

PERSPECTIVES DES CHANGEMENTS DU CLIMAT

Questions et Analyses de Pays en voie de développement et de Pays à Économies en Transition

Vulnérabilité des pays du Maghreb face aux changements climatiques

Besoin réel et urgent d'une
stratégie d'adaptation et de moyens
pour sa mise en œuvre

iisd International Institute for Sustainable Development
Institut international du développement durable

<http://www.iisd.org>



Climate Change
Knowledge Network

<http://www.cckn.net>

IISD

L'Institut international du développement durable contribue au développement durable en formulant des recommandations stratégiques concernant le commerce international et l'investissement, les politiques économiques, les changements climatiques, les mesures et indicateurs ainsi que la gestion des ressources naturelles. Nous affichons sur Internet des comptes rendus de négociations internationales et l'information spécialisée que nous procure notre collaboration avec des partenaires du monde entier. Ce faisant, nous favorisons une recherche rigoureuse, le perfectionnement des compétences dans les pays en développement, ainsi qu'un dialogue fructueux entre le Nord et le Sud.

L'Institut a pour vision un mieux-vivre durable pour tous, et pour mission d'assurer un avenir durable aux sociétés en favorisant l'innovation. Il bénéficie de subventions de fonctionnement du gouvernement du Canada qui lui sont versées par l'Agence canadienne de développement international (ACDI) et Environnement Canada, ainsi que du gouvernement du Manitoba. Des fonds de projet lui sont également accordés par le gouvernement du Canada, la province du Manitoba, d'autres gouvernements nationaux, des organismes des Nations Unies, des fondations et des entreprises privées. L'IIDD est un organisme de bienfaisance enregistré au Canada, et visé par l'alinéa 501 (c)(3) de l'Internal Revenue Code des États-Unis.

161, avenue Portage est
6^e étage
Winnipeg (Manitoba)
Canada R3B 0Y4
Tél. : (204) 958-7700
Télec. : (204) 958-7710
Courriel : info@iisd.ca
Internet : <http://www.iisd.org>

Climate Change Knowledge Network

Le *Climate Change Knowledge Network* regroupe au moins une douzaine d'organisations de pays en développement, de pays en transition et de pays développés. Le but qu'il poursuit consiste à favoriser l'application de mesures efficaces, durables et équitables face à l'évolution du climat dans le cadre d'activités de recherche, de formation et de communications réalisées au bon moment et en collaboration, concernant des enjeux tels que les mécanismes prévus dans le protocole de Kyoto, l'adaptation et le transfert de technologies.

USAID

Le Programme des changements climatiques de l'USAID est administré par plus de trente-cinq missions extérieures dont la supervision est assurée par l'Équipe des changements climatiques établie à Washington, district fédéral de Columbia. En ayant recours à une démarche axée sur les services extérieurs, l'Équipe des changements climatiques a pu encourager les pays en développement et les pays en transition à affermir leur participation au sein de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et inciter l'intérêt du secteur privé et des autres parties intéressées à l'égard des questions de changements climatiques dans les pays en développement. Le programme a concentré ses efforts dans trois sous-régions, notamment l'Afrique centrale, l'Amérique centrale et l'Asie centrale et, bilatéralement, au Brésil, en Inde, en Indonésie, au Mexique, dans les Philippines, en Russie, en Afrique du Sud et en Ukraine. L'USAID traite des questions de changements climatiques par le recours à l'assistance technique en vue d'aider les pays à élaborer des stratégies reliées à la réforme des politiques, au renforcement de la capacité institutionnelle, à la coordination et au transfert de la technologie, aux efforts en vue de lier les sciences aux politiques, à l'éducation et à la diffusion, à la collecte d'information et à la surveillance des données dans le but de respecter leurs obligations en vertu de la CCNUCC. Chaque outil fait partie d'une stratégie intégrée qui sert à promouvoir le développement tout en remédiant aux causes et aux effets des changements climatiques. À l'intérieur de chacun de ces domaines, l'Agence a mis un accent particulier sur les partenariats avec le secteur privé et la coopération avec les autorités locales et nationales, les collectivités et les ONG dans le but de créer des alliances qui prendront appui sur les points forts relatifs de chaque partie intéressée.

La présente publication a été rendue possible grâce à l'appui financier du Bureau de la croissance économique, de l'agriculture et du commerce, du Bureau de la politique environnementale et scientifique, de l'Équipe des changements climatiques et de l'Agence américaine pour le développement international (USAID), en vertu des dispositions de l'octroi no GEW-G-00-01-00013-00. Les opinions exprimées dans le présent document sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement les vues de l'Agence américaine pour le développement international ou de l'IIDD.

Copyright © 2003 International Institute for Sustainable Development/Institut international du développement durable

Vulnérabilité des pays du Maghreb face aux changements climatiques

Besoin réel et urgent d'une stratégie d'adaptation et de moyens pour sa mise en œuvre

Prof Ali Agoumi
Expert international
Environnement – Changements Climatiques
Maroc

Résumé

En Afrique du Nord, les pays du Maghreb se trouvent dans une région aride à semi-aride avec un climat saharien dans la partie sud, océanique dans la partie ouest et méditerranéen dans la partie Nord. La partie centrale du Maghreb, constituée par le Maroc, l'Algérie et la Tunisie regroupait déjà 65 millions d'habitants en l'an 2000 et devrait rassembler plus de 72 millions en 2010. Une population regroupée pour plus des deux tiers sur les cotes méditerranéennes et atlantiques du nord de la région.

