I. R. C. T.
DIVISION DE TECHNOLOGIE

MONTPELLIER

NOVEMBRE 1982

LE SECHAGE DU COTON GRAINE

J. GUTKNECHT

I) GENERALITES

La teneur en humidité du coton-graine joue un rôle important au cours du processus d'égrenage. Un coton-graine ayant une humidité trop élevée ne pourra pas être nettoyé et égrené proprement alors qu'un coton-graine de bonne qualité, relativement peu humide, séché de façon excessive sera endommagé par l'égrenage.

Le coton est hygroscopique. Un coton sec placé dans ces conditions d'humidité relative élevée (air humide) va absorber de l'humidité ; par contre un coton humide placé dans des conditions d'humidité relative faible (air sec) va perdre de l'humidité.

Il est donc important de contrôler l'humidité du coton-graine durant l'égrenage et d'amener cette humidité à un niveau propice pour réaliser son nettoyage, la séparation de la fibre des graines, le nettoyage de la fibre dans des conditions telles que la qualité de la fibre produite par l'agriculteur soit préservée au mieux.

II) EQUILIBRE HYGROSCOPIQUE DU COTON

Avant de parler plus en détail du séchage du coton-graine, il est utile de donner quelques informations sur la teneur en humidité. Le coton-graine est constitué de 2 matières, la fibre et la graine dans des proportions d'ailleurs variables suivant l'espèce ou la variété. La fibre peut repré-

senter de 15 à 45% de la masse du coton-graine et en conséquence la graine de 85 à 55% de cette masse. Nous avons dit que le coton-graine était hygroscopique mais en fait ce sont les constituants fibre et graine qui sont hygroscopiques et l'équilibre hygroscopique de ces constituants avec l'humidité de l'air ambiant est variable et à des niveaux différents.

Le graphique 1, ainsi que le tableau, montrent comment s'établit l'équilibre. Ainsi pour une humidité de l'air de 60 % et pour un coton-graine donnant un rendement de fibre de l'ordre de 40 %, l'humidité de la fibre va tendre vers une teneur de l'ordre de 7 à 7.5% alors que la graine aura une humidité d'environ 10.6%. Le coton-graine dans le cas présent mesurera environ 9.5 de teneur en humidité.

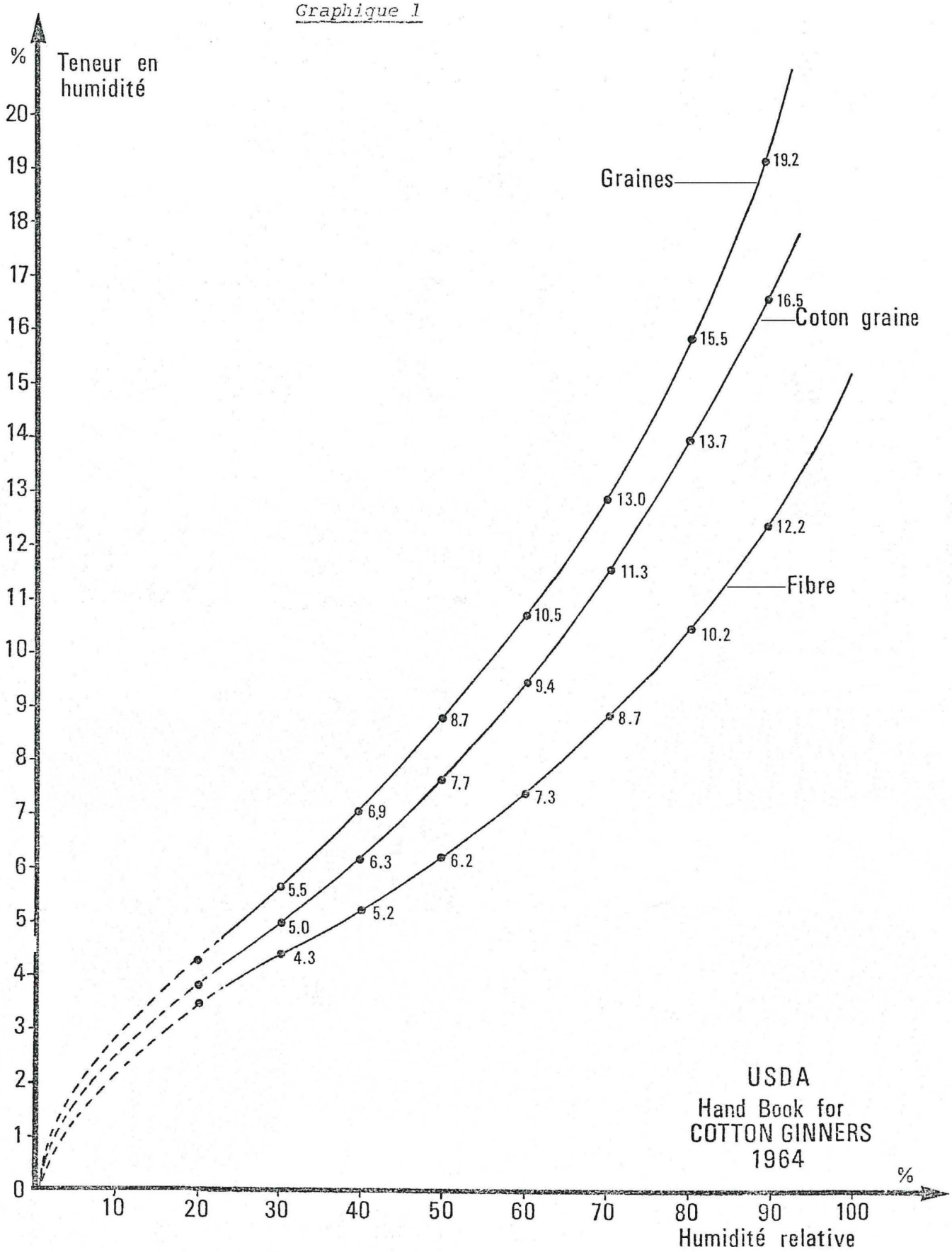
Il faut signaler que le terme "teneur en humidité" utilisé ici représente la quantité d'eau contenue dans la matière brute (c'est à dire humide). Dans l'industrie textile, on exprime d'une autre manière le taux d'humidité. On parle de "taux de reprise" qui est calculé en faisant le rapport perte de poids après séchage par le poids sec de la matière.

