

APPEL D'OFFRE N°2026-02

Ressource cuivre

Date limite de rendu : 24/06/2026

Table des matières

1.	Contexte et objectifs	3
1.1	Contexte	3
1.2	Problématique	4
1.3	Objectifs et champ de l'étude	4
2.	Description des prestations	6
2.1	Contenu de l'étude	6
2.1.1	Etat de l'art	6
2.1.2	Cas d'étude	7
2.1.3	Recommandations	8
2.2	Plan de travail	9
3.	Réunions & livrables	10
4.	Planning	10
5.	Cadre budgétaire	10
6.	Modalités de réponse et critères d'attribution	11
6.1	Dépôt des projets	11
6.2	Critères d'évaluation	11
	Annexe 1 : grille de synthèse de l'offre	12

1. Contexte et objectifs

1.1 Contexte

Unité fonctionnelle

Le cuivre est l'un des matériaux de base de nombreux usages génériques ou spécifiques, ainsi que l'un des **matériaux clés stratégiques de la transition énergétique** : solaire, éoliennes, batteries, construction, mobilité, réseaux, électronique, IA etc. De fait, ces **usages sont en concurrence** vis-à-vis de la ressource, certains usages utilisant le cuivre pour une longue durée (comme les fils de cuivre dans le bâtiment), le rendant inaccessible pour d'autres usages. Par ailleurs, la qualité du cuivre produit n'est pas la même. Il existe différents types de cuivre, avec chacun des impacts spécifiques

La seule régulation économique actuelle ne permet pas de gouvernance sur les usages. Les pratiques prospectives permettent de définir des scénarios qui tiennent compte :

- du développement des usages, création de nouveaux usages
- de leur effet sur les besoins de ressources,
- de la disponibilité ou non de la ressource pour les différents usages actuel et à venir.

Un effet social et également économique majeur peut alors se produire, par exemple si la construction (dans les pays en développement) manque de cuivre, pendant que les pays développés seront en pleine transition énergétique, avec des solutions IA développées.

Production

A l'amont, les ressources primaires de cuivre sont de plus en plus difficiles à exploiter (concentration de plus en plus faible dans les mines), entraînant une croissance des impacts, déjà importants (énergie, eau, stériles, biodiversité), lors de l'extraction et la production de cuivre primaire.

Se pose alors la question de la responsabilité sociale associée à l'activité dans les mines. Elle est mise en exergue quand certains pays développés souhaitent rouvrir des mines localement, pour l'indépendance de l'extraction, et par exemple la production des batteries.

Circularité

Les usages circulaires du cuivre se développent aujourd'hui, par la réutilisation de produits ou de composants, après des étapes de remanufacture, mais cela soulève des risques environnementaux, socio-sociétaux et juridiques concernant l'approvisionnement ([cf étude RECORD N° 22-0721/1A](#)).

Fin de vie et recyclage

Comme tout métal, la quantité d'énergie pour produire du cuivre issu du recyclage est significativement plus faible que celle pour produire du cuivre à partir de minerai. La quantité de cuivre issu de recyclage dans les produits peut être forte (R1 – taux d'incorporation de recyclé dans PEF - jusqu'à 79%). Toutefois, la gestion de la fin de vie du cuivre présente des enjeux nouveaux : l'intégration de plus en plus forte des composants, notamment dans les panneaux solaires et les cartes électroniques, rend difficile la séparation en vue d'une valorisation appropriée.

Des solutions de valorisation des métaux, surtout précieux, en mélange existent, mais consomment une énergie importante. En fin de vie, il se pose également la question de la responsabilité sociale associée à la valorisation en fin de vie des produits de cuivre, notamment lorsqu'elle est réalisée en Asie.

Usage

Le cuivre est utilisé pour sa faible consommation énergétique lors du transport de l'électricité. Pour cet usage, il a peu de substituts, l'aluminium étant l'un des candidats envisagés en cas de manque de disponibilité du cuivre.

Nota : certains aspects méthodologiques relatifs à l'usage du cuivre ont été abordés dans l'étude SCORE LCA N°2024-01 sur l'ACV et les matériaux critiques.

Le [rapport du projet Minimal sur comment allier résilience et soutenabilité pour le cuivre](#) (association NegaWatt) est une référence pertinente pour le présent appel d'offres.

1.2 Problématique

L'évaluation des produits contenant du cuivre soulève plusieurs problématiques méthodologiques et stratégiques.

