

**Ministère de l'Agriculture
Institution de la recherche
et de l'enseignement
supérieur agricoles**



**Institut National
Agronomique de Tunisie
43, Av. Charles Nicolle
1082 Tunis Mahrajène**

Présentation du Projet de Recherche
INAT/ IRESA / GIFRUIT

***Entreposage frigorifique des Fruits :
Contrôle de la qualité des fruits
stockés pendant une longue période.***

Coordonnateur du projet :

Slah EI MEJRI
**Laboratoire des Industries
Agroalimentaires et Bioprocédés**

Problématique du Projet

- **Financement** : Banque Mondiale/ Ministère Agriculture de Tunisie
- **Durée du Projet** : 3 années
- **Partenaires** : IRESA / GIFRUIT
- **Responsable du Projet** : M. Slah EL MEJRI
- **Adresse** : Institut National Agronomique de Tunisie

**43, Av. Charles Nicolle
1082 Tunis – Tunisie**

Équipe de recherche

	Nom et Prénom	Institution
	MEJRI Slah	INAT
	AOUNALLAH Karim	INAT
	CHERIF Mohamed	INAT
	SAAIDIA Bouali	INAT
	MABROUK Hatem	INAT
	KACEM Béchir	ISA Chott Mariem
	JRAIDI Brahim	INRAT
	IMEN Farhat	INAT
	EJEMNI Monia	INAT
	ANNABI Rabeb	INAT
	DHOUIBI Imen	INAT
	BESSI Haythem	INAT
	BOUAZIZI Souhir	INAT
	KHLIJ Anis	INAT/CTAM§

Problématique du Projet

- Les fruits et leurs dérivés connaissent un succès sans cesse grandissant auprès des consommateurs partout dans le monde.
- Ce succès est à l'origine d'une forte demande en fruits aussi bien pour le consommateur local que pour l'export..
- Or les fruits sont des produits saisonniers, qui sont rapidement périssables (maturation et évolution naturelle vers sénescence)

.

- Les divers acteurs de la filière sont confrontés à des difficultés liées aux manques d'informations sur les nouvelles pratiques de production, de récolte, et de conservation après récolte de diverses et nouvelles variétés de fruits.
- Globalement, les questions qui se posent aux différents acteurs de la filière des fruits sont :
 - - Quelle est l'aptitude des diverses variétés de fruits à la conservation ?
 - - Quelle est la durée de conservation optimale des fruits ?
 - - Comment améliorer les durées limite de conservation des fruits et leur qualité après l'entreposage frigorifique ?

- - Quels sont les meilleures conditions et les traitements avant et après conservation des fruits pour minimiser les pertes et la dépréciation de la qualité?
- - Quelles sont les pertes des fruits de poids après entreposage ?
- - Les entrepôts frigorifiques sont ils bien conçus? Sont-ils bien gérés ?
- - Comment peut-on valoriser les écarts de triage des stations fruitières ?
- Les objectifs de ce projet sont d'essayer d'apporter des réponses à ces questions.

Thématique : 1

Conditions de conservation et évolution de la qualité des fruits en cours de la conservation frigorifique .

- Amélioration de la conservation frigorifique du pêcher par des traitements thermiques
ANNABI Rabeb, AOUNALLAH Karim, JRAÏDI Brahim et MEJRI Slah
- Amélioration de la Conservation frigorifique des poires (*Pyrus communis*)
ANNABI Rabeb, AOUNALLAH Karim, JRAÏDI Brahim et MEJRI Slah
- Effets de cinq traitements de post récolte sur la conservation des pommes cv Golden Delicious
BEN MESSAOUDA MOEZ , SAHLI ALI et AOUNALLAH Karim
- Effet du mode de conditionnement et des conditions de conservation sur l'évolution de la qualité des dattes Deglet Nour (*Phoenix dactilifera*) au cours du stockage
BACCOUCHE Amira et SAAIDIA Bouali
- Optimisation de Procédés de Désinsectisation des Dattes (*Phoenix dactilifera*) par Micro-ondes
BESSI Haythem et MEJRI Slah
- Evolution de la qualité des prunes (*Prunus salicina*) en cours d'entreposage frigorifique
MABROUK Hatem

Thématique : 2

**Traitements post-récolte
et effet sur la qualité et les taux
de perte de fruits en cours de
la conservation frigorifique**

- **Traitements post-récolte de l'orange Maltaise: potentiel antimicrobien de six produits contre *Penicillium* spp.**

FARHAT Imen et CHERIF Mohamed

- **Risques phytosanitaires lors du conditionnement des agrumes et essais de lutte contre les pourritures à *Penicillium* sur "Valencia late"**

KHLIJ Anis et CHERIF Mohamed

Thematique 3

Valorisation des écarts de triage et des sous produits des stations fruitières

- **Valorisation des écarts de triage des poires par Conditionnés sous atmosphère modifiée (MAP)**
SAOUD Mehdi, ANNABI Rabeb et MEJRI Slah
- **Optimisation d'un milieu de culture à base de sirop de dattes pour la production de biopesticides bactériens**
EJEMNI Monia et MEJRI Slah
- **Formulation d'un nouveau milieu de culture à base de sous produits de dattes pour la production d'une bactérie probiotique « *Bifidobacterium longum* »**
DHOUBI Imène et MEJRI Slah
- **Valorisation des Figues de Barbarie (*Opuntia ficus indica*) à basse valeur commerciale par la production de vinaigre biologique de figue de barbarie.**
BOUAZIZI Souhir et MEJRI Slah

Amélioration de la conservation frigorifique des pêches par des traitements thermiques

1. Problématique et objectifs de la recherche

- Augmentation des productions de pêche pendant des campagnes assez courtes en raison des spécificités physiologiques de ces variétés de fruits.
- Difficultés au niveau de la maîtrise des techniques de conduite des entrepôts frigorifiques de conservation pour ces nouvelles variétés de pêches, dont certaines sont très fastidieuses à conserver.
- Inadaptation ou mauvaise conception des moyens de transport, des emballages, des entrepôts et installations frigorifiques.
- Concurrence des nombreuses autres espèces fruitières produites pendant la même saison (prunes, melons, pastèques, figues, ...).
- Insuffisance des capacités de transformation et de valorisation pour absorber les excédents de production

**Mode d'action Traitement thermique :
Le traitement à l'eau chaude**

Mode d'action :

- Inhibition de la synthèse de l'éthylène par la chaleur.
- Induction de la thermo-tolérance par synthèse de protéines de stress thermique protégeant le fruit.

➤ **Mode d'application :**

- Par trempage .
- Température de l'eau = 37 et 40° C
- Durée du traitement : 1h et 2h

2. Méthodologie utilisée :2

- **Le matériel végétal** : Variété de pêche (*Prunus Prisca*) « Elegant Lady » de calibre A (68-74mm) : variété de saison à chair jaune récoltée le 20 juillet 2011.
- **Les Traitements de post-récolte** : 2 traitements :
 - 1^{er} traitement par un réchauffage intermittent en disposant les fruits pendant 24 heures à une température ambiante et à une humidité identique a celle du chambre froide.
 - 2^{ème} Traitement par un trempage des fruits dans l'eau chaude: 4 barèmes (températures /temps) testés: (37°-1H) ; (37°-2H) ; (40°-1H) et (40°-2H)

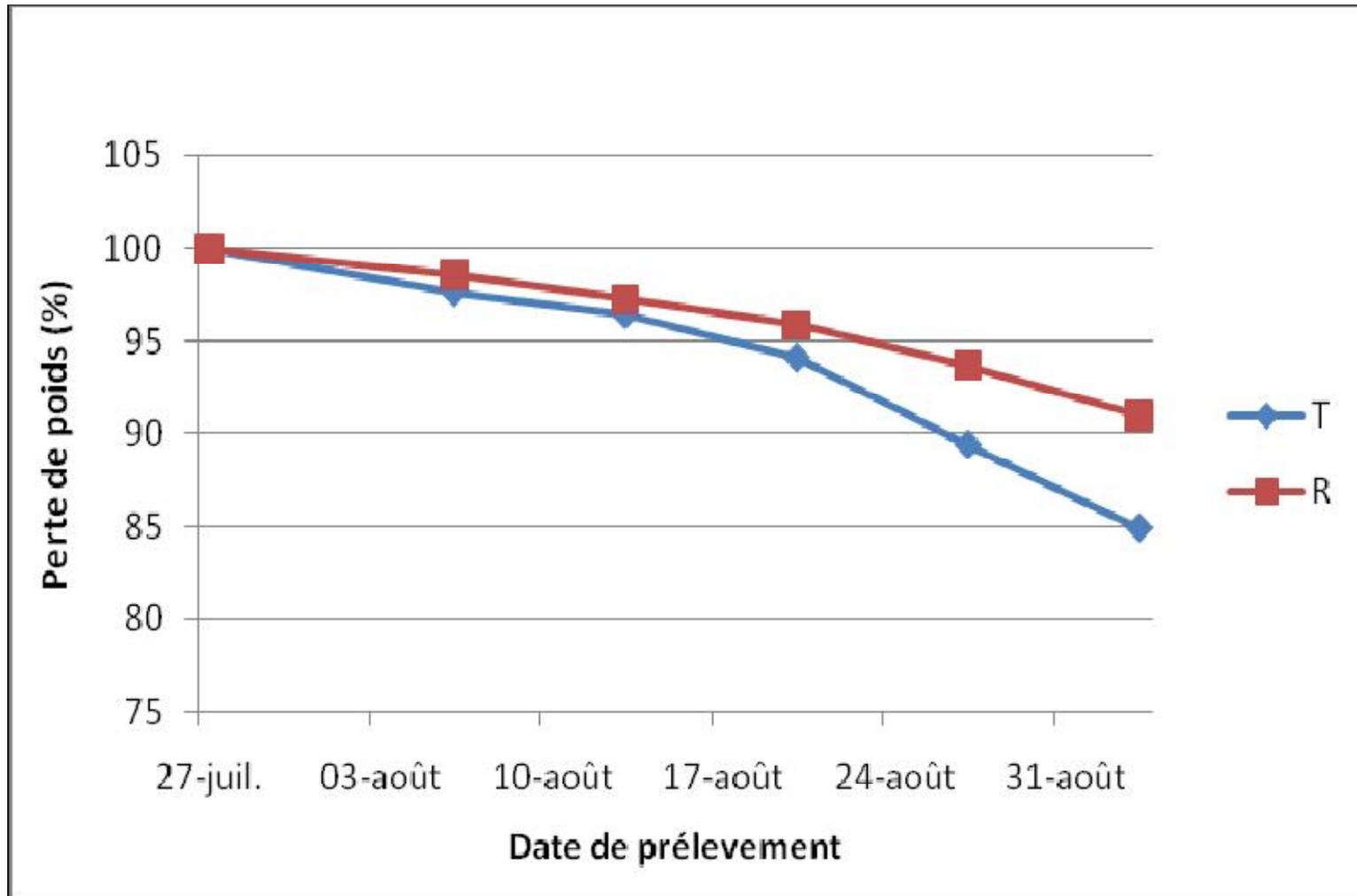
3. Résultats obtenus

-Traitement 1 : le réchauffage intermittent (chambre froide de la société SADIRA).

Evolution Perte de poids (%) des pêches au cours de la conservation frigorifique :

- Les résultats obtenus ont montré une perte de poids de 15 % pour l'échantillon témoin et de seulement 9% pour les pêches ayant subit le prétraitement.

1. Perte de poids (%) :



Pertes de poids au cours de la période de la conservation frigorifique de la pêche (T: témoins ; R: réchauffées)

%Perte de poids

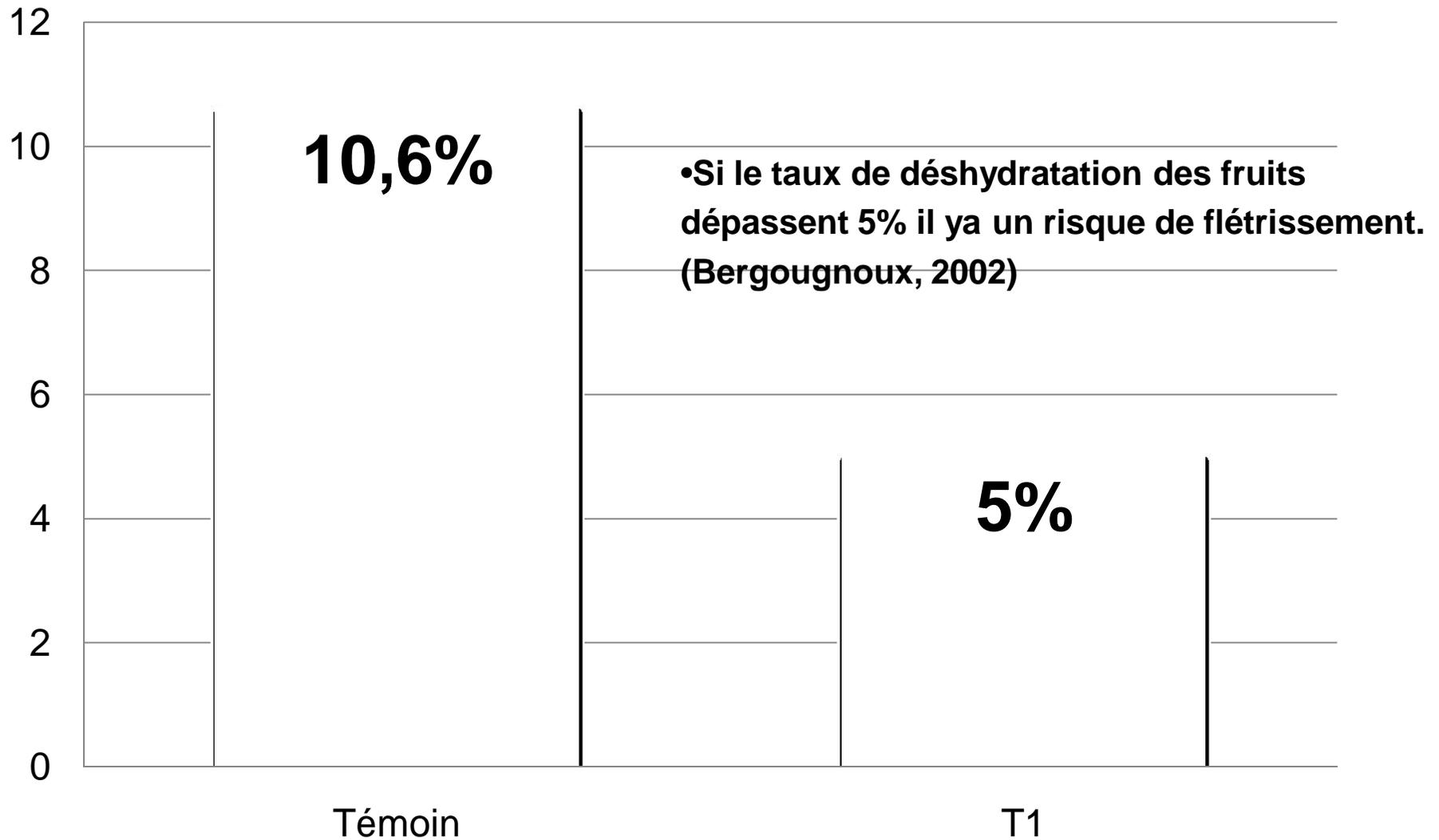


Figure: Evolution de pourcentage de perte de poids des pêches après 27 jours de conservation

