



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

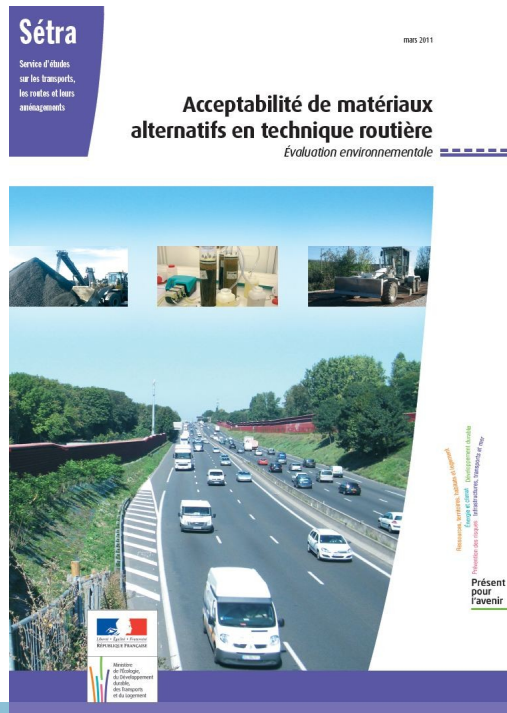
↳ *Essai de lixiviation (NF X 31-210 – 3 x 16 h – rapport L/S = 10) permettant de contrôler les caractéristiques environnementales – Catégories « V », « M » ou « S »*

↳ *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



30 novembre 2011 JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE Texte 10 sur 157

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT

Arrêté du 18 novembre 2011 relatif au recyclage en technique routière des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux

NOR: DEVP131316A

Publics concernés : exploitants d'installations classées pour la protection de l'environnement, collectivités locales, entreprises du secteur des travaux publics.

Objet : définition des règles relatives au recyclage des mâchefers en technique routière.

Entrée en vigueur : 1^{er} juillet 2012.

Notes : les mâchefers sont des déchets produits par l'incinération. Chaque année, 3 millions de tonnes de mâchefers sont produits. Certains sont valorisés dans les travaux publics, d'autres doivent être stockés ou déchargés. Cet arrêté remplace la circulaire du 9 mai 1994 relative à l'élimination des mâchefers d'incinération des résidus urbains et redéfinit les règles de valorisation des mâchefers en technique routière.

Références : le présent acte peut être consulté sur le site Légifrance (<http://www.legifrance.gouv.fr>).

Le ministre de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement,
Vu la directive 2008/98/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets et abrogeant certaines directives ;
Vu le code de l'environnement, notamment les titres I^{er} et IV du livre V ;
Vu l'avis des organisations professionnelles intéressées ;
Vu l'avis de la commission consultative d'évaluation des normes en date du 6 octobre 2011 ;
Vu l'avis du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques en date du 18 octobre 2011,

Arrête :

TITRE I^{er}

CHAMP D'APPLICATION

Art. 1^{er}. – Les dispositions du présent arrêté s'appliquent aux installations relevant des rubriques 2716, 2771 et 2791 de la nomenclature des installations classées et visent à définir les conditions de recyclage en technique routière des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux.

Art. 2. – Pour l'application des dispositions du présent arrêté, les définitions suivantes sont retenues :
Mâcheron d'incinération de déchets non dangereux ou MIDND : déchet provenant de l'extraction des matières solides en sortie du four des installations de traitement thermique de déchets non dangereux relevant de la rubrique 2771 de la nomenclature des installations classées ou des installations de traitement thermique de déchets non dangereux, et des déchets d'activités de soins à risques infectieux (DASRI) relevant des rubriques 2770 et 2771 de la nomenclature des installations classées si les DASRI et les déchets non dangereux sont incinérés en mélange et si la quantité de DASRI est inférieure ou égale à 10 % de la quantité des déchets incinérés.
Lot pétrolique : ensemble de MIDND produit dans une période P par une même installation de traitement thermique de déchets non dangereux et réceptionné dans une même installation de muration et d'élaboration de MIDND relevant des rubriques 2716, 2771 ou 2791 de la nomenclature des installations classées.
Matériau alternatif : tout matériau dérivé à partir d'un même lot pétrolique et destiné à être utilisé, seul ou en mélange avec d'autres matériaux, alternatifs ou non, au sein d'un matériau routier.
Matériau routier : tout matériau alternatif ou mélange d'un matériau alternatif avec d'autres matériaux, alternatifs ou non, répondant à un usage routier.
Usage routier : usage pour lequel des matériaux sont utilisés à des fins de construction, de réhabilitation ou d'entretien d'ouvrages routiers.

