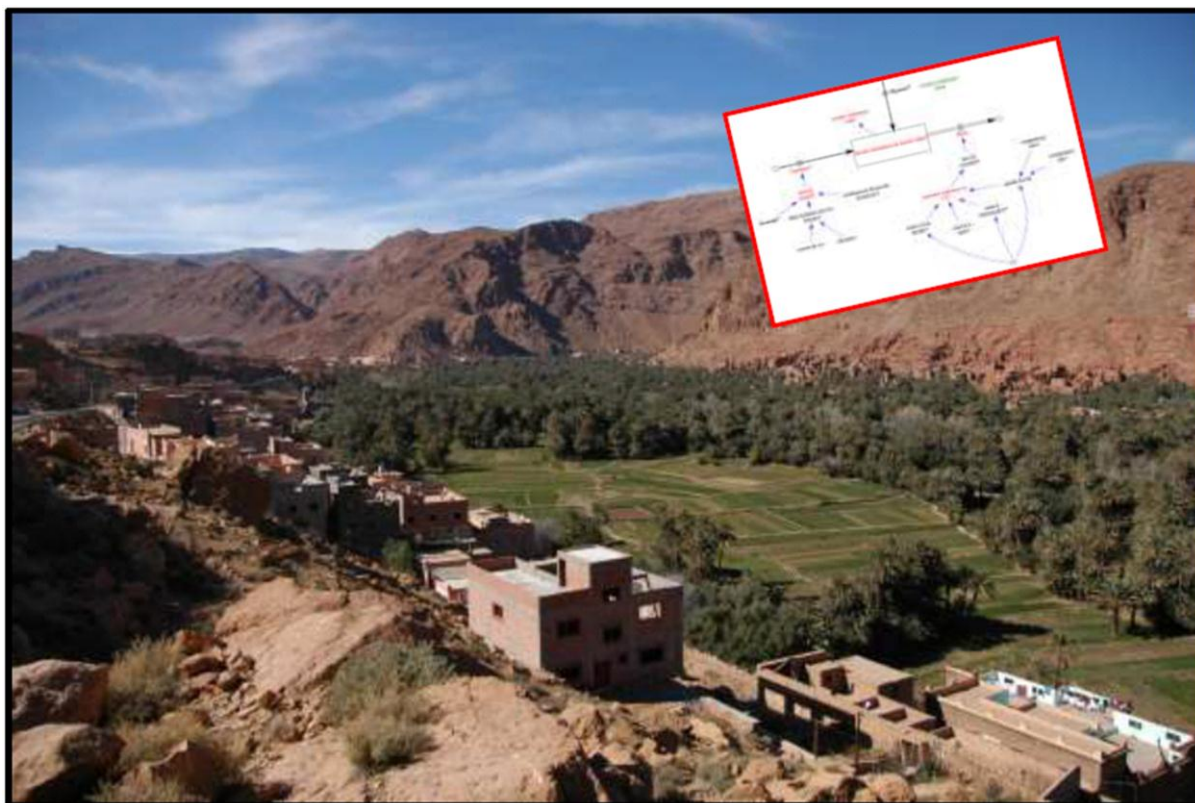




Evaluation de la vulnérabilité et des impacts du changement climatique dans les oasis du Maroc et structuration de stratégies territoriales d'adaptation

Mission 1.2 : Evaluation prospective des vulnérabilités et risques climatiques aux horizons 2030 et 2050

--Décembre 2011--



Sommaire

Sommaire	1
INTRODUCTION : Contexte et objectifs globaux	2
I. Évaluation des aléas aux horizons 2030 et 2050	3
1. Climat et événements climatiques exceptionnels	3
2. Hydrologie et inondations	6
II. Identification des vulnérabilités : Méthodologie et résultats	8
1. Ressources et besoins en eau	9
2. Agriculture	11
3. Tourisme	13
4. Population	14
5. Foncier-Occupation des sols	15
6. Vulnérabilités des territoires oasiens aux horizons 2030 et 2050	16
Conclusion	26
Annexes	27
Annexe 1 : Indices de satisfaction des cultures	28
Annexe 2 : Evolution du nombre de ménages et des besoins en logement	30

INTRODUCTION : Contexte et objectifs globaux

La problématique des changements climatiques est devenue un enjeu majeur pour les zones oasiennes avec à terme de fortes implications environnementales, sociétales et économiques. Les effets de ces changements sont inéluctables; cela implique des politiques d'ajustement mettant en œuvre des stratégies d'atténuation et surtout d'adaptation dans les secteurs socio-économiques sensibles au climat : agriculture, ressources hydriques, santé et tourisme.

Le présent document, réalisé dans le cadre du « projet d'adaptation aux changements climatiques au Maroc : pour des oasis résilientes », au titre de l'étude de « évaluation de la vulnérabilité et des impacts du changement climatique dans les oasis du Maroc et structuration de stratégies territoriales d'adaptation », a pour objet :

L'évaluation des vulnérabilités dans les provinces oasiennes aux horizons 2030 et 2050 face au changement climatique et aux évolutions socio-économiques, à travers, a) des projections scientifiques du changement climatique futur (Maroc-Météo) et l'intégration des évolutions socio-économiques, b) une analyse des impacts de ces changements sur les secteurs à forts enjeux à savoir l'eau, l'agriculture, la population, la santé et le tourisme.

La section I présente les projections climatiques réalisées par la Direction de la Météorologie Nationale et les aléas climatiques.

La section II reprend la méthodologie appliquée pour évaluer les vulnérabilités des différents secteurs face au changement climatique et les impacts de ces changements. Les interactions existant entre le climat et les différents secteurs laissent entrevoir les implications qu'auront les changements climatiques futurs sur les systèmes de production et les ressources qui sont déjà très vulnérables sous climat actuel.

I. Évaluation des aléas aux horizons 2030 et 2050

1. Climat et événements climatiques exceptionnels

Cette partie est basée essentiellement sur l'étude réalisée par Maroc-Météo dans le cadre du présent projet « PACC-OASIS MAROC ».

Références de l'étude : F. Driouech, A. KASMI, A. El-Hadidi, W. Bari, (2011) : Evaluation des changements climatiques futurs au niveau des zones oasiennes marocaines. Projet « Adaptation au changement climatique au Maroc pour des oasis résilientes ».

Les données et méthodologie de modélisation, les éléments généraux d'information concernant les projections futures de changement climatique sont issus du rapport produit par Maroc-Météo. La présente section se concentre sur les résultats de ces réflexions.

1.1. Projections futures de changement climatique pour les zones oasiennes

Les changements projetés pour les indices climatiques au niveau de la zone oasienne sous le scénario IPCC-A1B, sont présentés sur les figures 1 et 2.

Les réchauffements saisonnier et annuel projetés se situent entre 1 et 2.2°C. Le scénario climatique considéré donne une augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur estivales avec une fourchette de 15 à 25 jours et une faible diminution du nombre de jours de vagues de froid hivernales (2 à 4 jours). Notons aussi que le nombre annuel moyen de jours chauds et très chauds estivaux augmenterait respectivement de 2 à 6 jours (2 à 10 jours) pour Zagora et Tata, de 2 à 10 jours (6 à 14 jours) pour Ouarzazate et de 2 à 10 jours (2 à 18 jours) pour Er-Rachidia.

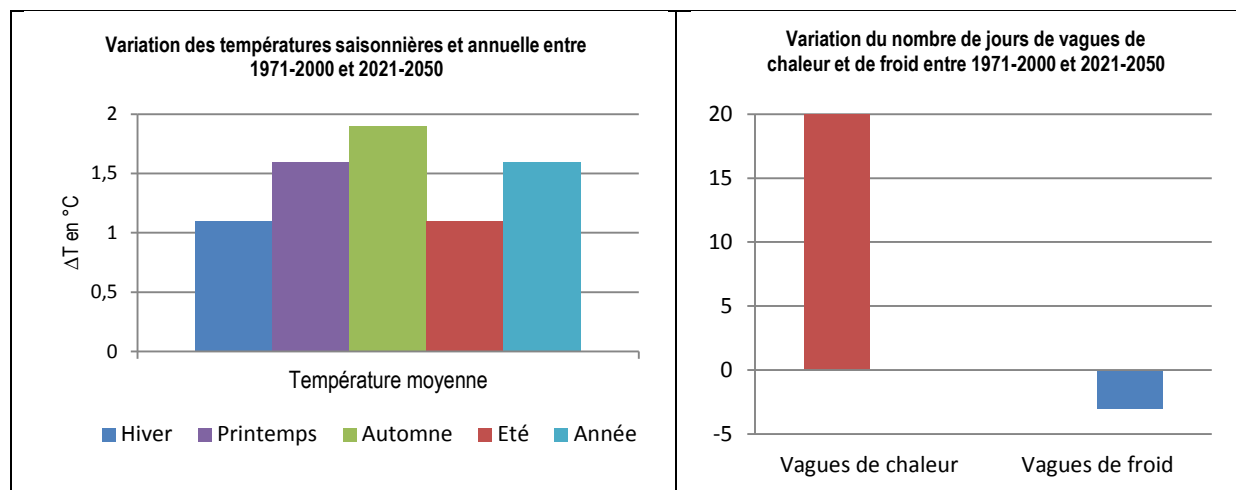


Figure 1 : Changements projetés pour les températures moyennes saisonnières et annuelles (gauche, °C) et pour le nombre de jours de vagues de chaleur estivales et ceux des vagues de froid hivernales (droite, jours)-Source : DMN

Les cumuls pluviométriques de l'hiver diminuent sur l'ensemble de la Zone oasienne, la baisse varie de -10 à -30% pour les provinces de Tata et Ouarzazate et de -20 à -40% pour les provinces de Zagora et d'Er-Rachidia. Malgré cette forte réduction pour la saison d'hiver, le cumul annuel connaîtrait une hausse de +5 à +20%. En parallèle avec l'assèchement hivernal, une diminution du nombre de jours humides est projetée (-10 à -20% à Er-

Rachidia et Ouarzazate et de -10 à -30% à Zagora et Tata). La période maximale de sécheresse s'allongerait en moyenne d'environ 2 à 4 jours.

