

REUNION de DEMARRAGE

Projet SCANDIUM & TERRES RARES

« Enrichissement en Scandium et Terres Rares dans les profils latéritiques de Nouvelle-Calédonie : approches géochimique, minéralogique et tests d'extractibilité »

Le lundi 16/11/15 – à l'IRD salle 2 – à 17h en visio-conférence

Le CNRT vous invite à participer à la réunion du 16/11/2015 animée par **Claude Delor (BRGM)** et **Michel Cathelineau (CNRS, Georessources)** Coordinateur scientifique du projet



Objectif de la réunion

L'équipe scientifique présentera l'objectif du projet, les moyens et méthodes mis en œuvre, les différentes tâches, le calendrier de réalisation, les résultats attendus et les livrables prévus dans le cadre du projet.

Les échanges permettront de s'assurer que les programmes de recherche répondent bien aux objectifs initiaux du projet et de répondre aux interrogations éventuelles des invités.

La nature et la forme des données et informations dont l'équipe scientifique a besoin pour réaliser le projet à transmettre par les partenaires miniers et les collectivités concernées, seront également précisées par les membres de l'équipe scientifique

Pour tous renseignements

Contactez le CNRT

Tél. : 28 68 72



Points forts du Projet

CHOIX DES SITES D'ÉTUDE

L'Etude pétro-chimique et minéralogique sera réalisée sur des cas représentatifs de différents protolithes
Les sites proposés sont :

En Province Nord :

- Tiébaghi (SLN) : un accord de collaboration a été obtenu avec SLN (accord-cadre entre un partenaire (BRGM) et ERAMET)
- Koniambo : 10 sondages déjà échantillonnées mis à disposition

En Province Sud :

- Rivière des Pirogues : les profils sont disponibles
- - Port Boisé : site suggéré par la SLN

Autre site envisagé :

Le site de Goro notamment dont les échantillons obtenus dans le cadre du projet NICKAL pourraient être utilisés

LES ANALYSES (37 métaux)

BRGM Analyses des teneurs en métaux des latérites (Ni, Sc, REE, Zn, Cu, Mn, Co, Cr) en spectrométrie en fluorescence X portable (Niton)

CEREGE Analyses des solutions issues des lixiviations séquentielles (ICP-MS, ICP-AES, chromatographie ionique)

ETUDE TRIDIMENSIONNELLE de la répartition du Scandium sur deux cas représentatifs de zones enrichies

VOLET ECONOMIQUE

Etat des lieux du marché du scandium, de son utilisation et des recherches concernant sa valorisation sur une base bibliographique

METAUX STRATEGIQUES

Scandium & Terres rares

Potentialités de valorisation

La politique expansionniste de la Chine dans le domaine des ressources minérales a comme conséquence actuelle une position quasi monopolistique de ce pays vis-à-vis d'un certain nombre de métaux, dont les métaux dits « stratégiques », incluant les terres rares, les métaux du groupe du platine, le chrome, le cobalt, et dans une moindre mesure le nickel. Si la Nouvelle-Calédonie est un des grands producteurs de Ni et Co (avec des réserves non négligeables en Cr), des études antérieures ont montré l'existence de minéralisations significatives en métaux du groupe de platine. De même le potentiel en Scandium a déjà été testé, avec des résultats encourageants.

L'étude proposée vise d'une part à diversifier l'offre en ressources minérales proposée par la Nouvelle-Calédonie, et d'autre part, à contribuer à l'approvisionnement en métaux stratégiques à haute valeur ajoutée. L'idée étant de travailler sur les métaux valorisables en sous-produits de Ni et Co, les métaux stratégiques potentiellement présents dans ce contexte sont le Scandium, et dans une moindre mesure les terres rares. L'étude va ainsi s'attacher à comprendre les processus de transport et de piège de ces métaux dans les altérites, en lien avec les connaissances acquises sur Ni et Co, et d'établir le potentiel des différents types de gisements en ces métaux.

En Nouvelle-Calédonie, les teneurs en scandium et terres rares des profils d'altération développées sur péridotites n'ont jamais été recherchées de façon systématique en liaison avec le contexte géomorphologique (massifs de montagne versus massifs de plaine), climatique (massifs de la côte Ouest versus massifs de la côte Est), hydrogéologique, pétrologique (nature de la roche mère) et tectonique/structural. Dans le cadre de ce projet on se propose d'identifier : les formations potentiellement hôtes des teneurs les plus élevées en Sc et REE, les teneurs en Sc et REE des roches mères et des roches issues de leur d'altération, la variabilité verticale et horizontale du Sc et des REE dans les profils latéritiques, les faciès les plus prometteurs (lherzolites ?), les variations entre protolites.

L'étude pétro-géochimique et minéralogique détaillée sera effectuée sur des cas représentatifs issus de l'étude sur le terrain sur des sites choisis en concertation avec les opérateurs miniers. Pour cela plusieurs approches seront appliquées :

- l'analyse de séries simplifiées (protore, saprolite fine, partie supérieure du profil sous la cuirasse) de cas représentatifs de différents protolithes (dunite, harzburgite, lherzolite, gabbros, autres intrusifs) sur une série de massifs ;
- l'étude tridimensionnelle de la répartition du Sc sur deux cas représentatifs de zones enrichies sélectionnées sur la base de l'étude préliminaire en concertation avec les opérateurs miniers.

La connaissance des tendances type d'enrichissement en Sc-REE, notamment les corrélations Fe-Sc une fois obtenues, permettront de simuler les distributions potentielles des éléments recherchés en fonction de la nature des protolites.

Connaissance de la ressource



Carrière d'exploitation sur le Koniambo

Coordinateur scientifique

CNRS - Géoressources

www.georessources.univ-lorraine.fr

Dr Michel CATHELIN

Partenaires

CRPG

IPGS ISTERRE

BRGM (FR)

IRD CEREGE (FR)

SGNC (NC)

Déroulement

18 mois / 2015-2017

Financement CNRT

14,9 millions F CFP / 124 862 EURO

Projet Scandium - REE

Réunion 09/11/2015

Géoressources – CEREGE – BRGM – IPGS - ISTerre
CNRT



Objectifs de la réunion

- (Re)présenter les intervenants du projet
- (Re)présenter les objectifs du projet et l'organisation/timing des tâches sur 18 mois
- Établir les demandes vis-à-vis des industriels (choix des sites, données disponibles, condition d'accès, échantillonnage, etc..)
- S'accorder sur un calendrier prévisionnel détaillé pour les 6 prochains mois (mission, livrables ..)

Intervenants

- **Géoressources (Y. Teitler, M. Cathelineau) + IPGS (M. Ulrich) + CRPG (C. Cloquet)**
- **BRGM (L. Bailly, T. Augé)**
- **CEREGE (J.P. Ambrosi, A. Beauvais, J. Rose, Cl. Levard)**
- **ISTerre (M. Munoz)**
- **CNRT (F. Bailly, et représentants compagnies minières)**
- **SGNC (B. Sevin, S. Lesimple)**

Objectifs du projet

Répondre à ces questions...

Potentiel du Scandium (et REE) comme sous-produit(s) des latérites Ni (et Co) de NC?

- Teneurs/volumes économiques ?
- Quelle(s) phase(s) porteuse(s) et dans quels horizons ?
- Dans quels massifs ?
- Quels outils/stratégie pour optimiser exploration et production ?

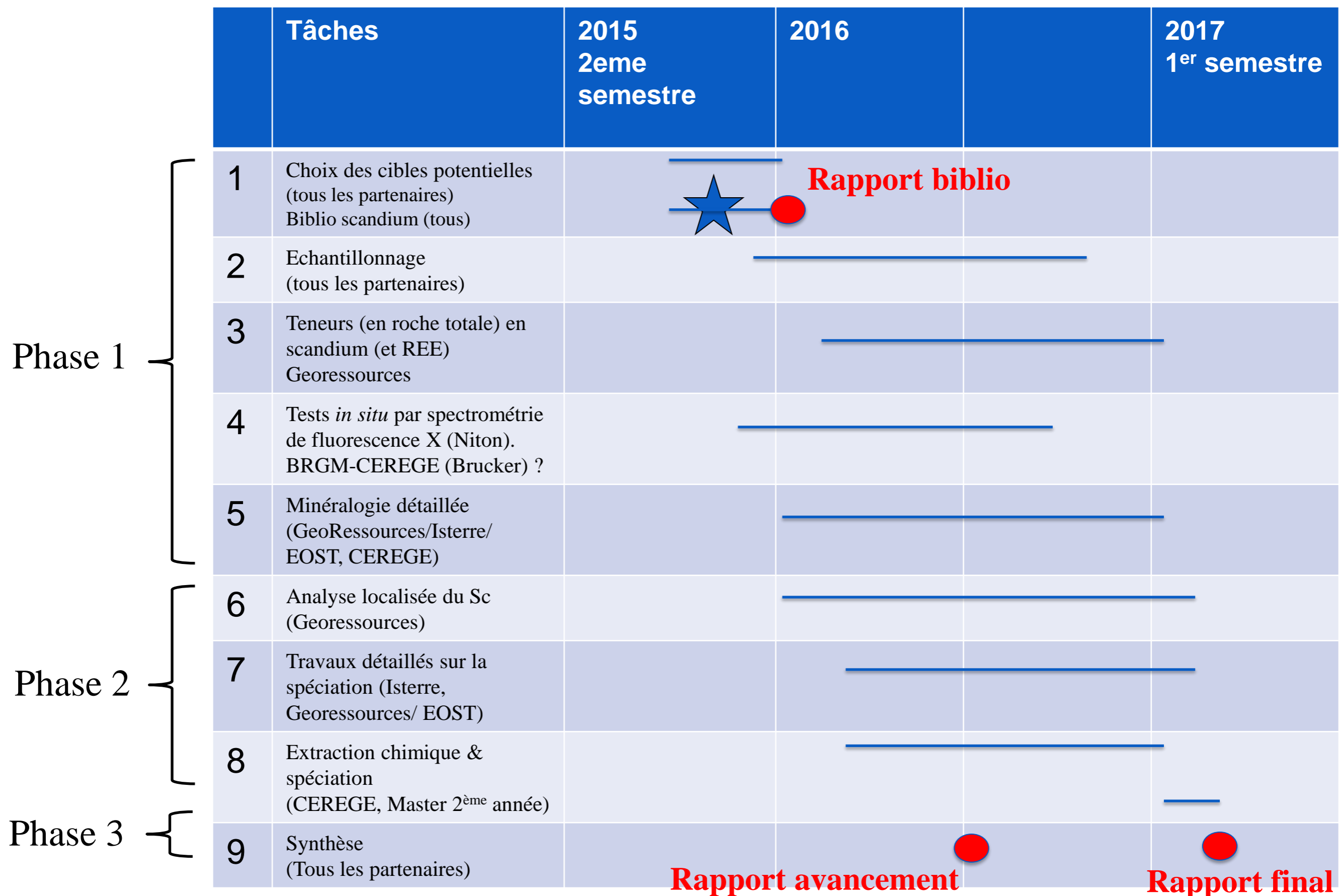
Objectifs du projet

3 phases principales

- Phase 1: Identification des formations potentiellement hôtes des teneurs les plus élevées en Sc et REE
- Phase 2 : Caractérisation minéralogique et chimique des phases porteuses du Sc et REE
- Phase 3 : Synthèse multi-échelle et modèle génétique; translation en outils pratiques pour exploration et production via une approche Mineral System

