

L'optimisation
de la conception
des procédés
et des performances

PROJET DE RECHERCHE
CraCoDub
Crack, Corrosion & Durability

 **IREX**
Institut pour la recherche appliquée
et l'expérimentation en génie civil



Projet IREX Cap PN - CraCoDub

Webinaire d'information avant lancement du projet

Le webinaire commencera dans quelques instants ...

03 juillet 2026

L'optimisation
de la conception
des procédés
et des performances

PROJET DE RECHERCHE
CraCoDub
Crack, Corrosion & Durability

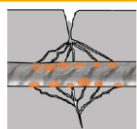


Projet IREX Cap PN - CraCoDub

Webinaire d'information avant lancement du projet

03 juillet 2026

Heure	Intitulé
10h30	Accueil, programme webinaire
10h35	1. Contexte, enjeux
10h40	2. Objectifs
10h45	3. Positionnement par rapport à d'autres initiatives
10h55	4. Verrous scientifiques et techniques
11h05	5. Retombées attendues
11h10	6. Programme d'actions : 6.1 - Axe 1 - Expérimentations en laboratoire 6.2 - Axe 2 - Etude in situ sur structures réelles 6.3 - Axe 3 - Evaluation d'actions préventives ou correctives 6.4 - Axe 4 : Dissémination et internationalisation 6.5 - Planning prévisionnel & Budget prévisionnel
11h55	7. Organisation du projet : gouvernance, dispositif PN, consortium potentiel, financement, cotisations
12h05	8. Prochaines étapes : Relectures experts, IREX CAP PN, ANR, AG Constitutive, Charte d'adhésion
12h10	Questions, réponses, échanges
12h30	Fin du webinaire



L'optimisation
de la conception
des procédés
et des performances

PROJET DE RECHERCHE

CraCoDub

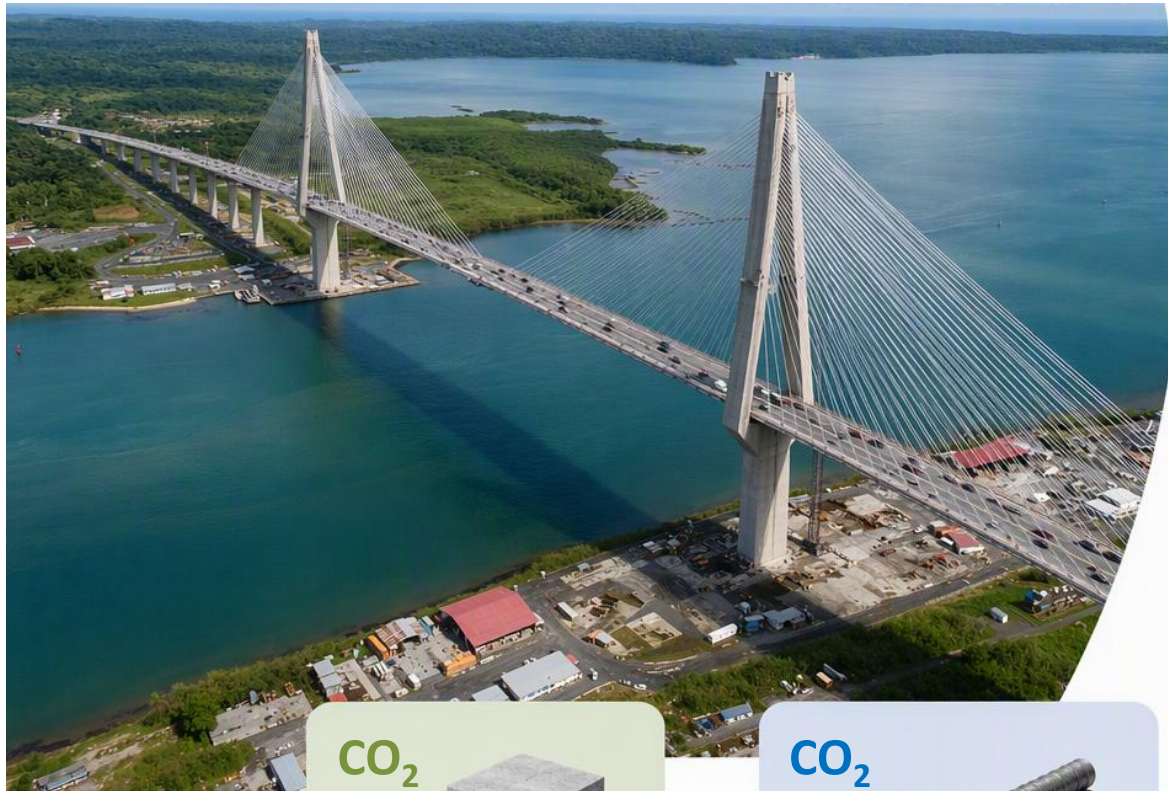
Crack, Corrosion & Durability



1. Contexte, enjeux

Mouna BOUMAAZA (VINCI Construction)

Pourquoi CraCoDub ?



CO₂
Béton

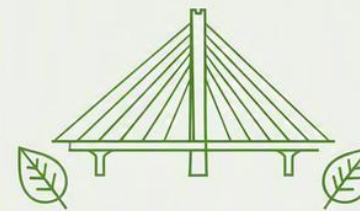


+

CO₂
Acier



=



Structure Bas
Carbone



Le béton est déjà en phase de décarbonation
(réduction du clinker, capture du CO₂, etc)

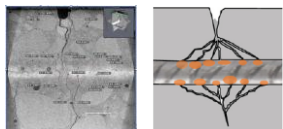


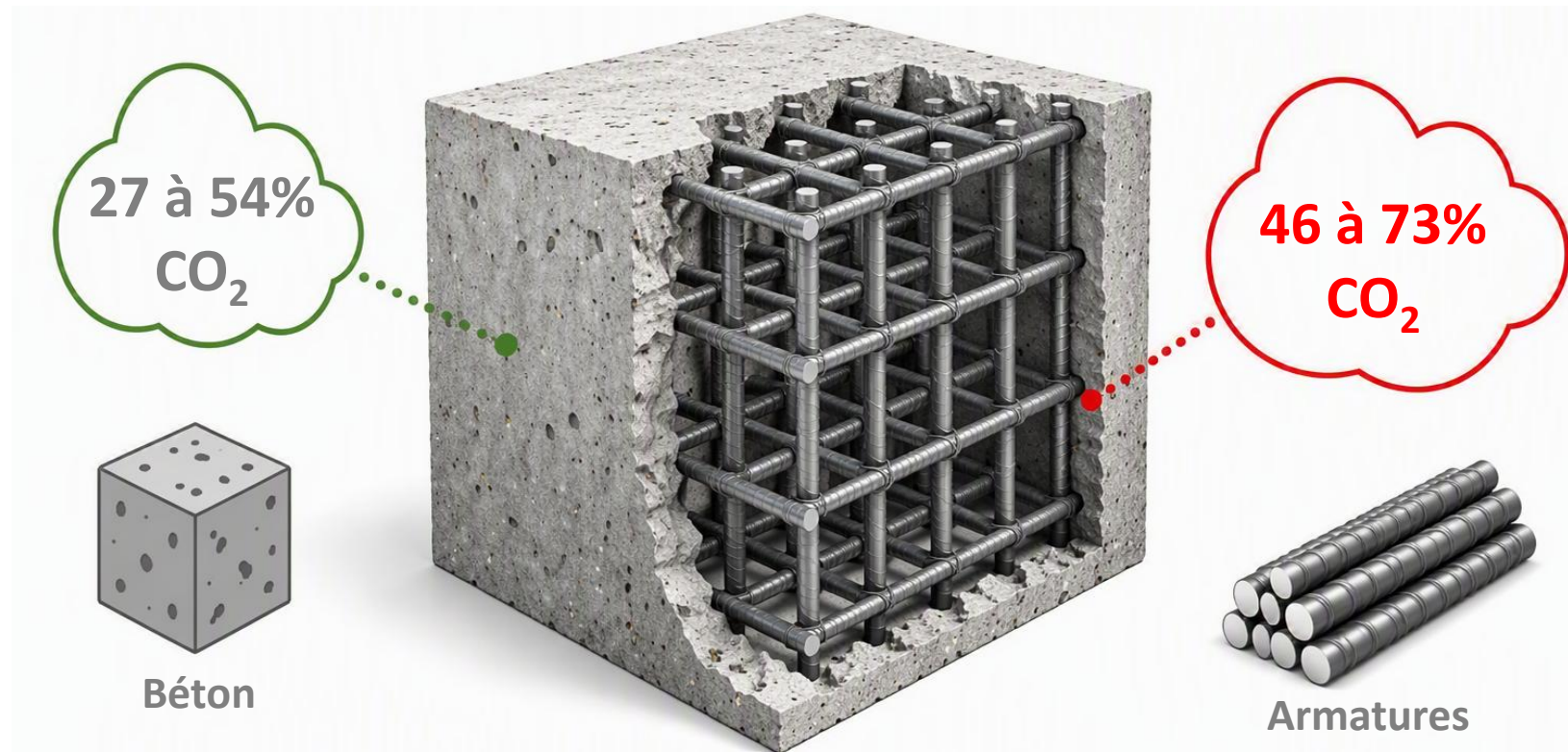
Un ouvrage de génie civil =
Béton + Armatures

(les armatures, on en met de plus en plus!)



Il faut **décarboner le Béton armé**



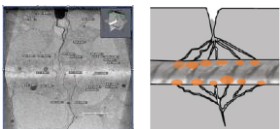


Dans un Béton Armé ferrailé à 200 Kg/m^3 , **46 à 73 %** de l'impact carbone du matériau provient des armatures !

Source : Conférence GC – 2021 – Cachan, 8 et 9 juin 2021

Analyse de la part des aciers de construction dans l'impact environnemental des ouvrages en béton armé

Adélaïde Feraille (Ecole des Ponts ParisTech), Antoine Simon (Vinci), Sebastien Maitenaz (Vinci Construction)



Valeur seuils d'ouverture de fissure en surface Recommandé par l'Eurocode 2 Et annexes Nationales

Table 4.59. Maximum crack width w_{max} [mm] according to the Danish NA.

Environmental class (see Table 4.11 pag.57)	Unstressed reinforcement	Tendons
Extra aggressive (XD2, XD3, XS3)	0.2 mm	0.1 mm
Aggressive (XD1, XS1, XS2)	0.3 mm	0.2 mm
Moderate (XC2, XC3, XC4)	0.4 mm	0.3 mm

Table 4.63. Maximum crack width [mm] according to Table D.2 of the Swedish NA.

Exposure class	Corrosion sensitive reinforcement 1					
	L100 2	L50	L20	L100	L50	L20
XC0	-	-	-	-	-	-
XC1	0.40	0.45	-	0.45	-	-
XC2	0.30	0.40	0.45	0.40	0.45	-
XC3, XC4	0.20	0.30	0.40	0.30	0.40	-
XS1, XS2, XD1, XD2	0.15	0.20	0.30	0.20	0.30	0.40
XS3, XD3	0.10	0.15	0.20	0.15	0.20	0.30

1) Corrosion Sensitive is any reinforcement with diameter smaller than 4 mm, tendons or cold worked steel that permanently have tension greater than 400 MPa.
2) For determining w_k should be taken into account the intended working life

Tableau 7.1N : Valeurs recommandées de w_{max} (mm)

Classe d'exposition	Éléments en béton armé et éléments en béton précontraint à armatures non adhérentes	Éléments en béton précontraint à armatures adhérentes
	Combinaison quasi-permanente des charges	Combinaison fréquente des charges
X0, XC1	0,4 1	0,2
XC2, XC3, XC4	0,3	0,2 2
XD1, XD2, XD3, XS1, XS2, XS3	0,2	Décompression

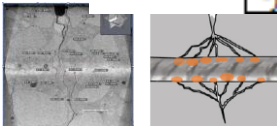
NOTE 1 : Pour les classes d'exposition X0 et XC1, l'ouverture des fissures n'a pas d'incidence sur la durabilité et cette limite est fixée pour donner un aspect dans l'ensemble acceptable. En l'absence de conditions sur l'aspect, cette limite peut être traitée de manière moins stricte.
NOTE 2 : Pour ces classes d'exposition, en outre, il convient de vérifier la décompression sous la combinaison quasi-permanente des charges.

Texte General (UK, GER)

Tableau 7.1NF – Valeurs recommandées de w_{max} ⁽¹⁾ (mm)

Classe d'exposition	Éléments en béton armé et éléments en béton précontraint sans armatures adhérentes	Éléments en béton précontraint avec armatures adhérentes
	Combinaison quasi-permanente des charges	Combinaison fréquente des charges
X0, XC1	0,40 ⁽²⁾	0,20 ⁽²⁾
XC2, XC3, XC4	0,30 ⁽³⁾	0,20 ⁽⁴⁾
XD1, XD2, XS1, XS2, XS3, XD3 ⁽⁵⁾	0,20	Décompression ⁽⁶⁾
XA1, XA2, XA3	A fixer dans les Documents Particuliers du Marché (DPM)	

Annexe nationale Française



CONSÉQUENCES DES CRITÈRES ACTUELS DE LIMITATION DE L'OUVERTURE DE FISSURE



IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Plus d'armatures



Plus d'émission CO₂



IMPACT TECHNIQUE & CONSTRUCTIBILITE

Éléments fortement ferrailés



Bétonnage plus difficile



D_{max} granulats ↓
(granulats plus petits)



Volume de pâte ↑



Recours possible aux BAP

Conséquences possibles



Retrait ↑



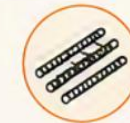
Chaleur d'hydratation ↑



Risque de fissuration précoce ↑



IMPACT ECONOMIQUE



Masse d'acier ↑



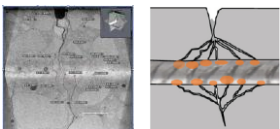
Formulations plus complexes



Mise en œuvre plus difficile



Coût global de l'ouvrage ↑



L'optimisation
de la conception
des procédés
et des performances

PROJET DE RECHERCHE

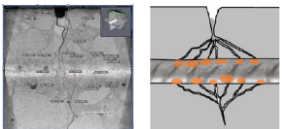
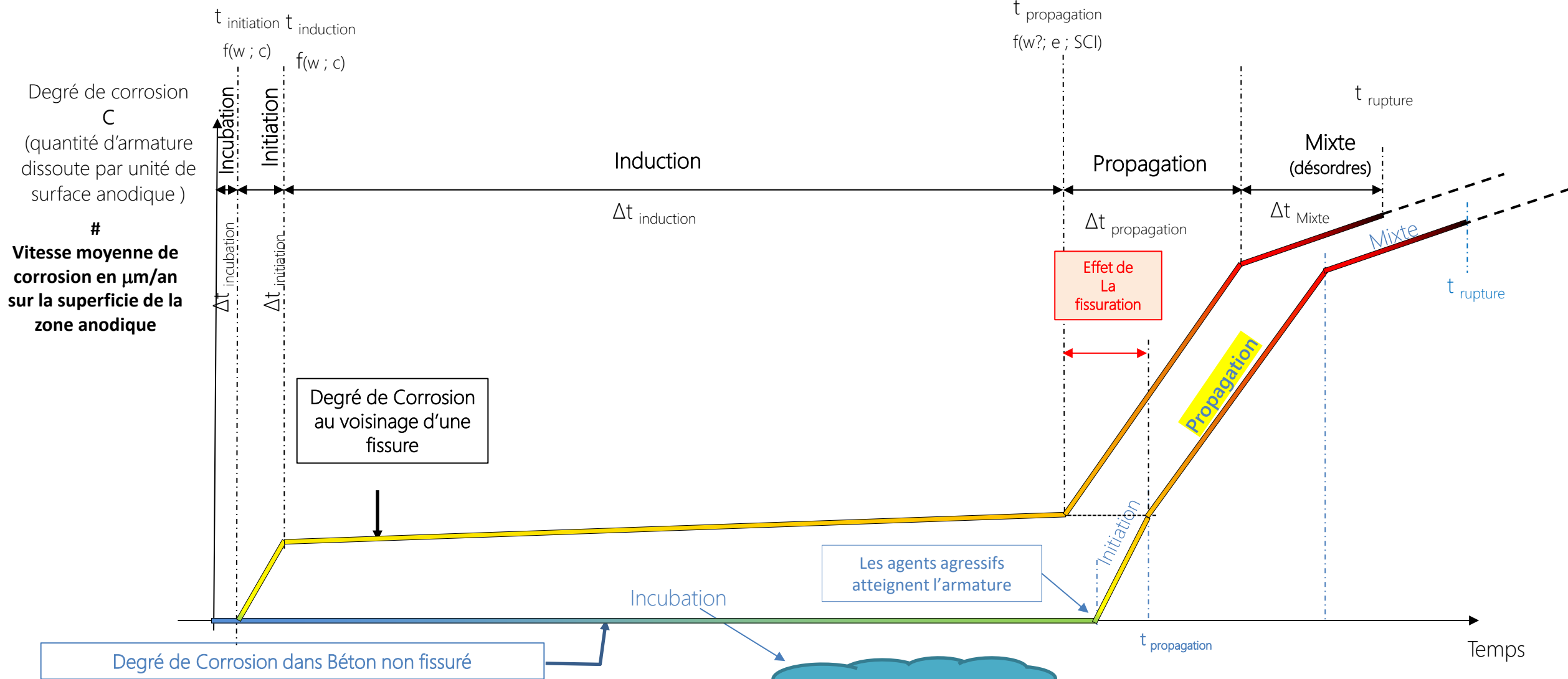
CraCoDub

