

VI-1 DEFINITIONS

- **Environnement**

Un système organisé, dynamique et évolutif de facteurs naturels (physiques, chimiques, biologiques) et humains (économiques, politiques, sociaux, culturels) où les organismes vivants opèrent et où les activités humaines ont lieu, et qui ont de façon directe ou indirecte, immédiatement ou à long terme, un effet ou une influence sur ces être vivants ou sur les activités humaines à un moment donné et dans une aire géographique définie. (Vaillancourt, 1995)

- **Impact environnemental**

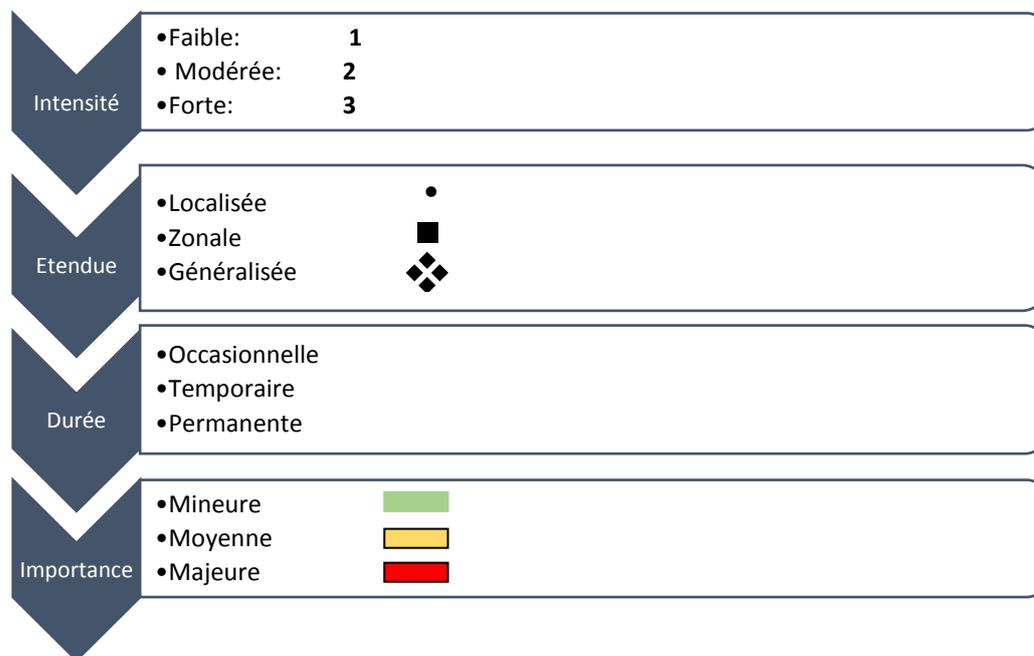
Un impact sur l'environnement d'un projet est l'effet, sur une période de temps donnée et dans un espace défini, d'une activité humaine sur une composante de l'environnement biophysique et humaine, en comparaison de la situation en l'absence du projet (source: cours Alain RANDRIAMAHERISOA : Etude d'Impact sur l'Environnement).

VI-2 DESCRIPTION DU PROJET ET DU MILIEU RECEPTEUR

Cette étape de l'étude a déjà été entreprise dans le chapitre premier du travail et ne sera plus discuté dans cette section.

VI-3 PREVISION ET ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET

Un impact peut être de deux natures : impact positif ou impact négatif. Chaque impact est évalué par l'ordre de grandeur attribué à sa probabilité, son intensité, sa durée dans le temps, son étendu spatiale et son importance. Ces valeurs d'état seront symbolisées comme suit :



L'impact est étudié par rapport à trois composantes : le milieu physique, le milieu biologique et l'environnement social.

VI-3-1 Impacts négatifs

Un impact est négatif s'il est défavorable ou affecte des désordres sur les milieux récepteurs (milieux physiques, biologiques et humains).

Les impacts négatifs du projet sont listés dans les tableaux suivants avec l'évaluation de leurs caractéristiques respectives.

