



# IA et IoT

## DES RÉPONSES À ÉCHELLE HUMAINE





**Michel RIOUX**  
ing., M.Ing., Ph. D.



Le génie pour l'industrie

Michel Rioux possède plus de 25 ans d'expérience en amélioration de la performance des entreprises. Avant l'enseignement, il a travaillé plus de dix ans en milieu industriel en tant qu'ingénieur et gestionnaire. Professeur et consultant à l'École de technologie supérieure (ÉTS) depuis 2001, il enseigne, entre autres, la maintenance, la fiabilité, la gestion d'actifs et l'analyse statistique de données.

Il développe présentement un programme de deuxième cycle sur l'Internet des objets pour soutenir le lancement de sa chaire de recherche industrielle en Transformation numérique 4.0. Il est aussi chercheur associé à l'Institut d'innovation en logistique du Québec (IILQ) où il réalise des projets 4.0.



# IA/AI et IdO/IoT

## Des réponses à échelle humaine

Michel Rioux, ing., Ph.D.  
Professeur ÉTS  
17 avril 2019

//matricis



École de technologie supérieure

ÉCOLE DE  
TECHNOLOGIE  
SUPÉRIEURE  
Université du Québec

ÉTS  
Le génie pour l'industrie



# Transformation numérique

Science des données?

Transformer quoi?

NoSQL?

Compétences 4.0?

Capital numérique?

Par où commencer?

5 G?

LoRaWAN?

Algorithmes?

Intégration technologique?

Parcours 4.0?

Internet des objets?

Intelligence artificielle?

Analytique?

Diagnostic 4.0?

Meilleures technologies?

 **matricis**

ÉCOLE DE  
TECHNOLOGIE  
SUPÉRIEURE  
Université du Québec

**ÉTS**  
Le génie pour l'industrie



# Études de cas : Vélo 4.0

- Fabricant, importateur et vendeur en ligne de vélos
- Objectif premier : satisfaction/expérience vélo
- Focus immédiat : qualité
- Nouveau directeur de production : Michel Rioux :-))



