

V-3ADEQUATION RESSOURCE-BESOIN

L'adéquation ressource-besoin consiste à étudier la disponibilité des ressources par rapport aux besoins et permet d'optimiser la gestion des ressources en eau.

V-3-1 Etude des besoins en eau

Les principales demandes en eau sont liées à des fins industrielles, d'AEP, d'irrigation et d'élevage. Ces besoins sont évalués comme suit :

i- Besoins en eau de l'AEP

Les premiers besoins à prendre en compte sont les besoins pour l'AEP destinés à la consommation quotidienne de base de chaque ménage et des établissements sociaux (écoles et centre de santé) et les besoins de l'industrie touristique. Cette quantité est estimée à **849 339m³** par an pour la totalité de la population, en considérant une consommation unitaire forfaitaire de 40l/j/pers pour les 57 215 habitants et 120l/j/ pers dans les hôtels.

ii- Besoins en eau de l'agriculture

L'agriculture est un des secteurs les plus consommateurs d'eau. Le périmètre à irriguer couvre une superficie de 1 024 ha avec une demande de 1 l/s/ha soit **32 292 864m³** d'eau/an pour l'ensemble de la surface cultivée.

iii- Besoins en eau pour l'élevage

C'est surtout l'élevage bovin qui demande une certaine quantité d'eau. Cette dernière est destinée au lavage et à la consommation des bétails. Elle est de 50l/tête/j. Le besoin en l'élevage est évalué à **501 203 m³** d'eau par an.

iv- Besoins en eau de la Société

L'eau captée par Toliara Sands est principalement utilisé pour l'opération de traitement des minéraux. Le besoin en eau de l'exploitation minière est évalué autour de 4 320 m³/j soit **1 576 800 m³ par an**.

Par ailleurs, les besoins en eau des employés de la mine constituent une demande à part. Ils sont certes minimes devant les dépenses en eau pour l'exploitation, mais doivent quand même être pris en compte dans le calcul. Cette part de la consommation en eau représente 1 460 m³ d'eau par an pour les 100 personnels du site.

v- Besoins écologiques

Les écosystèmes sont intrinsèquement déterminés par la caractéristique saisonnière et la qualité de l'eau. Certains sont tributaires du débit des cours d'eau et des fluctuations de la nappe souterraine. Ainsi, en dehors des besoins cités ci-dessus, il faut tenir compte d'une certaine quantité d'eau destinée à l'écosystème. Il s'agit du débit écologique.

Projection des besoins en eau

Les besoins qui viennent d'être évalués sont les besoins actuels. Cependant avec la croissance démographique, le développement économique et social ainsi que l'extension des activités agricoles, ces besoins peuvent nettement s'accroître dans le temps. Cela change les données de l'étude, d'où la nécessité de réévaluer les besoins à l'horizon de 2038.

vi- Besoin en eau de l'AEP à l'horizon de 2038

Comme les besoins en AEP ont été évalués à partir du nombre de la population, on procèdera à une projection démographique pour déduire la nouvelle valeur des besoins. L'estimation du nombre de la population en 2038 est obtenue par application de la formule

$$P = P_0 (1 + \alpha)^n$$

Où P : nombre de la population projeté à l'année n

P_0 : nombre de la population de l'année de référence

α : Taux de croissance démographique

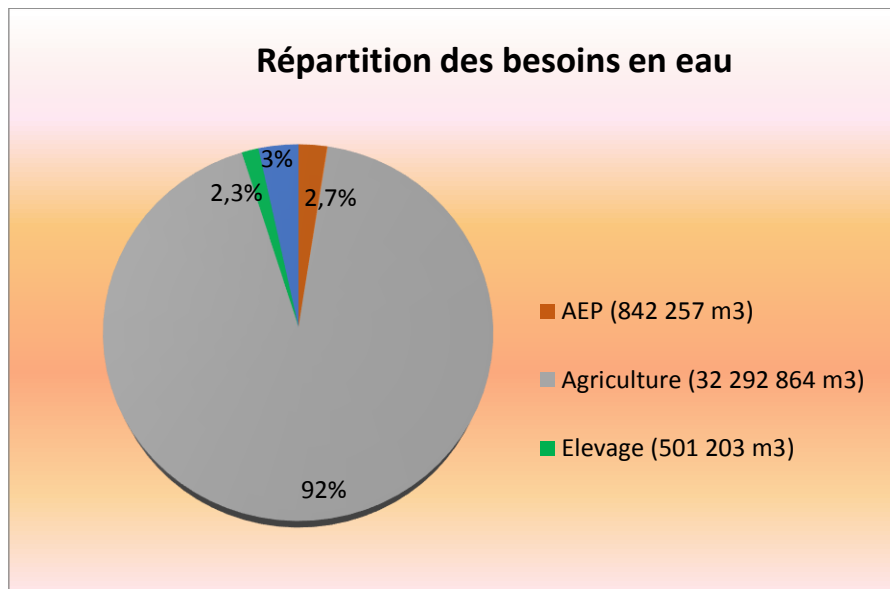
Après calcul, on a trouvé une consommation annuelle de **1.016.063m³** d'eau pour un nombre de population de 69593 personnes, en maintenant un besoin unitaire de 40l/j/pers.

vii- Besoin en eau de l'agriculture à l'horizon de 2038

En analysant la topographie et la situation de l'occupation du sol, on a déduit qu'il existe encore une parcelle de 490ha favorable à l'agriculture. En supposant que toute cette surface soit cultivée à l'horizon de 2038, le besoin en eau d'irrigation s'accroîtra de 40%, soit une consommation totale de **45.210.010 m³** d'eau pour un même débit d'équipement de 1l/s/ha.

