

Les Produits et Techniques de la Route Durable



Economie et Recyclage de Matériaux





David FALLONE



**Directeur Technique de Eiffage
Travaux Publics Méditerranée**

Les Produits et Techniques de la Route Durable

Economie et Recyclage de Matériaux

Plan de l' exposé

- ◆ introduction : notion de gisement et de valorisation
- ◆ recyclage à chaud en enrobés
- ◆ plate-formes de recyclage de matériaux de déconstruction du BTP
- ◆ recyclage in situ

- sous un double éclairage :

La réglementation



Les pratiques
locales

Recyclage exogène et recyclage endogène

◆ exogène :

|| oui ... quelques exemples :

↳ MACHEFERS, PNEUS, LAITIERS, (**BITUME** ?)

|| réglementation :

↳ GTR catégorie F

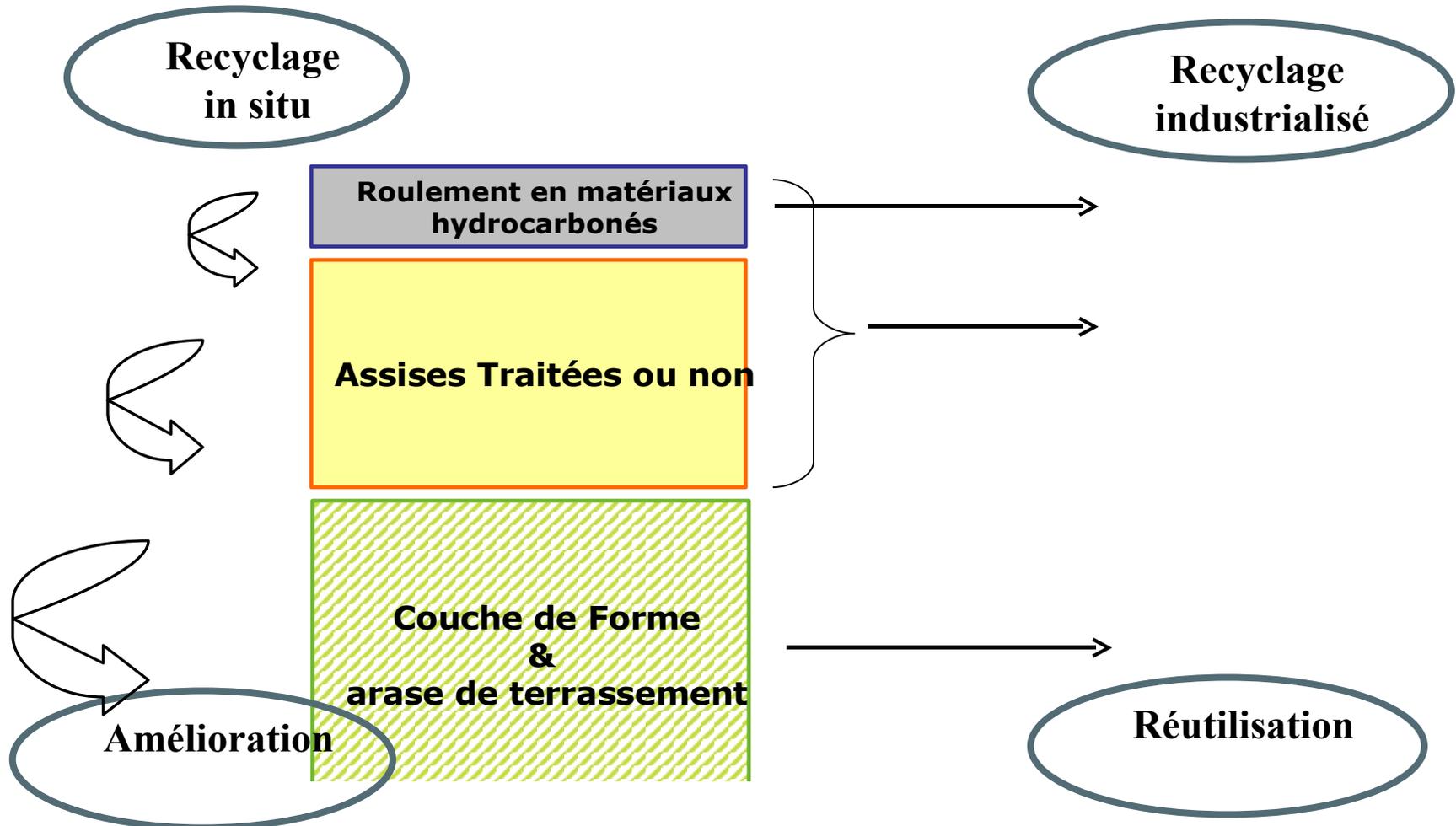
↳ normes : application des mêmes normes que les autres composants

