

Comment évaluer la circularité des bâtiments ?

Webinaire

Présentation de l'outil EC2 d'aide à l'évaluation de la circularité des bâtiments

Avec le soutien de l'Ademe, le CSTB, EVEA Conseil et l'Alliance HQE-GBC forment un partenariat pour répondre aux enjeux de l'économie circulaire dans le secteur du bâtiment et de la construction.



Présentation de l'outil EC2 d'évaluation de la circularité des bâtiments

Programme

- **Introduction**
 - Estelle REVEILLARD, Alliance HQE, Directrice
- **Les travaux sur l'économie circulaire de l'Alliance HQE depuis 2017**
 - Gwenn LE SEAC'H, Alliance HQE, Chargée de projet bâtiment
- **La méthode d'Analyse des flux de matière – présentation et explication des indicateurs**
 - Tim OSMOND, EVEA Conseil, Ingénieur ACV et éco-conception
- **Questions / Réponses**
- **Présentation de l'outil EC2, le périmètre, les limites ... :**
 - Elodie MACE, CSTB, Chef de Projet Économie Circulaire
- **Questions / Réponses**
- **Conclusion**
 - Philippe Léonardon, Ingénieur - Direction Ville et Territoire Durable, Ademe

L'Alliance HQE-GBC

L'Alliance des professionnels pour le bâtiment et l'aménagement durable

Association créée en 1996 avec le soutien des pouvoirs publics, reconnue d'utilité publique en 2004

- 100aine d'adhérents membres actifs et plus de 700 référents HQE
- Membre français du World GBC

Elle inscrit sa démarche de progrès dans des cadres de référence porteurs **d'une vision globale multicritère : HQE Bâtiment durable et HQE Aménagement**

Pour chaque projet et à toutes les étapes de son cycle, son approche transversale prend en compte l'équilibre entre 4 engagements :

- **La qualité de vie**
- **Le respect de l'environnement**
- **La performance économique**
- **Le management responsable**

Les travaux sur l'économie circulaire de l'Alliance HQE

Gwenn LE SEAC'H, chargée de mission, Alliance HQE

Loi ELAN (2018)

*Article 181 : « Un décret en Conseil d'Etat détermine : [...] les exigences en matière de recours à des **matériaux issus des ressources renouvelables** ou **d'incorporation de matériaux issus du recyclage** »*

Loi AGEC (2020)

Comprend plusieurs mesures spécifiques aux déchets du bâtiments

Et à l'Alliance HQE : prise en compte du sujet depuis 2017...

Le cadre de définition de l'économie circulaire dans le bâtiment

Alliance
HOE
GBC FRANCE

L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE,
TREMPIN DU BÂTIMENT DURABLE
POUR TOUS

15 LEVIERS POUR AGIR



CADRE DE DÉFINITION DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE DANS LE BATIMENT



CSTB
le haut en construction



Test HQE Performance économie circulaire 1 de 2019



Objectif : évaluer l'impact des actions réalisées en termes d'économie circulaire à travers d'une série d'indicateurs

- L'évaluation des impacts des actions réalisées en termes d'économie circulaire
- L'utilisation de l'ACV en tant que méthode multicritère allant plus loin que le simple indicateur carbone
- Le test de la méthode d'Analyse de Flux de Matières (MFA) à l'échelle du bâtiment

Réalisé sur 23 projets

- ❖ Mise en évidence de la complémentarité de l'ACV multicritère et la méthode MFA
- ❖ Méthode chronophage
- ❖ Mise en évidence du besoin de mettre à jour la méthode et de proposer un outil optimisé pour faciliter le calcul des indicateurs de circularité

La méthode d'Analyse des flux de matière – présentation et explication des indicateurs

Tim OSMOND, EVEA Conseil, Ingénieur ACV et éco-conception



Présentation de la méthode – Indicateurs de résultats



Présentation de la méthode – vue générale

Chargement d'un **RSEE RE2020** par l'utilisateur (contenant également les XML des fiches configurées utilisées)



Complément d'information à saisir par l'utilisateur dans l'outil si nécessaire (ex : qualification des éléments de réemploi)

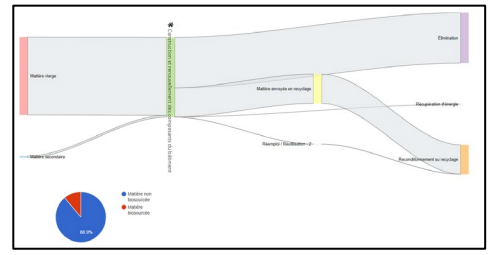


Exploitation du webservice INIES pour récupérer les indicateurs de chaque produit : Utilisation de matière secondaires (kg), matière envoyée en recyclage, déchets non dangereux, etc...



