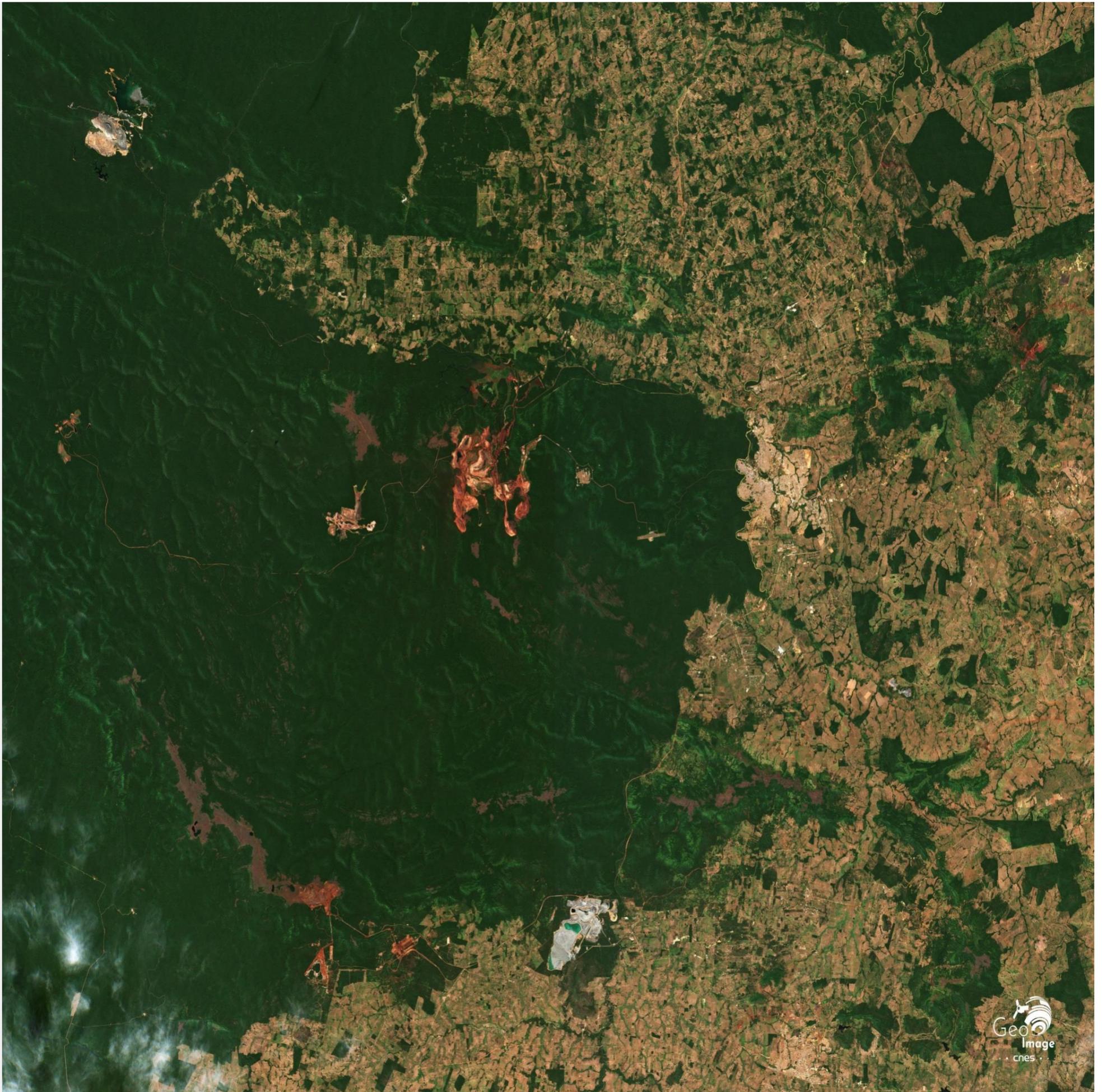


BRÉSIL - LA PROVINCE MINÉRALE CARAJÁS, 18 MILLIARDS DE TONNES DE FER

La « Province Minière de Carajás » (Província Mineral Carajás) est située dans l'État du Pará, en Amazonie brésilienne. C'est l'une des plus importantes régions minières au monde et la principale du Brésil. Non seulement c'est la deuxième du pays pour le minerai de fer, juste derrière le « Quadrilatère de fer » du Minas Gerais, mais elle recèle en outre une grande diversité d'autres minerais : cuivre, nickel, manganèse... La transition énergétique aboutit à une explosion de la demande mondiale qui se traduit régionalement par l'accélération des activités minières et l'essor d'un front pionnier minier vers l'ouest. L'image principale montre bien ces mines, d'autant mieux qu'elles se détachent nettement sur un fond de forêt amazonienne, étant situées dans un vaste ensemble forestier préservé, formé de réserves naturelles ou de terres amérindiennes.



LÉGENDE DE L'IMAGE

Cette image de la « Province Minière de Carajás », en Amazonie brésilienne, a été prise par le satellite Sentinel-2A le 24 juillet 2022. Il s'agit d'une image en couleurs naturelles de résolution native à 10m.

Ci-contre, la même image satellite présente des repères géographiques de la région.

Contient des informations © COPERNICUS SENTINEL 2022, tous droits réservés.



Repères géographiques

PRÉSENTATION DE L'IMAGE GLOBALE

La Province minérale de la Serra de Carajás, 18 milliards de tonnes de fer

Un système minier et un gisement de fer exceptionnels

Les premières campagnes d'exploration minière dans la région de Carajás ont été financées par les États-Unis, en partenariat avec le gouvernement brésilien, pour trouver du manganèse, l'un des principaux intrants des alliages utilisés dans la fabrication des armes.

Le 31 juillet 1967, l'hélicoptère transportant une équipe de géologues de l'US Steel avait atterri dans une clairière de Serra Arqueada, au sud-est du Pará pour transférer dans les réservoirs de l'appareil le kérosène qu'ils transportaient à l'intérieur de l'appareil, contre toutes les règles de sécurité. Les géologues étaient alors descendus pour examiner les roches du site. Mais, au lieu de trouver du manganèse, ils ont trouvé 18 milliards de tonnes de minerai de fer.

Ce gisement géant est exploité depuis les années 1980 par la Vale, alors appelée CVRD (Companhia da Vale do Rio Doce), avant d'être privatisée en 1997. Outre le minerai de fer et le manganèse elle en extrait également du cuivre, du nickel, de l'or et du platine. L'entreprise emploie au Brésil 169 800 salariés sur 213 sites dans le monde.

