

GESTION DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINES AU SAHARA ALGERIEN

A. KHADRAOUI
DG /ABH Sahara

Résumé

La gestion rationnelle et intégrée des ressources en eau et en sols et la maîtrise des techniques hydro agricoles dans ce vaste territoire, fragile et complexe, qui se distingue par une superficie de plus de deux millions de Km² sont aujourd'hui une nécessité en vue d'assurer un développement harmonieux et durable et ce, pour une agriculture moderne et performante. Malheureusement, dans plusieurs régions, surtout celles situées au Sahara Septentrional, sont confrontées aujourd'hui à des problèmes de remontée des eaux provenant des nappes phréatiques, qui sont néfastes pour les cultures et les habitations. Cette remontée des eaux est l'une, des causes de l'accroissement de l'excès de salinité dans les sols agricoles. Cette sécheresse physiologique a engendré le plus souvent, la chute des rendements des cultures et défois la stérilisation des sols par la destruction de la structure. D'une manière générale les eaux destinées pour l'alimentation en eau potable et à l'irrigation, ainsi que celles destinées pour les besoins industriels, proviennent surtout des eaux souterraines. De point de vue quantité, l'eau au Sahara est généralement disponible et ce, grâce à d'importants aquifères, surtout au bas Sahara (Sahara Septentrional); mais la qualité physico-chimique de cette eau (salinité) dans certaines régions est le plus souvent médiocre. Cette salinité des eaux, dont une partie est d'origine géologique (primaire) s'accroît continuellement par une mauvaise gestion de la ressource en eau et en sols (Salinisation secondaire).

Cette salinisation de la ressource en eau est aggravée dans certains cas par une pollution d'origine anthropique, le plus souvent domestique, qu'industrielle ou agricole, ce qui rend l'eau le plus souvent impropre à la consommation et dès fois même à l'irrigation. En effet, la qualité des eaux dans les différentes régions sahariennes et notamment, celles situées au centre et au nord (Ouargla, El Oued, Biskra) sont de mauvaises qualité et leur teneur en sels peut dépasser les 7 g/l de résidu sec (région de Oued Rhir). Cette forte teneur en sels conjuguée à la présence d'une nappe phréatique proche de la surface du sol, est l'une des principales causes de la stérilisation des sols de plusieurs zones agricoles.

Cette situation alarmante, illustre parfaitement l'absence d'une maîtrise organisationnelle de distribution et de disponibilité en eau de bonne qualité. L'accroissement rapide de l'utilisation de ces ressources en eau sans une politique de planification et de gestion a créé des situations graves, pouvant avoir des conséquences préjudiciables et irréversibles sur le milieu. Le respect d'une gestion en eau cohérente et rigoureuse est la seule manière de préserver cette précieuse ressource, qui est dans une grande partie du Sahara est vulnérable et très faiblement renouvelable. (fossile)

Il est à souligner, que la mauvaise gestion de la ressource en eau dans certaines régions du Sahara est à l'origine de la création ou/et de l'accroissement de certains phénomènes notamment, la pollution des nappes phréatiques par des rejets liquides d'origine domestique ou industrielle. Mais une gestion rationnelle de la ressource en eau permet d'éviter, une forte minéralisation et la non pollution des eaux des nappes et permet d'éviter également, des baisses drastiques du niveau hydro statique, qui mettraient le prix de l'eau hors de portée de l'activité agricole.

L'utilisation des eaux chaudes de l'Albien, principalement dans les régions de Oued Rhir, Oued Souf, Ouargla et Biskra a créé des problèmes d'obstruction par entartrage des canalisations d'eau destinée pour l'irrigation et/ou l'Alimentation en Eau Potable (AEP) et ce, malgré le refroidissement des eaux.

L'objectif de la présente communication est d'essayer surtout de présenter les différentes formations aquifères et notamment celles partagées par la Libye et la Tunisie (transfrontalières) et de mettre également en évidence les contraintes rencontrées et l'impact négatif de l'utilisation de l'eau sur le milieu.

