



REPUBLIQUE TOGOLAISE
Travail – Liberté – Patrie

MINISTERE DE L'EAU

**DIRECTION GENERALE DE L'EAU
ET DE L'ASSAINISSEMENT**

ETUDE DE FAISABILITE DES FORAGES MANUELS AU TOGO

**IDENTIFICATION DES ZONES POTENTIELLEMENT
FAVORABLES**

PRACTICA
FOUNDATION


EnterpriseWorks/VITA
A Division of  RELIEF INTERNATIONAL

unicef 

**Etude réalisée avec la coordination de la
direction Générale de l'hydraulique et de
l'assainissement du Togo**

Realise par
-Dr Gnandi Kissao (Lome universite)
-Fabio Fussi (Consultant unicef)
-Fredrik Asplund (unicef Togo)

**Valide à Lomé le 1 octobre 2009 par
DGEA**

**Reproduction autorise si la source est
mentionnée**

1	INTRODUCTION	5
1.1	Identifier le potentiel pour les forages manuel au Togo	6
2	CARACTERISTIQUES PHYSIQUES GENERALES DU TOGO	9
2.1	Contexte	9
2.2	Topographie	9
2.3	Situation climatique et environnementale	11
3	GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE DU TOGO	15
3.1	Géologie	15
3.2	Hydrogéologie	16
3.3	Ressources en eau souterraine du bassin sédimentaire côtier	22
4	DISTRIBUTION DE LA POPULATION ET COUVERTURE EN EAU POTABLE	23
4.1	Situation démographique actuelle	23
4.2	Desserte en Eau Potable	25
4.3	Ressources d'eau utilisées	27
5	EXISTENCE, DISTRIBUTION ET CARACTERISTIQUES DES PUIITS TRADITIONNELS ET FORAGES MANUELS AU TOGO	31
5.1	Puits traditionnelle	31
5.2	Les forages manuel	31
6	METHODOLOGIE D'IDENTIFICATION DES ZONES FAVORABLES AUX FORAGES MANUELS AU TOGO	33
6.1	L'aptitude géologique et morphologique	33
6.2	Description Générale des différentes zones géomorphologiques du pays	33
6.3	Classification selon l'aptitude géologique	37
6.4	Classification selon l'aptitude morphologique	42
6.5	Analyse du contexte structural	46
6.6	Analyse intégrée des aptitudes géologiques et morphologiques	48
7	RESULTATS DE L'INTERPRETATION	51
7.1	Pourcentage et expansion des zones favorables au Togo	51
7.2	Classification par région administrative en ordre de faisabilité favorable au forage manuel	54
8	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	57
9	LISTE DES REFERENCES	58

FIGURE 1	L'ACCES A UNE SOURCE AMELIOREE D'EAU EN ZONE RURALE, SOURCE: JMP 2008.....	5
FIGURE 2	CARTE DES TOGO SOURCE: RAPPORT OMD 2007	10
FIGURE 3	TAUX DE DESSERTE POTENTIELLE AU NIVEAU RURALE ET TREND NECESSAIRE POUR ATTENDRE LE OMD SOURCE : DGEA, 2009	26
FIGURE 4	ÉVALUATION DE LA DESSERTE REELLE ET POTENTIELLE PAR REGION EN MILIEU RURAL ET SEMI URBAIN DATA SOURCE DGEA, ADAPTEE POUR ETUDE DE FAISABILITE DES FORAGES MANUELS AU TOGO, 2009	27
FIGURE 5	DISTRIBUTION DES PUIITS TRADITIONNELS AU TOGO SOURCE: IRE, DGEA, 2007.....	32
FIGURE 6	CARTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE DU TOGO SOURCE : ETUDE DE FAISABILITE DES FORAGES MANUELS AU TOGO, 2009.....	39
FIGURE 7	CARTE DES APTITUDES GEOLOGIQUE ET HYDRO GEOLOGIQUE DES FORMATIONS DU TOGO SOURCE: ETUDE DE FAISABILITE DES FORAGES MANUELS AU TOGO, 2009	41
FIGURE 8	ZONES GEOMORPHOLOGIQUES AU TOGO. ETUDE DE FAISABILITE DES FORAGES MANUELS AU TOGO, BASEE SUR LES DONNEES SRTM, 2009	43
FIGURE 9	APTITUDE MORPHOLOGIQUE SOURCE: ETUDE DE FAISABILITE DES FORAGES MANUELS AU TOGO, 2009	45
FIGURE 10	CARTE STRUCTURALE SIMPLIFIEE SOURCE: MINISTERE DE MINES (1986), ADAPTEE POUR ETUDE DE FAISABILITE DES FORAGES MANUELS AU TOGO, 2009	47
FIGURE 11	CLASSIFICATION FINAL SOURCE: ETUDE DE FAISABILITE DES FORAGES MANUELS AU TOGO, 2009.....	53
TABLEAU 1	CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES GENERALES DES FORMATIONS DU SOCLE PAR REGION SOURCE : MOTT McDONALD ET AL. 1993 (ADAPTE)	17
TABLEAU 2	RESSOURCES TOTALES DES PRINCIPALES FORMATIONS GEOLOGIQUES DE SOCLE AU TOGO (M3/KM2) SOURCE : LABORATOIRE CENTRAL D'HYDRAULIQUE DE FRANCE (LCHF) – STRATEGIE D'AMENAGEMENT DES EAUX (JUN 1982).....	18
TABLEAU 3	CARACTERISTIQUES GENERALES DES FORMATIONS AQUIFERES DU BASSIN SEDIMENTAIRE COTIER OBSERVATION : R RESISTIVITE (OHM.CM) - RS RESIDU SEC (MG/L) - SOURCE : MOTT McDONALD ET AL., 1993	21
TABLEAU 4	ESTIMATION DES RESSOURCES TECHNIQUEMENT EXPLOITABLES DES AQUIFERES DU BASSIN SOURCE : ETUDE DCTD/PNUD TOG/70/511.....	22
TABLEAU 5	EVOLUTION DE LA POPULATION SOURCE : MISSION OMD-AEPA	24
TABLEAU 6	DESSERTE POTENTIELLE EN EAU POTABLE DE LA POPULATION TOGOLAISE (2009) SOURCE: DGEA 2009	26
TABLEAU 7	REPARTITION DES POINTS D'EAU MODERNES REALISES AU TOGO SOURCE : BURGEAP 1999 (IN RAPPORT UNICEF 1995 ET INFORMATIONS DES DRHE).....	28
TABLEAU 8	NOMBRE ET CAPACITES DES BARRAGES ET RETENUES D'EAU EXISTANT AU TOGO	29
TABLEAU 9	LA CLASSIFICATION D'APTITUDE POUR CHAQUE FORMATION GEOLOGIQUE. SOURCE: ETUDE DE FAISABILITE DES FORAGES MANUELS AU TOGO, 2009	42
TABLEAU 10	IDENTIFICATION DES CLASSES D'APTITUDE GLOBALE DANS LA PLAINE MARITIME ET PLAINE DU NORD SOURCE:ETUDE DE FAISABILITE DES FORAGES MANUELS AU TOGO, 2009.....	49
TABLEAU 11	APTITUDE GEOLOGIQUE ET APTITUDE MORPHOLOGIQUE SOURCE:ETUDE DE FAISABILITE DES FORAGES MANUELS AU TOGO, 2009	49
TABLEAU 12	POURCENTAGE DU TERRITOIRE DANS LES DIFFERENTES CLASSES D'APTITUDE, PAR REGION. SOURCE:ETUDE DE FAISABILITE DES FORAGES MANUELS AU TOGO, 2009	51
TABLEAU 13	ZONE D'EXPANSION (KM ²) DU TERRITOIRE DANS LES DIFFERENTES CLASSES D'APTITUDE, PAR REGION. SOURCE:ETUDE DE FAISABILITE DES FORAGES MANUELS AU TOGO, 2009.....	51

1 INTRODUCTION

L'amélioration de l'approvisionnement en eau potable (AEP) des populations constitue un enjeu très important pour le Togo dans le cadre de la lutte contre la pauvreté et l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement. Le rapport JMP 2008 sur les progrès enregistrés dans la réalisation des OMD fait état de la hausse du taux de couverture en eau de 49 à 59 % entre 1990 et 2006 pour l'ensemble de la population. Il faut souligner qu'en milieu rural, ce taux est passé de moins que le total de 10% d'augmentation, de 36 à 40 %. Le Togo se doit, pour atteindre les OMD, de réaliser une couverture totale en eau de 75%.

3,8 millions de personnes, soit 59% de la population Togolaise population, vivent en milieu rural. Les disparités en matière de couverture dans les zones rurales et urbaines sont énormes. 60% de la population rurale n'a pas accès à des sources d'eau améliorées comparativement à 14% en milieu urbain¹. Les mêmes données révèlent que 86% des populations non-desservies vivent en milieu rural. Pour atteindre les OMD en matière de couverture en eau, il va falloir desservir plus de 2,3 millions de personnes entre 2006 et 2015. Sur ces 2,3 millions de personnes, 1,2 millions

vivent en milieu rural. Cette situation nécessite un changement radical de la tendance actuelle et la mise en œuvre de stratégie efficace pour satisfaire les besoins d'approvisionnement en eau de la population togolaise.

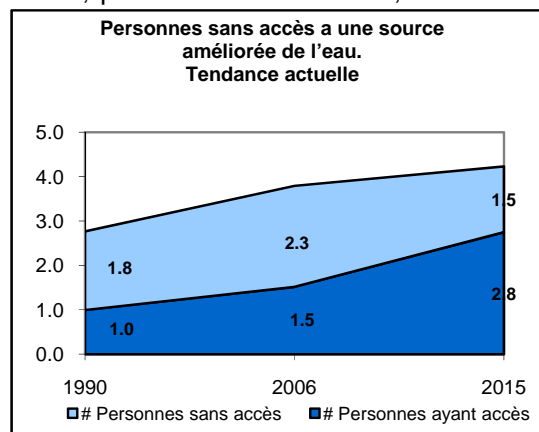


Figure 1 L'accès à une source améliorée d'eau en zone rurale, Source: JMP 2008

Malheureusement, depuis la fin des années 90, l'intervention des bailleurs de fonds internationaux et de la Direction Générale de l'Eau et de l'Assainissement (DGEA) dans le secteur de l'eau au Togo a été considérablement réduite. Depuis 2007, les bailleurs de fonds effectuent leur retour dans le pays. Mais les coûts de réalisation des points d'eau restent élevés; un puits foré de profondeur moyenne (50-200 m) équipé d'une pompe à main est d'environ 8,3 millions FCFA (18 800 USD)². Le coût élevé de réalisation de ces ouvrages est dû à plusieurs facteurs dont l'insuffisance de plates-formes de forage et le manque de concurrence. Aussi les coûts des pièces de rechanges, des pompes et boyaux restent élevés. A tout cela s'ajoute le manque d'infrastructures adéquates notamment les routes et les ponts qui rendent plus difficiles l'accès aux sites pour la réalisation des forages, même en saison sèche.

Avec les prix actuels, ni les communautés locales, ni le Gouvernement, ni même les bailleurs de fonds ne peuvent satisfaire la demande sans cesse croissante en eau potable, particulièrement pour les petites communautés et les communautés rurales éloignées. Il est donc évident que les progrès réalisés par le Togo sont insuffisants pour atteindre les OMD en matière d'eau d'ici 2015.

¹ Programme commun de suivi de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement. UNICEF, New York et OMS, Genève, 2008. Togo data Pp 51

² Direction Générale de l'eau et de l'assainissement, Togo, 2009

Aujourd'hui, la nécessité d'un nombre accru d'alternatives est évidente. Cela se vérifie beaucoup plus pour les petites communautés qui ne seront pas prises en compte dans l'exécution de forages par des machines pour des raisons de rentabilité et de « priorisation » de ressources. Le principal problème à résoudre reste les faibles capacités du secteur privé local à fournir des services complémentaires professionnels pour la réalisation de points d'eau peu coûteux afin de répondre à la demande sans cesse croissante des bailleurs de fonds, gouvernements, communautés et individus.

La réalisation de forages manuels à moindres coûts a montré son efficacité en Afrique (Niger, Tchad, Senegal, Madagascar). Elle s'est révélée être un moyen efficace pour accroître la disponibilité de l'eau potable. La réalisation de forages manuels présente plusieurs avantages:

- Option de rentabilité: 4 à 10 fois moins chère qu'une fontaine de la même profondeur réalisée avec une machine. Ils se révèlent donc être véritablement adéquats pour les petites communautés rurales et les communautés éloignées dans lesquelles les autres options ne sont pas réalisables pour des raisons économiques.
- L'accès aux sites éloignés des routes bitumées avec du matériel de travail « léger » pour la réalisation de forage manuel est plus facile que l'accès avec les grandes plateformes pour la réalisation de forages
- Les outils sont fabriqués localement rendant ainsi les marchés locaux dynamiques;
- Le démarrage des activités pour une nouvelle entreprise nécessite un investissement initial inférieur à 3 000 USD
- Les forages manuels créent des emplois par la collaboration avec les entreprises locales plutôt qu'étrangères ;
- Les forages manuels peuvent être utilisés à la fois pour l'irrigation et pour l'eau potable
- Permet de gagner du temps comparativement aux puits modernes cuvelés en béton avec margelle

1.1 Identifier le potentiel pour les forages manuel au Togo

Pour aider le Togo dans ces efforts d'atteinte des objectifs de développement, la DGEA a, avec l'appui de IUNICEF, lancé cette année ce projet dénommé « Etude de faisabilité des forages manuels au Togo ; Identification des zones potentiellement favorables. ». Son objectif est d'avoir une vision générale des potentialités du pays pour la mise en œuvre des techniques de perforation manuelle à bas coût comme technique complémentaire pour les communautés rurales.

Les données indispensables à la réalisation de ces objectifs sont :

- La situation des ressources en eau potable (points d'eau modernes et traditionnels),
- Le contexte hydrogéologique : identification des aquifères existantes
- Le contexte géologique : identification de formations favorables
- La topographie et limites administratives
- La population : distribution et activité.

Avec l'appui du Gouvernement (Direction Générale de l'Eau et de l'Assainissement), des personnes ressources ont été identifiées pour appuyer le processus d'analyse et d'interprétation afin d'identifier les zones dans lesquelles les techniques de forage manuel peuvent être réalisées au Togo. Il faudrait dès lors s'assurer de la consistance et de l'efficacité de l'interprétation théorique et de sa conformité avec les aspects observés sur le terrain et la perception des principaux décideurs impliqués dans l'approvisionnement en eau dans le pays.

La première démarche consiste à réaliser une cartographie de la faisabilité de cette approche au Togo

Pour cartographier les zones favorables il faut mettre en place une base de données géographique bien organisée afin de procéder à une analyse des informations par un système SIG (Système d'Information Géographique). Dans le cadre de ce projet, le consultant a pour tâche de collecter les informations qui doivent alimenter la base de données géographique. Un groupe de travail local mis sur pied a travaillé en collaboration avec un groupe de consultant international de l'Unicef basé aux Etats Unis.

Le présent document présente les résultats obtenus avec une description générale de la méthodologie utilisée pour définir les différentes zones favorables aux forages manuels en tenant compte des facteurs géologiques, hydrogéologiques, des ressources en eau et de la répartition de la population.

La combinaison de toutes les cartes indique clairement les régions du Togo qui disposent du plus grand potentiel pour bénéficier des techniques complémentaires du forage manuel pour assurer une eau potable aux populations et progresser vers l'atteinte des OMD.

2 CARACTERISTIQUES PHYSIQUES GENERALES DU TOGO

2.1 Contexte

Le Togo est situé entre les latitudes 6°06' et 11°08' Nord et les longitudes 0°09 Ouest et 1°49 Est. Il a pour voisins immédiats: la République du Bénin à l'Est, la République du Ghana à l'Ouest et la République du Burkina Faso au Nord. Au Sud, il s'ouvre sur l'océan Atlantique dans le golfe du Bénin lui-même inscrit dans le golfe de Guinée sur la côte ouest-africaine.

Le pays couvre une superficie de 56.600 km² et sa population est à ce jour estimée à 6 millions d'habitants. Les principales villes sont : Lomé, la capitale (environ 1.200.000 habitants), Dapaong, Kara, Atakpamé et Sokodé (environ 100.000 habitants chacune).

