



Orogènes précambriens péricratoniques du Gondwana et géoressources stratégiques associées

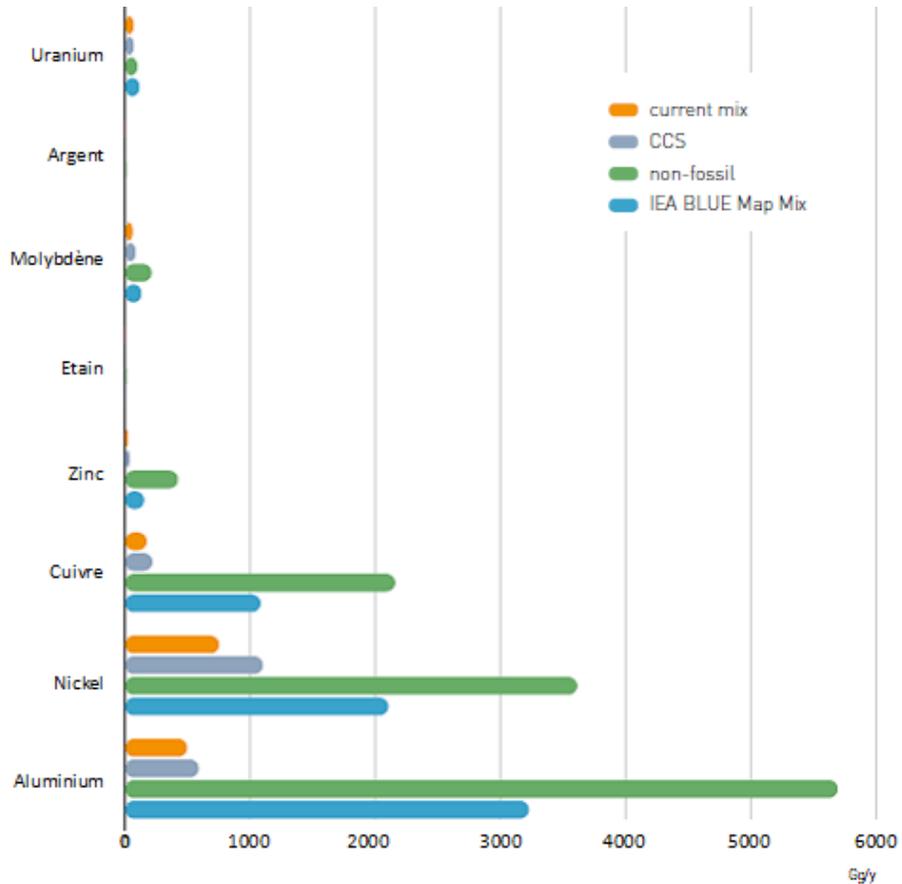
Melleton, J., Cagnard F., Callec Y., Prognon F.

23/01/2020 – Présentation du Programme Scientifique « *Connaissance des systèmes géologiques* »

*Pegmatite de type NYF à
magnétite (Irumides, Malawi)*

Contextes et enjeux

Besoins croissants en ressources minérales primaires



Besoins en métaux en fonction de différents mix électriques pour fournir la production mondiale d'électricité de 2007 (1.8.1012 kWh) (Kleijn et al., 2011) – UNEP, 2013

- Economie de croissance et demandes pays émergents
- Transition énergétique
- Notion de métaux critiques

2017 CRMs (27)			
Antimony	Fluorspar	LREEs	Phosphorus
Baryte	Gallium	Magnesium	Scandium
Beryllium	Germanium	Natural graphite	Silicon metal
Bismuth	Hafnium	Natural rubber	Tantalum
Borate	Helium	Niobium	Tungsten
Cobalt	HREEs	PGMs	Vanadium
Coking coal	Indium	Phosphate rock	

Liste métaux critiques pour l'Europe (2017)

Contextes et enjeux

Exploration en Afrique

Afrique = **20%** des terres émergées

Exploration : **13%** du budget global en 2018

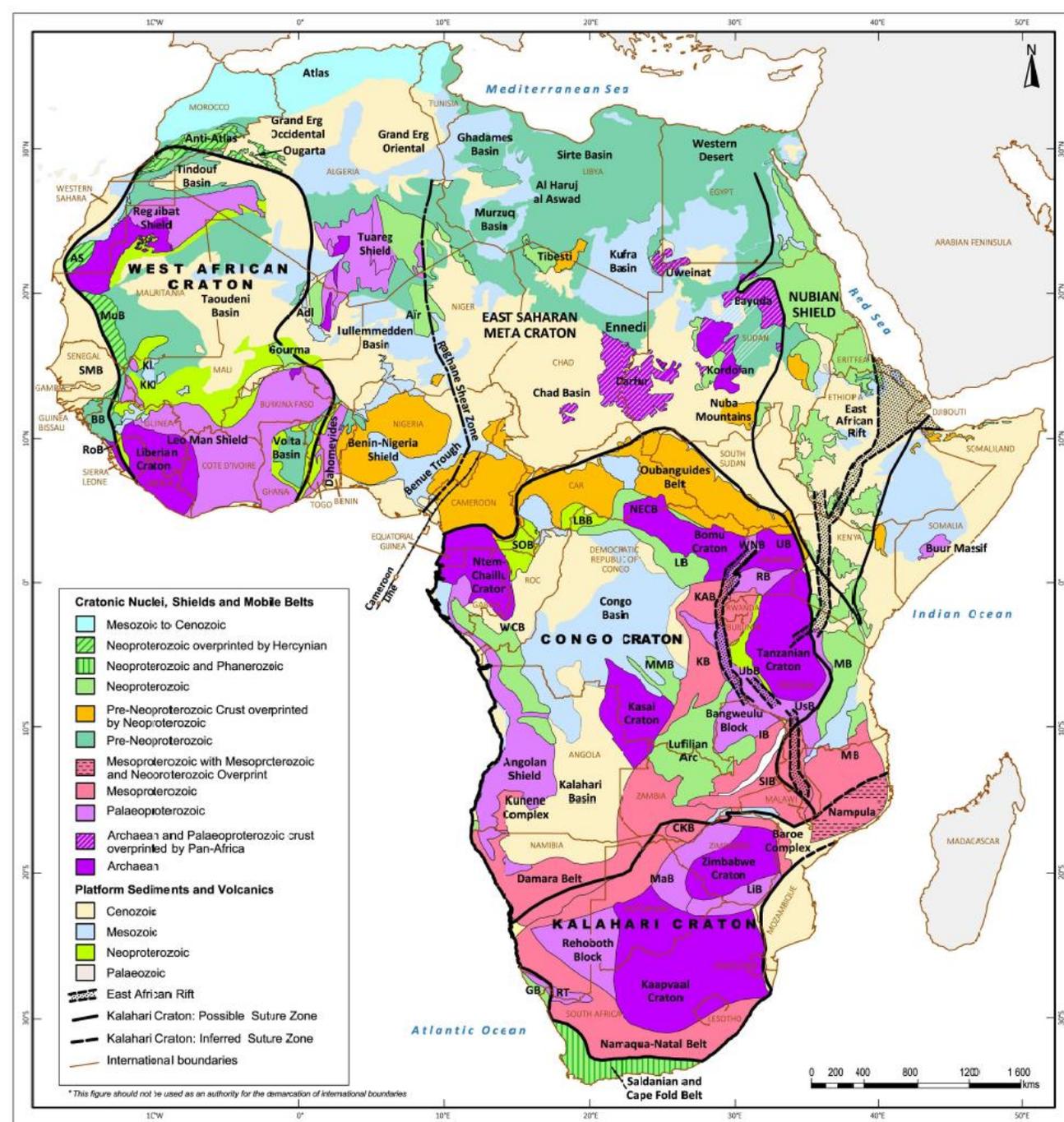
Activités principalement autour des districts/gisements connus (« brownfield »)

