

# **Analyse du Système de Mesure (MSA)**

**Cours STAT2310  
2007-2008**

# INTRODUCTION

# Qualités d'un système de mesure

- **Standard**

- **Equipement de mesure**

- **Sous contrôle statistique**

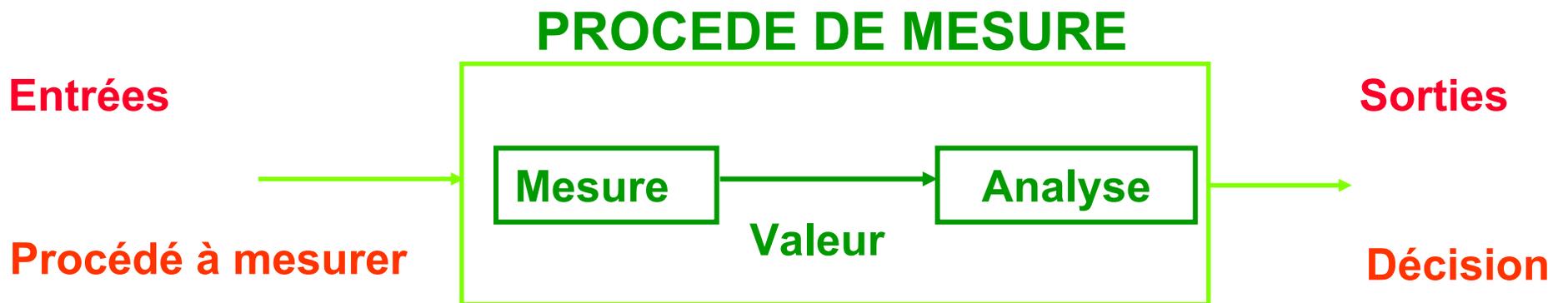
- **Produit**

- La variation de la mesure est petite comparée aux limites de spécification

- **Procédé**

- La variation de la mesure montre une résolution suffisante et petite comparée à la variation de la fabrication

# Systeme de mesure vu comme un procede



# DEFINITIONS

# Standard

- **Accepté comme base de comparaison**
- **Critère d'acceptation**
- **Valeur connue, dans les limites d'incertitudes données et acceptée comme valeur « vraie »**
- **Valeur de référence**

***Un standard devrait donner les mêmes résultats pour le fournisseur et pour le client, avec la même signification, hier, aujourd'hui et demain.***

# Instrument de mesure

## L'instrument de mesure doit être

- Suffisamment précis pour mesurer la vraie variation du procédé ou la vraie mesure du produit
- Capable de mesurer avec une précision d'une décimale de plus que la tolérance (1/10 de la tolérance)

## L'unité de mesure n'est pas assez précise si

- L'étendue est égale à zéro pour bon nombre d'observations
- Le nombre de valeur observées de l'étendue est petit (3-5 unités)
- L'erreur d'arrondi est trop grande

# Sources de variations

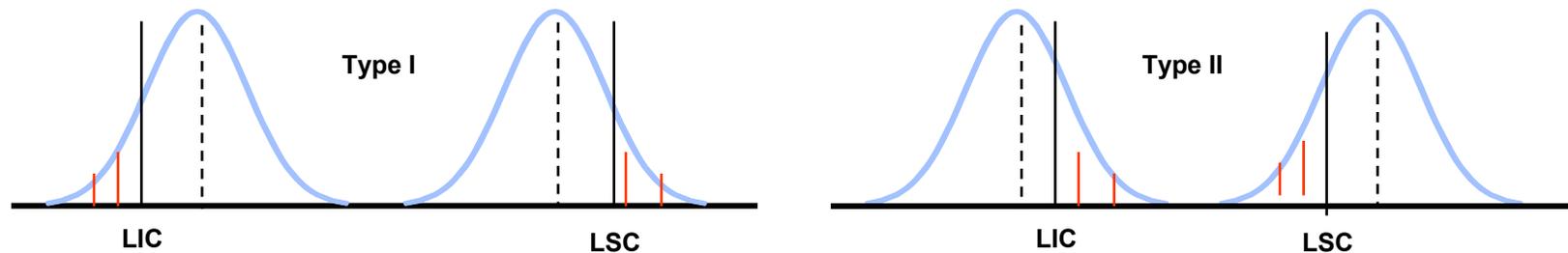
## Les 5M

- **Equipement de mesure (Machines)**
- **Méthode de test (Méthode)**
- **Echantillon testé (Matériel)**
- **Préparation des échantillons et conditionnement (Milieu)**
- **Testeur (Main d'oeuvre)**

# Effet sur la Décision

## Décision sur le Produit

- Rejeter un bon produit (risque  $\alpha$ , erreur de type I)
- Accepter un mauvais produit (risque  $\beta$ , erreur de type II)



## Décision sur le Procédé

$$\sigma_{\text{obs}}^2 = \sigma_{\text{procédé réel}}^2 + \sigma_{\text{msa}}^2 \Rightarrow \text{Cp et Cpk}$$

# Types de variation

## Position

- Exactitude
- Biais
- Stabilité
- Linéarité

## Dispersion

- Précision
- Répétabilité
- Reproductibilité
- Sensibilité
- Cohérence
- Uniformité

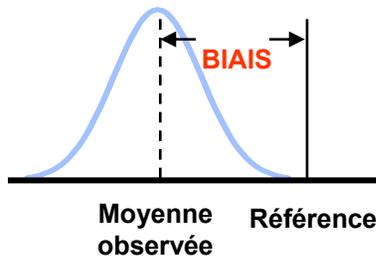
## Système de mesure

- Aptitude (Capabilité)
- Performance
- Incertitude

# Variation de la Position

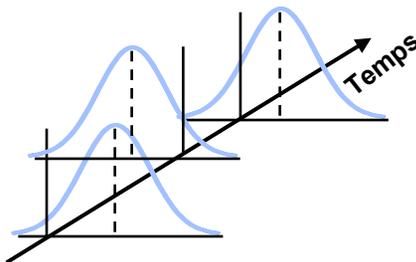
## Exactitude

- «Proximité » de la vraie valeur



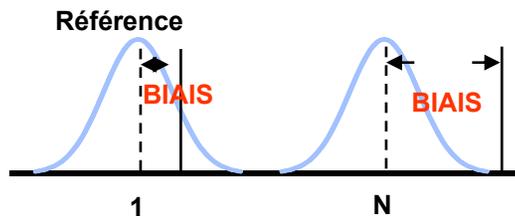
## Biais

- Différence entre la moyenne observée et la référence
- Une erreur systématique



## Stabilité

- Pas de variation de biais au cours du temps



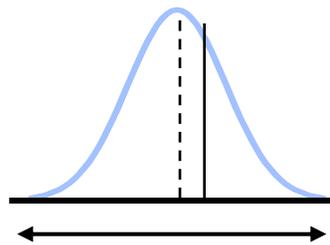
## Linéarité

- Pas de variation de biais sur l'étendue opérationnelle

# Variation de la Dispersion (1)

## Précision

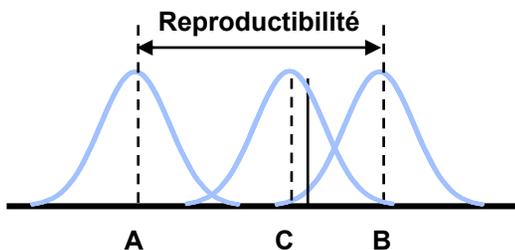
- Erreur aléatoire



Répétabilité

## Répétabilité

- Variation de mesure, obtenue avec le même instrument, le même testeur, sur la même mesure d'un échantillon



## Reproductibilité

- Variation sur la moyenne des mesures obtenue par différents testeur, avec le même instrument de mesure, sur la même mesure d'un échantillon

# Variation de la Dispersion (2)

## Sensibilité

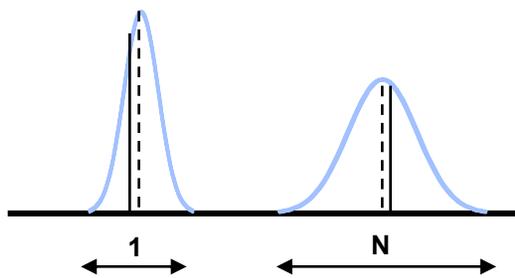
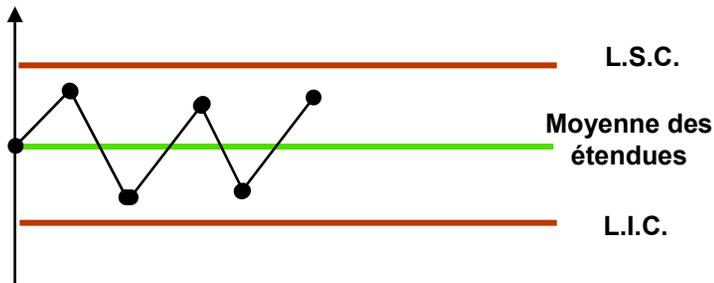
- Le plus petit « input » détectable à l'«output »