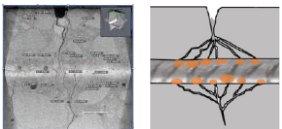
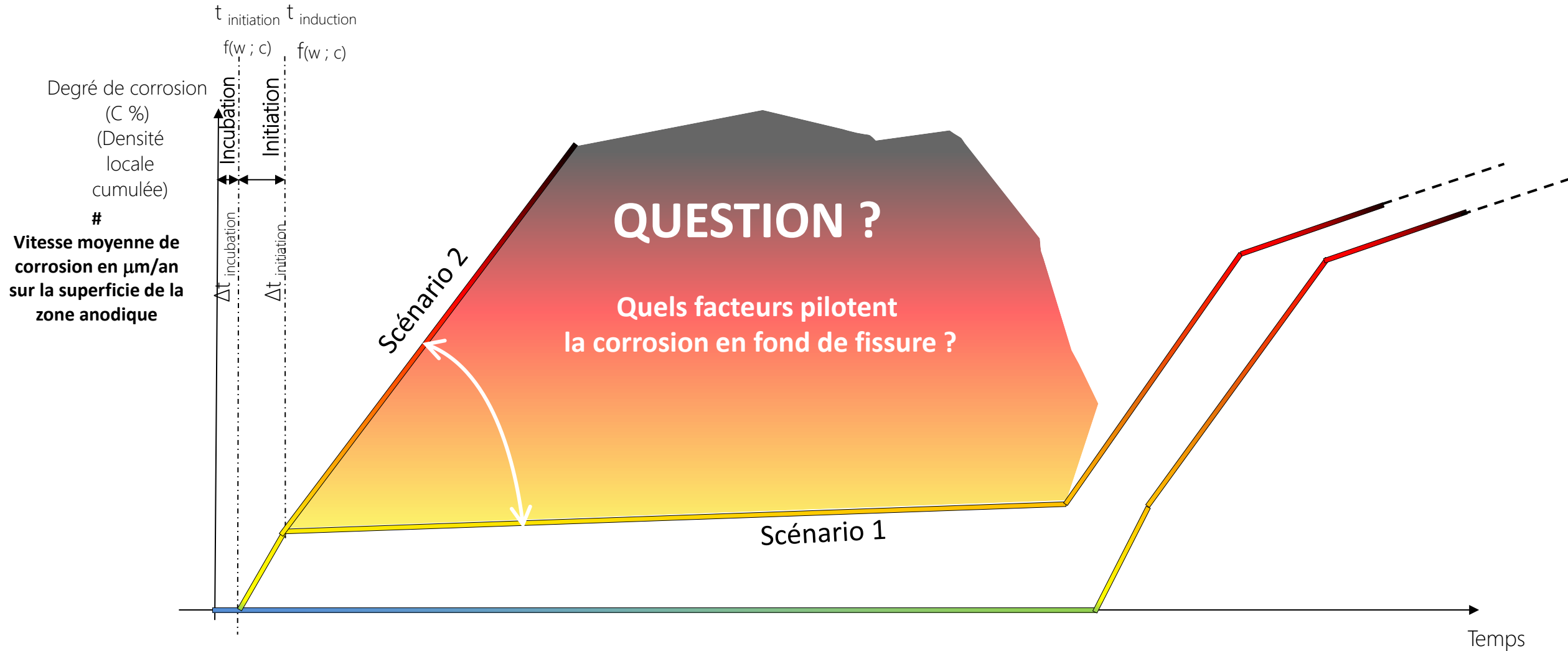
Crack, Corrosion & Durability



2. Objectifs

Laurent BOUTILLON (VINCI Construction)





Questions majeures structurant le PN



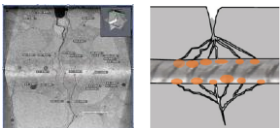
Quels

Sont les facteurs qui font
passer du scénario 1
au scénario 2
et inversement



Limiter

L'ouverture de fissure en
surface!
Est-ce
Toujours **nécessaire?**
Systématiquement **Suffisant?**
Et **Pourquoi?**



Assurer plus efficacement la durabilité des ouvrages



Mieux

comprendre le faciès
3D de la fissure en
profondeur
et savoir modéliser
ce faciès



Mieux

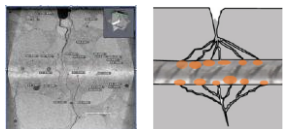
comprendre les
phénomènes en jeu
dans la fissure à
l'interface
fissure/acier/béton
et savoir les modéliser.



Produire

et disséminer
suffisamment de
résultats pour **peser**
sur les **pratiques** et
faire **évoluer les codes**
de dimensionnement.

Se servir de cette connaissance pour mieux prolonger la durée de vie des ouvrages

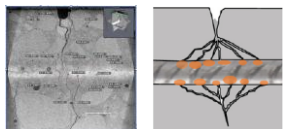


Codes / Evolution visés

Annexe Nationale Française de l'EUROCODE 2

Model Code *fib* 2020

EUROCODE 2

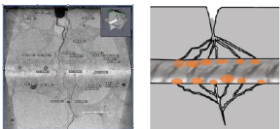
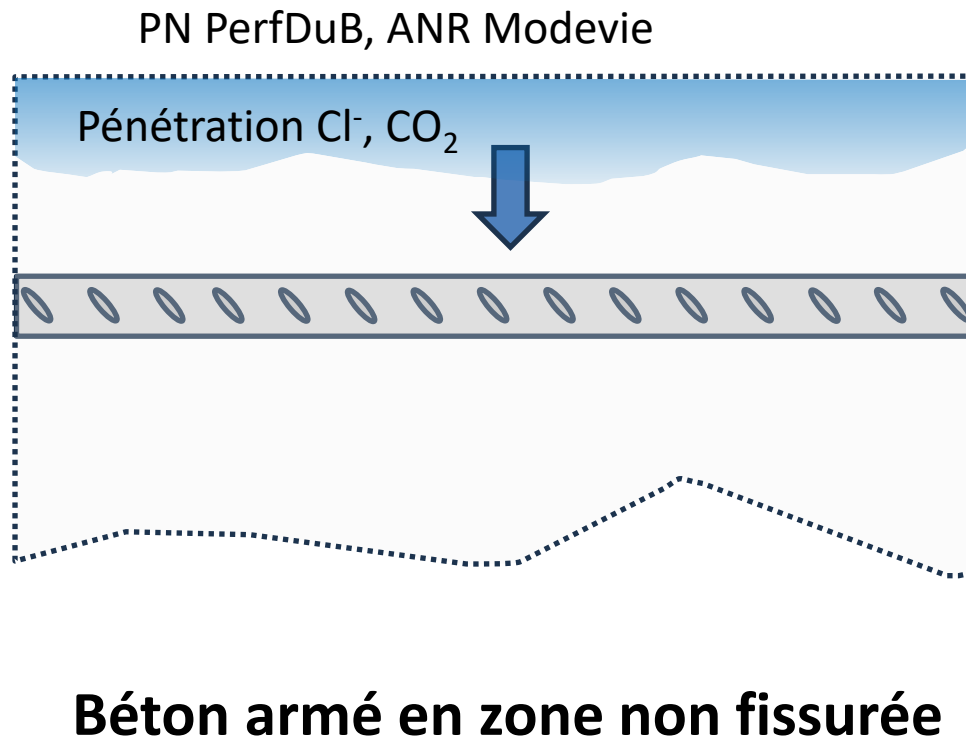




3. Positionnement du projet par rapport à d'autres initiatives

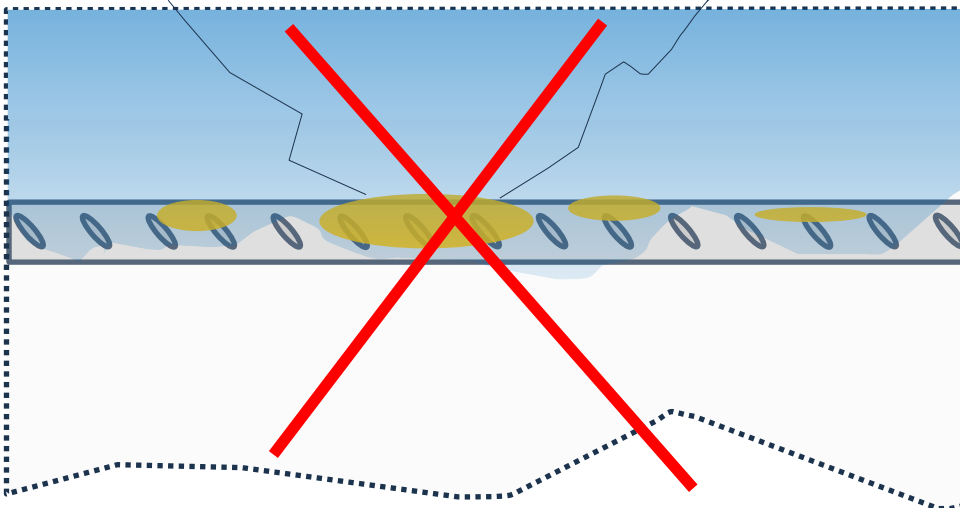
Laurent BOUTILLON (*Vinci Construction*)

Regardons plus en détail cette problématique de l'effet de la fissure



► ATTENTION concernant le Scope

PN PerfDuB, ANR Modevie



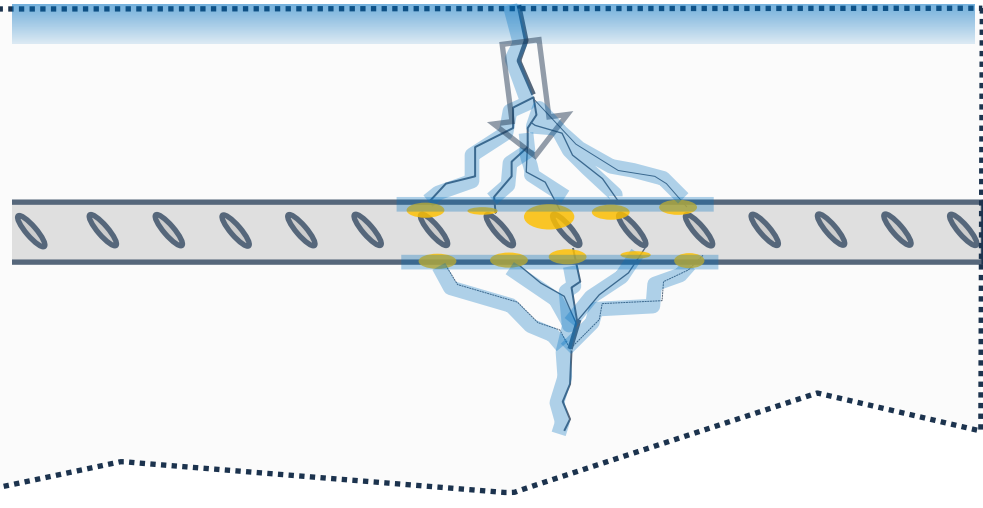
Béton armé en zone non fissurée

On ne s'intéresse pas aux fissures
générées par la corrosion des armatures
une fois que les agents agressifs ont traversés
l'enrobage et atteint les armatures

PN CEOS.fr

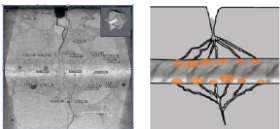
ANR Mephisto

Ouverture de fissure en surface



Béton armé en zone fissurée

On s'intéresse à la corrosion générée par
la pénétration des agents agressifs via les
fissures mécaniques
et à ses conséquences sur la durabilité de la
structure



► PN CEOS.fr 2008-2014

Comportement et Evaluation des Ouvrages Spéciaux (fissuration-retrait)

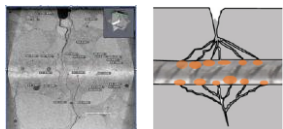
~45 partenaires ~3 M€ Budget - en association avec l'ANR MEFISTO

Mieux prévoir la fissuration du béton armé dans les Ouvrages Spéciaux (massifs)

Livrable principal édité en Français & en Anglais:

« **recommandation pour la maitrise des phénomènes de fissuration** »

- Règles de dimensionnement
- Méthodes de calcul de l'ouverture de fissures en surface



► ANR MEFISTO 2008-2012

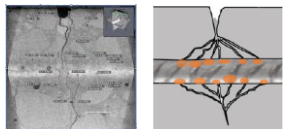
Maitrise durable **E** de la **F**issuration des infra**S**tructures en bé**T**on

Partenaires : 3SR, LMT, GeM, IFSTTAR, EDF, CSTB, CEA, Siam

Modélisation avancée de la fissuration... en surface

Livrables : **Modèles avancés de la fissuration, méthodes probabilistes**

- chargement monotone
- chargement cyclique
- chargement thermo-hydro mécaniques



► PN PERFDUB 2015-2022

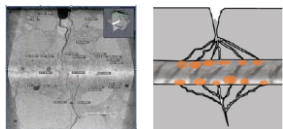
Approche **P**erformantielle de la **D**urabilité du **B**éton

~50 partenaires – 3.5 M€ Budget - en association avec l'ANR Modevie

Mise au Point d'une Méthodologie de justification de la durabilité
Calage des indicateurs de durabilité

Livrable : **FD-P18 - 480** fascicule de documentation AFNOR 2025

« Justification de la durabilité des ouvrages en béton par la méthode performantielle »



► ANR Modevie 2014-2018

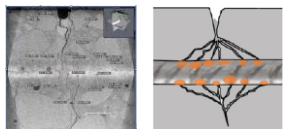
Modélisation du Vieillissement des ouvrages en béton

Partenaires : IFSTTAR, VINCI Construction, LMDC, CERIB, Lafarge, Eurovia, LaSIE, Gem, CEREMA

prédire la corrosion et ses effets.

