

Projet National PERFDUB

Assemblée constitutive

www.perfdub.fr

*approche **PER**Formantielle de la **DU**rabilité
des ouvrages en **B**éton*



16 mars 2015

Assemblée Constitutive PERFDUB, FNTF



- ▶ 14h15 – Introduction
- ▶ 14h25 – Tour de table, confirmation des participations
- ▶ 14h35 – Nomination du Président du PN PERFDUB
- ▶ 14h45 – Programme de recherche
 - Objectifs généraux et champ de la recherche
 - Thème 1 – Essais de durabilité
 - Thème 2 – Seuils de performance / Projet ANR MODEVIE
 - Thème 3 – Bétons à étudier – bétons de référence
 - Thème 4 – Contractualisation de l'approche performantielle
- ▶ 16h00 – Programme de la tranche 1 et lancement des groupes de travail
- ▶ 16h15 – Fonctionnement du projet
- ▶ 16h30 – Aspects administratifs et financiers
- ▶ 16h45 – Echanges
- ▶ 17h00 – Fin de l'Assemblée Constitutive



Projet National PERFDUB

Assemblée constitutive

www.perfdub.fr

Introduction

François CUSSIGH, Directeur du Projet



16 mars 2015
Assemblée Constitutive PERFDUB, FNTF



Contexte et enjeux

Approche prescriptive actuelle :

- Composition du liant et qualité des granulats imposées
- Justification par respect des limites de composition du béton
- Epaisseurs d'enrobages fixées



Approche performantielle visée :

- Composition du béton, composition du liant et qualité des granulats non imposées *
- Justification par essais de durabilité sur béton (essai(s) performantiel(s) et/ou indicateurs de durabilité)
- Epaisseurs d'enrobages modulées

** les constituants doivent toutefois être aptes à l'emploi selon la norme NF EN 206/CN*



- Les références d'ouvrage ne sont pas abouties :
 - Pont sur le Tage
 - Pont de Rion-Antirion
 - Viaduc de Volesvres(Justification de durabilité en plus des spécifications de composition habituelles)

- Aucun essai rapide n'est normalisé en Europe (divergences sur le choix des essais)

- Nécessité de développer l'approche française



FUSION DES APPROCHES « COMPARATIVE » et « ABSOLUE »



**Méthodologie d'application
du concept
de performance équivalente
des bétons**

RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES
PROVISOIRES

Mars 2009



**techniques et méthodes
des laboratoires des ponts et chaussées**



**Maîtrise de la durabilité
des ouvrages d'art en béton**

Application de l'approche performantielle



**Recommandations provisoires
Mars 2010**



► Éléments de base du PN :

- Rapport d'étude de montage du 11/07/14 (labellisation RGCU)
- Charte de partenariat

accessibles sur le site
internet public
www.perfdub.fr



Projet National PERFDUB
approche PERFormantielle de la DURabilité des ouvrages en Béton

Rechercher... →

Accueil Actualités Programme Adhésion Publications

Projet National PERFDUB
approche PERFormantielle de la DURabilité des Ouvrages en Béton

Le Projet National de recherche PERFDUB

L'objectif principal du Projet National PERFDUB est de définir une méthodologie à l'échelle nationale de justification de la durabilité des bétons (et des structures en béton) par une approche performantielle, incluant la méthode « absolue » et la méthode « comparative ». Il s'agit d'agréger les connaissances et le retour d'expérience, de combler les manques, dans un cadre réunissant tous les acteurs concernés de manière à ce que l'approche performantielle devienne opérationnelle et d'usage courant, ce qui n'est pas encore le cas aujourd'hui.

Depuis une vingtaine d'années, d'importants travaux de recherche au niveau international ont proposé des modèles prédictifs associés aux principaux mécanismes conditionnant la durabilité des ouvrages en béton. Malgré les progrès réalisés, ces modèles ne sont toujours pas intégrables dans une approche normalisée. Pourtant, il apparaît possible de développer une approche quantitative rationnelle de la durée de service potentielle des ouvrages, en projets ou juste construits, en relation avec les propriétés physiques du béton quantifiables par les essais sur lesquels s'appuie l'approche performantielle.

Cette méthodologie est destinée aux ouvrages pour lesquels un niveau spécifique d'assurance qualité

Coordinateur :
IREX
9 rue de Berri 75008 PARIS
www.irex.asso.fr
contact@irex.asso.fr

Actualités

Document de présentation PERFDUB
PERFDUB est un projet de recherche collaboratif labellisé par le RG&U prévu sur 4 ans à partir de mars 2015...

Inscriptions à l'Assemblée Constitutive PERFDUB du 16 mars 2015

► Outils de communication du PN :

- Plateforme collaborative (accès réservé aux partenaires)



Assemblée Constitutive PERFDUB, FNTF
16 mars 2015

Projet National PERFDUB

Assemblée constitutive

www.perfdub.fr

Tour de table, confirmation des participations



16 mars 2015
Assemblée Constitutive PERFDUB, FNTP



Projet National PERFDUB

Assemblée constitutive

www.perfdub.fr

Nomination du Président

16 mars 2015

Assemblée Constitutive PERFDUB, FNTF



► Didier BRAZILLIER

- Directeur de l'ingénierie à la Direction Inter-départementale des Routes Centre-Est à Lyon
- 35 ans de Moa et Moe publique en infrastructures routières
- Animateur du réseau OA des DIR et diverses activités OA au sein du ministère..
- Chèvre de bois vert...
- Tombé petit dans une marmite de BHP... (Joigny 1988)
- Directeur technique du Projet National BHP 2000 de 1994 à 2002



► Une idée fixe : la durabilité !

Le béton : un matériau moderne non seulement caractérisé par sa résistance et son module, mais également par des propriétés de durabilité

- HP et non HR ...
- Ouverture aux bétons modernes et leur diversité des usages
- l'un des objectifs majeurs du PN BHP 2000 a été la quantification des gains de durabilité
- Travail sur les modes opératoires des essais
- Suivi comparatif sur ouvrages jumeaux et sur un important programme de corps d'épreuves sur sites de vieillissement... qui sera encore utilisé
- Mais aussi une posture de travail de partage propre aux PN
- et la durabilité des relations entre les partenaires !!



Projet National PERFDUB

Objectifs généraux et champs de la recherche

www.perfdub.fr

Gilles Escadeillas, Directeur Scientifique



16 mars 2015

Assemblée Constitutive PERFDUB, FNTF



► Objectifs généraux

- **Développer une réelle ingénierie du matériau béton** (attractivité du secteur professionnel)
- Permettre la prescription de bétons normalisés intégrant des matériaux recyclés ou à faible impact environnemental (matériaux locaux, liants incorporant des sous-produits à faible émission de CO₂,...) : **intérêt écologique et économique**
- **Optimiser le coût global et la durabilité des ouvrages neufs**
- Savoir **requalifier les ouvrages anciens** et optimiser la gestion de la maintenance
- Préparer une **méthodologie transposable au niveau européen** qui valoriserait le savoir-faire français en matière d'ouvrages en béton



► Problématiques

- **Bétons de référence**
 - Éléments clés dans l'approche performantielle « comparative »
 - **A définir en fonction des classes d'exposition et de la durabilité visée**
- **Seuils de performance admissibles**
 - Éléments clés pour l'approche performantielle « absolue »
 - **A définir en fonction des classes d'exposition et de la durabilité visée**
- **Modélisation**
 - Pertinence des modèles de vieillissement, facilité d'utilisation, ...
 - **Nécessité d'évaluer les modèles existants et de proposer des modèles simplifiés (semi-analytiques) ou raffinés (numériques)**
- **Responsabilités et engagements des acteurs**
 - **Nécessité de définir un cadre réglementaire**



► Problématiques

- **Essais de durabilité (indicateurs de durabilité, essais accélérés)**
 - Choix des essais (manque de lisibilité)
 - Manque d'essais de caractérisation rapides normalisés
 - Difficulté de certains protocoles (pré-conditionnement)
 - **Nécessité de classifier les essais, de développer et de normaliser des essais plus rapides, de consolider certains protocoles...**

- **Variabilité**
 - Variabilité des caractéristiques des bétons, incertitude des méthodes opératoires, ...
 - **Nécessité de développer une approche probabiliste**

- ...



► Champs de la recherche

- **Ouvrages de génie civil** (fascicule 65 du CCTG)
- **Bâtiments complexes** (ouvrages de catégorie B et C)
- **Certains produits préfabriqués en usine**

- **Ouvrages neufs**
- **Ouvrages anciens**
 - Relier les pathologies ou le vieillissement observé au type de béton et à ses caractéristiques de durabilité

- **Pathologies courantes**
 - Carbonatation, chlorures, gel interne / écaillage
 - Attaques chimiques externes (sulfatiques, acides, biologiques)



► Organisation thématique

■ Thème 1 : Essais de durabilité

- Corrélation indicateurs / carbonatation, optimisation de certains modes opératoires, essais croisés, étude « ageing effect », ...

■ Thème 2 : Définition des seuils de performance admissibles

- Exploitation de données expérimentales (base de données, corps d'épreuve, ouvrages anciens, ...), utilisation de modèles de vieillissement (synergie avec ANR Modevie)

■ Thème 3 : Bétons à étudier – Bétons de référence

- Paramètres (liant, granulats, Eeff/Leq, ...), tableaux NA F, variabilité spatiale et temporelle

■ Thème 4 : Contractualisation de l'approche

- Contexte contractuel, CCTP Type, contrôles de conformité

■ Thème 5 – Valorisation des résultats (France et Europe)



Projet National PERFDUB

Thème 1 (GT1) Essais de durabilité

www.perfdub.fr

Benoît THAUVIN (CEREMA)

► Rappel des objectifs (1/2)

- Disposer, pour chaque classe d'exposition (XC, XS, XD, XF, XA), d'un ou plusieurs indicateurs associés à des essais :
Comparaison et/ou évaluation de la capacité d'un béton à résister à une dégradation donnée.
- Consolider les essais existants (normalisés, en cours de normalisation, en développement) :
Capitalisation des projets précédents, Réalisation de campagne d'essais pour ajuster les protocoles ou étudier des problématiques particulières,
Organisation de campagnes d'essais croisés (données de fidélité)
- Mener des études spécifiques dans le cadre du développement de nouveaux essais
- Étudier et évaluer l'effet de l'âge (ageing effect) :
Compatibilité des échéances d'essais avec les contraintes de chantier



► Rappel des objectifs (2/2)

- Prendre en compte la nature des constituants (liants, addition, granulats) : Choix des modes opératoires, adaptations des essais,...
- Favoriser les essais discriminants, de durée limitée (compatible avec les chantiers), facilement applicables dans les laboratoires et utilisables dans les modèles prédictifs (lien thème 2)
- Caractérisation des bétons du PN (lien thème 3)



