



*Manuel utilisateur*



**ARBRE ANALYSTE**

Le sens  
de | **i**ngénierie

- Outil de modélisation par arbres de défaillances permettant de réaliser des études de sûreté de fonctionnement sur des systèmes complexes
- Objectif : Répondre aux problématiques de standardisation et de pérennisation des projets industriels
- Outil libre de diffusion et d'utilisation
- 2 piliers :
  - ❖ Format Open-PSA
  - ❖ Moteur de calcul XFTA

- Le standard Open-PSA est un formalisme documenté permettant d'exprimer un modèle complet par arbres de défaillances. Il a pour principal but de permettre une parfaite interopérabilité entre les différents acteurs d'une étude
- Le choix du format de données s'est porté sur le XML. Le XML est un langage informatique de balisage générique. L'objectif est de faciliter l'échange automatisé de contenus complexes (arbres, texte riche...) entre systèmes d'informations hétérogènes

- XFTA est un moteur de calcul pour arbres de défaillance permettant à partir d'un modèle au format Open-PSA d'effectuer les analyses de sûreté de fonctionnement
- Algorithme extrêmement performant de calcul de coupes minimales
- A partir des coupes minimales, XFTA implémente toutes les évaluations probabilistes classiques :
  - ❖ Calcul de la probabilité de l'événement sommet
  - ❖ Calcul de la probabilité des coupes minimales
  - ❖ Calcul des facteurs d'importance des événements de base
  - ❖ Approximation de la fiabilité du système
  - ❖ Calcul de « Safety Integrity Level »
  - ❖ Etudes de sensibilité via des simulations de Monte-Carlo.

- L'interface est conçue pour optimiser l'espace de travail et ainsi se concentrer sur l'édition des arbres de défaillances
- L'emploi de menus détachables et de fenêtres flottantes permet d'organiser son espace de travail librement et de profiter de l'affichage multi-écrans
- Arbre-Analyste incorpore le moteur de calculs XFTA et permet ainsi de profiter, de façon transparente, de toute la puissance offerte par ce moteur de calculs. Ainsi, la phase préparatoire des calculs et la mise en forme des résultats sont réalisées de façon automatique par le logiciel

\*exemple.opsa - Arbre Analyste - Logiciel d'analyse de Sûreté de fonctionnement

Fichier Edition Pages Zoom Données Calculs Modules Aide

Pages

- 1. A - Lost of water pumping
- 2. B - Lost of electrical distribution
- 3. C - Failure of components

Editer page  
Supprimer page

Nouvelle page  
Nouveau groupe  
Copier la liste dans le presse-papier

Moteur de calculs XFTA

Temps de mission: 8760    Porte de tête: P001    Limite:

Résumé	Importance	Coupes minimales	Probabilités	Sensibilité
Porte de tête	P001			
Temps de mission	8760			
Probabilité	0.106		1.1e-01	
Défiabilité système	0.919		9.2e-01	
Lambda système	3.06e-04		2.7e-04	
MTTF système	3263			
Durée d'indisponibilité	928.8			
Système réparable:				
Nombre de pannes	2.25			
MTTR système	430.5			
MTBF système	3895			

Gestion des paramètres nommés

Types

Paramètres disponibles: lambda    Copier dans le presse-papier

Paramètres

Paramètres	Distribution
Electricity network	
Power generator	
Pump	
Valve	

Nom: Valve

Valeur: 1e-5

Description:

Supprimer    Modifier    Créer

A - Lost of water pumping    B - Lost of electrical distribution    C - Failure of components

- Récupérer la dernière version du logiciel sur le site internet <http://www.arbre-analyste.fr/>

## Arbre Analyste

Capitaliser et standardiser les modélisations par arbres de défaillances !



### Les arbres de défaillances

Un arbre de défaillances (aussi appelé arbre de pannes ou arbre de fautes) est une technique d'ingénierie très utilisée dans les études de sécurité et de fiabilité des systèmes statiques. Cette méthode consiste à représenter graphiquement les combinaisons possibles d'événements qui permettent la réalisation d'un événement indésirable prédéfini. Une telle représentation graphique met donc en évidence les relations de cause à effet. Cette technique est complétée par un traitement mathématique qui permet la combinaison de défaillances simples ainsi que de leur probabilité d'apparition. Elle permet ainsi de quantifier la probabilité d'occurrence d'un événement indésirable, également appelé « événement redouté ».

### Ils utilisent Arbre-Analyste

### Téléchargement

La libre utilisation de ce logiciel décharge les auteurs de toutes responsabilités et il incombe donc à l'utilisateur de prendre ses responsabilités vis-à-vis des risques tant matériels que financiers lors du téléchargement, de l'exécution et de l'utilisation d'Arbre Analyste.



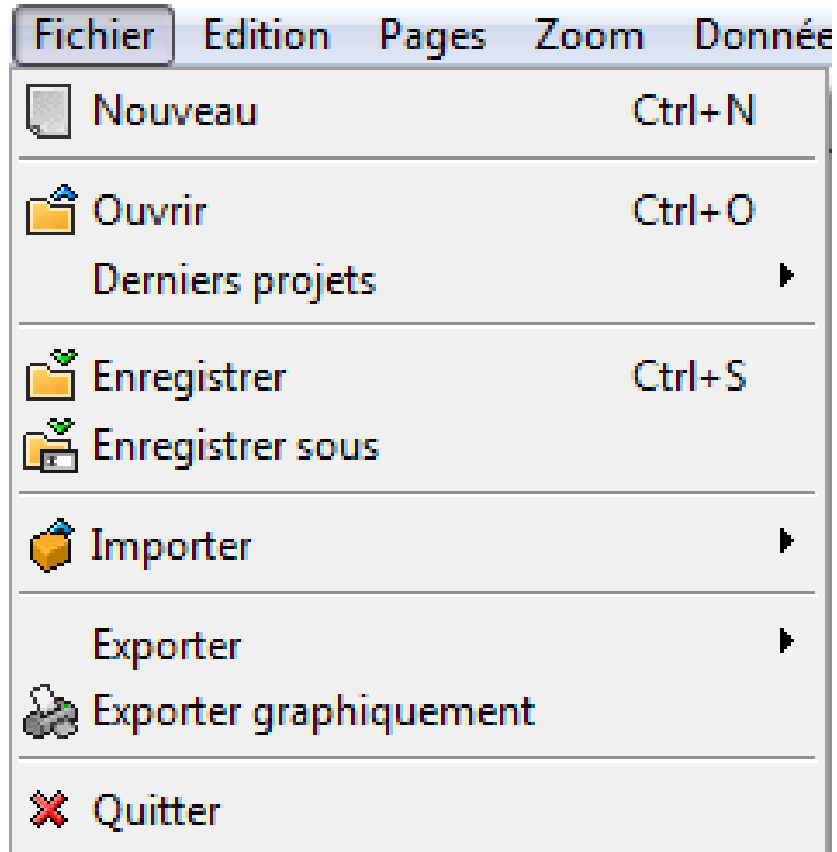
[Arbre Analyste - Version 2.2.0 Stable - 07/09/2016](#)



[Arbre Analyste - Version 2.2.0 Stable - 07/09/2016](#)