Cerema

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

Le guide méthodologique « Acceptabilité de matériaux alternatifs en technique routière – Évaluation environnementale » (Séttra, mars 2011) fournit une démarche d'évaluation de l'acceptabilité environnementale de matériaux alternatifs élaborés à partir de déchets et destinés à être utilisés en technique routière.

La caractérisation environnementale repose sur trois niveaux d'investigations. Ils permettent de graduer l'effort de démonstration en fonction du risque que présentent les matériaux concernés, vis-à-vis de l'environnement.

La présente note d'information fournit une aide à la définition puis à la conduite d'une étude spécifique lorsque les investigations associées reposent sur la réalisation d'essais lysimétriques et/ou la réalisation et le suivi de plots expérimentaux et sont menées dans le cadre prévu par la démarche d'évaluation proposée par le guide méthodologique susvisé.

Afin de poursuivre l'aide à la mise en œuvre du niveau 3 de caractérisation environnementale, il est prévu de publier ultérieurement un second volet relatif à la définition et à la conduite d'une étude spécifique lorsque les investigations associées reposent sur la réalisation d'essais sur monolithes.

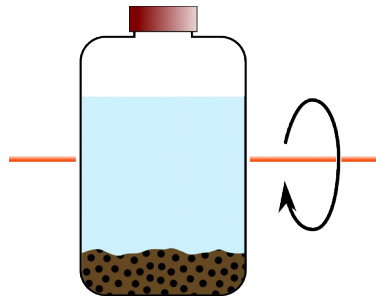
Note n° 04 | Septembre 2015

Collection | Références

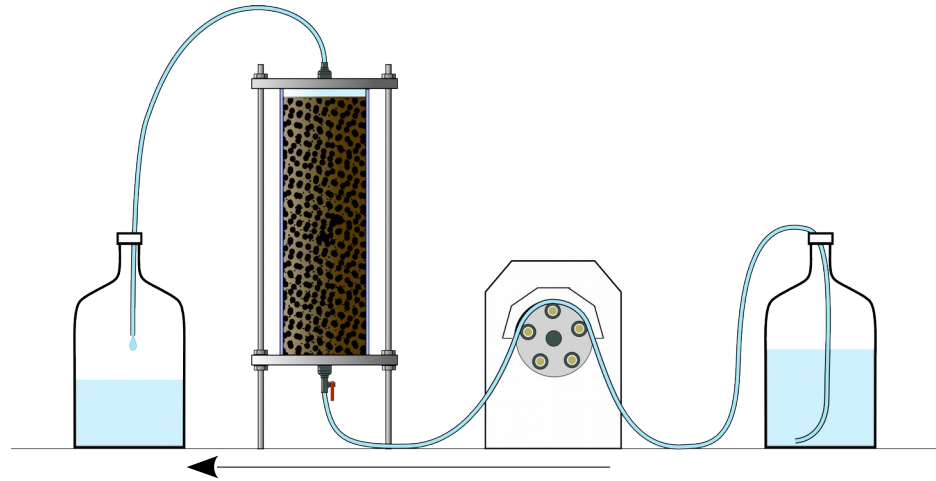
Succédés aux éditions du **Séttra**

Caractérisation environnementale (MA et MR)