Interface de résultats de l'outil

Masse totale de matière mise en œuvre (% de contribution de chaque lot et kg/m ² de Sref)	Masse de matière biosourcée mise en œuvre (% de contribution de chaque lot et kg/m ² de Sref)	Epaissement des ressources (% de contribution de chaque lot et kg oq Sb / m ² de Sref)	Matière réemployée ou réutilisée (en % et kg/m ² de Sref)	Autre matière secondaire entrante (en % et kg/m ² de Sref)	Matière destinée au recyclage (en % et kg/m ² de Sref)	Matière destinée au réemploi ou la réutilisation (en % et kg/m ² de Sref)	Intensité transport globale (en tkm/m ² de Sref et %, ainsi qu'en « km moyen équivalent ») <i>(Uniquement sur le périmètre modélisé avec des FDES, représentatif de xxx % de la masse de la matière mise en œuvre dans le bâtiment à la construction et lors des renouvellements)</i>
ENTREE		ENTREE : MATIERE SECONDAIRE		SORTIE : MATIERE VALORISABLE			
QUANTITÉ DE MATIÈRE UTILISÉE ET RARETÉ DES RESSOURCES UTILISÉES				CIRCULARITE • A périmètre équivalent, comparabilité en relatif entre projet • % élevé : bonne contribution à l'économie circulaire		LOCALITE ENTREE SORTIE	
Matière Verge		Matière réemployée		Autre matière secondaire		Déchets dangereux	
		Matières destinées au recyclage		Matières réemployées			
Matière biosourcée / non biosourcée							



Présentation de la méthode – Données des FDES/PEP/DED exploitées

Données rapatriées dans le modèle MFA pour chaque produit / équipement	Exploité sur les :
Masse du produit déclaré [kg]	FDES (via table pour les fiches configurées si nécessaire), PEP, DED (via table)
Masse des emballages [kg]	
Masse des produits complémentaires [kg]	
Réchauffement climatique [kg CO2 eq.] (<i>Total Cycle de Vie</i>)	FDES
Réchauffement climatique [kg CO2 eq.] (<i>Module D</i>)	FDES
Utilisation de matière secondaire [kg] (<i>Production</i>)	FDES, PEP
Utilisation de matière secondaire [kg] (<i>A5</i>)	FDES, PEP
Epuisement des ressources abiotiques – éléments [kg eq Sb] (<i>Production</i>)	Tout type de fiche
Epuisement des ressources abiotiques – éléments [kg eq Sb] (<i>A5</i>)	Tout type de fiche
% chutes d'installation	FDES (via table pour les fiches configurées si nécessaire), PEP, DED (via table)
Matériaux destinés au recyclage [kg] (<i>Mise en œuvre</i>)	FDES, PEP
Matériaux destinés à la récupération d'énergie [kg] (<i>Mise en œuvre</i>)	FDES, PEP
Déchets dangereux éliminés [kg] (<i>Mise en œuvre</i>)	Tout type de fiche
Déchets non dangereux éliminés [kg] (<i>Mise en œuvre</i>)	Tout type de fiche
Distance A4 [km]	FDES (via table pour les fiches configurées si nécessaire)
Réchauffement climatique [kg CO2 eq.] (<i>A4</i>)	FDES
Distance d'élimination C2 [km]	FDES (via table pour les fiches configurées si nécessaire)
Distance de recyclage C2 [km]	
Distance de valorisation énergétique C2 [km]	
Composants destinés à la réutilisation [kg] (<i>Fin de vie</i>)	FDES, PEP
Matériaux destinés au recyclage [kg] (<i>Fin de vie</i>)	FDES, PEP
Matériaux destinés à la récupération d'énergie [kg] (<i>Fin de vie</i>)	FDES, PEP
Déchets dangereux éliminés [kg] (<i>Fin de vie</i>)	Tout type de fiche
Déchets non dangereux éliminés [kg] (<i>Fin de vie</i>)	Tout type de fiche
Réchauffement climatique [kg CO2 eq.] (<i>C2</i>)	Tout type de fiche
Réchauffement climatique [kg CO2 eq.] (<i>Fin de vie</i>)	FDES, PEP, DED

