



# Journée technique

## Planches expérimentales de mâchefers dans les Côtes d'Armor 2002-2012

### Caractérisation environnementale de NIVEAU 3

*Christelle NAUDAT – Cerema Ouest / Département Laboratoire de Saint-Brieuc  
groupe Route Durable et Économe*

# Valorisation des MIDND en technique routière

- **Caractérisation environnementale** : le relargage du déchet doit être éco-compatible : pas de transfert de pollution de l'ouvrage vers le milieu
- **Caractérisation mécanique** : la valorisation du déchet ne doit pas s'effectuer au détriment de la qualité de l'ouvrage

L'étude est spécifique au scénario d'utilisation visé : remblai, couche de forme, couches d'assise, traitement avec un liant, formulation ...

# Rappel du contexte en 2002

Réglementation autorisant l'utilisation de mâchefers en TP :

↳ **Circulaire du 09 mai 1994** du Ministère de l'Environnement

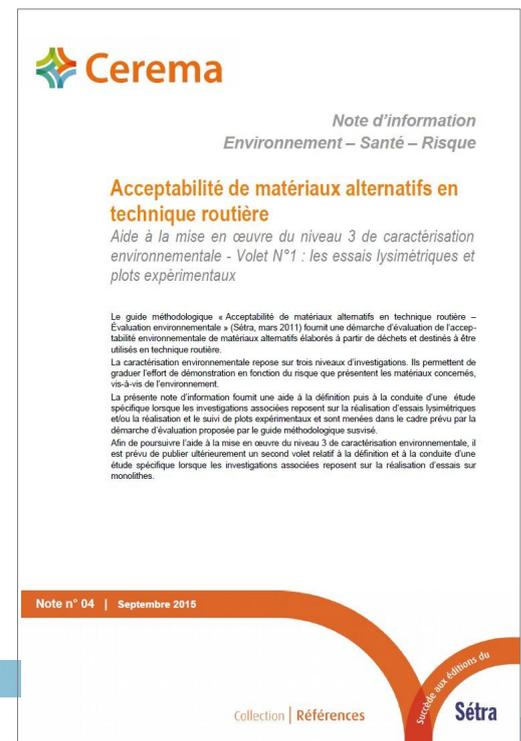
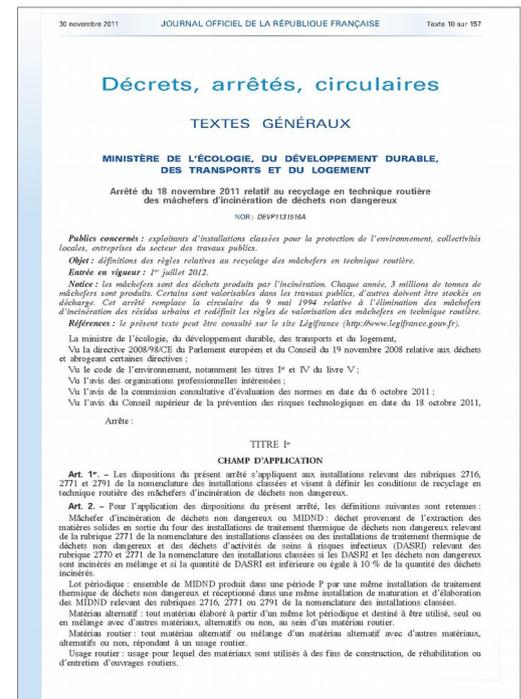
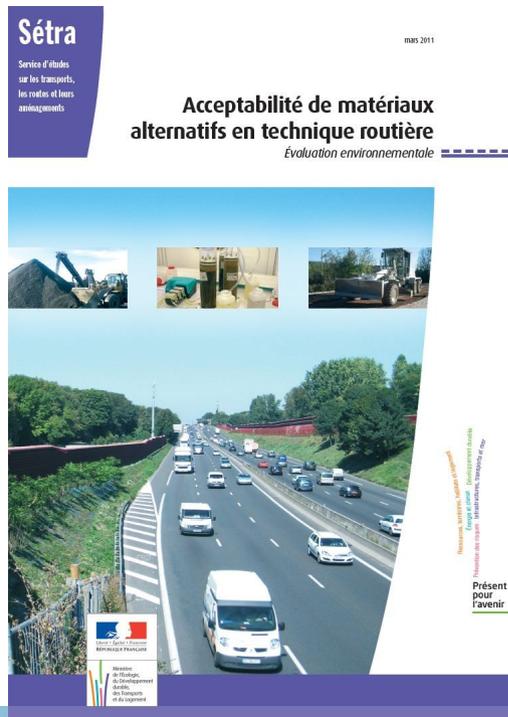
↳ *Essai de lixiviation (NF X 31-210 – 3 x 16 h – rapport L/S = 10) permettant de contrôler les caractéristiques environnementales – Catégories « V », « M » ou « S »*

↳ *Pas représentatif des conditions d'exposition d'un déchet dans un scénario routier*

**Validation sur site réel nécessaire (norme XP ENV 12920 - 1998)**

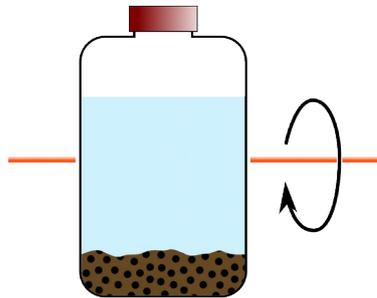
# Réglementation depuis 2011

- Arrêté du 18 novembre 2011
- Guides « Acceptabilité MATR » :
  - guide général de mars 2011
  - guide spécial MIDND d'octobre 2012
- Note Niveau 3 (lysimètres et plots) de septembre 2015

