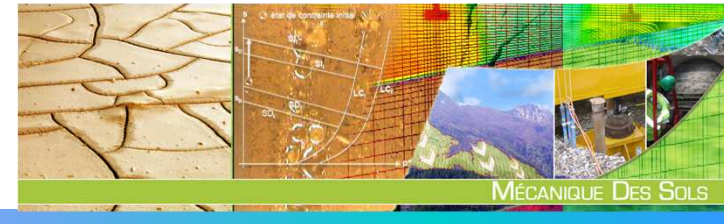


# Traitement des sols par méthodes non traditionnelles : aspects techniques et environnementaux

Gaëtan Blanck

Journée technique du CFMS  
Paris – 08/04/2013

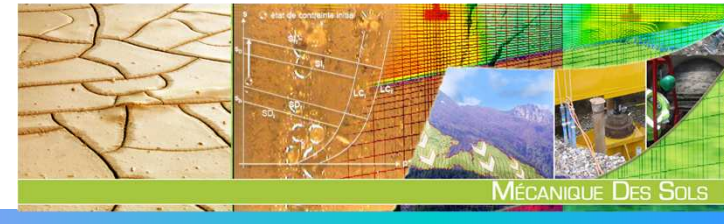


### Les défis des terrassements :

- valoriser l'ensemble des matériaux extraits – zéro apport extérieur
- réduire la consommation d'eau (2020 : - 50 %)
- réduire les émissions de gaz à effet de serre (2020 : - 1/3)
- ...

**Une solution technique : développer les méthode de traitement des sols**

**Objectif : optimisation technique / environnementale et économique**



## Produits inorganiques

Chaux

Ciments – liants hydrauliques

Sels ( $\text{CaCl}_2$  ;  $\text{MgCl}_2$  ;  $\text{NaOH}$ , etc.)

Acides (phosphorique, fluorhydrique, etc. )

Produits  
« traditionnels »

## Sous produits organiques issus du végétal

Solutions organiques acides

Solutions « enzymatiques »

Lignosulfonates

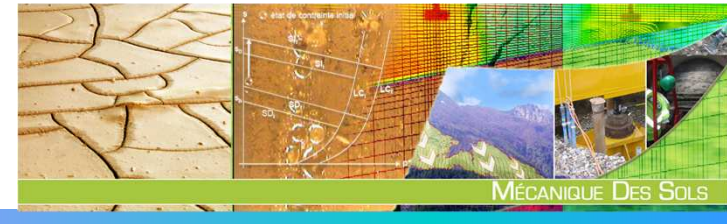
Émulsions de résines

Produits  
« non traditionnels »

## Dérivés de l'industrie pétrolière

Émulsions de polymères

Émulsions bitumineuses



Produits dérivant de la transformation de matières premières renouvelables

**Agrumes**



**Bettraves sucrières**



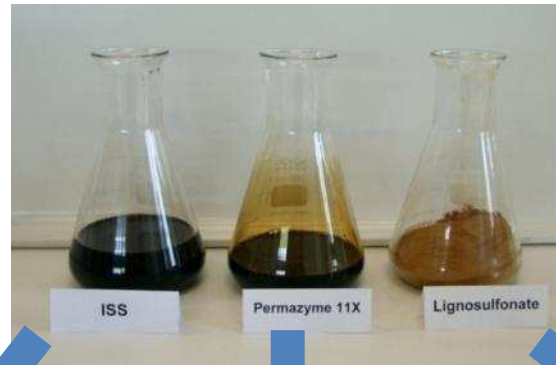
**Bois**



**Autres substances :**  
eau, acide,  
tensioactifs

**Sous-produits industriels**

**Produits non traditionnels**



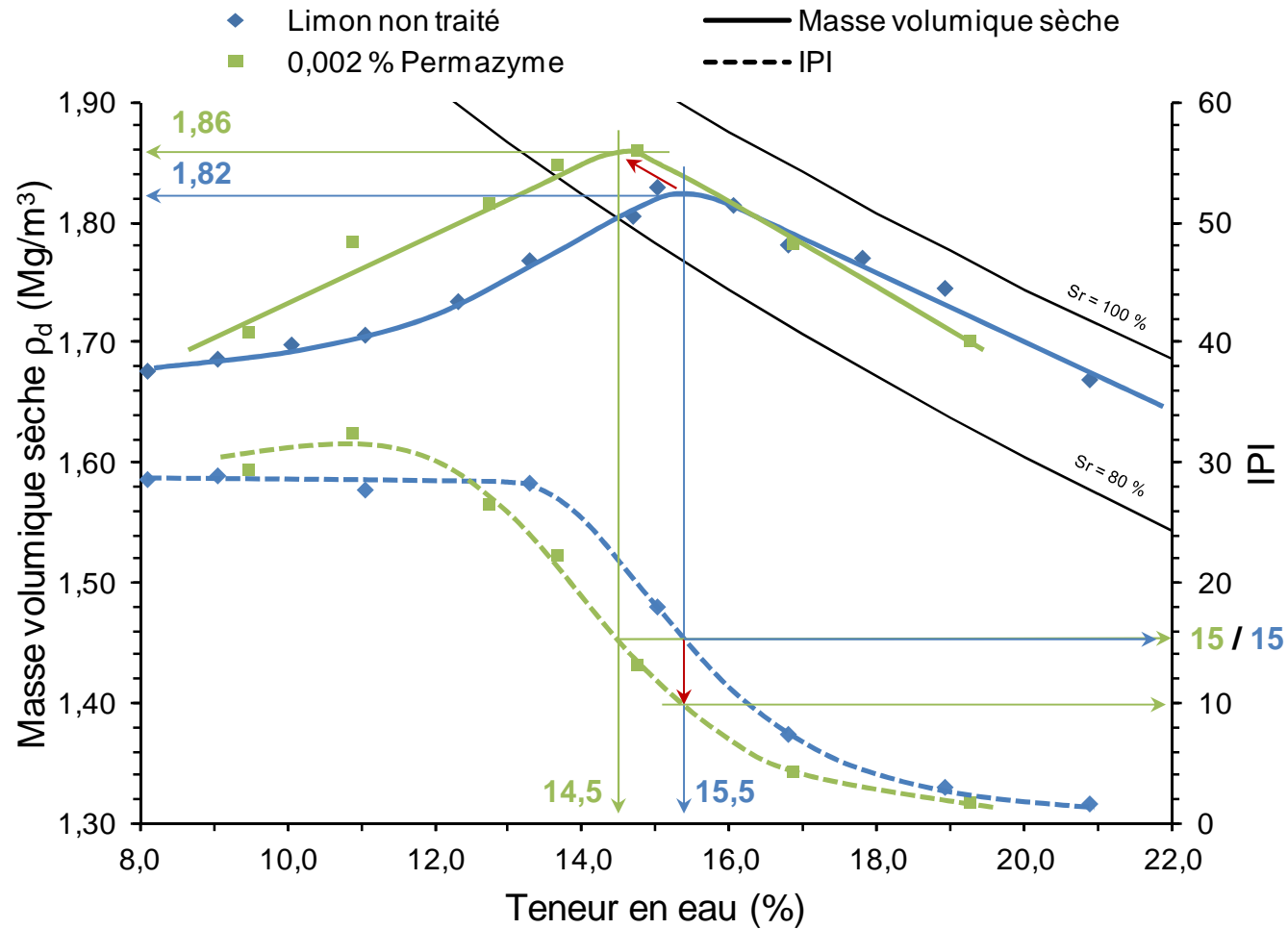
**Solution organique acide**  
**ISS, dosage 0,01%**

