



**IMT Lille Douai**  
École Mines-Télécom  
IMT-Université de Lille



Laboratoire  
Génie Civil  
et géoEnvironnement  
Lille Nord de France



# LEACHING ENVIRONMENTAL ASSESSMENT FRAMEWORK FOR THE POTENTIAL REUSE OF DREDGED SEDIMENTS IN CONCRETE

**Tristan Lecomte** <sup>1,2</sup>, **Yannick Mamindy-Pajany** <sup>1,2</sup>,  
**Christine Lors** <sup>1,2</sup>, **Frédéric Becquart** <sup>1,2</sup>,  
**Nor-Edine Abriak** <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Mines Douai, LGCgE-GCE, F-59508 DOUAI, France

<sup>2</sup>Université de Lille 1, Cité scientifique, 59655 Villeneuve d'Ascq, France

10th International SedNet  
Conference 14-17 June 2017

# 1. Context of the study



**IMT Lille Douai**  
École Mines-Télécom  
IMT-Université de Lille

Dunkirk major seaport



Natural accumulation of sediments causes the **reduction of the draught** needed for shipping



Threat for the local economy



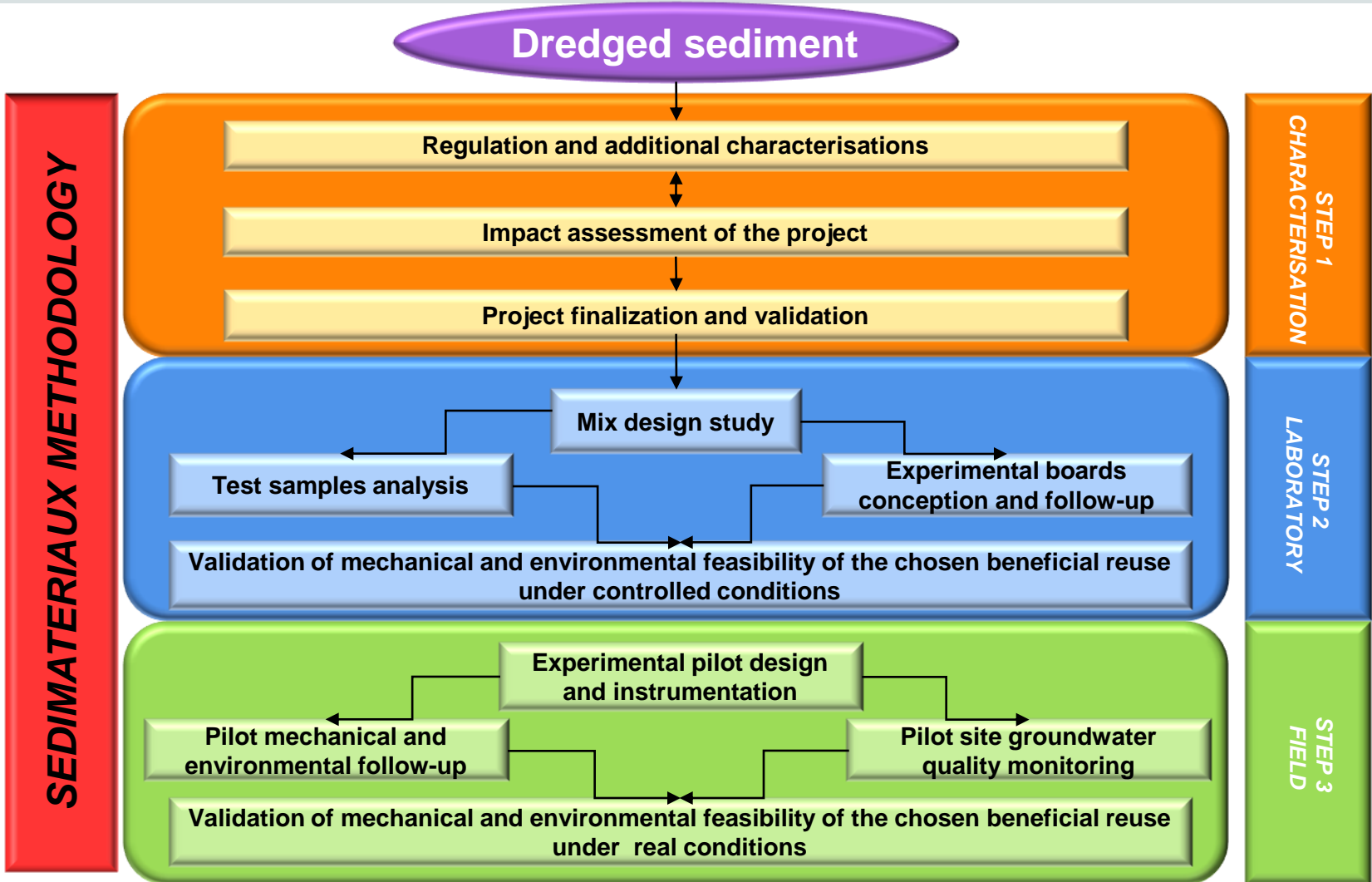
Need to dredge **3-4 million m<sup>3</sup>** per year



Including **500 000 m<sup>3</sup>** non submergible (geochemical characterisation)

**SEDIMATERIAUX:** French national approach was introduced since 2009 by French ministry of ecology, Nord-Pas-de-Calais regional Council, prefecture, CD2E and Ecole des Mines de Douai (IMT Lille – Douai)

