



Setting the Standard for Automation™

Mise en œuvre du Global Process Control pour la surveillance et le diagnostic de process automobiles

En coopération avec



D. Lafaye de Micheaux, GPC System

G. GRUEL, PSA

**Techniques nouvelles de diagnostic et de traitement des alarmes
Marseille – 19 mai 2011**

- **Surveillance de production :
un exemple de problématique chez PSA**
- **GPC : Surveillance multivariée du process**
- **GPC : Optimisation du Plan de surveillance**
- **Conclusion**

Annexes

Attentes clients et concurrence de plus en plus fortes
=> Objectifs QCDP de PSA très ambitieux

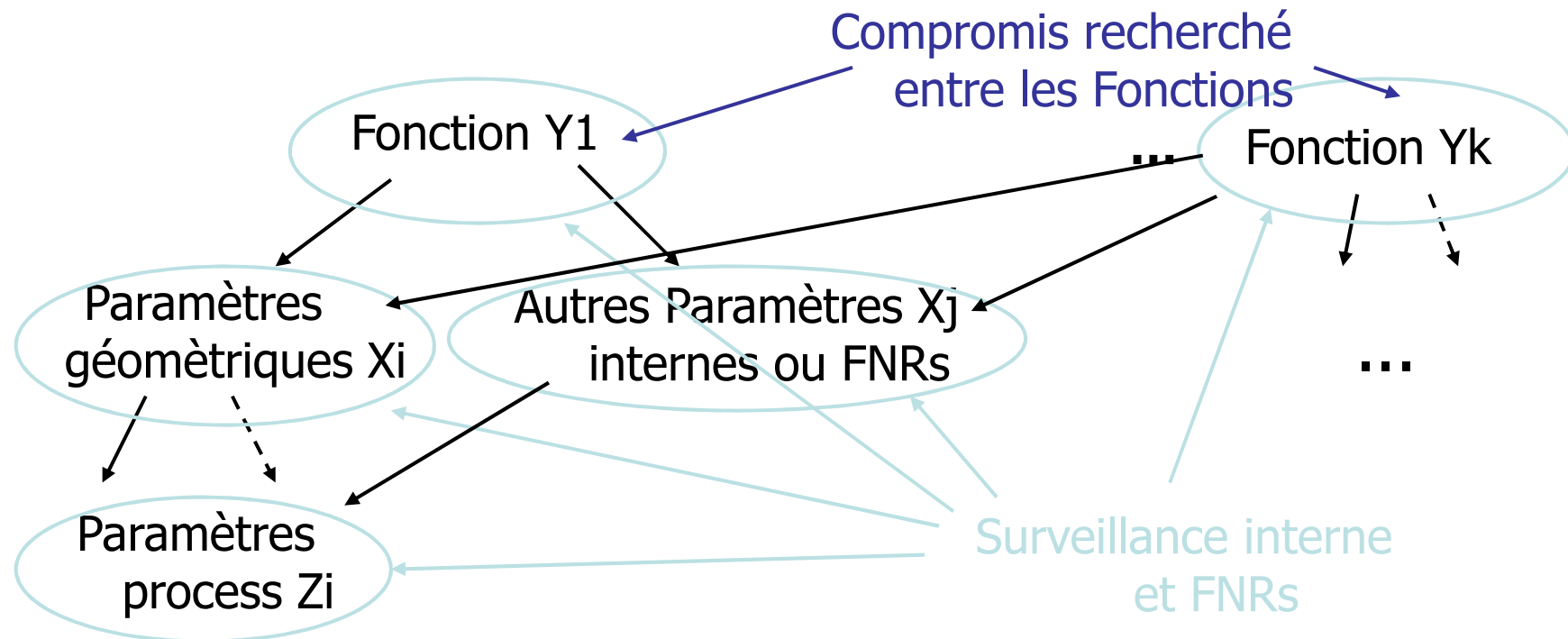
- **Qualité / Coûts :**

- Objectifs en rupture pour répondre aux fortes attentes clients
- Réglementations de plus en plus contraignantes

- **Délais / Prestations :**

- Réduction des schémas de développement
- Convergence prestations dans des délais de plus en plus réduits
- Nombreuses innovations

↙ **Nécessité d'une conception robuste vis-à-vis du besoin client**
mais construite au juste nécessaire



Livrables Bureau d'Etudes

- Décomposition fonctionnelle => Plan de Surveillance Robuste
- Tenue de la conformité

=> **Difficulté : plusieurs... milliers d'exigences Y !**

Conception d'un Plan de Surveillance robuste (PdS) :

- Nombreuses fonctions et interprétations (esthétique / étanchéité / manœuvres...) : **difficultés pour identifier les paramètres influents.**
- **Coût important** du PdS permettant de garantir le niveau de qualité objectif.
- **Fort taux de retouches** et multiples itérations de mises au point.

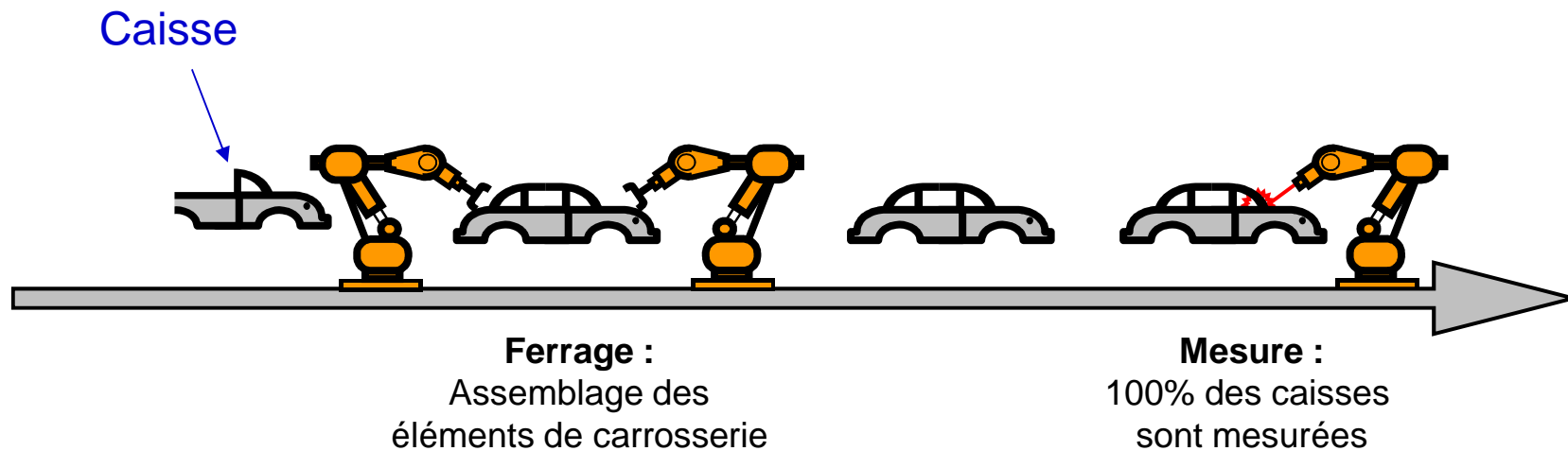
⇒ **Comment construire un PdS optimisé pour tenir les objectifs QCDP ?**

Garantir la conformité en phase industrielle :

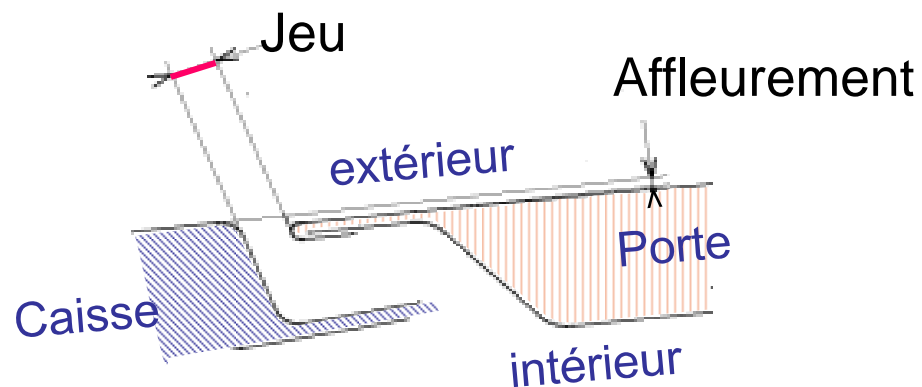
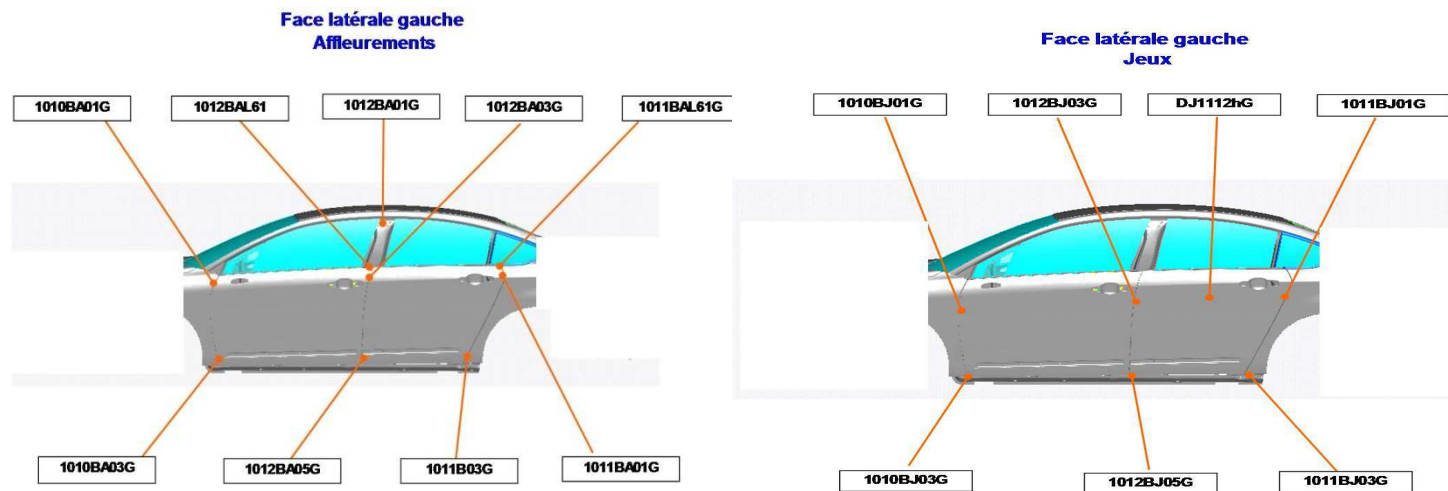
- Difficulté à trouver de façon efficace **les causes racines des non-conformités.**
- **Capitalisation** des causes racines (en usine et pour les futurs projets).
- **Amélioration continue** du process.
- **Dispositif lourd et peu ergonomique** des cartes de contrôles monovariées.

⇒ **Comment faciliter la surveillance et identifier les actions prioritaires pour permettre une meilleure réactivité en usine ?**

- Contexte industriel :
 - Atelier ferrage PSA : Ligne d'assemblage de caisses
 - Mesure à 100% des caisses assemblées avec ouvrants avant peinture pour les Jeux et Affleurements



- Mesures Jeux et Affleurements :
 - 68 caractéristiques « produit » pour 2700 véhicules mesurées
 - 16 caractéristiques retenues : face latérale gauche





Ligne d'assemblage PSA Améliorations souhaitées



Pilotage de la conformité : Réduire le nombre de retouches

- Détection par analyses statistiques multivariées GPC des non conformités et « anomalies ».
- Identification des causes racines et caractérisation des retouches à mener.
- Mise en place d'un dispositif d'alarmes en temps réel.