**Solution enzymatique**  
**Permazyme, dosage 0,002%**

**Lignosulfonate de calcium**  
**dosage 0,5 – 5%**



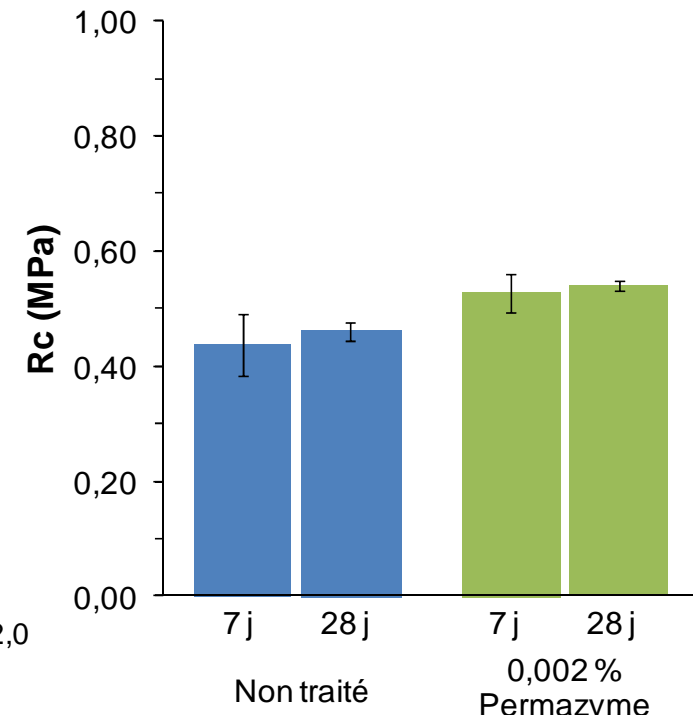
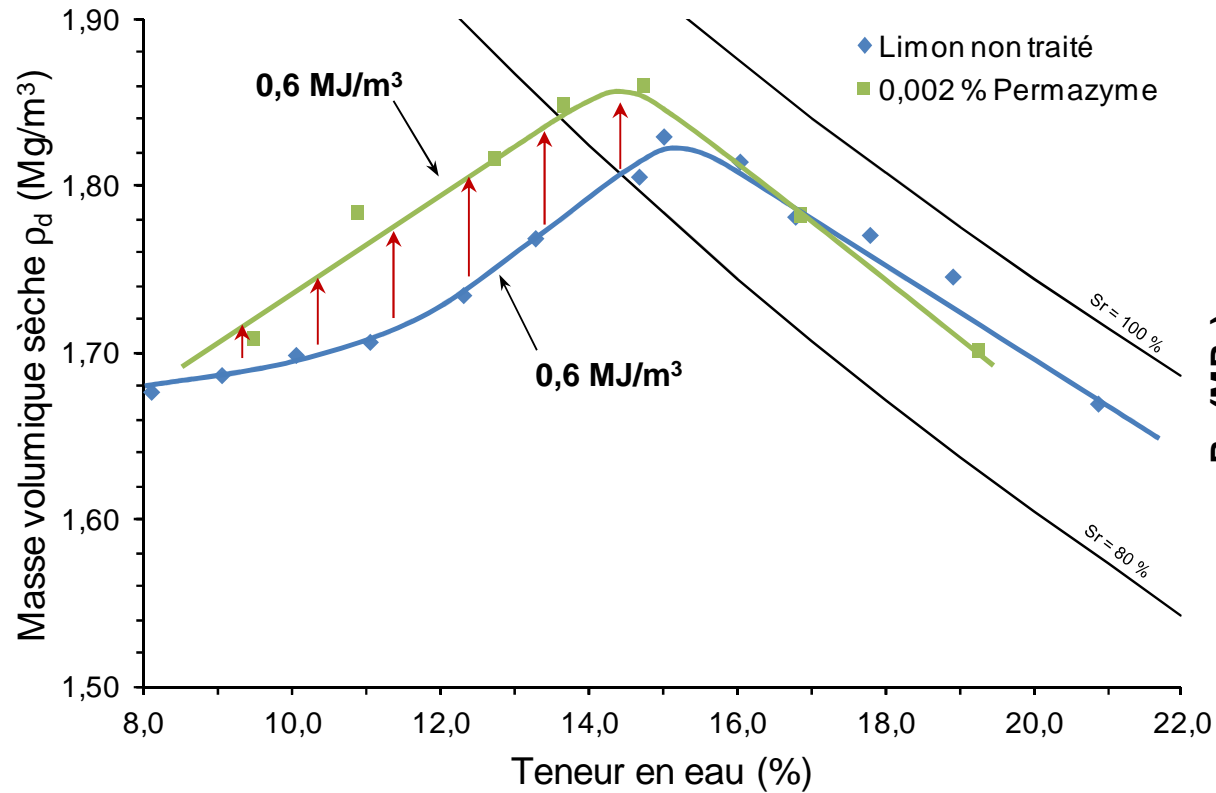
### Compactage à l'énergie Proctor normale – limon de Moussy





Compactage Proctor normal

Rc à l'OPN

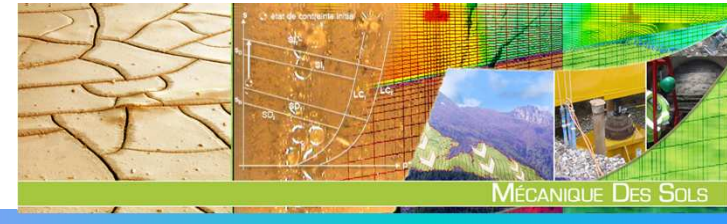


**Augmentation de la masse volumique sèche**

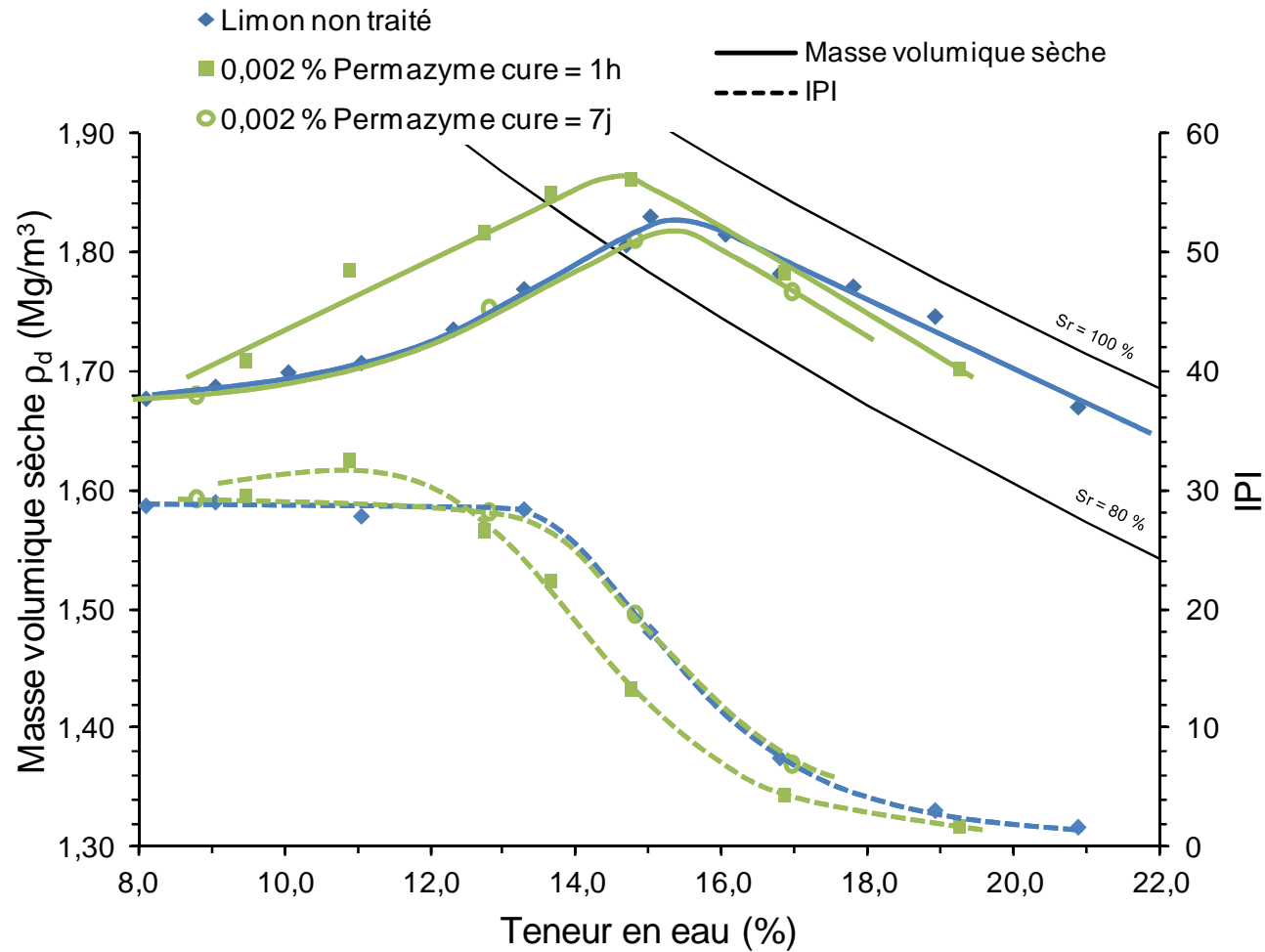
**Absence d'évolution au cours du temps**