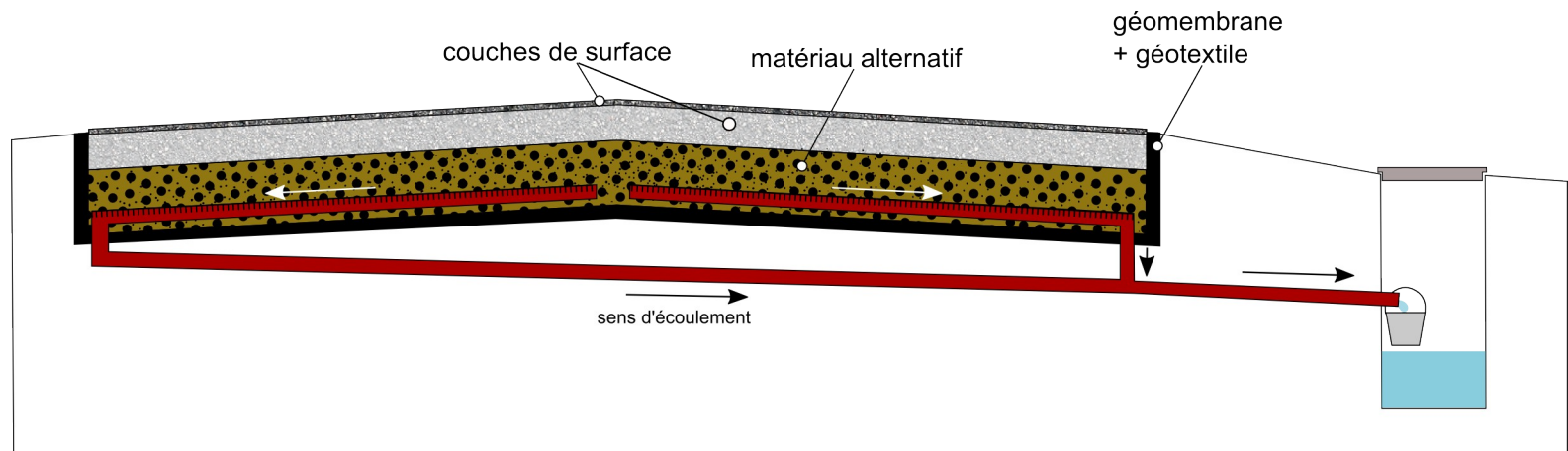
NIVEAU 1 : lixiviation (NF EN 12457-2)
0/4 mm – 100 g – 24h – L/S = 10



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)

