

# Ressources et aspects environnementaux

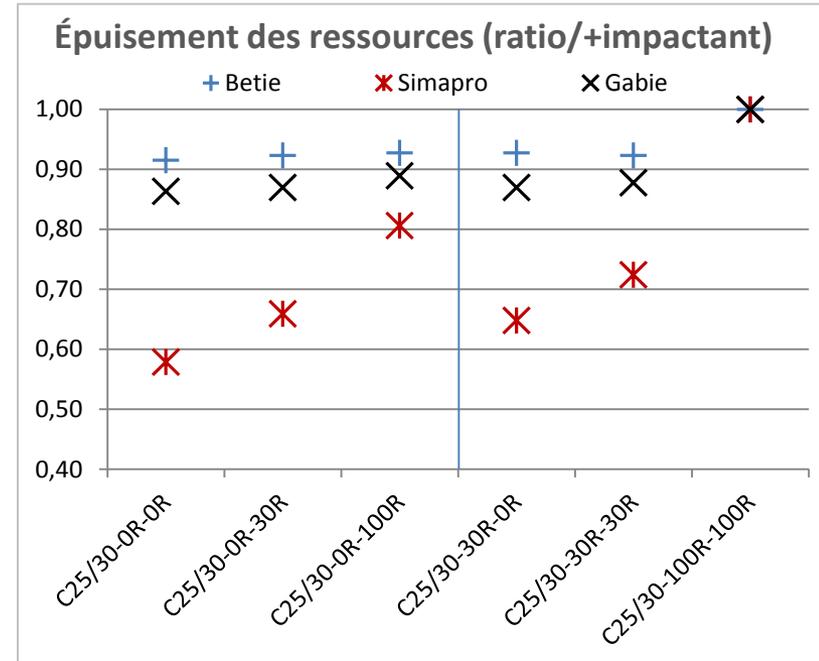
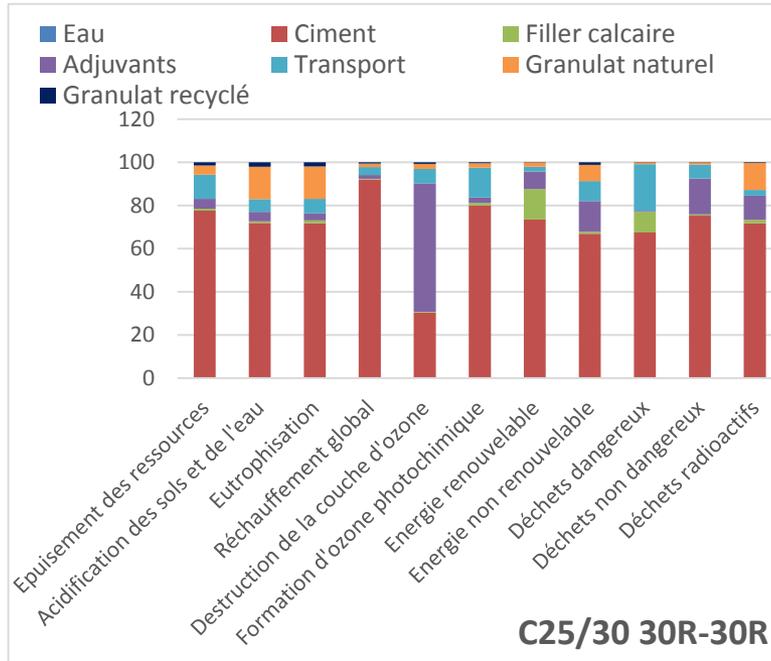
Bilans environnementaux des bétons de granulats  
recyclés



Colloque RECYBETON – Sandrine Braymand – Adélaïde Feraille – Nicolas Serres  
09/03/2017



- ▶ Etude tranche 2 : Evaluation environnementale des bétons de granulats recyclés formulés par le PN
  - BGR globalement + impactant que BGN car formulations à taux de ciment croissant fonction du % GR
  - Amplitude des écarts dépendants des logiciels : méthodes et bases de données associées

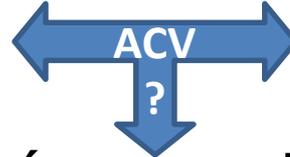


- Nécessité d'une étude de sensibilité aux transports



## ► étude complémentaire tranche 4

- Étude de sensibilité au transport des ACV
- Étude ACV sur chantiers expérimentaux



