

L'IMPACT DE L'ETALEMENT URBAIN SUR LES HYDROSYSTEMES LITTORAUX. CAS DE LA PLAINE DE COLLO (N-E ALGERIEN)

**CHABOUR NABIL*, BENABBAS CHAOUKI*,
BOUREFIS AHCENE*, KERMANDJI ADNANE**

La plaine côtière de Collo représente l'un de ces espaces naturels, composé de terres fertiles et d'importants aquifères, qui se fait grignoter par le béton. Cette plaine, à l'instar des autres plaines côtières algériennes, est appelée d'ici peu à devenir une ville reposant sur un important aquifère. Ce dernier est contenu dans une formation de sable et graviers du Quaternaire. Il a été exploité par des puits et des forages pour les besoins de l'AEP de la ville de Collo et l'irrigation. Dans les années 90, avec la réalisation du barrage de Beni Zid, l'exploitation par forage pour l'AEP a été abandonnée, peu à peu, pour d'autres ressources. La ville est alimentée, actuellement, à partir des eaux du barrage. Ceci a pour effet un délaissement du suivi et de la protection de la nappe. En plus de l'expansion de l'agglomération du village d'Ouled Mazouz, une prolifération du bâti est apparue tout le long de la route et au pied de Koudiat Telezza (en amont de la nappe). En effet, une importante population s'est fixée progressivement dans la plaine avec la création d'activités, engendrant des rejets aux effets néfastes sur le milieu. Ces activités anthropiques entraînent de forts déséquilibres au sein des écosystèmes. L'urbanisation affecte significativement le cycle naturel de l'eau, autant du point de vue, quantitatif que qualitatif. Les constructions s'accompagnent, automatiquement, par une imperméabilisation de la surface des sols, alors que leurs orientations et leurs fondations peuvent réduire partiellement ou totalement les capacités d'écoulement des eaux souterraines. Ceci s'est traduit, dans la plaine étudiée, par l'abaissement des niveaux d'eau dans l'aquifère (avec une réduction de la capacité de pompage), une forte augmentation de la salinité causée par les intrusions des eaux marines, une augmentation constante des teneurs en éléments azotés, ainsi que l'assèchement des zones humides.

Mots-clés : urbanisation, aquifères, plaines littorales, écosystème, pollution.

Introduction

L'augmentation démographique généralisée en zone littorale s'accompagne du développement des activités agricoles, économiques, touristiques et urbaines. Le plus souvent, ces activités se développent dans les zones pourvues de ressources hydriques : les plaines littorales où existent la plupart des aquifères. Ainsi, dans un premier temps, les nappes souterraines ont eu à subir des dégradations dues à une surexploitation et à une activité agricole intensive. A

* Laboratoire de Géologie et Environnement, Université Mentouri Constantine, Algérie.

ces grandes craintes, s'ajoute les conséquences défavorables dues aux changements climatiques, ce qui se traduit par l'apparition de cônes de dépression, d'une invasion par les eaux salines (forte salinité), la présence de fortes teneurs en éléments azotés et pesticides, ainsi que l'assèchement des zones humides au profit de l'agriculture.

A ce stade des décisions courageuses et judicieuses pouvaient, encore, sauver ces écosystèmes, notamment, par une optimisation des prélèvements et de leur répartition spatiale, par de bonnes pratiques agricoles (une agriculture raisonnée) et l'installation d'un réseau d'assainissement fiable pour les secteurs initialement urbanisés (qu'il faut impérativement limiter).

