

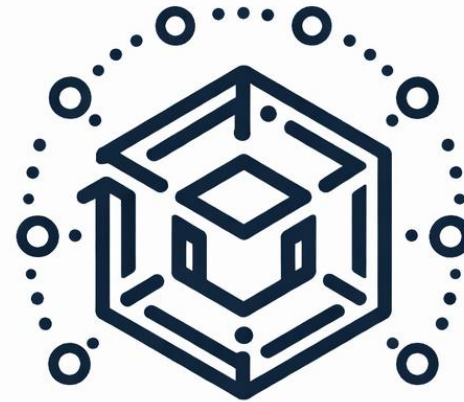
CHAIRE R5BC

**Return – Repair – Reuse –
Recycle**

**Reverse Logistics Based on
BlockChain for Construction**

Institut en Innovation
Logistique – I2L
En partenariat avec
KRYPTOSTONE

**Soutien : Eurométropole de
Metz – Région Grand Est**



★ **R5·BC** ★

RETURN · REPAIR · REUSE · RECYCLE · RECOVER

INTEGRATED WITH BLOCKCHAIN TECHNOLOGY
SPECIFICALLY FOR THE CONSTRUCTION SECTOR

Le déclique Scientifique & Motivation

- **De la recherche académique à la construction durable**
- Article fondateur IJPR : « *From Returns to Reuse: A Blockchain-Driven, Token-Based Reverse Logistics Model for Smartphone Components* »
- Résultats majeurs :
 - +35 % taux de récupération
 - Rentabilité robuste (BER = 100 %)
 - Modèle MILP optimisé
 - Résilience démontrée face aux chocs
- 👉 Transposition vers le secteur du bâtiment

Problématique du Bâtiment

Un secteur à fort impact environnemental

- 40 % des émissions CO₂
 - 35 % des déchets générés
 - Faible réemploi structuré
 - Manque de traçabilité composant par composant
 - Données environnementales non interoperables
- **Besoin : modèle circulaire traçable, optimisé, incitatif**

Vision de la Chaire R5BC

Objectif Général :

Développer un cadre intégré combinant :

- ❑ **Logistique inverse des matériaux de construction** – (les flux physiques (dépose, tri, transport, stockage).
- ❑ **Base nationale INIES (Base de données environnementales et sanitaires de référence pour la RE2020** - réglementation française applicable aux bâtiments neufs)
- ❑ **FDES – Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (données ACV produits)**
- ❑ **Blockchain & smart contracts**
- ❑ **Tokenisation carbone (valorisation des kgCO₂e évités)**
- ❑ **Modèle économique optimisé multi-critères**

👉 Construire un **écosystème circulaire rentable et résilient**, fondé sur la **Reverse Logistic** et la traçabilité environnementale certifiée.

Impact Attendu & Ambition

👉 KPIs Métriques

- Réduction CO₂ mesurable
- Augmentation taux de réemploi
- Création de valeur économique
- Transparence environnementale certifiée
- Création d'une SPIN-OFF - INIES-REUSE BuildToken

👉 Transformer le bâtiment :