# Résultats expérimentaux

Comportement mécanique du sol traité

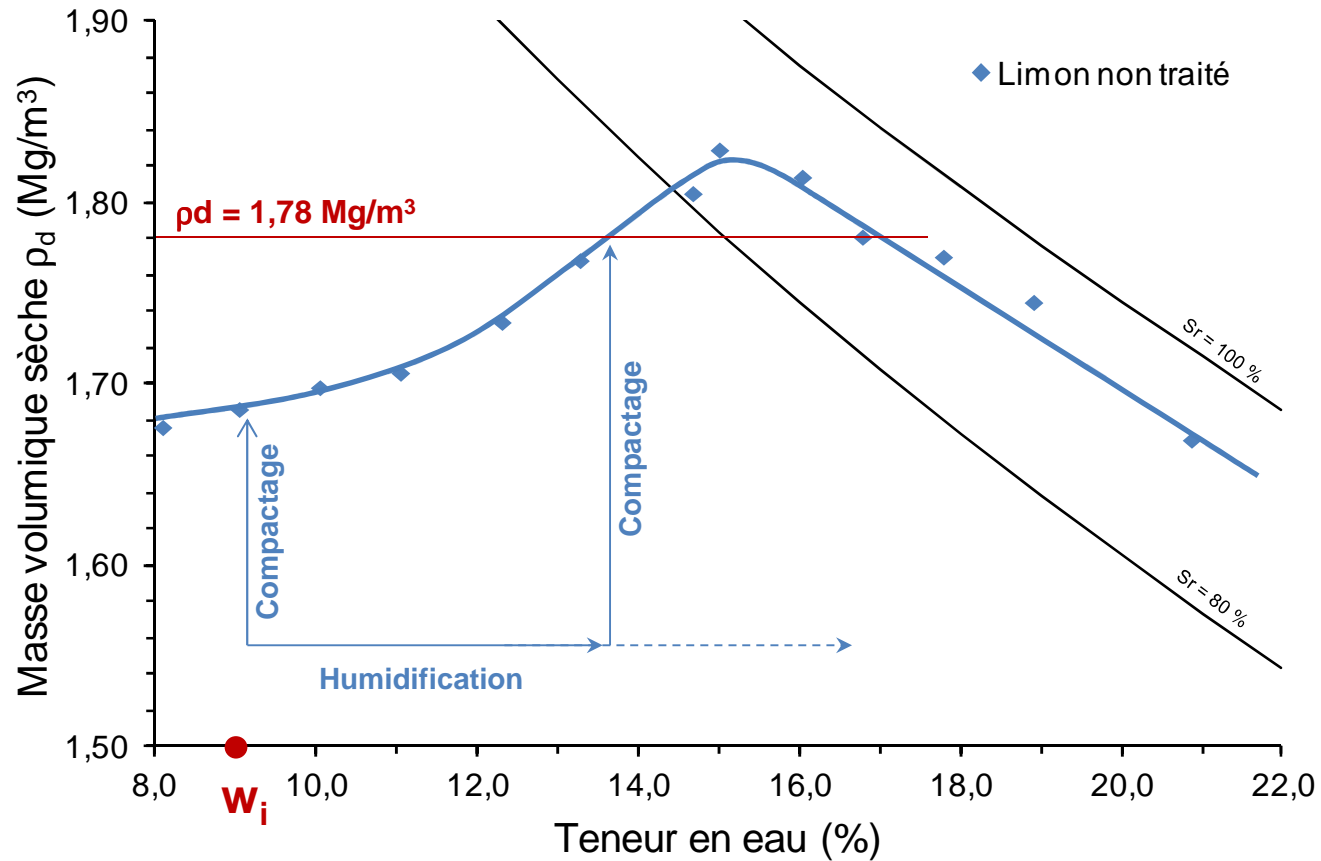


Influence d'un temps de cure avant compactage

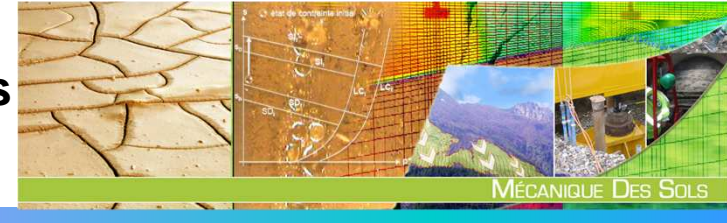




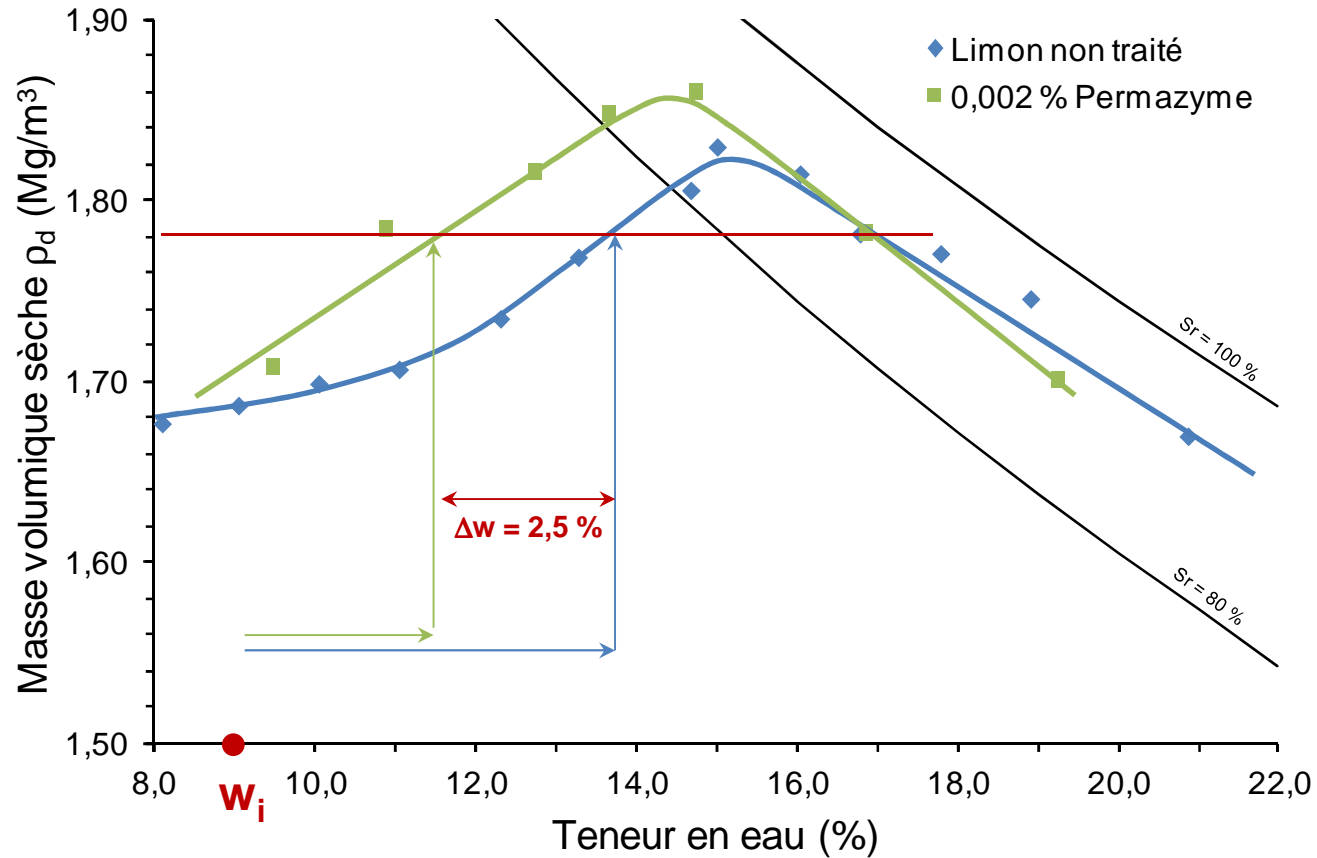
**Objectif *in situ* :** atteindre une densité sèche minimale  
par ex.  $1,78 \text{ Mg/m}^3$