Au fil des années, la production de minerai de fer à Carajás a augmenté progressivement. Elle a commencé avec 900 000 tonnes en 1985, a atteint 35,2 millions de tonnes en 1993, 52,4 Mt en 2001 et a dépassé les 100 Mt en 2010. En 2014, Carajás a produit 119,6 Mt de tonnes de minerai de fer, et le maximum a été atteint en 2018 : 104,9 Mt au troisième trimestre 2018 un résultat supérieur aux attentes, qui s'expliquait par la hausse de la demande chinoise. La capacité de traitement des minerais a augmenté en parallèle, celle des installations actuelles est de 154 Mt, soit plus de quatre fois la production initiale prévue à l'origine.

Toutefois, la demande chinoise et plus généralement la demande mondiale ayant fortement diminué avec la pandémie de Covid19, la production de minerai de fer a ensuite fléchi, et avec moins de 104,89 Mt, Parauapebas a produit en 2019 le plus faible volume de minerai de fer de la décennie, revenant au niveau de 2013. Elle a ensuite remonté mais avec 76,81 Mt de minerai de fer pour la période de janvier à juin 2022, elle est en dessous de celle de 2021, qui avait été 85,79 Mt.

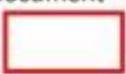
Portée par les énormes besoins mondiaux en minerais liés à la transition énergétique (cuivre, nickel, manganèse...), la firme Vale s'est lancée dans la création d'un vaste front pionnier vers l'Ouest qui va profondément bouleverser la géographie de la région. Par ses ressources géologiques exceptionnelles, la Province Minière Carajás demeure un pôle majeur de la planète minière.

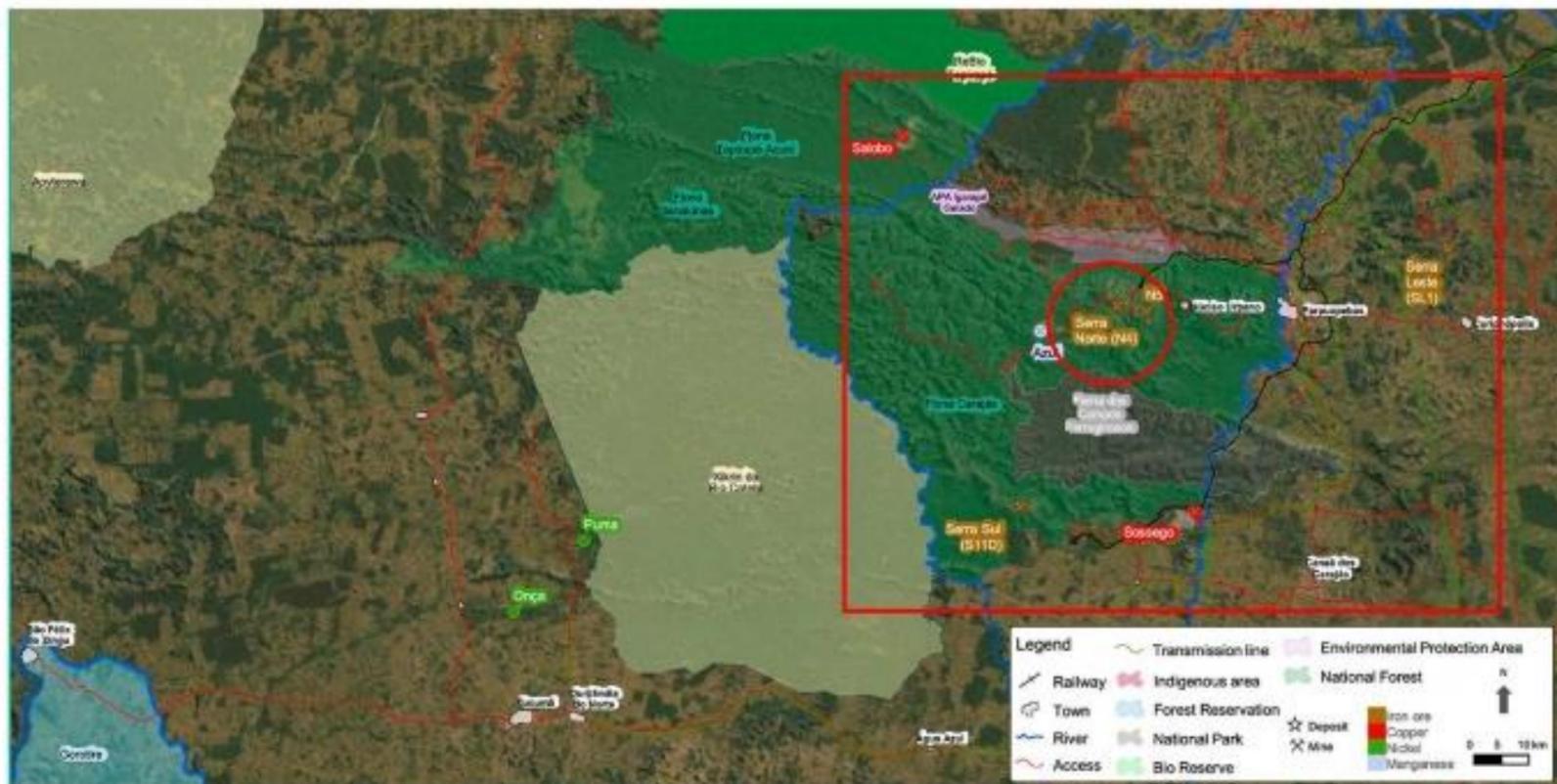
Carte de la « Province Minière de Carajás », ou *Província Mineral Carajás*

La « Province Minière de Carajás » - *Província Mineral Carajás* - État du Pará, Amazonie brésilienne en 2022. Une des plus importantes régions minières au monde et la principale du Brésil.

Localisation sur fond d'image satellite des mines de fer (iron ore), cuivre (copper), nickel et manganèse du groupe brésilien Vale en 2022 (source : Vale, 2022). Noter la configuration et l'emprise des espaces protégés (terres indigènes, Parc national, Réserve bio...) et le rôle des infrastructures (chemin de fer, routes et pistes principales, lignes à haute tension)

NB : Carte de Vale avec problème de légende, la réserve indienne en vert, pas en rose

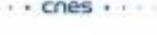
-  Complexe de Sarra Norte
- Emprise de l'image satel. du dossier sur le document 
- Hervé Théry
- 
- 

