

## *Exemple d'analyse de variabilité d'un procédé de production*

Contexte: Atelier de production : rivetage de tenon en alu. 1 ligne de production avec process d'assemblage et presses de rivetages (4 presses).

Caractéristique sensible du produit => tenue à la rupture en daN de la pièce rivetée. Spécification 62 +/- 5 daN.

Une première analyse a montré un nombre trop important de produits hors tolérances

- Questions:
- Comment représenter visuellement mes données?
  - Comment identifier les facteurs influents de la variabilité de mon procédé de production?
  - Comment réduire la variabilité et quantifier mon amélioration?



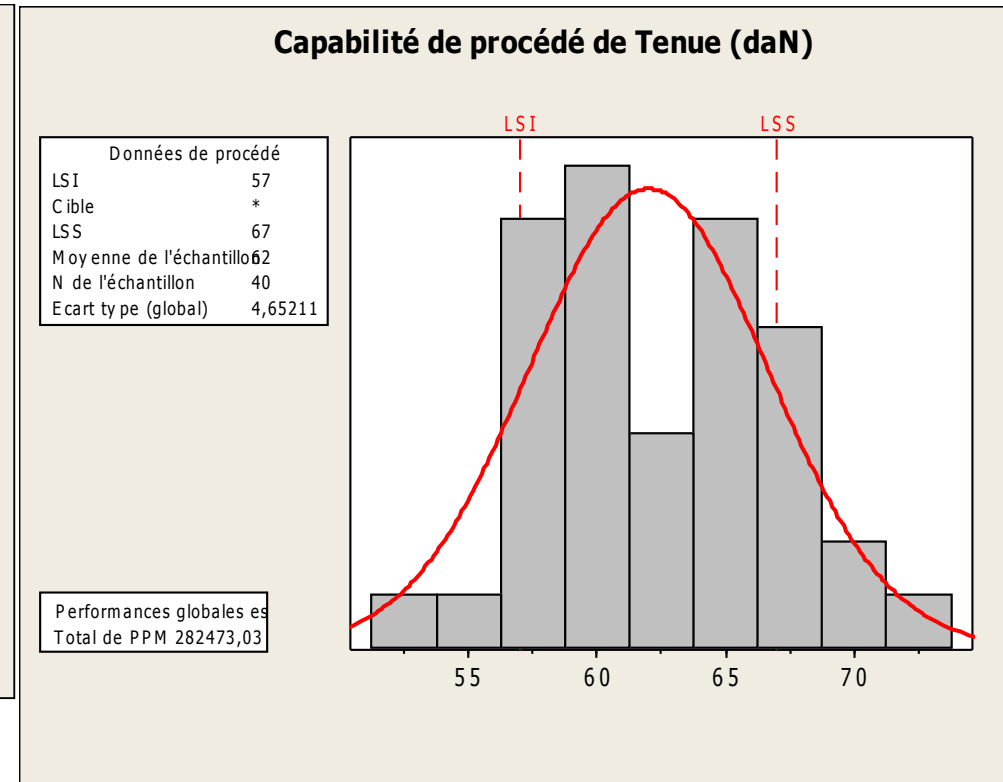
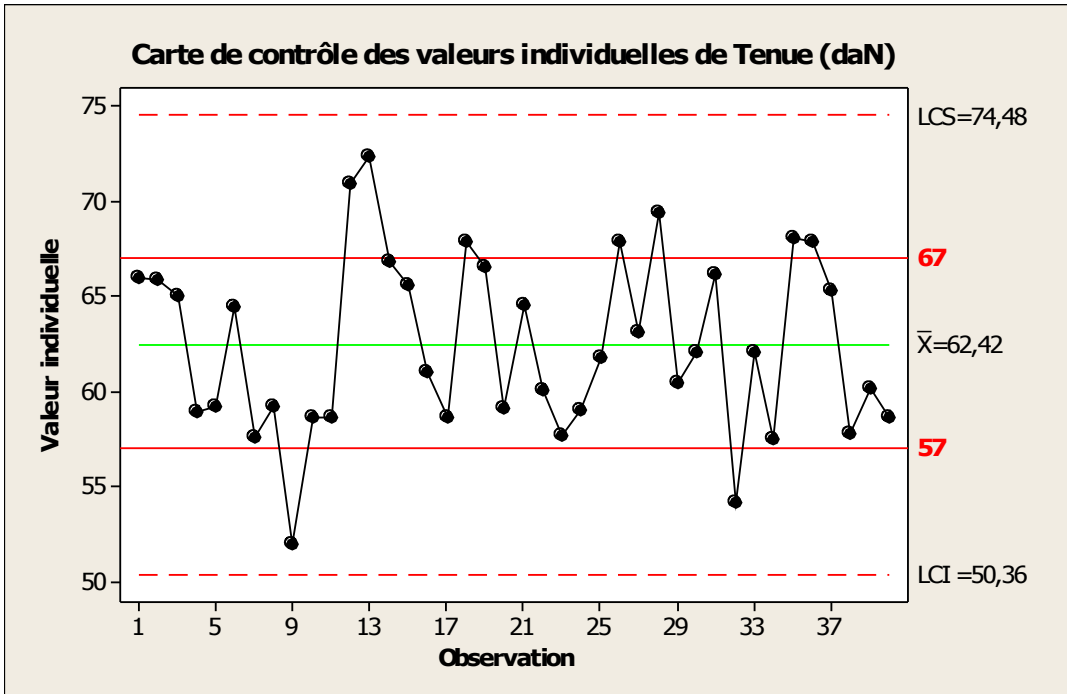
### Outils et méthodes utilisés:

- Histogramme
- Test de normalité
- Cartes de contrôle
- Analyse de capacité
- Analyse de la variance

# Analyse du fichier client (données historiques de tenue)



## - Données historiques (issues de la population de produits sur la ligne)



### Résultats:

- Valeurs de tenue stables dans le temps, pas de variations anarchiques détectées par la carte de contrôle (les lignes rouges pointillées de la carte de contrôle représentent des limites de contrôle statistiques  $\neq$  limites de spécification (lignes rouges pleines)).
- On observe des produits hors tolérances.
- La valeur moyenne de tenue est de 62,4 daN  $\Rightarrow$  centrée sur l'intervalle de tolérance. Le centrage est correct.
- La variation des pièces autour de la valeur moyenne est trop forte.
- On prévoit plus de 28% de produits non conformes (282473ppm)

$\Rightarrow$  recherche des causes de variabilité de la tenue



# Analyse du fichier client (données historiques de tenue)



## - Résultat de la recherche des causes de variations (facteur presse)

ANOVA à un facteur contrôlé : Presse 1; Presse 2; Presse 3; Presse 4

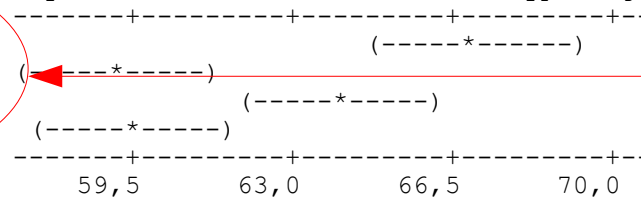
Source	DL	Somme des carrés	CM	F	P
Facteur	3	445,8	148,6	13,43	0,000
Erreur	36	398,3	11,1		
Total	39	844,0			

S = 3,326 R carré = 52,82 % R carré (ajust) = 48,88 %

- Environ 53% de la variation de la tenue est expliquée par le facteur presse.

Limites de confiance = 95 % distinctes pour la moyenne en fonction de l'écart type regroupé

Niveau	N	Moyenne	EcTyp
Presse 1	10	67,020	2,965
Presse 2	10	59,020	4,068
Presse 3	10	64,180	3,827
Presse 4	10	59,460	2,066



- Les valeurs de tenue en fonction de la presse sont très différentes.  
- On observe en moyenne une différence de tenue de 8 daN entre la presse 1 et la presse 2 (80% de l'intervalle de tolérance!!!!)

Ecart type regroupé = 3,326

### Résultats:

- Le facteur « presse » est un facteur significatif et important de la tenue.
- C'est la cause principale de variation de la tenue. En diminuant les écarts de tenues entre les presses on peut potentiellement diminuer la variabilité de plus de 50%

**=> Travail sur les presses pour optimiser et standardiser les réglages.**



# Analyse de nouvelles données de tenue après optimisation



## - Résultat après optimisation du paramétrage des presses et standardisation

ANOVA à un facteur contrôlé : Tenue (daN) optim en fonction de presse optim

Source	DL	Somme des carrés	CM	F	P
presse optim	3	22,72	7,57	1,05	0,384
Erreur	36	260,52	7,24		
Total	39	283,25			

S = 2,690 R carré = 8,02 % R carré (ajust) = 0,36 %

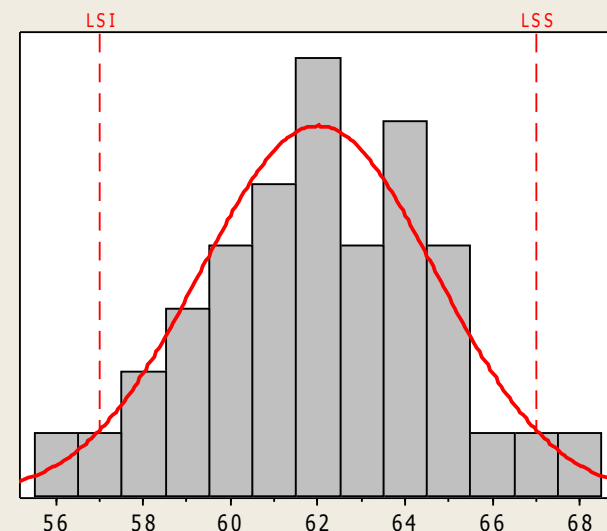
Limites de confiance = 95 % distinctes pour la moyenne en fonction de l'écart type regroupé

Niveau	N	Moyenne	EcTyp
1	10	62,878	2,248
2	10	61,202	3,286
3	10	62,617	2,473
4	10	61,304	2,642

Ecart type regroupé = 2,690

### Capabilité de procédé de Tenue (daN) optim

Données de procédé	
LSI	57
Cible	*
LSS	67
Moyenne de l'échantillon	62
N de l'échantillon	40
Ecart type (global)	2,69494



### Résultats:

- Le % de variation expliqué par le facteur « presse » est passé de 53 à 8% (et n'est plus significatif)
- Toutes les presses montrent une valeur moyenne de tenue proche de 62 daN.
- Plus de différences significatives entre les presses => le facteur presse n'est plus un facteur influent dans la nouvelle collecte de données.
- On ne prévoit plus que 6% (63549ppm) de pièces non conformes au lieu de 28% => très nette amélioration
- Possibilité de continuer l'analyse pour découvrir d'autres sources de variabilité pour diminuer encore le % de pièces non conformes.