

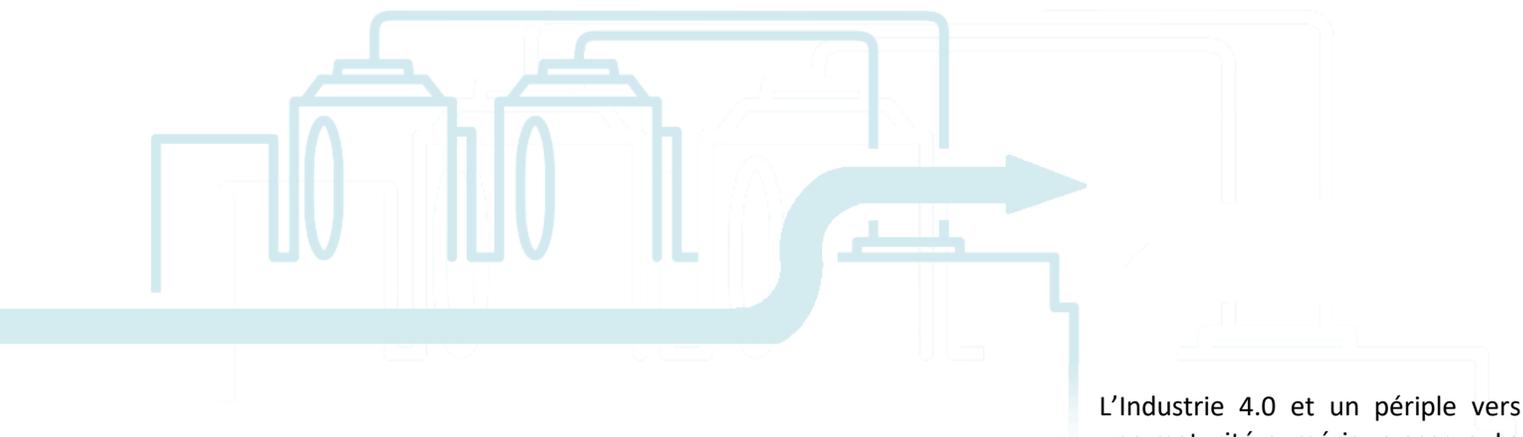


Livre blanc

Calculer la valeur d'un projet de valorisation de données par IA

Industrie 4.0 — www.efficientplant.com/services





L'Industrie 4.0 et un périple vers une maturité numérique accrue. La

plupart des entreprises, en particulier les PME, n'en sont encore qu'aux premiers niveaux. Une barrière, souvent rencontrée pour une continuation de leur progression, est de justifier économiquement des projets aux niveaux 4-5, i.e. des projets de prédiction et d'optimisation de leurs décisions, utilisant des outils de type IA, s'appuyant sur, et valorisant, l'infrastructure de données (et leur visualisation / transparence) mise en place aux niveaux 1-3 (*pour plus de détails sur les niveaux de maturité numérique, voir notre publication: <http://efficientplant.com/modele-4-0/>*).

NIVEAU		DONNÉES/PROCESSUS
N1	Artisanal	Manuels, partiels, ponctuels, bruts
N2	Descriptif	Historisés, structurés
N3	Diagnostiqué	Contextualisés, compris
N4	<i>Prédicatif</i>	<i>Simulés</i>
N5	<i>Prescriptif</i>	<i>Optimisés</i>
N6	Adaptif	Rétroactés de façon autonome

Dans ce dossier nous partageons comment nous abordons ce problème en quatre étapes, et selon que l'approche préconisée en sera une de prédiction ou d'optimisation.

Approches

Il faut en effet reconnaître que les deux situations (prédiction et optimisation) présentent des défis différents et requièrent donc une approche différente:

1 PRÉDICTION

Si l'IA est utilisée pour établir une **prédiction** afin de faciliter une décision, on aura recours à des méthodes analytiques avancées, de l'apprentissage machine, etc. Avant d'évaluer l'impact de la décision, il faudra évaluer l'efficacité du modèle prédictif.

Applications typiques:

- ✓ Maintenance prédictive
- ✓ Prédiction de comportement du procédé
- ✓ Prévision de la demande

2 OPTIMISATION

Si l'IA est utilisée pour prendre une décision de **choix optimal** (dans les cas où il y a un nombre exponentiel de solutions possibles), on aura plutôt recours à des approches de type recherche opérationnelle, des algorithmes de simulation et d'optimisation où la décision dépendra largement de notre objectif

Applications typiques:

- ✓ Ordonnancement dynamique (APS)
- ✓ Optimisation logistique
- ✓ Optimisation de la performance opérationnelle

Ci-après, nous verrons comment nos quatre étapes s'appliquent différemment à chacune de ces situations.