Tableau 1

Equilibre hygroscopique du coton en fonction de l'humidité relative de l'air

Humidité relative de l'air en %	Teneur en humidité %		
	Fibre	Cot.gra.	Graines
30	4.3	5.0	5.5
40	5.2	6.3	6.9
50	6.2	7.7	8.7
60	7.3	9.4	10.5
70	8.7	11.3	13.0
80	10.2	13.7	15.5
90	12.2	16.5	19.2

Graphique 1



INFLUENCE DE L'HUMIDITE RELATIVE DE L'AIR

SUR L'HUMIDITE DU COTON

La température de l'air à une humidité relative donnée n'influence que très peu l'équilibre hygroscopique. Il y a deux types d'humidité : l'humidité hygroscopique qui est celle contenue dans la fibre et la graine et l'humidité de surface qui se trouve sur la surface extérieure de la matière. Le rapport entre ces deux types d'humidité est extrêmement variable et il n'est pas fixe sauf dans le cas où le coton-graine aura été stocké ou placé dans une atmosphère constante d'humidité relative et durant un temps suffisamment long. Le rapport de ces deux humidités est influencé par le temps au moment de la récolte, par le mode de récolte ou la durée du stockage entre récolte et égrenage. Ainsi un coton-graine qui a été mouillé pour une pluie ou par la rosée aura une humidité de surface en excès alors qu'un coton-graine exposé à une période très pluvieuse donc très humide sera un coton à forte humidité hygroscopique.

III) SECHAGE EN USINE

Le séchage peut être effectué de deux manières :
- soit en utilisant l'air ambiant,
- soit en utilisant de l'air chaud.

Pour obtenir un effet de séchage, il faut que l'humidité relative de l'air utilisé soit inférieure ou tout au plus égale à l'humidité de l'air qui correspond à l'équilibre hygroscopique désiré du coton-graine.

Pour sécher par exemple un coton-graine humide à un équilibre hygroscopique de 9 %, l'humidité relative de l'air devra être de 57 % au moins.

Le coton ne sèche pas à un taux constant mais à un taux décroissant, c'est à dire que le taux de séchage est le plus élevé au début de la période de séchage et qu'il diminue lorsque le coton sèche.

Le séchage artificiel est en fait plus efficient sur l'abaissement de la teneur en humidité de la fibre qu'il n'apparait lorsque qu'on mesure l'humidité du coton graine séché. En effet, le séchage artificiel en usine ne dure qu'un laps de temps réduit (de 3 à 20 secondes) et ce sera surtout de l'humidité de la fibre qui sera retirée, l'abaissement de la teneur en humidité de la graine étant beaucoup plus long à obtenir.