Combiner modélisation et expérimentation pour développer des modèles prédictifs du vieillissement des ouvrages en béton :

- 4 phases
 - => pénétration des agents agressifs à travers l'enrobage
 - => initiation de la corrosion
 - => propagation de la corrosion
 - => fissuration et dégradations mécanique



L'optimisation
de la conception
des procédés
et des performances

PROJET DE RECHERCHE
CraCoDub
Crack, Corrosion & Durability

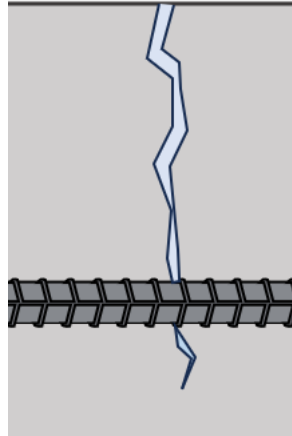


4. Verrous Scientifiques et Techniques

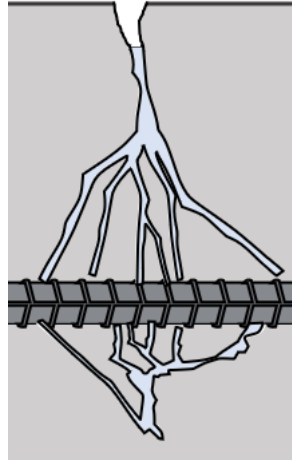
Fabrice DEBY (UToulouse LMDC)

OUVERTURES DE FISSURES...

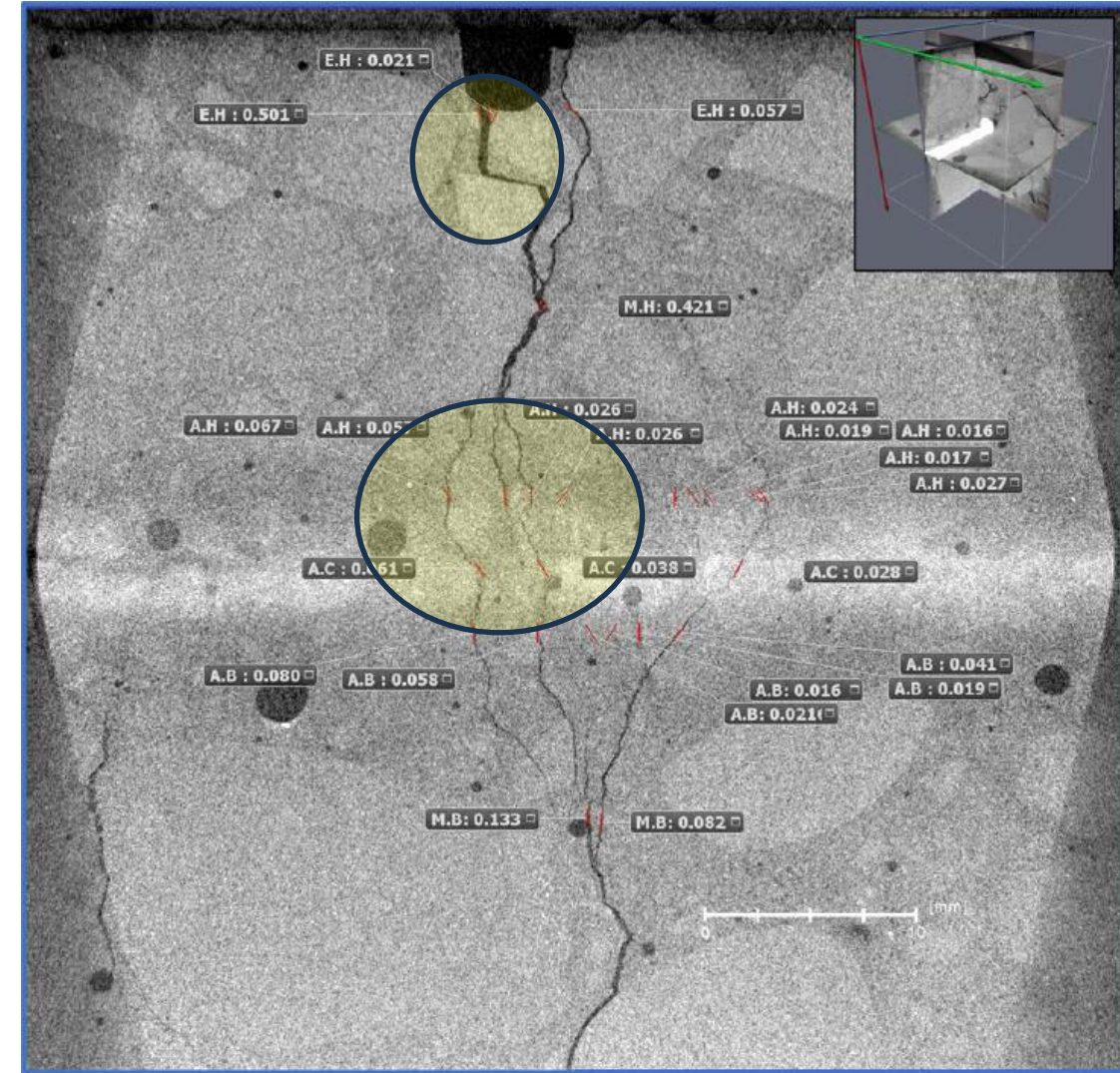
Vision classique
de la fissure



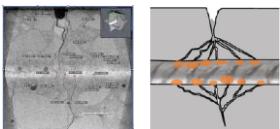
Vision plus réaliste:
ramifications jusqu'au
niveau de l'armature



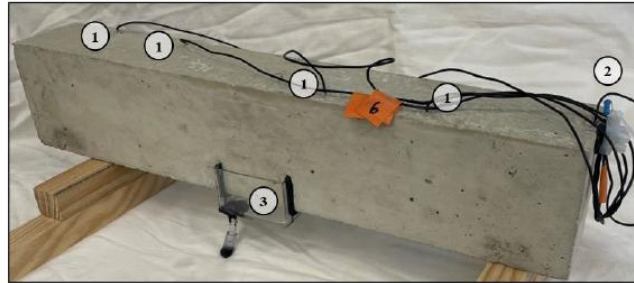
Morphologie des fissures ?



Micro-Tomographie X (Hess, 2024)

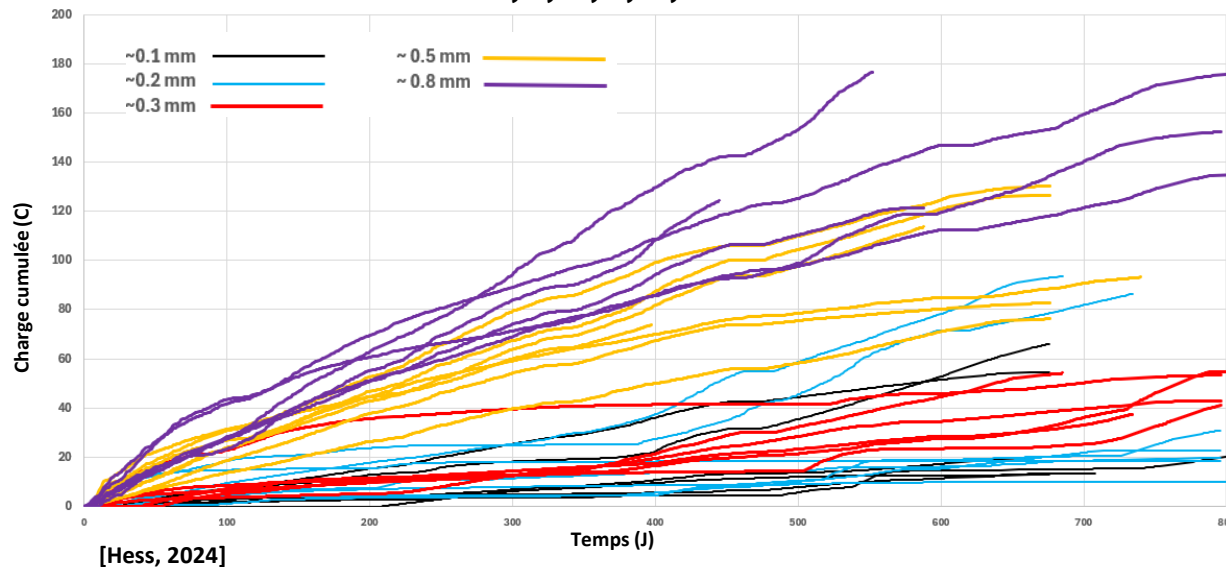
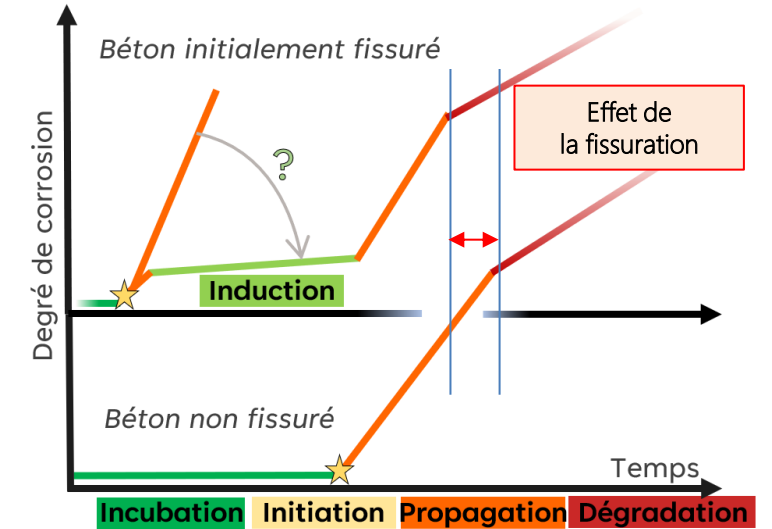


CORROSION...

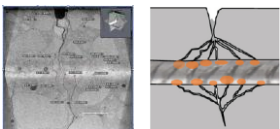
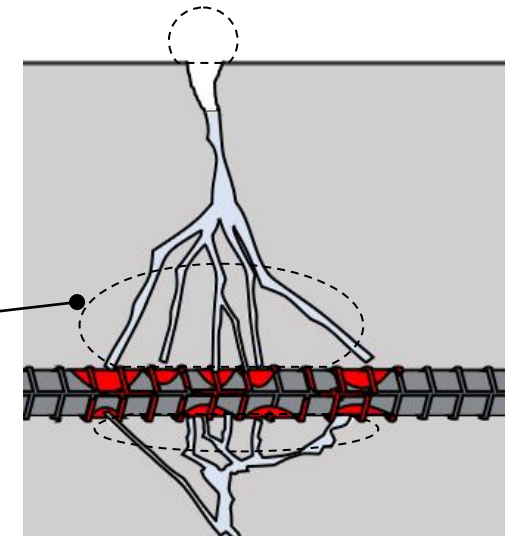


En présence de chlorures
0,2, 0,3, 0,5 mm ?

Quels facteurs pilotent
la corrosion ?



Comportement en fond de fissure ?



Paradigme actuel Eurocode



L'ouverture de fissure en surface pilote la durabilité

Observations en laboratoire



La cinétique de corrosion maximale n'est pas systématiquement associée aux ouvertures les plus importantes

Verrous



En laboratoire

A : Observer

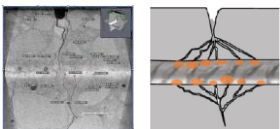
B : Reproduire

C : Comprendre et suivre



In Situ

D : Transposer

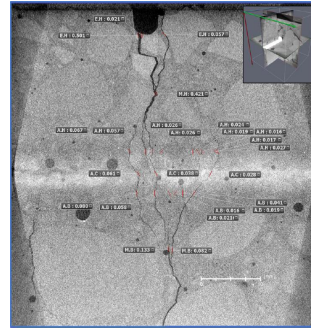


A : Observer illusion de la surface => enrobage 3D et Comprendre

Impossible de comprendre la corrosion sans la géométrie exacte de la fissure et ses ramifications à l'interface A/B



Mesure 2D en surface insuffisante



Microtomographie X efficace mais coûteuse

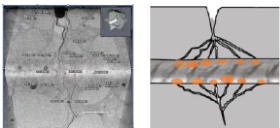
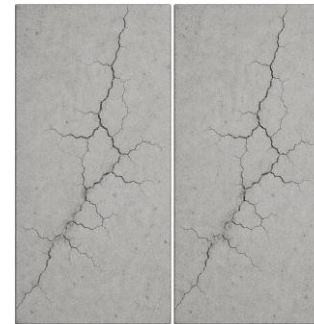


Besoin de solutions économiques à grand rendement pour un plan expérimental ambitieux

B : Reproduire reproductibilité des défauts générés

Créer des ouvertures de fissures répétables

Figurer ces défauts



C : Comprendre les mécanismes de corrosion en fond de fissure **et suivre** les processus de corrosion

Mécanismes électrochimiques (micropile



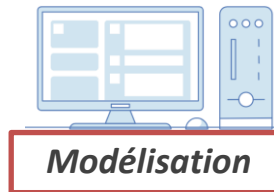
macropile)

Colmatage (produits de corrosion, cicatrisation...)

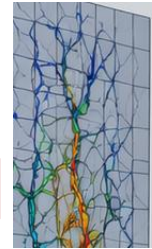
Transfert (ouverture critique...)



Compréhension



Modélisation



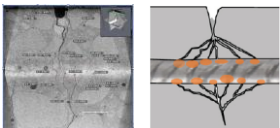
Ingénierie

D : Transposer sur des observations réelles

Valider In Situ les observations en laboratoire



Attention au piège de causalité



L'optimisation
de la conception
des procédés
et des performances

PROJET DE RECHERCHE
CraCoDub
Crack, Corrosion & Durability



5. Retombées Potentielles

Jonathan MAI-NHU (CERIB)

Ouvrages neufs – Limiter la quantité d'armature ajoutée pour le seul critère de la durabilité

L'annexe Nationale Française préconise des limitations d'ouvertures de fissure plus restrictives que celles définies dans l'Eurocode 2 (notamment pour les classes d'exposition XS et XD)

Estimation du gain sur le ratio d'armature

Hypothèse 1 : 20% des ouvrages de génie civil sont des ouvrages structuraux situés en classes d'exposition XS ou XD.

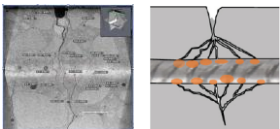
Hypothèse 2 : le ratio moyen d'armatures de ces ouvrages est de l'ordre de $[140-150 \text{ kg/m}^3]$.

Hypothèse 3 : 60 % de ces ouvrages sont dimensionnés par un critère de limitation de l'ouverture des fissures à l'ELS.

Hypothèse 4 : le cas de calcul présenté ci-après est représentatif de ces ouvrages.

On considère une dalle de 40 cm d'épaisseur, réalisée en béton C40/50, avec un enrobage réel de 40 mm, soumise à un moment fléchissant de $\pm 100 \text{ kN}\cdot\text{m}$ dans les 2 directions

L'augmentation de l'ouverture admissible de 0,2 mm à 0,3 mm conduit ainsi à un **gain d'environ 28 % sur le ratio d'armatures pour un même effort sollicitant** (de 144 kg/m^3 à 110 kg/m^3).

