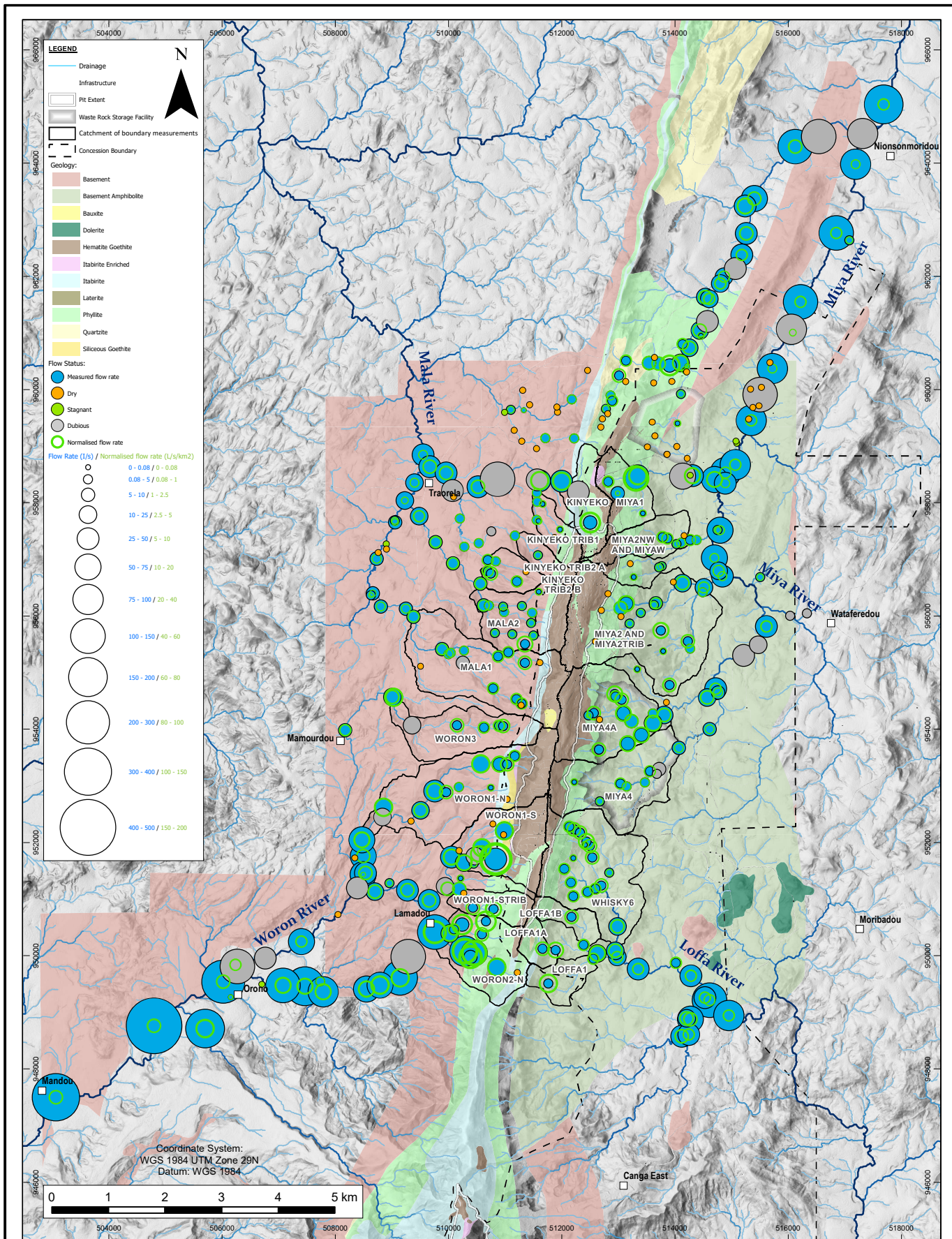




JULY 2022

31243

SIMANDOU GEOTECH AND HYDRO BFS

srk consulting

Flow accretion survey results, January-March 2022

Figure
8-4

8.3 Délimitation des rejets de corps minéralisés à l'aide d'isotopes stables

L'analyse et l'interprétation des résultats des isotopes stables figurent à l'H et un résumé est fourni ici.

8.3.1 Résumé des résultats concernant les isotopes stables

Les échantillons pour l'analyse isotopique ont été initialement collectés à partir de sources et de cours d'eau au Pic de Fon et à Ouéléba en mars 2012. Des échantillons provenant de 61 sources et cours d'eau ont ensuite été prélevés dans le cadre du programme de surveillance de base de la saison sèche 2022. Tous les échantillons des deux campagnes sont considérés comme représentatifs des conditions de débit de base.

Figure 8-5 ci-dessous montre les résultats des échantillons isotopiques de 2012 et 2022 sur un graphique de $\delta^{18}\text{O}$ par rapport à $\delta^2\text{H}$ (tous deux exprimés en parties par millier, ‰, par rapport à la valeur²⁴ de la VSMOW). Les résultats sont comparés à la droite météorique mondiale (DMM) – une moyenne de nombreuses lignes d'eau météorique locales et régionales.

La plupart des échantillons suivent une tendance linéaire juste au-dessus de la droite météorique mondiale et se situent dans une fourchette relativement étroite allant de -5,5‰ à -3‰ pour le $\delta^{18}\text{O}$ et de -26‰ à -18‰ pour le $\delta^2\text{H}$. Les échantillons du Pic de Fon (prélevés en 2012) montrent un appauvrissement plus important, la concentration la plus faible étant observée à la source Fokou West (légendée), qui est le principal point de décharge du gisement sud du Pic de Fon. A titre de comparaison, l'échantillon le plus enrichi se trouvait sur la plaine de socle au sud-est du Pic de Fon, légendée « Décharge de stériles Pic de Fon »²⁵.

²⁴la norme Vienna Standard Mean Ocean Water (VSMOW) pour les molécules d'eau

²⁵Une valeur aberrante est observée à KANKO-R02, également légendée, qui est situé sur une géologie de socle au nord-ouest de Ouéléba à un site d'échantillonnage signalé comme stagnant et sans écoulement. L'échantillon est considéré comme non représentatif du débit de référence.

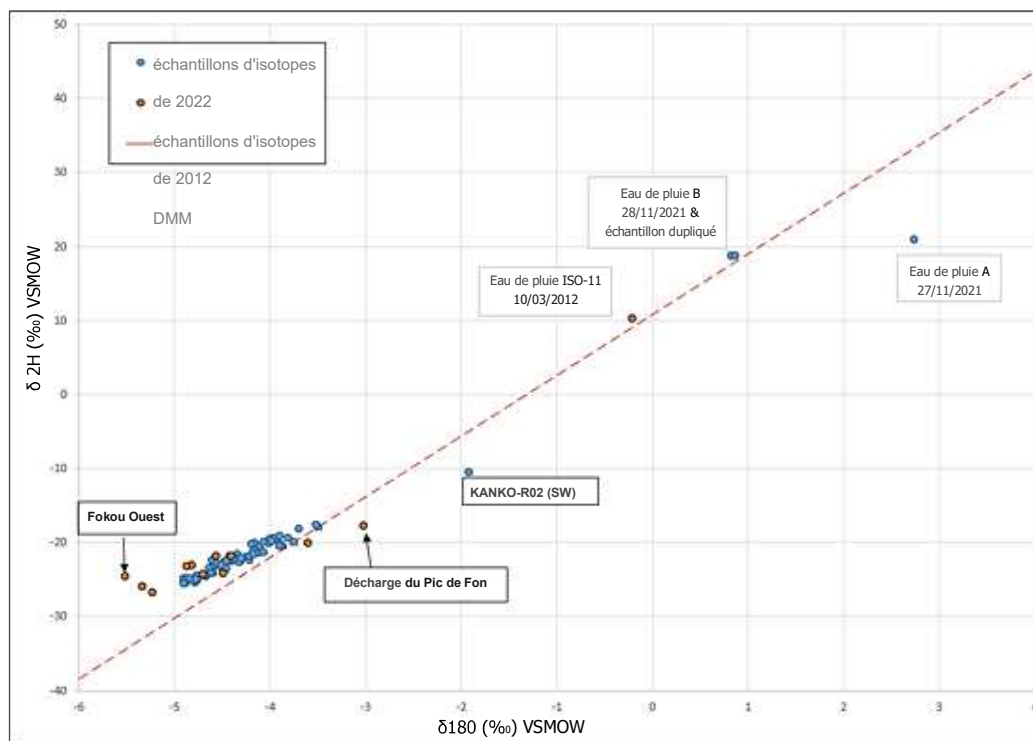


Figure 8-5: Résultats combinés (2012 & 2022) Simandou $\delta^{18}\text{O}$ / $\delta^2\text{H}$

Figure 8-5 met également en évidence un décalage important entre les caractéristiques $\delta^{18}\text{O}$ / $\delta^2\text{H}$ des échantillons d'eau de source et d'eau de surface et celles de l'eau de pluie collectée sur le site (légendée). Les échantillons de pluie du site ont été prélevés en mars 2012 (c'est-à-dire au début de la saison des pluies) et en novembre 2021 (à la fin de la saison des pluies).

8.3.2 Variabilité saisonnière des caractéristiques des isotopes stables

Les ensembles de données régionales du GNIP (AIEA/OMM, 2022) pour l'Afrique de l'Ouest montrent une variabilité saisonnière significative de la composition en $\delta^{18}\text{O}$ des précipitations, les données pluviométriques des sites se situant dans la fourchette observée pour les mois de la saison humide au cours desquels elles ont été collectées. En revanche, la composition en $\delta^{18}\text{O}$ des eaux de source et de surface recueillies à Simandou est en bonne corrélation avec les précipitations provenant de l'ensemble des données régionales du GNIP pour les mois de la saison sèche de juillet, août et septembre. La faible variation des concentrations en isotopes stables observée dans les échantillons de sources et d'eaux de surface de Simandou est attribuée au fait que les échantillons sont représentatifs de la composition des eaux souterraines. Dans le contexte du gisement de Simandou, les eaux souterraines devraient présenter des fluctuations saisonnières limitées en raison de l'étendue de la zone non saturée et de l'atténuation supplémentaire au sein de l'aquifère lui-même. La variabilité saisonnière et interannuelle est plus probable sur les flancs de la ligne de crête où l'épaisseur de la zone non saturée et le volume de l'aquifère sont plus faibles.

8.3.3 Altitude et caractéristiques des isotopes stables

Il existe une corrélation bien documentée entre l'altitude et l'appauvrissement en $\delta^{18}\text{O}$ / $\delta^2\text{H}$ dans la littérature, qui s'explique par le refroidissement adiabatique de la masse d'air et la pluie d'isotopes plus lourds qui s'ensuit. À Simandou, l'altitude de la zone d'intérêt est d'environ 1 000 mètres. Cependant, toutes les données pluviométriques du site ont été collectées au pluviomètre de Canga East, de sorte qu'aucune donnée n'est disponible pour évaluer l'impact de l'altitude sur la composition des précipitations à Simandou. Toutefois, en l'absence d'un ensemble de données pluviométriques spécifiques au site, il est possible de déduire une relation entre l'altitude et l'appauvrissement à partir des résultats isotopiques des échantillons d'eau de surface disponibles.

Lorsque tous les échantillons de la saison sèche 2022 sont représentés (voir la Figure 8-6-6), les résultats montrent globalement que les échantillons prélevés à basse altitude sont les moins appauvris en $\delta^{18}\text{O}$ (c'est-à-dire les plus positifs), et que les valeurs isotopiques les plus appauvries (les plus négatives) sont associées aux sources et aux écoulements plus petits situés plus haut sur la ligne de crête. Ceci est prévisible étant donné que l'épuisement est principalement fonction de l'altitude à laquelle la recharge des eaux souterraines s'est produite. L'ensemble des données comprend de multiples échantillons où des niveaux d'appauvrissement plus élevés sont observés à des altitudes plus basses. Ceci reflète le fait que les échantillons d'eau de surface représentent un mélange d'eaux rechargées en amont du point d'échantillonnage.

En théorie, tous les points échantillonnés devraient se situer sur ou sous la ligne d'élévation $\delta^{18}\text{O}$. Les échantillons qui reposent sur la ligne ou qui en sont proches sont ceux qui ont été prélevés à une altitude similaire à celle de l'endroit où ces eaux ont été rechargées. Les échantillons présentant un décalage significatif en dessous de la ligne indiquent la prédominance des flux rechargés à des altitudes plus élevées, ce qui, dans le cas de Simandou, représenterait également les cours d'eau alimentés par l'aquifère du corps minéralisé.

La valeur de la relation entre l'appauvrissement et l'altitude comme moyen d'identification de la source d'eau souterraine est en partie due à la répétabilité des relevés. L'examen des données dupliquées, des mesures répétées et la comparaison des ensembles de données de 2012 et 2022 (voir l'annexe H) ont montré que les lectures répétées se situaient systématiquement à $\pm 5\%$, à l'exception d'un échantillon qui a probablement été affecté par les précipitations de la nuit. Une marge d'erreur de 5% équivaut à un différentiel d'altitude de 50 à 100 m pour la gamme des concentrations de $\delta^{18}\text{O}$ observées dans les eaux de surface de Simandou.

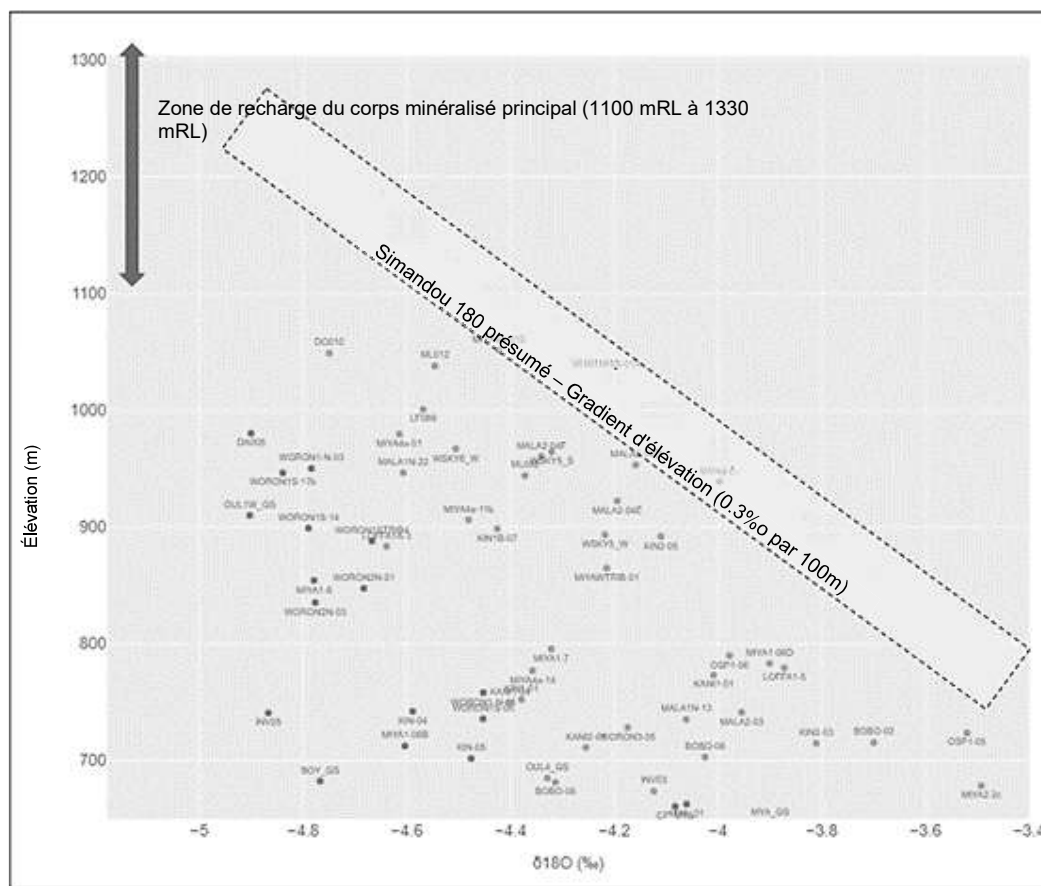


Figure 8-6: Relation entre l'altitude et l'appauvrissement en $\delta^{18}\text{O}$ pour les échantillons d'eau de source et d'eau de surface de la saison sèche 2022

En résumé, l'appauvrissement en $\delta^{18}\text{O}$ (et $\delta^2\text{H}$) reflète l'altitude à laquelle la recharge des eaux souterraines a eu lieu, et le fait que l'aquifère du corps minéralisé soit rechargé à des altitudes plus élevées le long de la ligne de crête signifie qu'un appauvrissement plus important est prévu par rapport aux eaux souterraines rechargées sur les flancs de la montagne ou dans les plaines de basse altitude.

Les données isotopiques doivent cependant être interprétées en parallèle avec d'autres ensembles de données hydrogéologiques afin de développer une compréhension conceptuelle plus solide des liens entre l'aquifère du gisement et les eaux de surface. La section sur le modèle hydrogéologique conceptuel (Chapitre 8.4.3) examine la répartition spatiale de $\delta^{18}\text{O}$ / $\delta^2\text{H}$ avec la cartographie structurale, la modélisation géologique, les niveaux des eaux souterraines, les débits des cours d'eau et les valeurs de CE des sources et des eaux de surface en conséquence pour délimiter les points de décharge du corps minéralisé.

8.4 Analyse du débit régional de référence

8.4.1 Introduction

Lors de l'étude de 2009 sur l'accrétion du débit, une série de mesures du débit a été effectuée aux principaux confluent du réseau de cours d'eau, à une certaine distance de Ouéléba et du Pic de Fon. Ceci afin de déduire la contribution au débit de base des principaux cours d'eau provenant des montagnes et la distance en aval sur laquelle des impacts mesurables peuvent s'étendre. Des précipitations de faible ampleur ont été enregistrées au cours de la première semaine de février 2009, à la fin des enquêtes sur les montagnes. Ces précipitations n'ont pas affecté les résultats et tous les débits peuvent être considérés comme représentatifs du débit de référence.

Les résultats de l'enquête régionale sont présentés en détail à l'annexe G et un résumé est fourni ci-dessous.

8.4.2 Résumé

Les débits de référence spécifiques des rivières des plaines à l'ouest de Simandou situées sur une géologie de socle et non connectées à la chaîne de Simandou sont d'environ 1,5 L/s/km². Dans les collines situées à l'est de la chaîne du Simandou, les rendements du sous-sol sont plus élevés, de l'ordre de 3 à 5 L/s/km².

Il existe une cohérence entre les débits de base spécifiques de la Mala, de la Miya et de la Loffa qui drainent le massif du Simandou et qui sont typiquement de 6 L/s/km² dans les stations en aval. Localement et plus près de la montagne, sur les versants est et nord-ouest, les débits de base spécifiques varient entre 6 L/s/km² et 14 L/s/km². Ces rivières ont tendance à gagner du terrain, bien que localement il y ait des tronçons qui perdent de l'eau dans les sédiments alluviaux.

Les rivières qui s'écoulent vers le sud-ouest présentent une gamme plus large de débits de base spécifiques, allant de 3 L/s/km² à 10 L/s/km². Il existe des zones importantes où les cours d'eau perdent de l'eau dans les sédiments alluviaux après s'être déversés des cangas en dessous de la montagne. Au centre de la plaine, à l'ouest de la chaîne, les rivières reprennent leur cours.

Sur le côté est de la chaîne, on estime que les flux provenant de Ouéléba contribuent à 50 % du débit de la Miya à Nionsonmoridou. Alors que 33 % du débit de la Loffa à Foma a été estimé comme provenant de Ouéléba et du Pic de Fon.

Sur le versant nord-ouest de la chaîne, les flux provenant de Ouéléba ont contribué, selon les estimations, à 89 % du débit de la rivière Mala à Traorela et à 16 % du débit à Moribignedou (au nord de Traorela). Au sud-ouest, l'Ouéléba et le Pic de Fon contribuent pour 77 % au débit de la Soumourou en aval des confluent du Woron et du Pulowaye-Dianiwo, et pour 18 % au débit de la Diani en aval du confluent de la Soumourou.

Il est évident que les débits de base provenant du système d'eaux souterraines de l'Ouéléba et du Pic de Fon contribuent de manière significative aux débits de saison sèche dans les rivières régionales.

8.4.3 Délimitation des rejets de corps minéralisés à l'aide d'ensembles de données intégrés

La conductivité électrique (CE), le débit en saison sèche et les données sur les isotopes stables sont des indicateurs utiles des lieux de décharge des gisements de minerais :

- La CE des sources et des eaux de surface près des lignes de crête de Ouéléba et du Pic de Fon est extrêmement faible et reflète la nature fortement lessivée des lithologies du gisement (avec des concentrations de CE dans les eaux souterraines du gisement systématiquement inférieures à 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Les valeurs CE les plus faibles sont inférieures à 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et sont associées aux rejets du gisement dans les bassins versants supérieurs de la Miya, de la Mala et de la Woron. En résumé, les valeurs très basses de la CE en saison sèche dans les sources et les eaux de surface sont considérées comme un indicateur des rejets de gisements de minerais
- Des études sur l'accroissement du débit pendant la saison sèche ont permis d'identifier des zones spécifiques d'augmentation de l'écoulement des eaux souterraines le long des lignes de crête de l'Ouéléba et du Pic de Fon. Ces cours d'eau sont considérés comme les principales voies d'écoulement des eaux souterraines des deux montagnes.
- Les zones de décharge du corps minéralisé, telles que déduites des résultats de l'étude d'accrétion résumée ci-dessus, présentent des valeurs de $\delta^{18}\text{O}$ constamment appauvries.

Figure 9-1 présente des vues en coupe de la crête de Josiane et de Ouéléba en regardant vers le côté est (paire d'images du haut) et le côté ouest (paire d'images du bas) de la ligne de crête. L'image supérieure de chaque paire comprend la géologie de surface et l'image inférieure comprend la forme finale de la fosse. Les informations suivantes figurent sur toutes les images :

- Niveau de la nappe phréatique du corps minier (ligne bleue)
- $\delta^{18}\text{O}$ des sources (sphères colorées ; les valeurs de $\delta^{18}\text{O}$ les plus appauvries sont colorées en bleu avec une gradation vers le vert, le jaune/orange et le rouge avec un enrichissement accru)
- Structures géologiques (lignes rouges)
- Caractéristiques spécifiques : source OUL1, déversoir WSKY5, zone de décharge des eaux souterraines du bassin versant de Woron, source DO010, sources MIYA1-8 (forêt de Boyboya).