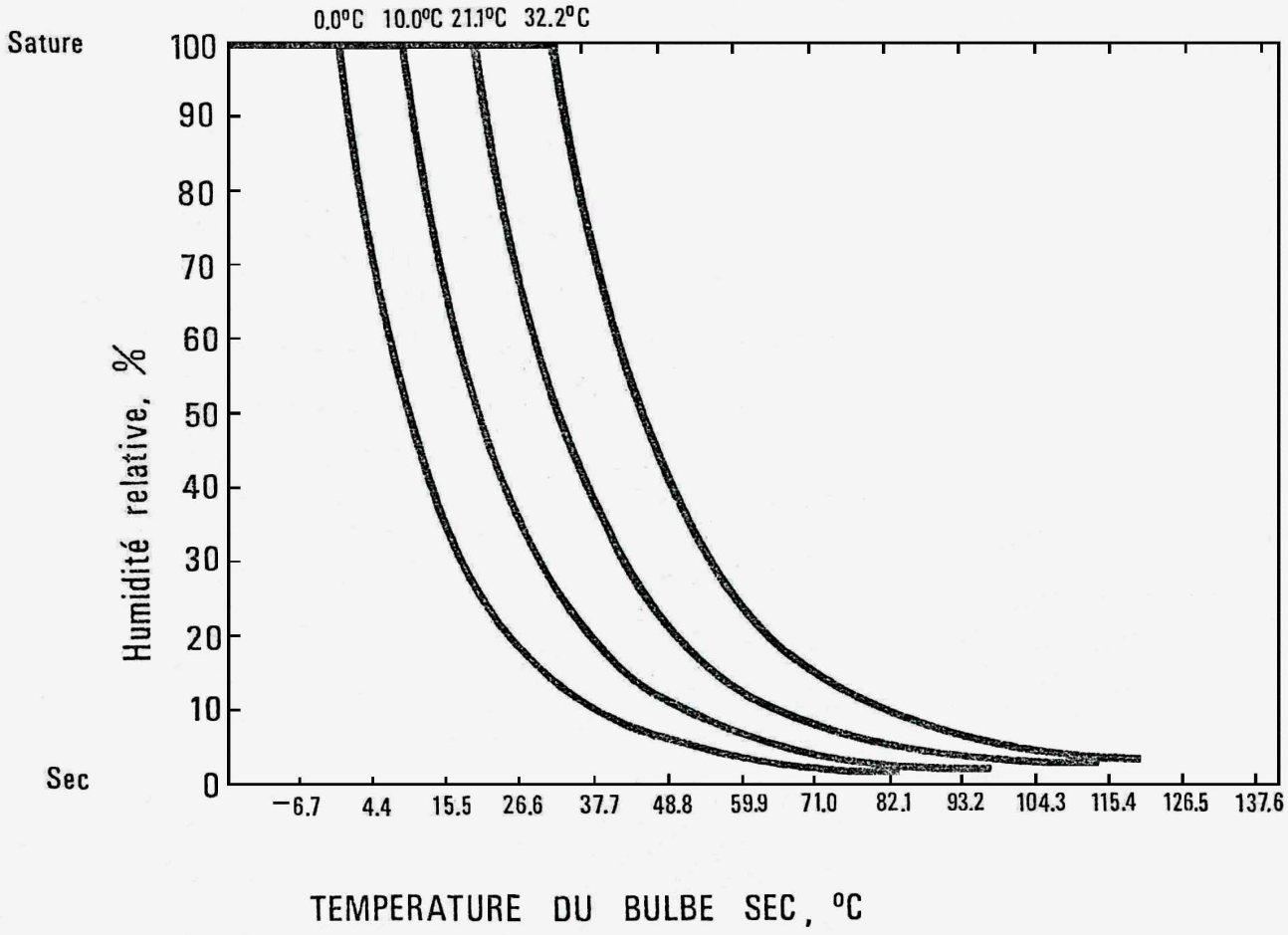
Ce qu'on recherche principalement avec l'opération de séchage, c'est d'obtenir un taux d'humidité de la fibre tel que cette fibre puisse être nettoyée aussi efficacement que possible et qu'en même temps elle subisse un minimum de dommages au moment où elle sera séparée des graines dans l'égreneuse. Le taux idéal se situe entre 6 et 7 % de teneur en humidité. Le taux d'humidité des graines ne devra pas excéder 14% dans ces conditions, car au dela de cette teneur la graine devient molle et la fibre se sépare plus difficilement. L'humidité dans et autour du coton engendre une pression de vapeur qui est déterminée par la teneur en humidité et la température. Si la pression de la vapeur d'eau de l'air ambiant est inférieure à celle produite par le coton, il y aura séchage.

La force qui enlève l'humidité du coton correspond donc à la différence des pressions de vapeur d'eau. Plus grande sera cette diffence, plus rapidement s'effectuera le séchage. Lorsqu'on chauffe de l'air ambiant sa teneur en humidité va baisser. Au delà de 80-90°C cette humidité relative ne décroit plus que lentement avec l'augmentation de la température. Par contre la pression de vapeur augmente rapidement. (graphique 2)

Le séchage du coton-graine est nécessaire dans un certain nombre de pays producteurs. Il ne sera généralement pas employé dans les pays où, au moment de la récolte, les conditions atmosphèriques sont favorables, c'est à dire lorsque cette récolte s'effectue pendant la saison sèche ou pendant une période l'année où la pluviomètrie est très faible. L'humidité relative de l'air est alors inférieure à 50 % pouvant tomber à 10-15%. C'est le cas dans plusieurs pays d'Afrique francophone, en Egypte, au Soudan. en Afrique de l'Est, dans le Sud de l'IRAN etc...

Le séchage naturel est alors réalisé par les paysans en exposant leur récolte à l'air ambiant et aux rayons solaires durant la journée. Dans ces pays, le coton-graine amené à l'usine d'égrenage ne dépasse pas 7-8% de teneur en humidité. Il n'y a pas de nécessité de séchage ; par contre

Graphique 2


0.0°C 10.0°C 21.1°C 32.2°C
Sature
Sec
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Humidité relative, %
−6.7
4.4
15.5
26.6
37.7
48.8
59.9
71.0
82.1
93.2
104.3
115.4
126.5
137.6
TEMPERATURE DU BULBE SEC, °C

le problème contraire va alors se poser, celui de l'humidification du coton. Cette technique est déjà utilisée dans certains pays. L'humidité va faciliter l'égrenage en permettant de lutter entre autre contre l'électricité statique. Celle-ci est gênante pour le processus d'égrenage lorsque l'humidité relative de l'air, alliée à des températures assez élevées, est inférieure à 45 - 45 %. Le coton-graine n'a, dans ces conditions, que 4 à 5 % d'humidité.

Avant de parler du matériel de séchage, il faut situer la place de cette opération dans une usine d'égrenage. L'égrenage comporte plusieurs phases :

- le conditionnement pendant lequel le coton-graine est séché (ou non), humidifié éventuellement, nettoyé,

- l'égrenage proprement dit au cours duquel on procède à la séparation de la fibre des graines,

- le nettoyage de la fibre. Cette opération n'est pas généralisée,

- le pressage de la fibre en balles.

Le séchage est réalisé par une gamme de matériels utilisant des flux d'air (ambiant ou chauffé). Plusieurs facteurs entrent en jeu dans le choix du type de séchoir utilisé et dans le fonctionnement :

- le volume d'air chaud,

- la durée d'exposition,

- la température du fluide chauffant à l'entrée et à la sortie de l'appareil.

