eau d'irrigation.

Le bilan des besoins par rapport aux ressources en eau du périmètre Tassaout Aval depuis 2005 à 2016 montre qu'il existe un déficit permanent entre les apports et les besoins réels des cultures y sont pratiqués. Hormis, la campagne agricole 2010-2011 ou ce déficit fut quasi inexistant, de l'ordre de 1 %, les 10 autres années présentent un taux de déficit de 8 % à 46 % l'an.

Tableau 20 : Évolution des ressources et des besoins en eau dans le périmètre Tassaout Aval.

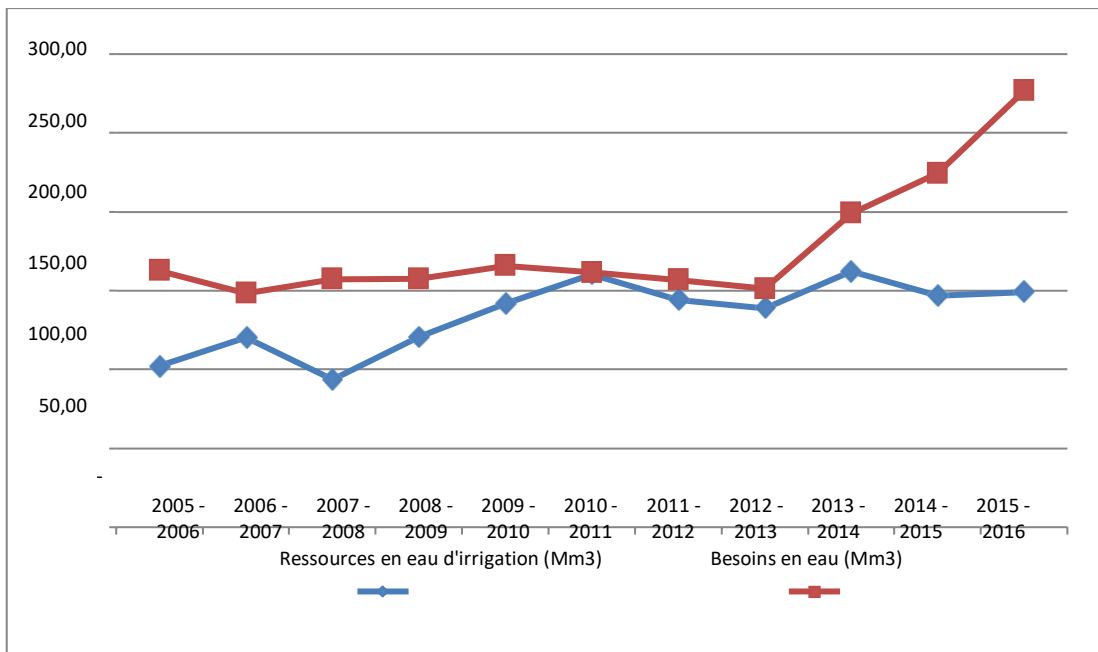
	Campagne agricole										
	2005 — 2006	2006 — 2007	2007 — 2008	2008 — 2009	2009 — 2010	2010 — 2011	2011 — 2012	2012 — 2013	2013 — 2014	2014 — 2015	2015 — 2016
Ressources en eau d'irrigation (Mm3)	102,3	120,3	93,7	120,6	141,8	160,5	144,3	138,8	162,2	146,8	149,3
Besoins en eau (Mm3)	162,7	148,4	157,2	157,4	165,8	161,5	156,8	151,3	198,9	224,4	276,8
Bilan en Mm3	-60,4	-28,1	-63,5	-36,8	-23,9	-0,9	-12,5	-12,5	-36,7	-77,5	-127,5
Déficit en Mm3	60,4	28,1	63,5	36,8	23,9	0,9	12,5	12,5	36,7	77,5	127,5
Déficit en %	37 %	19 %	40 %	23 %	14 %	1 %	8 %	8 %	18 %	35 %	46 %

Source : ORMVAH-subdivision El Kelaa des Sraghna

L'analyse de l'évolution des besoins et des apports en eau d'irrigation du périmètre permet de qualifier le bilan des ressources en eau d'irrigation apportées au périmètre de structurellement déficitaire. Et cette tendance parait de plus en plus accentuée ces trois dernières années sous l'impulsion des augmentations de superficies plantées.

En effet, les superficies cultivées dans le périmètre sont passées de 39 700 Ha à 49 890 ha entre 2014 et 2016, avec des superficies plantées en augmentation sur la même période de 18 100 ha à 33 900 ha. Comme, on peut l'apercevoir sur le graphique ci-dessous, cette augmentation des plantations se répercute automatiquement sur les besoins en eau du périmètre, qui sont passés de 199 Mm3 à 276,8 Mm3 entre 2014 et 2016. Or sur la même période, les apports en eau ont décrude 162 à 149 à Mm3. Ce qui a davantage entraîné le creusement du déficit en eau d'irrigation dansle périmètre qui est passé de 36,7 Mm3 à 127,5 Mm3 sur ces trois dernières années.

Figure 22 : Évolution des ressources et besoins en eau dans le Tassaout Aval.



Source : ORMVAH-subdivision El Kelaa des Sraghna

3.

L'analyse de l'occupation du sol dans la Tassaout Aval

3.1 Historique de l'intervention de l'État en matière d'assolement

Avant aménagement, le périmètre de la Tassaout Aval concernait une zone d'irrigation traditionnelle par seguias en terre d'une superficie dominée de 72 000 Ha¹, située dans la province d'El Kelaa des Sraghnas. Un assolement prévisionnel a été établi pour la mise en valeur agricole du périmètre de la Tassaout Aval dans le cadre de l'étude faisabilité du projet d'aménagement hydro agricole du périmètre en 1986.

Vu la faiblesse des ressources disponibles et la marge de manœuvre en matière d'affectation des ressources limitées (besoin de réalimentation de la nappe, respect des droits d'eau existants, etc.), l'assolement prévisionnel établi par l'étude de factibilité reposait essentiellement sur la pratique de la céréaliculture et l'arboriculture avec une rotation avec les cultures légumineuses.

La modulation proposée pour la mise en valeur agricole du périmètre comprenait donc une Superficie agricole utile (SAU) de l'ordre de 43 756 ha dont :

- 10 010 ha de plantation, essentiellement d'olivier ;
- 33 746 ha de cultures annuelles.

Cependant, à l'échelle du périmètre l'évolution de l'occupation du sol met en exergue l'intérêt des agriculteurs pour trois principaux types de cultures. Il s'agit des cultures céréalières, fourragères et arboricoles, ce qui augmente fortement la pression sur les ressources en eau.

L'évolution de l'assolement s'est traduite par l'augmentation du taux d'intensification culturale du périmètre de 20 % en dix ans, pendant que la superficie plantée y a crû de 26 % à 80 % de la SAU irriguée, soit 34 965 ha. Bien que cette tendance ne soit pas soutenue dans tous les secteurs du périmètre, elle reste significative au vu du développement que connaissent les superficies plantées au fil des années.

A contrario des prévisions faites par l'étude de factibilité qui fut orientée vers les cultures annuelles, le diagnostic réalisé dans le cadre du PDAIRE de l'Oum Er Rbia en 2009 a révélé une propension des cultures arboricoles dans les différents secteurs du périmètre de la Tassaout Aval. Ce qui se traduit par un déficit entre le volume d'eau allouée au périmètre et les besoins exprimés par ses

¹ Zerhouni, Ducrocq, et ORMVAH, « Aménagement du périmètre du N'Fis dans le Haouz de Marrakech ».

agriculteurs. Pour remédier à cette situation, l'ORMVA du Haouz a donc proposé l'adoption d'un nouvel assolement par secteur dans le dessein de réduire le déficit hydrique constaté.

Cet assolement a été établi en tenant compte des disponibilités de ressources en eau du moment par secteur. Il a pris en compte également l'occupation du sol en vigueur et les orientations spécifiques de chaque secteur ; tout en orientant les productions de manière à :

- Réduire les superficies en luzerne au profit du bersim, du maïs fourrager et de céréales fourragères, beaucoup moins consommatrices en eau ;
- Disposer de la possibilité d'étendre les plantations d'oliviers sur tous les secteurs et de pouvoir cultiver les cultures maraîchères d'hiver.

De ce fait, l'assolement proposé reposait essentiellement sur la pratique des cultures céréalières, légumineuses, fourragères et arboricoles. Cet assolement, ci-dessous décliné, devrait permettre une meilleure valorisation de l'eau d'irrigation et donc une augmentation des marges dégagées par les agriculteurs du périmètre.

Tableau 21 : Assolement prévisionnel établi par le PDAIRE Oum Er Rbia.

Cultures	Superficie (ha)	Pourcentage par rapport à la SAU totale
Céréales	10 200	23 %
Luzerne	711	2 %
Bersimis	1 226	3 %
Maïs fourrager	2647	3 %
Légumineuses	4 068	6 %
Plantation	15 085	34 %
SAU Assolée	33 937	

Source : PDAIRE de la zone d'action de l'Agence du bassin hydraulique de l'Oum Er Rbia, 2009

Le réseau d'irrigation existant fut modernisé et alimenté par des eaux régularisées provenant d'un ensemble de barrages en remplacement des prises en rivière sur la Tassaout.

Tableau 22 : Origine des eaux pour usage agricole.

Origine de l'eau	Au barrage en Mm3	Au Périmètre en Mm3
Barrage Bin El Ouidane	235	211,5
Retour à l'oued Tessaout	15	15
Barrage My Youssef	10	9
Barrage Hassan 1 ^{er}	24,37	21,93
Total	284,37	257,43
Restitutions hors périmètre		13,04
Disponible en tête du périmètre pour usage agricole		244,39

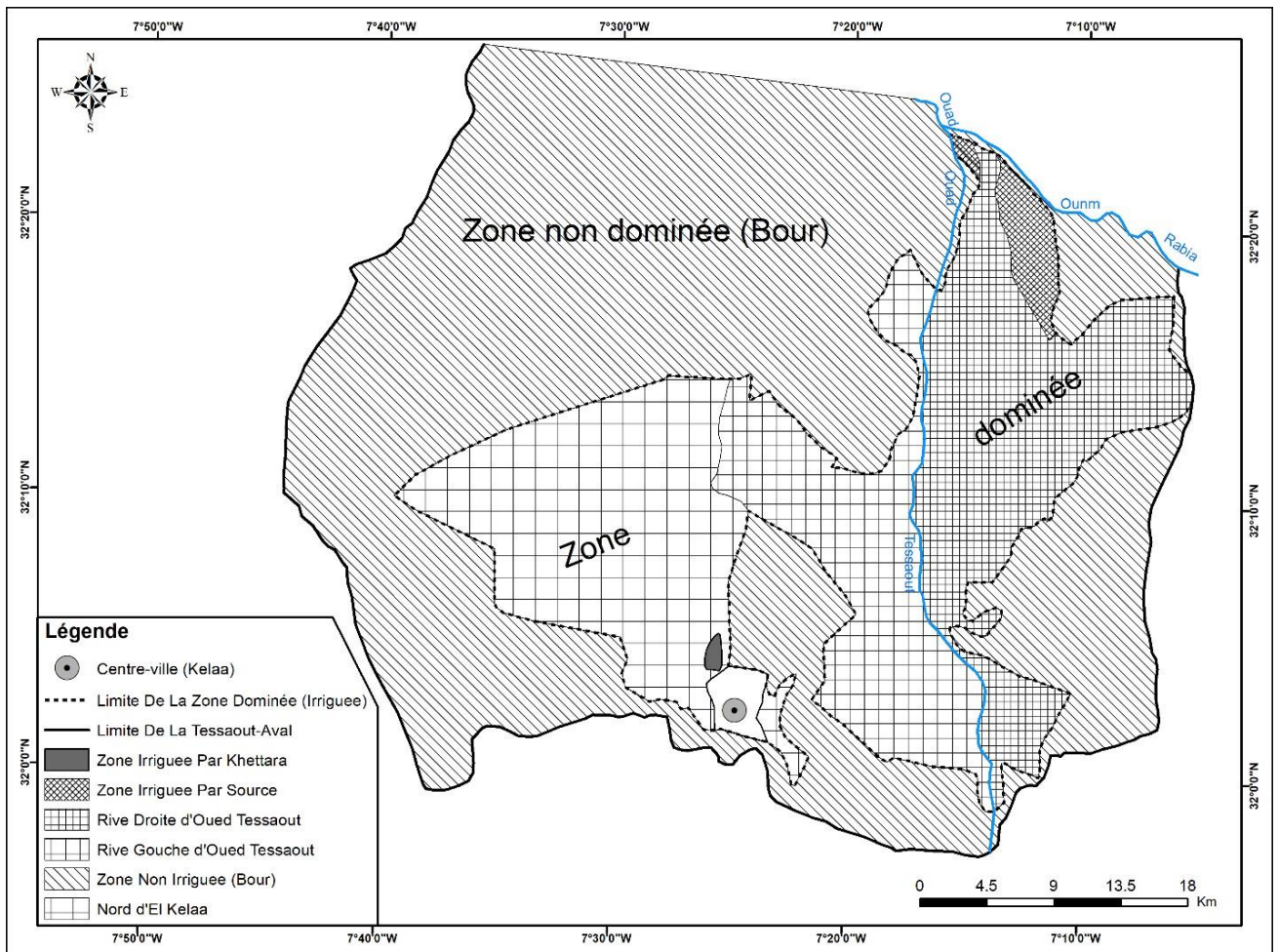
Source : ORMVAH

3.2 Évolution de l'occupation du sol dans la Tassaout Aval

3.2.1 Avant l'aménagement hydro agricole

Le système d'exploitation développé par les agriculteurs dans l'aménagement agricole était dépendant étroitement de l'association des terres irriguées par seguia traditionnelle et les terres non irriguées (bour).

Carte 9 : Occupation du sol avant l'aménagement agricole dans la Tassaout Aval.

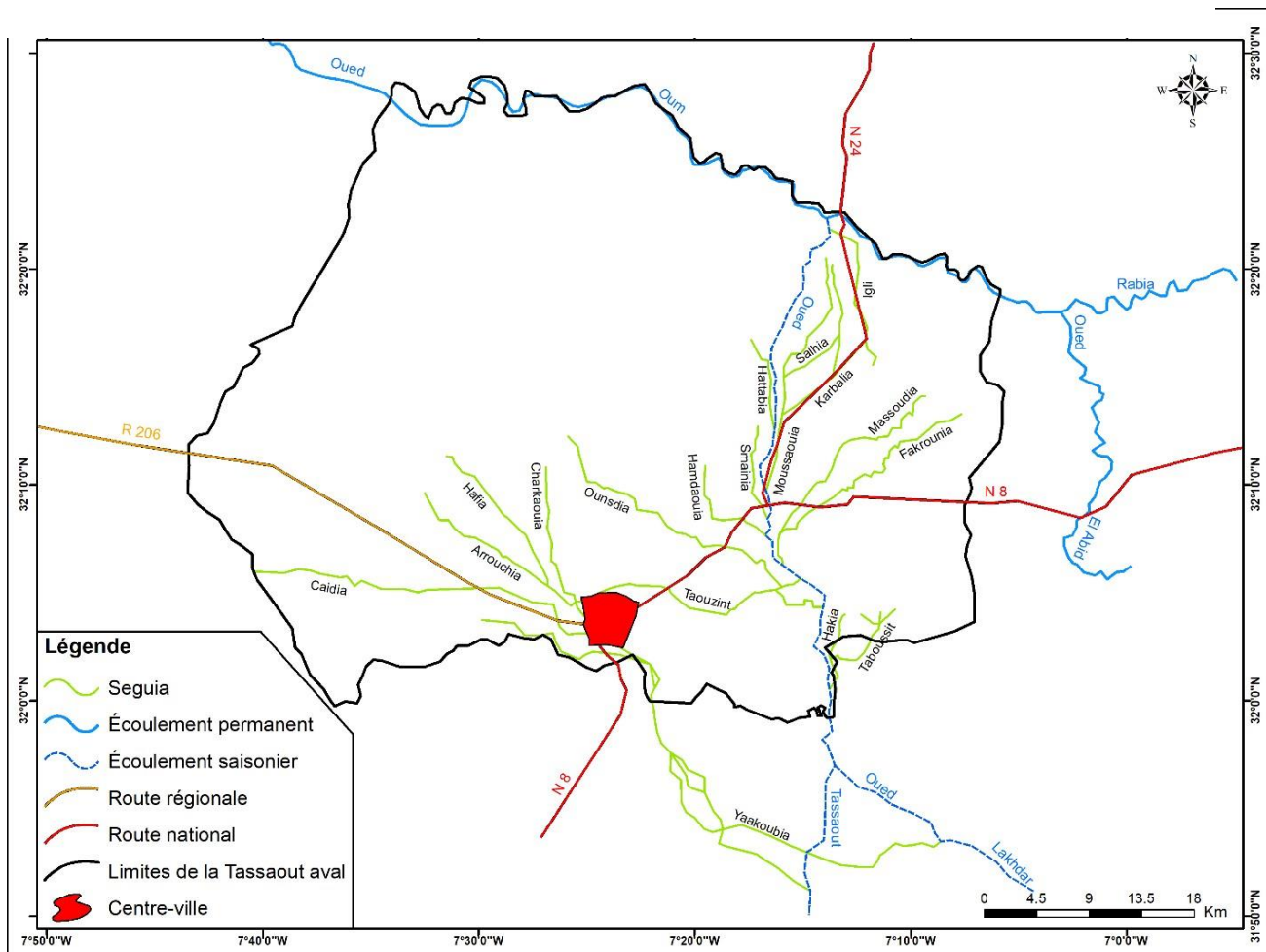


Source : Thèse de doctorat : La Tassaout aval à la veille d'un aménagement hydroagricole, LOUHMADI A.

Pour rappel, l'espace agricole de la Tassaout aval est de 200 000 ha dont 36 % (72 000 Ha) sont desservis par un réseau d'irrigation traditionnel :

- 13 seguias dont les prises sont situées sur la Tassaout Amont et le Lakhdar au sud des Jbilet avec une longueur totale de 200 km
- 3 seguias dont les prises sont situées sur la Tassaout Aval avec une longueur de 360 Km

Carte 10 : Les seguias traditionnelles dans la Tassaout Aval.



Source : ABH OUM ERRABII

3.2.2 Après l'aménagement hydro agricole

L'évolution de l'occupation du sol à l'échelle du périmètre Tassaout Aval a été établie via les images satellitaires sur une succession de vingtaines d'années, allant de 2000 à 2020. Pour renforcer notre analyse, des données relatives à l'occupation du sol furent collectées sur l'ensemble des secteurs du périmètre par mois et par campagne agricoles sur une dizaine d'années (2005-2016) lors du diagnostic exhaustif mené dans la zone d'étude. Ces données ont été collectées auprès de l'ORMVA du Haouz, notamment auprès du Service de Gestion des Réseaux d'Irrigation et de Drainage (SGRID) et du Département de Production végétale.

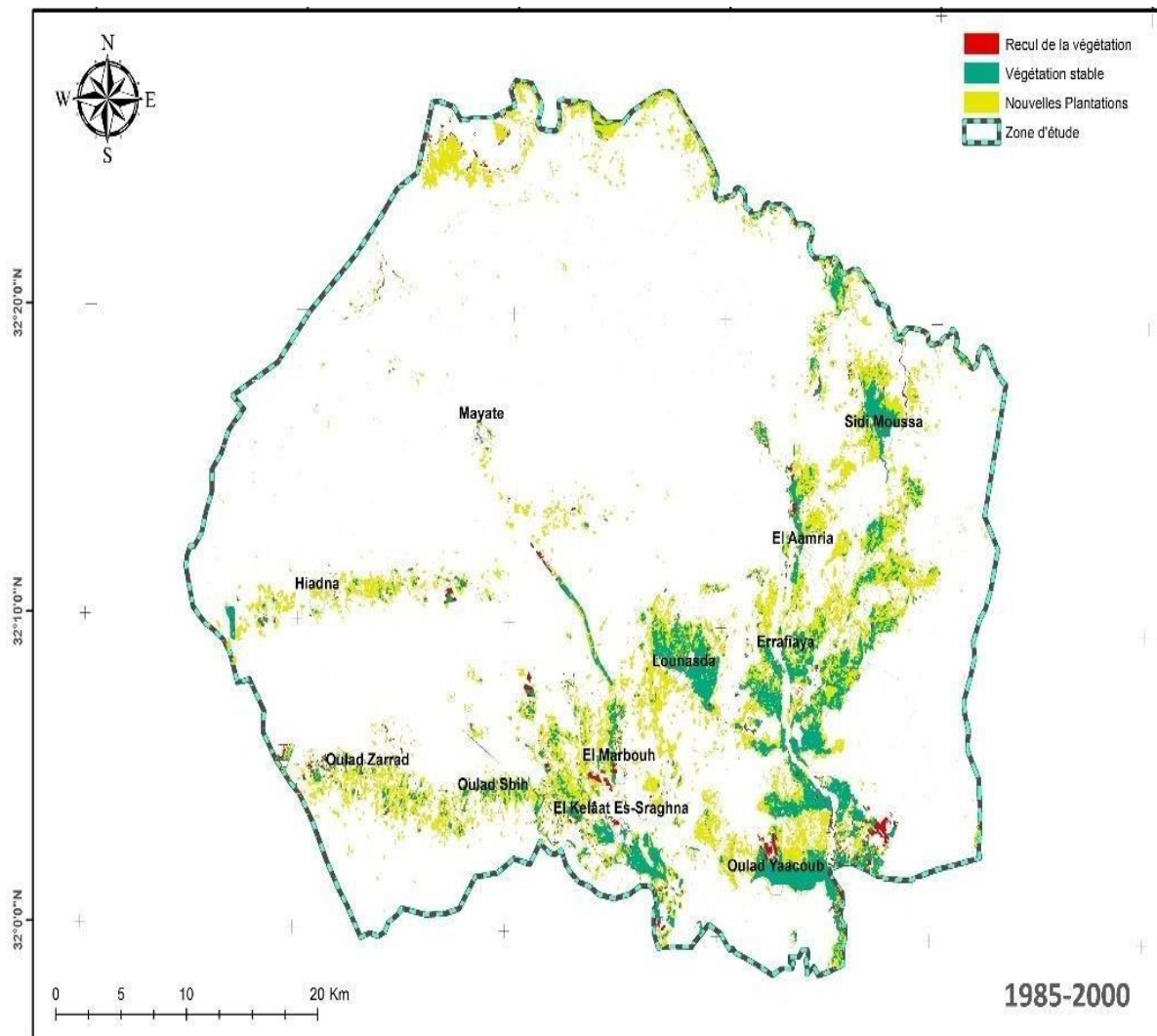
À l'échelle de Tassaout Aval, l'évolution de l'occupation du sol met en exergue la pratique de trois principaux types de cultures par les agriculteurs du périmètre. Il s'agit des cultures céréalières, fourragères et arboricoles.

Tableau 23 : Évolution de l'occupation du sol dans le périmètre « Tassaout Aval » entre 2005 et 2016.

Tassaout Aval	Campagne agricole										
	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Cultures	25 540	18 746	25 290	25 302	22 714	20 788	16 964	14 591	14 223	16 026	8 836
Céréales	25 540	18 746	25 290	25 302	22 714	20 788	16 964	14 591	14 223	16 026	8 836
Fourrages	3 903	4 230	3 291	3 315	3 596	3 729	3 926	4 188	7 156	6 544	7 103
Maraichage	50	122	-	-	-	61	188	27	86	58	30
Betterave	-	-	-	-	-	44	74	-	-	-	-
Cultures industrielles	-	-	-	-	1 437	42	-	-	-	-	-
Légumineuse	170	186	39	39	876	176	110	-	130	170	-
Plantations	11 000	11 088	11 088	11 088	12 540	13 048	13 486	13 750	18 112	22 406	33 921
SAU Assolée (ha)	40 664	34 372	39 708	39 744	41 164	37 887	34 747	32 555	39 707	45 203	49 890
SAU disponible (ha)	43 644	43 644	43 644	43 644	43 644	43 644	43 644	43 644	43 644	43 644	43 644
TIC	93 %	79 %	91 %	91 %	94 %	87 %	80 %	75 %	91 %	104 %	114 %

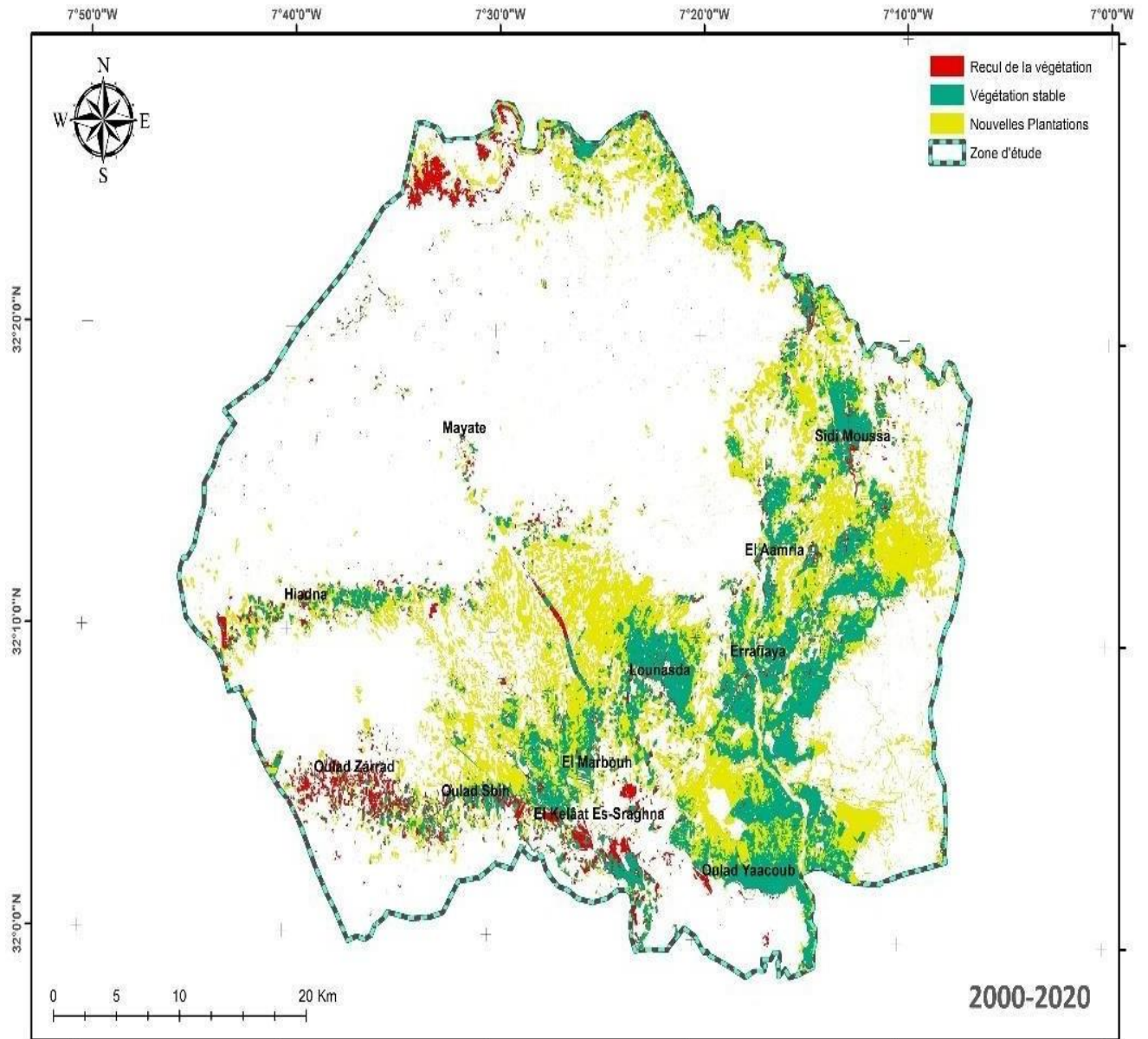
Source : ORMVAH

Carte 11 : Situation de l'occupation du sol avant l'aménagement hydroagricole.



Source : Réalisation personnelle

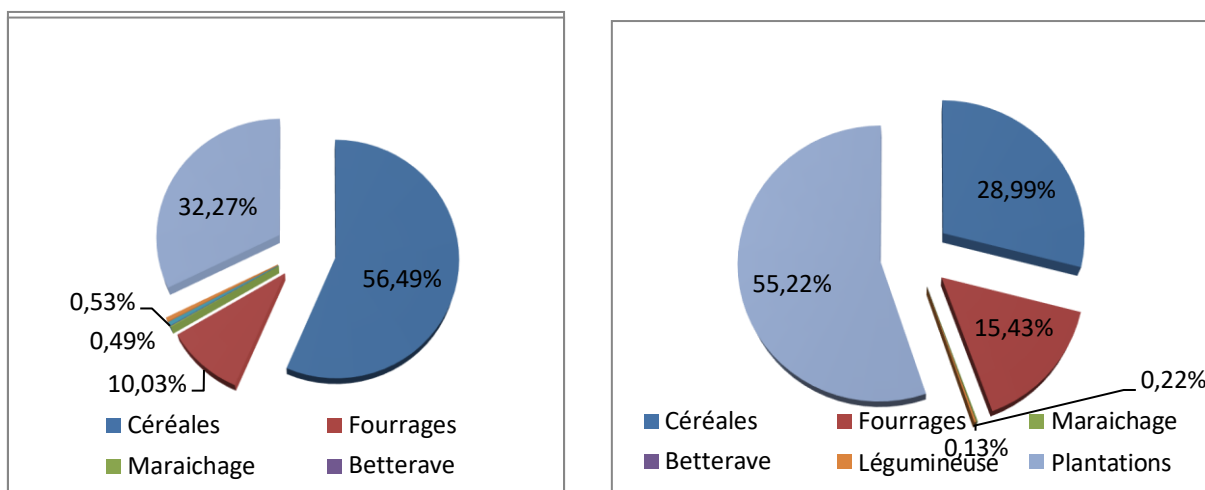
Carte 12 : Situation de l'occupation du sol après l'aménagement hydro agricole.



Source : Réalisation personnelle

Il ressort du tableau ci-dessus, une dominance des cultures arboricoles dans l'assolement actuel du périmètre. Tout de même, il est à souligner que cela n'a toujours pas été le cas. En effet, ce sont les cultures céréalières qui ont représenté entre 63 % jusqu'à 45 % des superficies cultivées dans le périmètre jusqu'en 2012-2013.

Figure 23: Répartition de l'occupation du sol entre 2005-2012 et 2013-2016

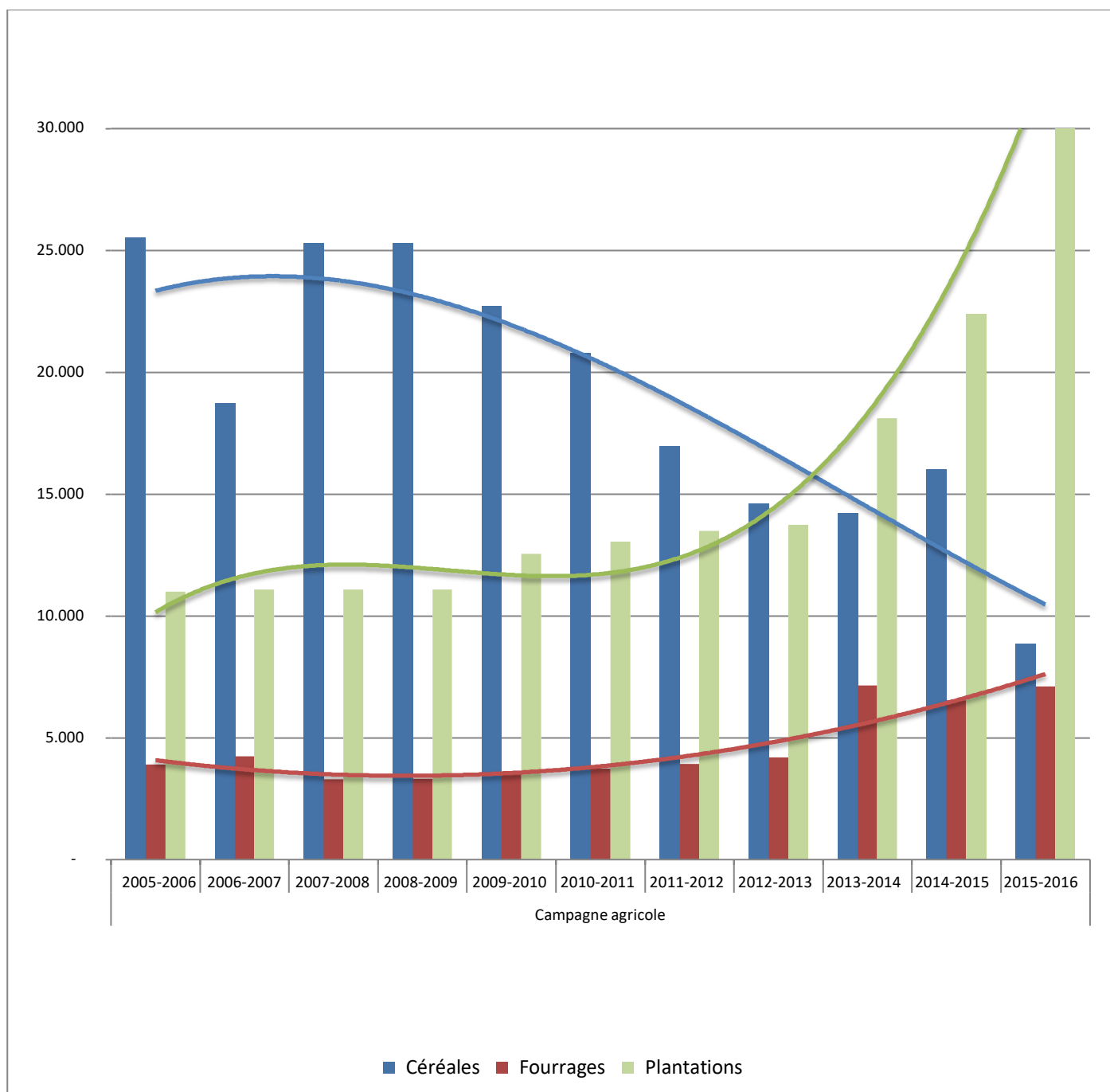


Source : ORMVAH

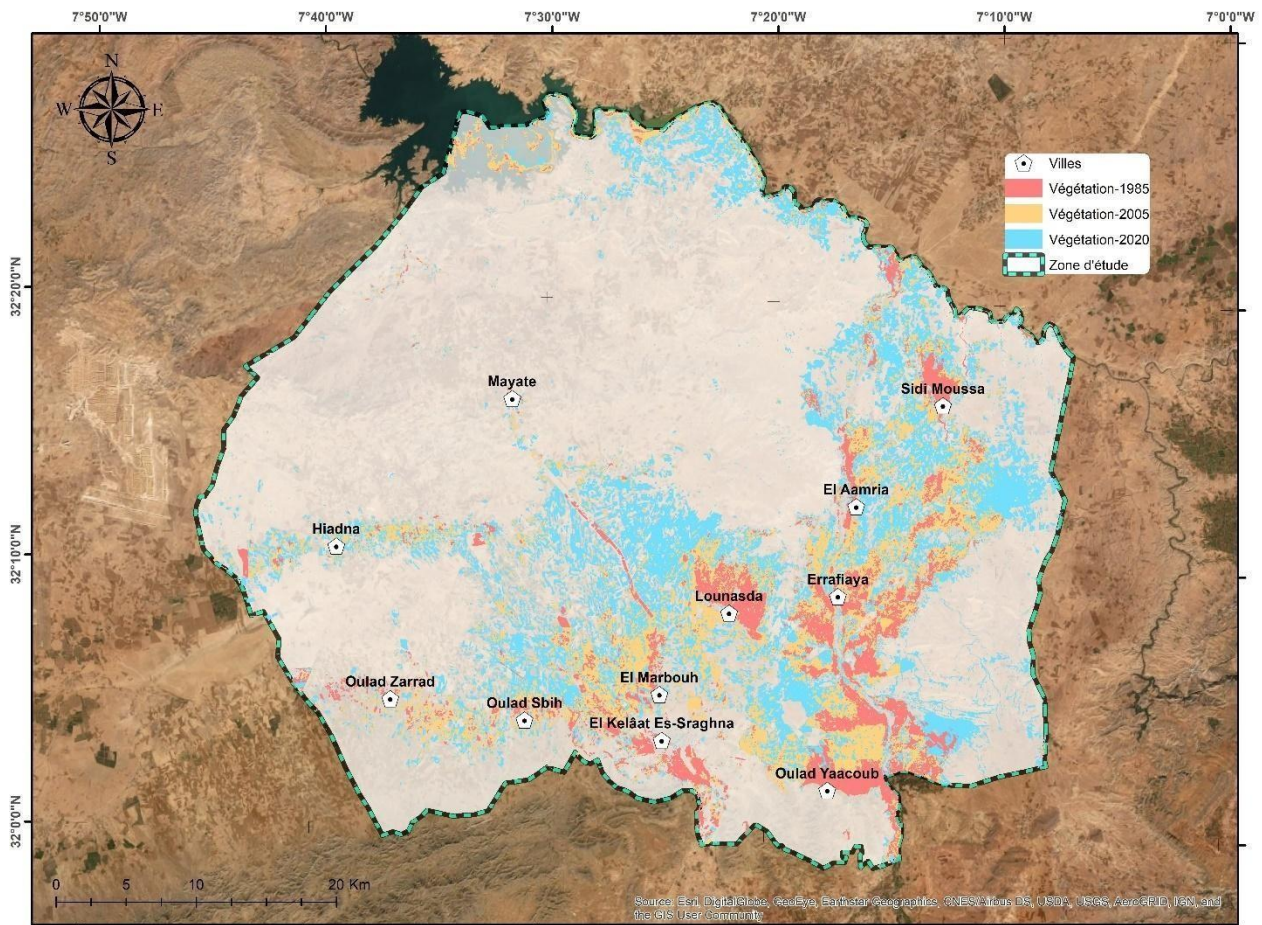
En ce qui concerne les cultures maraîchères et légumineuses, sur ces onze années, elles n'ont jamais dépassé 1 % des superficies cultivées du périmètre. Leur production se limitait sur quelques centaines d'hectares destinés principalement à l'autoconsommation des agriculteurs et de leurs familles. Quant aux cultures industrielles et betteravières, elles ne sont restées qu'à l'étape de l'expérimentation dans un seul secteur (Nord El Kelaa) sur les cinq que comprend le périmètre.