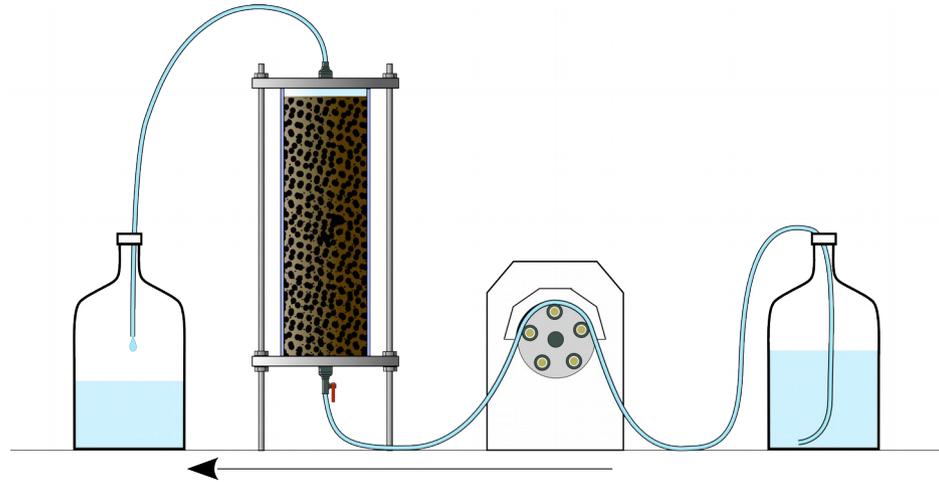


# Caractérisation environnementale (MA et MR)

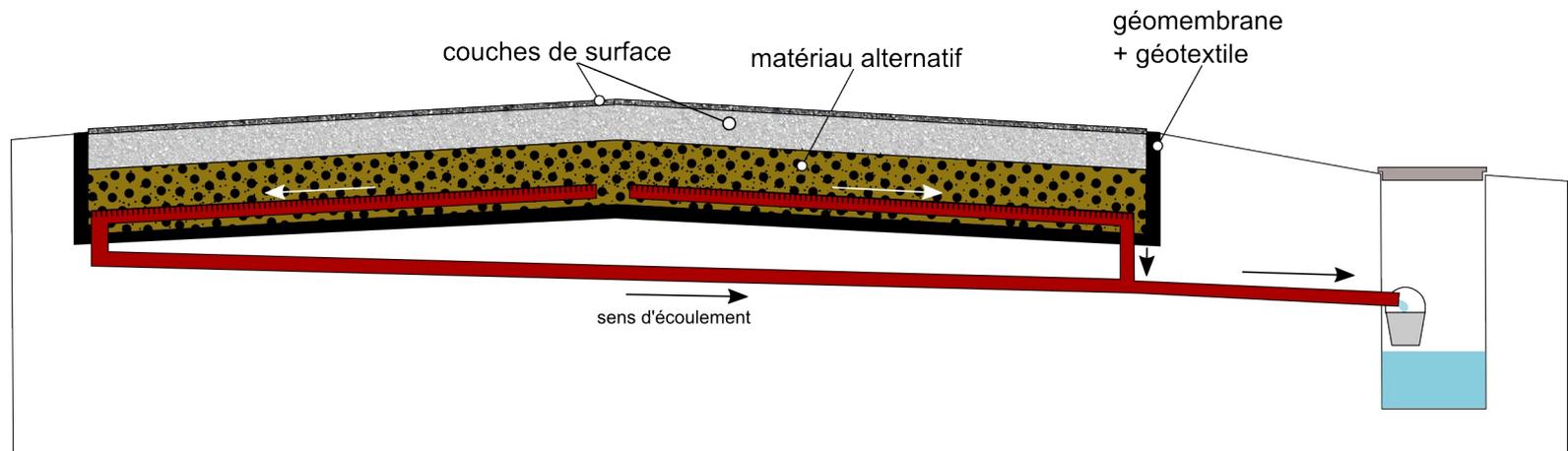
**NIVEAU 1** : lixiviation (NF EN 12457-2)  
0/4 mm – 100 g – 24h – L/S = 10



**NIVEAU 2** : percolation (NF CEN/TS 14405)  
0/16 mm – 2 à 3 kg – 1 mois – L/S = 0 à 10 (7 éch.)



**NIVEAU 3** : planche expérimentale  
0/D mm – X tonnes – 1 an au moins – L/S > 0,1



# Conception des planches expérimentales

Laboratoire de Saint-Brieuc ↔ Conseil Général des Côtes d'Armor

## Principe d'une chaussée expérimentale

*(avec fond de forme étanche pour récupérer la totalité des eaux de pluie ayant percolé au travers de la chaussée)*