➔ **territoires sous-explorés**

Cadre géologique

- Boucliers et cratons (archéens à paléoprotérozoïques)
- Ceintures métamorphiques (paléoprotérozoïques à néoprotérozoïques)
- Bassins sédimentaires (archéens à holocènes)

Carte géologique simplifiée de l'Afrique.
Extrait de Frost-Kilian et al. 2016

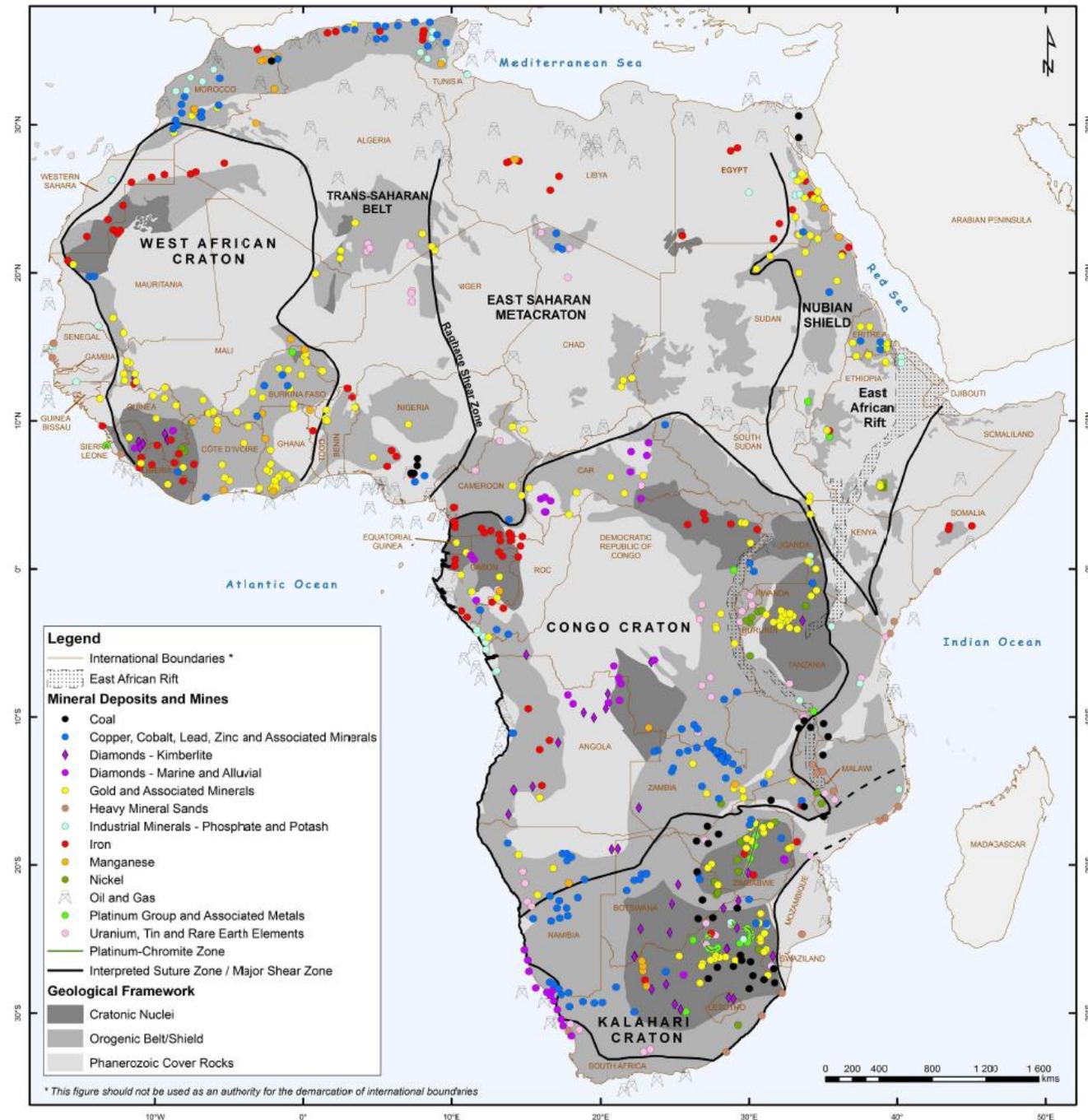


Contextes et enjeux

Ressources minérales en Afrique

- Nombreux gisements, notamment :
 - Bauxite (Afrique de l'Ouest, australe)
 - Fer (BIF, cratons)
 - Or (Witwatersrand, Birimien Afrique de l'Ouest)
 - Diamant (kimberlites et placers, craton)
 - Manganèse (Kalahari Manganese Field et Francevillien du Gabon)
 - **Cuivre** (Copperbelts) + **Cobalt**
 - **Antimoine** (Murchinson)
 - **PGE** (complexe du Bushveld, Great Dyke Zimbabwe)
 - **REE** (complexes alcalins et carbonatites, Afrique de l'Est)
 - **Tantale** (+niobium), **Etain** (+ tungstène) (Kibara belt, Afrique centrale)

Principaux gisements africains. Extrait de Frost-Kilian et al. 2016



Principales problématiques scientifiques

- Dynamique des orogènes au précambrien : évolution du style tectonique et bassins sédimentaires associés.

