



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 086 253 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
28.01.2004 Bulletin 2004/05

(21) Numéro de dépôt: **99923708.4**

(22) Date de dépôt: **09.06.1999**

(51) Int Cl.7: **C13D 1/08**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR1999/001368

(87) Numéro de publication internationale:
WO 1999/064634 (16.12.1999 Gazette 1999/50)

(54) **PROCEDE DE TRAITEMENT DES BETTERAVES SUCRIERES**

VERFAHREN ZUR BEHANDLUNG VON ZUCKERRÜBEN

METHOD FOR TREATING SUGAR BEETS

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorité: **11.06.1998 FR 9807368**

(43) Date de publication de la demande:
28.03.2001 Bulletin 2001/13

(73) Titulaire: **BEGHIN-SAY S.A.
59239 Thumeries (FR)**

(72) Inventeurs:
• **ESTHIAGHI, Mohammad, Naghi
D-12159 Berlin (DE)**
• **KNORR, Dieter
D-14167 Berlin (DE)**

(74) Mandataire: **Grosset-Fournier, Chantal Catherine
Grosset-Fournier & Demachy,
54,rue Saint-Lazare
75009 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
WO-A-88/02777 WO-A-96/09412

- **DATABASE WPI Section Ch, Week 9409 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class D17, AN 94-073581 XP002093565 & SU 1 192 370 A (AS USSR HEAT PHYS TECHN INST), 30 novembre 1993 (1993-11-30)**
- **DATABASE WPI Section Ch, Week 9035 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class D14, AN 90-266543 XP002093566 & SU 1 521 439 A (AS MOLD APPL PHYS), 15 novembre 1989 (1989-11-15) cité dans la demande**
- **DATABASE WPI Section Ch, Week 8223 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class D17, AN 82-47584E XP002093567 & SU 854 984 A (AS UKR ENG THER PHY),**
- **CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 97, no. 26, 27 décembre 1982 (1982-12-27) Columbus, Ohio, US; abstract no. 218375a, I.BAZHAL ET AL.: "Quality of diffusion juice prepared by an electrochemical method" page 128; colonne 1; XP002093564 & SAKH.PROM-ST, vol. 10, pages 42-43,**

EP 1 086 253 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

DescriptionDomaine de l'invention

5 **[0001]** La présente invention concerne un procédé de traitement des betteraves sucrières. Le procédé comprend le traitement des betteraves sucrières entières ou en morceaux avec un champ électrique, suivi par une extraction et/ou un pressage. Le procédé combine des conditions douces de traitement des betteraves sucrières avec un rendement élevé en sucre contenant une faible quantité de sous-produits.

10 Arrière-plan de l'invention

[0002] Les procédés classiques d'extraction du sucre à partir des betteraves sucrières comportent un certain nombre d'étapes principalement physiques. Etant donné que les betteraves sucrières ont approximativement la même densité que l'eau, on les déplace des piles de stockage à l'usine dans des canaux d'amenée d'eau. Ces canaux d'amenée d'eau contiennent des dispositifs d'élimination des cailloux, des dispositifs pour séparer les déchets de la végétation, et des dispositifs pour laver les betteraves. Une fois lavées, on découpe les betteraves en cossettes, qui sont de longues lamelles (rubans) minces en forme de V ou de section carrée. Typiquement, les rubans ont de 2 à 3 mm d'épaisseur et 15 cm de longueur. Le sucre, qui forme entre 10 et 22% de l'ensemble de la betterave, est extrait des cossettes dans un diffuseur. On extrait les cossettes avec de l'eau dans laquelle le sucre se dissout. On conduit le processus d'extraction de façon continue dans un mode à contre-courant. Généralement, on procède à l'extraction en faisant s'écouler de l'eau chaude à travers la masse de la betterave à une température allant jusqu'à 85°C. On choisit la température d'une manière à extraire le maximum de sucre sans en même temps extraire une grande quantité d'impuretés. Les lamelles qui sont écartées ne contiennent de préférence plus beaucoup de sucre. D'un autre côté, il est souhaitable d'avoir aussi peu que possible de composés non sucrés dans l'eau d'extraction afin de réduire au minimum les étapes de purification ultérieures.

[0003] Il convient de trouver un optimum entre le rendement et la pureté. Après l'extraction, on presse les lamelles afin de recueillir la plus grande partie de l'eau d'extraction qui autrement serait laissée dans la pulpe et qui contient également du sucre.

30 **[0004]** Le sucre dans la betterave sucrière est contenu dans les cellules parenchymateuses. Ces cellules sont principalement constituées d'une grande vacuole contenant le saccharose entourée d'une paroi cellulaire constituée en quantités approximativement égales de cellulose et de protopectine. Les parois de la vacuole sont recouvertes de protéines. Lorsqu'on chauffe, les protéines coagulent. L'extraction du sucre des lamelles de betterave sucrière n'est possible que lorsque les cellules sont perméabilisées. On effectue généralement la perméabilisation en chauffant l'eau d'extraction à environ 75°C. Comme autres procédés de perméabilisation, il faut mentionner le traitement chimique ou la congélation. On peut extraire plus d'un tiers du jus de betterave sans chauffer de manière substantielle, c'est-à-dire sans perméabilisation. Ceci est dû à la rupture des membranes cellulaires au cours du tranchage et à l'effet de la pression aboutissant à briser encore les cellules et à libérer du fluide au cours de l'étape de pressage.

35 **[0005]** On sait traiter les cellules biologiques ou leurs agglomérats, c'est-à-dire les tissus ou organes, avec des champs électriques afin de les perméabiliser. Ce procédé est connu sous le nom de Champ Electrique à Haute Pulsation (CEHP). Ce procédé est utilisé par exemple pour faciliter l'absorption de l'ADN par les cellules végétales dans le domaine de la biologie moléculaire.

[0006] On observe qu'on peut facilement suivre une augmentation de perméabilité en mesurant l'augmentation de conductivité du milieu. On trouve également que l'augmentation de l'intensité du champ électrique aboutit à une perméabilité accrue.

45 **[0007]** La demande de brevet allemand N° DE 3 733 927 décrit l'utilisation de l'électroperméabilisation pour l'isolement de métabolites secondaires à partir de cultures végétales. L'invention décrite dans cette demande de brevet allemand concerne la perméabilisation des membranes de cellules, qui sont mises en suspension et que l'on cultive sous une forme "libre". Spécifiquement, il est mentionné que l'on sort les agglomérats cellulaires du milieu par tamisage.

50 **[0008]** D'autres applications du CEHP ont été mentionnées. Une augmentation du rendement en jus au cours de la préparation de jus de pomme et de jus de raisin a été signalée par Flaumenbaum (Flüss. Obst 35 : 19-20 (1968)). Le procédé est mentionné dans cet article sous le nom d'électro-plasmolyse. Geulen et al. (ZFL 45 : 24-27 (1994)) ont entrepris des recherches sur le prétraitement de carottes par un moyen électrique.

[0009] La demande internationale WO 96/09412 décrit le traitement de morceaux de betteraves par un champ électrique de très faible voltage et de très haute fréquence pendant 60 minutes, ce qui a pour effet de chauffer les morceaux de betteraves à plus de 55°C.

55 **[0010]** La demande de brevet russe SU 1521439 décrit un traitement par champ électrique appliqué à des betteraves sucrières coupées en tranches et prépressées.

[0011] La demande de brevet russe SU 1 192 370 décrit un procédé d'extraction de sucre à partir de cossettes de

betterave, qui consiste à appliquer aux cossettes un champ électrique de faible voltage.

[0012] La référence Bazhal et al. ("Quality of diffusion juice prepared by an electrochemical method", *Sakh. Prom-st.*, 1982, 10, 42-43) concerne une électrodiffusion dans laquelle les cossettes de betteraves subissent un champ électrique de très faible voltage.

5 [0013] Le découpage en tranches avant l'application du CEHP aboutit à un jus sucré nécessitant une purification plus poussée.

[0014] On a en outre signalé qu'étant donné leur effet de perméabilisation des membranes cellulaires, les fortes impulsions de champ électriques détruisent les micro-organismes. Les CEHP sont donc également utilisés pour la stérilisation des aliments destinés à l'homme ou aux animaux.

10 [0015] Les avantages d'un tel procédé tiennent au fait qu'il n'est pas besoin d'ajouter de produits chimiques, à ce que la perméabilisation est réalisée à la température ambiante et à ce que les durées de traitement sont relativement courtes.

Résumé de l'invention.

15 [0016] L'invention décrit un procédé pour l'extraction de sucre à partir de betteraves sucrières entières ou en morceaux, caractérisé en ce que

20 a) on traite des betteraves sucrières ou de gros morceaux de ces betteraves sucrières dans l'eau avec des impulsions de champ électrique, consistant en fortes impulsions de champ électrique de 0,5 à 40 kV/cm et de 0,025 à 5 μ F et de 1 à 2000 impulsions, les betteraves sucrières ou les gros morceaux de ces betteraves ayant au moins les dimensions suivantes au cours de l'application d'un champ électrique, 2 x 10 x 10 cm (sous forme de bloc) ou 2 x 10 cm (sous forme de cylindre),

25 b) on extrait et/ou on presse les betteraves sucrières ou les morceaux de ces betteraves sucrières à une température comprise entre 0 et 45°C.

[0017] Les betteraves sucrières sont utilisées entières. Etant donné la variabilité de leur format, il peut être nécessaire de réduire la taille des betteraves. Dans un tel cas, on découpe ou on tranche les betteraves, mais les morceaux sont maintenus aussi gros que possible.

30 [0018] L'invention précise l'utilisation des CEHP sur des morceaux de betteraves sucrières ayant au moins les dimensions suivantes au cours de l'application d'un champ électrique, 2 x 10 x 10 cm (sous forme de bloc) ou de 2 x 10 cm (sous forme de cylindre).

[0019] Facultativement, et pour améliorer la possibilité d'une extraction plus poussée de la matière de la betterave sucrière, on découpe en tranches ou on broie les betteraves sucrières ou de grandes parties de ces betteraves après le traitement CEHP qui est antérieur à l'extraction et/ou au pressage.

35 [0020] Sous un autre aspect de l'invention, le procédé de traitement CEHP est réalisé au cours du transport des betteraves dans les canaux d'amenée ou après lavage et/ou découpage des betteraves.

[0021] Un autre objet de l'invention est que le traitement CEHP réduise le nombre de micro-organismes viables qui croissent sur le sucre ou la pulpe de betterave. Ceci a pour effet d'accroître la durée possible de stockage du produit du traitement CEHP avant que le sucre ne soit cristallisé.

40 [0022] Un autre objet de l'invention est qu'avant ou après le traitement CEHP entre 0,5 et 40 kV/cm, on effectue un traitement avec des impulsions de l'ordre de 20 à 70 kV/cm afin d'inactiver les micro-organismes qui sinon pourraient facilement croître sur le sucre ou les betteraves.

[0023] Le pressage suivant l'extraction se caractérise en ce qu'on traite le matériau de la façon suivante :

- 45 a) pressage entre 2 et 30 MPa,
b) remise en suspension du matériau dans l'eau, et facultativement,
c) au moins une répétition des étapes a) et b).

50 [0024] On effectue également le pressage à une pression nécessitant l'utilisation d'une bien moindre quantité d'eau. Ceci aboutit à un volume final plus faible ; dans un tel cas la remise en suspension dans l'étape b) se fait dans de l'eau à 1:0,25 (matériau de betterave:eau), et le pressage est répété une fois à 30 MPa pendant 15 minutes.

[0025] Il est à noter que le procédé selon l'invention peut aussi s'appliquer à l'isolement de l'inuline à partir de plantes *Cichorium intybus*.

Brève description des figures

[0026]

- 5 La figure 1 montre le degré de perméabilisation de cylindres de betteraves sucrières en fonction de la tension des impulsions ($Z_p = 1$ correspond à une perméabilisation complète des cellules).
La figure 2 montre le degré de perméabilisation de cylindres de betteraves sucrières en fonction du nombre d'impulsions.
- 10 La figure 3 montre le degré de perméabilisation de cylindres de betteraves sucrières en fonction de la capacité du condensateur.
La figure 4 montre le degré de perméabilisation de cylindres de betteraves sucrières en fonction de la fréquence des impulsions.
La figure 5 montre le degré de perméabilisation de cylindres de betteraves sucrières en fonction de la conductivité du milieu d'immersion.
- 15 La figure 6 montre le degré de perméabilisation de cylindres de betteraves sucrières en fonction de la température pour des betteraves non traitées et une seule valeur pour des betteraves traitées avec 20 impulsions de 10 kV (1 Hz, capacité du condensateur 5 μ F).
La figure 7 montre l'influence d'un traitement thermique d'une heure sur la texture de cylindres de betteraves traitées par CEHP et à la chaleur.
- 20 La figure 8 montre l'influence d'un traitement CEHP par comparaison avec le traitement thermique sur le pourcentage en poids de matière sèche (Brix), la pureté et la teneur en saccharose du jus brut après extraction continue.
La figure 9 montre l'influence d'un traitement CEHP par comparaison avec le traitement thermique sur le pourcentage en poids de matière sèche, la pureté et la teneur en saccharose du jus pressé après extraction continue.
La figure 10 montre l'influence d'un traitement CEHP par comparaison avec le traitement thermique sur le pourcentage en poids de matière sèche, la pureté et la teneur en saccharose du jus extrait après trois extractions.
- 25 La figure 11 montre l'influence d'un traitement CEHP par comparaison avec le traitement thermique sur la pureté et la teneur en saccharose du jus pressé après trois extractions.
La figure 12 montre l'influence du traitement CEHP à 20°C sur le jus brut après trois extractions de minces tranches de betterave.
- 30 La figure 13 montre l'influence du traitement CEHP sur le rendement en saccharose après une extraction en une seule étape.
La figure 14 montre l'influence du CEHP et de tranches de betteraves traitées à la chaleur, pressées et ayant subi une extraction, sur le séchage.
La figure 15 montre le rendement et la pureté du jus de tranches de betteraves pressées trois fois.
- 35 La figure 16 montre le rendement et la pureté du jus de tranches de betteraves pressées deux fois.
La figure 17 montre le rendement et la pureté du jus de tranches minces de betteraves pressées deux fois.
La figure 18 montre le rendement et la pureté du jus de matériau de betteraves broyé et pressé deux fois.
La figure 19 montre le rendement et la pureté du jus de tranches de betteraves pressées une fois.
La figure 20 montre le rendement et la pureté du jus de minces tranches de betteraves pressées une fois.
- 40 La figure 21 montre le rendement et la pureté d'un matériau de betteraves broyé et pressé une fois.
La figure 22 montre le temps de séchage de la pulpe résiduelle obtenue après traitement CEPH selon l'invention par rapport à une pulpe résiduelle obtenue après traitement selon le procédé thermique classique d'extraction de l'art antérieur.

45 Description détaillée de l'invention

[0027] La présente invention décrit un procédé avantageux pour l'extraction du sucre à partir de betteraves sucrières ou de morceaux de ces betteraves sucrières. Le procédé se caractérise en ce que

- 50 a) on traite des betteraves sucrières ou de gros morceaux de ces betteraves dans l'eau avec des impulsions de champ électrique,
b) on extrait et/ou on presse la betterave sucrière traitée ou des morceaux de cette betterave.

[0028] Il peut être intéressant de découper en tranches ou de broyer les betteraves ou morceaux de betteraves avant extraction. L'extraction est conduite à une température inférieure à 45°C, et de préférence la température est comprise entre 0 et 45°C.

[0029] Les betteraves sucrières sont utilisées entières. Etant donné la variabilité du format, il peut être nécessaire de réduire la taille des betteraves. Dans un tel cas, on découpe ou on réduit en tranches les betteraves, dont on

maintient cependant les morceaux aussi gros que possible. L'invention montre l'utilisation du CEHP sur des morceaux de betterave sucrière ayant au moins les dimensions suivantes au cours de l'application d'un champ électrique, 2 x 10 x 10 cm (sous forme de bloc) ou 2 x 10 cm (sous forme de cylindre) ou des dimensions similaires sous n'importe quelle autre forme. Il convient de reconnaître que la taille des morceaux de betteraves sucrières dépend de la taille de l'équipement disponible pour le traitement CEHP.