2.2 Topographie

Le Togo présente une grande diversité de formes de relief liées à sa constitution géologique. Ces formes sont bien individualisées, généralement peu élevées mais relativement contrastées. Le trait le plus remarquable du relief du Togo est la chaîne des Monts du Togo, prolongement de la chaîne de l'Atakora, qui traverse le centre du pays, depuis le Bénin au nord-est jusqu'au Ghana au sud-ouest. De part et d'autre de cet axe central, l'altitude diminue progressivement vers le nord et vers le sud, ménageant des plateaux, des vallées et des plaines intermédiaires.

Du point de vue orographique, on distingue successivement du nord au sud du pays:

- l'extrême nord-ouest, une pénéplaine formée des roches cristallines rattachées au craton Ouest-africain d'altitude comprise entre 200 et 400 m ;
- La région des plateaux gréseux de Dapaong et de Bombouaka où les différences lithologiques ont permis, grâce à l'érosion différentielle, de dégager un relief de cuestas dont les rebords culminent à 500 m ;
- La plaine de l'Oti d'une altitude moyenne de 100 m où les terrains tendres dominent et sont surmontés par des épandages sableux et des niveaux cuirassés ;
- La chaîne des Monts du Togo orientée NE-SO qui prend le pays en écharpe sur près de 350 km de long, depuis le nord de Niamtougou jusqu'à la hauteur de Kpalimé, où est situé le point culminant (Mont Agou, 986 m). Relativement étroite (20 km en moyenne), cette chaîne a une altitude comprise entre 400 et 800 m, avec une largeur maximum de 60 km à la latitude d'Atakpamé. Les vallées, relativement profondes (200 à 400 m), sont de véritables gorges qui individualisent une série de plateaux: Malfakassa, Adélé, Akebou, Akposso, Danyi et Kloto. Le versant occidental de la chaîne présente vers le nord une multitude de collines schistoquartzitiques (zone dite des collines), tandis que le rebord oriental présente un tracé plus ou moins rectiligne surplombant vers le sud la plaine bénino-togolaise de plusieurs centaines de mètres ;
- La pénéplaine granito-gneissique, caractérisée par un modelé de croupes surbaissées, dominée à l'est par des inselbergs et à l'ouest par un alignement NE-SO de collines isolées formées essentiellement de roches basiques (monts Meliando, Haïto et Agou) ;

- Le plateau de « terre de barre » (du portugais « barro », argile) que domine la péninsule granito-gneissique par des talus d'une trentaine de mètres matérialisant la limite socle-bassin sédimentaire côtier. Ce plateau est pris en écharpe par la dépression de la Lama, orientée NE – SO ;

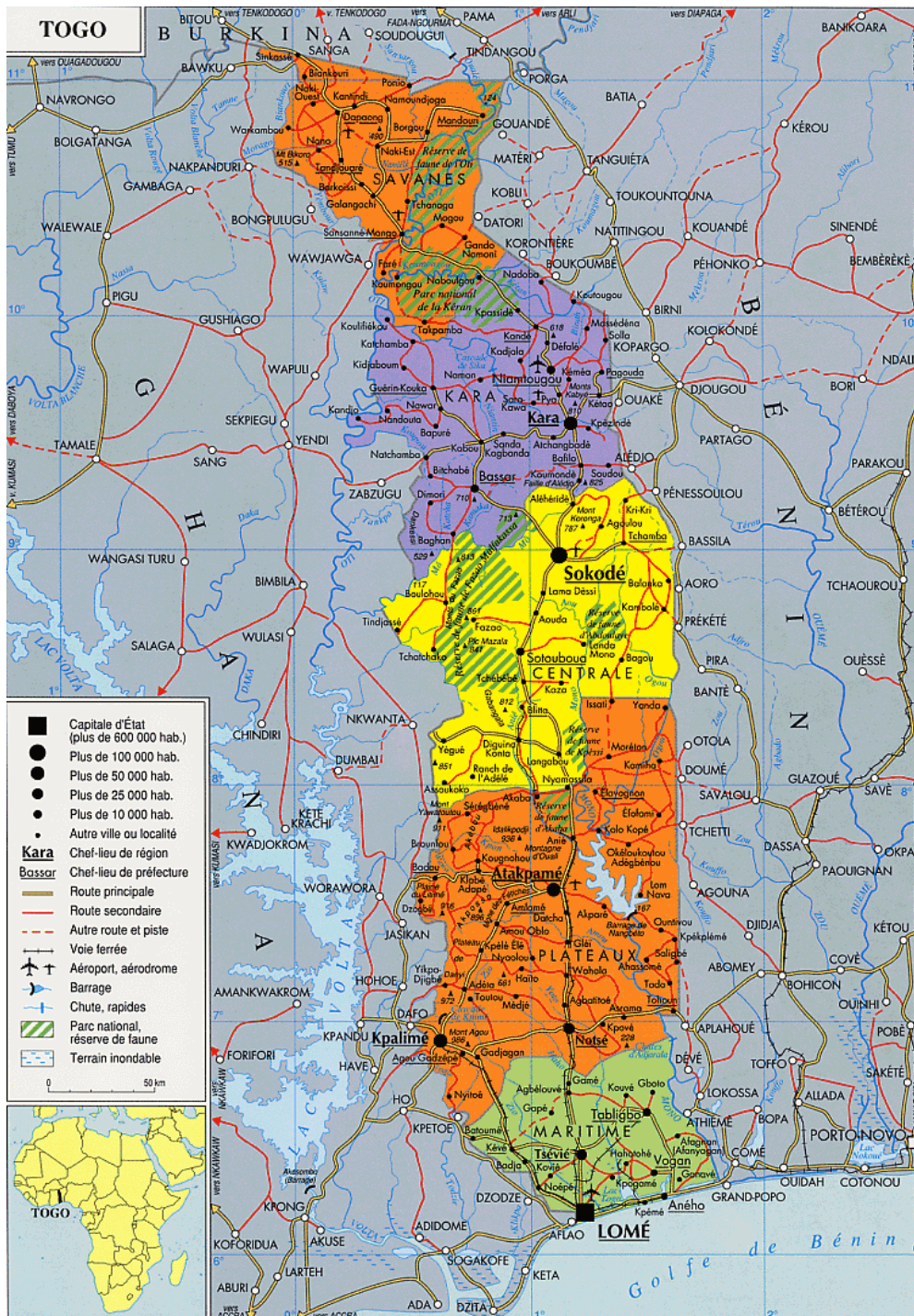


Figure 2 Carte des Togo Source: Rapport OMD 2007

La zone littorale et lagunaire qui s'étire d'est en ouest sur une cinquantaine de kilomètres avec une largeur de 1 à 3 km. Le système lagunaire est formé de la lagune de Lomé et du lac Togo recevant les rivières côtières du Zio et du Haho. Le cordon

littoral est soumis depuis une trentaine d'années à une érosion marine très intense, entraînant un recul du rivage alarmant.

2.3 Situation climatique et environnementale

2.3.1 Climat

Du point de vue climatique, le Togo n'est qu'une petite partie de l'Afrique de l'Ouest (moins de 1 %), vaste ensemble qui s'étend sur près de 3500 km d'ouest en est et environ 2300 km du nord au sud. Ce vaste ensemble est soumis à la double influence du vent sec (l'harmattan) et de la mousson. L'harmattan est une masse d'air tropicale continentale chaude et sèche qui vient de l'est ou du nord-est en provenance du Sahara. La mousson est une masse d'air équatoriale maritime, originaire de l'anticyclone de Sainte Hélène. C'est une masse d'air relativement froide, humide et instable.

Précipitations

Le contact de ces deux masses d'air constitue le front intertropical, qui se déplace annuellement du nord au sud et du sud au nord, et engendre au Togo deux régimes climatiques contrastés:

- Un régime « baoulo - guinéen » au sud du 8ème parallèle, caractérisé par une pluviométrie annuelle de 800 à 1500 mm répartie en deux saisons des pluies, la grande saison des pluies allant de mars à mi juillet et la petite saison des pluies de septembre à novembre. La saison sèche est centrée sur les mois de décembre et janvier seulement ;
- Un régime « soudano - guinéen » au nord du 8ème parallèle, plus contrasté, avec une pluviométrie annuelle de 1000 à 1500 mm et une seule saison sèche dont la sévérité augmente vers le nord. L'unique saison pluvieuse s'étale entre les mois de mai et octobre, ou novembre.

Sur les reliefs, le climat, plus franchement guinéen, est caractérisé par des saisons moins contrastées, une pluviométrie annuelle de 1500 à 2000 mm et une humidité en permanence plus élevée.

Température

Les températures moyennes interannuelles varient relativement peu du nord au sud (entre 22° et 28°C). Les températures les plus basses sont observées en altitude dans la zone montagneuse du pays. Les différences sont plus marquées à l'échelle mensuelle. On observe en effet deux maxima nets, en avril – mai et en octobre – novembre. Le maximum d'octobre - novembre s'estompe sensiblement vers le sud lorsqu'on se rapproche de la côte.

L'amplitude thermique annuelle décroît du nord au sud. Les maxima absolus dans le nord sont élevés, parfois plus de 42°C, et les minima absolus y sont bas (inférieur à 10°C, en période d'Harmattan). Les minima moyens sont relativement bas en montagne où ils peuvent descendre sous les 18°C en certains endroits.

On observe une tendance à la hausse des températures tout au long de l'année entre 1991 et 2000.

Evaporation

Sur la base de données antérieure à 1990, l'évaporation sur bac Colorado varie de moins de 1000 mm par an sur les montagnes du sud-ouest à plus de 2400mm dans le nord-est. Exceptée la partie la plus élevée du pays, les évaporations annuelles sont fortes comparées à la pluie annuelle. A l'échelle mensuelle, on observe des variations assez peu marquées dans le centre et le sud mais beaucoup plus importantes dans le nord où l'évaporation mensuelle varie dans le rapport de 1 à plus de 3 au cours de l'année. Ces variations importantes sont liées à celles des températures et à celles de l'humidité de l'air.

Evapotranspiration

L'évapotranspiration est moins forte que l'évaporation sur bac Colorado, mais les variations mensuelles sont semblables. A l'échelle annuelle, l'ETP varie entre 1500 mm dans la zone montagneuse du sud-ouest à près de 2000 mm dans le nord.

Déficit hydrique

Les bilans positifs entre pluies mensuelles et ETP sont partout faibles, spécialement sur la zone côtière. A Lomé par exemple, seul le mois de juin présente un bilan positif.

Humidité relative

Au nord, l'humidité relative est très faible en décembre, janvier et février. En pleine saison des pluies, elle atteint des valeurs élevées, maximales en juillet et surtout en août et septembre. Au sud, au voisinage de la zone côtière, l'humidité relative varie assez peu et se maintient à un taux élevé (médiane toujours supérieure à 60 % à Togoville par exemple). En montagne, les taux sont généralement élevés mais peuvent décroître le jour assez sensiblement, et ceci d'autant plus qu'on s'éloigne vers le nord.

2.3.2 Environnement

Dégradation de la couverture végétale

On assiste à une dégradation avancée de la couverture végétale résultant de la pression démographique, des méthodes culturales (cultures extensives entraînant l'abattage d'arbres, le défrichement, etc.), de l'extension des cultures de rente, des feux de brousse, de la demande en produits ligneux et surtout en charbon de bois, des troubles sociopolitiques des années 1990 qui ont entraîné l'occupation des zones protégées. Cette dégradation est accentuée par les perturbations climatiques enregistrées ces dernières années (irrégularité des pluies, arrivée tardive, fin précoce, etc.). La dégradation de la couverture végétale entraîne une diminution de l'infiltration de l'eau et de la recharge des aquifères et accroît le ruissellement, ce qui a tendance à rendre les inondations plus fréquentes.

Dégradation et appauvrissement des sols

Près de la moitié des terres arables du pays sont peu fertiles et facilement lessivables. L'appauvrissement des sols est dû à la surexploitation des terres, au surpâturage, à la pression démographique, à l'utilisation irrationnelle d'engrais chimiques et de pesticides, à de mauvaises pratiques agricoles, etc. La forte dégradation et l'appauvrissement des sols se traduisent notamment par une baisse de la productivité agricole, une accentuation de la désertification, une réduction de l'infiltration, une augmentation du ruissellement avec transport de sédiments dans les cours d'eau et les plans d'eau entraînant leur envasement.

Dégradations diverses

On assiste à une dégradation des zones protégées, une perte de la diversité biologique, une dégradation de la qualité de l'eau résultant de la pollution industrielle et de la divagation des animaux et de leur abreuvement dans le lit des cours d'eau et les plans d'eau, un appauvrissement en ressources halieutiques, une eutrophisation des plans d'eau, une prolifération de végétaux flottants.

3 GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE DU TOGO

3.1 Géologie

La plus grande partie du Togo (94 % du territoire) est occupée par des roches anciennes dites « Formations du socle » ; le reste du pays est occupé par le bassin sédimentaire côtier. Du nord au sud, les grandes unités géologiques rencontrées sont les suivantes.

3.1.1 La zone Nord-Dapaong

Elle comprend les formations cristallines diversifiées de la bordure orientale du craton Ouest-Africain. En comparaison avec les formations de même type largement répandues au Burkina Faso, elles sont considérées d'âge archéen (ou anté-Birrimien) à Protérozoïque supérieur (Précambrien C ou Birrimien). On y rencontre des gneiss, migmatites, amphibolites, granites et granodiorites.

3.1.2 Les formations sédimentaires septentrionales

Elles sont représentées par les formations sédimentaires primaires, non métamorphiques, de la partie togolaise du bassin des Volta (bassin de l'Oti). Ces formations sont discordantes sur le socle Birrimien et se subdivisent en deux super groupes litho stratigraphiques séparés par une discordance de ravinement:

- le super groupe infra tillitique à dominante gréseuse avec des intercalations de pélites et de silices, faiblement monoclinal vers le sud-est et limité par une grande ligne de falaises orientée vers le nord ;
- le super groupe supra tillitique présentant à la base le complexe de la « Triade » formé de bas en haut d'une tillite, de carbonates et de silicites, surmonté par les shales de Mango avec des intercalations de grès qui constituent une zone légèrement déprimée occupée par le bassin de l'Oti. Ces formations sont également monoclinales vers le sud-est et se plissent progressivement vers l'est.

3.1.3 La chaîne des Dahomeyides

Elle couvre plus de 70 % du territoire et s'étend entre les deux bassins sédimentaires du pays. Elle peut être divisée en deux zones.

Au nord, la zone externe de la chaîne des Dahomeyides (Unité structurale de l'Atacora)

- un ensemble sédimentaire d'axe nord-est/sud-ouest à dominante de shales à métamorphisme faible à anchizonal qui constitue la zone de transition entre le bassin des Volta et la chaîne des Monts du Togo ; cet ensemble représente une partie de l'unité structurale du Buem (schistes et quartzites) ;
- l'unité structurale de l'Atacora formée de l'ensemble des schistes de Kanté qui, avec les formations jaspoïdes et les grès quartzitiques, constituent la zone des collines frontales ;
- les formations épi métamorphiques fortement plissées et tectonisées à dominante de micaschistes et de quartzites atacoriens ;

- le domaine anatectique de Kpalimé-Amlamé (granitoïdes calco-alcalins, migmatites et gneiss).

Au sud, la zone interne de la chaîne des Dahomeyides

Cette zone est formée par:

- le complexe basique de l'axe Kabyé–Sotouboua-Agou caractérisé par l'association de roches métamorphiques du socle (série orthogneisso-amphibolique) et de roches de couverture (quartzites, micaschistes) ainsi que par l'abondance des massifs basiques à ultrabasiques. Cette zone, bien développée depuis le Mont Agou jusqu'à Atakpamé, paraît, après Atakpamé, se diviser en deux branches, l'une dirigée vers le nord-ouest en direction de Sotouboua et l'autre s'infléchissant vers le nord vers le massif du Kabyé.
- l'unité structurale de la plaine bénino-togolaise, plus ou moins diversifiée, avec des granitoïdes, des migmatites, des séries gneissiques, des roches méta sédimentaires, des orthogneiss et des roches basiques et ultrabasiques.

