

H0000026

R/28

QUELQUES ASPECTS DE LA CONSERVATION
DES OIGNONS AU
SENEGAL

Par
Guy De LANNOY
Expert-associé FAO en Horticulture

Février 1978

TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
I. INTRODUCTION	I
2. APTITUDE A LA CONSERVATION ET EXPRESSION DES RESULTATS	4
3. FACTEURS DE CONSERVATION CHEZ L'OIGNON	6
3 .I. Facteurs internes	6
3.1.1. La variété	6
3.I.1.1. Influence de la dormance	6
3.1.1.2. Influence de la précocité de maturation	10
3.1.2. La qualité des bulbes	14
3.I.2.1. Teneur en sucres	14
3.1.2.2. Teneur en matière sèche	24
3.I.2.3. Grosseur du bulbe	33
3.1.2.4. Couleur du bulbe	43
3.1.2.5. Importance des tuniques et densité des écailles	45
3.1.2.6. Flaveur du bulbe	46
3.1.2.7. Dureté du bulbe	47
3.2. Facteurs externes	48
3.2.1. Photopériode et température	48
3.2.2. Pratiques culturales	50
3.2.2.1. Date de semis	50
3.2.2.2. Type de culture	50
3.2.2.3. Récolte	51
3.2.2.4. Fumure	52
3.2.2.5. Irrigation	53
3.2.3. Séchage	53
3.2.4. Manipulations et méthode d'entreposage	54
3.2.5. Température de conservation et humidité relative . .	55
3.2.6. Maladies	57
3.2.6.1. Alternaria Porri (Ell.) Cif.	57
3.2.6.2. Fusarium oxysporum Schlecht,	57
3.2.6.3. Aspergillus niger Tiegh.	58
3.2.6.4. Botrytis allii Munn	58
4. CONCLUSION	59

I. INTRODUCTION

La production d'oignons qui se situe traditionnellement entre les mois de mars et juin, est actuellement insuffisante pour satisfaire les **besoins** du **Sénégal** tout au long de l'année.

C'est la raison pour laquelle il y a **nécessité** d'importer annuellement des quantités **considérables** d'oignons entre début août et **fin** janvier (**10.000** tonnes).

Cette situation se **traduit** sur le plan commercial par une augmentation importante des prix **au** niveau des **marchés** (**fig. 1**).

Le caractère saisonnier de la production d'oignons au **Sénégal** est essentiellement lié à des **conditions** climatiques défavorables durant une **grande** partie de **l'année** (**photopériode inadéquate**, températures trop élevées).

D'autre part, l'étalement de l'offre dans le temps est resté jusqu'ici difficilement **réalisable** en raison non seulement **de** techniques de **récolte** et de stockage inappropriées, mais **aussi** en raison de l'absence de **sélection** en vue d'une meilleure aptitude à la conservation.

Il est donc important de résoudre tout d'abord le problème du stockage des oignons durant l'hivernage par une **sélection** de **variétés** de bonne conservation et **adaptées** à une culture tardive.

Cette solution semble, à court terme, la meilleure pour les raisons **suivantes** :

- il y a **nécessité** d'approvisionner les **marchés** entre la fin de la saison **sèche** et **les** premières récoltes de **la** campagne suivante, lorsque les oignons deviennent rares et **coûteux** ;
- la culture de contre-saison se heurte **à** **d'importants** problèmes parmi lesquels on note :
 - **des** conditions de bulbaison **défavorables** pour la plupart des **variétés** ;
 - des rendements assez faibles ;
- par **la** conservation, le **marafcher** peut **remédier** partiellement au manque d'approvisionnement des **marchés** locaux **durant** cette période.

.../

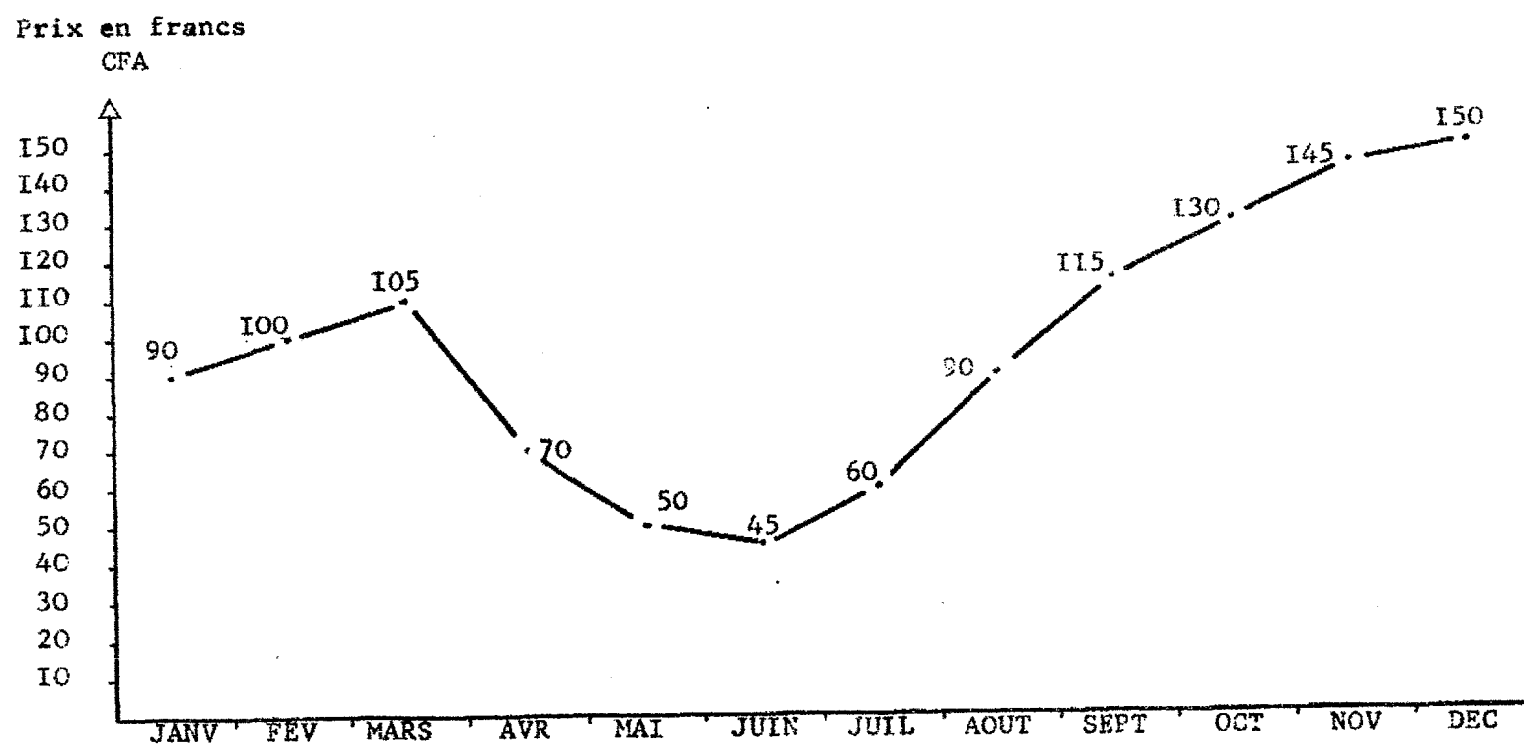


Fig. I - Evolution du prix moyen de détail des oignons à Dakar au cours de l'année 1976
(d'après des données recueillies par la section commercialisation du CDH).

À long terme, il existe d'autres solutions dont la plus intéressante est l'amélioration génétique de certaines variétés,

Un tel travail peut être envisagé sous trois angles différents :

1) Améliorer l'aptitude à la conservation de longue durée en conditions naturelles d'hivernage.

Le but principal est d'assurer l'approvisionnement des marchés durant l'hivernage, pendant une période aussi longue que possible et sans devoir recourir à des moyens frigorifiques.

2) Améliorer l'aptitude à la bulbaison en conditions chaudes et humides et en jours décroissants.

Il s'agit avant tout de mettre au point des variétés adaptées à un semis en juin-juillet afin de permettre une production pendant les mois d'octobre et de novembre.

3) Améliorer l'aptitude à la bulbaison en conditions de jours courts et décroissants.

L'objectif principal est d'assurer les besoins de la consommation nationale durant les mois de décembre et janvier.

A cet effet, le travail de sélection doit nécessairement porter sur l'amélioration de certaines variétés en vue de leur adaptation à un semis en septembre-octobre.

On remarque donc, qu'il existe des possibilités d'augmenter considérablement la période de disponibilité en oignons sur les marchés locaux.

Néanmoins, la réussite d'une telle entreprise dépendra de la mise en oeuvre de l'ensemble des moyens préconisés.

Dans cette perspective, la présente étude a pour but de faire ressortir quelques principes de base et conditions requises pour une bonne conservation en montrant l'influence des différents paramètres affectant l'aptitude à la conservation des oignons et en illustrant ces considérations au moyen de certains résultats d'essai obtenus au C.D.H.

.../

2. APTITUDE A LA CONSERVATION ET EXPRESSION DES RESULTATS

Nous définissons généralement l'aptitude à la conservation des variétés, pour des conditions déterminées de stockage (température et H.R.), à partir des notions de DC 10, DC 25 et DC 53.

Celles-ci correspondent à une "Durée de Conservation" à 10, 25 et 50 % et représentent le nombre de jours qui s'écoulent entre la récolte et le moment où les pertes par pourriture et germination affectent respectivement le dixième, le quart et la moitié des bulbes mis en conservation.

Les valeurs qui figurent dans ce rapport découlent d'un essai de conservation réalisé entre mai 1977 et janvier 1978 dans les conditions suivantes :

- effectif d'au moins 100 bulbes par variété et par calibre (-40, 40 / 60, 60 / 80, 80 / 100) ;
- température et humidité relative ambiante sous abri (tableau n° 1) ;
- disposition des bulbes en monocouche et sur claie (grillage métallique) ;
- protection sous abri aéré de construction artisanale.

.../

MESURE \ MOIS	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV
Température moyenne de l'air en °C	22,3	24,9	26,9	26,7	27,1	27,3	25,3	23,6	21,0
Minimum absolu en °C	17,9	18,9	21,4	21,0	21,4	17,9	15,1	13,4	15,1
Maximum absolu en °C	27,7	31,0	32,0	32,0	32,9	33,5	37,0	33,0	32,0
Humidité relative moyenne en %	79,0	79,5	83,9	75,4	82,3	73,0	64,9	71,0	70,0

TABLEAU N° I - Conditions de températures et d'humidité relative durant l'essai de conservation.

3. FACTEURS DE CONSERVATION CHEZ L'OIGNON

3.1. FACTEURS INTERNES

3.1.1. LA VARIÉTÉ

3.1.1.1. Influence de la dormance

Lorsqu'un bulbe d'oignon est **récolté** après maturité, celui-ci se trouve à l'état de repos végétatif.

En effet, le bulbe **mûr** est **donnant** et la **durée** de cette **dormance** varie suivant les variétés.

Or un oignon, pour se conserver longtemps sans germer, **nécessite** une **période** de **dormance** la plus longue possible.

La **durée** de conservation est par conséquent extrêmement variable en fonction de ce facteur variétal.

Chez les oignons de garde, les bulbes peuvent être conservés sans **développement** des germes et dans des conditions peu favorables à une bonne conservation en raison justement du fait qu'ils possèdent une longue période de dormance (1).

Le tableau n° 2 met clairement en évidence la différence entre l'aptitude à la conservation d'une variété à longue période de dormance (Egyptian) et celle d'une variété à courte période de dormance (Texas Early Grano 502 P.R. R.).

L'évolution exacte des pertes en cours de conservation pour ces mêmes variétés est donnée à la fig. 2.

Il a été mis en évidence que la dormance est en réalité contrôlée par un **équilibre** qui s'établit au sein du bulbe entre substances régulatrices et **inhibiteurs** de croissance (2).

Au moment de la maturation, il y a translocation de substances inhibitrices depuis les feuilles jusqu'au niveau du bulbe (3).

.../

Il n'est donc pas étonnant que l'enlèvement **prématuré** des feuilles ou leur **déssèchement** artificiel bien avant la récolte provoque un raccourcissement de **la période de dormance (4)**.

Ce **même phénomène** peut **être** constaté **lorsque les** bulbes restent trop longtemps sur le champ alors que les conditions climatiques ne sont pas favorables **(1)**.

Dans ce cas, la **dormance** est **écourtée** et la **qualité** de conservation des **oignons compromise**,

La **levée** de la **dormance** s'accompagne **généralement** de **pertes qui ont lieu** à la fois par bourgeonnement (germination) et **émission** de racines.

Certains signes précurseurs permettent cependant de prévoir la rupture du repos **végétatif** :

- **allongement** de la base du bulbe ;
- fendillement des tuniques externes ;
- **émergence** de nouvelles racines.

Afin de détecter préventivement le **développement** des racines et des pousses, il suffit de couper le bulbe : **les** premières se présentent alors **NOUS** la **forme** d'un anneau de points **foncés**, tandis que **les** pousses **apparaissent** jaunes et turgescentes.

.../

V A R I E T E	Cycle cultural (semis-récolte)	DC 10	DC 25	DC 50
EGYPTIAN	156 j	133 j	*	*
TEXAS EARLY GRANO 502 P.R.R.	140 j	63 j	111 j	136 j

* les pertes sont restées inférieures à 25 % après 194 jours (fin de l'essai).

TABLEAU N° 2 - Aptitude à la conservation de deux variétés d'oignon à période de dormance différente (calibre 40/60).

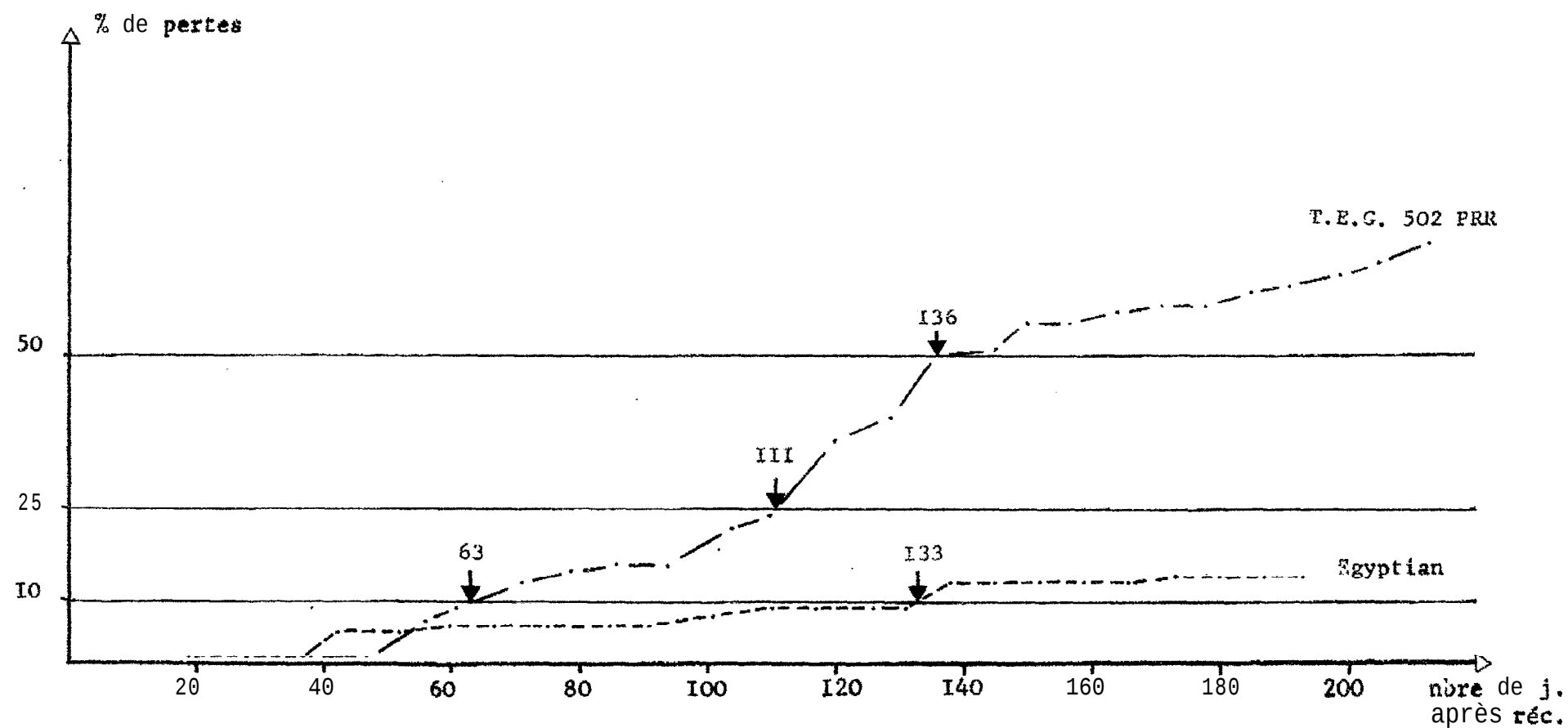


Fig. 2 - Evolution des pertes en cours de conservation de deux variétés d'oignons (calibre 40/60) à période dormance différente.