Cas de prédiction

A Échantillon et grille d'efficacité

On commence en choisissant un **échantillon de cas représentatifs** de la situation qu'on veut prédire. C'est ici que les données capturées et historisées aux niveaux de maturité 1-3 deviennent cruciales, surtout une fois que l'on s'est assuré qu'elles aient été caractérisées, qualifiées et, au besoin, complétées.

On utilise les données représentant (ou extrapolées pour représenter) **une année d'activité**,

Cela permet de bâtir une **grille d'efficacité**. La grille d'efficacité est une matrice simple qui compare le résultat prédit avec le résultat réel et permet de distinguer les cas de faux positifs et de faux négatifs des cas de prédiction réussis.

Chaque case de la grille représente **le nombre de cas de chaque type**. En un coup d'œil, on voit le degré d'exactitude du modèle (pour plus de raffinement on pourrait aussi mesurer la dispersion des prédictions vs. une plage d'acceptabilité).

	Prédiction: positive	Prédiction: négative
Résultat réel: positif	Prédiction positive correcte 9	Prédiction négatives fausses 2
Résultat réel: négatif	Prédiction positives fausses 6	Prédiction négatives correctes 83

**Les chiffres illustrent un échantillon de 100*

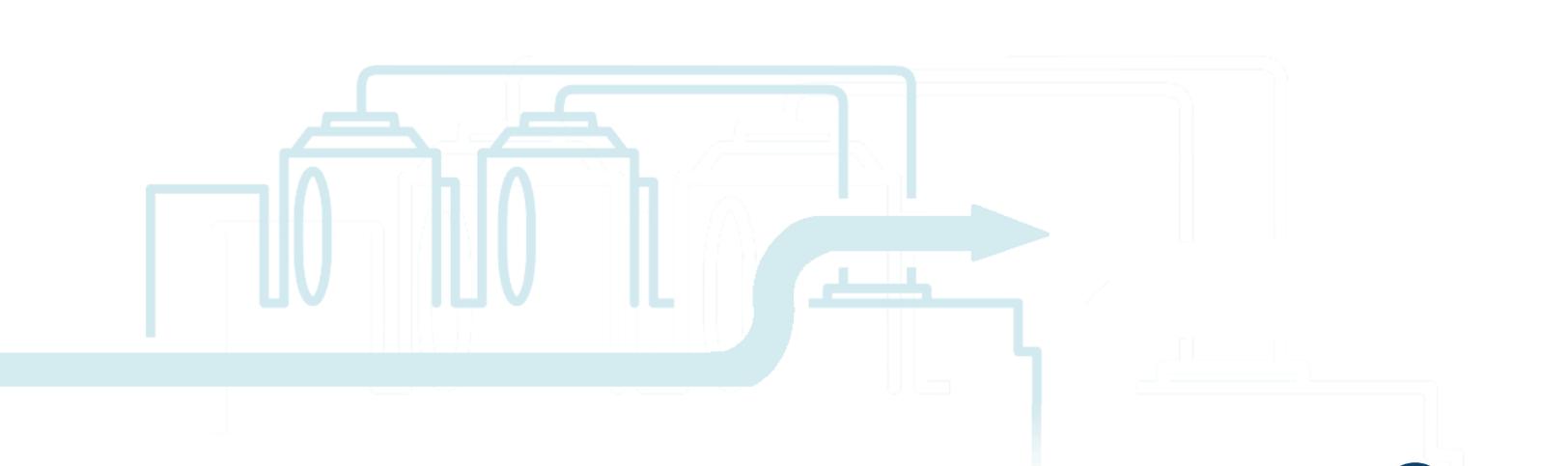
B Calcul d'impact

Ensuite on passe à la partie financière. On quantifie l'impact financier de chaque situation, i.e. les gains/pertes encourus en moyenne par cas dans chacune des cases de la grille d'efficacité:

PAR EXEMPLE:

Calcul de l'impact monétaire pour une prédiction de bris ou de défaut de production permet de sauver un lot valant 50k\$ en prenant une action préventive coûtant 5k\$, mais peut entraîner des coûts de correction de 40k\$ en cas de bris imprévu

- Pour la case 'Prédiction positive correcte': l'Impact = perte évitée de produit perdu en cas de bris imprévu (50k\$) – ajout d'un ingrédient additionnel ou de tests plus fréquents et précis (-5\$) = 45k\$
- Pour la case 'Prédiction positive fausse': idem, i.e. perte évitée (il n'y en a pas eu) et même coût (on prédisait un cas de perte) = 45k\$
- Pour la case 'Prédiction négative vraie': l'Impact = perte de produit évitée comme il n'y a pas eu de problème (50k\$) – aucun coût de prévention car on ne prédisait pas de problème (0k\$) = 50k\$
- Pour la case 'Prédiction négative fausse': l'Impact = perte de produit non évitée (-50k\$) + coût de correction du problème imprévu (-40k\$) = -90k\$