### Caractère éco respectueux des BGR :

non stockage en site des déchets

+ non épuisement des ressources naturelles en granulats

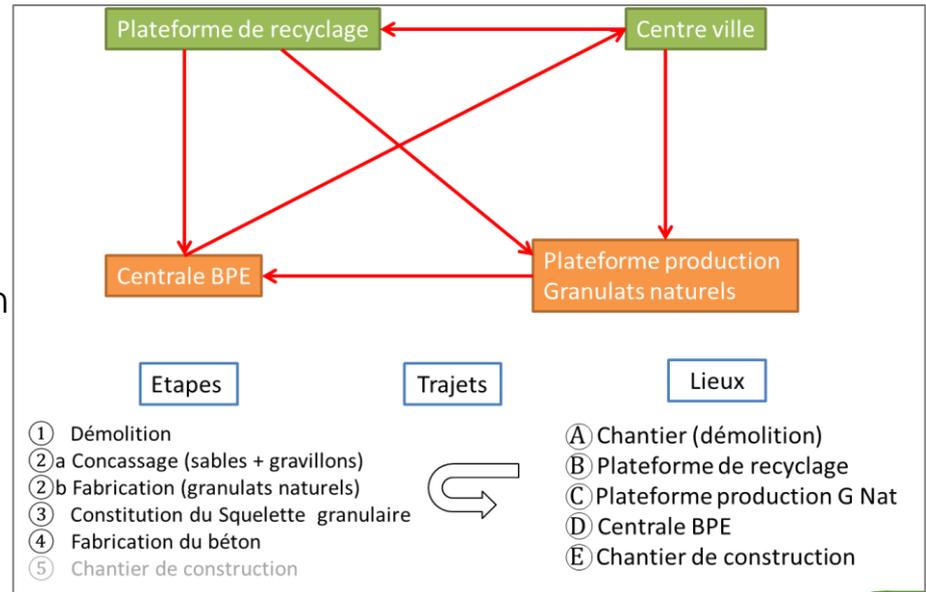
## ► Sensibilité/transport

### Circuits acheminement

- Pratique actuelle
- Pré-mélanges sur site GN
- Court : Démolition/reconstruction

### Distances entre lieux (km)

- Base étude « ressources »
- Moyenne / 3 + proches
- à vol d'oiseaux



Représentation des possibilités d'acheminement des granulats



## ► Etude paramétrique

### 3 facteurs :

- % GR (quantitatif) : 0/10/30/100
- Circuit (qualitatif/quantitatif (km)) : 4/5 circuits
- Ville (qualitatif) : Lille, Lyon, Strasbourg, Bordeaux

⇒ Valeurs « témoins » pour chaque % GR : sans circuit et hors ville,

### Compositions de béton choisies : à volume constant de constituants

- Même dosage en ciment, eau eff, volume granulats.
- Atteinte des objectifs de résistances proches par utilisation d'adjuvants  
 $R_{c28} = 32,3 \pm 2,5 \text{ MPa}$
- ≠ce entre compositions : % adjuvant, eau totale, masse de granulats ( $\rho$ )

## ► Analyse préliminaire en t.km

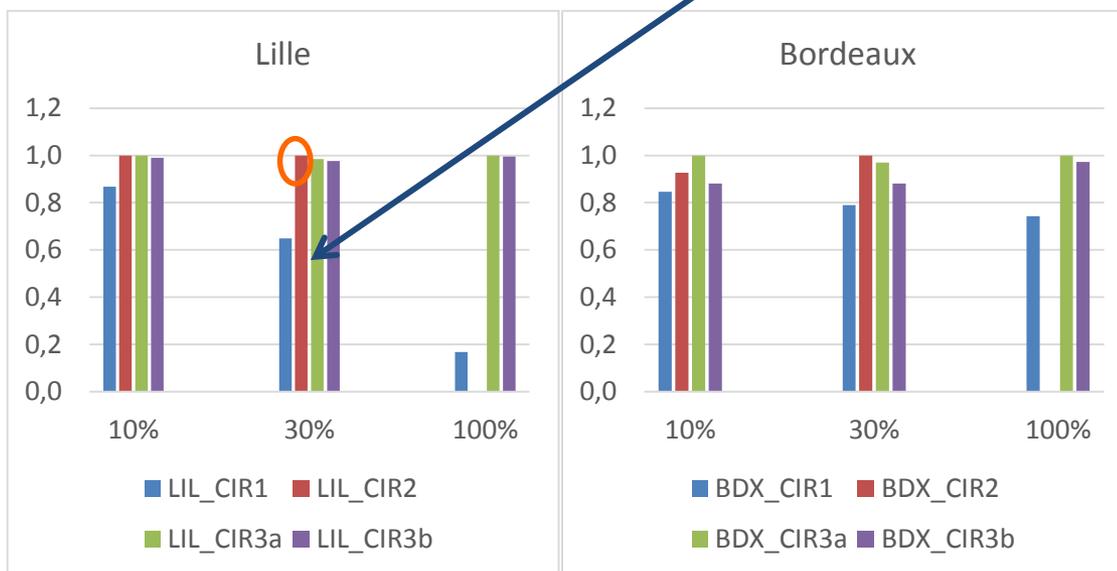
- Détection des circuits pénalisants
- Sensibilité au transport

$$t.km = M_{Rec} \times D_{Rec} + M_{Nat} \times D_{Nat} + M_{bét} \times D_{bét}$$