Après 21 ans, on prévoit une augmentation de 43%des besoins en eau.

Le graphique suivant résume la répartition des besoins en eau mais les détails de calcul sont présentés en annexe 10.

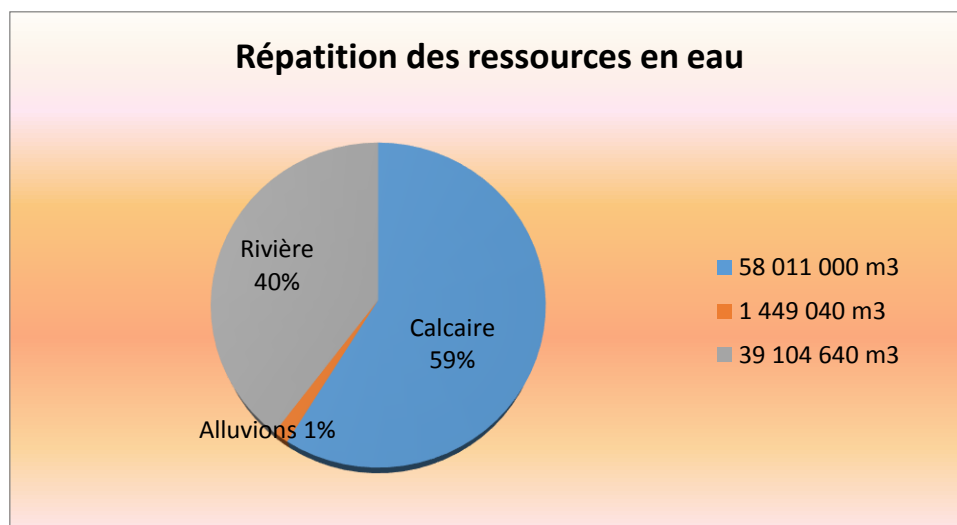


Graphique 8: Répartition des besoins en eau

Comme on peut le voir sur le graphique, l'irrigation constitue la plus grande part de la consommation en eau. Les autres besoins ne représentent qu'une infime partie. Ils occupent en somme les 8% de la demande. Les prélèvements pour l'exploitation minière sont un peu élevés par rapport à ceux destinés à l'AEP et l'élevage. Néanmoins les proportions sont à peu près pareilles.

V-3-2 Répartition de la ressource

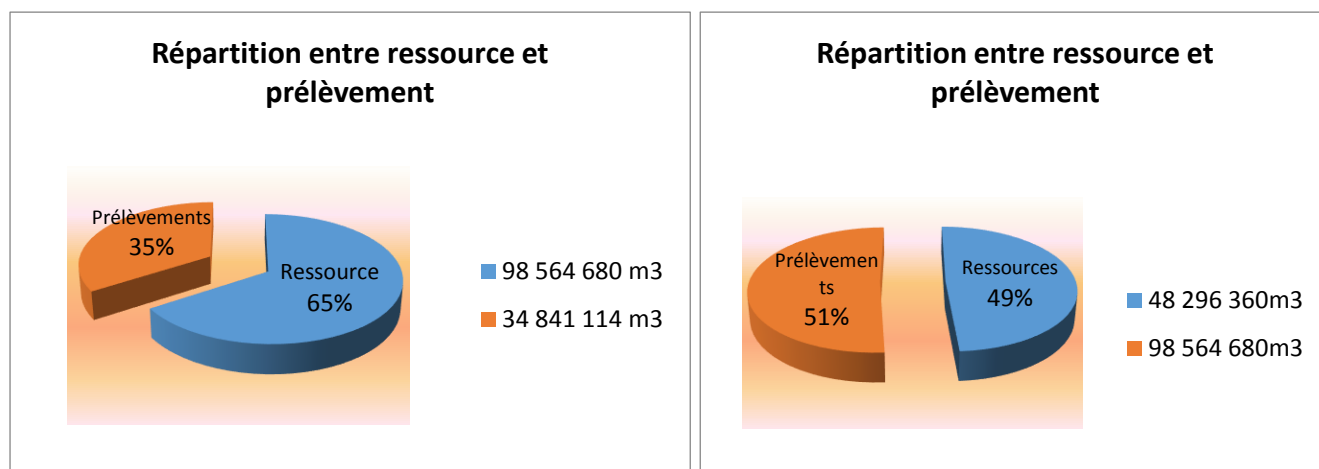
Telle qu'évaluée dans les sections précédentes, la plus importante quantité des ressources en eau est supportée par la nappe souterraine. Cette part représente plus de la moitié de l'intégralité des ressources en eau et l'eau de surface couvre les 40% restant.



