

Introduction

Reliabilitix est un outil fiabiliste développé sous Scilab; son interface est réalisée en Java. Cet outil permet:

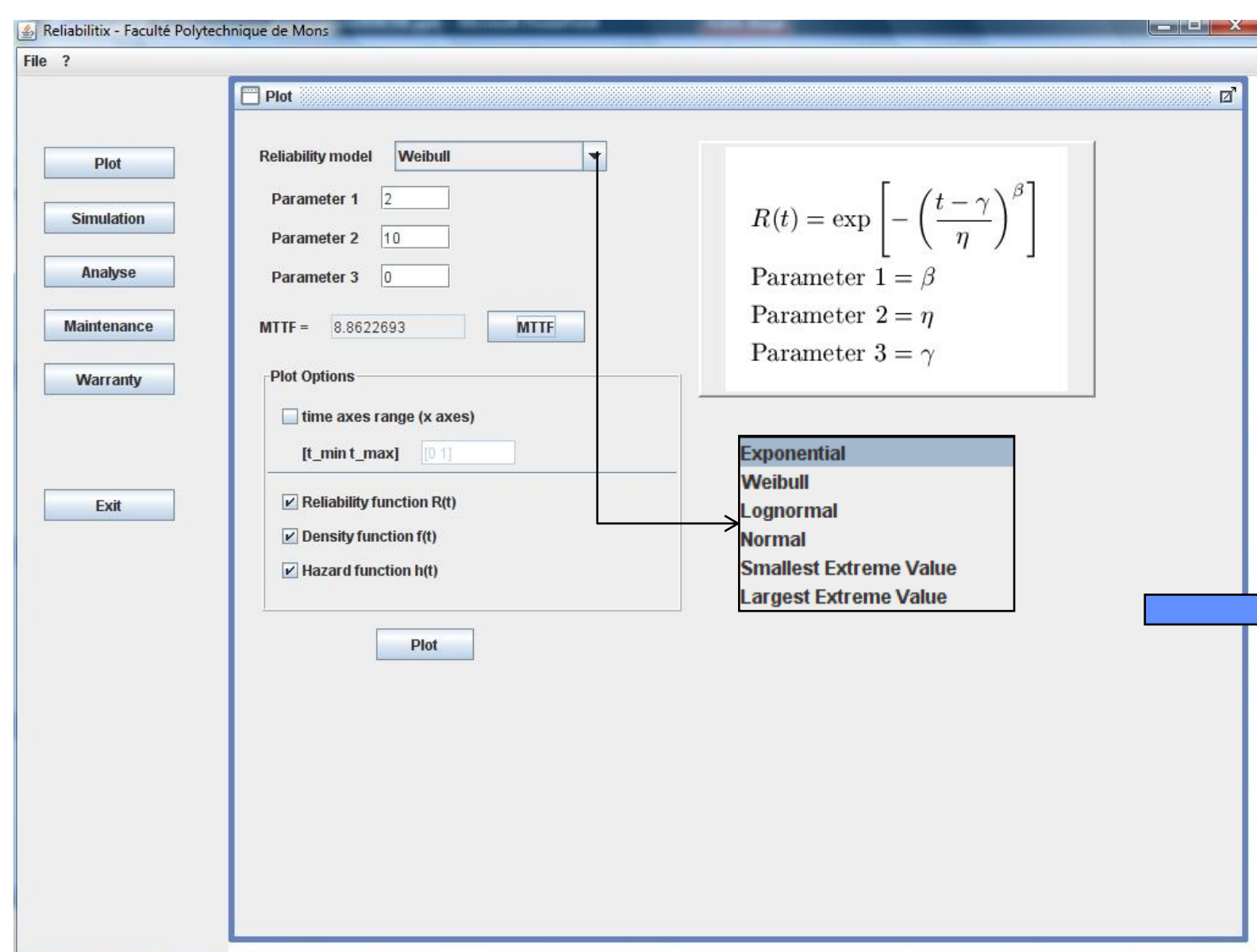
- de représenter les modèles de fiabilité en fonction de leurs paramètres - Menu « Plot »
- de simuler des historiques à partir d'une description fonctionnelle du système - Menu « Simulation »
- d'estimer un modèle de fiabilité à partir d'un historique d'événements (pannes, maintenance, arrêts) - Menu « Analyse »
- de déterminer les paramètres et les performances d'une stratégie de maintenance optimale en termes de disponibilité et de coûts - Menu « Maintenance »

