

Analyse combinée FluoX-caméra RVB et FluoX-DRX des gisements de latérite nickélifère de Nouvelle-Calédonie : nouvelle approche méthodique

Barbara Maestracci, D Chateigner, S Delchini, S Gascoin, H Pillière, A El Mendilli, L Lutterotti, E Borovin, M Le Guen, B Oberger

▶ **To cite this version:**

Barbara Maestracci, D Chateigner, S Delchini, S Gascoin, H Pillière, et al.. Analyse combinée FluoX-caméra RVB et FluoX-DRX des gisements de latérite nickélifère de Nouvelle-Calédonie : nouvelle approche méthodique. Association Française de Cristallographie, Jun 2021, Grenoble, France. , 2021. hal-03337589

HAL Id: hal-03337589
https://hal.science/hal-03337589

Submitted on 8 Sep 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

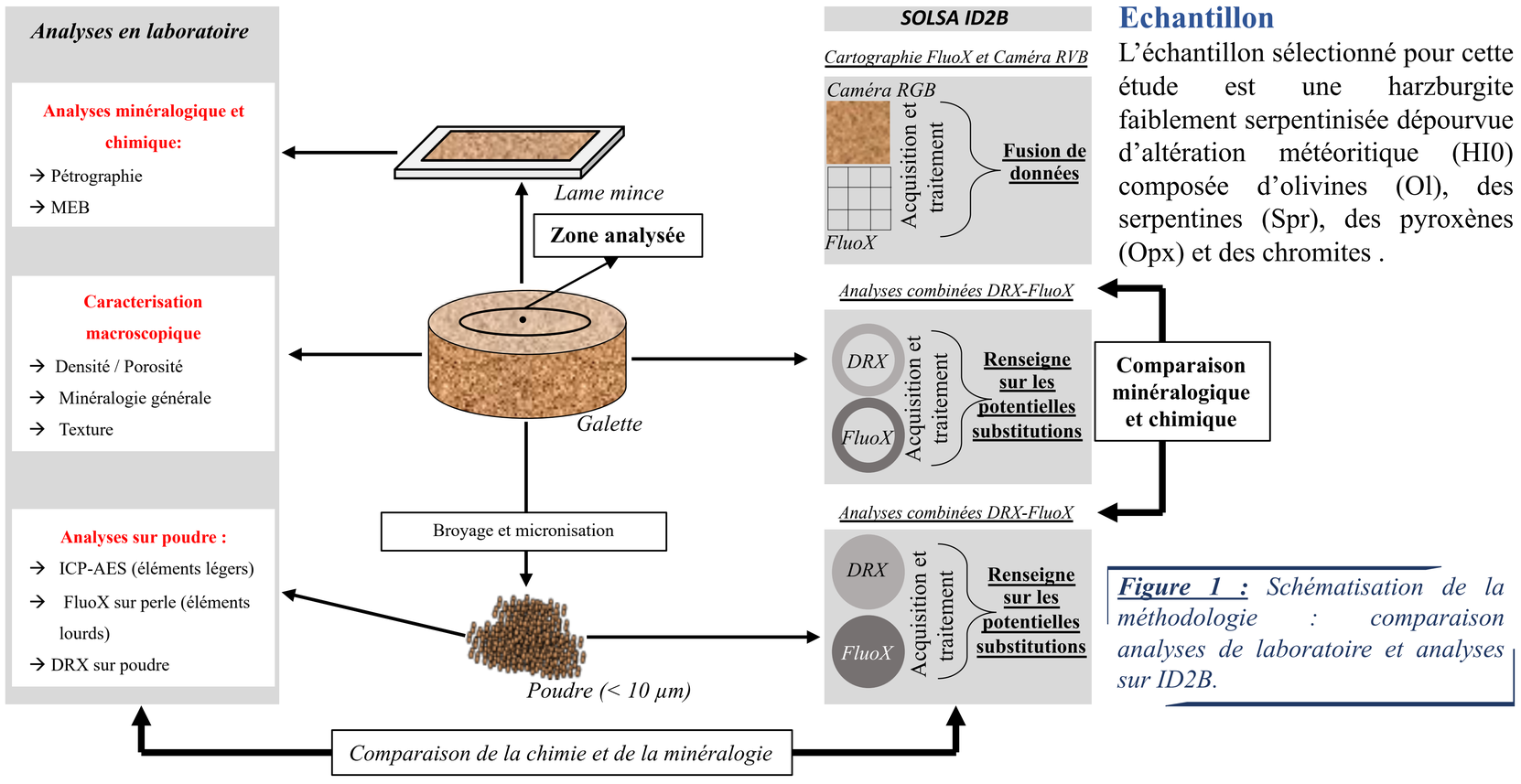
Analyses combinées FluoX-Caméra RVB et FluoX-DRX des gisements de latérite nickélifère de Nouvelle-Calédonie : Nouvelle approche méthodique