Graphique 9: Répartition des ressources en eau

V-3-3 Adéquation ressources-besoins

La situation de la ressource par rapport aux besoins se présente comme suit :

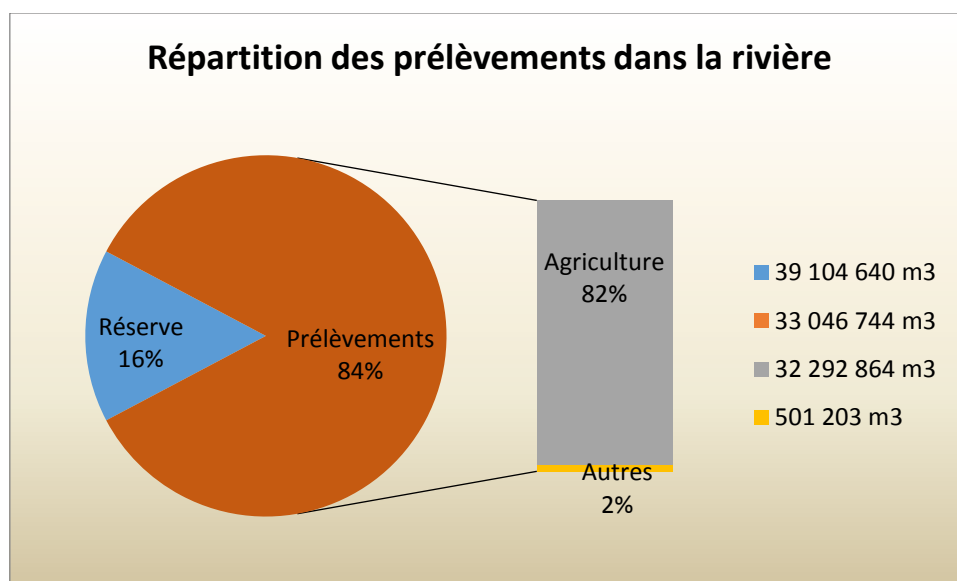


Graphique 10: Situation ressource –besoin en 2017
2038

Graphique 11: Situation ressource –besoin en

On peut voir sur les graphiques qu'à l'horizon de 2038, c'est-à-dire après 21 années, les besoins passent d'une proportion de 35% à 51% de la ressource. Suite à une analyse globale de la ressource et des besoins, on a pu démontrer que la réserve en eau du site peut largement couvrir les demandes. Toutefois, il s'avère être nécessaire d'étudier séparément chaque ressource par rapport aux prélèvements.

i- La rivière Manombo



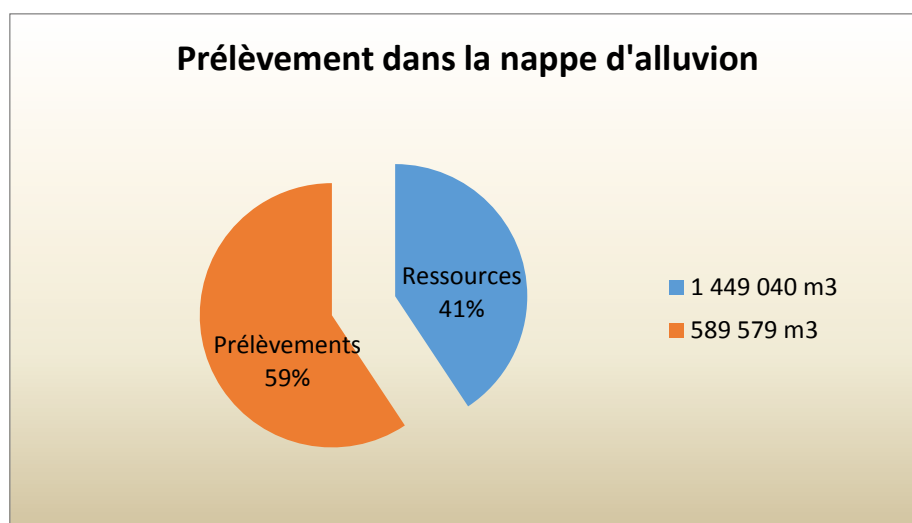
Graphique 12: Répartition des prélèvements dans la rivière

Toute l'intégralité de la demande en eau de l'irrigation est assurée par la rivière Manombo. Cette quantité représente les 82% du débit de la rivière. Une certaine part pour l'approvisionnement en eau et l'élevage est également prélevée de la Manombo. Mais cette quantité est moindre par rapport à celle utilisée pour l'agriculture.

On ne peut pas dire que la capacité de l'eau de surface à satisfaire les demandes soit assez large. Elle est, certes suffisante pour répondre aux besoins actuels, mais affiche une marge un peu faible de 16% ne permettant pas de prévenir les éventuels changements au niveau des besoins ou de la ressource elle-même.

ii- La nappe alluviale

La majorité de l'alimentation en eau potable des villages est assurée par la nappe d'alluvion prélevée à partir des puits. Le volume soutiré de la nappe phréatique représente les 59% de la réserve totale, soit une marge de 41% sur cette dernière. La disponibilité de cette ressource n'a pas à être remise en question.