**matricis**

ÉCOLE DE  
TECHNOLOGIE  
SUPÉRIEURE  
Université du Québec

**ÉTS**  
Le génie pour l'industrie



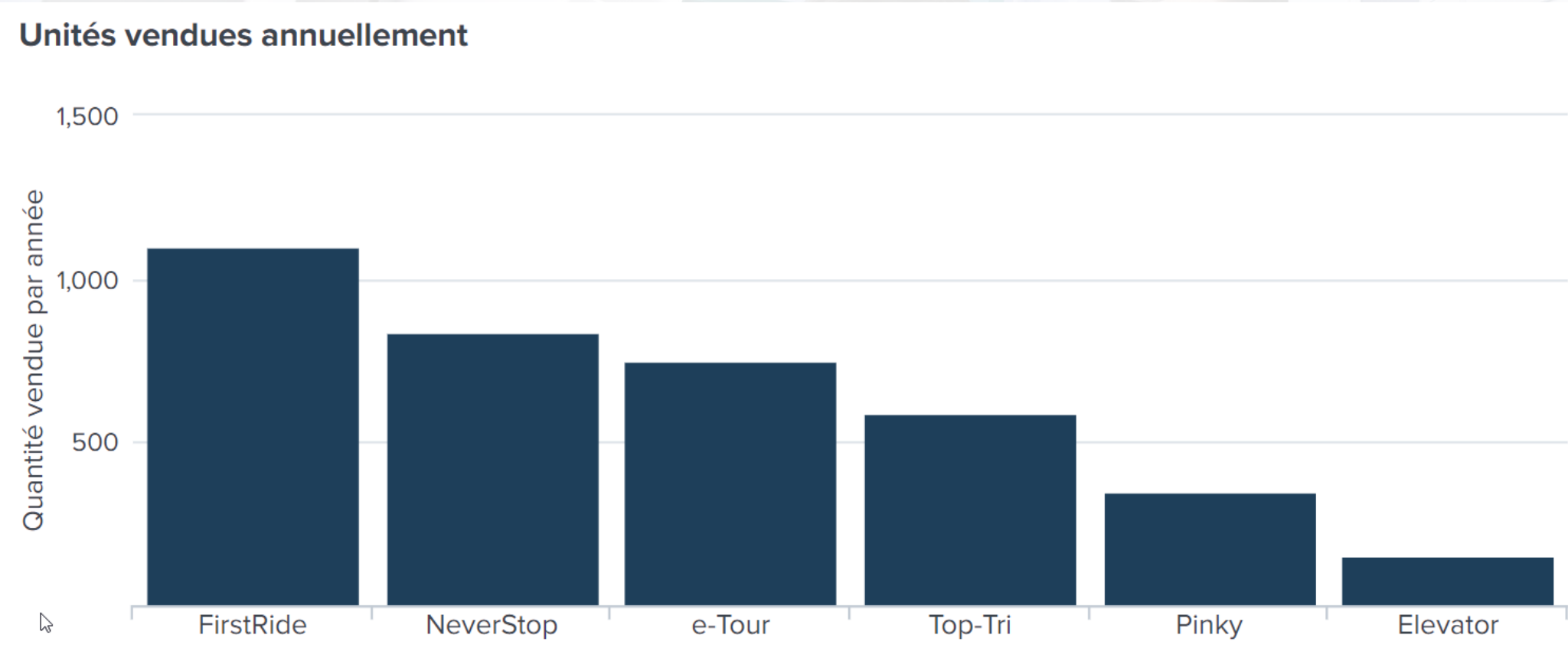
# Quatre grandes questions

- **Qu'est-il arrivé?**
  - Bilan du passé (nombres agrégés)
- **Pourquoi est-ce arrivé?**
  - Évolution dans le temps (graphiques)
- **Qu'est-ce qui arrivera?**
  - Prévisions (historique + modèle)
- **Qu'est-ce qu'il faut faire?**
  - Prédiction (modèle + optimisation)



# 1) Qu'est-il arrivé?

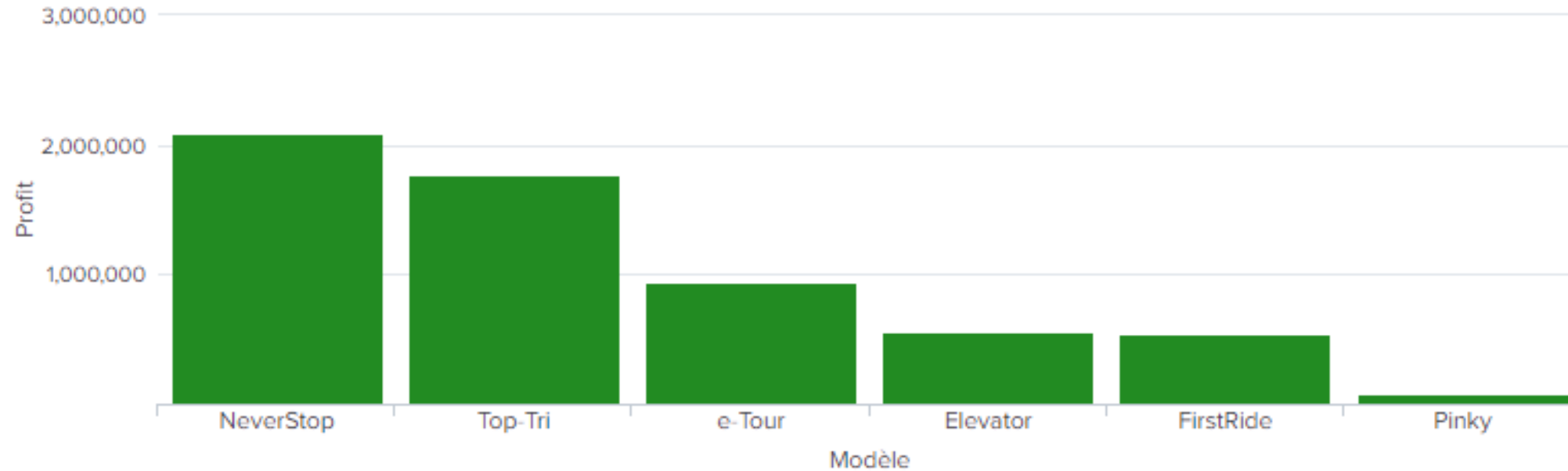
- Que vendons-nous? (Quantité/Produit)



# 1) Qu'est-il arrivé?

- Qu'est-ce qui est payant? (Bénéfice/Produit)