Modèle de fiabilité

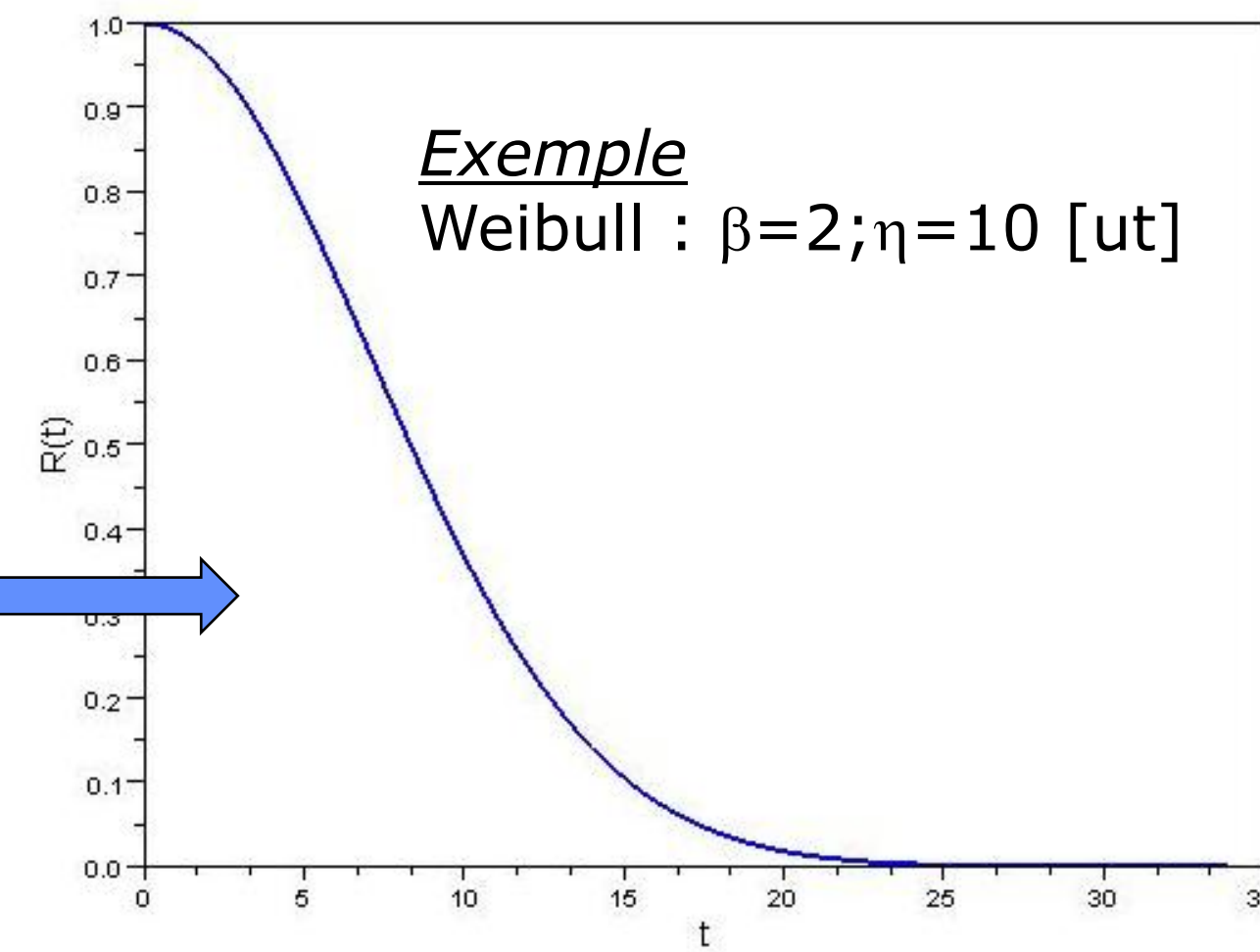
La norme EN 13306 définit la fiabilité comme « la caractéristique d'un dispositif mesurée par la probabilité qu'il accomplisse une fonction requise dans des conditions données, pendant un temps donné. »

