

EURODECISION
OPERATIONAL RESEARCH

**Quelles contributions possibles de
la RO (Recherche Opérationnelle)
pour concevoir et produire des bateaux ?**

Eric Jacquet-Lagrèze

Voile et innovation mathématique – 9 décembre 2011

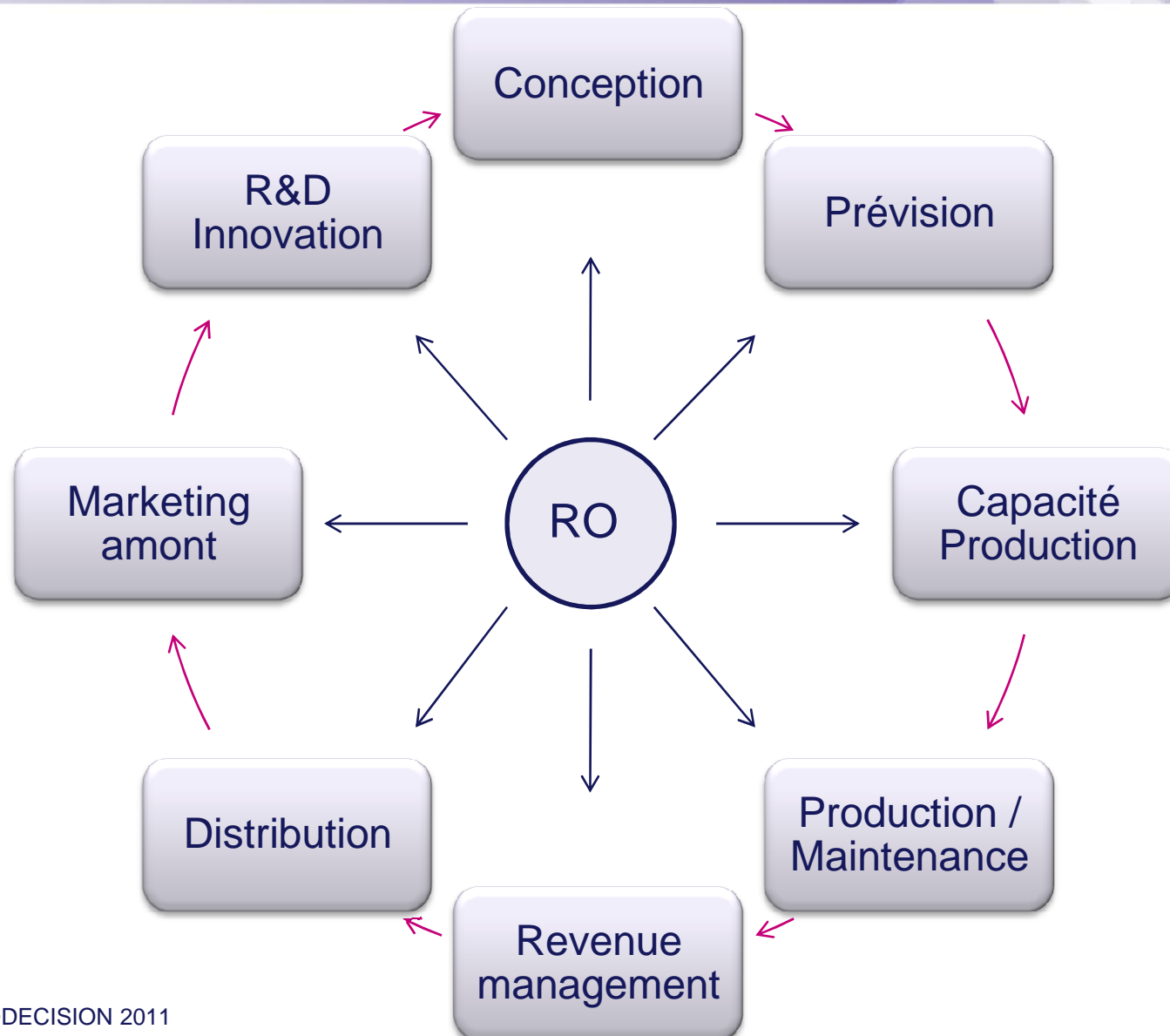
Atelier Constructeur Plaisances

1 / Le point de vue de la Recherche Opérationnelle

2 / Questions autour de

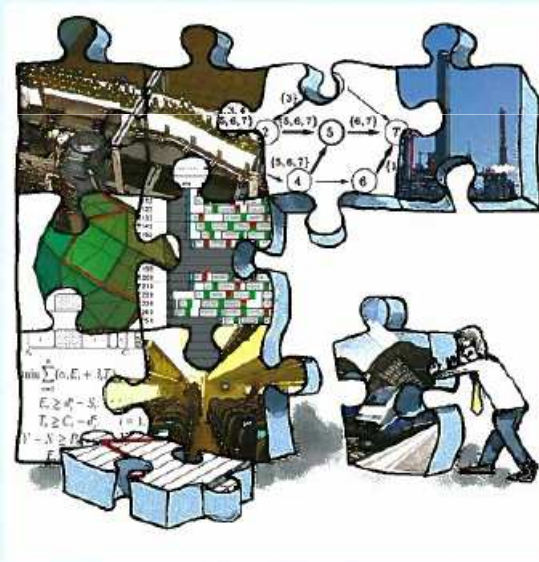
- la prévision
- la conception des outils de production
- la programmation de la production

La RO dans le cycle de vie de l'offre de produits ou de services



Livre blanc « La Recherche Opérationnelle en France »

La Recherche Opérationnelle en France



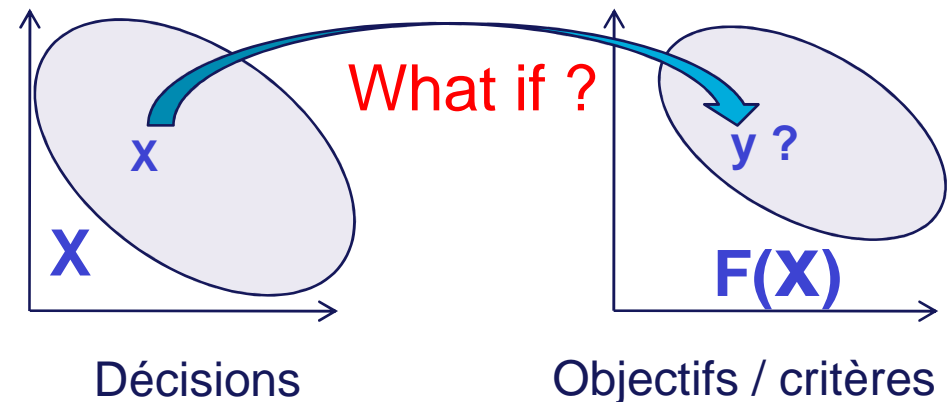
