



Suite à l'avis favorable des rapporteurs

Gaël Parpan

Soutiendra publiquement ces travaux de thèse intitulés

L'atténuation du changement climatique sous contraintes de
disponibilité des ressources minérales : le cas central du cuivre dans
les voies socio-économiques partagées

Lundi 24 novembre 2025 à 14h00

Amphithéâtre Aimé Laussedat du Cnam (2 Rue Conté, 75003 Paris,
France).

Résumé : Cette thèse examine le lien entre atténuation du
changement climatique et disponibilité des ressources minérales. Le
cuivre est retenu comme cas d'étude, en raison de son rôle central

dans l'électrification des usages et dans la décarbonation. Les modèles d'évaluation intégrés (IAMs), malgré les avancées permises par leur couplage avec des modèles stock-flux, reposent sur l'hypothèse que l'offre suivra la demande. L'insuffisante prise en compte des contraintes liées aux infrastructures de production pourrait toutefois compromettre la faisabilité des scénarios de décarbonation. Cette thèse propose donc d'examiner la cohérence des scénarios de besoins en cuivre primaire dérivés du cadre des voies socio-économiques partagées (SSPs). Des projections ascendantes, établies mine par mine sur la base des données de l'ICSG, permettent de tracer un champ des possibles des capacités de production de cuivre primaire à l'horizon 2050, en distinguant trois cas d'optimisme (bas, moyen et haut). Ces projections mettent en évidence une rupture avec la tendance historique de croissance : la production future pourrait être limitée à 26,4-48,7 Mt/an en raison du nombre de projets en développement, ainsi que des délais associés à la mise en exploitation. Les scénarios de besoins en cuivre primaire étudiés proviennent à la fois de travaux de modélisation issus de la littérature et de la construction de scénarios à l'aide du modèle DyMEMDS. L'examen de leur cohérence relativement aux capacités de production révèle des écarts significatifs pouvant atteindre 60 Mt/an. L'analyse de ces scénarios met en évidence le rôle clé de certaines variables, notamment les hypothèses sur les stocks technologiques, les taux de recyclage, ainsi que les stratégies de réduction de la demande, telles que l'efficacité matérielle, la substitution, la suffisance et la circularité. Ces variables apparaissent essentielles pour assurer la cohérence entre besoins et capacités de production. Cette thèse pointe également l'absence d'intégration des contraintes socio-écologiques, en étudiant deux aspects : la rareté hydrique et les conflits liés à l'implantation de mines. Elle propose une analyse de l'exposition à la rareté hydrique des capacités de production cuprifères. Elle met en évidence que des pays tels que le Chili, le Pérou, les États-Unis, le Mexique et l'Australie présentent une exposition accrue à la rareté hydrique en 2050, tandis que la région RD Congo-Zambie reste relativement

épargnée. Ainsi, ces travaux contribuent à l'élaboration de scénarios d'atténuation du changement climatique compatibles avec les contraintes liées aux capacités de production des ressources minérales.

Mots clés : cuivre, changement climatique, voies socio-économiques partagées, approvisionnement minier, analyse de flux de matières, ressources minérales, rareté hydrique, conflits socio-écologiques.

Re : Re : [Externe]Soutenance - Gaël PARPAN

Composition du jury

Aude POMMERET, Professeure, Université Savoie Mont Blanc,
Rapportrice

Peggy ZWOLINSKI , Professeure, Université Alpes, Rapportrice

Sandrine MATHY, Directrice de recherche, Université Grenoble Alpes , Examinatrice

Guido SONNEMANN , Professeur, Université de Bordeaux , Examineur

Olivier VIDAL, Directeur de recherche, Université Grenoble Alpes , Examineur

Stéphane DELALANDE Professeur titulaire de Chaire, Cnam , Directeur de tête

Yves JEGOUREL , Professeur titulaire de Chaire, Cnam, Co - directeur de thèse

Matthieu GERVAIS , Maître de conférences HDR, Cnam, Co - encadrant