Les bassins versants de Woron1B et Woron1C présentent des valeurs de $\delta^{18}\text{O}$ constamment appauvries qui sont cohérentes avec les zones de décharge du gisement déduites des études d'accrétion de flux. Des eaux à faible CE sont également observées dans l'ensemble des eaux d'amont du bassin versant de la Woron. Le déversement dans les bassins versants de Woron se fait à travers des itabirites fracturées sur la partie ouest de l'unique synforme majeur qui abrite les parties méridionales du gisement de Ouéléba. La zone de décharge des eaux souterraines du bassin versant de Woron est mise en évidence dans la Figure 9-1 (images du haut).

Le bassin versant Woron1A au nord (où se trouve le barrage WSKY5 ; voir la Figure 9-1) présente un degré plus faible d'appauvrissement en $\delta^{18}\text{O}$ et des débits plus faibles pendant la saison sèche. Un schéma similaire est observé en remontant vers le nord à travers les bassins versants de MALA4 et MALA3, et dans les sous-bassins versants les plus méridionaux du bassin versant de MALA2 / Kinyeko (MALA2C ET MALA2B). Ces bassins versants semblent présenter une connectivité très limitée avec le corps minéralisé, ce qui est attribué à la présence d'itabirites compactes, de phyllites et de la séquence de socle juxtaposée réduisant la connectivité entre le corps minéralisé et ces bassins versants.

Figure 9-2 présente les principales voies d'écoulement des eaux souterraines interprétées à travers le nord de Ouéléba (voies en pointillés jaunes s'écoulant du nord au nord-est). Les voies d'écoulement à travers les deux principaux lobes du gisement sont conceptualisées ; l'une se déverse dans le bassin versant MALA2A (Kinyeko), y compris la source OUL1, au nord-ouest, et la seconde dans le bassin versant MIYA1B (Boyboyba), y compris les sources de MIYA1-8, au nord-est (les deux séries de sources sont également identifiées sur la Figure 9-1).

Ces deux bassins versants présentent des signatures isotopiques appauvries, similaires à celles observées dans les bassins versants WORON1B et WORON1C dans le sud-ouest ; ils présentent également de très faibles concentrations en CE. Les débits normalisés en saison sèche sont également constamment élevés dans ces bassins versants.

Le bassin versant MIYA1B (Boyboyba) est le seul endroit sur le côté est de la ligne de crête de Ouéléba interprété comme recevant une décharge significative d'eau souterraine du gisement. La source DO010 (mise en évidence sur la Figure 9-1) dans le bassin versant de MIYA4 présente les caractéristiques de qualité de l'eau et d'appauvrissement en $\delta^{18}\text{O}$ des rejets du gisement, mais les débits sont faibles. La source DO010 peut représenter une décharge à faible débit associée à une faille transversale. La source se trouve également dans une position élevée sur le flanc est où les valeurs de $\delta^{18}\text{O}$ devraient être épuisées indépendamment de la connectivité du corps minéralisé²⁶.

En résumé, le modèle hydrogéologique conceptuel de Simandou est rendu plus robuste par les multiples sources d'information indiquant les mêmes processus, en particulier en ce qui concerne les décharges d'eau souterraine de l'aquifère du corps minéralisé.

²⁶Comme nous l'avons vu précédemment, le contrôle de l'altitude sur l'appauvrissement en $\delta^{18}\text{O}$ signifie qu'il n'est pas possible de différencier directement les eaux souterraines du corps minéralisé des eaux souterraines des flancs/des roches stériles si les deux eaux souterraines ont été rechargées à la même altitude.

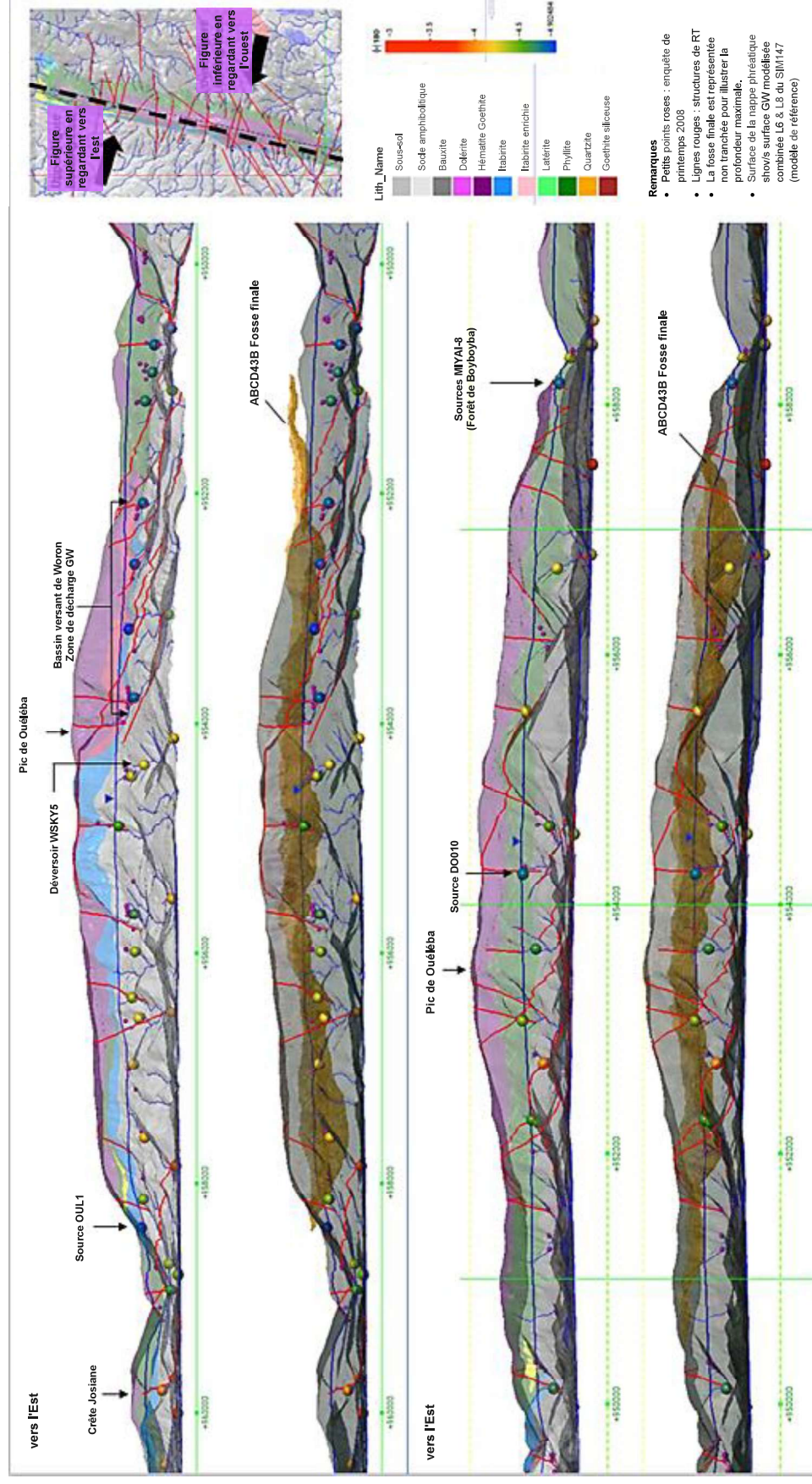


Figure 8-7: $\delta^{18}\text{O}$, lithologie de surface, géologie structurale et niveaux des eaux souterraines du corps minéralisé

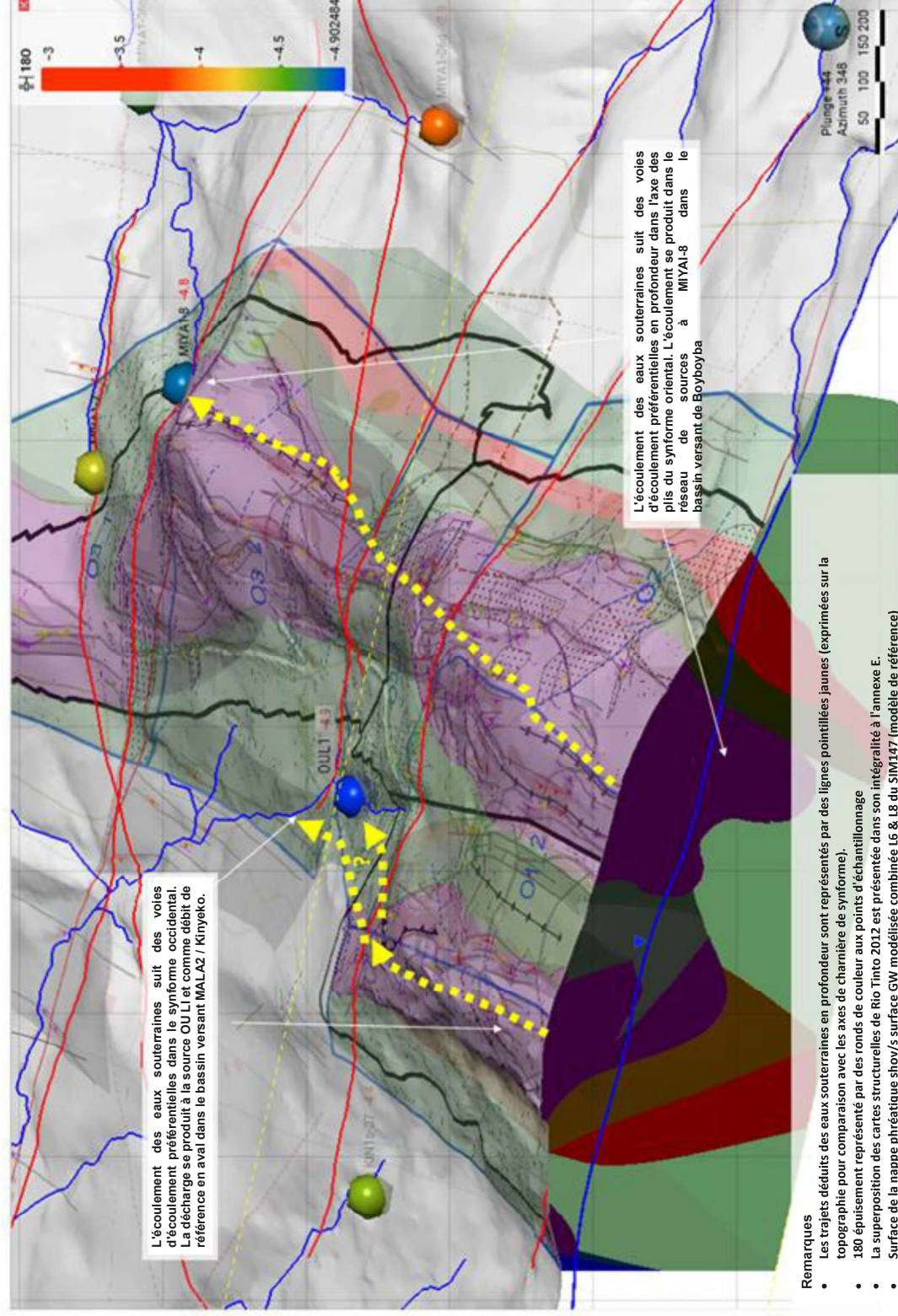


Figure 8-8: Interprétation des voies d'écoulement des eaux souterraines vers les principales zones de recharge dans le nord de l'Ouéleba

9 MODELE HYDROGEOLOGIQUE CONCEPTUEL

9.1 Introduction

Un modèle hydrogéologique conceptuel (MHC) peut être décrit comme une image idéalisée d'un système hydrogéologique, développée à partir de l'interprétation de toutes les données disponibles sur les eaux souterraines. Il exige généralement une simplification du réseau d'eau souterraine réel afin de se concentrer sur :

- Les principaux processus d'écoulement des eaux souterraines, et
- Les zones d'incertitude dans notre compréhension du système.

Les modèles conceptuels sont généralement développés en tant que précurseurs de la modélisation numérique de l'écoulement. Le modèle conceptuel est utilisé pour fournir un résumé de l'interprétation actuelle des systèmes d'écoulement des eaux souterraines dans la région.

9.2 Mécanismes d'écoulement des eaux souterraines

Les eaux souterraines de la chaîne de Simandou s'écoulent par le biais de divers mécanismes d'écoulement qui sont résumés ci-dessous.

Flux primaire à travers les unités de haute perméabilité de l'aquifère du corps minéralisé

Les gisements d'hématite-itabirite situés sur les crêtes d'Ouéléba et du Pic de Fon constituent les principaux aquifères. La géologie structurale des crêtes est très complexe et les gisements comprennent les noyaux d'une série de structures synformes appelées « lobes de gisement ». Les hématites à haute perméabilité et les itabirites friables de l'aquifère du corps minéralisé reposent sur des phyllites à faible perméabilité et des itabirites compactes.

Les aquifères du gisement ont une perméabilité élevée en raison de la nature très poreuse et friable de l'hématite (et dans certains cas de l'itabirite). En conséquence, ils sont caractérisés par un mécanisme d'écoulement primaire des eaux souterraines, c'est-à-dire que l'écoulement se fait principalement à travers les pores du matériau aquifère.²⁷

Ce mécanisme d'écoulement est mis en évidence par la présence de nappes phréatiques subhorizontales étendues qui s'étendent le long de la montagne, les niveaux d'eau étant généralement contrôlés par l'élévation des points de décharge, c'est-à-dire les sources, en particulier. L'écoulement des eaux souterraines dans l'aquifère du corps minéralisé semble être renforcé par des voies d'écoulement préférentielles le long des axes des synformes du corps minéralisé. Ces voies d'écoulement préférentielles peuvent entraîner des temps de séjour plus courts pour les eaux souterraines et des teneurs en solides dissous plus faibles dans les voies d'écoulement préférentielles, ainsi que des temps de séjour et des charges dissoutes plus élevés dans le corps minéralisé friable environnant.

²⁷L'écoulement primaire des eaux souterraines se fait à travers les pores d'un matériau aquifère, par opposition à l'écoulement secondaire des eaux souterraines qui se produit à travers les fractures. En réalité, l'écoulement à micro-échelle est influencé par la formation de joints et de fractures dans le matériau du corps minéralisé, mais ces structures sont suffisamment rapprochées pour justifier l'hypothèse d'un écoulement primaire des eaux souterraines.

Écoulement des eaux souterraines en « cascade » sous la surface

La géologie structurale très complexe donne lieu à une série de structures synformes comprenant des hématites à haute perméabilité et des itabirites friables reposant sur des phyllites à faible perméabilité et des itabirites compactes. Ce mécanisme d'écoulement est observé principalement sur le Pic de Fon, entre le Pic de Fon lui-même et la vallée de l'éperon occidental, et dans les zones centrale et méridionale. Ces structures favorisent l'écoulement en cascade des eaux souterraines depuis les structures synformes moins profondes à l'est jusqu'aux structures plus profondes à l'ouest.

Écoulement dominé par les fractures dans les itabirites compactes

L'écoulement des eaux souterraines à travers les itabirites compactes se fait généralement par l'intermédiaire de fractures. Ce mécanisme d'écoulement est particulièrement évident sur le côté est du Pic de Fon. Les principales voies d'écoulement des eaux souterraines dans le centre et le sud du Pic de Fon sont partiellement attribuables à l'écoulement dans des itabirites fortement fracturées dans l'axe de la synforme. Le mécanisme d'écoulement peut également jouer un rôle important le long des axes des synformes de Ouéléba, bien qu'il soit plus difficile à distinguer en raison de l'étendue des unités friables sus-jacentes.

À une micro-échelle, les itabirites sont souvent fortement foliées et la perméabilité est généralement beaucoup plus élevée parallèlement à la foliation. La perméabilité à micro-échelle dans les itabirites compactes est cependant faible, indépendamment de la foliation, et l'écoulement par fracture est le mécanisme d'écoulement dominant dans les itabirites compactes.

Écoulement des eaux souterraines à travers les phyllites

Les géodomains de phyllite vont de la roche fraîche compétente au matériau érodé et altéré de type sol et, par conséquent, l'écoulement des eaux souterraines est susceptible de se faire par le biais de mécanismes d'écoulement primaires et secondaires. Les données disponibles suggèrent que l'écoulement des eaux souterraines dans la géologie phylliteuse est dominé par la perméabilité secondaire, contrôlée par la structure, et que l'écoulement primaire est beaucoup moins courant.

La perméabilité secondaire dans les phyllites est considérée comme liée à trois caractéristiques structurales : la foliation, les zones de faille et le jointoiment. La foliation dans les phyllites entraîne une anisotropie hydraulique, la perméabilité parallèle à la foliation pouvant être supérieure d'un ordre de grandeur à la perméabilité perpendiculaire à la foliation. Les zones de faille et la fracturation associée dans les phyllites sont interprétées comme ayant une influence localisée et discrète sur l'écoulement des eaux souterraines. Le jointoiment est particulièrement associé aux géodomains de phyllite compétente.

Écoulement des eaux souterraines dans les quartzites

Les quartzites sont intercalés dans les phyllites et sont observés sous forme d'horizons compétents et bien cimentés à des horizons friables, fracturés et mal cimentés. L'écoulement des eaux souterraines dans les horizons les plus compétents est probablement dominé par les joints et les fractures associés aux failles et à l'altération. Le passage de quartzites compacts à des quartzites altérés, friables et peu cimentés se traduit par une perméabilité primaire de plus en plus importante, les horizons les plus altérés étant essentiellement constitués de sable perméable.

Sur l'ensemble du site, la perméabilité et les caractéristiques d'écoulement des eaux souterraines varient en fonction du degré d'altération et de fracturation à l'échelle locale, et de la continuité latérale du quartzite. L'ensemble phyllite-quartzite semble agir comme une unité de perméabilité faible à modérée à l'échelle du gisement, avec des débits localement plus élevés associés à des proportions croissantes de la lithologie quartzite.

Dans l'ensemble, l'impact des quartzites sur le régime d'écoulement des eaux souterraines sur le site est considéré comme faible par rapport à l'aquifère du corps minéralisé, mais la perméabilité à l'échelle locale fournit une voie d'écoulement potentielle de l'aquifère du corps minéralisé vers les sources et les cours d'eau de surface.

Écoulement des eaux souterraines dans les aquifères perchés

De vastes nappes phréatiques perchées sont présentes dans les zones de couverture et de transition de Ouéléba, ainsi que dans le cisaillement phylliteux qui coupe en deux le nord de Ouéléba. Les mouvements latéraux de ces eaux souterraines sont généralement très localisés, et la majorité des eaux souterraines tendent à descendre dans le système souterrain sous-jacent par infiltration verticale (amplifiée par les effets de forage dans certains cas) et par débordement des différentes nappes phréatiques perchées.

La zone la plus étendue d'eaux souterraines perchées se trouve dans l'épais matériau de transition au centre de Ouéléba. Les limites précises de cet aquifère perché sont incertaines, mais il semble couvrir une superficie d'au moins 10 ha et soutenir le marais saisonnier et la source associée.

On trouve également des aquifères perchés dans le Pic de Fon où ils sont associés à des plissements serrés et à l'intercalation d'hématite avec des couches d'itabirite et de phyllite compactes. Comme à Ouéléba, l'écoulement des aquifères perchés se fait par infiltration verticale et par débordement.

Écoulement localisé d'eaux souterraines peu profondes

Il existe trois types de systèmes caractérisés par un écoulement souterrain localisé à faible profondeur :

- Les zones de perméabilité accrue dans les horizons altérés peu profonds des phyllites et des roches du socle situées sur les flancs de l'Ouéleba et du Pic de Fon abritent une série de sources et fournissent un débit de base localisé aux cours d'eau locaux.
- Écoulement d'eaux souterraines peu profondes dans les dépôts colluviaux et alluviaux des vallées de cours d'eau.

- Les aquifères de socle, où l'on suppose qu'il s'agit du mécanisme d'écoulement dominant dans les plaines de socle, et sous les empreintes des décharges.

9.3 Compilation des modèles hydrogéologiques conceptuels

Les modèles hydrogéologiques conceptuels pour Ouéléba et le Pic de Fon sont présentés en plan dans la Figure 9-1 et la Figure 9-2 respectivement. Une coupe transversale conceptuelle en 2D à travers le nord de Ouéléba est également incluse dans la Figure 9-3. La Figure 9-4 présente un schéma 3D du système hydrogéologique de Ouéléba.

Figure 9-1 et Figure 9-2 montrent les mécanismes dominants d'écoulement des eaux souterraines dans chaque zone, indiqués par des flèches de couleur différente, comme indiqué sur la légende. La taille des flèches indique les volumes d'écoulement des eaux souterraines.

Les sources (à partir de l'étude de la saison sèche 2008) sont indiquées comme des points distincts et les points de débit mesurés sont représentés par des symboles qui indiquent l'ampleur du débit à chaque endroit (sur la base de l'étude d'accumulation de débit de la saison sèche 2022 à Ouéléba et de l'étude 2009 au Pic de Fon).

Les contours des eaux souterraines sur la Figure 9-1 et les niveaux d'eau indiqués sur la Figure 9-4 sont tirés du modèle numérique des eaux souterraines de Ouéléba mis à jour. SRK (2023b) décrit les études de modélisation numérique dans leur intégralité et présente des coupes transversales conceptuelles supplémentaires qui ont été préparées pour soutenir l'étalonnage du modèle numérique.

9.3.1 Ouéléba

- Voir la Figure 9-1, la Figure 9-3 et la Figure 9-4
- L'écoulement des eaux souterraines dans les géodomains minéralisés des secteurs central et septentrional de Ouéléba se fait principalement vers le nord (Figure 9-1).
- On considère que l'essentiel de l'écoulement des eaux souterraines (en volume par unité de surface de l'unité hydrogéologique) se produit dans les géodomains minéralisés.
- L'écoulement des eaux souterraines vers le nord dans les géodomains minéralisés de Ouéléba est considéré comme fortement influencé par la tête de roche phyllite à faible perméabilité, en forme de cuvette, située sur les flancs est et ouest, qui restreint l'écoulement des eaux souterraines vers l'est et l'ouest.
- Là où la phyllite est remplacée par de l'itabirite sur le flanc ouest de la zone centrale, l'absence de décharge d'eau souterraine concentrée indique que l'itabirite a également une faible perméabilité (Figure 9-1).
- L'un des principaux points d'écoulement des eaux souterraines de Ouéléba se trouve à l'extrémité nord. L'écoulement vers cette zone est dirigé vers l'une des deux synformes orientées nord-sud dans la phyllite, remplies de matériaux miniers plus perméables et séparées par le cisaillement de la phyllite. Le synforme occidental dirige l'écoulement vers le bassin versant de Kinyeko via la source Ouéléba 1 (OUL1) et le débit de base du ruisseau Kinyeko, et le creux oriental dirige l'écoulement plus au nord pour se déverser dans le bassin versant de Miya à Miya1 et dans la forêt Boyboyba (Figure 9-1 et Figure 9-4).