# CONTEXT OF THE STUDY



## 2. Aims of the study

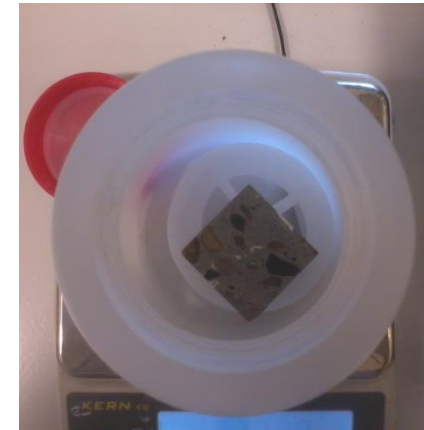
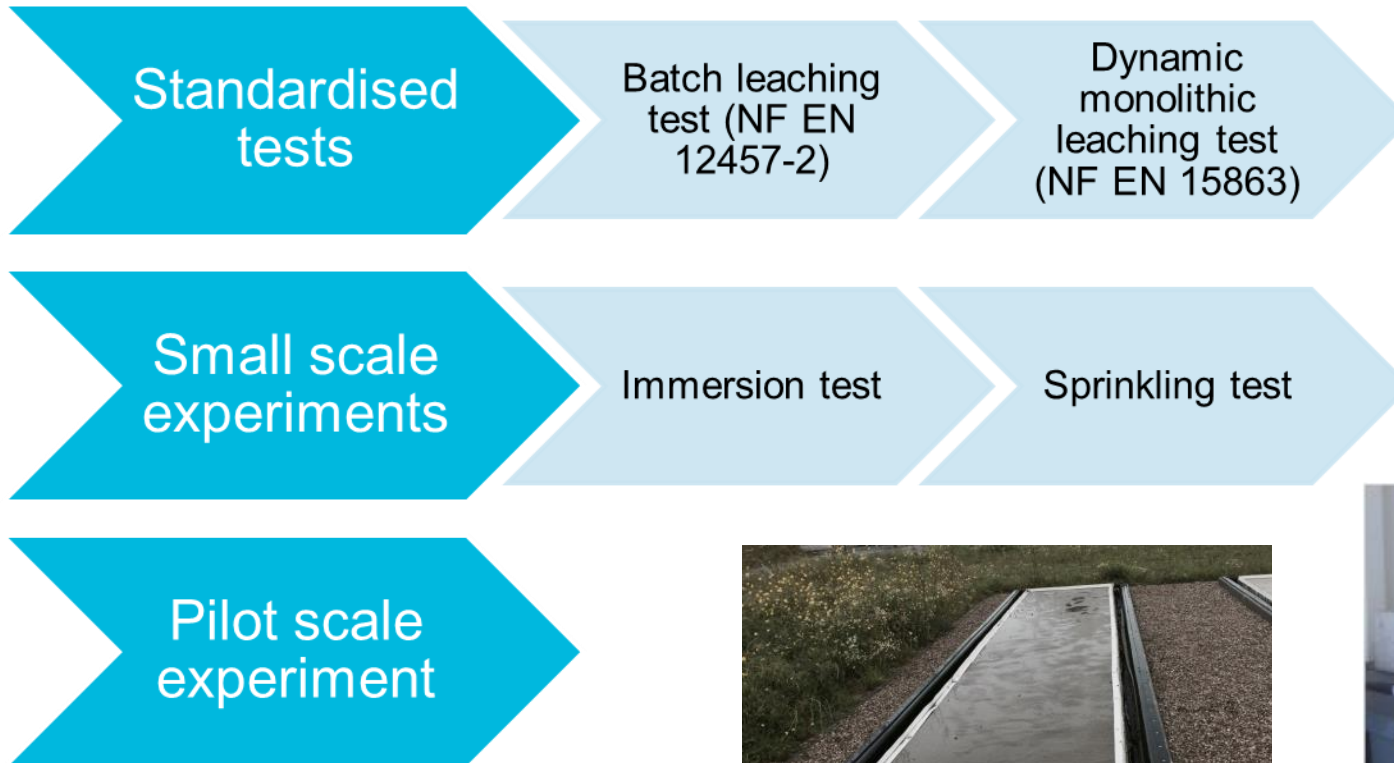


**IMT Lille Douai**  
École Mines-Télécom  
IMT-Université de Lille

# AIM OF THE STUDY

6

. Implementation of SEDIMATERIAUX methodological approach to check environmental suitability of marine dredged sediments for their integration in concrete