3.1.1.2. Influence de la précocité de maturation

La **précocité** de maturation constitue une **caractéristique variétale** (conditionnée par des **gènes** multiples) qui **agit** indirectement sur l'**aptitude à la conservation**.

En effet, **le caractère** tardif d'une variété **peut** avoir comme conséquence **une mauvaise** maturation des bulbes, empêchant ceux-ci d'atteindre un **état** de repos suffisant **(1)**.

Or, une bonne qualité de conservation implique **nécessairement une maturité** suffisante à la récolte.

Quelques résultats présentés au tableau n° 3 mettent en évidence cette **relation entre** précocité et **qualité** de conservation des bulbes.

La **fig. 3** montre de **manière** plus précise **l'évolution** des pertes en *cours* de conservation pour ces variétés.

La maturation des bulbes est **également liée** à certains facteurs externes agissant sur la bulbaison, **tels que la photopériode et la température**. En effet, la formation du bulbe n'a **lieu que lorsque la plante rencontre** des conditions de **température** et de longueur du jour favorables.

D'autre part, la **précocité** de maturation est d'autant plus grande que la bulbaison se **déclenche** rapidement et donc **que la plante est suffisamment développée** au moment où elle rencontre ces conditions favorables.

On comprend **dès** lors que cultiver une **variété** de jour long à une latitude **inférieure à sa zone de culture** habituelle ne peut **qu'avoir** des **conséquences** désastreuses.

11 en est ainsi. pour **Australian Brown** qui, dans les conditions du **Sénégal**, peut **végéter** sans produire de bulbe.

Une **variété** "nordique" **cultivée en conditions de jours courts** sera, en effet, tardive et donnera des plantes avec un gros collet ou **des bulbes à peine** formés.

.../

V A R I E T E	date d e semis	date de maturité	durée du cycle en j	DC 10	DC 25	DC 50
BLANC DE GALMI	11-1-77	9-5-77	108 ? 118	79 j	155 j	213 j
BARLETTA	8-1-77	13-6-77	156	28 j	40 j	72 j

TABLEAU N° 3 - Aptitude à la conservation de deux **variétés** d'oignon blanc (calibre 40/60) en fonction de la **précocité** de maturation.

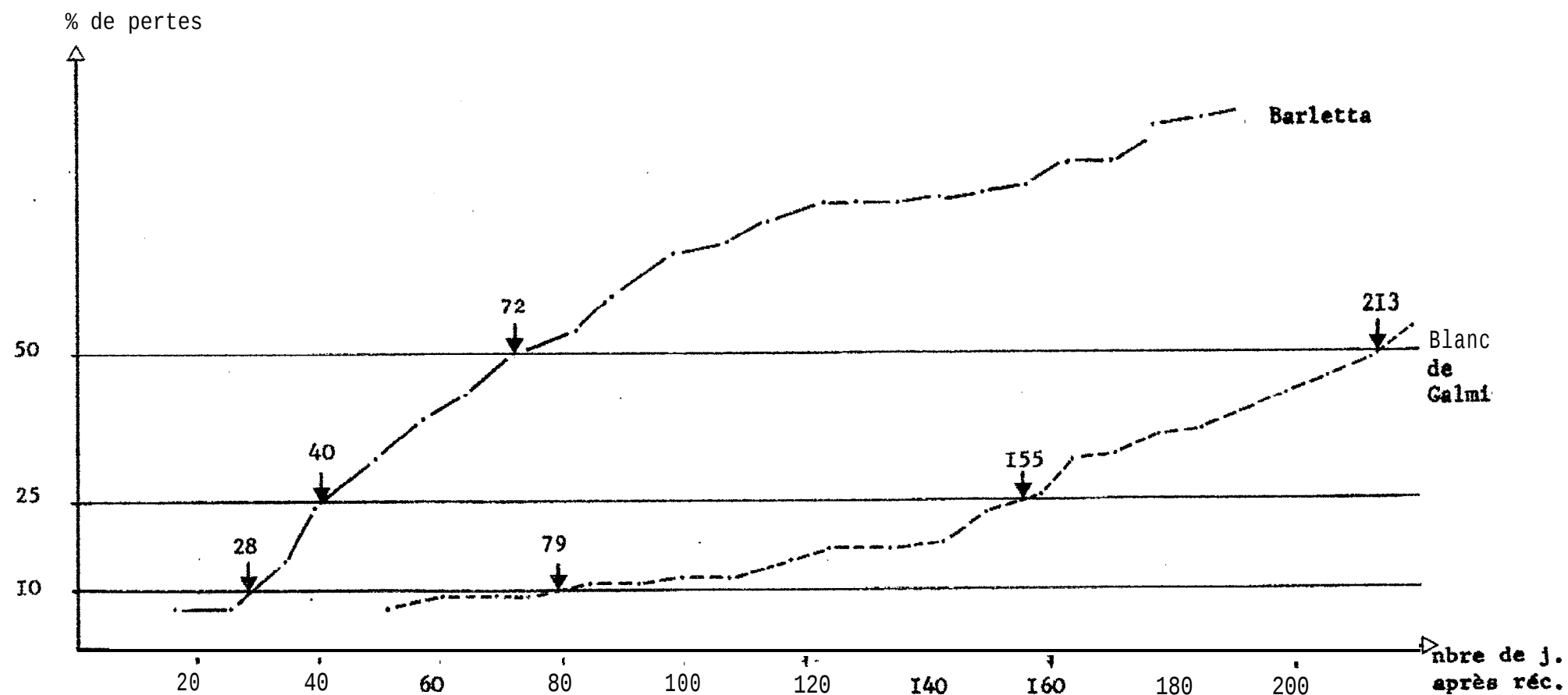


Fig. 3 • Evolution des pertes en cours de conservation de deux variétés d'oignon blanc (calibre 40/60) à précocité de maturation différente.

C'est donc cette interaction entre **longueur du jour** et **température** qui conditionne la bulbaison et qui par conséquent est à l'origine des limites d'adaptation des différentes variétés (5).

On admet généralement que le stade de maturité pour la récolte est atteint lorsque le feuillage est sec aux 2/3 et que le bulbe s'arrache facilement (1). Si les oignons ne sont pas **suffisamment** secs à la **récolte**, il est possible de les laisser quelques temps sur le terrain afin de permettre aux feuilles de **sécher complètement** et **bénéficier** ainsi de la migration vers le bulbe des dernières **matières sèches élaborées** par les feuilles, Cependant, il faut **éviter** à tout prix d'exposer les bulbes trop **longtemps** au soleil à cause des dangers de **brûlure**.

Quand l'arrachage des bulbes est **réalisé** avant **maturité complète** (feuillage encore à moitié vert), il est **nécessaire** de laisser sécher les plantes dans un abri et sur **clayettes** avant de couper les feuilles. Néanmoins, cette technique risque de raccourcir la dormance et de **compromettre** la conservation.

Par contre, lorsque l'arrachage des bulbes a lieu après le stade de **maturité**, deux problèmes peuvent survenir :

- danger de repousse si le champ est encore **suffisamment** humide ;
- risque de **dégradation** des bulbes dont les tuniques externes deviennent fragiles (d'où la possibilité d'obtenir des oignons "pelés").

Pour plus de sûreté, il est donc **préférable** de **récolter** des oignons à pleine maturité, vu que la plupart des **difficultés** rencontrées en cours de conservation ont pour origine un arrachage **prématuré** ou retardé.

.../

3.1.2. LA QUALITE DES BULBES

La **capacité** de conservation des oignons est **extrêmement** variable en fonction de **caractéristiques** propres au bulbe mais dépendantes à la fois du **facteur variétal** et de certains **éléments extérieurs**.

3.1.2.1. Teneur en sucres

La plus grande partie des **réserves** en hydrates de carbone se trouve **dans** les bulbes **sous forme d'oligosaccharides** (fructose, glucose, **sucrose**, fructosan.. .) (6).

Ces réserves **glucidiques** comprennent non seulement du glucose (**sucré réducteur**) et du **sucrose** (sucre **non réducteur**), mais également une petite quantité de **sucres** à plus **haut** poids **moléculaire** (saccharose, sucres en C 18 ou en C 24).

Grâce à une **détermination** de la teneur *en* sucres **totaux** à l'aide du **réfractomètre**, il est possible de se faire une **idée précise** du **pourcentage** de **matière sèche** contenue dans le bulbe.

En effet, une forte corrélation (0,74 à 0,96) a été mise en **évidence** entre la teneur en sucres totaux et le pourcentage de matière sèche (7). Or, nous verrons par la **suite** qu'il existe **également** une corrélation positive entre **l'aptitude** globale à la conservation et la teneur en matière **sèche** des bulbes (8).

Il peut donc être **utile** de rechercher des variétés d'oignon caractérisées par une teneur **élevée** en sucres totaux, en vue de la conservation.

Le **tableau n° 4** montre l'incidence de la teneur en sucres **réducteurs** des bulbes **après récolte** sur l'aptitude à la conservation **de différentes** variétés d'oignon.

L'évolution exacte des pertes en cours de conservation pour **ces mêmes** variétés est **présentée** sur les fig. 4 à 6.

Par **une** mesure effectuée au **réfractomètre**, nous avons **déterminé** la teneur en sucres des bulbes de certaines **variétés** en fin de conservation.

.../

Le tableau n° 5 exprime les résultats obtenus pour trois variétés différentes.

Ils confirment le rôle joué par la teneur en sucres sur la qualité de conservation des bulbes d'oignon.

D'autre part, nous avons constaté que si l'aptitude à la conservation pour une même variété dépend de la teneur en sucres mesurée au réfractomètre, cette dernière est également en relation directe avec le calibre des bulbes. En effet, plus le poids moyen d'un bulbe augmente, plus sa teneur finale en sucres semble diminuer.

C'est ce qui nous est révélé par le tableau n° 6 pour différentes variétés dont nous avons mesuré la teneur des bulbes en sucres après conservation.

Cependant, il n'apparaît pas du tout qu'une teneur finale en sucres plus élevée entraîne nécessairement une plus longue durée de conservation lorsqu'il s'agit du calibre inférieur à 40 mm.

C'est le cas par exemple des variétés locales Violet de Calmi et Blanc de Calmi, alors que pour Monte Alegre la conservation du petit calibre s'avère plutôt avantageuse (35 % de pertes après 211 jours).

Un comportement assez similaire à ce dernier a pu être observé chez l'hybride R 10.

.../

V A R I E T E	couleur du bulbe	teneur en sucres réducteurs	DC 10	DC 25	DC 50
BETH ALPHA	jaune-brun	4,95 %	76 j	127 j	165 j
TEXAS EARLY GRANO 502 P.R.R.	jaune-brun	3,80 %	57 j	74 j	107 j
BLANC DE GALMI	blanc	5,55 %	76 j	143 j	203 j
POMPEI	blanc	2,80 %	6 j	16 j	45 j
VIOLET DE GALMI	rouge	4,95 %	X90 j	214 j	*
BOMBAY RED	rouge	2,05 %	86 j	131 j	152 j

* les pertes sont **restées inférieures à 50 %** après 235 jours (fin de l'essai).

TABLEAU N° 4 - Aptitude à la conservation de différentes variétés d'oignon (calibre **60/80**) en fonction de la teneur en sucres réducteurs des bulbes avant conservation.

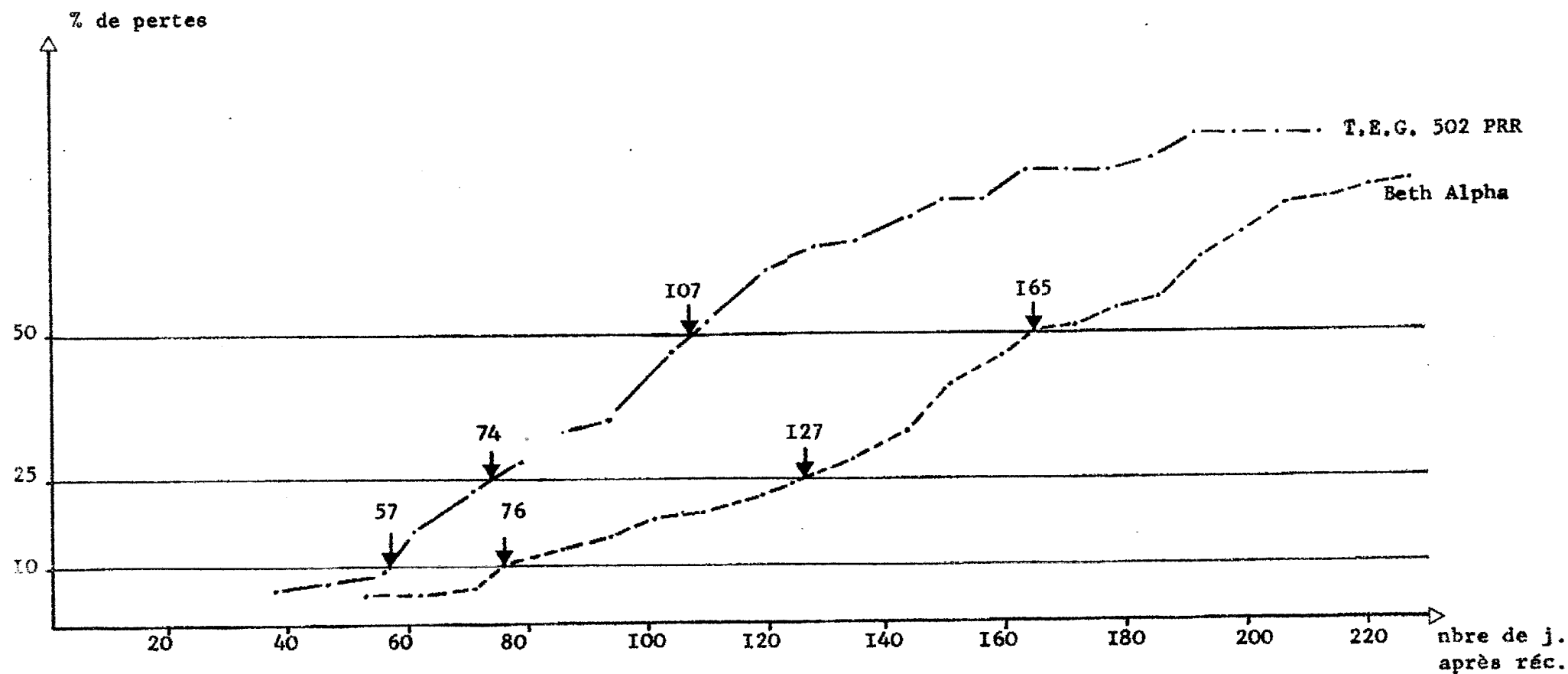


Fig. 4 - Evolution des pertes en cours de conservation de deux variétés d'oignon jaune-brun (calibre 60/80) à teneur en sucres réducteurs des bulbes différente.

