

C.N.I.D.E.C.A
COMPAGNIE NATIONALE DES INGENIEURS DIPLOMES
EXPERTS
PRES LES COURS D'APPEL ET LES JURIDICTIONS
ADMINISTRATIVES
Adresse Postale : Alain MARTIN - 101 rue de Prony - 75017 PARIS

PROGRAMME DU COLLOQUE du 22 janvier 2016

« Nouveaux bétons, nouveaux champs d'expertise »

Les exposés : 

- *« Nouveaux bétons, des clés pour comprendre la pathologie des ouvrages »* par Monsieur **Paul ACKER**, Ingénieur ECP, Docteur, Expert CNIDECA.
- *« L'évaluation non destructive des ouvrages en béton »* par Madame **Odile Abraham**, Ingénieur des Travaux Publics de l'Etat, Docteur, Directeur du laboratoire de géophysique et d'évaluation non destructive des bétons de l'Ifsttar.
- *« Un panorama des questions techniques d'actualité donnant lieu à litiges »* par Maître **Christophe LAPP**, Avocat, Cabinet ALTANA.

NOUVEAUX BÉTONS ET NOUVEAUX OUTILS D'ANALYSE



Paul ACKER

Séminaire CNIDECA – Paris, 22 Janvier 2016

Sommaire

- Les nouveaux bétons : BHP, BFUP, BAP, BIS, ...
- Des performances maîtrisées sur des bases scientifiques
- Les modèles d'empilement granulaire
- Les 13 mécanismes de dégradation du béton
- Une nouvelle approche du retrait
- Une méthodologie d'analyse des désordres

1^{re} vague : les bétons à hautes performances (BHP) 1987 - 1998



Le Pont de l'**Ile-de-Ré**, BOUYGUES, 1987-88



et, de plus en plus, en **préfabrication**



Le Pont de l'**Iroise**, RAZEL, 1992-94



2^{me} génération : les bétons à ultra-hautes performances (BFUP) 1999 - 2011



Le MUSEM et sa passerelle à Marseille
Rudy Ricciotti, architecte, 2011-13



Haneda airport, Tokyo, 2007-2010

http://www.ductal.com/wps/portal/ductal/fr/1_4_3-Material_made_to_last

3^{me} génération : les bétons auto-plaçants (BAP)

2000 - 2015



Les chapes puis les dalles en BAP, dès 2000



+ de 60 % des bétons préfabriqués sont en BAP

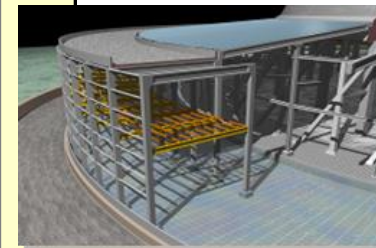
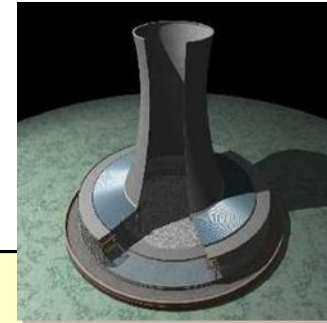
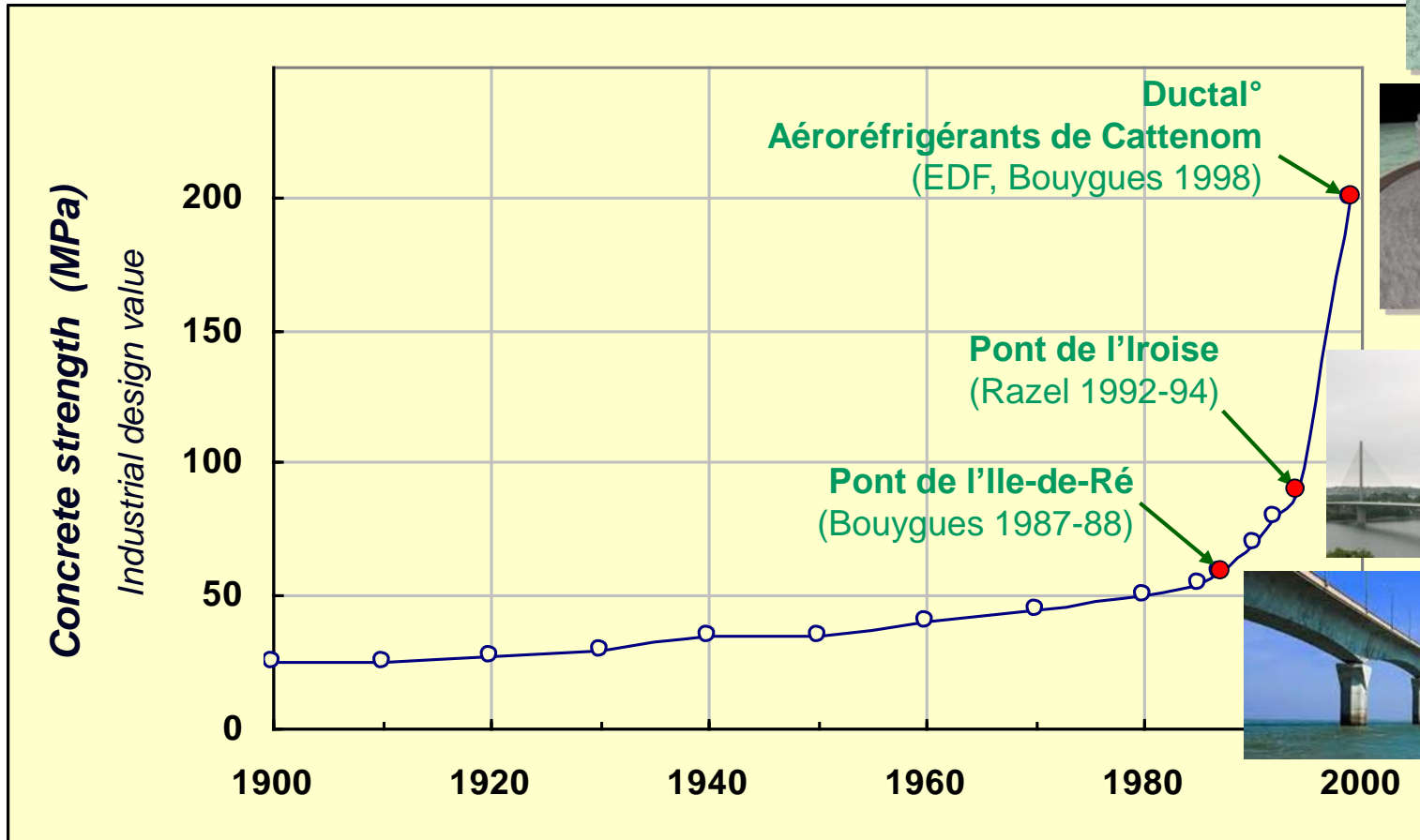


Façade d'immeuble en BAP, CALCIA



Evolution des performances du béton au cours du XX^e siècle

Résistance en compression



Concept n°1 : La **compacité**, volume des grains / volume occupé



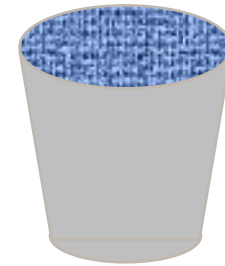
Seau vide :
P1



Seau + Eau :
P2



Seau + Grains :
P3



Seau+Grains+Eau :
P4

Volume apparent
 $V_t = P2 - P1$

Volume des vides
 $V_v = P4 - P3$

Volume des grains
 $V_s = V_t - V_v$

Compacité :
 $C = V_s / V_t = 1 - V_v / V_t$

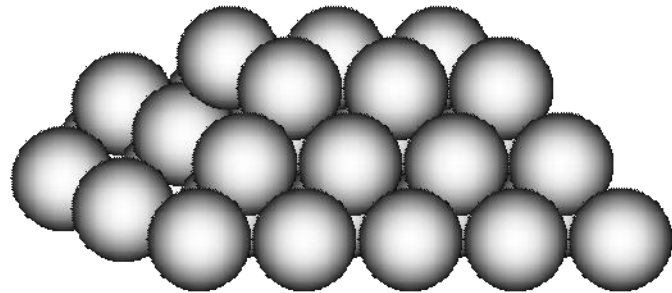
Masse volumique moyenne des grains : $(P3 - P1) / (V_t - V_v)$

Théorème n°1 :

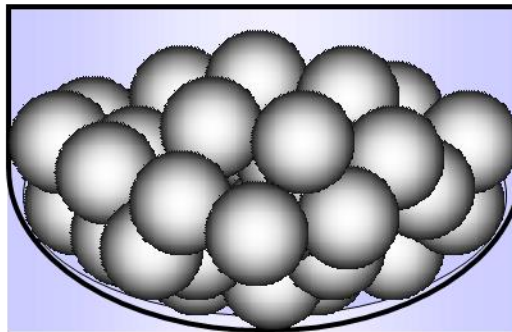
La **compacité** est un invariant dimensionnel

Compacité = Volume des grains / Volume apparent = 1 - porosité

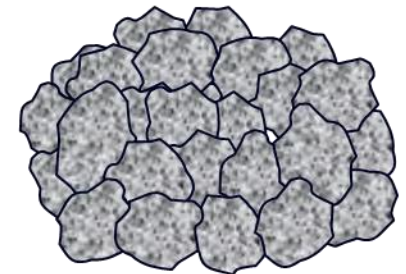
Sphères ordonnées



Le sac de billes



**Granulats naturels
(monotaille)**



$$C = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} = 0.74048$$

$$C = 0.63 \text{ à } 0.64$$

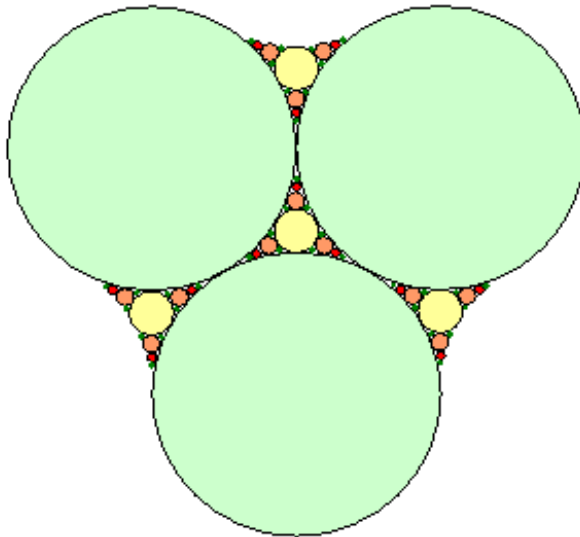
$$C = 0.58 \text{ à } 0.60$$

La compacité est indépendante de la taille moyenne des grains !

Concept n°2 :

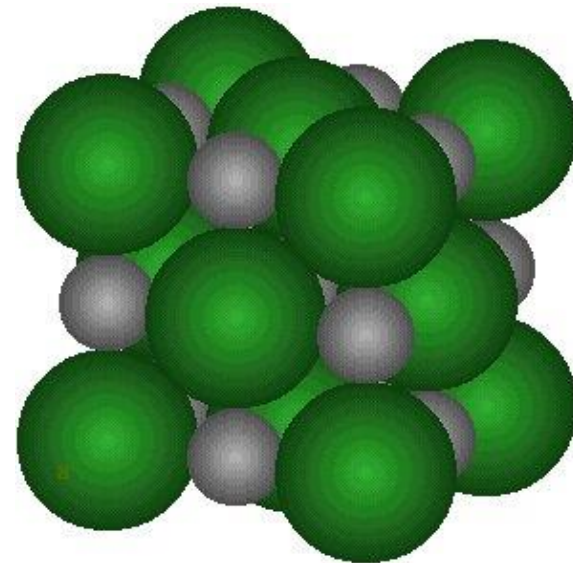
Le pavage de l'espace

- APOLLONIOS de Perga [262-190 avant J.C.] a montré qu'on pouvait remplir complètement l'espace avec une suite (infinie) de sphères :