# 3. Lab experimentation: Standardised tests



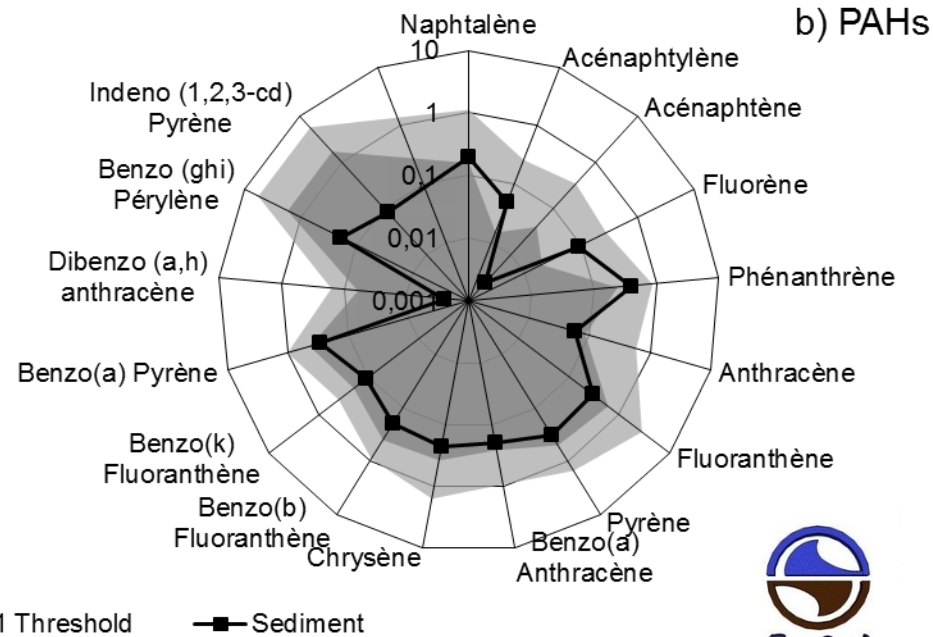
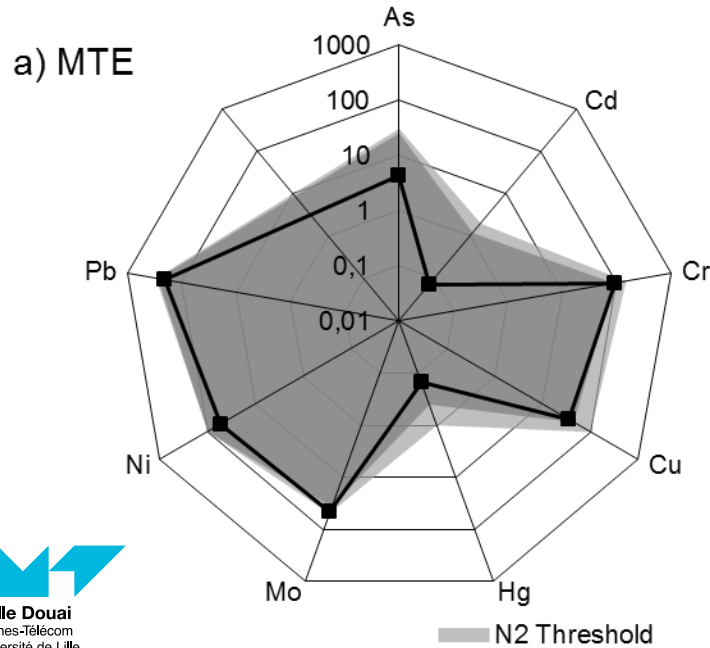
**IMT Lille Douai**  
École Mines-Télécom  
IMT-Université de Lille

# LAB EXPERIMENTATION: STANDARDISED TESTS



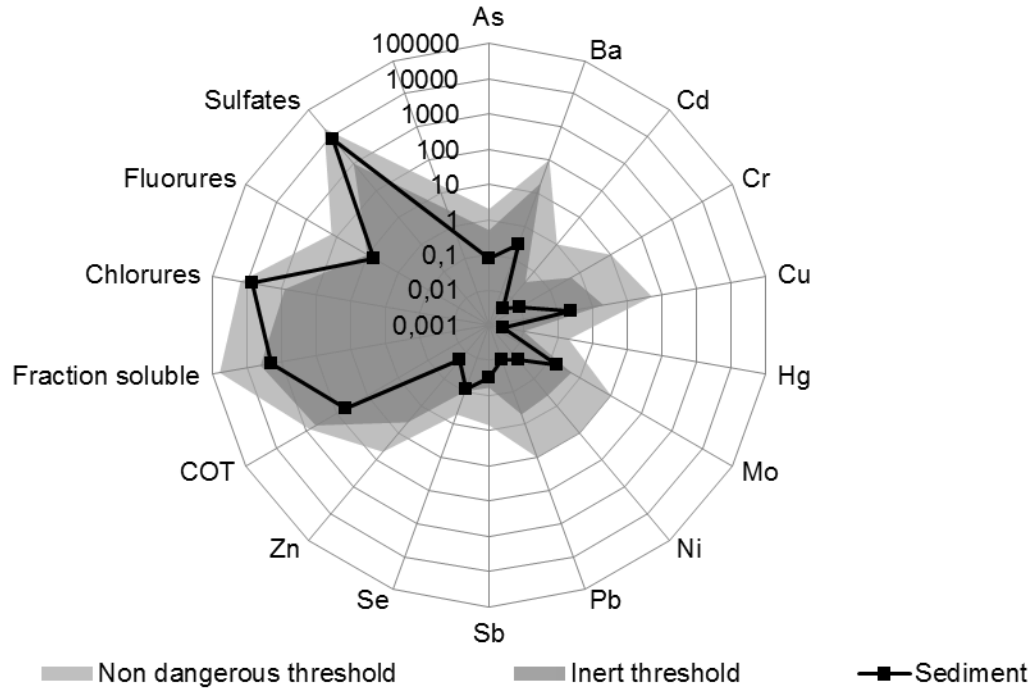
Idra environnement ingénierie -  
Sedimateriaux report 2012

Realization of a concrete bicycle path with  
sediments from Dunkerque seaport





# LAB EXPERIMENTATION: STANDARDISED TESTS



Sample name	C0	C12,5	C25	C50-1	C50-2	C75-1	C75-2	C100
% of sediment substitution of the sand fraction	0	12,5	25	50	50	75	75	100
Plasticizer (% cementitious fraction)	0,5	0,5	0,5	0,5	3	0,5	3	3
Rc (Mpa)	38,09	32,73	31,43	24,69	33,29	19,78	23,01	18,63