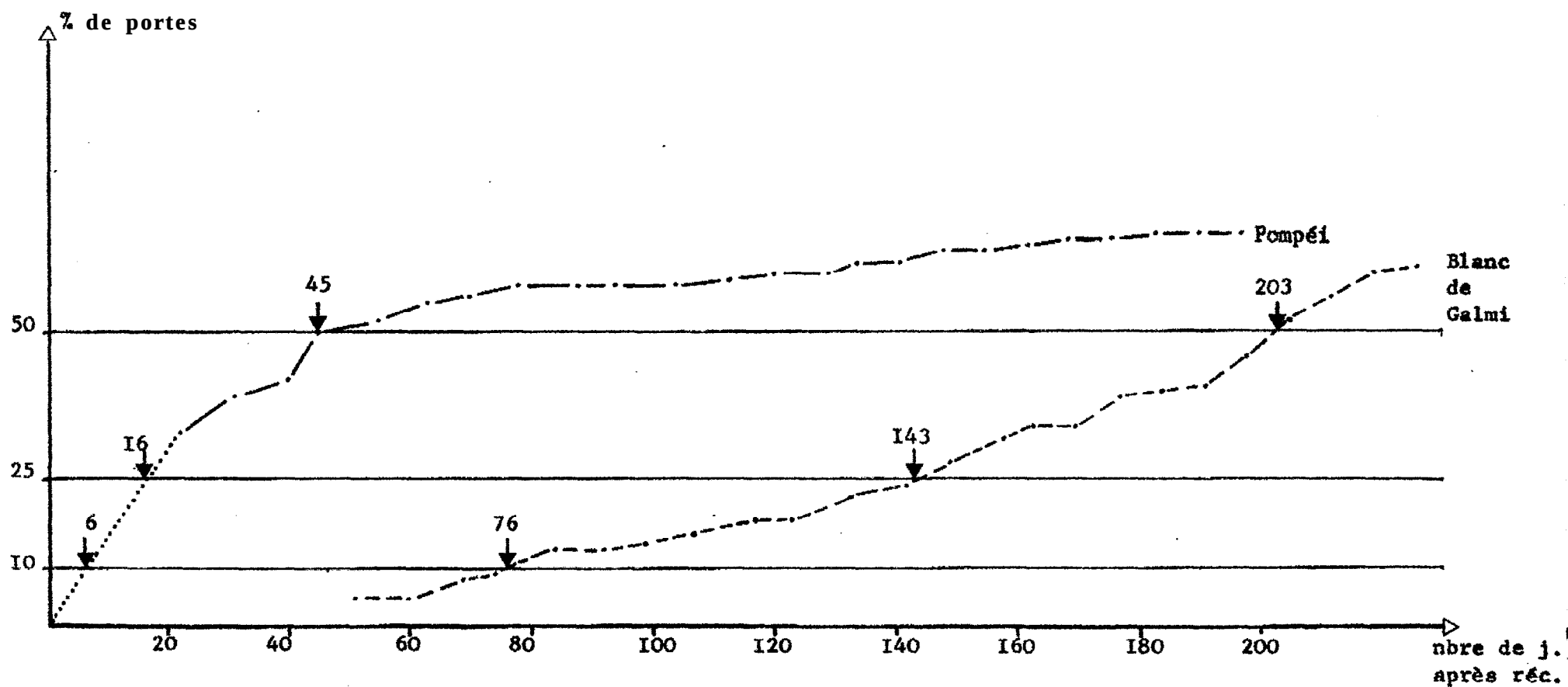


Fig. 5 - Evolution des pertes en cours de conservation de deux variétés d'oignon blanc (calibre 60/80) à teneur en sucres réducteurs des bulbes différente.

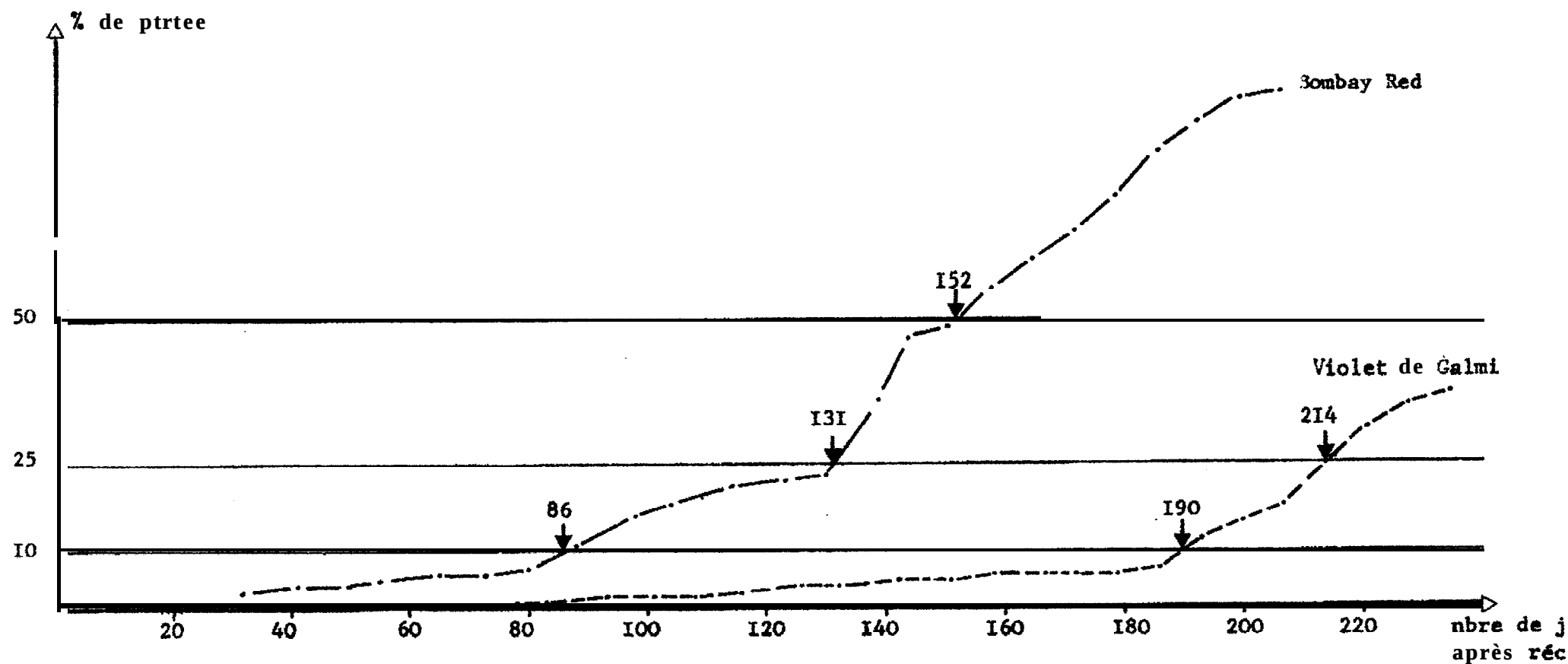


Fig. 6 - Evolution des pertes en cours de conservation de deux variétés d'oignon rouge (calibre 60/80) à teneur en sucres réducteurs des bulbes différente.

V A R I E T E	durée de conservation	teneur en sucres	DC 10	DC 25	DC 50
EGYPTIAN	194 j	14,2 %	133 j	*	*
BLANC DE GALMI	226 j	7,7 %	79 j	155 j	213 j
BEN SHEMEN	200 j	7,3 %	44 j	96 j	167 j

* les pertes sont restées inférieures à 25 % après 194 jours (fin de l'essai).

TABLEAU N° 5 - Aptitude à la conservation de différentes variétés d'oignon (calibre 40/60) en fonction de la teneur en sucres des bulbes mesurée au réfractomètre en fin de conservation.

V A R I E T E	couleur du bulbe	calibre en lml	poids moyen du bulbe	teneur finale en sucres	DC 10	DC 25	DC 50
VIOLET DE GALMI	rouge	-40	20,6 g	9,7 %	108 j	172 j	221 j
		40/60	54,2 g	8,1 %	211 j	*	*
		60/80	96,0 g	7,5 %	190 j	214 j	*
BLANC DEGALMI	blanc	-40	18,6 g	10,6 %	84 j	118 j	150 j
		40/60	45,3 g	7,7 %	79 j	155 j	213 j
		60/80	103,0 g	7,2 %	76 j	143 j	203 j
TEXAS EARLY GRANO	brun	40/60	72,0 g	9,2 %	54 j	115 j	157 j
		60/80	131,0 g	5,5 %	26 j	69 j	138 j
HONTE ALEGRE	jaune-ocre	-40	26,0 g	11,1 %	156 j	191 j	**
		40/60	52,0 g	7,8 %	141 j	179 j	211 j
ROXA DO TRAVIU	rouge	40/60	64,0 g	12,4 %	121 j	135 j	163 j
		60/80	106,0 g	11,7 %	91 j	134 j	155 j

* les pertes sont **restées inférieures à 25 % après 235 jours** (fin de l'essai)

** les pertes sont restées inférieures à 50 % après 211 jours (fin de l'essai).

TABLEAU N° 6 - Aptitude à la conservation de **différentes variétés** d'oignon en fonction du calibre et de la teneur en sucres mesurée au **réfractomètre** en fin de conservation.

Enfin, il n'existe aucune relation entre le calibre, donc le poids moyen du bulbe et sa teneur en sucres **réducteurs** (9).

Le tableau n° 7 nous montre en effet que, pour certaines **variétés**, une augmentation de la teneur en sucres réducteurs correspond **à** un accroissement du calibre des bulbes, tandis que pour d'autres, **à** une diminution du poids des bulbes.

On a **démontré** chez l'oignon l'existence d'une translocation de substances azotées et **d'éléments** minéraux depuis les feuilles jusqu'au bulbe (10). C'est au moment de la sénescence du feuillage que se produit cette migration des réserves en hydrates de carbone et en composés **azotés** (II).

Il faut donc, outre le facteur **variétal**, tenir compte de l'intervention d'un facteur externe sur la teneur en sucres des bulbes, **à** savoir l'alimentation minérale des plantes durant leur période de formation de **réserves**. En effet, une synthèse très importante de glucides simples (glucose, fructose) a lieu au niveau des feuilles **grâce à** l'action **combinée** du :

- phosphore qui agit sur les réactions de synthèse des **sucres** et des transferts **d'énergie** indispensables **à** ces réactions ;
- potassium qui intervient dans le métabolisme de l'eau et dans la photosynthèse.

Ces glucides migrent normalement vers le bulbe où ils s'accumulent pour constituer les **réserves nécessaires à la** croissance de la plante **au cours** de la deuxième **année**.

Or, il se produit au niveau de la plante un antagonisme entre l'azote et **le** potassium, tout **excès** d'azote diminuant **l'efficacité** du potassium et, de ce fait, la **synthèse** glucidique.

D'autre part, l'apparition d'une situation **déséquilibrée** entre composés azotés et glucidiques au niveau des **réserves** du bulbe **prédispose** celui-ci **à** l'attaque de divers cryptogames responsables de pourritures en cours de conservation (I).

.../

Variétés pour lesquelles la teneur des bulbes en sucres réducteurs augmente en fonction du calibre :

Violet de Galmi
 Blanc de Galmi
 Granex Brown H
 Granex Yellow **HFI**
Pompéi
Queen
 Barletta
 R 10 H

Variétés pour lesquelles la teneur des bulbes en sucres **réducteurs** augmente en fonction inverse du calibre :

Early Texas Grano
 Ben Shemen
 Red Commander
 Texas Early Grano 502
 Texas Early Grano
 Beth Alpha
 Yellow Bermuda
 Keep Well **H**
Bombay Red

TABLEAU n° 7 • Evolution de la teneur en sucres réducteurs pour **différentes variétés** en fonction du calibre des bulbes.

.../

Il est donc clair qu'une augmentation maximale des réserves glucidiques du bulbe en vue **d'améliorer** la conservation implique nécessairement une diminution importante des apports azotés.

Il ne doit, en effet, rester à la plante que la seule possibilité d'utiliser l'azote **minéral** provenant de la **nitrification** dans le sol.

3.1.2.2. Teneur en matière sèche

Parmi les facteurs internes agissant sur l'aptitude à la conservation, des oignons, la teneur en matière sèche compte certainement parmi les plus **déterminants**.

Il existe une **corrélation** positive entre l'aptitude générale à la conservation et la teneur en **matière sèche** des bulbes (I2).

Une forte teneur en matière sèche correspond en **général** à une meilleure qualité de conservation.

Cependant, cette relation n'est pas absolue puisque **l'obtention** d'une valeur supérieure à 15 % n'entraîne pas **nécessairement** une amélioration de la conservation.

La teneur en matière sèche des bulbes constitue une **caractéristique** variétale qui évolue au **cours** de la croissance.

En effet, le taux de **matière sèche**, déjà **extrêmement élevé** dans les bulbes à peine **formés** des jeunes plantes, augmente rapidement par la suite pour atteindre son **maximum** au moins 15 jours avant le stade "plant couché" (50 % de tombaison).

Néanmoins, cette teneur est plus faible pour les feuilles que pour les bulbes (I3).

Au moment du dessèchement des feuilles (sénescence), il y a **enrichissement** du bulbe en matière sèche non seulement par translocation de celle-ci depuis les feuilles, mais aussi par extraction de l'eau contenue dans **le** bulbe vers le feuillage (I4).

.../

Si on classe les variétés en fonction de la teneur en matière **sèche** de leur bulbe, on retrouve normalement le **même** classement que pour la teneur des feuilles.

Cependant, les différences variétales sont plus accentuées pour les bulbes que pour les feuilles (I3).

En cours de conservation, les pertes en matière sèche sont surtout dues à la respiration des bulbes, mais elles peuvent être **considérablement** réduites grâce à un bon développement des tuniques.

Il est extrêmement difficile de soutenir l'**hypothèse** suivant laquelle les oignons blancs sont plus riches en matière sèche que les rouges, **eux-mêmes** plus riches que les bruns ou les jaunes.

En effet, nous avons pu constater que le pourcentage de **matière sèche varie entre** les limites **suivantes** :

- 6 à 12 % pour les bruns et jaunes ;
- 10 à 16 % pour les blancs ;
- 7 à 17 % pour les rouges.

Mais il n'est pas rare de trouver chez des oignons bruns une teneur supérieure à 16 % (Golden Creole HFI) ou **même** 18 % (Egyptian) et chez des oignons blancs un pourcentage supérieur à 24 % (White Creole H).

La qualité de conservation des oignons jaunes est **peut-être** dans certains cas **inférieure** à celle des bruns ou des rouges, mais le contraire est parfois aussi vrai (Beth Alpha, R 10 H).

En ce qui concerne l'**hérédité** de la teneur en matière **sèche**, il a été démontré qu'une sélection de lignées pour une teneur élevée en **matière sèche** est intéressante, à condition d'envisager également leur aptitude à la combinaison pour ce caractère (I3).

En effet, le taux des hybrides est en général supérieur à la moyenne des parents (lignées consanguines) et parfois **même** supérieur à celui du parent le plus riche,

.../

Le taux de matière **sèche** des bulbes varie normalement suivant les variétés entre 6 % et 18 % du poids frais (5).

Les **cultivars** à teneur **élevée** sont considérées comme des types de longue conservation, mais leur cycle **cultural** est souvent plus important (15).

Le **rôle** de la teneur en matière sèche des bulbes, mesurée à la récolte, sur l'aptitude à la conservation de différentes variétés d'oignon est mis en évidence au tableau n° 8.

La fig. 7 nous donne ensuite l'évolution **complète** des pertes en cours de conservation pour ces mêmes **variétés**.

Il **n'y** a aucune relation déterminée entre le calibre, donc le poids moyen des bulbes et la teneur en matière sèche.

Le tableau n° 9 montre que pour certaines **variétés**, une augmentation du pourcentage de matière sèche **correspond** à un accroissement du calibre des bulbes, tandis que pour d'autres à une diminution du poids des bulbes. Il n'existe donc aucune preuve permettant de soutenir l'hypothèse selon laquelle il existe une corrélation négative entre la dimension du bulbe et sa teneur en **matière** sèche.

Par contre, certains travaux ont permis **d'établir** une corrélation nettement positive entre la teneur en matière **sèche** et la richesse en sucres **mesurée** au réfractomètre.

Cette **corrélation** qui est de 0,74 à 0,96 permet de **sélectionner** des bulbes en vue d'une teneur **élevée** en matière sèche, par une simple **détermination** de la teneur en sucrer, totaux (16).

Les résultats **présentés** au tableau n° 10 mettent en évidence l'incidence combinée des teneurs en sucres et en matière sèche sur l'aptitude à la conservation de **différentes variétés** d'oignon.