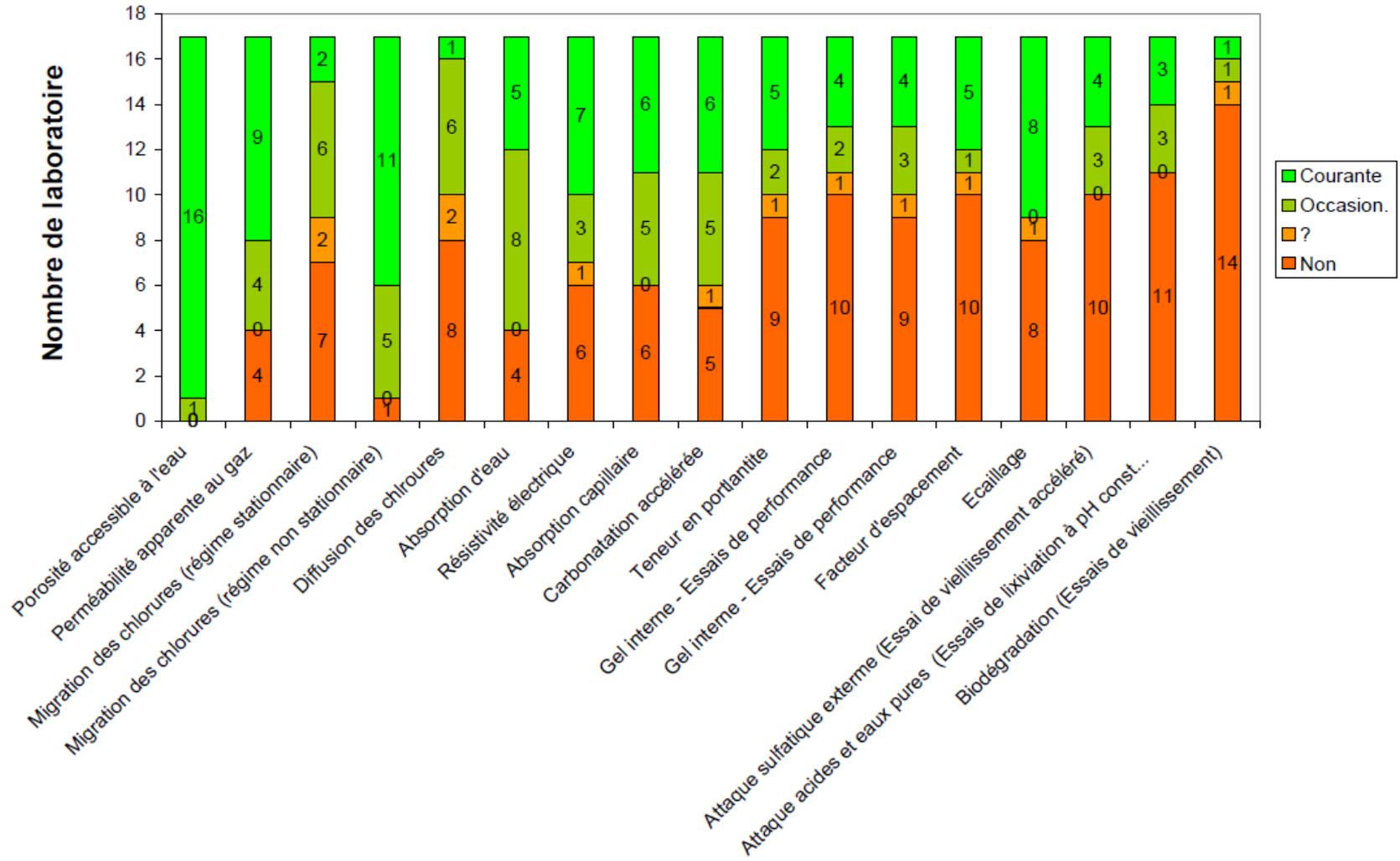
► Étude de faisabilité : Cartographie des laboratoires

17 laboratoires ont répondu :

LMDC, CERIB, Ifsttar, LCR, LTC, LERM, CTG, Vicat, Vinci, Cerema (DLCF, DLRB), LaSIE, GeM, Bouygues, Vinci, Holcim



► Étude de faisabilité : Cartographie des laboratoires



► Organisation générale

GT1 : Essais de durabilité	C. Clergue (Vicat), B. Thauvin (Cerema)
- GT1a : Carbonatation, Chlorures	P. Turcry, E. Rozière, P. Rougeau
- GT1b : Gel interne, écaillage	C. Clergue, L. Izoret
- GT1c : Attaques chimiques externes	L. Divet, F. Cassagnabère

● Plusieurs réunions en groupes et sous-groupes :

- Cartographie des essais et des labos (enquête) : pratique, capacité, etc
- Identification des objectifs et des tâches par sous-groupes et par essais
- Proposition d'un budget détaillé et d'un planning

● Principe d'organisation en 3 phases :

- Phase 1 : Études préliminaires
- Phase 2 : Caractérisation des bétons du projet (thème 3)
- Phase 3 : Essais croisés



► GT1a : Carbonatation, Chlorures

Essais étudiés :

- Essais de **carbonatation accélérée**
- Essais de **diffusion / migration** des **chlorures**
- Indicateurs généraux :

Porosité

Perméabilité au gaz

- Indicateurs de substitution :

Résistivité électrique

Absorption capillaire

Processus de corrosion
XC, XS, XD

Démarche commune d'étude des essais:

En **3 phases**



► GT1a : Carbonatation, Chlorures

Phase 1 : Étude préliminaire

- Étude des modes opératoires **existants**
- Campagne d'essais (5 compositions de béton, 5 laboratoires)

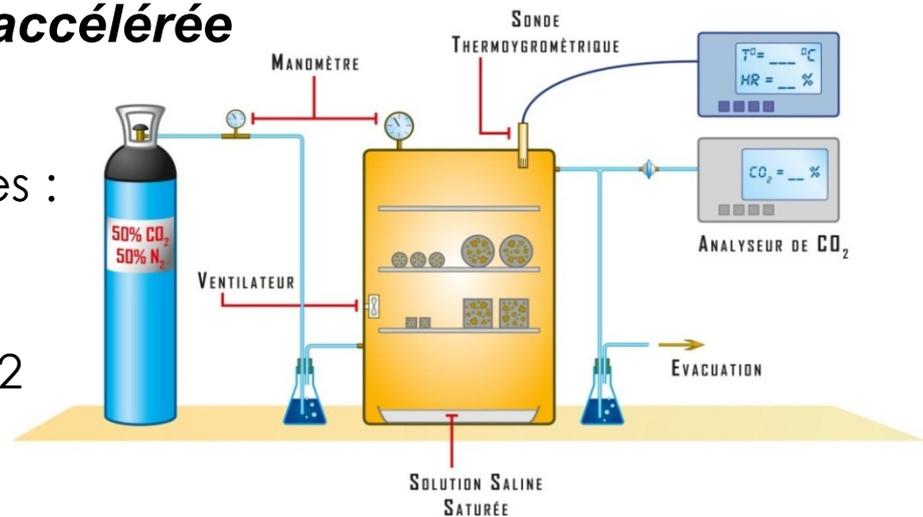
Retour d'expérience : ajustement et validation des modes opératoires d'essais pour la Phase 2

Exemple : carbonatation accélérée

Comparaison des protocoles :

Français XP P18-458

Européen prCEN/TS 12390-12



Le grand livre des bétons, Ed. Le Moniteur, 2014
Assemblée Constitutive PERFDUB, FNTF

16 mars 2015

► GT1a : Carbonatation, Chlorures

Phase 2 : Caractérisation des bétons du PN (thème 3)
Conformément aux modes opératoires définis à l'issue de la Phase 1 (caractérisation de 37 bétons)

Exemple : Carbonatation accélérée

Caractérisation selon **2 modes de cures** :

- après 28 jours de cure
- à maturité correspondant à 35% de f_{c28}



*E. Rozière et al.,
Construction and Building
Materials, 2009*



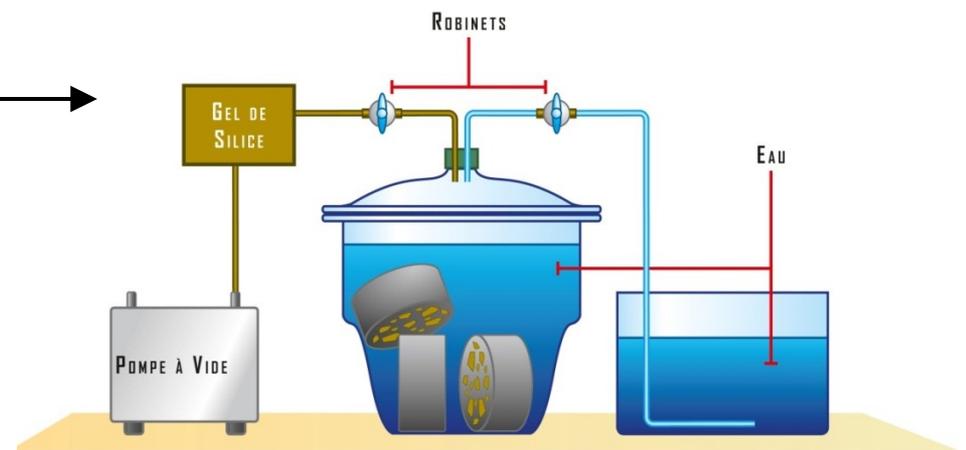
► GT1a : Carbonatation, Chlorures

Phase 3 : Essais croisés

5 compositions de béton,

- Carbonatation accélérée
- Migration des chlorures (stat., non-stat.)
- Perméabilité au gaz
- Porosité accessible à l'eau →
- Absorption capillaire
- Absorption d'eau
- Résistivité

Données d'incertitudes et
de fidélité



DESSICATEUR SOUS VIDE
ET ECHANTILLONS

Le grand livre des bétons, Ed. Le Moniteur, 2014

Assemblée Constitutive PERFDUB, FNTF

16 mars 2015



► GT1a : Carbonatation, Chlorures

Phase 2 : Caractérisation des bétons du PN (thème 3)
Conformément aux modes opératoires définis à l'issue de la Phase 1 (caractérisation de 37 bétons)

Exemple : Chlorures

- Régime transitoire (**Dapp**)
- Effet du vieillissement (**ageing effect**) : 2 âges (28 et 90 jours)

Uniquement sur 14 bétons XS2 et XS3 :

- Caractérisation à 2 âges supplémentaires
- Régime permanent (**Deff**)
- **Isothermes d'interactions** : 1 âge (90 jours)



*Corps d'épreuve après essai
NT Build 492*



► GT1b : Gel interne, Écaillage

Gel interne

- Validation de l'application des normes NF P18-424 et 425 à diverses formules et relation avec le facteur d'espacement
- Sur bas Granulats non gélifs

Écaillage (Gel+Sel) en lien avec JWG CEN/TC51-TC104

En conditions de gel sévère

- Amélioration de la précision de l'essai
- Amélioration de la représentativité de l'essai

En conditions de gel faible / modéré

- Recherche de critère dérivé de l'essai en gel sévère
- Définition d'un essai spécifique représentatif



► GT1c : Attaques chimiques externes

Contexte commun :

Développement d'**essais de dégradation accélérée** pour le concept de performance équivalente devant être:

- **discriminants**,
- **facilement applicables** dans les laboratoires
- **reproductibles**,
- de **durée limitée** (compatible avec les chantiers),
- utilisables dans les modèles prédictifs (lien thème 2),

3 attaques ciblées :

- Réaction Sulfatique Externe
- Lixiviation
- Biodégradation

Démarche commune en 3 phases:

- Ph1. Étude de développement préliminaire,
- Ph2. Essais sur béton GT3,
- Ph3. Essais croisés



► GT1c : Attaques chimiques externes

Réactions Sulfatiques Externes

Travaux antérieurs: Messad, 2009, Garcia, 2009, Cassagnabère, 2013, Rozière, 2013.

Protocole de dégradation développé :

- Eprouvette (7×7×28)cm et (⊙11×22)cm.
- Séchage à 60°C.
- Saturation avec la solution d'attaque (48h).
- Immersion dans une solution de Na₂SO₄ (8,9 g/l).
- pH régulé à 7 et T = 25°C.
- Mesures: Suivi masse et expansion, modification des propriétés transfert (p_w , D_{nssm}).



Dispositif de dégradation.



Coefficient de migration Cl
 D_{nssm} , NTBuild 492.

Actions à mener en Ph.1 :

- Finaliser les paramètres de conditions de vieillissement de l'essai.
- Expliquer le comportement des certains ciments CEMI PM-ES (réputés résistants).
- Tester la réponse sur différents liants (ciment et additions).
- Vérifier la représentativité / validité de l'essai pour des carottes extraites d'ouvrages anciens,
- Ausculter des cas réels de pathologie déclarée sur ouvrage.