Modèle **2D**

$$R1/R2 = 3+2\sqrt{3} = \mathbf{6,46}$$



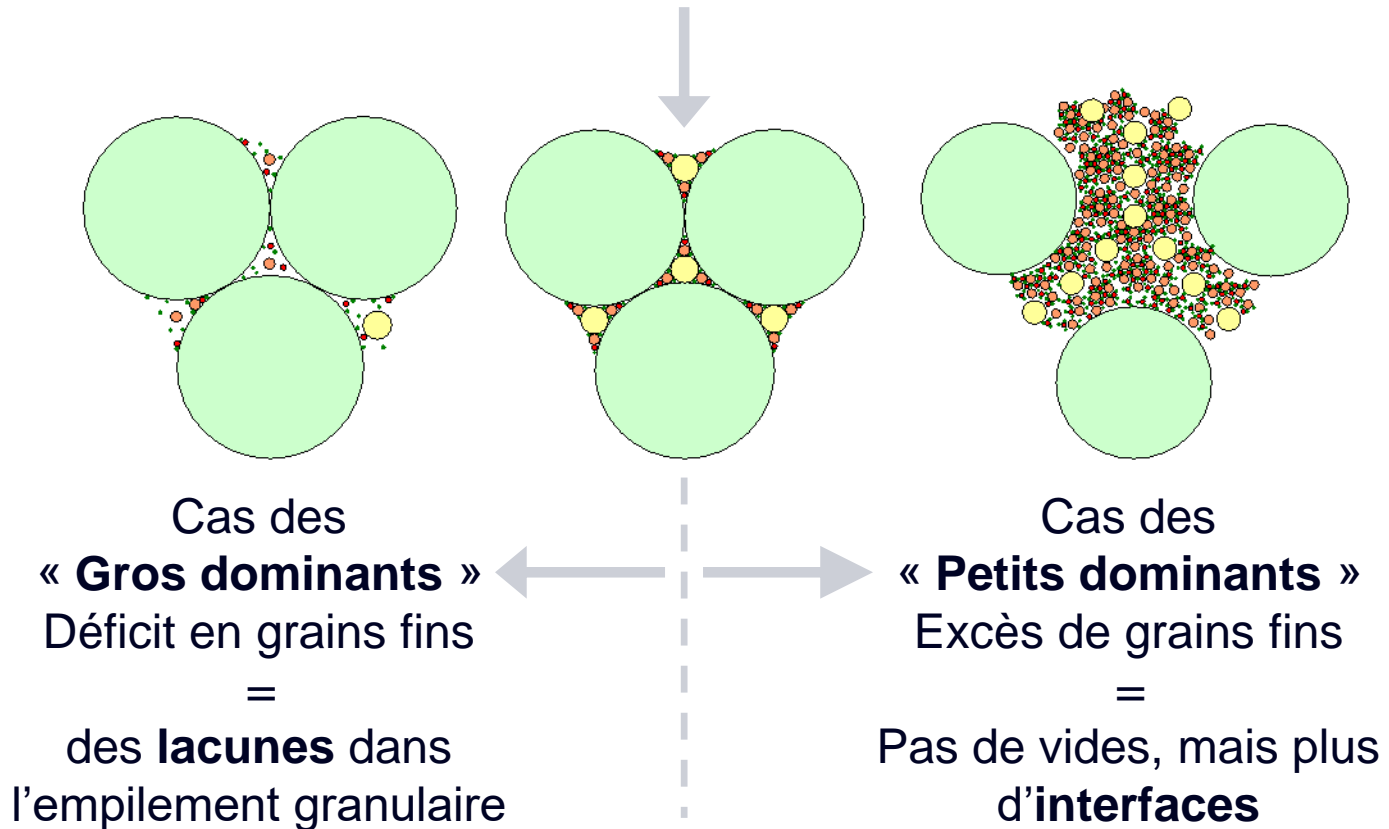
Modèle **3D**

$$R1/R2 = 1+\sqrt{2} = \mathbf{2,41}$$

$$R1/R3 = 2+\sqrt{6} = \mathbf{4,45}$$

Concept n°3 : l'Optimum de compacité du squelette granulaire

- Le modèle apollonien, *fractal*, montre qu'il **existe un optimum** de compacité avec, de part et d'autre, deux comportements différents :

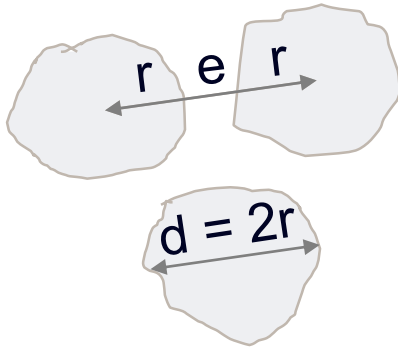


Le comportement n'est pas symétrique à cause d'un effet stérique

Théorème n°2 :

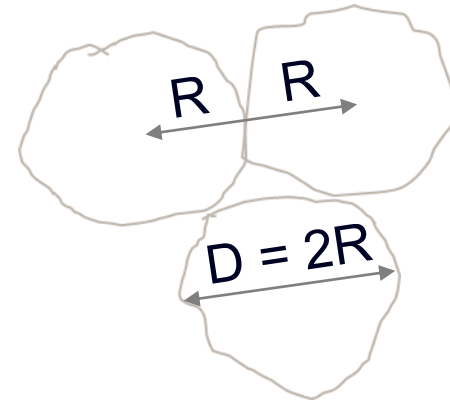
la distance moyenne entre les grains résulte de la concentration
(on dilate les grains jusqu'à ce qu'ils se touchent)

Suspension lâche :
Concentration $C = V_g/V_t$



$$e + 2r = D = 2R$$

Empilement compact :
Compacité $C_{\max} = 0,6$



diamètre $D =$ distance D

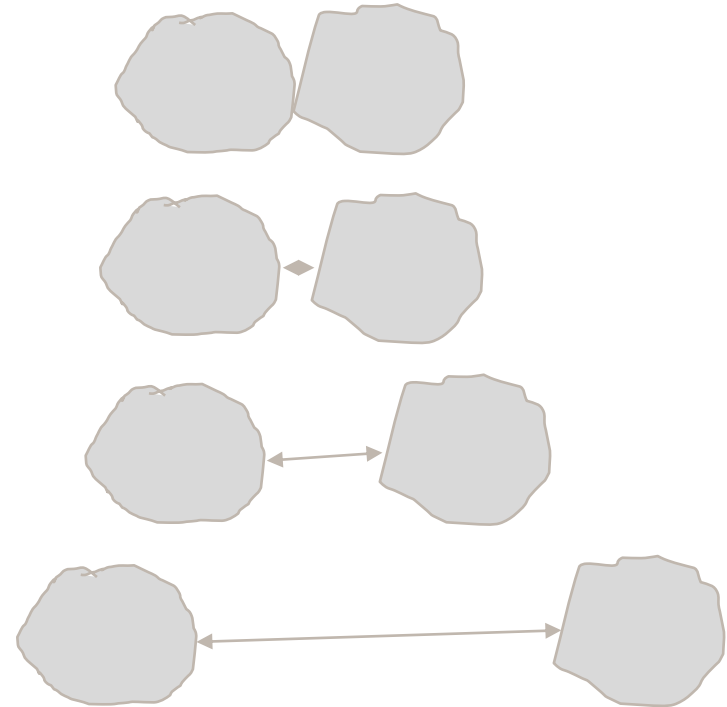
$$C_{\max}/C = (D/d)^3 = ((d+e)/d)^3 = 0,6/C \quad \Rightarrow \quad e = d (-1 + \sqrt[3]{0,6/C})$$

Cette loi permet de calculer, dans une suspension, la distance moyenne entre les grains

ici, pour un diamètre $d = 10$ mm

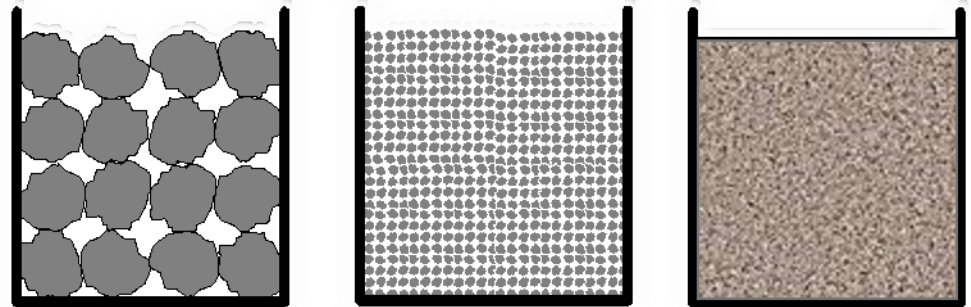
Concentration	Distance
%	mm
60	0
50	0,6
40	1,4
30	2,6
20	4,4
10	8,2
5	13
2	21
1	29

$$e = d (-1 + \sqrt[3]{0,6/C})$$



En-dessous de **8 %**, $e > d$ et les grains ne forment plus une "classe granulaire"

Tous les empilements *monodisperses* ont des compacités voisines, de l'ordre de $C_0 = 0,60$:



les mélanges ont des compacités bien meilleures :

$$0,60 + 0,40 \times 0,60 = 0,84$$

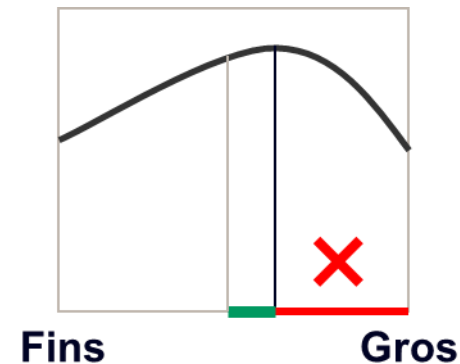
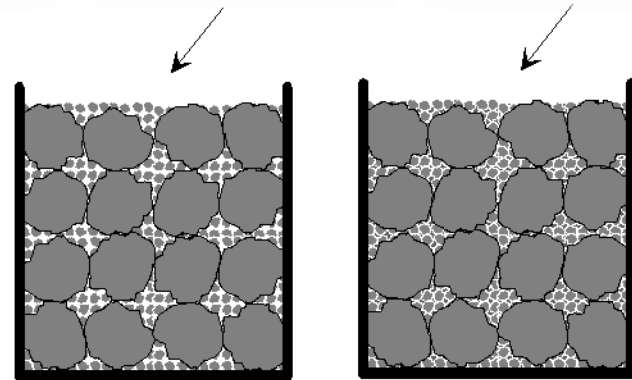
$$0,84 + 0,16 \times 0,60 = 0,936$$

etc.

soit :

$$1 - (1 - C_0)^n$$

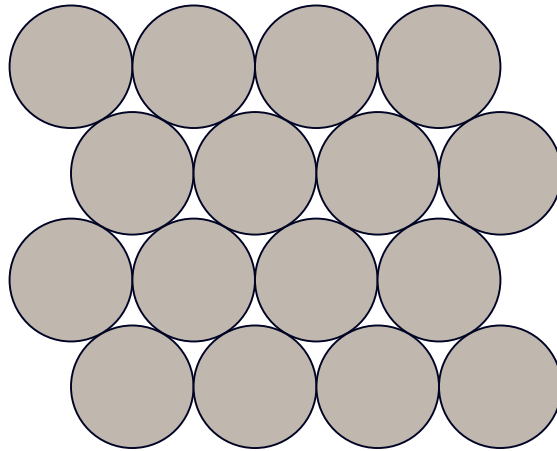
où n est le nombre de classes granulaires.



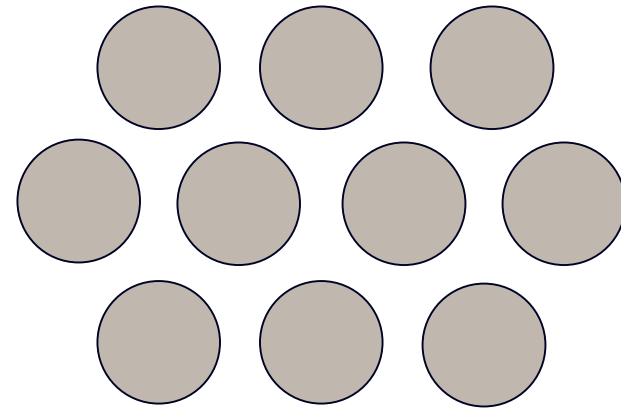
Concept n°4 :

Une **compacité optimale** forme un système **AUTOBLOQUANT**

La nécessité d'un empilement lâche



Pas de plan de
cisaillement sans
dilatance !