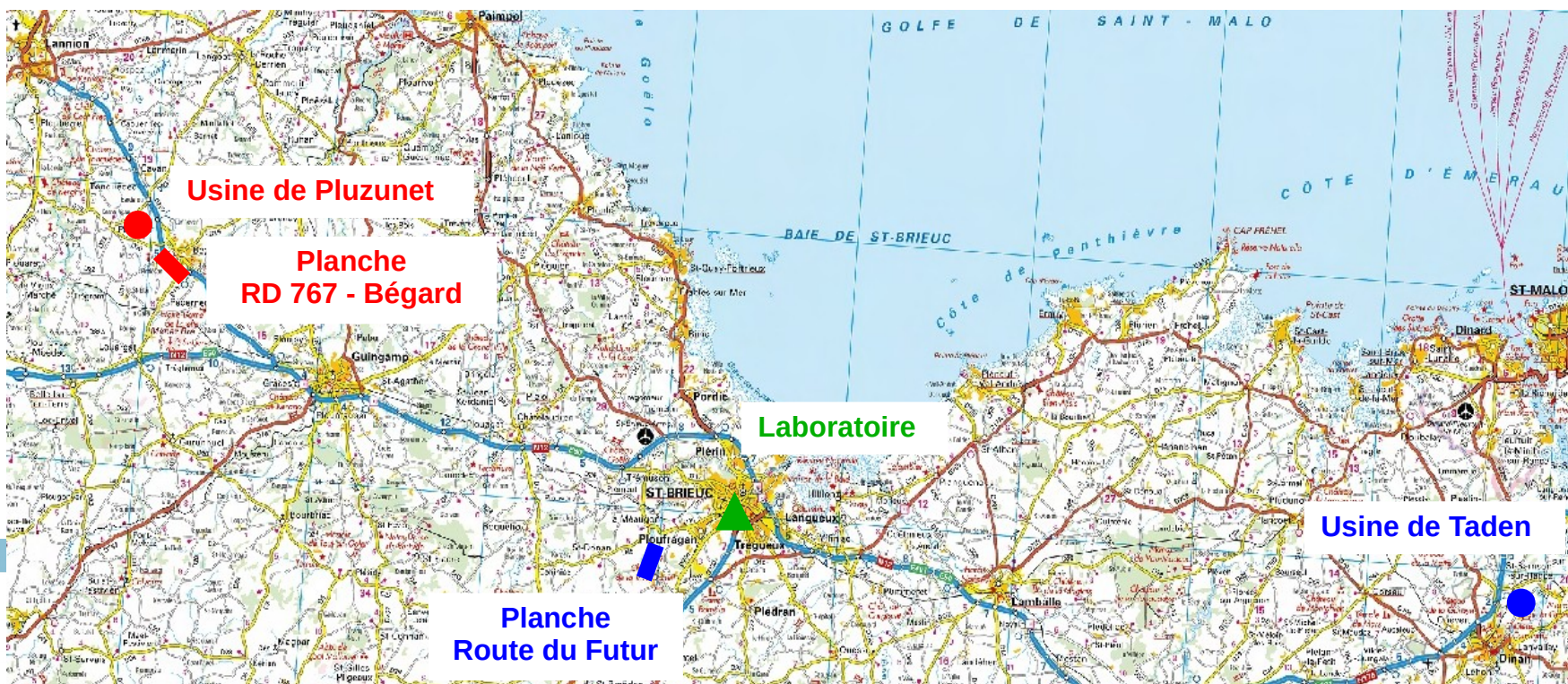
+

Suivi environnemental

(suivi quantitatif et qualitatif des eaux de percolation)

Utilisation des mâchefers de 2 usines du département 22

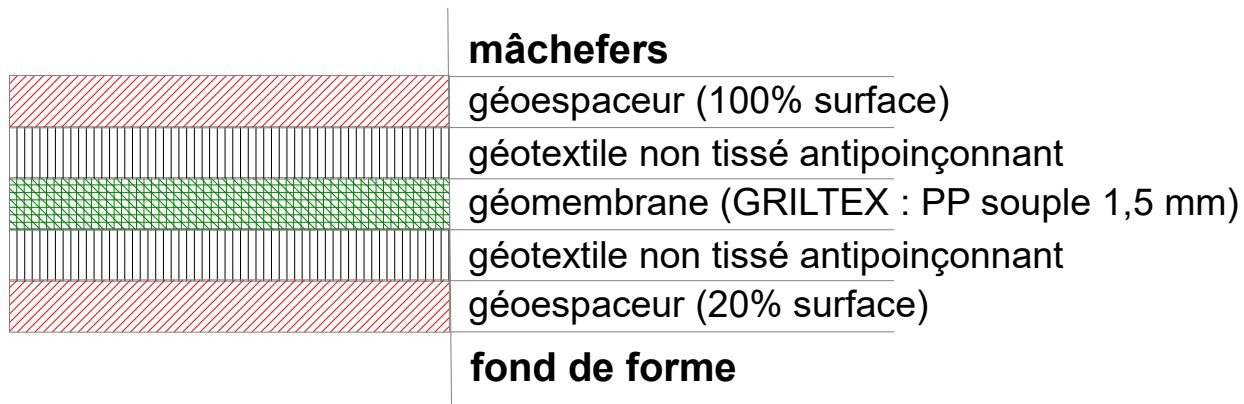
(Taden et Pluzunet)



