

WEBINAIRE

10 DÉCEMBRE

16h - 17h

Réduire l'impact environnemental des équipements électroniques

AU PROGRAMME

- > Contexte des travaux : ELFICARE - France 2030
- > Quels critères de mesure d'impact environnemental ?
- > Comment réduire cet impact ?
- > Etudes de cas
- > Questions / réponses en direct



Xavier Benoit
VP Technique et Innovation
Aziz Er-Raki
PhD, Responsable métier ACV et
Eco-conception



France Innovation (by ASRC) fédère

- Les entreprises innovantes réalisant des prestations de recherche et de développement technologique ;
- Les entreprises proposant des produits, procédés ou services innovants ;
- Les entreprises de type sous traitance industrielle ;
- Les entreprises du conseil et de l'accompagnement de l'innovation, etc.

Dans le cadre de sa plateforme communautaire France Innovation, **investisseurs, collectivités/clusters, etc ou encore organismes de recherche** sont acceptés.



Représentation à double sens

Information Newsletters, Webinaires

Mises en lumière Annuaire, Magazine 360°R&D
et réseaux sociaux, Webinaires, etc.

Mises en relation Recherches de compétences,
Plateforme communautaire, France Innovation Meetings, etc.



+760 membres avec fiche active

+9 000 inscrits à nos webinaires/an

+28 000 contacts

+2 900 mises en relation



chargeur autonome

éments aériens plus écologiques,
x et moins chers / p.3

des véhicules
/ p.4

st optique
/ p.5

sécurisés pour des
SoC / p.6

des télécommunications
iales / p.7

Des salles de contrôle
en réalité mixte / p.7



Des dispositifs piézoélectriques
de haute performance / p.9



La motorisation d'un semi-rigide
électrique basse tension / p.9



La modélisation de l'interaction d'un train
avec l'infrastructure / p.10



Horizon Europe, le nouveau
programme-cadre européen / p.11



L'expertise vibro-acoustique pour fiabiliser des robots industriels

p.6

Livraison d'un instrument de diagnostic
du réacteur d'ITER / p.3



L'amélioration de la connectivité
des satellites / p.8



Un exosquelette pour réduire la pénibilité
des tâches dans la filière viande / p.4



Un système électrique de secours
pour l'aéronautique / p.9



L'EIC Accélérateur Horizon Europe
en 2023 / p.5



L'électrostimulation pour réduire
les troubles urinaires / p.10



Le programme des webinaires / p.7



Appels à projets de l'ADEME,
les opportunités de financement / p.11



Les pneus connectés prennent la route

p.6

Une nouvelle génération d'alternats / p.3



Des moteurs à combustion interne
à Hydrogène / p.8



Un système de liaison par fibre optique
pour les satellites européens / p.4



Un équipement dédié à la désinfection
de l'intérieur des véhicules / p.9



Des capteurs autonomes grâce
à l'énergie vibratoire / p.5



L'impression de modèles
d'organes sur-mesure / p.9



Le contrôle de conformité par
la réalité virtuelle / p.7



Le programme des webinaires / p.10





France
Innovation

<i>Liste non exhaustive</i>	MEMBRE DISCOVERY	MEMBRE PRO	MEMBRE PREMIUM
Référencer la fiche profil de votre entreprise	✓	✓	✓
Utiliser le logo membre France Innovation	✓	✓	✓
Participer aux consultations pour forger les positions de l'Association	✓	✓	✓
Accepter ou refuser des rendez-vous de membres (plateforme communautaire)	✓	✓	✓
Solliciter des rendez-vous aux autres membres (plateforme communautaire)	✗	✓	✓
Diffuser des recherches de compétences	✓	✓	✓
Répondre à des recherches de compétences	✗	✓	✓
Participer à des webinaires	✓	✓	✓
Organiser un webinaire	✗	✗	✓
Diffuser du contenu	✗	✗	✓
Tarifs préférentiels sur des événements partenaires	✗	✓	✓
Tarifs préférentiels (20 à 40% de remise) pour les événements France Innovation Meetings	✗	✓	✓

Au service des entreprises innovantes.

France Innovation est une association professionnelle qui fédère **les prestataires privés de recherche et de développement technologique, les entreprises proposant des produits, procédés ou services innovants et les acteurs du conseil et de l'accompagnement en innovation.**

Vous recherchez une expertise R&D&I ?

Parcourez l'annuaire des membres ou contactez-nous.

[Trouver une expertise](#)

CHIFFRES CLÉS

400 membres

+ de 600 mises en relation par an

UN RÉSEAU NATIONAL

- Porter **une vision commune** (prise de position sur le **Crédit Impôt Recherche**, le Transfert de technologies, le financement des projets nationaux et européens, etc.)

Vous souhaitez valoriser votre savoir-faire ?

Rejoignez France Innovation

[Comment adhérer ?](#)



✓ Mots clés

✓ Structure

✓ Compétences & Expertises

Selectionner

✓ Domaines d'application

✓ Localisation

ⓘ Triez par pertinence ou par ordre alphabétique

(622)

TRIER PAR A - Z Derniers inscrits



BA Group, expert de la conception et de la fabrication de systèmes robotiques et mécatroniques complexes et programmables pour..

<https://www.batechgroup.com/>

[Voir plus](#)

 DEMANDER UN RDV

PME



Les robots, véhicules autonomes arrivent pour remplacer, augmenter les métiers manuels et humains en gérant les tâches ...

<http://www.lmad.eu>

[Voir plus](#)

 DEMANDER UN RDV

PME



Experts en aérodynamique, mécanique des fluides et thermique nous proposons des études en soufflerie (2,05x2,3m de section e...

<http://www.aero-ce.com>

[Voir plus](#)

 DEMANDER UN RDV

PME



CLHYNN propose une technologie de pile à hydrogène vert disruptive , qui va accélérer la transition énergétique dans la...

<http://www.clhynn.com>

[Voir plus](#)

 DEMANDER UN RDV



Diamfab est une start-up spécialisée dans la fabrication de diamant pour des applications d'électronique de puissance et...

<https://diamfab.com/fr/>

[Voir plus](#)

 DEMANDER UN RDV

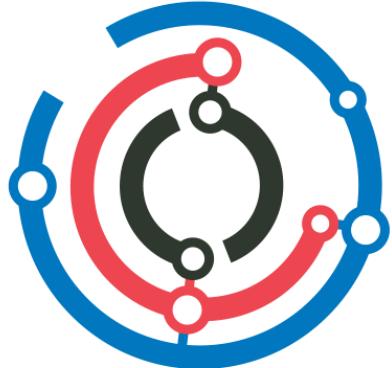


Piséo est une plateforme d'innovation spécialisée en optique photonique. Equipé d'un part de son propre laboratoire COFRAC,..

<http://piseo.fr>

[Voir plus](#)

 DEMANDER UN RDV



France
Innovation

MEETINGS

Les RDV d'affaires des entreprises innovantes

Les participants 2023 :

93% ont identifié de nouveaux partenaires

92% envisagent de participer à nouveau

Energy & Manufacturing



France Innovation MEETINGS
Les RDV visio des entreprises innovantes.

Santé, Cosmétique et Agroalimentaire



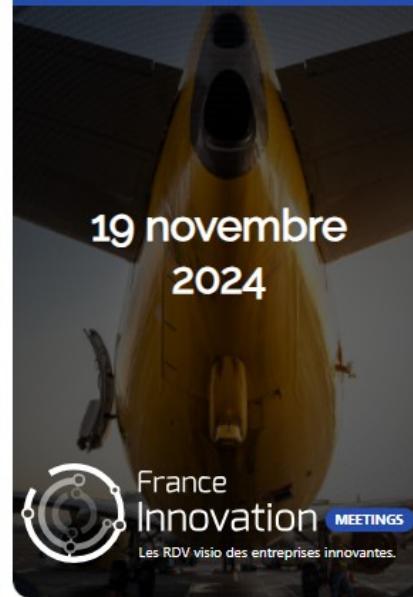
France Innovation MEETINGS
Les RDV visio des entreprises innovantes.

Défense & Sécurité



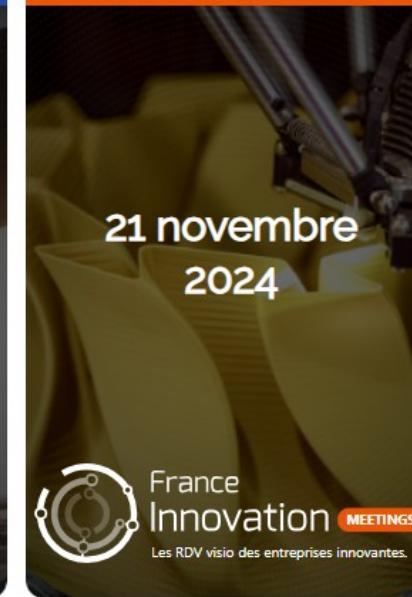
France Innovation MEETINGS
Les RDV visio des entreprises innovantes.

Aérospatial



France Innovation MEETINGS
Les RDV visio des entreprises innovantes.

Matériaux



France Innovation MEETINGS
Les RDV visio des entreprises innovantes.

Et en 2025 ?