.../

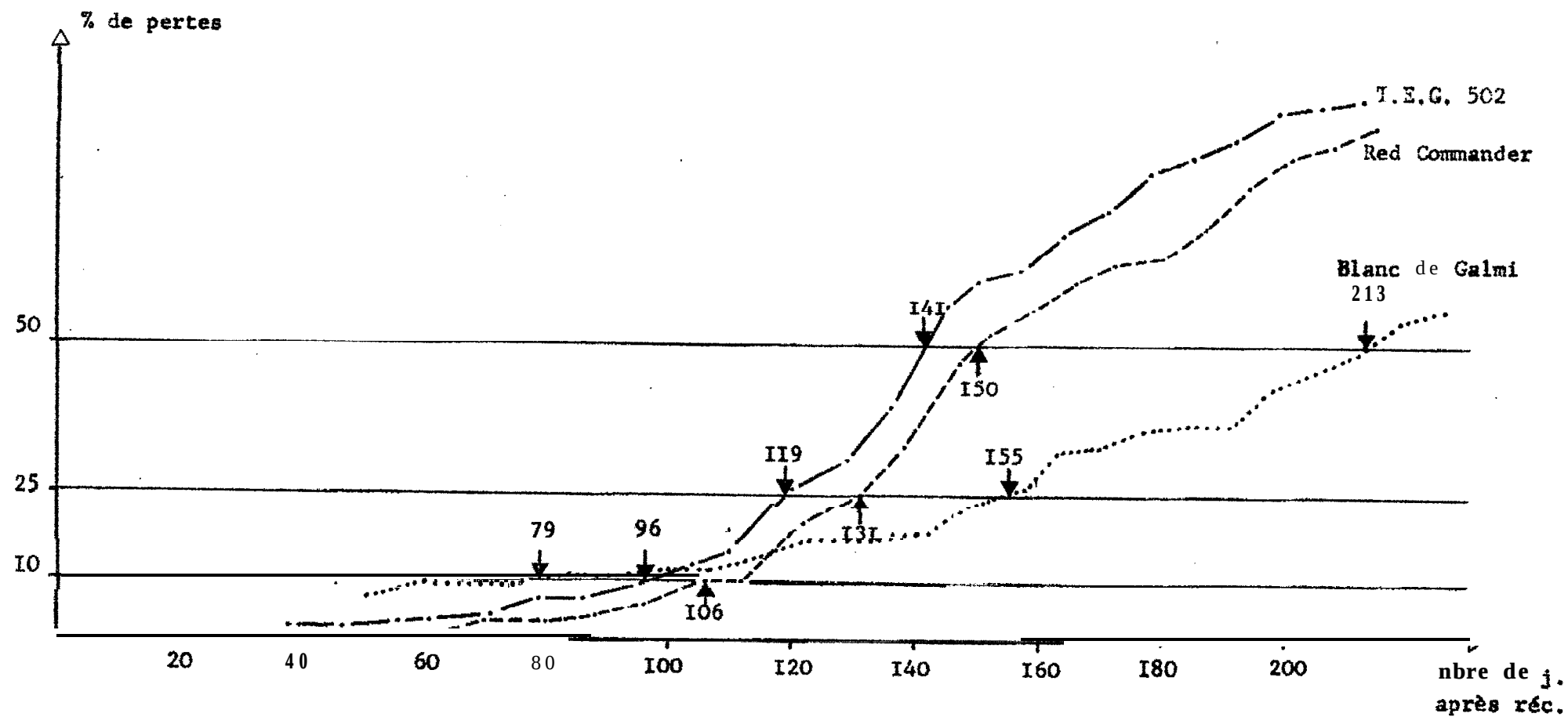


Fig. 7 - Evolution des pertes en cours de conservation de trois variétés d'oignon (calibre 40/60) à teneur en matière sèche des bulbes différente.

V A R I E T E	couleur du bulbe	teneur en matière sèche	DC 10	DC 25	DC 50
TEXAS EARLY GRANO 502	jaune-brun	8,35 %	96	119	141
RED COMMANDER	rouge	9,20 %	106	131	150
BLANC DE GALMI	blanc	10,70 %	79	155	213

TABLEAU N° 8 - Aptitude à la conservation de différentes variétés d'oignon (calibre 40/60)
en fonction de la teneur en matière sèche des bulbes au moment de la récolte.

Enfin, il n'existe aucune relation entre le calibre, donc le poids moyen du bulbe et sa teneur en sucres **réducteurs (9)**.

Le tableau **n° 7** nous montre en effet que, pour certaines variétés, une augmentation de la teneur en sucres réducteurs correspond **à** un accroissement du calibre des bulbes, tandis que pour d'autres, **à** une diminution du poids des bulbes.

On a **démontré** chez l'oignon l'existence d'une translocation de substances azotées et d'éléments **minéraux** depuis les feuilles jusqu'au bulbe **(10)**. C'est au moment de la **sénescence** du feuillage que se produit cette migration des réserves en hydrates de carbone et en **composés azotés (11)**.

Il faut donc, outre le facteur variétal, tenir compte de l'intervention d'un facteur externe sur la teneur en sucres des bulbes, **à** savoir **l'alimentation minérale** des plantes durant leur **période** de formation de réserves. En effet, une synthèse **très** importante de glucides simples (glucose, **fructose**) a lieu au niveau des feuilles **grâce à** l'action **combinée** du :

- phosphore qui agit sur les réactions de **synthèse** des sucres et des transferts **d'énergie** indispensables **à** ces réactions ;
- potassium qui intervient dans le **métabolisme** de l'eau et dans la photosynthèse.

Ces glucides migrent normalement vers le bulbe où ils s'accumulent pour constituer les réserves nécessaires **à** la croissance de la plante au cours de la deuxième année.

Or, il se produit au niveau de la plante un antagonisme entre l'azote et le potassium, tout excès d'azote diminuant l'efficacité du potassium et, de ce fait, la synthèse glucidique.

D'autre part, l'apparition d'une situation **déséquilibrée** entre composés azotés et glucidiques au niveau des réserves du bulbe **prédispose** celui-ci **à** l'attaque de divers cryptogames responsables de pourritures en cours de conservation **(1)**.

.../

Variétés pour lesquelles la teneur des bulbes en sucres réducteurs augmente en fonction du calibre :

Violet de Galmi
 Blanc de Galmi
 Granex Brown H
 Granex Yellow HFI
Pompéi
Queen
 Barletta
 R SO H

Variétés pour lesquelles la teneur des bulbes en sucres **réducteurs** augmente en fonction inverse du calibre :

Early Texas Grano
 Ben Shemen
 Red **Commander**
 Texas Early Grano 502
 Texas Early Grano
 Beth Alpha
 Yellow Bermuda
 Keep **Well** H
Bombay Red

TABLEAU n° 7 - Evolution de la teneur en sucres réducteurs pour **différentes** variétés en fonction du calibre des bulbes.

.../

Il est donc clair qu'une augmentation maximale des **réserves glucidiques** du bulbe en vue d'améliorer la conservation implique nécessairement une diminution importante des apports **azotés**.

Il ne doit, en effet, rester à la plante que la seule possibilité d'utiliser l'azote minéral provenant de la **nitrification** dans le sol,

3.1.2.2. Teneur en matière sèche

Parmi les facteurs internes agissant sur l'aptitude à la conservation des oignons, la teneur en matière **sèche** compte **certainement** parmi les plus déterminants.

Il existe une corrélation positive entre l'aptitude **générale** à la conservation et la teneur en matière sèche des bulbes (**I2**).

Une forte teneur en matière **sèche** correspond en **général** à une meilleure qualité de conservation.

Cependant, cette relation n'est pas absolue puisque l'obtention d'une valeur **supérieure à 15 %** n'entraîne pas **nécessairement** une amélioration de la conservation.

La teneur en matière sèche des bulbes constitue une caractéristique variétale qui évolue au cours de la croissance.

En effet, le **taux** de matière sèche, déjà **extrêmement** élevé dans les bulbes à peine formés des jeunes plantes, augmente rapidement par la suite **pour** atteindre son **maximum** au moins 15 jours avant le stade "plant **couché**" (**50 %** de tombaison).

Néanmoins, cette teneur est plus faible pour les feuilles que pour les bulbes (**I3**).

Au moment du dessèchement des feuilles (sénescence), il y a **enrichissement** du bulbe en matière sèche non seulement par translocation de celle-ci depuis les feuilles, mais aussi par extraction de l'eau contenue dans **le** bulbe vers le feuillage (**I4**).

.../

Si on classe les variétés en fonction de la teneur en matière sèche de leur bulbe, on retrouve normalement le **même** classement que pour la teneur des feuilles.

Cependant, les différences variétales sont plus **accentuées** pour les bulbes que pour les feuilles (13).

En cours de conservation, les pertes en matière sèche sont surtout dues à la respiration des bulbes, mais elles peuvent être **considérablement réduites** grâce à un bon développement des tuniques.

Il est extrêmement difficile de soutenir l'hypothèse suivant laquelle les oignons blancs sont plus riches en matière sèche que les rouges, eux-mêmes plus riches que les bruns ou les jaunes..

En effet, nous avons pu constater que le pourcentage de matière **sèche varie entre les limites suivantes** :

- 6 à 12 % pour les bruns et jaunes ;
- 10 à 16 % pour les blancs ;
- 7 à 17 % pour les rouges.

Mais il n'est pas rare de trouver chez des oignons bruns une teneur supérieure à 16 % (Golden Creole HFI) ou **même 18 % (Egyptian)** et chez des oignons blancs un pourcentage **supérieur à 24 % (White Creole H)**.

La qualité de conservation des oignons jaunes est **peut-être** dans certains cas **inférieure** à celle des bruns ou des rouges, mais le contraire est parfois aussi vrai (Beth Alpha, R IO H).

En ce qui concerne **l'hérédité** de la teneur en **matière sèche**, il a **été démontré** qu'une sélection de lignées pour une teneur **élevée** en **matière sèche** est intéressante, à condition d'envisager également leur aptitude **à la combinaison** pour ce caractère (13).

En effet, le taux des hybrides est en **général supérieur** à la moyenne des parents (lignées consanguines) et parfois **même** supérieur à celui du parent le plus riche.

.../

Le taux de matière sèche des bulbes varie normalement suivant les **variétés** entre 6 % et 18 % du poids frais (5).

Les **cultivars** à teneur **élevée** sont **considérées** comme des types de longue conservation, mais leur cycle **cultural** est souvent plus important (15).

Le **rôle** de la teneur en matière sèche des bulbes, mesurée à la récolte, sur l'aptitude à la conservation de différentes **variétés** d'oignon est mis en évidence au tableau n° 8.

La fig. 7 nous donne ensuite **l'évolution complète** des pertes en cours de conservation pour ces mêmes **variétés**.

Il n'y a aucune relation déterminée entre le calibre, donc le poids moyen des bulbes et la teneur en matière sèche.

Le tableau n° 9 montre que pour certaines **variétés**, une augmentation du pourcentage de matière sèche correspond à un accroissement du calibre des bulbes, tandis que pour d'autres à une diminution du poids des bulbes. Il n'existe donc aucune preuve permettant de soutenir l'hypothèse selon laquelle il existe une **corrélation** négative entre la dimension du bulbe et sa teneur en matière sèche.

Par contre, certains travaux ont permis d'établir une corrélation nettement positive entre la teneur en matière sèche et la richesse en sucres mesurée au réfractomètre.

Cette corrélation qui est de 0,74 à 0,96 permet de sélectionner des bulbes en vue d'une teneur **élevée** en matière sèche, par une simple **détermination** de la teneur en sucres totaux (16).

Les résultats présentés au tableau n° 10 mettent en évidence l'incidence combinée des teneurs en sucres et en matière sèche sur l'aptitude à la conservation de **différentes variétés** d'oignon.

.../

V A R I E T E	couleur du bulbe	teneur en matière sèche	DC 10	DC 25	DC 50
TEXAS EARLY GRANO 502	jaune-brun	8,35 %	96	119	141
RED COMMANDER	rouge	9,20 %	106	131	150
BLANC DE GALMI	blanc	10,70 %	79	155	213

TABLEAU N° 8 - Aptitude à la conservation de différentes variétés d'oignon (calibre 40/60)
en fonction de la teneur en **matière** sèche des bulbes au moment de la récolte.

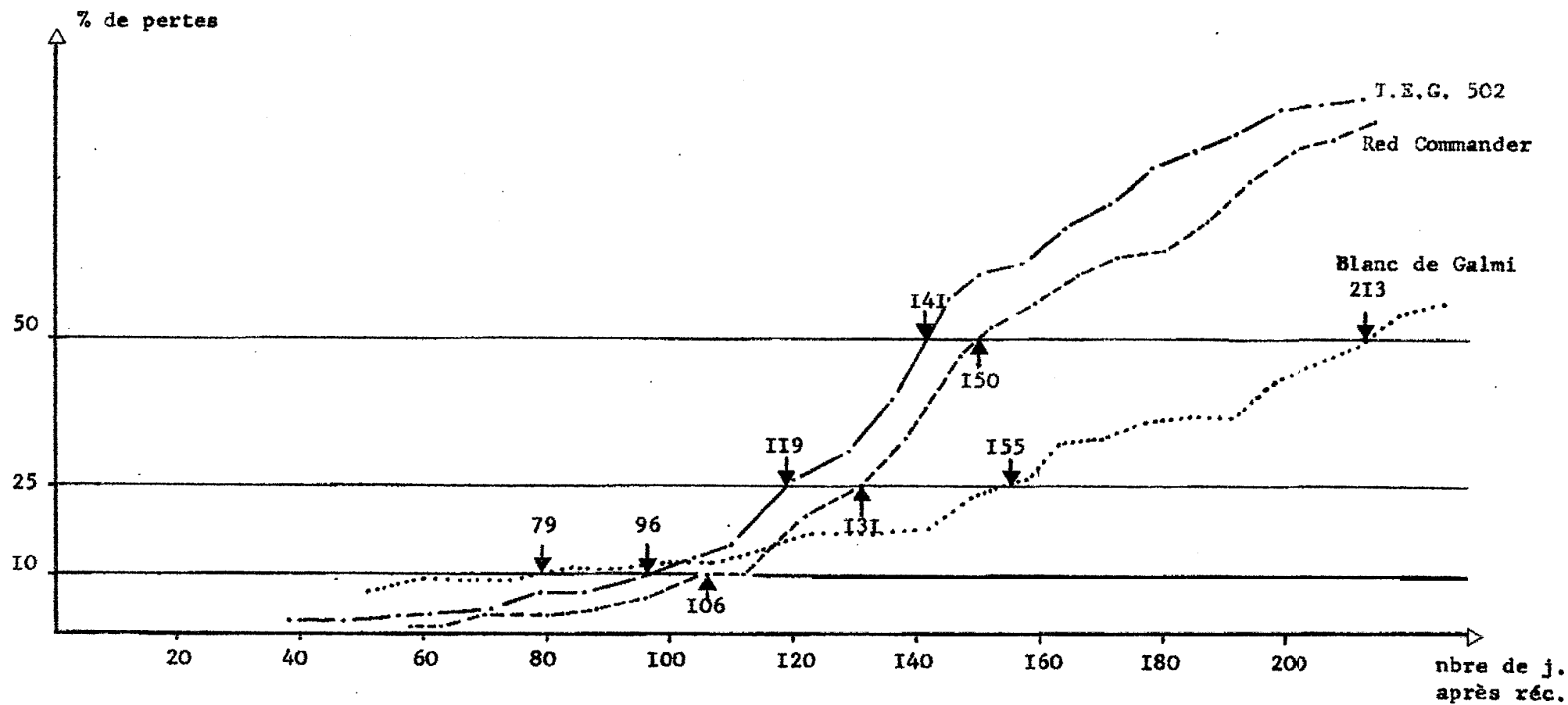


Fig. 7 - Evolution des pertes en cours de conservation de trois variétés d'oignon (calibre 40/60) à teneur en matière sèche des bulbes différente.

Variétés pour lesquelles la teneur des bulbes en **matière** sèche augmente en fonction du calibre :

Yellow Bermuda

Keep **Well**

Bombay Red

Queen

Barletta

R 10 H

Variétés pour lesquelles la teneur des bulbes en matière sèche augmente en fonction inverse du calibre :

Violet de Galmi

Blanc de Galmi

Granex Brown H

Granex Yellow **HFI**

Early Texas Grano

Ben Shemen

Red **Commander**

Texas Early Grano 502

Texas Early Grano

Beth Alpha

TABLEAU n° 9 - Evolution de la teneur en matière sèche pour **différentes variétés** en fonction du calibre des bulbes.