Dans ces pays la vie des populations est très liée au climat et ses fluctuations. L'économie est très dépendante de l'eau, de l'agriculture, du tourisme, du littoral. Ceci est particulièrement frappant pour le Maroc et la Tunisie.

Les données climatiques relevées dans la région durant le 20^{ème} siècle indiquent un réchauffement durant ce siècle estimé à plus de 1°C avec une tendance accentuée les 30 dernières années. Ces données montrent aussi une augmentation nette de la fréquence des sécheresses et inondations. Ainsi on est passé d'une sécheresse tous les dix ans au début du siècle à cinq à six années de sécheresses en dix ans actuellement. ...Les modèles de circulation générales; même s'ils ne sont pas assez précis pour cette région — ne disposant pas de modèle à maillage centré sur celle ci — convergent pour estimer un réchauffement probable de la région de l'ordre de 2° a 4° durant le 21^{ème} siècle.

Les changements climatiques, pour cette partie du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie) très peu émettrice de gaz à effet de serre (entre 1.5 et 3.5 TE Co₂/Hab/an), représentent une véritable menace pour son développement socio-économique et pour

la vie des populations. Cette vulnérabilité extrême et le besoin de stratégies d'adaptation de secteurs clefs de l'économie de la région aux impacts possibles de ces changements climatiques représentent de vrais enjeux pour le développement durable de ces pays.

L'objectif de cette analyse est de montrer à travers les résultats d'études techniques et de recherches réalisées à ce jour dans le Maghreb — en particulier celles intégrées dans les communications nationales initiales de ces pays et présentées à la 7^{ème} conférence des parties à la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques — comment pourraient se présenter trois secteurs clefs de la région (eau, agriculture et littoral) les prochaines décennies et avec quelles conséquences pour les populations si de véritables politiques d'adaptation ne sont pas élaborées et mises en œuvre dans ces pays les années à venir. Le besoin, déjà présent, d'approches structurelles d'adaptation devant des événements liés à ces changements du climat est mis en relief. Le cas de l'eau, élément vital pour les populations du Maghreb, servira de base à cette illustration. Cette analyse met aussi en exergue les insuffisances des études et recherches réalisées à ce jour pour apprécier et évaluer cette vulnérabilité et ses conséquences possibles et propose des axes de recherche à développer pour parer à ces insuffisances.

Des propositions sont faites d'actions à mener au niveau des pays de la région, tant au niveau technique qu'au niveau politique, pour permettre une adaptation efficiente et durable aux effets néfastes des changements climatiques.

Mots Clés : Climat, eau, agriculture, littoral, Maghreb, Algérie, Maroc, Tunisie, vulnérabilité, adaptation.

I Introduction

A ce jour, les négociations menées dans le cadre de la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques ont beaucoup été axées sur l'aspect atténuation des émissions en Gaz à Effet de Serre et ce en vue de limiter les problèmes à l'origine de ce phénomène planétaire. On a vu ainsi des efforts soutenus déployés pour faire aboutir le protocole de Kyoto et lancer donc cette dynamique de réduction des émissions.

Un autre aspect tout aussi important a connu peu de développement lors de ces négociations : *la vulnérabilité de certaines régions du monde et leurs besoins d'adaptation aux effets de ces changements climatiques*. Il est vrai que des fonds de financement de ces aspects ont été créés mais leur mise en œuvre reste lointaine et on voit peu de résultats concrets sur cette problématique.

Au Maghreb trois pays (Algérie, Maroc, Tunisie) ont agi dans le domaine des changements climatiques de façon concertée et en forte synergie depuis 1994 avec l'appui d'un projet PNUD-FEM de renforcement des capacités (RAB94G31). Ces pays, peu émetteurs de gaz à Effet de Serre, se trouvent être particulièrement vulnérables à ces changements climatiques. Les principaux résultats des études et recherches menées sur cet aspect ont été résumés dans les communications nationales initiales présentées par ces pays à la septième conférence des parties à la convention tenue à Marrakech en 2001. (COP7)-(1), (2)

Cet article a pour objectif de montrer — à travers les résultats d'études techniques et de recherches réalisées à ce jour dans le Maghreb — comment pourrait se présenter trois secteurs clefs de l'économie de la région (eau, agriculture et littoral) les prochaines décennies et avec quelles conséquences pour les populations si de véritables politiques d'adaptation ne sont pas élaborées et mises en œuvre dans ces pays les années à venir. L'article met aussi en relief les besoins en études et recherches pour mieux estimer cette vulnérabilité et définir les actions d'adaptation les plus appropriées. L'étude de cas utilisée comme base dans cette analyse est le secteur de l'eau et son comportement futur dans cette région en cas de changements climatiques.

II Climat de la région

De part leur position géographique, situés en zone aride à semi-aride, trois pays du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie) ont depuis des millénaires eu une

évolution fortement liée au climat de la région et à sa variabilité. Ce climat se caractérise par des contrastes importants avec des types de climats très différents et ce en relation avec les particularités géographiques et écologiques de cette région (5) :

- Les trois pays sont situés sur un territoire d'une superficie de plus de 3,3 millions de Km², dont plus des deux tiers en zone désertique;
- La région est à dominance semi aride à aride, soumise à un climat résultant d'influences maritimes au nord, à l'est (Mer Méditerranée) et à l'ouest (Océan atlantique) et sahariennes au sud;
- Une grande diversité de type de climat associée à l'étendue en longitude et latitude de la région, à l'existence de chaînes montagneuses dépassant les 3 000 m et à l'influence maritime au voisinage des côtes;
- Une grande variabilité spatiale, et inter annuelle des précipitations avec des précipitations plus faibles dans la partie sud, un nombre de jours de pluie très limité (moins de 50 jours sur une grande partie de la zone) et des épisodes de sécheresses périodiques et fréquents dont la durée peut dépasser trois années successives;
- Des températures moyennes annuelles élevées, dépassant les 20°C dans le sud et plus douces le long du littoral. Ceci est lié au niveau élevé du rayonnement solaire parvenant à la région, et aux advections fréquentes de masses d'air chaudes. Ces éléments entraînent une forte évapotranspiration.