En revanche, l'urbanisation sauvage et effrénée des plaines alluviales côtières (cas de la plaine de Collo) peut s'avérer une mise à mort sans appel des eaux souterraines et des zones humides. Le béton ne cesse, ces dernières années, d'envahir de grandes surfaces. Des exemples de ce genre de cas, sont fréquents en Algérie. La plaine de Collo, à l'instar des autres plaines côtières, est appelée, d'ici peu, à devenir une ville construite sur un important aquifère. Ces activités anthropiques entraînent de forts déséquilibres au sein des écosystèmes. L'urbanisation affecte, significativement, le cycle naturel de l'eau, autant du point de vue quantitatif que qualitatif. Plus particulièrement, les zones de recharge et de décharge diffèrent considérablement des systèmes naturels. La plaine est grignotée quotidiennement par le béton. On assiste à un développement rapide d'un tissu urbain avec la fixation d'une importante population et la création d'activités, engendrant des rejets aux effets néfastes sur le milieu. Les constructions s'accompagnent, automatiquement, d'une imperméabilisation de la surface des sols, alors que leurs fondations peuvent réduire partiellement ou totalement les capacités d'écoulement des eaux souterraines. Une étude comparative menée sur deux sites dont l'un est situé dans une zone urbanisée et l'autre concernant un secteur strictement agricole, a montré que l'évolution des nitrates et des phosphates dans les eaux souterraines est, de loin, plus importante dans le site urbanisé.

Etat de la nappe non influencée (ou état quasi-initial)

Située dans une des régions les plus arrosées d'Algérie, la nappe de Collo, recèle d'importantes réserves d'eau. La plaine (*fig. 1*) se présente sous forme d'une vallée entaillée dans les massifs métamorphiques (gneiss et schistes). Le cycle sédimentaire débute dans la plaine par des dépôts marneux du Mio-pliocène formant le substratum de l'aquifère qui est constitué de sables et graviers d'une épaisseur variant entre 15 et 25 m (Bouillin, 1977 ; Marre, 1992).

Cette nappe est alimentée par les eaux des précipitations, les ruissellements et les apports à partir des eaux de surface et des eaux de l'inféro-flux de l'oued Guebli qui draine un important impluvium. La plaine reçoit 800 à 1000 mm/an de précipitations, alors qu'au niveau des massifs, ces précipitations peuvent atteindre les 2000 mm/an. L'oued Guebli prend naissance au pied du massif de

Sidi Dris et a un débit moyen qui varie entre 2 l/s en août et 620 l/s en Janvier (ANRH, 1974). Les transmissivités estimées à partir des essais de pompage montrent des valeurs variant entre $5.3 \cdot 10^{-2}$ et 10^{-2} m²/s (Descamps 1974), dans la zone située sur la rive gauche de l'oued Guebli, au sud-est de Koudiat Teleza. Il s'agit de la zone reconnue par la géophysique (C. G. G., 1966 et UKRGUIPROVODKHOZ, 1965) comme ayant une très bonne résistance transversale (épaisseur importante des formations graveleuses et sableuses), ce qui a justifié l'implantation, dans ce lieu, de la majorité des forages d'exploitation. La transmissivité décroît dans les autres zones pour atteindre 10^{-5} m²/s. Il s'agit d'une nappe généralement très nerveuse présentant des réponses rapides aux différentes sollicitations (recharge, pompage, contamination).

Avant les années 70, la nappe était peu exploitée et donc non influencée. Les cartes piézométriques (fig. 2) établies dans les années 60 (cartes établies par la C. G. G. et la mission UKRGUIPROVODKHOZ) montrent un sens de flux d'écoulement général orienté vers la mer avec, cependant, un infléchissement des courbes au niveau de l'oued Cherka, confirmant le drainage de la nappe par cet oued.