[0030] La taille des betteraves, que l'on peut traiter, dépend également de l'intensité du champ et de l'homogénéité du champ électrique que l'on peut produire. Le fait de couper et de réduire en tranches le matériau aboutit à la libération de quantités déjà importantes de sucre. Cependant, la rupture des vacuoles et des membranes aboutit à une quantité élevée d'impuretés indésirables dans le sucre que l'on obtient finalement, et par conséquent, on préfère maintenir les betteraves ou les morceaux de betteraves aussi grosses que possibles.

[0031] Le champ électrique est de préférence appliqué sous forme d'impulsions. Les impulsions sont d'au moins 0,5 kV et sont de préférence comprises entre 0,5 et 40 kV/cm, la valeur exacte dépendant du milieu et du type d'équipement utilisé. On a obtenu de bons résultats avec des impulsions comprises entre 1 et 4 kV/cm. On a trouvé en outre que les impulsions doivent être appliquées à une fréquence d'au moins 5 impulsions par seconde ou en un nombre total de 20 à 40 impulsions. Si l'on utilise de faibles tensions, il est également possible d'augmenter le nombre d'impulsions à 2000/secondes ou même plus.

[0032] Un autre résultat de l'invention est que le traitement CEHP réduit le nombre de micro-organismes viables, qui croissent dans la solution de sucre ou sur la pulpe de la betterave. Ceci a pour effet d'accroître la durée de stockage possible du produit du traitement CEHP avant cristallisation du sucre.

[0033] L'invention a également pour objectif d'administrer avant ou après le traitement CEHP entre 0,5 et 40 kV/cm un traitement avec des impulsions de l'ordre de 20 à 70 kV/cm afin d'inactiver les micro-organismes qui autrement peuvent facilement croître sur le sucre ou les betteraves. L'inactivation de micro-organismes et les conditions nécessaires pour le faire ont été examinées par Wouters, P.C. et J.P.P.M., Smelt dans Food Biotechnology 11(3) 193-229 (1997).

[0034] Le traitement CEHP est réalisé au cours du transport des betteraves dans les canaux d'amenée ou après lavage et/ou découpage des betteraves.

[0035] La capacité du condensateur utilisé dans les présentes expériences est comprise entre 0,025 et 5,0 μ F. L'application industrielle de l'invention nécessite l'adaptation du condensateur et du générateur d'impulsions, et ceci dépend du type d'équipement utilisé et du débit de matériau que l'on doit traiter.

[0036] Il est montré dans l'exemple 1 que le degré de perméabilisation s'accroît avec le nombre et la fréquence des impulsions, l'intensité des impulsions, la capacité du condensateur et la conductivité du milieu d'immersion. La température et le format de la betterave ou des tranches de betteraves jouent également un rôle. Si l'on prend tous ces paramètres en compte, cela signifie que les valeurs optimales d'un paramètre dépendent de la valeur fixée des autres paramètres.

[0037] Pour augmenter la perméabilisation au lieu du chauffage du processus classique, on peut donner un plus grand nombre d'impulsions, et au lieu d'augmenter le nombre d'impulsions on peut accroître leur intensité. Tous ces cas donnent des résultats similaires.

[0038] Il est en outre montré dans l'exemple 1 que le degré de perméabilisation obtenu avec le traitement CEHP (10 kV, 5 μ F, 20 impulsions, 1 Hz, 20°C) est égal au degré que l'on obtient avec un traitement thermique à 72°C. Cela signifie que l'on doit utiliser beaucoup moins d'énergie et que la durée du processus est considérablement diminuée par application du traitement CEHP. La mesure de la texture montre que le traitement CEHP aboutit à une texture plus lisse du produit de betterave sucrière.

[0039] Le procédé CEHP peut être réalisé à n'importe quelle température désirable. La température est choisie d'une manière que les résultats en termes de rendement et de pureté sont élevés tandis qu'en même temps les besoins en énergie sont faibles et la durée du traitement est également faible.

[0040] Le procédé CEHP est réalisé à la température des betteraves et de l'eau qui prévaut au moment de la campagne d'extraction du sucre. En pratique la température peut donc se situer entre 0°C ou une température voisine à laquelle le matériau ne se congèle pas et une température avoisinant 30°C.

[0041] L'extraction et le pressage qui suivent sont réalisés à la même température, bien qu'une température augmentée allant jusqu'à 45°C donne également de bons résultats. On peut utiliser des températures allant jusqu'à 75°C, ce qui est la température classique de l'extraction. Cependant dans ce dernier cas une partie des économies d'énergie que l'on obtient en réalisant le procédé CEHP est perdue.

[0042] L'exemple 2 montre que le traitement CEHP avant découpage en tranches aboutit à une quantité un peu plus faible de saccharose dans le fluide d'extraction après extraction continue. Cependant, une plus grande quantité de fluide est extraite de la pulpe par pression si bien que l'extractibilité est égale. Une extraction en trois étapes aboutit à une extractibilité plus élevée de la pulpe traitée par CEHP et à une plus grande récupération de jus. Lorsqu'on broie finement les tranches, il apparaît que le matériau traité par CEHP devient presque complètement extractible.

[0043] Même après une extraction en une seule étape (exemple 4) il apparaît que l'extractibilité des betteraves

sucrières traitées avec le CEHP est plus élevée que pour le matériau non traité. Après traitement CEHP le saccharose est recueilli beaucoup plus rapidement par pressage que lorsque le matériau n'est pas traité.

[0044] L'exemple 6 montre que la différence d'extractabilité entre les betteraves sucrières traitées par CEHP et non traitées est beaucoup plus prononcée lorsque les tranches ont une plus grande taille. L'exemple 7 confirme ce fait pour un pressage unique. Il s'ensuit que le CEHP aboutit généralement à améliorer l'extractabilité.

[0045] On peut utiliser un moindre nombre d'étapes d'extraction et le pressage pour obtenir la même quantité de sucre, ou bien on obtient une plus grande quantité de sucre si le traitement est maintenu identique. On trouve que l'on peut obtenir de bons résultats lorsque le pressage est suivi par une remise en suspension et un autre pressage. Ce procédé peut être répété plusieurs fois, aboutissant à un rendement accru et naturellement à une plus faible quantité de sucre laissée dans la pulpe de betterave restante. Dans un tel cas le traitement après les impulsions de champ électrique est le suivant. Le matériau traité par impulsions de champs électriques est traité de la façon suivante :

- a) pressage entre 2 et 5 MPa pendant 5 minutes,
- b) remise en suspension du matériau dans l'eau (1:1 p/p) et
- c) répétition au moins une fois des étapes a) et b).

[0046] On trouve en outre que la remise en suspension dans l'eau est également possible dans une plus faible quantité d'eau et que ceci donnerait des résultats similaires à condition que le pressage ultérieur soit effectué à une pression plus élevée, pouvant aller jusqu'à 30 MPa. Dans un tel cas, la quantité d'eau utilisée pour la remise en suspension peut n'être qu'un quart de la quantité utilisée lorsque le pressage est fait à une pression plus faible.

[0047] En fait on obtient des résultats satisfaisants lorsqu'on presse une fois à 30 MPa pendant 15 minutes les morceaux de betteraves sucrières prétraitées.

[0048] On trouve que les morceaux de betteraves sucrières prétraitées par CEHP peuvent être pressés aussi bien que les betteraves finement découpées non traitées.

[0049] Bien que dans certains cas on trouve que l'extractabilité des tranches soit plus faible après traitement CEHP, on voit également que cet effet est largement compensé par l'accroissement de l'aptitude au pressage. Globalement ceci aboutit à un degré d'extraction presque identique.

[0050] Le procédé de traitement des betteraves sucrières décrit dans l'invention aboutit à l'extraction à partir de la betterave sucrière d'une quantité au moins égale de saccharose lorsqu'on compare avec le procédé d'extraction classique, et l'on montre également que dans certaines conditions la quantité de saccharose est plus élevée que ce qu'on obtient par extraction classique. Cependant le procédé est beaucoup plus rapide et nécessite beaucoup moins d'énergie. Le procédé de l'invention nécessite une durée allant de moins de 1 à 5 secondes et un apport d'énergie d'environ 12 kJ/kg. En augmentant la fréquence des impulsions, on obtient beaucoup plus rapidement l'apport d'énergie requis et la durée du traitement se raccourcit donc. Avec un équipement approprié, il est même possible d'arriver à 2000 impulsions/seconde. La température de traitement est comprise entre 0 et 45°C, ce qui nécessite beaucoup moins d'apport d'énergie que le chauffage à 75°C. Noter que le chauffage de 25 à 75°C nécessite environ 20 kJ/kg d'eau.

[0051] La quantité totale d'eau peut également être beaucoup plus faible. Du point de vue procédé, on peut utiliser l'eau de transport des betteraves sucrières comme milieu dans lequel on effectue le traitement CEHP. Lorsqu'après le traitement on presse directement les betteraves, on maintient à un faible niveau la quantité d'eau dans laquelle le saccharose est dissous. La conductivité du milieu est également importante. La conductivité du milieu doit être inférieure à celle de la betterave sucrière afin d'obtenir l'effet électrique désiré. Pour y parvenir, il doit être nécessaire de diluer l'eau ou d'ajouter certains sels à l'eau. La pureté du produit est plus élevée car les cellules sont devenues plus perméables sans briser le matériau cellulaire. De plus, on trouve qu'après traitement CEHP la pulpe résiduelle peut être séchée beaucoup plus rapidement que la pulpe traitée à la chaleur.

[0052] Des exemples donnés ci-après (voir notamment les tableaux 1,2,4,9,10 et 11), il ressort que le taux de matière sèche Ts(%) est supérieur lorsque le traitement CEHP est appliqué par rapport au cas où ce traitement n'est pas appliqué. Ceci indique que lorsque la pulpe pressée résiduelle est séchée après le traitement de pressage, la quantité d'eau devant être évaporée est inférieure et le coût énergétique est par conséquent également plus faible.

[0053] Dans les applications où de la pulpe sèche est nécessaire ou pour lesquelles de la pulpe à taux élevé en matière sèche est nécessaire, ceci constitue un avantage important. Il est illustré à la figure 22 où l'on voit que grâce au traitement CEHP, 30% en plus de jus est pressé, et que le temps de séchage est ensuite environ de moitié.

[0054] Ainsi, selon un autre aspect, la présente invention vise également un procédé pour augmenter le taux de matière sèche de pulpe de betteraves sucrières obtenue après extraction et/ou pressage, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de traitement des betteraves sucrières ou de morceaux de celles-ci dans l'eau avec des impulsions de champ électrique.

Partie expérimentale

I. Matériaux

5 a) Betteraves sucrières

[0055] Les betteraves sucrières utilisées dans tous les exemples qui suivent sont récoltées en décembre (1996) et conservées dans un silo jusqu'à février (1997). Les betteraves sont alors soit immédiatement utilisées pour des expériences en continu, soit lavées et conservées, pendant une durée allant jusqu'à 6 semaines, à 4°C avant l'emploi.

10

b) Générateurs d'impulsions de champ électrique

[0056] Les fortes impulsions de champ électrique sont engendrées en utilisant une unité ELSTERIL (société Herrfurt, Hambourg, Allemagne). On engendre les impulsions avec les trois composants suivants : un générateur haute tension (5-15 kV), trois condensateurs de $C = 0,5, 1,0$ ou $3,5 \mu\text{F}$, qui de par leur liaison en parallèle peuvent être utilisés de façon additive, et un générateur d'impulsions pour des impulsions de 1 à 22 Hz. On effectue les mesures dans des cuvettes de Plexiglas dans lesquelles les électrodes sont espacées de 2 ou 3,8 cm.

15

c) Autre équipement

20

[0057] Pour presser la pulpe, on utilise une presse à piston hydraulique de type LM (société Seifert KG, Rastatt, Allemagne).

II. Modes opératoires

25

II.A. Extraction

a) Extraction en continu

30

[0058] Pour l'extraction en direct, on lave les betteraves sucrières avec de l'eau du robinet et on les découpe en tranches en forme de V ayant une longueur de 8 à 12 cm, des côtés d'environ 5 mm et une épaisseur de 12 mm. Pour le traitement CEHP, on découpe tout d'abord les betteraves en blocs (de $3,8 \times 10 \times 10-15$ cm) ou en cylindres et on les traite avec des impulsions électriques puis on les découpe en tranches. Le traitement CEHP standard est de 2 kV/cm, $5,0 \mu\text{F}$, 20 impulsions. Le milieu de traitement a une conductivité de $0,75 \text{ mS/cm}$.

35

[0059] On conduit l'extraction dans une cuve d'extraction contenant jusqu'à 15 kg de matériau. Pour les tranches non traitées, on élève la température à environ 75°C et on laisse l'extraction se dérouler pendant environ 70 minutes. Dans la partie dénaturation de la cuve la température est de $83 \pm 2^\circ\text{C}$. Pour les tranches traitées par CEHP, la température est de 45°C. Les mesures sont effectuées sur du jus qui est passé deux fois à travers la cuve.

40

b) Extraction en trois étapes

[0060] On découpe en tranches des betteraves sucrières lavées et on les utilise immédiatement aux fins d'extraction, ou bien on traite tout d'abord des blocs de betteraves par CEHP puis on les découpe en tranches. On mélange 200 g de tranches avec 200 ml d'eau distillée (85°C) et on les maintient à environ 85°C pendant 5 minutes après que la température du centre des tranches ait atteint 80°C. La durée nécessaire pour atteindre une température du centre de 80°C dépend du diamètre des tranches. Dans une expérience typique, cette durée est d'environ 15 minutes. Au bout de ce temps, on tamise la pulpe à la main et on répète trois fois l'extraction. On utilise pour l'extraction de seconde étape le fluide recueilli dans cette première étape. On préchauffe le fluide. Après la quatrième extraction, on extrait une fois encore la pulpe avec de l'eau. On effectue l'extraction de troisième étape en utilisant le fluide de la seconde étape, là encore après la quatrième extraction, on extrait la pulpe avec de l'eau. On utilise les extraits de la troisième étape dans les buts d'analyse. On presse à 30 MPa la pulpe extraite des trois étapes et on conserve le fluide à -30°C avant de l'analyser.

45

50

[0061] On traite les betteraves traitées par CEHP de la même manière sauf pour la température que l'on utilise, le procédé étant réalisé à 45°C au lieu de 85°C.

55

[0062] En-dehors des betteraves sucrières en tranches décrites ci-dessus, et découpées en tranches fines ($1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$), on utilise des tranches fines de betteraves sucrières aussi bien non traitées que traitées par CEHP et on procède à l'extraction par le même procédé à 20°C.

c) Extraction en une étape

5 [0063] On mélange 600 g de tranches de betteraves non traitées ou traitées par CEHP avec 600 g d'eau distillée chaude à 85°C (non traitée), pour arriver à une température d'extraction de 75°C. Pour les tranches de betteraves traitées, on ajoute de l'eau distillée à 60°C, pour arriver à une température d'extraction de 45°C, et on effectue l'extraction comme pour l'extraction en trois étapes, mais on n'utilise ici que la première étape. On utilise le fluide dans des buts d'analyse. On presse la pulpe à 30 MPa pendant 15 minutes, et on la sèche dans un appareil de séchage à lit fluidisé à une vitesse d'air de 1,5 m/s et à une température de l'air de 70°C.

10 II.B. Pressage

a) Pressage effectué trois fois

15 [0064] On presse 200 g de tranches non traitées ou traitées par CEHP à 20 ou respectivement 5 MPa pendant 5 minutes. On remet la pulpe en suspension dans l'eau (1:1 p/v) à 20°C et au bout de 5 minutes on répète le pressage. Après un troisième pressage, on combine et on analyse les fluides.

b) Pressage effectué deux fois et une fois

20 [0065] On presse 500 g de tranches non traitées ou traitées par CEHP tout d'abord à 2 MPa pendant 5 minutes. On remet la pulpe en suspension dans 125 ml d'eau (20°C), et au bout de 10 minutes on effectue un second pressage à 30 MPa pendant 15 minutes.

[0066] Pour un seul pressage, on presse 500 g de matériau non traité ou traité par CEHP, en procédant à 30 MPa pendant 15 minutes.

25 III. Procédés d'analyse

[0067]

- 30 - On mesure la matière sèche soluble (Brix) selon la méthode IFU N°8.
- On mesure par polarimétrie la teneur en saccharose.

Digestion par l'eau chaude : on mélange 26 g de tranches (non traitées) ou 60 g de tranches (extraites) avec 177 ml d'une solution d'acétate de plomb (25 ml d'acétate de plomb dans 11 ml d'eau), on agite et on extrait en conservant à 75-80°C pendant 30 minutes dans un becher couvert. Après refroidissement à 20°C et filtration, on détermine par polarimétrie le pouvoir rotatoire optique du filtrat.

