

# BASE DE DONNEES DES INDICATEURS DE DURABILITE DES BETONS [BDIDUBE]

## Notice pour l'Utilisateur

Franck Cassagnabère et Myriam Carcassès.  
Université de Toulouse.



*Website.* <https://appli-gestion.univ-tlse3.fr/AFGC>



## Résumé

Pour confectionner un béton durable dans un environnement donné, trois approches sont mentionnées dans la norme NF EN 206/CN : « Bétons : spécification, performances, production et conformité » :

- l'approche prescriptive basée sur des valeurs limites de composition (teneur en liant minimale, rapport  $E_{eff}/L_{eq}$  maximal, classe...) de bétons exposés à des conditions environnementales agressives ;
- l'utilisation du concept de performance équivalente mentionné dans le paragraphe 5.2.5.3 de la norme européenne NF EN 206/CN ;
- l'utilisation de l'approche performantielle mentionné dans le paragraphe 5.3.3. de la norme NF EN 206/CN dans laquelle les propriétés de durabilité du béton à qualifier sont comparées à des valeurs seuil établies par le retour d'expérience local ou déterminées par modèle prédictif.

L'approche performantielle de la formulation des bétons basée sur la durabilité apparaît comme de plus en plus attractive dans le secteur de la construction car elle autorise l'utilisation de constituants « bas carbone » et favorise les bétons innovants présentant pour les utilisateurs un niveau de fiabilité très intéressant.

Ces dernières années, de nombreuses études à l'échelle internationale ont été effectuées afin de mieux évaluer les propriétés de durabilité des bétons : meilleures compréhensions des phénomènes physico-chimiques, paramètres influant, développement d'essais de dégradation accélérés.

Dans ce contexte, l'Association Française de Génie Civil (AFGC) a mandaté un groupe de travail, piloté par le Laboratoire Matériaux et Durabilité des Construction (LMDC, Toulouse) pour développer une Base de données des Indicateurs de durabilité des Bétons (BdiduBé) dédiées aux utilisateurs de ce matériau (concessionnaires, sociétés d'ingénierie, entrepreneurs, industriels de la préfabrication et BPE, fournisseurs de constituants, instituts d'état, laboratoires universitaires...). A long terme, l'utilisation de cette base de données a pour objectif :

- d'affiner les relations entre les paramètres de formulation du béton et les valeurs d'indicateurs de durabilité,
- d'aider à la détermination de loi de distribution statistique d'indicateurs de durabilité pour une meilleure estimation de leur variabilité (cas des modèles probabilistes),
- de définir des seuils d'indicateurs correspondant aux différentes classe d'exposition de la norme NF EN 206/CN.

Le présent document constitue la notice d'utilisation de la Base de données des Indicateurs de durabilité des Bétons (BdiduBé). Il présente l'ensemble des fonctionnalités de l'application : les valeurs d'entrée pertinentes (constituants, formulation, propriétés, indicateurs de durabilité) mais aussi l'outil d'extraction facile d'utilisation afin de partager l'ensemble des données tout en garantissant une **confidentialité** sur les informations partagées. Cette base de données est à approvisionner par chaque partenaire avec leurs données disponibles.

**Abstract**

To define a durable concrete in a given environment, three approaches are mentioned in the NF EN 206/CN standard:

- The prescriptive approach based on limiting values for the composition (minimum binder content, maximum effective water to equivalent binder ratio, compressive strength class...) of concrete exposed to some aggressive environmental conditions;
- The use of equivalent performance concept mentioned in chapter 5.2.5.3 of NF EN 206/CN standard;
- The use of the performance-related design method mentioned in chapter 5.3.3 of NF EN 206/CN standard (the durability properties of the candidate concrete are compared to threshold values which are defined taking into account the experience with local practices in local environments and the use of proven predictive models).

The performance-based approach to concrete durability appears to be more and more popular in the construction sector because it enables the use of low-carbon constituents and innovative concrete mixes, while improving the level of safety for the end user. During the past last years, numerous studies have been carried out worldwide in order to better assess the concrete expected durability, leading to the standardization of testing protocols but also to a better understanding of main influencing parameters as far as concrete overall durability is concerned.

In this context, the French Association for Civil Works (French acronym AFGC) has set up a working group for the constitution of a database dedicated to durability indicators shared by the owners, engineering companies, contractors, state owned and public laboratories, universities, concrete constituents suppliers, concrete ready-mix suppliers. This database has been built up considering the following main goals:

- To establish relevant links between concrete mix design inputs and achieved durability indicators values;
- To help for the determination of statistical distribution laws of several durability indicators for a better assessment of their variability (interest in the case of probabilistic models);
- To define durability indicators threshold values corresponding to the different NF EN 206/CN exposure classes.

This document is a using instruction for database dedicated to durability indicators of concrete. It presents all of features of application: the relevant inputs (constituents, design, properties, durability indicators...) and also a convenient tool to be easily used and shared in the future, keeping in mind that some confidentiality must be considered on the shared information. In a near future, each partner will fill the database with available concrete mix designs and associated properties.

## Sommaire

0 - Introduction : Présentation de la base de données BdiduBé.....	5
1 - Accessibilité et confidentialité .....	14
Hébergement .....	14
Webmaster de la BdiduBé.....	14
Connexion.....	14
2 - Tableau de bord et menu principal.....	16
Tableau de bord de la BdiduBé .....	16
Menu principal .....	16
Remarque importante sur les « Données confidentielles » .....	17
3 - Onglet de saisie des « Composants » .....	18
Accès aux différents composants .....	18
Saisie des « Composants » .....	18
Remarques sur la phase de saisie des « Composants » .....	19
Fiche descriptive des « Composants » .....	20
<i>La fiche « Ciments »</i> .....	20
<i>La fiche « Additions »</i> .....	21
<i>La fiche « Eaux »</i> .....	21
<i>La fiche « Granulats »</i> .....	22
<i>La fiche « Adjuvants »</i> .....	22
<i>La fiche « Fibres »</i> .....	23
4 - Onglet de saisie des « Formulations ».....	24
Accès aux formulations de béton .....	24
Fonctionnalité de la saisie des « Formulations ».....	24
Liste des formulations .....	25
Les différents onglets .....	26
<i>Général</i> .....	26
<i>Les composants : Ciments, Additions, Eau, Granulats, Adjuvants, Fibres</i> .....	26
<i>Saisie des Caractéristiques d'une formulation</i> .....	27
<i>Formule</i> .....	27
<i>Gâchées</i> .....	28
5 - Outil d'extraction .....	32
Critères de recherche .....	32
Critères d'affichage.....	33
Résultats et graphique .....	33
6 - Export des données .....	35
7 - Sauvegarde des critères de recherche.....	36



## 0 - Introduction : Présentation de la base de données BdiduBé

Le développement de la « Base de données des Indicateurs de durabilité des Bétons » (**BdiduBé**) est le résultat d'un groupe de travail de l'Association Française de Génie Civil piloté par M.Carcassès et F.Cassagnabère (LMDC, Université de Toulouse 3). Ce projet collaboratif (plus d'une trentaine de participants) s'inscrit dans le développement de l'approche performantielle de la formulation des bétons.

Cette méthode basée sur les performances de durabilité des bétons fait l'objet du Projet National **PerfDub**<sup>1</sup> (Approche performantielle de la durabilité des ouvrages en béton) et de l'ANR **Modevie**<sup>2</sup> (Modélisation de la durée de vie des ouvrages).

La communication intitulée « *Setting up of a database dedicated to durability indicators by the Civil Works French Association (AFGC) to support the implementation of concrete performance-based approach* » par M.Carcassès, L.Linger, F.Cussigh, P.Rougeau, F.Barberon B.Thauvin, F.Cassagnabère, J.Mai Nhu, M.Dierkens, présentée au colloque FIB à Copenhague en 2015 détaille l'application. Cet article présente les objectifs, la méthodologie ainsi que l'architecture et les données techniques de cette base de données développée sur Webdev (Isimedia, 2017)

### **Aim**

*To define a durable concrete in a given environment, three approaches are mentioned in the EN 206 standard:*

- *the prescriptive approach based on limiting values for the composition (minimum binder content, maximum water to binder ratio, compressive strength class...) of concrete exposed to some aggressive environmental conditions;*

- *the use of equivalent performance concept mentioned in chapter 5.2.5.3 of EN 206 standard;*
- *the use of the performance-related design method mentioned in chapter 5.3.3 of EN 206 standard (the durability properties of the candidate concrete are compared to threshold values which are defined taking into account the experience with local practices in local environments and the use of proven predictive models).*

*The performance-based approach to concrete durability appears to be more and more popular in the construction sector because it enables the use of low-carbon constituents and innovative concrete mixes, while improving the level of safety for the end user. During the past last years, numerous studies have been carried out worldwide in order to better assess the concrete durability expected properties, leading to the standardization of testing protocols but also to a better understanding of main influencing parameters as far as concrete overall durability is concerned.*

*In this context, the French Association for Civil Works (French acronym AFGC) has set up a working group for the constitution of a database dedicated to durability indicators shared by the owners, engineering companies, contractors, state owned and public laboratories, universities, concrete constituents suppliers, concrete ready-mix suppliers. This database has been built up considering the following main goals:*

- *to establish relevant links between concrete mix design inputs and achieved durability indicators values;*
- *to help for the determination of statistical distribution laws of several durability indicators for a better assessment of their variability (interest in the case of probabilistic models);*
- *to define durability indicators threshold values corresponding to the different EN 206 exposure classes.*

*The first major task of the working group was to define the proper matrix and organization of this database by defining the relevant inputs (compulsory, optional) and also to select a convenient tool to be easily used and shared in the future, keeping in mind that some confidentiality must be considered on the shared informations. The outcomes of this study will be detailed in the present article.*

*In a near future, each partner will fill the database with available concrete mix designs and associated properties. A post-treatment of expected numerous data will be then carried out to answer the here-above questions.*

**Keywords:** *Concrete, database, durability, numerical simulations, performance-based approach, testing protocols, variability.*

<sup>1</sup> <http://www.perfdub.fr/>

<sup>2</sup> <http://www.agence-nationale-recherche.fr/?Projet=ANR-14-CE22-0018>

## **1 Introduction**

This article describes the durability indicator database (DIDb) setting up process carried out by the French Association for Civil Works (French acronym AFGC). This promising tool is intended to be used for improving the implementation of concrete performance-based approach in a near future.

## **2 International and French national context**

It is becoming more and more popular for many civil engineering major projects worldwide to specify, in parallel to exposure classes associated with concrete compressive strength grades, that the concrete must comply with given durability indicators threshold values either at 28 days or 56/90 days (such as apparent chloride migration coefficient (DRCM), rapid chloride permeability test value (RCPT), porosity, water/gas permeability, ...).