Objectifs du projet

Calendrier prévisionnel des tâches



Phase 1) Identification des formations potentiellement hôtes des teneurs les plus élevées en Sc et REE

- Biblio scandium et choix des cibles potentielles
- Échantillonnage
- Teneurs en roche totale
- Tests in situ Niton (BRGM) et Brucker (CEREGE) ?

★ **Phase 1, tâche 1**
Biblio scandium et choix des cibles potentielles

Biblio scandium- Données techniques et économiques



État de l'art
Travaux antérieurs
Données existantes



Questions spécifiques
Distribution du Sc
Contrôles principaux



Outils de réponse
Stratégie d'échantillonnage
Stratégie analytique

... et choix des cibles potentielles

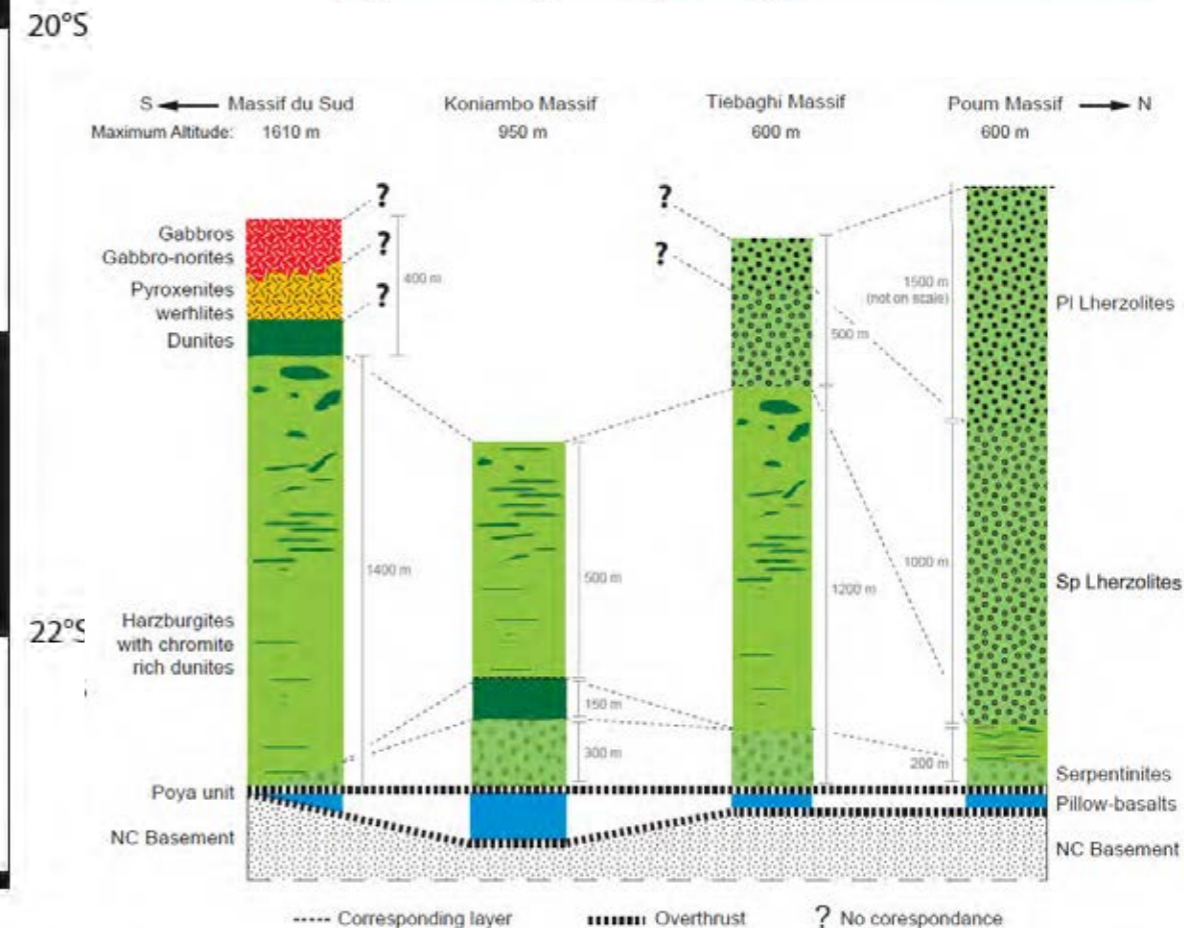
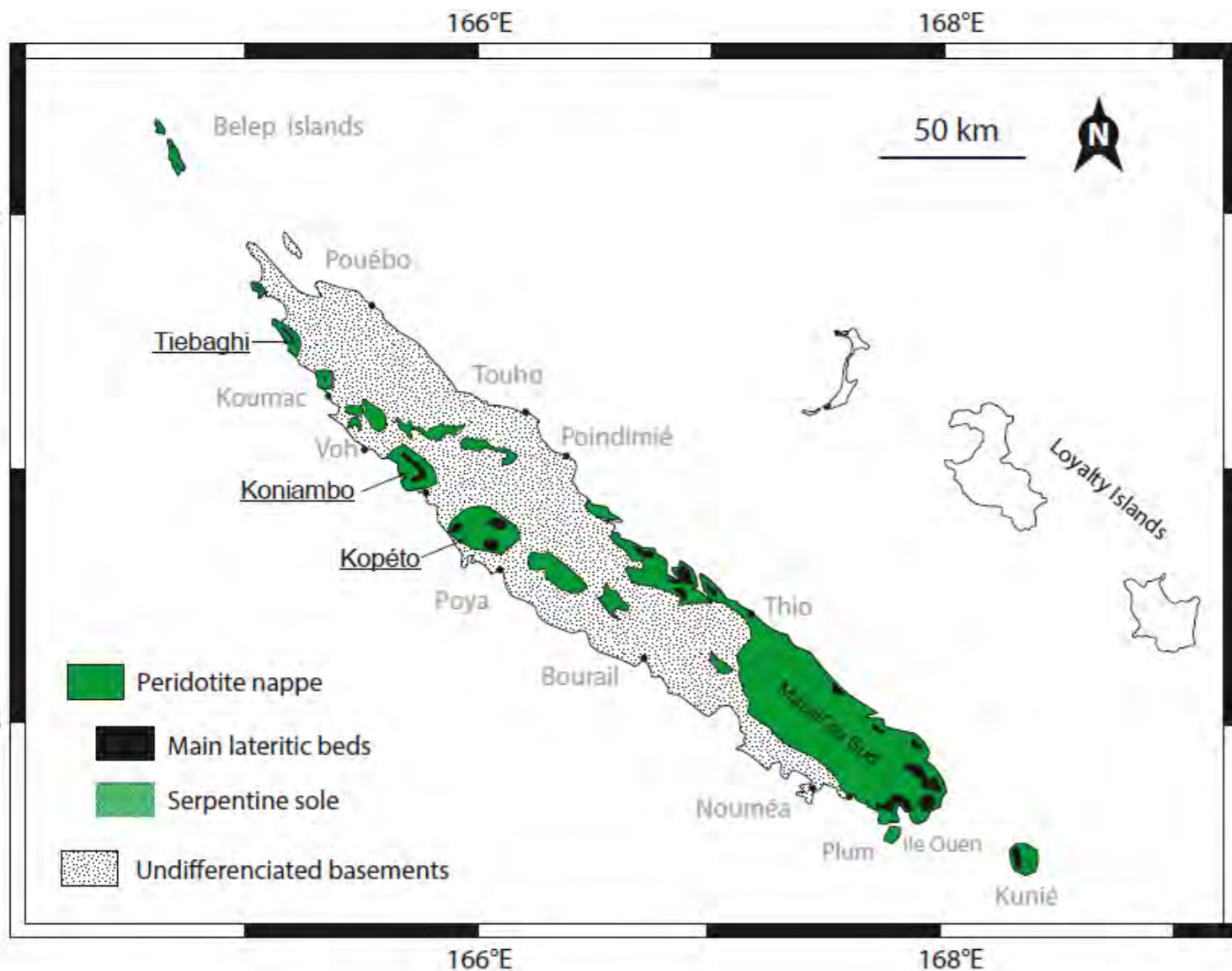
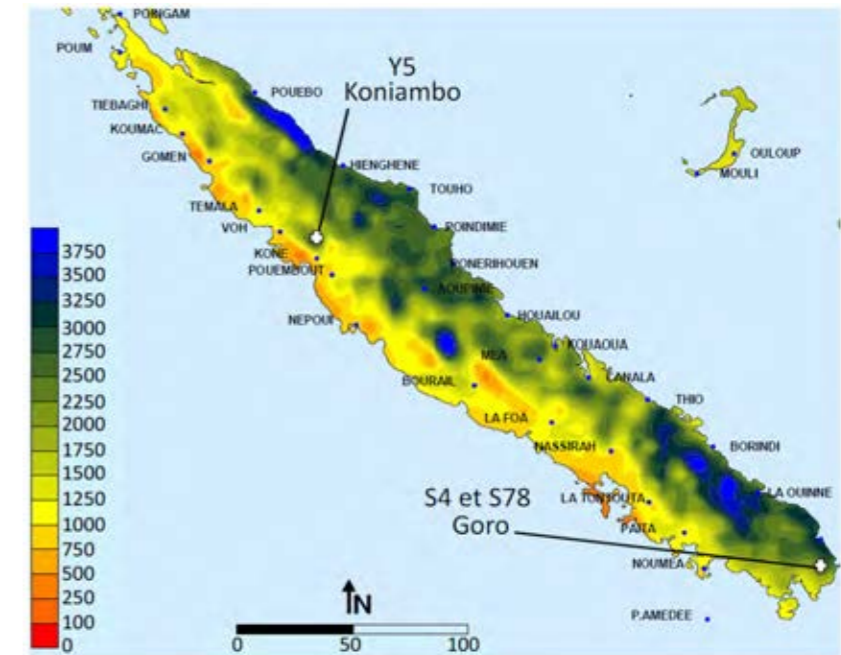
Objectifs du projet

