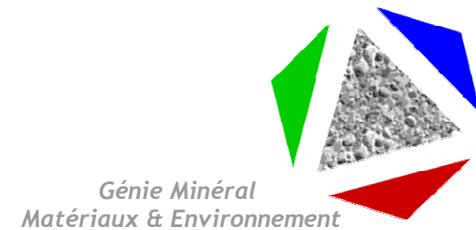


La formation: un outil indispensable pour l'ingénieur

Luc COURARD et Frédéric MICHEL
Université de Liège, Belgique



Nouvelle norme EN 1504
FEREB
Liège, 28 octobre 2010

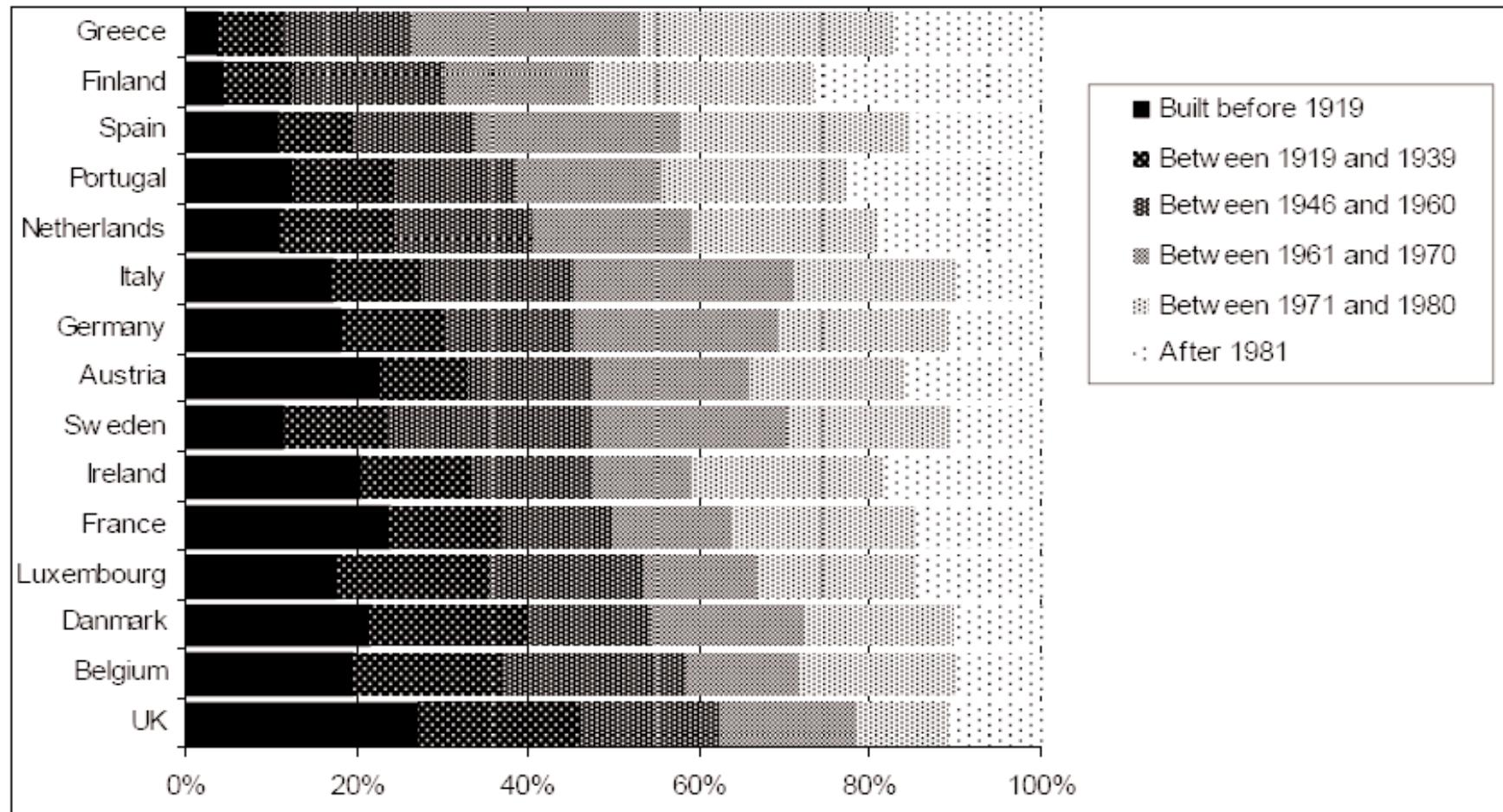


La réparation, la maintenance,
l'entretien, la restauration, le
renforcement ... sont les activités
d'avenir de la profession