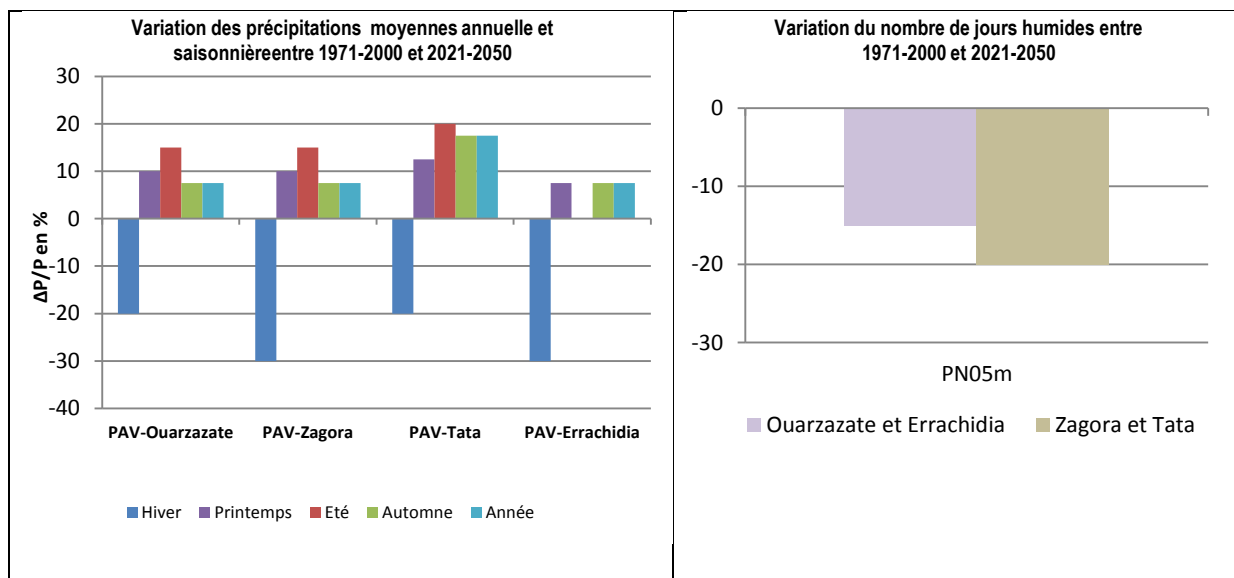


Figure 2: Changements projetés pour les précipitations moyennes saisonnières et annuelles (gauche, %) et pour le nombre de jours humides (droite, jours)- Source : DMN

Le scénario de changement climatique projette une diminution du nombre d'événements de forte précipitation avec une même fourchette et structure spatiale que le nombre de jours humides et pour la plupart des provinces oasiennes le 90ème centile baisse (une baisse de l'ordre de -5 à -40%). L'unique cas de hausse projetée de l'ordre de 5 à 10% concerne la moitié sud de la province de Tata.

Les projections climatiques de la DMN n'intègrent pas la Province de Guelmim. Par conséquent, dans ce qui suit on prendra pour hypothèse que les paramètres climatiques dans la province de Guelmim évolueront dans les mêmes ordres de grandeur que ceux de la province de Tata.

1.2. Développement spécifique concernant les événements extrêmes de précipitations

Les événements extrêmes climatiques, tels que les sécheresses, les vagues de chaleur, les fortes précipitations, etc., sont rares, mais ils se produisent. On doit donc se poser la question de savoir si les événements extrêmes, en particulier de précipitation, vont croître en fréquence et en amplitude. Les fortes précipitations et les inondations qu'elles peuvent provoquer sont des phénomènes peu fréquents mais causent parfois des dégâts importants au niveau matériel ou même humain.

La méthodologie consiste en l'analyse des pluies extrêmes de période de retour 5 à 100 ans pour identifier les variations entre la période 1971-2000 et 2021-2050. Dans le cadre de cette étude, on ne s'attachera qu'aux événements de forte précipitation (supérieur au 90ème centile) pour lesquels des projections d'intensité ont été établies par Maroc-Météo.

Sur la base des informations disponibles, pluies maximales journalières actuelles (PDAIRE DRAA) et projections des pluies de fréquence supérieure au 90ème centile (DMN), on peut donner un ordre de grandeur des pluies extrêmes pour la période 2020-2050 dans les Province de Zagora et Ouarzazate. Ces projections sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Quantile-Pluies journalières maximales actuelles et pour la période 2020-2050

	Fréquence	actuelle	2020-2050
ZAGORA (Station Zagora)	0,95	39,97	32,97
	0,98	47,29	39,01
	0,99	52,42	43,25
	0,995	57,27	47,25
	0,998	63,33	52,24
OUARZAZATE (Station Tinouar)	0,95	44,74	36,91
	0,98	51,61	45,16
	0,99	56,32	49,28
	0,995	60,71	53,12
	0,998	66,12	57,85

Les événements extrêmes ne seront pas traités dans ce rapport car les paramètres nécessaires (pluies extrêmes) qui sont des données d'entrée et de sortie du modèle ARPEGE analysés sous le scénario A1B n'ont pas été fournis.

2. Hydrologie et inondations

2.1 Données et méthodologie utilisées

La méthode employée pour évaluer l'incidence du changement climatique est différente selon les bassins versants, et dépend de la nature des informations et études existantes sur le risque de crue sur ces bassins :

- Pour les Bassins du Draa et de Guelmim, l'estimation des débits sera effectuée selon la méthode utilisée par l'Agence de bassin (PDAIRE DRAA-2010, PDAIRE GUELMIM-2008), en modifiant les valeurs des pluies caractéristiques prises en compte sur les bassins. L'estimation de l'impact sur les zones inondables sera effectuée à partir des informations existantes.
- Pour le Bassin du Ziz, Rhéris, Guir, il n'existe pas de modèle de pluie-débit.

2.2 Évolution des conditions hydrologiques

Evapotranspiration

Le déficit hydrique des sols sera renforcé par une augmentation de l'évapotranspiration potentielle due à une augmentation des températures. Cette augmentation serait de l'ordre de 9 à 11% (9% pour Zagora et Tata et 11% pour Ouarzazate et Guelmim).

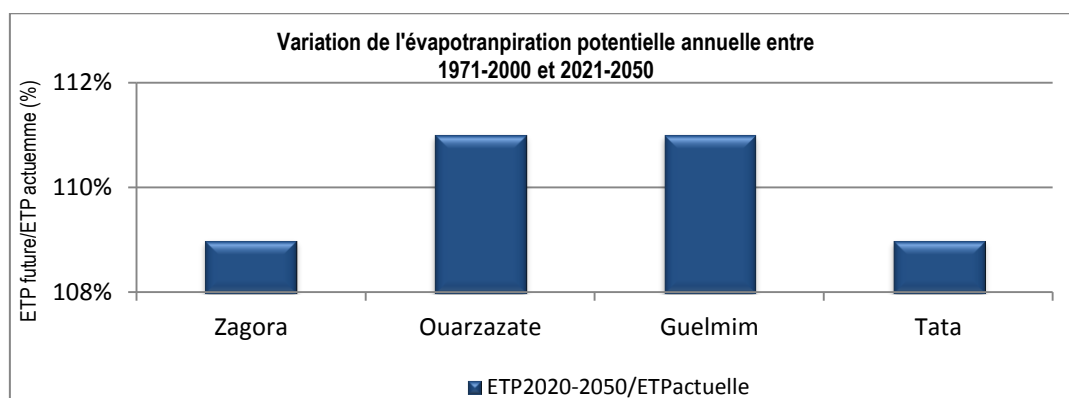


Figure 3 : Variation de l'évapotranspiration pour la période 2021-2050 par rapport aux valeurs actuelles

Cette augmentation de l'évapotranspiration ne sera pas sans conséquence sur les étiages des oueds et donc la ressource en eau.

Evolution des débits

Pour l'analyse du risque inondation, les paramètres du changement climatique à prendre en compte sont les pluies extrêmes: à partir de l'évolution des pluies saisonnières, de nouvelles pluies de projet de fréquence 10 ans à 100 ans peuvent être construites.

L'évolution des débits est un paramètre important pour les gestionnaires du secteur de l'eau. Il permet d'évaluer la capacité des ouvrages (barrage, seuil,...), qui ont été conçus pour des pluies et débits de projets spécifiques, par rapport aux nouvelles données climatiques et hydrologiques.

L'évaluation des débits repose sur les pluies extrêmes qui n'ont pas pu être estimées. Par conséquent, les débits ne seront pas calculés dans le cadre de cette étude. Cependant, dans un contexte de diminution de l'intensité

des événements de fortes précipitations, les débits extrêmes pourraient être revus à la baisse. Mais, compte tenu de la croissance démographique et de l'augmentation prévue de l'urbanisation, la réponse hydrologique des bassins versants sera modifiée et les débits aussi. Le bilan final ne peut donc être prévu au départ et dépendra à la fois de cette baisse prévue pour la pluviométrie extrême et de la transformation pluie-débit (imperméabilisation des bassins versants).

2.3 Impacts prévisibles sur les inondations

L'analyse de l'évolution des débits extrêmes permettent de comprendre l'impact des changements climatiques sur les inondations dans les bassins oasiens.

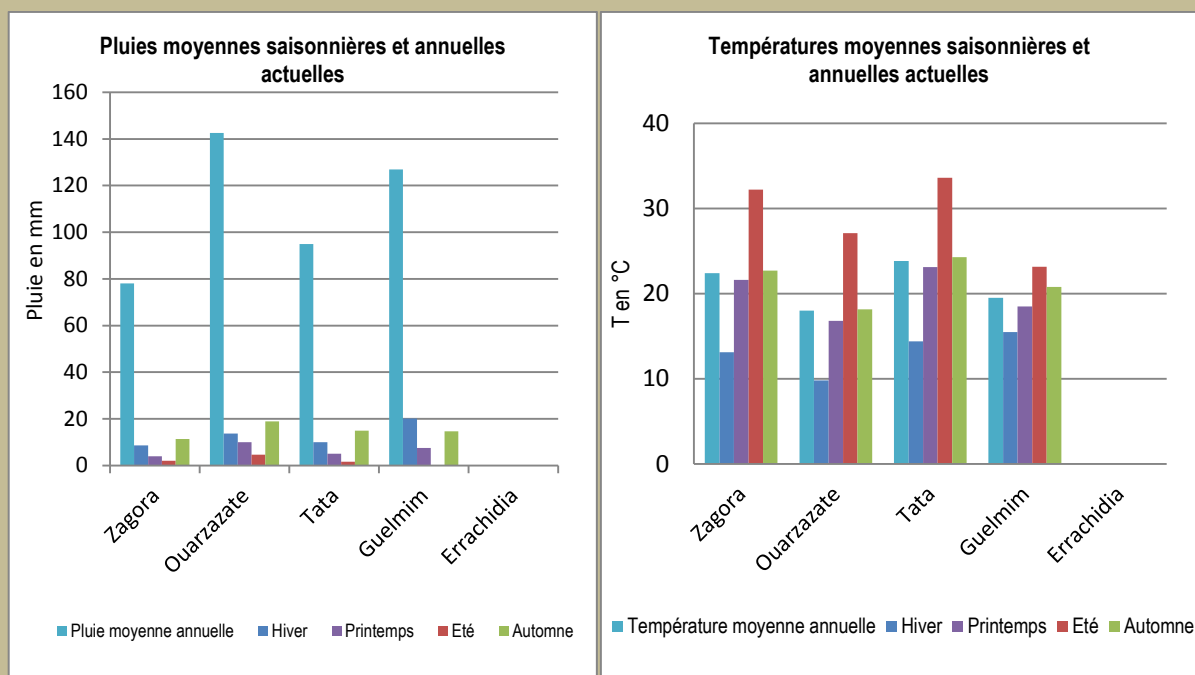
II. Identification des vulnérabilités : Méthodologie et résultats

Les vulnérabilités aux horizons 2030 et 2050 seront évaluées au moyen du modèle intégrateur à l'échelle de chaque province (Guelmim, Tata, Er-Rachidia, Ouarzazate et Zagora). Il n'y aura pas de spatialisation des vulnérabilités aux échelles plus fines, communes, douars.

