Contribution a l'étude de la vulnérabilité à la pollution des aquifères karstiques des monts de Tlemcen

Bensaoula F.[1] Bensalah M.[2]

[1] Dépt. d'Hydraulique, Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen.

[2] Dept des Sciences de la Terre et de l'Agronomie, Faculté des Sciences, Université Abou Bekr -Belkaïd de Tlemcen.

1.INTRODUCTION

Les ressources en eau souterraines des aquifères karstiques des monts de Tlemcen sont indispensables, du moins actuellement, pour l'alimentation en eau potable d'une bonne partie de la population de la wilaya de Tlemcen et de celles des wilayas limitrophes notamment Ain-Temouchent et Oran.Du point de vue de leur qualité, les eaux karstiques des monts de Tlemcen sont classées comme bonnes. Cependant, cette qualité peut être altérée, car ces ressources en eau sont sensibles aux impacts anthropogènes. Pour cela, elles sont considérées comme vulnérables.Cette vulnérabilité s'explique par la structure fortement hétérogène de ces réservoirs karstiques avec d'une part une alimentation de surface soit diffuse soit concentrée, et d'autre part soit des perméabilités très élevées dans les conduits souterrains soit des perméabilités faibles dans les blocs peu perméables(D F. et Z.F 1998).Dans ce qui suit on se propose d'étudier quelques aspects de la vulnérabilité à la pollution de ces aquifères après avoir donné un aperçu sur leur contexte géologique et hydrogéologique.

2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DES MONTS DE TLEMCEN

2.1 LITHO-STRATIGRAPHIE

Situés au Nord-Ouest Algérien, les Monts de Tlemcen correspondent à un vaste horst de direction NE- SW. Ils sont situés entre une zone de plaines et de plateaux (bassin de la Tafna, plus important cours d'eau de la région), au Nord et une zone de hautes plaines au Sud (zone steppique d'El Aricha). Leur altitude varie de 800m à 1400m et le point culminant est à 1843m au dj.Tenouchfi. Ils sont constitués essentiellement de formations d'âge jurassique supérieur et crétacé inférieur. Les calcaires et dolomies du Kimméridgien et du Tithonien forment plus de 80% des parties sommitales des plateaux. Au Sud et au Nord, ces formations sont masquées par une sédimentation néogène épaisse représentée par des marnes miocènes et des dépôts continentaux du Plio -Quaternaire (voir extrait de la carte géologique de l'Algérie au 1/500000) en figure 1, ci-dessous).

Le log litho-stratigraphique de la figure 2, montre la série des formations des monts de Tlemcen. Ainsi,les calcaires de Zarifet, les dolomies de Tlemcen, les calcaires de Stah constituent le membre calcaréo- dolomitique inférieur,les calcaires du Lato, les dolomies de Terny et une partie des marno-calcaires de Hariga (qui sont parfois dolomitisés) constituent le membre calcaréo- dolomitique supérieur.

Notons que ces formations présentent un changement de faciès latéral, une variation d'épaisseur ainsi qu'une dolomitisation très irrégulière, à travers les monts de Tlemcen (d'après les travaux de M. Benest, B.Collignon et nos propres observations).

2.2. TECTONIQUE

Les monts de Tlemcen sont surtout affectés par une tectonique distensive cassante qui s'est traduit par un système de failles longitudinales SW-NE à WSW-ENE avec formation de zones effondrées et une tectonique compressive plus souple avec la mise en place de structures plissées plus ou moins complexes.

2.3. HYDROGEOLOGIE

A la lumière des prospections effectuées , tant par les méthodes géophysiques qu'hydrogéologiques, il a été mis en évidence des niveaux aquifères dans les deux membres calcaréo-dolomitiques supérieur et inférieur tels qu'ils ont été définis plus haut. Ces aquifères sont par endroits captifs lorsque le karst est couvert (particulièrement sur les piemonts nord et sud) et ils sont libres sur les plateaux. Leur structure est compartimentée par les nombreuses failles qui sillonent les monts de Tlemcen.D'innombrables sources drainent ces   systèmes aquifères. Des forages sont réalisés chaque année pour mobiliser les eaux de ces réservoirs.