3.1.4 Le bassin sédimentaire côtier

Le bassin sédimentaire côtier occupe l'extrémité méridionale du territoire togolais et couvre une superficie d'environ 3300 km² formant une bande d'environ 40 km de largeur. La couverture géologique de surface de ce bassin est représentée essentiellement par la formation détritique du Continental Terminal, elle-même partiellement recouverte d'une formation alluvionnaire fluviale qui se développe vers l'aval à la hauteur d'un ensemble de lacs, marais et mangroves.

La série marine du Crétacé-Tertiaire sous-jacente n'est, à quelques exceptions près, jamais affleurante. Elle recèle d'importantes ressources en eau.

3.2 Hydrogéologie

Les eaux souterraines disponibles au Togo sont emmagasinées dans trois grandes formations aquifères:

- le socle granitique, gneissique, micaschisteux,
- le sédimentaire ancien de l'Oti constitué d'argiles, argilites et grès,
- le bassin sédimentaire côtier.

Les données qui suivent sont fondées sur des études datant de plus de 20 ans. Certains paramètres, notamment la piézométrie et la qualité de l'eau ont évolué depuis, mais les données n'ont pas été mises à jour.

3.2.1 Les aquifères du socle

Les principales formations hydrogéologiques du socle sont celles des grandes unités de la bordure orientale du craton Ouest-Africain (zone nord Dapaong), du bassin des Volta et de la chaîne des Dahomeyides.

Les formations du socle renferment deux types d'aquifère:

- Aquifère lié à la fissuration: Le socle sain ne renferme pas d'aquifère continu en raison de l'absence de porosité d'interstices; l'eau circule et est emmagasinée dans les fissures. La fréquence de la fracturation varie selon la nature de la

roche, sa position structurale et son litage. Les roches les plus dures sont généralement les plus fracturées; les roches schisteuses, plus déformables, le sont moins. La fonction d'emmagasinement d'un massif fissuré est faible en raison de la faible porosité utile réduite à 1 à 3 % soit 1000 à 2000 m³/km²/mètre d'aquifère saturé. Dans les fractures, l'eau est généralement en charge sous la couverture altérée.

- Aquifère lié à l'altération L'altération des roches se développe le long des fissures et vers la surface; les produits de l'altération sont inégalement répartis ; ils forment des milieux poreux recelant des aquifères limités en volume. Ces aquifères sont ceux qui sont les plus exploités par les puits de grands diamètre. La perméabilité des altérites est généralement faible et de l'ordre de 1 à 9.10⁻⁷ m/s. La porosité est estimée entre 2 et 5 % selon la nature de la roche mère. L'épaisseur moyenne des altérites varie de 3 à 15 m.

Les caractéristiques hydrogéologiques des formations du socle sont résumées dans le tableau 1, et la tableau 2 reproduit les ressources totales des principales formations géologiques de socle du Togo.

Tableau 1 Caractéristiques hydrogéologiques générales des formations du socle par région
Source : Mott McDonald et al. 1993 (adapté)

<i>Description</i>	<i>Unité</i>	<i>Nord Dapaong</i>	<i>Savanes N du 10^e Par.</i>	<i>Kara et Centrale 10^e-8^e Parallèles</i>		<i>Plateaux Sud du 8^e Par.</i>
Lithologie		Migmatites, gneiss, etc.	Grès, shales, etc.	Grès, shales, etc.	Micaschistes, amphibolites	Gneiss, granites, etc.
Débit moyen	m ³ /h	5	1 à 10	9 à 10	4	0,4 à 5
Profondeur des forages équipés	m	42	50 à 100	35 à 45	47	47
Niveau statique	m	-	-	8 à 12	6	4 à 11
Charge hydraulique	m	-	-	-	-	30 à 40
Epaisseur de l'altération	m	-	-	15 à 25	21	16 à 35
Première venue d'eau	m	-	-	30 à 36	36	30 à 50
Pourcentage de succès	-	~ 90 %	10 à 90 %	50 à 90 %	~ 60 %	40 à 90 %
Intérêt hydrogéologique	-	Bon	Variable	Variable	Moyen	Variable
Qualité de l'eau	-	Excellente	Variable	-	-	Variable

Tableau 2 Ressources totales des principales formations géologiques de socle au Togo (m3/km2)
Source : Laboratoire Central d'Hydraulique de France (LCHF) – Stratégie d'Aménagement des Eaux (Juin 1982)

<i>Aquifères</i>	<i>Aquifères de fissures</i>		<i>Aquifères d'altération</i>			<i>Ressources Totales (A) + (B)</i>
	<i>Porosité (%)</i>	<i>Ressource (A)</i>	<i>Porosité (%)</i>	<i>Épaisseur saturée (m)</i>	<i>Ressource (B)</i>	
Granite de Dapaong	2	80 000	5	2 à 8	100 à 400 000	180 à 480 000
Grès de Dapaong	2	80 000	4	1 à 5	40 à 200 000	120 à 280 000
Grès de Bombouaka	1	40 000	3	0 à 3	0 à 90 000	40 à 130 000
Silexite d'Oti			2	-	-	-
Grès d'Oti	1	40 000		0	0	40 000
Argilite d'Oti				Faible	0 à 40 000	40 à 80 000
Argilite-Schiste Buem	1,5	60 000	3	13	390 000	450 000
Grès-Quartzite Buem			2	5	100 000	160 000
Schiste-Grès Kandé	2	80 000	2	1 à 7	20 à 140 000	100 à 220 000
Atacorien quartzitique	1,5 à 2,0	60 000 à 80 000	3	5 à 10	150 à 300 000	210 à 360 000
Orthogneiss basique	2	80 000	4	0 à 5	0 à 200 000	80 à 280 000
Orthogneiss acide et Gneiss à deux micas	1,5 à 2,0	60 000 à 80 000	3	0 à 6	0 à 180 000	60 à 260 000
Migmatite acide et basique	2	80 000	2	0 à 7	0 à 140 000	80 à 220 000
Granite Est du Mono et de Kpalimé	2 à 2,5	80 000 à 100 000	5	0 à 7	0 à 350 000	80 à 450 000

3.2.2 Aquifères des formations sédimentaires du Bassin de l'Oti

Les argilites

Les argilites présentent une altération de 3 à 5 m d'épaisseur. La porosité de cette altération est de l'ordre de 2 %. La fissuration de la roche saine est faible, sa porosité est évaluée à environ 1 ‰. Les ouvrages présentent un débit moyen de 1 m³/heure pour une profondeur moyenne de 80 m. Le taux d'échec y est élevé (86 % des forages).

Les grès de Gando

Ils présentent 6 à 9 m d'altération argilo-sableuse. La fissuration de ces grès est médiocre. La porosité de fissure est évaluée à 1 ‰ environ. Dans ces formations, les ouvrages peuvent présenter un débit moyen de l'ordre de 5 m³/heure pour une profondeur moyenne de 50 m.

3.2.3 Aquifères des formations sédimentaires méridionales

Le bassin sédimentaire côtier du Togo fait partie du vaste bassin sédimentaire côtier qui s'étend de la Côte d'Ivoire au Nigéria. Du point de vue morphologique, la région occupée par ce bassin se présente comme un plateau peu élevé (30 à 150 m) divisé par les vallées des principaux cours d'eau. La partie centrale déprimée constitue la dépression de Lama allongée d'est en ouest. La zone déprimée en bordure de l'océan est occupée par un système lagunaire. La largeur du bassin croît d'ouest (30 km à la frontière du Ghana) en est (60 km à la frontière du Bénin).

Dans la zone côtière, les terrains sédimentaires recouvrant le socle précambrien comprennent essentiellement des sables, grès, argiles et calcaire du Crétacé supérieur (Maestrichtien), Paléocène et Eocène avec une épaisseur qui va en augmentant du nord au sud. Ces formations marines sont recouvertes par des dépôts sablo-argileux d'origine continentale ou lagunaire qui constituent le Continental Terminal. En bordure de mer se sont accumulés des sables dunaires superficiels.

Aquifère Quaternaire

Situé le long du littoral, sur une largeur de 2 à 1 km, le réservoir des sables dunaires est constitué de sables et graviers en général peu argileux. En équilibre de densité sur les eaux salées marines, la nappe d'eau douce est fragile et n'est exploitée que dans sa partie superficielle. Elle est vulnérable et généralement polluée bactériologiquement.

Aquifère du Continental Terminal

C'est l'aquifère le mieux connu en raison de son accessibilité et du grand nombre de puits et de forages qui l'exploitent. Il se présente sous la forme d'une série de nappes libres comprenant des sables plus ou moins argileux, des argiles et des intercalations de graviers. Les épaisseurs mouillées sont comprises entre 10 et 50 m et la profondeur du niveau statique varie de 10 à 40 m.

Deux bandes allongées renferment les aquifères les plus exploitables: (i) l'une au nord, parallèlement au contact sédimentaire-socle, suivant un axe Tsévié – Tchekpo - Tabligbo, (ii) l'autre au sud, parallèlement au littoral suivant une ligne Ségbé – Djagblé - Lac Togo - Vogain (sud) - Anfoin – Aklakou.

Aquifère de l'Eo-Paléocène

L'Eocène, qui est souvent confondu avec le Paléocène, n'est connu que dans la moitié méridionale du bassin avec des calcaires phosphatés au sud-ouest et au centre du bassin (15 à 20 m d'épaisseur à Lomé, quelques mètres à Agouvé). La base des calcaires phosphatés se situe entre -30 m vers l'ouest et -93 m au nord de Lomé. En raison de leur compacité et de la présence des marnes, les calcaires de l'Eocène ne sont pas considérés comme aquifères.

L'exploitation de l'aquifère Eo-Paléocène est axée sur les calcaires blancs zoogènes du Paléocène associés en général avec des sables. L'ensemble aquifère est localisé à la base d'une série argileuse stérile. Des bancs de calcaire ou de sable aquifère de faible épaisseur (quelques mètres) peuvent localement s'intercaler au sein du complexe argilo-marneux sus-jacent.

Le Paléocène aquifère est absent au nord d'une ligne de fractures Noépé – Yobo, Kovéto – Tabligbo - Sika Kondji. Au sud de cette ligne, il est sub affleurant dans la dépression de Lama. Il est connu et exploité au sud-ouest de la dépression. Il a été recoupé par quelques forages profonds à Attitogon, Afagnagan, Sevagan, où la base des calcaires est respectivement à 143 m, 240 m et 120 m de profondeur et l'épaisseur de la couche aquifère de 25 à 33 m. Le Paléocène s'approfondit le long du littoral (250 m à Lomé). Cet aquifère peut donc représenter une cible potentielle au niveau de la dépression de Lama et en bordure sud de cette dernière.

Les forages récents, réalisés durant les années 2006, 2007 et 2008, à Lomé ont révélé que l'aquifère du Paléocène reste accessible dans la basse ville (comprise entre la lagune et le littoral) et y recèle des ressources en eau relativement abondantes. Les études à venir devront préciser les potentialités réelles de l'aquifère ainsi que ses paramètres hydrodynamiques.

Les caractéristiques du Paléocène aquifère de la région de Lomé sont les suivantes:

Nature de l'aquifère – calcaires blancs coquilliers fissurés surmontant des sables fins;

- Epaisseur de l'aquifère de 15 à 30 m ;
- Profondeur des forages de 50 m à plus de 250 m ;
- Transmissivité de 5.10^{-3} m²/s en moyenne ($2,5.10^{-5}$ à $1,7.10^{-2}$ m²/s), elle chute à l'est du Zio ;
- Coefficient d'emménagement de $1,5.10^{-4}$ à 6.10^{-5} (aquifère semi-captif) ;
- Débits de 60 à 100 m³/h (150 m³/h pour un rabattement de 17 m au nord d'Agouvé) ;
- Le niveau de l'eau varie entre 10 m (Agouvé) à plus de 50 m.

Aquifère du Maestrichtien

Situé au-dessus du socle, le Crétacé supérieur (Maestrichtien) est représenté par une alternance de niveaux sableux plus ou moins épais et de couches argileuses ou sablo - argileuses. Les niveaux sableux, les plus productifs, se situent souvent à plus de 50 m de profondeur au nord. Plus au sud, on les trouve à plus de 200 m dans la région d'Agouéve (ouest) et à 400 m environ à Afagnagan (est). L'aquifère est morcelé par des failles longitudinales et transversales.

Les caractéristiques lithologiques de la formation aquifère varient du nord au sud. On distingue:

- une bande comprise entre le socle et un axe Noepe-Tsevie-Ahepe-Kouve où le Crétacé est essentiellement marneux et argileux ;
- une bande médiane où les niveaux sableux sont plus fréquents mais leur épaisseur variable ;
- une bande méridionale, jusqu'au littoral, où l'on assiste à une disparition progressive des sables ; les faciès argileux et sablo -argileux sont alors prédominants.

Les sables du Crétacé supérieur sont le siège d'une nappe captive non artésienne couvrant une superficie d'environ 850 km² dans la partie nord du bassin côtier entre la frontière du Ghana et le Mono.

Les meilleures caractéristiques de cette nappe se rencontrent vers la frontière du Bénin, à l'est de Tabligbo, là où l'épaisseur des sables atteint près de 25 m et les débits d'exploitation sont de 100 m³/h pour un rabattement inférieur à 20 m.

3.2.4 Synthèse hydrogéologiques

Les caractéristiques hydrogéologiques des formations du bassin sédimentaire côtier sont résumées dans le tableau suivant.

Tableau 3Caractéristiques générales des formations aquifères du bassin sédimentaire côtier
Observation : R résistivité (Ohm.cm) - RS résidu sec (mg/l) - Source : Mott McDonald et al., 1993

<i>Aquifère</i>	<i>Localisation</i>	<i>Piézométrie</i>	<i>Epaisseur (m)</i>	<i>Transmissivité (m²/s)</i>	<i>Emmagasinement (%)</i>	<i>Chimie</i>
Quaternaire	Cordon dunaire	Libre	10 à 30	-	-	Risque élevé de contamination
Continental Terminal	<u>Secteur nord</u>	Libre	Peu épais sauf :			
	Davede-Haho		10 à 20	5.10 ⁻³	6	R = 3000 à 6000
	Tabligbo-Mono		10 à 30	4.10 ⁻³ à 10 ⁻²	5	R = 4000 à 8000
	<u>Secteur occidental</u>	Libre				
	Lomé – Agouévé	-	20 à 30	10 ⁻²	4 à 8	R = 1000 à 1500
	Pourtour Agouévé	-	10 à 20	6 à 8.10 ⁻³	3	RS = 200
	Kpogamé	-	-	6.10 ⁻³	-	-
	<u>Secteur oriental</u>	Libre	10 à 30	1,5.10 ⁻²	3 à 5	R = 1000 à 2000 (eaux agressives)
Eo-Paléocène	<u>Secteur Lomé</u>	Semi-captif				
	Nord-ouest	-	5 à 10	10 ⁻³	0,01	R = 1000
	Sud-est	-	10 à 30	10 ⁻²	0,015	RS = 500
	<u>Secteur Kpogamé</u>	Semi-captif	5 à 15	2,5.10 ⁻⁵ à 3,10 ⁻⁴		
Maestrichtien	<u>Secteur sud</u>	Semi-captif	5 à 15	1 à 6.10 ⁻³	-	R = 3000 RS = 20 à 130

3.3 Ressources en eau souterraine du bassin sédimentaire côtier

Le projet PNUD/DCTD TOG/70/511 de 1975 a évalué les ressources techniquement exploitables des différents aquifères du bassin sédimentaire côtier.

Ces ressources sont estimées entre 166 000 et 175 000 m³/jour soit 60,5 à 63,7 millions de m³/an pour l'ensemble du bassin dont 59 % pour le Continental Terminal, 1,5 % pour le Paléocène et 39,5 % pour le Maestrichtien.