© EURODECISION 2011

AIR FRANCE	www.airfrance.com
ALMA	www.alma.fr
AMADEUS	www.amadeus.net
ARTELYS	www.artelys.com
BOUYGUES	e-lab.bouygues.com
COSYTEC	www.cosytec.fr
EDF	innovation.edf.com
EURODECISION	www.eurodecision.fr
GDF SUEZ	www.gdfsuez.com
GOOGLE	www.google.fr
ILOG	www.ibm.com/ilog
LA POSTE	www.laposte.fr
OPTILOGISTICS	www.optilogistic.fr
ORACLE	www.oracle.com
ORANGE LABS	www.orange.com
ORDECSYS	www.ordecsys.com
RENAULT	www.renault.com
SFR	www.sfr.fr
SNCF	www.sncf.com

De la simulation à l'optimisation Où se trouve la complexité ?

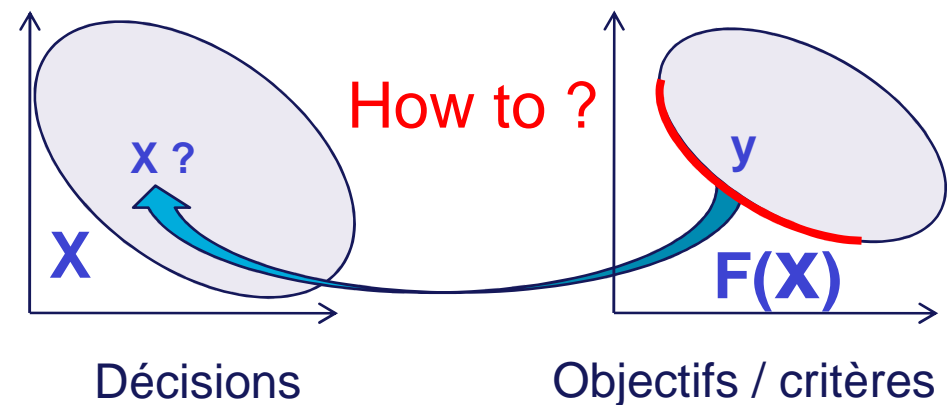
✧ Simulation (What if ?)

- Expérimentation réelle
- Simulation numérique



✧ Optimisation (How to ?)

