

-
-
-

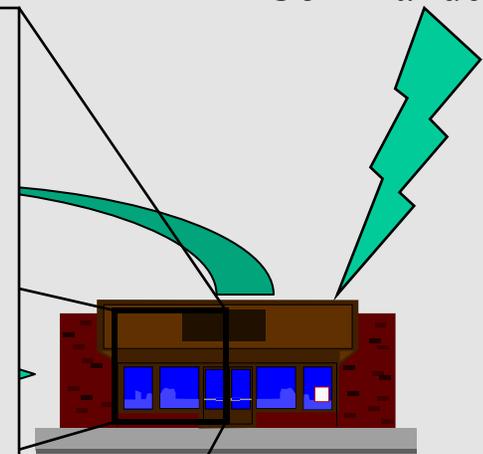
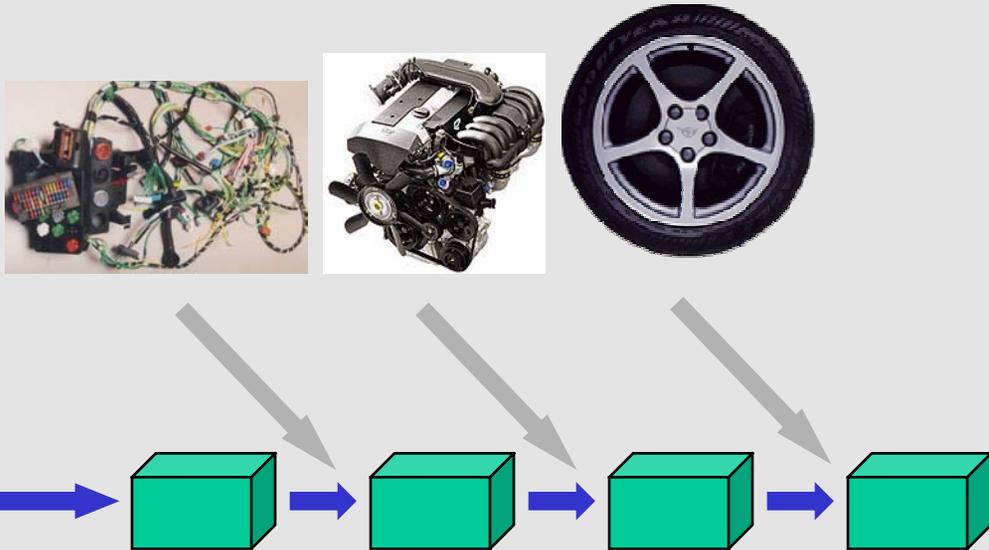
Optimisation globale de la diversité

