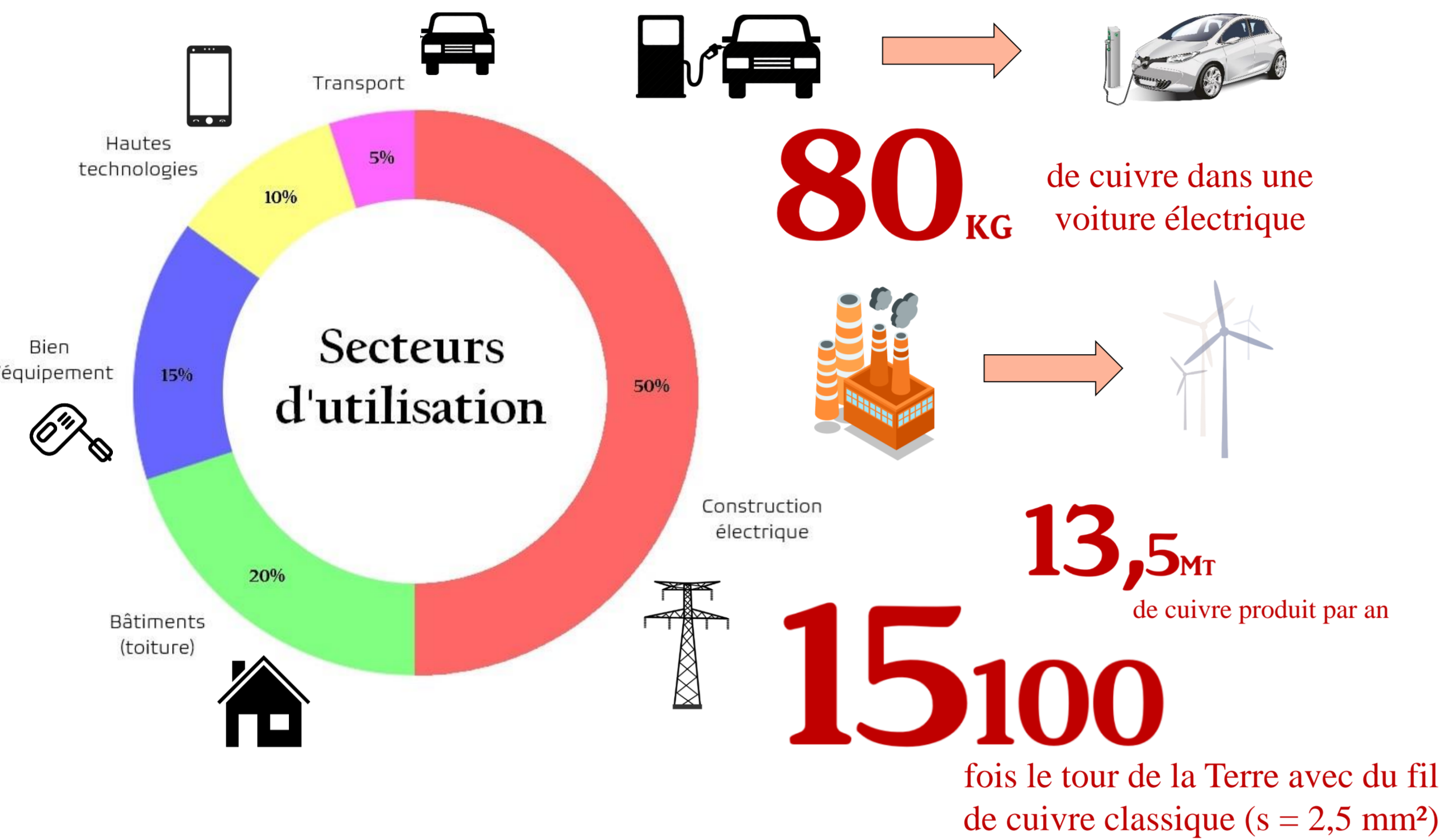


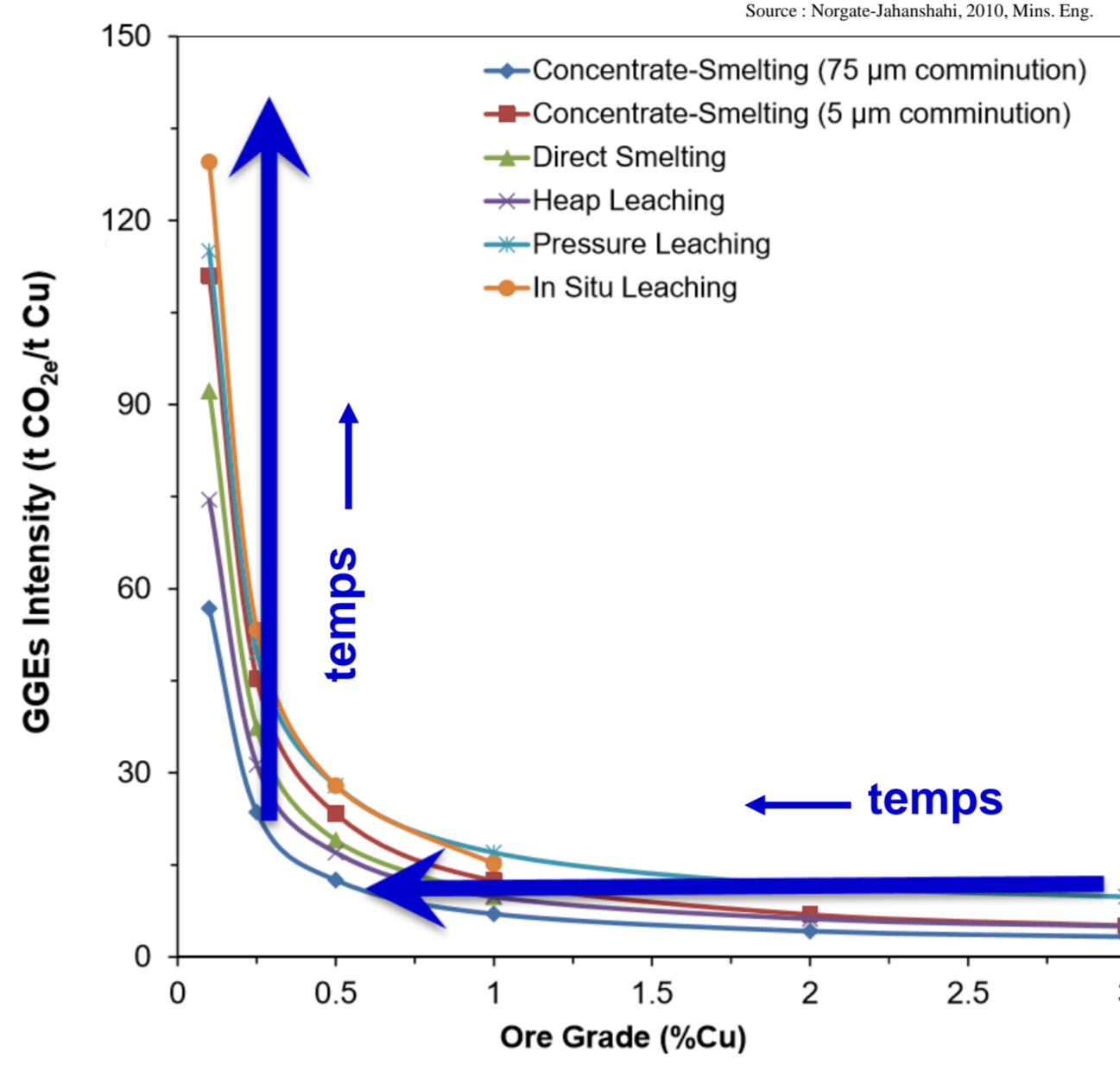
## PROBLÉMATIQUE : L'ISR\* PEUT-ELLE PALLIER LA DEMANDE FUTURE CROISSANTE DE CUIVRE ?