## Cohérence

- Stable par rapport à la répétabilité au cours du temps

## Uniformité

- Homogénéité de la répétabilité sur l'étendue opérationnelle



# Variation du Système de Mesure

## Aptitude (Capabilité)

- Variation des mesures prises sur une courte période établie par  $C_p$  et  $C_{pk}$

## Performance

- Variation des mesures prises sur une longue période, basée sur la variation totale et établie par  $P_p$  et  $P_{pk}$

## Incertitude

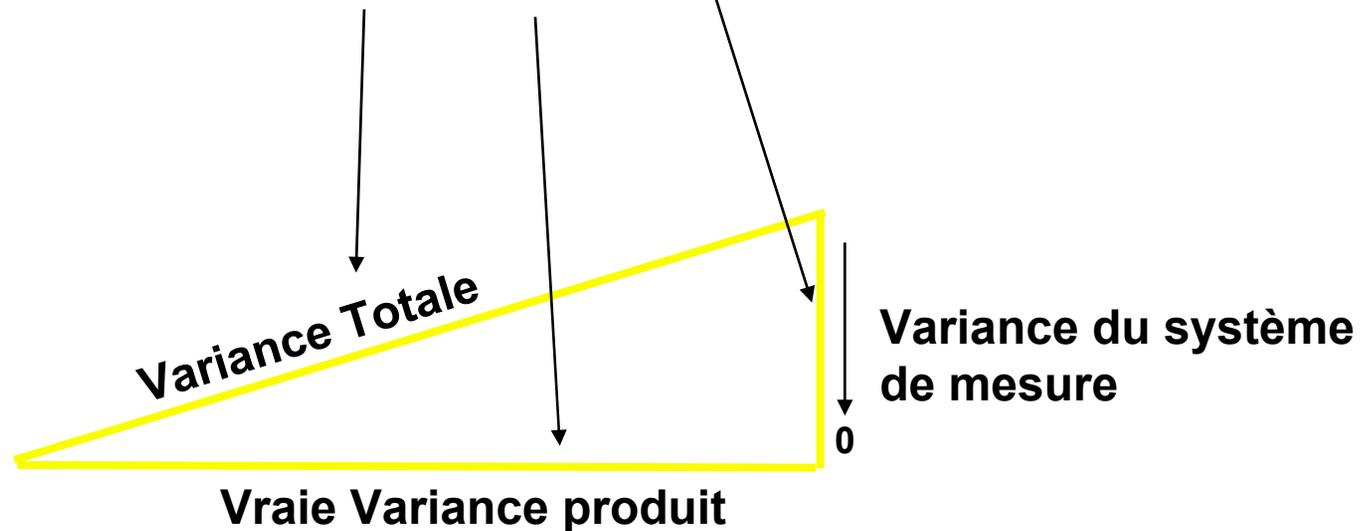
- Intervalle des mesures parmi lesquelles la vraie valeur est supposée appartenir

# Systeme de Mesure

# Relation entre les variances

Variance Totale = Variance Produit + Variance Mesure

$$\sigma_T^2 = \sigma_P^2 + \sigma_M^2$$



# Hypothèses

- **L'étude porte sur deux facteurs et la répétabilité (testeur et pièces ou instrument et pièces)**
- **L'effet de la variation sur une pièce est négligeable**
- **Il n'y a pas d'interaction statistique entre les testeurs et les pièces**
- **Les pièces ne changent pas de dimension pendant l'étude**

# Analyse des Résultats

## •Position

- Stabilité
- Biais
- Linéarité

**Pas acceptable si significativement différent de zéro**

## •R&R

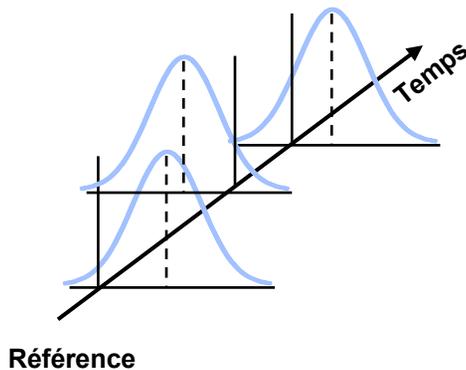
- Etendue
- Moyenne et Etendue
- Graphiques
- ANOVA

**Pas acceptable si >30% de la variation du procédé ou de la tolérance de la pièce**  
(acceptable si <10%, peut être acceptable si 10%-30%)

## • Système

- Aptitude
- Performance

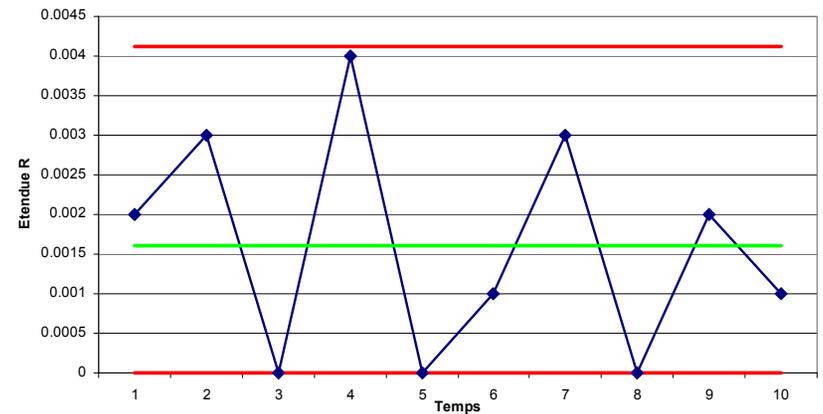
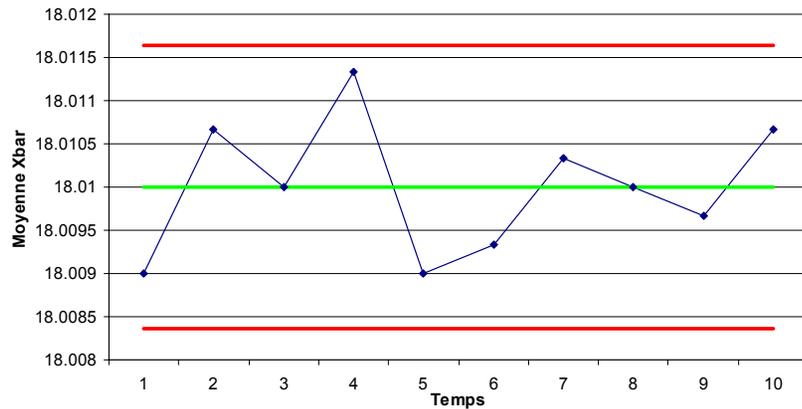
# Position - Stabilité



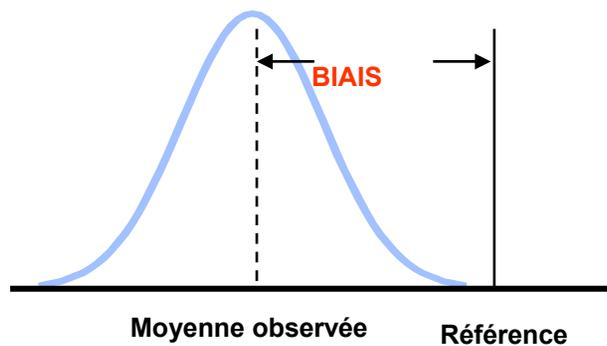
- **Mesurer la pièce  $n \geq 10$  en laboratoire (temps)**
- **Utiliser la moyenne de ces  $n$  mesures comme Référence**
- **Mesurer la pièce 3 à 5 fois périodiquement**
- **Représenter la carte de contrôle  $\bar{X}$ /R ou  $\bar{X}$ /s**
- **Analyser la carte de contrôle pour sa stabilité**

# Position - Stabilité

Réf	Temps										Moyenne
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Essai 1	18.008	18.009	18.010	18.009	18.009	18.009	18.009	18.010	18.009	18.010	
Essai 2	18.009	18.011	18.010	18.012	18.009	18.010	18.012	18.010	18.011	18.011	
Essai 3	18.010	18.012	18.010	18.013	18.009	18.009	18.010	18.010	18.009	18.011	
<b>Xbar</b>	<b>18.0090</b>	<b>18.0107</b>	<b>18.0100</b>	<b>18.0113</b>	<b>18.0090</b>	<b>18.0093</b>	<b>18.0103</b>	<b>18.0100</b>	<b>18.0097</b>	<b>18.0107</b>	<b>18.01000</b>
<b>Etendue</b>	<b>0.002</b>	<b>0.003</b>	<b>0.000</b>	<b>0.004</b>	<b>0.000</b>	<b>0.001</b>	<b>0.003</b>	<b>0.000</b>	<b>0.002</b>	<b>0.001</b>	<b>0.0016</b>



