

Analyse du Système de Mesure (MSA)

**Cours STAT2310
2007-2008**

INTRODUCTION

Qualités d'un système de mesure

- **Standard**

- **Equipement de mesure**

- **Sous contrôle statistique**

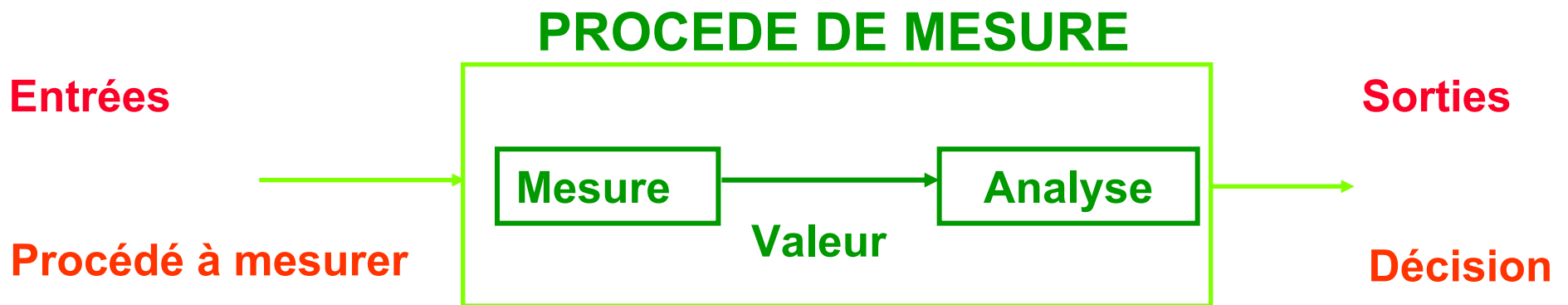
- **Produit**

- 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

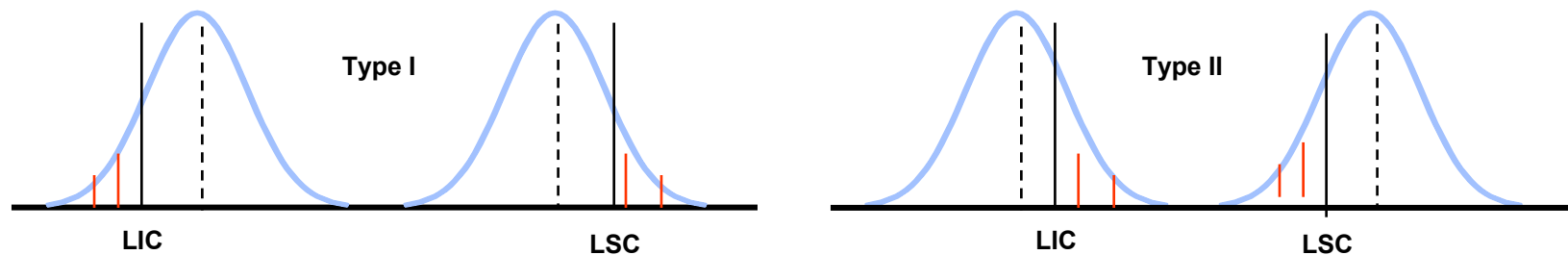
Les 5M

- **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 α , erreur de type I)
- Accepter un mauvais produit (risque β , 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

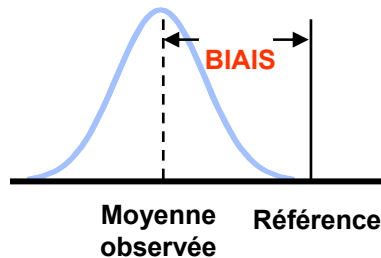
Système de mesure

- Aptitude (Capabilité)
- Performance
- Incertitude

Variation de la Position

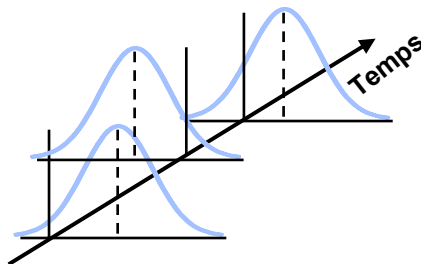
Exactitude

- «Proximité » de la vraie valeur



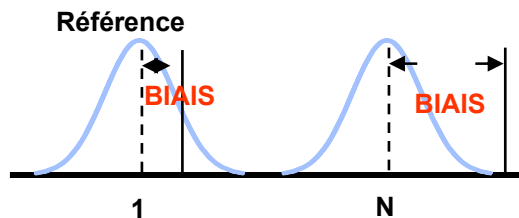
Biais

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



Stabilité

- Pas de variation de biais au cours du temps



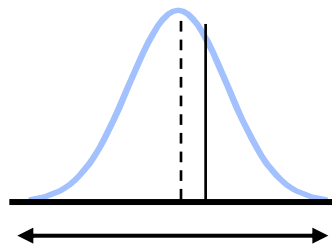
Linéarité

- Pas de variation de biais sur l'étendue opérationnelle

Variation de la Dispersion (1)