Energy, Manufacturing & Materials : 3 Juillet 2025

Santé cosmétique : 30 Septembre 2025

Défense & Aerospace : 11 Décembre 2025



Attention, de nouveaux webinaires peuvent venir s'intercaler entre les dates ci-dessous

<https://www.france-innovation.fr/webinaire/>

12 dec : Modèle d'utilité & propriété industrielle : Rôle et applications pratiques (LAVOIX)

18 dec : EIC STEP Scale Up Horizon Europe : Pour un investissement equity de 10 à 30M€ (PCN EIC Accel MESR)

16 janv : Innovation Fund : Soutenir le déploiement des technologies innovantes de décarbonation

23 janv : Les opportunités de financement EIC Pathfinder et Transition | Horizon Europe

6 fev : Crédit Impôt Recherche : Sécurisation et contrôle fiscal (BDO France)

13 mars : Antennes embarquées pour l'IoT : Méthodologie et retours d'expériences (Alciom)

26 mars : Les interviews : l'étape 3 de l'Accélérateur EIC – Horizon Europe

6 mai : Candidatez à l'Accélérateur EIC – Horizon Europe | Focus étape 1 « short application »

www.france-innovation.fr

contact@france-innovation.fr



<https://www.linkedin.com/in/france-innovation-67607a166/>



https://twitter.com/Fr_Innovation



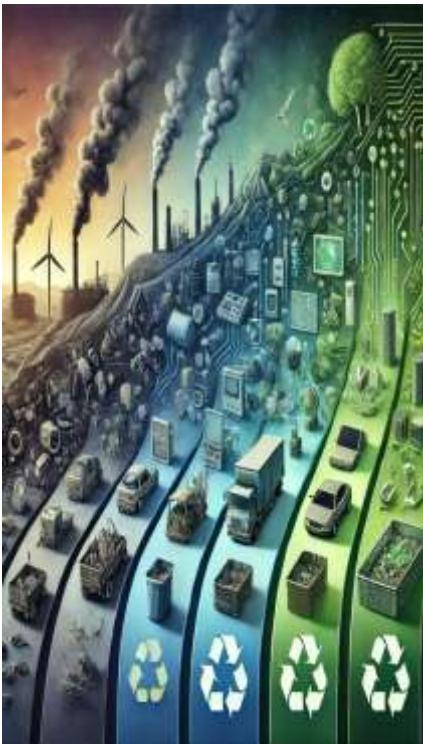


Réduire l'impact environnemental des équipements électroniques

SRC CENTUM T&S :

*Xavier BENOIT - VP Technique, Innovation -
xbenoit@centumtns.com*

*Aziz ER-RAKI, PhD, Responsable ACV et Eco-conception -
aer-raki@centumtns.com*



« Réduire l'impact environnemental des équipements électroniques »

- Contexte des travaux : ELFICARE - France 2030
- Quels critères de mesure d'impact environnemental ?
- Comment réduire cet impact ?
- Etude de cas
- Questions / Réponses

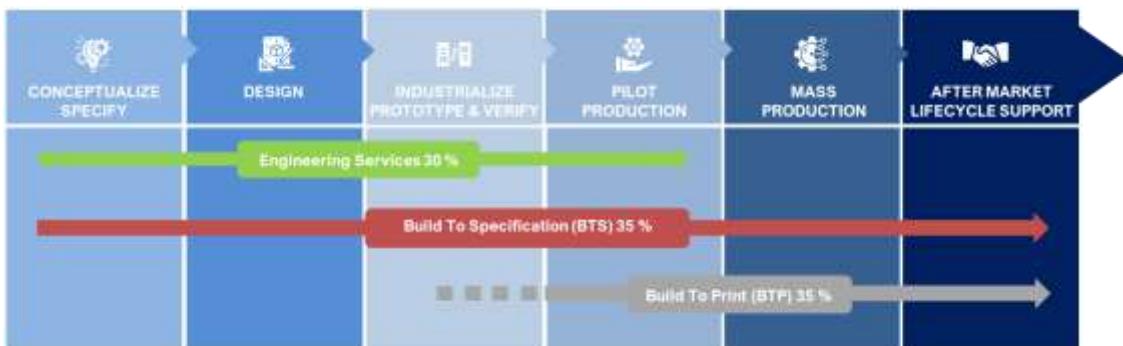
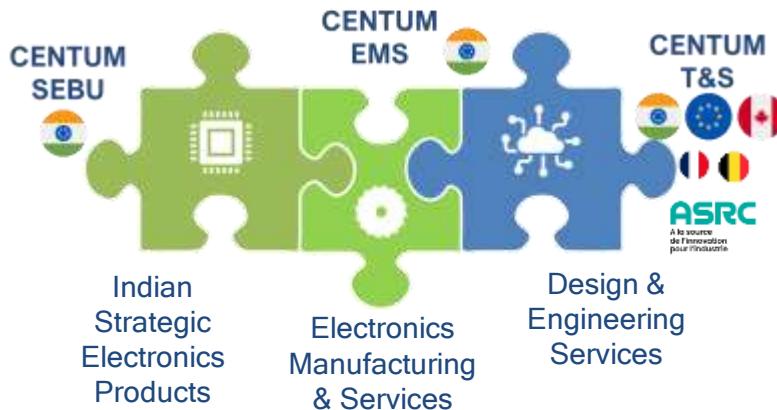


« Réduire l'impact environnemental des équipements électroniques »

- Contexte des travaux : ELFICARE - France 2030
- Quels critères de mesure d'impact environnemental ?
- Comment réduire cet impact ?
- Etude de cas
- Questions / Réponses

CENTUM GROUP

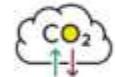
Apparao MALLAVARAPU
Nikhil MALLAVARAPU
2.000p - \$ 130M



Les déchets associés aux services numériques



Cela représente, pour chaque Français :
 • L'équivalent de la consommation électrique d'un radiateur de 1000 W alimenté sans interruption pendant 30 jours.
 • Le même impact environnemental qu'un trajet de 2259 km parcouru en voiture.



2,5 %

de l'empreinte carbone de la France est liée au numérique. C'est un peu plus que le secteur des déchets (2 %).



20

millions de tonnes de déchets sont produits par an sur l'ensemble du cycle de vie des équipements à l'échelle de la France. Soit : 299 kg/habitant.



62,5

millions de tonnes de ressources sont utilisées par an pour produire et utiliser les équipements numériques.

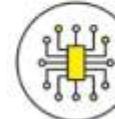
QUELS SONT LES OUTILS NUMÉRIQUES LES PLUS IMPACTANTS?



Les terminaux utilisateurs : téléviseurs, ordinateurs, smartphones, tablettes... (65 à 90 % de l'impact environnemental, selon l'indicateur environnemental considéré)



Les centres de données (data center) (entre 4 % et 22 %)



Les réseaux (entre 2 % et 14 %)



78 %

de l'impact environnemental du numérique sur les émissions de gaz à effet de serre est lié à l'étape de fabrication. Celle-ci nécessite une extraction importante de métaux rares et est surtout effectuée dans des pays au mix énergétique fortement carboné.



21 %

concerne la phase d'usage.

Des chiffres qui confirment l'importance des politiques visant à allonger la durée d'usage des équipements numériques à travers la durabilité des produits, le réemploi, le reconditionnement, l'économie de la fonctionnalité ou la réparation.



2023 2024 2025 2026

... Un futur meilleur!

Impact environnemental des équipements électroniques

- Comprendre, évaluer
- Améliorer
- Tester, surveiller, vérifier
- Diffuser, déployer

Conversion et stockage de puissance

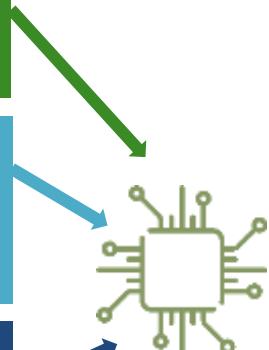
- Technologies de commutation à haute fréquence
- Technologies de gestion (BMS) et stockage d'énergie
- Topologies et contrôleurs efficaces
- Outils associés

Électronique embarquée et industrielle

- Réduction de la consommation
- Fiabilité, durabilité et sécurité
- Interopérabilité
- Introduction de nouvelles technologies et matériaux

Logiciels opérationnels et microcodes

- Optimisation de l'architecture logicielle
- Logiciels frugaux
- Plateforme de vérification automatique
- Lois de commande et logiciels pour BMS intelligents



Ce projet a été financé par l'État
dans le cadre de France 2030



« Réduire l'impact environnemental des équipements électroniques »

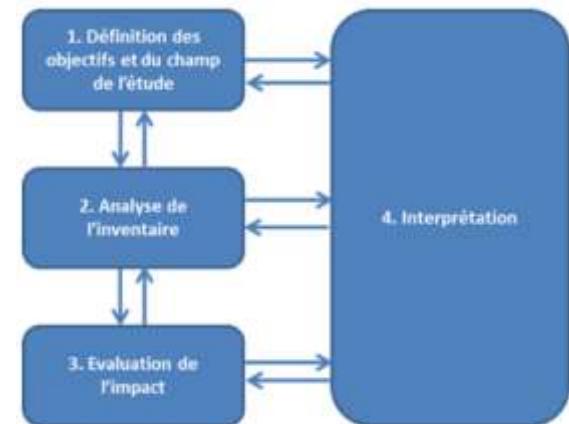
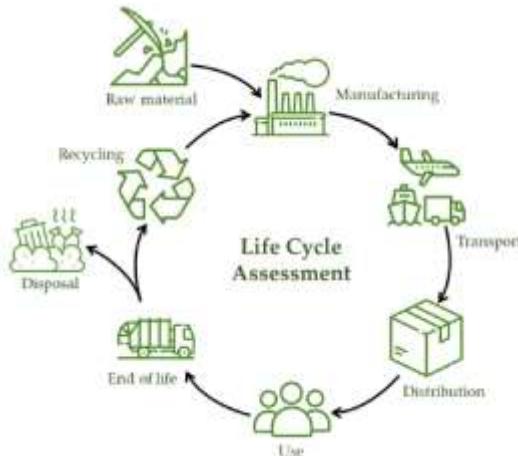
- Contexte des travaux : ELFICARE - France 2030
- Quels critères de mesure d'impact environnemental ?
- Comment réduire cet impact ?
- Etude de cas
- Questions / Réponses

Quels critères de mesure d'impact environnemental ?

