



# Bilan de plus de 20 ans d'utilisation EME en milieu urbain

Yves BROSSEAUD - IFSTTAR Nantes France  
Michèle SAINT JACQUES - ETS Montréal Canada

- Rappels des EME, spécificité «ville»
- Applications urbaines
- Applications particulières (VSP, Tramway)
- Bilan à 20 ans : avis des gestionnaires
- Conclusion

# Historique EME 2



- Premières applications : dédiées urbain (1984)
- Renforcements coordonnées RN en villes
- Bitume dur 10/20, dosage «surface» > 5,8%
- Guide EnME (1988) :  $E > 11\ 000\ \text{MPa}$
- Norme EME (1999) :  $E > 14\ 000\ \text{MPa}$

## spécifications

		EME					
		NF P 98-140 (Nov 99)					
		0/10		0/14		0/20	
		cl1	cl2	cl1	cl2	cl1	cl2
		C80		C100		C120	
PCG							
		≤10	≤6	≤10	≤6	≤10	≤6
r/R							
		≥0.7	≥0.75	≥0.7	≥0.75	≥0.7	≥0.75
		* Sur plaque de 10 cm d'épaisseur					
Ornière		7 à 10	3 à 6	7 à 10	3 à 6	7 à 10	3 à 6
		≤7.5*		≤7.5*		≤7.5*	
		7 à 10	3 à 6	7 à 10	3 à 6	7 à 10	3 à 6
Module		≥14		≥14		≥14	
		7 à 10	3 à 6	7 à 10	3 à 6	7 à 10	3 à 6
		≥14		≥14		≥14	
Fatigue		≥100	≥130	≥100	≥130	≥100	≥130
		≤10	≤6	≤10	≤6	≤10	≤6
Vides en place		Sans objet					
CA		≥250		≥250			

1988

2007

# Epaisseurs /compactage

Très important pour la qualité / durabilité

- Epaisseurs en cm

	Moyenne	Minimum
EME 10	6 à 8	5
EME 14	7 à 13	6
EME 20	9 à 15	8

- % de vides

< 6 % laboratoire et chantier / homogénéité

- Gain en % d'épaisseur / traditionnel

15 à 30 % GB 3 / GB 2, moins de décaissement

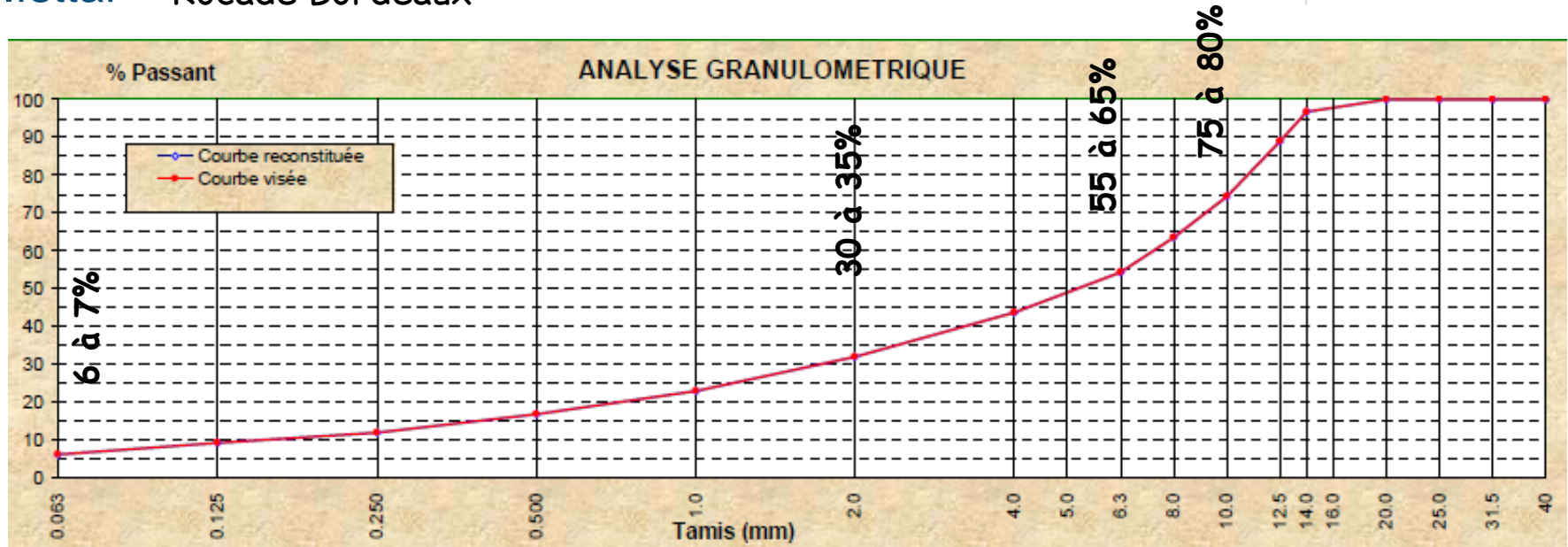
- **Granulométrie : 20, 14, 10 mm (ville)**
  - Généralement en 3 à 4 fractions
  - Courbe continue : 3 fois 1/3
- **Bitume : grade dur**
  - Classes 10/20 et 15/25 ; TBA : 62/75 et 55/65 C
  - Mais aussi 20/30 avec AE (20 à 30%) et additifs
  - 35/50 + additifs
  - Dosage élevé = surface (5,3 à 5,8 %)