Bruno Agard
sous la direction de Michel Tollenaere

Contexte industriel

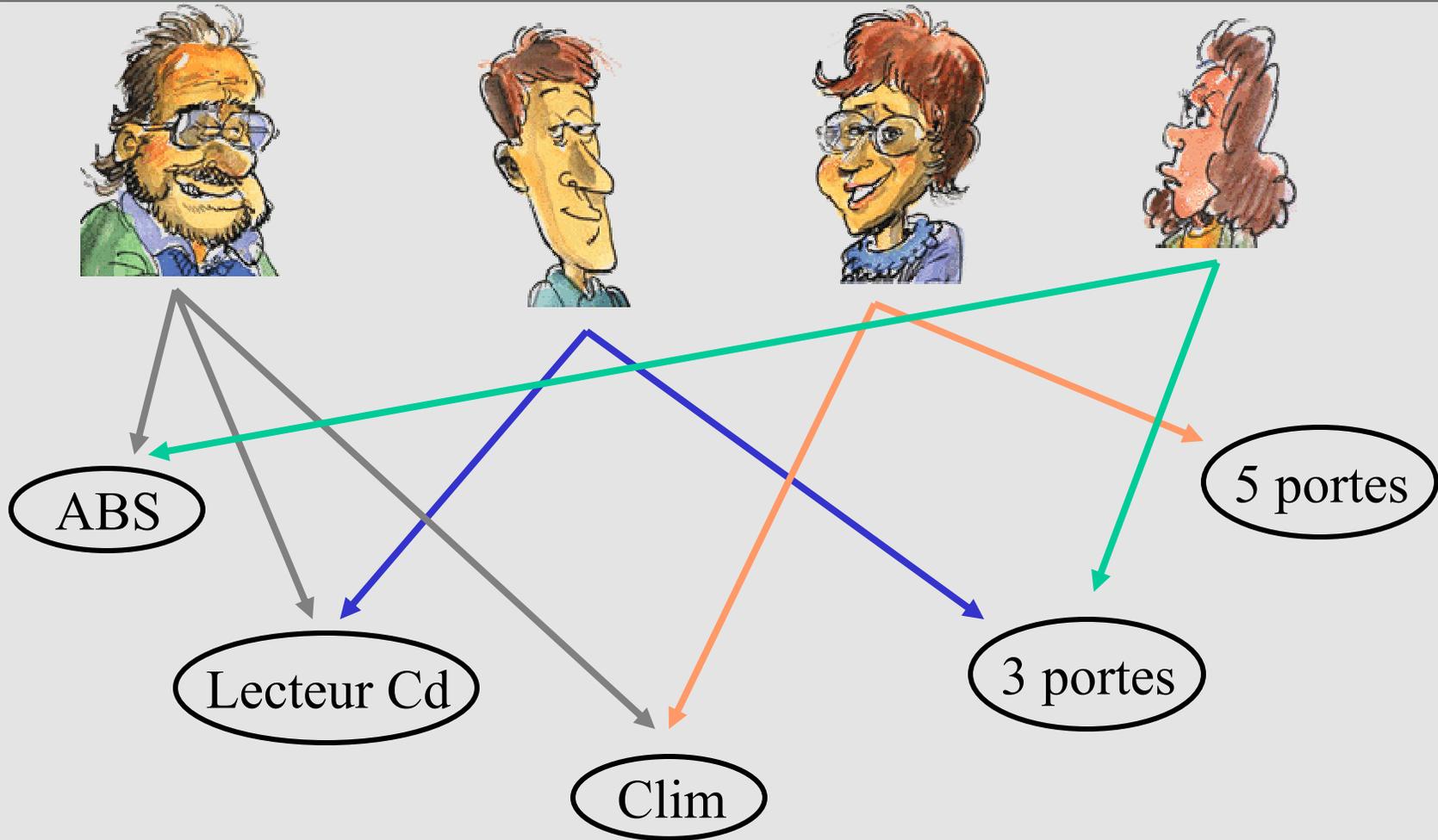
Commandes client

Production synchrone

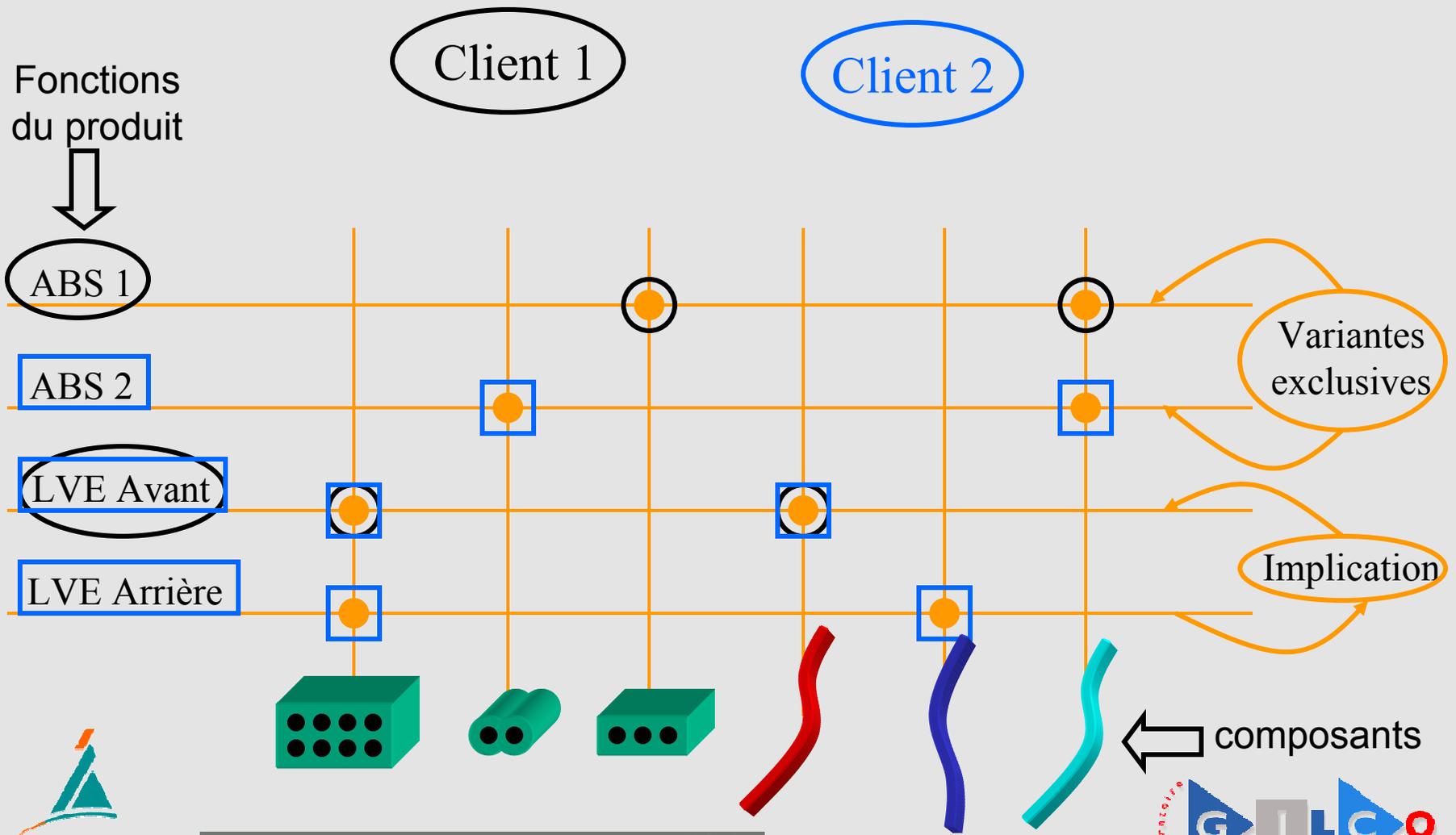


s heures

Besoins clients



Besoins composants



Problématique

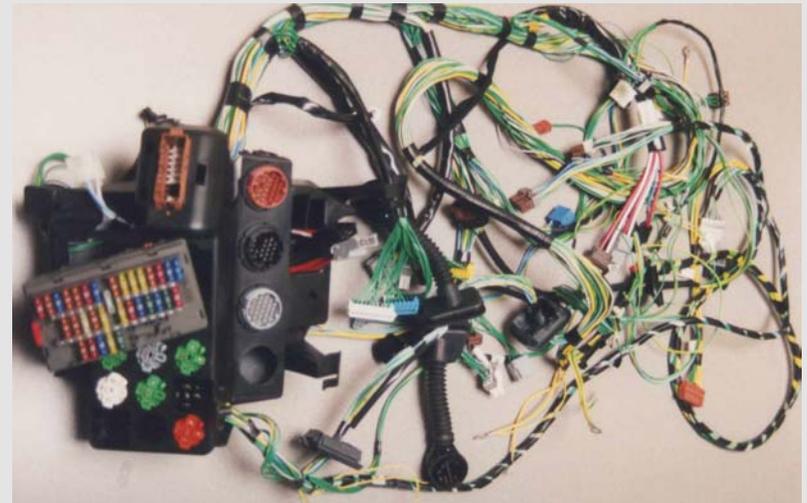
- Ce que veut le donneur d'ordre :

- *au niveau logistique*

- ♦ *être livré en synchrone,*

- *au niveau du produit*

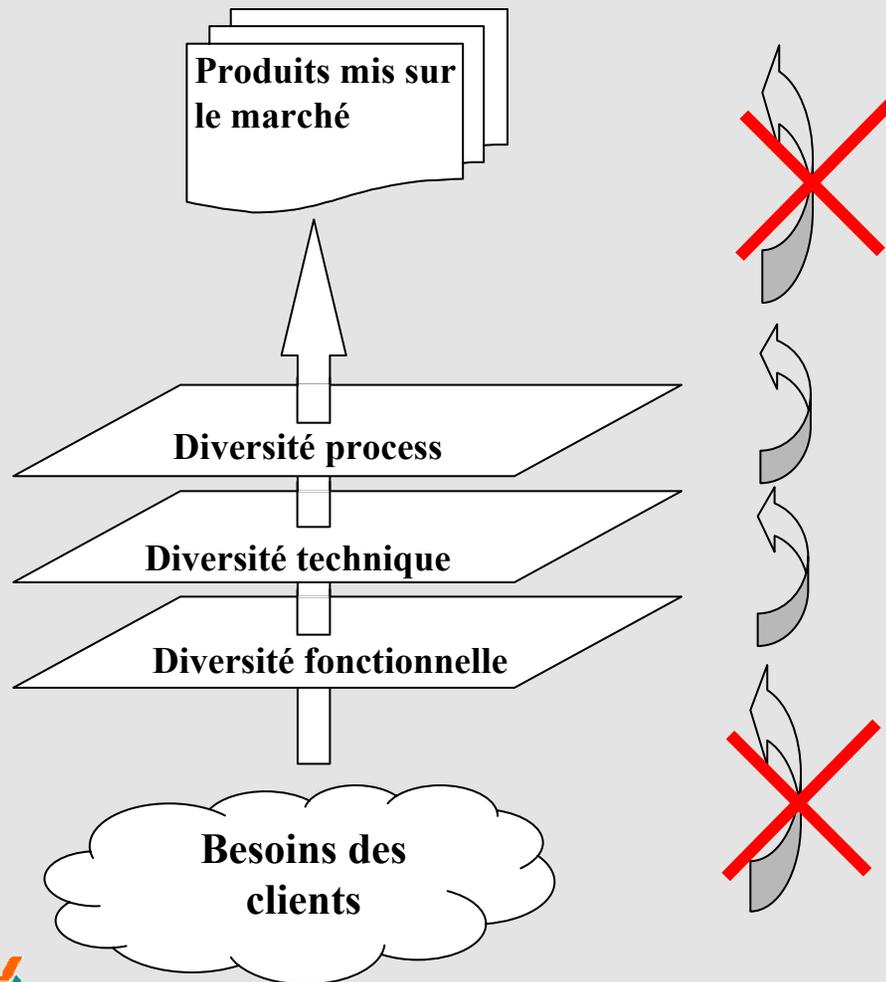
- ♦ *il ne paye que les fonctions strictement nécessaires*



