
BASE DE DONNÉES DES INDICATEURS DE DURABILITÉ DES BÉTONS BdiduBé

M.Carcassès - A.Ait Alaiwa - F.Cassagnabère – J. Mai-Nhu

Webinaire AFGC – 1^{er} juin 2021



Durabilité des bétons → se doter d'outils pour la mise en œuvre d'une **approche performantielle** de la **formulation des bétons**.

Qq applications:

- exploitation des résultats du PN PERFDUB (ouvrages anciens et 42 bétons) et ANR Modevie,



- contrôle auto-qualité du béton d'un chantier.

GT AFGC → constitution d'une **base de données** opérationnelle des **indicateurs de durabilité** en fonction des **paramètres de formulation**.

Données d'entrée de la base « *BdiduBé* » :

- paramètres de formulation complétés par les caractéristiques des constituants du béton mais aussi les conditions de cure des bétons.
- indicateurs de durabilité (avec la précision de la méthode de mesure).

Objectifs

1. Est-on capable de faire émerger des seuils de performance en termes d'indicateurs de durabilité pour les différentes classes d'exposition de la norme EN206/CN ?
2. D'un point de vue statistique, identifier des lois de distributions pour les indicateurs de durabilité afin de mieux appréhender leur variabilité.
3. Etablir des liens entre les paramètres de formulation et les valeurs des indicateurs de durabilité.
4. ...

Engagement (charte de bon usage)

« Pour savoir comment donner, il faut se mettre à la place de celui qui reçoit. »

→ Saisir de données fiables et pertinentes !

« On ne manque jamais d'abuser de la trop grande bonté des autres. »

→ Utiliser la BdiduBé sans chercher à en tirer des avantages personnels ou des bénéfices commerciaux

« On gagne sa vie avec ce que l'on reçoit, mais on la bâtit avec ce que l'on donne. »

→ Ne pas limiter l'usage à de l'exploitation de données saisies par les autres Utilisateurs: alimenter la BdiduBé

2. CONDITIONS D'UTILISATION DE LA BASE BDIDUBÉ



Gestion administrative: AFGC

Animation technique et scientifique: Les utilisateurs !

Confidentialité

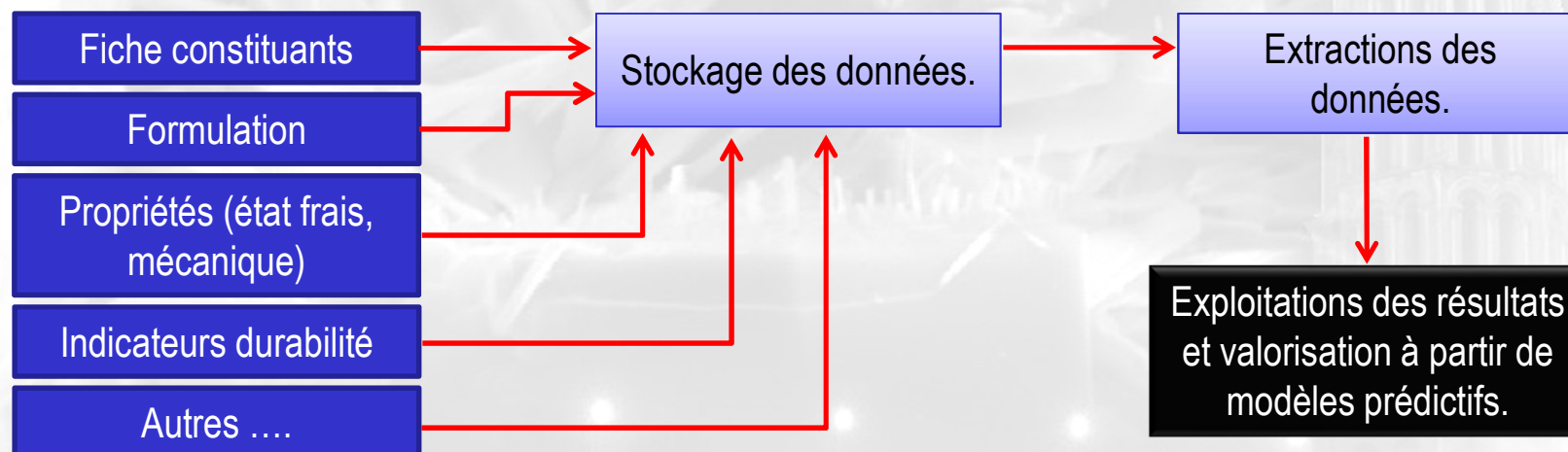
Un certain nombre de champs de la BdiduBé sont **confidentiels** et le Comité de suivi veille sur la confidentialité des informations entrées dans ces champs