\* ISR - IN-SITU RECOVERY

### POURQUOI EXPLOITER LE CUIVRE ?

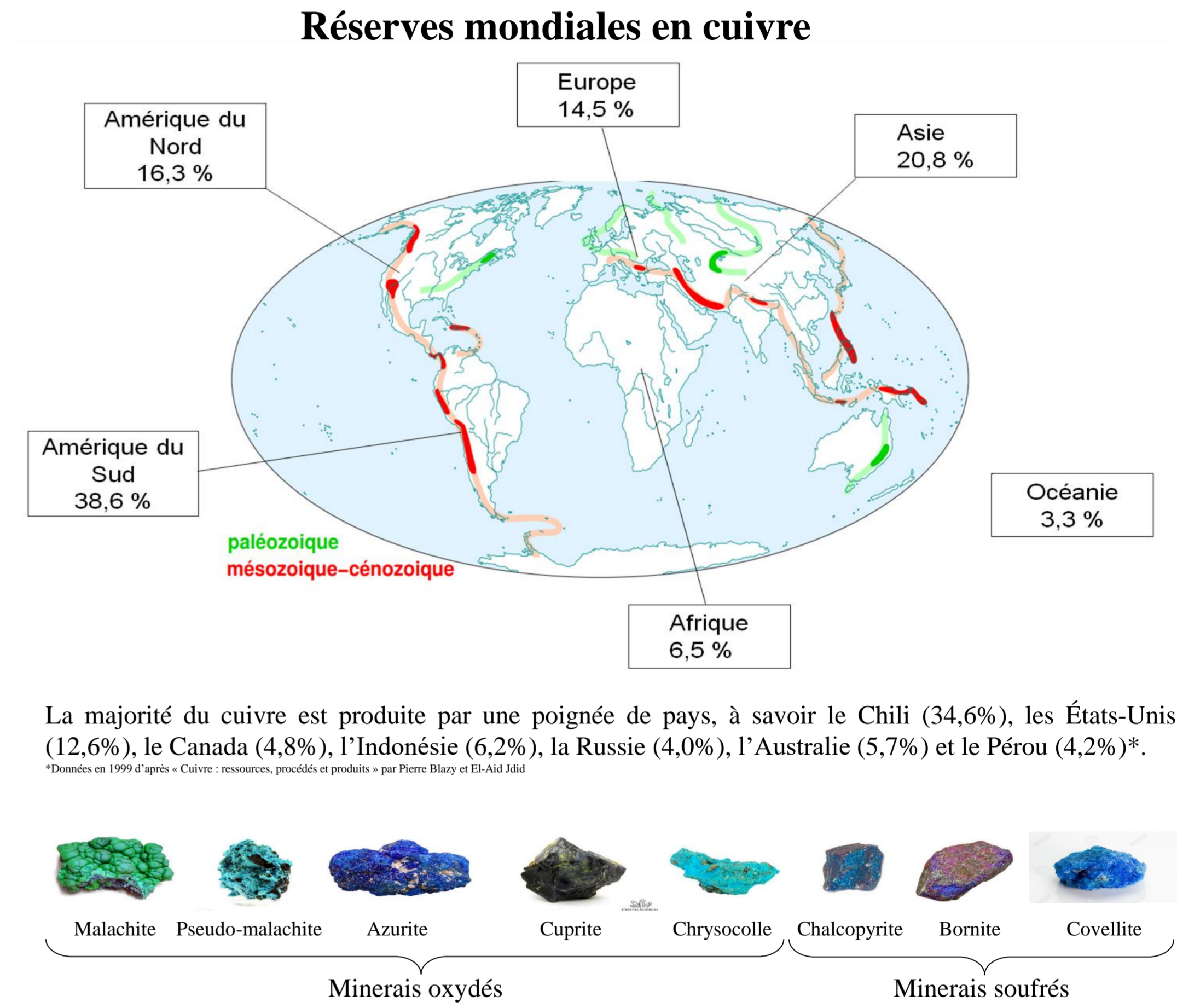


La transition énergétique va accroître les besoins mondiaux en cuivre : la transition du parc automobile actuel vers un parc totalement électrifié (voitures électriques) nécessitera beaucoup de cuivre pour les technologies de ces véhicules. Quant au développement des énergies renouvelables, qui nécessitent une grande surface pour produire autant qu'une centrale classique, le développement d'un réseau électrique plus étendu nécessitera de grandes quantités de cuivre.



