

MISE EN EVIDENCE D'UNE NAPPE ARTESIENNE JAILLISSANTE DANS LA SERIE CRETACIQUE DU KWANGO (REGION DE KIKWIT, ZAIRE)

par Jacques HENRY (*)

RESUME. - La campagne de forages exécutée à Kikwit, en bordure de la rivière Kwilu, a révélé la présence d'une nappe captive dans les niveaux gréseux de la série du Kwango, à partir de 30 m de profondeur. La perméabilité moyenne des grès est comprise entre 10^{-5} à $3 \cdot 10^{-5}$ m/s et les coefficients d'emménagement sont de l'ordre de 10^{-5} . Le caractère progressif des manifestations artésiennes avec la profondeur suggère un schéma de circulation de la nappe qui tient compte des traits géomorphologiques de la région et considère la rivière Kwilu comme l'axe de drainage de la nappe.

I. INTRODUCTION.

En août 1983, la Régie de Distribution d'Eau de la République du Zaïre (REGIDESCO) organisait à Kikwit une campagne de forages destinée à renforcer l'alimentation en eau potable de cette localité importante (environ 100.000 habitants) située à 525 km de Kinshasa, en bordure de la rivière Kwilu (fig. 1).

La découverte d'une nappe captive jaillissante dans la série crétacique du Kwango, qui forme le soubassement géologique de la localité, ne constituait pas, à vrai dire, une surprise totale. A Lusanga (ex- Leverville), la plantation PLZ exploite des puits artésiens depuis les années cinquante. Ce centre est à environ 35 km de Kikwit.

Cependant, les forages de Kikwit, suivis en 1984 par ceux de Bulungu, ont confirmé la portée régionale du phénomène et son intérêt pour les localités situées en bordure des cours d'eau navigables de la région : Kwango, Kwenge, Kwilu ...

II. CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE.

La ville de Kikwit se trouve approximativement à la limite septentrionale du plateau de Kwango. Au nord, le plateau subsiste encore sous forme de reliefs résiduels sur l'interfluve entre Kwilu et Kasai, mais le relief général

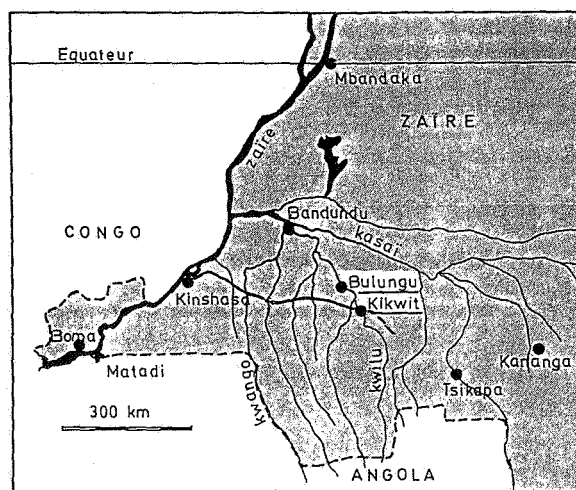


Fig. 1 - Carte schématique du Zaïre occidental.

(*) Ingénieur-Géologue (REGIDESCO, KINSHASA), Rép. du Zaïre.

s'abaisse jusqu'à se confondre avec la plaine de la Cuvette Centrale.

Vers le sud, par contre, l'altitude moyenne s'élève progressivement jusqu'aux haut-plateaux sableux qui bordent la frontière angolaise, où la plupart des cours d'eau majeurs de la région prennent leur source.

Ces cours d'eau, de débit considérable, s'écoulent du sud vers le nord en creusant des vallées profondes.

La structure géologique de la région est tabulaire. Sous une couverture sablo-limoneuse cénozoïque parfois très épaisse, la série crétacique du Kwango est partout présente, bien qu'elle n'apparaisse à l'affleurement que dans les dépressions profondes, en bordure des cours d'eau (fig. 8).

La Série du Kwango, à Kikwit, est représentée par une succession assez monotone de grès tendres, plus ou moins argileux, et d'argilites, le plus souvent de teinte rouge, connues sous l'appellation "couches de l'Inzia".

Ces couches reposent à une profondeur de 250 à 300 m sous le niveau de la Kwilu, sur un soubassement précambrien qui n'affleure qu'à grande distance de Kikwit, au Kasai. Ce substratum n'a pas été recoupé par les forages de Kikwit, dont le plus profond a été arrêté à 200 m.

Les couches du Kwango sont sub-horizontales; elles présentent un faible pendage, de l'ordre de 1 à 2 °/°, vers le nord-ouest. Cette pente structurale, qui affecte également les terrains de couverture et les niveaux d'aplanissement post-crétaciques, résulte du soulèvement progressif du bord méridional de la Cuvette Centrale durant le Quaternaire.

