



Génie  
industriel

Laboratoire IMS Bordeaux

**SEM pour l'estimation des coûts de fabrication : une étude de cas sur les moules à injection**

Minh-Phuoc DOAN (Miller)

Iragaël JOLY



Estimation des coûts de fabrication et méthodes

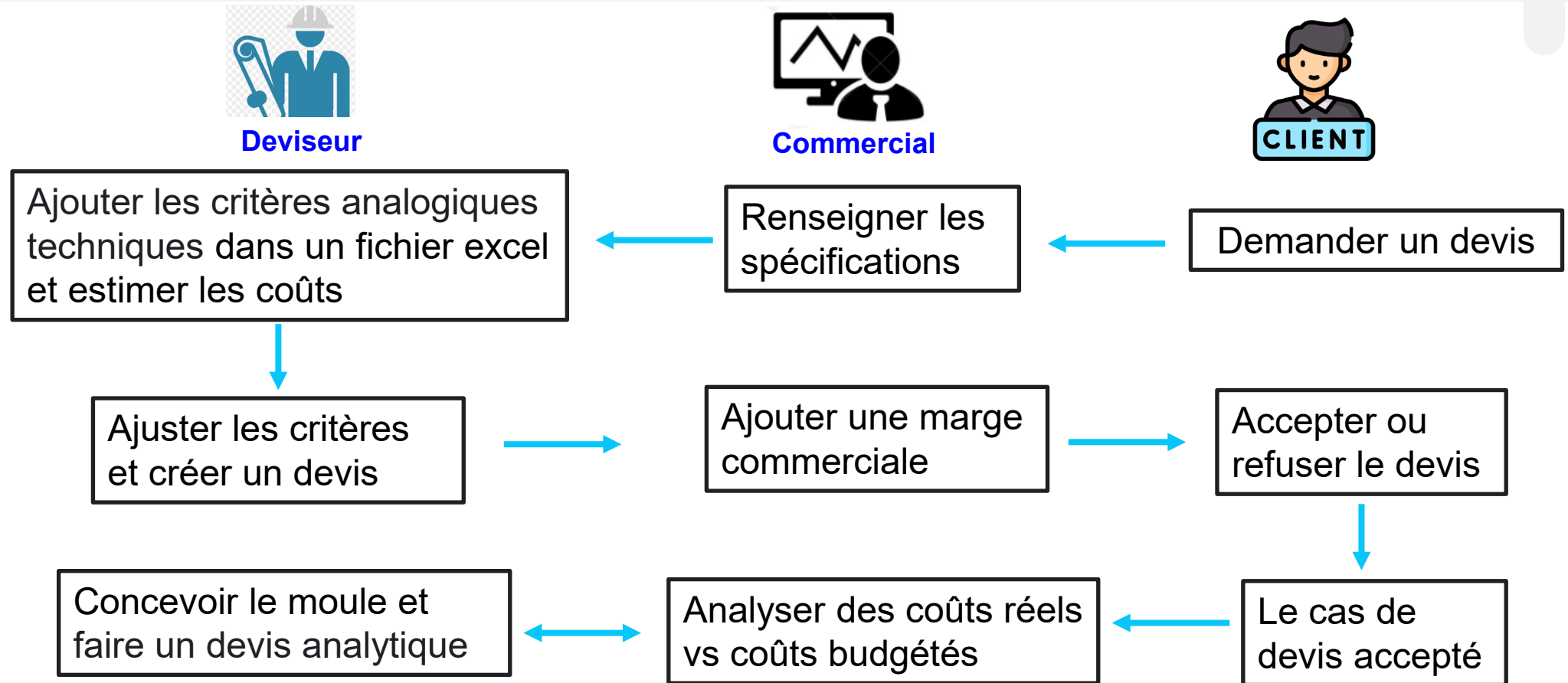
Méthode SEM

Cas d'étude : moules à injection

Conclusions et perspectives