État de l'art et travaux préliminaires sur données existantes

Ultramafiques latérisées en Nouvelle Calédonie

NO → SE : Lherzolite → Harzburgite → Dunite

NO → SE : Précip. modérées → précip. fortes

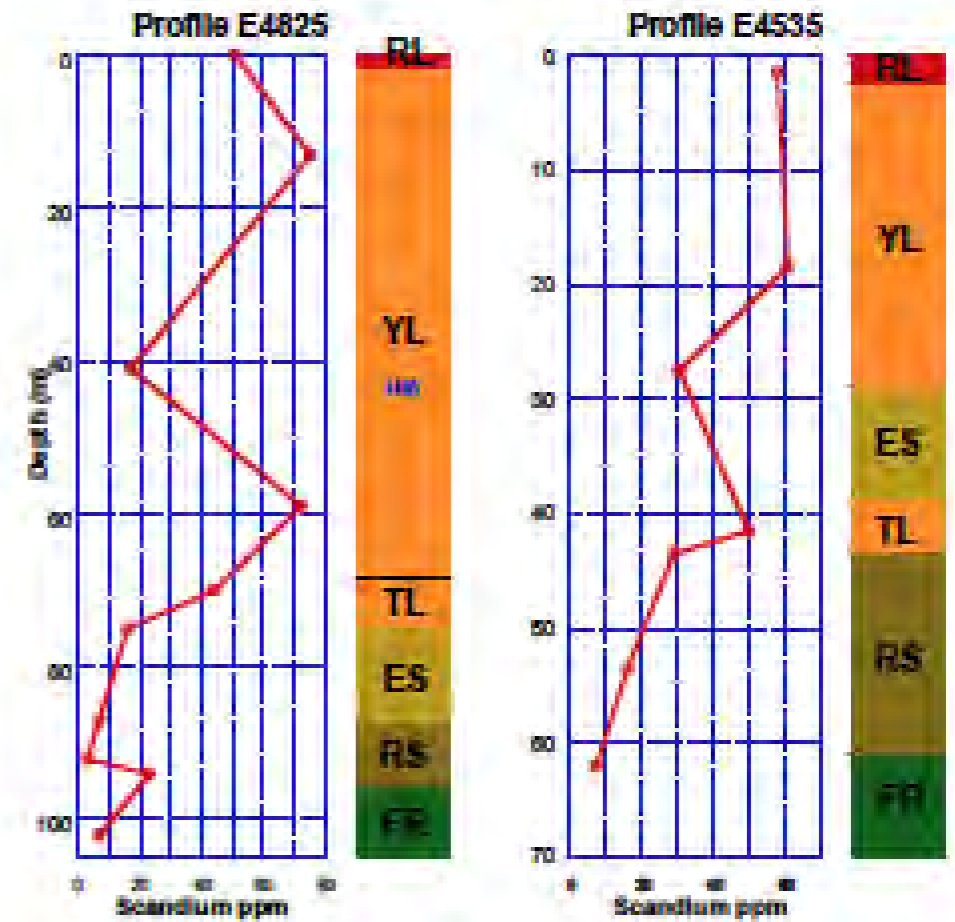


Objectifs du projet

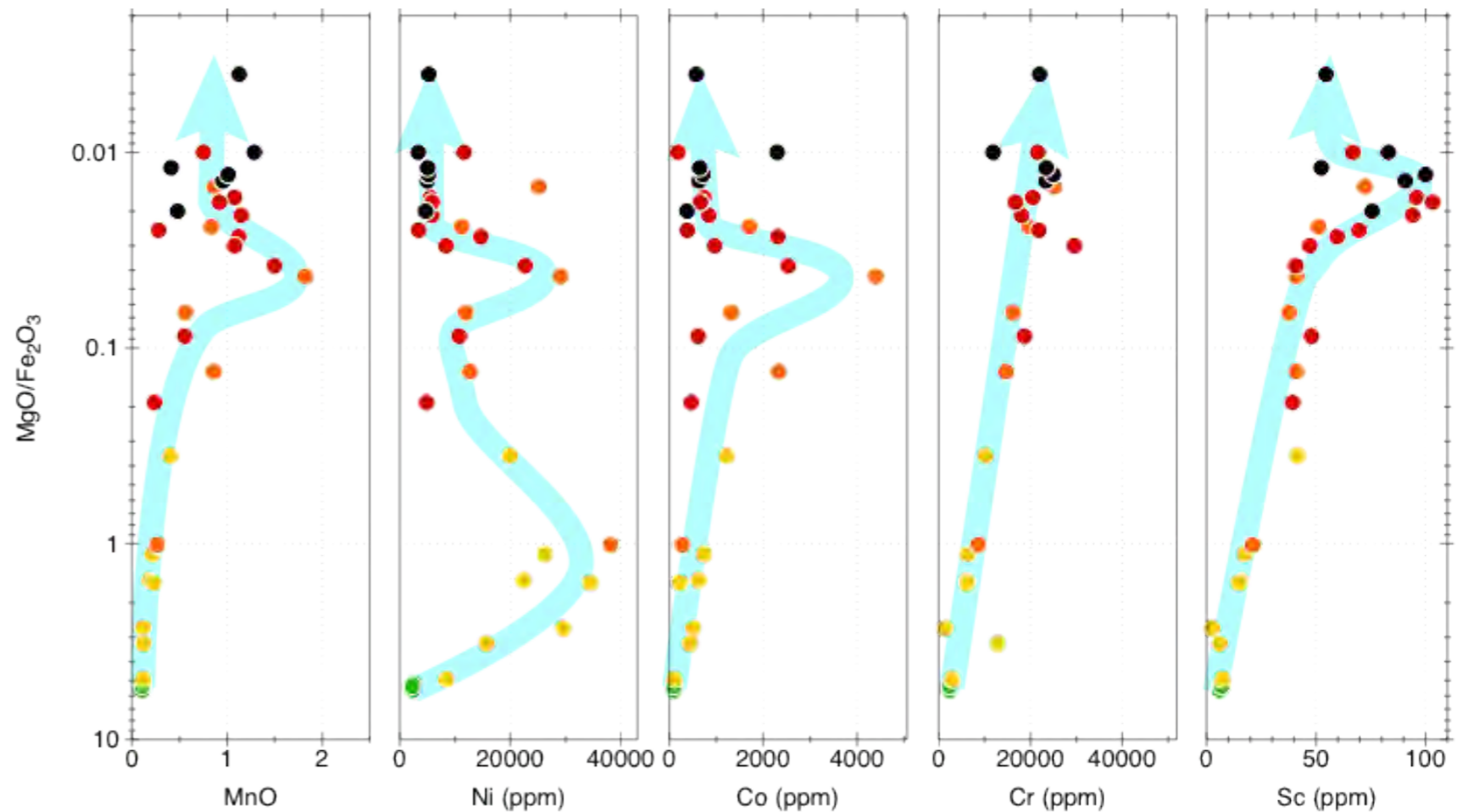
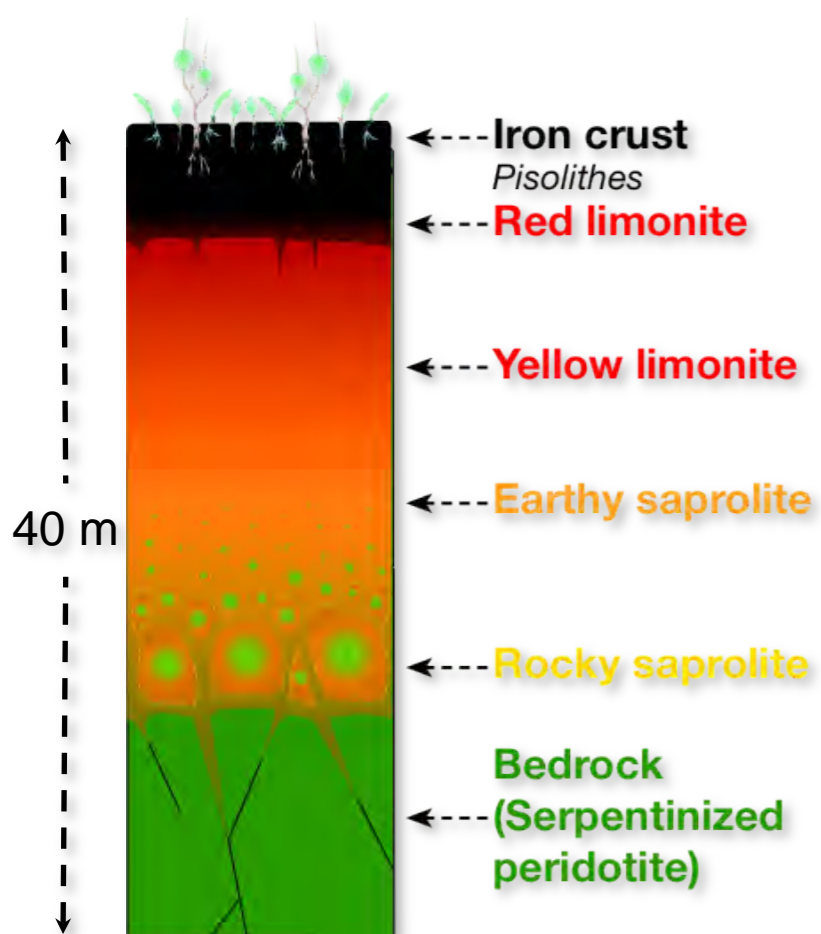
État de l'art et travaux préliminaires