Situation du patrimoine bâti

- **États-Unis:** on estime que les coûts de réparation des structures de béton endommagées par les cycles gel-dégel ou la corrosion des aciers d'armature sont de 16 à 24 milliards de USD
- **Québec:** moitié du budget du MTQ pour les réparations
- **Canada:** 5 milliards CAD pour la réparation des parkings multi-étages (corrosion)
- Coût de la réparation de structures corrodées: **800€/m²**
- **Coûts économiques**
 - interruption de la circulation,
 - réduction de la capacité de service,
 - retards,
 - embouteillages,
 - baisse de la performance du transport en général.

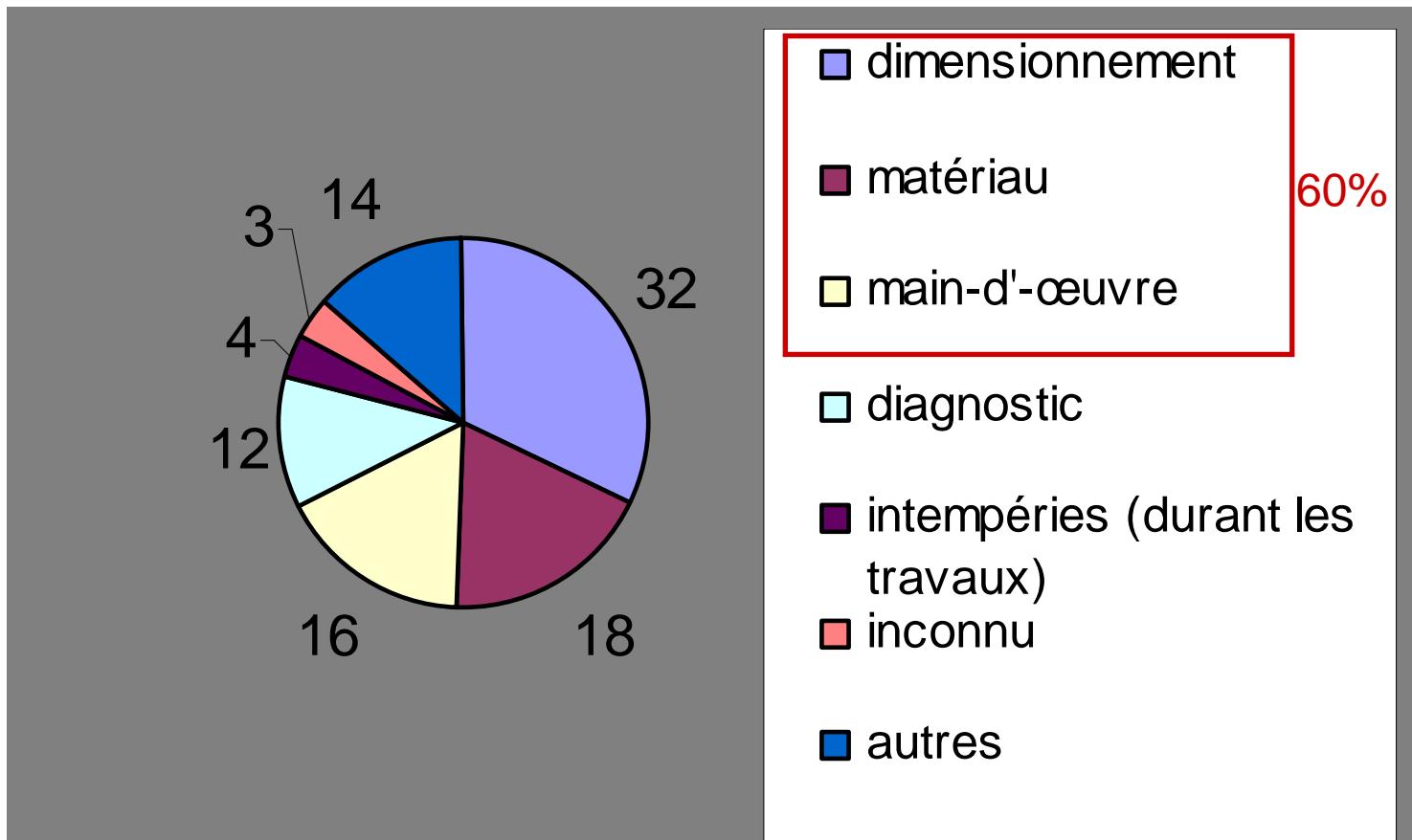
Situation du patrimoine bâti



Distribution of building age in different European countries

[O12] Scientific Support Plan for a Sustainable Development Policy (SPSD II),
(2006), *Socio-technical factors influencing residential energy consumption (SEREC)*,
Belgian Science Policy, Brussels

Causes d'échec des réparations par corrosion, fissuration, décollement (*Tilly, 2004*)



Rupture de 50% des réparations après 10 ans (ConRepNet)

Réparations?



Réparations?



Réparations?

or this ...



Previous Repair

Réparations?



Skaryszewski Park

Réparations?



Nowy swiat, Warsaw

The reliability and durability of a repaired concrete substrate and its remaining service life depends on the behavior of the repair material, which is controlled by the **compatibility** between the two materials making up the repair system.

(Czarnecki, 2004)

... the heterogeneity of the components in a composite repaired structure requires an **understanding of the interaction** of the existing materials and the repair materials ...

(Vaysburd et al., 2004)

Principes pour une réparation durable

- Sélection appropriée des matériaux
- Utilisation des matériaux suivant les règles de l'art
- Préparation des surfaces