## Traitement des distances parcourues par les granulats et le béton Lille à 30% de GR

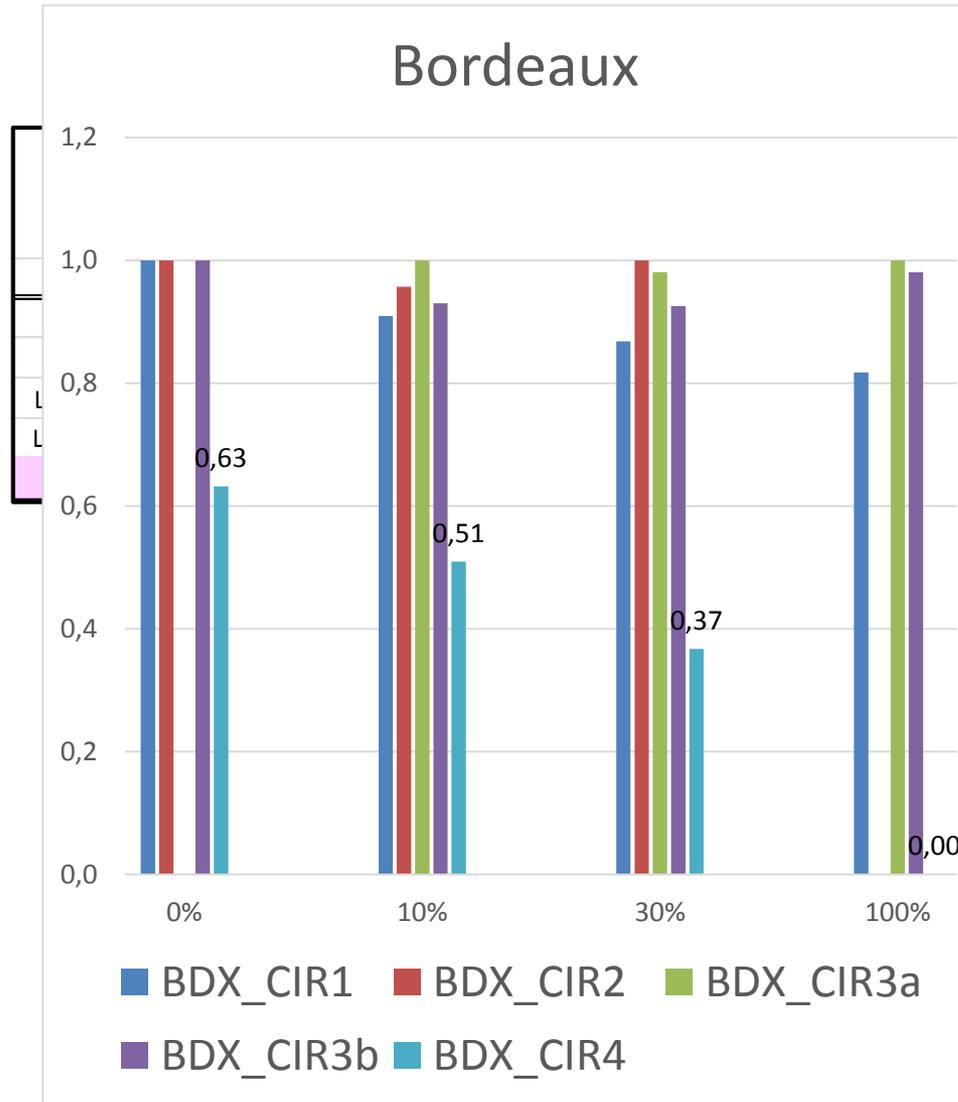
	Granulat recyclé			Granulat naturel			Béton			total t.km
	km	T	t.km	km	T	t.km	km	T	t.km	
LIL_30_CIR1	5,771	0,458	2,643	17,393	1,334	23,202	3,159	2,267	7,162	33,007
LIL_30_CIR2	36,256	0,458	16,605	17,393	1,334	23,202	3,159	2,267	7,162	46,969
LIL_30_CIR3a	34,438	0,458	15,773	17,57	1,334	23,438	3,159	2,267	7,162	46,373
LIL_30_CIR3b	34,261	0,458	15,692	17,393	1,334	23,202	3,159	2,267	7,162	46,056
LIL_30_CIR4				16,868	1,334	22,502				22,502



Analyse de sensibilité : transport des granulats : circuit étudié/circuit pénalisant



## Bordeaux



Analyse de sensibilité : transport des granulats : circ

### A retenir

#### Hors circuit court

- circuit 1 le moins pénalisant sauf STG => Pré-mélange pénalise (circuit 2 et 3)
- Pénalité pré-mélange=f(villes) : max 35% ↗ (à 30% de GR)
- ↗ GR ↗ t.km sauf circuit 1 Lille et Lyon

