



Cerema

Centre d'études et d'expertise sur les risques,
l'environnement, la mobilité et l'aménagement



IFSTTAR

Réalisation d'un mur de soutènement en pierres de granit à Felletin

Réemploi de
pierres issues de
la déconstruction
de bâtiments



DTITM (CTOA) – IFSTTAR (MAST)

Yannick Tardivel – Anne-Sophie Colas



Sommaire



1. Contexte
2. Analyse environnementale LCA
3. Etude de sensibilité
4. LCA comparative
5. Analyse économique LCC
6. Approche cradle-to-cradle
7. Photographies
8. Conclusion et perspectives

1 Contexte

Construction d'un mur en
pierre sèche à Felletin
(Creuse) en 2012

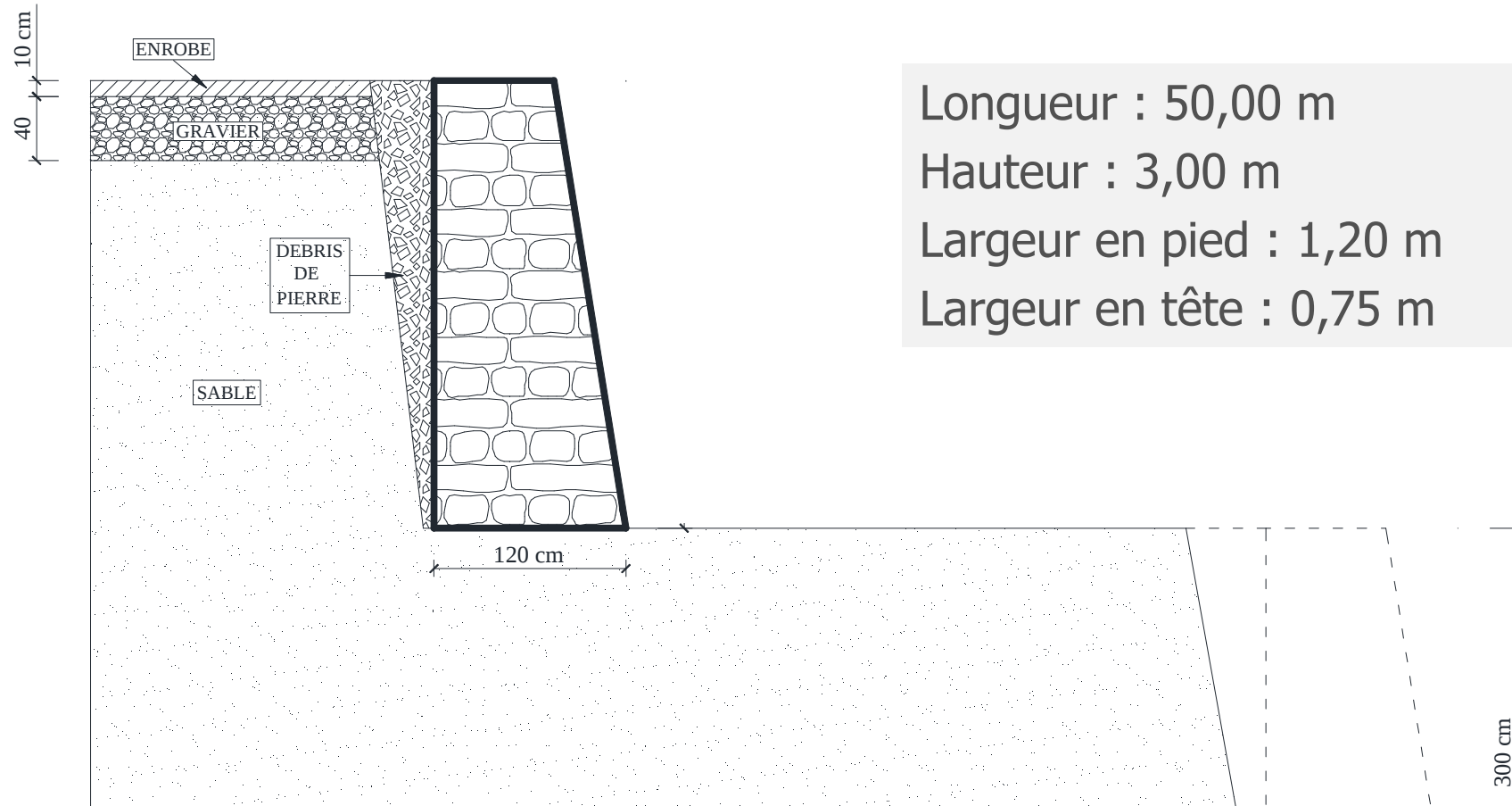
Granit maçonné à sec



Durée de chantier : 6
semaines



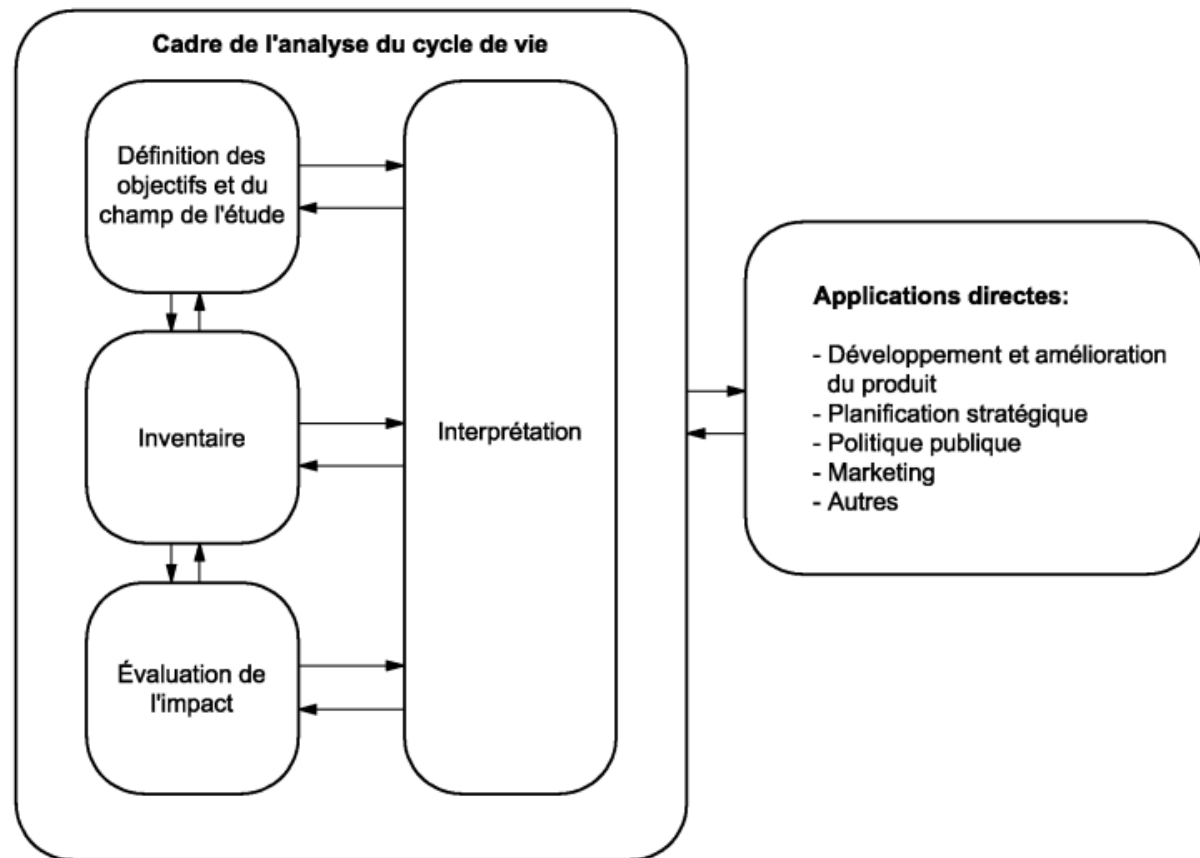
Coupe de la structure



2 Analyse environnementale LCA