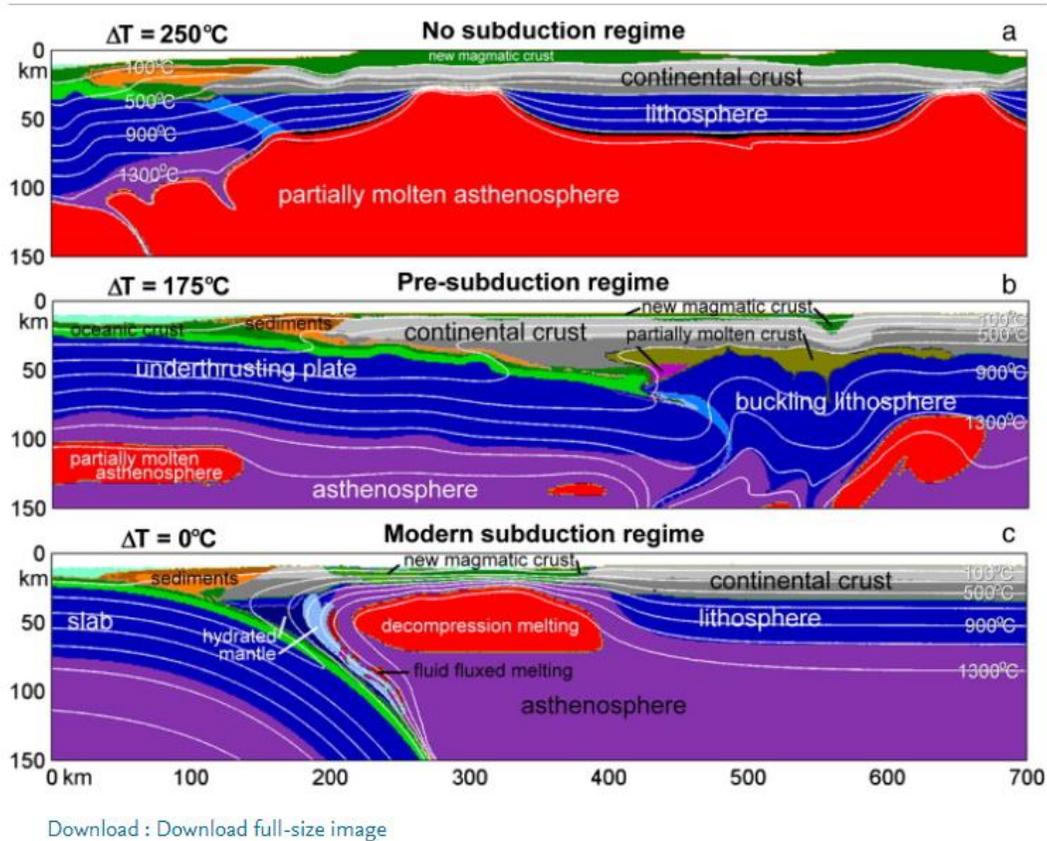


Fig. 5. High-resolution numerical models of an active continental margin evolution for various mantle temperature difference (ΔT) above present day values (Sizova et al., 2010). Models predict a first-order transition from a “no-subduction” tectonic regime (a) through a “pre-subduction” tectonic regime (b) to the modern style of subduction (c).

- Thermicité: paramètre clé qui contrôle la rhéologie des lithosphères, donc leur mode de déformation
- Précambrien : Manteau plus chaud? Dynamique des lithosphères différente du Phanérozoïque ?



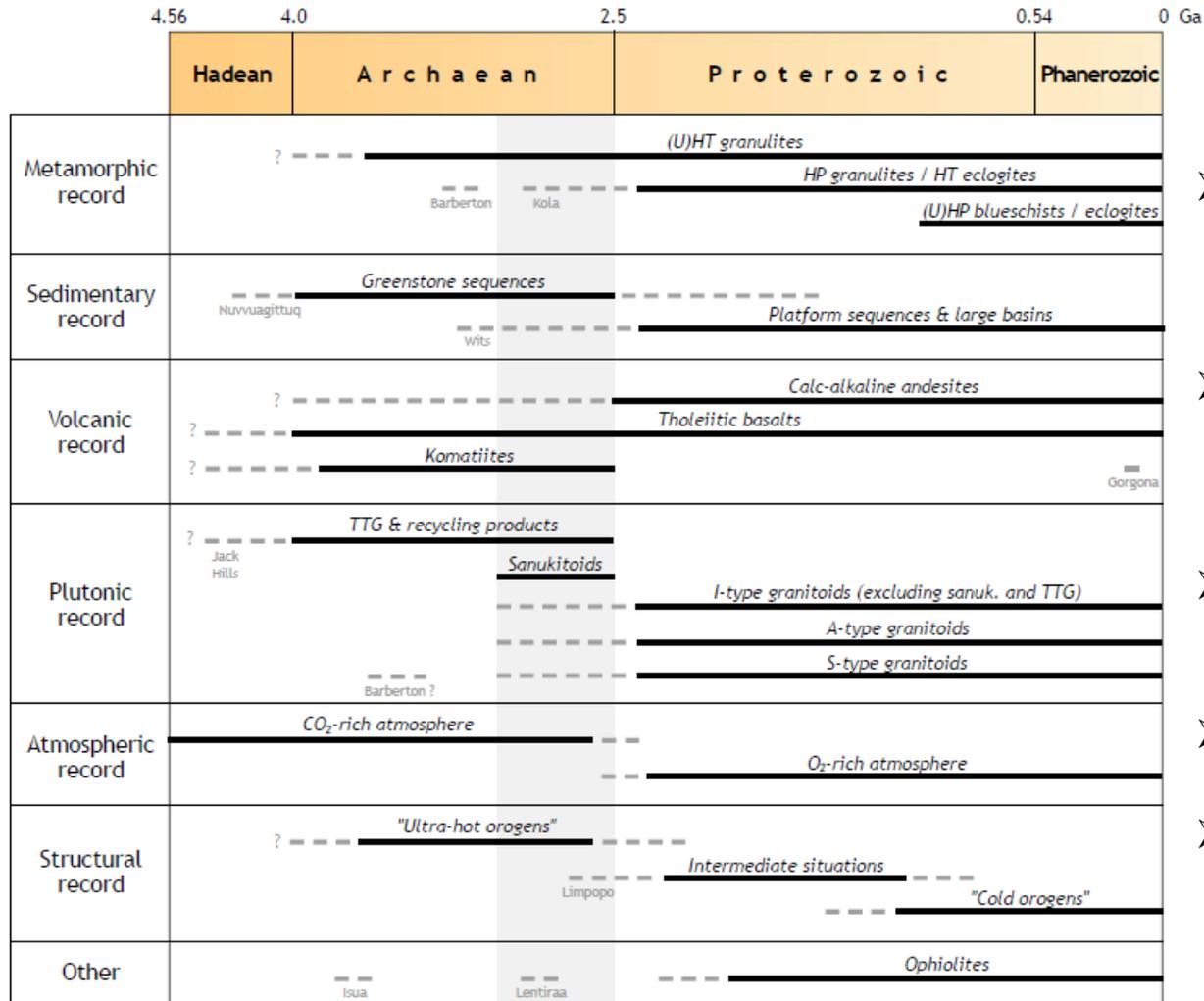
Dynamique des orogènes au Précambrien ?