Les débits des cours d'eau sont importants. Rapportés aux superficies des bassins-versants, ils donnent des nodules spécifiques de l'ordre de 13 l/sec. km², chiffre qui correspond assez exactement à la précipitation efficace annuelle dans cette région : 400 mm/an.

Les débits spécifiques à l'étiage, qui reflètent en première approximation les ressources renouvelables des aquifères, sont de l'ordre de 6 à 7 l/sec. km².

III. RESULTATS DES FORAGES.

III. 1. DESCRIPTION DES PUITES.

Les cinq puits ont été exécutés en bordure de la rivière Kwilu, suivant une ligne longue de quelques quatre kilomètres (fig. 2).

Une telle localisation répondait à un double souci :

- réduire l'épaisseur des morts-terrains pour atteindre rapidement le Crétacé,
- exploiter l'artésianisme de l'aquifère crétacique en se cantonnant dans la zone la plus déprimée de la topographie.

Les puits ont été forés en rotary, à l'eau claire. Ils étaient exécutés en deux passes successives :

- 1° forage en diamètre 330 mm jusqu'à une profondeur correspondant à la première manifestation d'artésianisme jaillissant (30 à 60 m). Tubage et cimentation de la colonne d'exploitation en diamètre 260 mm.

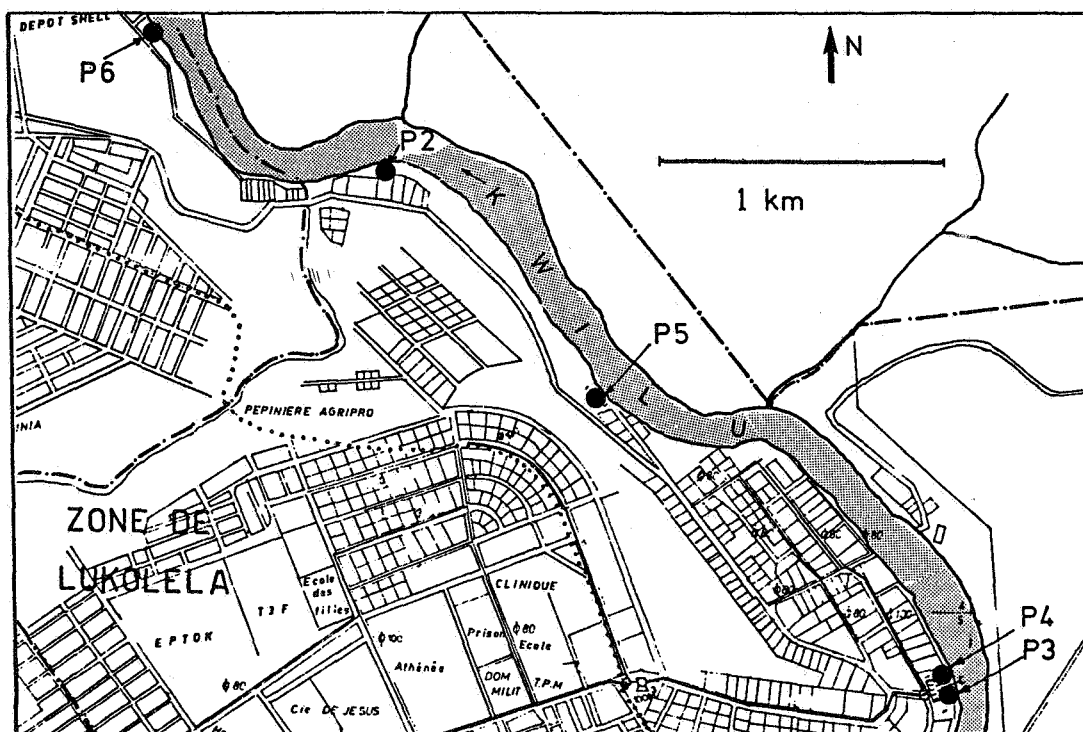


Fig. 2 - Localisation des puits (Plan de Kikwit).

TABLEAU I. DESCRIPTION DES PUIITS.

| PUITS N° | COTE DU SOL (m) | NIVEAU STATIQUE (m) | PROFONDEUR (m) | LONGUEUR CREPINE (m) | DEBIT ARTESIEN (m3/h) | DEBIT SPECIFIQUE (m2/h) |
|----------|-----------------|---------------------|----------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| P2 | 346.3 | 363.0 | 96.5 | 56.5 | 60.0 | 3.6 |
| P3 | 349.0 | 361.1 | 160.0 | 100.0 | 48.0 | 4.0 |
| P4 | 347.6 | 358.7 | 167.5 | 124.0 | 49.0 | 4.8 |
| P5 | 350.5 | 363.6 | 137.4 | 105.0 | 39.0 | 3.1 |
| P6 | 346.6 | 363.6 | 201.0 | 120.0 | 65.0 | 3.5 |

2° reprise du forage à l'intérieur du tube d'exploitation, en diamètre 250 mm, jusqu'à la profondeur finale. Placement d'une crépine en PVC de 6" entre la base du tube d'exploitation et le fond du puits.