- Optimisation continue ou combinatoire
- Optimisation robuste / stochastique
- Optimisation dynamique (arbres de décisions)
- Optimisation multicritère (pareto,...)



Une conception sans essais peut être fort coûteuse... en 1628, le Vasa coule par beau temps le jour de son inauguration



Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Vasa>

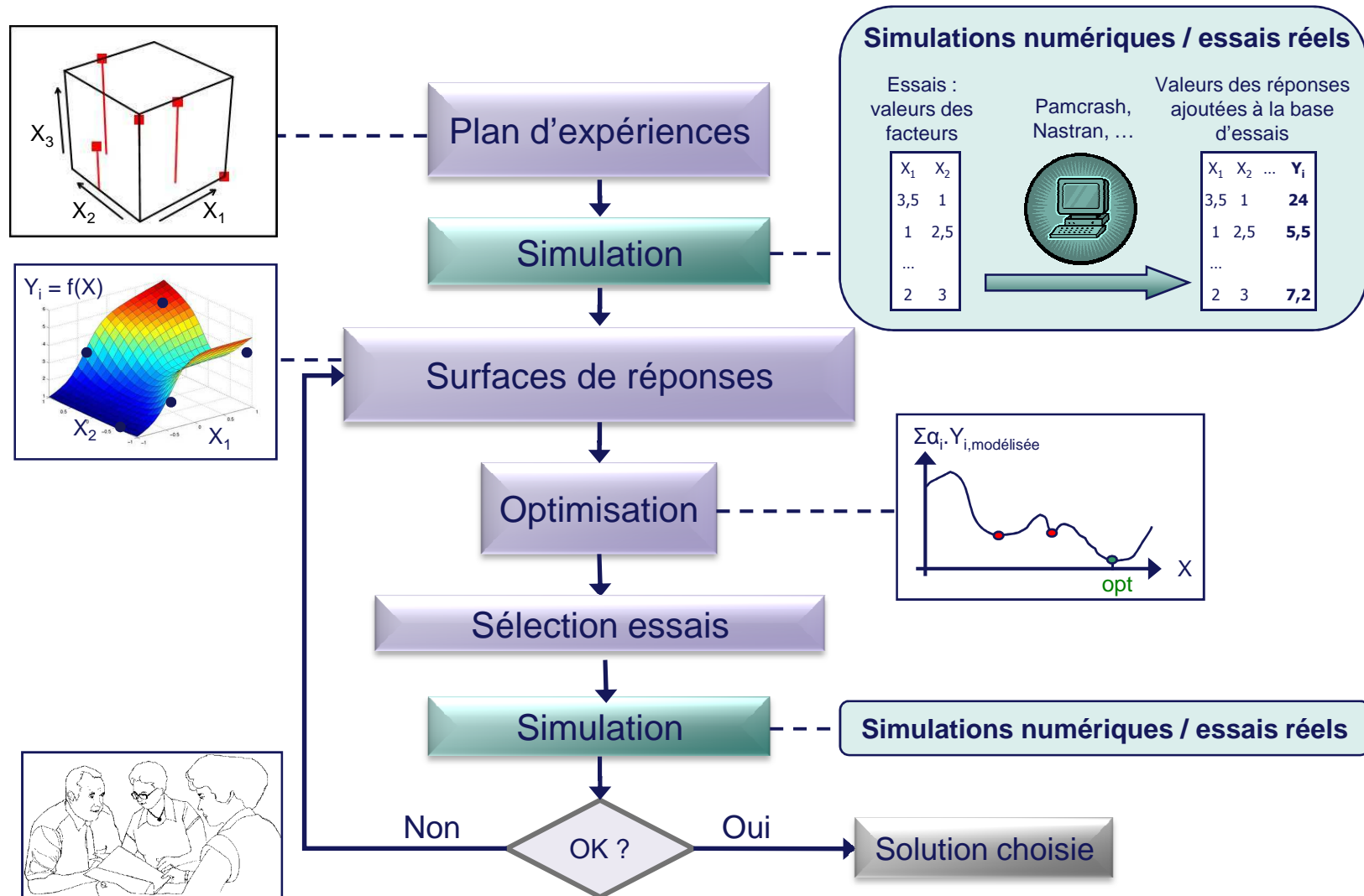


- ✧ Un CdC venant du roi évolutif (changement de taille, plus de canons,..)
- ✧ Des délais de livraisons trop courts pour modifier la conception (élargir le bateau de 42 cm)
- ✧ Une catastrophe économique



Aide à la conception par optimisation : Méthodologie et outils Alternova

Alternova



L'optimisation : un problème inverse (How to ?)