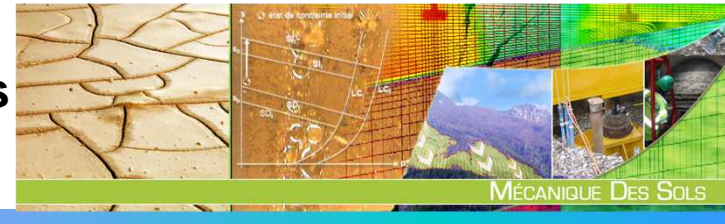




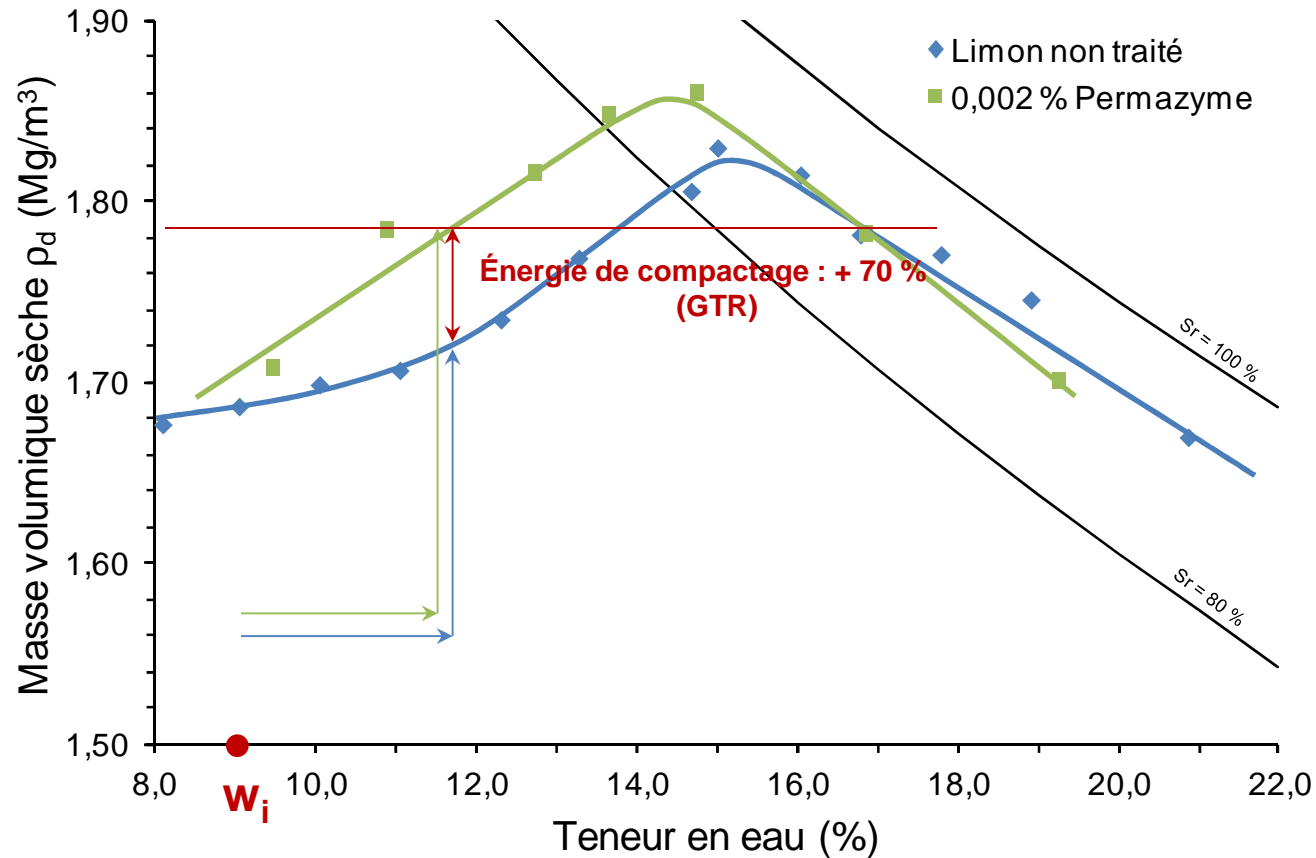
### Situation n°1 : compactage à énergie constante



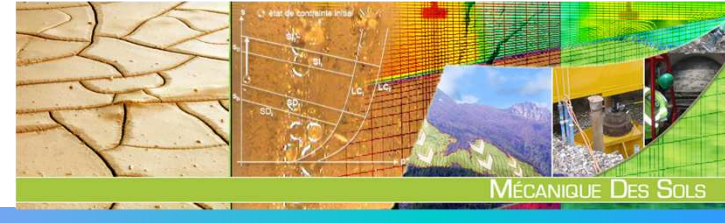
**Le traitement réduit la consommation d'eau**



### Situation n°2 : compactage à teneur en eau finale identique



**Le traitement réduit l'énergie de compactage**



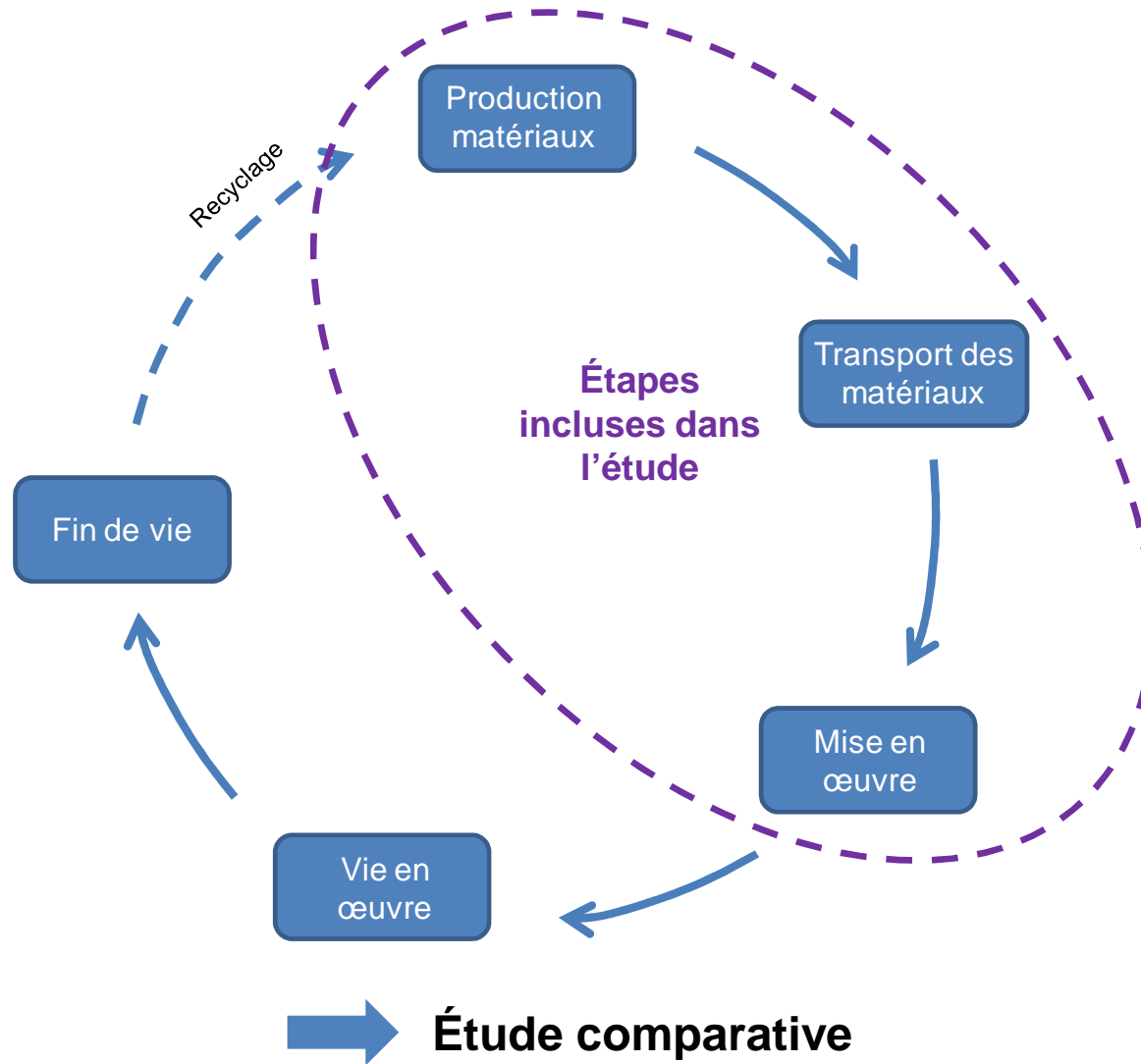
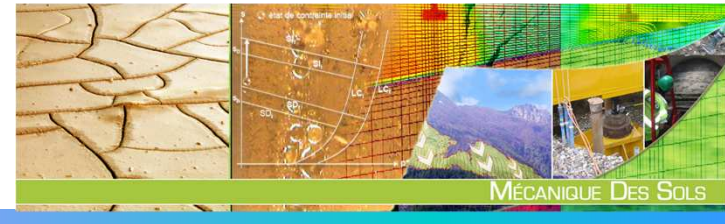
**Traitements non traditionnels : économies d'eau et d'énergie lors de la mise en œuvre du matériau**

