

« Etude Murget Blanc – RN 80 »

Rédigé par :

O. Marzouk

RENSEIGNEMENTS

• Titre : **Etude Murget-Blanc- RN80**

• Références documentaires [P]

Recycling foundry by-product in road construction: geotechnical and environmental properties. Article de N. Vulcano-Greullet, O. Yazoghli-Marzouk et al., Congrès international SRCR 2011, 10-12 Mai, Falmouth, UK

• Typologie

Urbain Interurbain
Autoroute (A) Route Nationale (RN) Route Départementale (RD)
Route Privée (RP) Rue Urbaine (RU) Parking (P) Remblai

Existence d'un trafic oui (Route, parking) non (Plot)
Ouvrage instrumenté oui non

• Organismes participants : IFSTTAR, CETE de Lyon, CETMEF

• Déchet : sable de fonderie

• Matériau alternatif : sable de fonderie

• Matériau routiers : sable de fonderie traité au liant hydraulique

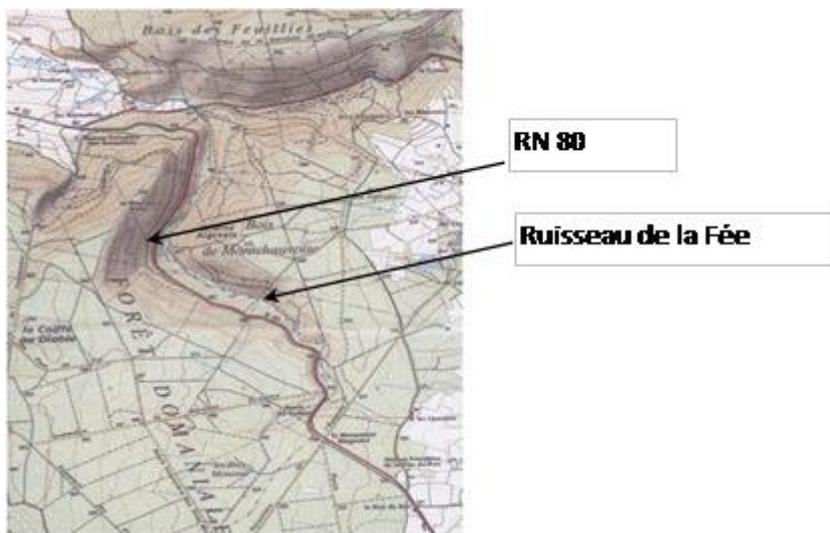
• Couche d'emploi : Les sables de fonderie sont utilisés en couche de forme.

1. DESCRIPTION - OUVRAGE

1.1 Localisation

- Département : Saône et Loire (71).
- Commune : Autun.
- Précisions : cet ouvrage est composé de deux sections: 1 située sur la RN 80 entre Autun et le Creusot sur 4 km (circulée: 50 PL/j classe TC 5 20) et 2 plots situés sur un chemin forestier parallèle à la RN 80 (non circulée) (1 GNT, 1 sable de fonderie traité au liant hydraulique). cet ouvrage traverse un secteur boisé et vallonné, en contre bas un affluent de l'Arroux suit le tracé routier (la Fée)
- Nivellement (m) : NGF

Localisation avec une carte



1.2 Dates importantes

Dates	De	à	Durée
Dates de production des déchets :			
Dates de préparation des matériaux alternatifs (élaboration, vieillissement, ...) :			0
Dates de préparation des matériaux routiers	Juste avant le chantier		
Dates de mise en œuvre des matériaux routiers dans l'ouvrage :	1/05/2007		
Dates du suivi de l'ouvrage :	1/05/2007	1/07/2011	50 mois
Date de l'étude ponctuelle de l'ouvrage :			

1.3 Géométrie de l'ouvrage

• Structure

Schéma	Couche	Nature
	<ul style="list-style-type: none"> - Couche de roulement (0,5 cm) - Couche de liaison (6 cm) - Couche de base - Couche de fondation (10 cm) - Couche de forme (46 cm) 	BBTM BBME 0/10 EME 0/14 Sable de fonderie traité 5,5 % liant hydraulique
	<ul style="list-style-type: none"> - Remblai - Sol support 	

• Pentes de la couche de surface :

