



COLLÈGE
DE FRANCE
— 1530 —

Chaire Développement durable – Environnement, énergie et
société

La valorisation de la ressource minérale en Nouvelle-Calédonie

www.sln.nc

Paris, le 03 mars 2015

www.sln.nc

www.vale.nc



www.koniambo.nc



www.sln.nc



www.sln.nc



www.sln.nc

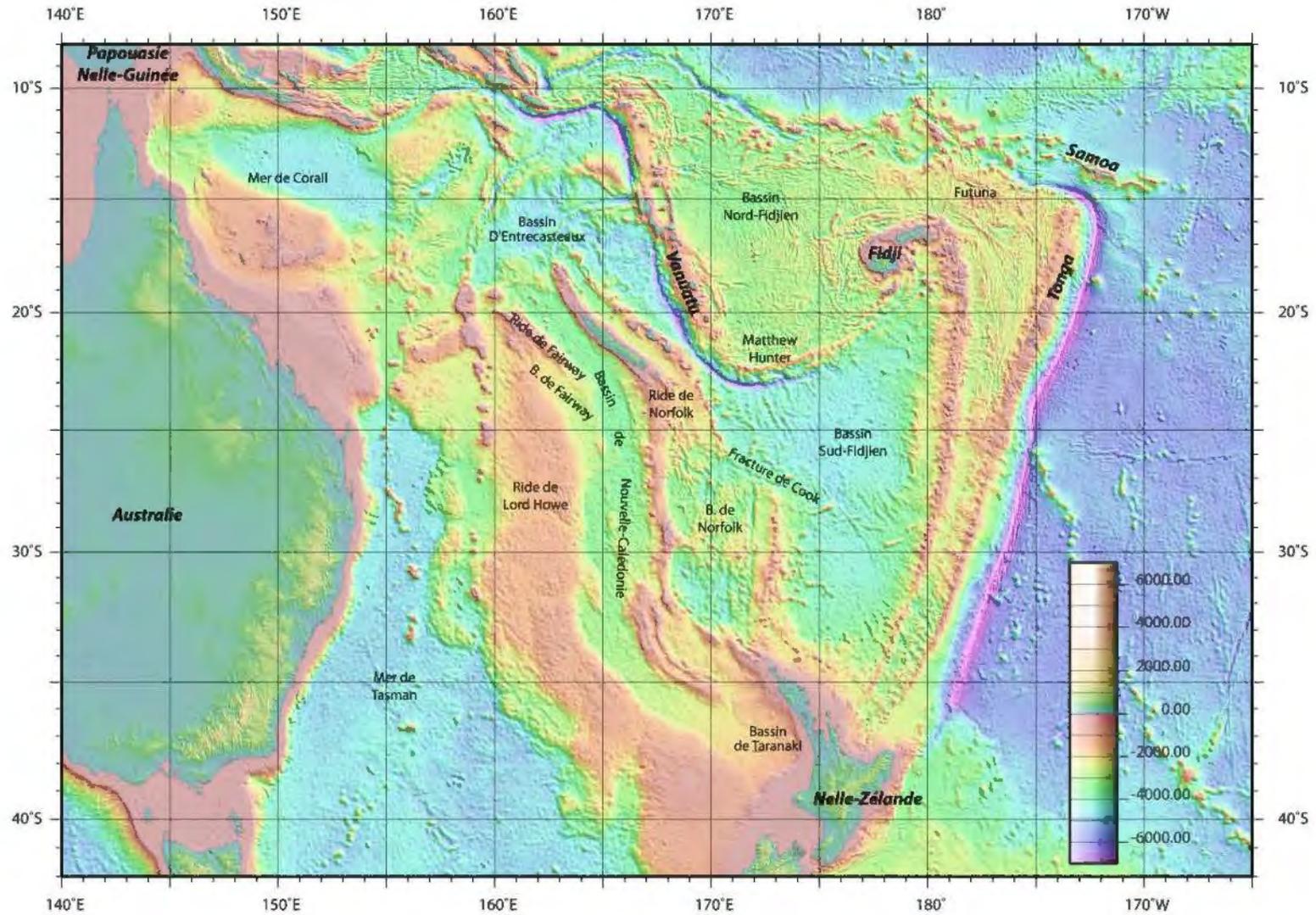
Christian HABAUT Société Le Nickel-SLN - Groupe ERAMET



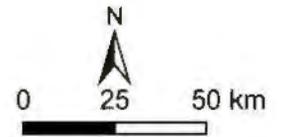
Localisation de la Nouvelle-Calédonie



Contexte géodynamique : le sud-ouest pacifique



Couronne ophiolitique péri-australienne : 6 000 km² de péridotites résiduelles, reliquat d'un phénomène d'obduction



Klippes du Nord

Klippes de l'Ouest

Massif du Sud

Nouméa

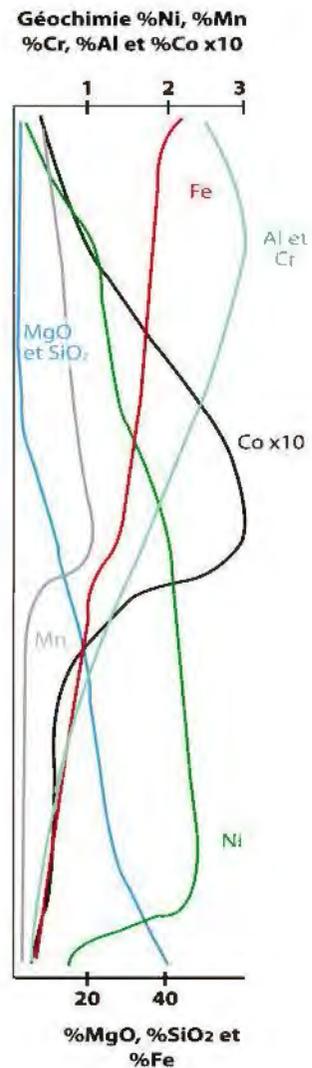
-  Surfaces d'altération maîtresse
-  Roches ultrabasiqes

La Nouvelle-Calédonie : une singularité métallogénique

- Inventaire minier (BRGM 1981-1988) : aucune opportunité économique sur les substances inventoriées (métaux de bases, or) ;
- Le nickel et les substances connexes (Fe, Co) issues de l'altération supergène restent les seules ressources valorisables identifiées à ce jour.



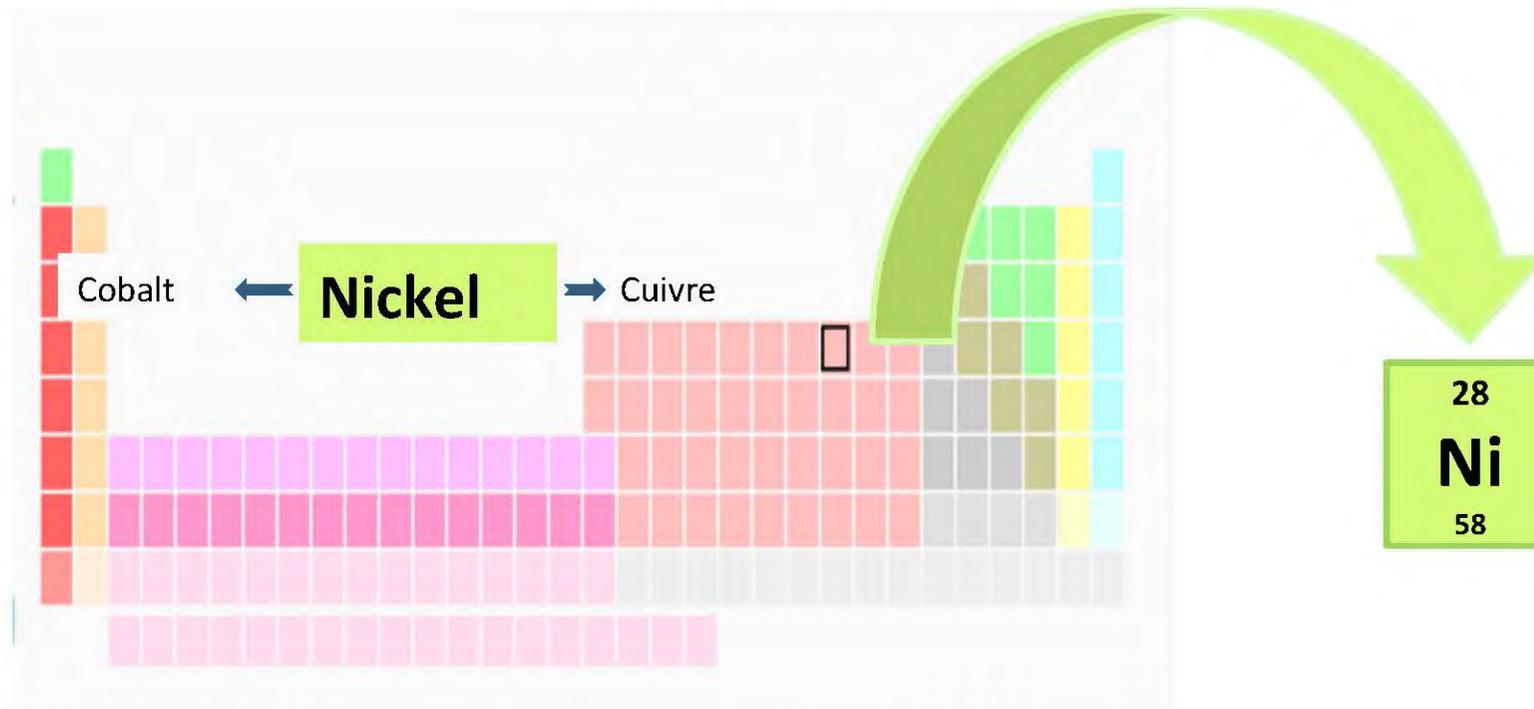
Géochimie du profil d'altération



Les corrélations observées sont :

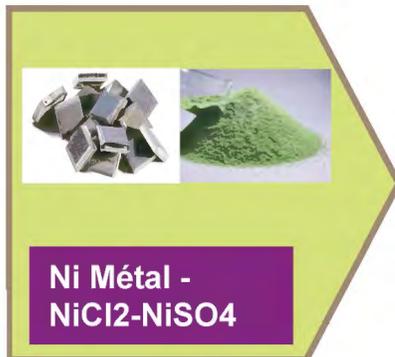
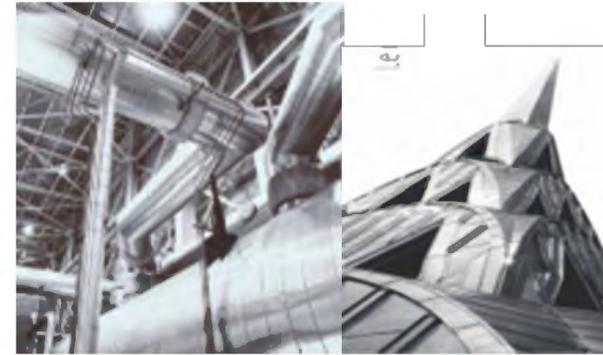
- Mg et Si (et Fe inversement proportionnel) ;
- Mn et Co ;
- Comportement particulier du Ni.

Les propriétés du Nickel

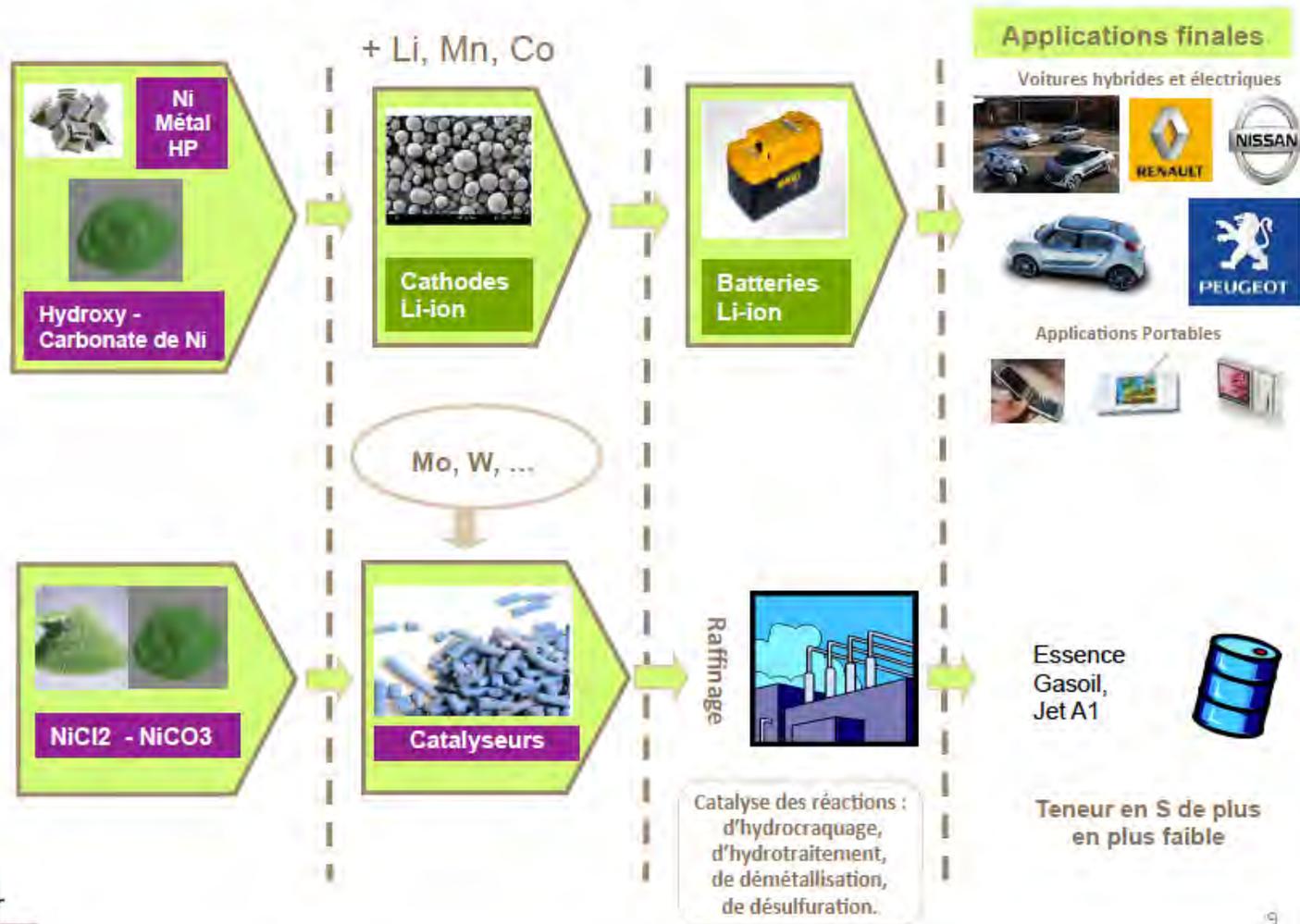


- **Le Nickel** appartient au groupe des **métaux de transition** ; il est bien connu pour la combinaison de propriétés qu'il confère aux **aciers et aux alliages** qui en contiennent :
 - résistance à la **corrosion atmosphérique**, en combinaison avec le chrome ;
 - résistance à **hautes températures** en conservant les propriétés mécaniques ;
 - résistivité électrique ;
 - propriétés magnétiques.