La dominance des céréales, suivie de leur diminution au profit des fourrages et arboricultures, indique que globalement, les agriculteurs produisent les céréales pour l'autoconsommation, pour les besoins d'alimentation de leur bétail et en troisième lieu pour le marché. Ainsi, l'augmentation des fourrages permet de combler le déficit de couverture des besoins de l'élevage. Tandis que, l'augmentation des plantations s'inscrit dans le but de pallier à la baisse et/ou d'améliorer les revenus des agriculteurs vu leur valorisation plus importante de l'eau d'irrigation.

Figure 24: Évolution de la superficie des principales cultures pratiquées.



Carte 13 : Évolution de la végétation entre 1985-2020 dans la Tassaout Aval.



Source : Réalisation personnelle (image satellitaire)

Par secteur irrigué, l'analyse de l'évolution de l'occupation du sol dans le nord Kelaâ montre une augmentation graduelle du niveau intensification culturale (TIC) dans le secteur d'une année à l'autre. Hormis, la campagne agricole 2006-2007 qui fut marquée par une baisse drastique des dotations en eau dans l'ensemble de la région, en raison de la sécheresse, les TIC annuelles dans le secteur a connu une augmentation de 52 % en 10 ans.

L'évolution de l'occupation des sols par culture dans le secteur permet de constater une diminution des superficies cultivées en céréales au profit des cultures fourragères et arboricoles. En effet, entre 2005 et 2016 dans le Nord El Kelaâ, les plantations ont connu une croissance de leur superficie de l'ordre de 27 % par an, tandis que les céréalicultures ont diminué en moyenne de 5 % par an sur la même période. Il ressort, par ailleurs, du tableau ci-dessus que cette tendance s'est davantage accentuée durant ces trois dernières années (2014 à 2016). Ce qui s'est traduit par une forte intensification culturale dans le secteur (SAU assolée > SAU disponible).

En outre, il est à noter qu'entre 2009 et 2012, les agriculteurs du secteur « Nord Kelaâ » ont introduit des cultures de betterave sucrière ainsi que certaines cultures industrielles comme le Niora. Cependant, contrairement à la région du Tadla-Azilal voisin, l'expérience ne s'est pas avérée concluante pour les agriculteurs qui ont dû se résoudre à leur abandon. Ce qui justifie l'absence de ces cultures dans le secteur au-delà de 2013.

Dans le secteur « Amont T2 », l'analyse de l'évolution de l'occupation du sol montre une tendance à la baisse des superficies cultivées, contrairement aux constatations faites dans les secteurs en aval (Nord, Kelaâ, Rive gauche et droite). Partant d'un taux d'intensification culturale de 113 % en 2005, soit environ 5 420 ha assolés, le secteur présente en 2015 des TIC de 75 % pour une SAU assolée de 3 605 ha sur un disponible de 4 800 ha.

On remarque effectivement sur le tableau 24 que les superficies consacrées aux céréalicultures et aux cultures fourragères dans le secteur ont été divisées par deux en 10 ans. Cependant, alors que les diminutions de superficies des cultures annuelles sont accompagnées d'une augmentation des plantations dans d'autres secteurs, ceci n'est pas le cas dans l'Amont T2. Les plantations ont occupé 50 % à 56 % de la SAU totale du secteur entre 2005 et 2012. Elles ont connu par la suite une légère baisse pour n'occuper que 53 % de la SAU en 2016.

En termes de proportion, sur les 10 dernières années, l'occupation du sol dans le secteur Amont T2 comprend : 39 % de cultures céréalières ; 6 % de cultures fourragères et 55 % de cultures arboricoles.

Tableau 24 : Évolution de l'occupation du sol dans le secteur Amont T2 entre 2005 et 2016.

Amont T2	Campagne agricole										
	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Cultures											
Céréales	2 559	2 070	2 559	2 560	2 340	1 890	1 392	1 211	1 358	1 444	856
Fourrages	410	393	298	298	223	235	199	203	188	215	202
Maraichage	-	57	-	-	-	-	13	-	-	-	-
Légumineuse	38	59	5	5	15	-	-	-	8	8	-
Plantations	2 413	2 435	2 435	2 435	2 633	2 684	2 667	2 615	2 538	2 538	2 547
SAU assolée (ha)	5 420	5 014	5 297	5 298	5 212	4 809	4 272	4 028	4 092	4 204	3 605
SAU Disponible (ha)	4 799	4 799	4 799	4 799	4 799	4 799	4 799	4 799	4 799	4 799	4 799
TIC	113 %	104 %	110 %	110 %	109 %	100 %	89 %	84 %	85 %	88 %	75 %

Source : ORMVAH

L'analyse de l'occupation de sol selon les données administratives du secteur « Rive droite », on en ressort les éléments suivants :

- Une tendance à la domination de la céréaliculture, mais qui s'est inversée au profit de l'arboriculture à partir de 2013 ;
- Une tendance à l'évolution des cultures fourragères qui sont passées de 4 % en 2005 à 16 % de la SAU du secteur, actuellement ;
- Une fluctuation des superficies réservées aux maraîchages et légumineuses d'une année à l'autre, sans toutefois dépasser les 1 % de la SAU totale du secteur ;
- Une augmentation des superficies cultivées et donc de l'intensification culturale dans le secteur jusqu'à 20 % entre 2005 et 2016, où les TIC est passé de 94 % pour atteindre 116 %.

Au niveau du secteur sud, El Kelaa. L'analyse de ce dernier ressort de certains éléments qu'il convient de souligner, à savoir :

- La dominance de l'arboriculture dont l'évolution des superficies a suivi une tendance à la hausse entre 2005 et 2014, passant de 746 ha à 897 ha, avant de se maintenir autour de 795 ha ces deux dernières années ;
- Une diminution des superficies de cultures fourragères de moitié et des cultures céréalières du tiers entre 2005 et 2015 ;
- Une diminution de la superficie totale cultivée dans le secteur de l'ordre de 25 % à 30 % en 10 ans.

Il est à remarquer, par ailleurs, que sur les trois dernières années les 12 00 ha cultivé dans le secteur sont répartis comme suit : 64 % de plantations, 32 % de céréales et seulement 4 % de fourrages.

Conclusion :

À l'échelle du périmètre de la Tassaout Aval, il convient de relever dans l'évolution de ses besoins en eau sur la période couverte par l'analyse, l'existence de deux principales périodes :

- La première période s'étale de 2005-2006 à 2012-2013. Durant cette période, les besoins en eau du périmètre ont peu fluctué d'une année à l'autre, avec un niveau de besoin en eau moyen d'environ 176 Mm³ par an ;
- La seconde période de 2013-2014 à 2015-2016 est, quant à elle, marquée par une croissance importante des besoins en eau d'irrigation du périmètre. Passant de 163 Mm³ à 219 Mm³/an entre 2013 et 2014, les besoins en eau d'irrigation du périmètre y ont atteint un niveau record de 324 Mm³ en 2015-2016.

Il est à noter qu'en l'espace des onze dernières années, les besoins en eau d'irrigation du périmètre ont connu une croissance annuelle moyenne de 9 %, passant de 166 Mm³ en 2005 à près de 324 Mm³ en 2016. En revanche, il y a un déficit permanent entre les apports et les besoins réels des cultures qui y sont pratiquées. Une tendance à la hausse du déficit entre les besoins et les apports en eau d'irrigation du périmètre est à mentionner au fil des années. Cette tendance paraît de plus en plus accentuée ces trois dernières années, sous l'impulsion des effets du changement climatique et de la dynamique d'extension des superficies plantées dans le périmètre.

Par ailleurs, vu la faiblesse des ressources disponibles et la marge de manœuvre en matière d'affectation des ressources limitées (besoin de réalimentation de la nappe, respect des droits d'eau existants, etc.), l'assolement prévisionnel établi par l'étude de faisabilité du projet d'aménagement hydro agricole du périmètre en 1986 reposait essentiellement sur la pratique de la céréaliculture et l'arboriculture avec une rotation avec les cultures légumineuses.

L'évolution de l'assolement s'est traduite par l'augmentation du taux d'intensification culturale du périmètre de 20 % en dix ans, pendant que la superficie plantée y a crû de 26 % à 80 % de la SAU irriguée, soit 34 965 ha.

Bien que cette tendance ne soit pas soutenue dans tous les secteurs du périmètre, elle reste significative au vu du développement que connaissent les superficies plantées au fil des années.

Chapitre 3 : Mise en valeur agricole dans le périmètre de la Tassaout-Aval :

État, enjeux et défis

Introduction

La question de la mise en valeur agricole au niveau de la Tassaout aval rencontre plusieurs difficultés et contraintes qui continuent à entraver la mise en œuvre et l'efficacité du modèle de développement agricole. Les contraintes sont prioritairement d'ordre environnemental lié particulièrement à la sévérité des conditions climatiques. Les disparités spatiales se rajoutent à ces contraintes, créant ainsi des difficultés en termes d'allocation des ressources en eau au niveau du périmètre d'irrigation, ajouté à une gestion non rationalisée ou peu rationalisée des ressources hydriques. La structure foncière inadaptée dominée particulièrement par le statut collectif entrave de sa part l'évolution de l'investissement agricole.

1. Des disparités spatiales en termes d'allocation et de dotations des ressources en eaux dans le périmètre d'irrigation

L'établissement des bilans hydriques dans les différents secteurs vient conforter les résultats obtenus à l'échelle du périmètre. On y remarque une évolution des besoins en eau en fonction des superficies cultivées, d'une part, et des disparités spatiales en termes d'allocation de l'eau d'irrigation sur les différents secteurs du périmètre d'autre part.

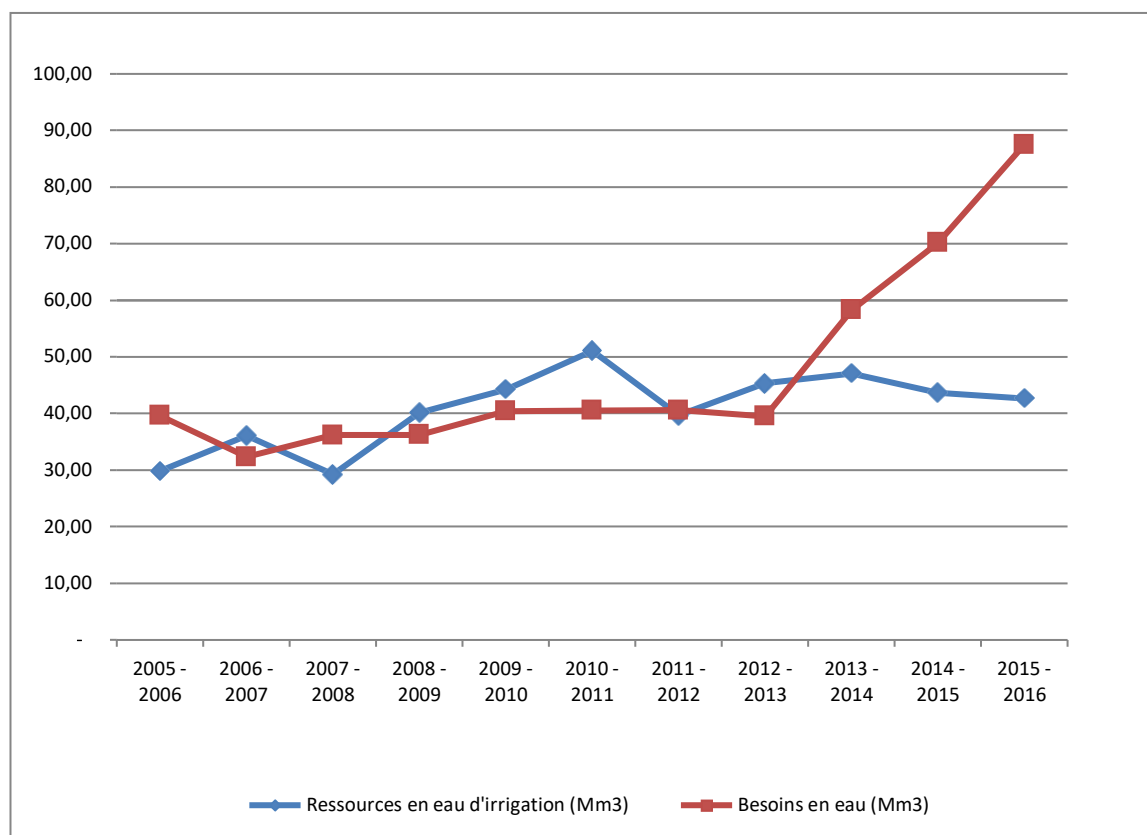
1.1 Le secteur nord El Kelaâ :

Au niveau du secteur « Nord El Kelaâ », sur les onze années écoulées entre 2005 et 2015, les apports en eau d'irrigation ont été satisfaisants pour couvrir les besoins du secteur sur 6 années, dont les années 2008 à 2012 particulièrement. Sur les cinq années marquées par un déficit des apports par rapport aux besoins, les niveaux les plus élevés sont relevés durant les trois dernières années avec un déficit record de 44,8 Mm³ en 2016, soit 51 % des besoins en eau du secteur ;

Tableau 25 : Évolution des ressources et des besoins en eau d'irrigation au niveau de Nord El kelaâ

Nord El Kelaâ	Campagne agricole										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	— 2006	— 2007	— 2008	— 2009	— 2010	— 2011	— 2012	— 2013	— 2014	— 2015	— 2016
Ressources en eau d'irrigation (Mm³)	29,8 2	36,1 4	29,2 8	40,1 6	44,2 5	51,0 7	39,6 6	45,3 5	47,0 8	43,6 7	42,6 7
Besoins en eau (Mm³)	39,6 2	32,3 4	36,1 9	36,2 1	40,4 0	40,5 2	40,5 7	39,5 2	58,3 2	70,1 5	87,4 9
Bilan en Mm³	- 9,8	3,8	- 6,9	3,9	3,8	10,5	- 0,9	5,8	- 11,2	- 26,5	- 44,8
Déficit en Mm³	9,8	-	6,9	-	-	-	0,9	-	11,2	26,5	44,8
Déficit en %	25 %	-	19 %	-	-	-	2 %	-	19 %	38 %	51 %

Figure 25: : Évolution des ressources et besoins en eau dans le nord El Kelaâ.



Rive gauche :

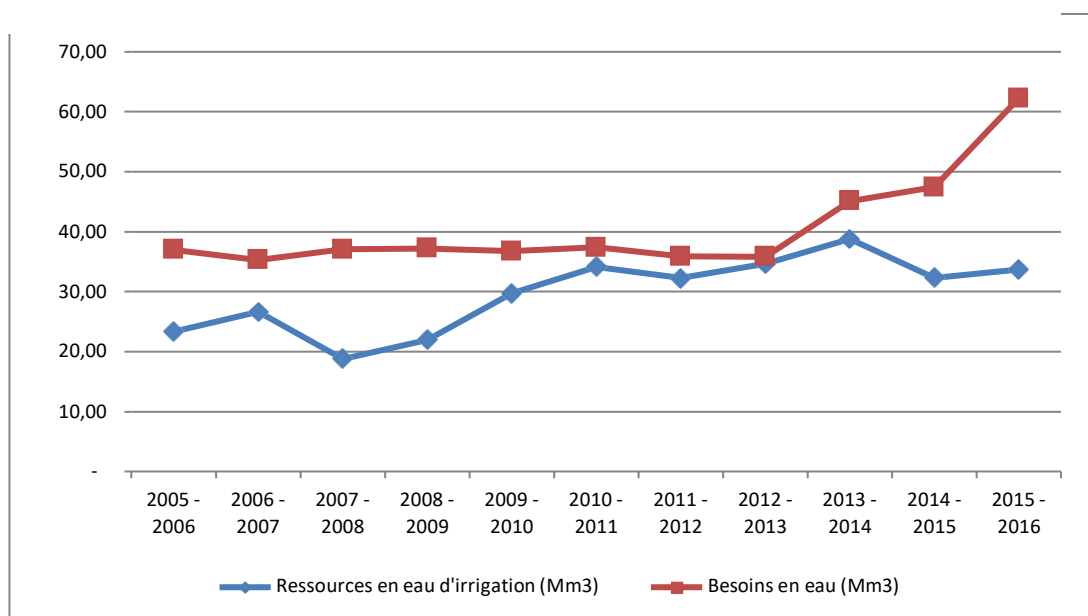
Au niveau de la Rive gauche, le bilan « Ressources-besoins » en eau d’irrigation est demeuré structurellement déficitaire sur toute la période de l’analyse (2005-2016). Le pic du déficit est d’ailleurs atteint dès 2007-2008 avec un besoin non satisfait de 8,7 Mm3. Ce qui représentait 49 % des besoins totaux en eau d’irrigation du secteur. Une situation qui a eu comme conséquence, la diminution des superficies cultivées dans le secteur jusqu’en 2012 où les apports en eau d’irrigation sont arrivés à couvrir 97 % des besoins.

Vu la relative disponibilité de l’eau d’irrigation constatée en 2012, les agriculteurs ont augmenté à nouveau les superficies cultivées à partir de 2013. Il s’en est résulté à nouveau une augmentation du déficit en eau en irrigation dans le secteur. Situé à 14 % en 2013, le niveau du déficit est passé à 32 % en 2015 puis à 46 % en 2016.

Tableau 26 : Évolution des ressources et des besoins en eau d'irrigation au niveau de la « Rive gauche ».

Rive gauche	Campagne agricole										
	2005 — 2006	2006 — 2007	2007 — 2008	2008 — 2009	2009 — 2010	2010 — 2011	2011 — 2012	2012 — 2013	2013 — 2014	2014 — 2015	2015 — 2016
Ressources en eau D'irrigation (Mm3)	23,28	26,57	18,75	21,92	29,70	34,10	32,23	34,62	38,78	32,27	33,62
Besoins en eau (Mm3)	37,02	35,28	37,03	37,21	36,71	37,37	35,89	35,80	45,11	47,41	62,24
Bilan en Mm3	-13,7	-8,7	-18,3	-15,3	-7,0	-3,3	-3,7	-1,2	-6,3	-15,1	-28,6
Déficit en Mm3	13,7	8,7	18,3	15,3	7,0	3,3	3,7	1,2	6,3	15,1	28,6
Déficit en %	37 %	25 %	49 %	41 %	19 %	9 %	10 %	3 %	14 %	32 %	46 %

Figure 26: Évolution des ressources et besoins en eau dans la Rive gauche.



Rive droite :

Dans le secteur « Rive droite », l'appréciation des bilans annuels « Ressources-Besoins » en eau d'irrigation peut se faire sur trois phases. La première phase qui va de 2005 à 2009 montre un niveau moyen de déficit entre les apports et les besoins en eau d'irrigation dans le secteur de 28 % (15,5 Mm3). Ce déficit s'est considérablement réduit sur la période 2010 à 2012, constituant la deuxième phase, pour n'atteindre que 4 %, soit un besoin non satisfait de 2 Mm3 sur 52 Mm3 d'eau d'irrigation par an.

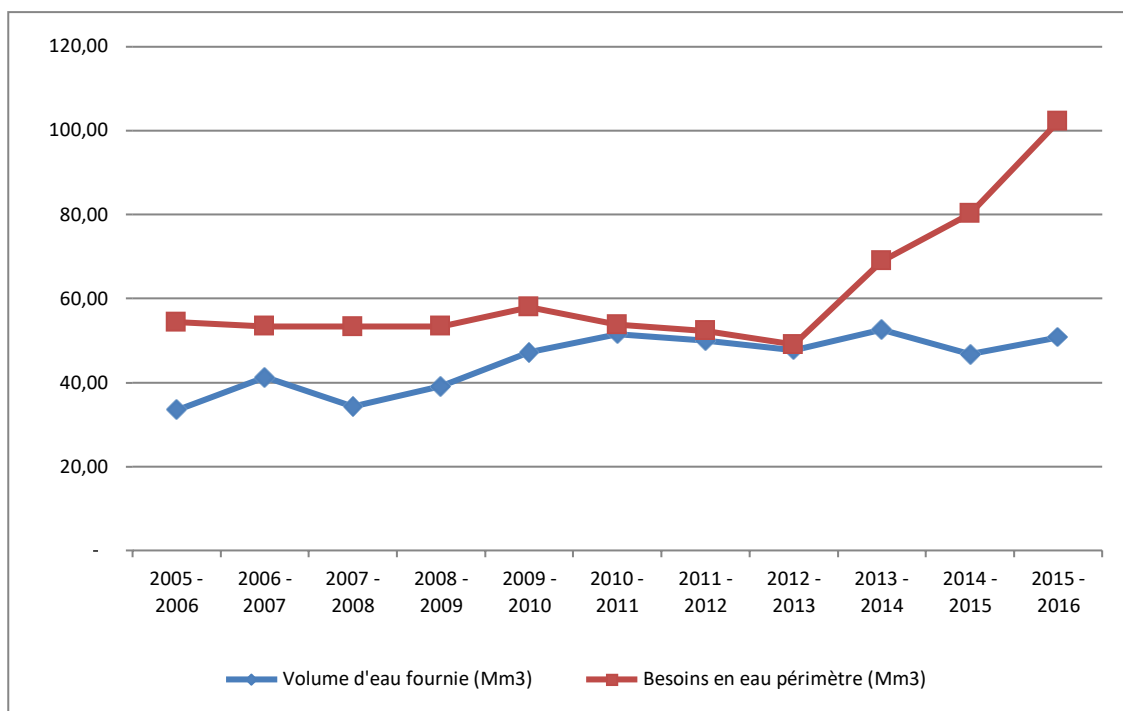
Et enfin, la troisième phase s'étale de 2013 à 2016. Elle présente des niveaux de besoins en eau les plus élevés que le secteur ait connus (69 Mm3 et 102 Mm3) tandis que les apports sont restés quasi constants de l'ordre de 50 Mm3. D'où l'observation d'une forte tendance à la hausse du niveau de déficit dans le secteur qui finit par atteindre en 2016 un niveau record de 51,4 Mm3, soit 50 % des besoins en eau du secteur non satisfaits.

Tableau 27 : Évolution des ressources et des besoins en eau d'irrigation au niveau de la « Rive droite ».

Rive droite	Campagne agricole										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	— 2006	— 2007	— 2008	— 2009	— 2010	— 2011	— 2012	— 2013	— 2014	— 2015	— 2016
Volume d'eau fournie (Mm3)	33,4	41,23	34,34	39,11	47,22	51,55	50,05	47,76	52,59	46,74	50,76
Besoins en eau périmètre (Mm3)	54,4	53,5	53,5	53,5	57,9	53,7	52,3	49,1	68,9	80,2	102,7
Bilan en Mm3	-21,0	- 12,1	- 19,0	- 14,2	- 10,7	- 2,2	- 2,3	- 1,3	- 16,3	- 33,5	- 51,4
Déficit en Mm3	21,0	12,1	19,0	14,2	10,7	2,2	2,3	1,3	16,3	33,5	51,4
Déficit en %	39 %	23 %	36 %	27 %	18 %	4 %	4 %	3 %	24 %	42 %	50 %

Source : ORMVAH-subdivision El Kelaa des Sraghna

Figure 27: Évolution des ressources et besoins en eau dans la Rive droite.



Source : ORMVAH-subdivision El Kelaa des Sraghna

1.2 Le secteur Amont T2 :

Au niveau du secteur « Amont T2 », le niveau des besoins en eau totaux suit une tendance à la baisse depuis 2005. Ce qui se traduit également par une baisse des besoins en eau d'irrigation du secteur. De ce fait, le niveau de déficit entre les ressources disponibles et les besoins en eau du secteur est passé de 49 % (12 Mm3) en 2005 à 2 % (0,4 Mm3) en 2016.

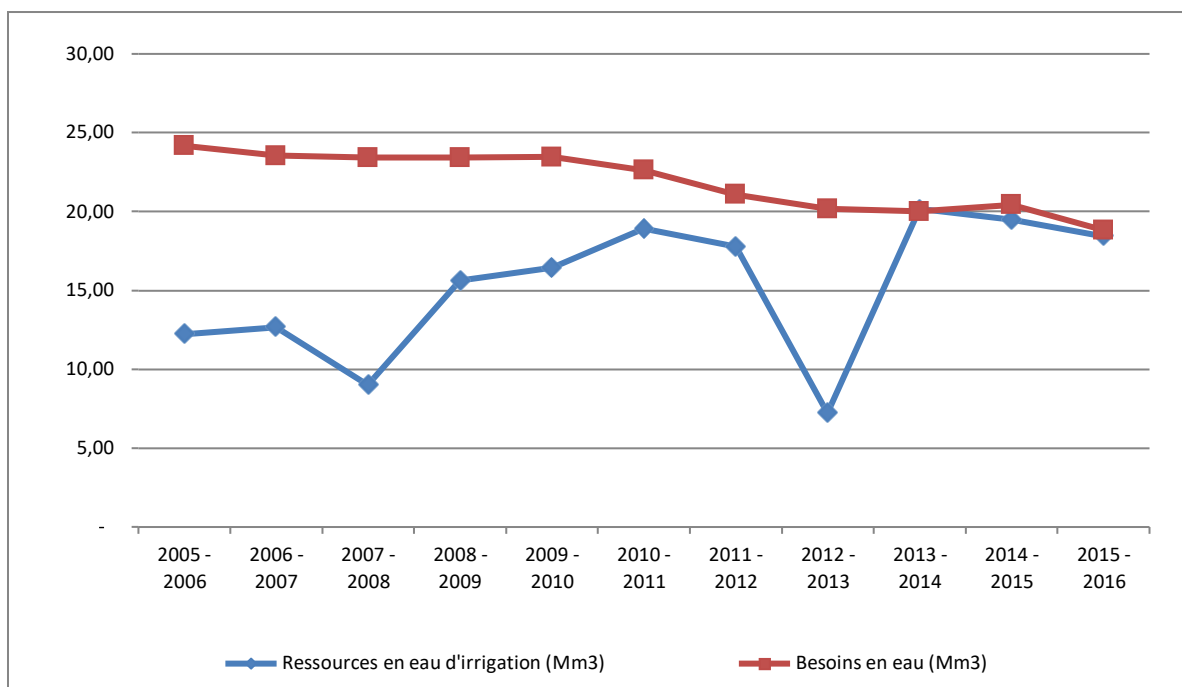
Il est à souligner, toutefois, les deux années de pic de déficit en eau de 61 % et 64 % qu'a connu le secteur, respectivement entre 2007-2008 et en 2013. Ces situations trouvent leurs explications à travers les mauvaises conditions climatiques qu'a connues la région durant ces périodes qui ont entraîné une baisse de la dotation d'eau allouée au secteur. Ceci bien que les besoins en eau n'aient pas changé sur ces deux périodes.

Tableau 28 : Évolution des ressources et des besoins en eau d'irrigation au niveau de l'Amont T2.

Amont T2	Campagne agricole										
	2005 — 2006	2006 — 2007	2007 — 2008	2008 — 2009	2009 — 2010	2010 — 2011	2011 — 2012	2012 — 2013	2013 — 2014	2014 — 2015	2015 — 2016
Ressources en eau d'irrigation (Mm3)	12,2	12,7	9,1	15,6	16,5	18,9	17,8	7,2	20,2	19,5	18,4
Besoins en eau (Mm3)	24,2	23,5	23,4	23,4	23,5	22,6	21,1	20,2	20,1	20,4	18,8
Bilan en Mm3	- 11,9	- 10,9	- 14,4	- 7,8	- 7,0	- 3,7	- 3,3	- 12,9	0,2	- 0,9	- 0,4
Déficit en Mm3	11,9	10,9	14,4	7,8	7,0	3,7	3,3	12,9	-	0,9	0,4
Déficit en %	49 %	46 %	61 %	33 %	30 %	16 %	16 %	64 %	-	5 %	2 %

Source : ORMVAH-subdivision El Kelaa des Sraghna

Figure 28: : Évolution des ressources et besoins en eau dans l'Amont T2.



Source : ORMVAH-subdivision El Kelaâ des Sraghna

1.3 Sud El Kelaâ :

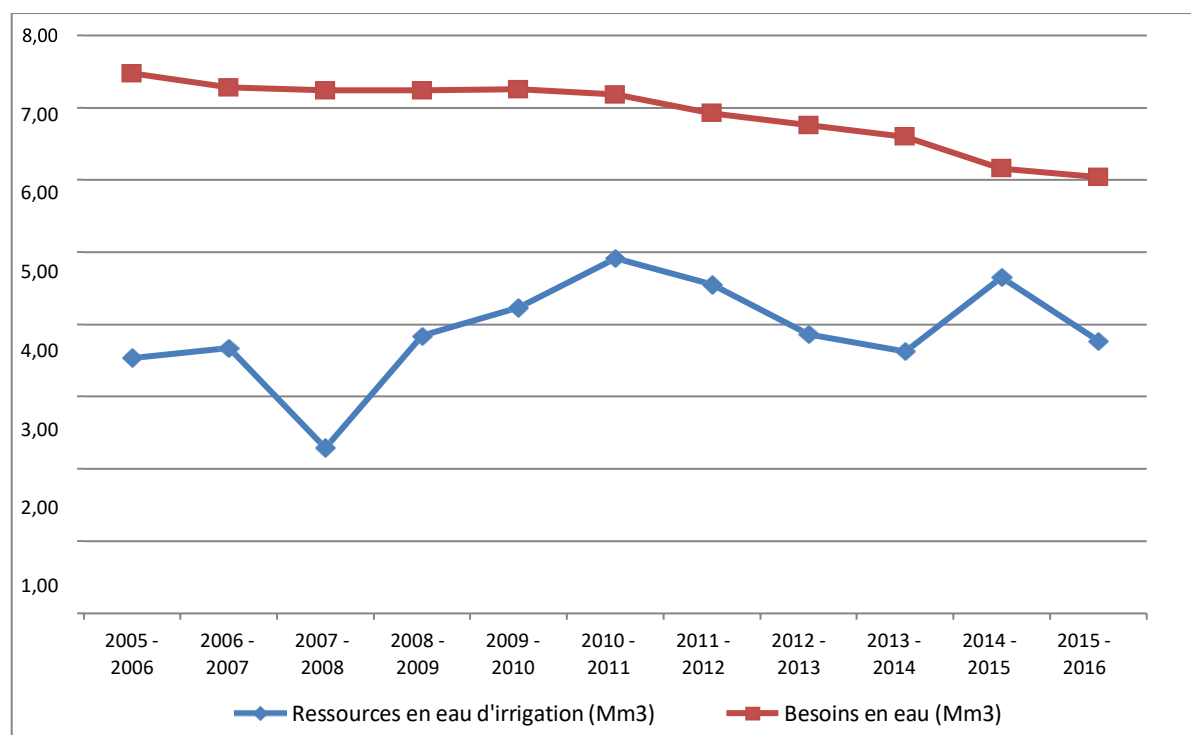
Dans le secteur « Sud El Kelaâ », le bilan entre les ressources et besoins en eau d'irrigation montre des résultats déficitaires sur l'ensemble des années sur lesquelles a porté la présente étude. Le déficit observé a connu tout de même, une légère baisse passant de 53 % (4 Mm³) à 38 % (2,3 Mm³) entre 2005 et 2016.

L'analyse fait du graphique ci-dessous montre qu'en dehors des années exceptionnelles (2007-2008 et 2012-2013), les dotations en eau du secteur sont restées quasi constantes. La raison de ce léger recul du déficit annuel des apports en eau par rapport aux besoins se trouve donc dans la tendance à la diminution des superficies cultivées dans le secteur depuis 2010, suite notamment à l'urbanisation croissante que connaît le secteur.

Tableau 29 : Évolution des ressources et des besoins en eau d'irrigation au niveau du sud El Kelaâ.

Sud El Kelaâ	Campagne agricole										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	— 2006	— 2007	— 2008	— 2009	— 2010	— 2011	— 2012	— 2013	— 2014	— 2015	— 2016
Ressources en eau d'irrigation (Mm3)	3,54	3,67	2,29	3,84	4,23	4,91	4,55	3,86	3,63	4,65	3,77
Besoins en eau (Mm3)	7,47	7,28	7,24	7,24	7,26	7,18	6,93	6,76	6,60	6,16	6,04
Bilan en Mm3	- 3,9	- 3,6	-5,0	- 3,4	- 3,0	- 2,3	- 2,4	- 2,9	- 3,0	-1,5	- 2,3
Déficit en Mm3	3,9	3,6	5,0	3,4	3,0	2,3	2,4	2,9	3,0	1,5	2,3
Déficit en %	53 %	50 %	68 %	47 %	42 %	32 %	34 %	43 %	45 %	24 %	38 %

Figure 29: : Évolution des ressources et besoins en eau dans le sud EL Kelaâ.



2. Les défaillances et difficultés liées à la gestion

2.1 La consommation de l'eau par rapport à sa facturation

Le processus de facturation :

La facturation des volumes consommés au niveau du périmètre de la Tassaout Aval se fait semestriellement par CMV et individuellement pour chaque agriculteur. Les opérations de facturation se font selon le calendrier suivant :

Tableau 30 : Calendrier de la facturation des volumes consommés.

Désignation	1 ^{er} Semestre	2 ^e Semestre
Période	De septembre à mars	D'avril à août
Emission des avis	1 ^{er} du mois de mai	1 ^{er} du mois d'octobre
Application des pénalités de retard	1 ^{er} du mois de juin	1 ^{er} du mois de novembre
Coupure de l'eau d'irrigation en cas de non-paiement	1 ^{er} du mois de juillet	1 ^{er} du mois de décembre

Source : ORMVA du Haouz – SGRID

Toutes ces opérations sont effectuées par le chargé de la « Section Facturation » et se font au niveau de chaque CMV.

Après l'achèvement de chaque tour d'eau, il est procédé à l'opération de facturation des volumes consommés selon le processus et le mode décrits ci-après :

- Recueil des listes des usagers validés à la fin de chaque tour d'eau par l'AUEA et les « Fassals » ;
- Saisie et sauvegarde des volumes réellement consommés par usager ;
- Validation et verrouillage du tour d'eau après vérification et établissement des récapitulatifs des volumes consommés par usager et des montants à payer ;
- Établissement des rôles semestriels des redevances d'eau d'irrigation et des avis aux agriculteurs ;
- Transfert à l'ABH des rôles des redevances d'utilisation du domaine public hydraulique pour l'irrigation ;
- Calcul de l'efficience de la facturation (volumes facturés par rapport à ceux distribués) qui se fait en coordination avec la « Section Exploitation » ;
- L'ORMVAH (siège) procède à la vérification et à l'impression des rôles semestriels des redevances d'eau d'irrigation qui serviront par la suite au recouvrement ;

- Les agents de distribution du CMV procèdent à la distribution des quittances — avis aux AUEA et à l'établissement de PV de réception des avis.

Le prix du mètre cube d'eau livré en tête de propriété est fixé par arrêté conjoint du ministère de l'Agriculture, de la Pêche maritime, du Développement rural et des Eaux et forêts, du ministère de l'Économie des finances, et de la Privatisation, du ministère du Tourisme et du Ministère de l'Équipement. Ce prix constitue un prix limité dit « taux d'équilibre ».

À l'échelle du périmètre de la Tassaout Aval, un coefficient de minoration de 80 % est appliqué au taux d'équilibre qui est de 0,30 DHHT/m³, tenant compte du fait que l'aménagement fait par l'État n'a pas touché le réseau de distribution de seguias en terre à l'intérieur des unités hydrauliques, en aval des prises d'irrigation.

Le prix du mètre cube d'eau ainsi adopté par l'ORMVA du Haouz à l'échelle de ce périmètre est donc de 0,24 DHHT/m³. Le taux de la redevance d'utilisation du domaine public hydraulique payé à l'ABH de l'Oum Er Rabia est de 0,02 DHHT/m³. Le tarif total, y compris 7 % de TVA, est par conséquent de 0,276 8 DHTTC/m³.

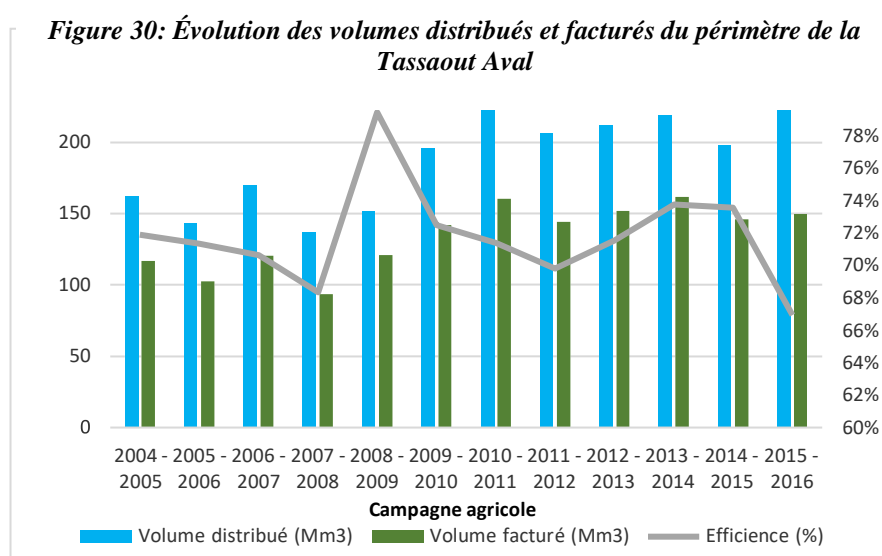
Irrégularité entre les volumes d'eau distribués et des volumes d'eau facturés

L'évolution des volumes d'eau d'irrigation livrés ou distribués aux secteurs du périmètre de la Tassaout Aval et des volumes facturés a été analysée sur la base de la série des données de la période s'étalant de 2004 à 2015. Les données de ces volumes à l'échelle du périmètre de la Tassaout Aval sont présentées dans le tableau 31 et la figure 30 ci-dessous.

