



**HAL**  
open science

## Corrosion des armatures dans les bétons fissurés et carbonatés

R. M. Ghantous

► **To cite this version:**

R. M. Ghantous. Corrosion des armatures dans les bétons fissurés et carbonatés. 16ème journée scientifique de la DANS, May 2016, Saclay, France. hal-02442239

**HAL Id: hal-02442239**

**<https://cea.hal.science/hal-02442239>**

Submitted on 16 Jan 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Corrosion des armatures dans les bétons fissurés et carbonatés

|  |   |
|--|---|
| <b>Doctorant :</b><br>Rita Maria Ghantous                    | <b>Financement :</b><br>CTBU  |
| <b>Responsable CEA :</b><br>Valérie L'Hostis, Stéphane Poyet | <b>Université d'inscription :</b><br>INSA Toulouse  |
| <b>Directeur universitaire :</b><br>Raoul François           | <b>Ecole doctorale et DEA :</b><br>Mécanique, Energétique, Génie Civil,<br>Procédés (MEGEP) – Université de<br>Toulouse |
| <b>Laboratoire d'accueil :</b><br>DEN/DANS/DPC/SECR/LECBA    | <b>Date de début de thèse :</b><br>01/10/2013   |

---

## 1 Contexte et objectif

Dans cette étude, nous nous intéressons à la durabilité des aéroréfrigérants des centrales nucléaires d'EDF. Ces ouvrages présentent des états de fissuration plus ou moins prononcés. Ceux-ci peuvent être dus au retrait empêché ayant pour origine des phénomènes physiques (cycles d'humidification/séchage, dilatation thermique différentielle due à l'écart thermique entre les parois internes et externes de l'aéroréfrigérant) et/ou des aspects mécaniques (action du vent et sollicitations résultants des tassements différentiels).

Les fissures facilitent la pénétration dans le béton du dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère. Ce phénomène favorise la carbonatation qui par la suite conduit à la dépassivation puis à la corrosion active des armatures en fond de fissure. L'expansion de la couche de rouille peut provoquer le développement de nouvelles fissures dans la structure, menaçant ainsi sa durabilité.

Le but de cette thèse est de déterminer l'influence des fissures préexistantes ainsi que l'effet des conditions environnementales (ensoleillement, précipitations, humidité relative de l'air ambiant) sur la cinétique de corrosion induite par la carbonatation du béton d'enrobage des aéroréfrigérants. Les résultats obtenus seront utilisés par la suite afin de développer un modèle opérationnel prenant en compte les paramètres précédents (action EDF). Le modèle serait utilisé *in fine* par EDF pour évaluer la cinétique de dégradation des tours du parc nucléaire dans le but d'optimiser le programme de suivi et de leur maintenance.

## 2 Méthodes

Pour cette étude, des éprouvettes en béton armé ont été fissurées par flexion trois points. Trois ouvertures de fissures résiduelles après déchargement ont été considérées : 100, 300 et 500  $\mu\text{m}$ . Les éprouvettes fissurées ont ensuite été carbonatées dans le but de dépassiver les armatures en fond de fissure avant d'être soumises à la corrosion sous différentes conditions (durée de pluie, température, humidité relative, orientation de la fissure...). De plus, on s'est intéressé à comparer la cinétique de corrosion dans différents types de matériaux (mortier à base de CEM I, mortier à base de CEM III/A et béton à base de CEM I). Il est important de noter que tous les paramètres cités ci-dessus sont représentatifs de ceux entourant les tours aéroréfrigérants.

Par l'intermédiaire du dispositif ARIEL (Figure 1) développé et mis en place au cours de la première année de thèse, les éprouvettes sont soumises à des cycles de pluie/séchage en conditions contrôlées. La durée de chaque cycle est de 3 jours.



Figure 1: le dispositif ARIEL (simulating Rainfall for concrete durability) pour corrosion naturellement accélérée en laboratoire

Des éprouvettes ont été récupérées du dispositif après différentes durées de corrosion, allant de 18 jours à 12 mois. Pour chacune de ces échéances, les éprouvettes de chaque condition d'exposition ont été analysées. La masse de fer perdue a été quantifiée à l'aide de mesures gravimétriques (desquamation de l'armature selon la norme NF ISO 8407). Finalement, la cinétique de corrosion a été déduite pour chaque condition de corrosion.

Par ailleurs, la répartition de la couche de corrosion de part et d'autre de la fissure a été déterminée par l'intermédiaire du microscope optique et la nature des produits de corrosion a été identifiée par la spectroscopie Raman.

### 3 Résultats

Les résultats montrent que la masse de fer perdue augmente avec l'ouverture de la fissure. En revanche, la cinétique de corrosion reste constante quelle que soit l'ouverture en raison de l'extension de la zone corrodée qui augmente elle-aussi avec l'ouverture de la fissure.

Les résultats ne montrent pas d'influence significative des autres paramètres testés sur la cinétique de corrosion.

Les produits de corrosion précipitent en fond de fissure (dans la zone dépassivée) et restent localisés autour de la fissure. Ils ont tendance à former un « bouchon » qui induit la baisse de la cinétique de corrosion avec le temps.

Aucune influence des conditions d'expositions sur la nature des produits de corrosion n'a été notée.

## 4 Conclusions

Cette thèse répond à une demande opérationnelle d'EDF ayant pour but de rationaliser sa politique de surveillance et de maintenance des tours aéroréfrigérantes. L'objectif de ce travail est de caractériser l'influence de la fissuration sur la corrosion des armatures. Pour cela des essais spécifiques ont été développés et les résultats montrent que la cinétique de corrosion diminue avec le temps indiquant la formation d'un « bouchon » en fond de fissure qui inhibe la propagation de la corrosion. De plus la cinétique de corrosion apparaît peu impactée par l'ouverture de la fissure et les conditions environnementales. Ce point est important car il facilitera la modélisation de la durabilité des tours aéroréfrigérantes (EDF).

## 5 Références des publications

Ghantous R.M., L'Hostis V., Poyet S., Tran N.C., François R. *Influence of cracks on rebar corrosion in carbonated concretes*. Fontevraud 8, Avignon 2014

Ghantous R.M., L'Hostis V., Poyet S., Tran N.C., François R. *Reproducing the cooling towers cracks on laboratory specimens for corrosion induced by carbonation studies*. CIGOS, Cachan 2015

Ghantous R.M., L'Hostis V., Poyet S., Tran N.C. , François R. *Experimental and numerical characterisation of load-induced damage in reinforced concrete members*, FRAMCOS 9, Berkeley 2016 (a venir)

Ghantous R.M., L'Hostis V., Poyet S., Tran N.C., Millard A., François R. *Identification of rebar corrosion induced by carbonation in cracked concrete subjected to different environmental conditions*, EUROCORR, Montpellier 2016 (a venir)