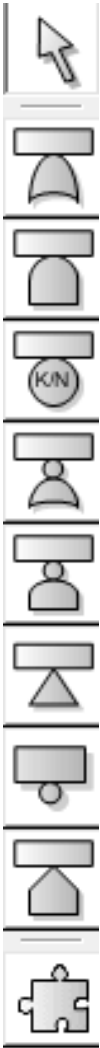
- Installation non obligatoire : utilisation possible directement à partir d'un CD-ROM, une clé USB ou un disque réseau

Le menu de création ou d'ouverture d'un modèle existant apparaît en cliquant sur le menu *Fichier*



- Création d'un nouveau modèle
- Ouverture d'un modèle existant (format .opsa)
- Enregistrement du modèle en cours d'édition (format .opsa)
- Importer/exporter des modèles réalisés sous d'autres formats
- Exporter le modèle en image (svg, jpeg, png, ...)
- Fermer le logiciel

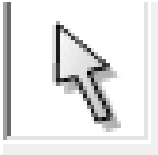




L'interface permet d'éditer graphiquement le modèle sur des pages de type « infini ». Les arbres sont représentés à l'écran, tels qu'ils seront lors de leur exportation finale

Les arbres de défaillances sont créés par l'ajout de portes et d'évènements directement sur la page active via la barre d'outils d'édition graphique

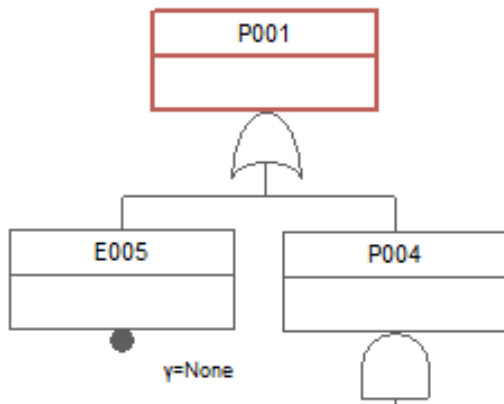
La sélection d'une porte, d'un évènement de base ou d'un évènement maison dans la barre d'outils entraîne une modification du pointeur. Il suffit de cliquer sur la position dans la zone graphique où on souhaite placer ce nouvel élément pour le faire apparaître



Pour rétablir le curseur de sélection, cliquer sur l'outil de sélection ou l'utilisation du bouton *Echap* du clavier









La suppression d'un élément s'effectue en le sélectionnant et en utilisant le menu *Edition/Supprimer*, le menu contextuel de l'élément ou le bouton *Suppr* du clavier



La porte active en cours de sélection est représentée par une surbrillance rouge

Les actions d'ajout, d'attacher ou de détacher des portes ou des événements sont réalisées par rapport à la porte active

 Editer	Entrée
Porte par défaut	
 Sélectionner toute la branche	Ctrl+B
Remonter aux transferts	Tab ▶
Créer un transfert	Ctrl+T
 Calculer	Ctrl+R
Insérer un saut de page	
Positionner sur la hauteur	
Positionner sur la largeur	
Positionner automatiquement	
Attacher	Ctrl+J
Détacher	Ctrl+D
Couleur	▶
Créer un fond de couleur	
 Copier	Ctrl+C
 Couper	Ctrl+X
 Supprimer	Suppr

L'édition des portes du modèle s'effectue via un menu contextuel obtenu via un clic droit sur la porte à éditer

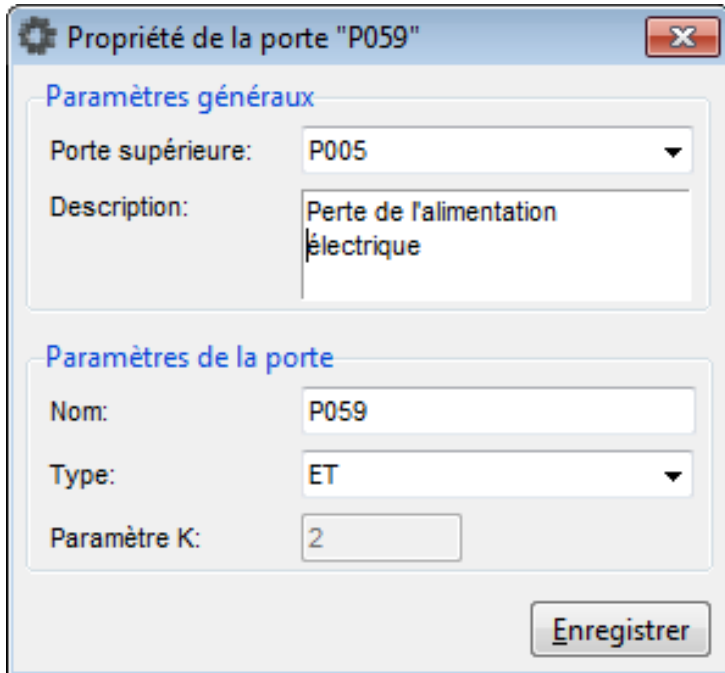
Il est notamment possible d'attacher ou de détacher une porte existante de sa porte mère et la repositionner dans l'arbre

L'utilisation de l'option *Sélectionner toute la branche* ou du raccourci *CTRL+B* permet de sélectionner toute la branche d'arbre dépendant de la porte pour la repositionner

La fenêtre d'édition des propriétés d'une porte apparaît en cliquant sur l'option *Editer* du menu contextuel

Elle est également accessible en sélectionnant la porte et en appuyant sur la touche entrée du clavier ou en double-cliquant sur la porte

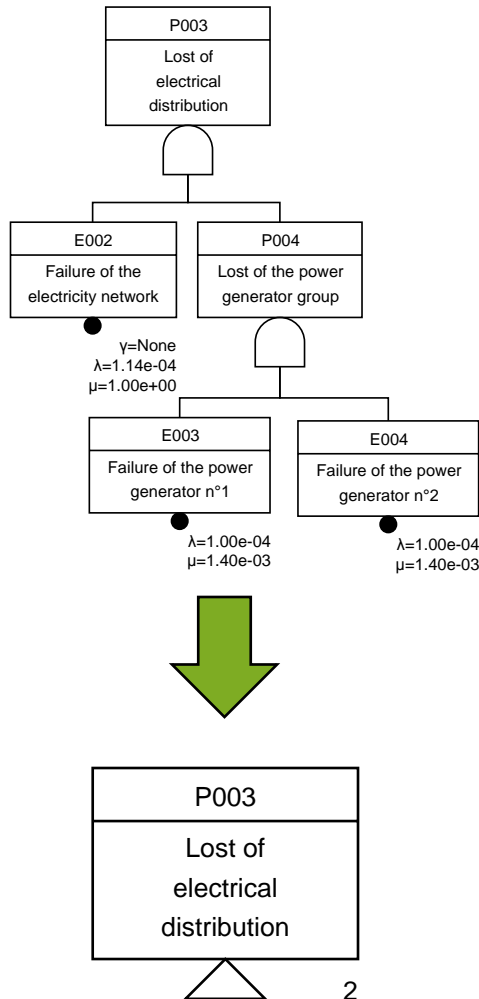
Il est alors possible de modifier la porte mère, la description, le nom et le type de porte



The image shows a software dialog box titled "Propriété de la porte 'P059'". It is divided into two sections: "Paramètres généraux" and "Paramètres de la porte".