Tableau 31 : Volumes distribués, volumes facturés et efficacités à l'échelle du périmètre.

Campagne agricole	Volume distribué (Mm ³)	Volume facturé (Mm ³)	Efficacité (%)
2004 — 2005	162,52	116,85	72 %
2005 — 2006	143,38	102,28	71 %
2006 — 2007	170,28	120,29	71 %
2007 — 2008	137,04	93,67	68 %
2008 — 2009	151,85	120,65	79 %
2009 — 2010	195,68	141,85	72 %
2010 — 2011	224,93	160,55	71 %
2011 — 2012	206,71	144,27	70 %
2012 — 2013	212,17	151,77	72 %
2013 — 2014	219,08	161,57	74 %
2014 — 2015	198,22	145,78	74 %
2015 — 2016	224,45	150,23	67 %
Moyenne	187,19	134,15	72 %

Source : ORMVA du Haouz – SGRID



À travers les données du tableau et le graphique ci-dessus, on remarque une irrégularité des volumes distribués et des volumes facturés au cours de cette période. Ceci découle principalement des changements climatiques au cours de ces dernières années, d'une part, et de l'irrégularité des dotations allouées à partir des barrages de l'autre part.

En effet, on constate qu'à partir de la campagne agricole 2010-2011, les volumes distribués ont enregistré une nette augmentation dépassant les 200 millions de m³ d'eau. Les volumes facturés ont suivi pratiquement la même tendance d'évolution que les volumes distribués.

Au cours de cette période, nous constatons qu'à l'échelle du périmètre de la Tassaout Aval, l'efficacité de la facturation oscille entre 67 et 79 % avec une moyenne de l'ordre de 72 %. Ainsi, les pertes d'eau le long du réseau d'irrigation sont estimées à environ 28 %.

2.2 Incidence de l'efficacité du réseau de distribution en terre :

La distribution de l'eau d'irrigation à l'intérieur des unités hydrauliques des secteurs du périmètre de la Tassaout aval se fait par le biais de réseaux de seguias en terre.

La distribution à l'intérieur des unités hydrauliques, à l'échelle de tout le périmètre, se fait de l'aval vers l'amont, autrement dit, la dernière exploitation sur le réseau bénéficie en premier du tour d'eau, et celle en tête du réseau est desservie en dernier.

Ainsi, on note que ce mode de distribution d'eau nécessite un temps de transit, appelé « Jarra », pour faire véhiculer l'eau d'irrigation depuis les prises sur les canaux de distribution jusqu'aux terres irriguées en aval des unités hydrauliques.

Ce temps de transit est relativement important, et représente un temps perdu dans le tour d'eau d'irrigation. En outre, il a pour conséquence d'allonger le temps du tour d'eau et de sa rotation, et parfois, certains usagers ne sont pas desservis.

À titre d'illustration, l'exemple présenté ci-dessous dresse une évaluation du temps de transit par secteur pour un tour d'eau. Celui-ci s'élève à 10 563 heures à l'échelle de tout le périmètre de la Tassaout Aval, soit environ 9 % du temps total d'irrigation.

Tableau 32 : Volumes distribués, volumes facturés et efficiences à l'échelle du périmètre.

Secteur	Temps prévisionnel net d'irrigation (Heure)	Temps de transit (Heure)
Amont T2	19 195	1 553
Sud El Kelaâ	3 192	99
Rive droite	43 796	3 007
Rive gauche	19 499	1 970
Nord El Kelaâ	35 318	3 934
Total	121 000	10 563

Source : ORMVA du Haouz – Subdivision d'El Kelaâ des Sraghna

Compte tenu de l'état des seguias en terre, l'efficience du réseau de distribution des seguias en terre a été estimée à environ 60 %. De ce fait, les volumes perdus correspondant à un tour d'eau, sont de l'ordre de 8,7 Mm³, soit une perte de 87 Mm³ pour la totalité de la campagne agricole 2015-2016. Ces volumes perdus correspondent à un montant qui s'élève à environ 24,2 millions de DH TTC. Le tableau ci-après présent, par secteur, les volumes et les montants correspondants aux manques à gagner du fait de l'utilisation du réseau de distribution des seguias en terre.

Tableau 33 : Incidence de l'utilisation du réseau de distribution de seguias en terre.

Secteur	Volume d'irrigation théorique (m3)	Volume perdu correspondant à l'efficience (m3)	Incidence		
			Montant redevance/Tour d'eau (DHTTC)	Nb de tours d'eau par CA	Montant global redevance (DHTTC)
Amont T2	2 350 480	940 192	260 245	10	2 602 452
Sud El Kelaâ	435 574	174 230	48 227		482 267
Rive droite	8 211 993	3 284 797	909 232		9 092 319
Rive gauche	3 773 475	1 509 390	417 799		4 177 992
Nord El Kelaâ	7 086 579	2 834 632	784 626		7 846 260
Total	21 858 102	8 743 241	2 420 129		24 201 290

Source : ORMVA du Haouz – Subdivision d'El Kelaâ des Sraghna

L'agent de facturation rencontre des difficultés lors de la vérification des données de facturation remises par les « Fassals » qui sont souvent différentes des tours d'eau établies initialement. De plus, un seul agent est chargé de l'opération de facturation des volumes d'eau consommés, au niveau de la subdivision d'El Kelaâ des Sraghna qui traite les données de tous les CMV.

3. Les contraintes foncières :

3.1 Présentation des différentes structures foncières

L'une des caractéristiques de l'agriculture au Maroc en général et qui figure aussi la Tassaout Aval, relative à la structure du foncier, est la diversité des statuts fonciers avec prédominance du statut collectif. Ces statuts fonciers sont classés au Maroc selon cinq catégories :

Le Melk :

Correspond aux terres privées, dont la propriété individuelle est garantie, les agriculteurs peuvent les investir. En effet, le mot « Melk » désigne la propriété privée, par opposition à la propriété collective (de la jema'a), et à la propriété de l'État (makhzen). On peut distinguer la propriété immobilière immatriculée (Procédure instaurée sous le protectorat) de celle qui ne l'est pas.

Il existe dans les zones Melk des pôles d'intensification favorisés par un faible morcellement des terres et un regroupement parcellaire. Les exploitations y sont alors généralement de grandes tailles contrairement aux terres Guich.

Le Guiche :

Il est formé de terres, à l'origine domaniale, distribuée précédemment aux soldats ayant terminé le service militaire, comme récompenses et placé actuellement sous la tutelle du ministère de l'Intérieur. Elles ont théoriquement pour origine des terres d'apanage dont l'usufruit était accordé à certaines tribus par le sultan en échange de la fourniture de contingents militaires. La distribution interne des terres et des eaux y a été organisée de manière autoritaire et militaire.

D'après des observateurs contemporains, depuis un certain nombre d'années, la sécurisation du statut de ces terres a encouragé leurs exploitants à y réaliser des investissements, et notamment des plantations.

Les usufructiers de terres guich n'ont théoriquement pas le droit de céder leurs terres. Ils détournent cependant cette règle en en cédant l'usufruit. La plupart des exploitations observées sur terres guich sont de petites tailles, inférieures à 10 hectares, et le droit d'eau y est lié à la terre. Les aménageurs hydrauliques, très gênés par ces caractéristiques, ont généralement affecté sur les zones de petites propriétés guich une borne à un nombre considérable d'usagers, leur laissant le « soin de se débrouiller » pour la répartition interne de l'eau, ou se sont contentés de réalimenter des seguias, sans faire pénétrer l'aménagement dans le secteur de micropropriété.

Le collectif :

Le collectif est toute terre agricole dont la gestion est assurée par une communauté rurale. Les propriétaires ne peuvent pas faire le développement de ces terres.

Elles relèvent pour leur gestion de la jema'a qui en répartit la jouissance entre ses membres, jouissance provisoire puisqu'une redistribution peut être effectuée quand la composition de la jema'a change (notamment quand des jeunes accèdent au statut de membre de la jema'a). Cette redistribution concernerait cependant les terres non mises en valeur, les terres ayant été mises en valeur par leur attributaire leur étant concédé en jouissance individuelle perpétuelle.

Le domanial :

C'est un domaine public géré par le gouvernement. Les anciennes fermes d'État, telles que la SODEA et la SOGETA, les coopératives de la réforme agraire encadrées par l'ORMVAH appartiennent à cette catégorie.

Les terres gérées par la SODEA sont des terres de colonisation récupérées par des entreprises d'État comme la SODEA et sont consacrées à l'agriculture intensive (oliviers et agrumes). Ces exploitations commencent à diversifier leurs spéculations en introduisant du maraîchage et du blé tendre (un cas observé). La gestion de la SODEA est centralisée et elle emploie de la main-d'œuvre salariée avec un équipement d'irrigation important.

Les coopératives de réforme agraire, quant à eux, sont des structures créées vers les années 1970. Dans le cas observé, chaque membre dispose d'une portion de terre qu'il exploite et il existe une parcelle collective gérée par la coopérative. Ce système d'appropriation foncière a généralement permis aux attributaires de se tourner très tôt vers la polyculture relativement intensive, à base de céréales, maraîchage, fourrages et arboriculture.

Les Habous : ce sont des terrains sous la tutelle du ministère des Habous et des Affaires islamiques.

3.2 Les difficultés de mise en valeur agricole liées à la structure foncière de la Tassaout aval

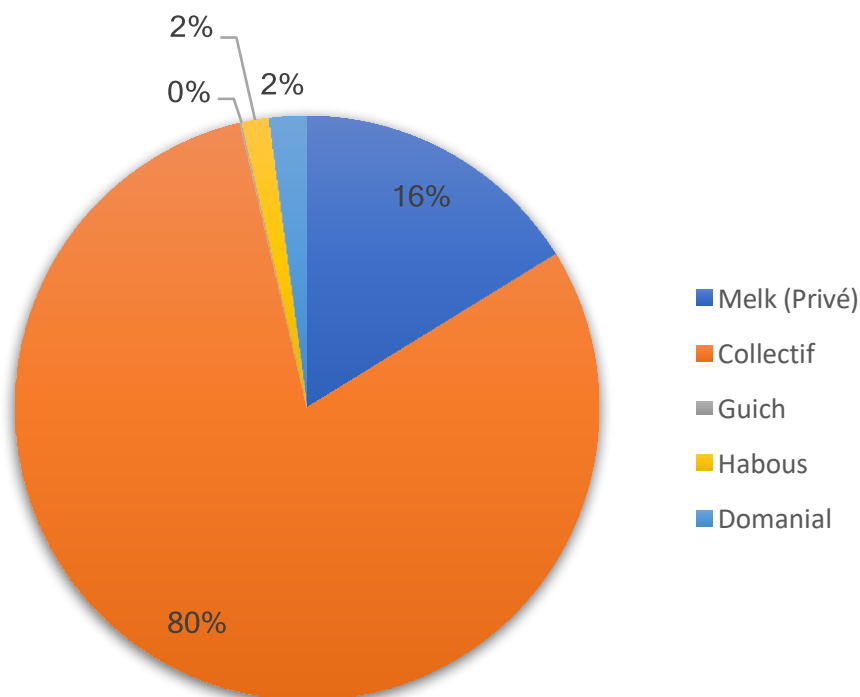
La répartition du statut des structures foncières dans le bassin de ne fis, par une prépondérance des structures Melk, Domanial et Guich, est donnée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 34 : Statut des structures foncières dans la Tassaout Aval

Statut des terres	Nombre des terres en ha	% par rapport à la superficie de la TA
Melk (privé)	57 756	16 %
Collectif	279 018	79 %
Guich	437	0.1%
Habous	5470	1,5 %
Domanial	8385	2 %

La structure foncière au niveau dans la zone de la Tassaout Aval se caractérise par la dominance du statut collectif, une faiblesse de la superficie des exploitations agricoles et leur morcellement avec une prédominance des propriétés de petites tailles inférieures à 5 Ha.

Figure 31 : Statut des structures foncières dans la Tassaout Aval.



Source : ORMVAH-subdivision El Kelaa des Sraghna

En s'exprimant en chiffre, sur 37 172 ha des terres exploitées en agriculture dans les secteurs irrigués de la Tassaout Aval, les exploitations inférieures à 5 ha représentent 68 % par rapport à la totalité des exploitations. Tandis que celles supérieures à 5 ha représentent 32 % du nombre d'exploitations. La répartition des tailles des exploitations dans la Tassaout Aval est récapitulée dans le tableau qui suit :

Tableau 35 : Répartition des tailles des exploitations dans la Tassaout Aval

Taille des exploitations	% par rapport à la superficie
0 – 5 ha	68 %
Supérieur à 5 ha	32 %

Source : ORMVAH

Ce qui ne favorise pas une bonne mise en valeur des terres par la faiblesse des infrastructures et l'insuffisance des investissements publics et privés. En effet, le sentiment d'instabilité ne permet pas aux agriculteurs d'engager des investissements pour le développement des propriétés.

Planche 1: Exemple de parcelles agricoles exploitées.



Commentaire planche 1 : La planche représente quelques exploitations agricoles dans la Tassaout Aval. L'olivier est la culture la plus dominante.

Conclusion :

La zone d'étude présente de vraies opportunités de développement agricole, mais se trouve face à plusieurs contraintes qui entravent la mise en valeur agricole : on assiste à des disparités spatiales en termes d'allocation de l'eau au long du périmètre de la Tassaout Aval, des défaillances en termes de gestion de la ressource en eau, et des contraintes liées au foncier.

Ce que nous pouvons retenir de façon générale des éléments exposés sur le chapitre courant est :

- Le statut foncier collectif qui domine au long de la zone, caractérisé par le micro parcellaire n'ayant pas fait l'objet de remembrement au moment de l'aménagement, constitue un véritable frein à la mise en valeur agricole
- Une croissance accrue des besoins en eau face à raréfaction simultanée
- L'inexistence de l'aménagement du réseau de distribution de seguias en terre à l'intérieur des unités hydrauliques ;
- La structure complexe du réseau des seguias en terre traditionnel, avec une architecture marquée par une ramification dense, irrégulière et des dimensions non adaptées ;
- L'absence de plans et états parcellaires actualisés et fiables, ce qui complique la distribution et la gestion des transactions ;
- Les pertes d'eau importantes enregistrées dans l'ensemble des réseaux d'irrigation
- Le problème d'envasement des canaux et de développement des algues, qui impacte la section de passage du débit de transit et complique les opérations d'entretien.
- Les vols d'eau le long du réseau d'adduction des différents secteurs du périmètre

Conclusion, partie II :

À l'issue de la présente analyse, il ressort que la mise en valeur agricole du périmètre Tassaout Aval connaît une évolution marquée au fil des années. En ce qui concerne son assolement, l'ordre d'importance des différentes cultures qui le compose a changé ces dernières années. En effet, on pouvait y noter une dominance de la céréaliculture qui représentait jusqu'en 2012 entre 50 et 60 % des superficies cultivées du périmètre, contre 30 % pour les plantations et seulement 10 % de cultures fourragères. Les céréales y sont destinées essentiellement à l'alimentation du bétail, à l'autoconsommation et en dernier lieu à la commercialisation sur les marchés locaux. À partir de 2013, les cultures arboricoles, dont l'oléiculture, principalement ont commencé par connaître un développement fulgurant dans le périmètre au détriment des cultures céréalières, en raison de leur faible niveau de valorisation de l'eau d'irrigation.

Cette dynamique du développement des plantations s'est traduite par une augmentation des superficies assolées par rapport au SAU disponible et inexorablement par une augmentation des besoins en eau du périmètre (passant de 102 Mm³ en 2005 à 149 Mm³ en 2016). Il en résulte par ailleurs une situation de déficit structurel entre les ressources et les besoins en eau du périmètre. Un déficit qui a atteint un niveau de 35 % et 46 % en 2015 et 2016, soit un besoin en eau d'irrigation non couvert, respectivement de 77,5 Mm³ et 127,5 Mm³ par an.

Considérant le fait qu'un déficit en eau de l'ordre de 40 % à 50 % se traduit par une baisse de rendement des cultures respectivement de 20 % à 40 %, force est de reconnaître que la chute de la productivité agricole dans le périmètre reste inévitable si les tendances actuelles venaient à perdurer. Sur ce, une mobilisation supplémentaire des ressources en eau à destination du périmètre serait nécessaire. Mais cette situation pourrait s'avérer infructueuse si aucune mesure n'est prise pour limiter l'extension des plantations et donc l'augmentation des besoins en eau. Il y a lieu de mentionner, toutefois, que la mise en œuvre des projets de reconversion collective en irrigation localisée dans quelques secteurs de la Tassaout Aval sur une superficie d'environ 16 750 ha devrait permettre une économie substantielle de l'eau d'irrigation, et par suite, contribuer à résorber les déficits entre les Ressources et les besoins en eau que connaissent actuellement les différents secteurs de la Tassaout Aval.

Partie III :

**Les perspectives du développement agricole dans un contexte demigration :
réussir une adaptation par les innovations technologiques.**

Introduction :

Depuis plusieurs décennies, le Maroc connaît des crises climatiques sévères caractérisées par un déficit pluviométrique ponctué de quelques années à pluviométrie normale ou excédentaire. En agriculture, il s'est traduit par une chute de la production agricole avec pour corollaire les récurrents épisodes de sécheresse et de la pauvreté des populations rurales. Les grandes sécheresses des années 1970 et 1980 restent encore dans la mémoire des populations comme un exemple frappant du rôle crucial que joue le climat dans la région. Dans la Tassaout aval, la rupture climatique des années 2000 avec celles de 1970 et 1980 s'observe dans le déficit pluviométrique annuel, mais aussi la tendance à la diminution significative du nombre de jours pluvieux perdure. Sur l'ensemble de la région, la contraction de la longueur de la saison des pluies et la fréquence des poches de sécheresse se sont amplifiées. La mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluviométrie sape parfois la production agricole et par ricochet la sécurité alimentaire de la région. Afin d'atténuer les effets néfastes du changement climatique en agriculture, les chercheurs et communautés scientifiques ont amorcé leurs efforts afin de développer et mettre en œuvre diverses stratégies d'adaptation.

Au niveau des exploitations agricoles, on a eu recours aux techniques de conservation et utilisation optimale des ressources telles que les eaux et des sols, à la diversification des cultures, à l'aménagement des bas-fonds et aux prévisions saisonnières, à travers de nouveaux moyens technologiques plus sophistiqués et efficaces. L'innovation dans les pratiques agricoles est nécessaire pour la mise en place des stratégies innovantes qui intègrent les réponses endogènes, scientifiques et techniques pour atténuer les épisodes des poches de sécheresse et accroître la production.

Une autre stratégie d'adaptation qui répond aux aléas climatiques, est la migration. Depuis l'exacerbation de la sécheresse au Maroc, un mouvement migratoire de grande ampleur a été enregistré en direction de l'Italie. Par ailleurs, l'objectif de cette partie est de comprendre les perspectives et les facteurs engendrant ces mouvements migratoires. Pour ce faire, nous allons dresser le profil migratoire marocain afin d'expliquer le lien entre le changement climatique, l'agriculture et la migration. De plus, nous allons comprendre comment la migration prévient les répercussions du changement climatique sur la population de la Tassaout Aval et identifier le rôle des politiques publiques dans la gestion de la migration dans le contexte du changement climatique.

Chapitre 1 : Les innovations agricoles et la vulnérabilité au changement climatique : les éléments conceptuels

Introduction :

Des efforts concertés ont été déployés à l'échelle internationale pour explorer les impacts du changement climatique sur l'agriculture ainsi que les moyens de subsistance du ménage, la demande alimentaire et les chaînes d'approvisionnement. Cela a renforcé la nécessité d'adopter la notion d'agriculture intelligente (AI) face aux aléas climatiques. La FAO présume que l'agriculture intelligente est un outil efficace qui intègre les sphères socio-économiques et écologiques à l'environnement politique et d'investissement afin de parvenir à un développement durable. Elle présente également un effet triple gagnant, qui vise à améliorer la résilience agricole durable au changement climatique tout en garantissant la sécurité alimentaire en tant que tampon pour les moyens de subsistance. Ce chapitre vise à mettre en exergue le lien entre le changement climatique et la genèse des innovations agricoles dans les exploitations. Il aborde notamment les concepts relatifs aux innovations agricoles et les approches d'analyse des facteurs de leur adoption par les agriculteurs. Et il expose dans un troisième titre un diagnostic théorique et expérimental de l'agriculture intelligente.

1. Le lien entre innovation agricole et changement climatique :

1.1 Retour sur le concept d'innovation

Les premiers théoriciens économistes, et à leur tête Schumpeter¹, assimilent l'innovation à la combinaison nouvelle de facteurs de production qui se traduit par la confection d'un nouveau produit, une nouvelle manière de produire, ou l'accès à de nouvelles ressources. Le concept d'innovation s'est étendu par la suite aux autres disciplines, notamment les sciences sociales et est devenu polysémique au sein et entre elles. Dans la littérature, les différentes théories et approches avancées dudit concept sont caractérisées par une différenciation du cadre conceptuel, chacune dans son cadre disciplinaire respectif. Cependant, depuis les années 1970, Godin² impose une vision et une conception plus économiques du concept, en considérant l'innovation technologique comme l'objet de systèmes nationaux de soutien et plus une invention commercialisée. L'innovation est aperçue comme un outil nécessaire permettant à l'Homme de s'adapter aux changements permanents de sa société et non de les subir³.

L'innovation en agriculture signifie « *une introduction d'une pratique agricole nouvelle, parfois une modification d'une pratique traditionnelle, plus rarement l'adoption d'un comportement socio-économique nouveau* »⁴. Elle peut désigner également une nouvelle méthode, idée ou technique qui permet d'accroître la productivité et le revenu agricole. Elle consiste en la modification de pratiques agricoles antérieures qui sont des inventions déjà vulgarisées auprès des agriculteurs. L'innovation agricole est ainsi la mise en pratique d'une les inventions des agriculteurs et des sociétés rurales (chercheurs, acteurs de développement...).

Par ailleurs, l'innovation est composite. En effet, elle peut être à la fois de nature technique, institutionnelle, mais aussi organisationnelle. En général, toute innovation technique va le plus souvent de pair avec une innovation organisationnelle et/ou institutionnelle.

Les conditions nécessaires pour faciliter l'accès de paysans aux innovations agricoles sont : les approches participatives, ou ce que l'on appelle la co-innovation. Il s'agit des partenariats entre les

¹ Joseph Schumpeter (1883-1935) économiste et professeur en science politique autrichienne naturalisée américain, connu pour ses théories sur les fluctuations économiques, la destruction créatrice et l'innovation.

² Godin, « National innovation system ».

³ Conrard, *Osons !*

⁴ Chantran, *La vulgarisation agricole en Afrique et à Madagascar (propos d'un agronome formateur)*.

producteurs agricoles et leurs organisations, la stimulation de synergies entre les sources formelles et informelles de connaissance et d'innovation et l'accès au financement et au crédit.

Les interrelations complexes entre les acteurs des innovations agricoles ont amené la recherche à proposer le concept de système d'innovation pour mieux appréhender les dynamiques d'innovations. Le système d'innovation est un réseau d'organisations, d'acteurs et d'individus produisant de nouveaux produits, de nouveaux processus, ou de nouvelles formes d'organisation mises en œuvre dans des activités économiques, et incluant les institutions et les politiques qui affectent leurs comportements et leurs performances.¹ Le concept de système d'innovation agricole permet d'appréhender le rôle des différents acteurs de l'innovation, la nature et les caractéristiques de leurs interactions et les institutions officielles et informelles qui structurent le processus de diffusion des innovations.

1.2 Innovation agricole et vulnérabilité au changement climatique

Partout dans le monde, les effets persistants du changement climatique se manifestant par des périodes de sécheresse, des crues soudaines et des vagues de chaleur ont eu un impact direct ou indirect sur les moyens de subsistance et le développement socio-économique. L'Afrique est signalée comme étant le continent le plus gravement confronté au changement climatique. Ses effets enfraignent considérablement la production agricole et affectent les sphères de survie des moyens de subsistance agraires. La situation s'aggrave surtout pour les communautés rurales de petits exploitants agricoles dont la seule source de revenus est l'agriculture.

Les effets du changement climatique sur les moyens de subsistance sont complexes à évaluer précisément en raison des facteurs socio-économiques et sociopolitiques entrelacés qui facilitent le fonctionnement des structures de moyens de subsistance conjugués à la dynamique des multiples variations climatiques. En effet, il a été indiqué que des aspects tels que le sexe, les niveaux d'éducation, la santé et l'état matrimonial, les vocations culturelles influencent de manière disproportionnée la vulnérabilité des personnes et des ménages au changement climatique. En d'autres termes, la vulnérabilité au changement climatique est essentiellement fonction de l'exposition, de la sensibilité et de la capacité d'adaptation.

Dans un tel contexte, il est communément admis que l'innovation est cruciale pour relever le défi de l'adaptation au changement climatique afin d'assurer la sécurité alimentaire et accroître le revenu des agriculteurs.

¹ Banque Mondiale, *Enhancing Agricultural Innovation*.

En outre, on ne se contente pas uniquement du côté technologique de l'innovation. Plusieurs auteurs ont montré que les effets néfastes de la variabilité et du changement climatique sur la production agricole stimulent non seulement les innovations technologiques et organisationnelles, mais aussi institutionnelles en agriculture. Les innovations sont considérées comme des stratégies d'adaptation élaborées et mises en œuvre par les institutions internationales, les organisations régionales, les gouvernements et les acteurs locaux, notamment les agriculteurs et les organisations non gouvernementales pour atténuer la vulnérabilité aux changements climatiques afin d'accroître la production agricole.

La recherche et le transfert des technologies innovantes sont les facteurs principaux de la sécurisation alimentaire durable et de l'éradication de la faim et de la pauvreté. Les innovations technologiques adoptées par les agriculteurs sont les techniques de conservation des eaux et des sols, l'association agriculture-élevage, l'utilisation des variétés améliorées et la pratique de l'irrigation.

La vulgarisation de ces innovations reçoit l'appui de plusieurs partenaires parmi lesquels figurent les ONG, les centres de recherches, les agents des services agricoles de l'État. L'ensemble des actions de vulgarisation est inscrit dans un plan national d'adaptation au changement climatique au niveau de chaque pays¹. Au niveau mondial, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a été établi en 1988 par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (GIEC, 2007). D'une manière générale, il est chargé d'évaluer les informations scientifiques relatives aux changements climatiques, de mesurer les conséquences environnementales et socio-économiques de ce changement et de formuler des stratégies.

¹ Au Maroc : La politique du changement climatique marocaine (PCCM)

1.3 Processus d'innovation en agriculture :

1.3.1 L'innovation entre adoption et diffusion

Il y a souvent un intervalle important entre le moment où une innovation est développée et disponible sur le marché, et le moment où elle est largement utilisée par les producteurs. L'adoption et la diffusion sont les processus régissant l'utilisation des innovations. Les études sur le comportement d'adoption mettent l'accent sur les facteurs qui affectent si et quand un individu particulier commencera à utiliser une innovation. Les mesures d'adoption peuvent indiquer à la fois le moment et l'étendue de l'utilisation des nouvelles technologies par les individus. Le comportement d'adoption peut être représenté soit par une variable discrète, d'utiliser ou non une innovation, ou par une variable continue qui indique dans quelle mesure une innovation divisible est utilisée.

En outre, la diffusion peut être interprétée comme une adoption globale. Les études de diffusion dépeignent une innovation qui pénètre son marché potentiel. Comme pour l'adoption, il peut y avoir plusieurs indicateurs de diffusion d'une technologie spécifique. Par exemple, une mesure de diffusion peut être le pourcentage de la population agricole qui adopte de nouvelles innovations, comme elle peut être la part des terres dans la superficie totale sur laquelle les innovations peuvent être utilisées. Ces deux indicateurs de diffusion peuvent bien véhiculer une image différente. Dans les pays en développement, 25 % des agriculteurs peuvent posséder ou utiliser un tracteur sur leurs terres. Pourtant, dans les grandes exploitations, les tracteurs seront utilisés sur environ 90 % des terres. S'il est utile d'utiliser le terme « adoption » pour décrire le comportement individuel à l'égard d'une nouvelle innovation et « diffusion » pour décrire le comportement global, dans les cas de technologie divisible, certains économistes ont tendance à faire la distinction entre la diffusion intra organisation et l'inter organisation. Les études intra organisation peuvent étudier le pourcentage de terres d'un agriculteur où l'irrigation au goutte-à-goutte est utilisée, tandis que les études d'inter organisation de diffusion examineront le pourcentage de terres consacrées au coton qui sont irriguées avec des systèmes de goutte-à-goutte.¹

¹ Sunding et Zilberman, « Chapter 4 The Agricultural Innovation Process ».

La courbe de diffusion en S :

Les sociologues ruraux étaient les premiers à entreprendre des études sur les comportements d'adoption et de diffusion et à leur tête Rogers¹ (1962) qui a mené des études sur la diffusion du maïs hybride dans l'Iowa et a comparé les taux de diffusion de différents comtés. Lui et Shoemaker à la suite de nombreuses expériences sur le terrain ont découvert que dans la plupart des comtés, la diffusion était une fonction du temps en forme de S et s'illustre ainsi comme une courbe débutant par une phase de découverte de l'innovation adoptée, suivie par une phase de décollage (ou de croissance) et se termine par un déclin qui fait tourner la courbe vers le bas.

Au-delà du temps, de nombreuses études de sociologues ruraux ont souligné l'importance de la distance dans les comportements d'adoption et de diffusion. Ils ont constaté que les régions qui étaient plus éloignées d'un point focal (par exemple, les grandes villes de l'État) avaient un taux de diffusion plus faible dans la plupart des périodes. Ainsi, l'accent a été mis sur la diffusion en tant que phénomène géographique.

La diffusion comme processus d'imitation :

Mansfield considérait la diffusion comme un processus d'imitation dans lequel les contacts avec les autres conduisent à la diffusion de la technologie. Il a considéré le cas d'une industrie avec des producteurs identiques. Les théoriciens ont développé cette conception et ont élargi la modélisation des processus de diffusion de la technologie en incorporant divers facteurs d'apprentissage et en séparant les entreprises qui sont des apprenants internes (innovateurs) de celles qui sont des apprenantes externes (imitateurs). Cet ensemble d'éléments fournit une base très solide pour l'estimation de données empiriques de séries chronologiques sur les niveaux d'adoption agrégés. Cependant, il ne repose pas sur une compréhension explicite de la prise de décision par les entreprises individuelles. Cette critique a conduit à l'émergence d'un modèle alternatif d'adoption et de diffusion, le modèle du seuil.

Le modèle de seuil :

Les modèles de seuil de diffusion de la technologie supposent que les producteurs sont hétérogènes et poursuivent un comportement de maximisation de profit ou de satisfaction.

Le modèle de seuil a été introduit par Paul David (1969) pour expliquer l'adoption des machines de récolte de céréales aux États-Unis au XIXe siècle. Il a fait valoir que la principale source d'hétérogénéité entre les agriculteurs était la taille de la ferme et il a dérivé la taille minimale de la

¹ Everett Rogers (1931-2004), sociologue et statisticien américain célèbre pour sa théorie de la diffusion des innovations, développée dans son livre *Diffusion of Innovations*, dont la première édition remonte à 1962

ferme requise pour l'adoption de diverses pièces d'équipement. Olmstead et Rhode (1993) examinent des documents historiques qui montrent que, dans de nombreux cas, des fermes beaucoup plus petites ont adopté certaines des nouvelles machines parce que les agriculteurs ont coopéré et acheté conjointement du matériel de récolte¹.

Les considérations géographiques :

Une grande partie des théories en sciences sociales sur l'innovation, et plus particulièrement les travaux de Rogers, met l'accent sur le rôle de la distance et de la géographie dans l'adoption de la technologie. Les producteurs situés plus loin d'un centre régional sont susceptibles d'adopter les technologies plus tard. Ce modèle va en cohérence avec les résultats des modèles de seuil. En effet, l'apprentissage initial et la mise en place d'une nouvelle technologie peuvent entraîner des coûts de déplacement et de transport importants, et ces coûts augmentent au fur et à mesure que la distance augmente.

La géographie pose deux barrières à l'adoption : la variabilité climatique et la distance. Il est plus difficile d'adopter des technologies sous différentes latitudes et dans des conditions écologiques variables surtout dans les pays en développement. La réduction des coûts de transport, notamment à travers l'investissement dans les infrastructures, pourra faciliter l'accélération de l'adoption. L'obstacle posé par la distance est susceptible d'être diminué parallèlement avec la diffusion des technologies de communication sans fil.

Plusieurs acteurs ont plaidé et investi considérablement pour le développement et le renforcement de la recherche publique dans l'idée de créer et de diffuser une panoplie d'innovations en vue d'accroître la production agricole face au changement climatique. Le modèle d'innovation sous-jacent était linéaire. Dans un tel modèle, les chercheurs produisent et utilisent des connaissances pour générer les nouvelles technologies qui sont ensuite diffusées par les conseillers agricoles auprès des agriculteurs potentiellement intéressés.

Pour encourager les agriculteurs à adopter ces innovations, les spécialistes et conseillers agricoles leur fournissent une assistance sous forme de conseils, de crédits, formations, etc. Il existe donc une relation directe de cause à effet entre la recherche agricole, le développement des techniques et leur diffusion et, en bout de chaîne, leur adoption par les paysans, qui induit des répercussions et des impacts d'ordre économique et social.

Toutefois, ce modèle de diffusion directe des techniques a fait l'objet de critiques. Roling et Engel soulignent que cette approche ne permet pas d'appréhender l'origine, la nature et la dynamique de

¹ Sunding et Zilberman, « Chapter 4 The Agricultural Innovation Process ».

la plupart des processus d'innovation, en particulier dans le contexte des pays en développement. Hall, ajoute, de sa part, qu'il n'accorde pas suffisamment d'attention aux questions de répartition ou d'équité en matière d'innovation. Le succès limité de l'approche diffusionniste linéaire de l'innovation, ainsi que l'expérience et les leçons accumulées sur la manière dont les innovations adviennent dans la pratique, ont suscité l'émergence et, surtout, l'adoption et la mise en œuvre progressive d'approches s'inspirant du concept de système d'innovation.

1.3.2 Systèmes d'innovation agricole :

Initialement utilisé dans le cadre du développement des technologies dans les économies développées, le concept de système d'innovation a été ensuite appliqué au secteur agricole, tant dans les pays développés que dans les pays en voie de développement.¹

D'une manière générale, les systèmes d'innovation agricole (SIA) émanent d'une interaction dynamique et ouverte entre de nombreux acteurs qui interviennent dans la production, la transformation, le conditionnement, la distribution et la consommation ou l'utilisation des produits de l'agriculture ; ce qui permet de tirer profit des connaissances disponibles les plus appropriées. La participation de la recherche, des services de conseil agricole et de l'enseignement est habituellement nécessaire, mais pas suffisante pour apporter aux agriculteurs les savoirs, les technologies et les services dont ils ont besoin (OCDE, 2013). Outre de robustes capacités en matière de recherche-développement, l'échange de connaissances entre acteurs, la capacité à innover va de pair avec l'action collective, les mesures incitatives et les ressources disponibles pour forger les partenariats et l'existence de conditions qui autorisent les agriculteurs et les chercheurs à faire usage des innovations (World Bank, 2012).

Les SIA permettent de disposer d'un cadre élargi permettant de multiplier les manières d'appréhender l'innovation agricole comparativement aux approches et paradigmes antérieurs. Contrairement au paradigme linéaire, il ne se concentre ni étroitement ni prioritairement sur l'aspect de l'offre en innovation (la fameuse *technologie full*), ni non plus sur l'aspect de la demande (*technology push*), mais prend plutôt en considération les initiatives provenant de l'ensemble des acteurs et parties prenantes, qu'il s'agisse d'individus ou d'institutions, de concepteurs ou d'utilisateurs, qu'ils appartiennent au secteur public ou privé. Il tient également compte des connaissances, des compétences et des attitudes de chacun de ces acteurs, qu'elles contribuent positivement à l'innovation ou, parfois, qu'elles s'y opposent. Il accorde aussi une attention

¹ Banque Mondiale, *Enhancing Agricultural Innovation*.

soutenue aux interactions de coordination, de gouvernance et d'intermédiation. Il met en évidence les relations cruciales qui existent entre le processus d'innovation et le contexte socio-économique dans lequel il s'inscrit, ce qui comprend les aspects de contexte, qui sont fondamentaux. L'analyse des facteurs d'adoption et de diffusion des innovations agricoles est essentiellement basée sur les approches psychosociologiques et socio-économiques.

2. L'agriculture intelligente : l'innovation technologique au service du développement agricole

2.1 Comprendre l'agriculture intelligente (AI)

Au cours de la dernière décennie, les chercheurs et scientifiques ont favorisé l'émergence de « vision intelligente » où le mot « intelligent » signifie intégrer, facile, rapide technologiquement, économiquement, politiquement et culturellement durable à travers une convergence des disciplines dans le processus de décision et de résolution de problèmes.