|| **Mais** : les déchets du BTP représente 85% du tonnage des déchets en France ! Donc, la préoccupation n° 1 , ce sont les déchets endogènes

Les Produits et Techniques de la Route Durable

Economie et Recyclage de Matériaux

Recyclage : le gisement endogène



Notion de niveau de valorisation :

- ◆ **Idée-force : essayer d'éviter de sous-valoriser les matériaux lors du recyclage .**
- ◆ **Sous-valorisation** dans les cas suivants :
 - || utilisation d'enrobés concassés pour fabriquer des GNT
 - || mélange de GNT et terres pour élaborer un sol type B31 pour couche de forme
- ◆ **chercher des voies de sur-valorisation :**
 - || fabrication de coupures pour GB à partir de béton concassé
 - || traitement in situ de GNT pour obtenir une assise en MTLH

Eclairage « réglementation » :

- ◆ loi du 13 juillet 1992,
- ◆ rend obligatoire (à partir de 2002) la valorisation , le réemploi ou le recyclage des déchets_
- ◆ Circulaire du 15 février 2000 :
- ◆ relative à la création des plans de gestion des déchets du BTP .
- ◆ Introduit la notion de matériaux nouveaux (recyclés)
- ◆ Circulaire du 18 juin 2001 :
- ◆ plus spécifique aux déchets du réseau routier national .
- ◆ facilite certaines pratiques liées aux recyclage

Première partie :

Recyclage d ' agrégats d ' enrobés

Recyclage d'agrégats d'enrobés

◆ 3 voies :

- ▮ **sous-valorisation forte** : réutilisation de fraisats en sous-couche (remblais, couche de forme sous chaussée, assise de trottoir)
- ▮ sous-valorisation faible : mélange avec matériaux divers et fabrication de GNT : chapitre suivant
- ▮ **bonne valorisation** : élaboration d'agrégats d'enrobés et recyclage en enrobés à chaud (ou à froid)

● Recyclage à chaud d'agrégats d'enrobés

- ◆ - 4 enjeux

Technologie

Réglementation

Logistique

Psychologie

Technologie

Adaptation technologique des postes d' enrobage

- ◆ **évolution rapide en quelques années.**
- ◆ **Tous les types de poste possible :**
 - ▮ tour d' enrobage discontinue : faible taux (<20%)
 - ▮ tambour-sécheur-enrobeur : fort taux (jusqu' à 40%)
- ◆ **études de formulation**
- ◆ **performances de plus en plus reconnues :**
 - ▮ résistance à l'orniérage
 - ▮ maniabilité accrue (pré-enrobage = lubrification)

Les Produits et Techniques de la Route Durable

Economie et Recyclage de Matériaux

Technologie



Réglementation

Une évolution « européenne » positive .

◆ Normes « produits » européennes

- ‡ NF EN 13108-1 : enrobés de tous types
- ‡ NF EN 13108-2, BBTM
- ‡ NF EN 13108-7 : BBDr

◆ pas de limite ni de restriction à l' utilisation d' agrégats d' enrobés .

◆ Définition de l' agrégat d' enrobés : NF EN 13108-8

◆ Caractérisation de l' agrégat d' enrobés : NF EN 12697-43

◆ Guide d' utilisation des normes enrobés (GUNEC) : des restrictions **indicatives** de taux de recyclage, en fonction de la qualité des agrégats et de leur régularité et de la position de l' enrobé dans la chaussée .