Conception PdS robuste : Améliorer le PdS existant

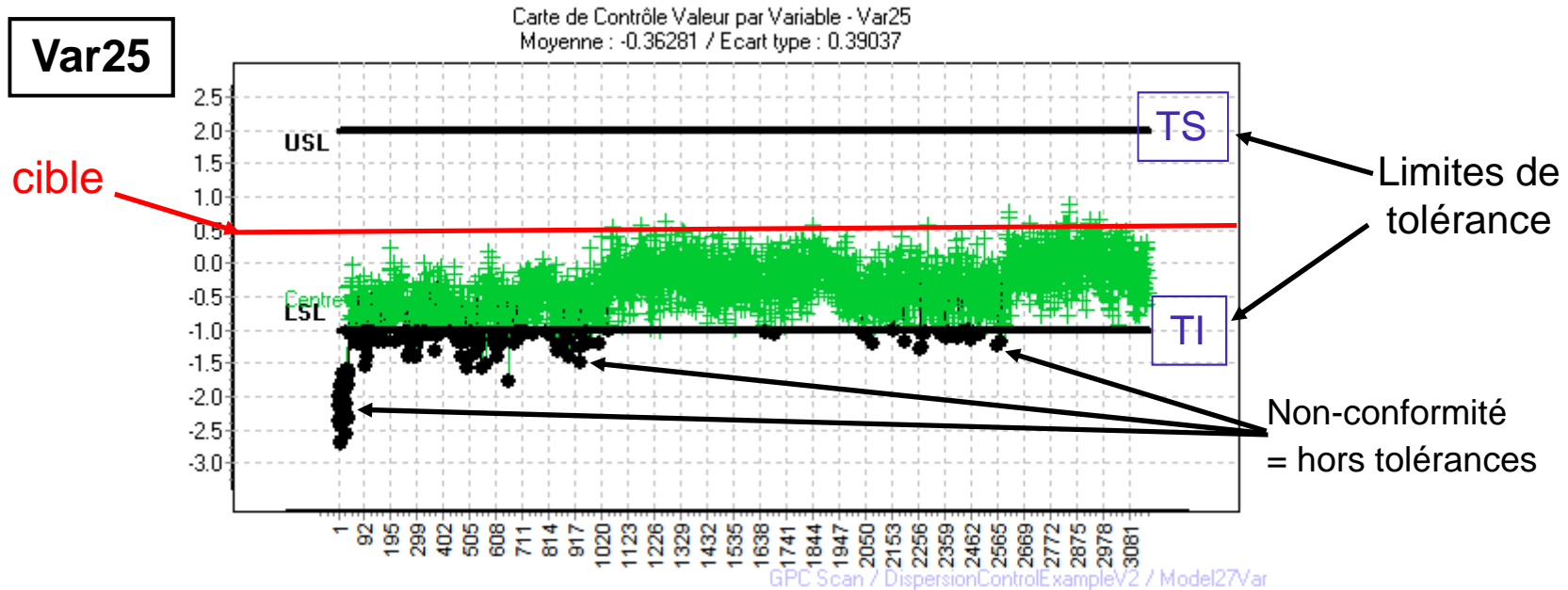
- Identification des mesures redondantes pour simplification et optimisation des coûts.
- Identification des ajouts nécessaires pour garantir les fonctions clients.

- **Surveillance de production :
un exemple de problématique chez PSA**
- **GPC : Surveillance multivariée du process**
- **GPC : Optimisation du Plan de surveillance**
- **Conclusion**

Annexes

Conformité aux spécifications

- Cible
- Tolérance (**TI**, **TS**)
- Taux toléré de non-conformes

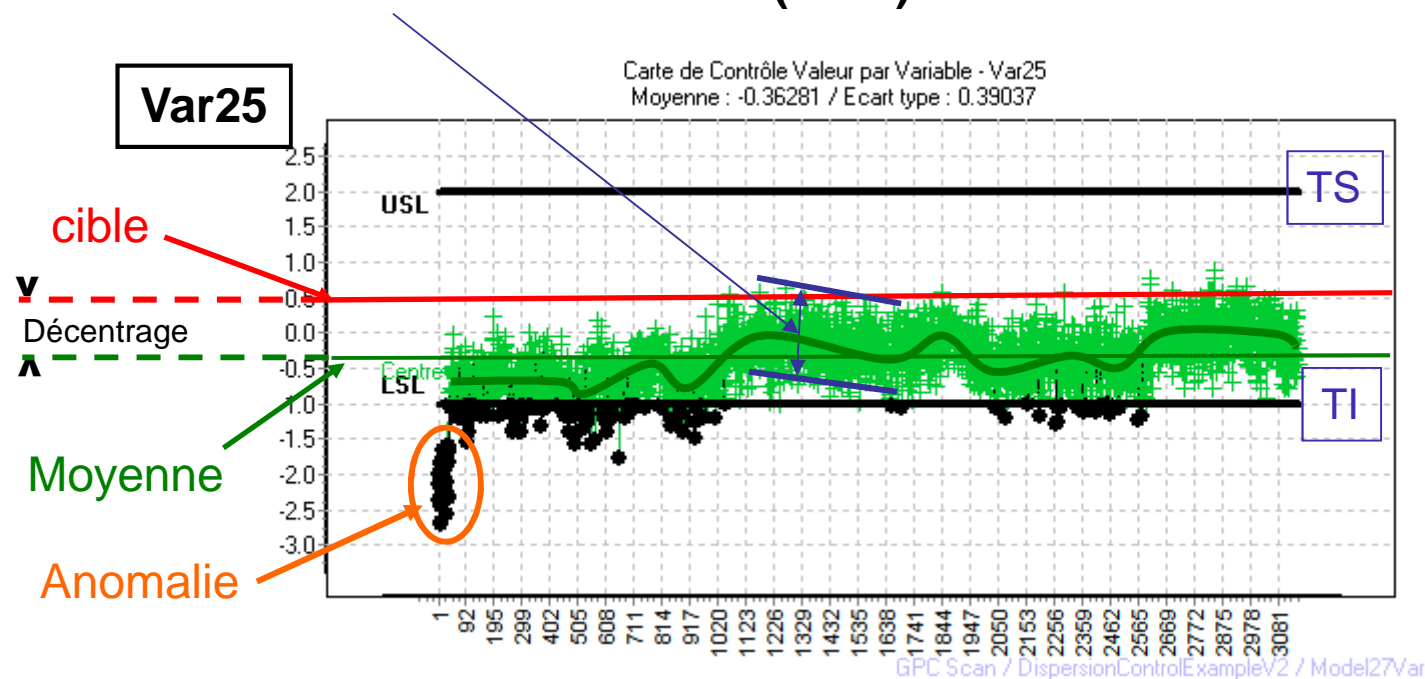


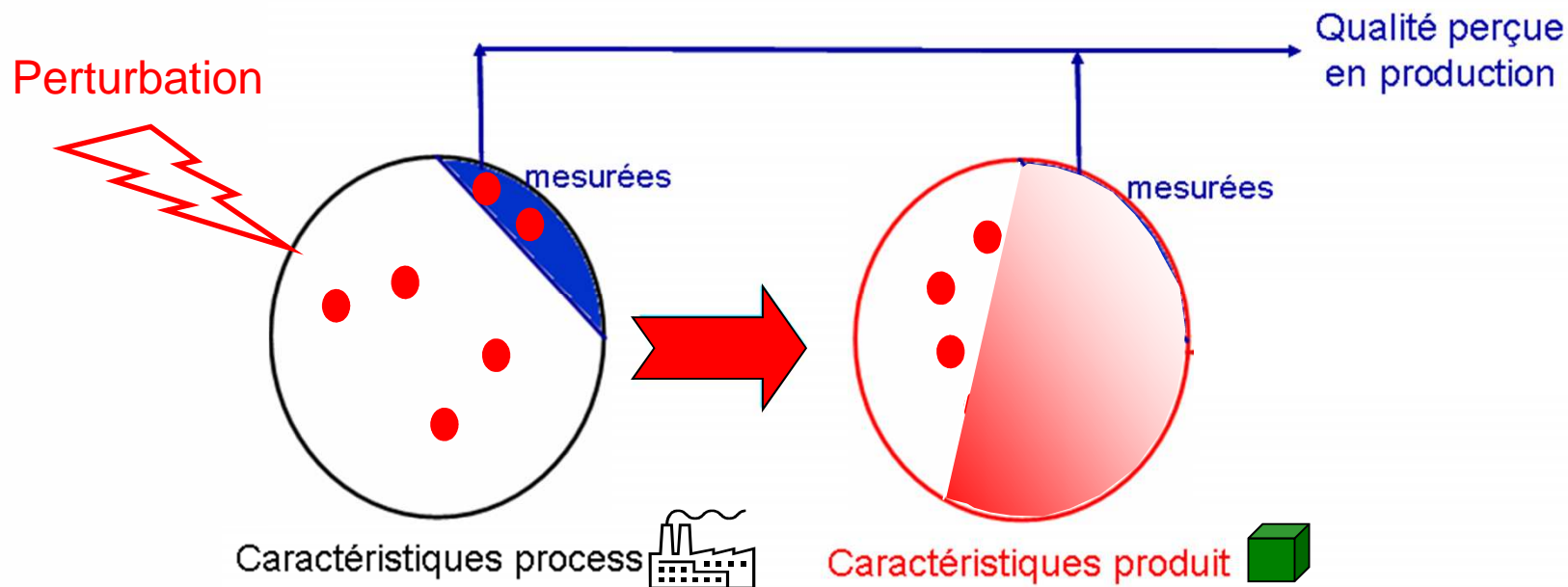
Dispersion d'une caractéristique :

Variation des valeurs mesurées qui s'écartent de leur valeur cible

Types de dispersion à distinguer pour les maîtriser

1. Défaut de centrage (moyenne loin de la cible)
2. Anomalies (variabilité exceptionnelle, perturbation)
3. Instabilité (la moyenne dépend du temps, 'serpent')
4. Variabilité court terme (bruit)

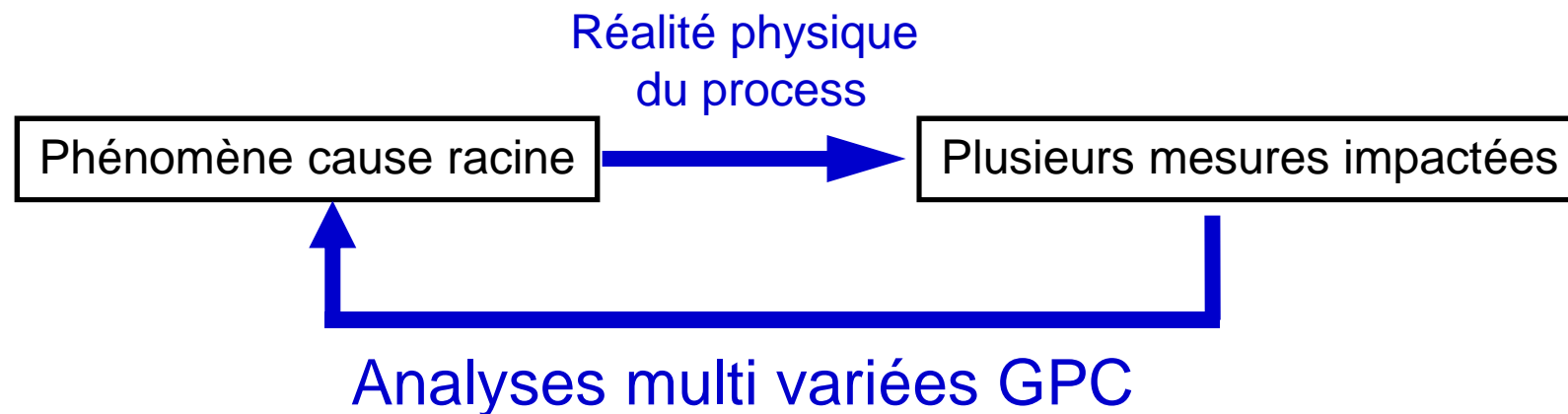




- Une perturbation (décalage ou variabilité) sur le process peut impacter plusieurs caractéristiques process et produit
- ➔ **GPC : Utiliser la « signature » d'impact multiple pour détecter au plus tôt la perturbation et l'identifier**