In fact, the EN 206 European standard is recognizing such a trend by stating that three approaches are valid to define a durable concrete in a given environment:

- the prescriptive approach based on limiting values for the composition (admissible cementitious materials, minimum binder content, maximum water to binder ratio, compressive strength class...) of concrete exposed to some aggressive environmental conditions;
- the use of equivalent performance concept mentioned in chapter 5.2.5.3 of EN 206 standard;
- the use of the performance-related design method mentioned in chapter 5.3.3 of EN 206 standard (the durability properties of the candidate concrete are compared to threshold values which are defined taking into account the experience with local practices in local environments and the use of proven predictive models).

For most of the projects, concrete compressive strength behavior is considered being less and less a critical issue compared to the achievement of more or less stringent hardened concrete intrinsic properties. Designers and Contractors must then be aware about the proper and better ways to address durability issues by selecting relevant concrete mix designs considering locally available raw materials and surrounding conditions in a given location.

Also, during the past last years, numerous studies have been carried out in order to better assess the concrete durability expected properties, leading to the definition of testing protocols including a better knowledge about their variability but also to a better understanding of main influencing parameters (concrete mix design parameters) as far as concrete overall durability is concerned. It is noted that several fib Commissions and dedicated Task Groups are still working on these issues. In particular, a Model code for service life design of concrete structures is proposed in the Bulletin n°34 (fib, 2006) and has been included in the fib Model Code 2010 (fib, 2010). The objective of MC2010 is clearly "to identify agreed durability related models and to prepare the framework for standardization of performance based design approaches" and is proposing several levels of sophistications including: deemed to satisfy design approach, partial factor design approach but also full probabilistic design approach.

For the latter approach, it is necessary to use quite sophisticated numerical mathematical tools requiring numerous inputs which are assumed to be more or less influencing the final result (i.e. the risk to overcome, for the considered lifetime, steel reinforcement depassivation with a given steel reinforcement cover for a given concrete mix design with given surrounding boundary limits).

For an operational use of such numerical tools by Engineers, it is recognized that some steps must still be climbed regarding the here below listed non-exhaustive parameters:

- achieve a better concrete durability tests standardization through relevant ISO, EN, ASTM standards;
- manage to get a better assessment of expected variability for a given durability test;
- propose, as far as possible, relevant correlation laws between several tests (for example apparent and effective chloride migration coefficients);
- make progress in the understanding of the most relevant ways to achieve targeted threshold values as far as constituent's selection and mix designs proportioning are concerned.

In this context, the French Association for Civil Works (French acronym AFGC) has set up a working group for the constitution of a database dedicated to durability indicators shared by the owners, engineering companies, contractors, state owned and public laboratories, universities, concrete constituents suppliers, ready-mix concrete suppliers.

## **3 A collaborative tool to allow collection of data**

AFGC database is a collaborative tool which has been considered as necessary and useful in order to collect and organize available data on durability indicators and associated concrete recipes.

This has been made possible, in particular, since a number of test methods for durability indicators measurement have been recently standardized in France (between 2008 and 2012):

- NF P 18-458: Concrete — Testing hardened concrete — Testing accelerated carbonation : Measuring the thickness of carbonated concrete
- NF P 18-459: Concrete — Testing hardened concrete — Testing porosity and density

- XP P 18-461: Testing hardened concrete — Chloride ions migration accelerated test in steady-state conditions — Determining the effective chloride ions diffusion coefficient
- XP P 18-462: Testing hardened concrete — Chloride ions migration accelerated test in non-steady-state conditions — Determining the apparent chloride ions diffusion coefficient
- XP P 18-463: Concrete — Testing gas permeability on hardened concrete

This standardization step is following previous works initiated by AFPC-AFREM (previous name of AFGC) at the end of the 90's and continued through several research projects like *GranDuBé* (GranDuBé, 2007) and *APPLET* (APPLET, 2012).

A proper use of these durability indicators, for performance-based approach, requires a sufficient knowledge of existing relations between them and corresponding concrete mix design, with a series of objectives:

- assess sensitivity of durability indicators to mix variations and use it for durability indicators best choice for a given exposure class;
- define proper age (or ages) of test for the different durability indicators;
- select appropriate concrete materials and mix design to reach a given target value;
- anticipate variability of those indicators all along a construction period in order to define a proper safety margin (between target value and limit value).

Whereas mix design parameters influencing durability properties are numerous (binder type, water to binder ratio, paste content, air content, aggregates type and porosity,...) and dedicated studies on this topic (through PhD thesis works, for instance) can never claim to be fully representative of the overall and always growing variety of concrete recipes, AFGC database will be in a position to deliver a wide set of results from different construction projects or research works and will therefore be involving very different materials and concrete mixes.

Those results will be useful for the French National Project "PERFDUB" (4 years project starting in 2015), collective research project which aims at defining detailed methodologies for concrete performance based approach. In return, data gathered from PERFDUB experiments will be introduced into the database: in particular, a selection of concrete mixes complying with the different limit values of table F of EN 206 for the different exposure classes will be tested in order to give a "translation" of this table in terms of durability performance. Specific influence of aggregates, which is neglected in nowadays durability models, will also be studied (from low porosity hard rock aggregates to recycled concrete aggregates).

#### **4 AFGC Database description**

##### **4.1 Building process philosophy**

The durability indicator database (DIDb) setting up has been designed in four main stages:

1- Formulation of database: the first step of the database formulation has been to think about the drafting of model forms (properties of constituents, standards, durability indicators and associated experimental protocol, concrete mix designs) and the extraction tool (sequence and search parameters, display format).

2- Supply phase: inputs are provided by both feedback from construction sites and factories experiences and technical and scientific literature review (international journals, PhD thesis, symposiums).

3- Processing of data: the registered information collected in the DIDb is used to:

- identify threshold values for each exposure class (EN206) in terms of durability indicators such as diffusion coefficient or water porosity for example;
- identify link between mix design parameters not yet taken into account in prescriptive approach e.g. nature or characteristics of aggregates and durability indicator values;
- set up statistical distribution laws that contribute to use probabilistic models (Deby, 2008), phenomenological models (Bary & Sellier, 2004, Thiery, 2005), neural network models (Parichatprecha & Nimityongskul, 2009)...

4- Additional experimental study: the analysis of correlations between design parameters (constituent proportioning, binder's types, W/B ratios) and associated durability values is expected to highlight the needs for complementary experimental works allowing to supplement DIDb.

##### **4.2 Technical development**

Computer development is realized on WebDev19, software distributed by PC Soft company (PC Soft, 2014). The development phase is performed by Isimedia company (Montpellier, France) that is specialised on development of database on Web (Isimedia, 2014).

The first step of design has been to write specifications between concrete experts (AFGC work group) and programmer (Isimedia engineers). After delivery of V1 of database, a double-phase of test and cross-validation has been realized in order to avoid practical dysfunction and to verify ergonomics of tool. The final Web provider is operated by Université Paul Sabatier, Toulouse III (France).

##### **4.3 Description of Durability Indicators Database (DIDb)**

###### **4.3.1 General account**

The DIDb is available on a website and can be accessed from any computer. This tool is a collaborative and an open-participatory database dedicated to AFGC members. However, for obvious reason, all users must be part of AFGC working group and must sign up a chart dealing with provided inputs and outputs use.

#### 4.3.2 Connexion and group management

The connexion of database is individual with possibility to share inputs with a group of persons of same company (possible hierarchy). For purposes of confidentiality, all users have an anonym access (login + password). Each member can extract all data without getting information about the provider to such or such result nor about the origin of constituents and suppliers. The Webmaster is the sole person authorized to have access to all data provided by each member of community.

After identification access phase, at the opening of website, the homepage presents 4 tabs:

- data sheet of constituents;
- concrete designs;
- extraction tool;
- management group.

Figure 1 presents the flowchart of global database from identification phase (I. rectangular shape), DIDb (II. rectangular shape) to using data (III. rectangular shape).

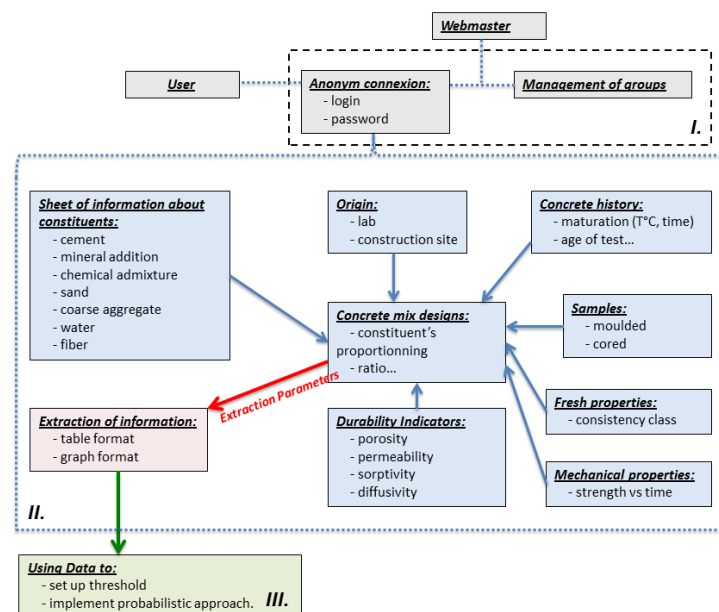


Fig. 1 Structure view of database

#### 4.3.3 Data sheet of constituents

At the opening of the tab index "constituents", it is possible to generate new components, to view or to change edited components. Information can be edited by in the form of numerical values or from a dropdown list. It is also possible to add some further comments. Fields are optional and others are compulsory (freezing tool access when remaining empty).

Each constituent (cement, chemical admixture, mineral additions, sand, coarse aggregates, water, fiber) presents specific features. For example, we can consider for chemical admixture: plasticizer, superplasticizer, air entraining agent, viscosity agent, ...

Figure 2 examines the data sheet for cement. The first part (A) is to define general information (A): designation, origin, reference and supplier. This part presents confidential aspects. The second part (B) is dedicated to standardization aspects (EN, NF, ASTM) with type, strength class, main constituents (K, LL, P,...). The third part (C) deals with cement properties:

- physical properties (specific gravity, fineness);
- Bogue formula (%C3S, %C2S,...);
- chemical composition;
- mechanical considerations (strength vs time);
- ...

Mandatory fields are identified with a red star.