Le principe de fonctionnement des séchoirs est presque toujours le même. Le coton-graine est aspiré de l'extérieur de l'usine (des magasins ou de l'aire de déchargement) vers le séparateur. Du séparateur, le coton passe par gravité, à travers une unité de réglage automatique d'alimentation

A sa sortie, le coton tombe dans le courant chaud créé par un ventilateur, cet air pouvant être soit aspiré, soit pulsé à travers un radiateur ou un brûleur. Le séchoir type se présente comme une tour comportant 13 à 20 étages en chicanes. Les valves de coton-graine sont refoulées dans la partie supérieure du séchoir où elles circulent d'un étage à l'autre pour enfin parfois passer sur un treillis métalliques attaché au fond de la tour par où s'échappe une partie des impuretés. Tout au long de ce trajet, le coton est donc séché, aéré et légèrement nettoyé. A la sortie de la tour, l'air achemine le coton-graine vers les nettoyeurs. A la sortie du 1er cycle de nettoyage le coton est dirigé soit vers une seconde tour de séchage, de dimension plus réduite que la première tour, soit vers la vis de distribution placée au dessus des égreneuses. Dans certains schémas d'installation l'air chaud peut convoyer le coton-graine jusqu'aux égreneuses.

Il existe des séchoirs type tour à grand volume, les étages étant de grande dimension. Ces séchoirs sont particulièrement aptes, vu le long temps d'exposition du coton à l'air à n'être utilisé qu'avec des grands volumes d'air à faible température ou même simplement avec l'air ambiant si son humidité relative est faible.

Un autre type de séchoirs qu'on peut rencontrer est celui utilisant le contre courant de l'air chaud. Pour ce modèle, la vitesse de l'air doit être suffisemment faible pour permettre au coton-graine de traverser du haut vers le bas le courant d'air chaud ascendant. Dans ce cas, il faut un volume d'air suffisant pour que le séchage soit efficace.

Le volume d'air nécessaire pour le séchage dans une tour classique peut varier de 2.2 à 5.9m^3 par Kg de coton-graine. Il faut que la chaleur transportée par l'air soit suffisante sans trop perdre de sa température Le volume d'air doit être adéquat afin de retirer suffisemment d'humidité au coton pour atteindre la teneur désirée sans que l'humidité relative de l'air ne s'élève de trop.

L'acheminement du coton-graine humide doit se faire à une vitesse de l'ordre de 275m/min à l'intérieur de la tour. Par contre dans les tuyauteries d'amenée de l'extérieur la vitesse doit être de l'ordre de 1200 à 1400m/min.

Pour que le séchage du coton-graine se réalise, il faut que le flux d'air soit continuellement changeant au niveau de la surface des fibres. Plus il y aura de turbulences plus rapide sera le séchage. Ces turbulences dans la tour de séchage sont obtenues par des changements fréquents de direction du courant. En plus, l'air doit se déplacer à une vitesse supérieure à celle du coton-graine.

Le but recherche par le séchage de cotons humides est d'obtenir une teneur en humidité de la fibre aussi uniforme que possible et d'une teneur déterminée au moment de l'égrenage proprement dit (c'est à dire dans l'égreneuse) de l'ordre de 6 à 7 % quelque soit la teneur en humidité du coton-graine au début de l'égrenage. Un bon séchage ne pourra être obtenu qu'en contrôlant régulièrement la température de l'air utilisé.

Il est évident que tous les coton-graines qui doivent être égrenés n'ont pas la même teneur en humidité. En principe, l'égreneur mesure cette humidité à l'aide d'appareils à lecture directe soit à l'arrivée à l'usine soit au moment où le coton va être égrené. Compte tenu de cette humidité, on règle la température de l'air ou la durée de l'exposition, quand cela est possible (utilisation de 1 ou 2 séchoirs successifs par exemple). Si l'égreneur peut le faire et pour une bonne marche de son usine, il est recommandé d'égrener des lots de même teneur les uns après les autres pour obtenir un travail uniforme.

Le réglage de la température de l'air peut se faire de deux manières soit par un réglage manuel soit ce qui est de plus en plus fréquent par un système automatique de régulation.

Avec le système manuel, l'égreneur connaissant l'humidité du coton-graine à l'entrée et de la fibre à la sortie règle par tatonnement ou par expérience la température appropriée.

Avec les systèmes automatiques modernes, il existe toute une série d'endroits tout au long du processus d'égrenage où on mesure la teneur en humidité du coton et la température de l'air à l'aide de détecteurs électroniques. Ces mesures répercutées au tableau de contrôle vont permettre une régulation automatique et continuelle de la température et de la durée d'injection de l'air.