Détection et identification de « Causes racines »

- de {
- **Perturbations, dysfonctionnements, anomalies**
 - **Instabilité**
 - **Variabilité court terme (bruit)**



SPC / MSP

Cartes de contrôle séparées :
Graphique pour voir les relations
entre X_i et N°

N°	X1	N°	X2	N°	X3	N°	X4
1		1		1		1	
2		2		2		2	
3		3		3		3	
n		n		n		n	

GPC

Approche multidimensionnelle :
Voir **DE PLUS** les relations entre
 X_1 , X_2 , X_3 et X_4

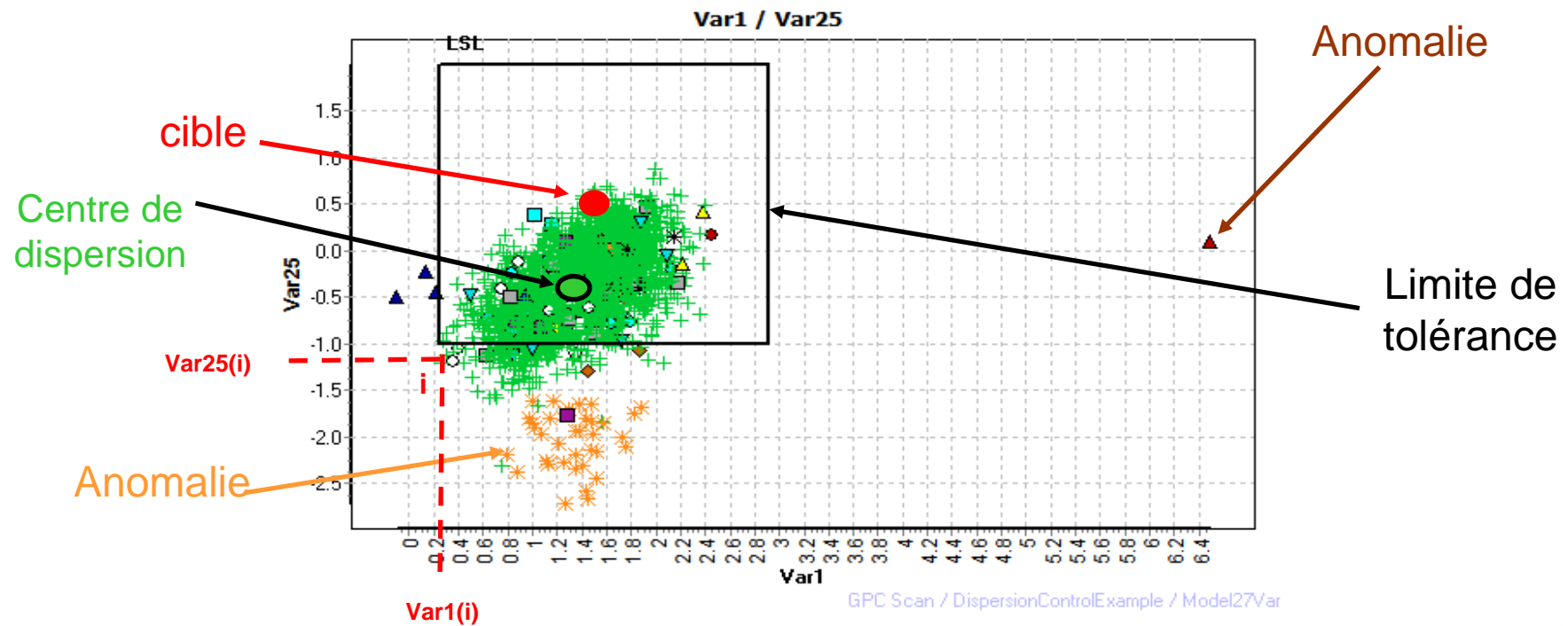
N°	X1	X2	X3	X4
1				
2				
3				
n				

Analyse simultanée de plus de
100 caractéristiques

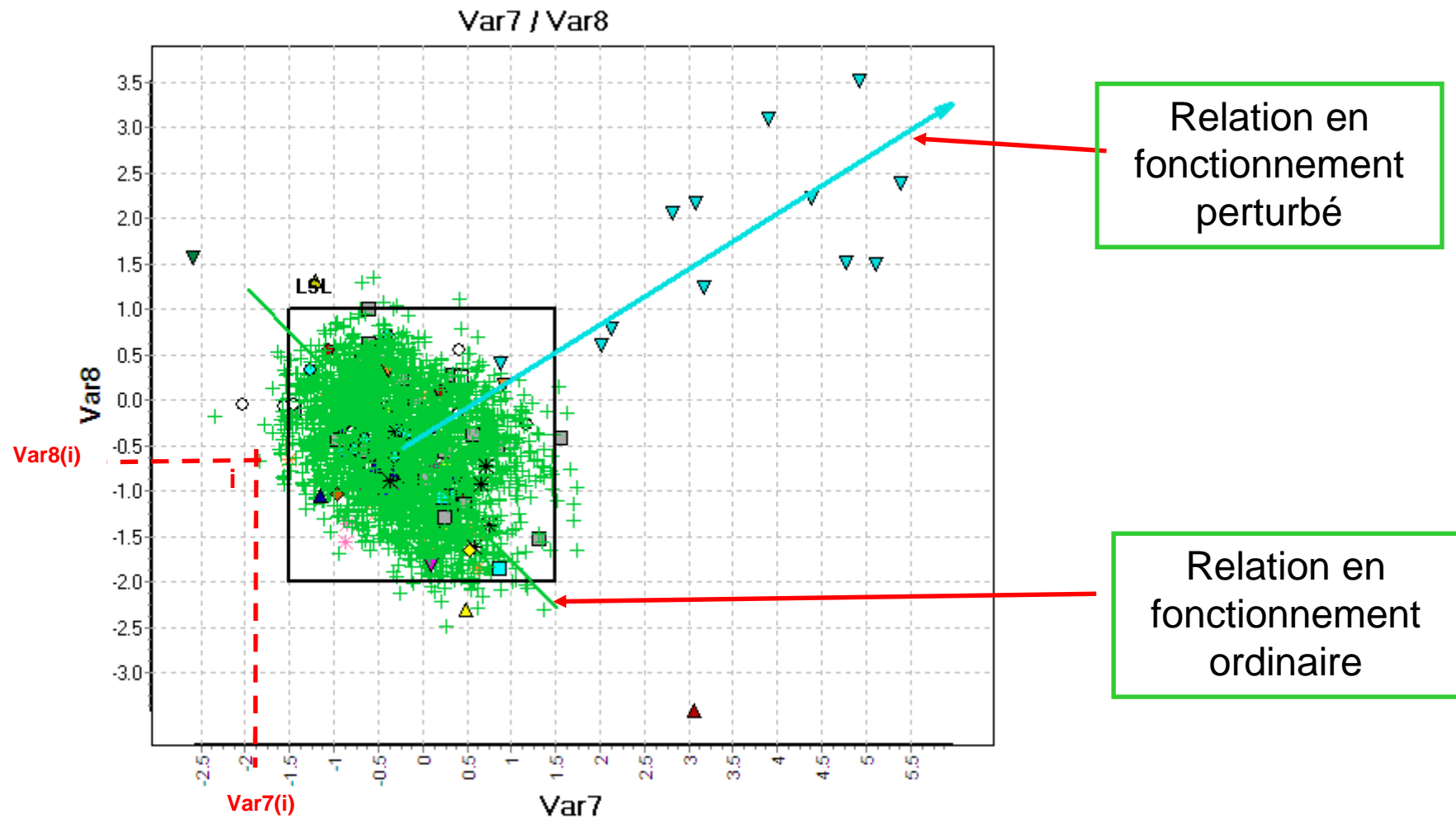
Analyse Globale plus que la somme des analyses → TRACABILITE !

Dispersion d'un ensemble de 2 caractéristiques

Un produit → un point dans l'espace multidimensionnel des caractéristiques



Exemple à 2 caractéristiques



GPC Scan / DispersionControlExample / Model27Var simplelimits (Clone)

Exemple à 2 caractéristiques

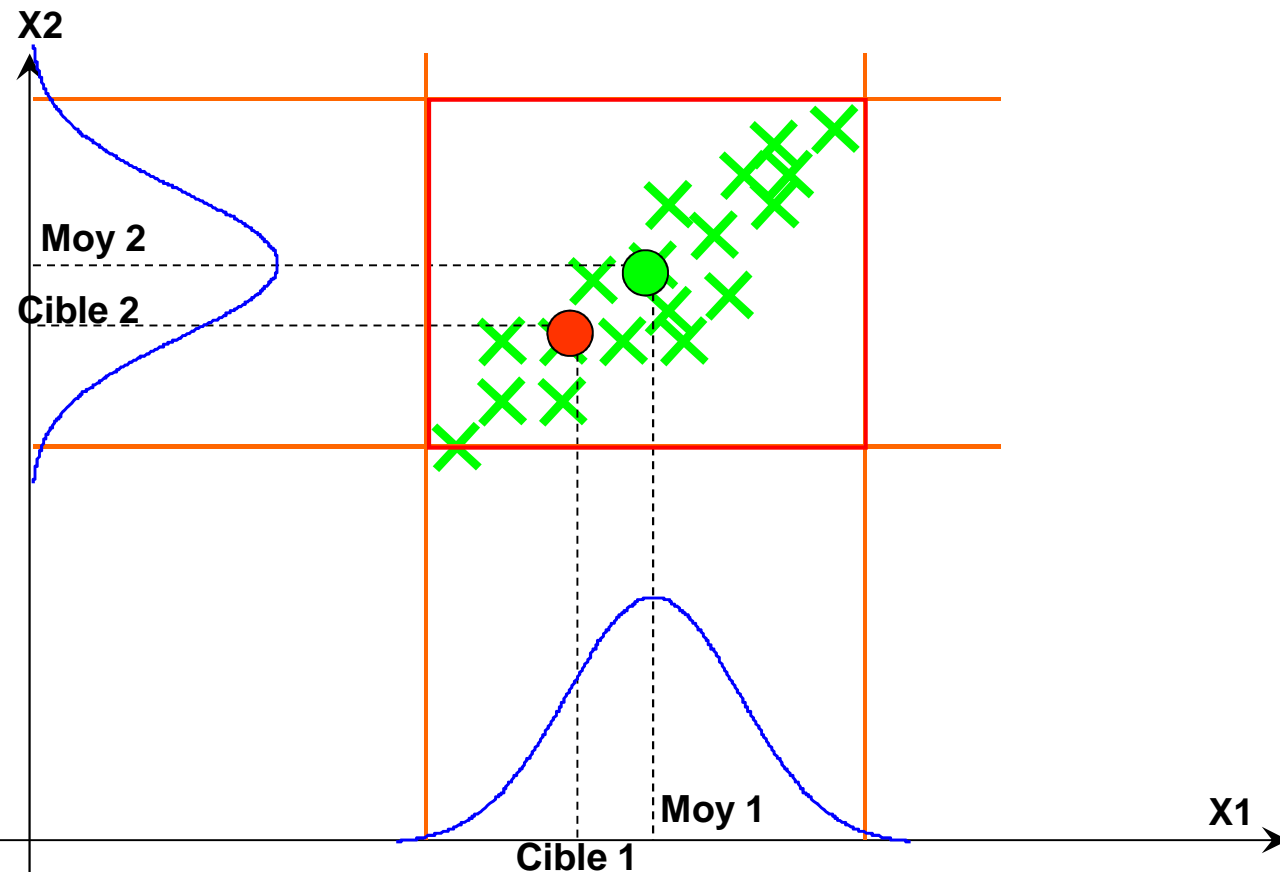
Hypothèse SPC & GPC sur fonctionnement ordinaire:

Surveillance SPC : Principe de Détection

- Limites de contrôle SPC (α) : traits orange
- Le domaine d'acceptation SPC est un rectangle
- **Pr(fausse alerte) $\sim 2\alpha$**
- Les observations sous contrôle sont mal réparties dans le rectangle

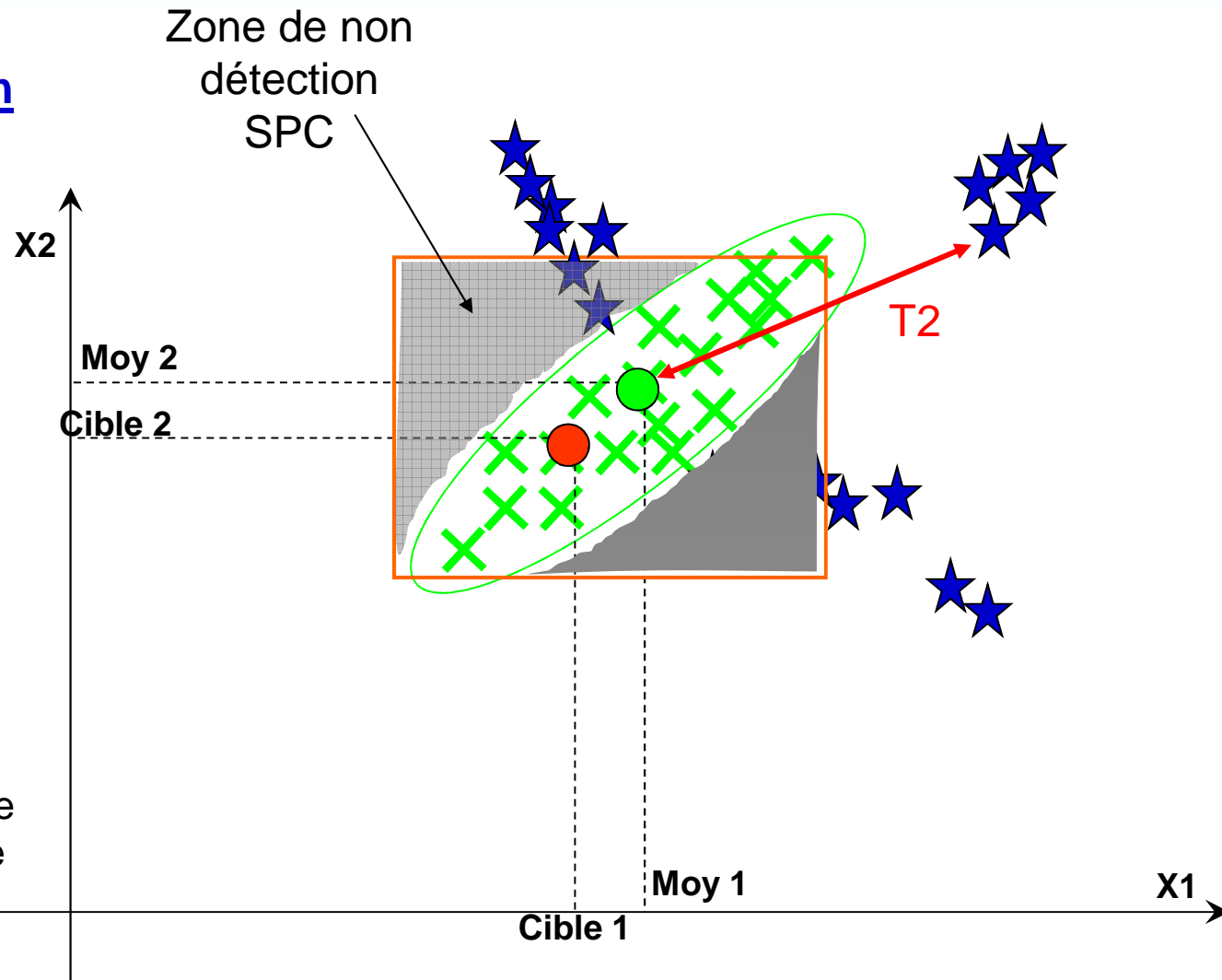
X1 et X2 suivent une loi gaussienne

α = proba acceptée de fausse alerte ex : 0.27%



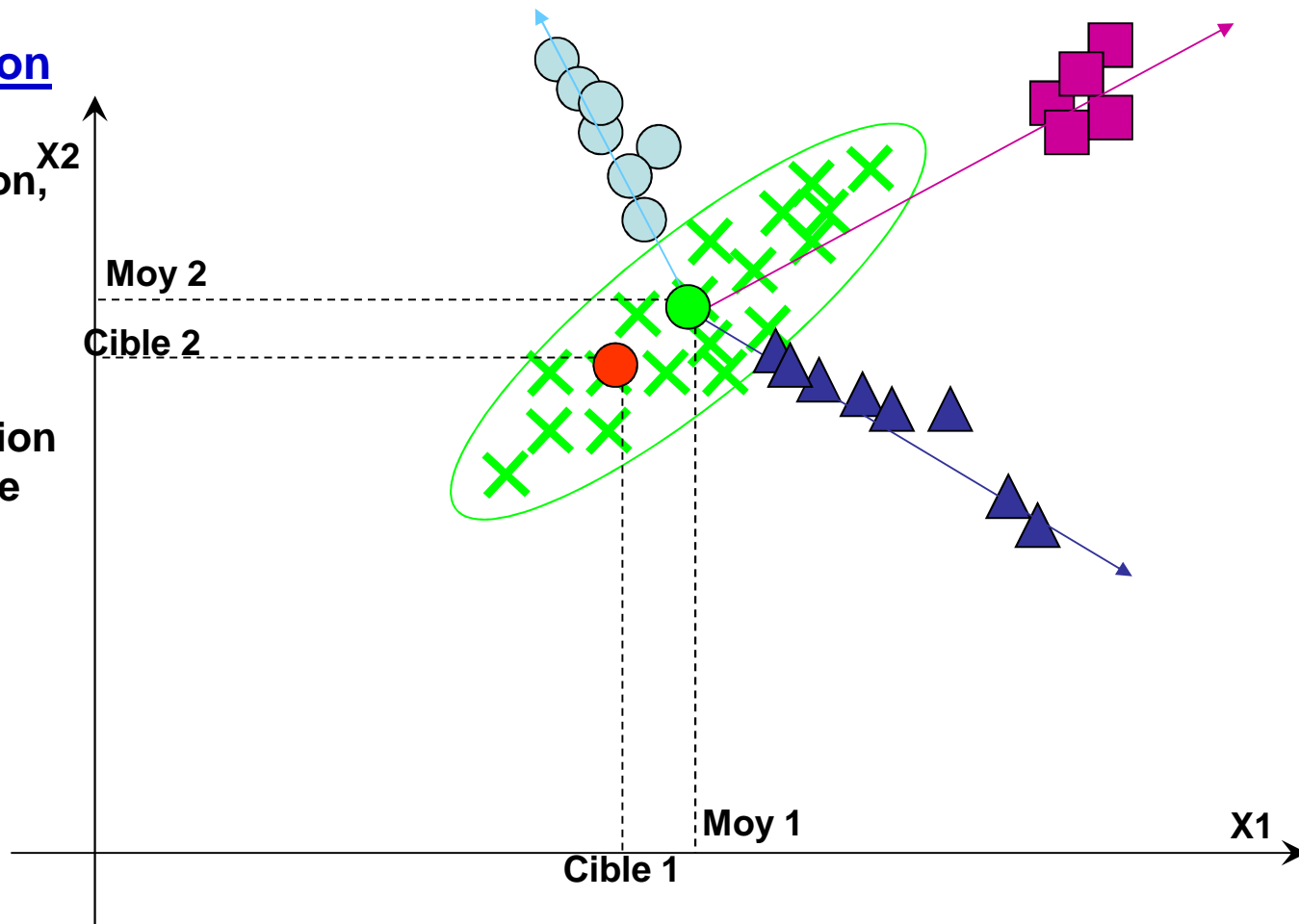
Surveillance GPC : Principe de Détection

- Domaine d'acceptation optimal est une ellipse
Pr(fausse alerte) $\sim \alpha$
- Une observation qui s'échappe de l'ellipse est signe d'une perturbation
- La distance de Mahalanobis T2 au centre détermine l'appartenance d'un point observation à l'ellipse



Surveillance GPC : Principe d'Identification

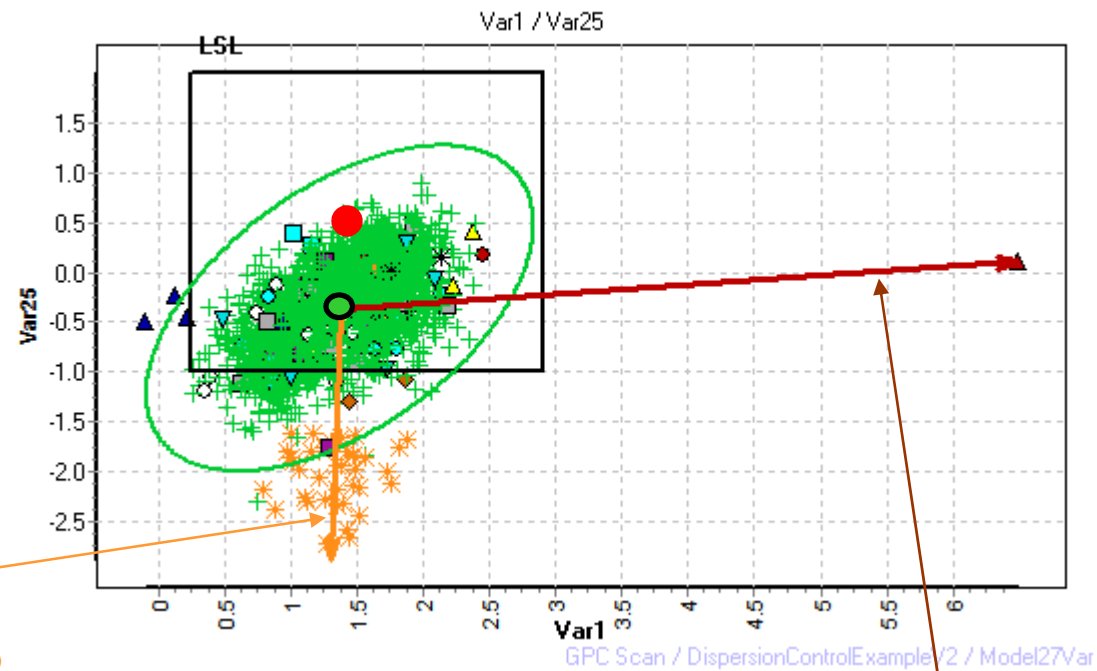
- suite à une perturbation, les observations HC s'échappent dans une direction précise
- La cause de perturbation est caractérisée par cette direction