- Longitudinale (PL) : 5 %
- Transversale (PT) non spécifié

• Dimensions de l'ouvrage :

- Longueur : 4000 m
- Largeur : m
- Surface : m²

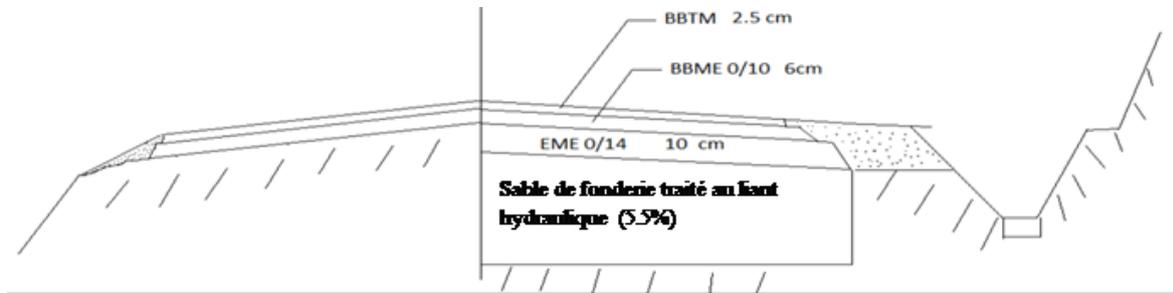
• Description du dispositif de suivi en plot

- Géomembrane de récupération des eaux : oui non
- Volume de matériau étudié : V= 32.2 m³
 L= 20 m
 l = 3.5 m
 e = 0,46 m
- Mesure du volume d'eau : oui non
- Mesure de température : oui non

deux plots non circulés mis en œuvre à côté de la section routière de 4000 m circulée. 1 plot avec la même structure que la section routière et un autre avec sable naturel traité au liant hydraulique considéré comme plot de référence

1.4 Plan de l'ouvrage

Détails de la structure de la chaussée



1.5 Photos

Vu de la section RN80 au premier plan et des 2 plots en arrière plan



Mise en place des plots : bâche en PEHD



Mise en œuvre des matériaux constituant le plot GNT



2. DESCRIPTION – DECHET / MATÉRIAU ALTERNATIF / MATÉRIAU ROUTIER

2.1 Déchet

- Nature : Déchet provenant de procédés thermiques (Sable de fonderie)
- Code déchet : 10.09.06
 - Lieu de production : ancienne fonderie « Ideal Standard »
 - Dépôt ou constitution de stock sur site de production :
oui non

- stock situé sur le site de l'ancienne fonderie « Ideal Standard »
fabrication de radiateurs (1977-1985)
- volume du stock : 150 000 tonnes

2.2 Matériau alternatif

- Préparation :
oui non
Lieu de préparation : sur le site de production
Simple vieillissement (réactions chimiques spontanées)
Elaboration (ex : retrait ferrailles, aluminium...)

Criblage, déferrailage

2.3 Matériau routier

- Traitement oui non
au liant hydraulique (LH)
au liant bitumineux (LB)

Traitement au liant hydraulique (ciment HOLCIM ROC AF) à 5,5 %

2.4 Données disponibles

2.4.1 Composition du déchet / matériau alternatif: oui non

• Analyse élémentaire – composition chimique

NB : les tableaux ci-dessous sont donnés à titre d'exemple

Données statistiques en contenu total (éléments majeurs)

année	2006_échantillon 07/2006								
Technique d'analyse	Analyse chimique élémentaire (RX)								
Eléments	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	MgO	MnO	TiO ₂	Na ₂ O
moyenne %	81.6	3.0	4.5	1.0	0.4	0.4	0.2	0.1	0.1
mini									
max									
écart-type									

composition du matériau testé									
-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Données statistiques en contenu total (éléments mineurs dont traces métalliques)

année	2006_échantillon 07/2006								
Technique d'analyse	Recherche de métaux par attaque micro onde et analyse élémentaire ICP AES (ISO DIS 11885) _Hg selon NF EN 1483								
Eléments	Fe	Al	Pb	Cu	Cr	Ni	Hg		
moyenne (mg/kg)	19152.0	9449.0	79.9	39.0	37.5	22.2	<0,20		
mini									
max									
écart-type									

composition du matériau testé									
-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

l'identification de trace de montmorillite confirme que ces sables ont été traité par de la bétonite.

les analyses thermiques ont révélé la présence de matière organique à hauteur de 6%.