Légende :

Donnée issue des scénarii ou descriptif FDES / PEP / DED

Donnée issue des résultats FDES / PEP / DED

Une base de données spécifiques pour les DED a été consolidée dans le cadre du projet EC2 pour les données manquantes (non numérisées)

Présentation de la méthode – Éléments issus du réemploi ou de la réutilisation



2 cas de figures :

- Une **DEP de réemploi/de réutilisation est disponible** (exemple : fiche Mobius) pour le composant et **utilisée dans le RSEE**. Le produit est comptabilisé en utilisant cette DEP de réemploi/de réutilisation de la même façon que les autres éléments neufs sauf pour l'indicateur **Utilisation de matière secondaire [kg] (Production)** de la DEP de réemploi/de réutilisation qui est considéré **comme de la matière réemployée ou réutilisée** ;
- Aucune **DEP de réemploi / de réutilisation n'a été saisie** dans le RSEE pour le composant. L'élément réemployé / réutilisé **doit alors être saisi dans le modèle MFA** à partir d'une **DEP approchante** au maximum en cohérence avec la déclaration réalisée dans le « composant réemploi » du RSEE (quantité). La méthode reste cependant flexible et autorise une saisie d'un élément réemployé ou réutilisé non préalablement déclaré dans le « composant réemploi » du RSEE ;
 - La masse du produit déclarée de la DEP approchante sera **entièrement considérée comme de la matière réemployée/réutilisée**.
 - La masse des **produits complémentaires et des emballages** sont considérés comme **non issu du réemploi ou la réutilisation** (masses fournies par la DEP approchante) ;
 - Les **scénarii de fin de vie** sont basés sur ceux des DEP approchantes ;
 - Lors de chaque renouvellement, on considérera la même DEP en la considérant à 100% comme un produit issu du réemploi ou de la réutilisation.

Présentation de la méthode – Déclaration Environnementale par Défaut

Pour les DED, masses, distances et taux de chute non mis à disposition dans l'export INIES.

Les données obtenues depuis les DED ont été complétées via la constitution d'une base de données des DED annexe qui sera exploitée directement par l'outil.

Approche utilisée pour constituer cette table (masses et chutes d'installation (A5)) :

- DED cas 1: les valeurs de la DEP source sont cherchées et utilisées.
- DED cas 2 : créée à partir d'un échantillon source de plusieurs DEP n'ayant pas forcément les mêmes produits constitutifs, analyse des DEP de l'échantillon et choix de la DEP la plus représentative et majorant en termes de masse
- Pour les cas 3: utilisation des valeurs indiquées dans la fiche .pdf de déclaration de la DED.

*Aucune comptabilisation de matière secondaire (recyclée ou réemployée/réutilisée) en entrée, ni de matière à destination du recyclage ou du réemploi/réutilisation en sortie

Les masses des DED issues des DEP doivent être comptabilisées pour le MFA avec le **même coefficient de pénalisation que celui utilisé pour calculer l'indicateur réchauffement climatique de la fiche (+ 100% pour les cas 1, et +30% pour les cas 2 et 3 sur les indicateurs environnementaux).

→ Cohérence en cas d'analyse couplée résultats ACV et MFA pour l'indicateur RC

Présentation de la méthode – Qualité des données du projet

- Les DED étant les données les moins robustes, la **robustesse de la modélisation du bâtiment** peut être évaluée en faisant ressortir la masse des données évaluées avec des DED
- Cet indicateur est calculé avec la base de données des masses des DED compilée dans le cadre du projet EC2 :

$$\frac{\text{Quantitatifs des DED modélisées (UF)} * \text{Base de données DED (kg/UF)}}{\text{Masse totale du bâtiment (kg)}}$$

Présentation de la méthode – Cas des fiches configurées

Des règles de calcul au cas par cas ainsi qu'une table de données sont établis et intégrés au modèle MFA pour les fiches issues des trois configurateurs **BETie, **SAVE**, et **DE-bois**.**

Pour mémoire, les masses d'emballages de produit fini sont négligées faute de plus d'informations disponibles pour pouvoir les évaluer dans les XML.