- Techniques d'application
- Mûrissement de la réparation
- Contrôle qualité

... et du personnel bien formé ...

Système de certification (BCCA)

Système de certification

Le marquage CE pour les produits de réparation et protection de béton

Suivant EN 1504 – composée de 10 parties:

Partie 1: Introduction et définitions

Parties 2 à 7: Normes de produits

- 2: systèmes de protection de surface
- 3: mortiers de réparation
- 4: collage structural
- 5: produits d'injection
- 6: ancrage des armatures
- 7: protection de corrosion des armatures

Partie 8: Contrôle qualité des produits

Partie 9: Principes pour l'usage des produits

Partie 10: Application des produits et contrôle des chantiers

Système de certification

La chaîne de Qualité intégrale

CE ➔ BENOR ➔ CERTIFICATION de PROCESSUS

Certification: attestation remise par une tierce partie pour produits, processus, systèmes, personnes

(définition suivant la norme EN ISO/IEC 17000)

Système de certification

Principe du démarrage de la certification de processus:

Domaine d'activité

Réparation du **BÉTON CARBONATÉ**

Techniques appliquées

Réparation **manuelle**

Réparation **mécanique**

Catégorie d'entreprise

Niveau A

Documents

PTV 560-01

Prescriptions techniques pour entreprises qui effectuent des travaux de réparation et de protection du béton carbonaté par voie manuelle ou mécanique

.....

4. Exigences pour l'entreprise

4.1. Exigences d'organisation générale

4.2. Exigences d'exécution des travaux certifiés

4.3. Exigences pour les exécutants

4.4 Exigences d'information de l'organisme de certification

Système de certification

NIVEAU A – “HOMME D’ACTION”

Démarrage juillet à décembre 2008

- Travaux, selon cahiers de charges, avec des produits dont l'aptitude est démontrée
- ≡ secteur public
- Certificat de processus pour l'application des produits, systèmes et techniques prescrits.