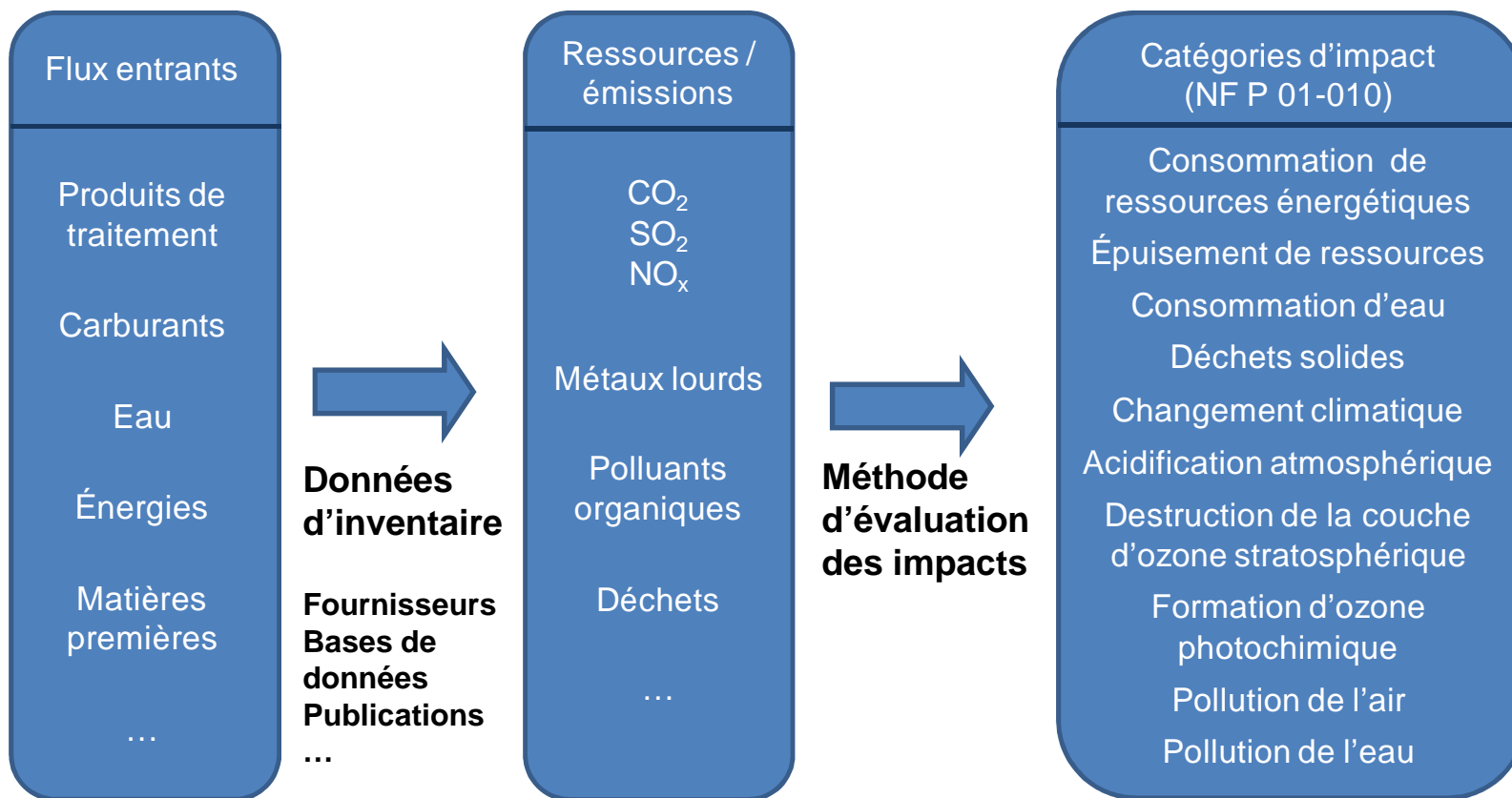
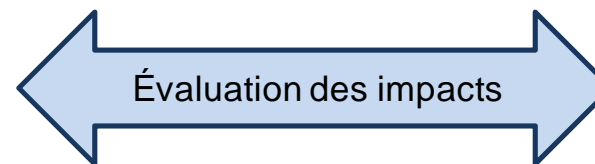
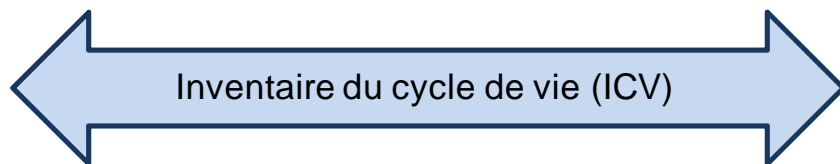


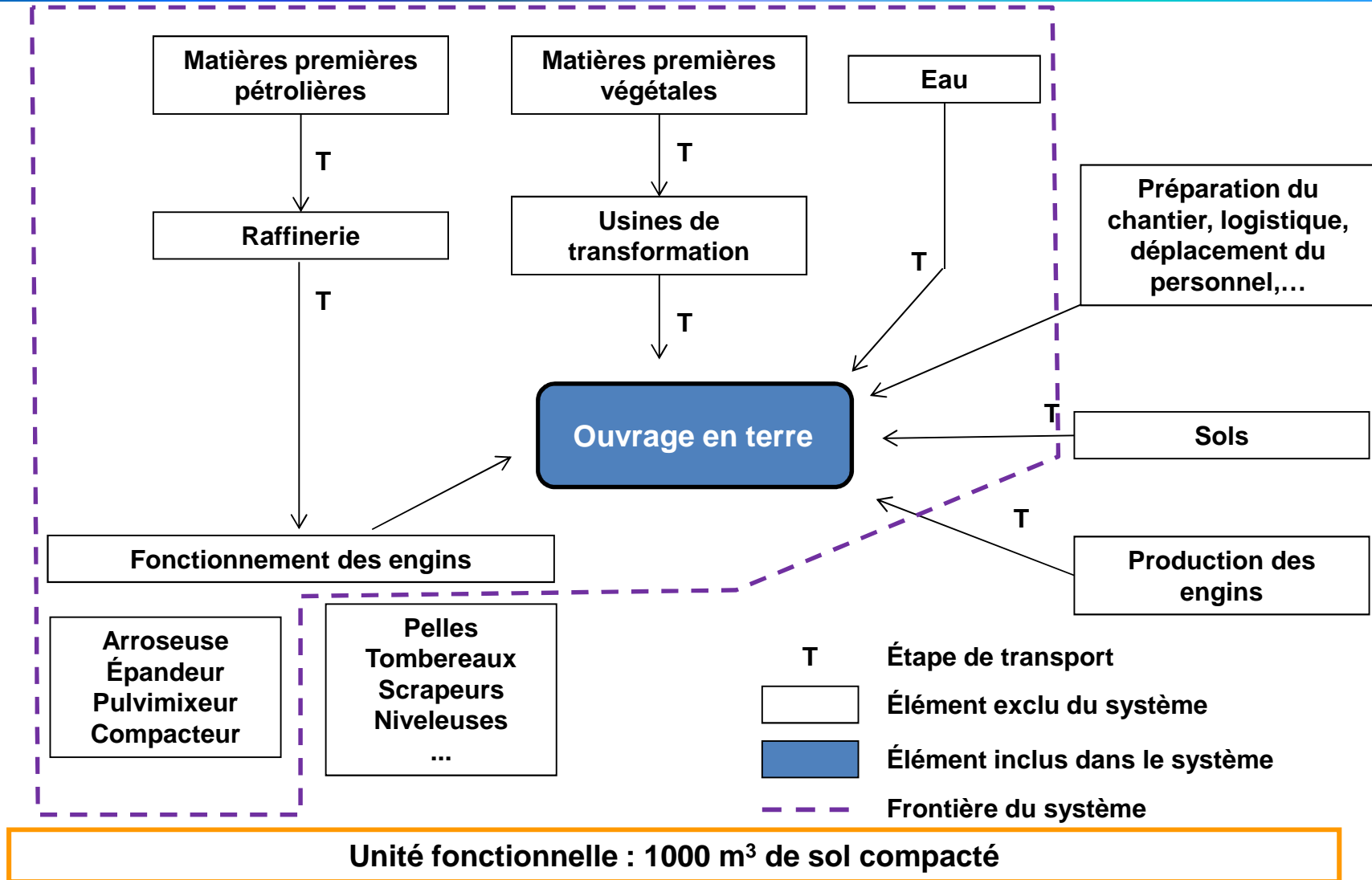
**Réduction de l'impact environnemental global ?**