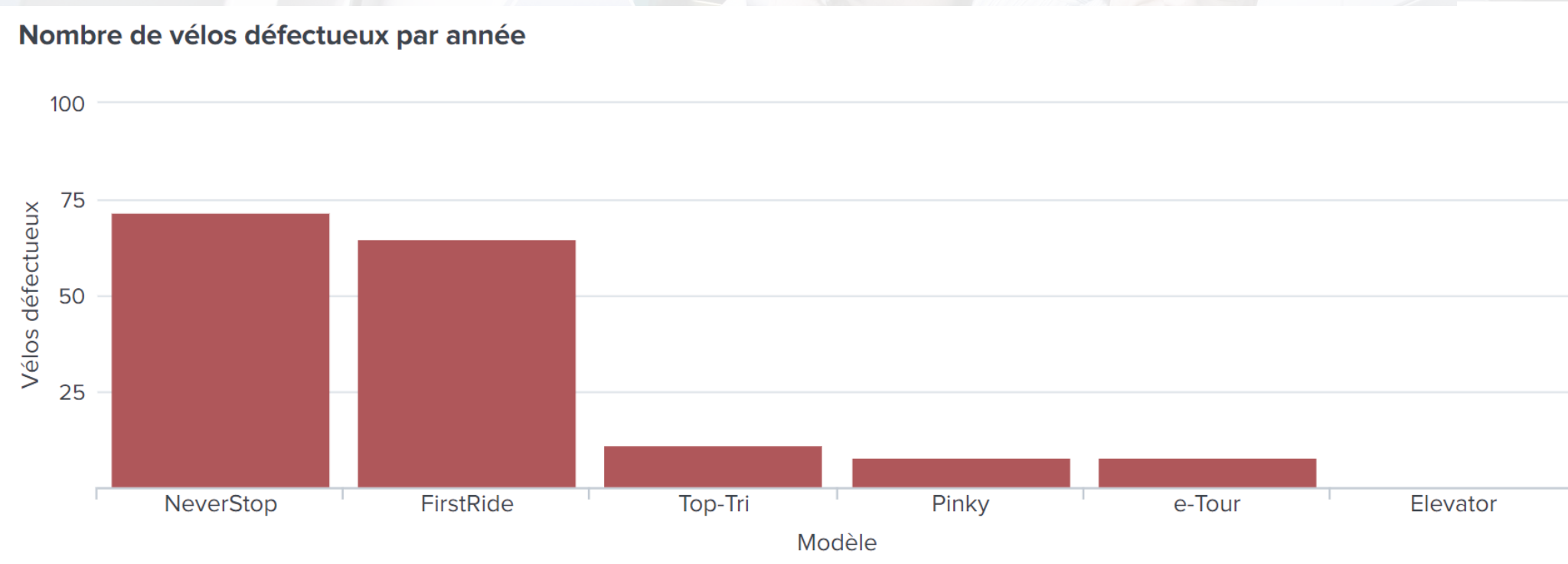
Profits annuels





# 1) Qu'est-il arrivé?

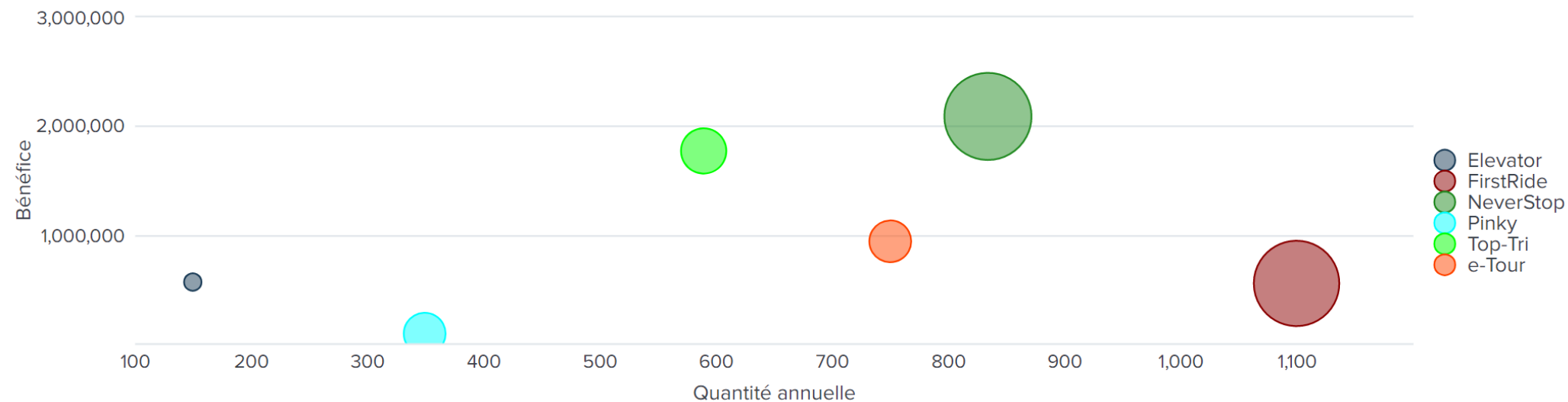
- Où sont nos problèmes de qualité?



# 1) Qu'est-il arrivé?

- Où sont nos problèmes de qualité parmi nos vélos payants?

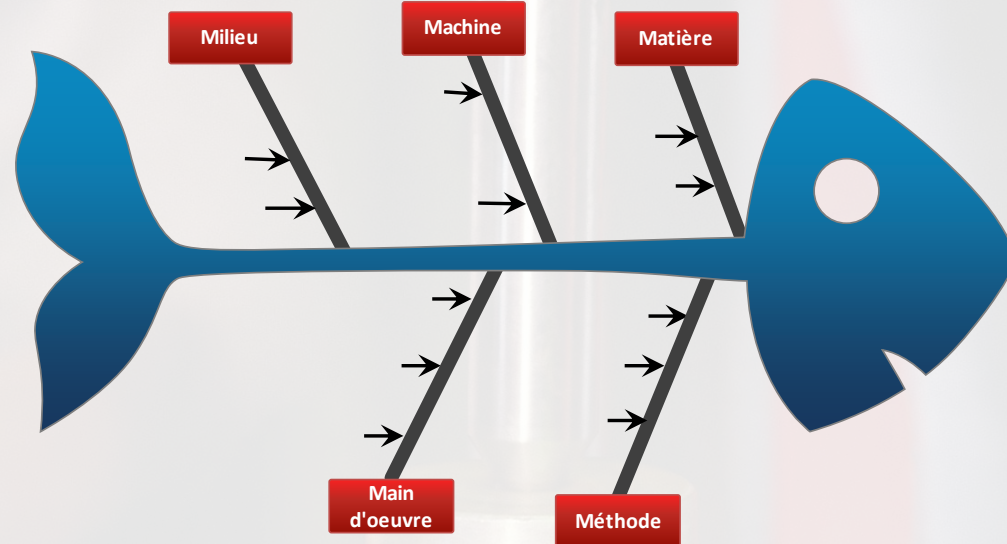
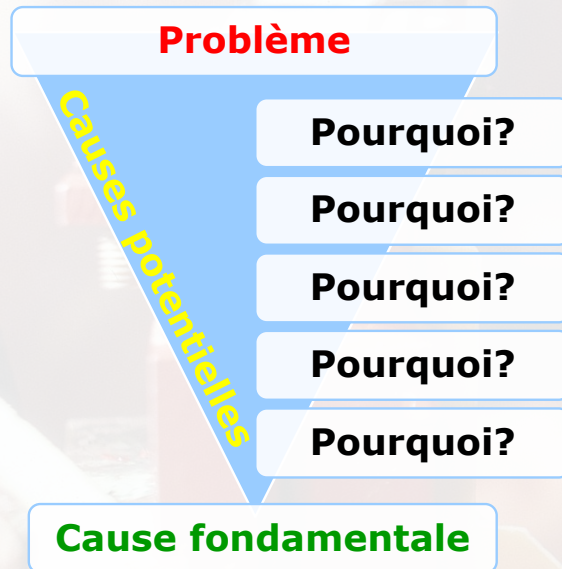
Nombre de défaillances par modèle, bénéfice et quantité vendue