# Position - Biais (Un échantillon)



- Mesurer la pièce  $n \geq 10$  en laboratoire
- Utiliser la moyenne de ces  $n$  mesures comme Référence
- Faire mesurer par un seul testeur la pièce  $n \geq 10$  dans des conditions normales

# Position – Biais( Un échantillon)

• Calculer la moyenne  $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$  et Biais =  $\bar{X}$  – Référence

• Calculer l'écart-type de répétabilité

$$s_{\text{rep}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad \text{et} \quad s_b = \frac{s_{\text{rep}}}{\sqrt{n}}$$

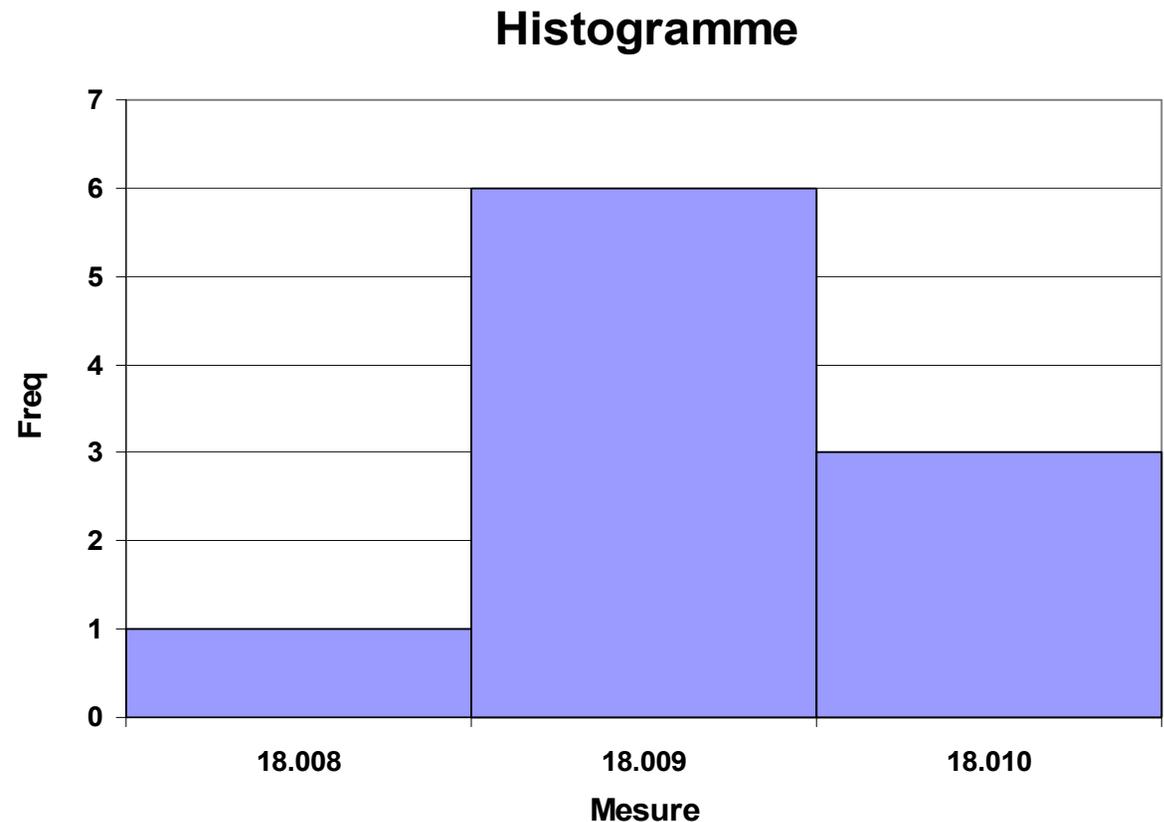
• Déterminer la statistique t de Student à n-1 d.l.  $t = \frac{\text{Biais}}{s_b}$

• Le biais est acceptable au niveau  $\alpha$  si l'intervalle de confiance recouvre la valeur de zéro

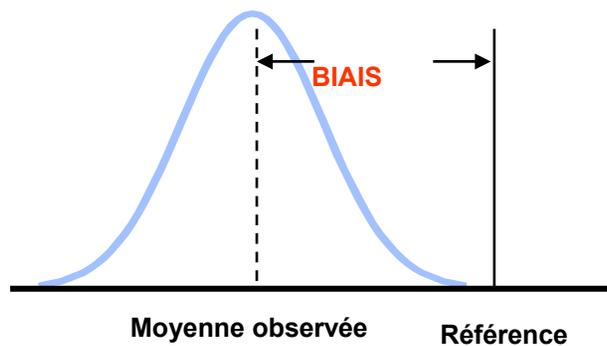
$$\text{Biais} - s_b t_{n-1, \alpha/2} \leq \text{zero} \leq \text{Biais} + s_b t_{n-1, \alpha/2}$$

# Position – Biais (Un échantillon)

	Ref 18.01	Biais
1	18.008	0.002
2	18.009	0.001
3	18.010	0.000
4	18.009	0.001
5	18.009	0.001
6	18.009	0.001
7	18.009	0.001
8	18.010	0.000
9	18.009	0.001
10	18.010	0.000
<b>Moyenne</b>	18.0092	0.0008
<b>S<sub>rep</sub></b>	0.00063	<b>S<sub>b</sub></b> 0.00020
<b>t<sub>obs</sub></b>	4.00000	
<b>t<sub>9,0.025</sub></b>	2.26216	
<b>Intervalle de confiance</b>		
0.00035	0.00125	



# Position – Biais (k échantillons)



- Mesurer la pièce  $n \geq 10$  en laboratoire
- Utiliser la moyenne de ces  $n$  mesures comme Référence
- Mesurer la pièce 3 à 5 fois périodiquement
- Représenter la carte de contrôle  $\bar{X}$ /R ou  $\bar{X}$ /s
- Etablir l'histogramme des mesures

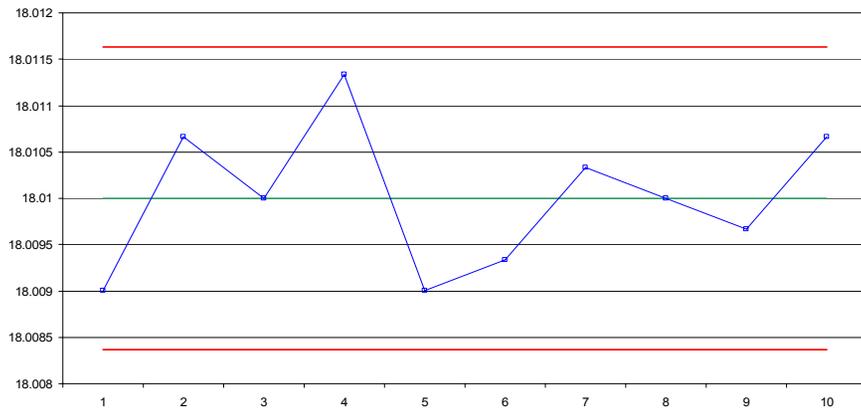
# Position - Biais (k échantillons)

Ref	Temps										
18.01	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne
Trial 1	18.008	18.009	18.010	18.009	18.009	18.009	18.009	18.010	18.009	18.010	
Trial 2	18.009	18.011	18.010	18.012	18.009	18.010	18.012	18.010	18.011	18.011	
Trial 3	18.010	18.012	18.010	18.013	18.009	18.009	18.010	18.010	18.009	18.011	
Xbar	18.0090	18.0107	18.0100	18.0113	18.0090	18.0093	18.0103	18.0100	18.0097	18.0107	18.01000
Range	0.002	0.003	0	0.004	0	0.001	0.003	0	0.002	0.001	0.0016

