

8^{èmes} Journées

Fiabilité des
MATÉRIAUX & DES STRUCTURES

Aix-en-Provence,
9 et 10 avril 2014



ECOSYSTEMES CONTINENTAUX
ECCOREV
ET RISQUES ENVIRONNEMENTAUX



Méthodologie de construction d'un méta-modèle pour la maintenance de structures

B. El Hajj, B. Castanier, F. Schoefs, T. Yeung



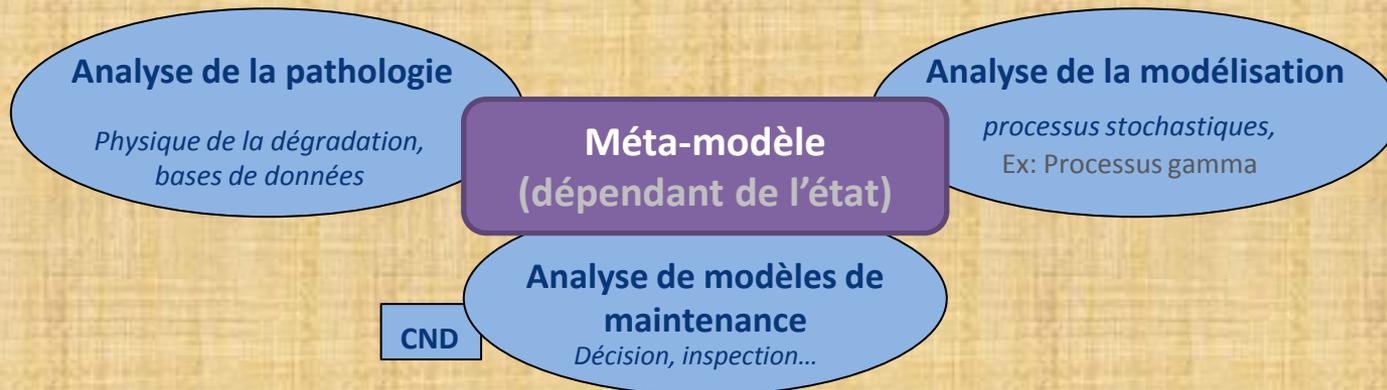
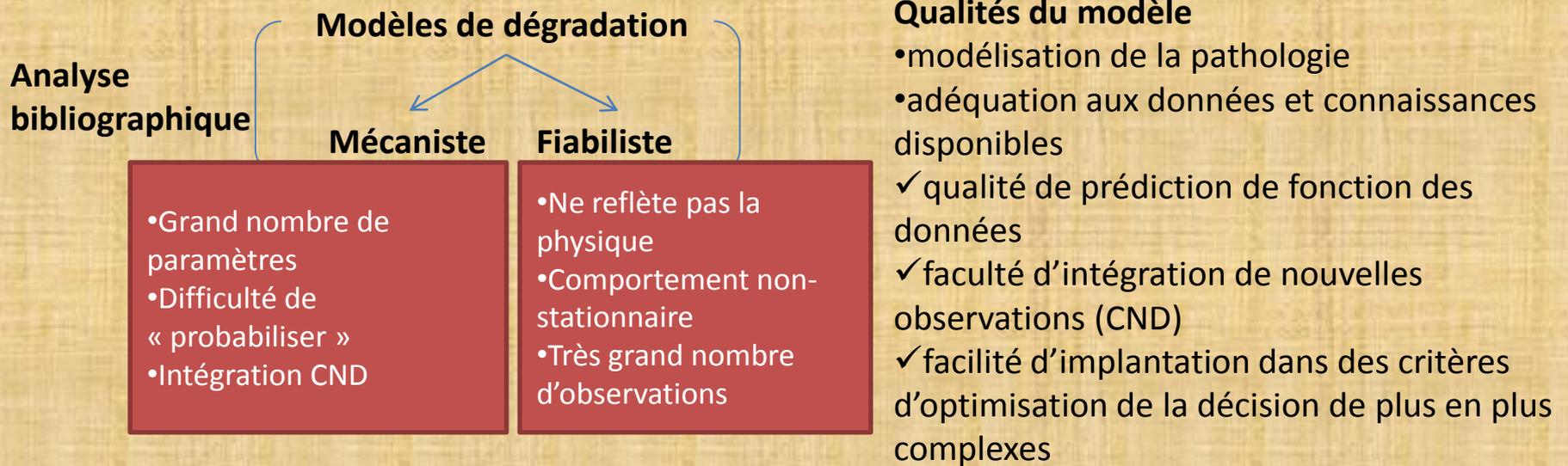
Plan de la présentation