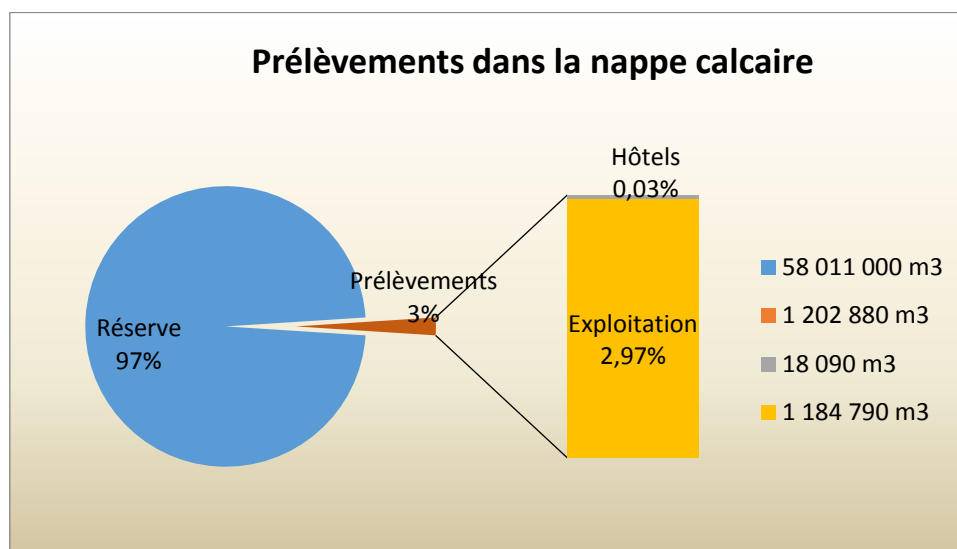


Graphique 13: Prélèvement dans la nappe d'alluvion

iii- La nappe calcaire

La nappe calcaire constitue la plus importante réserve en eau de la zone. Cependant, c'est la ressource la moins sollicitée par la communauté car elle est difficile d'accès. A l'heure actuelle, seule 3% de cette ressource est exploitée par les industries touristiques et minières. La quantité extraite pour l'approvisionnement des complexes hôteliers est presque négligeable.

La ressource en eau souterraine calcaire a un potentiel très vaste. Cette ressource a encore une très large possibilité d'exploitation.



Graphique 14: Prélèvements dans la nappe calcaire

Remarque :

Ce que nous avons fait ici est une étude globale de l'adéquation ressource-besoin. Toutefois, il serait également plus bénéfique de faire l'analyse de la situation selon les saisons de l'année. Faute de données, la répartition mensuelle de la consommation n'est pas connue précisément.

L'on peut supposer que les prélèvements pour l'approvisionnement en eau sont constants durant toute l'année. Seuls les besoins pour l'irrigation sont marqués par des variations saisonnières. Les besoins sont importants de Novembre à Février.

En ce qui concerne les ressources en eau, les réserves souterraines sont plus ou moins stables au cours de l'année, comme il a été montré dans les sections précédentes. Par contre, les eaux de surface subissent d'importantes fluctuations selon les saisons.

Les impacts seront évalués pour chaque phase du projet. La phase opérationnelle est la phase susceptible de générer les changements les plus importants sur l'environnement. Ainsi notre étude sera concentrée sur cette phase. Pour la phase d'ouverture et de fermeture nous ne verrons que l'état sommaire des impacts.

A chaque impact, seront attribuées des notes selon sa probabilité, son importance et son étendue spatiale et temporelle avant et après mesure d'atténuation.

V-4-1 **Impacts négatifs**

i- Impacts de la phase d'ouverture

Impact 1: dépôt de sédiment dans les eaux de surface

Les sédiments issus des activités de construction peuvent être transportés vers les lacs, les rivières et les canaux d'irrigation entraînant ainsi l'envasement de ces derniers. Cela causera l'augmentation de la turbidité de l'eau. Si la quantité de sédiment transportée est assez importante, les hauteurs d'eau peuvent même s'en trouver réduites à cause de la surélévation du fond. Il est possible que cela nuise au fonctionnement du réseau d'irrigation.

Il y a une assez forte possibilité que ce phénomène d'envasement des eaux de surface se produise. Cependant, cet impact est considéré comme d'une importance moyenne. Il s'étend sur toute la zone du projet et les alentours mais ne dure que le temps de la réalisation des travaux.

Mesure(s) d'évitement/ d'atténuation/ de compensation

- Pour éviter le phénomène d'envasement dans les eaux de surface, les débris provenant des activités de constructions doivent être protégés de la pluie et du vent. Les sédiments et les déchets doivent être rassemblés et stockés dans un lieu où ils ne seront pas transportés vers les lacs et les rivières.
- Les aires d'activités générant d'importantes sédimentations doivent être entourées de berme si nécessaire.

Après mesure d'atténuation, l'impact pourrait être réduit jusqu'à une faible importance et ne touchera que des zones spécifiques

Impact1	Avant mesure d'atténuation					Après mesure d'atténuation				
	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance
	Probable	Faible	Zone étendue	Court terme	Moyenne	Peut se produire	Faible	Zone limitée	Court terme	Mineure

Impact 2 : contamination et pollution des eaux de surface et des eaux souterraines

Diverses substances utilisées lors de la phase de construction peuvent constituer de polluants pour les ressources en eau. Une mauvaise gestion du site peut entraîner la dispersion et la propagation de ces éléments nocifs jusqu'à la contamination des eaux. Cette pollution peut être dangereuse pour la consommation ou pour l'irrigation.

Il est bien probable que certaines opérations du projet vont être sources de pollution. Cela est d'une importance assez considérable. La pollution concerne le site et les ressources en eau avoisinantes. De plus, son effet peut être à long terme et causer la dégradation de la qualité de l'eau.

Mesure(s) d'évitement/ d'atténuation/ de compensation

Pour réduire les risques de contamination et de pollution des ressources en eau, les mesures à entreprendre sont les suivantes :

- Protéger les matériaux et substances polluantes de la pluie afin qu'ils ne se propagent pas vers les sources par ruissellement.
- Ne pas déverser directement les eaux de lavage dans les zones humides naturelles
- Procéder à un lavage intensif du site en cas de fuite ou de déversement accidentel de substances nocives afin que les polluants ne puissent pas s'infiltrer dans la nappe.