- Question du fournisseur

- *Comment produire un produit à forte diversité dans de telles conditions ?*

Partage de la représentation du produit



Différenciation perceptuelle :

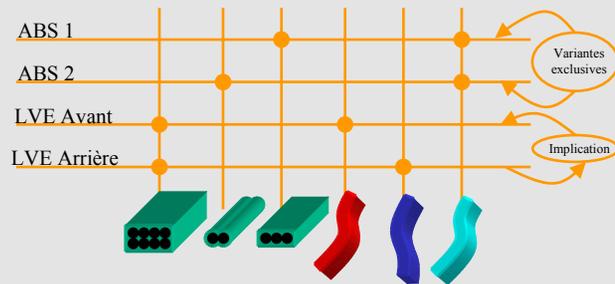
- service,
- offres promotionnelles,
- politiques commerciales

Martin et Ishii, 1996

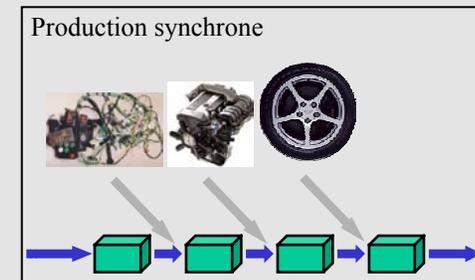
choix stratégiques de la diversité
(quels types de produits
fabriquer ?)

Besoins diversifiés en composants ????

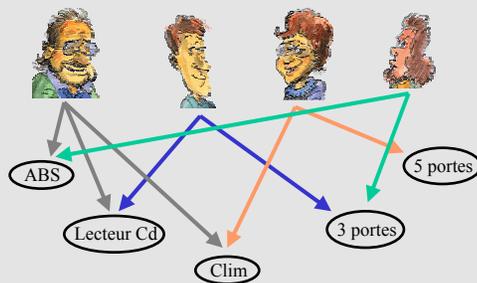
Diversité technique



Diversité process

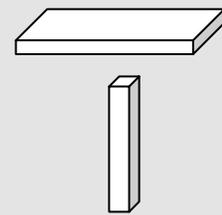
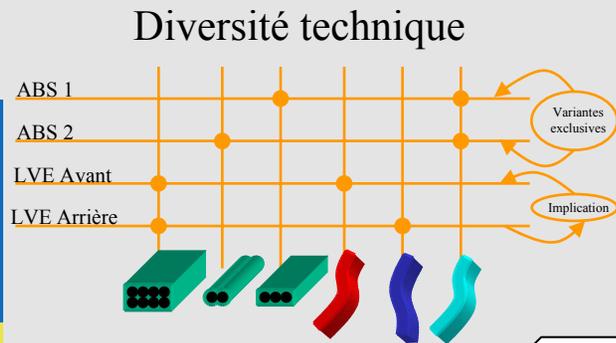


Diversité fonctionnelle

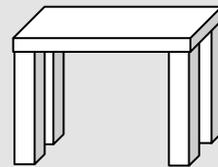


Diversité fonctionnelle - technique

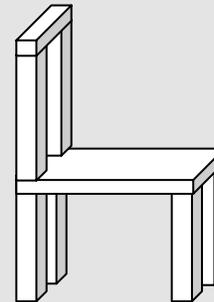
Conception modulaire



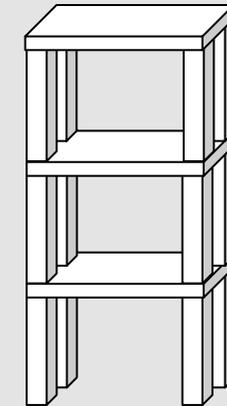
Composants modulaires



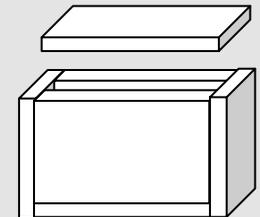
Un tabouret



Une chaise

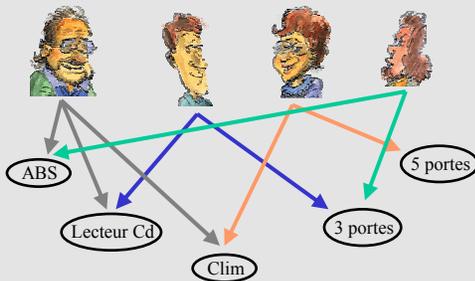


Des étagères



Une caisse

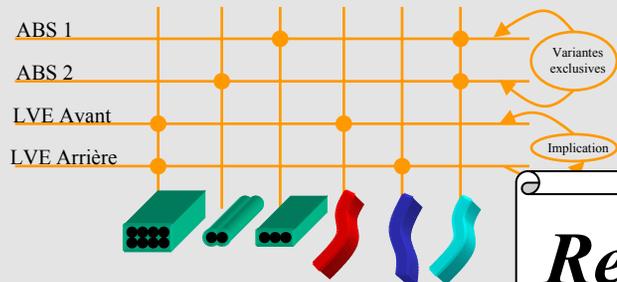
Diversité fonctionnelle



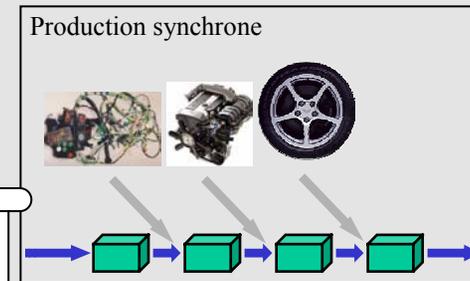
But : utiliser un minimum de composants différents dans un maximum de produits différents.

Diversité technique - process

Diversité technique

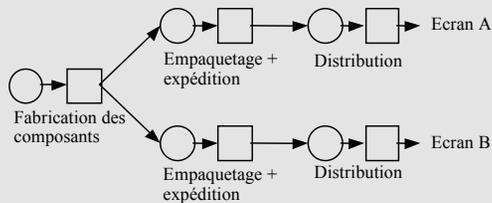


Diversité process

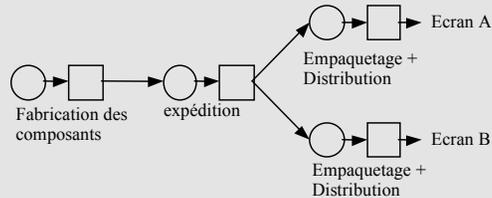


Reséquencement

Sans différenciation retardée:

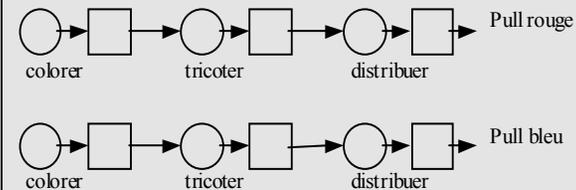


Avec différenciation retardée:

