

02/

Le nickel



OEIL

Observatoire de
l'environnement
Province Sud
Nouvelle-Calédonie

Si certaines variétés de minéral apparaissent vertes, le nickel dont il est issu est un métal blanc argenté, autrefois confondu avec l'argent.

Le nickel est un bon conducteur de la chaleur et de l'électricité, il est magnétique, résiste à l'oxydation à température ordinaire, mais il est corrodé par certaines solutions salines (InVS, 2011).

Il est aussi un oligoélément essentiel à l'organisme humain. Il entre notamment dans la composition de l'uréase, une enzyme qui participe à la transformation de l'urée en cation ammonium.

Généralement, le nickel absorbé par l'Homme provient essentiellement de l'alimentation. L'eau du robinet et les aliments (chocolat, noix, soja, champignons, lentilles, choux, haricots verts, etc.) contiennent naturellement cet élément chimique sous forme ionisée. Avec un régime alimentaire moyen, l'Homme en absorbe chaque jour 2,5 microgramme par kilogramme ($\mu\text{g}/\text{kg}$) de poids corporel. Cette absorption peut atteindre 15 $\mu\text{g}/\text{kg}$ si les aliments ingérés sont particulièrement riches en nickel (Lauwerys, 2010). Par ailleurs, une cigarette contient environ 2 μg de nickel dont environ 10 % sont inhalés.

Il existe différents composés du nickel, mais les formes les plus présentes dans l'environnement sont sous forme inorganique, ce sont par exemple des oxydes de nickel ou des sulfures de nickel.

Présentation et caractéristiques générales



NICKEL

Solide - Métal blanc
argenté, inodore

Numéro d'enregistrement du produit
chimique - N° CAS 7440-02-0

Le nickel est un métal (symbolisé Ni^0), 24^e élément le plus répandu dans les sols (ATSDR, 2005), et peut être mesuré dans les sols, l'air, l'eau et les espèces vivantes. D'un point de vue chimique, il est proche du cobalt, du fer et du cuivre.

- **Terme anglais** : nickel
- **Densité** : 8,9
- **Solubilité** : quasiment insoluble dans l'eau et les solvants organiques, se dissout lentement dans les acides forts
- **Point de fusion** : 1 455°C
- **État d'oxydation le plus répandu** : Ni^{2+} de couleur verte

- **Particularités** :
Métal résistant à la corrosion et à la chaleur. Élément ferromagnétique au voisinage de la température ambiante. Il s'aimante lorsqu'il est placé dans un champ magnétique constant

Valeurs indicatives en Nouvelle-Calédonie



	Vale NC	SLN	Koniambo Nickel
Types de minerais exploités	Minéral latéritique	Minerais saprolitiques et latéritiques	Minéral essentiellement saprolitique
Extractions annuelles de minerais	4 000 000 tonnes	entre 3 000 000 et 3 500 000 tonnes	Cible long terme : 2 500 000 tonnes Cible 2015 : 1 700 000 tonnes
Exportations 2012 de nickel contenu	Montée en puissance de l'usine Objectif : 57 000 tonnes	56 000 tonnes	Montée en puissance de l'usine Cible long terme : 60 000 tonnes Cible 2015 : 25 000 - 38 000 tonnes

Caractéristiques écotoxicologiques du nickel et de ses composés



LE NICKEL

• Comportement

Le nickel est un élément difficilement inflammable et explosible. Les poussières fines de nickel métallique riches en nanoparticules peuvent s'enflammer spontanément à l'air libre (INRS, 2009).

• Persistance

Forte

• Bioaccumulation

De manière générale faible. Les études réalisées sur diverses espèces végétales cultivées révèlent des bioconcentrations (rapport entre la concentration de nickel dans le végétal étudié et celle du sol) variant de 0,001 pour la pomme de terre à 0,01 pour le haricot vert. Néanmoins, certaines plantes sauvages bioaccumulent le nickel de manière importante (Ineris, 2006).