- Paramètres généraux:**
  - "Porte supérieure:" is a dropdown menu with "P005" selected.
  - "Description:" is a text field containing "Perte de l'alimentation électrique".
- Paramètres de la porte:**
  - "Nom:" is a text field with "P059".
  - "Type:" is a dropdown menu with "ET" selected.
  - "Paramètre K:" is a text field with "2".

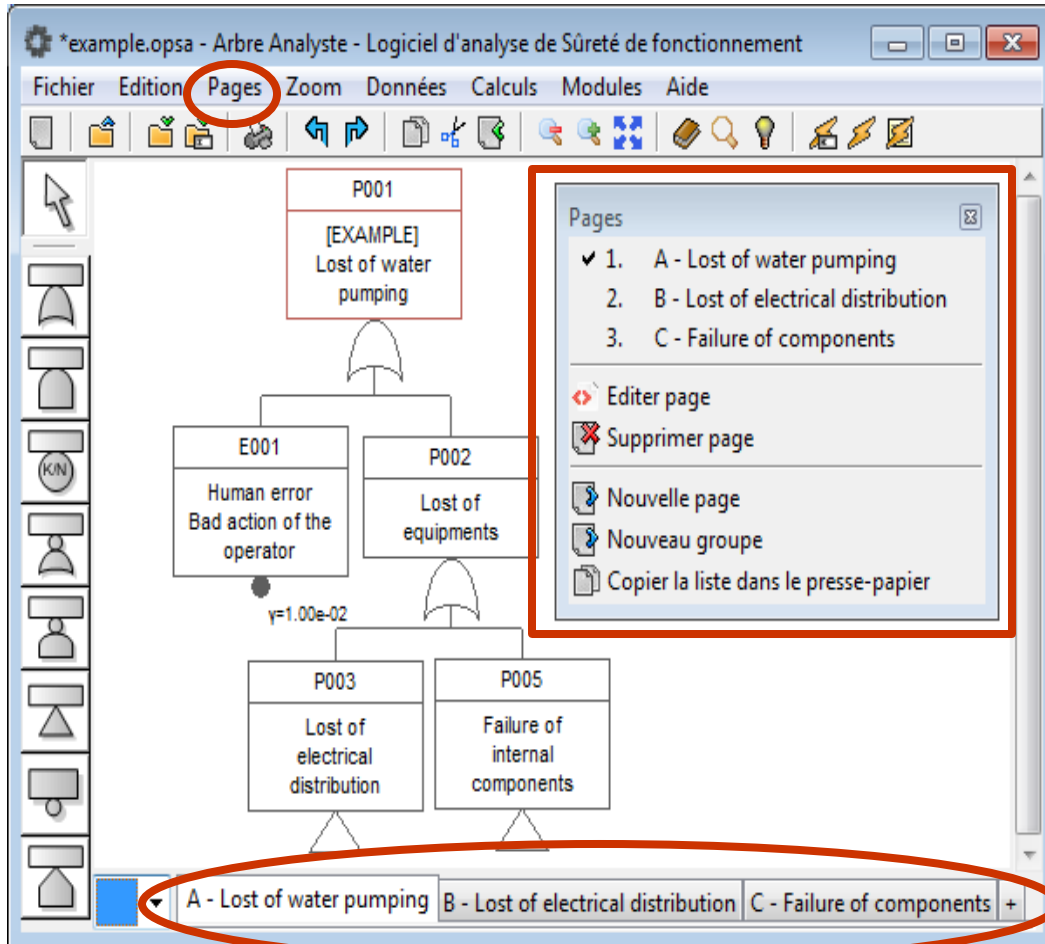
At the bottom right of the dialog is a button labeled "Enregistrer".



Dans l'optique d'améliorer la présentation de l'arbre il est possible d'effectuer des transferts de certaines de ses branches vers d'autres parties de l'arbre ou vers d'autres pages

La création d'un transfert s'effectue via le menu contextuel de la porte ou en utilisant le raccourci *CTRL+T*

La navigation entre porte et transferts associés s'effectue via le menu contextuel ou en utilisant la touche *TAB* pour descendre vers les transferts ou *SHIFT+TAB* pour remonter à la porte mère



La navigation entre les différentes pages du projet s'effectue à l'aide du menu *Pages* ou des onglets en bas de la fenêtre du logiciel

Il est possible de créer des groupes regroupant plusieurs pages

Astuce : Pour déplacer une branche entière sur une page différente, utilisez un transfert et l'option *Déployer le transfert*

Insérer un saut de page

Positionner sur la hauteur

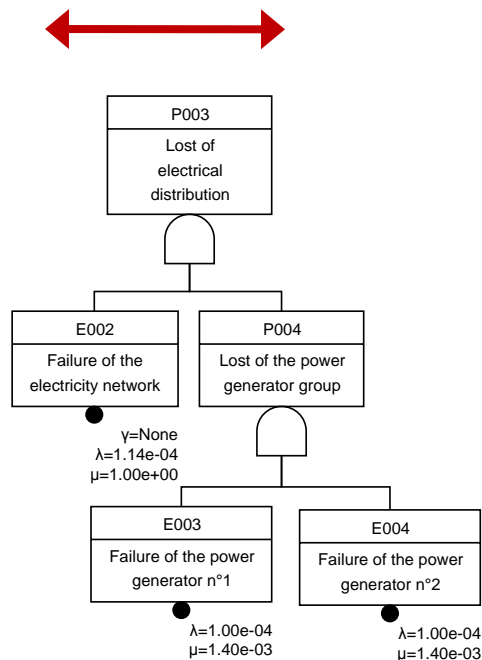
Positionner sur la largeur

Positionner automatiquement

A partir du menu contextuel d'une porte, l'insertion d'un saut de page créera une page contenant la porte et la branche dépendante et remplacera la porte par un transfert dans la page initiale





Les outils de positionnement permettent d'aligner automatiquement les éléments dépendant de la porte dans la page active :

- *dans le sens de la hauteur*
- *dans le sens de la largeur*
- *dans les deux sens (positionner automatiquement)*



E003
Failure of the power generator n°1

$\lambda=1.00e-04$   
 $\mu=1.40e-03$

 Editer	Entrée
Dissocier	Ctrl+W
Attacher	Ctrl+J
Détacher	Ctrl+D
Couleur	
Créer un fond de couleur	
 Copier	Ctrl+C
 Couper	Ctrl+X
 Supprimer	Suppr

L'édition des évènements de base du modèle s'effectue via un menu contextuel obtenu via un clic droit sur l'évènement à éditer

Il est notamment possible d'attacher ou de détacher l'évènement de sa porte mère et le repositionner dans l'arbre

Suite à la copie d'un évènement, l'utilisation de l'option *Dissocier* ou du raccourci *CTRL+W* permet de dissocier l'évènement de l'évènement d'origine



Propriété de l'évènement "E005"

