



**K-process**  
38630 Corbelin – France  
Tél. : +33 4 74 88 38 95  
[contact@k-process.com](mailto:contact@k-process.com)  
[www.k-process.com](http://www.k-process.com)

## La maîtrise des procédés au service de la performance industrielle

### Introduction

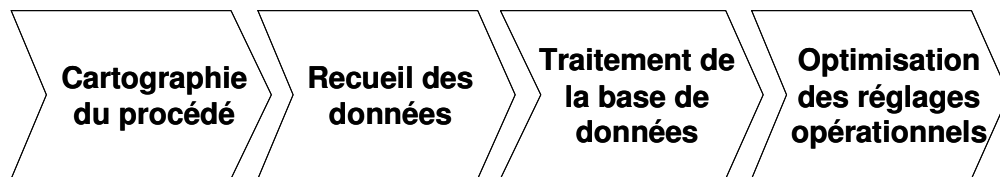
En complément des solutions classiques d'amélioration de la performance industrielle, la maîtrise des procédés se développe dans tous les secteurs confrontés à des problèmes de variabilité.

La maîtrise des procédés relève du traitement de l'information.

Son principe est de répondre à la question :

Comment, à partir de données accessibles sur un procédé, extrait-on l'information nécessaire aux experts métier pour remonter aux causes origine des variabilités ?

Sa mise en œuvre intégrée dans une démarche très pragmatique de progrès continu est par nature réalisée en partenariat avec les experts métier selon les étapes suivantes :



1. La **cartographie du procédé** permet de dresser la liste la plus exhaustive possible des paramètres influant potentiellement le procédé et de délimiter a priori le périmètre concerné.
2. Le **recueil des données** organisé pour les paramètres accessibles capture l'information brute sur le procédé.
3. Le **traitement de la base de données** (datamining) « extrait » et « raffine » l'information collectée pour définir et quantifier l'impact des paramètres réellement influents.
4. L'**optimisation des réglages opérationnels** des paramètres influents et leur intégration dans le système de suivi de production améliorent et pérennisent alors la performance industrielle.

### L'expertise au service de la maîtrise des procédés

L'expertise en maîtrise des procédés se situe dans la capacité à déployer des outils adaptés de traitement de l'information collectée. Il existe plusieurs moyens ou algorithmes choisis selon la nature du problème et par conséquent, selon la nature de la base de données.

On peut citer 3 critères pour le choix des outils de traitement :

1. La quantité de paramètres potentiellement influents (périmètre du procédé),
2. La nature des paramètres :
  - continu : température, pression, etc.
  - discret ordinal : 1, 2, 3, 4, 5 pour une vitesse de ventilateur
  - nominal : bleu, blanc, vert, jaune avec bleu pas plus grand que vert ou plus petit que jaune



### **K-process**

38630 Corbelin – France

Tél. : +33 4 74 88 38 95

[contact@k-process.com](mailto:contact@k-process.com)

[www.k-process.com](http://www.k-process.com)

3. Le rapport entre le nombre de paramètres du procédé à traiter (colonnes de la base de données) et le nombre d'individus statistiques recueillis (lignes de la base de données).

Selon ces critères, l'expert en maîtrise des procédés choisit certains outils plutôt que d'autres. Ce choix s'effectue en fin de phase de « cartographie du procédé » et jamais a priori.

### **Une démarche partenariale**

A cause de la multitude de natures de problèmes de variabilité, les industriels (petits et grands) n'ont souvent pas de ROI satisfaisant pour développer complètement cette expertise chez eux (investissement dans des logiciels à jour et performants, coûts de maintenance et de formation). La solution consiste à recourir à un prestataire / partenaire extérieur dont ils doivent s'assurer de l'indépendance vis-à-vis des éditeurs de logiciels de datamining. Le rôle de ce partenaire est de :

1. mettre en œuvre la démarche (4 étapes citées en introduction) et les outils adaptés sur un premier projet pilote
2. transférer une partie de ses compétences pour que l'industriel puisse déployer seul cette démarche à l'exception de la partie « traitement de la base de données ».

Les délais de mise en œuvre d'une approche de maîtrise de procédés par analyse de données varient de 1 mois à 6 mois en fonction de l'accessibilité des données. Dans tous les cas, le ROI d'un tel projet est toujours inférieur à 3 mois.

### **Exemple d'application au secteur agroalimentaire**

#### *L'humidité : un standard à mettre sous contrôle*

Dans l'industrie agroalimentaire, le taux d'humidité est souvent une caractéristique clé à maîtriser :

- Au niveau des propriétés des produits finis, la quantité d'eau résiduelle influence leur conservation voire leurs qualités gustatives et détermine également leur aptitude au stockage et à l'emballage.  
Par exemple, pour des farines, un excès d'eau nuira au stockage parce qu'il entraînera leur prise en masse dans les silos et dans les sachets d'emballage. Inversement, un trop faible taux d'humidité lié à un séchage excessif, conduira à des produits dont la présentation ou la manipulation ne correspond plus aux attentes du consommateur.
- Au niveau des coûts standard de fabrication, la difficulté consiste à trouver la bonne combinaison entre temps de séchage et taux d'humidité pour limiter les consommations d'énergie et minimiser le ratio matière utile/matière vendue.