- Problématique
- Processus global pour la construction d'un Méta-modèle
- Application de la méthode à une structure en béton armé
- Analyses numériques des performances du modèle
- Conclusions et perspectives

1. Introduction

Objectif :

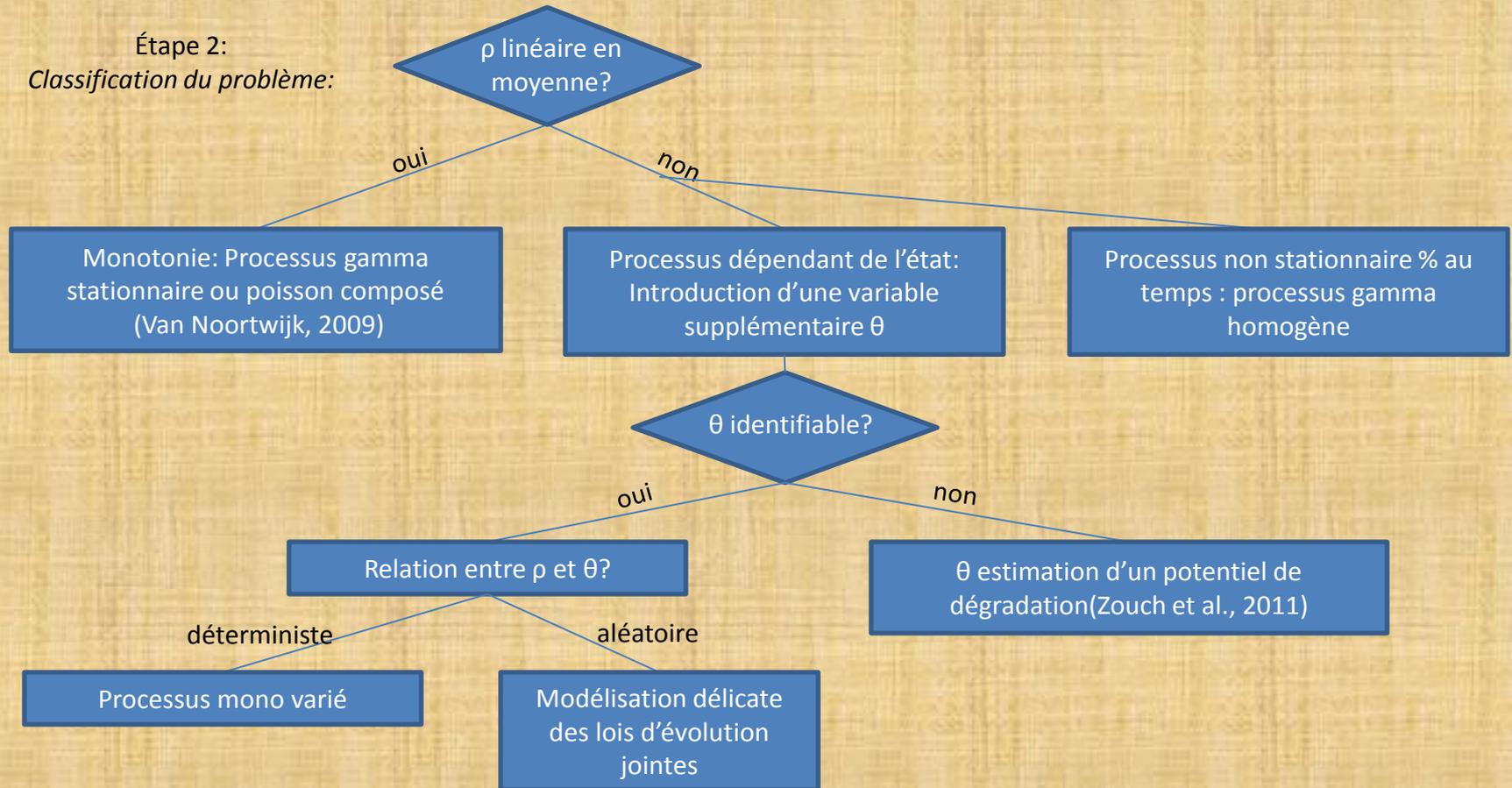
- Proposer une méthodologie pour la formulation et construction de **méta-modèles** pour la dégradation de structures et d'infrastructures et promouvoir cette approche notamment dans un contexte maintenance.