Les principales applications du Nickel

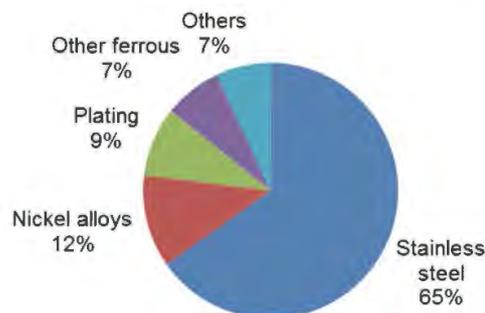


Les principales applications du Nickel (suite)



Le marché du Nickel : répartition des applications

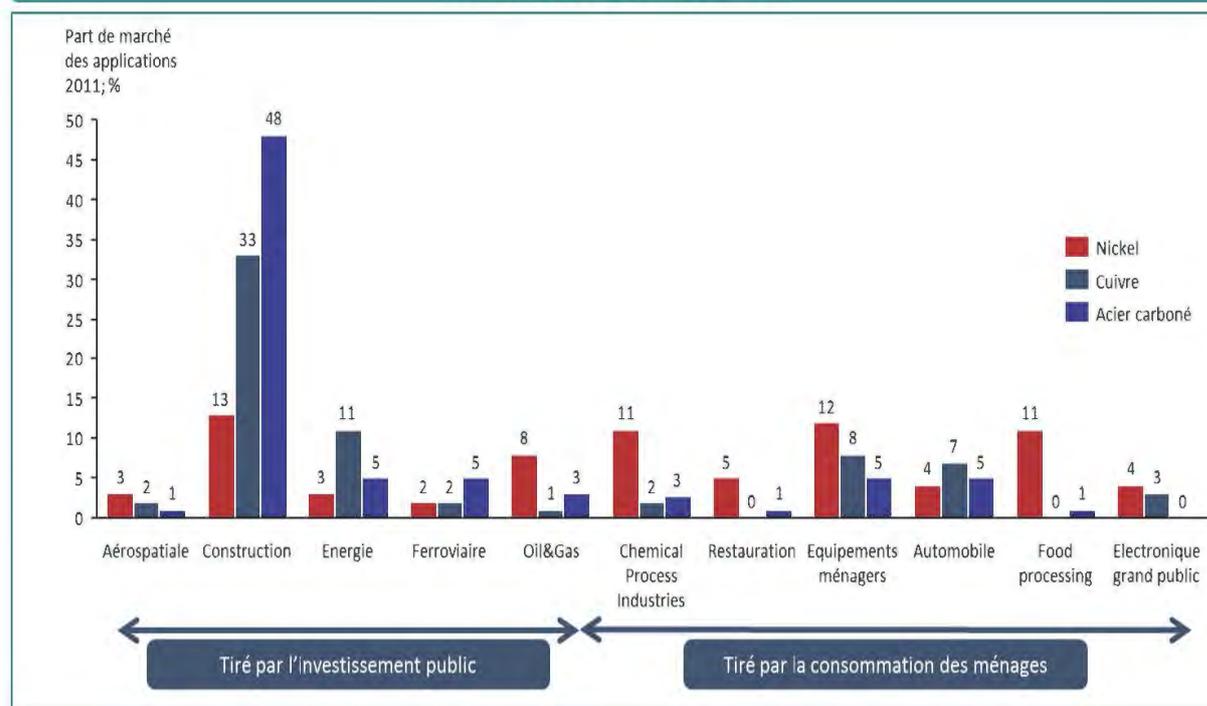
World Primary nickel consumption in 2013 = 1.9Mt



Un marché de 1,9 millions de t avec une consommation majoritaire dans l'inox : recyclage à 75% avec durée de 25 ans.

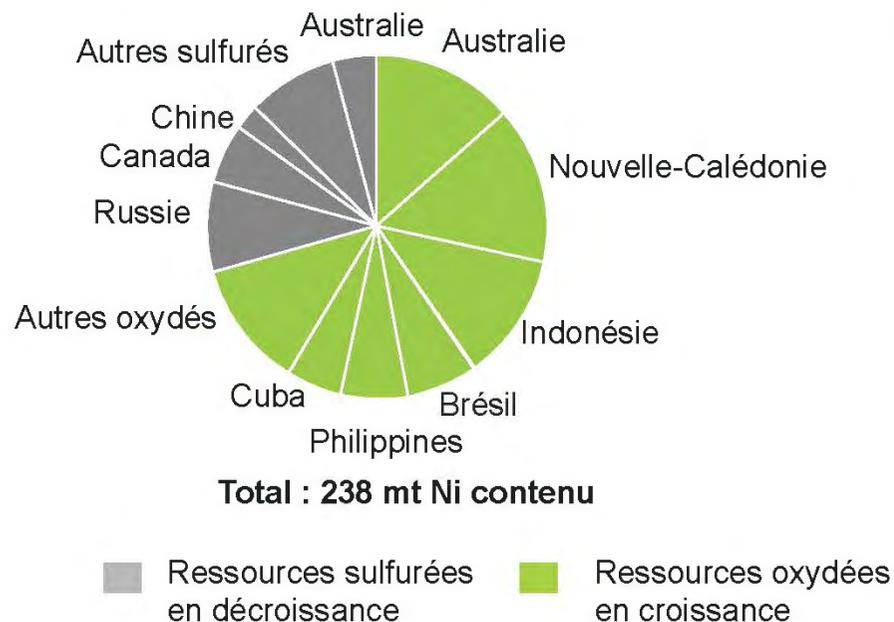
Le Ni bénéficie d'un large spectre de marchés applicatifs sous-jacents à forte croissance : c'est le **métal de l'industrialisation.**

Marchés applicatifs Exemples de l'acier, cuivre et nickel



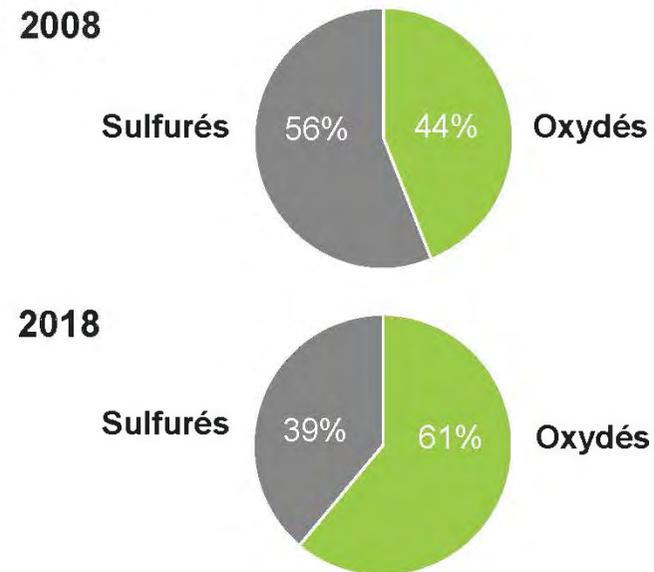
Le marché du Nickel : typologie de la production mondiale

- Répartition des ressources mondiales entre nickel sulfuré et oxydé (en Mt métal)



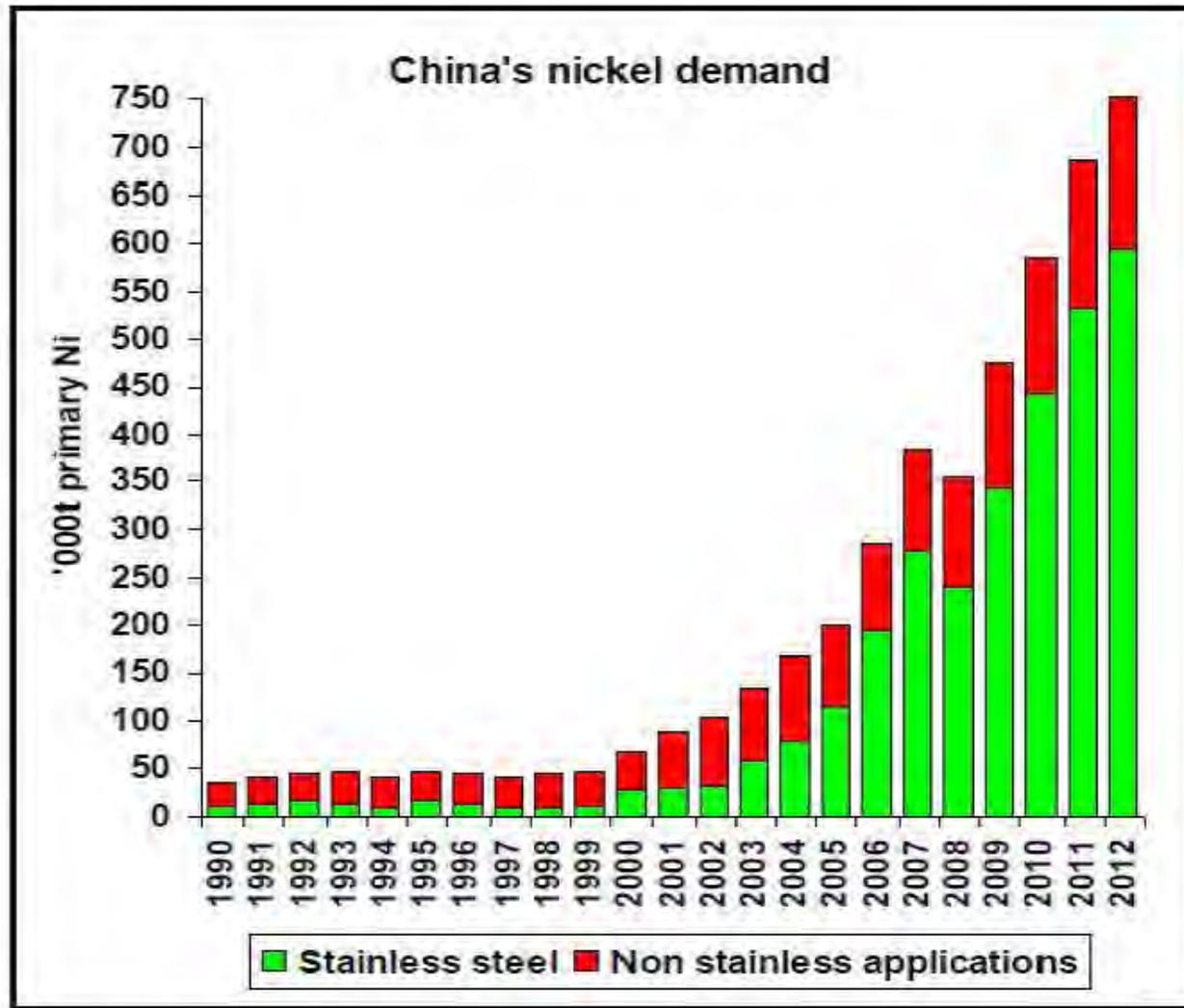
Répartition des ressources mondiales de nickel entre oxydé et sulfuré

Evolution du mix technologique (kt Ni)



A moyen et long terme, l'essentiel de la production de nickel proviendra de l'exploitation de ressources oxydées

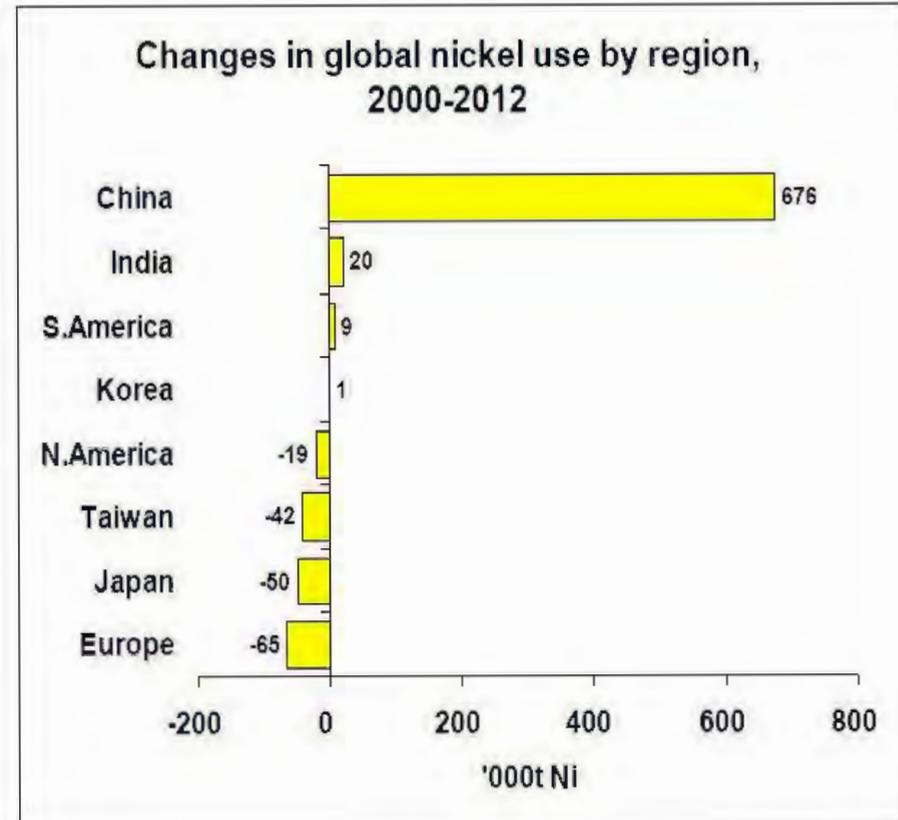
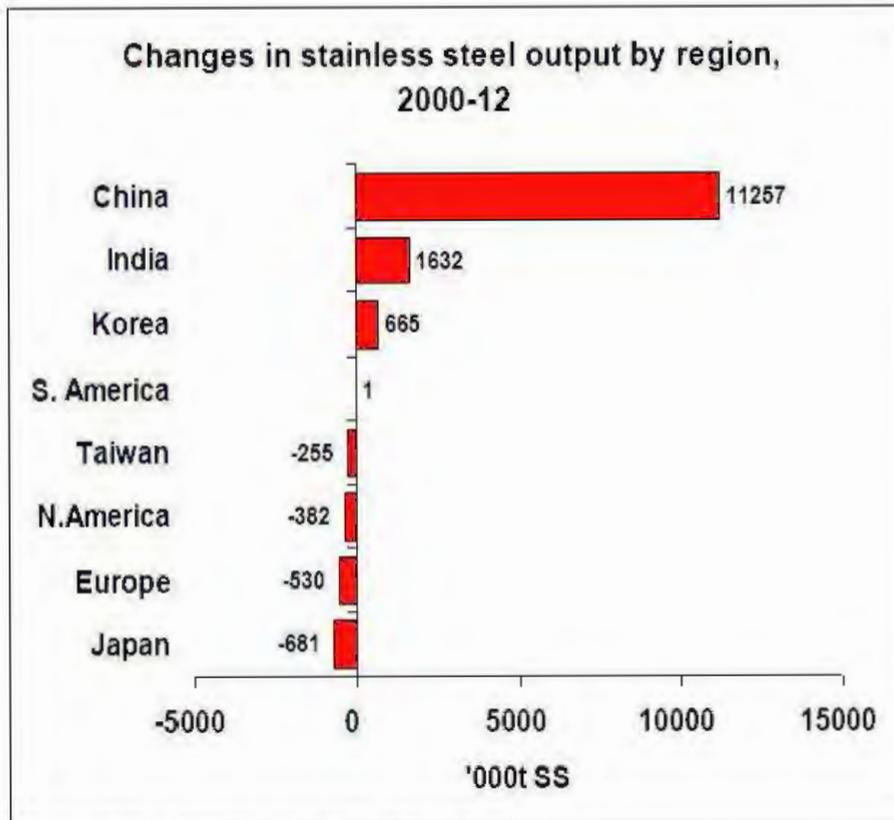
Le marché du Nickel et la place de la Chine