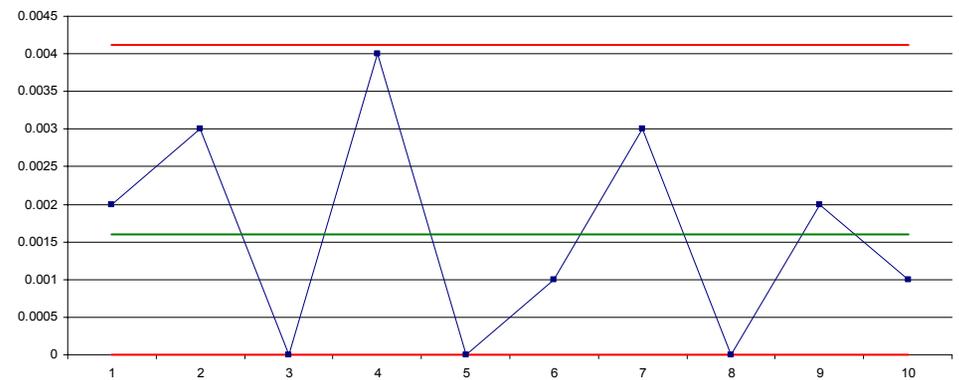
Var            0.000001 0.000002 0.000000 0.000004 0.000000 0.000000 0.000002 0.000000 0.000001 0.000000 0.000001

S<sub>rep</sub>            0.001095

Moyenne Xbar



Etendue R



## Position - Biais (k échantillons)

- Calculer  $\text{Biais} = \bar{\bar{X}} - \text{Référence}$
- Etablir l'écart-type de répétabilité pour des sous-groupes de taille (n) et (k) sous-groupes

$$s_{\text{rep}} = \sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2 + \dots + s_k^2}{k}} \quad \text{et} \quad s_b = \frac{s_{\text{rep}}}{\sqrt{n}}$$

- Déterminer la statistique t de Student à  $k(n-1)$  d.l.  $t = \frac{\text{Biais}}{s_b}$
- Le biais est acceptable au niveau  $\alpha$  si l'intervalle de confiance recouvre la valeur de zéro

$$\text{Biais} - s_b t_{k(n-1), \alpha/2} \leq \text{zero} \leq \text{Biais} + s_b t_{k(n-1), \alpha/2}$$

# Position - Biais (k échantillons)

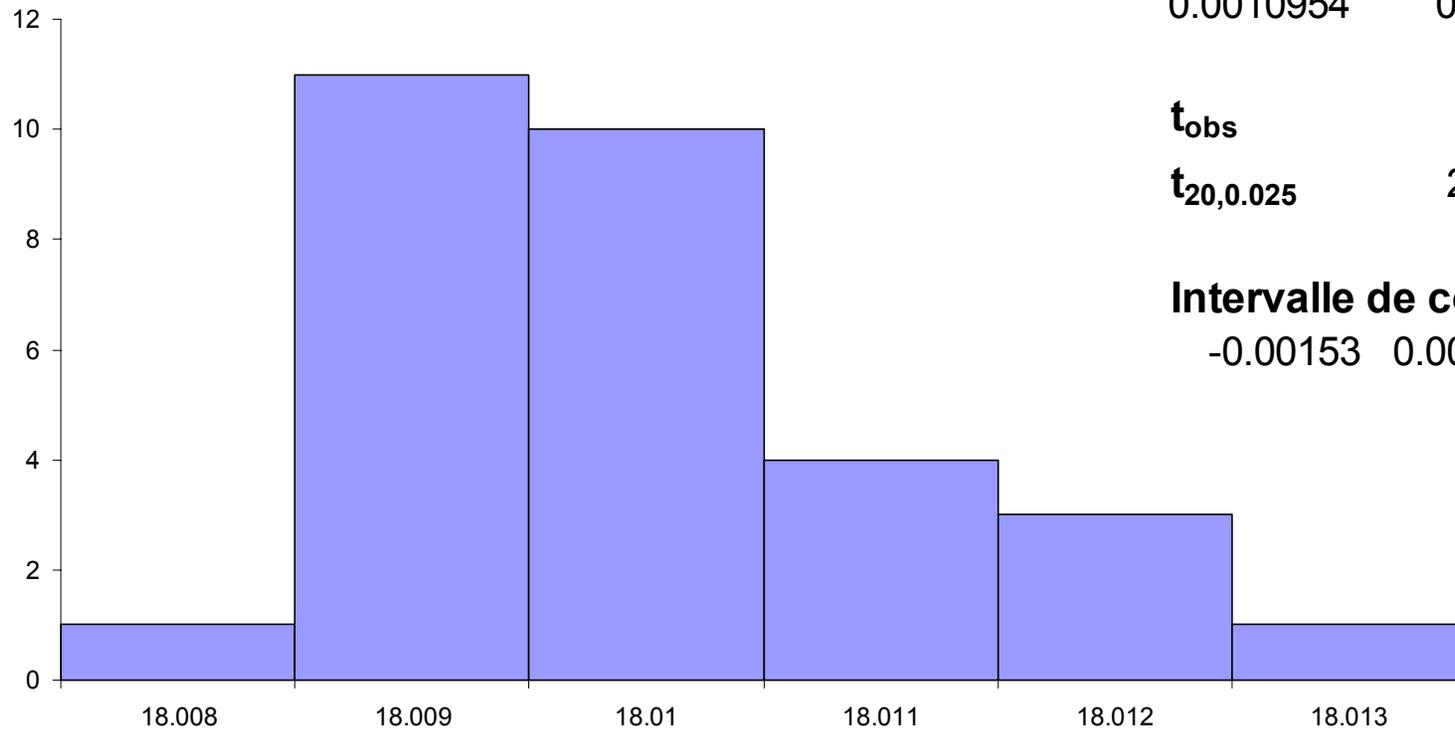
<b>Moyenne</b>	<b>Ref</b>	<b>Biais</b>
18.01000	18.01	0.00000

<b>S<sub>rep</sub></b>	<b>S<sub>b</sub></b>
0.0010954	0.00063

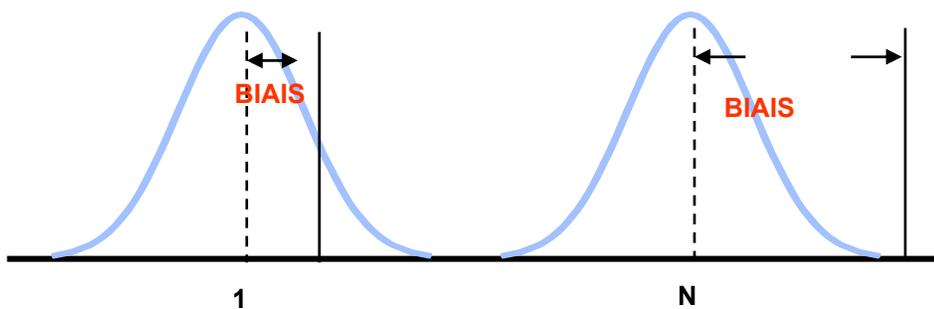
<b>t<sub>obs</sub></b>	0.000
------------------------	-------

<b>t<sub>20,0.025</sub></b>	2.4231
-----------------------------	--------

<b>Intervalle de confiance</b>
-0.00153 0.001532511



# Position - Linéarité



- **Sélectionner  $g \geq 5$  pièces dont les mesures couvrent l'étendue opérationnelle de l'outil de mesure**
- **Déterminer la valeur de référence de chaque pièce et vérifier que l'étendue opérationnelle est couverte**
- **Faire mesurer chaque pièce  $m \geq 10$  fois par l'un des opérateurs habituels (Sélectionner les pièces aléatoirement pour éviter le « biais » de la mémoire)**

# Position - Linéarité

- Calculer le biais de chaque mesure et la moyenne des biais de chaque pièce

$$\text{Biais}_{i,j} = x_{i,j} - \text{Référence}_i \quad \text{Biais}_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \text{Biais}_{i,j}$$

- Représenter graphiquement les biais individuels et les biais moyens
- Etablir la droite de régression et les limites de confiance