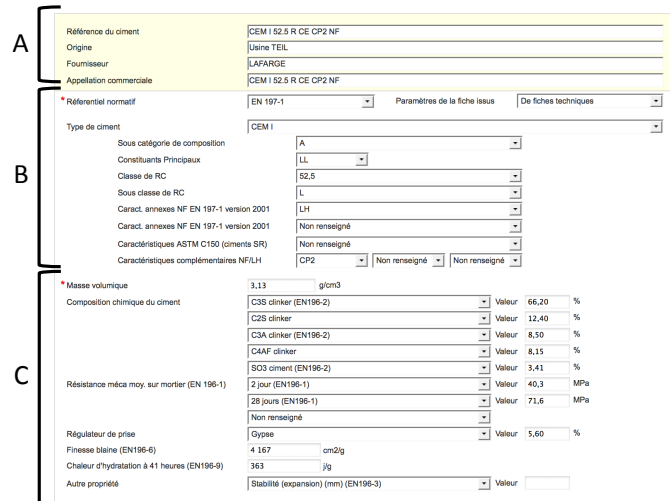


Fig. 2 Data sheet of cement (French version)

4.3.4 Data sheet of concrete mix

The second kind of data supplies (Figure 3) deals with concrete mix design. In addition to present dosage for each constituent and resulting ratios, data about mix designs come mainly from:

- quality control from construction site;
- self-inspection in precast factory;
- project laboratory study, master thesis, round robin test studies, ...

Other parameters of mix design will be taken into account as concrete history (maturity), specimen (cored or moulded samples)

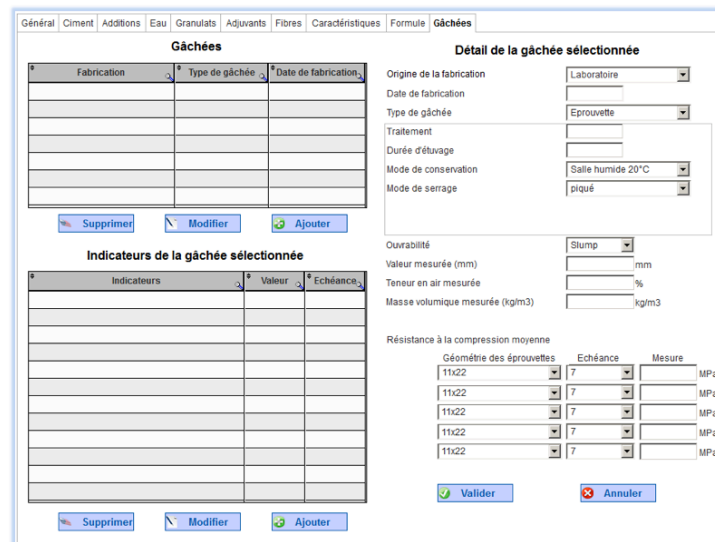


Fig. 3 Data sheet of concrete mix designs

4.3.5 Data sheet of durability indicators

The main feature of DIDb is information about durability indicators. Table 1 summarizes the used durability indicators with recommendations and standards.

Table 1: Durability indicators used in database

Durability Indicators Recommendation/Standard	Durability Indicators Recommendation/Standard
<u>Water porosity (%)</u> - AFPC AFREM (1997) - NF P 18-459 (2010)	<u>Electrical resistivity</u> - ERLPC (2006)
<u>Oxygen permeability (10<sup>-18</sup> m<sup>2</sup>)</u> - AFPC AFREM (1997) - LCPC method n°58 (2002) - XP P 18-463 (2011)	<u>Penetration depth of H<sub>2</sub>O under pressure (mm)</u> - NF EN 12 390-8 (2012)



<p><u>Portlandite content (kg/m<sup>3</sup>)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ATG test: LCPC Method n°58 (2002)</li> <li>- Chem. analysis: AFPC AFREM (1997)</li> <li>- Calculation: (Baroghel-Bouny, 2008)</li> </ul>	<p><u>Water absorption (kg/m<sup>2</sup>)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AFPC AFREM (1997)</li> <li>- NF EN 13369 (2013)</li> </ul>
<p><u>Rapid Chloride Permeability Testing (C)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ASTM C1202 (1994)</li> </ul>	<p><u>Penetration depth of carbonation (mm)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- XP P 18-458 (2008)</li> <li>- AFPC AFREM (1997)</li> <li>- FprCEN/TS 12 390-12 (2010)</li> </ul>
<p><u>Cl<sup>-</sup> migration from steady-state migration experiments (10<sup>-12</sup> m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- LCPC method n°58 (2002)</li> <li>- GranDuBé (2007)</li> <li>- ERLPC (2006)</li> <li>- XP P 18 461 (2012)</li> </ul>	<p><u>Cl<sup>-</sup> diffusion from non-steady-state migration experiments (10<sup>-12</sup> m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- LCPC method n°58 (2002)</li> <li>- XP CEN/TS 12390-11 (2010)</li> </ul>
<p><u>Cl<sup>-</sup> migration coefficient from non-steady-state migration experiments (10<sup>-12</sup> m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- NT Built 492 (1999)</li> <li>- GranDuBé (2007)</li> <li>- ERLPC (2006)</li> <li>- XP P 18 462 (2012)</li> </ul>	

Two kinds of indicators are collected (Baroghel-Bouny, 2004):

- general indicators for all concrete such as water porosity, chloride migration coefficient, gas permeability;
- specific indicators regarding a given degradation (accelerated carbonation depth) for an exposure class.

Site: Hassan II bridge (Rabat, Morocco). Test period: 2008-2011  
 Context: quality control. Lab: LPEE.

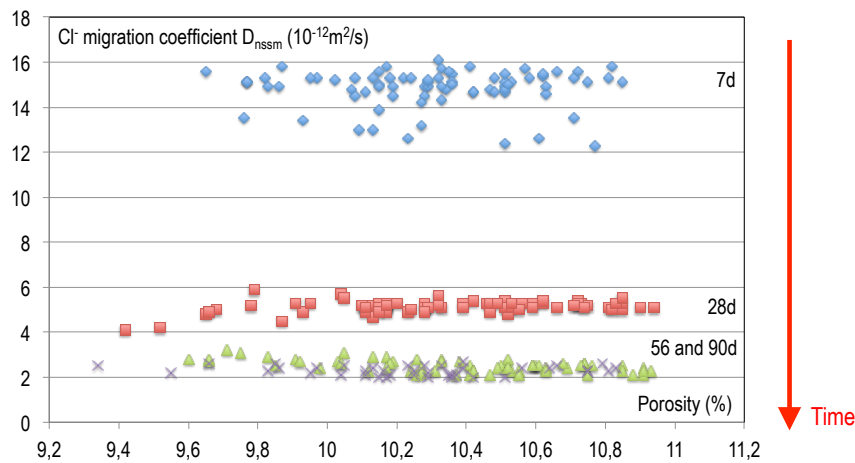


Fig. 4 Correlation between Cl<sup>-</sup> migration coefficient and porosity

#### 4.3.6 Extraction phase

After supply data phase, the extraction allows summarizing and analysing data in regards to given criteria. Search criteria (single or coupled) are linked to component characteristics, mix design parameter in relation with durability indicators. Relations between two indicators can be considered as illustrated in Figure 4.

Various extraction formats are available: tables compatible with spreadsheets or graphs (e.g. Figure 4).

### 5 Expected outcomes of the database

Proposals of threshold values associated to durability indicators or accelerated tests are more and more quoted in standards or recommendations. However some of these values have been defined based on few experience from an operational point of view. The DIDb will allow to define threshold values with more confidence and in a better coherence with the real potential of the mix design.

As faced by the CEN TC104/SC1/TG17, another very important point is how to take into account the aging effect in the performance-based approach. The database will allow studying the evolution of a durability indicator for given mix design with time according to the kind of binder and curing conditions. Aging factor is one of the most influential parameter when studying the durability of concrete structures in marine environment. For instance the service life design based on durability

model (such as the fib model code (fib, 2006; fib, 2010) is strongly dependent on the aging factor to be applied on DRCM. Numerous diffusion coefficients of chlorides available for various compositions will allow assessing the long term performances of concrete structures in a best way.

The variability of the durability properties available for a given concrete results from the variability linked to the characteristics of the constituents, the variability linked to the variations of the constituent proportions and the variability due to the process. As mentioned before, the performance-based approach is of great interest for a better integration of the concrete durability properties in standardization. To increase its interest, it is now necessary to take into account the variability of the material in a rational way. For instance, in the EN 206 standard, the variability of the compressive strength of concrete is taken into account in a probabilistic way. Indeed characteristic strength values (fractile equals 5 %) are used as one of the limiting values for concretes exposed to some aggressive environmental conditions. In the same way the performance-based concept of the durability could allow to reach the same safety level taking into account the variability of the material. The Figure 5 shows how the question of equivalent durability concept can be expressed (Mai-Nhu, 2012). The durability properties of three concretes have been represented taking into account their variability:

- a concrete complying with the considered standard, NF EN 206 for the present case (noted  $f_{d,NF EN 206}$ );
- a reference concrete for which properties are reinforced in comparison with the previous concrete (noted  $f_{d,REF}$ );
- a candidate concrete (noted  $f_{d,cc}$ ).

The grey surfaces correspond to the probability of getting a higher value of the durability property than the characteristic value. The latter has to be discussed and could be for example equal to 5 % as for the compressive strength defined in the NF EN 206 standard.

The problem is to know how to verify that the characteristic value of the durability property of the candidate concrete ( $f_{dk,cc}$ ) is not higher than those of the concrete which complies with the NF EN 206 standard ( $f_{dk,NF EN 206}$ ).

In order to apply a rigorous methodology to compare performances of several concretes (Mai-Nhu, 2012), it is necessary to quantify this variability and to know which law of probability density should be used (Applet, 2012).

To take into account the variability of concrete, one method could be mixing a large number of batches and doing characterizations in order to plot the variability of the values and to extrapolate  $f_{dk,cc}$ . The method is theoretically relevant but seems difficult to carry out due to its duration and cost. A substantial database not only with results obtained from in-situ concrete but also with results from concretes cast in laboratory conditions will allow to precise the variability of the performances of concretes with constant W/B ratio and binder content for instance. This will allow defining the distribution law of each durability parameter more precisely and taking into account standard deviation in the best way.

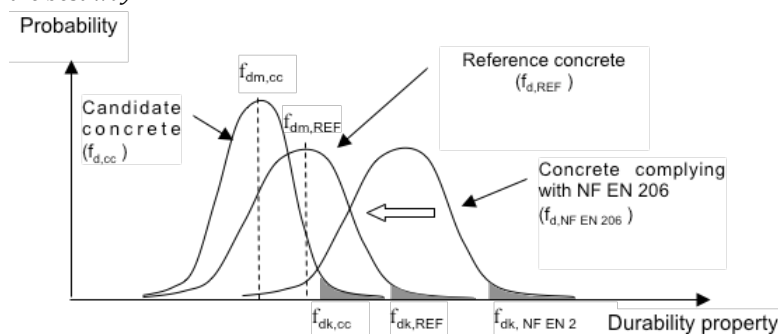


Fig. 5 Representation of the equivalent performance concept.

