



Outils d'aide à la décision :

Règles de conception

1. Présentation du besoin

La réalité étant généralement complexe, les entreprises doivent se doter d'outils qui vont permettre l'exploration de divers scénarios et guider les choix. Ceux qui, à terme, auraient des conséquences négatives doivent pouvoir être rapidement rejetés ; les autres seront l'objet d'investigations plus ou moins approfondies.

Un outil d'aide à la décision (en abrégé OAD) n'est pas un outil d'optimisation d'une tâche quotidienne (comme le sont les approvisionnements ou la logistique). Il est là pour aider l'investigation de situations qui ne sont pas déjà connues et dont la complexité est si grande que l'intuition n'y suffit pas.

Un exemple typique est l'organisation de la maintenance : il s'agit de planifier des travaux sur un réseau (adduction d'eau, d'électricité, de gaz, de transport, etc.), avec des contraintes très nombreuses : limiter les interruptions de service, tenir compte de la disponibilité des matériels et des équipes, respecter le budget, lisser le planning, etc.

Il ne peut y avoir de solution unique : on ne cherche pas un optimum, mais des solutions acceptables ; il faut pouvoir proposer un ensemble de solutions, et non pas une seule. Un résultat acceptable est habituellement un mélange entre :

- Des exigences réglementaires, plus ou moins claires (ne pas dépasser tel seuil, etc.) ;
- Des arbitrages toujours délicats entre diverses contraintes (interruptions de service, satisfaction client, ressources humaines disponibles, etc.) ;
- Les limites des budgets disponibles.

L'horizon de temps est très variable. Lorsqu'il s'agit de travaux à effectuer, on calculera sur des années, voire des dizaines d'années, des centaines lorsqu'il s'agit du stockage de déchets radioactifs.

L'OAD doit mettre en évidence toutes les situations, même les plus désagréables. Il y a une exigence fondamentale d'honnêteté intellectuelle. Voir notre fiche de compétences "Avocat du Diable" (ref. plus bas) pour les précautions à prendre ; il faut rechercher les raisons pour lesquelles le projet peut échouer.

2. Une conception modulaire

Un OAD est donc nécessairement constitué de plusieurs modules :

- Un module de simulation, qui doit pouvoir prendre en entrée toutes les configurations possibles, toutes les variantes possibles ;

Il doit être exhaustif et indépendant des choix qui peuvent être faits ensuite. Il s'agit de veiller à ce qu'apparaissent toutes les situations susceptibles d'être rencontrées.

- Un module de visualisation, qui doit présenter sous forme compréhensible (tableaux, cartes, graphes, etc.) le résultat de chaque configuration et permettre les choix. Il faut pour cela avoir introduit des échelles de valeur.

L'ensemble de l'outil est nécessairement grossier : ranger les résultats en grandes classes. En effet, les données disponibles sont entachées d'incertitude, et de même les lois qui les régissent : un outil précis, calé sur données factices, n'aurait aucun sens.

3. Règles de conception pour la simulation

Les données utilisées par le module de simulation peuvent avoir trois origines :

- connaissances d'expert ;
- données disponibles du fait d'un historique ;
- lois de la physique.

Aucune des trois sources n'est totalement satisfaisante : il faut essayer de combiner les trois. Les données provenant d'un historique sont de loin la meilleure source, mais ces données sont souvent insuffisantes et de mauvaise qualité. Mais, bien sûr, elles s'amélioreront au fil du temps. L'information provenant des lois de la physique est rarement utilisable : ces lois sont généralement complexes et requièrent l'évaluation de paramètres externes qui ne sont pas connus. L'information provenant des dires d'expert se limite aux situations que l'expert a réellement rencontrées.

De manière générale, il faut procéder de manière itérative, en commençant par une investigation grossière et en se concentrant progressivement sur les situations à risque.

4. Règles de conception pour la visualisation

Le module de visualisation doit permettre la consultation de chaque type de solution.