# Exemples : courbes granulométriques 14 mm



Ifsttar Rociade Bordeaux



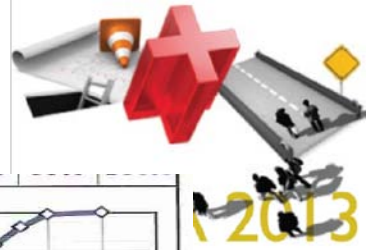
- TL 10/20 (13 et 68 C) : 5,7 % (température 180 C)
- PCG 100 : 5,2%
- IC: r/R 93%
- Orniérage : 2,2% (6,2% vides)
- Module :  $E = 18\ 000\ \text{MPa}$  (15 C 10 Hz - 3,8 % vides)
- Fatigue :  $\epsilon_6 = 145 \pm 5\ \text{microdef}$  (10 C 25 Hz - 3,4 % vides)





Ifsttar

# Exemples : EME 0/14, avec recyclés, tiède



- 30 % recyclés 0/10 (*pen15, TBA 72 C*) / 70 % sable et 3 gravillons / 4,0 % Bitume 20/30 (*mousse*)
- TL totale : 5,3 % (température mélange 130 C)
- PCG 100 : 5,2%
- IC: r/R 87%
- Orniérage : 2,3% (4,5% vides)
- Module :  $E = 17\ 000\ \text{MPa}$  (15 C 10 Hz - 4 % vides)
- Fatigue :  $\varepsilon_6 = 140\ \text{microdef}$  (10 C 25 Hz - 4,8 % vides)