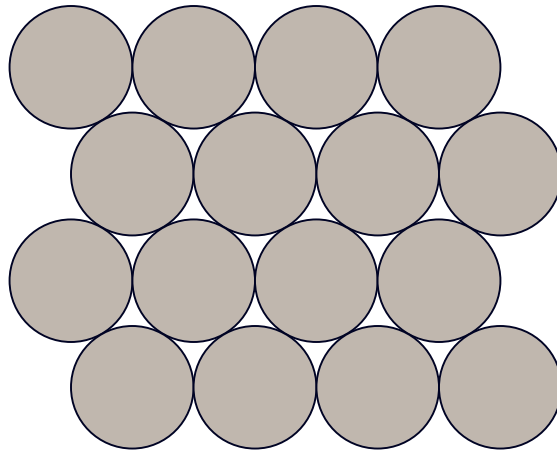


**Cisaillement possible
sans dilatance**

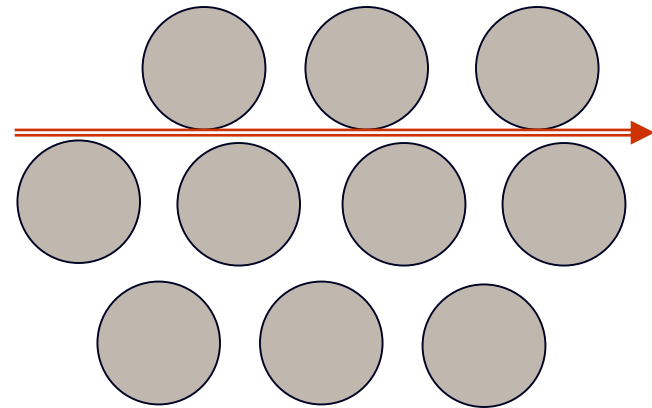
Concept n°4 :

Une **compacité optimale** forme un système **AUTOBLOQUANT**

La nécessité d'un empilement lâche



Pas de plan de
cisaillement sans
dilatance !



**Cisaillement possible
sans dilatance**

Références

- Papiers et bouquin de **Francois de LARRARD** et **Thierry SEDRAN**
Concrete Mixture Proportioning – A Scientific Approach, 1999, E&FN Spon
- **Un logiciel gratuit (*tutorial*) peut être téléchargé à :**
http://www.lcpc.fr/francais/produits/betonlabpro/article/telecharger_betonlabfree
- **et en version professionnelle à :**
<http://www.lcpc.fr/francais/produits/betonlabpro/article/presentation-generale>

Les origines des pathologies qui sont liées au matériau sont toutes connues et répertoriées

➤ Mécaniques :

- le **fluage** : effet du maintien dans le temps de la sollicitation mécanique
- la **fatigue** : effet de la répétition des charges appliquées
- l'**abrasion** : perte de masse en surface due aux frottements

➤ Physiques :

- la **chaleur d'hydratation** : effet du dégagement de chaleur en cours de prise
- les cycles de **température** diurnes et surtout saisonniers
- la **dessiccation** : retrait dû au départ de l'eau non liée chimiquement
- l'**auto-dessiccation** dans les BHP et les BFUP (si $E/C < 0,35$)

➤ Chimiques :

- la **corrosion des armatures**, qui résulte de la chute du pH dû à :
 - la **carbonatation du béton**, via le CO_2 qui pénètre par les pores,
 - la **pénétration des ions chlorure** (bordure de mer et montagne),
- un **écaillage** des pièces quand on a, souvent simultanément :
 - des **cycles de gel-dégel**,
 - la **pénétration des sels de déglçage**,
- des **gonflements** endogènes, qui résultent d'une réaction différée :
 - de nodules de **silice amorphe** avec les **alcalins du ciment (ASR)**,
 - d'une espèce d'**ettringite** qui se forme au-delà de $70^\circ C$ (**DEF**),
- l'action des **sulfates** qu'on trouve dans certains sols.

Ils sont tous spécifiques à certains ouvrages

➤ Mécaniques :

- **fluage** : uniquement sur un certain type de pont (arcs surbaissés)
- **fatigue** : aucun cas de fatigue connu !
- **abrasion** : uniquement sur les déversoirs de barrage

➤ Physiques :

- **chaleur d'hydratation** : uniquement dans les pièces massives (ou enterrées)
- cycles de **température** : pb majeur des chaussées (+ joints de dilatation !)
- **dessiccation** : tous les ouvrages en béton ordinaire et en BAP
- **auto-dessiccation** : uniquement dans les BHP et BFUP non préfabriqués

➤ Chimiques :

- **carbonatation** : uniquement si porosité > 14 % ou enrobage < 1 cm
- **chlorures** : bétons recevant des sels de déverglaçage ou des embruns
- **gel-dégel** : uniquement en présence de chlorures (en montagne)
- réactions **alcali-silice (ASR)** : utilisation de granulats non conformes
- **sulfates** : uniquement dans un sol gypseux (ou granulats non conformes)
- réactions sulfatiques internes (**RSI**) : si T dépasse 65°C en cours de prise.

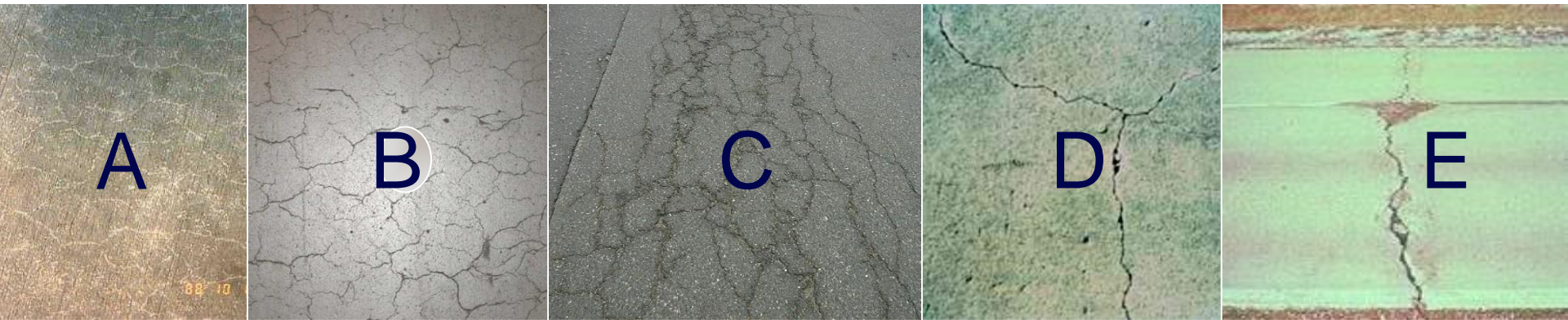
Dans le bâtiment : quelques pathologies seulement

1. **Retrait de dessiccation** : fissures de surface + fissures structurales
2. **Carbonatation** : béton de mauvaise qualité et/ou enrobage non respecté
3. **Tassements d'appui**
4. **Dégât des eaux**
5. **Chaleur d'hydratation** : pièces massives ou confinées (semelles et radiers)
6. Oubli de **joints de dilatation** : rare
7. Pénétration de **chlorures** ou de **sulfates** : environnement spécifique

Dans le bâtiment : quelques pathologies seulement

1. **Retrait de dessiccation** : fissures de surface + fissures structurales
FISSURES
2. **Carbonatation** : béton de mauvaise qualité et/ou enrobage non respecté
Traces de **ROUILLE** puis éclatement du béton
3. **Tassements d'appui**
FISSURES
4. **Dégât des eaux**
Traces d'**HUMIDITÉ**, gonflements, écaillage
5. **Chaleur d'hydratation** : pièces massives ou confinées (semelles et radiers)
FISSURES
6. Oubli de **joints de dilatation** : rare
FISSURES
7. Pénétration de **chlorures** ou de **sulfates** : environnement spécifique
Traces de **ROUILLE** avant éclatement du béton

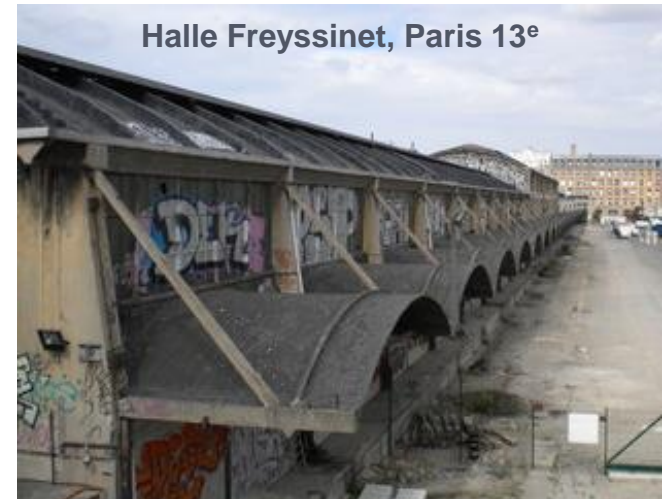
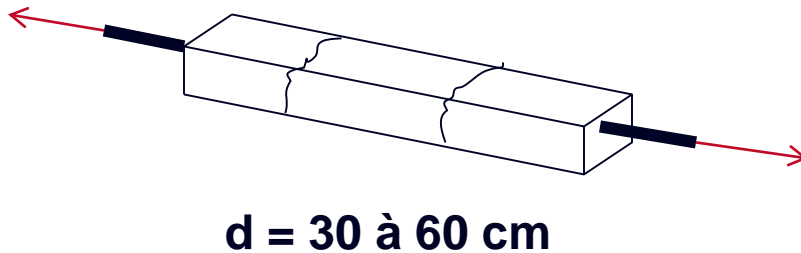
Une fissure observée = 6 informations discriminantes !



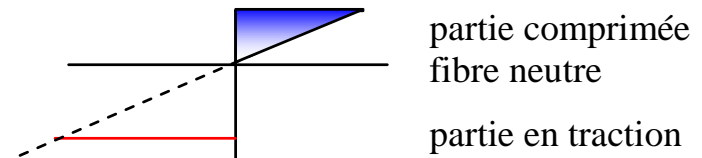
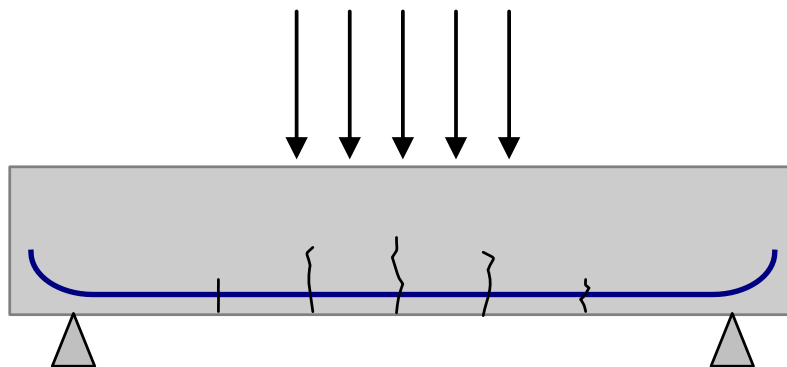
1. Son **faciès** : un **faïençage** résulte d'une contrainte *isotrope de surface* (= qui n'existe pas en profondeur), une fissure isolée implique un mécanisme à l'échelle de la structure
2. Son **orientation** : un **faïençage** isotrope résulte d'un retrait (thermique ou de séchage), une fissure isolée fournit la direction de la contrainte de traction qui l'a créée
3. Son **espacement** : la maille du faïençage indique la **profondeur** des tractions
4. Sa **position** dans la pièce
5. Son **ouverture** : le rapport **ouverture / espacement** (en mm/m) fournit la valeur du retrait
6. Son **gradient d'ouverture** indique un gradient du champ de contrainte qui en est à l'origine.

