



Congrès
Management
du Cycle de Vie
2025



Application conjointe de l'évaluation du cycle de vie et de l'évaluation de la criticité *Cas d'études des batteries NMC*

19/11/2025

Dieuwertje Schrijvers

WeLOOP

Guido Sonnemann

ISM CyVi – U Bordeaux

Frédéric Lai

BRGM

Marion Devienne

SCORE LCA

Emilie Guilvert

WeLOOP

Anish Koyampambath

ISM CyVi – U Bordeaux

Naeem Adibi

WeLOOP

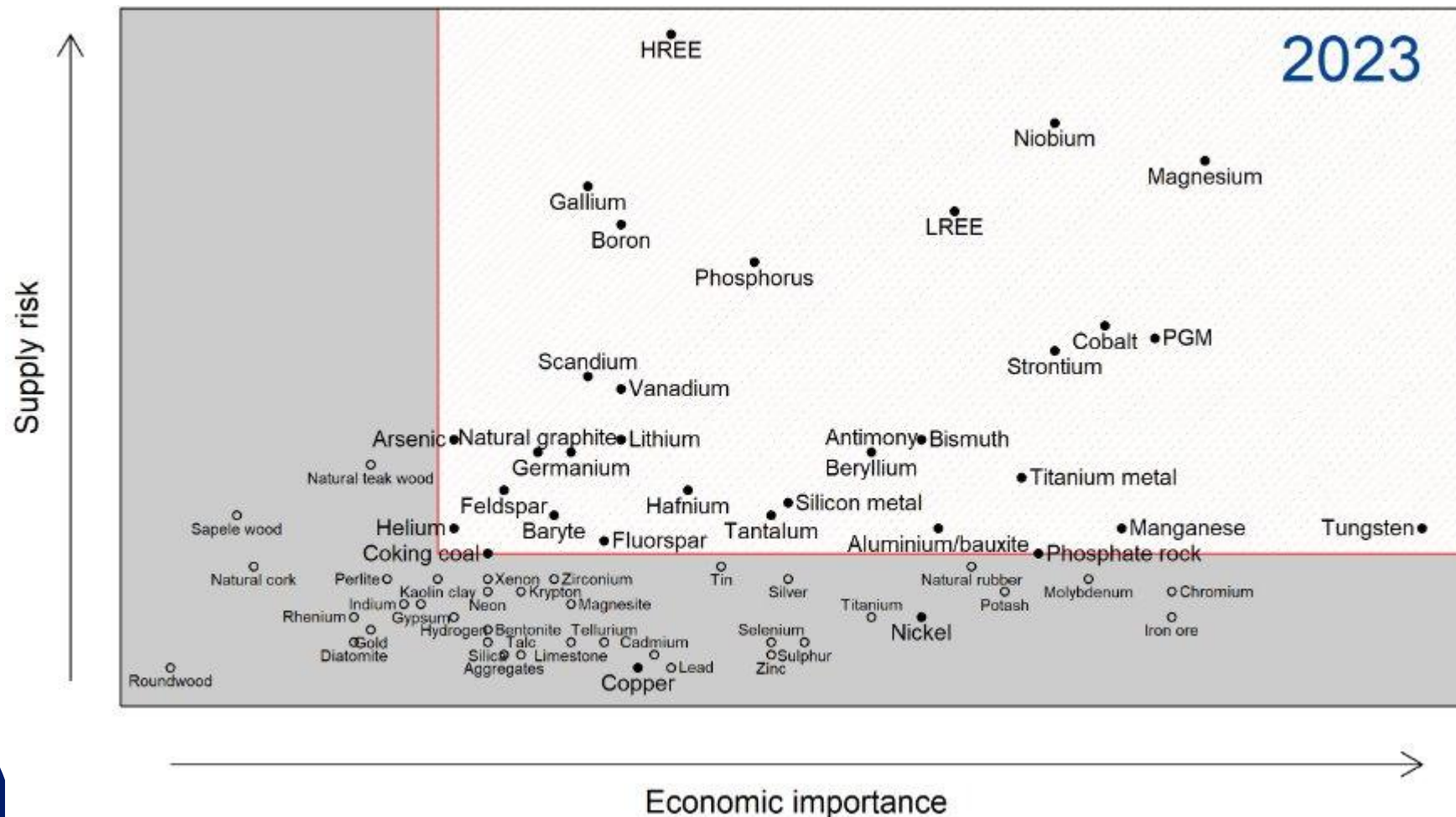
Philippe Osset

SCORE LCA

Introduction et objectifs du projet

Matériaux critiques:

- Probabilité élevée d'une **perturbation de l'approvisionnement**
- **Vulnérabilité** élevée d'un système spécifique à une perturbation de l'approvisionnement

