



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

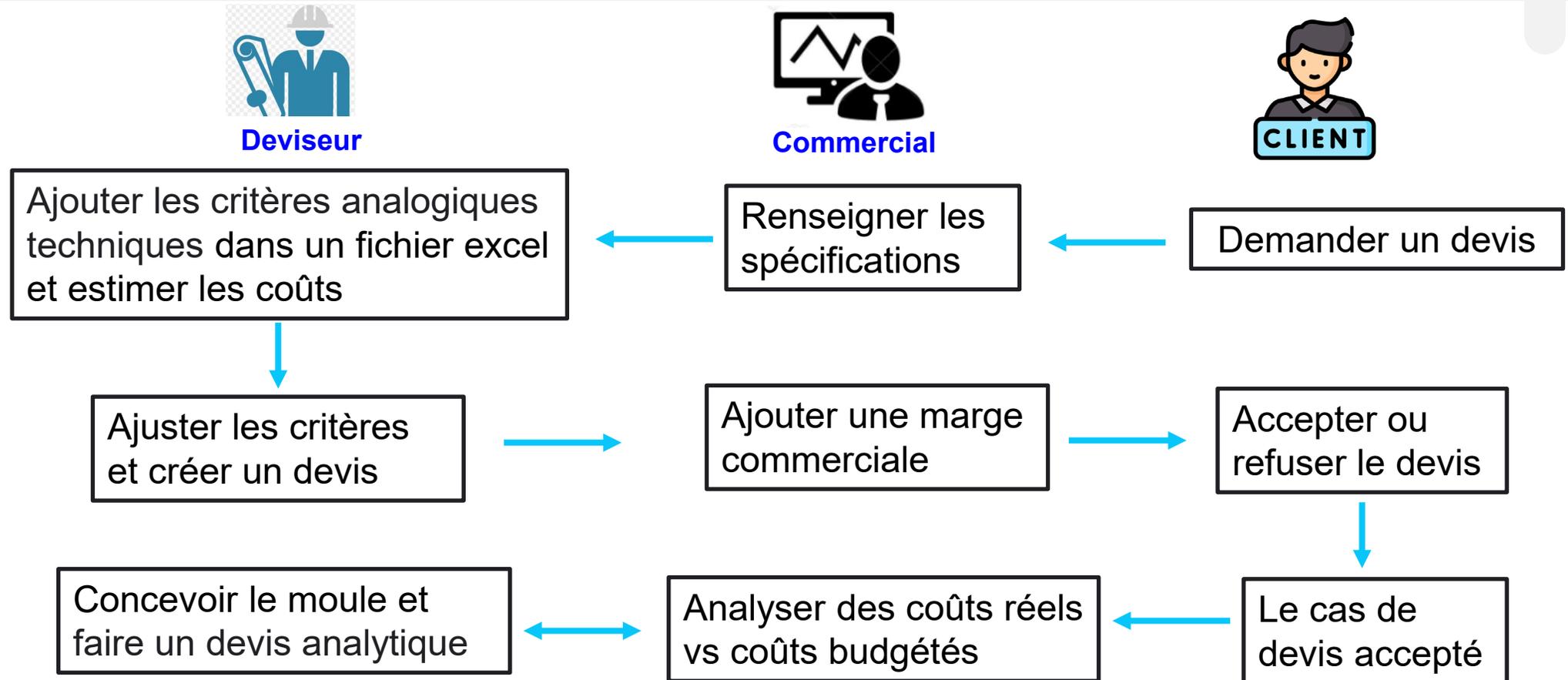
Méthode SEM

Cas d'étude : moules à injection

Conclusions et perspectives

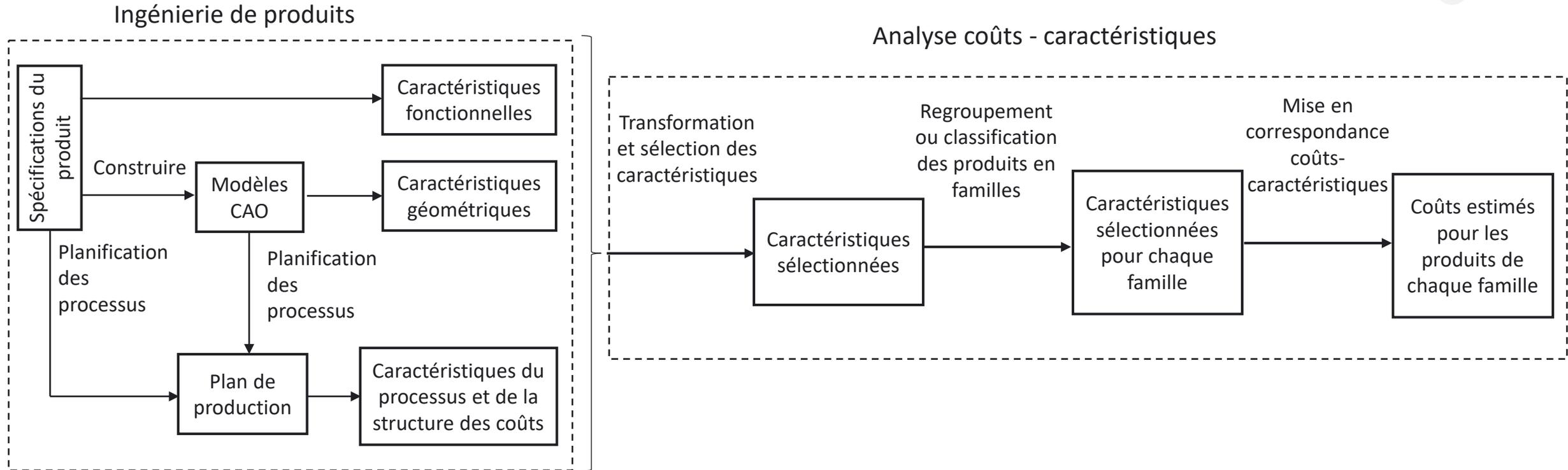


Estimation des coûts de fabrication