Lorsque le nombre de paramètres est très important, ce qui est souvent le cas, il faut déterminer les paramètres qui influent le plus sur le résultat. Ceci se fait par des méthodes probabilistes ; voir notre fiche "hiérarchisation", ref. plus bas. Cette hiérarchisation doit être confrontée aux lois de la physique, lorsque celles-ci sont disponibles, et elle sera soumise aux experts du domaine.

Le module de visualisation permettra donc de se concentrer sur un petit nombre de paramètres, jugés prépondérants, en négligeant les autres.

Lorsqu'on veut qualifier une solution, on ne doit pas utiliser de fonction de coût, contrairement à ce que l'on voit souvent. En effet, l'attribution de ces coûts est toujours artificielle, arbitraire, et va biaiser le résultat. De manière générale, il ne faut pas introduire dans le problème des indicateurs artificiels, parce que le choix de ces indicateurs conditionnera le résultat.

5. La validation de l'outil

Pour que l'outil soit utilisable, et a fortiori pour qu'il puisse être accepté par les Autorités de Sécurité, il faut que l'outil ait été validé. Pour cela, il ne suffit pas qu'il décrive convenablement les situations sur lesquelles il a été conçu (ce qui est évidemment nécessaire), il faut qu'il soit capable d'anticiper de nouvelles situations.

Les données disponibles seront donc divisées en deux groupes (disons 70% et 30%, pour fixer les idées). Le premier groupe servira à la conception de l'outil. Une fois celui-ci convenablement constitué, on l'essaiera sur le second groupe et on verra si les prédictions qu'il obtient sont proches de la réalité. Cette règle est impérative. Un outil, pour sa validation, doit toujours être essayé sur un ensemble de données distinct de l'ensemble qui a servi à la conception.

6. Livres édités par la SCM

[IEPE] Bernard Beauzamy : Introduction à l'Etude des Probabilités Expérimentales. Ouvrage édité et commercialisé par la Société de Calcul Mathématique SA. ISBN : 979-10-95773-02-3. ISSN : 1767-1175, janvier 2023.

[MPPR] Bernard Beauzamy : Méthodes probabilistes pour l'étude des phénomènes réels, ISBN : 2-9521458-0-6, Editions de la SCM, mars 2004. Seconde édition, juin 2016.

[NMP] Bernard Beauzamy : Nouvelles Méthodes Probabilistes pour l'évaluation des risques. SCM SA, avril 2010.

7. Fiches de compétences associées

Méthodes robustes :

https://scmsa.eu/fiches/SCM_methodes_robustes.pdf

La hiérarchisation de paramètres :

https://scmsa.eu/fiches/SCM_Hierarchisation.pdf

Assistance scientifique aux grands projets :

https://scmsa.eu/fiches/SCM_Scientific_Assistance.pdf

L'avocat du Diable :