Les modèles de fiabilité classiquement utilisés sont: exponentiel, de Weibull, lognormal.

Exponentiel	Weibull	Lognormal
$R(t) = \exp(-\lambda t)$	$R(t) = \exp\left(-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta\right)$	$R(t) = 1 - \Phi_{nor}\left(\frac{\ln(t) - \mu}{\sigma}\right)$



Module « Plot » de Reliabilitix



Loi de fiabilité R(t)

Simulation

Reliabilitix utilise l'algorithme de simulation de Monte Carlo. La simulation est utilisée pour générer des temps de pannes et des historiques de maintenance. Cette approche permet de déterminer la sensibilité des modèles aux données et de déterminer l'incertitude affectant les grandeurs estimées.

Dans Reliabilitix le système est représenté sous forme d'un schéma-blocs qui peut être série, parallèle ou série-parallèle.

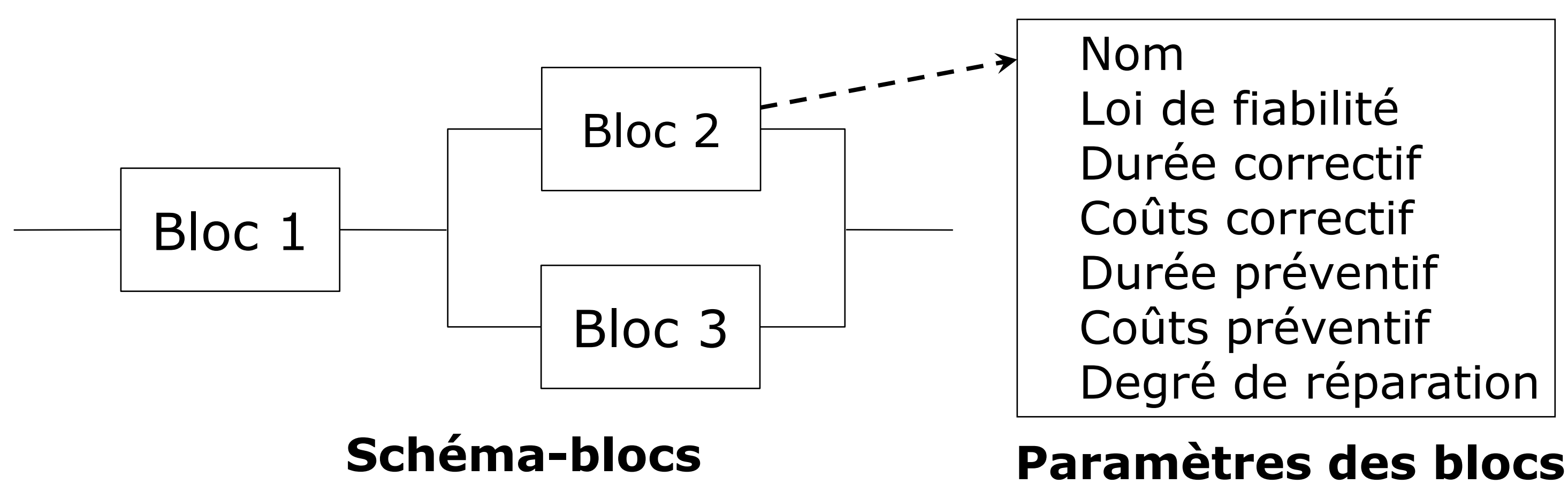


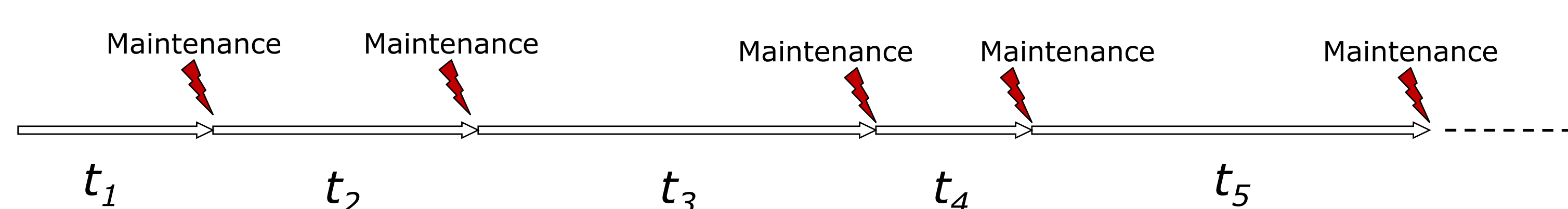
Schéma-blocs

Paramètres des blocs

Note : la description du système est réalisée dans un fichier Excel. Le schéma-blocs doit être traduit sous forme matricielle.

Analyse d'historiques de maintenance

Considérons l'historique suivant:



a) Si la maintenance remet le système à neuf, alors les temps t_i sont indépendants. Le système peut être considéré comme un système non-réparable. Le modèle de fiabilité peut être estimé par la méthode de régression ou du maximum de vraisemblance.