Principe d'Identification

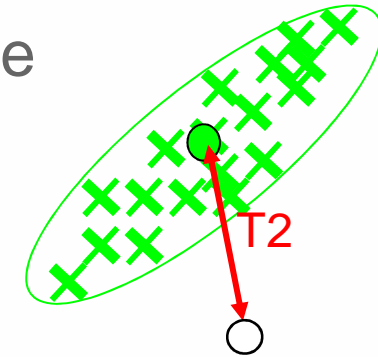
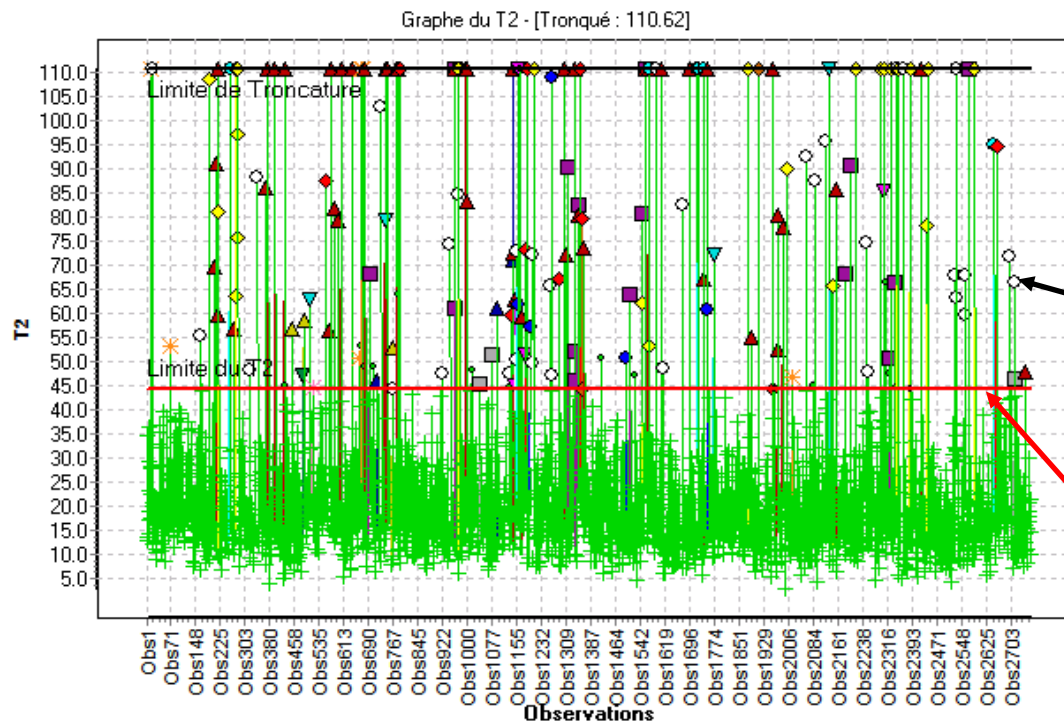
- Pour une cause, les observations HC s'échappent dans une direction précise
- La cause de perturbation est caractérisée par cette direction

Direction
Anomalie 5

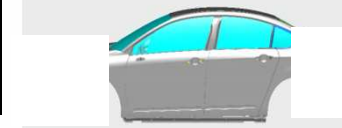


Direction
Anomalie 2

- 1- Séparation Hors Contrôle /Sous Contrôle
(Résultats du logiciel d'analyse **GPC Scan**)



Une observation
= 16 mesures

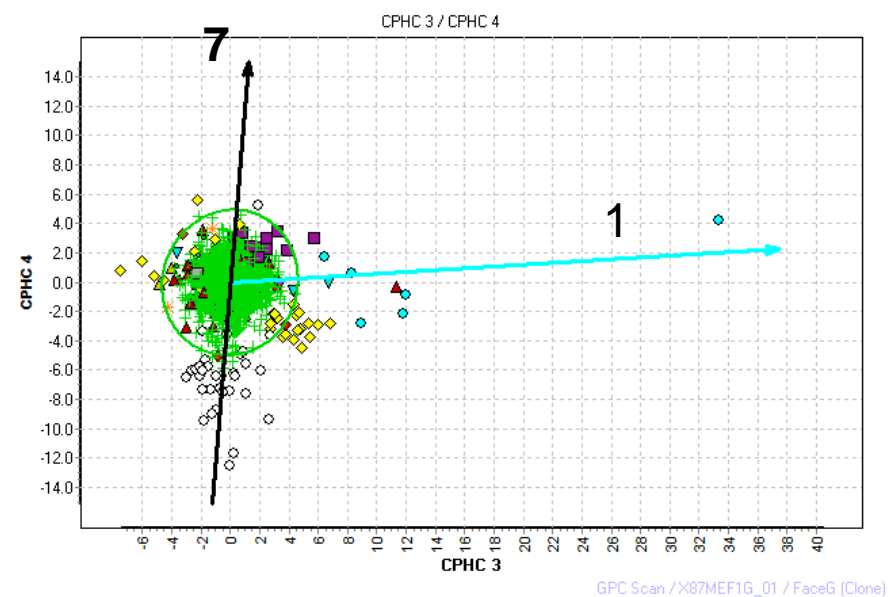
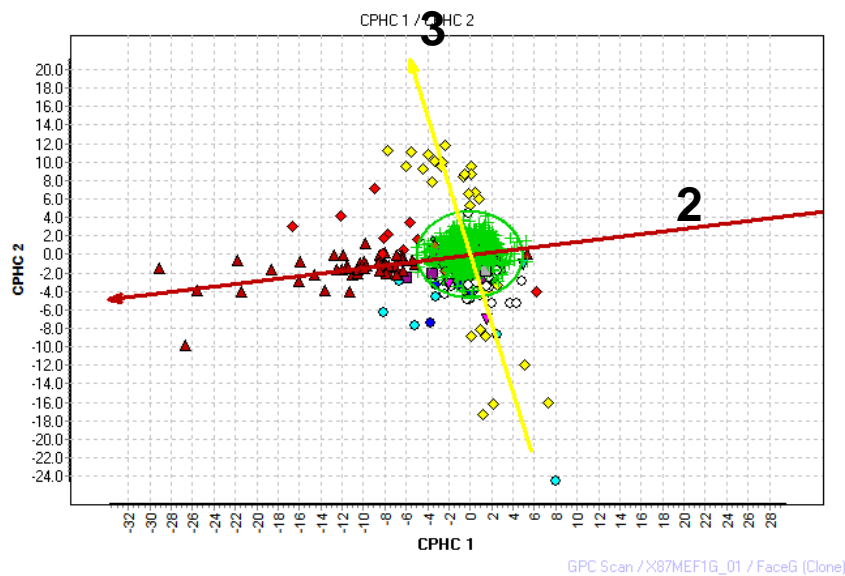


174 Hors-contrôle
Limite de séparation(α)
2592 Sous-contrôle

GPC Scan / X87MEF1G_01 / FaceG (Clone)

Algorithme itératif de séparation

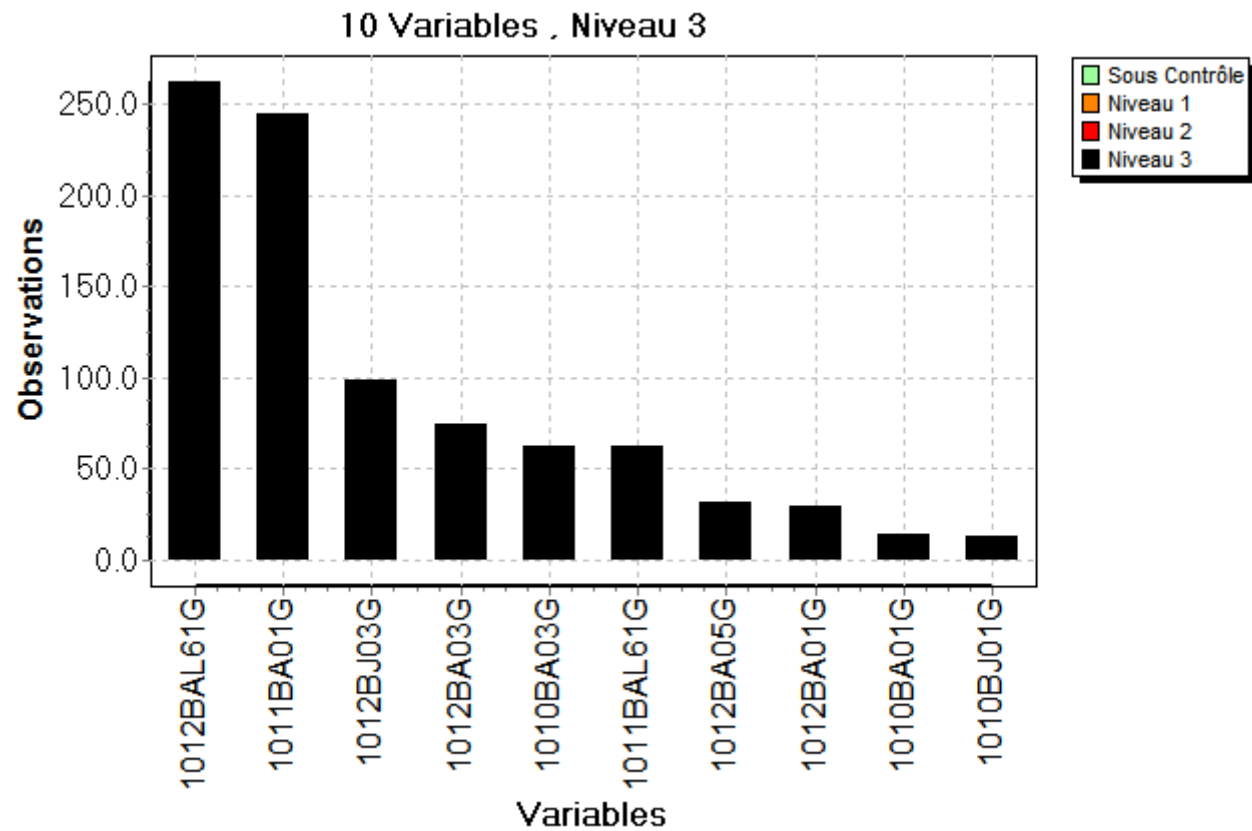
- 2- Classification des caisses Hors Contrôle :
 - Regroupements des caisses HC selon 16 directions d'anomalies
 - Vérification du modèle GPC sur des vues 2D « pertinentes » de l'Espace 16D



- Ellipse des Sous Contrôle
- Hors Contrôle organisées en groupes alignés

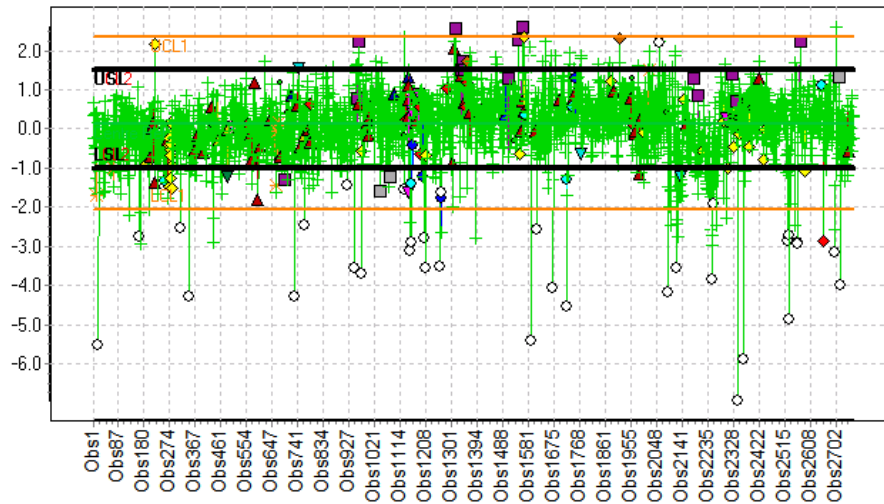
- 3- Identification des variables les plus critiques