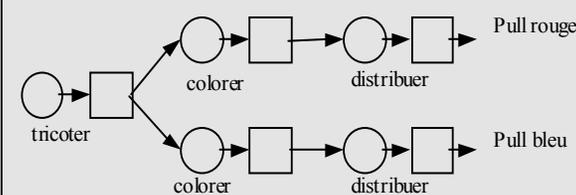


Restructuration du processus:
Report d'une opération

Sans différenciation retardée:



Avec différenciation retardée:

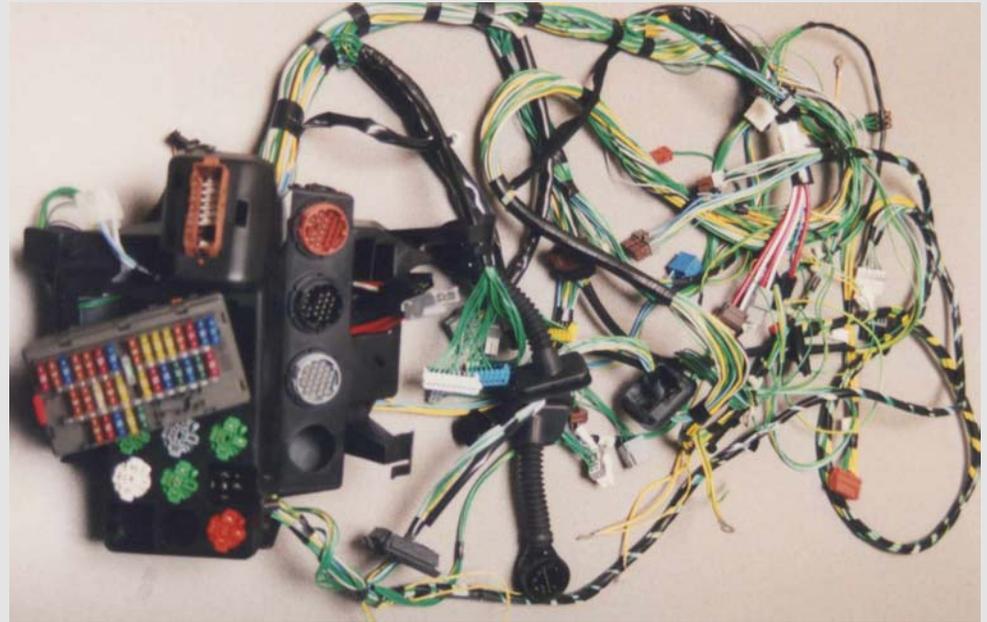


Restructuration du processus:
inversion d'opérations

Cas d'étude

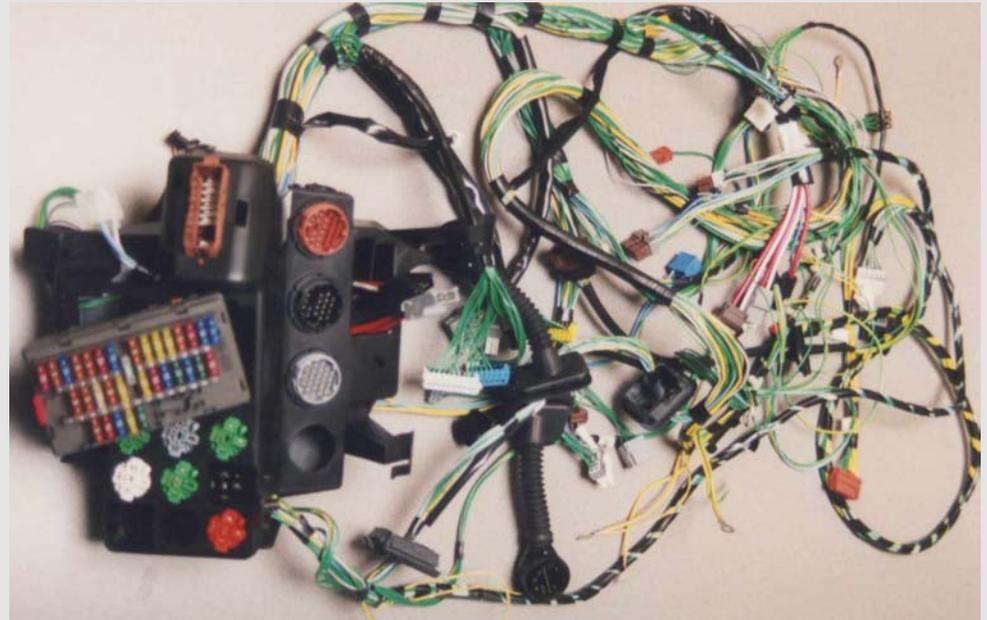
- Faisceaux électriques automobiles
 - nombreuses options et variantes
 - livraison synchrone
 - temps de fabrication > délai de livraison
- Diversité
 - Au niveau des composants
 - ♦ 400 références de câbles,
 - ♦ 120 connecteurs,
 - ♦ 50 dérivations,
 - ♦ 30 épissures
 - 15 fonctions différentes (1 à 9 versions)
 - ♦ soit une combinatoire potentielle de 7 millions de faisceaux électriques différents !

Contraintes du donneur d'ordres



- Contraintes produit :
 - *produits justes nécessaires*
 - *grande diversité des produits finis*
- Contraintes processus :
 - *livraison synchrone*

Contraintes du fournisseur



- Contraintes produit :
 - *grande diversité du produit fini*
 - *de très nombreux composants*
- Contraintes processus :
 - *sites de proximité (MO coûteuse)*
 - *sites délocalisés (MO meilleur marché)*