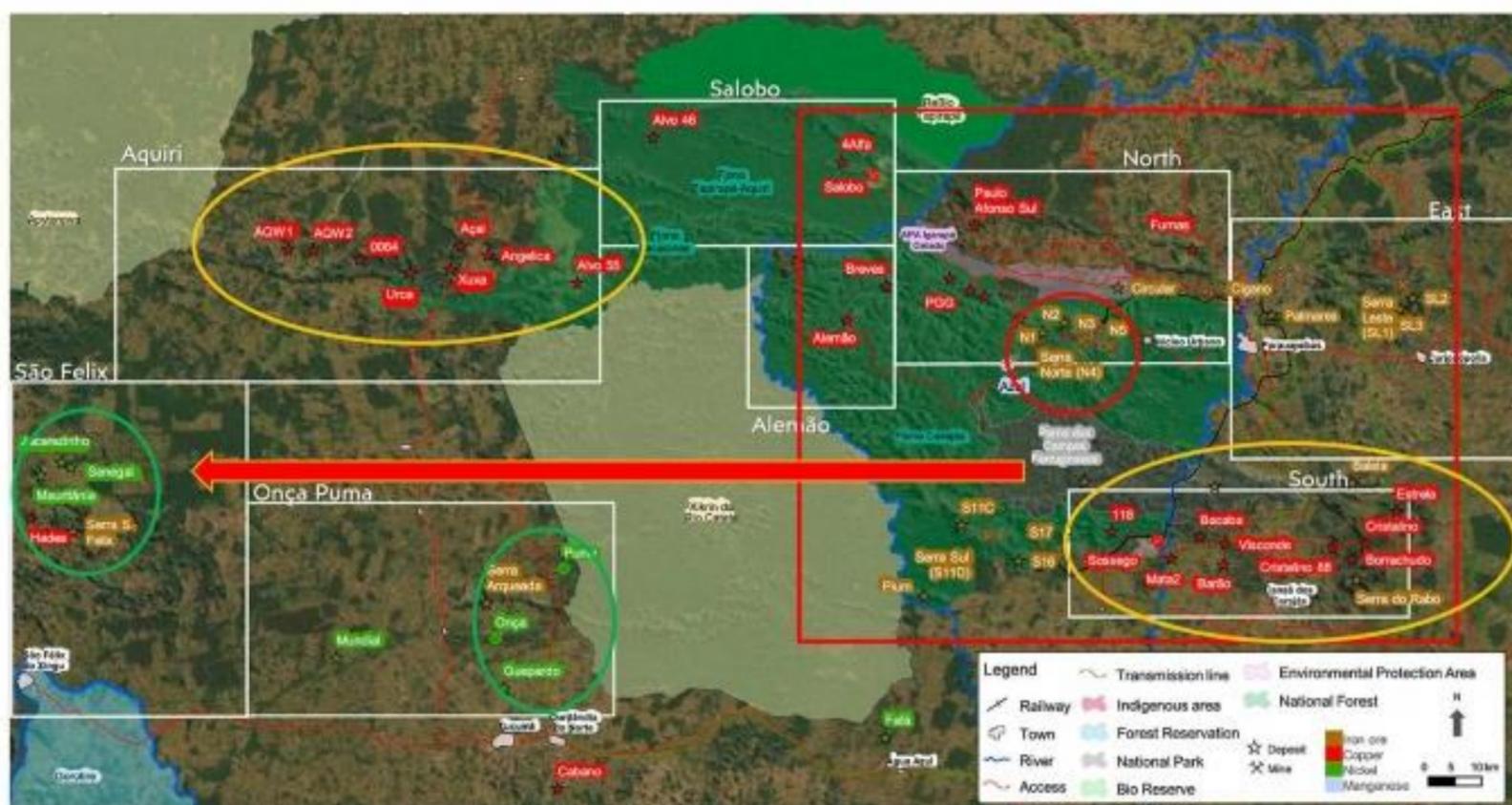


Les projets d'extension minière du groupe Vale dans la « Province Minière de Carajás »

Les projets d'extension minière du groupe Vale dans la « Province Minière de Carajás » (Pará, Amazonie brésilienne) : la nouvelle course mondiale aux minerais portée par la transition énergétique face au changement global.

A côté du rôle traditionnel du fer, l'importance croissante du cuivre et du nickel pour le marché mondial. Glissement vers l'Ouest du front minier, organisation en sept grands pôles : North historique, East, South, Salobo, Aquiri, Onça Puma, Sao Felix (source : Vale, 2022)

-  Complexe initial de Sarra Norte (mines de fer)
-  Base historique survalorisée
-  Le glissement vers l'Ouest
-  Le cuivre (Salobo, south, Aquiri)
-  Le nickel (Onça Puma, Sao Felix)
- Hervé Théry
- 
- 



Un ensemble minier inclus dans une vaste aire protégée

Pour assurer la sécurité des mines, notamment contre un risque d'invasion par des orpailleurs, Carajás a été protégé par son inclusion dans une vaste aire protégée de près de 400 000 hectares, la forêt nationale de Carajás (Flona), un statut qui permet son « utilisation durable ».

Celle-ci fait en outre partie d'un ensemble de cinq « unités de conservation » gérées en partenariat avec l'Institut Chico Mendes pour la conservation de la biodiversité (ICMbio) :

- Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado (23 286 ha)
- Floresta Nacional de Carajás (395 827 ha)
- Floresta Nacional do Itacaiúnas (51 236ha)
- Floresta Nacional do Tapirapé Aquiri (190 000 ha)
- Reserva Biológica do Tapirapé (103 000 ha).

Les surfaces exploitées par l'entreprise occupent actuellement moins de 2 % des quelque 763 349 ha qui composent cette zone protégée, à laquelle il faut ajouter la réserve indienne de la Terra Indígena Xikrin do Cateté, de 439 000 hectares.

Les aires protégées de Carajás



ZOOMS D'ÉTUDE

Zoom 1. La Serra Norte : la plus grande mine à ciel ouvert de fer du monde

Serra Norte est la plus grande mine à ciel ouvert de minerai de fer à haute teneur (64 % à 66 %) au monde. Il y existe neuf « corps » de minerai de fer, désignés par des lettres et des chiffres de N1 à N9. Mais, jusqu'à présent, seuls les corps N4 et N5 sont exploités, la Vale estime qu'ils seront épuisés entre 2028 et 2035, mais avec l'exploration de trois corps encore intacts, N1, N2 et N3, l'exploitation du minerai peut aller jusqu'en 2042.

Le corps N4WS complète l'exploration des mines N4 et N5, sur 5 kilomètres de long et de 2,5 kilomètres de large, dont une partie comporte encore des forêts sur pied. Il présente une qualité de minerai supérieure et un rapport plus faible entre le produit à traiter et les déchets stériles, et devrait être épuisé en 2032.

Dans cette unité Serra Norte sont produits trois types de dérivés du fer : Sinter Feed, Pellet Feed et Granules, qui ne diffèrent que par leur granulométrie. On n'y produit aussi du manganèse, extrait de trois principaux gisements. Le premier à avoir été détecté, en 1966, a été celui de Serra do Sereno, la découverte qui a conduit à celle des gisements de fer, en 1967. Toujours en 1967, a suivi le gisement de Buritirama et, enfin, en 1971, celui d'Igarapé Azul, qui est aujourd'hui la plus grande mine de manganèse du Brésil.