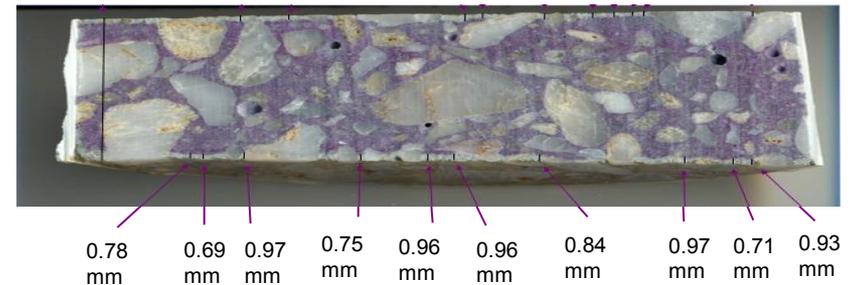
► GT1c : Attaques chimiques externes

Lixiviation

Travaux antérieurs : GT lixiviation du GEF 8

Mode opératoire actuel :

- cylindre ($\varnothing 80 \times \text{ép.} 30$) mm
 - immersion solution d'acide nitrique dilué
 - durée: 2 à 4 mois selon nature de granulats
 - pH régulé: 4,0/4,5/5,5 à $T=20^\circ \text{C}$
 - renouvellement des solutions,
 - indicateur : phénolphtaléine
 - Essai satisfaisant pour les bétons de granulats non attaquables à l'acide.
 - Rendre l'essai encore plus robuste et discriminant, pour classe XA1 et granulats calcaires.
- **Actions à mener :**
- Tester l'intérêt de modifier certains paramètres pour accélérer l'essai et réduire sa dispersion : \uparrow température, \downarrow pH, \uparrow surface exposée.
 - Essais croisés (5 labos) pour valider le protocole et caractérisation des bétons du PN.



► GT1c : Attaques chimiques externes

Biodégradation

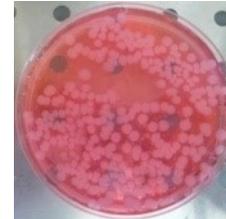
Travaux antérieurs: Sand et al.(1992), Doctorat de J. Hérisson (2009-2012), Doctorat de H. Yuan (2010-2013)

Protocoles de biodégradation développés :

Méthode 1- En laboratoire, élaboration d'un milieu recréant les conditions environnementales des réseaux d'assainissement et optimal pour les micro-organismes :

- $[H_2S] = 30-50$ ppm
- Température $30^{\circ} C$
- HR 100%
- Pulvérisation de 3 souches microbiennes (*H. halothiobacillus*, *T. nivea*, *A. thiooxidans*)

Méthode 2- Suivi *in situ*. Station d'épuration équipée d'un dispositif de suivi des conditions d'exposition et d'un dispositif d'essai.



Actions à mener :

Phase 1 :

- Étude de la durabilité des mortiers préconisés dans la norme NF P 18-011 (CEM III, CEM IV, CEM V et CAC) en laboratoire
- Comparaison avec les résultats obtenus sur site réel.

Phase 2 :- Étude de 3 bétons définis dans GT3 en laboratoire et *in situ*.

Phase 3 : Essais croisés



► Budget

Total: 150k€	Ph.1	Ph.2	Ph.3
Fabrications des bétons	150		
Total: 659k€	Ph.1	Ph.2	Ph.3
Carbonatation, Chlorures	172	350	137
Total: 75k€	Ph.1	Ph.2	Ph.3
Gel Interne, Ecaillage			75
Total: 285k€	Ph.1	Ph.2	Ph.3
Réaction Sulfatique Externe	50,0	17,0	34,0
Biodégradation	40,0	25,0	10,0
Attaque eau pure /acide	37,5	30,0	42,0

Total : 1159 k€



Projet National PERFDUB

GT2 : seuils de performance admissibles

www.perfdub.fr

Coanimateurs du GT2 : M. Carcassès (LMDC) et E. Brouard (Lafarge),

► Objectifs du GT2

Revoir, préciser ou définir des seuils pour les indicateurs de durabilité et témoins de durée de vie en s'appuyant sur l'analyse de bétons anciens et des modèles prédictifs.



► Trois sous-groupes

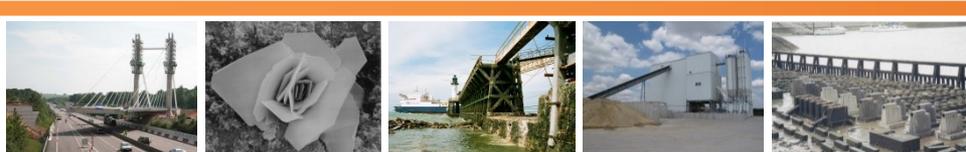
- **GT2a** - Analyse de bétons d'ouvrages anciens
- **GT2b** - Benchmark modèles de prédiction de témoins de vie
- **GT2c** - Suivi d'altérations sur ouvrages neufs



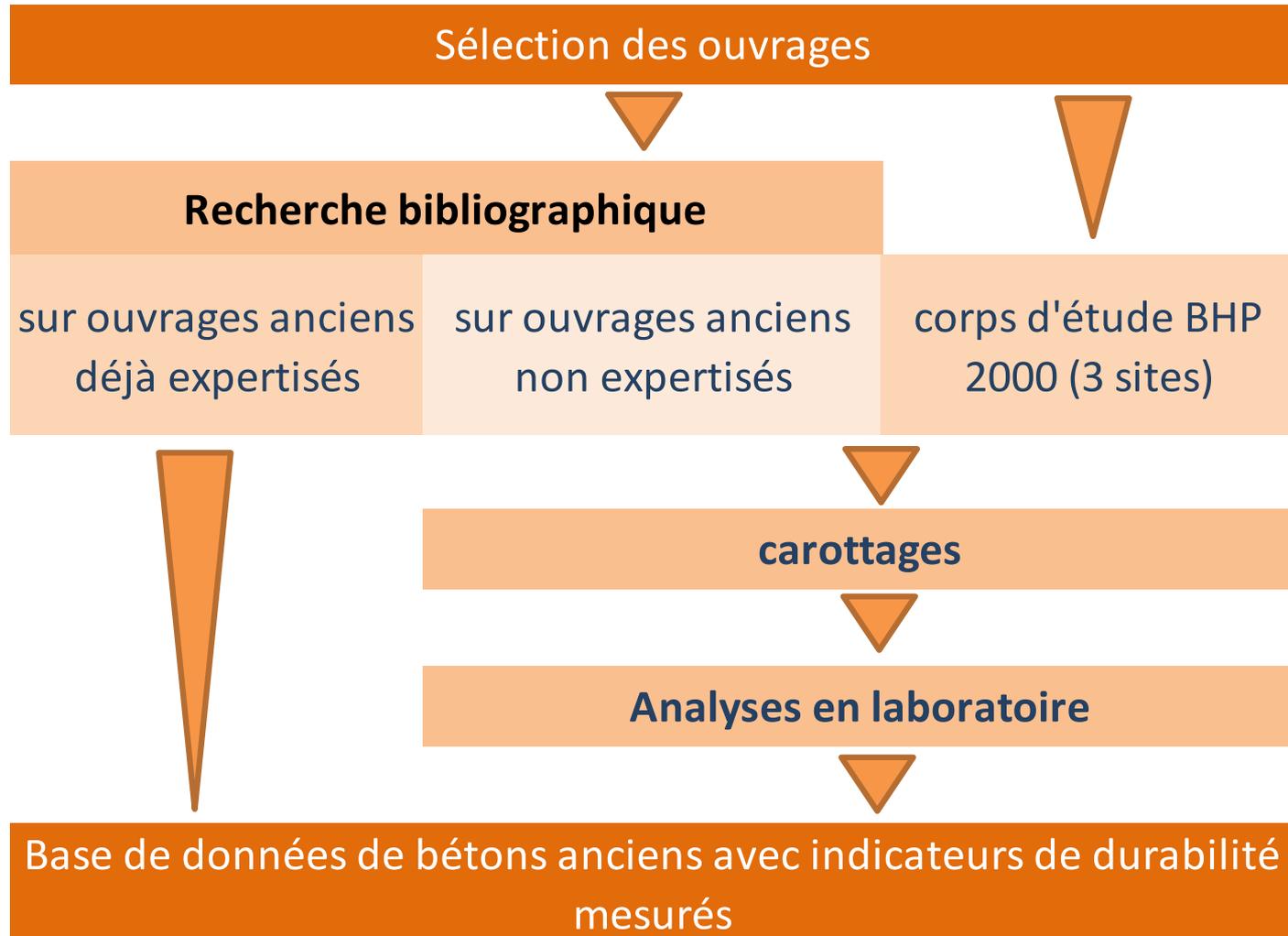
► GT2a - Analyse de bétons d'ouvrages anciens

Objectifs

Déterminer les valeurs initiales des indicateurs de durabilité de ces bétons et **définir les seuils qui auraient permis de pérenniser les ouvrages.**



► GT2a - Analyse de bétons d'ouvrages anciens



► Sélection des ouvrages

	ouvrages de moins de 20 ans	ouvrages entre 20 et 50 ans	ouvrages de plus de 50 ans
Ouvrages anciens déjà expertisés	Vasco de Gama (XS)	Pont sur la Rance (XC ou XS)	9 ouvrages classés monuments historiques
	Déviations Nord de Loudeac (XC)	Pont sur le Scorff (XC)	
	Rion (XS)		
Ouvrages anciens non expertisés		pont de l'île de Ré (XS)	
	Digue de Calais (XS)	Viaduc de la Ricamarie (XC)	
	Viaduc de Compiègne (XC)	Quai des TCD (XS ?)	
		Viaduc de la Douffine (XC)	
		Pont et viaduc de Saint Nazaire (XS)	
corps d'étude BHP 2000 (3 sites)	BHP2000 (XC, XS et XF)		



► Caractérisation des bétons

procédure d'auscultation, de prélèvement, de conservation et d'acheminement des carottes à rédiger.

- ✓ **les caractérisations de l'état visuelle** → fissuration, épaufrures...
- ✓ **les résistances mécaniques.**
- ✓ **les indicateurs de durabilité** → porosité à l'eau, perméabilité au gaz, migration des ions chlorure, absorption d'eau, porosimétrie mercure, résistivité électrique, absorption d'eau par capillarité, perméabilité à l'eau.
- ✓ **les témoins de durée de vie** → profondeur de carbonatation, profil de chlorures et de sulfates, mesure de profondeur d'enrobage, mesures de potentiel d'électrode et de vitesse de corrosion.
- ✓ **Analyses complémentaires** → ATD/ATG, analyses microscopiques.

Toutes ces analyses ne seront pas réalisées sur tous les bétons



► GT2b - Benchmark modèles

Objectifs

Utiliser les modèles de prédiction d'évolution des dégradations et de durée de vie des ouvrages pour **déterminer les seuils les plus pertinents pour les indicateurs de durabilité.**



► GT2b - Benchmark modèles

- ✓ **Questionnaire** envoyé à l'ensemble des membres de PERFDUB afin de recenser les modèles qui seront testés et les participants.
- ✓ **Collecte des informations** (types de données d'entrée et résultats des modèles, équations...).
- ✓ **Vérification de la pertinence des modèles** à partir d'un jeu de données d'entrée issue du GT2a.
- ✓ **Sélection des modèles** qui permettent de prédire le plus précisément les témoins de durée de vie.
- ✓ **Analyse inverse des résultats pour en tirer des seuils pour les indicateurs.**



► GT2b - Benchmark modèles

Travail réalisé en grande partie dans l'ANR MODEVIE

PerfDub

ANR MODEVIE

MODEVIE - Modélisation du vieillissement des ouvrages en béton - "Construire et gérer les ouvrages en béton de la ville de demain«

Objectifs → prédiction de la corrosion des armatures grâce à des modèles

Partenaires :

LMDC, GeM, LaSIE, CERIB, IFSTTAR, CEREMA, Lafarge, Vinci Constructions France, EUROVIA

Durée : 42 mois, budget : 700 k euros.