3. ARCHITECTURE DE LA BASE BDIDUBÉ

Cahier des charges initial:

- accessible en ligne,
- communautaire avec des aspects de confidentialité,
- données d'entrée des constituants, des formulations, des propriétés et des indicateurs,
- prise en compte de l'évolution normative.
- évolutive dans le temps...

Architecture simplifiée:



Présentation de la BdiduBé en différents points:

- la page d'accueil,
- le tableau de bord,
- la saisie des constituants,
- la saisie des formulations et des propriétés,
- un focus sur la saisie des indicateurs,
- l'outil d'extraction,
- l'export des données.

4. PAGE D'ACCUEIL ET TABLEAU DE BORD

Adresse web:

- <http://appli-locale.univ-tlse3.fr/afgc>
- hébergeur: Université de Toulouse III



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://appli-gestion.univ-tlse3.fr/AFGC>. The page features the AFGC logo on the left and the title "Base de données INDICATEURS DE DURABILITE" in the center. Below the title is a login form with two input fields: "Login" (placeholder: "Saisissez votre login") and "Mot de passe" (placeholder: "Saisissez votre mot de pas"). A blue "Connexion" button with a green checkmark icon is positioned below the password field. A link for "Guide d'utilisation" is located below the login form. At the bottom of the page, under the heading "Liste des partenaires du projet", are logos for Lmdc, EDF, CERIB, ECOLE FRANÇAISE DU BETON, LES TRAVAUX PUBLICS, and SNBPE.

Page d'accueil avec:

- logos des financeurs,
- lien pour le téléchargement de la notice, de la charte de bon usage, ...
- fenêtre d'accès

4. PAGE D'ACCUEIL ET TABLEAU DE BORD

Tableau de bord:
Plusieurs zones.

Informations session

AFGC Association française de génie civil

Vous êtes connecté en tant que Franck CASSAGNABERE (Groupe : AFGC ADMIN)

[Deconnexion](#)

Composants Formulations Extraction Administration

Fenêtre d'utilisation

Tableau de bord

11 adhérents
7777 connexions depuis l'ouverture du site
33 formulations dont 0 depuis votre dernière connexion

Informations générales

Récapitulatif indicateurs de durabilité

Formulations saisies par indicateur	
Indicateur	Formulations
Coefficient d'absorption d'eau par immersion	0
Coefficient d'absorption d'eau par capillarité	7
Coefficient de diffusion apparent des ions chlorure	16
Coefficient de diffusion effectif des ions chlorure	3
Perméabilité accessible au gaz	14
Porosité accessible à l'eau	26
Profondeur de carbonatation	3
Profondeur de pénétration d'eau sous pression	0
Résistivité électrique	4
Teneur en portlandite	4

Composants Formulations Extraction Administration

Ciments
Additions
Eaux
Granulats
Adjuvants
Fibres

Composants Formulations Extraction Administration

Saisie d'une nouvelle formulation
Liste des formulations déjà saisies

Composants Formulations Extraction Administration

Gestion des groupes d'utilisateurs
Gestion des utilisateurs

5. PAGES DE SAISIE: LES COMPOSANTS

Onglet de saisie des composants de base pour une formulation de béton :

- ciments,
- eaux,
- adjuvants,
- additions,
- granulats,
- fibres.