Les études ACV
OU
Life Cycle Analysis
(LCA)
comportent 4
phases

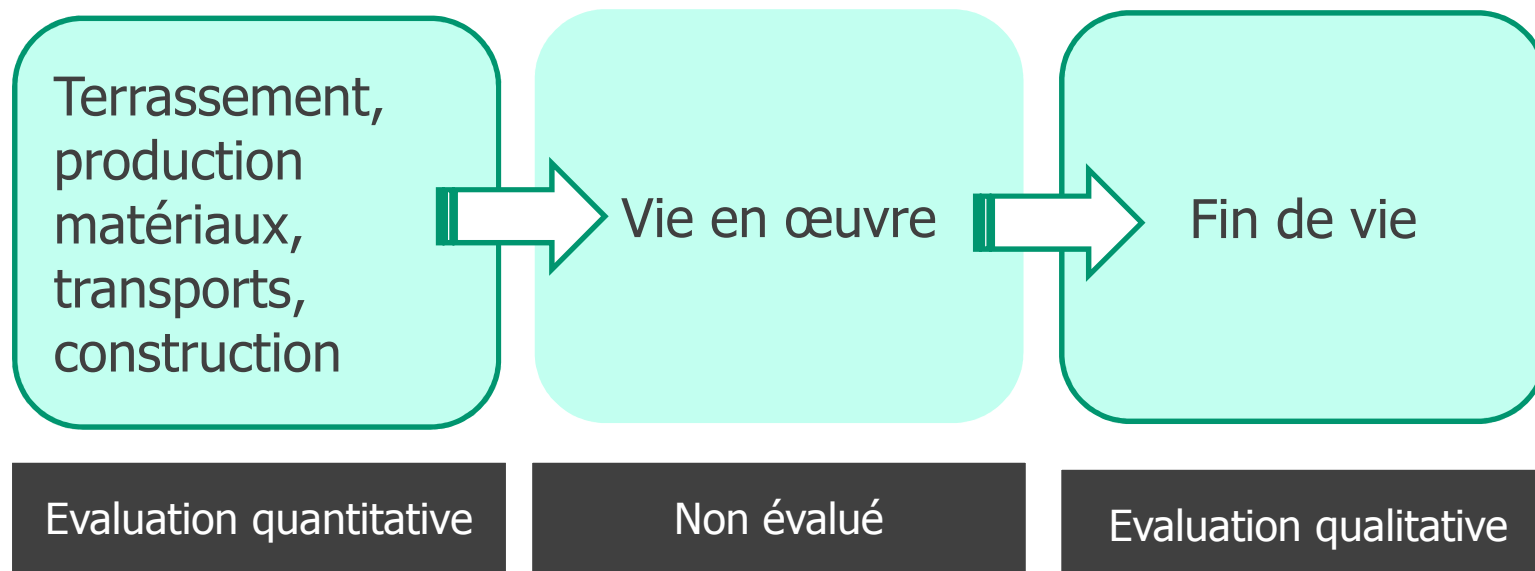
NF EN ISO 14040



Unité fonctionnelle

Soutènement d'une route communale, durée de vie de 100 ans

Frontières



ICV

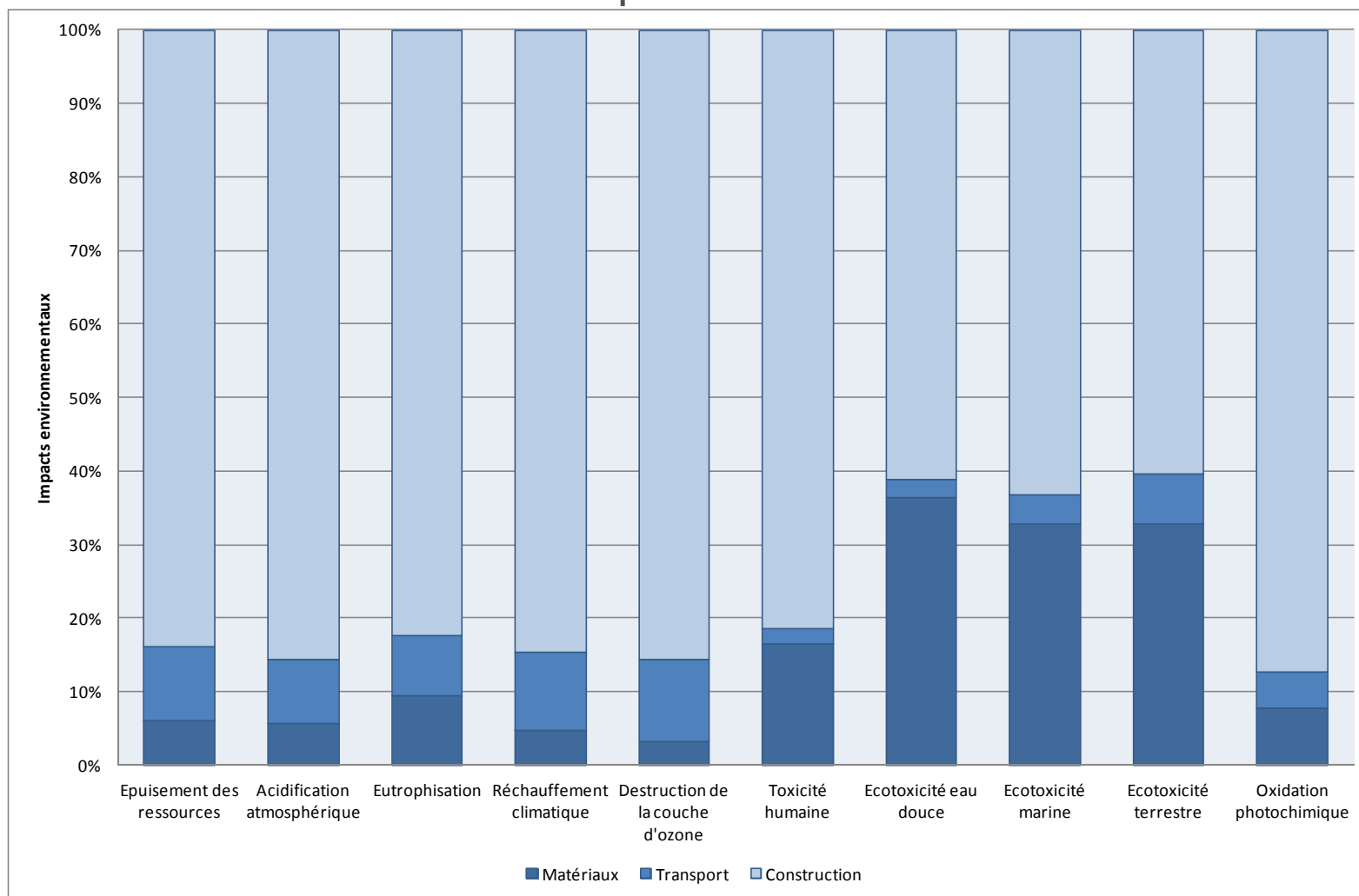
Données issues de relevés des artisans ABPS

Principales données

Pierres issues de la déconstruction de bâtiments

Production des matériaux	
Concassé	117 t
Transport	
Matériaux	1 116 t.km
Engins de chantier	3 328 t.km
Construction	
Fuel (terrassement, construction, remblai)	968 L
Transport du personnel	15 750 km

Contribution relative des 3 étapes de construction du mur



Moyens de calcul

- Utilisation du logiciel Simapro et de la base de données Ecoinvent
- Impacts calculés avec la méthode CML 2001 (Université de Leiden)