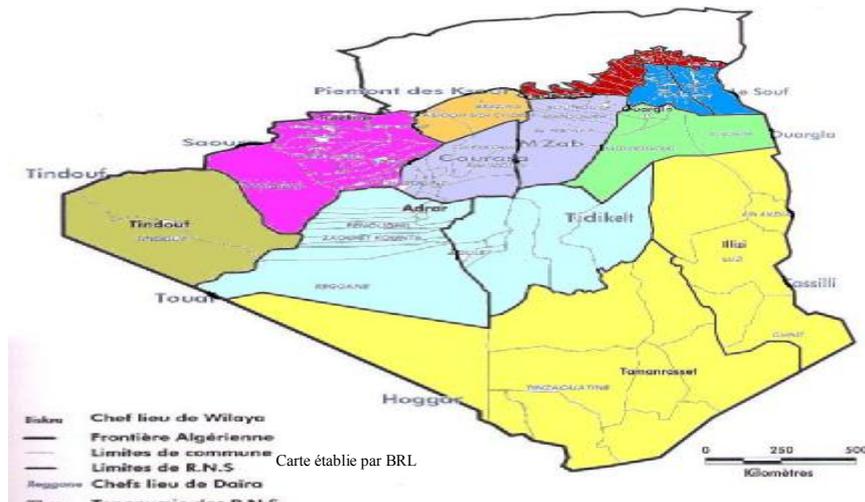


Gestion des ressources en eau souterraines au Sahara Algérien

Site Web : www.abhs.dz. E-mail : abhs@wissal.dz

Informations générales sur le Sahara

Le Sahara Algérien couvre une superficie de plus de deux millions de kilomètres carré et s'étend de l'Atlas saharien et des Aurès jusqu'aux frontières Maliennes, Nigériennes et libyennes, soit une distance de plus de deux mille kilomètres (Nord-sud). Ce vaste territoire compte neuf Wilayates (préfectures) en totalité et huit partiellement, qui regroupent 264 communes pour une population évaluée à quatre millions d'habitants. La grande majorité de cette population est concentrée généralement dans les chefs lieux des Wilaya, dont certaines dépassent les 150 000 habitants.



Carte de situation des régions naturelles

La grande majorité de ce vaste territoire est occupée par des grandes étendues représentées par des regs, ergs et chotts, qui sont des espaces inaptes à toute culture. Le Sahara est subdivisé en plusieurs régions naturelles, regroupées dans quatre grandes entités, à savoir :

- Chott Melrhir
- Sahara Septentrional
- Hoggar et Tassili
- Saoura et Tindouf

Le Sahara est un grand désert formé de vastes étendues sableuses, (dunes) de matériaux caillouteux (regs) et de massifs (Hoggar). Le Sahara est constitué d'un socle précambrien où repose une grande formation sédimentaire. Ces formations sont regroupées dans plusieurs unités géomorphologiques.

Du point de vue climat le Sahara est l'un des déserts les plus chauds et les plus arides du globe. Il se caractérise par des précipitations très peu abondantes et irrégulières entre 120 mm au Nord et 12 mm au Sud, les températures élevées peuvent dépasser les 45°C, accusant des amplitudes thermiques significatives et également par une faible humidité relative de l'air.

Les vents sont relativement fréquents et leur vitesse est importante d'avril à juillet, ce qui provoque pendant cette période le sirocco et / ou des vents de sable, responsables de la formation et des déplacements des dunes. L'évaporation mesurée sur bac Colorado varie entre 2 500 mm dans les régions de l'Atlas saharien et plus de 4 500 mm au grand sud (Adrar). Toutes ces conditions négatives rendent impossible toute pratique de cultures sans irrigation. L'agriculture au Sahara a été tout le temps prédominée par le mode d'exploitation Oasien associé à la phoëniculture qui couvre une superficie de plus de soixante mille hectares (60 000 ha) pour un nombre de palmiers dattier



de plus de huit millions (8 millions) concentrés notamment dans les régions du Sud-est du Sahara (Biskra, El Oued, Ouargla...) qui place l'Algérie au cinquième rang mondial de production de dattes. En effet, Contrairement aux régions du Nord du pays, l'utilisation des terres agricoles dans le sud du pays (Sahara) est généralement déterminée par les disponibilités en eau (puits, foggaras et forages). Le Sahara recèle deux éléments essentiels au développement de l'agriculture :

- l'eau, dans certaines régions, est très abondante, mais son exploitation doit cependant obéir à des normes très strictes, afin de ne pas rompre l'écosystème fragile du Sahara.
- Le sol, disponible sur de vastes entendus, mais qui présente des problèmes pédogénétiques nécessitant des travaux d'amélioration.

