



APPORT DES SYSTEMES D'INFORMATIONS GEOGRAPHIQUES DANS LA CONNAISSANCE DES AQUIFERES DU SYSTEME PRECAMBRIEN INFERIEUR AU SUD-OUEST DE LA REPUBLIQUE DU CONGO

M. NGOUALA MABONZO¹, H. OBAMI-ONDON²

¹*Laboratoire de Géographie, d'Environnement et d'Aménagement (LAGEA),
Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines*

²*Laboratoire Mécanique, Energétique et Ingénierie,
Ecole Nationale Supérieure Polytechnique
Université Marien Ngouabi, B.P. 69 – Brazzaville*

*République du Congo
E-mail: medngouala@yahoo.fr*

RESUME

Le système précambrien inférieur est situé au sud - ouest de la République du Congo. C'est une zone où existe des aquifères complexes dont la méconnaissance hydrodynamique rend délicate toute prévision sur l'impact de son exploitation. Cette étude qui a été nécessaire pour la constitution d'une base de données en hydrologie souterraine a utilisé des méthodes appropriées afin de modéliser les écoulements souterrains. L'utilisation des systèmes d'informations géographiques (S.I.G) a été orientée vers l'établissement de cartes montrant la morphologie de la surface piézométrique par rapport au relief et/ou la topographie et les sens de l'écoulement des eaux souterraines. Les méthodes utilisées ont consisté à confronter toutes les données existantes de ces aquifères, pour comprendre le fonctionnement hydrodynamique des nappes de ce système. La contribution des systèmes d'informations géographiques (S.I.G) a servi comme outil de synthèse des informations et des hypothèses de fonctionnement. Elle permet ainsi une visualisation globale du fonctionnement des aquifères du système précambrien inférieur.

Mots-clés : *Congo, précambrien inférieur, SIG, Aquifère*

ABSTRACT

The lower Precambrian system is located in the southwest of the Republic of Congo. It is an area where there are complex aquifers whose lack of hydrodynamic knowledge makes any forecast on the impact of its exploitation difficult. This study, which was necessary for the constitution of a database in underground hydrology, used appropriate methods to model underground flows. The use of geographic information systems (S.I.G) has been oriented towards the establishment of maps showing the morphology of the piezometric surface in relation to the relief and/or the topography and the directions of groundwater flow. The methods used consisted in comparing all the existing data of these aquifers, to understand the hydrodynamic functioning of the aquifers of this system. The contribution of geographic information systems (S.I.G) served as a tool for synthesizing information and operating hypotheses. It thus allows a global visualization of the functioning of the aquifers of the lower Precambrian system.

Mots-clés: *Congo, Lower Precambrian, GIS, Aquifer*

INTRODUCTION

Les réservoirs souterrains constituent d'immenses réserves d'eau à composante essentiellement ancienne (fossile). En plus des contraintes techniques, les conditions climatiques extrêmes qui y règnent ne facilitent pas les études s'intéressant aux questions en suspens concernant ces ressources (Adnane et al., 2003). Les systèmes d'Informations Géographiques (SIG) présentent des avantages précieux car ils sont capables à la fois de mémoriser la totalité de l'information disponible et l'interprétation des données voire, faciliter la manipulation (Abourida, 2007).

Les aquifères du système précambrien inférieur constituent une ressource en eau de grande importance au sud-ouest de la République du Congo par la quantité de ses volumes en eaux pour l'ensemble du bassin côtier. Il est de plus en plus sollicité en aval vers la région de Pointe- Noire dans un but essentiellement agricole, industriel et d'alimentation en eau potable (AEP) (Moukandi N'kaya, 2012 ; Ngouala Mabonzo, 2008, Moukolo, 1992 ; Mott Mac Donald et al., 1991); le manque des connaissances sur le fonctionnement hydrodynamique et la baisse du niveau piézométrique dans cet espace géographique devient une situation préoccupante. Au regard de tous ces problèmes, il devenait nécessaire d'entreprendre des travaux de recherche dans l'ensemble des aquifères du système précambrien inférieur. L'acquisition et l'analyse des données de cette zone apportent des compléments d'informations pour la compréhension de l'ensemble du système précambrien inférieur. L'étude de la morphologie de la surface piézométrique de ce système permet de représenter la configuration, la structure et de schématiser les fonctions du réservoir et de son comportement hydrodynamique.