Les Produits et Techniques de la Route Durable

Economie et Recyclage de Matériaux

Réglementation

Tableau tiré du « GUNEC », 2008

Utilisation des agrégats d'enrobés

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------|---------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Usage dans la chaussée | Couche de roulement | | 0 % | 10 % ⁽¹⁾ | 30 % | 10 % | 40 % | |
| | Couche de liaison | | 10 % | 20 % | 30 % | 40 % | | |
| | Couche d'assise | | | | | | | |
| Composants de l'agrégat d'enrobé | Liant bitumineux | Teneur | TL _{NS} | TL ₂ | TL ₁ | | | |
| | | Pénétrabilité ou TBA | B _{NS} | | B ₂ | B ₁ | | |
| | Granulat | Granularité | G _{NS} | | G ₂ | | G ₁ | |
| | | Caractéristiques intrinsèques | R _{NS} | | | R ₁ | R _{NS} | R ₁ |

Logistique

- la plate-forme d'élaboration d'agrégats d'enrobés
 - ◆ étape incontournable
 - ◆ collecte et centralisation des approvisionnements en progrès mais perfectibles
 - ◆ élaboration par concassage et/ou criblage
 - ◆ Axe de progrès :
 - ▮ tri amont avec séparation par nature d'enrobés
 - ▮ élaboration d'agrégats sophistiqués apte à être utilisés même dans les enrobés discontinus

Logistique

- plate-forme d'élaboration d'agrégats d'enrobés



Psychologie

● L'ultime barrière .

- ◆ Enjeu important
- ◆ réticences à vaincre
- ◆ différenciation agrégats / fraisats positive
- ◆ image de produit d' « occasion » en train de s'estomper
- ◆ Axes de progrès :
 - || image de produit moins performant à améliorer
 - || L'esprit de la Circulaire 2001-39 de juin 2001, destinée à favoriser le recyclage, par delà certaines contraintes réglementaires, doit perdurer et être relayé par tous les acteurs

Recyclage à chaud des enrobés: CONCLUSION

- ◆ **progrès immenses accomplis**
- ◆ **quelques points durs à lever**
- ◆ **ne pas prendre systématiquement comme modèle ou objectif les taux de recyclage des pays du Nord de l'Europe, au gisement très supérieur ...**

Deuxième partie :

Recyclage de matériaux de déconstruction du BTP

Recyclage de matériaux de déconstruction du BTP

- ◆ matériaux divers constituant le gisement :

- ▮ **enrobés (sous-valorisation)**

- ▮ GNT

- ▮ sols

- ▮ béton

- ▮ produits en béton

- ▮ briques, agglos

- ▮ etc ...

PLATE FORMES de VALORISATION

◆ **méthode :**

- || regroupement sur des plates-formes
- || tri
- || concassage/criblage

◆ **taille et localisation des plates-formes variables**

◆ **Axe de progrès : une reconnaissance de la qualité de la production . (système de maîtrise de la production incluant la traçabilité des matériaux entrant)**

PLATE FORME de VALORISATION



Recyclage sur plate-formes

- ◆ **produits élaborés :**

- ▮ matériaux pour couche de forme

- ▮ **GNT à 100% recyclée**

- ▮ coupures pour béton

- ▮ sable pour remblaiement de tranchées

- ▮ autres ..

- ◆ **Axes de progrès : GNT de type « B », plus conforme aux normes européennes en vigueur**

- ◆ **idée neuve : GNT à x% de recyclé (x<100) ... comme enrobés**

Recyclage sur plate-formes

- ◆ **Références normatives : exemple d ' une GNT**
- ◆ **Norme produit européenne : **NF EN 13285** (mai 2004)**
 - || application en France depuis cette date .
 - || pas de différenciation entre GNT naturelle et recyclée
 - ↳ **mêmes exigences**
 - || mais : quelques essais supplémentaires (teneur en sulfates solubles)
 - || classement selon nature des constituants : 4 catégories A1 à A4, dans une annexe informative ...
 - || absence de matériaux organiques (teneur < 0,1% en masse)
- ◆ **Norme « granulats »:**
 - || européenne : NF EN 13242
 - || française : XP P 18.545

GNT d'origine recyclée: quelle restriction d'usage ?