 Milieu Physique

Identification de l'impact		Evaluation de l'impact			
Eléments	Descriptif	Intensité	Portée	Durée	Importance
Géologie, géomorphologie et sol	Changement de la topographie à la phase de construction et à la phase de fermeture	3	■	Permanente	Mineure
	Erosion du sol	2	■	Temporaire	Moyenne
	Altération de la qualité du sol	2	■	Permanent	Moyenne
Eau	Réduction de la disponibilité des ressources en eau	2	◆	Temporaire	Mineure
	Dégradation de la qualité de l'eau	1	■	Permanente	Mineure
	Perte en habitat aquatique	1	•	Occasionnelle	Mineure
	Perte de la végétation et des cultures à cause du dessèchement du sous sol	2	■	Temporaire	Moyenne
	Création de zones humides à cause de la remontée de la nappe du au dépôt de résidus humides	1	•	Temporaire	Moyenne
Air	Pollution de l'air due à l'émission de gaz et de poussière	2	◆	Occasionnelle	Majeure
Bruit	Nuisance sonore à cause des activités	2	•	Occasionnelle	Mineure
Radioactivité	Radioexposition de la population et des employés au rayonnement ionisant produit par les déchets des mines	2	•	Temporaire	Majeure

Tableau 32: Impacts négatifs du projet sur le milieu physique

 Milieu biologique

Identification de l'impact		Evaluation de l'impact			
Eléments	Descriptif	Intensité	Portée	Durée	Importance
Flore	Perte de la végétation à cause de l'opération de défrichage	3	■	Temporaire	Moyenne
	Perte de la biodiversité	2	■	Temporaire	Moyenne
	Perturbation de la fonction et du processus de l'écosystème	2	■	Temporaire	Moyenne
Faune	Perte de biodiversité faunique à cause de la perte des habitats	2	■	Permanente	Mineure
	Migration des animaux à cause des activités de l'exploitation et de la nuisance sonore	1	■	Temporaire	Mineure

Tableau 33: Impacts négatifs du projet sur le milieu biologique

 Milieu social

Identification de l'impact		Evaluation de l'impact			
Eléments	Descriptif	Intensité	Portée	Durée	Importance
Démographie	Perturbation des structures familiales et de la dynamique sociale,	2	◆	Temporaire	Moyenne
	Recrudescence des maladies sexuellement transmissibles	2	◆	Temporaire	Moyenne
Occupation du sol et utilisation des ressources naturelles	Conflit socio-foncier lié aux restrictions d'accès aux alentours immédiats du site d'exploitation	2	●	Occasionnelle	Moyenne
	Destruction, déplacement et/ou dégradation des patrimoines historiques et/ou culturels	1	●	Permanente	Moyenne
	Perte de terres productives et de ressources naturelles à cause de l'exploitation	2	■	Temporaire	Moyenne

Tableau 34: Impacts négatifs du projet sur le milieu biologique

VI-3-2 Impacts positifs

Un impact est dit positif s'il peut apporter un changement mais avantageux au milieu récepteur.

Les retombées positives du projet concernent surtout le secteur économique et social de la zone d'étude. L'opération de recyclage d'eau présente quant même un impact favorable sur le milieu physique.

Ces impacts sont présentés dans le tableau suivant

Identification de l'impact		Evaluation de l'impact			
Composantes	Descriptif	Intensité	Portée	Durée	Importance
Milieu physique	Facilitation de l'accès à l'eau dans les puits grâce à la remontée de la nappe phréatique due au recyclage d'eau	1	■	Temporaire	Mineure
	Réduction significative de l'érosion au niveau des pistes d'accès et des clusters	2	•	Temporaire	Moyenne
Milieu social	Amélioration de la qualité physico-chimique, et du niveau de potabilité de l'eau dans la zone	2	◆	Temporaire	Moyenne
	Affluence des migrants venant des autres localités, source d'échanges socio-économiques et culturels	2	◆	Temporaire	Moyenne
	Amélioration des services sociaux de base	3	•	Permanente	Majeure
	Création et amélioration des voies d'accès	3	■	Permanente	Majeure
Economie	Création d'emplois à différents niveaux spatiaux	3	◆	Temporaire	Majeure
	Opportunités d'amélioration et de création d'activité source de revenu grâce aux effets indirects et induits du projet	2	■	Temporaire	Moyenne
	Développement du secteur touristique	2	■	Permanente	Moyenne