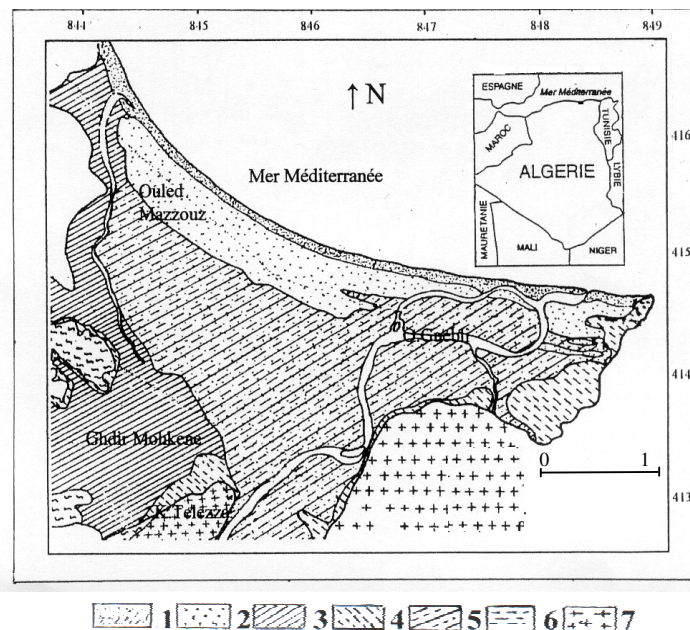


Figure 1. Carte géologique de la plaine de Collo (d'après A. Marre, 1992)

- 1 : sable fin ; 2 : dépôt éolien des dunes ; 3 : limons argileux lourds ;
 4 : limons argileux moyen ; 5 : limons argileux et sableux ; 6 : argiles ;
 7 : Gneiss et schistes cristallins.

Les cartes des conductivités (Descamp, 1974 ; Chabour, 2003) traduisant la minéralisation globale présentent des valeurs variant entre 300 et 1400 μmho . Les valeurs les plus fortes sont localisées dans la zone urbaine d'Ouled Mazouz et ont une origine principalement anthropique (activité agricole et rejet d'eau usée). Du fait du contexte géomorphologique et de la faible profondeur de la nappe, la zone nord-ouest (Ghdir mohkene) présente des zones humides avec un étalement saisonnier. Les plans d'eau sont en relation avec la surface piézométrique qui affleure en période de forte recharge.

Impact de la surexploitation et de l'agriculture

Le développement, essentiellement, d'une agriculture, très dépendante de l'irrigation, avec une superficie d'environ 1600 ha irrigables, a provoqué une intense activité de mobilisation des eaux.

Une importante population s'est fixée dans la plaine avec la création d'activités ayant des répercussions néfastes sur le milieu et en contradiction avec la gestion durable des ressources. Ces activités anthropiques ont engendré des foyers de pollution et, de ce fait, une dégradation croissante des ressources hydriques. La multiplication des forages et l'intensification de l'exploitation ont provoqué le rabattement de la nappe et l'apparition de cônes de dépression avec invasion des eaux salées marines sur toute la bande côtière (N. Chabour, 2001 et 2004). La carte piézométrique établie en 1983 (*fig. 3*) montre une perturbation dans la répartition piézométrique.

La dépression située au Sud (nord-est de Koudiat Telezza) se trouve dans une zone très exploitée (pratiquement la plupart des forages destinés à l'A.E.P. se trouvent dans cette zone).

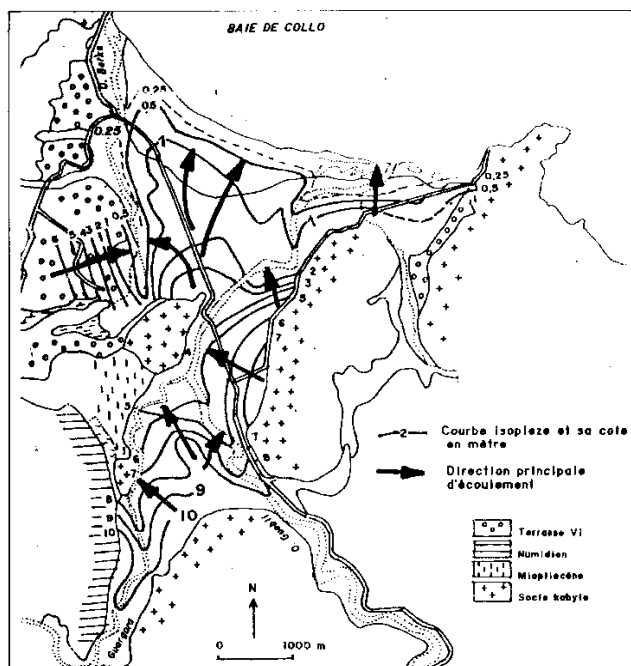


Figure 2. Carte piézométrique (Période hautes eaux ; 1965 C.G.G.)