Actuellement, les mines N4 et N5 de Serra Norte s'étendent sur trois kilomètres de long, 1,5 kilomètre de large et 480 mètres de profondeur, en fin d'exploitation elle auront une profondeur de 600 mètres (deux fois la Tour Eiffel).

Le « noyau urbain » de Carajás, où sont logés les ingénieurs, techniciens et administratifs du complexe minier (ainsi que les responsables de la gestion environnementale de la forêt nationale), est située à 17 km des mines et à 25 km de Parauapebas. Les travaux de construction y ont commencé en 1984, et les premiers résidents sont arrivés en 1986. Sur une superficie d'environ 306 hectares entièrement clôturée, 6 000 habitants occupent aujourd'hui les 1 346 propriétés résidentielles et 70 propriétés commerciales.

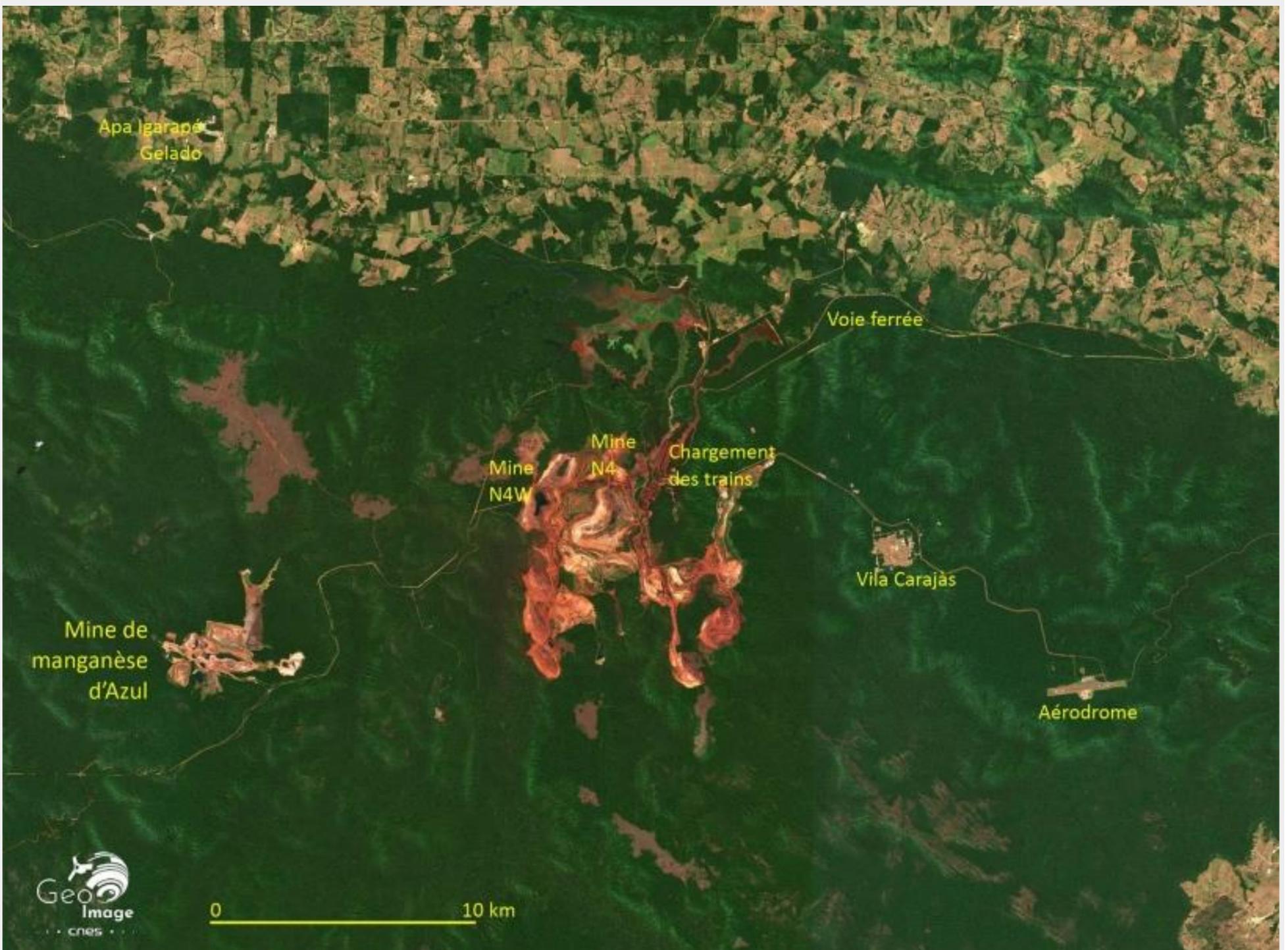
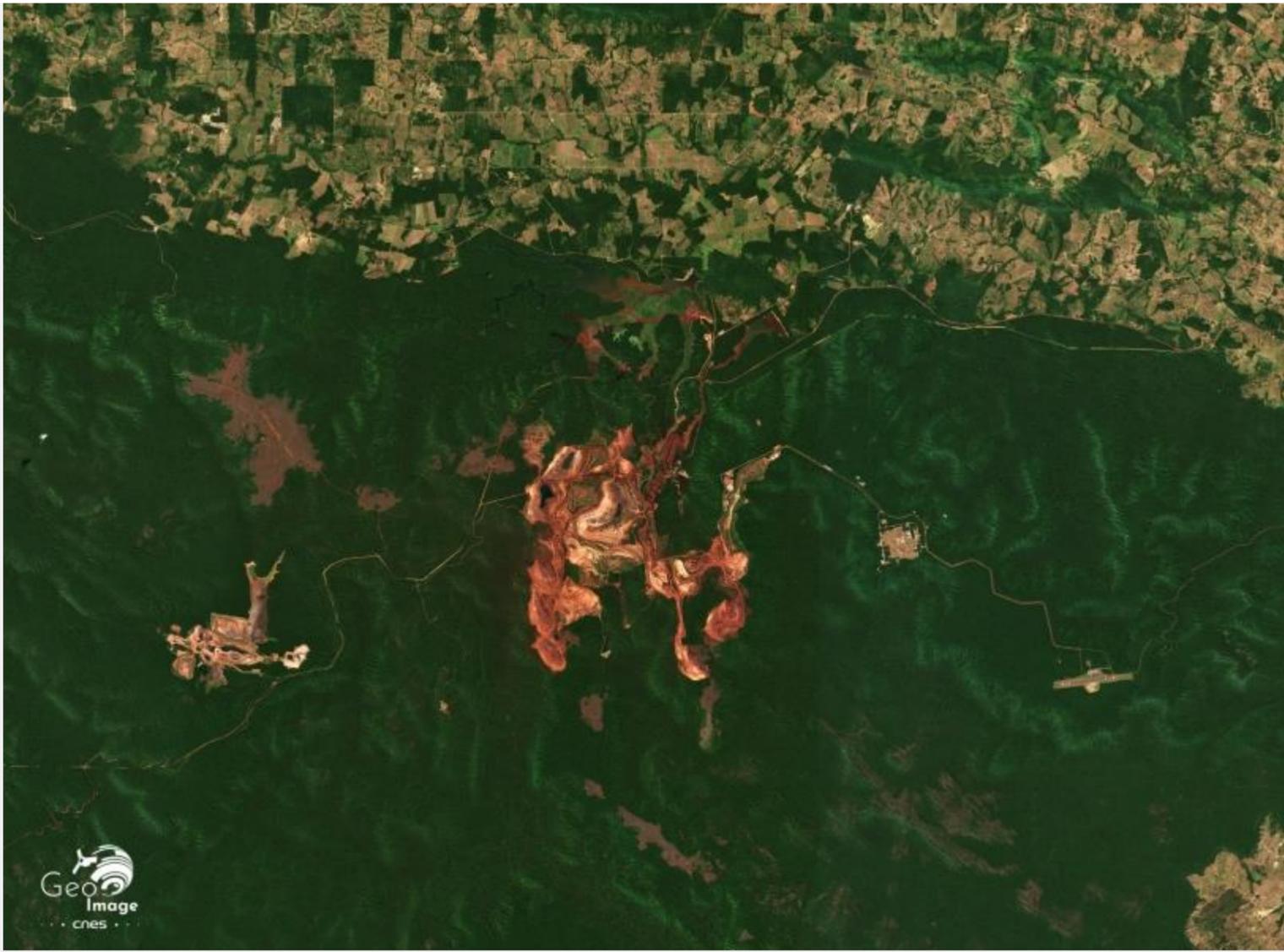
Les liaisons logistiques : aéroport et voies ferrées