- 35 - On effectue la mesure de la texture sur des échantillons cylindriques (2 x 1 cm) qu'on traite dans l'eau par maintien à 20, 45 ou 75°C pendant une heure. On mesure la texture en utilisant un pénétromètre.

40 [0068] Dans les tableaux utilisés dans la partie expérimentale, les abréviations ont la signification suivante.

Ts(%) = Teneur en matière sèche (g/100 g) de la betterave non traitée ou de la pulpe pressée.

45 °S = Teneur en saccharose (g/100 g) de la

betterave non traitée ou de la pulpe pressée.

50 Poids (%) = Poids de la pulpe après pressage comparé

avec la betterave non traitée.

Gain rel. = Rendement relatif (sur la base de 100 g de betterave de départ) =

$$\left[\frac{[W_R \times \text{°S}_R] - [W_P \times \text{°S}_P]}{[W_R \times \text{°S}_R]} \right] \times 100$$

W_R = Poids de la betterave non traitée (100 g)
 °S_R = Teneur en saccharose (g/100 g de betterave non traitée)
 W_P = Poids de la pulpe pressée (en % de la betterave non traitée)
 °S_P = Teneur en saccharose (g/100 g de pulpe pressée)

Pureté du jus (%) = pureté (°S/pourcentage en poids de matière sèche) x 100

°S = Teneur en saccharose dans le jus brut (g/100 g)
 °Brix = matière sèche dans le jus brut (g/100 g).

Exemples

Exemple 1

Caractérisation du degré de perméabilisation des betteraves sucrières

[0069] On prépare des cylindres de betteraves sucrières (diamètre 2 cm et longueur 10 cm) et on les place dans la cuvette du générateur de champ électrique. On mesure le degré de perméabilisation en fonction de la tension. D'après la figure 1, on voit que le degré de perméabilisation augmente lentement entre 5 et 10 kV et augmente plus rapidement entre 10 et 15 kV.

[0070] Le degré de perméabilisation augmente également avec le nombre d'impulsions. De 1 à 5 impulsions l'augmentation est très rapide, et au-dessus d'environ 20 impulsions l'effet connaît un plateau. (Figure 2).

[0071] Le degré de perméabilisation est encore influencé par le condensateur ; avec l'augmentation de la capacité, la perméabilisation augmente (figure 3).

[0072] Le fait d'augmenter la fréquence des impulsions aboutit à une augmentation du degré de perméabilisation qui est prononcée entre 1 et 6 Hz, puis s'atténue (figure 4) .

[0073] La perméabilisation est également influencée par la conductivité du milieu. C'est en particulier entre 0,7 et 1,2 ms/cm que la perméabilisation doit être effectuée (figure 5) .

[0074] Le degré de perméabilisation dépend de la température. Jusqu'à 55°C aucune perméabilisation ne se produit. Au-dessus de cette température, le degré de perméabilisation augmente. D'après la figure 6, on voit que le degré de perméabilisation obtenu avec le traitement CEHP (10 kV, 5 µF, 20 impulsions d'1 Hz, 20°C) est égal au degré que l'on obtient avec un traitement thermique à 72°C.

[0075] La mesure de la texture montre que le traitement CEHP aboutit à une texture plus lisse des betteraves sucrières (figure 7).

Exemple 2

Extraction en continu de tranches de betteraves sucrières

[0076] L'extraction en continu montre que les tranches traitées par CEHP et extraites à 45°C donnent des résultats similaires quant à la possibilité d'extraction du saccharose que les tranches non traitées extraites à 75°C. La concentration de sucre dans le fluide d'extraction des tranches traitées par CEHP est de 17% plus faible, tandis que la pureté est comparable (figure 8). La quantité de jus extraite de la pulpe par pressage est de 14% supérieure pour les tranches traitées par CEHP (figure 9). Le degré d'extraction des tranches traitées est presque identique à celui des tranches non traitées (tableau 1). Bien que la possibilité d'extraction (extractibilité) des tranches traitées soit plus faible, l'aptitude au pressage (pressabilité) est plus élevée, si bien que tout compte fait on peut extraire la même quantité de sucre à

EP 1 086 253 B1

partir des tranches.

Tableau 1.

Extraction en continu de tranches de betteraves							
	Brutes		Pulpe pressée				Jus
Traitement	Ts(%)	°S(g/100 g)	Poids (%)	Ts(%)	°S(g/100 g)	Gain rel. (%)	Pureté
Therm. (75°C)	25,73	20,20	41,54	15,25	1,49	96,94	91,88
CEHP (45°C)	25,14	20,25	33,61	17,73	1,68	97,22	90,48

Exemple 3

Extraction en trois étapes de tranches de betteraves sucrières

[0077] Comme dans l'exemple 2 on détermine l'influence des tranches traitées par CEHP sur le pourcentage en poids de matière sèche, la pureté, la teneur en saccharose (figure 10) et l'aptitude au pressage (figure 11).

Tableau 2.

Extraction en trois étapes de tranches de betteraves sucrières.							
	Brutes		Pulpe pressée				Jus
Traitement	Ts(%)	°S(g/100 g)	Poids (%)	Ts(%)	°S(g/100 g)	Gain rel. (%)	Pureté
Therm. (75°C)	27,29	21,74	20,73	21,44	3,08	97,06	89,32
CEHP (45°C)	27,22	21,50	17,60	28,99	1,42	98,84	92,21

[0078] Lorsqu'on prépare de minces tranches (1 mm x 1 mm x 10 cm), on s'attend que les cellules soient brisées mécaniquement. D'après la figure 12 il apparaît que les tranches traitées par CEHP sont alors presque complètement extractibles (voir également tableau 3). L'augmentation de poids de la pulpe non traitée après extraction prouve que les tranches non traitées ne sont pas complètement mécaniquement déstructurées. Les cellules sont capables d'absorber de l'eau par osmose, mais avec les cellules traitées par CEHP ce n'est plus le cas.

Tableau 3.

Extraction en trois étapes de tranches de betteraves sucrières (tranches minces).							
	Brutes		Pulpe pressée				Jus
Traitement	Ts(%)	°S(g/100 g)	Poids (%)	Ts(%)	°S(g/100 g)	Gain rel. (%)	Pureté
Therm. (75°C)	23,48	19,72	46,53	27,25	5,80	86,31	90,14
CEHP (45°C)	24,75	18,76	13,86	32,35	1,44	98,94	90,32

Exemple 4

Extraction en une étape de tranches de betteraves sucrières

[0079] La quantité de saccharose extraite n'est que légèrement inférieure avec les tranches traitées par CEHP à ce qu'elle est avec les tranches traitées à la chaleur (75°C)(figure 13). Cependant l'aptitude au pressage est d'environ 22% supérieure (tableau 4).

[0080] Le séchage des tranches pressées montre qu'en dépit du fait que la teneur en matière sèche de la pulpe pressée traitée par CEHP est plus élevée que celle des tranches non traitées, les caractéristiques du processus de séchage sont similaires. Ceci aboutit à un séchage plus rapide des tranches traitées, et en fait le temps de séchage est raccourci d'une durée allant jusqu'à 40% (figure 14), ce qui aboutit à accroître l'économie d'énergie.

EP 1 086 253 B1

Tableau 4.

Extraction en une étape de tranches de betteraves sucrières.							
	Brutes		Pulpe pressée				Jus
Traitement	Ts(%)	°S(g/100 g)	Poids (%)	Ts(%)	°S(g/100 g)	Gain rel. (%)	Pureté
Therm. (75°C)	29,61	21,89	28,03	19,18	2,23	97,14	87,40
CEHP (45°C)	29,61	21,89	21,59	24,50	2,30	97,73	91,80

Exemple 5

Trois pressages

[0081] Afin d'obtenir un jus ayant une valeur du pourcentage en poids de matière sèche élevée, on presse légèrement trois fois les tranches traitées par CEHP (2 ou 5 MPa pendant 5 minutes) en mélangeant de façon intermittente avec de l'eau (1:1). Lors de cet essai, on observe que le saccharose est recueilli deux à trois fois plus rapidement qu'avec les tranches non traitées (20°C). De plus la quantité totale de jus n'est que de 40% supérieure à la quantité de tranches de départ (tableau 5). Ceci souligne l'avantage économique du procédé actuel. On presse le matériau extrait thermiquement de façon classique à 30 MPa pendant 15 minutes, et on le sèche à une teneur en substance sèche beaucoup plus faible. Cela signifie non seulement que le processus prend plus de temps, mais qu'il est également beaucoup plus coûteux du point de vue énergétique.

Tableau 5.

Trois pressages.							
	Brutes		Pulpe pressée				Jus
Traitement	Ts(%)	°S(g/100 g)	Poids (%)	Ts(%)	°S(g/100 g)	Gain rel. (%)	Pureté
Therm. (75°C)	26,47	21,32	19,10	-	-	96,20	93,91
CEHP (45°C)	26,47	21,32	17,10	29,91	2,87	97,70	93,12

Exemple 6

Deux pressages

[0082] Les figures 16 à 18 et les tableaux 6 à 8 donnent une vue d'ensemble de l'effet de différentes tailles de matériaux de betteraves sucrières réduits en tranches sur l'extraction et le pressage. Le pressage est effectué deux fois (2 MPa, 5 minutes et 30 MPa, 15 minutes) avec une remise en suspension intermittente du matériau dans un quart du volume d'eau. En général on trouve que le traitement CEHP du matériau de betterave sucrière aboutit à une récupération accrue de saccharose par comparaison avec un matériau non traité de même taille. Lorsque la taille diminue, l'effet du traitement CEHP devient moins prononcé, mais l'effet est toujours présent et favorable pour le traitement CEHP.

Tableau 6.

Tranches (pressées deux fois).							
	Brutes		Pulpe pressée				Jus
Traitement	Ts(%)	°S(g/100 g)	Poids (%)	Ts(%)	°S(g/100 g)	Gain rel. (%)	Pureté
Therm. (75°C)	25,28	20,60	58,38	27,88	20,41	42,16	92,10
CEHP (45°C)	26,60	20,10	22,77	30,71	11,18	87,33	90,90

EP 1 086 253 B1

Tableau 7.

Mincés tranches (pressées deux fois)							
	Brutes		Pulpe pressée				Jus
Traitement	Ts(%)	°S(g/100 g)	Poids (%)	Ts(%)	°S(g/100 g)	Gain rel. (%)	Pureté
Therm. (75°C)	25,70	19,73	55,41	-	18,14	49,06	89,45
CEHP (45°C)	25,70	19,73	15,03	37,63	6,40	95,12	92,64

[0083] La quantité de saccharose extrait pour les betteraves traitées est supérieure à ce qu'elle est pour le matériau non traité dans tous les cas. Pour les tranches, les chiffres sont de 88% contre 42%, pour les tranches minces de 95,2% contre 49% et pour le matériau broyé de 98% contre 89%. En pressant deux fois, on obtient des jus ayant une valeur de pourcentage en poids de matière sèche élevée et une pulpe ayant une faible quantité de saccharose résiduel.

Tableau 8.

Tranches fines (pressées deux fois)							
	Brutes		Pulpe pressée				Jus
Traitement	Ts(%)	°S(g/100 g)	Poids (%)	Ts(%)	°S(g/100 g)	Gain rel. (%)	Pureté
Therm. (75°C)	26,47	21,32	19,77	31,98	11,40	89,43	86,10
CEHP (45°C)	24,29	19,72	13,50	36,75	3,62	97,52	92,00

Exemple 7

Pressage unique

[0084] Les résultats d'un pressage unique (3 MPa, 15 minutes) en relation avec la taille des tranches sont présentés dans les tableaux 9-10 et les figures 19 à 21. Les résultats sont semblables à ceux que l'on obtient avec un double pressage.

Tableau 9.

Tranches (pressage unique)							
	Brutes		Pulpe pressée				Jus
Traitement	Ts(%)	°S(g/100 g)	Poids (%)	Ts(%)	°S(g/100 g)	Gain rel. (%)	Pureté
Therm. (75°C)	25,44	19,86	67,86	26,39	18,44	36,99	95,97
CEHP (45°C)	28,12	21,97	30,76	34,46	20,20	71,72	93,12

Tableau 10.

Tranches minces (pressage unique)							
	Brutes		Pulpe pressée				Jus
Traitement	Ts(%)	°S(g/100 g)	Poids (%)	Ts(%)	°S(g/100 g)	Gain rel. (%)	Pureté
Therm. (75°C)	26,00	19,05	56,07	29,88	19,95	41,28	91,42
CEHP (45°C)	26,94	19,41	19,36	38,59	15,76	84,28	90,73

Tableau 11.

Tranches fines (pressage unique)							
	Brutes		Pulpe pressée				Jus
Traitement	Ts(%)	°S(g/100 g)	Poids (%)	Ts(%)	°S(g/100 g)	Gain rel. (%)	Pureté
Therm. (75°C)	25,35	18,78	23,54	35,50	16,40	79,44	95,00
CEHP (45°C)	26,84	20,31	16,65	38,80	13,94	88,57	90,18

Revendications

1. Procédé d'extraction de sucre à partir de betteraves sucrières ou de morceaux de ces betteraves sucrières, **caractérisé en ce que**

a) on traite des betteraves sucrières ou de gros morceaux de ces betteraves dans l'eau avec des impulsions de champ électrique, consistant en fortes impulsions de champ électrique de 0,5 à 40 kV/cm et de 0,025 à 5 μ F et de 1 à 2000 impulsions, les betteraves sucrières ou les gros morceaux de ces betteraves ayant au moins les dimensions suivantes au cours de l'application d'un champ électrique, 2 x 10 x 10 cm (sous forme de bloc) ou 2 x 10 cm (sous forme de cylindre),

b) on extrait et/ou on presse les betteraves sucrières ou les morceaux de ces betteraves sucrières à une température comprise entre 0 et 45°C.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel l'on réduit en tranches et/ou l'on broie les betteraves sucrières ou de gros morceaux de ces betteraves sucrières avant l'extraction et/ou le pressage.

3. Procédé selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**avant ou après le traitement CEHP à 0,5 à 40 kV/cm on administre un traitement avec des impulsions de l'ordre de 20 à 70 kV/cm afin d'inactiver les micro-organismes.

4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**on presse entre 2 et 30 MPa le matériau traité par un champ électrique.

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le matériau pressé est :

a) remis en suspension dans l'eau, et
 b) pressé à nouveau de 20 à 300 bars et, facultativement,
 c) les étapes a) et b) sont répétées.

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la remise en suspension à l'étape a) se fait dans de l'eau à 1:0,25 (matériau de betterave:eau (v/v)) et ce qu'on répète le pressage une fois à 300 bars pendant 15 minutes.

7. Procédé selon la revendication 1 que l'on réalise au cours du transport des betteraves dans les canaux d'amenée ou après avoir lavé et/ou découpé les betteraves.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Extraktion von Zucker aus Zuckerrüben oder Stücken von Zuckerrüben, **dadurch gekennzeichnet, dass**

a) man Zuckerrüben oder große Stücke von Zuckerrüben in Wasser mit elektrischen Feldimpulsen behandelt, die aus elektrischen Feldimpulsen von 0,5 bis 40 kV/cm, 0,025 bis 5 μ F und 1 bis 2000 Impulsen bestehen, wobei die Zuckerrüben oder die großen Stücke dieser Rüben beim Anlegen eines elektrischen Feldes wenigstens die folgenden Ausmaße haben: 2 x 10 x 10 cm (in der Form eines Blocks) oder 2 x 10 cm (in der Form eines Zylinders),

b) man die Zuckerrüben oder die Stücke dieser Rüben bei einer Temperatur zwischen 0 und 45°C extrahiert

und/oder presst.

- 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem man die Zuckerrüben oder die großen Stücke dieser Zuckerrüben vor der Extraktion und/oder dem Pressen in Scheiben zerlegt und/oder zerreibt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** man vor oder nach der CEHP-Behandlung von 0,5 bis 40 kV/cm eine Behandlung mit Impulsen in der Größenordnung von 20 bis 70 kV/cm vornimmt, um Mikroorganismen zu inaktivieren.
- 10
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** man das mit einem elektrischen Feld behandelte Material mit 2 bis 30 MPa presst.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gepresste Material
- 15
- a) in Wasser resuspendiert wird, und
b) erneut bei 20 bis 300 bar gepresst wird, und fakultativ
c) die Schritte a) und b) wiederholt werden.
- 20
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Resuspendieren im Schritt a) in Wasser mit 1:0,25 (Rübenmaterial:Wasser (v/v)) erfolgt und man das Pressen einmal bei 300 bar für 15 Minuten wiederholt.
7. Verfahren nach Anspruch 1, das man beim Transport der Rüben in Werkkanälen oder nach Waschen und/oder Zerkleinern der Rüben realisiert.