Méthode de régression

1. Trier les temps par ordre croissant

i (rang)	t
1	$t_{(1)}$
2	$t_{(2)}$
3	$t_{(3)}$
...	...
n	$t_{(n)}$

2. Estimer R(t) par une méthode non-paramétrique

Méthode des rangs moyens

$$R(t) = 1 - \frac{i}{n+1}$$

Méthode des rangs médians

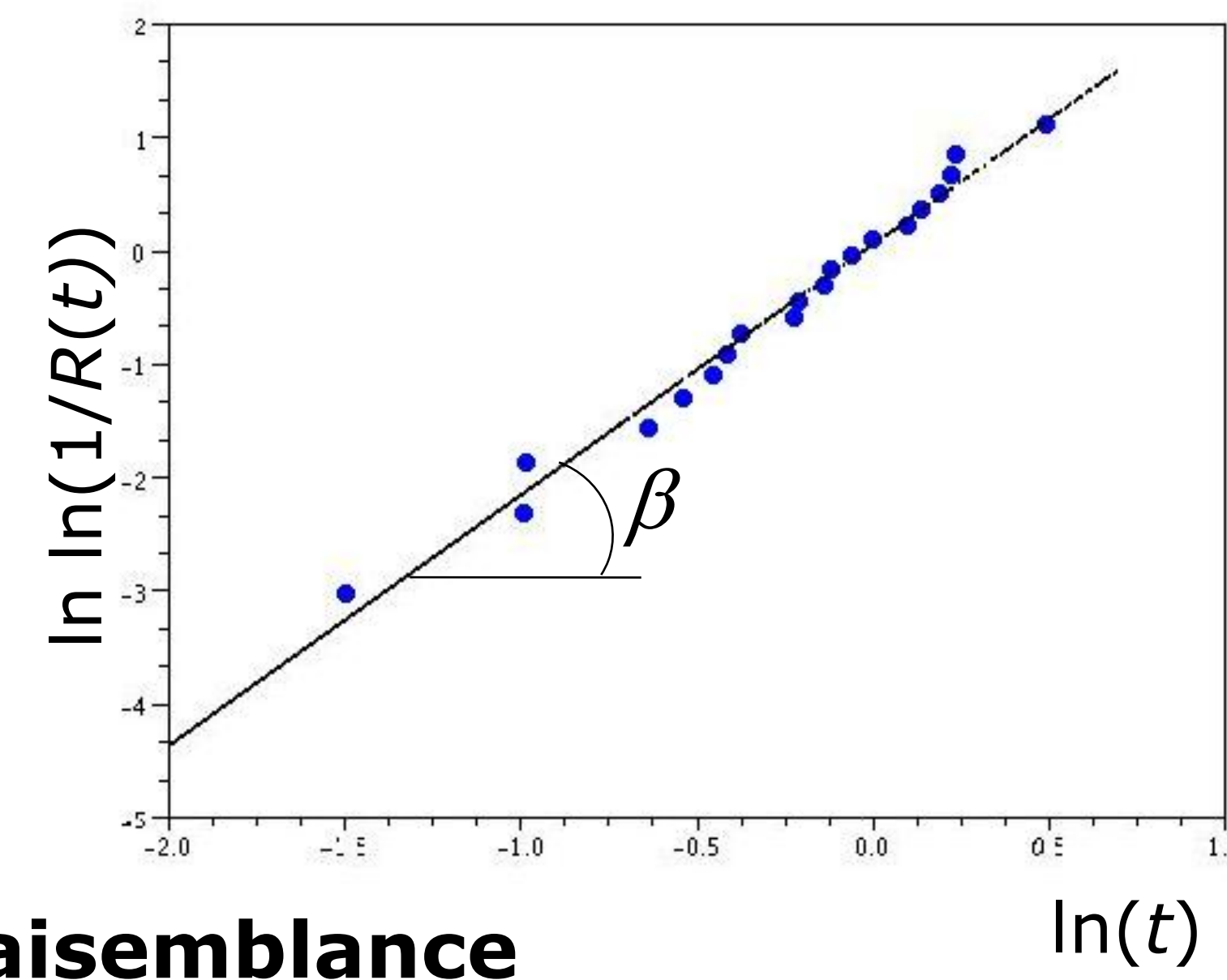
$$R(t) = 1 - \frac{i-0.3}{n+0.4}$$

3. Linéariser le modèle - ex. modèle de Weibull

$$R(t) = \exp\left(-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta\right) \rightarrow \ln\left(\frac{1}{R(t)}\right) = \left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta \rightarrow$$

$$\ln\ln\left(\frac{1}{R(t)}\right) = \beta \ln(t) - \beta \ln(\eta) \rightarrow Y = \beta X + p$$