Tableau 35 : Impacts positifs du projet

VI-4 MESURES D'EVITEMENT/ D'ATTENUATION/ OU DE
COMPENSATION ET PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL

VI-4-1 Mesures d'évitement/ d'atténuation/ de compensation

Face aux impacts générés par le projet, des mesures doivent être entreprises par le promoteur afin d'éviter, d'atténuer ou de compenser les impacts défavorables. Ces mesures sont les cités dans le tableau suivant avec la situation de l'impact après application des mesures.

Impacts		Mesures d'évitement/d'atténuation/ de compensation	Importance
Milieu physique	Erosion du sol	-Procéder au remblayage du terrain -Détourner le ruissellement hors des zones déblayées	Mineure
	Altération de la qualité du sol	Remodeler le sous sol par des couches arables de sol fertile	Moyenne
	Réduction de la disponibilité des ressources en eau	Favoriser le recyclage d'eau	Mineure
	Dégradation de la qualité de l'eau	-Mettre en place un système de traitement -Fournir des sources d'approvisionnement en eau alternatives	Mineure
	Perte de la végétation et des cultures à cause du dessèchement du sous sol	-Pratiquer la revégétation -Réhabiliter le système d'irrigation	Mineure
	Création de zones humides à cause de la remontée de la nappe du au dépôt de résidus humides	-Eviter les zones topographiquement réceptrices lors du remplacement des résidus humides -Mettre en place des drains artificiels	Mineure
	Pollution de l'air due à l'émission de gaz et de poussière	-Arroser les pistes poussiéreuses - Installer les sites de stockage et de traitement des déchets loin des villages	Moyenne
	Radioexposition de la population et des employés au rayonnement ionisant produit par les déchets des mines	-Mettre en place une zone spécifique de stockage des produits radioactifs	Moyenne
Milieu biologique	Perte de biodiversité faunique	-Réhabiliter les habitats fauniques	Moyenne
Milieu social	Recrudescence des maladies sexuellement transmissibles	Mettre en place une politique de sensibilisation et de prévention des IST-MST couvrant les employés, les contractants, et éventuellement les villages adjacents	Mineure
	Perte de terres productives et de ressources naturelles	Octroyer des terrains alternatifs de rechange ayant à peu près les mêmes vocations agro-sylvo-pastorales	Mineure

Tableau 36: Mesures d'évitement/d'atténuation/de compensation des impacts négatifs

VI-4-2 Programme de Gestion Environnementale

Le Plan de Gestion Environnemental décrit la mise en œuvre globale de pratiques environnementale saines tout au long du cycle de vie du projet. Il vise à assurer la suivie et la surveillance de la réalisation des mesures d'atténuation des impacts. Le PGE commence avec la phase de détermination de la portée du processus d'EIE, et se poursuit pendant la durée de vie du projet et après la fermeture du projet.

➤ **Surveillance**

Toutes les opérations et les composantes de l'exploitation seront sous surveillance. Les surveillances porteront sur :

- L'émission de gaz polluant provenant des véhicules de transports ou des engins mécaniques et des déchets
- La gestion des déchets et des effluents
- La manipulation de substances polluantes
- Les procédures de remblayage et de déblayage du terrain

➤ **Suivi**

Les variables environnementales devant faire l'objet de suivi sont :

- La qualité de certains composantes de l'environnement telles que : l'eau, l'air et le sol
- L'évolution du contexte climatique du site
- L'évolution des écoulements de surface et souterraine
- L'état du système écologique
- L'état de la végétation et de la faune

Si les objectifs et les cibles ne sont pas respectés, des mesures correctives doivent être prises.