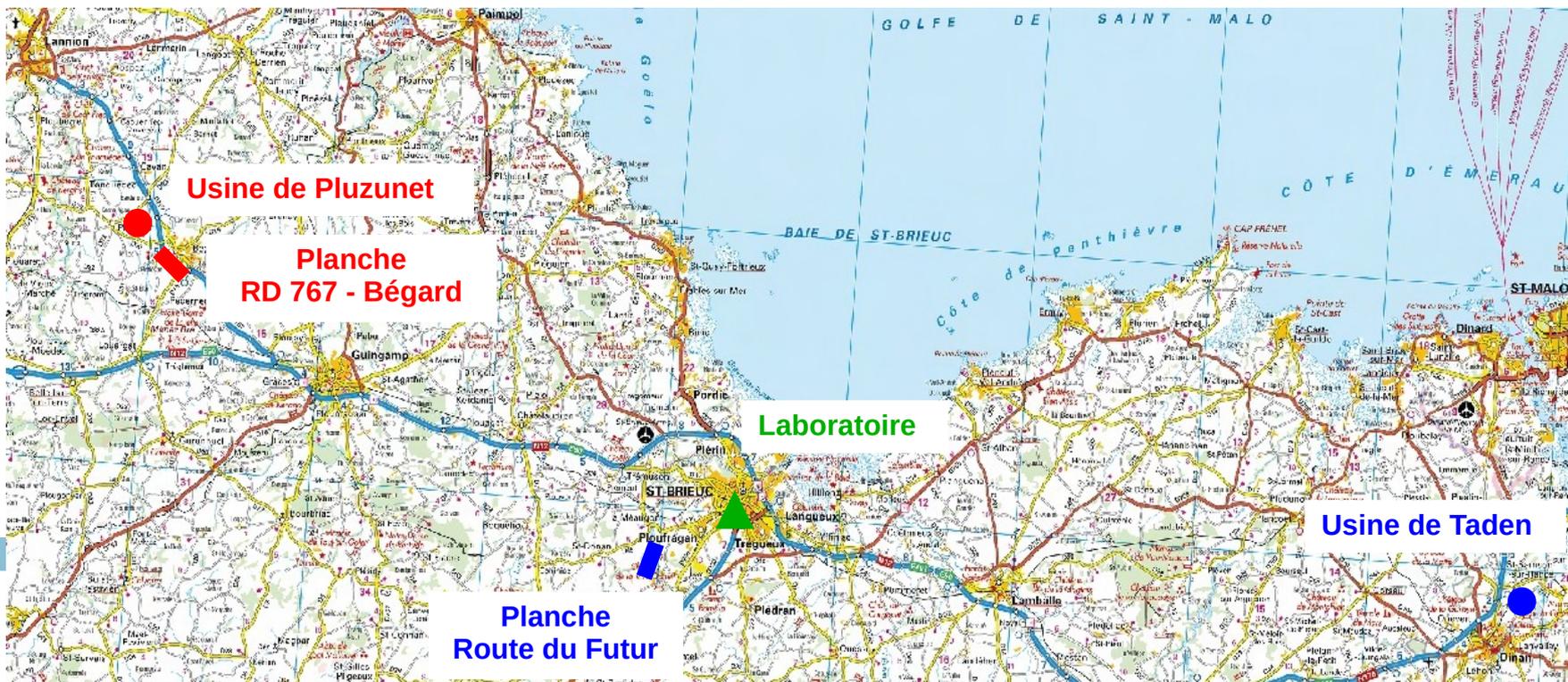
+

## Suivi environnemental

*(suivi quantitatif et qualitatif des eaux de percolation)*

## Utilisation des mâchefers de 2 usines du département 22

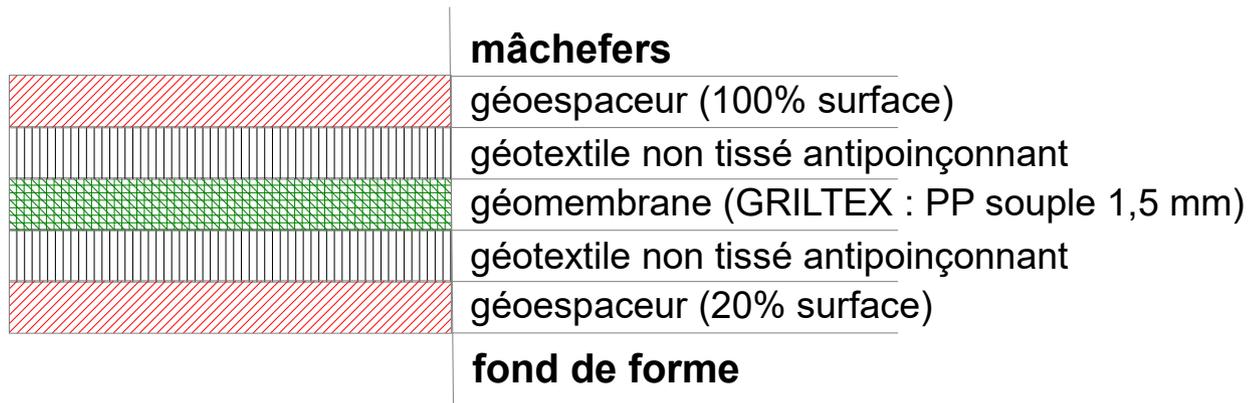
*(Taden et Pluzunet)*



# Conception des planches expérimentales

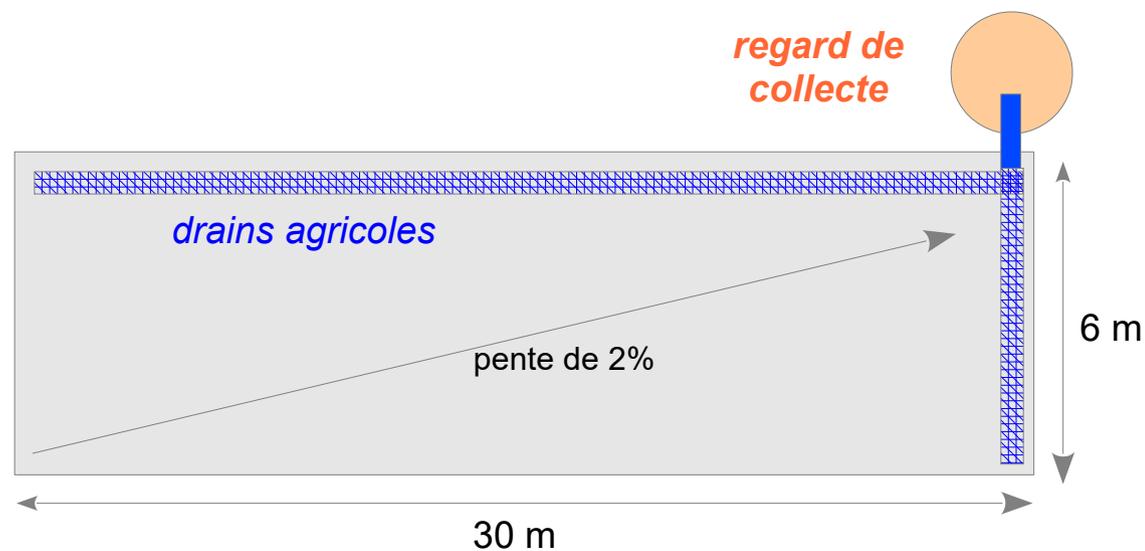
## ► Route du Futur (Ploufragan)

### Dispositif d'étanchéité et de collecte des eaux de percolation



Surface de la planche : 180 m<sup>2</sup> (30 m x 6 m)

Regard de collecte en béton : 800 L