Aujourd'hui, une politique de mise en valeur agricole est encouragée par l'état et on assiste à la création de petites exploitations, ainsi qu'à la création d'importants périmètres qui sont irrigués à partir des forages. Cependant ces nouvelles implantations réclament des investissements conséquents (réseaux d'irrigation, de drainage, électrification, point d'eau, pistes etc...) et leur localisation doit être effectuée sur les meilleurs sols. Il est à remarquer, que l'agriculture en zones sahariennes, constitue à la fois la principale source de revenus et un moyen de fixation des populations locales

Les ressources en eau superficielles et souterraines

Les eaux superficielles sont intimement liées à la pluviométrie, notamment dans les bassins versants. Au Sahara, elles sont relativement importantes principalement dans l'atlas Saharien (Chott Melhrir et la région de la Saoura), le M'zab et le Hoggar - Tassili. Ces régions se distinguent par d'importants oueds caractérisés par des écoulements intermittents. Lors des crues, les eaux de ces oueds se perdent généralement dans la nature ou elles se jettent dans les Chotts et ce, par manque d'infrastructures destinées à la mobilisation de ces ressources (barrages, retenues collinaires,)



*L'oued M'zab en crue et sort de son lit
(Ghardaïa)*

Aquifères transfrontaliers

Les ressources en eau souterraines au Sahara sont essentiellement constituées par :

- Les eaux renouvelables localisées dans les inféro-flux du versant sud des Aurès (région Nord de Biskra), du Hoggar Tassili à l'Est et de la région de Bechar - Tindouf à l'Ouest.
- Les eaux non renouvelables représentées par les deux grands réservoirs des deux bassins sédimentaires : le Complexe Terminal et le Continental Intercalaire.

Ces formations sont constituées par une série de dépôts alternativement marins et continentaux déposés dans un vaste bassin sédimentaire. Cette série renferme deux grands ensembles séparés par d'épaisses séries évaporitiques ou argileuses soit :

- L'ensemble inférieur (antécénomaniens) contient de puissantes séries continentales argilo gréseuses d'âge du crétacé inférieur (continental Intercalaire).
- L'ensemble supérieur (Sénonien inférieur) contient une série continentale sableuse d'âge Mio-Pliocène (Complexe Terminal)



L'aquifère du Complexe Terminal :

La nappe du Complexe Terminal (CT) se localise dans le Sahara occidental et s'étend sur une superficie de 350.000 Km² avec une profondeur oscillant entre 100 et 500 m. Cette nappe regroupe deux systèmes aquifères, qui sont appelés nappe des sables et nappe des calcaires.

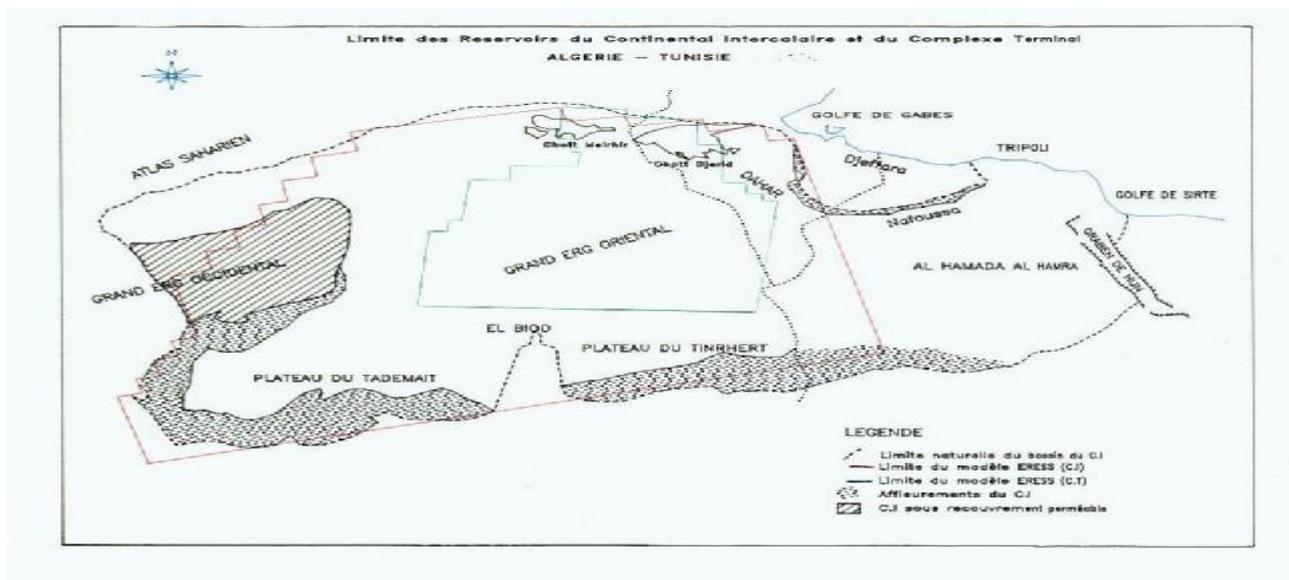
Le Complexe Terminal est constitué, par des formations d'âge et de lithologie différents: à la base il y a le séno-éocène carbonaté et au sommet on trouve le Mio-Pliocène sablo argileux. La nappe du Complexe Terminal est en charge sous les formations argileuses du Mio-Pliocène dans la partie Nord et libre dans la partie sud. L'écoulement général se fait vers les Chotts et vers le golfe de Gabes. Les eaux de cet aquifère se caractérisent par une température peu élevée; l'eau est moins chargée en sels sur les bordures et relativement plus chargée au centre (plus de 3g/l)