- Les bassins versants projetés pour les rejets au nord de Ouéléba s'étendent sur l'ensemble des zones septentrionale et centrale. Les niveaux d'eau souterraine constants d'environ 1030 mRL dans ces zones semblent être contrôlés par un point de déversement sur le cisaillement phylliteux qui traverse le nord de Ouéléba. La décharge de ce point de déversement dirige le flux vers le creux de minéralisation à l'est du cisaillement de phyllite.
- Dans la zone sud de l'Ouéléba, la plupart des eaux souterraines sont déversées à l'ouest dans le bassin versant du Woron. Cette zone présente une hétérogénéité importante qui se traduit par une abondance d'eaux souterraines perchées.
- Le niveau des eaux souterraines plus profondes dans le sud de Ouéléba est comparable à celui du système d'eaux souterraines plus vaste du centre et du nord, bien que le degré de connexion avec ce système reste incertain. Le modèle conceptuel actuel suppose une continuité hydraulique entre les deux systèmes en se basant sur le fait que le modèle géologique indique qu'il existe une minéralisation friable en profondeur sous le matériau de transition soutenant la zone humide de Ouéléba.
- L'extension sud du gisement à Ouéléba est isolée de la zone sud au nord par la présence d'une bande de phyllite transversale orientée grossièrement nord-sud et s'étendant de 957500N à 955500N. Le stockage et l'écoulement des eaux souterraines dans cette zone semblent être faibles et ne contribuent que faiblement au bassin versant Woron 2A.
- Tous les autres bassins versants situés le long des flancs est et ouest de l'Ouéléba semblent être alimentés par des systèmes d'eaux souterraines localisés avec peu ou pas de décharge du système principal d'eaux souterraines de l'Ouéléba.

Figure 9-4 montre un ensemble plus détaillé de schémas en coupe pour présenter une visualisation en 3D du système hydrogéologique de Ouéléba. Les visualisations sont annotées par des numéros et une brève description de chacun d'entre eux est incluse dans la figure. Ces descriptions sont développées ci-dessous :

9.3.2 Ligne de crête centrale

- La ligne de crête centrale, qui est définie comme la section de la ligne de crête reliant l'extrémité nord du Pic de Fon (Dabatini) à l'extrémité sud de Ouéléba, est caractérisée par une topographie en déclin à partir de la haute altitude de Dabatini vers le sud. Cette ligne de crête inclinée est séparée de Ouéléba par une selle de faible altitude. Il s'agit du principal point de décharge des eaux souterraines pour la ligne de crête centrale, qui se déverse à l'ouest dans le bassin versant du ruisseau Woron 2A.
- Le bassin versant projeté pour les eaux souterraines se déversant dans Woron 2A s'étend jusqu'à Dabatini au sud. L'interprétation géologique actuelle de cette zone est celle d'une extension septentrionale d'un fossé synforme d'itabirite. L'itabirite présente ici un degré élevé de perméabilité de fracture (similaire à celui de Dabatini au sud), et les eaux souterraines provenant du nord de Dabatini s'écoulent vers le nord le long de la ligne de crête en direction de la selle.
- L'écoulement des eaux souterraines dans les autres bassins versants se fait à partir de systèmes d'eaux souterraines localisés.

9.3.3 Pic de Fon

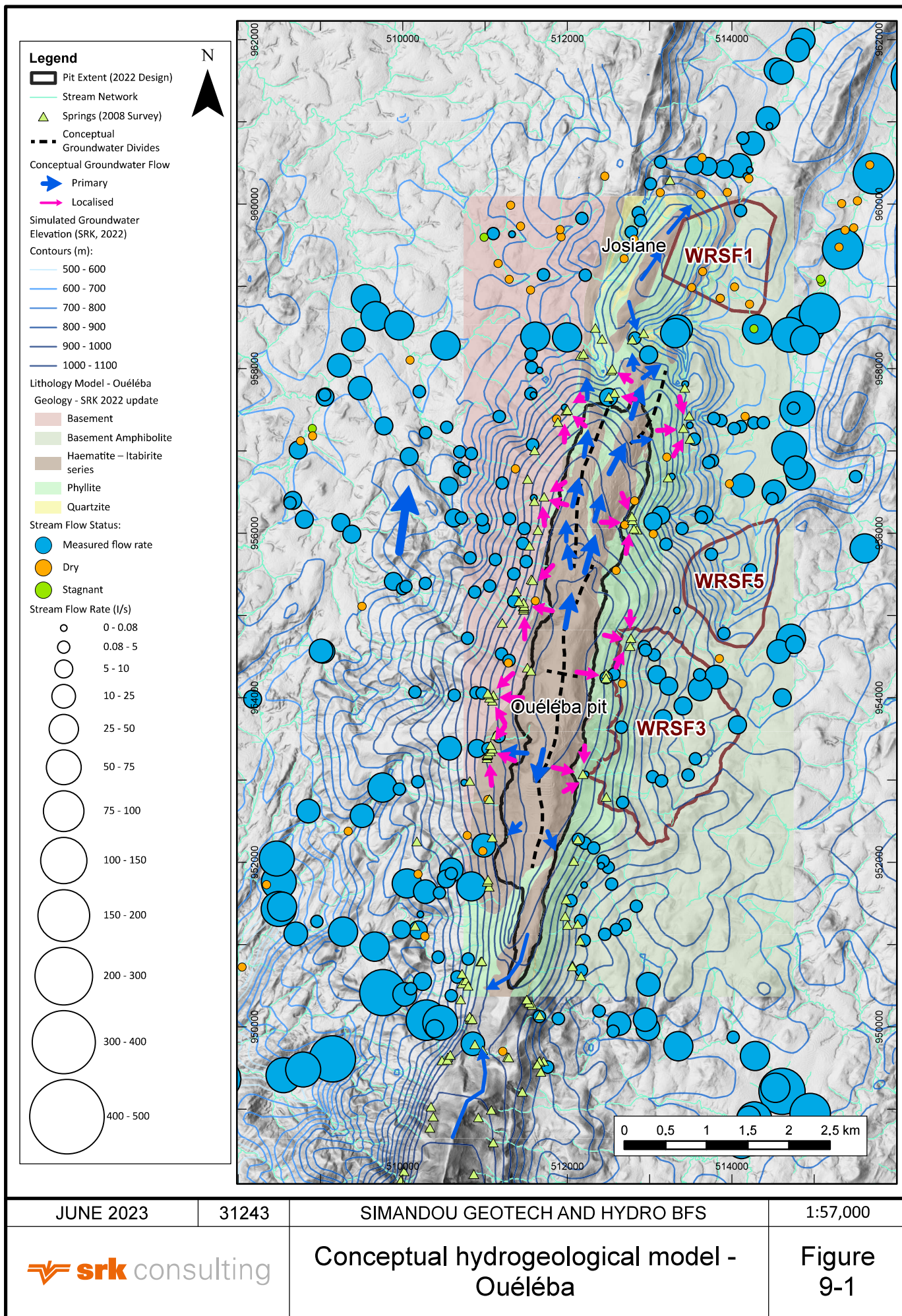
- Voir la Figure 9-2.
- L'écoulement des eaux souterraines sur le Pic de Fon est dominé par deux grands systèmes d'eaux souterraines, le système Pic de Fon – éperon occidental au nord et le système de la zone centrale-sud au sud. Un cisaillement phylliteux forme la limite entre ces deux systèmes. Il existe une série de petits systèmes d'eaux souterraines localisés le long du flanc est de la montagne, ainsi que dans les bassins versants de Whisky 2 et Whisky 3 à l'ouest des zones centrale et méridionale.
- Les niveaux élevés des eaux souterraines autour du sommet du Pic de Fon sont soutenus par la présence d'un cisaillement phylliteux à l'est et de zones d'itabirites à faible perméabilité en profondeur. L'écoulement des eaux souterraines vers l'est est limité par ce cisaillement de phyllite. Par conséquent, les eaux souterraines s'écoulent vers l'ouest par des cascades souterraines sur de l'itabirite peu perméable dans des hématites plus profondes dans la zone de l'éperon occidental, où les niveaux d'eau sont inférieurs d'environ 200 m à ce qu'ils sont sous le sommet du Pic de Fon.
- La vallée de l'éperon occidental est le point de déversement final de toutes les eaux souterraines provenant du système d'eaux souterraines du Pic de Fon et de l'éperon occidental. Tous les débits de ce système proviennent du débit de base et des sources situées à la base de la vallée de l'éperon occidental, toutes les sources se trouvant en dessous de 1200 mRL.
- La phyllite est absente en tant que structure freinant l'écoulement au nord et à l'ouest du Pic de Fon et l'écoulement à travers des itabirites fracturées se produit dans ces directions. Dans la zone de Dabatini, il existe une ligne de partage des eaux au sein de ces itabirites, les eaux souterraines s'écoulant à l'est de la ligne de partage des eaux et se déversant dans le bassin versant de Whisky 1. L'écoulement à l'ouest fait partie du système Pic de Fon – Éperon occidental.
- On pense que les niveaux des eaux souterraines dans l'itabirite à l'est de la ligne de partage des eaux sont contrôlés par l'élévation du contact entre l'itabirite et la phyllite. Lorsque le niveau des eaux souterraines s'élève au-dessus de la zone de contact, il y a déversement. Ceci est évident dans le bassin versant de Whisky 1 où des sources jaillissent du contact géologique. Les sources sont la principale source de données sur l'élévation des eaux souterraines le long du flanc oriental du Pic de Fon, en raison de l'absence de forages.
- À Elephant Rock, la nappe phréatique s'affaisse à l'intérieur d'une « langue » d'hématite goethite qui s'étend au sud-ouest vers le ruisseau Whisky 2. Il s'agit d'un système d'eau souterraine localisé qui reçoit peu de débit du Pic de Fon au nord. D'autres systèmes d'eaux souterraines localisées sont également présents au sud, dans le bassin versant de Whisky 3, où les élévations des sources sont jusqu'à 180 m plus élevées que les niveaux des eaux souterraines dans la minéralisation à l'est.
- Dans les zones centrale et méridionale, la structure géologique contrôle à nouveau le niveau et l'écoulement des eaux souterraines. Des « creux » de phyllite et d'itabirite fracturée plongeant vers le sud dirigent l'écoulement des eaux souterraines vers le sud jusqu'à la décharge principale de Fokou West, qui capte les eaux souterraines de l'ensemble des zones centrale et méridionale de la zone de ressources du Pic de Fon.

- Des écoulements souterrains en cascade se produisent également d'est en ouest dans cette zone en raison des structures synformes parallèles qui s'approfondissent d'est en ouest.
- Le point d'écoulement des eaux souterraines à Fokou West se fait par déversement direct au niveau du contact entre l'itabirite et la phyllite et est contrôlé par la faible élévation du contact à cet endroit.
- Les rejets dans les bassins versants à l'est des zones centrale et méridionale du Pic de Fon proviennent d'écoulements souterrains localisés dans les itabirites et les phyllites à l'est du cisaillement phylliteux. Les niveaux des eaux souterraines le long du flanc est du Pic de Fon sont incertains en raison de l'absence de forages. L'absence de connexion avec le principal réseau d'eaux souterraines est toutefois démontrée par les niveaux des sources dans la zone centrale, qui sont plus élevés que les niveaux des eaux souterraines dans la minéralisation à l'ouest du cisaillement de phyllite.

9.3.4 Plaines de sous-sol

- L'aquifère de socle présente une capacité de stockage et une perméabilité relativement faibles. L'écoulement des eaux souterraines dans les bassins versants de la plaine de socle est généralement localisé et concentré dans des zones altérées peu profondes et contrôlées par la structure. Il existe également un contrôle structurel à plus grande échelle sur l'écoulement des eaux souterraines. Ceci est évident dans la partie orientale du bassin versant de Miya, près de Wateferedou, où les débits mesurés indiquent un bassin versant d'eaux souterraines nettement plus important que le bassin versant d'eaux de surface.

L'annexe I présente les détails de la surface des eaux souterraines du Pic de Fon développée par SWS (2012).



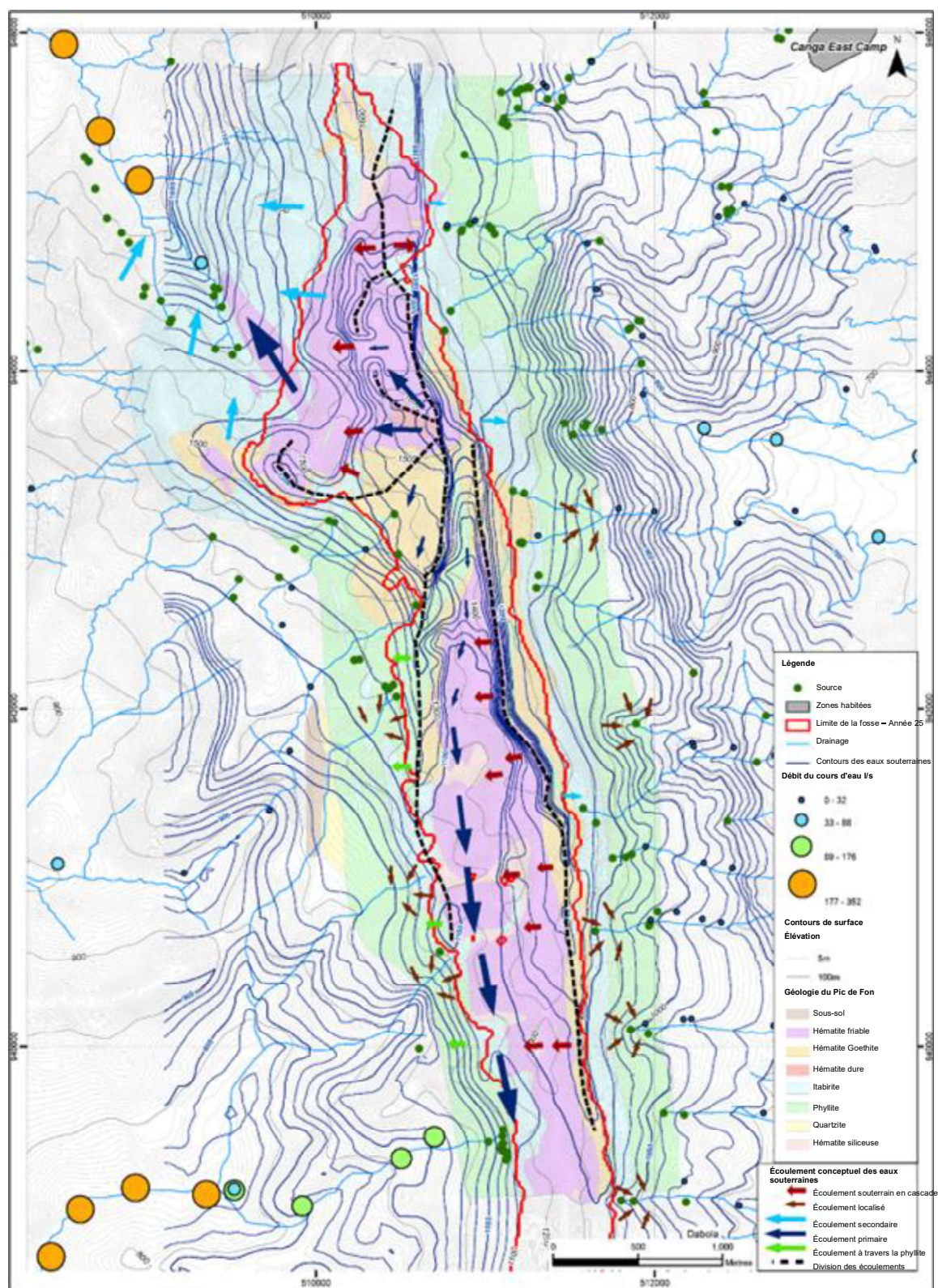


Figure 9-2: Modèle hydrogéologique conceptuel pour le Pic de Fon – Vue en plan (d'après SWS, 2012)

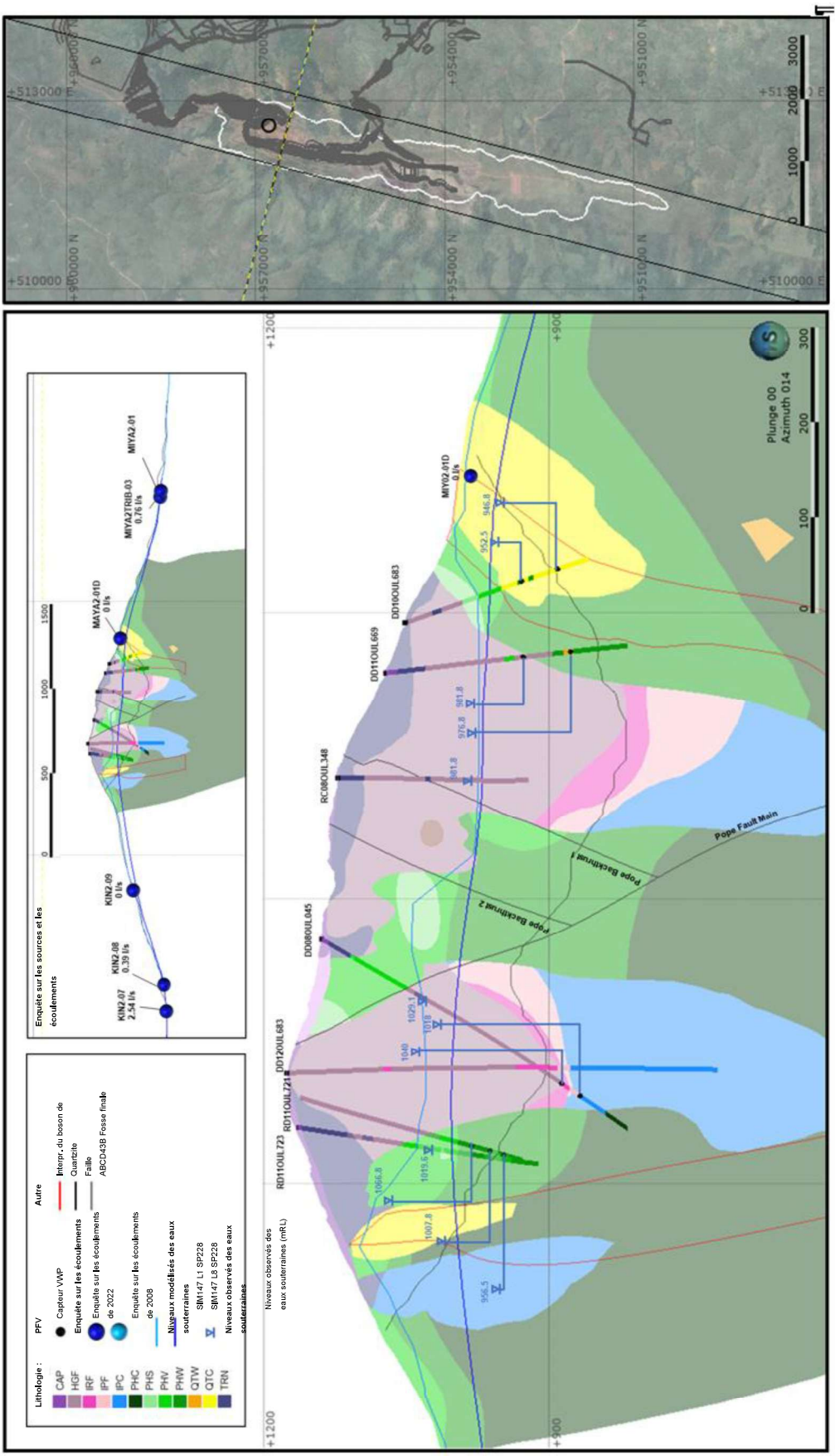


Figure 9-3: Coupe transversale dans le nord de l'Ouéléba ; modèle de bloc de Golder (2021) avec interprétation du QTZ (2021) superposé.

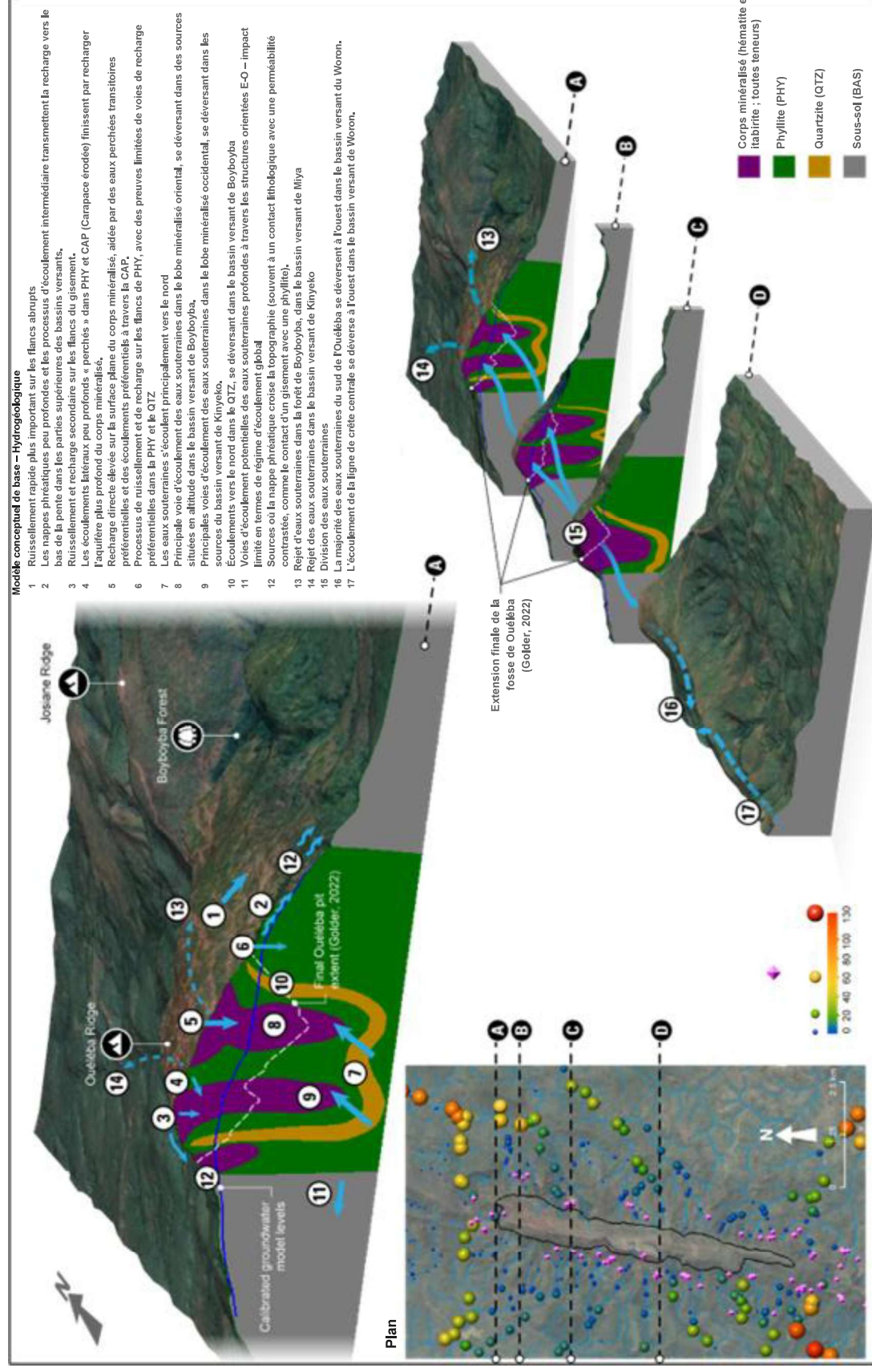
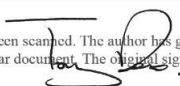


Figure 9-4: Modèle hydrogéologique conceptuel pour le nord de l'Ouéléba – Schéma en 3D

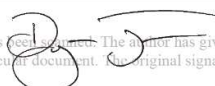
Pour et au nom de SRK Consulting (UK) Limited

This signature has been scanned. The author has given permission to its use for this particular document. The original signature is held on file.