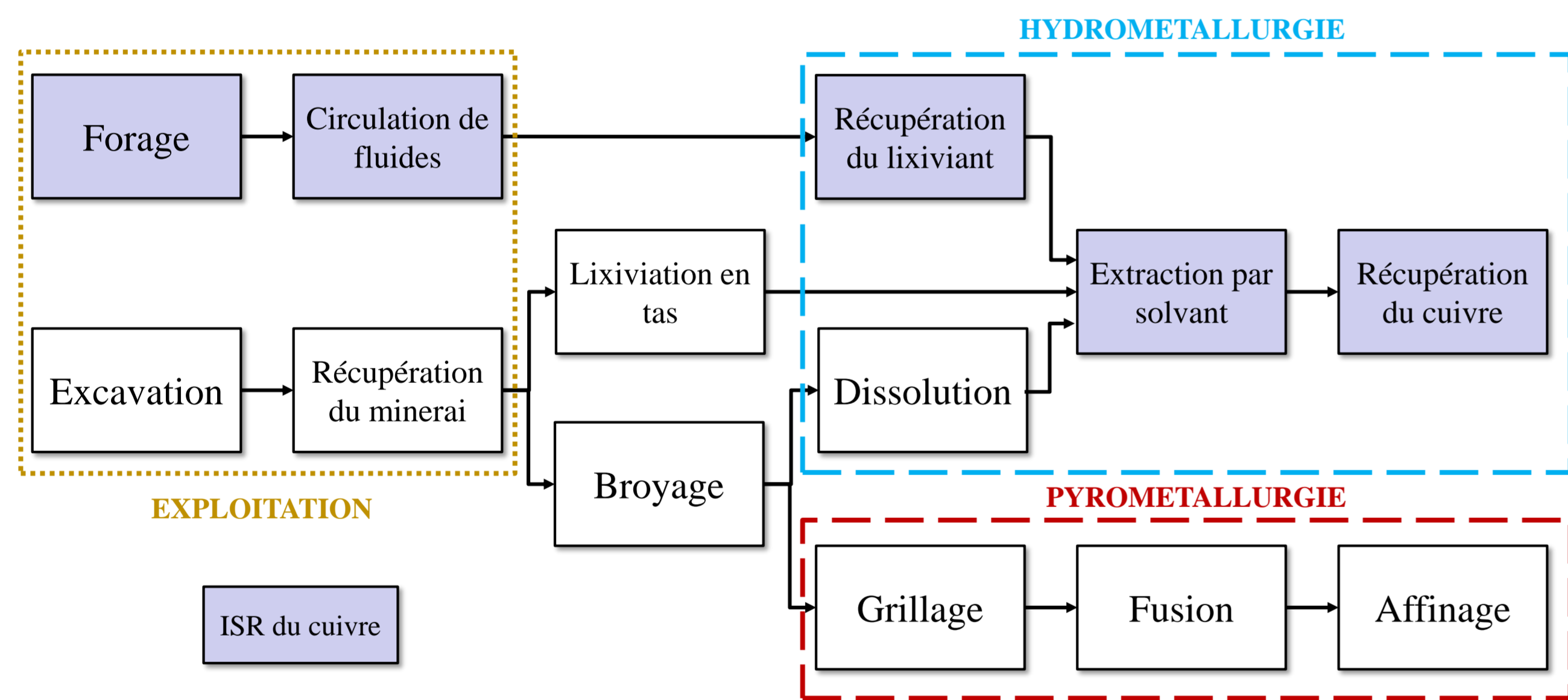
Chaque méthode d'extraction de cuivre présente sa propre intensité carbone (soit la masse de gaz à effet de serre émise pour extraire une masse de cuivre) fonction de la teneur du minerai. Avec le temps, les minerais sont de moins en moins riches en cuivre, ce qui augmente inévitablement l'intensité carbone de l'extraction.

### OÙ TROUVER LE CUIVRE ?



## L'ISR : UNE TECHNIQUE D'EXTRACTION DU CUIVRE

### QU'EST-CE QU'EST L'ISR ?



Les méthodes d'extraction classiques passent toutes par l'excavation, c'est-à-dire qu'on doit aller physiquement chercher en profondeur la roche contenant le minerai et ensuite la traiter soit par pyrometallurgie, soit par hydrometallurgie afin de récupérer le métal cuivre. Dans le cas de l'ISR, l'exploitation se fait en creusant un puits et en injectant dans la roche une solution qui va capter le cuivre, le traitement et la récupération se faisant selon les techniques d'hydrometallurgie.