➤ **Amélioration continue**

L'amélioration continue constitue une composante clé du Plan de gestion environnementale et les documents associés doivent régulièrement examinés et mis à jour. Il est probable que la recherche sur certains aspects du plan doit être entreprise pour affiner la gestion en matière d'environnement et pour s'assurer que le niveau de protection environnementale soit atteint.

DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

Lacunes et limites de l'étude

Faute de données ou de connaissances techniques ; on a dû émettre certaines hypothèses pour mener l'étude. Ainsi il existe quelques lacunes liées à l'ouvrage. Il serait ici nécessaire de mentionner les limites de l'étude et d'avancer quelques recommandations par rapport à cela.

- Les évaluations sont fondées sur des données existantes au moment des études, alors que le suivi des conditions météorologiques, des eaux souterraines et de surface a été récemment lancé ou est en cours sur le site. L'étude effectuée jusqu'ici est donc basée sur les conditions climatiques actuelles. Les considérations adoptées pour tenir compte de l'effet du changement climatique sur les ressources en eau sont très aléatoires par rapport à ce qui peut se produire en réalité. On ne peut donc pas se fixer définitivement sur les présents résultats car leurs validités peuvent être limitées.
- Dans l'évaluation des besoins futurs en eau, nous nous sommes limités à la projection des besoins déjà existants. Or, avec le développement social et économique surtout, de nouvelles activités vont probablement se créer. Dans ce cas, les besoins en eau pourraient croître de manière considérable, ce qui nécessitera une revue de la gestion et du partage de l'eau.
- Les aquifères karstiques sont des systèmes complexes. Le modèle numérique a des difficultés à représenter exactement ce type d'aquifère et, par conséquent, la simulation d'écoulement des eaux souterraines. De plus, certains éléments n'ont pas été pris en compte dans le modèle comme la faille de Toliara, car aucun essai n'a été effectué le long de la faille. Ceci semble être une lacune importante dans l'évaluation, compte tenu de l'importance d'une faille en hydraulique souterraine. Ainsi, il se peut que la réalité diverge de l'état simulé et d'autres impacts imprévus peuvent se présenter.
- L'estimation de la recharge des nappes ne s'est appuyée que sur un grand nombre d'hypothèse. Le taux de recharge est donc incertain et pourrait être classé dans un intervalle d'incertitude assez important. Ceci peut fausser les estimations de la disponibilité de la ressource et les différentes prévisions.
- En ce qui concerne les paramètres hydrauliques de l'aquifère, les essais de pompage ont été effectués à un débit maximal assez faible. Ce taux ne pouvait pas suffisamment stresser l'aquifère, ce qui signifie que les résultats ne reflètent pas les conditions réelles de l'aquifère et les paramètres hydrauliques tels que la transmissivité et la conductivité hydraulique calculées sont des valeurs moins conservatrices.

- L'évaluation totale a été basée sur des données moyennes annuelles. Or, il faut souligner qu'il est important de considérer le fait que la situation de la ressource, et éventuellement des besoins peut être différent selon les saisons. L'étude devra donc être reprise pour mettre en perspective des scénarios sur base mensuelle.
- Dans toute l'étude, la prise en considération de l'éventuelle influence du changement climatique sur l'évapotranspiration a été négligée. Pourtant, cette dernière est un élément du cycle de l'eau qui joue un rôle très important dans le processus de recharge des ressources en eau.
- Faute de données topographiques et de données d'analyses qualitatives des résidus, le procédé de dépôt des tas humides est très peu discuté dans l'étude. Pourtant, ceci doit se faire selon une stratégie bien déterminée pour limiter au plus les impacts néfastes.