► GT2c - Suivi d'altérations sur 4 sites

Objectifs

Fabriquer de **nouveaux corps d'épreuve en béton** à placer dans des environnements différents et **suivre leur évolution en utilisant l'approche et les procédures analytiques proposées par PerfDub.**

Phase de validation de la pertinence des seuils



▶ GT2c - Suivi d'altérations sur 4 sites

- ✓ **Fabrication de nouveaux corps d'étude**
- ✓ **Caractérisation initiale**, résistance mécaniques, indicateurs de durabilité...
- ✓ **Suivi des caractéristiques et témoins de vie dans le temps (2 auscultations annuelles).**

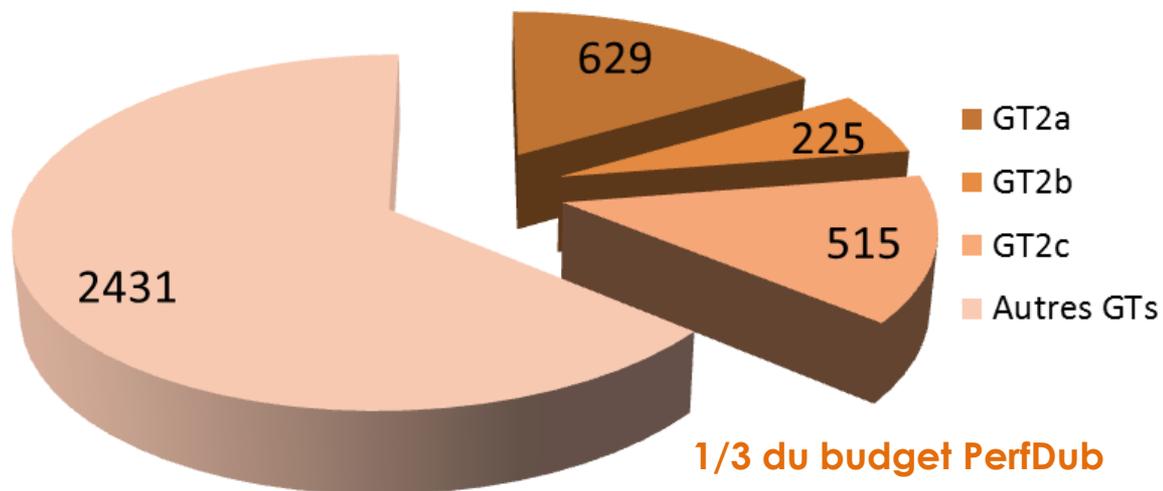
Le suivi se poursuivra au delà de la fin du PN PerfDub.



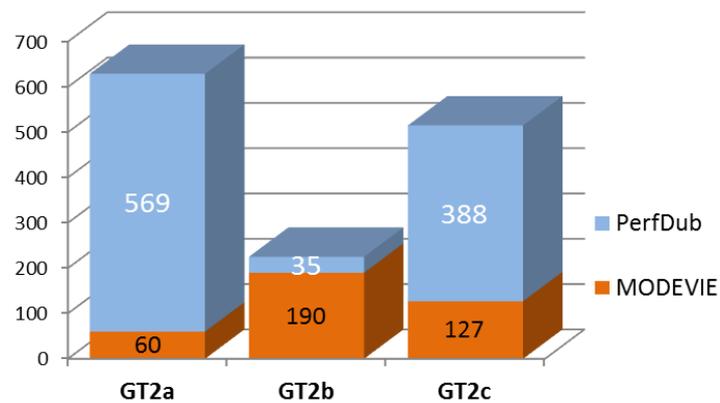
► Budget du GT2

1369 k euros

dont 377 K euros de
contribution par l'ANR
MODEVIE



En k euros



Projet National PERFDUB

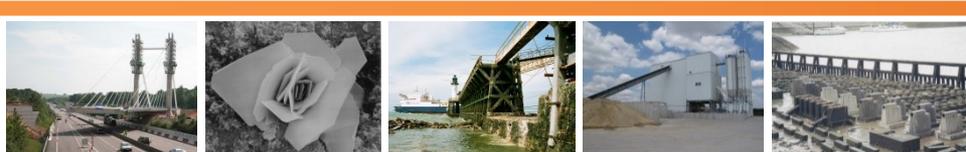
Assemblée constitutive

www.perfdub.fr

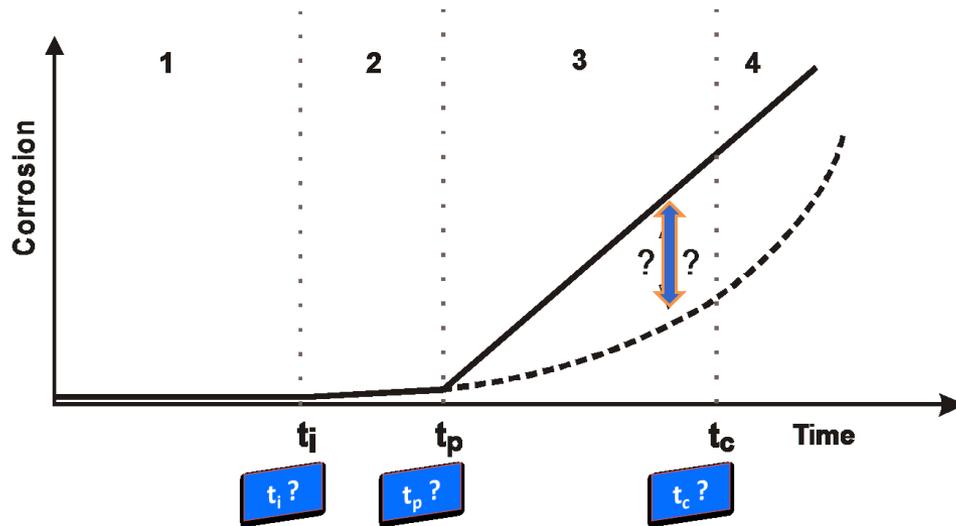
Projet ANR MODEVIE



- ❖ ANR Plan d'action 2014 : Défi Mobilité et Systèmes urbains durables
- ❖ Acronyme : **MODEVIE**
- ▶ **Titre** : *Modélisation du vieillissement des ouvrages en béton – « Construire et gérer les ouvrages en béton de la ville de demain »*
- ▶ **Partenaires** :
 - *Laboratoires universitaires* : LMDC (Toulouse), GeM (Nantes), LaSIE (La Rochelle)
 - *Organismes de recherche* : CERIB, IFSTTAR, CEREMA
 - *Industriels* : Lafarge, Vinci Construction France, EUROVIA
- ▶ **Date de début du projet** : 01/01/2015
- ▶ **Durée** : 42 mois
- ▶ **Budget total** : 2 622 587 euros et aide accordée : 697 777 euros



- *La corrosion des armatures métalliques est la principale cause de dégradation des bétons armés en France.*
- Prédiction de la durée de vie des ouvrages en béton dans le cas du risque de corrosion des aciers – Contexte de l'approche performantielle (obligation de résultats)



Ambitions du projet :

- Dégager un **modèle « ingénieurs » unique** applicable à l'approche performantielle de la durabilité des bétons intégrant la prédiction des différentes étapes de vie de l'ouvrage en béton.
- Utiliser ce modèle pour **estimer la durée de vie des ouvrages dans le contexte du risque de corrosion des armatures** (présence d'ions chlorure et/ou de dioxyde de carbone en milieu multi-ionique et partiellement saturé).



- **Tâche 1** : Recensement et analyse des modèles existants.
- **Tâche 2** : Identification des **besoins spécifiques** en modélisation en vue d'une utilisation dans l'approche performantielle de la durabilité des bétons.
- **Tâche 3** : Modélisation de la **phase d'initiation de la corrosion** GT1
- **Tâche 4** : Modélisation de **l'état limite de corrosion** en présence de chlorures et de carbonatation de la pâte de ciment.
- **Tâche 5** : **Définition d'un modèle « ingénieurs »** commun adapté à l'approche performantielle de la durabilité des bétons.
- **Tâche 6** : **Etude de cas réels**
- **Tâche 7** : Réalisation du **rapport final et valorisation des résultats.**



▪ **Animateurs : CEREMA, CERIB**

Contributeurs : tous

- **Problématique :**
 - Existence de nombreux modèles dans la littérature, différents tant par les outils conceptuels utilisés que par l'étendue des phénomènes étudiés, leur complexité et surtout par leur finalité
- **Objectif : Réalisation d'une synthèse des modèles de durabilité et de corrosion existant**
 - Paramètres d'entrée nécessaires ? Comment les déterminer ? Variabilité ?
 - Données de sortie ?
 - Mécanismes pris en compte ?
 - Finalités des modèles recensés ?
 - Points forts et points faibles des modèles existants ?



▪ **Animateur : CERIB, CEREMA**

Contributeurs : tous

• **Problématique :**

- Les indicateurs de durabilité et les essais de performance constituent le socle de l'approche performantielle de la durabilité mais ne sont pas nécessairement suffisants pour prédire à eux seuls le comportement des structures en béton à long terme

• **Objectif : Identifier les besoins spécifiques en modélisation dans le contexte spécifique de l'AP**

- Prédiction de la durée de vie des ouvrages à partir des seuls indicateurs de durabilité (expérimentations numériques)
- Identifier d'autres indicateurs qui permettraient d'affiner l'approche

• **Démarche**

- Identification des modèles utilisables dans un contexte d'AP
- Réflexion sur l'évolution des modèles non prévus à l'origine pour une utilisation dans le cadre de l'AP
- Organisation de plusieurs benchmarks de modèles de durabilité



Action 3.1 (3.2 et 3.4) Modélisation de la Phase d'incubation (GeM, LaSIE, CEREMA, EUROVIA...)

- **Problème: Etude du comportement sous sollicitations couplées ou non, en milieu multi-ionique et partiellement saturé**
- **Objectif et Démarche : Proposition de modèle avec prise en compte :**
 - ▶ des réactions de précipitations/dissolutions ;
 - ▶ du changement des propriétés hydriques et microstructurales des matériaux et notamment l'enrobage qui serait vulnérable vis-à-vis de la carbonatation.
 - ▶ de la nature de granulats pour simuler les transferts couplés dans des bétons composés de différents types de granulats (compacts, poreux et recyclés).
 - ▶ des conditions d'exposition en milieu insaturé (influence des cycles d'humidification/séchage.)



Action 3.3 Coefficient de diffusion du CO₂ : (acteurs: LaSIE, GeM)

- **Problème :**
 - Le coefficient de diffusion est un paramètre indispensable à la modélisation de la carbonatation.
 - Les modèles du coefficient de diffusion existant ont été bâtis dans le cas des matériaux au ciment Portland.
- **Objectif :** mieux connaître le coefficient de diffusion des « bétons modernes » (avec additions), carbonatés ou non, partiellement saturés.
- **Démarche :**
 - développer un dispositif de mesure;
 - valider ou non les modèles existants;
 - établir des corrélations entre composition, microstructure et coefficient de diffusion.

Cellule de diffusion du
LaSIE



Action 3.5. Depassivation des armatures: (acteurs: CEREMA, GeM, CERIB, LMDC, LaSIE)

- **Problème :**
 - Seuils d'initiation de la corrosion dans la littérature \neq consensus (Angst et al, 2009)
- **Objectif :**
 - Définir, à l'aide de la modélisation, les conditions thermochimiques conduisant à la dépassivation des armatures
- **Démarche :**
 - Modéliser la couche de dépassivation des armatures
 - Modéliser le transfert des agents agressifs
 - Confirmer ou infirmer les seuils de dépassivation existants



Action 3.6. Campagne expérimentale de validation des modèles: (acteurs: tous)

Objectif : confronter les résultats des modèles à des données issues d'expérimentations in situ et en laboratoire.