Les données climatiques relevées dans la région durant le 20^{ème} siècle indiquent un réchauffement durant ce siècle estimé à plus de 1°C avec une tendance accentuée les 40 dernières années. (1)

Ces données montrent aussi une augmentation nette de la fréquence des sécheresses et inondations. Ainsi on est passé d'une sécheresse tous les dix ans au début du siècle à cinq à six années de sécheresses en dix ans actuellement. Cette nouvelle situation est accentuée par la nature excessive des rares années humides avec une pluviométrie très forte et répartie sur une courte période de l'année : on voit ainsi des centaines de millimètres d'eau tomber dans des régions arides en quelques jours et rien pour le reste de l'année. Un sol aride, une érosion forte, un ruissellement excessif, sont des caractéristiques de cette région qui favorisent des catastrophes naturelles en relation avec ces fortes précipitations et ces inondations (cf Encadré I). (7)

Perspectives en cas de changements climatiques

Les modèles de circulation générales; même s'ils ne sont pas assez précis pour cette région, ne disposant pas de modèle à maillage centré sur celle-ci; convergent pour estimer un réchauffement probable de la région de l'ordre de 2° à 4° durant le 21^{ème} siècle avec en particulier plus de 1°C de réchauffement entre 2000 et 2020 selon des études réalisées pour le Maroc et l'Algérie. (1), (2)

Les estimations des différents modèles concernant l'avenir des précipitations sont elles peu convergentes. Elles indiquent cependant (5) :

- Une perturbation probable des régimes pluviométriques (répartition spatio-temporelle);
- Une tendance très légère à la baisse (ceci reste à confirmer).

III Contexte socio-économique

La démographie de la région est importante. Elle a connu une croissance significative ces dernières décennies : La population de trois pays de cette région (Algérie, Maroc, Tunisie) est passée de moins de 60 millions en 1994 à près de 65 millions en l'an 2000 et devrait atteindre en 2010 plus de 72 millions d'habitants.

Cette croissance démographique s'est accompagnée d'une urbanisation rapide et parfois anarchique avec l'apparition de grandes villes dont les infrastructures ne répondent guère aux besoins de base des populations en particulier dans des domaines touchant à l'hygiène et la qualité de vie des citoyens : eau potable, assainissement, déchets urbains, qualité de l'air.

L'exode rural a été fort durant ces dernières décennies en particulier en liaison avec l'évolution climatique de

Encadré I: Inondations au Maghreb (7) 2001 en Algérie / 2002 au Maroc

Les années 2001 et 2002 ont été catastrophiques pour cette région avec des inondations exceptionnelles et des dégâts matériels et humains importants.

Catastrophe climatique en Algérie en novembre 2001

L'Algérie a connu la plus terrible inondation de son histoire du 10 au 14 novembre 2001. Frappant principalement Alger, cet événement météorologique extrême fera 751 victimes dont plus de 700 à Alger, et occasionnera des dégâts estimés à 300 millions USD. Le nombre de personnes déplacées sera de 24 000 et plus de 2 700 habitations seront sévèrement endommagées. Entre 40 000 et 50 000 personnes perdront leurs habitations et près de 109 routes seront endommagées. Seize autres départements seront affectés à un degré moindre par ce phénomène d'une rare violence durant lequel Alger enregistrera en quelques heures l'équivalent de la pluie totale mensuelle. Les vents atteindront 120 km/h. Le phénomène avait fait l'objet d'une prévision des services météorologiques algériens et étrangers, mais l'ampleur des dégâts humains et matériels est certainement en relation avec la violence d'un phénomène classé comme l'un des plus sévères de ces 40 dernières années.

Catastrophe climatique au Maroc en novembre 2002

Lors de la semaine du 20 au 27 novembre 2002 le Maroc a connu l'une des plus importantes inondations de son histoire avec des dégâts matériels et humains considérables : (premières estimations)

- Au moins 63 morts, 26 disparus, des dizaines de blessés;
- Des pertes importantes au niveau de l'habitat (24 habitations effondrées, 373 inondés,...);
- Des centaines d'hectares de terres agricoles endommagés;
- Des centaines de têtes de bétail emportées;
- Des unités industrielles subissant de graves dégâts notamment à Berrechid et Mohammadia : Dans cette ville, la plus importante raffinerie du royaume (La SAMIR) a pris feu ce qui représenterait plus de 300 millions USD en pertes.

Il est à noter que cette année humide et pluvieuse succède à plusieurs années sèches ou partiellement sèches et que la dernière année humide — 1996 — a aussi été une année catastrophique pour le pays.

ces années. On est ainsi passé d'une population plutôt rurale les années 70 (plus de 60 % de la population était en milieu rural) à une population plutôt urbaine. (Plus de 60 % de la population est aujourd'hui urbaine.)