Source: LME, Antaike, Macquarie Research, July 2013

Le marché du Nickel et la place de la Chine

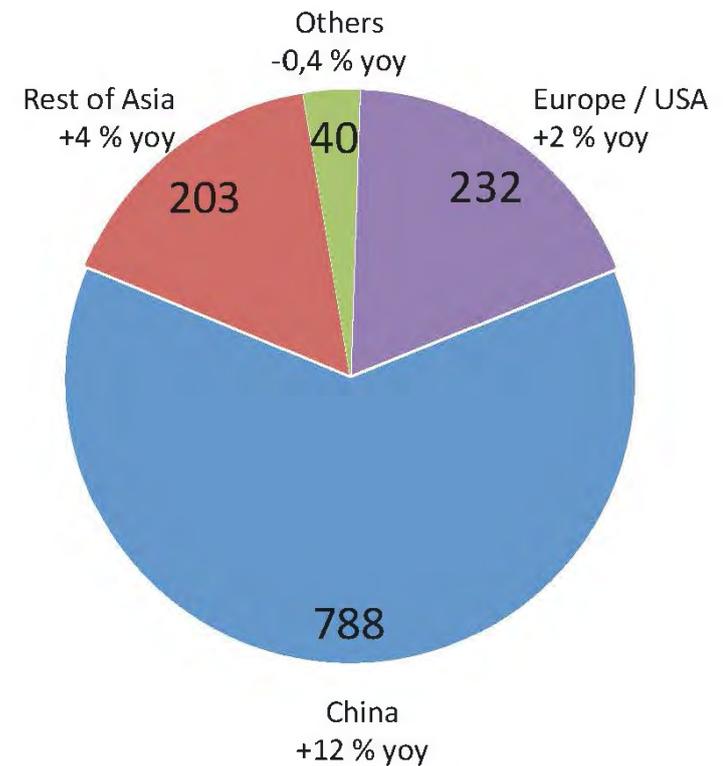
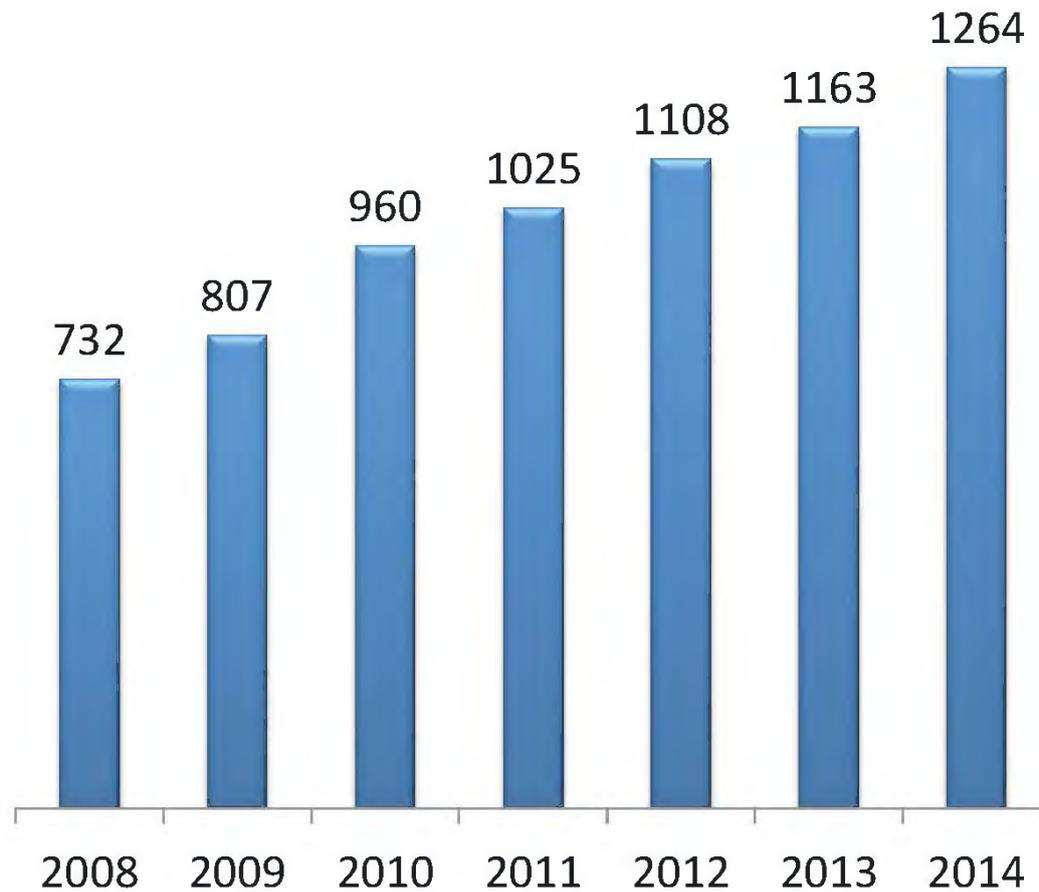
Consommation par régions



Source: INSG, ISSF, Macquarie Research, July 2013

Le marché du Nickel et la place de la Chine

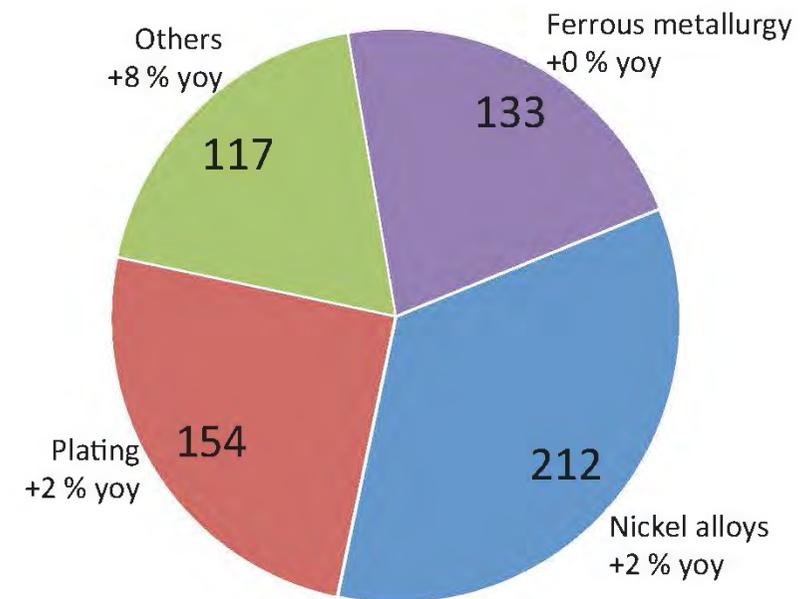
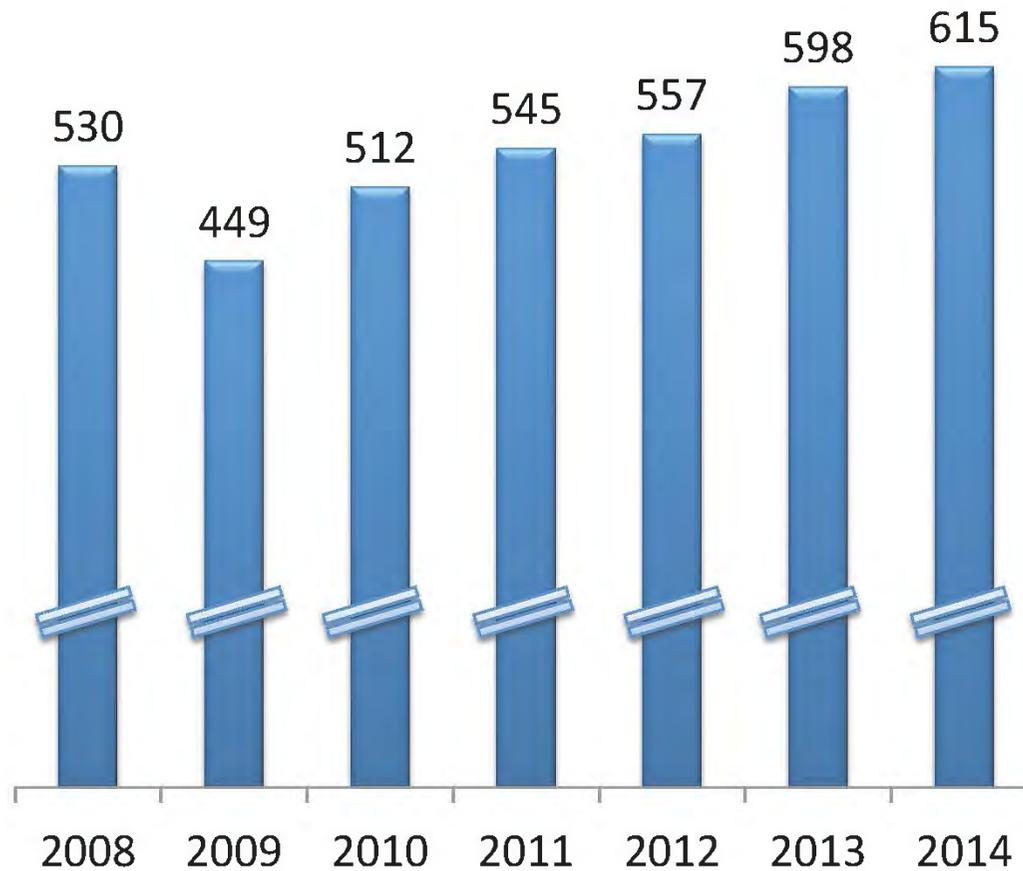
Demande réelle en Nickel primaire pour l'acier inox (en milliers de Tonnes)



Ventilation géographique 2014

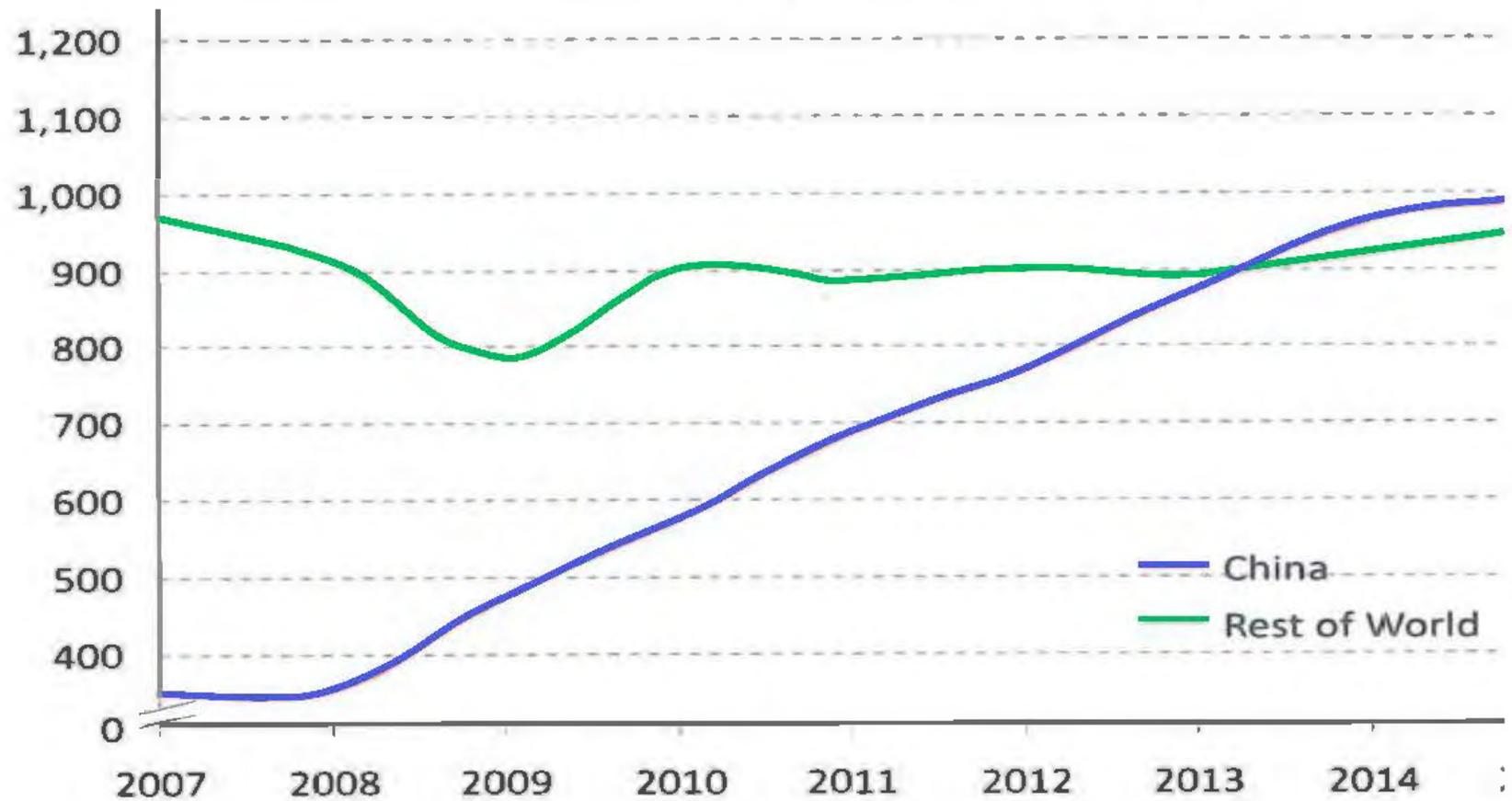
Le marché du Nickel et la place de la Chine

Demande réelle en Nickel primaire pour les autres utilisations (en milliers de Tonnes)