Tony Rex
Directeur de projet
SRK Consulting (UK) Limited

This signature has been scanned. The author has given permission to its use for this particular document. The original signature is held on file.



Dylan John
Directeur de projet
SRK Consulting (UK) Limited

This signature has been scanned. The author has given permission to its use for this particular document. The original signature is held on file.



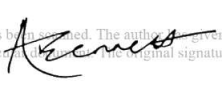
Mark Raynor
Consultant en entreprise (hydrogéologie)
SRK Consulting (UK) Limited

This signature has been scanned. The author has given permission to its use for this particular document. The original signature is held on file.



Tom Jarman
Consultant principal (hydrogéologie)
SRK Consulting (UK) Limited

This signature has been scanned. The author has given permission to its use for this particular document. The original signature is held on file.



Adam Bennett
Consultant (Hydrogéologie)
SRK Consulting (UK) Limited

Date d'émission : 30 Juin 2023

10 RÉFÉRENCES

- Bonson, C. (2021). 31243 Progrès de la modélisation de la géologie structurale de l'Ouéléba.
- Cope, I.L., Wilkinson, J.J., Boyce, A.J., Chapman, J.B., Herrington, R.J. et Harris, C.J. (2008) Genèse du gisement d'oxyde de fer du Pic de Fon, chaîne du Simandou, République de Guinée, Afrique de l'Ouest. In : Banded iron formation-related high-grade iron ore. Série : Revues en géologie économique (15). Société de géologie économique : Littleton, pp. 339-360
- Clark, I. D., & Fritz, P. (1997). Les isotopes environnementaux dans l'hydrogéologie.
- Fontes, J.-Ch. et Olivry, J.C., 1977. Gradient isotopique entre 0 et 4000 m dans les précipitations du Mont Cameroun. Comptes Rendus Réunion Annuelle Sciences de la Terre, Société géologie franchise, Paris : 171.
- Golder Associates (2011) Annexe C : Données structurales et analyse cinématique. Golder Associates, rapport n° 11616273-11117-1, décembre 2011
- Golder Associates (2021) Ouéléba pit design shell ('ABDC42_CUT_DTM') fourni par Rio Tinto
- Institut d'hydrologie. 1992. Estimation des faibles débits au Royaume-Uni. Rapport No. 108, Institut d'hydrologie, Wallingford, Royaume-Uni
- J W Lloyd, "Water Resources in Hard Rock Aquifers in Arid and Semi-Arid Areas," UNESCO Studies and Reports in Hydrogeology No. 58, Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), Paris, 1999
- Jeffcoate A., Campbell M., Vannay J-C., Perriaux B. (2013). "Modelling Intact Rock Strength of Clay-Rich Rocks with Geochemistry at the Simandou Iron Ore Deposit, Guinea West Africa", Conférence sur le minerai de fer, Perth
- Qteq (2022) Principes et applications de la résonance magnétique en forage. Accès en ligne : www.qteq.com
- Ren, S., Parsekian, A., Zhang, Y. et Carr, B. (2019) Hydraulic Conductivity Calibration of Logging NMR in a Granite Aquifer, Laramie Range, Wyoming (Étalonnage de la conductivité hydraulique de la RMN de diagraphie dans un aquifère granitique, chaîne de Laramie, Wyoming). Eaux souterraines Vol. 57. No.2 (pages 303-319).
- Rio Tinto, (2022) Étude de faisabilité.
- Rio Tinto (2011) SEIA (Groundwater Section) : "Mine_Annex_06B_Groundwater [1].pdf"
- Schlumberger Water Services (2008) Simandou Iron Ore Project : Pre-feasibility study – mine water management System (Projet de minerai de fer de Simandou : étude de pré-faisabilité – système de gestion de l'eau de mine). Rapport 1849/R3 à Rio Tinto Iron Ore Atlantic Ltd, juillet 2008
- Schlumberger Water Services (2012) Definitive Engineering Study (incluant la mise à jour du rapport hydrogéologique de référence de 2009) : "CIO.16-0400-NX-REP-00020 – DEFINITIVE ENGINEERING STUDIES MINE WATER MANAGEMENT".

IAEA/WMO (2022). Réseau mondial de mesure des isotopes dans les précipitations. La base de données du GNIP. Accès en ligne : <https://nucleus.iaea.org/wiser>

Schlumberger Water Services (2013) Simandou Hydromorphological Surveys. Évaluation du risque d'inondation. Rapport 51068/R4 à Fluor Projects Ltd, février 2013, Schlumberger Water Services Ltd, Shrewsbury, UK.

Shuangpo Ren, Andrew D. Parsekian, Ye Zhang et Bradley J. (2019) Hydraulic Conductivity Calibration of Logging NMR in a Granite Aquifer, Laramie Range, Wyoming (Étalonnage de la conductivité hydraulique de la RMN de diagraphie dans un aquifère granitique, chaîne de Laramie, Wyoming). Vol. 57, No. 2, Eaux souterraines

SRK Consulting (UK) Ltd (2022a) "I0016-0300-B-REP-00003_0 BFS ADDENDUM REPORT_OUÉLÉBA OPEN PIT SLOPE DESIGN ASSESSMENT"

SRK Consulting (UK) Ltd (2022b) "I0016-0410-X-REP-00002_SURFACE WATER BASELINE REPORT" (Rapport de base sur les eaux de surface)

SRK Consulting (UK) Ltd (2022c) "I0016-0400-X-REP-00004_LOCAL CLIMATE BASELINE"

SRK Consulting (UK) Ltd (2022d) "I-SM-0400-X-DCR-00001_SEDIMENT POND DESIGN CRITERIA AND CONCEPTUAL DESIGN" (Critères de conception et conception de l'étang de sédimentation)

SRK Consulting (UK) Ltd (2022e) "I0016-0350-X-REP-00004_DOWNHILL CONVEYOR AND CRUSHER FACTUAL AND INTERPRETIVE REPORT" (Rapport factuel et interactif sur le convoyeur et le concasseur DOWNHILL)

SRK Consulting (UK) Ltd (2022f) "I0016-0400-X-REP-00012_SIMANDOU MINE HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATION FACTUAL REPORT OUÉLÉBA"

SRK Consulting (UK) Ltd (2023a) "I0016-0400-X-REP-00005_0 FINAL_BASELINE WATER CHEMISTRY FOR THE SIMANDOU PROJECT, GUINEA" (Chimie de l'eau de base pour le projet SIMANDOU, GUINEE)

SRK Consulting (UK) Ltd (2023b) "I-SM-0410-X-MOD-00001 3D NUMERICAL SURFACE WATER & GROUNDWATER MODEL AND SITE WIDE WATER & LOAD BALANCE" (Modèle numérique 3D des eaux de surface et des eaux souterraines et bilan des eaux et des charges à l'échelle du site)

Water Management Consultants (2009) Baseline Groundwater Report "CIO.16-0400-NX-REP-00027 – WMC BASELINE HYDROGEOLOGY REPORT" (Rapport de référence sur les eaux souterraines).

WMC. 2008. Rapport sur l'hydrologie de base. Annexe 3C du rapport 1849/R3 à Rio Tinto Iron Ore Atlantic Ltd, Water Management Consultants Ltd, Shrewsbury, Royaume-Uni.

GLOSSAIRE, ABREVIATIONS, UNITES

Glossaire

Étude de faisabilité	Une étude réalisée à un niveau de confiance permettant d'attirer les investissements des membres du consortium d'infrastructure et, sous réserve de toute étude de confirmation pouvant être exigée comme condition préalable au financement du Projet.
Concession	Les droits miniers de SimFer sur les terres de la chaîne de Simandou en Guinée, tels qu'accordés par l'État – « Simandou Sud ».
Géodomaine	les groupes lithologiques définis utilisés dans le modèle géologique

Abréviations

TVA	Télévisionneur acoustique
SOUS-SOL	Sous-sol
EF	Étude de faisabilité.
FFR	Formation de fer rubanné
RMF	Résonance magnétique de forage
CAN	Canga
CAP	Carapace érodée
ID	Ingénierie définitive (étude)
DMM	Droite météorique mondiale
GNIP	Réseau mondial de mesure des isotopes dans les précipitations.
PEHD	Polyéthylène haute densité
HEC	Hématite dure compacte
HEF	Hématite friable
HEM	Hématite moyennement dure
HGC	Hématite-Goethite compacte et dure
HGF	Hématite-Goethite friable
HGM	Hématite-Goethite moyennement dure
HGP	Hématite-Goethite pulvérulente
DI	Diamètre intérieur
IPC	Itabirite compacte et pauvre
IPF	Itabirite friable et pauvre
IRC	Itabirite enrichie compacte
IRF	Itabirite friable enrichie
LAT	Latérite
DML	Droite météorique locale
MFM	Boucle ferroviaire côté mine
DE	Diamètre extérieur
TVO	Télévisionneur optique
OUL	Ouéléba
PdF	Pic de Fon
ÉEP	Évaluation économique préliminaire
EFP	Étude de faisabilité préliminaire
PHC	Phyllite compacte
PHS	Résistance du sol phyllite

PHV	Phyllite très faible
PHW	Phyllite faible
RGMP	Répartition granulométrique
PVC	Chlorure de polyvinyle
QTC	Quartzite compact
QTW	Quartzite faible
CE	Circulation inverse
DRP	Différence relative exprimée en pourcentage
DQR	Désignation de la qualité de la roche
BS	Bassin sédimentaire
EIES	Évaluation de l'impact social et environnemental
TRN	Minéralisation transitoire
VSMOW	Vienna Standard Mean Ocean Water (eaux moyennes océaniques de Vienne)
PFV	Piézomètre à fil vibrant
WEA	Hématite altérée

Unités

L/s	litres par seconde
(mRL)	mètres Niveau relatif
m/s	mètres par seconde
ppt	parties par millier
%	perte
‰	parties par millier

APPENDIX

A GROUNDWATER MONITORING INSTALLATIONS

Jun, 2023

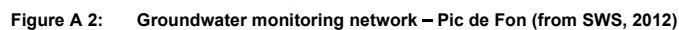


Table A 1: SWS (2012) installed and reported VWP: Ouéléba and Pic de Fon

HOLE ID	VWP Serial#	VWP_X WGS84	VWP_Y WGS84	VWP_Z	VWP_STATUS (2012)	Target Geodomain
DD08OUL234	06-21044	512361	955443	1022	OPERATIONAL	PHV
DD08OUL234	314142	512394	955442	960	OPERATIONAL	QTW
DD08OUL340	06-23118	511968	956186	928	NOT OPERATIONAL	PHY
DD08OUL345	310579	512173	956447	893	NOT OPERATIONAL	HGF
DD08OUL345	310647	512160	956447	872	NOT OPERATIONAL	IPF
DD08OUL389	310655	512625	956386	895	OPERATIONAL	PHW
DD08OUL389	310658	512612	956386	918	OPERATIONAL	HGF
DD08OUL462	314140	512398	955951	938	OPERATIONAL	IRF
DD08OUL462	315545	512454	955951	841	OPERATIONAL	IPC
DD08OUL465	310584	511933	952705	1026	OPERATIONAL	NRV
DD08OUL465	310661	511923	952705	1043	OPERATIONAL	PHV
DD08OUL465	310663	511913	952705	1061	OPERATIONAL	HGF
DD10OUL551	310650	512474	955752	994	OPERATIONAL	IPF
DD10OUL551	310651	512478	955752	987	OPERATIONAL	PHW
DD10OUL551	314243	512484	955752	977	OPERATIONAL	PHV
DD10OUL570	314237	512913	957068	919	OPERATIONAL	QTW
DD10OUL570	315430	512892	957070	954	OPERATIONAL	PHW
DD10OUL599	315401	511810	955816	1000	OPERATIONAL	IPC
DD10OUL599	315425	511815	955817	1009	OPERATIONAL	IPC
DD10OUL599	315432	511820	955817	1017	OPERATIONAL	PHW
DD11OUL669	310660	512621	956325	873	OPERATIONAL	QTC
DD11OUL669	315410	512617	956325	923	OPERATIONAL	PHW (126-189) HGF (136-176)
DD11OUL672	310662	512620	956570	930	OPERATIONAL	HGF
DD11OUL672	315557	512656	956570	833	OPERATIONAL	PHW
DD11OUL672	315567	512668	956570	799	NOT OPERATIONAL	PHW
DD12OUL629	310582	512436	956993	920	OPERATIONAL	PHW
DD12OUL629	310653	512413	956996	962	OPERATIONAL	QTC
DD12OUL629	315543	512427	956994	936	OPERATIONAL	PHV
DD12OUL903	313167	512706	957692	787	OPERATIONAL	PHW
DD12OUL903	315412	512712	957700	804	OPERATIONAL	IPC
DD12OUL903	315415	512720	957712	830	OPERATIONAL	IPC
RD11OUL721	310580	512134	956513	983	OPERATIONAL	PHW
RD11OUL721	315554	512125	956513	949	OPERATIONAL	HGF
RD11OUL721	315561	512129	956513	963	OPERATIONAL	PHV
DD08PDF424	310642	510889	941442	1041	OPERATIONAL	IPC
DD08PDF424	314155	510869	941443	1080	OPERATIONAL	IRF
DD08PDF424	315542	510911	941441	999	OPERATIONAL	IPC
DD08PDF431	314152	510317	943952	1317	OPERATIONAL	IPC
DD08PDF434	310641	511095	942392	1176	OPERATIONAL	PHC
DD08PDF434	314143	511068	942387	1220	NOT OPERATIONAL	PHC
DD08PDF435	314144	510378	943740	1354	OPERATIONAL	IPC
DD08PDF435	314147	510404	943740	1309	OPERATIONAL	IPC
RC07PDF296	314240	511503	940638	1136	NOT OPERATIONAL	IPC
RC07PDF296	315424	511479	940641	1187	NOT OPERATIONAL	IRF

Table A 2: SWS (2012) installed and reported piezometers: Ouéléba

HOLE ID	X WGS84	Y WGS84	ELEVATION	Hole Depth (m)	CASING TYPE	STATUS (2012)	Installation Date	Depth Installed (m)	Diameter (mm)
DD06OUL024	512661.88	957039.30	1115.67	313.00	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	01/11/2008	200	40
DD06OUL025	512715.68	957219.79	1112.70	190.60	PVC	PIEZO MANUAL	07/10/2007	185.3	62
DD06OUL026	512482.48	956549.20	1126.36	258.20	PVC	NOT OPERATIONAL	07/10/2007	125	0
DD06OUL027	512038.48	955569.20	1219.40	208.80	PVC	NOT OPERATIONAL	01/09/2006	69.5	36
DD07OUL087	512201.88	955110.01	1267.30	284.00	WATER PIPE	PIEZO TRANSDUCER	18/10/2008	114.7	40
DD07OUL125	511791.48	952950.42	1291.10	297.20	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	10/03/2008	205	36
DD08OUL233	511749.90	954075.50	1269.74	418.95	PVC	PIEZO MANUAL	07/05/2008	100.5	62
DD08OUL341	512234.78	956816.71	1155.85	300.25	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	29/08/2008	178.17	32
DD08OUL390	512138.90	955062.28	1259.27	268.10	PVC	PIEZO MANUAL	16/12/2008	268.1	62
DD08OUL463	512083.48	956069.20	1170.00	390.00	PVC	NOT OPERATIONAL	07/10/2008	390	62
DD08OUL464	512475.28	956564.50	1126.00	414.00	PVC	NOT OPERATIONAL	18/10/2008	414	62
DD08OUL534	511802.01	954313.01	1266.15	429.60	PVC	OPERATIONAL DRY	10/12/2008	300	62
DD09OUL398	511915.98	953941.71	1288.66	288.70	PVC	PIEZO MANUAL	23/04/2009	232	62
DD09OUL399	511904.95	953818.24	1287.31	501.65	PVC	NOT OPERATIONAL	09/06/2009	384	62
DD09OUL519	511871.78	954062.31	1270.26	363.45	PVC	OPERATIONAL DRY	unknown	223	62
DD09OUL520	512230.16	955321.52	1198.78	219.60	PVC	PIEZO MANUAL	unknown	92	62
DD09OUL527	512769.38	957256.09	1099.69	261.05	PVC	NOT OPERATIONAL	unknown	187	62
DD09OUL528	512768.41	957255.96	1099.65	266.70	PVC	PIEZO MANUAL	unknown	235	62
DD09OUL538	511752.08	954175.14	1264.95	411.75	PVC	OPERATIONAL DRY	unknown	260	62
DD09OUL539	512045.70	955069.42	1256.66	267.35	PVC	OPERATIONAL DRY	unknown	218	62
DD09OUL540	511909.26	953813.85	1287.06	383.50	PVC	NOT OPERATIONAL	unknown	360	62
DD09OUL541	511735.94	952442.59	1217.52	340.80	PVC	NOT OPERATIONAL	20/11/2009	256	62
DD09OUL545	511924.84	953572.50	1309.36	368.85	PVC	OPERATIONAL DRY	11/11/2009	122	62
DD09OUL546	512768.52	956693.27	1056.60	200.10	PVC	NOT OPERATIONAL	30/11/2009	175	62
DD09OUL547	512323.23	954949.46	1207.22	213.45	PVC	OPERATIONAL DRY	07/12/2009	210	62
DD10OUL549	512073.69	953570.04	1247.25	137.65	PVC	OPERATIONAL DRY	15/01/2010	132	62
DD10OUL553	512340.80	955758.92	1167.15	355.05	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	29/03/2010	54	10
DD10OUL554	512820.55	956943.61	1061.88	176.40	PVC	NOT OPERATIONAL	22/03/2010	175.4	62
DD10OUL560	512390.84	956069.33	1126.01	358.25	PVC	OPERATIONAL DRY	07/02/2010	344	62
DD10OUL561	512557.98	956206.59	1055.22	211.88	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	22/07/2010	192	40
DD10OUL566	512454.95	957246.30	1098.69	298.05	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	01/07/2010	172	40
DD10OUL567	512518.90	957237.58	1092.65	302.65	PVC	PIEZO MANUAL	28/06/2010	186	62
DD10OUL568	512857.13	957447.63	1047.16	180.10	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	21/07/2010	138	40
DD10OUL571	512758.51	957067.15	1091.39	270.20	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	26/05/2010	270	40
DD10OUL576	511924.09	955506.39	1183.44	230.80	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	24/09/2010	170	40
DD10OUL579	511949.31	955749.22	1167.06	356.65	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	30/07/2010	150	40
DD10OUL580	512248.73	954559.44	1174.75	240.00	PVC	NOT OPERATIONAL	29/07/2010	123	62
DD10OUL585	511966.45	955814.90	1161.50	399.75	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	17/08/2010	247	40
DD10OUL586	511971.70	955876.52	1157.06	312.60	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	23/09/2010	102	40
DD10OUL589	512364.06	956949.14	1150.90	215.40	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	28/09/2010	215	10
DD10OUL590	512263.08	956957.72	1148.35	225.94	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	28/10/2010	194	40
DD10OUL592	512136.29	956817.46	1128.78	126.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	15/02/2011	55	40
DD10OUL593	512090.58	956693.96	1131.20	119.15	PVC	OPERATIONAL DRY	18/10/2010	117	40
DD10OUL596	512061.20	956441.19	1143.94	139.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	05/11/2010	70	40
DD10OUL597	512021.45	956318.29	1132.13	223.30	PVC	NOT OPERATIONAL	21/11/2010	223	62
DD10OUL608	512334.36	957381.63	1076.13	164.25	PVC	PIEZO MANUAL	18/12/2010	164	62
DD11OUL601	512006.21	956012.22	1152.76	304.15	PVC	PIEZO TRANSDUCER	14/02/2011	304.15	62
DD11OUL602	511945.85	956000.95	1126.77	247.25	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	17/03/2011	66	40
DD11OUL603	511968.80	956131.14	1114.65	297.70	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	09/12/2009	129	40
DD11OUL604	511963.92	956191.76	1112.39	254.50	PVC	OPERATIONAL DRY	24/11/2010	254.5	62
DD11OUL609	512448.23	957320.75	1081.35	279.40	PVC	NOT OPERATIONAL	unknown	0	62
DD11OUL616	512446.99	957320.45	1081.33	253.90	PVC	OPERATIONAL DRY	18/02/2011	254	62
DD11OUL617	512402.64	957382.11	1078.50	233.55	PVC	PIEZO MANUAL	03/03/2011	233.4	62
DD11OUL621	512119.12	956506.14	1162.42	204.35	PVC	PIEZO TRANSDUCER	03/08/2011	202	62
DD11OUL667	512618.62	956506.56	1076.47	261.80	PVC	PIEZO MANUAL	17/09/2011	163	62
DD11OUL668	512642.26	956585.39	1072.88	250.45	PVC	PIEZO MANUAL	30/09/2011	242.3	62
DD11OUL701	512518.37	955176.16	1179.69	126.00	PVC	NOT OPERATIONAL	16/08/2011	122	62
DD11OUL738	512106.75	956759.70	1131.36	207.05	PVC	PIEZO MANUAL	28/09/2011	207.5	62
DD11OUL739	512150.18	956757.00	1138.17	162.45	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	unknown	0	40
DD11OUL900	512840.06	957953.97	970.36	273.00	PVC	PIEZO MANUAL	08/12/2011	273	62
DD12OUL628	512708.48	957134.20	1119.37	315.70	PVC	NOT OPERATIONAL	17/02/2012	315.7	62
DD12OUL677	512575.48	956255.20	1056.63	239.30	PVC	NOT OPERATIONAL	01/03/2012	226.2	62
DD12OUL678	512912.48	956943.20	1013.00	202.75	PVC	OPERATIONAL DRY	15/03/2012	202.75	62
DD12OUL680	512648.48	958250.89	847.90	83.02	PVC	OPERATIONAL DRY	05/04/2012	83	60
DD12OUL682	512898.48	958068.19	958.71	185.30	PVC	OPERATIONAL DRY	07/06/2012	143	62
DD12OUL683	512212.48	956565.20	1125.56	452.25	PVC	PIEZO MANUAL	27/07/2012	396	62
DD12OUL684	512559.28	956566.20	1111.16	388.30	PVC	PIEZO MANUAL	23/08/2012	388.3	62
DD12OUL685	512139.51	955888.82	1190.88	342.00	PVC	NOT OPERATIONAL	04/09/2012	252	62
DD12OUL686	512678.48	956930.20	1114.16	457.30	PVC	PIEZO MANUAL	04/10/2012	314	62
DD12OUL690	512125.48	956636.20	1147.00	255.00	PVC	NOT OPERATIONAL	08/03/2012	100.2	62
DD12OUL899	512844.48	957770.19	978.90	267.50	PVC	PIEZO MANUAL	28/01/2013	267.5	62
DD12OUL906	512761.48	955185.76	1144.63	127.80	PVC	PIEZO MANUAL	15/03/2012	127	62
DD12OUL912	512710.98	958381.69	827.56	207.70	PVC	PIEZO TRANSDUCER	08/12/2012	148.9	62
DD12OUL926	513195.48	957676.19	889.00	50.30	PVC	NOT OPERATIONAL	26/03/2012	50	62
DD12OUL927	513017.48	957652.19	944.00	62.20	PVC	NOT OPERATIONAL	26/03/2012	60.8	62
DD12OUL932	512484.48	955823.20	1122.80	210.00	PVC	OPERATIONAL DRY	17/07/2012	113	62
DD12OUL950	512623.48	958417.19	867.24	101.35	PVC	OPERATIONAL DRY	21/03/2012	101.35	65
DD12OUL951	512804.48	958199.19	881.07	52.50	PVC	PIEZO MANUAL	24/02/2012	50	62
RC07OUL066	512006.38	954935.11	1256.60	342.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	18/10/2008	102	40
RC07OUL070	511840.18	954692.61	1284.00	252.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	15/11/2007	140.28	36
RC07OUL077	511788.78	954443.51	1275.80	252.00	PVC	OPERATIONAL DRY	25/09/2007	137.5	62