Les fissures de fonctionnement du béton armé (BA)

Le tirant BA en traction : des fissures tous les $1,5 \times L_a$ (L_a = longueur d'ancrage)



La poutre BA en flexion : des fissures verticales dans la zone tendue :



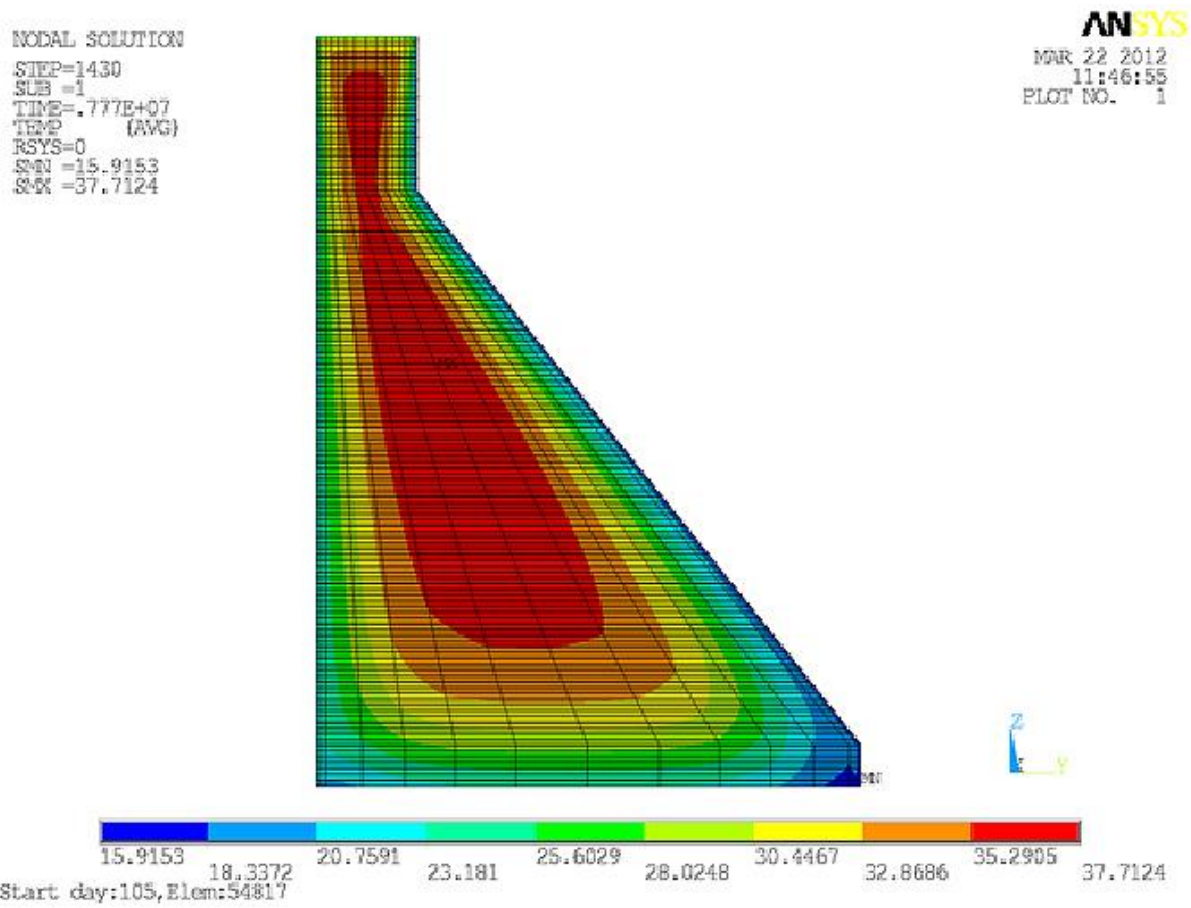
Corrosion des armatures : porosité ou fissuration ?

Un siècle d'ouvrages en BA montre que :

- Un acier bien enrobé ne rouille que si le pH du béton (~ 13) chute en-dessous de 9, par pénétration soit du CO_2 (carbonatation) soit de **chlorures** (sels ou embruns)
- De plus, la carbonatation d'un béton peu poreux **ferme** progressivement la porosité



Les effets de la chaleur d'hydratation du ciment :



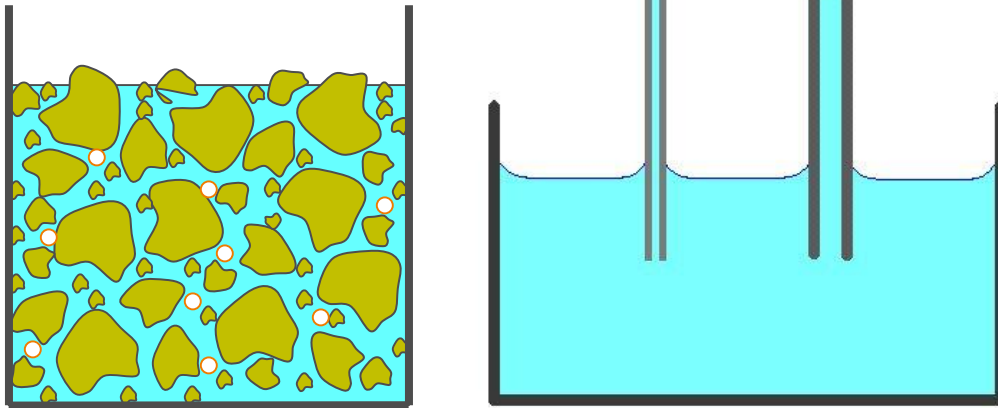
Dans un barrage, par exemple, la température monte en quelques heures de 30 à 50°C (selon la quantité de clinker par m³ de béton), et met quelques jours (pour un barrage voûte) à quelques mois (pour un barrage poids) à refroidir

Barrage des Olivettes : 3 fissures distantes de 90 m !

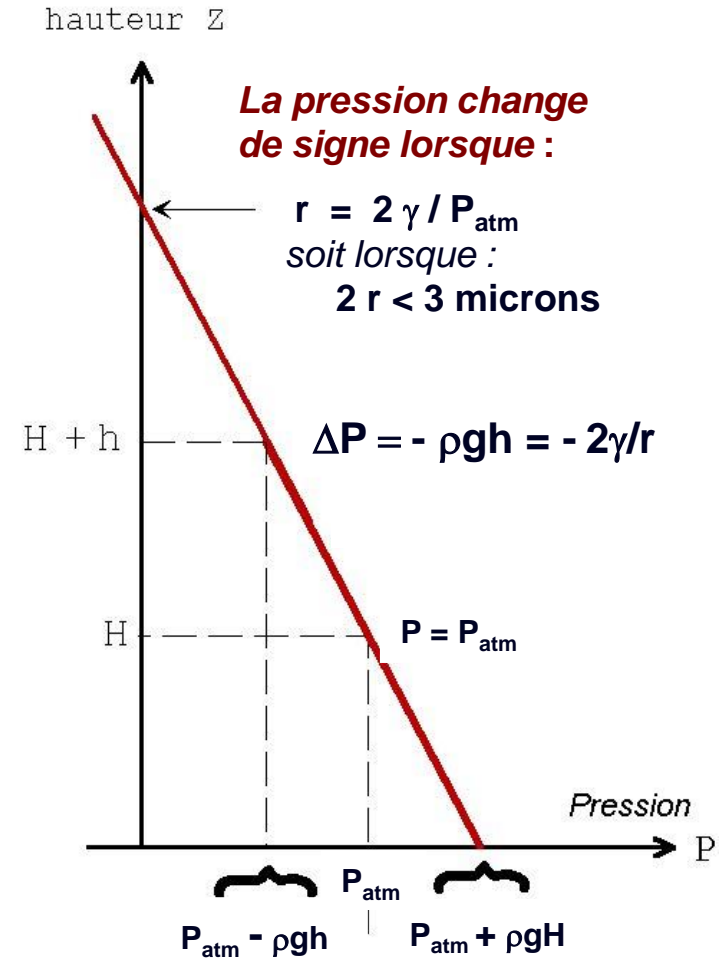


J.M. DURAND, G. DEGOUTTE, P. ROYET, M. JENSEN, “*La technique du béton compacté au rouleau (BCR)*“, Sud Sciences et Technologies, n°1, p.56-62, Janvier 1998.

Séchage et *retrait plastique* : l'effet des tensions capillaires



L'évaporation crée des ménisques en surface et une dépression capillaire qui draine l'eau sur une certaine profondeur (de quelques cm à quelques dm)



Humidité relative et pression capillaire (donc retrait) sont liées par des équations thermodynamiques

			Ordinary concrete	High-strength concrete	BFUP
Internal relative humidity	% RH	h	98	92	75
Pressure in liquid water	MPa	$P_w = R.T.\ln(h)/e_w$	2.73	11.3	38.9
Radius of water meniscii	nm	$r_w = 2\sigma_w/P_w$	53	13	3.7
Mercury pressure	MPa	$P_{Hg} = 2\sigma_{Hg}/r_{Hg}$	18	73	(253)
Conventional size of this pore	nm	$d = 2r_{Hg}/\cos\alpha_{Hg}$	44	10.5	3

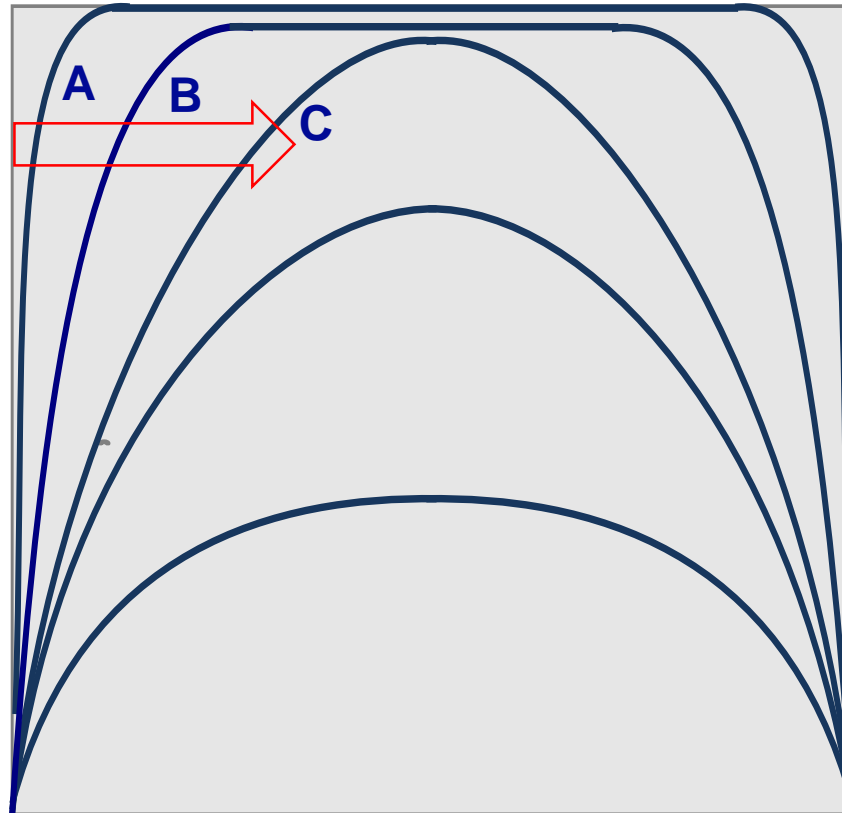
P. ACKER, "Swelling, shrinkage and creep: a mechanical approach to cement hydration", Concrete Science & Engineering, Vol.37, p.237-243, May 2004.

Cinétique de séchage :

un processus lent, en deux phases, invariant en T/L^2

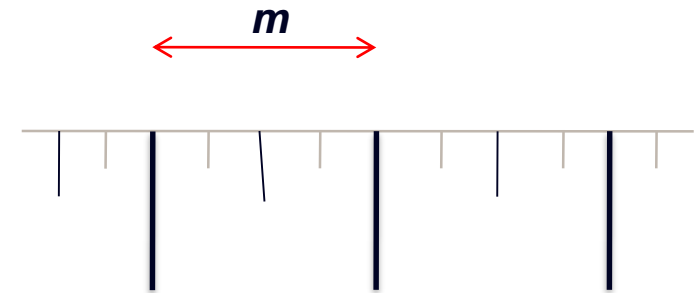
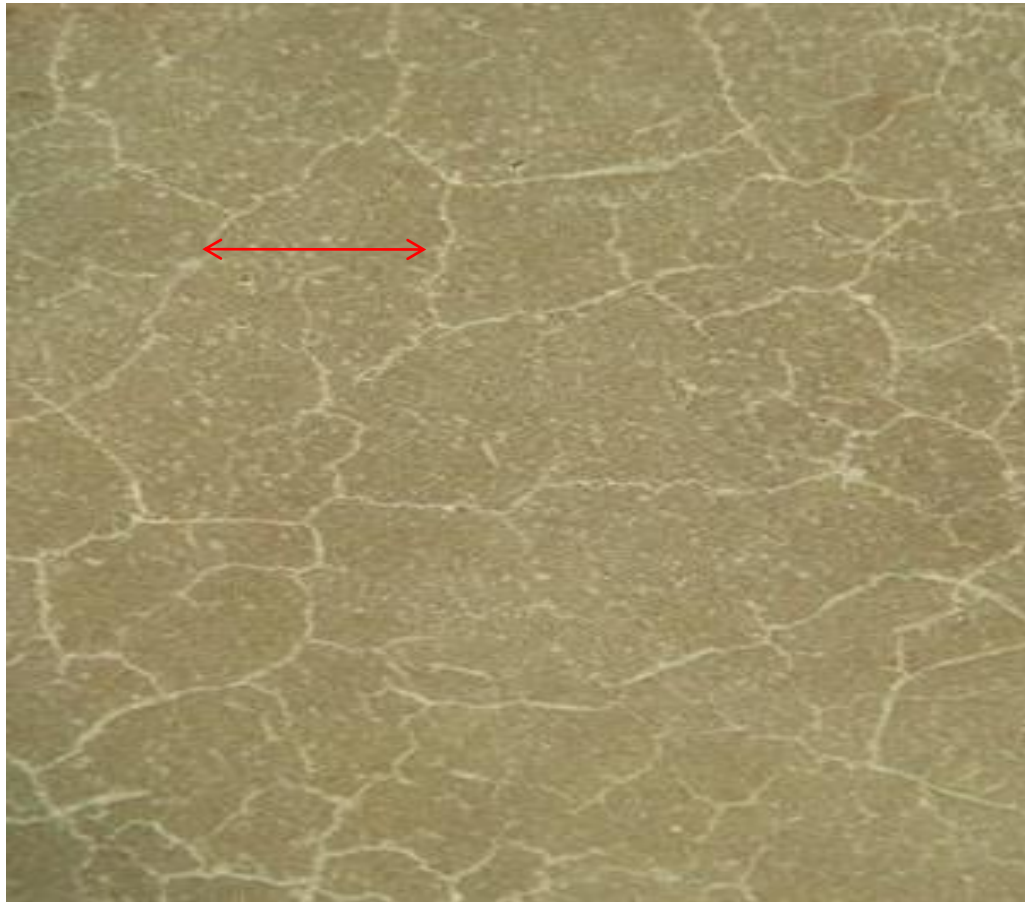
Première phase (A,B,C)
= un **effet de surface** :

- 1 cm à 5 jours
- 2 cm à 3 semaines
- 4 cm à 3 mois
- 8 cm à 1 an
-



R. MENSI, P. ACKER, A. ATTOLOU, "Séchage du béton : analyse et modélisation",
Materials & Structures, Vol.21, n°121, p.3-12, Janvier 1988.