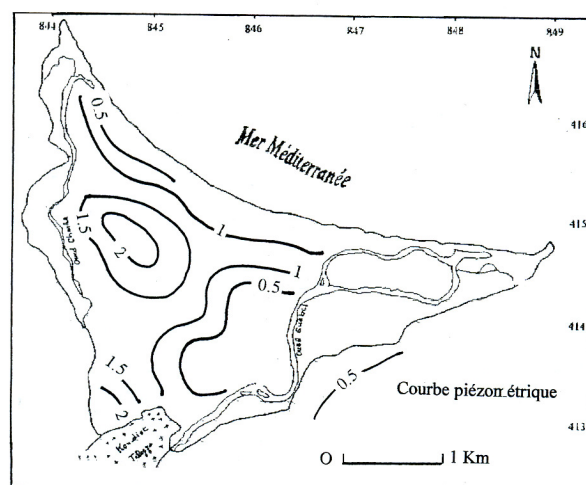


Figure 3. Carte piézométrique (période hautes eaux ; 1983)

Impact de l'urbanisation

Le premier noyau de construction (*fig. 4*) établi fut l'agglomération de Ouled Mazouz et, d'une importance moindre, le flanc nord de Koudiat Telleza. Par la suite, ces deux zones ont été intensivement urbanisées et ceci sans la réalisation de réseau d'assainissement. Longtemps, ces constructions ont été interdites, mais les contraintes géographiques (forts reliefs accidentés) et le manque de terrains à bâtir ont poussé les populations de plus en plus importantes à s'installer dans les plaines. Chaque propriétaire de parcelle de terrain, initialement à usage agricole, a bâti sa propre maison dans cette parcelle. Ceci a pour effet un mitage et un parcellement de ces terrains. Pour des raisons de commodité, la poursuite des constructions se fait, actuellement, suivant l'axe de la route nationale. L'envahissement des terres (très fertiles) par l'urbanisation, est perçu surtout comme un gaspillage des terres agricoles, oubliant par là, la dégradation irréversible des ressources hydriques et notamment celle des eaux souterraines.

L'urbanisation affecte, significativement, le cycle naturel de l'eau, autant du point de vue quantitatif que qualitatif. Elle se traduit, en général, par : une régression des zones humides; une imperméabilisation des surfaces du sol; la perturbation des systèmes d'écoulement par les fondations; des problèmes de pollution causés par des sources ponctuelles ou diffuses en milieu urbain (surtout en l'absence d'un réseau d'assainissement) et une forte augmentation de la salinité ; des problèmes d'inondation...

1. une régression des zones humides. Le défrichage, le remblaiement, l'abaissement des niveaux piézométriques et la perturbation du réseau hydrographique initial peuvent empêcher la réalimentation et l'inondation de ces zones. Paradoxalement les rejets des eaux usées (en l'absence de réseau d'assainissement) peuvent provoquer la remontée des eaux et, par conséquent, la formation de marécages. Dans la région de Collo, la zone humide (non classée) située dans la partie Sud-Ouest de la plaine, a été, pratiquement, asséchée. En premier lieu, certaines surfaces ont été drainées et asséchées par des agriculteurs, créant ainsi des surfaces cultivables. Les routes, traversant cette région et qui sont inondées pendant les fortes pluies, ont été surélevées après remblaiement. Ceci a pour conséquence une dislocation et un mitage des plans d'eau, empêchant, de ce fait, les circulations des eaux et la réalimentation des plans d'eau situés en aval.

2. une imperméabilisation des surfaces du sol qui a pour effet une réduction de la recharge directe de la nappe et donc un abaissement du niveau piézométrique (réduction de la capacité de pompage, intrusion des eaux salées marines et diminution du pouvoir de lessivage et de dilution).

