

Évaluation de l'impact GES de différents workflows de métabolomique par une approche d'analyse du cycle de vie

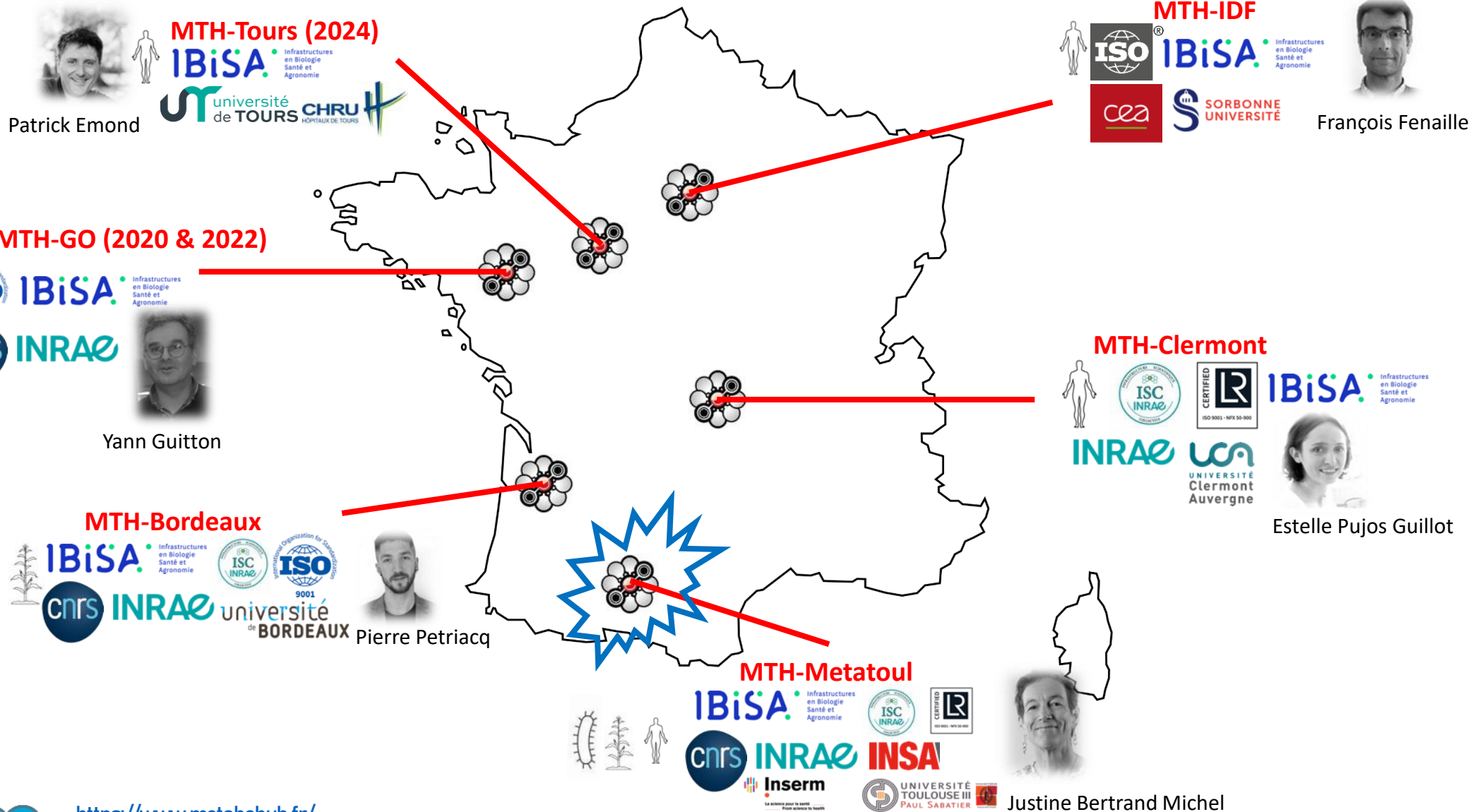
Amandine ROCHER



Introduction



MetaboHUB



MetaToul

AXIOM

Toxalim - Saint-Martin du Touch
Emilien Jamin
Cécile Canlet

METEXPLORE

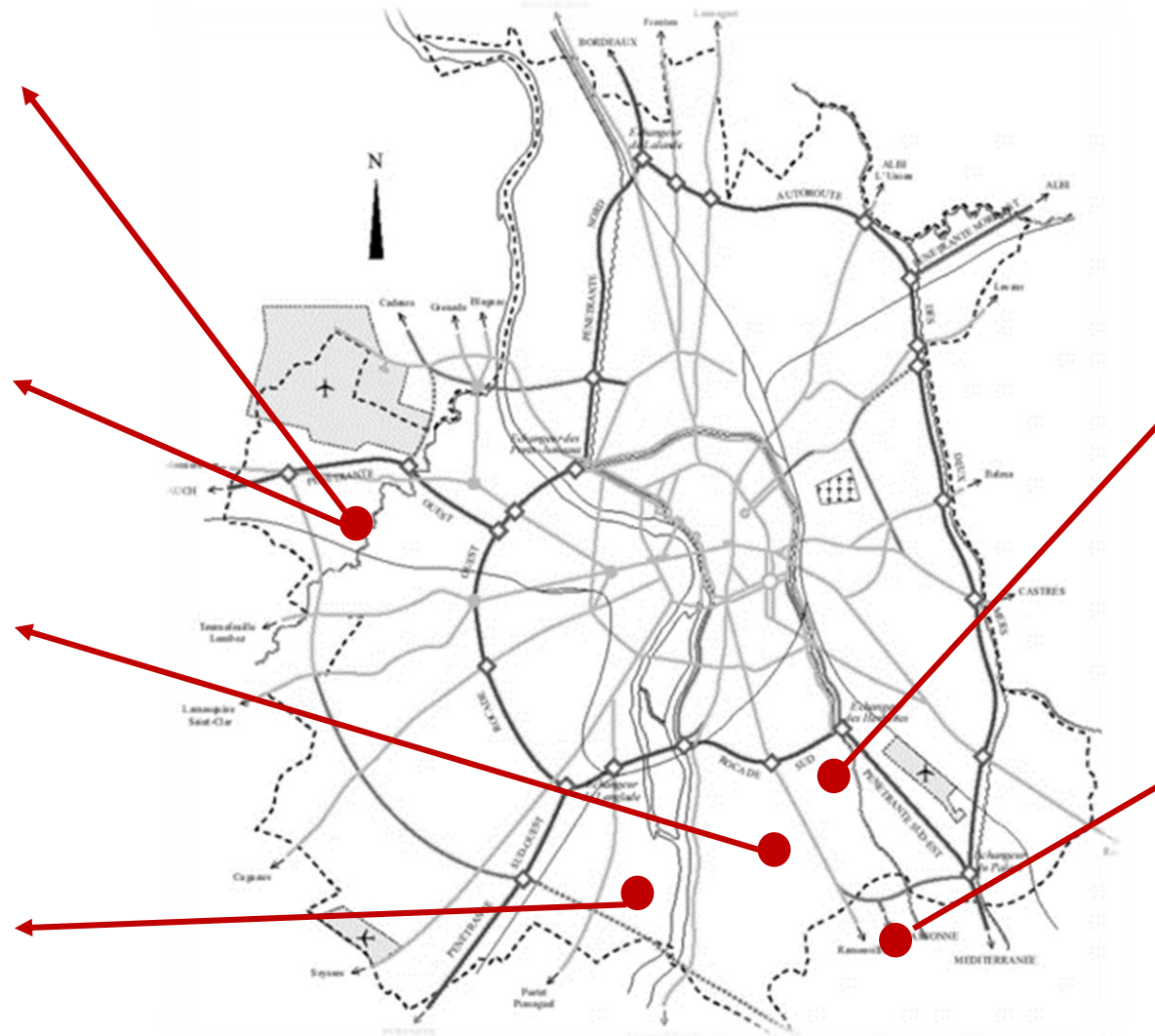
Toxalim - Saint-Martin du Touch
Fabien Jourdan