Leur analyse par IRTF montre qu'ils sont des esters

la teneur en cyanure déterminée selon la norme NF ISO 11262 donne un résultat de 0,45 mg/kg

2.4.2 Détermination du potentiel polluant et/ou évaluation du comportement à la lixiviation (NF X 31-210 et autres essais ...) : oui non

Préparation de l'échantillon : oui non

2.4.2.1 Composition

	Autant de cellule que nécessaire
échantillon	prélèvement 08/2006
	analyse sur sable de fonderie brut (mg/kg de matière brute)
Benzène	<1
BTEX (Benzène, toluène, éthylbenzène et xylène)	<2
HAP (16)	2.8
Benzo(a)pyrène	<0,2
HTC (Hydrocarbures totaux, C10 à C40)	186.0
PCB (Polychloro Biphényles, 7 congénères n°28, 52, 101, 118, 138, 153 et 180)	0.5
Chrome	26.0
Plomb	52.0

2.4.2.2 Synthèse des données de caractérisation physico-chimique et environnementale

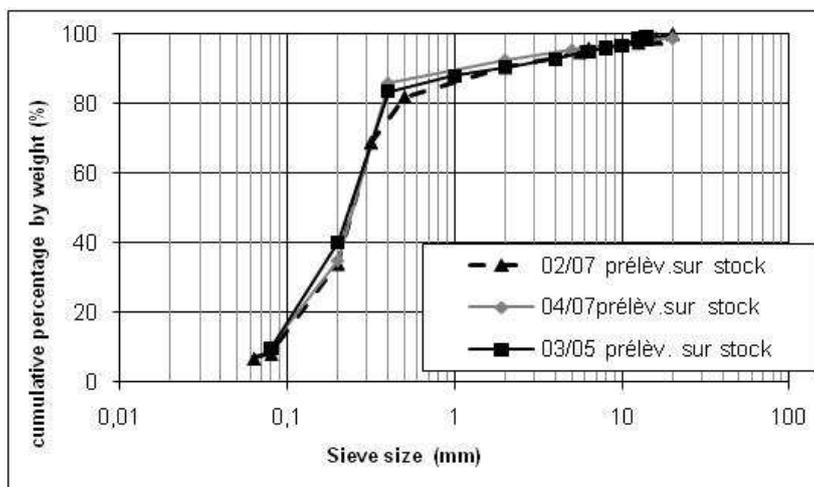
Eléments/ paramètres (liste indicative)	Composition chimique	lixiviation X31-210	Percolation NF CEN/TS 14405							
		ratio L/S 10	ratio L/S 0,1	ratio L/S 0,2	ratio L/S 0,5	ratio L/S 1	ratio L/S 2	ratio L/S 5	ratio L/S 10	fraction extraite cumulée
	mg/kg MS	mg/kg MS	fraction extraite	fraction extraite	fraction extraite	fraction extraite	fraction extraite	fraction extraite	fraction extraite	
			mg/kg MS	mg/kg MS	mg/kg MS	mg/kg MS	mg/kg MS	mg/kg MS	mg/kg MS	mg/kg MS
pH										
conductivité (µS/cm)										
potentiel redox (mV)										
FSG										
COT	6.00%	11%								
CN-	0.45	<0,2								
indice phénol		<0,5								
CO32-										
Cl-		28.18								
F-										
SO4 ²⁻		200.29								
Al										
Ca										
Fe										
K										
Mg										
Mn										
Na										
P										
S										
Si										
Ti										
As		<0,1								
Ba		<0,5								
B										
Cd		<0,02								
Cr		<0,1								
CrVI										
Co		<0,1								
Cu		<0,1								
Fe										
Hg		<0,001								
Mo		<0,1								
Ni		<0,1								
Pb		<0,1								
Sb										
Se		<0,1								
Sn										
Te										
V										
Zn		<0,5								

2.4.2.3 Minéralogie : oui non

Analyse par diffraction des rayons X : Les sables de fonderie sont constitués principalement de quartz (80% de silice) et en moindre quantités de feldspaths (silicates d'aluminium et potassium)