Données in situ

*ex: site de marnage
BHP_2000 (La Rochelle)*



Données de laboratoire

*ex: dispositif de marnage
(LaSIE ou GeM)*



→ Profil de chlorures,
de degré
d'hydratation de
carbonatation, etc.



Action 4.1 Confrontation des modèles de corrosion aux données expérimentales (acteurs : LMDC, CERIB, IFSTTAR, Lafarge, CEREMA)

- **Problématique :**
 - Les modèles de corrosion adoptent des hypothèses simplificatrices (béton CEM I, corrosion par micro-piles, réaction cathodique prédominante, expansion simple des produits de corrosion).
 - Les sorties des modèles de corrosion ne recoupent pas forcément les mesures électrochimiques (en dehors du courant de corrosion).
- **Objectifs :**
 - Identifier les grandeurs à comparer, quantifier les écarts modèle/mesure.
 - Comparer les résultats des modèles "ingénieur" ou "chercheur" aux données disponibles par les partenaires du projet.
- **Démarche :**
 - Utilisation des éprouvettes armées "APPLET" suivies par IFSTARR (plusieurs formulations, expositions et échéances) et des éprouvettes suivies par Lafarge.
 - Recours aux modèles "ingénieur" de la littérature et aux modèles "chercheur" CERIB/LMDC et IFSTTAR.



Action 4.2 Investigation expérimentales sur le lien comportement structural / cinétique de corrosion (acteur : LMDC, CEREMA)

- **Problématique :**
 - La cinétique de corrosion est très variable en fonction de paramètres structuraux (interface acier/béton, connexion électrique des armatures, fissuration, orientation des faces exposées).
 - Le degré de corrosion est souvent mal défini.
- **Objectifs :**
 - Estimer l'effet des paramètres structuraux sur la cinétique de corrosion.
 - Mieux définir le degré de corrosion.
- **Démarche :**
 - Réalisation d'une large campagne expérimentale (72 poutrelles suivies puis autopsiées aux échéances 1, 6, 12, 18 et 24 mois).
 - Proposition d'un modèle empirique multiparamétrique pour le degré de corrosion.



Action 4.3 & 4.4 Définition des marges de sûreté associées aux états limite de corrosion, Etude de sensibilité de ces marges (acteurs : LMDC, CERIB, IFSTTAR, GeM, LaSIE, CEREMA)

- **Problématique :**
 - La définition des états limite de corrosion (dépassivation, amorçage, propagation) ne fait pas encore consensus.
 - Les paramètres auxquels est sensible l'atteinte des états limite de corrosion ne sont pas bien connus.
- **Objectifs :**
 - Mieux définir les marges de sûreté associées aux états limite de corrosion (de la dépassivation - Tâche 3.5 - à la propagation).
 - Etablir la sensibilité de ces marges aux paramètres.
 - Dégager des paramètres de "dimensionnement" en relation avec l'AP et pour le modèle visé en Tâche 5.
- **Démarche :**
 - Utilisation des modèles des partenaires et des résultats expérimentaux pour définir les marges de sûreté.
 - Application d'une étude de sensibilité sur les paramètres d'entrée.



- Données d'entrée facilement accessibles
- Description quantitative des classes d'exposition
- Détermination des temps (initiation + corrosion) d'atteinte des différents états-limites de durabilité :
- ELS « A » : problème purement d'aspect ;
- ELS « F » : problème de fonctionnement (déformation excessive) ;
- ELU « I » : problème d'intégrité mécanique de la structure.
- Proposition de seuils en fonction des classes (et de la durée de vie escomptée)



Objectif : Calage des seuils sur ouvrages anciens et corps d'épreuve

6.1. Moyens.

- Expertises de dossiers d'ouvrages,
- Prélèvement + essais sur carottes,
- Etudes scientifiques,
- Base de Données « Indicateurs de durabilité » (AFGC)





6.2. Listes des ouvrages potentiellement sélectionnables.

Ouvrages < 20ans :

- Ouvrages: Ponts Vasco de Gama et Rion (XS), Viaduc Compiègne (XC), Digue de Calais (XS),...
- Projets: PN BHP2000 (XC, XS, XF), Projet ANR APPLET.

Ouvrages entre 20 et 50 ans :

Pont Ile de Ré (XS), Viaduc Ricamarie (XC), Pont sur Rance (XC ou XS), Pont Scorff (XC), Quai des TCD (XS), Pont St Nazaire (XS)...

Ouvrages > 50 ans (ouvrages classés) :

Eglise Royan (XC), Pont Hogues, Châtelleraut (XC), Palais d'Iéna (XS XC XA), Cité Radieuse, Marseille, Eglise St Joseph (XC XA)...



- ❖ **Communication** : Site web public en fin de projet, présentations ciblées des résultats du projet
- ❖ **Formation** : Conférences scientifiques, séminaires ... (« tour de France »)
- ❖ **Réalisations** : Mise à disposition du modèle « ingénieurs » développé et d'une procédure d'utilisation
- ❖ **Normes, règlements ...** : Contribuer au niveau européen à l'évolution des règlements autorisant l'approche performantielle des bétons.



Coordinatrice : Myriam Carcassès

Accompagné par : François Cussigh

Participants à ce projet



Projet National PERFDUB

GT3 : bétons à étudier – étude de variabilité

www.perfdub.fr

Emmanuel ROZIERE (ECN)

16 mars 2015

Assemblée Constitutive PERFDUB, FNTF

► Thème 3 : Bétons à étudier - Etude de variabilité

- GT animé par P. Rougeau (CERIB) et E. Rozière (GeM)
- GT3A : Bétons de référence – O. Collin (Lafarge Bétons)
- GT3B : Variabilité – P. Gégout (Bouygues TP)

■ Bétons à étudier

Objectifs :

- Cartographie des bétons conformes aux classes d'exposition de la norme (20)
- Caractérisation complète de bétons non conformes à l'approche prescriptive (17)
=> plan d'expérience principal du Projet National PERFDUB

Classes d'exposition : XC, XD, XS, XF, XA

Cure

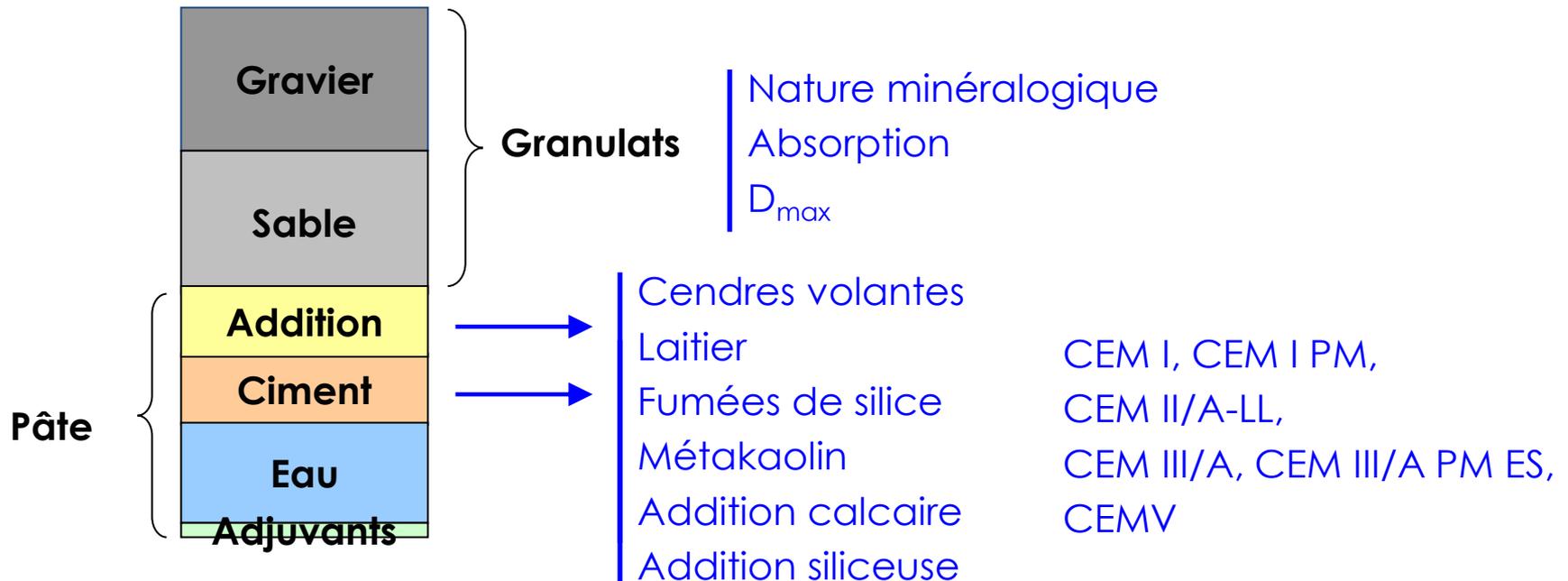
- Conservation normalisée (sous eau ou en chambre humide)
- Exposition à la dessiccation lorsque le béton atteint 35% de la résistance moyenne à 28 jours.



► Thème 3 : Bétons à étudier - Etude de variabilité

■ Bétons à étudier

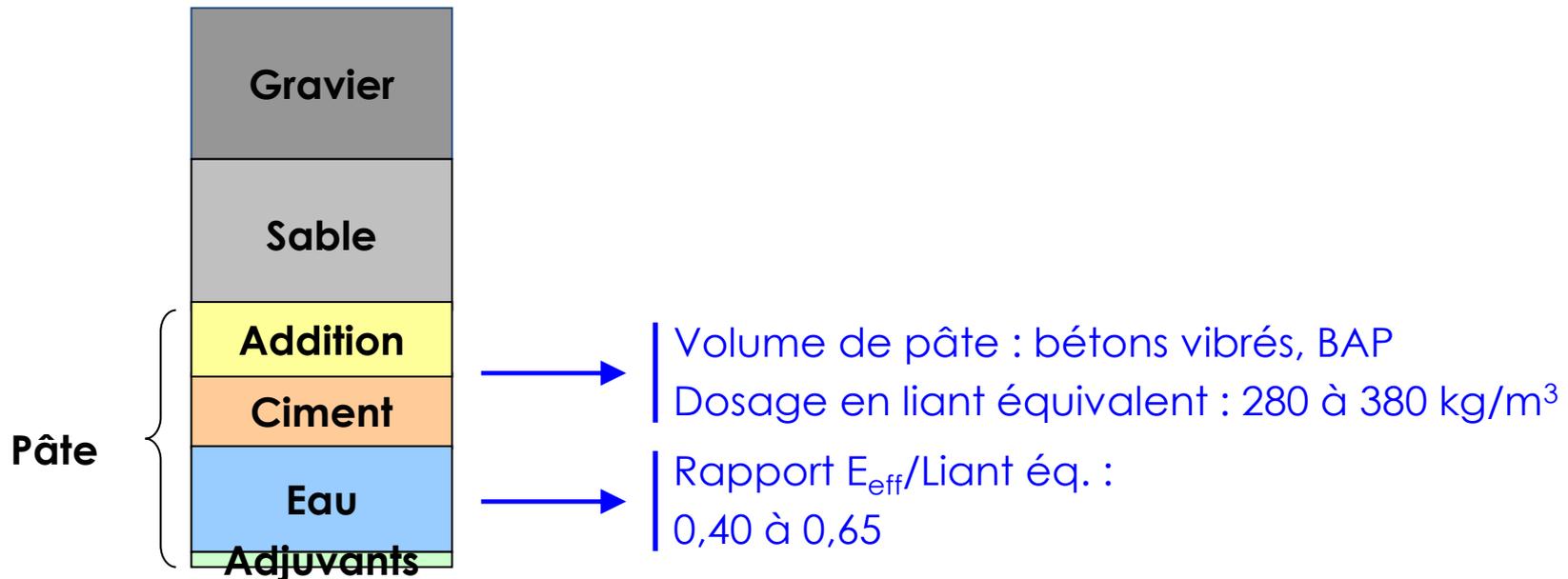
Principes de variations de composition retenus (cf. étude de montage) :