Si les mesures d'atténuation sont respectées, la gravité de l'impact peut être modérée. La pollution pourrait se limiter à l'échelle locale et à court terme s'il se produit.

Impact2	Avant mesure d'atténuation					Après mesure d'atténuation				
	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance
	Probable	Modéré e	Zone d'étude	Moyen terme	Majeure	Peut se produire	Modéré	Zone spécifique	Moyen terme	Moyenne

ii- Impacts de la phase opérationnelle

Impact1 : Abaissement du niveau de la nappe calcaire

Le pompage d'eau de la nappe peut entraîner le rabattement du niveau de ce dernier. Cet abaissement dépend de la capacité de recharge de la nappe et du débit pompé. Il s'intensifie au fur et à mesure du pompage. Si le rabattement excède le niveau de la ressource renouvelable, la

quantité d'eau amputée à la réserve statique issue de cet excès ne pourra plus être recouverte. Si cela se produit, une future exploitation durable de la nappe n'est plus envisageable.

Le rabattement a été simulé précédemment sur trois intervalles de temps afin d'en estimer l'importance à court, moyen, et long terme.

L'impact n'affectera pas immédiatement la communauté locale puisque les habitants n'utilisent pas la nappe souterraine calcaire. Par contre, cela pourrait toucher les industries touristiques qui s'approvisionnent en eau à partir des forages profonds mais sans trop grande préjudice. En effet, les complexes hôteliers sont situés sur la côte où le rabattement, comme il a été simulé pour toute la période de l'exploitation n'est que de 3m au maximum. Comme les forages installés pour capter l'eau sont d'une assez grande profondeur, cette baisse de 3m peut être tolérable. Cependant si de nouveaux projets envisageant l'utilisation de cette nappe se présentent, la ressource sera plus difficile d'accès.

Le rabattement du niveau de la nappe est certain pour une telle exploitation. Son importance est moyenne. Le rabattement s'étend sur presque tout le système mais à différentes intensités. L'impact peut être considéré comme étant à long terme puisqu'il subsiste jusqu'à l'arrêt définitif du pompage et jusqu'à ce que la nappe retrouve son niveau normal.

Mesure(s) d'évitement/ d'atténuation/ de compensation

L'opération de remblayage par les résidus humides constitue elle-même une mesure d'atténuation pour l'impact. Cette pratique peut être considérée comme un recyclage de l'eau qui réalimente la nappe par drainage.

L'application de ce procédé permet de gagner quelques mètres sur le rabattement près des forages de production et sur la côte. L'importance de l'impact reste modérée mais l'étendue est plus limitée.

Impact1	Avant mesure d'atténuation					Après mesure d'atténuation				
	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance
	Certaine	Forte	Zone étendue	Long terme	Majeure	Certaine	Modéré	Zone limitée	Moyen terme	Moyenne

Impact 2 : intrusion d'eau saline dans la nappe

L'interface eau douce/eau salée évolue en fonction du niveau statique de la nappe d'eau douce. En relation avec l'abaissement du niveau d'eau souterraine, la côte de l'interface remonte. A un certain seuil de cet abaissement, le niveau de l'eau saumâtre peut atteindre le fond des puits. La progression de l'interface eau douce-eau salée peut provoquer la perte localisée d'aquifère côtière. En effet, l'intrusion d'eau salée dans la nappe d'eau souterraine entraîne une dégradation irréversible de cette dernière en termes de qualité.

Les puits d'approvisionnement se trouvant le long de la côte sont les plus exposés à l'impact. Les puits communautaires, les plus proches de la côte sont à 500 mètres de cette dernière. Dans l'étude de l'interface eau-douce/eau-salée présentée précédemment, la position de l'interface à cette distance se trouve à une vingtaine de mètre à partir du niveau de la mer. Les ouvrages de captage situés dans cette zone présentent une profondeur maximale de 10m avec un moindre rabattement. De plus, il faut une dizaine d'années pour faire progresser un front salé de 1m. Les puits d'approvisionnement sont donc loin d'être affectés par l'intrusion d'eau saline. Les complexes hôteliers du littoral ne sont pas concernés par l'impact car ces entités s'approvisionnent en eau à partir de la nappe profonde.

L'apparition de cet impact est peu probable. Cependant, au cas où il apparaît, il présente une importance assez considérable. L'impact est localisé et est à long terme.

Mesure(s) d'évitement/ d'atténuation/ de compensation

La survenue de cet impact peut être évitée en veillant à garder la nappe à un niveau convenable de manière à ce que l'eau douce domine le biseau d'eau salée

Au cas où l'impact se produit, il faudrait prévoir un système d'approvisionnement alternatif

Impact2	Avant mesure d'atténuation					Après mesure d'atténuation				
	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance
	Peu Probable	Forte	Zone limitée	Long terme	Majeure	Peu Probable	Modéré	Zone limitée	Long terme	Moyenne

Impact 3 : Formation des dolines liées au captage d'eau

Le pompage d'eau de la nappe calcaire laisse des espaces vides dans l'aquifère. L'assèchement de ces cavités provoque la formation de dolines dans la formation calcaire. Ce phénomène peut conduire à des conditions de sol potentiellement instable pouvant provoquer l'affaissement du terrain.