LIPIDOMIQUE

I2MC - Ranguel
Justine Bertrand-Michel

FLUXOVIVO

Institut Restore - Langlade
Jean-Charles Portais
Spiro Khoury



FLUXOMET

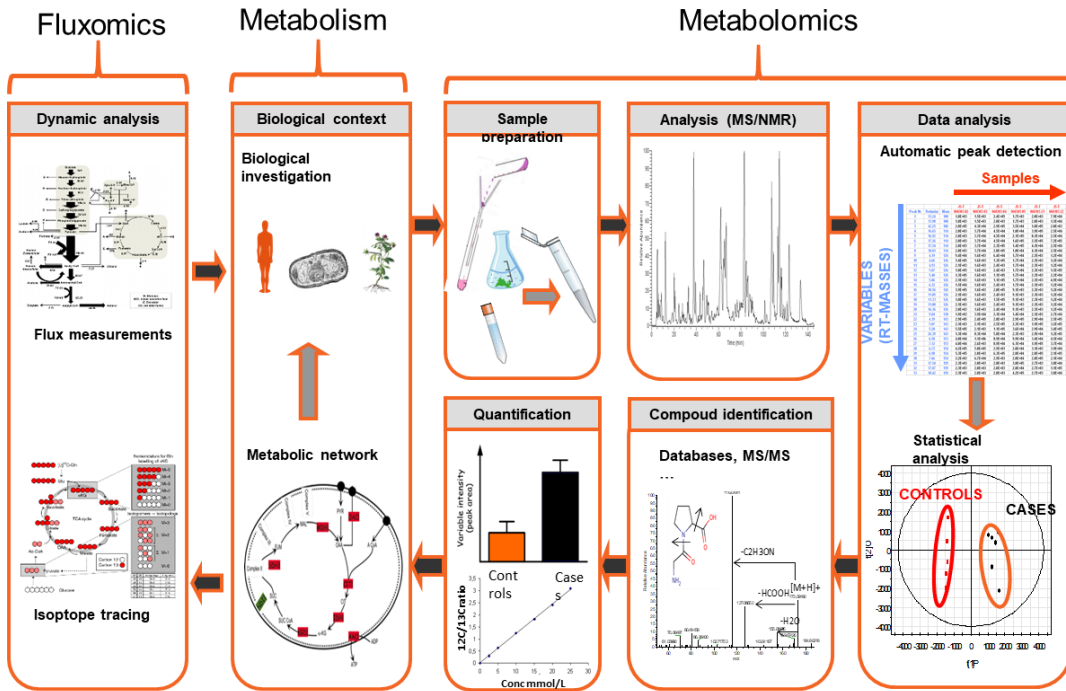
TBI - INSA Ranguel
Floriant Bellvert
Lindsay Peyriga

AGROMIX

LRSV - Auzeville
Guillaume Marti
Sylvie Fournier



Offrir un service de pointe pour l'analyse du métabolisme



Plant sciences - Biotech. - Nutrition - Personalized medicine

Défis:

- Couverture du métabolome : besoin d'approches analytiques complémentaires
- Quantification : mesure nécessitant l'utilisation de standards marqués
- Sensibilité : développement R&D pour réduire le besoin en volumes d'échantillons
- Interopérabilité : des données et des méthodes pour appliquées des études à grande échelle et dans le temps

Préparation échantillon

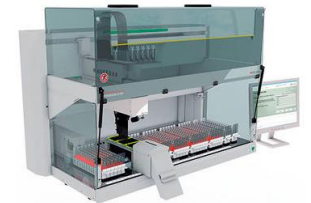
Retraitement des données



74 MS



15 RMN



5 robots



MetaToul - MetaboHUB

Bilan GES annuel

Depuis 2019

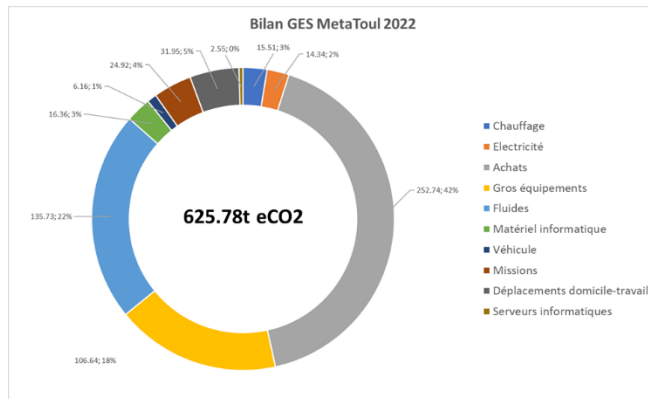
Empreinte
environnementale
des unités d'œuvres

En cours

Actions de réduction

En cours

Labos 1 point 5



Projet ACE (ACV)

INRAE

tbi
Toulouse Biotechnology Institute

LE LABO
DURABLE

METABOHUB

Genotoul
Metatoul

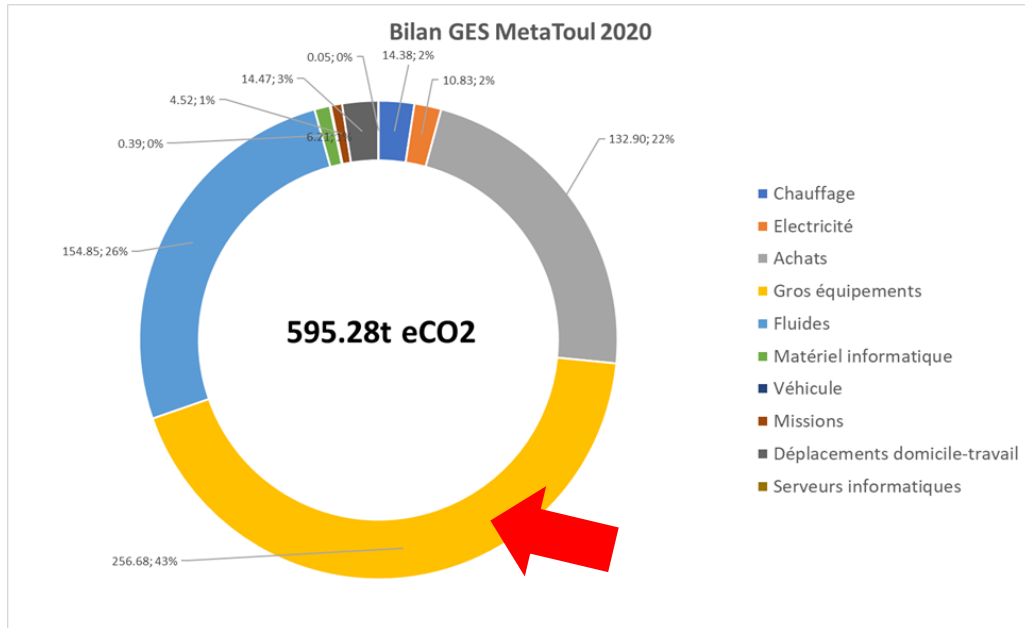
Vie quotidienne

Activités de recherche

MetaToul - MetaboHUB (BGES UO)

Pourquoi projet ACE ?

Bilan GES annuel



- Accord de Paris (2015) : 2t eCO2 / an / pers
 - MetaToul 2020 : 17.51t eCO2 / pers
 - France 2020 : 9.15t eCO2 / pers

- Gros équipements (spectromètre de masse ici) = 43% du BGES total

Méthode de calcul des émissions CO2 basée sur des facteurs d'émissions en ratios monétaires (prix d'achat variable selon les marchés / labos ...)

Exemple : SB.52 >> 100 000 € = 32t eCO2



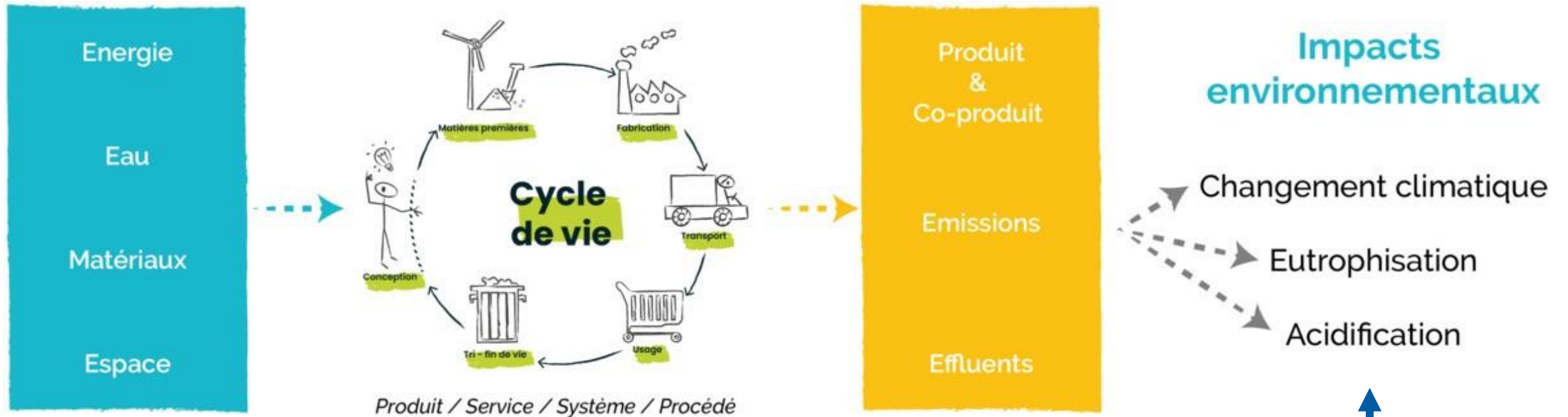
Nécessité d'une méthode de calcul plus précise sur la composition des appareils achetés