Tableau 4 Estimation des ressources techniquement exploitables des aquifères du bassin Source : Etude DCTD/PNUD TOG/70/511

Aquifères	Régions	Zones	Ressources techniquement exploitables		
			10 ³ m ³ /j	10 ⁶ m ³ /an	
Continental Terminal	Septentrionale	Davédé-Haho	5 à 6	1,8 à 2,2	
		Tabligbo-Mono	14	5,1	
	Occidentale	Avouévé-Cacavelli	25	9,1	
		Orientale	Sevagan-Vogan	8	2,9
			Vogan	6,5	2,4
	Anfoin-Attitogon-Aklakou	40	14,6		
		Total Continental Terminal	98,5 à 99,5	35,9 à 36,3	
Paléocène	Occidentale	Agouévé-Aditi-Kopé	2,5 à 5	0,9 à 1,8	
Maestrichtien	Septentrionale	Bavéré-Voasso	25 à 27	9,1 à 9,9	
		Voasso-Mono	40 à 43	14,6 à 15,7	
		Total Maestrichtien	65 à 70	23,7 à 25,6	
		Total général	166 à 175	61 à 64	

4 DISTRIBUTION DE LA POPULATION ET COUVERTURE EN EAU POTABLE

4.1 Situation démographique actuelle

Le dernier recensement général de la population date de 1981, c'est-à-dire pratiquement un quart de siècle. La population totale était alors de 3 705 250 habitants. Elle était estimée à 4 970 000 habitants en 2003 avec un taux d'accroissement moyen annuel actuel de 2,4 %.

Depuis ce temps, la population est estimée sur la base de diverses enquêtes. Le Rapport de la Mission des Consultants sur les OMD du Secteur de l'Eau et de l'Assainissement a fait une analyse synthétique des enquêtes suivantes pour proposer des données démographiques cohérentes:

- *L'enquête EDS réalisée en 1996* distingue la population urbaine de la population rurale. Sur la base des projections démographiques de cette enquête, la population totale du Togo en 2007, incluant la ville de Lomé, serait de 5 337 000 personnes dont 3 181 200 personnes en milieu rural (60 %) et 2 155 800 personnes en milieu urbain (40 %).
- *L'enquête de la Direction des Études et des Statistiques Agricoles (DESA)* réalisée en 1997. Pour cette enquête, seules les données démographiques par région ont été obtenues et inscrites sur le tableau 4. Ces données excluent la population de la Commune de Lomé. En y additionnant la population de cette commune estimée à 1 050 739 personnes en 2007 (Source: Direction de la Statistique) la population totale du Togo serait alors de 5 884 339 personnes (4 833 600 + 1 050 739).
- *L'inventaire des points d'eau réalisé en 2006 et 2007 par la DGEA*. La "population recensée" qui figure au tableau correspond à la population recensée en 1997 par l'enquête DESA additionnée d'une croissance démographique annuelle de 3,02 % pour la période 1997- 2006. Cependant, il est à souligner que ces résultats ne comprennent que les populations des **milieux rural et semi-urbain** tel que définis par la politique nationale en la matière. Les populations des localités chef lieux de préfecture, les populations de la communauté urbaine de Lomé ainsi que les populations des villes desservies en eau potable par la TdE ne sont pas comptabilisées dans cet inventaire. Sous le titre général **inventaire points d'eau DGEA** on retrouve également les sous-titres "population estimée" et "population combinée". La population estimée correspond à la population évaluée par les enquêteurs lors de leur passage dans les différentes localités. Le titre "population combinée" exprime la situation suivante: les enquêteurs ont identifié sur le terrain des localités qui ne figurent pas dans le recensement DESA. La population combinée correspond alors à l'addition des populations des localités non recensées aux populations des localités recensées. (ajout d'une nouvelle localité avec sa population à liste globale des localités togolaises).

4,4 % à 6 % l'an. Lomé, la capitale, avec ses 1 194 000 habitants, regroupe à elle seule près de 24 % de la population totale du pays.

La population togolaise présente de fortes disparités régionales opposant les régions du sud aux régions du nord avec une zone de transition au centre.

Les régions du sud (Maritime et Plateaux) concentrent 64 % de la population totale et près de 80 % de la population urbaine tandis que les régions du nord (Kara et Savanes) ne détiennent que 26 % de la population du pays et sont essentiellement rurales (77 %). La région centrale est faiblement peuplée (10 %) avec une composante urbaine relativement faible (8 %).

Les grands flux migratoires vont du nord vers le sud et surtout vers les centres urbains. Cette migration est de type familial. Elle alimente surtout le secteur informel qui est devenu une composante importante de l'économie togolaise.

La répartition par âge montre une population jeune avec une proportion de 50 % de moins de 15 ans, alors que les personnes âgées de plus de 65 ans sont dans la proportion de 5,5 %. La population potentiellement en âge de travailler (15-64 ans) représente 44,5 %. La population à charge est donc relativement importante. La répartition par sexe donne une majorité de 51,3 % aux femmes. L'indice synthétique de fécondité (ISF) se situe à 5,4 enfants par femme. Il présente de fortes disparités selon les régions et selon qu'on est en milieu rural ou en milieu urbain. Il semble que cet indice ait commencé à diminuer (il était de 6,6 enfants par femme en 1990).

Le taux d'accroissement naturel est positif mais en nette diminution depuis 1990. D'après la Direction des Statistiques, le taux annuel de la croissance démographique est estimé à 2,4 %. Ce taux sera donc appliqué dans l'évaluation des populations des milieux rural et semi-urbain jusqu'aux horizons 2015 et 2020. La valeur moyenne de la croissance démographique en milieu urbain pour la période 2000 – 2015 est de 3,7 %. Il est à souligner que pour Lomé la croissance est estimée 4,19 %.

Les togolais appartiennent à une quarantaine d'ethnies qui pratiquent les religions catholique, protestante, musulmane et surtout animiste.

4.2 Desserte en Eau Potable

Le DGEA considère les dotations moyennes de 80 litre/J/hab. à Lomé, 60 litre/J/hab. dans les autres villes et 20 litre/J/hab. en milieu rural et semi-urbain, les besoins totaux en eau potable sont estimés à 73 millions de m³ par an (200 000 m³/jour).

Il en résulte que 36 % seulement des besoins en eau potable sont actuellement satisfaits à partir d'équipements modernes (27 % pour Lomé, 35 % pour les autres villes et 51 % pour le milieu semi-urbain et rural) tandis que les 64 % restants sont satisfaits soit à partir de points d'eau traditionnels non protégés, soit non satisfaits.

Le Direction Generale l'eau et de l'assainissement, indique les taux de desserte plus bas indiqués dans le tableau suivant:

Tableau 6 Desserte potentielle en eau potable de la population togolaise (2009) Source: DGEA 2009

Milieu	Population totale	Population potentielle desservie	Taux de desserte
Rural	2 561 839	771 074	30 %
Semi-urbain	1 417 441	413 685	29 %
Urbain	2 674 665	1 047 375	39 %
Desserte globale	6 653 945	2 232 134	34 %

Les graphiques suivants reproduisent les taux de desserte en milieu rural et semi-urbain.

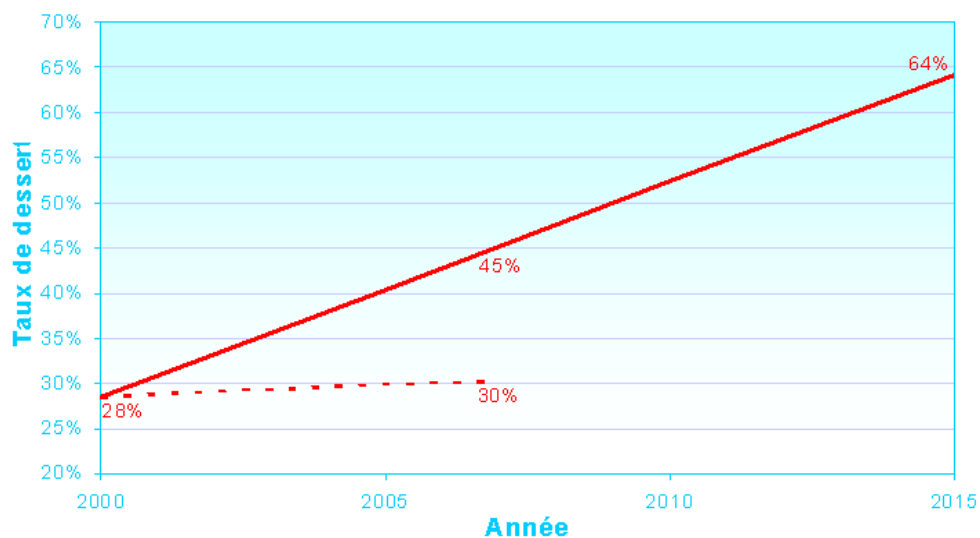


Figure 3 Taux de desserte potentielle au niveau rurale et trend nécessaire pour attendre le OMD
Source : DGEA, 2009

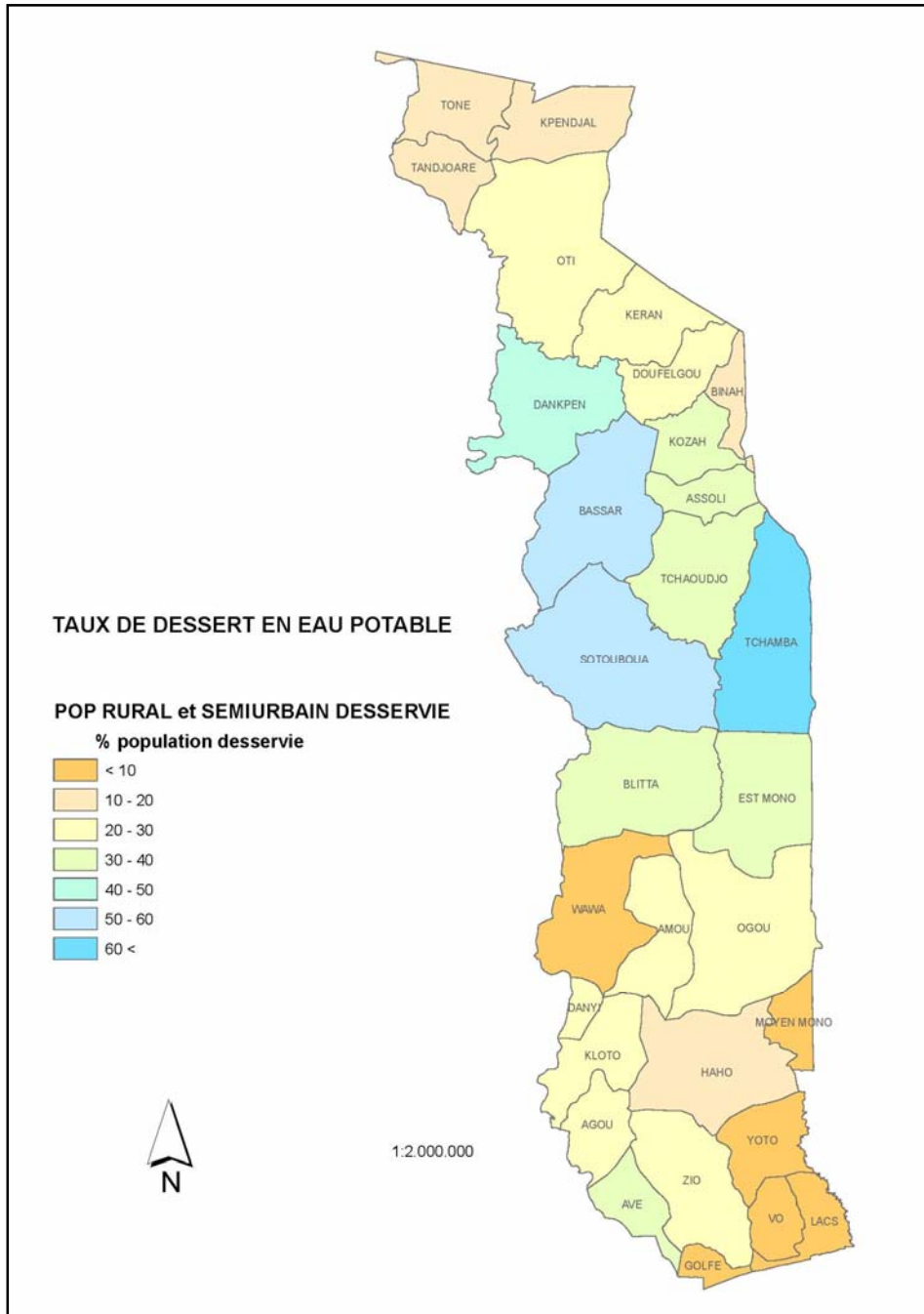


Figure 4 Évaluation de la desserte réelle et potentielle par région en milieu rural et semi urbain Data source DGEA, adaptée pour Etude de faisabilité des forages manuels au Togo, 2009

4.3 Ressources d'eau utilisées

Comme dans tous autres pays du monde, au Togo l'eau est utilisée diversement par les populations (usage domestique, usage agricole et usage industriel). Les différentes

sources d'eau sont les eaux de rivières, les eaux de source, les puits traditionnels, les forages modernes, les barrages et retenues d'eau.

4.3.1 Puits et forages

Plus récemment, en 2006 et 2007 la Direction Générale de l'Eau et de l'Assainissement (DGEA) a conduit sur l'ensemble du territoire national un inventaire exhaustif des points d'eau à usage domestique.

- Le nombre des différents types de points d'eau relevés par la mission de consultation sur l'OMD de l'AEP et de l'Assainissement à partir de l'inventaire DGEA de points d'eau, en milieu rural et semi-urbain s'établit comme suit :
- Un total de 4550 points d'eau (forages et puits) équipés de pompe à motricité humaine a été inventorié; de ce nombre, 3204 PMH (points d'eau modernes équipés de pompes à motricité humaine) étaient fonctionnels (70 %) et 1346 étaient en panne (30 %).
- Sur un total de 180 puits munis de PMH, 121 de ces ouvrages ont leur moyen d'exhaure en panne soit plus de 67 % des puits "enquêtés".
- 108 localités sont équipées d'un système d'adduction d'eau potable (6 systèmes AEP en panne) alors que 59 localités disposent d'un poste d'eau autonome dont 20 PEA (34 %) étaient en panne lors de la visite des enquêteurs.

Des considérations précédentes, on peut retenir pour l'évaluation des prélèvements domestiques en milieux rural et semi-urbain, et tel que indiqué dans le tableau suivant:

- Un total de 4550 points d'eau (forages et puits) équipés de pompe à motricité humaine,
- 1810 puits modernes, non tous équipés de pompes à motricité humaine, (au lieu des 180 équipés de pompes dans l'inventaire de la DGEA),
- 500 bornes fontaines de l'étude Burgeap, (situés dans les 108 localités équipées d'un système d'adduction d'eau potable de l'inventaire DGEA).

Tableau 7 Répartition des points d'eau modernes réalisés au Togo Source : BURGEAP 1999 (in Rapport UNICEF 1995 et informations des DRHE)

<i>Région</i>	<i>Puits modernes</i>	<i>Forages avec PMH</i>	<i>Bornes fontaines</i>	<i>Total</i>
Maritime	72	855	112	1 039
Plateaux	30	1071	361	1 462
Centrale	357	741	0	1 098
Kara	100	1103	39	1 242
Savanes	1251	780	0	2 031
Total	1 810	4 550	512	6 872

En conclusion, on estime à environ 6000 le nombre le puits et forages d'hydraulique villageoise dont environ 30 % de puits et 70 % de forages, auquel il faut ajouter environ

500 bornes fontaines sur de petits réseaux souvent gravitaires à l'aval de sources, soit un total de 6500 points d'eau modernes. On considère que ces points d'eau modernes concernent à la fois le milieu rural et le milieu semi-urbain.

Un bilan du fonctionnement et de la gestion des points d'eau modernes en milieu rural est fourni dans une étude sur l'énergie électrique et l'hydraulique rurale (DGH, 2002). Il apparaît que les trois principaux types de pompes à motricité humaine utilisées sont les pompes Vergnet, India et UPM. Sur le long terme, le taux de fonctionnement des pompes est d'environ 70 %.

4.3.2 Barrages et retenues d'eau

Les barrages et retenues d'eau recensés sur l'ensemble du territoire sont au nombre de 170. Le tableau suivant en donne la répartition par région. Ce nombre ne prend pas en compte toutes les retenues, notamment un certain nombre d'entre elles construites par les ONGs (d'autres sources font état de 126 retenues). Les ouvrages sont à usage multiple, élevage, arrosage et eau potable. Ces retenues sont, pour la plupart, dégradées, hormis quelques-unes qui ont été réhabilitées ces dernières années. Le seul grand barrage que possède le Togo est celui de Nangbéto mis en service en 1987. Il est actuellement exploité pour la production d'électricité. Un 2^{ème} barrage est programmé 57 km en aval au site d'Adjarala où un débit minimum de 40 m³/s pourrait être garanti permettant l'irrigation de 40 000 ha dont 15 000 ha environ au Togo et 25 000 ha au Bénin.