Calcul de valeur C

On peut alors calculer la 'valeur' financière nette de notre modèle prédictif. Pour cela on en calcule l'impact total (sur une base annuelle):

$$\text{Valeur nette totale (\$+ ou -)*} = \text{Somme (nb de cas dans chaque case} \times \text{Impact en \$)}$$

EN REPRENANT L'EXEMPLE PRÉCÉDENT, AVEC UN ÉCHANTILLON DE 100 CAS:

	Prédiction: positive	Prédiction: négative
Résultat réel: positif	45*9 = 405	-90 * 2 = -180
Résultat réel: négatif	6*45 = 270	83*50 = 4150

*Une **valeur nette** totale de **4645k\$** par an

D Analyse et décision

Pendre votre décision se fera en deux étapes:

- Identifier l'alternative présentant la meilleure **valeur nette**. À cette fin, on calculera la **valeur nette des autres scénarios** ne faisant pas appel à l'utilisation du modèle prédictif, i.e :

- **Le statu quo**

$$\text{Valeur totale} = (-11*45 + 89 *50) = \mathbf{3460k\$}$$

(comme si l'on prédisait toujours qu'il n'y aurait pas de problème)

- **Toute autre action corrective**

(par exemple, implanter une mesure de mitigation 100% du temps— i.e. sans s'en tenir qu'aux situations où l e modèle en prédit la nécessité)

$$\text{Valeur totale} = (11*45 + 89 *45) = \mathbf{4500k\$}$$

(comme si l'on faisait un prédisait toujours qu'il y aurait un problème)

Puis on identifie l'option avec la meilleure valeur nette totale: dans notre exemple plus haut, le projet IA a la meilleure valeur nette. Par contre ce n'est pas parce qu'un gain est possible qu'il est rentable.

- ♦ On calcule donc ensuite le **délaï de recouvrement**: on compare le gain de valeur nette par rapport au statu quo à l'investissement requis pour réaliser ce gain. Par ex exemple si l'investissement requis est de 1000k\$:

$$\text{Délaï de recouvrement} = \text{Investissement requis (1000)} / \text{Gain de valeur (4645-3460)} = \mathbf{10 \text{ mois}}$$

Le projet est retenu si ce délaï est inférieur au maximum acceptable pour l'entreprise.

Cas d'optimisation

Pour choisir une solution optimale parmi un ensemble (souvent très large) de combinaisons possibles, il faut identifier dès le départ :

1. Les **variables** à prendre en compte et les **contraintes** à respecter (i.e. les conditions que doit satisfaire la solution optimale).
2. La **fonction objective**, i.e. le KPI que l'on veut optimiser :
 - C'est cette fonction qui servira de critère pour déterminer la meilleure solution à notre problème d'optimisation. Le but de la méthode d'optimisation est alors de minimiser, ou de maximiser, cette fonction jusqu'à l'optimum.
 - À noter qu'on peut même optimiser un 'score' basé sur une combinaison pondérée de plusieurs KPIs.

A Échantillon et test d'efficacité

Il faut choisir un **nombre suffisant de cas** à évaluer, à partir :

- de données historiques, ou
- de cas fictifs mais représentatifs

Comme il n'y a pas de faux positifs/négatifs, le test d'efficacité ici consiste plutôt à tester plusieurs méthodes d'optimisation sur notre échantillon pour choisir celle qui donne le meilleur résultat pour le KPI choisi (et plusieurs autres à titre informatif).