L'aéroport de Carajás (bien visible sur l'image satellite) est situé à proximité des mines, à l'intérieur de la forêt nationale, et dessert non seulement le complexe minier et son noyau urbain mais aussi la ville de Parauapebas.

Le chemin de fer de Carajás (Estrada de Ferro de Carajás, EFC) a été construit pour transporter les minerais de Carajás au terminal maritime de Ponta da Madeira à São Luís, dans le Maranhão, d'où ils sont exportés, principalement vers la Chine vers l'Europe. La longueur de sa voies ferrée est 1 002 km, les études de faisabilité ont commencé en 1974, les rails des 15 premiers kilomètres ont été posés en août 1982 mais l'inauguration officielle n'a eu lieu que le 28 février 1985, vu l'ampleur des travaux à réaliser. Pour donner une idée des distances à franchir, c'est comme si on avait décidé d'exporter le minerai lorrain du bassin de Longwy-Briey-Thionville par le port de Brest (920 km via la région parisienne ou 989 km en la contournant par la Normandie).

Le parc roulant permet de former simultanément 68 trains, il compte 276 locomotives et plus de 20 000 wagons. Un train est composé de 333 wagons, soit 3,5 km de long ce sont les trains les plus longs du pays. Par contrat la Vale doit assurer aussi le transport de passagers, celui-ci se limite à un train par jour dans chaque sens, très lent puisqu'il doit constamment céder le passage aux trains de minerai.





Repères géographiques

Les mines de la Serra Norte



Le noyau urbain de Carajás



L'aéroport de Carajás



Le chemin de fer de Carajás



Zoom 2. La Serra Sul : le plus grand complexe minier de l'histoire de Vale

L'Unité Serra Sul, située dans la commune de Canaã dos Carajás, au sud-est du Pará, Serra Sul est le plus grand complexe minier de l'histoire de Vale. Elle fonctionne avec un système truckless - sans camion, qui remplace les traditionnels camions tout-terrain, capables de transporter 250 tonnes à la fois, par des bandes transporteuses, et l'ensemble du processus d'enrichissement du minerai de fer se fait sans utilisation d'eau. Cette « technologie sèche » permet de réduire la consommation d'énergie et de diminuer la consommation d'eau de 93 %.

L'Unité Sossego est située dans la même commune, et elle a commencé à produire en 2004, devenant la première mine de cuivre de Vale. L'unité réutilise 99 % de toute l'eau utilisée dans son processus de production, ce qui représente une économie annuelle de 900 000 m³ d'eau, ce qui suffirait à approvisionner une ville de 25 000 habitants pendant six mois.

