



**ARIANNE PHOSPHATE INC.**

**Étude de faisabilité pour la production de 3 Mtpa de  
concentré d'apatite à haute pureté – Projet Lac à Paul,  
Québec, Canada**

# **Sommaire exécutif tiré du rapport technique NI 43-101**

207090-19468-0000-GE-REP-0001 - RÉVISION N° 1 - Date d'émission : 27 janvier 2015

N/D: 207090-19468-0000-GE-REP-0002

RÉVISION N° 1

27 janvier 2015



Prepared by



## SOMMAIRE

Ce document présente la traduction française de la section « Summary » contenue dans le rapport intitulé « Feasibility Study to Produce 3Mtpy of High Purity Apatite Concentrate at the Lac a Paul Project, Québec, Canada NI 43-101 Technical Report », document 207090-19468-0000-GE-REP-0001 dont la date effective est le 13 novembre 2013.

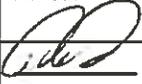
© Droits d'auteur 2012 Cegertec WorleyParsons

## DÉSISTEMENT

*Ce rapport a été préparé au nom et à l'usage exclusif d'Arianne Phosphate inc., et est soumis et publié conformément à l'accord conclu entre Arianne Phosphate inc. et Cegertec WorleyParsons inc.. Cegertec WorleyParsons n'assume aucune obligation ou responsabilité que ce soit ou de quelque manière résultant (y compris, mais sans s'y limiter, la négligence) pour la totalité ou une partie du contenu de ce rapport ou à l'égard de toute utilisation ou au recours présumé à ce présent rapport ou une partie de celui-ci par un (des) tier(s).*

La copie de ce rapport sans l'autorisation d'Arianne Phosphate inc. est interdite.

### PROJET 207090-19468-0000-GE-REP-0002 – Etude de faisabilité bancaire – Lac à Paul

Rév.	Description	Auteur	Révision	Approbation	Date	Approbation Client	Date
1	Pour émission	 David Dubé, ing.	_____	 Yann Franck	2015-01-27	_____ Jean-Sébastien David	2015-01-27
0	Pour émission	_____ Jean Bilodeau, ing.	_____ Ghislain Goyette, ing.	_____ Yann Franck	2013-11-29	_____ Jean-Sébastien David	2013-11-29



## Contents

<b>1. RÉCAPITULATIF .....</b>	<b>1</b>
1.1 Introduction.....	1
1.2 Emplacement et accès.....	1
1.3 Géologie et exploration .....	2
1.4 Traitement du minerai et essais métallurgiques.....	3
1.5 Estimation des ressources minérales .....	6
1.6 Estimation des ressources minérales .....	8
1.7 Méthode d'exploitation minière.....	10
1.8 Méthodes de récupération.....	11
1.9 Infrastructures .....	11
1.10 Études de marché et contrats .....	16
1.11 Études environnementales, permis et impact social ou communautaire .....	18
1.12 Coûts d'investissement et d'exploitation .....	19
1.13 Analyse économique .....	22
1.14 Autres données et renseignements pertinents.....	23
1.15 Conclusion – Faits saillants de l'étude .....	24
1.16 Recommandations .....	25

## 1. RÉCAPITULATIF

### 1.1 Introduction

Arianne Phosphate inc. (Arianne) est une société de développement de ressources minérales de phosphate basée au Québec. Elle est cotée à la Bourse de Toronto (TSX VENTURE) : DAN) et à la Bourse de Francfort (FRANCFORT : JE9N) (OTCBB : DRRSF).

En 2012, Arianne a mandaté Cegertec WorleyParsons afin de réaliser une étude de faisabilité et un rapport technique conforme au Règlement 43-101 pour le projet de mine de phosphate du Lac à Paul.

L'étude a été préparée par Cegertec WorleyParsons en collaboration avec Dessau pour le stockage des résidus miniers, la retenue et la gestion des eaux, Goldminds Geoservices inc. pour l'estimation des ressources et Ernst & Young pour la modélisation financière et l'analyse économique. Les autres éléments techniques de l'étude ont été rédigés par Genivar, Phosphate Consulting LLC, Hydro-Ressources inc., Journeaux Associates, URSTM, Jenike & Johanson, Outotec, FLSmidth, CRU International et Integer Research Ltd. Les ressources minérales ont été authentifiées par Goldminds Geoservices Inc. conformément au Règlement 43-101 selon les *Ressources minérales* dont le rapport technique a été rédigé par Goldminds Geoservices Inc. et publié par Arianne le 7 mars 2013. Jacobs Engineering Group Inc. (Jacobs) et COREM ont réalisé les travaux d'essais métallurgiques incluant les travaux d'essais en usine pilote pour la conception du procédé de traitement. L. Nardella Associates Ltd a également aidé Cegertec WorleyParsons dans l'estimation des coûts et la planification de l'exécution du Projet. En plus des contributeurs mentionnés ci-dessus, SGS Canada a certifié l'analyse économique.

Le Projet concerne l'extraction et l'enrichissement d'un minerai de phosphate de haute teneur pour produire un concentré d'apatite d'une grande pureté. Les déchets métallurgiques associés seront entreposés dans un site de résidus spécialement conçu pour le stockage des déchets miniers et qui sera situé à proximité de la mine. Le Projet prévoit traiter 18,6 millions de tonnes de minerai par an et produire en moyenne 3 millions de tonnes de concentré de roche phosphatée, qui sera transporté du site de la mine vers un futur port en eau profonde situé sur la rive nord de la rivière Saguenay, à Saint-Fulgence, pour exportation.

La durée de vie prévue de la mine pour le Projet est de 25,75 ans (excluant la préproduction) en se basant uniquement sur le gisement de la zone Paul.

### 1.2 Emplacement et accès

Le projet de mine de phosphate du Lac à Paul d'Arianne correspond à la phase d'exploration avancée. Il est situé dans le Nord du Québec, à environ 200 km au nord de la ville de Saguenay dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Québec, Canada. La propriété du Lac à Paul compte 498 cellules minières contiguës (titres miniers jalonnés sur cartes) sur une superficie totale d'environ 27,617 hectares.

Il dispose d'accès à des infrastructures existantes, incluant des routes et un emplacement pour un futur port en eau profonde. Le projet du Lac à Paul sera alimenté par Hydro-Québec par le biais du réseau hydroélectrique existant de Rio Tinto Alcan depuis leur centrale de Chute-des-Passes. Celle-ci a une capacité suffisante et est située à environ 35 km du Projet.

### **1.3 Géologie et exploration**

La suite anorthositique du Lac Saint-Jean est le plus grand complexe anorthositique du monde, occupant une superficie de près de 20 000 km<sup>2</sup>. La lithologie de la propriété se compose principalement de roches intrusives combinées à des roches anorthositiques du Lac Saint-Jean. Les roches se présentent sous la forme de lobes de coalescence composés de leuconorite, d'anorthosite, de norite, de gabbronorite, de gabbro à olivine et de gabbro. Le pyroxenite inférieur contient des dunités, des péridotites, des oxydes de Fe-Ti, de l'apatite, des jotunites et des mangérites.

La minéralisation relative au projet du Lac à Paul est issue de la sédimentation et de la ségrégation magmatique au sein du complexe anorthositique. La principale unité géologique d'intérêt est un nelsonite constitué de couches d'apatite enrichies d'ilménite. Neuf secteurs minéralisés d'apatite sont comptabilisés dans le projet du Lac à Paul d'Arianne. Les zones n° 1 et n° 2 sont des zones à faible teneur en apatite-ilménite comportant des gabbros. La zone n° 4 est constituée d'oxydes titano-ferreux. Seule la Zone n° 2 a été explorée de manière significative par le forage au diamant. Les sept (7) autres zones, Manouane, Paul, Nicole, Lucie, Lise, Intersection et Castor, sont considérées comme nelsonites et sont donc les plus prometteuses. Les zones Paul et Manouane représentent l'intérêt principal de ce rapport.

Au début des années soixante-dix, la cartographie géologique et des études géochimiques ont été réalisées dans la région du Lac à Paul par le Ministère des Ressources naturelles (MRN). L'exploration minière dans la région de Lac à Paul a été mise en œuvre par le Fonds minier du Saguenay Lac-Saint-Jean (FMSLSJ) en 1994. En 1997, le trou de forage Pau-97-02 (Virginia Gold Mines) a démontré une intersection de 8,99 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 9,42 % TiO<sub>2</sub> sur 41,09 m le long de la carotte de forage. Plus tard, SOQUEM (dans un partenariat avec Virginia Gold Mines) a effectué des travaux d'exploration dans le complexe anorthositique du Lac Saint-Jean.