► Thème 3 : Bétons à étudier - Etude de variabilité

■ Bétons à étudier

Principes de variations de composition retenus (cf. étude de montage) :



► Thème 3 : Bétons à étudier - Etude de variabilité

■ Prise en compte de la variabilité

- Définition d'une méthodologie
- **Variabilité temporelle** : suivi sur 12 mois pour 2 chantiers expérimentaux des propriétés suivantes

Résistivité

Porosité accessible à l'eau

Absorption d'eau

Carbonatation accéléré

Diffusion des chlorures

Perméabilité au gaz

- **Variabilité spatiale** : 2 chantiers expérimentaux



► Thème 3 : Bétons à étudier - Etude de variabilité

■ Prise en compte de la variabilité

- 15 prélèvements répartis sur la durée du chantier
- Intérêt d'introduire des variations maîtrisées sur la composition nominale
- Essais de contrôle :

Résistivité

Porosité

Absorption d'eau

Perméabilité Torrent



► Thème 3 : Bétons à étudier - Etude de variabilité

■ Lancement d'une campagne d'étude du vieillissement naturel sur corps d'épreuves

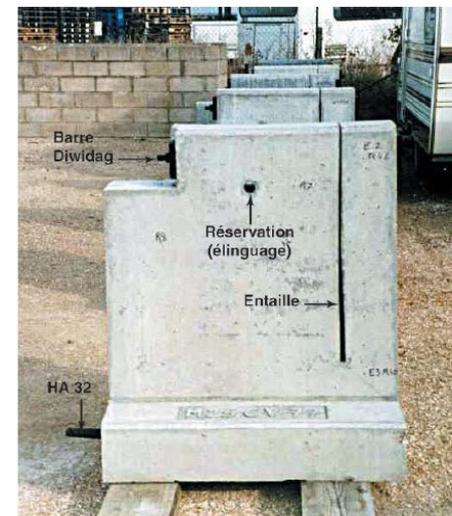
- Conception et coulage de 13 corps d'épreuve
- 4 environnements (à valider avec les maîtres d'ouvrages) :

XC : région parisienne,

XS : Port de La Rochelle,

XF : Mont Aigoual,

XA : station d'épuration et/ou sol gypseux en région parisienne.



**Corps d'épreuve de BHP 2000 :
vue générale et vue de côté**



Projet National PERFDUB

GT4 : contractualisation de l'approche

www.perfdub.fr

Jean-Marc POTIER (SNBPE)

16 mars 2015

Assemblée Constitutive PERFDUB, FNTP



► Mandat du GT 4

- Définir le contexte contractuel de l'approche performantielle :
 - Définir les responsabilités et engagements des différents acteurs,
 - Préciser le cadre contractuel approprié,
 - Préciser les modalités de contrôle et de gestion des non-conformités, avec les tolérances associées.

- Elaborer un cahier des charges type :
 - préciser les objectifs du projet,
 - Vérifier la disponibilité des éléments nécessaires à la rédaction de recommandations globales sur le sujet,
 - synthétiser les résultats.



► Mandat du GT 4 (suite)

- Intégrer les craintes des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre :
 - Durée de préparation du chantier,
 - Variabilité des fournitures (cas des formules « pré qualifiées »),
 - Définition de l'incertitude des résultats qui risque de conduire à une « sur-qualité ».
- Assurer la communication transversale entre les différents GT pour s'assurer que les travaux des autres groupes permettront de répondre à ces craintes en intégrant les 2 volets de l'approche contractuelle :
 - La mise au point de la formule, phase préalable.
 - Le suivi et les contrôles : Besoin de contrôles « de routine », mais nécessité de « garde fous ».



► Travaux à lancer

- Etablir un état des lieux de la réglementation et de la normalisation, en France et à l'étranger:
 - Travaux du JWG TC 250 / TC 104
 - CEN TR 16563 du TG 17 : Principes de l'approche d'équivalence de performance associée à la durabilité
 - Fasc. 65 ; IN 0034 ; CCTG EDF
 - Expériences étrangères
- Faire un bilan des retours d'expérience disponibles sur des projets de construction:
 - Pont de Volesvre
 -
- Elaborer un cahier des charges pour aider le prescripteur à gérer l'application de l'approche performantielle.
- Rédiger des guides d'application de l'approche performantielle à destination de l'ensemble des acteurs :
 - Bureaux d'Ingénierie en charge de la rédaction des cahiers des charges,
 - Fournisseurs de constituants (granulats, ciments, additions),
 - Producteurs de béton ou préfabricants,
 - Entreprises,
 - Laboratoire(s) en charge des essais performantiels.



► Planning

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4
Thème 4 : Contractualisation de l'approche				
Identification des besoins nécessaires à la contractualisation	■	▨	▨	
Modèles de procédures qualité			■	■
Rédaction d'un CCTP type				■
Rédaction de guides			■	■



Projet National PERFDUB

Programme de la Tranche 1

www.perfdub.fr

François CUSSIGH



16/03/2015

Assemblée Constitutive PERFDUB (FNTP Paris)



	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4
Thème 1 : Essais de durabilité				
Fabrication des échantillons	■	■		
Essais préliminaires (carbonatation, chlorures)	■	■		
Caractérisation des bétons (carbonatation, chlorures)		■	■	
Essais préliminaires (attaques chimiques)		■	■	
Caractérisation des bétons (attaques chimiques)		■	■	
Essais croisés (carbonatation, chlorures)			■	■
Essais croisés (attaques chimiques)			■	■
Essais croisés (gel+sels)				■
Thème 2 : Seuils admissibles / modélisation				
Auscultation d'ouvrages anciens	■	■	■	■
Auscultation des corps d'épreuve de BHP 2000	■	■		
Fabrication des corps d'épreuve		■		
Auscultation des corps d'épreuve du PN	■	■	■	■
Benchmark/ Sélection de modèles pour la définition des seuils	■	■	■	
Proposition de seuils par classe d'exposition			■	
Thème 3 : Bétons à étudier - Bétons de référence - Etude de variabilité				
Définition des bétons à étudier dans le PN	■			
Cartographie des bétons conformes aux classes d'exposition de la norme			■	■
Etude de variabilité temporelle		■	■	
Etude de variabilité spatiale		■	■	
Etude de l'influence de la cure		■	■	
Thème 4 : Contractualisation de l'approche				
Identification des besoins nécessaires à la contractualisation	■	■	■	
Modèles de procédures qualité			■	■
Rédaction d'un CCTP type			■	■
Rédaction de guides			■	■
Thème 5 : Valorisation des résultats				
Rédaction de recommandations globales				■
Conférences/Communication	■	■	■	■
Comité de suivi international	■	■	■	■
Site Internet				■



► Thème 1 :

- Fabrication des échantillons
- Essais préliminaires carbonatation/chlorures phase 1
- Essais attaques chimiques externes phase 1

► Thème 2 :

- Auscultation des corps d'épreuve BHP 2000
- Début des auscultations sur ouvrages anciens
- Modélisation : premier benchmark (Modevie)



► Thème 3 :

- Définition des bétons à étudier
- Etude de variabilité temporelle (première phase)
- Etude d'influence de la cure (première phase)

► Thème 4 :

- Synthèse biblio sur les pratiques internationales
- Identification des besoins pour la contractualisation

► Thème 5 :

- Premières réunions du Comité de Suivi International



	Budget Tranche 1 (en k€ HT)
Thème 1 – Essais de durabilité	449
Thème 2 – Seuil de performance	194
Thème 3 – Bétons à étudier – Etude de variabilité	133
Thème 4 – Contractualisation de l’approche	25
Thème 5 - Valorisation	10
Total des actions	811
Frais de gestion administratifs et financiers	41
Total de Tranche 1 k€ HT (23%)	852



Projet National PERFDUB

Fonctionnement du Projet et Lancement des Groupes de Travail

www.perfdub.fr

François CUSSIGH



16/03/2015

Assemblée Constitutive PERFDUB (FNTP Paris)



- Direction du projet : CD, CST, Dir.Projet + Dir. Scientifique
- Groupes de travail : animés par binôme industriel/académique

Thème	Animateurs
Essais de durabilité (GT1)	B.THAUVIN (CEREMA) C. CLERGUE (SIGMA BETON)
- sous-groupe 1 : carbonatation / chlorures (GT1A)	P. TURCRY (Univ. La Rochelle) / E. ROZIERE (GeM) J.MAI-NHU (CERIB)
- sous-groupe 2 : gel / écaillage (GT1B)	C. CLERGUE (SIGMA BETON) L. IZORET (ATILH)
- sous-groupe 3 : attaques externes (GT1C)	M. GUEGUEN-MINERBE (IFSTTAR) F. CASSAGNABERE (INSA Toulouse)
Seuils de performance admissibles (GT2)	M. CARCASSES (INSA Toulouse) E. BROUARD (LAFARGE)
- sous-groupe 1 : ouvrages anciens (GT2A)	B.GODART (IFSTTAR)
- sous-groupe 2 : modélisation (GT2B)	V.BAROGHEL-BOUNY (IFSTTAR)
Choix des bétons de référence et Prise en compte de la variabilité (GT3)	E. ROZIERE (GeM Nantes) P. ROUGEAU (CERIB)
- sous-groupe 1 : bétons de référence (GT3A)	O.COLLIN (LAFARGE Bétons)
- sous-groupe 2 : variabilité (GT3B)	P.GEGOUT (BOUYGUES TP)
Contractualisation de l'approche (GT4)	L. LINGER (VINCI Construction Grands Projets)/P. GEGOUT (BOUYGUES TP) J.-M. POTIER (SNBPE)



➤ Comité de suivi international :

S. Helland (NO) ; K. Scrivener (CH) ; G. De Schutter (BE) ; A. Goncalves (PT) ; L. Meyer (DE) ; P. Utgenannt (SE), M. Alexander (ZA), A. Tagnit-Hamou (CA).

➤ Première réunion prévue en : Sept/Oct 2015

➤ Prochaine réunion du CST : 02/07/15

➤ Constitution des groupes de travail (inscription Irex) et réunions pour préparation des appels à proposition et analyse des réponses



Projet National PERFDUB

Aspects administratifs et financiers

www.perfdub.fr

Brice DELAPORTE (IREX)



16/03/2015

Assemblée Constitutive PERFDUB (FNTP Paris)



- ▶ **Partenaire = signataire de la charte d'adhésion**
- ▶ **Qui peut être partenaire ?**
 - Avant $t_0 + 6$ mois : **ouvert à tous**
 - Après $t_0 + 6$ mois : adhésion soumise à l'accord du comité de direction
- ▶ **Nature de l'engagement**
 - Prise en charge de la réalisation du programme de recherche
 - Participation au financement du Projet
- ▶ **Droits des partenaires**
 - Accès à l'ensemble des résultats du projet
 - Participation :
 - aux groupes de travail
 - à la définition des orientations stratégiques
 - à la définition du programme, des budgets



- ▶ Engagement
- ▶ Partenaires
- ▶ Programme – Budget
- ▶ Assemblée Générale
- ▶ Organisation
- ▶ Ressources
- ▶ Rôle de l'IREX
- ▶ Propriété industrielle
- ▶ Confidentialité



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

PROJET NATIONAL
de RECHERCHE et DEVELOPPEMENT

PERFDUB

approche PERFormantielle de la DURabilité des ouvrages en Béton

CHARTRE

PREAMBULE

Le présent document intitulé « Charte » concerne le Projet de Recherche et Développement « approche PERFormantielle de la DURabilité des ouvrages en Béton », ci-après dénommé « PERFDUB », labellisé « Projet National » par le comité d'orientation du Réseau Génie Civil et Urbain (RGC&U) en 2014.