Scandium dans le profil d'altération

Concentré (>70 ppm) dans les horizons sup.
(limonite + cuirasse ferrifère)



Données préliminaires: Audet, 2008 (Koniambo)



Données préliminaires: Ulrich, 2013

Objectifs du projet

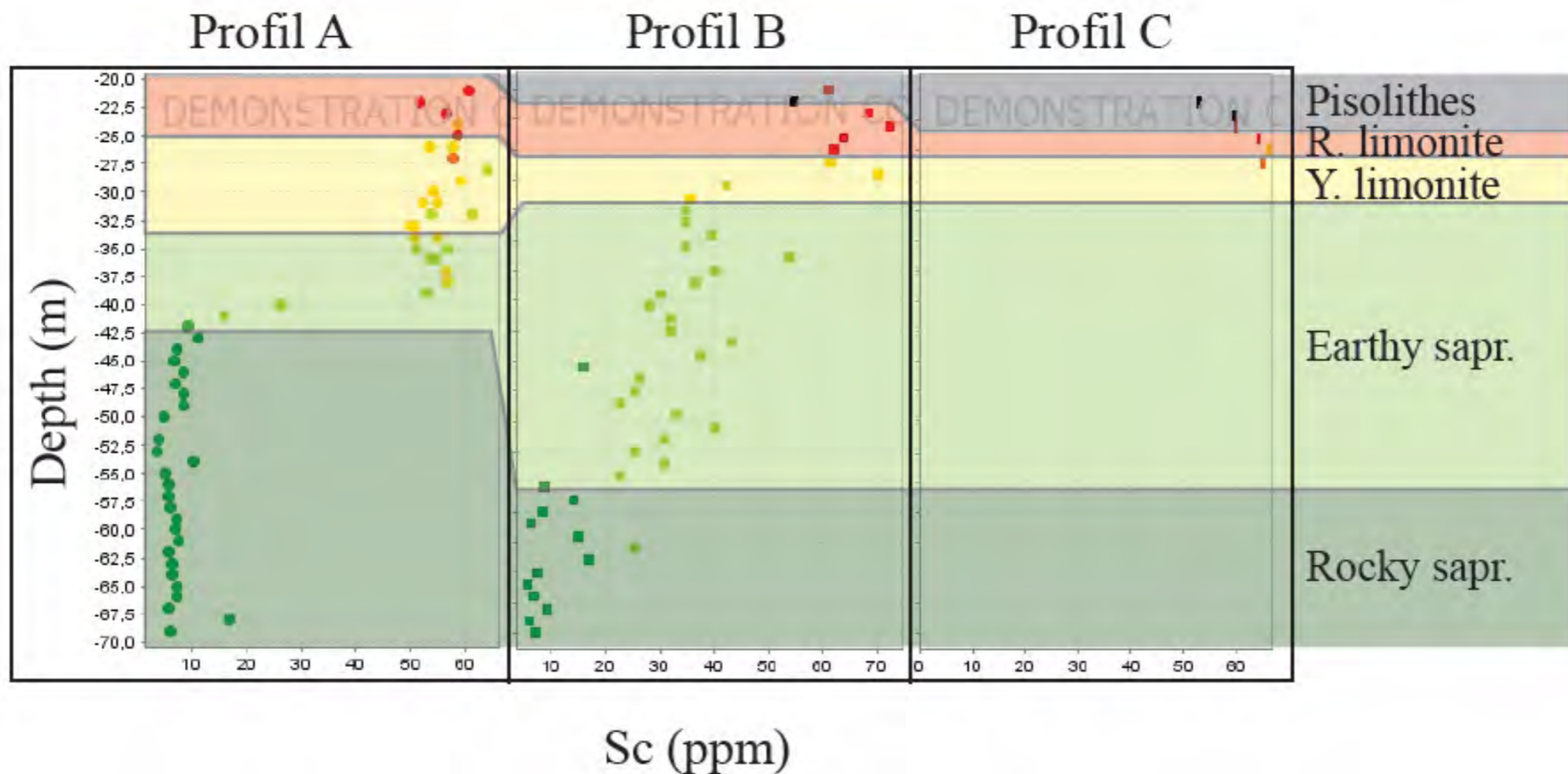
Travaux préliminaires: Données forages Audet (Koniambo)

Données parcellaires, peu (pas) d'infos sur profondeur / localisation

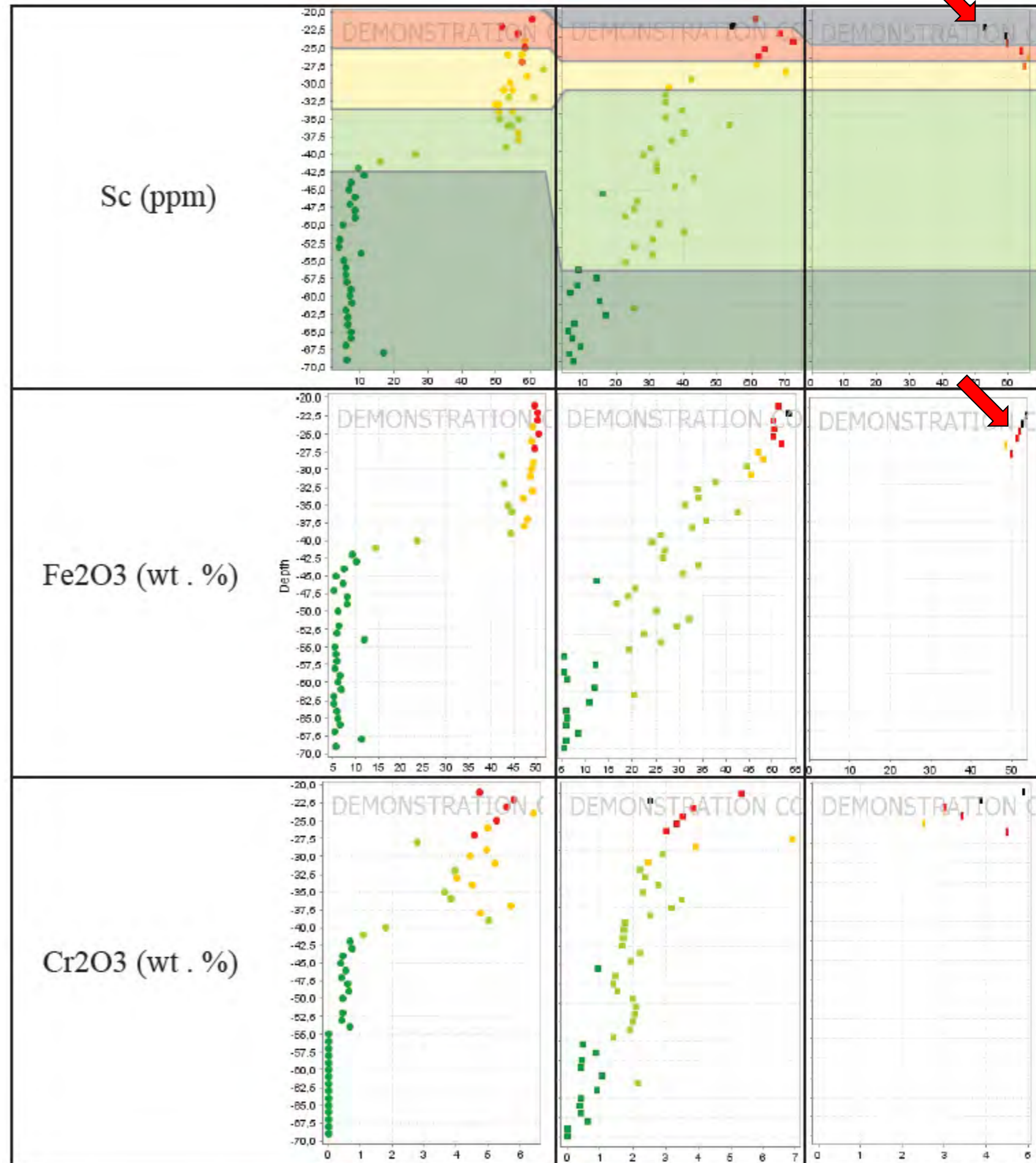
Scandium dans le profil d'altération

Concentré (>70 ppm) dans les horizons sup. (limonite + cuirasse ferrifère)