Le meilleur exemple qui expose le principe de cette vision est la « Smart City » ou la ville intelligente. Au niveau de l'agriculture, le principe est tout simplement de transférer ce qui est déjà réalisé dans la ville intelligente à l'agriculture : introduire un ensemble de méthodologies innovantes et de technologies connectées dans le but d'optimiser les intrants agronomiques et améliorer leur efficacité pour une production et une rentabilité durable.

2.1.1 Qu'est-ce qu'une agriculture intelligente ?

Le terme « Smart Farming » ou l'agriculture intelligente (AI) est reporté sur l'application « Intelligente » des technologies de l'information et la communication ou ce qu'on appelle l'internet des objets IoT (Internet of Thing). L'objectif est d'assurer de bonnes décisions opérationnelles à court terme, et celles stratégiques au moyen et long terme.

En d'autres termes, l'agriculture intelligente est une technique qui permet à la gestion des terres et des cultures d'augmenter la productivité agricole, de minimiser les dommages environnementaux grâce à une utilisation plus économique des ressources et de façon « intelligente » grâce à l'utilisation de systèmes d'information et de contrôle avancés. Il s'agit d'abandonner la production classique et de mettre en place une approche variable inhomogène. L'objectif principal est d'utiliser les intrants appliqués dans la production agricole en quantité, ou quand cela est nécessaire. L'agriculture intelligente est une technologie de production agricole moderne basée sur l'intervention à faire en termes d'exigences spatiales et temporelles.

2.1.2 L'agriculture de précision : une forme d'agriculture intelligente.

L'agriculture intelligente couvre globalement trois thèmes principaux : les systèmes d'information de gestion agricole (FMIS), l'agriculture de précision (PA) et l'automatisation et la robotique dans le secteur agricole.

L'agriculture de précision a pour objectif principal de gérer la variabilité intra champs existant dans la majorité des champs agricoles. Elle consiste à l'optimisation des quantités d'intrants agricoles tels que les engrais, le fumier, l'eau de l'irrigation... et les appliquer au bon moment dans le bon endroit en utilisant des techniques avancées de modélisation, d'exploration et de contrôle.

La mise en œuvre de l'agriculture de précision dans le secteur de la production végétale est dépendante de la mesure et de la cartographie de la variabilité spatiale et temporel intra champ. Cette mesure se réalise généralement à travers deux catégories de détection principales, à savoir la télédétection et la détection proximale (utilisant des véhicules aériens sans pilote [UAV], des vols d'avion ou des satellites), tous couplés avec un système de positionnement global différentiel (DGPS).

Les données à haute résolution sont essentielles pour caractériser à la fois les sols et les cultures et identifier les paramètres liés à la croissance et au rendement des cultures dans le système, notamment les conditions météorologiques et topographiques. Avec « précision », à faible coût et rapidement, ces caractéristiques doivent être quantifiées pour permettre aux agriculteurs de répondre facilement à la gestion.

2.2 L'agriculture intelligente : Une action intelligente

Les actions intelligentes permettent l'utilisation efficace des ressources telles que l'irrigation, les engrais, les pesticides... etc. Ces actions sont renforcées par un système d'aide à la décision ce qui aidera les agriculteurs à effectuer correctement les tâches agricoles, à assurer de meilleurs rendements et résultats agricoles et à produire avec un impact environnemental minimal. La VRA, la robotique et le CPS sont les technologies les plus récentes et les plus fréquemment utilisées, à côté des techniques de télédétection, et ont fait preuve de leurs efficacités.

2.2.1 L'application à débit variable (VRA)

La VRA (Variable Rate Application) ou application à débit variable est une technologie courante dans la plupart des pays développés et elle s'est développée rapidement à travers la mise en disposition des équipements nécessaires à sa mise en œuvre (antennes GPS, contrôleurs

électroniques...). Son développement devrait se poursuivre, car elle offre plusieurs avantages aux agriculteurs :

- La VRA permet d'augmenter le rendement des cultures et les bénéfices agricoles à travers l'utilisation optimale des quantités d'intrants : on applique uniquement la quantité nécessaire d'intrants (où et quand cela est nécessaire) ;
- Avec VRA, une fois que l'état des plantes est connu, les actions de précision basées sur les besoins des cultures peuvent être prises correctement en temps réel.
- La VRA est une technologie qui a fait preuve d'un moyen alternatif efficace à la réduction des coûts de production

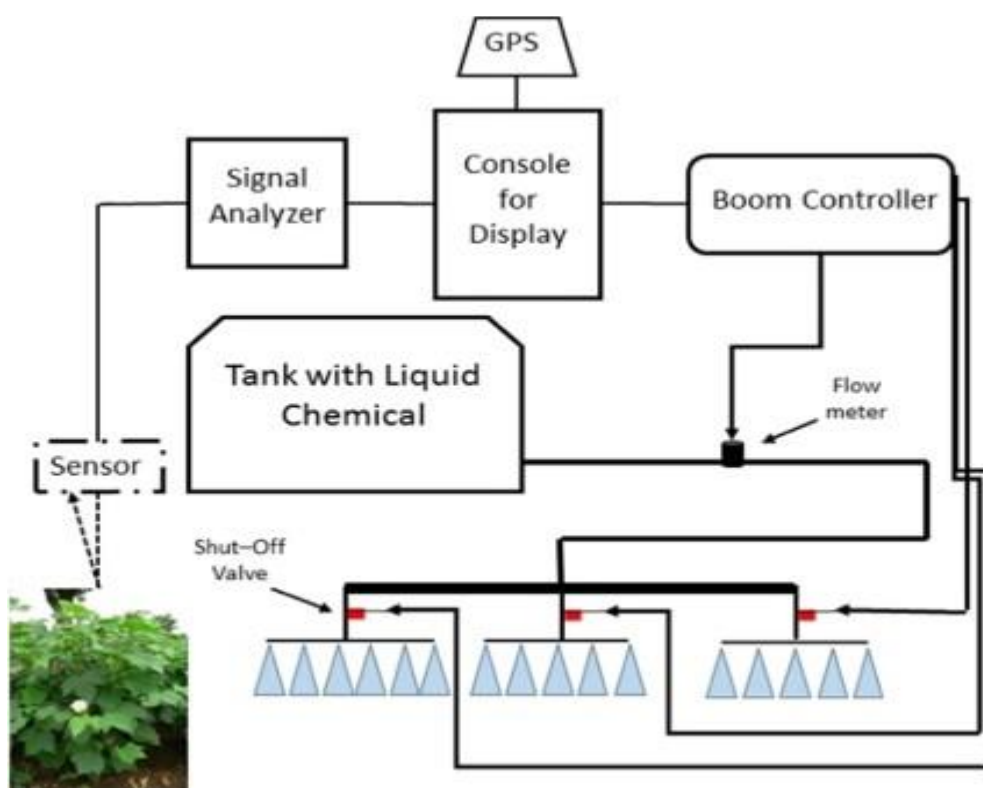
Il existe deux méthodes principales récentes pour appliquer des entrées à des taux ou débits variables à côté de celle traditionnelle : une basée sur des capteurs et une basée sur des cartes. Le choix de la méthode est généralement lié à la tâche agricole et au budget de l'exploitation.

Application à débit variable basée sur des capteurs

Une cartographie préalable et/ou une collecte de données sur les propriétés du champ ne sont pas nécessaires pour déterminer les quantités appropriées d'intrants pour l'application. La quantité idéale d'entrées est déterminée en ligne à partir des résultats des capteurs pendant que le tracteur est en mouvement, qui enregistre les propriétés du sol, les propriétés des cultures ou les conditions environnementales. Les lectures des capteurs sont ensuite traitées par un ordinateur et la sortie est appliquée immédiatement par le contrôleur de débit variable.

La figure ci-dessous présente un exemple d'application basée sur un capteur d'entrée de liquide. Le capteur lit la réflectance de la culture et envoie le signal à la console. La console manipule en permanence le signal du capteur et envoie les informations au contrôleur de rampe. Le contrôleur de rampe ajuste les débits appropriés à l'aide d'une pompe, d'un débitmètre, d'un contrôleur de débit et de vannes d'arrêt.

Figure 32: Exemple d'application basée sur un capteur d'entrée de liquide.



Source: Agricultural Internet of Things and Decision Support for Precision Smart Farming, chapter 5, Smart Action

L'avantage du VRA basé sur des capteurs est qu'il ne nécessite ni la carte ni l'utilisation d'antennes GPS. Néanmoins, les agriculteurs qui peuvent intégrer le VRA basé sur des capteurs avec la technologie GPS bénéficient du cache des données d'application stockées et des coordonnées physiques. Les données sont précieuses non seulement pour être utilisées dans les futures activités de gestion des cultures spécifiques au site, mais aussi pour créer des cartes de prescription pour d'autres opérations.

Parmi les inconvénients du VRA basé sur les capteurs est celui de la définition des fonctions de réponse, c'est-à-dire les fonctions qui relient l'indice du capteur et le taux d'entrée. Un autre inconvénient est que les applicateurs doivent modifier les débits très rapidement, car le débit d'entrée varie en temps réel. La période de temps nécessaire aux applicateurs pour changer les débits, appelée temps de latence, est généralement supérieure à 3 secondes, cela implique que la distance entre le capteur et l'actionneur, à une vitesse de 10 km/h, doit être supérieure à 8 m. Cependant, cette distance de liaison entre capteur et actionneur est trop importante. Enfin, un autre

inconvenient est la nature complexe des tâches liées au VRA basé sur des capteurs, telles que la détection automatique, la modélisation et le contrôle.¹

Application à débit variable basée sur la cartographie

Bien que la VRA basée sur la carte et la VRA basée sur les capteurs soient des méthodes similaires, la décision sur les taux d'entrée pour la première est prise avant d'effectuer la VRA, sur la base des cartes de prescription. À l'aide d'un récepteur GPS, le débit d'entrée est modifié au fur et à mesure que l'applicateur se déplace dans le champ, en synchronisant la position des cartes de prescription avec la position réelle de l'applicateur.

Inversement, le VRA basé sur des capteurs utilise des capteurs et la décision des taux d'entrée est prise en temps réel sur la base des lectures des capteurs. Les cartes de prescription nécessaires pour la VRA basée sur la carte sont des fichiers de données numériques qui spécifient la quantité d'entrées à appliquer à chaque emplacement dans le champ (Fig. 5.3).

Les taux d'apport sont déterminés par plusieurs propriétés du sol et de la culture mesurées par des analyses traditionnelles ou des capteurs pour déterminer le type de sol, la couleur et la texture du sol, la variabilité du terrain, les indices de végétation, le rendement des cultures et d'autres informations qui affectent les cultures et sont spécifiques à l'emplacement.

2.3 Les protocoles de contrôle collaboratifs et le CPS

Les protocoles de contrôle collaboratifs et le CPS (Cyber-Physical System) ou ce qu'on appelle « CCP-CPS » sont une approche qui se définit généralement par un protocole qui peut collaborer entre humains, robots et capteurs, dans un environnement CPS, en appliquant des algorithmes associés, tels qu'un algorithme de recherche adaptative et un algorithme de routage combiné ensemble. Cette approche s'inscrit dans le cadre d'une mise en œuvre réaliste de la robotique et des CPS et a pour finalité d'atteindre les avantages attendus dans l'agriculture de précision intelligente (PA) et répondre aux défis de son application.

La robotique en agriculture :

L'utilisation de la robotique dans l'agriculture est une idée très utile pour aider les agriculteurs et les travailleurs sur le terrain. La robotique implique l'utilisation de robots et l'utilisation de l'automatisation robotique, telle que les méthodes VRA et le contrôle intelligent par l'Internet des objets (IoT) et l'Internet des services (IoS). L'avantage important d'utiliser un robot intelligent au lieu d'un travailleur humain est la capacité de travailler dans des conditions extrêmes et pendant une plus longue période. De plus, dans la plupart des situations météorologiques, les études

¹ Castrignanò et al., *Agricultural internet of things and decision support for precision smart farming*.

expérimentales ont prouvé que les robots dotés d'une technologie intelligente peuvent effectuer la tâche sans aucune obstruction. Par conséquent, une collaboration intelligente soutenue par le cyberspace dans un système robuste est nécessaire.

Dans les pays développés, grâce à l'utilisation des robots agricoles, les activités agricoles sont améliorées, renforcées et ont de meilleures performances. L'inspection des cultures et la détection des maladies peuvent avoir de meilleurs résultats en utilisant la robotique agricole.

Système cyberphysique (CPS) dans l'agriculture

Le CPS a été de plus en plus utilisé au 21^e siècle en raison de la réévaluation des technologies de l'information et des communications. Il s'agit d'un système cybaugmenté qui a la capacité de prendre en charge les comportements complexes des systèmes et des réseaux en temps réel. Parmi ses champs d'application, on trouve : les dispositifs et systèmes médicaux, le contrôle du trafic, l'ingénierie de la sécurité et le contrôle des infrastructures.

Internet des objets (IoT) et Internet des services (IoS) dans l'agriculture

L'émergence de l'IoT nous permet de concevoir et de mettre en œuvre un modèle de système connectant des sous-systèmes isolés entre eux. L'IoT et l'IoS font référence à l'utilisation d'équipements et de systèmes pour collecter des informations en temps réel afin de former un système de réseau avec Internet. L'objectif est de connecter le réseau et les objets, le réseau et les personnes et le réseau et le service. Ainsi, le système peut avoir de meilleures performances en termes de réalisation, d'identification et de gestion.

En agriculture, l'IoT et l'IoS sont également utilisés. En effet, les chercheurs ont développé un cadre CPS appelé MDR-CPS qui utilise les concepts IoT et IoS pour surveiller les conditions de stress précoce des plantes en serre. Cette conception a des performances relativement meilleures en termes de taux de détection, de tolérance aux conflits et aux erreurs et de temps de réponse aux situations inattendues.

3. L'application de l'AI : les retenues économiques et environnementales

L'utilisation de la technologie de pointe d'aujourd'hui en agriculture nous donne une productivité accrue dans une utilisation optimisée des ressources. Cela est possible si l'agriculteur cultive de manière contrôlée et transparente. Une ferme intelligente est un exemple de facilitation d'augmentations durables de la productivité agricole. Ceci, associé à la diminution des biens communs, à l'accessibilité restreinte des terres arables et à l'augmentation des conditions climatiques instables, fait de la sécurité alimentaire une préoccupation importante pour la plupart des nations.

Ainsi, l'Internet des objets (IoT) et l'analyse de données (DA) sont utilisés pour améliorer l'efficacité opérationnelle et la rentabilité de l'horticulture. Il accorde non seulement de l'importance à une productivité accrue, mais il met également l'accent sur la durabilité environnementale ainsi que sur les fonctionnalités d'analyse de données, où la tâche consiste à trouver les exigences et à prédire l'adéquation d'une culture.

De sa part, la VRA par les différents avantages que propose (cités ci-dessus) peuvent avoir également une incidence positive sur l'environnement. En effet, l'optimisation des quantités d'intrants permet la réduction des produits chimiques rejetés dans l'air et les eaux souterraines. En d'autres termes, la VRA contribue à réduire les déchets résultant de la sur/sous-utilisation des ressources en intrants agricoles en mettant en œuvre des technologies d'application de précision. De plus, le système d'agriculture à circulation contrôlée assuré par là et de la technologie de direction autonome des véhicules peuvent minimiser le compactage du sol dans un champ.

D'autre part, l'utilité de l'approche de la robotique et le CPS se prouve particulièrement dans les serres, où les agriculteurs font pousser des cultures tout en contrôlant l'environnement agricole. Cependant, elles ne peuvent toujours pas éviter la fluctuation de la variabilité climatique (température, l'humidité...), mais aussi la probabilité d'apparition de maladies et d'autres risques. Ceci peut conduire à des stress dans les cultures et à la propagation de maladies chez les plantes. Dans ces cas, minimiser les dommages au rendement agricole est primordial et il faudra avant tout détecter et localiser des cultures ou plantes qui sont désormais infectées. Dans ce sens, les capteurs sont généralement utilisés pour surveiller les conditions climatiques, mais dans la plupart des cas ils ne peuvent pas effectuer cette tâche sans l'intervention humaine, des ordinateurs et des robots d'où la nécessité de la mise en disposition d'un protocole qui collabore avec tous les agents du système pour travailler en harmonie. Cela permet non seulement de limiter les dégâts économiques, mais s'avance comme une réponse favorable à l'adaptation de l'agriculture aux aléas climatiques.

Conclusion :

Face à la vulnérabilité du secteur agricole aux effets du changement climatique, il est communément admis que l'innovation est cruciale pour relever le défi de l'adaptation au changement climatique afin d'assurer la sécurité alimentaire, accroître le revenu des agriculteurs et minimiser ainsi les migrations potentielles.

Les innovations sont considérées comme des stratégies d'adaptation élaborées et mises en œuvre par les institutions internationales, les organisations régionales, les gouvernements et les acteurs locaux (agriculteurs ; ONG) pour atténuer la vulnérabilité aux changements climatiques afin d'accroître la production agricole.¹ Les innovations technologiques qui peuvent être adoptées par les agriculteurs se traduisent par des techniques de conservation des eaux et des sols, l'association agriculture-élevage, l'utilisation des variétés améliorées et de l'internet des objets...

La vulgarisation de ces innovations reçoit l'appui de plusieurs partenaires parmi lesquels figurent les ONG, les centres de recherches, les agents des services agricoles de l'État. L'ensemble des actions de vulgarisation est inscrit dans un plan national d'adaptation (PANA) au changement climatique au niveau de chaque pays.

¹ OCDE, *Les Systèmes D'innovation Agricole : Cadre Pour L'analyse Du Rôle Des Pouvoirs Publics*.

Chapitre 2 : Résultat d'analyse du consentement des ménages : vulnérabilité au changement climatique et migration forcée

Introduction :

Bien que la Tassaout aval avait bénéficié d'un aménagement hydroagricole lui permettant d'enregistrer une amélioration en matière de productivité agricole, elle reste toujours face à des défis environnementaux (par exemple, la perte de fertilité des sols, diminution de la nappe phréatique, raréfaction des eaux souterraines et de surface...) et des problèmes socio-économiques (p. ex. augmentation des prix des intrants agricoles, disparité sociale, migration...). Ces problématiques et d'autres s'ajoutent aux différents défis existants en posant une menace importante pour l'agriculture en général et la sécurité alimentaire en particulier. Dans ce contexte, les agriculteurs sont à la tête des personnes les plus exposées.

La perception des changements climatiques est reconnue depuis longtemps comme une condition préalable à l'adoption d'actions d'adaptation. Les agriculteurs qui perçoivent le changement climatique et ses effets néfastes sont plus susceptibles d'adopter des initiatives politiques pour y faire face. En revanche, des perceptions inexactes peuvent conduire à des actions inappropriées.

Par conséquent, pour atteindre la durabilité, il est urgent de créer une base de connaissances constructive et complète pour la prise de décision en identifiant et en intégrant les informations hétérogènes sur les perceptions des agriculteurs et les actions d'adaptation.

1. Les caractéristiques démographiques et socio-économiques de la population rurale dans la Tassaout Aval :

1.1 Aperçu historique de la population de la Tassaout Aval et effets sur l'espace :

L'évolution de la population et de sa répartition dans l'espace est le reflet de la situation économique et sociale, et un facteur qui permet d'identifier sa dynamique. Les études socio anthropologiques des groupements humains se basent essentiellement sur l'analyse, les liens de l'homme avec son espace et ses différentes transformations.

La Tassaout Aval est l'un des périmètres du sud qui a le mieux conservé les traces d'une structure communautaire de gestion, d'exploitation et de l'organisation de l'espace rural. Les droits de l'eau et de terre sont profondément enracinés dans l'histoire de la région.

Du point de vue historique, l'origine de la population de la Tassaout Aval reste ambiguë. Ceci revient non seulement à la rareté des documents, mais aussi parce que la plupart d'entre eux sont dispersés chez les vieux des tribus (à savoir les « Fkihs » et les « Chikhs »¹) et ne sont pas encore rassemblés.

Globalement, la population implantée dans la Tassaout Aval revient, selon Teyssier, aux tribus des Sraghna, qui sont des tribus berbères arabisées². Abdessalam Serghini affirme toutefois dans son ouvrage « l'histoire des Sraghna en orient » leurs origines arabes en l'attachant au prophète Mohamed : « leur ancêtre est El Hassan Ben Kassem... Ben Fatima Ezzahra (la fille du prophète). »³D'autres écritures contredisent cette affirmation : « les Sraghna ne sont pas de la descendance du prophète, mais leur ancêtre était un érudit et un saint du Tadla et des Guerouane »⁴. Mais comme Abdessalem donne deux généalogies suivant que le mot Sraghna s'écrit en arabe avec un « sine » ou un « sad », il est difficile de savoir laquelle s'applique à la tribu⁵.

L'Imam, et l'ancien Cadi de la mosquée d'El Kelaa des Sraghna Mostapha Ben Moueddin relèvent que l'ancêtre des Sraghna était un certain Serghen (nom dérivant du berbère) qui était marié à une

¹ Fkih c'est la personne qui s'occupe de la vie culturelle, le Chikh c'est la personne qui s'occupe de la vie administrative

² Teyssier, « L'Évolution du Paysannat Indigène et la mise en valeur des Srahna ».

³ Serghini, *L'histoire des Sraghna en Orient*.

⁴ Lévi-Provençal, *Les historiens des Chorfa*.

⁵ Louhadi, « Étude socioéconomique des effets de la sécheresse, le cas de la région des Sraghna ».

femme de la tribu arabe appelée Beni Mekhzoum dans le Hijaz. Il a eu d'elles quatre enfants dont l'un d'eux serait venu s'installer dans le Haouz de Marrakech et serait de lui que descendent les Sraghnas.

On retrouve l'ancêtre Serghen dans la « Raouda El-Azhar » de Jadiri: « leur ancêtre (celui des chorfas) ». « Les Berbères l'appellent Serghen, il venait de Kairouane, c'était un jurisconsulte du rite chafai, connaissant par cœur le coran, son véritable nom c'est « Sidi Mohamed Zid ». « Son père se marie d'une femme d'origine arabe, « Souit » des Beni Mekhdoum. Il a eu quatre enfants du sexe mâle. Ce sont eux qui se répondirent en tribu Sraghna ».

Quoiqu'il en soit, il semble que les descendants de Serghen sont venus s'établir dans leur tribu actuelle au début du règne des almohades lorsque la compagne hilalienne atteignit le Maghreb Extrême au 12^e siècle sous l'impulsion du sultan Almohade Abou Yacoub Youssef El-Mansour.

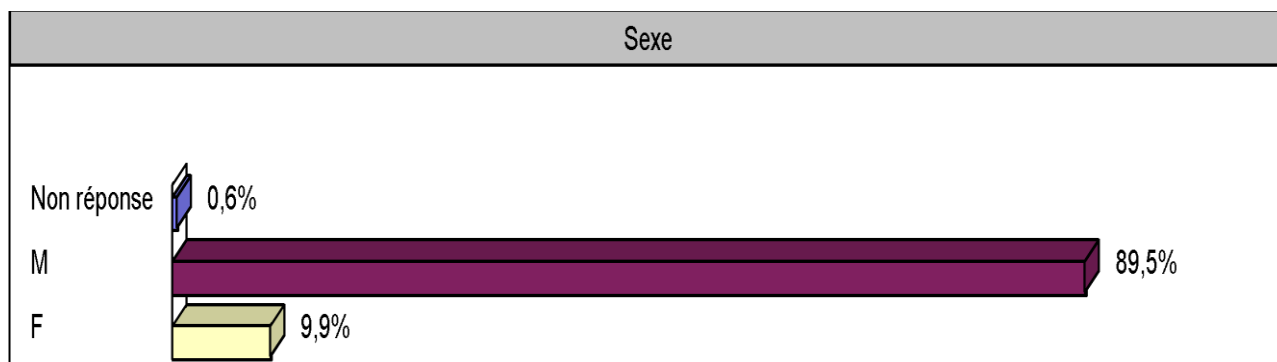
À cette époque, les tribus arabes avaient profondément modifié le paysage végétal naturel dans cette région. Les auteurs ont accusé les invasions arabes et le nomadisme d'avoir ruiné la plupart des forêts¹. Cette destruction est accentuée par la transhumance ovine et le surpâturage intensif. L'une des pratiques aussi qui ont favorisé cette destruction était les incendies provoqués par les pasteurs pour étendre les zones des pâturages. Souvent ces incendies résultent d'imprudence et parfois de vengeance soit contre les tribus voisines ou les étrangers.

¹ Despois, « Nomades et nomadisme au Sahara ».

1.2 Les caractéristiques des ménages agricoles interrogés :

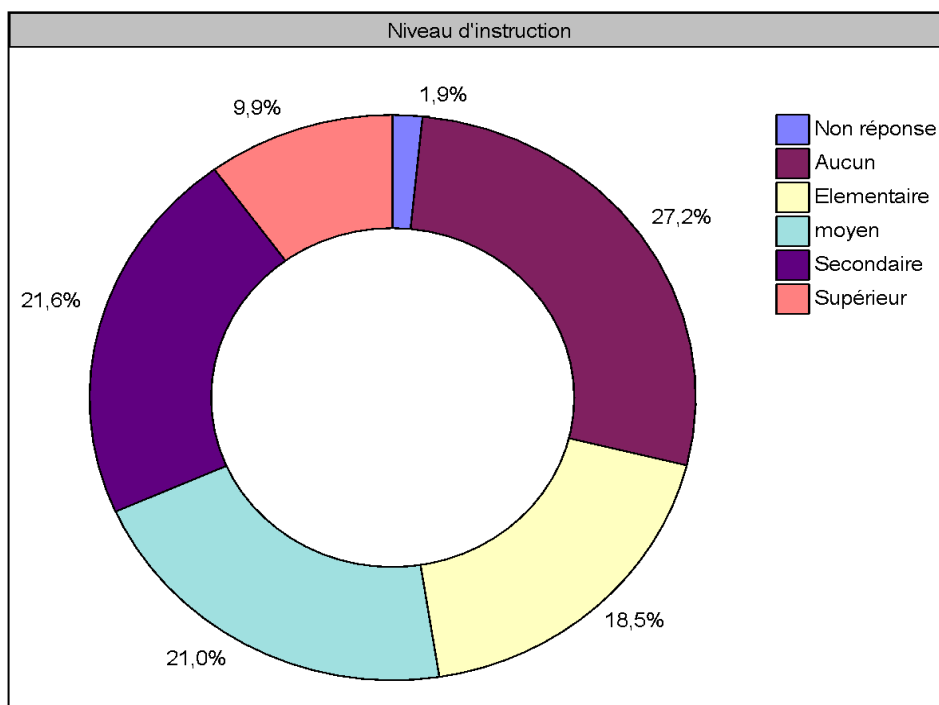
La figure 32 représente le nombre de ménages enquêtés par genre. On distingue 89,5 % d'hommes interrogés face à 9,9 % des femmes, cela s'explique par la domination des hommes dans le secteur agricole dans cette région.

Figure 33 : Nombre des personnes questionnées réparties par genre.



Source : Résultats du traitement des données de l'enquête

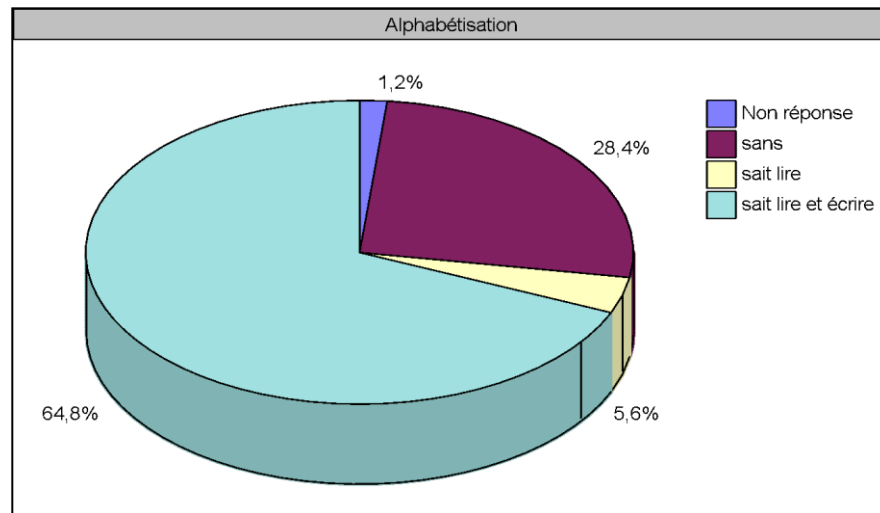
Figure 34 Niveau d'instruction du ménage



Source : Résultats du traitement des données de l'enquête

La figure 33 montre la répartition de niveau d’instruction de la population sur la base des observations récoltées lors de nos entretiens. On remarque que 27,2 % des ménages ne disposent d’aucun niveau scolaire, en revanche le reste des ménages (72,8 %) détient un niveau scolaire disproportionné.

Figure 35 : Niveau d’alphabétisation.



Source : Résultats du traitement des données de l’enquête

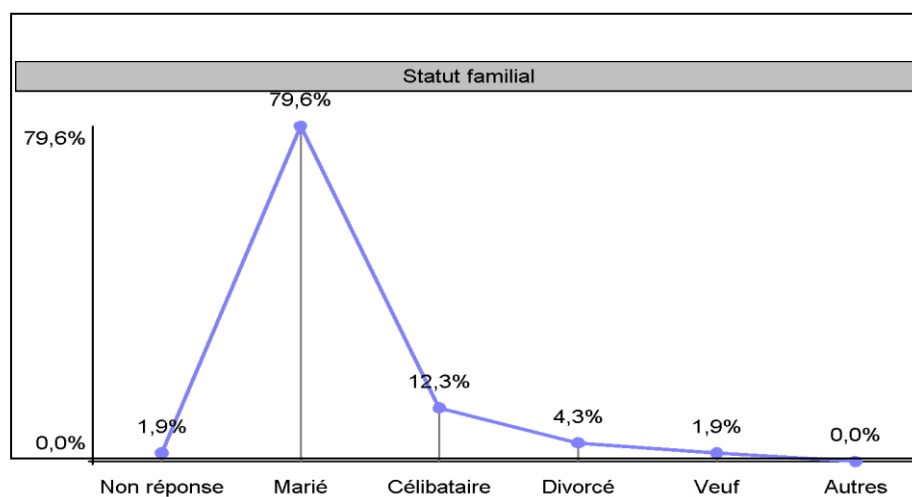
La figure 35 donne les résultats du taux d’alphabétisation du ménage, on constate alors que 64,8 % savent lire et écrire, 5,6 sait lire, 28,4 sans niveaux et 1,2 sans réponse .

Selon notre enquête illustrée dans la figure 36, on remarque que 79,6 % des questionnés sont mariés, 12,3 % sont % savent lire en revanche que 28,4 % sont analphabètes.

Célibataires,12,3 4,3 % divorcés et 1,9 % sont veufs.

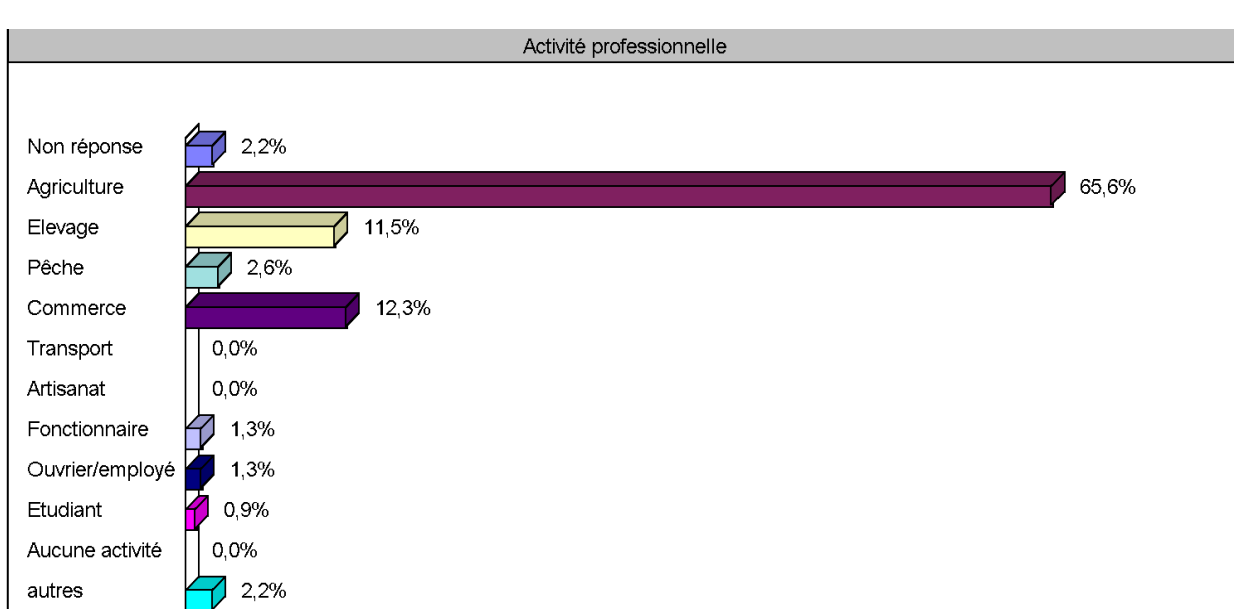
c

Figure 36 : Statut familial des ménages.



Source : Résultats du traitement des données de l'enquête

Figure 37 : Activité professionnelle.



Source : Résultats du traitement des données de l'enquête

La figure 37 donne la répartition de l'activité professionnelle des questionnés. On remarque que l'agriculture occupe plus que la moitié de la profession des autochtones.

2. Perception paysanne sur l'évolution du climat et les chocs subis :

2.1 Perception des agriculteurs sur la variabilité climatique

Les perceptions météorologiques des paysans dans la Tassaout Aval, par rapport au changement climatique actuel, constituent des savoirs locaux basés sur les expériences vécues pour expliquer et comprendre l'évolution récente du climat. À partir de l'enquête auprès des exploitants agricoles, les conclusions montrent que les paysans perçoivent clairement les effets du changement du climat qui se traduisent par une modification de l'environnement biophysique et hydrologique.

Les faits évocateurs de ces changements se manifestent par des pluies irrégulières, des périodes de sécheresse récurrentes, une perturbation significative dans la durée des différentes saisons de l'année et des périodes de semis, la disparition des points d'eau temporaires, la dégradation des ressources végétales, la baisse des rendements...

La baisse des précipitations est perçue par 74,6 % des paysans en zone de la Tassaout Aval. La baisse des totaux pluviométriques et tendance perceptible au réchauffement : 74,6 % des paysans pensent que les hauteurs de pluies ont diminué de nos jours. L'interprétation des données ethno météorologiques indique que la tendance pluviométrique est régressive et évolue vers une aridification.

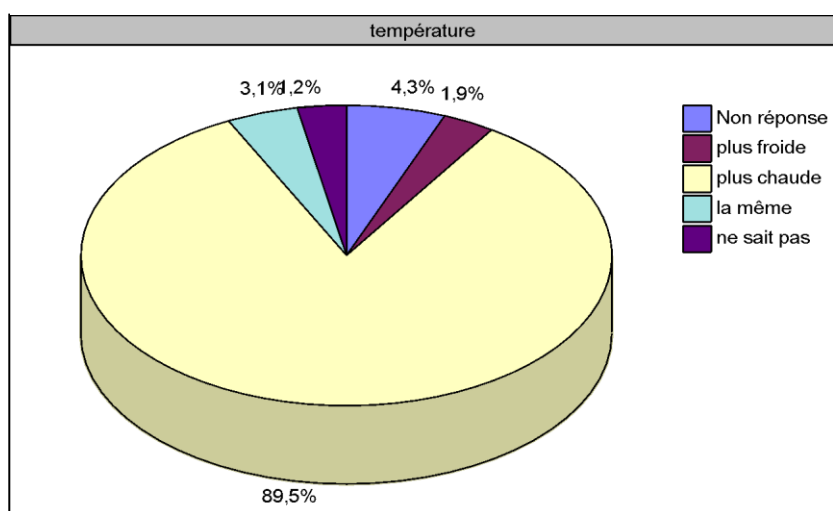
Tableau 36 : Perception paysanne de l'évolution des précipitations.

Pluies	Fréquence
Non-réponse	5,7 %
Augmenté	2,5 %
Diminué	74,6 %
Stable	0,8 %
Ne sais pas	1,6 %
Alternatif	14,8 %
Total OBS	100 %

Source : Résultats du traitement des données de l'enquête

La majorité des paysans pensent que dans les années 90, l'intensité de la température était faible par rapport aux dernières décennies. En effet, on considère que cette intensité a augmenté au fur des années. L'analyse de la figure révèle d'ailleurs la perception d'une tendance évolutive au réchauffement du climat dans la zone d'étude entre 1988 et 2019.