4. Estimer les paramètres par la méthode de régression



Méthode du maximum de vraisemblance

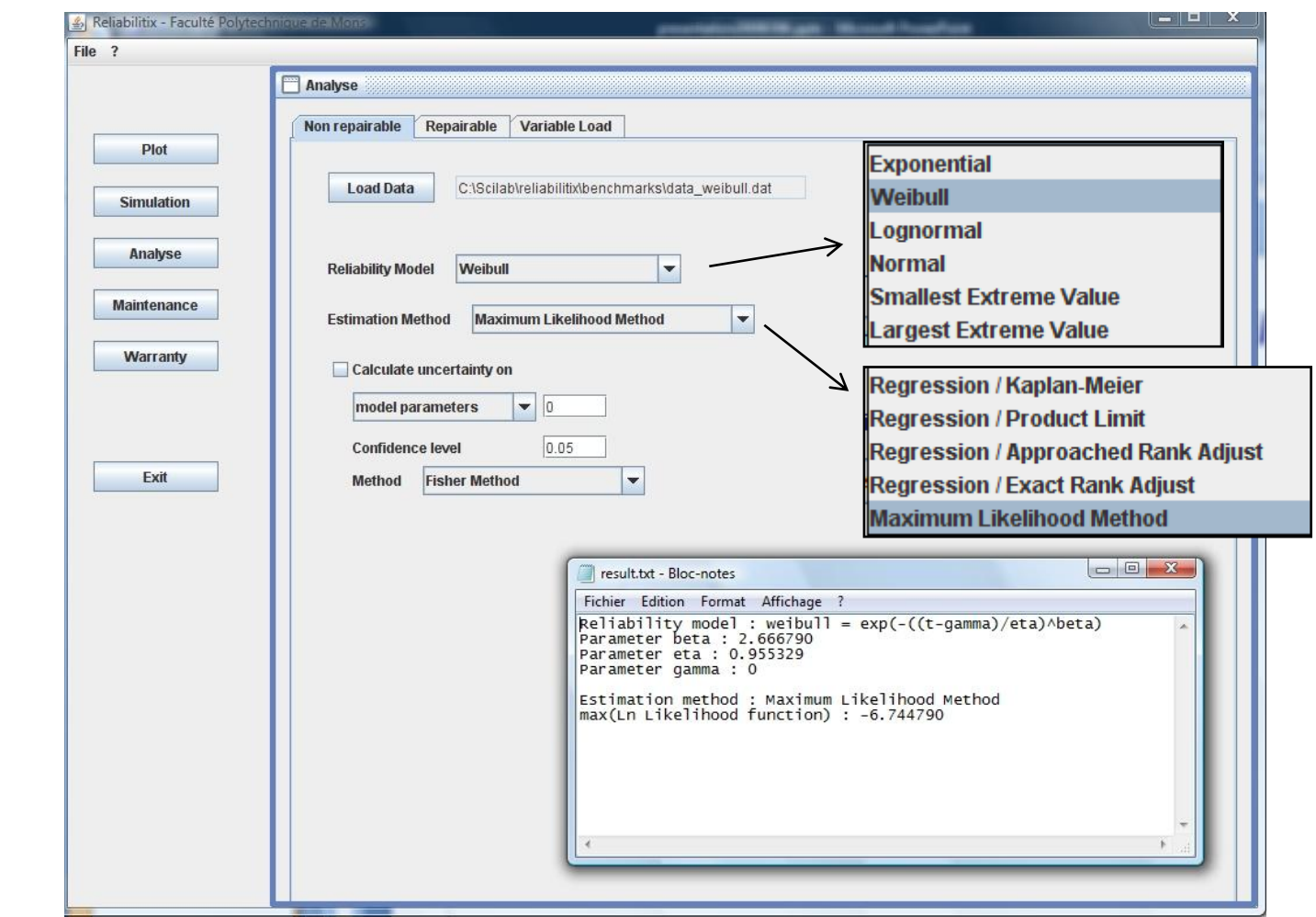
La méthode du maximum de vraisemblance consiste à trouver les paramètres qui maximisent la probabilité d'observer les événements.

$$L = \prod_{i=1}^n f(t_i, \mathbf{p}) \rightarrow \frac{\partial \ln L}{\partial \mathbf{p}} = 0$$

Ex. loi exponentielle

$$L = \prod_{i=1}^n \lambda \exp(-\lambda t_i) \rightarrow \ln L = n \ln \lambda - \sum_{i=1}^n \lambda t_i$$

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \lambda} = \frac{n}{\lambda} - \sum_{i=1}^n t_i = 0 \rightarrow \lambda = \left(\frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}\right)^{-1}$$