Transition Earthy saprolite épaisseur variable



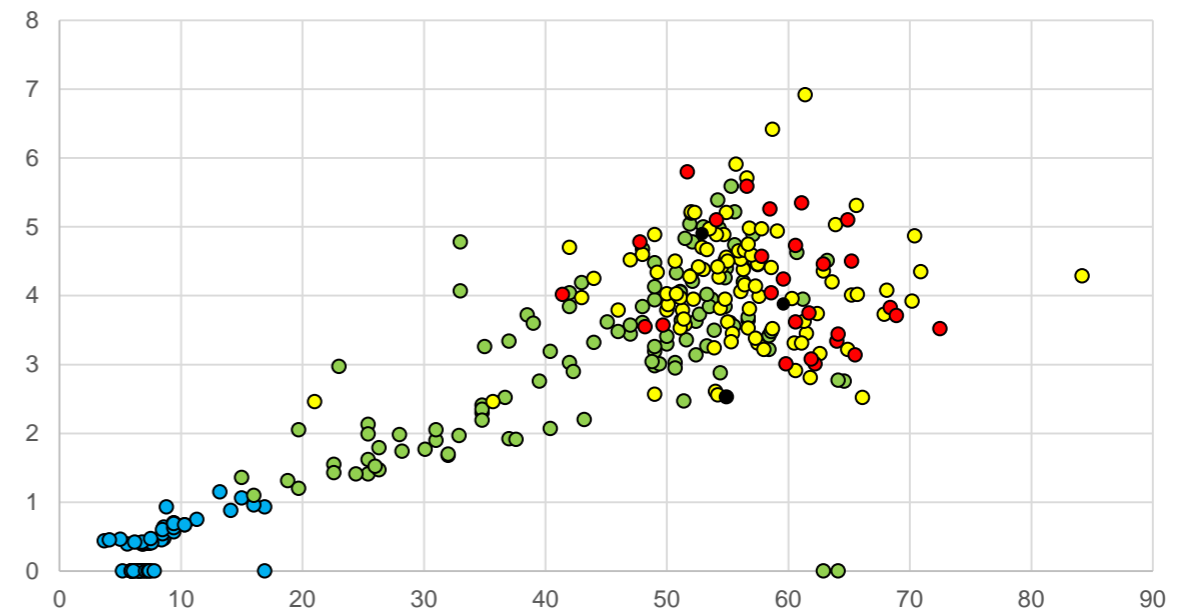
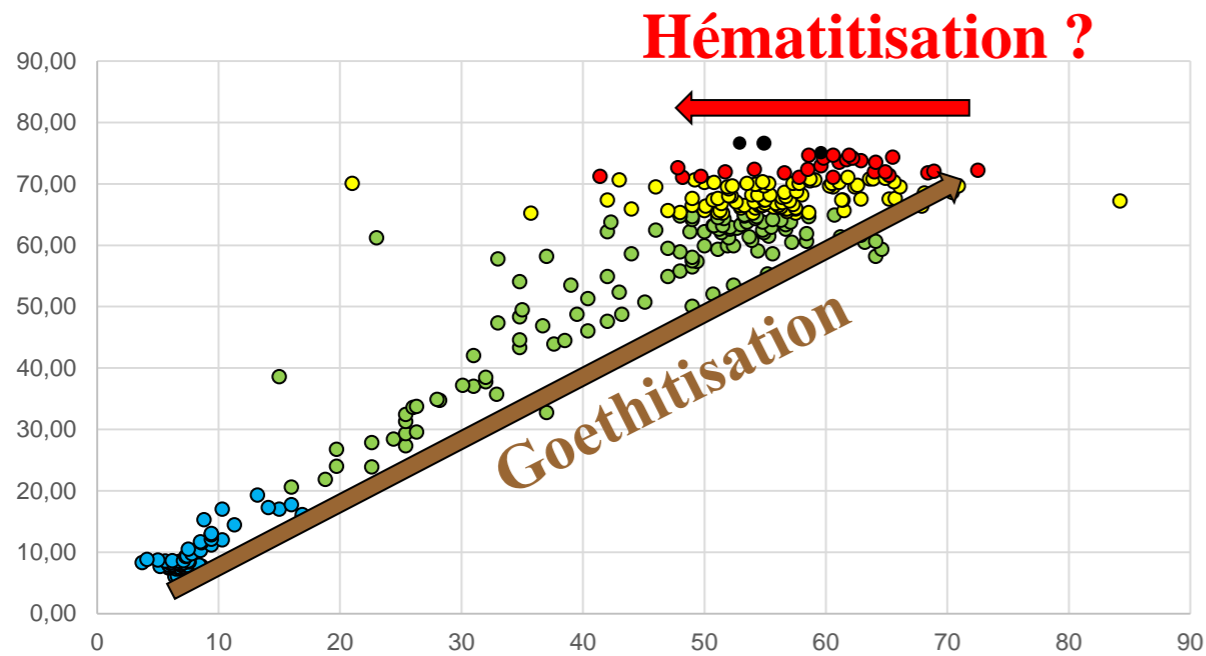
Corrélation Sc-Fe-Cr
Sc diminue dans pisolithes



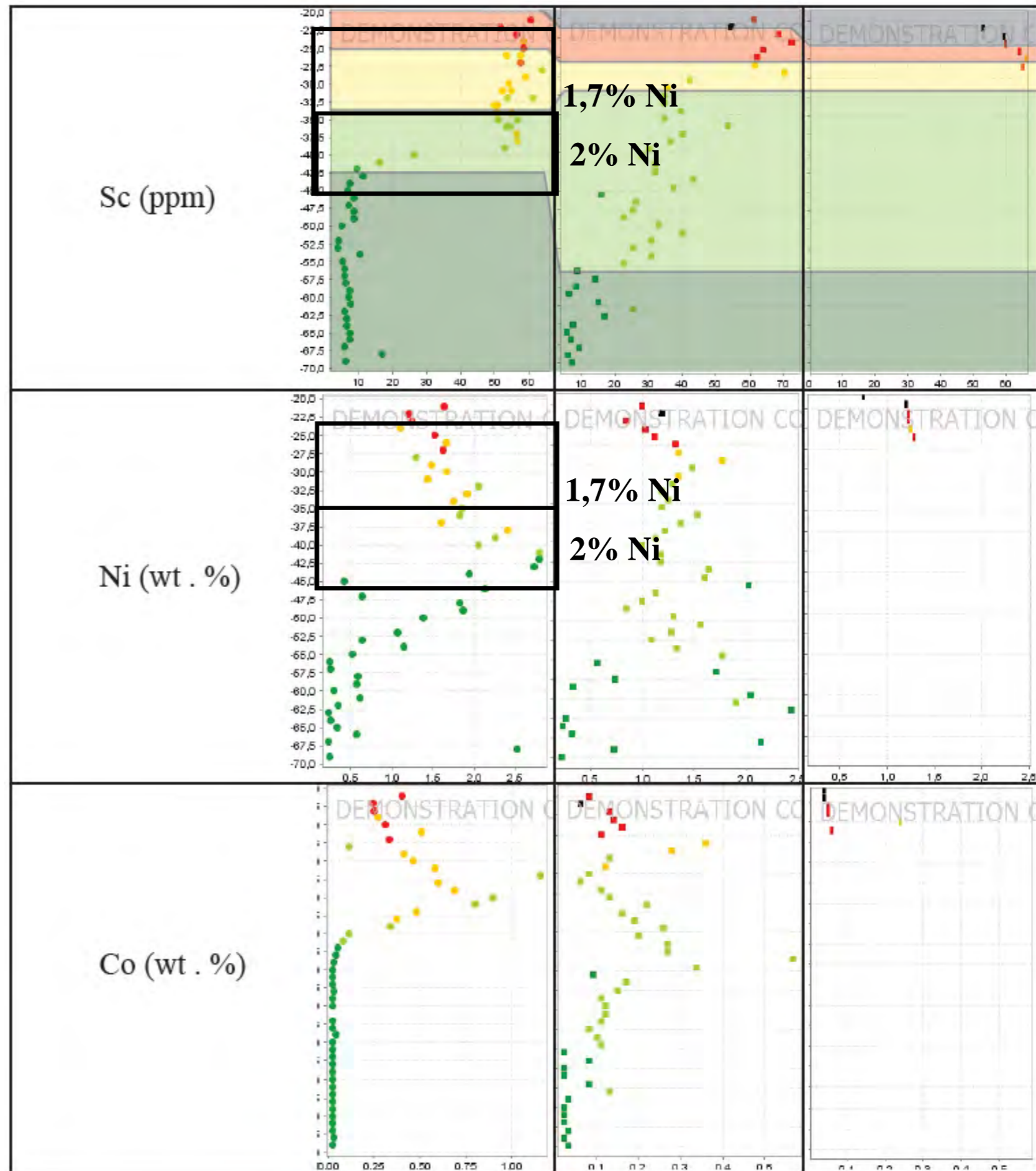
Corrélation Sc-Fe-Cr : goethite

Sc diminue dans latérite rouge et pisolithes : hématisation ?

- Rocky sapr.
- Earthy sapr.
- Yellow limonite
- Red limonite
- Pisolites

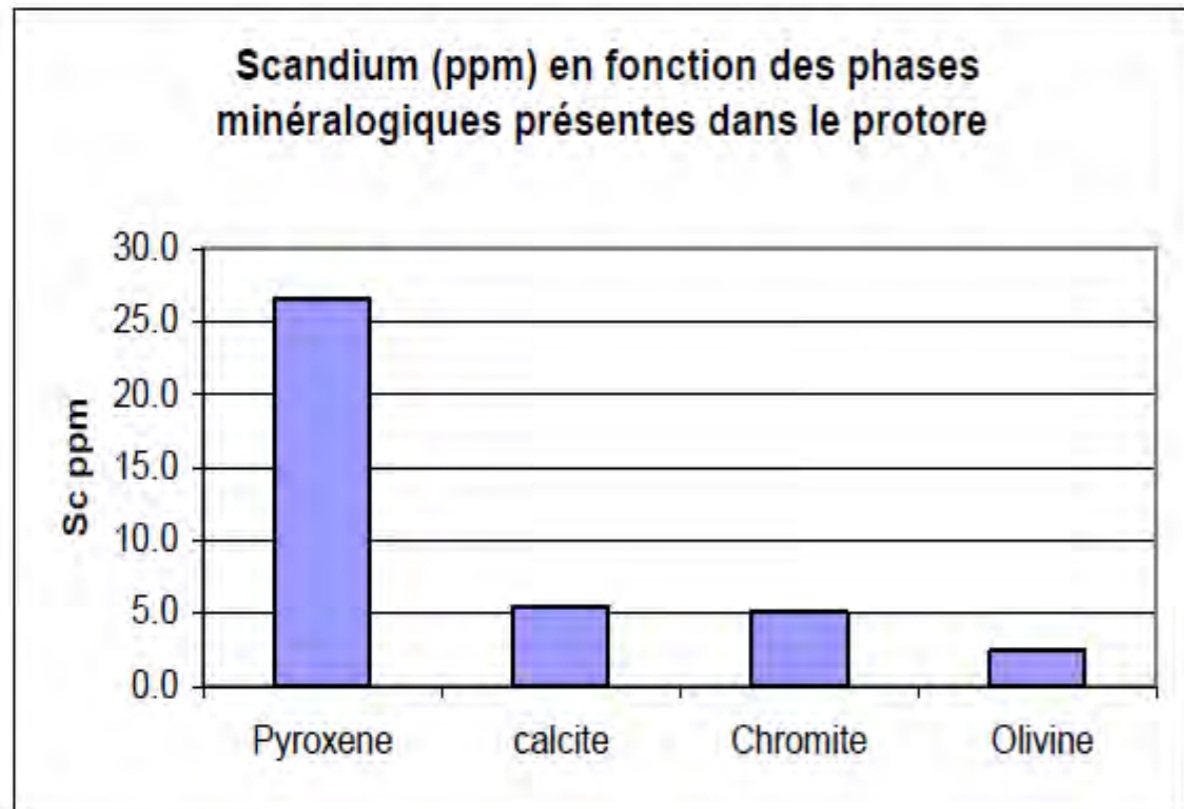


Comparaison avec Ni, Co
Enrichissement Maximum :
Transition earthy / rocky sapr.
Décorrélés du Sc