## 2) Pourquoi est-ce arrivé?

- Analyse de cause



## 2) Pourquoi est-ce arrivé?

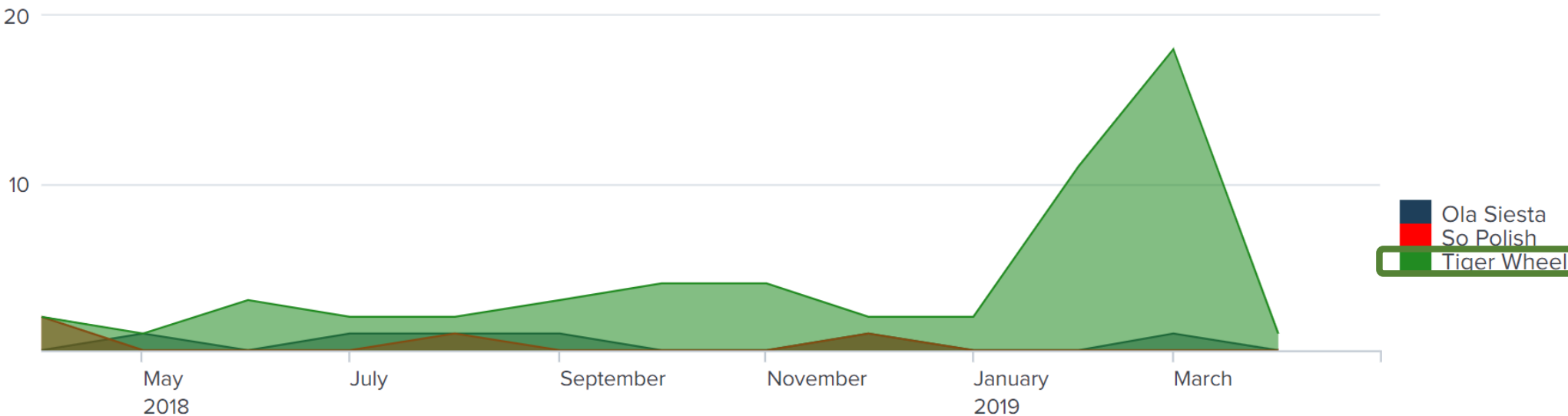
Modèle	Grandeur	Clientèle	Gamme	Origine
FirstRide	XI	Débutants	Bas	Importé
FirstRide	L	Débutants	Bas	Importé
FirstRide	M	Débutants	Bas	Importé
FirstRide	S	Débutants	Bas	Importé
NeverStop	XI	Longs parcours	Haut	Fabriqué
NeverStop	L	Longs parcours	Haut	Fabriqué
NeverStop	M	Longs parcours	Haut	Fabriqué
NeverStop	S	Longs parcours	Haut	Fabriqué
NeverStop	XS	Longs parcours	Haut	Fabriqué