En 1998, un indice de phosphore et de titane découvert dans le secteur du Lac à Paul a été mis à jour au cours d'une campagne de prospection menée par le Fonds Minier du Saguenay–Lac-Saint-Jean (FMSLSJ).

En mai 1999, une description pétrographique de la zone minéralisée a été réalisée par IOS Services Géoscientifiques inc. En décembre 1999, Ressources d'Arianne Inc. a pris une option sur la propriété détenue par le FMSLSJ.

De 1999 à 2001, Arianne a effectué des travaux d'exploration pour du titane et du phosphore en collaboration avec le FMSLSJ. Les domaines d'intérêt se trouvaient autour des zones 1, 2, 3 et 4 (échantillonnage, forage, traitement du minerai) avant de réactiver le projet du Lac à Paul en 2008.

Avant 2009, 57 forages au diamant ont été réalisés sur la Propriété par les propriétaires précédents et Arianne.

Le programme d'exploration d'Arianne de 2010-2011 comprenait une campagne d'échantillonnage effectuée sur des concessions particulières de la propriété et un programme de forage au diamant. Un total de dix-sept (17) forages totalisant 4,125 m ont été réalisés dans la zone Paul par la société Forage Nordique inc. de Val-d'Or et 1,418 échantillons ont été envoyés au laboratoire ALS Chemex à Val-d'Or. Trente-cinq (35) trous totalisant 6,548 m ont été forés dans la zone Manouane par Forage Nordique inc.; 2,072 échantillons ont été envoyés au laboratoire ALS Chemex.

Le programme d'exploration d'Arianne de 2011-2012 sur la propriété du Lac à Paul portait principalement sur la conversion des ressources inférées de la zone Paul en ressources indiquées et mesurées. Le deuxième objectif était d'explorer les zones présentant des caractéristiques géologiques et géophysiques similaires aux zones Paul et Manouane, car des valeurs intéressantes avaient été répertoriées lors de la campagne d'exploration précédente. Les zones délimitées par cette campagne portent le nom de Nicole, Traverse, Lise et Lucie. Cent cinq (105) forages au diamant totalisant 30,352 m ont été forés dans la zone Paul.

En 2013, Arianne Phosphate cumule désormais 153 forages au diamant totalisant 39,371 m dans la zone Paul et a développé d'autres cibles de forage pour la propriété du Lac à Paul.

#### **1.4 Traitement du minerai et essais métallurgiques**

Au cours de l'étude de faisabilité, des programmes d'essais ont été réalisés par plusieurs entrepreneurs tels que résumés ci-dessous (les rapports sont inclus dans la liste des références, section 27) :

- Des échantillons en vrac de concentré et de minerai du gisement Paul ont été expédiés à Jenike & Johanson (J & J) afin d'évaluer les caractéristiques d'écoulement des matériaux.
- Un échantillon de concentré final a été envoyé à FLSmidth pour des tests de séchage.
- Jacobs a réalisé des essais de caractérisation du minerai, des essais préliminaires de flottation en laboratoire, des tests de variabilité du minerai et des essais en usine pilote sur des échantillons de carottes de forage et en vrac provenant du gisement Paul. Jacobs a également confié des essais en sous-traitance aux fabricants, afin de déterminer l'indice de Bond pour l'abrasion, la résistance à l'impact JK, l'indice de Bond pour le broyeur à boulets et l'analyse Qemscan.
- COREM a réalisé des essais préliminaires en laboratoire et des essais en usine pilote sur des colonnes de flottation. Des échantillons de concentré et de résidus générés par les essais en usine pilote ont ensuite été testés par Outotec et FLSmidth.

Les résultats du programme d'essais réalisé par Jacobs se résument comme suit :

- Ils ont fourni des données de conception pour l'enrichissement du minerai du Lac à Paul et complété la caractérisation du minerai de la zone Paul et les programmes d'essais de réduction de la taille du minerai.
- Ils ont indiqué que le minerai provenant du gisement Paul peut atteindre une teneur de 40 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> avec un taux de récupération de 87 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> avec un ratio acceptable de MER (rapport des éléments mineurs ou « Minor Element Ratio ») et CaO/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Cette conclusion est basée sur des résultats de tests réalisés par Jacobs, en laboratoire, qui utilisa des cellules de flottation mécanique, ainsi que par COREM, en usine pilote, qui ont utilisé des colonnes de flottation.
- Ils ont indiqué que la séparation magnétique et le déschlammage ne sont pas nécessaires avant la flottation.
- Selon des essais de variabilité du minerai, les résultats ont révélé que les neuf types de minerai avec des teneurs de têtes variant de 3,9 % à 12,8 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> permettent d'obtenir de façon soutenue une teneur de concentré de 40 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> avec un taux de récupération P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> allant de 63 % à 92 %.

Jacobs a confié en sous-traitance à COREM le programme d'essais en usine pilote. L'essai continu sur 48 heures constitue un élément clé de ce programme. Le schéma de procédé élaboré par Jacobs comportait le broyage et la LIMS (séparation magnétique à faible intensité ou « Low Intensity Magnetic Separation ») en circuit fermé, suivi d'une flottation utilisant des cellules agitées mécaniquement et configurées comme dégrossisseuses/épouseuses. Le concentré a été envoyé à la section de nettoyage de l'apatite où il a été nettoyé deux fois. Les résidus de nettoyage ont été recyclés. Dans l'ensemble, la meilleure teneur de concentré final de l'essai en continu de 48 heures était de 39,4 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> avec un taux de récupération de 45,4 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Le meilleur taux de récupération P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> était de 78,8 % avec une teneur correspondante de concentré final de 36,4 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Les résultats de l'essai en continu de 48 heures n'ont pas été concluants parce que : (1) l'usine pilote n'était pas à l'équilibre; (2) la mouture F<sub>80</sub> utilisée par COREM était possiblement trop grossière; et (3) les multiples flux de recyclage ont probablement contribué aux problèmes d'équilibre relevés précédemment.

Indépendamment du programme d'essais réalisé par Jacobs, COREM a effectué des essais en laboratoire et en usine pilote avec un échantillon identique de minerai en vrac provenant du gisement Paul. Les principaux objectifs du programme étaient les suivants :

- Démontrer que la technique de flottation en colonnes peut donner un taux de récupération P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> d'au moins 90 % avec une teneur de concentré de 39 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ou plus lors d'un essai de longue durée (>8 heures).
- Fournir des données provenant des essais pour soutenir le développement de l'ingénierie du procédé pour l'étude de faisabilité réalisée par Cegertec WorleyParsons.

L'usine pilote utilisant des colonnes de flottation a été configurée avec une dégrossisseuse, deux nettoyeuses et une nettoyeuse/épouseuse. Les résidus de la nettoyeuse/épouseuse ont été recyclés. L'alimentation  $F_{80}$  était nominalement de 185  $\mu\text{m}$  et le fonctionnement était continu pendant 8 à 9 heures. Trois campagnes d'échantillonnage formelles ont été réalisées au cours de l'essai continu en usine pilote et le taux de récupération  $\text{P}_2\text{O}_5$  ainsi que la teneur de chaque campagne sont indiqués dans le tableau 1.4.1. Après avoir effectué des ajustements mineurs dans l'utilisation de réactifs, de % solides en cellules et de débits d'air, on a laissé le circuit se stabiliser avant de mener les campagnes d'échantillonnage 2 et 3. La récupération moyenne  $\text{P}_2\text{O}_5$  et la teneur du concentré des campagnes d'échantillonnage 2 et 3 sont respectivement de 91,6 % et de 38,6 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ , ce qui est plus représentatif de la performance réalisable à partir de l'usine pilote en utilisant des colonnes de flottation.

Campagnes d'essais	Poids %	% $\text{P}_2\text{O}_5$	% $\text{P}_2\text{O}_5$ Récupération
Campagne 1	12,2	39,6	74,2
Campagne 2	16,9	39,2	91,8
Campagne 3	18,0	38,1	91,5
Moyenne (1-3)	15,7	39,0	85,8
Moyenne (2-3)	17,6	38,6	91,6
<b>Recommandé pour l'étude de faisabilité</b>		<b>38,6</b>	<b>90,0</b>

**Tableau 1.4.1      Résumé des résultats des essais en usine pilote**

Pour l'étude de faisabilité, la récupération moyenne de  $\text{P}_2\text{O}_5$  a été abaissée à 90 % afin de compenser pour la transition d'une usine pilote à une mine de capacité commerciale. La teneur du concentré sélectionné pour l'étude de faisabilité est de 38,6 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  bien qu'il soit possible d'accroître la teneur du produit à 39 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ , voire plus, tout en conservant la récupération globale de  $\text{P}_2\text{O}_5$  à ou à près de 90 %.