Analyse du Cycle de Vie

Contexte

- Historique
 - 90's : naissance des "écobilans"
 - Nécessité d'avoir des approches multicritères prenant en compte l'ensemble du cycle de vie des produits
- Définition
 - Méthodologie d'évaluation "du berceau à la tombe" qui permet de quantifier l'impact environnemental des produits, services ou systèmes de production depuis l'extraction des matières premières qui les composent jusqu'à leur élimination en fin de vie, en considérant également les phases de distribution et d'utilisation

ACV



Flux entrants

2) Toutes les étapes du cycle de vie

1) Approche multicritères

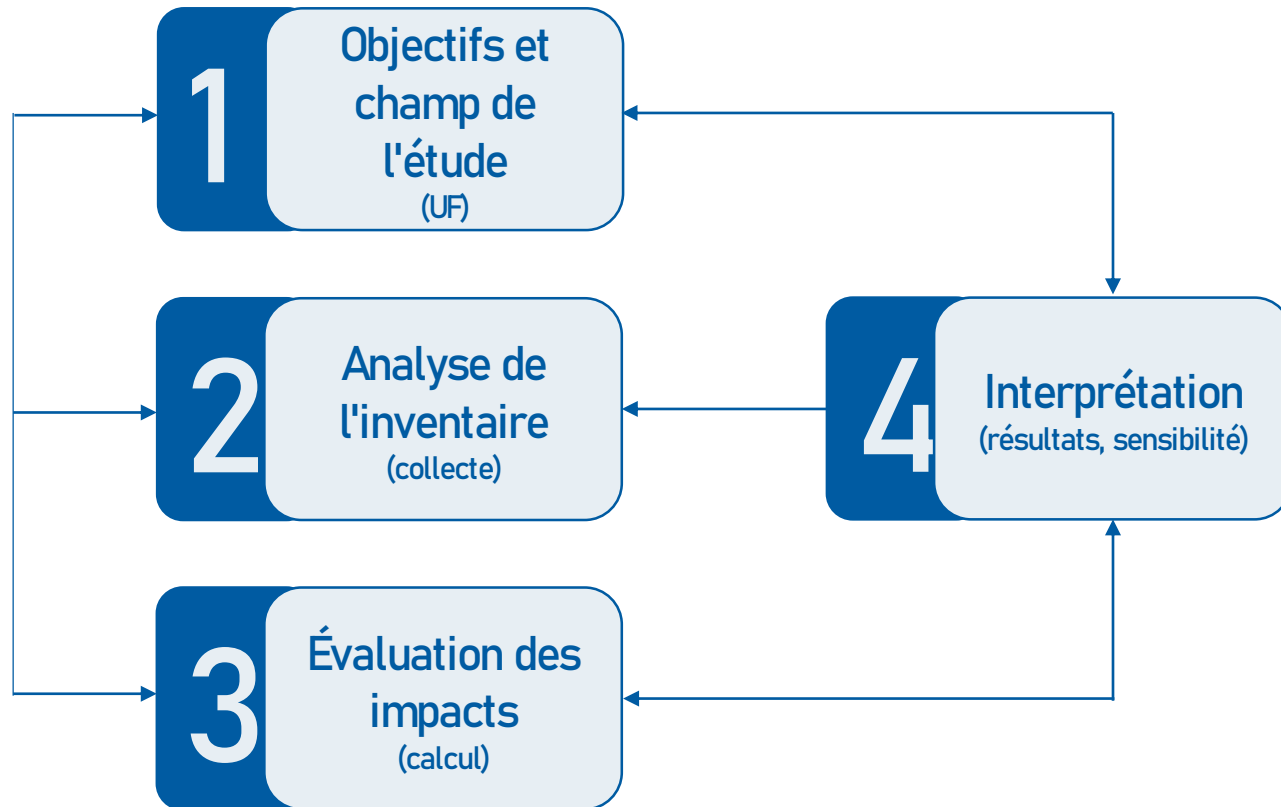
Flux sortants

3) Impacts environnementaux multiples



Méthodologie

ACV = processus itératif en 4 étapes



Processus normé

Management environnemental -
Analyse du cycle de vie



Principes et cadres

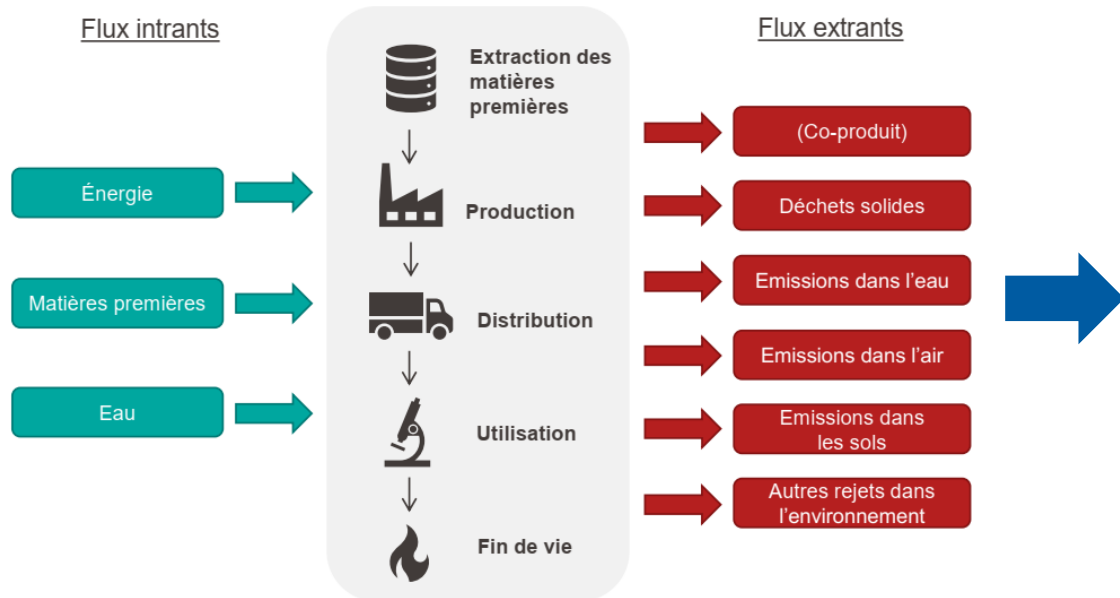


Exigences et lignes
directrices

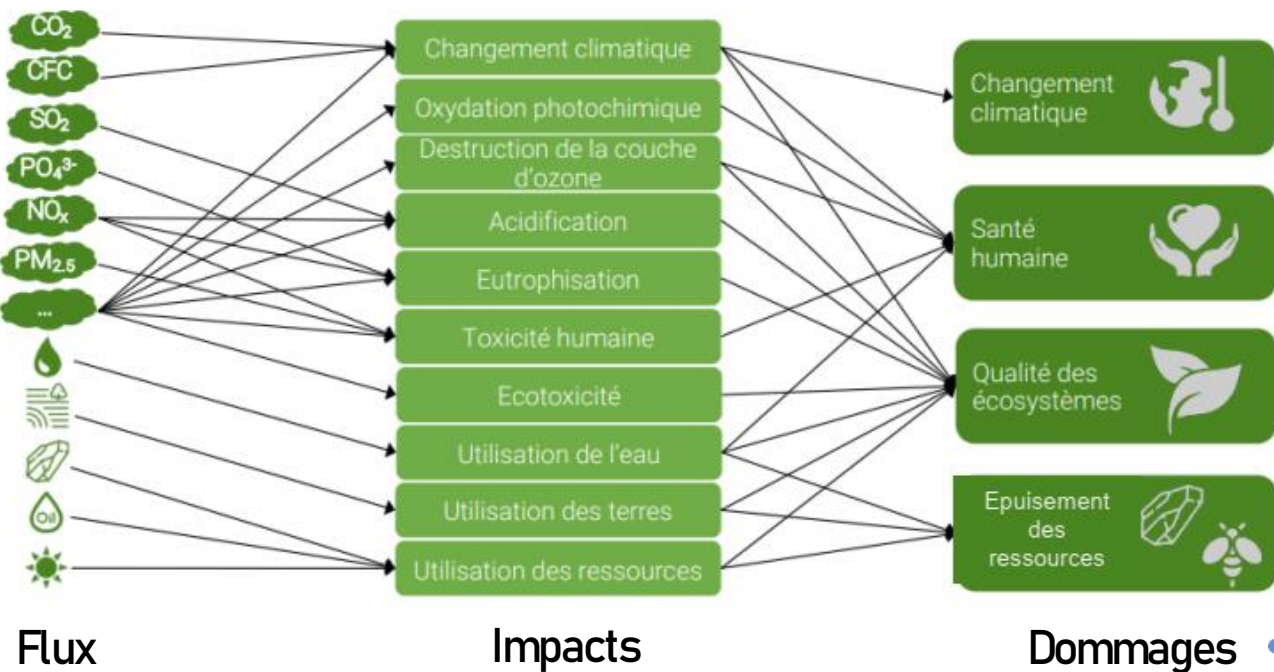
Flux et impacts environnementaux

Chaque flux élémentaire peut générer différents types d'impacts environnementaux qui peuvent être regroupés en grandes catégories de dommages