25

Claims

1. Process for extracting sugar from sugar beets or pieces of these sugar beets, **characterized in that**
- 30
- a) the sugar beets or large pieces of these sugar beets are treated in water with electric field pulses consisting of strong electric field pulses of 0.5 to 40 kV/cm and 0.025 to 5 μ F and from 1 to 2000 pulses, the sugar beets or the large pieces of these sugar beets having at least the following dimensions during the application of an electric field, 2 x 10 x 10 cm (in block form) or 2 x 10 cm (in cylinder form),
b) the sugar beets or the pieces of these sugar beets are extracted and/or pressed at a temperature comprised
- 35
- between 0 and 45°C.
2. Process according to claim 1 in which before extraction and/or pressing, the sugar beets or large pieces of these sugar beets are sliced and/or crushed.
- 40
3. Process according to claims 1 or 2, **characterized in that** before or after the HPEF treatment at 0.5 to 40 kV/cm, a treatment is administered with pulses of the order of 20 to 70 kV/cm in order to deactivate the microorganisms.
4. Process according to claim 1, **characterized in that** the material treated by electric field is pressed at between 2 and 30 MPa.
- 45
5. Process according to claim 4, **characterized in that** the pressed material is:
- a) resuspended in water, and
b) pressed again between 20 and 300 bar and, optionally,
c) steps a) and b) are repeated.
- 50
6. Process according to claim 5, **characterized in that** the resuspension in step a) is carried out in water at 1:0.25 (beet material:water (v/v)) and that the pressing is repeated once at 300 bar for 15 minutes.
- 55
7. Process according to claim 1 which is carried out during the transport of beets in the inlet channels or after having washed and/or cut the beets.