Tableau 8 Nombre et capacités des barrages et retenues d'eau existant au Togo
Source : DAER 1996

<i>Région</i>	<i>Nombre d'ouvrages</i>	<i>Capacité (Mm³)</i>
Savanes	70	8,3
Kara	66	16,5
Centrale	11	0,55
Plateaux	19	1717
Maritime	4	0,2
TOTAL	170	1743

5 EXISTENCE, DISTRIBUTION ET CARACTERISTIQUES DES PUIITS TRADITIONNELS ET FORAGES MANUELS AU TOGO

5.1 Puits traditionnelle

Les puits traditionnels sont pratiqués depuis longtemps dans le pays. Les acteurs principaux appartiennent au secteur de l'informel. Les puits sont exécutés un peu partout dans le pays quelques soient la nature géologique de la roche et le relief, même en zone de montagne on trouve les puits traditionnels. Les profondeurs des ouvrages varient de quelques mètres à des dizaines de mètres ; les puits profonds jusqu'à 100 m sont rares. La carte de distribution des puits est représentée sur la figure 4 et le tableau 7, qui montrent des disparités régionales. La région des savanes détient le record en nombre de puits à cause du fait que cette zone est sahélienne et que le problème d'eau se pose avec acuité, ce qui contraint beaucoup de gens à recourir aux puits traditionnels pour s'approvisionner en eau. Dans les plateaux il y a beaucoup d'autres sources d'eau telles que les sources de montagne et les rivières qui alimentent les populations, mais le relief n'est pas favorable aux puits traditionnels, ce qui explique le nombre faible des puits dans cette région du Togo. La région de la Kara présente aussi un nombre très limité de puits traditionnels pour les mêmes raisons de relief montagneux et aussi de densité faible de population. La région maritime présente aussi un nombre faible de distribution des puits, malgré que la zone soit sédimentaire du point de vue géologique et très favorable aux puits traditionnels et forages manuels. La raison serait les nombreux lacs et rivières utilisés par les populations, mais aussi la distribution importante des forages sur l'ensemble de la région. Néanmoins il faut signaler l'existence d'un nombre beaucoup plus important de puits surtout dans les maisons en ville et en banlieux qui n'a pas été recensé.

Les caractéristiques des puits manquent souvent (lithologie, profondeur, niveau statique, présence d'eau durant l'année), ce qui rend difficile l'interprétation.

5.2 Les forages manuel

Le forage manuel est une activité qui s'est installée tout récemment au Togo et qui n'est pas bien connue des populations, ce qui explique pourquoi la plupart des points d'eau traditionnels sont des puits à grand diamètre. Selon certaines communications verbales, cette activité s'est implantée au Togo il n'y a pas plus de 5 ans, serait venue du Ghana voisin et serait pratiquée plus dans le bassin sédimentaire côtier qu'ailleurs à cause des conditions géologiques et hydrogéologiques plus favorables. Les artisans du secteur sont aussi peu connus car n'ayant pas une adresse connue où l'on peut les chercher comme c'est le cas des sociétés de forage et aussi ils ne sont pas regroupés en association. Nous ne sommes pas en mesure de donner un chiffre concernant le nombre de forages manuels existant au Togo actuellement.

Beaucoup de ces forages manuels existants sont à motricité humaine et très peu sont construits dans de bonnes normes. Les forages manuels récents et actuels dont la construction a été financée par la coopération internationale sont souvent équipés de pompes, mais une fois celles-ci en panne, leur réparation devient difficile et ainsi dans certaines régions du pays de nombreux puits sont abandonnés.

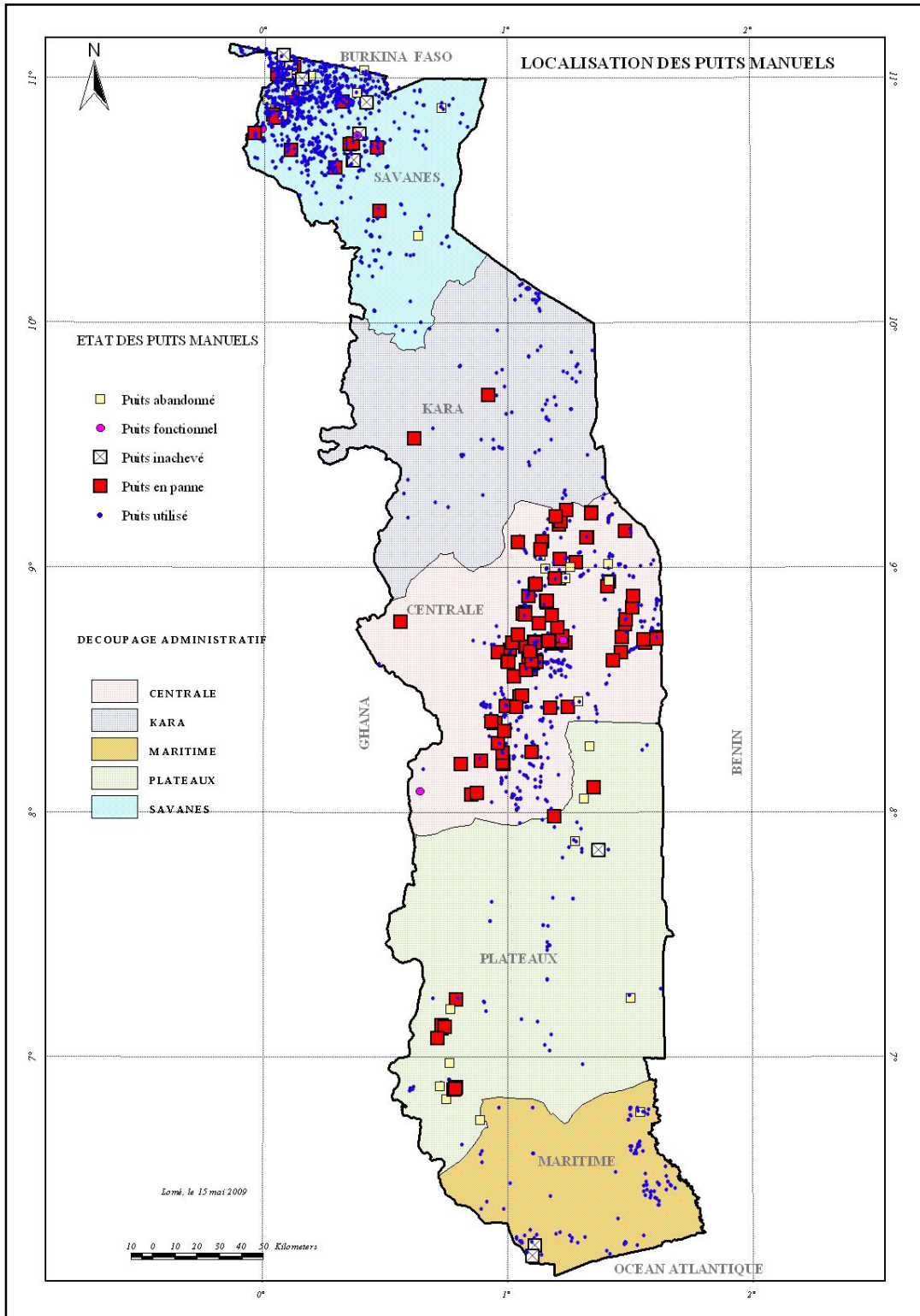


Figure 5 Distribution des puits traditionnels au Togo Source: IRE, DGEA, 2007

6 METHODOLOGIE D'IDENTIFICATION DES ZONES FAVORABLES AUX FORAGES MANUELS AU TOGO

6.1 L'aptitude géologique et morphologique

Pour l'identification de zones favorables aux forages manuels au Togo, on a considéré principalement les paramètres suivants:

- **L'aptitude géologique** aux forages manuels : Il s'agit d'identifier les formations qui présentent des caractéristiques de dureté et de perméabilité favorables à la réalisation des forages manuels. Pour les formations géologiques de socle, on considère que la formation des couches d'altération avec une épaisseur importante et une bonne perméabilité peut favoriser la formation d'aquifères superficielles aptes aussi aux forages manuels. On a aussi considéré la tectonique ou la géologie structurale, pour identifier les zones de fracturation intense qui facilitent l'altération des roches et la formation d'aquifères.
- **L'aptitude morphologique** : On a utilisé l'analyse de la morphologie pour identifier les zones où il y a possibilité de formation de couches d'altération plus épaisses, ou des dépôts alluviaux d'extension limitée. La morphologie est utilisée aussi pour estimer la profondeur du niveau statique dans les situations où il n'y a pas d'informations directes dans la base de données des points d'eau du pays.

Pour l'analyse et la description des zones favorables, on a défini des zones qui présentent des caractéristiques géomorphologiques différentes entre elles, et on a cherché à identifier les zones favorables par une analyse adaptée aux conditions de chaque zone. Ainsi, les paramètres et la méthodologie d'interprétation peuvent être différentes suivant la zone géomorphologique.

La délimitation des zones a été faite sur la base de rapport descriptif du géologue local consultant, et sur la visualisation des caractéristiques topographiques à partir du Modèle Digitale d'Elevation (SRTM) obtenu avec des données radar et disponible sur internet).

6.2 Description Générale des différentes zones géomorphologiques du pays

Le pays peut être subdivisé fondamentalement en 4 zones avec des caractéristiques géologiques et géomorphologiques différentes. Il s'agit de:

6.2.1 ZONE I - Plaine Maritime

Du point de vue morphologique, la région occupée par ce bassin se présente comme un ensemble de plateaux peu élevé (30 à 150 m) séparés entre eux par les vallées des principaux cours d'eau. La partie centrale déprimée constitue la dépression de Lama allongée d'est en ouest. La zone déprimée en bordure de l'océan est occupée par un système lagunaire. La largeur du bassin croît d'ouest (30 km à la frontière du Ghana) en est (60 km à la frontière du Bénin).

Toute la zone est couverte de roches sédimentaires en grande partie meubles de sables, de sables argileux, d'argilites, de calcaire organogènes et des alluvions. On a 5 types d'aquifères : l'aquifère du Continental terminal, l'aquifère du Paléocène, l'aquifère du Maestrichtien (Crétacé supérieur), l'aquifère des alluvions des fleuves Mono, Haho et Zio et l'aquifère des sables dunaires du cordon littoral.

La population totale est de 2 913 764 habitants soit 44,9 % de la population totale du Togo répartie sur seulement 11% de la superficie du pays. La population rurale est de 1 113 947 habitants (soit 28 %), la population urbaine s'élève à 1 799 817 habitants (soit 67 %).

Cette population est répartie dans les principales villes qui sont Lomé (la capitale), Aného, Tabligbo, Vogan et Tsévié) ainsi que dans de nombreux villages. C'est la région avec la plus forte densité de population, elle est de 312 habitants/km².

Les ressources en eau sont importantes et sont constituées essentiellement des eaux souterraines du bassin sédimentaire côtier. A cela s'ajoute les ressources en eau de surface des fleuves et lacs de la région (Mono, Haho, Zio, Lac Togo) .

L'inventaire des points d'eau indique un total de 813 points (forages) dont 505 sont en exploitation, 72 puits modernes, au moins 500 puits traditionnels.

Il y en a beaucoup de puits traditionnels distribués sur toute la zone. Officiellement il ya 86 puits traditionnels mais leur nombre peut atteindre 1000 car de nombreux puits surtout dans les concessions ne sont pas pris en compte dans les inventaires. Le forage manuel est apparu il ya près de 5 ans et se développe maintenant.

6.2.2 ZONE II - Plateau de Volta et Plaine de l'Oti

Elle correspond à la plaine de l'Oti et couvre une partie des régions des savanes et de la Kara. L'altitude moyenne de 100 m, les terrains tendres dominant et sont surmontés par des épandages sableux et des niveaux cuirassés.

Le climat en partie sahélien au nord ; vers le sud ouest il est guinéen et un peu plus pluvieux. Les pluies sont très intenses concentrées entre avril et septembre, le reste de l'année est sans précipitation. La végétation est de type savane arborescente, il y a aussi une couverture herbacée et arbustive. Une grande partie de la végétation disparaît en saison sèche.

La géologie est formée par des roches d'une partie du bassin de la Volta et celle de la zone externe de la chaîne des Dahoméyides (unité structurale du Buem et une partie de la chaîne de l'Atacora). Le bassin des Volta est représenté par le super groupe supratillitique formé de bas en haut d'une tillite, de carbonates et de silexites, surmonté par les shales de Mango avec des intercalations de grès. La partie de la chaîne de l'Atacora concernée comprend un ensemble sédimentaire à dominante de shales (schistes et quartzites) ;

Les roches sont poreuses et fracturées; l'épaisseur moyenne de la couche d'altération varie entre 15 et 25 m. Elles constituent de bons aquifères exploitées par des puits et des forages ; seulement que la région, surtout dans sa partie nord, est très peu pluvieuse et le problème d'eau se pose.

Les principales villes de la zone sont Mango, Dankpin, Kanté, Bassar, Tandjouaré, Mandouri. La population totale de la zone peut être estimée à 1 000 000 habitants, dont près de la moitié en zone urbaine. La densité de population est variable entre 30 et 100 habitants au km². Les villes et villages sont assez distants les uns des autres. Les ressources d'eau utilisées sont les eaux de surface et les eaux souterraines, les principaux cours d'eau sont l'Oti et le Koumongou ; on y dénombre aussi une cinquantaine de barrages d'eau.

Dans les régions des savanes on a 1251 puits modernes, 780 forages avec motricité humaine. Dans la région de la Kara on a 100 puits modernes, 1103 forages avec motricité humaine et 39 bornes fontaines. Dans les villages et les zones plus isolées on utilise des puits traditionnels d'une profondeur d'entre 10 et 30 m, pérennes et creusés généralement dans les roches sédimentaires (grès, schistes, shales, argilites etc) et leur manteau d'altération. Dans la partie nord de la zone II (région des savanes), on a une forte densité de distribution des puits traditionnels, ceci est dû non seulement à la précarité de la ressource mais aussi à la facilité de creuser des puits dans cette région.

6.2.3 ZONE III - Plaine Benino – Togolaise et Plaine du Nord

Elle couvre la plaine Bénino-Togolaise (voir carte géomorphologique), caractérisée par un modelé de croupes surbaissées, dominée à l'est par des inselbergs et à l'ouest par un alignement NE-SO de collines isolées formées essentiellement de roches basiques (monts Meliendou, Haïto et Agou) ; A celle là s'ajoute à l'extrême nord-ouest, la plaine du nord formée des roches cristallines rattachées au craton Ouest-africain d'altitude comprise entre 200 et 400 m

La zone est vaste et s'étend sur presque toutes les régions administratives du Togo (plateau, centrale, Kara et savane) ; donc la situation climatique est celle décrite pour l'ensemble du pays avec un régime « soudano - guinéen » au nord du 8^{ème} parallèle, plus contrasté, avec une pluviométrie annuelle de 1000 à 1500 mm et une seule saison sèche dont la sévérité augmente vers le nord. La zone à l'extrême nord ouest est plutôt de climat type sahélien. La situation environnementale est telle décrite pour l'ensemble du pays avec une dégradation anthropique du couvert végétal, des sols et du climat.

Toute la zone est formée par des roches gneissiques, granitiques et amphibolitiques très résistantes. Cette zone est traversée de grands cours d'eau tels que le Mono, le Haho, le Zio, l'Oti, le Koumongou et l'Anié. Les principales formations hydrogéologiques du socle sont celles des grandes unités de la bordure orientale du craton Ouest-Africain (zone nord Dapaong), du bassin des Volta et de la chaîne des Dahomeyides.

Les formations du socle renferment deux types d'aquifères; les aquifères liés à la fissuration et ceux liés à l'altération. L'altération des roches se développe le long des fissures et vers la surface; les produits de l'altération sont inégalement répartis ; ils forment des milieux poreux recelant des aquifères limités en volume. Ces aquifères sont ceux qui sont les plus exploités par les puits de grands diamètres. La perméabilité des altérites est généralement faible et de l'ordre de 1 à 9.10^{-7} m/s. La porosité est estimée entre 2 et 5 % selon la nature de la roche mère. L'épaisseur moyenne des altérites varie de 3 à 40 m.