# Conception des planches expérimentales

## ► Route du Futur (Ploufragan)



*préparation du fond de forme*



*pose du géotextile*



*pose de la géomembrane et du géotextile de protection*



*pose du géoespaceur*

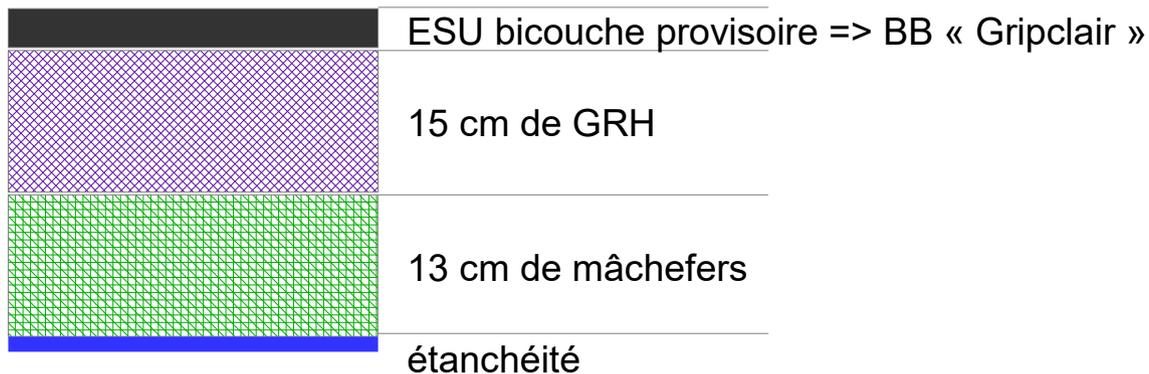


*pose du regard de collecte*

# Conception des planches expérimentales

## ► Route du Futur (Ploufragan)

### Structure de la chaussée



### Mâchefers :

- usine de Taden
- production octobre 2001
- Circulaire 09/05/94 : cat. « V »
- mise en œuvre en février 2002
- 13 cm / 39,6 tonnes