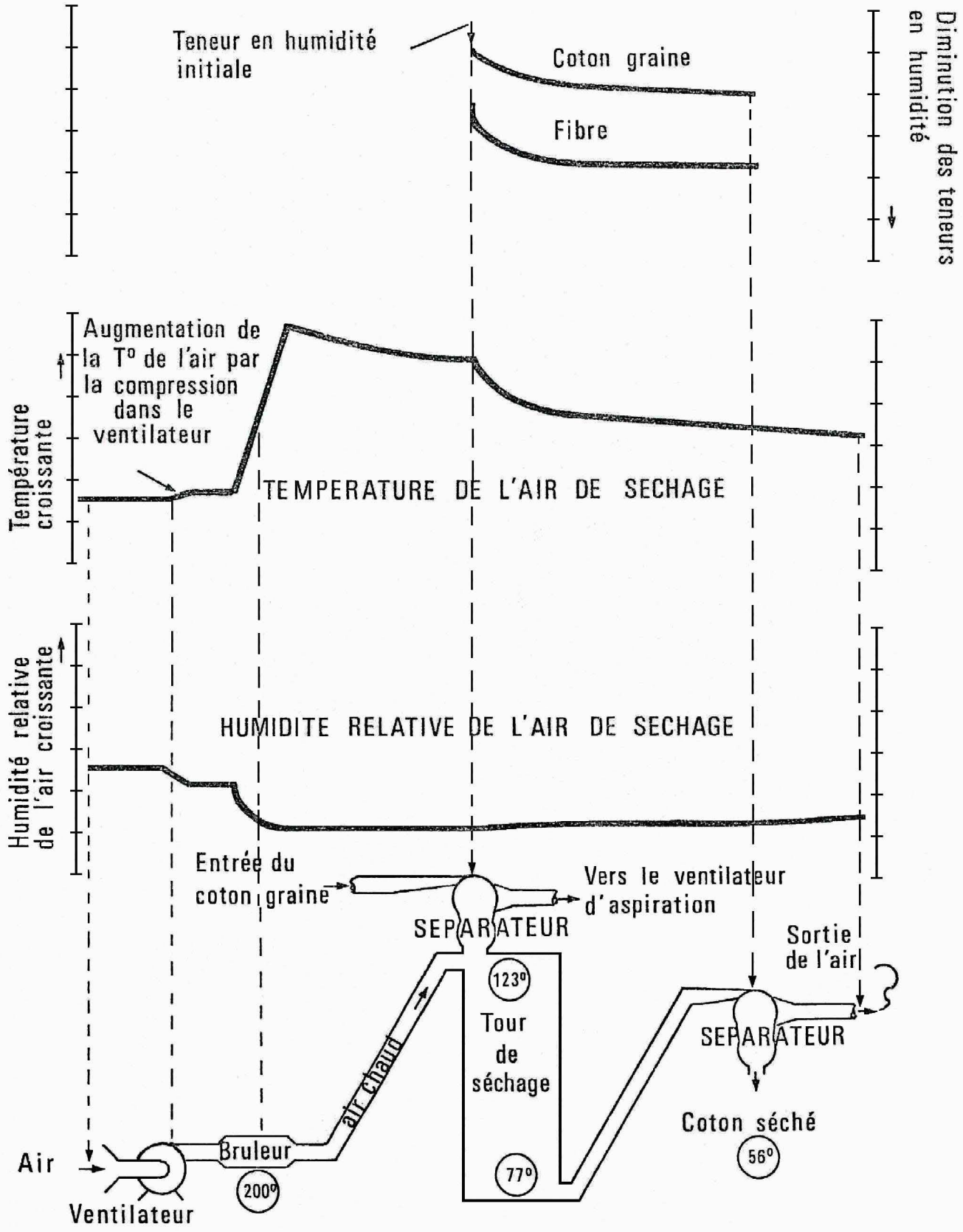
En règle générale, il est recommandé de ne pas dépasser une température de l'air de l'ordre de 80°C à la sortie du premier séchoir. Pour éviter un excés de séchage surtout si les cotons ne sont pas trop humides, il est plutôt conseillé de travailler à des températures de l'ordre de 45 à 55°C.

Le graphique N°3 montre un exemple simple du comportement de l'humidité du coton-graine et de la fibre, de la température de l'air et de son humidité dans un séchoir tour.

IV) INFLUENCE DU SECHAGE SUR LES CARACTERISTIQUES TECHNOLOGIQUES DE LA FIBRE

Un usage approprié du séchage des cotons humides, c'est à dire des coton-graines ayant une teneur en humidité dépassant les 9 - 10 %, est bénéfique aussi bien pour le producteur que pour l'égreneur et le filateur, et ceci pour diverses raisons. Un bon séchage facilite le processus d'égrenage d'une manière générale, car il favorise le fonctionnement normal et régulier des machines et évite les bourrages engendrés par les cotons humides. Le coton-graine séché se nettoie plus facilement et la fibre produite a un bon aspect car sa "préparation" est satisfaisante. Le filateur dispose donc d'un coton de qualité optimale.

Graphique 3



OPERATION TYPIQUE DE SECHAGE DANS UNE TOUR

L'efficacité du nettoyage pour enlever les débris végétaux, les poussières et autres matières étrangères sera d'autant meilleure que le séchage sera plus poussé. Dans ces conditions extrêmes, on risque cependant d'arriver à un stade d'excès de séchage qui est nuisible à la qualité de la fibre. Ce sera le cas si la température est trop élevée ou bien si la quantité d'humidité retirée de la fibre est trop grande ou encore si le taux final d'humidité de la fibre est trop bas.

Si on sèche de trop et si on obtient une fibre ayant moins de 5-6% d'humidité, le gain en grade (qui détermine partiellement la valeur commerciale de la fibre) risque d'être amenuisé ou même perdu à cause de la perte en poids de la balle de fibre produite. Un séchage exagéré coûte cher en énergie à l'égreneur et provoque des dommages à la fibre, ce dont se plaindra le filateur. En effet, une fibre trop sèchée devient très fragile. Lors des étapes successives de nettoyage et durant l'égrenage proprement dit, de nombreuses fibres individuelles vont être cassées et ces bouts de fibre vont augmenter le taux de fibres courtes. Ceci provoque une diminution de la longueur moyenne du coton ce qui, du fait de l'existance de fibres flottantes, baissera la valeur de filabilité. Enfin, la fibre va perdre par un séchage excessif une partie de sa ténacité, ce qui se traduit en fin de compte par un fil moins résistant.