Impacts sur l'air

- En Europe, dans l'air ambiant, le niveau de nickel contenu dans les particules fines PM10 varie de 1 à 10 ng/m³. Il peut atteindre 180 ng/m³ dans un environnement fortement industrialisé (combustion de charbon ou d'hydrocarbures, usine d'acier, métallurgie du nickel...) où des mélanges d'oxydes, de sulfate de nickel, et de nickel métal se forment. La réglementation européenne fixe la valeur cible de nickel dans les poussières fines à ne pas dépasser à 20 ng/m³ en moyenne sur une année.
- En Nouvelle-Calédonie, le nickel est présent sous des formes parfois complexes (hydroxydes, oxydes, silicates) dont la toxicité n'est encore que partiellement connue, comme l'atteste notamment une étude commandée à ce sujet par le CNRT Nickel et son environnement. L'association Scal'Air mesure les teneurs de nickel dans les poussières atmosphériques sur les réseaux de Nouméa et du Sud. Les préleveurs utilisés sur les stations fixes de Nouméa ont tendance à sous-estimer les teneurs en nickel par rapports à ceux utilisés dans la norme européenne. Les valeurs sont donc corrigées grâce à une formule d'équivalence permettant d'obtenir une valeur équivalente – et donc comparable – à la norme européenne. En 2013, sur Nouméa, les concentrations annuelles corrigées en nickel variaient entre 34,93 ng/m³ et 46,06 ng/m³ selon les stations. Sur le réseau du Sud, ces concentrations allaient de 3,02 ng/m³ sur la station de Port Boisé – considérée comme une station de fond, c'est-à-dire subissant peu les vents dominants ou éloignée de l'usine de Vale NC – et 13,06 ng/m³ sur la station de la forêt Nord – station dite industrielle car à proximité immédiate de l'usine (Scal'Air, 2014).

Impacts sur les sols

- Le nickel présent dans les sols est d'origine géologique et est issu des dépôts atmosphériques, des épandages de boues de stations d'épuration (souvent associé aux particules riches en fer ou manganèse) ou de l'extraction et de la production de nickel. Une grande partie du nickel est donc présent dans les sédiments et les sols de tous types, notamment volcanique. Il devient plus mobile avec l'acidité du sol et la présence de matières organiques (Anderson, 1988).
- Près d'un tiers de la surface de la Nouvelle-Calédonie est constitué de sols issus de roches ultramafiques qui recèlent les minerais de chrome, de cobalt et de nickel (Jaffré, 1993). Il a été montré que

les risques de toxicité en nickel étaient importants sur les sols érodés, mais faibles sur cuirasse et latérites rouges car la mobilité du nickel est moindre dans ces horizons (Jaffré, 1980).

Impacts sur la végétation

- Le nickel est un élément essentiel favorisant l'activité catalytique de diverses enzymes bactériennes et végétales (Toxnet, 2011). Les parties foliaires des plantes présentent des teneurs en nickel qui ne dépassent habituellement pas 5 ppm de matière sèche.
- Sur les terrains miniers de Nouvelle-Calédonie 60 % des plantes ont des teneurs en nickel comprises entre 10 et 100 ppm et 27 % présentent des teneurs supérieures à 100 ppm, pouvant pour 2 % d'entre elles dépasser 1 000 ppm (Jaffré, 1980). Ces teneurs sont donc largement au-delà des seuils de toxicité de la plupart des plantes cultivées (L'Huillier, 2010). La Nouvelle-Calédonie demeure, avec Cuba, l'une des régions les plus riches en espèces végétales hyperaccumulatrices de nickel (Reeves, 2003).
- Par ailleurs, de nombreuses herbacées tropicales sont tolérantes aux fortes concentrations de nickel dans les sols et peuvent être utilisées en phytoremédiation ou restauration des espaces grâce aux végétaux (Kopittke et al, 2010).
- Le nickel est adsorbé de manière sélective sur les oxydes de fer et de manganèse. La biodisponibilité du nickel à l'égard des végétaux dépend du pH du sol, le nickel étant mobilisé à partir d'un pH inférieur à 6,5 (Sunderman et al, 1988). Les plantes seront donc moins impactées par le nickel lorsque le sol est acide. Par ailleurs, les fortes teneurs en magnésium diminueraient les risques de toxicité en nickel par effet antagoniste de l'absorption (Proctor et Gowan, 1976).
- Sur sol acide, le maïs ou la luzerne peuvent être impactés (retard de croissance, mauvaise ramification, diminution de la productivité, taches foliaires...) à partir de 50 mg de nickel par kg de sol.

Sur sol calcaire, la laitue commence à décliner à partir d'une concentration de nickel de 115 mg par kg de sol (poids sec) (Mitchell, 1978).