# Conception des planches expérimentales

## ► Route du Futur (Ploufragan)



*mise en œuvre GRH*



*enduit provisoire*

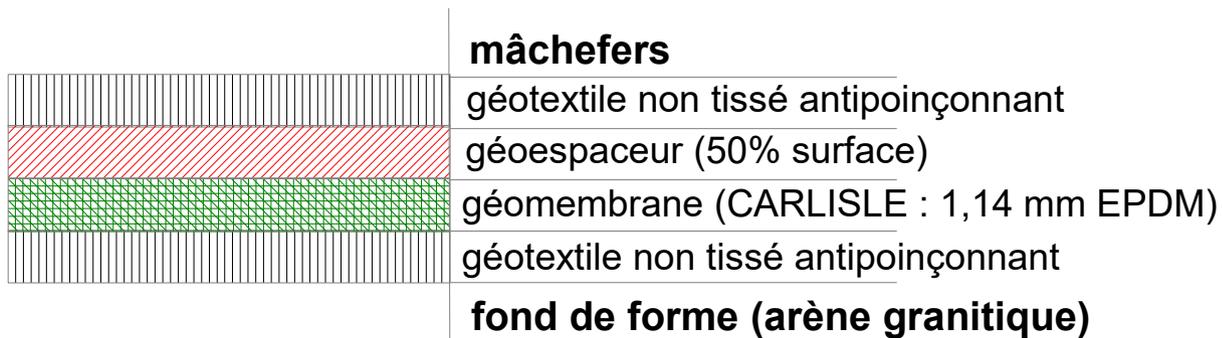


*Route du Futur, 2011*

# Conception des planches expérimentales

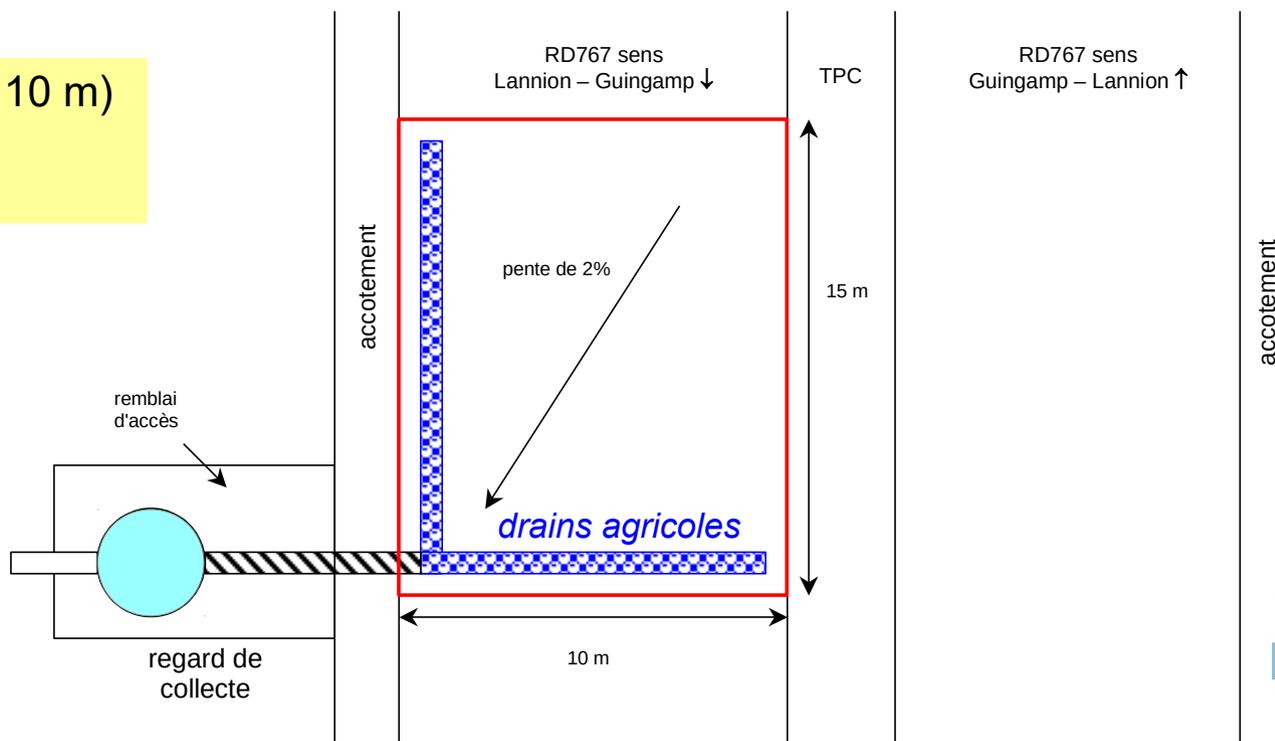
## ► RD 767 (Déviation de Bégard)

### Dispositif d'étanchéité et de collecte des eaux de percolation



Surface de la planche : 150 m<sup>2</sup> (15 m x 10 m)

Regard de collecte en béton : 2500 L



# Conception des planches expérimentales

## ► RD 767 (Déviation de Bégard)



*pose du géotextile sur le fond de forme*



*pose de la géomembrane*



*pose du géospaceur et du géotextile de protection*

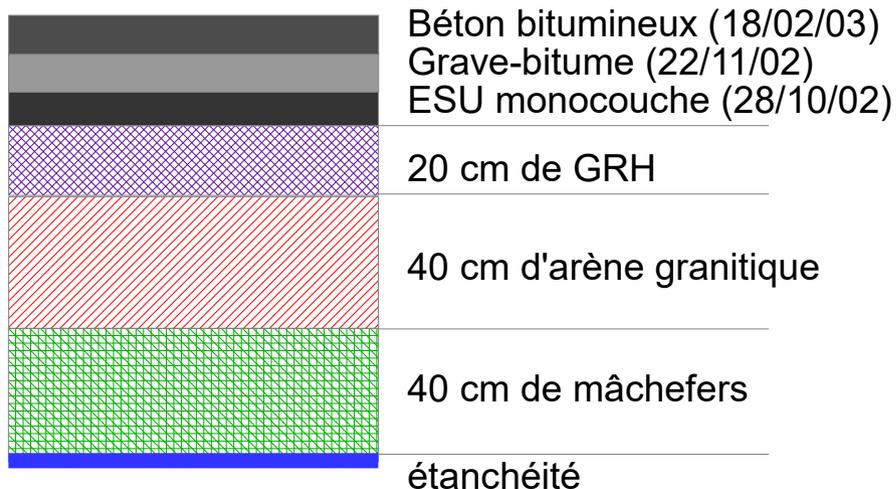


*pose des drains latéraux*

# Conception des planches expérimentales

## ► RD 767 (Déviation de Bégard)

### Structure de la chaussée



### Mâchefers :

- usine de Pluzunet
- Circulaire 09/05/94 : cat. « V »
- production juin 2002
- mise en œuvre en octobre 2002
- 40 cm / 153 tonnes