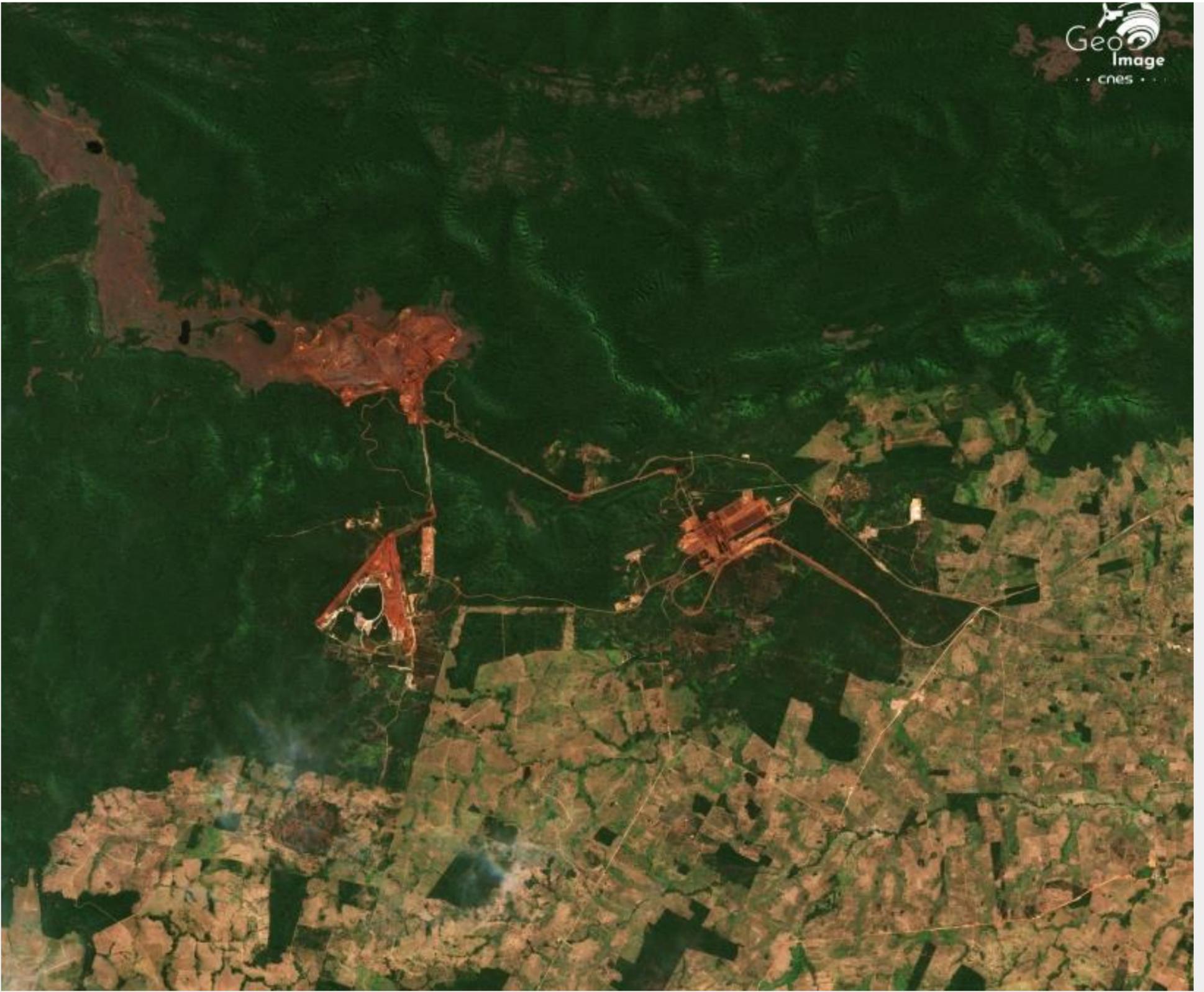
La technologie sèche permet aussi de réduire l'utilisation de digues à résidus ; un point particulièrement important puisque c'est la rupture de ce genre de digues qui a provoqué les graves accidents de Mariana et Brumadinho, en 2016 et 2019, qui ont causé respectivement la mort de 19 et 270 personnes, et d'immenses dégâts écologiques.

La plus grande partie de la Serra Sul n'a pas encore été mise en exploitation, ce qui permet de voir le paysage tel qu'il était avant la découverte du gisement, et notamment les clairières d'altitude où s'est posé l'hélicoptère des géologues qui l'ont découvert. On raconte que ce pilote leur avait indiqué que le compas de bord s'était complètement affolé en approchant de la Serra, qui n'est pas très étonnant étant donné l'énorme masse métallique qu'elle représente.



Repères géographiques

Zoom sur la mine Serra Sul



Mine de cuivre de Sossego

La mine de cuivre de Sossego, son terril et son immense bassin de décantation

(Hervé Théry)



Serra Sul encore intacte

La Serra Sul, encore intacte

La plus grande partie de la Serra Sul n'a pas encore été mise en exploitation, ce qui permet de voir le paysage tel qu'il était avant la découverte du gisement, et notamment les clairières d'altitude où s'est posé l'hélicoptère des géologues qui l'ont découvert.

(Hervé Théry)



Zoom 3. La mine de Salobo : 1er site minier brésilien pour le cuivre et l'or

La province minière de Carajás est le plus grand producteur de cuivre du pays et se distingue au niveau mondial comme le principal gisement d'oxyde de fer-cuivre-or (iron oxide-copper-gold deposits-IOCG). Salobo a des réserves de 789 Mt à 0,96 % de cuivre et 0,52 g/t d'or, et Sossego 355 Mt à 1,5 % de cuivre et 0,28 g/t d'or. La mine de Salobo, en plus d'être le plus grand producteur de cuivre, est donc aussi le plus grand producteur d'or du Brésil.

C'est toutefois principalement un gisement de cuivre de classe mondiale, qui représente donc une réserve de 1,15 milliard de tonnes. La mine est située

sur la commune de Marabá et a été mise en service en novembre 2012. C'est une exploitation intégrée qui comprend des mines à ciel ouvert, le traitement, le transport et l'expédition du minerai. Celui-ci est transporté par la route depuis la mine jusqu'au terminal ferroviaire de Parauapebas, d'où il est transporté par le chemin de fer de Carajás (EFC) jusqu'au terminal maritime de Ponta da Madeira, dans le Maranhão.

On notera que la construction de la route reliant le gisement de Salobo à Parauapebas a complètement transformé la situation de l'aire de protection environnementale de l'Igarapé Gelado, en le mettant à quelques minutes de trajet de la ville, transformant en grande partie cette région d'agriculture paysanne en aire de loisirs et de résidences secondaires (Mello-Théry, Neli Aparecida de ; Théry, Hervé, 2016).

Zoom 4. Parauapebas : une ville périphérique

Parauapebas ne fait pas partie du complexe planifié par la compagnie minière, la ville s'est développée à sa périphérie, littéralement à sa porte :

« D'un côté, la ville d'entreprise, Carajás, avec toutes les infrastructures en place – école, hôpital, banques, hôtel – pour les ingénieurs, techniciens et cadres de l'entreprise ; de l'autre, au pied des montagnes, Parauapebas, une ville sans aucune infrastructure, ville de migrants, pour la plupart à la recherche d'un emploi, ou d'employés d'entreprises de services. » (Mello-Théry, N. A. de ; Théry, H.2014)

Au fil des années la ville a beaucoup grandi, en fonction de la croissance des mines où beaucoup de migrants espéraient trouver un emploi, un espoir qui ne s'est pas réalisé pour tous, tant s'en faut.

La ville de Parauapebas s'est développée en contrebas de la Serra exploitée pour la production de minerais et s'est agrandie progressivement par l'incorporation de lotissements hâtivement tracés comme celui qui apparaît au premier plan. On peut suivre les étapes de sa croissance, en parallèle avec le développement du complexe minier, sur des images de Google Earth, grâce à son module « historique » (cf. « La Province Minière Carajás, 1985-2020 », Théry H ; 2022, <https://braises.hypotheses.org/2045>).

L'entrée dans la forêt nationale de Carajás est contrôlée et réservée à ceux qui travaillent dans le complexe minier, ou aux passagers qui se rendent à l'aéroport. On remarque qu'aux deux extrémités du bandeau qui porte le nom de la forêt figure les logos de l'organisme de protection environnementale (à gauche) et de la compagnie minière (à droite).