Représentation d'un processus de dévisage

Méthodes : Ingénierie de produits + analyse de coûts - caractéristiques



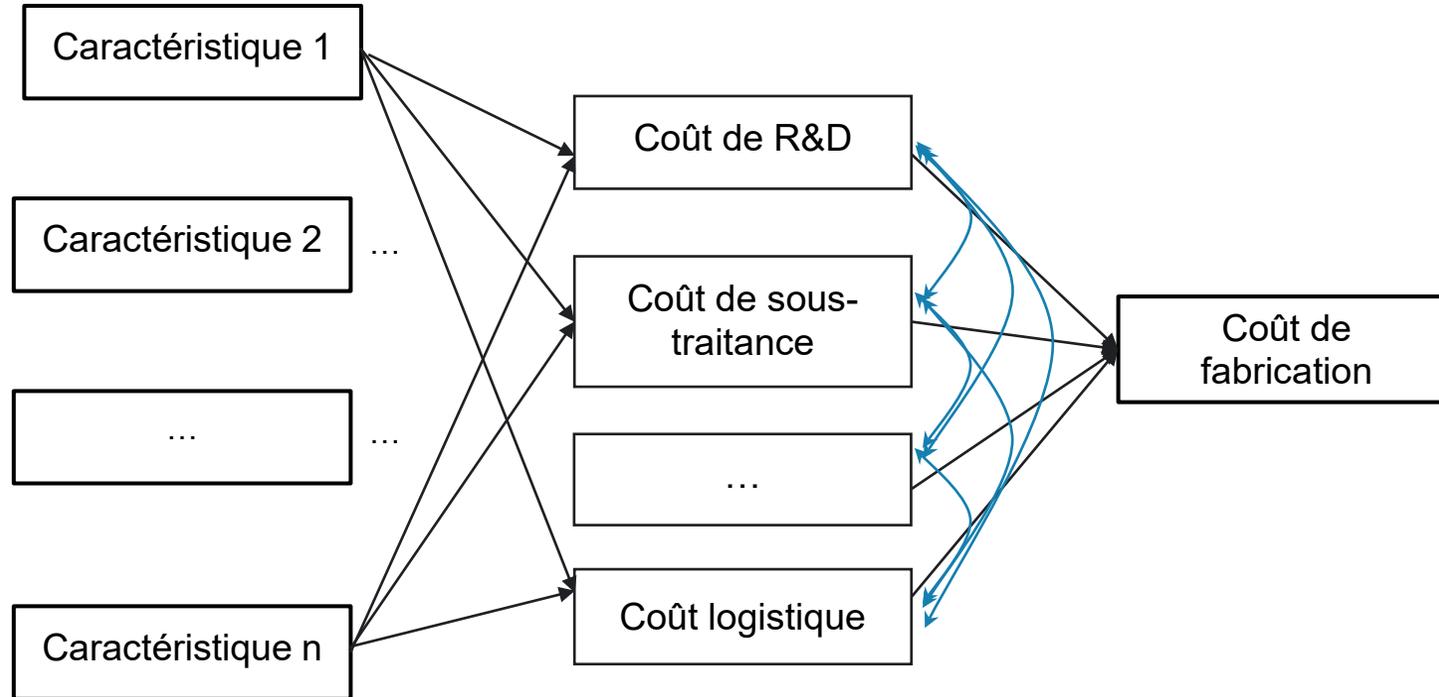
Représentation d'un système d'IA pour l'estimation du coût des produits dans l'industrie manufacturière