Deux scénarios climatiques seront considérés :

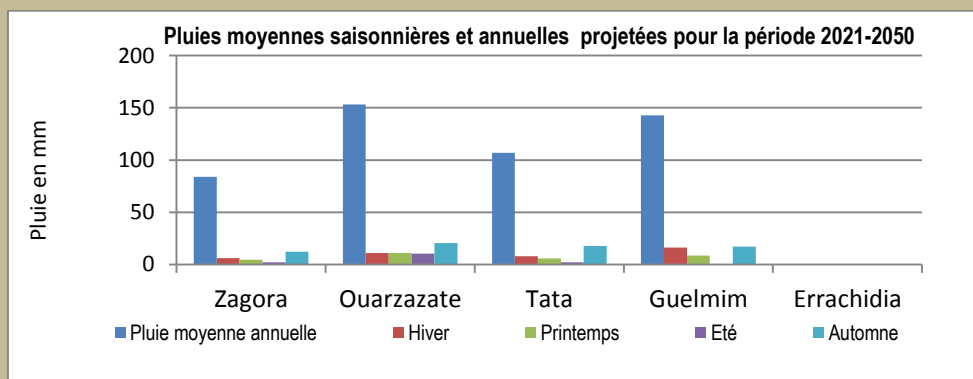
Scénario 1 : Pas de changement climatique

Les paramètres climatiques n'évolueront pas aux horizons 2030 et 2050.



Scénario 2 : Changement climatique scénario A1B

Les paramètres climatiques évoluent selon les projections de la DMN présentées dans la partie 1.



1. Ressources et besoins en eau

1.1. Données et méthodologie utilisées

Pour évaluer l'impact du changement climatique sur les ressources en eau et les besoins en eau, les hypothèses utilisées dans les PDAIRE seront retenues.

Les ressources en eau superficielles, apports au niveau des oueds, seront évaluées à partir de la relation pluie-débit spécifique au bassin versant. Les données d'entrée seront les projections de la pluviométrie et de la température.

Les ressources en eau souterraines seront estimées à partir des paramètres hydrodynamiques identifiées pour les différents bassins (PDAIRE).

Les besoins en eau potable pour les populations urbaines et rurales seront déterminés à partir d'une dotation unitaire.

Les besoins en eau agricole seront déterminés à partir de la formule préconisée par la FAO (Doorembos, J. et PRUITT W.O., 1975, les besoins en eau des cultures. FAO Irrigation and Drainage paper, N° 24) adaptée aux spécificités oasiennes (cultures sous palmier).

1.2. Impacts des changements climatiques et socio-économiques sur l'eau

Indice des stress hydrique

L'indicateur de stress hydrique (water stress index), proposé par l'hydrologue suédoise Malin FALKENMARK (Falkenmark, Lundqvist et Widstrand 1989 ; Büchs 2007), relie disponibilités en eau et population. Il permet de mesurer l'abondance ou la rareté relative des ressources en eau : ratio comparant les ressources (réduites à leur seule dimension quantitative) à la population (considérée a priori comme le principal facteur universel de demande en eau, pour toutes utilisations), exprimé en ressources par habitant. Cet indicateur se prête bien aussi à la prospective en s'appuyant sur les projections démographiques.

La convention est de considérer 1 700 mètres cubes par personne et par an comme le seuil permettant de répondre aux besoins en eau pour l'agriculture, l'industrie, l'énergie et l'environnement. Une disponibilité inférieure à 1 000 mètres cubes par personne et par an est réputée représenter un état de « pénurie d'eau » et une disponibilité inférieure à 500 mètres cubes par personne et par an, une « pénurie absolue », soit le volume minimal d'eau essentiel pour assurer la survie de la population.

L'indice de stress hydrique sera évalué pour les différents bassins pour montrer l'évolution de la disponibilité de l'eau en fonction des changements de pluviométrie prévus.

Indicateur de disponibilité de l'eau

La durabilité des ressources est une préoccupation majeure des zones oasiennes. Les pressions démographiques et des activités économiques et les effets des changements climatiques s'exercent sur les ressources en eau et altèrent la qualité des écosystèmes.

L'indicateur de disponibilité en eau : ratio comparant la demande en eau à la ressource disponible, permet d'évaluer le niveau d'utilisation de la ressource. **Un indicateur proche est utilisé par l'OCDE.**

Les ratios sont divisés en quatre catégories basées sur le modèle de classification de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) :

- Élevée (plus de 40 % de l'eau disponible est utilisée) : stress hydrique élevé
- Moyenne (entre 20 % et 40 % de l'eau disponible est utilisée) : l'offre et la demande doivent être gérées et les conflits existants entre les usagers concurrents doivent être résolus
- Modérée (entre 10 % et 20 % de l'eau disponible est utilisée) : la disponibilité de l'eau constitue un frein au développement et des investissements importants sont nécessaires pour fournir l'approvisionnement requis.
- Faible (moins de 10 % de l'eau disponible est utilisée) : faible stress hydrique.

Besoins en eau potable et agricole

Les besoins en eau potable et agricole seront évalués pour identifier les secteurs qui aux horizons 2030 et 2050 impacteront le plus la ressource en eau.

2. Agriculture

2.1 Données et méthodologie utilisées

Pour évaluer l'impact du changement climatique sur l'agriculture, une fonction de rendement qui lie empiriquement les rendements agricoles au bilan hydrique est utilisée.

Les besoins en eau des cultures sont calculés sur la base de l'évapotranspiration potentielle des cultures (ET₀) à l'aide d'équations proposées par la FAO. Le calcul de l'évapotranspiration potentielle nécessite deux variables météorologiques: la température moyenne et la durée d'éclairement (en pourcentage de la durée totale annuelle).

Enfin, les besoins en eau des cultures dépendent de ET₀ ainsi que des stades de la culture. Ils sont estimés pour une culture en multipliant ET₀ par le Coefficient cultural K_c en fonction des stades phénologiques des cultures.

Cette approche se justifie par le fait que les composantes du bilan hydrique sont corrélées avec le rendement des cultures, celui-ci résultant directement du bilan hydrique et du bilan énergétique des cultures. En fait, les plantes absorbent l'énergie solaire pour leur photosynthèse. Bien que le mécanisme soit complexe, il existe un rapport direct (relation linéaire) entre la quantité d'eau évapotranspirée et l'accumulation de biomasse, lorsque le manque d'eau n'est pas trop sévère. La relation linéaire est tributaire de plusieurs ordres de grandeur d'échelles spatiales (des feuilles des plantes à la région) ; elle constitue la base théorique sur laquelle la plupart des modélisations quantitatives des cultures seront basées, l'évapotranspiration de la culture étant la variable principale de la simulation.

2.2 Impacts des changements climatiques sur l'agriculture

Indice de satisfaction en eau des cultures

La hausse des températures annoncée par les projections climatiques aura des incidences sur l'Evapotranspiration potentielle et par voie de conséquence sur les besoins en eau des cultures et les apports d'eau en termes d'irrigation.

Pour illustrer les niveaux de stress hydrique que subiront les cultures végétales vis-à-vis de ces changements, on va analyser l'indice de satisfaction en eau représenté par le rapport ETR/ETM (=WSI, en anglais), avec ETR : évapotranspiration réelle et ETM : évapotranspiration maximale, ces deux variables étant étroitement liées au type de culture considérée.

L'indice de satisfaction des cultures sera calculé pour la période actuelle et la période 2020-2050. La comparaison entre ces deux indices permettra d'évaluer l'impact du changement climatique sur le niveau de stress hydrique des cultures. Un indice de satisfaction faible traduit un stress hydrique élevé.

Le bilan hydrique

Le bilan hydrique exprime la différence entre les apports pluviométriques et les pertes par évapotranspiration réelle. Il fournit les besoins en irrigation nets des cultures sur la base des besoins hydriques.

Le bilan hydrique pour la période actuelle sera comparé à celui de la période 2020-2050. La différence absolue entre le bilan hydrique actuel et le bilan hydrique projeté sera calculé et permettra d'évaluer la quantité d'eau supplémentaire à apporter ou à mobiliser pour combler le déficit en eau.

Le rendement agricole

Si l'on désigne par YM la production maximale possible (production potentielle) et par YR la production réelle dans les différentes conditions hydriques, au cas où l'ETR est inférieure à l'ETM, YR sera aussi inférieur à YM. Néanmoins, en l'absence de facteurs limitant et avec des besoins en eau entièrement satisfaits c'est-à-dire $ETR=ETM$, il sera possible d'avoir une production maximale YM.

Dans cette étude, les composantes du bilan hydrique sont en adéquation avec la relation linéaire directe qui lie le taux YR/YM à l'indice $WSI = ETR/ETM$ (Balaghi, 2007).

L'impact du changement climatique futur sur le rendement agricole sera évalué par le rapport indice de satisfaction projeté sur indice de satisfaction actuel. Un rapport proche de 100% (1) traduit un faible changement de rendement.

3. Tourisme

3.1 Données et méthodologie utilisées

Pour évaluer l'impact du changement climatique sur la demande touristique dans les zones oasiennes, une fonction reliant la demande touristique au Maroc à la pluviométrie et à la température sera utilisée.

On pose comme hypothèse que la demande potentielle touristique au Maroc est fonction de :

- PIB par habitant au Maroc
- température,
- précipitation

La capacité d'hébergement peut être impactée par les extrêmes climatiques. En effet, la localisation des établissements en zone inondable peut avoir des conséquences sur la capacité d'hébergement et donc sur la fréquentation touristique. Dans cette étude, on va considérer que les effets des inondations sont nuls du fait de l'absence de cartographie des zones inondables et d'absence d'informations sur les inondations futures (Se reporter à la section 1 de ce rapport pour plus de détails).

3.2 Impacts des changements climatiques sur le tourisme

Les indicateurs de vulnérabilité du secteur :

- Demande touristique
- Fréquentation touristique
- Capacité d'hébergement
- Taux d'occupation des établissements hôteliers

4. Population

4.1 Données et méthodologie utilisées

Pour évaluer la population aux horizons 2030 et 2050, les données utilisées varient d'une province à l'autre selon le niveau d'informations disponibles :

- Pour les Provinces de Zagora, Ouarzazate, Guelmim Tata, la projection démographique sera basée sur le taux de croissance observé entre 1994 et 2004 et les projections des PDRAIRE Guelmim et Draa
- Pour la Province d'Er-Rachidia, l'estimation de la population sera tributaire des projections réalisées dans le SDAU du Ziz

4.2 Impacts des changements climatiques sur la population

L'impact des changements climatiques sur la population oasienne sera abordé dans les différentes thématiques (eau, agriculture, santé) qui permettent d'évaluer le niveau de ressources disponibles par habitant.