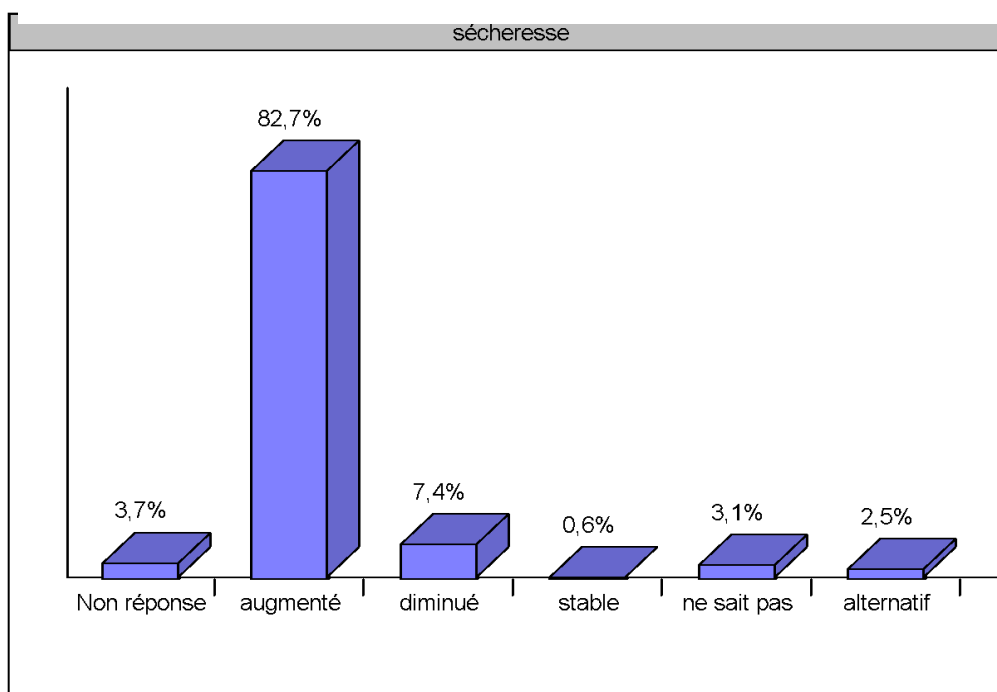
Figure 38 : Perception paysanne de l'évolution des températures.



Source : Résultats du traitement des données de l'enquête

En outre, la perception de la fréquence des poches de sécheresse est de plus en plus élevée. Cette zone est plus sensible aux poches de sécheresse, du fait des variétés et des cultures à cycle long qui les exposent plus aux poches de sécheresse, d'où la forte perception observée.

Figure 39 : Perception paysanne de l'évolution de la sécheresse.



Source : Résultat de traitement des données de l'enquête

Le dérèglement de la saison des pluies est perçu par la majorité des paysans. Ce phénomène se manifeste par une diminution de la durée de la saison des pluies, un début tardif ou un arrêt précoce des pluies.

Depuis quelques décennies, l'insolation est si forte qu'elle ne facilite plus l'exercice des activités agricoles, surtout dans les terres céréalières (Bour). La majorité des paysans ont remarqué un fort stress hydrique qui n'est que la manifestation de l'augmentation des températures et la chute exponentielle des précipitations.

Tous les paysans affirment que les 30 dernières années ont été marquées par une mauvaise répartition des pluies et par une réduction du nombre de jours pluvieux.

2.2 Les contraintes et chocs subis liés aux effets du changement climatique

Les conséquences liées au changement climatique sur la population rurale au niveau de la Tassaout Aval sont multiples. Les ménages à enquêter vivent dans une situation de vulnérabilité caractérisée par des chocs divers qui impactent considérablement sur leurs conditions de vie ces dernières années. La multiplicité et la complexité des chocs accentuent davantage la pauvreté et affectent directement le développement dans la zone. Nous avons déduit à travers notre enquête sur terrain l'essentiel de ces chocs et nous les avons classés selon trois niveaux :

- Des chocs subis sur le niveau économique
- Des chocs subis sur le plan social
- Des chocs subis sur le plan environnemental

Les chocs économiques : impacts sur l'économie agricole et sur les revenus

L'économie de la Tassaout Aval est basée sur l'agriculture dont 87 % de la population tire son revenu. Cette dernière est constituée pour plus de 50 % et même 75 % dans la zone Bour par les produits de l'élevage¹. Or, la rigueur de la sécheresse a transformé le secteur agricole en un secteur déséquilibré. En effet, les campagnes agricoles ont marqué les agriculteurs par des périodes de sécheresse accrues qui se manifestent essentiellement par un déficit hydrique entraînant ainsi une complexité significative des mesures adaptatives des paysans. Les effets sont d'autant plus graves que la production est liée à l'hydraulicité.

Les périodes de sécheresse climatiques ont renforcé le déficit productif, culturel, mais aussi animal. En effet, la production de céréales a connu un fort recul surtout dans la zone bour, et cet avant même l'aménagement agricole : la superficie consacrée à la céréaliculture a reculé de 42 % entre 1976 et 1982, ce qui a réduit la rentabilité des terres délaissées, même au cours des périodes plus arrosées². Les cultures arbustives sont toutefois moins touchées.

Malgré les efforts consentis pour soutenir le secteur, notamment dans le domaine des infrastructures hydroagricoles, le potentiel de la région reste encore sous-exploité pour diverses raisons, dont les principales sont les contraintes de l'agriculture irriguée, essentiellement liées aux difficultés administratives en rapport avec la structure foncière, à l'approvisionnement et à la commercialisation. Chaque filière rencontre également des contraintes qui lui sont spécifiques.

L'olivier, la principale filière arboricole dans la région, constitue un vrai potentiel de développement, mais faiblement exploité. La province d'El Kelâa des Sraghna compte pas moins de 215 700 hectares plantés d'oliviers, ce qui représente 20 % de la superficie nationale totale. La qualité des produits dérivés de l'oliveraie devra être un atout au développement de la zone. En termes de production, le secteur est présent à la fois dans les unités industrielles comme dans des unités traditionnelles (les maasras). La première est caractérisée par la monopolisation, et la deuxième est caractérisée par un faible rendement économique. Les maasras sont comptés aux doigts et s'affrontent à des difficultés liées spécifiquement au Marketing.

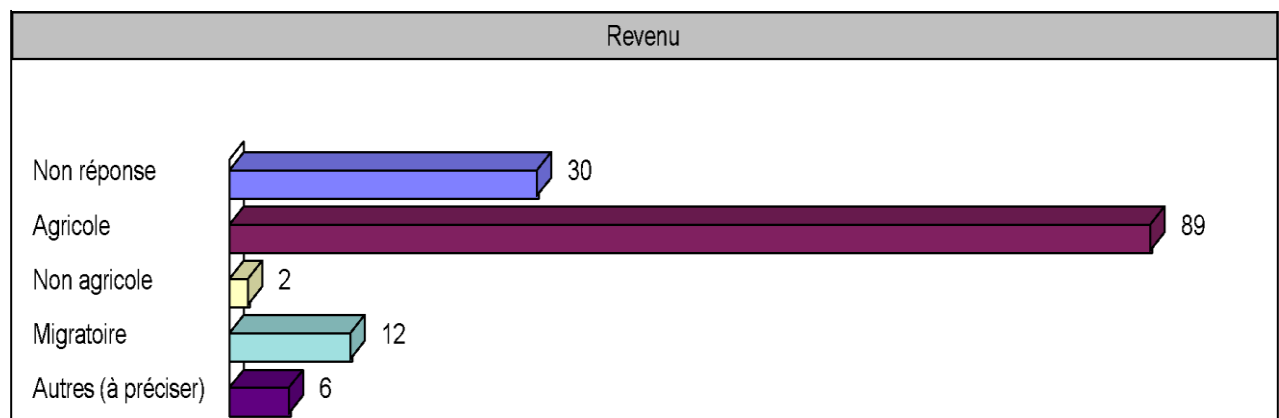
De sa part, la situation de la production animale est aussi très fragile du fait qu'elle dépend à la fois d'une expansion des pratiques et d'une faible productivité. Malgré les efforts avancés pour atténuer

¹ Zerhouni, Ducrocq, et ORMVAH, « Aménagement du périmètre du N'Fis dans le Haouz de Marrakech ».

² Louhmadi, « La Tessaout-Aval à la veille d'un aménagement hydro-agricole ».

le déficit en matière d'aliments animaux, les paysans ont fait recours aux sous-produits des cultures au détriment des cultures fourragères à savoir la luzerne, la pulpe sèche de betterave, foin, paille...) L'État de sa part avait subventionné des aliments dans le cadre de la lutte contre la sécheresse qui a servi à réduire au moins ce déficit. Cependant, la situation reste toujours critique par rapport à la production animale, selon les paysans interrogés. Les conséquences se manifestent directement sur le revenu agricole qui occupe la part majeure par rapport aux autres sources de revenus.

Figure 40 : Les sources de revenus des ménages.

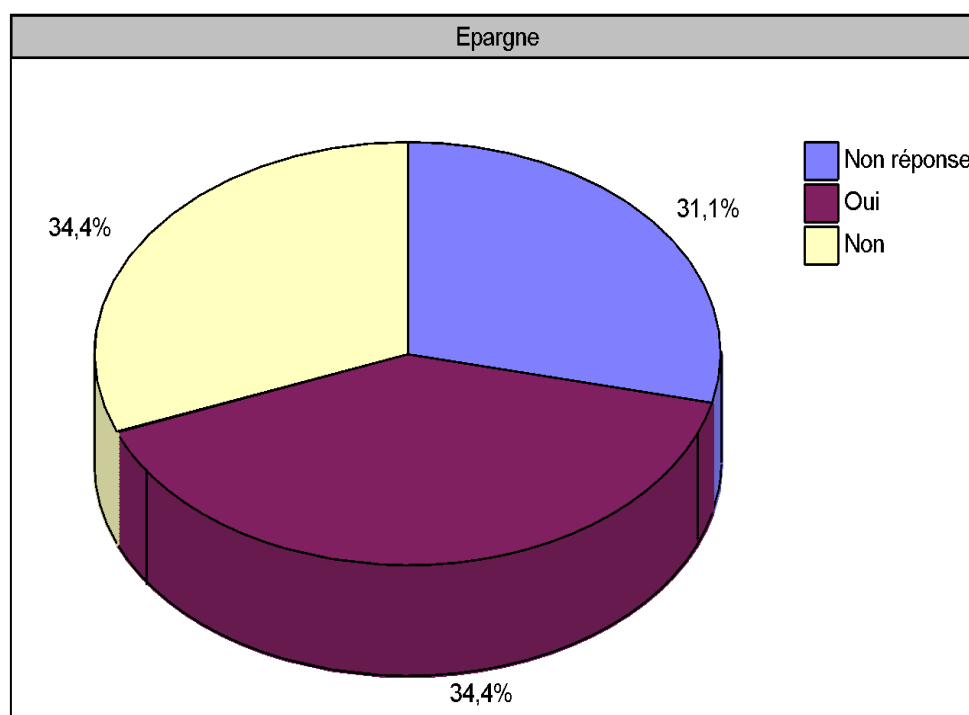


Source : Résultats des travaux de l'enquête

Le revenu agricole, première source de revenus, reste toujours faible et en diminution au fur des années, ne permettant pas ainsi de répondre entièrement aux besoins des agriculteurs. Plus de 85 % des personnes interrogées ont affirmé la tendance décroissante de leur revenu agricole.

Ce revenu couvre à peine les besoins préliminaires de vie. Aucune chance pour l'épargne, le revenu agricole dans la majorité des cas entretenus ne permet pas d'assurer une épargne ni d'encourager l'investissement.

Figure 41 : Épargner par le revenu agricole.



Source : Résultats des travaux de l'enquête

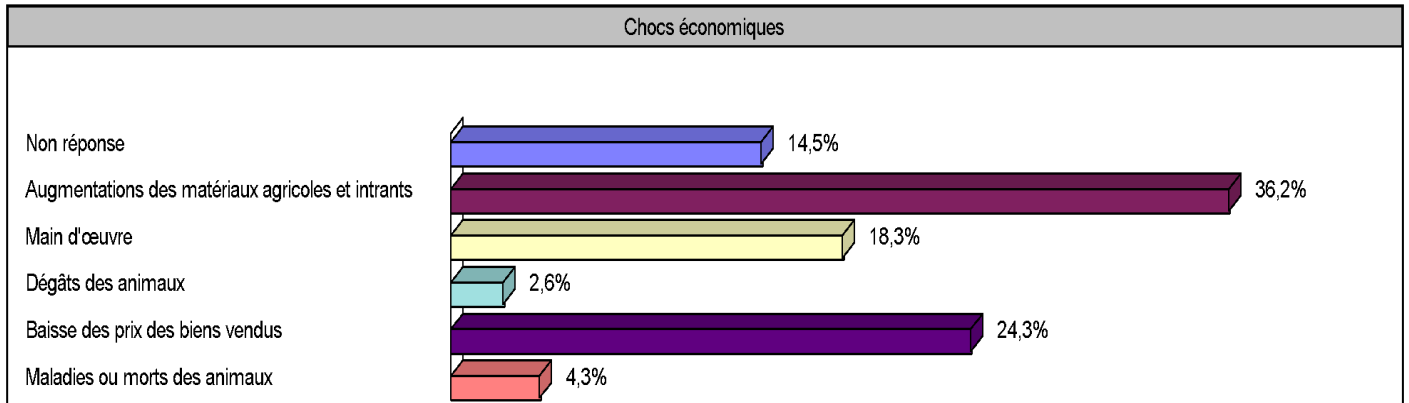
Néanmoins, les ressources dont disposent les paysans de la zone d'étude ne se limitent pas au revenu agricole, mais dépendent de l'ensemble des revenus des membres du ménage, des revenus migratoires, et des aides extérieures. La mobilisation des différentes capacités d'accumulation génère des revenus différenciés, tout en diminuant les risques auxquels le ménage est exposé.

La démarche de mobilisation de capitaux pour la survie du ménage est influencée par plusieurs facteurs aussi bien internes qu'externes. Ainsi, la mobilisation des logiques d'accumulation de capitaux en milieu rural dépend très fortement des mesures d'atténuation de chocs mis en place par les pouvoirs publics, les populations elles-mêmes, mais aussi et surtout des processus mis en œuvre pour définir le développement dans le moyen et le long terme¹.

Au-delà des revenus, les résultats des travaux de terrain ont également dégagé d'autres chocs économiques subis par les agriculteurs comme il est représenté sur la figure ci-dessous.

¹ Top, « Évolution des systèmes de production agricole dans un contexte de changement climatique et de migration et effet de genre dans les trois zones éco-géographiques de la région de Matam au Sénégal ».

Figure 42 : Autres chocs économiques subis par les agriculteurs.



Source : Résultats des travaux de l'enquête

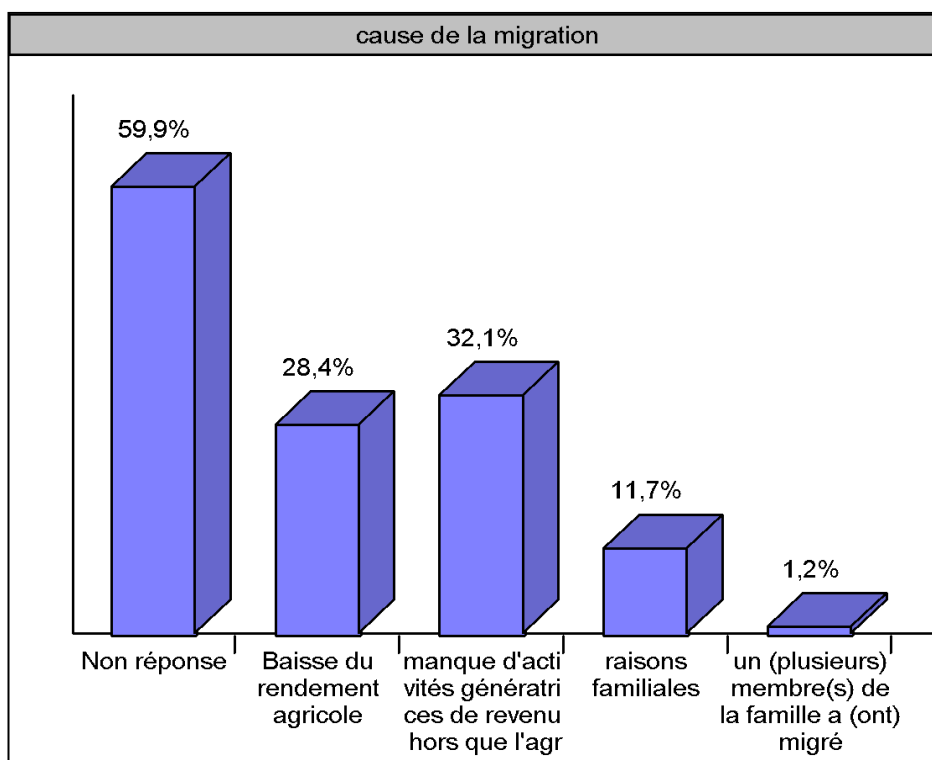
Les chocs sociaux : migration et effets sociaux

Les effets du changement climatique étaient en réalité plus profonds sur le plan social au niveau de la Tassaout aval. La sécheresse a accentué les disparités spatiales et sociales en accélérant le processus de l'exode, vers d'autres régions agricoles et autres centres urbains, ou un processus de migration externe.

L'histoire de la mobilité et du mouvement migratoire n'est pas récente dans la Tassaout Aval. En effet, la sécheresse qui a frappé la zone depuis les années quatre-vingt (80) a brutalement touché les paysans. Pour faire face aux chocs et réduire la vulnérabilité, les ménages ont développé plusieurs stratégies d'adaptation dont les plus marquantes sont l'émigration et la diversification des sources de revenus à travers le petit commerce. Selon les résultats obtenus, de l'étude de LOUHMADI à cette époque sur 6 douars exemplaires relative à la zone d'étude a dégagé un taux d'émigration de 43 %, un taux qui demeure quand même aussi significatif à cette époque.

Notre travail de terrain a confirmé les travaux anciens par rapport à la question de la migration, en ajoutant d'autres paramètres explicatifs de la situation sociale actuelle. Bien que la sécheresse soit le facteur primordial de cette émigration massive, d'autres facteurs complémentaires s'y ajoutent : la pauvreté, le chômage, le manque de scolarité...

Figure 43: Les causes de migrations selon les personnes interrogées.



Source : Résultats des travaux de l'enquête

Le positionnement géographique de la zone fait qu'elle est sujette à une pluviométrie irrégulière, mais que les populations allaient avec les déplacements saisonniers. Cependant les sécheresses répétées des années 70 et 80 ont fini par précariser la vie des ménages agricoles.

Au niveau de la Tassaout Aval, la pauvreté constitue un indicateur qui relève une situation sociale critique dans la zone. Elle renvoie à des manques relatifs au revenu monétaire, à l'accès à un logement décent, à l'éducation, à la santé... Elle se matérialise à des situations répétées de vulnérabilité dont les causes profondes sont empreintes d'une structure sociale très rigide et une situation climatique sévère. Comme incidence, la mobilité physique a été l'alternative la plus développée. La région se dépeuple au profit de l'intérieur, surtout pour les localités qui sont relativement plus développées au premier temps, puis vers l'extérieur dans un deuxième temps. Cette situation de migration entraîne une restructuration des relations dans les ménages agricoles. Les départs des hommes hors de la région font que des femmes occupent les fonctions traditionnellement dévolues aux hommes. Le manque de main-d'œuvre agricole peut notamment contraindre les femmes à mettre en métayage l'exploitation agricole ; chose qui était socialement

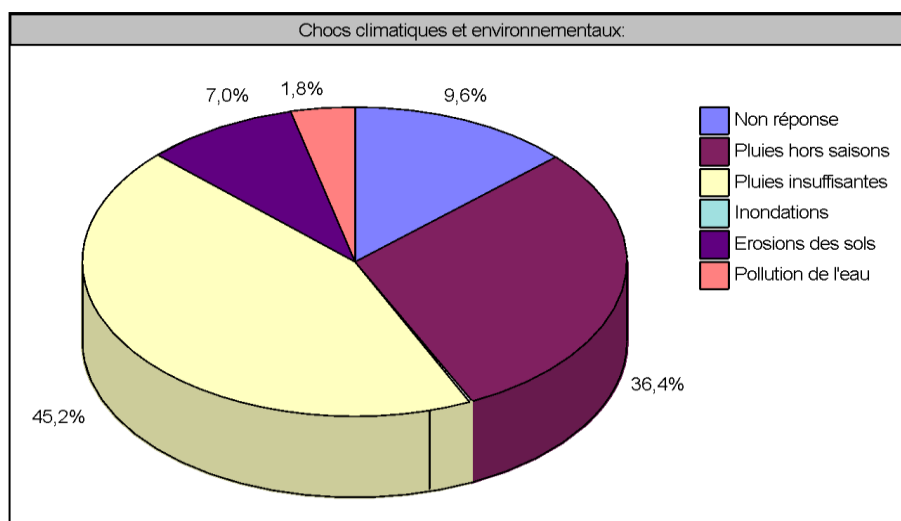
plus ou moins inacceptable ; et avec comme conséquence la baisse des productions destinées aux ménages.

En effet, les activités des hommes et des femmes diffèrent dans la mesure où la hiérarchie sociale définit des rôles sexués acceptés et respectés par les membres de la communauté. Inscrites dans la sphère de la reproduction, le travail des femmes n'a aucune valeur marchande, les activités développées au-delà du cadre familial, complètent les revenus des hommes. Les hommes sont supposés exercer le travail productif générant des revenus pour la survie du ménage. Les émigrés participent dans le financement des besoins du ménage au même titre, sinon plus, que les hommes restés au douar. Néanmoins le manque de main-d'œuvre agricole dans la zone suite aux vagues de migrations participe à l'irruption des femmes dans l'espace productif exclusivement réservé aux hommes.

Les chocs environnementaux : déficit hydrique et situation de désertification

Comme Bilen¹ l'avait mentionné, les caractéristiques de la saison des pluies déterminent les périodes de semis et affectent significativement les dates d'application des intrants, les capacités d'absorption en eau des cultures et par conséquent la production agricole. On conclut ainsi la corrélation positive entre la production agricole et les disponibilités hydrauliques. Les agriculteurs enquêtés se sont mis tous en accord sur un seul choc majeur subi du point de vue environnemental : pluies insuffisantes.

Figure 44: Chocs environnementaux subis par les paysans.

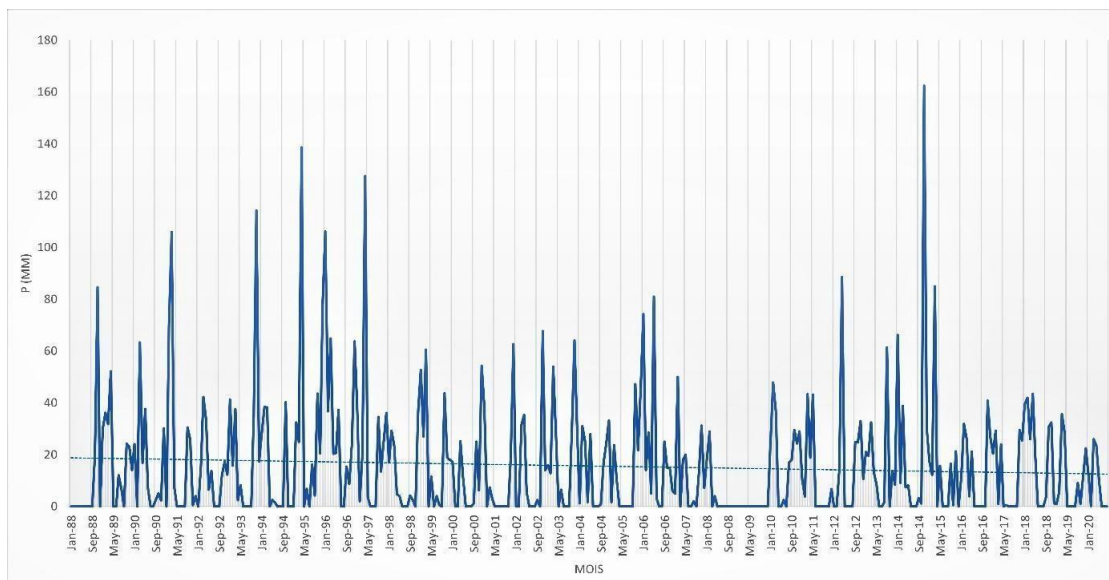


Source : résultats des travaux de l'enquête

¹ Économiste et agronome, 2008

Le déficit hydraulique n'est pas récent dans la Tassaout Aval, la zone a connu plusieurs périodes de sécheresse depuis 1976. Depuis plusieurs décennies, la sécheresse qui a frappé la zone a eu des impacts directs sur les eaux de surface. La campagne agricole 1982/1983 s'est caractérisée par une sécheresse très accentuée et un déficit pluviométrique chronique qui est arrivé à plus de 71 % par rapport à une année normale. Prenons l'exemple de la campagne agricole 1980-1981. Malgré les réserves enregistrées au début de la campagne (124 mm³), et qui ont servi à délivrer des débits normaux au moment de la mise en culture, ceci a brusquement changé en fin du mois de février. Le déficit a atteint 47 % par rapport aux débits moyens de la période, chose qui a pesé significativement sur la régularisation et des approvisionnements : 69 mm³ stockés contre 129 mm³ théoriques. Les précipitations de leur part ont enregistré un déficit de 64 mm, soit un taux négatif de 41 %. La veille de la campagne suivante, la situation est devenue encore plus alarmante : le barrage atteignait son niveau extrême avec un taux de 120 mm³. La sécheresse a eu des impacts également sur les aquifères souterrains avec comme effet pour l'agriculteur une baisse au niveau de la nappe. Un autre cas de sécheresse hydrique a marqué aussi les années 2000. La période qui a enregistré le taux le plus alarmant était celui de la campagne 2008-2009 comme le présente le graphique ci-après.

Figure 45: Variabilités des précipitations dans la période 1988-2019.



Source : Résultats de notre traitement des données pluviométriques

Une question va certainement se poser en analysant la situation environnementale et en rendant visite à la Tassaout Aval : les effets du changement climatique et de la sécheresse sont-ils les principaux responsables du paysage actuel dans la zone ?

En effet, au fur des années, le couvert végétal a connu une dégradation marquante et très grave. Au-delà des effets de la sécheresse, l'homme a joué un rôle important dans la modification et la dégradation de la ressource.

Du point de vue historique, la région des plaines arides à semi-arides a été couverte par le jujubier, une espèce résistante à la sécheresse. Léon l'Afrique décrit les rives assez boisées surtout dans la zone « Ahl Ghaba » qui signifie « Les gens de la forêt ». Cette nomination tire probablement son origine de l'abondance de cette végétation ancienne qui est actuellement disparue.

*Planche 2 : Situation de désertification
environnementale*



*Commentaire planche 2 : Les photos représentent la situation
environnementale critique à laquelle les terres sont soumises. Elles
traduisent le degré de sécheresse qui a attrapé la zone*

Planche 3 : La forêt « Ahl El-Ghaba » après sa dégradation.



Commentaire planche 3 : Les photos représentent une illustration de la situation actuelle de la forêt Ahl Ghaba, Cette situation fait preuve de dégradation, déforestation, et de désertification exceptionnelle

Les principales causes dont revient cette dégradation étaient le besoin de combustible et l'extension des cultures céréalières exercées, par les tribus stabilisées à côté des cours d'eau. Ainsi, la diversification accrue de cette population a engendré des conflits entre les différentes tribus à propos de l'eau et de la terre comme moyen de survie, ce qui a favorisé la dégradation du couvert végétal, mais aussi a établi plusieurs statuts fonciers.

D'autre part, la campagne de modernisation du secteur agricole lancé par les Français en 1948 dans la région et qui avait pour objectifs d'exploiter et d'équiper 16 000 ha de bonnes terres a été en faveur de la Tassaout Amont et avait marginalisé la Tassaout aval, chose qui aggravait la situation surtout pendant les périodes de sécheresse, et a créé un déséquilibre significatif en termes d'allocation de la ressource et du développement agricole auquel nous assistons de nos jours.

Chapitre 3. Répercussions du changement climatique sur les flux migratoires dans la Tassaout Aval : témoignages des émigrés de L'Italie

Introduction

Les phénomènes migratoires induisent à des transformations socio-économiques et culturels majeurs tant pour les pays d'origine que pour les sociétés d'accueil. Or, la nature multi-causale de la mobilité humaine, les limites conceptuelles et la fiabilité des données qui se trouvent dans la thématique de la migration sont un réel obstacle pour la compréhension des schémas migratoires en lien avec le changement climatique. En effet, les comparaisons des caractéristiques des migrations internationales entre les pays s'avèrent être difficiles en raison de la divergence des définitions et des méthodes employées pour mesurer les phénomènes migratoires.

L'identification et les estimations des catégories de migrants et de migration se fondent sur différentes perspectives d'analyses. Cet examen prend en compte une multitude de facteurs, géographiques, politiques, juridiques, temporels et méthodologiques. Par exemple, les schémas migratoires peuvent être fondés sur le lieu de naissance, la nationalité, le lieu de résidence et la durée de séjour.¹ C'est pourquoi, nous allons identifier dans ce chapitre, les perspectives qui permettent d'appréhender les phénomènes migratoires, en nous basant sur les données du Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies (DESA) ainsi que les observations des mouvements migratoires de l'OIM et l'OCDE.

Par ailleurs, un cadre analytique est d'autant plus nécessaire pour concevoir la migration comme une stratégie d'adaptation et une opportunité de résilience locale et internationale,² face aux aléas du changement climatique. Ainsi, l'objectif de ce chapitre est de déterminer le rapport existant entre la migration et le changement climatique. Pour ce faire, nous allons mettre en relief les perceptions de la migration et esquisser le portrait des migrations internationales, afin d'explorer comment la migration peut constituer une forme d'adaptation. Ensuite, nous allons comparer les données empiriques aux résultats de notre enquête sur la population urbaine de la Tassaout Aval, dans le but de déterminer les facteurs qui incitent à la migration marocaine en direction de l'Italie.

1 Joop de Beer et al., « Overcoming the Problems of Inconsistent International Migration data: A New Method Applied to Flows in Europe », *European Journal of Population = Revue Européenne de Démographie* 26, no 4 (28 octobre 2010): 459-81, <https://doi.org/10.1007/s10680-010-9220-z>.

2 Chris Methmann et Angela Oels, « From 'Fearing' to 'Empowering' Climate Refugees: Governing Climate- Induced Migration in the Name of Resilience », *Security Dialogue* 46, no 1 (février 2015): 51-68, <https://doi.org/10.1177/0967010614552548>.

1. État des migrations dans le monde

1.1 Perspectives et étude des flux migratoires

Un flux migratoire (international) est le nombre de migrants internationaux arrivant dans un pays (immigrants), ou nombre de migrants internationaux quittant un pays (émigrants) pendant une période déterminée selon l'OIM. Les Nations Unies définissent un « migrant international » comme toute personne qui change de pays de résidence habituelle. Dans les pays membres de l'Union européenne, la différence entre les définitions utilisées qui mesurent la migration est liée aux concepts de « lieu de résidence » et « durée de séjour ». ¹⁷ Pour l'OIM, le migrant international est :

*Toute personne se trouvant à l'extérieur de l'État dont elle possède la nationalité ou la citoyenneté ou, dans le cas des apatrides, de son pays de naissance ou de résidence habituelle. Ce terme englobe les personnes qui envisagent de migrer à titre permanent ou temporaire, celles qui migrent de manière régulière ou munie des documents requis, ainsi que les migrants en situation irrégulière. *

Pour étudier les flux migratoires, les démographes observent les stocks, c'est-à-dire (le nombre total d'immigrés qui vivent dans un pays ou une région) et les flux (les entrées et sorties de migrants sur une période donnée).¹ Dans cette optique, le solde migratoire est la différence entre le nombre de personnes qui immigreront et celles qui émigreront. L'ONU, quant à elle, comptabilise comme migrants internationaux les personnes nées à l'étranger ou, à défaut de données disponibles, les ressortissants étrangers. En France à titre d'exemple, les études statistiques définissent comme immigrée une personne née étrangère à l'étranger, en excluant les Français nés à l'étranger et en incluant les migrants qui ont acquis la nationalité française.

Au Maroc, deux définitions sont utilisées pour qualifier les Marocains résidants à l'étranger (MRE). L'une utilise le pays de naissance, tandis que l'autre admet la nationalité comme critère d'évaluation.² Dans la situation de l'émigration, la caractéristique la plus populaire identifie les MRE comme sont ceux qui sont nés au Maroc et vivent à l'étranger. La deuxième définition inclut toutes les personnes qui se dotent de la nationalité marocaine pour comptabiliser le nombre des individus résidant à l'étranger.

¹, Division de la Population, Département des Affaires économiques et sociales (DAES), Nations unies : *International Migration Report 2017*

² OCDE, *Talents à l'étranger : Une revue des émigrés marocains*, Talents à l'étranger (OECD, 2017), <https://doi.org/10.1787/9789264264304-fr>.

1.2 Tendances des migrations internationales dans le monde

En 1970, la migration internationale affecte 2,3 % de la population mondiale avec une estimation de 84 millions de migrants internationaux.¹⁹ En 2020, la DESA compte près de 280 millions de personnes vivant à l'extérieur de leur pays de naissance, soit 3,6 % de la population mondiale. L'analyse des populations des migrations internationales par région des Nations Unies révèle que l'Europe représente la plus grande destination de migrants avec 30,9% de la population migrante internationale (87 millions). Elle est suivie de près par l'Asie qui note un effectif de 86 millions, à savoir 30,5% de la population migrante. Ensuite l'Amérique du Nord et l'Afrique représentent respectivement 59 millions (20,9%) et 25 millions de migrants internationaux (9%). Enfin, pour l'Océanie, les estimations sont évaluées à 9 millions de migrants (3,3%).

D'une part, parmi les destinations des migrants internationaux les plus populaires se trouvent les États-Unis, au premier rang, et rassemblent plus de 51 millions de migrants depuis plus d'une cinquantaine d'années. L'Allemagne illustre l'un des pays les plus prisés et regroupe 16 millions de migrants internationaux. L'Arabie Saoudite est en troisième position avec 13 millions tandis que 12 millions de migrants habitent dans la Fédération Russe et 9 millions de personnes choisissent le Royaume-Uni pour s'y établir. Avec environ 6,8 millions et 6,4 millions de personnes nées à l'étranger, l'Espagne et l'Italie se classaient respectivement à la cinquième et à la sixième place des destinations les plus prisées des migrants en Europe en 2020. Les principaux pays d'émigration qui sont l'Inde sont d'une autre part, le Mexique et la Russie. L'Asie est le continent d'où provient le plus grand nombre de migrants avec 106 millions, dont 17 millions d'Inde. Alors que 13 millions de Mexicains et 11 millions de Russes vivent en dehors de leurs pays.

1.2.1 Les migrations internationales en provenance du Maroc

Situé à 13km de l'Europe, le Maroc constitue un carrefour migratoire. Historiquement, c'est un pays de transit sur la route migratoire ouest-africaine, et devient progressivement un pays de destination pour les migrants en provenance de l'Afrique subsaharienne. Toutefois, le Maroc est traditionnellement un pays d'émigration. 3,3 millions de personnes vivent à l'extérieur du pays en 2020, soit 8,8% de la population marocaine. Il s'agit de la dixième plus grande population émigrée dans les pays de l'OCDE. Le Maroc est un pays d'émigration nette,¹ principalement axée vers l'Union européenne. Elle s'explique selon les modèles classiques des migrations, par le résultat différentiel de niveau de vie entre deux régions, à savoir le contraste entre l'adversité de l'Afrique

¹ Émigration nette ou émigration totale : Nombre d'émigrants moins le nombre d'émigrants de retour, plus le solde de l'émigration temporaire.

et la prospérité attractive de l'Europe.¹

1.2.2 Historique des migrations au Maroc

Les premiers flux migratoires considérables en direction de l'Europe du Nord datent des années 1960 quand le Maroc signe une multitude d'accords bilatéraux de recrutements de main-d'œuvre avec la France et l'Allemagne en 1963, la Belgique en 1964 et les Pays-Bas en 1969, dans un contexte de reconstruction de l'après-guerre et un déficit de la main-d'œuvre après les Trente Glorieuses, dans les mines, les aciers, l'industrie et l'agriculture.² Cette phase est marquée par un accroissement des arrivées de Marocains en Europe, qui passe de 137 000 migrants en 1968 à 394 000 personnes en 1975, avec un taux de croissance de 16 % par an sur sept années continues. Cette vague d'émigration se compose principalement de jeunes hommes, sans qualifications professionnelles, issus de zones rurales modestes et des régions les moins développées du Pays tel qu'au Nord et l'Oriental et Souss-Massa-Drâa. A voir les autres docs.

La réunification familiale entre 1970 et 1980 transforme cette tendance de migration de travail, avec l'option de retour, en une migration plus permanente. C'est en effet à travers la réunification familiale que la population totale d'origine marocaine résidant en France, en Belgique, aux Pays-Bas et en Allemagne a augmenté de 400.000 en 1975 à plus d'un million en 1992. Les restrictions imposées par ces pays durant les années 1980 et l'adhésion de l'Espagne à la Communauté européenne en 1986, se sont traduites par l'émergence de nouvelles destinations migratoires, à savoir l'Italie et l'Espagne.