Conception des planches expérimentales

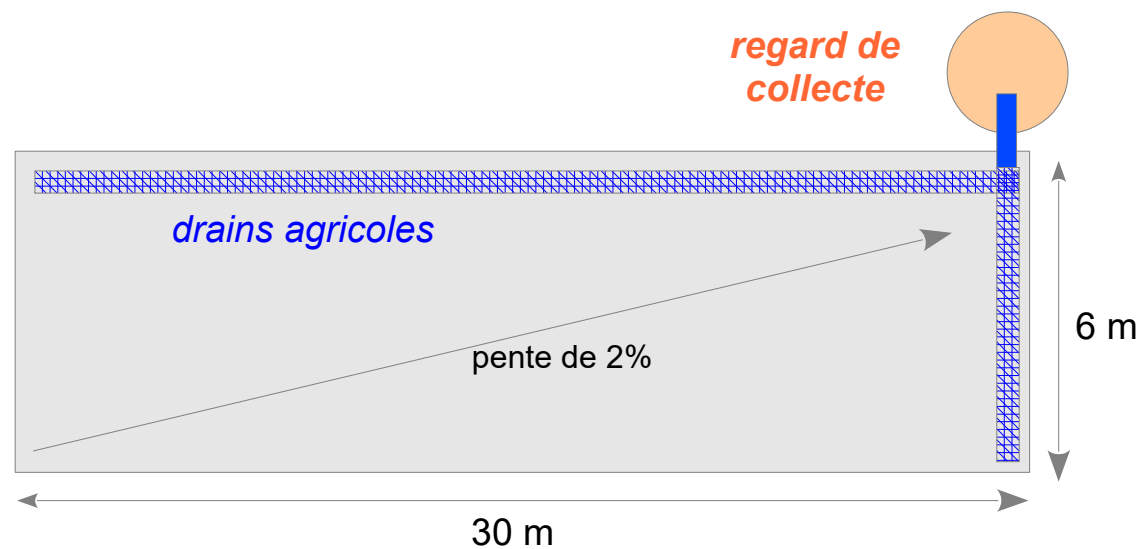
► Route du Futur (Ploufragan)

Dispositif d'étanchéité et de collecte des eaux de percolation



Surface de la planche : 180 m² (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