Composants	Formulations	Extraction	Administration
Ciments			
Additions			
Eaux			
Granulats			
Adjuvants			
Fibres			

Organisation des fiches composants :

Quelque soit le composant → même organisation

Groupes d'utilisateurs	AFGC ADMIN	
Référence du ciment	Référence du ciment à rechercher (Affiche tout si laissé vide)	Rechercher

Informations générales

Tableau récapitulatif des ciments

Référence	Référentiel Normatif	Normalisation
azertazraz	EN 197-1	CEM II 32,5 CE
CEM I 52.5 R CE CP2 NF	EN 197-1	CEM I/A(M) 52,5 L-LH CE CP2NF
CEM I PM-ES (1)	EN 197-1	CEM I/A(LL) 52,5 L-LH/SR CE PMES-NF
CEM I PM-ES (2)	EN 197-1	CEM I/A(LL) 52,5 L-LH/SR CE PMES-NF
LAFARGE CEMI 52.5R	EN 197-1	CEM I/A(LL) 52,5 R-LH/SR CE CP1CP1--CP1NF
Thése001	EN 197-1	CEM I(S-M) 52,5 R-LH/SR CE CP1NF

Liste pour chaque composants dans le groupe.

Visualiser	Ajouter	Modifier	Supprimer
------------	---------	----------	-----------

Boutons d'édition

5. PAGES DE SAISIE: LES COMPOSANTS

Exemple pour une fiche de saisie: Fiche ciment (1/2)

* Référence du ciment	CEM I PM-ES (1)		
Origine			
Fournisseur			
Appellation commerciale	CEM I PM-ES		
* Référentiel normatif	EN 197-1	Paramètres de la fiche issus	Fiches techniques
* Type de ciment	CEM I		
Sous catégorie de composition	A		
Constituants Principaux	L	Non renseigné	Non renseigné
Classe de RC	52,5		
Sous classe de RC	L		
Caract. annexes NF EN 197-1 version 2001	LH		
Caract. annexes NF EN 197-1 version 2001	SR		
Caractéristiques ASTM C150 (ciments SR)	Non renseigné		
Caractéristiques complémentaires NF/LH	PM	ES	Non renseigné
* Masse volumique	3,050	g/cm3	
Composition chimique du ciment	C3S clinker (EN196-2)	Valeur	66,40 %
	C2S clinker	Valeur	11,70 %
	C3A clinker (EN196-2)	Valeur	2,50 %
	C4AF clinker	Valeur	13,30 %
	Non renseigné		
Résistance méca moy. sur mortier (EN 196-1)	Non renseigné		
	Non renseigné		
	Non renseigné		
Régulateur de prise	Non renseigné		
Finesse blaine (EN196-6)		cm2/g	
Chaleur d'hydratation à 41 heures (EN196-9)		J/g	
Autre propriété	Non renseigné		

* : Champ obligatoire

Informations confidentielles

Référentiel normatif

Désignation du ciment

Composition chimique et caractéristiques physiques, mécaniques et thermiques.

Modifier

Fermer

Boutons d'édition.

5. PAGES DE SAISIE: LA FORMULATION

Fiche de saisie d'une formulation : Dosage en composants et caractéristiques (2/2)

Référence de la formulation

TheseFC

☒ Saisie terminée

Général Ciment Additions Granulats Adjuvants Fibres Eau Caractéristiques Formulation Gâchées

Sélection et dosage

Liste des ciments		
±	Référence ciment	±
		Dosage (kg/m3)
		N°
	Thése001	278,0
		1

Liste des additions		
±	Référence addition	±
		Dosage (kg/m3)
		N°
	Métakaolin2	92,0
		1

Liste des granulats		
±	Référence granulat	±
		Dosage (kg/m3)
	Sable0/4	910,0
	Gravillon 4/10 R - code 24	840,0

Eau sélectionnée		
±	Référence de l'eau	±
		Dosage en eau totale (kg/m3) *
	Eau potable Toulouse	185,0

* Hors adjuvant

Dosage en eau efficace (E_{eff}) 173 kg/m3

ciment

+

addition(s)

+

granulat(s)

+

eau

+ ...