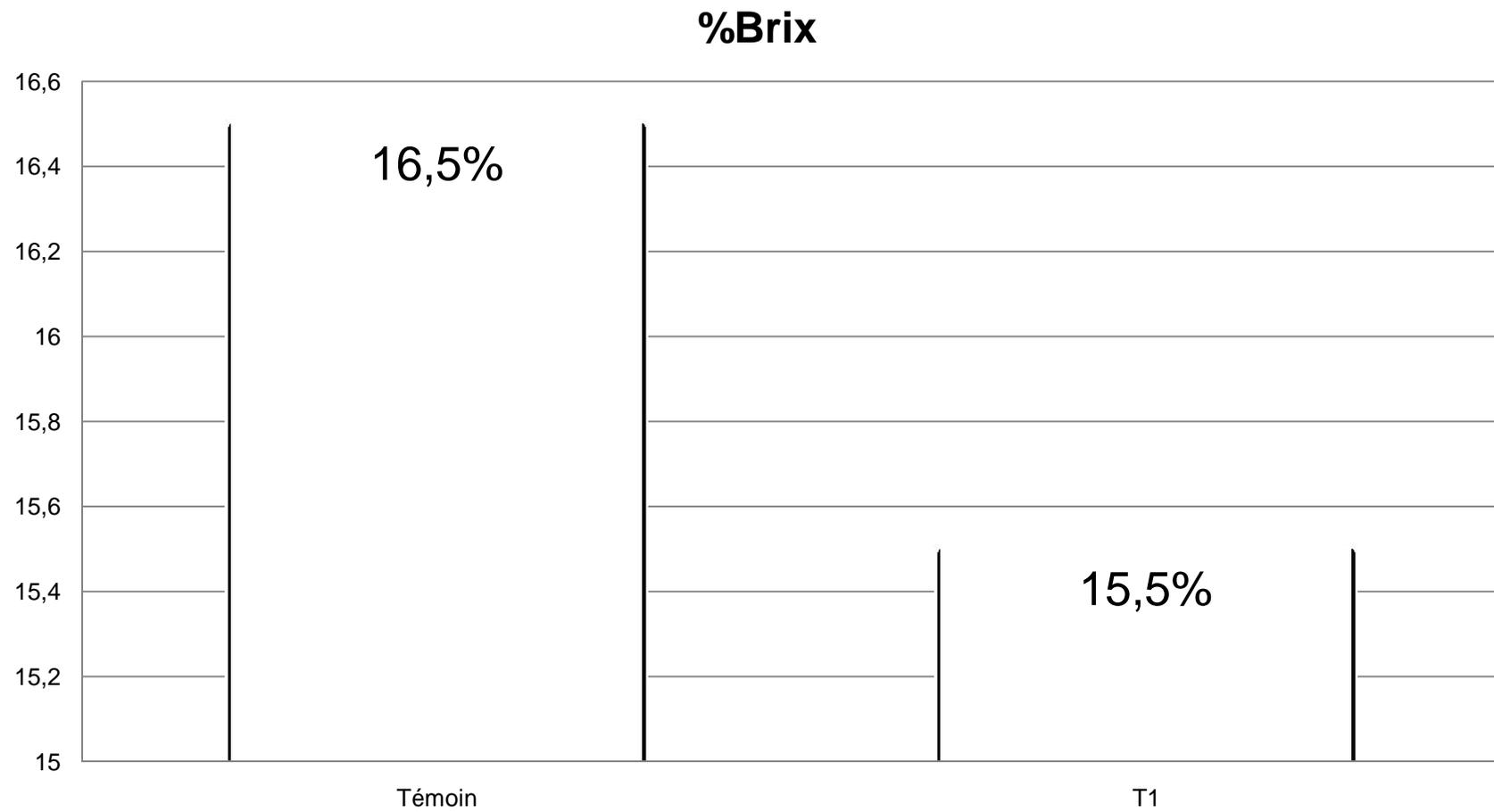


Figure: Evolution de pourcentage des sucres solubles des pêches après un mois de conservation

- 2^{ème} Traitement 2 : le trempage dans l'eau chaude pour différents barème de réchauffage (chambre froide de l'INAT)
- Evolution des pêches au cours de la conservation frigorifique
Perte de poids (%) et en sucres (Brix %):
- Les résultats ont montré des pertes de poids est similaires pour les différents traitements.

1.Perte de poids (%) :

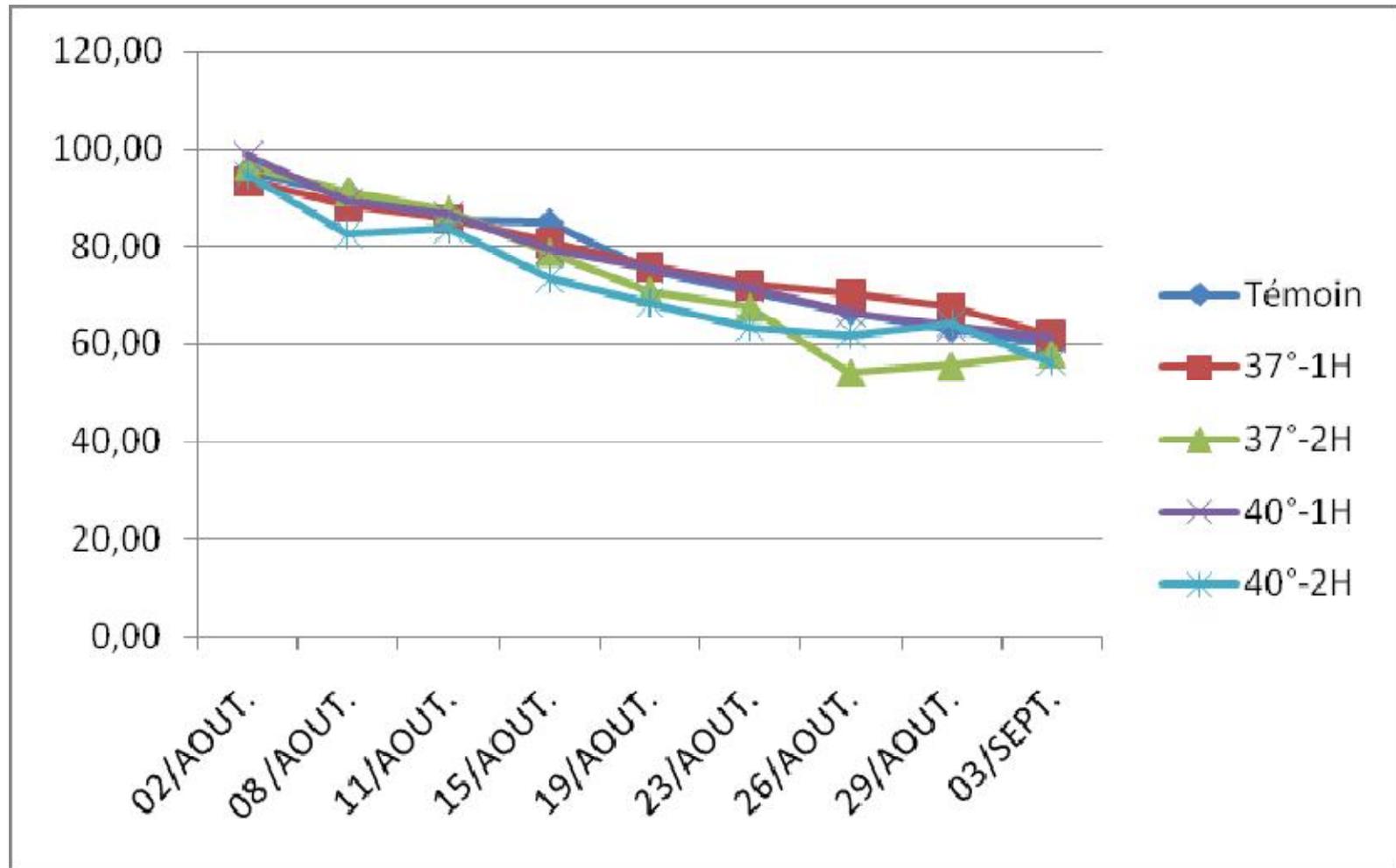


Figure 1: Évolution de la perte du poids de la variété Elégant Lady au cours de la conservation frigorifique.

2. Fermeté (en Kg/Cm²)

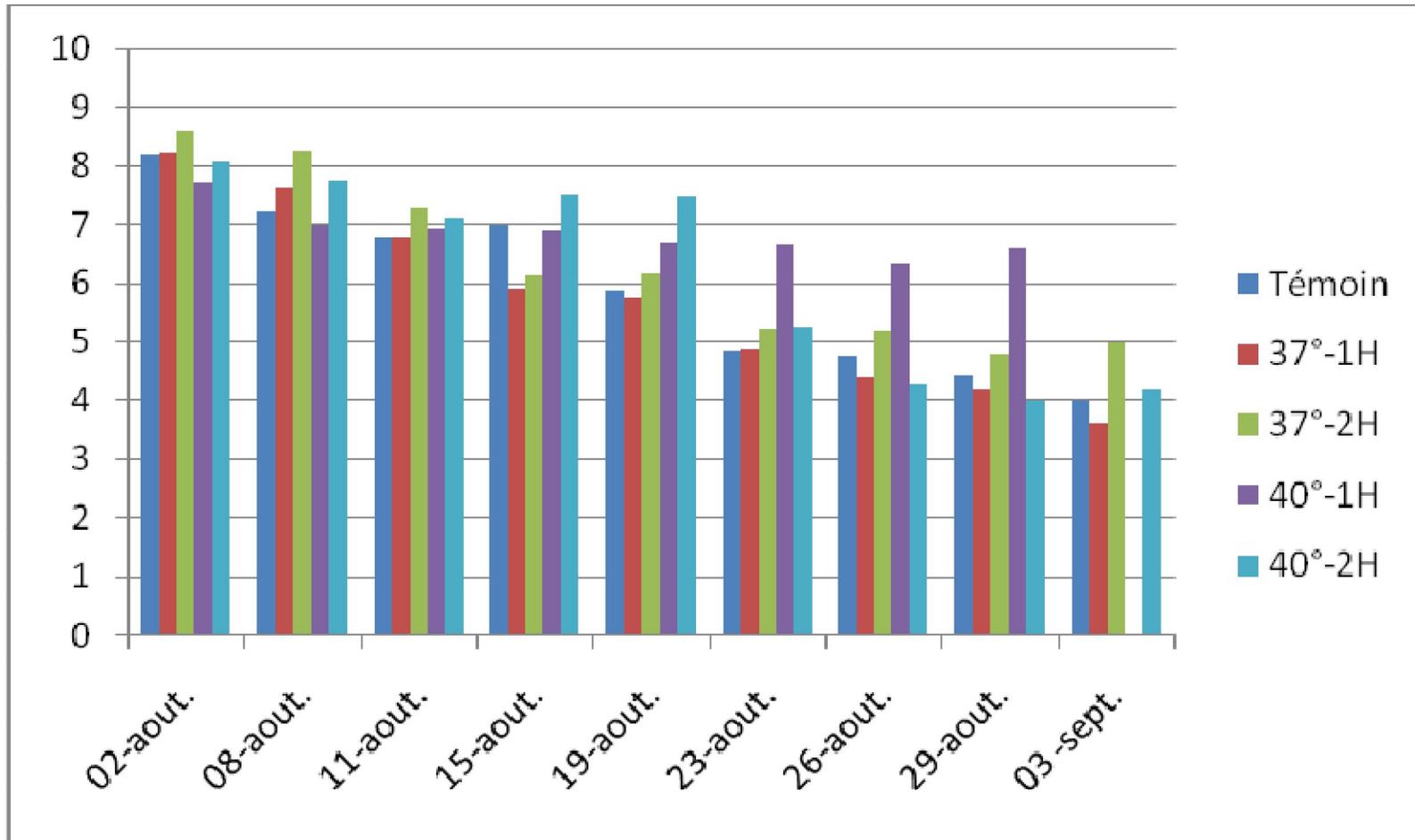


Figure 2. Evolution de la fermeté des fruits de pêche au cours de la conservation frigorifique