**Méthode appliquée : analyse du cycle de vie (ACV), ISO 14040 & 14044 (2006)**

**Objectif : caractériser les situations dans lesquelles le traitement induit une amélioration du bilan environnemental**

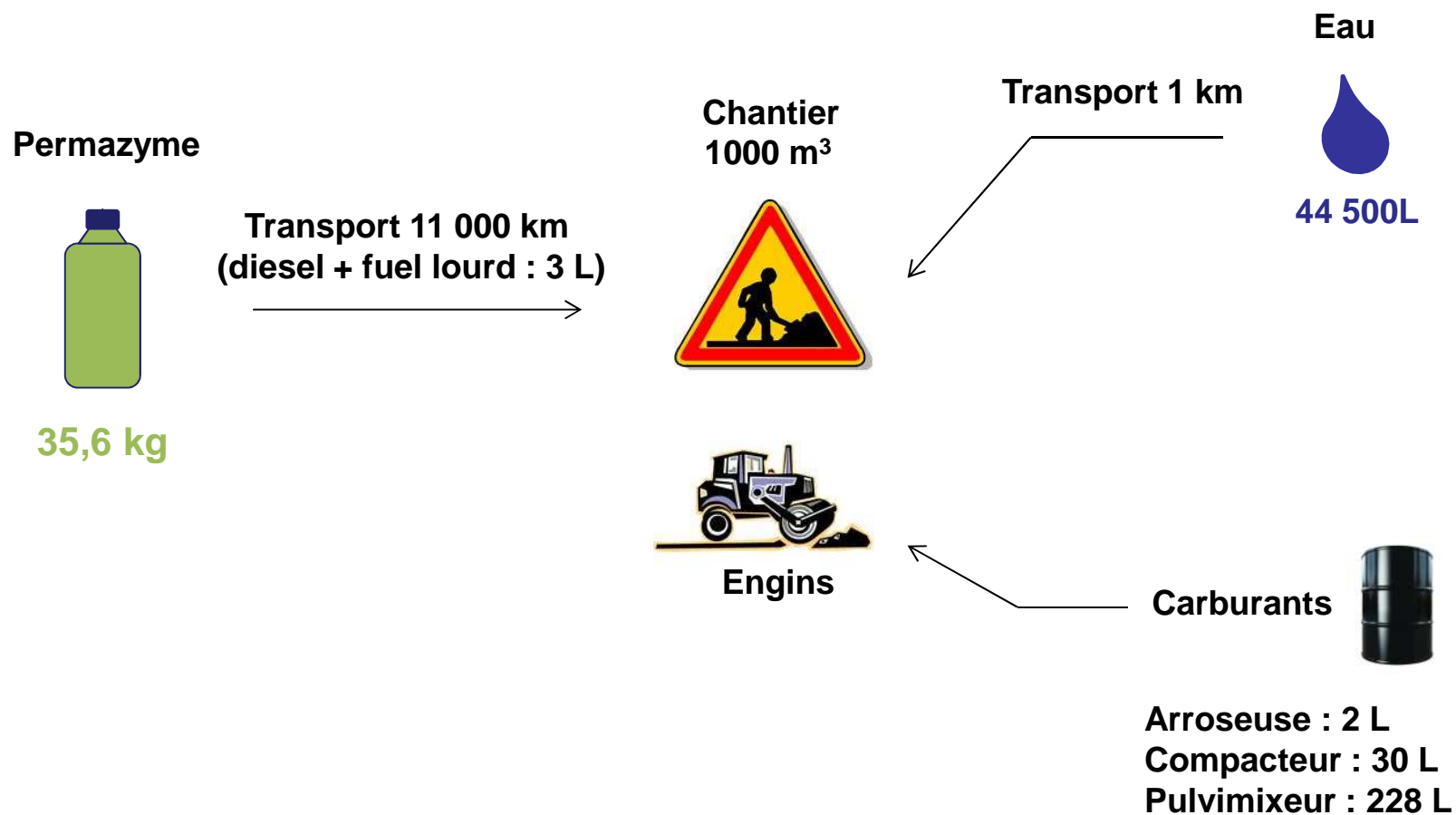


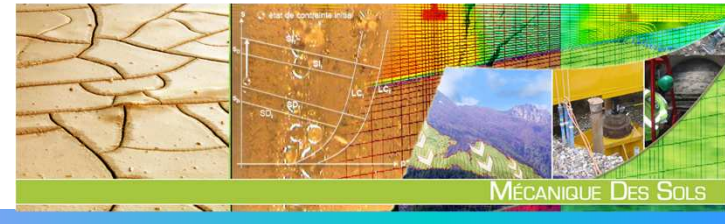




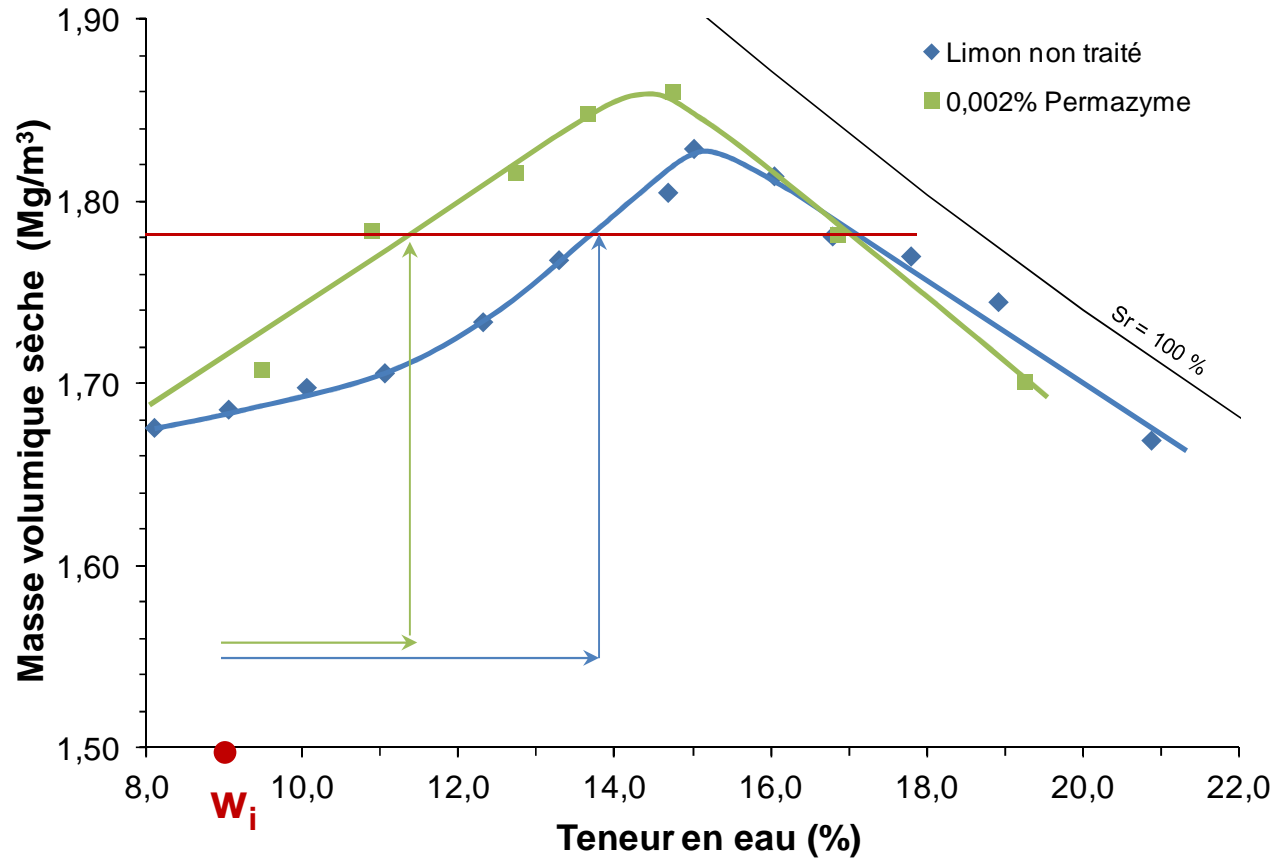


### Traitement à la Permazyme





### Situation n°1 : compactage à l'énergie Proctor normale







### Variantes non traitées

#### Carburants

#### Eau

Situation n°1



491 L



89 000 L

### Traitement à la Permazyme

#### Carburants

#### Eau

#### Permazyme



264 L



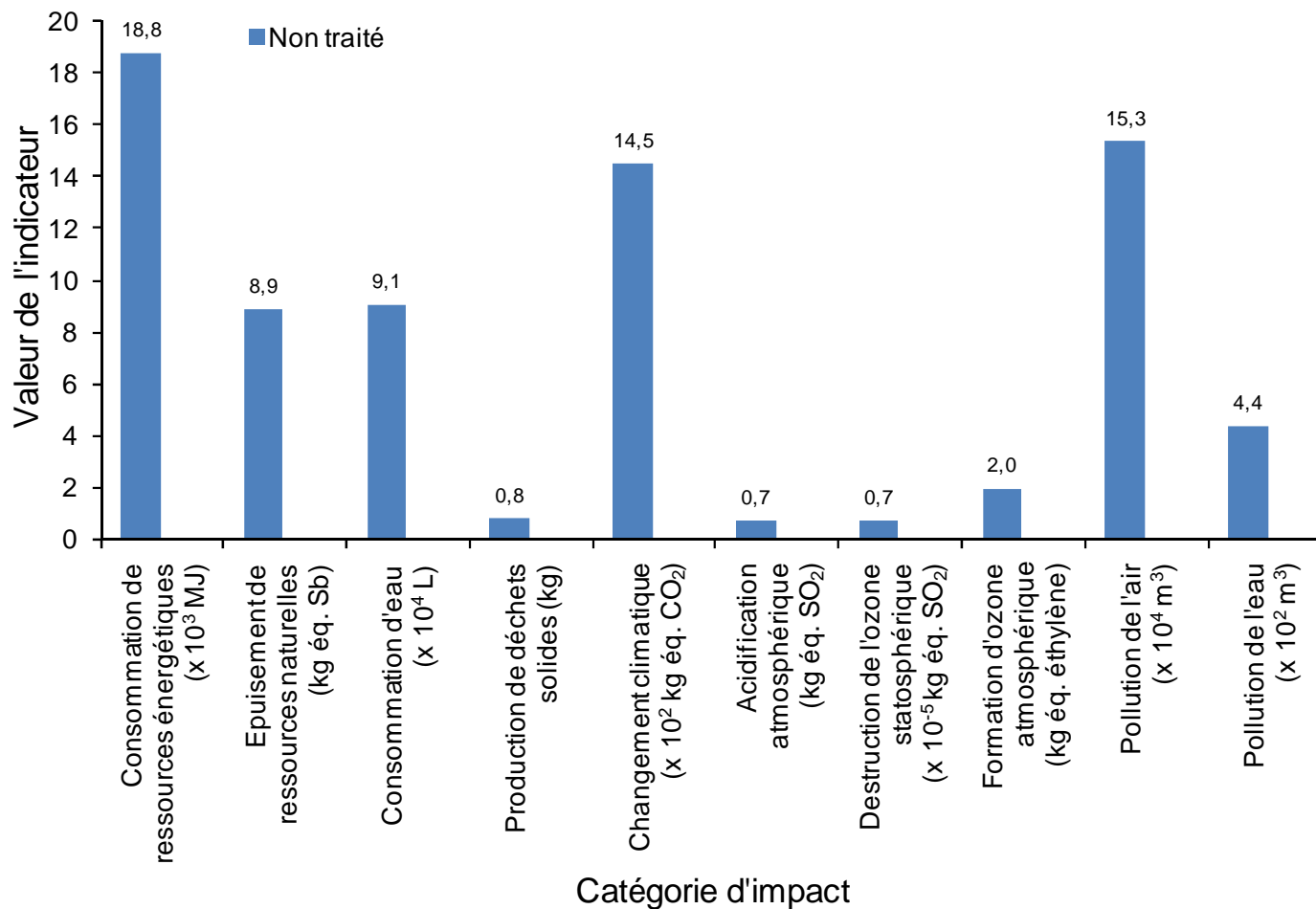
44 500 L

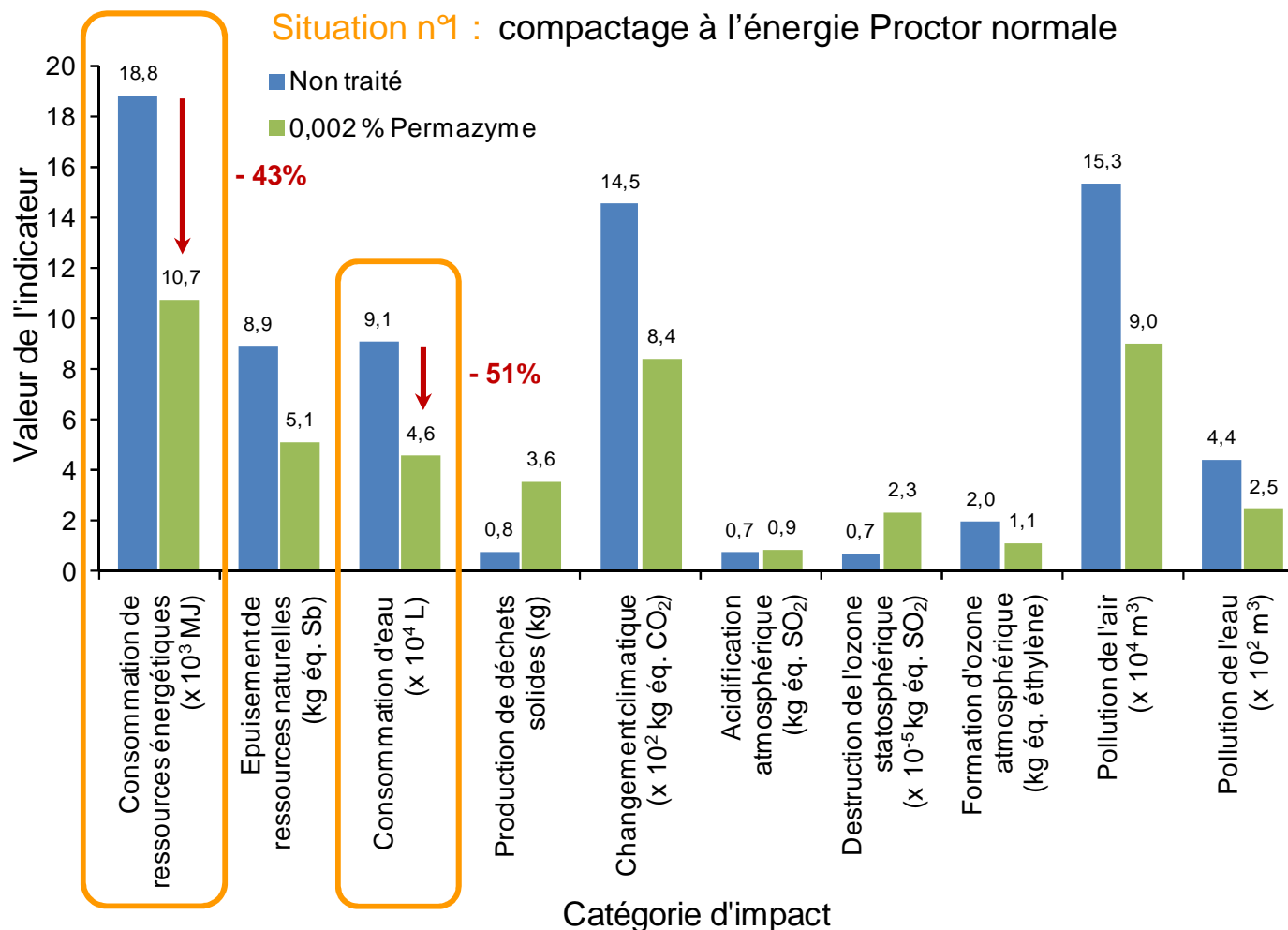


35,6 kg