Ventilation géographique 2014

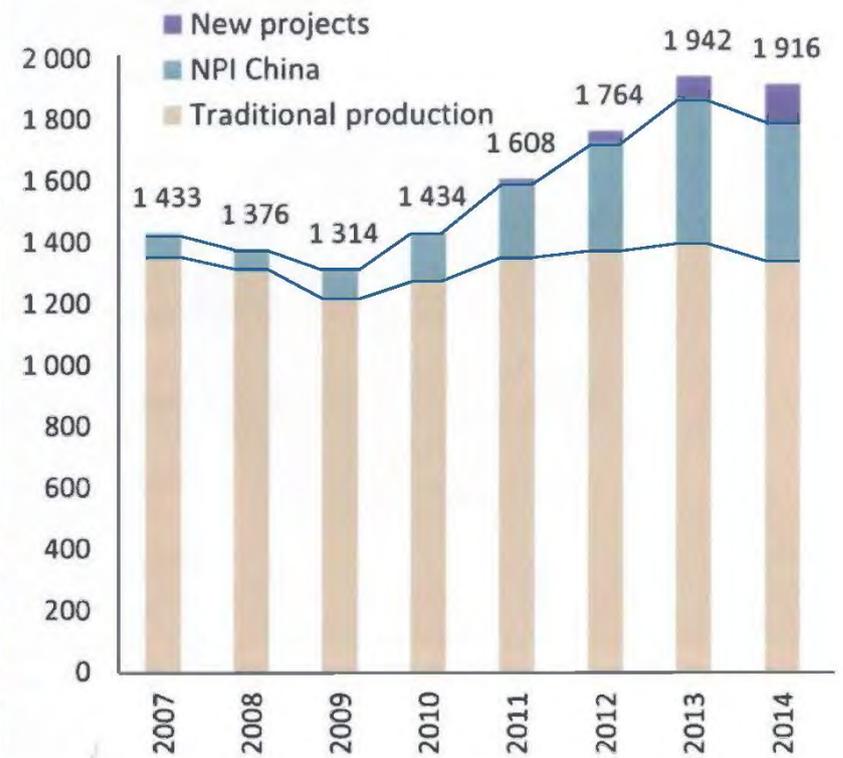
Le marché du Nickel (global) et la place de la Chine consommation en milliers de tonnes





Le marché du Nickel et la place de la Chine : le Nickel Pig Iron (NPI)

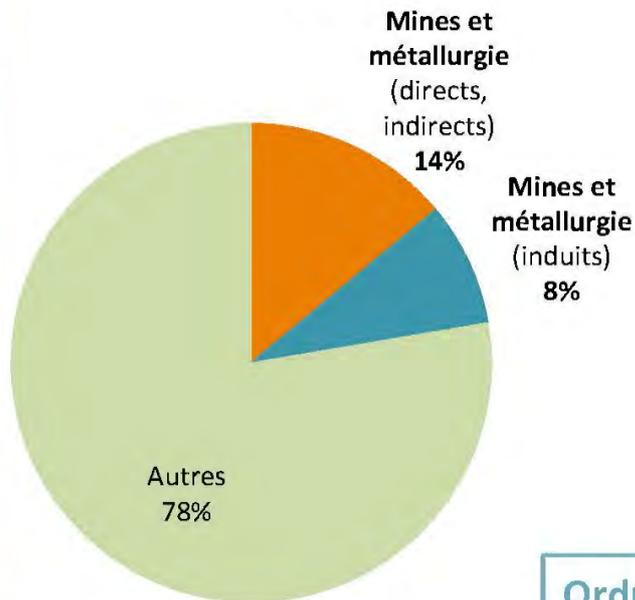
Production mondiale de Nickel
Primaire en Kt



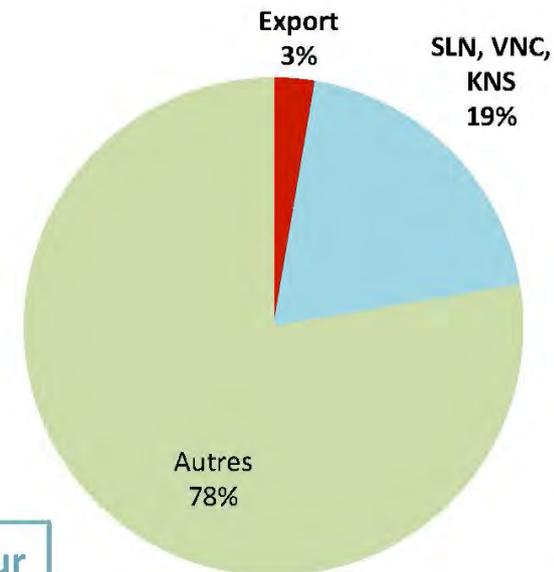
Quel poids dans l'économie calédonienne (PIB) ?

Analyse des retombées économiques du nickel

Contribution au PIB Calédonien
(2013)



Contribution au PIB Calédonien
(2013)



Ordre de grandeur

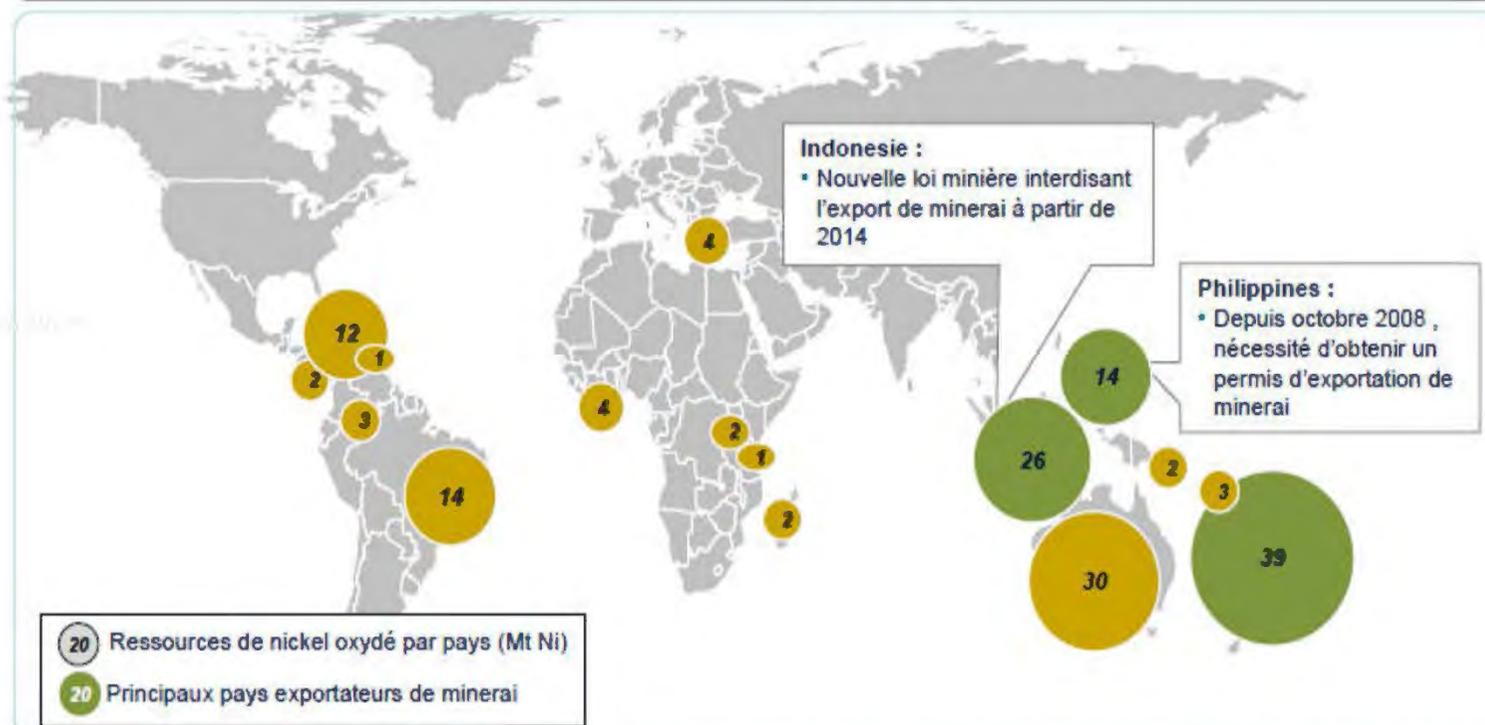
Le secteur mines et métallurgie pèse 22% du PIB de la Calédonie (effets directs, indirects et induits)

La métallurgie représente la partie la plus importante et devrait augmenter avec la montée en puissance de VNC et KNS

Les ressources : cartographie de la répartition en Nickel Oxydé

Pour alimenter la production chinoise de NPI, seuls trois pays disposent de ressources conséquentes : les Philippines, l'Indonésie et la Nouvelle-Calédonie

Répartition mondiale des ressources en Ni oxydé
(total 155 mt Ni contenu)



► Outre la Nouvelle-Calédonie, les principaux exportateurs de minerais oxydés, l'Indonésie et les Philippines, conduisent une politique de restriction de leurs exports

Source: Regulatory research, estimations du « Schéma Minier » pour la NC





Les Ressources : généralités

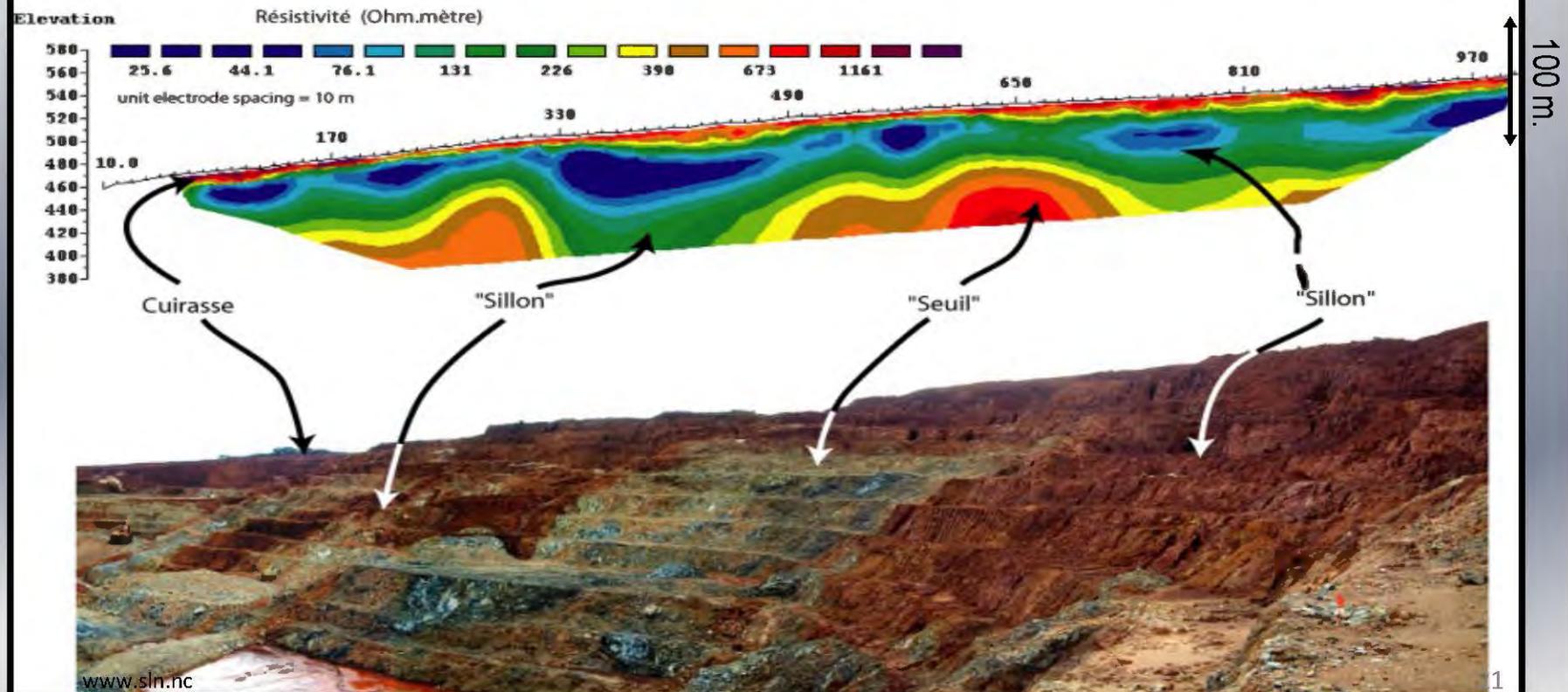
- Caractère non renouvelable / échelle humaine (1MA pour 1 m de profil d'altération) ;
- Valorisation optimale / acceptabilité sociale ;
- Distinction ressources / réserves
→ (f) du procédé.

L'approche développement durable dans le processus minier

- Diminution de l'empreinte environnementale : la géophysique avec la tomographie par résistivité : gain sur le nombre de sondages.

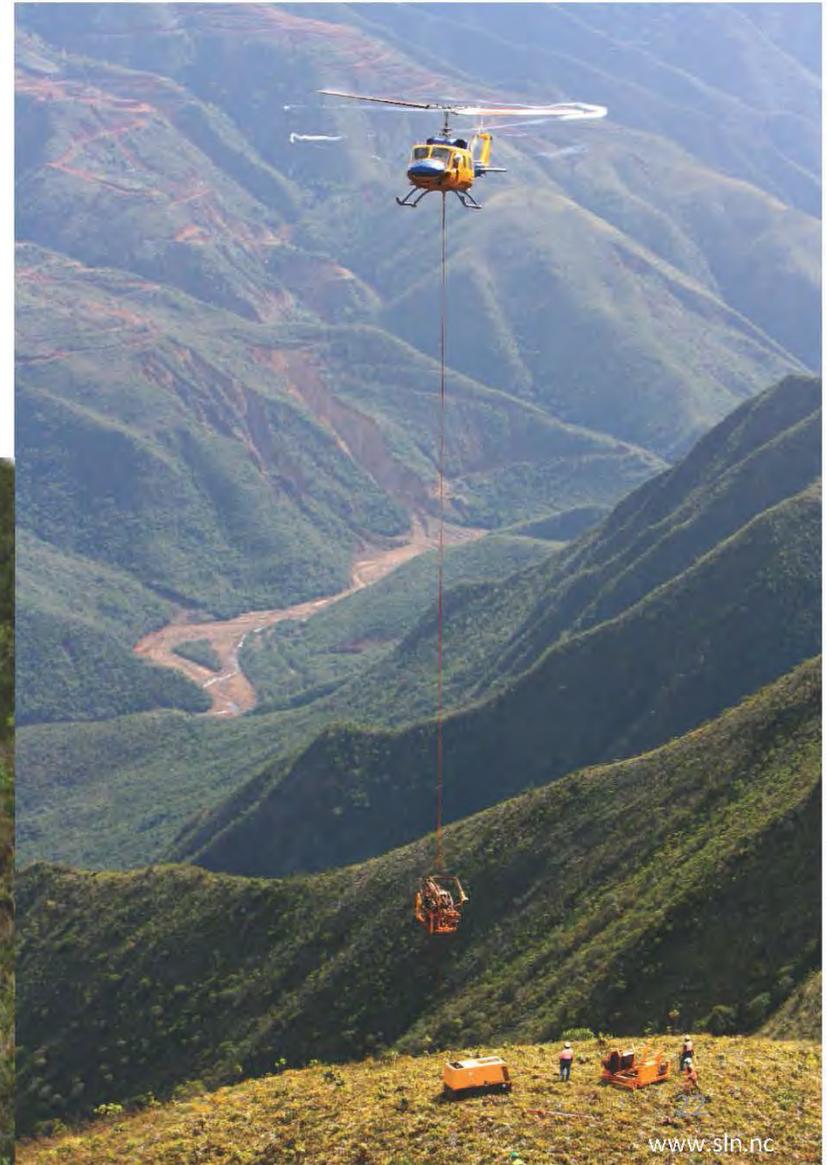
Exemple d'Image issue des Résistivités mesurées par TE2D

