

La région du Nord-Cameroun est administrativement constituée des provinces de l'Extrême-Nord et du Nord, soit une superficie d'environ 102 000 km². Elle est limitée au sud par les montagnes de l'Adamaoua, limite géographique, mais également climatique, correspondant à l'isohyète 1 500 mm, à l'ouest par les massifs montagneux des monts Alantika et Mandara qui constituent la frontière naturelle avec la Nigeria, à l'est par le fleuve Chari et son affluent le Logone et au nord par le lac Tchad.

Le **climat** du Nord-Cameroun est du type tropical sahélo-soudanien caractérisé par deux saisons bien tranchées et de grandes variations des températures diurnes en fonction de l'altitude et de la latitude.

La **température** moyenne annuelle est de 28°C sur presque toute la région sauf en altitude où les écarts entre le jour et la nuit sont relativement élevés.

La **pluviométrie** diminue du sud vers le nord. De 1 500 mm de pluie par an à Tcholliré, elle descend à moins de 400 aux abords du lac Tchad. Le déficit pluviométrique, quant à lui, varie de 28 p.100 à Poli à plus de 40 p.100 à Kousséri dans le Nord.

La **végétation** est de type savanes sèches au nord et savanes humides, coupées de galeries forestières, au sud de la zone d'étude.

Le **réseau hydrographique** se répartit entre deux bassins, le bassin Atlantique et le bassin du lac Tchad.

Le bassin Atlantique est constitué par la Bénoué et ses affluents dont le principal est le Faro. Le débit de la Bénoué varie énormément au cours de l'année passant de 1 870 m³/s en septembre à 2,45 m³/s en avril à la station de Garoua. La Bénoué connaît également un intense alluvionnement à partir de son cours moyen.

Le bassin du lac Tchad est constitué des torrents issus des monts Mandara et du système Logone/Bas Chari.

Les cours d'eau issus des montagnes sont caractérisés par un écoulement torrentiel dans leur cours supérieur et fluvial dès leur débouché dans la plaine de piémont.

Le système Logone/Bas Chari se différencie par un écoulement permanent, une faible pente (1/7 000), de vastes zones d'inondation et un alluvionnement intense.

GÉOMORPHOLOGIE

Le Nord-Cameroun regroupe divers domaines d'origine **morphoclimatique** :

— au nord, des pédiplaines parsemées "d'inselbergs" ;

— au sud et à l'ouest, des hauts plateaux et des ensembles montagneux. Tous ces reliefs résultent d'une longue évolution inscrite dans l'étagement des surfaces d'aplanissement du socle précambrien.

Les formes du modelé sont héritées de phases climatiques anciennes et récentes comme en témoignent les glacis étagés et les cuirasses des piémonts des monts Mandara et de l'Adamaoua, les dunes fixées de l'erg de Kalfou, les cuirasses polygénétiques et les graviers sous berges, vestiges des oscillations quaternaires.

Dès le Paléocène, le socle semble avoir été aplani. Sa diversification morphologique ultérieure et sa nature lithologique très variée tiennent autant aux déformations tectoniques qu'à la succession d'épisodes climatiques.

Les différences pétrographiques, quant à elles, sont perçues dans la distribution spatiale des produits d'altération et dans l'érosion différentielle.

Ainsi, on distingue classiquement six unités géomorphologiques (UGM) qui contrôlent toute l'hydrologie souterraine du Nord-Cameroun.

UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES ET GÉOMORPHOLOGIQUES

UNITÉS HYDROGÉOLOGIQUES : 2-3

----- Limite des unités Hydrogéologiques

1-1 - Chari-Tchad 1-2 - Logone inférieur 1-3 - Lac Fianga

2-1 - Plaine de Mora 2-2 - Plaine du Nord Diamaré

2-3 - Plaine de Kar-Hay

5-1 - Bénoué 5-2 - Garoua

UNITÉS GÉOMORPHOLOGIQUES : ③

— Limite des unités géomorphologiques

Plaine Tchadienne - Plaine du Lac Tchad

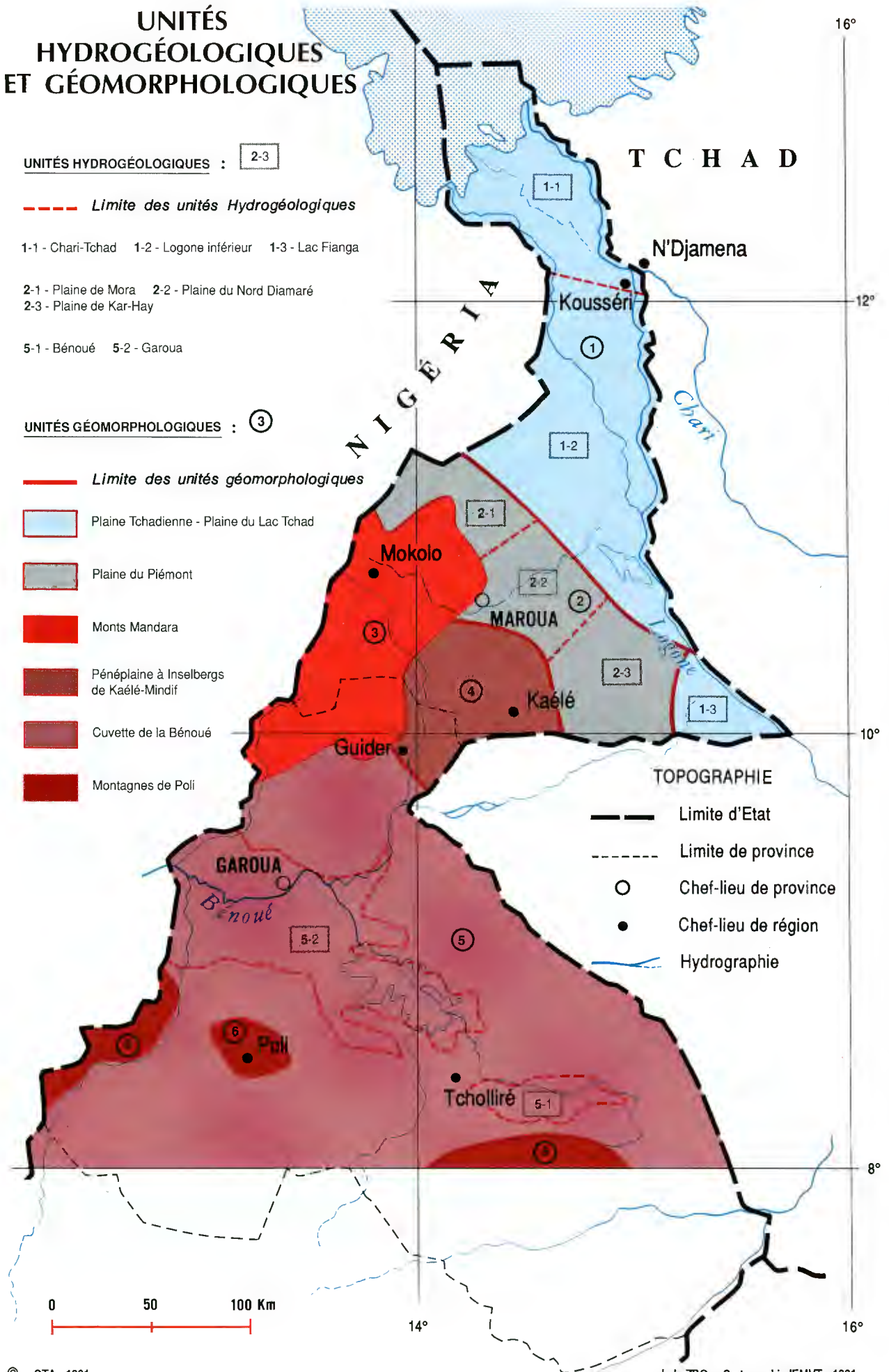
Plaine du Piémont

Monts Mandara

Pénéplaine à Inselbergs
de Kaélé-Mindif

Cuvette de la Bénoué

Montagnes de Poli



Les régions de socle du Nord-Cameroun

Ce sont :

- les monts Mandara,
- la pénéplaine à inselbergs de Kaélé-Mindif,
- les montagnes de Poli.

La formation des gisements d'eau souterraine dans les régions de socle dépend de plusieurs facteurs dont les plus importants sont entre autres :

- le degré d'altération, de fracturation et la nature lithologique de la roche mère ;
- la topographie de la région ;
- la géométrie du toit du substratum rocheux et la pluviométrie qui conditionne la réalimentation des nappes.

Dans les régions du socle du Nord-Cameroun, deux aquifères potentiels ont été mis en évidence.

L'aquifère des altérites

Jusqu'à une date récente, il constituait les ressources en eau souterraine des populations du Nord-Cameroun. Il est exploité par des puisards et des puits maçonnés de grand diamètre.

Il se rencontre sous forme de collinons au pied des montagnes ou d'éluvions dans les zones de faible pente. Il se trouve indifféremment dans les unités géomorphologiques 3, 4 et 6. Leur réserve en eau dépend de l'importance de la pluviométrie.