III.2. OBSERVATIONS LITHOLOGIQUES.

La vitesse d'avancement en rotary dans la série crétacique étant généralement très élevée (jusqu'à 90 m en une journée ...), il était difficile de suivre avec précision toutes les variations des caractéristiques lithologiques en cours de forage.

Entre les grès grossiers, parfois conglomératiques, et les grès fins argileux, tous les termes intermédiaires se rencontrent, parfois sur quelques mètres de forage. La couleur des grès est le plus souvent lie de vin, parfois rouge, brunâtre, ou beige par décoloration. Les grès sont généralement peu cimentés, donc très tendres. Quelques niveaux silicifiés ont cependant été rencontrés en dessous de 130 m. L'observation d'affleurements en bordure de la Kwilu semble indiquer que les roches ne sont pas fissurées et que leur perméabilité serait essentiellement une perméabilité d'interstices.

L'épaisseur des niveaux d'argilite est variable, mais très inférieure à celle des niveaux arénacés. Elle ne dépasse pas quelques mètres (fig. 3).

La présence de calcaire n'a pas été vérifiée, bien que la littérature fasse état, dans cette série, de niveaux fossilifères, de marnes et d'argilites marneuses. L'analyse de l'eau des forages paraît effectivement témoigner de la présence d'éléments carbonatés dans la roche-magasin.

D'éventuelles corrélations lithologiques entre forages ne sont possibles que sur la base de niveaux d'argilites suffisamment continus pour servir de repères. Malheureusement, certains des niveaux argileux semblent être d'extension limitée (niveaux lenticulaires) et l'établissement de correspondance entre les puits éloignés de plus de 100 mètres devient un exercice aléatoire.

Il n'a donc pas été possible de distinguer de façon formelle, au sein de l'aquifère, des niveaux indépendants.

COUPES LITHOLOGIQUES.

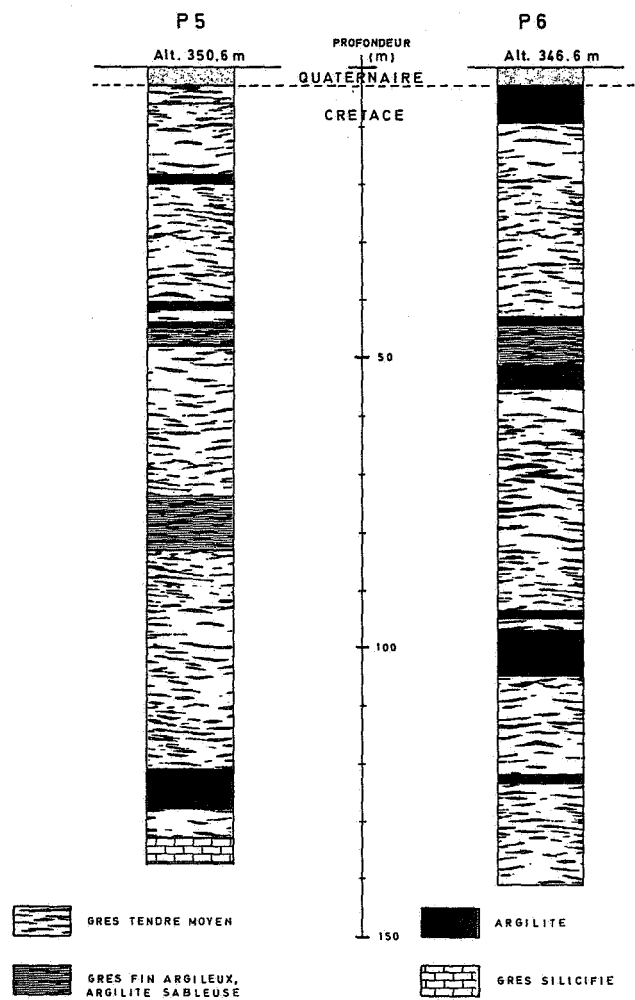


Fig. 3 - Terrains traversés par les forages P5 et P6.

III.3. OBSERVATIONS HYDROGEOLOGIQUES.

III.3.1. Observations en cours de forage.

Le fait sans doute le plus significatif, qui a été observé à chaque forage, était la montée régulière de la pression artésienne au cours de la progression dans la série crétacique.

Sous un mince dépôt alluvial, la première couche de grès rencontrée renferme une nappe libre dont le niveau statique est celui de la nappe alluviale, en relation avec la Kwilu.

L'artésianisme commence à se manifester, sous une forme simplement ascendante, lorsqu'on pénètre d'une dizaine de mètres dans les grès (ceci d'ailleurs indépendamment de la présence ou non de couches d'argilite).