Le développement socio-économique des pays de la région s'est fait ce dernier siècle sur des choix économiques et des secteurs de production différents : En Algérie le secteur industriel est le plus important (plus de 57 % du PIB en 1994). Au Maroc le plus important est le secteur de l'agriculture et pêche (plus de 43 % du PIB en 1994) et en Tunisie le plus important se trouve être le secteur tertiaire (avec plus de 50 % du PIB en 1994). (8)

Malgré ces trajectoires économiques différentes, l'état de vulnérabilité des populations de la région au climat et ses caprices se trouve aujourd'hui pratiquement au même niveau à quelques nuances près. Dans ces pays la vie des populations est très liée au climat et ses fluctuations. L'économie est très dépendante de l'eau, de l'agriculture, du tourisme, du littoral. Ceci est particulièrement frappant pour le Maroc et la Tunisie.

Ainsi les changements climatiques, pour cette partie du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie) très peu émettrice de gaz à effet de serre (entre 1.5 et 3.5 TE Co₂/Hab/an), représentent une véritable menace pour son développement socio-économique et pour la vie des populations. (8)

Cette vulnérabilité extrême et le besoin de stratégies d'adaptation de secteurs clefs de l'économie de la région aux impacts possibles de ces changements climatiques représentent de vrais enjeux pour le développement durable de ces pays.

IV Des ressources naturelles fragiles

Les ressources naturelles de la région sont importantes mais très fragiles et vulnérables :

Ressources en eau

- 53 milliards de m³ d'eau mobilisables dans ces trois pays : principalement des eaux de surface avec un niveau de mobilisation autour des 60 %;
- Une utilisation principale en Agriculture 80 %, Eau potable (13 %) et Industrie (7 %);
- Trois pays à stress hydrique (moins de 1000m³/hab./an), l'Algérie et la Tunisie, étant plus près de la pénurie, (moins de 500 m³/hab./an).

- Des écoulements rapides et parfois violents et un transport solide significatif : de 500 à 2 000 tonnes/km²/an;
- Une qualité des eaux parfois à la limite des normes;
- Un niveau de nappes en forte baisse ces dernières années avec une salinisation de certaines nappes côtières.

Sols, végétation et agriculture

- Des zones fertiles et bien arrosées au Nord avec parfois des petites forêts;
- Une végétation du type steppique avec dominance de l'alfa dans les régions arides du centre et du sud;
- Des oasis plantés de palmiers dattiers dans le sud;
- Un potentiel important en terres à vocation agricole (terres cultivables, forêts, nappes alfatières, terres de parcours) : pour l'Algérie et le Maroc en particulier;
- Une agriculture principalement pluviale : soumises aux aléas climatiques;
- Une érosion forte avec une grande dégradation des sols;
- Des rendements de cultures pluviales en chute : réduction du rendement des céréales, pouvant atteindre les 50 % pour les périodes de sécheresse;
- Un accroissement des besoins en eau pour l'irrigation et une diminution de la production agricole par manque d'eau ces dernières années;
- Une désertification accélérée particulièrement au sud de la région;
- Une forêt limitée qui connaît une exploitation peu rationnelle avec, comme conséquence, une déperdition des réserves forestières.

Environnement urbain

- Un développement notable d'habitats insalubres autour des grandes villes;
- Un assainissement liquide et solide très peu performants dans les grandes villes particulièrement en Algérie et au Maroc et ce, par manque tant au niveau des réseaux que des stations de traitement;
- Une qualité de l'air dans les villes très critique certaines périodes de l'année particulièrement à Alger, Casablanca et Tunis.

Zones côtières

- Une double façade atlantique et méditerranéenne sur des milliers de kilomètres;
- Des ressources halieutiques importantes, surexploitées notamment en haute mer;
- Les 2/3 de la population habite le long du littoral dans des municipalités dont les rejets sont souvent émis en mer sans traitement préalable;
- Une concentration des activités industrielles le long des côtes avec des rejets divers émis dans les eaux côtières sans le moindre traitement;
- Une activité touristique importante en particulier le long de la côte méditerranéenne induisant à son tour une dégradation de la qualité des eaux côtières avec des conséquences notables pour la baignade et pour les espèces marines.

Cette dégradation des ressources naturelles de la région atteint aujourd'hui ses limites : Les risques d'aggravation de ce contexte en relation avec les changements climatiques se posent avec acuité et le besoin de politiques immédiates d'adaptation est déjà là!

V Vulnérabilité et besoins d'adaptation

Les premières études de vulnérabilité réalisées pour les trois pays ont été plutôt qualitatives et ont surtout mis en relief le besoin de développer des études plus fines permettant de mesurer avec précision cette vulnérabilité. (1)

Ces études ont concerné le littoral, l'agriculture et l'eau :

Les études menées sur le littoral et son devenir en cas de changements climatiques dans cette région ont surtout été développées pour le cas de la Tunisie. (2) Pour ce pays le littoral représente un élément hautement stratégique : 60 % de la population, 70 % de son activité économique et 90 % de son attrait touristique. Les études réalisées ont permis de mettre en évidence les risques suivants :

1. Altération de la dynamique côtière avec des effets dus à l'élévation du niveau de la mer attendue, à l'augmentation attendue de la température et aussi aux perturbations prévues des cycles des précipitations et ce qui en résultera comme impact sur les recharges des eaux côtières.

2. Erosion de certaines franges côtières.
3. Pertes de terres au profit des eaux marines en particulier certaines îles (Iles KerKenna) et marais (Marais maritimes et Sebkhas).
4. Intrusion des eaux marines dans les terres et salinification des eaux côtières.
5. Changements dans les productions agricoles et aquatiques le long du littoral liées à ces événements.
6. Une fragilisation socio-économique de ces zones côtières liée à la fréquence plus élevée d'inondations, d'érosions des terres. Le tourisme balnéaire et ses infrastructures se trouverait fortement menacé.