Calcul d'impact

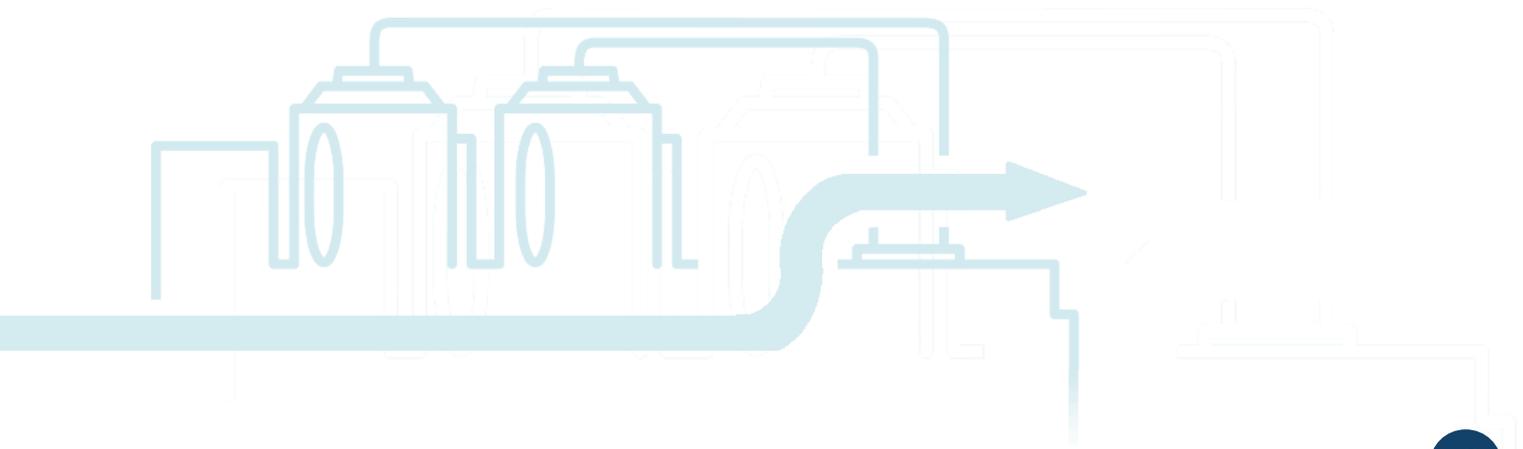
B

Ici notre choix de fonction objective entre en jeu. Il faut établir **l'impact monétaire de toute amélioration/détérioration du KPI choisi**:

PAR EXEMPLE:

- Pour le KPI « Durée totale » (*Make Span*) d'un ensemble de commandes, on calculera la valeur d'une heure (ou d'un jour) de production sauvée. Une base de calcul pourrait être la valeur ajoutée créée par heure: (prix de vente moyen - coût moyen des MP) par heure;
- Idem pour un KPI sur les heures sauvées en mises en course, ou leur nombre (x durée moyenne);
- Pour un KPI sur les livraisons à temps / en retard, ça devient plus compliqué: une piste pourrait être de faire une estimation probabiliste de la valeur du profit sur des commandes futures potentiellement perdues, dû à une mauvaise réputation en la matière.

On mesure ces impacts en termes d'économies annuelles.



Calcul de valeur **C**

Pour prendre la bonne décision, il faut connaître l'impact de notre choix sur notre fonction objective.

Il faut mesurer la valeur du gain/perte réalisé sur le KPI choisi par rapport au scénario de référence (méthode actuelle/manuelle, ou autre):

$$\text{Valeur} = \Delta\text{KPI} \times \text{Impact monétaire}$$

D Analyse et décision

Avec les étapes précédentes, on est en mesure, en comparant la valeur calculée au coût d'implantation, de calculer un délai de récupération :

$$\text{Coût d'implantation} / \text{Valeur}$$

Par exemple si le projet permet de libérer 4 heures productives additionnelles par semaine et que chaque heure a une valeur ajoutée de 500\$, les économies annuelles seront de 100k\$ (sur 50 semaines).

Si le projet demande un investissement 200k\$, le délai de recouvrement sera de 2 ans. Le projet sera donc réputé acceptable si l'entreprise recherche des projets avec un délai de recouvrement de deux ans ou moins.

Conclusion

Calculer le retour sur investissement d'un projet de valorisation de vos données grâce à l'intelligence artificielle n'est pas facile, mais pas impossible avec une bonne approche. Nous espérons que ces quelques indications vous seront utiles et, surtout, vous encouragerons à aller de l'avant.

Partenaire de vos ambitions manufacturières

Si vous êtes confrontés à des problèmes d'exploitation difficiles à expliquer et à résoudre, appelez-nous; nous pouvons vous aider! Notre mission est de fournir à nos clients les services de qualité dont ils ont besoin afin de construire de nouvelles usines, moderniser les installations existantes, optimiser les processus et appliquer les nouvelles technologies dans les usines en exploitation.

“

“Une analyse coût-bénéfice devrait être utilisée pour éclairer une décision, pas pour la prendre”

— Alan G Robinson

”

Auteurs:

Bernard Boire
Directeur Industrie 4.0
Efficient Plant Inc.

André Michel
Président
Efficient Plant Inc.

Efficient Plant Inc. (EPI) est une firme de génie-conseil spécialisée dans le développement, l'intégration et l'opération de systèmes automatisés complexes. EPI offre des services en Industrie 4.0, MES, amélioration de procédés, gestion de performance, gestion de projet, support technique et

Efficient Plant Inc, 710-6600 Trans Canada Hwy,
Pointe-Claire (QC), H9R 4S2— (514) 947-1271
info@efficientplant.com— www.efficientplant.com