

Histoire d'un Eldorado

HISTOIRE d'un Eldorado

Cinq siècles d'exploration du sous-sol sud américain

Prof. Eric PIRARD



GeMME, Génie Minéral Matériaux & Environnement
Université de Liège

Les sept métaux de l'Antiquité

- 7 métaux, 7 corps célestes, 7 jours de la semaine
 - En 1492 on connaît aussi As, Sb et Bi + (C et S)



Sol



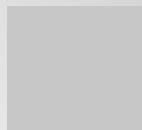
Mercurius



Venus



Luna



Mars



Iupiter



Saturnus

En 1735 on découvrira un huitième métal en Amérique du Sud...

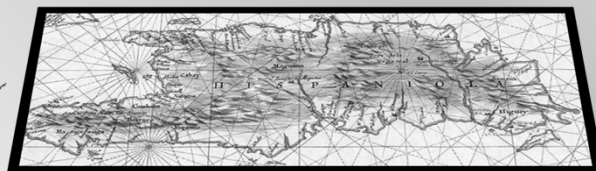
LÉGENDES ET RÉALITÉS DE L'EL DORADO

1492-1830

Découverte d'un Nouveau Monde

- Christophe Colomb cherche à convertir le Grand Khan.
- S'attend à trouver Cipango sur son chemin vers Cathay
 - *Cipango où les temples et les palais sont couverts d'or (Marco Polo)*
- Débarque sur Hispaniola (Décembre 1492)

Les indigènes y portent des bijoux d'or et nomment Cibao le lieu d'où il est extrait.



Cortes et la Nouvelle Espagne

- Arrivée à Hispaniola vers 1506
 - Notaire à Hispaniola, participe à la conquête de Cuba (1511)
 - 1519: Accueilli en « dieu » à Tenochtitlan, se fait offrir de l'or
 - 1519-1520: Anéantissement de la civilisation Aztèque
 - 1520-1540 Exploration du Mexique
 - Premières exploitations minières (coloniales)
 - 1524 Exploitation des mines de Zacatecas, Guanajuato, Pachuco, Tasco, ...
 - Cuivre
 - Etain
 - Argent



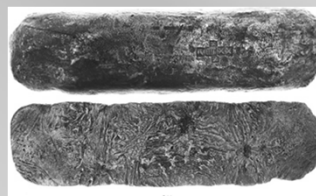
Pectoral en or
Museo Nacional De Antropología, Mexico City

Pizarro et le Haut-Pérou

- Orfèvrerie pré-incaïque (Chavin, Mochica, ...)
 - Jisk'airumoko (Puno) collier en or 2000 BC
 - Alliages Tumbaga (80 % Cu – [15 % Ag] – 5 % Au)
 - Lixiviation végétale pour dorer la surface
 - Importance de la brillance (la métallurgie du fer est inconnue)
- Conquête de Fernando Pizarro
 - 1533-1534 Anéantissement brutal de l'empire Inca
 - 1542 Vice-Royauté du Pérou
 - Pillage des trésors incas fondus en lingots
 - Premiers gisements connus (or, argent)
 - 1514-1566 Bartolomé de las Casas
 - 1552 « Brevisima relación de la destrucción de las Indias »



Boucles d'oreilles
Museo Larco Herrera Lima



Lingots « tumbaga »

Cerro Rico de Potosí

- « Découverte » en 1545
- 1570 Potosi est Ville Impériale (120.000 hab)
 - Source majeure de richesse pour l'Espagne
 - Casa de la Moneda
 - Travail forcé de la « mita »
- 1557 Mise au point de l'amalgamation au mercure
 - Importation de l' « azogue » de Almaden
 - Découverte du gisement de Huancavelica
- 1640 El Arte de los metales A. Barba
 - *...en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro y plata por açogue. El modo de fundirlos todos y como se han de refinar y apartar unos otros.*



*Descriptiones Americae
Théodore de Bry (1602)*



Transport de l'azogue à dos de lamas

Potosi 1984

"Vale un Potosi"



Eric Perard /.



