

Typologie des sources de deux districts du Sud-Ouest du Rwanda

A.Gutierrez⁽¹⁾, V.Mardhel⁽²⁾, J.L. Lavalade⁽³⁾,

Avec la collaboration d'A.Meilhac⁽⁴⁾ et F.Ahononga⁽⁵⁾

(1) BRGM – BP6009 – 45370 Orléans ; a.gutierrez@brgm.fr; (2) BRGM - Ester, 87280 Limoges ; v.mardhel@brgm.fr ;(3) SKAT – Bujumbura. Actuellement à ANTEA, 29 Av. Aristide Briand ; 94110 Arcueil ; (4) Retraité (BRGM/ANTEA) ; (5) SKAT - Bujumbura

Les projets d'Alimentation en Eau Potable (AEP) sont au cœur des programmes d'appui aux politiques sectorielles des pays concernés, mais ces projets se heurtent à la faiblesse des informations disponibles sur la ressource en eau. Un diagnostic préalable est donc indispensable. Le programme PEPP (Programme Eau Potable pour la Population des Grands Lacs) a réalisé entre Aout 2013 et Juillet 2014 un recensement probablement exhaustif des sources des régions habitées des districts de Rusizi et Nyamasheke au Rwanda. Quatre enquêteurs ont parcouru le terrain et relevé de manière précise les coordonnées au GPS, le débit, la conductivité. Ils ont estimé le pH au papier pH et pour les sources dépassant 1l/s, ils ont réalisé quelques mesures de qualité chimique (chlorures, nitrates), à l'aide d'un kit portable de mesures in situ. Les informations collectées concernent également l'aménagement, l'utilisation et l'environnement du point d'eau. La position de ces informations est contrôlée sur les ortho-photographies puis l'ensemble des informations validées est ensuite saisie dans une base de données construite sur mesure pour le projet. A l'issue de cet inventaire, il est apparu nécessaire de synthétiser les données collectées et de définir les critères pour la constitution d'un réseau de sources. Pour cette étude, il a été fait appel au BRGM.

Situation

Les districts de Rusizi et Nyamasheke sont situés de part et d'autre de la ligne de partage des eaux entre les bassins du Nil, au Nord et du Zaïre, au Sud. Cette crête est formée par des sommets dépassant 2500 m d'altitude, entaillés de vallées encaissées. De part et d'autre de la ligne de partage des eaux ces vallées encaissées s'élargissent à l'approche du lac Kivu au Nord et de la plaine de la Rusizi au Sud, qui n'est qu'à 800 m d'altitude. De manière très schématique (figure 1), les terrains constituant ce secteur se répartissent en :

- formations volcaniques à l'ouest,
- formations schisteuses (quartzophyllites) et conglomératiques au centre, rassemblées en « groupes » de dénominations locales,
- complexe de roches métamorphiques avec injections d'amphibolites et granites intrusifs à l'est,
- large vallée quaternaire (alluviale) au sud.