*mise en œuvre des mâchefers*



*mise en œuvre de l'arène granitique*



*mise en œuvre du regard de collecte et du remblai d'accès*

# Conception des planches expérimentales

## ► RD 767 (Déviation de Bégard)



# Suivi des eaux de percolation

➤ **Suivi n°1 : dès la fin des travaux, pendant 18 mois**

	<b>Route du Futur</b>	<b>RD 767 Bégard</b>
dates du suivi initial	du 01/03/02 au 07/10/03	du 11/10/02 au 23/06/04
durée, nombres de relevés	585 jours, 80 relevés	620 jours, 48 relevés
échantillons d'eau prélevés / durée	11 prélèvements / 19 mois	12 prélèvements / 20 mois
volume total collecté	31,8 m <sup>3</sup>	86,0 m <sup>3</sup>
rapport L/S à 12 mois à 18 mois	0,72 0,79	0,37 0,52
données pluviométriques	Météo France – station de Saint-Brieuc	Météo France – station de Cavan

↪ **analyses : pH, conductivité, COT, chlorures, sulfates, métaux (As, Cd, Cr VI, Cu, Hg, Pb)**

# Suivi des eaux de percolation

## ➤ Suivi n°2 : 6 mois supplémentaires

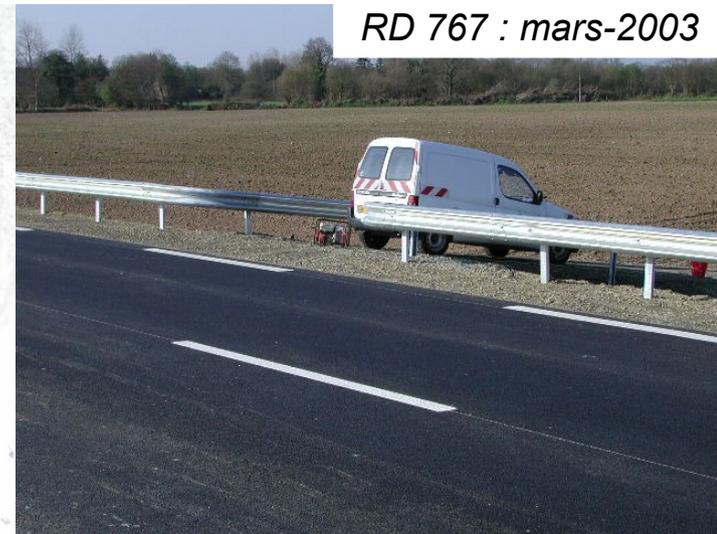
À la demande du CG 22, poursuite de l'étude :

- 2 prélèvements supplémentaires / planche (6 mois)
- pas de suivi des volumes collectés
- Route du Futur : 20/04/04 et 15/10/04
- RD 767 Bégard : 01/12/04 et 22/08/05

RD 767 : nov-2002



RD 767 : mars-2003



# Suivi des eaux de percolation

## ➤ Suivi n°3 : en 2012, 10 ans après la construction, pendant 18 mois

### Méthodologie pour la réactivation des 2 planches expérimentales :

- demande du Sétra (Cerema ITM)
- nettoyage du regard de collecte et mise en place d'un seau pour les prélèvements
- suivi des volumes collectés
- caractérisation complète de la qualité des eaux sur quelques événements pluvieux (+ mesures pH et conductivité à chaque intervention)
- récupération des données pluviométriques locales (+ chroniques depuis la fin des suivis initiaux)