✧ Optimisation

$$\begin{aligned} \text{Min } y &= F(x) \\ x &\in X \end{aligned}$$

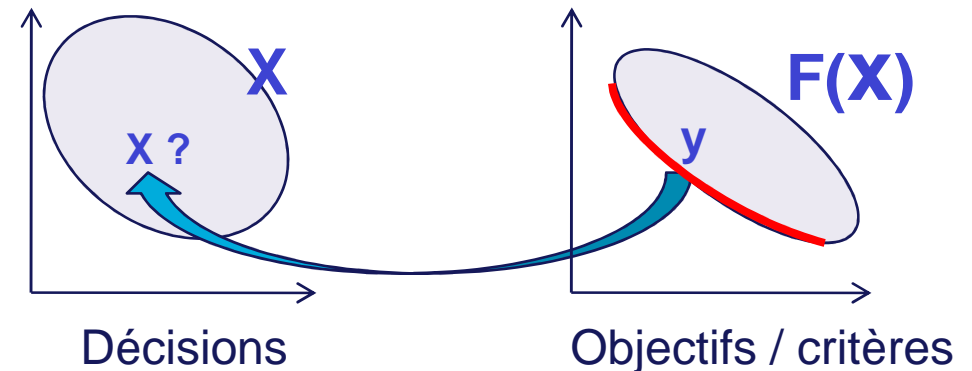
✧ Programmation mathématique

- Objectif et contraintes se modélisent par des fonctions analytiques

$$\begin{aligned} \text{Min } f(x) \\ g(x) &\geq 0 \end{aligned}$$

✧ Cas très important de la programmation linéaire

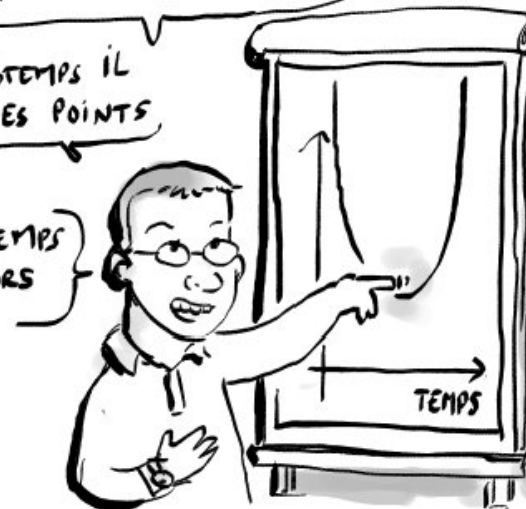
$$\begin{aligned} \text{Min } cx \\ Ax &\geq b \\ x &\geq 0 \end{aligned}$$



NOUS ALLONS EN RESTER LÀ
C'EST L'OPTIMUM DE LA REUNION

MOINS LONGTEMPS IL
MANQUAIT DES POINTS

PLUS LONGTEMPS
JE M'ENDORS



Programmation Linéaire : 64 ans d'innovations et de progrès

✧ Pourquoi la Programmation Linéaire (PL) est elle si utilisée ?

- De très nombreux problèmes se modélisent comme des PL
- Algorithmes très performants (optimalité, taille des problèmes et temps de calcul)

✧ Progrès logiciels seuls

- 1947 : Dantzig (simplexe) 120 jours homme (77 variables et 9 contraintes)
 - Un plan de production (9 500 000 variables et 400 000 contraintes)
 - Temps d'exécution sur un PC 2.0 Ghz P4
 - 1988 (CPLEX 1.0) 29.8 jours
 - 1997 (CPLEX 5.0) 1.5 jours
 - 2003 (CPLEX 9.0) 59 sec
- accélération : 43500 x....

1 minute au lieu d'un mois de calcul

✧ Effet logiciel + machine de 1988 à aujourd'hui

- Algorithmes (moyenne jeux tests CPLEX) : 3300 x
- Machines 1600 x
- Algo x machine : accélération : 5 300 000 x

1 seconde au lieu de 2 mois de calcul

Atelier Constructeur Plaisances

1 / Le point de vue de la Recherche Opérationnelle

2 / Questions autour de

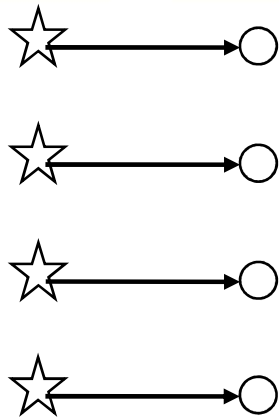
- la prévision
- la conception des outils de production
- la programmation de la production

✧ Comment sont faites les prévisions ?