- **BETie :**

Masse béton (kg/UF) = évalués à partir des masses de déchets non dangereux (car fin de vie 100% enfouissement) et envoyés en recyclage

- **SAVE** (acier) :

Masse (kg/UF) = Récupérable directement dans les XML

- **DE-bois :**

Masse (kg/UF) = calculé à partir d'une loi établie grâce à une régression linéaire multiple réalisée sur un échantillon de 23 fiches configurées différentes en utilisant les paramètres suivants pour la régression : « Matériaux destinés au recyclage » (C3), « Déchets dangereux éliminés » (C4), « Déchets non dangereux éliminés » (C4), [« Réchauffement climatique » (A4)] / « Distance A4 »].

Présentation de la méthode – Cas des lots forfaitaires

- Les résultats des lots forfaitaires ne sont pas exploitables pour le MFA. Cependant, afin d'encourager un plus grand nombre de projets à entrer dans la démarche du MFA, la méthode acceptera les RSEE modélisés avec des lots forfaitaires.
- Dans ce cas, la méthode donne la possibilité au porteur de projet de compléter volontairement sa modélisation dans l'outil MFA. Le porteur de projet pourra directement dans l'outil après chargement de son RSEE renseigner les lots techniques. Cette modélisation dite « allégée » est réalisée directement dans l'outil après chargement du RSEE pour ne pas entraîner de modification directement sur ce fichier réglementaire.
- Le lancement des calculs est possible même si aucune fiche n'est renseignée pour ces lots techniques. Ils ne sont alors pas pris en compte dans les résultats. Il est cependant fortement recommandé d'avoir ces lots modélisés de façon détaillée pour réaliser une étude MFA plus robuste.

Présentation de l'outil EC2, le périmètre, les limites ...

Elodie MACE, CSTB, Chef de Projet Économie Circulaire



Présentation de l'outil EC2, le périmètre, les limites ...

Le périmètre

Construction neuve

- RSEE RE2020 disponible (.zip ou .xml)

Lien direct avec la base INIES

- Les indicateurs utilisés dans les calculs proviennent directement des fiches associées au RSEE et sont mis à jour en temps réel

Calcul à l'échelle Bâtiment

- En cas d'un RSEE multiple, l'outil propose la sélection du bâtiment à étudier

Présentation de l'outil EC2, le périmètre, les limites ...

Les fonctionnalités

Création de compte et stockage de projets

Création d'un projet

> à partir d'un RSEE RE2020 (.zip ou .xml)

Edition du projet :

- > Mise à jour de DEP obsolètes le cas échéant
- > Précisions sur les fiches configurées utilisées pour le RSEE
- > Précisions sur les éléments issus du réemploi
- > Détails sur les lots forfaitaires

Visualisation des résultats :

Tableau des indicateurs détaillés par lot

Visualisation en diagramme de flux (Sankey)













Présentation de l'outil EC2, le périmètre, les limites ...

Page de création et stockage des projets

Mes Projets

Recherche par nom

« Précédent **1** 2 Suivant »

Nom du projet ↓	Date de création ↓	Dernière mise à jour ↓	Actions	Téléchargements
Lyon B1C1 - C102	09/03/2023 14:10	30/03/2023 09:28	  	
Lyon B1C1 - C105	31/01/2023 18:44	31/01/2023 18:46	  	
BB_26_Prestas_2019	05/12/2022 13:13	10/01/2023 17:14	  	
2226 - RE2020	06/01/2023 09:39	06/01/2023 09:42	  	

Présentation de l'outil EC2, le périmètre, les limites ...

Page d'import d'un RSEE

Première étape pour la création d'un projet : importer de préférence le RSEE zip, mais le xml fonctionne également

Attention : RSEE au format RE2020 uniquement

The screenshot shows the top navigation bar with logos for CSTB (le futur en construction) and ADEME (AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE), and menu items for EC2, Mes Projets, and À propos. The main content area features a 'Création d'un nouveau projet' dialog box. This dialog has a blue button labeled 'Importer un RS2E' with a file icon, a text input field for 'Nom du projet', and a blue button labeled 'Créer le projet' with a play icon.

Présentation de l'outil EC2, le périmètre, les limites ...