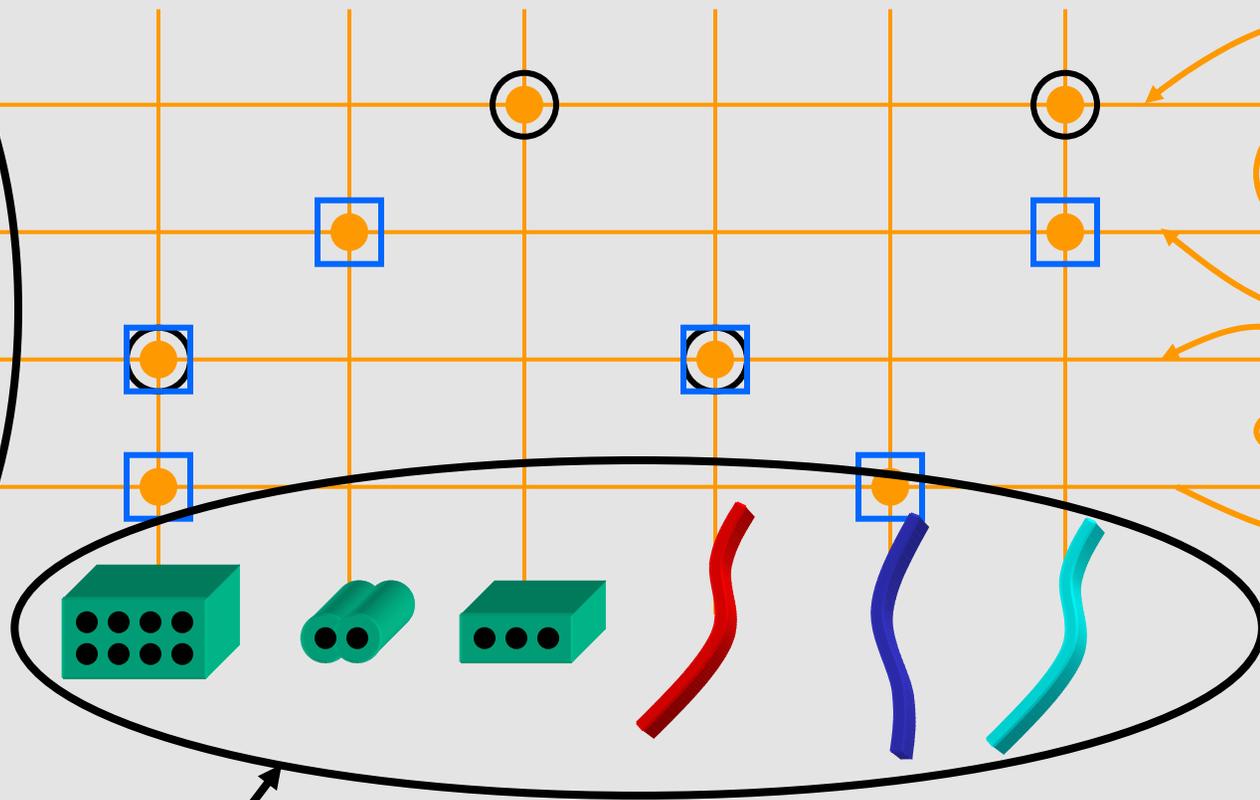
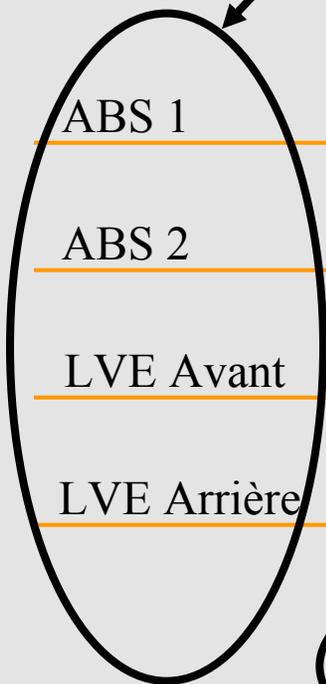
Stratégie

- Décomposer les faisceaux électriques en Modules Industriels qui seront réalisés dans les sites délocalisés et produits sur stock
- Réaliser un assemblage final sur site de proximité



Proposition

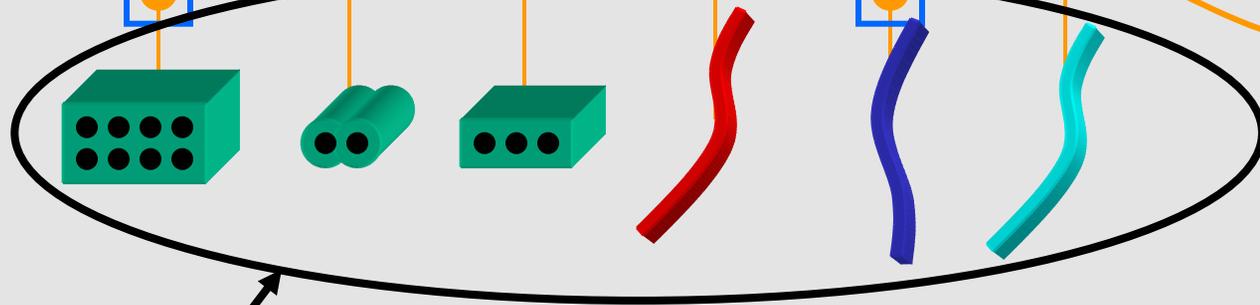
Découpage fonctionnel



Variantes exclusives

Implication

Découpage structurel



Méthodologie

- Déterminer l'ensemble des modules et sous-modules industriels possibles,
 - *découpage structurel*,
 - *découpage fonctionnel*
- Evaluer les critères (coût "diversité", temps),
- Sélectionner un module ou sous module industriel,
- Recommencer si nécessaire.

Caractéristiques du problème

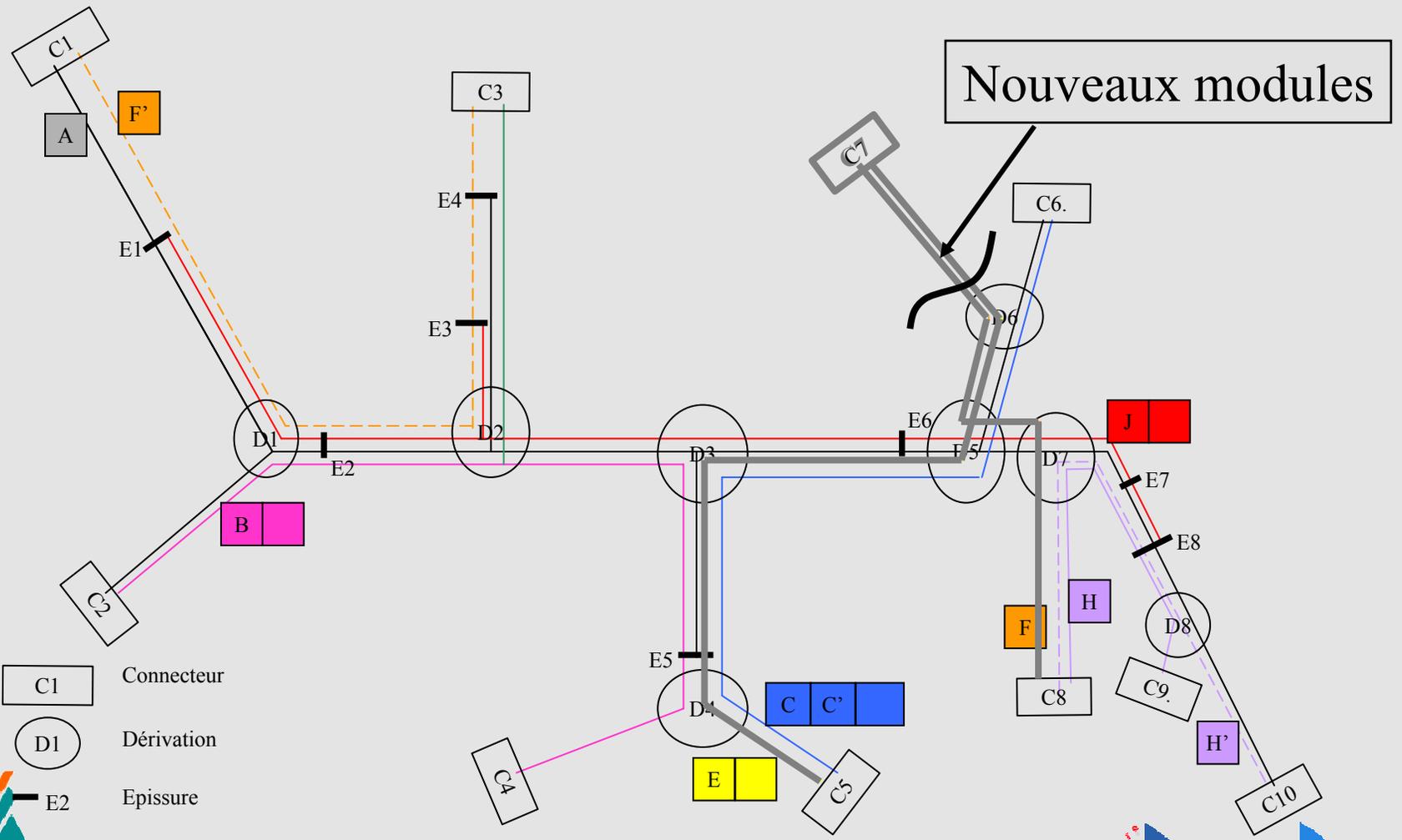
- Facteurs influents

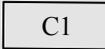
- *De nombreux modules possibles,*
- *Le coût dépend du nombre de fonctions dans le module créé,*
- *Le temps d'assemblage final dépend:*
 - ♦ *du nombre de modules,*
 - ♦ *de l'intégration du module.*