En environnement latéritique, la Tomographie Electrique de Résistivité 2-D est un outil puissant pour evaluer l'épaisseur des profils d'altération et pour determiner la topographie du BedRock



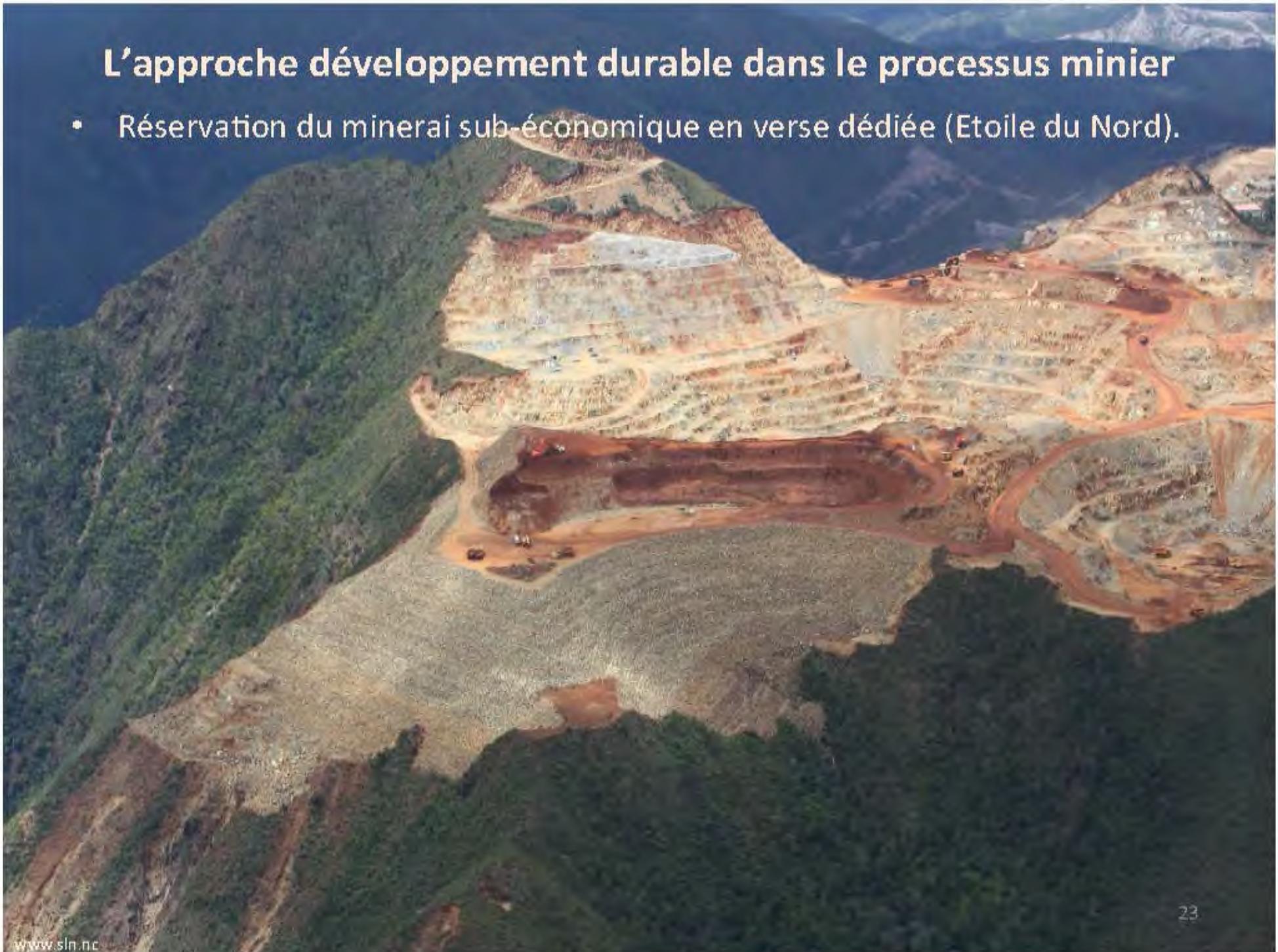
L'approche développement durable dans le processus minier

- Diminution de l'empreinte environnementale : les sondages hélicoptérés (carottés ou destructifs).

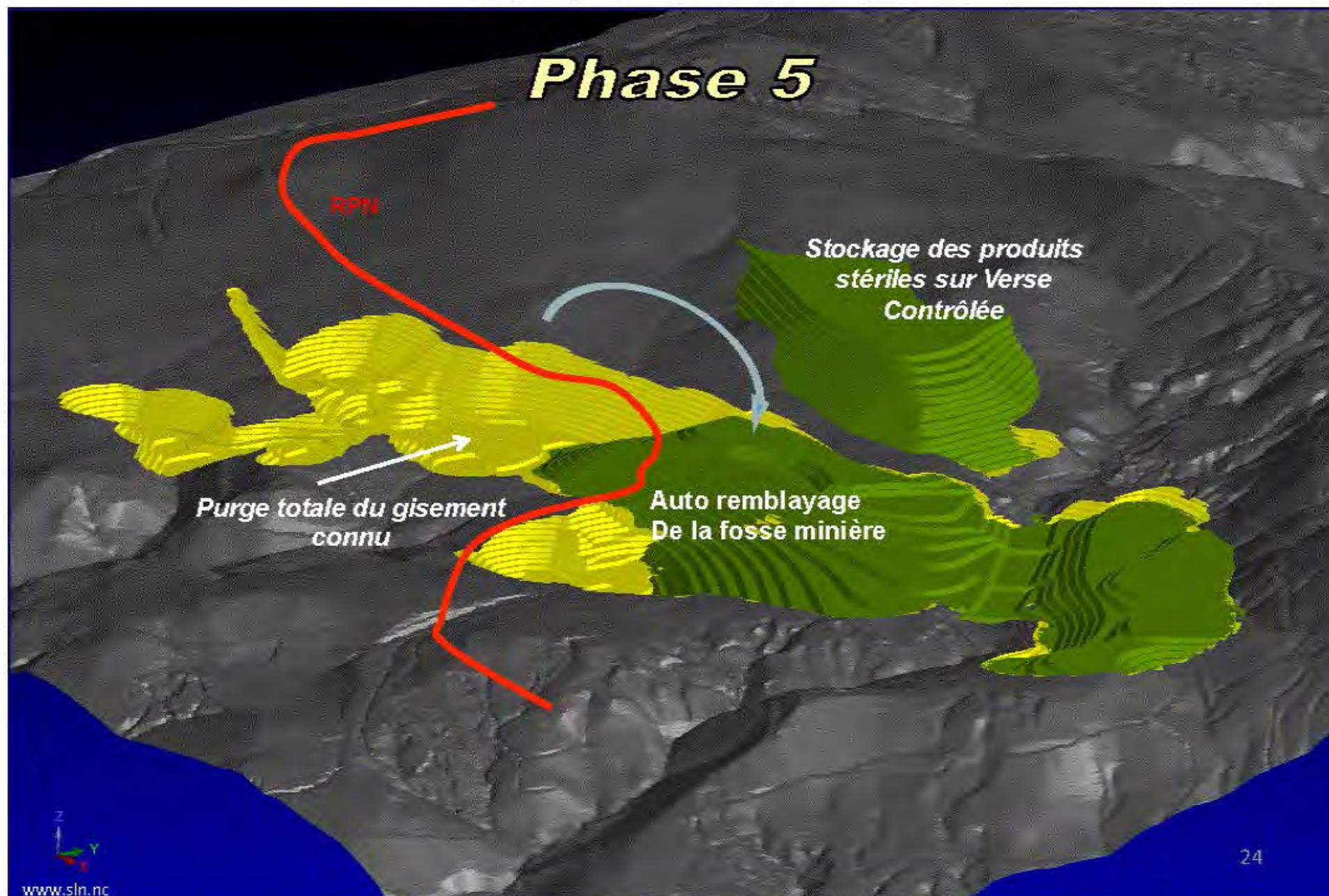


L'approche développement durable dans le processus minier

- Réserve de minerai sub-économique en verse dédiée (Etoile du Nord).

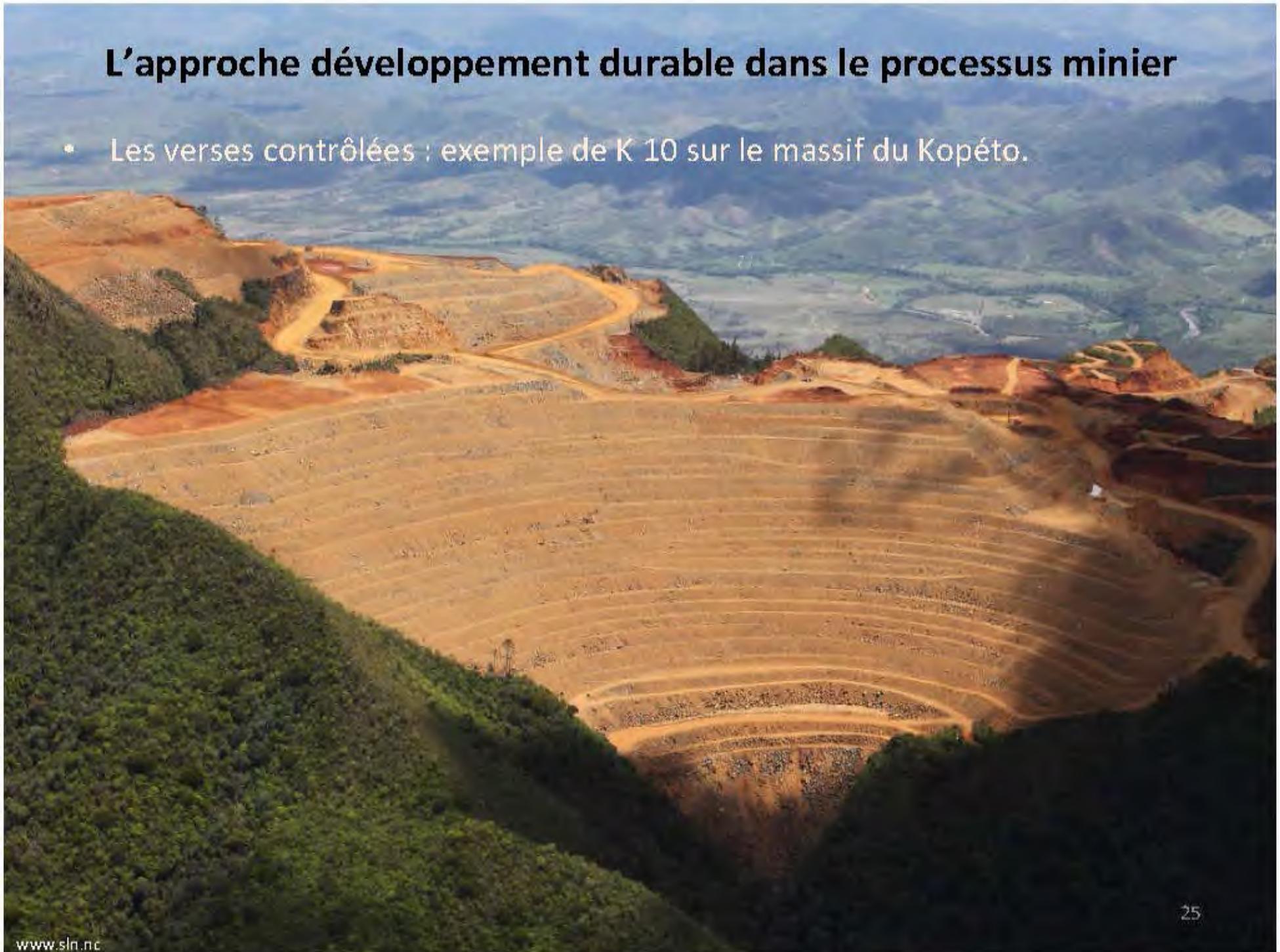


L'approche développement durable dans le processus minier : le projet minier «one shot»



L'approche développement durable dans le processus minier

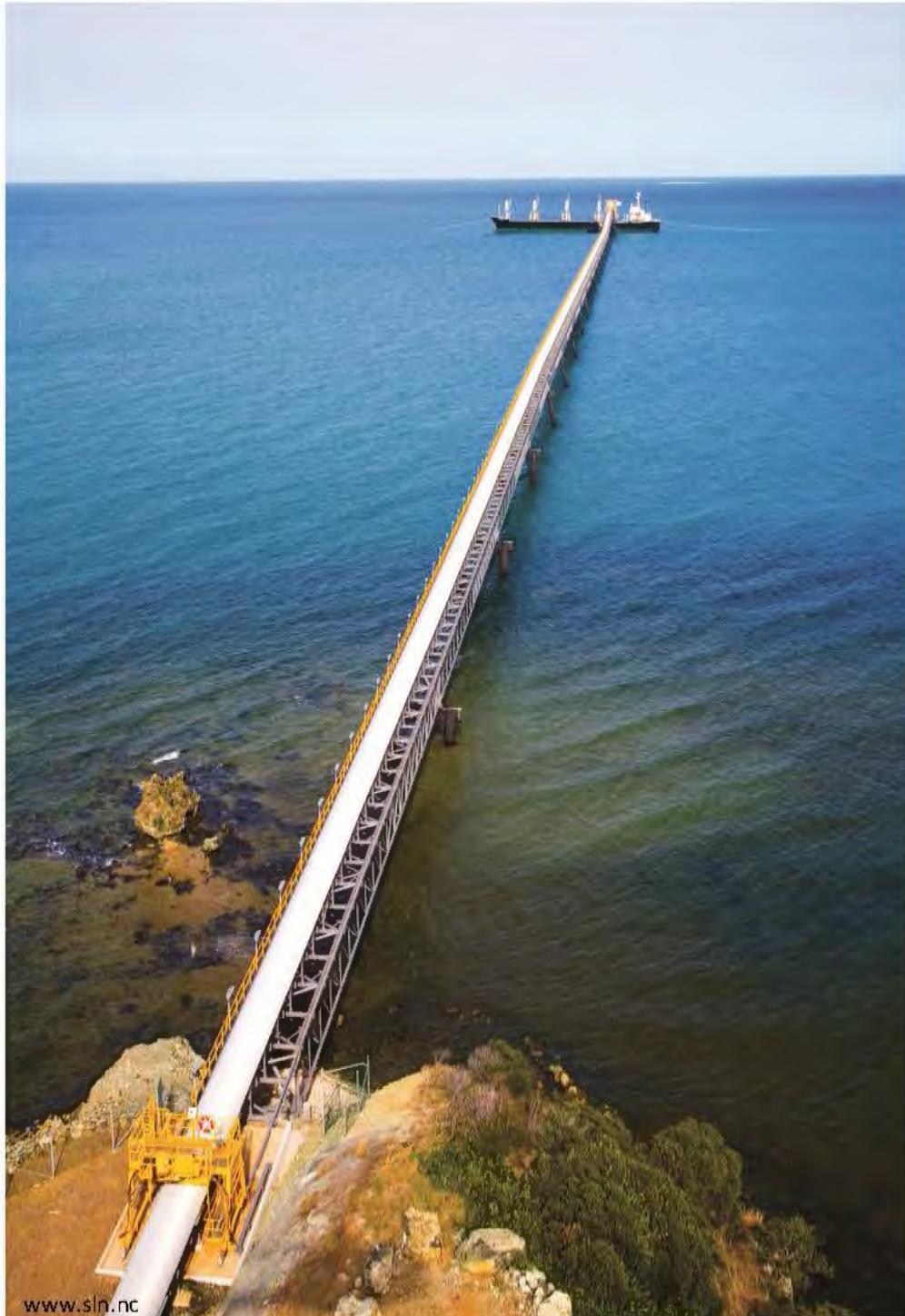
- Les versées contrôlées : exemple de K 10 sur le massif du Kopéto.