L'aquifère des fractures ou des fissures

La protection et l'exploitation du milieu fissuré des roches dures comme un réservoir d'eau souterraine ont pris de l'ampleur avec l'avènement et le progrès des techniques de forage au marteau fond de trou (MFT). Cette technique des forages a permis de se faire aujourd'hui une idée assez précise de l'hydrogéologie des régions du socle du Nord-Cameroun grâce au grand nombre d'ouvrages d'exploitation qui y ont été réalisés.

Quelques caractéristiques hydrogéologiques des zones de socle

Les monts Mandara (UGM 3)

On y distingue deux types de nappes.

1) **Les nappes de flats alluvio-éluvionnaires** des cours d'eau ou mayos. Topographiquement, elles se localisent dans les zones de ruptures de pente et s'étendent à quelques centaines (200 ou 400) de mètres de part et d'autre des cours d'eau. Elles sont alimentées par le sous-écoulement des "mayos" et sont exploitées par des puits de faible profondeur (15 m au maximum). Le niveau statique se situe à quelques centimètres en dessous du niveau du sol (50 cm). Les fluctuations du niveau de l'eau sont assez importantes (1 à 14 m). Les débits des puits sont faibles. Ils ne dépassent pas quelques dizaines de litres/heure par mètre de rabattement.

2) **La nappe des fissures ou des fractures** a été mise en évidence par l'utilisation des techniques de forage au marteau fond de trou (MFT).

Sa profondeur varie de 15 à 80 mètres avec une moyenne de 47 mètres. Les débits des puits, quant à eux, varient de 0,5 à 14,4 m³/h avec une récurrence de l'ordre de 80 p.100. Les débits spécifiques oscillent entre 0,011 à 2,769 m³/h par mètre de rabattement. Les plus forts débits s'obtiennent dans la plaine de Koza où la couche d'altération dépasse 20 mètres en certains endroits.

La pénéplaine à Inselberg de Kaélé-Mindif (UGM 4)

Comme en UGM 3, deux types de nappes se rencontrent ici :

— la nappe des “flats” alluvio-éluvionnaires du mayo Binder

Elle est exploitée par des puits à drains horizontaux pour l'alimentation des villes de Kaélé et de Mindif. Elle s'étend de quelques dizaines de mètres de part et d'autre du mayo Binder dont le sous-écoulement constitue la principale source de réalimentation.

La profondeur des puits varie de 12 à 26 mètres, le niveau statique de 3 à 8 mètres. Les débits des puits et les débits spécifiques, quant à eux, oscillent respectivement entre 1,5 et 39 m³/h et 0,25 et 50,54 m³/h par mètre de rabattement ;

— la nappe des fissures ou des fractures

Elle est localisée dans le socle granito-gnéissique et cristallophyllien. Elle est exploitée par des forages de 20 à 80 mètres de profondeur (43 m en moyenne). Les débits soutirés sont généralement faibles, 0,5 à 12 m³/h avec une moyenne de 3,18 + 2,44 m³/h pour un effectif de 154 échantillons. Les débits spécifiques varient de 0,027 à 3,750 m³/h par mètre de rabattement avec une moyenne de 0,299 m³/h par mètre. Dans ce domaine, la probabilité d'obtenir un forage de débit au moins égal à 0,5 m³/h est de l'ordre de 65 p.100.

Les montagnes de Poli (UGM 6)

Cette vaste région se situe de part et d'autre de la cuvette de la Bénoué (UGM 5). On y distingue deux zones :

- la zone située au nord de l'isohyète 1 200 mm (6a) qui englobe le nord de Garoua, la région de Guider et de Bibémi ;
- la zone située au sud de l'isohyète 1 200 mm (6b) s'étendant sur Poli, Rey-Bouba et Tcholliré.

Sur le plan hydrogéologique, on note très peu de différences entre les deux zones. Si, au sud, la profondeur moyenne des puits est de 34,33 mètres contre 42,15 mètres au nord, il faut remarquer que le débit moyen des forages est de 2,24 m³/h au sud contre 2,46 au nord. Ceci s'expliquerait par l'importance de l'altération de type argileux qui limite les infiltrations malgré la bonne pluviométrie enregistrée dans cette partie sud de UGM 6.

Les trois autres unités complétant cet inventaire sont caractérisées par une position topographique basse plus ou moins pénéplanée.

La plaine tchadienne (UGM 1)

Elle est limitée au sud par le grand cordon dunaire Limani-Yagoua qui coupe le Nord-Cameroun en deux dans une direction nord-ouest/sud-est sur près de 180 km. Ce dernier est considéré comme l'extension maximale du lac Tchad au Quaternaire récent.