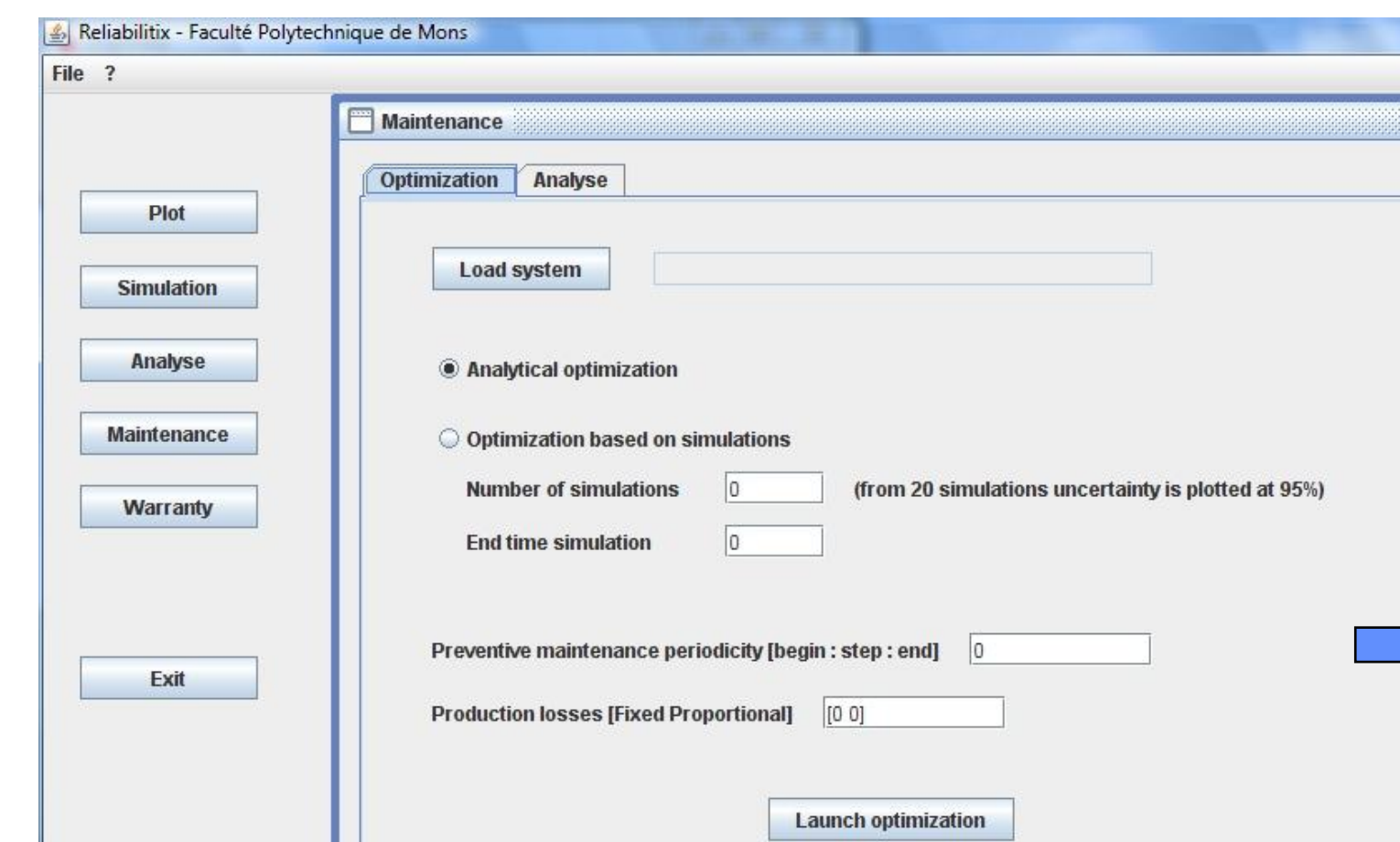
Module « Analyse » de Reliabilitix

b) Si la maintenance ne remet pas le système à neuf, les modèles de fiabilité utilisés sont les processus de Poisson Homogène et Non-Homogène, les modèles à réduction d'âge proportionnel (Kijima), etc.