Ces études nécessiteraient cependant plus de recherches pour avoir une meilleure précision pour les prévisions pour la Tunisie. Pour ce qui est du Maroc et de l'Algérie des études sur cet aspect sont actuellement en cours de réalisation. (10)

Les études menées sur l'agriculture et son devenir dans cette région ou son rôle est vital ont montré les risques suivants liés à ces changements climatiques :

1. Une érosion plus forte entraînant une grande dégradation des sols.
2. Des déficits de rendements des cultures pluviales pouvant atteindre jusqu'à 50 % durant la période 2000–2020.
3. Une réduction de la durée végétative des cultures.
4. Un risque de non hibernation de certaines espèces arboricoles.
5. Une activité agricole en zones côtières réduites en relation avec la salinification des nappes prévue.
6. Une réduction de la production agricole liée à une plus grande demande en eau de ce secteur associée à la diminution prévue de cette ressource dans la région.

Ces études ont abouti à des recommandations visant une adaptation de ce secteur à ces changements climatiques intégrant : une meilleure utilisation de l'eau en agriculture (techniques nouvelles), l'adoption de variétés résistantes aux sécheresses, un meilleur choix des dates des semis, et la pratique d'irrigations de compléments dans les zones qui s'y prêtent. (1), (2)

Secteur de l'eau

Pour ce qui est du secteur de l'eau, l'analyse faite au niveau du Maghreb a mis en relief les risques suivants :

- Diminution probable des écoulements des eaux;
- Modification du régime hydrologique saisonnier avec des impacts sur l'efficacité de certains aménagements hydrauliques et agricoles;
- Augmentation de l'évapo-transpiration et donc de la salinité des eaux;
- Baisse du niveau des nappes et augmentation de la salinité des eaux souterraines côtières; et
- Des eaux de surface plus chaudes, moins aérées, à débits plus réduits et donc moins capable de diluer et de biodégrader certaines pollutions.

Un de ces aspects a connu une tentative de quantification de cette vulnérabilité des ressources en eau de la région. Il s'agit de la diminution probable des ruissellements en relation avec les changements climatiques prévus pour la région.

Cette tentative s'est basée sur une recherche menée (3) sur l'un des plus stratégiques bassins versant du Maroc, le bassin de l'ouergha qui alimente le plus grand barrage du royaume : barrage Al Wahda.

Un modèle hydrologique simulant les ruissellements à l'exutoire de ce bassin tenant compte des précipitations, des températures de l'air a été développé, calibré et validé pour ce bassin. Dans une seconde phase de cette recherche cet outil a été utilisé pour estimer le devenir de ces ruissellements en cas de changements climatiques en y intégrant les températures nouvelles prévues par les modèles de circulation générale. (9)

Différents scénarios ont été testés pour ce qui est des températures de l'air et des précipitations allant de 1 à 4°C de réchauffement et de 0 à 10 % de diminution en précipitations (cf Encadré II).

Sur l'ensemble des scénarios testés avec ce modèle, la diminution des ruissellements annuels pouvant résulter de ces changements climatiques, et donc des apports dans ce barrage a été évaluée entre 4 % et 25 %.

Pour les vingt prochaines années (2000–2020) ou l'élévation des températures envisagée a été estimée à 1°C (1) et en supposant constant le niveau des précipitations l'évolution de ces ruissellements serait de l'ordre de -10 %. (3)

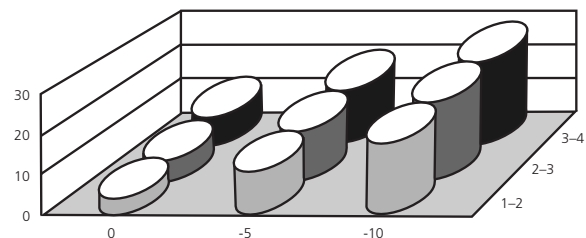
Encadré II : Scénarios adoptés lors des simulations (9)

DT écart de température prévu (°C)

DP écart des précipitations prévu (en %)

Scénario 1 :	DT = 1 à 2°C	&	DP = 0 %
Scénario 2 :	DT = 2 à 3°C	&	DP = 0 %
Scénario 3 :	DT = 3 à 4°C	&	DP = 0 %
Scénario 4 :	DT = 1 à 2°C	&	DP = -5 %
Scénario 5 :	DT = 2 à 3°C	&	DP = -5 %
Scénario 6 :	DT = 3 à 4°C	&	DP = -5 %
Scénario 7 :	DT = 1 à 2°C	&	DP = -10 %
Scénario 8 :	DT = 2 à 3°C	&	DP = -10 %
Scénario 9 :	DT = 3 à 4°C	&	DP = -10 %

Déficits annuels en eau en % dans le barrage Al Wahda (Oz) en fonction du réchauffement en °C (Ox) et du déficit en précipitation prévu en % (Oy)



Pour les bassins versant du Nord du Pays similaires à ce bassin, si nous supposons une diminution des ruissellements annuelle de 10 % cela représenterait la perte d'un grand barrage par an. Ceci montre le poids que représenterait pour le Maroc une telle perte en ruissellements. (4) Ces estimations sont proches de celles faites pour l'Espagne ou pour le Nil.