Au niveau de la plaine, le calcaire karstique est surmonté par les formations sableuses qui amortissent l'impact. Cependant ce dernier se fait plus sentir dans le plateau calcaire à l'Est de la faille de Toliara puisque la formation calcaire est directement à découvert.

La probabilité de cet impact est considéré comme moindre, voire nulle. Mais s'il venait à se produire, il aura une importance modérée. La formation de dolines affectera des zones localisées à moyen terme.

Mesure(s) d'évitement/ d'atténuation/ de compensation

Pour prévoir cet impact, on peut recouvrir le sol par une formation argileuse afin d'amortir l'effet de l'évapotranspiration dans les zones les plus vulnérables à l'impact. Une fois que des mesures de réhabilitation sont mises en œuvre, l'importance de l'impact sera réduite à mineure.

Impact3	Avant mesure d'atténuation					Après mesure d'atténuation				
	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance
	Très peu Probable	Faible	Locale	Moyen terme	Moyenne	Très peu Probable	Faible	Locale	Moyen terme	Mineure

Impact 4 : Diminution de l'eau dans les puits d'approvisionnement en eau

A différents endroits du système hydrogéologique, la nappe phréatique se trouve en interrelation avec la nappe sous-jacente. A cet effet, le pompage de l'eau souterraine peut générer ou accentuer le drainage de la nappe profonde par la nappe phréatique, laquelle connaîtra une certaine baisse de niveau. Si ce phénomène est assez significatif, il peut compromettre la fonctionnalité des puits des utilisateurs. Il se pourrait que la quantité de la ressource disponible dans les puits diminue et ne parvienne plus à couvrir les besoins initiales.

Dans l'aquifère calcaire, l'écoulement vertical est moindre par rapport à l'écoulement horizontal car les fissures sont moins importantes dans cette direction. Le rabattement de la nappe phréatique produit par le phénomène de drainage est estimé à 0,62m, en moyenne. De plus, tous les utilisateurs sont situés au nord et à l'ouest de la concession minière, où le rabattement prévu des eaux souterraines est minime.

L'impact a une assez grande probabilité de se produire mais avec une importance moyenne. Tout le système aquifère de la zone d'étude peut être touché durant le temps de l'exploitation et les quelques années qui suivent.

Mesure(s) d'évitement/ d'atténuation/ de compensation

La restitution d'une certaine partie de l'eau extraite par l'intermédiaire des résidus constitue la solution primordiale pour palier au problème de rabattement de la nappe. Les autres mesures qui s'en suivent sont :

- Approfondir les puits dans lesquels on enregistre un abaissement du niveau d'eau ;
- Mettre en place de nouvelles sources d'approvisionnement en eau si besoin est.

Une fois ces mesures adoptées, l'impact n'aurait plus qu'une importance mineure.

Impact4	Avant mesure d'atténuation					Après mesure d'atténuation				
	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance
	Probable	Faible	Zone d'étude	Moyen terme	Moyenne	Probable	Faible	Locale	Moyen terme	Mineure

Impact 5 : Assèchement des zones humides.

Comme il a été dit précédemment, certaines zones humides ou lacs sont issus de la résurgence de la nappe phréatique. Ainsi, le rabattement potentiel de cette nappe peut réduire sa contribution à l'alimentation de ces zones humides/lacs et entraîner l'assèchement ou le tarissement des eaux de surface. On risque d'assister à la perte d'habitat aquatique et de l'alimentation en eau dans ces zones. Cet impact pourrait contraindre les activités agricoles et la pêche continentale.

Précédemment on a vu que le rabattement simulé dans les zones côtières est en moyenne de 0,62 m. Certes cette valeur est considérée comme faible, cependant les plans d'eau de surface sont très susceptibles aux fluctuations des niveaux d'eau souterraine. En effet, les zones humides côtières / lacs de la région de Ranobe sont généralement situés juste au-dessus du niveau des eaux souterraines et avec des connexions intermittentes. Il existe un équilibre délicat entre ces deux types de ressource. De ce fait, une moindre variation du niveau des eaux souterraines peut affecter ces plans d'eau de surface. L'influence du recyclage amortira, certainement, cette susceptibilité aux fluctuations des nappes souterraines et en particulier l'influence au niveau des plans d'eau de surface.

L'impact se produira probablement avec une importance modérée. Il se généralise dans toute la zone d'étude de court à moyen terme.

Mesure(s) d'évitement/ d'atténuation/ de compensation

Les dispositions prises pour réduire les préjudices causés par l'impact sont :

- Favoriser le recyclage de l'eau extraite de la nappe à partir de la restitution des résidus près de zones humides.
- Fournir des sources d'approvisionnement en eau et des activités de subsistance alternatives aux utilisateurs si les zones humides tendent à s'assécher.

Grâce à une atténuation efficace suivie des mesures de compensation, on peut ramener l'impact à une importance mineure.

Impact5	Avant mesure d'atténuation					Après mesure d'atténuation				
	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance
	Probable	Modéré e	Zone d'étude	Moyen terme	Moyenne	Probable	Faible	Zone limitée	Court terme	Mineure

Impact 6 : Perte de la végétation et des cultures à cause du dessèchement du sol sous la surface

L'abaissement de la nappe phréatique peut avoir comme conséquence le passage de la zone non saturée à un niveau inférieur. L'accessibilité à la réserve en eau de la zone vadose pour les

plantes sera d'autant plus difficile. Si cet assèchement du sol est grave, on peut assister à une perte de la végétation naturelle et de la culture.

