

ISO

transformée

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

**RECOMMANDATION ISO
R 923**

**EXPRESSION ET REPRÉSENTATION DES RÉSULTATS
D'ESSAIS D'ÉPURATION DU CHARBON**

1ère ÉDITION

Janvier 1969

REPRODUCTION INTERDITE

Le droit de reproduction des Recommandations ISO et des Normes ISO est la propriété des Comités Membres de l'ISO. En conséquence, dans chaque pays, la reproduction de ces documents ne peut être autorisée que par l'organisation nationale de normalisation de ce pays, membre de l'ISO.

Seules les normes nationales sont valables dans leurs pays respectifs.

Imprimé en Suisse

Ce document est également édité en anglais et en russe. Il peut être obtenu auprès des organisations nationales de normalisation.

HISTORIQUE

La Recommandation ISO/R 923, *Expression et représentation des résultats d'essais d'épuration du charbon*, a été élaborée par le Comité Technique ISO/TC 27, *Combustibles minéraux solides*, dont le Secrétariat est assuré par la British Standards Institution (BSI).

Les travaux relatifs à ce sujet aboutirent à l'adoption d'un Projet de Recommandation ISO.

En février 1967, ce Projet de Recommandation ISO (N° 1058) fut soumis à l'enquête de tous les Comités Membres de l'ISO. Il fut approuvé, sous réserve de quelques modifications d'ordre rédactionnel, par les Comités Membres suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Royaume-Uni
Allemagne	Grèce	Suisse
Australie	Inde	Thaïlande
Autriche	Iran	Tchécoslovaquie
Belgique	Japon	Turquie
Bulgarie	Nouvelle-Zélande	U.R.S.S.
Canada	Pays-Bas	U.S.A.
Corée, Rép. de	Pologne	Yougoslavie
Danemark	R.A.U.	
Espagne	Roumanie	

Aucun Comité Membre ne se déclara opposé à l'approbation du Projet.

Le Projet de Recommandation ISO fut alors soumis par correspondance au Conseil de l'ISO qui décida, en janvier 1969, de l'accepter comme RECOMMANDATION ISO.

EXPRESSION ET REPRÉSENTATION DES RÉSULTATS D'ESSAIS D'ÉPURATION DU CHARBON

INTRODUCTION

Un certain nombre de formules sont utilisées dans différents pays pour exprimer les résultats d'essais d'épuration du charbon et pour déterminer l'efficacité des procédés de séparation (voir Annexe A). Tout en ne perdant pas de vue les différents objets pour lesquels de tels essais sont exécutés, on considère qu'aucune de ces formules, prise isolément, ne convient. C'est pourquoi il est recommandé que quatre formules soient employées en combinaison pour exprimer les informations fondamentales (voir paragraphe 4.2). Des recommandations sont faites, en outre, concernant des méthodes normalisées de présentation de ces informations sous forme de tableaux et de graphiques (voir Annexe B et Appendice).

L'adoption générale de ces formules, tableaux et graphiques devrait simplifier l'échange des informations relatives à l'efficacité et aux performances d'un atelier de préparation du charbon et l'accumulation des renseignements, résultant de leur emploi sur différents charbons traités dans différents types de machine et dans différentes parties du monde, devrait être susceptible de rendre possible, ultérieurement, une simplification de ces formules, tableaux et graphiques.

1. OBJET

La présente Recommandation ISO délimite les principes sur lesquels devrait être basée l'expression de l'efficacité du fonctionnement d'un atelier de préparation du charbon. Elle recommande des critères, des coefficients et des formules à employer et indique aussi des méthodes pour la disposition en tableaux et la présentation graphique des résultats d'essais.

2. DOMAINE D'APPLICATION

Des expressions de l'efficacité des essais d'épuration du charbon sont nécessaires pour

- a) l'indication du degré d'exactitude (ou du défaut d'exactitude) d'une opération donnée de séparation effectuée sur un certain charbon,
- b) la prévision des résultats probables du traitement de charbons différents par une opération de séparation donnée, et
- c) la comparaison de différents procédés de séparation.

3. DÉFINITIONS

Les termes utilisés dans cette Recommandation ISO sont définis dans la Recommandation ISO/R ...*, *Vocabulaire des termes relatifs aux combustibles minéraux solides – Première partie : Termes relatifs à la préparation du charbon.*

* Actuellement, Projet de Recommandation ISO N° 1057.