FLUX



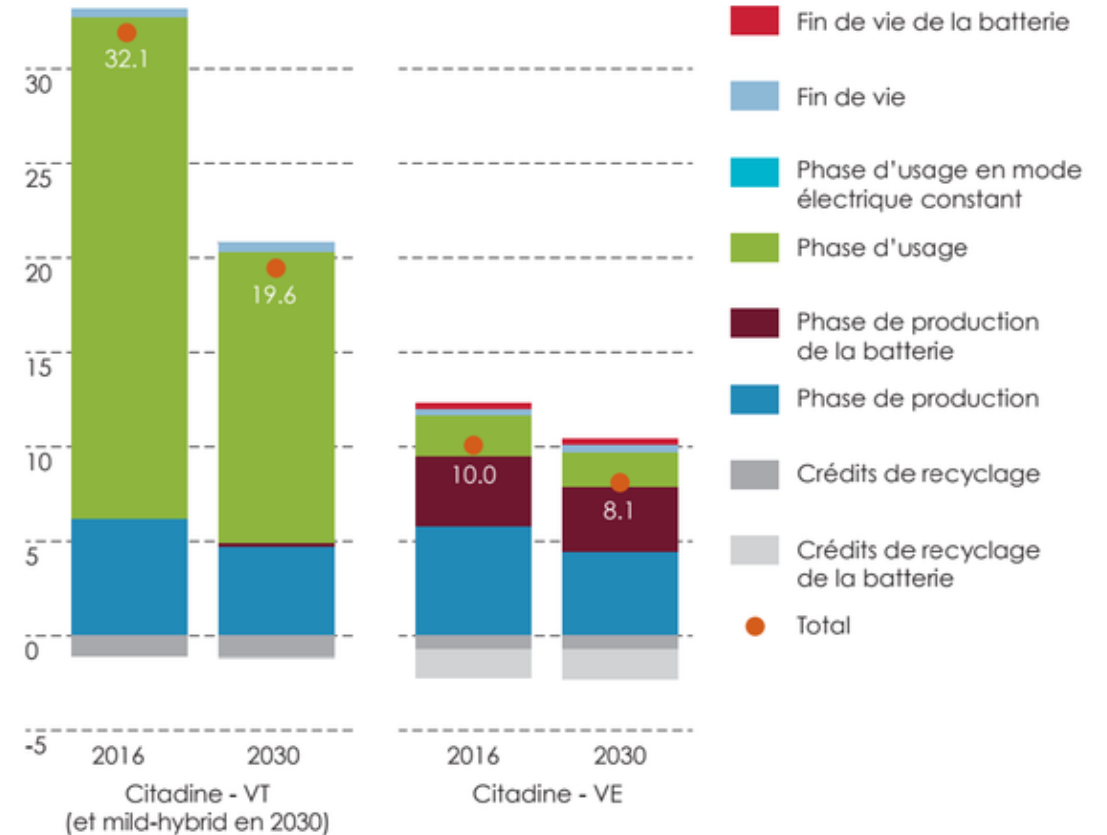
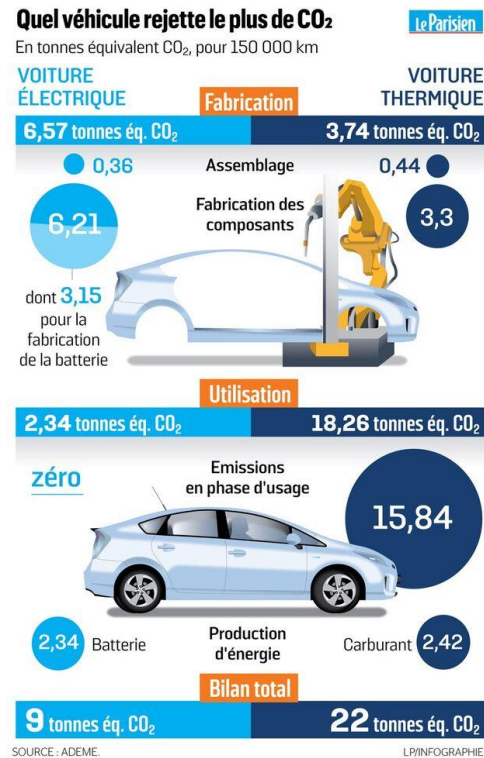
IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX



ACV pourquoi faire ?

Exemple voiture électrique vs thermique > variable !

- Endroit (France)
- Type d'impact (CO2)
- Écosystème
- Génération



Projet ACE INRAE

Projet ACE INRAE



Projet pépinière INRAE
Financement INRAE – MTH
Implique TBI – LaboDurable



Faire l'ACV de workflows de métabolomiques



Champ d'étude

De la production de l'échantillon à son analyse
3 scénarios : manuel, miniaturisé, robotisé

Objectifs

- 1) Évaluer les impacts environnementaux d'une analyse métabolomique
- 2) Identifier les principales sources d'impact et pistes de réduction

Unité fonctionnelle

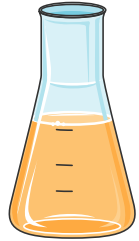
1 échantillon analysé



Champ d'étude (3 scénarios)



1



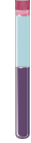
Erlen



Filtre
47mm



Falcon
50mL



Tube
hémolyse



Epp.
1.5mL



Vial verre
LCMS



ou



+



2



Fermenteur



Filtre
25mm



Epp.
1.5mL



Vial verre
LCMS



ou



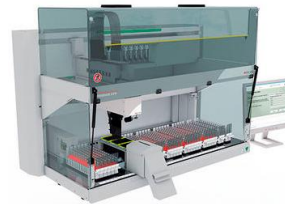
+



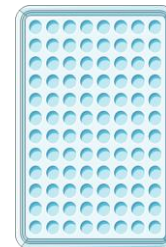
3



Robot 1 (TECAN)



Robot 2 (TECAN)



Deepwell
96 puits
(x3)