3. la perturbation des systèmes d'écoulement par les fondations : tous ces soutènements constituent sur leur hauteur des barrières étanches à l'écoulement de la nappe. Leur incidence sur l'écoulement dépend de la hauteur d'interception, du pourcentage de coupure que représente le soutènement par rapport à la hauteur

d'écoulement de la nappe, de la longueur de l'ouvrage, de son orientation par rapport à l'écoulement de la nappe, etc. Ceci se traduit par une perturbation des sens d'écoulement des eaux souterraines. Avant la surexploitation et l'urbanisation de la plaine, les cartes piézométriques (*fig. 2*) montrent des courbes piézométriques parallèles au rivage et un sens d'écoulement général Sud-Nord. La surexploitation a provoqué l'apparition de cône de dépression avec inversement des écoulements dans les zones très sollicitées. Actuellement, ces cartes sont difficilement interprétables. Elles montrent une multitude de dômes et cônes de dépression. En empêchant les eaux de circuler, les fondations peuvent provoquer l'apparition d'eaux conées (très minéralisées).

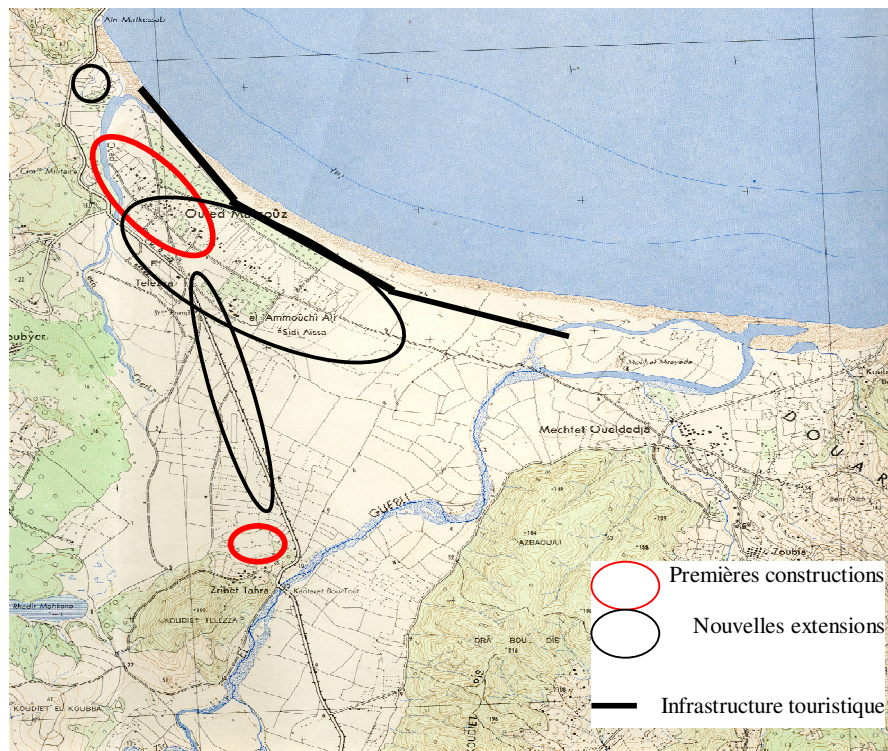
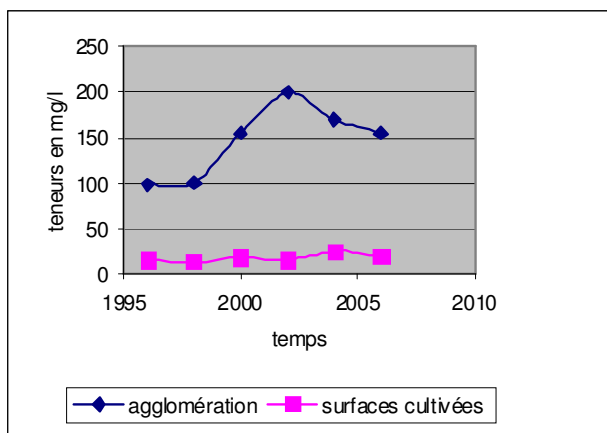
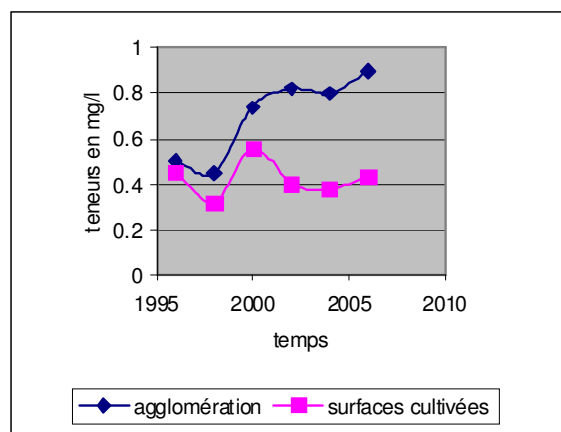