.../

V A R I E T E	teneur en sucres	teneur en matière sèche	DC 10	DC 25	DC 50
EGYPTIAN	14,2 %	18,65 %	133 j	*	*
BLANC DB GALMI	7,7 %	10,70 %	99 j	155 j	213 j
BEN SHEMEN	7,3 %	10,70 %	44 j	96 j	169 j

* les pertes sont restées inférieures à 25 % après 194 j (fin de l'essai).

TABLEAU N° 10 • Aptitude à la conservation de trois variétés d'oignon (calibre **40/60**) en fonction de la teneur en matière sèche et en relation avec la teneur en sucres des bulbes mesurée au **réfractomètre**.

D'autre part, quand une augmentation du calibre correspond A une diminution de la teneur en **matière sèche**, nous avons constaté que la teneur en sucres totaux diminue (tableau **n° II**).

Inversément, une augmentation de la grosseur des bulbes combinée A un accroissement de la teneur en **matière sèche** correspond A une augmentation de la teneur en sucres totaux.

Enfin, il n'a **été démontré** aucune relation significative entre le **pourcentage** de **matière sèche** et la **dureté** du bulbe ou la qualité de ses tuniques. Par contre, une très faible corrélation semble exister entre le poids **spécifique** du bulbe et sa teneur en **matière sèche** (I6).

.../

V A R I E T E	calibre des bulbes en mm	poids moyen des bulbes en g	teneur en sucres totaux	teneur en matière sèche
VIOLET DE GALMI	-40	20,6	9,7 %	12,05 %
	40/60	54,2	8,1 %	10,90 %
	60/80	96,0	7,5 %	10,80 %
BLANC DE GALMI	-40	18,6	10,6 %	10,75 %
	40/60	45,3	7,7 %	10,70 %
	60/80	103,0	7,2 %	10,45 %

TABLEAU N° II - Relations entre teneur en sucres totaux, teneur en matière sèche et poids moyen des bulbes de deux variétés locales d'oignon.

3.1.2.3. Grosseur du bulbe

Le poids atteint par un bulbe en fin de croissance est tout d'abord fonction de l'adaptation de la **variété** aux conditions **écologiques** locales (longueur du jour et **température**).

En effet, la bulbaison ne peut avoir lieu que lorsque la longueur du jour **dépasse** un certain seuil, variable suivant les **variétés**.

DES températures élevées permettant de baisser légèrement ce minimum de longueur du jour requis pour la formation du bulbe.

Cependant, ~~de~~ très jeunes plantes n'ont pas la capacité de **répondre** au stimulus **photopériodique** aussi rapidement que des plantes plus **développées** (17).

La bulbaison dépend donc largement de la dimension atteinte par la plante au moment où celle-ci rencontre **les** conditions favorables **à** sa bulbaison.

A **proximité** du seuil **photopériodique**, il a **été** constaté qu'un manque d'azote a le même effet qu'un allongement de la **photopériode** alors qu'un apport important d'azote agit dans le **même** sens qu'un raccourcissement de la photopériode.

Il semble donc que lorsque la longueur du jour est juste suffisante pour induire la bulbaison, le processus de formation du bulbe peut **être** accéléré par manque d'azote, tandis qu'un excès d'azote a **plutôt** comme effet de le ralentir (5).

Nous avons déjà signalé précédemment qu'il n'existe pas de relation entre le poids du bulbe et :

- sa teneur en sucres réducteurs,
- son pourcentage en matière **sèche**,
- la qualité de ses tuniques externes.

Par contre, il y a un rapport entre le poids du bulbe, la teneur finale en sucres **mesurée** au réfractomètre et la teneur en **matière** sèche.

Cependant, un pourcentage élevé en sucres totaux ou en matière sèche n'entraîne pas **nécessairement** une augmentation de la **durée** de conservation.

C'est ainsi que pour certaines variétés telles que Violet de Galmi et Blanc de Galmi, nous avons constaté une moins bonne aptitude à la conservation pour le calibre inférieur à 40 mm, pourtant plus riche en sucres et en matière sèche.

Il est donc parfois **préférable** de conserver des bulbes de grosseur moyenne (calibre 40/60) plutôt que le calibre **inférieur** (<40) ou supérieur (60/80).

Un phénomène semblable a **été observé** chez les **variétés** Beth Alpha et Texas Early Grano avec une meilleure conservation du calibre 60/80 que du calibre 40/60 (tableau n° 12).

Les fig. 8 et 9 présentent de façon précise **l'évolution** des pertes en cours de conservation pour les différents calibres de ces **deux variétés**. A l'exception de ces dernières, on **remarque** en général **que** la **qualité** de conservation a **plutôt** tendance à baisser lorsque la grosseur des bulbes augmente (tableau n° 13, fig. 10 à 13).

Ceci s'explique par le fait que la dimension des bulbes influence non seulement la germination, mais aussi les pertes en eau durant la conservation (18).

Les bulbes plus **gros** bourgeonnent à un rythme plus rapide que les petits, tandis que ces derniers perdent plus rapidement de leur poids (à 11°C).

Néanmoins, aucune **différence** statistiquement significative n'a pu **être** établie en ce qui concerne les pertes en cours de stockage en relation avec la grosseur des bulbes conservés (19).

.../

V A R I E T E	calibre des bulbes	poids moyen des bulbes	DC 10	DC ZS	DC SO
	en mm	en g			
GRANEX YELLOW HFI	40/60	52,0	75 j	123 j	152 j
	60/80	125,0	64 j	97 j	144 j
TEXAS EARLY GRANO s o z	40/60	70,0	96 j	119 j	141 j
	60/80	135,0	65 j	94 j	125 j
PERLA RONDELLA	60/80	96,0	12 j	40 j	68 j
	80/100	184,0	9 j	23 j	89 j
RED COMMANDER	40/60	61,0	106 j	131 j	150 j
	60/80	139,6	66 j	96 j	126 j

TABLEAU N° 13 - Evolution de l'aptitude à la conservation de différentes variétés d'oignon en fonction du calibre des bulbes.

V A R I E T E	calibre des bulbes en mm	poids moyen des bulbes en g	DC 10	DC 25	DC 50
BETH ALPHA	40/60	65,2	79 j	116 j	156 j
	60/80	115,7	76 j	127 j	165 j
TEXAS EARLY GRANO	40/60	81,8	62 j	86 j	163 j
	60/80	141,8	69 j	125 j	214 j

TABLEAU N° 12 - Evolution de l'aptitude à la conservation de deux variétés d'oignon en fonction du calibre des bulbes,

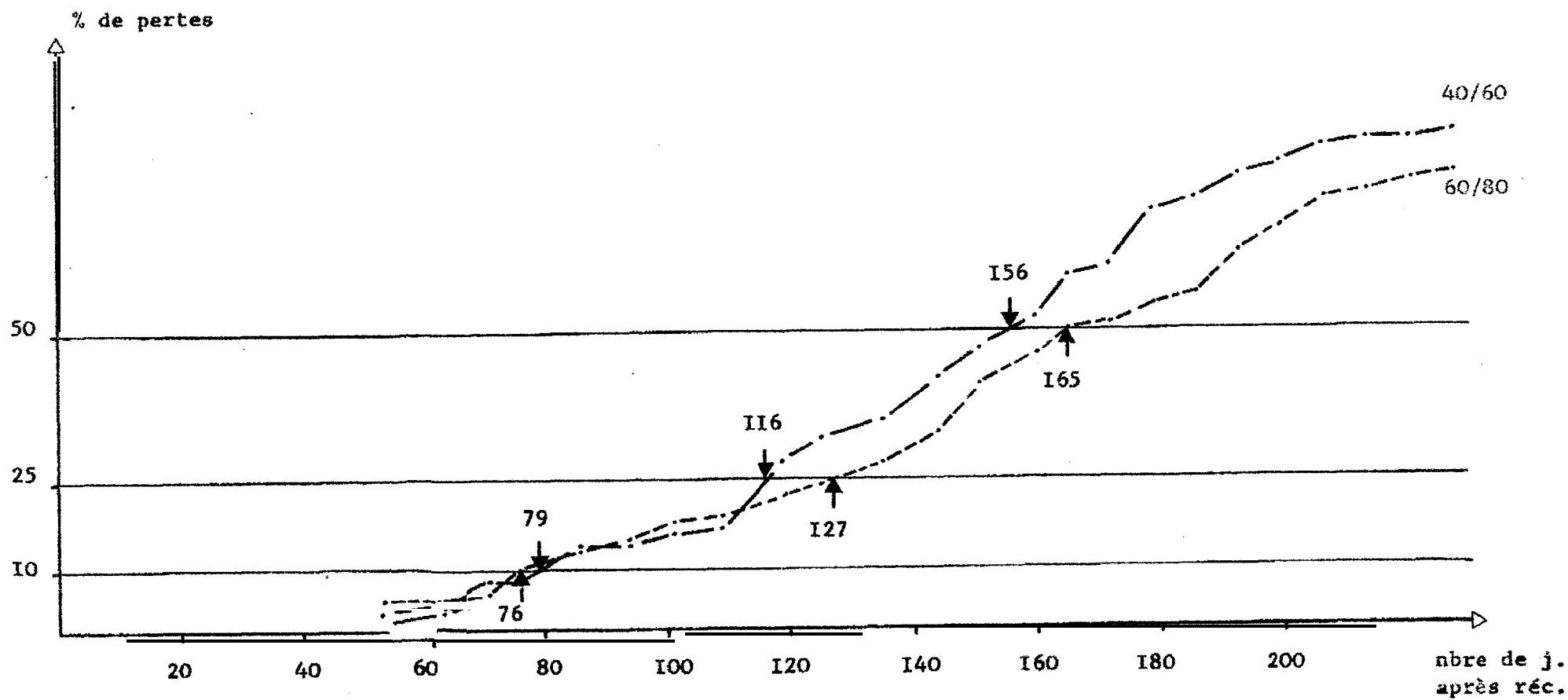


Fig. 8 - Evolution des pertes en cours de conservation de la variété Beth Alpha en fonction de deux calibres différents des bulbes (40/60, 60/80).

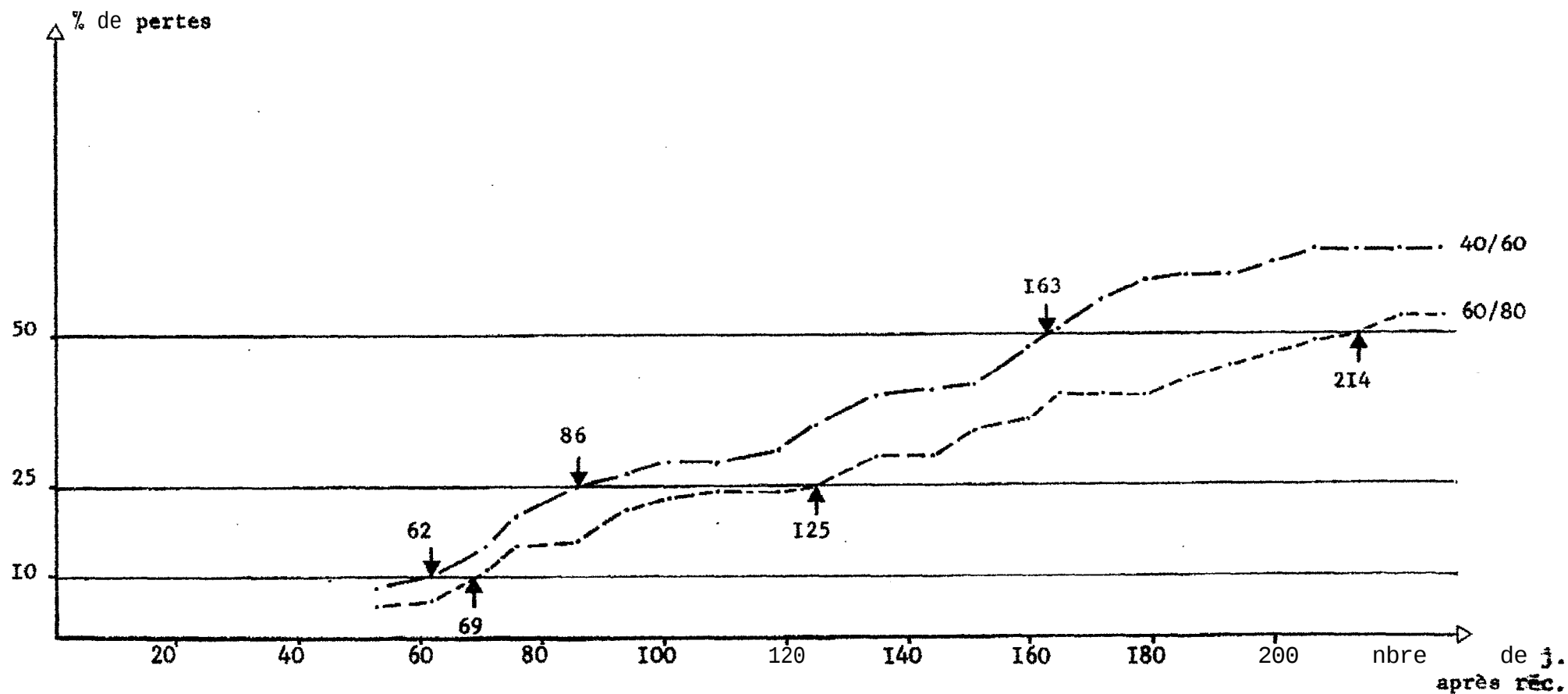


Fig. 9 - Evolution des pertes en cours de conservation de la variété Texas Early Grano en fonction de deux calibres différents des bulbes (40/60, 60/80).

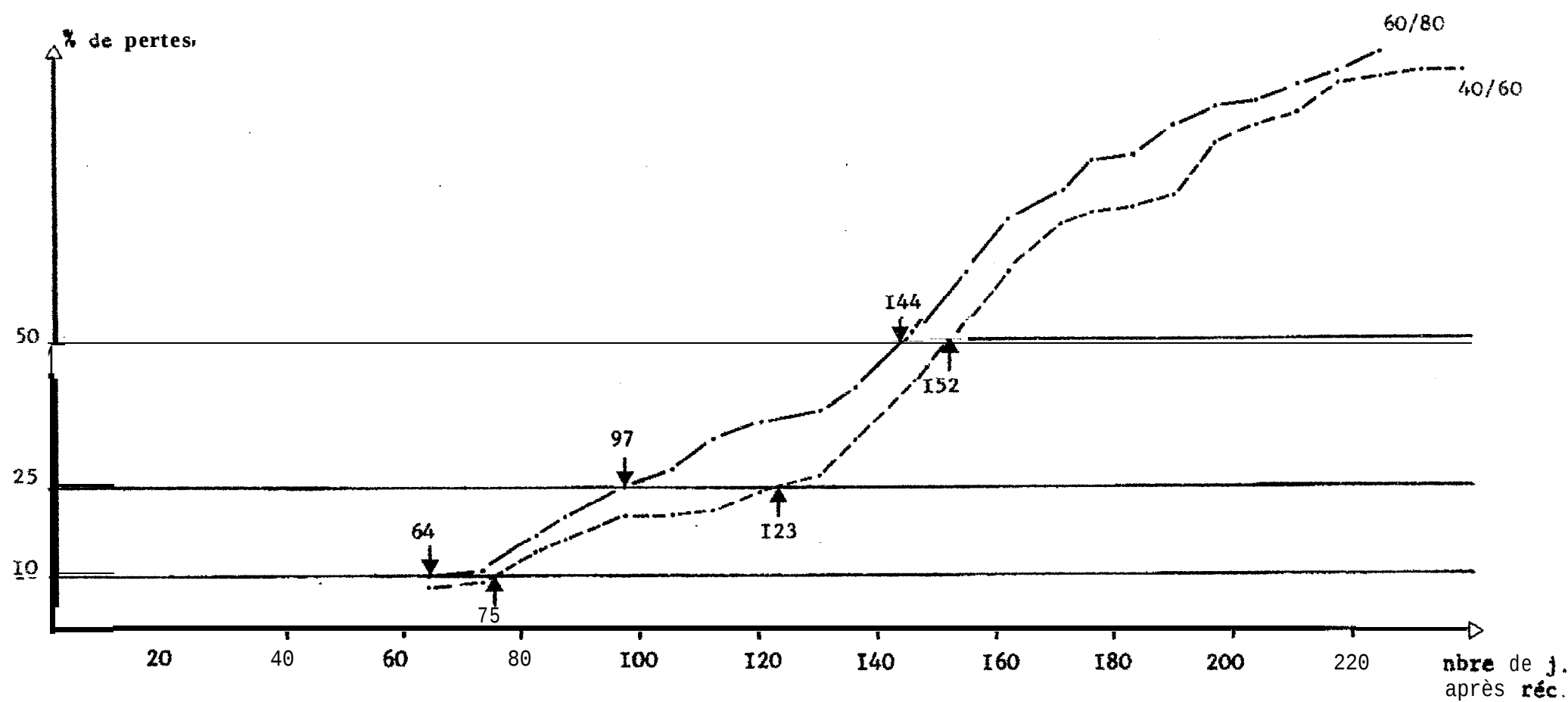


Fig. 10 - Evolution des pertes on cours de conservation de la variété Granex Yellow HFI en fonction de deux calibres différents des bulbes (40/60, 60/80).