ou



+



Culture microorganisme

Préparation d'échantillon

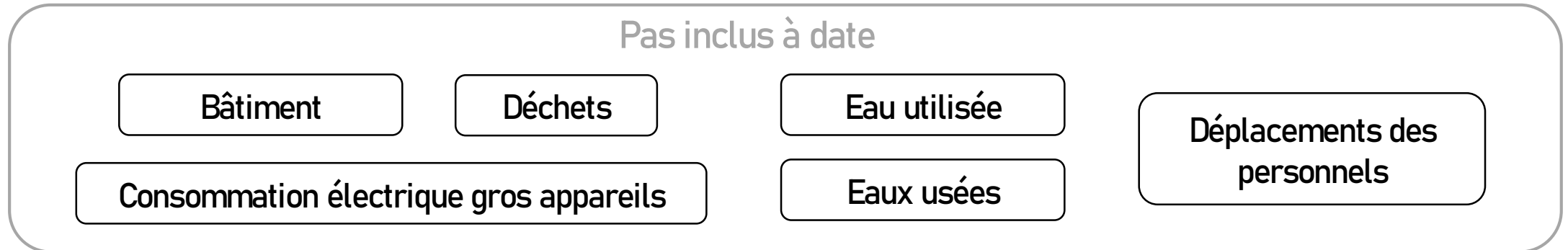
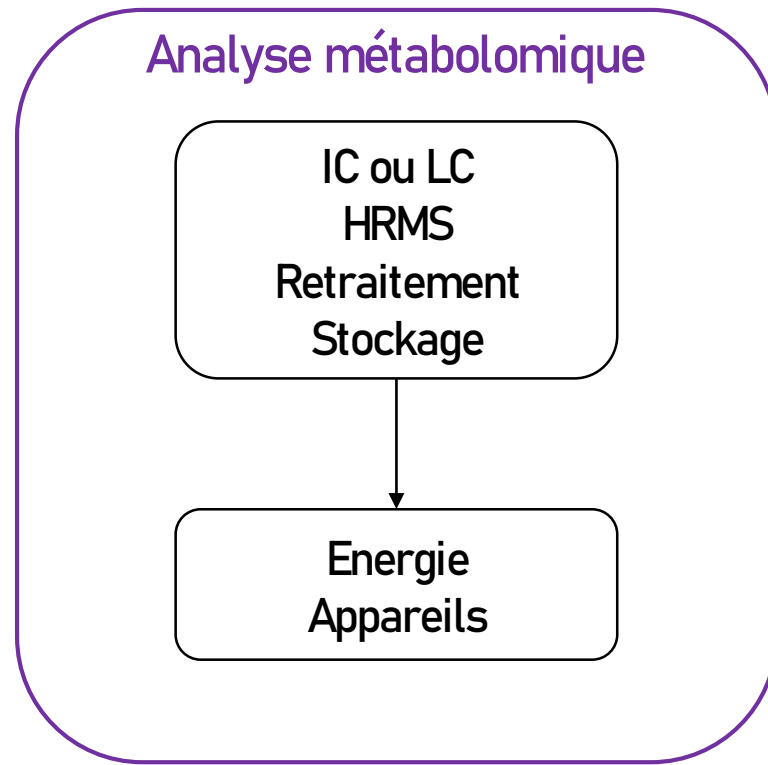
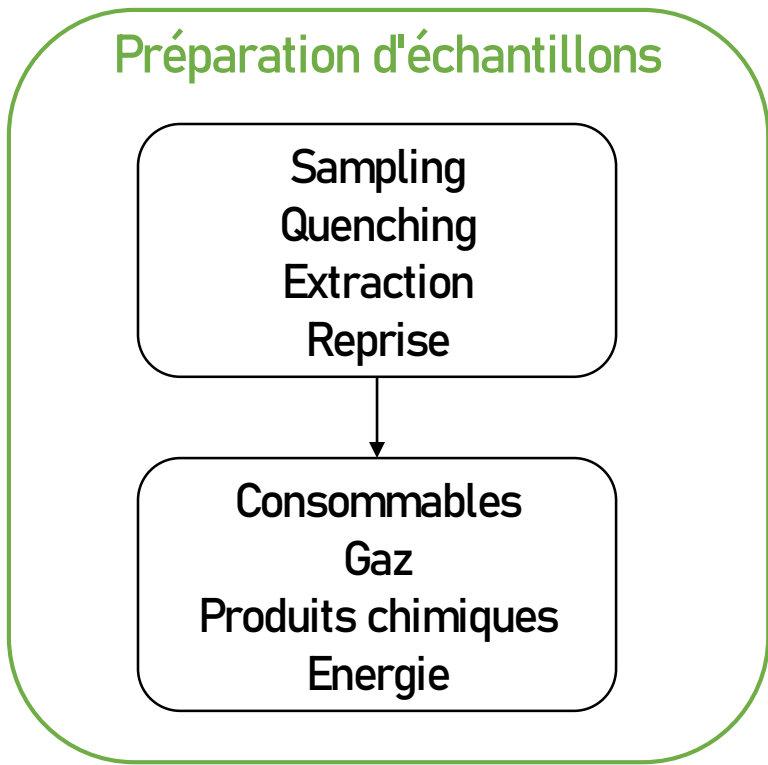
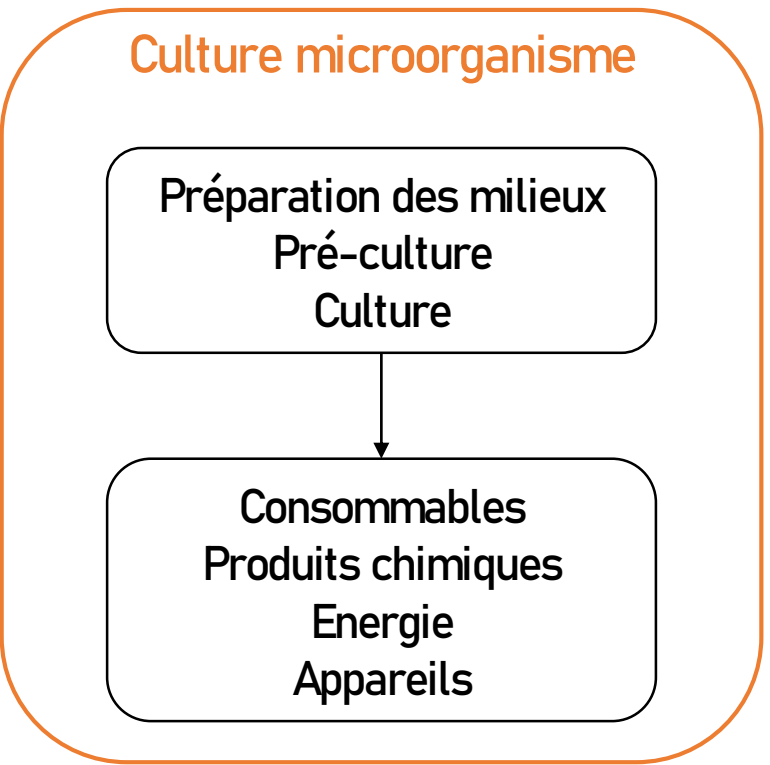
Analyse métabolomiques et
retaillement des données



Périmètre d'étude



Modules
Périmètres





Collecte des données et évaluation



Sources

- Collecte = MetaToul
- Processus = EcolInvent

Méthodologie

ReCiPe 2016 Midpoint H

Outil de calcul "ACVexp"
(LaboDurable)

A partir de l'inventaire, les flux de
matières et d'énergies sont traduits
en impacts environnementaux potentiels

Impact environnemental

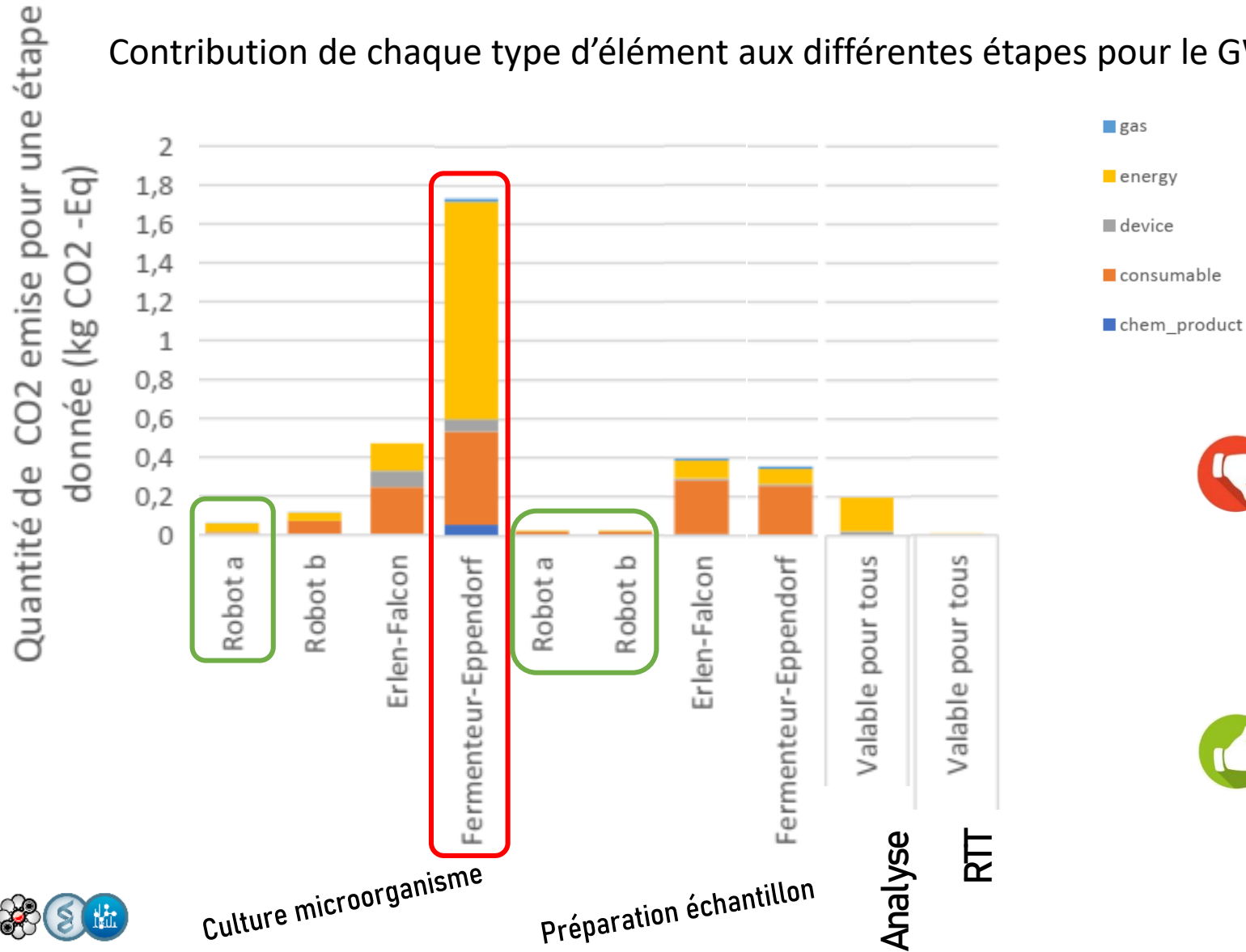
Changement
climatique (CO2)