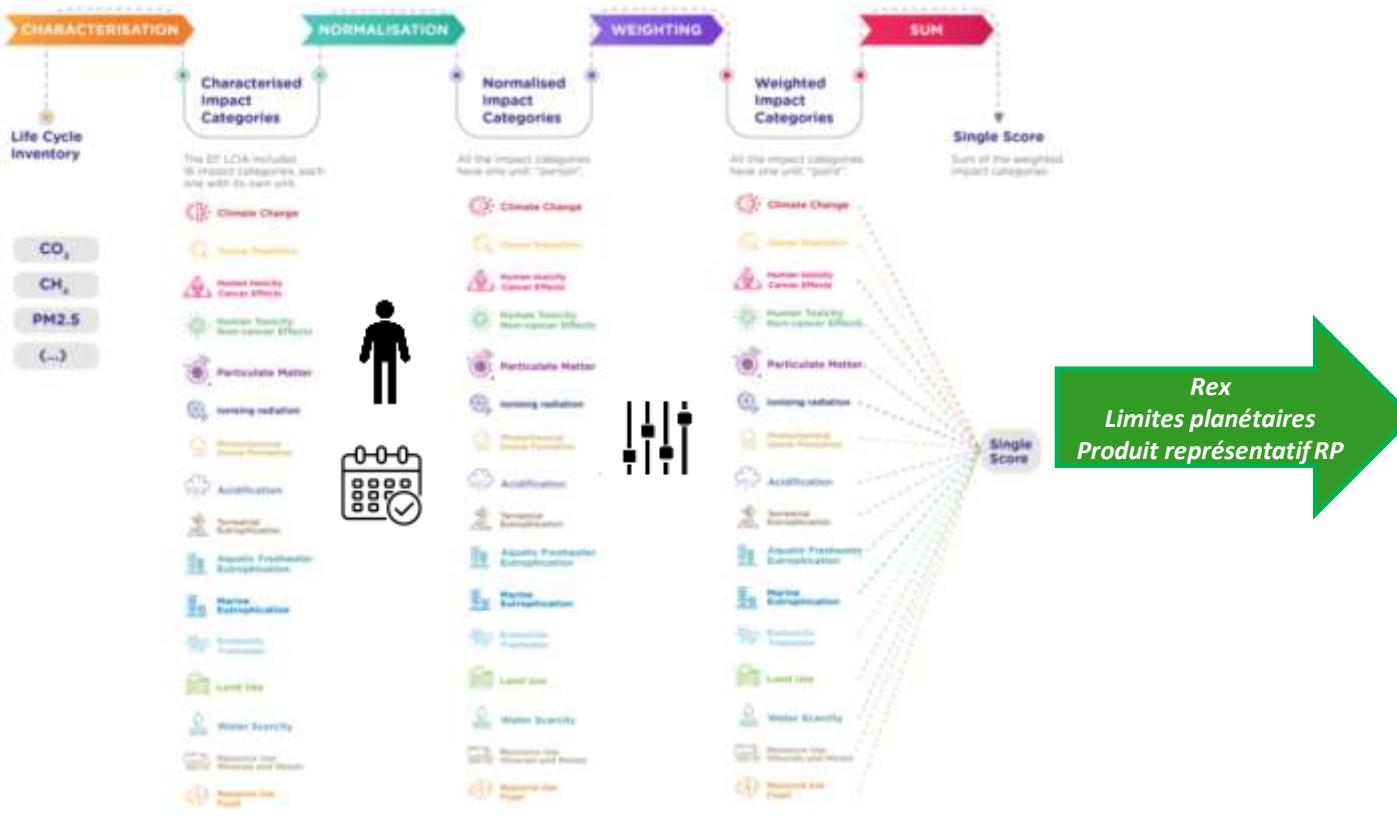
Introduction à l'analyse de cycle de vie



L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) est une méthode évaluant les impacts environnementaux d'un produit depuis l'extraction des matières premières jusqu'à sa fin de vie. Cette approche holistique permet d'identifier les opportunités d'amélioration environnementale à chaque étape.



Choix des catégories impacts les plus pertinentes



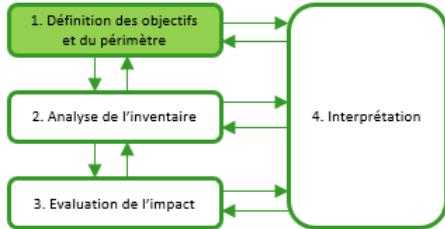
Panel de catégories d'impacts environnementaux les plus critiques par familles de produits:

- Réchauffement climatique
- Epuisement des ressources
- Santé humaine
- ...



Quels critères de mesure d'impact environnemental ?

Etape 1 : Définition des objectifs et du périmètre



Objectif :

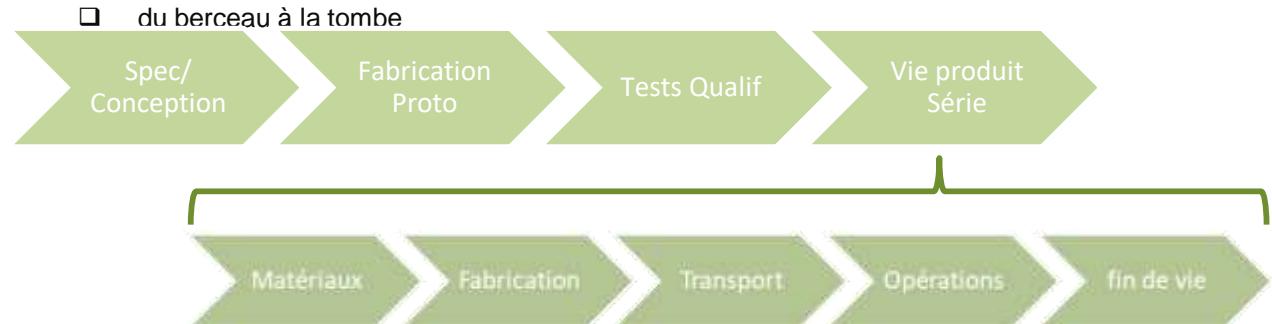
Évaluer l'impact environnemental du contrôleur de moteur pour systèmes de climatisation ferroviaire pour identifier des améliorations et optimiser la conception des projets futurs.

Unités Fonctionnelles (UF) :

UF Produit : Un contrôleur de moteur complet incluant l'électronique, les pièces mécaniques, les logiciels ...

Périmètre de l'ACV :

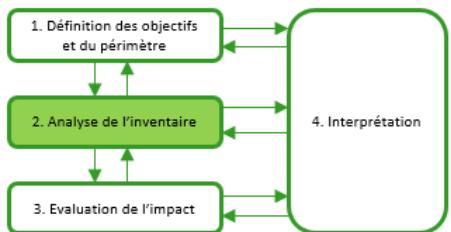
du berceau à la tombe



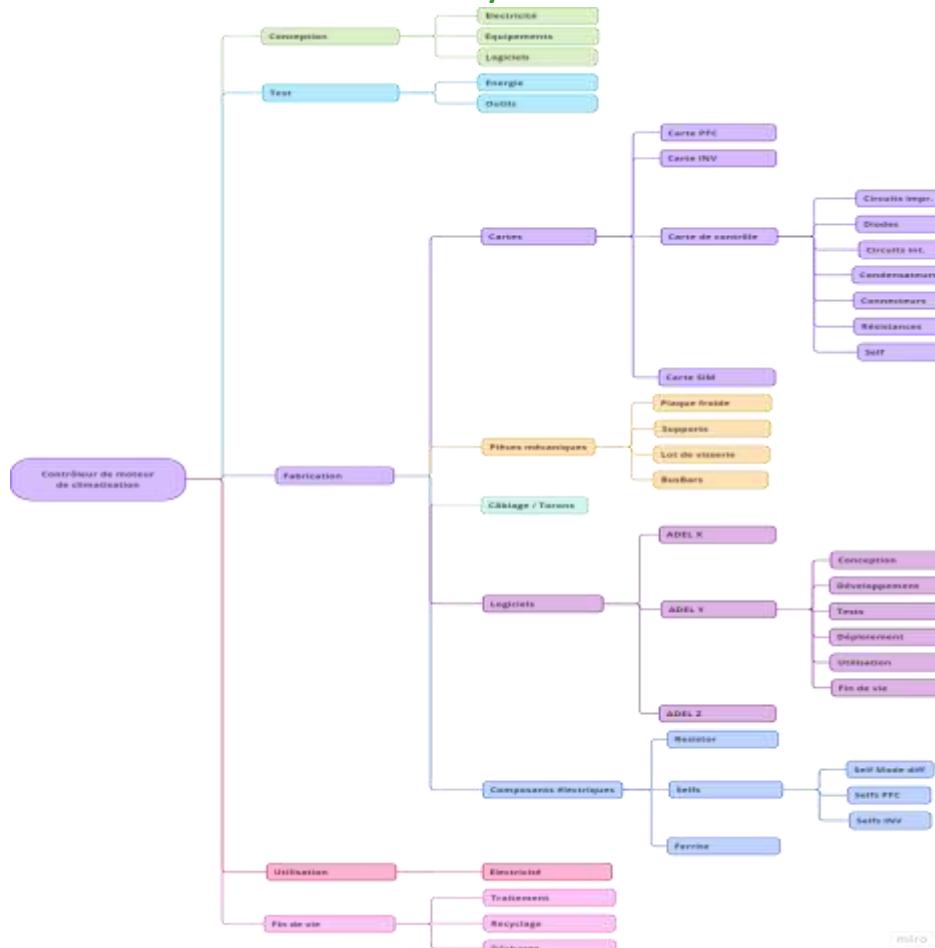
Exemple Projet de convertisseur pour la motorisation électrique d'un groupe de climatisation ferroviaire sans gaz réfrigérant



Quels critères de mesure d'impact environnemental ?