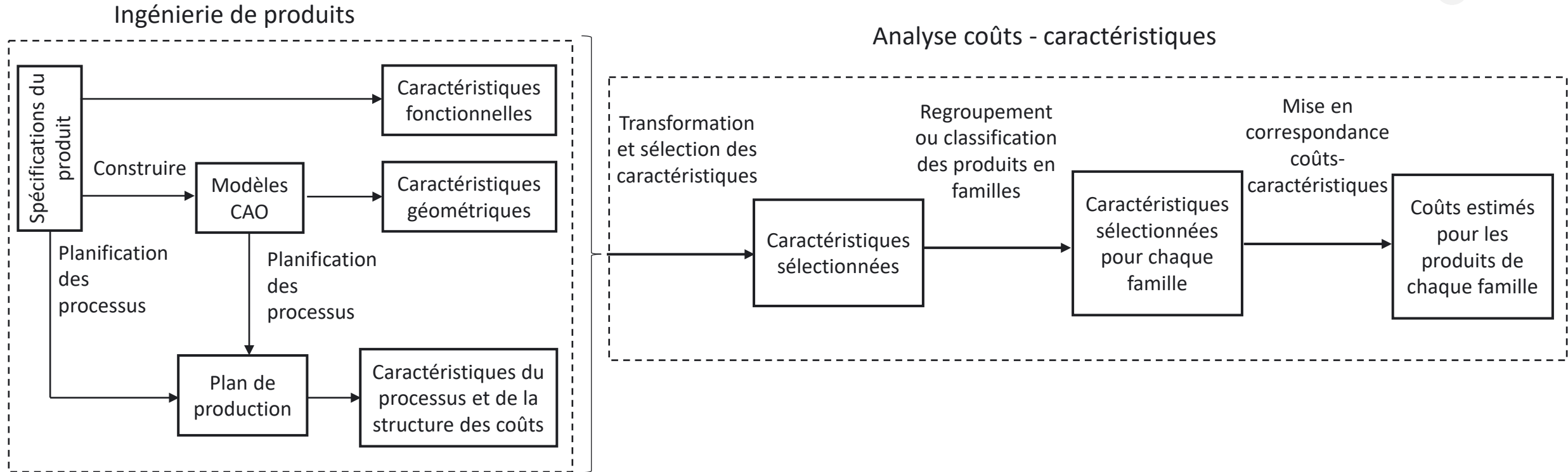


# Estimation des coûts de fabrication



*Représentation d'un processus de dévisage*

# Méthodes : Ingénierie de produits + analyse de coûts - caractéristiques



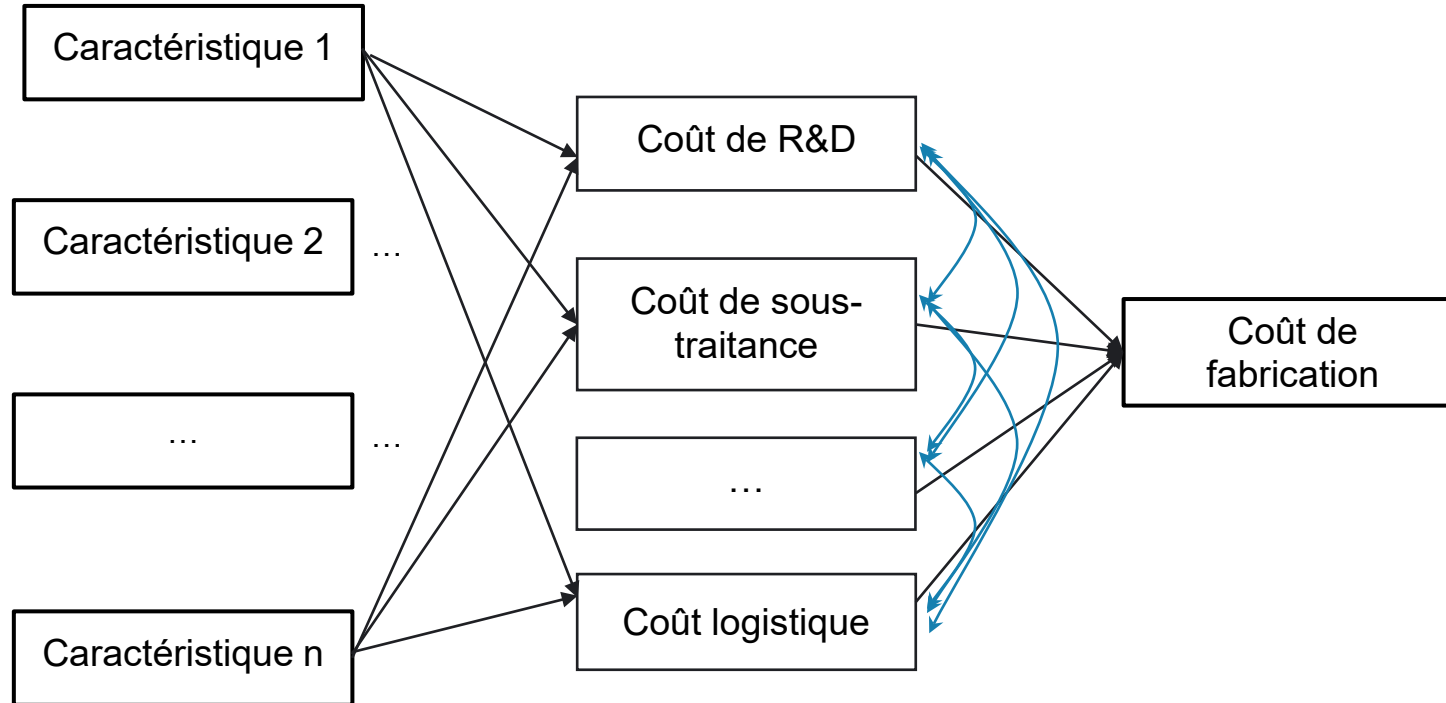
Représentation d'un système d'IA pour l'estimation du coût des produits dans l'industrie manufacturière