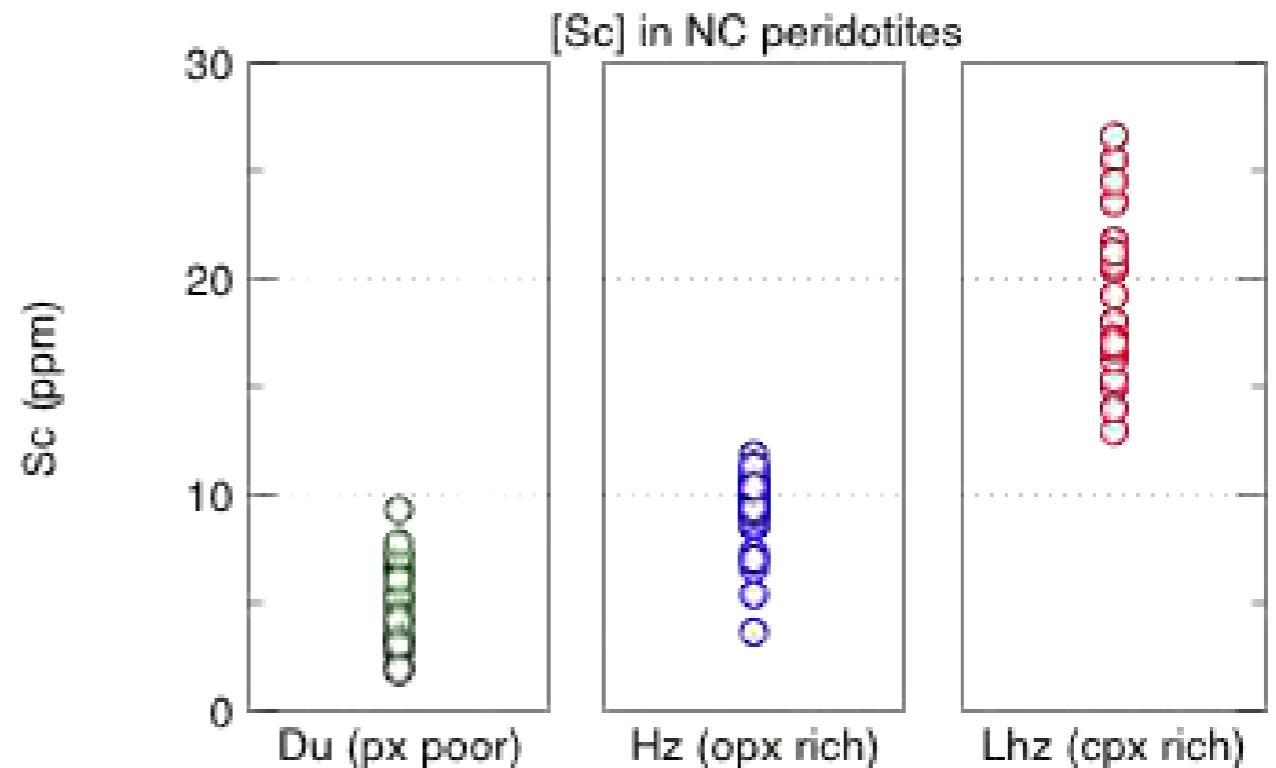


Objectifs du projet

État de l'art: porteurs primaires du Sc



Données préliminaires: Audet, 2008 (Koniambo)



Données préliminaires: Ulrich, 2013

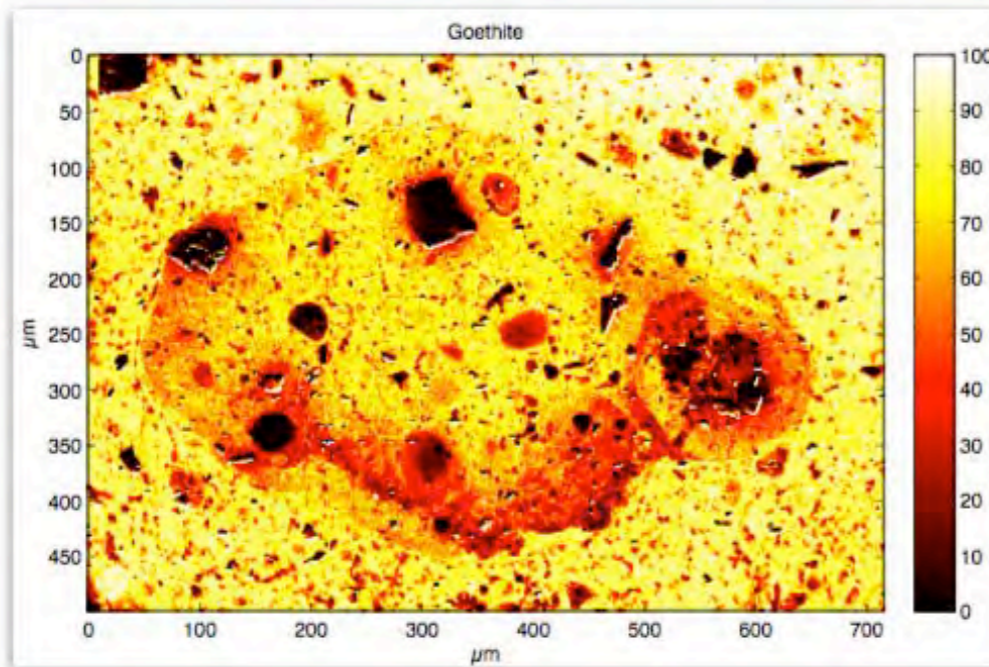
Dans quels massifs ophiolitiques?

➤ **Contrôles lithos: Lherzolite (et Harzburgite) meilleur potentiel : clinopyroxène (et orthopyroxène)**

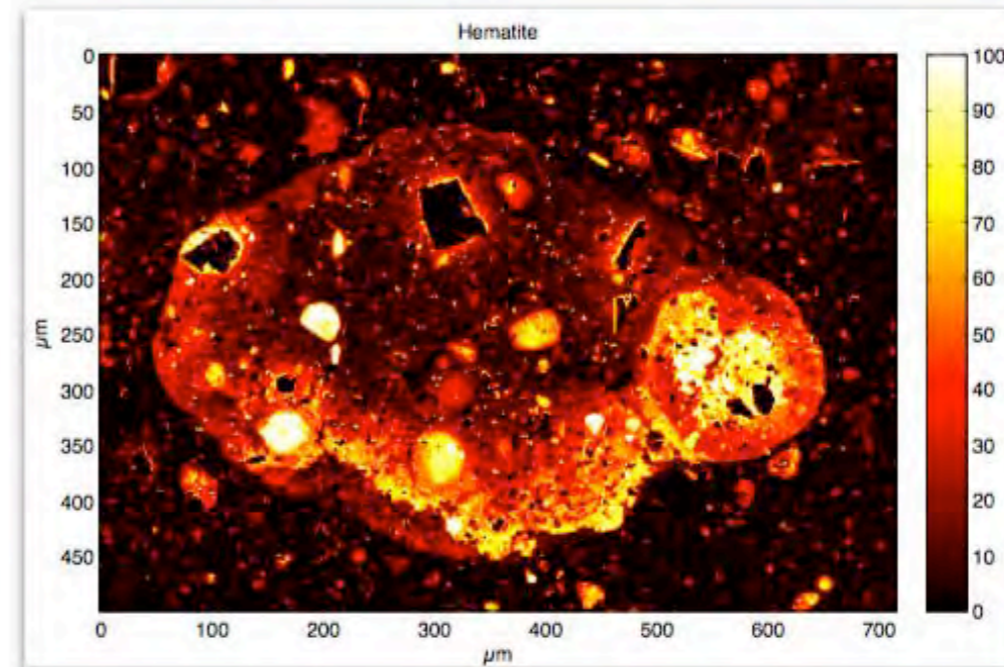
➤ **Protolithe plus fertile au Nord et Centre de NC**
(contrebalance l'altération plus développée au Sud ?)