La zone III est vaste et se situe à cheval entre plusieurs régions administratives du Togo, elle comprend une portion de la région des plateaux, une portion aussi des régions centrale, de la Kara et des savanes, seule la région maritime n'en fait pas

partie. Les grandes villes sont. Tchamba, Elavagnon, Tohoun, Notsè, Kévè. La population entière peut être estimée à 1 millions dont une grande partie vit en zone rurale. La densité de population varie de 30 à 65 habitants par km².

On utilise aussi bien les eaux de surface que les eaux souterraines, les principaux cours d'eau sont le Mono, l'Anié, le Haho, le Zio la Kara ; on y dénombre aussi 80 barrages d'eau.

Malgré qu'on soit en zone de socle, de nombreux forages et puits ont été réalisés pour l'approvisionnement en eau potable. On y dénombre 987 puits modernes, près de 2000 forages et 300 bornes fontaines

Dans les villages et les zones plus isolées on utilise des puits traditionnels d'une profondeur d'entre 10 et 30 m, plus ou moins pérennes et creusés généralement dans les altérites et dans les alluvions des fleuves. En moyenne on a un taux de desserte de 30 % dans la région.

6.2.4 ZONE IV – Monts Togo, Plateau de Dapaong et Bombouaka

C'est le domaine des montagnes. Elle est confondue à la chaîne de montagne ou monts Togo orientée NE-SO qui prend le pays en écharpe sur près de 350 km de long, depuis le nord de Niamtougou jusqu'à la hauteur de Kpalimé, où est situé le point culminant (Mont Agou, 986 m).. Les vallées, relativement profondes (200 à 400 m), sont de véritables gorges qui individualisent une série de plateaux: Malfakassa, Adélé, Akebou, Akposso, Danyi et Kloto. Le versant occidental de la chaîne présente vers le nord une multitude de collines schistoquartzitiques (zone dite des collines), tandis que le rebord oriental présente un tracé plus ou moins rectiligne surplombant vers le sud la plaine bénino-togolaise de plusieurs centaines de mètres. Plus au Nord on a la région des plateaux gréseux de Dapaong et de Bombouaka où les différences lithologiques ont permis, grâce à l'érosion différentielle, de dégager un relief de cuestas dont les rebords culminent à 500 m .

Du point de vue climatique cette zone s'étend sur un régime « soudano - guinéen » au nord du 8ème parallèle, plus contrasté, avec une pluviométrie annuelle de 1000 à 1500 mm et une seule saison sèche dont la sévérité augmente vers le nord. L'unique saison pluvieuse s'étale entre les mois de mai et octobre, ou novembre. Sur les reliefs, le climat, plus franchement guinéen, est caractérisé par des saisons moins contrastées, une pluviométrie annuelle de 1500 à 2000 mm et une humidité en permanence plus élevée.

Au point de vue géologique cette zone correspond à la chaîne des dahoméyides d'extension sud-ouest nord est formée de schistes, quartzites, micaschistes, gneiss, granites, migmatites, orthogneiss, amphibolites, pyroxénites etc. A cela s'ajoutent les roches sédimentaires à dominante gréseuse avec des intercalations de pélites et de silices de la formation de Bombouaka. C'est donc une zone à fort relief dominée par des montagnes et des vallées. L'hydrogéologie est caractérisée par les aquifères de socle dans les roches fissurées et les aquifères sur les couches d'altération.

En zone de montagne les épaisseurs d'altération sont faibles..

La zone IV prend aussi le pays en écharpe et traverse donc plusieurs villes et villages des différentes régions administratives. Les principales villes sont : Niamtougou, Kara, Pagouda, Bafilo, Sokodé, Atakpamé, Amlamé, Dany, Kpalime et Agou. La plupart de ces villes sont situées dans les plaines entourées de montagnes, mais certaines comme Atakpamé, Agou, Dany est située en relief. On estime entre 500.000 et un million le nombre de personnes vivant dans cette zone. La couverture en eau potable est de l'ordre de 34 % globalement.

On utilise aussi bien les eaux de surface que les eaux souterraines, les principaux cours d'eau sont des rivières de montagne; on y dénombre aussi une trentaine de barrages d'eau.

6.3 Classification selon l'aptitude géologique

6.3.1 Méthodologie d'estimation de l'aptitude géologique

La source d'information principale utilisée pour la détermination de l'aptitude géologique des différentes zones du pays est la carte géologique en format numérique obtenue à partir de la carte géologique 1 :500.000 publiée par le Ministère de Mines en 1986.

Une des premières étapes de cette analyse est la simplification de la carte géologique. Si dans la version originale il y avait 73 formations géologiques identifiées, la simplification a permis de réduire à 30 les principales formations adaptées à l'objectif de ce travail (voir la *carte géologique simplifiée*).

Pour l'estimation de l'aptitude géologique de chaque formation, on a considéré les paramètres suivants :

- la dureté de chaque formation (en relation l'aptitude au forage manuel). Pour le cas des roches dures, on tient compte des présences et des caractéristiques de la couche d'altération),
- la perméabilité des couches tendres

A partir de ces paramètres on a pu évaluer l'aptitude de chaque formation géologique (ou de sa couche d'altération) à former un aquifère exploitable par les forages manuels.

Le potentiel d'être aquifère d'une formation est ensuite modulé par la densité des points d'eau positifs et négatifs ainsi que leurs profondeurs. Malheureusement dans la base de données disponible des points d'eau du Togo (avec plus de 7500 puits et forages), il n'y a pas de données des niveaux statiques et des arrivées d'eau. C'est pour cela qu'on a utilisé les données de profondeur des forages (non pas toujours disponibles aussi) pour estimer le niveau d'eau des aquifères. La limite des techniques manuelles de perforation étant autour de 30 m, on estime alors que les forages positifs plus profonds que 40 m indiquent des niveaux d'eau des aquifères inaccessibles pour les forages manuels. Par contre, les niveaux d'eau dans les aquifères moins profonds que 40 m signalent des niveaux accessibles par forages manuels. On estime aussi que la présence des puits, signale aussi des niveaux accessibles (moins de 30 m). Ces hypothèses seront plus renforcées par la présence d'une grande densité des points d'eau.

La distribution des puits estimée à partir de la base de données peut avoir des différences avec la réalité du territoire, car beaucoup de puits ne sont pas enregistrés dans les informations officielles (par exemple, il y a une faible présence de puits enregistrés dans la zone maritime, mais possiblement dans cette zone il y a beaucoup de puits non enregistrés) On doit aussi considérer que la distribution des puits n'est

pas seulement liée à la faisabilité technique, mais aussi à la distribution de la population et la présence de sources d'eau alternatives.

C'est pour cela que dans l'interprétation, on a considéré une grande présence de puits traditionnels comme une indication de l'existence des couches tendres et potentiellement exploitables par les forages manuels. Pour autant on n'a pas automatiquement considéré les zones où le nombre de puits est très limité comme "non favorable".



Figure 6 Carte géologique simplifiée du Togo Source : Etude de faisabilité des forages manuels au Togo, 2009

6.3.2 Résultat de la classification d'aptitude géologique

Le résultat de la classification des formations géologiques et de la comparaison avec les bases de données des puits et forages est la *carte d'aptitude géologique aux forages manuels* (voir figure 7 et tableau 9). Cette carte permet d'identifier les classes d'aptitudes suivantes :

- Aptitude forte (FO): il s'agit des formations qui présentent des caractéristiques très favorables (faible dureté, perméabilité suffisante) dans toute la zone où elles peuvent être creusées avec des forages manuels,
- Aptitude forte sur altération/fracturation (FO-a) : il s'agit des formations qui présentent des conditions aptes aux forages en présence des couches d'altération (plus probables dans les zones à morphologie favorable à l'existence d'altération ou dans les zones fracturées).
- Aptitude forte avec limitation par la profondeur de l'eau (FO-prof) : il s'agit des formations qui présentent des caractéristiques lithologiques très favorables, mais l'eau est à une profondeur difficilement accessible par les forages manuels. Ce sont des formations sédimentaires du bassin côtier qui sont considérées dans cette classe d'aptitude,
- Aptitude moyenne (MO) : il s'agit des formations qui présentent des conditions de dureté et perméabilité qui sont considérées comme partiellement aptes (MO),
- Aptitude moyenne sur altération/fracturation (MO-a) : il s'agit des formations qui présentent des conditions moyennement aptes aux forages en présence des couches d'altération (plus probables dans les zones à morphologie favorable à l'existence d'altération ou dans les zones fracturées)
- Aptitude faible (FA) : il s'agit des formations qui présentent des conditions qui ne sont pas favorables au niveau de la roche mère et ne présentent en général pas aussi des couches d'altération exploitable.

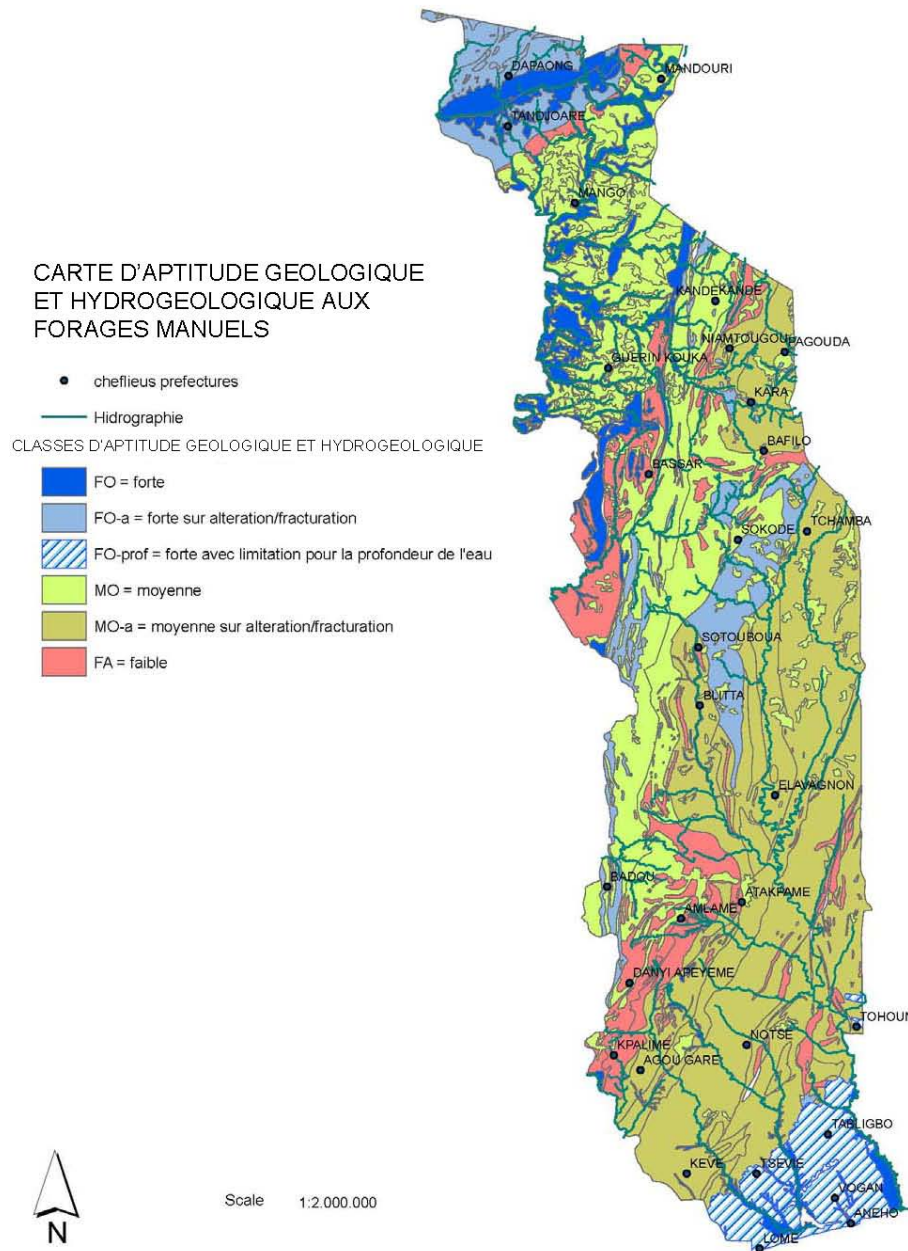


Figure 7 Carte des aptitudes géologique et hydro géologique des formations du Togo Source: Etude de faisabilité des forages manuels au Togo, 2009

Tableau 9 La classification d'aptitude pour chaque formation géologique. Source: Etude de faisabilité des forages manuels au Togo, 2009

Formations géologique (simplifiée)	Extension (km2)	Classe d'aptitude
Alluvionnaires	3482	Forte
Amphibolites de Dapaong	30	Moyenne sur alteration/fracturation
Amphibolites de la Plaine Benino-Togolaise	104	Faible
Complexe de l'Axe Kabye-Sotouboua-Agou	4849	Moyenne sur alteration/fracturation
Cuirasses	4028	Moyenne
Dolomies cristallines	110	Faible
Gneiss de la Plaine Benino-Togolaise	9966	Moyenne sur alteration/fracturation
Granite Dapaong	116	Forte sur alteration/fracturation
Granites et granodiorites de la Plaine Benino-Togolaise	1257	Faible
Granodiorites Dapaong	785	Forte sur alteration/fracturation
Gres de Bassar	687	Forte
Gres de Bombouaka	875	Forte sur alteration/fracturation
Gres de Dapaong	690	Forte
Gres de Gando	98	Forte
Gres des Collines	1070	Forte sur alteration/fracturation
Leptynites	84	Faible
Metadiorites - Metatonalites	807	Moyenne sur alteration/fracturation
Micaschistes de Atacora	4179	Moyenne
Migmatites Dapaong	377	Forte sur alteration/fracturation
Migmatites de la Plaine Benino-Togolaise	5281	Moyenne sur alteration/fracturation
Orthogneiss de Kara	2172	Forte sur alteration/fracturation
Quartzites de Atacora	2551	Faible
Schistes de Kante	4121	Moyenne
Sédimentaire du Bas Togo	2865	Forte (avec limitation pour la profondeur de l'eau et intrusion saline)
Sédiments Fosse aux Lions	493	Forte
Shales de Bassar	1639	Faible
Shales de Mango	3529	Moyenne
Silixites	391	Faible

6.4 Classification selon l'aptitude morphologique

Une grande partie du pays est formée par des unités géologiques qui ne sont pas favorables, par la nature de la roche mère, mais qui peuvent être couvertes par une importante couche d'altération exploitable par les forages manuels. L'épaisseur des couches d'altération est en relation avec les caractéristiques de la roche, mais aussi avec l'existence d'une morphologie superficielle qui facilite la présence d'eau et le dépôt des sédiments non consolidés.

Le manque ou l'insuffisance des données ne permet pas de faire un découpage de l'épaisseur des couches d'altération à partir des données directes des logs de forages (avec la procédure d'interpolation) ; il y a seulement les données pour un nombre limité de logs dans les régions centrale et plateaux du pays. De même il manque des études et des cartographies numériques qui montrent des indications sur l'altération superficielle.