*État des regards de collecte lors de la pré-visite  
Route du Futur*



# Suivi des eaux de percolation

➤ **Suivi n°3 : en 2012, 10 ans après la construction, pendant 18 mois**

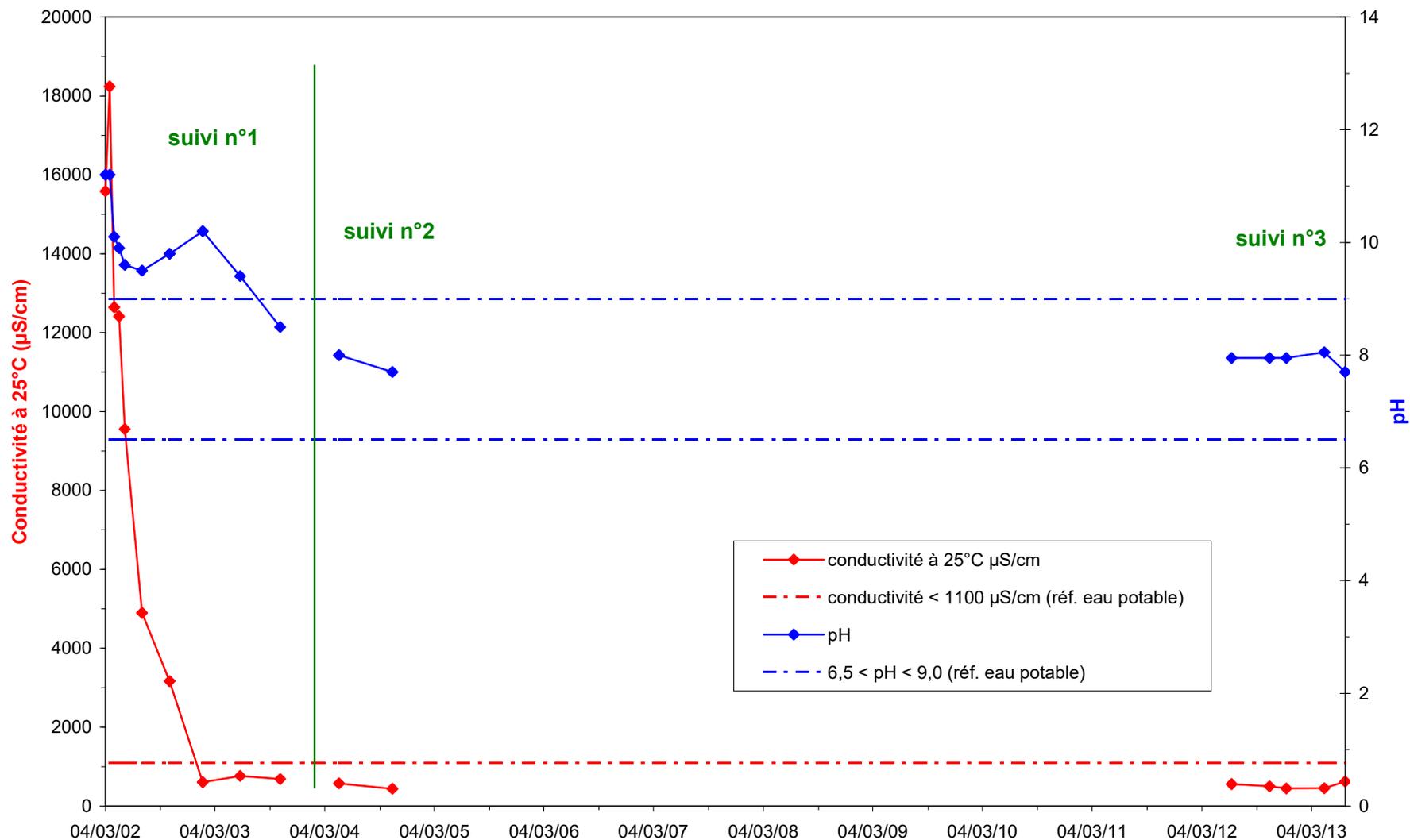
	<b>Route du Futur</b>	<b>RD 767 Bégard</b>
dates du suivi	du 16/01/12 au 24/06/13	du 17/01/12 au 05/07/13
durée, nombres de relevés	525 jours, 26 relevés	535 jours, 14 relevés
échantillons d'eau prélevés	5 prélèvements (pH, cond.) <i>dont 3 éch. analysés</i>	12 prélèvements (pH, cond.) <i>dont 3 éch. analysés</i>
volume total collecté suivi n°3	0,5 m <sup>3</sup>	24,9 m <sup>3</sup>
données pluviométriques	site Internet InfoClimat – station de Saint-Brieuc	site Internet InfoClimat – station de Lannion

<b>Estimation après 11 années</b>		
<i>Volume total</i>	92 m <sup>3</sup>	429 m <sup>3</sup>
<i>Rapport L/S</i>	2,3	2,8

# Suivi des eaux de percolation

Route du  
Futur

## ► Qualité des eaux : pH et conductivité



# Suivi des eaux de percolation

Route du  
Futur

## ► Qualité des eaux : autres paramètres

Paramètres	suivi n°1 valeur initiale	valeur max. suivis n°1 et 2	valeur après suivi n°2	suivi n°3 éch. 1	suivi n°3 éch. 2	suivi n°3 éch. 3	Seuils "eau potable"	Seuils "acceptabilité envir. matériau routier"
Chlorures (mg/L)	4715	6325	32 → 57,5	44,3	70,0	250	8500	
Sulfates (mg/L)	405	469	94 → 94,8	68,3	108,0	250	7000	
COT (mg/L)	511	540	3,3 → 5,6	2,5	3,8	2,0	-	
As (µg/L)	24	22	< 5,0 → < 1,0	< 1,0	< 0,5	10	300	
Cd (µg/L)	1,7	2,7	< 0,2 → < 0,1	< 0,1	< 0,1	5,0	300	
Cu (µg/L)	457 *	457	14 → 13,9	9,8	9,4	2000	30000	
Pb (µg/L)	138	307	< 5,0 → < 1,0	< 1,0	< 1,0	25	3000	