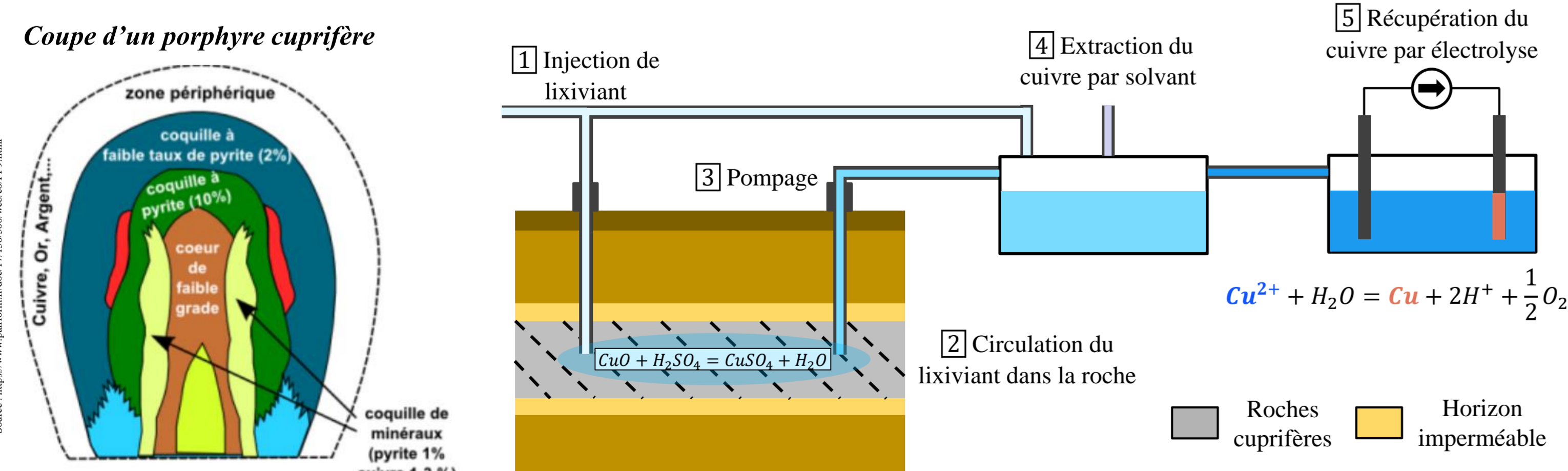


Mine de cuivre au Chili (Chuquicamata)

### EN QUOI DIFFÈRE-T-ELLE DES AUTRES TECHNIQUES D'EXTRACTION ?

	ISR	Classique
Capex (dépenses d'investissement)	0,48 €/kg	0,07 €/kg
Opex (dépenses d'exploitation)	0,54 €/kg	0,40 €/kg
Impact Environnemental	Circulation de solutions lixiviantes dans les sols et risque de contamination des nappes souterraines, présence seulement de puits en surface	Excavation et importants trous dans le sol, tas de stérile en surface et risque de drainage minier acide
Perception sociale	Méconnaissance de la population quant à l'ISR, mais installations de surface quasi-inexistantes	Techniques connues mais redoutées, gros impact en surface
Maturité de la technologie	Pas très mature, et connaissance approximative du sous-sol	Très mature, plein de variantes et de techniques existantes, et niveau avancé de connaissances