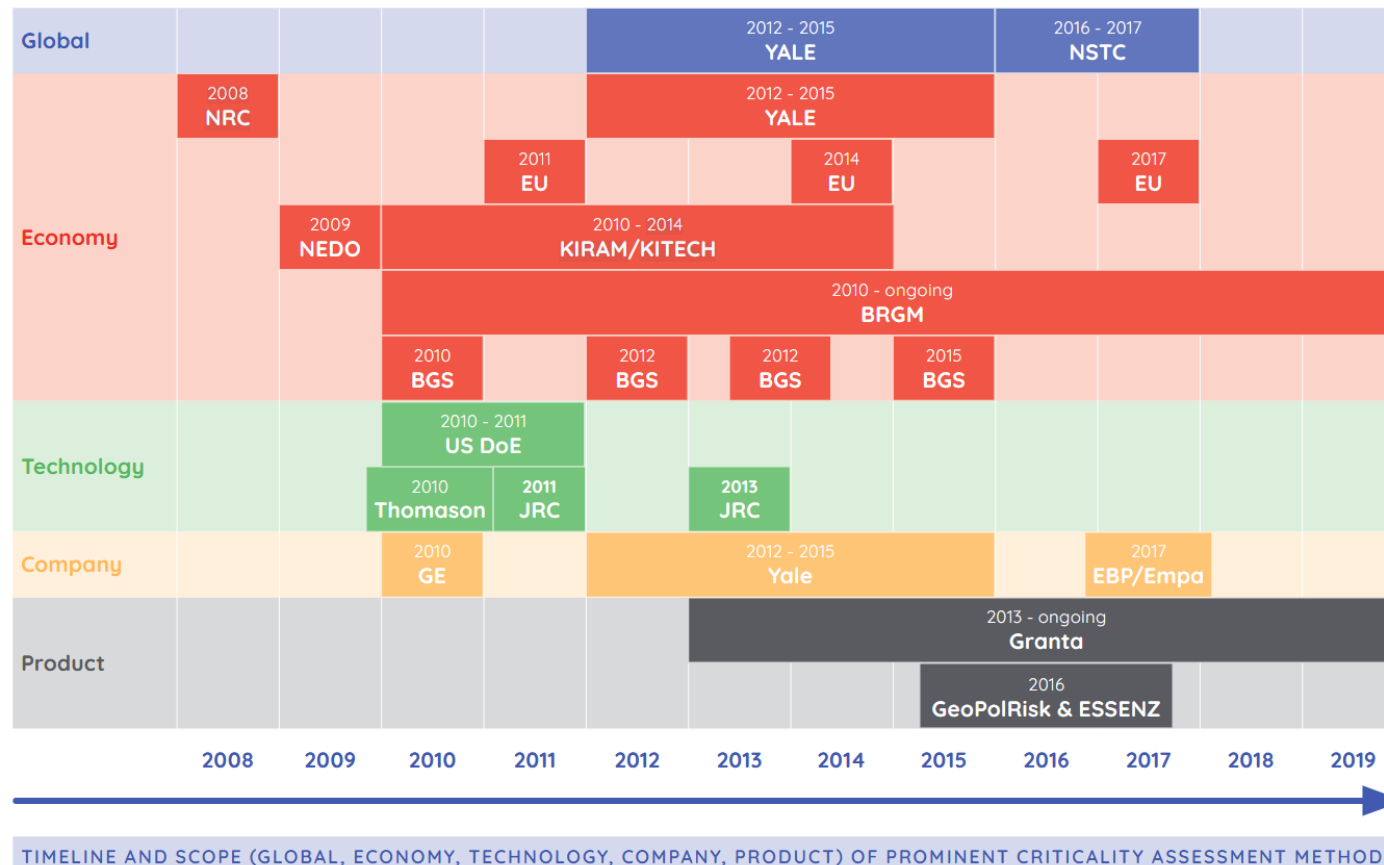


Luis Tercero, based on study on the Critical Raw Materials for the EU (2023)

Introduction et objectifs du projet

Matériaux critiques:

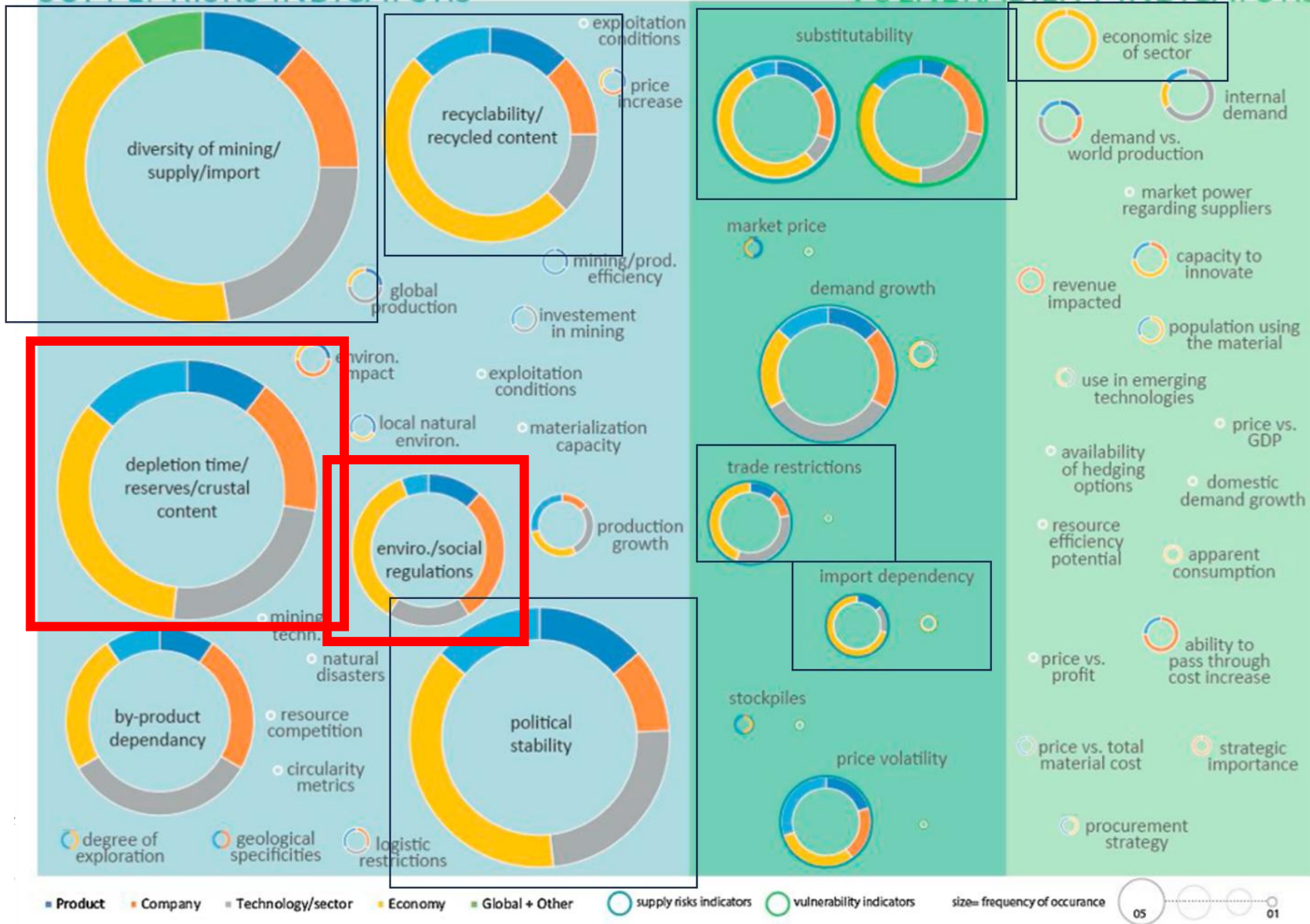
- Probabilité élevée d'une **perturbation de l'approvisionnement**
- **Vulnérabilité** élevée d'un système spécifique à une perturbation de l'approvisionnement