Zoom 5. Curionópolis et la Serra Pelada : les mines d'or

L'Unité Serra Leste, dans la commune de Curionópolis, a commencé à fonctionner en 2014. La mine a augmenté la production de minerai de fer fin et en granulés du complexe de Carajás. Le processus de valorisation à sec (humidité naturelle) garantit ici aussi une consommation d'eau plus faible et contribue à réduire les coûts d'exploitation, ainsi que l'impact environnemental. S'y ajoute l'Unité de manganèse Azul, en production depuis 1985.

Mais ce qui attire le plus l'attention sur cette Serra est la production d'or. On sait qu'il est présent en grande quantité dans plusieurs gisements de la province de Carajás, mais le plus remarquable est celui de la Serra Pelada, qui est devenu célèbre grâce à la ruée vers l'or des années 1980, le plus grand site minier à ciel ouvert du monde.

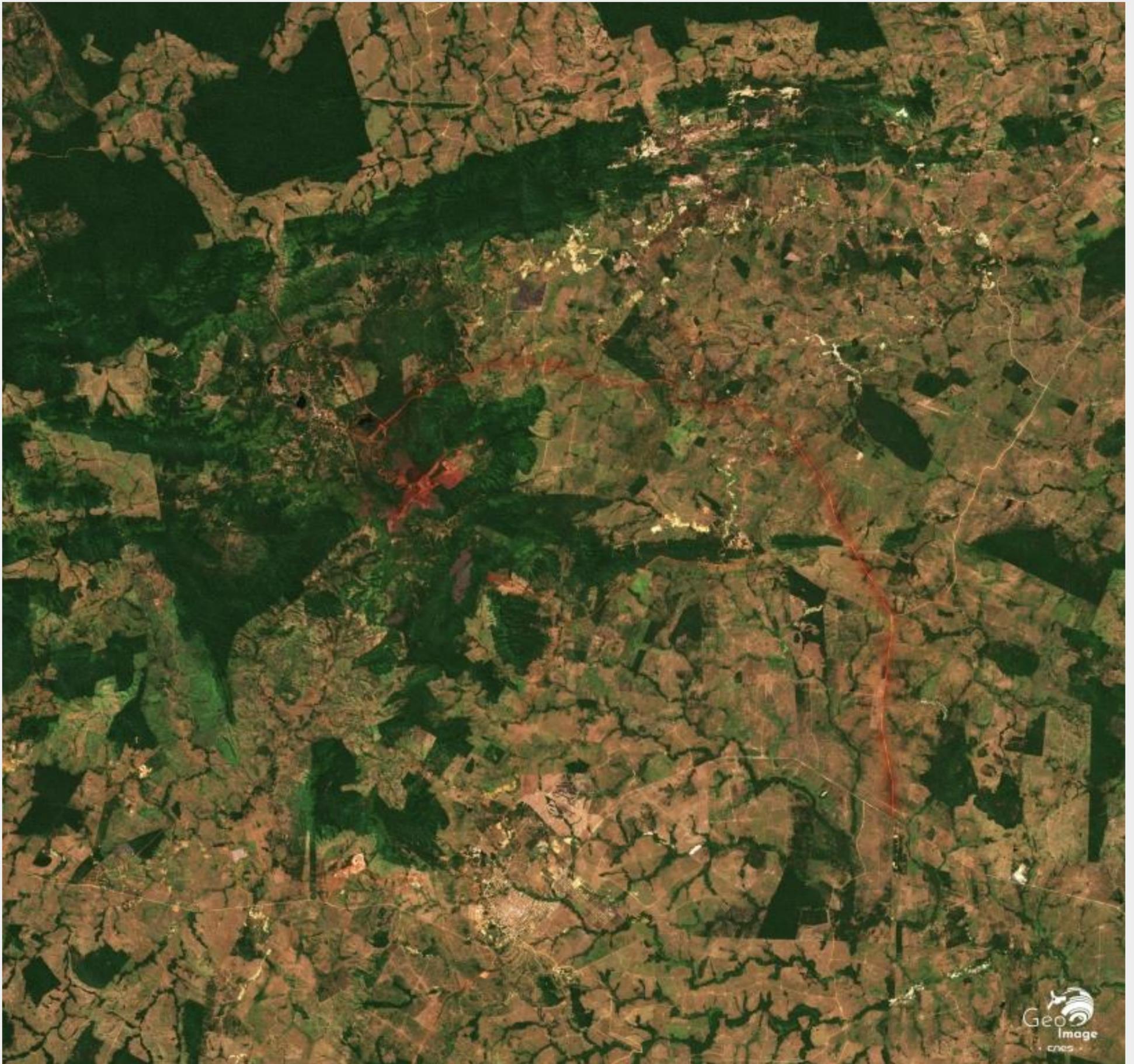
C'est là qu'ont été prises les hallucinantes photos de Sebastião Salgado, qui ont fait le tour du monde que l'on trouve encore sur de nombreux sites comme ceux-ci.