# Méthodes d'analyse coûts - caractéristiques

Méthode		Avantages	Inconvénients
Basée sur les compétences	<b>Intuitive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas besoin de données historiques/ benchmarks</li> <li>- Relation coût-caractéristique explicable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prend du temps</li> <li>- Précision varie selon experts</li> </ul>
	<b>Paramétrique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapide si un benchmark existe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Précision dépend de la similarité entre le cas considéré et les benchmarks existantes</li> <li>- Inapproprié pour le stade précoce</li> </ul>
Basée sur les données	<b>Analogique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Haute précision même à un stade précoce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Précision dépend de quantité et qualité des données</li> <li>- Relation coût-caractéristique inexplicable pour certaines méthodes</li> </ul>

# Structural Equation Modelling (SEM)

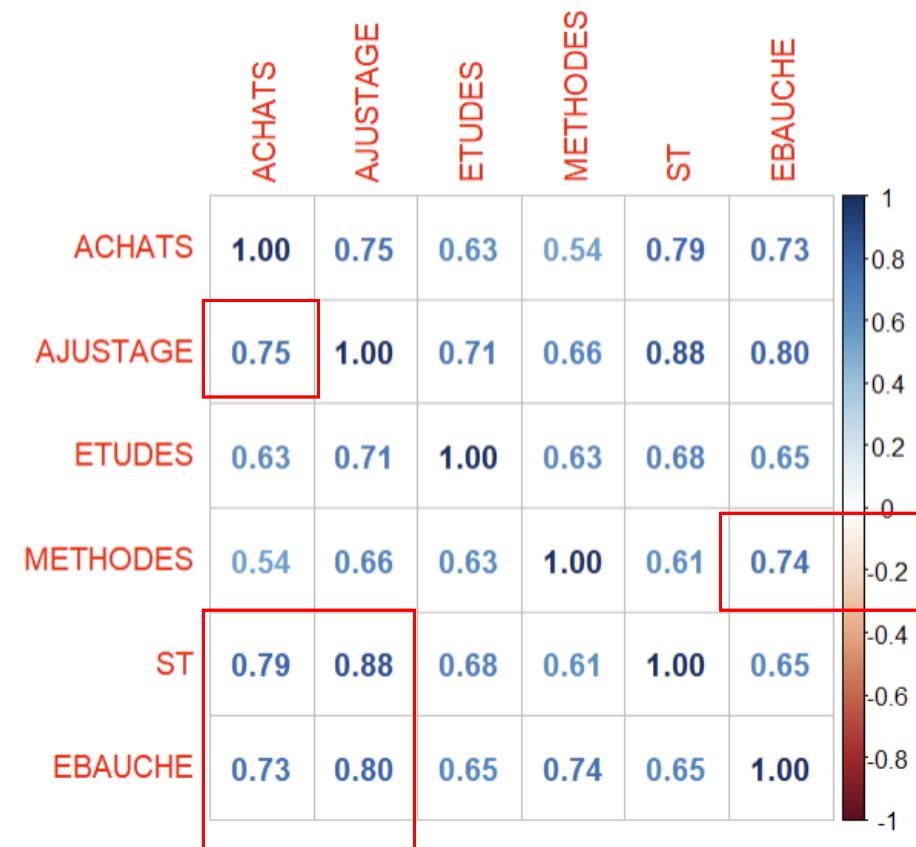
Structure générale du SEM pour l'estimation des coûts de production