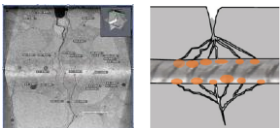


**A.N.
Francaise**

un retour aux
→
Pour les seules classes
XD et XS

**Prescriptions
EUROCODE**

**-260 000 t armature/an
-240 000 t CO₂/an
EN FRANCE**



Ouvrages neufs – Impact environnemental

L'annexe Nationale Française préconise des limitations d'ouvertures de fissure plus restrictives que celles définies dans l'Eurocode 2 (notamment pour les classes d'exposition XS et XD)

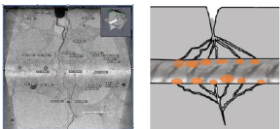
Limitation stricte de l'ouverture de fissure conduit souvent à un surdimensionnement des armatures, avec des taux d'acier supérieurs de 20 à 40 % dans certains cas par rapport aux prescriptions de l'ancien BAEI :

- Augmentation des coûts des structures
- Augmentation de l'empreinte carbone : la production d'acier représente entre 40 et 70 % des émissions de CO₂ d'un béton armé à 200 kg/m³, selon les formules de béton et l'origine des armatures

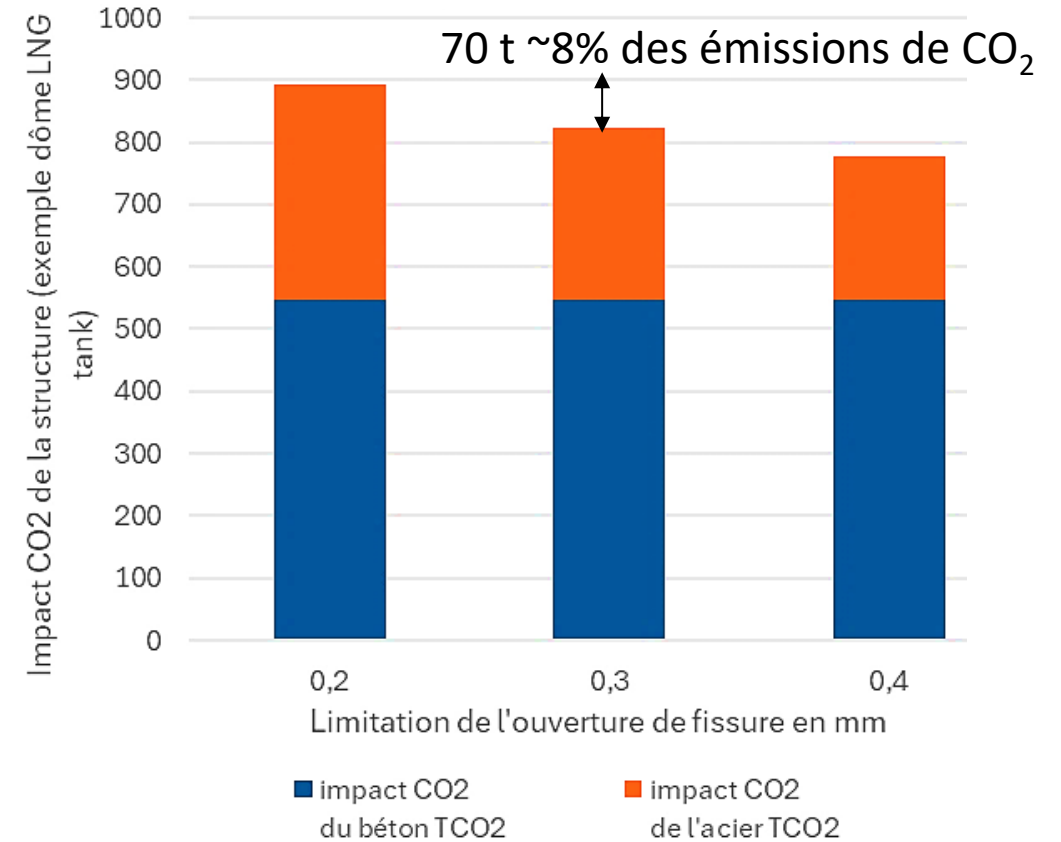
Sur la base des mêmes hypothèses que précédemment :

En retenant une émission moyenne de 900 kg CO₂ par tonne d'armatures produites en France, cette réduction permettrait, pour le seul secteur du génie civil, et uniquement pour les classes d'exposition XS et XD :

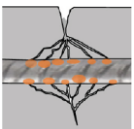
- d'éviter l'émission d'environ **240 000 t de CO₂ par an**
- soit un gain d'environ **38 kg de CO₂ par m³ de béton armé produit**



Exercice de comparaison pratique effectué pour un dôme de réservoir de Gaz Naturel Liquéfié



**70 t de CO₂ évité si on passe d'un seuil
d'ouverture de fissure de 0.2 mm à 0.3 mm**



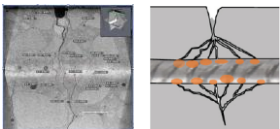
Ouvrages existants et prolongement de la durée de vie

Une augmentation de la valeur admissible d'ouverture de fissure pourrait permettre :

- de justifier des niveaux de chargement plus élevés, sans renforcement lourd ;
- de faciliter des opérations d'adaptation telles que des élargissements, des surcharges ou des changements d'usage ;
- de limiter les interventions de réparation ou de renforcement structurel, souvent coûteuses et complexes.

→ **réutilisation et allongement de la durée de vie des ouvrages**

→ **levier majeur pour réduire l'empreinte environnementale globale du secteur, en évitant des démolitions prématurées et des reconstructions**

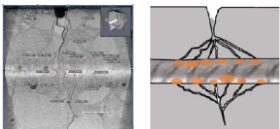
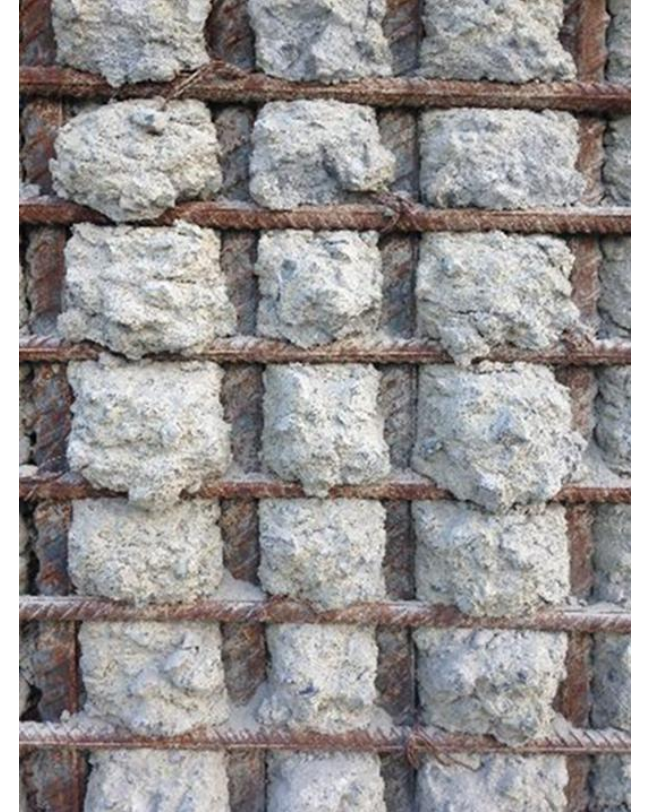


Ouvrages neufs : consistance du béton et vibration

La forte densité d'armature augmente la complexité des travaux, rendant l'exécution des ouvrages plus difficile et coûteuse.

Les ouvrages très ferrailés imposent souvent le recours à des bétons très fluides afin de compenser la difficulté de mise en œuvre

→ Une diminution de la quantité d'armature pour le seul critère de la durabilité permettrait un degré de liberté plus important pour les formules de béton utilisées dans les ouvrages en béton armé



L'optimisation
de la conception
des procédés
et des performances

PROJET DE RECHERCHE

CraCoDub

Crack, Corrosion & Durability



6. Axes de recherche

AXE 1
EXPÉRIMENTATIONS &
MODÉLISATION



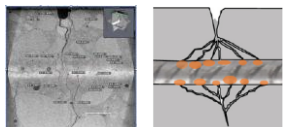
AXE 2
ÉTUDES IN SITU SUR
STRUCTURES RÉELLES



AXE 3
ÉVALUATION DE SOLUTIONS
PRÉVENTIVES & CORRECTIVES



AXE 4
DISSÉMINATION & INTERNATIONALISATION



L'optimisation
de la conception
des procédés
et des performances

PROJET DE RECHERCHE
CraCoDub
Crack, Corrosion & Durability

 **IREX**
Institut pour la recherche appliquée
et l'expérimentation en génie civil



6-1. Axe 1 – Expérimentation Laboratoire & Modélisation

Fabrice DEBY (UToulouse - LMDC)

Objectifs scientifiques

01 Etude des fissures et de leur géométrie au voisinage de l'armature
Protocole pour morphologie 3D

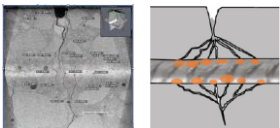


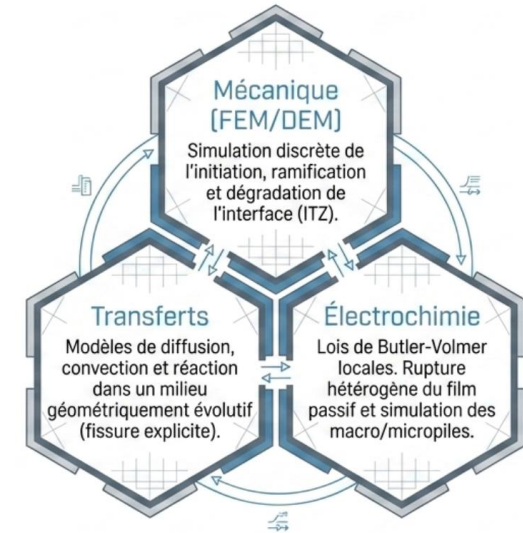
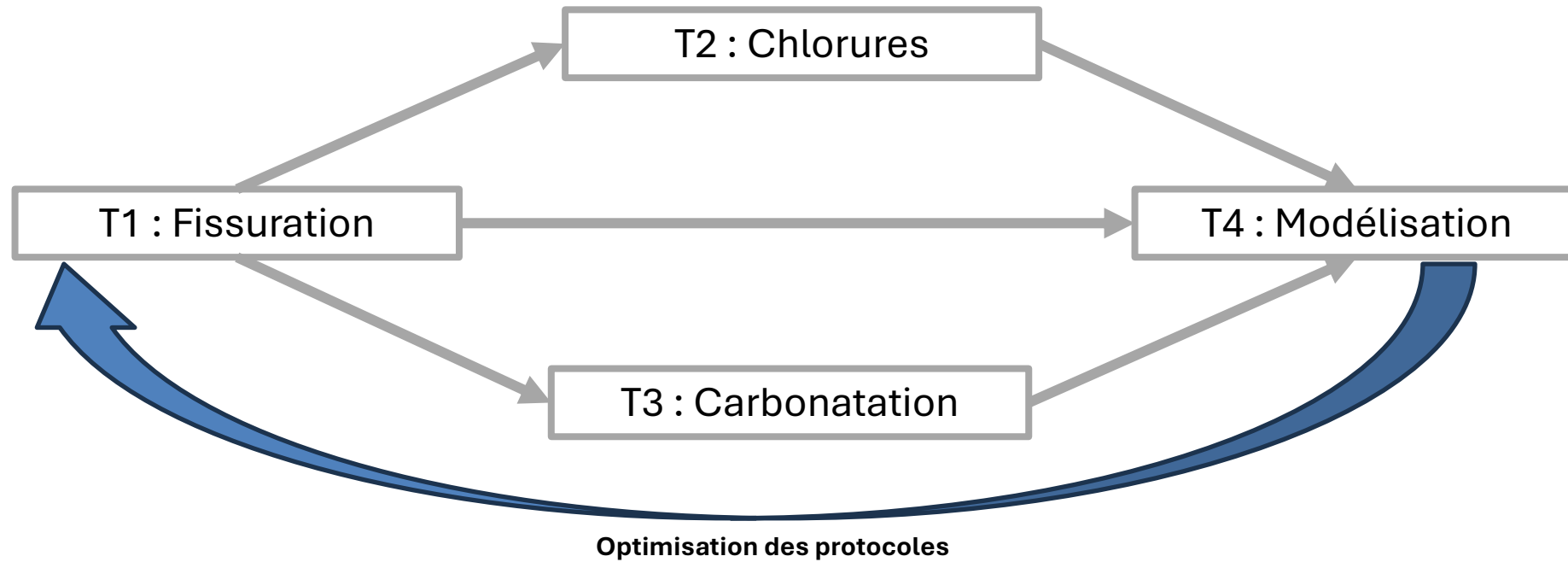
02 Etude de la corrosion induite par les agents agressifs (carbonatation & chlorures via la fissure)



Influence de cette morphologie sur les transferts, mécanismes électrochimiques (Micro/Macropiles), colmatage

03 Améliorer la modélisation des phénomènes de corrosion en contexte fissuré
Cadre pour coupler mécanique de la fissuration, transferts et électrochimie





Axe 2, BHP 2000

PerfDub

Axe 4, évolutions normatives



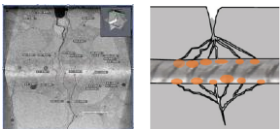
CEM I



CEM III



« LC3 »

3 formulations cibles
(C40/50)2 échelles
géométriques (dm, m)

ANR AAPG 2026
BETTER-Dub

Infrastructures en BEton armé : fissuraTion, Transferts Et coRrosion des armatures, vers une meilleure Durabilité

PARTENAIRES



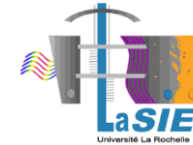
Partenaire 1 : LMDC. Le Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions (URU 3027 INSA/UT) est un laboratoire de recherche en sciences des matériaux du génie civil qui propose des solutions scientifiques permettant un développement durable et une gestion éco responsable du patrimoine immobilier, infrastructures de génie civil et habitat. *Pers. Impliquées : F. Deby (PU, T1-2-4), T. Vidal (PU, T1-2), T. Bouillard, (MCF, T1-3), A. Sellier (PU, T4)*



Partenaire 3 : GeM. L'institut est une UMR de Centrale Nantes, Nantes Université et du CNRS. L'unité s'est donnée comme mission de pouvoir proposer des outils expérimentaux et de simulation adaptés pour le dimensionnement et la maîtrise du cycle des structures et des ouvrages. *Pers impliquées : S. Bonnet (PU, T1-2), H. Ranaivomanana (MCF, T2-3), M. Choinska-Colombel (MCF-HDR, T1-4)s*



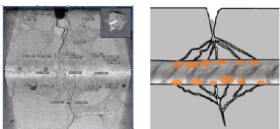
Partenaire 4 : EMGU. Le laboratoire Expérimentation et Modélisation du Génie Civil et Urbain est un des laboratoires du département MAST (MATériaux et STRuctures), une des composantes de recherche de l'Université Gustave Eiffel. *Pers. impliquées : L. Adélaïde (CR, T4), M. Marchetti (DR, T2-3)*



Partenaire 2 : LaSIE. Le laboratoire des Sciences pour l'Ingénieur pour l'Environnement (UMR 7356 CNRS-LRUniv) est un laboratoire dédié aux transferts réactifs couplés en milieux poreux appliqués à l'amélioration de la durabilité des matériaux et des structures. *Pers. impliquées : R. Cherif (MCF, T2-4), P. Turcry (MCF-HDR, T3-4), A. Aït-Mokhtar (PU, T2-3)*



Partenaire 5 : EGIS. Egis est un acteur international majeur d'ingénierie de la construction et de mobilité. *Pers. impliquées : O. Lherminier (Docteur, Ingénieur, T4), P. Bisch (T1-4)*



MÉTHODOLOGIE ENVISAGÉE T1

Fissuration & Maintien

Application d’une charge pour fissuration et maintien de l’ouverture (spécimens multifissurés et monofissurés)

Figeage par résine

Injection d’une résine ultra-fluide pour figer la fissure et permettre de relâcher les efforts sans altérer le faciès