Après avoir examiné les résultats des deux types de cellules, Jacobs a conclu que les colonnes de flottation semblent être la meilleure option pour l'enrichissement du minerai du Lac à Paul.

L'analyse chimique d'un échantillon représentatif du concentré provenant des essais de confirmation en colonnes est indiquée au tableau 1.4.2.

Constituant	Unités	Analyse
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	38,60
CaO	%	51,25
MgO	%	0,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	2,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0,45
SiO <sub>2</sub>	%	1,55
TiO <sub>2</sub>	%	0,65
Na <sub>2</sub> O	%	0,37
K <sub>2</sub> O	%	0,19
Cl	%	0,06
F	%	1,08
LOI	%	0,54
CaO/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ratio	1,33
MER	Ratio	0,08

**Tableau 1.4.2 Résultats de l'analyse chimique du concentré**

## 1.5 Estimation des ressources minérales

En 2011, les ressources minérales de la zone Manouane du projet du Lac à Paul ont été estimées en utilisant une teneur de coupure de 2,43 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Selon ce scénario de référence, la zone Manouane contient des ressources minérales mesurées de 136,9 millions de tonnes avec une teneur de 5,93 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et des ressources minérales indiquées de 26,9 millions de tonnes avec une teneur de 5,64 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Les estimations des ressources minérales sont présentées au tableau 1.5.1. Les ressources minérales pour la zone n° 2 du projet du Lac à Paul ont été estimées en utilisant la même teneur de coupure que celle utilisée dans les zones Paul et Manouane, soit 2,43 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Selon ce scénario de référence, la zone n° 2 accueille des ressources minérales inférées de 64 millions de tonnes avec une teneur de 4,55 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Les modèles suivants de ressources minérales sont présentés dans le tableau 1.5.1 pour chaque zone et le total pour les trois zones est daté du 7 novembre 2011. Manouane et la zone n° 2 sont toujours d'actualité.

<b>Ressources d'Arianne</b>		For Public disclosure		
cut-off grade $\geq$ 2.43% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		Rounded numbers		
Lac à Paul	Resources	7-Nov-11		
<b>OFFICIAL RESOURCES</b>	<b>PAUL</b>			
	Fixed Density	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% TiO <sub>2</sub>	Tonnes
Inferred	3.42	6.61	8.25	50,300,000
Indicated	3.42	7.10	8.21	161,800,000
Measured	3.42	6.82	7.89	22,100,000
Meas+Ind	3.42	7.06	8.17	183,900,000
<b>OFFICIAL RESOURCES</b>	<b>MANOUANE</b>			
	Fixed Density	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% TiO <sub>2</sub>	Tonnes
Indicated	3.42	5.64	8.46	26,900,000
Measured	3.42	5.93	8.77	136,900,000
Meas+Ind	3.42	5.88	8.72	163,800,000
<b>OFFICIAL RESOURCES</b>	<b>ZONE 2</b>			
	Fixed Density	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% TiO <sub>2</sub>	Tonnes
Inferred	3.23	4.55	4.57	64,000,000
<b>ALL 3 DEPOSITS</b>				
Measured	3.42	6.05	8.65	159,000,000
Indicated	3.42	6.89	8.24	188,700,000
Inferred	3.31	5.46	6.19	114,300,000
Total M+I		6.51	8.43	347,700,000

**Tableau 1.5.1 Estimations des ressources minérales – Trois gisements, novembre 2011**

L'auteur souligne que les ressources minérales qui ne sont pas des réserves minérales n'ont pas de viabilité économique démontrée.

#### Mise à jour 2013 des ressources de la zone Paul

Pour la mise à jour 2013 du modèle des ressources de la zone Paul, l'interprétation des structures minéralisées sur des coupes transversales a été fournie par les géologues Hugues Guérin Tremblay et Daniel Boulianne, d'Arianne Phosphate Inc. Les zones de nelsonite, de transition, les zones mixtes et celles qui ont une faible teneur en apatite enrichie ont été interprétées par l'équipe technique d'Arianne. Les coupes transversales ont été simplifiées par l'ingénieur géologue principal, M. Claude Duplessis (QP pour « Qualified Person » ou personne qualifiée), lequel a créé des enveloppes qui ont été intégrées dans GENESIS avec le logiciel de modélisation de l'enveloppe en 3D.

Les ressources minérales de la zone Paul ont été estimées en utilisant une teneur de coupure de 4 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Cette teneur de coupure a été appliquée par l'auteur afin de démontrer la robustesse de la ressource. L'étude de faisabilité a déterminé la teneur de coupure exacte à 3,5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

- Bien que la teneur de coupure soit supérieure à celle de l'étude de pré-faisabilité, les ressources mesurées et indiquées de la zone Paul ont augmenté de 221 % par rapport à la dernière estimation publiée en 2011 (voir le tableau 1.5.2).
- Les ressources minérales de la zone Paul mesurées et indiquées (M+I) sont de 590,24 Mt à 7,13 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.
- L'estimation des ressources minérales a été calculée conformément au Règlement 43-101.

**Comparaison des ressources minérales de la Zone Paul  
(Estimations des ressources - mars 2013 par rapport à novembre 2011)**

Ressources	Mars 2013		Novembre 2011	
	Teneur de coupure 4,0 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		Teneur de coupure : 2,43 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
	Tonnage (Mt)	Teneur % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Tonnage (Mt)	Teneur % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Mesurées (M)	336,76	7,22	22,10	6,82
Indiquées (I)	253,48	7,02	161,80	7,10
<b>TOTAL (M+I)</b>	<b>590,24</b>	<b>7,13</b>	<b>183,90</b>	<b>7,07</b>
Inférées	9,81	5,89	50,30	6,61

*Mise à jour des ressources minérales effectives de la zone Paul : 7 mars 2013*

*La viabilité économique n'est pas démontrée pour les ressources minérales qui ne sont pas des réserves minérales.*

*Ces ressources ne sont pas en sus des réserves minérales actuelles.*

**Tableau 1.5.2 Ressources minérales de la zone Paul mises à jour en 2013**

## 1.6 Estimation des ressources minérales

Le modèle des blocs de ressources de l'étude de faisabilité du Lac à Paul a été préparé et fourni à Cegertec WorleyParsons par M. Claude Duplessis de Goldminds Geoservices Inc. (GMG), le 6 février 2013. Le nom du modèle est « Modelfinal1\_06022013.csv » et il couvre la zone minéralisée Paul.

Le modèle a été livré dans un fichier de valeurs séparées par des virgules (CSV) et était accompagné de fichiers de points et en mode filaire :

- HG\_zone\_Mesh.dxf (mode filaire représentant une minéralisation à haute teneur, volume fermé).
- HG\_zone\_Mesh.dxf (mode filaire représentant une minéralisation à teneur mixte, volume fermé).
- toolidarexportxyz.xyz (fichier de topographie).
- topoOVBexportxyz.xyz (fichier des morts-terrains).
- WasteprismEnvelope.dxf (mode filaire représentant les stériles, volume fermé).

Les fichiers de points et en mode filaire ont permis le codage dans les zones précises de déchets, les zones de minerai, la topographie et les morts-terrains. Le système de modèle par coordonnées utilisé est le UTM NAD 83 ZONE 19, sans rotation. La taille des blocs du modèle est de 10 m (abscisse) x 5 m (coordonnée y) x 10 m (coordonnée z).

Les optimisations de la fosse ont été produites avec le logiciel Whittle de Dassault Systèmes Geovia (4.5.1). Différents paramètres ont été utilisés pour produire le modèle d'optimisation de la fosse. Ces paramètres sont les suivants : le prix de vente, les frais d'exploitation minière, de transformation et les frais généraux et administratifs, la récupération basée sur le poids (en fonction de l'élément de teneur en  $P_2O_5$  et des données de procédé), les pentes de la fosse (tel que recommandées par Journeaux) et les contraintes de surface des plans d'eau. Whittle a ensuite produit la fosse avec le flux de trésorerie le plus élevé.

