

# REVUE DE STATISTIQUE APPLIQUÉE

PIERRE SEYER

## **Utilisation des diagrammes de « Quality Control » dans la concentration mécanique des minerais**

*Revue de statistique appliquée*, tome 2, n° 1 (1954), p. 51-55

[http://www.numdam.org/item?id=RSA\\_1954\\_\\_2\\_1\\_51\\_0](http://www.numdam.org/item?id=RSA_1954__2_1_51_0)

© Société française de statistique, 1954, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « *Revue de statistique appliquée* » (<http://www.sfds.asso.fr/publicat/rsa.htm>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme  
Numérisation de documents anciens mathématiques  
<http://www.numdam.org/>

# UTILISATION DES DIAGRAMMES DE "QUALITY CONTROL" DANS LA CONCENTRATION MÉCANIQUE DES MINÉRAIS

par

**Pierre SEYER**

*Ingénieur général des Mines*

*La marche des usines de concentration est généralement contrôlée par l'examen des variations de deux groupes de facteurs : les teneurs des concentrés et les rendements industriels (fractions des métaux contenus dans les minerais traités et qui se retrouvent dans les concentrés).*

*Dans une communication présentée en septembre 1953 au Congrès des Laveries, M. Seyer a proposé divers paramètres économiques simples, susceptibles de caractériser les conditions pratiques de marche de l'usine de concentration.*

*Dans la note ci-après, M. Seyer définit l'un de ces paramètres, l'efficacité et envisage l'application de la méthode de la carte de contrôle à l'étude de ses variations dans une usine de concentration de minerais.*

Les minerais que l'on trouve dans le sous-sol ont généralement des teneurs assez basses ; c'est ainsi que les minerais de plomb et de zinc que l'on trouve en France ne contiennent que quelques dizaines de kilos de plomb ou de zinc par tonne ; leurs teneurs globales variant de 4 à 10 %. Il ne serait pas rentable d'envoyer directement des minerais, tels qu'ils sont extraits des mines, aux fonderies qui doivent en récupérer les métaux contenus et les mineurs trouvent plus économique de leur faire subir un traitement mécanique, relativement peu coûteux, pour en extraire des CONCENTRÉS à hautes teneurs : 450 à 800 kilos de métal par tonne, qui peuvent être économiquement transportés et fondus. J'ajouterai que le traitement mécanique présente l'avantage de permettre de séparer les minéraux existant dans les minerais extraits et, dans le cas des mines de plomb et de zinc françaises, de faire deux concentrés : l'un contenant essentiellement du plomb, l'autre contenant essentiellement du zinc, qui peuvent être fondus beaucoup plus économiquement qu'un concentré mixte contenant les deux métaux.

Les ingénieurs ont l'habitude d'estimer les conditions de travail de leurs usines de traitement mécanique en calculant le ou les rendements en métal. C'est ainsi que dans une usine traitant un minerai de plomb, on calcule tous les jours la quantité de métal contenue dans le minerai traité et celle contenue dans le concentré produit et que l'on fait le quotient de ces deux chiffres. Pratiquement, on se contente d'échantillonner l'alimentation, les concentrés et les rejets de la laverie et on déduit le rendement des teneurs des trois échantillons.

Quand on passe du plan technique au plan économique, on doit également tenir compte de la teneur du concentré produit qui a une grosse influence sur sa valeur, départ fonderie. Cette valeur peut se mettre sous la forme :  $V = P(c - L)$  dans laquelle  $c$  est la teneur du concentré.  $P$  et  $L$  deux paramètres dépendant des conditions économiques ; autrement dit le laveur reçoit comme prix de sa production une somme proportionnelle à l'excès de la teneur de son concentré sur une certaine teneur limite :  $L$  ; teneur limite qui peut être assez élevée, c'est ainsi qu'avec les cours actuels les concentrés de zinc produits au Maroc, qui ont des teneurs de l'ordre de 50 %, subissent une réfaction de teneur  $L = 37$  %.