Sand fraction amount to 35% of the material

# LAB EXPERIMENTATION: STANDARDISED TESTS

10

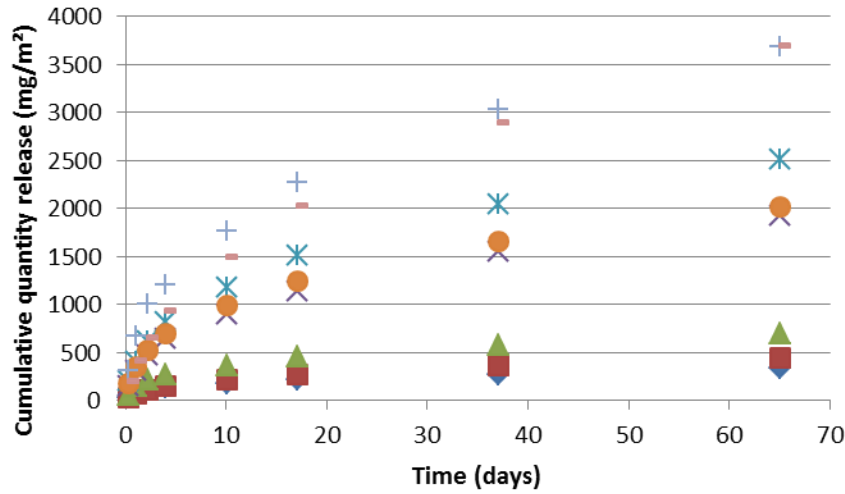
Concentration (mg/kg dry matter)	C0	C50-1	C50-2	French Inert thresholds IWS (mg/kg)
<b>As</b>	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,5
<b>Ba</b>	11,26	12,42	14,31	20
<b>Cd</b>	0,002	0,002	0,002	0,04
<b>Cr</b>	0,04	0,03	0,03	0,5
<b>Cu</b>	0,08	0,30	0,22	2
<b>Hg</b>	-	-	-	0,01
<b>Mo</b>	0,14	0,16	0,14	0,5
<b>Ni</b>	0,01	0,20	0,19	0,4
<b>Pb</b>	<0,05	<0,04	<0,04	0,5
<b>Sb</b>	<0,06	<0,06	<0,06	0,06
<b>Se</b>	<0,04	<0,03	<0,03	0,1
<b>V</b>	0,07	0,07	0,08	-
<b>Zn</b>	0,02	0,02	0,02	4
<b>Fluorures</b>	< 2,5	< 2,5	< 2,5	10
<b>Chlorides</b>	91	91	454	800
<b>Sulphates</b>	21	21	32	1000
<b>Soluble fraction</b>	5000	9500	10000	4000

Standard test NF EN 12457-2 : inert products  
(according french decree for Inert Waste Storage)

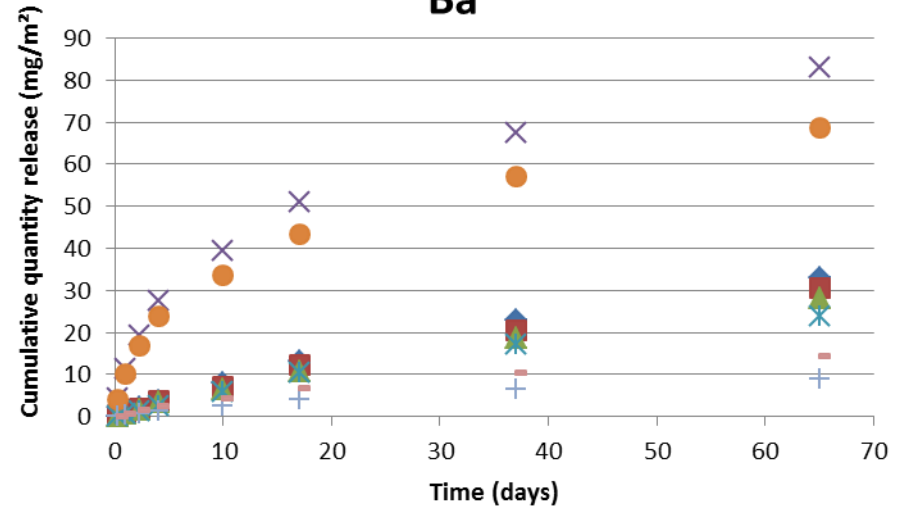
➔ Dynamic monolithic leaching test (DMLT)