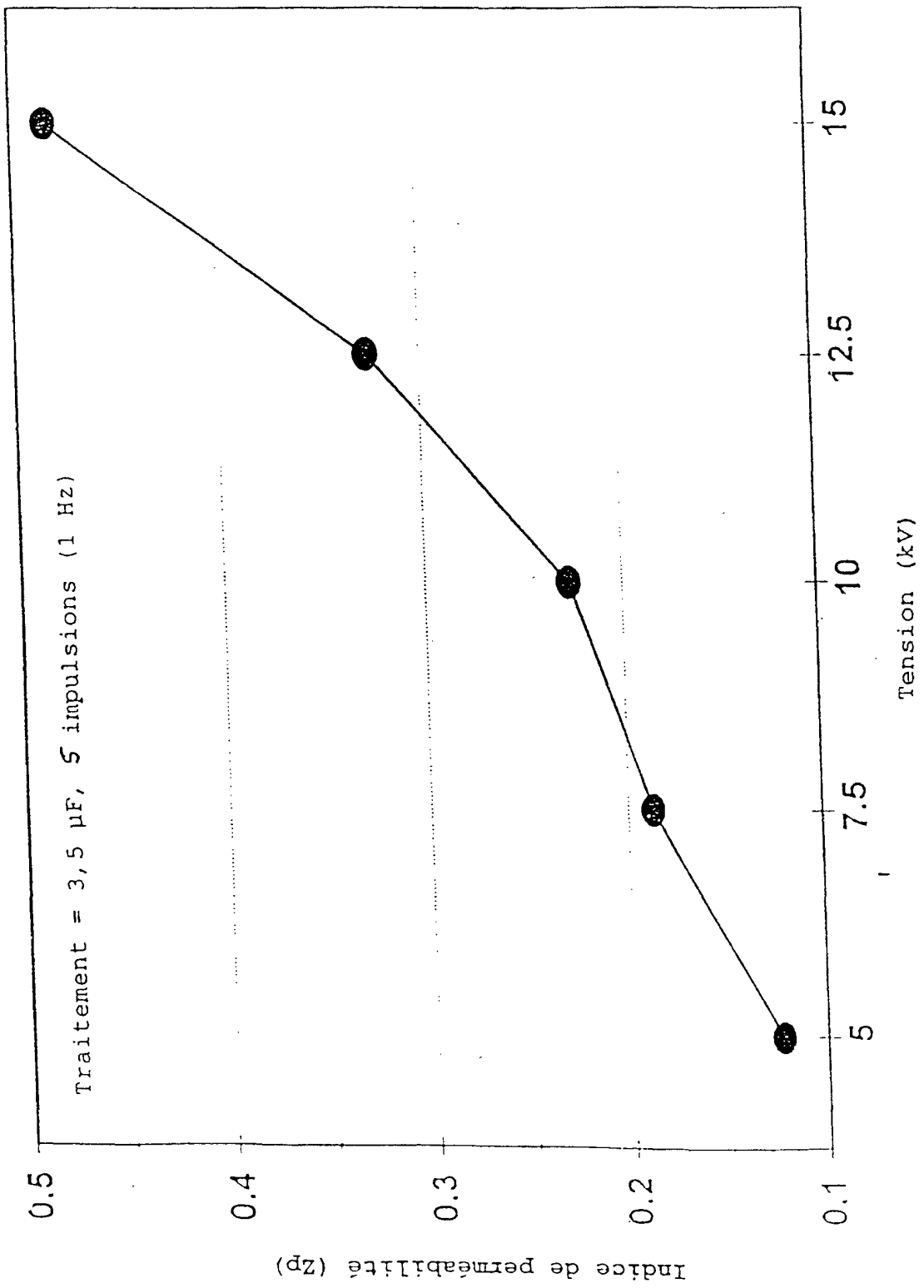


Figure 1

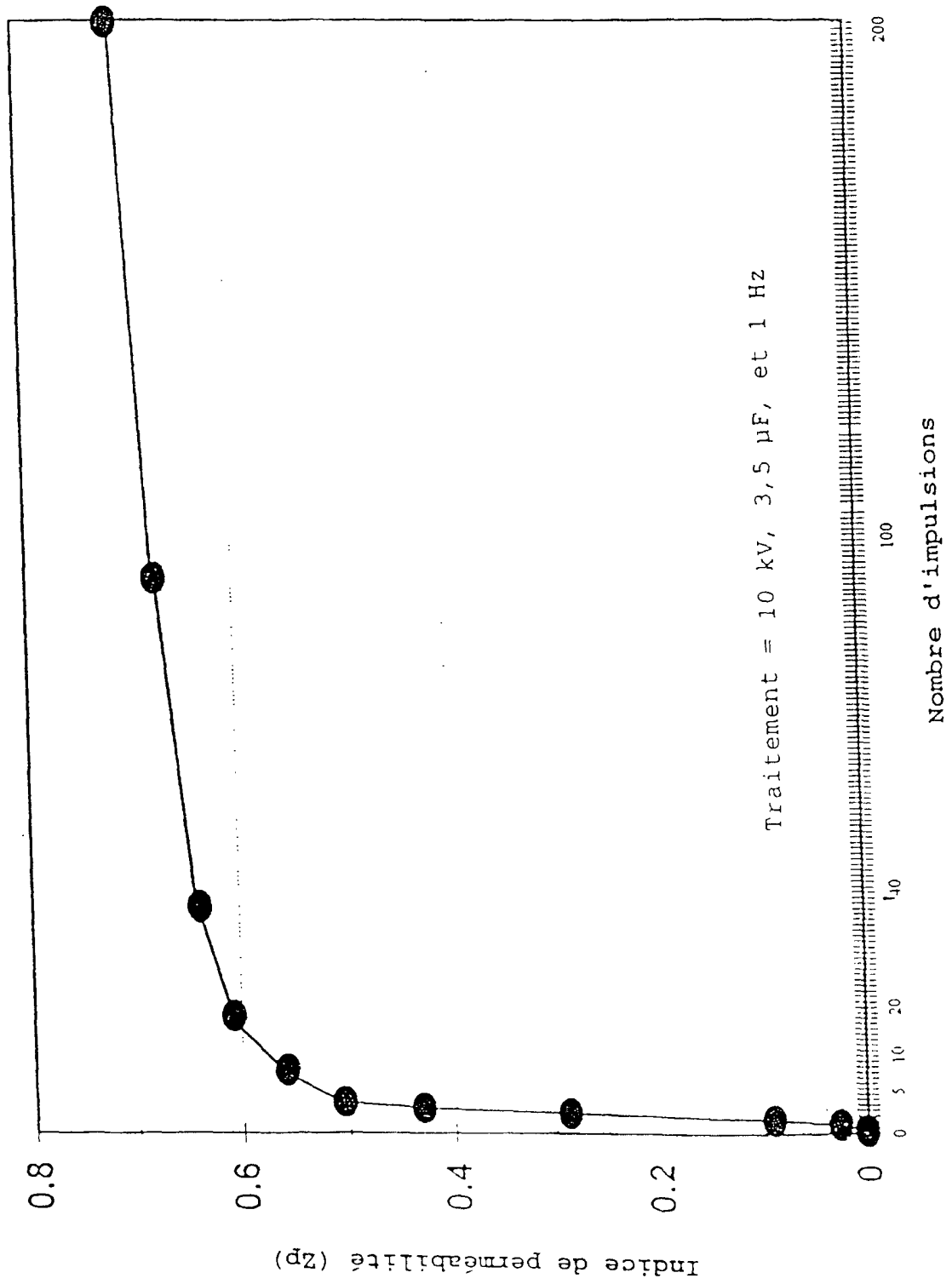


Figure 2

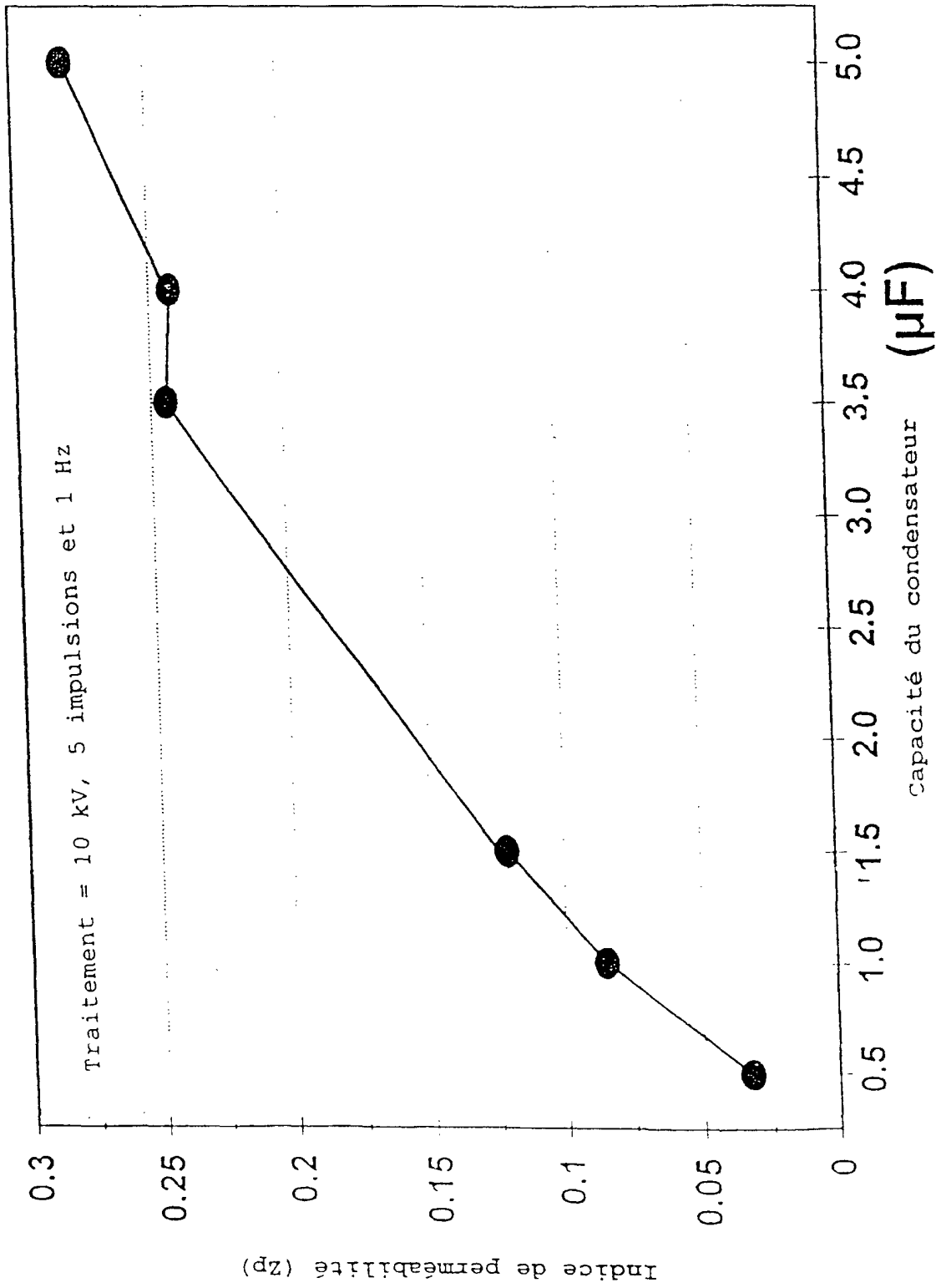


Figure 3

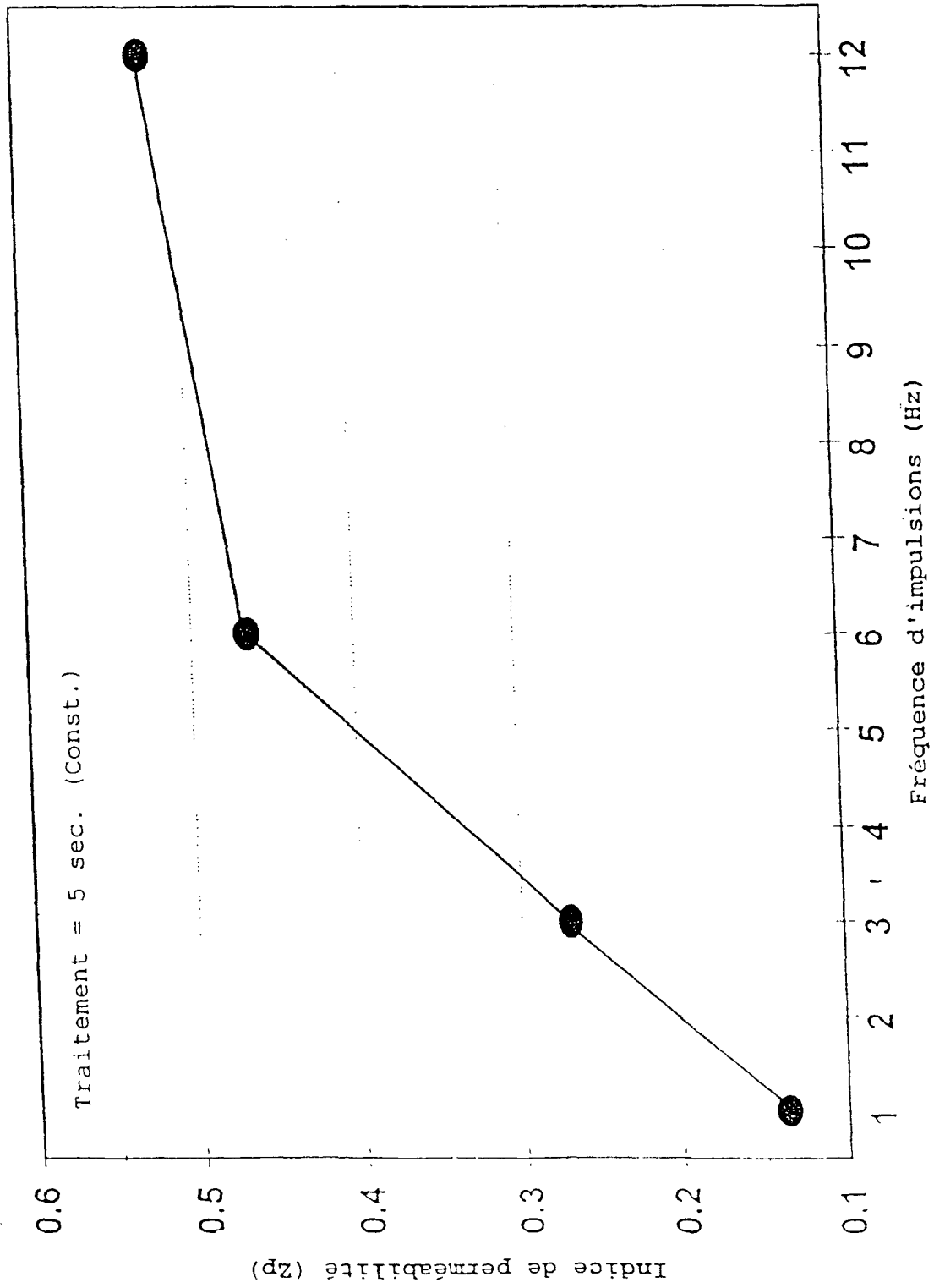


Figure 4

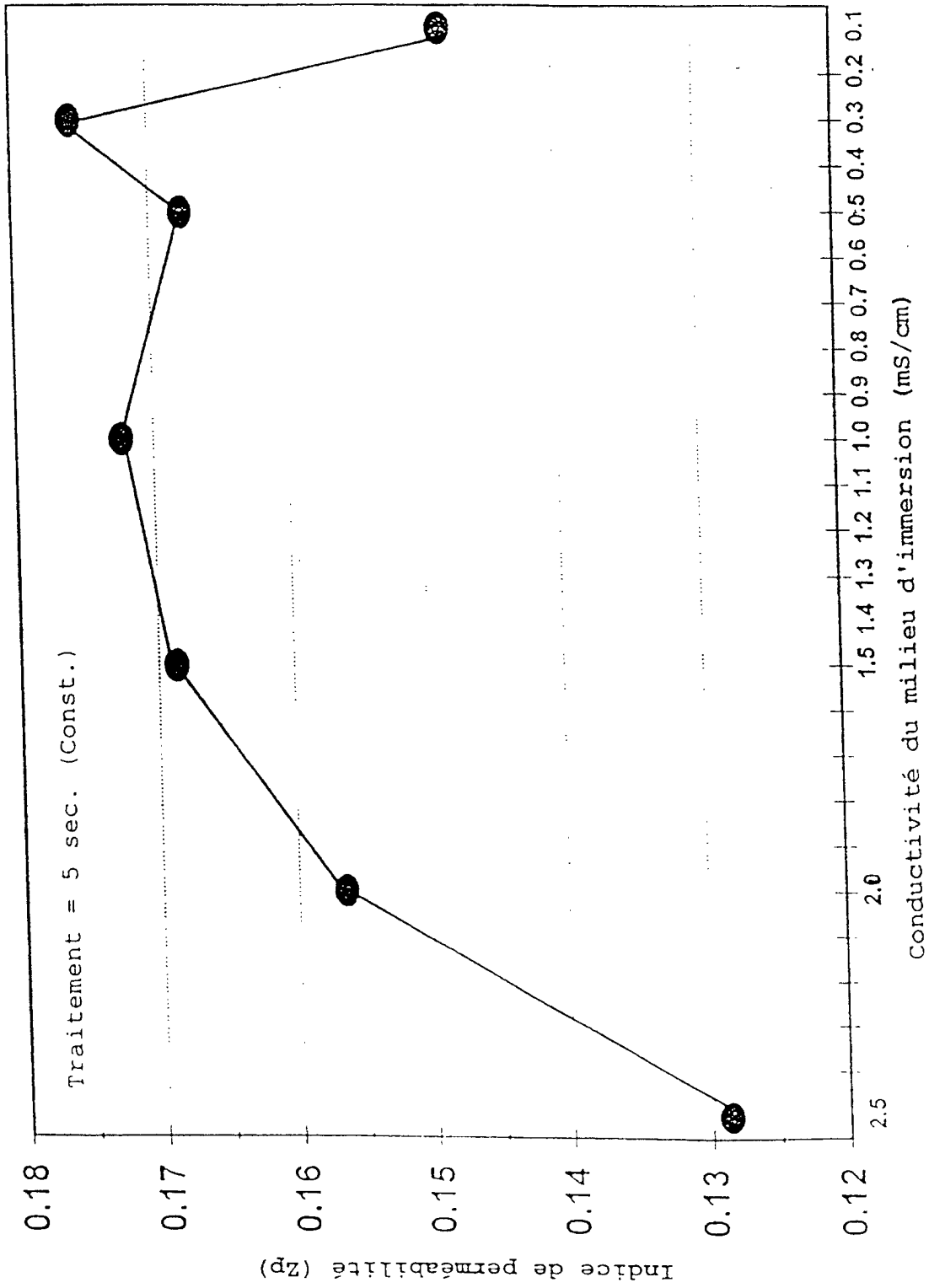


Figure 5