Caractéristiques du béton

Type de béton	Béton à MV ordinaire (2000-2600kg/m3)
Classe de résistance	C35/45
Classe de consistance	S1
Masse volumique théorique calculée	
2 306 kg/m3	
Liste des classes d'exposition	
±	Classe d'exposition
	XC1

5. PAGES DE SAISIE: LA FORMULATION

Fiche de saisie d'une formulation : Formulation

Référence de la formulation


TheseFC

☒ Saisie terminée

Général Ciment Additions Granulats Adjuvants Fibres Eau Caractéristiques Formulation Gâchées

Composant	Référence du composant	Dosage (kg/m3)
Ciment	Thése001	278,00
Eau	Eau potable Toulouse	185,00
Addition	Métakaolin2	92,00
Adjuvant	These001	1,90
Granulat	Gravillon 4/10 R - code 24	840,00
Granulat	Sable0/4	910,00

Récapitulatif des composants et des dosages de la formulation

 Visualiser

C = 278 kg/m3 A = 92 kg/m3 Dosage en eau totale (E_{Tot}) * : 185 kg/m3
L = 370 kg/m3 %A/L = 25 % Dosage en eau efficace (E_{Eff}) : 173 kg/m3
L = Liant total $E_{Eff} / L = 0,47$ * Hors adjuvant

Rapports de la formulation

 Modifier

 Fermer

 Imprimer

Caractéristiques du béton

5. PAGES DE SAISIE: UNE GÂCHÉE D'UNE FORMULATION

Fiche de saisie d'une formulation : 1 gâchée pour une formulation (1/2)

Référence de la formulation **TheseFC** ☒ Saisie terminée

Général | Ciment | Additions | Granulats | Adjuvants | Fibres | Eau | Caractéristiques | Formulation | Gâchées

Gâchées

Fabrication	Type de corps d'épreuve	Date de fabrication
Centrale à béton	Eprouvette	26/06/2007

Liste des gâchées

Détail de la gâchée

Echantillonnage

Origine de fabrication: Centrale à béton

Date de fabrication: 26/06/2007

Référence:

Type corps d'épreuve: Eprouvette

Traitement: 50

Durée d'étuvage: 12

Mode de conservation: Salle humide 20°C

Mode de serrage: Vibré

Détail de la gâchée « i »

Indicateurs de durabilité

Indicateurs	Valeur	Echéance
Porosité accessible à l'eau	13,00	28 j
Coefficient d'absorption d'eau par capillarité	3,00	28 j
Perméabilité accessible au gaz	200,00	28 j
Profondeur de carbonatation	25,00	28 j

Indicateurs de durabilité pour la gâchée « i »

Etat frais

Ouvrabilité: Affaissement

Valeur mesurée: 20 mm

Teneur en air mesurée: 3,8 %

Masse volumique mesurée: 2346 kg/m3

Caractéristiques à l'état frais pour la gâchée « i »

Résistance en compression

Géométrie des éprouvettes (cm)	Echéance	Mesure
Non renseigné	3 j	37,8 MPa
10x10x10	28 j	47,6 MPa
Non renseigné	Non renseigné	MPa
Non renseigné	Non renseigné	MPa
Non renseigné	Non renseigné	MPa

Propriétés mécaniques pour la gâchée « i »

Détails

5. PAGES DE SAISIE: LES INDICATEURS DE DURABILITÉ

Fiche de saisie d'une formulation : Focus sur la saisie des indicateurs de durabilité (1/2)

Pour une gâchée « i » → Plusieurs indicateurs pouvant être renseignés

Indicateurs de durabilité		
Indicateurs	Valeur	Echéance
Porosité accessible à l'eau	13,00	28 j
Coefficient d'absorption d'eau par capillarité	3,00	28 j
Perméabilité accessible au gaz	200,00	28 j
Profondeur de carbonatation	25,00	28 j

[Détails](#) [Supprimer](#) [Modifier](#) [Ajouter](#)

→ Liste des indicateurs de durabilité (généraux ou spécifique):

- résistivité électrique,
- porosité accessible à l'eau,
- perméabilité au gaz,
- profondeur de pénétration d'eau sous pression,
- coefficient d'absorption d'eau par capillarité,
- coefficient d'absorption d'eau par immersion,
- coefficient de diffusion apparent des Cl⁻,
- coefficient de diffusion effectif des Cl⁻,
- profondeur de carbonatation,
- teneur en portlandite

→ Pour chaque indicateur, prise en compte de:

- protocole et/ou norme (actuelle ou ancienne),
- paramètres d'essai (T° C, HR, tps de séchage, concentration, ...)
- date,
- échéance d'essai,
- valeur moyenne, précision et écart type.