La comparaison avec des produits qui n'en contiennent pas est souvent biaisée par la **sous-estimation des impacts liés à l'extraction minière** (épuisement des ressources, acidification, toxicité), alors que les bénéfices du cuivre — comme sa longévité, sa conductivité et son haut taux de recyclabilité — ont des effets parfois **survalorisés**, notamment pour les produits à durée de vie longue. En effet, les ACV tendent à **majorer les crédits de recyclage futur** (via des scénarios optimistes de fin de vie, ou avantagés par la non prise en compte du décalage dans le temps de la valorisation ou de la dimension prospective associée à la production future du cuivre), ce qui peut fausser la comparaison avec des alternatives moins recyclables mais moins impactantes en phase d'usage.

Par ailleurs, les bilans environnementaux communiqués (comme ceux de la base INIES pour le bâtiment) intègrent souvent des données moyennes ou génériques, sans toujours refléter la **variabilité des pratiques de recyclage** (par exemple : pertes de matière, qualité du cuivre après recyclage) ou les **impacts locaux** (comme la pollution des sols près des sites miniers).

Enfin, une limite majeure des ACV classiques est **l'omission des enjeux sociaux**, pourtant cruciaux pour le cuivre : conditions de travail dans les mines, conflits géopolitiques autour des ressources, ou encore comportements de fin de vie (par exemple : exportation de déchets électroniques vers des pays à faible régulation).

Ces aspects, bien que non quantifiés dans les indicateurs PEF standards, influencent directement la durabilité réelle des produits et les choix de recyclage, remettant en question la pertinence d'une approche purement environnementale. Une intégration des critères socio-économiques (via des méthodes comme l'ACV sociale ou des analyses multicritères) serait donc nécessaire pour une évaluation holistique.

1.3 Objectifs et champ de l'étude

Cette étude vise à **améliorer la pratique de l'ACV appliquée au cuivre**, en intégrant une approche exhaustive couvrant l'ensemble des étapes de son cycle de vie — de l'extraction minière à la fin de vie, en passant par la transformation, l'usage et le recyclage — ainsi que les **éléments méthodologiques et données à optimiser** pour une évaluation plus robuste et représentative.

L'objectif est de **combler les lacunes identifiées** dans les pratiques actuelles, notamment :

- la sous-estimation des impacts miniers,
- la surévaluation des bénéfices du recyclage futur,
- l'absence de prise en compte des dimensions sociales et économiques.

Pour évaluer l'impact de ces améliorations, l'étude testera leur effet sur les résultats au travers de cas d'étude concrets, en comparant les approches actuelles avec les méthodologies proposées. Ces comparaisons permettront de quantifier les écarts et d'identifier les leviers les plus influents sur les conclusions des ACV.

Enfin, l'étude aboutira à la **production de recommandations applicables pratiquement dès à présent et dans l'avenir** pour guider les acteurs vers des décisions plus éclairées. Ces recommandations cibleront spécifiquement :

- **La mise à disposition d'Inventaires du Cycle de Vie (ICV) de production et de fin de vie** plus précis et adaptés aux spécificités du cuivre (ex. : données régionales sur les pratiques minières et de recyclage).

- **L'amélioration des Déclarations Environnementales de Produit (EPD)** pour une meilleure transparence et comparabilité, notamment via l'intégration de scénarios réalistes de fin de vie.
- **L'harmonisation des ACV comparatives** entre produits utilisant du cuivre et leurs alternatives, en évitant les biais liés à la surpondération des crédits de recyclage.
- **Le soutien à l'écoconception** par l'intégration de critères environnementaux, sociaux et économiques dans les outils d'ACV.
- **L'appui à la prise de décision stratégique**, en priorisant les développements méthodologiques ayant le plus fort impact sur la fiabilité des résultats (par exemple : intégration des coûts cachés, analyse de sensibilité sur les taux de recyclage).

Les **développements prioritaires** seront identifiés en fonction de leur **effet mesurable sur les résultats des ACV**, afin de concentrer les efforts sur les améliorations les plus critiques pour les utilisateurs finaux (industriels, concepteurs, décideurs publics). L'étude se positionne ainsi comme un levier pour une ACV plus complète, transparente et utile à la transition écologique.

2. Description des prestations

2.1 Contenu de l'étude

2.1.1 Etat de l'art

L'état de l'art s'appuiera sur une méthodologie rigoureuse combinant revue documentaire, entretiens ciblés avec des expert(e)s et analyse critique des écarts et risques via des cas d'étude représentatifs. Ce travail permettra de dresser un **panorama complet** des pratiques actuelles d'ACV des produits intégrant du cuivre, en s'appuyant sur :

- les projets de production de données ICV ([Copper Development Association](#), base INIES, base Empreinte,ecoinvent, BAFU, EF 3.1, etc.) et leurs choix méthodologiques ;
- une **méta-analyse des études publiées sur les 10 à 15 dernières années** ;
- les projets de recherche en cours (ADEME, ERA-MIN, BRGM, OFREMI, etc.).