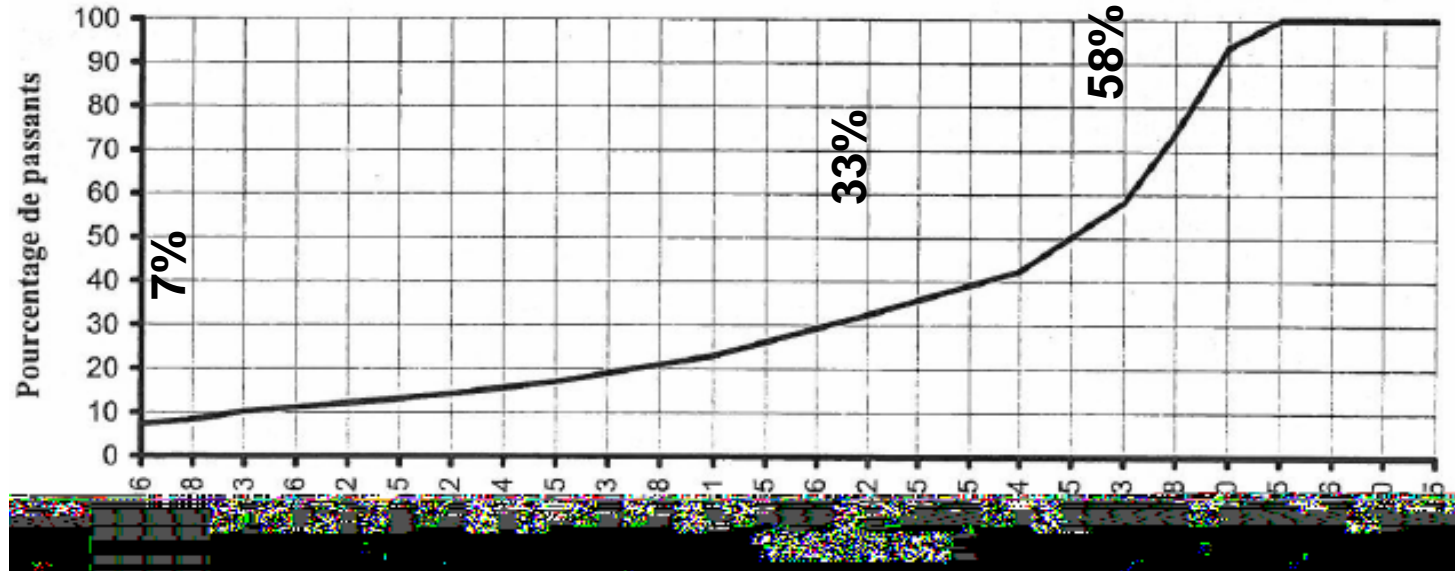


Ifsttar

# Exemples : courbes granulométriques 10 mm



Rocade Bordeaux



- TL 10/20 (17 et 67 C) : 5,7 % (température 180 C)
- PCG 80 : 5,9%
- IC: r/R 86%
- Orniérage : 3,6% (5,9% vides)
- Module :  $E = 16\ 000\ \text{MPa}$  (15 C 10 Hz - 3 % vides)
- Fatigue :  $\epsilon_6 = 135\ \text{microdef}$  (10 C 25 Hz - 3,4 % vides)



- Attention aux joints avec un matériau «rigide»



- Réduire les points faibles : finisseur grande largeur, ou parallèles

- Avancement le plus régulier possible



- Usage de trémie mobile sur les grands boulevards urbains



Ifsttar

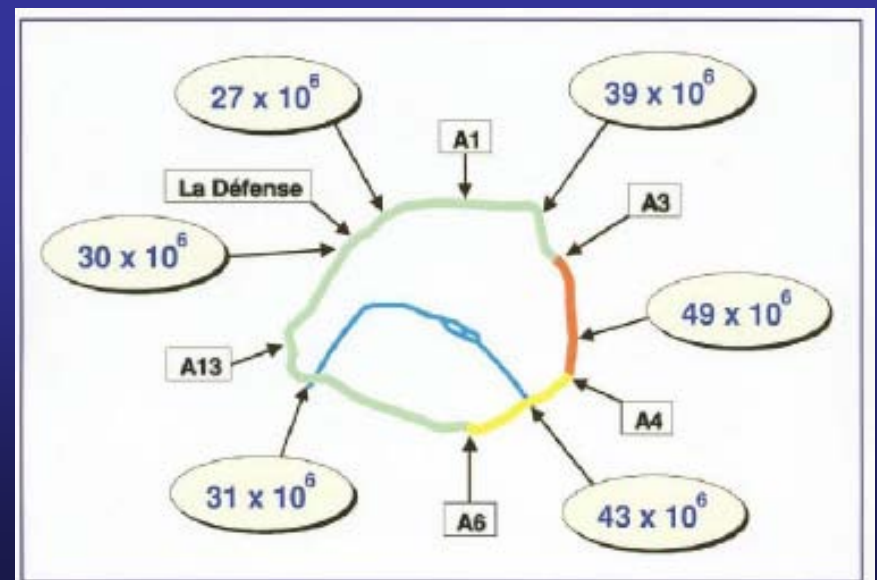
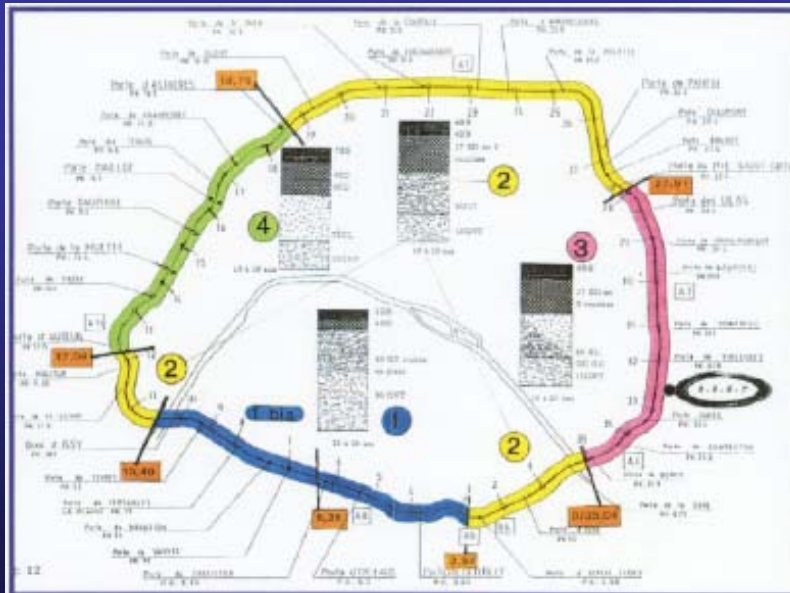
# Boulevard Périphérique de Paris