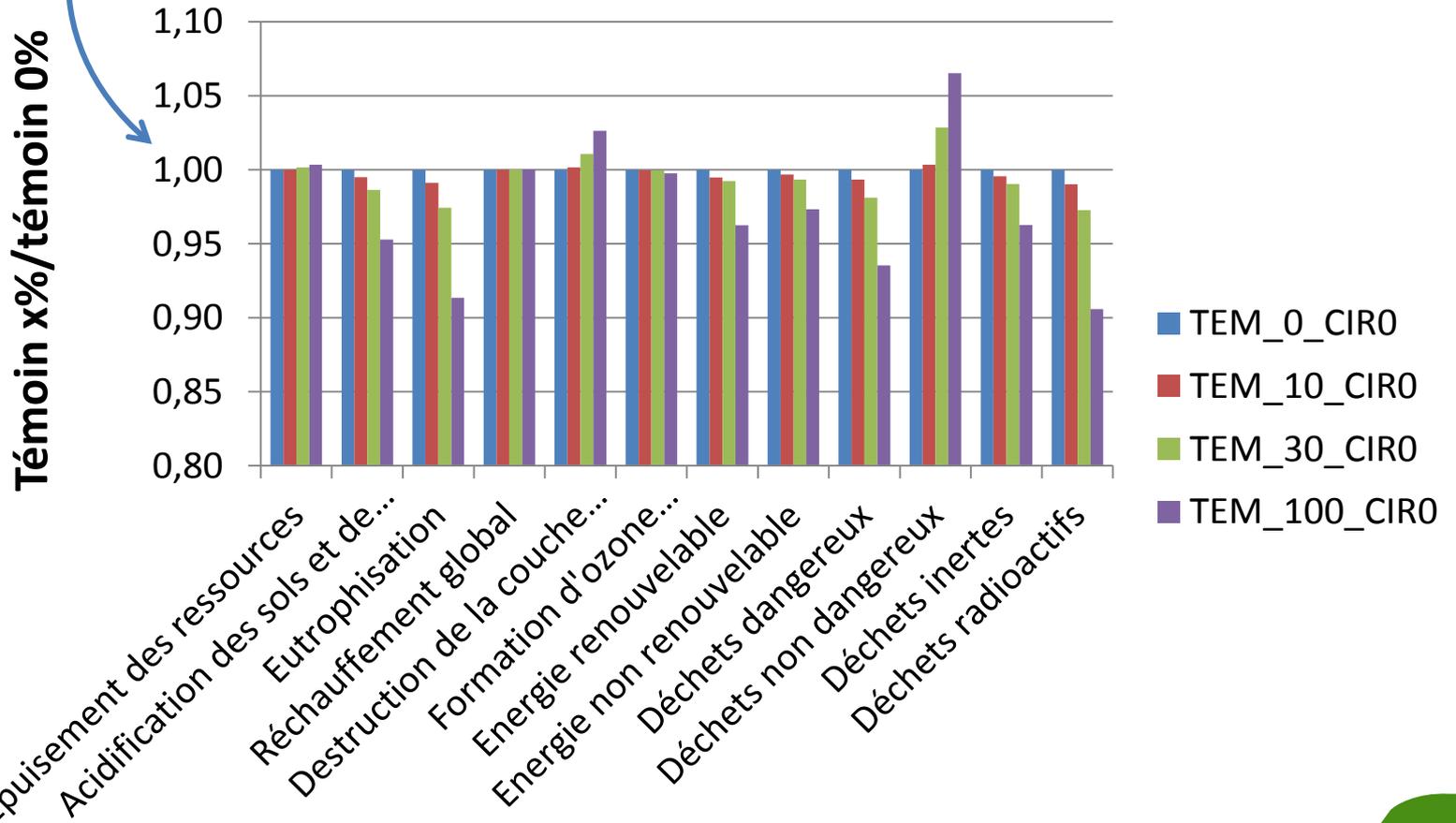
#### Incitation Circuit court

- Démolition/reconstruction

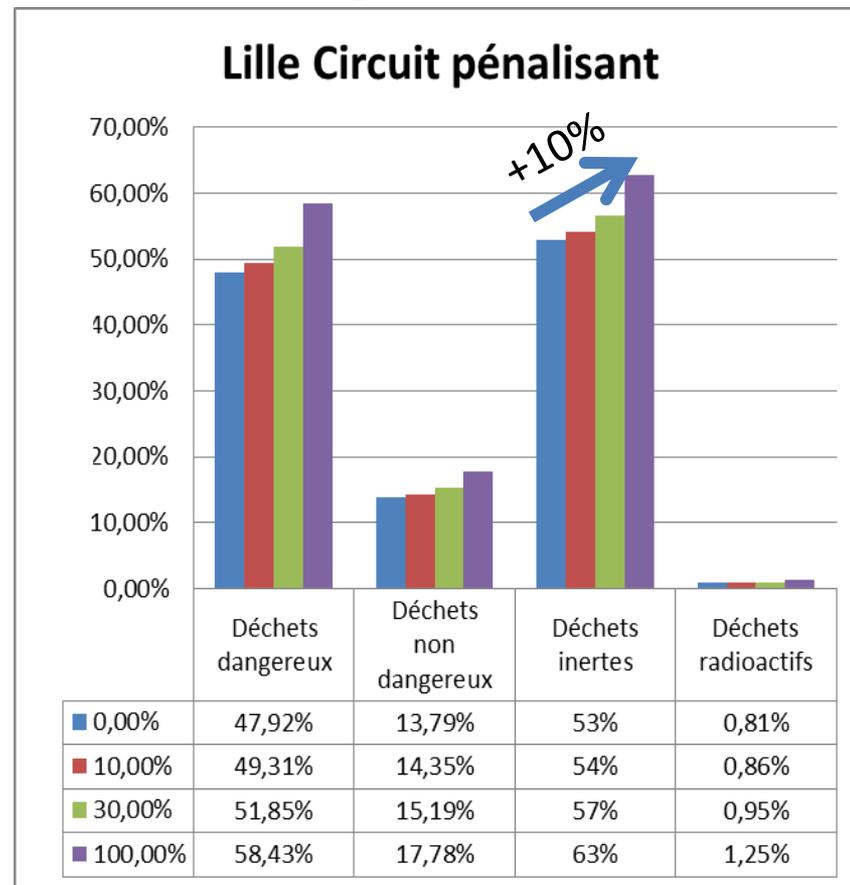
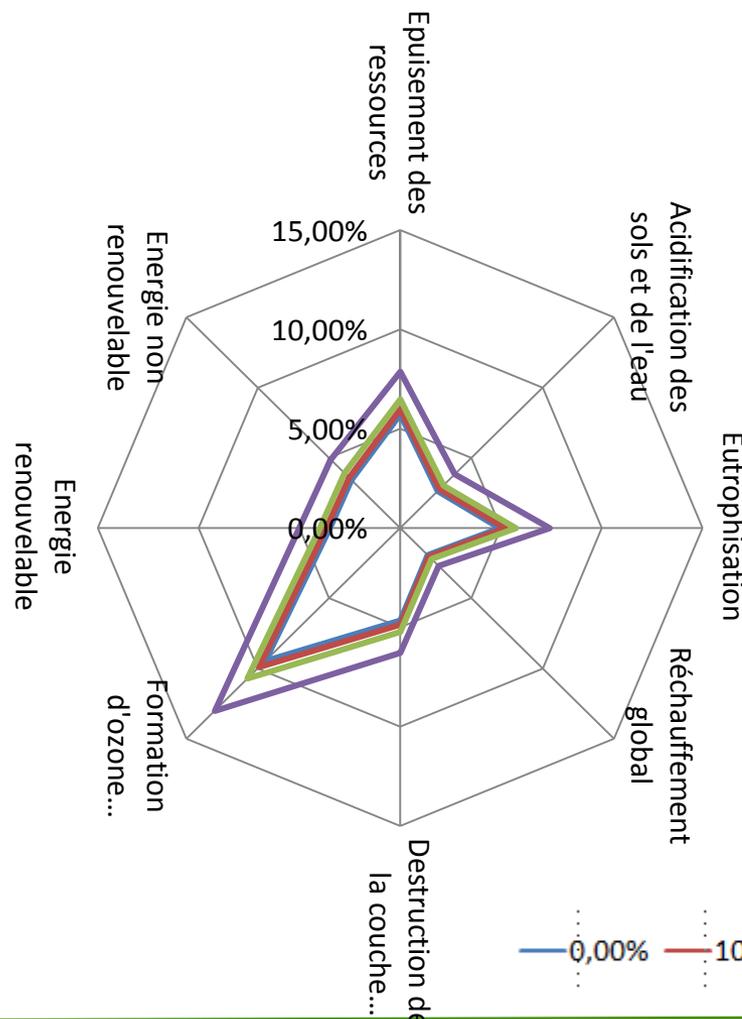
- Forte dépendance des amplitudes à la territorialisation sites GN et GR (7<-> 59 t.km)



- ▶ Écart très modéré : +/- 10%