Nous avons au cours de 17 essais réalisés en Iran et au Nicaragua, pu mettre en évidence la perte de longueur de la fibre due au séchage, en comparant des lots de fibre obtenus à partir d'égrenages de coton-graine effectués dans des conditions différentes d'humidité (donc de séchage). Le tableau N° 2 donne les valeurs moyennes enregistrées.

Tableau N° 2

Différence de teneur en humidité de la fibre lors de l'égrenage	Perte Longueur de la fibre
0.5 %	0.3 mm
1.0	0.5 mm
2.0	0.7 mm
3.0	0.9 mm
5.0	1.2 mm
7.0	1.6 mm

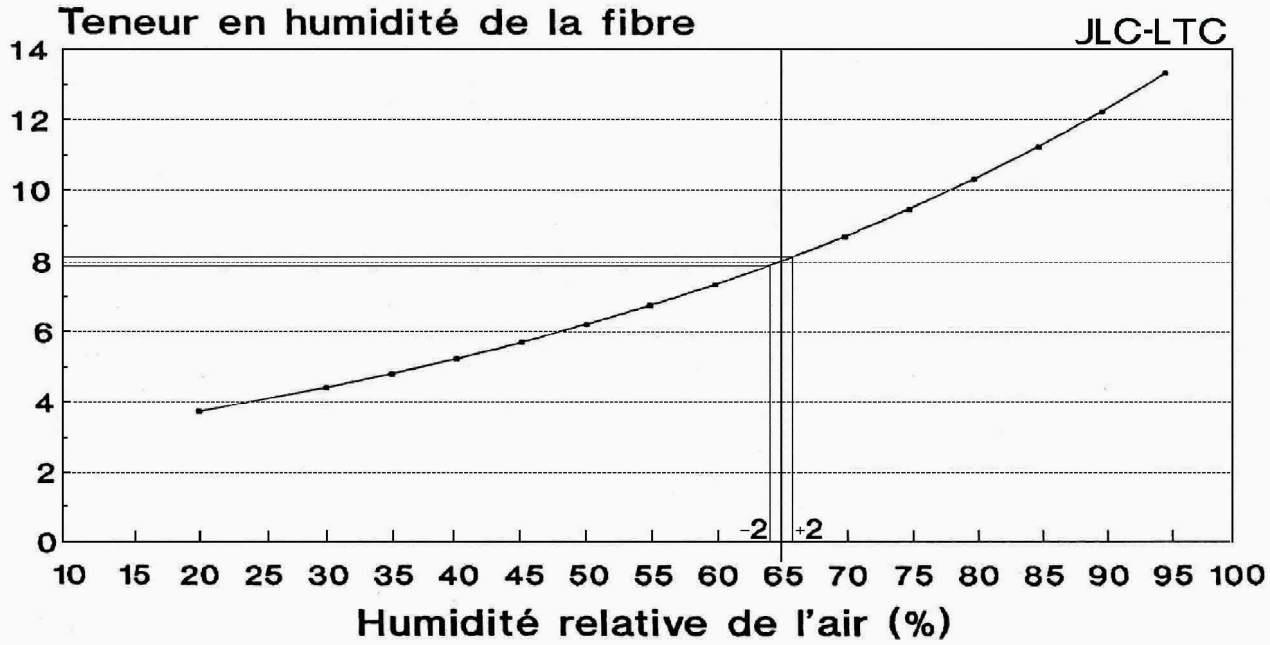
On observe donc que l'influence du séchage n'est pas négligeable et qu'elle devient sensible à partir d'un abaissement de 2% de la teneur en humidité de la fibre.

V) HUMIDIFICATION ET REHUMIDIFICATION

Dans de nombreuses régions productrices , le séchage n'est pas utile ou souhaitable. On a donc pensé qu'il fallait au contraire augmenter l'humidité des cotons trop secs pour essayer d'attenuer l'effet néfaste de l'égrenage sur la longueur. Pour cela il existe des dispositifs qui permettent d'humidifier le coton-graine juste avant le passage dans l'égreneuse pour atteindre ou se rapprocher de la teneur en humidité idéale de 6 - 7 %. Des analyses ont montré qu'on gagnait en longueur de fibre.