La fissuration de peau : un faïençage, dont la maille suit la valeur de la profondeur



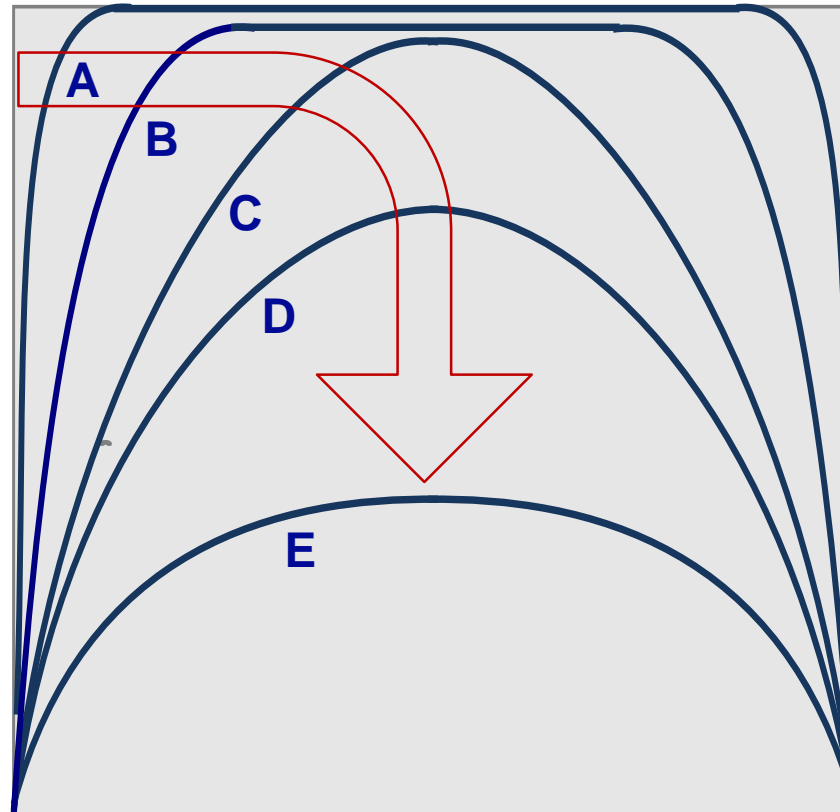
La "maille" m de ce faïençage est voisine de la **profondeur** de la zone tendue

Un "Faïençage", comme on en voit sur des sols et des murs en béton.

Cinétique de séchage : un processus lent, en deux phases, invariant en T/L^2

Première phase (A,B,C)
= *un effet de surface* :

- 1 cm à 5 jours
- 2 cm à 3 semaines
- 4 cm à 3 mois
- 8 cm à 1 an
-



Seconde phase (C,D,E) :

ré-équilibre en volume

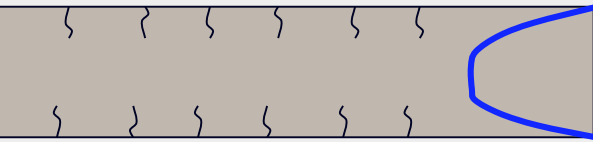
- 16 cm : 1 an → 10 ans
- 32 cm : 4 ans → 40 ans
- 1 m : 40 ans → 400 ans
- etc.

R. MENSI, P. ACKER, A. ATTOLOU, "Séchage du béton : analyse et modélisation",
Materials & Structures, Vol.21, n°121, p.3-12, Janvier 1988.

C'est la distance entre les fissures (D , une grandeur très variable) qui gouverne l'ouverture des fissures (d)

en peau (*faïençage*) :

$$D \approx \text{prof} \approx e/4$$

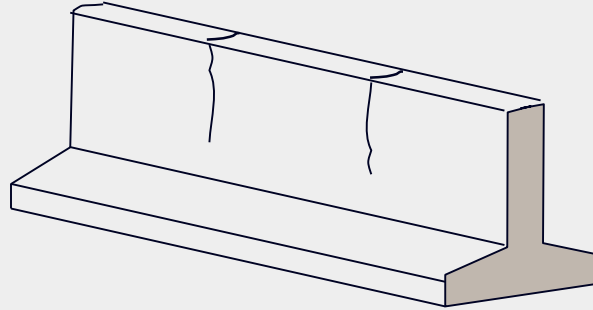


$$D = 1 \text{ à } 10 \text{ cm}$$

$$d = 10 \text{ à } 100 \text{ } \mu\text{m}$$

(l'œil humain ne voit que $> 25 \text{ } \mu\text{m}$)

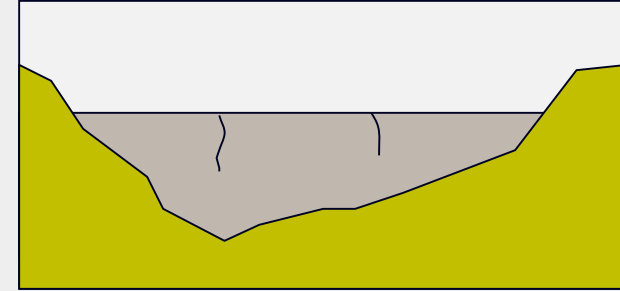
Mur : $D \approx 1 \text{ à } 1,5 \times h$



$$D = 1 \text{ à } 10 \text{ m}$$

$$d = 1 \text{ à } 10 \text{ mm}$$

Barrages : $D \approx 2 \text{ à } 3 \times h$



$$D = 10 \text{ à } 100 \text{ m}$$

$$d = 5 \text{ à } 50 \text{ mm}$$

Levée d'un réservoir : $D \approx 1,5 \times h$



$$D = 2 \text{ à } 3 \text{ m}$$

$$d = 0,1 \text{ à } 1 \text{ mm}$$

Route en béton : $D \approx 2 \times L_{\text{frottement}}$



$$D = 3 \text{ à } 60 \text{ m}$$

P. ACKER, G. GUERIN, "Chaussées en béton armé continu : réflexions sur le comportement mécanique et l'origine de la fissuration". Bulletin de Liaison des LPC, n°191, p.3-14, 1994.

**Institut français
des sciences et technologies
des transports, de l'aménagement
et des réseaux**

**L'Évaluation Non Destructive (END)
du béton**

CNIDECA – 21 janvier 2016

Odile Abraham

Laboratoire Géophysique et Évaluation Non Destructive



IFSTTAR

Sommaire

- **L'Évaluation Non Destructive (définition)**
- **Les différentes familles de méthodes END (béton)**
 - **Exemples de méthodes END courantes**
 - **Exemples de méthodes END avancées**
- **Les perspectives**

RESSOURCES WEB :

IFSTTAR & CEREMA, Auscultation des ouvrages d'art [En ligne]. Marne-la-Vallée : IFSTTAR, 2015 [consulté le 19/01/2015]. Cahiers Interactifs, CII1.
<http://www.ifsttar.fr/collections/CahiersInteractifs/CII1/index.html>

USA (2015) : Federal Highway Administration Research and Technology – Non Destructive Evaluation (NDE) Web manual
<https://fhwaapps.fhwa.dot.gov/ndep/Default.aspx>

Portugal (2012) : Duratinet Technical guide Maintenance and repair of transport infrastructure
<http://durati.inec.pt/techguide/index.html>



Auscultation

Fascicule 03 de l'ITSEOA

(Instruction Technique pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art) :

« L'auscultation est un ensemble d'examen et de mesures spécifiques faisant le plus souvent appel à des techniques élaborées, et qui vise à mieux connaître l'état réel d'un ouvrage pour aboutir à un diagnostic de sa pathologie.

On peut ainsi considérer que l'auscultation englobe l'instrumentation et la mise en œuvre d'essais, qu'ils soient destructifs ou non. »

Objectif de l'auscultation

- établissement du diagnostic (condition sine qua non avant de s'engager dans une réparation)
- évaluation de l'ampleur et de la gravité des désordres
- la définition ou la confirmation d'hypothèses de calcul

Nature des investigations

- **apprécier l'état ou les propriétés des matériaux en place** (matériaux constitutifs de l'ouvrage et/ou des terrains avoisinants)
- **analyser le mode de fonctionnement réel de la structure ou d'un de ses éléments, à vide et/ou sous chargements.**



Contexte



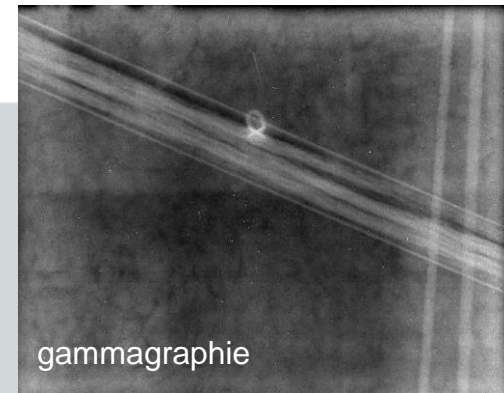
- **Diminution des investissements**
 - **Vieillessement « naturel » des infrastructures**
 - **Ouvrages ayant subis un événement exceptionnel**
 - **Accroissement des exigences de service** (trafic, disponibilité, prolongation,...)
 - **Exigence grandissante de sécurité d'usage des infrastructures**
-
- **Comment évaluer l'état de l'ouvrage ?**
 - **Comment évaluer les performances de l'ouvrage ?**
 - **Comment évaluer la sécurité de l'ouvrage ?**



Apprécier l'état ou les propriétés des matériaux en place

Études et analyses sur prélèvement :

- +++ données quantitatives
- +++ observations directes
- - - locales
- - - destructifs
- - - impossibles



gammagraphie



arbalète

Contrôle Non Destructif :

Méthodes et techniques qui permettent de rechercher des anomalies **dans** la matière et les matériaux **sans les altérer**. Ce terme est le terme générique le plus utilisé dans l'industrie (NDT en anglais).