Etape 2 : Modélisation de l'inventaire du cycle de vie

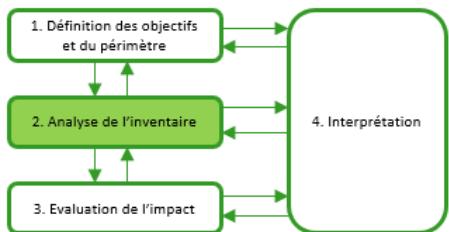


Quels critères de mesure d'impact environnemental ?

TEAM WORK | TECHNOLOGY | TRUST

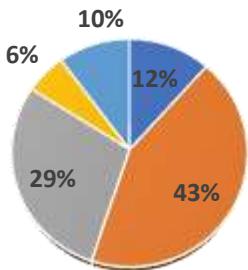
12

Etape 2 : Modélisation de l'inventaire du cycle de vie



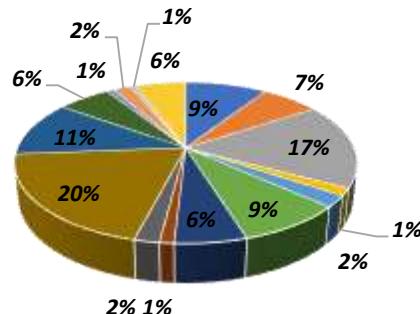
Répartition massique Cartes

- Control board
- Power board INV
- Capa board
- Power board PFC
- SIM board



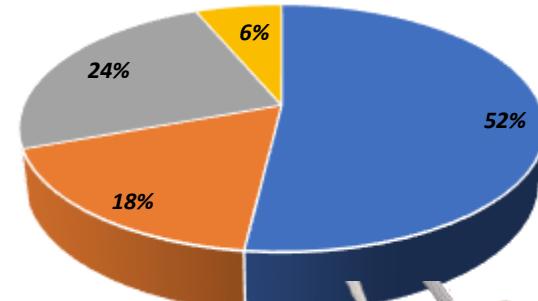
Répartition massique Composants

- Frame
- Terminal block
- Power board INV
- Self PFC
- Resistors (cold plate)
- Cabling
- Top plate
- Control board
- SIM board
- Self INV
- Ferrite (top plate)
- Cold plate
- Power board PFC
- Capa board
- Self
- Screws and bolt



Répartition massique Matières Premières

- Aluminium
- Copper
- Electronic Waste
- Others

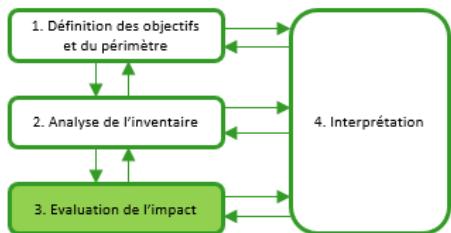


Quels critères de mesure d'impact environnemental ?

TEAM WORK | TECHNOLOGY | TRUST

13

Etape 3 : Evaluation de l'impact du cycle de vie



Logiciels Utilisés :

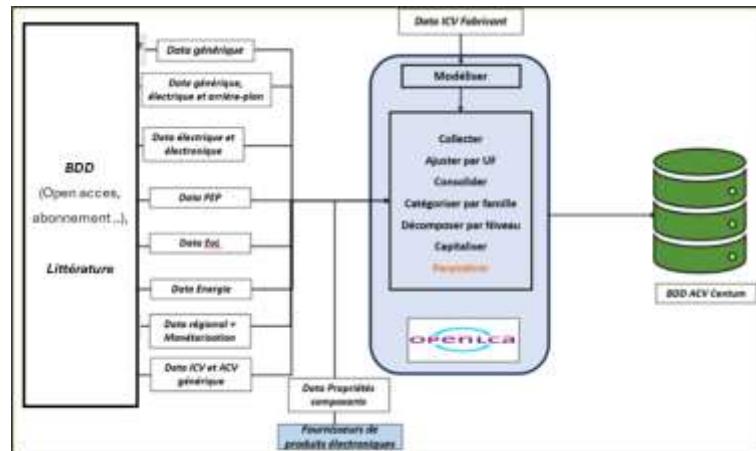
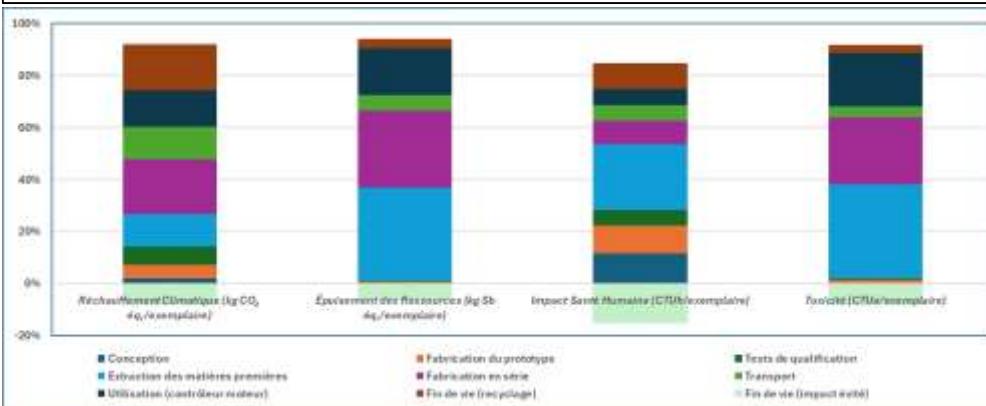


Bases de Données :

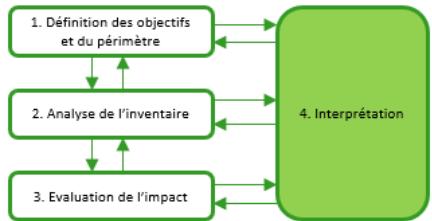
regroupant plusieurs bases de données internes consolidées et enrichies + Base de Données Spécifique créée pour les produits et composants étudiés.

Méthode d'Évaluation d'Impact :

PEF 3.1 (Product Environmental Footprint)

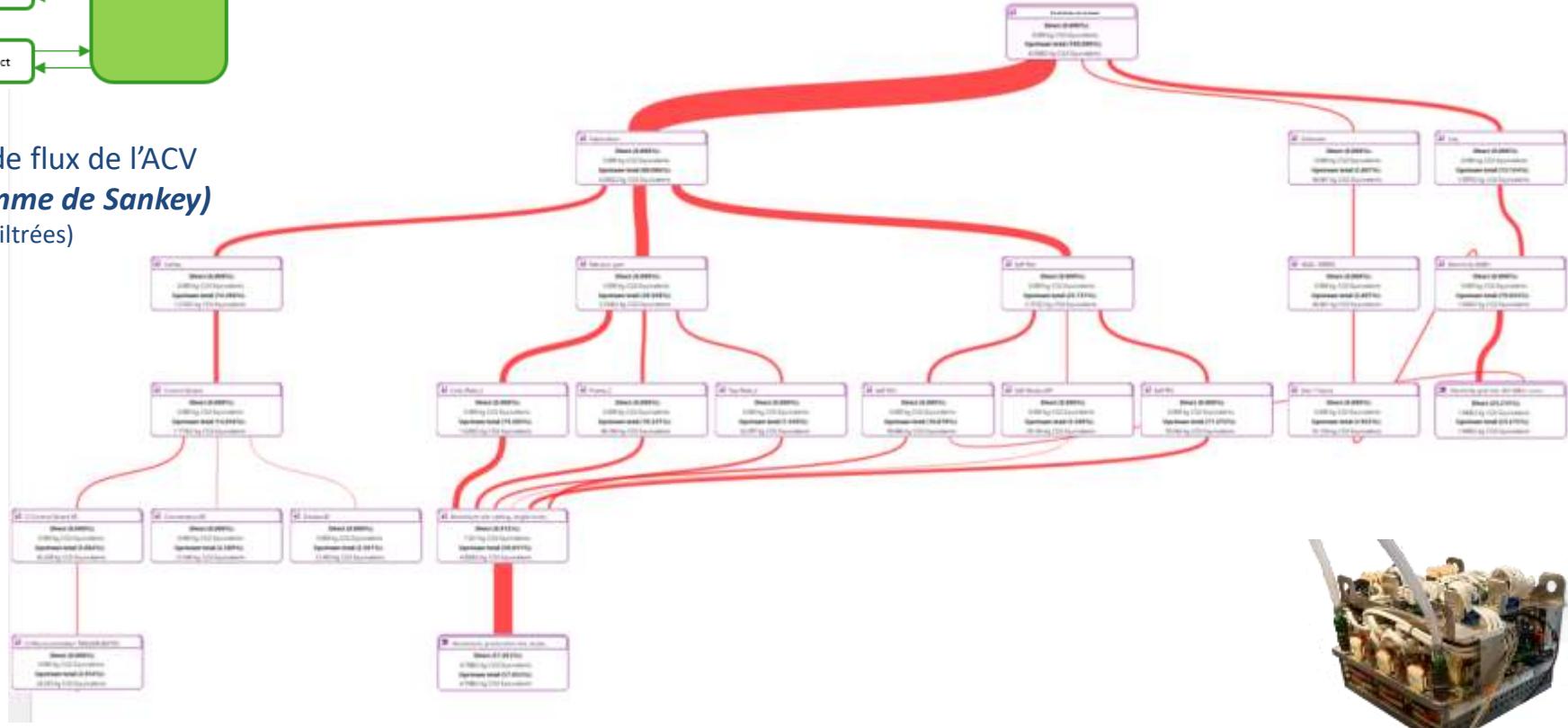


Quels critères de mesure d'impact environnemental ?



Réseau de flux de l'ACV (diagramme de Sankey)

(Données filtrées)

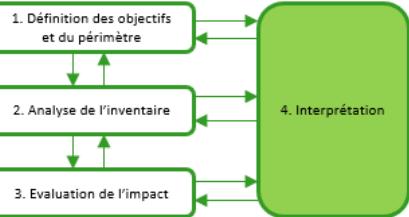


Quels critères de mesure d'impact environnemental ?