4. EXPRESSION NORMALISÉE DE L'EFFICACITÉ

- 4.1 Plusieurs formules différentes ont été proposées pour exprimer les résultats des essais d'épuration du charbon et l'efficacité des procédés de séparation. Ceux utilisés communément sont énumérés dans l'Annexe A. Pour satisfaire aux exigences exposées dans le chapitre 2, aucune de ces formules, prise isolément, ne suffit.
- 4.2 Pour une expression normalisée de l'efficacité, les quatre formules suivantes devront être utilisées en combinaison :
- 4.2.1 *Densité de séparation, exprimée sous forme de*
- a) densité de partage, et/ou
 - b) densité de coupure équivalente
- 4.2.2 *Total de la matière correctement placée à la densité de séparation, exprimé sous la forme d'un pourcentage de l'alimentation reconstituée, et, lorsque c'est nécessaire, les égarés dans chaque produit, à la densité de séparation, exprimés sous la forme d'un pourcentage du produit.*
- 4.2.3 *Ecart probable et imperfection.*
- 4.2.4 *Erreur sur cendres ou rendement organique.*

5. TABULATION ET PRÉSENTATION GRAPHIQUE DES RÉSULTATS D'ESSAIS

Les formules destinées à exprimer l'efficacité sont déduites, par des méthodes normalisées, des renseignements fondamentaux d'essais. Pour des raisons de commodité, les tableaux et les graphiques dans lesquels ces renseignements sont présentés devraient aussi obéir à une configuration normalisée.

L'Annexe B et l'Appendice décrivent les méthodes recommandées pour la tabulation et la représentation graphique des résultats d'essais; ils en donnent également des exemples d'application.

6. CALIBRE DU CHARBON

Dans l'expression de l'efficacité, il est essentiel de spécifier les limites nominales de calibre du charbon auquel s'applique le calcul.

7. SÉPARATION EN PRODUITS MULTIPLES

Dans ces séparations, les formules devraient être exprimées à chaque densité de séparation (voir aussi Annexe B, chapitre B.2).

ANNEXE A

MÉTHODES POUR EXPRIMER L'EFFICACITÉ

	Formule	Déduite de	Observations
A.1	Densité de séparation a Densité de partage b Densité de coupure équivalente	Courbes de partage Courbes M Courbes de lavabilité	Décrit un caractère de la séparation, mais n'indique pas son degré d'exactitude.
A.2	Egarés	Courbes M Courbes de lavabilité	Mesure de la quantité des égarés (sans référence à leur qualité) à la densité de séparation.
A.3	Total de la matière correctement placée	Courbes M Courbes de lavabilité	Mesure de la quantité correctement placée (sans référence à sa qualité) à la densité de séparation.
A.4	Erreur sur cendres	Courbes M Courbes de lavabilité	Reflète à la fois la quantité et la qualité des égarés sous la forme du caractère considéré du charbon (pourcentage en cendres) que la séparation est destinée à contrôler : mesure une efficacité qualitative.
A.5	Erreur de rendement	Courbes M Courbes de lavabilité	Reflète à la fois la quantité et la qualité des égarés et mesure une efficacité quantitative.
A.6	Rendement organique	Courbes M Courbes de lavabilité	En relation avec l'erreur de rendement, mais exprimé sous forme de pourcentage.
A.7	Surface d'erreur	Courbes de partage	Mesure de la quantité des égarés en fonction de la densité.
A.8	Coefficients de partage	Courbes de partage	Seulement pour applications spéciales.
A.9	Ecart probable (moyen)	Courbes de partage	Donne une indication des erreurs quantitatives dues au procédé de séparation à une densité de séparation donnée.
A.10	Imperfection	Courbes de partage	Modification de l'écart probable (moyen) destinée à y inclure l'effet d'une densité de séparation variable.
A.11	Perte de rendement	Echantillons du produit	Indique les résultats sans référence au degré d'exactitude de la séparation.

