

# **KXEN ET LA MODELISATION DES PROCEDES**

## **MEMORANDUM**

### **SOMMAIRE**

SOMMAIRE .....	1
① Cadre général et objectifs .....	2
② Détail du mode opératoire .....	3
③ Résumé des avantages de l'approche KXEN .....	4
④ Application dans le domaine des procédés industriels .....	4
⑤ Exemples d'Applicatifs livrables.....	5
annexe : références bibliographiques .....	6

Nicolas BEAUDE  
121 rue Chanzy  
BP 90140  
59260 LILLE-HELLEMMES

[contact@innovprocess.com](mailto:contact@innovprocess.com)

☎ 03.20.67.59.36

## ① Cadre général et objectifs

La maîtrise statistique des procédés constitue un fait majeur des entreprises industrielles performantes.

Des données en grand nombre sont issues des contrôles sur les produits et sur les équipements, ainsi que lors des opérations de maintenance.

Des traitements statistiques de base existent en général sur ces données, fournissant par exemple les moyennes et écarts type de chaque caractéristique prise individuellement.

L'objet de la modélisation analytique est d'établir une corrélation entre les paramètres procédés, tous domaines confondus, et le résultat à atteindre en terme de caractéristique produit, paramètre d'exploitation (ex. consommation d'énergie) et maintenance.

Les moteurs d'extraction analytique les plus modernes, comme KXEN objet du présent mémorandum, sont devenus capables de traiter de grandes quantités de données d'origine diverse, et de formats variés. Ils permettent donc une extraction directe des corrélations statistiques observables, simple d'emploi et immédiatement opérationnelle.

La rapidité de l'analyse KXEN permet une validation étape par étape du modèle élaboré, en lien avec les experts produits et procédés, et en fonction des objectifs du simulateur ou du superviseur.

L'enrichissement progressif du modèle est possible, notamment par l'introduction de données supplémentaires. Elles peuvent provenir de l'augmentation naturelle du nombre de cas d'expérience, comme de l'introduction de nouveaux paramètres de corrélation.

Ces évolutions nécessitent un nouveau calcul d'extraction, à partir des composants KXEN et de l'ensemble des données, à réaliser par InnovProcess.

Les données restent dans tous les cas la propriété exclusive du Client. InnovProcess analyse ces données, dans la plus stricte confidentialité, exclusivement dans le but de construire les modèles de corrélation, et restitue l'intégralité des données à son client après utilisation.

Le modèle élaboré présente le meilleur compromis entre robustesse et précision, sans aucun a priori sur la loi de distribution des données ou autre hypothèse sous-jacente.

Il s'agit d'un modèle déterministe, au caractère prédictif établi, qui se présente sous forme de lignes de code-source informatique totalement autonome, qu'InnovProcess propose d'intégrer dans une interface utilisateur simple et conviviale.

Cette interface peut être livrée sous diverses formes, à commencer par les plus faciles d'implémentation (à base d'Excel) en fonction des choix de l'utilisateur, des contraintes et formats liés à son système d'information technique.

Elle devient un outil opérationnel de supervision, d'analyse de scénario, de mise au point de nouvelles fabrications, ou support de communication technique.

## ② Détail du mode opératoire

Le matériau de base pour l'analyse est constitué des tableaux de données statistiques. Les grandeurs choisies comme paramètres pour le modèle sont généralement disposées en colonnes. Il s'agit soit de grandeurs mesurables retenues comme *variables* pour le modèle, soit de *résultante* ou objectif à atteindre.

Tous les formats de données classiques (ex. Texte, Excel, Word, Oracle, SQL, ...) sont pris en charge. La définition des paramètres se fait en concertation étroite avec l'utilisateur.

Les composants KXEN permettent une grande liberté dans la nature des données : numériques, naturels, chaînes de caractères, booléens, ...

De très grandes quantités de données peuvent être traitées : des millions de lignes , et jusqu'à 3000 paramètres observables environ.

Dans la pratique, l'intérêt d'une analyse KXEN est considérable, pour traiter des tableaux de dimension beaucoup plus modeste, de l'ordre de la centaine de lignes.

L'analyse permet d'obtenir directement le score d'influence de chaque variable, et la liste hiérarchisée des n variables les plus influentes.

En complément le moteur d'analyse évalue également le taux de corrélation entre les différentes variables. Ceci permet d'orienter, sur le terrain la recherche de l'origine physique de ces corrélations qui peut porter sur des fonctionnalités annexes des équipements : alimentations, évacuations, servitudes communes, ...