B. Maëstracci [1,2*], D. Chateigner [1], S. Delchini [2], S. Gascoin [1], H. Pillière [3], A. El Mendilli [3], L. Lutterotti [4], E. Borovin [4], M. Le Guen [5], B. Oberger [6,7].

[1]Université Caen Normandie - Caen (France), [2]Brgm - Orléans (France), [3]Thermofisher Scientifc - Artenay (France), [4]University Of Trento - Trento (Italie), [5]Eramet - Trappes (France), [6]Université Paris Sud - Orsay (France), Catura Geoproject – Paris (France)

Introduction

Le projet européen SOLSA (http://www.solsa-mining.eu) a permis le développement d'un système analytique de terrain, en temps réel, associant une foreuse « sonic drilling » et un banc d'analyse multi-capteurs (SOLSA ID2A et le mini-lab SOLSA ID2B). Ayant pour ambition une amélioration de la rentabilité et du savoir sur sites miniers (coûts, techniques, besoins), le système combiné se doit d'être facilement déployable, robuste et générer des résultats fiables qualitatifs et/ou quantitatifs. Le développement d'un tel scanner nécessite donc une intégration précise et en temps réel des données acquises dans un méga-fichier multicouches (Fig.1). Ces données fusionnées, à l'aide d'un modèle spatio-temporel 3D, ont permis d'extraire et de corréler automatiquement les caractéristiques géologiques clés (teneur de coupure, substitutions, faciès lithologiques, minéralogie spécifique et/ou d'intérêt) et générer une cartographie des échantillons scannées sous divers formes (carotte de forage, échantillon plan (galette), lame mince, poudre (<10 µm))(Fig.2). Afin de valider le mini-lab de terrain combinant DRX-FluoX, des analyses en laboratoires ont permis de déterminer la chimie (FluoX sur perle et ICP-AES) et la minéralogie (DRX sur poudre) dans des conditions de laboratoire. Ces analyses sont considérées comme des résultats de références et permettront une comparaison avec les résultats obtenus sur SOLSA ID2B.



Echantillon

L'échantillon sélectionné pour cette étude est une harzburgite faiblement serpentinisée dépourvue d'altération météoritique (HI0) composée d'olivines (Ol), des serpentines (Spr), des pyroxènes (Opx) et des chromites .

Figure 1 : *Schématisation de la méthodologie : comparaison analyses de laboratoire et analyses sur ID2B.*