# LAB EXPERIMENTATION: STANDARDISED TESTS

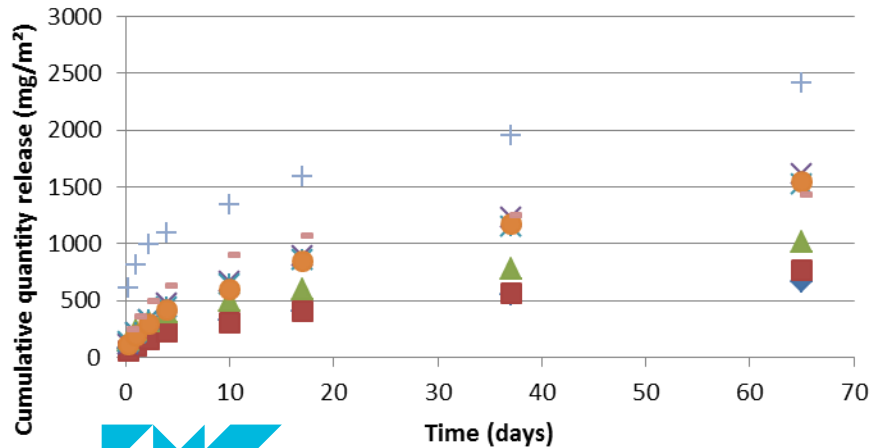
### Chlorides



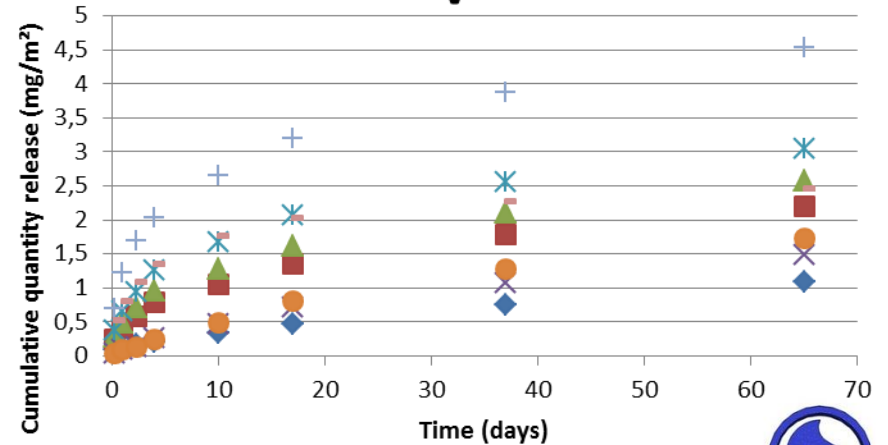
### Ba



### Sulfates



### V



# 4. Small scale experiments



**IMT Lille Douai**  
École Mines-Télécom  
IMT-Université de Lille

SEDICYCLE project hold **C50-1 (50% sand substitution)**, **C50-2 (50% sand substitution)** and **C0 (control)** design to continue due to mechanical datas

## Expérimentation EB 1

Foundation layer:

✓ Blocks (C50-2 et C0) of 65 cm x 30 cm x 43 cm

✓ Immersion in 96L of demineralized water (L/A ratio of 8 ml/cm<sup>2</sup>) with renewals (same DMLT experimental plan until 64d then once every two weeks until 6 months)



## Expérimentation EB 2

Road surface:

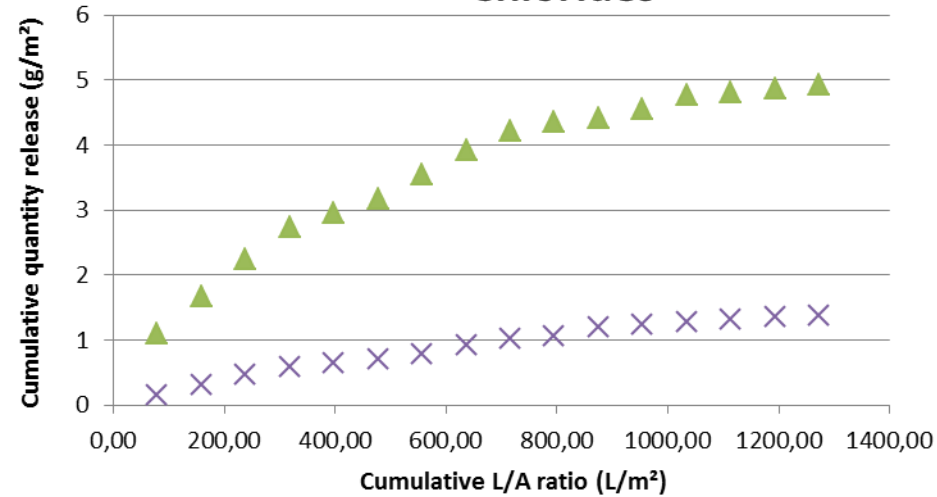
✓ Blocks (C50-1 et C0) of 65 cm x 15 cm x 43 cm