L'approche développement durable dans le processus minier

- Le dispatch : diminution de l'empreinte carbone (film).



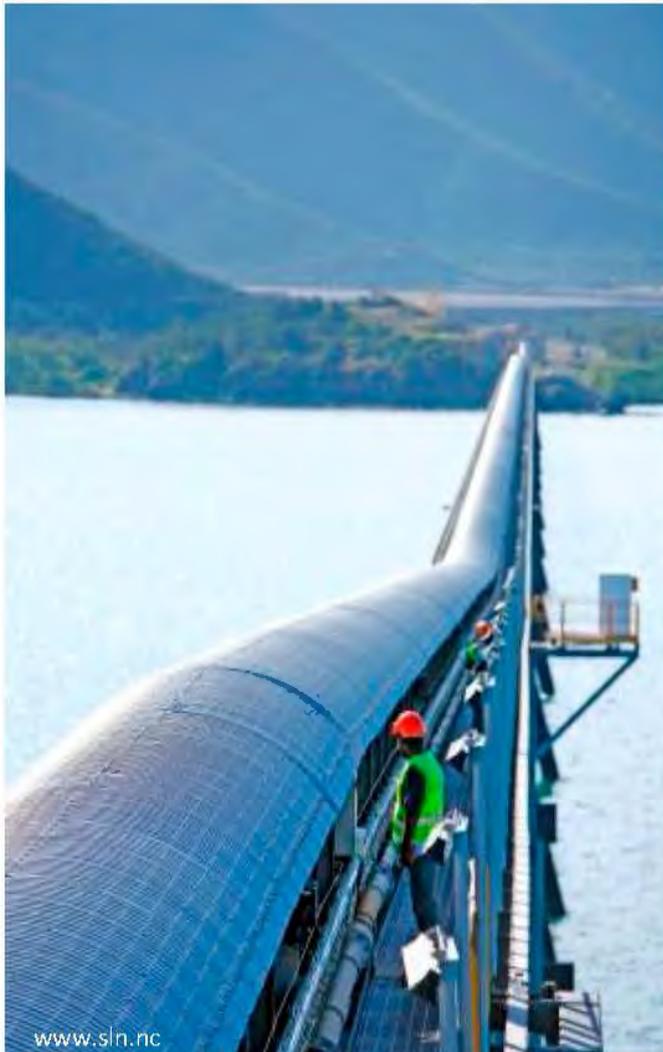


L'approche développement durable dans le processus minier

- Le chargement par convoyeur en mer :
 - Respect des écosystèmes marins : aucune pollution ;
 - Gain de temps au chargement / chargement par chalands.

L'approche développement durable dans le processus minier

- Le chargement par convoyeur en mer (suite).



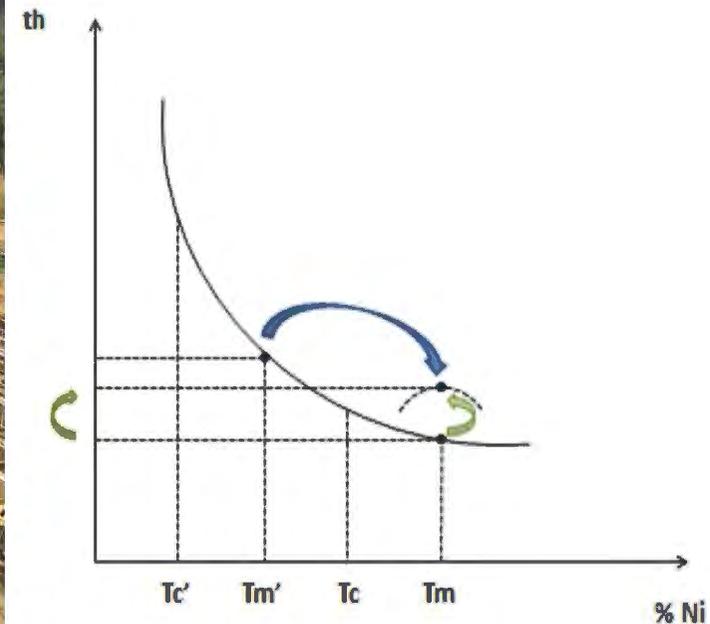
L'approche développement durable dans le processus minier

L'apport de la minéralurgie avec les unités de traitement
du minerai saprolitique :

- Abaissement de la teneur de coupure → augmentation de la réserve minière de 20 à 25% ;
- Augmentation de la teneur moyenne utile ;
- Génération de co-produits à basse teneur valorisables à l'export.



Courbe Tonnage / Teneur





L'approche développement durable dans le processus minier

L'apport de la minéralurgie avec les unités de traitement du minerai saprolitique (suite) :

- Descente du minerai par transport hydraulique gravitaire : diminution considérable de l'empreinte carbonée par rapport au roulage par camion.

L'approche développement durable dans le processus minier

- Revégétalisation des verses (stériles miniers, scories) : plants issus de pépinières, Hydroseeding, Top Soil.



L'approche développement durable dans le processus minier

- Gestion de la biodiversité : les conservatoires.



L'approche développement durable dans le processus minier : les bonnes pratiques reconnues en matière de préservation et de réhabilitation



Biodiversité un engagement durable

L'ENGAGEMENT DE LA SLN EN MATIÈRE DE BIODIVERSITÉ

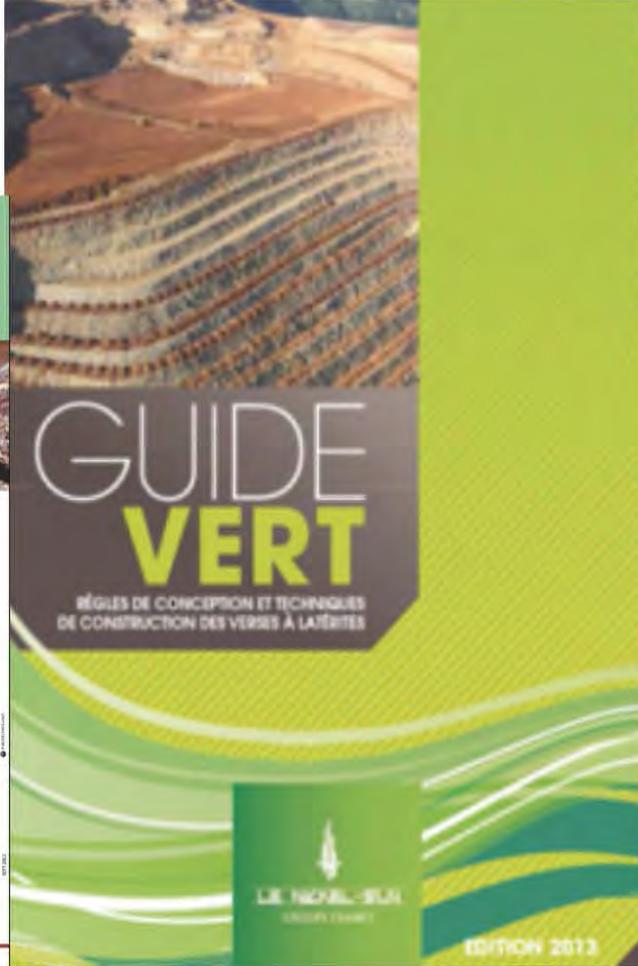
LA SOCIÉTÉ LE NICKEL-SLN, EN TANT QU'EMPLOYANT MINIER ET PRODUCTEUR MÉTALLURGIQUE D'ÉNERGIE INTERNATIONALE, SOUSCRIT D'ÊTRE UN ACTEUR MAJEUR DE LA PROTECTION DE LA BIODIVERSITÉ MONDIALE, CONSIDÉRÉE COMME L'UNE DES PLUS RICHES AU MONDE. EN HARMONIE AVEC LA POLITIQUE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE DU GROUPE ENAMET, LA SLN S'ENGAGE À METTRE EN PLACE UNE STRATÉGIE RESPONSABLE DE GESTION DE LA BIODIVERSITÉ AFIN DE LIMITER SES IMPACTS DIRECTS ET INDIRECTS SUR LES SITES D'EXTRACTION MINIÈRE. LA MISE EN ŒUVRE DE CETTE STRATÉGIE PERMETTRA ÉGALEMENT DE CONTRIBUER AU DÉVELOPPEMENT DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES DANS CE DOMAINE, POUR MENER À BIEN CES OBJECTIFS, LA SLN S'ENGAGE À :

- **PISCHER UN PROCESSUS DE CONSULTATION AVEC LES PARTIS PRÉJANÉS** (INSTITUTIONS, SCIENTIFIQUES, ORGANISATIONS NON GOUVERNEMENTALES, COMMUNAUTÉS LOCALES) ;
- **PROPOSER UNE MÉTHODOLOGIE S'INSPIRANT DES MEILLEURES PRATIQUES MONDIALES** POUR L'ÉVALUATION DES IMPACTS SUR LA BIODIVERSITÉ TOUT AU LONG DU PROCESSUS MINIER, EN SUIVANT LA SÉQUENCE D'ATTÉNUATION (ÉVITER - RÉDUIRE - RÉHABILITER - COMPENSER) ;
- **FAIRE OR LA MISE EN PLACE DE SITES D'INTÉRÊT DE BIODIVERSITÉ** POUR COMPENSER LES IMPACTS RÉSIDUELS. CES ACTIONS SONT TESTÉES PRÉALABLEMENT SUR QUELQUES SITES PILOTES CHOISIS POUR LEUR HAUTE VALEUR EN BIODIVERSITÉ ;
- **S'INSCRIRE DANS UN PROCESSUS D'AMÉLIORATION CONTINUE**, ET ÉVALUER SA PERFORMANCE OPÉRATIONNELLE EN CHOISISANT DES INDICATEURS FIABLES ET ROBUSTES ;
- **METTRE EN PLACE DES PARTENARIATS** AVEC DES UNIVERSITÉS ET DES ORGANISATIONS NON GOUVERNEMENTALES DE PROTECTION DE LA BIODIVERSITÉ POUR ASSURER LA PERTINENCE SCIENTIFIQUE DES ACTIONS PROPOSÉES ;
- **ASSOCIER LES COMMUNAUTÉS LOCALES** AFIN D'ENTRETEHIR LE DIALOGUE AVEC ELLES ET MIEUX INTÉGRER LEURS RELATIONS AVEC LA NATURE.