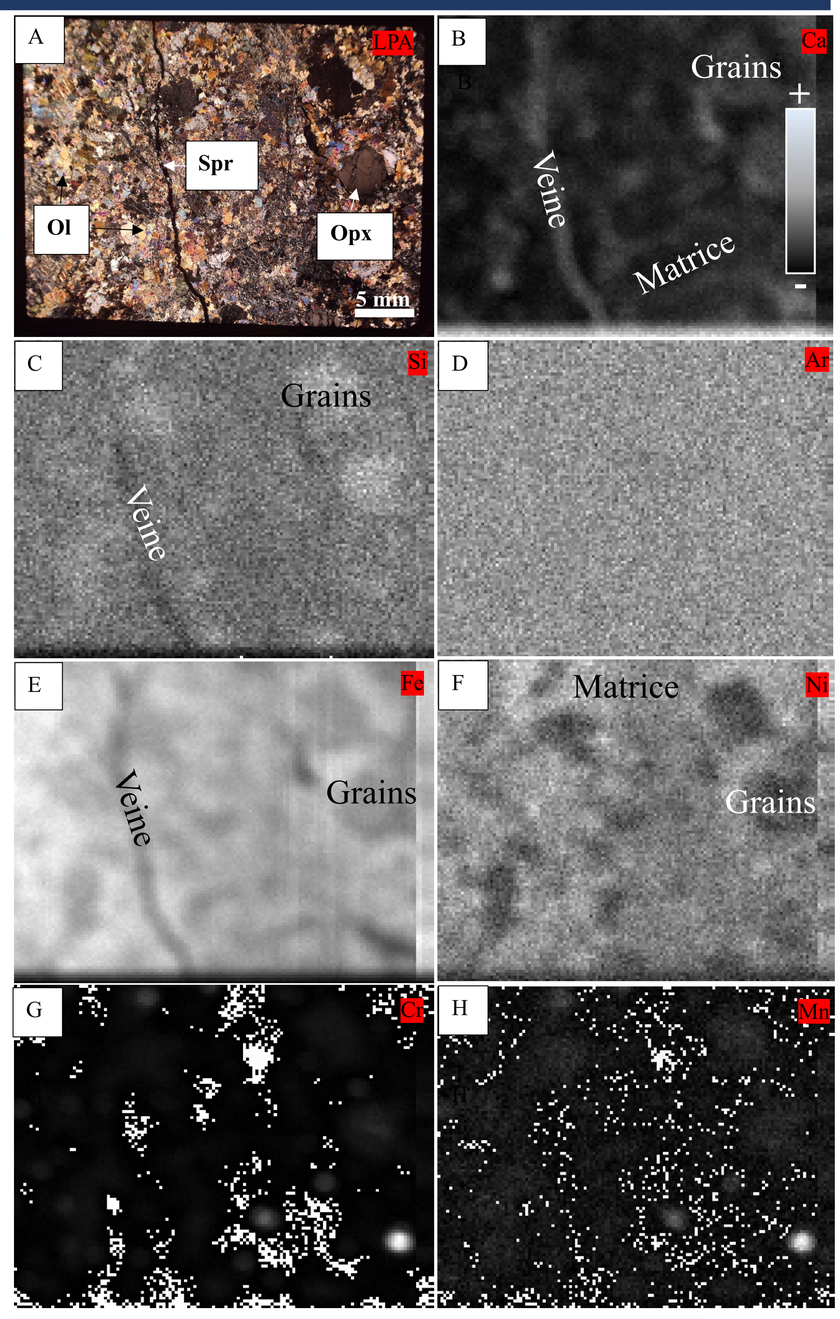


Figure 2 : *(A) photo de la lame mince HI0 en LPA ; Représentation en niveau de gris de la cartographie élémentaire par FluoX effectuée sur la lame de l'échantillon HI0 pour l'élément (B) Ca ; (C) Si ; (D) Ar ; (E) Fe ; (F) Ni ; (G) Cr ; et (H) Mn.*