Définition des limites des zones géologique-géomorphologiques :

Dans les informations cartographiques disponibles il n'y a pas une carte géologique-geomorphologique avec les délimitations des différentes zones. Pour cette raison, on a utilisé comme base cartographique une morphologie à partir du Modèle Digitale d'Elevation (SRTM) obtenue des données radar et disponibles sur internet

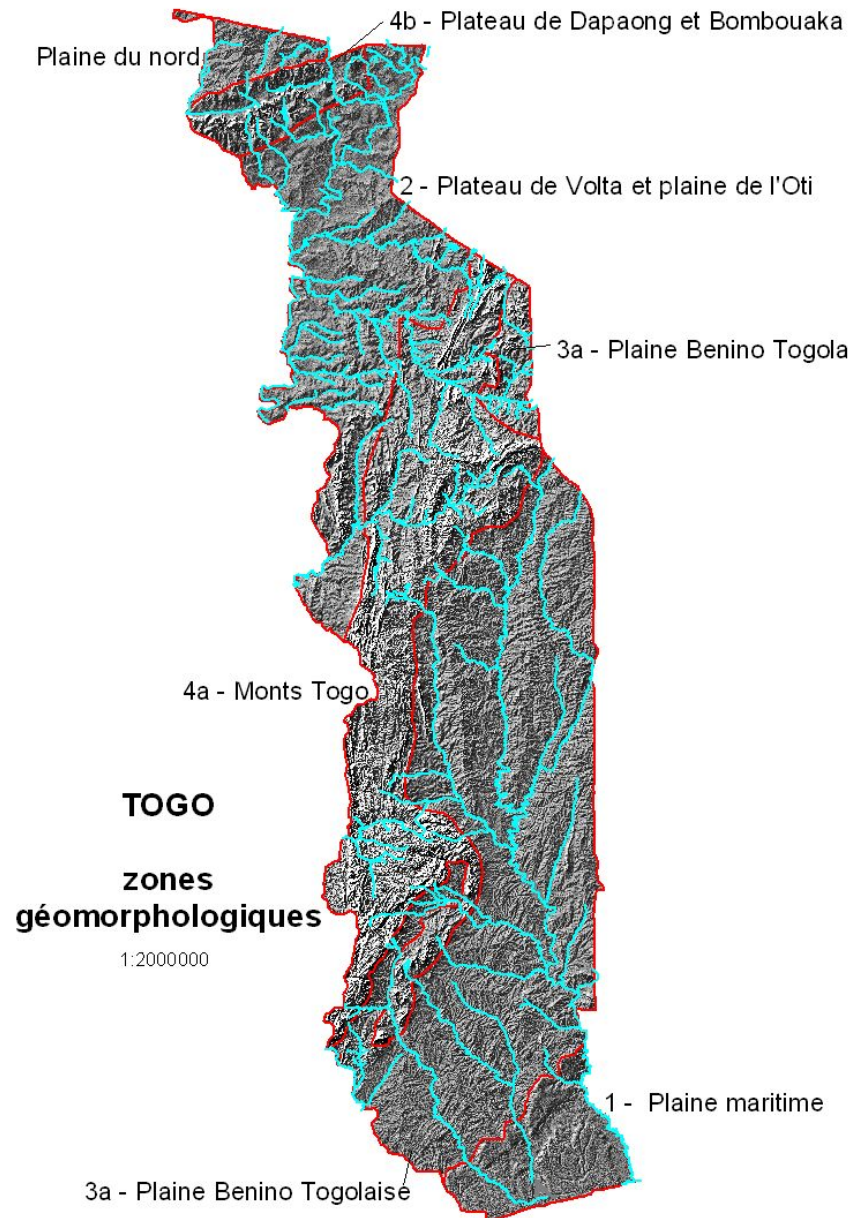


Figure 8 Zones geomorphologiques au Togo. Etude de faisabilité des forages manuels au Togo, basée sur les données SRTM, 2009

Pour ces raisons, on a utilisé une procédure automatique basée sur un algorithme (Topographic Position Index) qui, à partir du modèle d'élévation du terrain, assigne à chaque zone une classe de position topographique donnée : Les domaines topographiques identifiés sont :

- Zone de bas-fond
- Zone à faible pente
- Zone à forte pente
- Zone de relief

L'algorithme fait une comparaison entre l'élévation de chaque pixel et l'élévation des pixels proches, jusqu'à une distance qui doit être définie par le technicien du SIG.

Ici aussi, il manque des données directes qui permettent une bonne calibration de ce modèle dans cette région, et lorsque le relief très faible ne permet pas de définir avec précision les limites des zones morphologiques avec caractéristiques différentes, on a découpé le territoire en termes d'aptitude morphologique dans les catégories suivantes:

- Morphologie favorable : zone de bas-fond, avec inclination < 5 degrés,
- Morphologie moyenne favorable : zone de faible pente, avec inclination < 5 degrés,
- Morphologie non favorable : zone de relief et de forte pente

Cette classification sera prise en considération dans les zones avec une topographie ondulée ou de montagne. C'est pour cela que dans les régions de la plaine maritime et de la plaine du nord, le critère morphologique n'est pas pris en considération. Par contre, dans les autres zones morphologiques (plateau de Dapaong et Bombaka, plaine Benino-togolaise, plateau du Volta et plaine de l'Oti, Monts Togo), la position topographique et l'inclination sont considérées comme des facteurs importants pour faire une estimation de la présence de couches d'altération et de la possibilité de trouver de l'eau à une profondeur accessible.

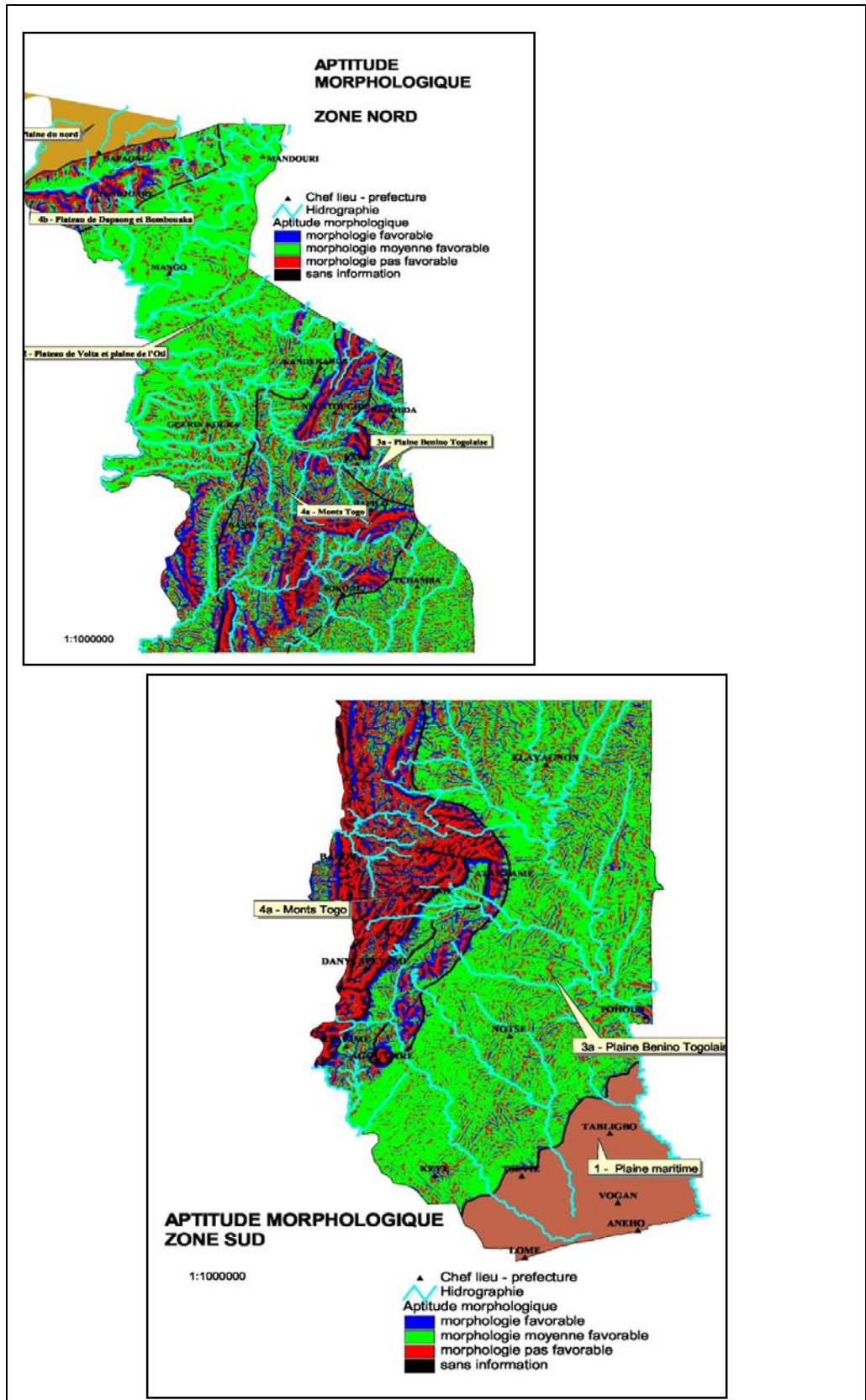


Figure 9 Aptitude morphologique Source: Etude de faisabilité des forages manuels au Togo, 2009

6.5 Analyse du contexte structural

La présence des failles et fractures facilite la formation des couches d'altération à des épaisseurs significatives, et peut par conséquent indiquer la probabilité de trouver des aquifères d'altération exploitables par les forages manuels.

Dans la carte structurale simplifiée, nous pouvons observer qu'il y a des zones avec forte densité des fractures et failles, en particulier dans la région centrale (l'ouest, correspondant aux monts de Togo), dans la partie nord de la région Plateaux et dans la partie sud de région de Kara.

La distribution des fractures n'a pas été prise en compte dans la procédure de classification automatique d'aptitude (cette procédure utilise seulement les facteurs géologiques et morphologiques). Au même moment, on doit remarquer qu'il y a des zones considérées comme favorables seulement en présence de couches d'altération qui correspondent aussi à des zones avec forte fracturation.

Tenant compte de tout cela, on peut estimer que si nous n'avons pas d'informations directes suffisantes sur la présence et l'épaisseur des couches d'altération dans cette zone (par exemple la zone nord de la Plaine Bénin-Togolaise, dans la région des Plateaux), il y a une forte probabilité que cette couche soit bien formée à cause de la densité des fracturations.

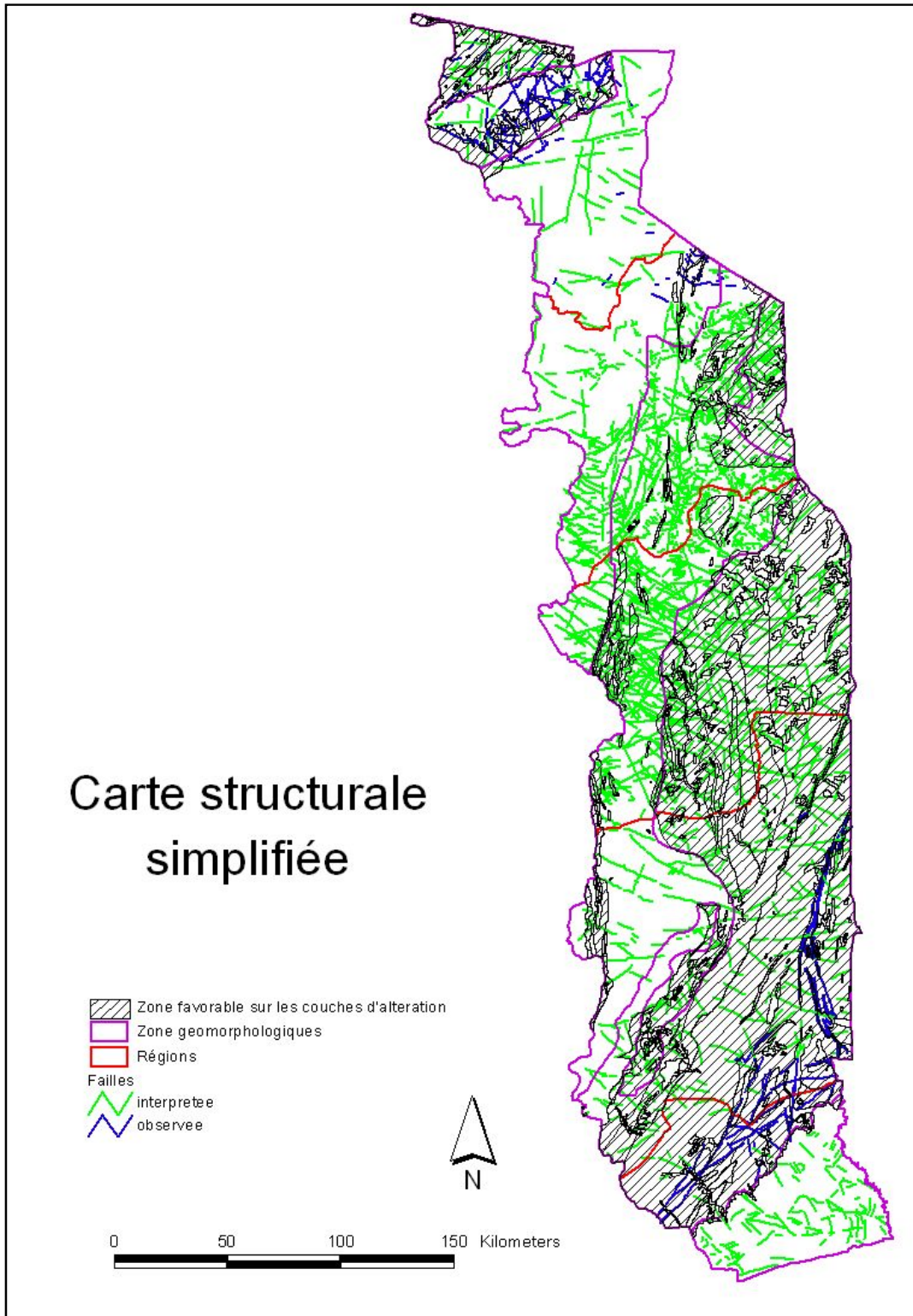


Figure 10 Carte structurale simplifiée Source: Ministère de Mines (1986), adaptee pour Etude de faisabilité des forages manuels au Togo, 2009

6.6 Analyse intégrée des aptitudes géologiques et morphologiques

Le territoire du Togo a été découpé en catégories d'aptitude géologique et morphologique suivantes:

Catégorie d'aptitude géologique:

- Forte
- Forte sur altération /fracturation
- Forte avec limitation pour la profondeur de l'eau (limitée au bassin sédimentaire de la zone maritime)
- Moyenne
- Moyenne sur altération/fracturation
- Faible

Catégorie d'aptitude morphologique:

- Morphologie favorable
- Morphologie moyennement favorable
- Morphologie pas favorable

En combinant les deux facteurs, on a défini 3 catégories d'aptitude (voir carte de classification d'aptitude globale) qui sont:

- Favorable
- Moyenne favorable
- Pas favorable

On a en plus identifié les zones où la formation géologique principale n'est pas apte mais les conditions sont favorables aux forages manuels s'il y a des couches d'altération suffisantes pour être exploitées.

Dans la zone maritime, on a aussi défini l'aptitude comme favorable, mais avec des restrictions de la profondeur de l'eau et/ou de l'intrusion saline, conditions existantes dans certains secteurs de la plaine maritime.

Dans les zones géomorphologiques de la Plaine Maritime et de la Plaine du Nord, la classification globale est basée seulement sur le critère géologique :

Tableau 10 Identification des classes d'aptitude globale dans la Plaine Maritime et Plaine du Nord
Source:Etude de faisabilité des forages manuels au Togo, 2009

CLASSE D'APTITUDE GEOLOGIQUE	APTITUDE GLOBALE
Forte	Favorable
Forte sur altération /fracturation	Favorable (sur altération)
Forte avec limitation pour la profondeur de l'eau (limitée au bassin sédimentaire de la zone maritime)	Favorable (avec limitation par la profondeur ou intrusion saline)
Moyenne	Moyenne favorable
Moyenne sur altération/fracturation	Moyenne favorable (sur altération)
Faible	Pas favorable

Dans les autres zones (Plateau de Dapaong et Bombaka, Plaine Bénino-Togolaise, Plateau du Volta et Plaine de l'Oti, Monts Togo) le critère morphologique sera pris en considération, en particulier pour l'influence de la distribution des couches d'altération. C'est pour cela que la classification d'aptitude globale sera le résultat d'une combinaison des deux facteurs, aptitude géologique et aptitude morphologique.