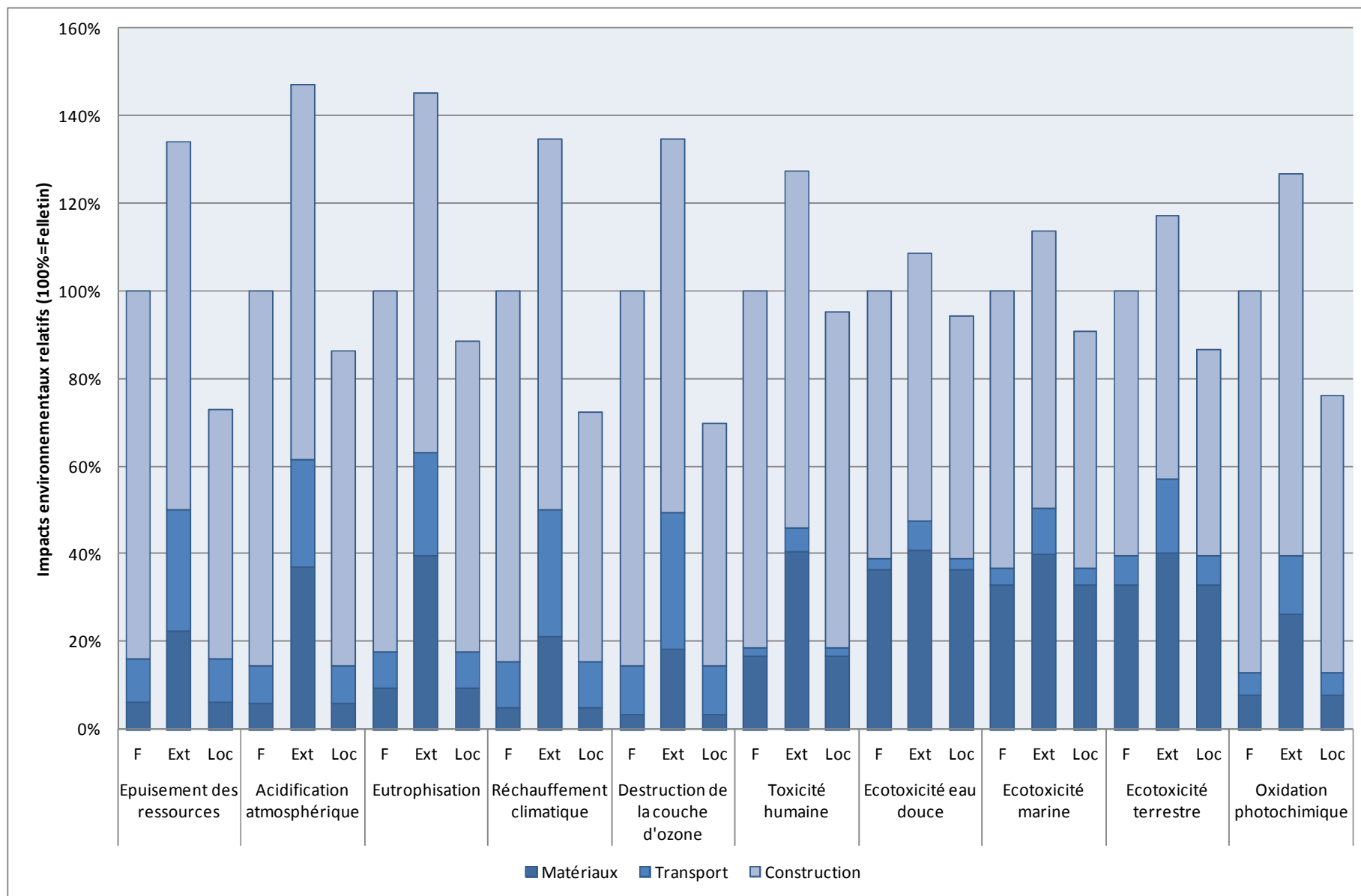
Interprétation

- Étape de construction prépondérante
- Etape de production des matériaux très faible au regard des études menées sur les ouvrages de génie civil