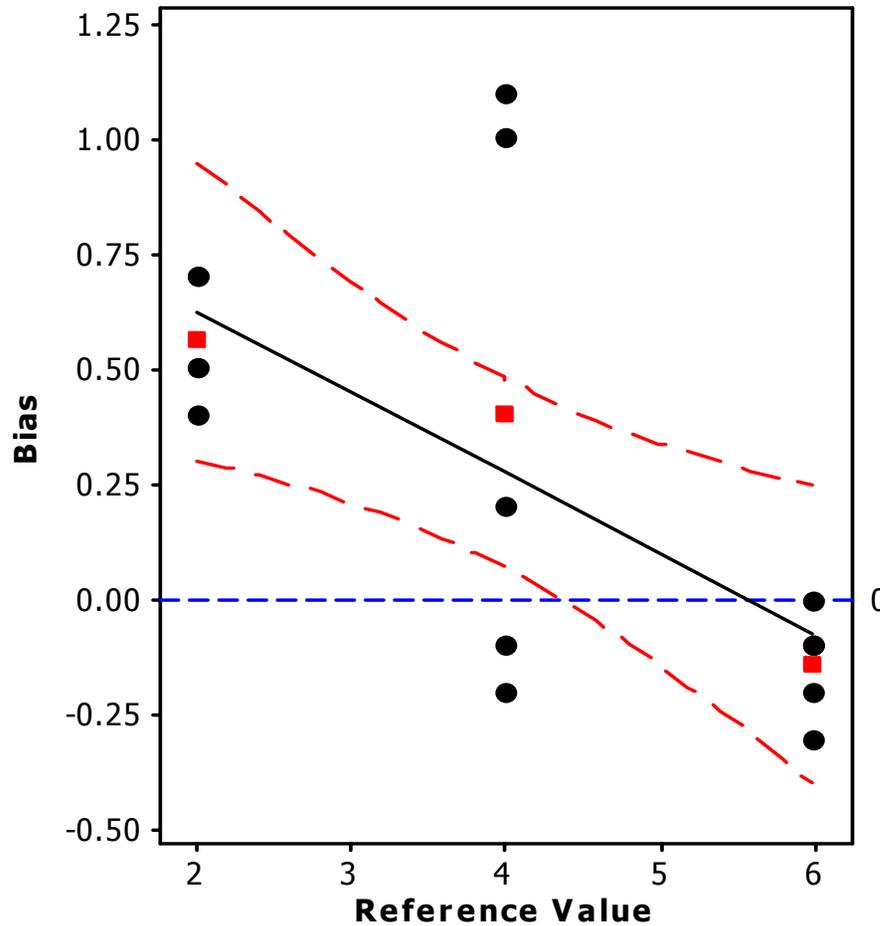
$$y_i = ax_i + b \quad \text{où} \quad y_i = \text{Biais}_i \quad \text{et} \quad x_i = \text{Référence}_i$$

- Dessiner la droite biais=0. La linéarité est acceptée si cette droite se trouve entièrement dans les limites de confiances

## Position - Linéarité

Essai	Ref	Boite Vitesse	Biais <sub>i,,j</sub>	Biais <sub>i</sub>
1	2	18.71	0.7	
2	2	18.51	0.5	
3	2	18.41	0.4	
4	2	18.51	0.5	
5	2	18.71	0.7	<b>0.56</b>
1	4	19.11	1.1	
2	4	17.91	-0.1	
3	4	18.21	0.2	
4	4	19.01	1	
5	4	17.81	-0.2	<b>0.4</b>
1	6	17.81	-0.2	
2	6	17.71	-0.3	
3	6	17.91	-0.1	
4	6	17.91	-0.1	
5	6	18.01	0	<b>-0.14</b>

# Position – Linéarité du biais



Gage Linearity			
Predictor	Coef	SE Coef	P
Constant	0.9733	0.2502	0.002
Slope	-0.17500	0.05792	0.010

S 0.366305 R-Sq 41.3%

Gage Bias		
Reference	Bias	P
Average	0.273333	*
2	0.560000	*
4	0.400000	*
6	-0.140000	*

# R&R – Moyenne et Etendue

- Collecter  $n > 5$  pièces représentative de la variation de la production
- Identifier les testeurs par A, B, C ( minimum 2 testeurs) et numéroter les pièces de 1 à n de sorte que le nombre ne soit pas visible par le testeur
- Faire mesurer les n pièces par le testeur A dans un ordre aléatoire et répéter l'opération pour les testeurs B et C
- Répéter le cycle en modifiant l'ordre des pièces (minimum 2 cycles)

*Cette méthode permet de séparer la répétabilité et la reproductibilité (R&R) mais pas leur interaction*

# R&R – Moyenne et Etendue

## Boite de vitesse

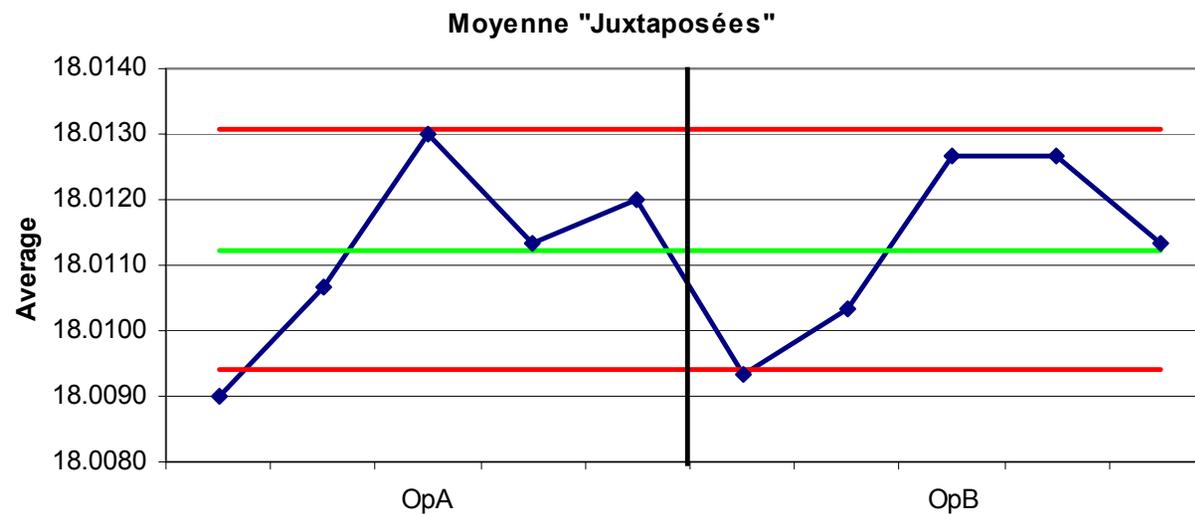
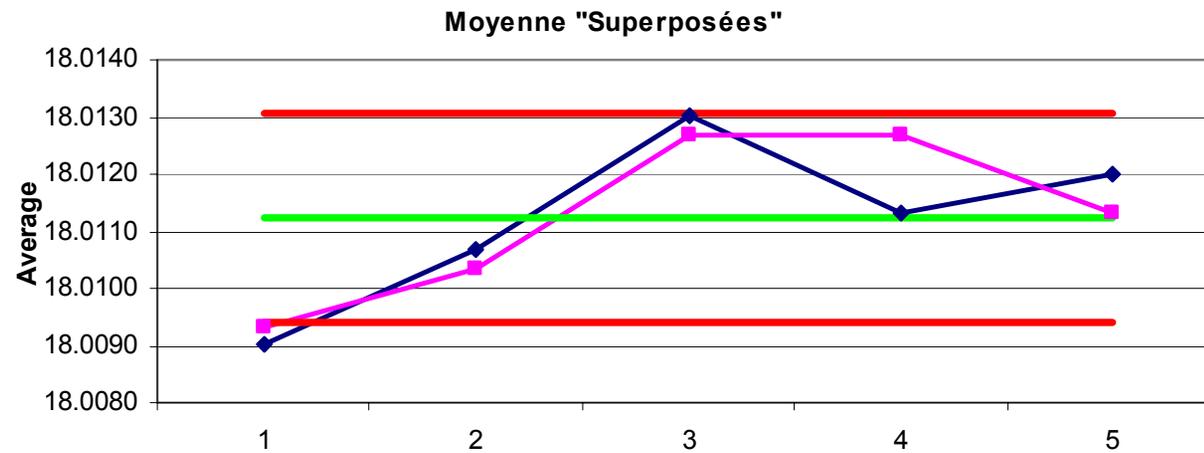
### Op A :

Pièce	1	2	3	4	5	Moyenne
Essai 1	18.008	18.009	18.013	18.009	18.012	18.0102
Essai 2	18.009	18.011	18.013	18.012	18.012	18.0114
Essai 3	18.010	18.012	18.013	18.013	18.012	18.0120
Moyenne:	18.0090	18.0107	18.0130	18.0113	18.0120	
Etendue	0.0020	0.0030	0.0000	0.0040	0.0000	
Moyenne des moyennes (Xa):	18.01120					
Moyenne des étendues (Ra):	0.0018					

### Op B :

Pièce	1	2	3	4	5	Moyenne
Essai 1	18.009	18.009	18.013	18.012	18.010	18.0106
Essai 2	18.010	18.012	18.013	18.014	18.012	18.0122
Essai 3	18.009	18.010	18.012	18.012	18.012	18.0110
Moyenne:	18.0093	18.0103	18.0127	18.0127	18.0113	
Etendue	0.0010	0.0030	0.0010	0.0020	0.0020	
Moyenne des moyennes (Xb):	18.01127					
Moyenne des étendues (Rb):	0.0018					