5. PAGES DE SAISIE: LES INDICATEURS DE DURABILITÉ

Fiche de saisie d'une formulation : Focus sur la saisie des indicateurs de durabilité (2/2)

→ Exemple pour deux indicateurs

Indicateur	Porosité accessible à l'eau		
Mode opératoire	Non renseigné		
Durée de saturation	<input type="text"/> h		
Nombre de corps d'épreuves testés	<input type="text"/>		
Echéance d'essai	56 j	Précision	<input type="text"/>
Valeur moyenne d'essai (%)	<input type="text"/>	Ecart type	<input type="text"/>
<input type="button" value="✓ Valider"/>		<input type="button" value="✗ Annuler"/>	

Porosité accessible à l'eau

Profondeur de carbonatation

Indicateur	Profondeur de carbonatation		
Mode opératoire	Non renseigné		
Taux de CO2	<input type="text"/>	%	
HR de l'enceinte	<input type="text"/>	%	
Température de préconditionnement	<input type="text"/>	°C	
HR de préconditionnement	<input type="text"/>	%	
Durée de préconditionnement	<input type="text"/>	h	
Nombre de corps d'épreuves testés	<input type="text"/>		
Echéance d'essai	56 j	Précision	<input type="text"/>
Valeur moyenne d'essai (mm)	<input type="text"/>	Ecart type	<input type="text"/>
<input type="button" value="✓ Valider"/>		<input type="button" value="✗ Annuler"/>	

6. OUTIL D'EXTRACTION

Présentation de l'outil d'extraction

4 parties distinctes

Outil d'extraction

Critères de recherche
☐ Bétons contenant ☐ Bétons ne contenant pas

Ajouter

Rechercher

Liste des critères recherchés	
Description textuelle des critères de recherche ajoutés	

Critères d'affichage

Indicateur de durabilité: Résistivité électrique (ohm.m)

Paramètre: Dosage en ciment (C en kg/m3)

Représentation des échantillons (gachés): ☒ Points distincts ☐ Un seul point

Rechercher

Recherche | Graphique

Rafraîchir graphe

Liste des formulations répondant aux critères			
Nom de la formulation	Valeur Indicateur	Valeur paramètre	Afficher sur le graphique

Détails Export en XLS Export en CSV

Critères de recherche

Critères d'affichage

Résultats de la recherche.

Outil d'export des données

6. OUTIL D'EXTRACTION

Critères de recherche.

Recherches mono ou multi critères selon:

- les composants (nature, type, caractéristique) ;
- les formulations (dosage, maturation, ...) ;
- les caractéristiques du béton ;
- les propriétés de durabilité.

Critères à partir de:

- de valeurs chiffrées,
- de listes déroulantes.

Possibilité de gestion des recherches:

- d'enregistrer la recherche,
- de rappeler une ancienne recherche.

Critères de recherche
☒ Bétons contenant ☐ Bétons ne contenant pas
Composant / Caractéristique : Indicateurs
Critère du composant : Porosité accessible à l'eau (%) Comparaison : Est compris entre Valeur min : 10
Valeur recherchée : Valeur moyenne éprouvette Valeur max : 20

Ajouter

Description textuelle des critères de recherche ajoutés
Bétons contenant des ciments avec le critère : Dosage en ciment (C en kg/m3) est compris entre 150 et 450.
Bétons contenant des additions avec le critère : Type d'addition correspond aux valeurs Métakaolin, Laitier de haut fourneau, Fumée de silice, Cendre volante siliceuse.
Bétons ayant pour indicateur de durabilité : Porosité accessible à l'eau (%) avec une valeur moyenne comprise entre 10 et 20