Onglet gestion des fiches configurées

Si les fiches configurées sont bien jointes au zip, pas de manipulation nécessaire – en cas de fiche manquante, charger la fiche correspondante si disponible

Test_MI_90m2_V1 

 Lancer la simulation

Fiches configurées **10**

Éléments réemployés ou réutilisés sans FDES de réemploi **1**

Équipements techniques **11**

Nom du composant	Configurateur	Nom de la fiche configurée associée	Lot	Fichier xml fiche configurée
Semelle filante 50x30 BETie-ABM	BETIE	✓ Semelle filante 50x30 BETie-ABM	2.1	FC AGLO58COMENV01_21961
Chaînage 20x20 fondation BETie-ABM	BETIE	✓ Chaînage 20x20 fondation BETie-ABM	2.2	FC AGLO58COMENV01_21965
Béton armé 12x15 pour Chainage/Linteau BETie-ABM	BETIE	✓ Béton armé 12x15 pour Chainage/Linteau BETie-ABM	2.2	FC AGLO58COMENV01_21977
Chaînage 20x20 fondation BETie-ABM	BETIE	✓ Chaînage 20x20 fondation BETie-ABM	2.2	FC AGLO58COMENV01_21965
Poutre en béton précontraint - POutrelle précontrainte pour plancher hourdis - Hauteur / Largeur	Fichier extrapolation PEP	✗	3.1	Pas de fichier xml 
Dalle de Compression Hourdis 5 cm BETie-ABM	BETIE	✓ Dalle de Compression Hourdis 5 cm BETie-ABM	3.1	FC AGLO58COMENV01_21978


Si une fiche n'est pas identifiée, le lancement du calcul reste possible

Présentation de l'outil EC2, le périmètre, les limites ...

Onglet Eléments issus du réemploi

Si aucune FDES n'a été associée à un composant de réemploi, l'outil demande de renseigner une fiche approchante et ajuster la quantité le cas échéant (**obligatoire pour lancer les calculs**)

Test_MI_90m2_V1 

 Lancer la simulation

Fiches configurées **10**

Eléments réemployés ou réutilisés sans FDES de réemploi **1**

Équipements techniques **11**


Nom du composant réemploi	Lot	Quantité	DEP Approchante	DVE	Source de la donnée
Composant réemploi	4.3 	<input type="text" value="50"/> -	 Associer une fiche approchante	20 ans	RSEE Composant réemploi

Possibilité également d'ajouter un composant de réemploi non identifié dans le RSEE si besoin.

Présentation de l'outil EC2, le périmètre, les limites ...

Onglet Equipements techniques




L'outil incite à détailler au maximum les lots techniques lorsque ceux-ci sont modélisés via des lots forfaitaires

Test_MI_90m2_V1 

[▶ Lancer la simulation](#)

Fiches configurées **10** Eléments réemployés ou réutilisés sans FDES de réemploi **1** **Équipements techniques** **11**



Lots obligatoires:

- Lot 8.1 **2** 
- Lot 10.1 **0** 
- Lot 11.1 **0** 

Lots optionnels:

- Lot 8.3 **2**
- Lot 8.4 **3**
- Lot 8.5 **4**

Lot 8.1 - Equipements de production (chaud/froid) [Hors cogénération]

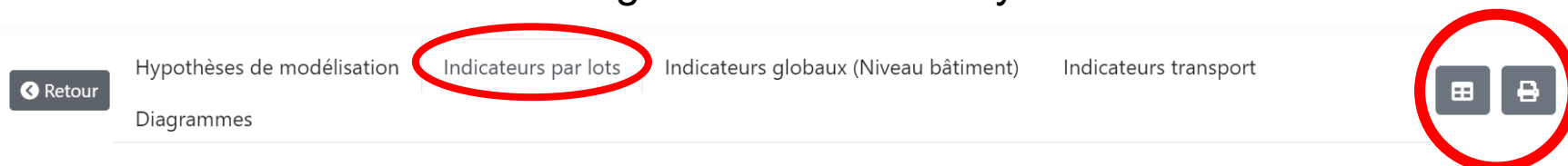
Nom du composant	Quantité	DEP associée	DVE du composant	Source de la donnée
Pompe à chaleur (PAC) Triple Service AIR / EAU à compression électrique [5 kW] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT	1 unité	Pompe à chaleur (PAC) Triple Service AIR / EAU à compression électrique [5 kW] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT #28725 	17 ans	RSEE
Appareil avec fonction secondaire sèche-serviette [P=1000W] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT	6.86 unité	Appareil avec fonction secondaire sèche-serviette [P=1000W] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAULT #28687 	17 ans	RSEE

La masse n'est pas modélisée dans les lots forfaitaire. Aussi chaque composant détaillé dans l'outil ajoute une information sur les flux de matière sans entrer en conflit avec la modélisation initiale. Ainsi, même incomplet, le détail permettra de fiabiliser l'analyse des flux.