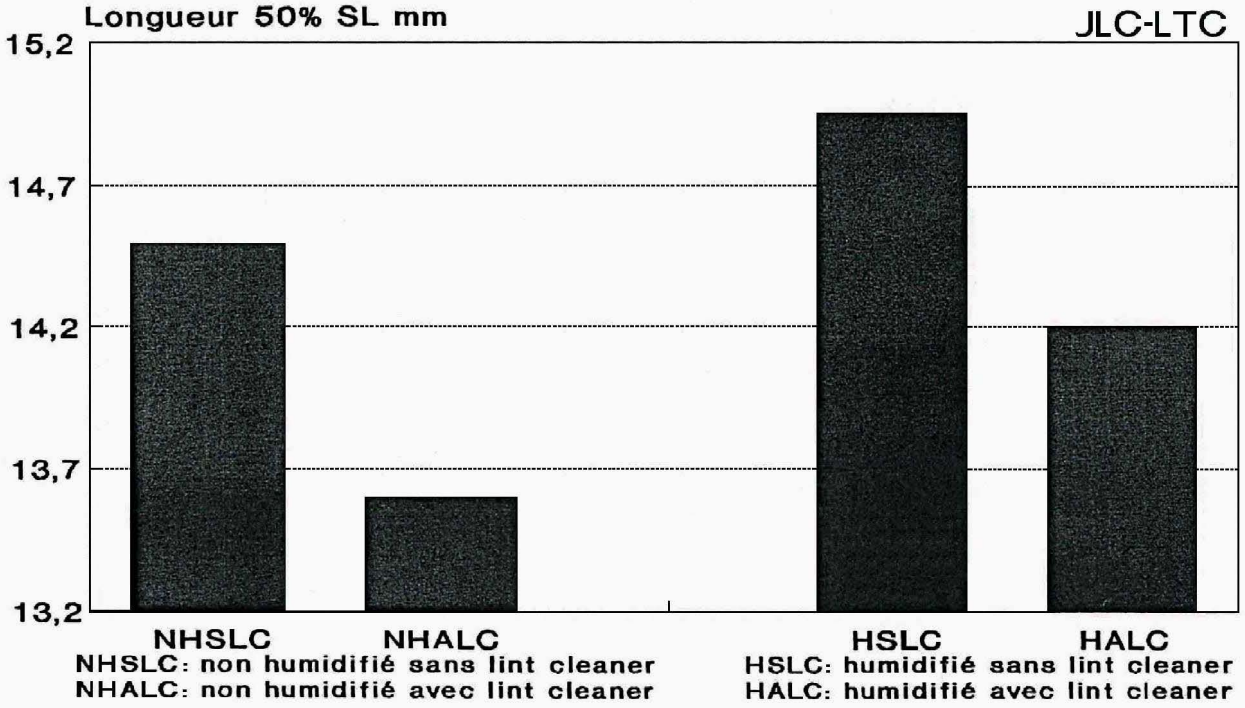
Dans certaines usines utilisant les séchoirs, un dispositif de réhumidification permet de rééquilibrer l'humidité de la fibre séchée assez fortement pour faciliter le nettoyage. Dans ce cas, la longueur de la fibre ne présente pas de diminution et même on enregistre des gains de longueur.

EFFET DE L'HYGROMETRIE SUR L'HUMIDITE DE LA FIBRE

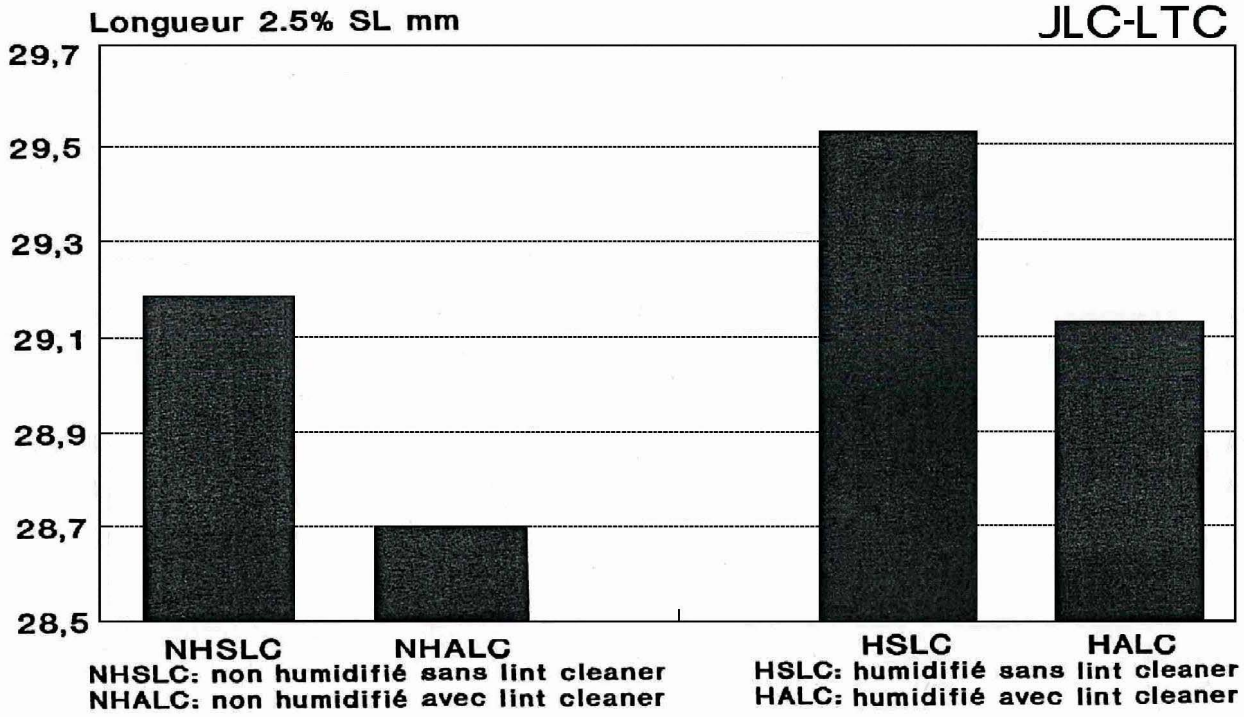


Pour un bon égrenage le taux d'humidité de la fibre doit être de l'ordre de 7%.