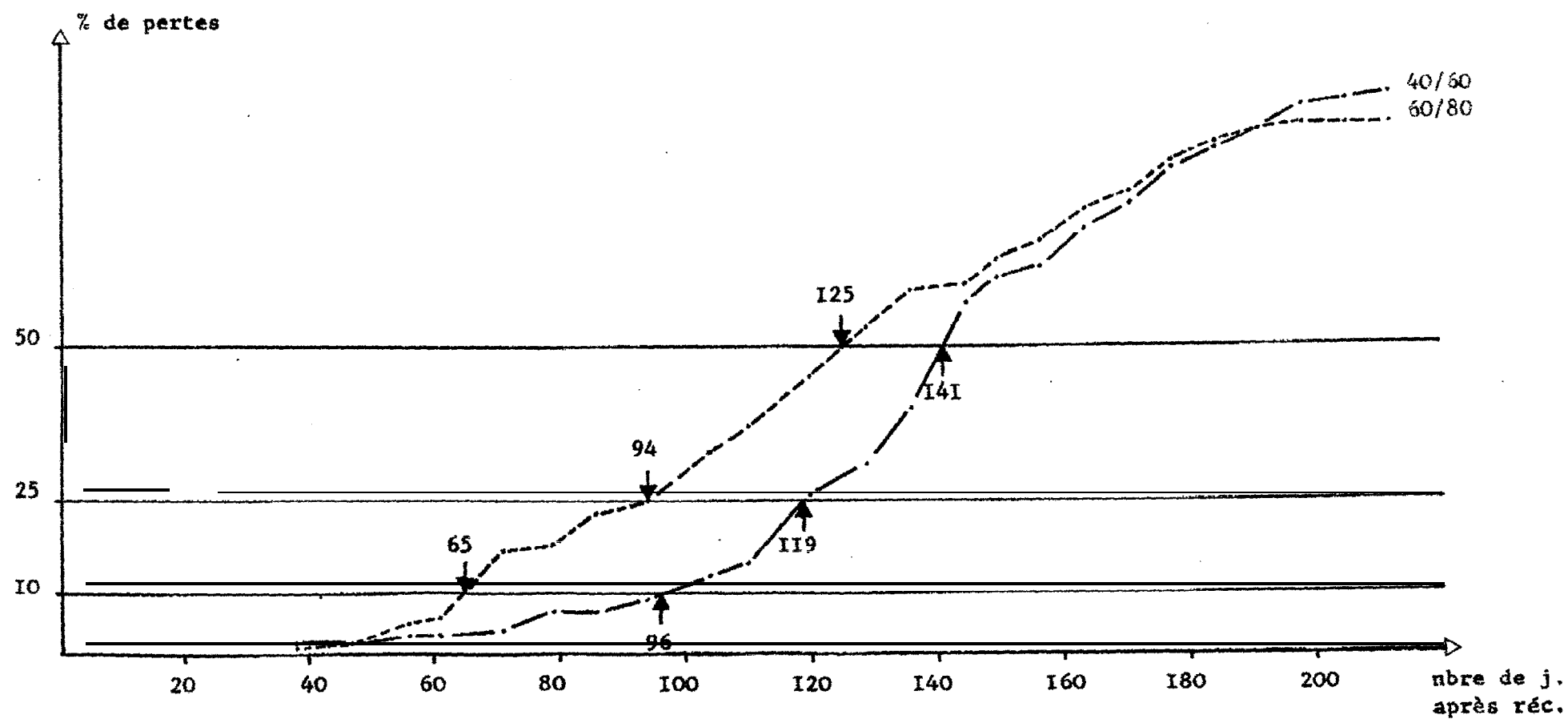


Fig. II - Evolution des pertes en cours de conservation de la variété Texas Early Grano 502 en fonction de deux calibres différents des bulbes (40/60, 60/80).

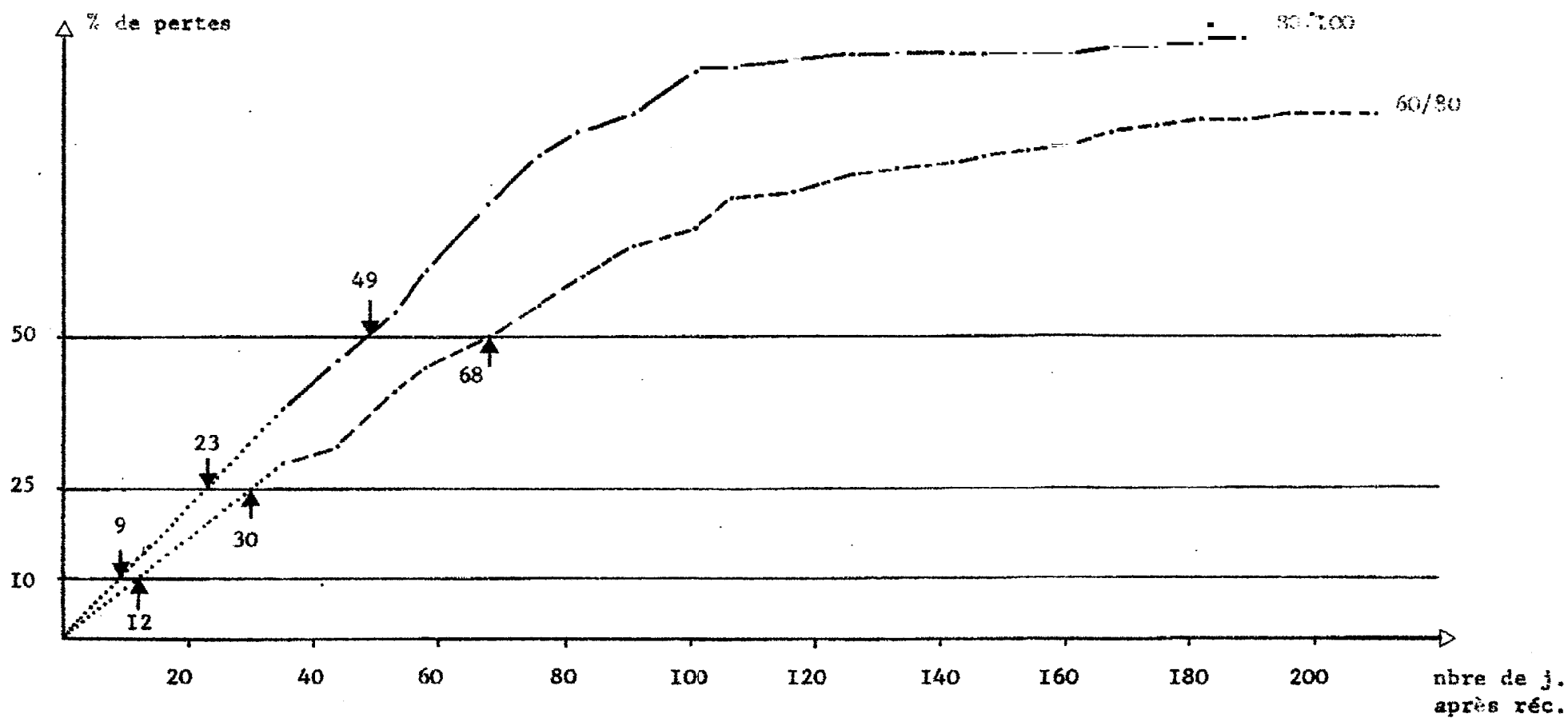


Fig. 12 - Evolution des pertes en cours de conservation de la variété Perla Rondella en fonction de deux calibres différents des bulbes (60/80, 80/100).

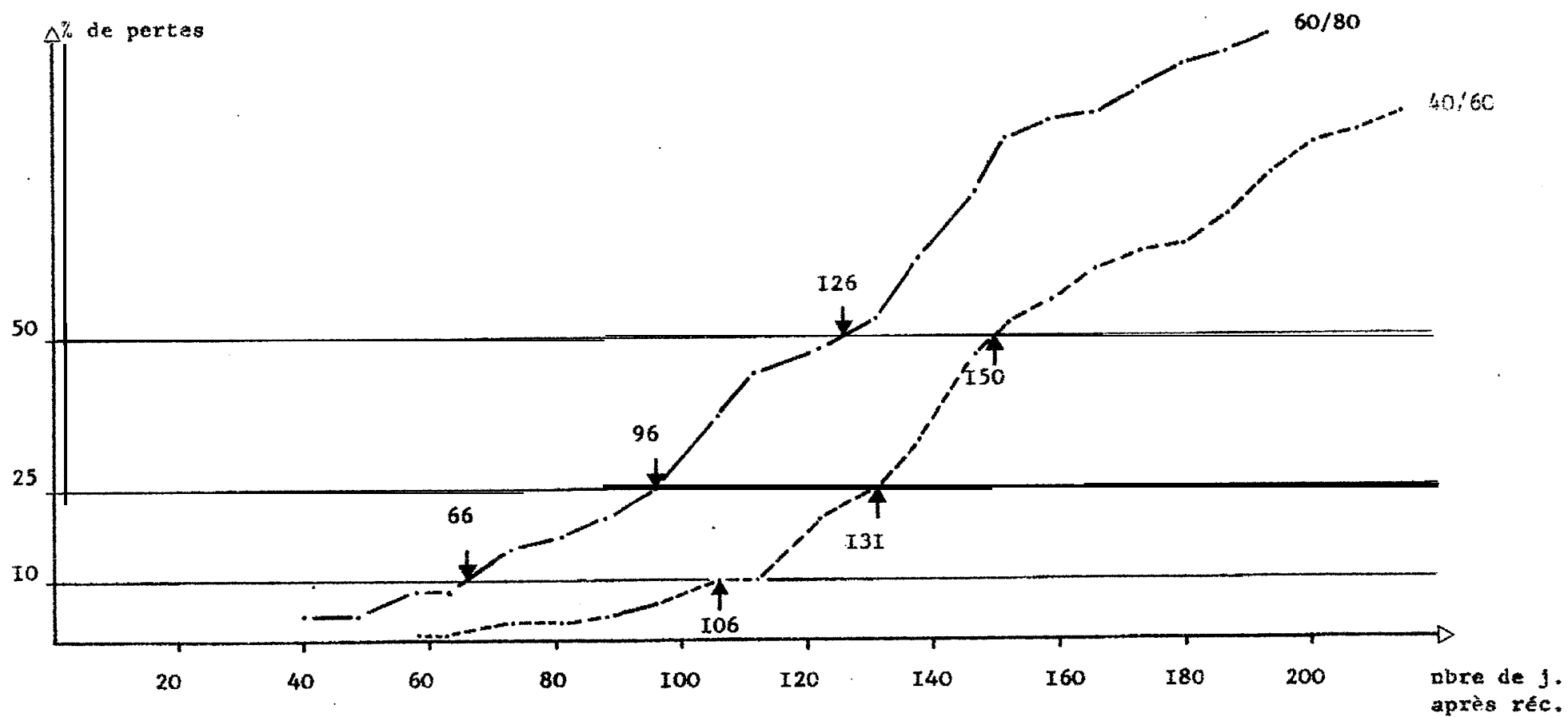


Fig. 13 - Evolution des pertes en cours de conservation de la variété Red en fonction de deux calibres différents des bulbes (40/60, 60/80).

3.1.2.4. Couleur du bulbe

La couleur des bulbes constitue une caractéristique variétale dont **l'hérédité** est actuellement bien connue.

On distingue en **général** quatre classes de couleur : blanc, jaune, brun et rouge,

Ces différentes colorations correspondent aux génotypes suivants :

- oignon jaune = ii CC rr
- oignon rouge = ii CC RR
- oignon blanc = II CC rr
ii cc RR
ii cc Rr
ii cc rr
- oignon chamois = Ii CC rr

Par ailleurs, on constate que sous l'influence de certains facteurs du milieu (pluie, **lumière**, **température**, pH du sol, fertilité, teneur en cuivre du sol. ..) il peut se produire une légère modification de la couleur des bulbes **(5)**.

En ce qui concerne l'aptitude à la conservation, il n'est pas certain qu'un oignon rouge se comporte à priori mieux qu'un brun, **lui-même** mieux qu'un jaune et ce dernier mieux qu'un blanc.

En effet, nous sommes **plutôt** d'avis que le facteur **déterminant** se situe au niveau de la teneur en matière **sèche**.

Or, celle-ci est totalement indépendante de la **coloration** des bulbes,

Il existe des variétés d'excellente conservation aussi bien parmi les oignons blancs (Blanc de Galmi, White Creole) que parmi les rouges (Violet de Galmi, Red Creole, Red Creole Tropicana **HFI**) ou parmi les jaunes-bruns (Monte Alegre, Golden Creole **HFI**, Ben Shemen, Beth **Alpha**, R 10 H, Egyptian) .
.../

Invers&ent, on rencontre autant de **variétés** de très faible **qualité** de conservation chez les oignons blancs (**Robust HFI**, White **Grano**, Pompéi, Barletta, **Queen**, Perla Rondella) que chez les rouges (**Red** Commander) ou chez les jaunes-bruns (Jaune **Hâtif** de Valence, Yellow Bermuda),

Cependant, il a été remarqué que les bulbes **colorés** (surtout les rouges) sont **généralement** plus résistants aux maladies de conservation que les blancs, du fait qu'ils contiennent certaines substances antibiotiques associées aux pigments (5).

Une étude plus récente a mis en **évidence** que les pertes totales en poids sont plus importantes pour les **variétés** blanches que les rouges, mais que le pourcentage de pourriture reste sensiblement le même.

Les **variétés** rouges présentent même un pourcentage de germination plus **élevé** que les blanches (20).

.../

3.1.2.5. Importance des tuniques et densité des écailles

Au stade d'épaississement du bulbe, il se produit normalement une régression de la phase **végétative**, un **déssèchement** progressif des feuilles et un début de formation des tuniques **(21)**.

Celles-ci continuent de se développer au stade "plante couchée" pour finalement se consolider au moment de la **maturité** du bulbe lorsque le feuillage se **déssèche** complètement.

Ce **développement** des tuniques en qualité et en nombre est fonction de la **maturité**.

Il joue un **rôle considérable** dans l'aptitude à la conservation, car il protège les bulbes de la déshydratation et limite au maximum la respiration en cours de stockage.

De plus, un déssèchement correct des tuniques peut freiner sensiblement la progression du Botrytis vers le collet.

Enfin, une **densité** élevée des écailles charnues **entraîne** un ralentissement de la **respiration** en cours de conservation, ce qui retarde la reprise de végétation et diminue les pertes en matière sèche.

En effet, le bulbe est constitué de tissus vivants qui continuent de respirer pendant la conservation, c'est-à-dire de perdre de la matière sèche et de produire de la chaleur.

Bien que le taux respiratoire du bulbe chez l'oignon soit plus faible que chez la plupart des autres produits d'origine **végétale**, les pertes en matière **sèche** n'en demeurent pas moins importantes et d'autant plus que la **période** de conservation s'allonge.

Ce taux respiratoire **dépend** essentiellement de la **température** de stockage : plus elle augmente, plus les pertes en poids sec deviennent élevées (22).

.../

3.1.2.6. Flaveur du bulbe

L'oignon présente une odeur caractéristique qui doit son origine à la présence de composés volatils soufrés (**disulphides** et thiosulfanates) (23). Ceux-ci contribuent également à donner aux bulbes leur saveur piquante, **amère**, douce ou même **sucrée**.

On admet souvent que les oignons piquants ont une meilleure capacité de conservation que les autres.

Ce phénomène est sans doute **lié à** une meilleure résistance aux maladies qui affectent les bulbes au cours du stockage (5).