Présentation de l'outil EC2, le périmètre, les limites ...

Visualisation des résultats

L'outil permet ensuite de naviguer entre le rappel des hypothèses, des tableaux d'indicateurs de résultat et des diagrammes de Sankey.



Résultats par lots :

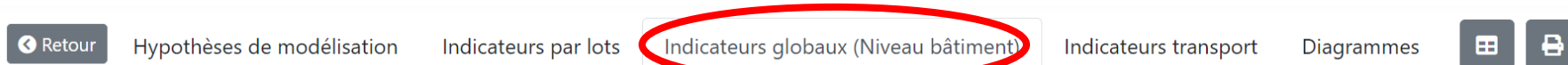
Lot	Unité	MATIERE ENTRANTE		MATIERE SORTANTE		QUANTITÉ DE MATIÈRE UTILISÉE ET RARETÉ DES RESSOURCES UTILISÉES		
		Première secondaire	Réemployée ou réutilisée	Destinée au recyclage	Destinée au réemploi ou à la réutilisation	Matière totale mise en œuvre	Matière biosourcée mise en œuvre	Contribution de chaque lot à l'épuisement des ressources
Lot 1	%	0.65%	1.32%	30.52%	1.26%	0.23%	0.00%	0.00%
	kg/m ² Sref	0.04	0.08	1.90	0.08	6.24	0.00	0.0000021
Lot 2	%	- %	- %	- %	- %	0.00%	0.00%	0.00%
	kg/m ² Sref	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Lot 3	%	7.30%	0.00%	72.61%	0.00%	75.94%	0.00%	0.27%
	kg/m ² Sref	148.91	0.00	1,481.25	0.00	2,040.03	0.00	0.00016
Lot 4	%	0.39%	0.00%	50.90%	0.00%	1.40%	0.00%	0.12%
	kg/m ² Sref	0.15	0.00	19.20	0.00	37.70	0.00	0.000071

Les icônes en haut à droite de l'écran permettent une extraction csv ou pdf des résultats

Présentation de l'outil EC2, le périmètre, les limites ...

Visualisation des résultats

L'outil permet ensuite de naviguer entre le rappel des hypothèses, des tableaux d'indicateurs de résultat et des diagrammes de Sankey.