Précision

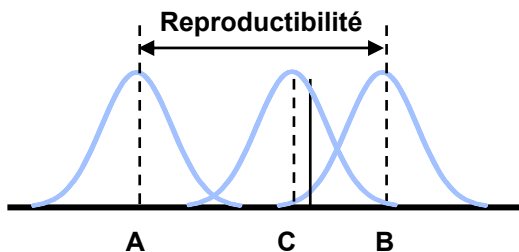
- Erreur aléatoire



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

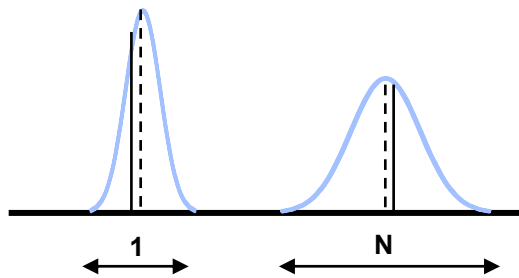
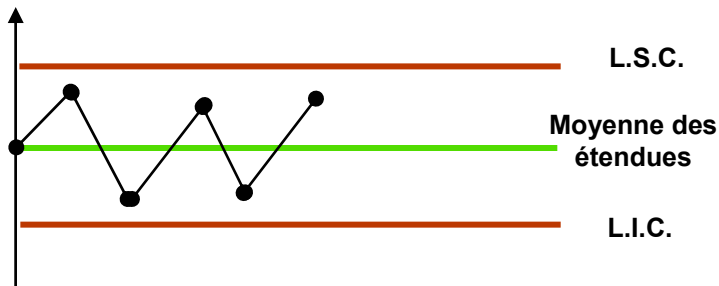
- Le plus petit « input » détectable à l'«output »

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

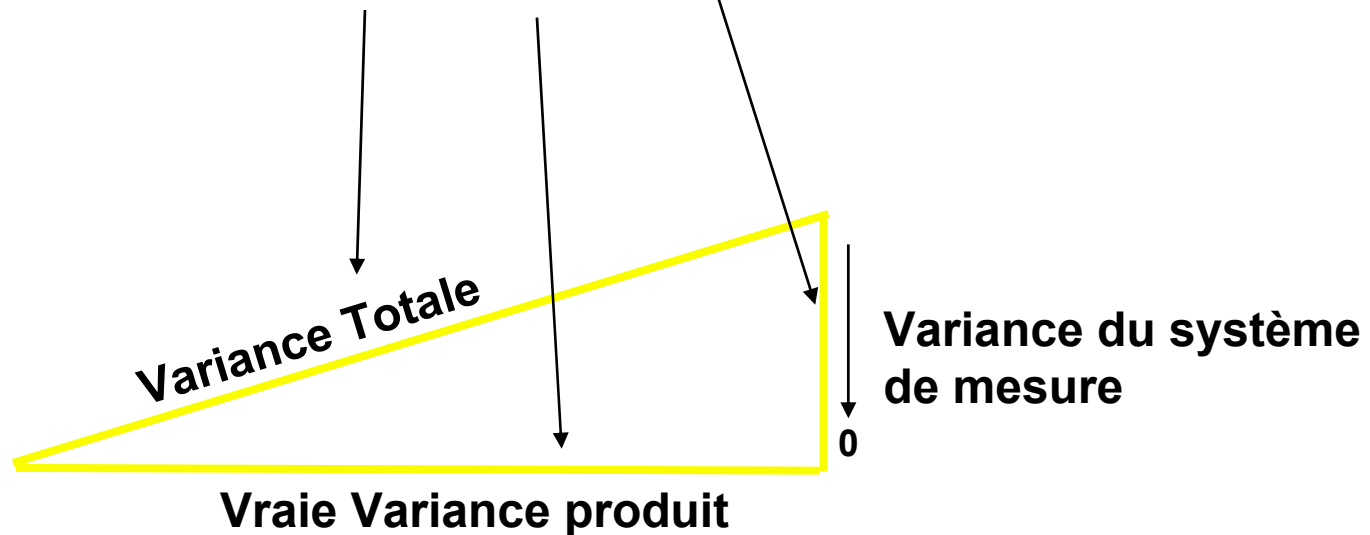
- Intervalle des mesures parmi lesquelles la vraie valeur est supposée appartenir

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

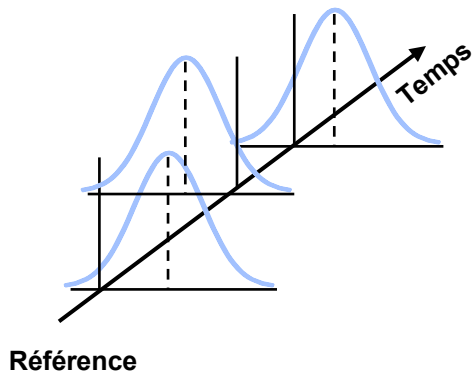
- Etendue
- Moyenne et Etendue
- Graphiques
- ANOVA