Implications sur les minéralisations associées?

Principales problématiques scientifiques

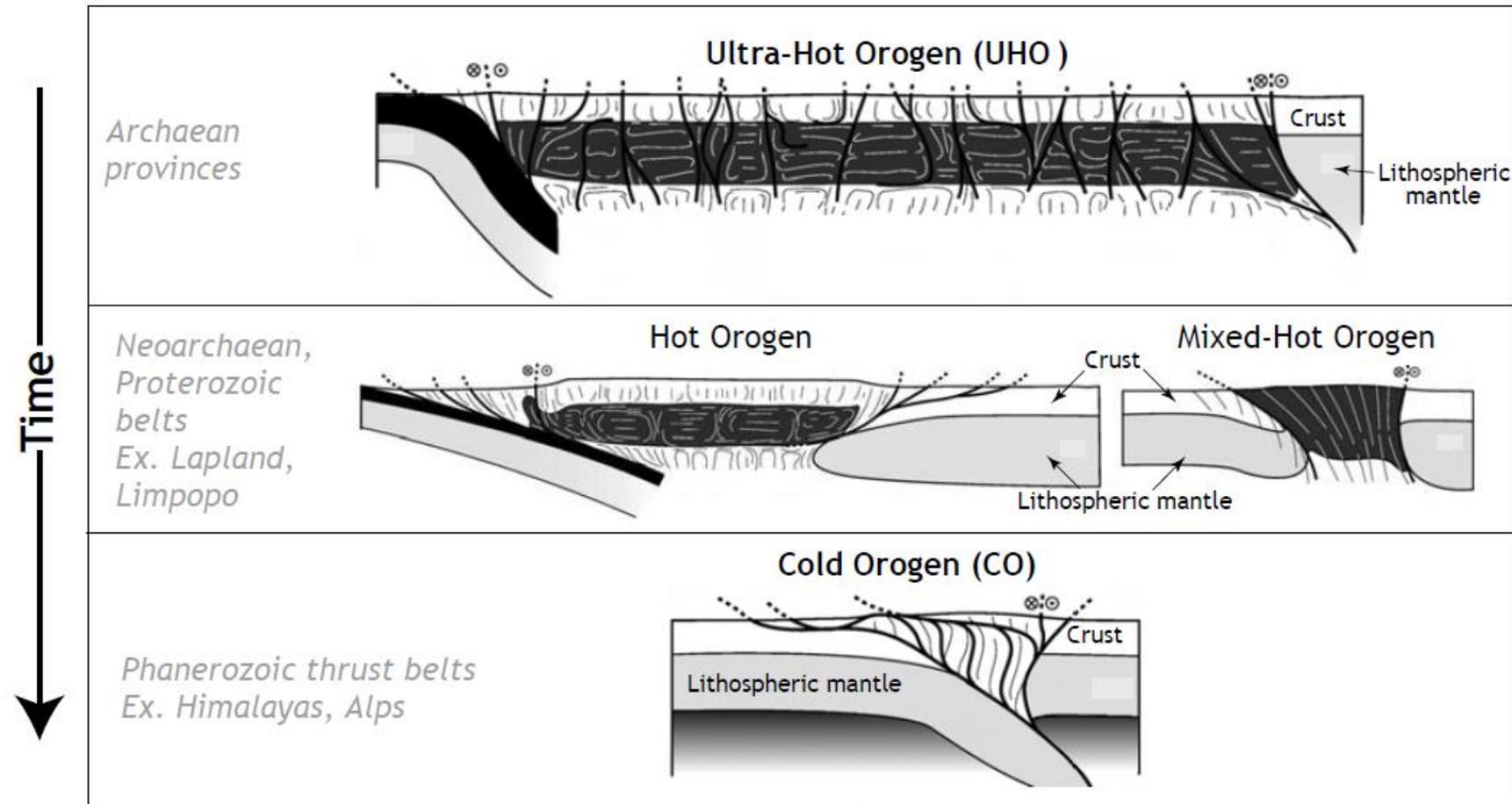
- **Dynamique des orogènes au précambrien : évolution du style tectonique et bassins sédimentaires associés.**



- Roches HP/BT et ophiolites (caractéristiques des subductions « modernes ») absentes (ou rares) avant 1.0 Ga
- Evolution des enregistrements sédimentaires : Greenstone belts vs sédimentation de plateforme et large bassins
- Evolution de la chimie du magmatisme (volcanisme + plutonisme)
- Evolution de la composition de l'atmosphère
- Evolution du style tectonique