NOTES

1. Les *courbes M* et les *courbes de lavabilité* décrivent graphiquement le caractère du charbon brut et des produits en fonction de la masse et du taux de cendres.
Les *courbes de partage* décrivent seulement les produits, et ce en fonction de la masse et de la densité; elles peuvent être construites sans qu'il soit nécessaire de déterminer le taux de cendres.
2. Les *courbes M* ont des applications directes plus larges que les courbes de lavabilité, en particulier, par exemple, dans les séparations en trois produits.
3. L'*écart probable* et l'*imperfection* reflètent l'influence de changements plutôt dans le procédé de séparation que dans le charbon brut, ce qui contraste avec les formules déduites des *courbes M* ou des *courbes de lavabilité*, qui reflètent des changements dans le charbon brut ainsi que dans le procédé de séparation.
4. La *densité de séparation*, bien qu'elle ne soit pas une mesure de l'efficacité, est une caractéristique importante de la séparation et est essentielle pour tout exposé complet des résultats d'un essai donné.
5. Les *égarsés* et le *total de la matière correctement placée* à la densité de séparation, l'*erreur sur cendres*, l'*erreur de rendement*, le *rendement organique* et la *surface d'erreur* peuvent tous être employés pour des essais de garantie et des contrôles occasionnels d'essais afin de donner une indication sur le degré d'exactitude d'une séparation donnée sur un charbon déterminé et, par conséquent, sur l'efficacité économique. Mais ils n'ont que peu de valeur pour la prévision de résultats probables d'épuration d'une étendue de charbons selon un procédé déterminé.
6. Les *coefficients de partage*, l'*écart probable* (moyen) et l'*imperfection* sont utiles pour la prévision mais ne donnent pas une indication convenable du degré d'exactitude d'une opération de séparation donnée sur un charbon déterminé.

ANNEXE B

RECOMMANDATIONS CONCERNANT DES MÉTHODES NORMALISÉES DE PRÉSENTATION
DES RENSEIGNEMENTS OBTENUS LORS D'UN ESSAI D'ÉPURATION DE CHARBON

B.1 DESCRIPTION DES TABLEAUX

B.1.1 Deux jeux de tableaux sont nécessaires (voir chapitre B.4) :

- a) l'un pour la séparation en trois produits (charbon épuré, mixtes et rejets),
- b) l'autre pour la séparation en deux produits (charbon épuré et rejets).

Par mesure de commodité, une disposition identique a été adoptée pour les deux jeux de tableaux, mais pour ceux destinés à être employés pour la séparation en deux produits, les colonnes qui sont relatives uniquement aux séparations en trois produits sont barrées pour éviter toute confusion.

B.1.2 Chaque jeu de tableaux est présenté de deux façons, à savoir :

- a) tableaux en blanc pour indiquer le mode d'impression (voir Modèle 1 et Modèle 3 au chapitre B.4).
- b) tableaux complétés, à titre d'exemple, par l'inscription des chiffres relatifs à un essai dans un bac Baum (voir Modèle 2 et Modèle 4 au chapitre B.4).

B.1.3 Pour les essais décrits dans cet exemple, le bac a été alimenté par du charbon de calibre de 152 à 0 mm (6 à 0 in). Les chiffres utilisés se réfèrent à la tranche calibrée entre 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ in) et 0,5 mm. La matière fine inférieure à 0,5 mm a été enlevée des échantillons avant que soient effectués la flottation et les essais aux liqueurs denses, étant donné que les matières fines présentent des difficultés aux essais. De plus, on ne peut prévoir qu'un bac à pistonage épure une matière dont la finesse est inférieure à 0,5 mm.

B.1.4 Pour une analyse complète de l'essai, des tableaux analogues à ceux donnés pour le calibre 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ in) à 0,5 mm seraient nécessaires pour les autres calibres de charbon brut, en l'occurrence ceux de 152 à 51 mm (6 à 2 in), 51 à 25,4 mm (2 à 1 in) et 25,4 à 12,7 mm (1 à $\frac{1}{2}$ in). De tels tableaux permettraient de comparer le résultat obtenu sur les divers calibres. En additionnant ensemble les résultats relatifs aux quatre calibres, on pourrait établir un nouveau jeu de tableaux représentant l'ensemble du charbon de 152 mm (6 in) à 0,5 mm.