Ces résultats sont cependant à prendre avec une grande précaution :

- Les connaissances que l'on a de la relation évapo-transpiration, température de l'air dans cette région sont très limitées;
- La calibration du modèle élaboré pour ce bassin versant n'était pas satisfaisante étant donnée

l'hétérogénéité spatio-temporelle des données de base de cette recherche;

- Les scénarios de base utilisés pour estimer le comportement futur en cas de changements climatiques restent très peu précis (manque de modèle de circulation générale précis pour cette région);
- La particularité, humide, de ce bassin en fait un élément peu représentatif de l'ensemble des ressources en eau de la région. Une extrapolation peut être faite des résultats obtenus au plus à la partie nord mais pas à la partie sud de cette zone.

Ainsi on perçoit le besoin d'études et de recherches diverses permettant d'apprécier avec plus de précision la vulnérabilité des ressources en eau de la région. Cette première approche est venue cependant confirmer la forte vulnérabilité de ce secteur vital et le besoin dans ces pays de politiques structurelles d'adaptation pour y faire face

Une politique et des action d'adaptation s'imposent déjà!

Le peu de maîtrise que l'on a de cette vulnérabilité des ressources en eau de la région ne doit pas pour autant laisser les gestionnaires de cette ressource dans l'inaction face à ce défi. On n'a pas à attendre des résultats très précis pour agir car ce qu'on peut déjà faire pour limiter les dégâts est connu (5) :

- Mobilisation des eaux conventionnelles non mobilisées à ce jour (ceci concerne le Maroc et l'Algérie, la Tunisie ayant pratiquement tout mobilisé);
- Développement du recours aux eaux non conventionnelles (eaux usées, dessalement, recharge artificielle);
- Dépollution des systèmes hydriques et épuration des eaux usées avant leur rejet (dans ce domaine le Maroc a un grand retard);
- Recours aux techniques d'économie d'eau en particulier en agriculture et choix de cultures moins consommatrices d'eau;
- Application des principes préleveur-payeur et pollueur-payeur;
- Sensibilisation et éducation des citoyens à la valeur de l'eau dans cette région.

Au delà de ces actions, ce qui semble important pour ces pays pour réussir leur adaptation c'est la mise en place de politiques de l'eau axée de façon structurelle sur la rareté de cette ressource et sur sa diminution future progressive en relation avec ces changements climatiques.

Aujourd'hui, des pratiques d'adaptation sont déjà utilisées (cf Encadré III) car les épisodes de sécheresses, les inondations, l'élévation anormale des températures de l'air l'été sont des indices de ces changements climatiques déjà présents dans la région. Pour y faire face des actions conjoncturelles sont menées : Il faudrait maintenant que ces actions s'intègrent dans une politique globale d'adaptation du pays en particulier du secteur de l'eau à cette nouvelle donne.

VI Actions et Stratégies d'adaptation à mettre en place

Pour faire face aux impacts négatifs de ces changements climatiques dans la région des actions de natures diverses s'imposent. Ces actions devraient être menées en parallèle. Elles auraient pour but :

- D'avoir un suivi plus précis et donc une connaissance meilleure, tant au niveau qualitatif que quantitatif, de l'évolution du climat de la région;
- De disposer d'une meilleure prévision du comportement à moyen et à long terme du climat de la région en relation avec les changements climatiques attendus;
- D'avoir une estimation plus développée, plus complète et autant que possible quantitative de la vulnérabilité de cette région face aux changements climatiques et des actions d'adaptation qui s'imposent en conséquence. Il s'agira aussi de mettre en place un observatoire permettant le suivi de l'évolution de cette vulnérabilité au niveau des différents secteurs concernés;
- De permettre, dès à présent, l'intégration dans les choix socio-économiques et politiques faits au niveau de ces pays, de la forte Vulnérabilité de la région face aux changements climatiques et de besoins de stratégies et d'actions durables d'adaptation pour y faire face.

Encadré III (11)

Mesures d'adaptation prises par les gouvernements des trois pays du Maghreb dans le domaine de l'eau dans les situations de sécheresse aiguë

Maroc

- Mise en place d'un comité interministériel de lutte contre les effets de la sécheresse (présidé par le premier ministre)
- Augmentation du rythme de mobilisation des ressources en eau superficielles et souterraines
- Dessalement de l'eau de mer (lancement des premières unités à Laâyoune et Boujdour)
- Lutte contre les fuites des réseaux d'alimentation en eau potable
- Restriction de plus en plus fréquente au niveau de la fourniture de l'eau pour l'irrigation
- Encouragement à l'économie de l'eau dans l'agriculture (subvention des systèmes d'irrigation : goûte à goûte)
- Multiplication des campagnes de sensibilisation du grand public à l'économie de l'eau
- Accélération de la mise en place d'un programme de généralisation d'accès à l'eau potable en milieu rural (PAGER)
- Expériences pilotes de réutilisation des eaux usées en Agriculture (Ouarzazate, Ben Sergao,...)

Tunisie

- Re-programmation des dettes de agriculteurs aux près des banques
- Importation et subvention des produits fourragers
- Ouverture contrôlée de la forêt pour le pâturage
- Priorité à l'eau potable
- Restriction pour certaines cultures d'été
- Campagnes de sensibilisation du public

Algerie

- Limitation stricte des attribution de l'eau et selon l'ordre prioritaire suivant : Eau potable – Agriculture – Industrie
- Accélération de la construction des barrages
- Lancement de programmes de forage supplémentaires et réhabilitation de certains forages abandonnés
- Plan de distribution approprié (Multiplication des forages profonds dans les alentours des villes Alger, oran, constantine)
- Au niveau des villes,réglementation de la consommation au niveau de : Stations service, Hammams, Douches publics
- Réhabilitation du réseau de distribution
- Appel aux eaux non conventionnelles : recyclage des eaux au niveau industriel, utilisation des eaux usées
- Protection contre la pollution et périmètres de protection (carte de vulnérabilité)
- Réglementation du prélèvement d'eau au niveau des nappes souterraines

Réseau d'observation climatique

Toutes les données qui ont permis d'estimer le comportement contemporain du climat de la région résultent de stations météorologiques gérées de façon directe ou indirectes par les services météorologiques de ces pays. C'est ce réseau qui permettra aussi demain de suivre la déviation que pourrait connaître le climat de la région et surtout de la quantifier. D'où l'importance stratégique d'avoir pour ces pays et aussi pour la communauté mondiale un réseau local aussi performant que possible.