D'après nos observations, il ressort que les variétés d'oignons rouges ou blancs ont souvent une saveur plus forte que les jaunes ou les bruns. Il s'en suit que les variétés Pompéi et **Red** Commander (faible aptitude à la conservation) sont aussi piquantes par exemple que les populations locales Blanc de Galmi ou Violet de Galmi (excellente aptitude à la conservation).

Il semble donc difficile d'attribuer aux **variétés** piquantes une supériorité incontestable au point de vue **qualité** de conservation.

D'autre part, il faut noter que la concentration en composés soufrés responsables de la saveur augmente lorsque les plantes sont soumises à un "stress" dans l'alimentation hydrique et diminue quand il y a carence en soufre (24 et 25).

3.1.2.7. **Dureté du bulbe**

La mesure de la fermeté du bulbe constitue un moyen efficace de **sélection** en vue d'améliorer la qualité des tuniques externes chez l'oignon (26). En effet, il existe une corrélation positive **très** nette entre la **dureté mesurée** au **duromètre** et le pourcentage de bulbes correctement **enveloppés** (27). L'aptitude à la conservation est donc influencée **d'une** certaine manière par la dureté des bulbes.

Par ailleurs, il a été constaté que la **dureté** diminue au **cours** du stockage, mais dans des proportions variables suivant les **cultivars**. De toute façon, il n'a **été** trouvé aucune relation entre la dureté et la teneur en matière sèche du bulbe (9).

Seule, une très faible corrélation positive semble exister entre le poids et la dureté (27).

.../

3.2. FACTEURS EXTERNES

3.2.1. Photopériode et température

Fonction de la latitude et du **climat**, ces deux facteurs déterminent dans une large mesure les limites d'adaptation des **variétés** et influencent indirectement l'aptitude à la conservation de par le rôle qu'elles jouent sur la bulbaison, donc la grosseur des bulbes et la précocité de maturation.

En effet, chaque **variété** nécessite pour initier sa bulbaison non seulement la formation d'un certain nombre de feuilles, mais aussi et surtout une certaine longueur de jour (seuil critique) ainsi qu'une **température** minimum. Une augmentation de cette dernière permet d'ailleurs de réduire le seuil critique (28).

Cependant, pour atteindre un stade de maturité suffisant à la **récolte**, il est nécessaire d'avoir des jours plus longs et des **températures** plus élevées que celles requises pour l'initiation de la bulbaison.

C'est la raison pour laquelle des températures nettement supérieures au seuil requis pour la bulbaison, donnent une plus grande **précocité** de maturation, mais une dimension plus faible des bulbes et un rendement moindre.

Par contre, si les températures sont légèrement au-dessus de ce minimum, le cycle de croissance s'allonge, la maturité est donc retardée, la grosseur des bulbes augmente et les rendements sont plus **élevés**.

La bulbaison est donc stimulée par :

- des jours longs dans la plupart des cas (29) ;
- des températures élevées ;
- de fortes **intensités** lumineuses (les plantes sont alors plus vigoureuses, les bulbes plus gros et la maturation plus tardive).

.../

Il a été démontré que la plus grande partie des variétés sont **hétérozygotes** dans leur **réaction** à la longueur du jour de sorte qu'il existe une grande **hétérogénéité** dans la **précocité** de maturation au sein d'un **même cultivar** (5).

L'amélioration de certaines **variétés** sous l'angle de leur aptitude à la conservation doit donc passer par une sélection de types précoces et adaptés aux conditions locales de longueur de jour et de **température**.

De par sa situation géographique comprise entre **12°18'** et **16°36'** de latitude nord, le **Sénégal** doit donc recourir à une gamme de variétés de jours courts, capables de bulber entre des longueurs de jour variant, en ce qui **concerne** Dakar, entre **11h 12'** et **12h 58'**.

Certaines **variétés** (Texas Early **Grano**) sont en mesure de **mûrir** en jours relativement courts, mais d'autres ne sont normalement pas adaptées à une culture en jours de moins de **14h 30'** (**Australian Brown**).

Un groupe de variétés **nécessite** des températures plus **élevées** que la plupart des autres. Il s'agit de celui qui est constitué par les types "**Sweet Spanish**".

Dans la perspective d'une conservation en zone intertropicale, il est donc important d'utiliser soit des **variétés** introduites de "basse latitude" adaptées aux conditions de jours courts, soit, mieux encore, des **sélections** de populations locales traditionnellement cultivées dans la zone sahélienne d'Afrique (Violet de Galmi, Blanc de Galmi) (30).

.../

3.2.2. PRATIQUES CULTURALES

3.2.2.1. Date de semis

Pour bien se conserver, un oignon doit rencontrer des conditions favorables à la bulbaison au moment où le **développement** foliaire est suffisant et pouvoir **mûrir** normalement.

Un semis tardif pour une **période envisagée** peut donc avoir comme **conséquences** une mauvaise maturation et l'apparition de bulbes à gros collet se **rétrécissant** plus difficilement, **même** au moment du **séchage**.

D'autre part, une variété semée trop tardivement et **mûrissant** mal, risque également de mal se conserver parce que les bulbes ne parviennent pas à un **état** de **dormance** suffisant.

3.2.2.2. Type de culture

Hormis le semis en place et le repiquage, il serait possible de produire des oignons à partir de bulbilles et **d'améliorer** ainsi la précocité de maturation.

Cependant, cette technique nécessite l'utilisation de variétés **spécialement** adaptées et ne fleurissant pas au cours de la culture des bulbes.

A cet **égard**, il faut tenir compte de l'influence de différents facteurs sur la sensibilité des bulbilles à la montaison :

- la température de conservation des bulbilles,
- la **température** en cours de croissance,
- le calibre des bulbilles.

En effet, la montaison rend le bulbe de qualité inférieure et inapte à la conservation.

3.2.2.3. Récolte

Nous avons déjà **mentionné** l'importance de la maturité des bulbes au moment de la **récolte** sur l'aptitude globale à la conservation (**3.I.I.2.**) En effet, les conditions de **récolte** influencent considérablement la période de **dormance** ainsi que la résistance des bulbes aux parasites. Des plantes dont le collet sèche mal sont plus sensibles à la pénétration du Botrytis et risquent de ne pas bien se conserver.

Si les bulbes sont insuffisamment secs à la récolte, ils doivent donc rester sur le champ pour permettre aux feuilles de **sécher** complètement à moins qu'on ne **recourre** à un séchage artificiel sous abri.

Nous n'insisterons **peut-être** jamais assez sur l'importance qu'il y a de récolter à pleine **maturité**.

L'effeuillage en vert des oignons avant maturité est donc une technique peut-être couramment **pratiquée**, mais à proscrire dans le cadre de la conservation.

Rappelons que la maturité est atteinte lorsque :

- le feuillage est à peu **près complètement** sec (2/3),
- le collet se **rétrécit** et perd sa turgescence,
- les bulbes s'arrachent facilement.

.../

3.2.2.4. Fumure

Partant du cycle **végétatif** de l'oignon, il est possible de distinguer deux **périodes** de croissance bien distinctes.

Tout d'abord, une **période** de croissance **végétative** qui va de la germination de la graine jusqu'au **début** de la bulbaison et qui est **caractérisée** par des besoins **azotés** importants en vue des **synthèses protéiques (I)**.

Le potassium et le phosphore doivent alors **être** également **présents, mais en quantité modérée**.

Ensuite, une **période** de formation de réserves glucidiques qui va jusqu'à la **récolte** et durant laquelle les besoins en potassium et phosphore deviennent prédominants.

Les apports d'azote doivent alors **être** réduits au maximum.

Dès lors, toute fumure azotée excessive en **cours** de croissance, mais surtout **à** partir de la bulbaison, nuit **à** la formation du bulbe avec comme conséquences principales :

- une production de bulbes **à** gros collet,
- un mauvais dessèchement des collets,
- une sensibilité accrue au Botrytis,
- une diminution de l'aptitude **à** la conservation.

3.2.2.5 Irrigation

Il a **été** observé qu'une irrigation importante en fin de cycle augmente les risques de maladies en cours de conservation et que CPS risques sont proportionnels à la **dimension** des **bulbes** (31).

Dès le stade "**plante couchée**", il convient donc de suspendre les irrigations afin d'interrompre la **phase** végétative (le bulbe a alors **pratiquement** atteint sa grosseur **définitive**) et surtout de hâter et grouper la maturité.

En **effet**, l'interruption des arrosages est indispensable pour permettre un **déssèchement** correct à la fois du collet et des tuniques externes et pour entraver la progression du Botrytis.

3.2.3. SECHAGE

Nous avons déjà largement insisté sur l'**incidence** des conditions de séchage sur :

- la période de **dormance**,
- le **développement** des maladies.

Les oignons **destinés à être** conservés à long terme doivent **être** suffisamment secs avant stockage aussi bien au niveau du collet que des tuniques externes.

Si les conditions climatiques le permettent, la **meilleure** solution consiste à laisser les oignons au champ **jusqu'à** pleine **maturité** et à **récolter** des bulbes **complètement** secs.

Malheureusement, ce **séchage** est **limité** lorsque les oignons reprennent de l'humidité à cause des rosées matinales.

Si les bulbes ne sont pas totalement secs, les contaminations par le collet peuvent être importantes et compromettre ainsi la faculté de conservation.

On peut **considérer** un oignon comme apte à la conservation lorsque :

- Le **collet** est **complètement** resserré,
 - les tuniques externes sont **sèches** (bruissement au cours des manipulations).
- .../

3.2.4. MANIPULATIONS ET METHODE D'ENTREPOSAGE

Les manipulations au moment de la récolte comprennent l'arrachage,

l'équeutage, le ramassage et le transport des oignons.

L'arrachage consiste notamment à sectionner les racines le plus près possible du bulbe et **l'équeutage** vise à éliminer les feuilles **désséchées** au sommet du bulbe **(1)**.

Toutes ces opérations doivent se faire en évitant au maximum les coups et meurtrissures, car elles provoquent :

- un accroissement du taux respiratoire,
- une augmentation des pertes en poids et encouragent par **là** les infections fongiques (32).

Elles doivent également être effectuées le moins brutalement possible, afin **d'empêcher** la perte des tuniques protégeant les bulbes de la **déshydratation**.

Il convient également d'enlever la terre adhérent aux bulbes et **d'éliminer** les bulbes **blessés** avant **le** stockage.

Au cas où il y a plusieurs **cultivars**, il est conseillé de stocker chacun d'entre eux séparément (33).

En ce qui concerne le type d'entrepôt destiné à une conservation à l'air libre, il est indispensable d'utiliser un local **extrêmement** bien **aéré**.

Les bulbes peuvent **être** conservés sur claies superposées, en une ou plusieurs couches de façon à permettre un **contrôle régulier** et faciliter l'enlèvement des bulbes pourris, germes ou **racinés**.

Cependant, une technique adéquate de conservation reste à mettre au point pour pouvoir réaliser un stockage de longue durée dans les meilleures conditions.

.../

3.2.5. TEMPERATURE DE CONSERVATION ET HUMIDITE RELATIVE

Ces deux facteurs influencent notamment :

- la germination,
- le **développement** des racines,
- la respiration (pertes en eau et en matière sèche),
- l'importance des **pourritures**.

Des températures basses (-1°C à 3- 4°C) et des **températures élevées** (20°C et plus) sont favorables à la conservation, car elles inhibent ou ralentissent la reprise de végétation (1).

Cependant, des températures élevées provoquent une augmentation des pertes en eau et en **matière** sèche par respiration.

Cette augmentation est néanmoins plus faible pour les oignons que pour les autres produits d'origine végétale.

Il a été **démontré** que des oignons peuvent facilement être conservés entre 24 et 29°C, pendant 5 à 6 mois sans germination ni perte excessive de poids (5).

On est même parvenu à stocker des oignons d'une saison à l'autre entre 22 et 25°C et 70 % d'humidité relative avec une perte totale de 14 % (34).

Comme chaque **variété** répond différemment à une conservation à haute température, il est donc absolument indispensable de mettre au point des variétés mieux **adaptées** à ces conditions.

La germination des oignons en cours de conservation est **très peu influencée** par l'humidité mais augmente surtout avec la température, tandis que l'émission des racines est surtout favorisée par l'humidité et peu par la **température**.

En ce qui concerne le **développement** des pourritures (**Botrytis**), elles ont tendance à augmenter légèrement lorsque **température** et humidité relative augmentent simultanément (35).

.../

Il en résulte que pour maintenir des bulbes à l'état dormant, les meilleures conditions sont les suivantes :

- température de 0°C,
- H.R. assez basse (64 %) ,

Une humidité relative constante de 70 % est d'ailleurs recommandée pour empêcher le développement des radicelles et prévenir les pourritures (33). D'autre part, les condensations superficielles sur les bulbes sont à **déconseiller**.

Avec une H.R. de 80 à 90 %, les pertes en poids des bulbes (respiration) augmentent avec la température de conservation entre 0 et 10°C, diminuent ensuite jusqu'à 27°C pour remonter enfin à des **températures** supérieures (36).

Des températures élevées empêchent **généralement** la germination, mais favorisent les pertes en eau (32).

Pour **réduire** ces **dernières**, il faut augmenter l'**humidité** relative, mais alors la croissance des racines est favorisée.

Il en **résulte** que pour conserver les oignons à température **élevée**, l'idéal est de travailler avec une **humidité** relativement basse.

Après 4 mois, les pertes en sucres totaux peuvent atteindre 8 % (37).

Une réduction de ce pourcentage est possible à basses **températures** puisque, c'est aux environs de 0°C qu'il est le plus élevé (il en est de même pour les sucres réducteurs).

Au-dessus de 30°C, le pourcentage de sucres totaux ne se modifie pratiquement plus tandis que le taux de sucres **réducteurs** diminue **considérablement** (36).

Cette diminution est d'ailleurs **inversément** proportionnelle à la température, mais jusqu'ici aucune corrélation n'a pu être établie entre la température de conservation et la richesse en sucres totaux ou en **matière sèche** (38).

3.2.6. MALADIES

Différentes maladies affectent les oignons en cours de conservation.

3.2.6.1. Alternaria porri (Ell.) Cif.

Ce champignon qui est extrêmement rare au Sénégal provoque le "**Purple Blotch**", maladie caractérisée par des **lésions** pourpres au niveau des feuilles en **cours** de culture.

L'infection des bulbes se fait en **général** en fin de cycle par **l'intermédiaire** du collet ou suite **à** des blessures occasionnées au moment de la **récolte**.

Il s'en suit une pourriture **semi-humide** en cours de conservation.

On ne **connaît** pas exactement les conditions favorisant le développement de la maladie, ni les moyens de la **contrôler**, mais certaines **variétés** sont reconnues plus **résistantes** que d'autres (**Red Creole**).

3.2.6.2. Fusarium oxysporum Schlecht

Le Fusarium provoque une maladie **très** peu courante au Sénégal, appelée "Bottom Rot" ou "**Basal Rot**" qui se manifeste **déjà** en cours de culture par des pourritures débutant **à** la base des bulbes et progressant vers le haut.

En cours de conservation, ce type de pourriture est **surtout marqué à** **température élevée**, mais en-dessous de **15°C**, les pertes sont très faibles, La pourriture a pour effet principal de **hâter** la germination des autres bulbes.

.../

3.2.6.3. Aspergillus niger Tiegh.

Responsable du **"Black mould"**, ce champignon est **extrêmement** répandu dans le sol.

Il occasionne d'importants dégâts en cours de conservation **et se remarque** facilement par la présence de masses de spores noires **à** l'extérieur des bulbes (**également** entre les écailles).

Il semble que les variétés colorées (**Australian Brown**, **Red Creole**) y soient plus sensibles que les blanches.

Pour prévenir l'infection au champ, il faut recourir aux rotations et en cours de conservation, stocker les bulbes **à** environ **0°C**.

3.2.6.4. Botrytis allii Munn

Ce champignon est **à** l'origine du **"Neck Rot"**, une pourriture très **répandue** en Europe et aux Etats-Unis, mais encore inexistante au **Sénégal**.

.../

4. CONCLUSION

Dans les conditions **expérimentales** décrites, impliquant **notamment** une **sélection sévère** des bulbes et la conservation d'effectifs **limités**, il a **été** possible d'obtenir certains résultats assez encourageants.