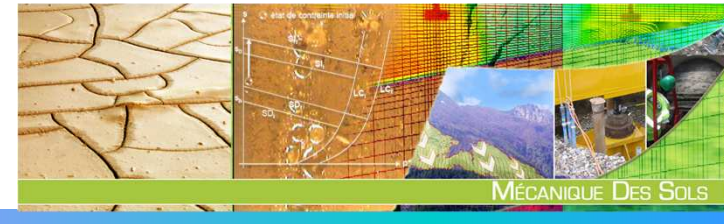


### Situation n°1 : compactage à énergie constante

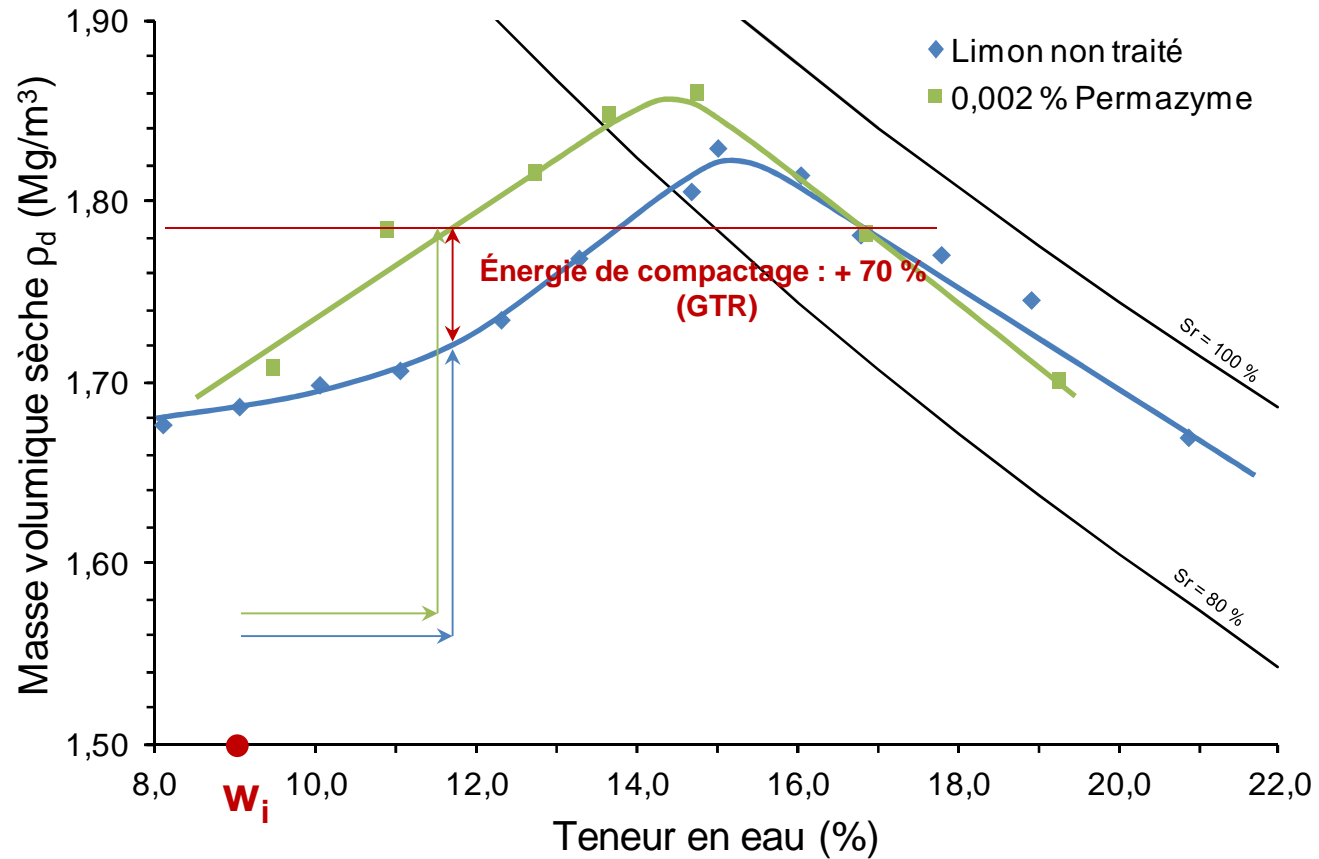




**Réduction des impacts environnementaux pour la variante traitée**



### Situation n°2 : compactage à teneur en eau finale identique





### Variantes non traitées

#### Carburants

#### Eau

Situation n°1



491 L



89 000 L

Situation n°2



282 L



44 500 L

### Traitement à la Permazyme

#### Carburants

#### Eau

#### Permazyme



264 L



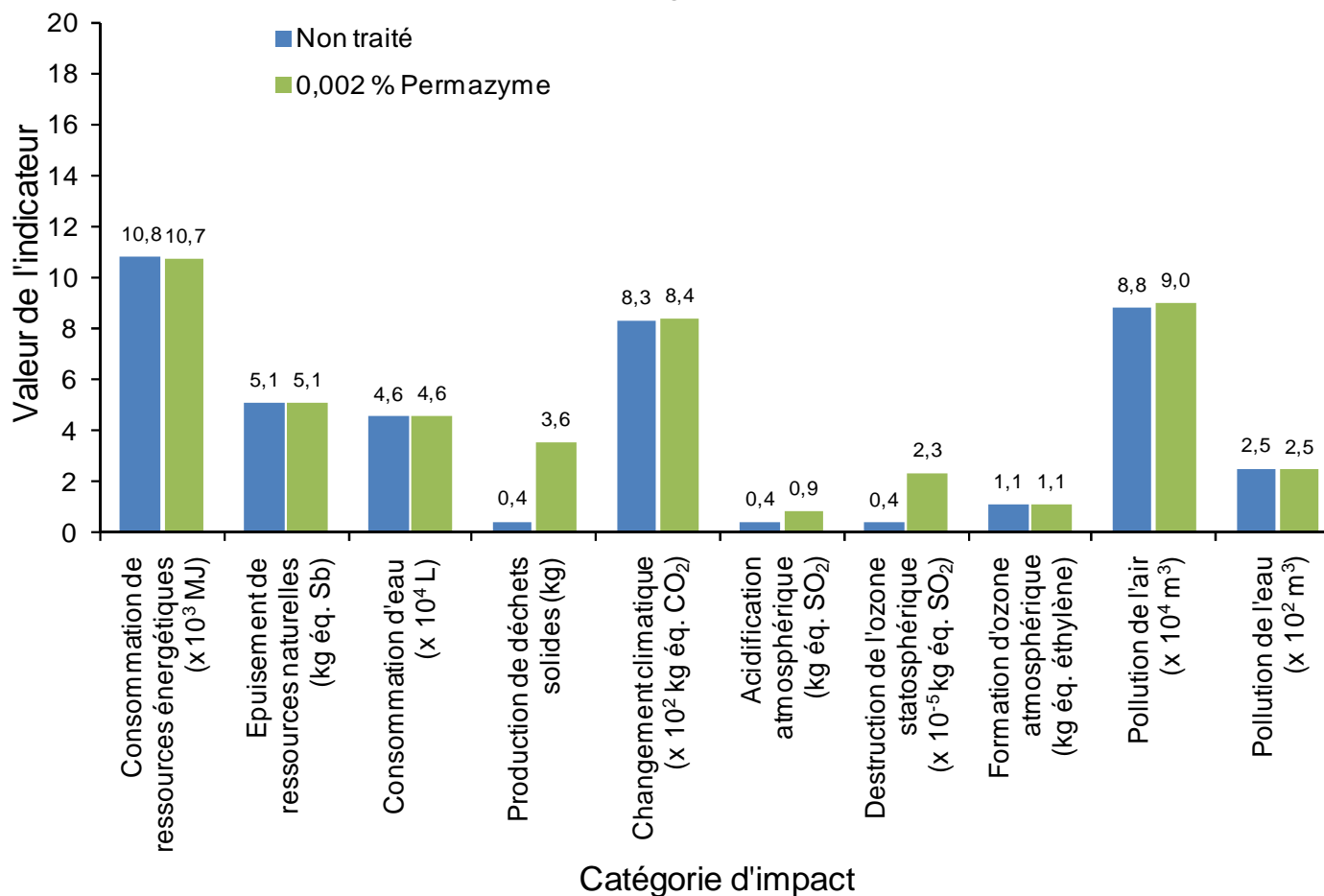
44 500 L



35,6 kg



### Situation n°2 : compactage à teneur en eau constante



**Impacts environnementaux équivalents entre les deux variantes**



### Aspects techniques

- Augmentation de la compacité du limon après traitement à la Permazyme et au lignosulfonate

- ➔ Mise en œuvre facilitée des sols secs
- ➔ Favorable à la durabilité de l'ouvrage

- Nécessite de caractériser l'évolution des propriétés au cours du temps
- Le sol retrouve son comportement non traité

### Aspects environnementaux

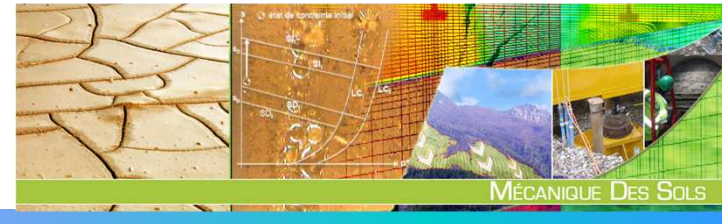
- Économies d'eau et d'énergie lors de la mise en œuvre

Intérêt augmenté dans les zones où l'eau est difficilement accessible / non renouvelable

Produits organiques biodégradables

Il est toujours envisageable de recourir à une technique de mise en œuvre sans traitement

➔ Choix d'un traitement : motivation technique ET environnementale ←



**Merci de votre attention**