Recommandations

En vue d'améliorer la stratégie de sauvegarde de l'état du milieu environnemental, l'efficacité et la durabilité du projet, un certain nombre de dispositions est à mettre en œuvre. Il s'agit, ici, de recommandations jugées prioritaires et vraisemblablement réalisables, appuyées sur l'analyse des enjeux de l'exploitation à long terme. Suite à ce qui a été exposé plus haut, il en découle les recommandations suivantes pour chacun des points discutés :

➤ ***Face aux éventuels changements climatiques***

Afin de tenir compte des changements climatiques susceptibles de modifier les conditions hydrologiques de la zone d'étude, il est nécessaire d'entreprendre un suivi météorologique. Les principales composantes climatiques ayant une influence directe sur l'hydrologique du site et devant faire l'objet de ce suivi sont le régime de précipitation et l'évapotranspiration. Le suivi doit se faire le long de l'année, durant toute la période de l'exploitation à l'aide de stations de mesure mises en place par la société. Les points de mesures seront placés aux endroits où s'effectue la recharge des eaux souterraines, à la source des écoulements de surface et sur le site lui-même où la nappe est sollicitée. Si un changement effectif est remarqué au cours des années, des dispositions devraient être prises par rapport à cela.

➤ ***Face aux éventuels imprévus dans l'hydrosystème***

La mise en place d'un système de suivi des écoulements et des ressources en eau permettra de mieux cerner ce qui se passe en réalité au niveau de l'ensemble. Grâce à cette mesure, il sera plus facile d'intercepter les changements imprévus qui se produisent dans le système et d'agir en conséquence. Le suivi à long terme comporte les trois points ci-après :

- Le suivi mensuel des niveaux piézométriques avant et durant l'exploitation. Avant l'exploitation, pour enregistrer les variations naturelles de référence des nappes phréatiques et souterraines. Ces

données de référence devront être collectées sur une période définie de manière à intégrer les variations saisonnières, et le plus important, durant l'exploitation afin d'avoir une vue sur l'évolution du système hydrogéologique sous l'effet du captage. Les ouvrages témoins doivent se constituer des puits de production, des puits d'observation ou de contrôle et des puits communautaires. L'emplacement de ces points de suivi est déterminé au préalable par repérage des zones jugées vulnérables à l'effet du pompage et suivant la direction des écoulements, c'est-à-dire en aval et à proximité des ouvrages de captage, ainsi que dans les zones sensibles comme les zones humides côtières, le long de la rivière Manombo, les villages et suivant la ligne de direction de l'écoulement. Toutefois, les données relevées au niveau d'un piézomètre ne sont que des mesures ponctuelles et devraient être complétées par la mesure de débit aux exutoires souterrains (les sources). Il serait encore mieux s'il existait aussi des points de mesures en amont de l'exploitation pouvant servir de témoin pour la comparaison.

- Le suivi des plans d'eau de surface, notamment la rivière Manombo et les zones humides côtières. Il est nécessaire de mesurer les niveaux d'eau de surface afin de tenir compte des éventuelles variations de régime de ces ressources en eau de surface surtout la rivière Manombo qui assure la plus grande part de l'irrigation. L'acquisition d'une série de mesure avant l'exploitation serait favorable pour repérer le degré de fluctuation d'eau superficielle. Le suivi du niveau de la Manombo doit faire l'objet d'une attention particulière en période d'étiage pour s'assurer que la diminution de la quantité d'eau disponible reste dans la mesure du tolérable et que les effets du prélèvement ne causent pas de tort aux usagers.
- Le suivi continu de la qualité de l'eau avant et durant l'exploitation. La comparaison des données qualitatives sur les ressources en eau avant et au cours de l'exploitation pourra donner quelques indications sur l'évolution de la qualité de l'eau et permettra d'interpréter les facteurs des éventuelles variations à long terme. La qualité de l'eau doit être surveillée dans des puits communautaires comme dans les puits de production et d'observation. Les points d'échantillonnage seront retenus, dans la mesure du possible, pour correspondre à chacune des activités faisant l'objet de suivi. Les zones sur lesquelles devraient se porter l'attention sont les proximités du parc à résidus à cause de la lixiviation, les zones côtières sujettes à l'intrusion saline et les zones de stockage de produits ou matières polluantes. Les paramètres à analyser sont ceux déjà énumérés dans la section traitant la qualité de l'eau.
- Le suivi écologique des zones humides côtières.

Remarque : Selon l'évolution observée dans le système hydrogéologique, des points suivi seront ajoutés ou enlevés du réseau de suivi.