2. Processus global pour la construction d'un méta-modèle

Étape 1 – Construction d'une base de données: bases de « connaissance »

Étape 2 – Classification du problème

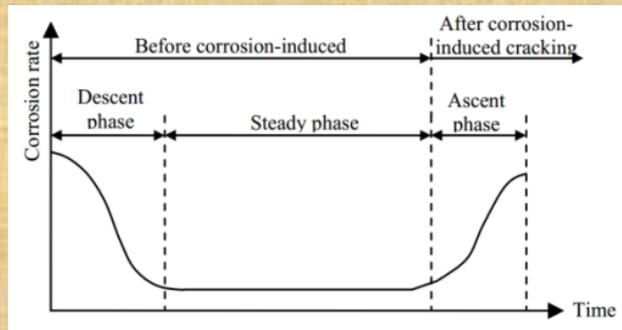
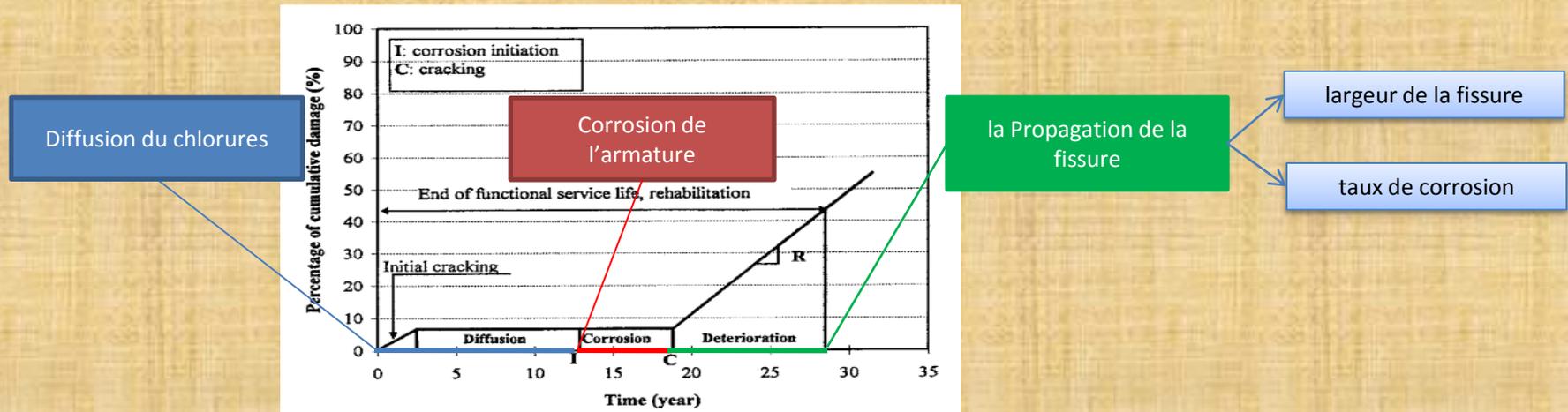


Étape 3 – Construction du modèle mathématique de dégradation

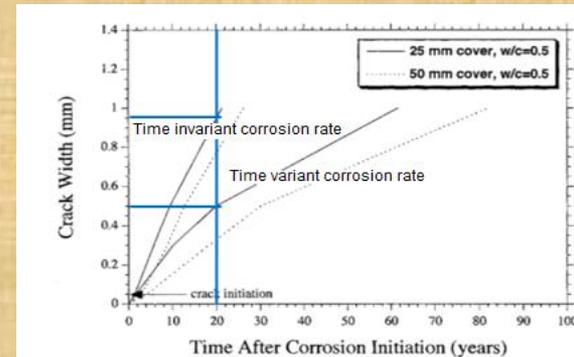
3. Application de la méthode

Fissuration d'une structure en béton armé immergée liée à la corrosion de l'armature acier

Étape 1 – Construction de la base « connaissance »