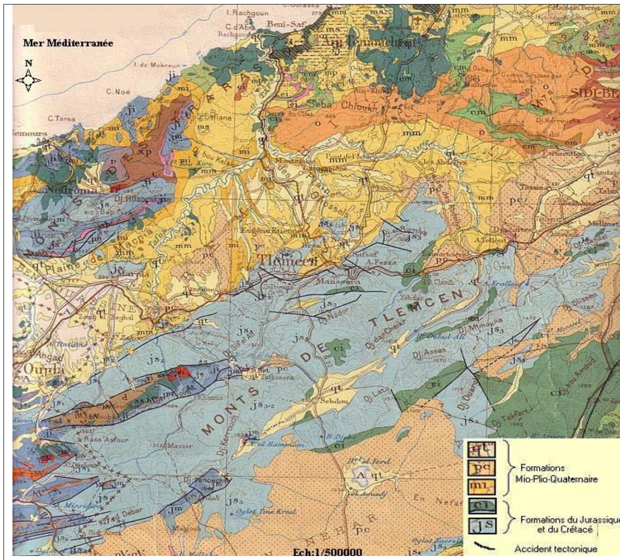

Fig1 : Situation géologique des monts de Tlemcen (extrait de la carte géologique de l'Algérie au 1/500000).

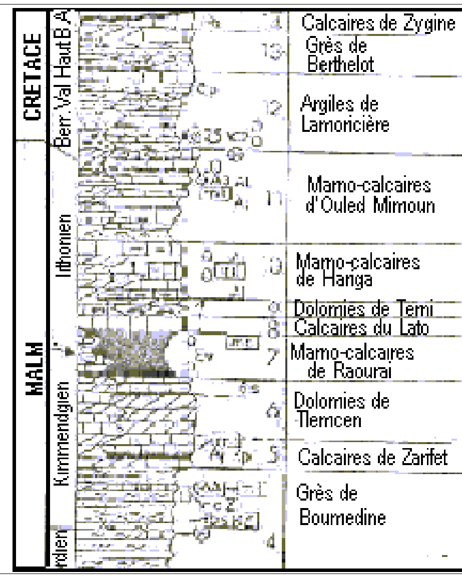

Fig2 : Log litho-stratigraphique synthétique des monts de Tlemcen modifié(Benest et al).

3. LA VULNERABILITE A LA POLLUTION DES AQUIFERES KARSTIQUES DES MONTS DE TLEMCEN

3 .1. LE KARST DES MONTS DE TLEMCEN

La karstification dans les monts de Tlemcen est trés variable d'une région à une autre. Nous présentons, dans ce qui suit, les résultats d'une étude que nous avons effectuée en essayant de cerner les principales particularités du Karst des monts de Tlemcen.

3.1.1 L'épikarst

Appelé aussi zone sous-cutanée, c'est la zone située directement dans les premiers mètres au dessous de la surface du sol recouvrant les calcaires. Son épaisseur varie de quelques décimètres à quelques dizaine de mètres.Le plateau de Terni couvert en totalité par les dolomies de Tlemcen et de Terni, présente un épikarst assez developpé. Les logs litho-stratigraphiques de forages réalisés dans la région ainsi que les observations que nous avons effectuées au niveau des carrières d'exploitation de graviers, confirment cela. L'épikarst permet une infiltration rapide et un stockage de grandes quantités d'eau d'infiltrations. Le karst des monts de Tlemcen est de type à drainage rapide.Neanmoins dans certaines région, notamment le plateau de Sidi senouci et le plateau de Terni, l'épikarst est saturé par saison

3.1.2 Les lapiez

Ils se développent plus dans le calcaire que dans les dolomies. Ils sont profonds dans le calcaire pur. Le sillon peut atteindre 1 à 2m de profondeur dans un stade avancé. Les lapiéz sont principalement dues à l'érosion chimique des eaux de pluie sur les surface calcaires. Les lapies les plus typiques se développent à l'endroit où l'abondance des précipitations et du ruissellement est plus forte et absence de sol , d'argile de décalcification (cvijic 1960). Nous avons pu observer sur les dolomies de Tlemcen près de Ain el Hout, sur le bord de la route qui relie Terni et Sebdou ainsi que sur le versant est du dj.Tagma (près de Sidi Senouci). Les formes d'érosion observées sont comparables mais à des stades différents.