Figure 4. Localisation et évolution des zones urbanisées

4. des problèmes de pollution causés par des sources ponctuelles ou diffuses en milieu urbain (surtout en l'absence d'un réseau d'assainissement) et une forte augmentation de la salinité. Les constructions, avec leurs fondations, jouent le rôle de barrières réduisant les vitesses de circulation des eaux et augmentant leur minéralisation. En plus de la pollution bactérienne et par des

métaux lourds, les éléments révélateurs d'une pollution sont : 1) les nitrates, provenant, aussi bien, de l'utilisation des fertilisants en agriculture, que des rejets domestiques (Jordan and Weller, 1996) ; 2) les nitrites, éléments toxiques, représentant la forme de passage entre l'ammonium et les nitrates ; 3) l'ammonium, très toxique, sa présence étant liée aux rejets urbains et industriels ainsi qu'à la réduction des nitrates et des nitrites (Debieche, 2002) ; 4) le phosphate, sa présence étant liée aux rejets urbains et industriels (principalement des excréments humaines et des détergents). Le suivi de la qualité chimique des eaux souterraines montre, en outre, une augmentation constante des teneurs en éléments azotés. L'étude de l'évolution spatiale et temporelle des éléments azotés (nitrates), ainsi que du phosphate (Chabour, 2007) conclue vers une origine anthropique urbaine. Dans le but de connaître l'impact des zones urbanisées sur les eaux souterraines, un suivi des teneurs en nitrates et en phosphates sur une période de dix ans (1996-2006) a été réalisé au niveau de deux zones. La première zone se trouve au centre de l'agglomération d'Ouled Mazouz et la deuxième dans une surface agricole exclusivement réservée au maraîchage. Il s'agit, en fait, de suivre l'évolution des ces éléments, en fonction de l'augmentation de la population et des zones urbanisées qui évoluent en fonction du temps alors que les surfaces agricoles diminuaient. Dans la zone urbanisée (*fig. 5a et b*), les teneurs en nitrates augmentent considérablement jusqu'à atteindre les 200 mg/l en 2003. La tendance à la baisse, à partir de cette date, peut s'expliquer par les fortes pluies (lessivage et dilution), ainsi que par la mise en service d'une partie du réseau d'assainissement. En revanche, dans les surfaces cultivées, les teneurs en nitrates sont assez constantes dans le temps et traduisent une origine par les fertilisants. Par expérience, les agriculteurs utilisent, pratiquement, les mêmes doses chaque année. L'augmentation excessive et rapide des teneurs en phosphates en fonction du temps (*fig. 5b*), notamment, en zones urbanisées montre bien l'origine anthropique des ménages.





b

Figure 5. Evolution (a) des nitrates, (b) des phosphates

5. problèmes d'inondation : la nappe de Telezza a connu de fréquents épisodes de crues exceptionnelles et d'inondations. La plaine représente le champs d'expansion de crue de l'oued Guebli. L'accalmie qui a duré plus d'une trentaine d'année a fait oublier aux habitants le risque des fortes inondations qu'a connues cette plaine. Paradoxalement, ces constructions, en accentuant ce phénomène (en perturbant le réseau hydrographique et en réduisant les surfaces qui servaient d'exutoire aux fortes crues) sont, elles mêmes, exposées à de grands risques. En période de crue, le niveau piézométrique remonte fortement jusqu'à former des plans d'eau en surface. Ceci arrive, souvent en période de forte pluviosité, dans la partie sud-ouest (au sud de Ghdir Mohkene). Cette crue de nappe ajoutée à celle des eaux de surface a pour effet, non seulement, d'amplifier l'impact de l'inondation mais aussi d'augmenter sa durée.