✓ Sprinkling of 20L of demineralized water every week until 6 months

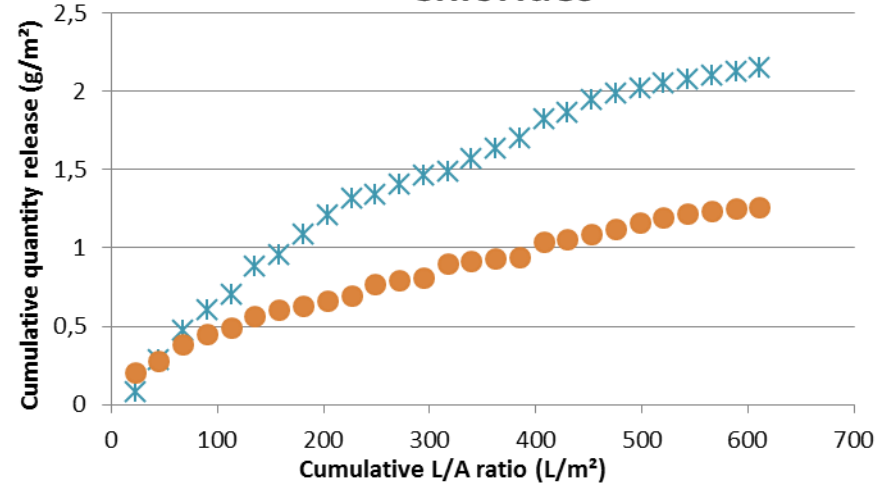


# SMALL SCALE EXPERIMENTS

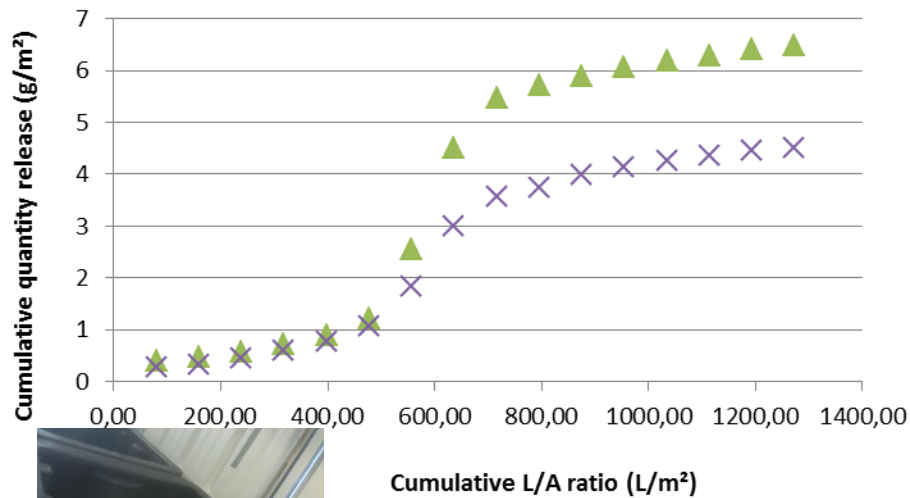
### Chlorides



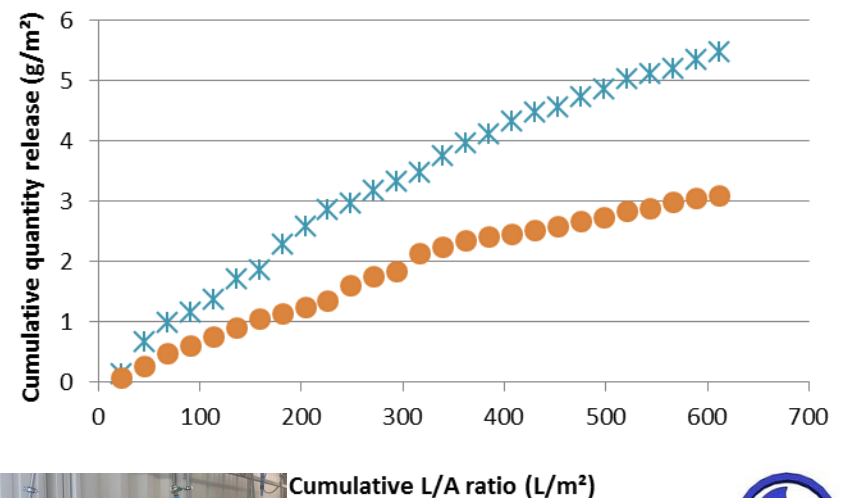
### Chlorides



### Sulphates



### Sulphates



▲ EB-1 C50 - 2      ✕ EB-1 C0

✕ EB-2 C50 - 1      ● EB-2 C0



# SMALL SCALE EXPERIMENTS

15

180d cumulative concentration mg/m <sup>2</sup>	C0			C50-2		C50-1		Duch Soil Quality Decree (64d NEN 7345)
	64d DMLT	64d EB1	64d EB2	64d DMLT	64d EB1	64d DMLT	64d EB2	
As	< 3,3	< 3,3	< 3,3	< 3,3	< 3,3	< 3,3	< 3,3	260
Ba	33	43,1	3,3	68,6	47	82,9	3,8	1500
Cd	< 0,09	< 0,09	< 0,09	< 0,09	< 0,09	< 0,09	< 0,09	3,8
Co	< 1,1	< 1,1	< 1,1	< 1,1	< 1,1	< 1,1	< 1,1	60
Cr	< 1,7	< 1,7	< 1,7	< 1,7	< 1,7	< 1,7	< 1,7	120
Cu	< 10,1	< 10,1	< 10,1	< 10,1	< 10,1	< 10,1	< 10,1	98
Hg	-	-	-	-	-	-	-	1,4
Mo	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,2	144
Ni	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	81
Pb	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	400
Sb	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	8,4
Se	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6	4,5	< 2,6	< 2,6	4,8
Sn	< 1,4	4,8	< 1,4	< 1,4	4,6	< 1,4	< 1,4	50
V	1,1	5,6	< 0,7	1,7	6	1,5	0,8	320
Zn	< 2	10,5	68,4	1,8	5,3	< 2	60,9	800
Fluorides	<150	< 150	< 150	< 150	< 150	< 150	< 150	2500
Chlorides	345	914	695	2022	3912	1922	1312	110000
Sulphates	665	2997	135	1542	4516	1615	2846	165000

## RELEASE MECHANISMS

SW: Swept  
 DF: Diffusion  
 DS: Dissolution

**Difficult to enhance mechanisms for trace contaminants**

		Ba	Cd	Co	Ni	V	Zn
	C0	DF, DS	DF, SW	DF	DF	SW,DF	SW, DF
DMLT	C50-1	DF, DS	SW, DF	SW, DF	SW, DF	DF, DS	SW, DF, DS
	C50-2	DF	SW, DF	SW,DF	SW,DF	DF, DS	SW, DF, DS
	C0	DF, SW	SW, DF, DS	SW, DF, DS	SW, DF, DS	DF, DS	SW, DF
EB1	C50-2	DF, SW	SW, DF, DS	SW, DF, DS	SW, DF, DS	DF, DS	SW, DF
	C0	SW, DF, DS	DS	DS	DS	DS, DF	SW, DS
EB2	C50-1	SW, DF	DS	DS	SW, DF, DS	SW, DF, DS	DS

**For lab experiment a majority of mechanisms are diffusion**

		Ca	K	Na	S	Si	Chlorures	Sulfates
	C0	DS	SW	SW	DF	DF	DF	DF
DMLT	C50-1	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF
	C50-2	DF	DF	DF	DF	DF	DF	DF
	C0	SW, DF	SW, DF	SW, DF	SW, DF	DF	SW, DF	SW, DF
EB1	C50-2	SW, DF	SW	SW	SW, DF	DF	SW	SW, DF, DS
	C0	SW, DS	SW, DS	SW, DS	SW, DS	DS	SW, DF	DF, DS
EB2	C50-1	SW, DF, DS	SW, DF	SW, DF	SW, DF	DF, DS	DF, DS	DF, DS