**Paramètres généraux**

Porte supérieure: P006

Description: Défaillance de la pompe n°1

**Paramètres de l'évènement**

Nom: E005

Loi de probabilité: GLM

Gamma: None

Lambda: Pump

Mu: Pump

Temps (optionnel): None

Enregistrer

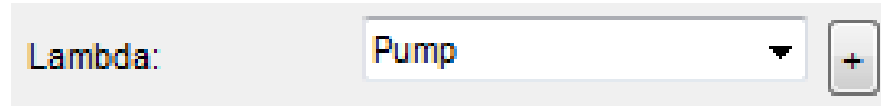
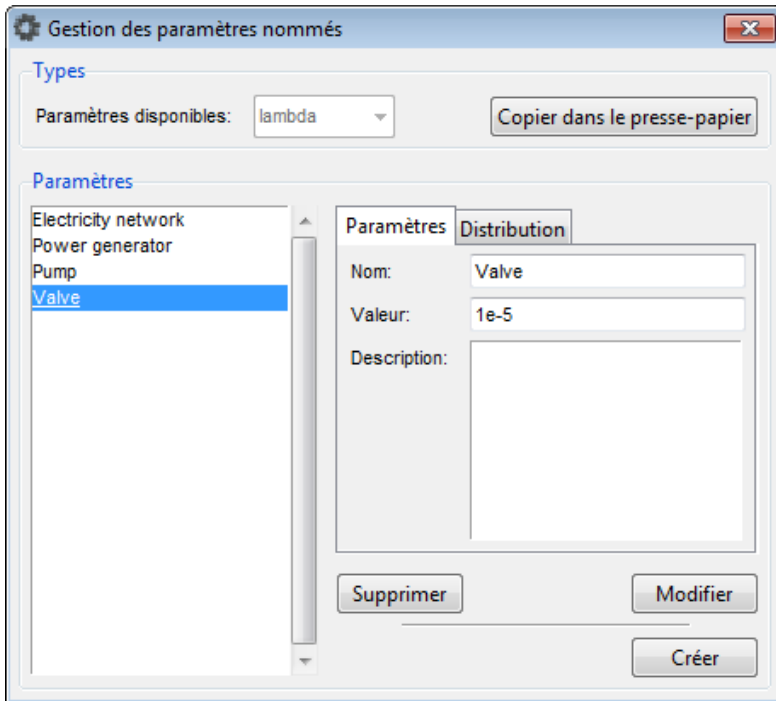
La fenêtre d'édition des propriétés de l'évènement apparaît en cliquant sur l'option *Editer* du menu contextuel

Elle est également accessible en sélectionnant l'évènement et en appuyant sur la touche entrée du clavier ou en double-cliquant sur l'évènement

Il est alors possible de modifier la porte mère, la description, le nom, le type de loi de probabilité et de renseigner les paramètres nommés associés

# Gestion des paramètres nommés

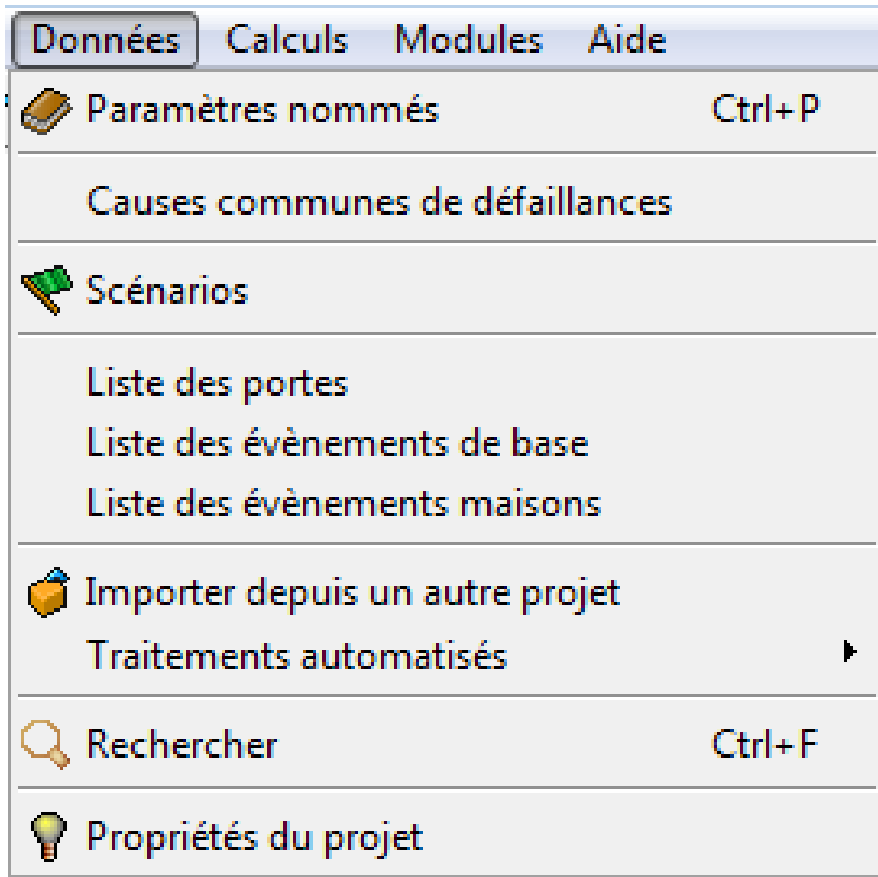
La fenêtre de gestion des paramètres nommés apparaît en cliquant sur le bouton + au niveau de chaque paramètre



Il est alors possible d'indiquer le nom du paramètre, la description et sa valeur

Dans l'onglet *Distribution*, la loi de distribution peut être précisée afin de déterminer le niveau de confiance associé à la valeur du paramètre

Le menu *Données* permet d'ouvrir différentes fenêtres de gestion des données du projet et de fonctionnalités connexes



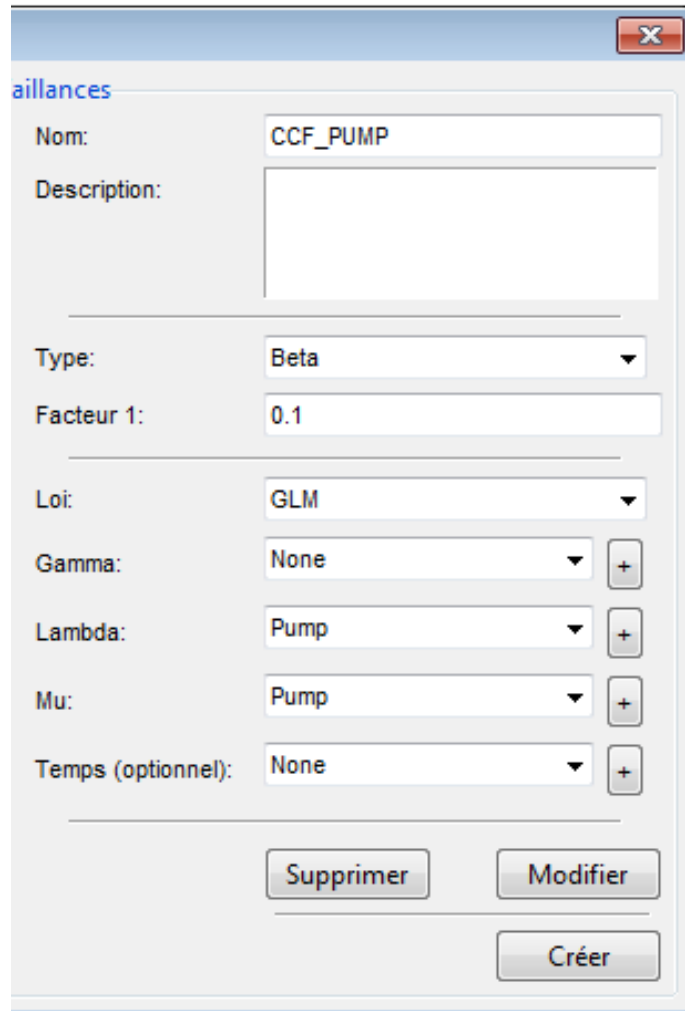
- Gestion des paramètres nommés
- Gestion des causes communes
- Gestion des scénarios
- } → Listes des éléments du modèle
- ↗ Importer des éléments ou des paramètres d'un autre projet
- Fonctions de traitement automatisé
- Outil de recherche
- Edition des propriétés du projet