Une teneur de coupure a été calculée à partir du modèle de fosse économique optimisé. La teneur de coupure calculée pour ce projet est de 3,5 %  $P_2O_5$ . Un taux de dilution de 2 % et une perte de minerai de 3 % ont également été estimés pour le Projet.

Une fosse a ensuite été conçue selon le modèle économique optimisé choisi. Les paramètres opérationnels tels que les rampes, les bermes, la configuration en laboratoire et les pentes recommandées ont été appliqués pour la conception. Les paramètres géotechniques de conception de la fosse ont été recommandés par Journeaux Assoc. dans leur rapport intitulé « Rapport sur la conception des pentes de la fosse (Rapport No.L-12-1558) » pour l'étude de faisabilité (inclus dans la liste de références, section 27).

Les réserves minérales ont été calculées à partir de la conception de la fosse et sont présentées dans le tableau 1.6.1. Les ressources minérales incluent ces réserves minérales.

<b>Modèle technique final de la fosse Estimation des ressources minérales</b>		
COG $P_2O_5 \geq 3,5$ %		
Taux de dilution = 2 %. Perte de minerai = 3 %		
	<b>Tonnage (Mt)</b>	<b><math>P_2O_5</math> (%)</b>
Prouvées	313,71	6,92
Probables	158,38	6,80
<b>Réserves totales</b>	<b>472,09</b>	<b>6,88</b>
Inférées	--	
Stériles	527,31	
Mort-terrain	9,06	
<b>Décapage total</b>	<b>536,36</b>	
SR (« Stripping Ratio » ou rapport de décapage)	1,14	

**Tableau 1.6.1 Ressources minérales d'après l'étude de faisabilité du Lac à Paul  
(au 15 octobre 2013)**

## 1.7 Méthode d'exploitation minière

Le plan de mine pour l'étude de faisabilité du Lac à Paul se base sur une exploitation minière de 360 jours, 7 jours/semaine et 24 heures/jour. Le plan envisage quatre équipes réparties en deux rotations distinctes. Chaque rotation comprend une équipe de jour et une équipe de nuit.

La durée de vie de la mine est de 25,75 ans (excluant les 18 mois de préproduction). Le plan de mine est basé sur l'hypothèse que l'usine a besoin d'un apport de 55 000 tonnes de minerai/ jour, avec une disponibilité de 93 % (sur 365 jours). La quantité annuelle de minerai extrait satisfait à l'exigence annuelle de traitement de l'usine. Le plan de mine est organisé selon quatre phases de conception.

Le plan de mine complet se compose d'une période de pré-production au cours de laquelle le minerai n'est pas broyé (seulement stocké). Suite à cette période de préproduction de 18 mois, la mise en production graduelle suivra le calendrier suivant :

- trois premiers mois de production = 3 mois/12 mois x 35 % x (18 645 millions de tonnes);
- six mois suivants = 6 mois/12 mois x 80 % x (18 645 millions de tonnes).

Après ces deux premières courtes périodes, chacune des autres périodes de 12 mois permettra de produire à une capacité de 100 %. Les coefficients de décapage ont été optimisés pour les premières années de la vie de la mine.

Les méthodes d'exploitation minière conventionnelle (forage, dynamitage, chargement et transport) seront utilisées pour la fosse. La flotte d'équipement a été dimensionnée en fonction de paramètres précis d'opération de la mine et des véhicules, ainsi que des profils de transport. Un parc d'équipements secondaires et auxiliaires a également été dimensionné pour répondre aux besoins d'exploitation.

Il est prévu que le parc soit détenu et exploité par Ariane. Le dynamitage sera confié à une tierce partie qui fournira tous les explosifs, le matériel, les services et la main-d'œuvre. Les besoins en personnel ont été fondés sur l'hypothèse d'opérer avec quatre équipes de production. Pour le personnel hors production, certains postes peuvent être occupés cinq jours par semaine, alors que d'autres doivent être tenus sept jours par semaine en attribuant des tâches supplémentaires. Le besoin maximal en personnel survient au cours de la période 9, avec personnel horaire de 249 travailleurs (opérations et entretien) et 31 employés-cadres nécessaires.

Les entrées d'eau dans la fosse ont été estimées par Hydro-Ressource inc. par tranches de cinq ans. Avec cette information, Cegertec WorleyParsons a estimé les coûts associés à l'assèchement de la fosse.

## 1.8 Méthodes de récupération

L'usine d'enrichissement est conçue pour traiter en moyenne 55 000 tonnes de minerai par jour pour produire en moyenne 3 millions de tonnes de concentré phosphaté par année avec une teneur de 38,6 %  $P_2O_5$  et un taux de récupération du  $P_2O_5$  de 90 %.

Le minerai est transporté par camions de la mine à ciel ouvert vers le concasseur primaire. Le produit concassé est ensuite acheminé par convoyeur vers un silo de stockage du minerai grossier, qui permet de stocker environ 50 000 tonnes de minerai pour l'usine d'enrichissement. Le minerai est récupéré à partir du silo de stockage, puis transporté vers l'usine d'enrichissement pour alimenter un circuit de broyage en deux phases. Le circuit de broyage est constitué d'un broyeur semi-autogène (SAG pour « Semi Autogenous Grinding ») primaire de 15 000 kW et deux broyeurs à boulets secondaires de 11 000 kW fonctionnant en circuit fermé avec des hydrocyclones de classification. Le produit issu de l'hydrocyclone de classification est introduit dans un circuit de séparation magnétique à faible intensité (LIMS) pour en retirer la gangue riche en magnétite en amont du circuit de flottation. Le produit non magnétique est ensuite épaissi en passant par deux étapes d'hydrocyclones avant d'être introduit dans deux lignes parallèles de réservoirs de préconditionnement. Le produit magnétique est évacué vers l'épaississeur de résidus combinés de l'usine.

L'usine d'enrichissement a été conçue de façon à pouvoir opérer à 50 % de capacité. Cela signifie qu'un broyeur à boulets ainsi que son circuit associé en aval pour la séparation magnétique (LIMS) et la flottation peuvent être désactivés pour entretien sans avoir à arrêter l'ensemble de l'usine.

Le circuit de flottation de phosphate est conçu pour produire un concentré dont la teneur approximative sera de 39 %  $P_2O_5$ . Le circuit de flottation comprend un ensemble de colonnes. Les résidus de flottation sont pompés vers l'épaississeur de résidus avant d'être acheminés vers le site de stockage des résidus de l'usine. Le concentré de flottation est également épaissi, filtré dans des filtres-presses, puis séché dans un séchoir éclair afin d'obtenir une teneur en humidité de 1,0 %  $\pm$  0,5 %.

Le concentré séché provenant du séchoir éclair est ensuite acheminé vers deux silos dôme de stockage d'une capacité unitaire de 100 000 tonnes qui font partie du système de chargement du produit dans des remorques fermées. Le concentré d'apatite est transporté par camions remorques du site vers les installations d'exportation qui seront construites à Saint-Fulgence, sur la rive nord de la rivière Saguenay.

## 1.9 Infrastructures

Le projet de mine de phosphate du Lac à Paul bénéficie d'un bon accès aux infrastructures locales comme l'eau, l'électricité et les routes. Les besoins en infrastructures ont été répartis selon deux catégories : les services sur site et les services hors site.

Les ajouts majeurs pour les services hors site nécessaires à la mine sont :

- **Une ligne électrique à 161 kV** – Un poste abaisseur de tension de 345 kV à 161 kV sera construit à Chute-des-Passes. Ce nouveau poste alimentera le site de la mine grâce à une ligne de transmission à 161 kV d'une longueur de 45 km.
- **Installations de transport et de chargement du concentré** – Le concentré phosphaté sera transporté par camions hors-norme, dans des remorques sur mesure d'une capacité de 120 tonnes, de la mine vers un site de chargement situé à Sainte-Rose-du-Nord (237 km de distance).

1

Au site de Sainte-Rose-du-Nord, le concentré sera déchargé via deux plateformes élévatrices hydrauliques. Le concentré sera ensuite acheminé par convoyeur fermé et réparti dans deux silos d'entreposage de 100,000 tonnes chacun. Un second convoyeur fermé assurera le lien entre ces unités de stockage et le chargeur de navire installé sur le quai.

Ce nouveau quai permettra d'accueillir des navires de type Handymax.

