

# L'Analyse de l'Aptitude d'un Procédé à l'Aide de MINITAB (I)

Keith M. Bower, M.S.

## Résumé

L'utilisation d'indices d'aptitude tels que les valeurs  $C_p$ ,  $C_{pk}$ , et "Sigma" est très répandue au sein de l'industrie. Il est important de souligner qu'il existe certaines suppositions cruciales qui permettent l'utilisation de telles valeurs pour obtenir une interprétation probante, mais sont souvent ignorées. L'intention de l'auteur est d'aborder ces questions par le biais d'un débat et d'études de cas, et de fournir des conseils et indications utiles lors de l'exécution d'une analyse de l'aptitude à l'aide de MINITAB<sup>®</sup>. Les procédures relatives au traitement de données non Normales seront exposées dans le prochain numéro d'EXTRAOrdinary Sense.

## Suppositions

Deux suppositions critiques doivent être prises en compte lors de l'exécution d'analyses de l'aptitude d'un procédé avec des données continues, à savoir:

1. Le procédé est sous contrôle statistique.
2. La distribution du procédé étudié est Normale.

Si ces suppositions ne sont pas satisfaites, les statistiques résultantes peuvent être extrêmement douteuses. On s'aperçoit en pratique qu'en général, une voire les deux suppositions sont écartées.

## 1. Etat de Contrôle

Si le procédé n'est pas sous contrôle statistique, nous ne pouvons pas utiliser de manière fiable nos estimations de dispersion et d'emplacement, et nos formules sont par conséquent redondantes. Afin d'évaluer si un procédé est ou non sous contrôle statistique, les professionnels de la qualité utilisent des cartes de contrôle. Le type de cartes de contrôle le plus souvent utilisé aujourd'hui est celui s'inspirant des travaux précurseurs du Dr. Walter Shewhart au début des années 20. Sous leur forme élémentaire, ces cartes (ex. X barre-R, X barre-S) sont sensibles à la détection de décalages relativement importants au sein du procédé, à savoir de l'ordre de 1,5 fois l'écart-type ou plus.

Deux types de cartes sont principalement utilisés pour détecter des décalages moins importants, à savoir les cartes pour sommes cumulées (CUSUM) et les cartes à moyenne mobile et à pondération exponentielle (EWMA). Pour obtenir tout complément d'information sur ces cartes, le lecteur intéressé est prié de se référer à Montgomery<sup>1</sup> et à un exemple de Bower<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Montgomery, D.C. (1996). *Introduction to Statistical Quality Control, 3rd Edition*. John Wiley & Sons.

<sup>2</sup> Bower, K.M. (Octobre, 2000). "Using Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) Charts", Ingénieur Asie-Pacifique.

## 2. La Distribution Normale

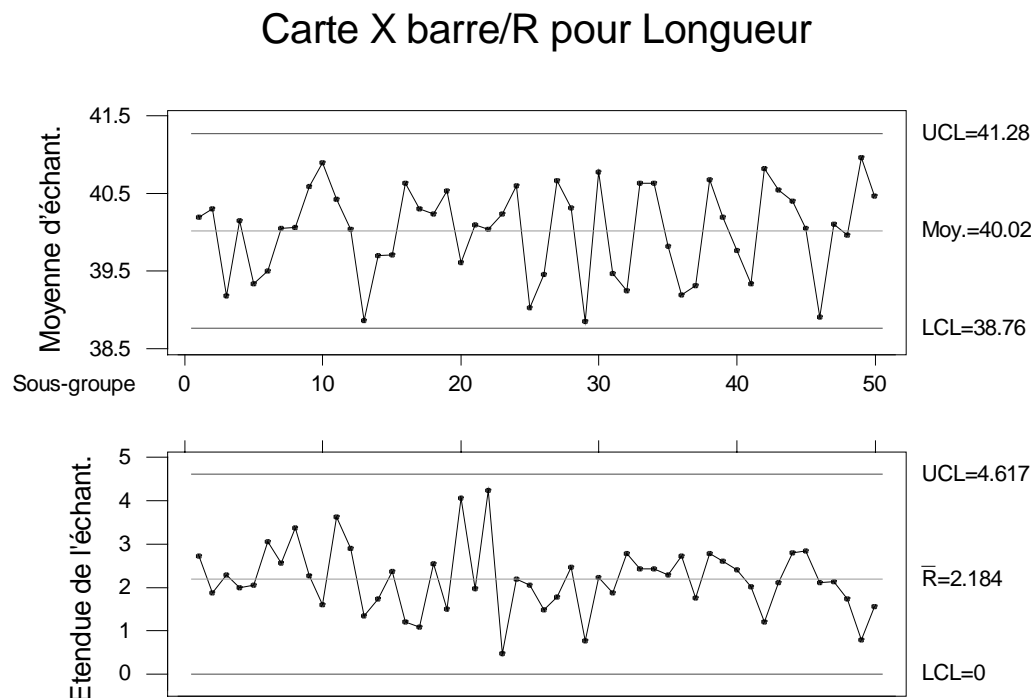
Il convient de noter qu'il existe un nombre infini de distributions pouvant donner la courbe en cloche bien connue, sans toutefois être normalement distribuées. Ce phénomène doit être pris en compte lors de l'exécution d'analyses de l'aptitude. Nous devons par conséquent déterminer si la distribution sous-jacente peut être effectivement bien modelée par une distribution normale. Si la supposition de distribution normale est inadéquate, et les indices d'aptitude enregistrés, de sérieuses erreurs d'évaluation peuvent être commises quant à la véritable aptitude d'un procédé.