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

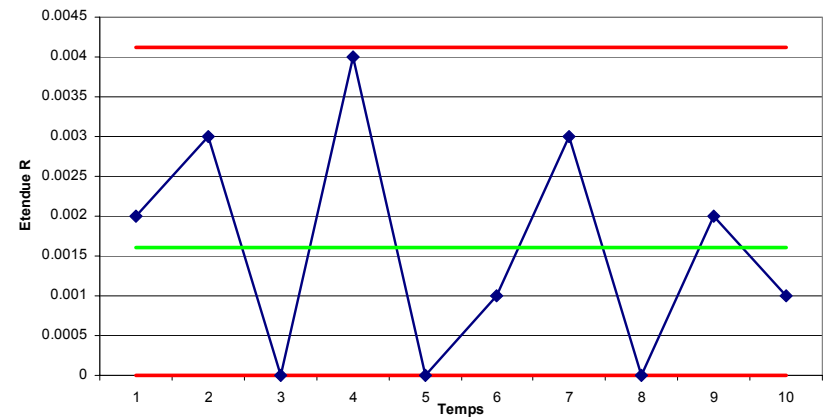
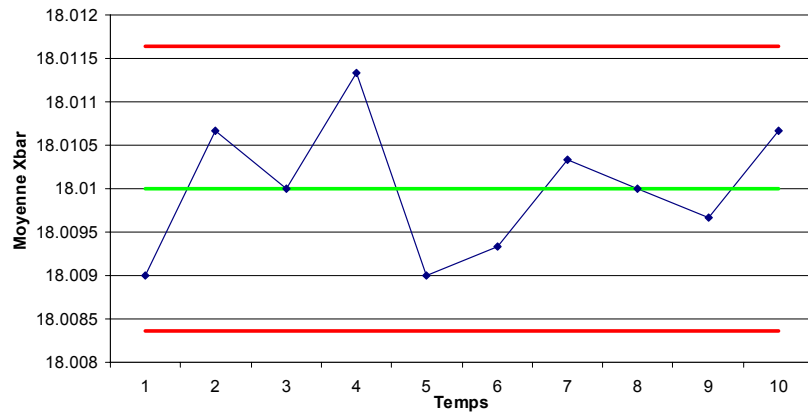
Position - Stabilité



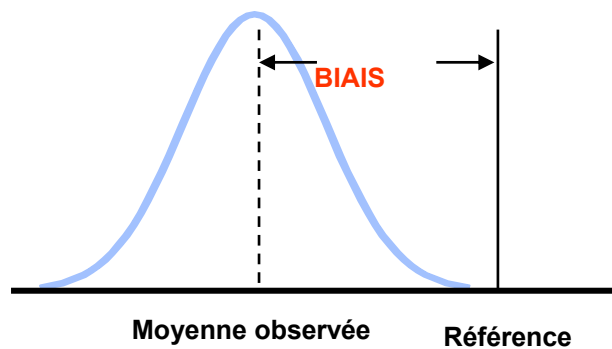
- Mesurer la pièce $n \geq 10$ en laboratoire (temps)
- Utiliser la moyenne de ces n mesures comme Référence
- Mesurer la pièce 3 à 5 fois périodiquement
- Représenter la carte de contrôle \bar{X} /R ou \bar{X} /s
- Analyser la carte de contrôle pour sa stabilité

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	
Xbar	18.0090	18.0107	18.0100	18.0113	18.0090	18.0093	18.0103	18.0100	18.0097	18.0107	18.01000
Etendue	0.002	0.003	0.000	0.004	0.000	0.001	0.003	0.000	0.002	0.001	0.0016



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 = $\bar{X} - \text{Référence}$

• Calculer l'écart-type de répétabilité

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

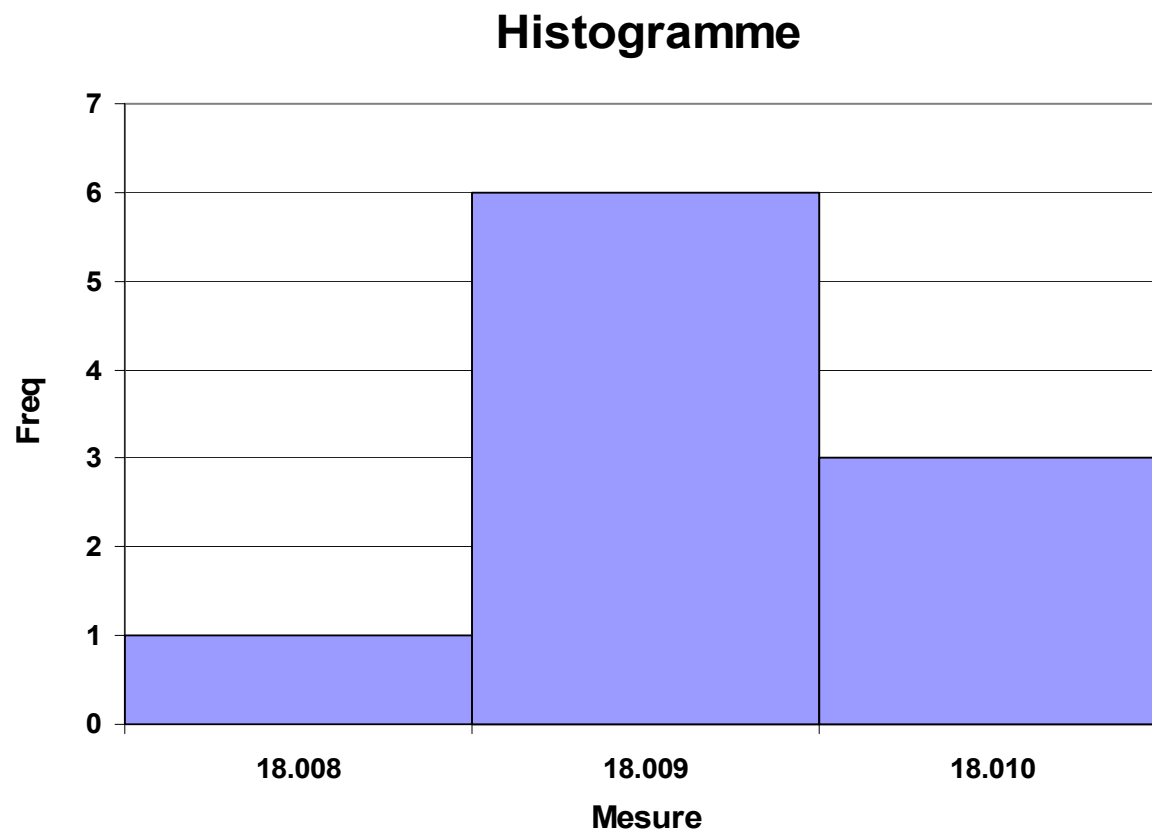
• Déterminer la statistique t de Student à n-1 d.l. $t = \frac{\text{Biais}}{s_b}$