➤ ***Face aux éventuelles évolutions des besoins en eau***

Plusieurs incertitudes et hypothèses ont été émises et discutées lors de la mise en œuvre du modèle qui a servi de base pour l'étude du système hydrogéologique. Ainsi, il est souhaitable de ne pas en rester au modèle initial mais de procéder à la mise à jour de ce dernier au fur et à mesure que les données se complètent. Il est recommandé de poursuivre la calibration et la validation du modèle numérique pour lui donner plus de crédibilité. En effet, à mesure que le modèle est affiné, il reflète davantage la réalité du système.

Si les besoins autres besoins en eau en dehors de ceux de l'exploitation tendent à occuper une quantité considérable, cette quantité devra être incluse dans le modèle et la simulation sera alors relancée. En même temps, il serait pratique de prévoir ou d'anticiper une étude d'alimentation en eau alternative, si pour une raison ou une autre, une contrainte de ressource en eau s'imposait à cause de l'exploitation.

➤ ***Pour les résidus miniers***

Le remplacement des tas devrait se faire selon une certaine manière bien définie de sorte que la gestion des résidus humides soit adéquatement contrôlée pour ne pas entraîner des nuisances dans les zones avoisinantes. On conçoit que les zones topographiquement réceptrices sont à éviter pour le stockage des résidus. Il est également préférable de placer les résidus sur des formations très perméables pour que l'eau s'infilte rapidement.

Les mesures à appliquer quant à l'aspect qualitatif de l'eau n'en est pas plus négligeable. Il est important de s'assurer que la composition chimique de l'eau contenue dans les résidus reste dans les normes, du moins pour l'agriculture. Il est donc proposé, voire imposé, de procéder à une analyse de l'eau résiduelle avant réinjection dans la nappe et de passer au traitement si nécessité est. Il en est de même pour tous les autres effluents liquides, comme les effluents domestiques.

➤ ***Pour la gestion de l'eau en période d'étiage***

La gestion de la ressource en eau est plus délicate en période sèche. Si possible, les dépenses en eau devraient être réduites durant cette période. Il est recommandé de mettre en avant une politique d'optimisation de l'économie d'eau pour limiter les consommations. On peut également jouer sur le mode d'extraction de l'eau pour préserver au mieux le fonctionnement de la nappe. Pour ce faire, on peut changer le timing du captage et répartir la durée totale de pompage en plusieurs intervalles de manière à permettre à la nappe d'avoir un temps de remontée.

Remarque : Ces recommandations ne remplacent pas les mesures d'atténuation ou de compensation mais ne s'intègrent qu'à titre préventif.

CONCLUSION

A l'issue de l'évaluation des ressources en eau, on a pu montrer que le site de Ranobe renferme une importante quantité d'eau malgré le contexte climatique de la région qui définit une zone subaride. Le problème est qu'une grande part de cette ressource reste inexploitée car elle est difficile d'accès et hors de la portée de la population. A l'heure actuelle, seule près de 3% de cette réserve est utilisée. Pourtant, les eaux de surface, notamment la rivière Manombo est à caractère temporaire et est très limitée en période sèche. Or cette ressource soutient plus de 80% des besoins en eau de la localité, dont l'intégralité de l'irrigation.

L'introduction de nouvelles formes de sollicitations de ressources en eau remet en question la situation en eau du site décrite ci-dessus. L'influence du captage est directement concrétisée au niveau de la nappe pompée. Cette dernière connaît une baisse immédiate à la suite du pompage. Cependant, dans la situation présente, cet impact n'affecte pas la population. C'est l'usage futur de la ressource qui peut être compromise.