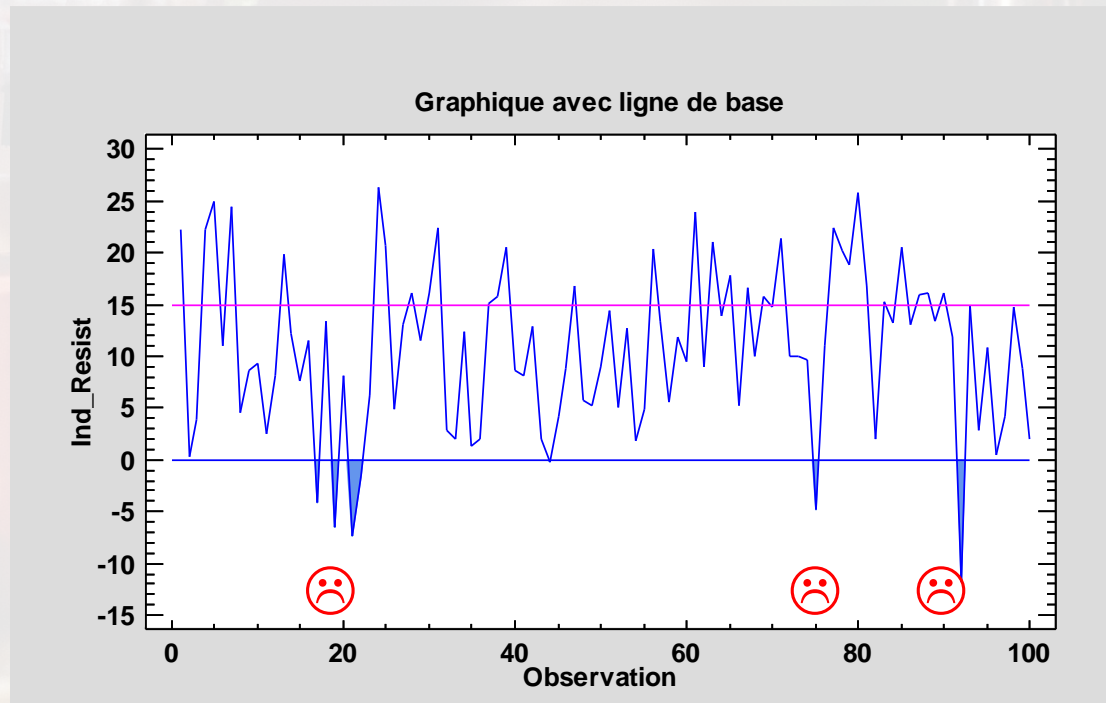
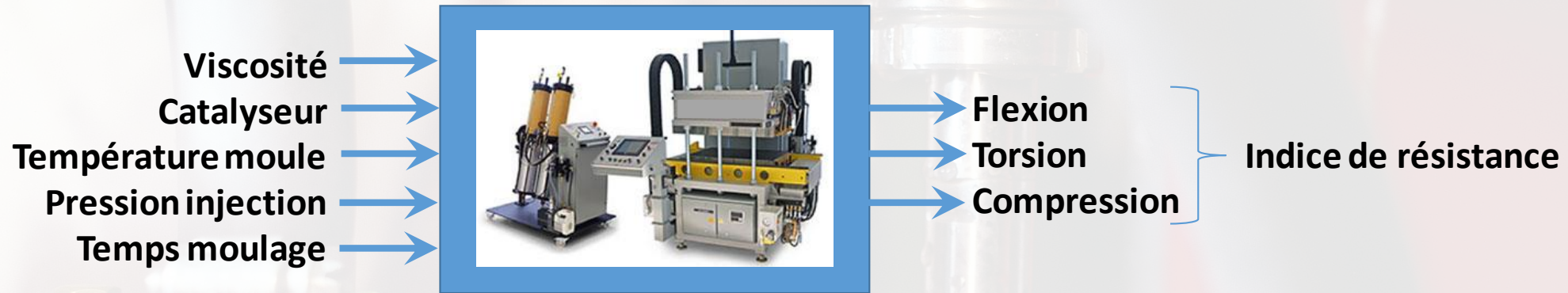
## 2) Pourquoi est-ce arrivé? (Importation)

- D'où proviennent nos problèmes d'importation pour le FirstRide?
- Veut-on prédire (3<sup>e</sup> niveau) ou agir (4<sup>e</sup> niveau)?