- Construction 1956 - renforcé en 1993 (int) - 1994 (ext) - EME 20 ans
- Longueur : 35 km (dont 7 km ponts et tunnels)
- 2 \* 3 voies (27 km), 4 voies (7 km), 6 voies (1km)
- Vitesse max 80 km/h
- Trafic / jour : 300 000 véhicules - 20% PL (> 3,5 t) ou 30 000 PL/jour/sens
- Forte congestion, coupure *seulement* entre 24h00-4h00

Aujourd'hui : 15 à 20 cm EME

Trafic envisagé : 30 à 150 M.PL







Portance minimale à respecter  
pour compacter:  
contrôles de déflexion, portance

2013/04/16



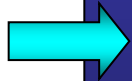
Epaisseur minimale à respecter  
pour compacter et comportement:  
reprofilage, composition

2013/04/17



2013/04/19

- Boulevard des 50 otages (900 bus/jour/sens - *présentation 2012*)
  - Retraitement en place au ciment en 32 cm
  - EME 0/14 en 8 cm et 10 cm arrêt de bus
  - BBME 0/10 en 6 cm





Ifsttar

# Caractéristiques des EME et BBME

Nantes



Formulation	14	10	6	2	0,063 mm	bitume	
BBME 0/10	100	95	63	33	6,9 %	Styrelf 13/20	5,6%
EME 0/14	98	71	53	34	7,7 %	10/20	5,6%

Formulation	PCG	r/R	Orniérage	Module
BBME 0/10	9,2 %	80%	2,8%	12 600 MPa
EME 0/14	5,4 %	90%	2%	16 800 MPa

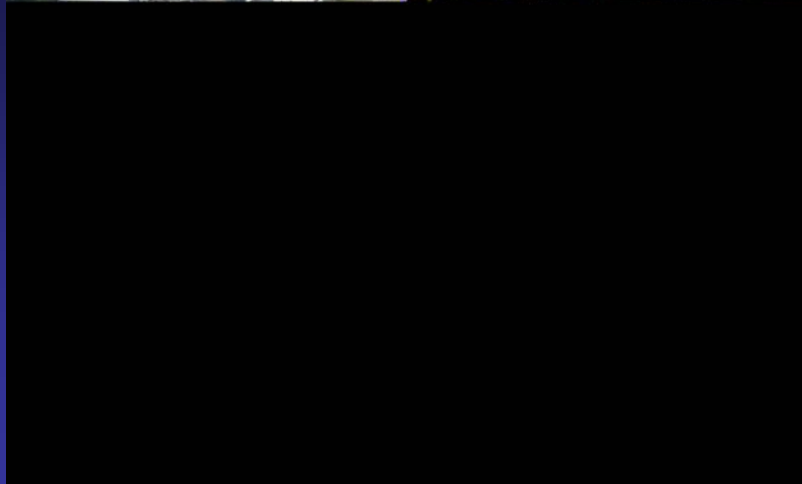




Ifsttar

# Cours des 50 otages (mixte)

Nantes







# Usages spécifiques



Nantes, St Nazaire,...