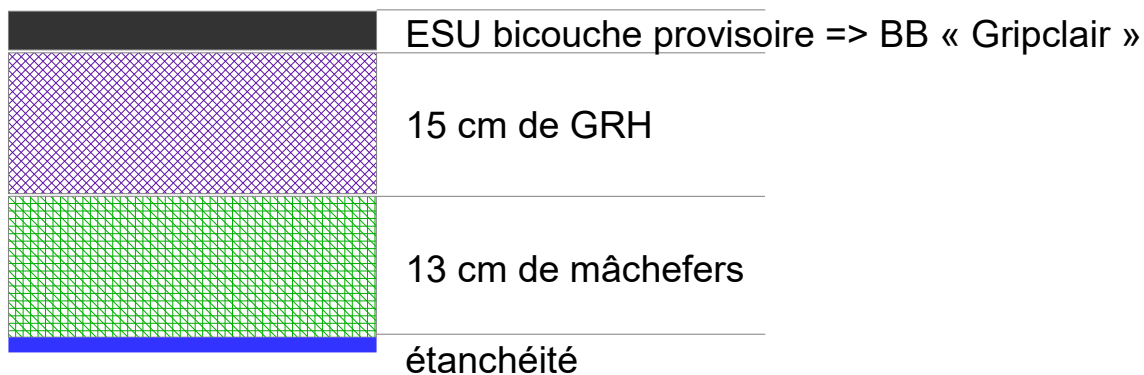


pose du regard de collecte

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

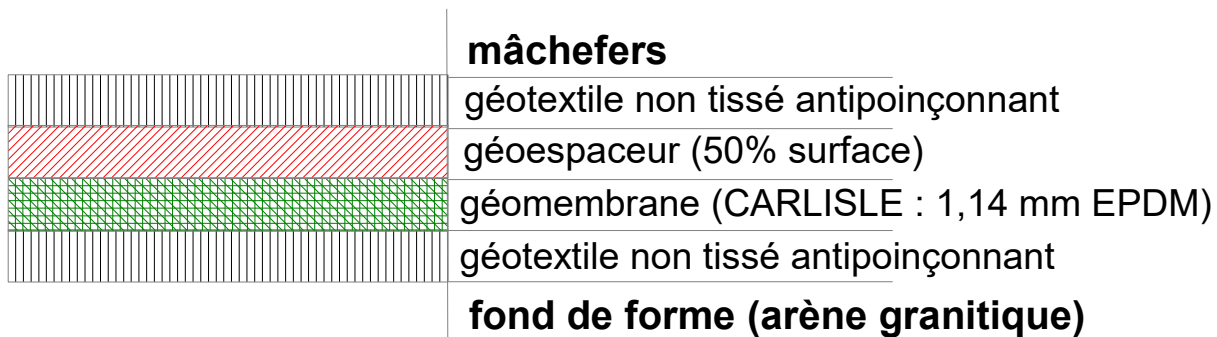


Route du Futur, 2011

Conception des planches expérimentales

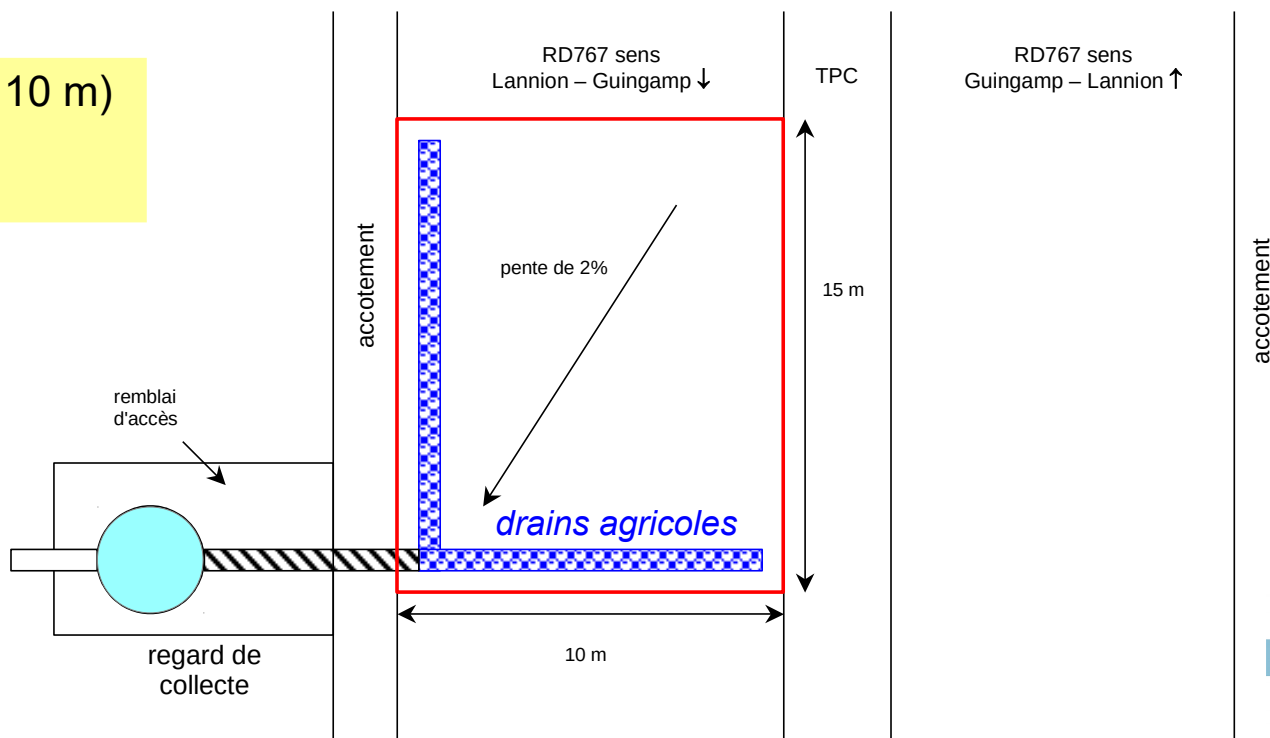
► RD 767 (Déviation de Bégard)