Régression linéaire = SEM avec covariance nulle

# Cas d'étude : moules à injection plastique

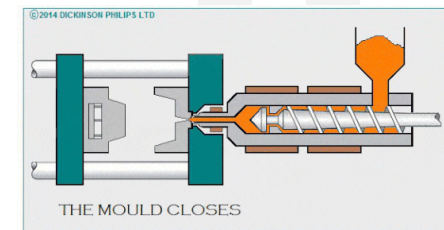
Groupe de coûts	Explication
<b>Achats</b>	Coûts liés à l'achat de <b>matériel</b> et d' <b>équipements</b>
<b>Ajustage</b>	Coûts liés aux <b>tests</b> et <b>ajustements</b>
<b>Etudes</b>	Coûts liés au processus de <b>conception</b> du produit
<b>Méthodes</b>	Coûts liés à l' <b>industrialisation</b> du produit (processus de fabrication et outils nécessaires)
<b>Sous-Traitance</b>	Coûts liés aux opérations <b>externalisées</b>
<b>Ebauche</b>	Coûts associés aux opérations d' <b>usinage</b> d'ébauche et de finition



Matrice de corrélation entre les groupes de coûts

# Cas d'étude : moules à injection plastique

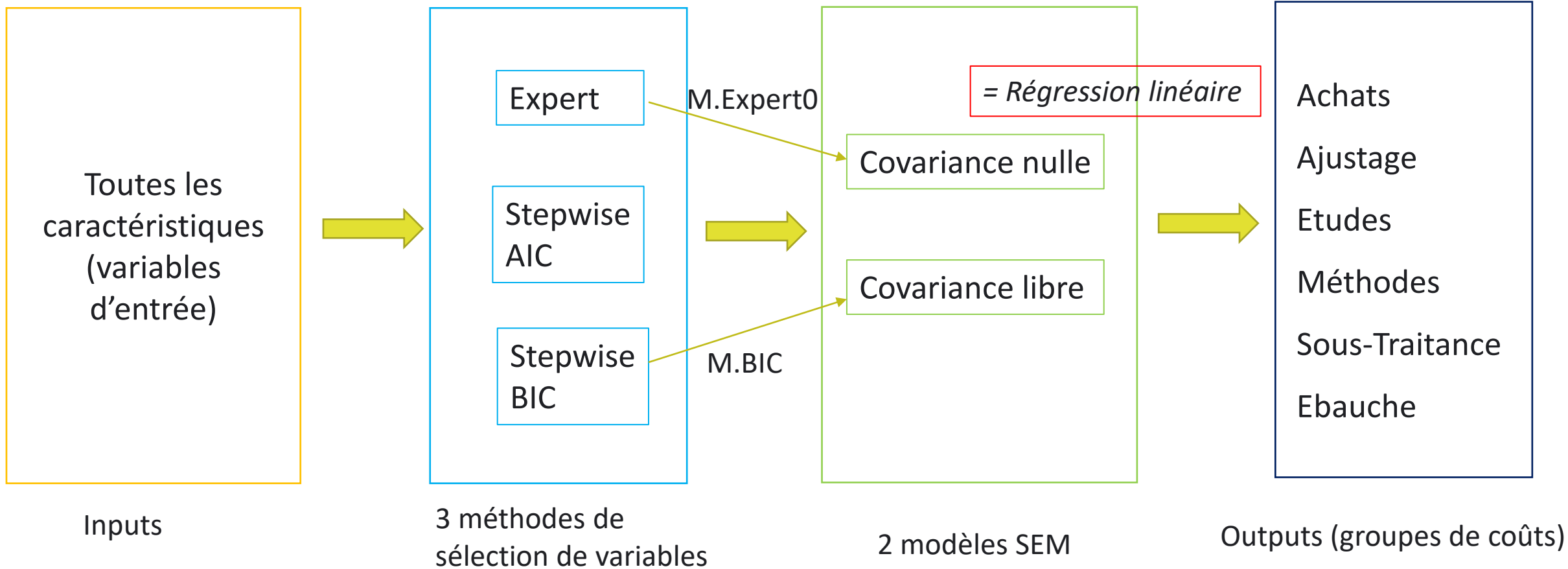
Caractéristique de moule	Explication
<b>Dim.outi.long</b>	Longueur du moule
<b>Nbre_mvt_meca_simple/ double/ rotatif</b>	Nombre de mouvements "simples" /doubles / rotatifs effectués par le moule
<b>Commande.ejection</b>	Mécanisme d'éjection se fait par vérin
<b>Acier.moulant_H13</b>	Acier classique, commun pour les moules
...	