### Exemple

Prenons la simulation suivante. Supposons que la LIS = 37, la LSS = 43, et que notre cible pour ce procédé soit à mi-chemin entre les spécifications, à savoir à 40.

Premièrement, si nous étudions les cartes  $\bar{X}$ -R à la figure 1, nous constatons que la distribution est stable sur la période de l'étude (ceci peut également être signalé par le rapport à 6 graphiques d'aptitudes de MINITAB).

**Figure 1**



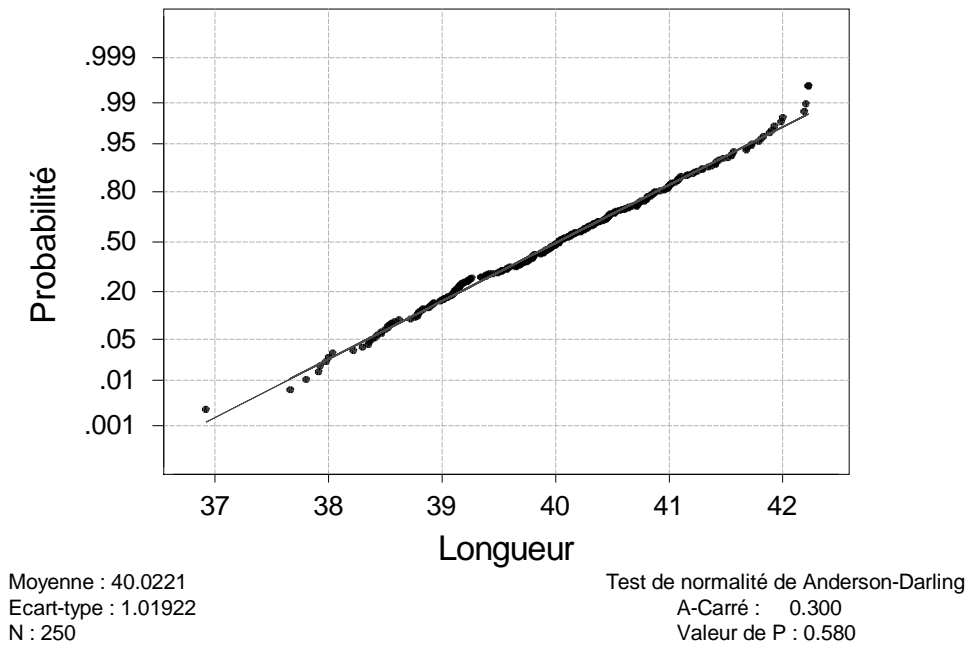
Les cartes  $\bar{X}$ -R faisant état d'une stabilité, même en utilisant toutes les règles de Western Electric<sup>3</sup>, nous pouvons justifier l'utilisation d'estimations de la moyenne globale du procédé ( $\mu$ ) et de l'écart-type à l'intérieur des sous-groupes (à court terme) ( $\sigma_{\text{à l'intérieur de}}$ ) à partir de cette étude. De nombreux professionnels se méfient de l'estimation de l'écart-type global ( $\sigma_{\text{global}}$ ) car ils doutent que cette fenêtre d'inspection puisse estimer fidèlement l'ensemble des réalisations possibles des causes spéciales à long terme.

<sup>3</sup> Western Electric (1956). *Statistical Quality Control Handbook*. Western Electric Corporation, Indianapolis, IN.

D'après le graphique de la Droite de Henry à la figure 2, le test de Normalité d'Anderson-Darling (A-D) montre que nous sommes dans l'incapacité de rejeter l'hypothèse nulle,  $H_0$ : les données suivent une distribution normale par rapport à  $H_1$ : les données ne suivent pas une distribution normale, au niveau de signification  $\alpha = 0,10$ . Ceci est dû au fait que la valeur p du test d'A-D est égale à 0,580, soit une valeur supérieure à 0,10 – un niveau de signification souvent utilisé pour un test d'hypothèse de ce type, contrairement au niveau de signification plus traditionnel de 0,05.