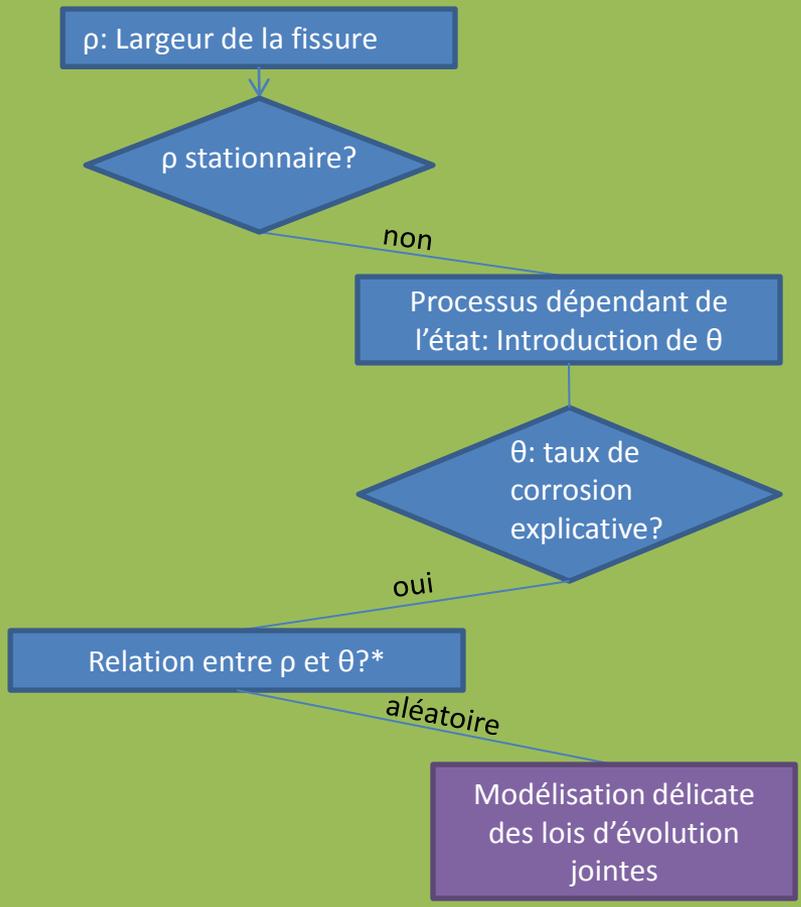
Variation du taux de corrosion V_{corr} (Yuan et al., 2009)



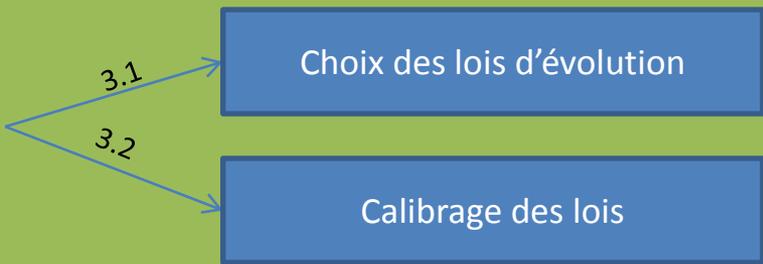
Variation de la largeur de fissure – phase 3 (Vu et al, 2006)