- ◆ Réponse : **AUCUNE !**
- ◆ Respect des exigences normatives , en particulier l'absence de matériaux « interdits »
- ◆ utilisation pour tous usages:
 - || assises de chaussées selon trafic et guide de structure
 - || assises de voies non circulées
 - || remblaiement de tranchées

**ATTENTION plus encore que
pour les enrobés à la
« PSYCHOLOGIE »**

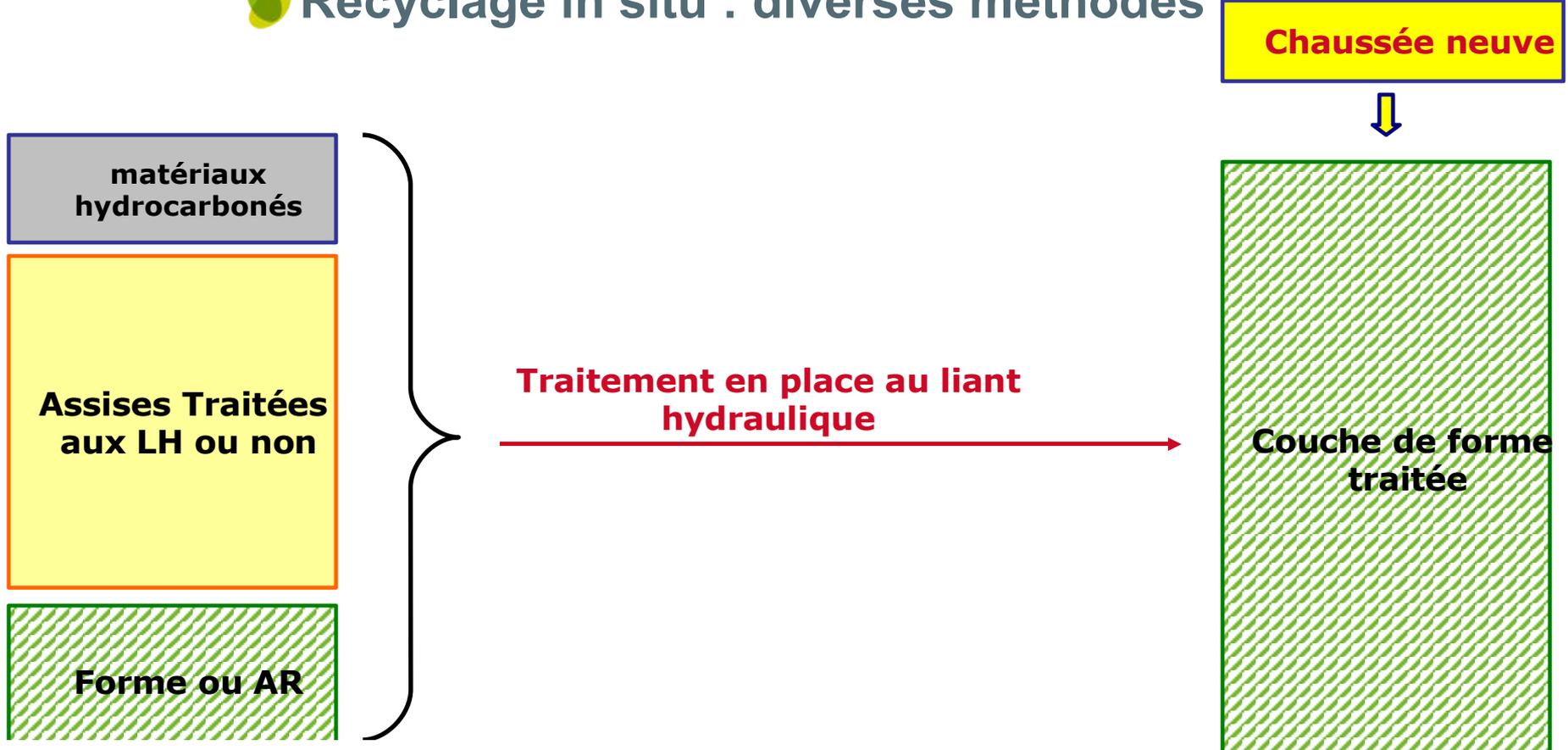
Troisième partie :

Recyclage in situ

Recyclage in situ

- ◆ **Couche de roulement seule**
- ◆ **Couches d'assises**
- ◆ **Couche de forme**
- ◆ **L'ensemble de la structure**