Découpe

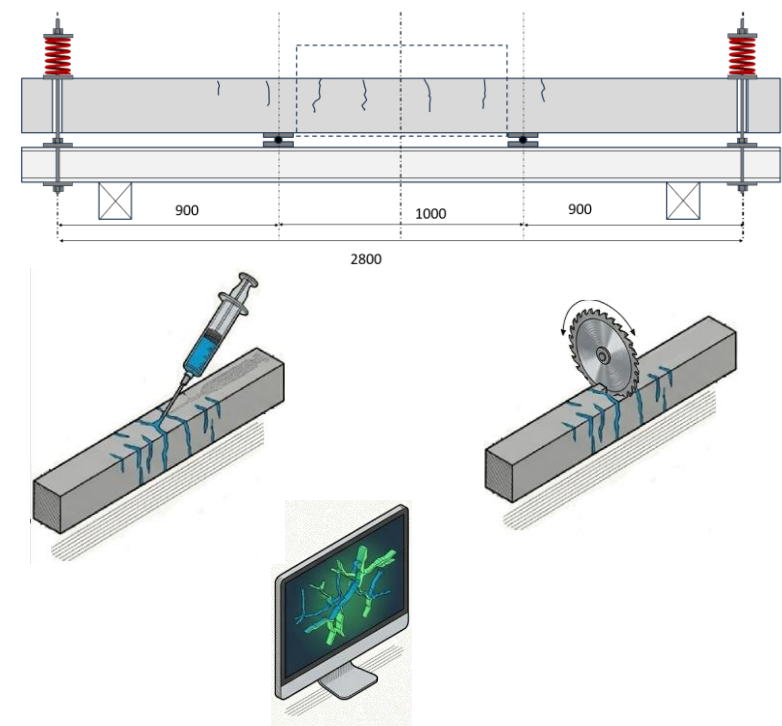
Découpage en tranches du spécimen par zones d’intérêts (autour de l’armature)

Reconstruction numérique

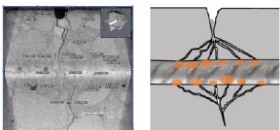
Observations optiques et traitement d’images pour générer une vue 3D du faciès de fissuration

Validation par microtomographie X

Recours ponctuel pour validation et calibration de la méthode



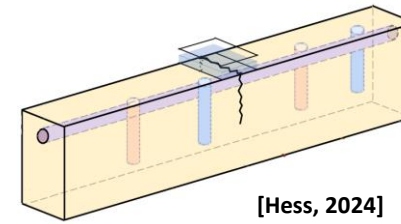
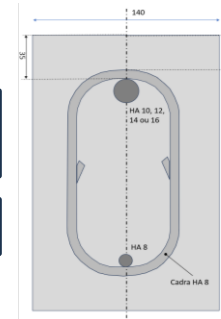
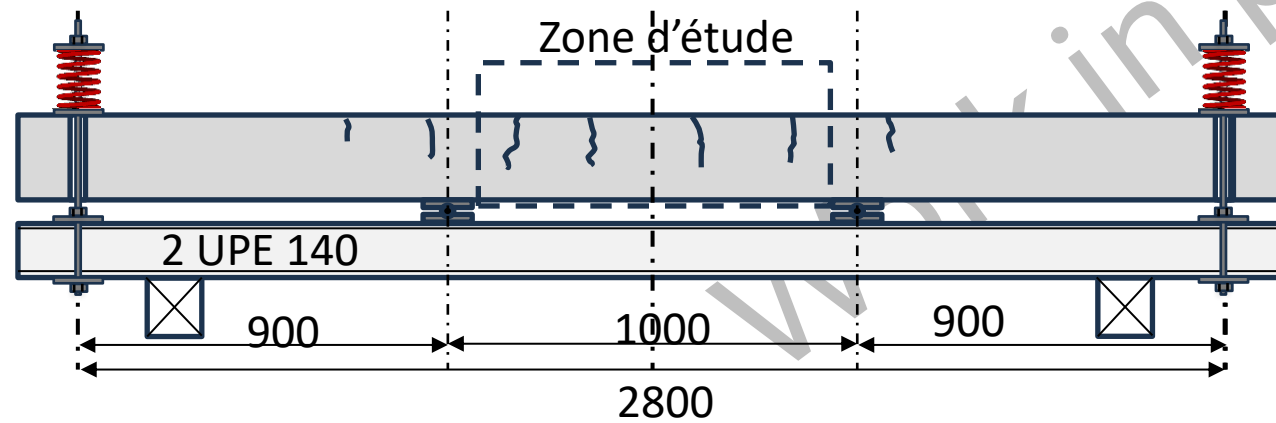
	Méthodologie (Résine+Découpe+Reconstruction 3D)		Microtomographie X
Précision	Très bonne		(Très)bonne et 3D native
Taille des spécimens	Tous les tailles (dont structurelle, m)	✓	Petits échantillons (dm) ⚠
Coût	Maîtrisé pour plan expérimental conséquent	✓	Elevé (usage restreint) ⚠



SPÉCIMENS T1,T2,T3

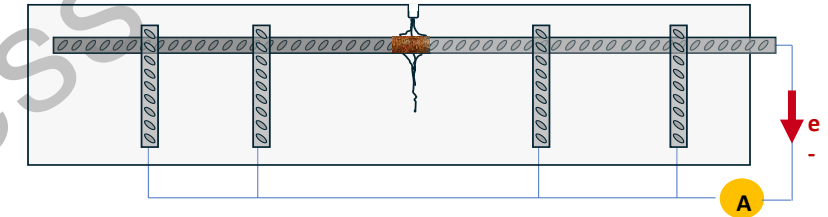
**FISSURATION, MAINTIEN, DÉGRADATIONS
(CHLORURES ET CARBONATATION)**

(CHLORURES ET CARBONATATION)

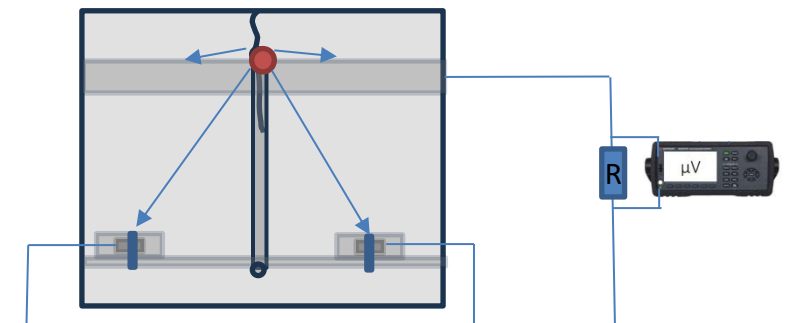


[Hess, 2024]

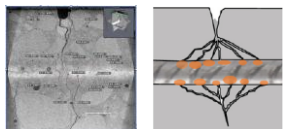
Prismes mono fissurés (70x100x500) mm³



⇒ Monitoring de courant galvanique (part du courant de macropile)



Poutrelles Multi fissurées (140x220x2500) mm³



L'optimisation
de la conception
des procédés
et des performances

PROJET DE RECHERCHE
CraCoDub
Crack, Corrosion & Durability



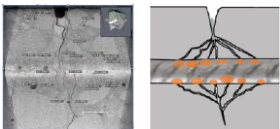
6-2. Axe 2 – Etude in-situ sur structures réelles

Abdelkrim AMMOUCHE (LERM Setec)

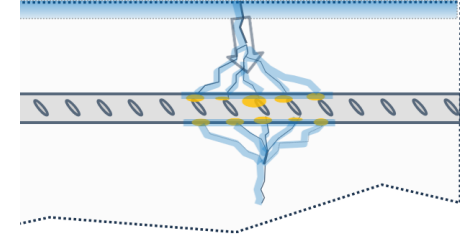
Rappel de l'objectif de l'axe 2

Confronter les phénomènes et les résultats expérimentaux sur corps d'épreuves de laboratoire et sur structures réelles (faciès de fissuration jusqu'au niveau des armatures, colmatage des fissures, corrosion en fond de fissures, etc.)

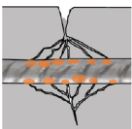
Alimenter les modèles de corrosion du béton pré-fissuré, développés dans le cadre de l'axe 1 et le projet ANR Better-dub.



Cibles : ouvrages ou éléments d'ouvrage de génie civil



- Suffisamment âgés, typiquement entre 15 et 30 ans,
- Origine des fissures : autre que la corrosion (retrait thermique au jeune âge ou dessiccation, mécanique / structurelle),
- Sans pathologie endogène (RAG, RSI), ni exposé à une agression chimique externe (RSE, lixiviation,..)
- Fronts de pénétration des agents agressifs (chlorures et carbonatation) situés très en deçà du premier lit d'armatures,
- Fissures d'ouverture significative, dans la gamme 0,3-1,0 mm avec présence ou non de traces de corrosion,
- Fissures conforme aux limitations (0,1-0,3 mm) mais avec des signes évidents de corrosion (le cas échéant),
- Classes d'exposition XS3 (chlorures d'origine marine : XS3e XS3m), XD3 (sels de déverglaçage), XC4 (carbonatation avec cycles mouillage/séchage),
- Bétons conformes aux exigences normatives, au regard des classes d'exposition.
- DOE disponible (dossier béton, plan de coffrage et ferrailage, rapports d'inspection, etc.).

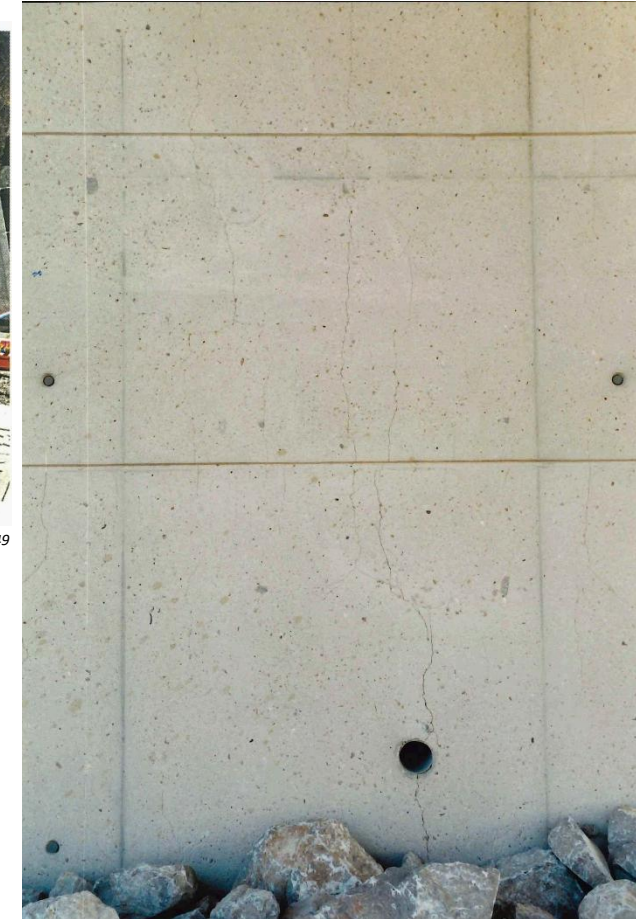


Exemples de cibles

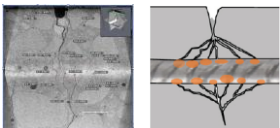
- Corps d'épreuve BHP 2000 (sites de La Rochelle-XS3 et de Champs sur Marne-XC4)
- Voiles, murs de soutènement ou murs en retour, avec fissures de retrait gêné
- Eléments d'ouvrage autoroutier devant être démolis pour cause d'un élargissement (Ex: PS et PI de l'A10, Tours-Angers)
- Revêtement d'entrée de tunnel, en béton épais et faiblement armé, susceptible de présenter des fissures larges.
- Traverses usagées de chemin de fer en béton



Source : Baroghel-Bouny et coll. BLPC n°249



Source : LERM-Setec



Méthodologie

Étape 0 : Pré-sélection d'un ouvrage

Basée sur l'analyse d'un DOE => vérification de l'éligibilité

----- Point d'arrêt décisionnel 1 -----

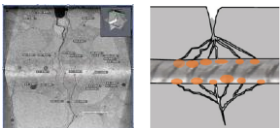
Étape 1 : Investigations préliminaires

zone courante et zone englobant la fissure

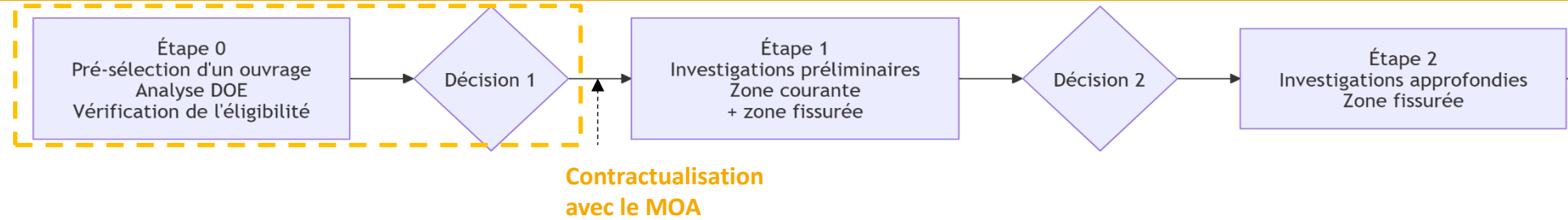
----- Point d'arrêt décisionnel 2 -----

Étape 2 : Investigations approfondies

zone englobant la fissure



Méthodologie

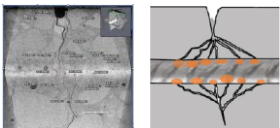


Amont

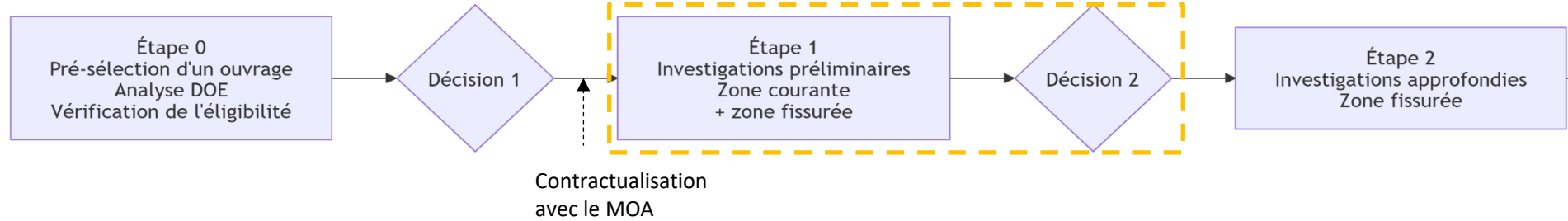
- Prise de contact avec le maître d'ouvrage (MOA)
- Pré-identification d'un ou plusieurs ouvrages d'intérêt
- Présentation de la méthodologie d'étude
- Récupération du DOE

Analyse du DOE

- Formule béton
- Plans de coffrage et de ferrailage
- Notes de calculs
- Rapports d'inspection périodique => confirmer la présence de fissures d'intérêt
- Eventuels rapports de diagnostic
- Vérifier l'absence de pathologies particulières (a priori)
- Visite de l'ouvrage
- Livrable



Méthodologie

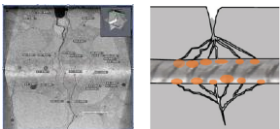


Sur site

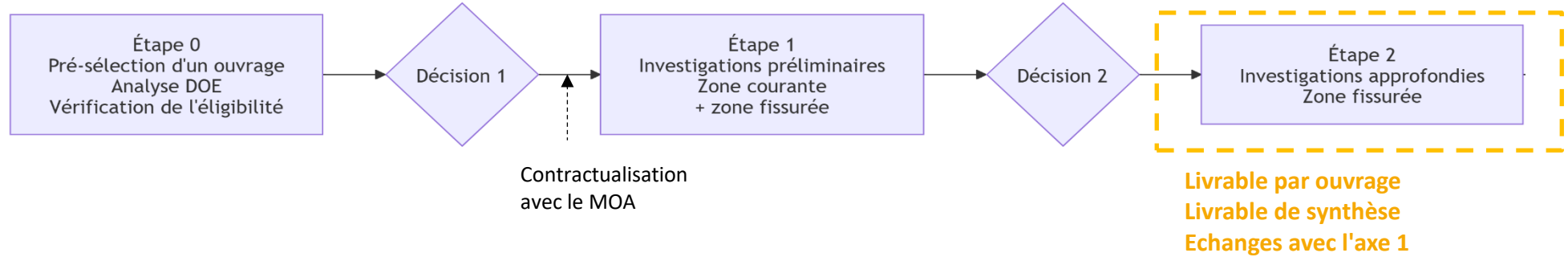
- Inspection visuelle (signes de corrosion ?)
- Repérage des fissures d'intérêt, mesures des ouvertures en surface
- Définition de deux zones d'investigations : 1 fissurée et 1 non fissurée
- Détection des premiers lits d'armatures, détermination des enrobages par réflectométrie radar
- Cartographie au scléromètre
- Cartographie de potentiel de corrosion
- Cartographie de résistivité électrique
- Mesures de vitesse de corrosion
- Visualisation d'armatures dégagées ; mesures de carbonatation
- Prélèvements de carottes de béton en zone courante (loin des fissures)