TEAM WORK | TECHNOLOGY | TRUST

15

Etape 4 : Interprétation



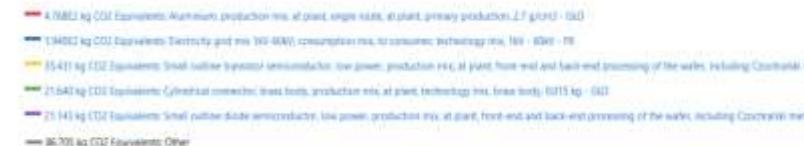
Impact category: Human toxicity, cancer



Impact category: Resource use, minerals and metals



Impact category: Climate change

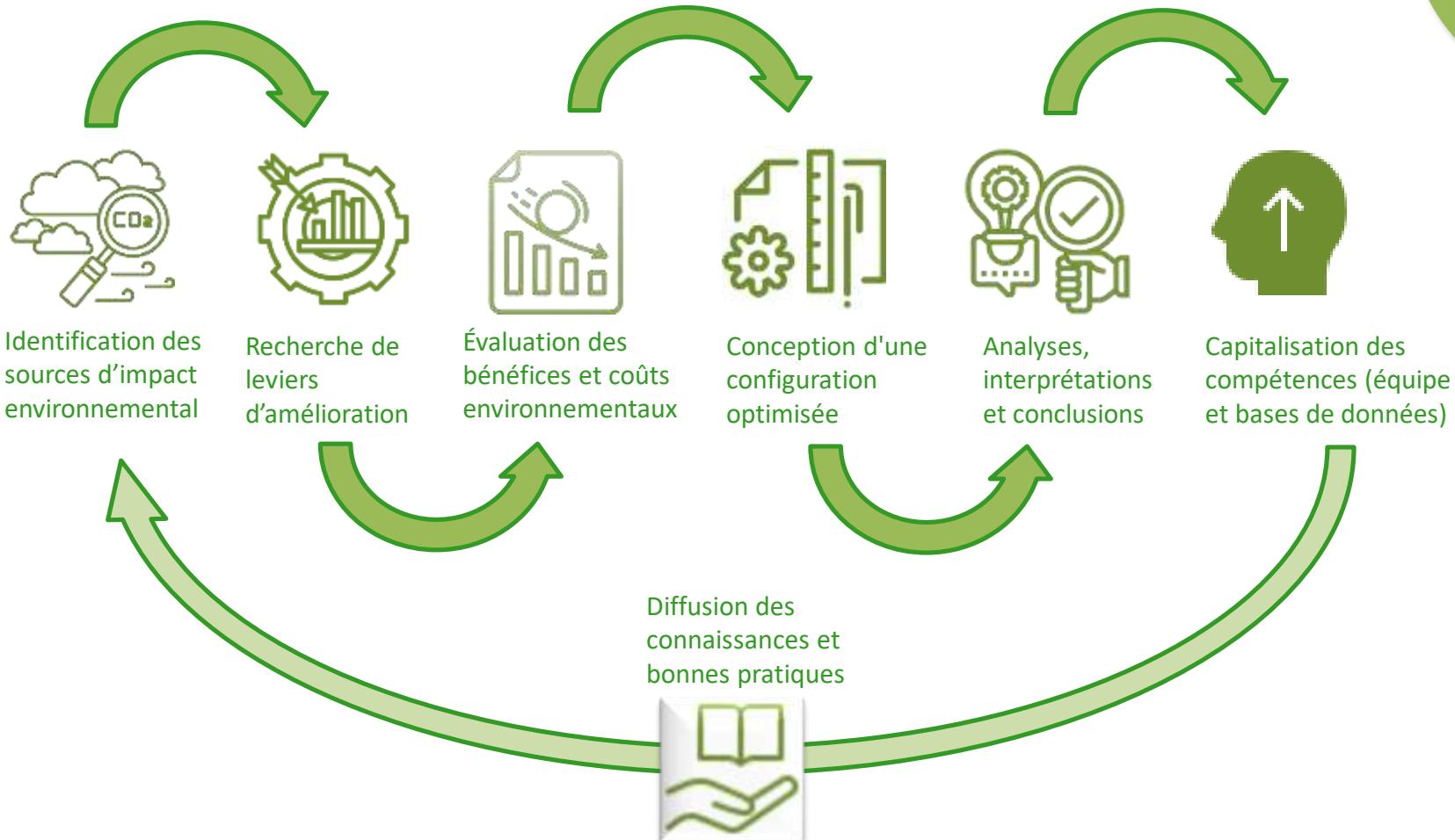




« Réduire l'impact environnemental des équipements électroniques »

- Contexte des travaux : ELFICARE - France 2030
- Quels critères de mesure d'impact environnemental ?
- Comment réduire cet impact ?
- Etude de cas
- Questions / Réponses

Comment réduire cet impact ?





Etape 1 : Identification des sources d'impact environnemental

Dispositif médical

Human Health & Resource use & Climate change

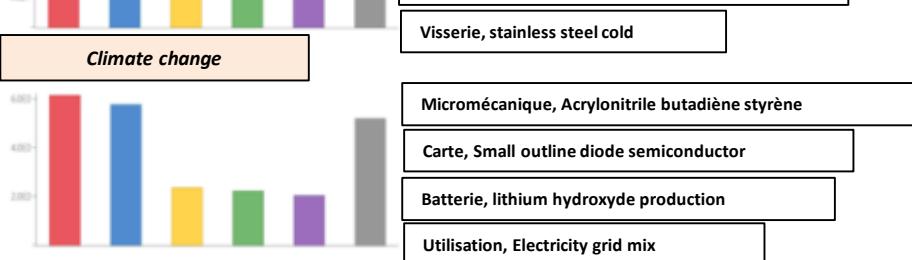
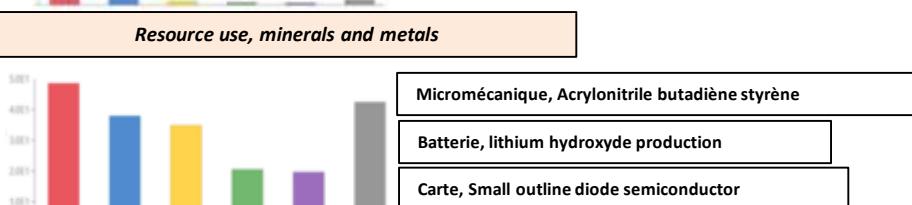
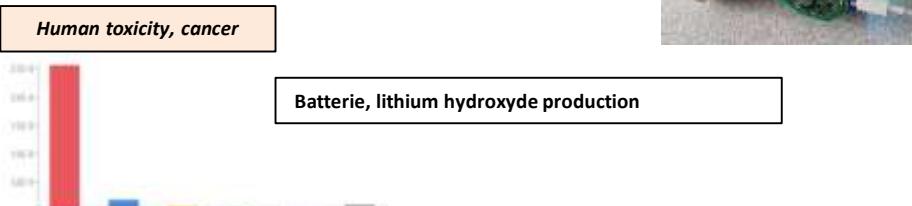


Human toxicity, cancer

Batterie, lithium hydroxyde production

Resource use, minerals and metals

Climate change



Contrôleur Moteur

Human Health & Resource use & Climate change



Human toxicity, cancer

Pièces mécaniques Aluminium, production mix

Test, Utilisation, Electricity grid mix

Self, Copper, production mix

Resource use, minerals and metals

Self, Copper, production mix

Cylindrical connector

Carte PFC, Small outline diode semiconductor

Climate change

Pièces mécaniques Aluminium, production mix

Test, Utilisation, Electricity grid mix

Control board, Small outline transistor semiconductor



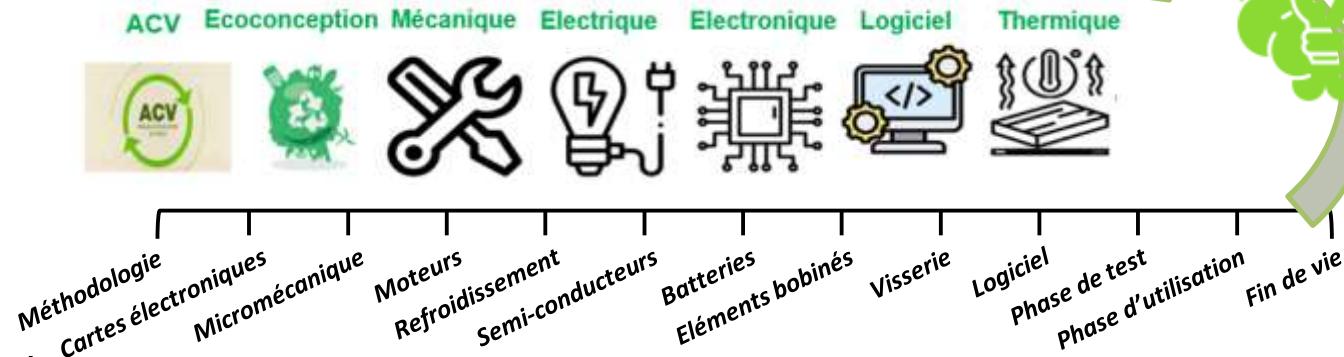


Etape 2 : Recherche de leviers d'amélioration



Assurer la fonctionnalité et les performances techniques :

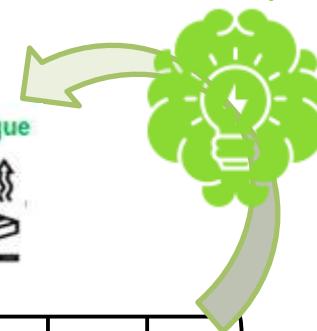
Les solutions proposées doivent non seulement être écologiques, mais aussi garantir que toutes les contraintes fonctionnelles sont respectées



- Conformité réglementaire
- Harmonisation, standardisation
- Amélioration continue
- Principes d'Ecoconception
- Formation et sensibilisation
- Intégration du Life Cycle Thinking