HOLE ID	X WGS84	Y WGS84	ELEVATION	Hole Depth (m)	CASING TYPE	STATUS (2012)	Installation Date	Depth Installed (m)	Diameter (mm)
RC07OUL090	511648.28	951950.62	1154.80	52.00	PVC	OPERATIONAL DRY	27/09/2007	20.3	62
RC07OUL091	511521.49	951941.62	1131.90	88.00	PVC	OPERATIONAL DRY	28/09/2007	27.4	62
RC07OUL092	511378.99	951948.22	1104.10	196.00	PVC	OPERATIONAL DRY	29/09/2007	47.8	62
RC07OUL093	511266.69	951944.82	1080.00	226.00	PVC	OPERATIONAL DRY	30/09/2007	96.3	62
RC07OUL094	511751.18	952197.02	1190.00	238.00	PVC	OPERATIONAL DRY	15/09/2007	81.7	62
RC07OUL107	512645.18	956940.50	1116.20	258.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	05/12/2007	84.7	36
RC07OUL131	511505.09	952441.62	1178.50	202.00	PVC	PIEZO MANUAL	15/03/2008	69.8	70
RC07OUL135	511806.38	952690.62	1246.90	270.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	01/05/2008	118.4	36
RC07OUL139	511549.03	952688.33	1232.08	300.00	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	20/11/2007	111	32
RC07OUL145	512367.68	956199.50	1141.40	120.66	PVC	PIEZO MANUAL	02/12/2007	86	62
RC07OUL147	512262.38	956692.60	1159.60	276.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	25/10/2007	142.6	36
RC07OUL152	511756.08	953936.21	1265.50	276.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	06/10/2008	67	40
RC08OUL212	511701.48	952319.22	1215.00	170.00	PVC	OPERATIONAL DRY	26/08/2008	119.7	62
RC08OUL247	511543.49	953819.21	1265.00	270.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	06/10/2008	260	40
RC08OUL259	512082.67	956062.88	1180.27	264.00	PVC	NOT OPERATIONAL	unknown	264	62
RC08OUL260	512098.88	956059.68	1180.33	222.00	PVC	OPERATIONAL DRY	06/05/2008	147.6	62
RC08OUL283	512673.70	957067.71	1116.85	180.00	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	17/05/2008	136	36
RC08OUL294	511266.90	952066.28	1089.60	216.00	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	25/05/2008	105	62
RC08OUL295	511399.15	952062.25	1119.06	222.00	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	29/05/2008	222	62
RC08OUL308	512331.43	957001.68	1149.21	174.00	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	23/10/2008	142.7	40
RC08OUL316	512613.83	957064.54	1120.17	180.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	10/09/2008	109	32
RC08OUL318	512386.94	957058.25	1139.46	200.00	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	24/08/2008	130.48	32
RC08OUL323	512288.25	956990.80	1147.96	200.00	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	23/10/2008	190	40
RC08OUL328	512340.48	956756.20	1148.88	66.57	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	23/08/2008	66.57	32
RC08OUL329	512339.48	956751.20	1148.88	200.00	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	02/09/2008	195.4	32
RC08OUL330	512331.71	956874.43	1157.11	200.00	WATER PIPE	PIEZO TRANSDUCER	08/07/2008	179.5	52
RC08OUL347	512577.48	956757.20	1112.52	200.00	WATER PIPE	PIEZO TRANSDUCER	17/07/2008	162	52
RC08OUL348	512514.48	956499.20	1122.01	200.00	PVC	PIEZO MANUAL	09/07/2008	175	62
RC08OUL351	512399.81	956258.29	1137.03	156.00	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	09/09/2008	122.5	32
RC08OUL358	512393.48	957242.19	1113.31	200.00	PVC	NOT OPERATIONAL	09/07/2008	188	62
RC08OUL363	512694.48	957254.19	1105.85	200.00	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	04/09/2008	109.56	32
RC08OUL369	512325.48	956374.20	1144.09	200.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	26/08/2008	44	32
RC08OUL372	512647.48	956763.20	1093.11	200.00	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	28/08/2008	162.6	32
RC08OUL374	512592.89	956815.05	1111.94	200.00	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	25/08/2008	148.9	32
RC08OUL375	512325.18	956117.67	1148.08	200.00	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	03/09/2008	84	32
RC08OUL378	512670.48	957356.19	1068.87	200.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	27/08/2008	35	32
RC08OUL381	512833.63	957380.97	1068.27	200.00	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	01/09/2008	0	32
RC08OUL382	512574.48	956563.20	1111.38	200.00	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	20/08/2008	139.71	32
RC08OUL383	512518.56	956437.86	1117.34	200.00	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	30/08/2008	149.55	32
RC08OUL401	512215.48	956502.20	1174.00	198.00	PVC	OPERATIONAL DRY	20/07/2008	150	62
RC08OUL404	512168.48	956508.20	1176.96	200.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	31/08/2008	142	32
RC08OUL405	512150.40	956375.43	1178.40	198.00	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	05/08/2008	153	32
RC08OUL411	512273.32	956129.02	1155.97	162.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	21/08/2008	34.4	32
RC08OUL412	512209.48	956136.20	1162.39	200.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	19/08/2008	63.25	32
RC08OUL413	512457.48	956623.20	1125.97	200.00	PVC	OPERATIONAL DRY	07/08/2008	108.5	62
RC08OUL419	512328.48	955923.20	1163.80	224.00	PVC	OPERATIONAL DRY	07/09/2008	53.5	62
RC08OUL420	512220.48	955946.20	1174.00	202.00	PVC	OPERATIONAL DRY	09/09/2008	60	62
RC08OUL425	512399.02	956198.36	1132.24	174.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	01/05/2008	142	32
RC08OUL440	512274.48	955878.20	1173.71	124.00	PVC	OPERATIONAL DRY	22/08/2008	33	62
RC08OUL441	512043.55	955876.68	1194.91	200.00	PVC	PIEZO TRANSDUCER	03/08/2008	177	62
RC08OUL458	511971.48	955370.21	1238.25	220.00	PVC	PIEZO MANUAL	03/09/2008	217	62
RC08OUL468	512461.48	956504.20	1129.06	194.00	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	20/09/2008	160	42
RC08OUL469	512452.82	956377.00	1128.85	174.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	15/09/2008	58	42
RC08OUL482	512126.48	956311.20	1180.00	224.00	PVC	NOT OPERATIONAL	16/09/2008	136	62
RC08OUL491	512028.48	955625.20	1216.00	210.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	05/10/2008	60	32
RC08OUL504	512085.98	956001.70	1186.00	300.00	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	09/12/2009	175	40
RD08OUL394	512038.48	955748.20	1208.38	398.40	WATER PIPE	PIEZO TRANSDUCER	22/10/2008	270	40
RD08OUL397	511945.48	954314.21	1267.80	405.00	PVC	PIEZO MANUAL	15/12/2008	405	62
RD11OUL622	512105.48	956381.20	1157.30	279.00	PVC	NOT OPERATIONAL	16/08/2011	269	62
RD11OUL633	512343.01	956854.62	1151.92	317.10	PVC	PIEZO MANUAL	18/04/2011	317.1	62
RD11OUL634	512304.24	956729.90	1154.88	285.00	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	04/06/2011	284.9	62
RD11OUL638	512305.51	956853.73	1156.22	254.45	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	unknown	0	40
RD11OUL710	512279.16	956696.44	1157.33	280.55	PVC	PIEZO MANUAL	08/08/2011	159.3	62
RD11OUL716	512234.78	956696.28	1163.63	250.00	PVC	PIEZO MANUAL	05/11/2011	250	62
RD11OUL723	512171.09	956631.37	1163.34	255.40	PVC	PIEZO TRANSDUCER	18/10/2011	255.4	62

Table A 3: SWS (2012) installed and reported piezometers: Pic de Fon

HOLE ID	X_WGS84	Y_WGS84	ELEVATION	Hole Depth (m)	CASING TYPE	STATUS (2012)	Installation Date	Depth Installed (m)	Diameter (mm)
DD00PDF036	510583.19	944225.22	1540.91	225.8	PVC	OPERATIONAL DRY	01/09/2000	51.3	0
DD04PDF184	510950.65	942414.23	1433.70	181	PVC	OPERATIONAL DRY	01/09/2004	0	0
DD04PDF186	510400.17	943912.55	1583.82	188.79	PVC	PIEZO MANUAL	01/09/2004	173.6	62
DD04PDF187	510544.82	944057.10	1570.68	179.5	PVC	OPERATIONAL DRY	15/10/2007	0	0
DD06PDF199	510965.69	942953.08	1425.50	279.5	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	15/10/2007	0	36
DD07PDF208	511000.39	942178.68	1441.50	318.3	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	06/12/2007	193	36
DD07PDF230	510736.79	943047.48	1414.30	158.8	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	04/12/2007	122	32
DD07PDF265	511332.19	941558.48	1385.60	241.6	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	unknown	277	62
DD08PDF430	510277.57	944344.93	1539.91	354.6	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	unknown	298	62
DD08PDF437	510001.20	943753.50	1445.70	433.8	PVC	PIEZO TRANSDUCER	07/11/2008	434	62
DD10PDF565	510805.1368	942998.2307	1416.523	361.5	PVC	OPERATIONAL DRY	21/02/2011	190	62
DD10PDF570	510951.2319	943655.5259	1468.44	247.7	PVC	PIEZO TRANSDUCER	unknown	211	62
DD10PDF571	510782.4929	943659.8359	1515.338	409.7	PVC	PIEZO TRANSDUCER	16/10/2010	395	62
DD10PDF572	511147.0028	942026.5092	1417.363	268.86	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	07/12/2010	274	40
DD10PDF574	510958.0599	942782.8299	1412.922	265.1	PVC	OPERATIONAL DRY	15/12/2010	265	62
DD10PDF576	511074.9063	942433.0329	1384.216	202.8	PVC	PIEZO TRANSDUCER	09/12/2010	117	62
DD10PDF577	511051.6684	942355.6144	1408.965	227.1	PVC	PIEZO MANUAL	15/12/2010	227	62
DD11PDF579	510879.7883	943476.379	1446.341	267.4	PVC	PIEZO TRANSDUCER	25/03/2011	267.4	62
DD11PDF587	510800.1518	942935.689	1399.557	384.85	PVC	PIEZO TRANSDUCER	05/04/2011	385	62
DD11PDF628	510754.2671	942476.6677	1338.128	343.65	PVC	PIEZO TRANSDUCER	17/01/2012	342	62
DD12PDF595	512806.4785	938959.2987	865.962	50.15	PVC	PIEZO MANUAL	16/08/2012	47.6	62
DD12PDF596	512206.4819	938394.0019	985.929	50.1	PVC	PIEZO MANUAL	27/08/2012	50.1	62
DD12PDF597	511914.1835	939053.2982	1055.712	51	PVC	PIEZO MANUAL	02/09/2012	50.2	62
DD12PDF598	511786.4843	938347.9022	1177.3	70.35	PVC	OPERATIONAL DRY	13/11/2012	69	62
DD12PDF599	512365.781	938838.9994	946.407	62	PVC	PIEZO MANUAL	07/09/2012	62	62
DD12PDF600	511861.4838	938747.2999	1090.663	36.55	PVC	PIEZO MANUAL	07/11/2012	36	62
DD12PDF640	512680.4792	938595.7008	891.58	59	PVC	PIEZO MANUAL	30/08/2012	59	62
RC02PDF073	511190.1426	941688.2082	1422.525	250	PVC	NOT OPERATIONAL	01/09/2002	0	0
RC02PDF081	510763.033	943521.2577	1455.049	148	PVC	PIEZO MANUAL	01/09/2002	138	62
RC02PDF133	510551.3002	944434.1015	1528.238	202	PVC	NOT OPERATIONAL	01/09/2002	187	62

HOLE ID	X_WGS84	Y_WGS84	ELEVATION	Hole Depth (m)	CASING TYPE	STATUS (2012)	Installation Date	Depth Installed (m)	Diameter (mm)
RC03PDF161	510548.3112	944044.7527	1570.221	250	PVC	OPERATIONAL DRY	01/09/2003	120	62
RC03PDF163	510626.7328	943720.7466	1574.517	202	PVC	PIEZO MANUAL	01/09/2003	187	62
RC03PDF174	510954.8979	942174.0994	1435.367	220	PVC	OPERATIONAL DRY	15/03/2003	205	62
RC07PDF276	510837.4896	942302.4797	1358.8	354	PVC	NOT OPERATIONAL	20/11/2007	210	0
RC07PDF277	510738.5902	942293.7797	1303	356	PVC	NOT OPERATIONAL	25/11/2007	240	0
RC07PDF280	511200.0876	941551.1839	1355.6	252	PVC	PIEZO TRANSDUCER	06/12/2007	236	62
RC07PDF281	510340.8924	944768.8656	1458.2	258	PVC	NOT OPERATIONAL	01/12/2007	80	0
RC07PDF296	511447.3862	940766.8884	1300.7	234	PVC	NOT OPERATIONAL	15/10/2008	200	40
RC08PDF307	510762.69	943191.0746	1455.9	162	PVC	PIEZO MANUAL	07/01/2008	118	70
RC08PDF314	510157.9934	943757.1714	1474.4	330	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	15/12/2007	0	0
RC08PDF317	510006.6943	943752.5714	1445.5	270	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	01/05/2008	201.8	32
RC08PDF319	510213.2931	943823.452	1489.28	144	PVC	PIEZO TRANSDUCER	01/05/2008	91.3	62
RC08PDF322	510872.6894	943663.1719	1495.2	192	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	05/02/2008	187	32
RC08PDF324	510798.1898	943747.0714	1540.6	192	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	05/02/2008	150	32
RC08PDF346	510539.8413	943043.6054	1351.286	66	PVC	NOT OPERATIONAL	01/05/2008	14	62
RC08PDF363	510542.9893	943047.1294	1351.622	246	PVC	PIEZO MANUAL	13/03/2008	25.2	62
RC08PDF369	511003.3927	942578.8131	1408.973	250	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	unknown	240	62
RC08PDF397	510250.7739	944992.2073	1532.398	330	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	26/06/2009	240	62
RC08PDF419	510493.4915	943999.27	1607.67	260	WATER PIPE	PIEZO TRANSDUCER	14/10/2008	257	40
RC08PDF455	510905.7132	943122.829	1429.812	300	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	20/08/2008	263.5	32
RC08PDF457	510937.694	943172.9077	1424.009	270	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	16/10/2008	253	40
RC08PDF467	510151.1565	943711.6336	1467.716	126	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	15/10/2008	99	40
RC08PDF474	511052.8784	942229.9501	1430.44	388	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	25/07/2008	319	32
RC08PDF478	511049.1584	942286.8697	1426.93	228	WATER PIPE	PIEZO MANUAL	unknown	249	62
RC08PDF490	510203.6692	943863.8127	1499.387	296.48	WATER PIPE	NOT OPERATIONAL	unknown	220	62
RC08PDF496	510485.2586	944056.6536	1587.618	206	WATER PIPE	OPERATIONAL DRY	14/10/2008	180	40
RC08PDF521	510873.7194	942647.9677	1400.52	211	PVC	OPERATIONAL DRY	16/09/2008	211	62
RC08PDF551	510433.6819	943702.3917	1533.44	200	WATER PIPE	PIEZO TRANSDUCER	unknown	0	62

Table A 4: VWP installed during 2021/2022 (by SRK)

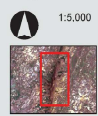
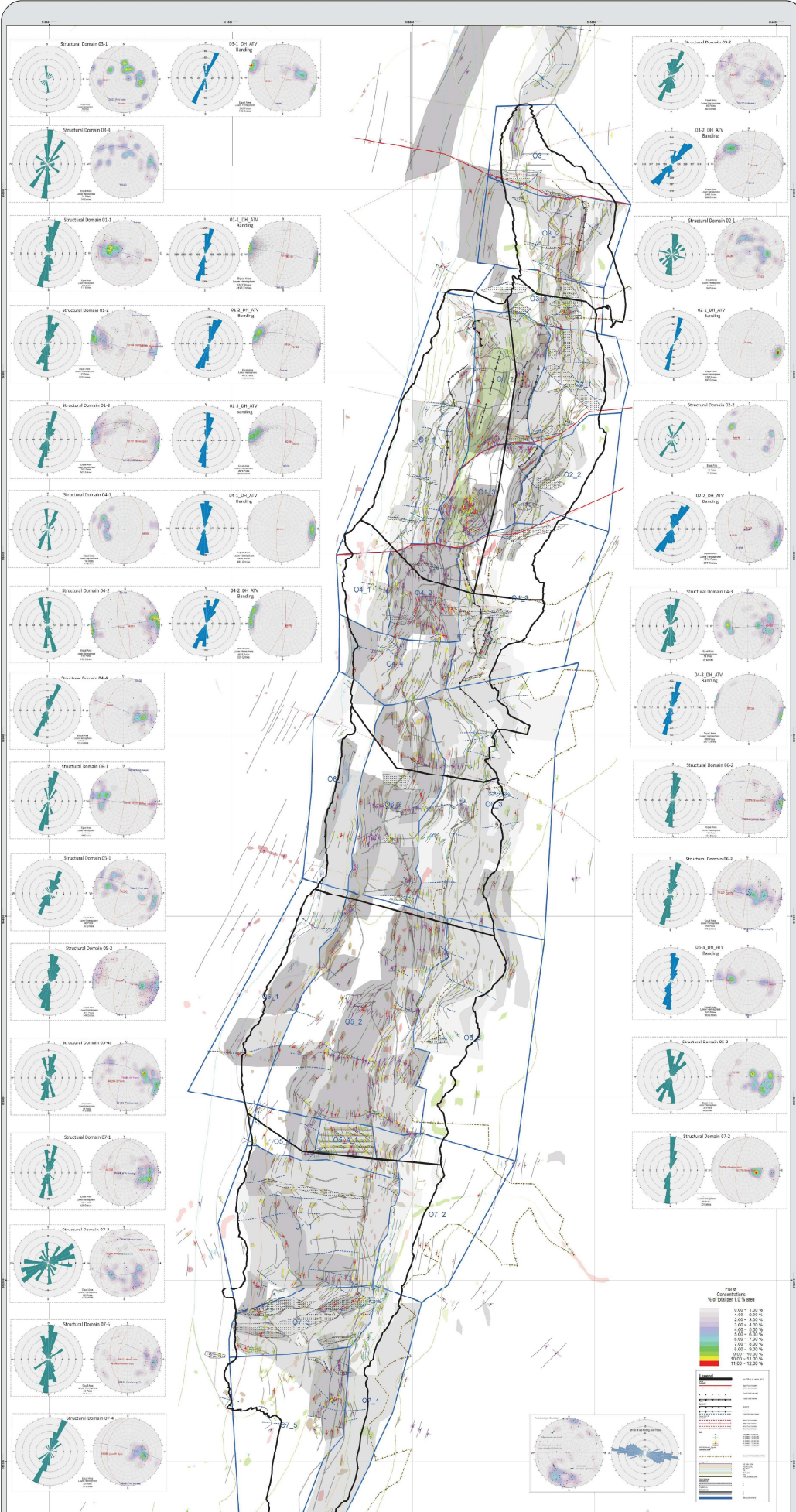
HOLE ID	X_WGS84	Y_WGS84	Hole Depth (m)	Dip	Azimuth	VWP1 Depth (m)	VWP2 Depth (m)	VWP3 Depth (m)	VWP4 Depth (m)	VWP5 Depth (m)	VWP Installation Target
BH02	514781.67	956074.10	100.00	-84.6	0	24.4	72.2	100.5	n/a	n/a	Evaluate GW levels in conveyor cut
BH05	514022.67	958379.10	50.00	-90	0	20	35	50	n/a	n/a	Evaluate vertical pore pressure gradients beneath WD1 embankment; maintain for pore pressure monitoring during WD1 construction
BH06	514342.44	958571.13	50.00	-90	0	4.5	9.5	19	28	n/a	Evaluate vertical pore pressure gradients beneath WD1 embankment; maintain for pore pressure monitoring during WD1 construction.
BH07	514399.40	958735.37	50.00	-90	0	20	35	50	n/a	n/a	Evaluate vertical pore pressure gradients beneath WD1 embankment; maintain for pore pressure monitoring during WD1 construction.
DHC12	512235.33	955321.55	50.00	-90	0	11.03	21.03	31.03	n/a	n/a	VWP hole to evaluate unsaturated zone pore pressure response (installation is above main water table)
GT001	512289.90	957066.00	270.00	-62.17	282.18	180	201	221	241	260	Targets PHY and QTZ on West flank
GT002	512646.71	956934.16	370.00	-60	106	217	257	272.5	330	362	Targets PHY and QTZ on East flank
GT003	512790.33	956880.13	260.00	-71.3	106	141.5	170.5	203.5	254.5	n/a	Targets QTZ on East flank
GT004	512620.29	956942.52	280.00	-71.3	286	129	171	190	234	260	Targets PHY on internal slope
HM02	513367.06	958872.52	80.00	-85	0	40	70	90	n/a	n/a	Evaluate pore pressure profile in HME02 cut
HM03	513059.15	958696.09	80.00	-85	0	40	65	80	n/a	n/a	Evaluate pore pressure profile in HME02 cut
HM04	512742.28	958566.88	100.00	-85	0	60	85	102	n/a	n/a	Evaluate pore pressure profile in HME02 cut
HM07	512961.11	957071.01	180.00	-85	0	60	134	160	180	n/a	Evaluate pore pressure profile in HME02 cut
HM19	511693.82	953818.65	30.00	-90	0	9.8	19.8	29.8	n/a	n/a	VWP hole to evaluate unsaturated zone pore pressure response (installation is above main water table)
WD07	514157.00	959824.70	30.00	-90	0	11.5	15.7	27.3	n/a	n/a	Evaluate pore pressure profile below waste dump
RES_012	512970.00	957819.19	270.90	-71.78	86.68	107.7	139.7	199.7	234.7	259.7	Targets PHY and QTZ on East flank