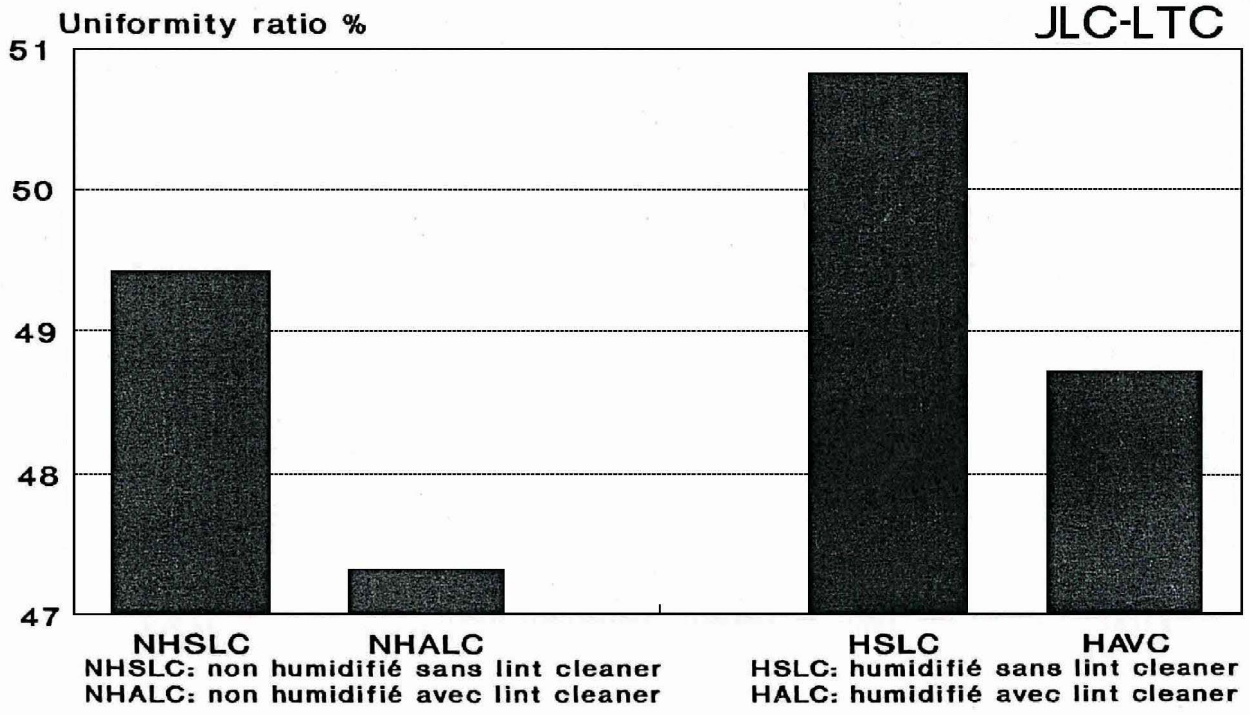
EFFET DE L'HUMIDIFICATION SUR LA LONGUEUR 50% SL mm



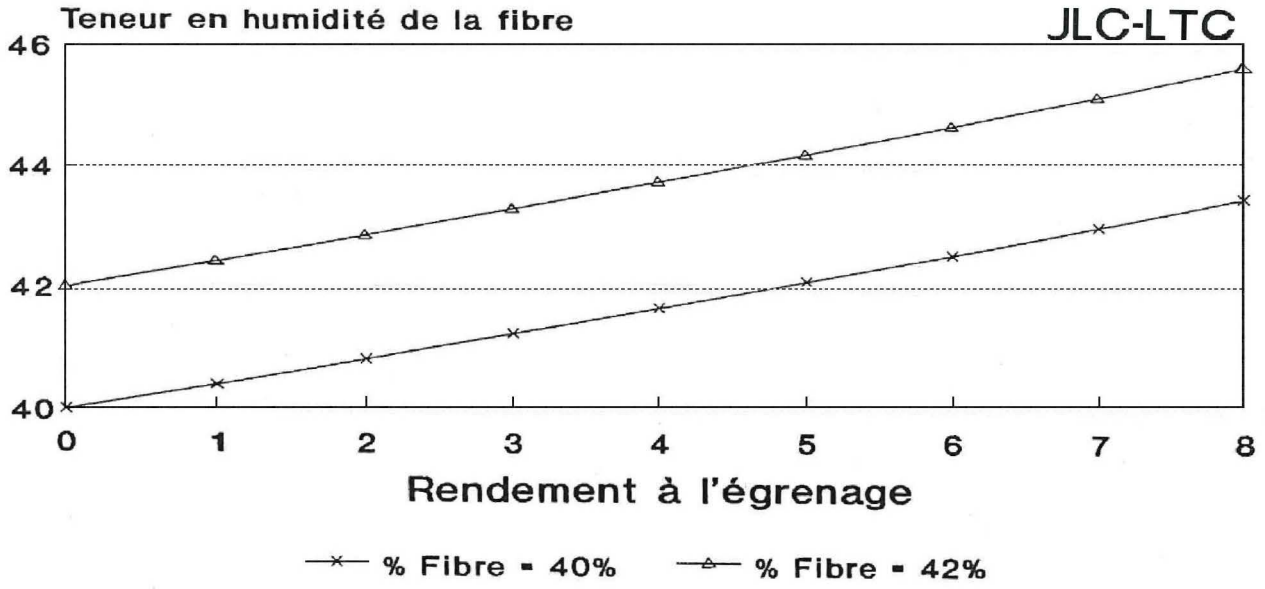
EFFET DE L'HUMIDIFICATION SUR LA LONGUEUR 2.5% SL mm



EFFET DE L'HUMIDIFICATION SUR L'UNIFORMITY RATIO %



EFFET DE L'HUMIDIFICATION DE LA FIBRE SUR LE RENDEMENT EGRENAGE.



Il est possible d'humidifier la fibre aux environ de 8%, si l'installation d'humidification est bien conçue.