Au laboratoire

- Analyses physico-chimiques, paramètres de composition du béton
- Profils de chlorures libres et totaux
- Profondeur de carbonatation
- Confirmer l'état sain du béton par examen au MEB (absence de pathologie)



Méthodologie

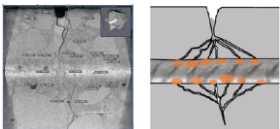


Sur site

- Auscultations complémentaires (armatures, potentiel de corrosion, résistivité électrique et vitesse de corrosion)
- Repérage et implantation des points de carottage à des intersections fissure-armature
- **Injection de la fissure avant prélèvement**
- Prélèvement de carottes au droit de fissures :
5u (élément à conserver) à 10u (élément à déconstruire)
- **Réparation de l'élément à conserver**

Au laboratoire

- Examen du faciès de fissuration 2D sur sections polies recoupant les armatures ($\perp$, $//$) par microscopie optique
- Tomographie X
- Caractérisation de la pénétration des chlorures et de la carbonatation au droit de la fissure et en fond de fissure
- Examen de produits de colmatage de la fissure par MEB-EDS
- Autopsie de l'armature (état de corrosion, estimation de la perte de matière)



Répartition prévisionnelle des essais/échantillons de l'étape 2

Elément à conserver

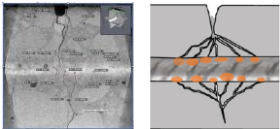
	Qté	C1	C2	C3	C4	C5
Tomographie X	1	X				
Sections polies Faciès de fissuration 2D (2 échantillons plans (⊥, //))	4		X	X	X	X
Examen MEB-EDS Produits de colmatage/ corrosion	2				X	X
Front de carbonatation	4		X	X	X	X
Front de chlorures	3			X	X	X
Autopsie des armatures	5	X	X	X	X	X
Estimation de la perte de matière des armatures	2			X	X	
Résistivité électrique XP P18-481	1	(*)				

(*) carottes de l'étape 1

Elément à déconstruire

	Qté	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Tomographie X	1	X									
Sections polies Faciès de fissuration 2D (2 échantillons plans (⊥, //))	4		X	X	X	X					
Examen MEB-EDS Produits de colmatage/ corrosion	4		X	X	X	X					
Front de carbonatation	6		X	X	X	X	X	X			
Front de chlorures	3					X	X	X			
Autopsie des armatures	7	X	X	X	X	X	X	X			
Estimation de la perte de matière des armatures	3					X	X	X			
Résistivité électrique XP P18-481	1	(*)									
Résistance à la compression	3								X	X	X

(*) carottes de l'étape 1



L'optimisation
de la conception
des procédés
et des performances

PROJET DE RECHERCHE
CraCoDub
Crack, Corrosion & Durability

 **IREX**
Institut pour la recherche appliquée
et l'expérimentation en génie civil



6-3. Axe 3 – Mesures de Prevention et Correction

Lavinia STEFAN (GINGER CEBTP)

PRÉVENTION

Etude de l'effet de produits intégrés dans la masse du béton AVANT COULAGE sur les faciès de fissure et/ou sur la cinétique de corrosion en fond de fissure

OBJECTIFS

 Limiter la fissuration

 Améliorer la cicatrisation

 Réduire la perméabilité

 Réduire la cinétique de corrosion

QUELQUES EXEMPLES

Famille de produit	Sous-famille	Effet attendu
Agents limitant le retrait	Produits de cure interne	Réduction du retrait autogène par apport d'eau
	Produits tensio-actifs (polymères super absorbants (SAPs)	Limitation du retrait total permettant de limiter la fissuration due au retrait
Agents compensateurs de retrait	Agents étringitiques (expansion précoce)	Absence ou réduction de l'ouverture des fissures jeune âge
	Produits à base de MgO.	Idem
Agents favorisant la cicatrisation	Cristallisants à base de silicate ou de minéraux réactifs	Favoriser la cicatrisation des microfissures
	Produits biologiques	Favoriser la cicatrisation des microfissures
Inhibiteurs de corrosion	Inhibiteurs de corrosion en masse	Réduction significative du taux de corrosion
Hydrofuge de masse	Hydrofuges de masse	Limitation des transferts d'eau dans le béton
Agents de cohésion	Fibres métalliques ou synthétiques	Limiter l'ouverture des fissures pour des mêmes niveaux de contrainte de traction, quelle qu'en soit l'origine (retrait gêné, mécanique)
Armatures présentant intrinsèquement une résistance accrue à la corrosion	Armature inox	Pas de corrosion
	Armature MMX	Bien meilleur comportement que l'acier standard en présence de chlorure.
	Armatures galvanisées	Décalage temporel de l'amorce de la corrosion.

CORRECTION

Etudier qualitativement et quantitativement l'efficacité de traitements aval mis en œuvre après la construction afin de traiter les fissures et limiter leur effet

OBJECTIFS

 Limiter la pénétration de l'eau et des agents agressifs

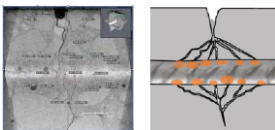
 Favoriser la cicatrisation

 Ralentir la cinétique de corrosion

 Améliorer la durabilité

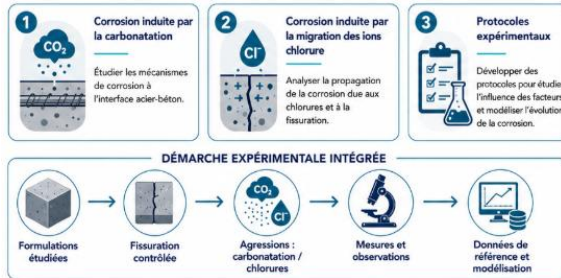
QUELQUES EXEMPLES

Famille de produit	Sous-famille	Mécanisme de base
Hydrofuges de surface	Silanes et Siloxanes	Hydrophobisation
	Silicates (lithium, sodium, potassium)	Densification de surface, action hydrofuge limitée
Cicatrisant ou Bio-cicatrisants en surface	Cristallisants	Réaction avec les produits d'hydratation du ciment pour former des cristaux insolubles
Inhibiteur de corrosion	Inhibiteurs	Contrôle anodique de la corrosion en modifiant chimiquement la surface du béton ou en créant une pellicule passive qui stabilise la couche passive
	Anodique	
	Ex : nitrite de calcium	
Injections des fissures	Inhibiteurs Mixte Cathodique/anodique Ex : Nitrites+ composés organiques	Contrôle anodique et ralentissement de la réaction de réduction au niveau de la cathode
	Coulis de ciment ultrafin ou résines polymères	Remplissage des fissures



ESSAIS ET PROTOCOLES

Axe 1: le socle pour la définition des protocoles



Utilisation des protocoles définis dans l'axe 1

- Dimensions des échantillons, enrobages retenus, diamètres et ratio d'armatures ...
- Méthodologie de Fissuration et de maintien de l'ouverture de fissure
- Définition d'un protocole reproductible entre laboratoires d'injection des fissures et découpage en tranches afin de reconstituer le faciès 3D de la fissure.
- Mesure de la cinétique de corrosion (essentiellement des mesures électriques)
- Définition des bétons étudiés
- Protocole d'évolution des fissures (charges statiques, charges cycliques)
- Protocole d'agression (cycles humidité séchage, chlorures, carbonatation...)
- Type de fissure : fissure de traction, de flexion,

Participer à l'Axe 3, c'est faire qualifier leurs solutions dans un cadre Projet National, sur des protocoles reconnus, avec comparaison aux bétons de référence et valorisation possible dans les recommandations finales.

Application des protocoles définis à l'Axe 1, dans un cadre innovant d'expérimentation:

- Avec l'utilisation des produits intégrés dans la masse du béton pour la prévention
- Avec l'utilisation des produits/ méthodes de traitement du béton pour la correction

Certains protocoles spécifiques peuvent être définies (si pas déjà existants) afin d'évaluer les performances des produits/méthodes utilisés (Ex: évaluation de la pénétration et de la durabilité des produits)

Possibilité d'intégrer à la démarche des liants ou adjuvants exploratoires – notamment des produits pas encore normalisés ou pas encore disponibles sur le marché.

Il peut s'agir par exemple de liants ultra bas carbone, de liants dans lesquels on a incorporé du carbone biogénique, ou tout autre produit innovants modifiant le comportement classique d'un béton.

Évaluer les produits dans un cadre indépendant et reconnu

- Protocoles définis collectivement.
- Comparaison avec des bétons de référence.

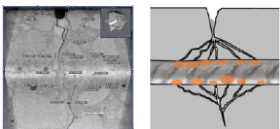
Démontrer la performance sur des critères de durabilité

Positionner les solutions comme alternatives au sur-ferraillage

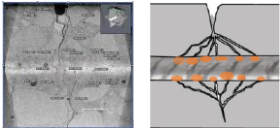
- Le projet vise à sortir d'une logique uniquement basée sur l'ouverture de fissure et le surdimensionnement des armatures.
- Les producteurs peuvent montrer que leurs adjuvants sont des leviers concrets pour maîtriser la durabilité autrement : réduction du retrait, limitation de fissuration, cicatrisation, imperméabilisation, inhibition de corrosion.

Faire entrer leurs produits dans les futures recommandations - L'Axe 3 prévoit un livrable de préconisations et une étude technico-économique.

Le document prévoit aussi une évaluation de chaque solution, y compris sous l'angle coût et empreinte carbone, ainsi qu'une synthèse normative nationale ou internationale selon les familles de produits.



Axe 3 Etude de solutions préventives et curatives
Pilotage & copilotage axe 3
Participation à la mise au point du protocole de fissuration
Participation à la mise au point du protocole de corrosion
Investissement matériel pour essais
Coffrages poutres (4 u, bois), injection, découpe pour analyse
Bâtis d'essais pour fissuration et maintient effort dans chambres (pour 28 unités)
Chambres climatiques (6 u, capacité 4 poutres unitaire, 3 carbo et 3 chlorures)
Multimètres multivoies pour suivi mesures courant (18 cartes)
Etudes (fabrication, essais, autopsie, interprétation)
Essais Préliminaires & formulation produits
Fissuration seule (hypothèses 8 études sur 4 poutres = 32 poutres)
Fissuration/corrosion chlorures (4 poutres x 3 études x 18 mois d'essais)
Fissuration/corrosion carbonatation (sur 4 poutres x 3 études x 18 mois d'essais)
Rédaction livrable : Rapports préconisations & étude technico-économiques
Total Axe 3 : 795 000



L'optimisation
de la conception
des procédés
et des performances

PROJET DE RECHERCHE
CraCoDub
Crack, Corrosion & Durability



6-4. Axe 4 – Documents de Référence et Dissémination

Olivier LHERMINIER (EGIS)

► **Élaborer :**

- des guides,
- publications,
- supports de formation.



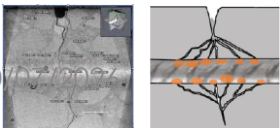
Diffuser les résultats auprès :

- de communautés scientifiques,
- de communautés industrielles,
- y compris à l'international.

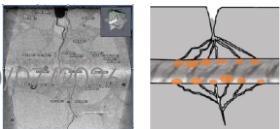


Intégrer les résultats dans l'évolution des codes et normes de conception, en particulier :

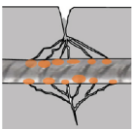
- *fib Model Code*, pour adapter les critères liés à l'ouverture des fissures et à la protection contre la corrosion,
- l'Eurocode 2 (TC250/SC2 et au niveau FR le BNTRA CN/EC2), notamment en lien avec la prise en compte des effets de la fissuration et de la durabilité,
- l'annexe nationale de l'Eurocode 2 (BNTRA CN/EC2).



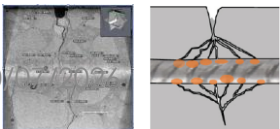
- ▶ **Diffusion premièrement française, mais vise essentiellement à être internationale :**
 - elle a un cœur de **cible européen**, puisque c'est l'échelle appropriée pour l'évolution des normes,
 - plusieurs actions sont envisagées, parallèlement au déroulement du projet,
 - après la fin de son déroulement scientifique (actions de promotion).
- production d'un **fascicule avec les recommandations** à la fin du projet
- **workshops** internationaux, conférences internationales (même par visioconférence)
- **séminaires** de dissémination et de formation dans le cadre français
- **benchmark** : pour tester la pertinence, la fiabilité des méthodes et des approches de calcul pour l'évaluation de la fissuration et de la corrosion



- ▶ Le rôle du CSI est multiple dans le cadre de l'Axe 4 :
- Apporter un **regard expert, extérieur, et indépendant** des membres du projet, sur le contenu et l'avancement de la recherche afin d'émettre des avis et recommandations visant à maximiser la pertinence et l'excellence scientifique des travaux menés dans le cadre du projet à l'échelle internationale.
- Participer **grâce à leurs connaissances et à leurs réseaux** à une veille internationale sur les travaux de recherche, en cours ou à venir, proches de ceux du Projet National.
- Contribuer via une connaissance détaillée du projet et de ses résultats ainsi que via la reconnaissance de la communauté scientifique dont ils font l'objet, à la **diffusion à international** du contenu de la recherche et de ses résultats.



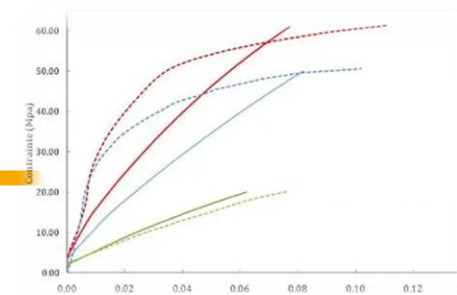
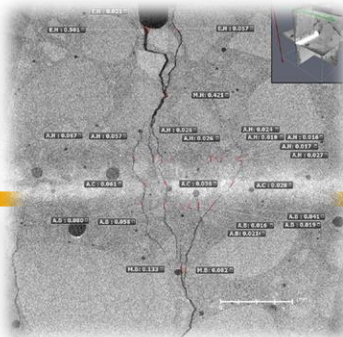
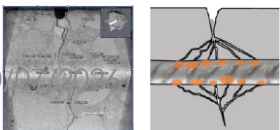
- ▶ Le Comité Scientifique International (CSI) est constitué de :
 - **Alejandro Perez Caldentey**, professeur au département de mécanique des milieux continus et théorie des structures à l'université Politécnica de Madrid (Espagne), membre et animateur de la fib T 2.1, membre du CEN TC250/SC2 et directeur au sein de l'ingénierie Fhecor.
 - **Maurizio Taliano**, professeur associé au département ingénierie des structures, construction et mécanique des sols à l'université Politecnico de Torino (Italie), membre de la fib T 2.1.
 - **Richard Gagné**, professeur au département de génie civil et de génie du bâtiment de l'université de Sherbrooke (Canada, Québec), directeur du regroupement francophone pour la formation et la recherche sur le béton (RF2B), groupement de 11 laboratoires de recherche, spécialiste de la durabilité du béton et de la cicatrization des fissures.