L'aquifère du Continental Intercalaire :

Le Continental Intercalaire occupe l'intervalle stratigraphique compris entre la base du Trias et le sommet de l'albien. Ce réservoir a un volume considérable du à la fois à son extension sur tout le Sahara Septentrional (600.000 Km²) et à son épaisseur, qui peut atteindre 1000 mètres au Nord Ouest du Sahara.

La nappe du Continental Intercalaire est un réservoir à eau douce ; la plus grande partie de l'eau de cette ressource a été remplie pendant les périodes pluvieuses du quaternaire. Les eaux du Continental Intercalaire sont caractérisées par :

- Une température qui dépasse les 60°C sauf aux endroits où l'aquifère est proche de la surface du sol.
- Une charge en H₂S et CO₂ qui lui donne un caractère corrosif.
- La minéralisation de l'eau oscille entre 1 et 2g/l de résidu sec et peut atteindre les 5g/l (Gassi Touil).
- L'alimentation de la nappe, relativement faible, se fait par ruissellement à la périphérie du réservoir, tout au long et à l'extrémité des Oueds, qui descendent des monts de l'Atlas saharien, du Dahar tunisien, du plateau de Tademaït et Tinhert et par les pluies exceptionnelles sur les grands ergs.
- L'écoulement des eaux de cette nappe se fait dans la partie occidentale du Nord vers le Sud et dans sa partie orientale de l'Ouest vers l'Est (Tunisie) et du Sud vers le Nord.



Aquifères transfrontaliers (Algérie – Tunisie – Libye)



Gestion des ressources en eau souterraines au Sahara Algérien

Site Web : www.abhs.dz. E-mail : abhs@wissal.dz

Gestion de la ressource en eau souterraine

Les premières conclusions qui se dégagent après plusieurs années d'exploitation des nappes du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal du Sahara septentrional sont surtout celles liées aux problèmes de gestion, de planification et de suivi de la ressource en eau. En effet, Il est difficile d'imaginer une gestion rationnelle et durable sans modification du fonctionnement physique, chimique et biologique de l'environnement. Il est difficile également de gérer une ressource sur un territoire aussi vaste sans un modèle mathématique de gestion. Dans ce cadre plusieurs modèles ont été élaborés : ERESS- 1972 et actualisé en 1985 le NEWSAM par et le BRL /CDARS en 1999 avec le concours de l'école des Mêmes de Paris, de l'ANRH et celui du SASS (OSS) avec la collaboration également de l'ANRH en 2002 .L'élaboration de cet outil indispensable, permettra surtout de prévoir à moyen et long terme l'évolution de la nappe en fonction des prélèvements proposés, ainsi que les conséquences de son utilisation.



Forage artésien (200l/s)



Refroidisseur des eaux chaudes (60°C)

Qualité des eaux

La qualité des eaux destinées pour l'Alimentation en Eau Potable et l'irrigation se pose avec acuité dans l'ensemble des régions sahariennes. D'une manière générale les eaux destinées pour l'alimentation en eau potable et l'irrigation, de même que pour les besoins industriels proviennent surtout des eaux souterraines. De point de vue quantité, l'eau au Sahara est généralement disponible et ce, grâce à d'importants aquifères, surtout au bas Sahara (Sahara Septentrional), mais sa qualité physico-chimique (salinité) est le plus souvent médiocre. Cette salinité des eaux, dont une partie est d'origine géologique (primaire) s'accroît continuellement par une mauvaise gestion de la ressource en eau, notamment souterraine. (Salinisation secondaire)

Cette salinisation de la ressource en eau est aggravée dans certains cas par une pollution d'origine anthropique, le plus souvent domestique, qu'industrielle ou agricole, ce qui rend l'eau le plus souvent impropre à la consommation et dés fois même à l'irrigation.