5. Foncier-Occupation des sols

5.1 Données et méthodologie utilisées

Les évolutions socio-économiques auront des impacts sur l'occupation des sols dans les zones oasiennes. Le taux d'urbanisation du territoire aux horizons 2030 et 2050 sera basé sur les informations fournies par les documents de planification (SDAU, PDAIRE).

L'hypothèse principale de base de l'évaluation de l'occupation des sols aux horizons 2030 et 2050 est la suivante : la croissance de la population s'accompagne nécessairement d'une augmentation du nombre de logement et d'équipements pour répondre aux nouveaux besoins.

5.2 Impacts des évolutions socio-économiques sur l'occupation des sols

Les indicateurs d'évolution de l'occupation des sols :

- Nombre de ménages
- Nombre de logements
- Surface habitat et équipements (éducatifs, sanitaires,...)
- Surface agricole
- Autres surfaces

Le changement climatique aura certes des impacts sur l'aménagement futur des territoires oasiens mais cet aspect n'est pas intégré dans le cadre cette mission par manque d'informations d'une part sur les événements extrêmes et d'autre part sur les zones actuelles soumises aux aléas (spatialisation des risques).

L'analyse de vulnérabilité des différents secteurs (eau, agriculture, tourisme, population,...) face aux changements climatiques et évolutions socio-économiques est présentée sous forme de fiche. L'organisation de la fiche est la suivante :



EAU

Hypothèses

Hypothèses d'évolution climatique

Scénario 1 : Pas de changement climatique

- Les paramètres climatiques (pluviométrie moyenne annuelle et mensuelle et température moyenne annuelle et mensuelle) observés dans les provinces oasiennes ne subiront aucun changement aux horizons 2030 et 2050

Scénario 2 : Changement climatique selon le scénario A1B du GIEC

- La pluviométrie moyenne annuelle pour la 2020-2050 subira une augmentation de 5 à 10% par rapport aux moyennes actuelles pour les provinces de Zagora, Ouarzazate et Er-Rachidia et de 5 à 20% pour les provinces de Tata et Guelmim
- La température moyenne annuelle subira une augmentation de 1.4 à 1.8°C par rapport aux moyennes actuelles

Hypothèses d'évolution socio-économiques

- Les besoins en eau potable et industrielle évolueront selon les hypothèses d'évolution sur les différentes dotations urbaines et rurales
- Les besoins en eau agricole évolueront en fonction des actions du Plan Maroc Vert et du Plan National d'Economie d'Eau en Irrigation (PDRAIRE DRAA, PDRAIRE GUELMIM)
- Les ressources en eau seront évaluées en utilisant le modèle pluie-débit utilisé dans le PDRAIRE DRAA et le PDRAIRE GUELMIM
- Pour le calcul des besoins en eau potable rurale, on considère que toutes les communes rurales sont équipées du réseau de l'ONEP et on applique le taux de branchement fourni dans le PDRAIRE à l'ensemble de la population rurale

Indicateurs de vulnérabilité

L'indice de stress hydrique (WSI) qui permet de quantifier le niveau de ressource en eau disponible par habitant dans le scénario 1 diminuera progressivement pour atteindre la valeur de 1 282 m3/hab/an en 2030 et 1 106 m3/hab/an en 2050 pour Zagora. Cela s'explique par le fait que la ressource en eau qui reste constante va subir de plus en plus de pression due à l'augmentation de la population.

Dans le scénario 2, l'indice de stress hydrique sera encore plus faible que précédemment du fait d'une diminution de la ressource impacté par les effets conjugués d'une faible augmentation de la précipitation et d'une forte augmentation de la température. En 2030, WSI sera de 1 112m3/hab/an et atteindra 960 m3/hab/an (<seuil de pénurie d'eau) pour la Province de Zagora.

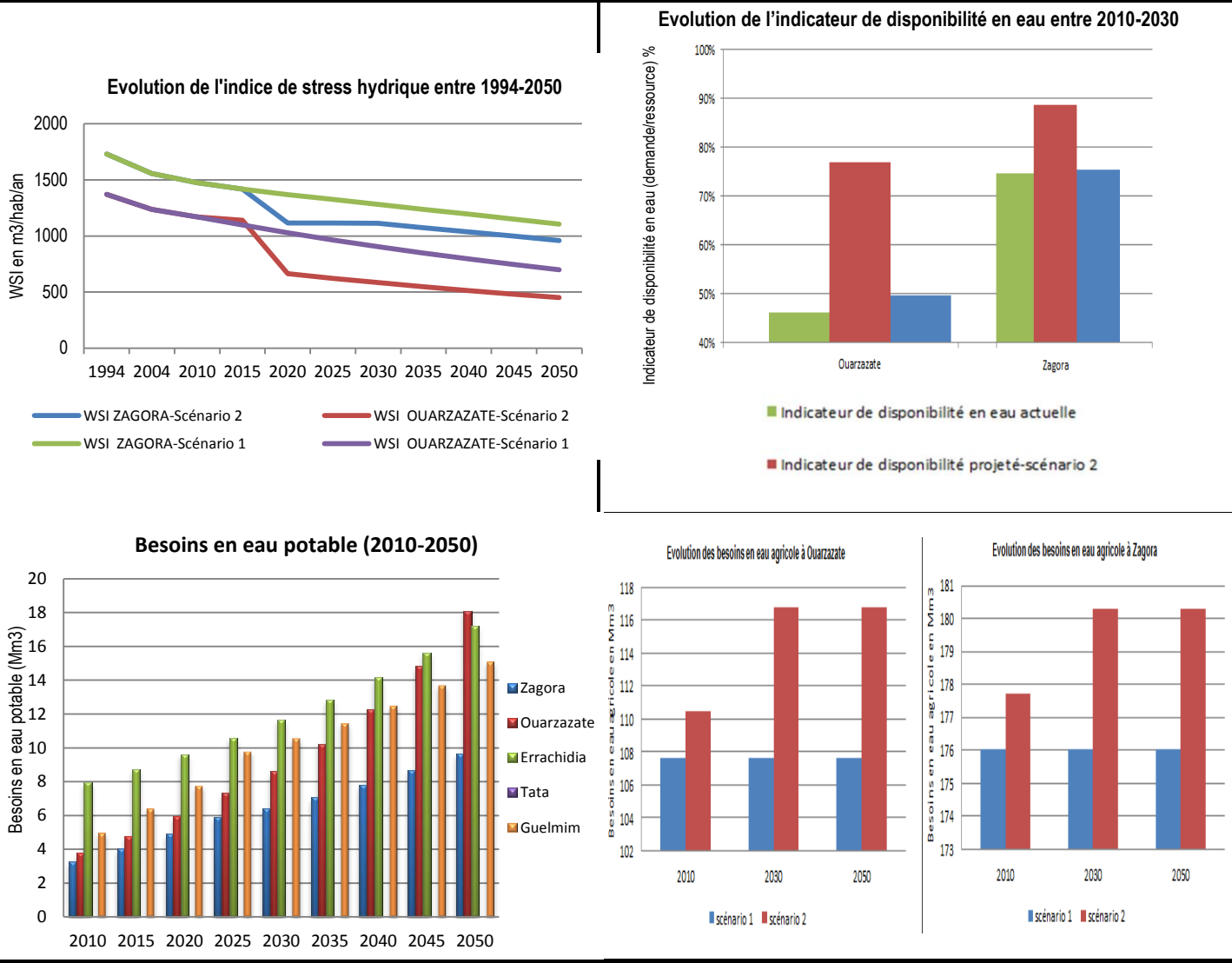
Pour la province de Ouarzazate l'impact conjugué du changement climatique et de la pression démographique impactera forcément la disponibilité en eau par habitant. En effet, pour le scénario 1, WSI varie de 904 m3/hab/an (<seuil de pénurie d'eau) en 2030 à 699m3/hab/an (<seuil de pénurie d'eau) et pour le scénario 2 WSI varie entre 583m3/hab/an (<seuil de pénurie d'eau) en 2030 à 451m3/hab/an (<seuil de pénurie absolue) en 2050.

L'indicateur de disponibilité en eau (demande/ressource) qui permet de comparer la demande en eau et la ressource disponible dans le scénario 1 prend une valeur de 75% pour Zagora et 50% pour Ouarzazate aux horizons 2030 et 2050 augmentera dans le scénario 2 pour atteindre 89% pour Zagora et 78% pour Ouarzazate aux horizons 2030 et 2050.

Ces résultats permettent de conclure que le changement climatique va fortement impacter les ressources en eau dans les zones oasiennes. Avec le changement climatique, d'une part le seuil de pénurie sera atteint à l'horizon 2030 (WSI<1000 hab/m3/an) et d'autre par l'indicateur de disponibilité en eau va continuer à croître, ce qui traduit un niveau de stress hydrique élevé (indicateur>40%).

Les besoins en eau potable et industrielle seront identiques pour les deux scénarios aux horizons 2030 et 2050 du fait que cet indicateur n'est pas influencé par le climat. Les besoins en eau potable évolueront dans le sens de l'augmentation, du fait de la croissance prévue pour la population. Les hausses seraient de 98 % en 2030 et 197% en 2050 par rapport aux besoins estimés en 2010 pour la Province de Zagora. Les changements les plus importants sont observés dans les Provinces de Ouarzazate (+127% en 2030 et +378% en 2050) et de Guelmim (+111% en 2030, +202% en 2050). Pour les Provinces de Tata et d'Er-Rachidia une augmentation d'environ 50% est prévue pour 2030 et elle atteindra 117% en 2050 à Er-Rachidia et 67% à Tata.

Les besoins en eau agricole sont dépendants de la pluviométrie, de la température et de l'évapotranspiration. Avec les évolutions prévues pour ces paramètres climatiques (scénario 2), le déficit en eau agricole va augmenter et les besoins en eau d'irrigation vont varier dans le même sens. Les besoins en eau agricole qui dans le scénario 1 étaient en moyenne de 176Mm3 subiront une augmentation de 2% avec le scénario 2 au cours de la période la période 2020-2050 pour la province de Zagora. Pour la province de Ouarzazate, le changement climatique fera augmenter les besoins en agricole de 8% pour la période 2020-2050.