- Pour dimensionner l'outil de production ?
- Pour faire un plan directeur de production ?
- Pour commander aux fournisseurs ?
- Comment est appréhendée l'incertitude de la demande ? Par scénarios ?

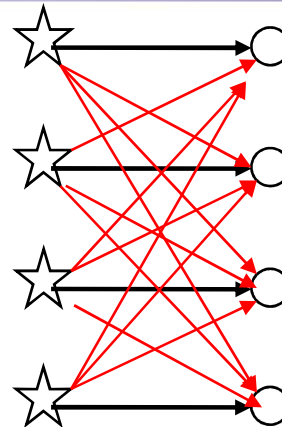
Conception de l'outil de production : Jusqu'où faut-il spécialiser les sites de production ?

Capacité
Production



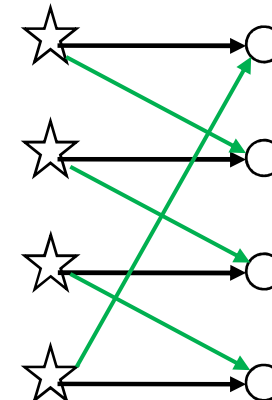
1. Sites spécialisés

Efficacité **20%**
Le plus facile à mettre en oeuvre



2. Usines polyvalentes

Efficacité **100%**
Complexe et coûteux



3. Polyvalence réduite

Efficacité **80%-90%**
Moins complexe que 2.

☆ David Simchi-Levi, professeur MIT

- *Creating Value in a Volatile World, Congrès ROADEF 2011*
- Approche Monte Carlo sur le « problème de transport »
- Incertitude sur la demande de produits et sur les capacités de production
- *Rq. Les indicateurs d'efficacité en % sont illustratifs*

Quels outils de planification de la production ?

✧ Comment se fait le plan de production ?

- Horizon : sur 12 mois ?
- Utilisation d'EXCEL ?
- Pourquoi pas une optimisation light par Programmation Linéaire?
- *cf. Renault, PSA affectation des demandes aux jours de fabrication pour maximiser la satisfaction client sur le respect des délais*

Innovation Industrielle



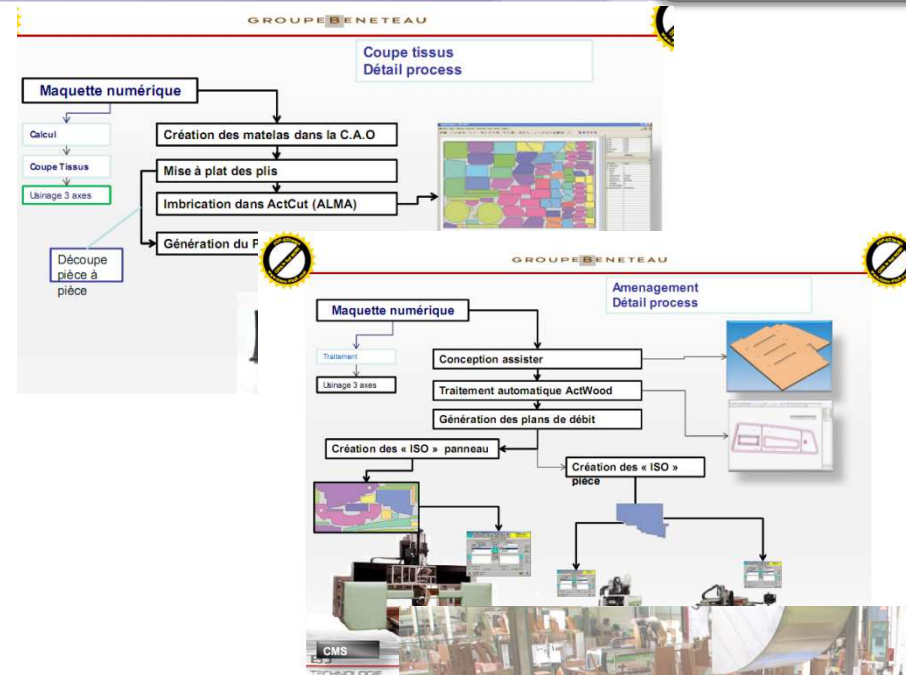
✧ Rôle des scénarios

- Comment sont utilisés des scénarios de mix produits dans la programmation de la production ?

Importance des problèmes de découpe

✧ Découpe et optimisation combinatoire

- Découpe des tissus de verre
- Découpe des panneaux de bois



✧ Algorithmes d'optimisation de découpe

- Approches heuristiques
- PL généralisée (Génération de colonnes)
- Société ALMA leader sur ce créneau : Act Cut, Act Wood
- Existe-t-il des axes d'amélioration souhaitables ?