Principales problématiques scientifiques

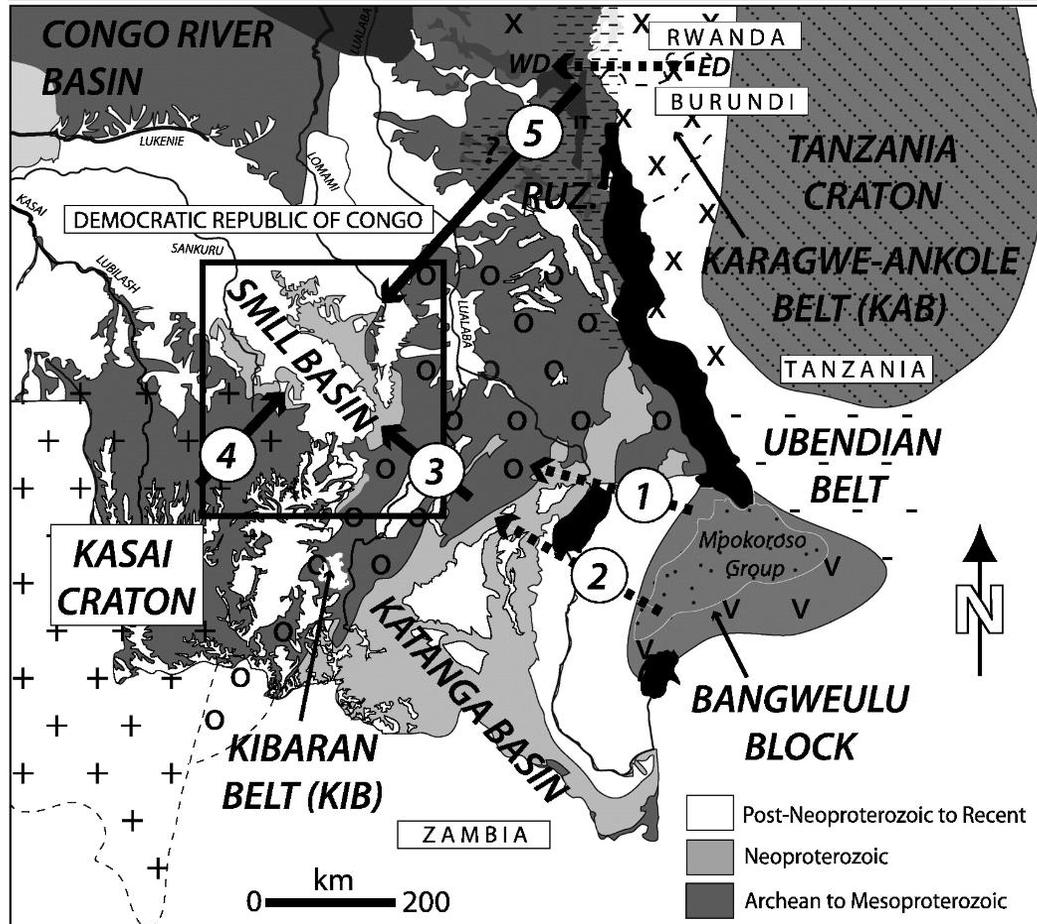
- Dynamique des orogènes au précambrien : évolution du style tectonique et bassins sédimentaires associés.



d'après Chardon et al., 2009; Cagnard et al., 2011

Principales problématiques scientifiques

- Dynamique des orogènes au précambrien : évolution du style tectonique et bassins sédimentaires associés.

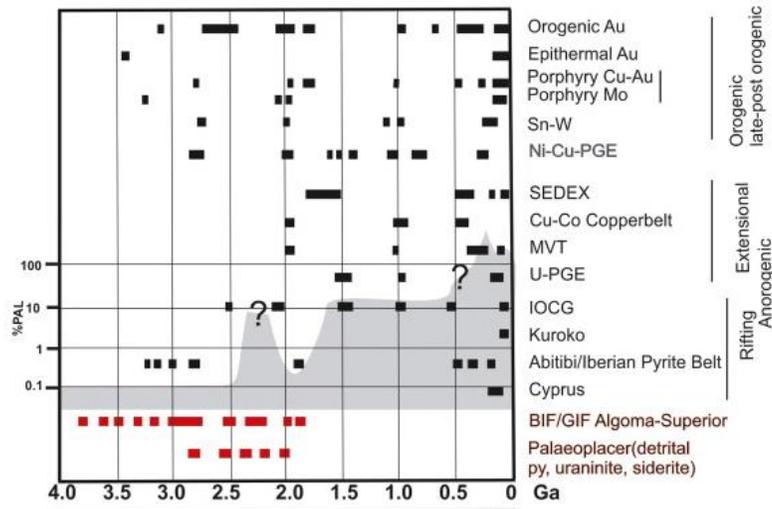


Reconstruction paléogéographique néoproterozoïque du bassin de Zambezi-Katanga. Extrait de Delpomte et al. 2006

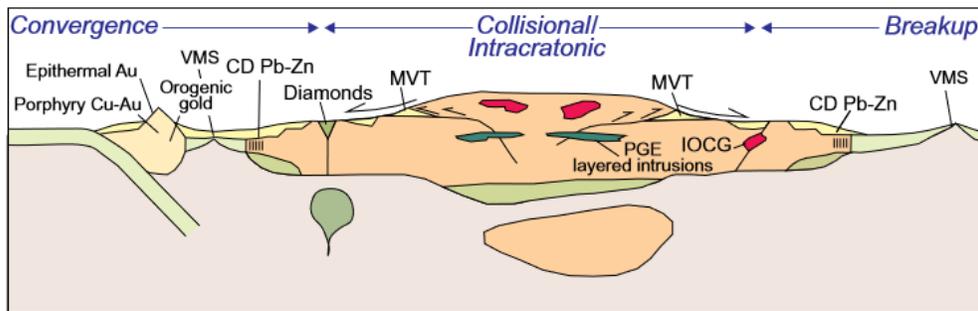
- Fragmentation Rodinia (post 1 Ga)
- Développement de vastes bassins sédimentaires, impliqués ensuite dans les orogènes panafricains
- Evolutions diachroniques et contrastées
- Importance de l'héritage précambrien dans ces évolutions, et de la structuration orogénique ?
- Quelles implications pour les minéralisations ?