2. Dimensions et caractéristiques des flux migratoires du Maroc vers l'Italie

L'émigration marocaine, en direction de l'Italie, doit être située dans un contexte de crise des activités agricoles et d'élevage au Maroc. Elle est à l'origine d'une mobilité qui s'est accélérée après la fermeture des frontières européennes au milieu des années 1970 et a donné le contingent le plus nombreux d'étrangers en Italie. À caractère clandestin, cette émigration s'est accentuée alors que la plupart des États de la Communauté européenne adoptaient des politiques restrictives limitant l'entrée de la main-d'œuvre étrangère. L'Italie, qui fut longtemps un foyer d'émigration, ne prit des mesures de limitation similaires qu'après 1990. En effet, jusqu'au 15 avril de cette année, l'accès à ce pays ne nécessitait pas de visa. De même que les opérations de régularisation en faveur des

¹ Khachani M. (2008), « Cycle migratoire et violence » BESM (avril 2008), Editions Okad, 13-47 ; Barros L., C. Escoffer, M. Lahlou et P. Ruspini (2000), « La inmigración irregular subsahariana a través y hacia Marruecos », Document de travail, Programme de migrations internationales, Organisation Internationale du Travail, Genève, www.ilo.org

² Rachid Alaoui, « Peut-on parler de diaspora marocaine ? », *Hommes & migrations*, n° 1303 (1 juillet 2013):7-15, <https://doi.org/10.4000/hommesmigrations.2543>.

migrants clandestins, annoncées par la promulgation de la loi 39 de 1990, ont eu un effet attractif sans précédent. Les Marocains recensés en Italie étaient au nombre de 75 en 1975 et 1 501 en 1981, mais, en 1989 et octobre 1990, 26 752 et 49 625 Marocains ont respectivement bénéficié des opérations de régularisation de la situation des étrangers présents sur le sol italien (Ottavo. C.1992, p. 236). Notons que ces chiffres sont sujets à caution, car ils ne concernent que les migrants ayant pu régulariser leur situation. Ils sous-estiment une émigration clandestine qui a alimenté de façon substantielle la communauté marocaine en Italie, évaluée à 130 000 personnes selon le ministère de la Communauté marocaine à l'Étranger (Bencherifa, Berriane et al. 1992, p. 20).

L'emplacement géographique de l'Italie et son intégration à l'Union européenne, sa puissance économique et son déclin démographique en Italie constituent des éléments d'attraction pour les émigrants marocains.¹ Plusieurs accords de coopération sont signés entre le Maroc et l'Italie. La reconnaissance réciproque du permis de conduire et les possibilités de reconversion sont conclues à Rome le 26 novembre 1991. Les exigences du permis de séjour et les modalités de l'emploi sont mises en vigueur en 1993 pour encadrer les paramètres d'intégration et de travail des ressortissants marocains en Italie et italiens au Maroc. Entre 1994, et 1998, les deux pays ont mis en œuvre des arrangements administratifs pour conclure les modalités de la convention bilatérale sur la sécurité sociale. En 1994 notamment, des conventions consulaires sont établies entre le Maroc et l'Italie pour améliorer la protection consulaire des ressortissants des deux États. Enfin, en 1998 et 1999, des accords entre le gouvernement italien et le Royaume du Maroc sont signés pour la reconduite aux frontières des ressortissants marocains et la gestion des flux migratoires irréguliers.

2.1 Tendances et répartition de l'émigration marocaine en Italie

Après les Albanais, la population marocaine est la plus établie, constituant la deuxième plus grande nationalité présente sur le territoire Italien. En 2008, les Marocains résidants en Italie proviennent de différentes régions du Royaume. La région de Chaouia-Ouardigha notamment constitue 25.3 % de l'ensemble de la population immigrante dans le pays. Elle est suivie par la région du Grand-Casablanca (22%), Tadla-Azilal (16,1%), Rabat-Salé-Zemmour-Zaer (10,1%), Marrakech-Tensift-El Haouz (8%) et Souss-Massa-Drâa (4,6%).²

Selon l'étude de la cartographie des flux migratoires en Italie de l'OIM en 2010, les principaux foyers des émigrants de Chaouia-Ouardigha sont pour la région du Piémonte à 24,4%, suivi de la région d'Emilia-Romagna (15,6%) et la Lombardie (12,4%). Pour la région du Grand Casablanca,

¹ M. Fellat Faddlallah, Ministre-Conseiller pour les affaires économiques et l'immigration, près de l'Ambassade du Royaume du Maroc à Rome, « La Dimension Migratoire entre le Maroc, l'Italie et l'Union Européenne ».

² Jamal Chentouf, « ETAT DES LIEUX DE LA CONVENTION DE SECURITE SOCIALE ENTRE LE MAROC ET L'ITALIE ».

la communauté marocaine se disperse entre la région d'Emilia-Romagna (22%), la région du (18%) et la Lombardia (15,9%) tandis que les émigrants de Tadla-Azilal optent pour la Lombardia (50,3%), la région d'Emilia-Romagna (12,4%) et le Veneto (9,1%). La région de Rabat-Salé-Zemmour-Zaer est centrée dans la Lombardia (24,5%), le Piemonte (16,3%), le Veneto (13,5%). Enfin, la région de Marrakech-Tensift-El Haouz se réunit dans la région du Veneto à 36,4%, la Toscana à 15,2% et l'Emilia-Romagna à 12,2%).¹

En 2016, l'Istat estime que les régions les plus attractives pour les Marocains sont celles du Nord, à savoir, la Lombardia avec 96 234 Marocains (23%), Emilia-Romagna avec 61 701 Marocains (15%) et Piemonte avec 54 964 Marocains (13%).

Le facteur principal expliquant cette tendance réside dans la particularité de ces régions à promouvoir du travail à 59% et à favoriser le regroupement familial à 39%.² La tendance se poursuit jusqu'en 2011, avec une décision migratoire influencée par le regroupement familial à 54%, et pour la quête au travail à 41%. En 2015, le regroupement familial est l'une des principales sources de l'immigration marocaine en Italie, avec un taux de 83 % comme facteur incitateur d'émigration.³

2.2 La diversité des facteurs de la Migration

Les premières tentatives d'expliquer les flux migratoires sont venues avec le courant économique classique avec les prémisses du fameux économiste classique Adam Smith (1776), Frederick Ratzel (1882) et le géographe Ernest Georg Ravenstein. Ce dernier a tenté de théoriser les facteurs potentiels pouvant expliquer les flux migratoires, en observant des migrations internes au Royaume-uni entre dix-neuf autres pays du monde. Ces observations ont permis une schématisation de nombreux facteurs produisant ou ayant déjà produit des migrations, comme un environnement social défavorable, des impôts élevés, un climat peu attractif ou encore de mauvaises lois ou des lois oppressives, mais le facteur qui demeure le plus important selon Ravenstein est lié aux incitations économiques des individus.

Selon le courant néoclassique, la décision migratoire est un acte rationnel d'une personne cherchant à maximiser son « utilité ». Les individus comparent alors la satisfaction procurée par leur localisation actuelle et celle qu'ils pourraient obtenir d'un déplacement vers un autre endroit. Le choix de migrer est alors engendré par une insatisfaction résidentielle (1955). Il s'agit selon Gerald

¹ OIM 2010. Cartographie des flux migratoires des Marocains en Italie. Projet « Migration, retours : ressources pour le développement, par Mohamed MGHARI et Mohamed FASSI FIGHRI (réalisé avec le soutien financier de la Coopération italienne au développement).

² Site Istat.it, 2007.

³ Site Istat.it, 2017.

Lestie et Arthur Richardson d'une stratégie ou d'une décision parmi d'autres, pour un acteur de réagir à une insatisfaction particulière (changement d'emploi, choix économique, ou familial).

Au Maroc, l'émigration est influencée par différents facteurs. Par exemple, la libéralisation du commerce au Maroc anime la création d'emplois, ce qui découragerait l'émigration en stimulant vivement les exportations et la demande de main-d'œuvre.¹ La réception de transfert de fond de la part d'un résidant à l'étranger a un effet positif sur les résolutions d'émigration du ménage qui se trouve dans le pays d'origine, et peut contribuer à de nouveaux flux migratoires.²

Le changement climatique est particulièrement étudié au Maroc. En effet, un sondage effectué auprès des ménages marocains en 2009-10, a démontré qu'à peu un ménage sur cinq a été impacté par des chocs météorologiques dans les cinq années précédant l'enquête et que la migration pouvait aussi devenir autorenforcée.²⁹ L'étude explique qu'entre le peu d'emplois et de revenus agricoles, la probabilité d'une migration augmente si le ménage a été affecté par un choc météorologique défavorable.³

3. Résultats de l'Enquête sur le terrain

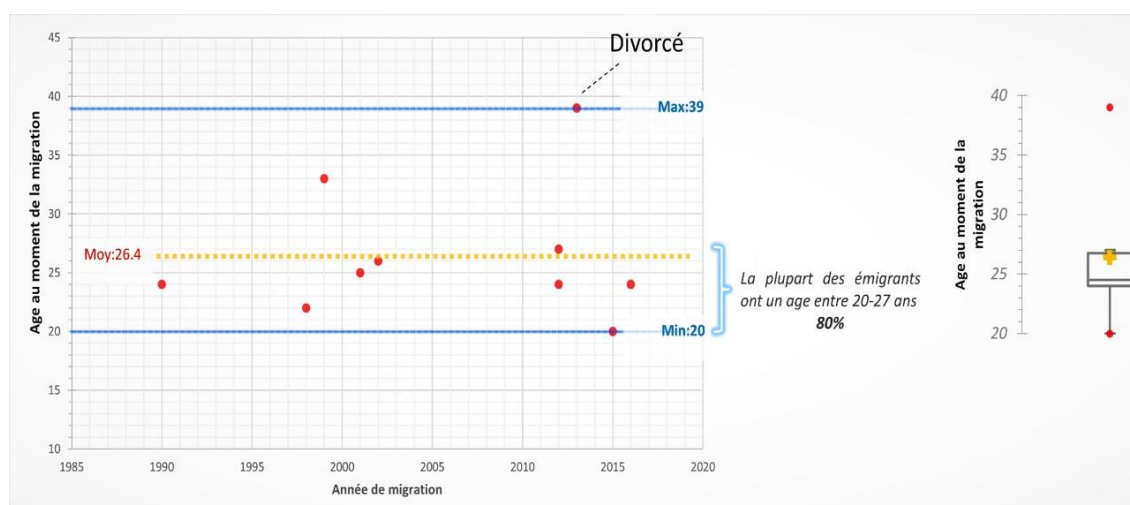
Nous allons exposer les résultats de nos entretiens avec des migrants afin de comprendre les raisons de leur migration ainsi que les caractéristiques de la migration dans le contexte italien. Une première observation sur les personnes nous montre que la plupart des migrants sont des jeunes âgés entre 20 à 27 ans, représentant un pourcentage de 80 %, tandis que le reste c'est-à-dire les 20 % à un âge compris entre 30 et 39 ans maximum, et ce entre 1975 et 2022.

¹ Riccardo Faini et Jaime de Melo, « Trade Liberalization, Employment and Migration: Some Simulation Results for Morocco », *Centre for Economic Policy Research, Discussion Paper*, n° 1198 (1995).

² Hendrik P. Van Dalen, George Groenewold, et Tineke Fokkema, « The effect of remittances on emigration intentions in Egypt, Morocco, and Turkey », *Population Studies* 59, n° 3 (2005): 375-92.

³ Lucile Barros et al., « La inmigración irregular subsahariana a través y hacia Marruecos », *Studies on International Migration*, n° 54 (2002).

Figure 46: Âge au moment de la migration.



Source : Résultats de nos entretiens

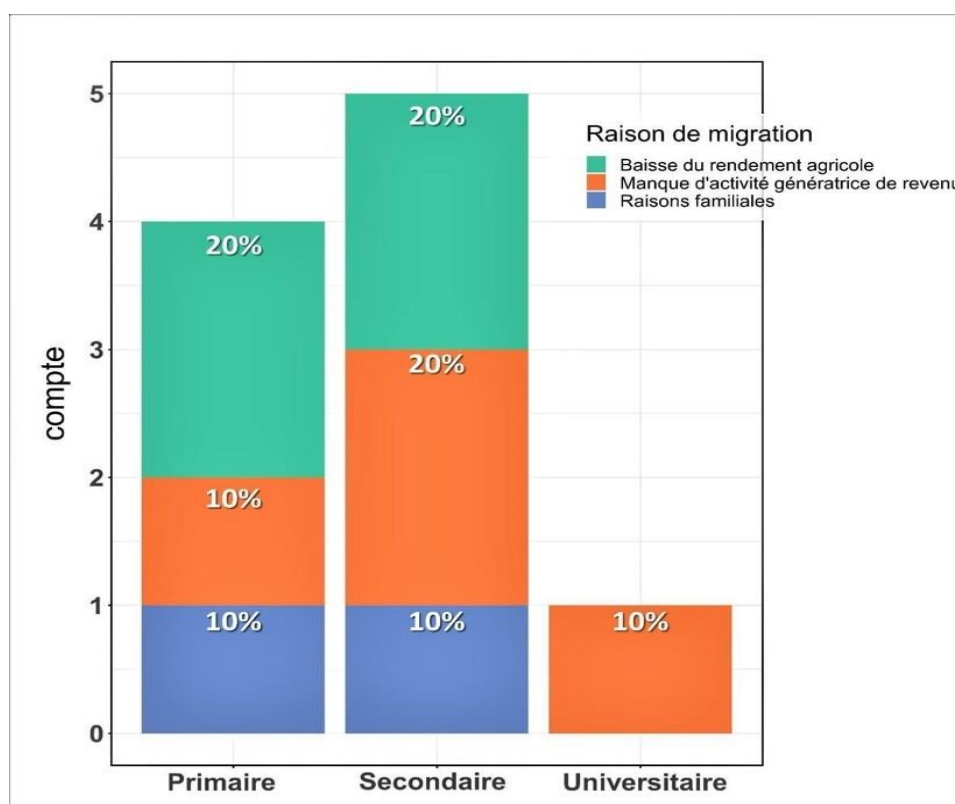
40 % de ces migrants affirment que la raison principale de leur migration est le manque d'activité génératrice de revenus, dont 30 % ont un niveau d'éducation primaire ou secondaire et 10 % uniquement ont pu poursuivre leurs études universitaires.

Les 40 % des personnes interrogées, travaillant dans le domaine agricole, expliquent que la raison principale de leur migration est la baisse du rendement agricole, cette catégorie dispose d'un niveau d'éducation primaire ou secondaire. La plupart des travailleurs non qualifiés dans la zone d'étude se dirigent automatiquement vers le secteur agricole puisque l'activité principale dans la Tassaout Avale est l'agriculture.

Ces personnes ont subi les conséquences du changement climatique, notamment le manque des précipitations et la sécheresse durant ces dernières années, ce qui a impacté gravement leur rendement agricole et revenu d'une manière générale, ils expliquent que c'était la raison pour laquelle ils ont décidé de quitter le pays afin de chercher des opportunités soit dans le secteur agricole ou dans un autre secteur qui ne nécessite pas une forte qualification intellectuelle.

20 % des personnes qui restent expliquent que la raison principale de leur migration est purement familiale sans rentrer plus dans les détails.

Figure 47: Raison de migration en fonction du niveau scolaire.

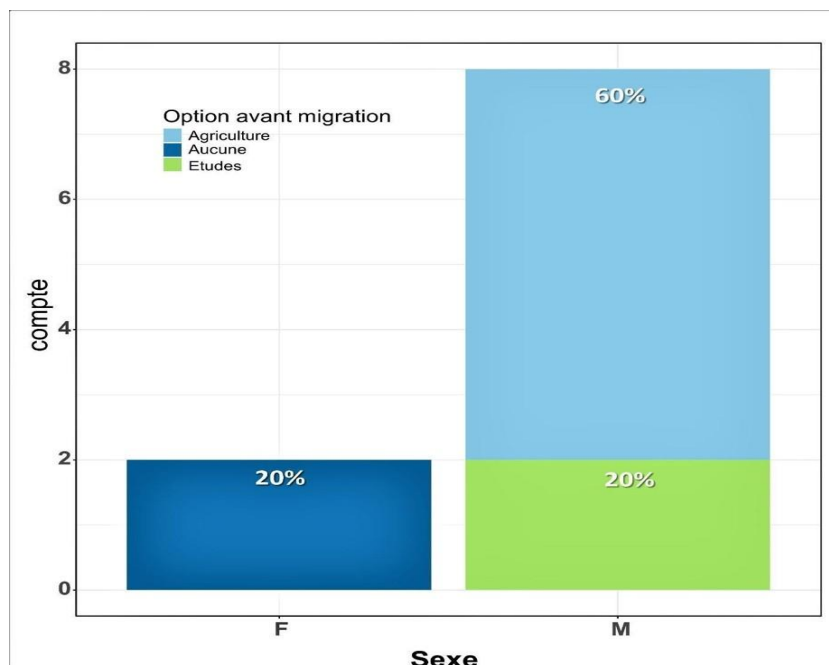


Source : Résultats de nos entretiens

L'étude nous a permis d'apercevoir des caractéristiques sociodémographiques des migrants, servant à mieux apercevoir le phénomène, et ce, appuyés par des statistiques du HCP. D'abord les migrants sont généralement des personnes mariées, jeunes, et du sexe masculin. Les hommes représentent 80 % dans l'échantillon étudié, et les femmes représentent 20 % uniquement dans notre zone d'étude. Et c'est quasiment les mêmes constats de l'HCP, puisque plus des deux tiers des migrants sont des hommes (68,3 %). Tandis que la proportion des femmes migrantes est à son niveau le plus élevé des 30-39 ans (34,4 %) et le plus faible parmi les 60 ans et plus (2,9 %).

En revanche il y a une évolution du phénomène de la migration des femmes ces dernières années, en effet le rôle de la femme dans la famille a connu une mutation au fil du temps, les femmes chefs de ménages dans les migrants sont de plus en plus nombreuses : 33,5 % des femmes migrantes sont chefs de ménages pour les ménages de migrants actuelles selon le Haut-commissariat au plan.

Figure 48: Options avant migration selon le sexe.



Source : Résultats de nos entretiens

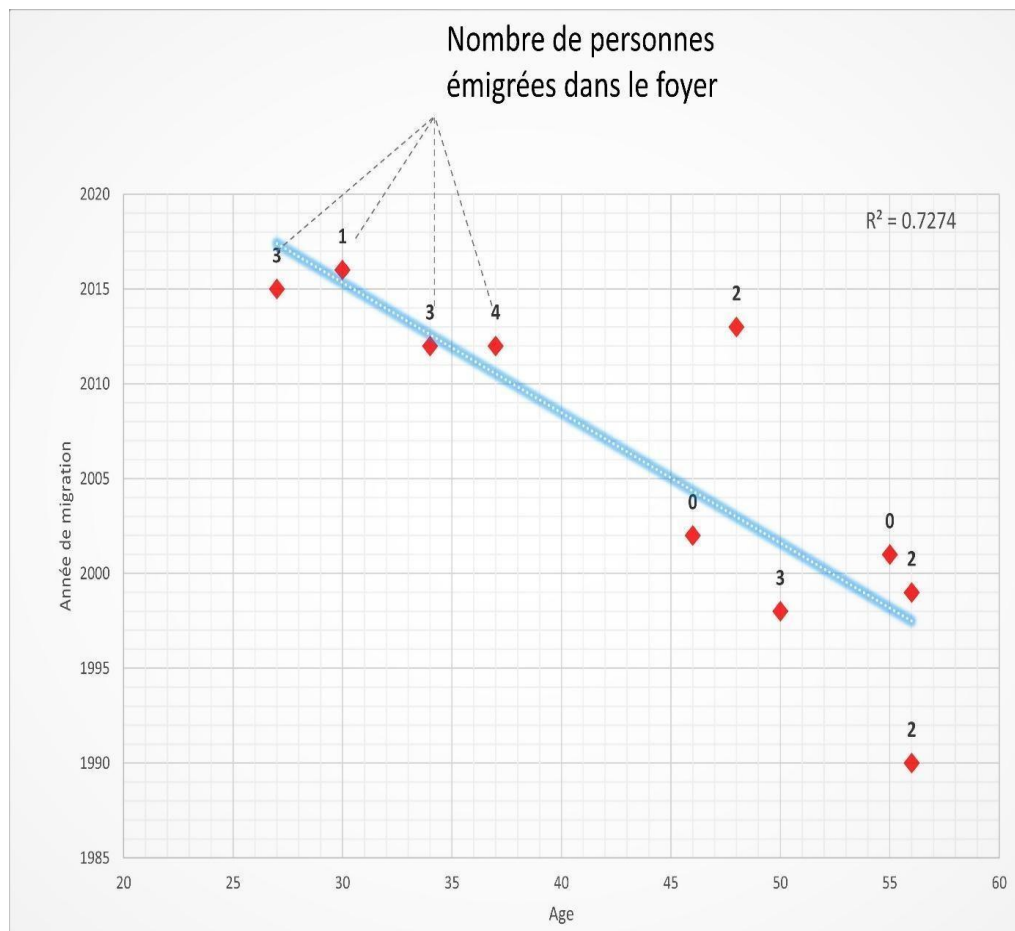
Il convient de noter également que la plupart des personnes observées sont mariées avec un taux de 70 %, dont 30 % ont quitté le pays à cause de la baisse du rendement agricole, 30 % à cause du manque d'activité génératrice du revenu et 10 % pour des raisons familiales.

Le reste est soit célibataire ou divorcé à des taux qui sont respectivement de 20 % et 10 %. Et dont les raisons de migration sont également la baisse du rendement agricole, le manque d'activités génératrices de revenus et des raisons familiales avec des taux de 10 % chacune.

Il est bien clair que les motivations économiques est le facteur le plus important déterminant l'intention d'émigration avec un taux de 70 % selon le haut-commissariat au plan, suivies des raisons sociales avec (24,4 %).

Une observation aussi importante à souligner qui représente un lien en commun entre les personnes migrantes interrogées, est le fait qu'ils ont tous au moins une personne dans leurs foyers déjà migrants : 80 % des personnes interrogées ont au moins une à quatre personnes dans leurs foyers qui sont à l'étranger également.

Figure 49: Nombre de personnes émigrées dans le foyer.



Source : Résultats de nos entretiens

La tendance à migrer des personnes appartenant au même foyer dans la Tassaout Aval a connu une forte évolution dans les années 2000 d'après l'étude réalisée. En effet on peut expliquer ce phénomène par plusieurs facteurs : la propension à migrer pour une personne disposant d'un membre de famille migrante est de plus en plus importante, les conditions pour cette catégorie sont plus favorables, ainsi que la personne peut bénéficier des avantages économiques tels que le logement ou l'autre jusqu'à ce qu'il trouve un emploi et ait une autonomie financière.

Il bénéficie également de l'information sur les procédures légales, ainsi que les opportunités qui existent à l'étranger à travers le membre de la famille migrante. Il s'agit ici d'une analyse des logiques collectives (familiales et communautaires) donnant lieu à des approches totalement différentes, entre autres, la théorie des réseaux (Massey, 1990), la perspective de genre (Sassen, 2000) et beaucoup d'autres théories en la matière.

On peut dire ainsi que la nouvelle économie des migrations n'est pas venue contester la corrélation risque-migration, mais plutôt la compléter par une forme de relation inverse qui perçoit le phénomène de la migration comme une sorte de stratégie de gestion de risque, en lui-même.

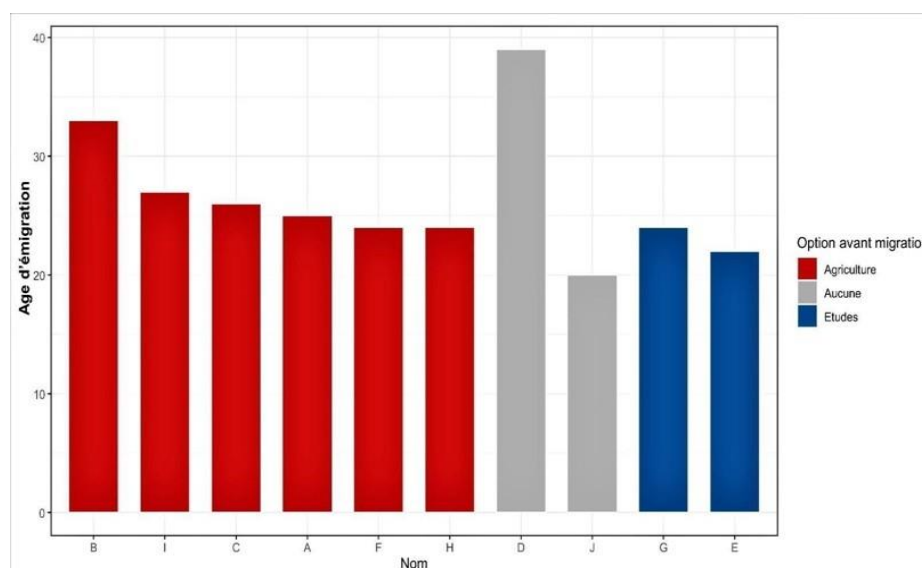
La NEM perçoit le processus de migration étant une sorte de garantie pour faire face aux aléas conjoncturels (sécheresse, pauvreté, chômage, etc.), surtout dans les pays où il y a une pénurie des alternatives d'assurances institutionnelles (assurances des récoltes contre la sécheresse).

Ces nouvelles théories relatives aux risques permettant de diversifier les voix recherchent en matière de compréhension du phénomène de la migration, des variables qui peuvent exprimer la décision migratoire d'un individu, vers une autre ville ou un autre pays, même avec une probabilité faible, d'y trouver un meilleur emploi, d'une manière générale: la productivité pourrait être plus élevée dans la cellule familiale: par exemple avoir un fils migrant peut ne pas être trop optimal en période de récoltes « normales », mais vitales en situation de crise.

Un autre facteur étroitement lié au facteur économique est celui de l'impact du changement climatique sur la zone d'étude qui dépend principalement de l'agriculture comme activité économique principale.

L'agriculture, représentant l'activité la plus importante dans la zone de Tassaout Aval et d'ailleurs l'activité exercée par la plupart des personnes migrantes interrogées avant la migration, cela nous permet de faire une réflexion autour du lien entre changement climatique et migration

Figure 50: Options avant migration selon l'âge de migration.



Source : Résultats de nos entretiens

60 % des personnes interrogées travaillent dans le domaine de l'agriculture, expliquent que ces

années de sécheresse ont impacté leur revenu agricole, et vu qu'ils ne disposent pas d'un niveau d'éducation élevé, ils ont décidé de quitter leur pays pour chercher des opportunités meilleures, ailleurs, dans un pays européen, et avec une rémunération plus élevée bien évidemment.

Et si les conditions climatiques étaient favorables à l'agriculture, ils auraient choisi d'en profiter, afin d'avoir un rendement agricole et un revenu susceptible de leur donner des conditions de vie meilleures. Ici on peut constater que les aléas climatiques ont un impact à ne pas négliger sur la décision de migration, les ménages agricoles ont quasiment répondu par cette affirmation.

4. Rapport entre la migration et le changement climatique

4.1. La migration climatique

Les répercussions du changement climatique sur les flux migratoires font l'objet d'une attention particulière et croissante, des nations et des chercheurs, toutefois les connaissances dans ces domaines demeurent encore limitées. Il y a encore énormément d'ambiguïtés quant aux mécanismes en jeu, aux statistiques des personnes impactées par ces effets du changement climatique ainsi que les zones géographiques concernées.

Il y a toujours des spéculations et débats sur ce sujet entre ceux qui mettent en avant l'impact direct des changements climatiques sur les flux de migration des individus et ceux qui sont plutôt pour les autres facteurs : comme le contexte social, économique ou encore politique du pays où il y a beaucoup de mouvements migratoires. De plus, les données qui existent en la matière sont fragmentées et hétérogènes, et les travaux de recherches universitaires ou encore les rapports internationaux de commissions sont toujours en pleine croissance. D'autant plus qu'on ne peut pas facilement prévoir le feedback des personnes concernées, et du fait que les effets du changement climatique ne peuvent pas être facilement qualifiés ou quantifiés.

Historiquement, la question de migration n'a fait son essor qu'à partir des années 1970 dans les assemblées internationales, ainsi que l'agenda des organisations internationales, simultanément avec l'introduction des sujets environnementaux (création du Programme des Nations Unies pour l'environnement [PNUE] en 1972). Les travaux qui sont consacrés au recensement des migrants climatiques ne sont pas très nombreux, dans le rapport du PNUE par exemple, le chercheur Essam EL Hinnawi fait état de 30 millions de migrants climatiques partout dans le monde et prévoit également des mouvements migratoires de l'ordre de de 150 millions d'individus en 2050.

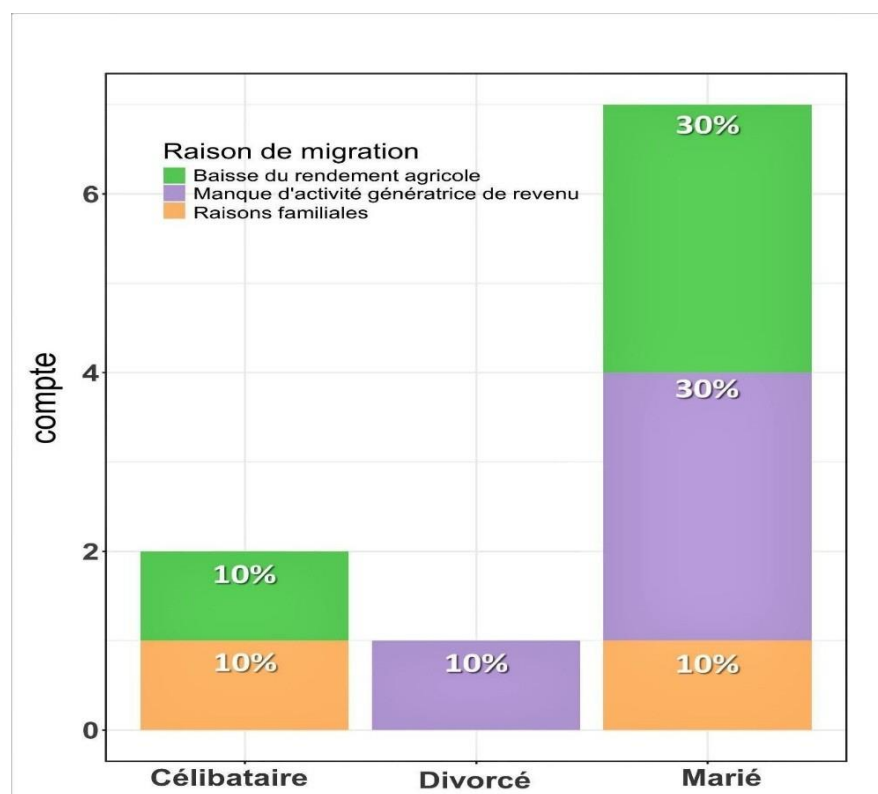
Il s'agit d'un chiffre très inquiétant en matière d'économie du changement climatique. C'est à peu près 10 fois le chiffre des réfugiés ou migrants actuels. Cela signifie que d'ici 2050 une personne sur 45 aura été obligée de quitter son pays à cause des effets du changement climatique, partout dans

le monde. Mais cette estimation demeure encore trop approximative. Puisqu'on ne sait pas réellement avec exactitude quelle part de la population serait impactée par les aléas climatiques. Alors que les actuelles vont de 25 millions à un milliard d'individus d'ici à 2050. Sauf que ces statistiques n'ont aucune base empirique consistante quant au mode de calcul d'autant plus que sa définition est jugée ambiguë et peu précise. (Gemenne 2009). Il y a encore un long chemin à parcourir pour fonder des fondements solides en matière de recherche scientifique en la matière et mieux expliquer l'impact du changement climatique sur les flux de migrations internationales.

Quant à notre étude et selon les résultats obtenus, des entretiens avec les personnes migrantes, notamment ceux qui travaillent dans le domaine de l'agriculture, expliquent la relation entre leur décision de migrer et les changements climatiques de ces dernières années impactant leur principale activité économique à savoir l'agriculture.

Le manque de qualification de cette catégorie (niveau d'étude primaire ou secondaire) limitant leur accès à des opportunités dans d'autres secteurs était également des facteurs les poussant à choisir la voie de migration comme alternative.

Figure 51: Raison de migration et statut social



Source : Résultats de nos entretiens

4.2 La Migration comme stratégie d'adaptation

La hausse des températures moyennes annuelles et la diminution des précipitations, entraînant la sécheresse et la désertification, comptent parmi les impacts climatiques les plus perturbateurs.

Le changement climatique se manifeste de plus en plus par des inondations récurrentes, de longues périodes de sécheresse et une pénurie d'eau dans de grandes parties du Maroc. Les bouleversements météorologiques et les effets du changement climatique se traduisent par un accroissement de la vulnérabilité des Marocains. Par conséquent le lien entre les répercussions du changement climatique et les phénomènes migratoires est de plus en plus évident et étroit. Il faut donc donner un sens à l'action en matière de politique publique et éclairer les entités gouvernementales sur la perception de la migration comme une stratégie d'adaptation.

La migration est souvent considérée comme un dernier recours face aux impacts négatifs du climat et une incapacité de s'adapter à l'évolution de l'environnement. Pourtant, dans la mesure où la décision de se déplacer est délibérée, les personnes menacées par les dégâts du changement climatique réduiraient leur vulnérabilité et l'épuisement des ressources.¹ Il s'agit d'une migration qui interprète une stratégie d'adaptation proactive et sécurisée.

L'adaptation fait référence aux ajustements des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques effectifs ou prévus ou à leurs effets, afin d'en limiter les inconvénients ou d'en exploiter les avantages.

.

¹ Roman Hoffmann, Barbora Šedová, et Kira Vinke, « Improving the evidence base: A methodological review of the quantitative climate migration literature », *Global Environmental Change* 71 (2021): 102367.

Conclusion :

Les ménages enquêtes vivent dans une situation de vulnérabilité caractérisée par des chocs divers qui impactent considérablement sur leurs conditions de vie ces dernières décennies. La multiplicité et la complexité des chocs accentuent davantage la pauvreté et la migration.

La sécheresse et autres effets du changement climatique ont certes affecté considérablement la stabilité de la population rurale, mais nous ne pouvons nier que la migration avait également des impacts significatifs en termes de développement dans la zone d'étude. Plusieurs projets d'investissement ont été créés, notamment dans le secteur agricole. Ces investissements ont permis de moderniser plus ou moins le secteur et rafraîchissent la circulation économique. Les transferts monétaires des Marocains résidant en Italie ont contribué aussi à l'amélioration des conditions de vie et de moyens de subsistance de leurs familles résiduelles dans la zone.

Chapitre 4 : Les perspectives du développement agricole et la transition vers l'agriculture intelligente dans la Tassaout Aval

Introduction :

Devant la situation décrite dans les chapitres précédents, et compte tenu du contexte de sécheresse qui est devenue un paramètre structurel, il s'avère nécessaire d'opérer un changement dans la politique agricole. Adapter l'agriculture au changement climatique au Maroc en général, et dans la Tassaout aval en particulier est donc primordiale et nécessaire pour répondre à ces différents enjeux et défis. À ce titre, plusieurs actions ont été mises en avant pour soutenir la productivité agricole, mais restent toujours limitées dont la nécessité d'innover en la matière notamment en termes de réformes, de stratégies, de plans d'action ainsi que des politiques publiques et territoriales pour faire face à ces différents enjeux particulièrement ceux d'ordre social.

L'innovation en agriculture est devenue indispensable et constitue actuellement le centre d'intérêt des acteurs décisifs dans le secteur vu les différents avantages que peuvent être tirés notamment en termes d'adaptation au changement climatique. Il faudra repenser l'innovation de sorte à prévoir les multiples problèmes sociaux et parvenir à des solutions innovantes et radicales, en lien avec le développement durable, la promotion du secteur agricole et l'amélioration des conditions sociales pour les personnes les plus marginalisées et les plus impactées.

Ce chapitre analyse ainsi le consentement des ménages agricoles enquêter à adopter l'agriculture intelligente autant qu'une nouvelle optique d'innovation tout en examinant leur positionnement vis-à-vis des technologies agricoles adoptées au sein des exploitations. Il présente notamment les perceptions des ménages de l'information climatique et agricole et analyse les déterminants susceptibles d'expliquer son insertion dans les exploitations. Il explore également les conditions préférées des ménages pour la vulgarisation de ces paramètres.

1. Un contexte politique national positif à la vulgarisation de l'AI

1.1 Du Plan Maroc vert (PMV) à Génération Green (GG)

1.1.1 Les retenues du Plan Maroc vert :

Le Plan Maroc vert (PMV) a été lancé en avril 2008 en vue d'exploiter pleinement le potentiel agricole du pays et ambitionne de doubler le PIB agricole, de créer 1,5 million d'emplois additionnels, de lutter contre la pauvreté et d'améliorer le revenu agricole de 2 à 3 fois en faveur de 3 millions de ruraux ainsi que d'accroître la valeur des exportations de 8 à 44 milliards de dirhams pour les filières où le Maroc est compétitif à l'horizon 2020.

La sauvegarde des ressources naturelles pour une agriculture durable est l'un des fondements de la politique du PMV. À ce titre, plusieurs plans actions ont été mis en place :

- La mise en place des projets s'inscrivant dans le cadre de l'amélioration de la résilience du secteur agricole aux modifications futures du climat ainsi que la préservation des terres et de la biodiversité ;
- L'intégration dans les projets du PMV des technologies d'adaptation aux changements climatiques à travers la diffusion des semences sélectionnées et certifiées, le recours aux techniques de conservation de l'eau et du sol et aux bonnes pratiques agricoles ;
- L'appui au développement de l'utilisation des énergies renouvelables dans le domaine agricole, en particulier les énergies solaire, éolienne et biogaz ;
- La mise en place du Programme national d'Économie d'Eau en Irrigation (PNEEI) ;
- L'élaboration de la Carte de Fertilité des Sols cultivés, pour une meilleure productivité des cultures à l'échelle nationale ;
- Le programme national de Cartes de Vocation agricole des Terres, pour une utilisation efficiente des potentialités des terres agricoles.