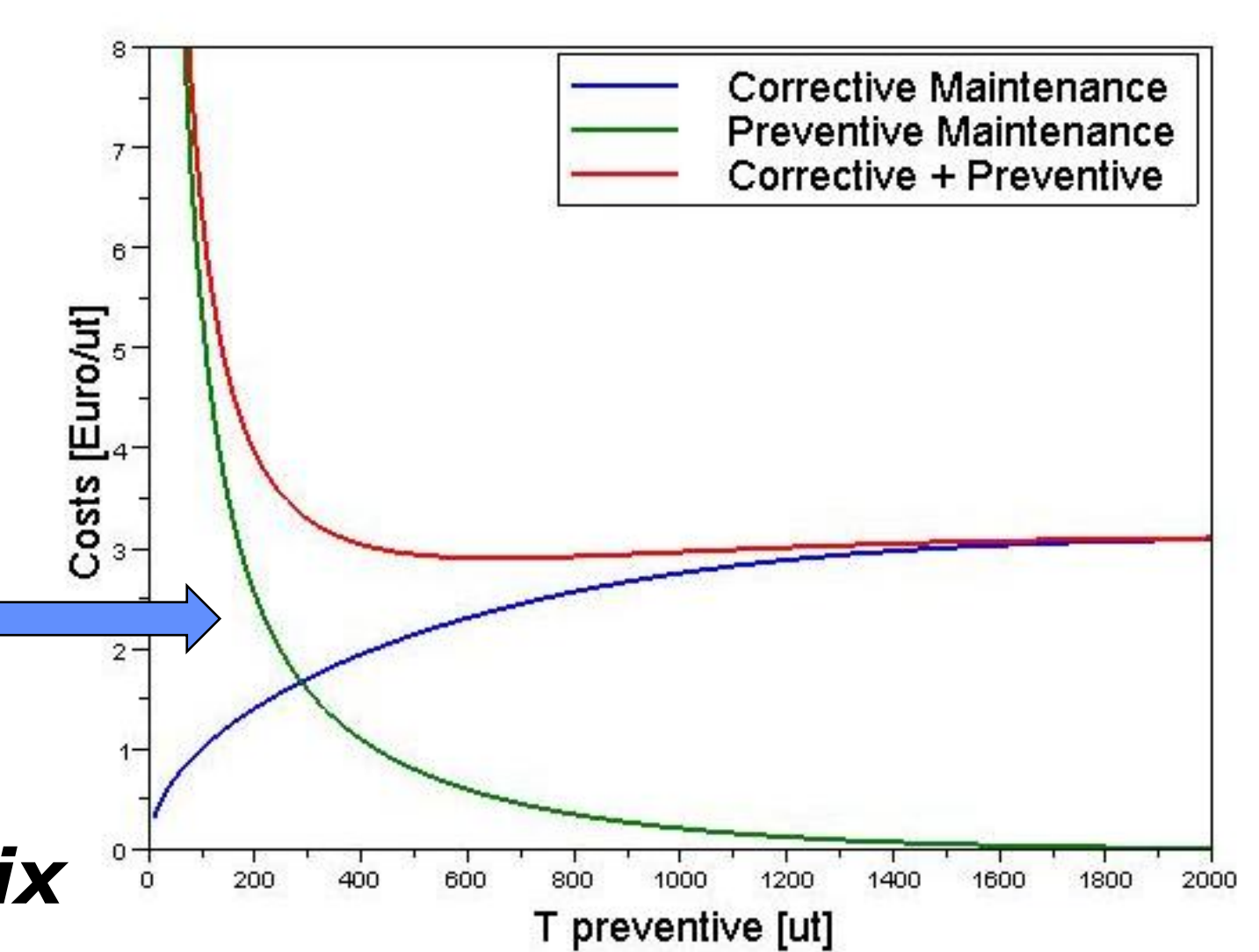
c) De plus, les systèmes réels peuvent travailler sous des sollicitations variables. Dans ce cas, les modèles de fiabilité utilisés sont le modèle de Cox et les modèles développés dans le cadre des tests de durée de vie accélérés.

Optimisation de la maintenance

L'optimisation de la maintenance consiste à trouver le meilleur équilibre entre maintenance préventive et corrective (disponibilité, coûts).



Module « Maintenance » de Reliabilitix



Applications industrielles

Reliabilitix a été développé dans le cadre du projet OPTIMAIN (FPMs et FUCaM), enrichi dans les projets TransLogISTIC (Alstom), MINT (CMI), FIAMA (Maintenance Partners) et exploité pour l'étude de la fiabilité d'équipements chez ArcelorMittal, BASF, Baxter, Burgo Ardennes, NGK Ceramics, Telenet, Total Petrochemicals Feluy.