2. Matériel et méthodes

2.1. Cadre général d'étude

Le système précambrien inférieur est situé au sud-ouest de la République du Congo, entre les latitudes 4°13'20'' et 4°33'20''Sud et les longitudes 12°13'20'' et 12° 38'20''Est (figure 1). Ce système couvre une superficie de 161, 568 ha et fait partie de deux unités orographiques que constitue la façade maritime du Congo à savoir la chaîne du Mayombe et la plaine côtière (Atlas, 2001).

Du point de vue géologique, le système précambrien inférieur est entièrement constitué de formations de soubassement ayant plusieurs orogénèses d'âge précambrien (Anonyme, 1989 ; Dadet, 1969). Les sols de ce système sont rangés dans la catégorie des sols ferralitiques. Ce système est couvert par une forêt dense humide de terre ferme (Anonyme, 1993 ; Brugiere, 1960).

Son climat est de type tropical humide caractérisé par une alternance de saisons : une saison des pluies d'octobre à mai avec un flétrissement en janvier ou février et une saison sèche presque totalement dépourvue des pluies le reste de l'année (Samba-Kimbata, 2002).

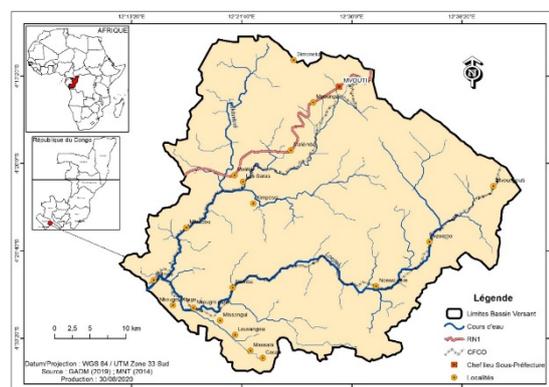


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

2.2. Méthode d'étude

La méthodologie consiste à l'intégration et à la représentation des informations cartographiques et descriptives des composantes du milieu dans un SIG en vue d'étudier la morphologie de la nappe des aquifères du système précambrien inférieur.

Ainsi, nous avons créé une base de données à références spatiales contenant des informations qualitatives et quantitatives nécessaires pour ce système.

2.2.1. Collecte des données

Pour la réalisation de cette étude, les données SIG utilisées sont : les données géologiques (stratigraphie), les données topographiques et hydrogéologiques (régime d'exploitation, piézométrie) et les coordonnées géographiques. Ces données collectées sont mises sous forme de fichiers DBF.

2.2.2. Traitement des données

Le traitement des données consiste à les restaurer sous forme de table DBF afin de les rendre utilisables dans le logiciel (ArcGis). Cette informatisation s'effectue en trois phases :

- création de fichier DBF ;
- création d'une base de données cartographiques sous forme d'images et de fichier (shape files) ;
- importation des données par le logiciel ArcGis.

Le logiciel ArcGis a permis de créer les cartes de fond numérisées de la zone d'étude, tirer des images satellitaires et des données cartographiques scannées. Ces cartes numérisées sont superposées avec d'autres couvertures numérisées des différents paramètres hydrodynamiques et hydrogéologiques à l'aide de ce logiciel. Ce logiciel a permis de créer des cartes d'isovaleurs de différents paramètres étudiés.

3. Résultats et discussion

La méthodologie développée dans cette étude utilise des règles qualitatives, des évaluations et une hiérarchisation des paramètres intervenant dans le fonctionnement hydrodynamique de la nappe du système précambrien inférieur. L'ensemble de ces données est intégré dans un système d'informations géographiques pour une meilleure gestion de l'information.

Les données disponibles sur les aquifères, sont tirées des différents forages du système précambrien qui ont été réalisés.

Le contexte hydrogéologique concerne essentiellement tout le système précambrien inférieur, en extrapolant les résultats des forages et des puits pour la superposition dans le système d'informations géographiques, à savoir : l'indicateur disponibilité en eau, les champs captant, les profondeurs des ouvrages (puits d'eau et forages), le niveau piézométrique, altitude. La topographie des différentes couches géologiques du système précambrien inférieur, est reconstituée à partir des isohypses du substratum et du toit de l'aquifère.