Recyclage in situ : diverses méthodes



Recyclage in situ : ④ amélioration de portance plate-forme

- ◆ **Guide traitement des sols à la chaux et/ou aux LH** (Setra, 2000)
- ◆ **Guide des terrassements routiers** (GTR, 1992)
- ◆ **exemple tiré du GTR 1992,**
 - || pour passer d ' une AR2 à une PF3, il faut traiter en place au liant hydraulique 30 cm de matériaux grenus de classe mécanique 4 (couple Rt/Et en zone 3)
- ◆ **Sous valorisation des couches nobles existantes ...**
- ◆ **possibilité offerte désormais de réaliser une assise traitée à partir de sol : guide Traitement des sols à la Chaux et/ou LH - Application à la réalisation des assises de chaussées** (Setra, septembre 2007)

Recyclage in situ . ④ amélioration de portance plate-forme

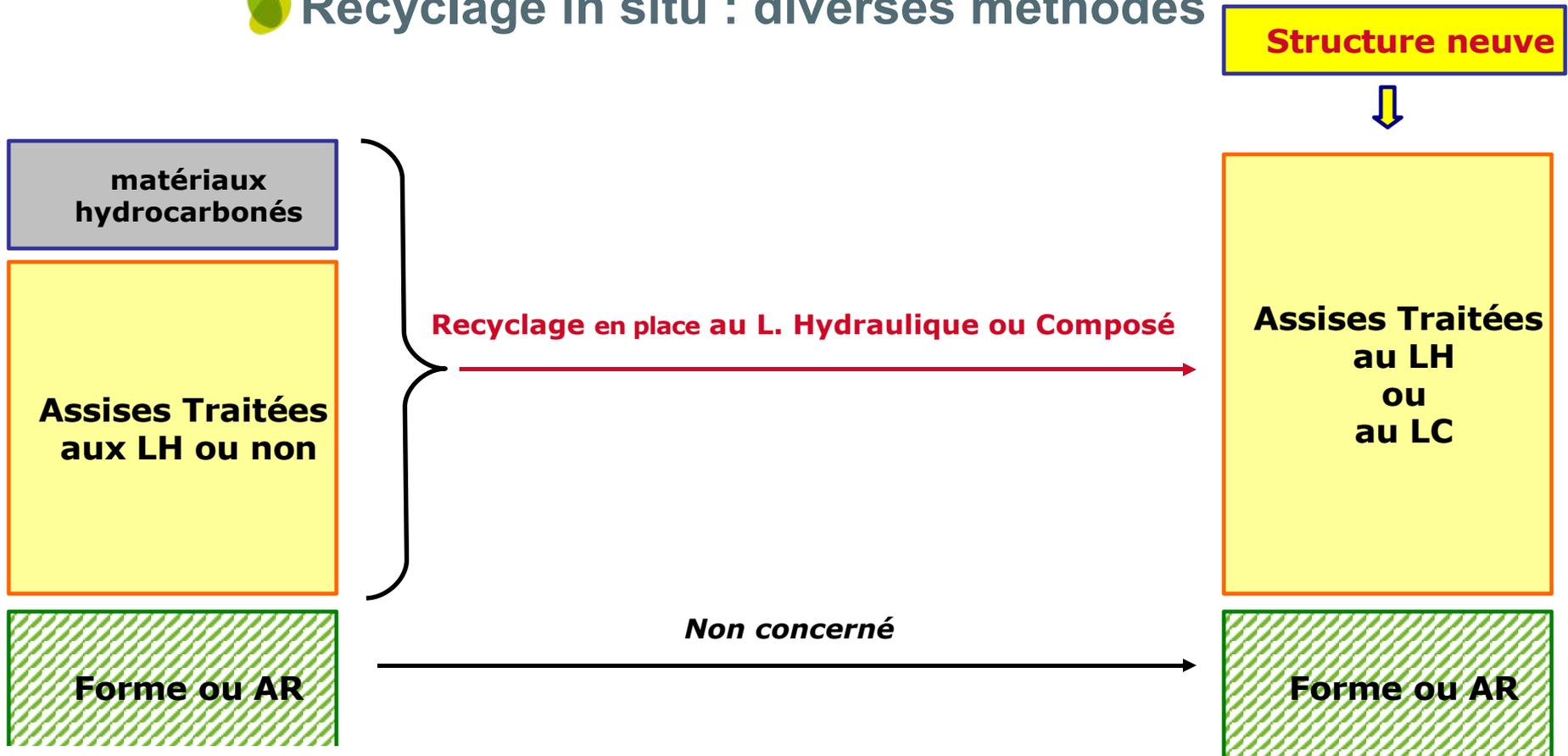
◆ Matériel nécessaire :