Tableau 11 Aptitude géologique et aptitude morphologique Source:Etude de faisabilité des forages manuels au Togo, 2009

Classes d'aptitude morphologique	Morphologie favorable	Morphologie moyenne favorable	Morphologie pas favorable
----------------------------------	-----------------------	-------------------------------	---------------------------

Classes d'aptitude géologique	Morphologie favorable	Morphologie moyenne favorable	Morphologie pas favorable
Forte	Favorable	Favorable	Favorable
Forte sur altération /fracturation	Favorable (sur altération)	Favorable (sur altération)	Pas favorable
Forte avec limitation pour la profondeur de l'eau (limitée au bassin sédimentaire de la zone maritime)	Favorable (avec limitation par la profondeur ou intrusion saline)	Favorable (avec limitation par la profondeur ou intrusion saline)	Favorable (avec limitation par la profondeur ou intrusion saline)
Moyenne	Moyenne favorable	Moyenne favorable	Pas favorable
Moyenne sur altération/fracturation	Moyenne favorable (sur altération)	Moyenne favorable (sur altération)	Pas favorable
Faible	Pas favorable	Pas favorable	Pas favorable

La classification ne donne pas grande importance à la différence entre les zones morphologiques favorables et partiellement favorables, car les différences sont très limitées (en tout cas il s'agit d'une morphologie peu ondulée, où les zones de bas-fonds ne sont pas clairement différenciées des zones de faible pente) ; en plus on a constaté que la plupart des puits ne sont pas exactement dans les zones de bas fonds, peut être parce que les conditions sont favorables pour les puits peu profonds, le risque d'inondation pousse les populations à vivre dans des zones plus éloignées. En tout cas, les zones clairement identifiées comme des reliefs ne sont pas classifiées favorables,

7 RESULTATS DE L'INTERPRETATION

7.1 Pourcentage et expansion des zones favorables au Togo

La classification du territoire togolais par la méthodologie décrite ci-dessus indique que 21% du territoire est potentiellement favorable, et que 57% a un niveau moyen d'aptitude favorable.

Tableau 12 Pourcentage du territoire dans les différentes classes d'aptitude, par région.
Source:Etude de faisabilité des forages manuels au Togo, 2009

Region	Pas classifiée	Favorable	Moyenne favorable	Pas favorable
SAVANES	1%	47%	42%	10%
KARA	5%	19%	59%	18%
CENTRALE	5%	14%	62%	19%
PLATEAUX	7%	1%	66%	26%
MARITIME	2%	53%	39%	6%
TOTAL	4%	21%	57%	18%

Tableau 13 Zone d'expansion (km²) du territoire dans les différentes classes d'aptitude, par région.
Source:Etude de faisabilité des forages manuels au Togo, 2009

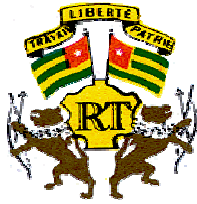
Region	Pas classifiée	Favorable	Moyenne favorable	Pas favorable	Total
SAVANES	86	4019	3592	855	8551
KARA	575	2186	6788	2071	11620
CENTRALE	673	1885	8346	2558	13461
PLATEAUX	1193	170	11247	4431	17041
MARITIME	129	3407	2507	386	6429
TOTAL	2655	11667	32479	10300	57102

Si la superficie du territoire favorable ou partiellement favorable est très élevée, on doit aussi souligner qu' une partie significative des zones favorables présentent des conditions aptes seulement en présence des couches d'altération (qui sont discontinues) et dans les zones où le niveau d'eau n'est pas profond, où il n'y a pas le risque d'intrusion saline. Ces deux facteurs de limitations existent en particulier dans la zone maritime et plateaux.

Zone favorable : C'est la zone favorite pour les forages manuels au Togo. Ici la combinaison des facteurs géologiques, géomorphologiques et hydrogéologiques indique que les chances sont très élevées pour pouvoir faire des forages manuels et trouver de l'eau.

Zone moyennement favorable : C'est la zone où on estime pouvoir trouver des conditions moyennes de faisabilité des forages manuels. On estime pouvoir trouver de l'eau par forage manuel dans les bas-fonds et les couches d'altération sur roches cristallines et sédimentaires.

Zone pas favorable : C'est la zone où la probabilité de trouver l'eau par forage manuel est très faible. Il s'agit des zones de fort relief comme les montagnes ou les conditions morphologiques ne permettent pas la formation d'une épaisse couche d'altération pouvant fonctionner comme un aquifère.



REPUBLIQUE TOGOLAISE

Travail – Liberté – Patrie

MINISTRE DE L'EAU



EnterpriseWorks/VITA
A Division of RELIEF INTERNATIONAL

PRACTICA
FOUNDATION

Classification finale

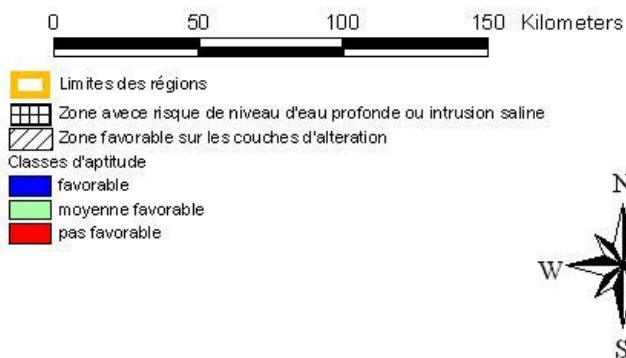


Figure 11 Classification final Source: Etude de faisabilité des forages manuels au Togo, 2009

7.2 Classification par région administrative en ordre de faisabilité favorable au forage manuel

Région des savanes : Les résultats de la classification montre que dans cette région 47% (4019 km²) du territoire reste favorables aux forages manuels, contre 42% moyennement favorables et 10 % pas favorables. La zone favorable se situe en grande partie dans la plaine du Nord, sur la couche d'altération des granites, migmatite et ... du socle et en partie sur les grès de Dapaong. La zone moyennement favorable se situe sur les roches sédimentaires de la plaine de l'Oti et les manteaux d'altération associée. La zone non favorable dans cette région est localisée sur les plateaux de grès de Bombuaka et de Dapaong. A cause du pourcentage élevé de zones favorables, cette zone reste une des zones préférentielles d'intervention pour le projet de forage manuel.

Région maritime : Cette région présente le plus fort pourcentage en zones favorables de 53 % (3407 km²) avec une restriction concernant la profondeur à laquelle il est possible de trouver de l'eau par forage manuel. Plus de 50 % de la région est couverte par les formations sédimentaires meubles du bassin côtier, qui sont faciles à la perforation et qui en plus renferment les ressources en eau les plus importantes du pays. Les 39% de zones moyennement favorables se trouvent sur les aquifères que peuvent former les couches d'altérations des roches cristallines de la plaine Bénino-Togolaise, et les 2 % non favorables sur des collines situées à l'extrême nord-ouest de la région.

A cause de ce pourcentage élevé de zones favorables, cette zone reste aussi une des zones préférentielles d'intervention pour le projet de forage manuel

Mais faut il souligner que dans cette région, les zones proches du littoral sont exposées à un risque d'intrusion d'eau marine salée surtout en saison sèche où les aquifères sont très sollicités. Pour cette raison, nous recommandons qu'avant de réaliser des forages manuels, il est important de faire des recherches préliminaires sur la qualité des eaux aux points de forage.

Région de la Kara : Les résultats de la classification indiquent que 19 % (2186 km²) du territoire restent favorables, contre 59 % moyennement favorables et 18% pas favorables. Les zones favorables sont localisées dans les bas-fonds ; les zones moyennement favorables se situent sur plaines entre les montagnes et les couches d'altération du socle (plaine bénino-Togolaise) et les zones pas favorables se rencontrent sur les montagnes. Les formations sédimentaires (argillites, shales, schistes) sur les couches d'altération des roches cristallines forment ici les couches aquifères sur lesquelles on peut pratiquer les forages manuels.

Région centrale : Ici les résultats de la classification sont presque identiques à ceux de la région de la Kara avec 14% (1885 km²) de la région favorables, 62 % moyennement favorables et 19% pas favorables. Les zones favorables sont localisées dans les bas-fonds et; les zones moyennement favorables se situent sur les plaines entre les montagnes et les manteaux d'altération du socle (plaine Bénino-Togolaise) ; et les zones pas favorables se rencontrent sur les montagnes.

Il faudrait noter aussi que dans cette région une grande superficie des zone favorables ou moyennement favorables présentent des conditions de bonne aptitude seulement dans les zones où on a une épaisse couche d'altération. Etant donné que les données sur les épaisseurs d'altération sont incomplètes, et que la morphologie est presque plane dans tout le secteur est, ce qui ne permette pas de faire une estimation précise

de la relation entre geomorphologie et altération, il es recommandé de faire des études de terrain préliminaire sur l'altération dans les zones selectionnée pour la réalisation des forages manuels

Région des plateaux : Selon le tableau de classification, on attribue à cette région 1% (170 km²) de zone favorable, 66 % de zone moyennement favorables et 26 % de zones pas favorables. Comme son nom l'indique, c'est une région montagneuse surtout dans sa partie occidentale, raison pour laquelle il y a ce faible pourcentage. La partie de cette région est occupée par les formations de la plaine Bénino-Togolaise, où la possibilité de faire des forages manuels est limitée par l'existence d'une couche d'altération importante sur roches cristallines. C'est pour cette raison qu'une analyse plus détaillée sur le terrain des épaisseurs d'altération est très importante avant de réaliser des forages manuels, comme déjà indiquée pour les zones centrale et plateau.

8 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le Projet Manual Drilling Togo nous a permis de constituer une base de données importante sur la géologie, la morphologie, l'hydrogéologie, la desserte en eau potable et la distribution des populations. Malgré quelques insuffisances dues aux manques de certaines données importantes, l'équipe de consultants a réussi, à partir des critères géologiques, géomorphologiques, hydrogéologiques et structurale, à produire une carte qui identifie les zones favorables au forage manuel au Togo. Cette carte a permis d'avoir une bonne idée sur les grandes potentialités du pays en ce qui concerne la faisabilité des forages manuels. En tout, le pays a été classé en 3 grandes zones qui sont :

- Les zones favorables : qui regroupent le bassin sédimentaire côtier, la plaine du nord et les bas-fonds distribués à travers tout le pays, soit 21 % du territoire,
- Les zones moyennement favorables : qui regroupent la plaine de l'Oti, la plaine Bénino-Togolaise et toutes les plaines situées entre les hauts reliefs du pays, soit 57 % du territoire,
- Les zones non favorables : qui regroupent les zones de montagnes et de hauts plateaux, qui font 18 % du territoire

Cette carte d'aptitude globale sera à la fois un outil de décision et de conviction pour une adhésion du gouvernement togolais au projet, et aussi pour susciter l'intérêt des bailleurs de fonds en vue d'aider le Togo à atteindre les objectifs de développement dans le secteur eau. Elle sera surtout utile pour les communautés rurales isolées et mal desservies. Bien que cette carte dessine les zones favorables, des travaux géologiques et hydrogéologiques de prospection préliminaires seront nécessaires avant l'implantation d'un forage manuel dans une région donnée. Surtout en zone de socle, les épaisseurs d'altération sur roches mères cristallines méritent des études plus détaillées.

9 LISTE DES REFERENCES

- Alimentation en eau en milieu rural. DGH/DREHV. 06/2003
- Annales Hydrologiques du Togo. ORSTOM. Ministère de l'Équipement. Division de l'Hydrologie. 1988.
- AQUASAT _ Système d'information de la FAO sur l'eau et l'agriculture Version 2005
- Arrêté n° 019/MEMEPT/DGH du 25 juin 2001 portant attribution des membres du Comité Interministériel de Pilotage de la Politique et de la Stratégie Nationale de Gestion Intégrée des Ressources en Eau.
- Atlas d'aménagement du Togo. Direction Générale de Plan et de Développement. 1982.
- Atlas des besoins et des ressources en eau. Stratégie d'aménagement des ressources en eaux du Togo. Laboratoire Central d'Hydraulique de France. 1982.
- Carte Géologique du Togo au 1/500 000. Min. de l'Équipement, des Mines et des Postes et Télécommunications. Direction Générale des Mines, de la Géologie et du Bureau National de Recherche Minières. Mémoire No.6. 1986.
- Diagnostic et analyse du secteur de l'eau au Togo. Ministère du Plan et du Développement. 1998.
- Document de la Direction de la Statistique Générale. Ministère du Plan et de l'Aménagement du Territoire. 1981.
- Document du plan national d'action de l'environnement. 1999
- Éléments d'un plan stratégique de développement du secteur de l'eau en milieu urbain. Perspectives 1996-2000.
- Étude d'une politique sectorielle de l'AEP en milieu rural. BURGEAP. Union Européenne. Juil. 1999. 07/1999
- Étude de faisabilité d'un programme d'hydraulique rurale dans la région des plateaux. DGH/BIAIS/IGA. Agence Française de Coopération. 02/2003
- Étude sur la maîtrise de l'eau : Gestion des Ressources Partagées. Stratégie Communautaire de Gestion des Ressources en Eau Partagées. Vol. 1 : Rapport de Synthèse. Vol. 2 : Manuel de Suivi-Evaluation. SIRADE (UEMOA). 11/1999
- Évaluation de la situation de l'eau et de l'assainissement au Togo. OMS/Min de la Santé. Mars 1998. Rapport provisoire.
- Évaluation Hydrologique de l'Afrique sub-saharienne. Pays de l'Afrique de l'Ouest : Rapport de pays : Togo. Mott Mc Donald International. BCEOM. SOGREAH. ORSTOM. (BM/PNUD/BAD/MFC). 01/1993
- La mise en valeur des eaux au profit de la sécurité alimentaire (Togo). FAO. 1996
- Les politiques de l'eau en Afrique: Développement agricole et participation paysanne. CONAC, G, SAVONNET GUYOT, C et F. CONAC, Actes du colloque de la Sorbonne, Ed. Economica. 1985
- Loi N° 88-14 du 3 novembre 1988 instituant Code de l'Environnement.
- Plan d'action sous-régional pour la réalisation des objectifs de développement du Millénaire et du Sommet Mondial sur le Développement Durable - Afrique Centrale. Rapport (1 vol). Portefeuille de projets prioritaires (1 vol). Conseil des Ministres Africains
- Plan national d'action pour l'environnement. Min. de l'Environnement et des Ressources Forestières. 07/2001
- Plan stratégique de développement du secteur eau potable au Togo.
- Politique de l'eau au Togo. Min. METPT / DGH. Octobre 1996.

- Politique nationale de l'environnement. Ministère de l'Environnement. 12/1998
- Présentation du Directeur de la Planification et de la Gestion des Ressources en Eau à Kpalimé Sept 2009
- Production. Exercice 2002. Régie Nationale des Eaux du Togo. Direction Technique. Sous-direction Production. 12 pp.
- Programme d'Hydraulique Villageoise du Conseil de l'Entente. Actualisation de l'étude de faisabilité de la 3ème Phase. Togo. Min. des Mines, de l'Energie et des Ressources Hydrauliques. Financement CFD. ANTEA. 11/1995.
- Programme national de lutte contre la pauvreté. 1998.
- Programme régional d'hydraulique villageoise en synergie avec l'électrification rurale décentralisée. Pré-étude de faisabilité. Etude Préliminaire. Min. de l'Equipement, des Mines, de l'Energie et des Postes et Télécommunications. Direction Générale de l'Hydraulique
- Projet de Gestion des Ressources en Eau (Projet d'Approvisionnement en Eau du Togo). Composante: Gestion des Ressources en Eau. Rapport d'Evaluation. République Togolaise. Division des Opérations Infrastructures - Eau, Urbain & Energie. Région Afrique. No
- Projet PNUD/DCTD TOG/70/511. Ressources en eaux souterraines du Togo.
- Prospection des eaux souterraines dans la zone côtière. DCTD/PNUD / Togo. 12/1975
- Rapport national sur la vision nationale de l'eau à l'horizon 2025. Draft. Togo. Direction Générale de l'Hydraulique et de l'Energie. 02/2000
- Réhabilitation et développement des périmètres irrigués au Togo. SCET Tunisie & SOTED Lomé. 1993.
- Schéma directeur d'aménagement des eaux du Togo. GERSAR-IGIP-SOTED/FAO. 1985.
- Situation des ressources en eau du pays (Togo). Extraits. 7 pages. Non daté.
- Stratégie d'aménagement des eaux. Confrontation des ressources et des besoins en eau. Atlas des ressources en besoins en eau. Laboratoire Central d'Hydraulique de France/PNUD. République Togolaise. 1982
- Stratégie d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement des centres semi-urbains (AEPA/CSU). Min. des Mines, de l'Equipement, des Transports et du Logement. Direction Générale de l'Hydraulique et de l'Energie. République Togolaise. (Géométrie Technology)
- Synthèse des données sur les centres semi-urbains. Cellule de Projet DGH. AEPA/CSU. 02/2002
- Togo-Water Supply Sector Project. The World Bank. Ref. PID8368. 02/11/1999.
- West Africa Regional Action Plan for Integrated Water Resources Management (2000)