Conclusion

Les faiblesses réglementaires, le choix de solutions faciles (exploitation des eaux de surfaces...), l'inconscience et l'irresponsabilité vont conduire à la dégradation irréversible des écosystèmes des plaines côtières. Les perturbations provoquées dans la plaine côtière de Collo, par l'urbanisation, se traduisent par des modifications des champs d'écoulement et une pollution des eaux souterraines par les eaux de rejet. Une planification efficace du territoire requiert de veiller à une gestion durable des eaux souterraines en engageant une

politique de restauration des hydrosystèmes dégradés et en tenant compte des outils de gestion scientifiques :

- promulguer des textes claires pour protéger les eaux souterraines,
- interdire toute urbanisation dans les zones humides et celles où se trouvent des aquifères, vulnérables : zones saturées (de la nappe) peu profondes, aquifères libres...
- prévoir des mesures coercitives envers les constructeurs.

BIBLIOGRAPHIE

- *** A.N.R.H. (1974), „Etude hydrogéologique de la plaine de Collo”, *Rapport*, Agence Nationale de la Recherche Hydrique, Constantine.
- BOUILLIN, J. P. (1977), „Géologie alpine de la petite kabylie dans les régions de Collo et d'El Milia”, *Thèse Science*, Univ. Paris, VI, 509 p.
- DESCAMPS, P. (1974), „Etude hydrogéologique de la plaine de Collo”, *Rapport*, D.E.M.R.H. Constantine.
- *** C.C.G. (1966), „Etude géophysique de la plaine de Collo”, *Rapport* pour la D.M.R.H, de Constantine.
- CHABOUR, N. (2001), „Etude du bilan hydrique de la nappe de Collo à partir d'un modèle numérique”, *1^{er} séminaire sur la géologie du „Grand constantinois”*, Univ. Constantine.
- CHABOUR, N. (2003), „La remontée des eaux dans les régions du Sud : une solution le lagunage”, *Journée d'étude sur les applications des données géologiques et géotechniques aux plans d'aménagement*, Univ. Constantine (2003).
- CHABOUR, N (2004), „Impact de la surexploitation et de l'activité agricole sur la nappe de Telezza”, *Seventh International Conference on the Géologie of the Arab World*, Le Caire (2004).
- CHABOUR, N. (2004), „La surexploitation des eaux souterraines dans les plaines littorales : la nappe de Telezza dans la plaine de Collo (Nord-Est algérien)”, *Revue Sciences et Technologie*, Univ. Constantine (2004).
- CHABOUR, N. (2007), „La priorité données aux eaux de surface au détriment des eaux souterraines : une solution à l'encontre d'une gestion durable. Exemple des nappes côtières”, *Colloque international sur la gestion durable de l'eau en méditerranée*, C.C.F., U.M.C., A.B.H.C.S.M. (2007).
- CHAUMONT, C. ET PAQUIN, C. (1971), *Carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500 000*, Soc. Histoire Naturelle, Université d'Alger.
- Debieche, TH. (2002), „Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle : Application à la basse plaine de la Seybouse Nord-Est algérien”, *Thèse*, Univ. Franche Compté, p. 199.
- JORDAN, TE. and WELLER, DE. (1996), „Human Contribution to Terrestrial Nitrogen Flux: Assessing the Sources and Fates of Anthropogenic Fixed Nitrogen”, *BioScience*, 46.
- MARRE, A. (1992), „Le Tell oriental algérien, de Collo à la frontière tunisienne”, *Étude Géomorphologique*, vol. 1 et 2, Office des Publications Universitaires.
- *** UKRGUIPROVODKHOZ (1965), „Projet d'irrigation de la plaine de Collo”, *Rapport*, UKRGUIPROVODKHOZ (1965-1972).