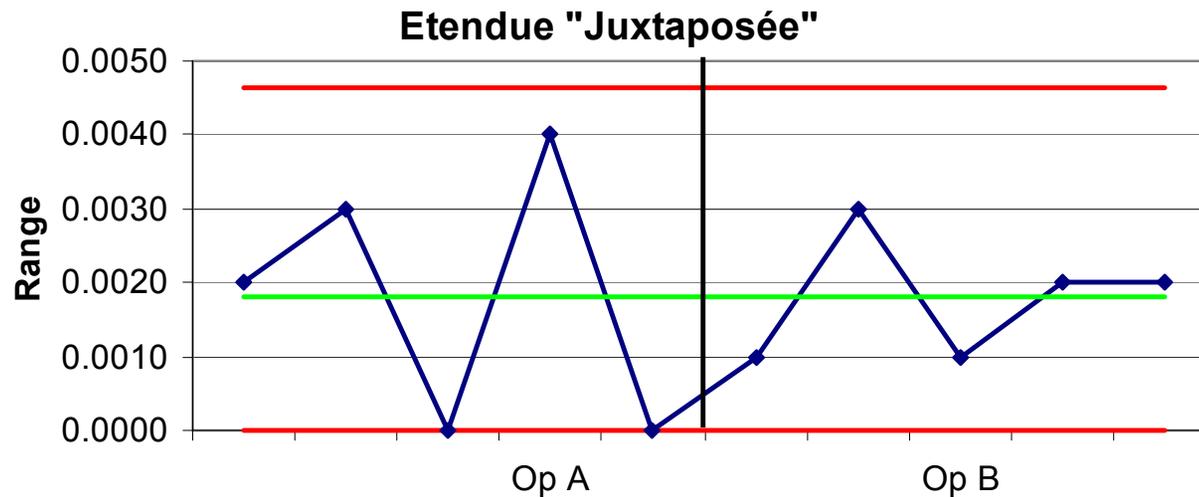
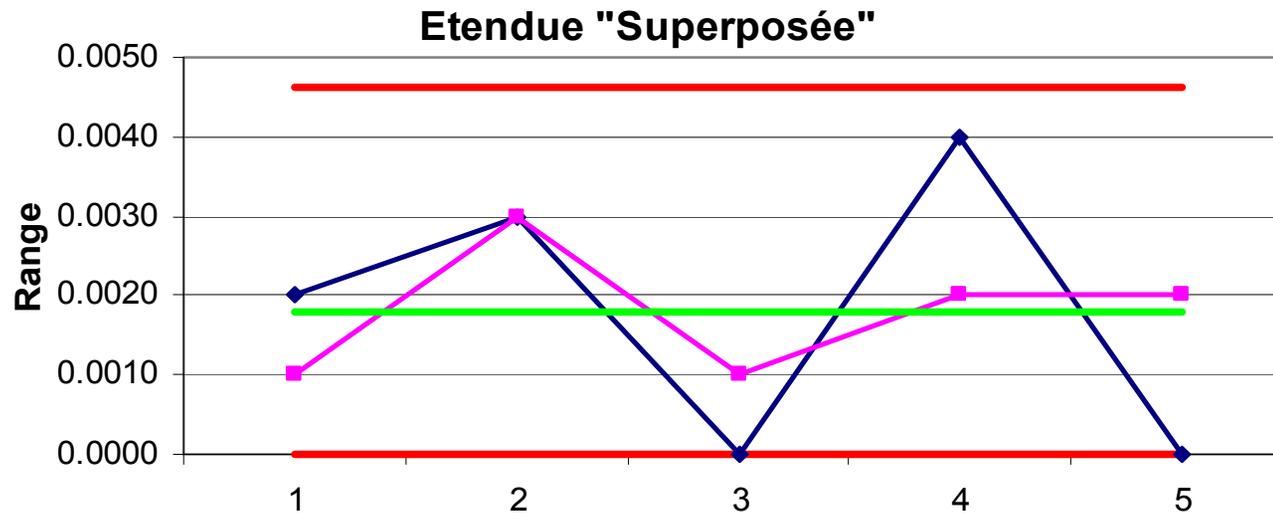
# R&R – Carte des Moyennes



# R&R – Carte des Moyennes

- **Les limites de contrôle de la carte des Moyennes indiquent la sensibilité de la mesure (bruit).**
- **Comme les pièces représentent la variation du procédé, la moitié des pièces ou plus devraient tomber hors des limites de contrôle**
- **Si c'est le cas, le système de mesure est adéquat**
- **Si moins de la moitié des pièces sortent des limites de contrôle alors, soit le système de mesure n'est pas adéquat, soit les pièces ne représentent pas la variation du procédé.**