PIERRE GUILLET/ENAMET
Communauté locale de l'Est



biodiversité
PRENONS TOUS SOIN DE NOTRE ENVIRONNEMENT

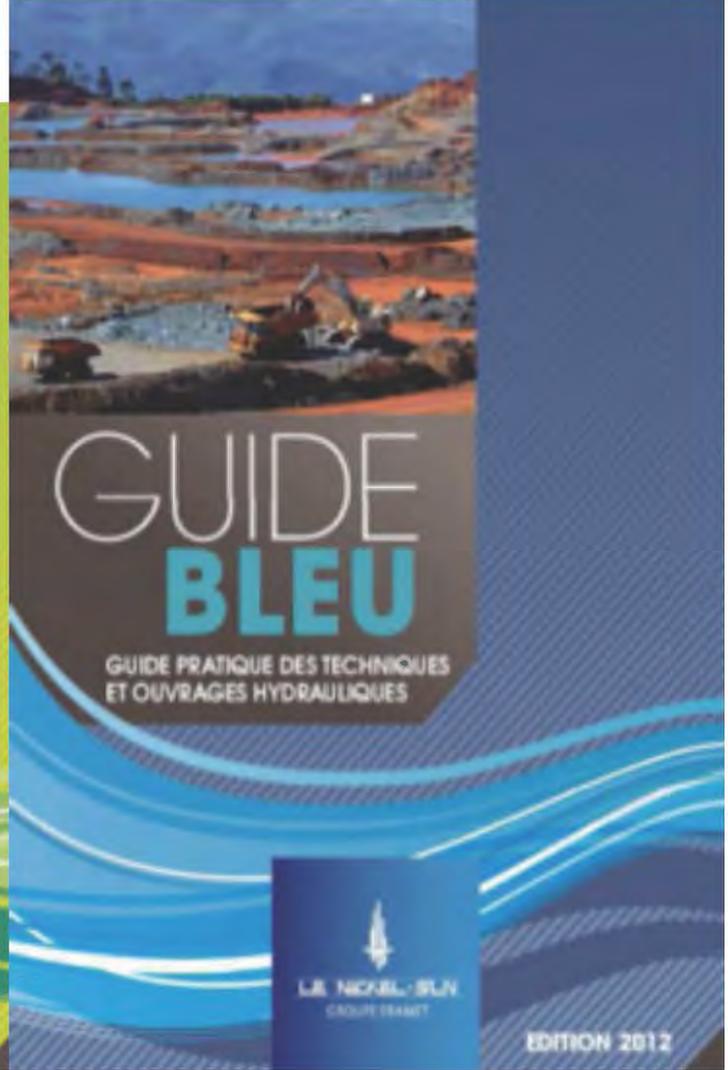
GUIDE VERT

RÈGLES DE CONCEPTION ET TECHNIQUES
DE CONSTRUCTION DES VERRIES À LAITIÈRES



LE NICKEL-SLN
GROUPE ENAMET

EDITION 2013



GUIDE BLEU

GUIDE PRATIQUE DES TECHNIQUES
ET OUVRAGES HYDRAULIQUES

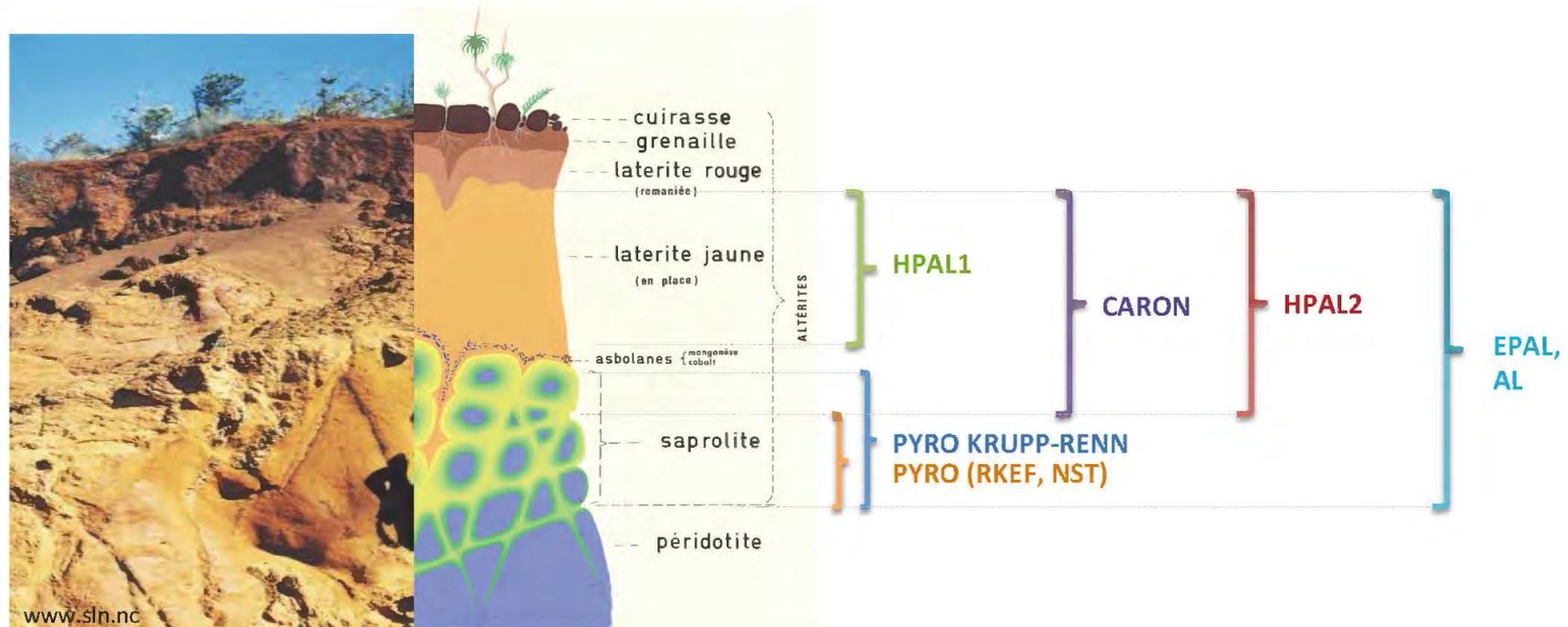


LE NICKEL-SLN
GROUPE ENAMET

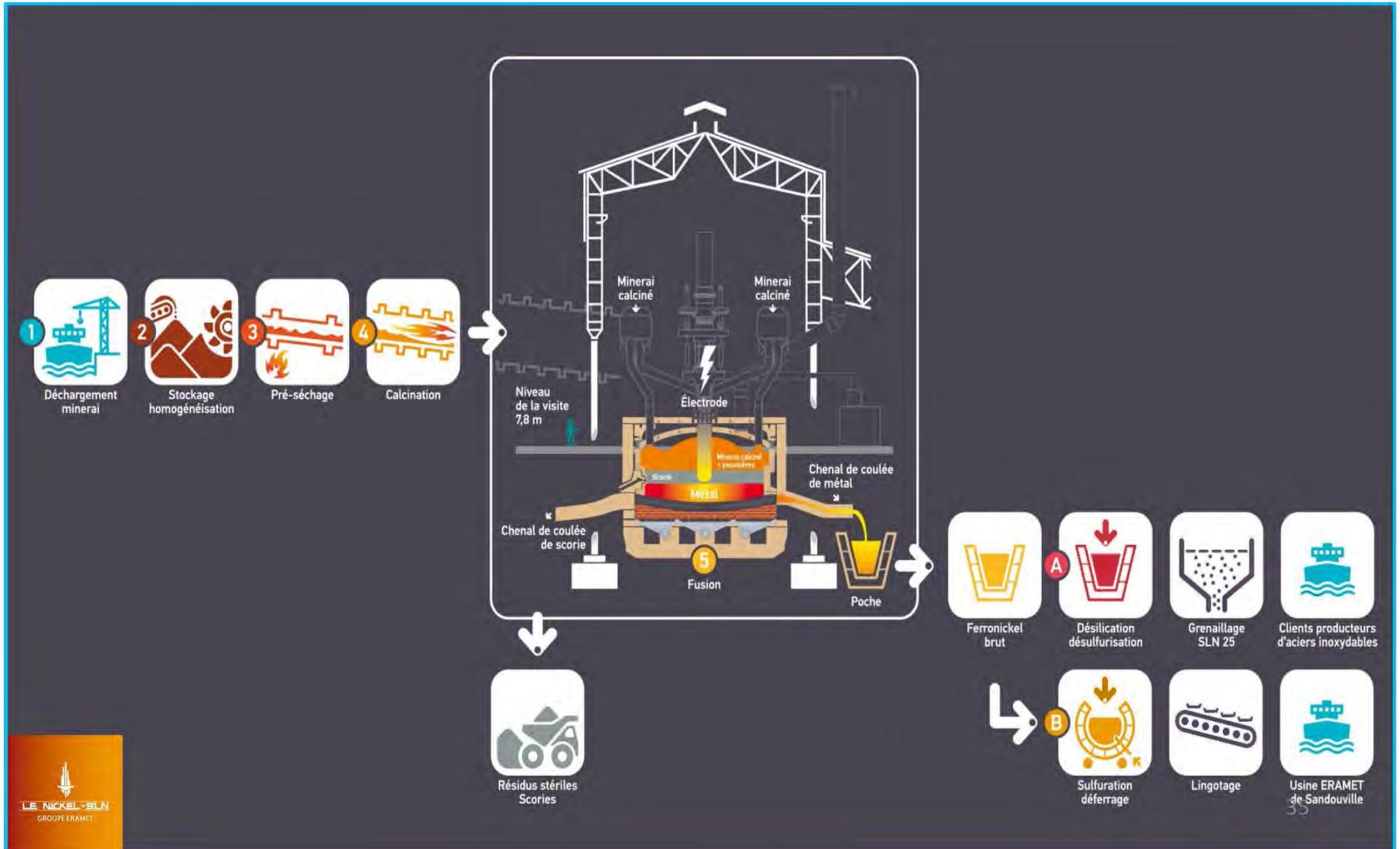
EDITION 2012

L'approche développement durable dans les procédés

- Ressource minière (sur le profil) et les différents procédés métallurgiques.



Pyroméallurgie RKEF



Usine pyrométallurgique SLN de Doniambo (ERAMET)



L'approche développement durable dans les procédés

- Pyro RKEF : Doniambo-SLN (film).



L'approche développement durable dans les procédés

- Exemples d'atténuation de l'empreinte carbone avec les centrales thermiques de nouvelle génération :
 - Ciment vert : cendres dans le clincker ;
 - Béton vert : ciment vert + scories (sable) ;
 - Plâtre issu des procédés de désulfuration (gypse).



L'approche développement durable dans les procédés

- Pyro NST : Koniambo Nickel (Glencore/SMSP).



L'approche développement durable dans les procédés

- Pyro NST : Koniambo Nickel.

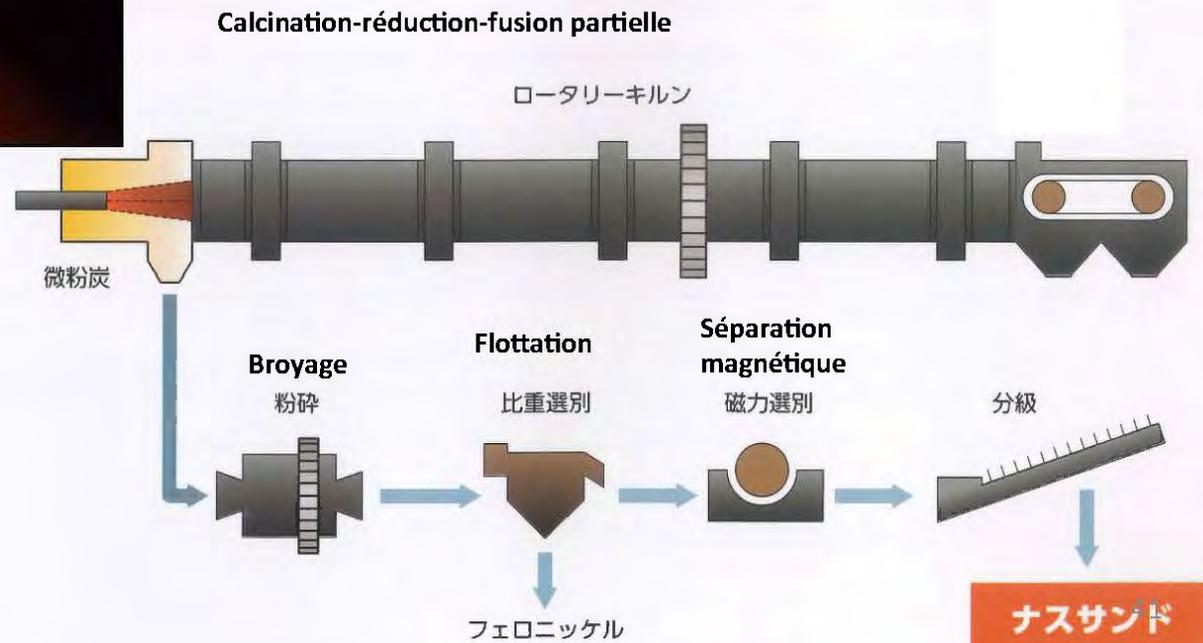


L'approche développement durable dans les procédés

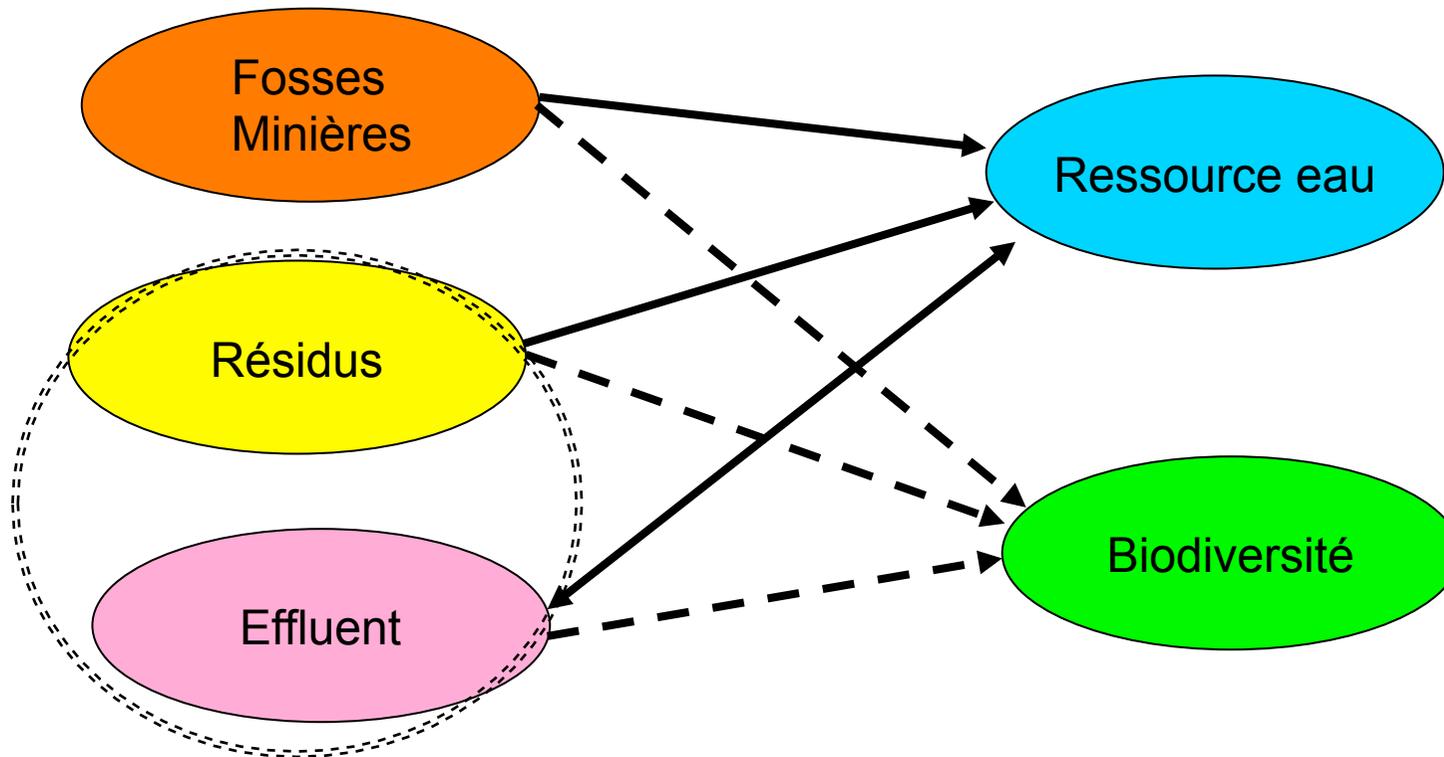
- Pyroméallurgie Krupp-Renn ; Nippon Yakin (Japon, Kyoto (Ohéyama)).



- Coût de procédé très compétitif / électroméallurgie ;
- Rendement métal inférieur ;
- Pas de possibilité d'affinage du FeNi (Lupen).



Les procédés hydrométallurgiques et la problématique des sphères d'interactivité



L'approche développement durable dans les procédés

L'hydrométallurgie par lixiviation acide haute pression : ex de Sherritt à Moa Bay (CUBA)

Première usine « historique » hydro HPAL à traiter les latérites, mais :

- Faible taux de disponibilité des autoclaves ;
- Produit intermédiaire de type MSP à forte empreinte environnementale.



L'approche développement durable dans les procédés

L'Hydrométallurgie par voie ammoniacale : ex de l'usine (Yabulu) de Queensland Nickel à Townsville (2 Mth de NC) ;

- Permet l'utilisation partielle de saprolites car procédé moins sensible au Mg que le HPAL ;
- Captation sélective du Nickel, mais :
 - Rendements faibles (75-80 % Ni et 45-50% Co) ;
 - Partie amont utilise des procédés pyro (séchage, calcination, réduction) coûteux en énergie ;
 - CAPEX et OPEX élevés (cumul des inconvénients).