En effet, il semble bien que la conservation des oignons en conditions intertropicales et plus **particulièrement** au Sénégal, peut être largement améliorée par des moyens simples et peu **coûteux**.

Néanmoins, il est urgent de **résoudre** les **problèmes** à la fois sous l'angle **variétal** et sous l'aspect des techniques de **récolte** et de conservation.

A cet **égard**, l'analyse des principaux **paramètres** conditionnant l'aptitude à la conservation et **résumés** à la fig. I4 permet de suggérer certaines recommandations **pratiques** en vue d'améliorer la **qualité** de conservation des oignons.

1) Utiliser des variétés :

- adaptées aux conditions écologiques du **Sénégal**
- de jours courts
- à longue période de **dormance**
- précoces

2) Rechercher des **variétés** dont les bulbes sont :

- riches en sucres totaux
- à teneur **élevée** en **matière** sèche
- colorés **plutôt** que blancs
- piquants **plutôt** que doux

3) Semer chaque **variété** à sa **période idéale** pour la bulbaison.

4) Eviter de donner une fumure **azotée** excessive surtout en fin de croissance.

.../

- 5) Interrompre les irrigations dès l'apparition du stade "plante couchée".
- 6) Laisser les oignons en place jusqu'à ce qu'ils soient :
 - complètement **mûrs**
 - **suffisamment** secs
- 7) Ne jamais récolter ou effeuiller les oignons avant **maturité complète** et ne pas les exposer après maturité trop longtemps au soleil.
- 8) **Récolter** les bulbes le moins brutalement possible en évitant les coups et meurtrissures.
- 9) Conserver uniquement les bulbes :
 - de calibre moyen (**40/60**) **plutôt** que le calibre inférieur (sauf pour Monte Alegre et R **IO H**) ou le calibre supérieur (sauf pour Texas Early Grano et Beth Alpha),
 - bien enveloppés (tuniques externes bien développées),
 - à **densité élevée** des **écailles**,
 - bien durs,
 - n'ayant pas fleuri au cours de la culture,
 - exempts de maladies et de meurtrissures,
 - à collet resserre.
- 10) Entreposer les bulbes sur claies en une ou plusieurs couches dans un local bien **aéré** et **contrôler régulièrement** les oignons afin **d'éliminer** les pourris, les germés et les **racinés**.

Les tableaux nos 14 et 15 donnent un aperçu de quelques **variétés** susceptibles de bien conserver ainsi que leurs caractéristiques essentielles y compris la productivité et la durée du cycle (semis **décembre/janvier, récolte : mai/juin**).

Les rendements **exprimés** s'appliquent à une densité de 416.666 plants/ha (écartements : 0,2 x 0,12 m).

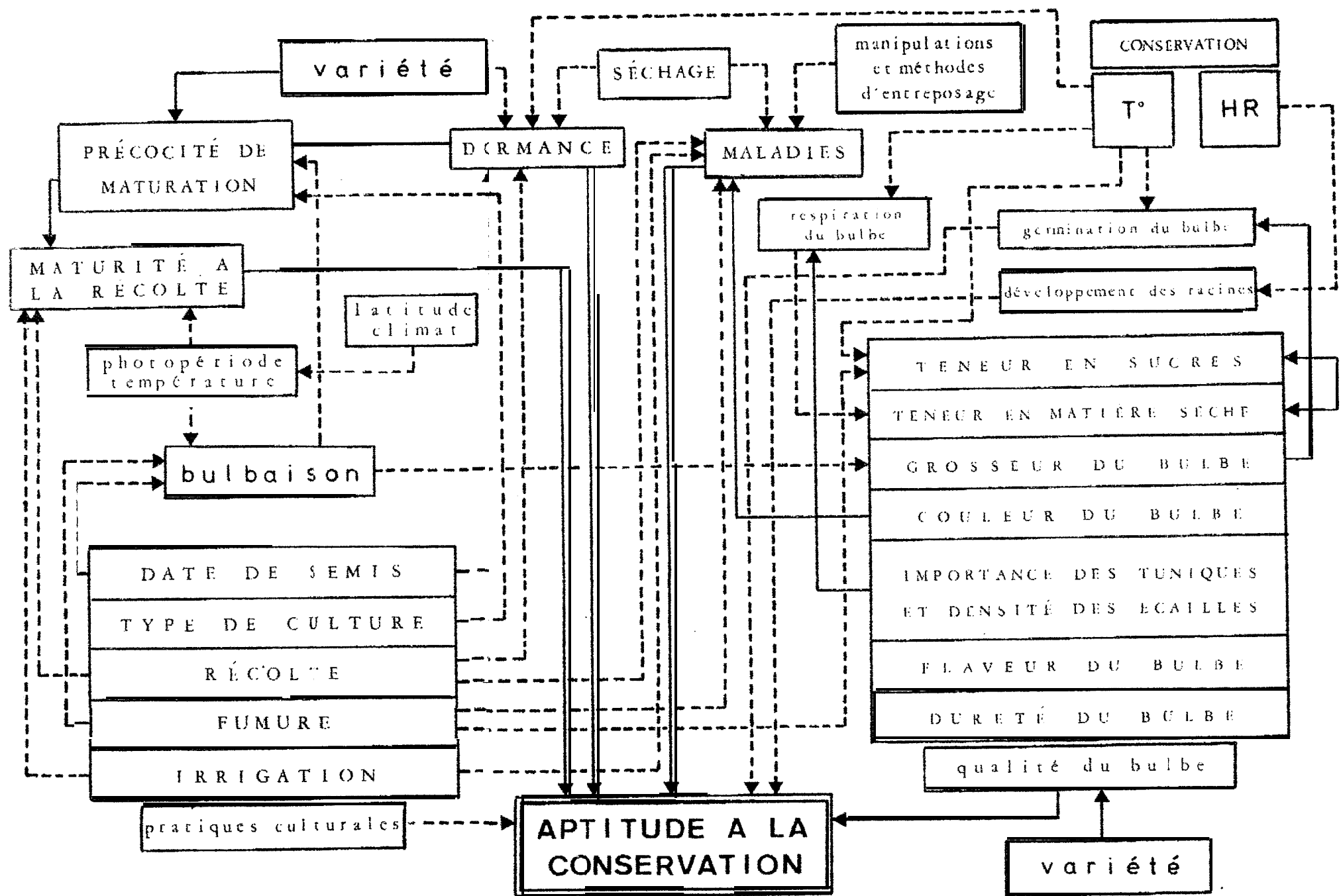


Fig. 14 - Interaction des différents paramètres conditionnant l'aptitude à la conservation des bulbes d'oignon (— relation interne, --- influence externe).

VARIETE	COULEUR DU BULBE	FORME DU BULBE	DEVELOPPEMENT DES TUNIKES	FINESSE DU COLLET	SAVEUR
BEN SHEMEN	brun	sphérique	très bon	assez faible	assez piquante
BETH ALPHA	jaune brun	sphérique aplati	bon	très bonne	assez piquante
BLANC DE GALMI	blanc	plat arrondi	très bon	très bonne	très piquante
EGYPTIAN	brun rouge	sphérique aplati	excellent	assez faible	très piquante
MONTE ALEGRE	jaune ocre	sphérique	excellent	excellente	très piquante
R 10 H	jaune paille	sphérique	bon	excellente	assez piquante
RED CREOLE	rouge	plat épais	très bon	très bonne	très piquante
RED CREOLE TROPICANA HFI	rouge	plat épais	très bon	très bonne	très piquante
ROXA DO TRAVIU	rouge	sphérique aplati	excellent	bonne	très piquante
VIOLET DE GALMI	rouge	plat arrondi	très bon	excellente	très piquante

TABLEAU N° I4 • Caractéristiques de quelques variétés intéressantes en vue de la conservation

VARIETE	DUREE DU CYCLE (semis- maturité)	RENDMENT REALISABLE (t/ha)	POURCENTAGE DE BULBES MULTIPLES	POURCENTAGE DE BULBES SIMPLES			
				- 40 MM	40/60	60/80	+ 80 MM
BEN SHEMEN	156 j	27	3 %	12 %	45 %	37 %	6 %
BETH ALPHA	123 j	23	19 %	22 %	46 %	27 %	5 %
BLANCDEGALMI	108 j	16	-	29 %	44 %	25 %	2 %
EGYPTIAN	156 j	17	6 %	20 %	66 %	14 %	-
MONTE ALEGRE	115 j	10	-	49 %	47 %	4 %	-
R IO H	123 j	16	-	39 %	43 %	16 %	2 %
RED CREOLE	150 j						
RED CREOLE TROPICANA HFI	150 j						
ROXA DO TRAVIU	126 j	16	-	22 %	56 %	21 %	1 %
VIOLET DE GALMI	109 j	20	1 %	17 %	42 %	37 %	4 %

TABLEAU N° 15 - Caractéristiques de quelques variétés intéressantes en vue de la conservation.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. INVUFLÈC (1976) L'oignon

2. THOMAS, T.H.(1969) The role of growth substances in the regulation of **onion** bulbs dormancy. Journal of **Experimental** Botany, 20, 124-137.

3. STOW, J.R. (1976) The **effect** of defoliation on storage potential of bulbs of the **onion**. **Annals** of Applied Biology.

4. AOBA, T. (1963) Studies on bulbs formation and dormancy in the **onion**. VII. Influence of the stage of maturity and the **curing** of harvested bulbs on bulb formation and sprouting. Journal of the Japanese Society for Horticultural science, 32, 224-8.

5. JONES, H.A. ; MANN, L.K. (1963) **Onion** and their allies. Leonard **Hill**, London.

6. SINGH, s. ; BHATIA, I.S. (1972) Carbohydrates in the bulbs of *Allium cepa* Linn.
 1. **Detection**, isolation and analysis of the first members of the **series**. Journal of Research, **India** 9(2) 327-331.

7. NIEUWHOF, M. ; DE BRUYN, J.W. ; FRIEDA GARRETSEN (1973)
Methods to determine **solidity** and dry **matter** content of **onions** (*Allium cepa* L.)
Euphytica 22, 39-47.
- 8 . FOSKETT, R.L. ; PETERSON, C.E. (1950)
Relation of dry **matter** content to storage quality in some **onion** varieties and hybrids.
Proceedings of the **American** Society for Horticultural Science, 55, **314-18**.
- 9, NIEUWHOF, H. (1969)
Kwali tei tsonderzoek **bij** de **ui** . Zaadbelangen n° 24 (23e jaargang).
10. BENNETT, E. (1945)
Some aspect of the metabolism of the Ebenezer **onion**. Plant Physiology, 20, 37-46.
- II. NAGAI, M. (1967)
Growth of **onions** in a **summer** crop.
II Fresh weight **and** dry **matter** content of the leaves as indicator for measuring growth and maturity.
Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 36, **299-305**.
12. HANAOKA, T. ; ITO, K. (1957)
Studies on the keeping quality of **onions**.
1. Relation between the characters of **bulbs** and their sprouting **during** storage.
Journal of the Horticultural Association of Japan, 26, 129-36.

13. SCHWEISCUTH, B. (1974) Etude de la teneur en **matière** sèche de l'oignon, *Allium cepa* L.
II. Hérité de la teneur en matière sèche du bulbe.
Annales de **l'Amélioration** des plantes
24 (2) 185-191.
14. LORENZ, O.A. ; HOYLE, B.J. (1946) **Effect** of **curing** and time of topping on weight **loos** and chemical composition of **onion** bulbs.
Proceedings of the American Society for Horticultural Science, 47, 301-8.
15. TRONICKOVA, E. (1969) (**Varietal** characteristics of **onion** in relation to keeping quality)
Vedecke **Prace** Vyzkumneho Ustavu Rotstlinne Vyroby CSAZV v **Praze-Ruzyni**, 14, III-24.
16. NIEUWHOF, M. (1972) Kwaliteitsonderzoek **bijde u** Zaadbelangen n° 23 (26e jaargang).
17. BUTT, A.M. (1968) Vegetative growth, morphogenesis and carbohydrate content of **onion** plants as a **function** of light and **tempera-**ture under field and controled conditions.
Mededelingen **Landbouwhogeschool** Wageningen, 68, (10) 1 - 211.
18. KARMARKAR, D.V. ; YOSHI, B.M. (1941) Investigations on the storage of **onions**.
Indian J. agric. Sci. II, 82-94.

19. KUNKEL, R. (1947) The **effect** of various levels of
nitrogen and potash on the yield and
keeping quality of **onions**.
Proc. Am. Soc. hort. Sci. 50, **361-367**.

20. JARNAIL SINGH SANDHU ; THAKUR, J.C. ; NANDPURI, K.S. (1976)
 Studies on the storage quality of red
 and white **onion (Allium cepa L.)**
 varieties.
 Journal of Research Ludhiana, **India**
 13 (3) 279-282.

21. REY, C. ; STAHL, J. ; ANTONIN, P. ; NEURY, G. (1974)
 Stades repères de l'oignon de semis
 Revue Suisse de Viticulture, arbori-
 culture, horticulture.
 Vol. VI, n° 3, **101 - 104**.

22. OGATA, K. (1961)
 Physiological studies on the storage
 of the **onion** bulb.
 Bull, Univ. Osaka. Prefect. Ser. **B**.
 II, 99 - 119.

23. BRODNITZ, M.H. ; PASCALE, J.V. (1971)
 Thiopropanol S - oxide : a **lachrymatory**
 factor in **onions**.
 Journal of Agricultural and Food
 chemistry, **19**, 269-72.

24. FREEMAN, G.E. ; MOSSADEGHI, N. (1970)
 Effect of sulphate nutrition on flavour
 components of **onion (Allium cepa)**.
 Journal of the Science of Food and
 Agriculture, 21, 610 - 15.

... /

25. FREEMAN, G.G. ; MOSSADEGHI, N. (1973)

Studies on relationships between water **regime** and flavour strength in **water-cress**, cabbage and **onion**.

Journal of Horticultural Science,
48, 365-78.

26. PELS, T . (1975)

De durometer **voor** de beoordeling van
hardheid en huidvastheid van uien
Stichting nederlandse uien • federatie,

27. MEER, Q.P. VAN DER ; BENNEKOM, J.L. VAN (1976)

De durometer als hulpmiddel **bij** de
selektie op een betere huidkwaliteit
bij uien Zaadbelangen n° 10 (30e jaargang).

28. THOMPSON, H.C. ; SMITH, O. (1938)

Seedstalle and bulbs development in
the **onion** (*Allium cepa* L.)

Bulletin of the Cornell Agricultural
Experimental Station, N° 708.

29. MAGRUDER, R. ; ALLARD, H.A. (1937)

Bulbs formation in **some American** and
European varieties of **onion** as **affected**
by length of days.

Journal of Agricultural Research,
54, 7x9-52.

30. MESSIAEN, C.-M. (1975)

Le potager tropical. **3. Cultures spéciales**
Presses universitaires de France.

31. VAUGHAN, E.K. (1960)

Influence of **growing**, curing and storage
practices on development of **neck** rot
in **onions**, Phytopathology, **50**, **87**.

32. THOMPSON, A.K. ; **BOOTH**, R.H. ; FELICITY J. PROCTOR (**1972**)
Onion storage in the Tropics
Tropical Science **14 (1) 19** - 34.

33. INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID (**1973**)
"Stations de conditionnement et **d'entre-**
pesage de fruits et légumes.
Annexe au Bulletin de l'Institut
International du Froid.

34. POWELL, A.A. (**1943**)
Heat storagé of **onions**.
N.Z. **Jl Agric.** 66, 27 - 29.

35. WRIGHT, R.C. ; **LAURITZEN**, J.I. ; WHITEMAN, T.M. (**1935**)
Influence of storage temperature and
humidity on keeping qualities of **onions**
and **onion** sets.
Tech. Bull. US Dept. Agric., n° 475.

36. **KARMARKAR**, D.V. ; JOSHI, B.M. (**1941**)
Investigations on the storage of **onions**
Indian J. Agric. Sci. II, 82 - 94.

37. BENNETT, E. (**1941**)
The **effect** of storage on the carbohydrates
of the Ebenezer **onion**.
Proc. Am. Soc. **hort.** Sci. 39, 293-294.

38. **YAMAGUCHI**, M. ; PRATT, H.K. ; NORRIS, L.L. (**1957**)
Effects of storage temperature on keeping
quality and composition of **onion** bulbs
and on subsequent darkening of dehydrated
f lakes .
Proc. Am. Soc. hort. Sci. 69, 421-426.