- Contraintes

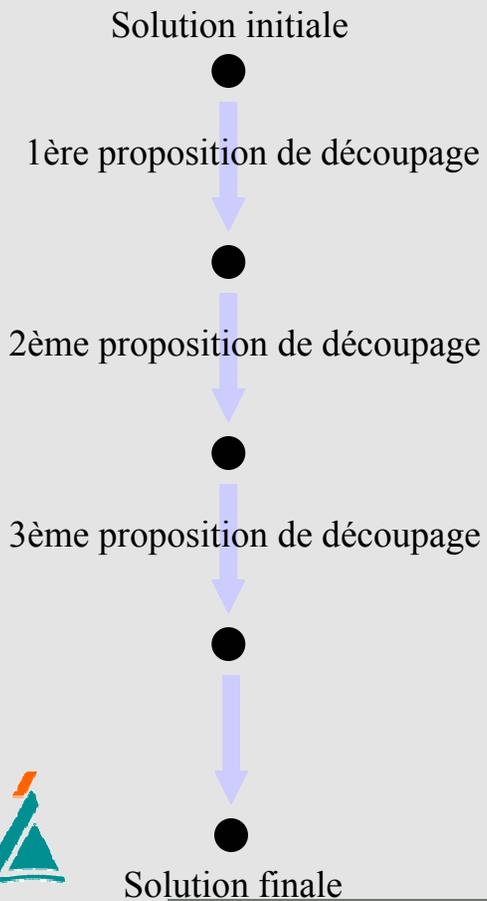
- *Taille du problème très importante,*
- *Le temps en assemblage final cible est fixé.*

Définition des modules

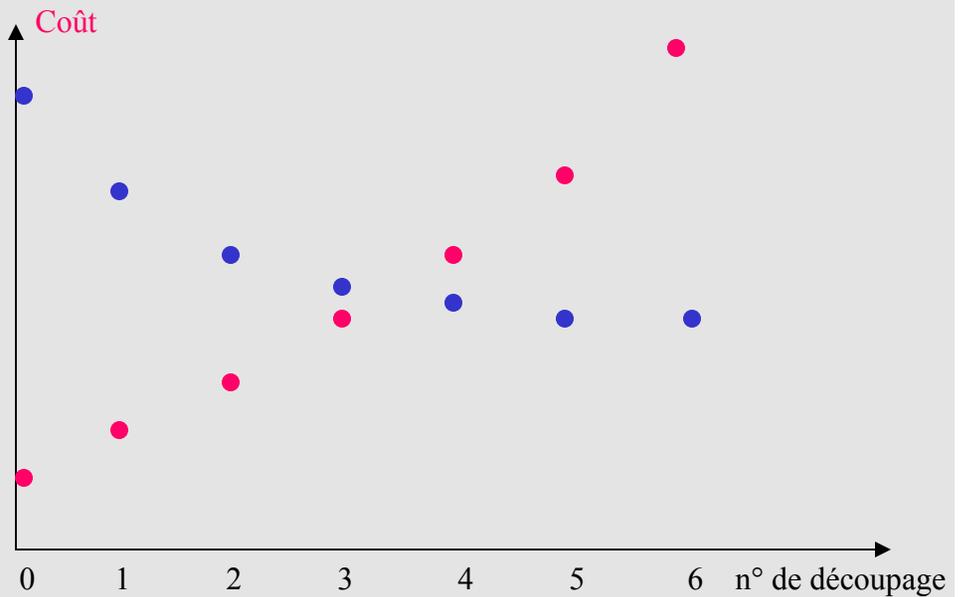


-  C1 Connecteur
-  D1 Dérivation
-  E2 Epissure
-  Fils d'un MF

Premiers résultats



Temps d'assemblage final



Application industrielle

Faisceau Electrique
Fichier Rapport Aide

Faisceau
Fichier

Découpage

Découpage Structurel

Contrôle

Critères d'arrêt

Temps d'assemblage minimum (en min) 45

Coût maximum (en MF) 500

Analyse

sommet du faisceau 52

Automatique Pas à Pas

Graphique

Analyse Fonctionnelle

Graphique

76.1514

57.11355

38.0757

19.03785

0.0

3.7

2.775

1.85

0.925

0.0

Analyse Fonctionnelle

Découpage automatique

Découpage pas à pas

Console

ANALYSE STRUCTURELLE

FAISCEAU MODULE 1	Noeud selectionne : 138	temps : 1080.5	cout : 2600000.0	critere : 1203360.0
FAISCEAU MODULE 2	Noeud selectionne : 119	temps : 368.5	cout : 100000.0	critere : 1197120.0
FAISCEAU MODULE 3	Noeud selectionne : 41	temps : 349.0	cout : 100000.0	critere : 1128480.0
FAISCEAU MODULE 4	Noeud selectionne : 113	temps : 269.5	cout : 0.0	critere : 948640.0
FAISCEAU MODULE 5	Noeud selectionne : 2	temps : 579.4	cout : 1100000.0	critere : 939487.9
FAISCEAU MODULE 6	Noeud selectionne : 68	temps : 263.0	cout : 0.0	critere : 925760.0
FAISCEAU MODULE 7	Noeud selectionne : 72	temps : 160.25	cout : 0.0	critere : 564080.0
FAISCEAU MODULE 8	Noeud selectionne : 112	temps : 152.0	cout : 0.0	critere : 535040.0
FAISCEAU MODULE 9	Noeud selectionne : 118	temps : 144.5	cout : 0.0	critere : 508640.0
FAISCEAU MODULE 10	Noeud selectionne : 71	temps : 165.5	cout : 100000.0	critere : 482560.0
FAISCEAU MODULE 11	Noeud selectionne : 38	temps : 212.0	cout : 400000.0	critere : 346240.0
FAISCEAU MODULE 12	Noeud selectionne : 82	temps : 94.0	cout : 0.0	critere : 330880.0
FAISCEAU MODULE 13	Noeud selectionne : 73	temps : 78.5	cout : 0.0	critere : 276320.0
FAISCEAU MODULE 14	Noeud selectionne : 80	temps : 94.0	cout : 100000.0	critere : 230880.0
FAISCEAU MODULE 15	Noeud selectionne : 76	temps : 64.5	cout : 0.0	critere : 227040.0
FAISCEAU MODULE 16	Noeud selectionne : 27	temps : 63.0	cout : 0.0	critere : 221760.0
FAISCEAU MODULE 17	Noeud selectionne : 116A	temps : 62.0	cout : 0.0	critere : 218240.0