3 Etude de sensibilité

Variations relatives à deux paramètres importants :

- Origine des matériaux de construction : pierres issues de démolition de bâtiment => pierres extraites de carrière (valeurs « Ext »)
- Distance agence – chantier (comptée dans l'étape de mise en œuvre) : 300 km (Lozère) => interne département (Creuse) (valeurs « Loc »)



4 Etude LCA comparative

Solutions alternatives étudiées :

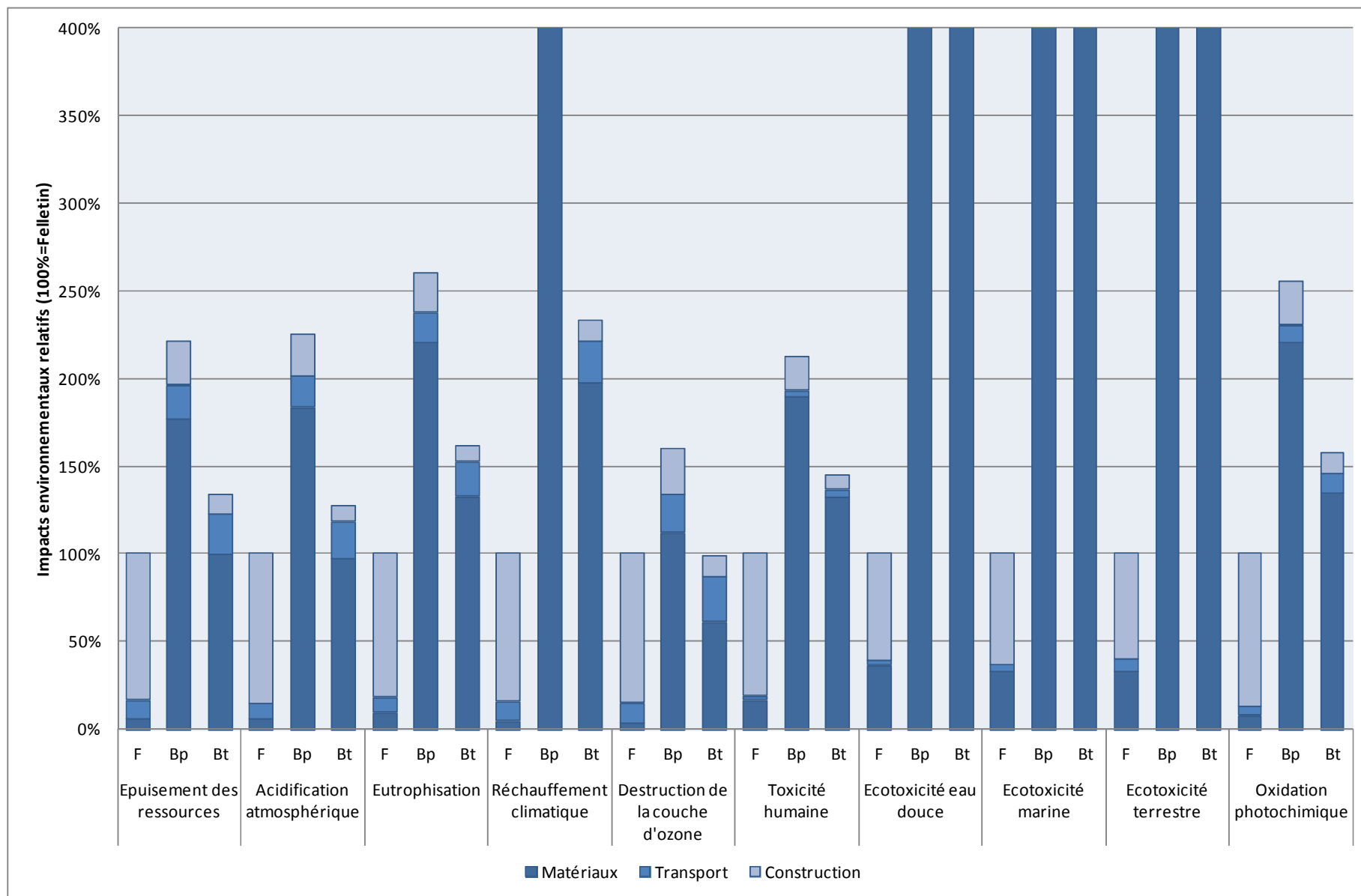
- Mur poids en béton armé
- Mur encastré sur semelle en béton armé