Système de certification

NIVEAU B – “PROBLEM SOLVER”

Démarrage f2011 (pour les entreprises qui seront déjà certifiées catégorie A)

- Idem qu'au niveau A et de plus...
- Détermination et application d'une méthode d'exécution appropriée et de produits et systèmes pertinents en partant d'un diagnostic posé **DISPONIBLE**. L'aptitude des produits et systèmes proposés doit être démontrée (CQ inclus)
- ≈ grands travaux dans le secteur privé
- **Certification de processus pour l'exécution de réparations de béton**

Système de certification

BCCA

NIVEAU C – “PENSEUR”

Démarrage 2011 à 2012 (pour les entreprises qui seront déjà certifiées catégorie B)

- Idem qu'au niveau B et de plus...
- Composition d'un cahier de charges intégral
- Détermination et application d'une méthode d'exécution appropriée et de produits et systèmes pertinents en partant d'un diagnostic posé **PROPRE**. L'aptitude des produits et systèmes proposés doit être démontrée (CQ inclus)
- ≈ grand travaux dans le secteur privé, où l'entrepreneur est responsable de l'entièreté du projet
- **Certification de processus pour la conception et l'exécution de réparations de béton**

Système de certification

Certification de Processus des entreprises effectuant des réparations de béton – site internet www.bcca.be

The screenshot shows a search results page for concrete repair companies. On the left, there's a sidebar with navigation links like 'BCCAnet', 'Referentiedocumenten', 'Bijlagen', 'FAQ', and 'Contact'. The main content area has a sidebar on the left with a tree view of categories: 'Referentiedocumenten' (selected), 'Betonherstelling en -bescherming / Procescertificatie Betonherstellers', and 'Toepassingsprocessen'. Below this, a message says 'De gemaakte selectie is: Betonherstelling en -bescherming / Procescertificatie Betonherstellers Toepassingsprocessen'. A link 'Klik op het BCCA referentiedocument om het te bekijken:' leads to a list of documents under 'PTV - TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN' and 'TRA - TOEPASSINGSREGLEMENT'. The first document in each list is 'PTV BPC 560-01 VOOR BETONHERSTELLERS' and 'TRA BPC 560 PROCESCERTIFICATIE VAN BEDRIJVEN DIE BETONHERSTELLING UITVOEREN_NL_V2007'. The main content area lists companies under 'Geen vorige 15 Records':

- A.V. FACADES
- APRUZZESE S.A.
- ASWEBO N.V.
- BATSLEER NV
- BETON REFFECT
- BETONAC N.V.
- BODIMA N.V.
- BRAET M J N.V.
- COSENCO GEVELRENOVATIE
- DE GRAEVE S.A.
- E.C.C. N.V.
- FRANKI SA
- INTERPLANT N.V.
- JANSSENS - AFD. TECHNIEKEN
- LAGROU ANDRÉ S.A.

On the right, there's a detailed view of BODIMA N.V.'s information:

Hier worat de lijst van de bij BCCA gecertificeerde producten, personen en systemen gekozen firma getoond. Het gaat hier wel om 'alle' BCCA-certificaten van die aanvraag beschikbaar kan de tekst van het certificaat bekijken worden door op het icoontje te klikken.

BODIMA N.V.

Nijverheidsweg, 1
2240 ZANDHOVEN
BELGIUM

03 475 15 00
03 475 12 83

info@bodima.be
<http://www.bodima.be>

MANUELE HERSTELLING GECARBONATEERD BETON

Procescertificatie Betonherstellers
BODIMA N.V. - ZANDHOVEN (BE)
Toepassingsprocessen

CERTIFICAAT

BODIMA - MANUELE HERSTELLING BPC-560-3068-0101.A-01 NL
20111231

BODIMA - REPARATION MANUELLE BPC-560-3068-0101.A-01 FR
20111231

Formation applicateurs

Formation applicateurs

- Sessions de 2 jours
 - Formation théorique (2 x ½ jours)
 - Principes et techniques de réparation du béton, matériaux de réparation - types de mortiers, contrôle, sécurité et santé, aspects environnementaux
 - *Manuel La réparation du béton (formation pour ouvriers)*
 - Formation pratique (½ jour)
 - Application de mortier de râgréage sur dalle au plafond
 - Basé sur l'annexe 4.3.1.1. du PTV BPC 560-01 pour les entreprises qui effectuent des travaux de réparation et de protection du béton

Formation applicateurs

- Test de qualification (1/2 jour)
 - Examen théorique
 - Questionnaire à choix multiples – 14/20
 - Examen pratique
 - Application sur dalle au plafond
 - Critère de PLANEITE : défaut de planéité < 2mm
 - Critère de CONTINUITÉ : absence de fissuration
 - Critère d'ADHERENCE : > 2 MPa à 28 j. (classe R4)