Défaillances par fournisseur



## 2) Pourquoi est-ce arrivé? (Fabrication)

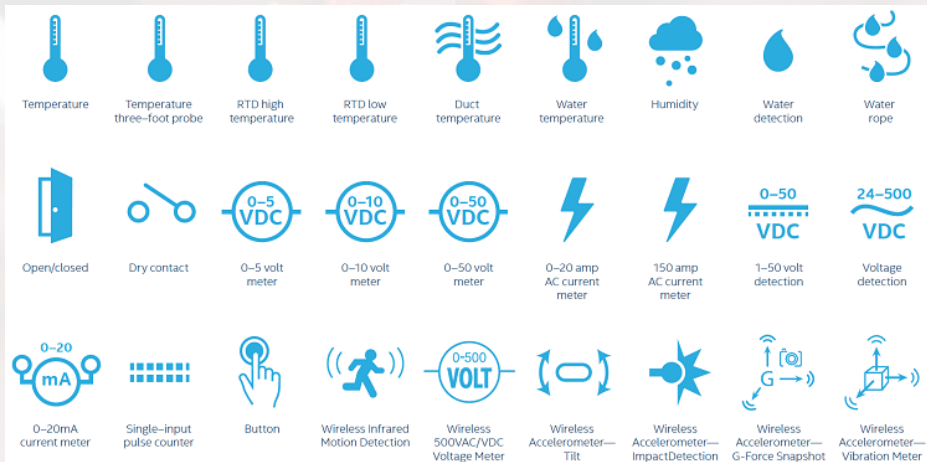




### 3) Qu'arrivera-t-il? (Fabrication)

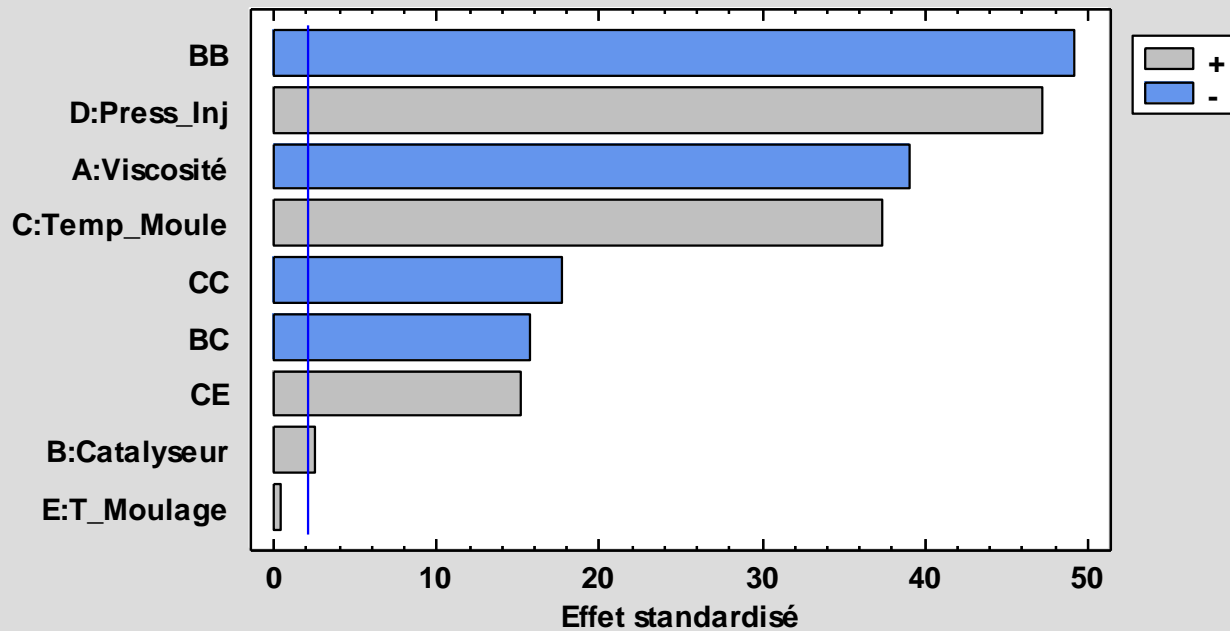


**IoT = Savoir ce qu'on veut**



### 3) Qu'arrivera-t-il?

Graphique de Pareto standardisé pour Indx\_Résist

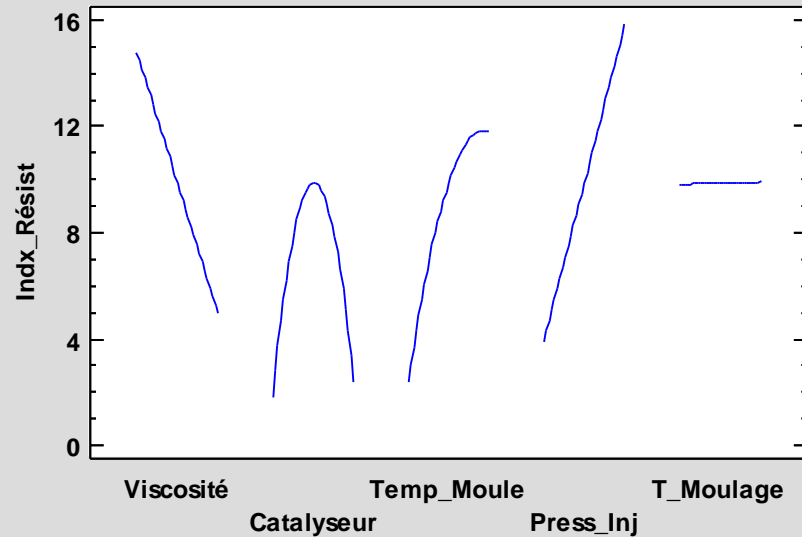


Viscosité	Catalyseur	Temp_Moule	Press_Inj	T_Moulage	Indx_Résist
0	0	0	0	0	9.7
0	-1	0	-1	0	-3.3
0	0	-1	0	1	-0.4
0	0	1	1	0	17.9
-1	0	1	0	0	16.3
0	-1	-1	0	0	-10.0
1	0	-1	0	0	-3.0
1	0	0	0	-1	4.9
0	0	0	-1	1	3.9
0	0	0	0	0	8.6
-1	0	-1	0	0	7.3
0	-1	1	0	0	7.3
1	-1	0	0	0	-2.3
-1	0	0	1	0	20.7
0	0	0	1	-1	16.1
0	0	0	1	1	15.8
1	0	0	-1	0	-1.5
-1	0	0	-1	0	9.0
0	0	0	0	0	9.8
0	1	-1	0	0	-1.2
1	0	0	0	1	3.9
0	0	0	-1	-1	4.3
0	0	1	0	1	16.6
1	0	1	0	0	7.2
-1	-1	0	0	0	6.6
0	0	-1	1	0	8.4
1	0	0	1	0	11.2
0	0	0	0	0	10.3
0	0	-1	-1	0	-3.5
0	-1	0	0	-1	1.6
0	0	1	0	-1	7.7
0	0	-1	0	-1	6.0
0	1	1	0	0	0.3
0	1	0	1	0	8.4
0	-1	0	0	1	1.3
0	1	0	-1	0	-3.5
0	0	0	0	0	10.2
-1	0	0	0	-1	14.8
0	1	0	0	-1	2.5
0	-1	0	1	0	7.7
-1	1	0	0	0	7.2
0	1	0	0	1	2.1
0	0	1	-1	0	5.5
1	1	0	0	0	-2.0
-1	0	0	0	1	15.2
0	0	0	0	0	9.6