3.1. Morphologie de la surface piézométrique de la nappe des aquifères du système précambrien inférieur

L'analyse morphologique de cette carte permet d'identifier deux zones hydrologiques liées à la topographie et/ou au relief du système précambrien inférieur :

- une zone de relief de montagnes et/ou de collines caractérisée par des courbes de niveau fermées qui peut être considérée comme la source d'alimentation de la nappe en eau souterraine des aquifères du système précambrien inférieur ;
- et des zones des plateaux caractérisées par des courbes de niveau espacées qui caractérisent une dépression.

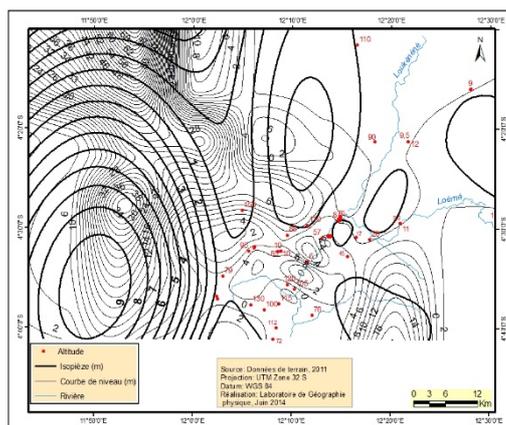


Figure 2 : Carte morphologique de la nappe du système précambrien inférieur

Les zones des reliefs de montagnes et collines traduisent des protubérances et une forte profondeur de la surface piézométrique. Le gradient hydraulique de 0,12 % est l'expression d'un débit d'écoulement important et d'une perméabilité moyenne qui traduit un drainage plus faible que l'alimentation. Cette structure hydrogéologique indique deux types de nappes : une nappe à filets convergents dans la partie amont qui se fait remarquer par la concentration des courbes de niveau et une nappe à filets divergents au sud du bassin versant (figure 2).

3.2. Sens des écoulements souterrains de la nappe du système précambrien inférieur

La figure 3 présente le tracé de la surface piézométrique des aquifères du système précambrien inférieur alimentant le captage de la nappe souterraine. La surface piézométrique est matérialisée par des courbes de niveau piézométrique (isopièzes). Cette région est caractérisée par l'existence des courbes isopièzes incurvées en arc de cercle de rayon et d'espacement variable dont l'ensemble dessine des croissants plus ou moins ouverts. La structure hydrogéologique de cette zone n'impose pas impérieusement le type d'horizon aquifère. Il est possible de tirer de

ces dispositions des conclusions sur les caractéristiques de l'écoulement des eaux souterraines. Les courbes à concavité orientée vers l'amont traduisent un haut niveau piézométrique et une forte courbure de certaines courbes de niveau. Le faible gradient hydraulique est l'expression d'un débit important tandis que la faible perméabilité de la région d'étude ne permet pas une bonne recharge de l'aquifère. C'est une région favorable aux captages. C'est une zone de drainage intense.

L'eau des nappes souterraines de ce système circule dans des directions assez variées comme l'indique la figure 3, du fait de l'hétérogénéité du milieu et de la juxtaposition des nappes très localisées. Cela peut s'expliquer aussi par la présence d'un réseau hydrographique très dense bien que certains des niveaux renferment une nappe captive. Il ne s'agit pas d'un aquifère continu, car le comportement général du système est celui d'une nappe libre.

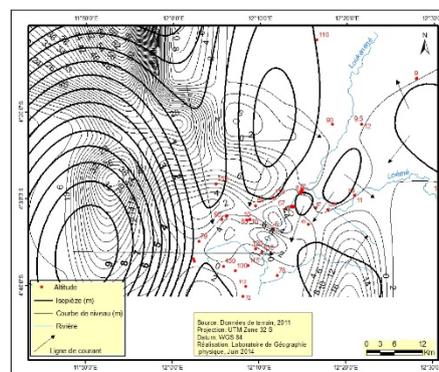


Figure 3 : Circulation générale des eaux souterraines de la nappe du système précambrien inférieur

En général les écoulements souterrains, qui sont gravitaires dans l'ensemble de ce système, suivent les lignes de plus grandes pentes (directions perpendiculaires aux courbes de niveau piézométriques) et indiquent à la figure 3 que la direction des écoulements souterrains se fait généralement de façon convergente ou divergente. On remarque en amont du

captage, un axe drainant très net, orienté approximativement nord-sud, aboutissant au captage ; encadré à l'ouest et l'est par deux arêtes (lignes de partage des eaux souterraines) également bien marquées et constituant les limites de l'aire d'alimentation recherchée. Toute l'eau qui s'écoule à l'intérieur de cette structure géomorphologique bien définie, converge vers le captage et à l'inverse, l'eau en dehors de l'axe peut ne pas y arriver.