Le chargement des navires se fera à l'aide de deux empileurs-récupérateurs mobiles et télescopiques fonctionnant en alternance et se déplaçant radialement pour permettre le remplissage des cales sans avoir à déplacer le navire.

Les infrastructures sur site comprendront les éléments suivants :

- **Installations de stockage des résidus et de gestion de l'eau** – Un site de stockage des résidus permettant l'entreposage et la gestion des résidus a été défini pour la durée de vie de la mine, estimée à 25 ans. L'eau de procédé sera stockée dans un bassin de rétention. Le schéma de fonctionnement prévoit le transfert d'eau du parc à résidus au bassin de rétention, puis recyclée dans le circuit d'eau de procédé.
- **Halde de stériles** – Elle sera située au nord de la mine à ciel ouvert. La halde aura une capacité de stockage des stériles de 236,7 Mm<sup>3</sup> pour une empreinte de 5,4 km<sup>2</sup>. L'élévation finale de la halde sera à 520 m, pour une épaisseur moyenne de 50 à 70 m et une épaisseur locale maximale de 110 m.
- **Aménagement du site et campement**
  - La **zone Paul** est située au nord et au nord-est du Lac à Paul; elle couvre une superficie d'environ 20 km<sup>2</sup> (5 km x 4 km), divisée selon les zones suivantes :
    - La **fosse Paul** est située au nord du chemin des Passes actuel. Elle couvre environ 2,6 km d'est en ouest et 0,8 km du nord au sud. Une zone d'exclusion de 400 m est prévue autour du périmètre de la fosse Paul.
    - Le **parc de stériles nord** est situé au nord de la fosse Paul; il couvrira une superficie d'environ 567 ha à la fin de la période d'exploitation minière.

- La **zone des explosifs** est située à 1,5 km au nord-est de la fosse Paul, à la limite sud de la pile de stériles. Cette zone comprend deux sites distincts, chacun d'une superficie de 1 ha. Deux zones d'exclusion de 1 km sont prévues autour du périmètre de chacun de ces sites.
- **La zone de l'usine et du campement** est située sur la rive est du Lac à Paul, à environ 800 m du rivage. Elle couvre une superficie d'environ 600 ha (2 km x 3 km) et est divisée selon les quatre zones distinctes suivantes :
  - La **zone de concassage** est située complètement au nord; elle comprend le concasseur primaire, une aire de 4,9 ha où environ 500 000 tonnes de minerai peuvent être stockées et une aire de 1,8 ha pour l'entretien et le ravitaillement des véhicules miniers (garage et carburant).
  - **L'usine**, couvrant une superficie de 18,5 ha à 1,25 km au sud du concasseur primaire. Cette zone comprend principalement une aire de stockage de minerai, l'usine de traitement, les silos de stockage du concentré, les convoyeurs de transport pour le minerai et le concentré, un poste de chargement du concentré, une installation d'épaississement des résidus, un poste électrique principal, des ateliers d'entretien mécanique, un laboratoire, un entrepôt, les douches et vestiaires, les bureaux administratifs, une infirmerie, une guérite.
  - Le **campement**, couvrant une superficie de 4,8 ha, est situé au nord-est du lac du Grizzly, à environ 20 m du rivage et à environ 300 m au sud-ouest de l'usine. La zone du campement s'étend sur plus de 400 m du nord au sud et sur environ 200 m d'est en ouest. Il comprendra des bâtiments pour l'hébergement des employés et les services, notamment une cuisine et une salle de repas. Pendant la durée de vie de la mine, 17 bâtiments de type dortoir seront installés. Ce nombre montera temporairement jusqu'à 30 durant la période de construction. La zone du campement comprendra également les installations d'approvisionnement en eau potable et de traitement des eaux usées pour le campement et l'usine. Ces installations seront situées respectivement à l'ouest et au nord-est de la zone de campement.
  - La **zone de prise d'eau** couvre une superficie de 0,33 ha située sur la rive orientale du Lac à Paul, à 1,25 km de la zone du campement et à 2,1 km de celle de l'usine.
- **Le site de stockage des résidus** est situé à 3 km au sud-est du Lac à Paul et à 2 km de l'usine. Il couvre environ 2,3 km du nord au sud et 3,4 km d'est en ouest. Il est principalement composé d'empilement de résidus avec digues, routes et dispositifs de gestion de l'eau (stations de pompage, canalisations et fossés). À la fin de la période d'exploitation minière, les empilements vont s'étendre sur environ 530 ha. Une canalisation d'effluents hors-sol va transférer les effluents de l'usine de traitement vers le parc à résidus et une conduite d'eau va ramener l'eau traitée du bassin de résidus vers l'usine.

- **Les routes du site** – Les routes minières seront utilisées pour les activités associées à la production minière. Les routes locales vont croiser l'actuel chemin des Passes. Leur surface, d'une largeur de 10 m, sera recouverte de gravier et pourra servir à la circulation régulière des véhicules non miniers. Au total, environ 11,4 km de routes locales seront construits.

Des routes minières seront construites entre la zone d'extraction, la zone de concassage primaire et le parc de stériles nord. Les routes minières seront recouvertes de gravier et feront 30 m de large. Au total, 3,2 km de routes minières seront construits.

À l'exception du chemin des Passes, les chemins existants et les routes de développement sur le site ne sont pas adaptés aux besoins du Projet pendant la période d'exploitation minière. En conséquence, toutes les routes locales et minières nécessaires à la réalisation du projet nécessiteront d'être entièrement construites. En ce qui concerne le chemin des Passes, un tronçon de 2,5 km devra être déplacé en raison de la construction du concasseur primaire, de l'entrepôt et du garage, ainsi que de la zone de ravitaillement.

- **Bâtiments du site** – En plus des bâtiments du concasseur et du concentrateur qui abriteront les équipements de broyage, de séparation magnétique, de flottation, de filtrage et de séchage du concentré, le site comprendra ces autres bâtiments :
  - Les bureaux administratifs, une salle de serveurs, une infirmerie et une cafétéria.
  - Un laboratoire.
  - Les douches et les vestiaires des employés.
  - Un garage d'entretien.
  - Une aire de stockage et de distribution de carburant.
  - Une guérite et une salle d'intervention d'urgence/un centre de crise.
  - Un entrepôt.
  - L'aire de stockage et de distribution de carburant – Un poste de ravitaillement, comprenant des installations de stockage et de distribution de carburant, est situé à proximité du concasseur. Le carburant est amené par camion-citerne et stocké dans des réservoirs dont le volume est suffisant pour assurer quelques jours de fonctionnement. Les réservoirs de carburant hors sol présenteront une conception à double paroi et confinement secondaire, comme spécifié dans la norme CAN/ULC-S601-07.
- **Services sur site** – Gestion de l'eau
  - Approvisionnement en eau douce – Une prise d'eau située sur la rive orientale du Lac à Paul permettra d'alimenter le site en eau douce. L'installation comprendra principalement une prise d'eau, une station de filtration, une station de pompage et une canalisation de sortie (diamètre de 300 mm, longueur de 2,5 km) acheminant l'eau à l'usine de traitement. Le débit nominal de l'installation sera de 500 m<sup>3</sup>/h.

- Approvisionnement en eau potable – L'eau potable sera fournie par deux (2) systèmes distincts :

La station principale approvisionnera les zones du campement, de l'usine et du concasseur. Elle sera construite à proximité de la zone du campement. La station comprendra deux puits artésiens, un dispositif de chloration et d'autres équipements de traitement (si nécessaire), une réserve de consommation de 24 heures, une réserve pour la lutte contre les incendies et une station de pompage pour la distribution.

La zone des explosifs sera alimentée par un puits artésien et comprendra une réserve minimale de fonctionnement.

- Réseau de distribution souterrain – Un circuit de distribution d'eau potable d'environ 4,6 km de canalisations approvisionnera les zones du campement, de l'usine et du concasseur.
- Traitement des eaux usées – Les eaux usées seront traitées par trois systèmes distincts.

Une station de traitement principale traitera les eaux usées provenant de l'usine et du campement. Les eaux usées seront transportées à la station de traitement par le réseau de collecte des eaux usées.

Des dispositifs temporaires seront ajoutés au cours de la période de construction afin d'augmenter la capacité de traitement. Ceux-ci seront démantelés à la fin de la période de construction.

Les eaux usées provenant du concasseur et de la zone d'explosifs seront traitées par deux systèmes de fosses septiques.

