

**N° D'ORDRE : 591**

## **THESE**

présentée devant

**L'INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES  
APPLIQUÉES DE TOULOUSE**

en vue de l'obtention du

**DOCTORAT INSA**

spécialité GENIE CIVIL

par

**Arnaud DUBOSC**

# **ETUDE DU DEVELOPPEMENT DE SALISSURES BIOLOGIQUES SUR LES PAREMENTS EN BETON : MISE AU POINT D'ESSAIS ACCELERES DE VIEILLISSEMENT**

Soutenue le 05 décembre 2000 devant la Commission d'examen :

MM.	BLANC P.J.	Examineur
	<u>ESCADEILLAS G.</u>	Examineur
	GALLIAS J.L.	Rapporteur
	HAEHNEL C.	Examineur
	LE COHU R.	Examineur
	RIBAS SILVA M.	Rapporteur
	RINGOT E.	Examineur

**Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions  
INSA – UPS 135, Avenue de Rangueil 31077 Toulouse Cedex 4**

Nom : **DUBOSC**

Prénom : **Arnaud**

Titre de la thèse : **Etude du développement de salissures biologiques sur les parements en béton : mise au point d'essais accélérés de vieillissement**

Nombre de pages : 252

Thèse de doctorat de l'INSA de Toulouse, spécialité Génie civil, Matériaux et Structures

---

Résumé :

Le travail présenté avait pour but la mise au point d'essais de laboratoire accélérés afin d'étudier la durabilité des parements en béton vis à vis du développement de salissures biologiques. Dans le cadre de cette thèse, seul l'aspect esthétique du problème est pris en compte. L'étude bibliographique a permis d'identifier les algues microscopiques comme étant les organismes pionniers responsables de ces salissures, leur développement étant essentiellement lié aux conditions ambiantes (humidité, luminosité, présence de nutriments minéraux) et aux caractéristiques du matériau support (porosité, rugosité et composition minérale). Des investigations dans la région toulousaine ont confirmé la présence majoritaire d'algues dans les recouvrements visibles de murs salis, et notamment des espèces ubiquistes des classes cyanophycées et chlorophycées même si, dans les sites urbains, des particules minérales peuvent y être observées.

Pour la mise au point des essais de vieillissement, une méthodologie générale a été appliquée (choix et préparation des espèces, préparation des corps d'épreuve, techniques de quantification, etc..). Plusieurs conditions environnementales ont été testées, conduisant à développer quatre essais complémentaires variant par le mode d'humidification du support (remontée capillaire, écoulement, brumisation et maintien dans différentes hygrométries). Les essais de validation, effectués sur différentes formulations de mortier, ont montré que trois simulations donnent des résultats positifs en moins de deux mois et peuvent être retenues pour des études ultérieures. De plus, ces essais ont montré que si les algues chlorophycées se développent rapidement dans des conditions d'humidité favorables, les cyanophycées sont plus résistantes aux périodes sèches. Ils ont aussi mis en évidence que la porosité et la rugosité du matériau sont des facteurs de premier ordre pour les développements biologiques sur support cimentaire.

---

Mots clés : Algues, Analyse d'image, Béton, Chlorophylle a, Essais accélérés, Parements, Porosité, Rugosité, Salissures

---

Jury :

MM.	P.J. BLANC	Examineur
	<u>G. ESCADEILLAS</u>	Examineur
	J.L. GALLIAS	Rapporteur
	C. HAEHNEL	Examineur
	R. LE COHU	Examineur
	M. RIBAS SILVA	Rapporteur
	E. RINGOT	Examineur

Date et lieu de soutenance : mardi 05 décembre 2000 à Toulouse

---

Abstract :

The aim of this Ph D. thesis was to develop accelerated laboratory tests attempting to study the durability of concrete façades regarding the growth of biological soiling. Only the esthetical aspect of this problem was taken into account. The literature review allowed to point out that the algae are the pioneer organisms responsible for the stains. Their development depends on the environmental conditions (dampness, lighting, mineral nutrients) as well as on the underlying material characteristics (porosity, roughness, mineral composition). Investigations carried out in the Toulouse area confirmed that the stains are mostly composed of algae. These species, which belong to cyanophyceae and chlorophyceae classes, are ubiquitous. Some mineral particles may also be observed sparse among algae mats.

A general methodology was applied for the design of the ageing tests (species selection and preparation, sample preparation, quantification techniques, etc...). Several environmental conditions were tested which led to the design of four complementary tests using different moistening modes (capillary sorption, water flow, spraying, different relative humidity levels). Validation tests performed on different mortar mixtures shown that three types of conditions give positive results within a two months period and may be used for further studies. Moreover, these tests revealed that chlorophyceae quickly grow in high moisture conditions. On the other hand, cyanophyceae are more resistant during drying periods. Tests also pointed out that material porosity and roughness are very influent factors concerning biological growth on cementitious support.

---

Keywords : Accelerated tests, Algae, Chlorophyll a, Concrete, Façades, Image Analysis, Porosity, Roughness, Soiling

---