La fenêtre de gestion des causes communes apparait en cliquant sur la ligne *Causes communes de défaillances* du menu *Données*

The screenshot shows a software window titled "Gestion des causes communes de défaillances". It is divided into three main sections:

- Liste des causes communes:** A list box containing the entry "CCF\_PUMP", which is currently selected.
- Edition des causes communes de défaillances:** A list of failure codes, split into two columns: E001, E002, E003, E004, E008 on the left; and E005, E006, E007 on the right.
- Configuration Panel:** A form for editing the selected cause "CCF\_PUMP".
  - Nom:** CCF\_PUMP
  - Description:** (Empty text area)
  - Type:** Beta
  - Facteur 1:** 0.1
  - Loi:** GLM
  - Gamma:** None
  - Lambda:** Pump
  - Mu:** Pump
  - Temps (optionnel):** None

At the bottom right of the configuration panel, there are three buttons: "Supprimer", "Modifier", and "Créer".



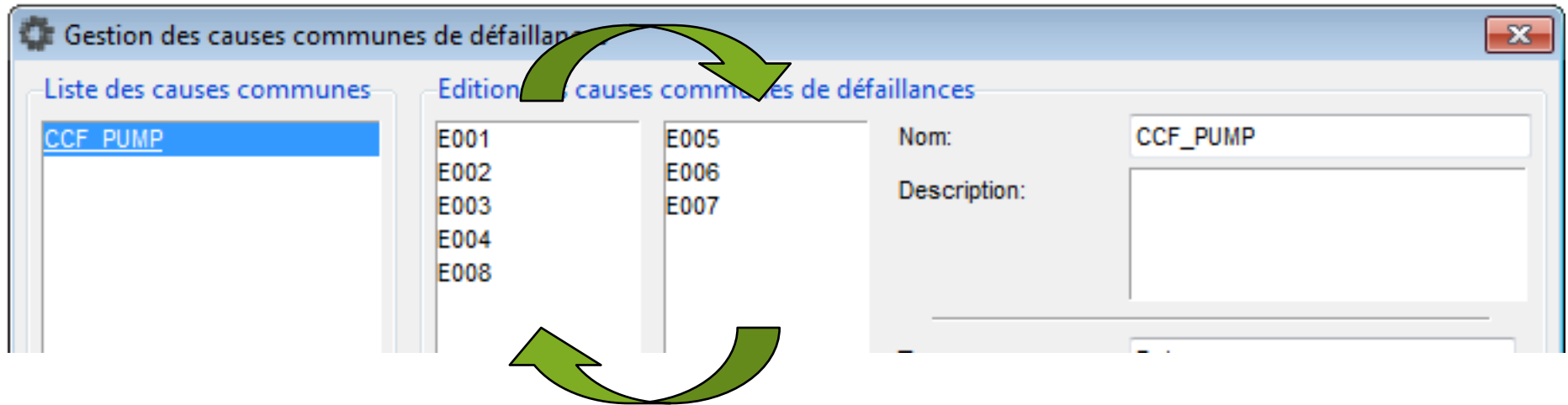
The screenshot shows a software window titled "aillances" with a close button in the top right corner. The window contains the following fields and controls:

- Nom:** A text input field containing "CCF\_PUMP".
- Description:** A large empty text area.
- Type:** A dropdown menu with "Beta" selected.
- Facteur 1:** A text input field containing "0.1".
- Loi:** A dropdown menu with "GLM" selected.
- Gamma:** A dropdown menu with "None" selected, followed by a "+" button.
- Lambda:** A dropdown menu with "Pump" selected, followed by a "+" button.
- Mu:** A dropdown menu with "Pump" selected, followed by a "+" button.
- Temps (optionnel):** A dropdown menu with "None" selected, followed by a "+" button.

At the bottom of the window, there are three buttons: "Supprimer", "Modifier", and "Créer".

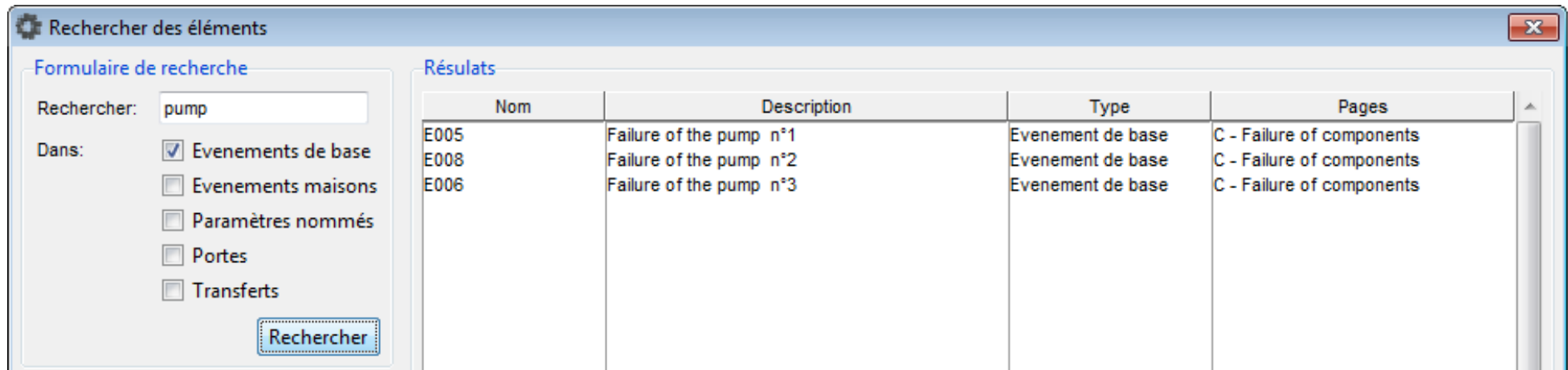
- Pour créer un groupe de CCF, plusieurs champs sont à renseigner :
- Nom du groupe de CCF
  - Type de méthode de gestion des causes communes (facteur  $\beta$ , lettres grecques multiples, facteurs  $\alpha$  ...)
  - Valeur du ou des facteurs de gestion des causes communes
  - Loi des événements de base (reprendre ici les paramètres des événements du groupe)

Pour affecter un évènement au groupe, double-cliquer sur l'évènement à ajouter dans la liste des évènements du projet (1<sup>ère</sup> liste)



Pour supprimer un évènement du groupe, double-cliquer sur l'évènement à enlever dans la liste des évènements du groupe (2<sup>ème</sup> liste)

La fenêtre de recherche d'un élément du projet ou d'un paramètres nommés apparaît en cliquant sur la ligne *Rechercher* du menu *Données* ou utilisant le raccourci *CTRL+F*



The screenshot shows a software window titled "Rechercher des éléments". It is divided into two main sections: "Formulaire de recherche" on the left and "Résultats" on the right.