Schrijvers D, Blengini GA, Cimprich A, et al (2020) Material criticality: an overview for decision-makers

SUPPLY RISKS INDICATORS

VULNERABILITY INDICATORS


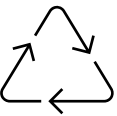



Indicateurs utilisés dans la méthode européenne

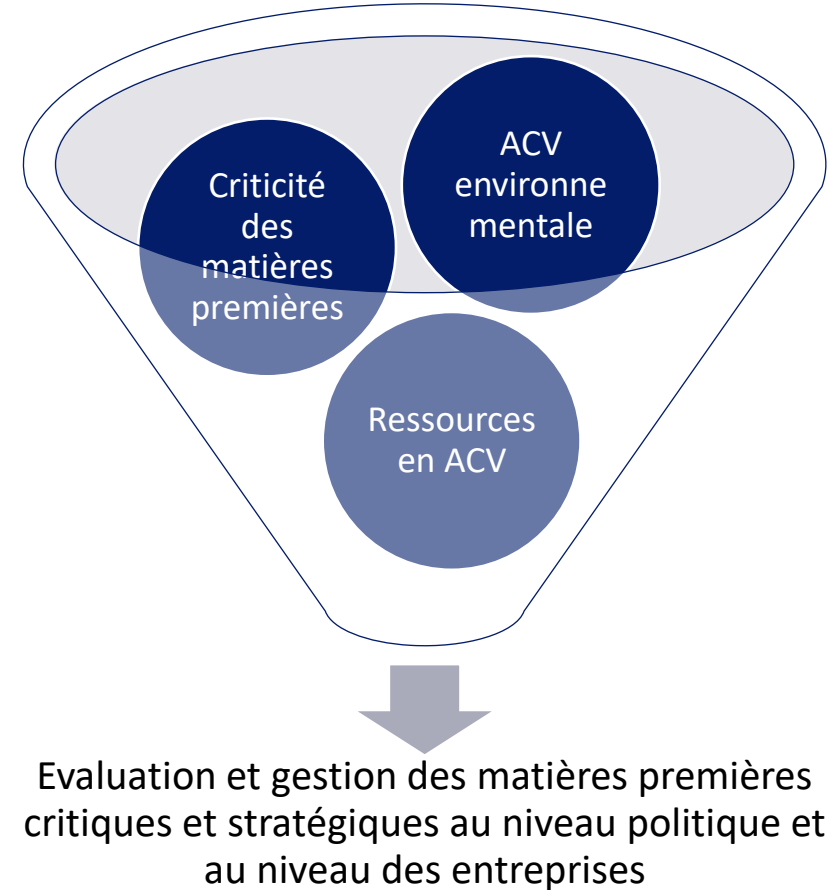
Schrijvers, D. *et al.* A review of methods and data to determine raw material criticality. *Resour. Conserv. Recycl.* **155**, 104617 (2020).