Sa pente moyenne est de l'ordre de 1/7 000 et son altitude moyenne est inférieure à 300 m. Sa monotonie n'est interrompue que par les collines trachytiques de Waza dont les trois sommets culminent à 395, 425 et 508 mètres.

C'est le domaine des grandes inondations.

La plaine de “Piémont” (UGM 2)

Elle est comprise entre les monts Mandara à l'ouest, le grand cordon dunaire Limani-Yagoua au nord et, à l'est, la pénéplaine cristalline de Mindif-Kaélé dont elle semble issue sous l'action des torrents provenant des monts Mandara.

Sa pente un peu plus forte que celle de la précédente unité est de l'ordre de 1/150 en bordure des massifs, 1/800 en son centre et 1/1 200 dans la région du cordon dunaire. Son altitude moyenne est d'environ 340 m.

Les points culminants sont :

- au sud, le Hosséré Goboboré (491 m) ;

- au nord, une multitude d'inselbergs dont l'altitude varie de 607 m au Balda à 761 m à Mémé ;
- au sud-est, une plaine caractérisée par une série de dunes sud-ouest/nord-est, hautes de 10 m, butant au nord contre le grand cordon dunaire.

La cuvette de la Bénoué (UGM 5)

C'est l'ensemble de la partie méridionale du Nord-Cameroun qui est drainé en son milieu par la Bénoué, tributaire du Niger. Son altitude au centre atteint 400 m et n'est plus que de 170 m en certains points de la frontière avec la Nigeria. Appuyée au sud aux premiers contreforts de l'Adamaoua, elle présente un modelé faiblement marqué, dominé çà et là par des reliefs isolés : inselbergs et tables gréseuses (Tinguelin).

ESQUISSE GÉOLOGIQUE

Le socle précambrien cristallin et métamorphique couvre environ les deux tiers de la zone d'étude. Le tiers restant est masqué en discordance par des formations sédimentaires sub-horizontales du Mésozoïque et du Cénozoïque. Le Paléozoïque y est peu développé.

Au Crétacé, des sédiments laguno-lacustres se sont déposés dans le bassin de la Bénoué, tandis qu'au Plio-Quaternaire, une puissante série détritique a comblé le bassin du lac Tchad. Ces dépôts alluvionnaires s'étendent au Cameroun jusqu'au pied des monts Mandara.

Au Tertiaire et au Quaternaire notamment, des accidents profonds de direction essentiellement nord-est (12°, 28°, 58°, 73°, 117°) affectent le socle et la couverture sédimentaire et engendrent un volcanisme généralement basaltique. Ces directions tectoniques contrôlent les plissements de roches cristallophylliennes, les failles, le réseau hydrographique, l'emplacement des appareils volcaniques, etc.

Dans les formations du socle, on distingue un complexe de base métamorphique généralement migmatisé et granité et des formations des plates-formes solidaires du complexe sous-jacent, plissées, peu ou pas métamorphisées.

ESQUISSE GÉOLOGIQUE NORD CAMEROUN

 Alluvions Quaternaire

Séries crétacées :

 Crétacé supérieur - Grès de la Bénoué

 Crétacé moyen - Formations de Lamé et du Mayo Rei

 Crétacé inférieur - Sédimentaire plissé

Formations précambriennes

● *Précambrien supérieur ou moyen*

 Série de Mangbeï. Conglomérats, grès et laves

 Séries du Lom, de Poli et d'Ayos

● *Précambrien inférieur*

 Ectinites - Micaschistes

 Ectinites - Gneiss inférieurs


 Migmatites. Embréchites

 Migmatites. Anatexites

Roches éruptives ou intrusives anciennes

 Granites posttectoniques

 Granites syntectoniques tardifs


 Granites syntectoniques anciens et granites d'anatexis

 Diorites

Roches intrusives ou effusives récentes

 Ryolites, trachytes

 Basalte

 Cordon dunaire



0 50 100 Km

PÉTROGRAPHIE DES FORMATIONS GÉOLOGIQUES DU NORD-CAMEROUN

Les formations du socle

D'âge précambrien à anté-crétacé, elles sont composées de roches métamorphiques, pluto-niques et sédimentaires identifiables dans le paysage varié qui caractérise cette région de reliefs marqués et de pénéplaines étendues.

Les roches métamorphiques

Les granites d'anatexie et les migmatites

Constituant l'ensemble des monts Mandara (**UGM 3**) et de la plaine de piémont (**UGM 2**), les granites limitent à l'ouest la pénéplaine cristalline de Kaélé-Mindif (**UGM 4**). On les rencontre également dans l'**UGM 5** au nord de Garoua, à l'est et au sud de Tcholliré et à l'est et au sud de Poli (**UGM 6**).