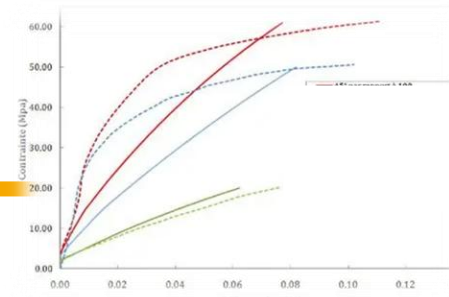
- ▶ Le but des séminaires est d'éveiller la curiosité des parties prenantes potentielles :
 - organisés dans un cadre national, afin de faire découvrir le **Projet National en France**.
 - organisés à **visée plus internationale**, donc en langue anglaise,
 - **rythme annuel**, mais des échanges intermédiaires seront organisés en visioconférence.
 - à l'issue du projet ANR associé au PN, des séminaires et **workshops conclusifs** pourront être organisés sous une **égide européenne**.
- ▶ Il faut aussi mentionner la participation des membres du projet :
 - à des **conférences nationales**,
 - à des **conférences internationales** liées au sujet.



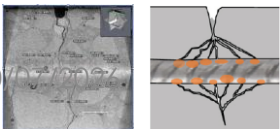
- ▶ Dans le cadre de l'axe 4, organisation d'un benchmark ouvert aux **laboratoires, entreprises et ingénieries internationales** :
- pour **tester la pertinence, la fiabilité des méthodes** et des approches de calcul pour l'évaluation de la fissuration et de la corrosion.
- le principe consiste à définir un « cas d'étude » documenté, faisant l'objet d'un ou plusieurs **essais réalisés dans le cadre de l'axe 1** pour servir de base à une modélisation,
- chaque candidat volontaire **effectue une modélisation de l'essai** afin de faire une prédiction en aveugle des résultats de l'expérimentation,
- ces calculs font ensuite **l'objet d'une comparaison entre eux** puis avec les résultats de l'expérience.



- 10



- ▶ Afin de mettre en avant la large diffusion en France des connaissances acquises :
 - une identification des **enseignements** des établissements académiques et de formation continue pouvant être avantageusement enrichis par les données nouvelles issues du PN,
 - une liste des enseignements, des établissements et des **publics concernés**,
 - un **support pédagogique** synthétisant les apports scientifiques du PN,
 - les pistes possibles **d'évolution des règles de dimensionnement** des structures en béton armé qui pourraient en découler.



- ▶ Un **site internet** diffusant les principales informations du projet sera mis à disposition par l'IREX
 - programme de recherche, gouvernance, consortium, actualités, modalités d'adhésion, résultats finaux,
 - le site sera traduit en anglais,
 - le benchmark utilisera le site internet

- ▶ Une **plateforme collaborative** de stockage et d'organisation des documents :
 - fluidité des échanges entre les partenaires du PN,
 - une traçabilité et une sécurisation des données,

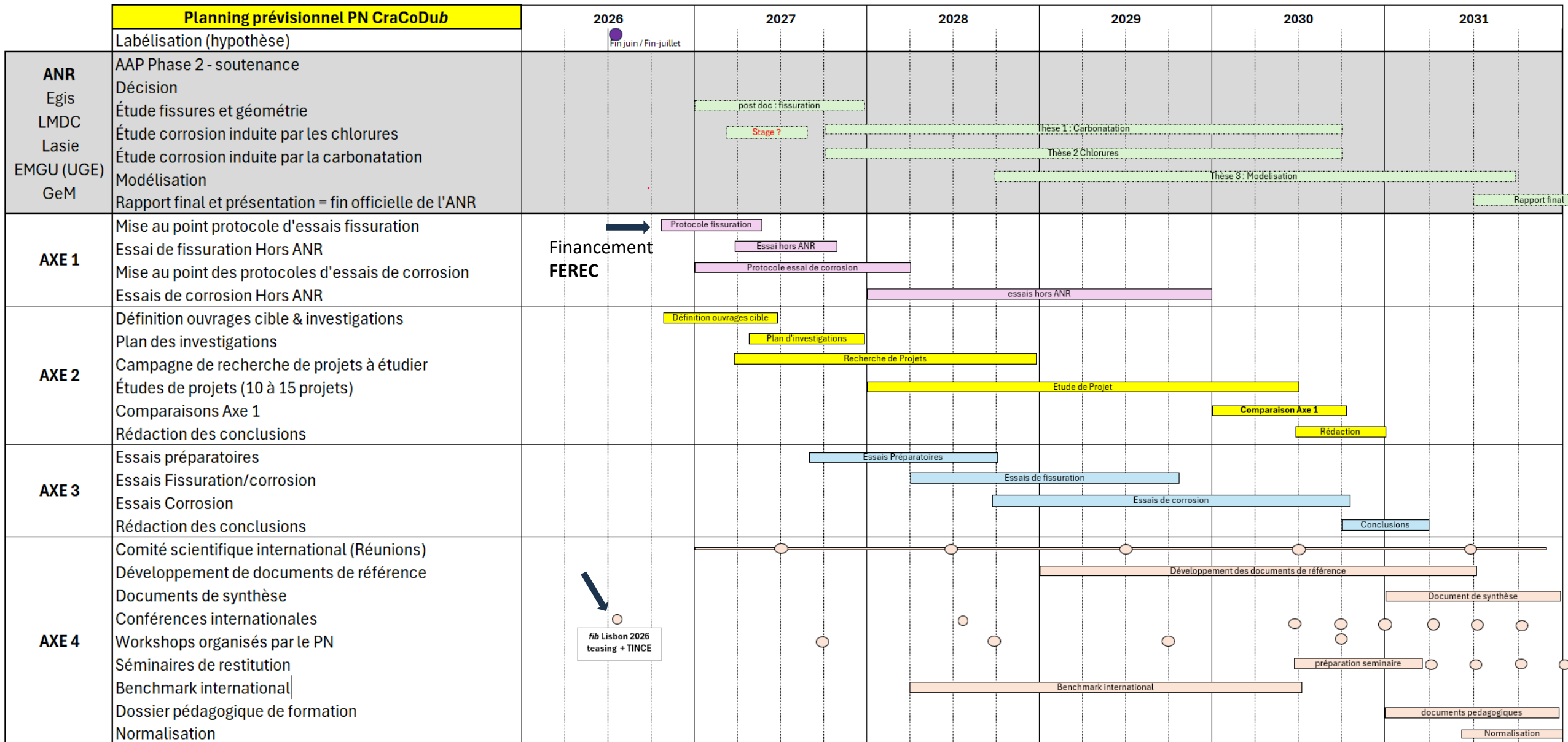
L'optimisation
de la conception
des procédés
et des performances

PROJET DE RECHERCHE
CraCoDub
Crack, Corrosion & Durability



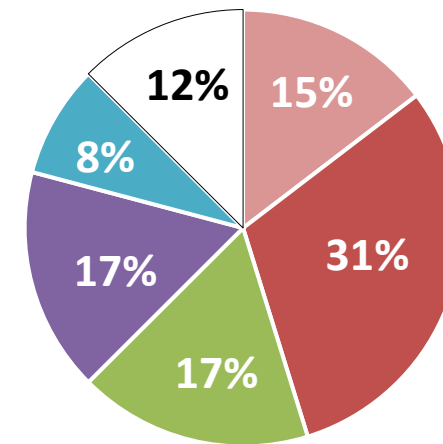
6.6 Planning et Budget prévisionnels

Laurent Boutillon (Vinci Construction)

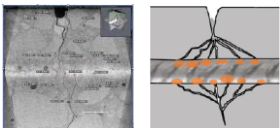


AXE	k€HT
1 : EXPERIMENTATION EN LABORATOIRE	1465
2 : ETUDES IN -SITU	830
3 : PREVENTION & CORRECTION	795
4 : DISSEMINATION & INTERNATIONALISATION	400
Direction, Pilotage, Gestion	600
TOTAL	4090

+ 700 k€ (ANR)



% Répartition budget par Axe



L'optimisation
de la conception
des procédés
et des performances

PROJET DE RECHERCHE

CraCoDub

Crack, Corrosion & Durability



7. Organisation du projet

Camilo DURAN (IREX)

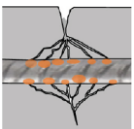
- ▶ Le **Bureau** est composé :
 - du Président,
 - des deux Directeurs Scientifique et Technique,
 - de l'Administrateur du projet (IREX).
- ▶ -> La mission principale du Bureau est d'assister le CST dans la réalisation du programme d'actions et l'accomplissement de ses missions.

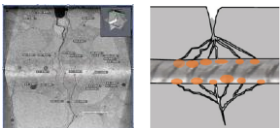
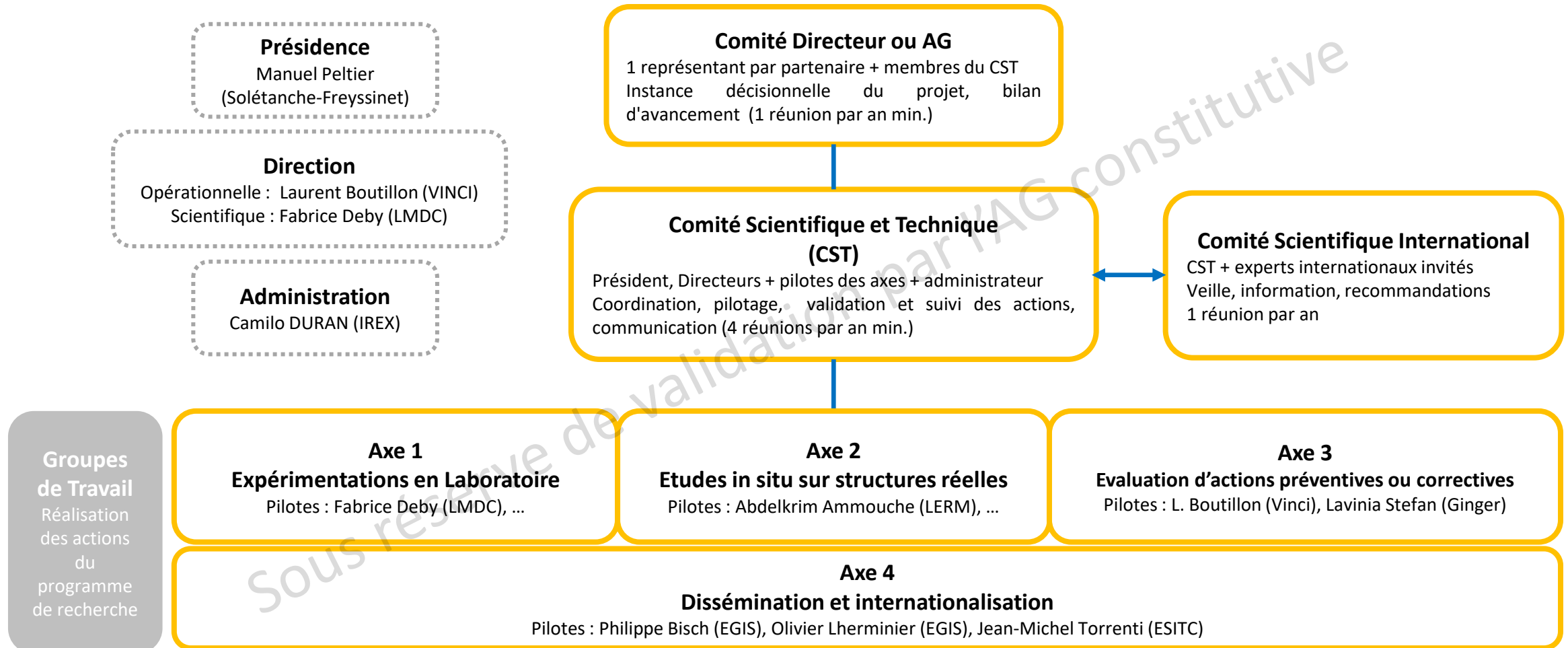


- ▶ Le Comité Directeur (**CoDir**) ou Assemblée Générale (**AG**), présidé par le président du PN, est constitué :
 - d'un **représentant** de chaque partenaire,
 - des **directeurs scientifiques et technique** du projet,
 - de l'**administrateur** de l'IRES
 - d'un représentant du Service Recherche et Innovation du Commissariat Général du Développement Durable (**CGDD**).
- ▶ Le comité directeur détient les pouvoirs de décision concernant le déroulement du projet.



- Le Comité Scientifique et Technique (CST) est animé par :
- un directeur **technique** issu du monde socio-économique de la construction,
 - un directeur **scientifique** issu du monde académique,
 - le **président** du PN,
 - un représentant de **IREX** en tant qu'administrateur,
 - un représentant du **ministère**,
 - des **pilotes** et **co-pilotes** des groupes de travail du projet.

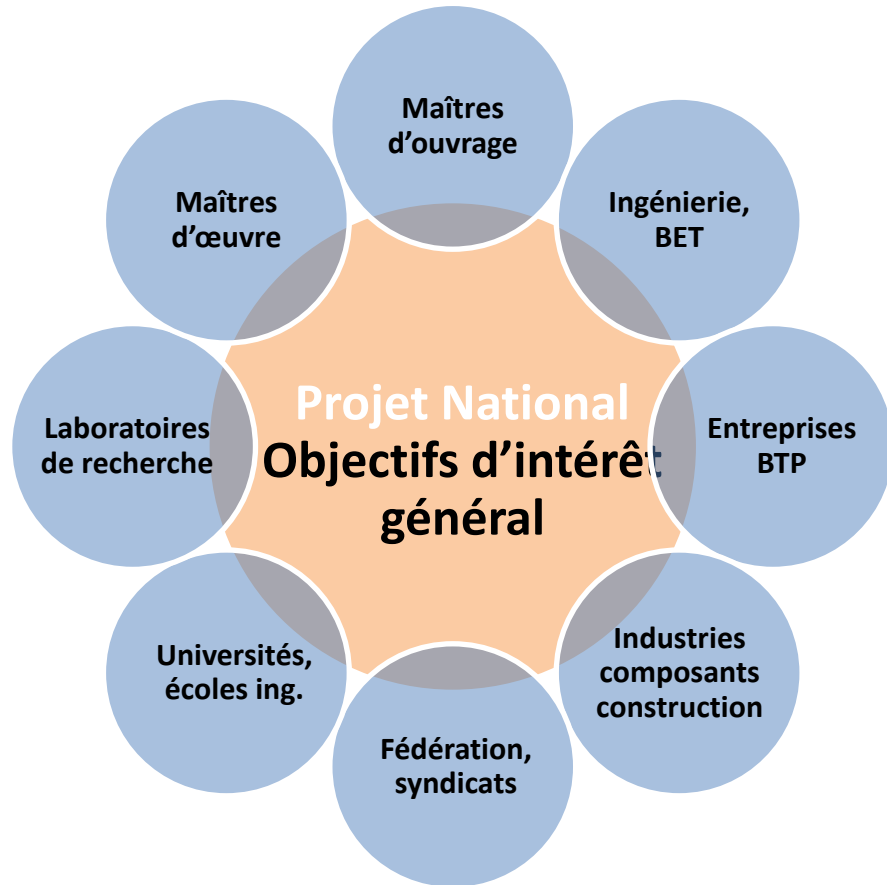




Qu'est-ce qu'un **Projet National**?

