

RÉSUMÉ

La Belgique, comme de nombreux pays européens, fait face à des défis croissants liés à la gestion durable des matériaux et à la résilience de ses chaînes d'approvisionnement. Alors que la transition vers une économie numérique et neutre sur le plan climatique s'accélère, la demande en matériaux stratégiques intégrés dans des technologies telles que les batteries, les systèmes photovoltaïques, les éoliennes, l'électronique et la mobilité électrique continue d'augmenter. Par ailleurs, les chaînes d'approvisionnement mondiales deviennent de plus en plus instables en raison des tensions géopolitiques, de la concentration des marchés, des contraintes environnementales et d'une demande technologique en constante évolution. Cette combinaison entre besoins croissants en matériaux et sécurité d'approvisionnement réduite a conduit les décideurs européens et belges à demander un suivi plus rigoureux, une amélioration des infrastructures de données et une meilleure compréhension des flux de matières, de l'empreinte matières et des dépendances en termes de matières premières critiques. Le projet CAMBIUM a été développé en réponse à ces défis. Son ambition principale était de concevoir et de tester un ensemble d'outils méthodologiques permettant à la Belgique de mieux surveiller et comprendre son système de matériaux, en mettant particulièrement l'accent sur les dimensions de circularité et de criticité. Le projet CAMBIUM se concentre sur le développement de méthodologies capables de soutenir le suivi à long terme, d'orienter la recherche future et de contribuer à l'élaboration de politiques fondées sur des données probantes.

Le projet poursuivait deux objectifs complémentaires. Le premier consistait à développer un cadre méthodologique holistique pour analyser les flux de matières et l'empreinte matières en Belgique. Cela a nécessité la cartographie et l'évaluation des cadres de référence internationaux existants en matière d'indicateurs, l'identification des lacunes dans les structures de données belges et la conception de trajectoires méthodologiques adaptées aux systèmes de gouvernance fédéraux et régionaux de la Belgique. Le second objectif visait à développer une méthodologie de criticité permettant d'identifier les matériaux et flux de produits importants pour l'économie belge. Cela a consisté à adapter les approches européennes de criticité au contexte belge, à améliorer la capacité à identifier les matériaux contenus dans les produits importés et les flux de déchets, et à cartographier les vulnérabilités des chaînes d'approvisionnement pour les matériaux et les technologies présentant une importance stratégique.

Sur le plan méthodologique, le projet a adopté une approche intégrée combinant l'analyse des flux de matières à l'échelle de l'économie, une approche fondée sur le cycle de vie, la modélisation input-output étendue à l'environnement, l'évaluation multicritère de la criticité et l'analyse de systèmes de matières multicouches. Des analyses approfondies ont été menées afin d'identifier les forces et faiblesses des cadres de référence existants et de comprendre comment ceux-ci pourraient être transposés dans une approche adaptée au contexte belge. En parallèle, des analyses détaillées ont été réalisées pour certains matériaux et technologies afin de tester et d'affiner les méthodologies proposées. À titre d'exemples, l'analyse du système de matériaux multicouches du parc éolien belge a fourni une étude de cas détaillée illustrant la manière dont les stocks, flux et potentiels de fin de vie des matériaux évoluent à mesure que les technologies changent au fil du temps.

Le projet a abouti à un ensemble de résultats scientifiques, méthodologiques et utiles pour l'élaboration de politiques. Il a permis de développer un cadre analytique structuré permettant à la Belgique d'évaluer les flux de matières et l'empreinte matières à l'aide de procédures cohérentes et transparentes. Ce cadre intègre des indicateurs macroéconomiques alignés avec les systèmes de suivi de l'économie circulaire d'Eurostat, et des indicateurs microéconomique visant à détecter les changements à court terme dans les flux de produits critiques et les risques liés à la chaîne d'approvisionnement. L'analyse a mis en évidence plusieurs points sensibles dans l'utilisation des matériaux en Belgique, notamment une forte dépendance à l'égard des importations de certains matériaux jouant un rôle central dans les technologies d'énergie renouvelable, l'électrification et la numérisation, ce qui les rend de plus en plus essentiels tant pour la compétitivité industrielle que pour la transition énergétique. L'étude a également mis en évidence des lacunes et des incohérences dans les sources de données existantes, en particulier pour combiner les données de flux de produits avec les statistiques de déchets et les données de composition des produits riches en matières premières critiques. Ces lacunes doivent être comblées pour renforcer les capacités nationales de suivi.

La méthodologie utilisée pour identifier les matières premières critiques a permis à la Belgique de disposer pour la première fois d'une approche systématique et nationalisée pour évaluer les risques liés à l'approvisionnement en matières premières. En combinant des données sectorielles belges, des données commerciales et la pertinence technologique, le projet a démontré que l'exposition de la Belgique aux risques diffère parfois des moyennes de l'UE. Pour de nombreux matériaux critiques, la Belgique dépend fortement de chaînes d'approvisionnement concentrées et sensibles sur le plan géopolitique, mais elle joue également un rôle important dans la production de certaines matières premières critiques. Les résultats soutiennent des interventions politiques plus ciblées visant à améliorer le recyclage, à renforcer les infrastructures de récupération et à diversifier les chaînes d'approvisionnement.

L'analyse du système de matériaux multicouches a démontré comment ces avancées méthodologiques peuvent être appliquées à une technologie réelle. En analysant les installations éoliennes belges entre 1996 et 2021, le projet a montré que les stocks de matériaux continuent de s'accumuler et généreront des flux importants en fin de vie au cours des prochaines

décennies. Le cuivre et l'acier dominent en termes de masse, mais les terres rares et d'autres matériaux spécialisés deviennent de plus en plus importants à mesure que les technologies offshore et à entraînement direct se développent. Cette analyse a également permis d'identifier les goulots d'étranglement potentiels dans les filières de recyclage et a souligné l'importance d'améliorer les pratiques de collecte, de démantèlement et de valorisation afin de maximiser les bénéfices de circularité des systèmes d'énergie renouvelable.

Ensemble, ces résultats scientifiques constituent une base solide pour l'aide à la décision. Les méthodologies développées ou améliorées offrent aux autorités belges les moyens d'évaluer les dépendances matérielles, d'identifier les risques émergents et d'anticiper les besoins futurs en matériaux. Elles peuvent également renforcer la contribution de la Belgique aux processus européens dans le cadre du Critical Raw Materials Act et du Circular Economy Action Plan. Le projet recommande à la Belgique de surveiller périodiquement les flux de matières et les dépendances et risques liés aux matières critiques, d'améliorer l'intégration des données entre les autorités fédérales et régionales, et de promouvoir la transparence des chaînes d'approvisionnement. Le renforcement des capacités analytiques au sein des administrations publiques et la promotion de la collaboration entre les régions, les agences et les institutions de recherche seront essentiels pour pérenniser et développer les avancées méthodologiques réalisées dans le cadre du projet.

Le projet CAMBIUM apporte ainsi non seulement des connaissances scientifiques, mais aussi une architecture méthodologique ayant une valeur à long terme. En permettant une compréhension plus approfondie et plus systématique du système de matériaux en Belgique, il pose les bases d'une gouvernance des ressources plus résiliente, circulaire et stratégiquement éclairée.

Mots-clés

flux de matières, matières premières critiques, économie circulaire, dimensions environnementales et sociales, perspective de la chaîne de valeur