La version complète du Projet contenant le Programme de recherche, le budget et le plan de financement du Projet est annexée à la présente Charte dans le document intitulé « Etude de montage du Projet National PERFDUB – approche PERFormantielle de la Durabilité des ouvrages en Béton ».

La présente Charte a pour objet de définir les droits et obligations des Partenaires du Projet, et de préciser l'organisation qui permettra d'assurer la coordination des travaux menés dans le cadre du Projet.

Page 1 sur 13

paraphes



▶ 9 rue de Berri, 75008 PARIS – Tél. : 01 44 13 32 79
▶ Mail : contact@irex.asso.fr – Site web : www.irex.asso.fr – N° SIRET : 389 486 549 000 22



▶ Cotisations annuelles

- **obligatoires**
- $f(\text{organisme})$

▶ Apports exceptionnels

- traduit l'intérêt pour les résultats et les retombées du projet
- propre à chaque partenaire, par acte séparé

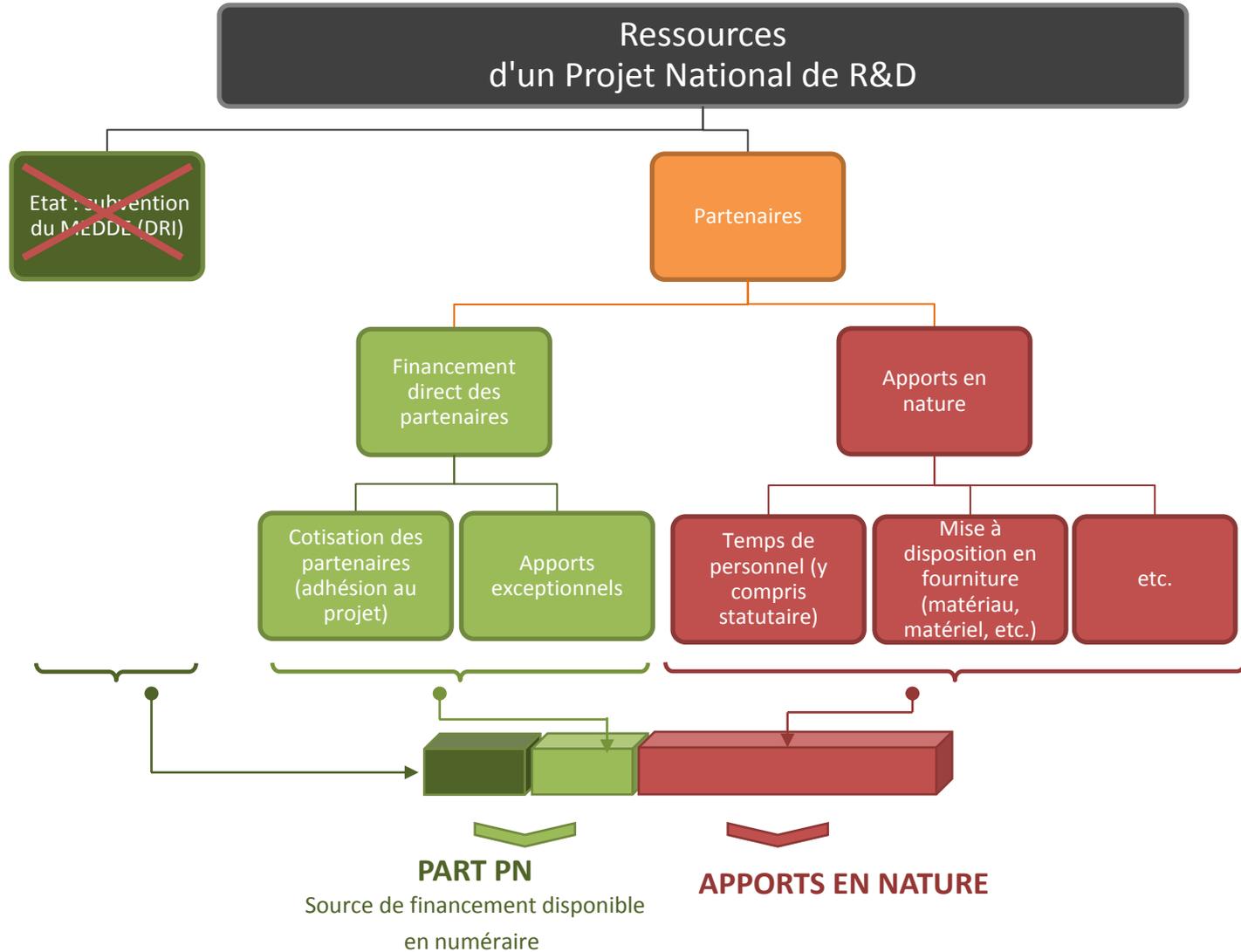
▶ Apports en nature

- contributions valorisées et liées à des actions de recherche du Projet, explicitement pour le programme de recherche
- prises en charge directement par les partenaires
- **non facturées au projet.**



Catégories	Base	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	Groupe 5
Donneurs d'ordre	Budget alloué aux infrastructures		Moins de 10M€	De 10 à 100 M€	De 100 à 1000M€	Plus de 1000M€
Exploitants	Chiffre d'affaires		Moins de 100M€	De 100 à 500M€	De 500 à 2000M€	Plus de 2000M€
Constructeurs	Chiffre d'affaires		Moins de 100M€	De 100 à 500M€	De 500 à 2000M€	Plus de 2000M€
Industriels	Chiffre d'affaires		Moins de 100M€	De 100 à 500M€	De 500 à 2000M€	Plus de 2000M€
Ingénieries	Nombre de collaborateurs	Moins de 2M€	de 2 à 20M€	De 20 à 200M€	De 200 à 2000M€	Plus de 2000M€
Laboratoires (Ecoles, Universités)	Statut	Toutes tailles				
Organismes de recherche (publics ou privés)	Nombre de collaborateurs	Moins de 50 p.	de 50 à 200 p.	De 200 à 1000 p.	Plus de 1000 p.	
Fédérations, Syndicats	Chiffre d'affaires du secteur		Moins de 500 M€	De 500 M€ à 10000M€	Plus de 10000M€	
COTISATION ANNUELLE Le montant de la cotisation de base annuelle est fixé à T = 5000 € H.T.		0.2 T	0.5 T	T	2T	3T





- ▶ Engagées tout au long du projet sous la forme de lettres de commande :
 - faisant référence à la Charte
 - **contrat** entre le partenaire et le mandataire
 - cosignées par :
 - le Président
 - le partenaire
 - le mandataire

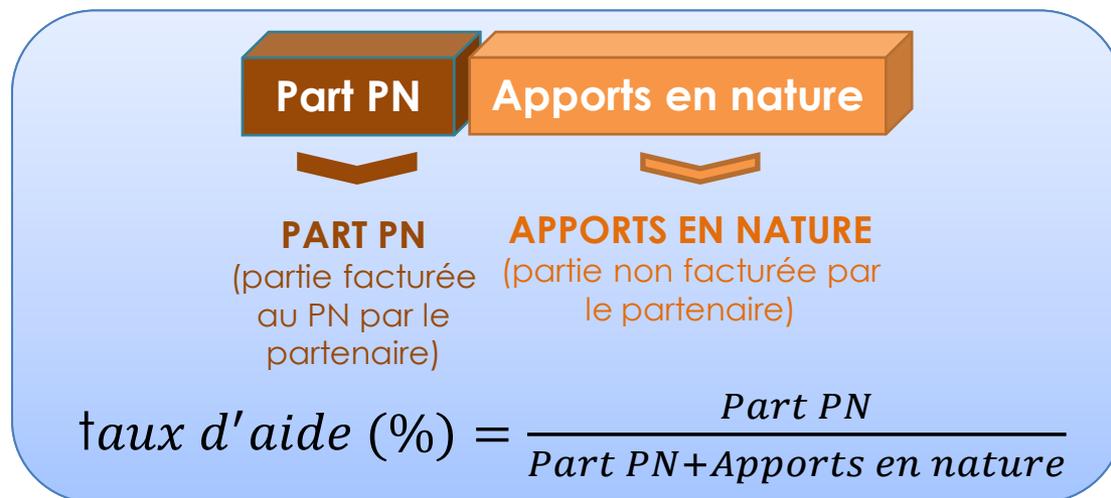
- ▶ Sont précisés dans les lettres de commande :
 - les conditions de règlement des factures
 - les conditions d'établissement et de diffusion des rapports
 - les délais d'exécution



► La lettre de commande précise également :

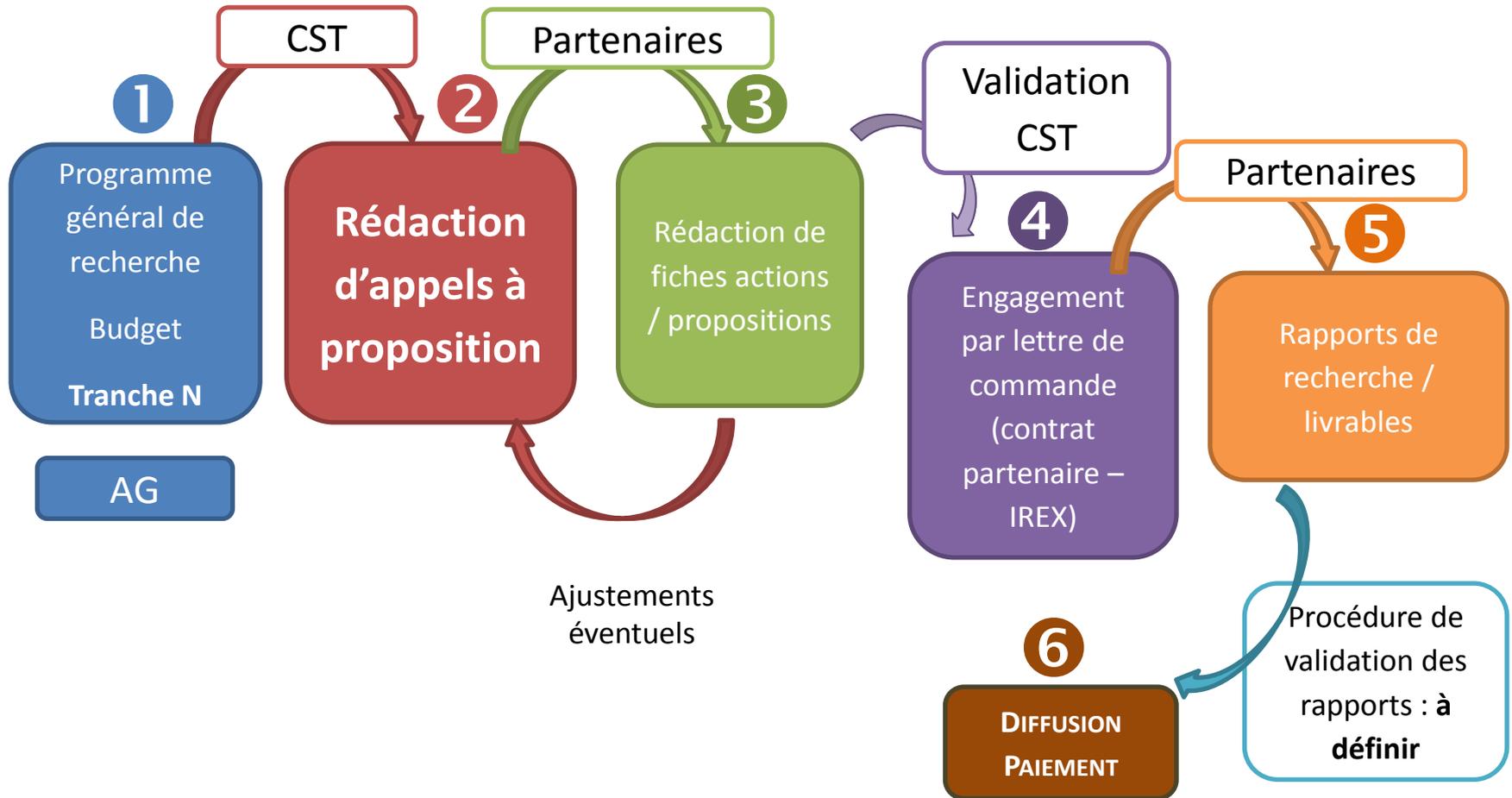
- le montant global de la commande incluant les apports en nature valorisés par le partenaire et la référence à une fiche action
- la part du montant global financée par le Projet National et **qui fera l'objet de facturation**