Dans les monts Mandara (**UGM 3**), les migmatites ont moins bien résisté à l'érosion, c'est pourquoi elles revêtent des formes assez molles comparativement aux reliefs vigoureux laissés souvent par les granites. Les granites d'anatexie, par exemple, plus résistants, sont bien représentés à la frontière nigeriane, au sud-est de Méri et dans la région axiale des massifs.

Les ectinites

Ce sont des schistes, micaschistes et gneiss. Ils se rencontrent autour de la cuvette de la Bénoué (**UGM 5**), dans les montagnes de Poli (**UGM 6**) et sous forme de bandes parallèles dans la pénéplaine de Kaélé-Mindif entre Midjivin et Guidiguis.

On trouve, associées à ces roches métamorphiques, des lentilles de quartzites concordantes.

Les roches plutoniques

Elles forment l'essentiel des collines rencontrées au Nord-Cameroun et sont constituées de granites très variés. Les uns sont anciens et concordants aux migmatites comme les batholites de la cuvette de la Bénoué. D'autres sont récents et discordants comme les Hosséré Badjouma, Tombel, Méri, et les monts Alantika (**UGM 6**).

Les roches volcaniques

On les trouve sous forme :

- d'épanchement dans les monts Mandara (**UGM 3**) ;
- d'affleurements trachy-andésitiques à l'ouest de Garoua (**UGM 5**) et interstratifiés dans la série métamorphique de Poli (**UGM 6**), dans le volcano-sédimentaire de Mangbaï (**UGM 6**) et de Boursou (**UGM 4**).

Les formations sédimentaires

Elles sont d'âge Crétacé à Quaternaire et affleurent sur le tiers de la région, essentiellement aux **UGM 1, 2 et 5**.

Les formations du Quaternaire

Des alluvions de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur ont comblé depuis le Pliocène ou le Quaternaire ancien la cuvette subsidente du bassin tchadien. On a plus souvent affaire à des argiles très dures, à des sables fins peu argileux, légèrement consolidés et à des argiles avec présence de gros grains de quartz.

Le Quaternaire récent

Il comprend :

- les alluvions argilo-sableuses et sablo-argileuses du Logone et de ses affluents et celles des rivières temporaires qui se déversent dans le mayo Kebbi et le lac Tchad ;
- les alluvions grossières, avec blocs, des rivières orientales issues des monts Mandara. Cette catégorie se rencontre le long des cours d'eau importants sous forme de placages souvent interrompus par les affleurements de la roche : elle forme également des ceintures de quelques kilomètres autour des collines ;
- les argiles lacustres et les limons qui forment la partie supérieure de la plaine tchadienne ;
- les sables éoliens dunaires.

Le Quaternaire ancien

Il est représenté par plusieurs dizaines de mètres où alternent argiles, sables en couches et lentilles discontinues. Il forme les terrasses anciennes des mayos Kebbi, Tiel et Zouvoul.

Le Pliocène

- le Pliocène supérieur est constitué de 100 à 200 m d'argiles versicolores blanches ;
- le Pliocène inférieur est un ensemble de 50 à 80 m d'épaisseur des couches à prédominance sableuse avec intercalations d'argiles.

Le Continental Terminal

Sa partie supérieure est une couche détritique, composée de sables riches en oxyde de fer présentant un début de cimentation. Sa partie inférieure est à prédominance argileuse. Sa puissance totale se situe entre 200 et 400 m.