Ce panorama permettra **d'identifier les principaux impacts environnementaux** (ressources, GES, eau, etc.) tout au long du cycle de vie, en évaluant leur **durabilité absolue** (contribution à 80 % sur la note unique, cf étude [SCORE LCA N°2024-04](#)), et d'analyser les contributions par étape. Il listera également les **choix méthodologiques et données dominants**, ainsi que les analyses de sensibilité réalisées.

Les enjeux clés identifiés sont les suivants :

➤ **Disponibilité et transition énergétique**

- **Horizons contrastés** : disponibilité du cuivre pour la transition (habitat, énergies renouvelables) selon des scénarios optimistes (recyclage accru, innovations technologiques) versus pessimistes (pénuries, tensions géopolitiques) – cf travaux de l'OFREMI sur le sujet
- **Anticipation pour les industriels** : recommandations pour sécuriser l'approvisionnement et orienter les investissements vers des technologies durables.

➤ **Substitution cuivre/aluminium (ou autre alternative)**

Usages prioritaires : comparaison des performances (durée de vie, pertes énergétiques, recyclabilité) pour identifier les applications où le cuivre reste indispensable ou peut être substitué.

➤ **Facteurs de caractérisation (FC) et méthodes d'impact**

- **Mise à jour des FC** (notamment pour l'Appauvrissement des Ressources Abiotiques - ADP) en lien avec la durée de vie des produits.
- **Intégration des dimensions temporelles** (stockage, dissipation - cf. études menées par l'Université de Bordeaux et le BRGM visant à enrichir la méthodologie ACV/PEF pour une meilleure prise en compte des enjeux spécifiques aux métaux comme le cuivre) et dynamiques (décalage des impacts dans le temps, cf. [étude SCORE LCA N°2023-02](#)).
- **Intégration de la dimension géographique** (régionalisation, cf [étude SCORE LCA N°2014-05](#)), pour mieux prendre en compte les contextes, notamment environnementaux (réglementations, modes de travail) et sociaux permettant d'évaluer notamment l'effet de relocalisation d'industries (bénéfices globaux) ;

➤ Impacts sociaux du cycle de vie

Approvisionnement (mines) et fin de vie (Asie) : identification des **bases de données ACV-Sociale** adaptées (ex. : PSILCA, Social Hotspot Database) et besoins méthodologiques pour couvrir ces enjeux, en mise à jour de l'[étude SCORE LCA N°2016-04](#)

➤ Recyclage et nouvelles technologies

- **Complexité croissante :** intégration de matériaux dans les panneaux solaires et cartes électroniques, rendant le recyclage plus difficile malgré la réduction de masse. Quel compromis entre un matériau léger et non recyclable versus un matériau lourd et recyclable ?
- **Orientation des technologies :** recommandations pour concevoir des produits à meilleure fin de vie (éco-conception, modularité, traçabilité).
- **Solutions émergentes :** pyrométallurgie, hydrométallurgie, procédés biotechnologiques pour le recyclage du cuivre.

➤ Recommandations pour les ICV

- **ICV sources :** choix des données amont (E_v) et aval (E_{rec}) pour les méthodes CFF (A_{in} , A_{out} , R_1 , R_2 , Q_{sin} , Q_{sout} ...).
- **ICV prospectifs :** scénarios (horizons 2030, 2040, 2050) et recommandations pour intégrer les évolutions technologiques, réglementaires et économiques

➤ Modélisations d'ACV adaptées

Objectifs variés : EPD, ACV comparative, empreinte projet (approche conséquentielle, cf [étude SCORE LCA N°2012-01](#)), éco-conception (intégration de la fin de vie dès la conception).

Le panorama présentera ainsi les problématiques qui pourront être couvertes à court et moyen terme par l'action des projets de recherche en cours.

2.1.2 Cas d'étude

Il s'agit d'illustrer les apprentissages précédents par des cas d'étude approfondis afin de permettre aux membres de disposer dès aujourd'hui d'une application du livrable aux secteurs couverts. Trois cas d'étude sont demandés a minima.

Il s'agira de tester sur des cas d'étude existant les pratiques actuelles versus les pratiques recommandées à l'issue de l'étape précédente, y compris un volet social.

- ACV d'un panneau solaire,
- ACV d'un équipement électrique ou électronique (ex : câble en cuivre),
- ACV de batteries.