Terme répandu en Génie Civil **Évaluation Non Destructive**

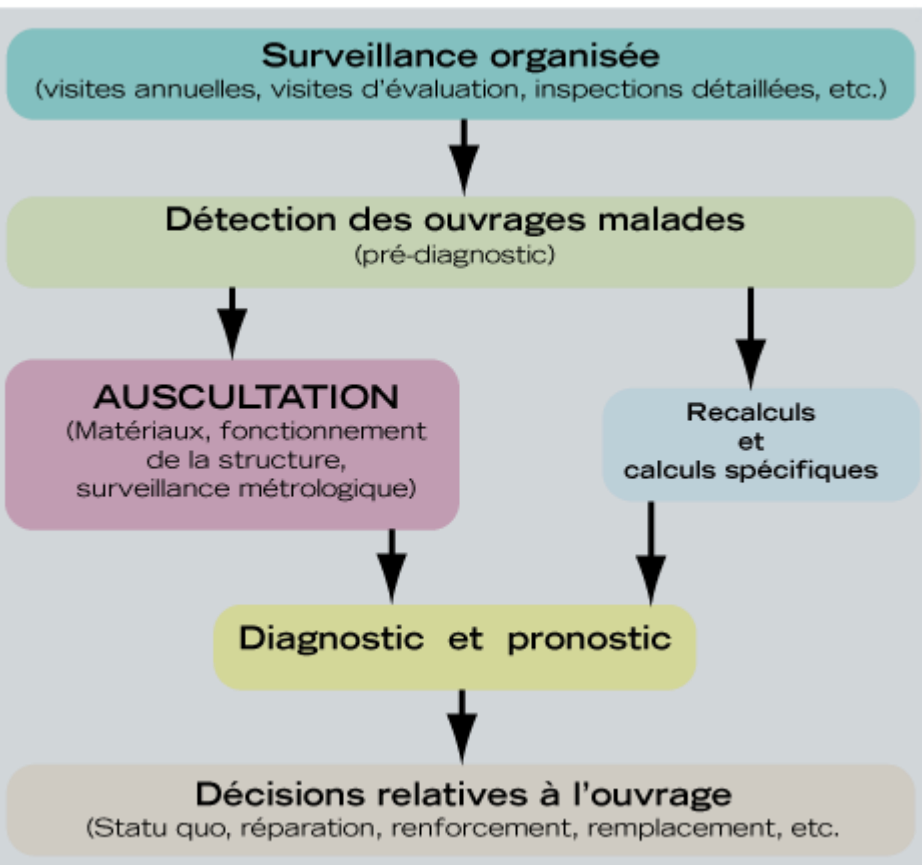
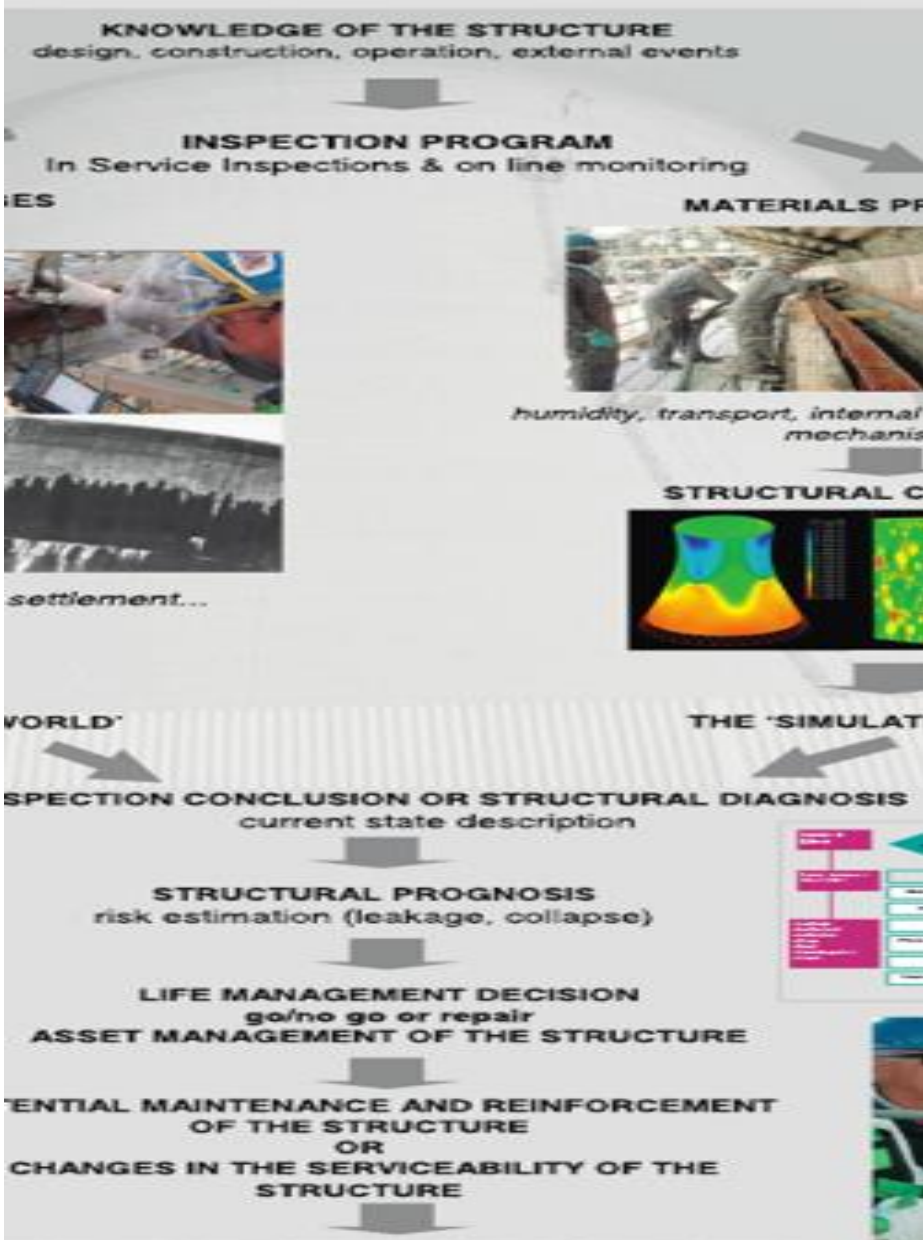
+++ *in situ*

+++ imagerie

+++ optimiser le positionnement des ED



AGEING MANAGEMENT FLOWCHA



Cahiers interactifs de l'Ifsttar – Auscultation des ouvrages d'art CII1
<http://www.ifsttar.fr/collections/CahiersInteractifs/CII1/index.html>



Méthodes physiques

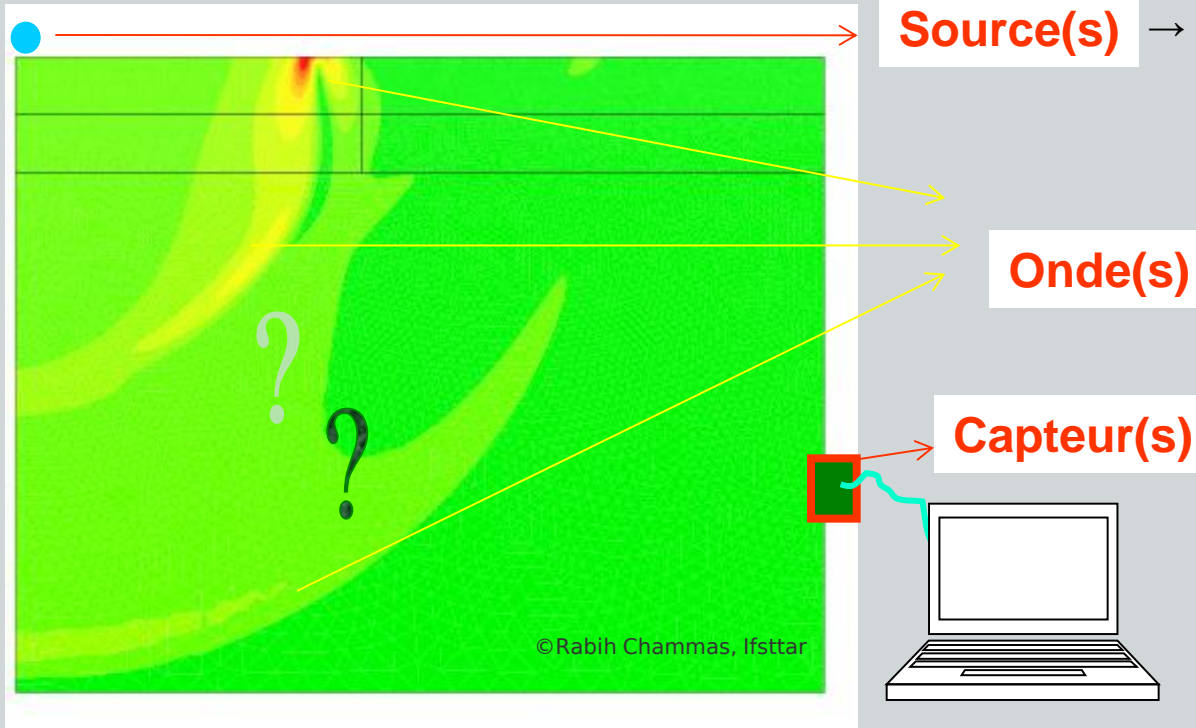
Interaction d'une onde / d'un champ / d'un rayonnement avec la matière

Rayon X :

1^{er} prix Nobel Wilhelm Röntgen 1901

→ médecine

→ CND ~ 1930



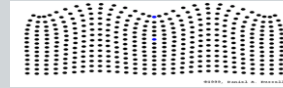
Les différentes familles de méthodes END

Méthodes propagatives

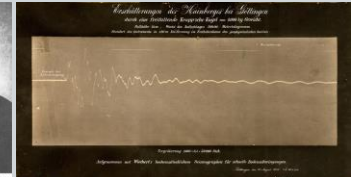
Mécaniques

Electromagnétiques

Rayonnement Gamma



Sismique/Ultrasound :
→ 14-18 Ludger Mintrop



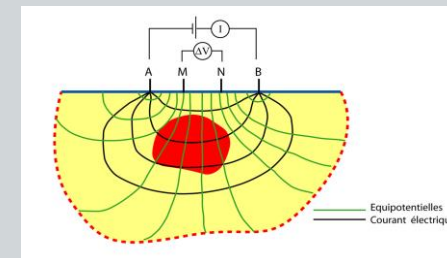
→ CND ~ 1929, Sergei Sokolov
→ 1950 : Schmidt Hammer 1^{er} brevet
END pour le béton

Méthodes non strictement propagatives

Électriques, électrochimiques

Electromagnétiques, magnétiques

Thermiques



Les différentes familles de méthodes



Méthodologie d'évaluation non destructive de l'état d'altération des ouvrages en béton, AFGC et COFREND, Edité par les Presses de l'ENPC sous la direction de D. Breysse et O. Abraham, 2005, 555p.

ondes mécaniques

(ultrasons, impact écho, émission acoustique, tomographie, ondes de surface)

méthodes électromagnétiques (BF, radar, sonde capacitive)

méthodes thermiques

méthodes électriques

(résistivité, potentiel de corrosion, vitesse de corrosion)

méthodes radiographiques (gamma, X)

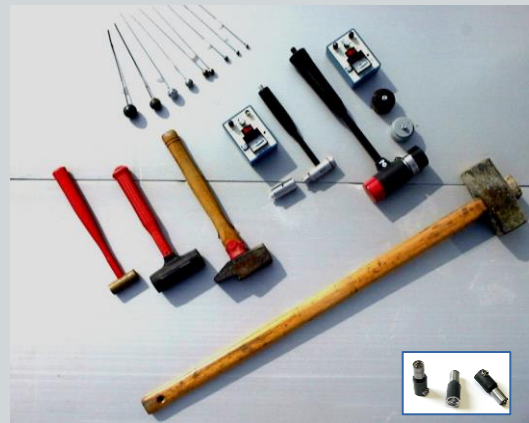
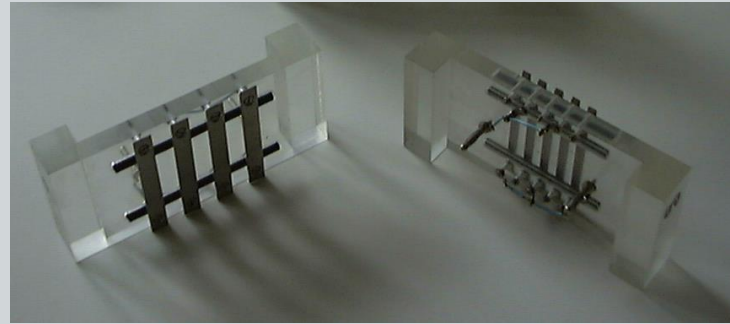
méthodes optiques

(photogramétrie, shearographie, stéréophotogrammétrie, projection de frange)



Exemples de sources

Méthodes actives

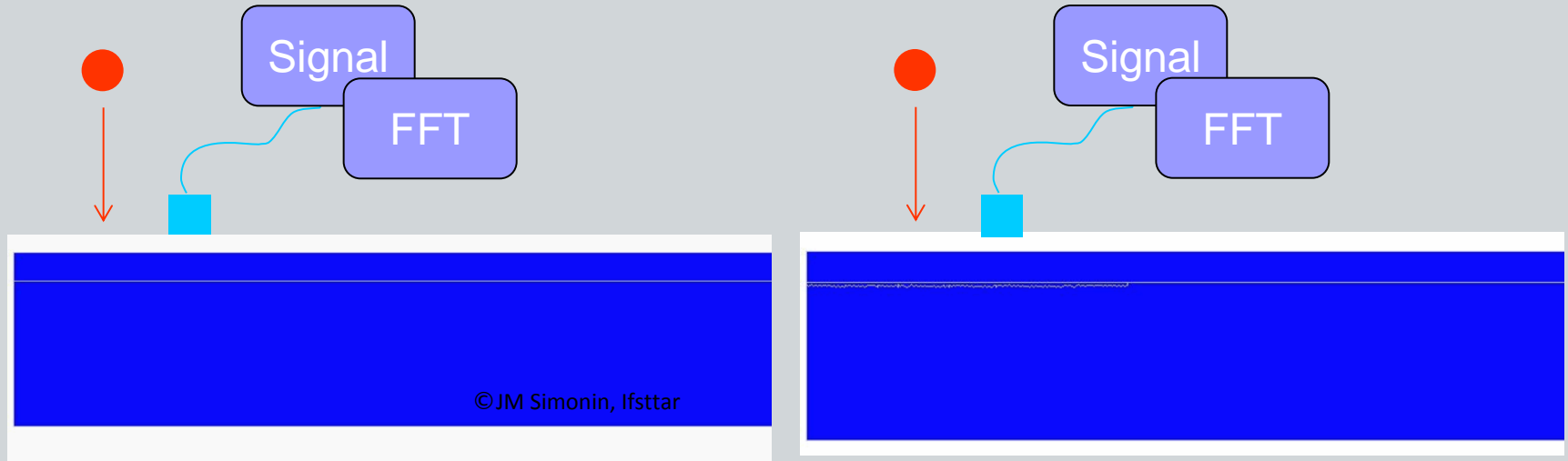


Méthodes passives

(vent, vague, trafic, ouverture de fissures, ...)