Résultats



a = bioréacteur en verre réutilisable
b = bioréacteur en plastique

Contribution de chaque type d'élément aux différentes étapes pour le GWP



Le plus impactant en émissions de CO₂ est le scénario FERMENTEUR



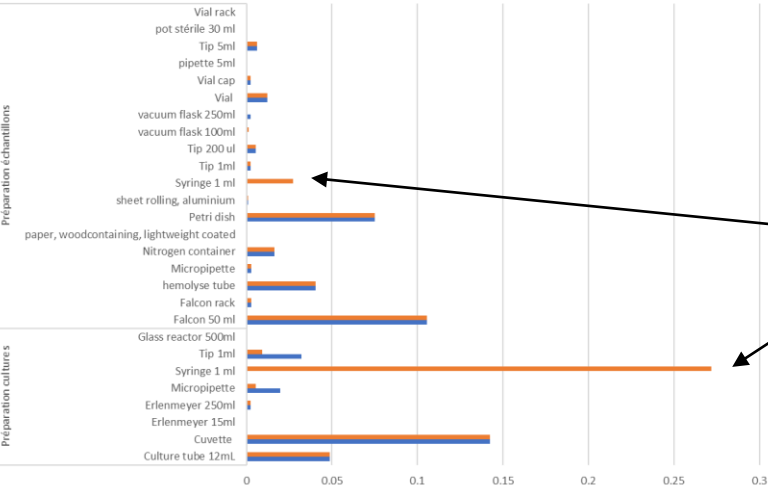
Le moins impactant en émissions de CO₂ est le scénario ROBOT (culture et préparation d'échantillons)



Analyse de sensibilité

Exemple 1 : Culture et préparation échantillon - Fermenteur vs. Erlen

Contribution de chaque élément à l'impact global des consommables pour le GWP

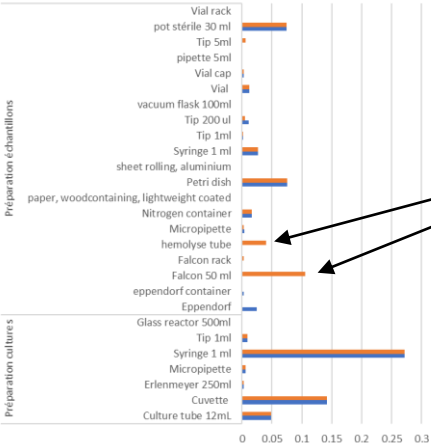


Fermenteur
Erlen

Plus fort impact (GWP) de la seringue de prélèvement utilisée pour le scénario fermenteur

Exemple 2 : Culture et préparation échantillon - Falcon 50mL vs Eppendorf 1.5mL

Contribution de chaque élément à l'impact global des consommables pour le GWP



Falcon
Eppendorf

Plus fort impact (GWP) du tube à hémolyse (verre) et du falcon 50mL utilisés pour le scénario falcon




Analyse de sensibilité

Conclusions du projet

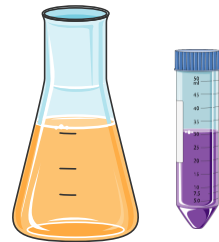
Générales

 Importance de définir le champ, le périmètre de l'étude et l'unité fonctionnelle

 Tant que les fabricants ne fourniront pas leur ACV d'équipements on ne pourra pas faire d'ACV précises de nos workflows

Techniques

 Le scénario robot génère le moins d'impact environnemental (CO2)