Action de recherche



Lettre de
commande
IREX ↔ Partenaires



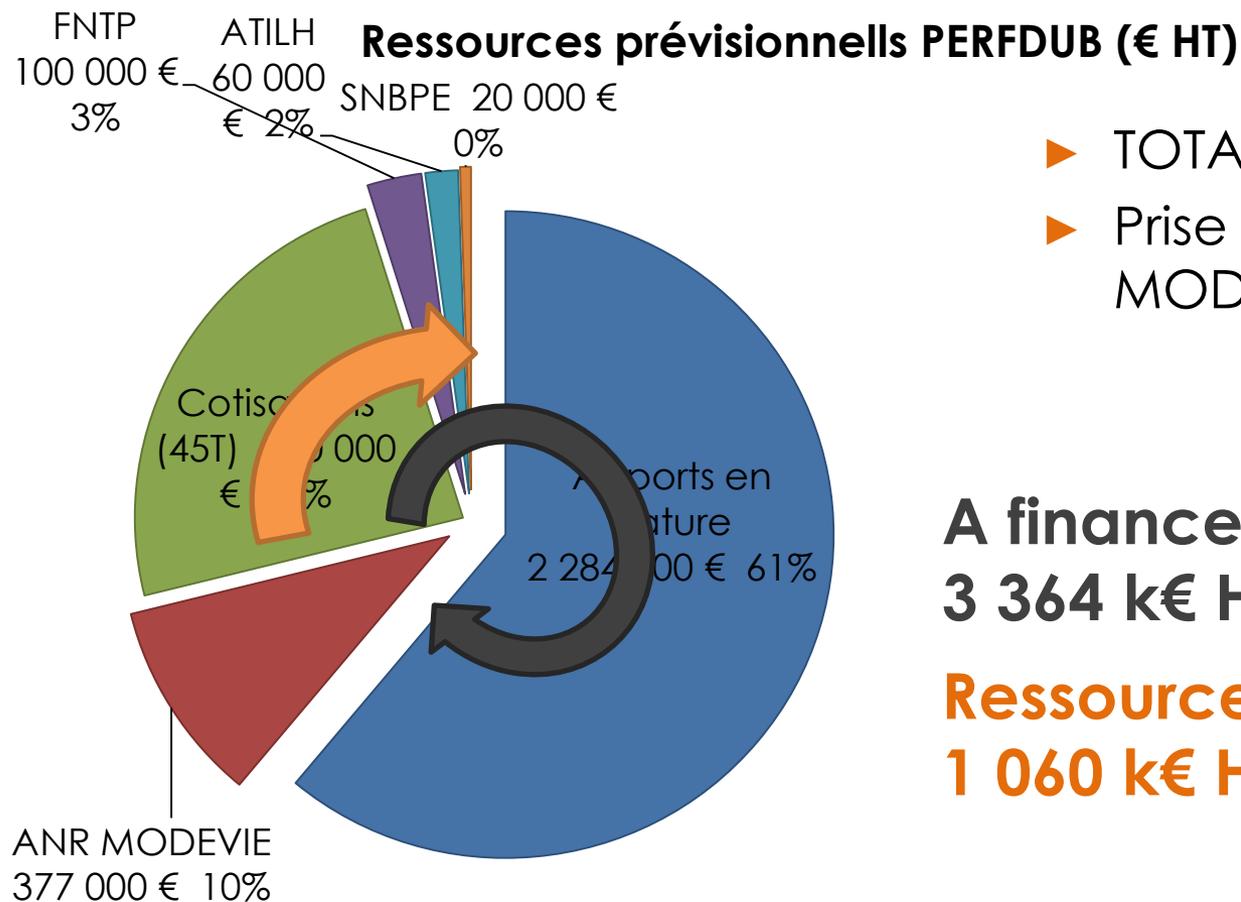


- Les Partenaires désignent l'IREX comme mandataire du Projet, avec pour rôles :
- Gestion financière et comptable du PN
 - Gestion administrative : négociation et signature de tous les contrats (commandes, conventions, etc.) passés entre le Projet et les partenaires / prestataires
 - Appels des ressources du projet en numéraire
 - Organisation de réunion
 - Gestion du site internet public et plate-forme collaborative
 - Communication : aide à la réalisation des documents, diffusion des résultats, journées d'information, etc.



	Budget global (en k€ HT)
Thème 1 – Essais de durabilité	1 159
Thème 2 – Seuil de performance	1 369
Thème 3 – Bétons à étudier – Etude de variabilité	700
Thème 4 – Contractualisation de l’approche	125
Thème 5 - Valorisation	210
Total des actions	3563
Frais de gestion administratifs et financiers	178
Total du Projet k€ HT	3 741





- ▶ TOTAL : 3 741 k€ HT
- ▶ Prise en charge ANR MODEVIE : 377 k€ HT

**A financer par le projet
3 364 k€ HT**

**Ressources en numéraire
1 060 k€ HT**

**Taux de financement
32%**



	Budget Tranche 1 (en k€ HT)
Thème 1 – Essais de durabilité	449
Thème 2 – Seuil de performance	194
Thème 3 – Bétons à étudier – Etude de variabilité	133
Thème 4 – Contractualisation de l’approche	25
Thème 5 - Valorisation	10
Total des actions	811
Frais de gestion administratifs et financiers	41
Total de Tranche 1 k€ HT (23%)	852

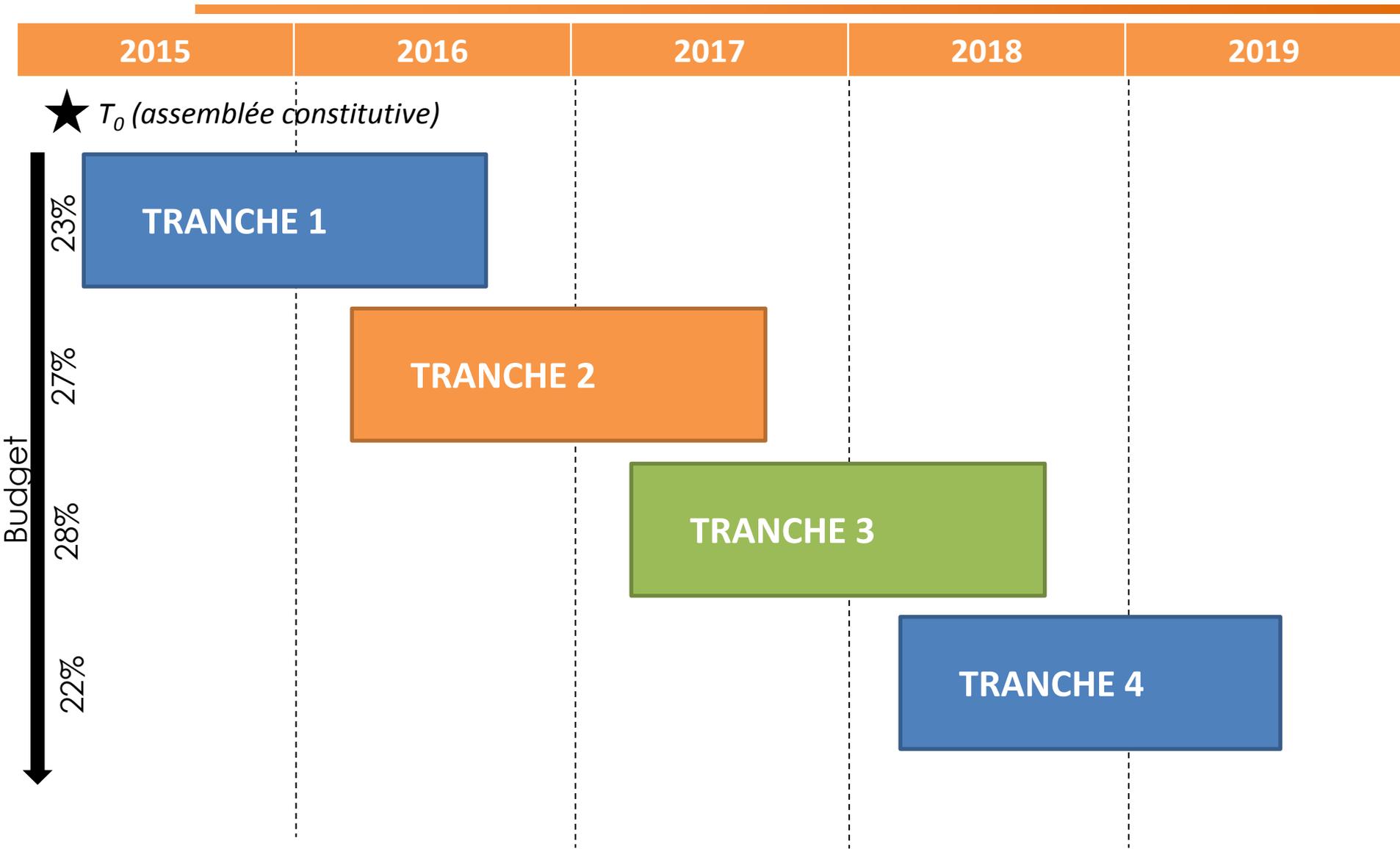


- ▶ Site internet public www.perfdub.fr
- ▶ Plateforme collaborative :
 - « accès partenaires » depuis site public
 - Échanges de fichiers, mailing, calendrier, forum

The screenshot shows the user interface of the PERFDUB collaborative platform. At the top, there is a navigation bar with the user name 'Brice DELAPORTE' and the site name 'perfdub'. On the right side of the navigation bar, there are icons for 'Actualités', 'Fichiers', 'Agendas', 'Tâches', 'Utilisateurs', 'e-mail', and 'Forum'. The main content area features a central welcome message: 'Bienvenue sur la plateforme collaborative du Projet National PERFDUB' and 'approche PERFormantielle de la DURabilité des ouvrages en Béton'. Below this, there is a list of recent updates with their dates and times: 'Le template Power Point PERFDUB est disponible dans le répertoire /Administratif/Template/' (6 mars 11h51), 'Le flyer PERFDUB est disponible dans le répertoire /Supports de communication/Flyer 2015' (24 févr. 14h10), and 'La liste des partenaires ayant officiellement adhéré au projet, mise à jour régulièrement, est accessible dans le répertoire Partenaires' (19 févr. 12h). On the left side, there is a sidebar with options for 'éléments nouveaux', 'éléments courants', 'Ajouter une actualité', 'Actualités archivées', 'Trié par date de création', and '6 actualités'.

- ▶ Possibilité de Mailing-list : exemple@perfdub.fr





Projet National PERFDUB

Assemblée constitutive

www.perfdub.fr

Echanges



16 mars 2015
Assemblée Constitutive PERFDUB, FNTF