Nombre
d'observations
hors tolérances
pour chaque
variable



- 3- Identification des variables les plus critiques

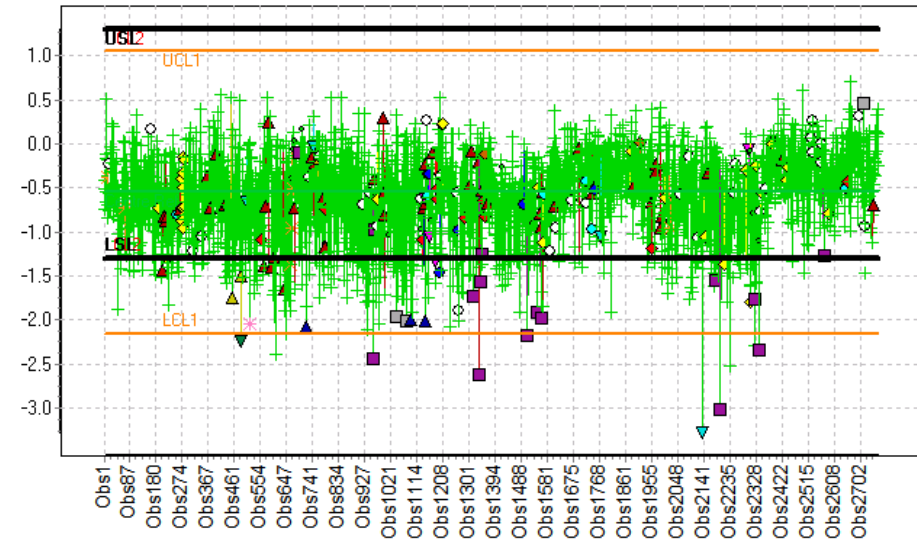
Carte de Contrôle Valeur par Variable -
1012BAL61G
Moyenne : 0.13662 / Ecart type : 0.59077



GPC Scan / X87MEF1G_01 / FaceG (Clone)

Variable 1012BAL61G :
- dispersion excessive
- sensibilité à l'anomalie 7

Carte de Contrôle Valeur par Variable - 1011BA01G
Moyenne : -0.55195 / Ecart type : 0.42713



GPC Scan / X87MEF1G_01 / FaceG (Clone)

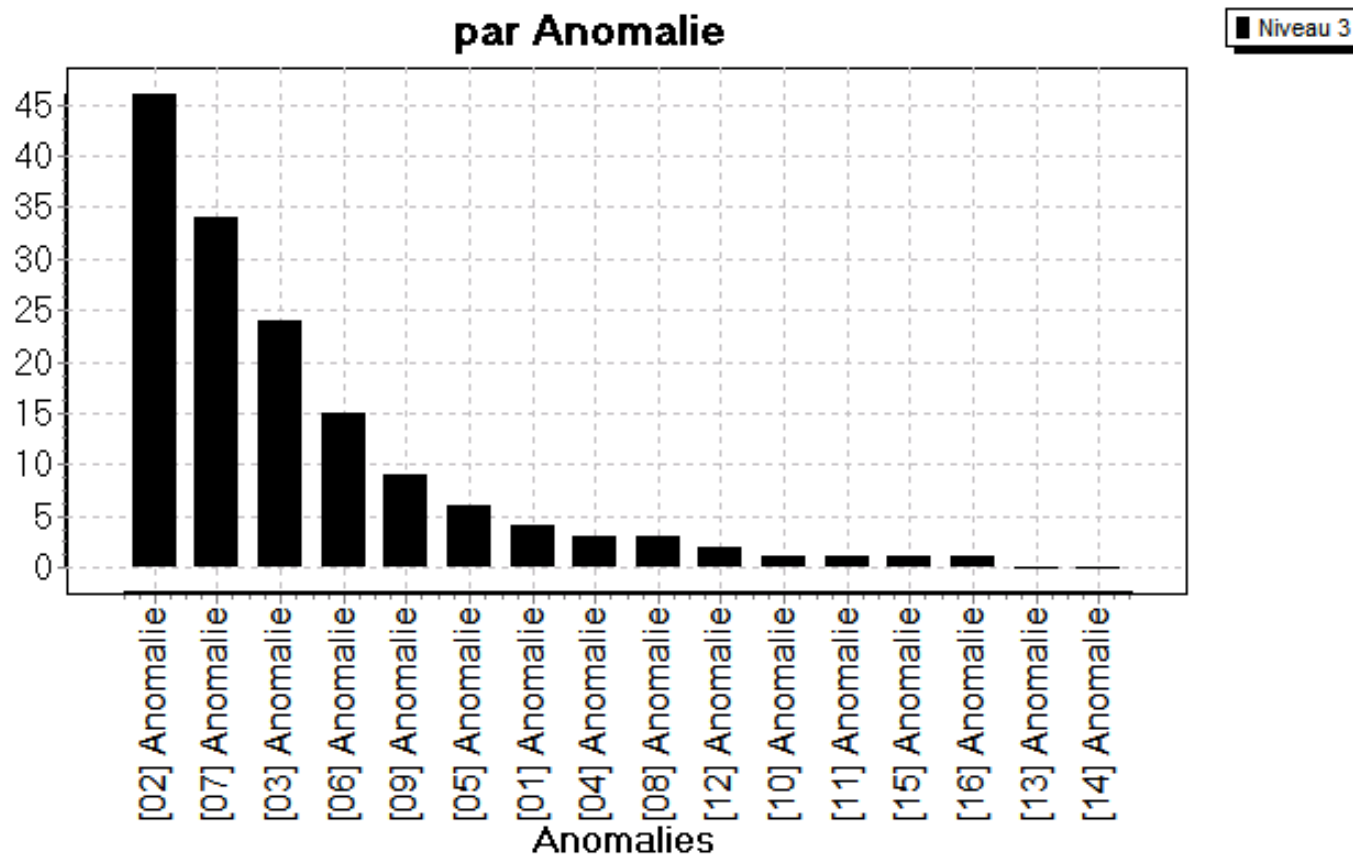
Variable 1011BA01G :
- Décentrage
- dispersion excessive,
varie dans le temps



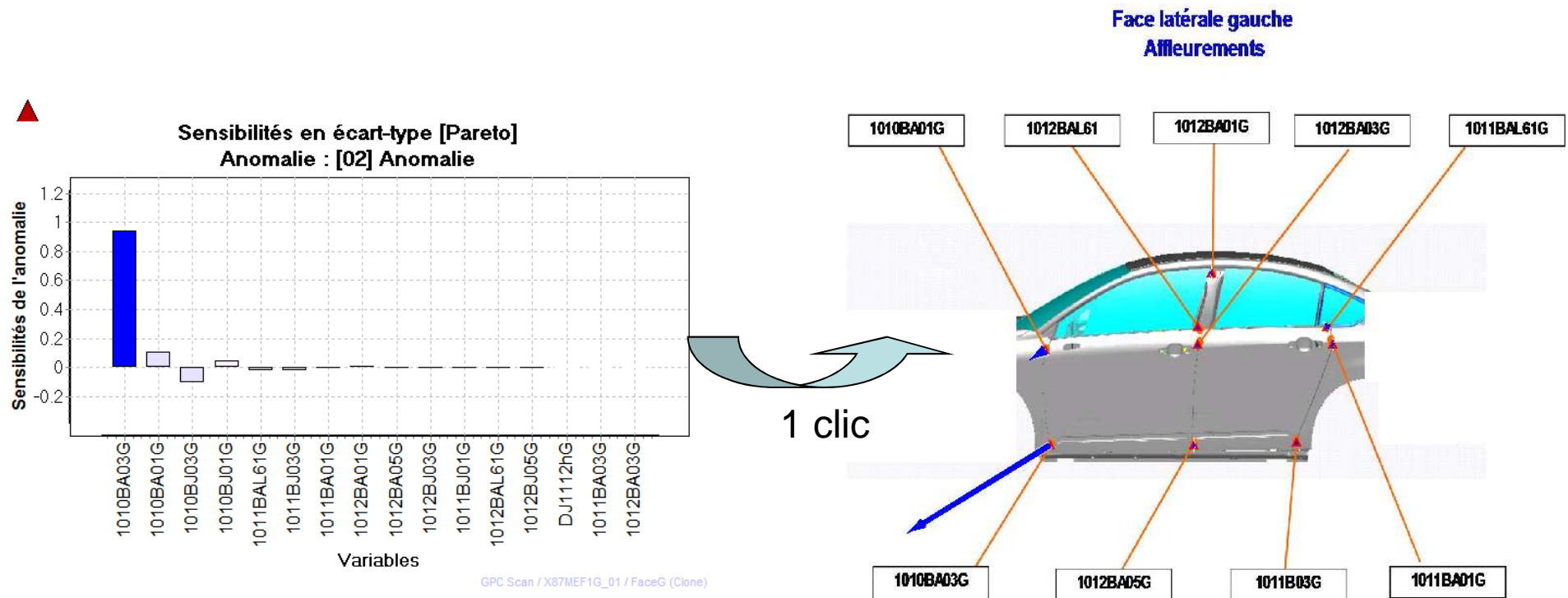
Réglage du process ou révision des tolérances

- 4- Identification des anomalies les plus critiques

**Nombre d'Observations Hors Tolérances
par Anomalie**



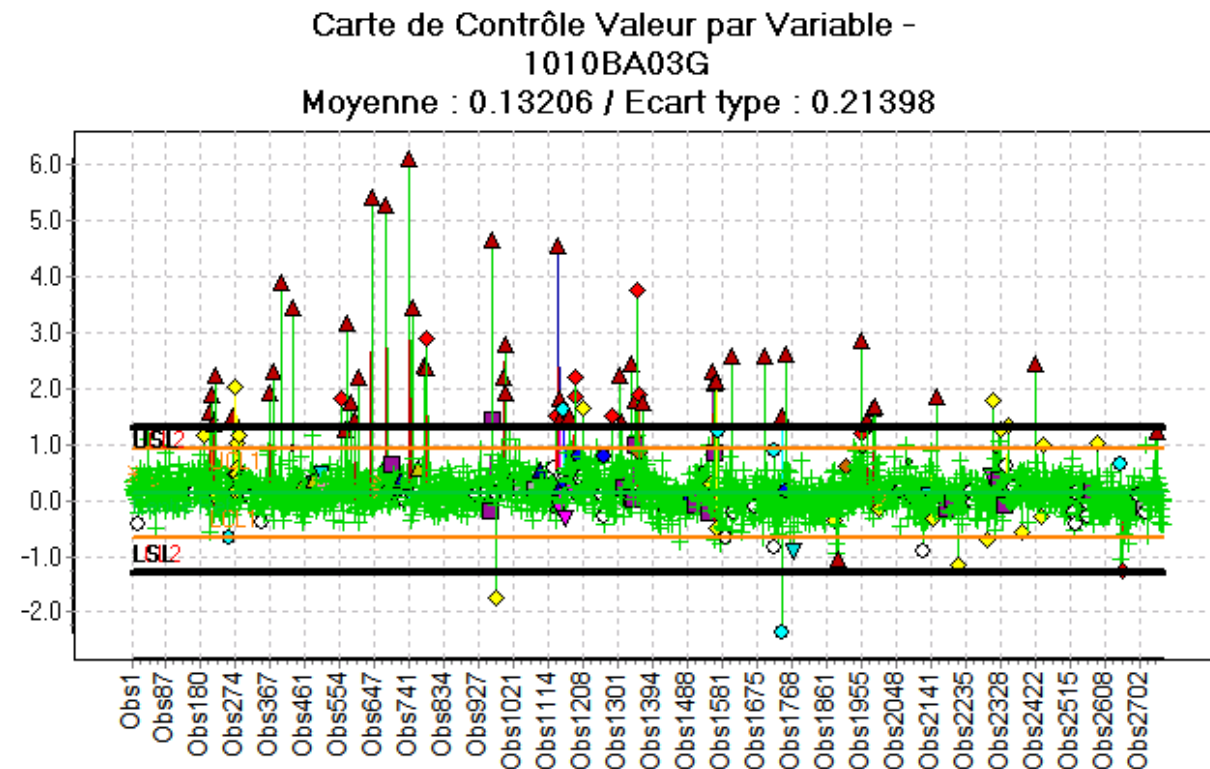
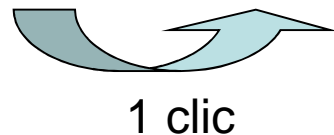
- 4- Identification des anomalies les plus critiques : Anomalie 2 ▲