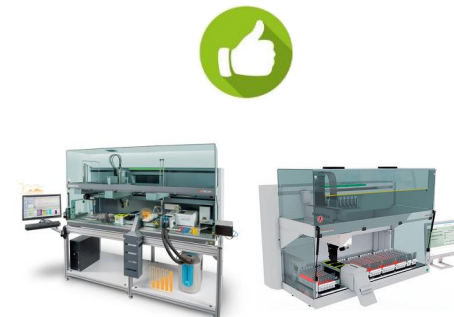
4 échantillons

=



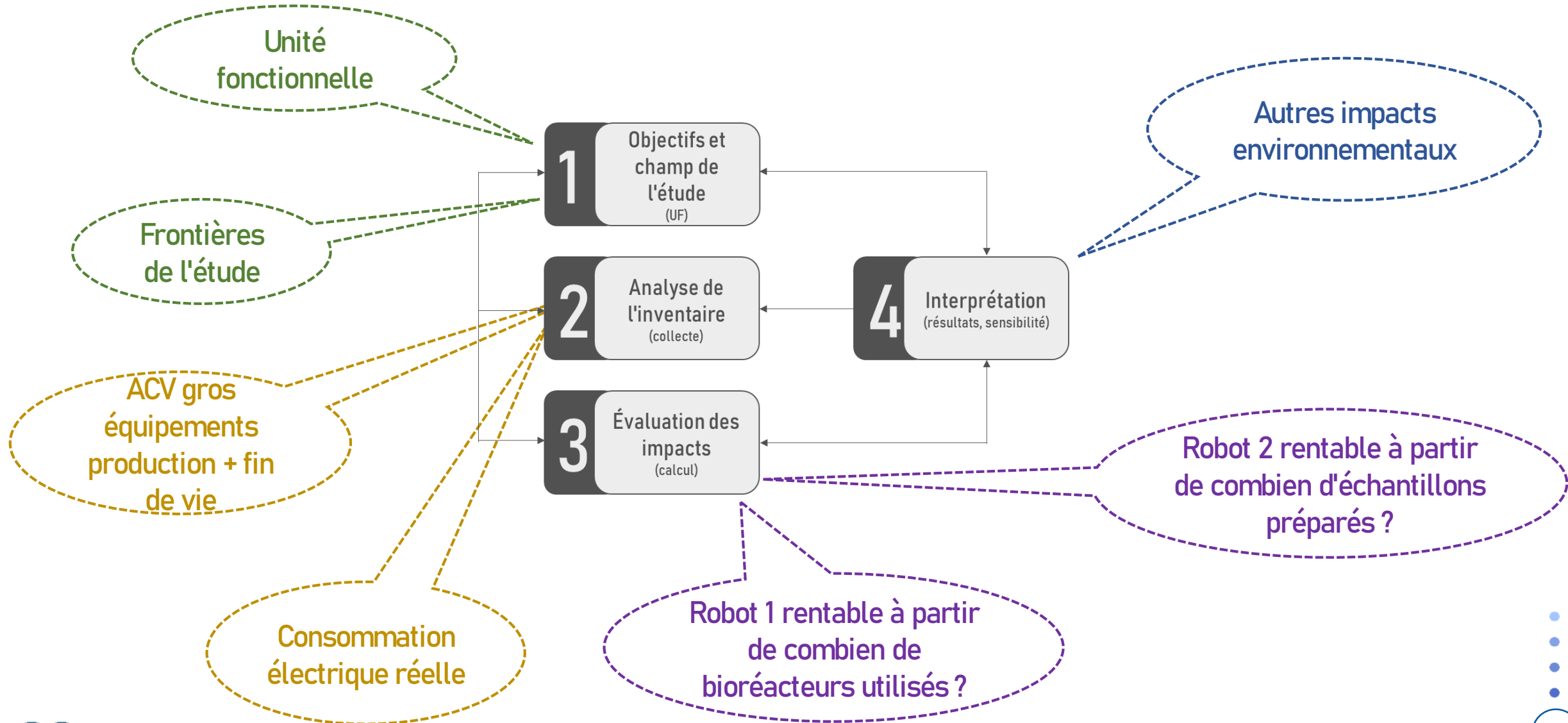
2 échantillons

=

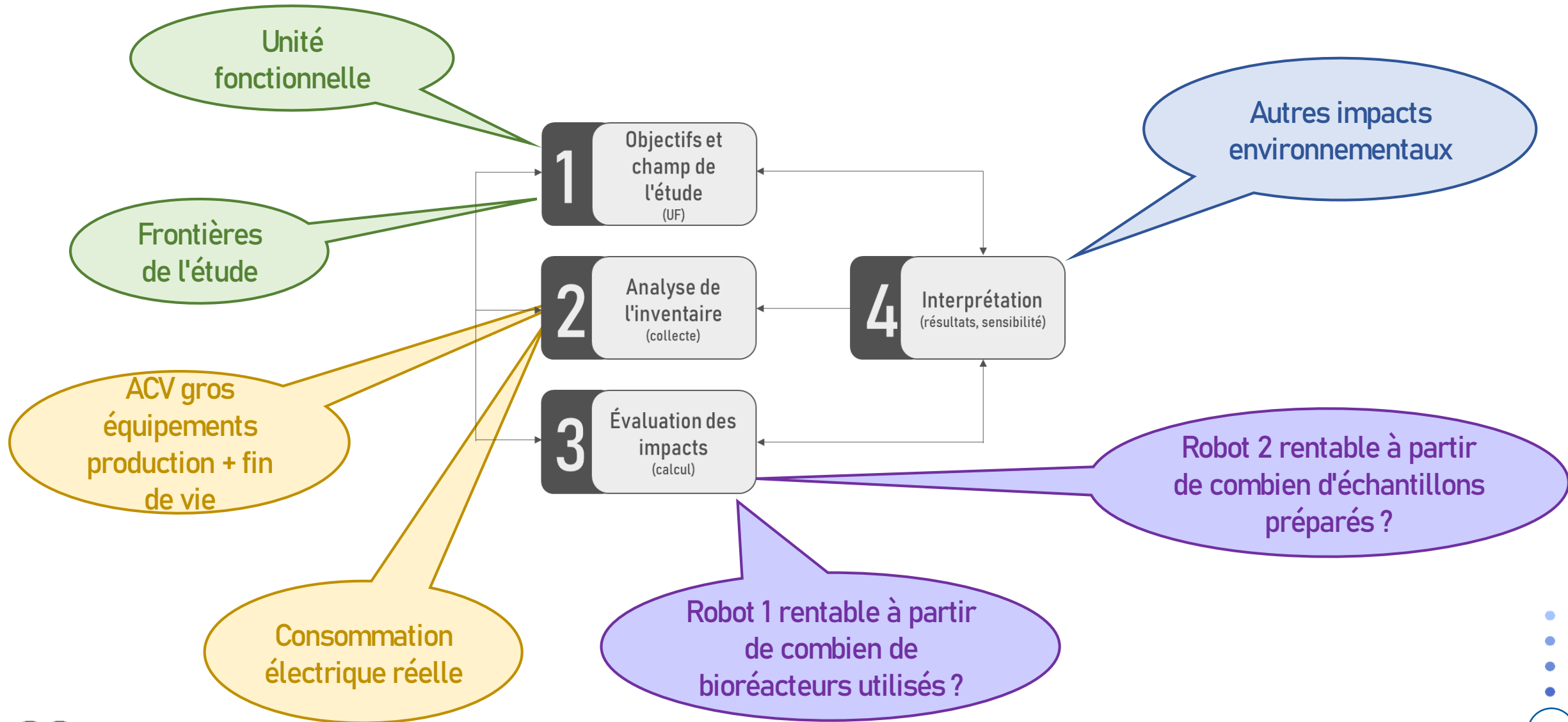


48 échantillons

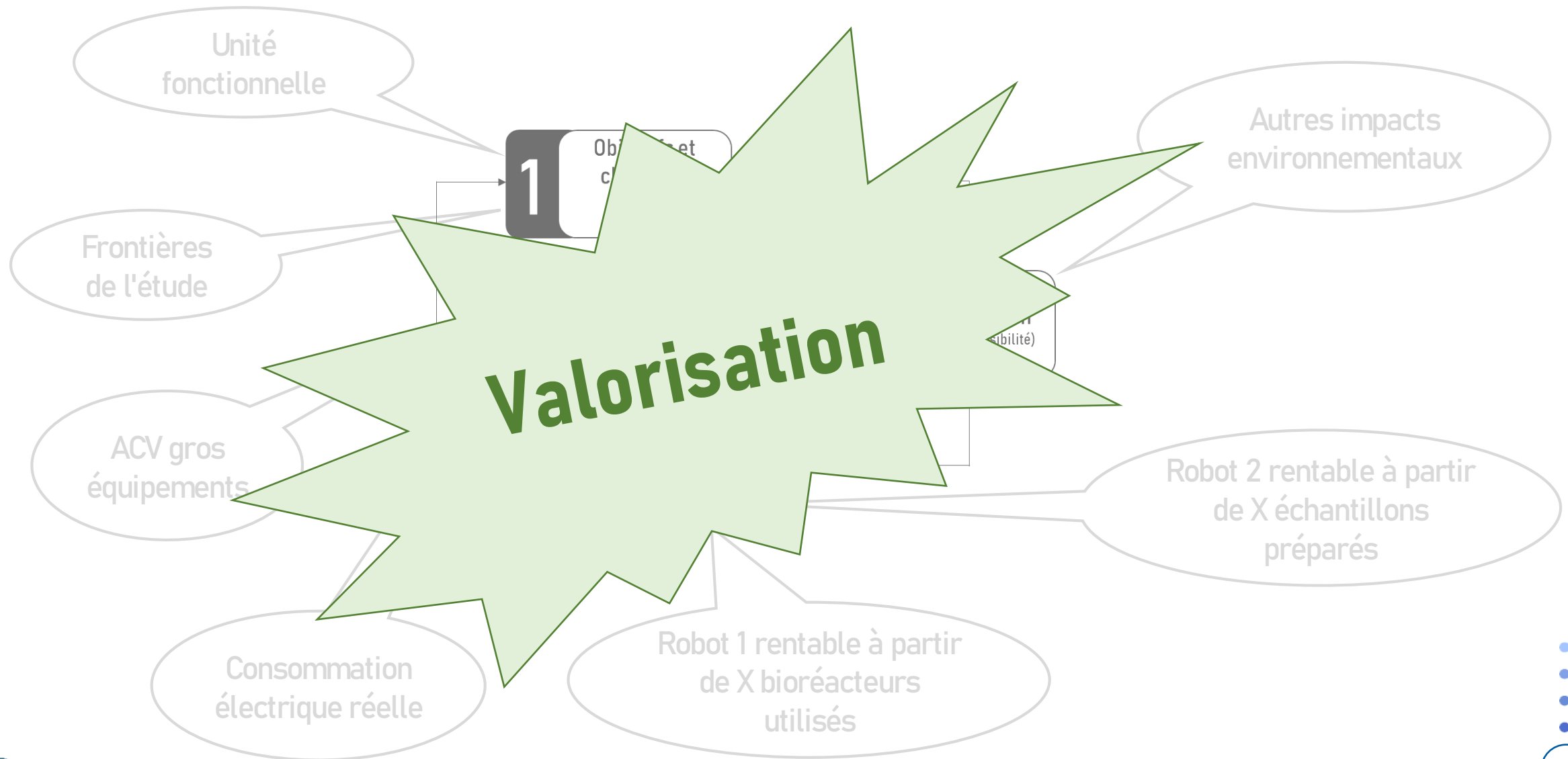
Points d'amélioration



Suites et perspectives projet ACE



Suites et perspectives projet ACE



Bilan GES des unités d'œuvre

Bilan GES des unités d'œuvres

Définition



Calcul de l'impact environnemental des émissions de CO₂ par unité d'œuvre de production

Différences avec ACV ?



BGES des UO calculé à partir de facteurs d'émissions basés sur les ratios monétaires (Labos1.5)
BGES des UO ne mesure que l'impact CO₂

UO ?



1 analyse métabolomique en chromatographie couplée à la spectrométrie de masse
1 heure de fonctionnement d'un spectromètre RMN
1 heure de fonctionnement d'un robot préparateur d'échantillon

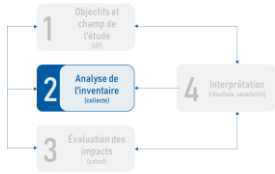
Exemple

BGES de l'UO : 1 heure de fonctionnement de RMN

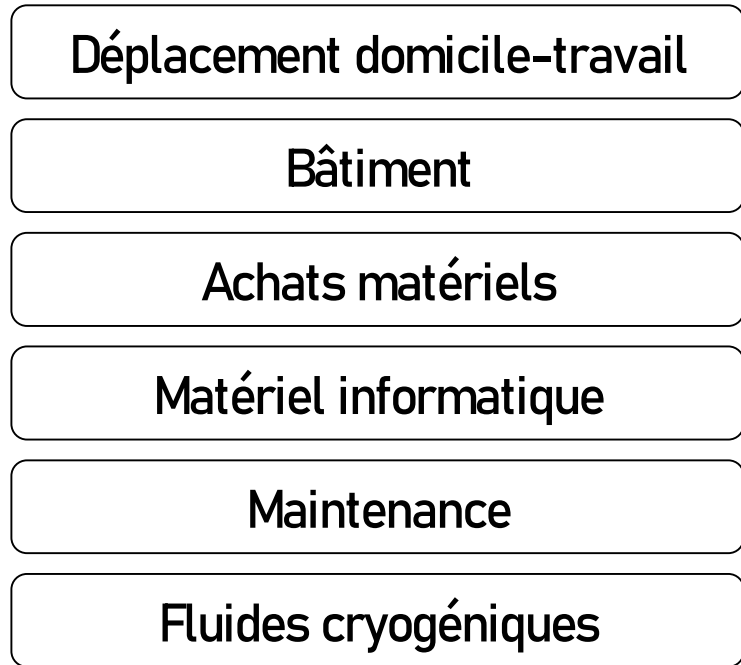
Exemple RMN



Unité fonctionnelle : 1h de fonctionnement d'un spectromètre RMN



Modules (périmètres de Labos1.5)