Principales problématiques scientifiques

- Minéralisations en métaux critiques en lien avec l'évolution du style tectonique



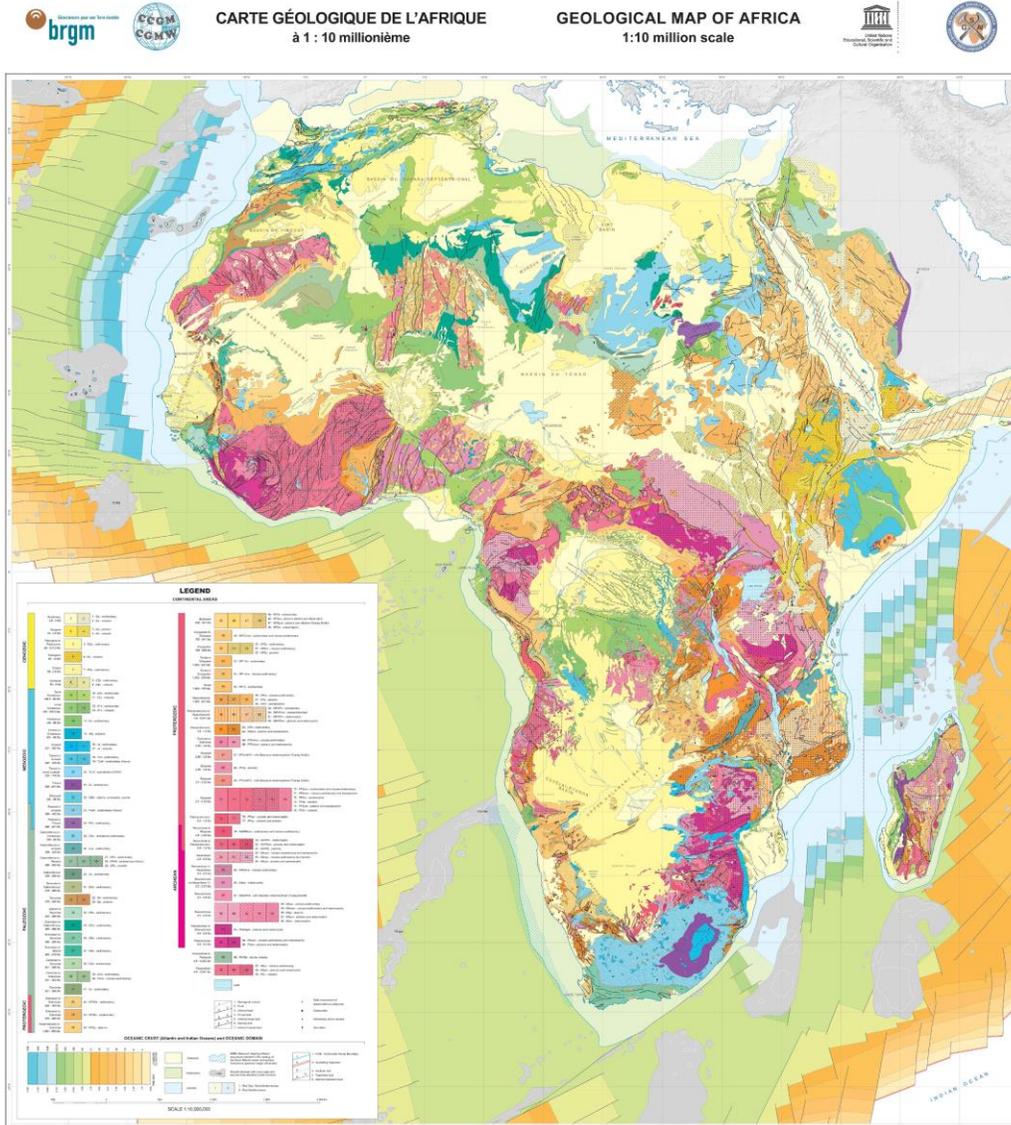
Distribution temporelle de grands types de gisements mondiaux. Extrait de Pirajno & Santosh, 2015



Grandes typologies de gisements et contextes géodynamiques. Extrait de Cawood & Hawkesworth, 2015

- Chaines péricratoniques = zones sous explorées (en particulier métaux critiques)
 - Quelle typologie de gisements en lien avec l'évolution du style tectonique ? (évolution des modalités de structuration de la croûte continentale et du magmatisme)
 - Gap 1,7 – 0,9 Ga ?
Problème de préservation dans cycle orogénique ? Grande majorité de terrains de très haut degrés métamorphiques ? Manque d'information et de guides conceptuels ?
- ➔ Afrique terrain de recherche idéal (nombreuses ceintures) ?
- Modèles géologiques et métallogéniques en grande partie construits sur les gisements canadiens, australiens voir chinois ? => spécificités panafricaines ?

Conclusions - perspectives



- Afrique : continent à explorer (géologie et ressources minérales)
- Chaines péricratoniques = cibles à investiguer pour les métaux stratégiques

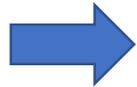
Opportunités pour le BRGM :

- Développer une stratégie de recherche en amont
- Renforcer et réaffirmer la position scientifique en tant qu'expert sur les thématiques géoscientifiques en Afrique
- Fédérer la communauté des géologues thématiciens sur des objets géologiques communs en Afrique

Perspectives

Projet de recherche « REférentiel Géologique et Géoressources Stratégiques en AfriquE (REGGAE) » 2020-2024

1- Synthèse des données BRGM acquises dans des projets en Afrique



Structuration des données BRGM dans un référentiel commun

2- Zone(s) cible(s) : synthèses et projets de recherche

- Réalisation de synthèses (géologique, métallogénique,...), de coupes de références, de schémas structuraux, de cartes synthétiques, à partir des données BRGM et de la bibliographie et de missions ciblées
- Acquisition de connaissances sur des objets géologiques et métallogéniques d'intérêt pour répondre aux grandes questions des relations entre évolution du style tectonique et minéralisations