**Formulaire de recherche:**

- Rechercher:
- Dans:  Evenements de base,  Evenements maisons,  Paramètres nommés,  Portes,  Transferts
- Rechercher

**Résultats:**

Nom	Description	Type	Pages
E005	Failure of the pump n°1	Evenement de base	C - Failure of components
E008	Failure of the pump n°2	Evenement de base	C - Failure of components
E006	Failure of the pump n°3	Evenement de base	C - Failure of components

Un double-clic sur un élément trouvé permet d'ouvrir la fenêtre d'édition des propriétés de l'élément

La fenêtre d'édition des propriétés du projet apparait en cliquant sur la ligne *Propriétés du projet* du menu *Données*

Statistiques	
Date de création:	16/05/16 à 16:18
Date de modification:	18/05/16 à 15:11
Nombre de pages:	3
Nombre d'éléments:	23
- portes:	7
- transferts:	2
- évènements de base:	8
- évènements maisons:	0

Paramètres	
Entreprise:	Thales
Auteur:	Arbre-Analyste
Titre:	A very simple example
Version:	version 1
Performances:	Q F T

Enregistrer

Il est possible de renseigner plusieurs champs d'informations optionnels sur le projet (Auteur, Titre, Version)

Cette fenêtre fournit également quelques informations sur le projet (date de création et de modification, nombre d'éléments, ...)

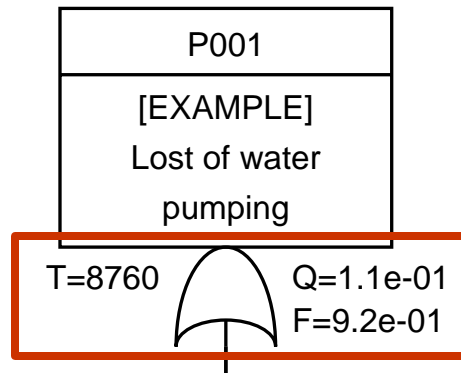
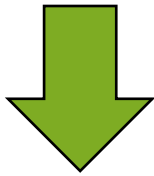


Performances:

Q ▼

F ▼

T ▼





Parmi les paramètres du projet, il est possible de choisir les résultats qui seront affichés au niveau des portes calculées :


- Disponibilité à T (Q) ou Disponibilité moyenne ( $Q_{avg}$ )
- Fiabilité à T (F)
- Fréquence à T (W)
- Nombre de panne (E)
- Taux de défaillances à T (L) ou le taux de défaillances moyen ( $L_{avg}$ )
- Temps de calcul (T)

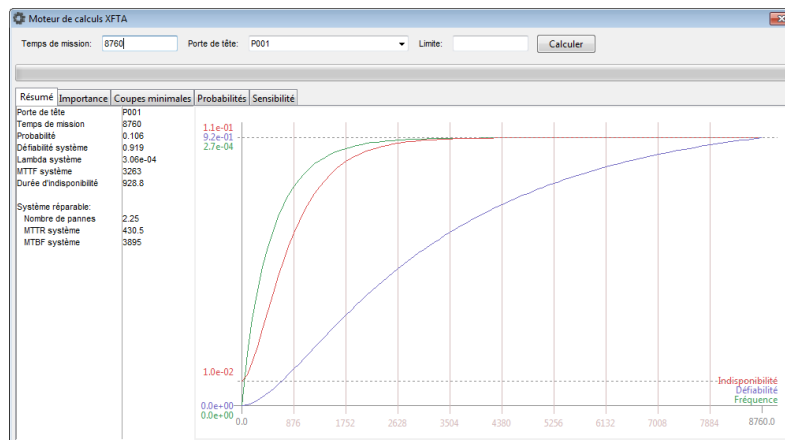
d'analyse de Sûreté de fonctionnement

Calculs Modules Aide

 Calcul exact

 Calcul ponctuel Ctrl+R

 Calculs programmés



Le menu *Calculs* propose deux types de calculs :

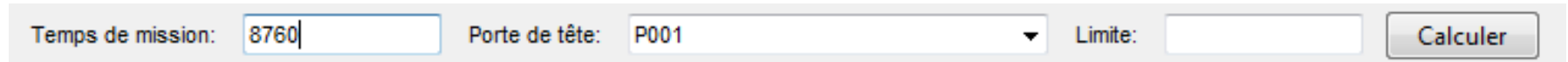
➤ **Calcul exact** : la probabilité de la porte est évaluée à partir des coupes minimales issues du moteur XFTA suivant plusieurs méthodes de calcul différentes (SumOfProduct, MinCutUpperBound, Exact probability)

➤ **Calcul ponctuel** : présente les résultats issus du moteur de calcul XFTA

Les calculs programmés permettent de créer une liste de calcul dont les paramètres sont prédéfinis

La fenêtre de calcul ponctuel apparait :

- en cliquant sur la ligne *Calcul ponctuel* du menu *Calculs*,
- via l'option *Calculer* du menu contextuel de la porte,
- en utilisant le raccourci *CTRL+R* après avoir sélectionné la porte