Quotidiennement, les enjeux sont :

Quels paramètres faut-il ajuster et de quelle manière lorsque les valeurs de taux d'humidité mesurées s'écartent de la cible ?

D'un point de vue productif, cela se traduit par :

Comment augmenter le taux d'humidité sans augmenter les risques de prise en masse dans les silos ?

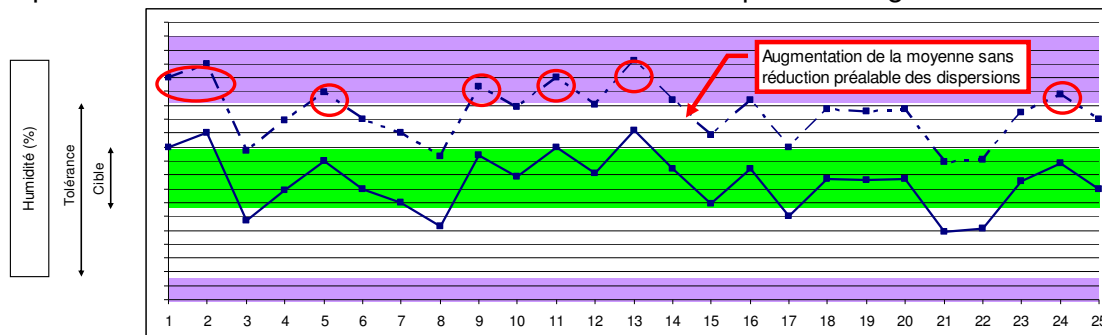
On retrouve ces enjeux dans de nombreux types de fabrication comme les salaisons et les charcuteries, ou encore les biscuits et les céréales.

Hors agroalimentaire, tous les secteurs manipulant ou produisant notamment des poudres ou des granulés comme la chimie, la pharmacie ou les cosmétiques sont également concernés.

*Une erreur à éviter : Modifier la moyenne avant de réduire les dispersions*

Dans le cas où l'on souhaite agir sur le procédé pour accroître le taux d'humidité des produits fabriqués, cela revient à « tangenter » au mieux la limite haute des tolérances au-delà de laquelle les risques de rebut ou prise en masse sont réhivitoires.

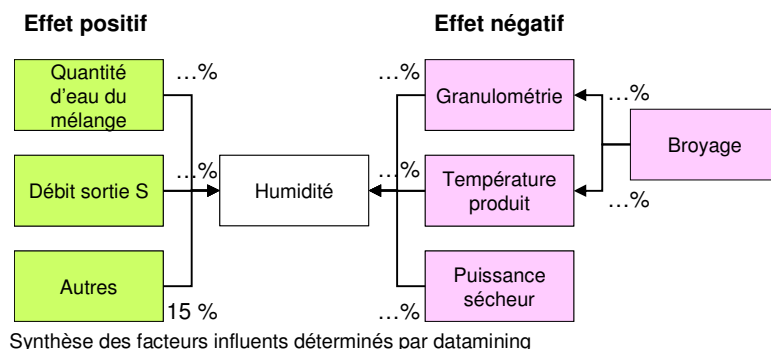
Une première mesure peut être de modifier la moyenne avant de réduire les dispersions : le schéma ci-dessous démontre les conséquences négatives.



On peut conclure qu'au contraire le travail d'amélioration doit porter en priorité sur la réduction des dispersions avant d'augmenter la moyenne. Il faut donc commencer par déterminer les paramètres du procédé qui peuvent influencer sur les variations du taux d'humidité selon la démarche préconisée en introduction.

*Un exemple de complexité : Les interactions entre les paramètres à régler*

Dans le cas de fabrication de mélanges de farine, une cartographie de procédé permet de mettre en évidence une relation entre granulométrie post broyage et taux d'humidité.





**K-process**

38630 Corbelin – France

Tél. : +33 4 74 88 38 95

[contact@k-process.com](mailto:contact@k-process.com)

[www.k-process.com](http://www.k-process.com)

La réduction de dispersions devient ainsi plus complexe parce que le broyage est lié à la nature des farines et au volume apparent requis pour l'ensachage.

Le traitement de la base de données par le partenaire externe en maîtrise de procédé a permis de mettre en évidence les influences présentées dans le schéma ci-dessus. Après intégration des contraintes opérationnelles avec les experts métier, des règles de pilotage selon le modèle suivant ont été validées :

SI « Quantité d'eau du mélange » est compris entre ... et ...,  
ET SI « Puissance sécheur » est compris entre ... et ...,  
ET SI « Finesse broyage » est comprise entre ... et ...,  
ET SI etc.  
ALORS « Taux humidité » est compris entre ... et ....

*Des gains significatifs à court terme*

Les gains obtenus ont été les suivants :

1. réduction de 30% des dispersions
2. +0.4% d'humidité
3. ROI 2.5 mois

Ces gains ont pu réellement être réalisés et pérennisés dans la mesure où :

1. Les interactions en boucles ont été complètement validées et prises en compte par des régulations PID.
2. Il a été possible d'établir un partenariat fondé sur la confiance et la coopération entre les experts métier et l'expert externe en maîtrise de procédés.
3. L'acceptation par l'entreprise d'une aide extérieure qui n'a pas été interprétée comme une remise en cause du savoir faire.