Table A 5: Piezometers installed during 2021/2022 (by SRK)

HOLE ID	X_WGS84	Y_WGS84	Dip	Azimuth	Hole Depth (m)	CASING TYPE	Infrastructure Monitoring Target
BH04	514294.29	957973.90	-90	0	20	50mm PVC	MET
BI03	515119.17	954899.32	-90	0	15	50mm PVC	Stockyard
DHC04	513214.81	955317.85	-90	0	50	SmartWell	DOWNHILL CONVEYOR
DHC06	513561.99	954936.08	-90	0	50	SmartWell	DOWNHILL CONVEYOR
MER1	515812.84	959680.16	-90	0	15	50mm PVC	MINE END RAIL LOOP BH
MER10	514121.19	957004.15	-90	0	15	50mm PVC	MINE END RAIL LOOP BH
MER14	514726.37	957900.10	-90	0	15	50mm PVC	MINE END RAIL LOOP BH
SB2	514410.07	958415.58	-90	0	15	50mm PVC	SEDIMENT BASIN BH
SB5	513933.46	954405.47	-90	0	15	50mm PVC	SEDIMENT BASIN BH
SB6	514867.06	958711.44	-90	0	20.2	SmartWell	SEDIMENT BASIN BH
WD03	513325.88	959163.50	-90	0	50	SmartWell	WASTE DUMP 1 BH
WD05	513731.06	958853.56	-90	0	70	SmartWell	WASTE DUMP 1 BH
BH01	514926.84	955732.22	-90	0	30	50mm PVC	STAGE 1 CONVEYOR
DHC10	514436.43	954085.33	-90	0	30	50mm PVC	DOWNHILL CONVEYOR
MER15	514358.59	956213.12	-90	0	100	SmartWell	MINE END RAIL LOOP BH
MER5	515083.03	958182.20	-90	0	15	50mm PVC	MINE END RAIL LOOP BH
SB3	514600.99	958708.36	-90	0	15	50mm PVC	SEDIMENT BASIN BH
WD04	514170.17	959164.76	-90	0	50	SmartWell	WASTE DUMP 1 BH
WD06	514212.35	960126.60	-90	0	30	SmartWell	WASTE DUMP 1 BH

APPENDIX

B OUÉLÉBA STRUCTURAL GEOLOGY MAP



Coordinate System: Dabola 1981 UTM Zone 29N
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: Dabola 1981
 Drawn By: Gervin STOMBEY and Zene KALIVOGUI
 Interpreted By: Alastair POPE, Jean - Claude VANNAY,
 Alister JCTOATC and Zene KALIVOGUI
 Drawing Number: 2012_51
 Date: 07/02/2012

Structural Map of Ouleba



APPENDIX

C SUMMARY OF GROUNDWATER LEVELS AND VERTICAL HYDRAULIC GRADIENTS AT ALL VWPS

Summary of groundwater levels and vertical hydraulic gradients at all VWP's at Ouléba and surrounding area

Hole ID	VWP No.	VWP X	VWP Y	VWP Z	VWP status	Data start	Data end	No. readings	Min GWL (mRL)	Mean GWL (mRL)	Max GWL (mRL)	Range (m)	Geo domain screened in:	Dir	Head Difference (m)	Head Gradient (m/m)
BH02	VW1	514801.8	956106.9	801.2	Operational	28/12/2021	Ongoing*	18594	800.20	800.88	825.06	24.86	PHS	↓	1.07	0.02
	VW2	514806.4	956108.8	749.3	Operational	29/08/2022	Ongoing*	18594	796.59	798.53	829.66	33.07	QTW	↓	0.06	0
	VW3	514808.2	956109.7	728.6	Operational	29/08/2022	Ongoing*	18593	796.45	798.47	831.25	34.80	PHS	↓		
BH05	VW1	514024.9	958382.6	677.7	Operational	29/08/2022	Ongoing*	9116	685.60	686.23	686.84	1.24	QTW	↓	5.23	0.52
	VW2	514024.9	958382.6	667.7	Operational	27/08/2022	Ongoing*	9116	686.92	687.77	688.35	1.43	FAULT			
	VW3	514024.9	958382.6	652.7	Operational	27/08/2022	Ongoing*	9116	687.87	688.79	689.55	1.68	BAS	↑	-5.08	-0.34
BH06	VW1	514348.3	958568.2	678.9	Operational	27/08/2022	Ongoing*	2	680.50	680.62	680.74	0.24	BAS	↓	0.36	0.07
	VW2	514348.3	958568.2	673.9	Operational	27/08/2022	Ongoing*	2	680.14	680.29	680.44	0.30	BAS	↓	0.19	0.02
	VW3	514348.3	958568.2	664.4	Operational	28/08/2022	Ongoing*	2	679.95	680.10	680.25	0.30	BAS			
BH07	VW4	514348.3	958568.2	655.4	Operational	29/08/2022	Ongoing*	2	680.17	680.28	680.38	0.21	BAS	↑	-0.22	-0.02
	VW1	514398.9	958735	689.9	Operational	30/08/2022	Ongoing*	9064	688.34	690.95	694.75	6.41	GNE			
	VW2	514398.9	958735	685.9	Operational	31/08/2022	Ongoing*	9064	687.86	689.15	690.13	2.27	SAP	↑	-0.12	-0.05
DD08OUL234	VW3	514398.9	958735	683.4	Operational	01/09/2022	Ongoing*	9064	687.99	689.22	690.17	2.18	BAS			
	06-21044		955562.1	1022.2	Not found	27/08/2008	24/04/2016	1359	1033.29	1037.29	1038.82	5.53	PHV	↓	12.04	0.20
	314142	512417.5	955561.4	960.5	Not found	27/08/2008	25/04/2016	2087	1000.76	1023.25	1031.32	30.56	QTT			
DD08OUL340	06-23118	511991.4	956305.0	927.6	Destroyed	30/06/2008	23/03/2010	42	1027.59	1029.53	1033.85	6.26	PHY			
DD08OUL345	310579	512196.9	956566.1	891.2	Restored	17/09/2008	25/04/2016	2084	1032.20	1040.65	1048.29	16.09	HGF	↓	22.69	1.13
	310647	512183.8	956566.5	871.0	Restored	17/09/2008	17/07/2014	28	969.47	1017.95	1062.50	93.03	IPF			
	314140	512414.0	956070.1	933.8	Destroyed	02/12/2008	18/03/2016	6620	994.45	997.82	999.96	5.51	IRF	↑	-1.57	-0.02
DD08OUL465	315545	512466.5	956070.1	834.9	Destroyed	02/12/2008	18/03/2016	3561	987.24	999.39	1003.14	15.90	IPC			
	310663	511936.9	952824.5	1061.8	Restored	04/12/2008	19/04/2016	2247	1080.42	1065.90	1112.67	52.25	HGF	↓	9.52	0.55
	310661	511946.9	952824.5	1044.5	Restored	16/12/2008	19/04/2016	2360	1050.52	1056.38	1072.72	22.20	PHV	↓	9.28	0.54
DD09OUL540	310584	511956.9	952824.5	1027.2	Restored	16/12/2008	19/04/2016	1019	1027.88	1047.10	1058.50	30.62	NRY			
	315556	512050.8	953831.7	1051.9	Not Operational	15/04/2013	29/08/2013	4	1093.86	1094.54	1096.04	2.18	PHW	↑	-0.25	-0.01
	315536	512061.1	953833.0	1034.8	Not Operational	15/04/2013	29/08/2013	4	1093.68	1094.79	1096.06	2.38	NRY	↑	-0.64	-0.04
DD09OUL558	315555	512071.3	953834.3	1017.7	Not Operational	15/04/2013	29/08/2013	9	1093.61	1095.44	1099.41	5.80	PHW			
	310640	512750.4	956680.4	887.5	Restored	09/01/2013	16/03/2016	2376	947.90	954.69	956.90	9.00	QTT	↓	10.73	0.29
	314241	512765.0	956679.0	850.2	Restored	03/12/2012	16/03/2016	3250	940.34	943.96	960.23	19.89	QTT			
DD10OUL551	310650	512497.6	955871.6	994.0	Restored	15/07/2011	25/04/2016	2532	968.17	995.28	1036.91	68.74	IPF	↓	9.81	1.41
	310651	512501.6	955871.4	987.1	Restored	01/12/2011	25/04/2016	1565	928.74	985.46	1001.67	72.93	PHW	↑	-11.61	-1.11
	314243	512507.5	955871.2	976.6	Restored	11/01/2012	25/04/2016	1057	991.17	997.08	1041.62	50.45	PHV			
DD10OUL563	315414	512716.1	956446.6	928.2	Restored	05/03/2013	21/04/2016	30	950.77	952.33	954.79	4.02	PHV	↓	3.59	0.10
	314242	512729.9	956446.1	891.6	Restored	05/03/2013	21/04/2016	30	944.80	948.75	956.79	11.99	QTT			
	315430	512915.7	957188.9	955.9	Restored	13/10/2011	22/04/2016	3204	955.02	983.25	1013.84	58.82	PHW	↓	58.43	1.69
DD10OUL570	314237	512936.5	957187.5	919.3	Restored	13/10/2011	22/04/2016	2782	912.46	924.82	936.71	24.25	QTT			
	315432	511843.6	955936.1	1017.3	Restored	15/07/2011	22/04/2016	1354	1031.22	1040.58	1042.61	11.39	PHW	↓	5.33	0.62
	315425	511838.4	955935.7	1008.8	Restored	18/06/2012	22/04/2016	1095	1030.21	1035.25	1036.83	6.62	IPC	↑	-0.84	-0.10
DD11OUL669	315401	511833.2	955935.4	1000.2	Restored	14/10/2011	22/04/2016	1020	1030.03	1036.10	1036.78	6.75	IPC			
	315410	512627.1	956436.3	926.9	Restored	12/11/2011	21/04/2016	1402	975.11	976.85	984.01	8.90	HGF	↑	-3.08	-0.06
	310660	512631.5	956436.3	877.1	Restored	12/11/2011	21/04/2016	1820	976.39	979.94	990.70	14.31	QTC			
DD11OUL672	310662	512642.9	956689.4	926.0	Restored	03/02/2012	08/08/2014	8381	953.22	966.08	976.01	22.79	HGF	↓	21.99	0.22
	315557	512678.5	956689.4	826.3	Restored	03/02/2012	21/04/2016	8512	902.73	944.10	963.26	60.53	PHW	↓	7.00	0.21
	315567	512690.8	956689.4	794.5	Restored	02/02/2012	01/07/2014	8043	933.29	937.09	970.20	36.91	PHW			

Hole ID	VWP No.	VWP X	VWP Y	VWP Z	VWP status	Data start	Data end	No. readings	Min GWL (mRL)	Mean GWL (mRL)	Max GWL (mRL)	Range (m)	Geo domain screened in:	Dir	Head Difference (m)	Head Gradient (mm)
DD12OUL629	310653	512243.0	957144.1	960.3	Restored	10/07/2012	21/04/2016	3794	976.42	977.64	979.62	3.20	PHW	↑	-2.81	-0.11
	315543	512228.5	957146.7	934.1	Restored	27/06/2012	18/03/2016	3522	977.22	980.45	982.55	5.33	PHW	↓	1.01	0.06
	310582	512219.4	957148.3	917.5	Restored	26/06/2012	18/03/2016	3684	977.67	979.45	980.57	2.90	QTC			
	315427	512437.3	956117.9	1010.9	Not Operational	27/10/2012	25/04/2016	3644	1007.45	1008.61	1070.66	63.21	HGF	↓	6.84	0.17
	310645	512455.9	956117.9	971.0	Not Operational	27/10/2012	18/02/2016	3337	999.39	1001.76	1004.30	4.91	HGF	↓	7.04	0.18
DD12OUL643	315552	512474.5	956117.9	931.2	Not Operational	27/10/2012	25/04/2016	3375	870.23	994.73	1000.76	130.53	IRF	↑	-0.32	-0.01
	313190	512490.3	956117.9	897.2	Not Operational	27/10/2012	25/04/2016	3223	971.38	995.05	996.83	25.45	IRF			
	315415	512743.2	957831.3	830.5	Restored	27/02/2012	18/03/2016	4538	869.63	871.38	873.03	3.40	IPC	↓	2.76	0.11
DD12OUL903	315412	512735.2	957819.1	804.2	Restored	23/10/2012	18/03/2016	3937	861.96	868.62	873.03	11.07	IPC	↓	1.24	0.07
	313167	512730.0	957811.0	786.8	Restored	27/02/2012	18/03/2016	3896	866.78	867.38	868.96	2.18	PHW			
	1144198	514084.5	959609.0	708.6	Not Operational	28/07/2012	01/08/2012	11901	730.33	730.39	730.53	0.20	BAS			
DD13OUL939	315562	512845.5	957762.4	693.8	Restored	13/06/2013	22/04/2016	25	865.57	878.62	944.29	78.72	IPF/IPC	↓	14.31	0.41
	315538	512845.5	957762.4	658.8	Restored	13/06/2013	22/04/2016	27	855.26	864.31	870.11	14.85	IPF/IPC	↑	-22.74	-0.76
	315570	512845.5	957762.4	628.8	Restored	03/06/2013	22/04/2016	28	819.73	887.05	1613.89	794.16	IPF/IPC	↓	42.30	1.21
	315551	512845.5	957762.4	593.8	Restored	03/06/2013	22/04/2016	29	571.42	844.76	877.56	306.14	IPF/IPC			
	VW1	512223.3	955318.5	1188.6	Operational	27/08/2022	Ongoing*	Dry	Dry	Dry	Dry	Dry	TRN			
DHC12	VW2	512223.3	955318.5	1178.6	Operational	28/08/2022	Ongoing*	Dry	Dry	Dry	Dry	Dry	TRN			
	VW3	512223.3	955318.5	1168.6	Operational	29/08/2022	Ongoing*	Dry	Dry	Dry	Dry	Dry	TRN			
	VW1	512225.9	957082.3	1014.4	Operational	30/08/2022	Ongoing*	Dry	Dry	Dry	Dry	Dry	QTC			
	VW2	512210.5	957085.3	983.6	Operational	27/08/2022	Ongoing*	9475	984.04	984.67	987.22	3.18	PHS	↓	6.91	0.22
	VW3	512194.8	957088	951.9	Operational	27/08/2022	Ongoing*	9481	977.91	978.18	978.89	0.98	PHW	↑	-11.86	-0.33
GT01	VW4	512177	957091	916.2	Operational	27/08/2022	Ongoing*	9384	989.86	990.31	990.62	0.76	QTC	↓	10.44	0.41
	VW5	512164.1	957093.2	890.9	Operational	27/08/2022	Ongoing*	8648	978.59	979.41	981.04	2.45	PHC			
	VW1	512748.3	956899.4	924.8	Operational	27/08/2022	Ongoing*	11542	975.42	976.07	977.12	1.70	HGF	↓	1.35	0.04
	VW2	512764.9	956894.2	888.7	Operational	27/08/2022	Ongoing*	11556	973.02	974.51	976.01	2.99	HGF	↓	0.35	0.03
	VW3	512771.2	956892.2	874.7	Operational	27/08/2022	Ongoing*	11558	973.90	974.63	976.04	2.14	QTC	↓	39.71	0.76
GT02	VW4	512794.4	956885.3	822.6	Operational	27/08/2022	Ongoing*	7090	933.95	934.90	936.26	2.31	PHC	↓	10.01	0.34
	VW5	512807.3	956881.7	793.5	Operational	27/08/2022	Ongoing*	8678	921.52	924.73	926.12	4.60	QTW			
	VW1	512836.9	956866.8	942.2	Operational	19/02/2022	Ongoing*	14084	Dry	Dry	Dry	Dry	PHW			
	VW2	512845.7	956864.5	914.7	Operational	27/08/2022	Ongoing*	14098	921.07	921.41	921.89	0.82	PHV	↓	15.12	0.48
	VW3	512855.5	956862	883.3	Operational	27/08/2022	Ongoing*	14081	905.92	906.33	906.91	0.99	QTW	↓	10.99	0.23
GT03	VW4	512870.3	956858.5	834.6	Operational	27/08/2022	Ongoing*	13941	884.70	895.36	896.13	1.43	QTC			
	VW1	512571.3	956958.6	996.5	Operational	19/02/2022	Ongoing*	6619	Dry	Dry	Dry	Dry	HGF			
	VW2	512568.7	956963.4	956.7	Operational	27/08/2022	Ongoing*	8986	956.42	974.49	983.76	27.34	PHS	↓	0.31	0.02
	VW3	512553.2	956965.5	938.6	Operational	27/08/2022	Ongoing*	6623	978.77	979.49	981.45	2.68	PHC	↑	-3.58	-0.09
	VW4	512540.5	956970.2	896.8	Operational	27/08/2022	Ongoing*	6596	982.13	983.07	984.87	2.74	PHV	↓	0.76	0.03
GT04	VW5	512533.2	956973	872	Operational	27/08/2022	Ongoing*	6570	981.23	982.32	984.16	2.93	PHW			
	VW1	513365.8	958872	796.5	Operational	25/03/2022	Ongoing*	11983	Dry	Dry	Dry	Dry	PHV			
	VW2	513367.7	958870.6	773.6	Operational	27/08/2022	Ongoing*	11729	782.61	783.83	850.68	68.07	PHV	↓	1.1	0.04
	VW3	513369.5	958869.4	748.7	Operational	27/08/2022	Ongoing*	12040	781.57	782.79	853.46	71.89	PHC			
	VW1	VW1	513058.2	958956.6	Operational	27/08/2022	Ongoing*	12715	Dry	Dry	Dry	Dry	PHS/QTV			
HM03	VW2	VW2	513058.2	958993.4	Operational	20/02/2022	Ongoing*	12715	Dry	Dry	Dry	Dry	PHV			
	VW3	VW3	513058.2	958992	Operational	20/02/2022	Ongoing*	12715	Dry	Dry	Dry	Dry	QTV			
	VW1	VW1	512748	958575.4	Operational	27/08/2022	Ongoing*	12703	819.58	824.03	824.16	4.58	IPC	↓	19.69	0.79
HM04	VW2	VW2	512745.9	958575	Operational	27/08/2022	Ongoing*	12890	803.77	804.15	804.60	0.83	IPC	↓	0.08	0

Hole ID	VWP No.	VWP X	VWP Y	VWP Z	VWP status	Data start	Data end	No. readings	Min GWL (mRL)	Mean GWL (mRL)	Max GWL (mRL)	Range (m)	Geo domain screened in:	Dir	Head Difference (m)	Head Gradient (m/m)
HM07	VW3	VW3	512744.5	958574.7	Operational	27/08/2022	Ongoing*	12837	803.58	804.02	804.80	1.02	IPC			
	VW1	VW1	512960.2	957066.4	Operational	10/06/2022	Ongoing*	11368	Dry	Dry	Dry	Dry	PHY			
	VW2	VW2	512958.9	957063.4	Operational	27/08/2022	Ongoing*	11463	889.75	890.21	890.54	0.79	PHY	↓	42.56	0.78
	VW3	VW3	512957.6	957059.9	Operational	27/08/2022	Ongoing*	11359	847.41	864.20	871.19	23.78	QTY	↑	-57.76	-2.89
	VW4	VW4	512957.4	957058.7	Operational	27/08/2022	Ongoing*	10920	869.86	880.82	905.49	35.63	BAS			
HM19	VW1	VW1	511636.6	953817.6	Operational	20/02/2022	Ongoing*	18/03/2022	8403	Dry	Dry	Dry	Dry			
	VW2	VW2	511636.6	953817.6	Operational	20/02/2022	Ongoing*	18/03/2022	8403	Dry	Dry	Dry	Dry			
	VW3	VW3	511636.6	953817.6	Operational	20/02/2022	Ongoing*	18/03/2022	8403	Dry	Dry	Dry	Dry			
RD1H0UL721	310580	512152.8	956642.6	981.7	Restored	03/04/2012	18/04/2016	2286	984.05	1066.77	1067.87	83.82	PHW	↓	59.12	3.08
	315561	512147.2	956642.9	982.5	Restored	03/04/2012	18/04/2016	2799	1000.84	1007.66	1055.57	54.73	HGF	↓	51.35	3.57
	315554	512143.0	956643.2	948.1	Restored	03/04/2012	01/08/2014	2839	953.41	956.30	957.02	3.61	PHV			
	VW1	512974	958054	852.7	Operational	27/08/2022	Ongoing*	1905	856.15	856.34	856.93	0.78	IPC	↓	4.18	0.05
RES_007	VW3	512974	958054	767.2	Operational	27/08/2022	Ongoing*	1905	851.79	852.16	852.36	0.57	QTY	↓	9.38	0.50
	VW4	512974	958054	748.4	Operational	27/08/2022	Ongoing*	1848	842.47	842.77	843.32	0.85	PHS	↓	40.61	1.18
	VW5	512974	958054	714.1	Operational	27/08/2022	Ongoing*	1876	801.88	802.16	802.62	0.74	QTY			
RES_009	VW1	512879	957945	856	Operational	27/08/2022	Ongoing*	13811	858.47	858.86	860.35	1.88	HGF	↓	1.80	0.14
	VW2	512879	957945	843.3	Operational	27/08/2022	Ongoing*	13792	856.68	857.06	857.26	0.58	IRF	↑	-2.62	-0.03
	VW4	512879	957945	760.2	Operational	27/08/2022	Ongoing*	13804	859.47	859.68	859.83	0.36	IPF	↑	-6.85	-0.15
	VW5	512879	957945	713.7	Operational	27/08/2022	Ongoing*	13371	630.44	866.53	1165.22	534.78	IPC			
	VW1	513005.1	957820.6	833.2	Operational	10/06/2022	Ongoing*	7711	837.83	837.85	837.86	0.03	QTY	↑	-15.99	-0.52
RES012	VW2	513014.8	957821.2	802.7	Operational	10/06/2022	Ongoing*	7690	853.75	853.84	853.95	0.2	QTY	↓	12.14	0.21
	VW3	513032.9	957822.5	745.5	Operational	10/06/2022	Ongoing*	7637	841.03	841.7	842.6	1.57	PHS	↓	5.58	0.17
	VW4	513043.4	957823.1	712.1	Operational	10/06/2022	Ongoing*	7424	834.6	836.12	838.56	3.96	QTY	↑	-33.29	-1.40
	VW1	512870	957694	883	Operational	28/08/2022	Ongoing*	5461	883.84	885.05	886.48	2.64	PHS	↓	1.90	0.06
RES_013	VW2	512870	957694	852	Operational	29/08/2022	Ongoing*	6523	882.05	883.15	884.70	2.65	QTY	↓	5.38	0.30
	VW3	512870	957694	834.2	Operational	29/08/2022	Ongoing*	6304	877.46	877.77	879.33	1.87	PHS	↓	4.13	0.24
	VW4	512870	957694	816.8	Operational	29/08/2022	Ongoing*	6242	872.18	873.64	877.77	5.59	QTY	↑	-6.32	-0.09
	VW5	512870	957694	745.6	Operational	27/08/2022	Ongoing*	6119	876.66	879.96	881.61	4.95	PHC			
	VW1	514157	959824.7	718.7	Operational	27/08/2022	Ongoing*	8451	723.55	724.50	725.63	2.08	BAS	↑	-1.44	-0.34
WD07	VW2	514157	959824.7	714.5	Operational	27/08/2022	Ongoing*	8451	725.02	725.94	727.07	2.05	BAS	↓	1.99	0.17
	VW3	514157	959824.7	702.9	Operational	27/08/2022	Ongoing*	8452	722.97	723.95	725.12	2.15	BAS			

*Ongoing as of 31/08/2022 cut-off for data analysis.