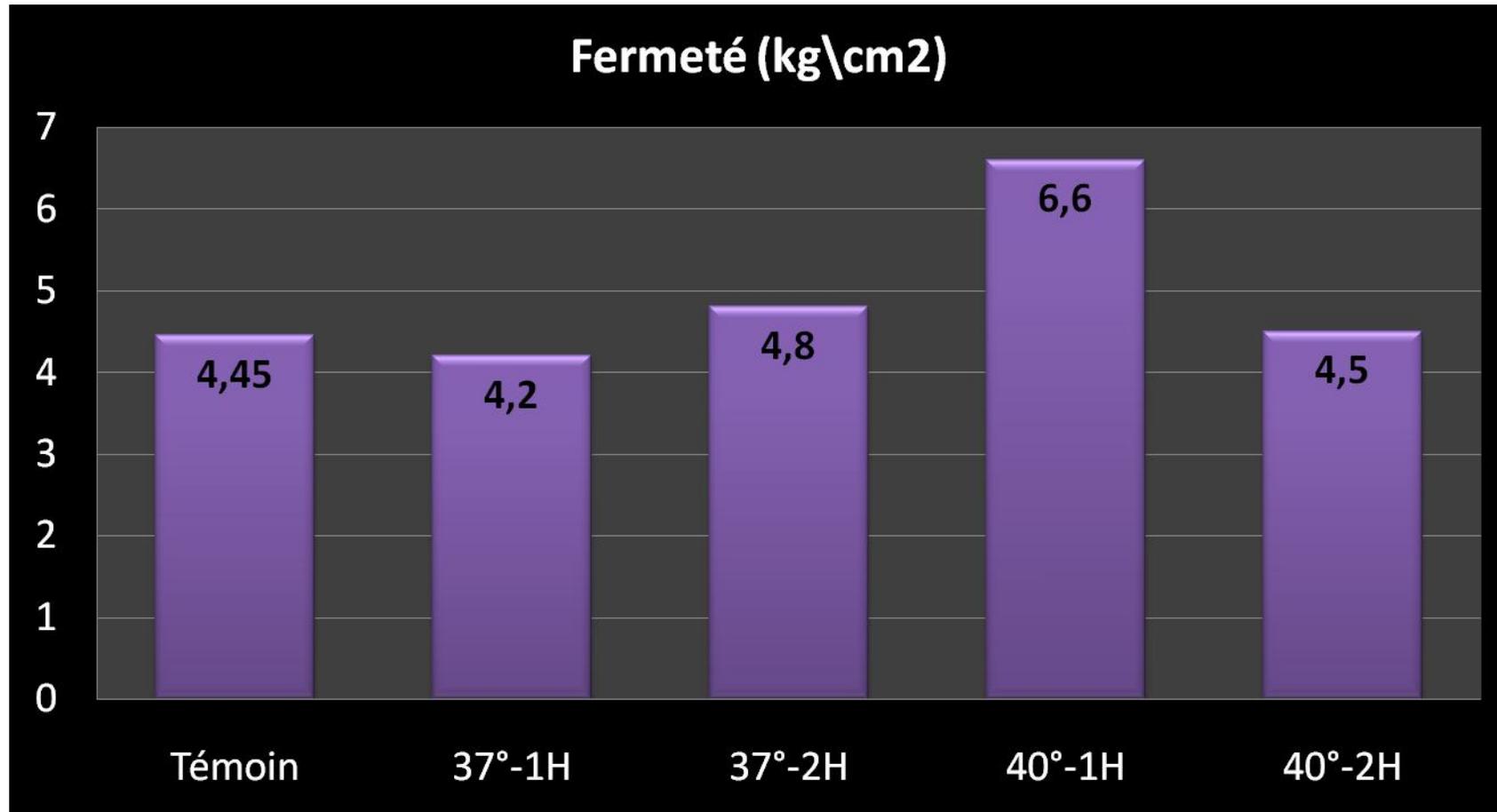
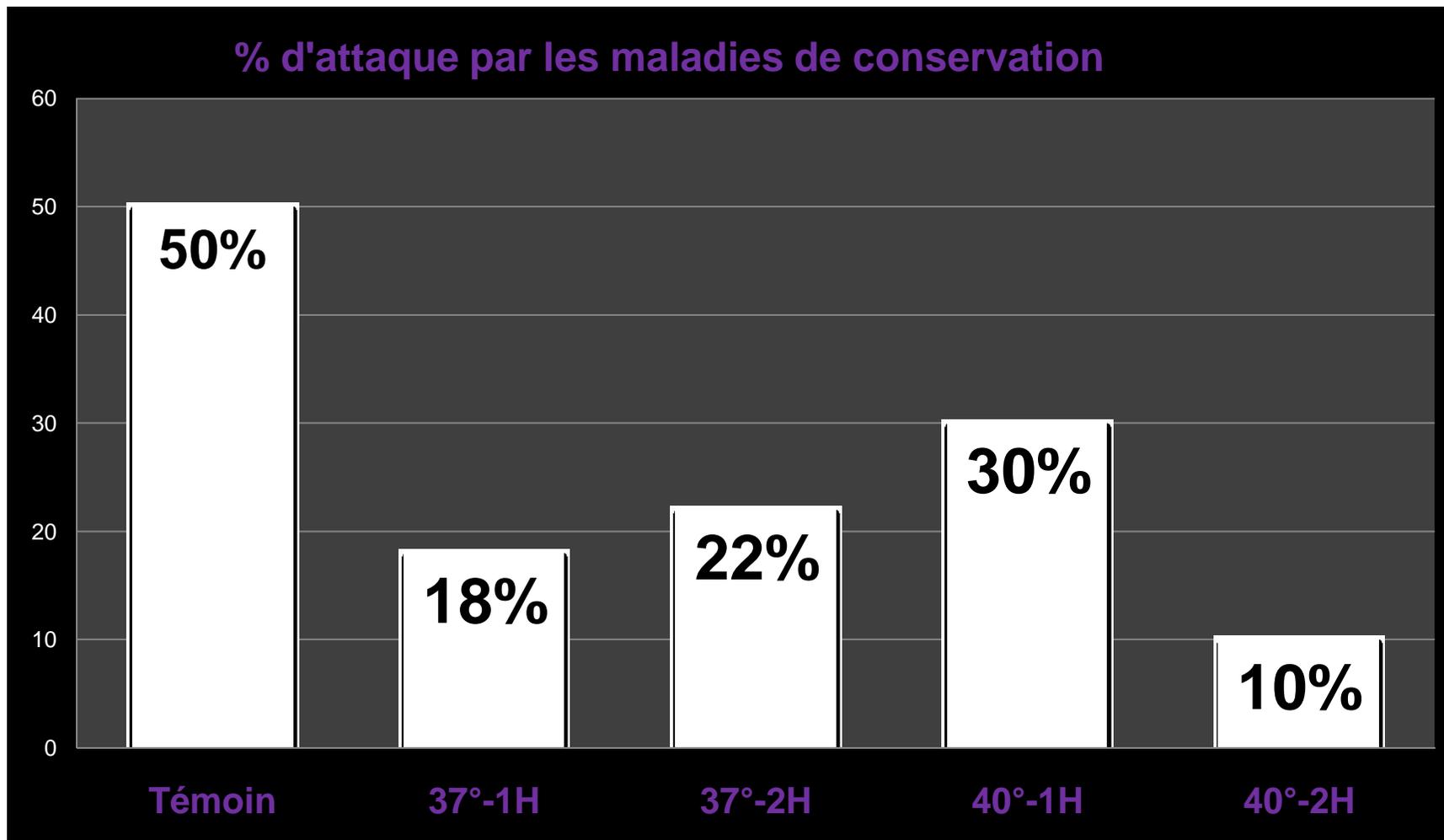
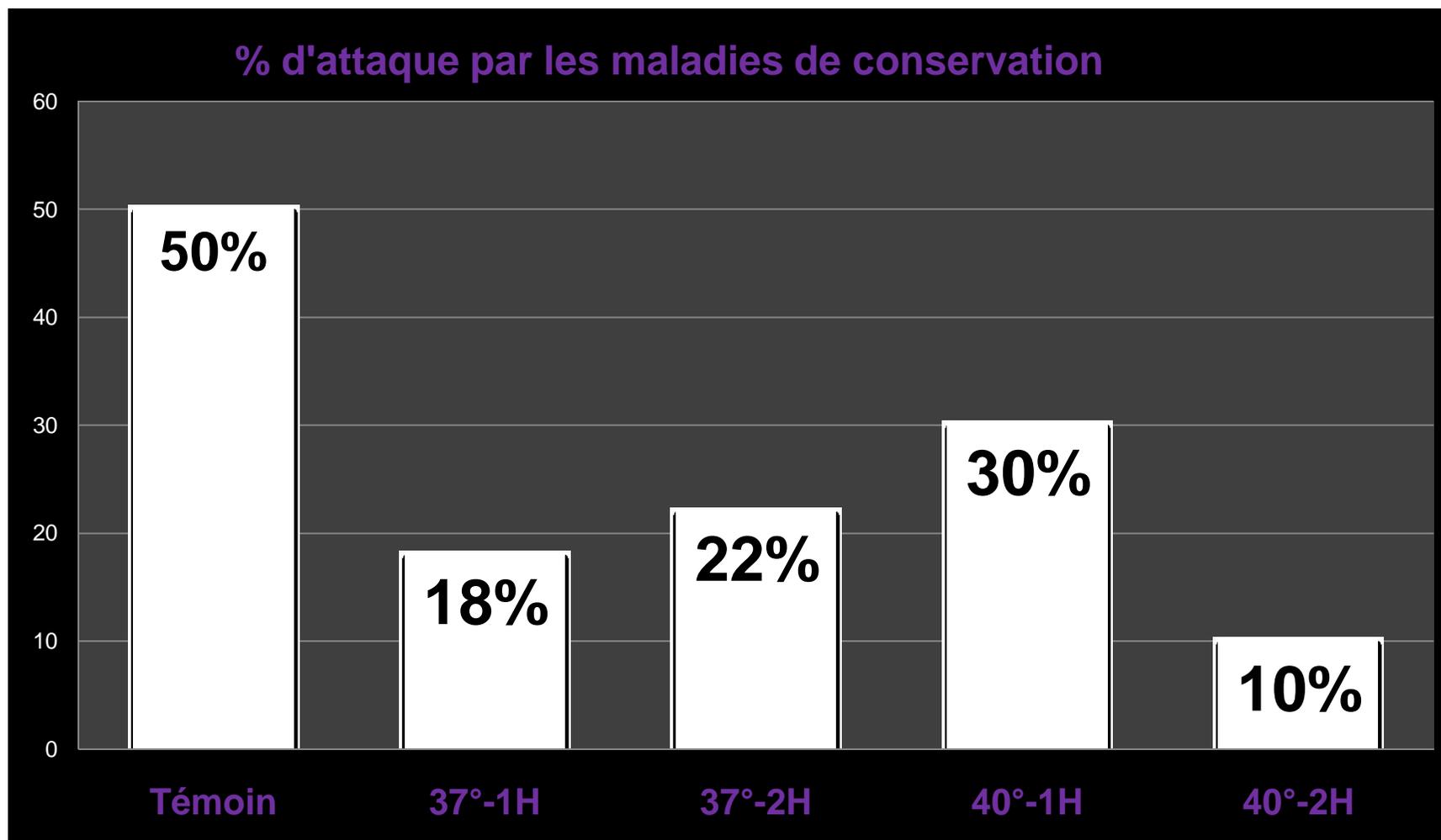


Figure: Évolution de la fermeté des pêches après un mois de conservation



Évolution de pourcentage des fruits attaqués par les maladies de conservation des pêches après un mois de conservation



Évolution de pourcentage des fruits attaqués par les maladies de conservation des pêches après un mois de conservation

3. Acidité titrable (en meq/100ml) :

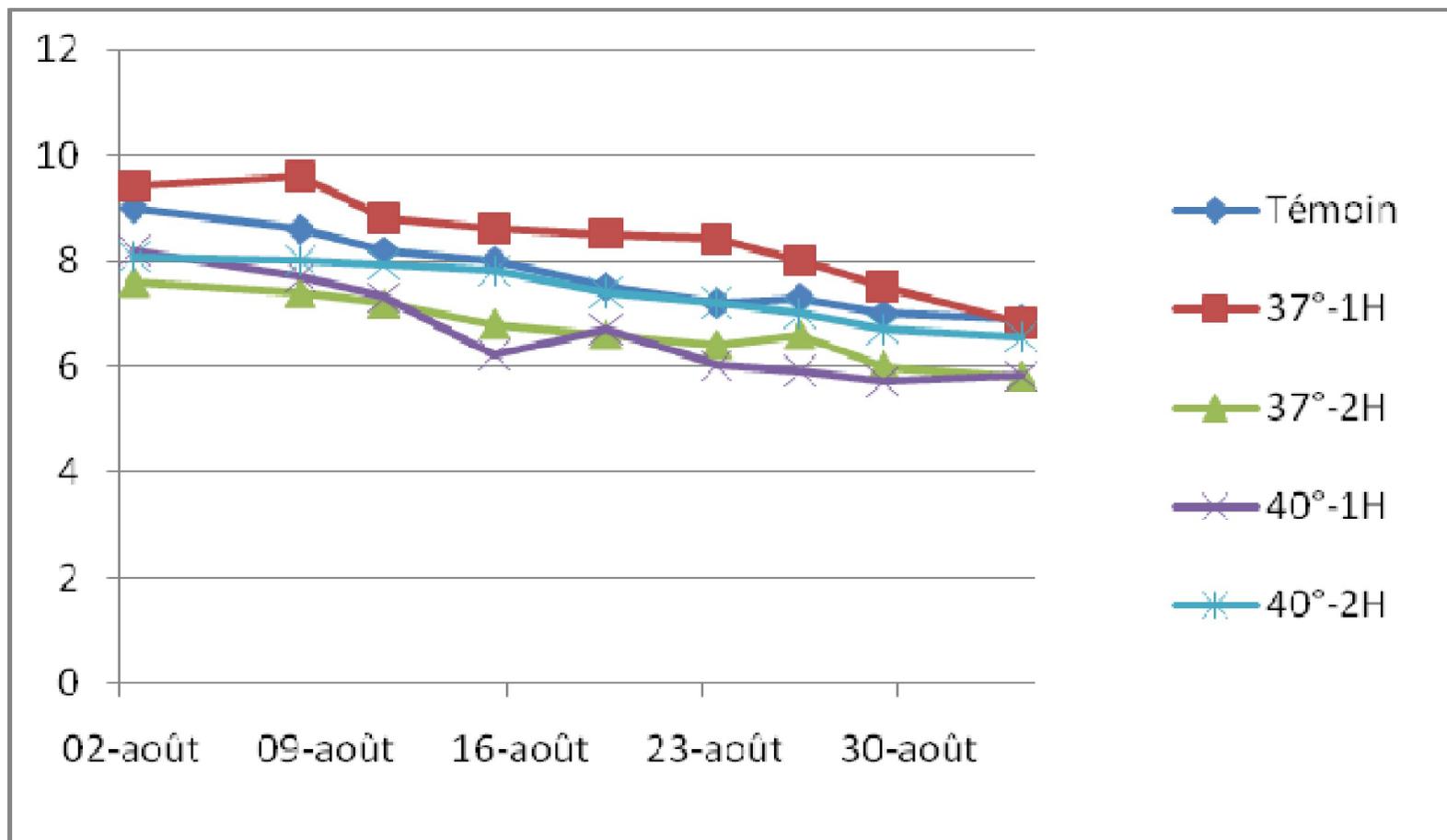


Figure 3: Évolution de l'acidité titrable de la pêche au cours de la conservation frigorifique

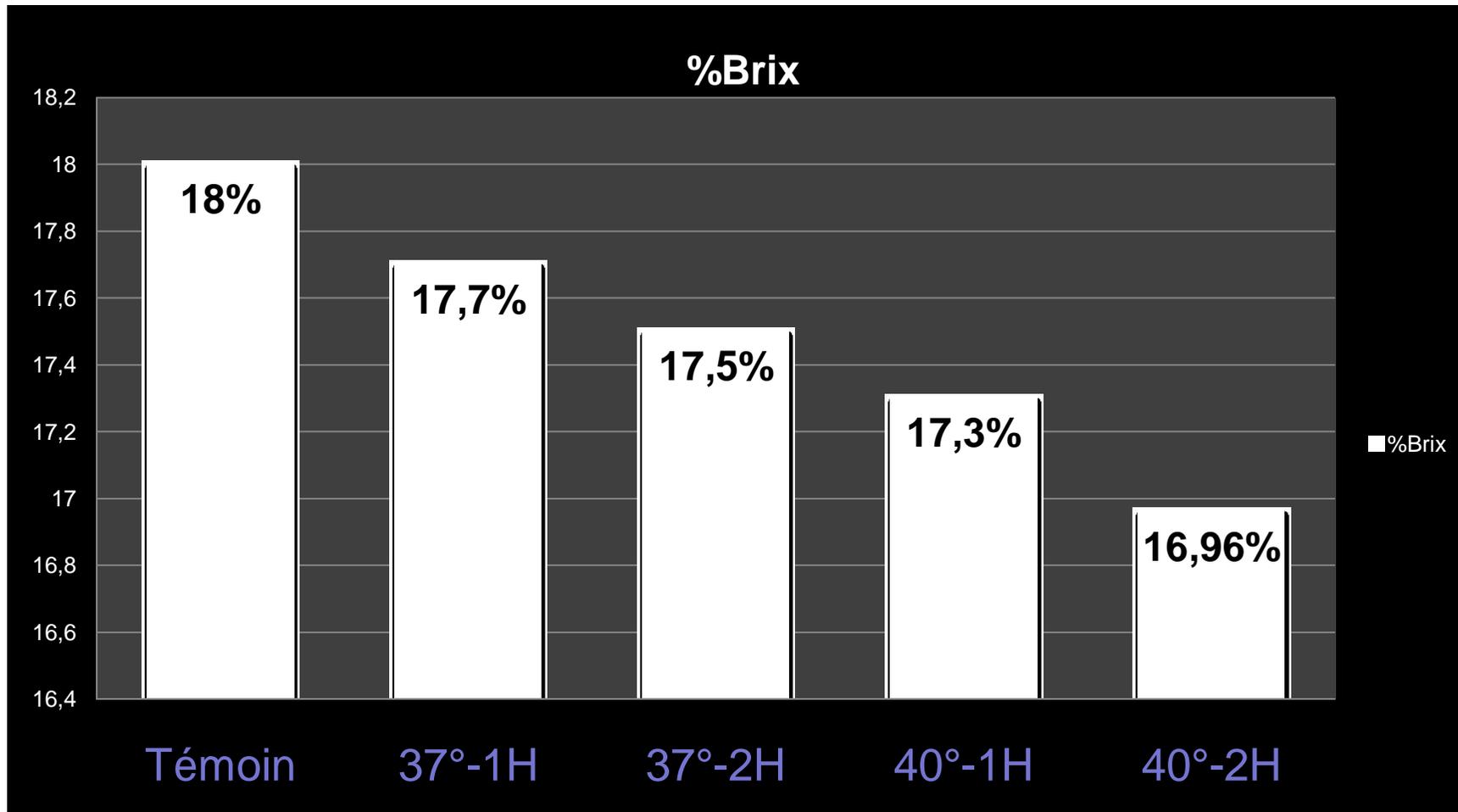


Figure: Evolution de pourcentage des sucres solubles des pêches après un mois de conservation

Tableau Récapitulatif : 1er essai :

Évolution des pêches au cours de la conservation frigorifique après un mois de conservation

Paramètres	Fruits Témoins	Fruits réchauffés
Pertes de poids (%)	15	10
Pertes commerciales (%)	18	13
Brix (%)	17	15,5
Acidité titrable (méq\100ml)	7	6
pH	4	4,14
Fermeté (Kg\cm2)	2,85	2, 3

Tableau Récapitulatif : 2ème essai

Évolution des pêches au cours de la conservation
Frigorifique après un mois de conservation

	Témoin	37°- 1H	37°-2H	40°-1H	40°-2H
Perte de poids(%)	5	3	4	2.84	2,31
Perte .(%) commerciale	7	1	2	3,5	0
Brix (%)	18	17.5	17.6	17.7	16.96
Acidité (meq\100ml)	6.9	6.8	5.8	5.8	6.55
pH	4,09	4,11	4,28	4,23	4,26
Fermeté (Kg\cm ²)	4	3,61	5	6,1	4,2

Amélioration de la Conservation frigorifique des poires (*Pyrus communis*)

1. Problématique et objectifs de la recherche:

- Les poires sont des fruits saisonniers. Il est nécessaire d'étendre leur durée de disponibilité dans le temps et l'espace.
- Plusieurs variétés de ces fruits ont été récemment introduites en Tunisie et les professionnels ne maîtrisent pas toujours le mode de conduite de leur conservation frigorifique.
- Les nouvelles exigences en matière de prétraitement pour la conservation frigorifique donne la priorité aux procédés biologiques et physiques sur les procédés chimiques.