# 5. Pilot scale experiment



**IMT Lille Douai**  
École Mines-Télécom  
IMT-Université de Lille

## OUTDOOR EXPOSURE



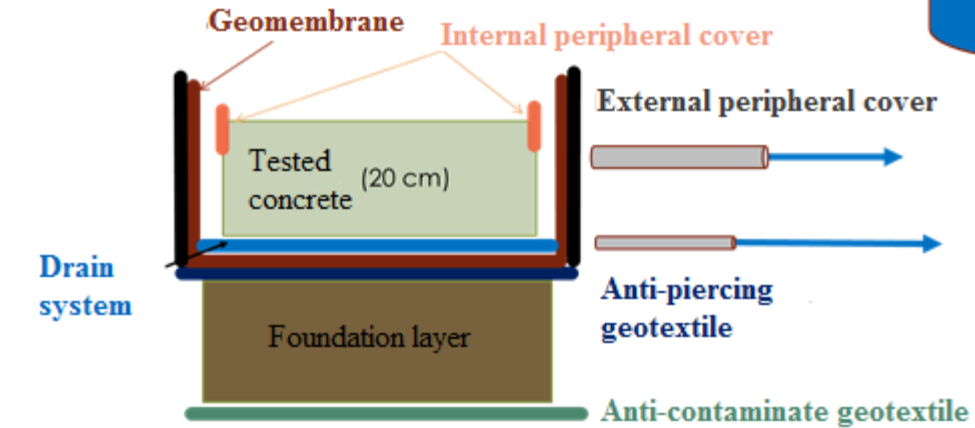
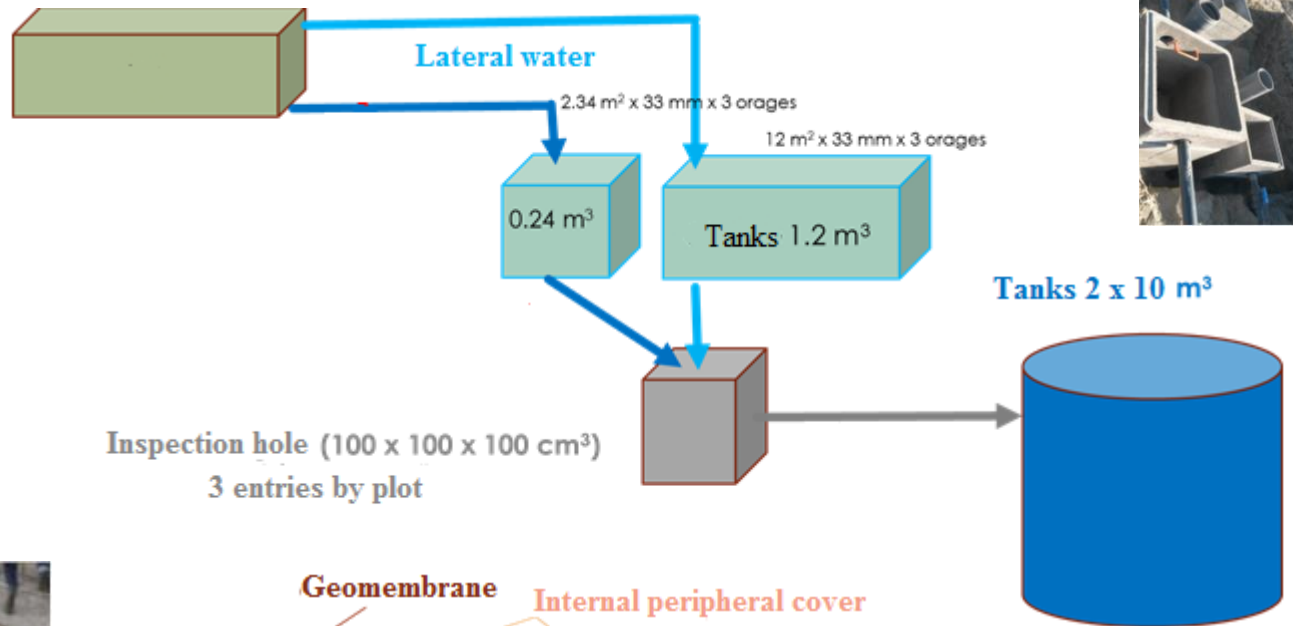
1. Swept concrete with 50% sand substitution rate
2. Swept concrete with 30% sand substitution rate
3. Control concrete



Owen recorders

# PILOT SCALE EXPERIMENT

## DUNKERQUE EXPERIMENTAL PILOT SITE



1% Slopes for the tested concrete and the foundation layer

Experimental follow-up : Eluates was collected every two weeks from december 2015 until december 2016