Une seule variable sensible à la perturbation

1010BA03G: Affleurement

- 4- Identification des anomalies les plus critiques : Anomalie 2 ▲



GPC Scan / X87MEF1G_01 / FaceG (Clone)

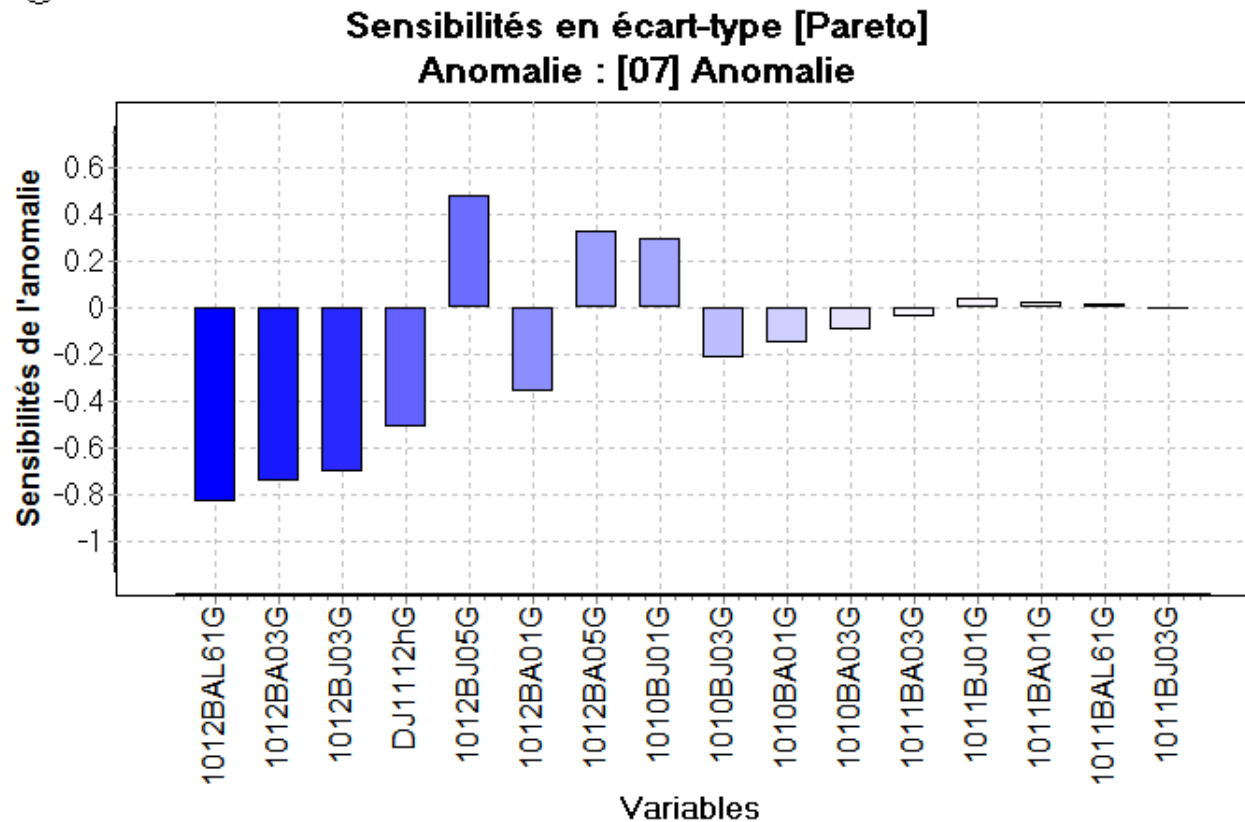
Apparition sur des caisses isolées :

Pas de détection possible par échantillonnage

Identification de la cause commune à des caisses bien identifiées

- 4- Identification des anomalies les plus critiques : Anomalie 7 ○

○

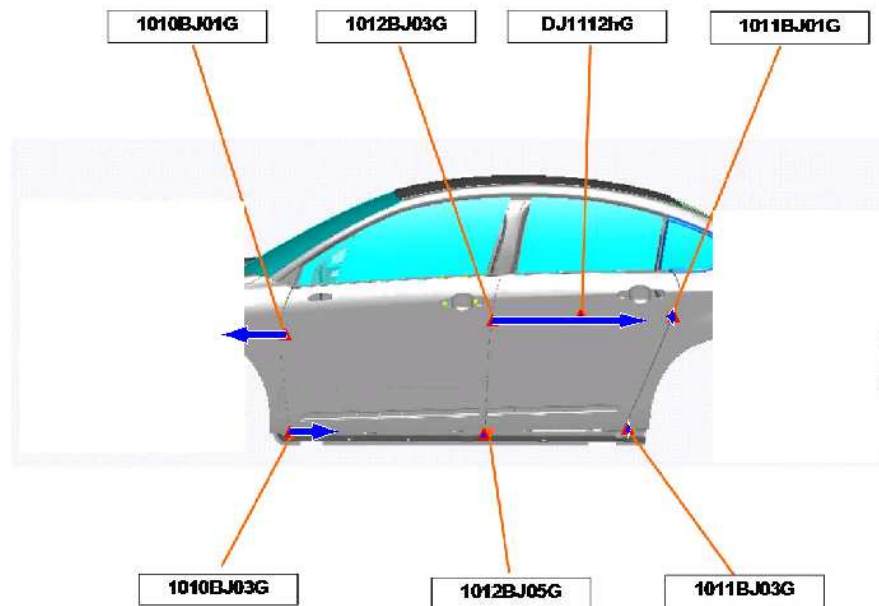


GPC Scan / X87MEF1G_01 / FaceG (Clone)

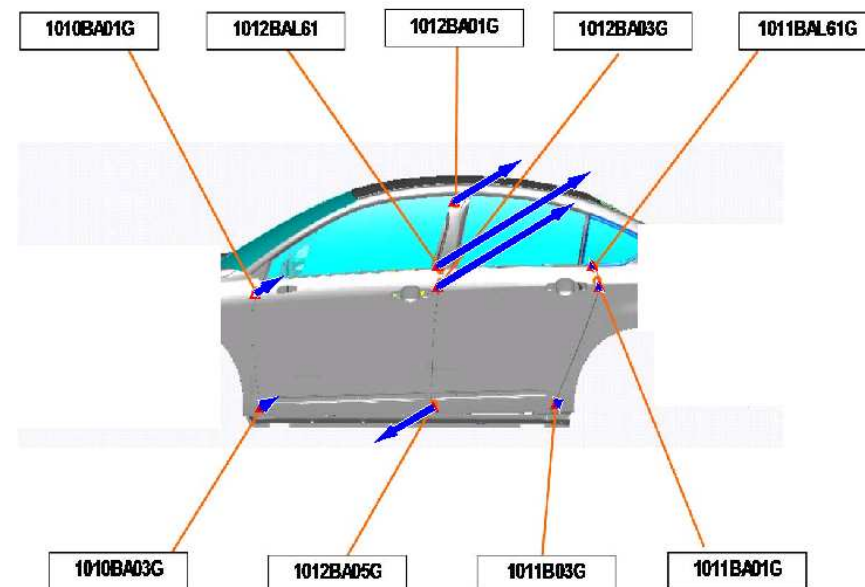
Plusieurs variables sensibles à la perturbation

- 4- Identification des anomalies les plus critiques : Anomalie 7 ○

Face latérale gauche
Jeux

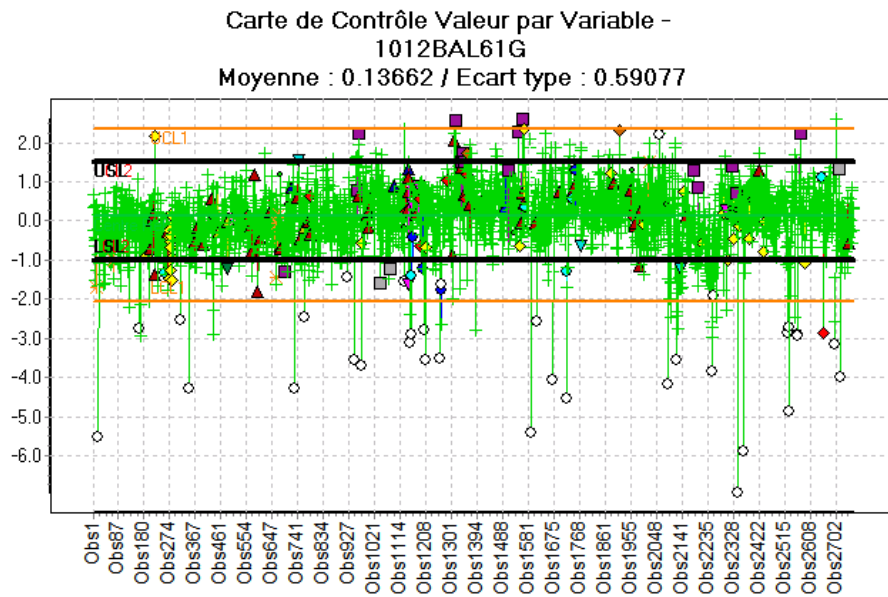


Face latérale gauche
Affleurements

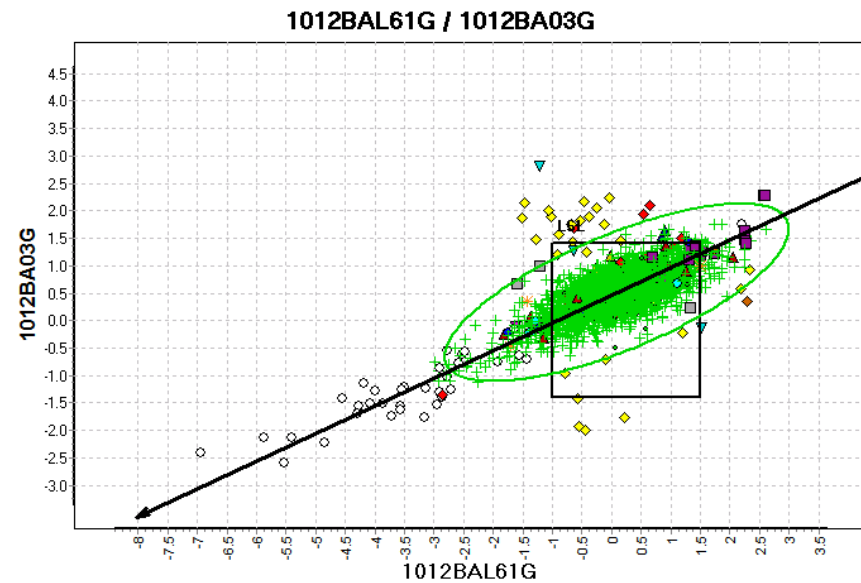


**Plusieurs variables sensibles à la perturbation
Jeux et Affleurements de la porte avant**

- 4- Identification des anomalies les plus critiques : Anomalie 7 ○



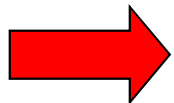
GPC Scan / X87MEF1G_01 / FaceG (Clone)