Le niveau statique monte régulièrement avec l'approfondissement de l'ouvrage et ne devient jaillissant qu'au delà d'une profondeur comprise entre 30 et 70 m, suivant les puits. A partir de ce moment, il est seulement possible de constater l'augmentation progressive du débit jaillissant avec la profondeur (fig. 4). L'ensemble de ces observations nous paraît témoigner de l'existence, à travers l'empilement des couches argilo-gréseuses, d'un gradient hydrauliques vertical qui reflète fort probablement une circulation "per ascensum" des niveaux profonds vers la surface, sous la rivière Kwilu.

L'origine de cette circulation ascendante ne doit pas être recherchée à grande profondeur, dans une hypothétique nappe de socle qui alimenterait par drainage la série crétacique. En effet, le forage le plus profond, P6, n'a recoupé, entre 140 et 201 m, que des terrains peu perméables et le débit d'artésianisme n'a apparemment plus varié au-delà de 150 m. Il semblerait donc que la partie "active" de l'aquifère soit limitée à cette tranche de 150 m.

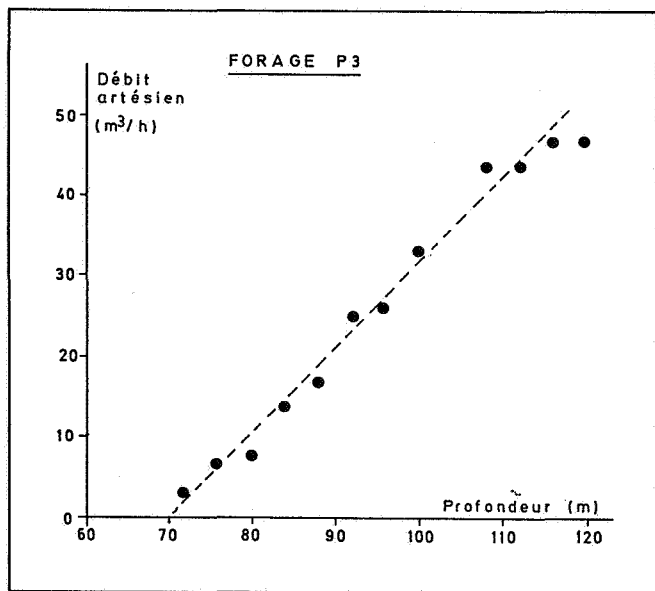


Fig. 4 - Evolution du débit artésien en cours de foration (P3).

III.3.2. Résultats des essais de pompage.

Les cinq puits ont fait l'objet d'essais de pompage à débit constant de 100 m³/h, d'une durée minimum de 72 heures.

Par la mesure de la pression statique de chaque forage bouchonné et équipé d'un manomètre, et par la mesure du débit artésien stabilisé du forage ouvert, on disposait de deux points supplémentaires de la courbe caractéristique des puits.

Ainsi, les caractéristiques des cinq puits ont pu être relevées dans la gamme de débit 0 à 100 m³/h. Dans cette plage, les courbes se sont révélées être quasiment rectilignes (fig. 5).

Le forage étant ouvert au moins 48 h. avant l'essai, le débit d'artésianisme était à peu près stabilisé. On pouvait dès lors interpréter l'essai comme résultant d'une variation en échelon du débit (débit de pompage moins débit artésien) et mesurer les rabattements par rapport à l'orifice du tubage.

L'interprétation et les calculs ont été faits, dans chaque cas, sur base des diagrammes semi logarithmiques de Jacob (fig. 6). Les valeurs de transmissivités, de perméabilités et d'emmagasinement déduites de ces essais sont rapportées au tableau II.

TABLEAU II : PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES.

| PUITS n° | T m ² /sec. | K m/sec. | S |
|----------|------------------------|----------------------|----------------------|
| P2 | 1.7 10 ⁻³ | 3.4 10 ⁻⁵ | 2 10 ⁻⁵ |
| P3 | 1.5 10 ⁻³ | 1.5 10 ⁻⁵ | 6.5 10 ⁻⁴ |
| P4 | 2.9 10 ⁻³ | 2.3 10 ⁻⁵ | 3.2 10 ⁻⁶ |
| P5 | 1.3 10 ⁻³ | 1.2 10 ⁻⁵ | 9.8 10 ⁻⁵ |
| P6 | 1.2 10 ⁻³ | 0.7 10 ⁻⁵ | 2.6 10 ⁻⁴ |

On remarquera l'ordre de grandeur somme toute assez faible des perméabilités. Les transmissivités, qui déterminent pour l'essentiel les débits spécifiques des puits, n'atteignent des valeurs appréciables, supérieures à 10⁻³ m²/sec., qu'en raison de l'épaisseur importante de la formation aquifère.