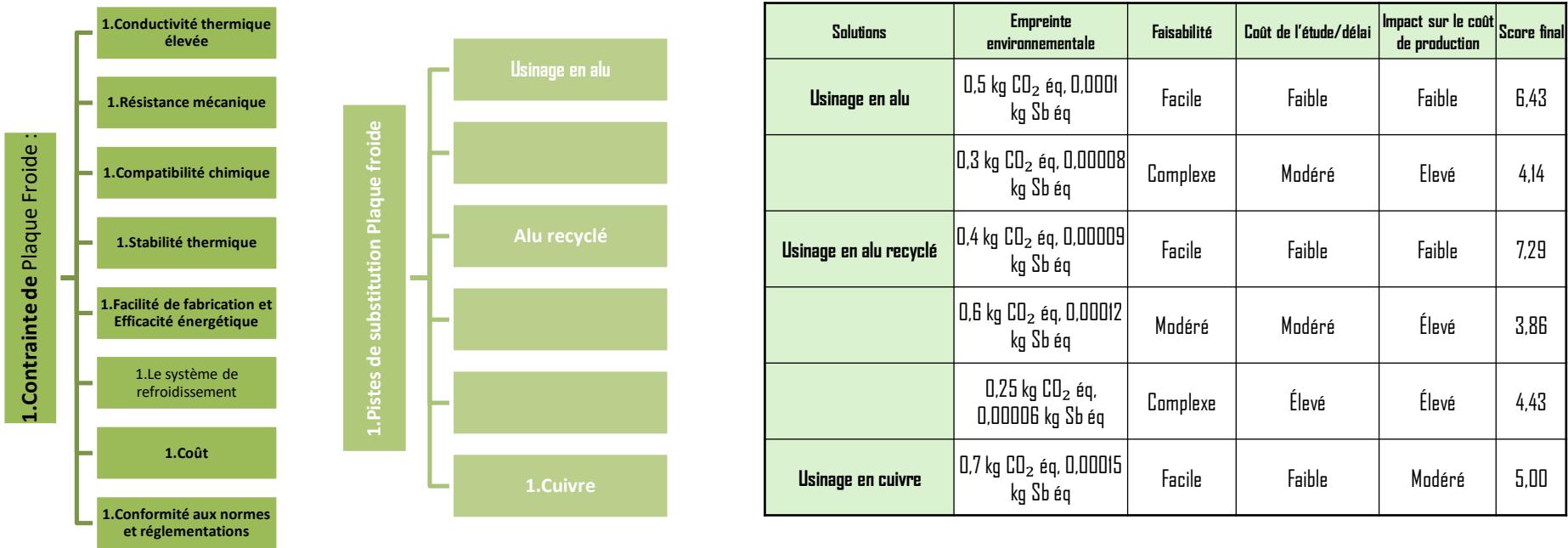
Brain Storming avec comité d'experts





Etape 3 : Évaluation des bénéfices et coûts environnementaux

Application : Méthodes de refroidissement des composants électroniques de puissance





Etape 4 : Conception d'une configuration optimisée





Etape 5 : Analyses, interprétations et conclusions

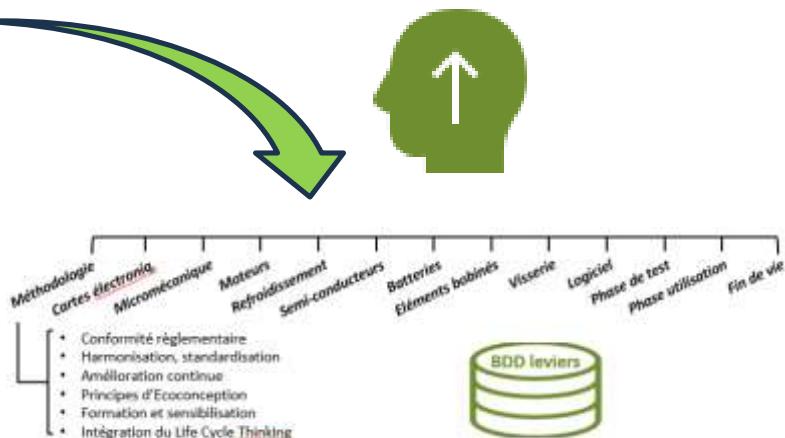


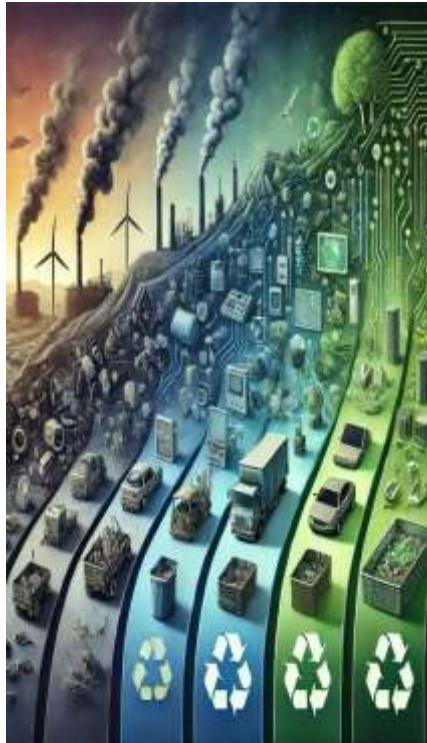
Bras de levier	Décision	Conclusion
Levier 1	Validé	+
Levier 2	Validé	++
Levier 3	Non Validé	=
Levier 4	Non validé	-
Levier 5	Validé	++



Etape 6 : Capitalisation des compétences (Équipe et bases de données)

Bras de levier	Décision	Conclusion
Levier 1	Validé	+
Levier 2	Validé	++
Levier 3	Non Validé	=
Levier 4	Non validé	-
Levier 5	Validé	++





« Réduire l'impact environnemental des équipements électroniques »

- Contexte des travaux : ELFICARE - France 2030
- Quels critères de mesure d'impact environnemental ?
- Comment réduire cet impact ?
- **Etude de cas**
- Questions / Réponses



1 : Evolution 2008 vs 2024

2 : Variantes de recharge d'un dispositif médical

3 : Interrupteur de puissance : techno GaN Vs MOSFET Si

4 : Variantes pour l'alimentation basse tension des électroniques

5 : Conclusion

CENTUM T&S est engagé depuis 2008 dans une démarche environnementale

2008



ECO ATTITUDE :

- Consommations eau, électricité, fournitures
- Serveurs virtuels
- Déplacements

ECO CONCEPTION :

- Critères de conception : Environnement
- Produits à vocation environnementale
- Accords clients /4 sur CO2 en 2020
- RoHS, REACH

