



## Fiche technique du logiciel

### Objet

ITS est un logiciel permettant de tester les conditions d'écoulement au regard des capacités des voies navigables. Il est destiné aux intervenants intéressés à analyser la fluidité du trafic, améliorer l'utilisation de l'infrastructure, ou encore d'étudier l'impact des changements d'infrastructure ou d'exploitation sur l'utilisation des voies d'eau. C'est un outil qui peut apporter une aide considérable à la prise des décisions, pouvant influencer sur des investissements avec un important impact économique à moyen et long terme.

### Méthode

L'outil propose une simulation de type discret - asynchrone. Une simulation à événements discrets modélise le fonctionnement d'un système comme une séquence discrète d'événements dans le temps. Chaque événement se produit à un instant donné dans le temps et marque un changement d'état dans le système. Entre des événements consécutifs, aucun changement dans le système n'est supposé se produire; ainsi la simulation peut sauter directement dans le temps d'un événement à l'autre. L'avantage de ce type de simulation est qu'il permet de réaliser des analyses rapides des systèmes de grande taille et complexité.

### Modèle

La simulation se base sur une modélisation de l'infrastructure du réseau et de la flotte que la fréquente.

### *Les données générales*

- Nombre de jours de simulation : la durée de la simulation sur laquelle les traitements statistiques sont appliqués.
- Nombre de passages : le nombre de répétitions de la simulation.

Les éléments de base de l'infrastructure pouvant être modélisées sont les biefs et les écluses. Les biefs peuvent être également utilisés pour modéliser des points singuliers, comme des passages rétrécis, en alternat, dans une courbe ou sous un pont, etc.

### *Les biefs*

- Nom du bief
- Données géométriques : longueur, largeur, profondeur
- Vitesse limite
- Périodes d'inactivité :
  - o De nature déterministe : heure de début, durée moyenne
  - o De nature aléatoire (loi d'Erlang): durée moyenne, ordre de la loi d'Erlang pour la durée moyenne, écart moyen, ordre de la loi d'Erlang pour l'écart moyen
  - o De nature journalière : Heures de début, heures de fin.

### *Les écluses*

- Nom de l'écluse
- Données géométriques : longueur, largeur, profondeur
- Hauteur de chute
- Temps de remplissage et de drainage
- Périodes d'inactivité :
  - o De nature déterministe : heure de début, durée moyenne
  - o De nature aléatoire (loi d'Erlang): durée moyenne, ordre de la loi d'Erlang pour la durée moyenne, écart moyen, ordre de la loi d'Erlang pour l'écart moyen
  - o De nature journalière : heures de début, heures de fin.

Note : plusieurs écluses peuvent être modélisées en parallèle.

La caractérisation de la flotte est faite en groupant les bateaux par type selon leurs caractéristiques, pour des raisons de facilité de modélisation.

### *Les types des bateaux*

- Nom du type de bateau
- Données géométriques : longueur, largeur, tirant d'eau
- Niveau de priorité pour l'accès aux écluses
- Les périodes d'inactivité, de nature journalière : heures de début, heures de fin.

D'autres données sont disponibles pour caractériser des relations entre les éléments de l'infrastructure et la flotte.

### *Les règles de navigation*

Pour chaque type de bateau et pour chaque bief il existe des règles lui permettant ou interdisant de croiser ou de dépasser un bateau du même ou d'un autre type.

### *Les durées de manœuvre dans les écluses*

Pour chaque type de bateau et pour chaque écluse on définit les durées de manœuvre d'entrée. Si plusieurs bateaux sont en file d'attente pour accéder à l'écluse dans la même bassinée, une durée de

manœuvre différente peut s'appliquer aux bateaux qui suivent le premier, afin de s'approcher de la situation réelle.

### *Les vitesses dans les biefs*

Pour chaque type de bateau et pour chaque bief on définit les vitesses des bateaux en aval et en amont.

### *Les missions et la génération des bateaux*

Pour chaque mission créée, on définit :

- Les points d'entrée et de sortie du bateau dans le réseau
- Le mode de génération :
  - o De nature déterministe : jour et heure de la génération
  - o De nature aléatoire (loi d'Erlang): le nombre de bateaux à générer, l'ordre de la loi d'Erlang pour la génération et l'intervalle de temps journalier dans lequel les bateaux seront générés
  - o De nature journalière : intervalles de temps dans lesquels la génération se fait.

Note : Le logiciel génère tous les trajets possibles entre les points d'entrée et de sortie définis et choisira le meilleur trajet pendant la simulation.

### **Résultats**

Les résultats de la simulation sont présentés sous forme des graphes, des tableaux et des fichiers texte. Une animation de la simulation est également proposée. Un set de sorties de base est proposé par défaut, cependant d'autres sorties peuvent être ajoutées sur demande. Les sorties des simulations peuvent être comparées les unes par rapports aux autres.

Les résultats de base sont les suivants :

- Les statistiques des bateaux générés : les nombres et les pourcentages des bateaux générés par type de bateau
- Durées de parcours maximum, minimum et moyennes: les durées sur lesquelles les bateaux ont parcouru leurs trajets, en direction aval ou amont, par type de bateau.
- Les temps d'attente moyens et totaux, par élément: les temps que les bateaux ont attendu dans un élément du réseau (entrée de bief ou d'écluse), en direction aval ou amont, par type de bateau et par type d'attente\*
- Les temps d'attente moyens et totaux, par trajet: les temps que les bateaux ont attendu entre deux éléments du trajet (entrée de bief ou d'écluse), en direction aval ou amont, par type de bateau et par type d'attente\*
- Les temps d'attente moyens et totaux, par type de bateau: les temps qu'un type de bateau a attendu dans chaque élément du réseau (entrée de bief ou d'écluse), en direction aval ou amont, par type d'attente\*

- Consommation d'eau : les volumes d'eau consommés par écluse, en direction aval et amont, lors des bassinées, des fausses bassinée et toutes bassinées confondues.
- Les longueurs des files pour accès aux écluses dans le temps
- Les taux d'occupation des écluses dans le temps

\* Les attentes sont de quatre types :

- Dues aux périodes d'inactivité des éléments du réseau (pour cause des travaux, accidents, pannes, etc.)
- Dues aux règles de navigation (croisement et trématage)
- Dues aux files d'accès aux écluses
- Dues aux heures de fonctionnement des éléments du réseau ou des bateaux

### **Perspectives d'amélioration**

En plus des fonctionnalités déjà présentes, le logiciel peut être davantage adapté en fonction des besoins du client. Ces adaptations peuvent aller de l'ajout des fonctions supplémentaires, transfert d'informations avec d'autres logiciels, adaptations dans les algorithmes, les sorties des résultats ou au niveau de l'interface graphique et jusqu'à des développements plus importants. A titre d'exemple, on cite ci-dessous l'optimisation de la planification d'accès aux écluses.

Dans le cadre d'ITS ou dans un logiciel dérivé de celui-ci, on peut concevoir un outil de surveillance du réseau et de planification optimisée d'accès aux écluses, en intégrant des fonctionnalités AIS couplées à un module d'optimisation. Cet outil pourrait assister les éclusiers dans leurs opérations, dans le but de minimiser les files d'attentes mais aussi les consommations d'eau. Concrètement, l'outil serait en mesure de proposer des horaires et des configurations d'occupation de l'écluse optimales, sur base de la situation réelle reconstituée à l'aide du système AIS.