3. Application de la méthode

Étape 2 – Classification du problème



Étape 3 – Modélisation mathématique



3. Application de la méthode

3.1 - Choix des loi d'évolution

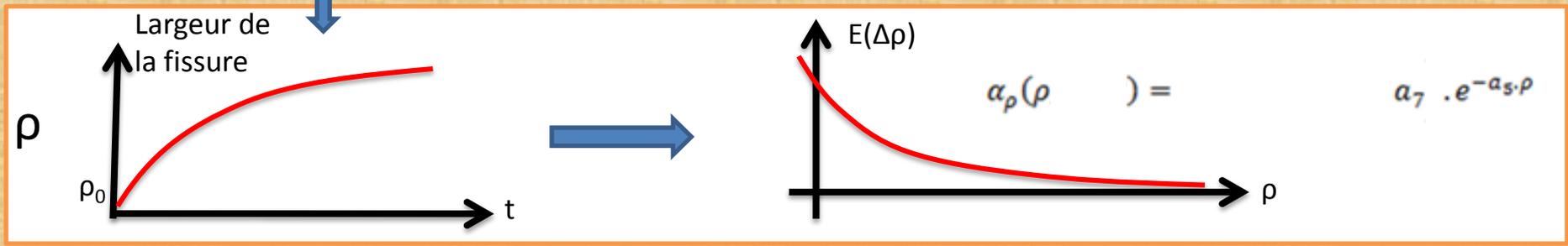
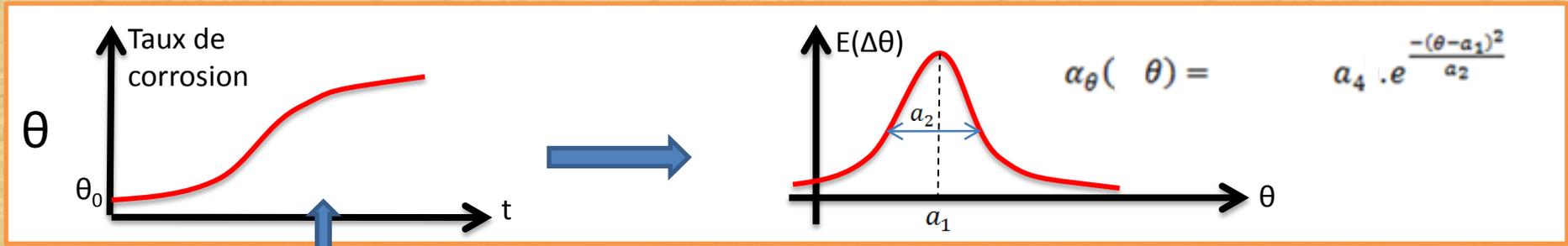
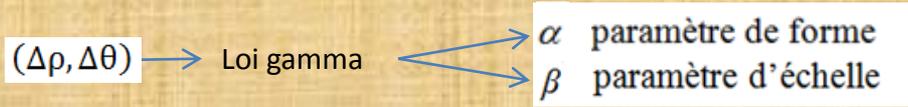
La propagation d'une fissure est contrôlée par:

Relation cause-effet
(physiquement)

- $(\rho_t)_{\forall t \geq 0}$ pour la mesure de fissure « a » (mm)
 - $(\theta_t)_{\forall t \geq 0}$ pour le taux de corrosion « i_c » ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)

Accumulation monotone

Processus bivarié basé sur deux processus gamma dépendant de l'état :



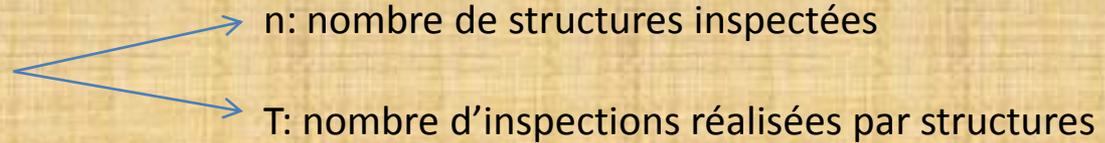
- (étape 1) $\Delta\theta(\tau; \rho, \theta) \sim \text{gamma}(\alpha_\theta(\rho, \theta). \tau, \beta_\theta)$ [1]
- (étape 2) $\Delta\rho(\tau; \rho, \theta, \Delta\theta) \sim \text{gamma}(\alpha_\rho(\rho, \theta, \Delta\theta). \tau, \beta_\rho)$ [2]

3.2 – Calibration du modèle
 Heuristique basée sur la méthode du Maximum de vraisemblance

4. Analyses numériques

4.1 Convergence de l'estimateur

Taille de l'échantillon N



Erreur relative
$$e = \frac{1}{k} \times \sum_{i=1}^k \left| \frac{\tilde{\theta}_i - \theta_i^*}{\theta_i^*} \right| \times 100$$