Dimensionnement avec le logiciel MUR 2.0

Vérifications de stabilité et de résistance

Détermination d'inventaire de cycle de vie (ICV)

Evaluation des étapes de production matériaux, transports et mise en œuvre



5 Analyse économique Life Cycle Cost (LCC)

Evaluation économique de la construction du mur

Hors vie en œuvre (entretien) et fin de vie (déconstruction, valorisation, ...)

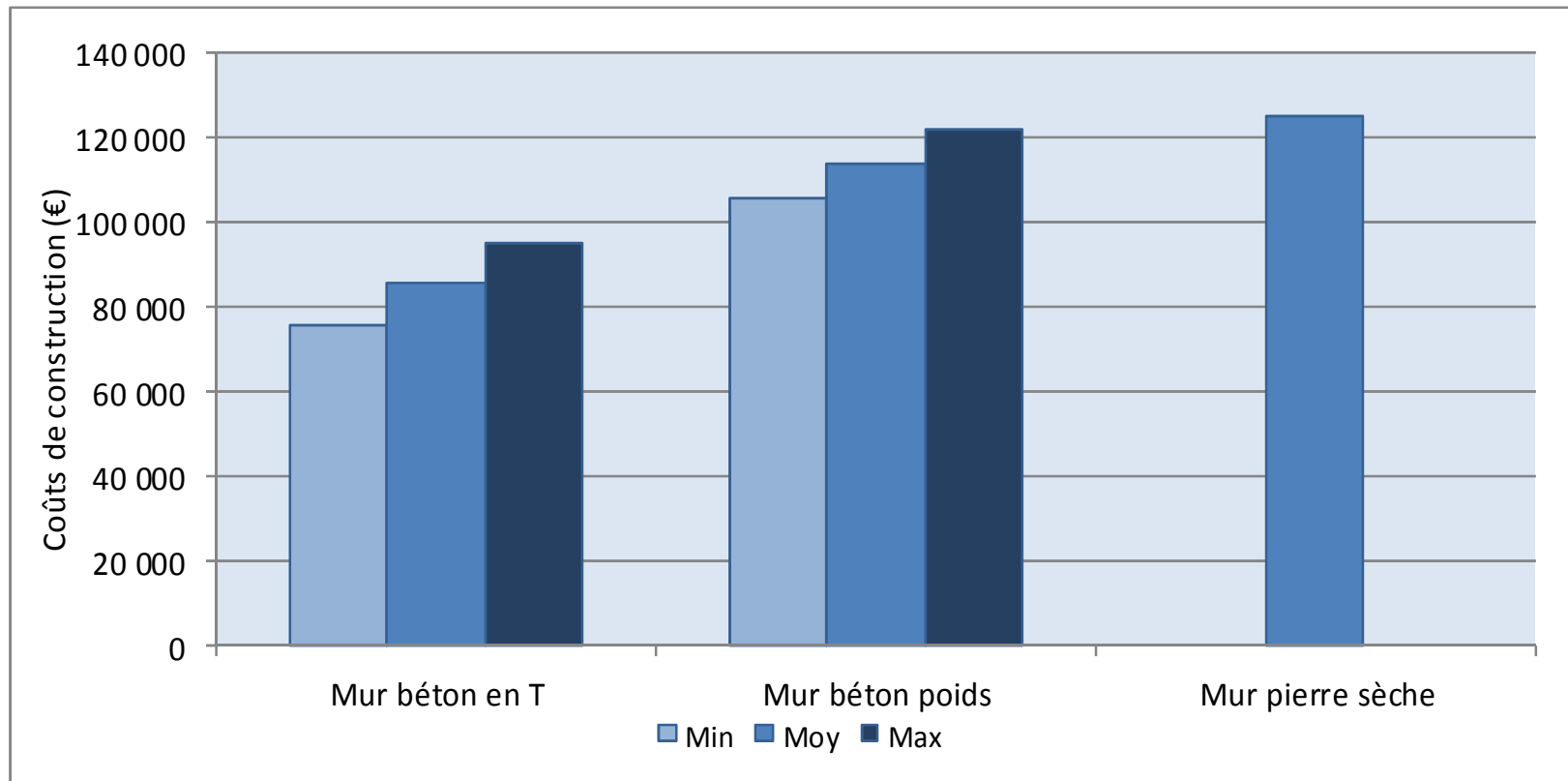
Mur pierre sèche

Coûts effectifs travaux, hors optimisation de dimensionnement (réduction de section d'environ 20%)

Variante béton

Estimations, hors traitement architectural (périmètre ABF)

Coûts de construction des différentes structures



6 Approche cradle-to-cradle

Module d'information D de la norme EN 15804

Bénéfices et charges au-delà des frontières du système

Potentiel de réutilisation, récupération, recyclage : bénéfices ou charges pour l'environnement

Examen du cas du mur de Felletin

Matériau utilisé sur 2 cycles de vie :

- Avec des fonctions similaires (murs porteurs d'habitat au cycle N et mur de soutènement au cycle N+1)
- Avec peu de processus de traitement (ajustement de taille des pierres)

Éléments de réflexion pour un indicateur de fin de vie

- Rapport entre les performances effectives du matériau / produit à l'issue du cycle N (essais) P_{Eff} et les performances requises au cycle N+1 (normes, règlements de calculs) P_{Req}
- Processus de transformation du matériau / produit pour passer du cycle N au cycle N+1 (coûts environnementaux, économiques associés : flux et intrants) exprimés au travers d'un coefficient C_T
- Calcul d'un potentiel de réemploi / recyclage / valorisation :
$$P_{\text{RV}} = (P_{\text{Req}} / P_{\text{Eff}}) \times (1 / C_T)$$