Supprimer

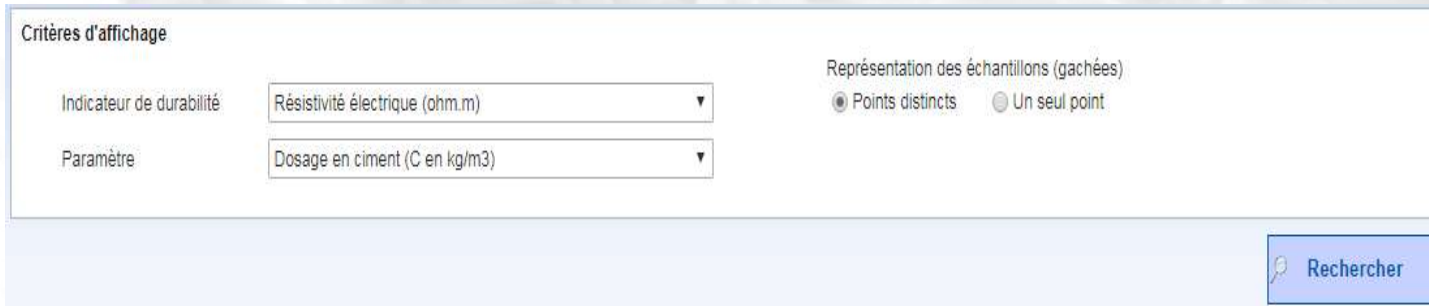
EX: Recherche multicritère

6. OUTIL D'EXTRACTION

Critères d'affichage.

Cette fonction permet d'afficher les résultats suite à la/les sélections de recherche.

Un indicateur de durabilité est au moins un critère d'affichage.

The image shows a software interface window titled 'Critères d'affichage'. It contains two dropdown menus on the left: 'Indicateur de durabilité' (Durability indicator) set to 'Résistivité électrique (ohm.m)' and 'Paramètre' (Parameter) set to 'Dosage en ciment (C en kg/m3)'. On the right, under the heading 'Représentation des échantillons (gachées)', there are two radio buttons: 'Points distincts' (selected) and 'Un seul point'. A blue 'Rechercher' button with a magnifying glass icon is located at the bottom right of the window. The background of the slide features a faint, artistic rendering of a bridge and a cathedral tower.

7. AFFICHAGE ET EXPORT DES DONNÉES

Résultat de la recherche.

Deux modes de restitution.

- format tableau,
- format graphique.

Recherche Graphique

Liste des formulations répondant aux critères			
Nom de la formulation	Porosité accessible à l'eau (%)	Dosage en ciment (C en kg/m3)	Afficher sur le graphique
FBTest / Gâchée 1 / 28 j	19.5	350	<input checked="" type="checkbox"/>
REF CEM I / Gâchée 1 / 28 j	14.05	300	<input checked="" type="checkbox"/>
FC 50 / Gâchée 1 / 28 j	16.83	Non renseigné	<input checked="" type="checkbox"/>
FC 30 / Gâchée 1 / 28 j	14.78	210	<input checked="" type="checkbox"/>
LA 30 / Gâchée 1 / 90 j	15	263	<input checked="" type="checkbox"/>
CEM V Sa / Gâchée 1 / 28 j	12	385	<input checked="" type="checkbox"/>
Sam-AT2-S / Gâchée 1 / 28 j	13	352	<input checked="" type="checkbox"/>
U3v-C35/45 XA2 / Gâchée 1 / 28 j	13.1	135	<input checked="" type="checkbox"/>
B4v GAR L / Gâchée 1 / 28 j	12.7	155	<input checked="" type="checkbox"/>
CEMI + 50% LHF / Gâchée 1 / 28 j	15		<input checked="" type="checkbox"/>
COSEA 5 / Gâchée 1 / 28 j	12		<input checked="" type="checkbox"/>
COSEA 7 / Gâchée 1 / 28 j	14.2		<input checked="" type="checkbox"/>