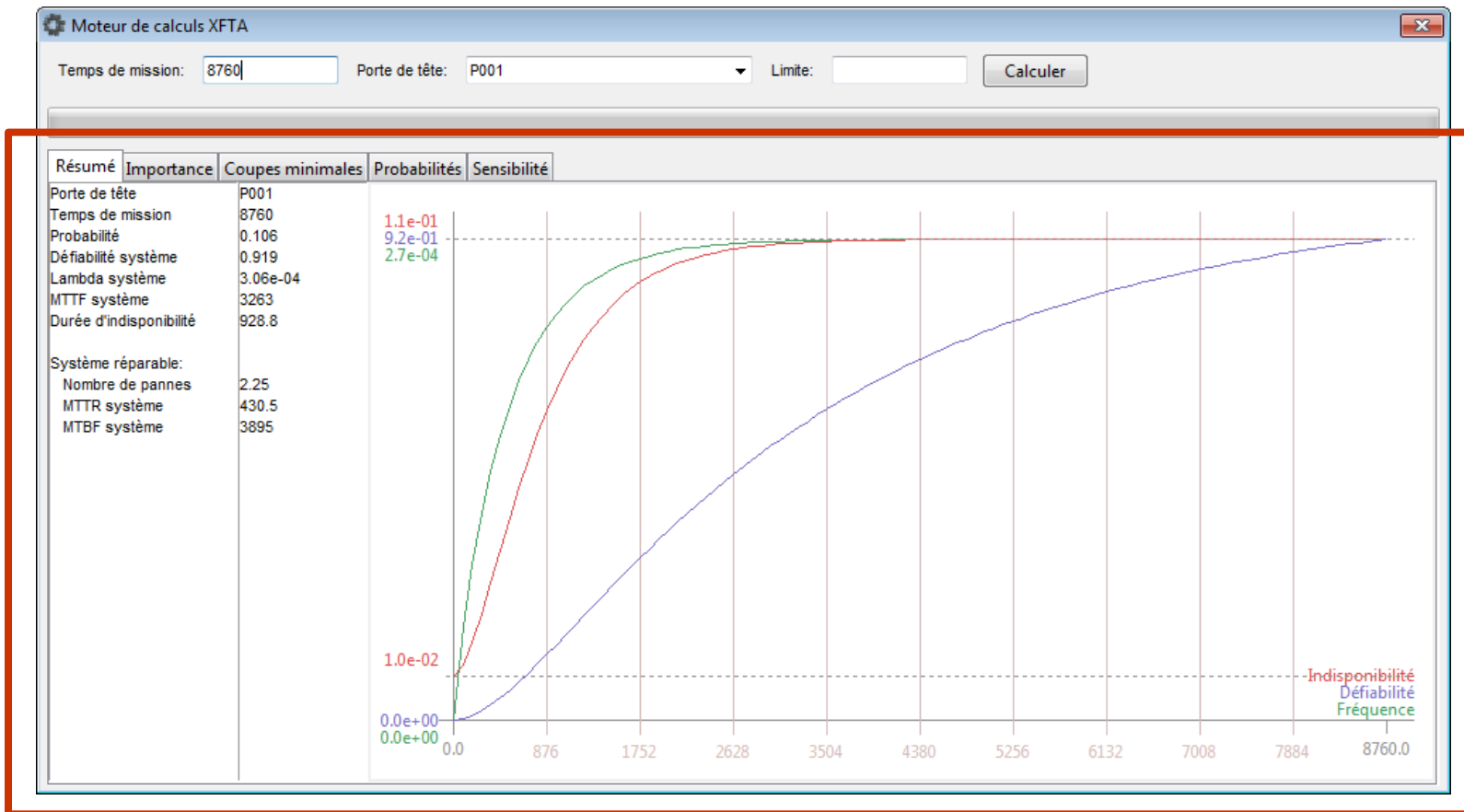


Temps de mission:  Porte de tête:  Limite:

Pour paramétrer le calcul, il faut renseigner les champs :

- Temps de mission (en heure) : il est possible en option de modifier le pas de temps ou de préciser le T0 (syntaxe : T0:T:PAS)
- Porte à calculer
- Limite des calculs : pour accélérer le calcul, il est possible de fixer une limite sur la probabilité minimale des coupes (valeur < 1) ou sur un ordre maximal (valeur > 1)

La fenêtre de calcul ponctuel présente les résultats issus du moteur de calcul XFTA dans plusieurs onglets



La fenêtre de calculs programmés permet de sauvegarder les paramètres des calculs ponctuels

The screenshot shows a software window titled 'Calculs programmés'. On the left, there is a list box labeled 'Liste des calculs programmés' containing the entry 'Lost of water pumping'. To the right of the list is a form for editing the selected entry. The form fields are: 'Nom:' (text box with 'Lost of water pumping'), 'Temps de mission:' (text box with '8760'), 'Porte de tête:' (dropdown menu with 'P001'), and 'Limite:' (text box). Below the form are buttons for 'Supprimer', 'Modifier', 'Calculer', 'Générer un rapport', and 'Créer'. A red box highlights the form fields. Arrows point from text labels to these elements: 'Liste des calculs programmés' points to the list box; 'Paramètres du calcul' points to the form fields; 'Supprimer ou modifier le calcul programmé' points to the 'Supprimer' and 'Modifier' buttons; 'Exporter les résultats' points to the 'Générer un rapport' button; 'Créer le calcul programmé' points to the 'Créer' button; and 'Lancer le calcul ponctuel' points to the 'Calculer' button.

Liste des calculs programmés

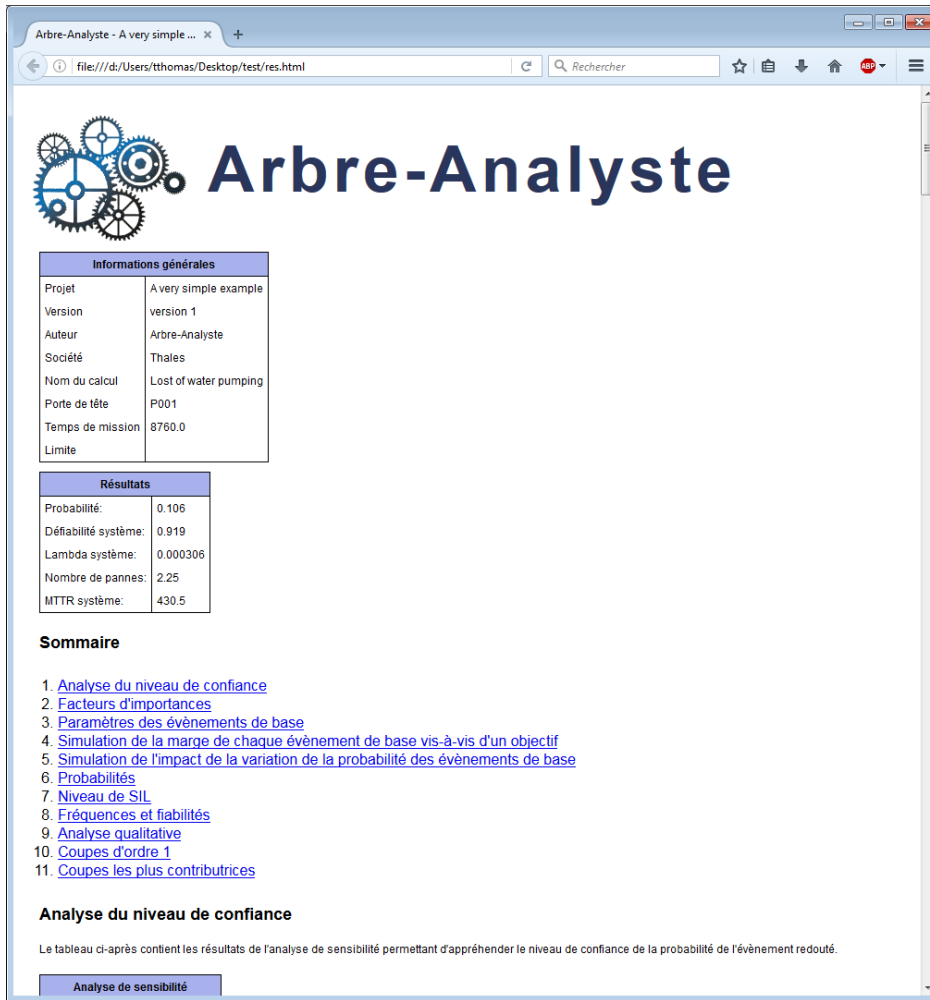
Paramètres du calcul

Supprimer ou modifier le calcul programmé

Exporter les résultats

Créer le calcul programmé

Lancer le calcul ponctuel



The screenshot shows a web browser window titled "Arbre-Analyste - A very simple ..." with the address bar displaying "file:///d:/Users/tthomas/Desktop/test/res.html". The page features a logo of interlocking gears and the title "Arbre-Analyste".