- || recycleuse de chaussée de grande puissance (Coefficient HEPIL)
- || matériel spécifique dédié
- || épandeur de liant performant (coefficient LTV)
- || éventuellement : fraiseuse de chaussée (si forte épaisseur de matériaux bitumineux)
- || atelier de réglage / compactage traditionnel

Recyclage in situ . ④ amélioration de portance plate-forme



Recyclage in situ : diverses méthodes



Recyclage in situ . ③ Assises traitées

- ◆ **Guide Retraitement en place à froid des anciennes chaussées (SETRA, juillet 2003)**
 - || 5 classes de traitement :
 - ↳ classe I, II et III : émulsion
 - ↳ **classe IV : liant hydraulique**
 - ↳ **classe V : liant composé**
- ◆ **Normes européenne MTLH série NF EN 14227-1, 2, 3 et 5**
- ◆ **2 contraintes :**
 - || machines de malaxage performantes (HEPIL = 33333)
 - || études plus poussées (Rt, Et , sensibilité, variabilité ...)

Recyclage in situ . ③ Assises traitées



Exemple de Résultats Environnementaux sur un chantier de recalibrage de 5 km de long

Economie de ressources :

- ◆ 15.000 tonnes **de matériaux de carrières**
- ◆ 150 tonnes **de bitume pour grave bitume**
- ◆ 35.000 litres **de gasoil/fioul**

Economie de mise en décharge :

- ◆ 8.000 m³ **de déblais évités**

Sauvegarde du patrimoine routier :

- ◆ **Charroi de 1.500 PL évité sur la voirie avoisinante**

Les Produits et Techniques de la Route Durable

Economie et Recyclage de Matériaux

Calcul de réduction des émissions de GES (Gaz à effet de serre) :

| | |
|--|-------------------------------|
| ◆ Charroi (gasoil des camions) | -115 t CO ² |
| ◆ Terrassement (pelle mécanique) | -10 t CO ² |
| ◆ Matériaux de carrière | -150 t CO ² |
| ◆ Remblai (atelier de MO) | - 10 t CO ² |
| ◆ Grave bitume | - 115 t CO ² |
| ◆ Mise en œuvre GB..... | - 5 t CO ² |
| ◆ Atelier ARC 700 | +15 t CO² |
| ◆ Liant hydraulique (cycle complet) | + 115 t CO² |
| <hr/> | |
| ◆ TOTAL | -275 t CO² |

Non pris en compte : la diminution des rejets des automobiles lors des ralentissements de circulation évités