Summary of groundwater levels and vertical hydraulic gradients at all VWP's at Pic de Fon (SWS, 2012)

HoleID	VWP No.	VWP X	VWP Y	VWP Z	VWP status	Data start	Data end	No. readings	Groundwater level (masl)			Range (m)	Geodomain screened in:	Head gradient (m/m)	Notes
									Min.	Mean	Max.				
DD08PDF424	310642	510869	941442	1041	Operational	27/10/2008	27/09/2010	31	1079.55	1082.739	1084.8	5.25	IPC	14 ↓	
DD08PDF424	314155	510869	941443	1080	Operational	27/10/2008	12/06/2012	367	1078.94	1079.107	1080.48	1.54	IRF	-	
DD08PDF424	315542	510811	941441	999	Operational	27/10/2008	12/06/2012	152	1055.59	1066.839	1089.95	34.36	IPC		Suspect data
DD08PDF431	314152	510317	943952	1317	Operational	08/08/2008	12/06/2012	303	1349.57	1353.956	1358.7	9.13	IPC		
DD08PDF434	310641	511095	942392	1176	Operational	10/04/2009	25/04/2012	258	1257.47	1276.961	1349.3	91.83	PHC	-	Suspect data
DD08PDF434	314143	511068	942387	1220	Not Operational	08/10/2008	27/09/2010	45	1247.25	1254.619	1277.33	30.08	PHC	-	
DD08PDF435	314144	510378	943740	1354	Operational	11/10/2008	12/06/2012	302	1270.66	1346.831	1364.29	93.63	IPC	-	Suspect data
DD08PDF435	314147	510404	943740	1309	Operational	11/10/2008	12/06/2012	96	1341.24	1345.191	1382.01	40.77	IPC	-	
RC07PDF296	314240	511503	940638	1136	Not Operational	20/12/2008	27/09/2010	35	1190.09	1198.647	1209.13	19.04	IPC	-	
RC07PDF296	315424	511479	940641	1187	Not Operational	20/12/2008	27/09/2010	31	1186.76	1192.528	1199.1	12.34	IRF	-	

Notes: * Vertical gradients are indicative and based on average groundwater levels observed and take into account lateral hydraulic gradients associated with the positions of the VWP sensors. The arrows signify a downward vertical gradient from the VWP to the immediate underlying VWP in the same borehole or an upward hydraulic gradient from the VWP to the immediate overlying VWP in the same borehole

APPENDIX

D RECHARGE RESPONSE TIMES

Evaluation of recharge response times

Groundwater level fluctuations were analysed to identify the relationship between rainfall and recharge and identify variations in recharge responses. Groundwater level data were reviewed by comparing the water level response to rainfall data from the closest automatic rain gauge. The cumulative rainfall departure (CRD) for these rain gauges were also calculated and plotted.

The CRD is a simple statistical calculation to highlight times of lower than mean rainfall (dry seasons) and higher than mean rainfall (wet seasons). The CRD has been shown to mimic groundwater level fluctuations surprisingly well (Lloyd, 1999). A significant lag time between the groundwater hydrograph and the CRD is therefore indicative of a delay in groundwater recharge, as would be expected given the thickness of the unsaturated zone at Ouéléba - Simandou. The groundwater level data were also normalised to allow multiple time-series' to be reviewed regardless of differences in groundwater elevation (mRL).

A full review of all hydrographs was conducted. At the time of writing, the majority of the new SRK installations are yet to show a wet season response. Therefore, these newer holes are excluded from the current analysis, with the exception of comments on the basement and canga installations that provide new insight into behaviour in these geodomains (see below). The assessment identified rapid recharge responses, as reported in the Ouéléba open pit slope design assessment (SRK, 2022a). Groundwater levels throughout Ouéléba show up to 5 m of intra-annual fluctuations, with rapid rainfall responses observed. Rapid rainfall responses were observed with high confidence at 35 monitoring locations out of the Ouéléba monitoring records.

These monitoring locations cover the full north-south extent of Ouéléba with no correlation to the geodomain. The mean groundwater level in these monitoring locations ranges from 860 mRL to 1,200 mRL. It is noted that sparse or unreliable data prevents identification of rapid recharge responses at many locations.

A subset of 39 transient time-series' were selected for further transient analysis. The sub-set was selected by qualitative data review as well as consideration of duration of the time-series, number of data points, and confidence in screened formation. VWP data records were prioritised for assessment of vertical gradients and availability of higher frequency data.

The 39 monitoring locations were assessed by reviewing lag-times between the CRD and groundwater level responses. The lag-times are shown in Table D 1, with the confidence in the lag-time and the annual fluctuation in metres, depth to water and geodomain also reported. The range of lag-times depicts the time between peaks in the CRD curve (which typically occurs towards the end of the wet season) and the groundwater level time-series. Longer lag-times typically reflect thicker unsaturated zones, or areas beneath a perched water table. Shorter lag-times reflect thinner unsaturated zones or the presence of preferential recharge pathways, e.g., structures.

The results shown in Table D 1 have been reviewed to identify any trends in lag-time with depth and lithology (Figure D 1). The following is observed:

- The 7 monitoring points intersecting quartzite only (QTZ, QTC) show increasing lag-time (weeks) with depth;
- The 10 monitoring points intersecting phyllite only (PHY, PHW, PHV, PHS/PHW/PHC) show no relationship between lag-time (weeks) and depth; and

- The 8 monitoring points intersecting the friable ore (HGF, IRF) show no relationship between lag-times (weeks) and depth.

The lag-times were loaded into Leapfrog for qualitative review of the recharge trends throughout Ouéléba. Figure D 2 and Figure D 3 provide insight into the variable trends within similar settings in terms of overlying geology and unsaturated zone thickness, the low confidence lag-times were removed from the dataset prior to analysis. The following is observed:

- The phyllite and quartzite in the flanks to the west and east in North Ouéléba show rapid recharge responses (<1 week) in some locations, with groundwater levels fluctuating by >30 m. This is interpreted as evidence of preferential runoff-recharge exploiting breaks in the carapace (Section 7.1) and moving along foliation via the vuggy weathered horizons.
- The longest lag times of 16 weeks are observed in RC08OUL329 in the north-west of Ouéléba (Figure D 2) where water levels showed an initial recharge response towards the end of the wet season (October 2010) and then continued to climb throughout the dry season, and finally peaked at the start of the following wet season in March / April 2011.
- The longer lag-times within the phyllite flanks and within the central phyllite are interpreted to reflect recharge via the friable-ore as these installations are typically at depth and beneath or adjacent to the saturated ore body.
- The movement of recharge through the friable-ore zone is shown in Figure D 3 which shows lag-times within the HGF, IRF and IPC. The trend shows a 4-week lag-time in the HGF VWP (DD12OUL643), with a ~1 m fluctuation in groundwater level. The IPC VWP (DD08OUL042) shows a 5-week lag-time, with the groundwater level increasing by ~5 m until it almost reaches the same level as observed in DD012OUL643 at ~1002 mRL.
- Ore body recharge responses in the far north of Ouéléba show shorter lag-times (~2 weeks) than those in central to northern Ouéléba (8-12 weeks) which is interpreted to be related to the reduced extent of the transition zone and unsaturated zone in the far North.
- The Canga and Basement responses show flashy, sub-daily responses to rainfall in the shallow installations in BH07 (<12 m). The upper sensor shows water levels reaching ground surface before receding rapidly. WD07 also shows wet season responses, with data from August 2022 suggesting meter scale fluctuations and sub-weekly lag-times in response to rainfall events. These records are not shown in Table D 1 due to the short duration of data collection.

Table D 1: Locations included in transient groundwater level analysis

Location ID	Sensor Code	Sensor Type	Geodomain	Record Count	Record Duration (months)	Reliability	Lag Time (weeks)	Lag Time Confidence	Annual GWL Fluctuation (m)	Mean Depth to Water (m bgl)
DD100UL570	315430	VWP	PHW	3191	32	Good	0	High	55	80.6
DD080UL341		DIVER	PHY	384	90	Good	0	Mid	40	125
DD100UL568		PIEZOMETER	QTZ	74	65	Mid	0	Low	30	82.9
DD110UL601		DIVER	HGF/IRF/IPC/PHWI PC	5137	56	Good	1	High	2.5	118.3
DD090UL527		DIVER	TRN/HGF/PHS	1763	52	Good	2	High	8	127.1
DD090UL558		PIEZOMETER	QTZ	80	34	Good	2	Mid	8	111.7
DD090UL528		DIVER	HGF/PHV	2462	82	Good	2	Mid	7	136.6
DD100UL599	315432	VWP	PHW	1346	36	Good	2	Low	3	87.6
RC070UL093		DIVER	N/A	4476	64	Good	2	High	2	93
DD100UL567		PIEZOMETER	PHV/IRF	81	69	Mid	3	Low	10	120.1
DD080UL465	310584	VWP	NRV	1058	61	Mid	3	Low	7	219.7
DD080UL462	314140	VWP	IRF	5839	65	Mid	3	Mid	2	156.3
DD100UL599	315401	VWP	IPC	1009	33	Mid	4	Low	3.5	92.1
DD120UL643	310845	VWP	HGF	3492	23	Poor	4	Low	2	126.7
DD100UL608		DIVER	PHS/HGF/PHS/QTZ	3194	54	Mid	4	Low	1.5	102.8
DD080UL462	315545	VWP	IPC	2897	65	Mid	5	Low	6	155
DD080UL390		DIVER	IRF/PHV/IPF/IRF/IP C	6957	87	Mid	8	Mid	4	225.5
DD100UL570	314237	VWP	QTZ	2771	32	Mid	8	Low	4	139.2
DD100UL563		DIVER	PHV/QTZ/PHV	1529	39	Good	8	Mid	2.5	99.1
RC080UL347		DIVER	N/A	7735	92	Mid	8	High	2	136.5
DD120UL903	315415	VWP	IPC	4037	28	Good	8	High	2	72.7
DD110UL738		DIVER	IPC	1344	54	Mid	8	Low	1	116.8
RC080UL441		DIVER	N/A	4886	92	Good	8	High	0.5	161.5
RC080UL458		DIVER	N/A	3994	92	Good	8	Mid	0.5	203.6
DD120UL903	313167	VWP	PHW	3564	28	Mid	8	High	0.5	76.9
DD110UL672	315567	VWP	PHW	8089	28	Mid	9	High	3	167.5
DD110UL672	315557	VWP	PHW	8298	28	Mid	9	High	2.5	160.5
DD110UL672	310862	VWP	HGF	8205	28	Mid	10	Mid	11	138.1
RC080UL348		DIVER	N/A	1551	93	Mid	10	High	2.5	141.5
DD120UL629	310853	VWP	PHW	3882	24	Mid	10	Mid	1	157.2
DD120UL629	315543	VWP	PHW	3615	24	Mid	10	Low	0.5	154.4
DD090UL558	314241	VWP	QTZ	3031	18	Mid	12	Low	4	129.8
DD120UL629	310582	VWP	QTC	3590	24	Good	12	Mid	3	155.4
DD110UL621		DIVER	PHS/PHW/PHC	3323	55	Mid	12	Mid	2	128.7
DD090UL558	310840	VWP	QTZ	2229	18	Good	12	Low	2	118.2
DD080UL234	314142	VWP	QTZ	2116	70	Mid	12	Mid	1	146.7
DD080UL234	06-21044	VWP	PHV	1354	70	Mid	12	Mid	0.5	134.7
RD110UL723		DIVER	N/A	1558	51	Mid	14	Low	1.5	141.5
RC080UL329		DIVER	N/A	3605	90	Mid	16	High	0.5	127.9

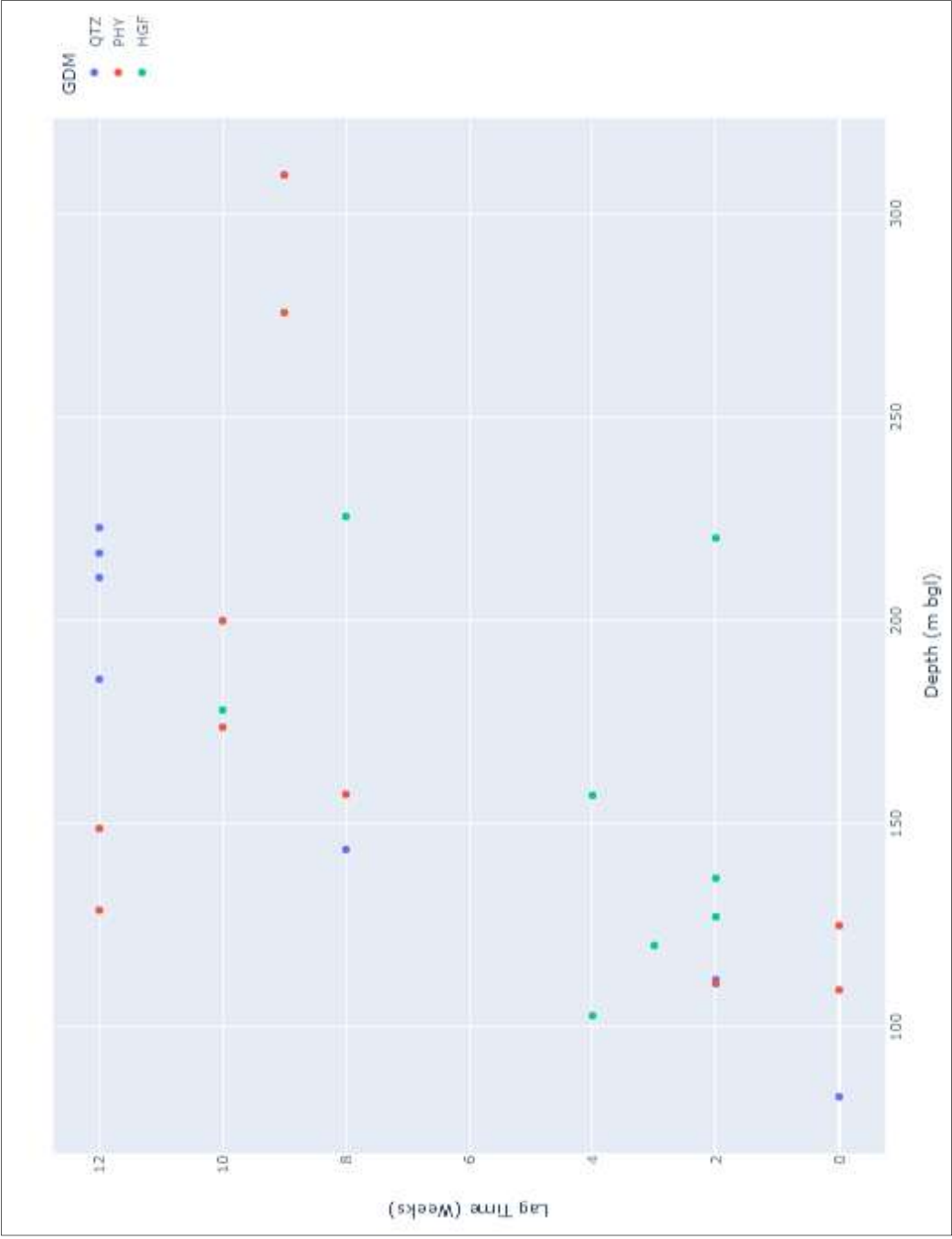


Figure D 1: Depth (m bgl) vs lag-time (weeks) between cumulative rainfall departure and groundwater level time-series

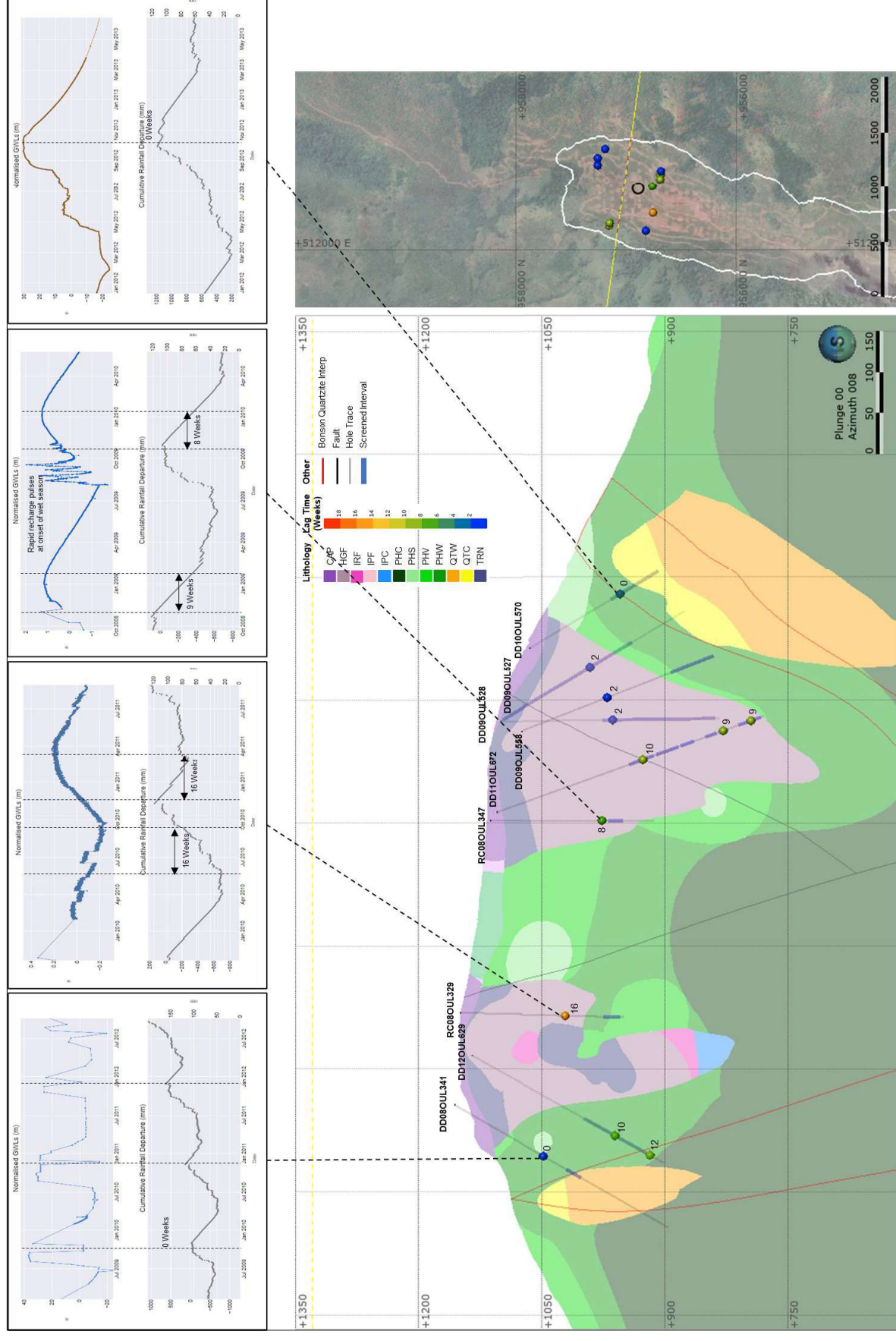


Figure D 2: Recharge responses for 600 m slice in North Ouébéa

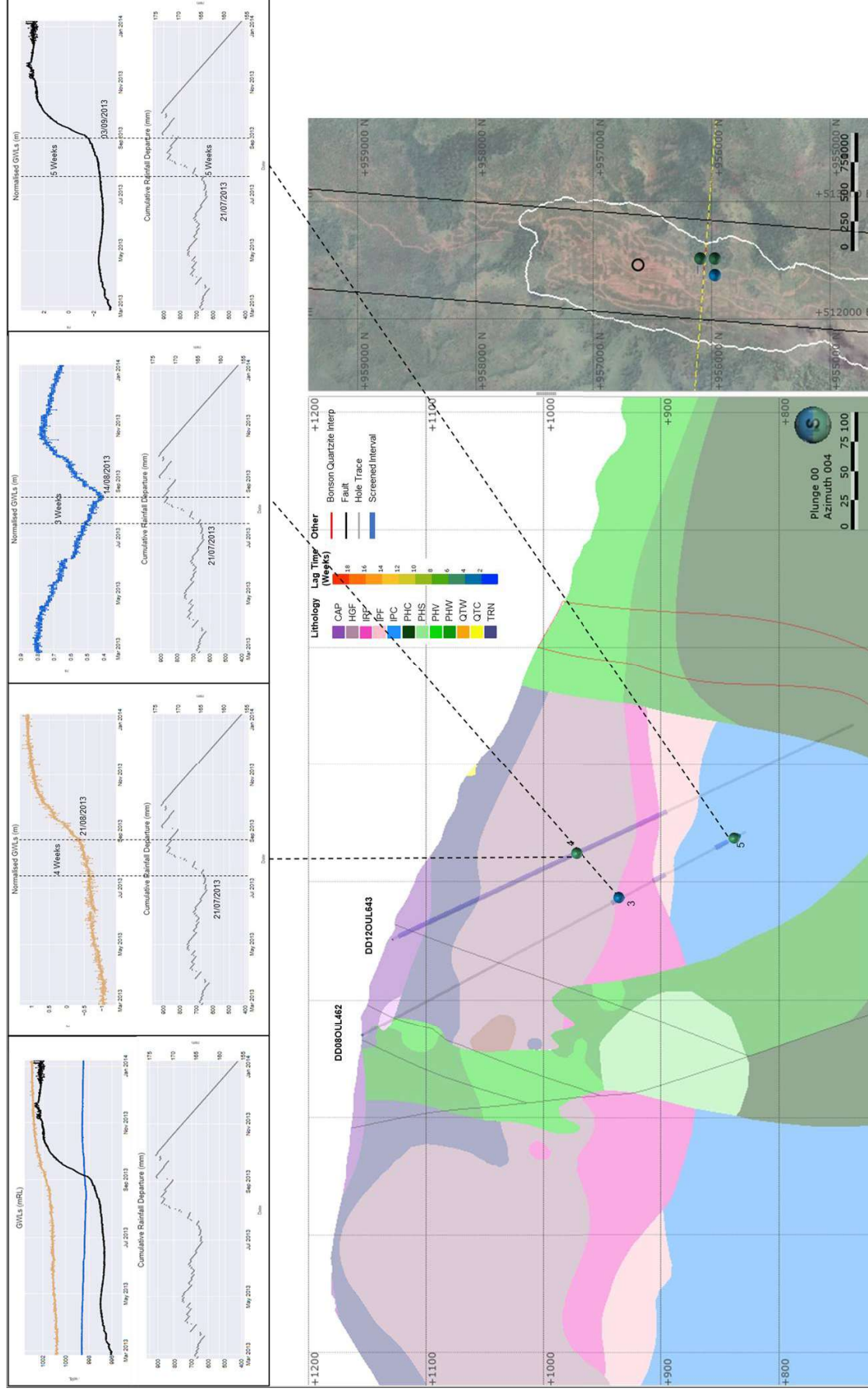


Figure D 3: Recharge response for three monitoring points showing recharge through friable orebody