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

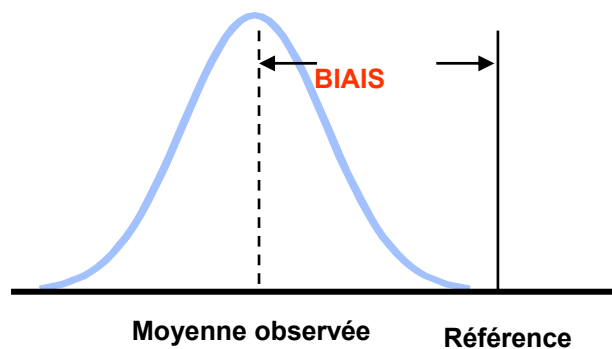
$$\text{Biais} - s_b t_{n-1, \alpha/2} \leq \text{zero} \leq \text{Biais} + s_b t_{n-1, \alpha/2}$$

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
Moyenne	18.0092	0.0008
S_{rep}	0.00063	S_b 0.00020
t_{obs}	4.00000	
t_{9,0.025}	2.26216	
Intervalle de confiance		
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

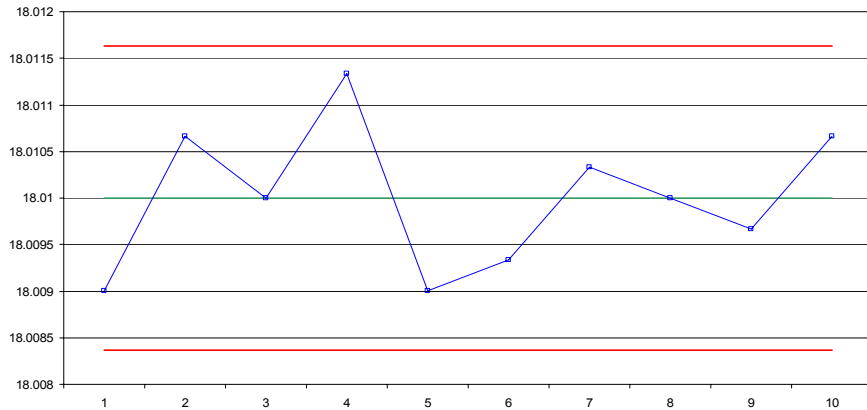
Position - Biais (k échantillons)

Ref	Temps										Moyenne	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
18.01												
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	

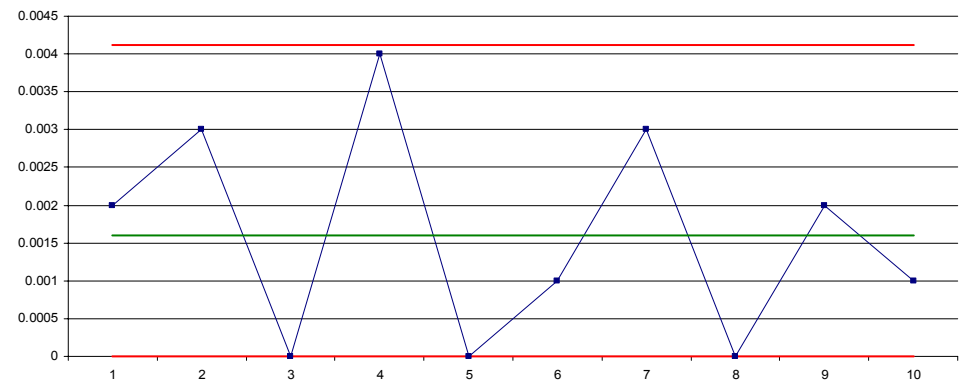
Var 0.000001 0.000002 0.000000 0.000004 0.000000 0.000000 0.000002 0.000000 0.000001 0.000000 0.000001

S_{rep} 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 α 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)