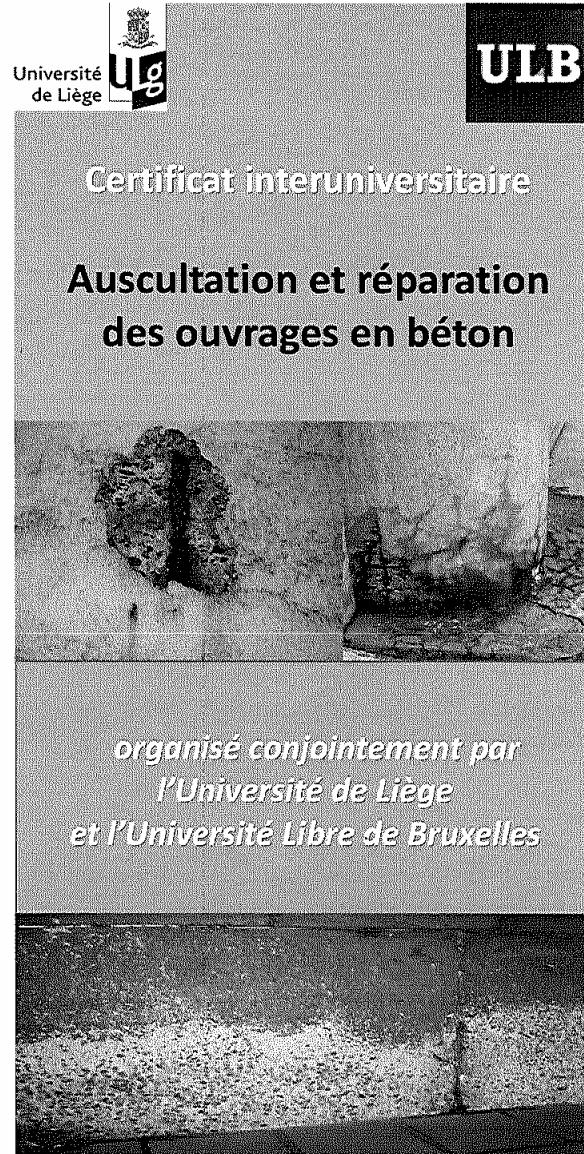
Formation universitaire

Formation universitaire

- *Auscultation et réparation des ouvrages en béton*
- Sessions en 2009-2010 et 2011-2012
 - tous les vendredi après-midi de 14h à 18h
- Nombre de crédits: 8
- Nombre d'inscrits (2009-2010): 32
- Nombre de participants ayant réussi: 28

Formation

■ Formation interuniversitaire



Formation: objectifs

- connaissance approfondie du matériau béton
- étude systématique des pathologies des structures en béton (ouvrages d'art et structures routières)
- études des techniques destructives et non destructives pour l'auscultation
- analyse des produits et techniques de réparation
- analyse de la certification et de la normalisation

Formation: enseignants et logistique

- Luc Courard (Luc.Courard@ulg.ac.be)
- André Plumier (A.Plumier@ulg.ac.be)
- Stéphanie Staquet (sstaquet@ulb.ac.be)
- Anne Darimont (Anne.Darimont@ulg.ac.be)
- Support logistique
 - Carole Nguyen: inscriptions, facturation
 - Muriel Dumont: chèques formation
 - Nadia Elgara: secrétariat, catering, horaires, absences

Formation: conditions d'admission

- Sont admis les porteurs d'un diplôme de l'enseignement supérieur universitaire ou non dans le domaine des sciences de l'ingénieur ou des sciences ou toute personne qui peut, sur base d'un dossier de candidature, démontrer son expérience dans le domaine

Formation: pédagogie

- cours donnés par enseignement frontal, concernant les aspects théoriques sur les matériaux, les structures et les techniques;
- *case histories* d'applications donnés sous forme de séminaires dans lesquels interviendront des experts dans le domaine ;
- visite des laboratoires et de chantiers de réparation;
- notes de cours et *.ppt* des présentations ;

Formation: exigences

- examen sur un sujet précis et incluant la chaîne complète d'auscultation et de réparation d'un ouvrage ou d'une partie d'ouvrage
- présentation orale du travail devant jury