1. Méthodologie utilisée

- Utilisation combinée d'un fongicide « Chorus double » contenant 25% de Fludioxonil et 37,5% de Cyprodinil ;
- Combiné à une solution de 4% de CaCl₂ et;
- Un emballage physiologique de type « plastique alimentaire » ayant une perméabilité sélective aux gaz des entrepôts frigorifiques.
- Calibrage des fruits

Extra

65 mm

Calibre I

60mm

Calibre II

55mm

Caractéristique des sachets:

Les sachets en polyamide microperforé ont les caractéristiques suivantes :

- l'épaisseur de la feuille de plastique $e = 26$ micromètre.
- Perméabilité à la vapeur d'eau = $126,5\text{g/m}^2.\text{j}$
- Perméabilité à l'oxygène = $34,6\text{cm}^3/\text{m}^2.\text{j}.\text{bar}$

Les conditions de conservation:

- Température: $0-1^\circ\text{C}$
- Humidité relative: $90-95\%$

Entreposage frigorifique des échantillons de poires

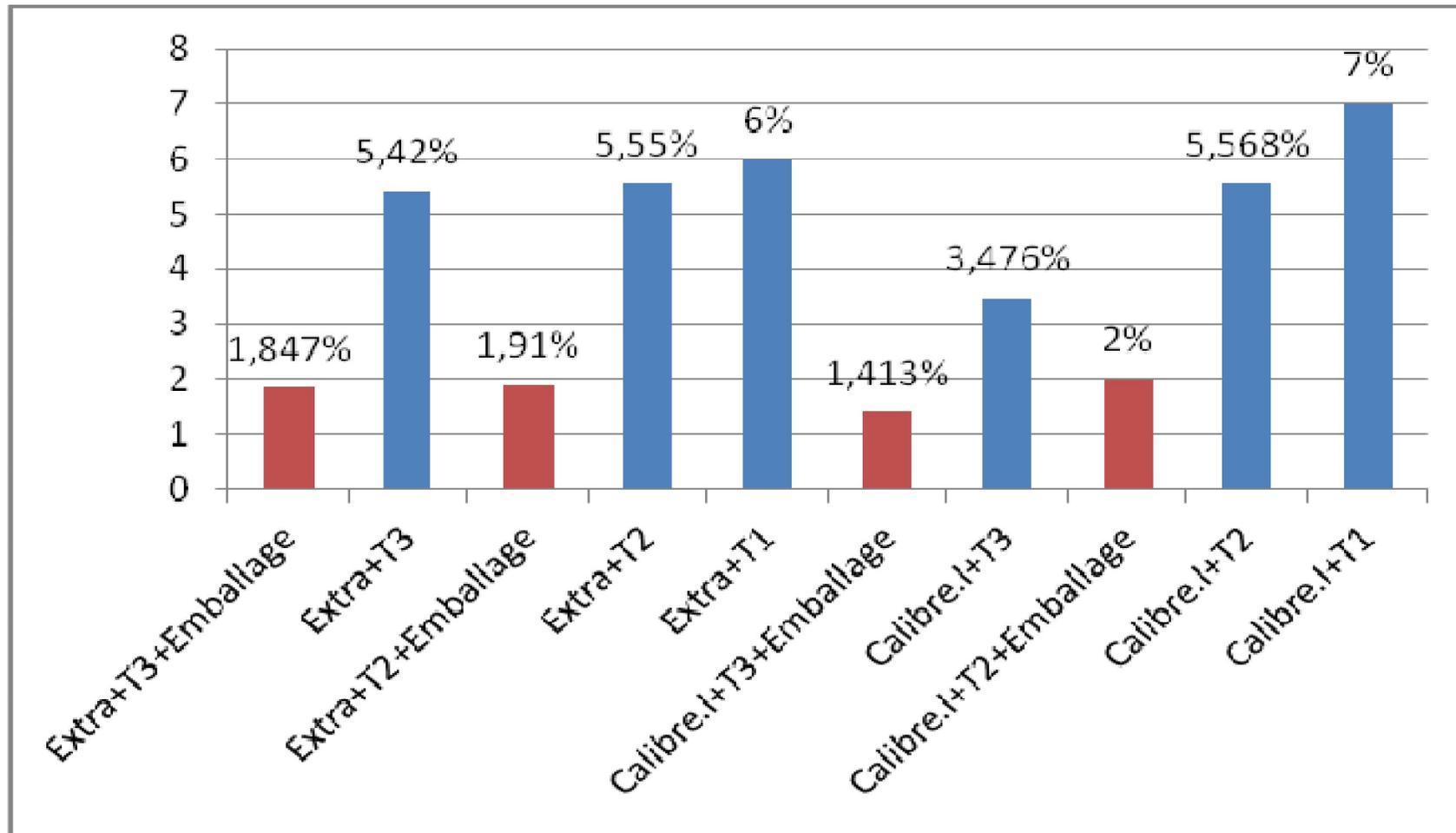


2. Traitements post-récolte:

Trois traitements de post-récolte ont été appliqués:

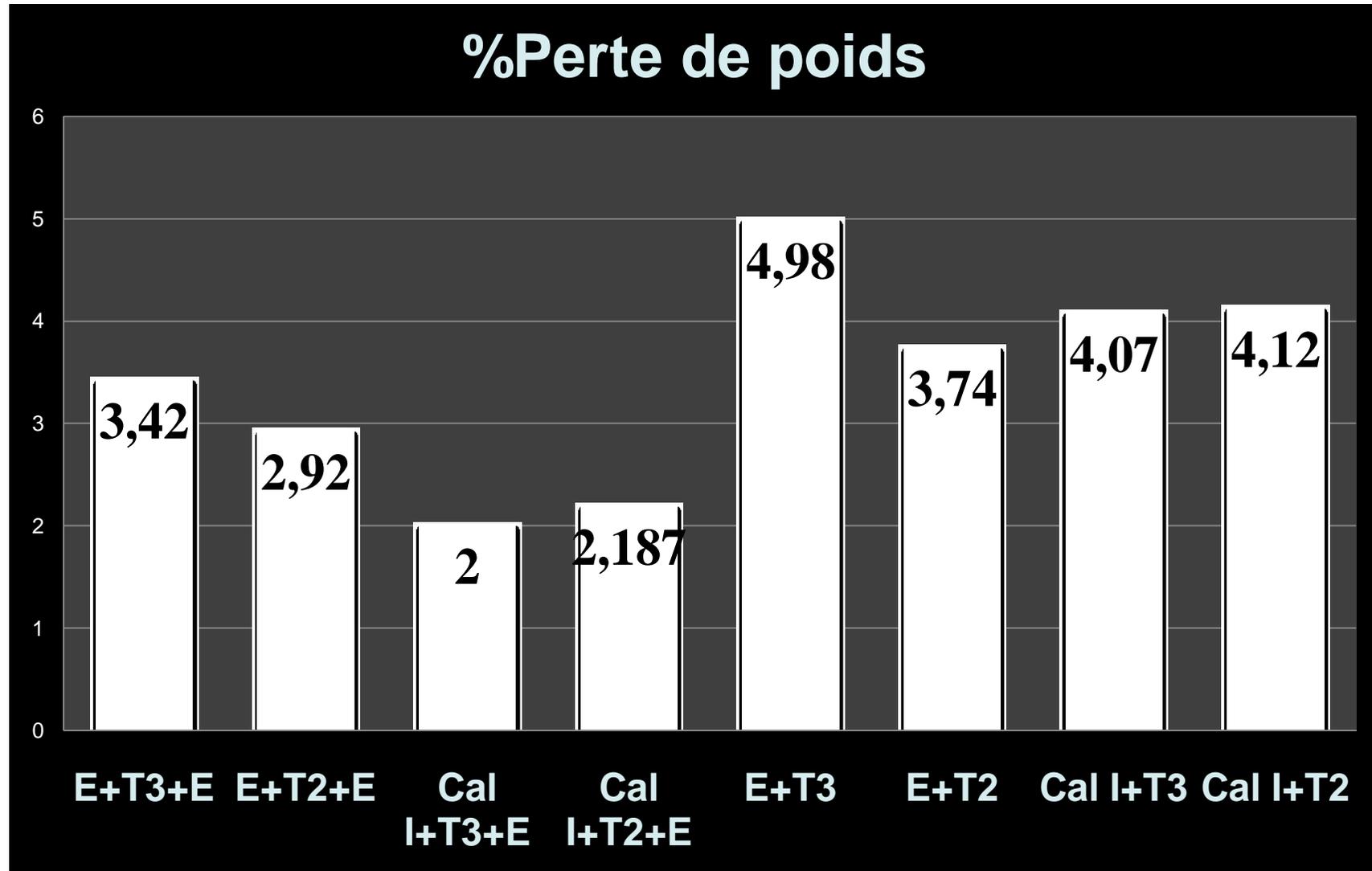
- Traitement T1 : trempage des fruits dans l'eau pendant 30 secondes
- Traitement T2 : trempage des fruits dans une solution de 4% de CaCl_2 pendant 30 secondes.
- Traitement T3 : trempage des fruits dans un mélange constitué par un fongicide (chorus double) avec une dose 120g/hl + 4% de CaCl_2 pendant 30 secondes.
- Les traitements sont combinés avec l'utilisation de emballage physiologique (sachets en plastique muni de perforations)

3. Résultats obtenus : Pertes de poids (%)

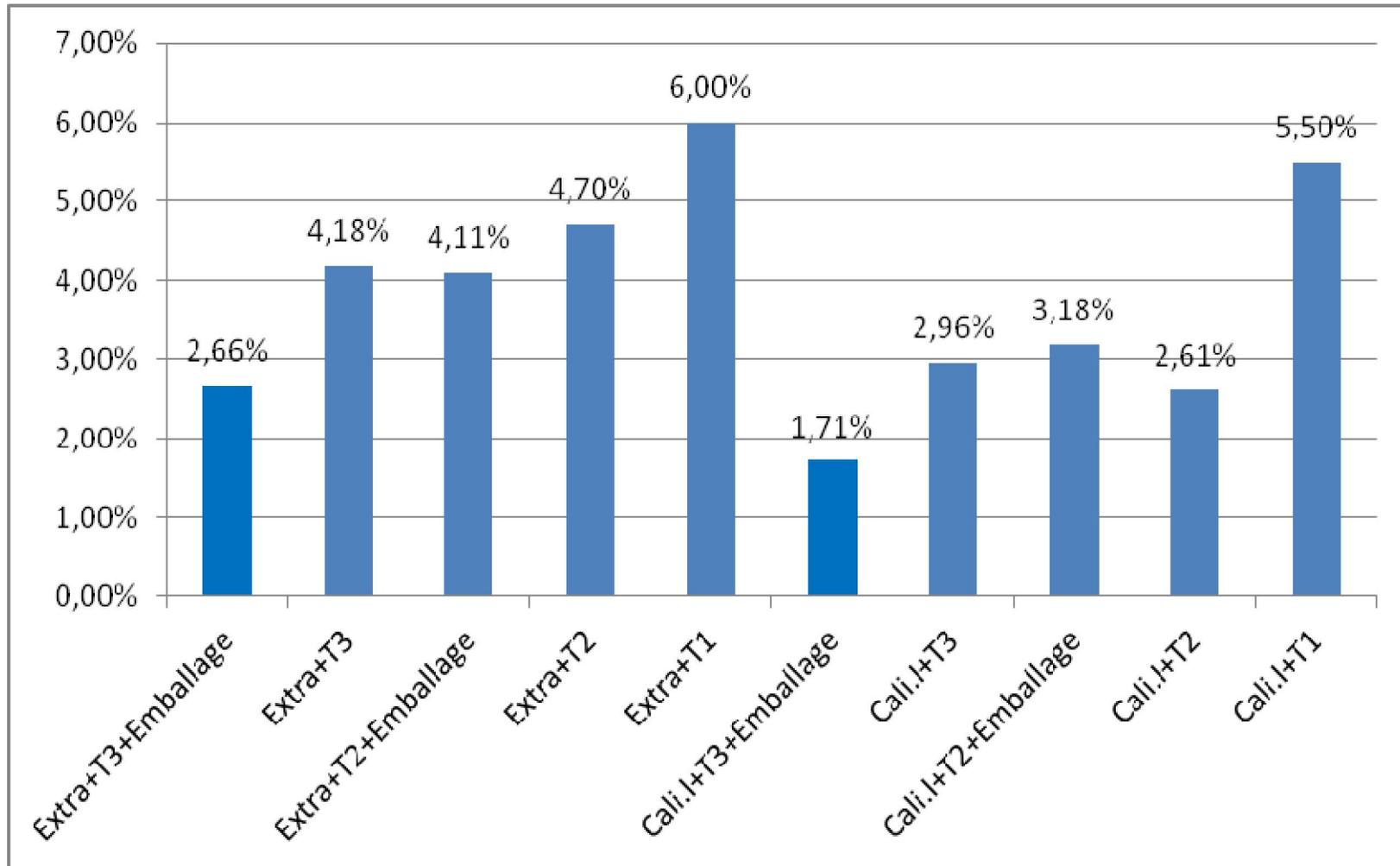


Comparaison de pourcentage de pertes de poids entre les différents traitements de calibreet post récolte chez la variété Alexandrine après six mois de conservation.

Pourcentage de perte de poids après six mois de conservation

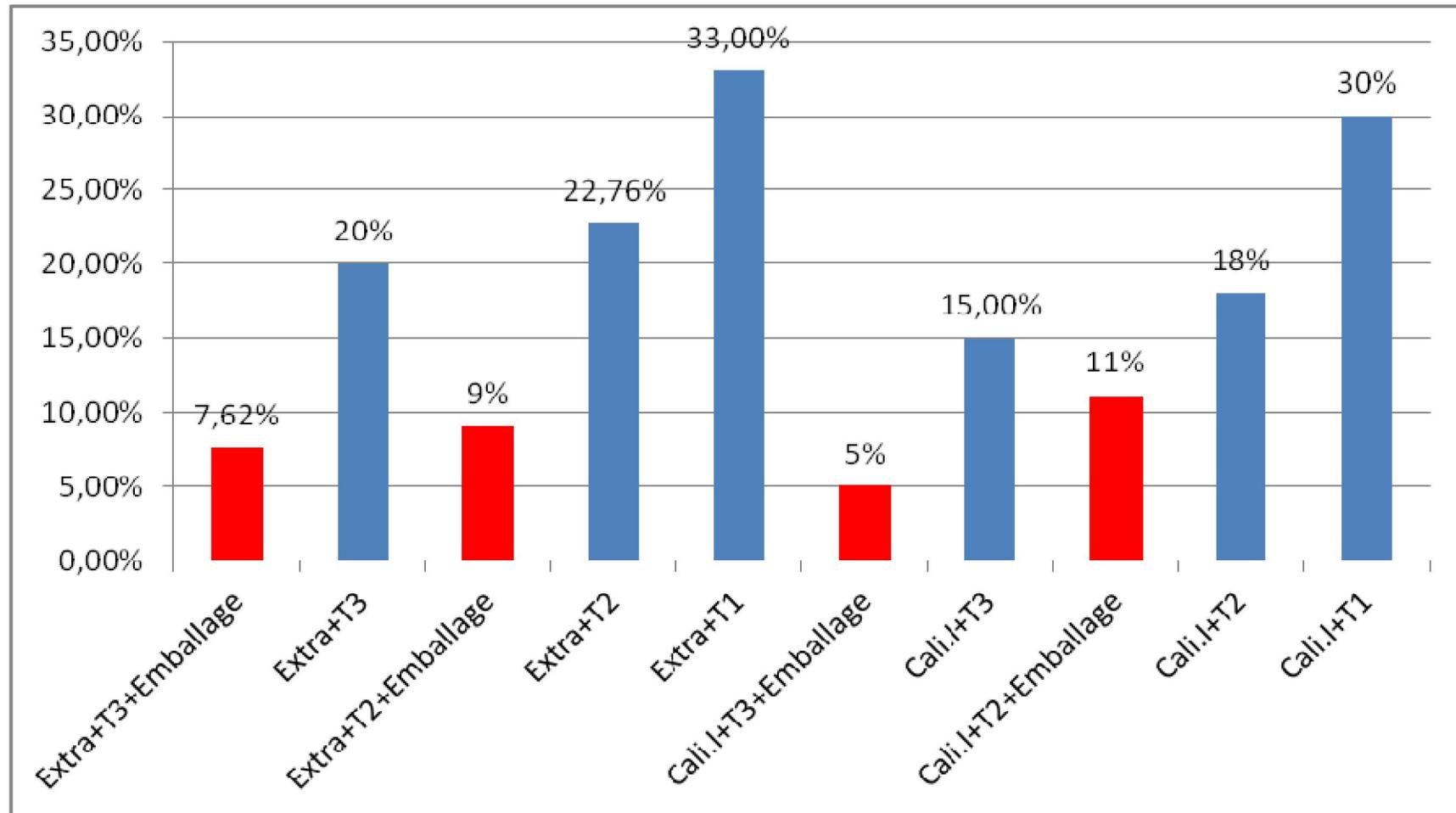


Fermeté (Kg\cm²)