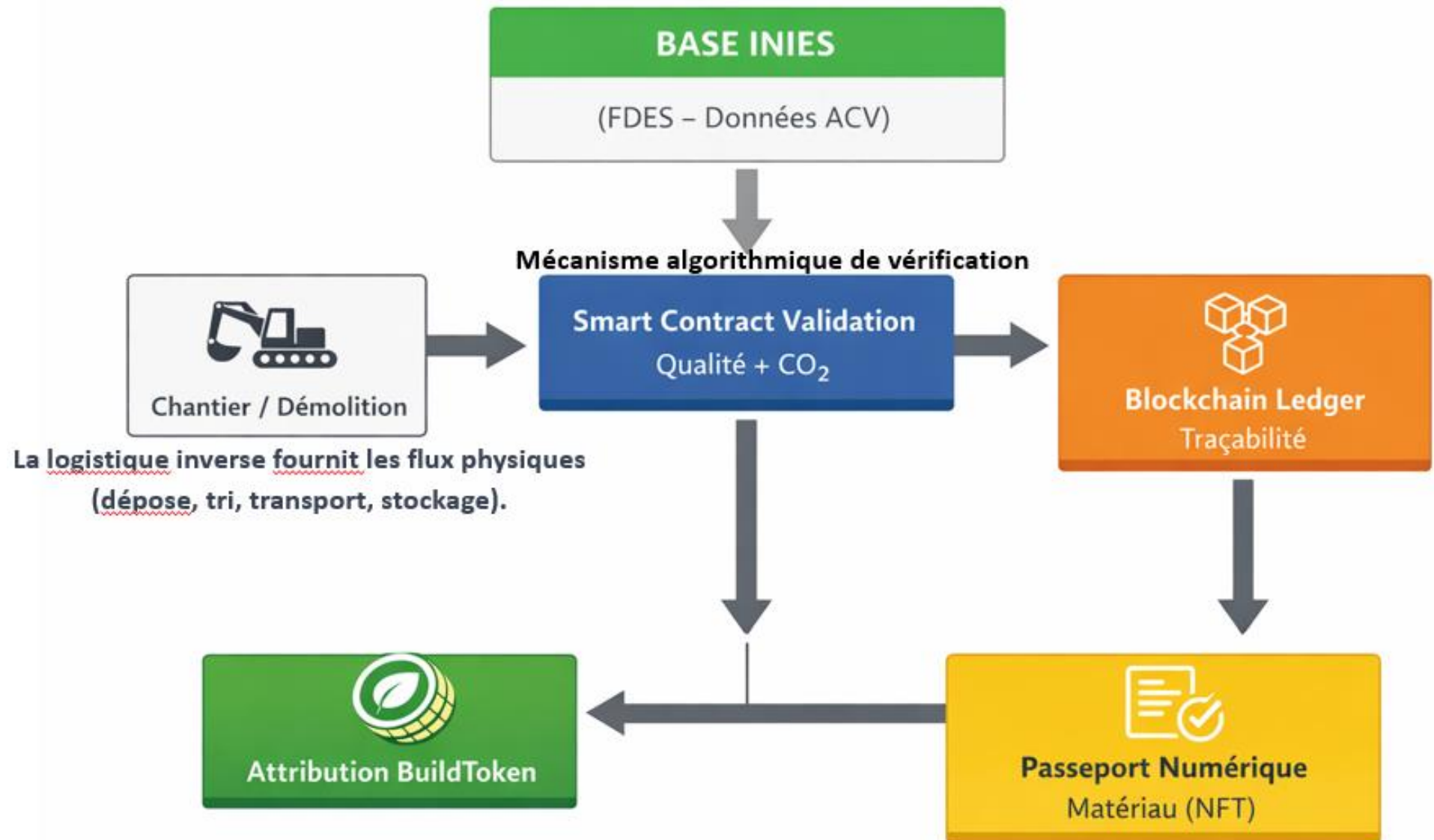
De

Extraire – Construire – Démolir

Vers

Tracer – Réutiliser – Valoriser – Optimiser

Vision de la Chaire R5BC



👉 Digitalisation du matériau, certification carbone vérifiable et mécanisme d'incitation automatisé dans un écosystème transparent.