Console

DECOUPAGE DU FAISCEAU

Itération n°1.....temps gagné : 1902.5 (ABS-ESP-1 BasisSkoda-1 Getriebe-1 Motorkuehlung-1)

Itération n°2.....temps gagné : 1314.4 (Motorkuehlung-3 Motormodule-1)

Itération n°3.....temps gagné : 549.4 (DWA-Horn-1 Nebelscheinwerfer-1 Motormodule-4)

Itération n°4.....temps gagné : 379.0 (Motormodule-7 Motorkuehlung-6)

Itération n°5.....temps gagné : 370.5 (Doppel-undSignalhorn-1 Servolenkung-1)

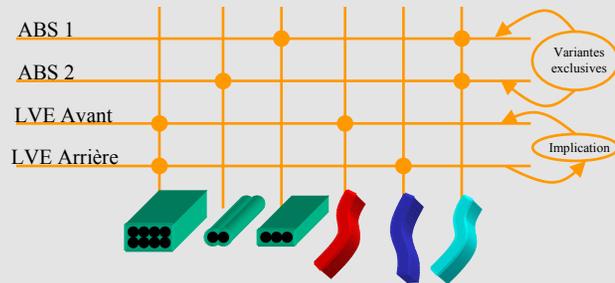
Itération n°6.....temps gagné : 452.5 (Motormodule-3 SRA-1 Versorgung-1)

Itération n°7.....temps gagné : 264.0 (beheizbarEFrontdusen-1 Motormodule-2)

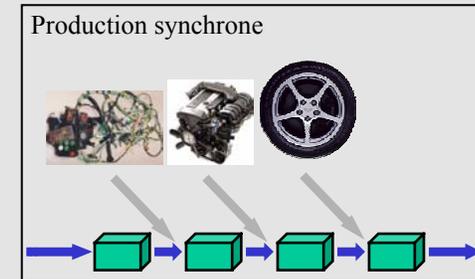
Itération n°8.....temps gagné : 232.0 (Motormodule-6 ABS-ESP-2)

Conclusion

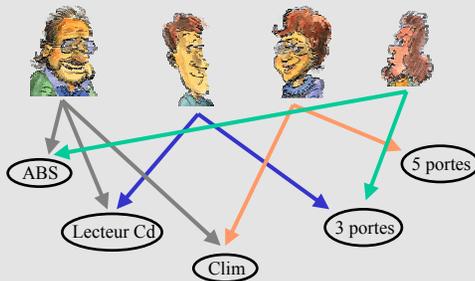
Diversité technique



Diversité process



Diversité fonctionnelle



Manque d'outils, de méthodologie globale

Application dans le cas des faisceaux électriques

Evolutions et Perspectives

- Recherche Opérationnelle
 - Recherche de l'optimum global
 - Recherche d'une solution robuste
- Prise en compte des paramètres économiques globaux
 - évaluer l'effet enveloppe
 - standardisation
- Etude de la demande (Data Mining)
- Evolution du modèle de départ (variables continues)

Laboratoire GILCO

ENSGI - INPG

46 avenue Félix Viallet

38 031 Grenoble

<http://gilco.inpg.fr>

bruno.agard@gilco.inpg.fr

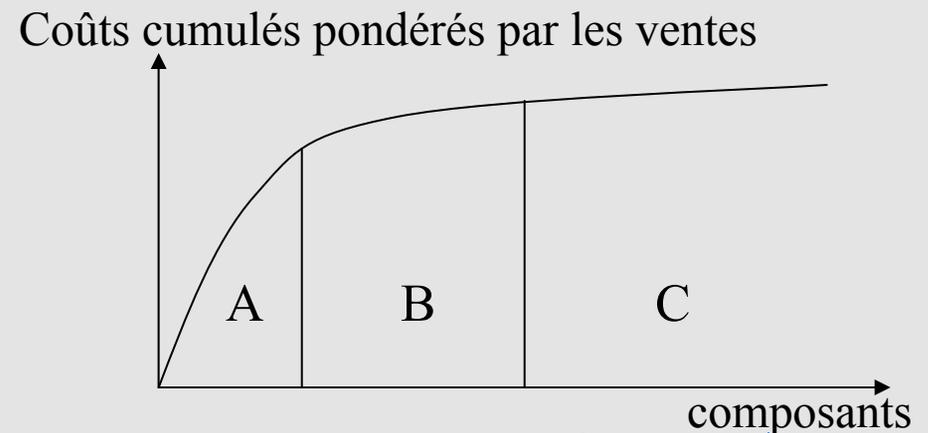
michel.tollenaere@gilco.inpg.fr

Robustesse

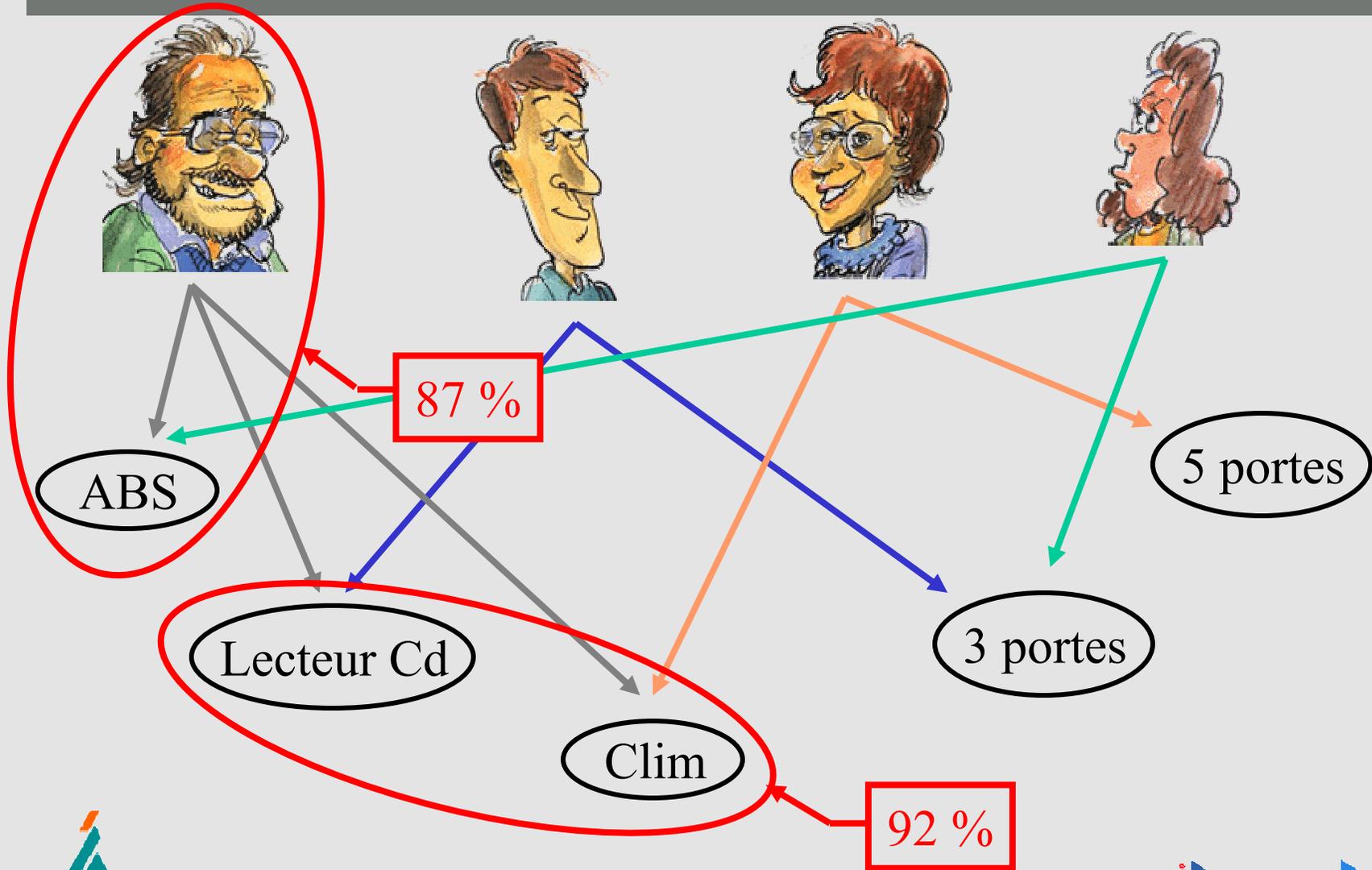
- **Prise en compte des probabilités d'évolution des paramètres :**
 - *la solution initiale est-elle robuste par rapport à une évolution significative des pourcentages réels de vente ?*
 - *la solution initiale est-elle robuste envers les évolutions de fonctions ?*