**Informations générales**

Projet	A very simple example
Version	version 1
Auteur	Arbre-Analyste
Société	Thales
Nom du calcul	Lost of water pumping
Porte de tête	P001
Temps de mission	8760.0
Limite	

**Résultats**

Probabilité:	0.106
Défiabilité système:	0.919
Lambda système:	0.000306
Nombre de pannes:	2.25
MTTR système:	430.5

**Sommaire**

- [1. Analyse du niveau de confiance](#)
- [2. Facteurs d'importances](#)
- [3. Paramètres des événements de base](#)
- [4. Simulation de la marge de chaque événement de base vis-à-vis d'un objectif](#)
- [5. Simulation de l'impact de la variation de la probabilité des événements de base](#)
- [6. Probabilités](#)
- [7. Niveau de SIL](#)
- [8. Fréquences et fiabilités](#)
- [9. Analyse qualitative](#)
- [10. Coupes d'ordre 1](#)
- [11. Coupes les plus contributrices](#)

**Analyse du niveau de confiance**

Le tableau ci-après contient les résultats de l'analyse de sensibilité permettant d'appréhender le niveau de confiance de la probabilité de l'évènement redouté.

Analyse de sensibilité

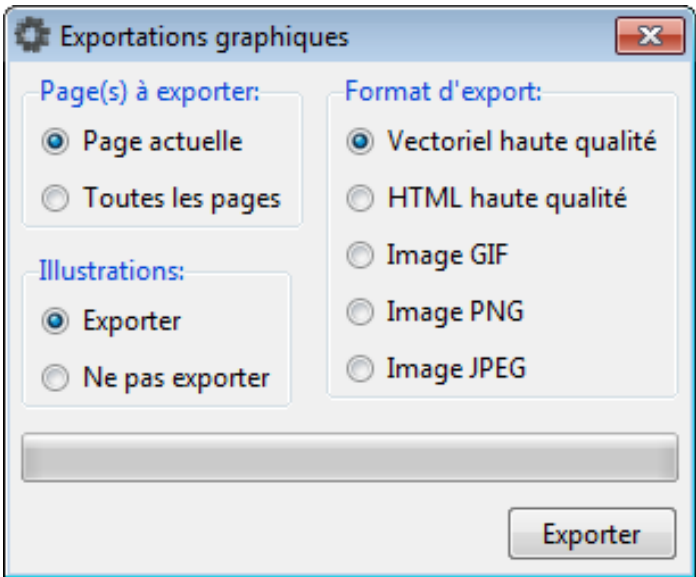
L'exportation des résultats d'un calcul au format html se fait par l'intermédiaire du bouton *Générer un rapport* dans la fenêtre de calculs programmés

Le fichier peut être ouvert avec un logiciel de traitement de texte (type Word), ou un tableur (type Excel)

Les différents tableaux de résultats peuvent alors être copiés vers le rapport d'étude

# Exportation graphique des arbres

La fenêtre d'exportation du modèle au format image apparaît en cliquant sur la ligne *Exporter graphiquement* du menu *Fichier*



The screenshot shows a dialog box titled "Exportations graphiques" with the following options:

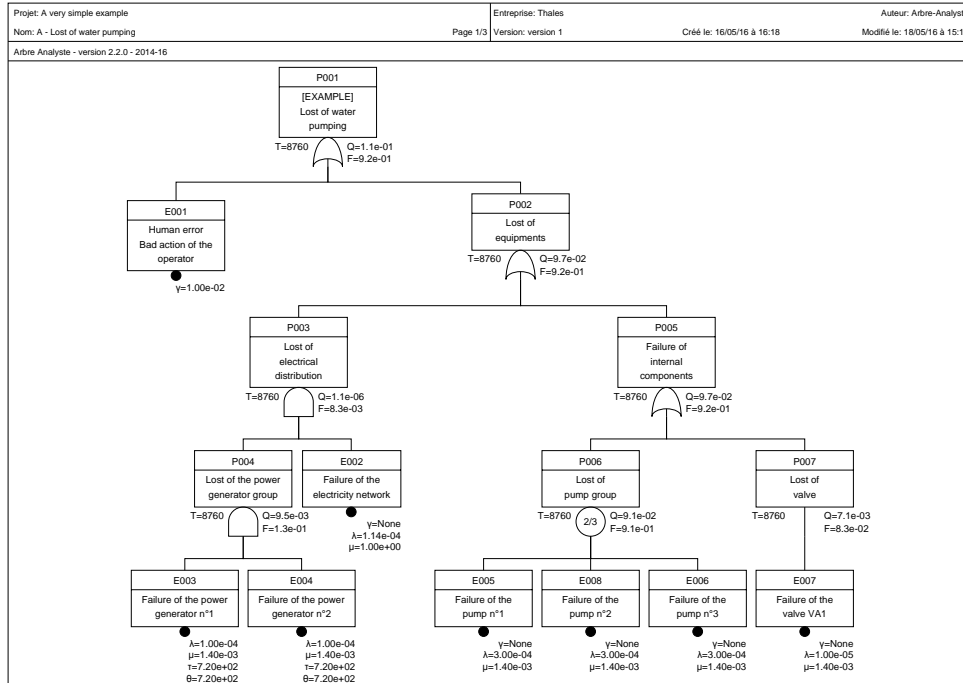
- Page(s) à exporter:**
  - Page actuelle
  - Toutes les pages
- Illustrations:**
  - Exporter
  - Ne pas exporter
- Format d'export:**
  - Vectoriel haute qualité
  - HTML haute qualité
  - Image GIF
  - Image PNG
  - Image JPEG

An "Exporter" button is located at the bottom right of the dialog box.

Annotations with arrows point to the following elements:

- "Choix des pages à exporter" points to the "Page(s) à exporter" section.
- "Exportation des illustrations" points to the "Illustrations" section.
- "Choix du format d'image" points to the "Format d'export" section.
- "Lancer l'exportation graphique" points to the "Exporter" button.

Dans la fenêtre du choix de la destination, sélectionnez le dossier qui contiendra toutes les images (une image par page d'arbre)



Les images des arbres sont présentées dans un cartouche reprenant les données du projet et de la pagination

Pour une qualité optimale, il est recommandé d'employer le format d'image vectorielle haute qualité (format SVG)

Sous ce format, la page d'arbre est modifiable et personnalisable en utilisant un logiciel d'édition compatible (type Visio ou Inkscape)



Arbre-Analyste propose deux fonctionnalités avancées permettant d'améliorer l'expérience d'édition et de gestion du modèle :

- Une gestion de scénarios avancée qui permet de modifier de façon automatique la structure des arbres et les paramètres des évènements

*Doc : [http://www.arbre-analyste.fr/doc/doku.php/les\\_scenarios](http://www.arbre-analyste.fr/doc/doku.php/les_scenarios)*

- Une interface de programmation applicative (API) documentée permettant de développer des modules complémentaires par l'utilisateur

*Modules : <http://www.arbre-analyste.fr/doc/doku.php/addons>*

*Doc API : <http://www.arbre-analyste.fr/doc/doku.php/api>*

DOC	Lien
Site Arbre-Analyste	<a href="http://www.arbre-analyste.fr/">http://www.arbre-analyste.fr/</a>
Documentation en ligne	<a href="http://www.arbre-analyste.fr/doc/doku.php">http://www.arbre-analyste.fr/doc/doku.php</a>
Modules complémentaires	<a href="http://www.arbre-analyste.fr/doc/doku.php/addons">http://www.arbre-analyste.fr/doc/doku.php/addons</a>
Site du projet XFTA	<a href="http://altarica-association.org/contents/xfta.html">http://altarica-association.org/contents/xfta.html</a>
Site du projet Open-PSA	<a href="http://www.open-psa.org/joomla1.5/index.php">http://www.open-psa.org/joomla1.5/index.php</a>