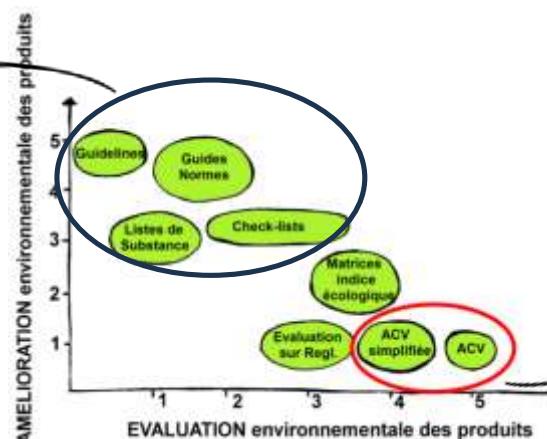
ECO PRODUCTION

- Energies, consommables, déchets
- Soudure sans plomb
- Vernissage et résinage

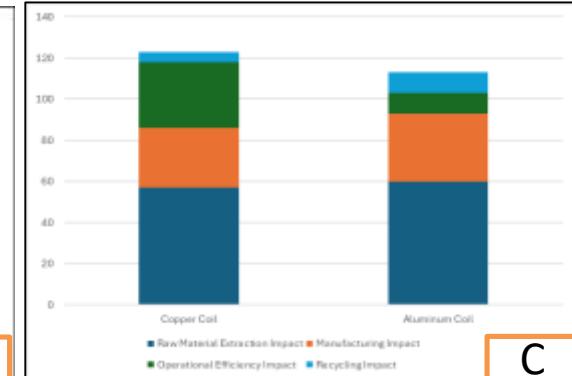
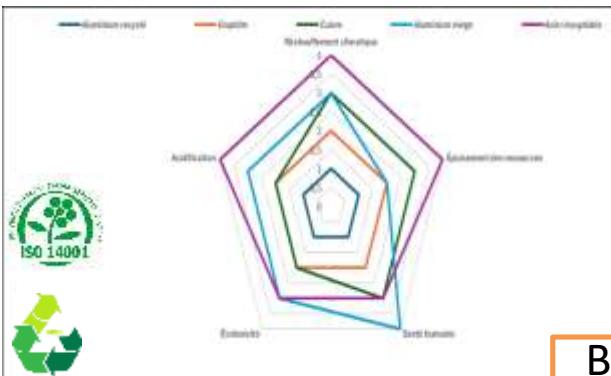
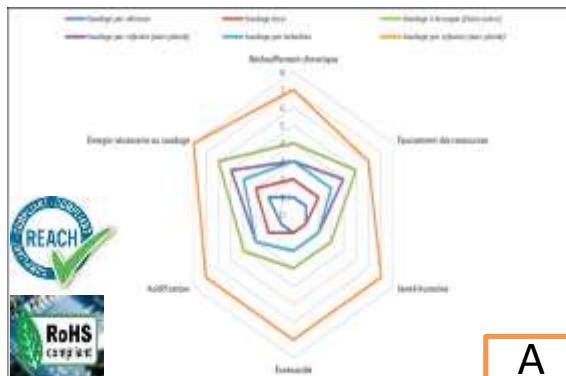
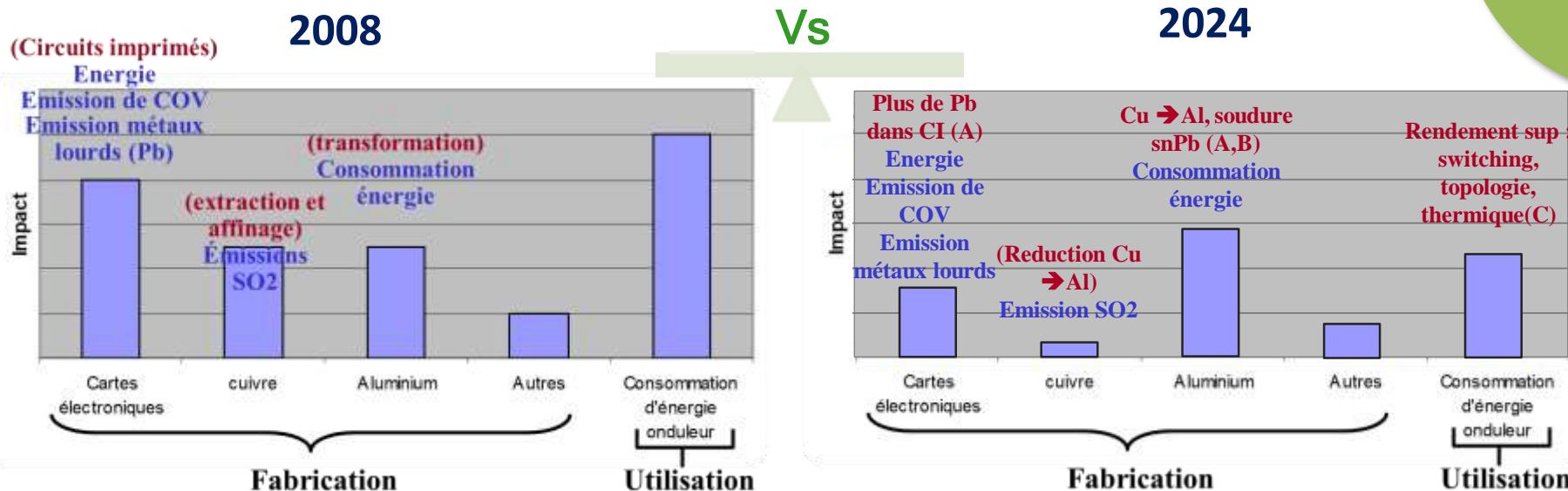
RSE en parallèle

2023

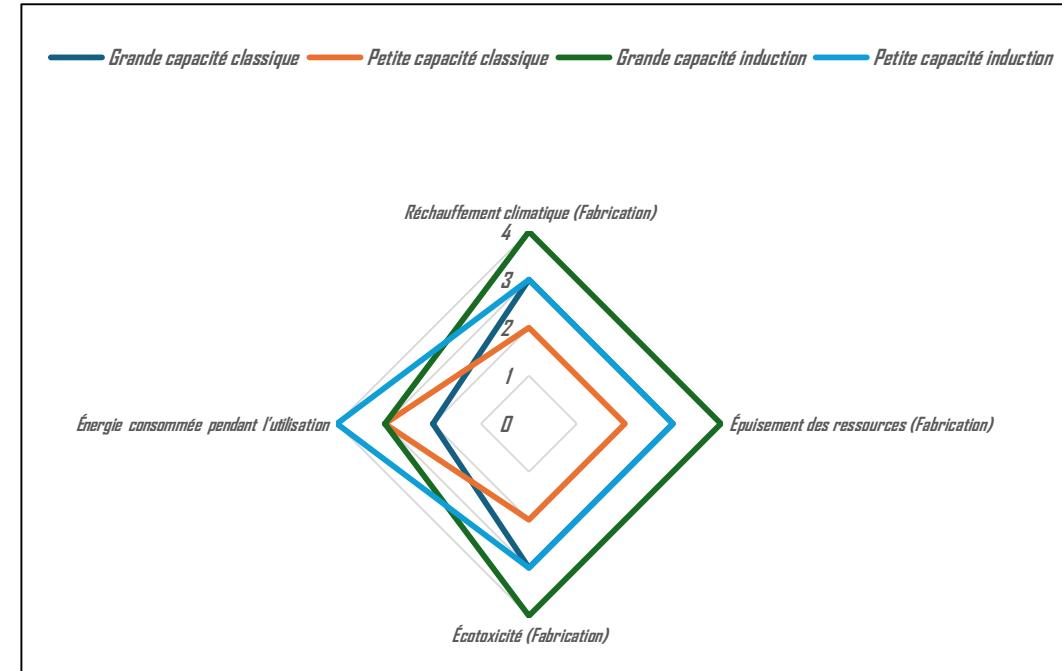
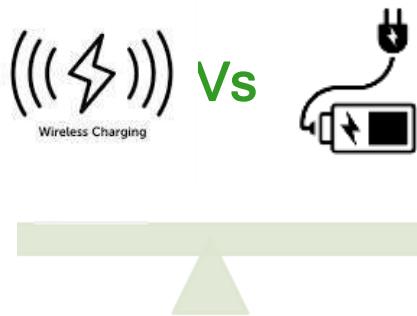
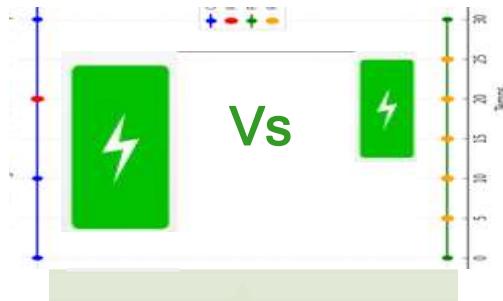
2025



Etude de cas 1 : Evolution 2008 vs 2024



Etude de cas 2 : Variantes de recharge d'un dispositif médical

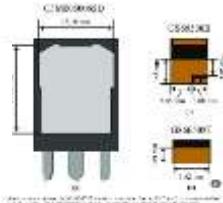


Etude de cas 3 : *Interrupteur de puissance : techno FET GaN Vs MOSFET Si*

MOSFET Si



FET GaN



VS

GAN FET in Aircraft power supplies

115V AC

Power Factor
Correction

Conventional PFC

- PFC Rectifier Losses: Significant power losses
- Boost Diode Recovery: Causes added switching losses.
- Efficiency Cap: Typically, less than 96%.

Isolated DC/DC
Converters

LV Power

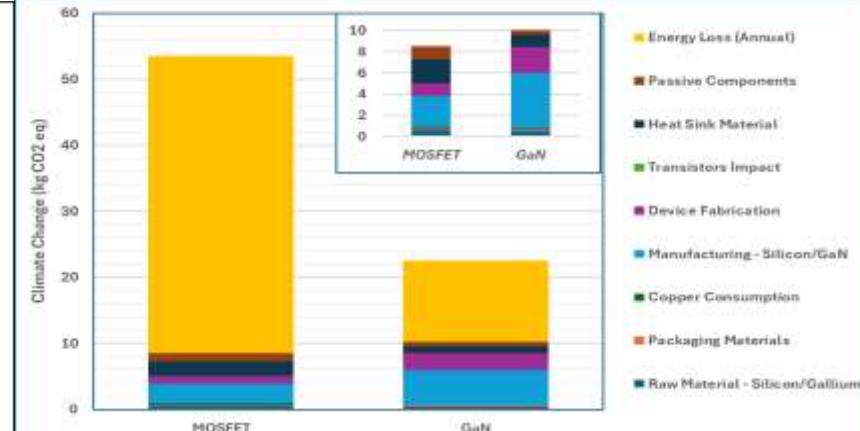
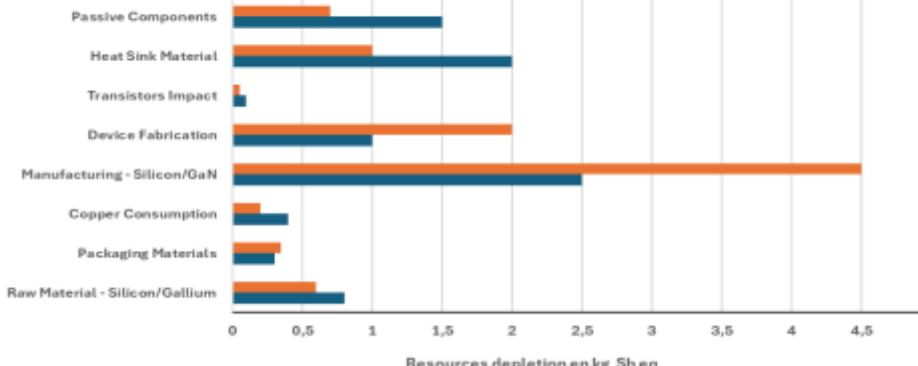
Conventional Flyback Topology

- Higher Switching Losses: losses in MOSFET
- Efficiency Cap: Typically, less than 85%.