En effet, la qualité des eaux destinées pour l'irrigation subit également une dégradation surtout par l'augmentation de la salinité, qui a une influence directe sur l'évolution des sols, le choix des aptitudes culturales et le rendement des cultures

Exploitation de la ressource en eau

Les réserves théoriques des deux aquifères sont estimées à près de 60. 000 milliards de m³. Etant donné, l'importance des réserves, il n'est pas logique de limiter l'exploitation aux seuls volumes renouvelables. Si l'on se contentait d'en exploiter seulement le dixième, on obtiendrait un



débit fictif continu de 100 m³/s pendant 2000 ans. Cependant, sur le plan pratique, les nappes subiront des rabattements continus, mais ceux-ci seront très variables suivant les endroits. Cet abaissement continu des niveaux se traduira sur le plan économique par :

- un accroissement des investissements avec le temps
- (augmentation du nombre de forages et des frais de pompage)
- un accroissement du coût du mètre cube d'eau,
- une dégradation de la qualité des eaux par endroits (salinisation).

D'après les inventaires des points d'eau et de débit extraits réalisés au Sahara, le débit fictif continu extrait dans les deux nappes (CT et CI) est d'environ de 50 m³/s, soit un volume de près de 1,57 milliard de m³ d'eau par an, avec un nombre total de forages de 3025, dont 700 foggaras.

Impact de l'utilisation de l'eau sur le milieu

Généralement, l'utilisation de quelques milliards de m³ d'eau par an va créer fatalement une perturbation importante dans les deux nappes du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal, notamment dans les zones sensibles du nord du Sahara. Ces prélèvements entraîneront :

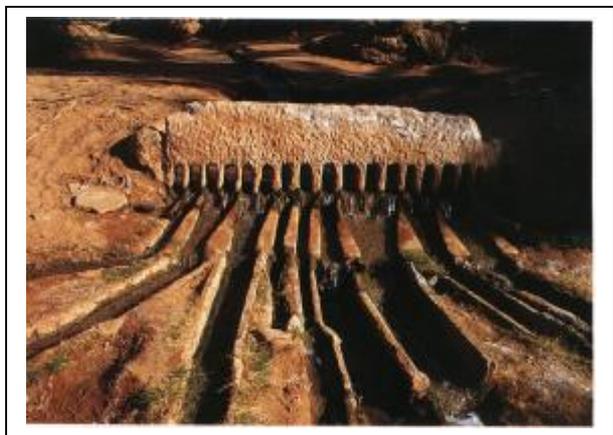
- La disparition de l'artésianisme dans tout le Sahara
- L'assèchement des puits de faibles profondeurs et des Foggaras.
- Le tarissement des exutoires des deux aquifères
- La dégradation de la qualité des eaux notamment celle Du Complexe Terminal, principalement dans les Régions des Chotts et dans l'Oued R'hir.
- Des affaissements sur des terrains de superficies variables
- La remontée des sels et des nappes phréatiques nuisibles pour les cultures vers la surface du sol

Pollution et impact environnemental

L'utilisation irrationnelle des ressources en eau souterraines, notamment dans les régions bien pourvues en eau (Sahara septentrional) a engendré des conséquences négatives sur le milieu. En effet, l'accroissement rapide de l'utilisation de ces ressources sans une politique de planification et de gestion a créé des situations graves pouvant avoir des conséquences néfastes et irréversibles. Actuellement les zones de palmeraies connaissent d'énormes problèmes liés directement aux conditions naturelles de la région (morphologie du terrain, forte évaporation, salinité des eaux et des sols) et la mauvaise exploitation hydro-agricole (travaux cultureux et entretien, mode d'irrigation)

Ces contraintes conjuguées à une utilisation abusive des eaux profondes pour l'irrigation (submersion) se sont traduites par la remontée de la nappe phréatique. Quant à la pollution d'origine domestique (rejets d'eaux usées) elle est surtout caractérisée par l'insuffisance ou l'absence de réseaux d'assainissement, notamment dans les grands centres urbains, et également par la défaillance ou l'arrêt de stations de traitement. Pour ce qui est de la pollution industrielle dans les régions sahariennes, elle n'est pas significative à l'exception de certaines zones industrielles (Hassi Mesaoud, Biskra). Les unités industrielles de moyennes et petites tailles rejettent une pollution essentiellement chargée en matières organiques et déversent leurs effluents le plus souvent dans la nature (Oueds et bourbiers). Par ailleurs, la région de Hassi Mesaoud à vocation pétrolière subit les conséquences nuisibles dues aux différentes activités industrielles, notamment par les bourbiers et les torches.