Les coefficients d'emmagasinement de l'ordre de 10⁻⁵ à 10⁻⁴ confirment le caractère captif des niveaux exploités. Ils sont responsables de la propagation rapide des influences entre puits, qui ont fait l'objet d'observations attentives (fig. 7).

L'évolution des niveaux dynamiques dans les puits d'essai montre généralement, après 48 heures, une tendance marquée à la stabilisation (fig. 6).

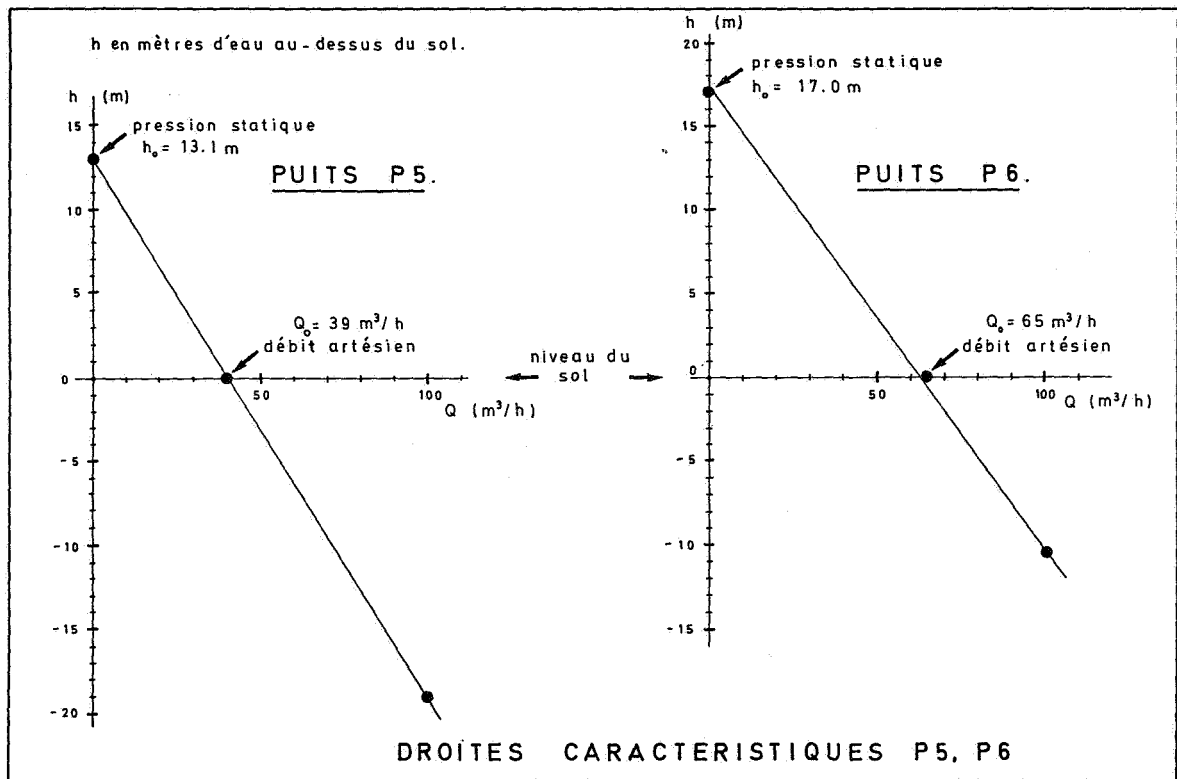


Fig. 5 - Courbes caractéristiques de deux puits.