Rafraîchir graphe

Recherche Graphique

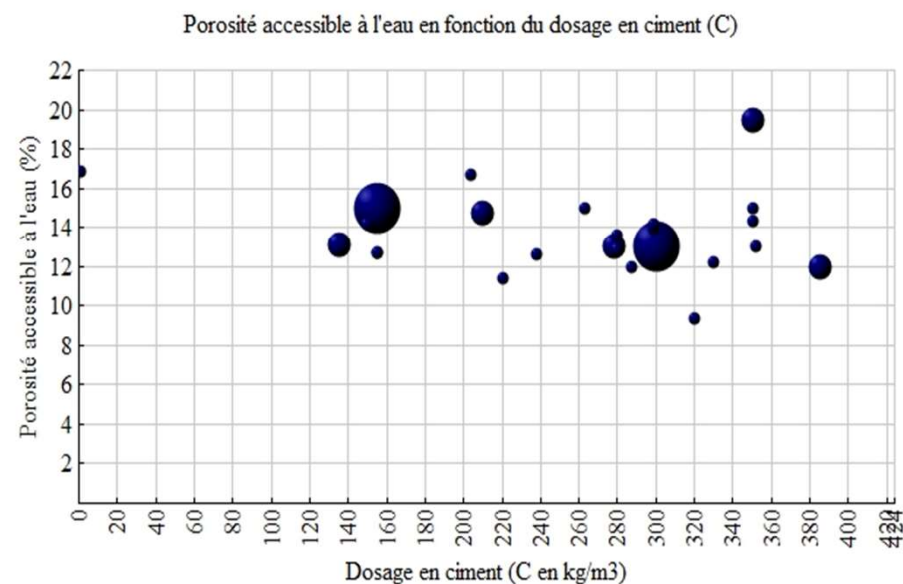
Rafraîchir

Affichage « tableau »:

- nom de la formule,
- 2 valeurs d'affichage,
- possibilité de consultation

Affichage « graphique »:

- affichage point seul/distinct
- possibilité de consultation



7. AFFICHAGE ET EXPORT DES DONNÉES

Différents types d'exportation des données

- format xls,
- format CSV.

Recherche Graphique

Liste des formulations répondant aux critères

Nom de la formulation	Porosité accessible à l'eau (%)	Dosage en ciment (C en kg/m3)	Afficher sur le graphique
COSEA 4 / SEA-Ouvrages en élévation / 28 j	12.6	238	<input checked="" type="checkbox"/>
COSEA 6 / SEA-Ouvrages en élévation / 28 j	12.3	297	<input checked="" type="checkbox"/>
B4v / Convenance Cavignac / 28 j	12.7	155	<input checked="" type="checkbox"/>
TheseFC / Gâchée 1 / 28 j	13	278	<input checked="" type="checkbox"/>
Thèse MS - 7766 - CEM I / 7766-29 / 1 an	13	300	<input checked="" type="checkbox"/>
COSEA 1 / G1 / 28 j	13.6	280	<input checked="" type="checkbox"/>
COSEA 2 / G1 / 28 j	12.9	280	<input checked="" type="checkbox"/>
B54 NOTE / Gâchée 1 / 28 j	9.4	320	<input checked="" type="checkbox"/>
Béton9 / Gâchée 1 / 28 j	16.7	204	<input checked="" type="checkbox"/>
BR BV004 / OROR / 90 j	13.9	299	<input checked="" type="checkbox"/>
BR BV004 / OROR / 28 j	14.2	299	<input checked="" type="checkbox"/>
Béton1 / Gâchée 1 / 90 j	11.4	220	<input checked="" type="checkbox"/>

Détails Export en XLS Export en CSV

Remarques:

- possibilité de trier les données pour alléger l'export
- fichier brut avec l'ensemble des données sur chaque ligne,
- **les données exportées préservent la confidentialité,**

Détail des ciments
☒ Oui
☐ Non

Détail de l'eau
☒ Oui
☐ Non

Détail des additions
☒ Oui
☐ Non

Détail des granulats
☒ Oui
☐ Non

Détail des fibres
☒ Oui
☐ Non

Détail des adjuvants
☒ Oui
☐ Non

Caractéristiques du béton
☒ Oui
☐ Non

Détail des gâchées
☒ Oui
☐ Non

Détail des indicateurs
☒ Oui
☐ Non

☒ ☐

- Actualisation de la base de données : évolution normative
- Saisie résultats du PN PERFDUB : 42 bétons et ouvrages anciens

Rappel des objectifs :

- Faire émerger des seuils de performance en termes d'indicateurs de durabilité pour les différentes classes d'exposition
- Identifier des lois de distributions pour les indicateurs de durabilité afin de mieux appréhender leur variabilité
- Etablir des liens entre les paramètres de formulation et les valeurs des indicateurs de durabilité.

A vous de jouer... sans oublier de lire la notice détaillée.

<http://appli-locale.univ-tlse3.fr/afgc>

**Lire et signer la charte d'utilisation puis l'envoyer à
bdidube@afgc.asso.fr**

Envoi des informations d'accès à la base après validation par l'AFGC



REMERCIEMENTS

Liste des partenaires du projet