Formation: programme des cours

Introduction et comportement du béton

15/01	Introduction – Engagement pédagogique - Objectifs Situation du patrimoine bâti en Belgique et dans le monde – stratégies et options d'intervention Ciments : composition, qualification, choix	L. Courard	
22/01	Matériaux à base de matrice cimentaire : mortiers, bétons (principes de composition, matériaux (granulats, sables, eau), mise en oeuvre Propriétés physiques et mécaniques des bétons : résistances mécaniques, module de rigidité, déformations (retrait, fluage, dilatation thermique) Mécanismes de corrosion des aciers	L. Courard St. Staquet	J. Lecomte-Beckers (ULg)

Formation: programme des cours

Pathologie des matériaux et structures

29/01	Pathologies des bétons : corrosion des armatures par carbonatation et diffusion de chlorures, agressions chimiques, effets thermiques et hydriques, chargements excessifs, défauts de conception et de réalisation	L. Courard	
05/02	Pathologies des constructions en béton. Sollicitations et orientation des fissurations. Déformations thermiques empêchées et sollicitations correspondantes. Effets de déformations du support. Sécurité en résistance&en déformation; conditions de ductilité. Chargements excessifs. Pathologie, défauts et auscultation des structures en béton précontraint	A. Plumier	Ph. Demars (SPW)
12/02	Effets des incendies. Fatigue, vibrations, chocs. Erreurs de conception. Effondrement d'un terminal à l'aéroport de Roissy. Etude des causes.	A. Plumier	JM.Franssen (ULg) V.DeVille(GREISCH)

Formation: programme des cours

Auscultation des ouvrages

19/02	Congé de carnaval		
26/02	Techniques d'auscultation et d'analyses: intégrité du béton et résistance via techniques destructives et non destructives sur sites et en laboratoire, analyses chimiques, microscopie	L. Courard A. Darimont	F. Michel (LMC – Labo. de chimie)
05/03	Techniques d'auscultation et d'analyses: intégrité du béton et résistance via techniques destructives et non destructives sur sites et en laboratoire, analyses chimiques, microscopie	L. Courard A. Darimont	P. Gilles (SPW)

Formation: programme des cours

Produits et techniques de réparation

12/03	Produits et techniques de réparation et d'entretien : principes généraux, compatibilité des produits (dimensionnelle, chimique, électrochimique, échanges liquides et gazeux). Matériaux : CC, PCC, PC. Sélection et spécification des techniques de préparation des surfaces en béton (sablage, hydro-sablage, marteau pneumatique, ...)	L. Courard	
19/03	Produits et techniques de réparation et d'entretien : réparation des épaufures et désagrégations (patch repair, béton projeté, Self Compacting Concrete, mortiers auto-compactants ...) Réparation par coulage de chape de mortier/micro-béton sur support en béton de structure	L. Courard	B. Bissonnette (Université Laval, Canada)
26/03	Produits et techniques de réparation et d'entretien : principes de l'injection, réparation des fissures. Protection contre la corrosion : protection cathodique, inhibiteurs de corrosion	L. Courard	E. Cailleux (CSTC)
02/04	Produits et techniques de réparation et d'entretien : réparations structurelles par béton armé classique, par collage de plats en acier, y compris principes de dimensionnement, renforcement par post-contrainte extérieure. Réparations structurelles par collage de polymères, carbone, verre.	A. Plumier	Prof. D. Van Gemert

Formation: programme des cours

09/04	<i>Congé de Pâques</i>		
16/04	<i>Congé de Pâques</i>		
23/04	Pathologies et auscultation des infrastructures routières en béton	L. Courard	C. Van Geem et O. De Myttenaere (CRR)
30/05	Aspects normatifs et contractuels, assurances, responsabilités, système d'accréditation. Evaluation de la qualité des réparations et contrôle qualité (QA/QC)	L. Courard	B. Broeckaert (BCCA) et J. Wiertz (SPW)
07/05	Case histories	A. Darimont	P.M. Dubois (PMD)
14/05	<i>Pont de l'Ascension</i>		
21/05	Visite technique (toute la journée)	tous	