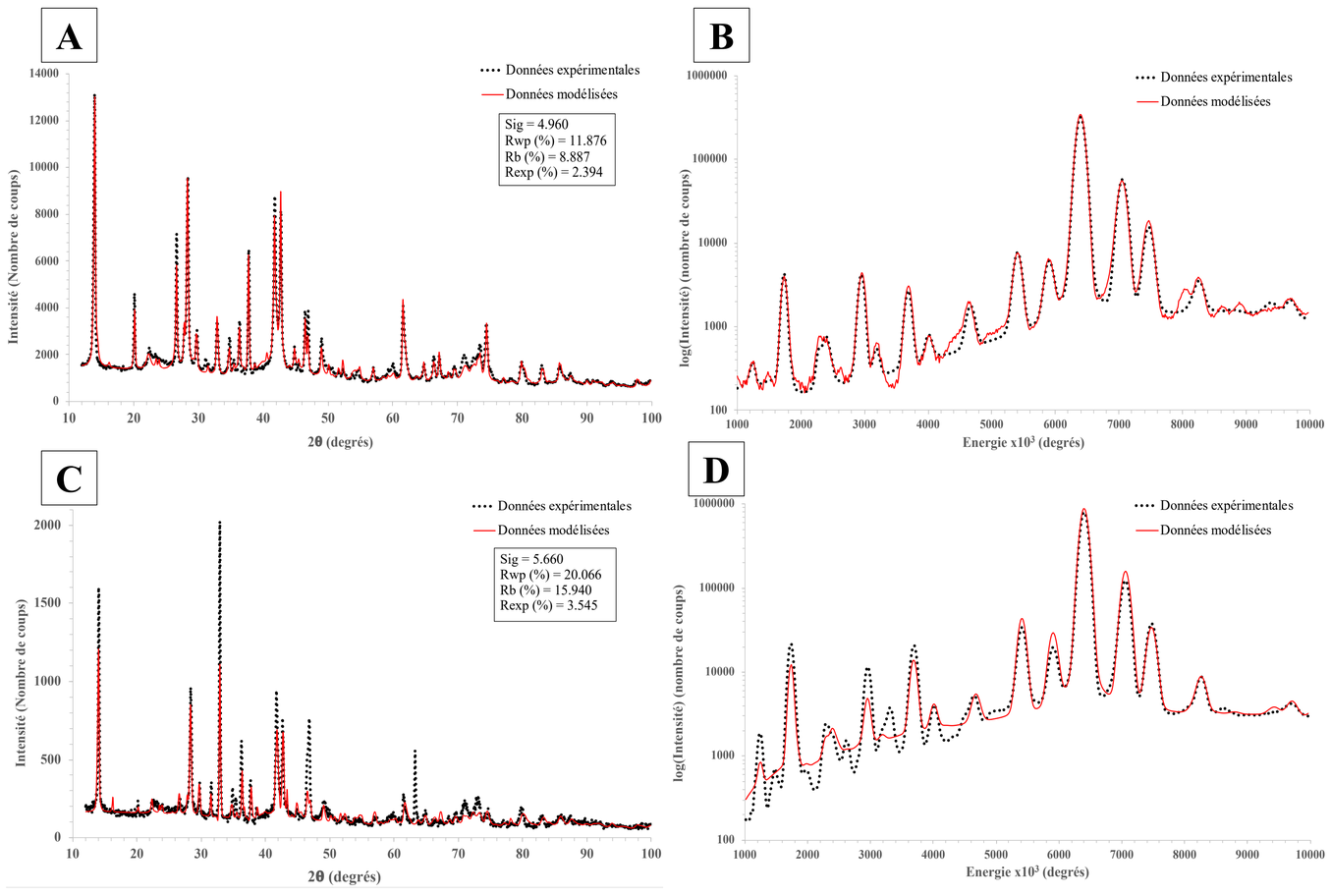


Figure 3 : *Diffractogramme et spectre de FluoX sur poudre de l'échantillon HI0 (A-B) mesurés sur ID2B ; et diffractogramme et spectre de FluoX sur massif (galette) de l'échantillon HI0 (C-D) mesurés sur ID2B. Les courbes en pointillées noires correspondent au données expérimentales et les courbes rouges sont des modèles obtenus après affinement Rietveld à partir du logiciel de cristallographie MAUD.*

Résultats

- Analyses DRX-FluoX sur poudres (Fig.3A-B et Fig.4) : (1) proportions chimiques et minéralogiques similaires entre laboratoire et ID2B (2) manque de quantification des éléments légers (Al) sur ID2B (dû au manque de capacité en FluoX de voir, donc de quantifier, les éléments légers)
- Analyses DRX-FluoX galette/poudre sur ID2B (Fig.3 et Fig.4) : différence de quantification minéralogique notamment dû à des effets de densité de matrice et de faible représentativité de texture cristallographique sur les mesures DRX sur galette
- Cartographie RVB-FluoX sur ID2B (Fig.2) : bonne spatialisation de l'information géochimique avec une résolution convenable de certaines concentrations d'éléments dans les phases minérales identifiées et localisées sur l'image RVB de la lame mince. Cette information permet donc d'affiner la connaissance des substitutions chimiques au sein des phases minérales.