Workflow R5BC

Échelle qualité



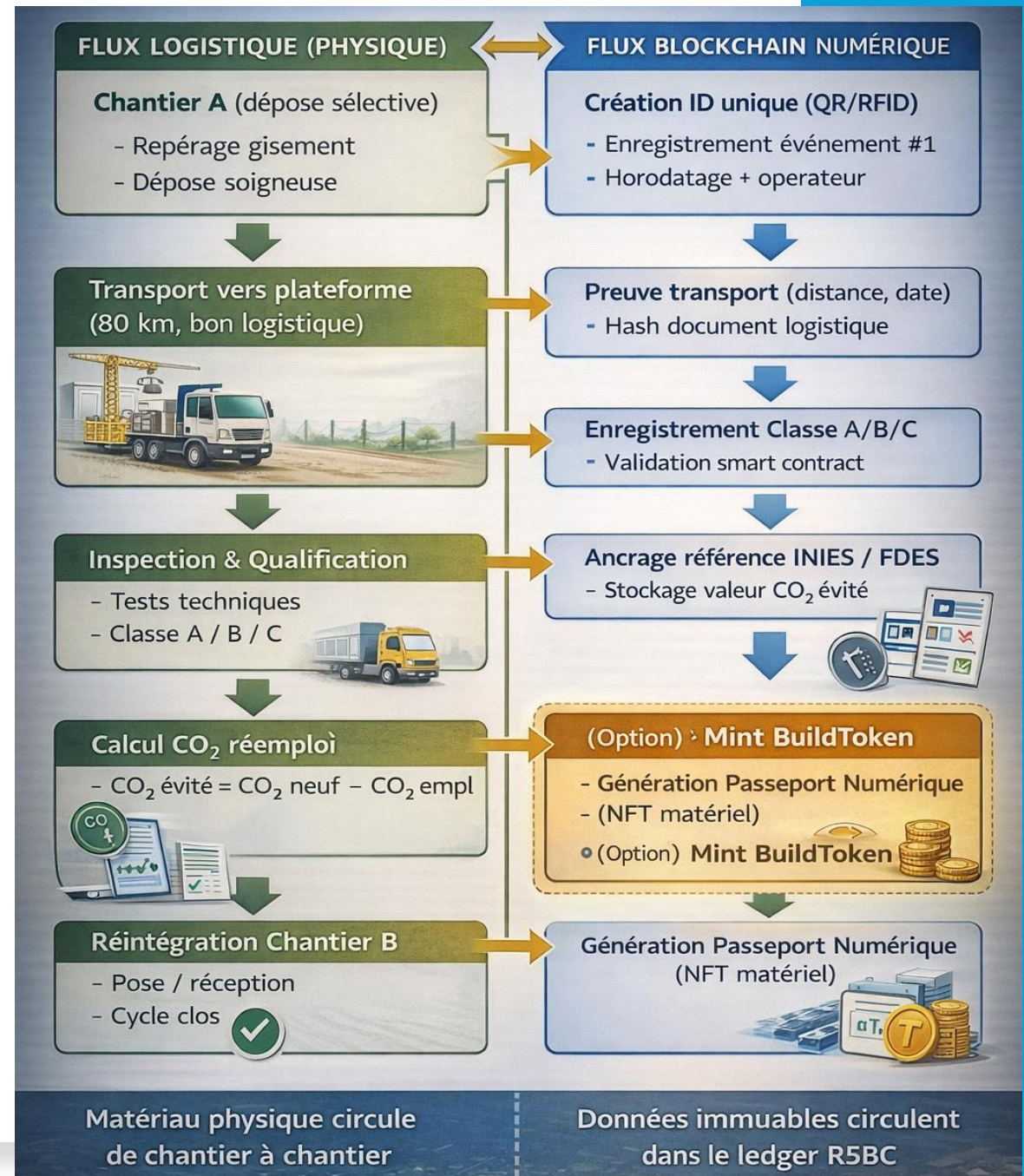
A Réemploi direct



B Réemploi + remise en état



C Recyclage



Démarche

R5BC –

Exemple d'illustration de Réemploi

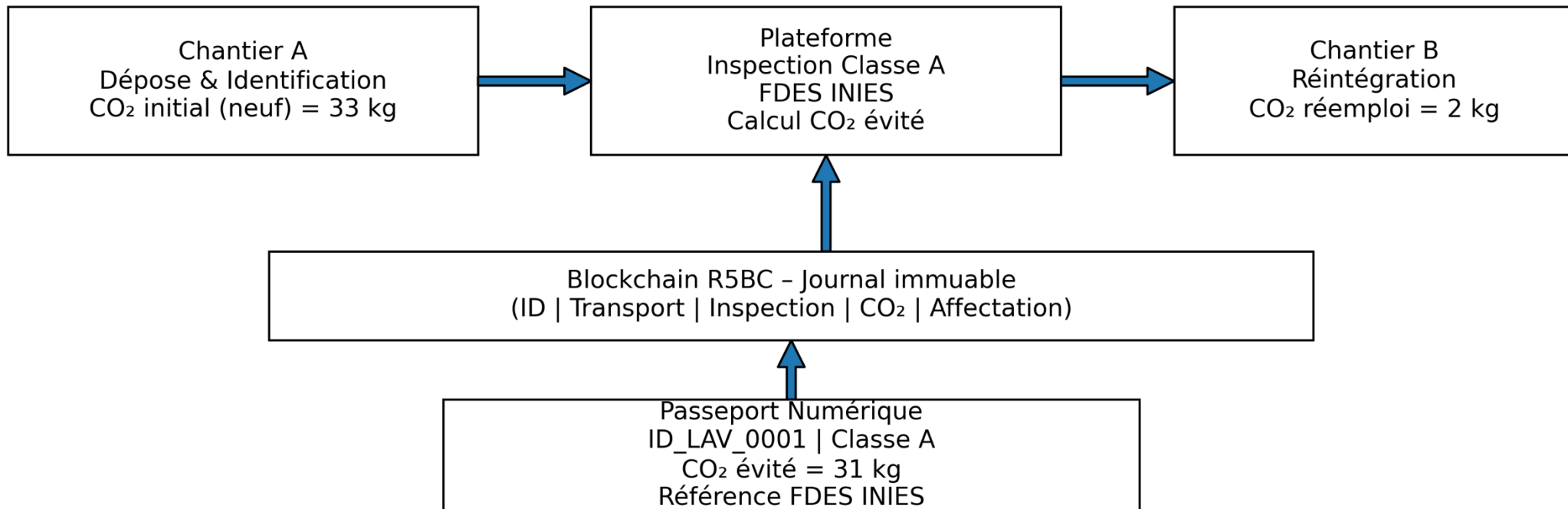
Matériau : Portes intérieures réemployées (lot de 50)