Méthodes d'analyse coûts - caractéristiques

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

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

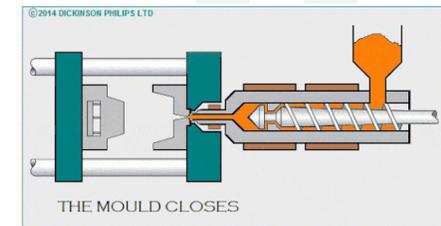
Groupe de coûts	Explication
Achats	Coûts liés à l'achat de matériel et d' équipements
Ajustage	Coûts liés aux tests et ajustements
Etudes	Coûts liés au processus de conception du produit
Méthodes	Coûts liés à l' industrialisation du produit (processus de fabrication et outils nécessaires)
Sous-Traitance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



Matrice de corrélation entre les groupes de coûts

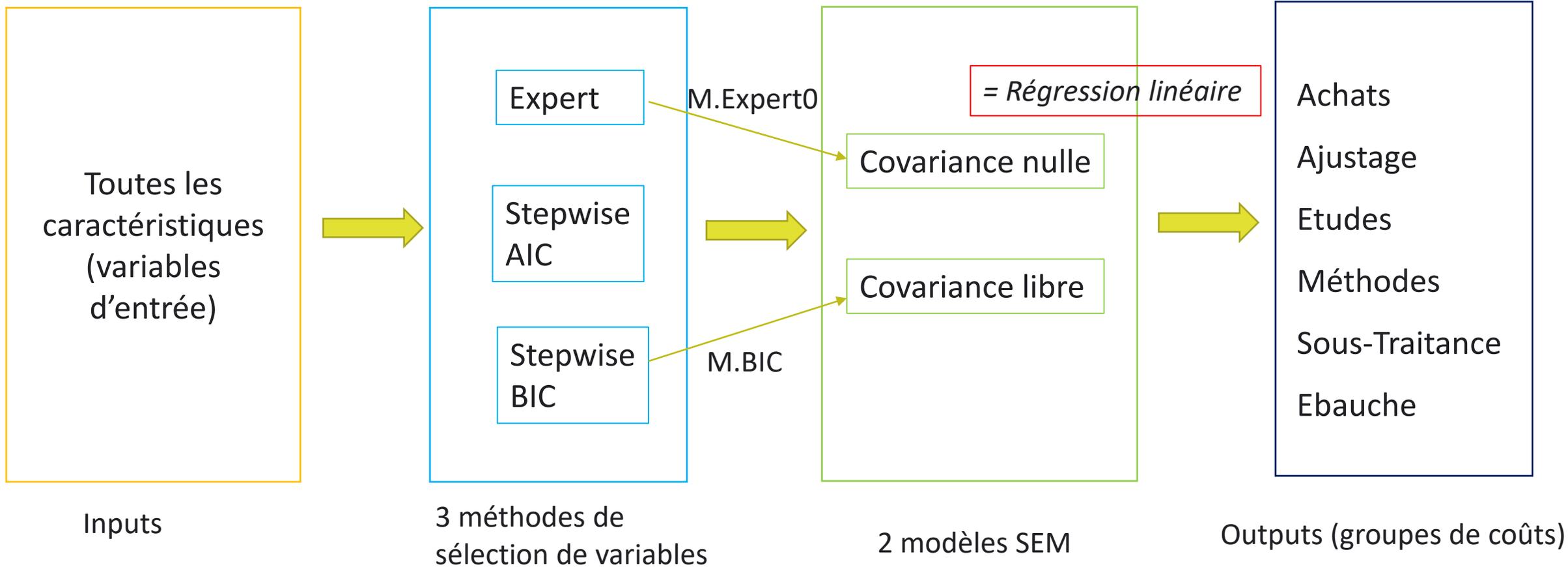
Cas d'étude : moules à injection plastique

Caractéristique de moule	Explication
Dim.outi.long	Longueur du moule
Nbre_mvt_meca_simple/ double/ rotatif	Nombre de mouvements "simples" /doubles / rotatifs effectués par le moule
Commande.ejection	Mécanisme d'éjection se fait par vérin
Acier.moulant_H13	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
M.AIC	1,00	1,02	0,02	933	1103
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	0,61	0,47	0,47	0,47
M.Expert0	0,69	0,43	0,72	0,49	0,58	0,50
M.AIC	0,78	0,69	0,44	0,59	0,74	0,66
M.AIC0	0,79	0,70	0,45	0,59	0,75	0,67
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	0.51***	0.46 ***	0.23*	0.46***	0.66***	0.37***
Nbre_mvt_meca_simple	0.21***	0.32***	0.32***	0.23**	0.15*	0.30***
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	0.66***	0.50***	-	-	0.17	0.55***
Acier.moulant H11	ref	ref	ref	ref	ref	ref
Acier.moulant_H13	-0.33**	-	-0.33*	-0.41*	-	-0.26*
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