2.4.3 Granulométrie

- Stade : Production
- Préparation
- Mise en œuvre



2.4.4 Caractéristiques géotechniques : oui non

- Stade : Production
- Préparation
- Mise en œuvre
- Propreté :
 - ES (XP P 18-597) :
 - VBS (EN 933-9) : 0.71 g de MB/kg de fraction 0/2
- Résistance mécanique :
 - LA (NF P18-573)
 - MDE (NF P18-572)
 - FS (XP P 18-576)
 - Classement (NF P 18-540)
- Compactage Proctor : (NF P 94 093)

Test OPN sur une formulation: sable de fonderie +6% de liant hydraulique	OPN	OPM
Teneur en eau à l'optimum Proctor	12.5%	
Masse volumique apparente sèche à l'optimum Proctor	1,75 T/m3	
Indice portant immédiat (IPI) à l'optimum Proctor		
Indice CBR immédiat à l'optimum Proctor		
Indice CBR après immersion à l'optimum Proctor		

Classement GTR : F

Classement selon autre référentiel pertinent pour l'usage : F9 selon la norme NF P 11-300

En vu de leur granulométrie et leur VBS, ces sables de fonderie peuvent être assimilés à un sol sableux de type B2

2.4.5 Perméabilité : oui non

- Stade : Production
- Préparation
- Mise en œuvre

2.4.6 Comportement au gel : oui non

- Stade : Production
- Préparation
- Mise en œuvre

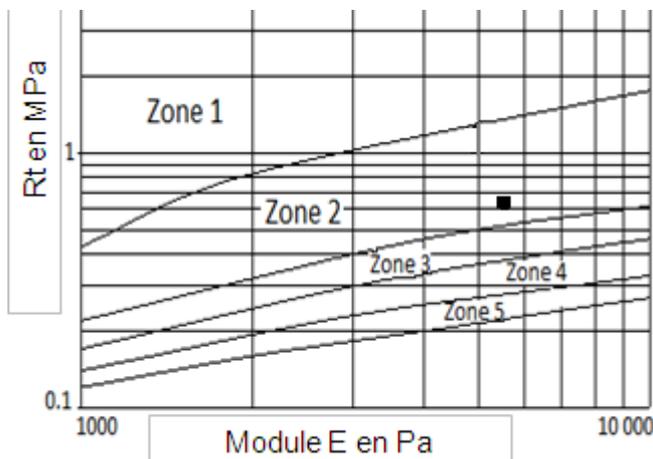
2.4.7 Autres caractérisations mécaniques pertinentes :

Aptitude au traitement (conformément au guide de traitement des sols et à la norme NF P 94 100)

Essai sur 7 éprouvettes de dimension 50x50 mm à 96% de la densité optimale et teneur en eau à l'optimum proctor. Au terme des 7 jours de maturation en immersion dans un bain thermostaté à 40 °C

Test sur une formulation: sable de fonderie +6% de liant hydraulique	
Gonflement Volumique (%)	1.1%
resistance en compression diamétrale (Mpa)	0.4
Rappel: Spécification pour un traitement adapté: Gonflement ≤ 5% et Rtb ≥ 0,2 Mpa	

Performance mécanique des sables de fonderie traité au liant hydraulique routier à 6%		
	Rt (Mpa)	Module (Mpa)
28 jours	0.29	4.60
90 jours	0.56	5.40
180 jours	0.66	5.40
360 jours	0.63	5.50



Dès 90 jours de traitement les éprouvettes atteignent des performances qui dépassent les spécifications du GTS. Au-delà de cette période et jusqu'à 360 jours, les performances se stabilisent en zone 2