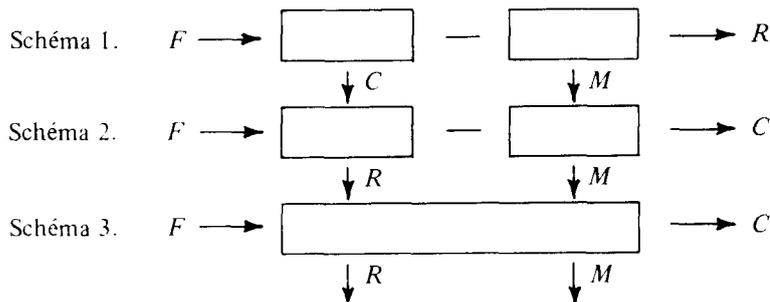
B.1.5 Dans cet essai, trois produits furent obtenus, à savoir : le charbon épuré, les mixtes et les rejets. Les rejets représentent la matière enlevée par l'élévateur à rejets primaires et les mixtes sont les rejets provenant de l'élévateur à rejets secondaires. Les Tableaux *Séparation en trois produits* sont établis d'après des essais aux liqueurs denses, à des densités relatives allant de 1,30 à 2,00, effectués sur des échantillons de chacun de ces trois produits. Bien que des intervalles de 0,1 de densité relative aient été employés dans cet exemple, des gammes et des intervalles différents peuvent être employés dans d'autres cas.

B.1.6 Les valeurs des Tableaux du modèle 4, *Séparation en deux produits* ont été calculées à partir des mêmes données en admettant que les produits des deux élévateurs (c'est-à-dire des mixtes et des rejets) ont été combinés de façon qu'il n'y ait que deux produits seulement, c'est-à-dire le charbon épuré et un seul rejet.

B.2 EXPRESSION DE L'EFFICACITÉ DANS LA SÉPARATION EN TROIS PRODUITS

B.2.1 Une séparation en trois produits peut être considérée comme une combinaison de deux séparations distinctes en deux produits (c'est-à-dire une coupure à faible densité et une autre à densité élevée), que ces deux phases soient réalisées dans des séparateurs différents ou dans des parties différentes d'un même séparateur.

Les schémas suivants représentent différentes combinaisons des deux phases :



où

- F* est l'alimentation (brut reconstitué),
- C* est le charbon épuré,
- R* est le rejet,
- M* est le produit intermédiaire (mixtes).

Les schémas 1 et 2 représentent des dispositions types pour une séparation par milieu dense en deux phases, la seule différence étant que la coupure à basse densité est faite en premier lieu dans le schéma 1 et en second lieu dans le schéma 2, alors que le schéma 3 représente un bac à pistonage normal à trois produits (ou bien une séparation par milieu dense en trois produits). Les mixtes *M* peuvent être recueillis sous forme de produit séparé ou être recyclés, ou bien être traités ailleurs, mais, à condition que tous les mixtes recyclés soient compris dans l'alimentation reconstituée *F*, le raisonnement ne change pas.

B.2.2 L'efficacité d'une séparation en trois produits peut être calculée de deux façons différentes, à savoir :

- a) *Méthode A* : en la considérant comme deux séparations distinctes et individuelles, chacune ayant sa propre alimentation;
- b) *Méthode B* : en la considérant comme une séparation intégrée unique, dont l'alimentation est le brut reconstitué.

B.2.2.1 Pour calculer les coefficients de partage, les formules appropriées pour ces deux méthodes pour les combinaisons illustrées dans les schémas, sont les suivantes :

B.2.2.1.1 POUR LE SCHÉMA 1

- a) *Méthode A*
 - Coupure à faible densité $\frac{100 (M + R)}{C + M + R}$
 - Coupure à haute densité $\frac{100 R}{M + R}$
- b) *Méthode B*
 - Coupure à faible densité $\frac{100 (M + R)}{C + M + R}$
 - Coupure à haute densité $\frac{100 R}{C + M + R}$

B.2.2.1.2 POUR LE SCHÉMA 2

a) <i>Méthode A</i>	Coupure à haute densité	$\frac{100 R}{C + M + R}$
	Coupure à faible densité	$\frac{100 M}{C + M}$
b) <i>Méthode B</i>	Coupure à haute densité	$\frac{100 R}{C + M + R}$
	Coupure à faible densité	$\frac{100 M}{C + M + R}$