Approches prédictives pour la recherche de nouvelles zones d'intérêt

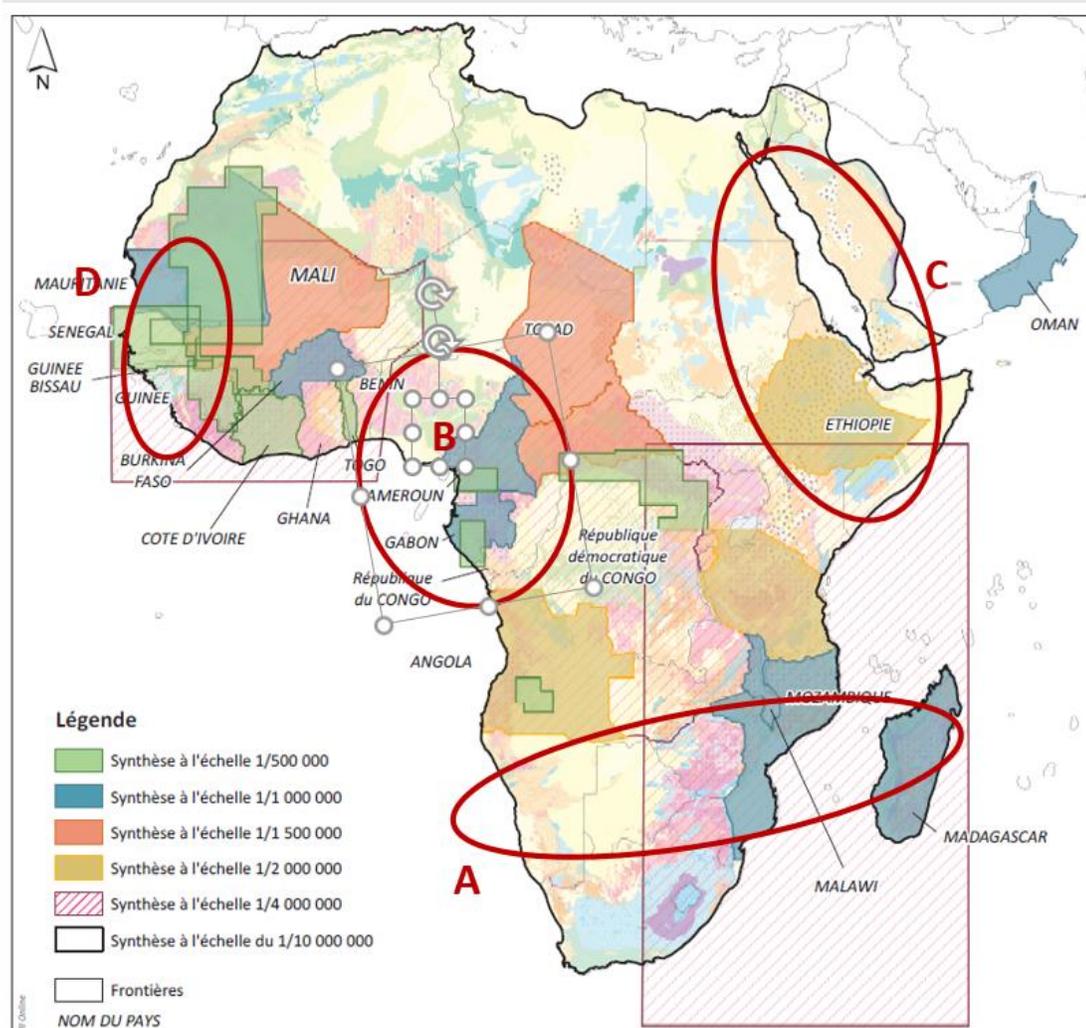
Merci de votre attention !!



Complexes syénitiques, Malawi

Perspectives

Projet de recherche « REférentiel Géologique et Géoressources Stratégiques en Afrique (REGGAE) »