The figure considers a durability property for which a lower value is better for the duration of service life (carbonation migration, diffusion coefficient of chlorides, porosity...) [Mai-Nhu & al., 2012]

Moreover, the use of durability and corrosion models in a probabilistic way to assess lifetime of concrete structures exposed to aggressive environment allows taking into account the variability of input parameters linked to the material, the process and the environment. However this requires a wide range of data, not only to determine which law of probability density can be used but also to quantify inputs parameter such as standard deviation. Once more, the database could provide useful data for modelling users.

Finally a substantial database could also help industrials and concrete producers to identify which parameter can be altered to optimize the performances of concrete from a technical and economical point of view and to improve the level of safety for the end user. It is considered as an essential tool for the development of operational performance-based approach and can be considered as a prelude for the French National Project on performance-based approach PERFDUB.

## 6 Conclusion and expected future perspectives

The points of the interest of the DIDb are the following:

- it is a new type of global collective database dealing with performance based approach;
- it allows an easy web access from any computer;
- it is supplied with inputs from various sources (academic, industry): lab study (specific study or round robin test study), construction site (building, dam, bridge, infrastructure...), precast factory, maintenance programs;...
- it is considering confidential aspect with login and password for each user;
- it has been set up following a strict quality chart defined by the AFGC working group;
- it allows evolutions: development of an English version, standards update...

The performance-related design method mentioned in chapter 5.3.3 of EN 206 states that the durability properties of the candidate concrete are compared to threshold values which are defined using the experience obtained from local practices in local environments and the use of proven predictive models. It is expected that the post-treatments carried out on the numerous inputs provided by the users of this database will allow proposing relevant durability indicators threshold values for each concerned exposure class.

Also, an adequate post-treatment of outputs corresponding to a given concrete "family" (i.e. with similar constituents and consistent proportioning (W/B ratio)) is expected to allow to improve current knowledge about variability laws applicable to a given durability indicator. This would be a major contribution for a better and easier use of full-probabilistic design approach provided by (fib, 2006) and (fib, 2010), including a better understanding about the influence of the variability range rather than average or even "characteristic" value of a given durability indicator on the final results. It is to be mentioned that many people are still mainly focused on a target value to be achieved, as for example 1000 Coulomb at 90 days following RCPT testing protocol. However, in many cases, the significance of a given durability indicator threshold value is not obvious (characteristic value (not easy to be determined with few values), minimal value (which risk (5 %, 10 %) is associated to the proposed value,...) and clearly stipulated. As a matter of fact, a proper use of this database could be a way to tentatively propose control conformity rules which could be used when concrete performance-based design approach is used.

In a context where concrete has an important role to play in sustainable development through its contribution to energy saving and durability of constructions, the performance-based approach to concrete durability appears to be an essential tool which enables the use of optimized and innovative concrete mixes, while improving the level of safety for the end user. The use of DIDb is assumed to be a relevant tool for the implementation of such approach declined in two possible ways:

- performance-related design method: the durability properties of the candidate concrete are compared to threshold values which are defined using the experience obtained from local practices in local environments and the use of proven predictive models;
- equivalent performance concept: this concept is based on the definition of a reference concrete for a dedicated exposure class. The durability properties of a candidate concrete are compared to those of the reference concrete.

### **Acknowledgements**

The authors wish to acknowledge the support of the French Association for Civil Works (AFGC) and of the associated partners who strongly support this French collective job: LMDC, FNTP, EFB, CERIB, SNBPE, IRSN, LPEE, EDF.

### **References**

- (fib 2006) fib Bulletin 34 (2006), Model code for service life design. fédération internationale du béton (fib), Lausanne, Switzerland.
- (fib, 2010) fib Model Code 2010.
- (APPLET, 2012) Durée de vie des ouvrages: Approche Prédictive Performantielle et Probabiliste (acronym APPLET), 2012
- (Mai-Nhu, 2012) Mai-Nhu J., Rougeau P., Onillon N., Francisco Ph., Jacquemot F., « Contribution of the probabilistic approach to performance-based approach of concrete durability », ICDC, International Congress on Durability of Concrete, Norway, 2012.
- (PC Soft, 2014) Website <http://pcsoft.fr/st/telec/webdev18/index.html>
- (Isimedia, 2014) Website <http://www.isimedia.com/>
- (Deby, 2008) Probabilistic approach of durability for an immersed concrete in sea water, PhD Thesis, Université de Toulouse, France.
- (Parichatprecha & Nimityongskul, 2009) R.Parichatprecha, P.Nimityongskul Analysis of durability of high performance concrete using artificial neural networks, Construction and Building Materials. Vol.23-2, 2009, pp.910-917.
- (Bary & Sellier, 2004) B.Bary, A.Sellier, Coupled moisture-carbon dioxide-calcium transfer model for carbonation of concrete, Cement and Concrete Research, Vol 34, 2004, pp.1859-1872.
- (Thiery, 2005) M.Thiery, Modélisation de la carbonatation atmosphérique des bétons – Prise en compte des effets cinétiques et de l'état hydrique, PhD thesis, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 2005.



(Baroghel-Bouny, 2004) V.Baroghel-Bouny, *Conception des bétons pour une durée de vie données des Ouvrages: Maitrise de la durabilité vis-à-vis de la corrosion des armatures et de l'alcali-réaction, Documents scientifiques et techniques, AFGC, 2004.*

Testing protocols:

(AFPC-AFREM, 1997) AFGC AFREM. *Recommended method for durability indicator. In: Proceedings of technical meeting AFPC-AFREM, Toulouse (France), 1997.*

LCPC M58 (2002) *Méthodes de caractérisation LPCPC: Caractéristiques microstructurales et propriétés relatives à la durabilité des bétons : Méthodes de mesure et d'essai de laboratoire Techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées, Méthode d'essai ME58 - 87p - 2002 ISBN : 2-7208-3406-1.*

(GranDuBé, 2007) GranDuBé (2007) G.Arliquie, H.Hornain: *GranDuBé: Grandeurs associées à la Durabilité des Bétons, Presses Ponts et Chaussées, 2007*

Test standards:

ASTM C1202 (1994) ASTM, *Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration, ASTM, West Conshohocken (USA), 1994.*

EN 206-1 (2004) CEN, *Concrete-Part 1: Specification, Performance, Production and Conformity. CEN, AFNOR, Brussels (Belgium), 2004.*

FprCEN/TS 12 390-12 (2010) CEN, *Testing hardened concrete - Part 12: Determination of the potential carbonation resistance of concrete: Accelerated carbonation method, CEN Technical Specifications, Brussels (Belgium), 2010.*

NF P 18-459 (2010) AFNOR, *Béton - Essai pour béton durci - Essai de porosité et de masse volumique, AFNOR, Paris (France), 2010.*

NF EN 12-390-8 (2012) AFNOR, *Essai pour béton durci - Partie 8 : Profondeur de pénétration d'eau sous pression, AFNOR, Paris (France), 2012.*

NF EN 13-369 (2013) CEN/AFNOR, *Règles communes pour les produits préfabriqués en béton, AFNOR, Paris (France), 2013.*

NT Built 492 (1999) NT, *Chloride migration coefficient from non-steady-state migration experiments, Nordic council minister, Espoo (Finland), 1999.*

XP P 18 463 (2011) AFNOR, *Bétons - Essai de perméabilité aux gaz sur béton durci, AFNOR, Paris (France), 2011.*

XP P 18 461 (2012) AFNOR, *Essai sur béton durci - Essai accéléré de migration des ions chlorure en régime stationnaire - Détermination du coefficient de diffusion effectif des ions chlorure, AFNOR, Paris (France), 2012.*

XP P 18 462 (2012) AFNOR, *Essai sur béton durci - Essai accéléré de migration des ions chlorure en régime non-stationnaire - Détermination du coefficient de diffusion apparent des ions chlorure, AFNOR, Paris (France), 2012.*

XP P 18-458 (2008) AFNOR, *Essai pour béton durci - Essai de carbonatation accélérée - Mesure de l'épaisseur de béton carbonaté, AFNOR, Paris (France), 2008.*

XP CEN/TS 12390-11 (2010) CEN, *Essai sur béton durci - Partie 11 : détermination de la résistance du béton à la pénétration des chlorures, diffusion unidirectionnelle, CEN, Brussels (Belgium), 2010.*

## 1 - Accessibilité et confidentialité

La Base de données Indicateurs de Durabilité des Bétons (BdiduBé) est accessible par les adhérents cotisant à l'Association Française de Génie Civil (AFGC). Certains points concernant l'accessibilité et la confidentialité des sessions utilisateur ou des groupes d'utilisateur sont précisés ci-dessous :

- Chaque accès est personnel et confidentiel avec un « Login » et un « Mot de passe ». Tous les accès sont gérés par un WebMaster affilié à l'AFGC.
- Chaque compte utilisateur est temporaire pour prendre en compte l'utilisation de la BdiduBé par un stagiaire ou un collaborateur temporairement dans l'équipe. Cette durée est variable de 1 jour à 1 an, renouvelable sur simple demande.
- Chaque compte est affilié à un groupe d'utilisateurs avec un responsable par groupe. Ce responsable devra gérer chaque année avec le WebMaster les mises à jour des accès pour les collaborateurs de son groupe.
- Chaque utilisateur est responsable de la qualité des données saisies (Cf « Charte de bonne pratique »)
- Les publications techniques et scientifiques obtenues à partir de la BdiduBé devront être validées par le comité de l'AFGC. L'AFGC devra être citée dans la liste des auteurs.

### Hébergement

Le site web de la BdIdB est hébergé sur les serveurs de la Direction des Système d'Information<sup>3</sup> (DSI) de l'Université de Paul Sabatier Toulouse III. Certains choix de développement ont été restreints pour des raisons de sécurité (Charte UT3).

Le temps maximum de connexion, sans activité, est de vingt minutes.

### Webmaster de la BdiduBé

En date du 1<sup>er</sup> Novembre 2017, le secretariat de l'AFGC (gestion interface AFGC), M.Carcassès (gestion interface UT3), F.Cassagnabère (gestion technique) sont les administrateurs de la base de données et du site hébergeur.

Ils ont donc un accès à toutes les données saisies et peuvent également gérer les groupes et les différents comptes utilisateurs.

### Connexion

La connexion au site web (<https://appli-gestion.univ-tlse3.fr/AFGC>) requiert un identifiant et un mot de passe (code confidentiel et personnel) afin de respecter les clauses de confidentialités éditées par le comité de pilotage.