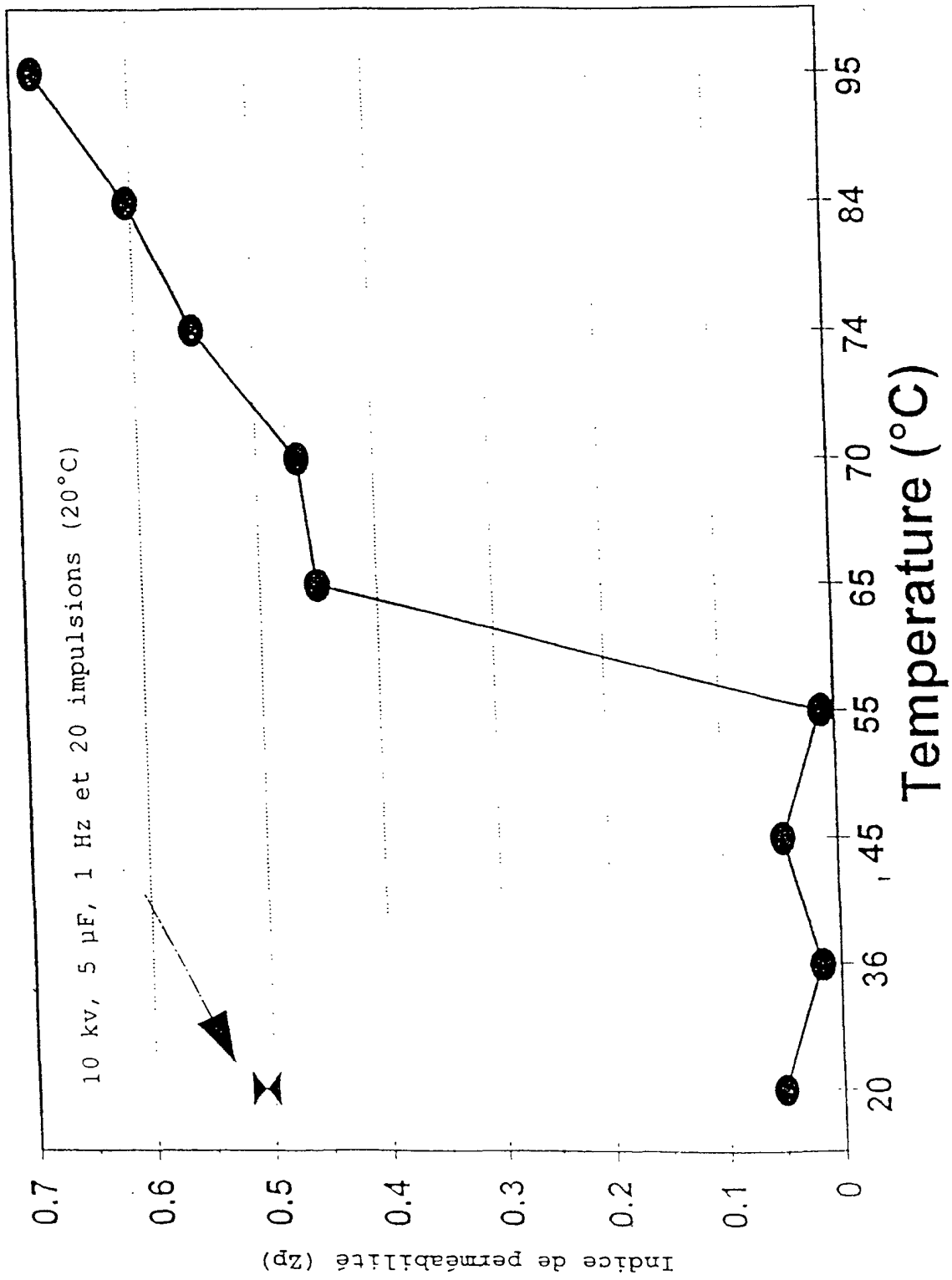


Figure 6

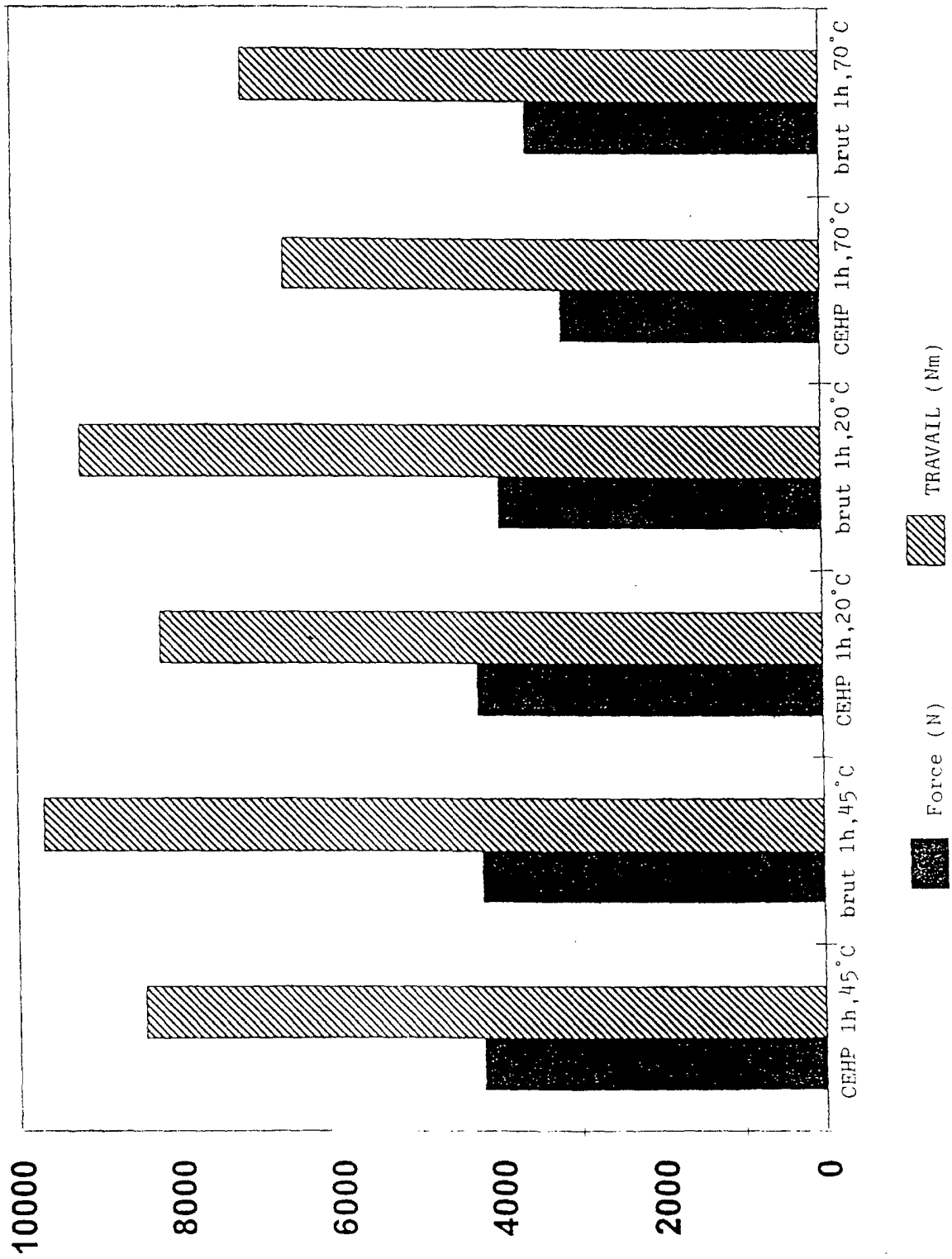


Figure 7

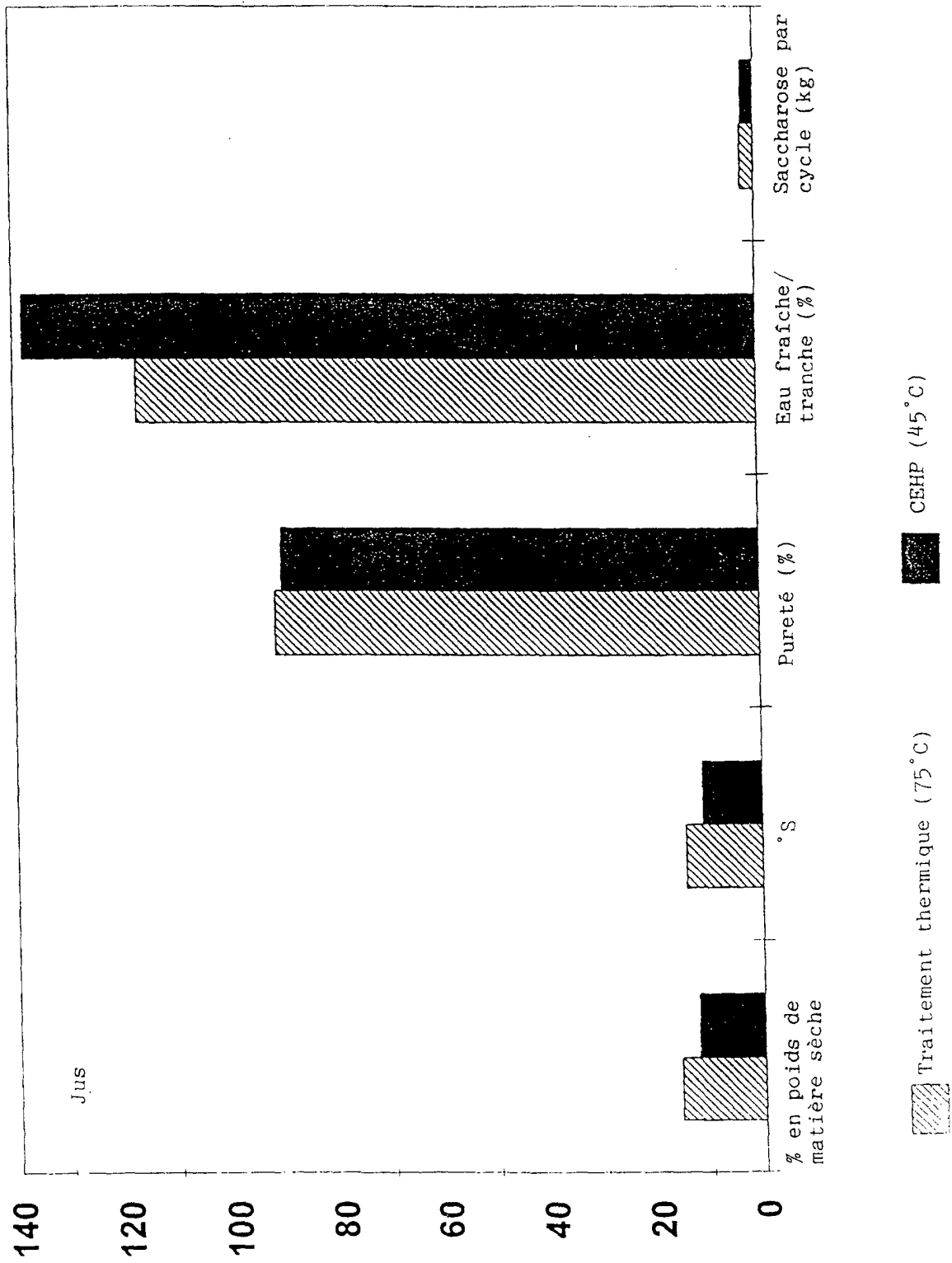


Figure 8

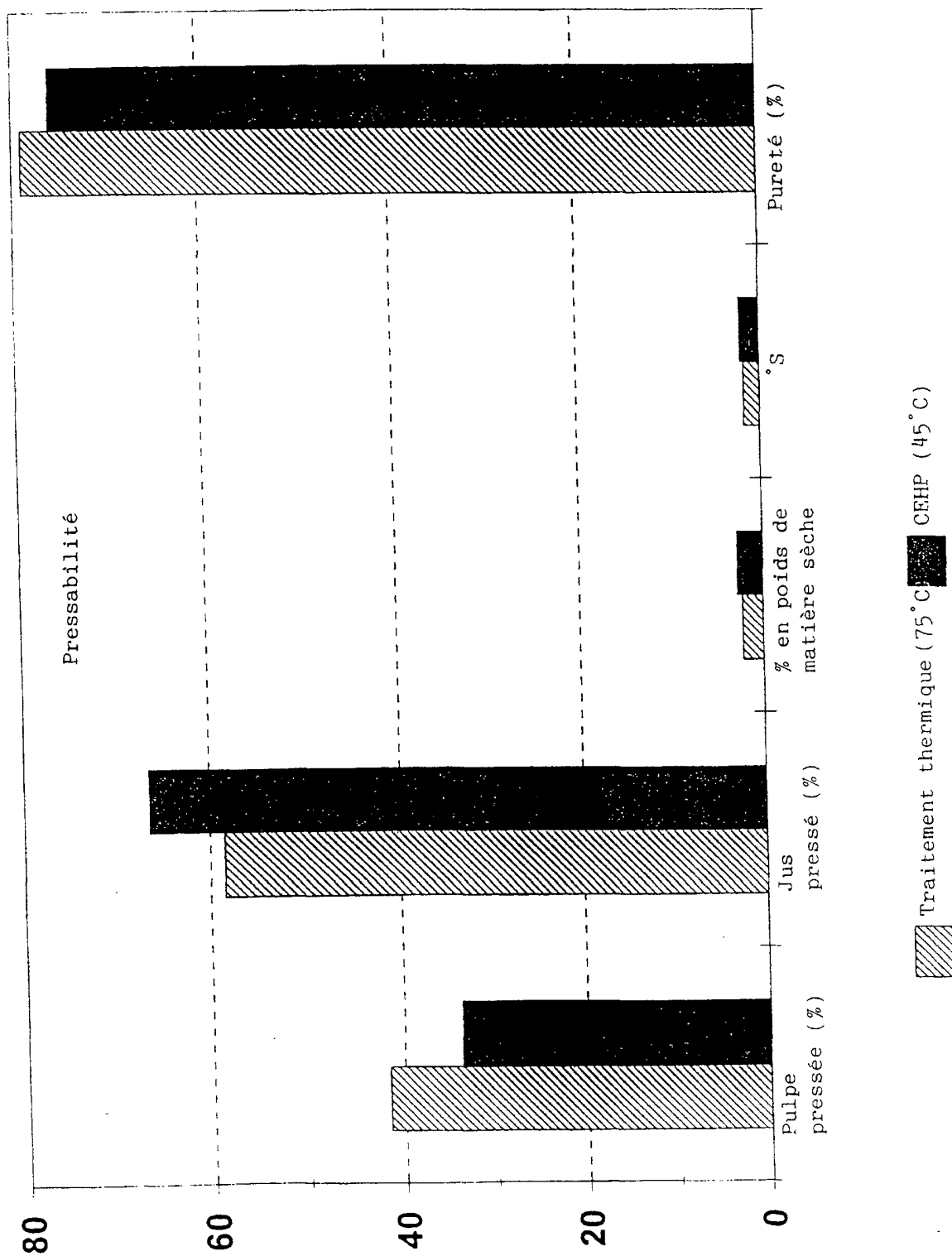


Figure 9

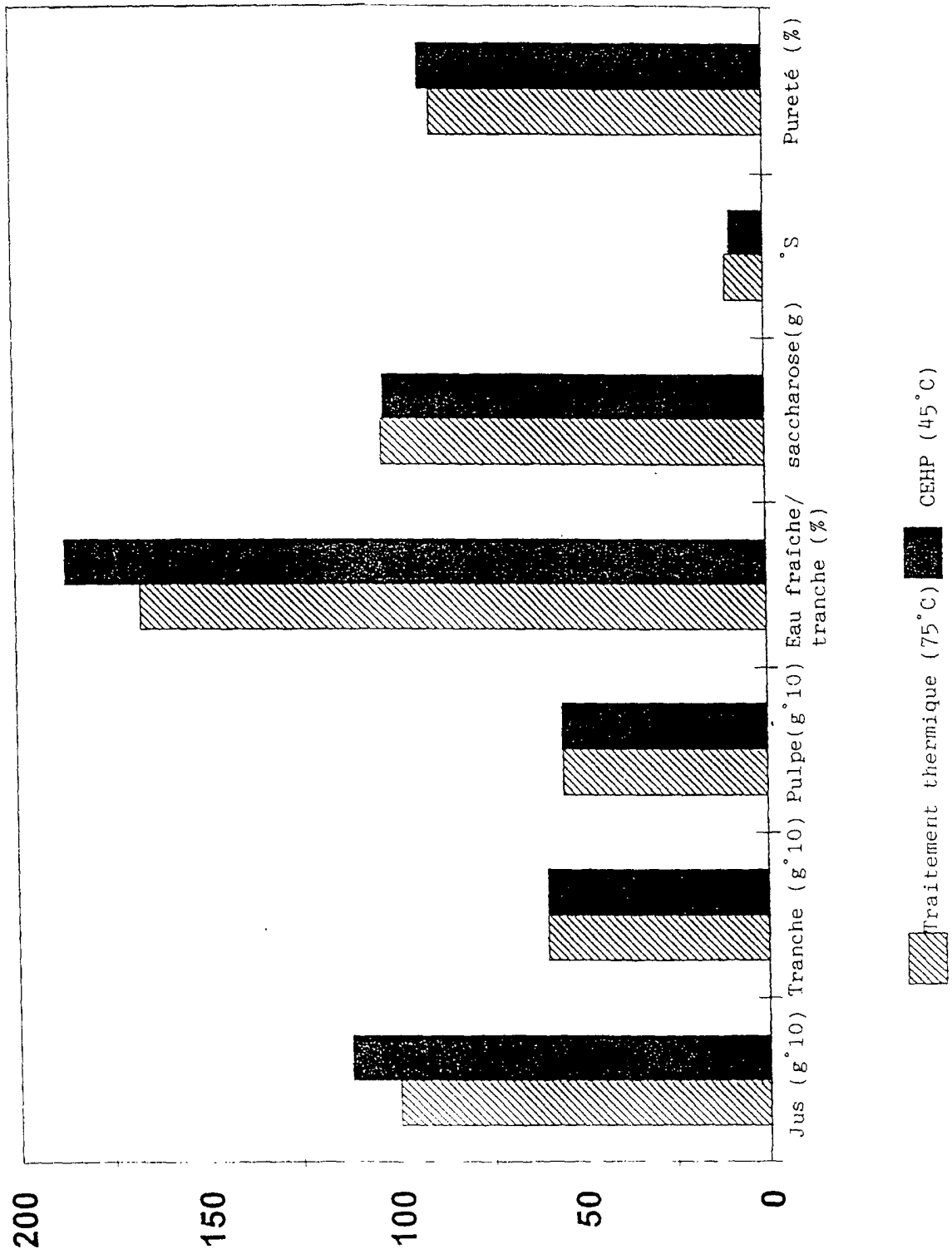


Figure 10



Figure 11

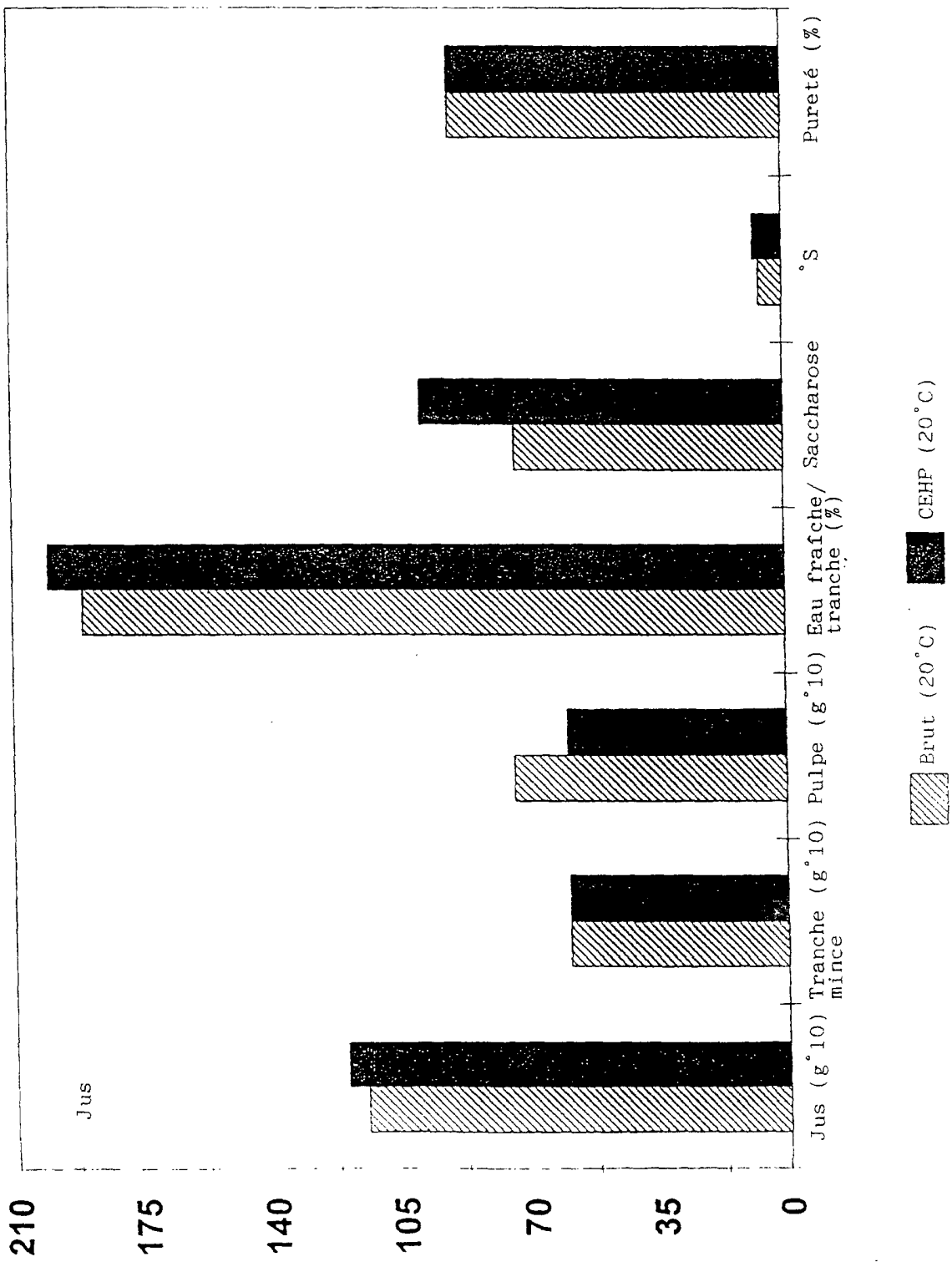