https://scmsa.eu/fiches/SCM_Avocat_du_diable.pdf

8. Contrats récents

- IRSN, 2007 : Méthodes probabilistes pour l'analyse des incertitudes liées à la sûreté des réacteurs nucléaires (applications de l'Hypersurface Probabiliste)
- Société Colas, 2008 : Analyse critique d'un logiciel de calcul de prix
- Air Liquide, 2011 : Algorithmes d'aide à la décision pour le remplacement de pipe-lines
- IRSN, 2011 : Etudes probabilistes concernant la sûreté des réacteurs, tenant compte du vieillissement
- Agence d'Ecologie Urbaine, Ville de Paris, 2012 : Analyse critique d'un logiciel relatif à la qualité de l'air
- Compagnie Financière de Florissant (Suisse), 2014 : Algorithmes de mathématiques financières
- EDF SEPTEN, 2015 : Analyse critique de logiciels relatifs à la sûreté nucléaire
- Monceau Assurances, 2016 : Conception d'un Générateur de Scénarios Economiques
- RATP, 2016 : Assistance scientifique pour la définition du planning de remplacement pour des équipements critiques
- L'Oréal, 2016 : Etude des données disponibles pour les accidents de la route entre le domicile et le lieu de travail
- SNCF Réseau, 2016 : Appui scientifique pour l'analyse des scénarios relatifs à une ligne nouvelle
- Carrefour/Bazar, 2017 : Amélioration d'un outil de recommandation pour les Plans d'Achat
- RATP, 2017 : Réalisation d'un outil de simulation des temps d'acheminement des trains de travaux
- SNCF/Transilien, 2017 : Analyse critique de modèles de représentation des déplacements ; réalisation d'un outil de simulation
- Syndicat des Eaux d'Ile de France : Appui méthodologique pour l'étude du réseau
- Taxis G7 : Etudes liées à la logistique
- Monceau Assurances, 2017-2018 : Outils d'aide à la décision pour la politique commerciale
- Réseau de Transport d'Electricité, 2017-2018 : Analyse de maintenances préventives
- SNCF Mobilités, 2018 : Etude des déplacements au voisinage du bipôle Nanterre-La Défense
- RATP, 2018-2019 : Etude probabiliste des efforts dus aux tractions et freinages des matériels roulants sur la structure des viaducs
- Industriel, 2019 : Amélioration d'un process de fabrication
- Orano Mining, 2019 : Hiérarchisation de paramètres intervenant dans un process industriel
- Groupe Atlantic, 2019 : Analyse probabiliste des appels au Service Après-Vente
- PSA, 2020 : Analyse critique des seuils de réassurance
- Ministère de l'Intérieur, SGAMI, 2020 : Appui méthodologique relatif au Télétravail
- Air Liquide, 2021 : Recommandations relatives à l'estimation de la durée de vie de certains composants

- SARP Industries, Limay, 2021 : Outils probabilistes relatifs aux réglages d'un four d'incinération de déchets
- Eiffage Rail, 2021 : Constitution d'un système d'information permettant d'identifier les besoins en maintenance
- Monceau Assurances, 2021 : Conception d'un outil permettant l'évaluation des primes pour la réassurance "tempêtes"
- RATP, 2021 : Evaluation de la distance de freinage pour certains matériels roulants
- SNCF, 2021 : Analyse critique des démonstrations de sûreté relatives à la Pile à Combustible (Hydrogène)
- Teréga, 2021 : Recommandations pour la planification des inspections du réseau
- Bouygues Energies & Services, 2022 : Appui méthodologique à la conception d'un système d'information "Dysfonctionnements et Maintenances"
- Befesa Valéra, 2022 : Hiérarchisation des paramètres intervenant dans le réglage d'un four
- RATP, 2022 : Analyse de la stabilité de talus anciens ; l'approche d'Archimède
- Léon Grosse, 2022 : Analyse du risque "grêle" pour les panneaux photovoltaïques
- RATP, 2022-2023 : Analyse du coût des programmes
- SNCF, 2023 : Appui méthodologique aux plans d'inspection des rails
- CMA-CGM, 2023 : Analyse critique de méthodes en recherche opérationnelle
- Neext Engineering, 2023 : Analyse critique d'un projet de Small Modular Reactor
- Agence Nationale des Titres Sécurisés, 2023 : Anticipation des demandes en Titres Sécurisés
- Service du Numérique, Secrétariat Général des Ministères Economiques et Financiers, 2023 : Informatique Quantique : Analyse critique de l'état de l'art
- SNCF, 2024 : Analyse d'une approche probabiliste de valorisation des risques associés aux coûts des projets
- Ville de Villiers le Bâcle, Essonne, 2024 : Calcul de la probabilité de retour de pluies extrêmes
- RATP, 2024 : Automatisation d'une ligne de métro. Démonstration de sécurité vis-à-vis du risque de rupture de rail. Accompagnement méthodologique à la Maîtrise d'Ouvrage