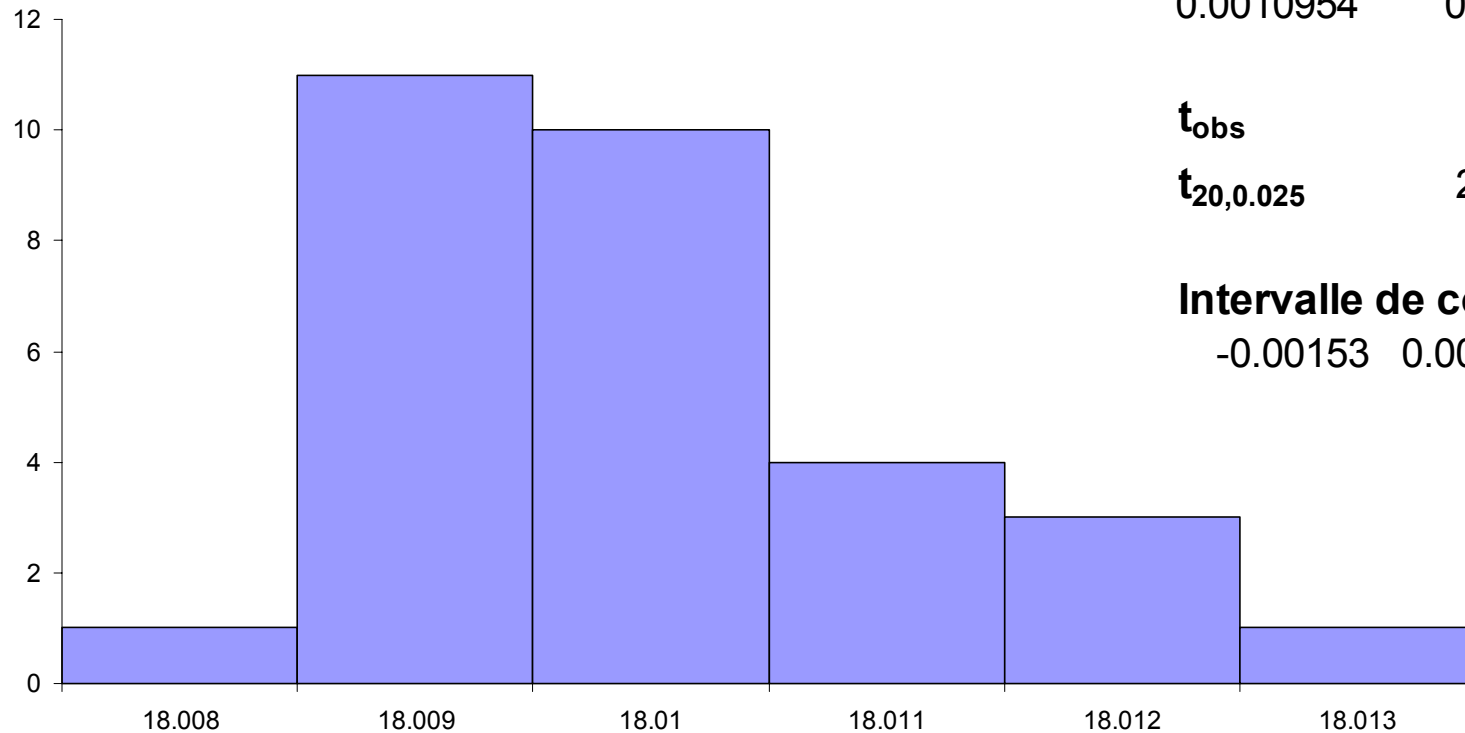
Moyenne	Ref	Biais
18.01000	18.01	0.00000

S_{rep}	S_b
0.0010954	0.00063

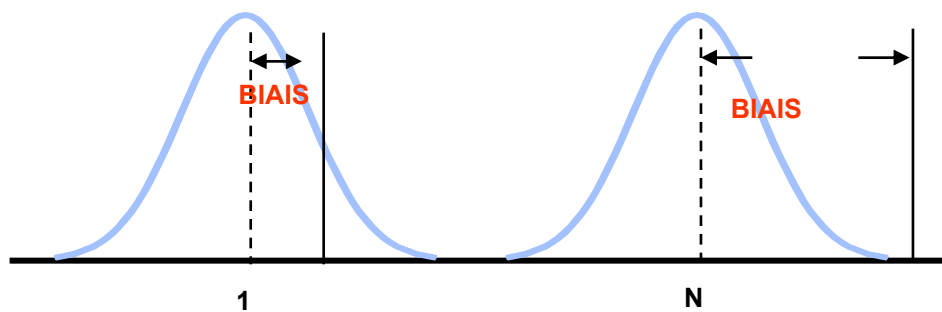
t_{obs}	0.000
------------------------	-------

t_{20,0.025}	2.4231
-----------------------------	--------

Intervalle de confiance
-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

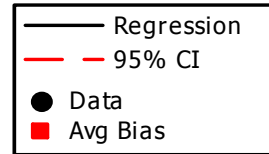
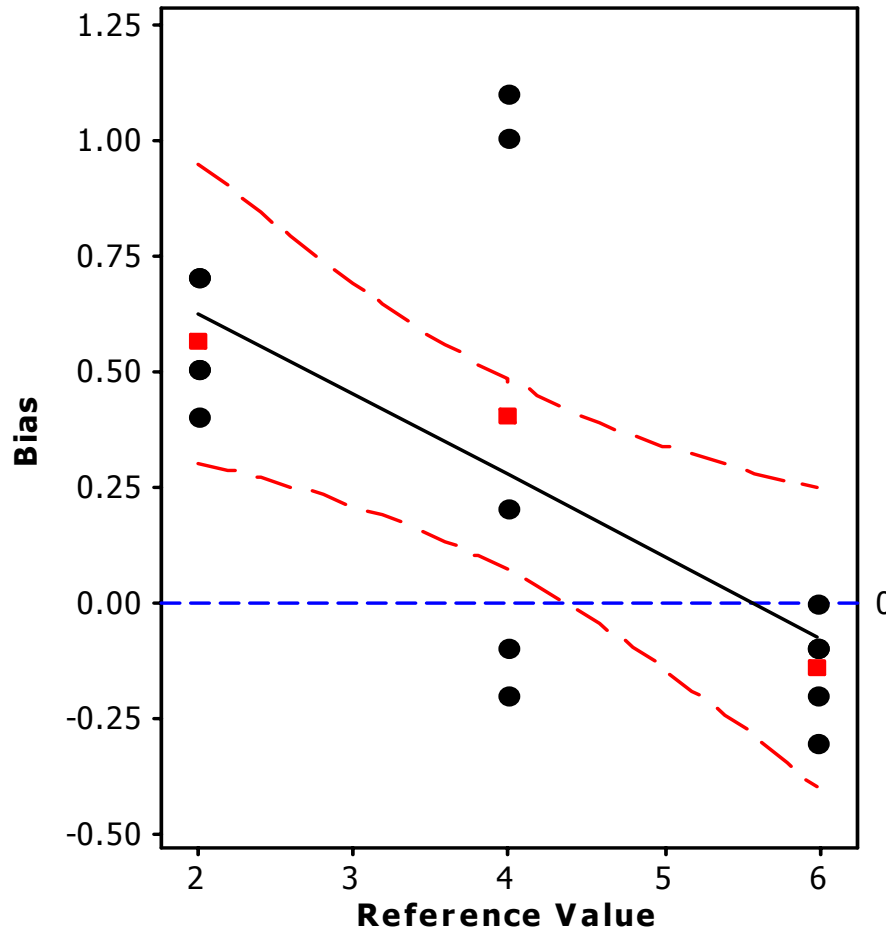
$$y_i = ax_i + b \quad \text{où} \quad y_i = \text{Biais}_i \quad \text{et} \quad x_i = \text{Référence}_i$$