Un ingénieur d'une laverie de plomb et de zinc se trouve donc, pour estimer les conditions économiques de marche de son usine, devant quatre paramètres : les deux rendements plomb et zinc, les deux teneurs des concentrés. Il lui est, de ce fait, bien difficile d'estimer si son usine a mieux marché un certain jour que la veille ou pendant une période de référence.

Pour lui faciliter cette comparaison, j'ai proposé, dans un mémoire présenté au CONGRÈS DES LAVERIES DES MINES MÉTALLIQUES FRANÇAISES, tenu à Paris en Septembre 1953, de prendre en considération la valeur vénale du ou des concentrés élémentaires correspondant au traitement d'une tonne de minerai. J'ai ensuite suggéré de caractériser une séparation par un paramètre que j'ai appelé EFFICIENCE, que j'ai défini comme étant le rapport entre la valeur du ou des concentrés élémentaires **réellement** produits et celle du ou des concentrés **idéaux** constitués par les minéraux purs contenus dans une tonne de minerai traité.

J'ai annexé à mon mémoire une étude sur l'application possible des diagrammes de QUALITY CONTROL pour étudier les variations journalières de cette efficacité et j'ai pris trois exemples : ceux des laveries de La Plagne, de Pierrefitte et des Malines, qui traitent : la première des minerais de plomb, les deux dernières des minerais de plomb et de zinc.

Dans cette annexe, dont le texte et les figures sont reproduits dans cet article, j'ai utilisé les paramètres L et L' définis précédemment comme teneurs limites économiques des concentrés — les valeurs w et w' des concentrés élémentaires réels de galène de de blende — enfin, la valeur W du concentré unique de la Plagne ou des deux concentrés des autres usines.

J'indiquerai, enfin, que les **courbes de concentration** que je n'ai pas pu établir sont celles qui devraient traduire, pour un métal, la relation entre le rendement métal et la teneur du concentré.

## ÉTABLISSEMENT DE DIAGRAMMES DE QUALITY CONTROL.

Nous avons indiqué qu'il nous avait été impossible de dessiner les **courbes de concentration** des minerais de Pierrefitte de la Plagne et des Malines, en partant des résultats des analyses journalières de l'alimentation et de la production des laveries traitant ces minerais.

Après avoir pris connaissance des mémoires traitant de l'application de la statistique mathématique au contrôle des laveries, nous avons dessiné, pour chaque usine, les diagrammes de **Quality Control** en prenant l'**efficacité** comme paramètre caractérisant la marche de ces usines.

Les trois diagrammes que nous avons obtenus, et qui sont reproduits dans cette note, se présentent comme étant des séries de points, que nous avons reliés par des traits, dont les ordonnées sont proportionnelles aux efficacités journalières calculées.

Pour compléter ces diagrammes, nous avons tout d'abord calculé, pour chaque usine : a) les moyennes arithmétiques M des efficacités et b) les écarts type :  $\sigma$ . Puis nous avons tracé sur nos diagrammes les droites d'ordonnées : M ;  $M - \sigma$  ;  $M + \sigma$  ;  $M + 2\sigma$  ;  $M - 2\sigma$  ;  $M - 3\sigma$ .

Nous donnerons sur nos calculs les indications sommaires suivantes :

LA PLAGNE. — Période : dernier trimestre de 1952.

Prix des métaux : Plomb 112.000 francs. Argent 10.400 francs.

Paramètre :  $l = 17,05 \%$ .

Valeur moyenne du concentré élémentaire :  $W = 3.130$  francs.

Efficacité moyenne :  $88,7 \%$ .

Ecart type :  $2,4 \%$ .

LES MALINES. — Période : dernier trimestre de 1952.

Prix des métaux : Plomb 112.000 francs, Argent 10.400 francs. Zinc 112.000 francs.

Paramètres-limite :  $l = 20,1 \%$  (plomb) -  $l' = 30,1 \%$  (zinc).