- ▶ Écart des indicateurs d'impact entre granulats est modéré et impact du ciment reste prédominant



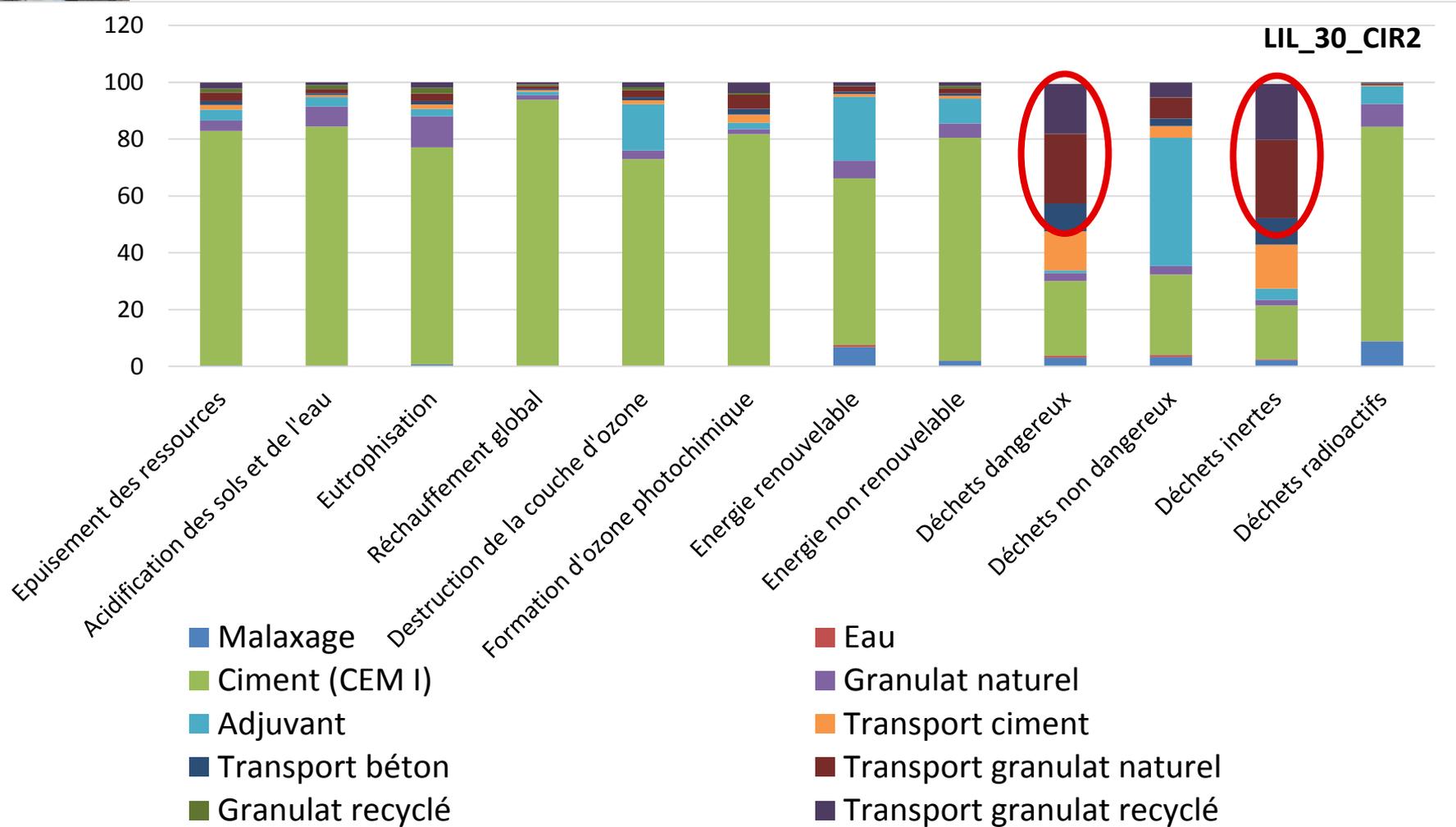
- ▶ Dans quelle mesure les écarts en t.km influent les indicateurs d'impacts environnementaux ? → **part du transport granulats et béton sur circuit pénalisant**