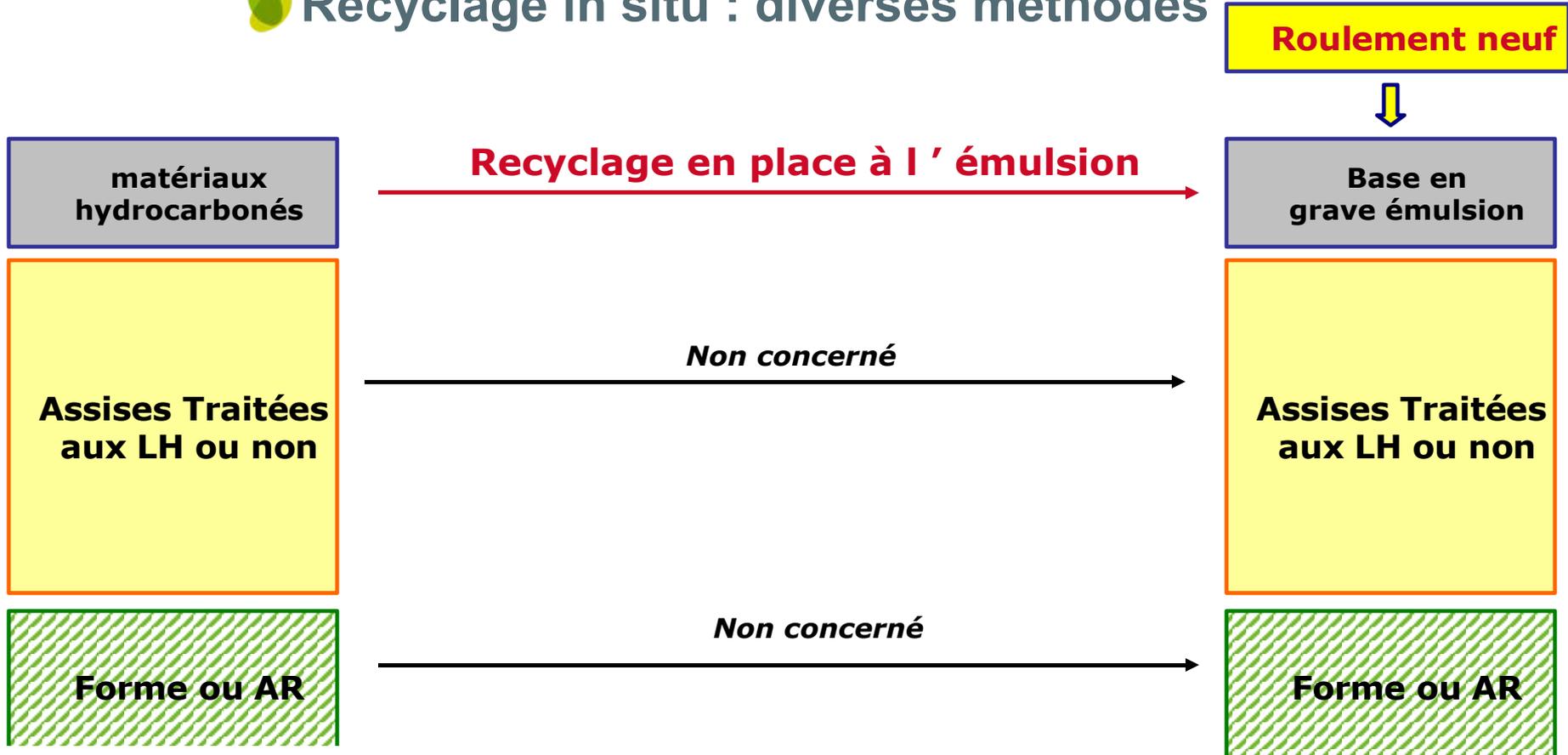


Les Produits et Techniques de la Route Durable

Economie et Recyclage de Matériaux

2

Recyclage in situ : diverses méthodes



Recyclage in situ . ② Base en grave émulsion

- ◆ **Guide Retraitement en place à froid des anciennes chaussées (SETRA, juillet 2003)**
 - 5 classes de traitement :
 - ◆ **classe I, II et III : émulsion**
 - ◆ **classe IV : liant hydraulique**
 - ◆ **classe V : liant composé**
- ◆ **Norme française grave émulsion XP P 98-121, fév 2005**

Recyclage in situ ② Base en grave émulsion

◆ MATERIEL :

- ▮ recycleuse de chaussée + atelier de réglage
- ▮ ou
- ▮ machine de recyclage /répandage spécifique + raboteuse
- ▮ atelier de compactage traditionnel (cylindre vibrant + compacteur à pneus)
- ▮ ou
- ▮ passage par une centrale à froid + mise en œuvre finisseur
- ▮ atelier de compactage