- 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 _{i,,j}	Biais _i
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	0.56
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	0.4
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	-0.14

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

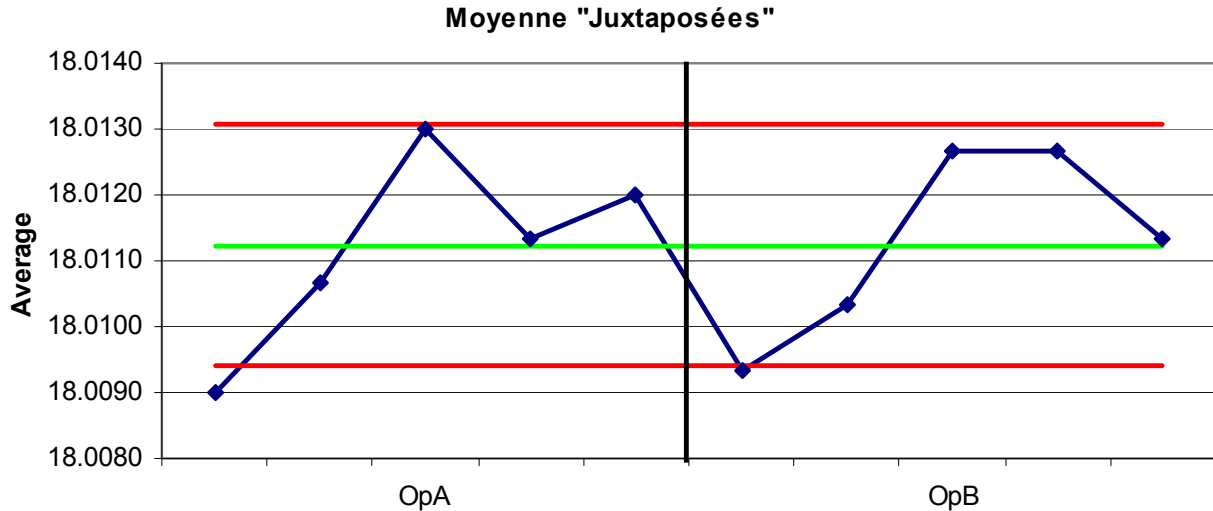
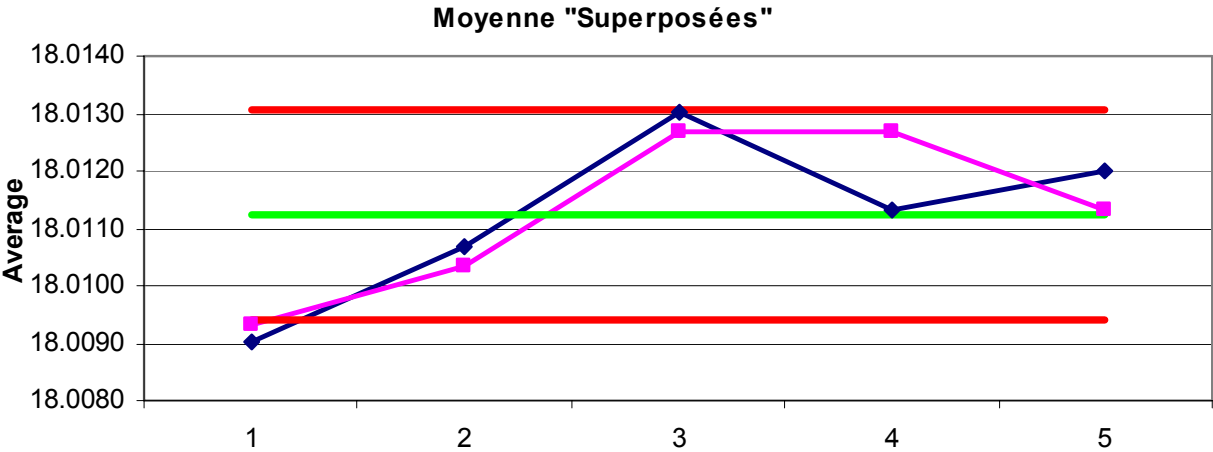
Op A :