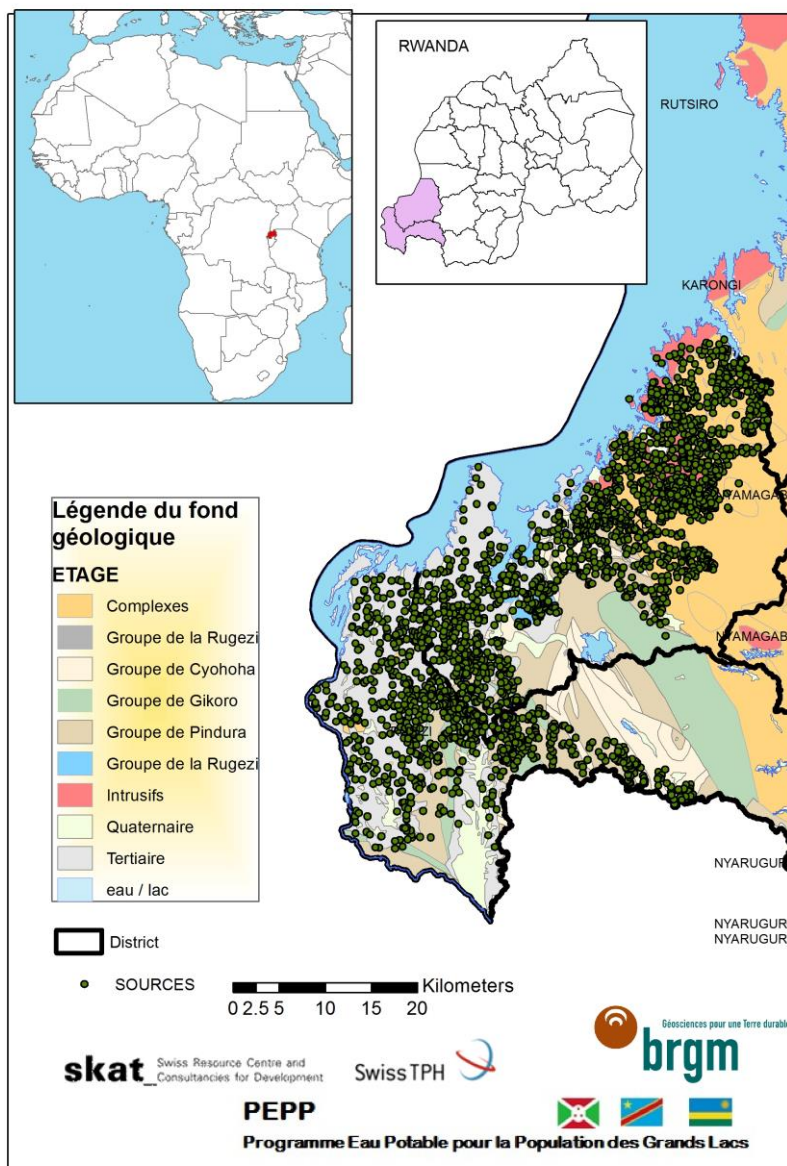


Figure 1 – Localisation des sources inventoriées. Les zones non couvertes par l'inventaire correspondent à la forêt primaire de Nyungwe.

Les formations géologiques sont le plus souvent surmontées de plusieurs mètres à dizaines de mètres d'altérites, de nature argileuse à argilo-sableuse, selon la nature de la roche sous-jacente.

Un inventaire de 2400 sources

Les 2400 sources inventoriées se répartissent sur les deux districts (1586 sur le district de Nyamasheke, 811 sur celui de Rusizi) de part et d'autre de la zone d'altitude, occupée par une forêt primaire non, ou très peu habitée. Des statistiques globales appliquées aux champs numériques de la base de données font apparaître que 89% des sources avaient un débit inférieur à 1l/s lors de la visite. Néanmoins, en observant la répartition des plus forts débits sur la carte géologique des tendances semblent se dessiner (figure 2) : la

géologie exerce un contrôle très net sur le débit des sources. Certaines lithologies apparaissent ainsi plus favorables à la circulation d'eau souterraine :

- Les terrains volcaniques (basaltes) du Tertiaire,
- Les terrains alluviaux du Quaternaire,
- Les conglomérats de la formation de Rugesi.

D'autres au contraire sont peu aquifères, tels les granites intrusifs dans l'est du district de Nyamasheke.

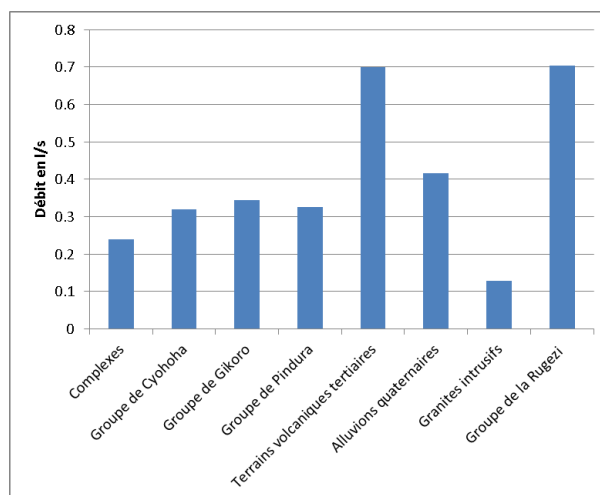


Figure 2 – Répartition des sources inventoriées en fonction de la formation géologique sous-jacente.