Présentation du projet

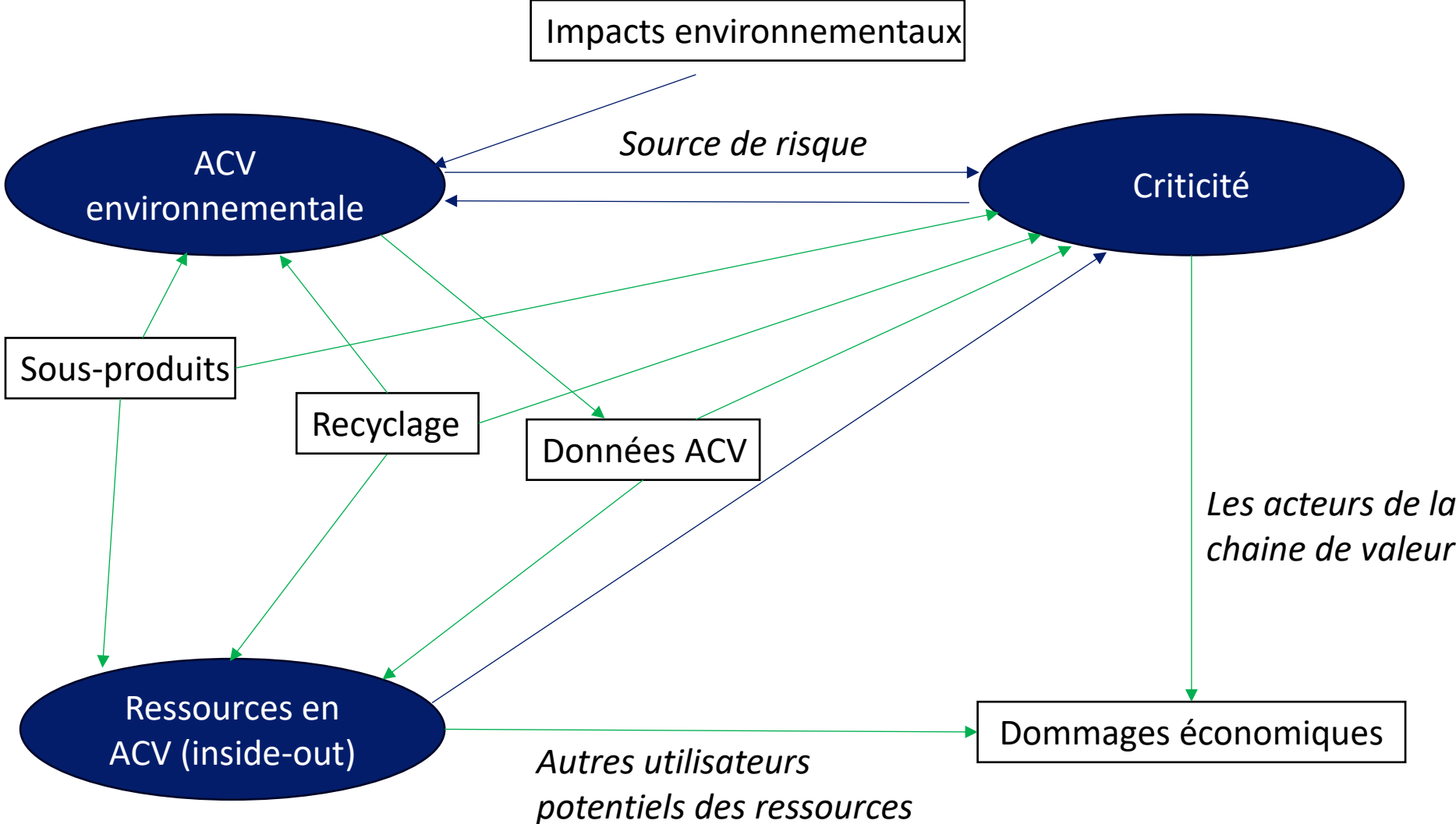
Objectifs

-  Améliorer la prise en compte de la criticité au sein des études d'ACV
-  Permettre de mieux prendre en compte la dimension environnementale dans les analyses de criticité
-  Améliorer la prise de décision stratégique

SCORELCA



Synthèse des liens entre la criticité et l'ACV



Etudes de cas

| | Méthode | Périmètre |
|-------------------------------|---|--|
| Etude de Cas 1 | <ul style="list-style-type: none">- EF3.1 avec les données deecoinvent v3.10 version APOS- Point de vue IRTC | <ul style="list-style-type: none">- Comparaison des impacts environnementaux de la production d'hydroxyde de lithium en Finlande, au Chili et en Chine+ Australie- Point de vue de l'outil IRTC sur la production européenne d'hydroxyde de lithium |
| Etude de Cas 2 | <ul style="list-style-type: none">- EF3.1 (ADP ultimate reserves) avec les données ecoinvent v3.10 version cut-off- Méthode de dissipation des ressources- Méthode IRTC- Méthode GeoPolRisk- Méthode Essenz | Analyses environnementales et études de criticité de la production de batterie lithium-ion NMC811 et LFP du berceau à la porte base sur les inventaires de données Ecoinvent |
| Analyse de Sensibilité | <ul style="list-style-type: none">- Données basées sur le projet BATTERS de WeLOOP- Point de vue IRTC, GeoPolRisk et Essenz | <ul style="list-style-type: none">- Estimation des capacités de recyclage du cobalt et du lithium des batteries lithium-ion en Europe- Point de vue des méthodes de criticité sur l'évolution de la criticité avec des matériaux recyclés |

Etude de Cas 2: Intégration de l'évaluation de la criticité et de l'ACV pour l'évaluation des risques d'approvisionnement et les impacts environnementaux dans un scénario de transition énergétique : Cas des batteries Lithium-ion

Unité fonctionnelle : Batterie de voiture électrique lithium-ion de 65kWh

562,3kg de batterie Lithium Fer Phosphate (LFP)

435,8kg de batterie Nickel-Manganese-Cobalt 811 (NMC811)

Etude environnementale

ACV-A cradle-to-gate sur SimaPro version 10.0.1.2 et données ecoinvent 3.10

ADP ultimate reserves (resource use, minerals and fossils) : quantité totale de ressources minérales et fossiles extraites de l'environnement

Méthode de dissipation des ressources

Annual Dissipative Rate (ADR) : taux annuel de dissipation irréversible des ressources abiotiques dans l'environnement, indiquant leur perte d'accessibilité

Potential Value Loss Rate (PVLRL) : Interprétation économique et fonctionnelle des pertes dues à la dissipation.