Etage	Nature et formation	Localisation dans l'espace	Unité Géomorphologique
		Alluvions du Logone	1
	Alluvions argilo-sableuses	Alluvions de la Bénoué et de ses principaux affluents	5
QUATERNAIRE RÉCENT	Alluvions grossières Boulders caillouteux	Alluvions des torrents issus des Mandara	3
	Argile lacustre	Entre la grande dune Limani-Yagoua et le lac	1
	Dunes éoliennes	Dans la cuvette tchadienne et la plaine de piémont	1 et 2
QUATERNAIRE MOYEN	Alluvions argilo-sableuses Alluvions à pisolithes ferrugineux	Terrasses du Kebbi et de la Bénoué	5
QUATERNAIRE ANCIEN et PLIOCÈNE	Argile, argiles sableuses	Dans la plaine de piémont L'énorme masse du comblement tchadien sous les dépôts plus récents	1
CRÉTACÉ SUPÉRIEUR	Grès, arkoses, grès ferrugineux, fluviatiles-lacustres	Partie occidentale du bassin de la Bénoué	5
CRÉTACÉ MOYEN	Grès arkosiques, grès à ciment argileux, marnes, schistes continentaux et marins	Partie orientale du bassin de la Bénoué bassin du mayo Rey ou de Koum, bordure camerounaise du bassin de Lamé au Tchad	5 5
CRÉTACÉ	Puissante série marno-schisteuse reposant sur des grès et conglomérats laguno-lacustres	Petits bassins plissés de Babouri-Figuil, du mayo Oulo et de Hamakoussou	
	Série de Mangbaï ; volcano détritique, non métamorphisée	Hosséré Mangbaï, massif de Hoye près Poli, colline de Migba	6
PRÉCAMBRIEN MOYEN	Série volcano-sédimentaire métamorphique ; schistes cristallins, coulées volcaniques	Série de Maroua (roches) Série de Poli et Mboursou près de Kaélé 80 p.100 des affleurements du socle	2
PRÉCAMBRIEN INFÉRIEUR DAHOMEYEN	Complexe de base : roche très métamorphisée, migmatites, granites concordants		

Les formations crétacées

D'une façon synthétique, on distingue, au sein de ces formations, trois éléments bien individualisés :

- un crétacé inférieur en bassins très plissés ;
- un crétacé moyen peu plissé dans le bassin du mayo Rey et probablement sous le crétacé supérieur de la vallée de la Bénoué ;
- un crétacé supérieur formant l'étage terminal de la série.

a) Le Crétacé supérieur : les grès de Garoua

Cette formation est essentiellement détritique, fluviatile, tabulaire, à stratification entrecroisée. Ses grès sont grossiers à fins, de composition quartzo-feldspathique à quartzo-ferrugineux. Sa puissance est estimée à 700 m.

b) Le crétacé moyen

Il est situé dans la partie sud-orientale du bassin. Cette unité correspond à une série plus tendre que la précédente ; ce sont des grès à ciment argileux ou marneux avec de fréquentes intercalations d'horizons argileux ou marneux.

Ils se rencontrent dans les bassins de la Bénoué, le long du mayo Kebbi, du mayo Rey où il est grossier, friable, arkosique, de Lamé à la frontière tchadienne. C'est également un grès grossier, conglomératique reposant directement sur le socle.

Ces trois bassins sont séparés entre eux par les vestiges de la pénéplaine antécambrienne dans laquelle ils sont insérés.

c) Le Crétacé inférieur

On le rencontre dans quatre petits bassins sédimentaires très tectonisés et plissés en synclinaux dissymétriques.

— Le bassin d'Hamakoussou

Il a la forme d'une cuvette de 20 km de long et 5 km de large. Les couches de base sont constituées par de gros bancs de grès grossier, à moyen, conglomératique. Leur épaisseur varie de 20 à 300 m entre l'extérieur et l'axe du bassin. Les couches inférieures, épaisses de 700 à 800 m, sont constituées de marnes grises verdâtres.

— Le bassin du mayo Oulo

Il couvre près de 120 km² au Cameroun et est assez semblable au bassin d'Hamakoussou dont il se différencie par la présence de filons de dolérite qui recoupent ses niveaux inférieurs.

— Le bassin de Baboura-Figuil

Sa série stratigraphique est en tout point comparable à celle des deux bassins précédents. On a cependant reconnu la présence de schistes bitumineux au sein de la série marno-schisteuse, ne représentant d'ailleurs aucun intérêt économique.

— Le bassin du Koum

Pour une superficie de 1 200 km², son épaisseur maximale atteindrait 3 000 m. Selon B. Tilledient (1970) *in* : Detay, Thèse de Doctorat ès sciences Université de Nice (1987), la série géologique y est toujours détritique, mais contrairement aux bassins précédemment décrits, les grès se répartissent ici sur l'ensemble de la série dont ils n'occupent que la base.

A ce jour, seuls neuf sondages hydrogéologiques, dont le plus profond a atteint 27 m, y ont été exécutés. Ces sondages ont décelé l'existence d'une nappe phréatique générale dont la forme épouse celle de la topographie. Le niveau statique varie de - 5 m dans les creux topographiques à - 13 m sur les crêtes.

SYNTHÈSE HYDROGÉOLOGIQUE

Le comblement tchadien

C'est un aquifère à composition sableuse d'origine sédimentaire.

Sur le plan physique, il constitue les unités géomorphologiques 1 et 2 (**UGM 1 et 2**).

Sur le plan hydrogéologique, il est divisé en deux domaines : le Logone-Tchad et la zone de transition, subdivisés à leur tour en plusieurs sous-unités hydrogéologiques.