Le système précambrien inférieur présente plusieurs aquifères avec des valeurs de transmissivité plus ou moins élevé et de faible coefficient de perméabilité (allant de 0,001 à 0,02). Ceci laisse entrevoir que la recharge de ces aquifères s'effectue lentement limitant ainsi les ressources en eau souterraine dans ce système surtout dans sa partie nord.

Moukolo (1992) a qualifié le régime des petites rivières de ce système d'irrégulier dépendant en particulier du rythme des précipitations (basses eaux pendant la saison sèche et hautes eaux pendant la saison des pluies. Nos résultats obtenus le confirment.

Les profondeurs du substratum de ces aquifères complexe variant de 72 m à 155 m ont un rôle considérable pour la contribution à la protection de ces nappes contre les différentes sources de pollution au regard des faibles coefficients de perméabilité rencontrés dans la zone.

Conclusion

En conclusion, l'apport des systèmes d'informations géographiques dans la connaissance des aquifères du système précambrien inférieur nous a permis de mettre en évidence l'existence de deux zones hydrologiques liées à son relief. La présence des courbes de niveaux serrées dans sa moitié Ouest témoigne la présence d'une zone de forte pente exprimée par des collines (ou montagnes) d'où partent les sources d'eau ; et les courbes de niveaux écartées dans sa moitié Est exprimant des

plateaux avec des bassins d'alimentation ou des dépressions car les écoulements y sont plus abondants dans cette zone.

L'importance des systèmes d'informations géographiques (SIG) dans cette étude s'avère indispensable car, sans ces derniers, il aurait été quasiment impossible de réaliser les analyses, ainsi que toutes les représentations spatiales des données concernant : les isobathes du substratum, les profondeurs du toit, la morphologie, la piézométrie et la circulation générale des eaux souterraines de la nappe des aquifères dans ce système précambrien inférieur. Cette étude nous renseigne que le milieu est hétérogène.

Références bibliographiques

1. Abourida A., (2007) : Approche hydrogéologique de la nappe du Haouz (Maroc) par télédétection, isotopie, SIG et modélisation. Thèse Univ. Cadi Ayyad, 146 p.
2. Adnane Moulla S., Abdelhamid Guendotjz, (2003) : Etude des ressources en eau souterraines en zones arides (Sahara Algérien) par les méthodes isotopiques. pp35-42.
3. Anonyme (1989) : Revue des connaissances sur le Mayombe en République Populaire du Congo. Ministère de la recherche scientifique et de l'environnement, UNESCO, PNUD, 343 p.
4. Atlas(2001) : République du Congo. Ed. J.A., Paris pp.12, 14-16, 18, pp. 22-25.
5. Brugiere J.M., (1960) : Examens de trois profils prélevés dans le Mayombe Occidental (Prospection banane de mai 1960). Brazzaville, ORSTOM, 31p.

6. Dadet P., (1969) : Notice explicative de la carte géologique de la République du Congo Brazzaville au 1/500.000, mémoire du BRGM n°70, Congo Brazzaville, ORSTOM, pp.12-24.

7. Mott Mac Donald, BCEOM, SOGREAH, ORSTOM, (1991) : Évaluation hydrologique de l'Afrique subsaharienne, pays de l'Afrique de l'Ouest. Rapport du pays : Congo. Paris, pp. 30-31 ; 33-34 ; 60-62 ; 74-75.

8. Moukandi - N'Kaya G.D., (2012) : Etude hydrogéologique, hydrochimique in situ et modélisation hydrodynamique du système aquifère du bassin sédimentaire de la région de Pointe - Noire. Thèse de doctorat. Université Marien Ngouabi, Congo-Brazzaville, 132 p + annexe.

9. Moukolo N., (1992) : Hydrogéologie du Congo. Document du BRGM, No 210, éd. BRGM, Orléans, 128p.

10. Ngouala Mabonzo M., (2008) : Etude hydrogéologique de la nappe du bassin supérieur de la Loémé (Mayombe). Mémoire de Maitrise en géographie physique. Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo, 68p

11. Samba-Kimbata M. J., (2002) : Rythme bioclimatique et comportement phénologique de la végétation en République du Congo, in Annales de l'Université Marien Ngouabi, n°3, pp. 81-92.