D'autres cas peuvent être proposés par les candidats, s'ils paraissent plus pertinents.

Les candidats doivent identifier l'origine des données utilisées pour les cas d'étude (les membres de SCORE LCA n'apporteront pas de contribution) et l'indiquer dans l'offre. Les prestataires seront ainsi les plus précis possible sur le contenu des cas d'étude qu'ils proposent, et notamment la façon dont ils choisiront les produits objets des cas d'étude (ex. type de panneau solaire, nature du composant électronique, type de batterie etc.).

Il est attendu de fournir l'effet quantifié (parfois potentiel) des choix alternatifs proposés plus haut, sujet par sujet, impact par impact : usage des ressources (avec nouvelles méthodes), effet de serre, consommation d'eau, déchets, etc.

2.1.3 Recommandations

Sur la base de l'état de l'art et des cas d'étude, le prestataire devra formuler des recommandations générales à destination des équipes ACV des membres.

Des solutions seront proposées au sein des livrables pour améliorer la pratique :

- Des données ICV cuivre utilisées pour l'étude (format csv export de Simapro et/ou ILCD avec champs d'informations remplis) actuels, et futurs (prospectif, horizon et scénario à définir),
- De choix de méthodes d'évaluation des cycles de vie, en fonction des usages des ACV,
- De choix de méthodes d'impacts additionnelles (dissipation, stockage), et propositions de mise à jour des Facteurs de Caractérisation (ADP),
- De Choix méthodologiques améliorés (dans l'absolu – dynamique etc.).
- ...

Les membres de SCORE LCA ont tous une licence d'ecoinvent, les données csv et ILCD ne seront accessibles qu'aux membres.

Les sujets sur lesquels l'amélioration ne sera pas très utile seront également identifiés (d'un point de vue ACV et ACV sociale).

Les résultats seront présentés sous la forme d'une matrice de priorisation pour visualiser :

- Les difficultés pour réaliser les solutions (budget, disponibilité des données)
- Les besoins pour vraiment améliorer les études

Les recommandations permettront d'identifier les choix méthodologiques les plus pertinents pour répondre aux objectifs divers des ACV de produits contenant du cuivre.

2.2 Plan de travail

Trois étapes seront suivies :

Etapes	Description
1	<p style="text-align: center;">Elaboration détaillée de la problématique</p> <p style="text-align: center;">Projection des choix méthodologiques et modes de travail</p> <p style="text-align: center;">Ce travail consistera surtout à approfondir les éléments présentés dans l'offre commerciale et à cadrer certains aspects.</p> <p style="text-align: center;"><i>Présentation en réunion de lancement → production et envoi d'un compte rendu de lancement au comité de suivi qui pourra formuler des commentaires</i></p>
2	<p style="text-align: center;">Présentation de l'ensemble des résultats de l'état de l'art et l'éclairage sur les enjeux (discutés en réunion intermédiaire)</p> <p style="text-align: center;">→ Production et envoi d'un rapport intermédiaire en anglais regroupant le travail réalisé à ce stade avant la réunion intermédiaire, au comité de suivi, qui produira des commentaires (pendant et après la réunion).</p>
3	<p style="text-align: center;">Etude des cas emblématiques et élaboration des recommandations pour produire le rapport final, suite aux échanges tenus en réunion intermédiaire et aux commentaires reçus sur le rapport intermédiaire.</p> <p style="text-align: center;">L'objectif de cette phase : produire un rapport final en anglais répondant à l'ensemble des objectifs du projet, avant la tenue de la réunion finale qui permettra la présentation des apprentissages et des résultats de l'étude.</p> <p style="text-align: center;">→ Production et envoi d'un rapport final provisoire complet en anglais au comité de suivi <u>au moins 10 jours ouvrés</u> avant la réunion finale, permettant aux membres de SCORE LCA de produire des commentaires avant, pendant et éventuellement après cette réunion.</p>

3. Réunions & livrables

Les livrables attendus et leur date de rendu sont synthétisés dans le tableau suivant :