En outre, les estimations faites indiquent que le prélèvement d'eau à partir de la nappe calcaire n'occasionnera pas de modifications significatives sur les autres composantes de l'hydrosystème. En effet, l'impact est complètement amorti grâce au recyclage d'eau via les résidus humides. Mais à long terme, on prévoit quand même une diminution de 30% du débit de la rivière Manombo due au captage d'eau et au changement climatique. Cette situation est vue d'un œil critique, car comme nous l'avons estimée, la disponibilité de cette ressource en eau de surface est très restreinte pourtant elle est cruciale pour les activités agricoles. Il est donc impératif de trouver une solution pour préserver au mieux le cours d'eau dans sa fonctionnalité. Avec l'application de mesures adéquates, les autres impacts restent à un niveau d'importance mineur. Du point de vue qualitatif, on suppose une éventuelle altération de la qualité de l'eau à cause du dépôt de tas humides, mais sans gravité considérable.

Suite à ces analyses, on aboutit à la conclusion que dans un délai de court à moyen terme, l'opération de captage d'eau pour l'exploitation ne constitue pas de contrainte pour l'usage quotidien de l'eau. Toutefois, il faudrait rester vigilant dans le suivi et la gestion des ressources en eau. A l'horizon de 2030, le contexte change et la stratégie de gestion des ressources en eau devrait être revue en conséquence. Le démarrage du projet peut concourir au développement économique et social de la zone. Et avec la contribution de la société Toliara Sands, la situation d'accès à l'eau peut être améliorée et renforcée.

BIBLIOGRAPHIE

➤ Ouvrages:

- C.BERGERON- H. DEHAYS et T.POINETET, Juin1983, **Remontée des nappes d'eau souterraines causes et effets**, Bureau de recherches géologiques et minières
- E.CESAR, 2012, **Modélisation régionale des écoulements souterrains et du transport de nitrates dans le bassin de la Dyle amont**, Mémoire de fin d'études.
- G. P. KRUSEMAN et N. A. DE RIDDER, 1974, **Interprétation et discussion des pompages d'essai**, International institute for Land Reclamation and improvement
- H.BESAIRIE, **Géologie de Madagascar**
- J.FORKASIEWICZ, Juillet 1972, **Interprétation des données de pompage d'essai pour l'évaluation des paramètres des aquifères**, Rapport du BRGM (2^{ème} édition)
- J.Herivelo RAKOTONDRAINIBE 2006 ; **Synthèse de la géologie et de l'hydrogéologie de Madagascar**
- L.Ting PAK, 2013, **Modélisation hydrologique distribuée des écoulements surface souterrain à l'échelle d'un bassin versant bananier en milieu tropical volcanique**, Doctorat, Centre International d'Etudes Supérieures en Science agronomique
- Madagascar Oil S.A, Cabinet d'étude SAVAIVO, Juin 2015, **Résumé non technique EIES de la phase de production 1a**
- Ministère de la décentralisation, PNUD, *Cabinet SARANDRA Conseil et Développement* 2008, **Monographie de la région Atsimo Andrefana**,
- P.CHAPERON, J.DANLOUX, L.FERRY Paris, 1993, *Fleuves et rivières de Madagascar*,.ORSTOM,
- R.ABABOU, 2004, **Elément d'hydrologie souterraine**
- R.P.CHAPUIS, 2007, **Guide des essais de pompage et leurs interprétations**, Service de l'aménagement et des eaux souterraines du Ministère du développement durable et de l'environnement Québec
- W-H.CHIANG et W.KINZELBACH, Decembre 1998, **Processing Modflow, A Simulation System for Modeling Groundwater Flow and Pollution**,
- Mémoires de fin d'études, ESPA, Département Hydraulique

➤ Webographie;

<http://water.usgs.gov/ogw/modflow/MODFLOW.html>

<http://www.hydrogeologie.org>

<http://www.geosciences.univ-rennes1.fr>

➤ Supports de cours

- RAKOTONDRAINIBE J.Herivelo (2015), Cours Gestion Intégrée des Ressources en Eau ; Cadre légal et règlementaire
- RAMANANTSOA Benjamin (2015), Cours Station et traitement d'eau potable
- RAMANARIVO Solofomampionona (2013), Cours hydrogéologie
- RANDRIAMAHERISOA Alain (2013), Cours Hydrologie Général ; (2014), Cours Hydrologie appliquée ; (2015), Cours Etude d'Impact Environnemental