Complexité aussi à petite échelle

Goethite

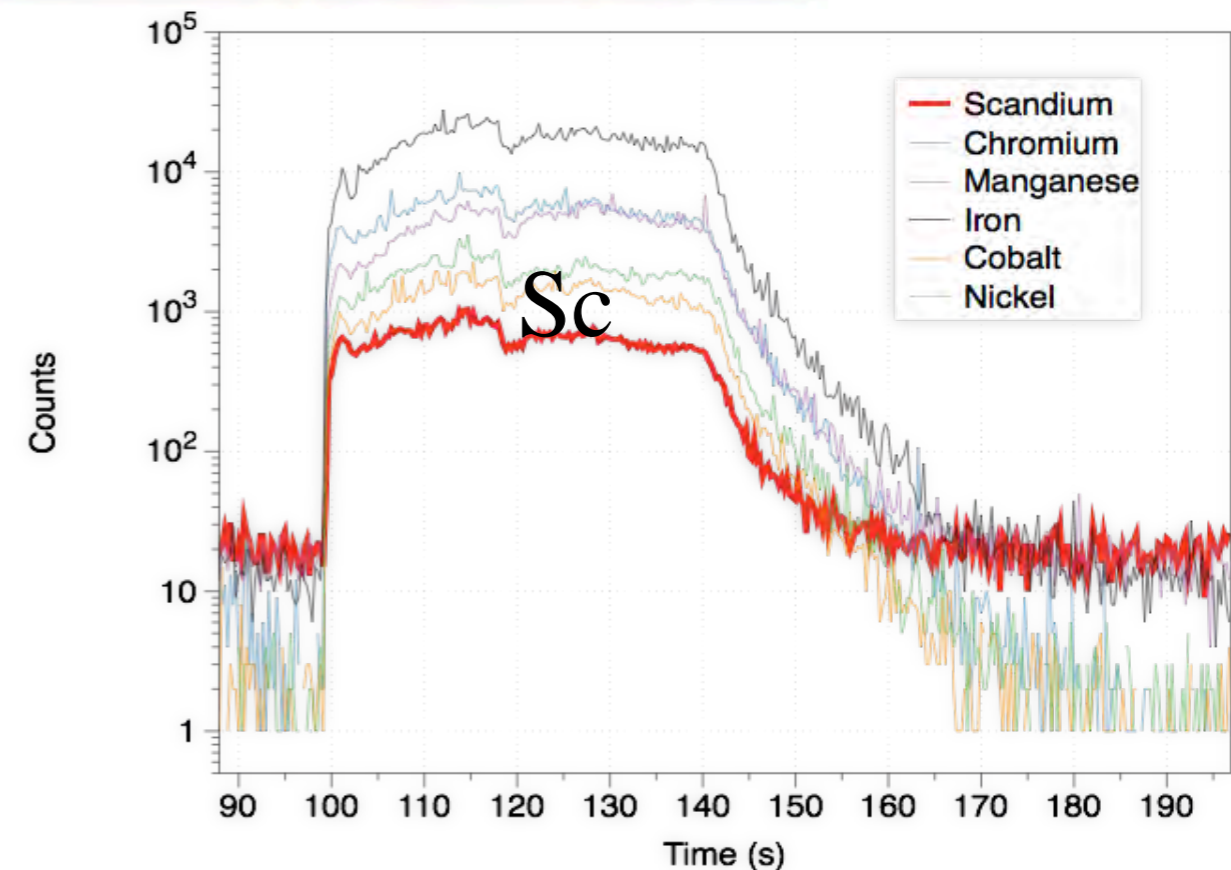


Hématite



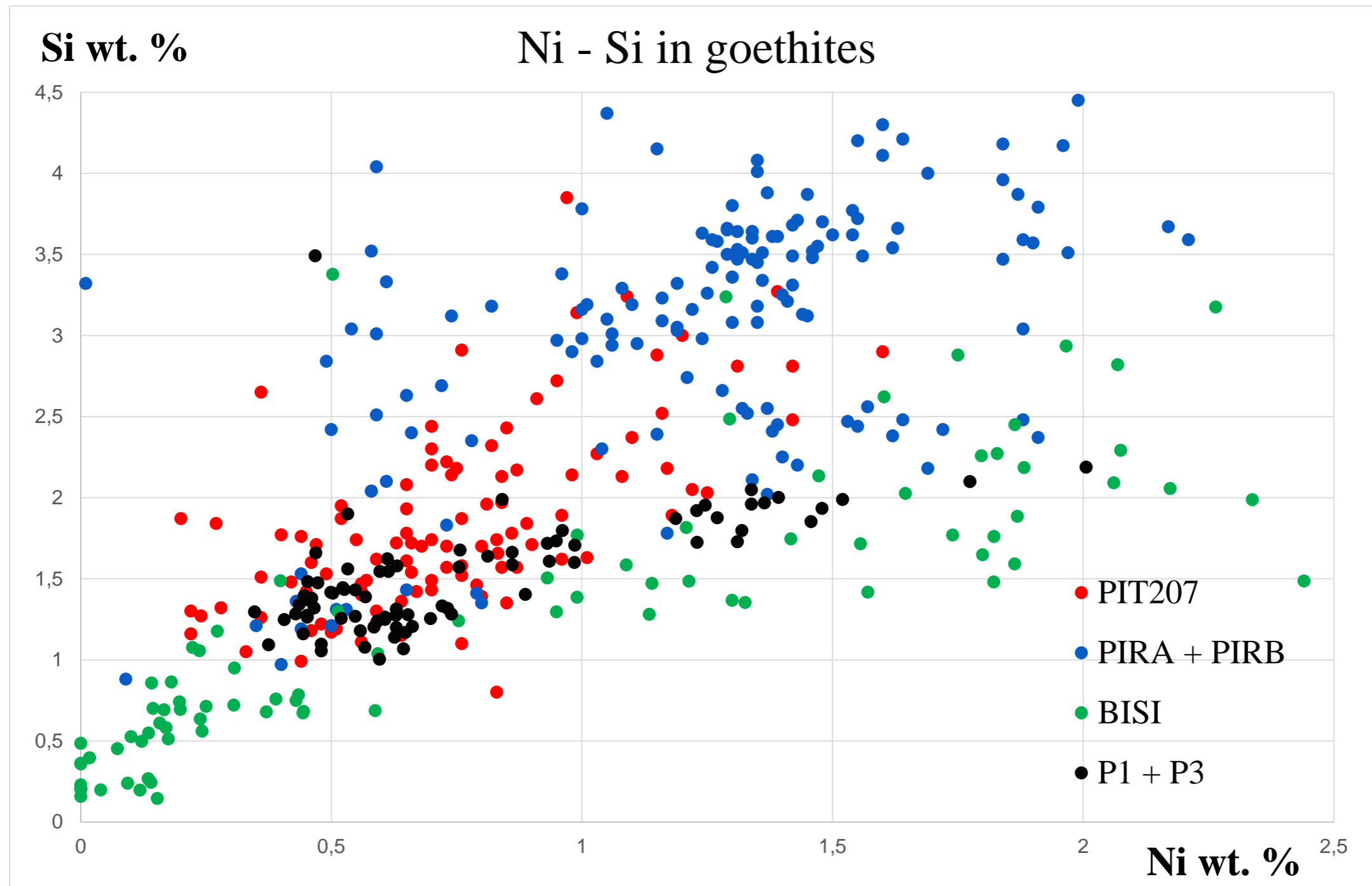
Développement préliminaire de l'analyse localisée du Sc

Concentrations de 60 à 150 ppm dans les pisolites



Analyses microsonde sur goethite

Corrélation Ni – Si: Traces in situ ou nanophases silicatés talc-like ?
Qu'en est-il du Sc ?



Synthèse préliminaire, Phase 1 tâche 1 (Rapport biblio fin 2015)

A) Données préexistantes et acquises dans les dernières années (Labex)

- Confirmation d'anomalies significatives en Sc plutôt dans les horizons supérieurs des latérites
- Sc essentiellement dans le clinopyroxène, ce qui explique les concentrations plus élevées dans les lherzolites
- Incorporation du Sc dans les goethites mais aussi dans les hématites des pisolites
>> entreposer ces niveaux plutôt que les considérer comme des stériles ?
- Mise au point de l'analyse localisée du Sc par LA-ICP-MS
- Expulsion du Sc dans le cuirassement (?): recristallisation des hématites ne permet pas le maintien dans le réseau des hématites
>> devenir du Sc connaissant sa faible mobilité ?

**Intégration des données CEREGE acquises dans le projet Nickal
(CNRT 2010-2013)**

Synthèse préliminaire, Phase 1 tâche 1 (Rapport biblio fin 2015)