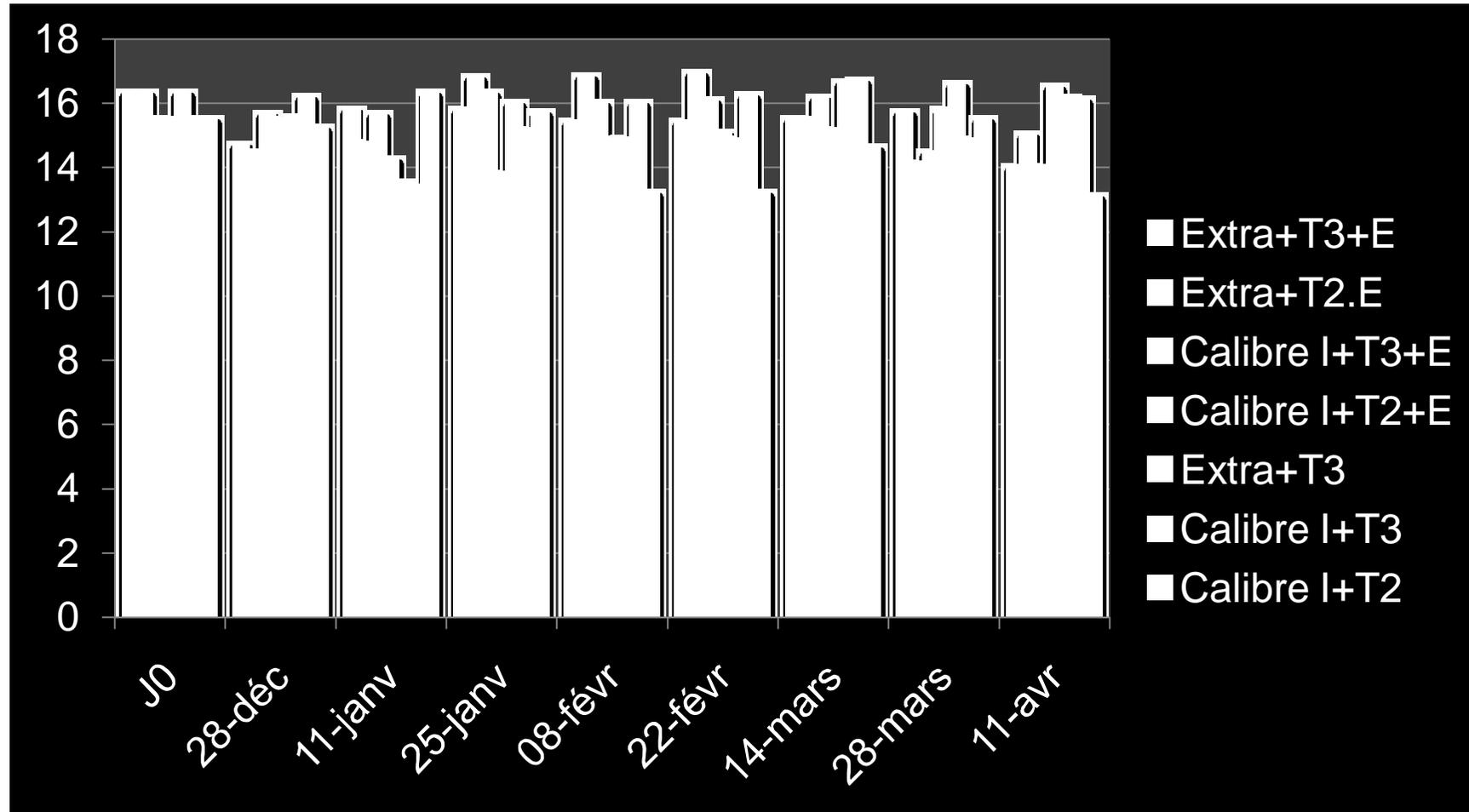
**fermeté des fruits pour les différents traitements
et calibres chez la variété Alexandrine après, six mois de conservation.**

Pertes commerciales



pourcentage de pertes commercial entre les différents traitements et calibres chez la variété Alexandrine après six mois de conservation.

Évolution du teneur en matière sèche soluble (Brix) au cours de la période de conservation



- **Les maladies de conservation**

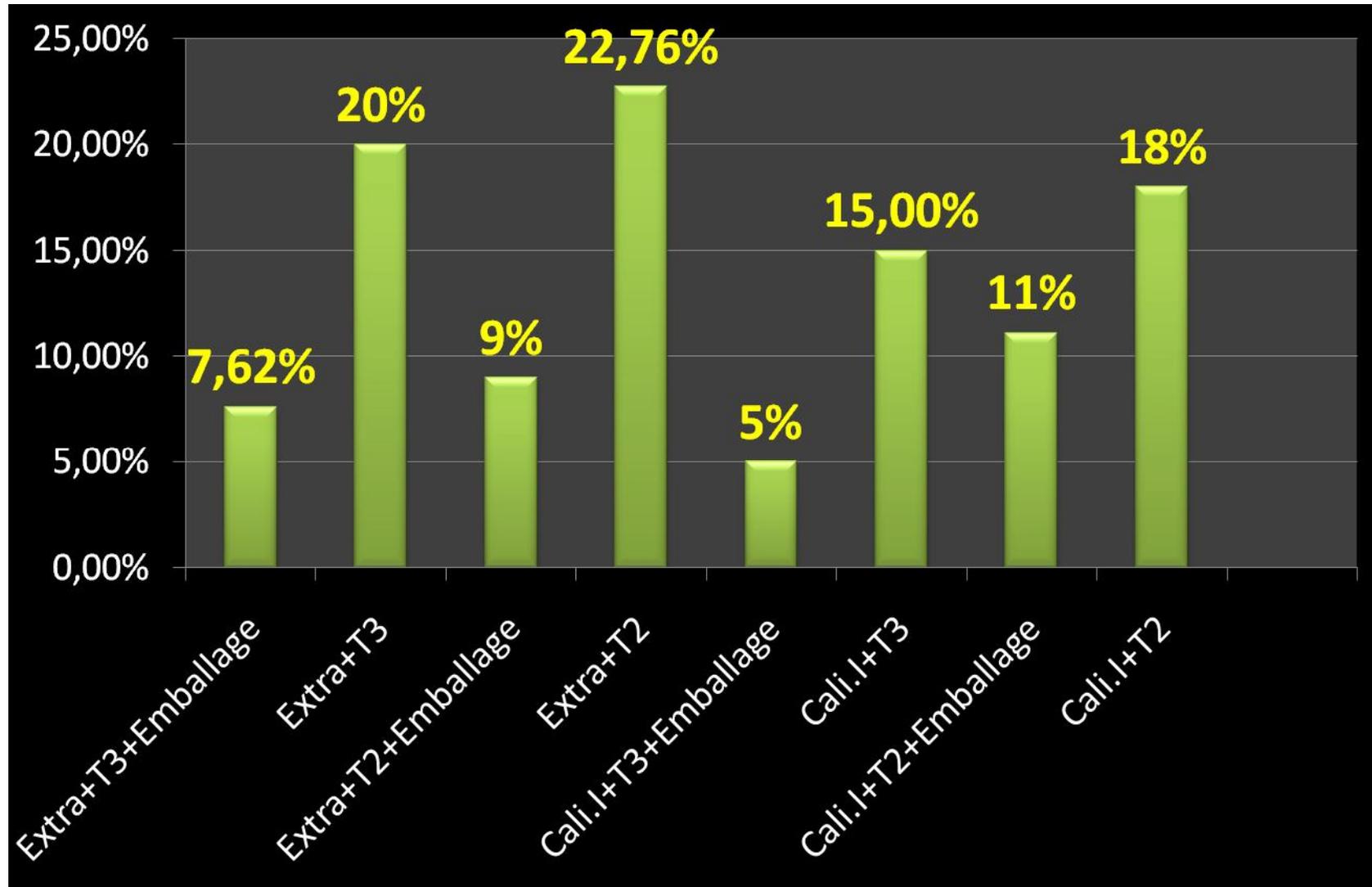




Figure 6 : Echantillon des fruits de calibre I traités par fongicide et CaCl_2 (T3) après six mois de conservation

Effets de cinq traitements de post-récolte sur la conservation des pommes cv Golden Delicious

Problématique et objectifs :

- L'entreposage frigorifique entraîne une baisse en termes de qualité et de poids du fruit.
- L'apparition des tâches provoquées par les maladies de conservation à la fois d'origine cryptogamique et physiologique constitue une importante perte économique.
- Les pertes de poids lors de l'entreposage constituent à la fois des pertes quantitatives et qualitatives (organoleptiques: apparence; texture; jutosité, croquant,...).
- L'objectif de cet essai est d'identifier un traitement d'une efficacité significative et d'un coût relativement réduit pouvant être généralisé dans les chambres frigorifiques.

Méthodologie

. Des traitements de post-récolte ont été réalisés sur la variété Golden Delicious. Ces traitements sont à base de 3 fongicides : Cyprodinil + Fludioxonil et Pyriméthanil en plus d'un traitement à base de CaCl_2 contre l'apparition du bitter pit.

• Cinq traitements ont été préconisés en plus d'un traitement témoin consistant à un trempage dans l'eau :

T0 : Témoin eau pure.

T1 : Une solution de 4% de CaCl_2 .

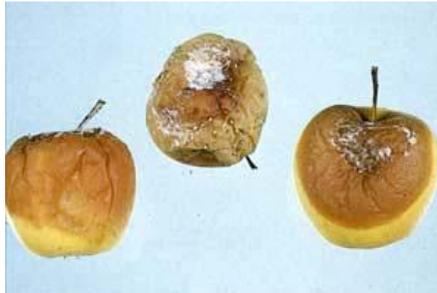
T2 : une solution de Pyriméthanil. la solution de trempage est de 250ml/hl de Myhos.

T3 : une solution de Fludioxonil et Cyprodinil. : la solution de trempage est de 120g/hl de Chorus double.

T4 : traitement combiné : Une solution de 4% de CaCl_2 + Pyriméthanil (250ml/hl de Myhos).

T5 : traitement combiné : Une solution de 4% de CaCl_2 + Fludioxonil et Cyprodinil (120g/hl de Chorus double).

Un suivi de l'évolution du poids (perte de poids) et la détermination après cinq mois de conservation du nombre de fruits ayant subi une attaque cryptogamique, de Bitter Pit ou un flétrissement



Pouirriture grise



Pouirriture bleue



Alternaria



Alternaria



Tavelure



Moniliose

Figure 1 : Photos des principales maladies de conservation (Boudoux, 1992)⁴⁴

Perte en poids

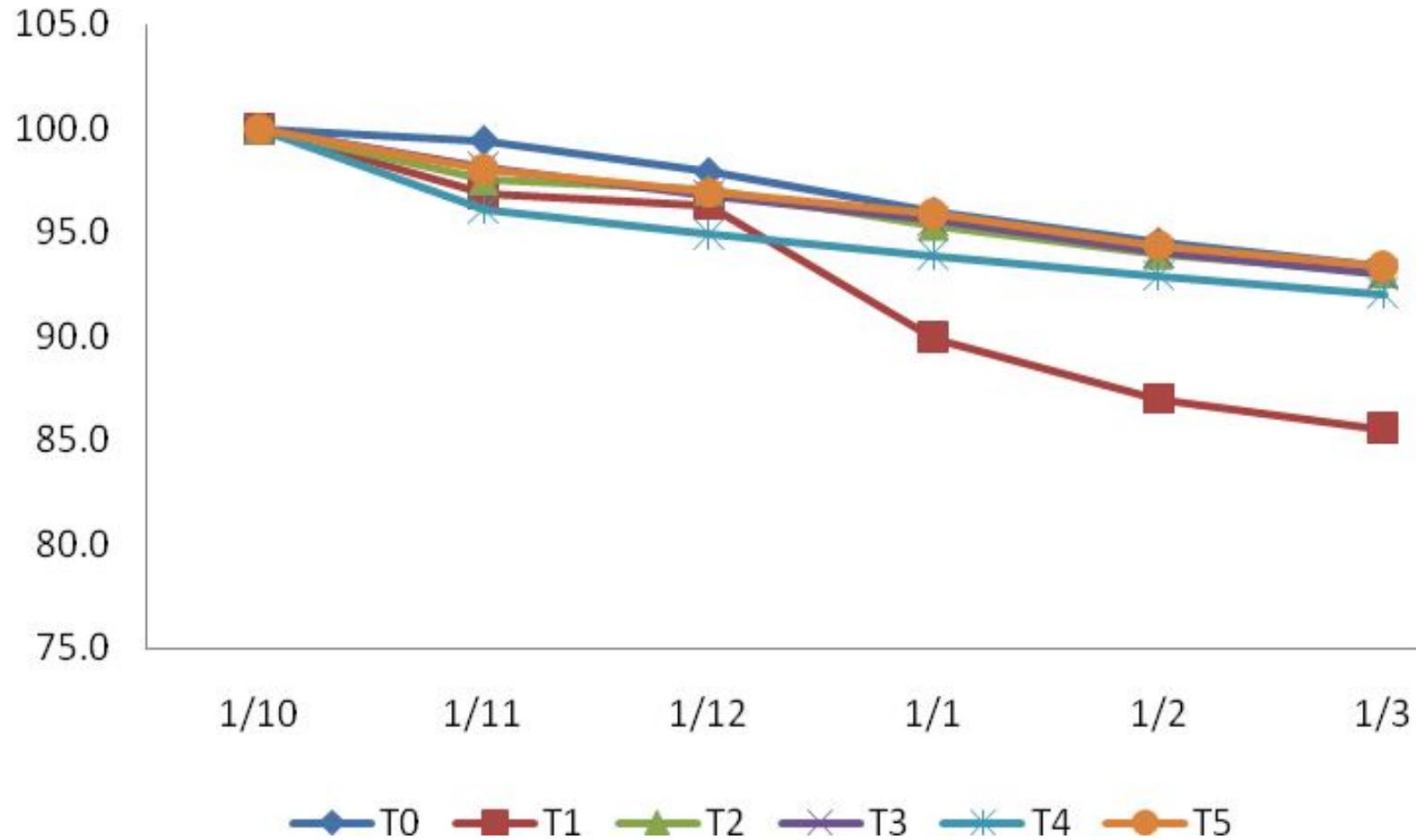
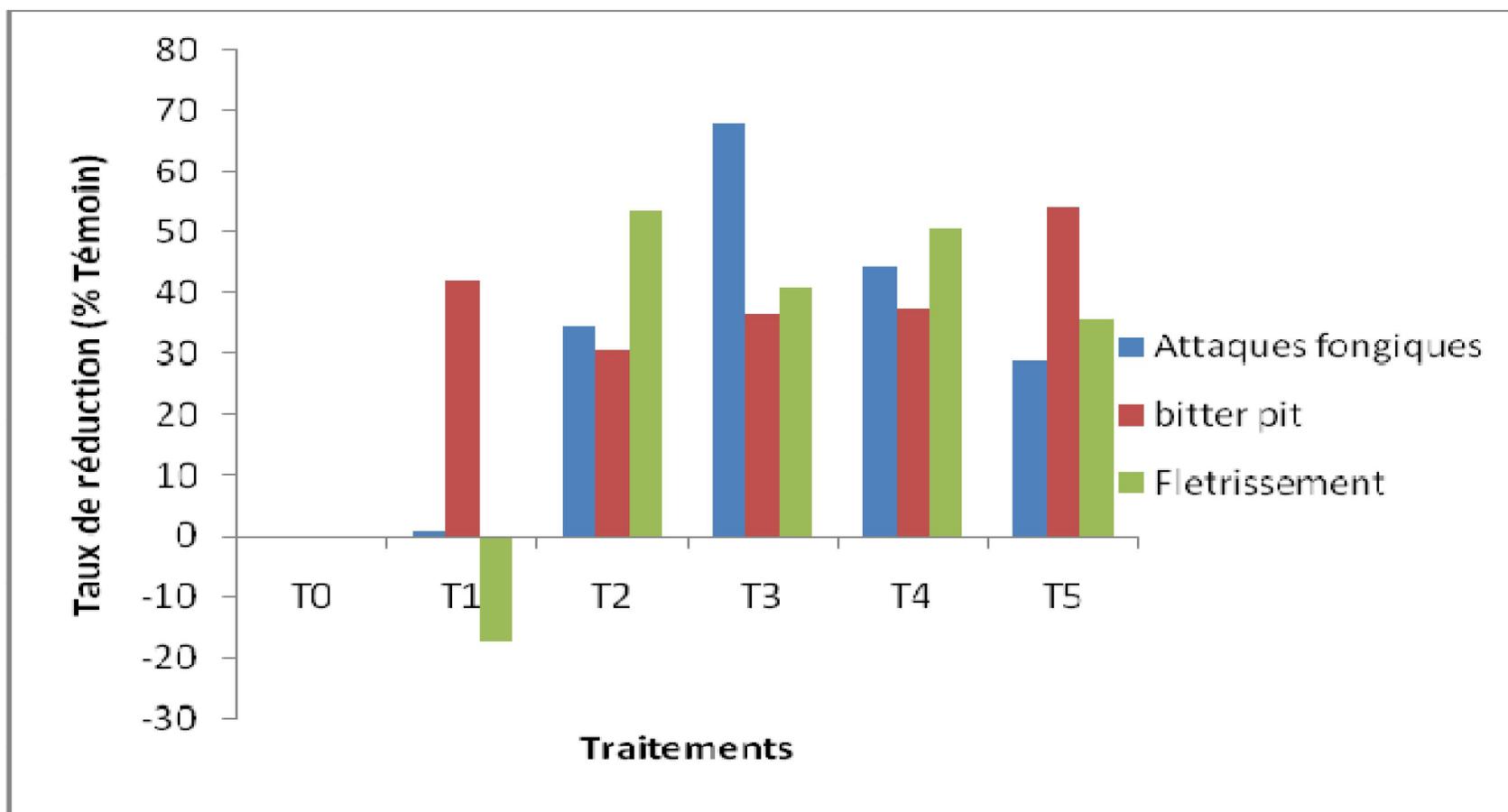