Sur le plan qualitatif, les eaux souterraines présentent de faibles minéralisations : 71% des sources mesurées ont une conductivité inférieure à 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les valeurs plus élevées ($>300 \mu\text{S}/\text{cm}$) apparaissent comme exceptionnelles. Elles sont localisées principalement dans les plaines de la Rusizi et de Gafunzo, respectivement au sud et au nord des affleurements de roches volcaniques. D'après leur position, ces sources pourraient correspondre à des drainages du massif volcanique. Leur minéralisation (conductivité) plus élevée serait alors due à un temps de transit plus long et un cheminement plus grand à l'intérieur des formations volcaniques. Il faut également noter que l'occupation du sol de ces zones de plaines est essentiellement agricole et l'impact de cette activité sur les conductivités n'est pas à négliger. Du fait des forts dénivelés existant, la température des sources se corrèle avec l'altitude. Certaines valeurs exceptionnelles ($>30^\circ\text{C}$) sont probablement thermales en liaison avec le volcanisme local. Les pH des sources des deux districts sont majoritairement acides (valeur médiane à 5.5), signe de circulations de l'eau en milieu d'altérites (où les éléments alcalins ont été les premiers à être dissous et lessivés et la présence de gaz carbonique dans le sol abaisse le pH, de même que la présence d'acides organiques produits par la biodégradation microbienne des débris végétaux). Toutefois, des pH basiques se rencontrent en particulier dans les sources situées en aval du massif volcanique, que ce soit au Nord vers le lac Kivu ou au sud dans la plaine de la Rusizi (pH 7,5-8). Ces sources pourraient correspondre à l'exutoire d'un aquifère présent dans le massif volcanique, qui imprime sa signature géochimique à l'eau. En ce qui concerne les

autres paramètres mesurés lors de cette campagne, les chlorures et les nitrates, la précision des mesures (méthode colorimétrique de terrain) ne donne qu'une vague idée de leur distribution. La mesure n'a été réalisée que sur les sources les plus importantes (débit > 1 l/s). Les concentrations en nitrates sont généralement très faibles (moyenne 3 mg/l). Quelques valeurs, supérieures à 10 mg/l marquent probablement une influence anthropique.