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					

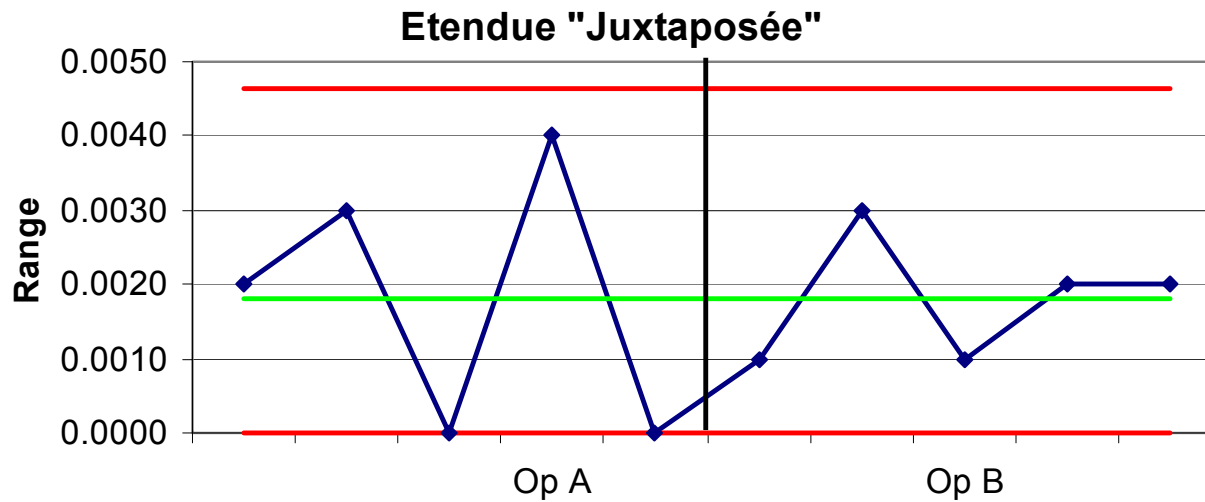
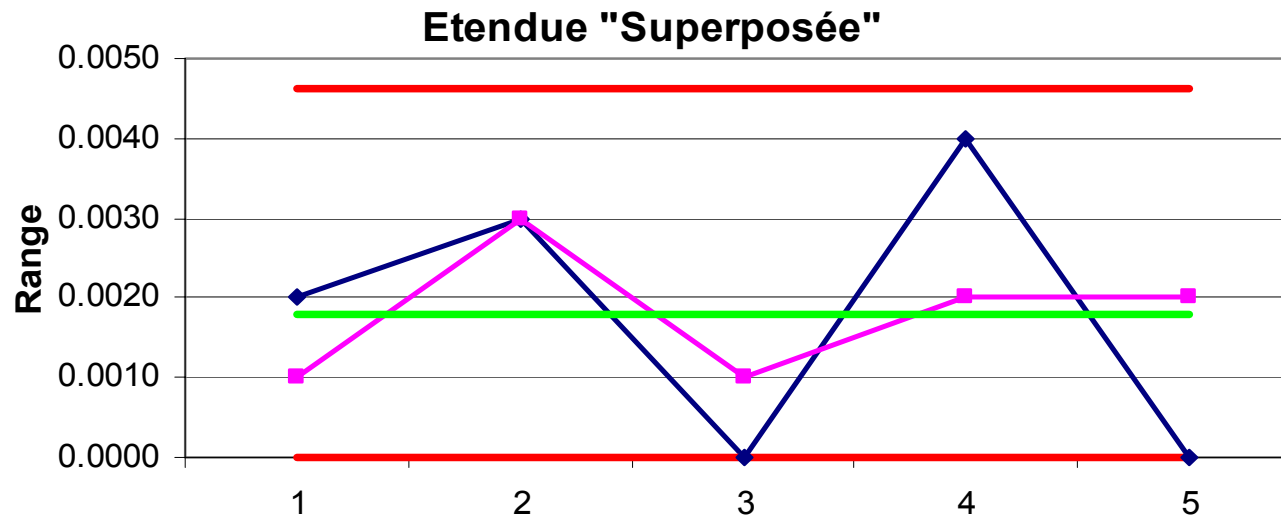
R&R – Carte des Moyennes