# Cas d'étude : moules à injection plastique

Méthode proposée : 1 modèle de sélection de variable + 1 modèle SEM



# Cas d'étude : moules à injection plastique

## Performance des modèles

Modèle	CFI	TLI	SRMR	AIC	BIC
M.Expert	0,93	0,68	0,09	1027	1158
M.Expert0	0,66	0,35	0,10	1208	1301
<b>M.AIC</b>	<b>1,00</b>	<b>1,02</b>	<b>0,02</b>	<b>933</b>	<b>1103</b>
M.AIC0	0,78	0,60	0,04	1097	1228
M.BIC	0,99	0,97	0,06	951	1072
M.BIC0	0,75	0,59	0,08	1120	1202

Critères de performance autres que R2

	Achat	Etude	ST	Méthode	Ebauche	Ajustage
M.Expert	0,61	0,37	<b>0,61</b>	0,47	0,47	0,47
M.Expert0	0,69	0,43	<b>0,72</b>	0,49	0,58	0,50
<b>M.AIC</b>	<b>0,78</b>	<b>0,69</b>	0,44	<b>0,59</b>	<b>0,74</b>	<b>0,66</b>
<b>M.AIC0</b>	<b>0,79</b>	<b>0,70</b>	0,45	<b>0,59</b>	<b>0,75</b>	<b>0,67</b>
M.BIC	0,74	0,63	0,36	0,51	0,68	0,63
M.BIC0	0,77	0,67	0,38	0,53	0,71	0,65

R2 pour chaque équation de SEM

# Meilleur modèle : Sélection AIC + SEM

Variable / Groupe de coûts	ACHATS	AJUSTAGE	ETUDES	METHODES	ST	EBAUCHE
Dim.outi.long	<b>0.51***</b>	<b>0.46 ***</b>	<b>0.23*</b>	<b>0.46***</b>	<b>0.66***</b>	<b>0.37***</b>
Nbre_mvt_meca_simple	<b>0.21***</b>	<b>0.32***</b>	<b>0.32***</b>	<b>0.23**</b>	<b>0.15*</b>	<b>0.30***</b>
Nbre_mvt_meca_double	-	0.16*	0.24**	0.23**	0.13*	0.27***
Commande.ejection_Presse	ref	ref	ref	ref	ref	ref
Commande.ejection_Verin	<b>0.66***</b>	<b>0.50***</b>	-	-	0.17	<b>0.55***</b>
Acier.moulant H11	ref	ref	ref	ref	ref	ref
Acier.moulant_H13	<b>-0.33**</b>	-	<b>-0.33*</b>	<b>-0.41*</b>	-	<b>-0.26*</b>
Regulation_Chaud	ref	ref	ref	ref	ref	ref
Regulation_Normal	-	-	-	-	-	-
R2	0.78	0.69	0.44	0.59	0.74	0.67

\*\*\* : pvalue <0.001 \*\* pvalue <0.01 \* pvalue < 0.10

## Conclusions

- SEM + stepwise AIC est le meilleur
- Précision variée selon le groupe de coûts
- Caractéristiques importantes varient selon le groupe de coûts

## Perspectives

- Contexte des big data
- Selection + **Clustering** + Mapping : K-mean, PCA, Kamila
- Autres formulations non-linéaires coûts – caractéristiques : Cobb–Douglas etc.
- Comparer SEM avec quelques autres méthodes : RF, SVM, NN
- Autres caractéristiques : inflation, rareté des matériaux, fluctuation des prix sur le marché



Génie  
industriel

Laboratoire IMS Bordeaux

**SEM pour l'estimation des coûts de fabrication : une étude de cas sur les moules à injection**

Minh-Phuoc DOAN (Miller)

Iragaël JOLY





Laboratoire IMS Bordeaux

## SEM pour l'estimation des coûts de fabrication

une étude de cas sur les moules à injection