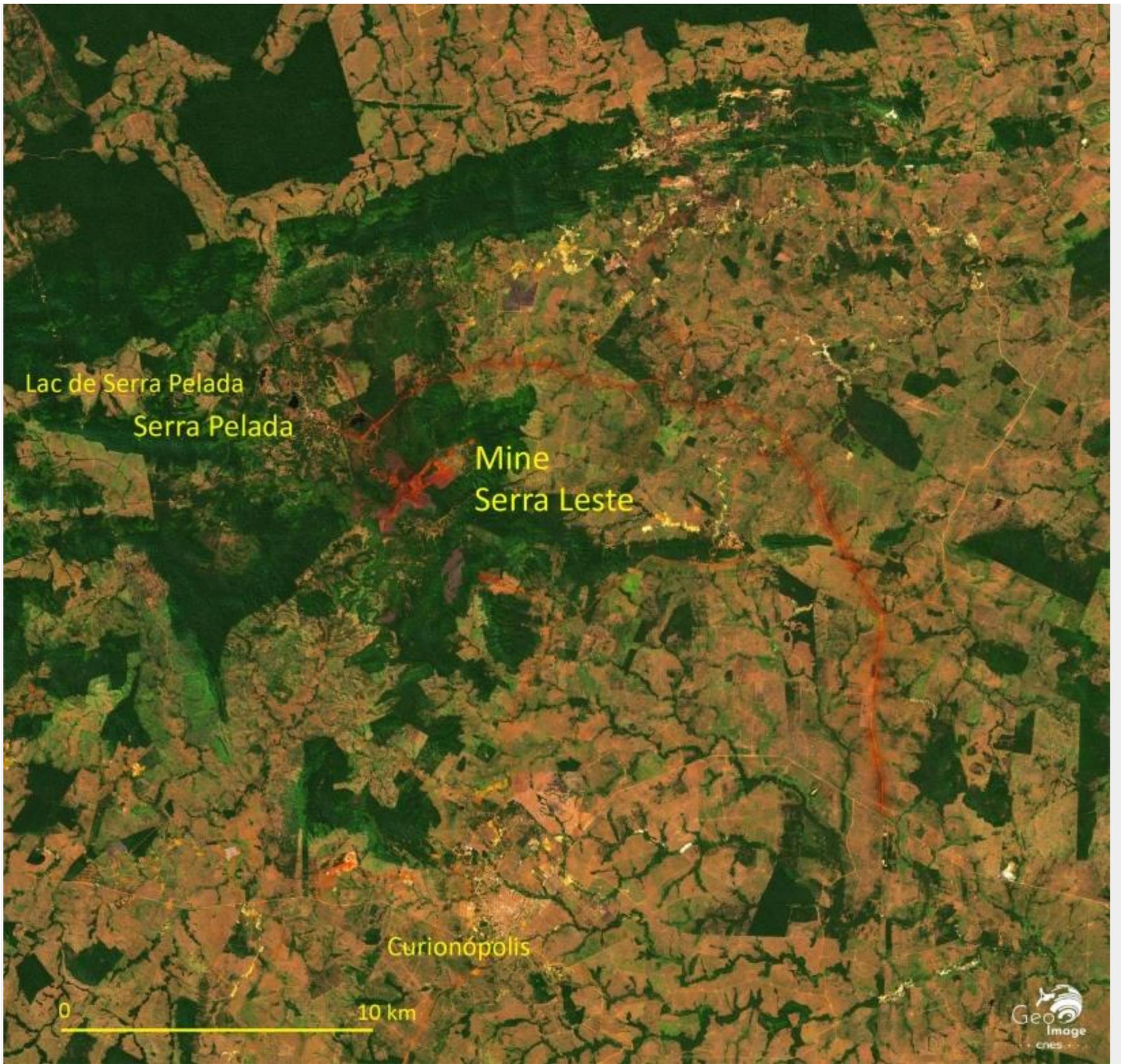
- Sebastião Salgado e a sua Serra Pelada : <https://incrivelhistoria.com.br/sebastiao-salgado-serra-pelada/>

- La fièvre de l'or par Sebastião Salgado : <https://www.ouest-france.fr/culture/livres/photographie-la-fievre-de-l-o...>

On évalue que 32,6 tonnes d'or et des quantités inconnues de platine et de palladium en ont été extraites, mais les estimations sont incertaines en raison de la précarité de l'inspection et de l'irrégularité de l'exploitation. La région de Serra Pelada est aujourd'hui sous le contrôle de la société minière Colossus, qui a réalisé plusieurs études géologiques. Mais un conflit social majeur oppose l'entreprise et la coopérative locale de prospecteurs, et le gisement n'est plus exploité.

Là où naguère se pressaient des milliers d'orpailleurs, il ne reste plus aujourd'hui que quelques dizaines d'entre eux, déjà âgés, essentiellement ceux qui ont trop honte d'avoir échoué à faire fortune pour revenir les mains vides dans leur région d'origine. Il passe le temps dans les locaux de l'eau coopérative à attendre une hypothétique réouverture de l'exploitation et dépendent largement de la distribution gratuite de nourriture par les autorités locales. Celles-ci sont situées dans la ville de Curionópolis, qui porte le nom du Major Curió, le militaire chargé de tenter de contrôler la foule des orpailleurs et la sortie de l'or, et qui est ensuite devenu le maire de la ville.





Les anciens garimpeiros de la Serra Pelada

Une petite et pauvre agglomération de maisons de bois et tout ce qui subsiste aujourd'hui sur le site de la Serra Pelada, tandis que l'immense cratère creusé par les orpailleurs s'est rempli d'eau une fois l'exploitation abandonnée.

(Hervé Théry)



Repères géographiques

Anciens garimpeiros

Lac de cratère de la serra pelada



Lac et village de la serra pelada



IMAGE COMPLÉMENTAIRE



Les complexes miniers de la Province Minérale Carajás dans leur cadre régional

DOCUMENTS, SOURCES, BIBLIOGRAPHIE

Sur le site GéoImage

Hervé Théry : Brasilia : de zéro à trois millions d'habitants en soixante ans

<https://geoimage.cnes.fr/fr/geoimage/brasilia-de-zero-trois-millions-dha...>

Hervé Théry : Manaus, villes d'eaux au cœur de l'Amazonie

<https://geoimage.cnes.fr/fr/geoimage/bresil-manaus-villes-deaux-au-coeur...>

Hervé Théry : Rio de Janeiro, Cidade Maravilhosa ?

<https://geoimage.cnes.fr/fr/geoimage/bresil-rio-de-janeiro-cidade-maravi...>

Hervé Théry - São Paulo : une mégapole tropicale

Documents complémentaires

Sur le blog Braises

- « La Province Minière Carajás, 1985-2020 », <https://braises.hypotheses.org/2045>

Ailleurs

- Carajás expande a lavra para novas áreas; Valor Econômico, Empresas, p. B2. - 23/02/2015, <https://uc.socioambiental.org/pt-br/noticia/148299>
- Maurílio de Abreu Monteiro e Regiane Paracampos da Silva, «Expansão geográfica, fronteira e regionalização: a região de Carajás», Confins [Online], 49 | 2021, posto online no dia 16 março 2021, URL: <http://journals.openedition.org/confins/35296> ; DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.35296>
- Mello-Théry, Neli Aparecida de ; Théry, Hervé Et au milieu coule l'Igarapé gelado. Les paysans, la Cooper, la Mairie et la Vale à Parauapebas (Pará, Amazonie brésilienne (avec Gauché, Évelyne; Marchand, Guillaume ; Van Tilbeurgh, Véronique; Leite, Camila Ferreira;Véronique Van Tilbeurgh, Camila Ferreira Leite, Luciana Riça Mourão Borges et Paulo Roberto Cunha), 2016, 248 pages, URL <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00261648v2>
- Mello-Théry, Neli Aparecida de; Théry, Hervé, "O planejamento territorial, o Estado e a Amazônia na obra de Bertha Becker: algumas reflexões", Biblio 3W, Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales, Universidad de Barcelona, [Serie documental de Geo Crítica. Cuadernos Críticos de Geografía Humana], Vol. XIX, nº 1103, 25 de diciembre de 2014, Issn: 1138-9796.
- Província Mineral Carajás, https://pt.wikipedia.org/wiki/Prov%C3%ADncia_Mineral_Caraj%C3%A1s
- Vale no Pará, <http://www.vale.com/hotsite/PT/Paginas/vale-conhecer/Vale-visitadas/para/H...>

CONTRIBUTEUR

Hervé Théry, Directeur de recherche émérite au CNRS-Creda, professeur à l'Université de São Paulo-USP