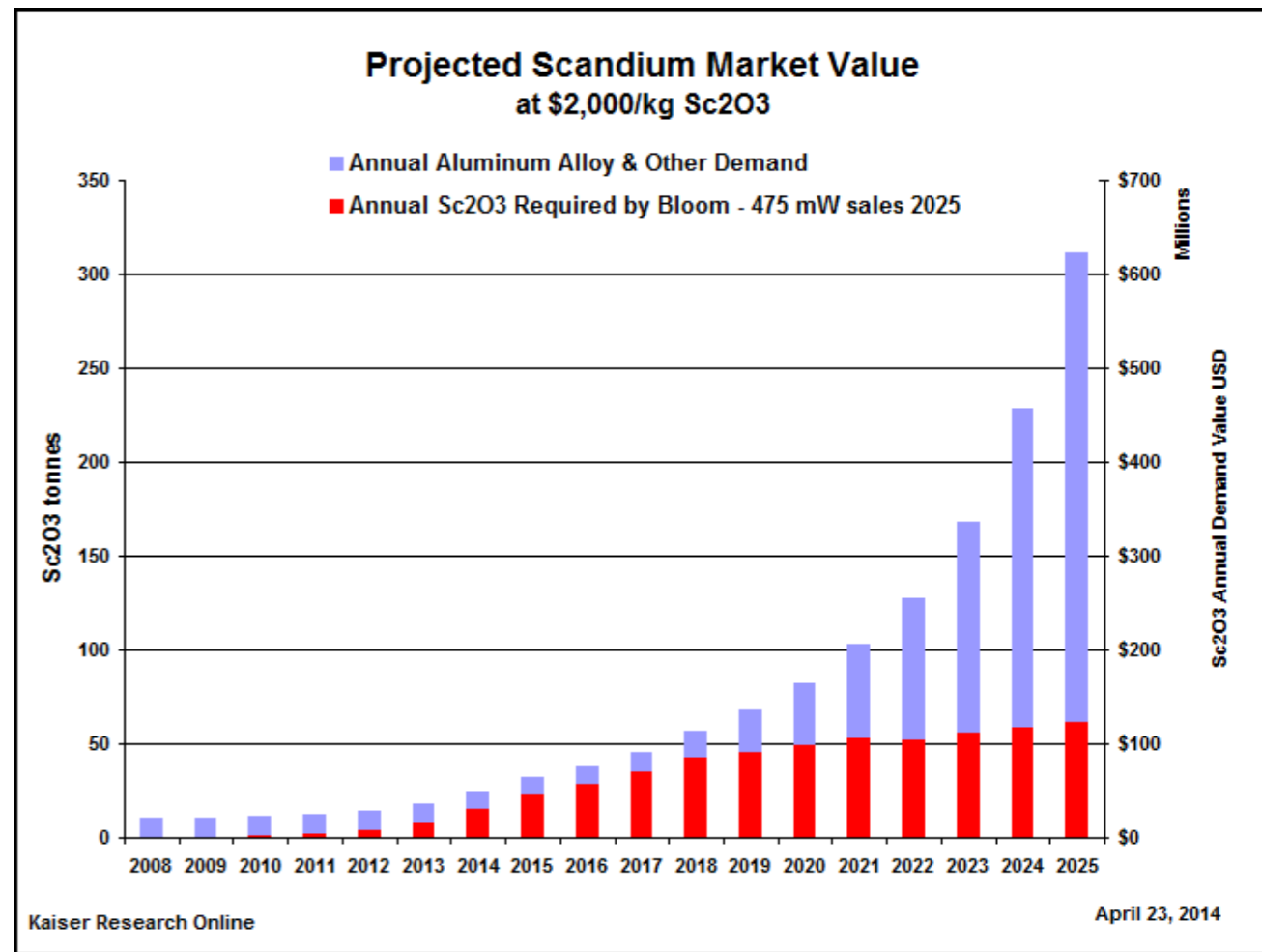
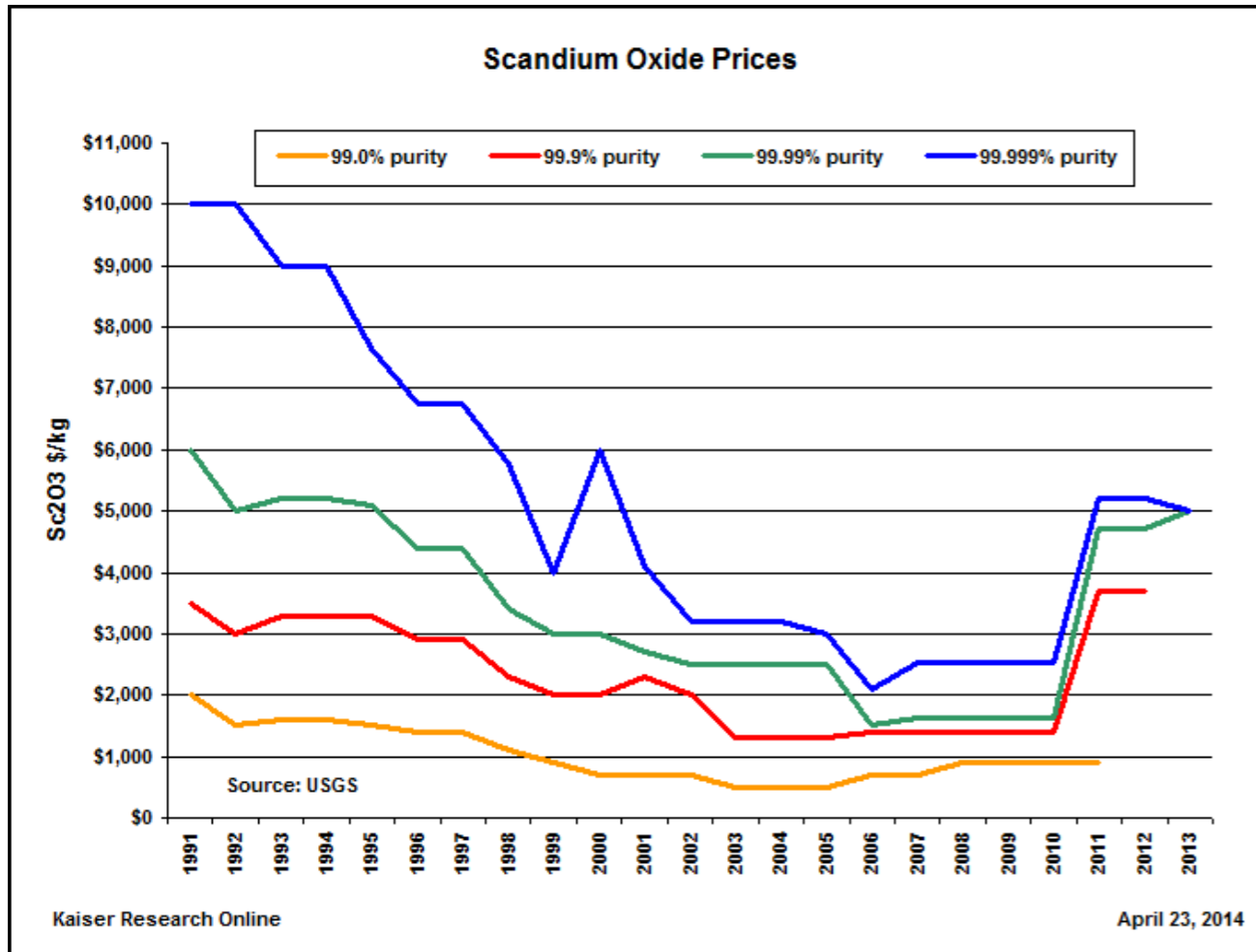
B) Contexte économique (GeoRessources/ BRGM/ Strasbourg)

- Applications, stock-market (offre, demande, cours), projets industriels (Australie)

Pas de marché organisé. L'offre auto-alimente la demande

Différents produits, différents prix. ~ 3000-5000 USD/kg

Cut-off 100 à 300 ppm en production primaire



Questions clés

1) Échelle profil: Dans quel(s) horizons, à quelles teneurs ?

- Évolution sur profil(s) type(s), intensité de l'enrichissement relatif, focus sur zones de transition

2) Échelle minéral: Dans quelle(s) phases, sous quelle(s) forme(s) ?

- Évolution des teneurs en Sc et traces dans séquence paragénétique
- Spéciation (sorption/substitution/nano-inclusions) impact sur métallurgie

3) Échelle régionale: Dans quels massifs ophiolitiques?

Questions clés

3) Échelle régionale: Dans quels massifs ophiolitiques?

- Variations géographiques des contrôles
 - Lithologiques (Lherz vs. Harz vs. Dunité)
 - Climatiques (efficacité altération)
 - Topographiques et tectoniques (érosion/ exhumation, super-épaississement)
- Analyse de la distribution du Sc dans péridotites en NC = large spectre de facies clés (Tiebaghi, Koniambo, Goro)
- Intensité de l'enrichissement (contrebalance teneurs initiales?) Distribution des épaisseurs latéritiques
- Zones de préservation (redéposition?) des horizons sommitaux riches en Sc?

➔ **Contrôles fondamentaux minéralisation Sc**

➔ **Implications sur stratégie d'explo - mining**

Phase 1, tâches 2 à 4

Souhaits d'échantillonnage, tests niton, teneurs roche totale

- **Variabilité multi-échelle: stratégie pour échantillonnage représentatif**
 - 3 massifs (Sud (Goro - Port Boisé ?), Koniambo, Tiebaghi (?))
 - 3 profils par massif (forages et/ou carrière)
 - 3 à 7 lithologies par profils
 - 3 échantillons
- **Mission commune en Mars-Avril 2016**
 - Accès aux carrières / forages pour logging et échantillonnage
 - Données compagnie (carothèques)? Choix en amont sites – puits de forage
 - Accès affleurements (Nord), logistique, expertise (SGNC)
 - Utilisation du Niton & Brucker sur site pour logging (source Fe, LQ du Sc ?)
 - Choix des échantillons
- **Analyse au CRPG (C. Cloquet) Avril-Mai 2016**
 - Majeurs, traces et REE sur échantillons collectés
 - Analyse d'échantillons déjà collectés sur Koniambo ?
 - Echantillons restants du projet Nickal ?

➡ Rapport d'avancement juin-juillet 2016 : Phase 1

Phase 2, tâches 5 à 8

- **Minéralogie détaillée (Géorressources)**
 - MEB – Microsonde sur échantillons existants (Novembre 2015)
 - Réalisation des plots, lames minces + lames épaisses retour mission (Avril-mai 2016)
 - MEB – Microsonde – Raman - XRD
- **Analyse localisée du Sc (Géorressources)**
 - Poursuivre développement analytique du Sc au LA-ICP-MS
 - Systématique des oxydes et silicates
- **Travaux détaillés spéciation interne (ISTerre, Georessources/IPGS)**
 - Analyse par rayonnement synchrotron
- **Extraction chimique (CEREGE)**
 - caractériser le partitionnement et la spéciation du Sc (REE ?) (février-décembre 2016)
 - XRD, μ fluorescence X, ICP-MS et LA-ICP-MS, HERMES, XANES

Phase 3, tâches 9. *Janvier – Avril 2017*

- **Synthèse générale**
 - Intégration des données multi-échelle
 - Construction d'un modèle génétique pour le Sc à l'échelle de NC

- **Transcription en outils pratiques pour l'explo et la production**
 - Charte mineral system pour le Sc
 - Proposition de cibles spécifiques ?
 - Organisation d'une journée de restitution vers les industriels et financeurs en NC

- **Mise en valeur scientifique**
 - Rédaction de deux articles

Demandes au CNRT

- Accessibilité des données existantes sur Sc ? Notamment forages (modèles geol ?)
- Accessibilité des différents sites pour échantillonnage direct ?
- Accessibilité des forages pour échantillonnage et logging ?
- Accessibilité d'un NITON ? *Ou travaux avec celui du BRGM*
- Utilisation possible du XRF portable du CEREGE (Brucker) acquis pour 1/3 sur Nickal

Calendrier prévisionnel 6 mois