- Référence INIES : portes équivalentes (FDES) → CO₂ neuf = X kgCO₂/porte
- Impacts réemploi : dépose + transport + remise en état = y kgCO₂/porte
- CO₂ évité total = 50 × (X – y)
- Blockchain : preuves (tests, photos, conformité, destination)
- Passeport : réemployables dans un nouveau bâtiment (preuve audit)

Démarche R5BC

Matériau - Lavabo

Cas d'usage R5BC - Réemploi d'un lavabo (80 km, Classe A)



BuildToken : Incitation Circulaire Principe

Pour chaque matériau récupéré :

- Identifiant blockchain
- Données carbone certifiées
- Score environnemental
- Attribution de BuildToken
- Réintégration optimisée dans le marché secondaire via un site web dédié
« Reuse »

 **Alignement performance économique
+ performance carbone**

BuildToken : Génération des Tokens

Cas Lavabo – Tokenisation BuildToken

Données certifiées

- CO₂ neuf : **33 kg**
- CO₂ réemploi : **2 kg**
- **CO₂ évité : 31 kg**
- Classe A validée
- Transport certifié (80 km)
- Référence FDES INIES ancrée
- Passeport numérique généré

Tokenisation via un Smart Contract

- ✓ Inspection Classe A
 - ✓ Transport enregistré
 - ✓ Référence INIES associée
 - ✓ CO₂ évité calculé
 - ✓ Affectation au chantier confirmée
- **Mint automatique du BuildToken**

Règle d'émission Le carbone évité devient un actif numérique traçable et valorisable.

BuildToken : Génération des Tokens - Suite

Options possibles

1 token = 1 kgCO₂ → 31 tokens

Indexé prix carbone (100 €/t)

→ 3.1 € équivalent carbone

Paramétrable selon stratégie ESG.

Répartition possible (exemple)

- ✓ 40 % Déconstructeur
 - ✓ 30 % Logisticien
 - ✓ 20 % Plateforme
 - ✓ 10 % Maître d'ouvrage
- Mécanisme incitatif circulaire

BuildToken Génération des Tokens - Suite

Enregistrement blockchain

Transaction immuable :

- Material_ID : LAV-0001
- CO₂ évité : 31 kg
- Tokens émis
- Wallet destinataire
- Hash passeport

Usages stratégiques du BuildToken

- Bonus performance chantier
- Score ESG & reporting RSE
- Incitations financières
- Indicateur finance verte
- Label territorial R5BC

BuildToken & Optimisation du modèle économique MILP

Fonction Objectif étendue à la tokenisation

Maximiser :

$$\Pi = \text{Marge économique} + \lambda \cdot \text{CO2}_{\text{évité}} + \gamma \cdot \text{Token}$$

Contraintes :

- Flux logistiques
- Capacités de traitement
- Réserve token
- Réglementation RE2020

Rôle des Partenaires

👉 2L

- Logistique inverse
- Optimisation
- Digital twin
- Modélisation économique

👉 KRYPTOSTONE

- Blockchain
- Smart contracts
- Tokenisation d'actifs
- Infrastructure numérique sécurisée

Programme de Recherche de la Chaire **R5BC**

Axe 1 – Cartographie des flux inverses BTP

Axe 2 – Passeport numérique des matériaux

Axe 3 – Tokenisation carbone BuildToken

Axe 4 – Optimisation économique & scénarios

 **Démonstrateur industriel territorial**



Démarche

R5BC

- *R5BC : Chaire pour le Réemploi des matériaux : logistique inverse + INIES (FDES/ACV) + Blockchain*

Merci pour votre attention

●