Répartiteur d'eau (Foggara)

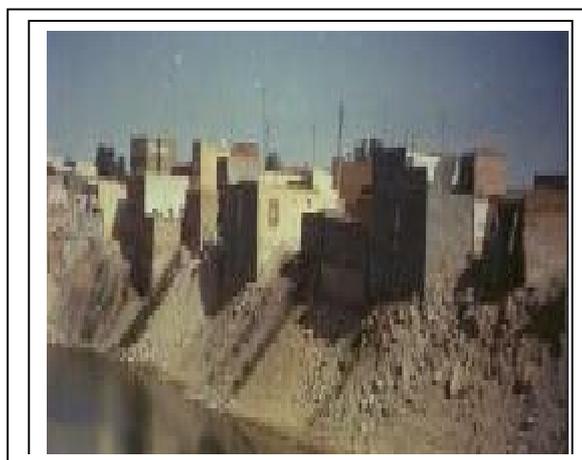


palmeraie irriguée par submersion

L'utilisation des eaux chaudes de l'Albien, notamment dans les régions de Oued Rhir, Oued Souf et Biskra a créé des problèmes de obstruction par entartrage des canalisations destinées pour l'irrigation ou l'AEP et ce, malgré le refroidissement des eaux. Le tartre est constitué des incrustations dures adhérentes aux parois des canalisations formant un aspect cristallin de dépôts.



Entartrage de canalisation



Rejet d'eau usée au centre d'une agglomération

Recommandations

L'extension et le développement de certaines agglomérations bien alimentées en eau, non dotées d'un réseau d'assainissement sont à l'origine de la formation de lagunes à partir des eaux rejetées après décantation. La croissance démographique et urbaine a induit une augmentation des besoins en eau pour la majorité des agglomérations et chef-lieu de wilayas de certaines villes, de l'ordre de 400 l par jour et par habitant. Sans une gestion rationnelle et intégrée des ressources en eau, on peut arriver rapidement à la situation très dangereuse que vivent les villes de Ouargla et d'El Oued. En effet, ces deux villes subissent depuis quelques années, la remontée de la nappe phréatique par l'intermédiaire des réseaux d'eau potable et d'assainissement, ce qui a créé un étouffement de l'appareil végétatif des palmeraies ; il est évident, que dans la mesure où la concentration humaine (villes) et l'étendue de la mise en valeur s'accompagnent d'une exploitation intensive des ressources en eaux, on ne doit pas négliger les conséquences en aval.

Les équipements inadéquats des forages profonds (Albien) peuvent engendrer des situations graves et irréversibles, notamment dans les zones présentant des horizons salifères. Les tubages peuvent se corroder (Gassi- Touil) et occasionner des fuites d'eau, qui lors de leur ascension, se chargent en sels et peuvent dégrader la qualité des eaux de la nappe du Complexe Terminal.



CONCLUSION

Le développement des régions sahariennes est conditionné impérativement par la pérennité des ressources en eau et leur possibilité d'utilisation dans le temps. Au Sahara, l'agriculture constitue l'activité principale et un facteur de stabilisation des populations. Le développement ne se limite pas à étendre les superficies irriguées ou à augmenter le débit soutirait à partir des forages, mais surtout d'améliorer la productivité agricole et son appareil de production. Les techniques d'aménagement et d'exploitation hydro-agricole, la maîtrise de la croissance urbaine et des équipements collectifs des agglomérations. L'évolution décroissante des ratios de ressources naturelles par habitant, qu'il s'agisse des ressources en eau ou des terres irriguées indiquent clairement la nature et l'importance des enjeux liés à leur préservation et à leur valorisation.

Aussi, la réussite des politiques de développement fondées sur une définition cohérente et adaptée des politiques sectorielles (eau, agriculture, environnement) implique telle que des mesures techniques et organisationnelles appropriées, soient mises en œuvre à court et moyen termes pour que les effets attendus ne soient pas irrémédiablement compromis par une gestion non maîtrisée et non performante.