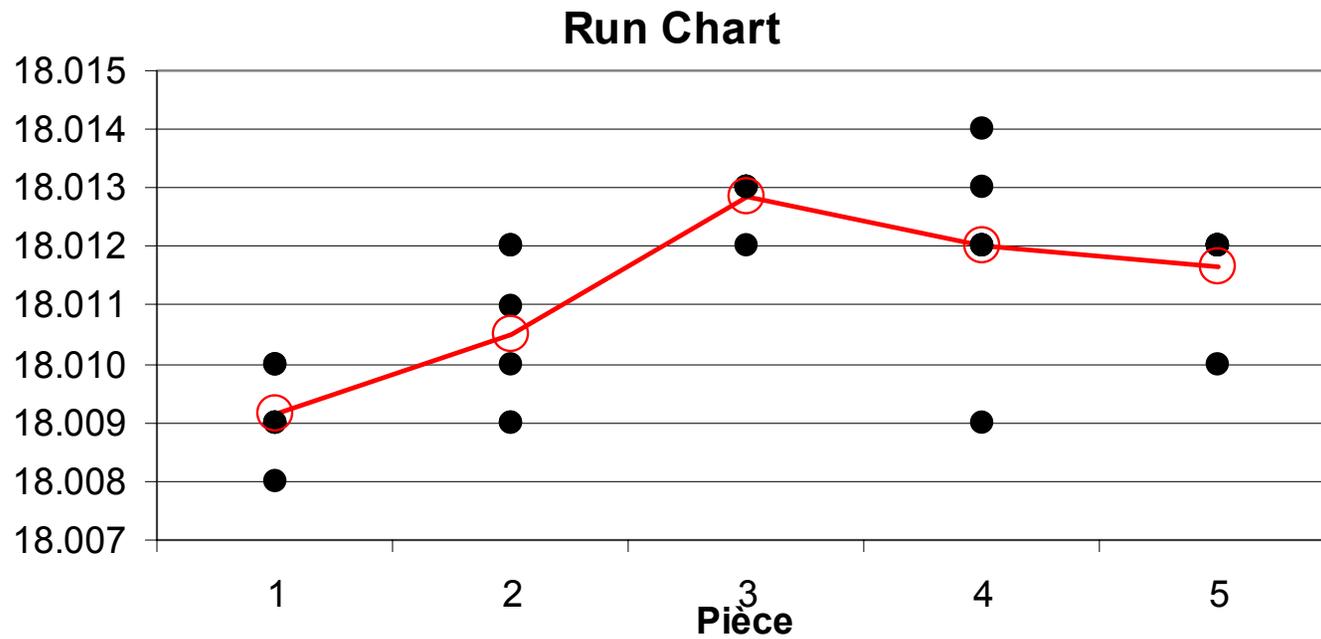
# R&R – Carte des Etendues



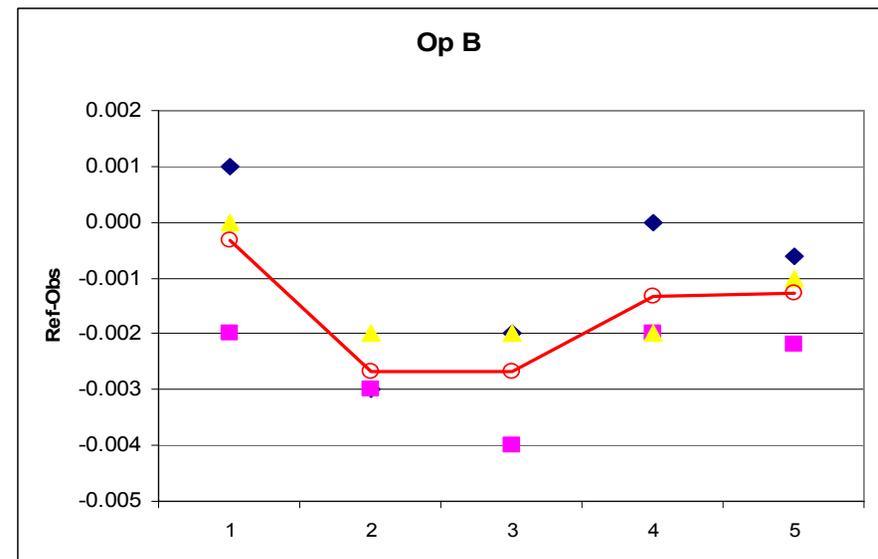
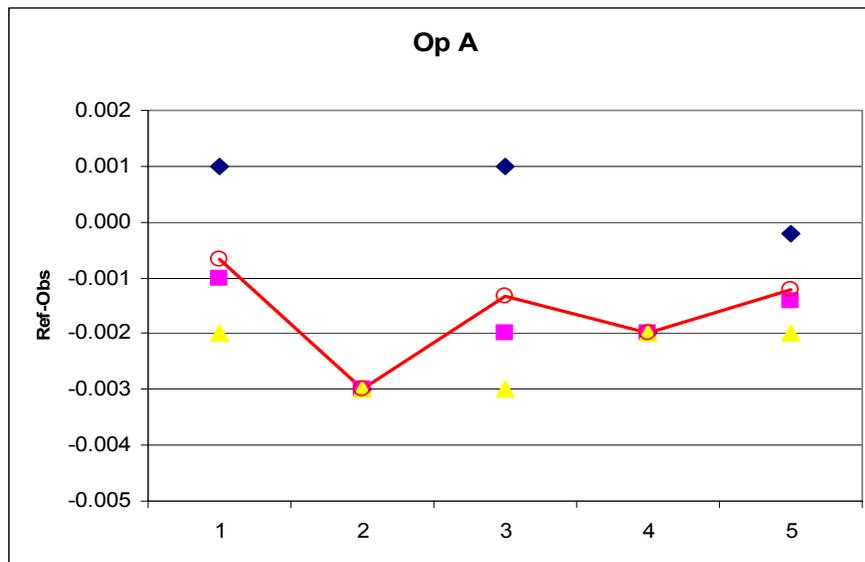
# R&R – Carte des Etendues

- **Si toutes les étendues sont sous contrôle, tous les testeurs travaillent de la même manière**
- **Si un testeur est hors contrôle, la méthode utilisée diffère de celle des autres**
- **Si tous les testeurs ont des étendues hors contrôle le système de mesure est sensible aux techniques des testeurs et doit être amélioré**
- **La carte ne doit pas contenir de « pattern », de tendance et montrer une stabilité**

# R&R – Run Chart par pièce



# R&R - Erreur



- La majorité des mesures est inférieure à la référence pour les deux opérateurs

# R&R – Calcul numérique

## Boite de vitesse

**Op A :**

Pièce	1	2	3	4	5	Moyenne
Essai 1	18.008	18.009	18.013	18.009	18.012	18.0102
Essai 2	18.009	18.011	18.013	18.012	18.012	18.0114
Essai 3	18.010	18.012	18.013	18.013	18.012	18.0120
Moyenne:	18.0090	18.0107	18.0130	18.0113	18.0120	
Etendue	0.0020	0.0030	0.0000	0.0040	0.0000	
Moyenne des moyennes ( $X_a$ ):	18.01120					
Moyenne des étendues ( $R_a$ ):	0.0018					

**Op B :**

Pièce	1	2	3	4	5	Moyenne
Essai 1	18.009	18.009	18.013	18.012	18.010	18.0106
Essai 2	18.010	18.012	18.013	18.014	18.012	18.0122
Essai 3	18.009	18.010	18.012	18.012	18.012	18.0110
Moyenne:	18.0093	18.0103	18.0127	18.0127	18.0113	
Etendue	0.0010	0.0030	0.0010	0.0020	0.0020	
Moyenne des moyennes ( $X_b$ ):	18.01127					
Moyenne des étendues ( $R_b$ ):	0.0018					

Moyenne des pièces ( $X_{p1..X_{pn}}$ ) :	18.0092	18.0105	18.0128	18.0120	18.0117
---	---------	---------	---------	---------	---------

Etendue des moyennes ( $R_o$ ) :	0.00007
Moyenne de la moyenne des étendues ( $\check{R}$ ) :	0.00180
Moyenne des pièces ( $X_p$ ) :	18.01123
Etendue des moyennes des pièces ( $R_p$ ) :	0.00367

# R&R – Calcul numérique

## *Etendue des Moyennes des Testeurs Ro*

- Etendue des moyennes  
 $(18.01120 - 18.01127) = 0.00007$

## *Moyenne des Moyennes des Etendues*

- Moyenne des moyennes des étendues = Etendue Moyenne  
 $(0.00180 + 0.00180) / 2 = 0.00180$

## *Moyenne des Pièces Xp*

- Moyenne des mesures des pièces = Moyennes Générale  
 $(18.01127 + 18.01120) / 2 = 18.01123$

## *Etendue des Moyennes des Pièces Rp*

- Etendue des moyennes des pièces  
**0.00367**

# R&R - Constantes

Nombre d'opérateurs :	2
Nombre d'essais (r) :	3
Nombre de pièces (n) :	5

Tolérance	0.026
Spécifications inférieure:	18.000
Spécifications supérieure:	18.026

table		
m	g	$d_2^*$ (Répétabilité)
3	10	1.72

table		
m	g	$d_2^*$ (Reproductibilité)
2	1	1.41

table		
m	g	$d_2^*$ (Variation pièces)
5	2	2.4

## Répétabilité:

- Taille des sous-groupes = 3 essais
- Nombre de sous-groupes = nombre de pièces fois le nombre de testeurs:  $(g) = 5 \times 2 = 10$

## Reproductibilité:

- Taille du sous-groupe = 2 testeurs
- Nombre de sous-groupes = 1 test

## Variation du Produit (Procédé):

- Taille du sous-groupe = 5 pièces
- Nombre de sous-groupes = 2 testeurs

# R&R – Analyse

## Répétabilité - Variation Equipement (EV ou $\sigma_e$ )

$$EV = 0.0010$$

$$\check{R}/d_2^*$$

## Reproductibilité - Variation Opérateur (AV or $\sigma_o$ )

$$AV = 0.0000$$

$$\sqrt{[R_o/d_2^*]^2 - [EV^2 / (nr)]}$$

Opérateur= Appraiser

## Variation Pièce (PV)

$$PV = 0.0015$$

$$R_p/d_2^*$$

## Répétabilité:

$$EV = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

## Testeur:

$$AV = \sqrt{\left(\frac{R_o}{d_2^*}\right)^2 - \frac{(EV)^2}{nr}}$$

## Produit (Procédé):

$$PV = \frac{R_p}{d_2^*}$$

# R&R - Analyse

## Répétabilité & Reproductibilité (R&R or $\sigma_m$ )

R&R = 0.0010

$$\sqrt{EV^2 + AV^2}$$

**R&R:**

$$R \& R = \sqrt{EV^2 + AV^2}$$

## Variation Totale (TV)

TV = 0.0018

$$\sqrt{R\&R^2 + PV^2}$$

**Total:**

$$TV = \sqrt{R \& R^2 + PV^2}$$

Chacune des grandeurs ainsi calculées représentent des écart-types. Les variations globales sont estimées par  $6 \sigma$  pour représenter la variation totale d'une distribution Normale ou  $5.15 \sigma$  pour atteindre 99% confiance.

# R&R – Conclusion TV

## Conclusions :

$$\% \text{ R\&R} = \mathbf{57.77\%} \cdot 100 \cdot \text{R\&R} / \text{TV}$$

**Commentaire :** La variation des opérateurs est négative -> AV= 0.  
R&R % est plus grand que 30 %. En conclusion ,le système est inacceptable

**%R&R représente le % variation totale « mangée » par le système de mesure sans tenir compte de la variation de la production**

$$\% \text{R\&R} = 100 * \frac{\text{R \& R}}{\text{TV}}$$

$$\% \text{Répétabilité} = 100 * \frac{\text{EV}}{\text{TV}}$$

$$\% \text{Reproductibilité} = 100 * \frac{\text{AV}}{\text{TV}}$$

- Si %R&R <10%, le système de mesure est bon
- Si %R&R compris entre 10% et 30%, le système de mesure peut-être acceptable
- Si %R&R>30%, le système de mesure n'est pas acceptable

# R&R – Conclusion Tolérance

## Conclusions :

$$\% \text{ R\&R} = \mathbf{24.15\%} \quad 100 * \text{R\&R} / (\text{Tolerance} / 6)$$

**Commentaire** La variation des opérateurs est négative -> AV= 0.  
R&R % est inférieur à 30 %. En conclusion, le système est acceptable