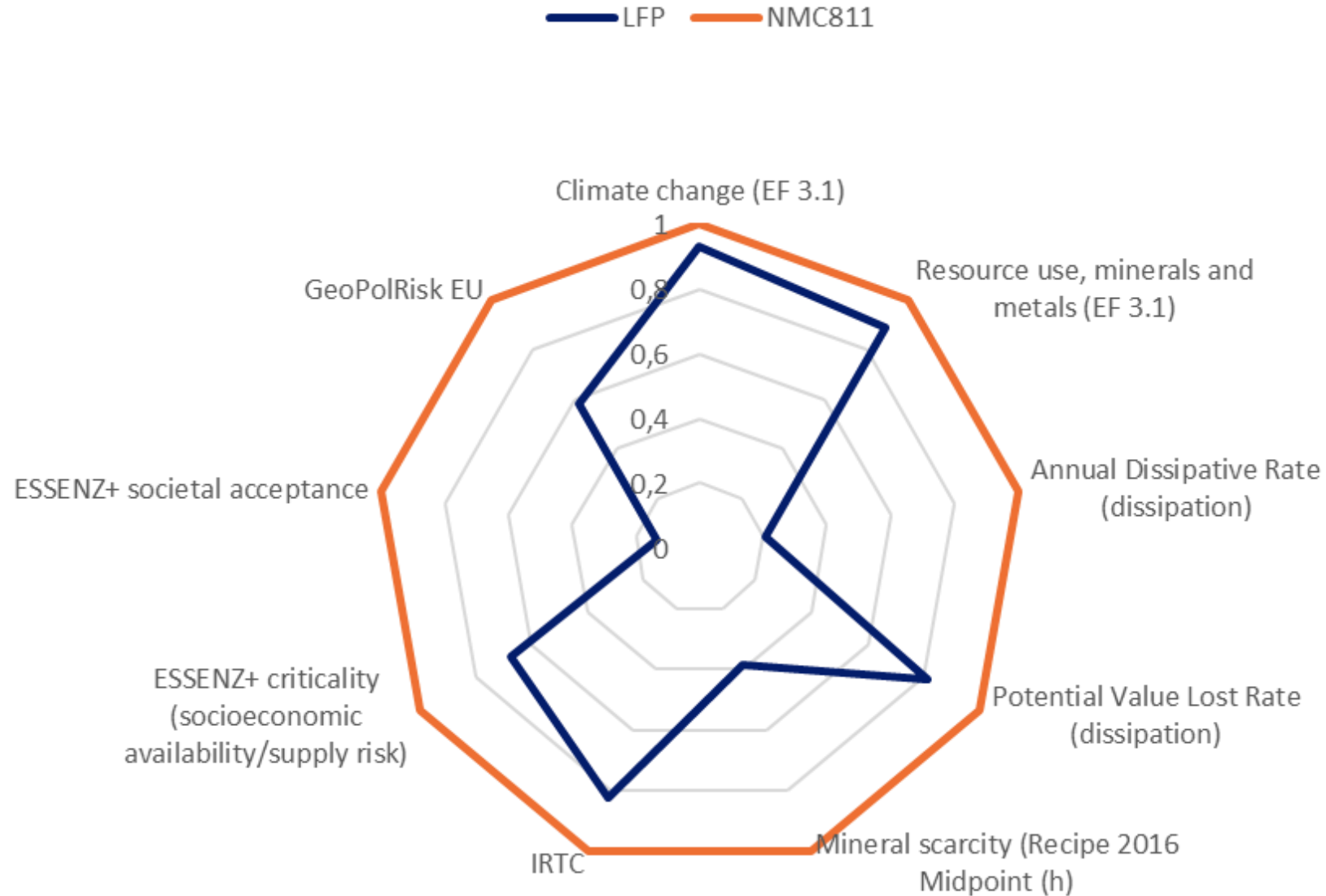
Etude de Criticité

IRTC

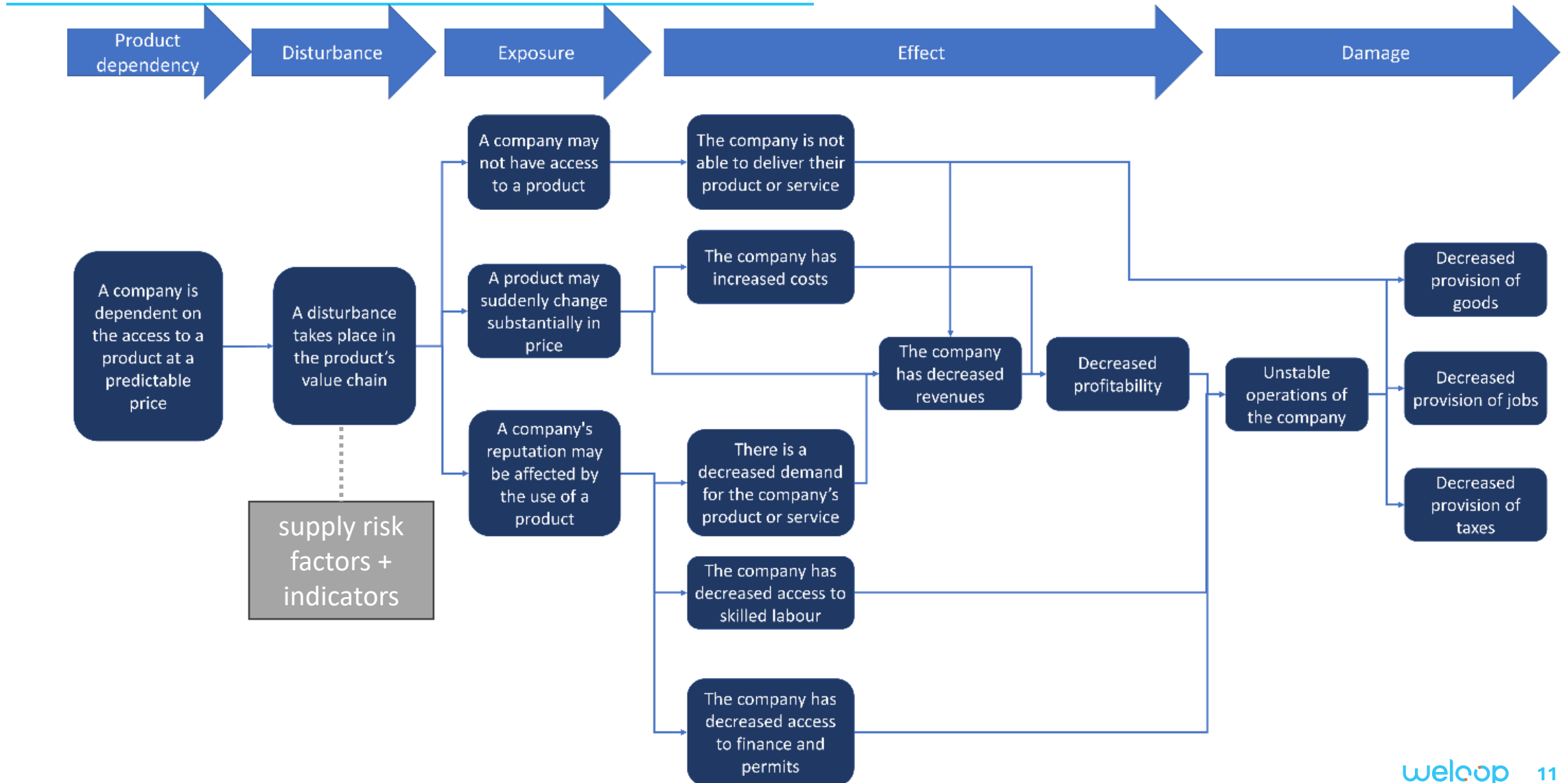
GeoPolRisk

ESSENZ

Etude de Cas 2: Intégration de l'évaluation de la criticité et de l'ACV pour l'évaluation des risques d'approvisionnement et les impacts environnementaux dans un scénario de transition énergétique : Cas des batteries Lithium-ion