Dans la plaine côtière où il est prévu se produire un abaissement significatif de la nappe phréatique, l'eau souterraine, en dessous des sols fertiles cultivés, se trouve à 7m de profondeur. Or, les racines des cultures (coton, maïs, riz) sont toutes superficielles et tirent l'eau soit des précipitations soit de l'irrigation. Ce qui implique que les cultures ne dépendent pas de la nappe phréatique. Pour ce qui est de la végétation naturelle, seuls les plus grands arbres dépendent de la nappe dans la zone capillaire associée à la nappe aquifère du fait de la profondeur assez élevée de cette dernière. De plus, à cause de la nature de des sols secs, la végétation est xérophile. Ainsi, il n'y a pas de grand risque que l'abaissement de la nappe phréatique entraîne la perte de la végétation ou de la culture.

Il est très peu probable que l'impact se produise et même s'il survenait il aurait une importance moindre. L'effet est localisé, généralement à moyen terme mais peut être également à long terme pour certains types de végétation.

Mesure(s) d'évitement/ d'atténuation/ de compensation

Si l'impact survient, un renforcement du système d'irrigation est à prévoir pour augmenter la fréquence d'irrigation afin de recouvrir la quantité d'eau manquante. En ce qui concerne la perte de la végétation naturelle, aucune mesure d'atténuation n'est faisable pour palier à cet impact. Par contre, on peut entreprendre des mesures compensatives pour rétablir les dommages engendrés par l'impact, pour ne citer que: la revégétation à d'autres endroits du site.

Impact6	Avant mesure d'atténuation					Après mesure d'atténuation				
	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance
	Très peu probable	Faible	Locale	Moyen/ Long terme	Moyenne	Probable	Faible	Locale	Moyen /Long terme	Mineure

Impact 7: diminution du débit disponible de la rivière Manombo

Tel qu'il a été vu dans l'étude des ressources en eau, la rivière Manombo et la nappe alluviale sont en interconnexion. Les pertes de la Manombo dans les eaux souterraines sont censées se produire lors des périodes de crues. Pendant la saison sèche, la plupart de l'écoulement provient de celui de la nappe alluviale. De ce fait, un léger abaissement du niveau de la nappe phréatique pourrait porter atteinte à l'écoulement de la rivière. Si la capacité de la nappe alluviale pour soutenir le débit de base de la Manombo venait à être réduite, l'écoulement de cette dernière pourrait disparaître en période d'étiage. Cette situation serait compromettante pour les villageois tributaires

de cette ressource en termes d'approvisionnement en eau et surtout d'irrigation. En effet, l'eau est une contrainte principale pour la productivité agricole de la zone.

Les ouvrages de captage sont situés à 4km de la Manombo. Pendant les 10 premières années de l'exploitation, la rivière n'est pas encore touchée par le cône de rabattement. Après ce délai, le rayon d'influence commence à atteindre le cours d'eau. Selon le résultat de la simulation, le débit de la rivière diminuera de 30% de sa valeur initiale, à la fin de l'exploitation. Cette valeur dépasse la marge de la ressource de 16% calculée précédemment. On doit, de ce fait s'attendre à un déficit au niveau du cours d'eau. Cependant, les ouvrages d'aménagement hydro agricole sont situés en amont des champs de captage, cette variation du débit ne doit pas donc avoir d'incidence grave sur le système d'irrigation.

La probabilité de diminution du débit de la Manombo existe bien. L'impact est censé se produire sans gravité considérable mais non négligeable. Il affectera tout le système hydrologique du site à moyen terme.

Mesure(s) d'évitement/ d'atténuation/ de compensation

Dans le cadre de l'application des mesures pour le projet, la récupération d'eau reste la solution principale pour les problèmes de perturbation du système de ressource en eau. A part cela, les mesures à entreprendre pour le cas de cet impact sont :

- Réhabiliter le système d'aménagement hydro-agricole de manière à garder le débit d'équipement si jamais en étiage la disponibilité de l'eau se trouve réduite.
- Fournir à la communauté touchée par l'impact des sources d'approvisionnement alternatives.

L'application de ces mesures permet de ramener l'impact à une importance mineure.

Impact7	Avant mesure d'atténuation					Après mesure d'atténuation				
	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance
	Probable	Faible	Zone d'étude	Court/ Moyen terme	Moyenne	Probable	Faible	Zone d'étude	Court/ Moyen terme	Mineure

Impact 8: Remontée de la nappe phréatique et formation des zones humides due à la remontée

Un excédent d'eau sera généré de temps en temps, lors du remplacement des résidus derrière la mine entraînant l'augmentation de la teneur en eau du sol. L'infiltration de cet excédent d'eau, à partir des résidus humides, concourt à la remontée de la nappe. Cette remontée peut être néfaste pour l'état de certaines zones spécifiques, topographiquement réceptives, où la nappe phréatique est

proche de la surface. Si la couche aquifère inférieure est maintenue saturée l'eau ne parviendra pas à migrer en profondeur si bien que le ressuyage prendra plus de temps. Par conséquent, il peut se former une zone humide au niveau des lieux d'habitation ou des zones cultivées, portant préjudice à ces derniers.

L'élévation maximale du niveau de la nappe a été estimée à environ 5,85m. Etant donné que les dunes de sable sont très perméables, l'effet de l'inondation n'est qu'éphémère et se limite aux proximités immédiates de la mine. De plus, les villages et les périmètres cultivés sont assez éloignés de cette zone l'impact est donc sensé se produire sans entorse grave pour la communauté locale.