oct-04 → janv-12  
même niveau

Note d'information  
Environnement – Santé – Risque

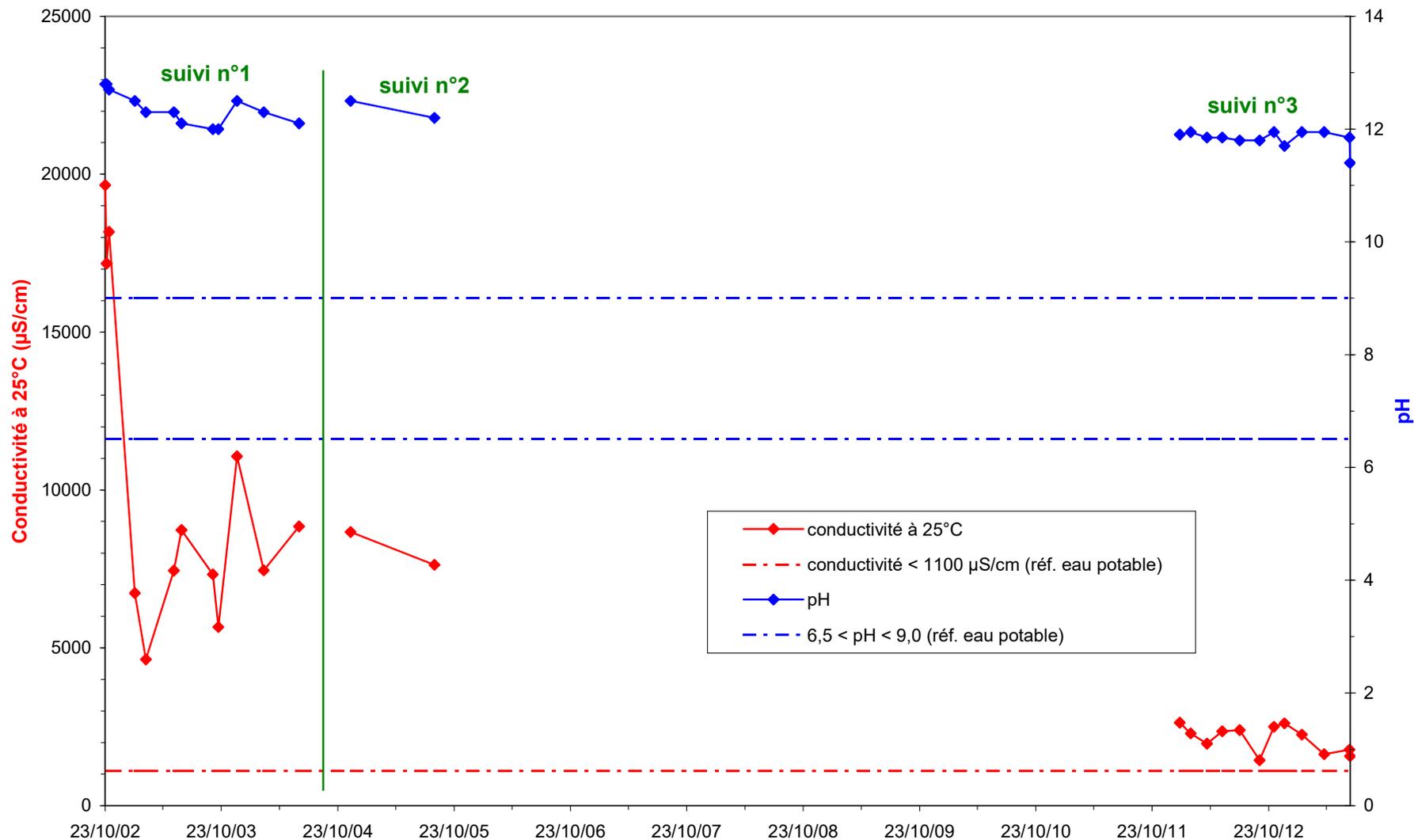
### Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière

Aide à la mise en œuvre du niveau 3 de caractérisation environnementale - Volet N°1 : les essais lysimétriques et plots expérimentaux

# Suivi des eaux de percolation

**RD 767  
Bégard**

## ► Qualité des eaux : pH et conductivité



# Suivi des eaux de percolation

**RD 767  
Bégard**

## ➤ Qualité des eaux : autres paramètres

Paramètres	suivi n°1 valeur initiale	valeur max. suivis n°1 et 2	valeur après suivi n°2	suivi n°3 éch. 1	suivi n°3 éch. 2	suivi n°3 éch. 3	Seuils "eau potable"	Seuils "acceptabilité envir. matériau routier"
Chlorures (mg/L)	2279	2279	997	266	284	237	250	8500
Sulfates (mg/L)	210	504	198	94	97,2	71,4	250	7000
COT (mg/L)	316	316	158	5,5	9,4	13,1	2,0	-
As (µg/L)	12	14	12	< 1,0	2,5	1,2	10	300
Cd (µg/L)	< 0,2	5,0	3,6	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5,0	300
Cu (µg/L)	6454	6454	102	7,6	4,8	8,2	2000	30000
Pb (µg/L)	790	790	5,0	1,0	1,6	< 1,0	25	3000



août-05 → janv-12  
diminution

Note d'information  
Environnement – Santé – Risque

### Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière

Aide à la mise en œuvre du niveau 3 de caractérisation environnementale - Volet N°1 : les essais lysimétriques et plots expérimentaux

# Synthèse

- **Dès le début** du suivi, les concentrations dans les eaux collectées sont **inférieures aux valeurs limites des émissions** fixées par la note n°4 de sept. 2015
- **Après 11 ans**,
  - pour la Route du Futur, confirmation des valeurs de concentrations obtenues après le suivi n°2 (inférieures aux limites de quantification pour la plupart des métaux)
  - pour la RD 767, diminution des concentrations entre les suivis n°2 et 3 (inférieures aux seuils « eau potable » pour la plupart des paramètres)

↪ Ces résultats confortent la filière de valorisation des mâchefers en technique routière.

# Merci

- **Christelle NAUDAT**  
**Responsable Activité Évaluation Environnementale, Déchets, Économie Circulaire**  
*Département Laboratoire de Saint-Brieuc / groupe Route Durable et Économe*  
*5, rue Jules Vallès – 22015 Saint-Brieuc cedex*  
*Tél. : +33(0)2 96 75 93 61 – Port. : +33(0)6 66 32 94 08*  
[christelle.naudat@cerema.fr](mailto:christelle.naudat@cerema.fr)
- Guides disponibles en version papier ou électronique (abonnement) sur le site : <http://dtrf.cerema.fr>