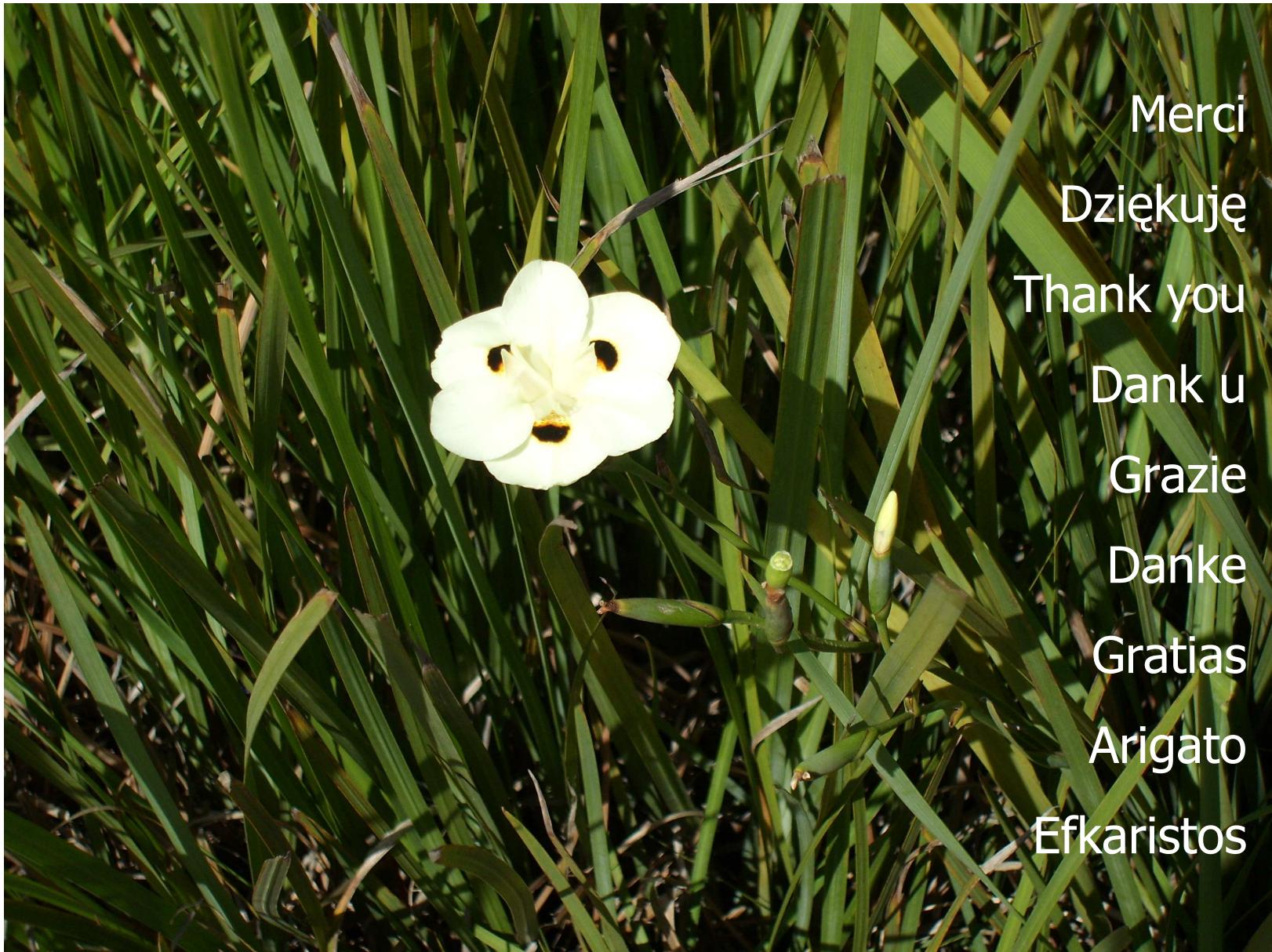
Formation: motivations

- Réactualisation des connaissances
- Approfondissement des savoirs
- Spécialisation
- ...

Conclusions

Conclusions

- La formation continuée est un outil d'amélioration et d'échange de connaissances ***utile et agréable***
- La formation continuée est un investissement dans le facteur humain
- La formation continuée n'a pas d'âge



Merci

Dziękuję

Thank you

Dank u

Grazie

Danke

Gratias

Arigato

Efkaristos