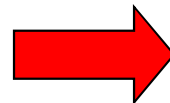
GPC Scan / X87MEF1G_01 / FaceG (Clone)

Apparition sur des caisses isolées :

Exagération de la dispersion habituelle



Interprétation technique

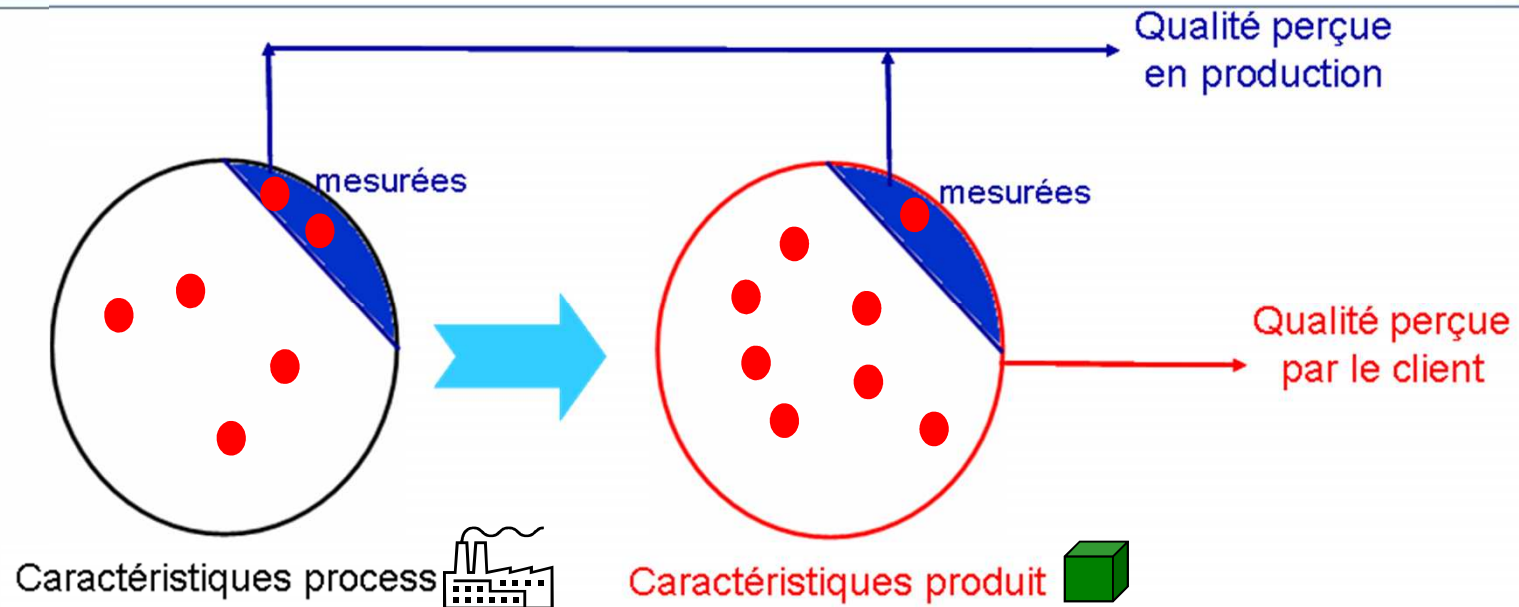


**Action corrective sur process
Capitalisation de la connaissance**

- **Surveillance de production :
un exemple de problématique chez PSA**
- **GPC : Surveillance multivariée du process**
- **GPC : Optimisation du Plan de surveillance**
- **Conclusion**

Annexes

Interrelations : Choix des caractéristiques mesurées



- Les caractéristiques mesurées sont inter-reliées
- ➔ Réduction possible du nb de mesures
- ➔ Substitution de mesures chères (manuelles) , par échantillon, par des mesures rapides et bon marché (automatique, laser)
- ➔ **GPC : Réduction du coût de contrôle, fine surveillance temps réel**

PVA = Principal Variables Analysis

- **Objectifs :**

Analyser et modéliser pour

- Réduire la variabilité produit & process
- Identifier des paramètres de réglages
- Sélectionner les variables à mesurer

- **Principe**

- Sélection de variables les plus pertinentes choisies dans un ensemble de variables explicatives X , pour expliquer ou réduire la variabilité (dispersion) d'un ensemble de variables dépendantes Y .
- Intégration de connaissances métier
(coût de mesure, antériorité causale, ...)

● Avant étude

- Mesures d' Esthétique : contrôle à 100%
- Mesures d'Etanchéité : contrôle par échantillon
- Admis : le contrôle d'Esthétique suffit à rendre compte des problèmes d'Etanchéité

● Résultats d'étude PVA

- Les mesures d'Esthétique prises ne suffisent pas pour rendre compte des anomalies d'Etanchéité
- Il convient de faire un contrôle à 100% sur un sous ensemble de chacun des deux groupes de mesures



Optimisation du plan de contrôle

- **Surveillance de production :
un exemple de problématique chez PSA**
- **GPC : Surveillance multivariée du process**
- **GPC : Optimisation du Plan de surveillance**
- **Conclusion**

Annexes

Réponses efficaces aux problématiques PSA :

En phase industrielle :

- Causes racines identifiées sur le cas traité avec actions correctives lancées.
- Simplification du pilotage.

En conception :

- Cas traité compromis esthétique-étanchéité confirmant l'intérêt de l'approche.
- Gains envisagés importants dans l'optimisation du plan de surveillance.

Une démarche de conception produit process plus robuste

- **Analyses statistiques multivariées indispensables car problématiques multivariées.**

=> Stratégie en rupture prometteuse pour notre performance QCDP.


Le Global Process Control est une approche

- **originale et puissante**
- **validée dans diverses industries**

Pour la surveillance et l'amélioration de systèmes complexes

- **Processus/équipement de production**
- **Générateurs machines tournantes, process biologiques, ...**

Basée sur

- **un modèle probabiliste bien adapté au contexte de stabilité, qui peut aussi s'adapter à une instabilité modélisable**
 - **des méthodes originales d'analyses statistiques multivariées**
- 
- A decorative blue shape in the bottom right corner of the slide, consisting of a dark blue triangle pointing upwards and to the right.

Fonctionnalités techniques principales du GPC :

- **Réduire les diverses formes de dispersion**
- **Optimiser des réglages**
- **Sélectionner les variables les plus pertinentes**
- **Traiter de grand volume de données**
- **Traiter des fonctions temporelles ou des spectres**

A : Fonctionnement ordinaire

B : Détection et identification des anomalies

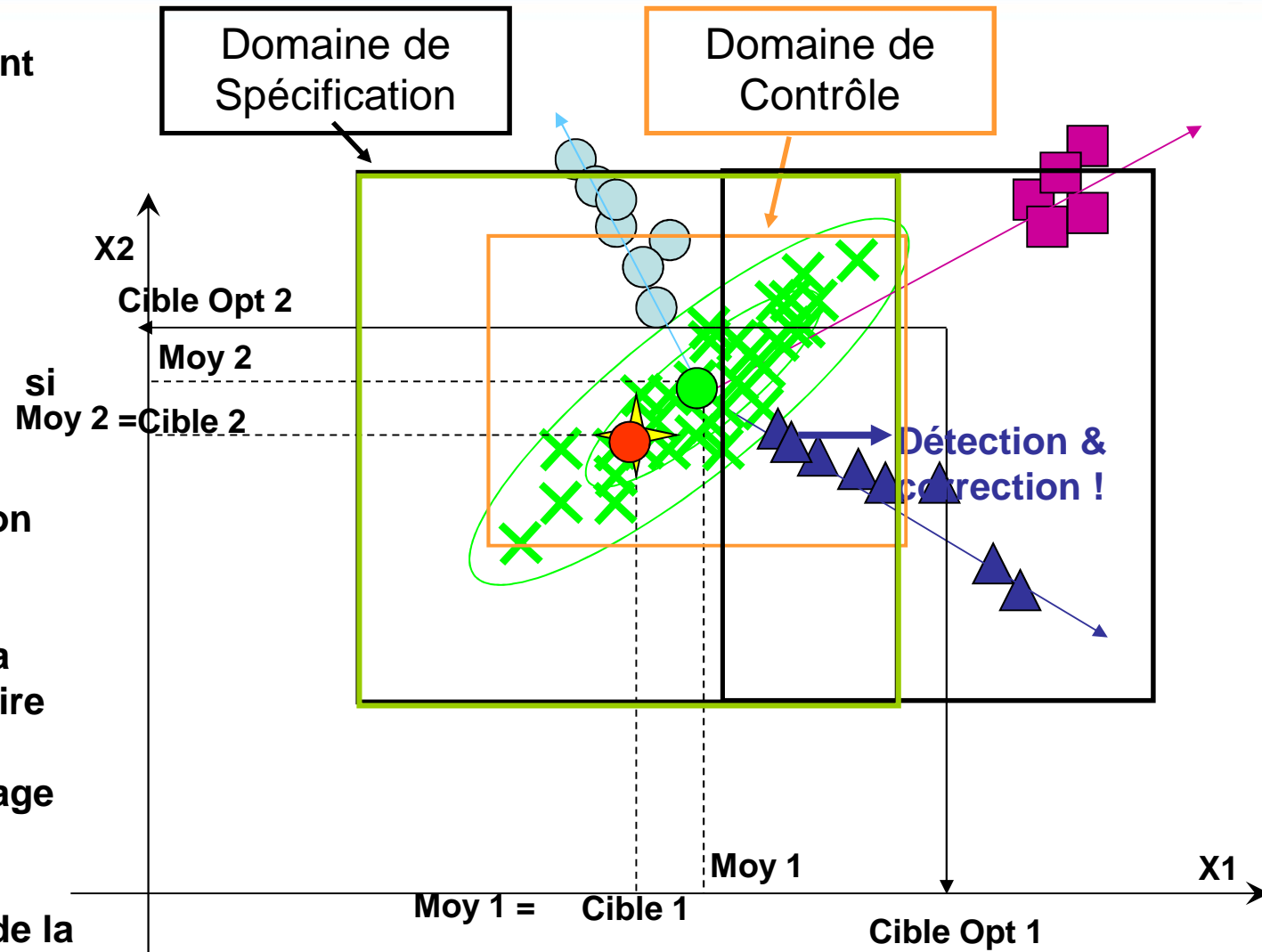
C : Suppression possible

D : sinon, détection précoce

E : réduction de la dispersion ordinaire

F : centrage : réglage multi-paramètre

G : Optimisation de la cible



Les spécifications de la var process X_1 sont modifiées

Modes d'utilisation des outils

- **Analyses off line de re-engineering**
- **Reporting automatique pour amélioration continue**
- **Surveillance temps réel**
- **Analyse/surveillance de quelques variables à des centaines**

Fonctionnalités économiques en production

- **Améliorer la qualité**
- **Augmenter la productivité**
 - **en conception**
 - **en mise au point du process**
 - **en production**
- **Réduire les coûts, augmenter la rentabilité des investissements MES (Manufacturing Execution System)**



FIN



Société GPC system

Parc d'Andron – Site ITESOFT - AIMARGUES (Gard)

Tel : +33 (0) 466 530 200

www.gpc-system.com