Le modèle construit est cohérent, robuste, déterministe et prédictif. Il traduit l'ensemble des données fournies et intègre l'influence particulière de chacune. Il est robuste par construction, c'est à dire peu sensible à l'introduction de données supplémentaires.

D'une manière générale sa robustesse est essentiellement fonction de la taille et de la composition du tableau des données de référence. La classique recherche du meilleur compromis entre précision et robustesse est intégralement contrôlée comme partie intégrante de la théorie sous-jacente.

Des optimisations sont possibles à tout moment, par sélection, tri ou modification des variables de contrôle. En particulier, on s'orientera vers des grandeurs à même de décrire la nature physique des phénomènes observés.

Il n'y a pas d'incertitude ou de variabilité introduite au niveau du modèle, mais seulement la prise en compte de la dispersion naturelle observable au niveau des données analysées. Ceci permet une confrontation efficace avec l'expert procédé ou produit, et contribue au débat traditionnel concernant les règles techniques à prendre en compte et l'incertitude associée.

A ce stade et pour optimiser la précision finale souhaitée, des analyses complémentaires sur des données corrigées peuvent être réalisées, pour un affinement du modèle.

Le caractère prédictif peut être validé et quantifié sur un sous ensemble de la base de données initiale, approche usuelle en analyse numérique, ou directement sur le terrain et la production en cours.

Il résulte de ce qui précède une fonction d'interpolation multidimensionnelle, polynomiale, et directement utilisable de manière opérationnelle. Elle se présente sous forme de lignes de code informatique intégrables à une application de niveau supérieur. Ce module s'exécute de manière instantanée.

### **③ Résumé des avantages de l'approche KXEN**

- Simplicité et rapidité de mise en œuvre, même sur de gros volumes de données,
- Traitement direct de ces données sans aucune hypothèse sur la distribution statistique des données de départ ni choix *a priori* sur les relations ou liens de causalité entre elles.
- Elaboration d'un module informatique totalement autonome et intégrable librement dans une application de niveau supérieur.
- Simplicité d'emploi, de ce module à caractère directement opérationnel.
- Prise en compte de toutes les données disponibles, sans limite pratique pour les applications industrielles.

### **④ Application dans le domaine des procédés industriels**

- Superviseur du déroulement d'un process ou d'une ligne de fabrication. (MSP)
- Système d'aide à la décision pour la détermination des paramètres à appliquer sur une ligne de fabrication.
- Système prédictif d'aide à la maintenance.
- Système décisionnel d'analyse de scénario de production, à l'intérieur d'une ligne de fabrication.
- Communication technique interne et externe sur le pilotage, la supervision ou l'information en temps réel du fonctionnement d'un process.

## ⑤ Exemples d'Applicatifs livrables

L'utilisateur peut spécifier librement l'environnement dans lequel il souhaite voir intégrer le module de simulation.

Pour fixer les idées, InnovProcess propose et met en œuvre les solutions les plus simples associées aux besoins les plus fréquents.

L'environnement Excel permet le développement d'interfaces légères, conviviales et très simples de déploiement. L'ergonomie est à base de liens naturels, de type « Navigation Internet ». Les formulaires propres à chaque client font l'objet d'un paramétrage spécifique, dégageant l'utilisateur de toute perte de temps inutile.

Ces travaux sont confiées à la société ExcelLance, basée à Douai.

Des applicatifs ou liens Intranet simples peuvent être également proposés. Ils permettent d'accéder à des données partagées sur un serveur, ou autorisent la communication entre différents postes de travail. Les pages générées sont consultables au travers d'un explorateur standard Windows (ex. MS Internet Explorer® ou Netscape®)

Pour la valorisation et la communication technique InnovProcess peut prendre en charge le développement d'interfaces multimédia. D'un graphisme élaboré et dédié, elles permettent la mise en valeur des lignes de fabrication et de leur modélisation.

Un environnement vivant et ludique, une recherche iconographique originale, intégrant votre charte graphique, ainsi qu'un scénario de visite virtuelle sont aujourd'hui des compléments appréciés lors des visites d'usine. Les supports (textes, images, vidéos et sons) propres à vos activités s'intègrent naturellement dans un tel outil.

La conception et la réalisation de ces outils est confiée à la société CRE@C, spécialisée dans les outils pédagogiques et de communication pour l'industrie.

## **annexe : références bibliographiques**

- Michel Bera « La modélisation prédictive à grands nombre de variables. »  
Revue Risques #45, mars 2001 (secteur de l'assurance)
- V. Vapnik, « The nature of statistical learning theory »  
Springer Verlag 1999 (2° édition)
- V. Vapnik, « Statistical Learning Theory »  
Wiley, 1998