- En Nouvelle-Calédonie, la sensibilité au nickel de certaines plantes cultivées a été étudiée en culture hydroponique avec ajout de solution nutritive enrichie en nickel. Il apparaît que les différentes espèces sont plus ou moins sensibles. On trouve, par exemple, parmi les espèces testées les plus sensibles : la tomate, le chou, le navet et la pastèque. Ces espèces présentent une très forte diminution de croissance et des symptômes de toxicité (chlorose voire nécrose) dès 5 µM de nickel dans la solution nutritive. Des concentrations équivalentes voire supérieures de nickel peuvent être rencontrées dans les solutions de sols ferrallitiques ferritiques issus de roches ultramafiques. La laitue est considérée comme moyennement sensible avec une croissance faiblement diminuée à 10 µM de nickel. À 15 µM de nickel, les plants présentent une légère chlorose. Le maïs fait partie des espèces les moins sensibles puisqu'il montre une diminution de croissance au-delà de 20 µM de nickel et une légère chlorose à partir de 40 µM de nickel (L'Huillier, 1997).



Impacts sur la faune

- Le nickel métal peut être considéré comme mal absorbé par les organismes vivants mais est facilement phagocyté par les macrophages de l'organisme. Il ne présente pas de caractère génotoxique (*Ineris, 2010*). Mais, au même titre que l'organisme humain, l'animal a besoin de cet oligo-élément - un régime privé de nickel pouvant aboutir à une anémie.
- L'absorption du nickel dépend de sa forme chimique : le nickel métal et les oxydes de nickel sont peu solubles et peu absorbés par l'organisme, tandis que le sulfate de nickel ou le chlorure de

nickel le sont aisément. La plus grande partie sera éliminée par les urines ou les fèces (*Ineris, 2010*).

- La DL50 du sulfate de nickel sur le rat est de 39 mg/kg (voie orale / inhalation). La mort est due à des hémorragies pulmonaires sévères. La DL50 du monoxyde de nickel sur le rat (voie orale) dépasse 3 900 mg/kg (*Ineris, 2006*). Il est donc peu toxique.
- Les teneurs en Nickel dans le plumage de perdrix en Ontario peuvent atteindre 1,09 mg/kg de nickel (*Parker, 1985*).



SUR LES RIVIÈRES



LE NICKEL

• Comportement

Le nickel métal est quasiment insoluble dans l'eau. En milieu aqueux, le nickel apparaît sous forme d'ions Ni^{2+} ou de sels solubles associés à d'autres éléments chimiques pour former par exemple des nitrates ou des carbonates.

• Persistance

Forte

• Bioaccumulation

Non

Impacts sur l'état de l'eau

- En Europe, la concentration habituelle de nickel dans les eaux douces de surface varie entre 0,5 et 6 µg/l (*Ineris, 2010*).
- La concentration sans effet prévisible pour l'environnement a été établie par l'Union Européenne à 0,4 µg/l (*Ineris, 2010*), ce qui exclut les plantes accumulatrices de nickel.

Impacts sur la faune

- D'après certaines études, les poissons d'eau douce soumis à une concentration de 20 µg/l de nickel présenteraient des effets d'une toxicité chronique (retard de croissance, dommage aux tissus, effets génotoxiques). Cette concentration est de 40 µg/l pour atteindre les mêmes effets chez les invertébrés et certains grands végétaux aquatiques (*Ineris, 2010*).
- De manière générale, le nickel présente une faible bioconcentration dans les différentes espèces aquatiques testées (algues, crustacés) et, ne se bioamplifie pas de manière significative le long de la chaîne trophique (*Ineris, 2010*). Cependant, certaines espèces aquatiques (*Daphnia spp*) peuvent atteindre une bioconcentration de 4 500 µg par gramme de poids corporel (*Cowgill, 1976*).
- On a observé que des organismes benthiques comme les écrevisses pouvaient accumuler des quantités de nickel supérieures aux espèces pélagiques (*Hutchinson, 1976*).
- Par ailleurs, une étude canadienne fixe le seuil de 70 µg_{Ni}/kg à partir duquel les invertébrés benthiques développent des effets graves (*Jaagumagi, 1990*).