Exemple d'observable



Fréquence

$$\approx \frac{Vitesse}{2.Epaisseur}$$



Grandeurs physiques ↔ état matériaux

Grandeurs mesurées

Observables

Caractéristiques du milieu

luminance

résistivité apparente

vide

déplacement particulaire

fréquence de résonance

Corrosion des armatures

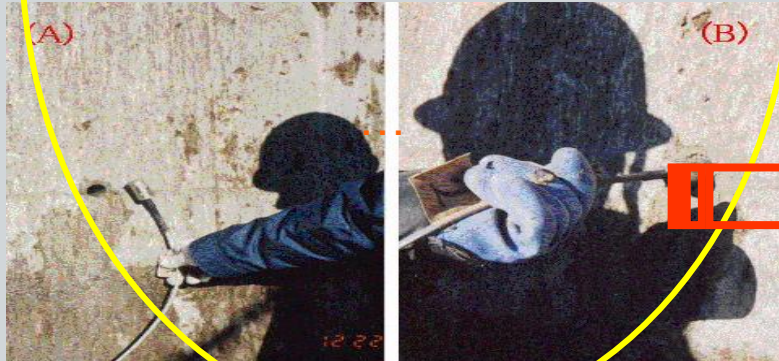
épaisseur

différence de potentiel

amortissement

teneur en eau

intensité



porosité

...

Modélisation du milieu / Problème inverse
Corrélation...



Ex. de méthodes END courantes

- Schmidt Hammer / Scléromètre

(NF EN 12504 – 2, NF EN 13791/CN)



Mesure de la dureté et de l'homogénéité de surface d'un parement

.Cartographie de zones dégradées

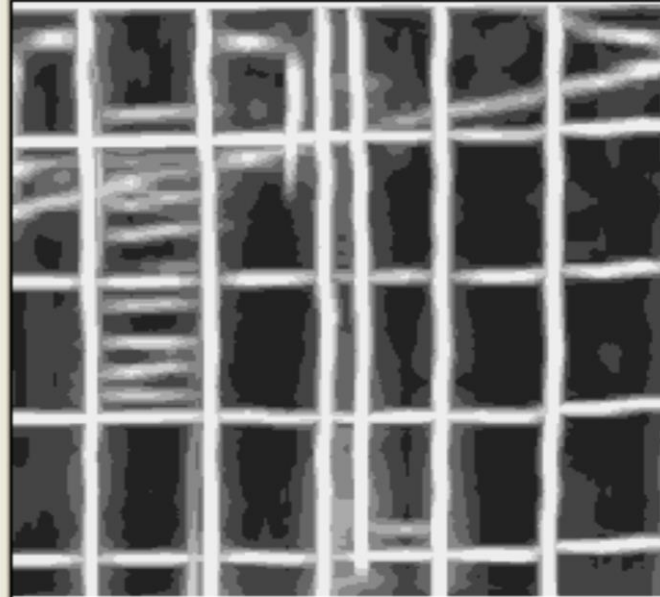
.NF EN 13791/CN : mesure de la résistance à la compression à condition de procéder à un étalonnage



Ex. de méthodes END courantes

- Radar

ASTM, D6087-08(2008)



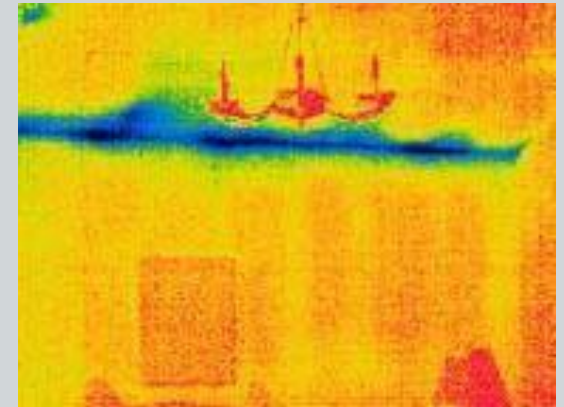
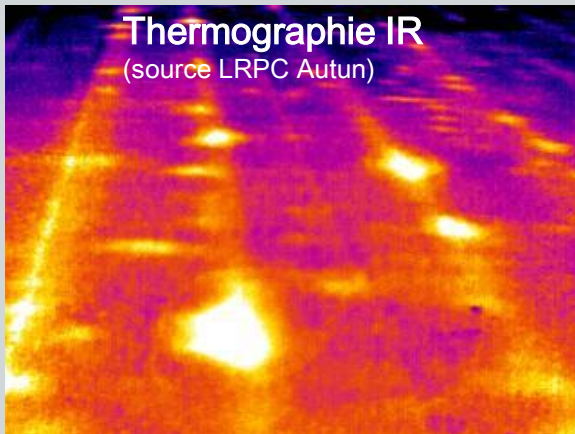
Repérer, identifier les parties d'un ouvrage



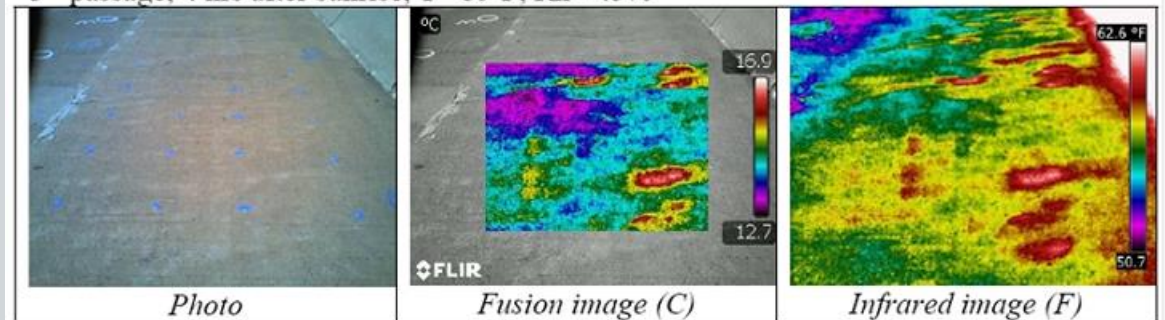
Ex. de méthodes END courantes

- Thermographie infra rouge

ASTM D 4788-03(2013)



3rd passage; 4 hrs after sunrise, T= 59 F, Rh= 45%



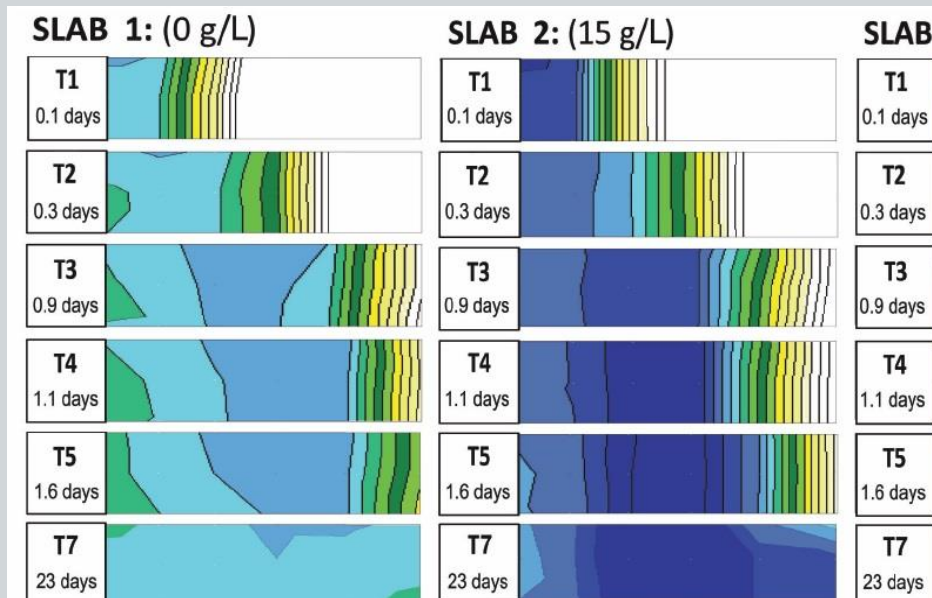
© Rutgers University

Révéler les défauts de conception, de réalisation

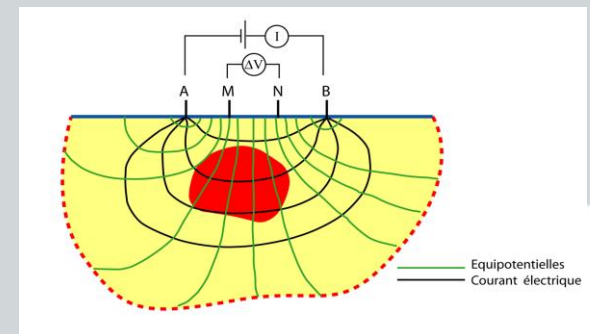


Ex. de méthodes END avancées

- Tomographie de résistivité du béton



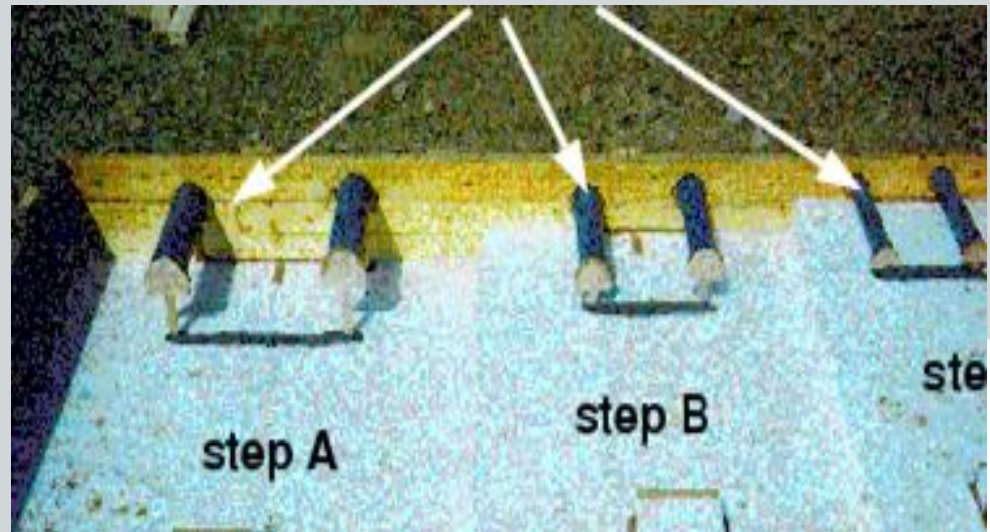
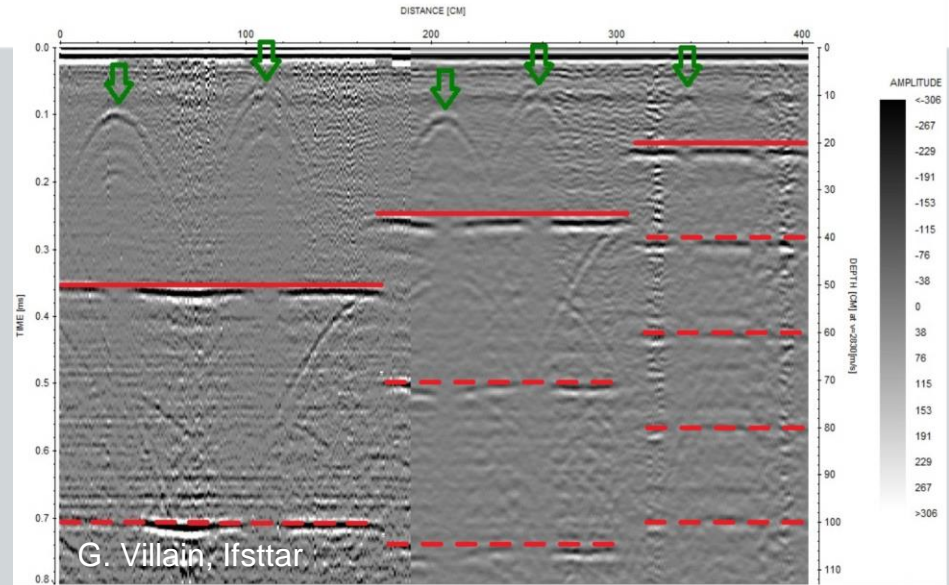
(RILEM TC 154-EM)