La formation d'une zone humide est un fait certain, dont l'importance est modérée. Il s'agit d'un impact localisé en étendue et de courte durée.

Mesure(s) d'évitement/ d'atténuation/ de compensation

Si l'impact venait à présenter des risques graves, l'action proposée pour remédier à cet état des faits est la création de réseau de drains superficiels dans les dunes de sable. Suite à l'application d'une mesure efficace, on peut amenuiser l'importance de l'impact et le rendre mineure.

Impact8	Avant mesure d'atténuation					Après mesure d'atténuation				
	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance
	Certaine	Modéré e	Zone limitée	Moyen terme	Moyenne	Certaine	Modérée	Locale	Moyen terme	Mineure

Impact 9 : altération de la qualité de l'eau

A la suite de l'opération de remblayage par les déchets humides, l'eau contenue dans les tas s'infiltre dans la nappe. Cette eau réintégrée dans l'aquifère peut altérer la qualité de la nappe ou au pire la contaminer dans le cas où elle est polluée chimiquement. Si le phénomène se produit, l'approvisionnement en eau ménagère en aval de la zone d'exploitation minière sera contraint dans l'usage de la ressource.

Comme il a été marqué lors de la description des procédés industriels, aucun réactif chimique n'est utilisé dans le traitement du minerai. Cependant, au contact de l'eau avec le sable minéralisé, il se peut que la lixiviation entraîne la modification de sa composition et augmente sa teneur en aluminium et manganèse. Mais la composition minéralogique des sables dunaires de la région ne prévoit qu'un très faible pourcentage de minéraux riches en aluminium ou de manganèse. L'évaluation de la lixiviation réalisée pendant des études antérieures a indiqué que les résidus ont une faible potentialité de production d'acide. De plus, le lixiviat généré par les résidus est conforme aux directives des Normes de Traitement Universelles (UTS), qui indiquent qu'en vertu de ce système de classification, le matériau n'est pas dangereux.

L'impact est probable, mais son importance est modérée. L'altération de la qualité de l'eau se propage aux alentours du site de stockage des résidus et peut subsister à long terme.

Mesure(s) d'évitement/ d'atténuation/ de compensation

Aucune pratique n'est applicable pour éviter ou atténuer directement l'altération de la qualité de l'eau. Des mesures compensatives vis-à-vis des usagers doivent donc être entreprises. La solution proposée est de fournir un système de traitement d'eau si les concentrations en aluminium et en manganèse s'élèvent à des niveaux inacceptables pour la consommation ménagère ou de mettre en place un système d'approvisionnement alternatif.

Même avec des mesures d'atténuation efficaces, l'importance restera modérée.

Impact9	Avant mesure d'atténuation					Après mesure d'atténuation				
	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance	Probabilité	Intensité	Etendue	Durée	Importance
	Possible	Modéré e	Locale	Moyen/ Long terme	Moyenne	Possible	Modérée	Locale	Moyen /Long terme	Moyenne

iii- Impacts de la phase de fermeture

En termes de quantité, aucun impact notable n'est prévu. Certes, les opérations de réhabilitation nécessitent une certaine quantité d'eau, cependant cette quantité est relativement faible, voire négligeable comparée au volume dépensé à des fins d'exploitation minière.

Tout comme dans la phase de construction, les activités de démantèlement du site provoquent les mêmes effets que lors de la phase d'ouverture. Ainsi les mesures prises sont similaires à celles appliquées lors de la phase d'ouverture.

V-4-2 Impacts positifs

Impact1 : Constitution de base de données supplémentaire pour la zone d'étude

Les opérations d'investigation et de reconnaissance menées sur le site lors de la phase d'ouverture fourniront des informations complémentaires sur la situation des ressources en eau dans la zone.

A la fermeture du projet, les mesures issues des suivis effectuées durant l'exploitation pourront constituer une base de données pour le site.

Impact 2 : Diminution de la profondeur d'accessibilité de la nappe phréatique

La remontée de la nappe issue de la réintégration de l'eau par les résidus humides peut présenter deux formes d'influence. Elle peut être préjudiciable, dans certaines mesures telles qu'il a

été présenté précédemment. Mais également, cette remontée peut être avantageuse par rapport à l'accessibilité de la nappe alluviale. En effet, cette dernière sera disponible à une profondeur moins élevée.

Cet impact est bien probable et d'une importance moyenne. Il concerne les alentours de la zone d'étude et se produit dans un court et moyen terme.

Impact 3 : Amélioration de la qualité de l'eau

Avec l'installation de la base vie pour le personnel de la Société, le suivi de la qualité de la ressource pour l'approvisionnement en eau potable sera plus strict. C'est d'ailleurs une opération qui doit être systématique par rapport au rejet d'effluent dans la nappe. Ainsi, on peut s'attendre à une amélioration de la qualité de l'eau vis-à-vis des normes de potabilité.

Impact 4 : Renforcement du système d'approvisionnement en eau

Comme on l'a vu lors de la présentation de la zone d'étude, les systèmes d'approvisionnement en eau dans la zone ne sont pas très adéquats et les points d'eau ne suffisent pas pour couvrir les besoins de la population. Avec la contribution de la Société Toliara Sands, le système d'adduction d'eau pourra être renforcé et amélioré.