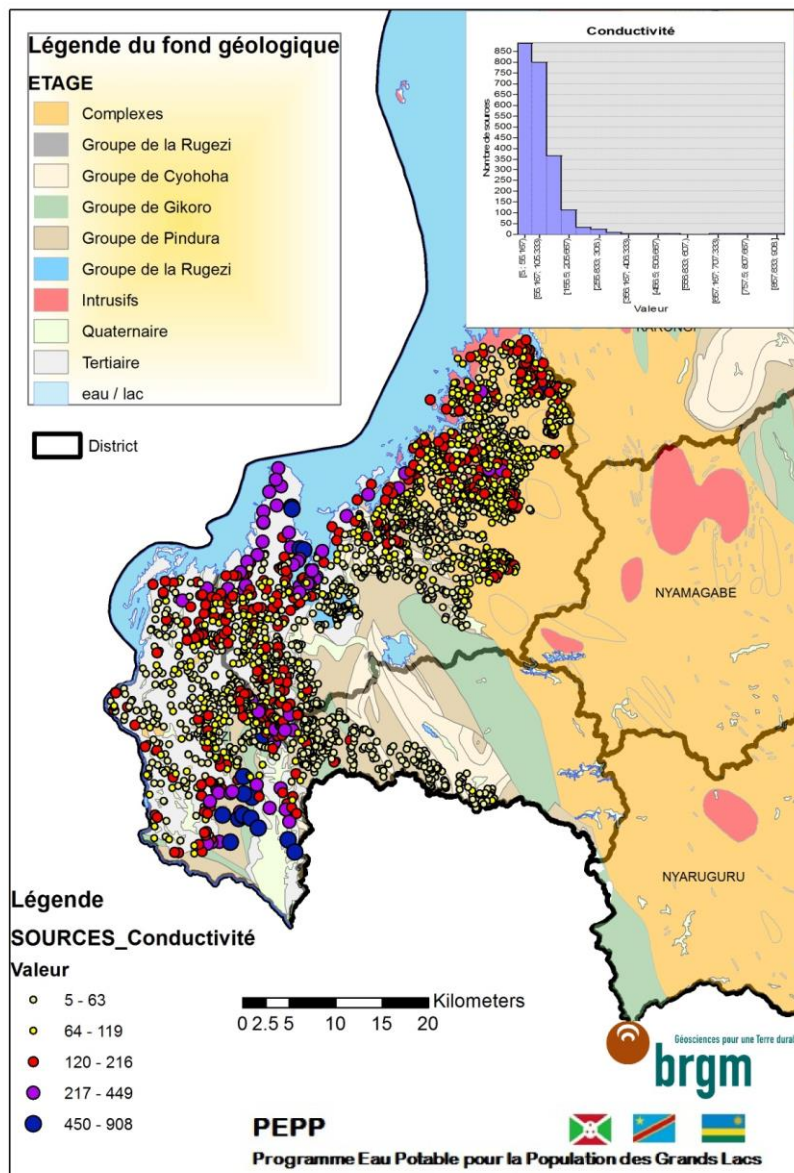


Figure 3 : Répartition des conductivités sur fond géologique

Analyse géomorphologique

L'observation de la position des sources dans la morphologie des terrains conduit à proposer la typologie suivante (figures 4 et 5):

- De nombreuses sources sont situées en tête de bassin versant des cours d'eau, au sommet des thalwegs. Ces sources ont une faible zone de recharge (car proches des crêtes des collines) et donc, un faible débit. Le parcours souterrain de l'eau est relativement court (en distance). L'eau qui émerge dans ces sources n'a pas pénétré profondément la roche. Elle est restée dans la partie occupée par les altérites et ressort lorsque la pente de la colline amoindrit l'épaisseur de ces dernières. Pour cette raison la désignation de sources d'altérites de colline est proposée. En raison de la faible distance et de la nature altérée de l'encaissant (roche débarrassée des minéraux les plus solubles) la minéralisation de l'eau lors de son transfert dans le milieu souterrain reste faible à moyenne. La faible distance est en effet compensée par une vitesse lente dans ces formations peu perméables.
- Un deuxième ensemble de sources apparaît en pied de colline, au niveau des ruptures de pente. Ces sources s'alignent généralement au pied des reliefs. La désignation proposée est « sources de piémont ». Elles sont généralement captées par un drain se prolongeant en direction de la colline. Les débits peuvent y être plus élevés que les sources d'altérites car les sources drainent des bassins sensiblement plus grands. Le modèle conceptuel de ce type de source considère une infiltration sur la colline (et dans une moindre mesure sur ses versants), une circulation dans les altérites mais aussi dans le milieu fissuré sous-jacent et une émergence du fait de l'accumulation de l'eau dans les points bas. Les conductivités y sont faibles à moyennes du fait de circulations probablement plus rapides dans la zone fissurée, en dépit d'un trajet plus long.
- Enfin, un troisième type de sources apparaît dans les vallées, proches des cours d'eau. Les sédiments présents dans les vallées sont des alluvions, provenant du transport et du dépôt d'éléments en suspension issus de l'érosion des reliefs voisins. Ces sédiments possèdent une perméabilité et une porosité intergranulaire qui permet le passage et le stockage de l'eau. Les sources de ce milieu sont appelées ici sources alluviales car elles sont issues de la nappe alluviale. Les conductivités y sont plus importantes et le pH plus représentatif de la formation encaissante car les échanges entre l'eau et la roche sont plus longs. L'enrichissement minéral vers l'aval est net sur la carte des conductivités (figure 2), signant des cheminements souterrains et des temps de séjours plus longs, des passages à travers des encaissants de nature différentes et parfois une influence anthropique plus marquée, notamment en raison de l'occupation agricole du sol dans les vallées.