EAU

Hypothèses d'évolution des besoins en eau potable urbaine (Source : PDAIRE DRAA)

Province de Zagora	2004	2010	2015	2020	2025	2030
Taux de branchement (%)	86	88	90,5	93,5	96,5	97
Dotation unitaire des populations branchées (m3/hab)	20,9875	20,9875	20,9875	20,9875	20,9875	20,9875
Dotation unitaire des populations non branchées (m3/hab)	5,475	5,475	5,475	5,475	5,475	5,475
Dotation administrative (m3/hab)	3,1025	3,1025	3,1025	3,1025	3,1025	3,1025
Dotation industrielle et touristique (m3/hab)	2,3725	2,3725	2,3725	2,3725	2,3725	2,3725
Rendement à la production (%)	96	96	96	96	96	96
Rendement à la distribution (%)	75	80	80	80	80	80

Hypothèses d'évolution des besoins en eau potable rurale dans le Bassin du Draa (Provinces de Zagora, Ouarzazate et Tata)
(Source : PDAIRE DRAA)

	2006	2010	2015	2020	2025	2030
Dotation unitaire des populations branchées (m3/hab)	10,95	12,775	14,6	16,425	18,25	18,25
Dotation unitaire des populations non branchées (m3/hab)	5,475	5,475	5,475	5,475	5,475	5,475
Rendement à la production (%)	95	95	95	95	95	95
Rendement à la distribution (%)	85	85	85	85	85	85

Province de Ouarzazate	2004	2010	2015	2020	2025	2030
Taux de branchement (%)	95	95	95	95	95	95
Dotation unitaire des populations branchées (m3/hab)	20,9875	20,9875	20,9875	20,9875	20,9875	20,9875
Dotation unitaire des populations non branchées (m3/hab)	5,475	5,475	5,475	5,475	5,475	5,475
Dotation administrative (m3/hab)	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19
Dotation industrielle et touristique (m3/hab)	2,7375	2,7375	2,7375	2,7375	2,7375	2,7375
Rendement à la production (%)	96	96	96	96	96	96
Rendement à la distribution (%)	80	80	80	80	80	80

Province de Tata	2004	2010	2015	2020	2025	2030
Taux de branchement (%)	85,5	88,75	93,5	98	98	98
Dotation unitaire des populations branchées (m3/hab)	18,25	18,25	18,25	18,25	18,25	18,25
Dotation unitaire des populations non branchées (m3/hab)	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65
Dotation administrative (m3/hab)	4,015	4,015	4,015	4,015	4,015	4,015
Dotation industrielle et touristique (m3/hab)	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Rendement à la production (%)	77	78,75	80	80	80	80
Rendement à la distribution (%)	73,75	75,5	76,75	76,75	76,75	76,75

AGRICULTURE

Hypothèses

■ ■ ■ Hypothèses d'évolution climatique (selon le scénario A1B du GIEC)	
Scénario 1 : Pas de changement climatique	Scénario 2 : Changement climatique selon le scénario A1B du GIEC
- Les paramètres climatiques (pluviométrie moyenne annuelle et mensuelle et température moyenne annuelle et mensuelle) observés dans les provinces oasiennes ne subiront aucun changement aux horizons 2030 et 2050	- La pluviométrie moyenne annuelle pour la 2020-2050 subira une augmentation de 5 à 10% par rapport aux moyennes actuelles pour les provinces de Zagora, Ouarzazate et Er-Rachidia et de 5 à 20% pour les provinces de Tata et Guelmim
	- La température moyenne annuelle subira une augmentation de 1.4 à 1.8°C par rapport aux moyennes actuelles
■ ■ ■ Hypothèses d'évolution socio-économiques	
- Les surfaces agricoles évolueront dans le bassin du Draa selon les hypothèses du PDAIRE en fonction des actions du plan Maroc vert et du plan national d'économie d'eau en irrigation	

Indicateurs de vulnérabilité

Les graphiques ci-contre illustrent les évolutions futures de l'**indice de satisfaction en eau** (WSI= ETR/ETM) pour les cultures de l'orge et du blé au niveau des provinces oasiennes : WSI a été choisi car c'est un indicateur assez fiable de la performance des cultures basé sur les disponibilités en eau et leurs exigences tout au long de leur croissance.

Pour l'orge qui est une céréale de zones aride et semi-aride, l'indice de satisfaction actuelle (WSI ACT) oscille entre 10% et 20% ce qui est peu performant. A partir de 2020 WSI subira une réduction pour l'ensemble des provinces. L'orge est très peu performante dans les provinces de Zagora et de Tata où WSI atteint à peine 10%.

L'indice de satisfaction du blé varie dans les mêmes ordres de grandeur que celui de l'orge.

Le palmier-dattier fait partie des cultures pour lesquelles l'indice de satisfaction en eau reste inférieure est à 10% (actuellement et à l'horizon 2050). Les zones oasiennes qui ont une vocation agricole tournée vers le palmier sont pénalisées par cette culture qui nécessite beaucoup d'eau. Les provinces présentant un WSI les plus faibles sont Zagora et Tata.

Les cultures maraîchères qui participent fortement à l'alimentation des populations locales ont aussi un indice de satisfaction en eau assez faible (WSI ACTUEL entre 5 et 21%) et qui diminuera aux horizons 2030, 2050 (WSI PROJETE entre 4 et 21%).

Les provinces de Guelmim et Ouarzazate seront les moins affectées par le changement climatique. En effet, les cultures présentent des indices de satisfaction en eau les plus élevés dans ces deux provinces.

Les changements de pluviométrie et de température prévus pour la période 2020-2050 se traduiront par une demande complémentaire en eau élevée dépassant les 100 mm/m² pour certaines cultures. Les apports en eau sous forme d'irrigation spécifiés dans les graphiques ci-contre sont estimés par rapport aux besoins réels cumulés de la culture considérée durant son cycle végétatif. Le **bilan hydrique** de la luzerne, du palmier, des arbres fruitiers et du maraîchage d'été montre que ces cultures seront très pénalisées par le changement climatique

La luzerne affiche pour la période 2020-2050 un besoin en eau additionnel proche de celui du palmier-dattier alors que la valeur ajoutée de ce dernier est nettement plus intéressante.

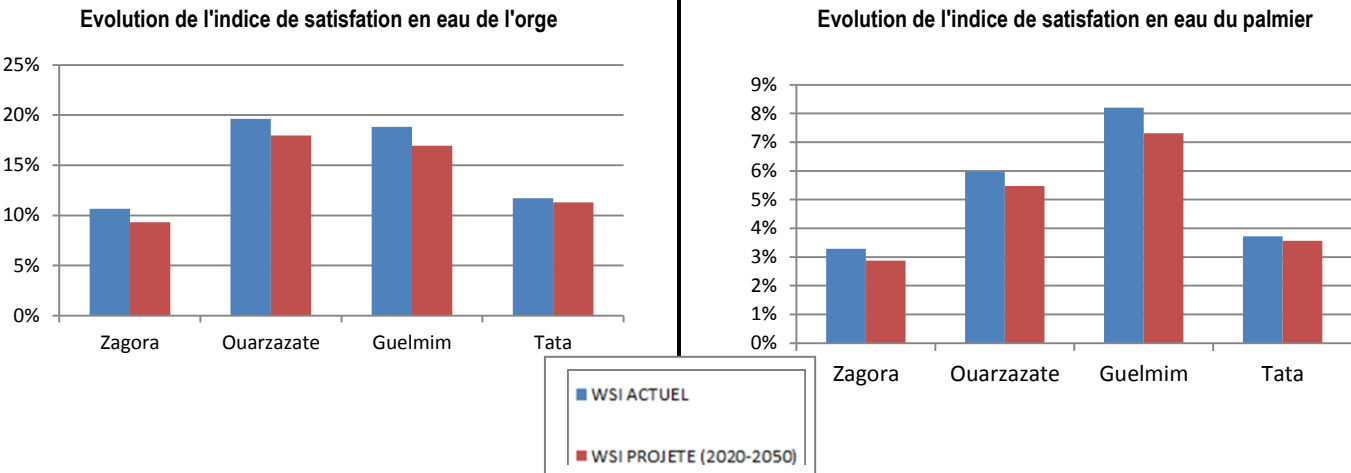
Les Provinces de Tata et de Zagora demeurent les plus consommatrices en eau. Le changement climatique impactera fortement l'irrigation dans ces secteurs.

En considérant que la contrainte hydrique est le seul facteur déterminant pour le rendement des cultures, on peut établir la variation de rendement entre la période 2020-2050 et la période actuelle par la relation : WSI PROJETE/WSI ACTUEL.

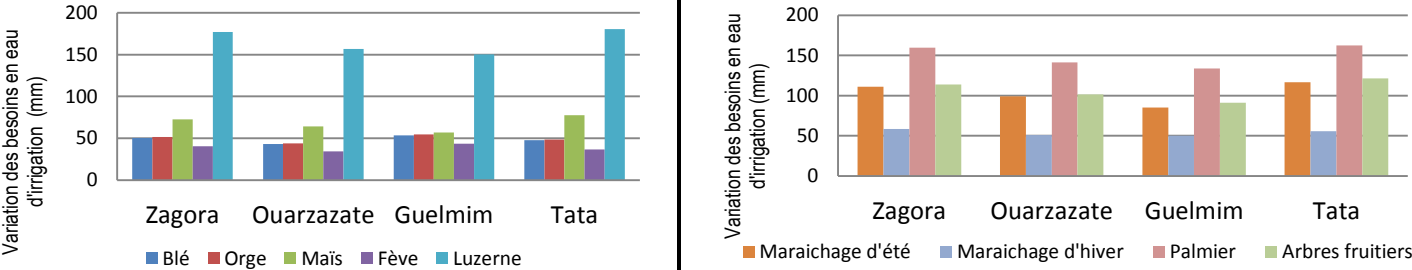
Les réductions de **rendements** sont régulières et très voisines pour une province donnée. En effet, pour la Province de Zagora, la diminution de rendement varie entre 12 et 13% et pour celle de Guelmim les réductions de rendement varient entre 10 et 11%.

Le maraîchage d'été est la seule culture pour laquelle le rendement actuel ne variera pas aux horizons 2030 et 2050.