Le Plan Maroc vert repose sur deux piliers fondamentaux :

- **Pilier I** : axé sur le développement d'une agriculture moderne à haute valeur ajoutée située dans les secteurs irrigués et le Bour favorable, et devrait donner lieu à la mise en place de 1000 projets intégrés, au profit de 397 000 exploitants et ce moyennant un investissement global de 78 milliards de dirhams.
- **Pilier II** : axé sur la mise à niveau des agriculteurs fragiles en milieu défavorisé et vise le développement de l'agriculture solidaire à travers la mise en œuvre de projets techniquement faisable, économiquement viable et socialement approprié au niveau des zones fragiles (montagnes, oasis, plaines et plateaux du semi-aride). Il repose sur une intervention de l'État dans le cadre d'un partenariat avec les bénéficiaires regroupés au sein d'organisations professionnelles représentatives. Il s'appuie sur une vision filière intégrant toute la chaîne de valeur « amont - aval » et prend en considération la gestion rationnelle et durable des ressources naturelles.

Après dix ans de mise en œuvre du Plan Maroc vert qui a placé la mobilisation de l'investissement au profit du secteur agricole au cœur de cette stratégie, les réalisations sont à la hauteur des objectifs tracés¹. En effet, le secteur agricole a pu drainer entre 2008 et 2018 un investissement de 104 milliards de DHS dont 40 % d'investissement public et 60 % d'investissement privé et chaque Dirham de soutien octroyé ont engendré 2,85 DHS d'investissement. L'ensemble de ces investissements ont permis d'améliorer significativement les performances du secteur agricole tant sur le plan économique que social.

Sur le plan économique, le PIB agricole a connu une augmentation annuelle de 5,25 % contre 3,8 % pour les autres secteurs permettant de créer ainsi une valeur ajoutée supplémentaire de 47 milliards de DHS. Les exportations des produits agricoles ont connu une augmentation de 117 % en passant de 15 milliards de dirhams à 33 milliards de dirhams.

Sur le plan social, le Plan Maroc vert a permis la création de 342 000 emplois supplémentaires, et l'augmentation du nombre de jours de travail par an et par ouvrier de 110 jours/an à 140 jours/an suite à l'extension des superficies cultivées, à la diversification des cultures, et à l'amélioration de la production.

Ainsi, en matière d'agriculture solidaire, 989 projets ont été lancés au profit de 730 000 bénéficiaires. Ces projets ont permis notamment :

- La plantation de 438 455 ha (olivier, amandier, cactus, figuier...);

¹ Louhmadi, « La Tessaout-Aval à la veille d'un aménagement hydro-agricole ».

- L'installation de 450 unités de valorisation (Trituration, concassage, séchage...)
- L'aménagement hydroagricole de 83 960 ha ;
- L'aménagement pastoral de 39 185 ha ;
- La distribution de 29 633 têtes d'animaux et 96 002 ruches ;
- La création de 903 points d'eau pour l'abreuvement du cheptel ;
- L'aménagement de 545 km de pistes.

L'agriculture à haute valeur ajoutée a connu également une évolution significative dans le cadre du Plan Maroc vert moyennant deux leviers : l'Agrégation agricole et le Partenariat Public-Privé autour des terrains agricoles.

En matière d'économie d'eau, la superficie équipée en goutte-à-goutte a connu une extension spectaculaire pour atteindre 542 000 hectares contre uniquement 128 000 en 2008. L'approche adoptée repose sur une intervention directe de l'État dans un cadre de partenariat avec les bénéficiaires, ce qui a permis un rééquilibrage des systèmes de production entre les grandes et les petites exploitations en vue notamment d'augmenter et de stabiliser les revenus des petits producteurs.

Le Programme national d'Économie d'Eau en Irrigation s'inscrit ainsi dans les mesures transverses du Plan Maroc Vert et vise à atténuer les effets de la raréfaction des ressources en eau et d'améliorer l'efficacité de leur utilisation en irrigation.

Ce programme, dont la réalisation était prévue sur la période 2008-2020, porte sur la conversion des techniques d'irrigation existantes peu efficaces en termes d'utilisation et de productivité de l'eau à l'irrigation localisée, sur une superficie globale de l'ordre de 550 000 ha, ce qui permettra à terme une économie d'eau de près de 1,4 Milliard de m³/an.

Planche 4 : Le projet de reconversion.



1.1.2 La Génération Green 2020-2030 : vers une agriculture durable innovante

Cette stratégie, adoptée par les pouvoirs publics au début de 2020, vise à consolider les acquis des dix dernières années, tout en donnant la priorité à l'élément humain, pour faire émerger une classe moyenne agricole en mesure de jouer un rôle important dans l'équilibre socio-économique du milieu rural.

Elle repose sur deux fondements concernant l'élément humain et la poursuite de la dynamique du développement agricole et préparer les conditions propices à l'émergence d'une nouvelle génération de classe moyenne agricole, à travers l'amélioration du revenu au sein des ménages actifs dans le secteur agricole, la garantie de la protection sociale et l'élargissement des cibles de l'assurance agricole pour protéger les fermes contre les effets liés aux changements climatiques.

Le premier fondement donnant la priorité à l'élément humain se base sur 4 axes spécifiques qui a pour objectifs :

- La contribution à l'émergence d'une nouvelle génération de classe moyenne agricole
- La création d'une nouvelle génération de jeunes entrepreneurs, notamment à travers la mobilisation et la valorisation de 1 million d'hectares de terres collectives et la formation de 150 000 jeunes aux services agricoles et para-agricoles
- La création des organisations agricoles innovantes de nouvelle génération
- La création d'une nouvelle génération de mécanismes d'accompagnement, en connectant au moins 2 millions d'agriculteurs à des plateformes de services digitaux et en faisant émerger 5000 conseillers agricoles privés pour l'encadrement des agriculteurs.

Le deuxième fondement concerne la pérennisation du développement agricole, à travers des actions spécifiques dans les filières de production, les circuits de distribution et la préservation des ressources naturelles dans le contexte des changements climatiques. Il repose sur 4 axes également à savoir :

- La consolidation des filières agricoles
- L'amélioration et la modernisation des circuits de distribution des produits agricoles
- L'amélioration de la qualité et de la capacité d'innovation
- L'instauration d'une agriculture plus résiliente et éco-efficente¹

¹ Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts, Génération Green 2020-2030 : Fondement II : Pérennité du développement agricole.

Cette stratégie a aussi pour objectif d'encourager les agriculteurs à investir davantage, d'améliorer les conditions de leur travail et de diminuer les écarts entre le Salaire Minimum agricole garanti (SMAG) et le Salaire Minimum interprofessionnel garanti (SMIG).

La stratégie vise le développement des filières agricoles en vue de doubler le PIB agricole et les exportations, en maintenant les efforts d'investissement, rationalisant les aides, en appuyant la compétitivité des exportations marocaines et en accélérant et valorisant la transformation des produits agricoles, ainsi qu'en qualifiant certaines filières à fort potentiel.

La stratégie poursuit également la modernisation de l'irrigation, la promotion des partenariats publics privés (PPP) en irrigation et les techniques économes en eau en vue de doubler l'efficacité hydrique par m³ d'eau. Cette optimisation des ressources hydriques sera accompagnée par la promotion des énergies renouvelables dans ce domaine via l'accompagnement de la transition énergétique des agriculteurs vers les énergies renouvelables.

L'innovation, la qualité et le green Tech sont au cœur des préoccupations des décideurs. La Génération Green porte beaucoup d'intérêt sur l'amélioration de la qualité de la production et son adaptation aux tendances agricoles et technologiques ainsi qu'aux nouveaux modes de consommation, ce qui permettra au Maroc de s'inscrire définitivement dans les standards internationaux, de répondre aux attentes des consommateurs marocains et étrangers.

Les investissements en recherche & développement seront ainsi multipliés par 1,5 voire 2 pour une meilleure diffusion des innovations et des percepts de l'agro-Tech. Chose qui permettra d'inscrire 30 à 50 nouvelles variétés au catalogue officiel. Les services digitaux de l'agriculture devraient couvrir les domaines de la traçabilité, du conseil, de la commercialisation, du paiement mobile et de l'assurance agricole. Les exploitants pourraient intégrer de plain-pied l'Agri 4.0 qui permet une durabilité des ressources.

1.2 Le nouveau modèle de développement : l'innovation et la recherche pour une agriculture marocaine plus performante

La commission spéciale chargée du nouveau modèle du développement (CSMD) avait signalé dans son rapport général sur le nouveau modèle de développement (NMD) sur la nécessité de mettre en place des réformes spécifiques et urgentes afin de rendre le secteur agricole un secteur plus performant et compétitif. Le rapport revient sur l'importance de l'innovation et de la recherche pour relever les défis qui attrapent le secteur et répondre à ses différents enjeux.

Pour rappel, le NMD est un rapport élaboré par la CSMD (désignée par sa majesté le Roi Mohamed VI) dressant les contours d'un nouveau modèle qui définit une ambition nationale et

propose un chemin du changement crédible et réalisable, en partant d'un diagnostic lucide et franc, d'une approche prospective, et d'un exercice d'écoute citoyenne très large. S'inscrivant dans le cadre constitutionnel existant, le NMD a pour vocation « *de servir de référentiel pour animer le débat sur les priorités de développement de la Nation et faciliter la convergence de l'action de tous les acteurs autour d'objectifs communs et d'approches partagées — dans le respect des rôles, responsabilités, et marges d'action de chacun* ». ¹

Le secteur agricole est l'un des secteurs à traiter « en urgence » selon la CSMD. L'intérêt porté à ce secteur revient à la fois aux potentiels dont il dispose, mais aussi aux contraintes auxquels il fait face et qui freinent éventuellement son développement.

Le responsable de la FAO a aussi mis en valeur le rôle de la science et du savoir-faire contenus dans ce nouveau modèle de développement, notant qu'il s'agit d'un Maroc prospère, qui crée des richesses et des emplois de qualité, et d'un leadership régional dans des domaines bien ciblés.

Les experts marocains dans le domaine ont affirmé de leur part aussi que l'innovation en agriculture constitue un moteur de croissance et un facteur clé de succès pour avancer vers une agriculture connectée et une alimentation accessible à tous notamment dans un contexte de croissance démographique et les crises financières et sanitaires que traversent les différents pays.

2. L'adoption des innovations en agriculture : l'information agroclimatique comme pas transitoire vers une agriculture « intelligente »

De nombreuses études montrent que les informations agricoles et climatiques sont de plus en plus intégrées dans les processus de décisions des agriculteurs partout dans le monde, comme elles étaient un pas déterminant de l'adoption des nouvelles technologies dans la production agricole. En effet, le principe de l'agriculture intelligente c'est l'optimisation de l'utilisation des ressources productives (tel que les intrants, l'eau...) en agriculture dans le « bon moment » et dans le « bon espace » tout en prenant en compte les spécificités environnementales de la zone donnée. L'utilité de l'information agro climatique va donc permettre à la fois à l'agriculteur de réagir de façon plus rationnelle et attentive, mais aussi d'acquérir les compétences de base qui vont servir par la suite à réussir la transition vers l'Agriculture intelligente.

¹ Commission Spéciale sur le modèle de Développement, « Nouveau modèle de Développement, Résumé du Rapport Général de la CSMD ».

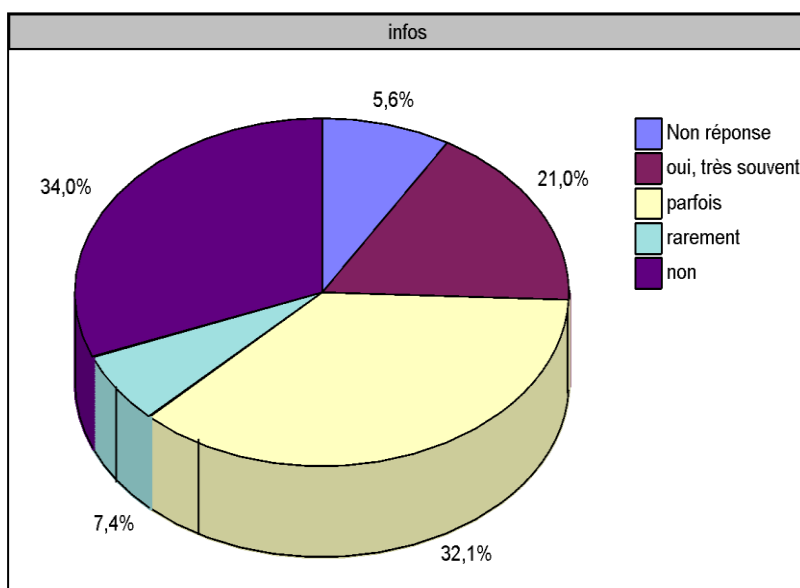
2.1. Perceptions paysannes sur les prévisions saisonnières

La perception paysanne de la variabilité climatique a pris une part importante dans l'étude que nous avons menée auprès des personnes enquêter dans la Tassaout Aval. C'est un point primordial qui nous a permis d'évaluer ainsi la conscience et l'intérêt que portent les agriculteurs vis-à-vis de la question du climat.

Dans un premier temps, il va falloir évaluer l'accessibilité à l'information climatique chez les agriculteurs et identifier les moyens par lesquels elle est diffusée. Les résultats de notre enquête ont démontré qu'une part des agriculteurs ne disposent d'aucune information ni d'idée si la saison est bonne ou mauvaise. D'autres prévoient de façon très classique la nature de la campagne saisonnière, une façon qui relève essentiellement de leurs expériences agricoles.

La diffusion de l'information climatique est presque rare dans la Tassaout Aval. Contrairement à ce qui était avancé par les administrateurs, la majorité des paysans ont affirmé la quasi-absence de diffusion et/ou la circulation de l'information climatique. Sinon pour les personnes qui l'en disposent, affirment l'avoir obtenu soit à travers les encadreurs agricoles, soient via la télé telle qu'il est présenté dans les figures ci-dessous.

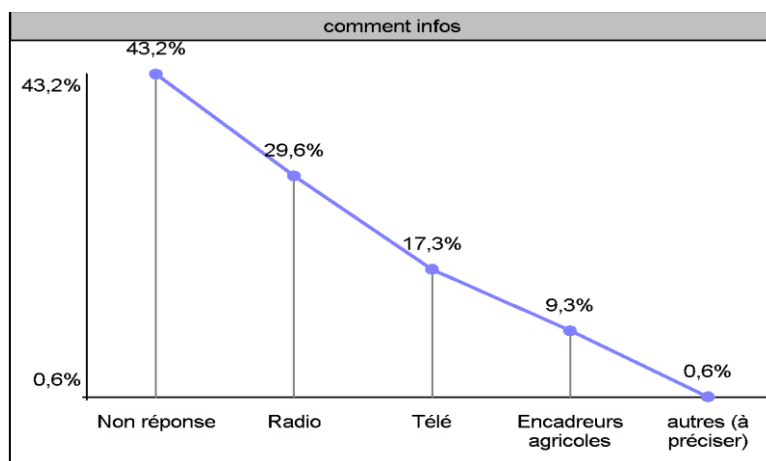
Figure 52: Accès à l'information climatique.



Source : Résultats des travaux de l'enquête

Pour rappel, les organismes étatiques et non étatiques qui sont intégrés dans le processus de gestion du secteur agricole mènent pendant chaque saison des campagnes d'information, des sessions de formation, des séances d'encadrement agricole au profit des agriculteurs. Ces programmes ont pour finalité d'accompagner les agriculteurs tout au long de leur processus de production, afin d'acquérir dans les bonnes conditions les résultats souhaitables.

Figure 53: Sources d'informations climatiques.

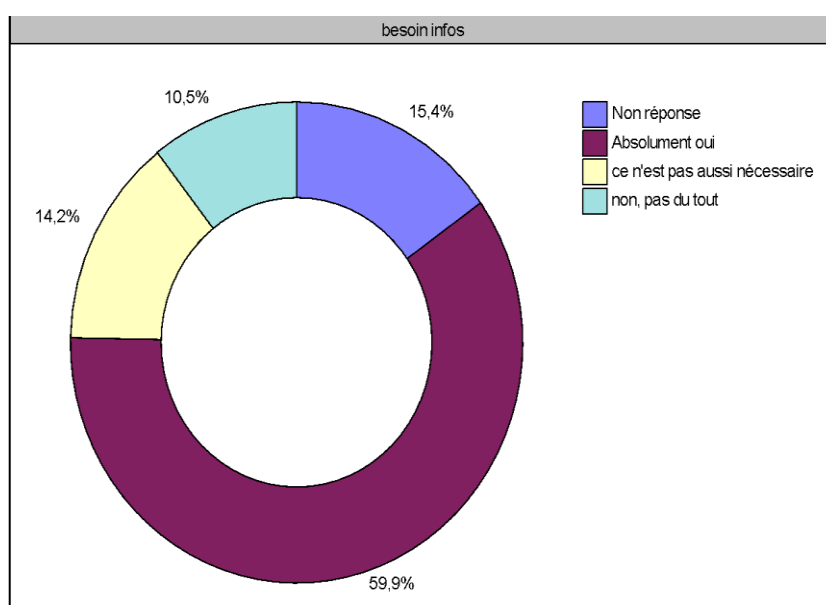


Source : Résultats des travaux de l'enquête

2.2. Le besoin en information agroclimatique

La figure ci-dessous indique que la proportion des ménages favorables à la disposition de l'information agroclimatique dans chaque précampagne agricole est similaire chez la part majeure des agriculteurs. L'expression des besoins des ménages en information agroclimatique montre qu'ils ont bien conscience des risques climatiques sur la production agricole.

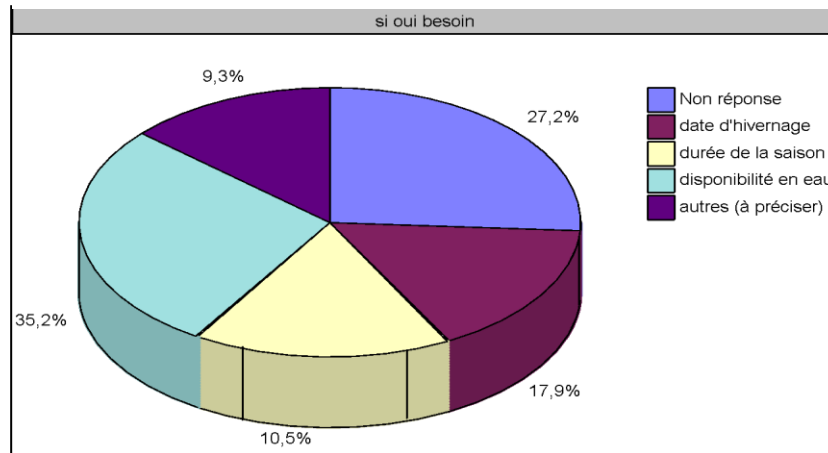
Figure 54: Besoin en information agro climatique.



Source : Résultats des travaux de l'enquête

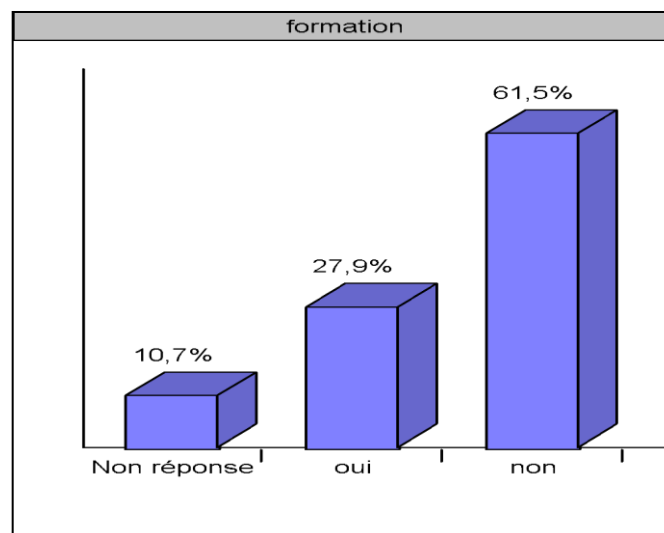
Ils ont exprimé leurs besoins en information climatique du début de l'hivernage (17,9 %), disponibilités en eau (35,2 %) et durée de la saison (10,5 %) telle qu'il est présenté dans la figure suivante :

Figure 55: Les types d'informations climatiques.



Source : résultats des travaux de l'enquête

Figure 56: Les personnes ayant déjà assisté à une formation agricole.

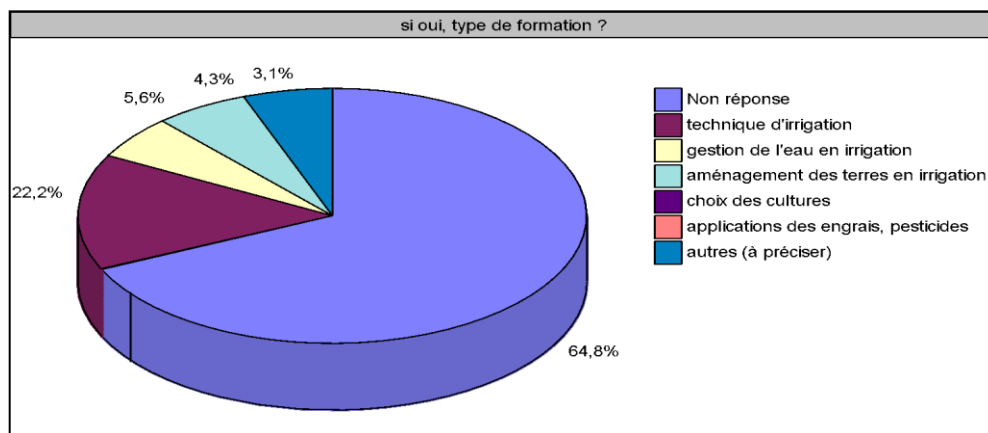


Source : résultats des travaux de l'enquête

Le téléphone constitue le canal privilégié pour la diffusion de l'information climatique, selon la majorité des ménages. L'ensemble de la zone est couvert par le rayon de diffusion d'internet. Les caractéristiques des ménages intéressés à utiliser l'information climatique sont quasi-similaires au sein des différentes communes. En effet, l'analyse révèle que les utilisateurs potentiels de l'IC sont plutôt les jeunes chefs de ménages, les chefs de ménages mariés et les chefs de ménages instruits. Disposer de l'information climatique est évidemment utile, mais il va falloir l'associer à des prérequis techniques et des connaissances plus développées en agriculture. À ce titre, nous avons essayé d'évaluer les besoins des paysans en formation agricole. Les résultats sont résumés comme suit :

Les formations agricoles ont constitué un réel besoin des agriculteurs au niveau de la zone d'étude en tant que l'encadrement agricole (voir figure ci-dessous). Malgré les efforts déployés dans ce sens, l'agriculteur se sent fragile en la matière. Par titre informatif, les formations agricoles dans la Tassaout aval sont assurées par l'Office National de Sécurité sanitaire des Produits alimentaires ONSSA.

Figure 57: les types de formation dont lesquels les ménages en déjà assisté.



Source : Résultats des travaux de l'enquête

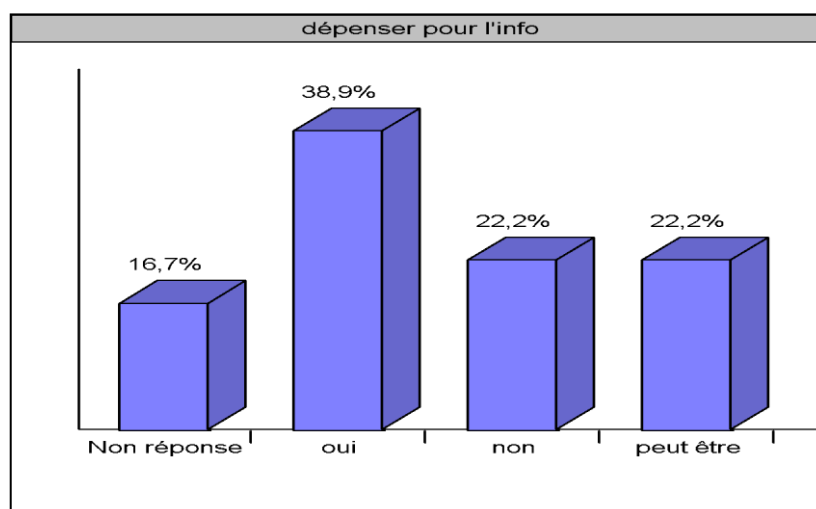
C'est un organisme qui exerce pour le compte de l'État les attributions relatives à la préservation de la santé des animaux et des végétaux et de la sécurité sanitaire des produits alimentaires, y compris les produits de la pêche et les aliments pour animaux. Il est de ce fait, le principal interlocuteur dans le domaine de la sécurité sanitaire des produits alimentaires vis-à-vis des opérateurs, consommateurs.

et partenaires étrangers¹. Sa création avait pour but de garantir la sécurité sanitaire des produits alimentaires et d'améliorer la compétitivité des produits agricoles et agroalimentaires.

2.3. Évaluation économique de l'information agro climatique :

L'analyse dévoile l'existence d'une importante proportion des ménages qui est prête à contribuer financièrement pour bénéficier de l'information agro climatique afin de réduire les risques climatiques sur la productivité agricole (voir figure ci-après). Environ 38,9 % de ces ménages acceptent de payer. Par contre, près de 22,2 % d'eux ont besoin de l'information agro climatique, mais ils ne sont pas prêts à payer. Seulement 22,2 % des ménages ne veulent pas intégrer l'IC dans leur prise de décision en matière de production agricole.

Figure 58: Payer pour l'IAC.

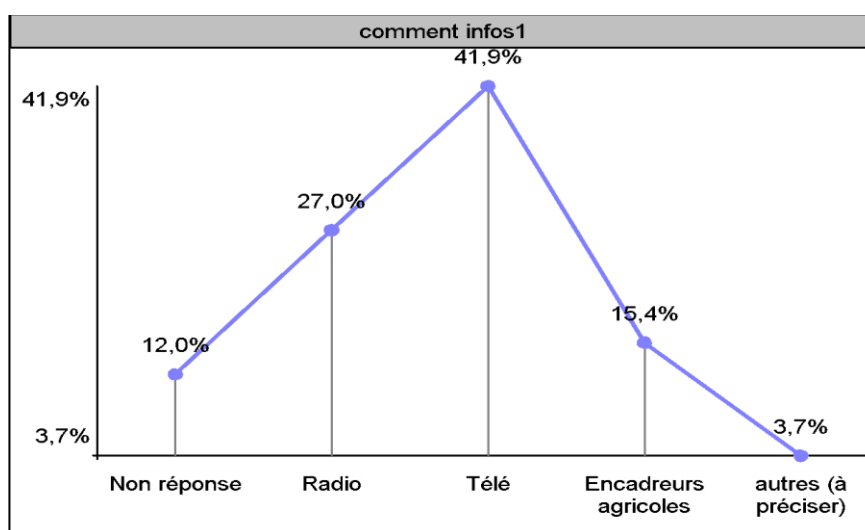


Source : Résultats des travaux de l'enquête

¹ www.agriculture.gov.ma

L'utilisation des outils classiques tels que les radios comme moyen de vulgarisation n'est pas favorisée chez les agriculteurs. En effet, les ménages estiment que les IAC doivent être gratuites si toutefois elles sont diffusées par voie radiophonique. De ce fait, ils ne sont pas prêts à dépenser pour en bénéficier. Ils préfèrent dépenser pour recevoir les IAC par d'autres moyens de communication tels que le téléphone et les services agricoles.

Figure 59: Moyen de partage de l'IAC.



Source : Résultat de l'enquête

Les variables affectant significativement la demande des ménages en information agro climatique sont : l'âge du chef de ménage, le niveau d'alphabétisation, la situation matrimoniale du chef de ménage.

La capacité des ménages à prévoir le climat, l'utilisation du téléphone comme moyen de diffusion, le début du démarrage des pluies constituent les déterminants de la valeur du comportement des ménages agricoles pour bénéficier de l'information agro climatique. L'instruction des chefs de ménages favorise significativement la demande en IAC des ménages. Elle accroît l'aptitude des chefs de ménages à comprendre la nécessité de l'utilisation des IAC dans l'orientation de leur. Le vieillissement des chefs de ménage (âge > 45 ans) affecte cependant négativement la demande de l'IAC. En effet, ces ménages se montrent désintéressés à utiliser les IAC. Le regroupement des agriculteurs facilite leur accès aux prévisions de saisons vulgarisées par les services agricoles. Pour eux, les échanges entre agriculteurs organisés en groupement leur permettent de mieux comprendre les enjeux liés aux effets des changements climatiques dans le secteur agricole.

En termes financiers, le revenu extra-agricole influe positivement sur la demande en IAC des ménages. Les ménages consentent à payer pour bénéficier de l'IAC à partir des revenus générés de l'émigration ou par d'autres activités telles que le commerce.

3. Les retombées socio-économiques et environnementales de la transition vers une agriculture intelligente dans la Tassaout aval

3.1. Sur le plan socioéconomique

Le développement technologique et l'innovation peuvent présenter de nombreux avantages au secteur de l'agriculture et le promouvoir notamment au niveau social. Ils peuvent avoir un impact significatif sur les marchés du travail, au moment où on assiste à une diminution considérable de la part de la main-d'œuvre agricole par rapport à la population active totale. L'agriculture intelligente et l'agriculture de précision sont des systèmes de gestion qui impliquent des acteurs d'un large champ disciplinaire : des ingénieurs, des pédologues, des géographes, des hydrologues, des agronomes, des experts en télédétection, des programmeurs, des consultants en environnement, des économistes, des conseillers agricoles et sans doute des agriculteurs avec des connaissances pratiques importantes.

En assurant un nouveau mode de vie et qui accompagne la mutation du développement, cela va pouvoir encourager la population rurale jeune à s'engager massivement. Elle pourra être attirée par l'intérêt pour les technologies des TIC (technologies d'information et de communication) et les pratiques agricoles conventionnelles. Les ventes de récoltes seront stimulées sur le marché mondial. L'agriculteur peut facilement se connecter au marché mondial sans restriction géographique.

Certes, l'agriculture intelligente ne va pas créer nécessairement de nouveaux emplois dans le secteur agricole primaire, mais entraînera une modification de la demande de compétences de la main-d'œuvre agricole. En outre, l'adoption généralisée de l'agriculture intelligente et de l'agriculture de précision augmentera la demande de main-d'œuvre hautement qualifiée avec des salaires plus élevés dans les zones rurales, par exemple, les techniciens, ingénieurs de service... etc.

Les étudiants qui hésitent à poursuivre leurs études auparavant ou à entrer dans le secteur agricole vont être encouragés à s'intégrer. Cela va contribuer non seulement au maintien de la population rurale dans son milieu et limiter l'exode massif et l'émigration, mais aussi promouvoir le développement social en milieu rural.

L'agriculture intelligente contribuera au développement numérique dans le secteur. Ce développement pourra être conçu comme étant trop éloigné de l'agriculture traditionnelle, surtout pour les générations âgées. Les agriculteurs peuvent ne pas trouver ceci pertinent ou sinon ils n'ont pas l'intérêt ou les compétences pour apprendre ces nouvelles techniques et procédures. Toutefois, cela va pouvoir contribuer en autre part à la naissance d'une nouvelle génération d'agriculteurs qui

manipulent de nouveaux types de systèmes d'information agricole avec des services de haute technologie.

3.2 Sur le plan environnemental :

L'évolution de la technologie permet désormais des espaces agricoles et d'habitation plus adaptée. La technologie Internet des objets (IoT) a révolutionné tous les domaines de la vie courante en la simplifiant¹. Cette technologie révolutionne jour après jour la production agricole en la renforçant, mais aussi en la rentabilisant et en réduisant les déchets.

Le but crucial de l'utilisation de la technologie est en fait d'aider les agriculteurs à obtenir des données réelles (température, humidité du sol, quantité de lumière provenant de l'environnement du sol) pour un suivi efficace de l'environnement, ce qui aidera à réaliser une agriculture intelligente et à augmenter le rendement global et la qualité des produits.

L'agriculture intelligente, également connue sous le nom d'agriculture de précision, est gérée par des logiciels et surveillée par des capteurs² et devient de plus en plus importante en raison d'une combinaison de la croissance démographique mondiale, de la demande croissante de rendements agricoles plus élevés, de la nécessité d'utiliser efficacement les ressources naturelles, mais aussi pour répondre à un besoin croissant d'une agriculture adaptée à la vulnérabilité climatique.

Du point de vue environnemental, les principaux avantages de l'utilisation de l'IoT pour améliorer l'agriculture sont :

- La gestion de l'eau peut être effectuée de manière efficace à l'aide de l'IoT, sans gaspillage d'eau (notamment via des capteurs)
- Aide à surveiller en continu le terrain afin que des précautions puissent être prises à un stade précoce.
- La gestion du sol, telle que le niveau de PH, la teneur en eau, etc., peut être facilement déterminée afin que l'agriculteur puisse semer des graines en fonction du niveau du sol.
- Aide à reconnaître les maladies survenues dans les plantes et les cultures depuis un endroit éloigné et prendre les mesures nécessaires. Les cultures peuvent automatiquement être protégées contre les maladies à venir.

L'utilité de cette approche et celle de la robotique se prouvent particulièrement dans les serres, où les agriculteurs font pousser des cultures tout en contrôlant l'environnement agricole. Cependant,)

¹ Abbassi et Benlahmer, « The Internet of Things at the service of tomorrow's agriculture ».

² Voir chapitre 1 de la partie 3

elles ne peuvent toujours pas éviter la fluctuation de la variabilité climatique (température, l'humidité...), mais aussi la probabilité d'apparition de maladies et d'autres risques. Ceci peut conduire à des stress dans les cultures et à la propagation de maladies chez les plantes. Dans ces cas, minimiser les dommages au rendement agricole est primordial et il faudra avant tout détecter et localiser des cultures ou plantes qui sont désormais infectées. Dans ce sens, les capteurs sont généralement utilisés pour surveiller les conditions climatiques, mais dans la plupart des cas ils ne peuvent pas effectuer cette tâche sans l'intervention humaine, des ordinateurs et des robots d'où la nécessité de la mise en disposition d'un protocole robotique qui collabore avec tous les agents du système pour travailler en harmonie. Cela permet non seulement de limiter les dégâts économiques, mais s'avance comme une réponse favorable à l'adaptation de l'agriculture aux aléas climatiques. Ainsi, les différents avantages avancés par l'agriculture intelligente en termes de rendement des cultures et les bénéfices agricoles, notamment à travers l'utilisation optimale des quantités d'intrants agronomiques peuvent avoir également une incidence positive sur l'environnement. En effet, l'optimisation des quantités d'intrants permet la réduction des produits chimiques rejetés dans l'air et les eaux souterraines. En d'autres termes, la VRA contribue à réduire les déchets résultant de la sur/sous-utilisation des ressources en intrants agricoles en mettant en œuvre des technologies d'application de précision. De plus, le système d'agriculture à circulation contrôlée assuré par là et de la technologie de direction autonome des véhicules peuvent minimiser le compactage du sol dans un champ.

3.3 Les contraintes, mesures à entreprendre et recommandation dans le cadre de l'adoption de l'agriculture intelligente

En termes de contraintes :

Sur le plan économique, l'une des contraintes majeures à l'adoption des nouvelles technologies en agriculture est le coût. On en distingue deux types : un coût matériel et un coût logiciel. En effet, le coût élevé du matériel et des logiciels rend difficile le déploiement d'appareils et de technologies pour les agriculteurs. Réduire le coût du système reste donc un défi de taille pour de nombreux chercheurs. Pour réaliser la large diffusion des applications d'agriculture intelligente basées sur l'IdO, il est important de réduire davantage le coût du système et de développer certains modèles économiques.

Le coût du matériel comprend les achats d'appareils IoT, de modules, d'infrastructure de station de base, etc. Pendant ce temps, afin de réaliser une surveillance en temps réel de plusieurs paramètres et une agriculture de précision, les capteurs et dispositifs de haute qualité et de haute précision sont une autre situation à coût élevé. Le coût du logiciel implique le coût élevé de développement, de maintenance et de déploiement des systèmes d'agriculture intelligente, ainsi que le coût de fonctionnement, y compris l'abonnement continu pour l'utilisation de services centralisés ou de plates-formes IoT.¹

En termes techniques, d'autres contraintes s'ajoutent. D'une part, l'existence des différentes formes de relief implique obligatoirement l'adaptation des systèmes aux différentes conditions environnementales. D'autre part, les capteurs déployés sur le terrain agricole sont sensibles aux variations environnementales et, par conséquent, la précision des données en temps réel collecté peut être facilement affectée. Surtout dans l'agriculture de précision, les appareils sont adaptables avec d'autres appareils et environnements. Alors que parfois les appareils ne peuvent pas s'adapter les uns aux autres en raison de conditions environnementales variables ou de problèmes matériels. Chose qui rend la communication sans fil interrompue en raison de la perturbation des canaux de communication.

De son côté, la fiabilité est une préoccupation majeure pour les appareils IoT en termes de transmission de données. Les appareils doivent collecter et transférer des données fiables afin de prendre les décisions appropriées si nécessaire. Une lecture erronée réduira considérablement la fiabilité du système. Par conséquent, l'intégrité des données reste un défi en raison des pannes du système, des problèmes de batterie et d'autres interventions.

¹ Tao et al., « Review of the internet of things communication technologies in smart agriculture and challenges ».

Dans le même temps, le stockage des données est un autre défi. Les capteurs génèrent constamment des données, et une grande quantité de données nécessite suffisamment de ressources pour effectuer l'analyse des données. Par conséquent, les exigences croissantes en matière de stockage se traduisent par de nouvelles plates-formes logicielles avancées et des installations pour une gestion évolutive des sources de données volumineuses. La tolérance aux pannes est également une caractéristique importante des réseaux de capteurs sans fil. Divers défauts peuvent survenir dans un système agricole basé sur l'IoT, tel qu'une défaillance de nœud en raison d'une batterie épuisée ou d'autres raisons, une valeur erronée, une défaillance de communication et un étalonnage défectueux du capteur. Par conséquent, des solutions pour tolérer les fautes doivent être envisagées.