La différenciation entre ces diverses entités est organisée en fonction des axes d'alimentation qui conditionnent la recharge, la pérennité et l'extension des nappes.

Le domaine du Logone-Tchad (UGM 1)

Caractérisé par son aquifère généralisé, il comprend trois sous-unités hydrogéologiques qui sont, du nord au sud :

— la nappe du Chari-Tchad coincée entre le lac Tchad, le fleuve Chari et l'El Beid (unité hydrogéologique **1.1.**) ;

— la nappe du Logone inférieur comprise entre le Logone à l'est de l'axe de l'El Beid-Kousséri au nord et la frontière nigériane à l'ouest (unité hydrogéologique **1.2.**) ;

— la nappe dite du "bec de canard", limitée à l'ouest par le lac de Fianga, à l'est par le Logone et au sud par la frontière avec le Tchad (unité hydrogéologique **1.3.**).

Caractéristiques hydrogéologiques du domaine Logone-Tchad :

La profondeur des forages y est comprise entre 30 et 60 m.

- Unité hydrogéologique 1.1.
Profondeur moyenne :
43,5 m - Ecart type 9,31 m
pour 77 forages.
- Unité hydrogéologique 1.2.
Profondeur moyenne :
43,40 m - Ecart type 19,46 m
pour 137 forages.
- Unité hydrogéologique 1.3.
Profondeur moyenne :
42,83 m - Ecart type 7,44 m
pour 36 forages.

Niveau statique

De quelques mètres à quelques dizaines de mètres au fur et à mesure que l'on s'éloigne des axes d'alimentation des nappes.

Egal à 30 m à l'est de 1.2, il atteint 50 m au sud-ouest de cette même formation en bordure des monts Mandara.

- de 1 à 27 m dans 1.1.
inférieur à 10 m dans 1.3.

Le battement de la nappe

Etant entendu que la partie la plus importante de la réalimentation de la nappe est liée aux mouvements du lit du Logone, le niveau du toit de cette même nappe est d'autant plus stable que l'on s'éloigne de celui-ci.

Des fluctuations de 4 m ont été mesurées en bordure des axes d'alimentation (Logone, El Beid). A quelques kilomètres du fleuve, elles atteignaient seulement 1 m.

Les débits

Ils varient de 1 à plus de 20 m³/h avec les moyennes de :

- 9,8 m³/h dans 1.1.
- 5,4 m³/h dans 1.2.
- 8,8 m³/h dans 1.3.

Les débits spécifiques varient de 1 m³/h à 6 m³/h par mètre de rabattement. Dans le domaine du Logone-Tchad, la probabilité d'obtenir un forage de débit au moins égal à 1 m³/h est comprise entre 60 et 92 p.100.

Elle est plus forte dans 1.3. et plus faible dans 1.2.

Caractéristiques chimiques des eaux

Les eaux du domaine Logone-Tchad sont de type carbonaté calcique. Le résidu sec varie de 50 mg/l à 900 mg/l. La minéralisation augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne des axes d'alimentation que constituent les fleuves, les rivières et le lac de Fianga.

Conclusion

Le domaine Logone-Tchad contient une nappe généralisée aux caractéristiques hydrodynamiques et hydrochimiques homogènes, dont les ressources sont importantes.

Son exploitation intensive peut être envisagée, les abords des axes d'alimentation matérialisés par le réseau hydrographique constitueraient les zones les plus prometteuses.

Le domaine de piémont ou zone de transition (UGM 2)

Ce domaine correspond à une plaine sédimentaire formée par l'accumulation de produits arrachés aux monts Mandara sous l'action de l'intense érosion fluvio-torrentielle. Il se subdivise classiquement en trois sous-unités géomorphologiques correspondant elles-mêmes à trois unités hydrogéologiques.

Ce sont :

- la plaine de Mora (2.1.)
- la plaine du Nord Diamaré (2.2.)
- la plaine de Kar-Hay (2.3.).

Sur le plan hydrogéologique le domaine de piémont est caractérisé par une **nappe non généralisée : la nappe de sous-écoulement**.

La **profondeur** moyenne des ouvrages est de l'ordre de 41,04 + 11,31 m pour un effectif de 168 forages.

Le **débit moyen** est de 4,45 + 5,38 m³/h pour un effectif de 168 forages.

Cette zone mixte, située entre la région montagneuse du socle (aux forages relativement plus profonds) et la plaine tchadienne, apparaît comme une bande de terrain dans laquelle les forages présentent, sans aucune loi précise, le comportement soit de la zone montagneuse, soit de la plaine tchadienne. Une des grandes caractéristiques de cette région de transition réside dans l'étendue de la fourchette entre les profondeurs des divers forages. Ceci explique l'importance de l'écart type (11,31) obtenu dans le calcul de la profondeur moyenne des ouvrages.