## **% Tolérance:**

- Si l'analyse porte sur le Produit, la Tolérance est utilisée au lieu de la Variation Totale et le dénominateur est remplacé par la Tolérance divisée par 6 ( $6\sigma$ ).
- Les deux approches TV et Tolérance sont valables, elles dépendent de l'utilisation du système de mesure et du souhait du client.
- Dans le cas d'une analyse basée sur la TV, il faut s'assurer que les pièces mesurées représentent bien la Variation Totale du Procédé

# R&R – ANOVA

Two-Way ANOVA Table With Interaction

	Source	DF	SS		MS	F
A	Pièce	4	0.000049	(1)	0.000012	12.86
B	Operateur	1	0.000000	(2)	0.000000	0.0351
AXB	Pièce*Operateur	4	0.000004	(3)	0.000001	0.7125
Error	Repeatability	20	0.000027	(4)	0.000001	
Total	Total	29	0.000079			

Pour p= 5 pièces, q= 2 opérateurs et n= 3 mesures

$$(1) = \sigma_e^2 + nq \sigma_a^2 + n \sigma_{ab}^2$$

$$\text{d'où } \sigma_b^2 = ((1)-(3))/nq = (0.000012-0.000001)/6 = 0.000018$$

$$(2) = \sigma_e^2 + np \sigma_b^2 + n \sigma_{ab}^2$$

$$\text{d'où } \sigma_b^2 = ((2)-(3))/np = 0$$

$$(3) = \sigma_e^2 + n \sigma_{ab}^2$$

$$\text{d'où } \sigma_{ab}^2 = ((3)-(1))/n = 0$$

$$(4) = \sigma_e^2$$

$$\text{d'où } \sigma_e^2 = 0.00000013$$

# R&R – ANOVA

<b>Source</b>	<b>VarComp</b>	<b>% Contribution (of VarComp)</b>
Total Gage R&R	0.0000013	41.03
Repeatability	0.0000013	41.03
Reproducibility	0.0000000	0.00
Operateur	0.0000000	0.00
Part-To-Part	0.0000018	58.97
Total Variation	0.0000031	100

<b>Source</b>	<b>StdDev (SD)</b>	<b>Study Var (6 * SD)</b>	<b>Study Var (% SV)</b>
Total Gage R&R	0.0011267	0.0067602	64.05
Repeatability	0.0011267	0.0067602	64.05
Reproducibility	0	0	0
Operateur	0	0	0
Part-To-Part	0.0013508	0.0081045	76.79
Total Variation	0.0017590	0.0105538	100

# Systeme

## Aptitude (Capabilité)

$$\sigma_{\text{Aptitude}}^2 = \sigma_{\text{biais(linéarité)}}^2 + \sigma_{\text{R\&R}}^2 \Rightarrow C_p \text{ et } C_{pk}$$

- Utiliser la variance maximum sur l'ensemble des conditions d'application (cas le plus défavorable) ou,
- Déterminer et rapporter les variances suivant les conditions (i.e. portions de l'étendue de mesure)

## Performance

$$\sigma_{\text{Performance}}^2 = \sigma_{\text{Aptitude}}^2 + \sigma_{\text{Stabilité}}^2 + \sigma_{\text{Cohérence}}^2 \Rightarrow P_p \text{ et } P_{pk}$$

- La performance tient compte de tous les effets significatifs et de toutes les sources de variations identifiables au cours du temps. Soit l'Aptitude à court terme, la stabilité et la cohérence

# Test destructif

Numération plaquettaire par les Celdyn 1300

## But de l'étude

**Les variables d'intérêt étudiées sont :**

- Le site de mesure (labo)
- L'opérateur qui a réalisé la mesure
- L'échantillon (pool plaquettaire homogénéisé)
- La dilution
- La répétabilité de la mesure pure

# Test destructif

## Numération plaquettaire par les Celdyn 1300

### Protocole expérimental

- **Au laboratoire central**

- ✓ **Jour 1** : Préparer un pool de plaquettes destiné au CQ (rejet CQ destructif)

- ✓ **Jour 2 matin** :

- Etiquetter 4 tubes par sites de comptages (BH 1,.., BH 4, LG 1,.., LG 4,N4 1,.., N4 4)
    - Mélanger le pool par retournements doux.
    - Répartir 3 ml par tube.
    - Envoyer les tubes destinés aux sites par transport rapide

- **Dans chacun des laboratoires (BH, LG et N4) (Jour 2 après-midi)**

- Editer les résultats des controles « Abbott »
  - Noter le facteur correctif plaquettes du Celdyn
  - Répartir les 4 tubes entre les 2 techniciens CQ

BH : Eric : BH 1, BH 3; Freddy : BH 2, BH 4

LG : Martine : LG 1, LG 3; Vanessa : LG 2, LG 4

N4 : Annie : N4 1, N4 3; Chantal : N4 2, N4 4

- Chaque technicien prépare 2 dilutions par tube suivant la MOP, notées A et B
  - Chaque échantillon individuel est passé 5 fois au Celdyn.

# Test destructif

## Numération plaquettaire par les Celldyn 1300

### Plan d'expérience hiérarchique balancé à

- **120 essais et**
- **5 facteurs de variation hiérarchisés**
  - **Site : 3 sites de mesure**
  - **Opérateur : 2 opérateurs par site**
  - **Echantillon : 2 échantillons par opérateur**
  - **Dilution : 2 dilutions par opérateur**
  - **Mesure pure : 5 mesures de chaque échantillon dilué**

# Test destructif

## Numération plaquettaire par les Celldyn 1300 ANOVA Minitab

Source	DF	SS	MS	F	P
Site	2	15622.31	7811.15	28.043	0.011
Noperateur	3	835.62	278.54	2.546	0.152
Echantillon	6	656.55	109.42	1.149	0.393
Dilution	12	1143.30	95.27	1.670	0.086
Error	96	5476.80	57.05		
Total	119	23734.59			

### Variance Components

Source	Var Comp.	% of Total	StDev
Site	188.31	71.64	13.72
Noperateur	8.45	3.22	2.90
Echantillon	1.41	0.54	1.19
Dilution	7.64	2.91	2.76
Error	57.05	21.70	7.55
Total	262.88		16.21

# Référence

•Measurement System Analysis MSA (3rd Edition) 2002  
DaimlerChrysler Corporation, Ford Motor Company, General  
Motors Corporation

•<http://www.boeing.com/companyoffices/doingbiz/supplier/d1-9000-1.pdf>

ou

•taper dans un moteur de recherche “boeing d1-9000-1”

# R&R Table $d_2^*$

	m													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1.41	1.91	2.24	2.48	2.67	2.83	2.96	3.08	3.18	3.27	3.35	3.42	3.49	3.55
2	1.28	1.81	2.15	2.40	2.60	2.77	2.91	3.02	3.13	3.22	3.30	3.38	3.45	3.51
3	1.23	1.77	2.12	2.38	2.58	2.75	2.89	3.01	3.11	3.21	3.29	3.37	3.43	3.50
4	1.21	1.75	2.11	2.37	2.57	2.74	2.88	3.00	3.10	3.20	3.28	3.36	3.43	3.49
5	1.19	1.74	2.10	2.36	2.56	2.73	2.87	2.99	3.10	3.19	3.28	3.35	3.42	3.49
6	1.18	1.73	2.09	2.35	2.56	2.73	2.87	2.99	3.10	3.19	3.27	3.35	3.42	3.49
7	1.17	1.73	2.09	2.35	2.55	2.72	2.87	2.99	3.10	3.19	3.27	3.35	3.42	3.48
g 8	1.17	1.72	2.08	2.35	2.55	2.72	2.87	2.98	3.09	3.19	3.27	3.35	3.42	3.48
9	1.16	1.72	2.08	2.34	2.55	2.72	2.86	2.98	3.09	3.18	3.27	3.35	3.42	3.48
10	1.16	1.72	2.08	2.34	2.55	2.72	2.86	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.42	3.48
11	1.16	1.71	2.08	2.34	2.55	2.72	2.86	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.41	3.48
12	1.15	1.71	2.07	2.34	2.55	2.72	2.85	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.41	3.48
13	1.15	1.71	2.07	2.34	2.55	2.71	2.85	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.41	3.48
14	1.15	1.71	2.07	2.34	2.54	2.71	2.85	2.98	3.08	3.18	3.27	3.34	3.41	3.48
15	1.15	1.71	2.07	2.34	2.54	2.71	2.85	2.98	3.08	3.18	3.26	3.34	3.41	3.48
> 15	1.128		2.059		2.534		2.847		3.078		3.258		3.407	
		1.693		2.326		2.704		2.970		3.173		3.336		3.472

Table de Duncan A.J., GIPciim Codifoc