Figure 2. Evolution de la perte du poids relatif des pommes selon les traitements



Effet des traitements de trempage sur le pourcentage de fruits pourris à 5 mois de conservation

Effet du mode de conditionnement
et des conditions de conservation
sur l'évolution de la qualité des dattes
Deglet Nour au cours du stockage

1. Problématique et objectifs :

- Les Deglet Nour conditionnées sont l'article d'exportation le plus important pour la Tunisie
- Selon les normes internationales, ces dattes ont été traitées pour être industriellement réhydratées ou séchées.
- Comment choisir le type de traitement adéquat qui permet de conserver la qualité des dattes le plus longtemps possible ?
- L'objectif de ce travail est de suivre l'évolution de la qualité des dattes au cours de l'entreposage frigorifique tout en relevant les effets des facteurs pouvant l'influencer :
- La dépréciation de la qualité peut se traduire par divers indicateurs: le brunissement de la couleur, le dessèchement ou la réhumidification, la fermentation, etc..

2. Méthodologie utilisé :

:

- **Première phase : Traitement et conditionnement des dattes :**
- Un lot de dattes de la variété Deglet Nour ayant déjà subi l'opération de désinsectisation par le bromure de méthyle, a été triée en groupes homogènes en fonction du degré de maturité. Parmi ces groupes, deux lots ont été sélectionnés : un lot de dattes molles (appelée couramment : « Chebaba ») et un autre de dattes demi-sèches.
- Les deux lots ont été lavés et conditionnés selon le protocole expérimental suivant :
- **Dattes molles**
- Mode de conditionnement 1 : les dattes sont séchées et non glucosées
- Mode de conditionnement 2 : les dattes sont séchées, glucosées puis re-séchées
- Mode de conditionnement 3 : les dattes sont séchées puis glucosées
- **Dattes demi sèches:**
- Mode de conditionnement 1 : les dattes sont séchées et non glucosées
- Mode de conditionnement 2 : les dattes sont glucosées puis séchées
- Mode de conditionnement 3 : les dattes sont glucosées et non séchées

- La solution d'enrobage est à 35°Brix ; elle est constituée d'eau, de sirop de glucose et du sorbate de potassium (E 202)
- Le barème du séchage des dattes molles : 8h à 40°C + 6h à 50°C +8 h à 60°C
- Le barème du séchage pour les dattes demi sèches : 2h à 60°C
- Le barème d'hydratation pour les dattes demi sèches : 3h30 min à 60°C

- Les dattes conditionnées ont été emballées dans des boîtes en carton ondulée alors que les dattes naturelles ont été conservées dans des caisses en plastique.
- Ce protocole a permis d'obtenir 4 lots pour chaque type de dattes (3 lots de dattes conditionnées et un lot de dattes naturelles servant de témoin). Chacun de ces lots a été subdivisé en 3 parties, qui ont été par la suite stockées à 3 températures différentes :
- à 2°C (dans une chambre frigorifique) ; à 15°C et à température ambiante.
- L'humidité relative de l'air de stockage est fixée à 65 % à la température de 2°C alors qu'elle est ambiante au deux autres températures.
- On a obtenu ainsi 24 lots de dattes

- **Deuxième phase : Suivi de la qualité des dattes au cours du stockage :**
- Afin de déterminer les caractéristiques initiales des dattes, les différents lots de dattes ont subi les analyses suivantes avant leur stockage (t_0) :
- Des analyses physico-chimiques : teneur en eau, a_w , pH, et couleur
- Des analyses microbiologiques : germes totaux ; levures et moisissures
- Par la suite et tout au long des six mois de stockage, les mêmes analyses (sauf a_w et le dosage de l'activité invertase) ont été effectuées à des intervalles réguliers de temps :
- 1 mois pour la teneur en eau, le pH et les analyses microbiologiques
- 2 mois pour la couleur

3. Résultats obtenu

Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des dattes à t_0

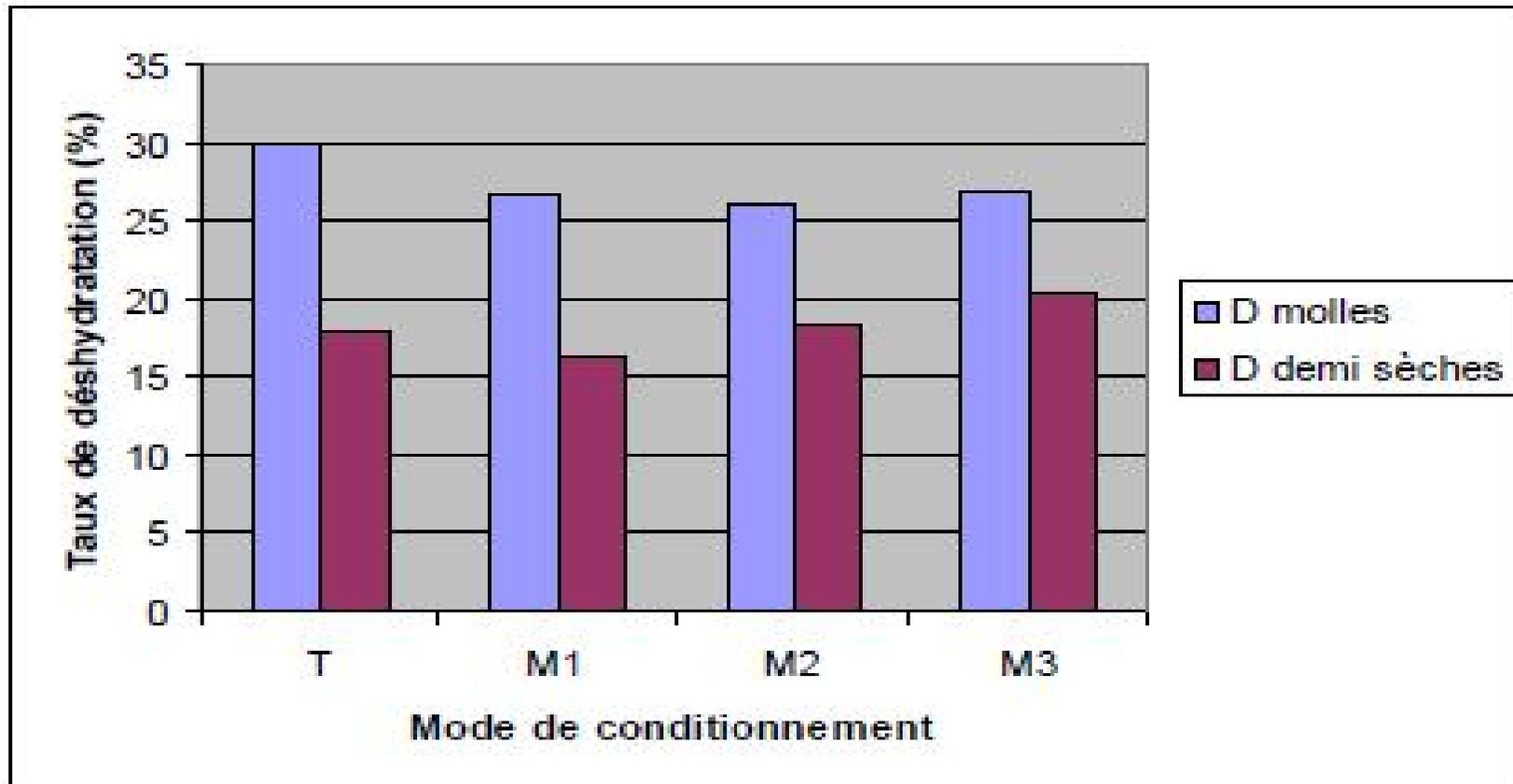
Paramètre mesuré	Dattes molles				Dattes demi sèches				
	T*	M1**	M2**	M3**	T*	M1**	M2**	M3**	
Teneur en eau (% de matière fraîche)	18,39	14,27	14,39	14,81	17,5	17,37	17,62	17,96	
a_w	0,755	0,668	0,676	0,691	0,715	0,731	0,76	0,778	
pH	6,5	6,5	6,53	6,52	6,7	6,71	6,74	6,72	
Sucres réducteurs	20,8	24,39	24,58	24,72	18,8	18,65	18,88	18,96	
Couleur									
	L	36,61	33,11	33,52	34,71	36,33	30,72	32,62	38,5
	a	8,15	8,24	8,11	8,2	6,86	8,28	8,45	6,92
b	13,34	10,81	9,45	10,75	11,71	8,79	9,35	10,96	
Germes totaux (10^4 germes/g de dattes)	120	45	26	36	20	14,5	12	16	
Levures et moisissures (10^4 germes/g de dattes)	9	<1	0,1	0,1	2,2	<1	0,2	0,1	

Interprétation

Teneur en eau et a_w : La différence au niveau de la teneur en eau entre les deux lots de dattes naturel

Évolution de la qualité des dattes au cours du stockage :

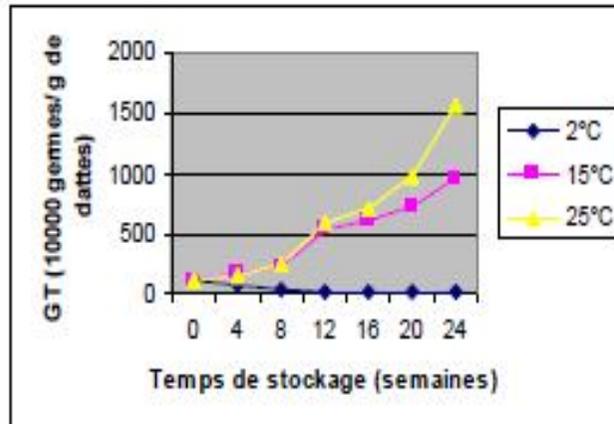
Évolution de la teneur en eau



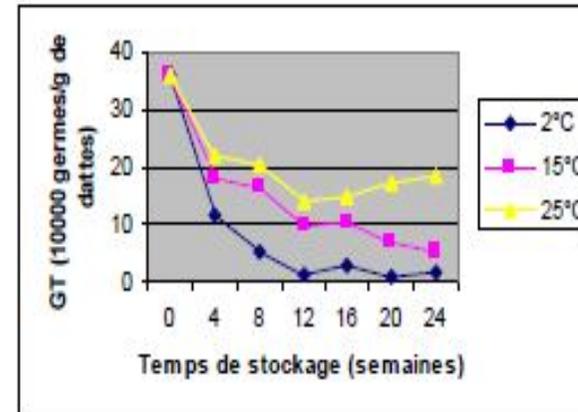
Variation du taux de déshydratation des dattes molles et demi sèches en fonction du mode de conditionnement à 2°C