- Bus en voie dédiée : nombreuses villes en France



- **Chaussée neuve PF 2+ (CdF 50 cm GNT 0/60)**

- GNT 10 + 10 cm
- EME 0/20 10 cm
- EME 0/14 10 cm
- BBME 0/10 6 cm (*sauf station BB percolé 4 cm*)



- **Chaussée ancienne renforcée**

- reprofilage
- EME 0/20 12 cm
- EME 0/14 10 cm
- BBME 0/10 clair 4 cm



- **Gain d'épaisseur / grave bitume classique : 30%**



# Structure Chronobus

Nantes



## Solution variante

### Solution de base

6 BBSG 0/10
12 GB4 0/14
12 GB4 0/14
10 GNT B 0/31,5
35 GNT A 0/60
Géotextile

Hauteur totale : 75 cm

### Variante entreprise

5 BBME 3 0/10
8 Colbase AE 20% 0/14
9 Colbase AE 20% 0/14
10 MTLHc 0/14
5 GNT A 0/20

Hauteur totale : 37 cm

### VERIFICATION AU GEL/DEGEL

L'indice de gel admissible **IA = 72°C.j.** de la structure la moins épaisse est inférieur à l'indice de gel de référence de Loire Atlantique  $IR = 75°C.j$  mais supérieur à l'indice de gel de référence de Loire Atlantique  $IR = 55°C.j$ . Les structures sont protégées vis a vis des hivers rigoureux non exceptionnels.

## Solution de base

### 2) DIMENSIONNEMENT AVEC STRUCT'URB

#### Estuaire – Prairie au Duc

6 Enrobés
8 EME2
9 EME2
PF 2

Hauteur : 23cm

#### Gâche – Chevaye

6 Enrobés
8 EME2
9 EME2
PF 2

Hauteur : 23cm

#### Pompidou

5 Enrobés
7 EME2
8 EME2
PF 2

Hauteur : 20cm

### 3) VERIFICATION AU GEL/DEGEL

L'indice de gel admissible **IA = 97°C.j.** de la structure la moins épaisse supérieur à l'indice de gel de référence de Loire Atlantique  $IR = 75°C.j$ . structures sont protégées vis a vis des hivers rigoureux exceptionnels.





Ifsttar

# Le Busway Nantais : les limites dégradations dans les stations



Orniérage en surface, pas ou très peu dans l'EME.  
Traitement particulier : percolés, BCMC, CUD,



Ifsttar

# Usages spécifiques : voies pour tramway



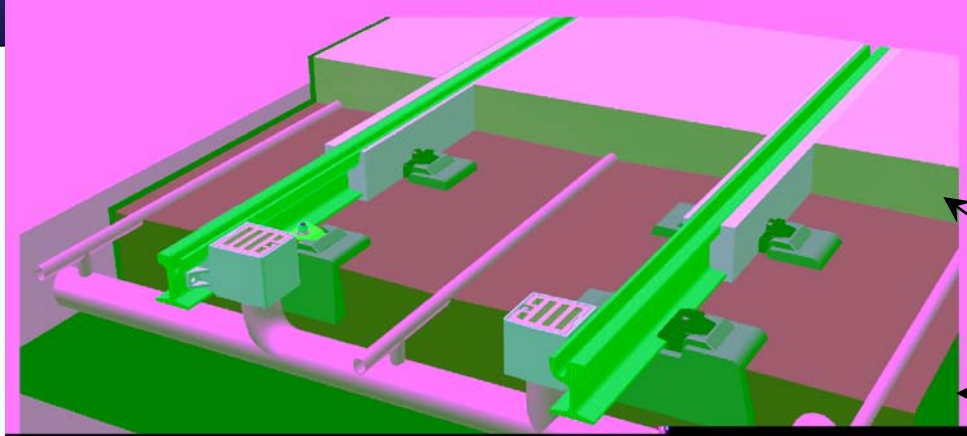
INFRA 2013



Dijon



Structure "béton de calage" sur enrobés (GB3 ou EME) :  
- Tramways sur rails de Strasbourg et de Dijon (EME)  
- Tramway sur pneu de Clermont Ferrand ...