Pour obtenir les codes d'accès, il est nécessaire de renseigner la fiche téléchargeable sur le site de l'AFGC et de le renvoyer à l'adresse suivante : [afgc@afgc.asso.fr](mailto:afgc@afgc.asso.fr)

---

<sup>3</sup> [http://services-numeriques.univ-tlse3.fr/accueil-direction-des-systemes-d-information-607756.kjsp?RH=ACC\\_PSN&RF=1297696129802](http://services-numeriques.univ-tlse3.fr/accueil-direction-des-systemes-d-information-607756.kjsp?RH=ACC_PSN&RF=1297696129802)

Les champs sont sensibles, il est donc nécessaire de vérifier les majuscules, minuscules et les chiffres.



The image shows a login interface for the 'Base de données INDICATEURS DE DURABILITE'. On the left is the AFGC logo. The main heading is 'Base de données INDICATEURS DE DURABILITE'. The login form contains two input fields: 'Login' with the text 'ADMIN' and 'Mot de passe' with asterisks. Below the fields is a blue button with a green checkmark and the text 'Connexion'. Underneath the button is a link for 'Guide d'utilisation'. Below the login form is the heading 'Liste des partenaires du projet' followed by six logos: Lmdc Toulouse, EDF, CERIB, Ecole Française du Béton, Les Travaux Publics Fédération Nationale, and SNBPE.

Figure 1 : Formulaire de connexion

Sur la page d'accueil, un lien permet de charger le présent « *guide d'utilisation* » de la base de données ainsi que la « *charte de bonne utilisation* ». Une rubrique « Foire aux questions » (*FAQ*) est mise en place pour aider les Utilisateurs sur des problèmes récurrents.

## 2 - Tableau de bord et menu principal

### Tableau de bord de la BdiduBé

Après la phase d'identification personnelle (Login et Mot de passe), l'utilisateur arrive sur la page du tableau de bord servant aussi de menu principal (Figure 2).



Figure 2 : Tableau de bord

Le tableau de bord informe sur :

- le nombre d'adhérents à la BdiduBé ;
- le nombre de connexions depuis l'ouverture du site ;
- le nombre de formulations saisies dont le nombre depuis la dernière connexion de l'utilisateur ;
- un tableau récapitulatif de formulation pour chaque indicateur de durabilité.

### Menu principal

Le menu principal (Figure 3) est accessible à tout moment pendant votre navigation. Il regroupe toutes les pages du site et permet un accès rapide à chacune d'entre elles. Il se divise en trois parties :

1. le logo de l'AFGC, qui ramène à la page d'accueil du site,
2. le nom et le prénom de l'utilisateur, ainsi que le groupe auquel il est affilié. Un bouton « **Déconnexion** » permet à l'utilisateur de quitter l'application.
3. le menu, qui donne un accès à toutes les pages détaillées dans la suite du manuel. Les deux premiers onglets du menu (« Composant » et « Formulation ») sont déroulants. L'onglet « Extraction » est l'outil de recherche de la BdiduBé.

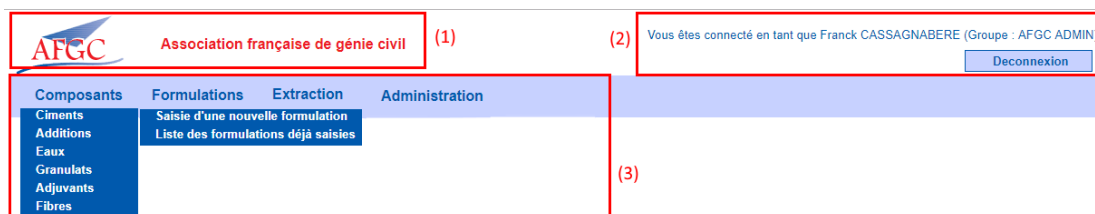


Figure 3 : L'onglet Menu principal

La suite du manuel pour l'utilisateur s'organise de la manière suivante :

- un chapitre dédié aux « **Composants** » du béton (ciments, additions, granulats,...) ;
- un chapitre consacré à la « **Formulation** » du béton (classe, propriétés, indicateurs de durabilité) ;
- un chapitre expliquant en détail l'outil d' « **extraction** » (recherche, affichage, export...).

## Remarque importante sur les « Données confidentielles »

Certaines données à saisir présentent un **caractère confidentiel**. Ces données confidentielles ne peuvent être visibles et consultables que par l'utilisateur les ayant renseignées et par son groupe.

Lors de la saisie de ces données, **les parties confidentielles correspondent à celles sur fond jaune**, comme présentée en Figure 4.

* Référence du ciment	<input type="text"/>
Origine	<input type="text"/>
Fournisseur	<input type="text"/>
Appellation commerciale	<input type="text"/>

Figure 4 : Donnée au format confidentiel



Après avoir cliqué dans le menu sur le composant à renseigner (ici un ciment), la page précédente s'affiche (Figure 6) :

a. Tous les ciments enregistrés par votre groupe sont disponibles dans le tableau en (2). Ce tableau affiche en colonne les informations principales du ciment. Un clic simple sur une ligne du tableau permet de sélectionner un ciment, ce qui a pour effet de changer la couleur de la ligne en bleu clair. Un double-clic affiche la fiche descriptive du ciment choisi (Cf. Fiche descriptive d'un composant, ci-après Figure 9).

b. Les fonctionnalités disponibles (3) pour chaque constituant en phase de saisie sont identiques. Il est possible :

- de visualiser les informations relatives au constituant déjà renseigné ;
- d'ajouter un nouveau constituant (ouverture d'une fiche descriptive vide) ;
- de modifier un constituant préalablement renseigné ;
- de supprimer de la liste un constituant existant.

c. Il est possible de rechercher un ciment par sa référence dans la liste grâce au champ en (1). Une fois la référence renseignée, le bouton « Rechercher » lance la recherche et met à jour le tableau. Si le champ est vide, la recherche affichera tous les ciments de votre groupe.

## Remarques sur la phase de saisie des « Composants »

**Remarque 1 (Importante):** Les champs précédés d'un astérisque rouge (\*) doivent obligatoirement être renseignés, avant de valider la saisie ou la modification d'un ciment. L'enregistrement de la fiche s'effectue par le biais des boutons en bas du formulaire (Figure 7).



Figure 7 : Boutons valider ou annuler la saisie d'une fiche

**Remarque 2:** Le formulaire du mode « Ajout » est entièrement vide afin que vous puissiez y renseigner toutes les informations que vous souhaitez.

**Remarque 3:** Si la fiche descriptive du ciment est ouverte en mode « Visualisation », les différents champs de saisie seront verrouillés, mais un bouton « Modifier » en bas du formulaire permet de passer en mode « Modification » à tout moment. Dans les deux cas, la fiche contiendra les données déjà enregistrées.

**Remarque 4:** Lors de la validation, les champs sont vérifiés à des fins de validation par l'outil informatique afin de vérifier les possibles erreurs de saisies dans les valeurs. Si une erreur est détectée, un message rend compte des champs aux valeurs estimées trop élevées ou trop basses, et vous propose confirmer et d'enregistrer ou de modifier votre saisie (Figure 8).

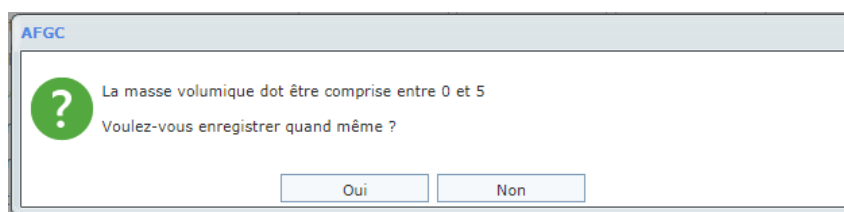


Figure 8 : Message d'erreur pour une donnée saisie ne correspondant pas à l'intervalle de valeur

## Fiche descriptive des « Composants »

L'ensemble des constituants possède une fiche descriptive à renseigner. Chaque fiche de saisie « Composants » a été élaborée par un industriel commercialisant le constituant et a été approuvée par le comité de pilotage.

### La fiche « Ciments »

Après avoir cliqué sur l'onglet « Ciments », le formulaire correspondant à la fiche descriptive d'un ciment apparaît (Figure 9). Dans cette fiche, plusieurs sections sont identifiables :

- la partie confidentielle avec référence, origine, fournisseur... (partie en jaune) ;
- le référentiel normatif ;
- le type de ciment ;
- la masse volumique ;
- les informations sur la composition chimique ;
- les informations sur les propriétés mécaniques ;
- les informations sur les propriétés physiques et thermiques ;
- les informations sur d'autres propriétés.

* Référence du ciment	<input type="text"/>		
Origine	<input type="text"/>		
Fournisseur	<input type="text"/>		
Appellation commerciale	<input type="text"/>		
* Référentiel normatif	EN 197-1	Paramètres de la fiche issus	Non renseigné
* Type de ciment	Non renseigné		
Sous catégorie de composition	Non renseigné		
Constituants Principaux	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
Classe de RC	Non renseigné		
Sous classe de RC	Non renseigné		
Caract. annexes NF EN 197-1 version 2001	Non renseigné		
Caract. annexes NF EN 197-1 version 2001	Non renseigné		
Caractéristiques ASTM C150 (ciments SR)	Non renseigné		
Caractéristiques complémentaires NF/LH	Non renseigné	Non renseigné	Non renseigné
* Masse volumique	<input type="text"/>	g/cm3	
Composition chimique du ciment	Non renseigné		
	Non renseigné		
	Non renseigné		
	Non renseigné		
	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)	<input type="text"/>	cm2/g	
Chaleur d'hydratation à 41 heures (EN196-9)	<input type="text"/>	j/g	
Autre propriété	Non renseigné	Valeur	<input type="text"/>

\* : Champ obligatoire

Figure 9 : Fiche descriptive d'un « Ciment » (mode ajout)

Les rubriques principales présentées en Figure 9 sont détaillées avec des données plus spécifiques. Un fichier « xls » joint à cette présente notice présente l'ensemble des données pouvant être renseignées et les unités équivalentes à chaque donnée.



### La fiche « Additions »

Après avoir cliqué sur l'onglet « Additions », le formulaire correspondant à la fiche descriptive d'une addition apparaît (Figure 10). Dans cette fiche, plusieurs sections sont identifiables :

- la partie confidentielle avec référence, origine, fournisseur... (partie en jaune) ;
- le référentiel normatif ;
- le type d'addition ;
- des informations complémentaires ;
- les informations de finesse et de granularité.