# PILOT SCALE EXPERIMENT

20

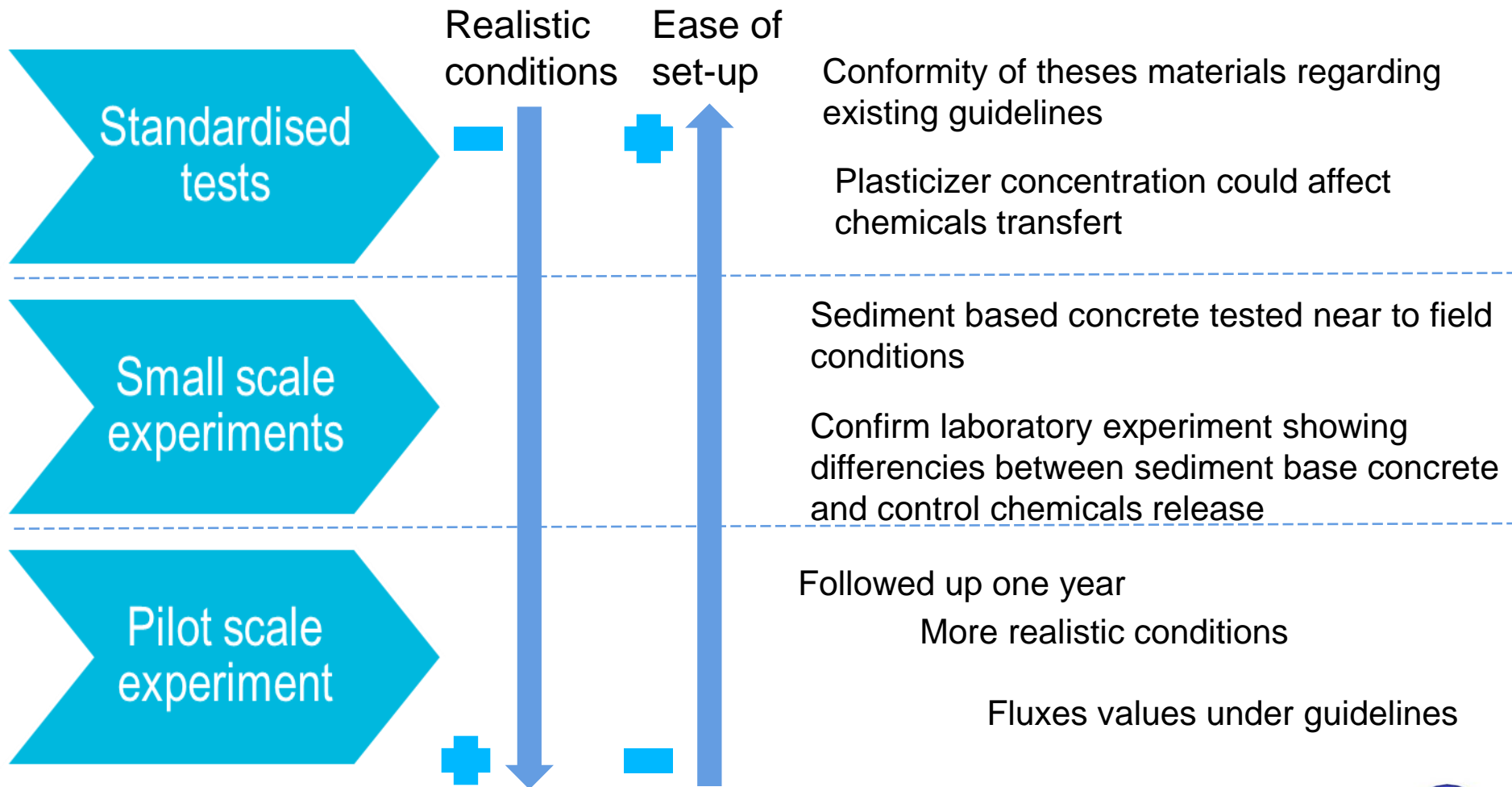
Contaminant (mg/m <sup>2</sup> /year)	with lateral water						Run- off only						Cerema 2015 threshold
	C50-1		C30		C0		C50-1		C30		C0		
	With owen	Without owen	With owen	Without owen	With owen	Without owen	With owen	Without owen	With owen	Without owen	With owen	Without owen	
As	3,9	5,4	6,3	7,7	2,3	4,2	2,8	3,6	3,2	4,1	1,6	2,6	10
Ba	38,1	96,8	42,3	98,5	110,2	171,9	29,3	58,5	20,8	51,7	79,4	109,1	700
Cd	0,0	1,1	0,0	1,1	0,0	1,1	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	4
Cr	1,4	3,1	3,5	5,3	1,8	3,7	0,9	2,0	1,0	1,9	1,6	2,5	50
Cu	3,6	6,1	4,6	7,8	1,2	4,8	1,5	3,1	1,3	3,3	0,9	2,8	625
Hg	0,0	0,5	0,1	0,3	0,2	0,6	0,0	0,3	0,0	0,3	0,2	0,3	1
Mo	6,9	8,2	5,7	7,1	3,4	4,8	5,1	5,8	3,6	4,4	3,1	3,8	70
Ni	2,7	4,0	3,2	4,6	0,8	2,3	1,6	2,3	1,5	2,2	0,7	1,5	20
Pb	0,0	2,9	0,05	3,07	0,2	3,3	0,0	1,5	0,0	1,6	0,2	1,8	10
Sb	0,8	1,6	0,7	1,6	1,2	2,3	0,4	0,9	0,3	0,8	1,0	1,5	5
Se	0,0	3,4	0,03	2,69	0,0	2,6	0,0	1,8	0,0	1,8	0,0	0,9	6
Zn	2,8	13,1	2,9	15,5	3,3	18,3	0,9	6,1	0,3	5,5	1,0	7,8	625
V	18,1	20,2	34,0	36,8	13,0	16,1	15,0	15,9	13,3	14,7	10,1	11,7	-
Fluorides	168	399	162	416	87	340	126	249	94	224	61	191	750
Chlorides	49821	55657	62689	69930	20737	28348	38969	41621	54038	57796	18053	22127	125000
Sulphates	52402	53604	64070	66476	27590	31182	35776	35977	41203	42450	19491	21390	125000

# 6. Conclusions and perspectives



**IMT Lille Douai**  
École Mines-Télécom  
IMT-Université de Lille

The methodology allowed to validate the reuse of marine dredged sediments in concrete





# THANK YOU FOR YOUR ATTENTION 23



<http://www.sedicycle.eu/>