— 0,00% — 10,00% — 30,00% — 100,00%



## ▶ Étude d'impacts : influence des paramètres de composition et des transports





- ▶ Transport granulats et béton : impact non négligeable sur déchets (jusqu'à 57% pour un taux de 30% de recyclé)
- ▶ Beaucoup plus réduit sur autres indicateurs
- ▶ Impact adjuvant : non négligeable (↗ avec GR)

MAIS

- ▶ Modification ciment CEM I -> CEM III ou CEM V : impact du transport entre 10 et 20% pour certains indicateurs :
  - Épuisement des ressources
  - Destruction de la couche d'ozone
  - Formation d'ozone photochimique

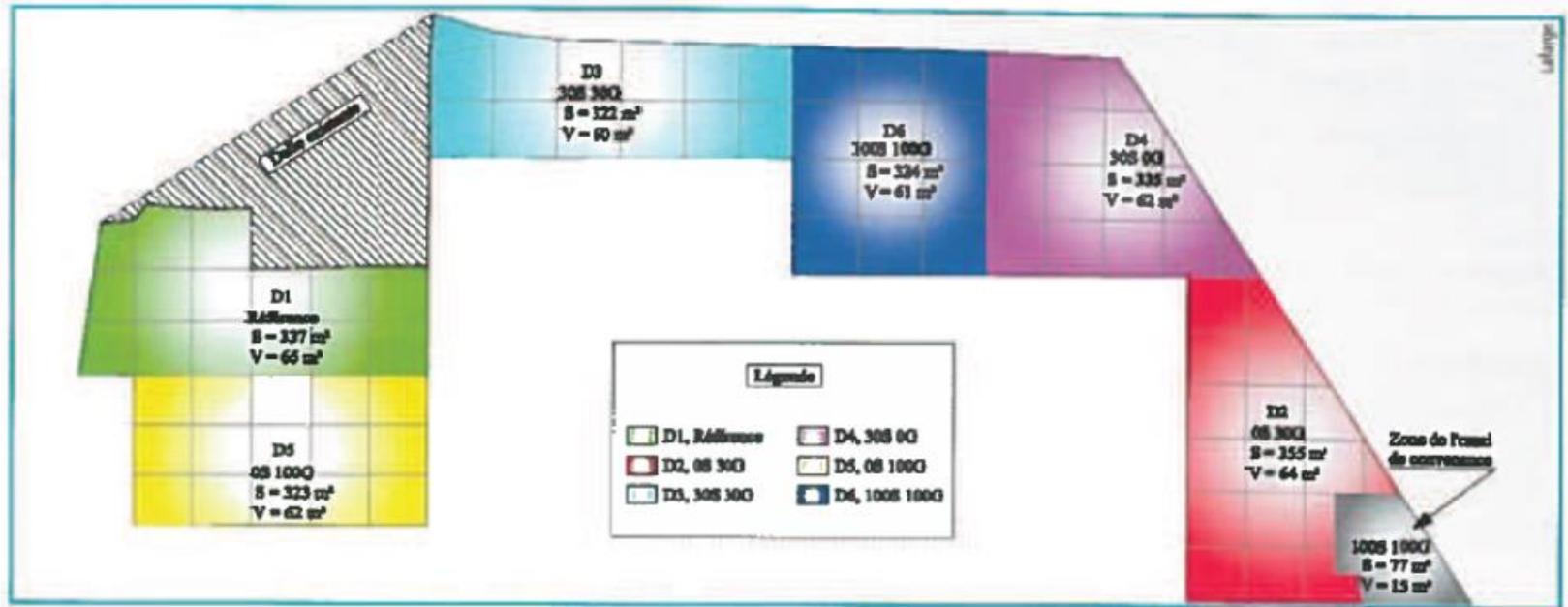
- ▶ Forte dépendance à la territorialisation -> pas de généralisation possible ∇ territoire