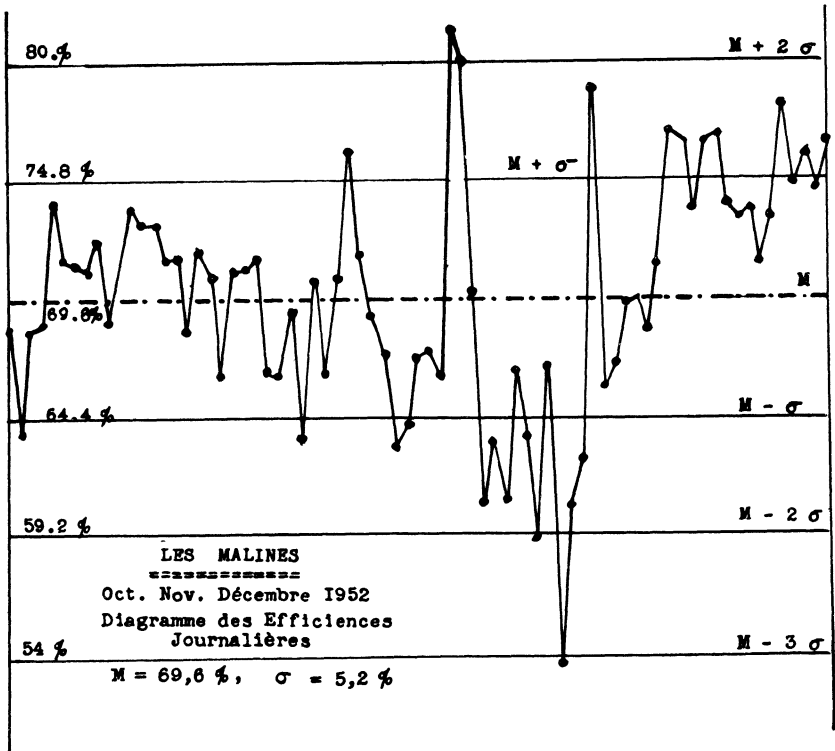
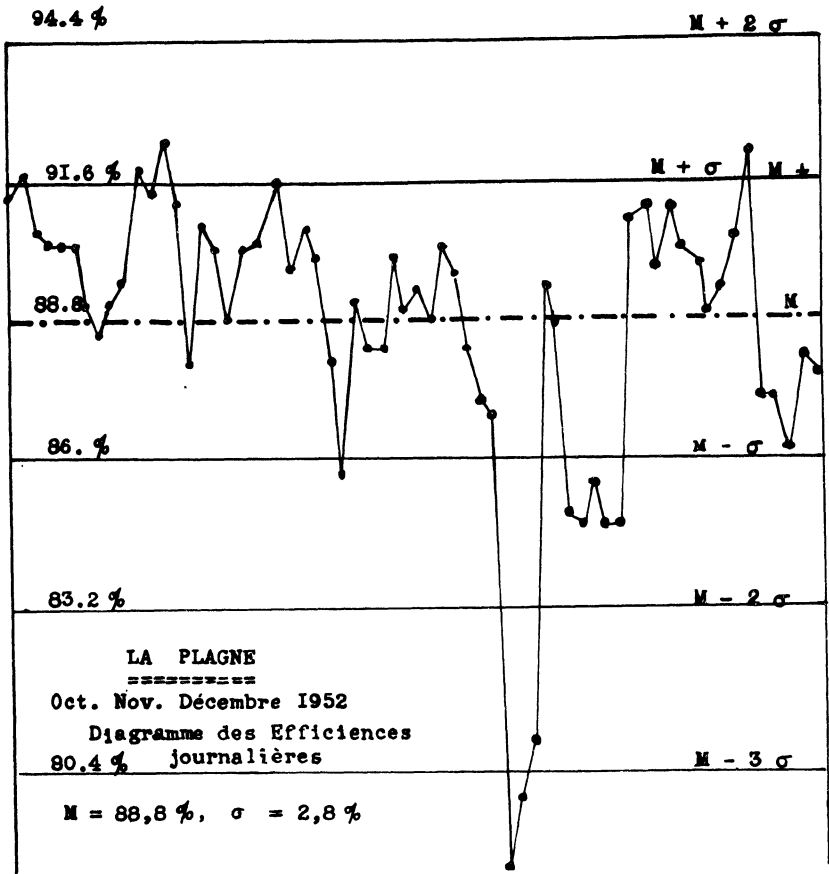
Valeurs moyennes des concentrés élémentaires : w (galène) 840 francs — w' (blende) 2.680 francs —  $W = 3.520$  francs.