Almaden 2010



Casa de los Fucares (Fugger) 1521-1640

Academia de Minas 1777

Almaden 2010



Fours Bustamante 1620-1920

ALMACEN DE AZOGUE 1943

Exploité dès l'époque romaine et jusqu'en 2000 (travail de forçats)

Terra do Brasil

- 1494 Traité de Tordesillas
- 1500 Cabral - Economie côtière:
 - Bois Rouge, Cane à Sucre, Caoutchouc,...
- 1650 Incursions des *bandeirantes*
 - 1690 Découverte d'Or dans le Minas Gerais
 - « Serra das Esmeraldas »
 - Vila Rica (Ouro Preto)
 - Ecole des Mines
- 1725 Découverte du diamant
 - Diamantina



Carte d'André Thévet 1575



Indépendances et Libérations

- Du Rio de la Plata à l'Argentine
 - 1776 Charles III institue la Vice-royauté du Río de la Plata.
 - 1806-1807 Les Britanniques prennent Buenos Aires.
 - 1811 Indépendance du Paraguay.
 - 1816 Indépendance de l'Argentine.
- De Plata à Sucre
 - 1825 Indépendance de la Bolivie
 - 1^{er} Président Bolivar
 - 2nd Président Sucre
 - La capitale est rebaptisée



Jose de San Martin (1778-1850)



Simon Bolivar (1783-1830)



Antonio Jose de Sucre y Alcalá (1775-1830)



Géologie et ressources minérales

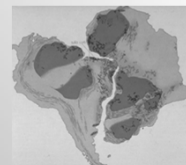
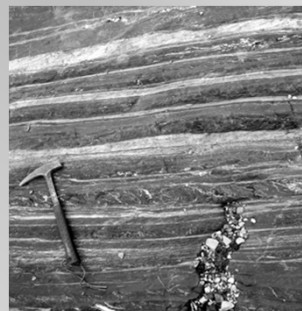
- Compréhension de la géologie du sous-sol
 - Tectonique des plaques
 - Mobilité des métaux dans l'environnement

Cratons Archéens
> 2,5 Ga

The slide contains a geological map of South America. Two dark, shaded regions in the northern part of the continent are indicated by arrows from the text 'Cratons Archéens > 2,5 Ga'. The map shows various geological features and boundaries. The text 'SÃO LUÍS' is visible on the map.

L'océan rouge

- Il y a 2.5 milliards d'années l'atmosphère devient oxydante
 - Le Fer contenu jusque là dans les océans se précipite
 - Banded Iron Formations
 - Itabirites (enrichies > 60 % Fe!)
 - Hématite Fe_2O_3



Brésil : Un géant de Fer



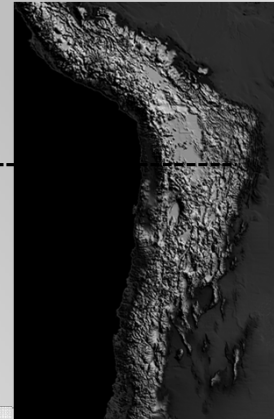
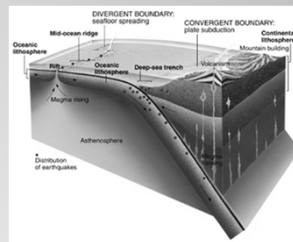
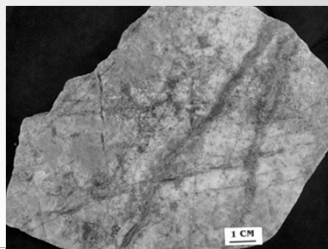
- Companhia Vale do Rio Doce
 - 2^{ème} opérateur minier mondial
 - 38 pays
 - 126 000 employés
 - Capitalisation: 110 G\$



Vue aérienne de la mine de Carajás.

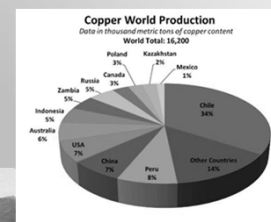
Les volcans de Cuivre

- Les Andes sont formées par une poussée tectonique
 - Subduction de la plaque Pacifique (sous le continent Sud Américain)
 - Montées de magma engendrées par fusion de la plaque
 - Porphyry Copper (0,5 % Cu)
 - $CuFeS_2$ finement disséminée



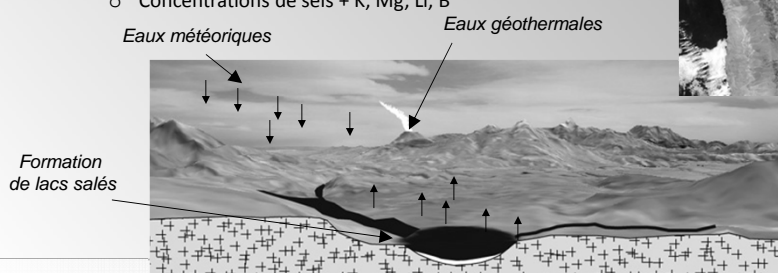
Chili pays du Cuivre

- Corporacion Nacional del Cobre
 - CODELCO
- 1^{er} producteur mondial de Cu (> 35%)