Aujourd'hui, ce réseau est dans les trois pays peu développé, peu étendu sur le territoire. Il nécessite un renforcement et une réhabilitation tant au niveau quantitatif (nombre de stations) qu'au niveau des techniques et technologies utilisées.

Prévisions du climat futur de la région

Pour ce qui est de l'avenir du climat de la région en cas de changements climatiques, il est important de noter que les estimations de réchauffement et de modifications au niveau des précipitations faites dans les premières études de vulnérabilité; réalisées par les trois pays et intégrées dans leurs communications nationales initiales; restent très peu précises. Elles résultent d'estimations faites à l'aide de modèles empiriques.

Une connaissance du comportement possible du climat de la région en cas de changements climatiques, élément de base pour toute évaluation de la vulnérabilité de cette région, nécessite que la région puisse disposer d'un modèle de circulation générale avec un maillage centré sur le Maghreb.

Il s'agit là d'un outil de base qu'il paraît essentiel d'aider les pays de la région à acquérir, à développer et adapter au contexte climatique local. Il est à noter que parmi les services météorologiques de ces pays la direction de la météorologie nationale du Maroc est au niveau informatique et technique en mesure d'assurer cette mission avec l'appui d'organismes internationaux spécialisés.

Evaluation et suivi de la vulnérabilité de la région face aux changements climatiques

Les premières études de vulnérabilité réalisées par les pays de la région en 2000–2001 et présentées dans leurs communications nationales sont restées très peu développées. C'est le cas en particulier des études sur la vulnérabilité adaptation de l'eau et de l'agriculture

pour ce qui est de la Tunisie et celles sur le littoral non abordées dans les communications nationales initiales du Maroc et de l'Algérie.

Il est donc essentiel que des études complémentaires soient lancées pour préciser les études initiées et entamer de nouvelles. A ce titre il faut noter que :

- La Tunisie dans le cadre du projet PNUD-FEM TUN a engagé en 2002 de nouvelles études sur la vulnérabilité de l'eau et des sols;
- Le Maroc a entamé en 2003 un projet avec le PNUE sur l'élévation du niveau de la mer le long du littoral marocain et sa relation avec les changements climatiques;
- Les trois pays ont lancé avec le PNUD-FEM le développement d'un nouveau projet régional sur le thème « Gestion intégrée des bassins versants du Maghreb pour faire face aux changements climatiques ».

Ce sont là des projets qui viendront préciser cette vulnérabilité de la région et définir mieux les actions d'adaptation nécessaires. La 2^{ème} communication nationale de ces pays devrait logiquement se consacrer en grande partie à cette problématique qui est vitale pour la région.

Pour que cette appréciation de la vulnérabilité de la région aux changements climatiques et de son évolution soit suffisamment réaliste et précise deux actions s'avèrent nécessaires :

- Le lancement de projets de recherches dans les universités et écoles d'ingénieurs du Maghreb sur cet aspect vulnérabilité adaptation. Sans cette connaissance de base du comportement des systèmes naturels et humains de la région face aux changements climatiques, les études menées ne pourraient être que générales et approximatives : le développement de centres d'excellence d'études et de recherches spécialisés dans ce domaine s'impose dans ces pays!
- La mise en place dans la région d'un observatoire de suivi de la vulnérabilité des systèmes naturels et humains face aux mutations que connaît le climat et des actions d'adaptations menées pour y faire face : Il s'agit ici d'un indicateur qui permettra à tout moment d'ajuster les stratégies d'adaptation tenant compte de l'évolution réelle de cette vulnérabilité et du niveau de réussite des différentes tentatives d'adaptation testées in situ!

Des choix politiques intégrant la vulnérabilité de la région et son besoin d'adaptation face aux changements climatiques

Dans cette région du monde, outre ces études et stratégies à développer pour permettre à ces pays de se doter d'outils leur permettant de s'adapter aux effets probables des changements climatiques, ce qui est essentiel et primordial aujourd'hui c'est une prise de conscience politique des enjeux socio-économiques liés à ce phénomène.

Il s'agit d'arriver à intégrer au niveau des choix politiques et économiques de ces pays cette dimension structurelle du changement climatique dans sa dimension large avec ses répercussions à moyen et long terme. Ainsi il y'a un besoin de faire un lien direct et clair entre ce phénomène et d'autres aspects socio-économiques plus intégrés au niveau politique : l'accélération de l'exode rural, la forte urbanisation, la pauvreté, la sécurité alimentaire, la santé, l'agriculture, le tourisme, l'énergie, la rareté de l'eau.

Il est important de souligner que même dans ce domaine, des pas importants ont été franchis par les gouvernements de ces pays ces dernières années : Dans les discours récents des hauts responsables le mot changement climatique apparaît de plus en plus. Une prise de conscience politique semble se dégager. L'organisation de la septième conférence des parties (COP7) au Maghreb par le Maroc en octobre 2001 en est un témoignage. Cette conférence a aussi été un très bon catalyseur ayant permis à la région d'évoluer fortement dans le bon sens.