Valeur 0 : réemploi ou valorisation peu adapté, traitement lourd

Valeur 1 : réemploi optimal sans traitement de transformation

7 Photographies

Mur porteur, bientôt soutènement



Un gisement de granit à ciel ouvert



Préparation des pierres



Le plan incliné comme moyen de levage



Pose des pierres



Ajustement



18/03/2015

GC'2015 - Mur de Felletin

Chaînage d'angle



Vue d'ensemble du chantier



Une réalisation esthétique



8 Conclusions et perspectives

Conclusions « cas d'étude »

- Pertinence de la construction en pierre sèche
- Avantage environnemental important
- Évaluation économique : gamme de prix dans la fourchette haute des variantes étudiées

Conclusions « élargies »

- Importance du réemploi de matériaux avec peu de transformation
- Importance de l'optimisation des structures (murs poids)
- Importance de la diffusion du savoir faire pour réduire les distances agence – chantier

Perspectives « structures maçonneries »

- Optimiser le dimensionnement des soutènements de maçonnerie de pierre sèche sans nuire à la durabilité
- Faire connaître et reconnaître la technique : connotation archaïque alors que les techniques actuelles cherchent à reproduire les avantages de la construction en pierre sèche
- Révision en cours du fascicule 64 du CCTG, « travaux de maçonnerie d'ouvrages de génie civil » (1982), avec une orientation forte vers les réparations

Perspectives « fin de vie et réemploi de matériaux »

- Étendre le réemploi à d'autres types de pierres et structures
- Étudier le réemploi de différents matériaux et produits de construction
- Développer un indicateur permettant d'apprécier le potentiel de réemploi, recyclage ou valorisation des produits de construction

Merci de votre attention