Evolution de la qualité microbiologique

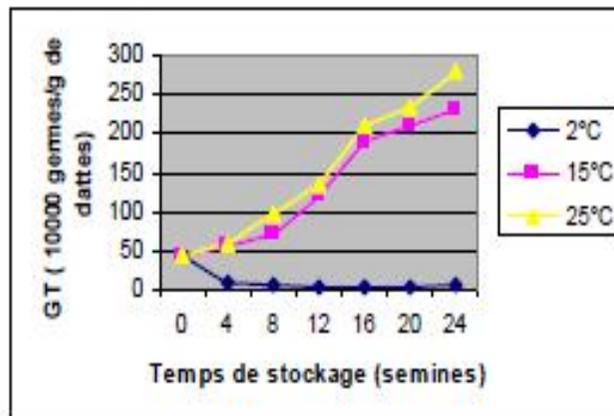
I



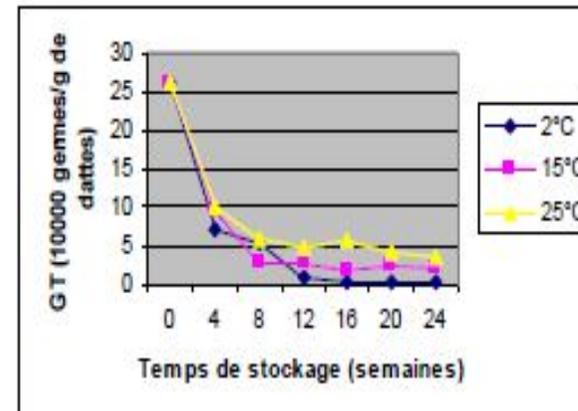
M2



M1

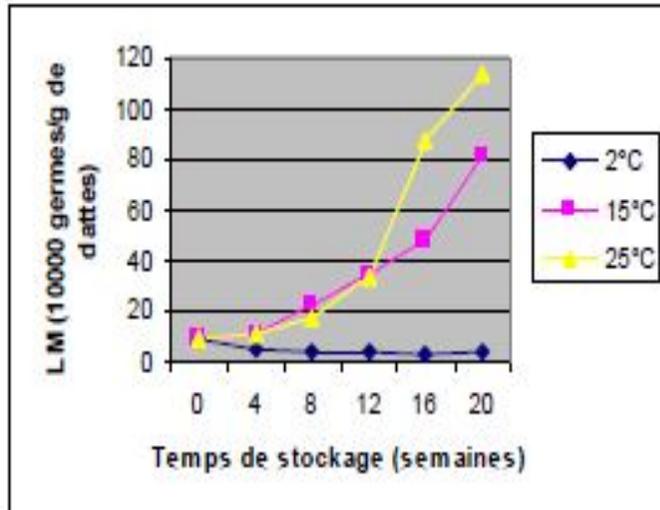


M3

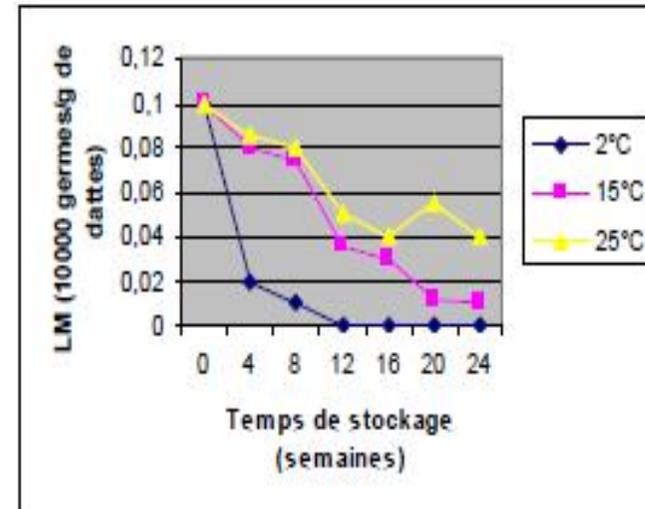


Evolution du nombre de germes totaux
au cours du stockage des dattes molles

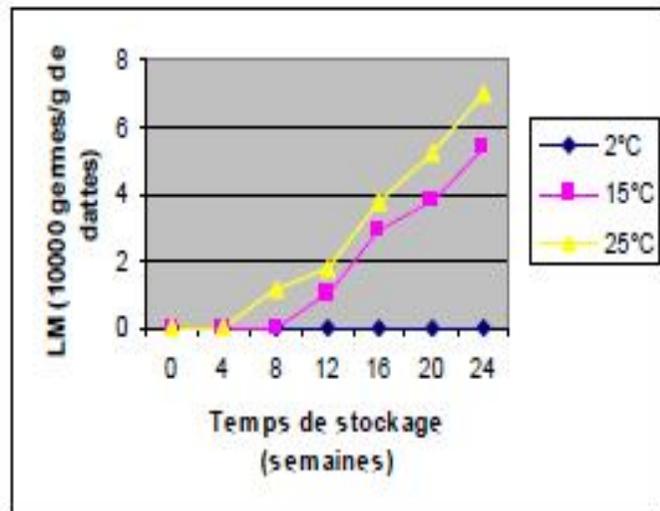
T



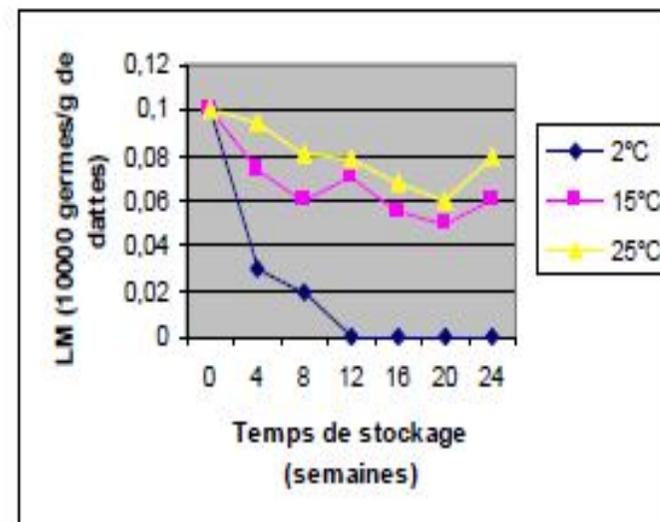
M2



M1



M3



Evolution du nombre de levures et moisissures
au cours du stockage des dattes molles

Optimisation de Procédés de Désinsectisation des Dattes par Micro-ondes

1.Problématique et objectifs de la recherche :

- La datte représente l'une des principales ressources d'exportation la Tunisie.
- Sur les 170 mille tonnes dattes "Deglet Nour" produites en moyenne dans le monde, la Tunisie, en produit 50 mille tonnes.
- Les nouvelles réglementations exigent de trouver des solutions alternatives à l'utilisations des gaz de fumigation chimique jugés nocifs.

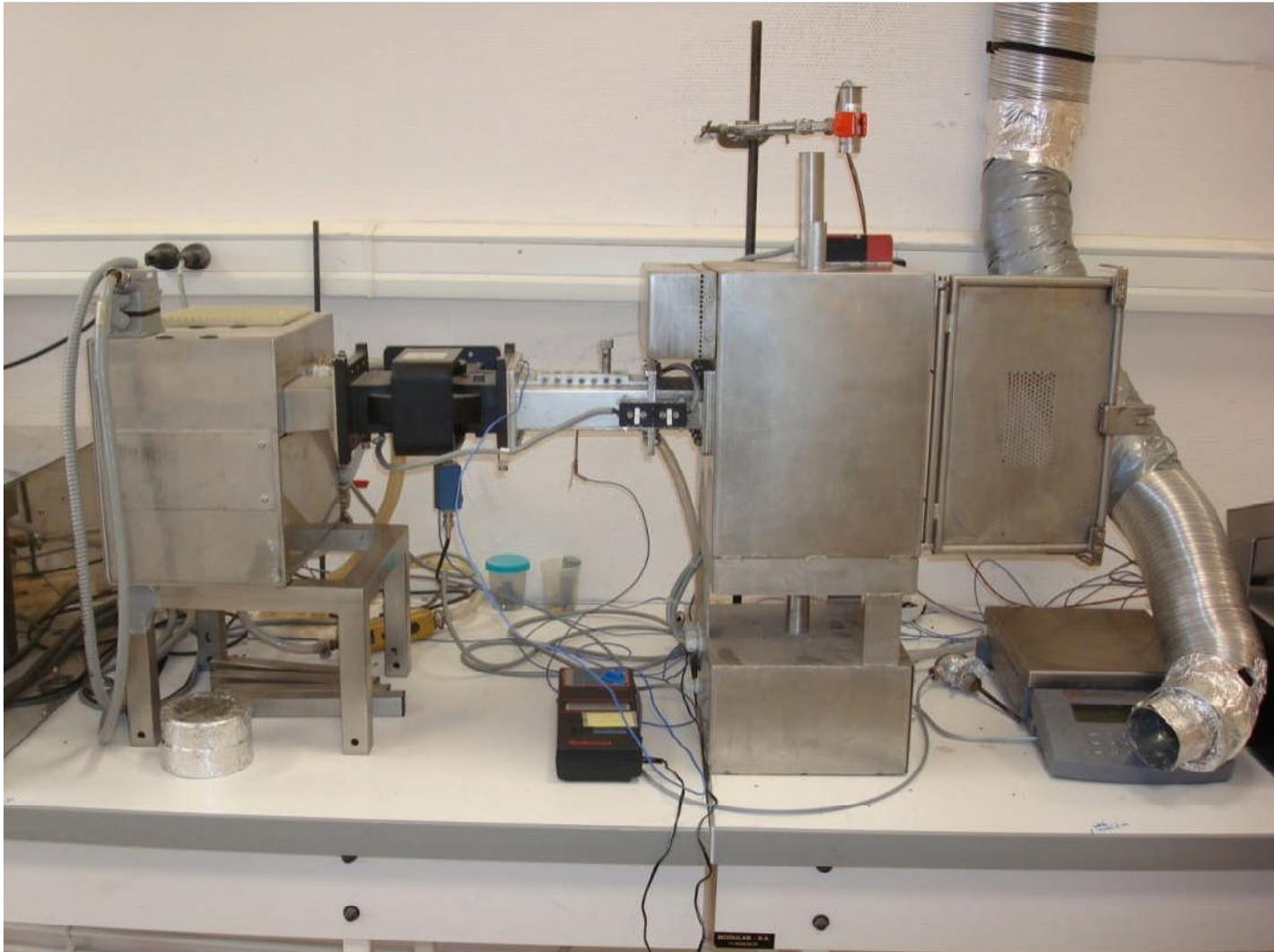
objectif de cette étude :

- optimiser les procédés de désinsectisation des dattes par micro-ondes .
- Atteindre 100 % mortalité des larves et préserver la qualité organoleptique des dattes .

2. Méthodologie

- **En premier lieu** nous allons évaluer l'effet de 3 puissances spécifiques à différentes durées du traitement sur les oeufs et les larves adultes d'*Ectomyelois ceratoniae* afin d'obtenir 100% de mortalité.
- **En deuxième lieu**, l'optimisation de la qualité du produit (dattes traitées) à l'aide d'un plan d'expérience (plan composite) dans un domaine d'étude correspond à 100% de mortalité de larves 5ème stade et la validation de l'optimum.
- **En dernier lieu**, c'est l'identification des levures spécifiques à la datte et l'évaluation de l'efficacité de leurs destructions dans les conditions de l'optimum établi pour la destruction des larves grâce au plan composite testé.

Equipement expérimental



**Pilote de chauffage micro-ondede conception MES
*MICROONDES ENERGIES SYSTEMES***

Matériel végétal



: Matériel végétal utilisé

Matériel entomologique utilisé

Les Pyrales de dattes : *Ectomyelois ceratoniae*

- La datte constitue un milieu de croissance très favorable pour le développement des larves d'*E.ceratoniae*.
- Chaque larve est élevée individuellement dans un tube à hémolyse contenant un fragment de datte pour y accomplir son développement. La température est fixée à 27 °C, l'humidité relative est de 70 % et la photopériode est de 16 heures de lumières et 8 heures d'obscurité.



Souches 5ème stade d'*Ectomyelois ceratoniae*

Préparation des échantillons

Les étapes de préparations des échantillons se sont déroulées comme suit :

- Bien trier du lot de datte en fonction de la qualité et de la teneur en eau des dattes.
- Partager les dattes en 2 lots :
 - Lot1 : Dattes demi molles (Teneur en eau $\approx 26\%$)
 - Lot 2 : Dattes sèches (Teneur en eau $\leq 20\%$)

Infestation in Vitro des dattes

- Infester artificiellement 20 pièces de dattes individuellement par des larves de 5^{ème} stade d'*Ectomyelois ceratoniae* (à l'intérieur de chaque datte, on fait introduire une larve de 5^{ème} Stade).
- Infester l'échantillon des dattes par 35 oeufs, placées en dessous des pièces de dattes (en contact à la surface inférieure des dattes) .

Traitement aux micro-ondes

- Après la préparation des échantillons de dattes, on procède aux traitements micro-ondes, selon le protocole suivant :
- Mettre la barquette contenant les dattes à l'intérieur de micro-ondes.
- Régler le barème (Puissance, Temps) relatif à chaque traitement.
- Fermer « la porte » de l'appareil micro-onde et commencer l'irradiation.
- Suivre à l'ordinateur l'évolution de la température à coeur des dattes où on a fixé 2 sondes fibres optiques, ainsi que l'évolution de la température à la surface de l'échantillon

Résultats obtenus

Etude de l'évolution de la température des dattes sèches et demi-molles au cours de traitement

- Dans la suite du projet, on a utilisé seulement des dattes appartenant au lot1 (dattes demi-molles) pour s'assurer de l'homogénéité de chauffage.
- **Analyses entomologique**
- **Détermination de la mortalité naturelle**
- La mortalité naturelle est estimée à 16.19 %, étant donné que 88 oeufs sur 105 oeufs ont été éclos après incubation.
- Par contre la mortalité des larves est de l'ordre de 0%, vu que toutes les larves de 5ème stade incubées ont continué leurs cycle évolutif, en se transformant en nymphes au cours de l'incubation.
- Détermination du Taux de mortalité d'E.C après Traitement micro-ondes
- Détermination du Taux de mortalité des oeufs d'E.C

Conditions opératoires du micro-ondes

- Les puissances spécifique utilisés 1W/g ; 1.25W/g et 1.5W/g , on a obtenu 100 % de mortalité dans oeufs d'E.C dans les conditions suivantes :
- 1W/g pour une durée de traitement micro-ondes 200 secondes ou 3 minutes et 20 secondes.
- 1.25W/g pour une durée de d'irradiation 153 secondes ou 2 minutes et 33 secondes.
- 1.5W/g pour une durée de traitement 131 secondes ou 2 minutes et 11 secondes.
- On conclut que les oeufs présente une résistance thermique considérable ,comparant à d'autres espèces d'insecte appartenant à la même famille (Pyralidea),or selon (Reynes,1994) la destruction des oeufs de pyrale de maïs est à 60°C.
- On peut noter la rapidité du traitement micro-ondes pour la destruction des œufs par rapport à d'autres traitements thermique, le cas d'air chaud.

Détermination du Taux de mortalité des Larves âgées d'E.C

- La destruction totale des larves âgées pour les 3 puissances 1W/g ; 1.25W/g et 1.5W/g est obtenu pour des durées de traitement respectivement 230 ; 165 et 140 secondes.
- On remarque aussi que la désinsectisation totale des dattes est obtenue entre 2 température comprise entre 75 et 80°C, aux 3 puissances spécifiques testées.
- Cette souche d'insecte présente une résistance thermique au traitement micro-ondes comparée à d'autres insectes : *Plodia interpunctella* (destruction à 65°C) de la même famille que *Ectomyelois ceratoniae* (Johnson,2002)

- La destruction totale des oeufs d'*E.ceratoniae* est atteinte lorsque les échantillons des dattes sont irradiées par micro-ondes pour des durées de traitement 200 ; 153 et 131 secondes relatives aux puissances spécifiques respectivement 1W/g ; 1.25W/g et 1.5W/g.
- Le 100 % de mortalité de larves âgées est obtenue, pour des durées de traitement respectivement 230 ; 165 et 140 secondes relatives aux puissances spécifiques respectivement 1W/g ; 1.25W/g et 1.5W/g .
- L'optimisation de la qualité des dattes a donné le barème (Puissance spécifique, Temps) : (1.12 W/g ; 202 secondes) correspondant à une Température est de ≈ 78 °C.

Pour les conditions opératoires optimales on a obtenu:

- La désinsectisation totale des échantillons traités.
- L'application de l'optimum n'influe pas sur les paramètres de couleurs L^* ; a^* et b^* .
- Une légère modification de pH, de 6.315 à 5.88.
- Une perte en eau, de 26.238 à 24.974%. due à l'effet de séchage des micro-ondes,
- Absence du composé toxique HMF dans les dattes traitées.
- Dégradation du paramètre texture de 55.33 à 34 mm en raison de la perte en eau et de la cristallisation du sucre, responsable à l'aspect dur des dattes après traitement.
- Efficacité de ce traitement par la destruction de la levure *Candida Tropicalis*, contaminant les dates non traitées.

Optimisation d'un milieu de culture à base de sirop de dattes pour la production de biopesticides bactériens

1. Problématique et Objectifs

- Les nouvelles exigences des consommateurs et le durcissement des normes de qualité et de sécurité sanitaire des fruits.
- La diversification des méthodes de conservation de conditionnement et de transformation.
- Une augmentation des taux de sous produits comme les écarts de triage et les fruits non-conformes en général.
- Ces masses de sous-produits constituent des manques à gagner important pour les professionnels.

- Les professionnels sont obligés de trouver de nouvelles voies de valorisation permettant ainsi d'améliorer leurs revenus
- valorisation biotechnologique : production de biomasse d'une bactérie du genre *Bacillus* ayant un effet biopesticide vérifié.
- Ce travail cherche à optimiser un milieu de culture à base de dattes pour la production d'un biopesticide bactérien.
- Procédé peu coûteux, rentable, donnant un produit biologique pouvant se substituer aux pesticides chimiques.

2. Protocole expérimental

2.1. Sélection et isolement des souches

- Dans notre étude, deux souches appartenant au genre *Bacillus* ont été testées en vue d'une production de biopesticides.

2.2. Identification des souches

- Les souches ont été identifiées en testant leurs caractéristiques morphologiques, biochimiques, ...

2.3. Optimisation du milieu de culture

- Pour la production des biopesticides microbiens, un milieu de culture à base des dattes (écarts de triage ...) a été conçu.
- optimiser un milieu c'est déterminer la nature et les concentrations optimales en divers nutriments qui feront du sirop de dattes amélioré un milieu propice pour une production optimale des bactéries à produire.

Production de biopesticides en bioreacteur pilote de 5 litres

- Le milieu optimisé grâce aux cultures de laboratoire en erlenmeyer a fait l'objet de quelques essais de production pilote de biomasse bactérienne dans un fermenteur de 5 litres.
- Au cours de ces essais de fermentation nous avons déterminé les paramètres cinétiques et suivi les performances de ce procédé biotechnologique (production, rendement, productivité).
- La préculture est cultivée en batch dans un erlenmeyer de 1 l contenant 200 ml de milieu optimisé dans un incubateur agitateur à 200 tours/minute et à 30°C pendant 12 h.
- La préculture est ensuite inoculée au bioréacteur contenant 2 l du milieu de culture à un taux de 10 %.
- La fermentation a été effectuée dans un fermenteur de 5 l,
- type Labfors / Infors HT.