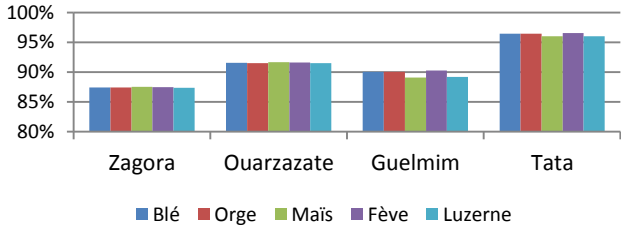
Indice de satisfaction en eau actuel et projeté pour les cultures (%)



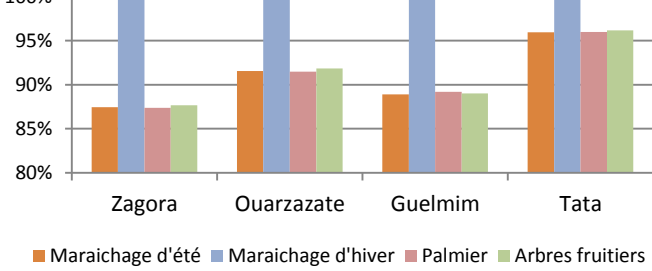
Variation du bilan hydrique (besoins en eau d'irrigation) en mm (état actuel et période 2020-2050)



Pourcentage de variation du rendement des cultures (WSI PROJETE/WSI ACTUEL)



Pourcentage de variation du rendement des cultures (WSI PROJETE/WSI ACTUEL)



AGRICULTURE

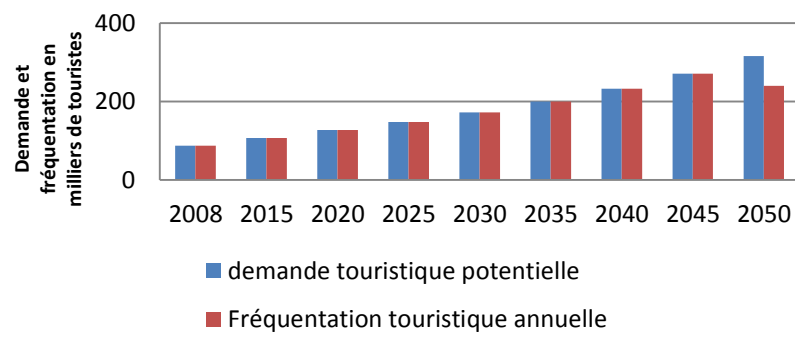
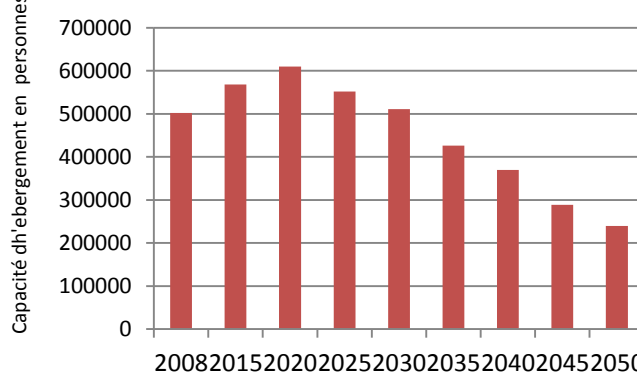
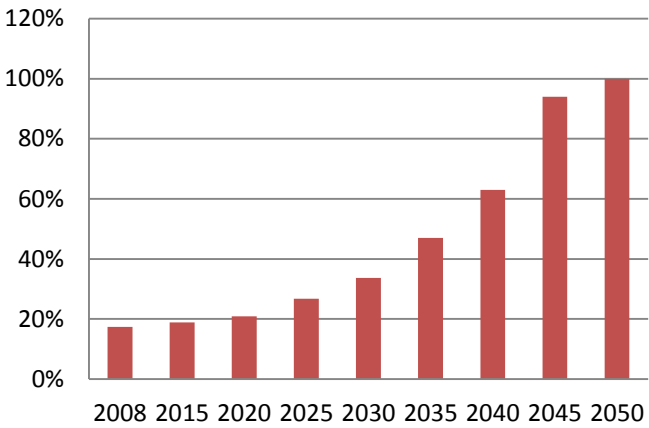
Hypothèses d'évolution des surfaces cultivées dans le bassin du Draa (Source PDAIRE DRAA)					
			Situation initiale	2013	2020
	Ouarzazate (Haut Draa)	Amandier (extension)	2150 ha	800 ha (400 pieds/ha)	300 ha
		Olivier (extension)	600 ha	950 ha (400pieds/ha)	550 ha
		Olivier (densification)	60 pieds/ha (2015 ha)	400 pieds/ha (728 ha)	400 pieds/ha (1280 ha)
		Palmier (densification)	60pieds/ha (2800 ha)	40 pieds/ha (1016 ha)	40 pieds/ha (1784 ha)
	Zagora	Palmier (densification)	60pieds/ha (9000 ha)	40 pieds/ha (3272 ha)	40 pieds/ha (5728 ha)
	Tata	Palmier (densification)	70 pieds/ha (4100 ha)	30 pieds/ha (1490 ha)	30 pieds/ha (2 610 ha)

TOURISME

Hypothèses

■ ■ ■Hypothèses d'évolution climatique (selon le scénario A1B du GIEC)	
Scénario 1 : Pas de changement climatique	Scénario 2 : Changement climatique selon le scénario A1B du GIEC
- Les paramètres climatiques (pluviométrie moyenne annuelle et mensuelle et température moyenne annuelle et mensuelle) observés dans les provinces oasiennes ne subiront aucun changement aux horizons 2030 et 2050	- La pluviométrie moyenne annuelle pour la 2020-2050 subira une augmentation de 5 à 10% par rapport aux moyennes actuelles pour les provinces de Zagora, Ouarzazate et Er-Rachidia et de 5 à 20% pour les provinces de Tata et Guelmim - La température moyenne annuelle subira une augmentation de 1.4 à 1.8°C par rapport aux moyennes actuelles
■ ■ ■Hypothèses d'évolution socio-économiques	
- La durée moyenne de séjour va augmenter pour atteindre 1.4 jours en 2020,2 -5 jours entre 2030 et 2050 - Le nombre d'établissements et la capacité d'hébergement vont augmenter pour atteindre respectivement 61 et 2800 en 2030 puis 79 et 3280 en 2050 - Le PIB par habitant augmente avec un taux annuel de 4% - L'attractivité de la Province de Zagora n'a pas d'influence sur la fréquentation touristique - L'élasticité de la demande touristique par rapport au PIB est de 0.75	

Indicateurs de vulnérabilité

Avec les différentes hypothèses émises : - La demande touristique potentielle de la Province de Zagora va subir une croissance annuelle de 3% pour atteindre 172 049 touristes en 2030 et 315 275 touristes en 2050. - La fréquentation touristique annuelle sera égale à la demande touristique à l'exception de l'année 2050 où la demande sera supérieure à la fréquentation. Cette demande supérieure à la fréquentation est due au fait de l'atteinte de la capacité maximale d'hébergement et donc du taux d'occupation maximal des établissements. En 2050, l'offre touristique ne permet pas d'absorber toute la demande potentielle.	Evolution de la demande touristique et de la fréquentation annuelle  <table><tr><th>Année</th><th>demande touristique potentielle (milliers de touristes)</th><th>Fréquentation touristique annuelle (milliers de touristes)</th></tr><tr><td>2008</td><td>80</td><td>80</td></tr><tr><td>2015</td><td>100</td><td>100</td></tr><tr><td>2020</td><td>120</td><td>120</td></tr><tr><td>2025</td><td>140</td><td>140</td></tr><tr><td>2030</td><td>160</td><td>160</td></tr><tr><td>2035</td><td>180</td><td>180</td></tr><tr><td>2040</td><td>200</td><td>200</td></tr><tr><td>2045</td><td>220</td><td>220</td></tr><tr><td>2050</td><td>315</td><td>240</td></tr></table>		Année	demande touristique potentielle (milliers de touristes)	Fréquentation touristique annuelle (milliers de touristes)	2008	80	80	2015	100	100	2020	120	120	2025	140	140	2030	160	160	2035	180	180	2040	200	200	2045	220	220	2050	315	240										
Année	demande touristique potentielle (milliers de touristes)	Fréquentation touristique annuelle (milliers de touristes)																																								
2008	80	80																																								
2015	100	100																																								
2020	120	120																																								
2025	140	140																																								
2030	160	160																																								
2035	180	180																																								
2040	200	200																																								
2045	220	220																																								
2050	315	240																																								
Avec les hypothèses émises sur l'évolution du tourisme dans la Province de Zagora, la capacité d'hébergement qui est le nombre de personnes que peut accueillir le territoire par an va diminuer pour atteindre 511 000 personnes en 2030 puis 239 440 en 2050. Cette diminution s'explique par l'augmentation de la durée moyenne de séjour des visiteurs. Le taux d'occupation des établissements qui traduit le rapport entre la fréquentation touristique et la capacité d'hébergement reste très faible jusqu'en 2030. A partir de 2035, le taux de remplissage des hôtels va augmenter progressivement jusqu'à atteindre 100% en 2050.	Evolution de la capacité d'hébergement dans la province de Zagora  <table><tr><th>Année</th><th>Capacité d'hébergement en personnes</th></tr><tr><td>2008</td><td>500000</td></tr><tr><td>2015</td><td>550000</td></tr><tr><td>2020</td><td>600000</td></tr><tr><td>2025</td><td>550000</td></tr><tr><td>2030</td><td>511000</td></tr><tr><td>2035</td><td>420000</td></tr><tr><td>2040</td><td>360000</td></tr><tr><td>2045</td><td>280000</td></tr><tr><td>2050</td><td>239440</td></tr></table>	Année	Capacité d'hébergement en personnes	2008	500000	2015	550000	2020	600000	2025	550000	2030	511000	2035	420000	2040	360000	2045	280000	2050	239440	Evolution du taux d'occupation des établissements  <table><tr><th>Année</th><th>Taux d'occupation (%)</th></tr><tr><td>2008</td><td>18</td></tr><tr><td>2015</td><td>18</td></tr><tr><td>2020</td><td>20</td></tr><tr><td>2025</td><td>25</td></tr><tr><td>2030</td><td>33</td></tr><tr><td>2035</td><td>45</td></tr><tr><td>2040</td><td>62</td></tr><tr><td>2045</td><td>92</td></tr><tr><td>2050</td><td>100</td></tr></table>	Année	Taux d'occupation (%)	2008	18	2015	18	2020	20	2025	25	2030	33	2035	45	2040	62	2045	92	2050	100
Année	Capacité d'hébergement en personnes																																									
2008	500000																																									
2015	550000																																									
2020	600000																																									
2025	550000																																									
2030	511000																																									
2035	420000																																									
2040	360000																																									
2045	280000																																									
2050	239440																																									
Année	Taux d'occupation (%)																																									
2008	18																																									
2015	18																																									
2020	20																																									
2025	25																																									
2030	33																																									
2035	45																																									
2040	62																																									
2045	92																																									
2050	100																																									

TOURISME

Hypothèses d’évolution

	2008	2030	2050
nombre d'établissements non classés	13	30	40
nombre de lits non classés	217	500	720
nombre d'établissements 1*	0	3	5
nombre de lits 1*	0	30	50
nombre d'établissements 2*	6	6	7
nombre de lits 2*	410	410	480
nombre d'établissements 3*	5	9	10
nombre de lits 3*	226	310	350
nombre d'établissements 4*	4	8	9
nombre de lits 4*	934	1500	1600
nombre d'établissements 5*	0	5	8
nombre de lits 5*	0	50	80
nombre personne par lit	1	1	1
valeur ajoutée maximale par touriste par jour	3500	3500	3500
demande touristique initiale	57 834	/	/
durée moyenne du séjour	1,3	2	5