3.1.3 Les réseaux souterrains

Pour cela on s'est basé sur les travaux de Birebent (1946-47), Collignon et al (1982, 1983, 1984). Les cavités les plus intéressantes sont des rivières souterraines qui comptent parmi les plus longues explorées en Afrique [Collignon 1984] tel par exemple, la rivière souterraine de Ghar Bou Maaza (14100m), Ghar el Kahal (2210m), Bir Khaddous (570m), Grotte de Yebdar(385m). Il existe d'autres cavités moins importantes notamment celle de Tagma et de Ain Fezza dans le nord-est. Il existe aussi d'innombrables avens sur le plateau de Terni.

3.1.4 Les grands massifs de travertins

Les massifs de travertins constituent de puissants dépôts (50Mm^3 à Lalla Setti, 15Mm^3 à Ouchba) présents en masse et s'avancant en hautes falaises à pic . Ils sont facilement repérable car ils sont rarement couverts de végétation et engendrent des ruptures de pentes. Ils soulignent l'emplacement de sources actuelles ou disparues liées aux massifs jurassiques. Certains jalonnent les affleurements des dolomies de Tlemcen avec les grès de Boumédiène.

A travers les monts de Tlemcen, nous avons pu inventorier plus d'une trentaine d'affleurements de travertins, d'une étendue parfois considérable. Leur aspect parfois trés vacuolaire voire karstifié , les rend très vulnérables surtout ceux affleurants sur le plateau de Lalla Setti, de Ain Fezza qui deviennent peuplés et ont tendance à le devenir davantage.

3.1.5 Conclusion

Dans les monts de Tlemcen, la nature lithologique du membre dolomitique supérieur ou inférieur conditionne considérablement la nature, les caractéristiques et le comportement hydrodynamique de l'épikarst et l'endokarst. Les deux membres calcaréo-dolomitiques sont parfois entierèment dolomitisés ou en partie(voir paragraphe 2.1). En effet la dolomitisation montre une extension verticale trés variable selon les secteurs. L'intensité de la dolomitisation est liée avant tout à la fracturation (Benest 1985).Les dolomies de Tlemcen ou membre inférieur, sont grossièrement cristallisées et friables. Par conséquent elle produisent du sable, tel par exemple, dans les régions de Sidi Senouci, Mansourah, Ouchba, Saadnia ouled Mimoun.Ainsi sur les affleurements dolomitiques, la pluie s'infiltre et ne passe pas sur la roche, les conditions qui favorisent la formation des lapiès sont absentes.

3.2 Cartographie de la vulnérabilité des aquifères karstiques des monts de Tlemcen.

Plusieurs méthodes de cartographie de la vulnérabilité ont été développées et appliquées. Ainsi 69 méthodes de cartographie de la vulnérabilité ont été décrites et évaluées(Magiera, 2000 in Goldsheider 2002). Ce sont : les méthodes HCS (hydrogeolgical complex and setting methods), index methods and analogical relations, Parametric system models, mathematical models, statistical models. Nous citons les méthodes EPIK (Doerfliger 1996, Doerfliger & Zwahlen 1998), OCPK ou approche européenne, PI (Goldsheider N.et al 2000) qui sont relatives au troisième type et auxquelles nous nous sommes particulièrement intéressés.

3.2.1 Critères pris en compte pour la cartographie de la vulnérabilité du karst des monts de Tlemcen

Nous énumérons et développons succintement dans ce qui suit les critères que nous avons pris en considération pour l'étude de cette vulnérabilité et qui sont :