* Référence de l'addition		<input type="text"/>
Origine		<input type="text"/>
Fournisseur		<input type="text"/>
Appellation commerciale		<input type="text"/>
Référentiel normatif	Non renseigné	
* Type d'Addition	Non renseigné	
Complément	Non renseigné	Valeur <input type="text"/>
Complément	Non renseigné	Valeur <input type="text"/>
Complément	Non renseigné	Valeur <input type="text"/>
Finesse blaine (cm <sup>2</sup> /g)	<input type="text"/>	cm <sup>2</sup> /g
Refus à 40 µm (%)	<input type="text"/>	%

\* : Champ obligatoire

Figure 10 : Fiche descriptive d'une « Addition » (mode ajout)

Les rubriques principales présentées en Figure 10 sont détaillées avec des données plus spécifiques. Un fichier « xls » joint à cette notice présente l'ensemble des données pouvant être renseignées et les unités équivalentes à chaque donnée.

### La fiche « Eaux »

Après avoir cliqué sur l'onglet « Eaux », le formulaire correspondant à la fiche descriptive d'une eau apparaît (Figure 11). Dans cette fiche, plusieurs sections sont identifiables :

- la partie confidentielle avec la référence (partie en jaune) ;
- le référentiel normatif ;
- le type d'eau ;
- des informations complémentaires (qualité, pH, densité...).

* Référence de l'eau	<input type="text" value="Nom de l'eau"/>	
* Type d'eau	Autre	
Référence normative	Non renseigné	
* Qualité de l'eau	Non renseigné	
pH	<input type="text"/>	
Présence d'hydrocarbures	Non renseigné	
Densité	Non renseigné	

\* : Champ obligatoire

Figure 11 : Fiche descriptive d'un « Eau » (mode ajout)

Les rubriques principales présentées en Figure 11 sont détaillées avec des données plus spécifiques. Un fichier « xls » joint à cette notice présente l'ensemble des données pouvant être renseignées et les unités équivalentes à chaque donnée.

### La fiche « Granulats ».

Après avoir cliqué sur l'onglet « Granulats », le formulaire correspondant à la fiche descriptive d'un granulats apparaît (Figure 12). Dans cette fiche, plusieurs sections sont identifiables :

- la partie confidentielle avec référence, origine, fournisseur... (partie en jaune) ;
- le référentiel normatif ;
- le type de granulats ;
- des informations de granulométrie, de nature, de traitement ;
- des informations de finesse, de propreté...

* Référence du granulats	<input type="text" value="Référence du granulats"/>
Origine	<input type="text"/>
Fournisseur	<input type="text"/>
Appellation commerciale	<input type="text"/>
* Type de granulats	Non renseigné ▾
* Référentiel normatif	Non renseigné ▾
* Valeur de d	Non renseigné ▾ mm
* Valeur de D	Non renseigné ▾ mm
Traitement	Non renseigné ▾
Origine	Non renseigné ▾
Nature minéralogique	Non renseigné ▾
Passant 63 microns	<input type="text"/> %
Passant 250 microns	<input type="text"/> %
Absorption Eau	<input type="text"/> %
Masse volumique réelle	<input type="text"/> g/cm <sup>3</sup>
Valeur au bleu de MT	<input type="text"/> g/100 g
Module de finesse sur sable	<input type="text"/>
Class. vis-à-vis de l'alcalinité	Non renseigné ▾
Coefficient d'aplatissement	<input type="text"/> %

\* : Champ obligatoire

Figure 12 : Fiche descriptive d'un « Granulats » (mode ajout)

Les rubriques principales présentées Figure 12 sont détaillées avec des données plus spécifiques. Un fichier « xls » joint à cette notice présente l'ensemble des données pouvant être renseignées et les unités équivalentes à chaque donnée.

### La fiche « Adjuvants ».

Après avoir cliqué sur l'onglet « Adjuvants », le formulaire correspondant à la fiche descriptive d'un adjuvant apparaît (Figure 13).

* Référence de l'adjuvant	<input type="text"/>
Origine	<input type="text"/>
Fournisseur	<input type="text"/>
Appellation commerciale	<input type="text"/>
* Type d'adjuvant	Non renseigné ▾
* Référentiel normatif	Non renseigné ▾
* Extrait sec	<input type="text"/> %
Densité	<input type="text"/>
pH	<input type="text"/>
Ions Chlorure (inférieur à)	<input type="text"/> %
Na <sub>2</sub> O équivalent (inférieur à)	<input type="text"/> %
Famille de molécules	Non renseigné ▾

\* : Champ obligatoire

Figure 13 : Fiche descriptive d'un « Adjuvant » (mode ajout)

Dans cette fiche, plusieurs sections sont identifiables :

- la partie confidentielle avec référence, origine, fournisseur... (partie en jaune) ;

- le référentiel normatif ;
- le type d'adjuvant ;
- des informations classiques (extrait sec, pH, densité...).

Les rubriques principales présentées en Figure 13 sont détaillées avec des données plus spécifiques. Un fichier « xls » joint à cette notice présente l'ensemble des données pouvant être renseignées et les unités équivalentes à chaque donnée.

### La fiche « Fibres ».

Après avoir cliqué sur l'onglet « Fibres », le formulaire correspondant à la fiche descriptive d'une fibre apparaît (Figure 14). Dans cette fiche, plusieurs sections sont identifiables :

- la partie confidentielle avec référence, origine, fournisseur... (partie en jaune) ;
- le référentiel normatif ;
- le type de granulat ;
- des informations de granulométrie, de nature, de traitement ;
- des informations de finesse, de propreté...

* Référence de l'adjuvant	<input type="text"/>
Origine	<input type="text"/>
Fournisseur	<input type="text"/>
Appellation commerciale	<input type="text"/>
* Type d'adjuvant	Non renseigné <input type="text"/>
* Référentiel normatif	Non renseigné <input type="text"/>
* Extrait sec	<input type="text"/> %
Densité	<input type="text"/>
pH	<input type="text"/>
Ions Chlorure (inférieur à)	<input type="text"/> %
Na <sub>2</sub> O équivalent (inférieur à)	<input type="text"/> %
Famille de molécules	Non renseigné <input type="text"/>

\* : Champ obligatoire

Figure 14 : Fiche descriptive d'une « Fibre » (mode ajout)

Les rubriques principales présentées en Figure 14 sont détaillées avec des données plus spécifiques. Un fichier « xls » joint à cette notice présente l'ensemble des données pouvant être renseignées et les unités équivalentes à chaque donnée.

## 4 - Onglet de saisie des « Formulations »

### Accès aux formulations de béton

L'accès aux formulations s'effectue depuis le menu principal. L'onglet propose directement (Figure 15) :

- d'ajouter une nouvelle formulation ;
- ou d'afficher la liste des formulations déjà saisies par votre groupe.

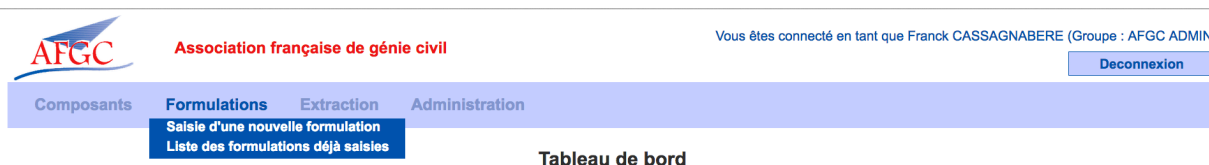


Figure 15 : Menu "Formulations"

### Fonctionnalité de la saisie des « Formulations »

Cette rubrique est consacrée au mode de fonctionnement de la phase de saisie des informations pour la formulation. Des précisions à cette saisie sont nécessaires afin d'assurer un fonctionnement optimal de la BdIdB.

- Durant la saisie d'une formulation, certains champs apparaissent sur fond bleu clair (Figure 16). Ces champs sont calculés automatiquement et ne sont pas à renseigner.

C = <input type="text"/> kg/m <sup>3</sup>	A = <input type="text"/> kg/m <sup>3</sup>	<input type="button" value="Visualiser"/>	Dosage en eau totale (E <sub>Tot</sub> ) * : <input type="text"/> kg/m <sup>3</sup>
L = <input type="text"/> kg/m <sup>3</sup>	%A/L = <input type="text"/> %		Dosage en eau efficace (E <sub>Eff</sub> ) : <input type="text"/> kg/m <sup>3</sup>
L = Liant total	E <sub>Eff</sub> / L = <input type="text"/>		* Hors adjuvant

Figure 16 : Champs calculés pour une formulation

- Lors d'une saisie de formulation, trois boutons sont disponibles depuis n'importe quel onglet (Figure 17) :



Figure 17 : Boutons disponibles en mode « Formulations »

- « Valider » permet d'enregistrer la saisie effectuée.
- « Annuler » permet de quitter la saisie sans enregistrer les données.
- « Imprimer » affiche la fiche de la formulation dans une nouvelle fenêtre que vous pouvez ainsi télécharger ou imprimer.

#### Remarque importante.

- Une fois la saisie de la formulation terminée, **il est primordial de cocher la case « Saisie terminée »** (Figure 18). Sans cette étape, les données saisies relatives à la formulation n'enrichiront pas la base de données.

Saisie terminée

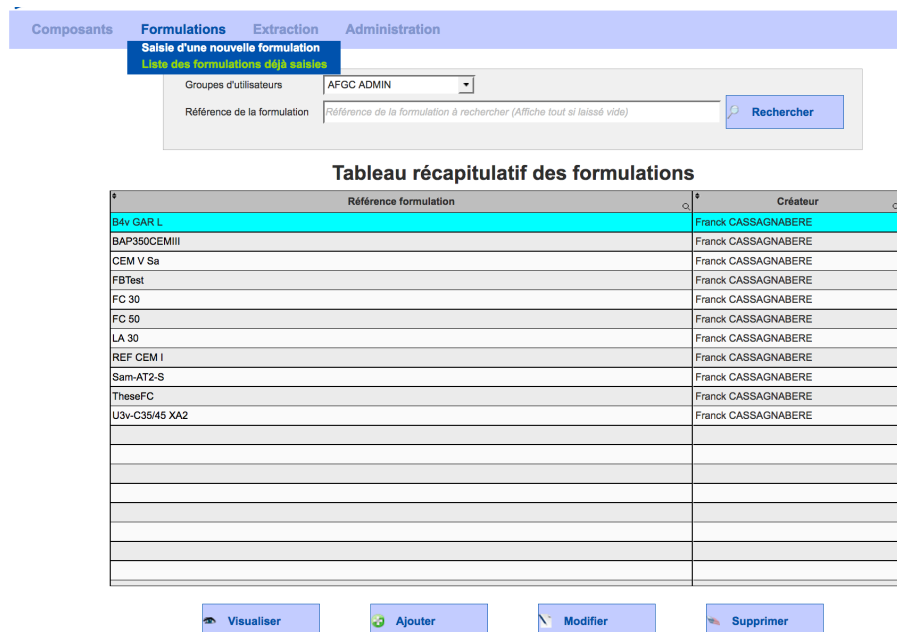
Figure 18 : Case de Saisie terminée

Cocher cette case permet de faire apparaître votre formulation dans l'outil d'extraction (Cf. rubrique 5 - Outil d'extraction). Cela a également pour effet de vérifier la validité de votre formulation.