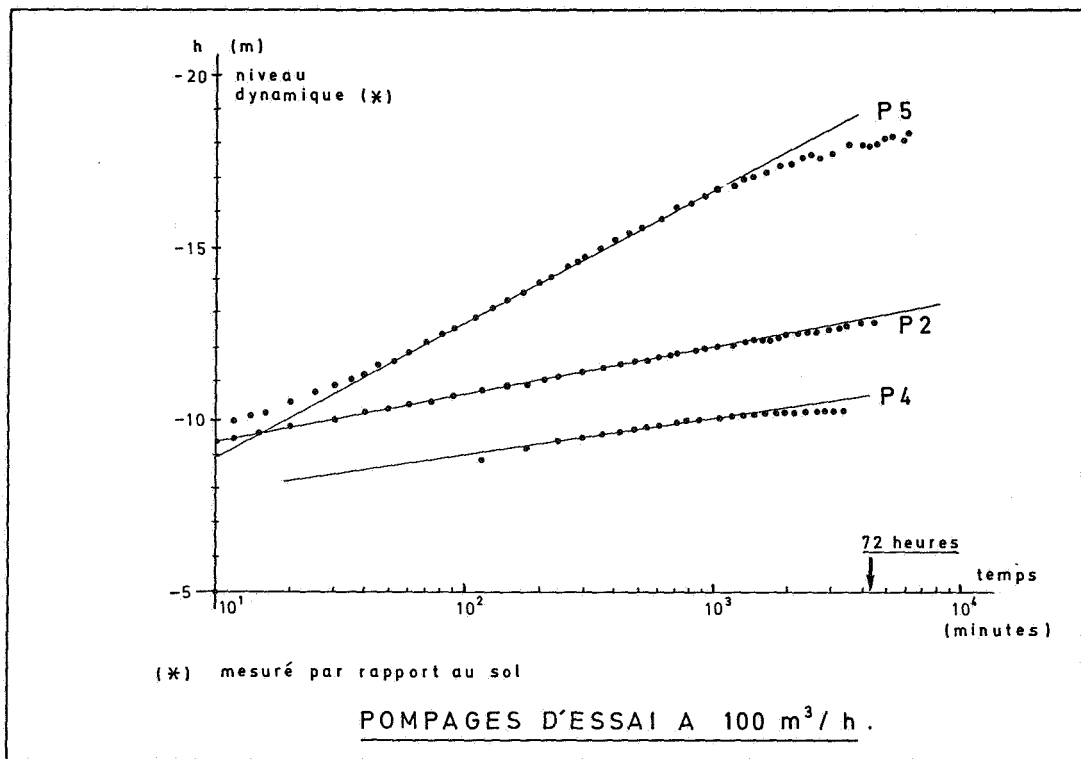


Fig. 6 - Courbes de descente pour les pompages en P2, P4 et P5.

IV. PROPOSITION D'UN MODELE D'ECOULEMENT DE LA NAPPE ARTESIENNE.

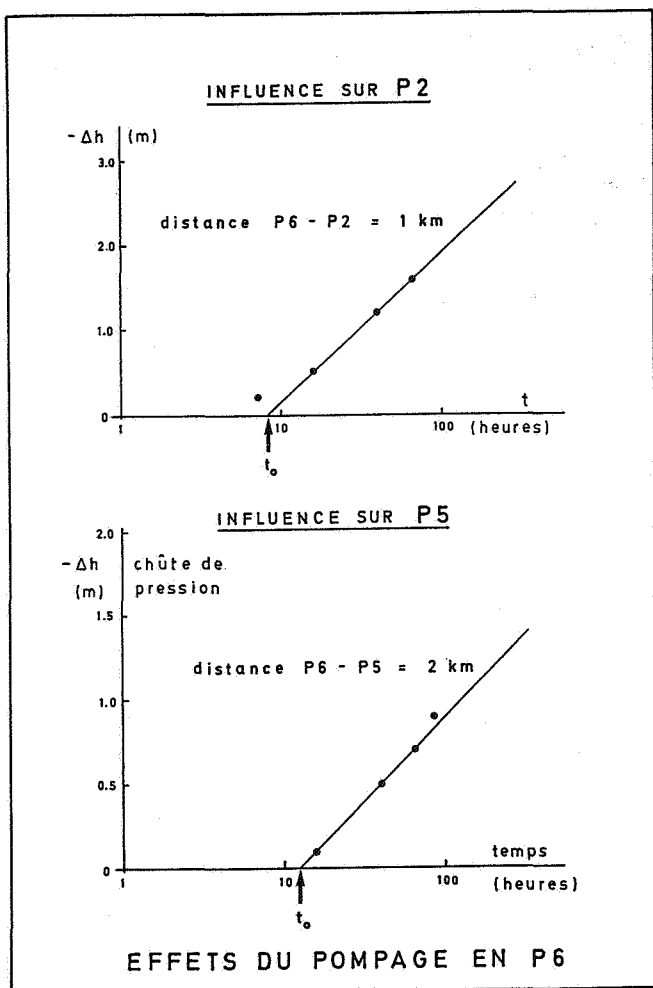


Fig. 7 - Influence du pompage en P6 (0 = 100 m³/h) sur les pressions aux P2 et P5.

III.3.3. Résultats d'analyse.

Nous ne disposons que n'analyses partielles de l'eau des forages, mais celles-ci sont concordantes (Tableau III).

Le fait saillant est l'alcalinité de l'eau (pH = 8). Il s'agit d'une eau faiblement minéralisée, à dureté moyenne, excellente du point de vue physico-chimique. La composition à dominante bicarbonatée calcique reflète peut-être la présence d'éléments calcaires dans la série crétacique.