Efficacité moyenne :  $69,6 \%$ .

Ecart type :  $5,2 \%$ .

PIERREFITTE. — Période : dernier trimestre de 1949. Prix des métaux : Plomb 95.000 francs ; zinc 80.000 francs.

Paramètres limites :  $l = 17 \%$  (plomb) —  $l' = 32,6 \%$  (zinc).

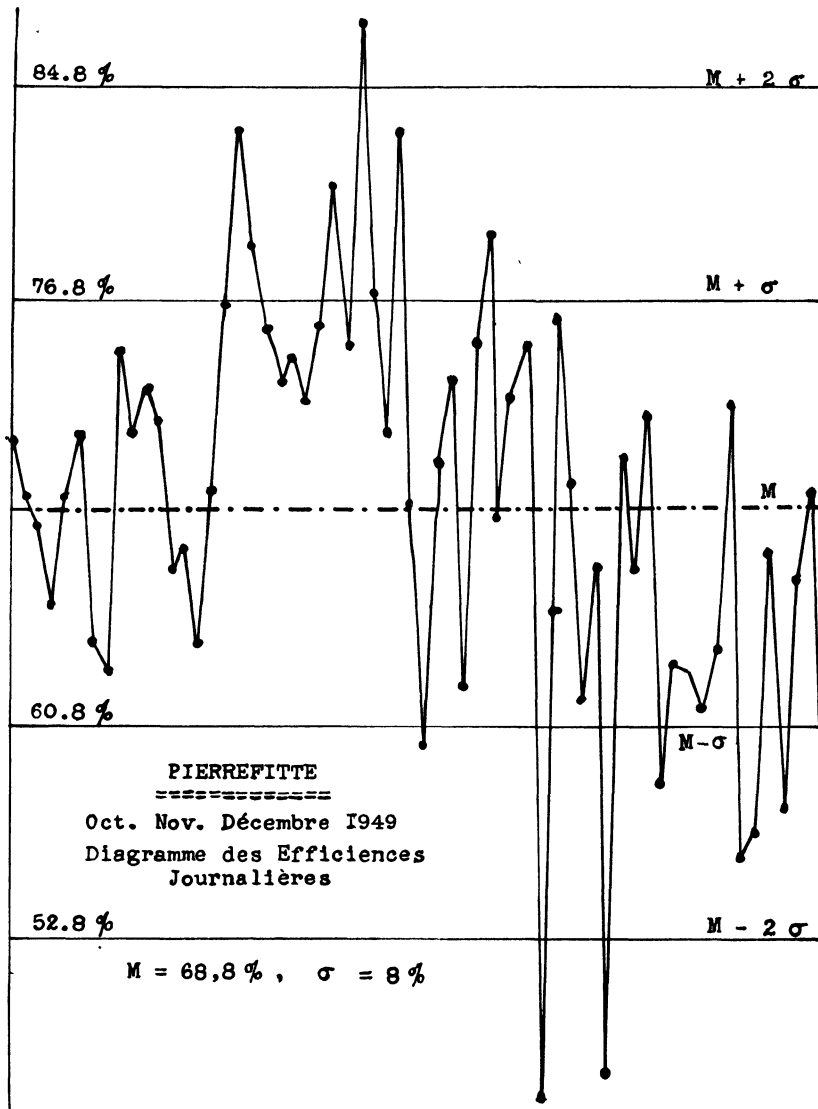


Valeurs moyennes des concentrés élémentaires : w (galène) 1.425 francs — w' (blende) 1.450 francs — W = 2.875 francs.