B.2.2.1.3 POUR LE SCHÉMA 3

a) <i>Méthode A</i>	Coupure à haute densité	$\frac{100 R}{C + M + R}$
	Coupure à faible densité	$\frac{100 M}{C + M}$
b) <i>Méthode B</i>	Coupure à haute densité	$\frac{100 R}{C + M + R}$
	Coupure à faible densité	$\frac{100 (M + R)}{C + M + R}$

B.2.2.2 Tandis que pour la *Méthode A*, les formules sont identiques pour les schémas 2 et 3, dans le dernier cas il n'y a pas de séparation nette entre les première et seconde coupures. La première (haute densité) sépare le rejet *R* de la combinaison du charbon épuré *C* et des mixtes *M*, et c'est cette combinaison qui devient l'alimentation de la seconde phase de préparation.

B.2.2.3 La *Méthode A* permet d'étudier séparément l'efficacité de chacune des deux séparations, car seule la matière effectivement admise à la séparation est comprise dans le calcul. C'est un avantage lorsque l'on considère la performance de chaque machine ou de chaque phase dans le traitement de séparation.

B.2.2.4 La *Méthode B* n'insiste pas autant, dans sa représentation, sur la performance effective de la seconde machine ou phase, mais, en rapportant chaque séparation à l'alimentation brute reconstituée, cette méthode facilite les comparaisons d'efficacité de tout le traitement de séparation, sous la forme de résultats sur le charbon brut original. (La succession d'opérations comprises dans ce traitement complet peut comprendre des étapes non représentées dans les schémas 1 à 3; par exemple : un concassage des mixtes et leur recyclage dans l'alimentation, ce qui est courant dans le lavage au bac à pistonage et peut aussi se produire dans une séparation en milieu dense).

B.2.3 Il est essentiel, quelle que soit la façon dont une séparation en trois produits est exprimée (par exemple, dans les descriptions d'atelier et les énonciations d'efficacité et les garanties), qu'il soit explicitement mentionné laquelle de ces deux bases a été utilisée pour le calcul. Pour faciliter cela, il est proposé que la *Méthode A* soit appelée la *base de performance d'équipement* (Equipment performance basis) et, la *Méthode B*, la *base de performance du charbon* (Coal performance basis).

B.2.4 Les tableaux pour séparation en trois produits (voir Modèles 1 et 2) sont établis sur la *base de performance du charbon*. Lorsque des calculs sont effectués sur la *base de performance de l'équipement* nous recommandons que des tableaux pour deux produits soient utilisés (un pour chaque phase). Il est possible, toutefois, de déduire les résultats de tableaux à trois produits; c'est ainsi que les coefficients de partage pour la seconde coupure seraient calculés sur la *base de performance d'équipement* de la façon suivante :

Pour le schéma 1 (voir paragraphe B.2.1), la colonne (12) serait calculée au moyen des colonnes (7)/(9) au lieu de l'être au moyen des colonnes (7)/(10).

– *Pour les schémas 2 et 3* (voir paragraphe B.2.1), la colonne (13) serait calculée au moyen des colonnes (6)/(8) au lieu de l'être au moyen des colonnes (9)/(10).

B.3 DESCRIPTION DES GRAPHIQUES (voir Appendice)

B.3.1 Pour que l'efficacité puisse être calculée à l'aide des quatre formules proposées (voir paragraphe 4.2), il est nécessaire que les renseignements contenus dans les tableaux soient représentés sous forme de graphiques. Les graphiques relatifs aux résultats d'essais sont représentés aux Figures 1 à 4. Ces graphiques ont été élaborés à partir des renseignements se rapportant à la séparation en trois produits, mais les courbes relatives à la coupure à faible densité s'appliquent à l'exemple à deux produits.

B.3.2 La Figure 1 a été tracée à une échelle telle que 0,2 unité sur l'axe des densités soit égale à 10 % sur l'axe des coefficients de partage. Il est proposé de normaliser cette relation pour le tracé des courbes de partage lorsque l'on utilise (comme dans la Fig. 1) des coordonnées linéaires mais, pour l'instant, il n'est pas considéré comme pratique de normaliser des échelles analogues pour les autres courbes. Les courbes peuvent également être tracées à l'aide d'autres coordonnées que les coordonnées linéaires.

B.3.3 Les paragraphes suivants expliquent la construction et l'emploi des graphiques des Figures 1 à 4 (voir Appendice).