Chaîne de cause à effet de la criticité (méthode IRTC)



Application des méthodes de criticité

| Méthode | # Indicateurs | Aggregation | Utilisation recommandé |
|-------------------|----------------|--|--|
| IRTC | 24 indicateurs | # hotspots par matière première | Analyse approfondie d'un seul produit |
| GeoPolRisk | 4 indicateurs | FC par matière première (multiplication) | Screening rapide sur un nombre limité des facteurs de risque |
| ESSENZ | 21 indicateurs | Agrégation en masse par indicateur | Évaluation comparative sur un grand nombre d'indicateurs |

Etude de Cas 2: Intégration de l'évaluation de la criticité et de l'ACV pour l'évaluation des risques d'approvisionnement et les impacts environnementaux dans un scénario de transition énergétique : Cas des batteries Lithium-ion

IRTC

« Le cobalt, le tantale et l'antimoine sont nécessaires à la fabrication des batteries NMC811 et LFP et sont associés à la plupart des points chauds de criticité. »

| Substance | Relative quantity of substance in NMC811 battery inventory | Relative quantity of substance in LFP battery inventory | Number of indicators with score "critical" | Representativeness of indicator scoring (number of indicators assessed) |
|-----------|--|---|--|---|
| Cobalt | 100% | 2% | 17 | 100% |
| Tantalum | 87% | 100% | 14 | 92% |
| Antimony | 95% | 100% | 13 | 88% |
| Graphite | 100% | 64% | 10 | 88% |
| Rhodium | 100% | 38% | 10 | 83% |
| Palladium | 100% | 33% | 9 | 88% |
| Tin | 90% | 100% | 9 | 96% |
| Vanadium | 92% | 100% | 9 | 92% |

| Indicator | Cobalt | Tantalum | Antimony |
|--|--------|----------|----------|
| Supply is dominated in a few countries (bottleneck) | Yes | | Yes |
| Export restrictions (bottleneck) | Yes | Yes | Yes |
| Enabling Trade Index (bottleneck) | Yes | Yes | Yes |
| WGI Rule of law (bottleneck) | Yes | Yes | Yes |
| Fragile States Index (bottleneck) | Yes | Yes | Yes |
| WGI Regulatory Quality (bottleneck) | Yes | Yes | Yes |
| WGI Political stability and absence of violence/terrorism (bottleneck) | Yes | Yes | Yes |
| WGI Government effectiveness (bottleneck) | Yes | Yes | |
| % supplied as a by-product | Yes | | Yes |
| Compound Annual Growth Rate between 2020-2030 for sustainable development scenario (KU Leuven) | | | |
| Compound Annual Growth Rate between 2018-2040 for sustainable development scenario (DERA) | | | |
| Compound Annual Growth Rate between 2020-2050 for High Demand Scenario (JRC) | | | |
| Share of current production capacity used in mining (production to reserves ratio) | | | |
| Potential to increase supply from mines (reserves)-Policy Perception Index) | Yes | Yes | Yes |
| Cradle-to-gate LCA | | | |
| Environmental Performance Index (bottleneck) | Yes | Yes | Yes |
| Global Peace Index (bottleneck) | Yes | Yes | |
| Corruption Perception Index (bottleneck) | Yes | Yes | Yes |
| WGI Control of Corruption (bottleneck) | Yes | Yes | Yes |
| Child labor (bottleneck) | Yes | Yes | |
| WGI Voice and Accountability (bottleneck) | Yes | | Yes |
| Human Development Index (bottleneck) | Yes | Yes | |
| Cumulative energy demand [MJ-eq/kg] | | | |
| Substance of very high concern for Authorisation (REACH framework) | | | |
| Global CO ₂ emissions | | | |
| On the 2023 EU list of CRM | Yes | Yes | Yes |
| Strategic according to the EC in 2024 | Yes | | |

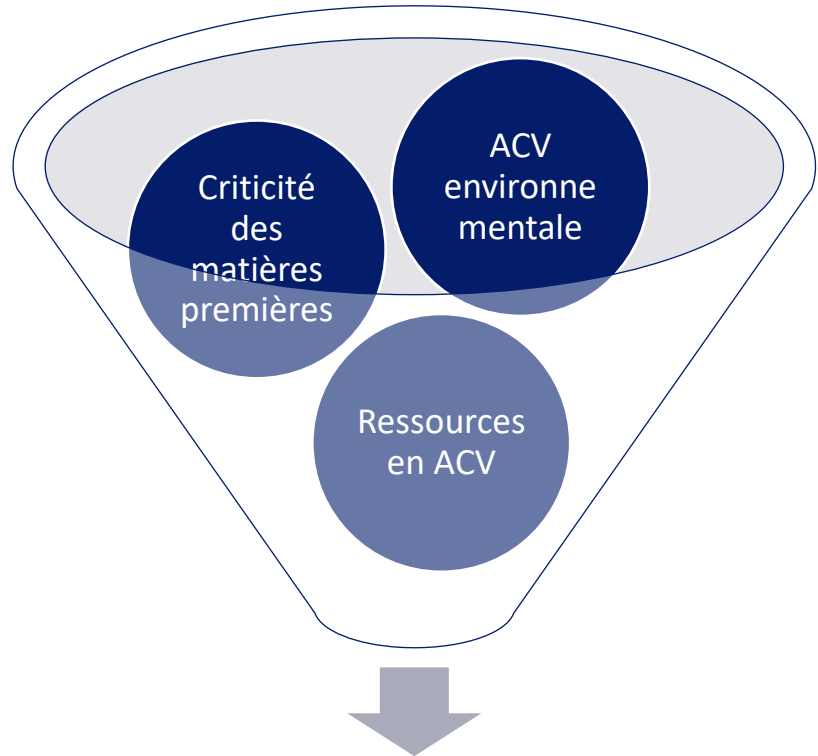
Facteurs de risque pertinents pour les indicateurs de points chauds :