SUR LE MILIEU MARIN



LE NICKEL

• Comportement dans le milieu

Le nickel métal est quasiment insoluble dans l'eau

• Persistance

Faible

• Bioaccumulation

Faible, mesurée dans les mollusques, de 1 à quelques dizaines de mg/kg (*Ifremer, 2002*)

Impacts sur les fonds marins

- La concentration sans effet prévisible pour le milieu sédimentaire marin est établie à 4 mg/kg de sédiments (*Ineris, 2010*).
- Les concentrations habituellement mesurées dans les sédiments des sites non perturbés de Nouvelle-Calédonie sont de l'ordre de 1000 mg/kg. Les zones perturbées peuvent afficher des valeurs doubles (*Zoneco, 2011*).
- Le nickel élémentaire est quasiment insoluble dans l'eau mais les bactéries peuvent influencer sur la chimie et le transfert du nickel (modification de sa composition et de sa forme) dans toute la chaîne alimentaire aquatique. Dans des conditions réductrices par exemple, les sulfures de nickel peuvent être métabolisés à partir de sulfates et précipiter au fond.

Impacts sur l'état de l'eau

- La valeur de 0,5 µg/l est retenue comme valeur sans effet prévisible sur l'environnement en France, elle est établie à 0,4 µg/l par l'Union Européenne, toutes eaux confondues (*Ineris, 2010*).

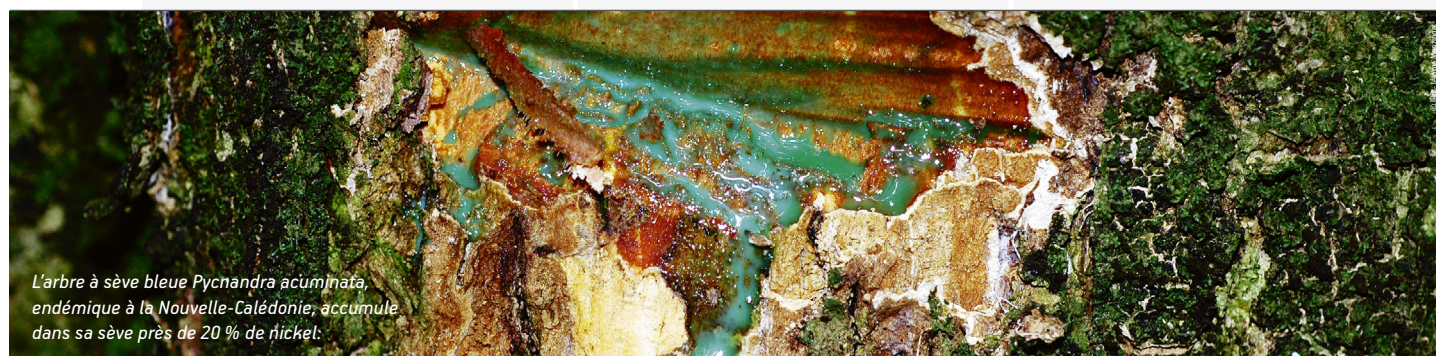
- En Nouvelle-Calédonie, les données de nickel dissous disponibles sur les stations milieu marin du réseau de surveillance de Vale NC, varient de 0,05 à 2,9 µg/l (*AEL, Vale NC, 2013*).
- Des échantillons prélevés également dans les baies de Nouméa font apparaître des concentrations en nickel de 1 à 11 µg/l selon l'éloignement de l'usine de Doniambo (*Soproner, SLN, 2013*).

Impacts sur la faune

- Les mesures réalisées sur les huîtres et moules de certaines parties du littoral français (métropole et Antilles) révèlent des concentrations en nickel de 0,31 à 7,24 mg/kg de poids sec (*Ifremer, 2004*). Après 12 semaines, des moules et huîtres baignées dans de l'eau de mer contenant 5 et 10 µg/l de nickel ont concentré respectivement entre 9,6 et 16,4 mg_{Ni}/kg. La moitié du nickel est éliminé après 2 semaines d'arrêt d'exposition (*Zarogian et Johnson, 1984*).
- Des mesures réalisées sur des coquillages du genre *Isognomon* dans la baie de Prony (site de Goro, Nouvelle-Calédonie) font apparaître une concentration moyenne de 2,4 mg Ni/kg poids sec (*AEL, 2013*).
- La toxicité du nickel sur les organismes marins est considérée comme faible. Des effets sur la reproduction des bivalves ont été observés à des concentrations très élevées (supérieures à 300 µg/l) qui ne se rencontrent jamais dans l'environnement (*Ifremer, 2004*).
- Pour les mammifères marins, le seuil sans effet prévisible a été établi à 3,3 mg_{Ni}/kg de nourriture ingérée (*Ineris, 2010*).
- La DL50 du nickel métal a été mesurée sur diverses espèces de crustacés et de mollusques et varie entre 61 et 4 000 µg/l. Elle atteint 70 mg_{Ni}/l pour certains poissons (*Ineris, 2010*).