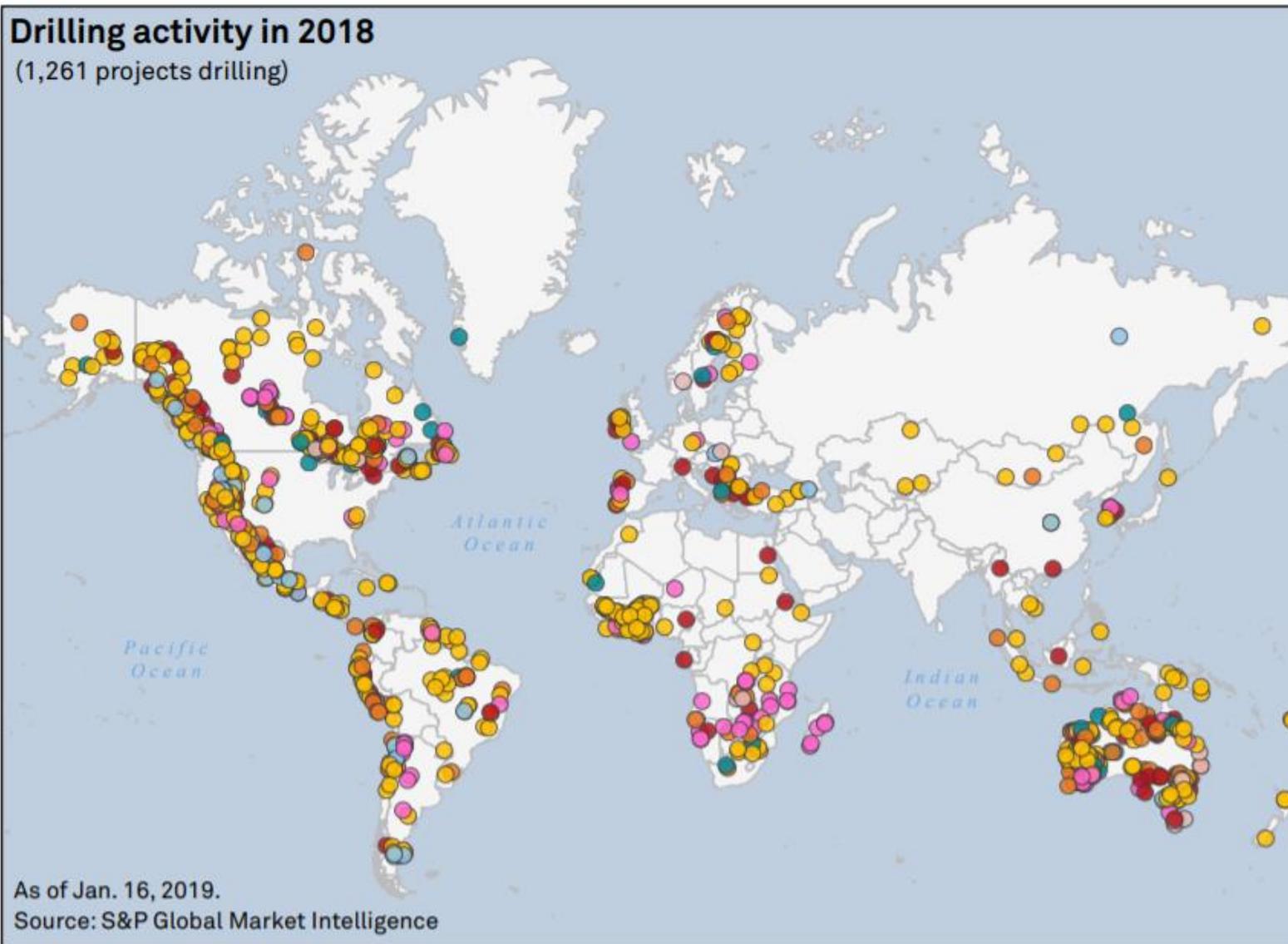


> Zones cibles (en cours de discussions)

- **Zone A** : Chaîne péricratonique (Mésoprotérozoïque à Néoprotérozoïque) entre les cratons du Congo et du Kalahari. *Travaux BRGM: Namibie, Angola, Sud de la RDC, Mozambique, Malawi, Madagascar) + Zambie, Botswana.*
- **Zone B** : Chaîne péricratonique entre le craton du Congo et le Craton Ouest Africain. *Travaux BRGM: Cameroun, Tchad, Nord de la République du Congo, Nord du Gabon, + Nigeria.*
- **Zone C** : Chaîne Néoprotérozoïque d'Afrique de l'Est de la péninsule arabique jusqu'au sud de l'Ethiopie. *Travaux BRGM: Arabie Saoudite.*
- **Zone D** : Chaîne péricratonique du nord du craton ouest africain, du Maroc jusqu'au Sénégal. *Travaux BRGM: Maroc, Mauritanie, Sénégal, Guinée Conakry, etc..).*

Drilling activity in 2018

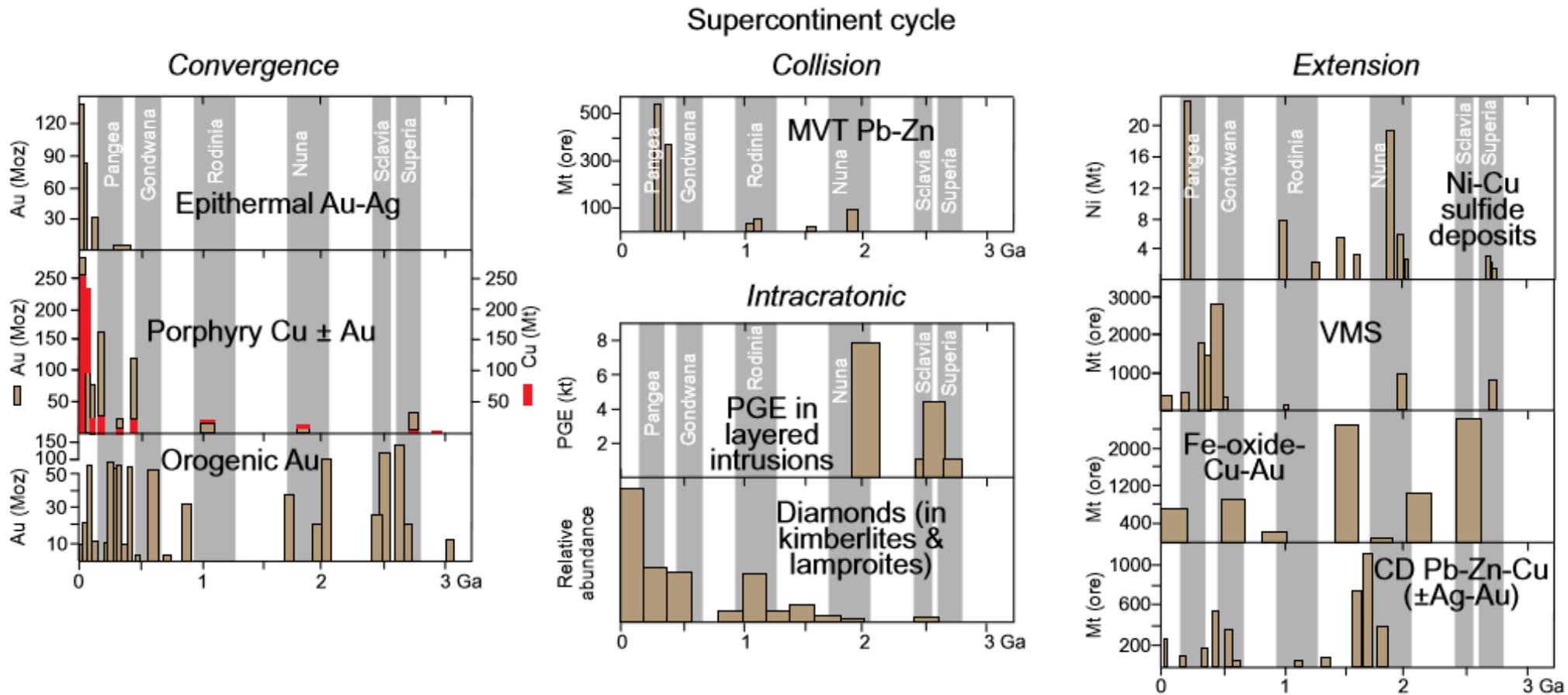
(1,261 projects drilling)



SP Global Market Intelligence (2018)

Primary commodity

- Copper
- Gold
- Lead-zinc
- Minor base metals
- Nickel
- Platinum group metals
- Silver
- Specialty metals



Distribution temporelle de certains type de minéralisations par rapport au cycle des super-continents. Extrait de Cawood & Hawkesworth, 2015