n-T	Processus θ						Processus ρ					e_t
	a_1	a_2	a_3	a_4	β_θ	e_θ	a_5	a_6	a_7	β_ρ	e_ρ	
5-5	14,56	34,10	62,08	77,13	16,10	40,80	44,83	170	28,84	15,57	64,83	51,48
5-10	16,10	20,90	52,73	65,36	12,95	33,61	20,85	81,00	22,68	12,53	34,26	33,90
5-20	17,53	22,37	51,46	55,33	15,73	32,49	10,75	48,24	22,39	10,51	22,97	28,26
10-5	11,00	23,22	40,60	56,83	10,71	28,47	26,87	83,90	21,82	11,24	35,96	31,80
10-10	12,61	16,40	38,35	49,38	9,54	25,26	13,89	49,17	16,38	9,38	22,21	23,90
10-20	15,25	21,68	42,36	44,17	11,21	26,94	7,11	29,89	16,82	7,60	15,36	21,79
20-5	7,20	13,76	27,43	37,65	7,38	18,68	18,73	48,06	12,96	7,51	21,81	20,07
20-10	10,51	14,65	27,63	36,49	7,49	19,36	9,82	33,24	11,50	5,76	15,08	17,46
20-20	11,76	18,53	35,59	37,59	9,51	22,60	4,88	20,06	9,05	5,64	9,91	16,96
50-20	6,91	16,09	31,03	24,19	6,85	17,01	4,35	17,26	5,86	2,66	7,53	12,80

Convergence

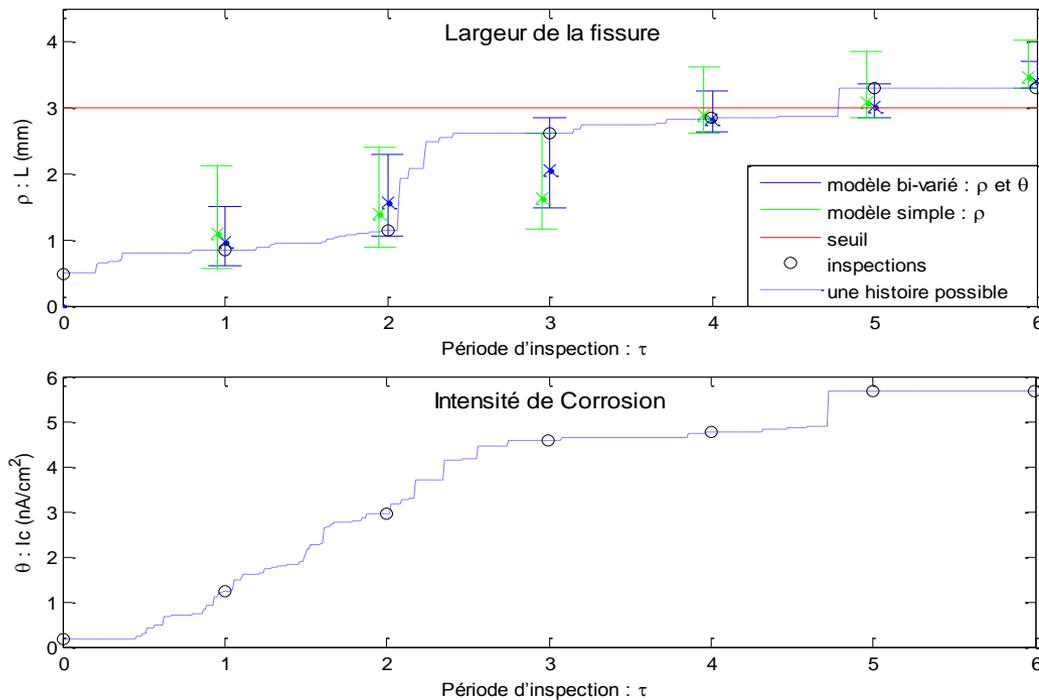
Tableau 2. Erreur sur les paramètres (%)

4. Analyses numériques

4.2 Exemple d'application type Eurocode 2

A chaque $\tau \rightarrow$ inspection (rond noir).

chaque observation \rightarrow estime la valeur espérée à la prochaine inspection + intervalle de confiance à 90%.



Diminution de l'intervalle de confiance

Importance pour la décision proche de la défaillance

Simulation de suivi d'une structure et indicateurs de qualité de prédiction de fissuration avec ou sans prise en compte du taux de corrosion

5. Conclusions

- Premières bases de la méthodologie de construction du MM
- Application à la fissuration

Contribution principale:

- ❖ Modèle relativement simple à construire intégrant une nouvelle variable enrichissante pour la décision en gestion des risques.

Limite:

- Approche purement générique (bdd réelle)

Perspectives:

- Appliquer le modèle dans un contexte de décision en gestion des risques
- Etendre l'étude sur les trois phases du processus de dégradation par corrosion