- Une formule ne peut être validée que si elle contient au moins un ciment, une eau et un granulat, et sa référence doit être renseignée. Si la case n'est pas cochée, la formulation peut quand même être sauvegardée pour être modifiée plus tard.
- Comme pour la saisie des composants, certains champs sont vérifiés par le site au moment de la sauvegarde. Si des valeurs suspectes sont détectées, il sera proposé d'enregistrer ou de modifier la saisie.

## Liste des formulations

Lors de l'affichage de la liste des formulations, le tableau de la Figure 19 apparaît. Ce tableau récapitulatif fonctionne de la même manière que le tableau récapitulatif d'un composant (tel qu'en Figure 6 par exemple). Il permet de visualiser la liste complète des formulations du groupe de l'utilisateur.



Composants **Formulations** Extraction Administration

Saisie d'une nouvelle formulation  
 Liste des formulations déjà saisies

Groupes d'utilisateurs : AFGC ADMIN

Référence de la formulation :  Référence de la formulation à rechercher (Affiche tout si laissé vide)

**Tableau récapitulatif des formulations**

Référence formulation	Créateur
B4v GAR L	Franck CASSAGNABERE
BAP350CEMIII	Franck CASSAGNABERE
CEM V Sa	Franck CASSAGNABERE
FBTest	Franck CASSAGNABERE
FC 30	Franck CASSAGNABERE
FC 50	Franck CASSAGNABERE
LA 30	Franck CASSAGNABERE
REF CEM I	Franck CASSAGNABERE
Sam-AT2-S	Franck CASSAGNABERE
TheseFC	Franck CASSAGNABERE
U3v-C35/45 XA2	Franck CASSAGNABERE

Figure 19 : Liste des formulations pour un groupe

Sur cet écran, l'Utilisateur peut visualiser une formulation, ajouter une formulation, modifier une formulation déjà saisie ou supprimer une formulation.

### Remarque importante.

Une fausse manipulation de l'Utilisateur lors d'une sauvegarde d'une ancienne saisie (composants, formules...) peut engendrer l'écrasement de l'ancienne sauvegarde. Il est donc primordial de sensibiliser l'utilisateur à ce problème.

## Les différents onglets

La saisie d'une formulation est divisée en plusieurs onglets.

### Général

L'onglet général permet de nommer et commenter la formulation et indique le créateur de la formulation (Figure 20).

Référence de la formulation   Saisie terminée

Général Ciment Additions Granulats Adjuvants Fibres Eau Caractéristiques Formulation Gâchées

Créé par

Commentaires

Figure 20 : Saisie d'une formulation, onglet "Général"

### Les composants : Ciments, Additions, Eau, Granulats, Adjuvants, Fibres

Ces six onglets (ciment, addition, eau, granulat, adjuvant, fibre) fonctionnent de la même façon. L'exemple du ciment est pris pour commenter cet onglet (Figure 21).

Référence de la formulation   Saisie terminée

Général **Ciment** Additions Eau Granulats Adjuvants Fibres Caractéristiques Formule Gâchées

Liste des ciments

Référence ciment	Dosage (kg/m3)	N°

Catalogue des ciments

Référence ciment	Référentiel Normatif	Types de ciment
composant1	EN 197-1	TC1
composant2	EN 197-1	TC2
composant3	EN 197-1	TC3
composant4	EN 197-1	TC4

Visualiser Ajouter Modifier

Figure 21 : Saisie d'une formulation, onglet pour un "Composant" (exemple du ciment)

Pour chaque onglet, deux tableaux sont disponibles :

- la liste des composants de la formulation ;
- un catalogue qui liste tous les composants disponibles, déjà saisis par le groupe de l'utilisateur.







### a. Liste des gâchées saisies (Figure 24 – Partie 1).

Pour une formulation de béton, plusieurs gâchées (Figure 25) peuvent être renseignées (exemple d'un suivi de qualité lors d'un chantier de longue période). Pour supprimer ou modifier une gâchée, il suffit de cliquer dessus. Pour l'ajout, il suffit de cliquer sur le bouton « Ajouter » ; même démarche pour la fonction « Supprimer ». Le clic sur le bouton « Modifier » ou « Ajouter » déverrouille le formulaire de la seconde partie (Partie 2 et 3 de la Figure 24).

**Gâchées**

Fabrication	Type de corps d'épreuve	Date de fabrication
Laboratoire	Eprouvette	10/05/2016
Laboratoire	Eprouvette	12/05/2016

Figure 25 : Saisie d'une formulation, onglet « Gâchée » : Gâchée

### b. Formulaire de saisie de « Détail de la gâchée »

Après avoir cliqué sur les boutons « Modifier » ou « Ajouter » situés en dessous du tableau des gâchées (Figure 24 - Partie 1), le formulaire « Détail de la gâchée » apparaît (Figure 26). Cette rubrique permet de renseigner les caractéristiques du matériau :

- fabrication (épreuve, traitement, étuvage, serrage et conservation) ;
- propriétés à l'état frais (ouvrabilité, teneur en air, masse volumique) ;
- performance mécanique dans le temps.

**Détail de la gâchée**

Origine de fabrication : Non renseigné ▼

Date de fabrication :

Référence :

Type corps d'épreuve : Non renseigné ▼

Traitement :

Durée d'étuvage :

Mode de conservation : Non renseigné ▼

Mode de serrage : Non renseigné ▼

Ouvrabilité : Non renseigné ▼

Valeur mesurée :  mm

Teneur en air mesurée :  %

Masse volumique mesurée :  kg/m<sup>3</sup>

Résistance à la compression moyenne

Géométrie des éprouvettes (cm)	Echéance	Mesure
Non renseigné ▼ cm	Non renseigné ▼	<input type="text"/> MPa
Non renseigné ▼ cm	Non renseigné ▼	<input type="text"/> MPa
Non renseigné ▼ cm	Non renseigné ▼	<input type="text"/> MPa
Non renseigné ▼ cm	Non renseigné ▼	<input type="text"/> MPa
Non renseigné ▼ cm	Non renseigné ▼	<input type="text"/> MPa

Figure 26 : Saisie d'une formulation, onglet « Gâchées » : Détail de la Gâchée

### c. Liste des indicateurs de durabilité

Après avoir cliqué sur les boutons « Modifier » ou « Ajouter » situés en dessous du tableau des gâchées (Figure 24 - Partie 1), le formulaire « Indicateurs » apparaît (Figure 27).

**Indicateurs**

Indicateurs	Valeur	Echéance
Porosité accessible à l'eau	13,00	28 j

Figure 27 : Saisie d'une formulation, onglet « Gâchées » : Indicateurs de durabilité

Dans ce tableau sont consignées les informations relatives aux indicateurs pour la gâchée sélectionnée dans le tableau de la partie 1 (Figure 24). Pour supprimer ou modifier un indicateur, il suffit de cliquer dans le tableau sur l'indicateur souhaité puis sur le bouton correspondant au choix en dessous.

Le bouton « Ajouter » permet d'ajouter un nouvel indicateur à la liste. Après avoir cliqué sur « Modifier » ou « Ajouter », la fenêtre suivante apparaît (Figure 28). La Figure 28 présente une fenêtre de saisie pour un indicateur de durabilité (exemple pour la résistivité électrique).

Indicateur

Mode opératoire

Durée de saturation  h

Nature solution d'immersion

Nombre de corps d'épreuves testés

Echéance d'essai  Précision

Valeur moyenne d'essai (ohm.m)  Ecart type

Figure 28 : Saisie d'une formulation, onglet « Indicateurs »

Les champs à renseigner se mettent à jour en fonction du type d'indicateur choisi. Les indicateurs de durabilité suivants ont été listés :

- la résistivité électrique ;
- la porosité accessible à l'eau ;
- la perméabilité au gaz ;
- la profondeur de pénétration d'eau sous pression ;

- le coefficient d'absorption d'eau par capillarité ;
- le coefficient d'absorption d'eau par immersion ;
- le coefficient de diffusion apparent des ions Cl<sup>-</sup> ;
- Le coefficient de diffusion effectif des ions Cl<sup>-</sup> ;
- la profondeur de carbonatation ;
- la teneur en Portlandite.

Pour chaque saisie d'indicateur de durabilité, les informations suivantes peuvent être renseignées :

- des précisions spécifiques à chaque protocole d'essai ;
- le nombre de corps d'épreuve ;
- l'échéance d'essai ;
- la valeur moyenne ;
- la précision de mesure ;
- l'écart type.

Une fois la saisie terminée, cliquez sur « Valider » pour ajouter l'indicateur à la liste, ou annulez votre saisie avec le bouton « Annuler ».

## 5 - Outil d'extraction

L'outil d'« Extraction » permet d'extraire les données relatives à toutes les formulations de la base de données BdiduBé, afin de pouvoir les utiliser par la suite dans des études statistiques ou dans des modèles de prédiction numériques. Il est accessible par simple clic sur l'onglet « Extraction » (Figure 29).

**Outil d'extraction**

**Critères de recherche**

Bétons contenant   
  Bétons ne contenant pas

**1**

[Ajouter](#)

Liste des critères recherchés	
S	Description textuelle des critères de recherche ajoutés

**Critères d'affichage**

Indicateur de durabilité : Résistivité électrique (ohm.m)

Paramètre : Dosage en ciment (C en kg/m<sup>3</sup>)

Représentation des échantillons (gachées) :
  Points distincts   
  Un seul point

**2**

[Rechercher](#)

recherche | Graphique

Liste des formulations répondant aux critères

S	Nom de la formulation	Valeur indicateur	Valeur paramètre	Afficher sur le graphique

[Rafraîchir graphi](#)

**3**

[Détails](#)   
 [Export en XLS](#)   
 [Export en CSV](#)

Figure 29 : Outil d'extraction

Cet outil d'extraction s'exploite en trois phases :

- une partie « Recherche », qui sélectionne les bétons avec les critères selectonnés par l'utilisateur (encadré 1 en Figure 29) ;
- une partie « Affichage » des résultats, qui comprend une représentation graphique (encadré 2 en Figure 29) ;
- une fonction « Export » des résultats sous différents formats (encadré 3 en Figure 29).