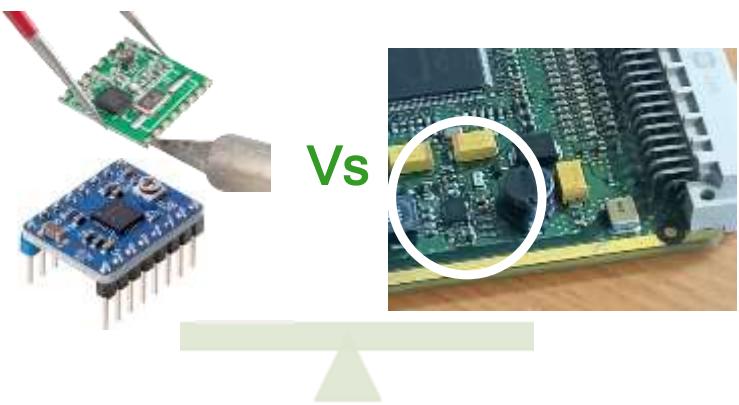
Active Clamp Flyback with GaN FETs:

- ✓ ZVS reduces switching losses.
- ✓ Lower output capacitance require less reactive power for ZVS operation .
- ✓ Reduced EMI noise.
- ✓ Achieves efficiency >99%
- ✓ Smaller size because of Higher frequency switching
- ✓ Lesser heat dissipation
- ❖ Chances of Avalanche (Higher voltage derating required)
- ❖ Higher Ripple in output at Light load condition
- ❖ Variable frequency operation

■ GaN ■ MOSFET



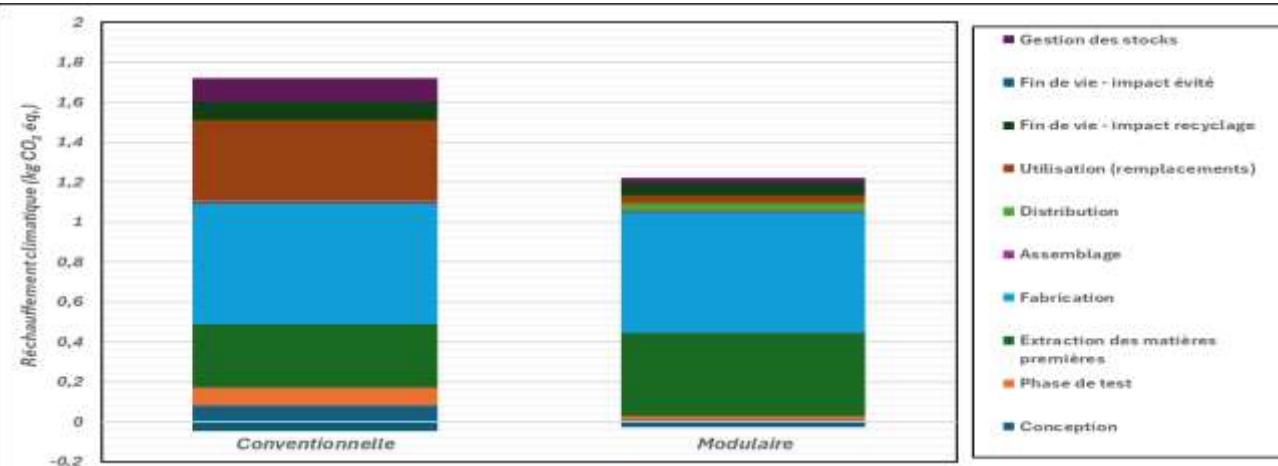
Etude de cas 4 : Alimentation BT sur Module/sur Carte



Phase du cycle de vie	Alimentation conventionnelle	Alimentation modulaire
Extraction des matières premières	PCB unique (adapté ?), pas de connecteurs	PCBs séparés, matériaux supplémentaires pour connecteurs
Conception	Conception répétée pour chaque variante	Conception unique, standardisée pour plusieurs variantes
Fabrication	Processus unique pour une seule carte	Processus séparés pour la carte mère et le module
Assemblage	Soudure directe, tests nécessaires pour chaque variante	Connecteurs modulaires, assemblage simplifié
Tests	Tests individuels pour chaque variante	Tests uniques pour le module, réduisant le besoin de tests pour chaque variante
Distribution	Transport et emballage unique	Transport et emballage séparés pour chaque module
Utilisation	Remplacement de la carte entière en cas de panne, fiabilité moindre	Remplacement uniquement du module en cas de panne, fiabilité plus élevée
Gestion de stock	Stock important de cartes complètes pour chaque variante	Stock optimisé, pièces modulaires pour plusieurs variantes
Fin de vie	Recyclage complet mais réutilisation limitée	Recyclage et possibilité de réutilisation du module d'alimentation

Hypothèses de l'ACV

- Type d'ACV : Conséquentielle
- Base de Données ACV : CENTUM DB
- Logiciel ACV : OpenLCA (version spécifiée)
- Méthode de Caractérisation : PEF 3.1
- Unité Fonctionnelle : 1 variante sans consommation d'énergie en phase d'utilisation, uniquement alimentation de la carte
- Périmètre : Du berceau à la tombe (cradle-to-grave)
- Approche d'Allocation : Allocation par substitution



Principaux défis de l'ACV

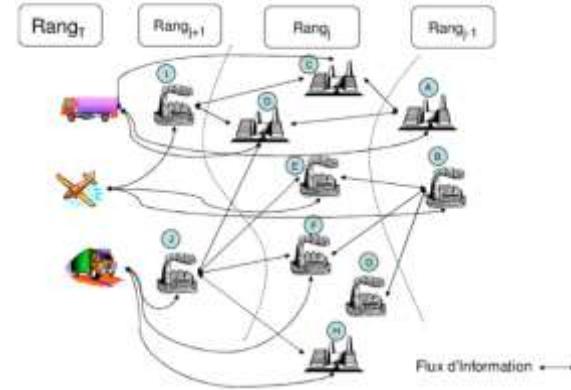
Inventaire de cycle de vie **faire attention !**



Absence de données



Obsolescence de données



Complexité de chaîne d'approvisionnement



Qualité de données

Pour l'électronique ... ces défis s'aggravent

Expansion des données (exemple Contrôleur de moteur 60 kW) :

1 Produit → 31 sous-ensembles → ~6000 constituants → ~20000 réf matières !

Complexité de la chaîne d'approvisionnement (étude ADEME 2017):

1 Smartphone → 70 matériaux → 4 fois le tour de la terre (de conception à livraison)

Obsolescence :

- Evolution technologique rapide
- Durée de vie réduite des composants (Mémoire, batterie...)

Centum T&S a une expertise pluridisciplinaire au service de l'écoconception ...



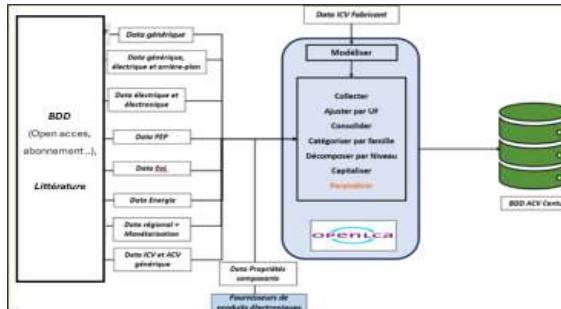
... est reconnue par BPI pour



Un outil adapté au cycle de vie des produits électroniques ...



... s'appuyant sur une base de données composite adaptée



- Niveau 1 : MP
- Niveau 2 : MP + E
- Niveau 3 : MP + E + P
- Niveau 4 : MP + E + P + TP
- Niveau 5 : MP + E + P + TP + A
- Niveau 6 : MP + E + P + TP + A + Test
- Niveau 7 : MP + E + P + TP + A + Test + U
- Niveau 8 : MP + E + P + TP + A + Test + U + EoL

MP : Extraction et recyclage de la Matière Première déminéralisée

E : Energie nécessaire à la transformation de la MP en Composant

P : Proximité de l'fabrication sans assemblage

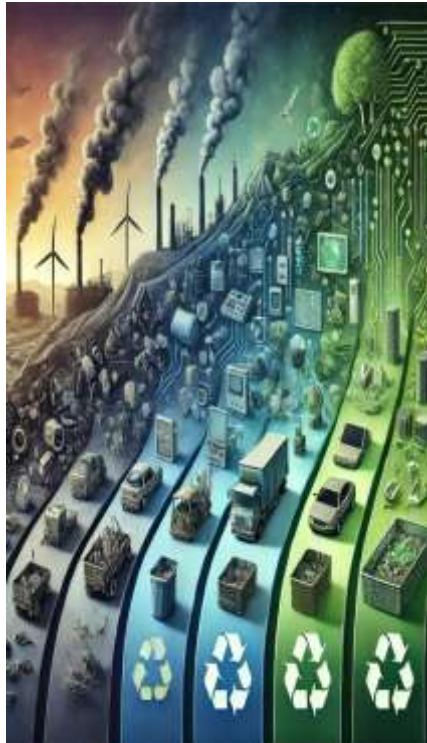
TP : Transport des composants

A : Assemblage des composants

Test : Teste du produit

U : phase d'utilisation du produit

EoL : Phase de fin de cycle de vie



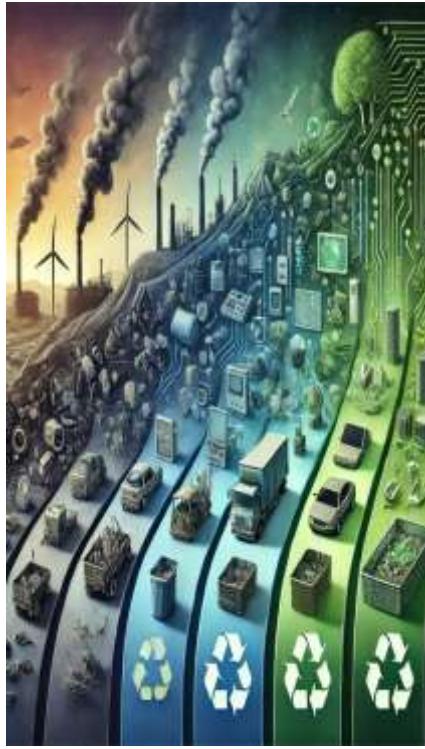
« Réduire l'impact environnemental des équipements électroniques »

- Contexte des travaux : ELFICARE - France 2030
- Quels critères de mesure d'impact environnemental ?
- Comment réduire cet impact ?
- Etude de cas
- Questions / Réponses



« Réduire l'impact environnemental des équipements électroniques »

Questions / Réponses



« Réduire l'impact environnemental des équipements électroniques »

Merci !

SRC CENTUM T&S :

Xavier BENOIT - VP Technique, Innovation - xbenoit@centumtns.com

Aziz ER-RAKI, PhD, Responsable ACV et Eco-conception - aer-raki@centumtns.com