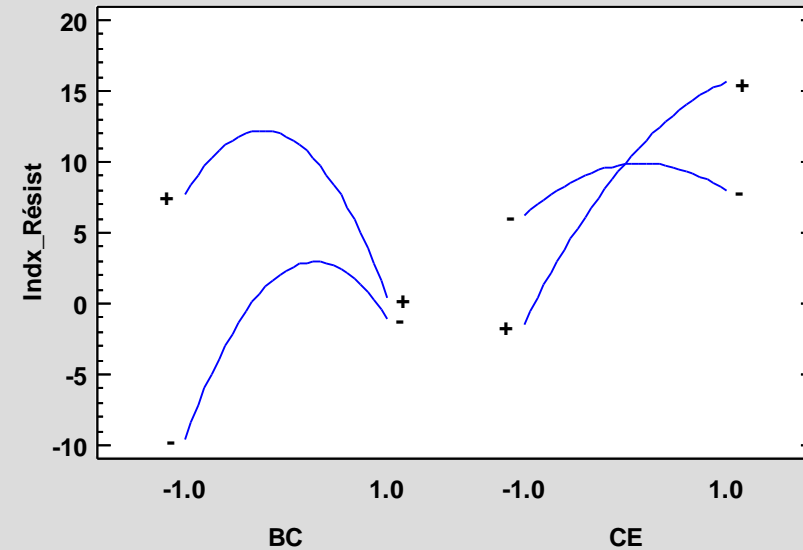


### 3) Qu'arrivera-t-il? (Fabrication)

Graphique des effets directs pour Indx\_Résist

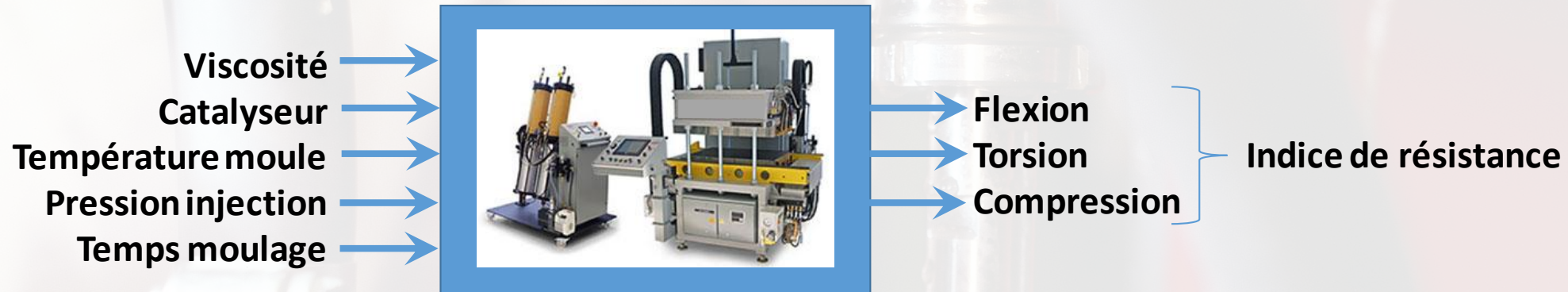


Graphique des interactions pour Indx\_Résist



$$\begin{aligned} \text{Indx\_Résist} = & 9.86639 - 4.92465 * \text{Viscosité} + 0.307259 * \text{Catalyseur} + 4.7074 * \text{Temp\_Moule} + \\ & 5.9498 * \text{Press\_Inj} + 0.0434781 * \text{T\_Moulage} - 7.75604 * \text{Catalyseur}^2 - \\ & 0.94756 * \text{Catalyseur} * \text{Temp\_Moule} - 2.79354 * \text{Temp\_Moule}^2 + \\ & 3.83222 * \text{Temp\_Moule} * \text{T\_Moulage} \end{aligned}$$

## 4) Que devrions-nous faire? (Fabrication)



$$\text{Indx\_Résist} = 9.86639 - 4.92465 * \text{Viscosité} + 0.307259 * \text{Catalyseur} + 4.7074 * \text{Temp\_Moule} + 5.9498 * \text{Press\_Inj} + 0.0434781 * \text{T\_Moulage} - 7.75604 * \text{Catalyseur}^2 - 0.94756 * \text{Catalyseur} * \text{Temp\_Moule} - 2.79354 * \text{Temp\_Moule}^2 + 3.83222 * \text{Temp\_Moule} * \text{T\_Moulage}$$

### Optimiser la réponse

But: maximiser Indx\_Résist

Valeur optimum = 27.4396

Facteur	Bas	Haut	Optimum
Viscosité	-1.0	1.0	-0.991982
Catalyseur	-1.0	1.0	-0.281515
Temp_Moule	-1.0	1.0	1.0
Press_Inj	-1.0	1.0	1.0
T Moulage	-1.0	1.0	1.0

Max Indx\_Résist

s.a.c.