TABLEAU III : PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES.

| pH | conductivité (μS/cm) | dureté TH (°F) |
|-----------|----------------------|----------------|
| 7.9 à 8.0 | 175 à 220 | 10 à 11 |

| CATIONS | mg/l | méq/l | ANIONS | mg/l | méq/l |
|------------------|-------------|-------------|-------------------------------|--------------|-------------|
| Ca ⁺⁺ | 33.0 | 1.65 | HCO ₃ ⁻ | 122.0 | 2.00 |
| Mg ⁺⁺ | 6.6 | 0.55 | Cl ⁻ | 21.0 | 0.59 |
| Na ⁺ | 13.0 | 0.57 | SO ₄ ²⁻ | 8.6 | 0.18 |
| TOTAUX | 52.6 | 2.77 | TOTAUX | 151.6 | 2.77 |

La disposition quasi-rectiligne de la batterie de puits interdit de dresser une carte piézométrique, même approximative, de la nappe captive. Son régime d'alimentation et d'écoulement reste donc du domaine de l'hypothèse.

En raisonnant sur un plan très général, il est permis de supposer que la vallée de la Kwilu, qui impose un niveau de base à la nappe phréatique des terrains de couverture et des couches de grès les plus proches de la surface constitue également pour la nappe captive un drain privilégié.

L'augmentation de l'artésianisme en cours de forage peut s'expliquer, comme nous l'avons souligné précédemment, par l'existence d'une circulation verticale dans la série argilo-gréseuse. La possibilité d'une telle circulation est évidemment liée, sur le plan structural, à l'absence d'un niveau imperméable épais et continu qui constituerait un toit ("confining layer"). L'aquifère apparaît en réalité comme un système multi-couches dans lequel le niveau le plus superficiel est le siège d'une nappe libre ou semi-libre.

Dans une pareille hypothèse, il n'est pas nécessaire de situer la zone de recharge de la nappe des grès à une très grande distance de Kikwit, mais plutôt à une distance de l'ordre de quelques kilomètres, à hauteur des plateaux sableux qui dominent les extensions les plus lointaines de la ville.

La figure 8 propose un modèle d'écoulement suivant lequel la nappe phréatique de la couverture cénozoïque, fortement alimentée par les précipitations sur le plateau, met en charge les niveaux superposés de la série crétacique sous-jacente et y induit une circulation horizontale vers la vallée de la Kwilu, où la nappe se décharge par drainance. Le schéma est basé sur deux hypothèses :

- 1° le gradient hydraulique de la nappe phréatique est de l'ordre de 1 ‰, ce qui correspond approximativement à la pente des thalwegs des affluents de la Kwilu,
- 2° les gradients hydrauliques des niveaux semi-captifs de la série crétacique ne dépassent pas 10⁻³.

Il apparaît dès lors, que suivant les valeurs relatives des niveaux piézométriques, la nappe profonde n'est artésienne que dans le secteur proche de la Kwilu (que nous appellerons "zone d'effluence"). Par contre, sous les plateaux, on peut s'attendre à trouver, dans les grès crétaciques, des niveaux piézométriques relativement déprimés (i.e. inférieurs à la surface phréatique; zone dite "d'affluence").

Le débit d'écoulement de la nappe captive vers la Kwilu n'est sans doute pas considérable. En tenant compte de l'ordre de grandeur connu de la