Revêtement (architectural)

20 cm béton de "calage" BC5

8 cm EME\* sur PF2 50MPa

**19 cm de Béton BC3 (PF 35MPa)**

11 cm Gnt 0/31,5 mm sur arase de terrassement.  
Purge si portance < 35 MPa.

Portance minimale  
sommet Gnt : PF2  
(ie. 50 MPa)

**\* Interface EME/BC5 semi-collée /// BC2/BC5 glissante**



Ifsttar

# Usages spécifiques : voies pour tramway



- Mise en œuvre de l'EME



+ Blochet / rail mis en œuvre dès le lendemain (solution béton : temps d'attente environ 3 à 5 j)

- Difficulté de compactage dans les carrefours en raison du phasage chantier



Lfsttar

# Usages spécifiques : voies pour tramway



INFRA 2013

## Pose des blochets en béton sur l'EME à Dijon - platine de réglage tenant compte des variations de températures EME





Ifsttar

# Usages spécifiques : voies pour tramway



- Banchage du béton de remplissage



+ Pas de problème de fixation du banchage sur l'EME







Ifsttar

# Particularités



- **Températures : contraintes fortes en ville**
  - Fabrication 170 à 180 C (tièdes - 30 C)
  - Mise en œuvre : > 145 C
  - Fin de compactage : 120 C
- **Quantités faibles : disponibilité du liant**



- **6 grandes métropoles** (top 10): Paris, Lyon, Bordeaux, Toulouse, Nantes, Strasbourg
- **2 villes moyennes** : St Nazaire, Dijon
- **Usage** depuis 10 à 20 ans, voire plus (peu de suivi - 1985)
- **Domaines d'emploi**: fortes sollicitations, contraintes d'épaisseur, réduction matériaux, transports, délais, renforcement, reconstruction
  - Périphériques
  - Giratoires
  - Boulevard urbain
  - Voies spéciales bus (site propre, VSP)
  - Quelques rues à circulation lourde



- Formules EME : 14 ; 20 ; 10 /// 80%; 10%; 10%
- Ajustement épaisseur : 8 à 10; 12 à 13; 7 à 8 cm
- Niveau d'étude : souvent 3 et qq fois 4 (fatigue)
- Performances :
  - Module >> 14 000 souvent 16 à 18 000 MPa
  - Fatigue = 130 à 140 (maxi, dépendant nature bitume)
- Assez peu d'évolution des formules :
  - Parfois difficile de trouver 10/20
  - Baisse de température : tièdes (moussage et additif)
  - Recyclage + en +: 20 à 30% AE, parfois 40 et 50% (rare en ville)
- Excellent bilan de comportement (pas de pb : base de données)



- Portance variable
- Épaisseurs fluctuantes
- Difficulté de compactage : *pb de vibration*
- Localisation de réseau
- Éviter les joints
- Quantités suffisantes pour disposer de bitume dur
- Respect des températures: *conditions et temps de transport*
- ✓ Raisons pour lesquelles : pas d'application ville de Strasbourg
- Nécessité d'un savoir faire

# Remerciements à

- RABILLER Daniel - Ingénieur, Nantes-Métropole
- DUMONT Hervé - Directeur Technique, Eiffage Travaux Publics
- MOUSSU Luc - Directeur Technique Eurovia Bretagne
- POMMELET Pierre - Ingénieur chef, Pôle Loire Chézine - Nantes
- ANDONIAN Serge - Chef du laboratoire - CU Strasbourg
- LACASSY Gilles - DIR Atlantique
- GODART Philippe – Ingénieur voiries - CU Bordeaux
- AZAMBRE Nelly – Chef du Laboratoire – CU Lyon
- LASCROUX Laurent – Services techniques – Ville de Toulouse
- PEZAS Nicolas – Directeur technique – CG Gironde
- ST-JACQUES Michèle - Professeure ÉTS - Montréal - Canada

# Merci de votre attention



**BLOGGIF**

1941 le pont de la Rotonde, les deux tours Lu.

Aujourd'hui, une seule tour s'élève face au château des Ducs de Bretagne.

En 1846, la biscuiterie Lefèvre-Utile, du nom du couple qui inventa le fameux "Petit Lu" voit le jour à Nantes. Ses fondateurs laisseront une trace dans l'architecture de la ville. [31/30](#)