- Problèmes d'accessibilité
- Fluctuations de prix
- Atteinte à la réputation

Voir le lien entre les indicateurs et les facteurs de risque dans l'outil IRTC :

<https://www.irtc-decision-tool.welooop.org/>

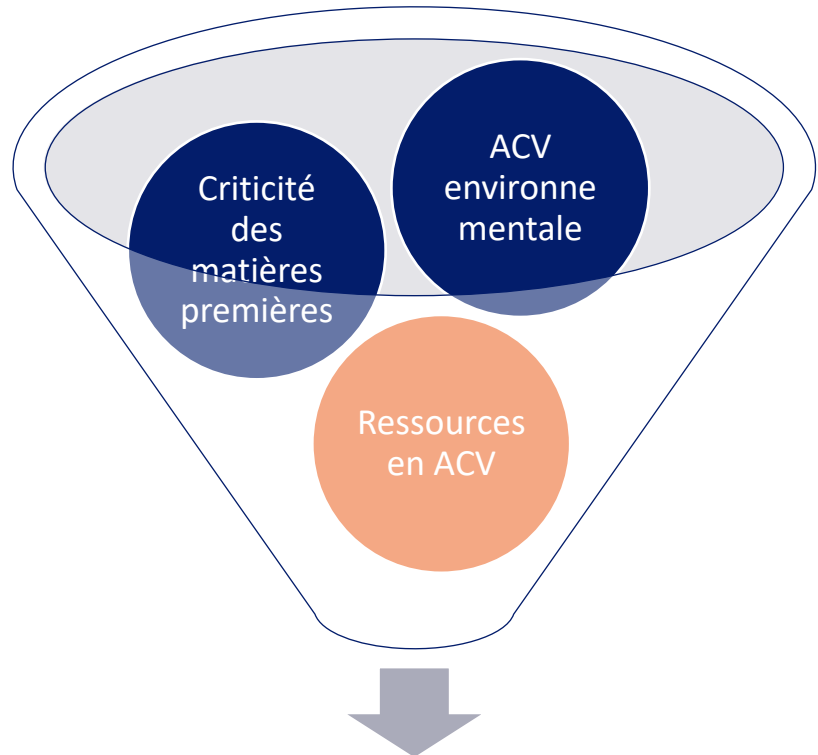
Recommandations



Evaluation et gestion des matières premières critiques et stratégiques au niveau politique et au niveau des entreprises

Recommandations

— Ressources en ACV



Evaluation et gestion des matières premières critiques et stratégiques au niveau politique et au niveau des entreprises

Identifier les dommages potentiels pour les **futurs utilisateurs potentiels** d'une ressource

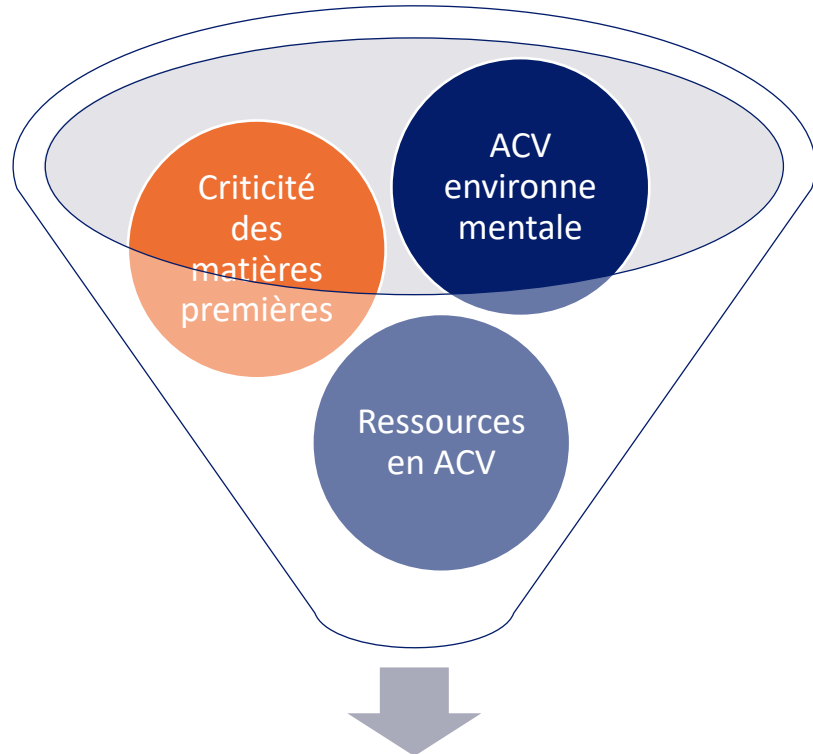
« La production d'une batterie NMC811 réduit l'accès à l'or des futurs utilisateurs potentiels »

Audiences potentielles : large audience à des fins de marketing (consommateurs, investisseurs)

Remplacer l'ADP par une méthode basée sur la dissipation dans le PEF, alignement des bases de données ICV avec le raisonnement des méthodes

Recommandations

■ Criticité des matières premières



Evaluation et gestion des matières premières critiques et stratégiques au niveau politique et au niveau des entreprises

Identifier les **dommages potentiels causés à leur utilisateur actuel**, en raison de leur dépendance aux ressources

« Il y a un risque d'interruption de l'approvisionnement en cobalt. Cela pourrait affecter la possibilité de produire de manière rentable des batteries NMC811 à l'avenir. »