2.5 Mise en œuvre du matériau routier

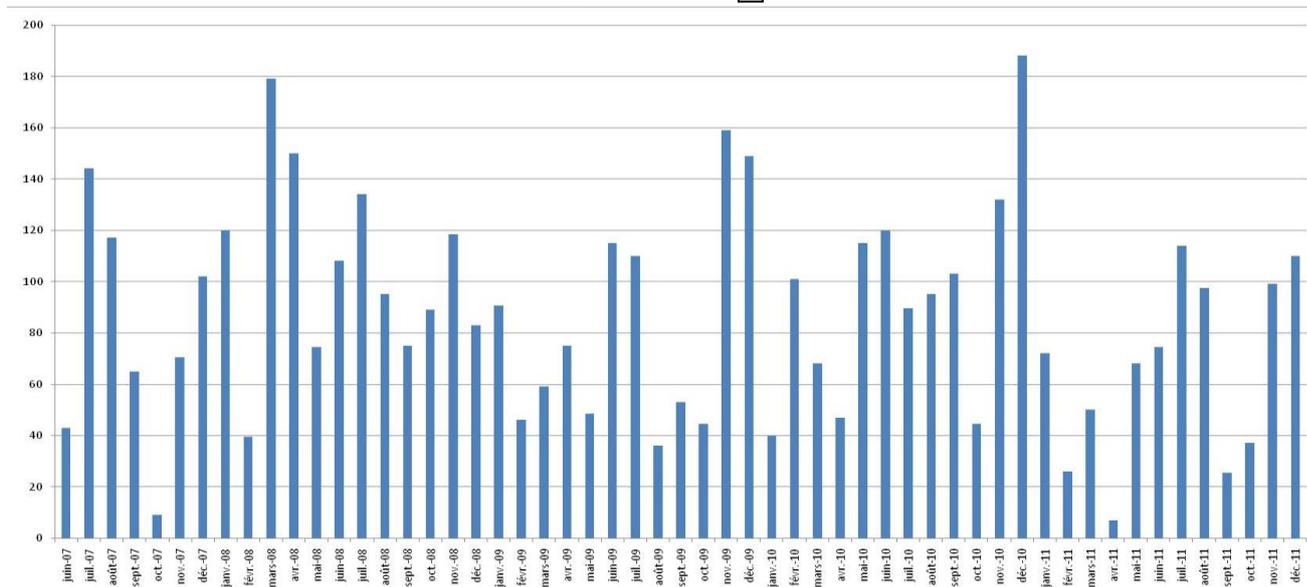
Date	mai-07
Paramètres retenus pour la mise en œuvre	Densité sèche à l'OPN= 1,75 T/m ³ Teneur en eau à l'OPN = 12,5%
Exigence normative pour la qualité de compactage	q2
Mise en œuvre	difficulté de compactage mise en œuvre en 2 couches (25 cm et 21 cm) 1ère couche: 4 passes de cylindre vibrant (Dynaplac V3 P3 type C501C) sacrification de la première couche pour assurer un collage parfait entre les 2 couches 2ème couche: 4 passes de cylindre vibrant (Dynaplac P3 type C501C) Réglage de la couche de forme: 20 passes
Mesure de Déflexion après 3 et 11 jours	effectuées au déflographe Lacroix: aucune déflexion n'est supérieure à 60/100ème reduction du dosage au liant hydraulique à 5,5% au lieu de 6%

3. DESCRIPTION – SOLLICITATIONS

3.1 Contexte climatique

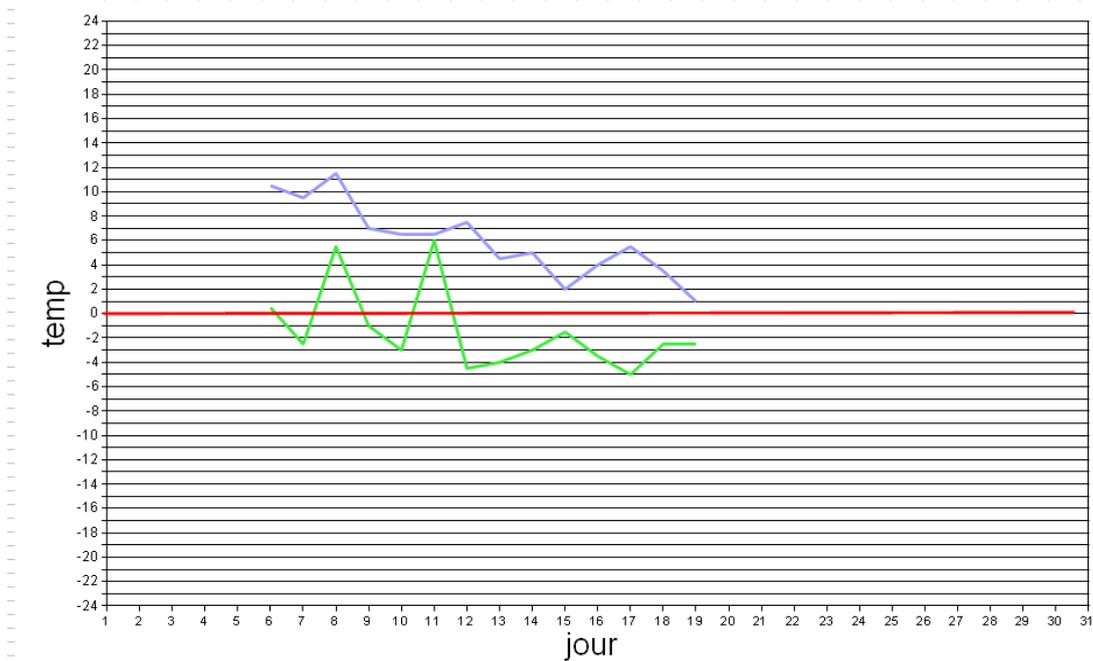
• Précipitations :