Efficience moyenne : 68,8 %.

Ecart type : 8 %.

Notre première remarque sera sur la diversité **des écarts types** : 2,4 pour La Plagne, 5,2 pour les Malines et 8 pour Pierrefitte.



Ce paramètre est plus faible pour la première usine qui ne produit qu'un concentré de plomb, que pour les deux autres qui donnent deux concentrés de plomb et de zinc. Ceci peut être dû au fait que pour ces deux dernières usines il n'est fait aucun échantillonnage des rejets du circuit plomb et que nos calculs ont dû être faits en partant des 8 teneurs de l'alimentation, des deux concentrés et des rejets généraux.

La différence entre les écarts type des Malines et de Pierrefitte peut être attribuée, en partie, au fait que nous avons pris, pour la première usine, des prix de métaux plus élevés que pour la seconde; les périodes sur lesquelles portent nos études étant différentes. Nous pensons qu'une autre raison

doit être invoquée pour expliquer cette grande différence de 5,2 à 8 %, et en particulier à une irrégularité de marche pouvant être attribuée à des variations importantes dans la teneur et la composition des minerais traités.

En second lieu, nous regarderons comment se répartissent les points représentatifs de nos diagrammes dans les rectangles limités pour les couples de droites  $= M + \sigma$  et  $M - \sigma$  ;  $M + 2\sigma$  et  $M - 2\sigma$  ;  $M + 3\sigma$  et  $M - 3\sigma$  et nous trouvons les résultats suivants :

Ecarts inférieurs à UN  $\sigma$  :  $50 + 50 + 47 = 147$  cas.

Ecarts inférieurs à DEUX  $\sigma$  :  $60 + 70 + 60 = 190$  cas.

Sur :  $63 + 73 + 63 = 199$  cas au total.

ce qui nous donne des pourcentages de respectivement : 64 et 95,5 %.

Nous rappelons que des variables aléatoires ayant une dispersion normale se répartissent dans ces diverses classes, suivant des pourcentages qui sont respectivement de 68 et 95 %.

La loi de répartition des efficacités n'est peut-être pas une loi normale, mais elle s'écarte assez peu d'une loi de ce genre. Il serait probablement possible d'obtenir des résultats répondant à une loi de cette nature en éliminant les paramètres les plus éloignés de la valeur moyenne.

Quoi qu'il en soit, nous estimons que ces diagrammes de **quality control de l'efficacité** constituent un document susceptible de renseigner utilement l'ingénieur chargé d'une laverie sur la marche de son usine et que l'utilisation systématique de ces diagrammes doit permettre de mieux connaître et d'améliorer la marche des appareils de concentration. Nous pensons, en particulier, **que la dispersion caractérisée par l'écart type est un facteur défavorable** et qu'une fois que ce paramètre sera établi régulièrement, il sera possible d'organiser le travail pour le diminuer en augmentant par cela même l'efficacité moyenne des opérations de concentration des minerais (1).

---

(1) L'un des buts essentiels des cartes de contrôle est de permettre la surveillance continue d'un niveau de qualité défini par une valeur numérique caractéristique de cette qualité afin de voir à partir de quel moment on peut valablement attribuer une variation de ce niveau de qualité à une cause contrôlable et non à des variations aléatoires autour d'un niveau moyen.

Ceci ne peut évidemment donner lieu à des conclusions valables que si la loi de distribution du paramètre caractérisant la qualité est suffisamment connue et stable. Une expérimentation plus poussée serait sans doute nécessaire dans le cas actuel pour préciser dans quelle mesure les conditions classiques d'emploi de la carte de contrôle sont applicables au problème étudié.

Quoi qu'il en soit, la méthode préconisée par M. P. SEYER doit fournir de précieuses indications sur l'évolution de l'efficacité considérée comme paramètre caractéristique de la marche des usines de lavers de minerais.

N. d. I. R.