RESULTATS

Composition du sirop de dattes .

	Sirop de dattes analysées	Sirop de dattes (Anon., 2004)	Dattes dénoyautés (Jraidi, 1989)
Brix	74%	76%	-
Sucres totaux	69,63 %	72,34%	78,41%
Saccharose	37,24%	3,14%	42,75%
Sucres invertis	32,39%	69,2%	33,4%
Glucose	16,70%	-	-
Fructose	15,69%	-	-
Protéines	2,5%	1,11%	2,78%
Matières sèches	74,431%	76,3%	88%
Cendre	2,417%	1,8%	2,15%

Optimisation des conditions de croissance des bactéries

Optimisation des conditions de croissance de deux souches :

- pH optimal est pH= 7
- Température optimale est 30°C
- Concentration optimale en glucose est 20g/l
- Concentration optimale en extrait de levure est 3g/l
- Il reste à vérifier l'effet de l'interaction entre les différentes concentrations en sucre, en extrait de levure et en $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (source d'azote).

Les paramètres de fermentation

Fermentations N°:

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	

μ_{max}

(h⁻¹)	0,07	0,11	1,4	0,45	0.0	0	1,22	0,35
	0,6	0,48	0,46	0	0,47	0,5	0,45	

P_{max}

(g/l/h)	0	0	1,15	0,43	0	0	0,92	0,43
	0.67	0,6	0,45	0	0,59	0,52	0,41	

Les concentrations optimales sont :

- **30,59 g/l** de sirop de dattes,
- **4,38 g/l** d'extrait de levure et
- **11,51 g/l** de $(NH_4)_2SO_4$.



Fermenteur : Labfors / Infors HT

ETUDE ET OPTIMISATION DU
PROCÉDÉ DE PRODUCTION
DU VINAIGRE

Acquisition de la matière 1^{ère} et caractérisation biochimique du jus

Acquisition de la matiere première



Espèce = *Opuntia ficus-indica*

Origine = Gassrine /
Zèlfène

Récolte = Octobre 2011

Tableau. Les rendements d'obtention du jus brut à partir de la figue de barbarie
 *les rendements ont été calculés sur une quantité de 400Kg de figue de barbarie

Extraction du jus



Tableau. Les rendements d'obtention du jus brut à partir de la figue de barbarie

Pourcentage pulpe/Fruit %(m/m)	Pourcentage de Déchets %(m/m)	Pourcentage jus/pulpe % (v/m)	Pourcentage Jus/fruit % (v/m)	Pourcentage du pépin % (m/m)
51,18	48,81	78,68	37,56	1,46

Caractérisation du jus du figue de barbarie

Compositions	Teneur
Teneur en eau (%)	88,73 ± 0,002
Matière sèche(%)	11,29 ± 0,001
Teneur en Cendre (%)	0,26 ± 0,06
Acidité (%éq acide citrique)	0,037 ± 0,002
pH	5,23 ± 0,02
TSS (°Brix)	14 ± 0,04
Sucres totaux (%)	10,33 ± 0,03
Glucose %	6,65 ±0,04
Fructose %	3,68±0,01
Azote totales (mg/100g)	95,2± 0,00
Protéines (%)	0,60 ± 0,05

*moyenne ± erreurs standard ; les résultats (n=3)

*les valeurs sont exprimées en Matière Fraîche (MF)

Caractérisation du jus du figue de barbarie

Le degré Brix= 14% \pm 0,04(MF)

→ valeur est nettement > à celles trouvés dans d'autres travaux tunisiens = 11,53 \pm 0,01 (El Guizaini.T .et al, 2011) pour le même cultivar.

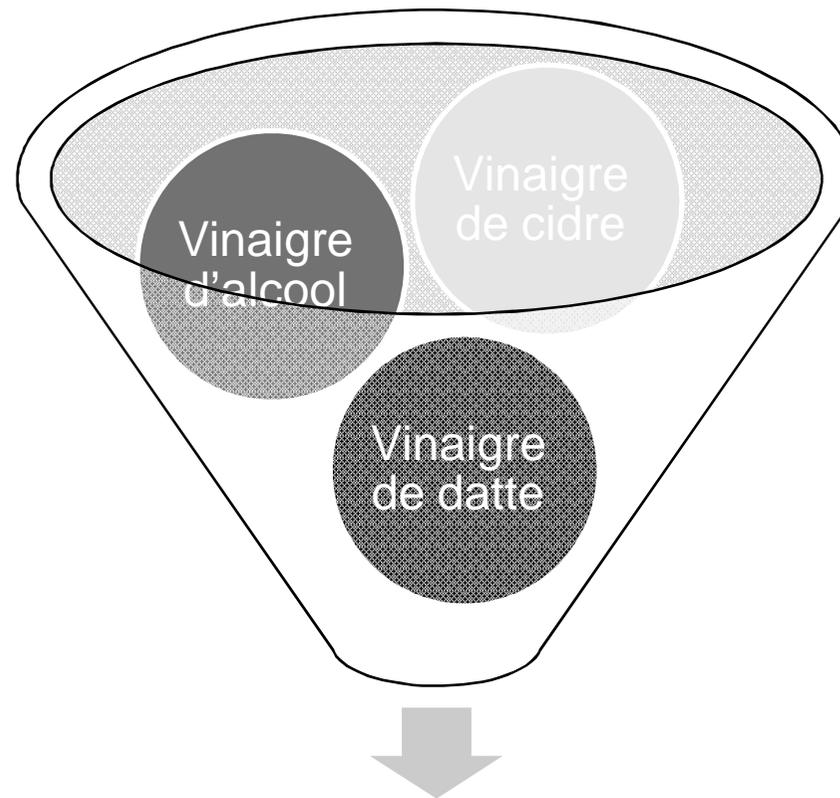
•**Teneur en sucres totaux** =10,33% (g/100g MF).

→ Cette valeur est comparable à celle de la littérature pour ce genre de figue de barbarie "*Opuntia ficus-indica*"

→ Cette teneur est élevée en comparaison avec d'autre jus de fruit tel que le poire (9,8%), pêche (8,5%), prune (7,8%) (Belitz et Grosch, 1999; Cappelli et Vannucchi, 1990).

**Isolement des souches
bactériennes responsables de
deux fermentation alcoolique et
acétique**

Isolement des souches bactériennes



5 souches de bactéries et
deux 4 souches de levures

Isolement des souches bactériennes

Levures responsables de la F.Alcoolique

4 souches

1. *Saccharomyces cerevisiae*
2. *Candida glabrata*
3. *Candida guilliermondii*
4. *Candida lusitana*

Bactéries responsables de la F.Acétique

5 souches

1. *Acetivibrio*
2. *Acetivibrio*
3. *Acetivibrio*
4. *Acetivibrio*
5. *Acetivibrio*

La Fermentation alcoolique

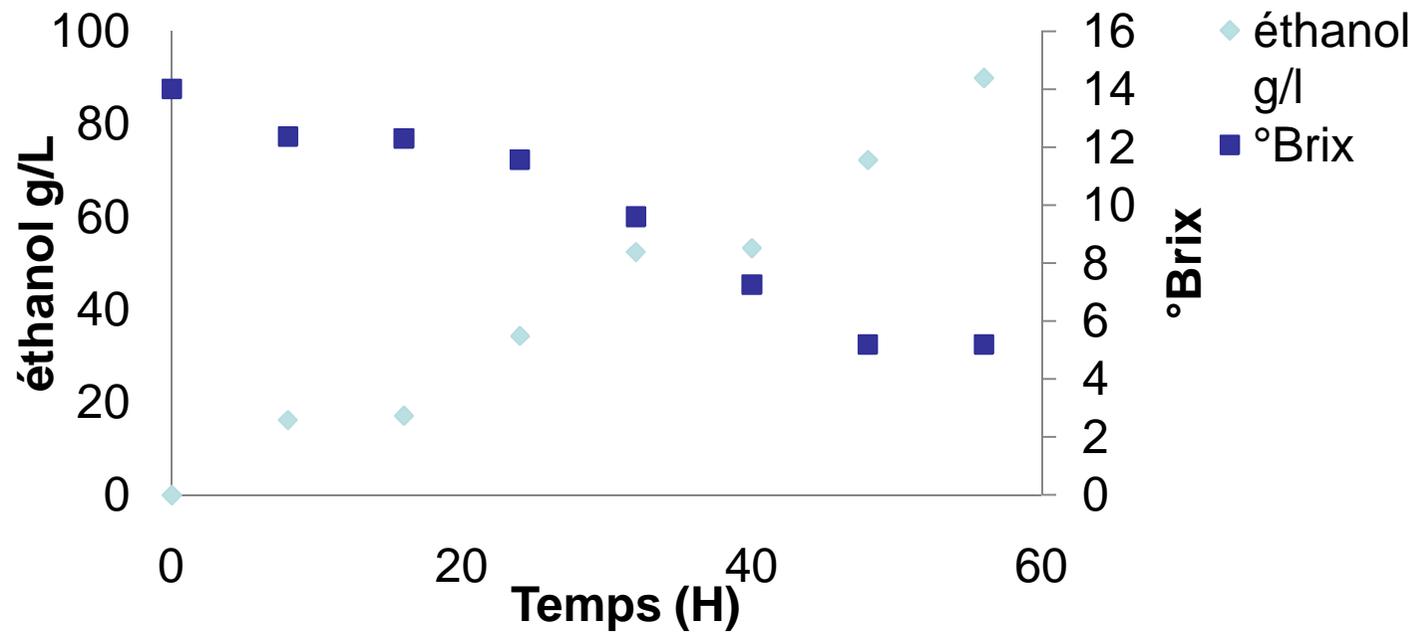


La Fermentation alcoolique

Au cours de la fermentation, nous procédons au suivi de différents paramètres :

- Evolution de la teneur en sucres totaux (Brix)
- Evolution de la production de l'éthanol

La Fermentation alcoolique



↪ Vin obtenu = 89,95 g/L

↪ Productivité = 1,87 g/L/h

La Fermentation alcoolique

- **Caractérisation du vin de figue de barbarie**

⇒ **Vin avec 11,4° alcool**

⇒ **pH = 3,58**

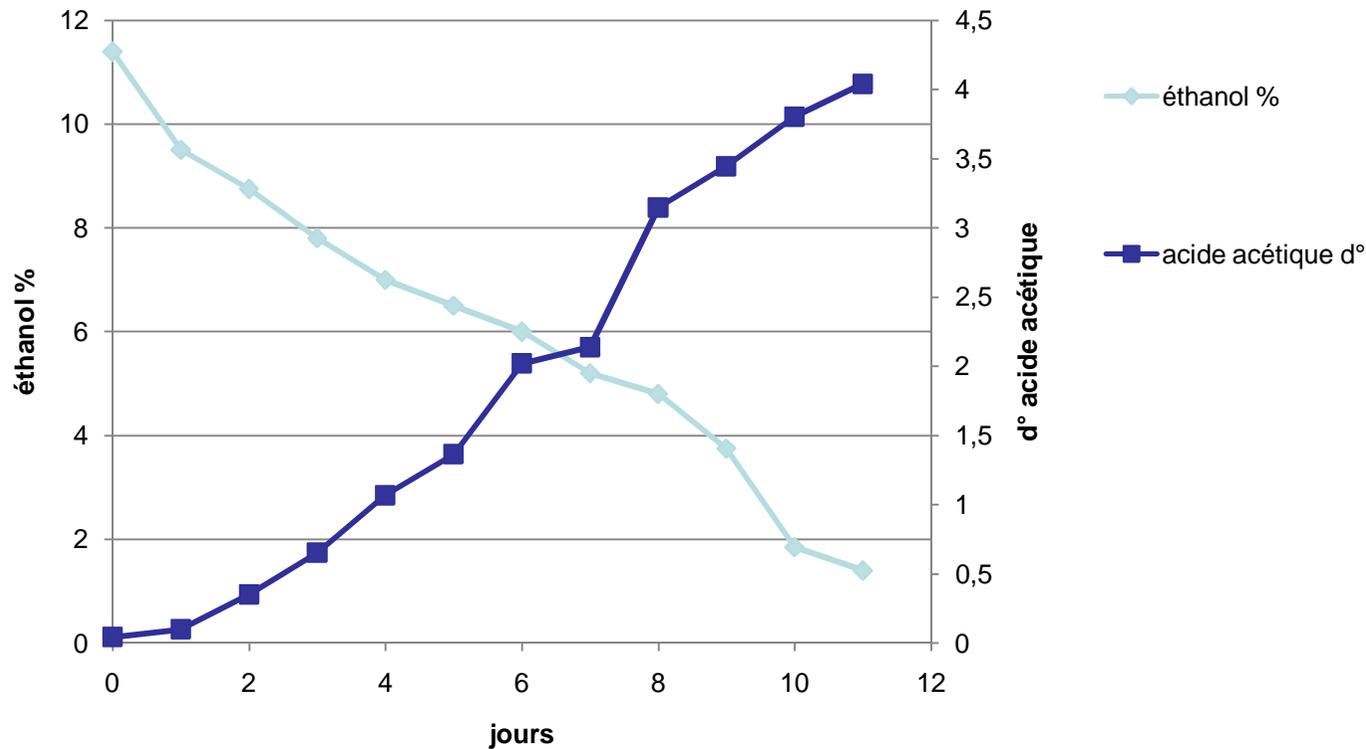
⇒ **Indice de polyphénol totaux = 0,73mg/ml (éq acide gallique)**



La Fermentation acétique



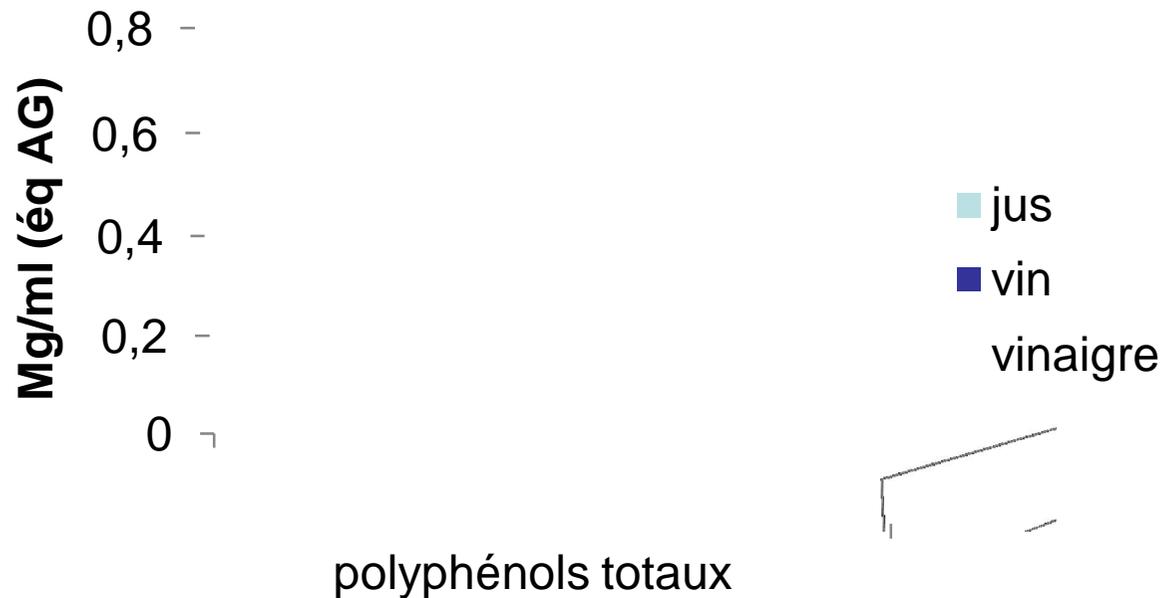
Évolution de la production de l'acide acétique



Degré acide acétique final = 4,2° \Rightarrow conforme aux normes internationales pour le vinaigre (4°-8°)

Degré alcoolique = 1,4% \Rightarrow conforme à la norme française pour les vinaigres du vin \leq 1,5%

Évolution de la teneur en polyphénols au cours du procédé de production du vinaigre



- Teneur en polyphénols totaux finale = 0,66 mg/ml (eq acide gallique)
- Cette valeur est comparable aux vinaigres