Usine du Grand Sud (Goro) - VALE NC



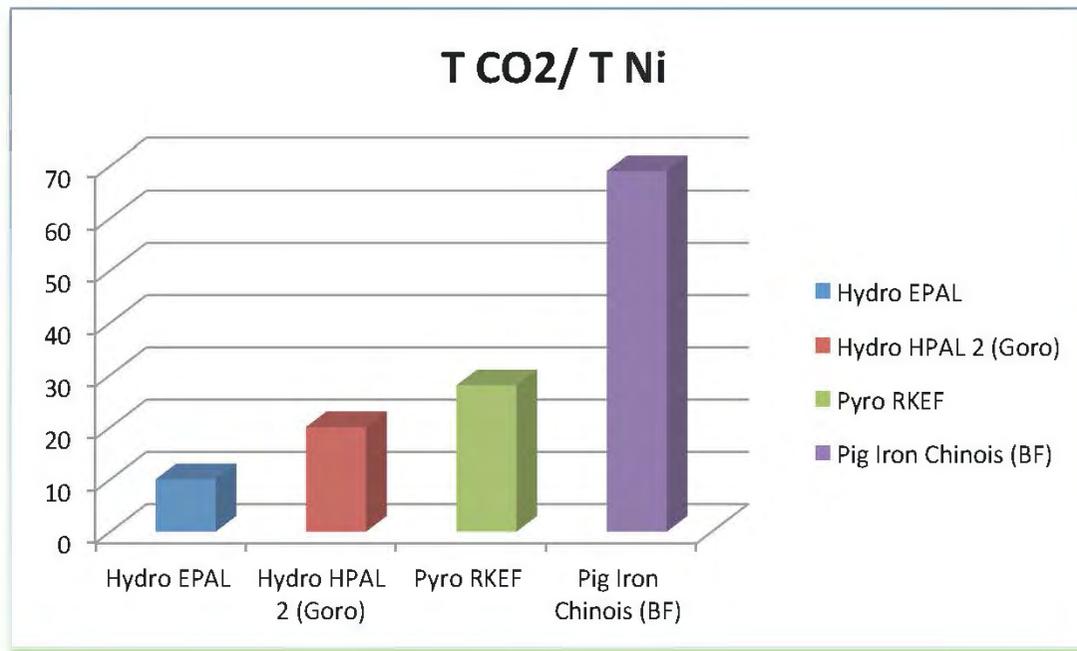
L'approche développement durable dans les procédés

- Stockage des résidus (Rivière Kwé) VALE NC.



L'approche développement durable dans les procédés

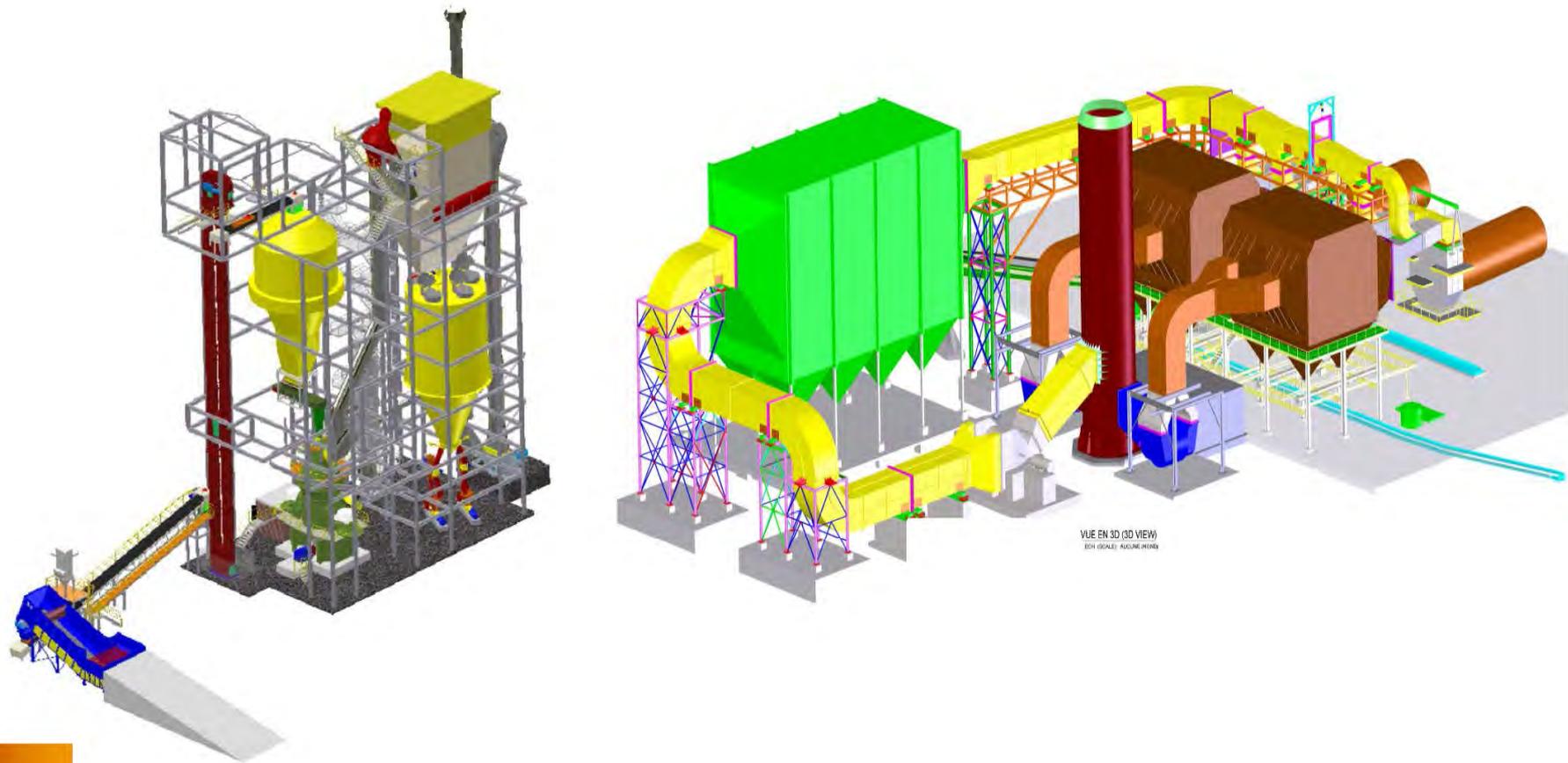
- Comparatif de l'empreinte carbone dans les différents procédés (chiffres DIMENC).



Résidus secs issus d'un procédé AL (Weda bay)

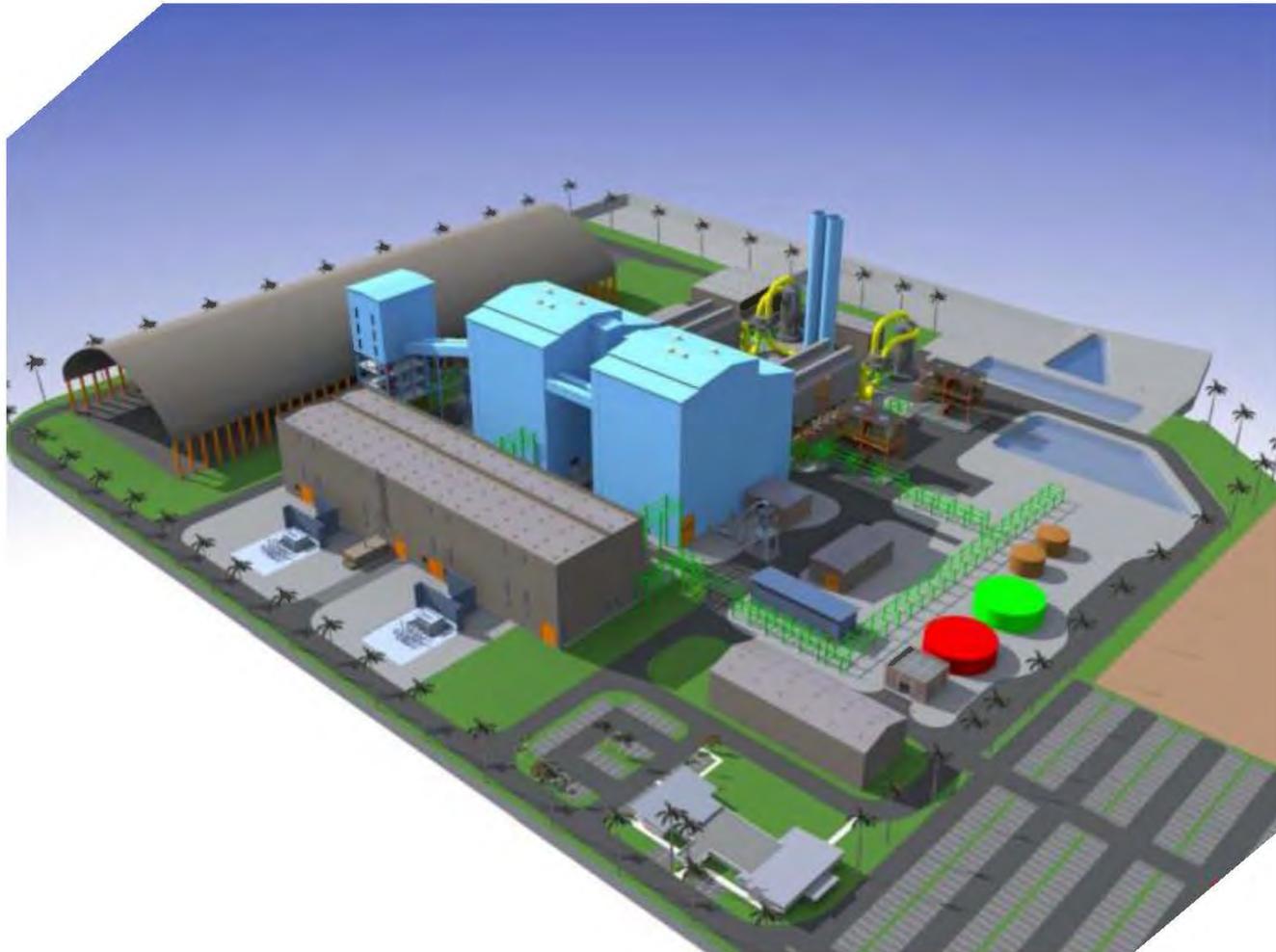
L'approche développement durable dans les projets

- Prise en compte des principes du développement durable dès la conception (meilleures techniques disponibles, intégration de la diminution de l'impact environnemental).



L'approche développement durable dans les projets

- Lien équipe projet-opérateur : prise en compte des spécificités locales très marquées dans l'environnement océanien insulaire.



L'approche développement durable dans les projets

- La dimension sociétale et la RSE des acteurs : Fondations, conventions avec les collectivités, l'ADIE, SAEML , sous-traitance, juvénat, etc...



L'approche développement durable dans les projets

- Un exemple de convention avec les collectivités pour le financement d'infrastructures publiques.



L'approche développement durable dans les projets

- La formation des hommes : exemple du Centre de Formation aux Techniques de la Mine et des Carrières.



L'approche développement durable dans les projets : la formation des hommes



- Outil de formation créé par la profession qui le gère directement ;
- Stagiaires en situation réelle sur une flotte d'engins modernes (38 machines + simulateurs de conduite) ;
- Une initiative sans équivalent dans le monde du nickel.



L'approche développement durable dans les projets : la formation des hommes



- L'apprentissage de la conduite avec les simulateurs.



L'approche développement durable dans les projets : la formation des hommes



www.cftmc.nc

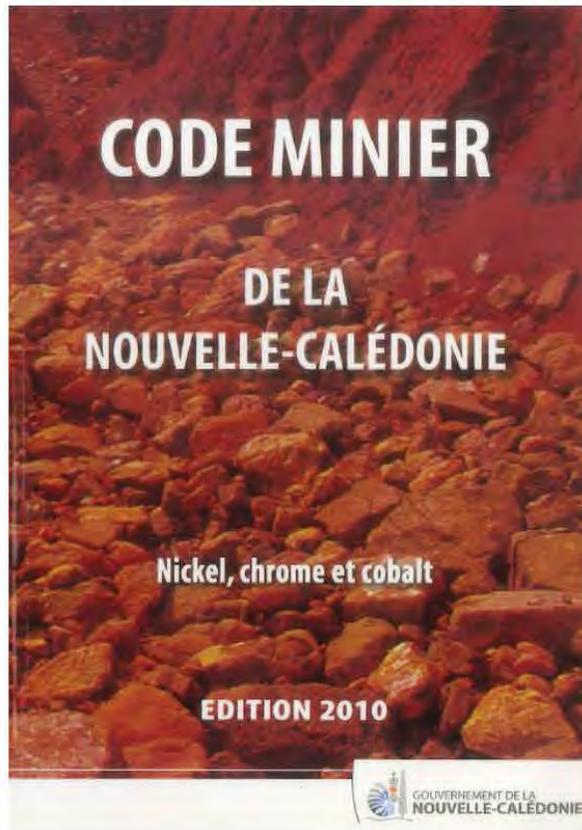


www.cftmc.nc

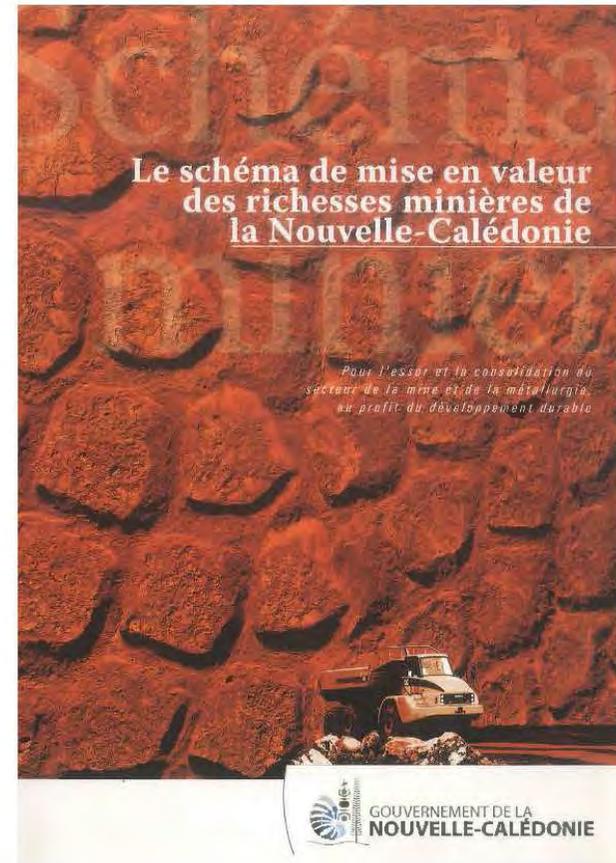
- Le CFTMC : des formations diplômantes de niveau 5 et 4 d'une durée de 6 à 10 mois selon la spécialisation ;
- 120 à 140 stagiaires / an ;
- 25% de femmes ;
- 98% de taux d'intégration dans la vie active ;
- Formation à la carte et remise à niveau.

L'approche développement durable dans les projets

- Le quatrième pilier : la gouvernance, mais quelle gouvernance ?



- Modèle économique ?
- Définition d'une politique d'exportation ne menaçant pas la pérennité des usines locales ;
- Modalités de participation des collectivités au capital des usines locales ;
- Droit de l'environnement.





Je vous remercie de votre attention.

Je vous remercie de votre attention.