Evaporites

- Haut-plateau confiné entre deux cordillères
 - Pas d'exutoire pour les eaux de ruissellement
 - Titicaca->Desaguadero->Poopo->Coipasa
 - Désert d'Atacama
 - Evaporation supérieure aux apports
 - Concentrations de sels + K, Mg, Li, B



La Bolivie et le rêve des Lithio \$

- Salar de Coipasa
 - 3 000 km²
 - Coopération Liège-Oruro
 - 1996-2000
 - Estimation des ressources Li, Mg, K, Na



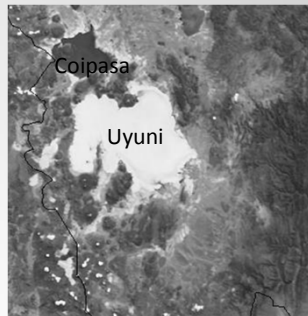
Cartographie du Lithium à Coipasa



Salar de Coipasa à la saison sèche vu par le satellite Aster (2001)

La Bolivie et le rêve des Lithio \$

- Salar de Uyuni
 - 10 000 km²
 - Profondeur > 200m
 - 9 Mt de Lithium !?



Production artisanale de sel. (lode!)



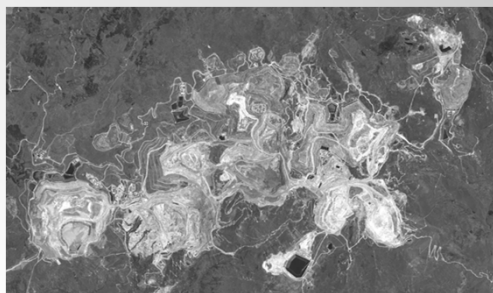
Proyecto Nacional Evaporíticos de Bolivia

UN EL DORADO DURABLE... ?

2012 - ...

Mine et environnement

- Yanacocha
 - 4120m d'altitude
 - Problématique de l'eau
 - Réhabilitation des sites



*Cajamarca vaut de l'or,
ses habitants veulent de l'eau*

← → 2 km

Mines et communautés rurales

- Salar de Uyuni
 - Implications des communautés de la région de Potosi
 - Participation au processus de décision
 - Formation
 - Infrastructure
 - ...

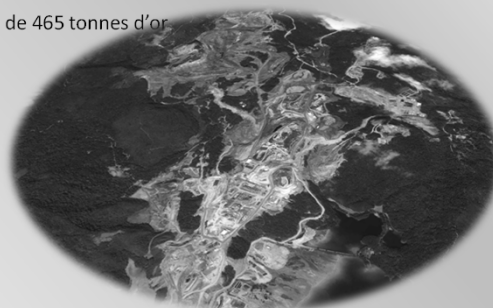


Mines et développement économique

- Matières premières et industrialisation
 - Sidérurgie
 - *Nov 10 - ArcelorMittal's capacity expansion at their Monlevade plant in Minas Gerais, Brazil. Sized at 8.0 m hearth diameter, with 22 hot blast tuyeres, it will deliver 1.12 million tons of hot metal per year to the steelmaking facilities*
 - Laminaires
 - *Jun 11 - ArcelorMittal Plans \$1 Billion Brazil Steel Rolling Mill*
- Construction aéronautique
 - **SOBRAER** was the SONACA Group's first industrial subsidiary.
 - *It was founded in 2000, thus consolidating the Group's internationalisation strategy. This proximity reduces response times and promotes flexible interaction enabling us to meet our customers' demands. Its main activities are assembling and finishing aeronautical structures for Embraer, Airbus, Latécoere Do Brasil and Sonaca*

L'or de Cibao

- Haïti
 - Pays sans ressources minières ... pas même du sable!
- Saint Domingue
 - Barrick Gold à Pueblo Viejo
 - Réserves prouvées et probables de 465 tonnes d'or
 - 3 milliards d'€ d'investissement



Borates

- Production d'acide borique Apacheta (5000m)