POPULATION

Hypothèses

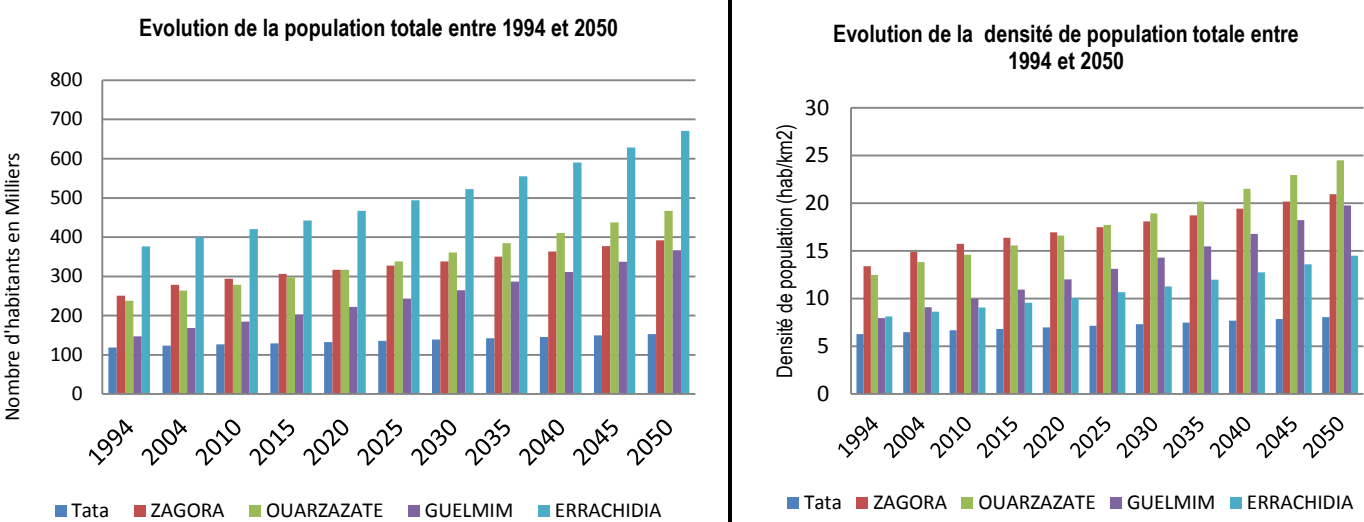
■ ■ ■ Hypothèses d'évolution climatique	
Scénario 1 : Pas de changement climatique	Scénario 2 : Changement climatique selon le scénario A1B du GIEC
- Les paramètres climatiques (pluviométrie moyenne annuelle et mensuelle et température moyenne annuelle et mensuelle) observés dans les provinces oasiennes ne subiront aucun changement aux horizons 2030 et 2050	- La pluviométrie moyenne annuelle pour la 2020-2050 subira une augmentation de 5 à 10% par rapport aux moyennes actuelles pour les provinces de Zagora, Ouarzazate et Er-Rachidia et de 5 à 20% pour les provinces de Tata et Guelmim - La température moyenne annuelle subira une augmentation de 1.4 à 1.8°C par rapport aux moyennes actuelles
■ ■ ■ Hypothèses d'évolution socio-économiques	
- Zagora : taux d'accroissement annuel de 1.8% entre 2004 - 2010 puis de 1.45% entre 2010-2020 et 1.15% entre 2020-2050 - Tata : taux d'accroissement annuel de 0.55% entre 2004-2050 - Er-Rachidia : taux d'accroissement annuel de 1.1% entre 2004-2050 - Ouarzazate : taux d'accroissement annuel de 0.88% entre 2004-2010 et de 1.3% entre 2010-2050 - Guelmim : taux d'accroissement annuel de 1.1% entre 2004-2010, 1.4% entre 2010-2015, 1.5% entre 2015-2030 et 1.24% entre 2030 et 2050	

Indicateurs de vulnérabilité

De moins de 400 000 habitants en 1994, la population des provinces oasiennes atteint 424600 habitants en 2004 et frôlera les 1 millions dans les années 2050. Les provinces d’Er-Rachidia, de Zagora et Ouarzazate représentent plus de 70% de la population totale de la zone oasienne.

La population rurale qui en 2004 représentait 66% de la population totale va diminuer avec l'exode rural marqué dans certaines provinces comme Guelmim, Tata et Er-Rachidia pour atteindre 57% en 2030 et 51% en 2050. Si cette tendance se poursuit, l'urbanisation des zones oasiennes va s'accélérer à partir de 2050.

Cette croissance de la population se traduit par une pression sur les ressources des oasis. Les densités de population qui ne dépassaient pas 10 hab/km² en 2004 pour les Provinces de Guelmim et Er-Rachidia vont subir une forte augmentation pour atteindre respectivement 14.3 hab/km² et 11.3hab/km² en 2030 (19.8hab/km² et 14.5 hab/km² en 2050). L'urbanisation des provinces de Zagora et de Ouarzazate va se poursuivre avec des densités atteignant plus de 20hab/km² en 2050. La Province de Tata est la seule qui malgré la croissance démographique accusera une densité assez faible, 7.3ha/km² en 2030 et 8hab/km² en 2050.



POPULATION

Hypothèses d’évolution du taux d’accroissement annuel (Source PDAIRE GUELMIM, DRAA et SDAU ZIZ)

		2004	2010	2015	2020	2030	2050
Zagora	Urbain	+3%	+3%	2.4%	+2.4%	2%	2%
	rural	+0.7%	0.7%	0.5%	0.5%	+0.3%	+0.3%
Ouarzazate	Urbain	+1.3%	1.3%	1.3%	1.3%	1.3%	1.3%
	Rural	0.46%	0.46%	1.3%	1.3%	1.3%	1.3%
Er-Rachidia	Urbain	+2%	+2%	+2%	+2%	+2%	+2%
	rural	+0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
Tata	Urbain	+0.8%	+0.8%	+0.8%	+0.8%	+0.8%	+0.8%
	rural	+0.3%	+0.3%	+0.3%	0.3%	+0.3%	+0.3%
Guelmim	Urbain	2.4%	2.4%	+2.4	2.4%	1.9%	1.9%
	rural	-1.1%	-1.1%	+0.4%	+0.59%	+0.59%	0.59%

FONCIER-OCCUPATION DES SOLS

Hypothèses

■ ■ ■Hypothèses d'évolution climatique	
Scénario 1 : Pas de changement climatique	Scénario 2 : Changement climatique selon le scénario A1B du GIEC
- Les paramètres climatiques (pluviométrie moyenne annuelle et mensuelle et température moyenne annuelle et mensuelle) observés dans les provinces oasiennes ne subiront aucun changement aux horizons 2030 et 2050	- La pluviométrie moyenne annuelle pour la 2020-2050 subira une augmentation de 5 à 10% par rapport aux moyennes actuelles pour les provinces de Zagora, Ouarzazate et Er-Rachidia et de 5 à 20% pour les provinces de Tata et Guelmim - La température moyenne annuelle subira une augmentation de 1.4 à 1.8°C par rapport aux moyennes actuelles
■ ■ ■Hypothèses d'évolution socio-économiques	
- La taille des ménages va diminuer avec un taux annuel de -0.6% (Province de Zagora) - Le nombre de ménage par logement observé en 2004 restera constant (1.1 ménage par logement)	

Indicateurs de vulnérabilité

La croissance démographique aura de forts impacts sur l'urbanisation des zones oasiennes. Pour la Province de Zagora, cet accroissement de la population s'accompagnera : - D'une progression deux fois plus rapide du nombre de ménages que de la population entre 2004 et 2030 puis entre 2030 et 2050 - De besoins considérables en logements (en moyenne 10 000 logements par an) Le nombre de ménages de la province qui en 2004 était de 33 143 va augmenter de 44% à l'horizon 2030 alors que la population n'augmente que de 21% entre 2004 et 2030. Il en est de même pour la période 2030-2050 (augmentation des ménages de 30% et augmentation de la population de 15%). Cela s'explique par la diminution de la taille des ménages entre 2004 et 2030 de 8.4 à 7.05 personnes/ménage puis de 7.05 à 6.22 entre 2030 et 2050. Cet accroissement du nombre de ménages va engendrer des besoins importants en logements. Le nombre de logements additionnels par rapport à 2004 sera de plus de 13 000 en 2030 et 2050. Les caractéristiques majeures de l'évolution de l'occupation des sols sont résumées par les points suivants : - Une augmentation des espaces urbanisés du fait de nouveaux besoins en logement et équipements - Les espaces forestiers et agricole vont subir les effets de la pression démographique (diminution de la SAU par habitant, augmentation des besoins en bois) - La poursuite du déséquilibre entre espaces ruraux et urbains (taux d'équipement et développement socio-économique plus élevés en milieu urbain que rural) L'augmentation de la surface urbanisée et donc de l'imperméabilisation ne sera pas sans conséquence, notamment dans les municipalités. L'absence de réseau d'eaux pluviales et le faible taux de raccordement aux réseaux d'assainissement au niveau des municipalités va augmenter les risques de ruissellement urbain.	Evolution des ménages et des logements dans la province de Zagora <table><tr><td></td><td>2004</td><td>2030</td><td>2050</td></tr><tr><td>Population</td><td>278 398</td><td>338 239</td><td>391 775</td></tr><tr><td>nombre de ménages</td><td>33 143</td><td>47 977</td><td>62 986</td></tr><tr><td>Besoins en logements</td><td>0</td><td>43 616</td><td>57 260</td></tr></table>		2004	2030	2050	Population	278 398	338 239	391 775	nombre de ménages	33 143	47 977	62 986	Besoins en logements	0	43 616	57 260	Evolution de l'occupation des sols dans la Province de Zagora <table><tr><td></td><td>2004</td><td>2030</td><td>2050</td></tr><tr><td>surface habitat+ équipement (ha)</td><td>5843</td><td>6861,19</td><td>7195,67</td></tr><tr><td>superficie palmeraie (ha)</td><td>49 019</td><td>49 019</td><td>49 019</td></tr><tr><td>superficie forets (ha)</td><td>111 179</td><td>111 179</td><td>111 179</td></tr><tr><td>Superficie espaces incultes (ha)</td><td>1699973</td><td>1698955</td><td>1698620</td></tr></table>		2004	2030	2050	surface habitat+ équipement (ha)	5843	6861,19	7195,67	superficie palmeraie (ha)	49 019	49 019	49 019	superficie forets (ha)	111 179	111 179	111 179	Superficie espaces incultes (ha)	1699973	1698955	1698620
	2004	2030	2050																																			
Population	278 398	338 239	391 775																																			
nombre de ménages	33 143	47 977	62 986																																			
Besoins en logements	0	43 616	57 260																																			
	2004	2030	2050																																			
surface habitat+ équipement (ha)	5843	6861,19	7195,67																																			
superficie palmeraie (ha)	49 019	49 019	49 019																																			
superficie forets (ha)	111 179	111 179	111 179																																			
Superficie espaces incultes (ha)	1699973	1698955	1698620																																			

Conclusion

Indépendamment de tout changement climatique, les zones oasiennes ont toujours évolué sous l'emprise des pressions socio-économiques et de grandes fluctuations engendrées par la variabilité spatio-temporelle du climat. Les ressources hydriques et les sols ont été une contrainte permanente au développement des territoires.