Les débits

Le calcul du débit moyen a été réalisé sur 168 échantillons variant de 0,1 m³/h à 20 m³/h. Dans cette série où les valeurs extrêmes prédominent, la moyenne des débits se présente comme une plage entre 4,45 - 5,38 m³/h et 4,45 + 5,38 m³/h d'où l'intervalle important contre 0,93 et 9,83 m³/h.

La probabilité d'obtenir un forage de débit au moins égal à 400 l/h varie donc de 80 à 100 p.100.

Conclusion

Le domaine de piémont est donc caractéristique d'une zone mixte où l'on passe successivement d'une zone de type socle à une zone sédimentaire *stricto sensu* et d'une nappe non généralisée de sous-écoulement (en bordure des monts Mandara) à une nappe généralisée.

Les ressources en eaux souterraines du domaine de piémont restent relativement élevées par rapport à celles des zones de socle. Leur exploitation intensive peut être envisagée. Les zones les plus favorables restent les abords des cours d'eau qui descendent des monts Mandara. Elles peuvent atteindre 3 km de part et d'autre des rivières.

Les formations crétacées (UGM 5)

Sur le plan hydrogéologique, le bassin sédimentaire de la Bénoué constitue l'entité la plus importante de cette unité géomorphologique (**UGM 5**). L'ensemble de ce bassin ne renferme qu'une seule nappe d'eau souterraine, que ce soit dans les grès de Garoua (**5.2.**), les grès de la Bénoué (**5.1.**) ou les alluvions quaternaires qui les recouvrent.

Les meilleurs réservoirs sont représentés par les faciès gréseux grossiers et conglomératiques ainsi que par les lentilles de sable franc incluses dans les alluvions fluviales.

L'alimentation de la nappe se fait directement à partir de l'infiltration des eaux de pluie sur l'impluvium. Du fait de ce mode d'alimentation, on retrouve la morphologie classique d'une nappe dont la surface est "gauche" dans le même sens que la surface topographique.

La perméabilité des différents niveaux captés oscille entre 10^{-4} et 10^{-5} m/sec.

La **profondeur des ouvrages** varie entre :

— 20 et 80 m (moyenne 45,75 m) au niveau de 5.2.,

— 15 et 100 m (moyenne 50,66 m) au niveau de 5.1.

Cette profondeur dépasse les 100 m à 5.3. où un certain artésianisme a été mis en évidence.

Les **débits** s'échelonnent entre 0 et 20 m³/h avec des moyennes de :

— 5.5 m³/h à 5.2.,

— 3.5 m³/h à 5.1. et 5.3.

Les débits spécifiques varient de 0,2 à 18 m³/h/m à 5.2. et de 0,1 à 5 m³/h/m à 5.1. et 5.3.

Les chances de réaliser un forage débitant au moins 0,7 m³/h sont de l'ordre de 84,4 p.100 à 5.2. et de 79,8 p.100 à 5.1.

La **qualité chimique** de l'eau est assez homogène dans les formations crétacées. Les eaux extraites des grès sont en général légèrement basiques (pH moyen de 6,75 au mois d'août et de 7.4 au mois de février). La minéralisation est inférieure à 250 mg/l.

Les eaux issues des alluvions sont, elles, sensiblement plus chargées en sels dissous. Dans les deux cas, elles sont le plus souvent carbonatées calciques et leur teneur en silice colloïdale est relativement constante (40 à 70 mg/l).

BIBLIOGRAPHIE

1. **ARLAB** - Septembre 1986. Rapport final 1ère phase Programme d'Urgence d'Hydraulique Villageoise.
2. **BISCALDI (R.)** - Février 1970. Hydrogéologie de la nappe phréatique du Logone-Chari-Tchad. Rapport de fin de mission (1967-1969). BRGM. 70 YAO 003.
3. **DETAY (M.)** - 1987. Thèse de Doctorat ès sciences Université de Nice.
4. **Géohydraulique** - Projet FSAR II. Rapport de fin de campagne 1989/90 (juillet 1990)
5. **PES** - Rapports des Campagnes de Forages.
6. **TILLEDIENT (B.)** - 1990. Hydrogéologie du Nord-Cameroun. Bulletin n°6 de la Direction.
7. **WAKUTI ing. (C.)** - Février 1968. Etudes hydrogéologiques du Nord-Cameroun. Contrat et/284.