Figure 12

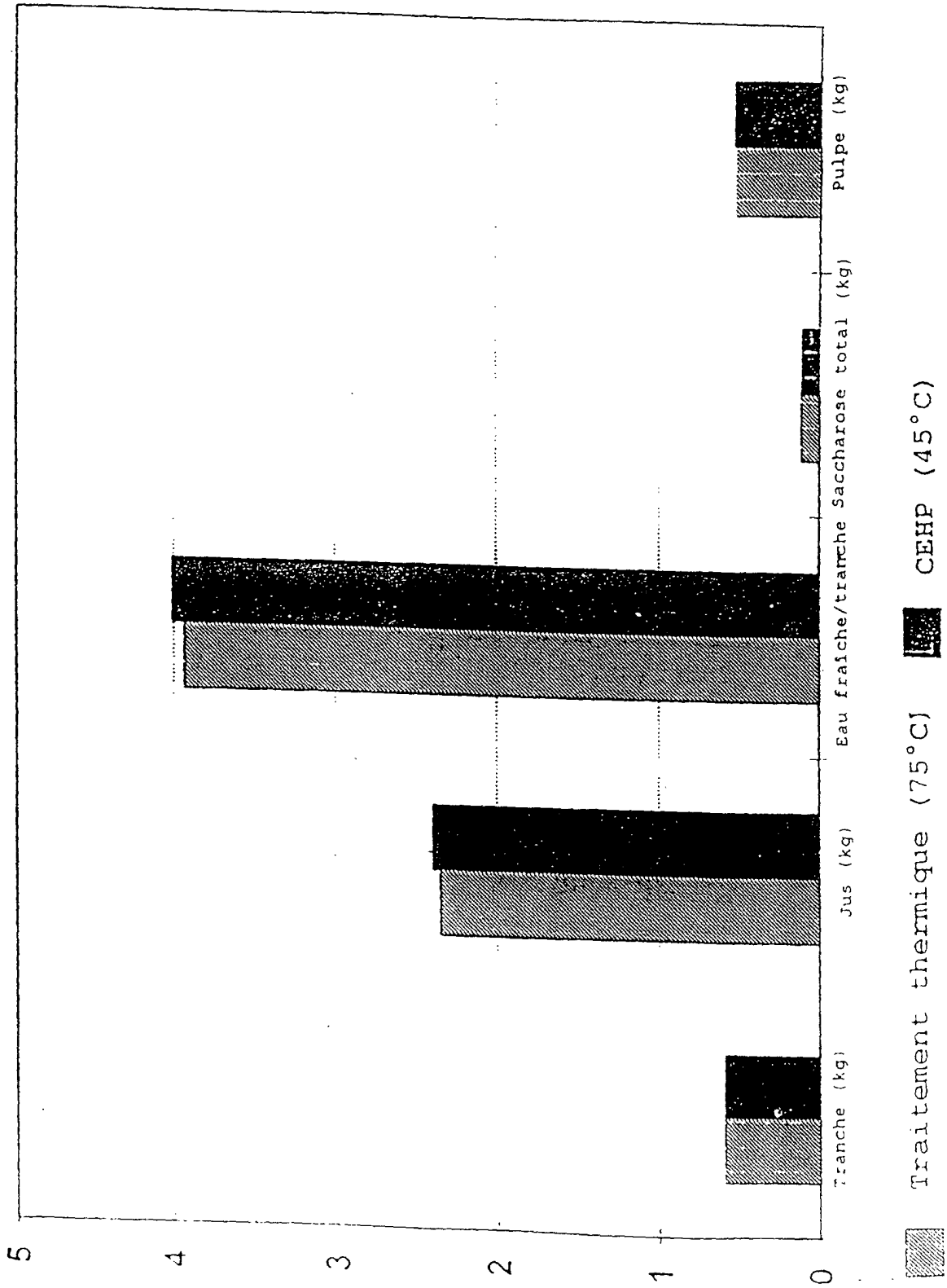


Figure 13

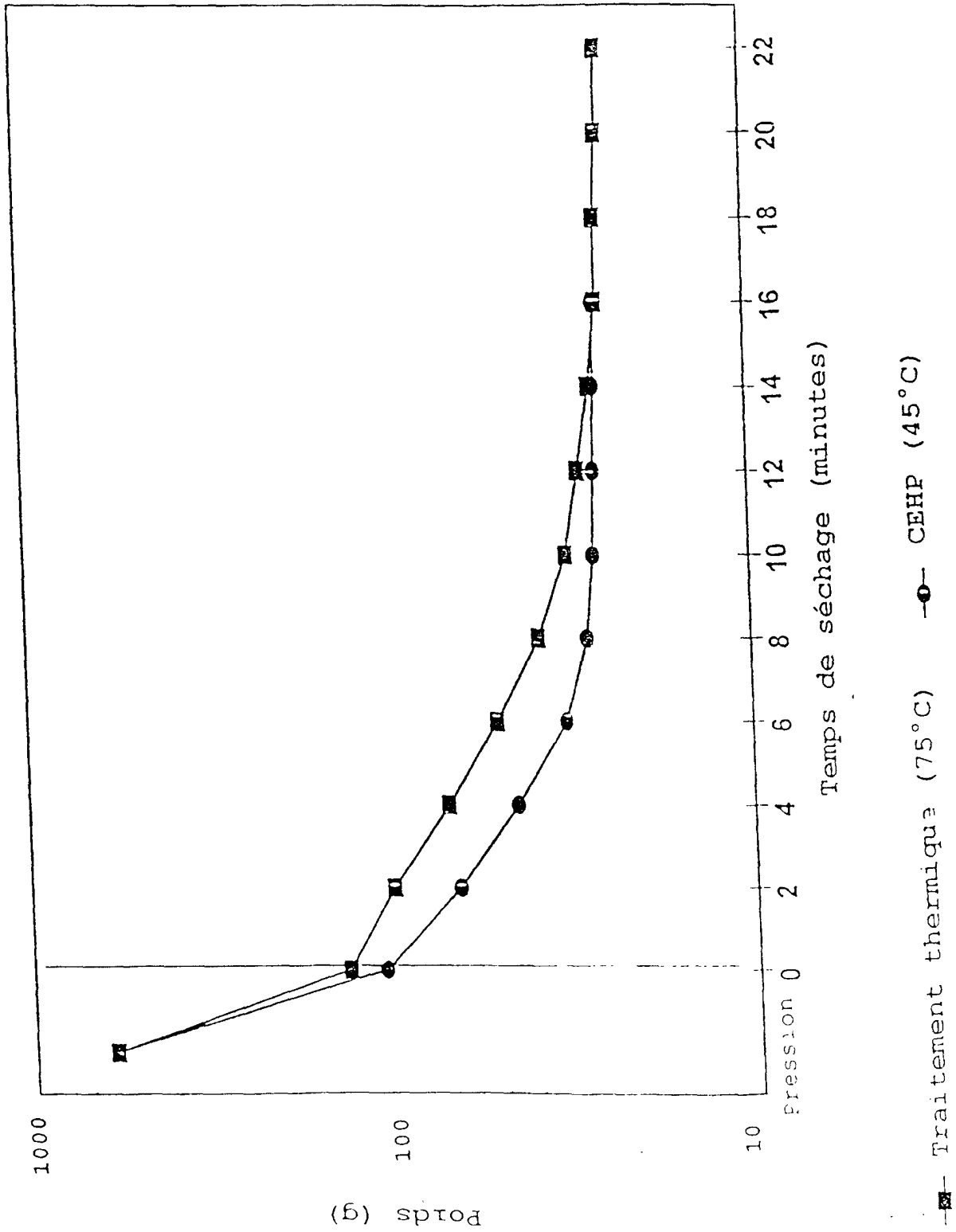


Figure 14

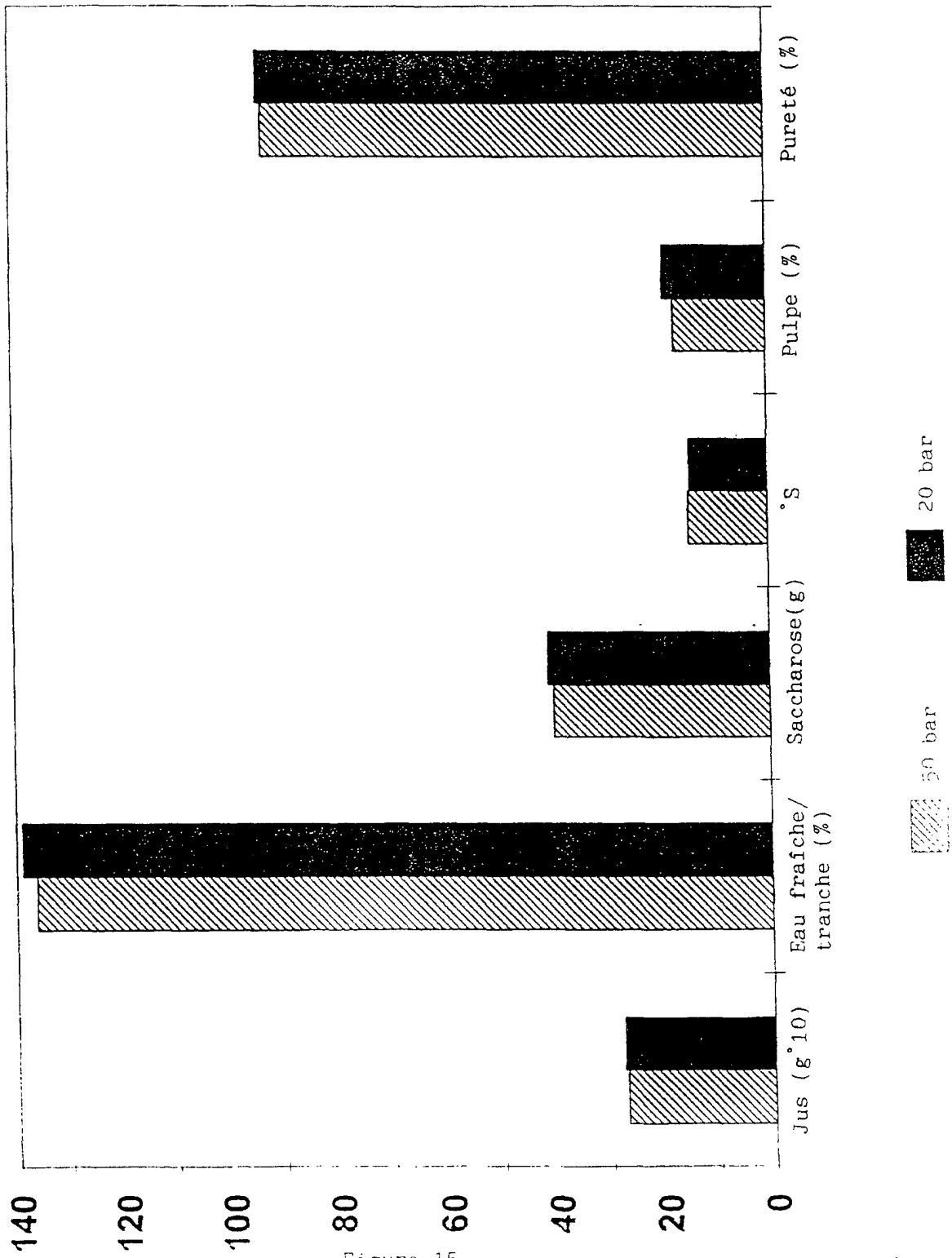


Figure 15

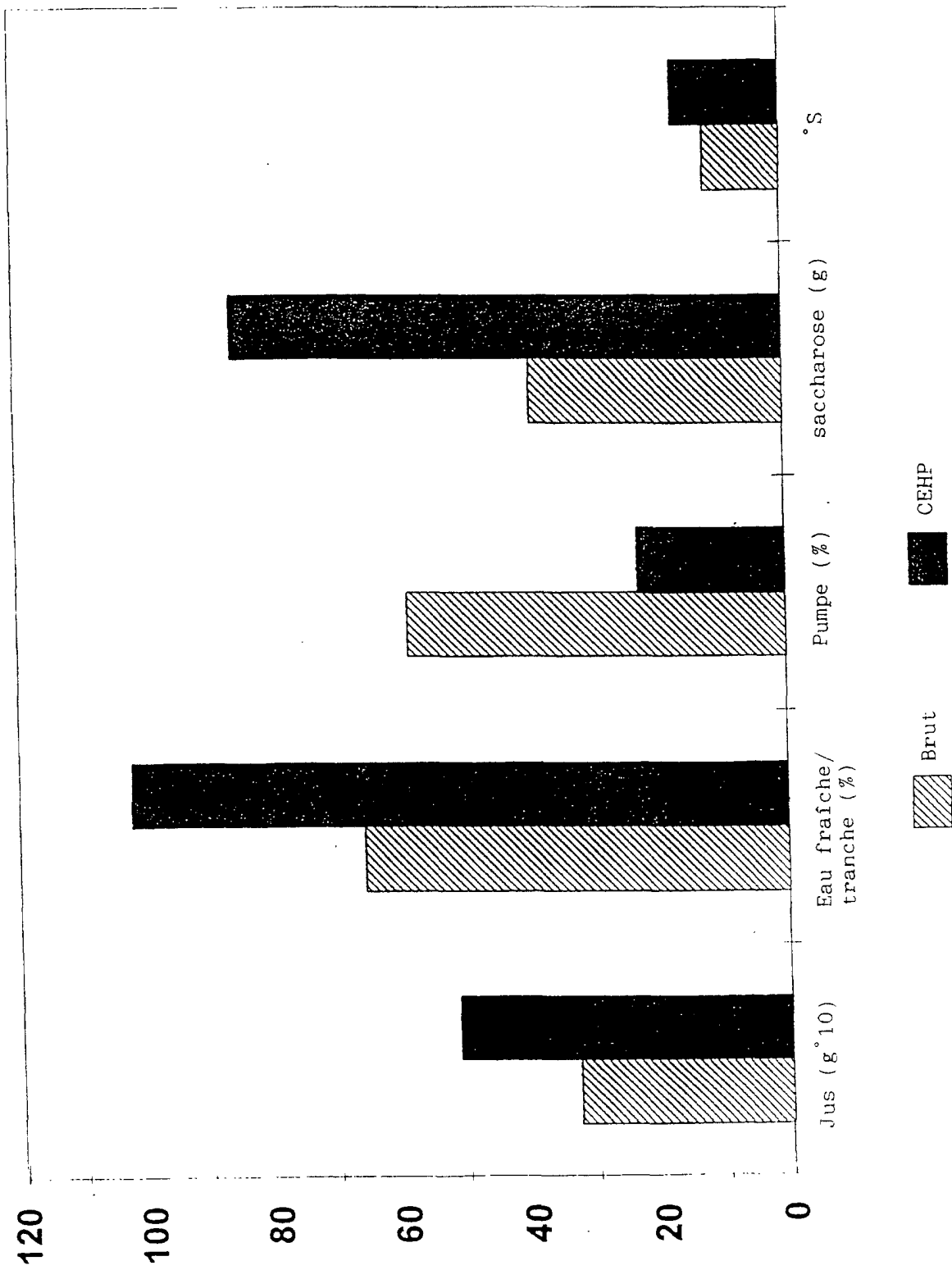


Figure 16

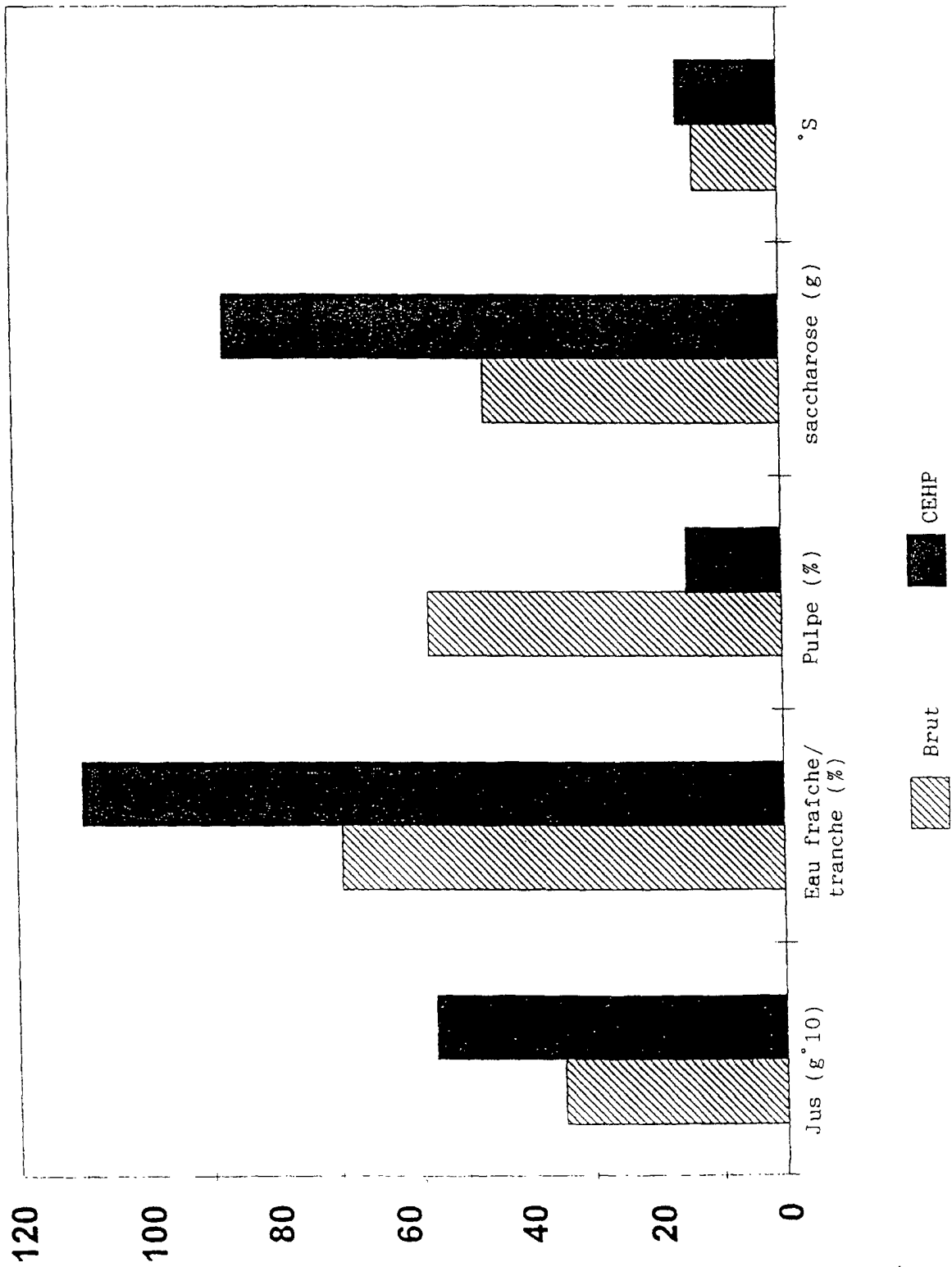