Réunions	Livrables	Planning
Lancement	CR de la réunion de lancement (cadrage) incluant une présentation du plan de travail détaillé	Envoi du CR J+10 jours ouvrés après de début des travaux
Intermédiaire	1 rapport intermédiaire en anglais incluant la présentation de la synthèse de l'état de l'art et des premiers éléments clés + CR de réunion	Envoi du rapport J-10 jours ouvrés avant la réunion intermédiaire
Finale	1 rapport final provisoire en anglais 1 synthèse provisoire en anglais et en français ICV de production et de fin de vie du cuivre utilisés pour les cas d'étude (format <u>CSV et ILCD</u>) + CR de réunion	Envoi du rapport final provisoire J-15 jours ouvrés avant la réunion finale Envoi des livrables finaux environ 1 mois après la réunion finale
Webinaire (*)	1 support de présentation (Powerpoint ou équivalent) <u>en anglais</u> présentant de manière synthétique les principaux enseignements de l'étude (30 min de présentation + 30 min Q&R)	1 mois après la réunion finale
-	Module court de formation en anglais, à destination des débutants (PPT)	1 à 2 mois après la réunion finale

Pour chacune de ces réunions, l'équipe préparera des supports de type PPT ou PDF pour l'animation.

Une des deux dernières réunions (intermédiaire ou finale) s'effectuera en présentiel (à Paris). Le choix de la réunion en présentiel sera réalisé lors de la réunion de lancement.

(*) Cette réunion réalisée après la réunion finale aura pour but de présenter les résultats détaillés de l'étude à l'ensemble des membres actifs, des membres partenaires et de toute personne que SCORE LCA souhaitera inviter.

4. Planning

La durée prévisionnelle de l'étude est de 10 mois environ, avec un démarrage souhaité **en septembre 2026**.

5. Cadre budgétaire

Le budget prévu est d'environ 30 000 Euros hors taxes. L'offre pourra intégrer des options éventuelles à discuter.

6. Modalités de réponse et critères d'attribution

6.1 Dépôt des projets

Les projets devront impérativement être présentés en utilisant le formulaire disponible sur le site de SCORE LCA : www.scorelca.org

Attention les réponses sont limitées à 30 pages.

Les réponses sont à retourner pour le **24/06/2026** dernier délai (date d'envoi du courriel).

Chaque dossier doit impérativement être fourni :

- par dépôt à l'adresse :

<https://scorelca.org/appels-offres/>

- ET par courriel à :

contact@scorelca.org

6.2 Critères d'évaluation

- **Conformité des réponses** aux consignes mentionnées ci-dessus et au modèle de réponse demandé par SCORE LCA (cf grille de synthèse en annexe de l'offre qui doit figurer au début de la réponse transmise, présente dans le modèle de réponse téléchargeable sur le site internet de SCORE LCA),
- **Qualité et l'argumentation** de la réponse,
- **Compétences** de l'équipe candidate et particulièrement ses connaissances concernant les pratiques actuelles d'ACV des produits intégrant du cuivre dans le contexte actuel (comptabilisation de la ressource, aspect social, circularité, etc)
- Maîtrise et expérience démontrée de l'équipe présentée par le(s) candidat(s) dans la **gestion de projet, la production de livrables didactiques, et la communication vers le public de rapports à contenu scientifique,**
- **Qualité** et la **disponibilité** de l'équipe présentée par le(s) candidat(s) pour la réalisation du projet (un changement des membres de l'équipe présentée par le(s) candidat(s) en cours de mission devra être soumis à SCORE LCA et sera discuté afin de s'assurer que le remplaçant apporte les compétences du précédent),
- **Complémentarité des compétences** mises en œuvre, pouvant nécessiter de former un partenariat de candidats.

Enfin, **l'aspect pédagogique** du projet sera un élément différenciant.

Nota : Si le contenu du travail réalisé le permet, l'équipe retenue pourra se voir proposer de participer, à la demande de SCORE LCA, à des **actions de valorisation des résultats** acquis au terme de ce projet (préparation de publications, participation à des séminaires...) : il est demandé d'intégrer une partie couvrant ce point au sein de l'offre (incluant votre réflexion sur les moyens de valorisation).

L'équipe proposée dans la réponse devra être celle qui réalise l'étude. La modification de l'équipe candidate après le dépôt de la réponse pourra remettre en cause le choix des membres de SCORE LCA.

Annexe 1 : grille de synthèse de l'offre

Synthèse de l'offre	
Nombre de jours de travail par grande tâche	<i>Etat de l'art : x jours</i> <i>Cas d'études : y jours</i> <i>Recommandations : z jours</i> ...
Experts prévus	<i>Chargé d'études 1 : x jours</i> <i>Chargé d'études 2 : y jours</i> <i>Encadrement : ...</i>
Enquêtes / Interviews	<i>Est-il prévu des interviews ? Si oui, combien ? De qui ?</i>
Cas d'études concrets	<i>Citer les cas proposés</i>
Options incluses / Limites de l'étude	<i>Rappeler les options ou exclusions</i>
Budget	
Atouts de l'offre	