Conclusions

Les projets AEP des populations rurales se heurtent à l'absence d'information sur les sources, principale ressource en domaine de socle. L'inventaire des sources a pour objectif l'amélioration des connaissances sur la ressource en eau mais la connaissance plus précise de certaines de ces sources et de leurs variations saisonnières de débit/qualité est aussi un élément indispensable pour améliorer et optimiser la

planification sectorielle. C'est pourquoi le programme PEPP poursuit son action par la mise en place d'un système de suivi à partir de points sélectionnés selon des critères définis à partir des données de ce premier inventaire.

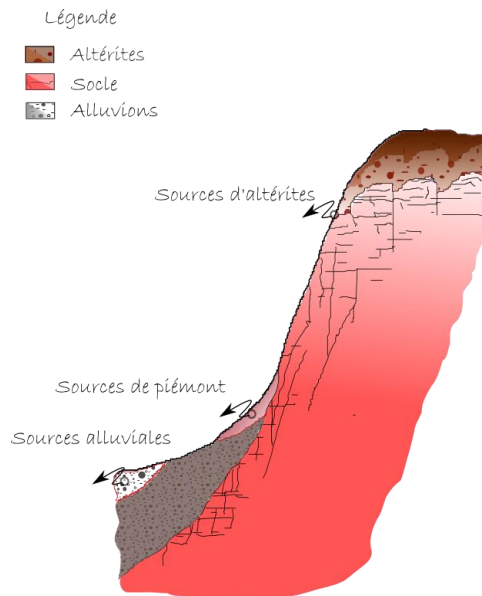


Figure 4 : Typologie des sources sur des critères géomorphologiques

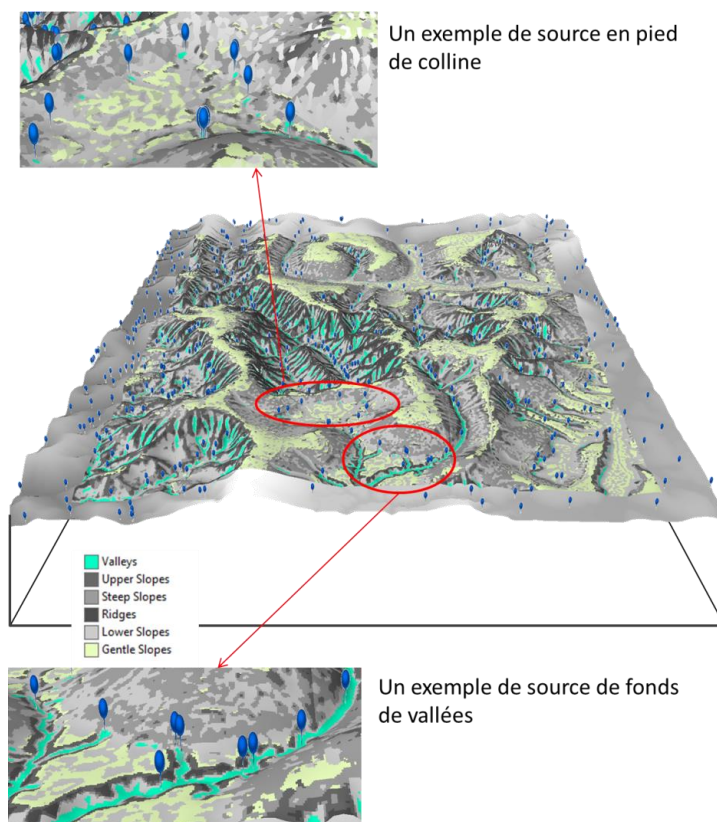


Figure 5 : Analyse géomorphologique des sources