Le changement climatique caractérisé dans les zones oasiennes par une augmentation des températures et une modification des régimes des pluies va augmenter les pressions sur les ressources. Ce qui se traduit par une augmentation des besoins en eau aussi bien pour l'agriculture pluviale et irriguée et une diminution des ressources disponibles.

Ainsi, à l'horizon 2030 même si toutes les provinces n'auront pas encore atteint le seuil de pénurie d'eau ($>1000\text{m}^3/\text{hab.}/\text{an}$), elles seront obligées de faire une gestion drastique de leur ressources pour pouvoir répondre aux besoins en eau agricole plus importants.

Les apports complémentaires en eau d'irrigation pour pallier aux impacts des changements climatiques vont augmenter en moyenne de 9 à 13% pour la période 2030-2050 par rapport à l'état actuel.

Les changements climatiques se traduiront par une réduction des rendements dans le secteur agricole, qui sera le résultat de l'augmentation du stress hydrique des cultures. Cette perte de rendement ne sera pas sans conséquence sur les revenus des oasiens mais aussi leur alimentation qui est basée sur l'agriculture locale.

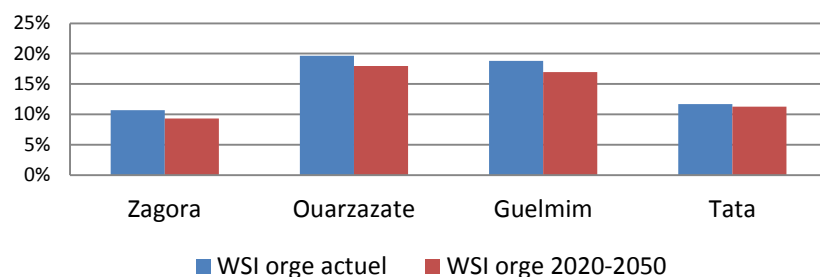
Aux horizons 2030 et 2050, la conjugaison de la croissance démographique et du changement climatique va amplifier l'inadéquation entre l'offre et la demande entre la production et la consommation. Les gestionnaires du territoire seront confrontés à des exigences multiples et croissantes de l'ensemble des usages dans un contexte pénurie progressive des ressources naturelles.

Dans ce contexte, l'adaptation est une nécessité pour les zones oasiennes. Elle permettra aux acteurs d'essayer de construire au sein de leur territoire un nouvel équilibre durable et acceptable sur le plan économique, social et environnemental.

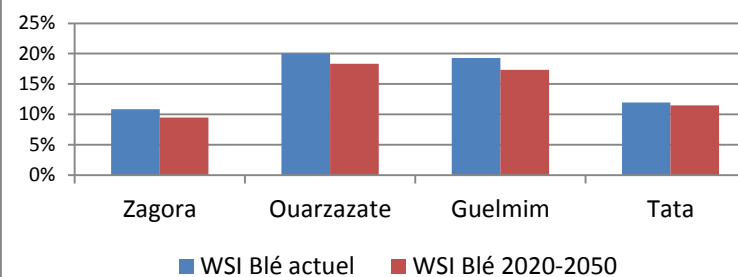
Annexes

Annexe 1 : Indices de satisfaction des cultures

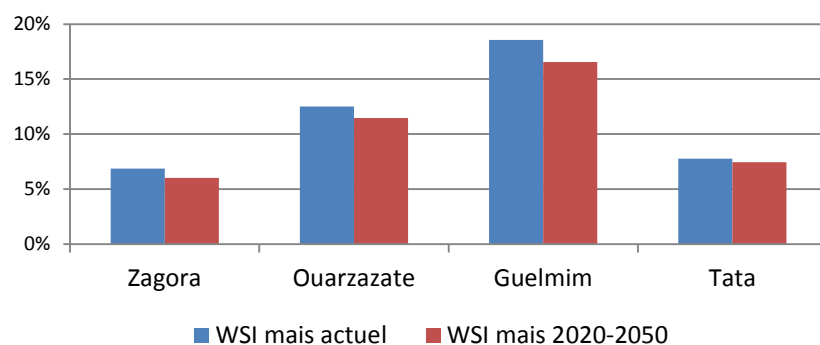
Evolution de l'indice de satisfaction de l'orge



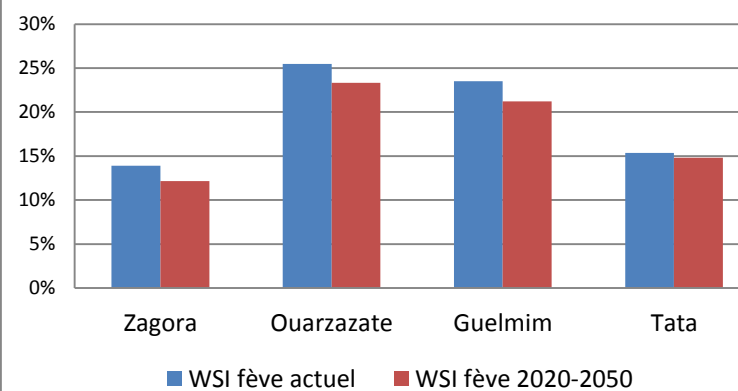
Evolution de l'indice de satisfaction du blé



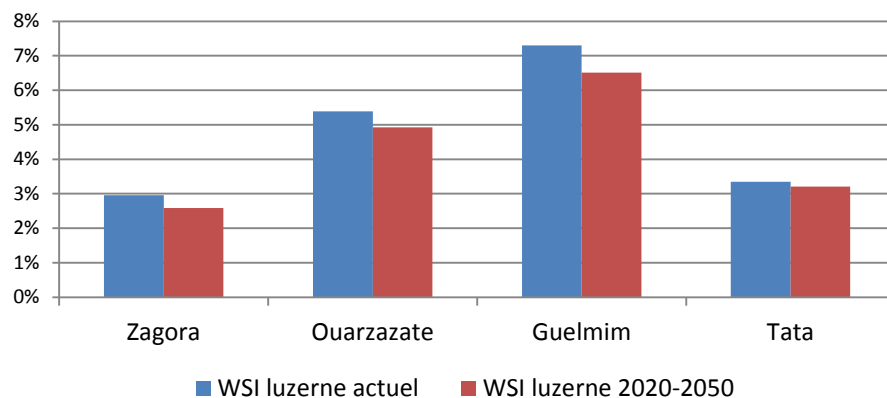
Evolution de l'indice de satisfaction du maïs



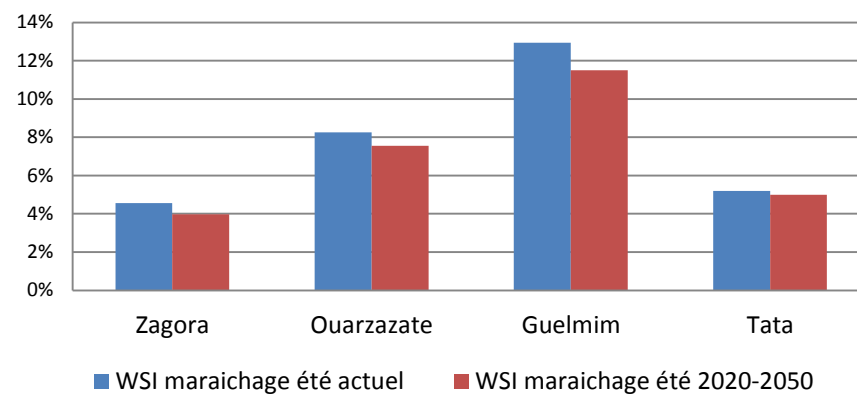
Evolution de l'indice de satisfaction de la fève



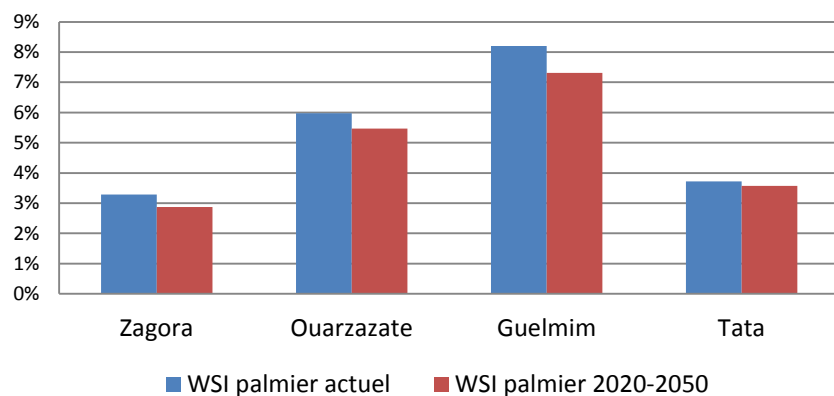
Evolution de l'indice de satisfaction de la luzerne



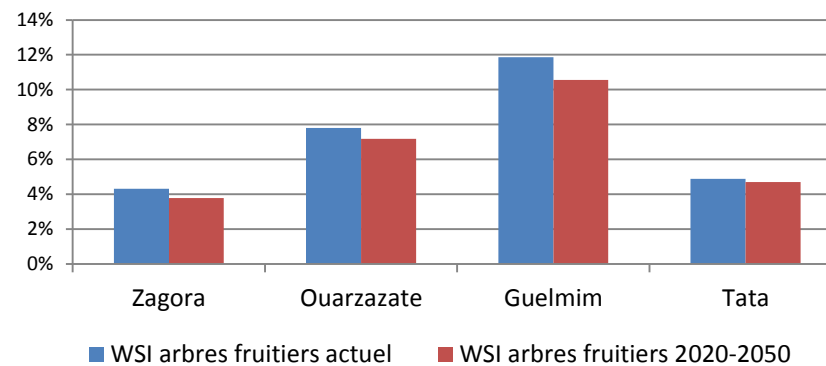
Evolution de l'indice de satisfaction du maraîchage d'été



Evolution de l'indice de satisfaction du palmier



Evolution de l'indice de satisfaction des arbres fruitiers



Annexe 2 : Evolution du nombre de ménages et des besoins en logement

Province d'Er-Rachidia					Province de Tata				
	2004	2030	2050			2004	2030	2050	
Population	400 019	522 807	671 051		Population	123 252	139 051	152 961	
nombre de ménages	33 143	47 977	55 571		nombre de ménages	20 542	28 611	36 947	
Besoins en logements	0	69 532	80 537		Besoins en logements	0	/	/	
Province de Guelmim					Province de Ouarzazate				
	2004	2030	2050			2004	2030	2050	
Population	168 316	264 387	366 262		Population	263 473	360 619	466 915	
nombre de ménages	32 619	67 618	116 644		nombre de ménages	41 821	72 124	111 702	
Besoins en logements	0	/	/		Besoins en logements	0	/	/	