↔ Potentiel de corrosion, vitesse de corrosion

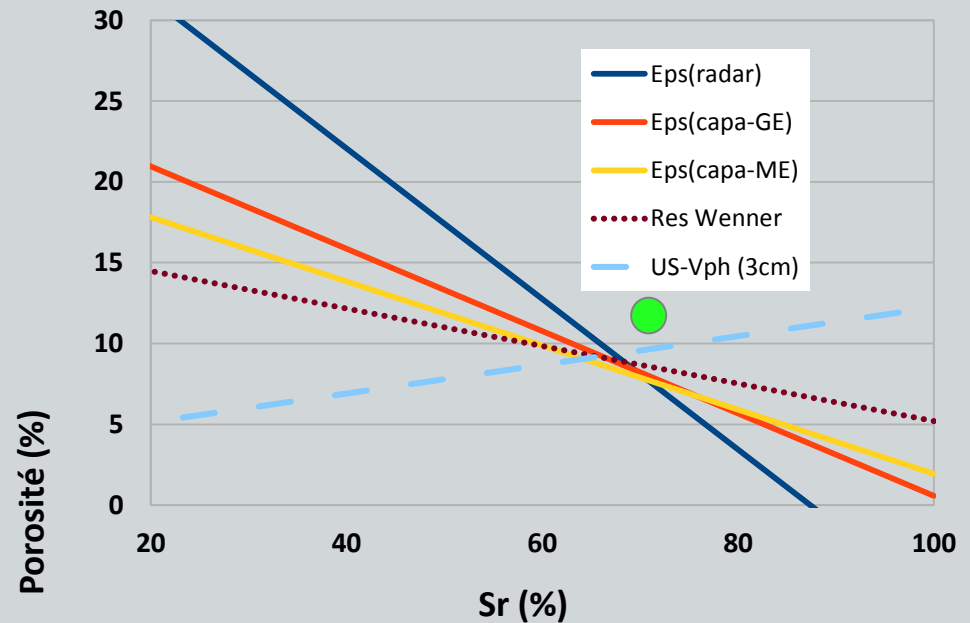
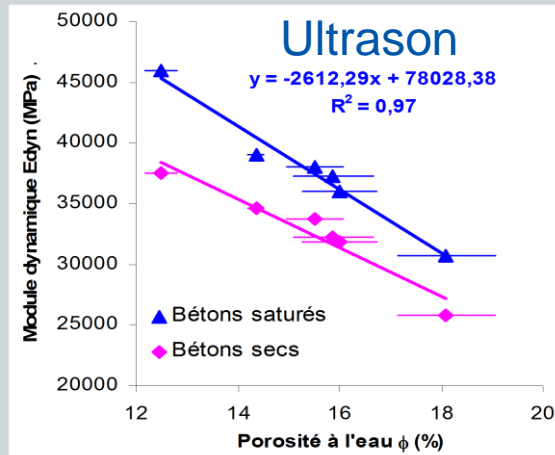
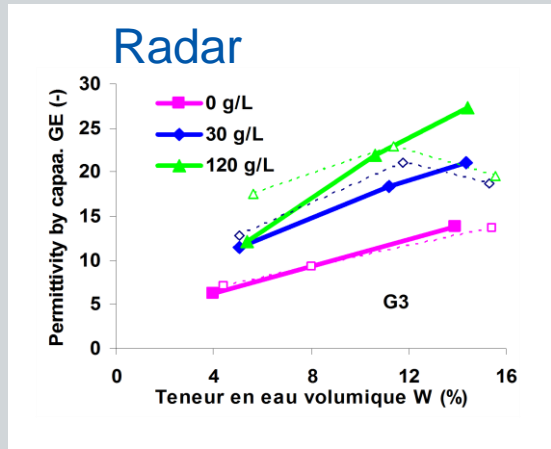
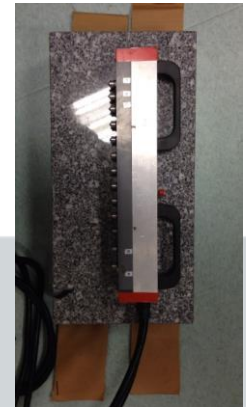
Ex. de méthodes END avancées

- Ultrasonic Pulse Echo



Ex. de méthodes END avancées

- Fusion de données

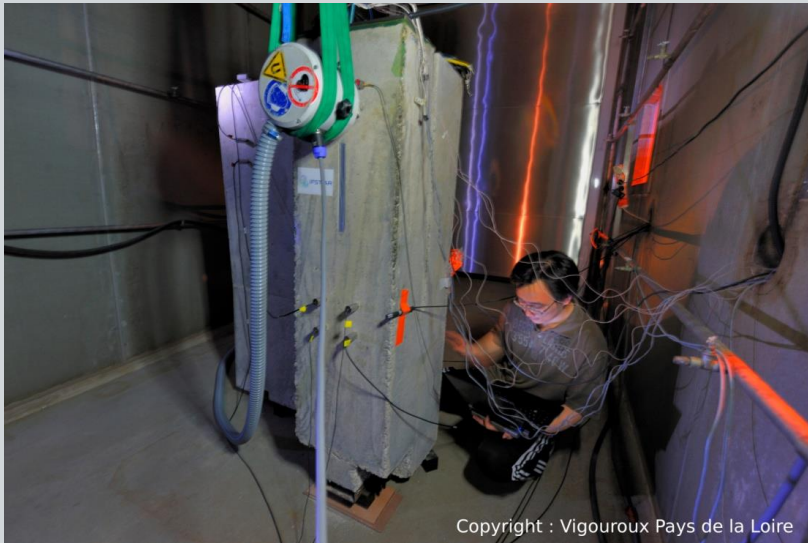
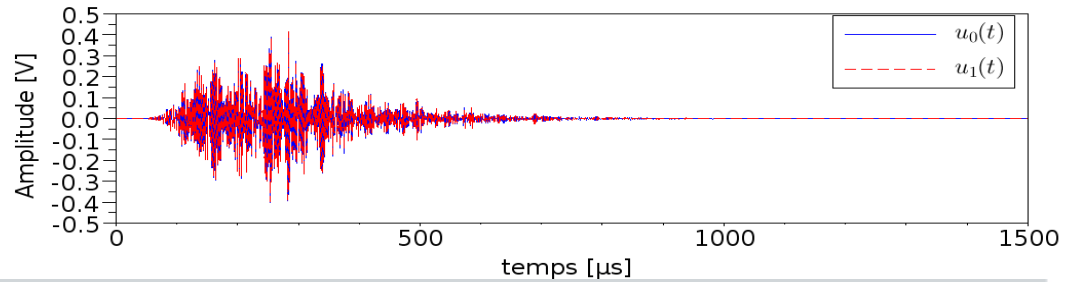


Béton d'enrobage

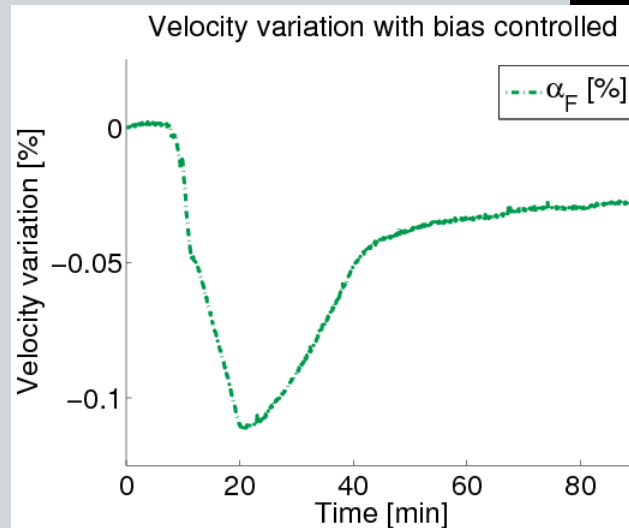
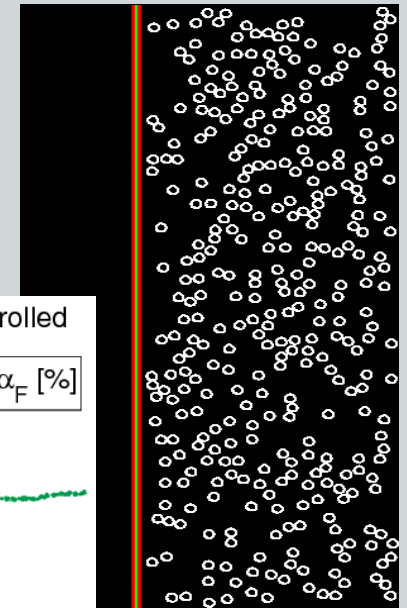
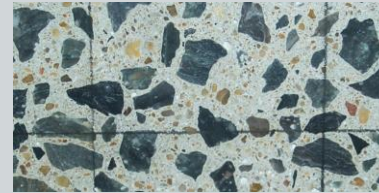


Ex. de méthodes END avancées (TRL faible)

- CODA ultrasonore
- + Acoustique non linéaire



Copyright : Vigouroux Pays de la Loire



Perspectives

- Capteurs intégrés à la structure (bas coût, communicants, autonomes...)
- Méthodes très sensibles (endommagement précoce,...)
- Méthodes bas coût (grand rendement, plein champ,...)
- Couplage des techniques (fusion, ...)
- Méthodes passives
- Les robots
- ...



BETOSCAN (© BAM, Allemagne)
<https://www.youtube.com/watch?v=RwFcYKh6egg>



Merci pour votre attention

Ifsttar

Laboratoire Géophysique et Évaluation Non Destructive

CS4

44344 Bouguenais Cedex

France

Tél. +33 (0)2 40 84 59 18

www.ifsttar.fr

odile.abraham@ifsttar.fr





ALTANA
VOCATS • PARIS

**Le béton
CNIDECA**

21 janvier 2016

www.altanalaw.com | Christophe Lapp

Propos introductif...

1. Le béton et le fabricant

2. Le béton et le constructeur

3. Le béton et la qualification d'EPERS

4. Propos conclusif : Le béton et l'impôt

1. Le béton et le fabricant

1. **En premier lieu, le fabricant est soumis à l'obligation de livrer le béton conformément aux spécifications contractuelles, en application des articles 1603 et 1604 du Code civil.**
2. **En deuxième lieu, le fabricant est tenu à la garantie des vices cachés en application des articles 1641 et 1644 du Code Civil.**
3. **En troisième lieu, le fabricant peut engager sa responsabilité sur le fondement de l'article 1386-4 du Code civil relatif aux produits défectueux.**
4. **D'une manière générale, le fabricant est tenu à une obligation de conseil et une obligation d'information envers le consommateur.**

2. Le béton et le constructeur

Les obligations du constructeur

1. **En tant que professionnel, il doit mettre en œuvre un béton de qualité adéquate.**
2. **La défaillance de son devoir de surveillance n'est pas une cause d'exonération de la responsabilité du fabricant.**
3. **Le constructeur est enfin responsable sur le fondement des articles 1792 et suivants du Code civil lorsqu'il réalise un ouvrage en béton.**
 - **La qualification d'ouvrage**
 - **La qualification d'éléments dissociables ou non du béton**

3. Le béton et la qualification d'EPERS

1. **Le béton prêt à l'emploi n'est pas un EPERS.**
2. **Les ouvrages en béton préfabriqué peuvent être qualifiés d'EPERS lorsqu'ils répondent à des fonctions de l'ouvrage, déterminées à l'avance et que la conception en est assurée exclusivement par le fabricant.**

4. Propos conclusif : Le béton et l'impôt

La sanction de la gloire