Min ≤ Viscosité ≤ Max

Min ≤ Catalyseur ≤ Max

Min ≤ Température moule ≤ Max

Min ≤ Pression injection ≤ Max

Min ≤ Temps moulage ≤ Max

**matricis**

ÉCOLE DE  
TECHNOLOGIE  
SUPÉRIEURE  
Université du Québec

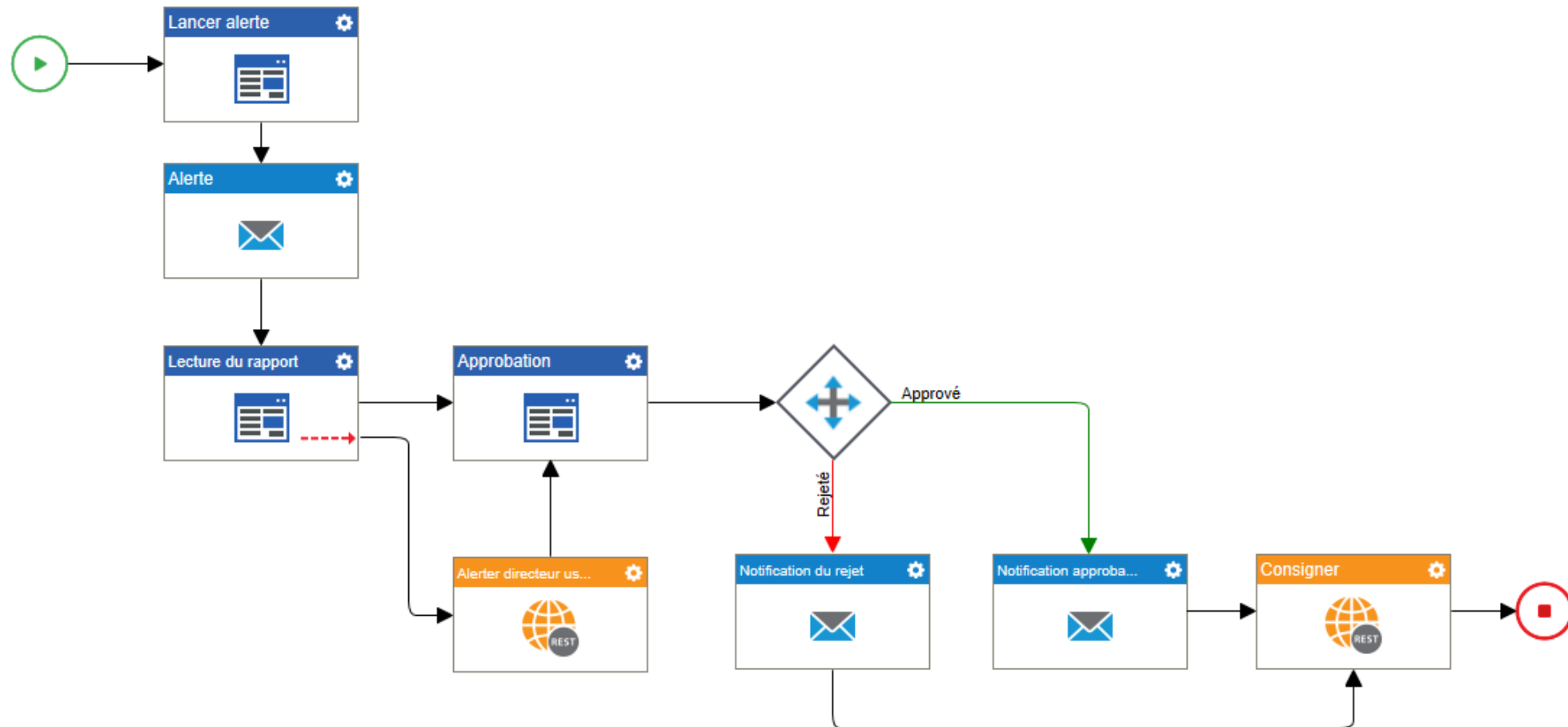
**ÉTS**  
Le génie pour l'industrie



## 4) Que devrions-nous faire? (Importation)

Alerte consignée dans système

Processus







# Conclusion

Exemples d'accélérateurs de transformation numérique :

Capacité numérique

4) Prescription

3) Prévvision

2) Explication

1) Bilan

**AGILEPOINT**

Digital Process Automation  
Low-Code  
Rapid-App-Delivery

**splunk**>

Big Data  
Real Time Analytics  
Patterns

**//matricis**

ÉCOLE DE  
TECHNOLOGIE  
SUPÉRIEURE  
Université du Québec

**ÉTS**  
Le génie pour l'industrie

**Questions?**

 **matrixis**

***Vous gagnez à nous connaître***