- Gestion et traitement des eaux de ruissellement – Les eaux de ruissellement provenant des chantiers de la zone industrielle (usine et concasseur), des sites de services (eau douce, eau potable, traitement des eaux usées, zone des explosifs, etc.) ainsi que du campement seront recueillies par un réseau de drainage ouvert (fossés et ponceaux). Tous les réseaux de drainage seront dirigés vers les bassins de rétention et de traitement (de décantation ou de sédimentation) avant d'être rejetés dans les différents milieux récepteurs. Deux stations de mesures et d'échantillonnage de l'eau de ruissellement sont prévues : une dans la zone du concasseur et l'autre dans celle de l'usine.
- Électricité et automatisation du site
  - **Installations d'approvisionnement en électricité** – La demande globale d'électricité nécessaire au fonctionnement du site est estimée à 115 MW, dont 107 MW pour l'usine de traitement. Selon les exigences de puissance, trois types de transformateurs à bain d'huile, de rapport de tension 161/25 kV, avec des puissances apparentes de 45/60/75 MVA, ont été sélectionnés. La conception avec redondance autorise la défaillance d'un transformateur; les deux autres transformateurs suffisent à fournir la puissance requise par l'usine.

Le réseau de distribution de 25 kV, du poste principal vers les différentes zones, sera fourni par des commutateurs isolés à l'air et installés dans un bâtiment préfabriqué distinct. Trois filtres harmoniques seront utilisés pour assurer une bonne qualité de courant et de tension et optimiser le facteur de puissance.

Trois lignes aériennes de 25 kV partiront du poste principal pour alimenter les zones éloignées.

Comme la fosse devra être desservie en électricité, il est prévu d'installer deux transformateurs mobiles de rapport de tension 25/4,16 kV de 7,5 MVA et cinq commutateurs extérieurs à proximité de la mine à ciel ouvert pour alimenter l'excavatrice et la station de pompage.

Un système d'urgence comprenant deux groupes électrogènes diesel de 2,5 MW et un bus de synchronisation de 4,16 kV seront installés dans le poste principal.

Le bâtiment du concentrateur principal comprendra quatre salles électriques permettant d'alimenter la zone de traitement à des tensions différentes par l'intermédiaire de transformateurs abaisseurs de tension selon les besoins locaux. Les tensions seront de 25 kV, 4,16 kV et 600 V.

- **Automatisation** – Le réseau de communication reliant le site minier du Lac à Paul aux autres installations d'Arianne sera constitué de liaisons micro-ondes et de fibres optiques comme prévu par les fournisseurs de services. Une nouvelle tour hertzienne devra être construite à proximité du site de la mine.

Le système de contrôle du procédé comprend trois (3) salles de contrôle (broyeur, concasseur et chargement) et les stations de travail d'ingénierie.

## 1.10 Études de marché et contrats

Deux rapports d'analyse de marché distincts ont été commandés pour étayer cette étude de faisabilité. Le premier a été réalisé par CRU International Ltd et le second par Integer Research Ltd., deux sociétés londoniennes. Les deux rapports sont joints respectivement en annexes 1 et 2.

Le rapport CRU, daté de juin 2013 et élaboré à partir de données du mois de mai 2013, met l'accent sur les perspectives des macro-marchés pour le produit d'Arianne, notamment les analyses des marchés agricoles mondiaux, les implications pour la demande d'engrais phosphatés et la réponse attendue des producteurs de phosphate (existants et nouveaux). L'analyse des coûts des exploitations minières existantes et nouvelles est mise en exergue dans le rapport CRU, qui évalue les prix du phosphate au cours de la durée de vie de la mine du Lac à Paul. CRU fournit également une analyse des marchés potentiels pour le phosphate d'Arianne, mais se concentre uniquement sur un modèle de tarification concurrentielle basée sur la valeur d'usage des producteurs d'engrais sur les marchés mondiaux en Amérique du Nord, en Europe, en Inde et en Asie du Sud-Est.

Le rapport Integer, daté de juillet 2013, analyse également la demande mondiale d'engrais phosphatés basée sur des perspectives de marchés macro-agricoles et sur de nouveaux projets spécifiques qui vont apparaître sur le marché. En outre, il se concentre plus particulièrement sur les possibilités d'établissement de prix supérieurs, en lien avec la haute teneur de  $P_2O_5$  et au faible taux d'impuretés du produit phosphaté d'Arianne, en particulier pour les applications et les clients connus pour payer des prix plus élevés que ceux payés pour les engrais.

Les deux rapports proposent une prévision du prix de référence de base pour le Maroc, le principal exportateur mondial de phosphate et la force commerciale dominante de l'industrie. On notera en particulier la discipline de marché attendue des principaux acteurs dans un marché oligopolistique. Celle-ci est susceptible d'occasionner une longue période au cours de laquelle les prix du marché en dollars constants pour les exportations de phosphate de qualité standard peuvent s'établir à un niveau suffisamment faible pour dissuader les investissements dans de nouvelles capacités de production de phosphate. Il est attendu que le prix du marché restera tout juste en dessous du seuil critique d'investissement pour certains projets d'exploitation minière de phosphate en zone éloignée présentant un coût élevé, qui est estimé à un prix environ 15 à 20 % inférieur au prix du marché actuel, soit environ 150 \$/t FOB à Casablanca.

Les principaux aspects mis en valeur par les deux rapports sont la haute qualité du produit d'Arianne, sa proximité des marchés importateurs et les risques géopolitiques faibles, ce qui rend son produit très prisé à la fois par les producteurs d'engrais et les producteurs d'acide phosphorique de haute pureté.

Les rapports sont relativement uniformes en termes de prix prévisionnels à l'exportation des concentrés, pour une qualité de produit de référence de type phosphate marocain, sur la durée de vie de la mine du Lac à Paul, avec un écart relatif de  $\pm 15\%$ . Toutefois, le rapport CRU calcule le prix de vente du produit Arianne en ne tenant compte que de la teneur en  $P_2O_5$ , des écarts de coûts du transport et du coût de l'acide nécessaire à la conversion du concentré de phosphate en engrais à différentes destinations de consommation. Le rapport Integer établit également une prime fondée sur la valeur d'utilisation de produits phosphatés de haute pureté pour les producteurs, à différentes destinations de consommation, telles que le golfe du Mexique, le Brésil et l'Europe du Nord.

Sur la base de la valeur marchande du concentré déterminée dans les deux rapports, Arianne a élaboré un plan marketing pour la durée de vie de la mine du Lac à Paul. Celui-ci tient compte à la fois des clients produisant des engrais et des clients recherchant des produits de haute pureté, pour différentes destinations où une demande existe pour un produit dont les caractéristiques sont vérifiées par des essais métallurgiques. Les résultats de ces essais sont d'ailleurs présentés dans les sections Qualité du produit du rapport NI 43-101.

En utilisant les projections des deux rapports CRU et Integer, Arianne a modélisé ses prévisions de prix de vente (\$/t en dollar américain constant 2013) sur la durée de vie de la mine du Lac à Paul et, en résumé, les chiffres du tableau 1.10.1 ont été utilisés :

Description	Prix de vente \$ US
Prix marocain moyen de référence pour 65-75 BPL (« Below Penalty Levels » ou sous le seuil de pénalité), FOB au Maroc	137
Ajustement pour fret, teneur en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> et acide pour producteurs d'engrais américains	60
Ajustement pour livraison aux producteurs de haute pureté du Brésil et d'Europe	80
Ajustement pour livraison aux producteurs de haute pureté des É.-U. et du Golfe	91
Prix de vente moyen (1/3 pour chaque marché)	<b>213</b>

**Tableau 1.10.1 Prévision du prix de vente (Arianne)**

## 1.11 Études environnementales, permis et impact social ou communautaire

### 1.11.1 Environnement

Le projet du Lac à Paul est situé dans la municipalité régionale de comté (MRC) du Fjord-du-Saguenay. Selon le règlement de zonage applicable de la MRC, la zone de l'étude de faisabilité se situe sur la zone 20-2F, où l'extraction minière industrielle est autorisée.

Arianne est titulaire d'un bail exclusif de tous les droits de surface pour la zone couvrant le Projet. L'empreinte du Projet évite les lacs et l'empiètement sur l'habitat du poisson a été minimisé. Le Projet aura facilement accès à l'eau et profitera de la topographie du terrain pour construire de manière sûre un bassin de retenue des résidus à environ 2 km du concentrateur. Selon le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), Directive 019, les matières d'Arianne sont classées comme déchets à faible risque d'après les résultats des lixiviats pour les stériles, les résidus miniers et le minerai, ce qui facilitera la gestion des déchets.