- Mesurées sur site : oui non



- Données Météo France locales : oui non

novembre																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
MAXI						10,5	9,5	11,5	7	6,5	6,5	7,5	4,5	5	2	4	5,5	3,5	1												
MINI						0,5	-2,5	5,5	-1	-3	6	-4,5	-4	-3	-1,5	-3,5	-5	-2,5	-2,5												
AMBIANTE																															



- Températures : mini – maxi
 - Mesurées sur site : oui non
 - durée : _____an(s) _____mois
 - T°C sur la période : mini _____ ; maxi _____
 - Données Météo France locales : oui non
 - durée _____
 - mm sur la période _____
 - Existence de période de gel : oui non

3.2 Hydrogéologie

- Existence d'une nappe : oui non
 - profondeur courante par rapport à l'ouvrage : ?
- Remontée de la nappe dans la couche du matériau étudié: oui non
 - durée de la saturation pendant l'étude :
 - connue _____an(s) _____mois
 - inconnue
- Présence de piézomètres : oui non
 - Analyse des eaux des piézomètres : oui non

3.3 Données de trafic routier

- Pas de trafic
- Trafic (Route ou parking)
 - Description 50 PL/j
 - Classement de T0 à T5 : T5

3.4 Données relatives à l'entretien : oui non

- Salage :
 - Produit : Sel marin (souvent origine maroc)
 - Quantité
 - Dose (dose habituelle) 25 g/m²/passage
 - Mode : saleuse à vis avec saumure
- Désherbage : oui non

Désherbage autour des panneaux uniquement

3.5 Déversement accidentel pendant la période de suivi : oui non

- Produit
- Quantité
- Date

4. RÉPONSES

4.1 Etat général de l'ouvrage (aspect visuel)

- Affaissement oui non
- Fissuration oui non
- Orniérage oui non
- Faïençage oui non
- Gonflement localisé oui non
- Soulèvement général oui non
- Plumage oui non
- Pelage oui non
-



4.2 Réponse de l'ouvrage (x années, x mois après la construction) : oui non

- Mécanique : Stade Mise en œuvre (état initial)

Suivi (Dates)

ou

Etude ponctuelle (Age)

- Portance (essai de plaque , dynaplaque)
- Pénétromètre dynamique
- Densité
- Déflexion

date			date	
portance MPa		(=PF?)	portance MPa	
date	mise en œuvre 04/05/2007		date	11-mai-07
densité t/m3	1.74		densité t/m3	1.76
date	mise en œuvre 04/05/2007		date	24-sept.-09
déflexion cm	<60/100ème		déflexion cm	