**Figure 2**

### Graphique de la courbe normale ou droite de Henry

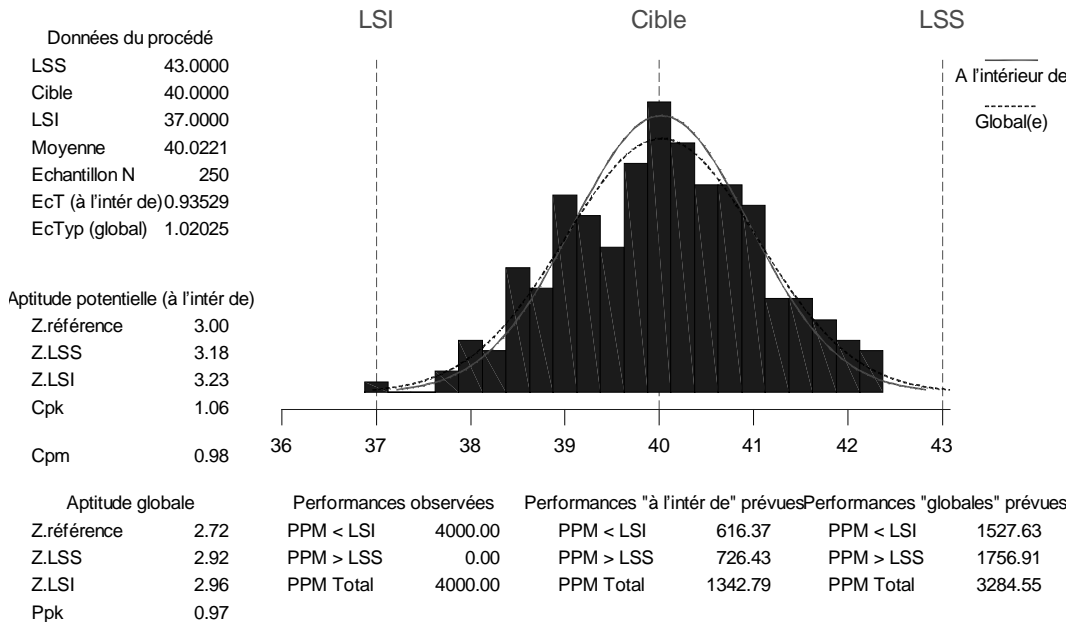


Il convient de souligner qu'il est conseillé d'utiliser une Droite de Henry parallèlement à la valeur p associée au test d'A-D étant donné que ces valeurs p dépendent en grande partie de la taille de l'échantillon. Pour les échantillons importants, vous rejetterez très probablement la supposition de Normalité, même si la distribution sous-jacente peut en fait être bien modelée par la distribution normale.

L'analyse de l'aptitude à la figure 3 illustre ce phénomène avec une LIS = 37 et une LSS = 43. Les performances à court terme (et à long terme) sont également indiquées, à savoir qu'environ 1343 pièces par million (ppm) seraient non conformes si seules des causes courantes de variabilité étaient présentes au sein du système, et environ 3285 ppm à long terme.

**Figure 3**

### Analyse de l'aptitude du procédé pour Longueur



Les valeurs Z référence correspondantes, desquelles on peut déduire une valeur "Sigma", peuvent également être indiquées dans le résultat.

### Aptitude "Six-Sigma"

En pratique, différents conseils sont donnés en ce qui concerne l'indication de la valeur sigma effective d'un procédé. L'auteur étudiera 2 options, à savoir :

- (i) Ajouter 1,5 au Z référence global, en prenant ainsi les performances "à long terme", et en ajoutant le facteur de décalage et de dérive pour obtenir l'évaluation "à court terme".
- (ii) Prendre le Z référence à l'intérieur des sous-groupes et indiquer cette valeur comme la valeur "Sigma."

Ce sujet est abordé plus en détail dans une édition ultérieure du bulletin d'information de Minitab, "Keeping Tab". De l'avis de l'auteur des présentes, ayant obtenu des sous-groupes rationnels justifiables, censés représenter exclusivement les causes courantes du procédé (la variation inhérente), l'option (ii) peut être préférable. Je serais heureux de connaître le point de vue des praticiens en la matière.

### Conclusion

Les analyses de l'aptitude s'inscrivent souvent dans le cadre d'un programme de qualité continu bien que, dans de nombreux cas, les statistiques soient simplement présentées sous forme de rapport, et les questions techniques entourant ces statistiques puissent parfois faire l'objet d'une réflexion insuffisante. L'auteur espère que la prise en compte et la justification de ces aspects, comme indiqué dans cet article, pourront être utiles aux professionnels de la qualité en vue de l'exécution d'analyses de l'aptitude plus solides.

Les procédures relatives au traitement de données non Normales seront exposées dans le prochain numéro d'EXTRAOrdinary Sense.

*Keith M. Bower est titulaire d'une Maîtrise de Sciences, Gestion de la Qualité et Productivité, de l'Université de l'Iowa, et occupe les fonctions de Spécialiste de la Formation Technique chez Minitab, Inc. Les techniques d'amélioration continue de la qualité, notamment la réalisation de cartes de contrôle, ainsi que les méthodologies statistiques commerciales et de santé, constituent ses principaux centres d'intérêt.*