- ▶ Majoritairement

- Pré-mélange sur site GN pénalisant, ↗ avec taux GR
- Même sur un circuit pénalisant, les écarts t.km selon taux GR restent faibles
- La part du transport sur l'ACV est modérée sauf pour indicateurs déchets jusqu'à 50% (+ 10% avec ↗ taux GR)
- Confirmation du rôle prépondérant du dosage et du type de ciment -> CEM III : impact du transport ↗
- Circuit court à envisager

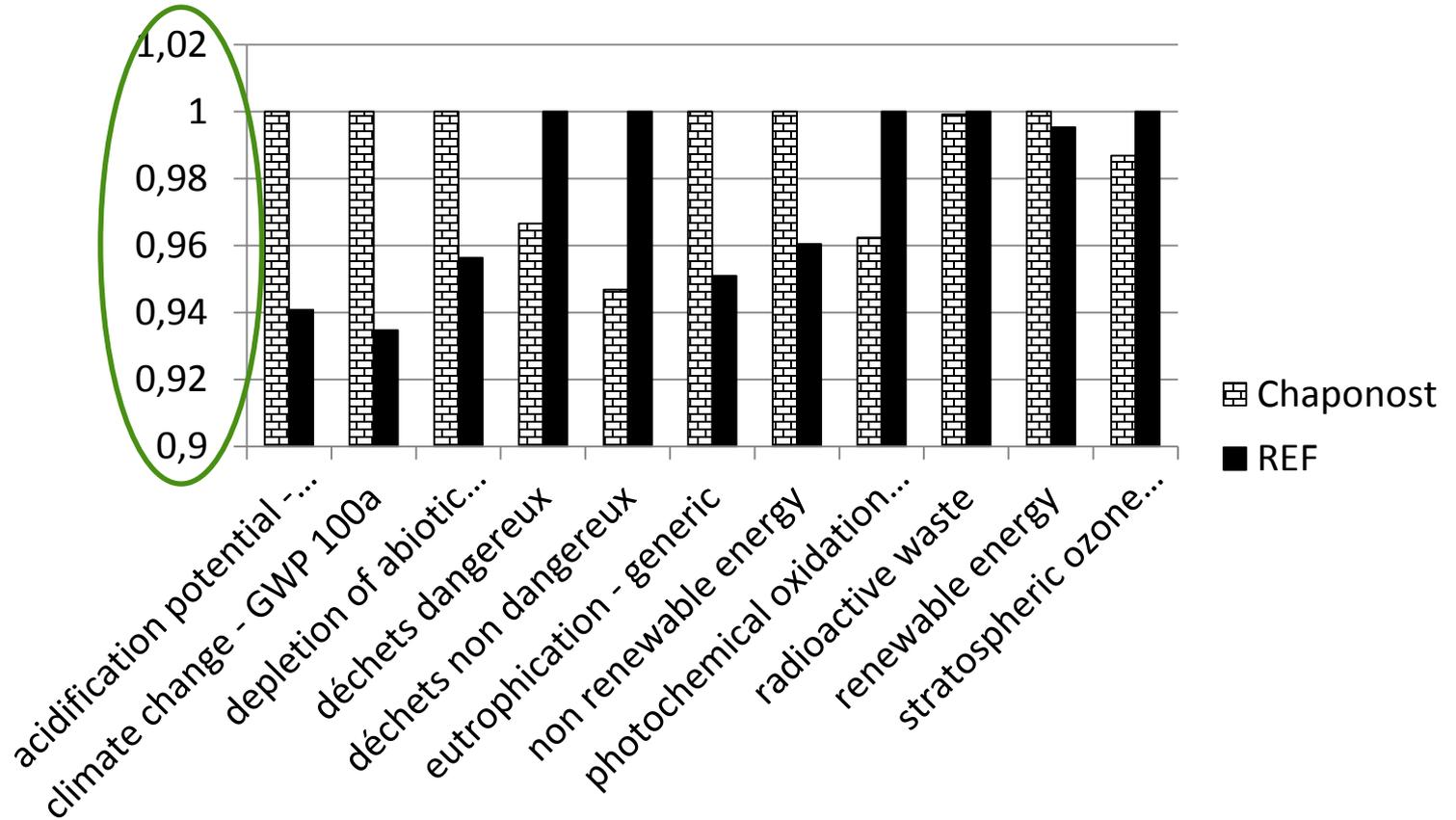


► Chaponost ouvrage dalle



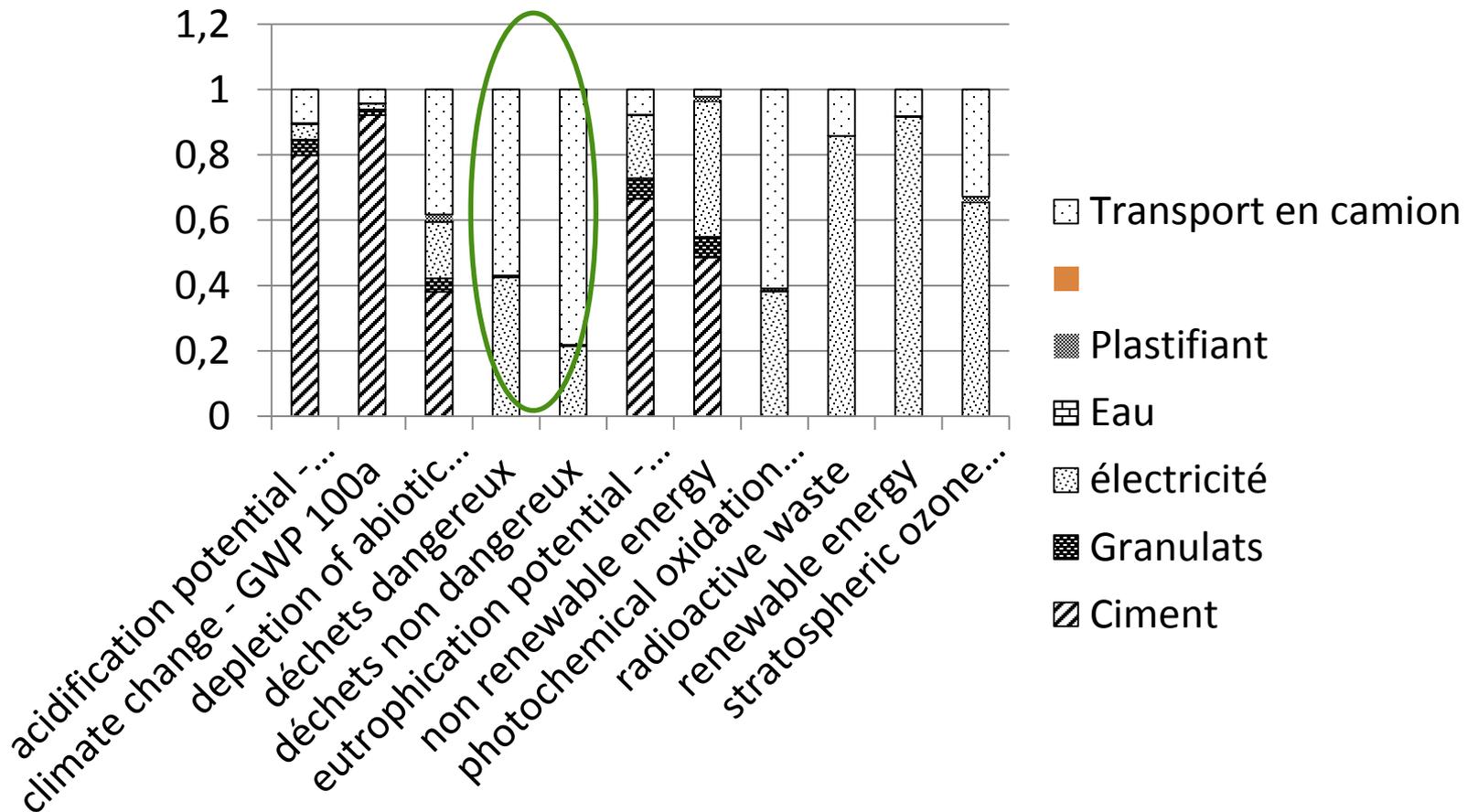
Constituant (kg/m3)	REF	30S – 0G	0S – 30G	30S – 30G	0S – 100G	100S – 100G
Granulat	1796	1467	1437	1151	772	
Granulat recyclé		235	282	514	778	1379
Ciment	302	306	305	308	346	390
Plastifiant	2,57	3,65	2,6	2,62	2,94	3,32
Retardateur		1,54	0,88	1,54	1,04	1,95
Eau	173	188	178	205	205	260

► Comparaison chantier expérimental et chantier simulé 100% de granulats naturels





► Part de chaque procédé pour le chantier expérimental





- ▶ **Recommandations pour inciter à l'utilisation de GR**
  - Compositions optimisées /ciment puisque peu d'écart entre indicateurs d'impact des granulats
  - Associer les granulats recyclés à des granulats naturels locaux
  - Étude de territorialisation -> impact du transport (indicateurs déchets)
    - valeur critique en %GR
    - ou circuit critique
  
- ▶ **ACV qui est un outil multicritère pourrait être adapté au contexte de la construction en vue d'une incitation**
  - Indicateurs : Épuisement ressource « granulat » et stockage déchet en amont : peu/pas évalués par une ACV
  - Granulats naturels ou recyclés : part faible des contributions
  - ACV actuelle ne prend pas en compte les effets territoriaux
  
- ▶ **Utilisation de GR ne nuit pas aux ACV**