Il reste maintenant à traduire cette volonté politique à un niveau concret, et pour cela :

- Créer des structures durables et à un haut niveau de l'état pour concrétiser cette vision : Des unités changements climatiques, des comités nationaux en charge des CC, des comités scientifiques spécialisés ont été créés dans ces pays ces dernières années et ont accompagné les progrès réalisés. Il faudra que ces institutions soient placées à un niveau plus politique pour que la synergie en ces problèmes et ceux cités ci-dessus puisse connaître le jour (CC-eau, CC-agriculture, CC-énergie, CC-tourisme);
- Initier à grande échelle dans ces pays des programmes de sensibilisation et d'éducation des populations aux retombées de ces CC et aux

moyens et techniques disponibles permettant d'améliorer notre adaptation aux effets néfastes;

- Initier des projets visant un transfert vers ces pays de technologies permettant un adaptation de leurs actions au contexte nouveau du climat de la région. Créer des mécanismes financiers permettant de promouvoir ce transfert de technologies.

VII Plus d'intérêt pour la vulnérabilité - adaptation au niveau des négociations

Lors des négociations menées à ce jour au niveau de la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques, l'intérêt a porté principalement sur l'aspect atténuation des émissions et les moyens d'y arriver avec les résultats maigres que nous connaissons, même avec l'entrée en vigueur probable du protocole de Kyoto.

En matière de vulnérabilité - adaptation, les résultats obtenus restent très limités et concernent à ce jour surtout les pays les moins avancés (PMA). Il est vrai qu'il y'a eu aussi création de fonds d'adaptation mais l'entrée en vigueur de ces mécanismes financiers se fait largement attendre.

Les trois pays du Maghreb, abordés dans cette analyse, ne sont pas des PMA et sont comme nous l'avons démontré ci dessus extrêmement vulnérables. Leur vulnérabilité est là, avec des besoins importants et significatifs pour leur permettre une véritable adaptation. La communauté internationale se doit de les aider à atteindre cet objectif et ce selon les termes de la convention.

Au niveau des conférences des parties à la convention climat (COP), ces pays ont lors de la COP7 puis la COP8 organisé des side event pour montrer cette situation qui les caractérisent. Ils ont aussi cherché à promouvoir au niveau des négociations un intérêt plus important pour ce volet. Il est clair qu'ils continueront à le faire en collaboration avec d'autres pays similaires en espérant qu'au niveau de la COP9 des actions concrètes puissent connaître le jour dans ce domaine et pour ce type de pays non annexes I et non PMA.

Bibliographie

- (1) Etudes de vulnérabilité de trois pays du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie) face aux changements climatiques réalisées dans le cadre du projet PNUD-FEM RAB94G31 : 2000–2001.
- (2) Communications nationales initiales des trois pays (Algérie, Maroc, Tunisie) présentées à la COP7 en octobre 2001 : ces communications sont proposées dans le site de la convention cadre des nations unies sur le climat :
 - République Algérienne Démocratique et Populaire, 2001. Communication Nationale Initiale, Ministère de l'Aménagement Du Territoire et de l'Environnement Direction Générale De l'Environnement Projet National Alg/98/G31, Mars.
 - République Tunisienne, 2001. Communication Initiale de la Tunisie Initiale à la Convention Cadre des Nations Unis sur les Changements Climatiques, Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, Octobre.
 - Royaume du Maroc, 2001. Communication Nationale Initiale à la Convention Cadre des Nations Unis sur les Changements Climatiques, Ministère de l'Aménagement du territoire de l'habitat et de l'environnement, Octobre.
- (3) Senouci (2002). Thèse réalisée sur le thème : Changements climatiques et ressources en eau dans le bassin versant de l'ouergha – Université Hassan II Casablanca.
- (4) Présentations faites à la COP8 à New delhi (Novembre 2002) lors du side event organisé par le projet PNUD-FEM RAB94G31 sur le thème « Vulnérabilité et Adaptation des pays du Maghreb face aux changements Climatiques » : ces communication peuvent être téléchargées du site www.ccmaghreb.com
- (5) Livre publié en 1998 sur « l'eau et les Changements Climatiques au Maghreb » dans le cadre du projet RAB 94G31 : Il peut être téléchargé du site www.ccmaghreb.com
- (6) Livre publié en 2002 sur « le climat et la santé au Maghreb » dans le cadre du Projet PNUD-FEM RAB 94G31.
- (7) Echos CC Maghreb N°70 : bulletin édité par le projet RAB94G31 PNUD/FEM(2002) : www.ccmaghreb.com
- (8) Triptyque élaboré dans le cadre du projet RAB94G31 et présenté à la COP7 : Changements climatiques dans trois pays du Maghreb (2001).
- (9) Agoumi, Senoussi, Yacoubi, Fakhredine, Sayouty, Mokssit, Chikri (1999). Changements climatiques et ressources en eau – Publié dans Hydrogéologie appliquée (1999) Tome 12 vol 11, 163–182.
- (10) STOUR, AGOUMI, SNOUSSI (2002). « Changements climatiques et Elévation du Niveau de la Mer » Revue Marocaine de Génie Civil N97 2002.
- (11) Projet de FEM/PNUD RAB/94/G31, 2002. 6^{èmes} Journées du Comité Consultatif Technique Maghrébin sur les Changements Climatiques : Vulnérabilité et Adaptation des Pays du Maghreb aux Changements Climatiques Alger, 6–7 Mai.