Quelles sont les réglementations qui concernent le nickel ?

	INTERNATIONALES	NATIONALES	LOCALES
	• Directive européenne 94/27/CE (dans sa dernière version) <i>nickel dans les produits en contact avec la peau</i> > taux de libération maximal 0,5 µg/cm²/semaine • Directive 93/42/EEC <i>limitation du nickel dans les implants et prothèses médicaux</i> • Directive modifiée 88/378/EEC <i>limitation du nickel dans les jouets</i> • Directive 80/68/EC <i>surveillance et limitation du nickel dans l'eau</i> • Directive 2004/107/CE <i>surveillance et limitation du nickel dans l'air</i> > valeur cible 0,02 µg/m³ • Règlement REACH 1907/2006 du 18 décembre 2006 et règlement CLP 1272/2008 du 16 décembre 2008 <i>la gestion et l'étiquetage des substances chimiques</i> > certains composés du nickel sont soumis à ces règlements • Codex Alimentarius (OMS / ONU) > norme codex pour les eaux minérales naturelles (Codex STAN 108-1981) Critères de qualité à visée sanitaire pour le nickel 20µg/l	• Textes généraux sur la qualité de l'eau > mentionnent le nickel et les limites de rejets maximales • Arrêté modifié du 18 juillet 2000 <i>nickel dans les produits en contact avec la peau</i> > limite de migration du nickel vers la peau 0,2 µg/cm²/ semaine pour les objets de type boucles d'oreille ou piercing 0,5 µg/cm²/ semaine pour d'autres bijoux • Décret n°2008-1152 du 7 novembre 2008 <i>qualité de l'air et en particulier le nickel</i> • Code de la santé publique / Arrêté du 11 janvier 2007 <i>qualité des eaux destinées à la consommation humaine (hors eaux conditionnées)</i> > limite de qualité pour le nickel 20 µg/l • Arrêté du 28 décembre 2010 <i>qualité des eaux conditionnées</i> > limite de qualité pour le nickel 20 µg/l > limite de qualité - exigence de qualité et mention d'étiquetage relative à l'alimentation des nourrissons pour le nickel 2 µg/l	• Code minier <i>réglementation de la prospection, de la recherche, de l'exploitation, la détention, la possession, la circulation et la transformation de nickel</i> • Arrêtés ICPE des exploitations de la SLN, de Vale NC et de Koniambo Nickel <i>traitements de rejets atmosphériques</i> > Arrêté n°11387-2009/ARR/DIMEN du 12 novembre 2009 autorisant la SLN à modifier l'activité de son usine de Doniambo > Arrêté n°1769-2004/PS du 15 octobre 2004 (Goro-Vale) > Arrêté n°178/2005 du 30 décembre 2005 (Vavouto - Koniambo Nickel) • Arrêté n°79-295/SGCG du 19 juin 1979 <i>normes de potabilité des eaux destinées à la consommation (hors eaux conditionnées)</i> > limite de qualité pour le nickel 100 µg/l • Arrêté n°2005-549/GNC du 17 mars 2005 <i>normes de potabilité des eaux conditionnées</i> > limite de qualité pour le nickel 20 µg/l • Arrêté n°2011-443/GNC du 22 février 2011 modifiant l'arrêté n°2005-549/GNC du 17 mars 2005 <i>normes de potabilité des eaux conditionnées</i> > normes de potabilité exigées pour les eaux conditionnées destinées aux nourrissons pour le nickel 2 µg/l



L'arbre à sève bleue *Pycnanthus acuminata*, endémique à la Nouvelle-Calédonie, accumule dans sa sève près de 20 % de nickel.



Retrouvez une bibliographie complète
www.oeil.nc/fr/page/fiches-polluants

date de dernière mise à jour : janvier 2015



OEIL
Observatoire de
l'environnement
Province Sud
Nouvelle-Calédonie