Paramètres économiques globaux

- Peut-il être plus économique :
 - de s'autoriser des pourcentages d'enveloppe ?
 - ♦ Si oui, quel est l'optimum pour chaque faisceau ?
 - d'appliquer la méthode ABC pour la sélection des modules ?
 - ♦ A : pas d'enveloppe
 - ♦ B : x % d'enveloppe
 - ♦ C : enveloppe

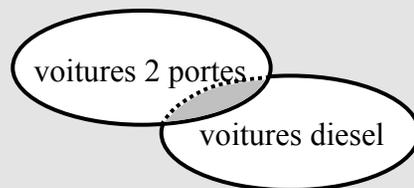
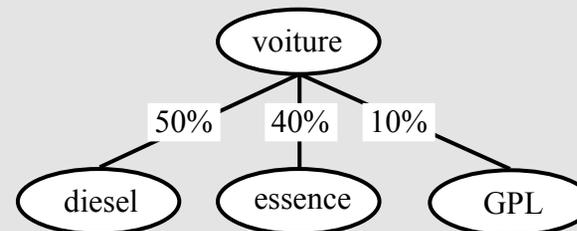
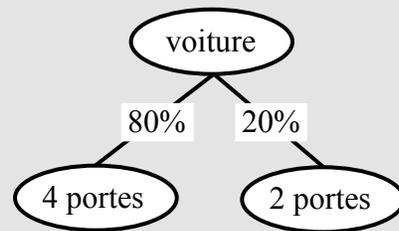


Etude de la demande / Data Mining

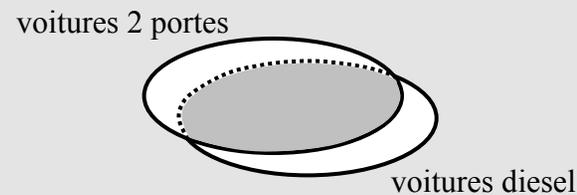


Diversité fonctionnelle

Acquisition des données

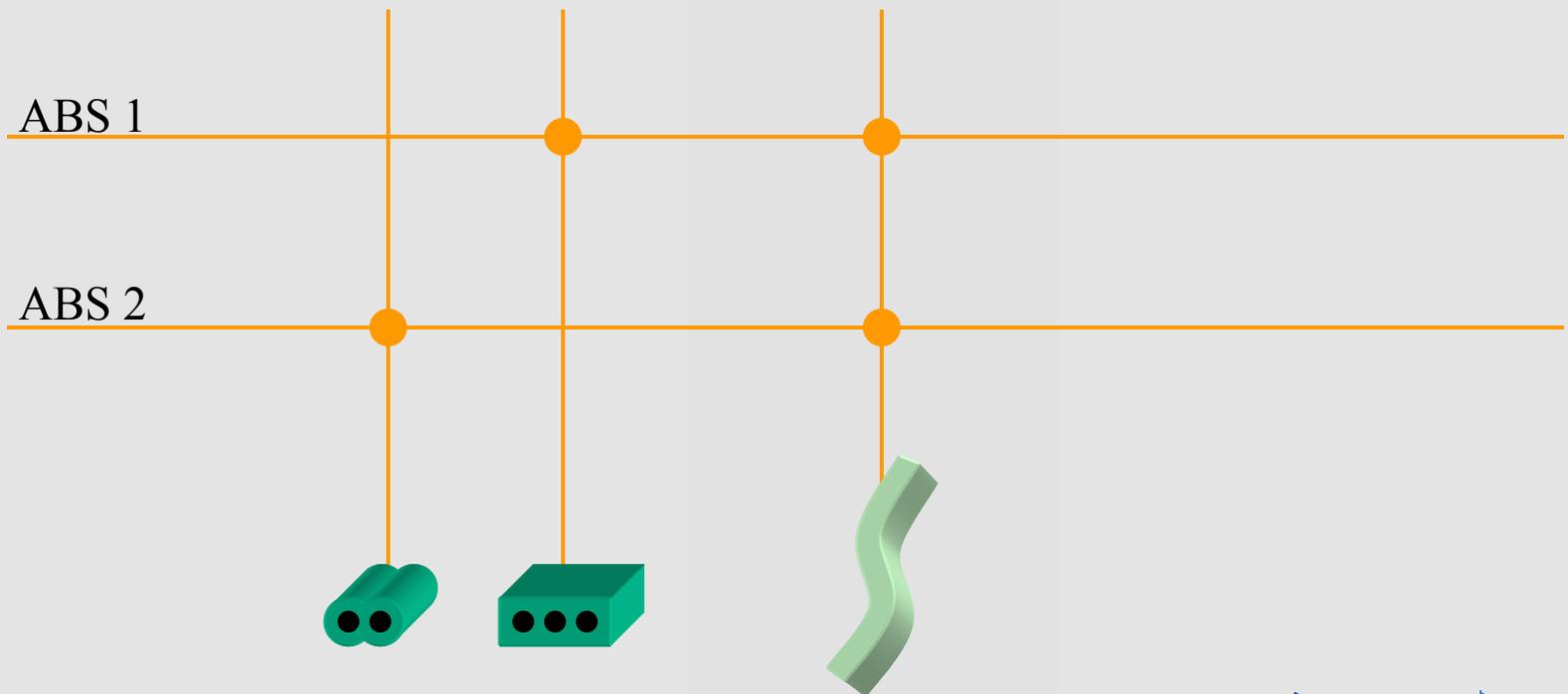


Faible corrélation



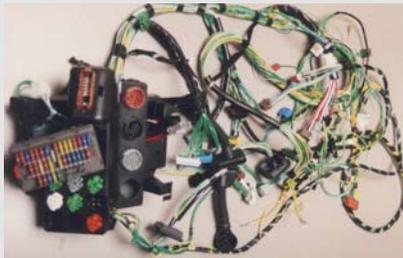
Forte corrélation

Variables continues



Démarche

Modélisation



Résolution



Application