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.**

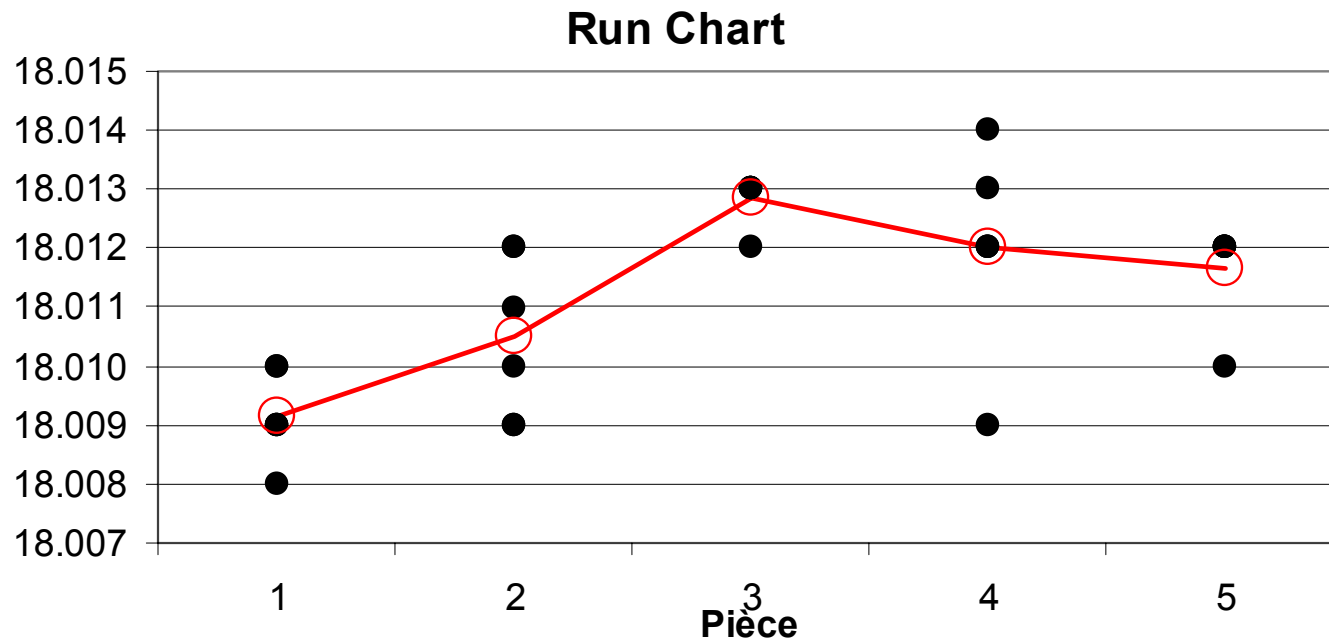
R&R – Carte des Etendues



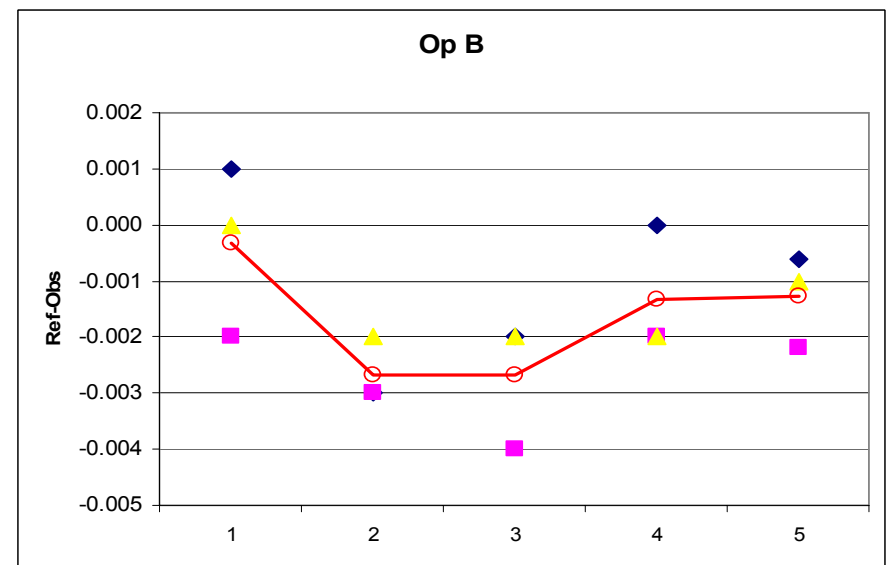
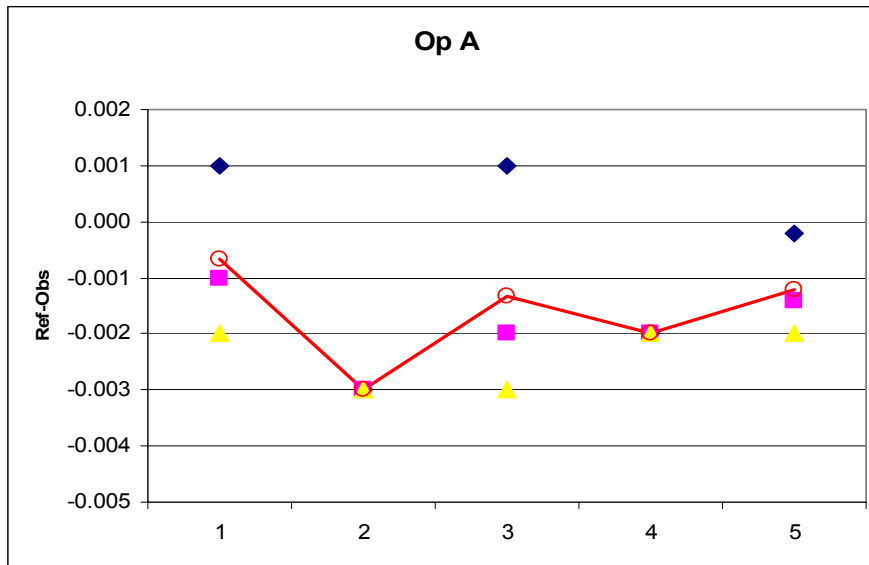
R&R – Carte des Etendues

- **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 σ_e)

$$EV = 0.0010$$

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

Reproductibilité - Variation Opérateur (AV or σ_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 σ_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 6σ pour représenter la variation totale d'une distribution Normale ou 5.15σ pour atteindre 99% confiance.

R&R – Conclusion TV

Conclusions :

$$\% \text{ R\&R} = 57.77\% \quad 100 * \text{R\&R} / \text{TV}$$

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 :

% R&R = 24.15% $100 * R\&R / (Tolerance/6)$

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 (6σ).
- 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

Source	VarComp	% Contribution (of VarComp)
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

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	Study Var (% SV)
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