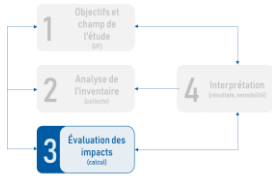


Périmètres de l'ACV



Exemple RMN

Méthodologie



Estimation de l'émission GES de l'unité d'œuvre "analyse RMN" en Kg eCO2 PAR HEURE D'UTILISATION DU SPECTROMETRE - 2023 (sur données 2022)							
RMN METATOUL-FLUXOMET 500MHZ		CODE NACRE	Date	Coût annuel € % temps (ETP) % surface (m²)	Durée amortissement de l'émission (en année)	Coût carbone associé (kg eCO2) pour 1000€ Données issues de Labo 1.5	Emission Kg eCO2/heure en 2023
Déplacement Domicile-Travail	Personnel 1 (vélo électrique)		2022	0.2		29	0.00066
	Personnel 2 (métro)		2022	0.2		17	0.00039
Bâtiment	Local Technique (m²)		2010	26.33		580	0.06621
	Local Compresseur (m²)		2010	3.75		90	0.01027
	Bureaux personnel (m²)		2010	8.5		170	0.01941
Achats Matériel (si on dépasse l'âge on divise par l'année réelle)	Aimant supraconducteur	sa03	2004	650000	30	240	0.59361
	Console électronique	sa04	2021	75000	10	240	0.20548
	Sondes de mesure chaude	sa02	2004	50000	20	240	0.06849
	Compresseur Air haute qualité	gb02	2011	25000	10	400	0.09513
	Batterie Onduleur	tb.11	2018	1340	5	460	0.01407
	Passeur Sample Jet	sa05	2017	111983	10	310	0.39629
Matériel Informatique	PC Pilotage	ia01	2021	5000	5	430	0.04909
Maintenance	Révision Majeure Compresseur	gc01	2018	10608.3	5	240	0.05813
	Maintenance Onduleur	tc.11	2022	500.82	1	220	0.01258
	Maintenance Compresseur	gc01	2022	3500	1	240	0.09589
Fluides Cryogéniques	Hélium liquide	ga52	2022	8800	1	2100	2.10959
	Azote liquide	ga51	2022	2175	1	2100	0.52140
						TOTAL	4.31669

Résultats

4,3 kg eCO2 / hour of use



500 MHz
MTH-MetaToul

35€ / analyse

7 kg eCO2 / hour of use



600 MHz
MTH-MetaToul

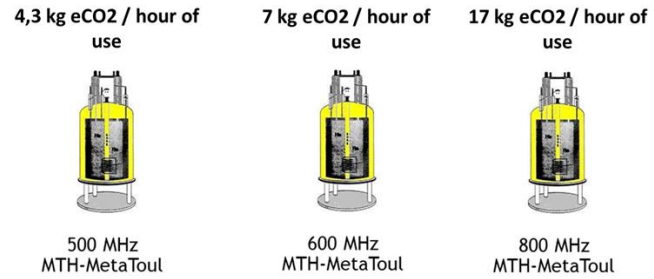
17 kg eCO2 / hour of use



800 MHz
MTH-MetaToul

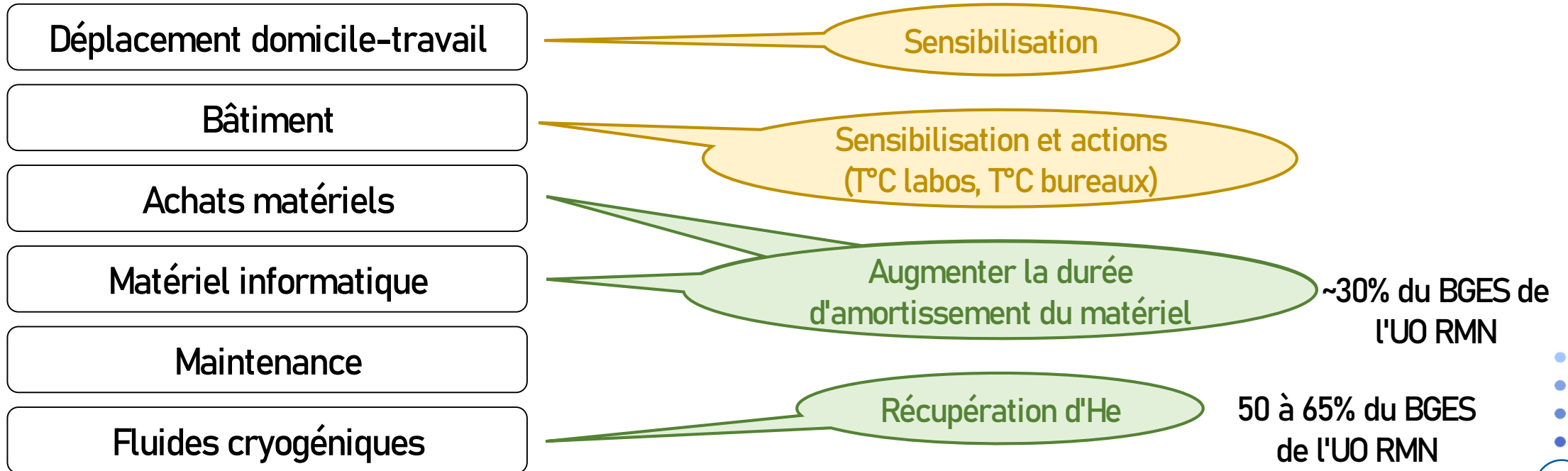
50€ / analyse

Exemple RMN



Modules (périmètres de Labos1.5)

Analyse de sensibilité



Points d'amélioration

Définition



Calcul de l'impact environnemental des émissions de CO2 par unité d'œuvre de production

Différences avec ACV ?



BGES des UO calculé à partir de facteurs d'émissions basés sur les ratios monétaires (Labos1.5)
BGES des UO ne mesure que l'impact CO2

Facteurs d'émissions monétaires (Labos1.5)

ACV des UO

Points d'amélioration

Définition



Calcul de l'impact environnemental des émissions de CO2 par unité d'œuvre de production

Différences avec ACV ?



BGES des UO calculé à partir de facteurs d'émissions basés sur les ratios monétaires (Labos1.5)
BGES des UO ne mesure que l'impact CO2

UO ?



1 analyse métabolomique en chromatographie couplée à la spectrométrie de masse
1 heure de fonctionnement d'un spectromètre RMN
1 heure de fonctionnement d'un robot préparateur d'échantillon

En cours

↗ ↗ Complexité

Groupe de travail

Conclusions

Conclusions

ACV des UO

Méthode multicritères
très complexe

Champ de l'étude
Périmètre de l'étude
Unité fonctionnelle
Collecte des données

↳ Clause
environnementale
achats



Projet ACE

Utilisation et
rentabilisation des
2 robots MetaToul

Projet à poursuivre



Toulouse Biotechnology Institute
Bio & Chemical Engineering



LE LABO
D U R A B L E

BGES des UO

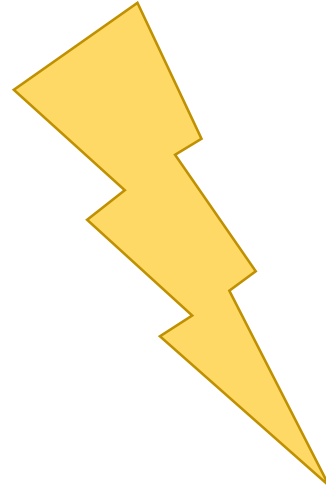
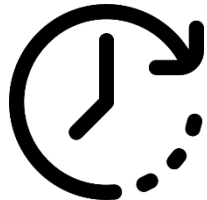
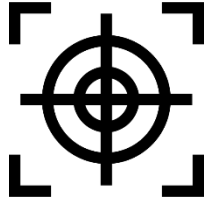
En cours sur la partie
robot MetaToul et
MTH

A venir sur la partie
spectrométrie de
masse MetaToul

Conclusions

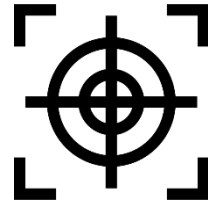
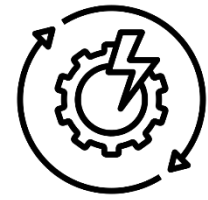
ACV des UO

Approche en
profondeur



BGES des UO

Approche
macro



Engagement écoresponsable



Floriant BELLVERT
RME



Amandine ROCHER
GT ecoresp (+ 6 pers)



Certification ISO14001 (septembre 2024)



- Convention citoyenne
- Actions de réduction de l'empreinte carbone de la vie quotidienne
 - Bâtiment (T°C bureaux, multiprises)
 - Missions (Repas végétariens, train privilégié)
 - Empreinte numérique
 - Sensibilisation des personnels
- Actions de réduction de l'empreinte carbone de la recherche
 - T°C labos
 - Multiprises
 - Groom
 - Hotte
 - 80°C > -70°C (30% économie énergie)
 - Miniaturisation et automatisation workflows
- Déploiement des actions depuis ou vers d'autres groupes de travail
 - BGES plateformes
 - TBI
 - MetaToul
 - MetaboHUB
 - Labos1.5 infrastructures



Sandrine Laguerre
 Elisabeth Laville
 Carlos Robles
 Sophie Bozonnet

Mamadou Barry

Bastien Raccary
 Christophe Peres

Florian Bellvert
 Cécilia Bergès
 Lindsay Peyriga
 Cécile Canlet

Merci de votre attention
 Questions ?