Dispositif d'étanchéité et de collecte des eaux de percolation



Surface de la planche : 150 m² (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

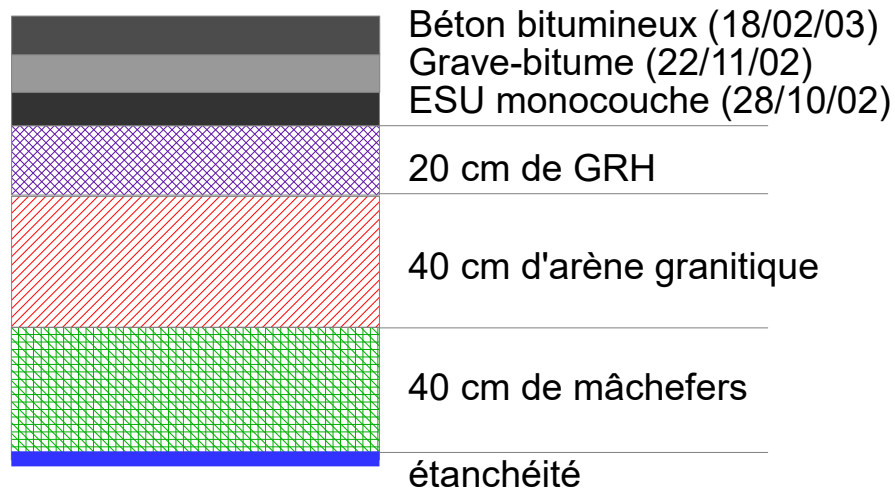


pose des drains latéraux

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**

	Route du Futur	RD 767 Bégard
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 ³	86,0 m ³
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

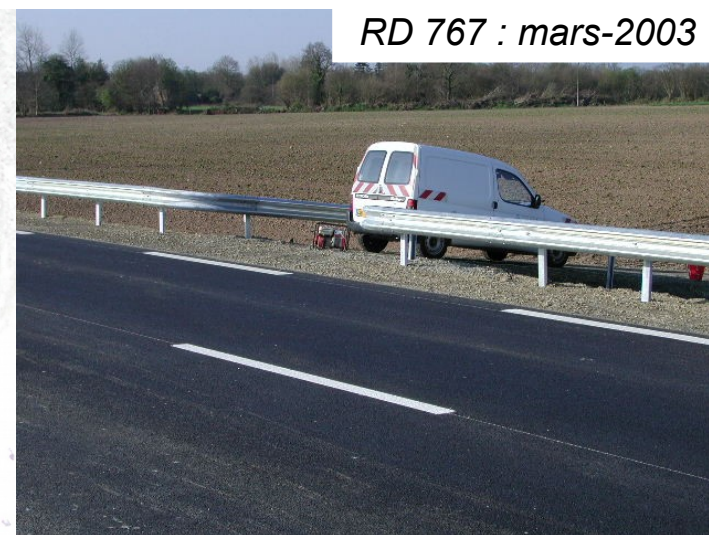
À la demande du CG 22, poursuite de l'étude :