### 1.11.2 Permis

Arianne a entamé son étude de référence dans le cadre de l'évaluation environnementale du projet du Lac à Paul menée au cours de l'été 2011. L'acquisition des données a été achevée au printemps 2013. Celle-ci a été immédiatement suivie par la préparation et la soumission d'une étude d'impact environnemental (EIE) auprès du MDDEFP en juin 2013. Arianne travaille actuellement à répondre et à apporter des renseignements complémentaires aux demandes du MDDEFP. Une fois ce processus achevé, Arianne sera en mesure de passer à l'étape suivante, à savoir la tenue d'audiences publiques du BAPE (Bureau d'Audiences publiques sur l'environnement). L'objectif d'Arianne est de finaliser l'ensemble du processus pour le quatrième trimestre 2014, sanctionné par un décret ministériel.

D'après un communiqué fédéral envoyé à Arianne le 8 août 2013, le site minier du projet du Lac à Paul ne fait pas l'objet d'une évaluation environnementale fédérale par l'Agence canadienne d'Évaluation environnementale ACEE (2012) ni en vertu du Règlement désignant les activités concrètes. En outre, compte tenu de la nature non métallique du minerai extrait, le Projet n'est pas soumis au Règlement sur les Effluents des Mines de Métaux (REMM). Arianne doit cependant obtenir des permis des autorités fédérales en vertu de la Loi sur les explosifs et de la Loi sur les pêches.

### **1.11.3 Relations communautaires**

En 2009, Arianne a entrepris une démarche volontaire de développement durable. Elle a mis en œuvre une politique de développement durable et un plan de stratégie et d'action de développement durable. Depuis 2011, Arianne a tenu des réunions avec les communautés locales, un élément clé de son plan de stratégie et d'action. En outre, elle a établi un inventaire de ses émissions de gaz à effet de serre (GES). Arianne est l'une des rares entreprises de sa taille à divulguer publiquement ses émissions de GES dans ses rapports annuels et trimestriels. Le projet du Lac à -Paul, y compris la route hors normes permettant le transport du concentré de phosphate à Saint-Fulgence, se trouve sur le Nitassinan de trois Premières Nations : les Innus de Pessamit, de Mashteuiatsh et d'Essipit. Arianne est engagée dans une relation continue avec la nation de Mashteuiatsh depuis 2008 et avec celle de Pessamit depuis 2010. Des discussions avec la nation d'Essipit sont prévues, puisque cette nation est pour la première fois touchée par le Projet avec la construction d'une nouvelle route qui traverse leurs terres.

## **1.12 Coûts d'investissement et d'exploitation**

### **1.12.1 Coûts d'investissement**

Les coûts d'investissement indiqués dans le tableau 1.12.1 pour le projet du Lac à Paul sont basés sur le traitement par l'usine d'enrichissement de 55 000 tonnes de minerai par jour et sur les méthodes standard de Cegertec WorleyParsons applicables aux études de faisabilité. Le tableau 1.12.3 synthétise les coûts d'investissement sur la vie de la mine (VM), qui comprend les dépenses d'investissement initial (CAPEX), les réinvestissements de maintien et les coûts de fermeture/restauration du site de la mine. Tous les droits et taxes sont exclus des coûts d'investissement, mais sont pris en compte dans l'analyse économique. L'actualisation des coûts et les intérêts encourus pendant la construction sont exclus des coûts d'investissement. La date d'effet de l'estimation des coûts est le 5 septembre 2013.

Description	Étude de faisabilité (M\$ US)
Usine de traitement	470,8
Projet, général	108,5
Site de la mine, général	65,3
Développement de la mine	42,5
Mine à ciel ouvert	29,6
Construction, installations et services temporaires	23,1
Support à la Construction/Équipement/Articles consommables	57,7
Services IAGC	61,7
Contingences	73,9
Coûts du propriétaire	49,4
<b>TOTAL</b>	<b>982,5</b>

**Tableau 1.12.1 Coûts d'investissement – Site de la mine**

Les coûts d'investissement initiaux de préproduction pour la mine et les installations de traitement du minerai s'élèvent à 982,5 M\$ US, dont 73,9 M\$ US pour les imprévus. Le développement de la mine à ciel ouvert, les installations de traitement du minerai et toutes les infrastructures sur site et les services nécessaires à l'exploitation de la mine ont été estimés avec une précision de  $\pm 15$  %.

Description	Étude de faisabilité (M\$ US)
Installations et infrastructures hors du site	167,9
Construction, installations et services temporaires	7,7
Support à la Construction/Équipement/Articles consommables	3,3
Services IAGC	20,9
Contingences	18,1
Coûts du propriétaire	14,3
<b>TOTAL</b>	<b>232,2</b>

**Tableau 1.12.2 Coûts d'investissement – transport**

Les coûts d'investissement initiaux pour le transport de la mine au port s'élèvent à 232,2 M\$ US, dont 18,1 M\$ US pour les imprévus (Tableau 1.12.2). Les coûts d'investissement pour le transport ont été estimés avec une précision de  $\pm 25$  %.

Description	Étude de faisabilité (M\$ US)
Coûts d'investissement initial	1 214,7
Coûts de réinvestissement de maintien	385,8
Coûts d'investissement directs sur la VM	1 599,5
Coûts de fermeture et de restauration du site minier	44,8

**Tableau 1.12.3 Coûts d'investissement sur la VM**

### 1.12.2 Coûts d'exploitation

Sur la base de l'ensemble des coûts d'exploitation décrits dans l'étude de faisabilité, le coût annuel d'exploitation du concentré de phosphate au port de Saint-Fulgence est de 93,7 \$/tonne (FOB). Le tableau 1.12.4 présente la ventilation des coûts d'exploitation par tonne.

Description	Étude de faisabilité (\$/tonne)
Coût d'extraction moyen	27,3
Coût de traitement moyen	48,1
Frais généraux et administratifs moyens	4,3
Coût d'expédition moyen (incluant le chargement des navires)	14,0
<b>Total des coûts d'exploitation</b>	<b>93,7</b>

**Tableau 1.12.4 Estimation des coûts d'exploitation par tonne de concentré**

Description	Étude de faisabilité (M\$ US)
Coût d'exploitation de la mine sur la VM	2 069,1
Coût d'exploitation de l'usine sur la VM	3 642,3
Frais généraux et administratifs sur la VM	323,2
Coût de transport du concentré sur la VM	1 057,0
<b>Total des coûts d'exploitation sur la VM</b>	<b>7 091,5</b>

**Tableau 1.12.5 Estimation des coûts d'exploitation sur la VM**

### 1.13 Analyse économique

Les principales hypothèses financières utilisées dans le scénario de référence sont présentées dans le tableau 1.13.1.

Description	Unité	Valeur (scénario de référence)
Prix du concentré de phosphate	\$ US/tonne	213,0
Taux de change	\$ CA/\$ US	0,9524
Vie de la mine (Zone Paul)	Années	25,75
Taux d'actualisation	% par an	8,0 %

**Tableau 1.13.1 Hypothèses macroéconomiques**

Les principales hypothèses techniques utilisées dans le scénario de référence sont présentées dans le tableau 1.13.2.

Description	Unité	Valeur
Quantité totale de minerai extrait (vie de la mine)	M tonnes	472,10
Teneur moyenne du minerai à broyer	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6,88
Teneur du concentré	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	38,60
Quantité totale de concentré produit	M tonnes	75,70
Taux de traitement nominal	Tonnes/jour	55 000
Taux de récupération moyen sur la vie de la mine	%	90,0 0
Coût moyen d'extraction	(\$ US/tonne de concentré)	27,33
Coût moyen de traitement	(\$ US/tonne de concentré)	48,11
Frais généraux et administratifs moyens	(\$ US/tonne de concentré)	4,27
Coût d'expédition moyen	(\$ US/tonne de concentré)	13,96
Total des coûts d'exploitation	(\$ US/tonne de concentré)	93,68

**Tableau 1.13.2 Hypothèses techniques**

Les principaux résultats financiers du scénario de référence sont présentés dans le tableau 1.13.3.