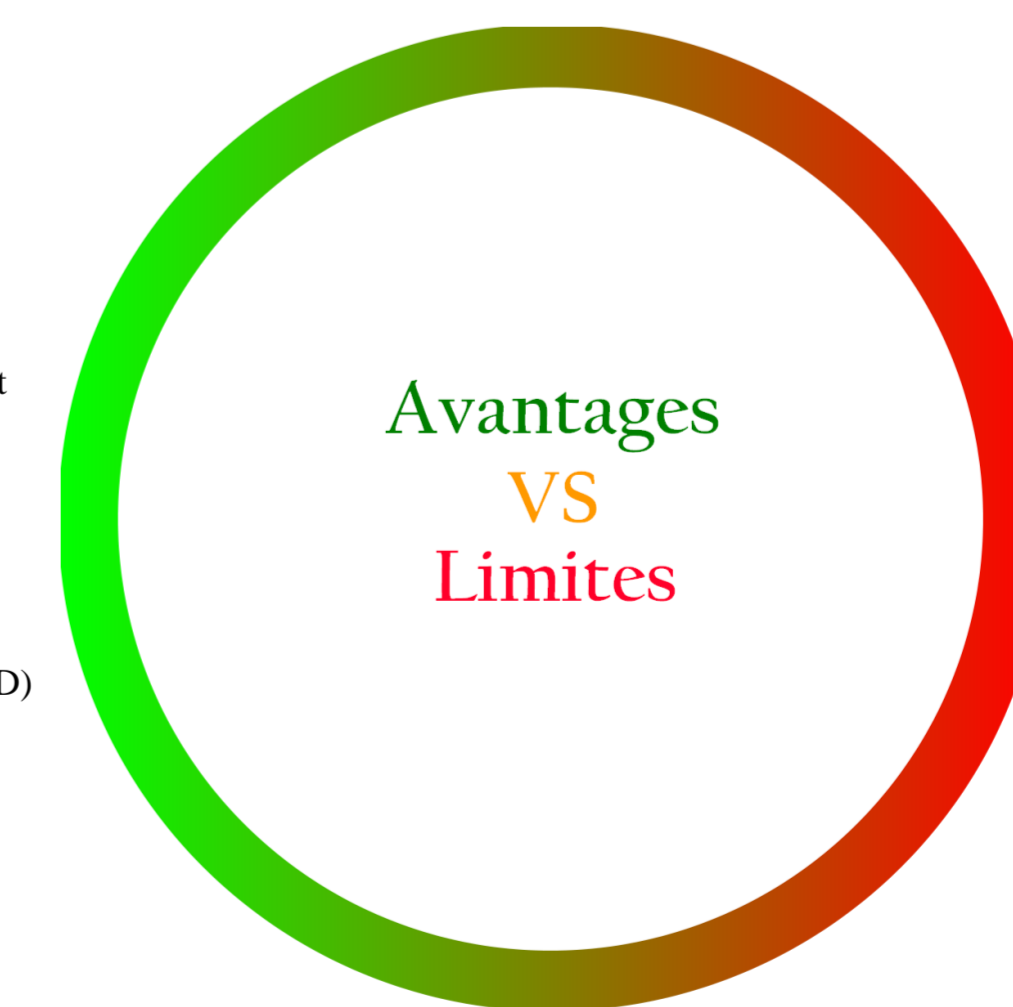
### COMMENT FONCTIONNE L'ISR DU CUIVRE ?



La moitié des ressources en cuivre sont situées dans des porphyres cuprifères, et ils représentent 80% de la production actuelle. De manière générale, les minerais de cuivre se présentent soit sous forme oxydée (dans les couches superficielles et en quantité moindre), soit sous forme sulfurée (dans les couches plus profondes et en quantité plus importante). Les minerais oxydés sont plus faciles à lixivier mais plus rares, et il est possible d'oxyder les minerais sulfurés avant de les lixivier.

### AVANTAGES ET LIMITES DE L'ISR

- Abordable** cf tableau comparatif ci-dessus
- Respectueux de l'environnement** (si on contrôle en amont l'infiltration du solvant, à l'aide de modèles hydrologiques informatiques) réhabilitations des sites avec une atténuation naturelle de l'acidité/basicité de l'eau ou un traitement accéléré si besoin est
- Peu d'impacts paysagers** peu ou pas de déformation en surface pas de bruit pas de pollution de l'air pas de tas de stérile pouvant créer un drainage acide minier (AMD)
- Réévaluation de certains sites difficiles à exploiter** sites non profitables autrement car minerais peu concentrés ou difficiles à exploiter



- Certains sites sont inexploitable** la gangue ne doit pas être soluble la gangue doit être cassée (ou à défaut on la fracture) et perméable (progression de 1 à 5m par jour) nécessité d'une stratification verticale permettant l'écoulement du solvant
- Besoin de démonstration** qu'on ne contamine pas pour convaincre le public (peur d'un contrôle non parfait et de potentielles infiltrations nuisibles)
- Manque d'information** informations sur le sujet médiatisées et parfois biaisées 73% des personnes interrogées ne savent pas ce qu'est l'ISR peur d'une contamination des sols
- Annulations de projets** à cause des problèmes publics précédemment décrits

**CONCLUSION :** L'ISR du cuivre possède des avantages non négligeables par rapport aux techniques d'extraction du cuivre classiques. En revanche, l'ISR du cuivre ne s'applique qu'aux minerais oxydés, qui représentent seulement 20% des minerais totaux. Pour pallier ces difficultés, la biotechnologie peut être envisagée pour oxyder les minerais sulfurés à l'aide de bactéries (augmentation des taux de minerais oxydés), ce qui augmenterait considérablement le potentiel de l'extraction par ISR pour pallier la demande croissante mondiale en cuivre.