Du point de vue social, l'adoption des nouvelles technologies avancée par l'agriculture intelligente reposera plusieurs défis dont les plus marquants sont : l'acceptation de la transition technologique et les prérequis de base après l'acceptation.

Expérience, réussite et recommandation :

L'expérience de l'agriculture intelligente n'est pas nouvelle au Maroc. Pas mal d'agriculteurs ont tenté de la développer dans leurs champs et confient leur réussite en la matière.

Parmi les expériences qui ont été prouvées, on cite l'expérience d'un propriétaire d'une coopérative sise à Berkane qui avait utilisé des drones sur une centaine d'hectares plantés d'arganiers pour identifier les besoins du sol, de localiser le stress hydrique. Toujours dans la même ville, on cite également l'expérience d'utilisation des capteurs électroniques plantés dans le sol dans une grande ferme d'agrumes. La plantation de ces capteurs a été faite à différents niveaux du sol dans le but de suivre en temps réel l'état de santé du sol pour pouvoir intervenir efficacement.

À Agadir, la fameuse expérience de Meriem Elouafi, qui avait développé la nanotechnologie en agriculture, a fait preuve de l'efficacité de l'agriculture intelligente. Cette technique lui a permis d'économiser jusqu'à 80 % d'eau par rapport aux systèmes conventionnels utilisés dans l'agriculture et la gestion des espaces verts et des zones arides.

L'utilisation des drones a été également expérimentée par un jeune agriculteur à sidi Kacem où il a confié l'utilité de cette technique de fait qu'elle a un degré de précision très élevé et permet un traitement homogène sur l'ensemble de la surface.

Réussir l'expérience dans la plaine du Haouz en général et la Tassaout Aval en particulier nécessitera obligatoirement l'implication de tous les acteurs à travers une démarche participative. Une étude préalable et une expérience de témoin sont également nécessaires pour pouvoir évaluer l'utilité de ces technologies et définir les différentes limites.

La mise en œuvre d'agriculture intelligente nécessite une large connaissance dans le domaine informatique. La formation des agriculteurs va se poser comme un enjeu majeur, mais il peut être dépassé si les offices et les organismes étatiques et non étatiques collaborent pour assurer cette formation dans les meilleures conditions.

Par ailleurs, l'adoption des différents outils de l'agriculture intelligente précités comme VRA est caractérisée par des coûts d'équipement élevés dont uniquement les grands exploitants agricoles peuvent en bénéficier à court terme. Pour les petits et moyens agriculteurs, elle pourrait être rendue plus largement disponible par des programmes ou des politiques de subvention d'acquisition d'équipement que l'État marocain mettra en avance.

Pour les agriculteurs disposant des petites parcelles agricoles, il sera difficile de mettre en œuvre ces technologies. Dans ce cas, la meilleure solution est de partager ces technologies en regroupant l'ensemble des parcelles dont la superficie de chacune d'elles ne dépasse pas un hectare.

Conclusion :

Aujourd'hui, les agriculteurs tentent constamment de trouver des moyens alternatifs de réduire leurs coûts de production. L'agriculture intelligente pourra apporter une valeur ajoutée en termes de bénéfices (rendement, profit), réduire les impacts environnementaux négatifs dus à une utilisation excessive d'intrants ou apporter un meilleur bien-être animal grâce à une meilleure gestion et décision.

L'application d'agriculture intelligente modifiera les techniques de la production agricole. Cela exigera des agriculteurs qu'ils augmentent leur niveau d'éducation pour travailler avec des outils TIC complexes et également maintenir leurs connaissances sur le terrain qui peuvent les aider à prendre des décisions.

L'agriculture intelligente va constituer également un appui très important aux objectifs escomptés de la stratégie nationale du développement durable et les politiques agricoles, notamment dans le cadre de la Génération Green, et va pouvoir achever les orientations et les directions de la Haute Instance.

Conclusion partie III :

La problématique de la production agricole face aux aléas climatiques dans la Tassaout, aval au cours des dernières décennies, se pose avec acuité. Nous avons synthétisé qu'au cours des années 70 et 80 deux causes majeures ont affecté l'évolution de cette région : une baisse pluviométrique prolongée avec de sévères périodes de sécheresse, une croissance démographique plus forte associée à un mouvement migratoire significatif. Dans ces conditions, on a assisté à une dégradation des milieux, une baisse de rendements et de fertilité des sols, entraînant une migration d'une partie de la population vers les villes et les pays frontaliers.

Mais dès la fin des années 1990, nous avons vu apparaître, dans certaines zones (spécifiquement la zone irriguée) de la Tassaout aval, des changements dans les pratiques agricoles comme dans leur organisation collective. En matière de gestion des milieux, les changements les plus spectaculaires ont été les aménagements hydroagricoles et l'introduction de nouvelles techniques en matière d'irrigation, ce qui a permis le reboisement de nombreuses zones et a contribué à réussir des économies d'eau.

Ces innovations, en partie endogènes, et qui se sont largement propagées, témoignent de la capacité de résilience des communautés rurales face à la dégradation de leur environnement. Ce passage d'une phase d'évolution régressive à une autre où se mettent en place de nouveaux modes d'exploitation du milieu régénérant sa capacité productive et assurant une gestion plus durable des ressources naturelles, constitue une véritable transition agraire que nous cherchons à prouver en faveur des innovations plus sophistiquées et qui dépend d'un niveau technique et technologique plus développé et performant.

Cela étant, les moyens matériels, financiers et culturels dont disposent les sociétés rurales sont limités. Dans cette perspective, nous espérons que les acteurs et les parties prenantes en matière de prévention des risques, du développement agricole et d'atténuation des effets du changement climatique agissent sur un plan plus structurel. L'efficacité des mesures visant à réduire, transférer et réagir aux niveaux actuels des risques climatiques pourrait s'en trouver fortement améliorée. L'exploitation de synergies potentielles entre les communautés agricoles et l'adaptation aux changements climatiques améliorera la gestion des risques climatiques actuels et à venir, et renforcera les processus d'adaptation, et diminue ainsi la migration forcée.

**Planche 5 : Projet d'investissement en agriculture
d'un émigré d'Italie dans la Tassaout Aval.**



Commentaire sur planche 5 : Cette planche illustre un projet d'investissement dans le domaine d'agriculture d'un Marocain émigré de l'Italie. A noter que les projets d'investissement des Marocains résidents en Italie dans la Tassaout Aval ne se limitent pas uniquement dans ce domaine, mais aussi dans le domaine des travaux publics, de construction, de l'immobilier et les services.

Planche 6 : Les migrants marocains en agriculture dans les champs Italiens.



CONCLUSION GÉNÉRALE :

Les principales retenues de notre littérature et nos résultats examinés dans notre travail de recherche sont relatives aux études sur les effets et impacts du changement climatique sur la production agricole, en raison de la nature dépendante du climat des systèmes agricoles d'une part, et sur la population rurale dont le revenu dépend essentiellement des rentes agricoles d'autre part.

Les impacts de la sécheresse, la raréfaction des ressources hydriques, et dégradations des terres agricoles, relèvent une intention particulière des acteurs décisifs dans de nombreux pays d'Afrique, notamment le Maroc, où l'agriculture se positionne aux priorités dans le système économique et constitue un générateur important d'emploi et la principale source de revenus pour une part importante de la population.

Étant donné que l'agriculture est la principale occupation dans la Tassaout Aval, cela provoque des situations de plus en plus vulnérables au changement climatique, et nous les apercevons en premier lieu sur les moyens de subsistance des agriculteurs et des éleveurs. Ces situations se manifestent par la suite à travers des flux migratoires importants en interne ou en externe. Dans la majorité du temps, ce sont des cas de migration internationale qui sont enregistrés au niveau de la Tassaout Aval.

Ce qui ressort clairement de la littérature et les résultats obtenus de notre étude est cette corrélation entre le changement climatique, les effets sur la productivité agricole et les migrations internationales : nous constatons que les chocs négatifs sur la productivité agricole causés par les fluctuations climatiques augmentent considérablement l'émigration.

Pour conduire cette analyse et obtenir une image plus complète de la relation surtout « climat-migration », on pouvait soit continuer à accumuler les preuves spécifiques au contexte, soit mener l'analyse à un niveau plus concentré sur le ou les liens les plus importants. En adoptant la deuxième approche, l'agriculture a été considérée comme un lien intermédiaire possible entre le climat et la migration, notamment internationale. Cette considération est appuyée par une large littérature scientifique préalablement établie dans ce sens, exposant la sensibilité des rendements des cultures aux changements climatiques, notamment aux augmentations de température et variabilité des précipitations. Cette vulnérabilité augmente dans les zones où l'agriculture constitue un secteur économique important, dont une grande partie de la population dépend encore directement de l'agriculture pour vivre. C'est donc une hypothèse plausible que l'agriculture joue un rôle important dans la relation climat-migration.

Le déficit pluviométrique, qui était de 50 % pour l'ensemble du Maroc, avait fait chuter la production des céréales à 20 millions de quintaux contre 35 à 40 millions en année normale. De même, pour l'élevage, on a évalué les pertes à 40 % du cheptel total. Mais les pertes ont été considérables surtout en zone d'écosystème bour. Ces régions, bien que représentant plus de 80 % de la surface cultivée du pays, n'ont pu bénéficier de la même attention que celle accordée par les autorités aux périmètres irrigués. Les éleveurs du Maroc sans doute, n'ayant aucune donnée sur l'évolution climatique, se fondaient au début sur des rumeurs d'approvisionnement en aliments de bétail importés et comptaient sur le foin et la paille en silos ou sur les aires de battage. Ils auraient eu tendance à vouloir conserver leur cheptel qui, rapidement, s'affaiblissait. Ils supportèrent matériellement plusieurs mois de soin au cheptel, mais chutèrent de manière brutale les prix du mouton passant après l'automne 1981 de 380 DH à 40 DH.

Les extrêmes climatiques tels que la sécheresse est complexe et est fortement affectée par l'équilibre entre les précipitations et l'évapotranspiration et l'effet concomitant sur l'humidité du sol. Les études prouvent que le record de sécheresse est dû essentiellement à l'augmentation des températures combinée à de faibles précipitations et à une réduction de l'humidité du sol, et rapportent des impacts significatifs sur la production agricole.

La période de sécheresse, vécue par les paysans, issue de la zone de la Tassaout Aval, avait provoqué un mouvement migratoire très important, particulièrement vers l'Italie. Bien que nos résultats suggèrent qu'une émigration internationale importante induite par les manifestations du changement climatique sur la productivité agricole, les conséquences sont considérables. Nous avons constaté en outre que cette migration augmente en élargissant spécifiquement les flux migratoires déjà établis, présentant potentiellement des défis pour les principaux pays d'accueil de migrants, pour la plupart industrialisés (le cas de l'Italie dans notre étude).

La présente étude avait pour objectif de fournir une base pour envisager des politiques visant à faire face aux conséquences (tant positives que négatives) des augmentations potentielles de la migration dues au changement climatique. Nos résultats fournissent également des recommandations pour anticiper et gérer ces flux en concentrant l'attention sur la performance sur secteur agricole, surtout dans un contexte mondial de plus en plus complexe où nous assistons à l'apparition d'autres problématiques potentielles, notamment la question de la sécurité alimentaire et la raréfaction des ressources hydriques.

L'adaptation agricole, qui renforce la résilience et améliore les capacités de gain des agriculteurs, peut réduire les incitations à migrer. Diversifier les moyens de subsistance de ceux qui dépendent.

désormais de l'agriculture, par exemple en encourageant le travail non agricole, l'urbanisation ou la modernisation structurelle, a également le potentiel de réduire la migration. Mais ce qui reste de plus efficace et efficient est de mettre en valeur le secteur agricole. Dans ce sens, il est impérativement important de renouveler l'organisation de la conception traditionnelle de l'agriculture et de favoriser des approches plus ouvertes, décentralisées, contextualisées et participatives de la conception et de l'innovation.

Dans ce contexte, nous considérons que les capacités d'adaptation des agriculteurs au changement climatique sont plus élevées dans les pays développés que dans les pays en développement en raison de leur accès à plus de technologie. Un transfert de technologie efficace du nord vers le Sud est nécessaire pour encourager le renforcement de la résilience et renforcer la capacité d'adaptation dans les pays d'Afrique.

Le transfert technologique est un processus fondamental pour faciliter l'accès aux technologies d'adaptation et d'atténuation. La diffusion de ces technologies est donc nécessaire. Les technologies liées au changement climatique devraient être mises à la disposition des pays en développement par le biais d'un transfert technologique guidé par des brevets et des licences. Un tel transfert de technologie est vital pour la réalisation du développement durable dans les pays en développement et favorise l'émergence d'une nouvelle génération d'agriculture, où les nouvelles technologies constituent le moteur de sa performance et son développement.

Il y a un besoin urgent d'interventions politiques pour accroître les capacités d'adaptation des agriculteurs et des éleveurs. Une autre approche qui peut être recommandée aux décideurs et aux partenaires en tant que stratégie politique consiste à « donner la priorité aux personnes vulnérables ». Cela a à voir avec la reconnaissance du besoin d'adaptation qui est principalement adopté et acceptable pour l'adaptation sectorielle actuelle axée sur l'impact que la recherche et les programmes soutiennent actuellement. Plus important encore, cette idée de « donner la priorité aux vulnérabilités des petits exploitants » exige de mettre davantage l'accent sur la résilience et la capacité d'adaptation ainsi que sur l'aptitude.

BIBLIOGRAPHIE

- Abbassi, Younes, et Habib Benlahmer. « The Internet of Things at the service of tomorrow's agriculture ». *Procedia Computer Science* 191 (2021): 475-80. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.07.060>.
- Afifi, T. (2009). Climate Change and Population Migration in the Mediterranean. Paper presented at the 4th International Conference on Population and Development in the Mediterranean, Marrakech, Morocco.
- Agence pour le Développement Agricole. « Évaluation Environnementale Stratégique du Plan Maroc Vert ». Royaume Du Maroc, août 2012. <https://www.ada.gov.ma/sites/default/files/2019-04/Etude%20Environnementale%20et%20sociale%20PMV.pdf>
- AgriMaroc.ma. « Le ministère met l'accent sur la production oléicole – AgriMaroc.ma », 21 septembre 2022. <https://www.agrimaroc.ma/le-ministere-met-laccent-sur-la-production-oleicole/>.
- Badraoui, Mohamed, et Riad Balaghi. « L'adaptation de l'agriculture marocaine au changement climatique ». *Environnement et changement climatique au Maroc- Diagnostic et Perspectives- Konrad-Adenauer-Stiftung eV, Bureau au Maroc, Rabat, Maroc*, 2012, 61-62.
- Banque Mondiale. *Enhancing Agricultural Innovation*. Agriculture and Rural Development, 2006. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-6741-4>.
- Ben Ali, D. 1996 “L'impact de transferts des résidents Marocains à l'étranger (RME) sur l'investissement productif”, seminar on La Migration Internationale, CERED, Rabat, 6-7 June.
- Bencherifa A., Berriane M. et Refass M., 1992, Étude des mouvements migratoires du Maroc vers la Communauté européenne : rapport final, Rabat, faculté des Lettres et des Sciences humaines.
- Bilgili, Özge and Silja Weyel. 2009. “Migration in Morocco: History, Current Trends and Future Prospects. Maastricht Graduate School of Governance, Migration and Development Country Profile.
- Black, R. (2001). Environmental refugees : myth or reality ? UNHCR, Policy Development and Evaluation Service, Geneva.
- Black, R., et al. (2011). Environmental Change and Forced Migration : Making Sense of the Debate. The Royal Society.
- Brown, O. (2008). Migration and Climate Change. International Organization for Migration (IOM).
- Castel, J. (2002). Des modes de vie aux modes d'existence : pour une écologie de la santé. *Sciences sociales et santé*, 20(2), 15-47.
- Castrignanò, Annamaria, Gabriele Buttafuoco, Raj Khosla, Abdul Mouazen, Dimitrios Moshou, et Olivier Naud. *Agricultural internet of things and decision support for precision smart farming*. Academic Press, Elsevier, 2020.

- Chantran, Pierre. *La vulgarisation agricole en Afrique et à Madagascar (propos d'un agronome formateur)*. Techniques agricoles et productions tropicales. Paris: Maisonneuve et Larose, 1972. <http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb353885774>.
- Climate Action Tracker. « Despite Glasgow Climate Pact 2030 Climate Target Updates Have Stalled ». Briefing. NewClimate – Climate Analytics, 3 juin 2022. <https://climateactiontracker.org/publications/despite-glasgow-climate-pact-2030-climate-target-updates-have-stalled/>.
- Climate Expert. « Entreprises & Adaptation: Maroc ». Faire Face au Changement Climatique Est Un Des Plus Grands Défis De Notre Siècle. Consulté le 23 novembre 2022. <https://www.climate-expert.org/fr/home/entreprises-adaptation/maroc/>.
- Cochet, A., R. Hazan, et L. Monition. « Le Haouz de Marrakech, bassin représentatif d'une zone aride au contact d'une haute chaîne montagneuse : le Haut Atlas de climat subhumide ». In *Symposium of Budapest : Representative and Experimental Areas*, Vol. 2, 1965.
- Collyer, Michael (2004), The Development Impact of Temporary International Labour Migration on Southern Mediterranean Sending Countries: Contrasting Examples of Morocco and Egypt, Sussex Centre for Migration Research WP-T6
- Collyer, M. et al (2009) Migration and Development: The Euro-Moroccan Experience. *Journal of Ethnic and Migration Studies*, Vol 35 (10), December 2009, pp. 1555-1570
- Commission Spéciale sur le modèle de Développement. « Le Nouveau Modèle de Développement : Libérer les énergies et restaurer la confiance pour accélérer la marche vers le progrès et la prospérité pour tous ». Synthèse. Royaume Du Maroc, avril 2021. <https://www.csmd.ma/documents/Synthese.pdf>.
- Conrard, Alain. *Osons !: Un autre regard sur l'innovation*. Cent Mille Milliards, 2020.
- Demangeot, Jean. *Les milieux " naturels " du globe*. Armand Colin, 2009.
- Despois, Jean. « Nomades et nomadisme au Sahara ». *Annales de géographie* 73, n° 398 (1964): 494-95. <https://doi.org/10.3406/geo.1964.16673>.
- De Haas, H. (2009) Morocco. Country profile, no 16, Focus MIGRATION. February 2009.
- De Haas, H. (2007). Morocco's Migration Experience: A Transitional Perspective. *International Migration*, 45(4), 39–70.
- De Mas, P. 1978 Marges Marocaines: Limites de la coopération au développement dans une région périphérique: le cas du Rif
- De Sherbinin, A., et al. (2011). Climate Change, Migration, and Adaptation in Funafuti, Tuvalu. *Global Environmental Change*, 21(Suppl. 1), S12-S23.
- Elglaoui Mazouari, G. (2019). La migration internationale et ses répercussions sur le développement local dans la région de Qala'at al-Saraghna. *Revue Méditerranéenne des Études Africaines et Moyen-Orientales*, (2), 59-74.
- Fadlollah, A., et al. 2000 Facteurs d'Attraction et de Répulsion des flux Migratoires Internationaux, Rapport National, Le Maroc, Commission Européenne, Rabat.
- Fermin, A. (2009a). Environmental degradation and migration in the Mediterranean. European Parliament.

- Folton, Nathalie, Éric Martin, Patrick Arnaud, et Mathieu Tolsa. « Cinquante Ans de Processus Hydrologiques Observés Dans Des Petits Bassins Versants Méditerranéens : Vers Une Raréfaction de La Ressource En Eau ? » *La Houille Blanche* 106, n° 5 (1 octobre 2020): 17-27. <https://doi.org/10.1051/lhb/2020048>.
- Foresight. (2011). Migration and global environmental change : final project report. The Government Office for Science, London.
- Gemenne, F. (2009). Why the numbers don't add up : A review of estimates and predictions of people displaced by environmental changes. *Global Environmental Change*, 19(3), 336-347.
- GIEC. « Rapport synthétique : Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse ». *Changements climatiques 2007*. Genève, Suisse : WMO : UNEP, 2007. <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>.
- Godin, Benoît. « National innovation system: A note on the origins of a concept ». *Project on the Intellectual History of Innovation, manuscript*, 2010.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). « Climate change 2007: Les Elements scientifiques (the physical science basis: contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change) ». Cambridge ; New York: Cambridge University Press, 2007. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ar4-wg1-spm-fr.pdf>.
- GTZ (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) (2007): The Moroccan Diaspora in Germany. Its Contribution to Development in Morocco. Authored by Kirsten Schüttler
- Harbouze, R., J.-P. Pellissier, J.-P. Rolland, et W. Khechimi. « Rapport de synthèse sur l'agriculture au Maroc ». Research Report. CIHEAM-IAMM, 2019. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02137637>.
- Haut-Commissariat au Plan (HCP). « Activité, emploi et chômage: Année 2016, Premiers résultats (annuel) ». *Activité, Emploi, et Chômage : rapports des résultats annuels*, 28 mars 2018. <https://www.hcp.ma/file/231293/>.
- Hunter, L. M., & Nawrotzki, R. J. (2011). The climate-migration nexus. *Geographical Journal*, 177(2), 138-141.
- Hugo, G. (2008). *Climate Change and International Migration*. Copenhagen Consensus Center.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2021 the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Édité par Valérie Masson- Delmotte, Panmao Zhai, Anna Pirani, Sarah L Connors, Clotilde Péan, Yang Chen, Leah Goldfarb, et al. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf.
- Kniveton, D., et al. (2008). *Environmental Change and Migration: Empirical Evidence from Indonesia, Thailand and Vietnam*. University of Sussex, UK.
- Lacirignola, Cosimo. *Crises et conflits en Méditerranée : l'agriculture comme résilience*. La bibliothèque de l'Iremmo ; 32. Paris :

- L'Harmattan, 2018. <http://digital.casalini.it/9782140057908>.
- Laczko, F., & Aghazarm, C. (Eds.). (2009). Migration, environment and climate change : assessing the evidence. International Organization for Migration.
- Le Haut-Commissariat au Plan (HCP). « Changement démographique et ses répercussions à Long Terme sur les Charges de Protection sociale: Cas des Retraites. », octobre 2005.
<http://www.albacharia.ma/xmlui/bitstream/handle/123456789/31209/0972Changement%20D%C3%A9mographique%20et%20retraites.pdf?sequence=1>.
- Lévi-Provençal, Evariste. *Les historiens des Chorfa: essai sur la littérature historique et biographique au Maroc du XVIe au XXe siècle ; suivi de la Fondation de Fès*. Paris: Maisonneuve & Larose, 1922.
- Louhmedi, Abdeljalil. « Étude socioéconomique des effets de la sécheresse, le cas de la région des Sraghna », 1987.
- Louhmedi, Abdeljalil. « La Tassaout-Aval à la veille d'un aménagement hydro-agricole : problèmes de structuration sociale et de développement économique régional ». PhD Thesis, Grenoble 1, 1993.
- Magnan, A. K. (2009). Climate change and migration : advancing the debate. *UN Chronicle*, 46(2), 10-12.
- McLeman, R. (2013). *Climate and Human Migration : Past Experiences, Future Challenges*. Cambridge University Press.
- MEMEE. « 3ème Communication Nationale du Maroc à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques ». Royaume Du Maroc : Ministère Délégué auprès du Ministre de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement Chargé de l'Environnement, avril 2016.
- Ministère de l'agriculture. « Filière oléicole | Indicateurs clés ». Consulté le 14 novembre 2022. <https://www.agriculture.gov.ma/fr/filiere/olivier>.
- Ministère de l'Agriculture de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts. « Cadre juridique | Département de l'agriculture ». Maroc: Ministère de l'Agriculture de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts. Consulté le 22 novembre 2022. <https://www.agriculture.gov.ma/fr/ministere/cadre-juridique>.
- Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts. *Génération Green 2020-2030 : Fondement II : Pérennité du développement agricole*, Pub. L. No. P170419, § Département de l'Agriculture (2020). <https://www.agriculture.gov.ma/fr/ministere/generation-green-2020-2030>.
- Morrissey, J. (2009). Environmental refugees : emerging dimensions of migration, displacement and the environment in the Middle East. *International Affairs*, 85(4), 873-878.
- OCDE et L'Organisation de coopération et de développement économiques. *Les systèmes d'innovation agricole: Cadre pour l'analyse du rôle des pouvoirs publics*. Paris, 2013. <https://doi.org/10.1787/9789264200661-fr>.

- Organisation Météorologique Mondiale (OMM). « Records battus en 2021 pour quatre indicateurs majeurs du changement climatique », 18 mai 2022. <https://public.wmo.int/fr/medias/communiqu%C3%A9s-de-presse/records-battus-en-2021-pour-quatre-indicateurs-majeurs-du-changement>.
- Ottavo C., 1992, "I Marocchini" ; Giovanni Mottura (éd.), L'Arcipelago e modelli migratori dei Lavoratori Stranieri in Italia, Roma, Ediesse, pp. 231-247.
- Pascon,P: Le Haouz de Marrakech tome 1 CURS Rabat 1983
- Perch-Nielsen, S., et al. (2008). Exploring the Linkages between Climate Change and Migration. United Nations Development Programme.
- Piguet, E. (2013). From "Primitive Migration" to "Climate Refugees" : The Curious Fate of the Natural Environment in Migration Studies. *Annals of the Association of American Geographers*, 103(1), 148-162.
- Refass, M.A. 1990 “Rapport de masculinité et mouvements migratoires au Maroc: approche géographique”, *Le Maroc et La Hollande, Actes de la Deuxième Rencontre Universitaire, Université Mohammed V, Rabat*: 225-30
- Robert A. 2010, La migration dans le contexte de la vulnérabilité et de l'adaptation au changement climatique : aperçus des analogues, *WIREs climate change*
- Secrétariat Général du Gouvernement, Royaume du Maroc. « Loi n° 36-15 du 10 aout 2016 relative à l'eau | InforMEA ». Consulté le 22 novembre 2022. <https://www.informea.org/en/legislation/loi-n%C2%B0-36-15-du-10-aout-2016-relative-%C3%A0-l%E2%80%99eau>.
- Sarghini, A. (2019). La rareté de l'eau dans la construction territoriale des zones rurales : étude de la dynamique spatiale de la vallée du Tassaout aval. Thèse de doctorat, Université Mohammed V, Rabat, Maroc.
- Serghini, Abdeslam. L'histoire des Sraghna en Orient, 1935. Maroc Citrus. « Statistiques ». Consulté le 14 novembre 2022. <https://maroccitrus.com/statistiques-2/>.
- Sunding, David, et David Zilberman. « Chapter 4 The Agricultural Innovation Process: Research and Technology Adoption in a Changing Agricultural Sector ». In *Handbook of Agricultural Economics*, 1:207-61. Agricultural Production. Elsevier, 2001. [https://doi.org/10.1016/S1574-0072\(01\)10007-1](https://doi.org/10.1016/S1574-0072(01)10007-1).
- Tao, Wen, Liang Zhao, Guangwen Wang, et Ruobing Liang. « Review of the internet of things communication technologies in smart agriculture and challenges ». *Computers and Electronics in Agriculture* 189 (2021): 106352. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106352>.
- Teyssier, Jean. « L'Évolution du Paysannat Indigène et la mise en valeur des Srarhna ». Archives. Paris, février 1945. Archives du Maroc. Fonds Documents du Centre des Hautes Etudes sur l'Afrique et l'Asie Modernes.
- Top, Arame. « Évolution des systèmes de production agricole dans un contexte de changement climatique et de migration et effet de genre dans les trois zones éco-géographiques de la région de Matam au Sénégal ». PhD Thesis, Université Toulouse le Mirail-Toulouse II, 2014.
- Wouillez, Marie-Noëlle. « Revue de littérature sur le changement climatique au Maroc : observations, projections et impacts ». In *Revue de littérature sur le*

changement climatique au Maroc : observations, projections et impacts, 1-33. Papiers de recherche. Paris Cedex 12: Agence française de développement, 2019. <https://doi.org/10.3917/afd.woill.2019.01.0001>.

Zerhouni, A. J., M. Ducrocq, et ORMVAH. « Aménagement du périmètre du N'Fis dans le Haouz de Marrakech : un essai d'adaptation aux conditions locales ». Les Cahiers de la Recherche Développement, no 14-15 (1987): 116-21.

En Arabe :

- أحمد الابراهيمى، 2014: "الدينامية المجالية بالأوساط شبه الجافة واستراتيجية التنمية الترابية-تساوت السفلى نموذجاً -"، بحث لنيل شهادة الماستر في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة القاضي عياض، مراكش.
- حسن المباركى، 2002: "الماء وعلاقته بأنماط الإنتاج في المجتمع الريفي المغربي، حالة الحوز الشرقي"، ورد في كتاب: "أعمال ندوة الماء بتانسيفت: تاريخ وتقنيات"، الطبعة الأولى، مجموعة البحث في تاريخ المجال والإنسان بتانسيفت، كلي الآداب بجامعة القاضي عياض، المطبعة والوراقة الوطنية-مراكش. ص.ص:71-77.
- حسن المباركى، 2003: "التحديث الريفي: انتشاره ومظاهره التقنية، الاقتصادية والسوسيو مجالية ب سهل تساوت الوسطى (الحوز الشرقي) "، بحث لنيل شهادة الدكتوراة، تحت إشراف الأستاذ بوطيب الطاك، كلية الآداب بجامعة بيبد محمد بن عبد الله، فاس.
- حسن المباركى، 2016: "البحث السلوكي في الدراسات الريفية المغربية: تقييم أولي لاتجاه علمي واعد"، ورد في كتاب "تنظيم وتهيئة المجال الريفي بالمغرب: أبحاث وتدخلات"، سلسلة ندوات ومناظرات رقم 186، الطبعة الأولى، مطبعة المعارف الجديدة، الرباط-ص. 37-48.
- الحسن شوقي، 2010: "تاريخ قبيلة السراغنة: الزعامات المحلية -القواد والعمال"، الطبعة الأولى، المطبعة والوراقة الوطنية، مراكش.
- زينب ميسوط، 2004: "تأثير نظام التساقطات على المردود الفلاحي بأراضي السراغنة"، ورد في كتاب "إقليم قلعة السراغنة: الإنسان-المجال-التنمية"، الطبعة الأولى، سلسلة ندوات ومناظرات رقم 2، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بجامعة القاضي عياض، INFO ÉDITION-مراكش. ص.ص:136-143.
- عبد الرحيم بن علي، 2004: "منطقة تساوت السفلى-المقومات البيئية وتدبير الموارد المائية"، ورد في كتاب "إقليم قلعة السراغنة: الإنسان-المجال-التنمية"، الطبعة الأولى، سلسلة ندوات ومناظرات رقم 2، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بجامعة القاضي عياض، INFO ÉDITION-مراكش. ص.ص:73-89.
- عبد الغني فهمي، 2010: "التحديث الريفي بالمجالات المسقية العصرية -تساوت السفلى نموذجاً-"، بحث لنيل شهادة الماستر في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة القاضي عياض، مراكش.
- عبد الرحيم السرعيني، 2011: "دينامية المجالات الريفية بين متطلبات التنمية المحلية وإكراهات التدبير -جماعتي: العامرية وسيدي الحطاب نموذجاً"، بحث لنيل شهادة الماستر في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة القاضي عياض، مراكش.
- عبد النبي الخالقي، 2012: "تدبير الموارد المائية بتساوت السفلى ورهان التنمية الترابية"، بحث لنيل شهادة الماستر في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة القاضي عياض، مراكش.
- عبد العالي عباسي، 2013: "التنمية المجالية والإكراهات البيئية بتساوت السفلى الغربية"، بحث لنيل شهادة الماستر في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة القاضي عياض، مراكش.
- عمر الراجي، 2014: "الماء بتساوت السفلى، الممارسة والتمثل"، بحث لنيل شهادة الماستر في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة السلطان مولاي سليمان، بني ملال.

- عبد الله حبي، 2016: "الدينامية المجالية: الإعداد والتنمية الترابية حالة جماعتي سيدي موسى والعامرية - تساوت السفلى-"، بحث لنيل شهادة الماستر في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة القاضي عياض، مراكش.
- محمد الأسعد، 2012: "اتخاذ القرار لدى الفلاحين في الأنظمة الرعي-زراعية بالبيئات شبه الجافة بالمغرب. دراسة في الإيكولوجيا الثقافية"، الطبعة الأولى، منشورات مؤسسة دكالة عبدة للثقافة والتنمية، دار النشر المغربية.
- محمد الأكلع، 2002: "المياه بمنخفض عين إيكلي الوضعية والمشاكل"، ورد في كتاب: "الماء المتملك: الدول القسمة وحق التصرف في الحظ من الماء"، الطبعة الأولى، مجموعة البحث في تاريخ المجال والإنسان بتانسيفت، جامعة القاضي عياض، المطبعة والوراقة الوطنية-مراكش. ص.ص: 160-165.
- محمد الأكلع، 2004: "تدهور الأراضي الفلاحية بسهل السراغنة"، ورد في كتاب "إقليم قلعة السراغنة: الإنسان-المجال-التنمية"، الطبعة الأولى، سلسلة ندوات ومناظرات رقم 2، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بجامعة القاضي عياض، INFO ÉDITION-مراكش. ص.ص: 144-153.
- محمد توفيق الملوكي، 2014: "تحولات المشهد الريفي بسهل السراغنة: الدينامية، الفاعلون، ورهانات التنمية المستدامة، تساوت السفلى نموذجاً"، بحث لنيل شهادة الماستر في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة السلطان مولاي سليمان، بني ملال.
- محمد الراضي، 2007: "استعمال الموارد المائية في المجال الفلاحي بسهل تادلا أية آفاق لتسيير مستديم للماء"، بحث لنيل الدكتوراه في الجغرافيا، كلية الآداب المحمدية.
- محمد كربوط، 1985: "سياسة الإعدادات الهيدروفلاحية بالمغرب: المنجزات الكبرى وحدود نجاحها"، مجلة جغرافية المغرب، عدد 9، السلسلة الجديدة، إصدار الجمعية الوطنية للجغرافيين المغربية، الرباط. ص.ص: 3-18.
- المختار الأكلع، 2004: "دينامية المجال الفلاحي ورهانات التنمية المحلية حالة: هضبة بنسليمان"، الطبعة الأولى، دار أبي رقرق للطباعة والنشر، مطبعة فيديبرانت، الرباط.
- المداني البدالي، 2013: "سلسلة إنتاج الزيتون: رهان التنمية المستدامة بسهل السراغنة"، بحث لنيل شهادة الماستر في الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة القاضي عياض، مراكش.
- فضل الله. ع، وآخرون، 1977، تأملات حول مشكل هجرة الأرياف، مجلة جغرافية المغرب، العدد 1.
- كربوط. م، 1985، سياسة الإعدادات الهيدروفلاحية العصرية بالمغرب، المنجزات الكبرى وحدود نجاحها، مجلة جغرافية المغرب، السلسلة الجديدة، العدد 9.
- كرزازي. م، 1994، جوانب من التحولات الاجتماعية المجالية الحديثة في أرياف سهل الغرب، ورد في: التحولات الاجتماعية المجالية في الأرياف المغربية، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بالرباط، سلسلة ندوات ومناظرات رقم 28، مطبعة النجاح الجديدة، الطبعة الأولى، الدار البيضاء.
- كرزازي. م، 2004، مناهج البحث في الأرياف من خلال تطبيقات حول الهجرة، ورد في: مناهج البحث في الوسط الريفي المغربي، سلسلة ندوات ومناظرات، العدد 113، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية، الرباط، مطبعة النجاح الجديدة، الدار البيضاء.

- لكديم الصوصي.م.إ، 2004، آثار مكتب الحوز والمكتب الشريف للفوسفاط على تنمية إقليم القلعة، ورد في: إقليم قلعة السراغنة: الإنسان-المجال-التنمية، سلسلة ندوات ومناظرات رقم 2، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية، مراكش.
- المقنيسي. ع وآخرون، 2006، تدبير مياه السقي في سبو الأوسط بين القانون والممارسة: حالة السقي غير المرخص، مجلة جغرافية المغرب، عدد 2، 1، مجلد 22، السلسلة الجديدة.
- باحو عبد العزيز، 2002، الجفاف المناخي بالمغرب: خصائصه وعلاقاته بالدورة الهوائية وأثره على زراعة الحبوب، أطروحة لنيل دكتوراه، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، المحمدية.
- بلوردة. ي، 2013، وقع التغييرية المناخية على الاستراتيجيات والسلوكيات الزراعية لتدبير الأراضي في الشاوية السفلى، أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، الرباط.

Annexe

Changement climatique, agriculture et migration

Ce questionnaire est dédié aux émigrés d'Italie provenant de la zone Tassaout-Aval

Informations Personnelles :

Sexe :

Age :

Statut familial :

Niveau d'instruction :

Activité professionnelle :

Migration :

- Quelle était la raison principale de la migration :

Baisse du rendement agricole ; manque d'activités génératrices de revenu or que l'agriculture// raisons familiales// un (plusieurs) membre(s) de la famille a (ont) migré// autres

- En quelle année avez-vous migré ?
- N'y pas avait-il d'autres options de solution or que la migration ?

Oui, mais les conditions n'étaient pas favorables// Oui, mais je préférerais migrer // non, aucune option

- Quelle était votre occupation avant la migration ?

Agriculture ; Élevage ; Pêche ; Commerce ; Transport ; Artisanat ; Fonctionnaire ; Ouvrier/employé ; Etudiant ; Aucune activité ; Autres

- Vous aviez quel âge au moment de migration ?
- Nombre de personnes émigrées dans votre foyer ?
- Décrivez votre situation après la migration ?