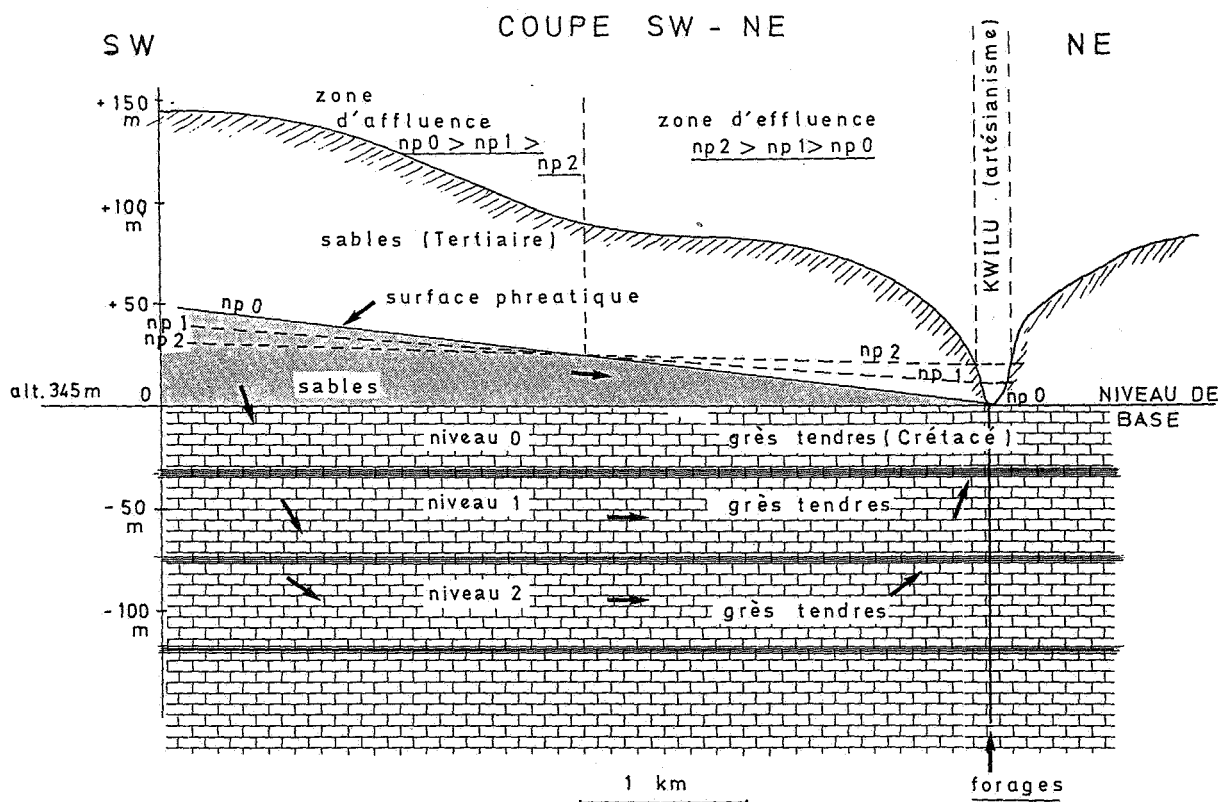


Fig. 8 - Représentation hypothétique du régime d'écoulement de la nappe captive.

transmissivité (10^{-3} m²/sec), et en adoptant pour le gradient hydraulique un maximum de 10^{-3} , on calcule un débit maximum de l'ordre de 3,5 m³/h par kilomètre de front, soit 7 m³/h pour les deux versants de la Kwilu.

Intégré sur un cours de 100 km, ce débit représenterait environ 0.2 m³/sec. Il s'agit, en tout état de cause, d'une grandeur négligeable par rapport au débit total de la rivière, qui est de l'ordre de 70 m³/sec.

V. CONCLUSIONS.

Les observations faites au cours de la campagne de forages de Kikwit indiquent que la nappe artésienne de la série crétacique correspond probablement à un système multi-couches ouvert aux échanges par drainance avec les eaux superficielles.

Le modèle de circulation présenté dans le présent article tient compte de cette particularité. Si cette hypothèse est correcte, la pérennité du débit des puits de production sera assurée par le renouvellement actif de la nappe sur les plateaux proches.

Etant donnée la grande uniformité de cette région du Kwango sur le plan géologique et géomorphologique, on peut probablement conclure à la généralité du phénomène artésien dans toutes les vallées profondes qui atteignent le substratum crétacique. De fait, l'artésianisme a été observé dans tous les forages exécutés en 1983 et en 1984 dans les localités de Kikwit, Bulungu et Bandundu.

Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour le développement de l'alimentation en eau potable des localités qui jalonnent les voies navigables de la région.

Manuscrit déposé
en août 1985.

INSTRULAB s.a.

Chaussée de Charleroi 51 B -Bte 6
1060 Bruxelles

Tél. 02/ 538.62.60 — Telex 26036

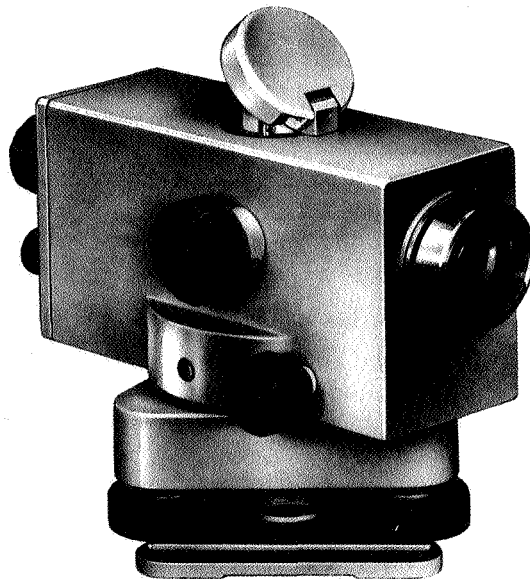
Vous propose :

les boussoles pour géologues
les niveaux
les théodolites
les microscopes polarisants

ausJENA

Des appareils robustes, maniables, précis,
dotés d'optiques de haute qualité à des prix
extrêmement attractifs.

Pour tous renseignements consultez-nous.



- Geologen- en spiegelkompassen
- Waterpaskijkers
- Theodolieten
- Polarisatiemikroskopen

ausJENA

Deze degelijke, nauwkeurige, licht hanteerbare en met
hoogwaardige optiek voorziene toestellen worden U aan zeer
aantrekkelijke prijzen aangeboden.

Voor alle verdere inlichtingen, raadpleeg

n.v. INSTRULAB

Steenweg op Charleroi 51 B - Bus 6
1060 BRUSSEL

Tel. 02/ 538.62.60 — Telex 26036