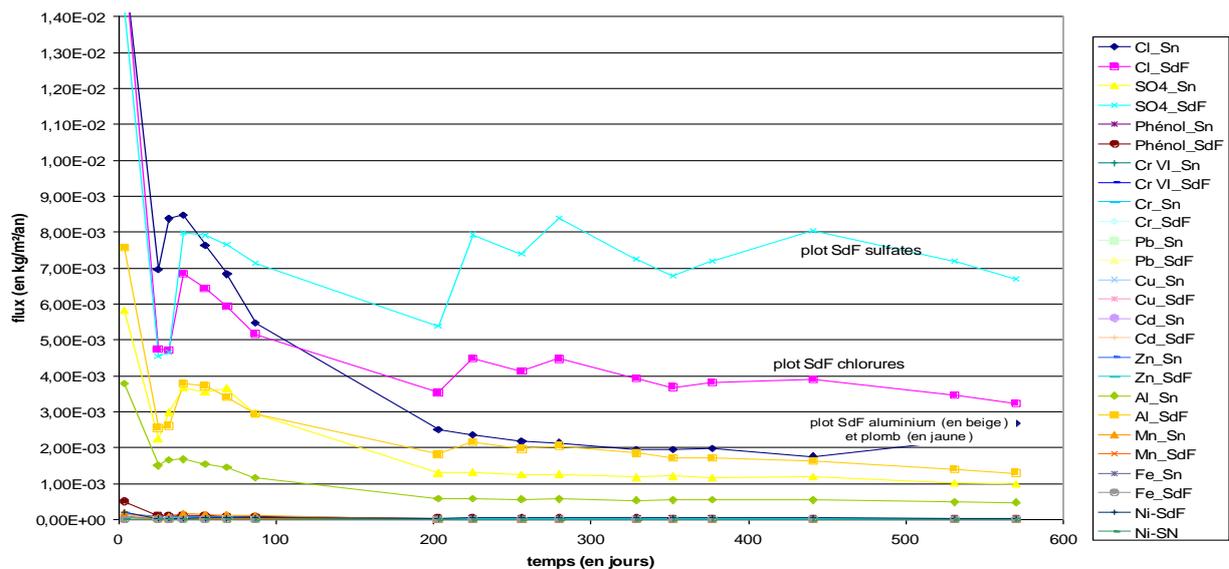
Sens des PR décroissants (Autun>Chalon), entre les PR 71+0 et 70+0 (VSVL actuelle). On note une différence de structure au PR 70+700. Il est également à noter que les mesures ont été réalisées à des températures comprises entre 20 et 30°.

DESCRIPTION - SOLLICITATIONS

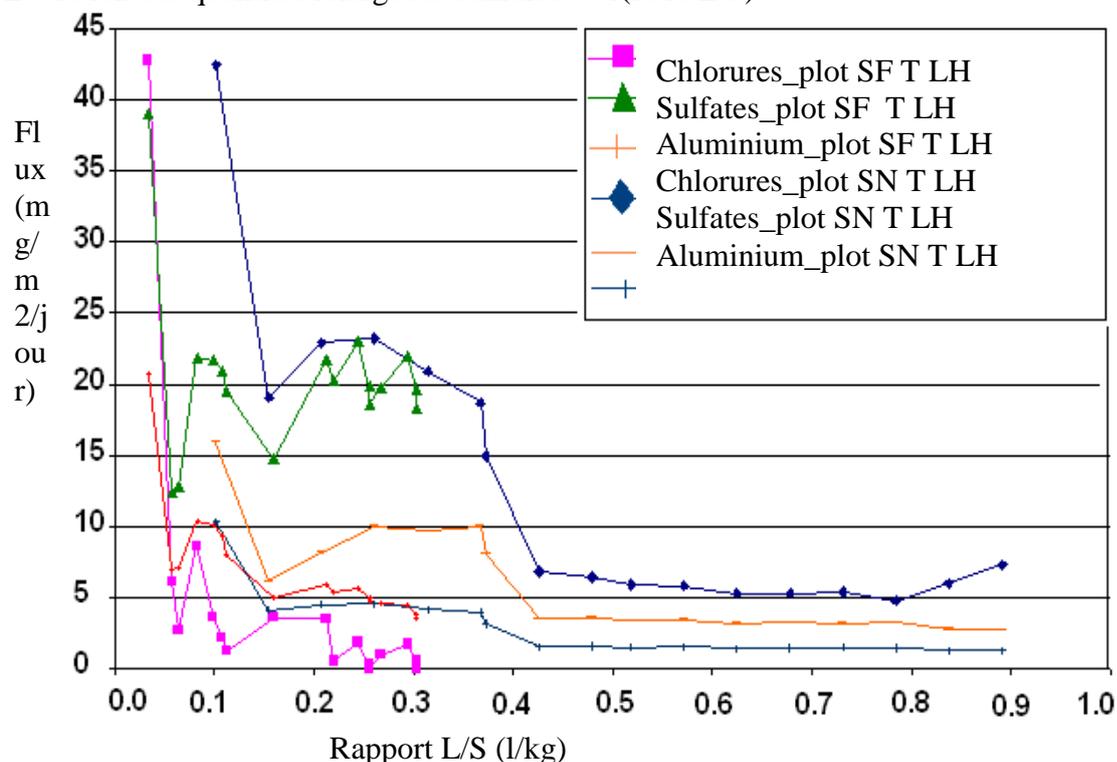
- Environnement : Stade **Mise en œuvre** (ex : état initial du sol sous-jacent) **Suivi** Les analyses des percolats recueillis ont commencé le 3/07/2007
- ou **Etude ponctuelle** (Age)