Projet collaboratif de **recherche appliquée** dans le domaine du génie civil

Engagement volontaire des différents acteurs (recherche, conception, construction, gestion)



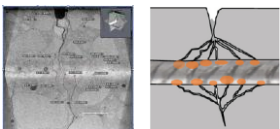
Programme d'actions R&D
à caractère collaboratif

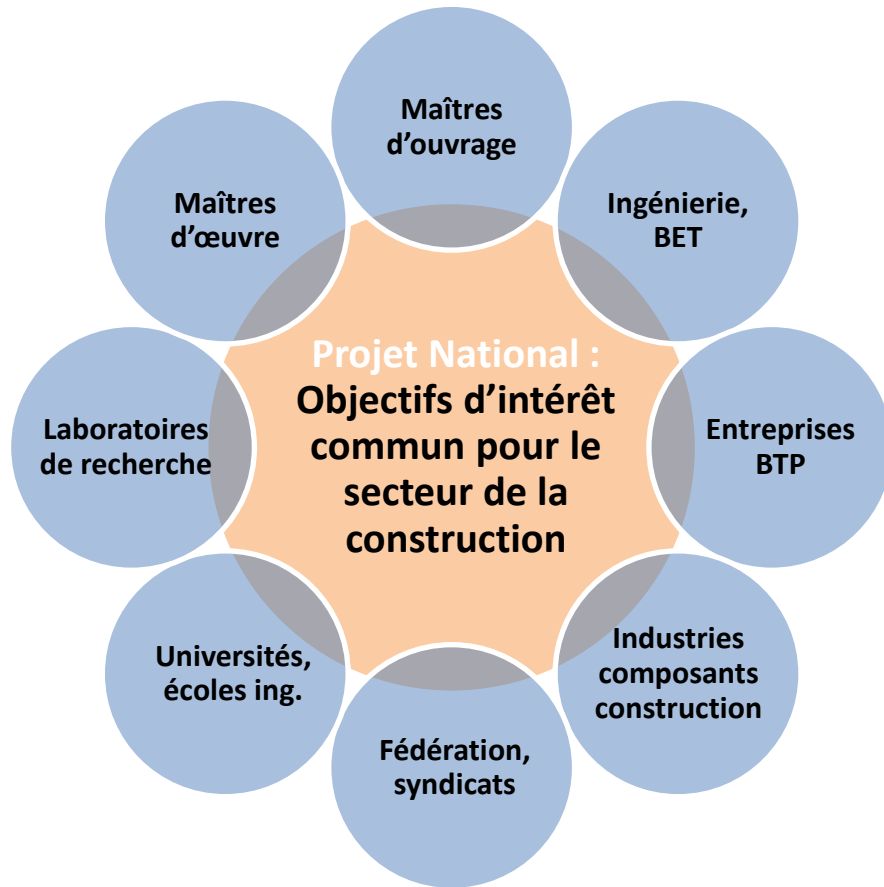
REX, essais, modélisation, développements
méthodologiques, expérimentations grandeur
nature, transfert de résultats

4 ans

Livrables opérationnels:

- Guides Techniques
- Recommandations
- Évolution des normes
- Outils informatiques





Partenariat :
40-60 partenaires

Durée :
4 ans

Budget global :
~ 5M€HT

Ressources :

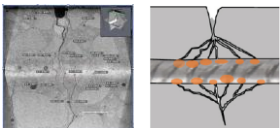
70 % : Apports en nature des partenaires

30 % : Fond commun = Cotisations annuelles des partenaires, subventions (CGDD, DGITM, FEREC, etc.)



Financement des actions par le PN :

30 % du budget total



Étapes du montage

Présentation devant le **CODOR RAGC** (Comité D'Orientation de la Recherche Appliquée en Génie Civil), créé au sein du CGDD.

Excellence scientifique,
méthodologique,
positionnement stratégique

Label « Projet National » en GC

Label du ministère MTES

1. Etude d'opportunité

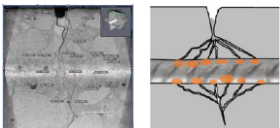
Contexte
Enjeux, pertinence
Esquisse état de l'art
Axes de recherche
Partenariats potentiels

2. Etude de faisabilité

Etat de l'art élargi
Verrous scientifiques et techniques à lever
Programme de recherche et d'expérimentation
Budget estimatif

3. Etude de montage

... plus précision du
programme de recherche et
financement



Accompagne le montage des projets jusqu'à la labélisation et assure la **gestion administrative et financière** et la **communication des Projets Nationaux**

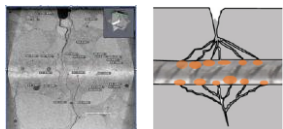


PN en cours
de montage



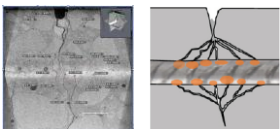
ANDROMEDE

GAEIA

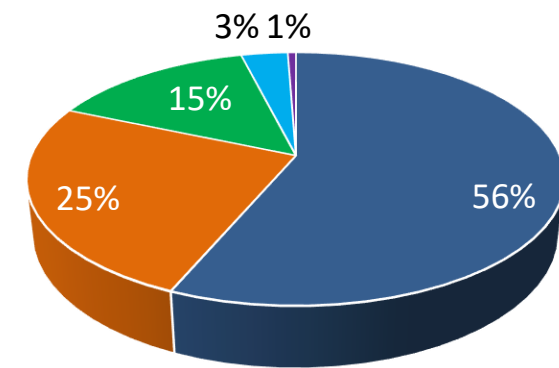


Catégories	Base	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	Groupe 5
Maîtres d'ouvrages publics	Budget alloué aux Infrastructures		Moins de 10M€	De 10 à 100M€	De 100M€ à 1000M€	Plus de 1000M€
Industriels / Entreprises de travaux / Concessionnaires exploitants d'infrastructures	Chiffre d'affaires		Moins de 100M€	De 100 à 500M€	De 500M€ à 2000M€	Plus de 2000M€
Ingénieries / Bureaux d'études / établissement R&D / éditeurs	Chiffre d'affaires ou budget annuel	Moins de 2M€	De 2 à 20M€	De 20 à 200M€	De 200M€ à 2000M€	Plus de 2000M€
Universités, Ecoles	Statut	toutes tailles				
Fédérations/ syndicats / associations	Chiffre d'affaires du secteur		Moins de 500M€	De 500 à 10000M€	Plus de 10000M€	
COTISATION ANNUELLE		0,2T _{PN}	0,5T _{PN}	T _{PN}	2T _{PN}	3T _{PN}
T _{PN} = 7700€HT		1550	3850	7700	15400	23100

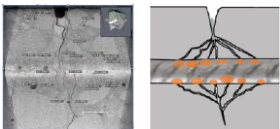
1 cotisation par an durant 4 ans



AXE	k€HT
Apports en Nature	2701,9
Cotisations des partenaires	1 200
ANR	700
Subventions CGDD, FEREC	160
Apports exceptionnels	28,1
TOTAL	4790



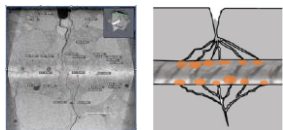
% Répartition sources de financement



Environ 40 partenaires déclaré ou potentiels à date → Charte d'adhésion disponible à partir de la semaine prochaine

- **Maitres d'ouvrage** : EDF, SNCF, Andra, CEA
- **Maitres d'œuvre** : SGP
- **Entreprises** : Bouygues, VINCI Construction, Eiffage, NGE, Razel Bec
- **Ingénierie** : Egis, SGP, INFRANEO, Addis, Systra
- **Laboratoires & Université** : CEREMA, MAST/EMGCU (Université Gustave Eiffel), LMDC (Université de Toulouse – INSA Toulouse – UTTOP), LaSIE (Université La Rochelle), Université de Bourgogne, GeM (Université de Nantes, Ecole Centrale Nantes), LGCGM (INSA Rennes – Université de Rennes), Université Aix Marseille, Université Strasbourg, LRMH, CETU
- **Laboratoires/centres de recherches Privés** : LERM, GINGER, CERIB
- **Cimentiers** : Vicat, Holcim
- **Adjuvantiens, Fournisseurs** : CHRYSO, Master Builder System, Imerys, Bekaert, Saint Gobin (SEVA), Sika, Arcelor Mittal
- **Syndicats et fédération** : FNTP, France Ciment, SNBPE, SYNAD

Liste ouverte – rejoignez nous!



L'optimisation
de la conception
des procédés
et des performances

PROJET DE RECHERCHE

CraCoDub

Crack, Corrosion & Durability



8. Prochaines étapes

Laurent Boutillon (VINCI Construction)



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

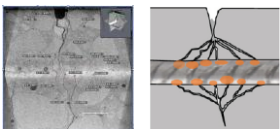
*Liberté
Égalité
Fraternité*



Procédures en cours

- ▶ **Labélisation IREX « Cap PN »** (Procédure de démarrage Agile)
 - Envoi du rapport (fin mai 2026)
 - Relecture par 2 experts (finalisée juin 2026)
 - Décision Labélisation IREX Cap PN :
- ▶ **ANR BETTER-Dub**
 - *Résultat de l'Appel à Projet PRCE => **Fin juillet 2026***
- ▶ **Evaluation CODOR RAGC** (pour labélisation « PN »)
 - *Date de réunion à fixer : reconfiguration en cours*

SUSPENS !!!



AG Constitutive : lancement du projet

► Date à retenir

15 OCTOBRE 2026 – 13h30 à 18h30

Maison des Travaux Public, 3 Rue de Berri – 75008 Paris

► Ordre du Jour

- Signature des Chartes d'Adhésion par les partenaires
(en pratique signature avant l'AG constitutive)

- Validation de la gouvernance PN :

Constitution du CODIR et du Comité Scientifique et Technique du PN

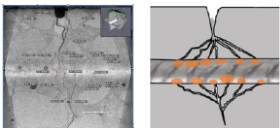
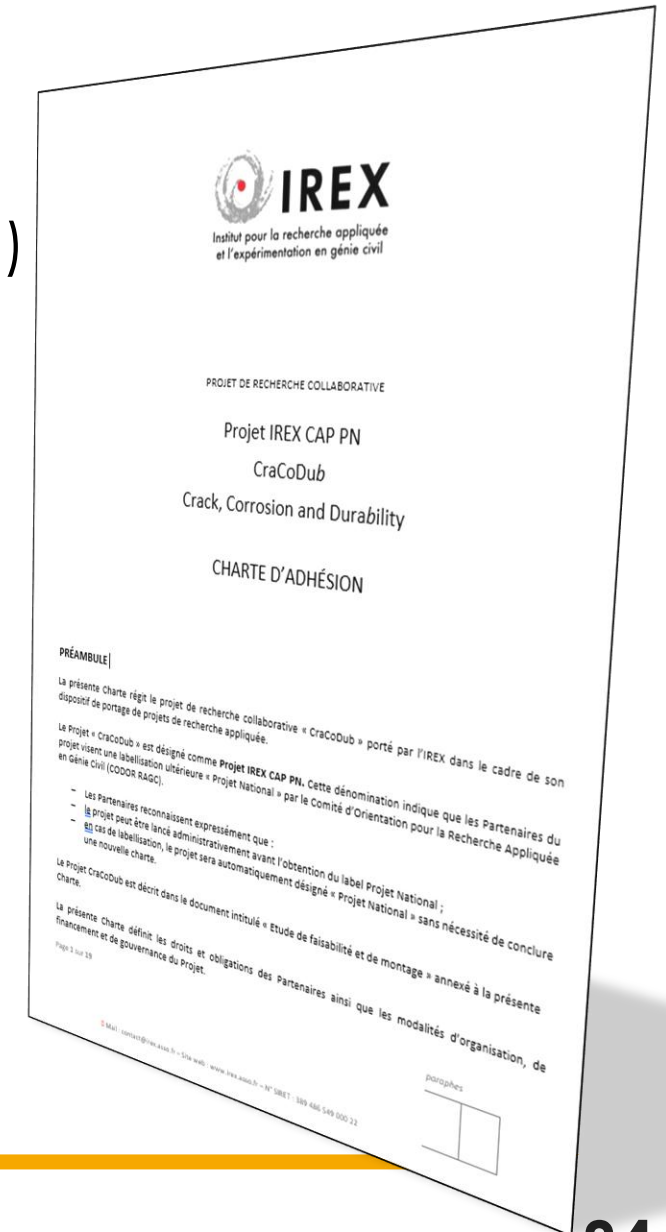
- Appel à manifestation d'intérêt pour participer aux premières actions



CHARTRE ADHESION

- **Contrat** entre le **partenaire** et l'**IREX** (administrateur du PN)
- **Engagement** à payer les 4 cotisations annuelles
- **Donne voix** au CODIR/AG, l'**accès** aux actions ainsi qu'aux résultats du PN avant leur dissémination.
- **Définit le** Programme et le budget et l'organisation du PN
- **Définit** la gestion de la propriété intellectuelle/ l'exploitation des connaissance/ les condition de publications et de valorisation des résultats

C'est un document éprouvé, suffisamment souple pour permettre une adaptation du PN aux besoins des partenaires et aux résultats de la recherche.



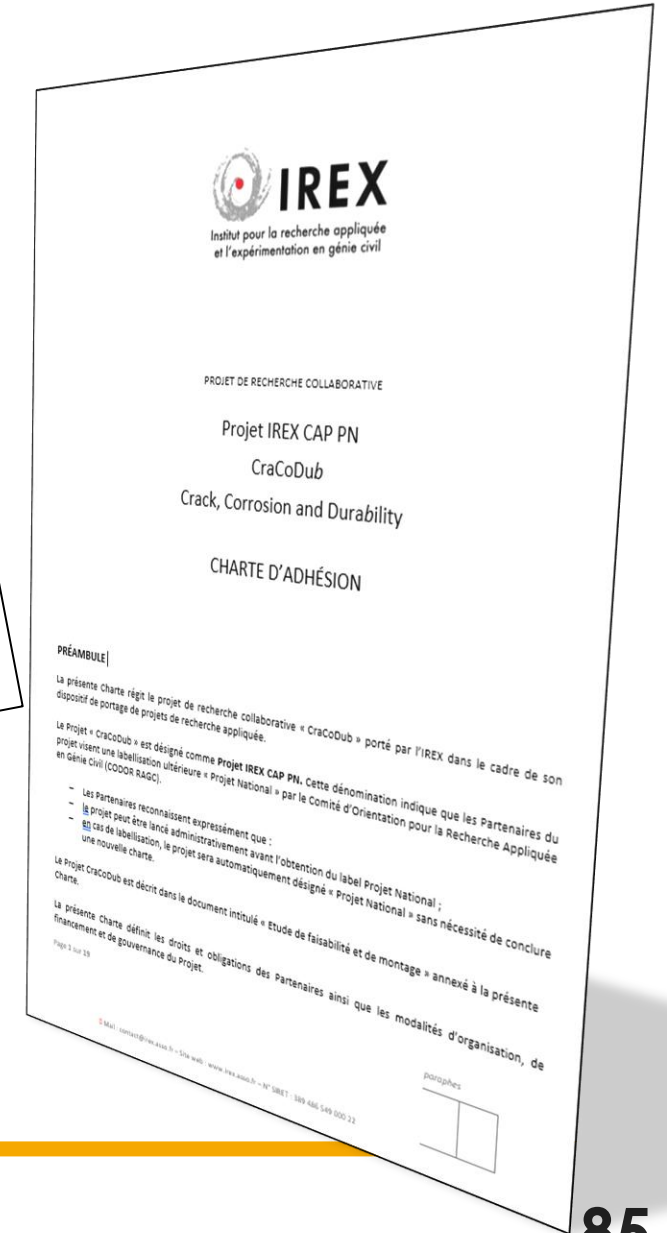
IMPORTANT !!!!!

Pensez dès aujourd'hui à votre participation au PN

Cotisations

Prestation en nature (participations aux actions)

pour monter et faire valider votre budget interne R&D 2027!



L'optimisation
de la conception
des procédés
et des performances

PROJET DE RECHERCHE
CraCoDub
Crack, Corrosion & Durability



Avez-vous des commentaires ou des questions ?

L'optimisation
de la conception
des procédés
et des performances

PROJET DE RECHERCHE
CraCoDub
Crack, Corrosion & Durability



Merci pour votre attention !

Contacts :

laurent.boutillon@vinci-construction.com

camilo.duran@irex.asso.fr



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