### Critères de recherche

Cette partie explicite l'**outil de recherche d'extraction** associé à la base de données à partir de requêtes multiples (partie 1 de la Figure 29). L'espace dédié à l'outil de recherche (Figure 30) permet de choisir les critères de recherche selon :

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

**a.**

**Critères de recherche**

Bétons contenant
  Bétons ne contenant pas
 Composant / Caractéristique : Ciment

Critère du composant : Dosage en ciment (C en kg/m<sup>3</sup>)
 Comparaison : Est compris entre
 Valeur min : 0
 Valeur max : 500

Ajouter

Supprimer

Liste des critères recherchés

Description textuelle des critères de recherche ajoutés

Bétons contenant des ciments avec le critère : Dosage en ciment (C en kg/m<sup>3</sup>) est compris entre 0 et 500.

**b.**

**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 max : 20

Valeur recherchée : Valeur moyenne éprouvette

Ajouter

Supprimer

Liste des critères recherchés

Description textuelle des critères de recherche ajoutés

Bétons contenant des ciments avec le critère : Dosage en ciment (C en kg/m<sup>3</sup>) est compris entre 150 et 450.

Bétons contenant des additions avec le critère : Type d'addition correspond aux valeurs Métakaolin, Laitier de haut fourneau, Furnée 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

Figure 30 : Saisie de « critères de recherche » (a. recherche critère unique, b. recherche multi-critères)

Les fonctionnalités de l'outil d'extraction sont les suivantes :

- une recherche simple peut être envisagée. Pour cela, il suffit de saisir un ou des critère(s) avec une saisie de données le formulaire en haut de ce cadre, puis de cliquer sur le bouton « Ajouter » à droite.
- une recherche multiple peut aussi être envisagée. Pour cela, il faut saisir de nouveaux critères de recherche et d'incrémenter la liste des critères de recherche (zone bleue dans le tableau en Figure 30).
- pour supprimer un critère de recherche, il faut d'abord sélectionner la ligne du critère de recherche à supprimer, puis cliquer sur le bouton « Supprimer » à droite.

## Critères d'affichage

Une fois tous les critères de recherche renseignés, la partie « Critères d'affichage » permet de sélectionner les données souhaitées par l'utilisateur (Figure 31). Les critères d'affichage sont des paramètres des bétons sélectionnés et des valeurs d'indicateurs de durabilité.

**Critères d'affichage**

Indicateur de durabilité : Résistivité électrique (ohm.m)

Paramètre : Dosage en ciment (C en kg/m<sup>3</sup>)

Représentation des échantillons (gachées)

Points distincts
  Un seul point

Rechercher

Figure 31 : Choix des critères d'affichage

## Résultats et graphique

Deux modes de visualisation des données extraites sont possibles :

- l'affichage des données sous la forme de tableau (Figure 32) avec en colonne 1, le nom de la formule, en colonne 2, les valeurs d'indicateurs de durabilité, en colonne 3 le paramètre de formulation choisi (une valeur d'indicateur peut être sélectionnée) ;
- l'affichage graphique (Figure 33).

Recherche Graphique

Liste des formulations répondant aux critères			
Nom de la formulation	Porosité accessible à l'eau (%)	Dosage en ciment (C en kg/m <sup>3</sup> )	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	155	<input checked="" type="checkbox"/>
COSEA 5 / Gâchée 1 / 28 j	12	287	<input checked="" type="checkbox"/>
COSEA 7 / Gâchée 1 / 28 j	14.2	150	<input checked="" type="checkbox"/>

Rafraîchir graphe

Figure 32 : Affichage en mode tableau

**Remarques :**

- En mode « Affichage tableau » (Figure 32), lors d'un double-clic sur une formule, les informations disponibles (hormis les données confidentielles) s'affichent.
- Une formule peut afficher plusieurs gâchées ou une gâchée individuelle avoir plusieurs échéances d'essai. Dans ces cas, elles seront dissociées par un slash (/) dans la désignation (colonne 1 du Figure 32)

La colonne « Afficher sur le graphique » permet de filtrer les bétons qui seront affichés dans le graphique. Par défaut, toutes les cases sont cochées. Décochez celles que vous ne souhaitez pas voir apparaître puis cliquez sur le bouton « Rafraîchir graphe » pour que le graphique se mette à jour.

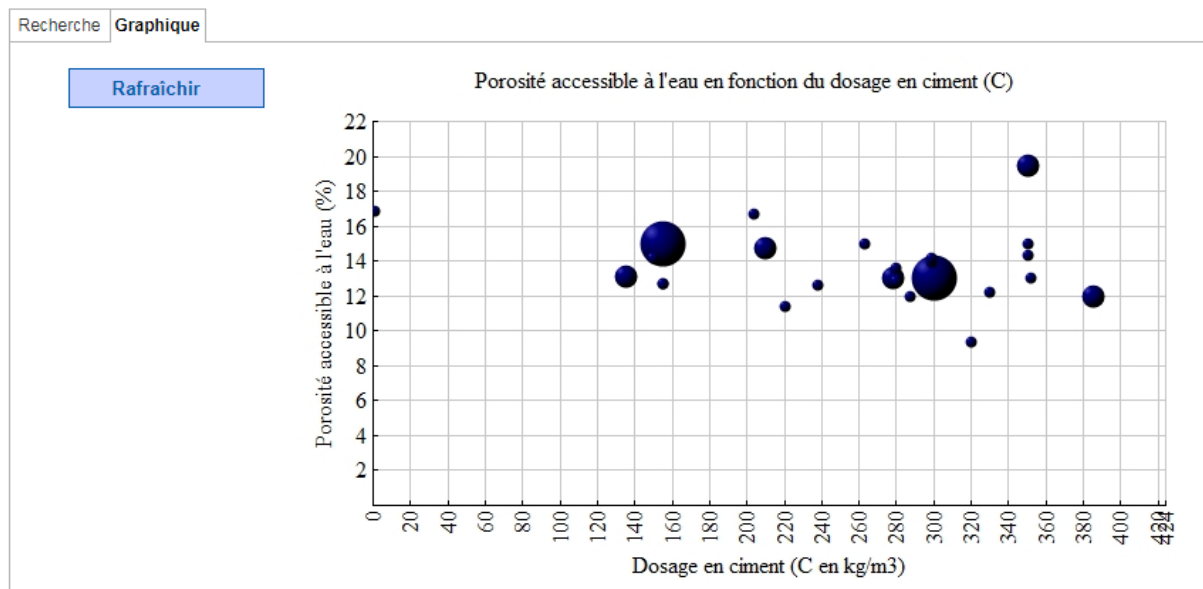


Figure 33 : Affichage en mode graphique

Une représentation en « points distincts » (visualisation des données en fonction des gâchées) ou en un « seul point » (visualisation des données en fonction des formules) est possible. Le choix de ce mode est visualisable sur le graphique en Figure 33).

## 6 - Export des données

Les résultats sont également exportables au format Excel ou CSV grâce aux boutons adéquats (Figure 34). En sélectionnant un des deux modes, une fenêtre permet de filtrer des données qui figureront dans le fichier «xls» ou «CSV» (Figure 35).

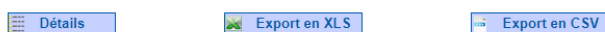


Figure 34 : Format d'export des données

Détail des ciments <input checked="" type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Non	Détail de l'eau <input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non	Détail des additions <input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non
Détail des granulats <input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non	Détail des fibres <input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non	Détail des adjuvants <input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non
Caractéristiques du béton <input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non	Détail des gâchées <input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non	Détail des indicateurs <input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non
<input type="button" value="✓"/>		<input type="button" value="✗"/>

Figure 35 : Filtre du format d'export « xls »

## 7 - Sauvegarde des critères de recherche

L'application permet de sauvegarder les critères de recherche et de rappeler de précédente recherche (Figure 36).

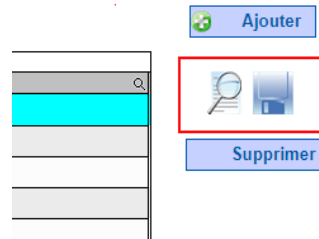


Figure 36 : Sauvegarde des recherches d'extraction

*Enregistrement d'une recherche.* Une fois que tous les critères sont remplis, le bouton « Disquette » (Figure 36) permet de sauvegarder une recherche. Une boîte de dialogue s'affiche afin de pouvoir saisir le nom de la recherche en cours (Figure 37)



Figure 37 : Boîte de dialogue de sauvegarde d'une recherche

Pour afficher la liste des recherches enregistrées, il suffit de cliquer sur le bouton « Loupe » (Figure 36), la fenêtre suivante apparaît (Figure 38).

Liste des recherches						
Nom	Indicateur de durabilité	Paramètre de formulation	Nombre de critères	Publique	Auteur de la recherche	
Ma recherche	Résistivité électrique ohm.m	Dosage en ciment (C en kg/m3)	1	<input type="checkbox"/>	Franck CASSAGABERE	

Figure 38 : Liste des sauvegardes de recherche

Le tableau affiche un résumé des informations contenues dans la recherche. Pour en choisir une, il faut double-cliquer sur la recherche souhaitée. L'outil d'extraction se mettra à jour en fonction de la recherche sélectionnée.



La colonne « Public » permet de partager à tous les membres de l'application la recherche. Pour passer une recherche en mode « Public », il est indispensable de cocher la case puis sur le bouton « Modifier » juste au dessus. Une fois publique, une recherche peut être modifiée par tous les utilisateurs, mais l'auteur de la recherche reste le seul à pouvoir la supprimer. Lors de la sélection d'une recherche pour la modifier, au moment de la sauvegarde, la boîte de dialogue suivante apparaîtra (Figure 39). Cette boîte d'affichage permettra soit de modifier directement la recherche, soit de la sauvegarder en tant que nouvelle recherche.

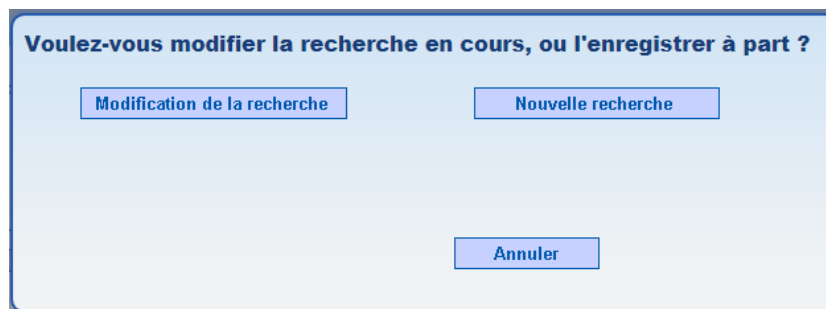


Figure 39 : Boîte de dialogue pour une modification de sauvegarde