- L'épaisseur de l'épikarst et son comportement hydrodynamique.
- La nature lithologique de la couverture du karst et son épaisseur. Elle favorise ou empêche l'infiltration des eaux de surface vers les aquifères en question. Nous avons distingué plusieurs situations :
  1. La couverture correspond aux formations plio-quaternaires avec des alluvions des grés et des marnes. L'épaisseur varie de quelques mètres à plus de 300m.
  2. La couverture correspond à une mince couche de sol d'une épaisseur variant de quelques centimètres à 1m, en moyenne.
  3. La couverture correspond au membre calcaréo-dolomitique supérieur et au marno-calcaires de Raourai. Ceci s'applique pour l'aquifère contenu dans les dolomies de Tlemcen.
  4. Il n'existe pas de couverture. Les dolomies sont affleurantes et l'aquifère est libre.
- L'importance de la karstification qui se traduit par l'existence d'un réseau de galeries souterraines, de grands chenaux souterrains ou alors de larges fissures qui permettent l'écoulement des eaux souterraines et l'alimentation de sources karstiques.Ce sont soit les réseaux souterrains explorés ou alors les chenaux mis en évidence au cours de nombreux forages dans les formations carbonatées du Jurassique supérieur des monts de Tlemcen.
- L'écoulement des eaux superficielles qui est conditionné par la nature des formations superficielles et l'organisation du réseau hydrographique. Les monts de Tlemcen couvrent presque les deux tiers de la surface du bassin de la Tafna, important cours d'eau de la région. Les pentes y sont assez fortes et atteignent jusqu'à 25%.La densité de drainage est de 3.2(od Khemis), 2.9(od Sebdou), 2.5(od Nchef) et 0.6(od Chouly). Les écoulements superficiels subissent de très fortes variations saisonières et interannuelles. Les volumes d'eau qui y transitent pendant la saison froide sont plus forts que celles pendant la saison chaude.
- Le régime des précipitations annuelles et mensuelles qui conditionnent le ruissellement ainsi que l'infiltration qu'elle soit diffuse ou ponctuelle. Dans les monts de Tlemcen, ce sont surtout les pluies de printemps qui génèrent les gros débits des cours d'eaux ainsi que les forts taux de transport solide. Et par conséquent, on constate une forte dilution de tous les rejets d'eaux usées qui sont deversés dans les cours d'eaux. Par contre c'est pendant la saison sèche que les débits d'écoulements sont faibles voire nuls. Ils ne peuvent assurer ni dilution ni évacuation des eaux usées.Ceci, à la suite d'une faible pluviométrie mais aussi en conséquence au prélévements effectués au fil de l'eau, par les agriculteurs. Il faut noter que c'est la période ou la demande en eau s'accentue.
- Le couvert végétal correspond soit à un couvert forestier normal, très souvent un couvert forestier dégradé. Certaines enclaves permettent l'existence d'arboriculture ou de cultures extensives.

Ces critères sont à prendre en considération, pour mieux cerner les problèmes de pollution aussi bien des eaux superficielles que souterraines.

CONCLUSION

L'étude de la vulnérabilité des ressources en eau karstiques des monts de Tlemcen doit être entreprise en premier lieu par la caractérisation des differents facteurs que nous avons développé ci-dessus, a savoir l'épikarst, sa couverture, le régime des pluies et des cours d'eau, ainsi que le couvert végétal. En deuxième lieu, il s'agira de prendre en considération l'action anthropique qui a tendance à se developper d'avantage. Les rejets d'eaux usées domestiques et industrielles sont les foyers de pollution les plus redoutables après quoi vient se placer le développement intensif des zones agricoles qui non seulement aggrave la pollution par l'utilisation des fertilisants mais aussi par la pression qu'il exerce sur la ressource en eau. L'exploitation intensive de ces ressources en eau est aussi à redouter.

BIBLIOGRAPHIE:

1. Benest M. , Bensalah M. , Bouabdellah H. & Ouardas T. 1999. La couverture mésozoique et cénozoique du domaine Tlemcénien: Stratigraphie, paléoenvironnement, dynamique sédimentaire et tectogénèse alpine. Bulletin du service géologique de l'Algérie, vol.10, no2, 127-157.
2. Bensaoula F. 1992 Carte hydrogéologique d'Ouled-Mimoun et notice explicative au 1 /500000 thèse de Magister Université d'Es Sénia Oran Nov. 1992
3. Birebent J. 1947 Explorations souterraines en Algérie campagne 1946- 1947
4. Choppy, J 1997 Quelques observations sur les lapiez de Majorque. Proceedings of the 12th international congress of speleology , Volume 1, 401-404, La chaux- de- fond (Suisse) 10-17 aout 1997
5. Collignon B. 1984 Contribution de la spéléologie à la compréhension de l'hydrogéologie des monts de Tlemcen Spéléologie algérienne 1984 S.C.O.F., Couscous, E.R.E de C.E.E. et G.E.S de la S.E.M, P.Benoit, Collignon B., B.Lips, L.H.Fage, B.Pablo, J.Rieu.
6. Collignon B. 1986. Hydrogéologie appliquée des aquifères karstiques des monts de Tlemcen (Algérie). Thèse de doctorat, univ. Avignon, 293pp.
7. Jeannin, P.-Y (1996) : Structure et comportement hydraulique des aquifères karstiques. Thèse pour l'obtention du titre de docteur es sciences au centre d'hydrogéologie de l'université de Neuchâtel, Suisse.
8. Mania, J. : Problèmes relatifs à la protection des nappes en terrains fissures. Exemple de réalisation.