Description	Avant impôts	Après impôts
VAN à 8 %	1 910,10 \$	1 065,90 \$
TRI	20,7 %	16,7 %
Période de récupération de l'investissement (années)	4,4	4,8

**Tableau 1.13.3 Résultats financiers**

## 1.14 Autres données et renseignements pertinents

Les travaux IAGC doivent commencer en janvier 2014 pour certaines activités préliminaires (couverts par les fonds de transition). Cette stratégie se traduit par une prévision d'achèvement du Projet en mars 2017, soit une durée globale de 39 mois. Les travaux préliminaires effectués au cours de la première période de 12 mois (de janvier 2014 à janvier 2015) comprennent la conception technique critique des équipements à long délai d'approvisionnement, la conception, l'approvisionnement et les travaux de construction nécessaires à la déforestation, au débroussaillage et à l'essouchement, les travaux de voirie et les services temporaires, ainsi que les autres travaux autorisés avant l'obtention de l'approbation environnementale complète, prévue en octobre 2014.

Le tableau 1.14.1 présente le calendrier des principales activités du Projet.

Activité	Début	Fin
Travaux préliminaires	Janvier 2014	Janvier 2015
Ingénierie	Janvier 2014	Août 2015
Approvisionnements	Janvier 2014	Avril 2016
Construction	Octobre 2014	Novembre 2016
Mise en service/production graduelle	Septembre 2016	Mars 2017

**Tableau 1.14.1      Calendrier des principales activités IAGC**

Des activités de caractérisation des niveaux de chlore dans le concentré ont débuté. Les résultats préliminaires ont montré une variabilité de la teneur en chlore en fonction des types de roche et de leur lieu d'extraction dans le gisement de la zone Paul, en plus de mettre en évidence des différences significatives entre les laboratoires et les méthodes d'analyse pour le même concentré.

Par conséquent, il fut décidé de profiter d'un programme déjà planifié d'essais métallurgiques sur des échantillons en vrac afin de mieux caractériser la variabilité du chlore dans le gisement de la zone Paul. Ce programme d'essais a été initialement défini dans le but de finaliser et optimiser la conception du circuit de flottation. Il sera réalisé sur six (6) échantillons de 25 tonnes chacun.

Les résultats permettront de statuer sur la nécessité d'une analyse plus approfondie de la teneur en chlore dans le minerai.

## 1.15 Conclusion – Faits saillants de l'étude

La propriété du Lac à Paul contient une importante minéralisation phosphatée en quantité suffisante et d'une teneur satisfaisante pour faire l'objet d'une exploitation minière dans les conditions actuelles du marché, malgré le risque inhérent à prouver et à développer un site minier. La continuité géologique de la série magmatique différenciée est forte sur l'ensemble de la propriété. Les ressources minérales mesurées et indiquées s'élèvent à 590 millions de tonnes uniquement dans la zone Paul à une teneur moyenne de 7,1 %  $P_2O_5$  avec une teneur de coupure de 4,0 % (excluant les ressources minérales de la zone Manouane de 164 millions de tonnes).

À la suite de forages supplémentaires effectués en 2011 et 2012, la vie de la mine pour la zone Paul a été estimée à 25,75 ans (excluant la préproduction) pour l'étude de faisabilité. Selon l'étude de préfaisabilité 2012, le gisement de la zone Manouane pourrait prolonger la vie de la mine de 8 ans.

La méthode d'exploitation à ciel ouvert a été choisie en raison de la forme du dépôt et de sa proximité avec la surface. Le développement de la mine a été basé sur les optimisations de fosse effectuées avec le logiciel Whittle en maximisant le flux de trésorerie actualisé, en minimisant le coefficient de recouvrement de la fosse et en maximisant la teneur et le taux de récupération. La méthode d'extraction sélectionnée pour le Projet consiste à utiliser une combinaison excavatrice- camion, avec un poste de concassage primaire situé à l'intérieur de la fosse.

Les résultats des différentes campagnes d'essais métallurgiques réalisés au cours de cette étude ont démontré que l'utilisation de colonnes de flottation permettait d'obtenir un meilleur taux de récupération de l'apatite par rapport aux cellules de flottation mécaniques. L'usine d'enrichissement va produire 75,7 millions de tonnes de concentré vendable à 38,6 %  $P_2O_5$  à partir de ressources minérales prouvées et probables de 472,1 millions de tonnes en considérant une teneur de coupure de 3,5 %  $P_2O_5$ , pour une teneur moyenne de 6,9 %  $P_2O_5$  (à partir des ressources minérales de la zone Paul).

L'analyse des flux de trésorerie atteste de la viabilité économique du Projet, même en incluant les coûts d'établissement d'une nouvelle installation portuaire en eau profonde sur la rive nord de la rivière Saguenay, à Saint-Fulgence. Le modèle de flux de trésorerie actualisé tient compte des coûts de réinvestissement de maintien ainsi que des coûts de restauration du site.

<b>Scénario de référence : 55 000 tonnes/jour, exploitées par le Propriétaire (en M\$ US)</b>	
Coûts d'investissement initial	1 214,7
Coûts de réinvestissement de maintien	384,8
<b>Total des coûts d'investissement directs</b>	<b>1 599,5</b>
Coûts de fermeture et de restauration du site minier	44,8
<b>Total des coûts d'exploitation de la mine</b>	<b>2 069,1</b>
<b>Total des coûts d'exploitation de l'usine</b>	<b>3 642,3</b>

<b>Scénario de référence : 55 000 tonnes/jour, exploitées par le Propriétaire (en M\$ US)</b>	
Total des frais généraux et administratifs	323,2
Total des coûts de transport du concentré	1 057,0
Total des coûts d'exploitation	7 091,5
VAN à 8 % avant impôts	1 910,1
TRI avant impôts (%)	20,7
Période de récupération de l'investissement avant impôts (années)	4,4
VAN à 8 % après impôts	1 065,9
TRI après impôts (%)	16,7
Période de récupération de l'investissement après impôts (années)	4,8

**Tableau 1.14.2 Scénario de référence : 55 000 tonnes/jour, exploitées par le Propriétaire (M\$ US)**

Le coût moyen d'exploitation s'élève à 93,7 \$ US/tonne sur la durée de vie de la mine. À un taux d'actualisation de 8 %, la valeur actualisée nette (VAN) du Projet s'élève à 1 901,1 M\$ US avant impôts et à 1 065,9 M\$ US après impôts, et le taux de rendement interne (TRI) est de 20,7 % avant impôt et de 16,7 % après impôt. La période de récupération de l'investissement est de 4,4 ans avant impôts et de 4,8 ans après impôts.

## 1.16 Recommandations

Ariane Phosphate Inc. devrait poursuivre ses activités d'obtention des permis requis, de marketing du minerai de phosphate et de conception technique détaillée pour le projet de mine de phosphate du Lac à Paul. Les recommandations suivantes ont pour objet des activités indépendantes les unes des autres et visent à faire avancer le Projet vers les phases de développement et de production. Ces recommandations ne sont pas hiérarchisées ni échelonnées :

- Géologie et exploration
  - Poursuite des forages de définition et d'exploration sur la propriété afin de prolonger la vie de la mine.
- Essais et traitements métallurgiques
  - Achèvement du programme d'essais métallurgiques déjà planifié sur des échantillons en vrac afin de finaliser et optimiser la conception du circuit de flottation.
  - Démarrage de la conception technique de l'usine de traitement afin d'avancer les travaux sur les articles à long délai d'approvisionnement.

- Infrastructures
  - Poursuite de la conception et de l'évaluation de l'impact environnemental pour le système d'alimentation électrique en 161 kV allant de Chute-des-Passes au site de la mine du Lac à Paul.
  - Poursuite de la conception de la voirie, des systèmes de manutention et des postes de nettoyage des camions associés au transport du concentré, du site de la mine du Lac à Paul aux nouvelles installations d'exportation de Saint-Fulgence sur la rive nord de la Rivière Saguenay.
- Obtention des permis et organismes de réglementation
  - Poursuite des démarches déjà entamées visant à l'obtention des permis requis, comme détaillé dans la section environnementale de ce rapport.
- Marketing
  - Poursuite du développement marketing par le biais de négociations avec les consommateurs potentiels de phosphate d'Arianne Phosphate Inc. afin de définir et d'identifier les différents modes de commercialisation et de vente.
- Relations avec les communautés et les acteurs gouvernementaux
  - Poursuite des actions visant à obtenir le soutien des parties prenantes pour le développement du projet de mine de phosphate du Lac à Paul. Plus précisément, poursuite de la tenue des réunions communautaires pour informer le public au niveau local et national des avancées et des plans relatifs au Projet.