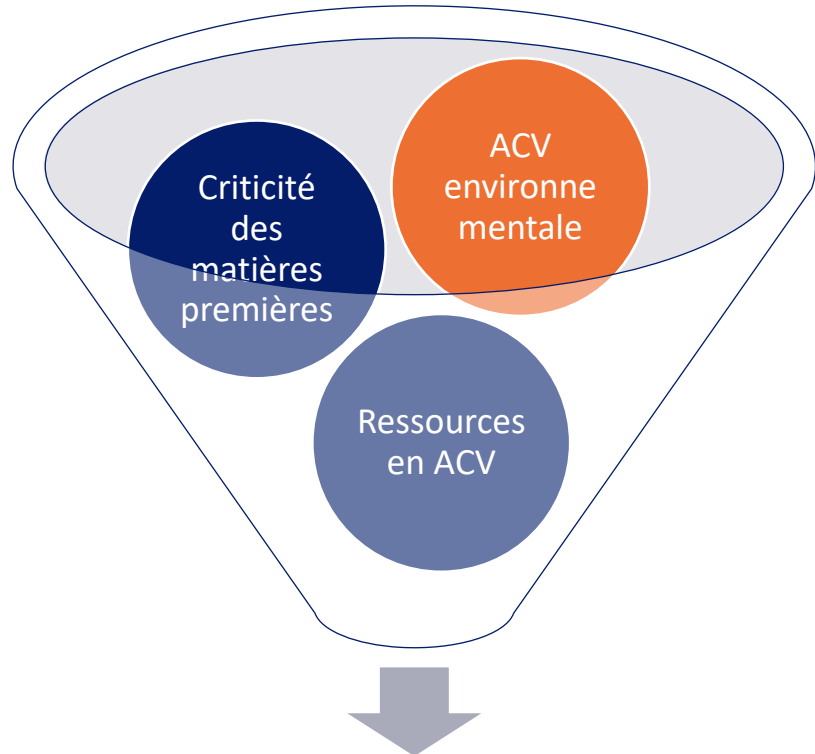
Publics potentiels :

- Entreprise « à risque »
- Parties prenantes associées (décideurs politiques locaux, investisseurs)

| IRTC | GeoPolRisk | ESSENZ |
|---------------------------------------|--|--|
| Analyse approfondie d'un seul produit | Screening rapide sur un nombre limité des facteurs de risque | Évaluation comparative sur un grand nombre d'indicateurs |

Recommandations

ACV environnementale



Evaluation et gestion des matières premières critiques et stratégiques au niveau politique et au niveau des entreprises

Intégrer une dimension environnementale dans la criticité

« Les batteries NMC811 peuvent être associées à des impacts environnementaux plus élevés que les LFP → Le soutien politique / la demande future pourrait diminuer pour ce type de batterie. »

- Respect des réglementations (CRMA)
- Anticiper les repères environnementaux
- Renforcement de la réputation ; Garantir la demande future de produits

Dimension environnementale intégrée dans IRTC et ESSENZ, mais pas dans GeoPolRisk

Conclusions

L'évaluation des ressources en ACV et la criticité sont complémentaires :

- ACV (ADP / dissipation) : dommages économiques à autrui (globalement) à long terme
- Criticité : dommages économiques causés à un acteur spécifique de la chaîne de valeur à court terme

Lors de la réalisation d'une ACV :

- Vérifier si les points chauds de l'utilisation des ressources sont des matières premières qui sont récupérées en tant que coproduits → résultats injustifiés lorsque la valeur économique est maintenue
- Appliquer GeoPolRisk en complément pour un dépistage rapide de la criticité

Lors de la réalisation d'une évaluation approfondie de la criticité :

- Appliquer ESSENZ pour une comparaison entre deux produits / IRTC pour les hotspots en un seul produit
 - Utiliser l'ACV (attributionnelle) en complément pour l'évaluation des risques environnementaux



Merci !



d.schrijvers@weloop.org

WeLOOP

254 Rue du Bourg,

59130 Lambersart

09 81 85 76 82

www.weloop.org



Suivez nous sur LinkedIn

Nos présentations

Mardi

Session : De la connaissance à l'action – Quels leviers opérationnels pour l'intégration de la pensée cycle de vie dans le business-as-usual industriel? (Salle Brasilia 3 de 14h30 à 16h30)

L'écoconception au cœur de l'industrie de la peinture : un cas d'étude réussi pour passer de la connaissance à l'action – Carolina Szablewski

Session : Solutions numériques, automatisation et IA pour la cohérence et l'amplification des études ACV? (Amphi Brisbane de 16h30 à 18h00)

Massification de l'ACV pour le DPP : vers des outils opérationnels, entre configurateurs internes et diffuseurs externes? – Marie Beccat

Session : Analyse du cycle de vie, écoconception, criticité des matériaux : état des lieux et challenges au niveau de la formation (Salle Brasilia 3 de 16h30 à 18h00)

Mise en place d'un centre de ressources sur l'ACV dans le cadre de l'alliance universitaire A2U – Naeem Adibi

Mercredi

Session : Les bénéfices de la recherche collaborative en analyse environnementale? (Salle Brasilia 1+2 de 9h00 à 10h30)

Application conjointe de l'évaluation du cycle de vie et de l'évaluation de la criticité : cas d'études des batteries NMC – Dieuwertje Schrijvers

Session : Pourquoi l'hybridation socio-environnementale est-elle recommandée ? (Amphi Brisbane de 11h00 à 12h30)

L'ACV environnementale est-elle suffisante pour orienter la prise de décision en gestion de cycle de vie dans le contexte du patrimoine culturel ? – Noura Rahbani

Session : Méthodologies, métriques et alignement avec les attentes réglementaires : de l'agroalimentaire à une bioéconomie durable et ses transformations (Salle Brasilia 1+2 de 14h00 à 15h30)

Et si la bioéconomie n'échappait pas aux risques de criticité ? – Dieuwertje Schrijvers