B.3.3.1 *Courbes de partage (trois produits)* (voir Fig. 1)

B.3.3.1.1 Les coefficients de partage des colonnes (12) et (13) sont reportés sur le graphique en fonction de la moyenne des densités figurant dans le tableau pour chaque tranche.

B.3.3.1.2 La courbe de droite représente la coupure à densité élevée parce qu'elle concerne l'enlèvement du rejet final.

B.3.3.1.3 Les colonnes du tableau dont les coefficients de partage sont extraits sont indiquées sur chaque courbe.

B.3.3.1.4 La densité à laquelle les courbes traversent l'horizontale 50 % est par définition la *densité de partage*; d'une façon analogue l'*écart probable (moyen) (Epm)* est défini en fonction des densités d_{25} et d_{75} auxquelles les courbes traversent les horizontales respectives 25 % et 75 %. L'imperfection (I) est déduite de ces densités comme il est indiqué.

B.3.3.2 *Erreur sur cendres et rendement organique* (voir Fig. 2)

B.3.3.2.1 La courbe représente la masse cumulée de l'alimentation reconstituée en fonction du taux de cendres cumulé (%); les chiffres sont extraits des colonnes (43) et (45).

B.3.3.2.2 Le point X représente le rendement effectif et le taux de cendres pour la coupure à densité élevée (total du charbon épuré et des mixtes), et le point Y les représente pour la coupure à faible densité (total du charbon épuré).

B.3.3.2.3 En ce qui concerne le point X

- le taux de cendres effectif est de 5,61 % et le taux de cendres théorique déduit de l'analyse aux liqueurs denses pour le rendement effectif de 93,4 %, comme il est indiqué par la courbe, est de 5,05 %. L'erreur sur cendres est la différence entre ces deux pourcentages en cendres.
- le rendement effectif est de 93,40 % pour un taux de cendres de 5,61 %. Le rendement théorique déduit de l'analyse aux liqueurs denses pour 5,61 % de cendres est donné par la courbe comme étant de 94,60 %. Le rendement organique se déduit du rapport entre ces deux rendements.

B.3.3.2.4 Des considérations analogues s'appliquent au point Y.**B.3.3.3** *Matière correctement placée (et égarés) – Coupure à densité élevée (voir Fig. 3)*

B.3.3.3.1 Les deux courbes inférieures montrent les quantités d'égarés dans le rejet (colonne 18) et dans le produit composé du charbon épuré et des mixtes (colonne 17), c'est-à-dire la fraction qui, dans cet exemple, est soumise à un traitement ultérieur. La courbe supérieure représente le total des égarés dans ces deux produits combinés (colonne 19). La quantité totale (en pour cent) de la matière correctement placée (100 moins les égarés) se lit sur l'échelle placée à droite de la feuille.

B.3.3.3.2 La densité de coupure équivalente est la densité à laquelle les deux courbes se coupent; dans cet exemple, cette densité est de 1,770. La densité de partage est de 1,835.

B.3.3.3.3 Les densités de 1,770 et 1,835 correspondent, respectivement, à 96,6 et 96,7 % pour les quantités de matière correctement placée.

B.3.3.4 *Matière correctement placée (et égarés) – Coupure à faible densité (voir Fig. 4)*

Les mêmes considérations que pour la coupure à densité élevée sont applicables; les quantités d'égarés dans chaque produit sont tirées, pour le graphique, des colonnes (23) et (24), et le total de la colonne (25). Les densités de la coupure équivalente et de partage sont de 1,400 et de 1,505, et les quantités de matière correctement placée sont respectivement de 89,9 et 91,0 %.

B.3.4 Les courbes des Figures 1 à 4 (voir Appendice) ont été tracées sur la *Base de performance du charbon*, tous les rendements étant exprimés sous la forme d'un pourcentage du charbon brut reconstitué. Sur la *Base de performance de l'équipement*, dans laquelle l'opération de lavage entraîne deux séparations en deux produits distincts, la construction des courbes se fait en suivant exactement la même méthode que pour toute séparation en deux produits et ne présente pas de difficultés. Les courbes qui s'appliquent à la coupure à densité élevée (Fig. 1 : courbe inférieure; Fig. 2 : point X; Fig. 3 : courbe supérieure) sont identiques pour les deux bases.