- Qualité des eaux de percolation

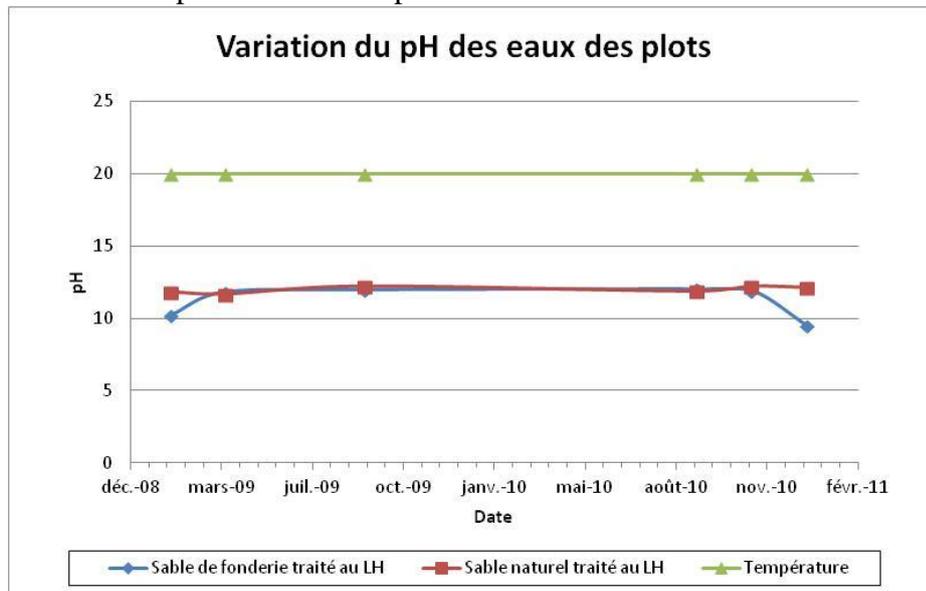
Relargage chimique : pour le calcul du flux, la valeur LQ/2 est utilisée



Evolution des quantités relarguées cumulées = f(ratio L/S)



Variation du pH des eaux des plots



- Qualité des eaux avoisinantes
- Qualité des eaux souterraines
- Qualité des eaux superficielles
- Qualité des sols sous-jacents
- Qualité des sols avoisinants (témoin)
- Etat des milieux naturels avoisinants (faune, flore)

4.3 Réponse du matériau (x années, x mois après la construction) : oui non

- Stade **Suivi** (42 mois après)
- ou
- **Etude ponctuelle** (Age)
- Granulométrie
 - Courbe
 - Classement NF P 18-560
 - Fraction fine < 80 µm (%) ; 2 mm (%)
 - Dmax (mm)
- Caractéristiques géotechniques
 - Propreté : ES (XP P 18-597)
VBS (EN 933-9)
 - Résistance mécanique : LA (NF P18-573)
MDE (NF P18-572)
FS (XP P 18-576)
Classement (NF P 18-540)
 - Compactage Proctor :
 - + courbes Proctor et de portance
 - Classement GTR
- Perméabilité
- Comportement au gel
- Analyse élémentaire
- Composés organiques
- Minéralogie

DESCRIPTION - SOLlicitATIONS

- Détermination du potentiel polluant et/ou évaluation du comportement à la lixiviation (NF X 31-210 et autres essais ...)

Il n'y a aucun résultat sur les matériaux après 1 an de mise en service.