APPENDIX

E PIC DE FON HYDROGRAPH ANALYSIS

Pic de Fon Hydrograph Analysis

Monitoring data for the Northern Zone of Pic de Fon is shown as hydrographs in Figure E 1. The data demonstrate a broad range of responses as discussed below.

Piezometers PDF437 (434 m deep piezometer in the Western Spur), PDF457 (253 m deep piezometer east of PDF phyllite shear) show very small seasonal fluctuations in water level (<2 m). They are positioned in areas with significant thicknesses of unsaturated mineralisation. This high storage unsaturated zone appears to cause a muted and delayed recharge response in these piezometers.

PDF363 is a shallow (25.2 m deep) piezometer in goethitic 'tongue' extending south from Pic de Fon. It is close to the springs at Whisky 2 weir and water levels in this borehole respond rapidly to rainfall and show good correlation with flow at this weir station.

Piezometers PDF467 (90.3 m deep piezometer in the Western Spur), PDF186 (174 m deep piezometer just west of Pic de Fon), PDF324 (150 m deep piezometer in itabirite to the east of Pic de Fon), PDF319 (91 m deep piezometer in the Western Spur) and PDF430 (completed in itabirite north of Pic de Fon), show fast response and relatively large magnitude fluctuations in the hydrographs.

These hydrographs are typical of water levels in perched or shallow groundwater (although such responses are also possible in deeper water tables if the unsaturated zone has a high diffusivity, e.g. an itabirite with a well-connected fracture network):

- PDF467 is completed in mineralisation at a shallow level in the Western Spur. The pressure transducer data shows that the water within the piezometer drains quickly following rainfall (approximately 0.5 m/day) and it is likely that this piezometer receives shallow groundwater inflow from infiltrating rainfall which drains out of the borehole over time from infiltration.
- PDF186 is located in an area of significant interstitial phyllite bands within the orebody. The phyllite is causing perching of groundwater within PDF186. The hydrograph shows a 'plateau' in August-September 2009 at around 1488 mRL. This is further evidence of a perched water level as the high water level is clearly controlled by an overspill structure at this elevation.
- PDF324 is a piezometer measuring a perched water level within the itabirite to the east of the PDF phyllite shear. The hydrograph appears to also plateau in August-September 2009 and in September 2010, suggesting a controlling spill point. This could be overspill from the IPC into the adjacent IPF, the boundary of which is found at close to this elevation adjacent to the piezometer.
- PDF430 intersects mineralisation then friable itabirite. The structure which causes perching to occur is not obvious in the geology data. The hydrograph does show a wet season plateau in water levels which also indicates a spill point is controlling the perched water level.
- PDF319 is a perched groundwater level in the Western Spur supported by compact HEC mineralisation. Here, recharge peaks were recorded in the pressure transducer data in 2008 and 2010 and a probable recharge peak was recorded in the manual data in 2009.

The longest groundwater level records for Pic de Fon are for piezometers PDF163 and PDF081, both located on the steeply sloping hillside between Pic de Fon and Elephant Rock Saddle, and both completed in itabirite. Data for the period 2003 to 2012 are plotted as hydrographs in Figure E 2. Both hydrographs demonstrate a recharge lag with water levels typically peaking around December – January in response to rainfall in the preceding July to September.

The groundwater hydrographs for piezometers in the central zone are included for completeness as Figure E 3. The extent of the monitoring data for the central zone is limited and there is currently no long-term monitoring of the deeper groundwater system that is present through central and southern Pic de Fon. The hydrographs are however relatively flat which may be attributable to the high storage coefficients and the buffering capacity of the unsaturated zone.

There is no groundwater monitoring data for the southern Pic de Fon area.

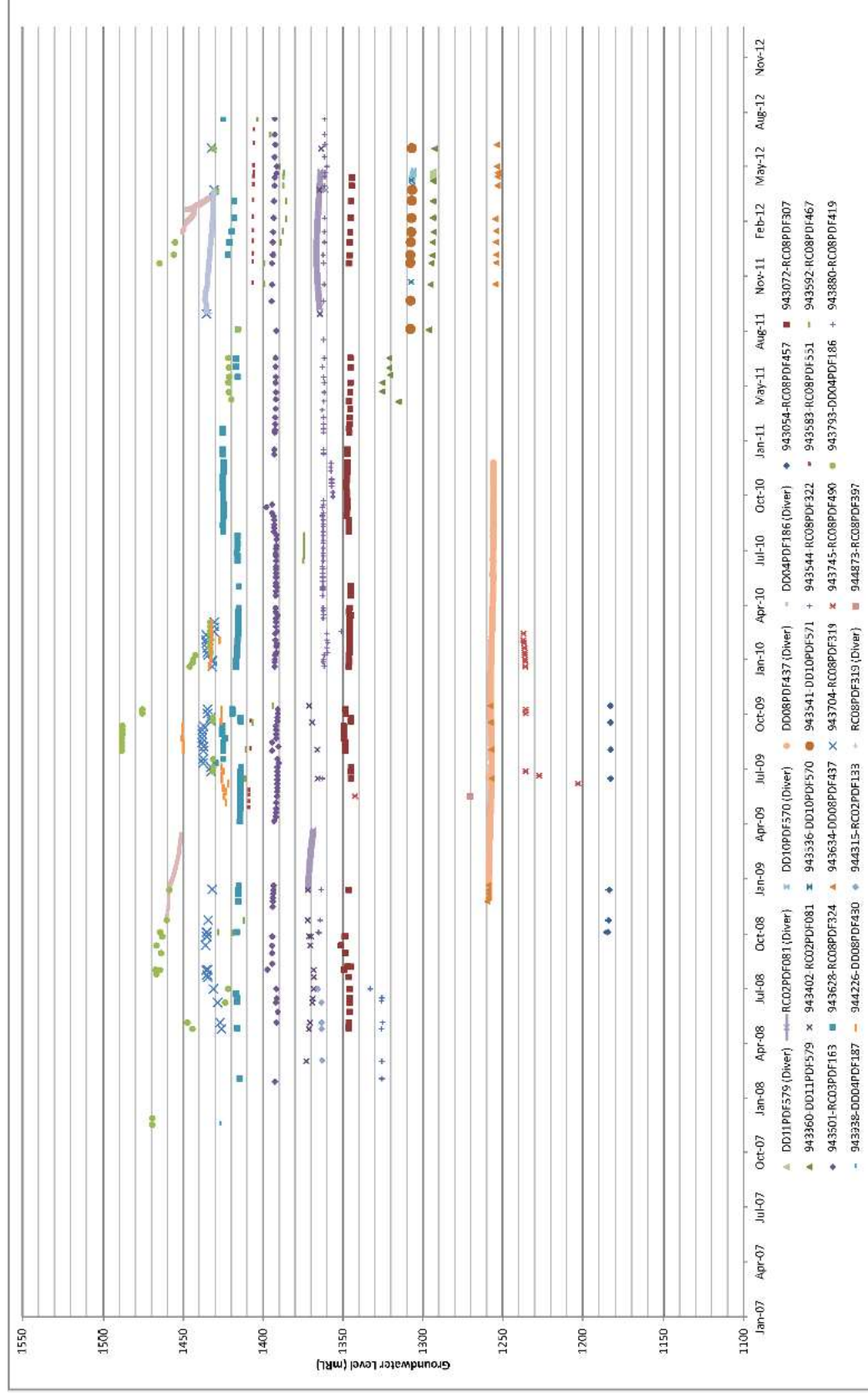


Figure E 1: Groundwater monitoring – northern Pic de Fon (from SWS, 2012)

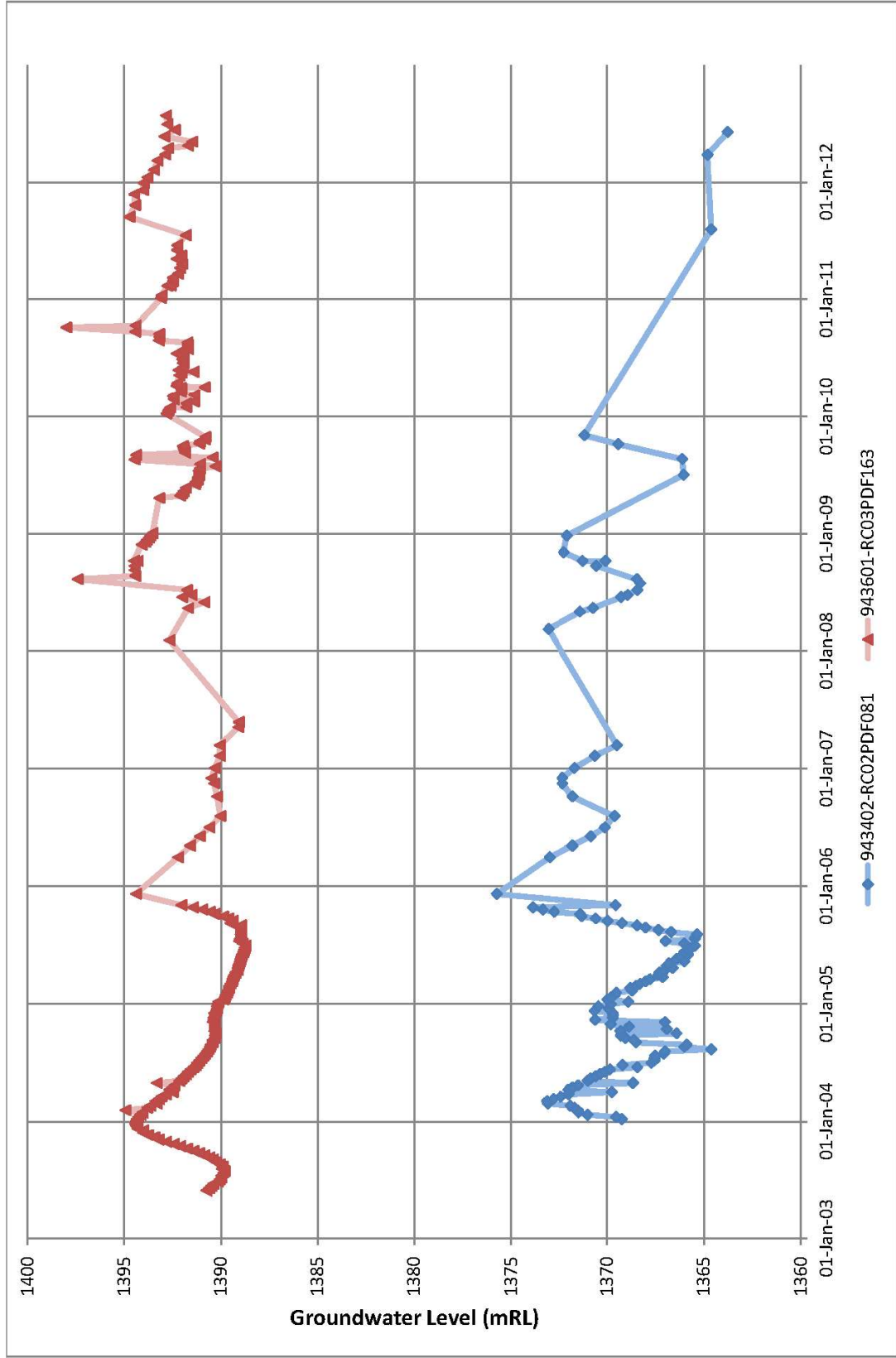
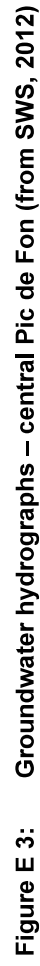


Figure E 2: Long-term groundwater hydrographs for PDF081 and PDF163 (from SWS, 2012)



APPENDIX

F PERMEABILITY TEST RESULTS

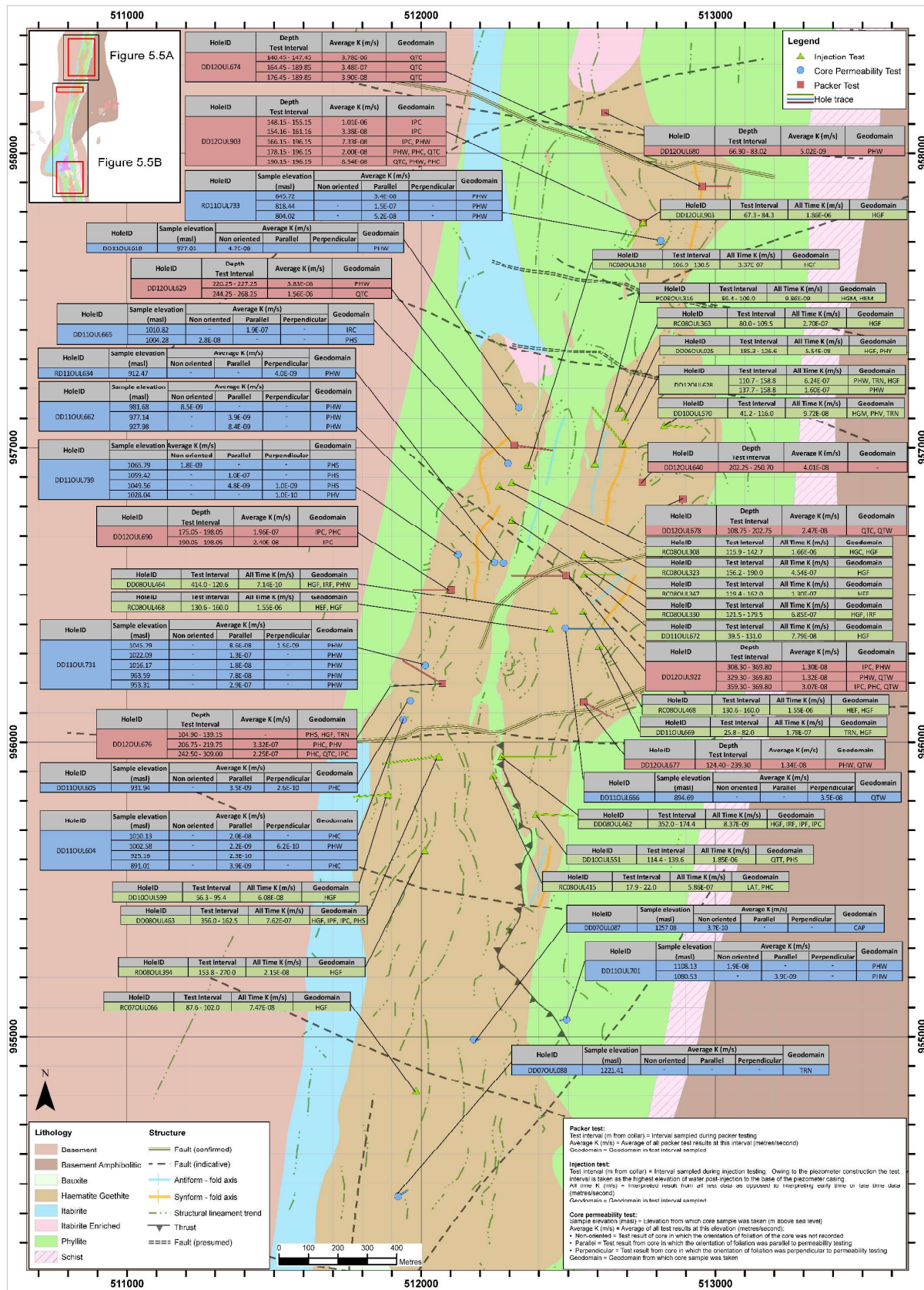


Figure F 1: Permeability test results – Northern Ouéléba (from SWS, 2012)

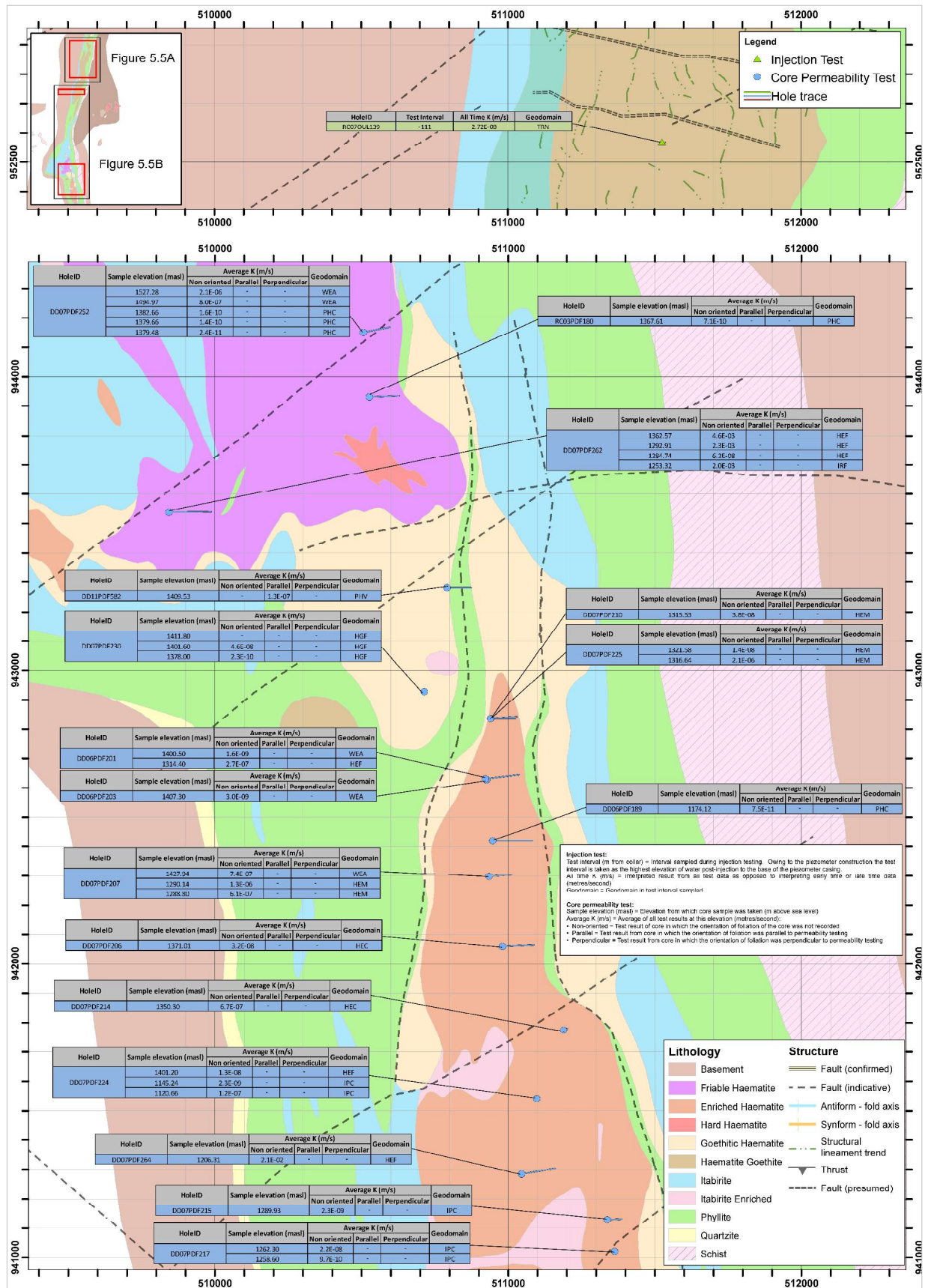


Figure F2: Permeability test results – Southern Ouéléba and Pic de Fon (from SWS, 2012)