Recyclage in situ ② Base en grave émulsion



Recyclage in situ ② Base en grave émulsion

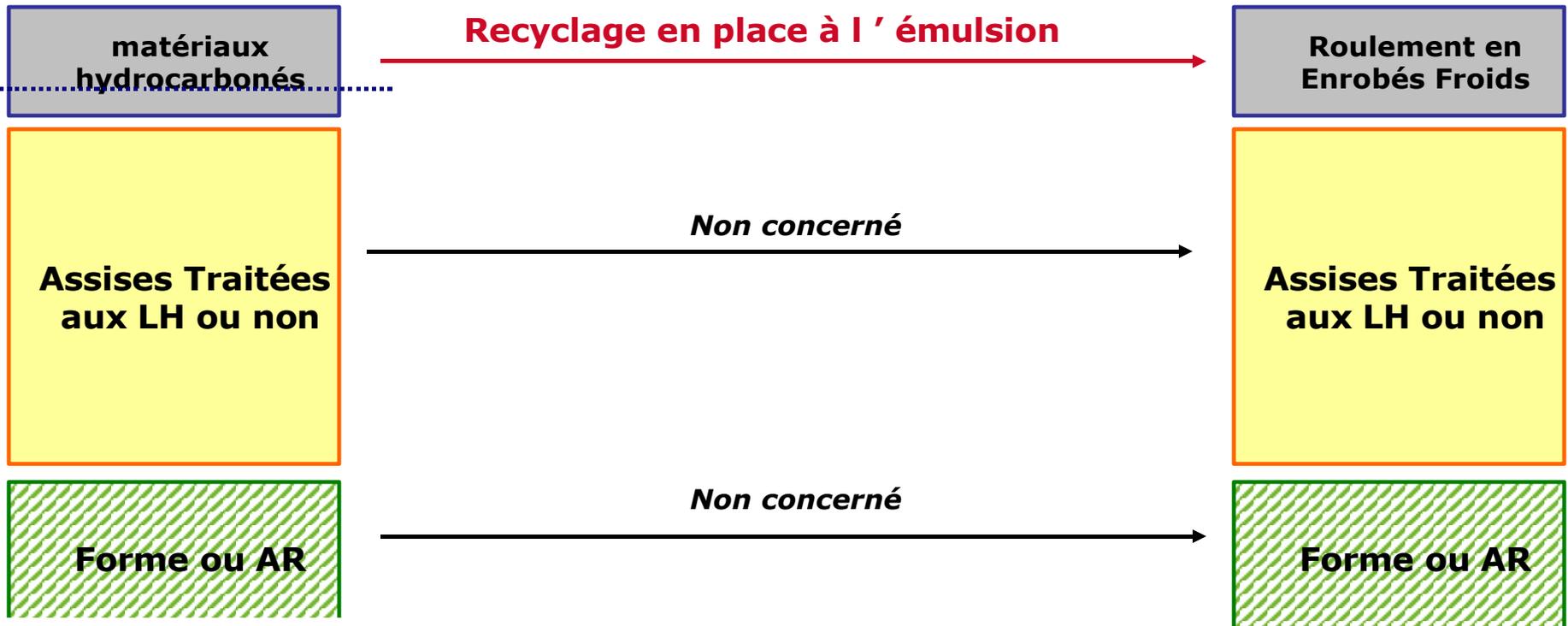
- ◆ Gain en consommation d ' énergie et diminution des émissions de GES :
 - ▮ jusqu ' à -50% en énergie Et en rejet de GES

Les Produits et Techniques de la Route Durable

Economie et Recyclage de Matériaux

Recyclage in situ : diverses méthodes ...

1



Recyclage in situ . ① Enrobés froids

- ◆ **Guide Retraitement en place à froid des anciennes chaussées (SETRA, juillet 2003)**
- ◆ **Guide Retraitement des chaussées et recyclage des matériaux bitumineux de chaussées (SETRA, juillet 2004)**
- ◆ **Norme française enrobés à froid ...NF P 98-139 de janvier 1994**

|| un peu caduque ...

Recyclage in situ . ① Enrobés froids

◆ matériel et méthode de travail :

- || identique à ② ci dessus (grave émulsion)
- || attention à la sélection des couches : respect des exigences pour les caractéristiques intrinsèques des granulats de couche de roulement

Recyclage in situ : conclusions

- ◆ **Avantages « développement durable » supplémentaires de plus en plus décisif :**
 - ▮ économie de transport , donc de rejet de GES (CO² en particulier)
 - ▮ moindre sollicitations des voiries avoisinant les chantiers
 - ▮ moindre gêne aux usagers et riverains (furtivité du chantier ...)
- ◆ **inconvenient : part d ' « empirisme » importante lié à la réalisation quasi intégrale de l ' ouvrage « in situ »**
- ◆ **inconvenient : réglementation moins détaillée ou ancienne, souvent basée sur des guides techniques d ' excellente facture, mais au poids réglementaire moindre que les normes et/ou lois**
- ◆ ***Exemple à suivre***



Merci de votre attention