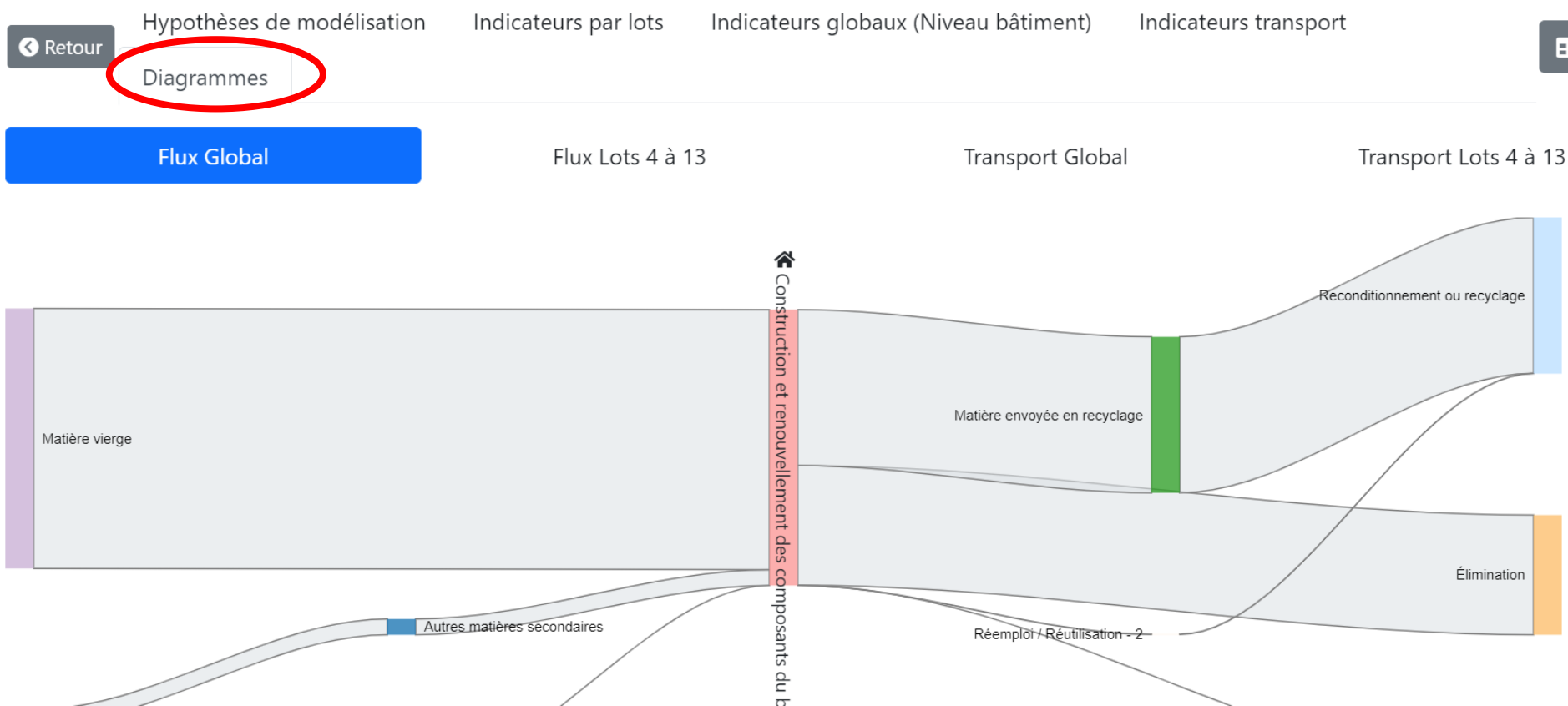
Les éléments modélisés avec des DED représentent **1%** de la masse mise en oeuvre

Quantité de matière utilisée et rareté des ressources utilisées		
Matière totale mise en oeuvre	Matière biosourcée mise en oeuvre	Epuisement des ressources
2,686.22 (kg / m ² Sref)	1%	0.06 (kg eq Sb / m ² Sref)
	22.56 (kg / m ² Sref)	
Circularité		
ENTREE : MATIERE SECONDAIRE		
Matière première secondaire	Matière réemployée ou réutilisée	
6%	0%	
153.95 (kg / m ² Sref)	0.08 (kg / m ² Sref)	
SORTIE: MATIERE VALORISABLE		
Matière destinée au recyclage	Matière destinée au réemploi ou à la réutilisation	Matière destinée à la récupération d'énergie
57%	0%	0%
1,518.28 (kg / m ² Sref)	2.54 (kg / m ² Sref)	0.04 (kg / m ² Sref)

Présentation de l'outil EC2, le périmètre, les limites ...

Visualisation des résultats

L'outil permet ensuite de naviguer entre le rappel des hypothèses, des tableaux d'indicateurs de résultat et des diagrammes de Sankey.



Présentation de l'outil EC2, le périmètre, les limites ...

Démo

L'outil en ligne :

[EC2_git \(dimn-cstb.fr\)](https://dimn-cstb.fr/EC2_git)

Présentation de l'outil EC2, le périmètre, les limites ...

Les limites

Manque de recul sur les indicateurs

- Besoin de tester à grande échelle pour une meilleure appréhension de ceux-ci

Des données à compléter sur les produits et équipements

- Indicateurs de flux incomplets dans les données par défaut ou les PEP (absence d'indicateurs ou absence de numérisation dans la base INIES)
- Contenu en matière biosourcée non déclaré

Outil conçu aujourd'hui comme un outil d'évaluation

... pas comme un outil d'aide à la décision

Questions / Réponses

Elodie MACE, CSTB, Chef de Projet Économie Circulaire



Conclusion

Philippe LEONARDON, Ingénieur, Direction Ville et Territoire Durable, Ademe



Merci de votre attention



www.hqegbc.org