- 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**

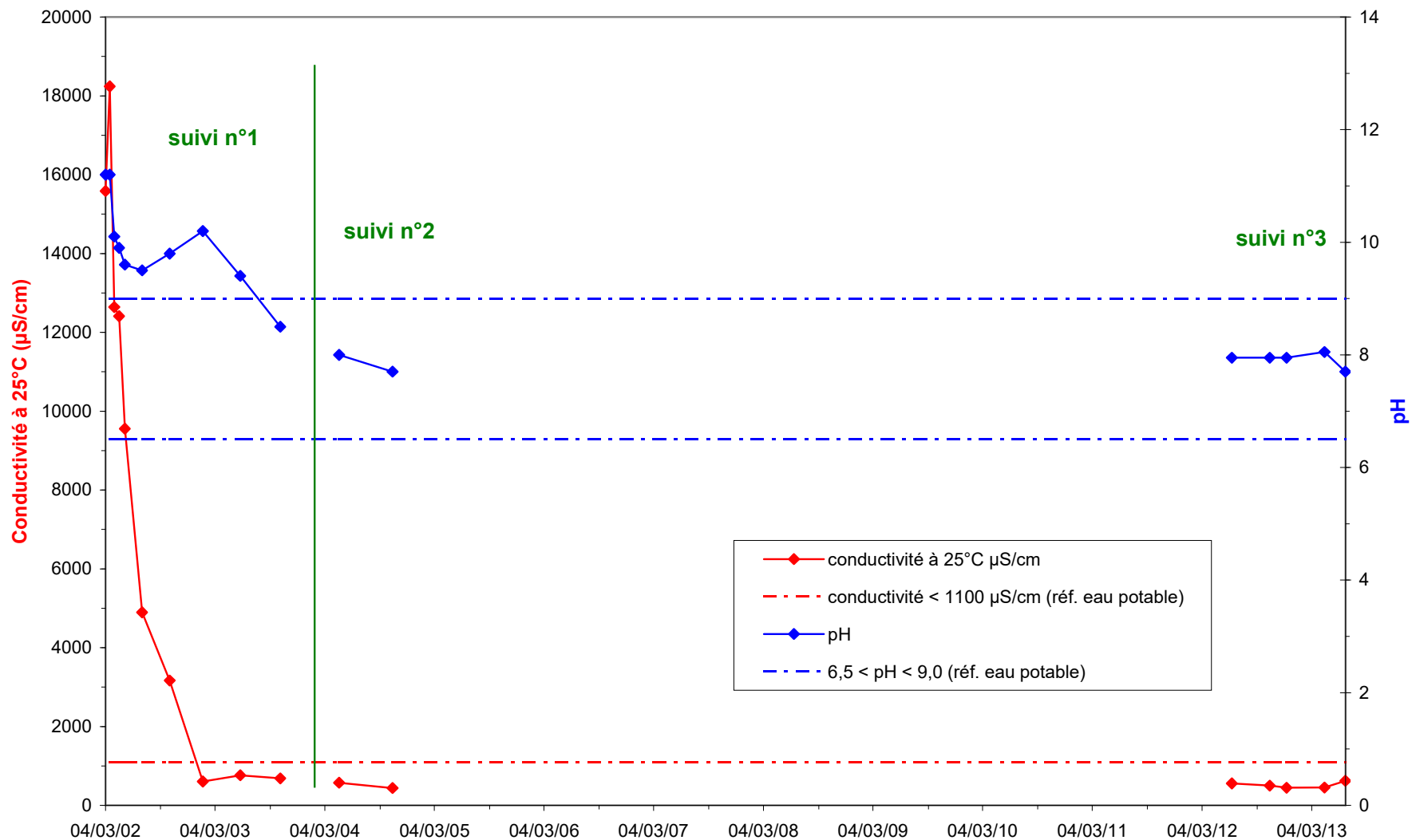
	Route du Futur	RD 767 Bégard
dates du suivi	du 16/01/12 au 24/06/13	du 17/01/12 au 05/07/13
durée, nombres de relevés	525 jours, 26 relevés	535 jours, 14 relevés
échantillons d'eau prélevés	5 prélèvements (pH, cond.) <i>dont 3 éch. analysés</i>	12 prélèvements (pH, cond.) <i>dont 3 éch. analysés</i>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

Estimation après 11 années		
<i>Volume total</i>	92 m ³	429 m ³
<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 : 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
- Guides disponibles en version papier ou électronique (abonnement) sur le site : <http://dtrf.cerema.fr>