Figure 17

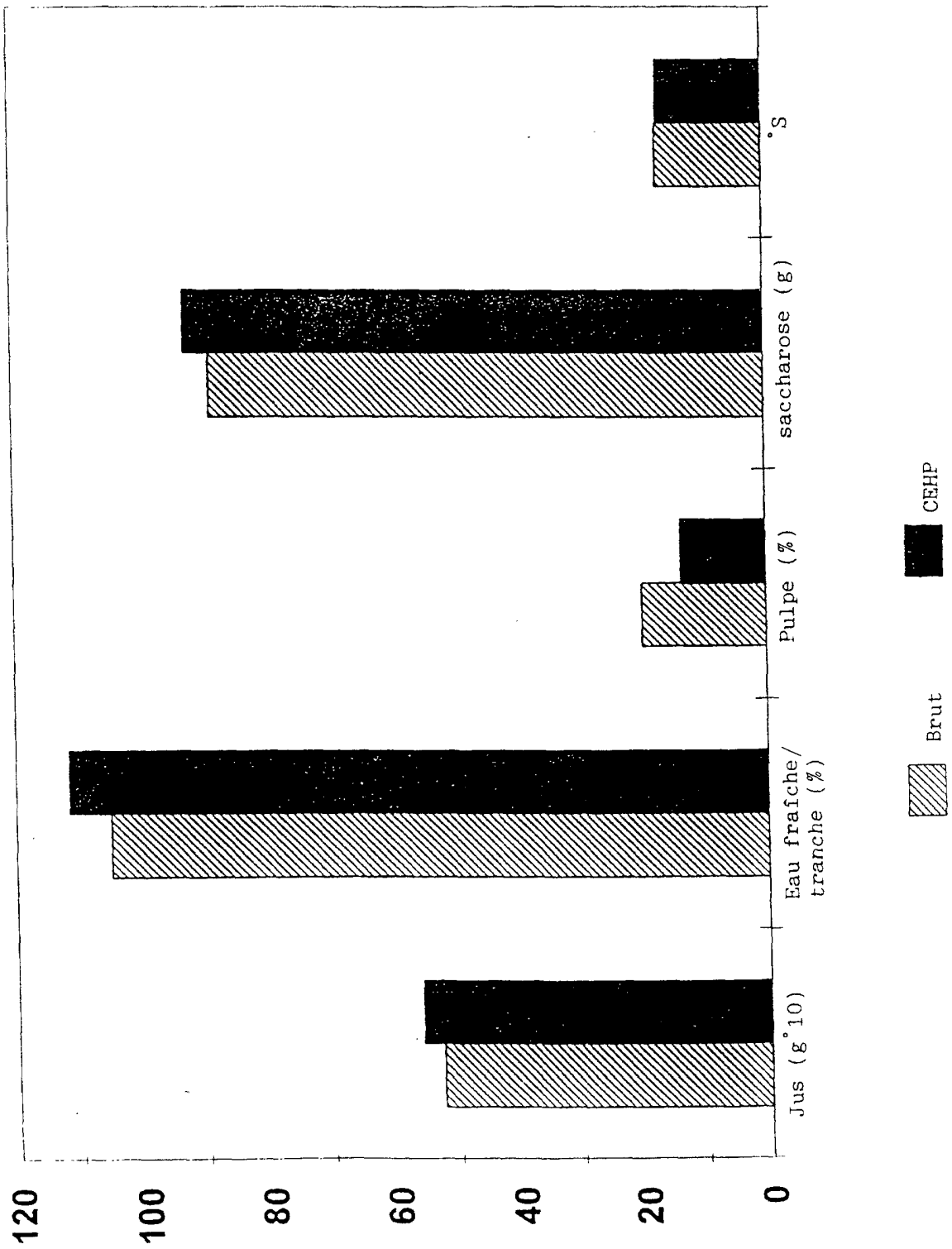


Figure 18

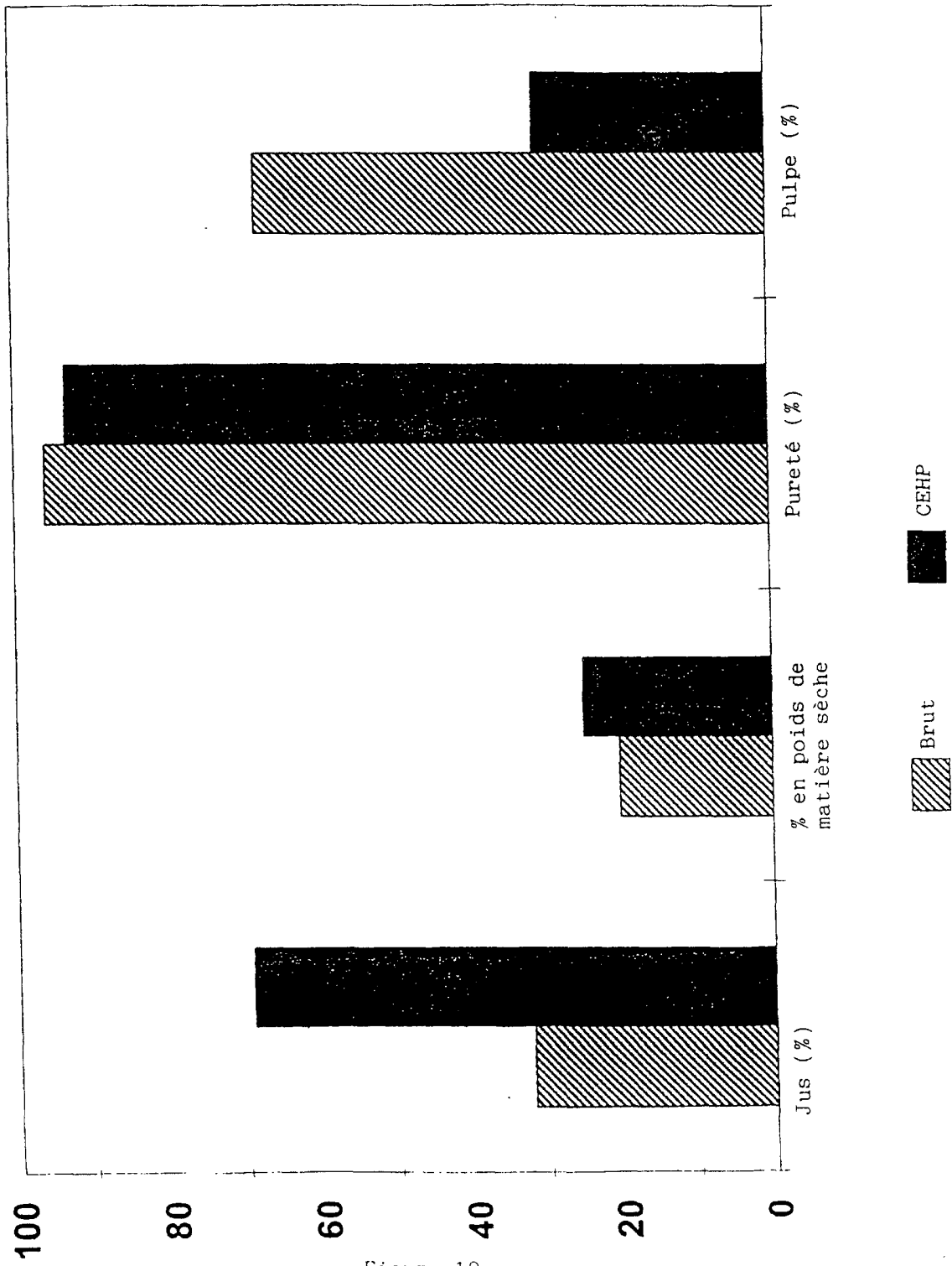


Figure 19

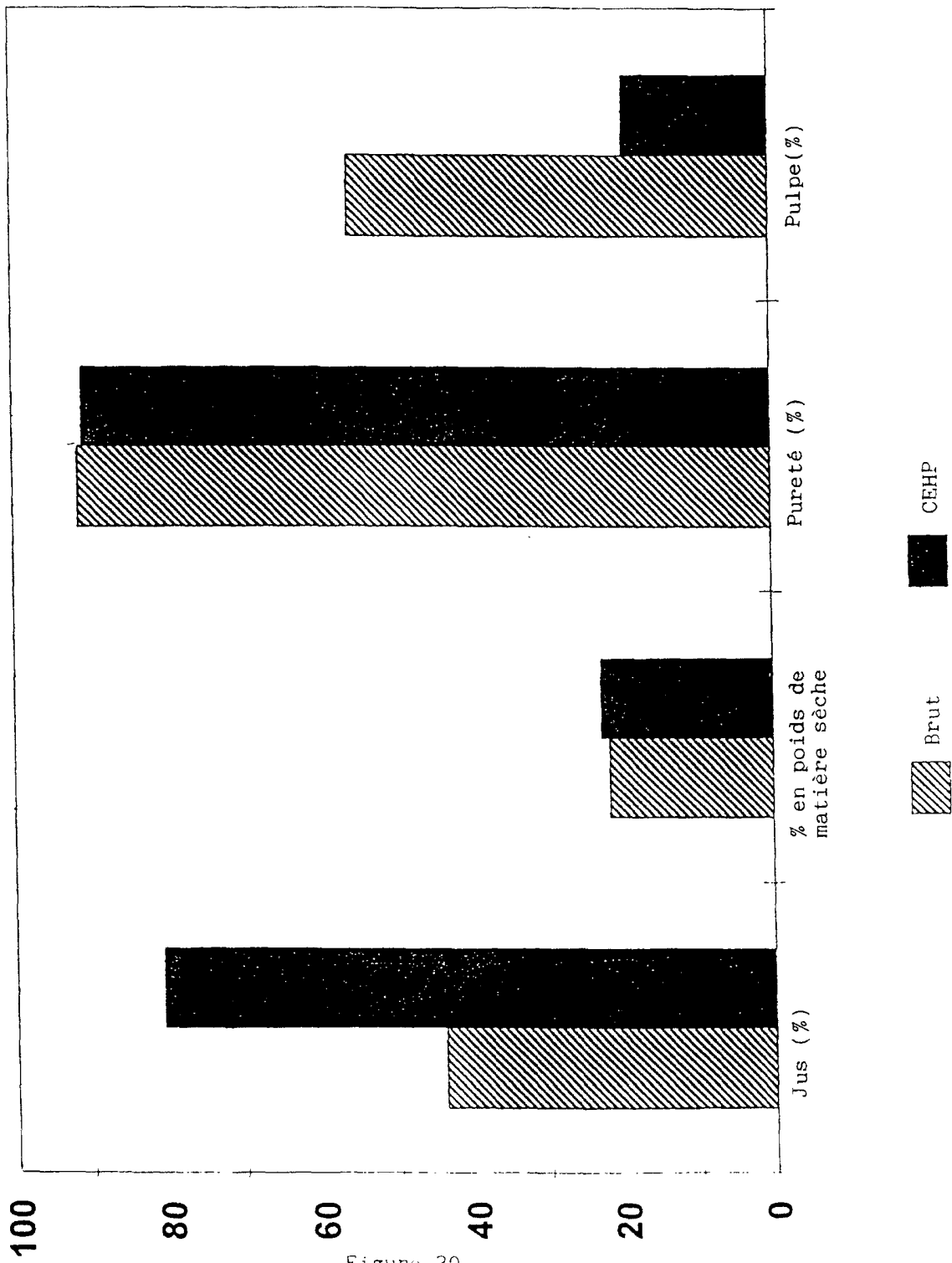


Figure 20

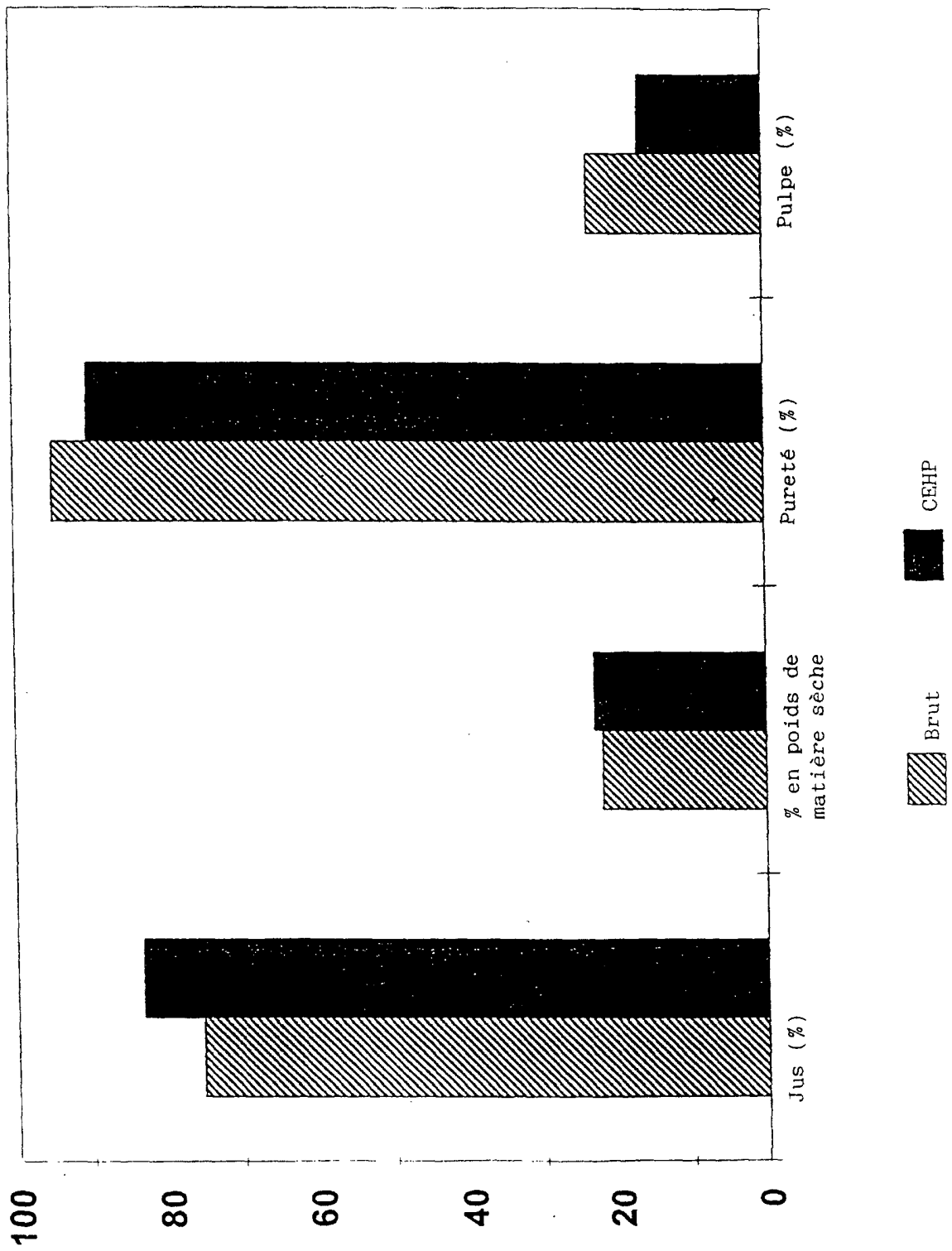


Figure 21

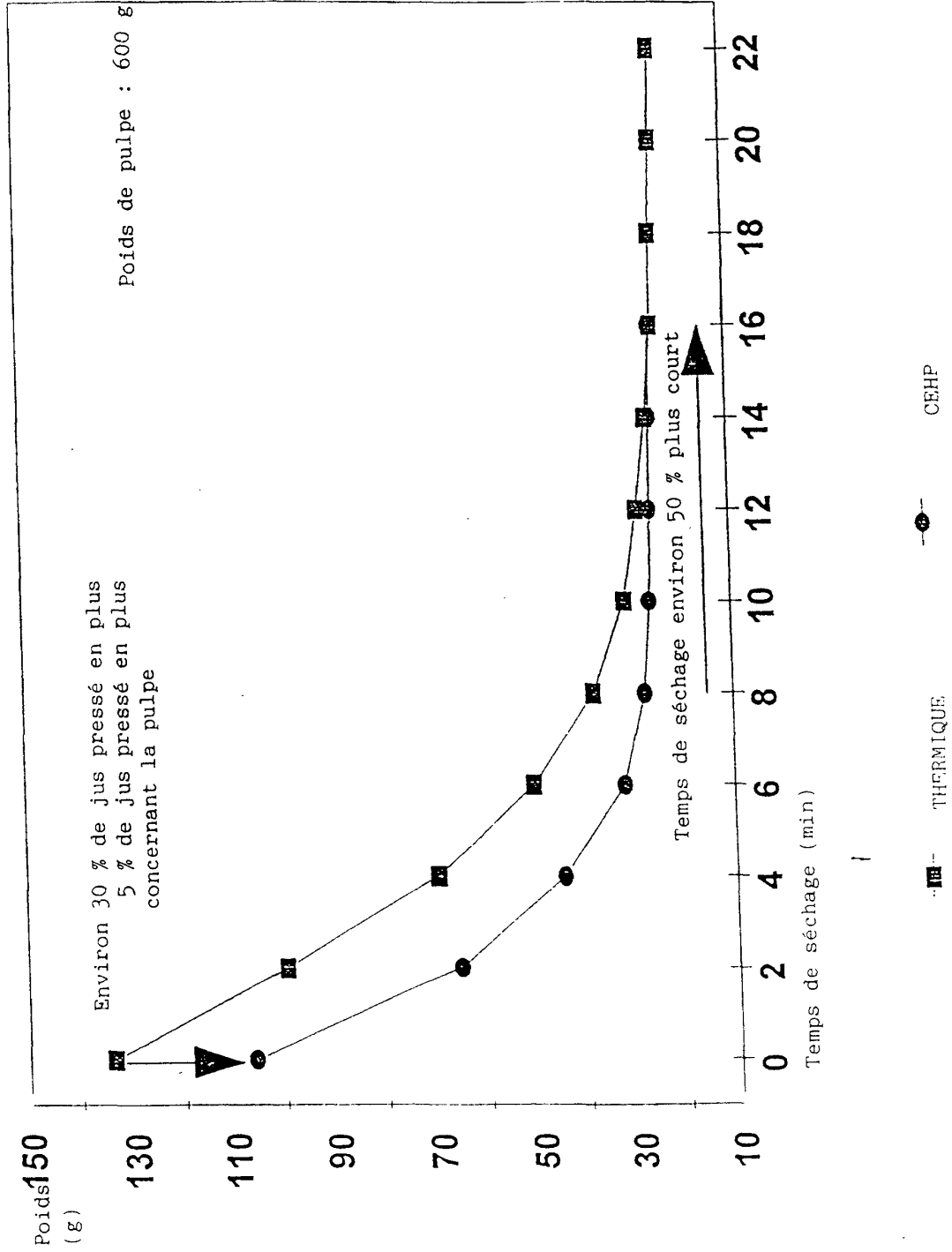


Figure 22