A

Phases	Formule	% Massique POUDRE *Laboratoire*	% Massique POUDRE *ID2B*	% Massique GALETTE *ID2B*
Lizardite-1T	$Mg_3O_9Si_2$	32± 1	27 ± 1	28 ± 2
Lizardite-2H1	$Mg_3O_9Si_2$	13 ± 1	**15 ± 1**	**7 ± 1**
Olivine	$(Fe, Mg)_2O_4Si$	40 ± 2	45 ± 2	43 ± 1
Enstatite	$(Ca, Mn, Mg)O_3Si$	14 ± 1	**12 ± 1**	**21 ± 1**
Ni-Chromite	Cr_2NiO_4	1.0 ± 1	1.0 ± 1	1.17 ± 7

B

Element	% Massique POUDRE *Laboratoire*	% Massique POUDRE *ID2B*	% Massique GALETTE *ID2B*
Mg	25,27	23,30	22.71
Si	18,65	19,95	20.49
O	54,97	46,28	45.74
Fe	5.36	9,53	9.30
Al	0,25	-	-
Ca	0,25	0,39	0.69
Mn	0,09	0,14	0.24
Ni	0,24	0,15	0.30
Cr	0,28	0,27	0.53

Figure 4 : *Tableaux des quantifications (A) minéralogiques et (B) chimiques des analyses en laboratoire et sur ID2B, sur poudre et massif (galette).*

Conclusion

Lors de cette étude, le couplage de la DRX-FluoX et des cartographie FluoX-caméra RVB permettent, d'une part d'affiner nos connaissances en matière de substitution sur un échantillon donnée, et d'autre part, réduire le temps et le coût de préparation de l'échantillon afin d'avoir un échantillon massif quasiment brut, voir seulement poli. Bien que ces résultats préliminaires apparaissent comme prometteur, un approfondissement de l'impact de la texture cristallographique et de la matrice sur ce type d'analyse est inévitable pour avoir une similarité jugée satisfaisante par rapport à des analyses en laboratoire ou sur poudre.

Références

Brand, N. W. (1998), Nickel laterites: classification and features, AGSO J. Aust. Geol. Geophys., 17, 81–88.

Caussinus, H. (1965), Contribution à l'analyse statistique des tableaux de corrélation. Annales de La Faculté Des Sciences de Toulouse : Mathématiques, 29, 77–183.

Cédric Duée, et al. (2017), Combined mineralogy and chemistry on drill cores: challenging for on-line real-time analyses", 14th SGA Biennial Meeting, Mineral resources to discover, Proceedings. V.3, 1221-1223, Quebec City, Canada

Cédric Duée, et al. (2019), Impact of heterogeneities and surface roughness on pXRF, pIR, XRD and Raman analyses: Challenges for on-line, real-time combined mineralogical and chemical analyses on drill cores and implication for "high speed" Ni laterite exploration, Journal of Geochemical Exploration

Chateigner D. (2010), Combined analysis: structure-texture-microstructure-phase-stresses-reflectivity analysis by x-ray and neutron scattering, Wiley-ISTE, 496p. ISBN: 978-1-84821-198-8.

Dublet, G., et al. (2012), Ni speciation in a New Caledonian lateritic regolith: a quantitative X-ray absorption spectroscopy investigation. Geochimica et Cosmochimica Acta, 95, 119–133

Lutterotti, L, et al. (1999). MAUD: a friendly Java program for material analysis using diffraction. IUCr: Newsletter of the CPD, 21(14–15).

Orberger, B., et al. (2018), "Increasing resource efficiency through Sonic Drilling", Society of Economic Geology, Newsletter, July

Pelletier, B. (2003). Les minerais de nickel de Nouvelle-Calédonie. GEOLOGUES-PARIS-, 30– 37.

Secchi, M., et al. (2018), "Mineralogical investigations using XRD, XRF and Raman Spectroscopy in a combined approach", Journal of Raman Spectroscopy. Doi: 10.1002/jrs.5386, Special Issue

Yassine El Mendili, et al. (2019), Combined XRF, XRD, SEM-EDS, and Raman Analyses on Serpentinized Harzburgite (Niclel Laterite Mine, New Caledonia) : Implications for Exploration and Geometallurgy, ACS Earth Space Chem., 10, 2237–2249, DOI : 10.1021/acsearthspacechem.9b00014