

Effet de la désinsectisation par ionisation au rayonnement gamma sur la qualité boulangère du blé tendre

Mekkaoui L.¹, Fahli A.¹, Boujnah M.³, Farahat B.², Moussaid M.², R'kiek C.²

¹ Faculté des Sciences Ben M'Sik - Casablanca - Maroc

² Station d'ionisation de Boukhalef - INRA - Tanger - Maroc

³ Département de Technologie Alimentaire - INRA - Rabat - Maroc

Résumé

Le but du présent travail est d'étudier l'effet de l'ionisation par rayonnement gamma sur certaines caractéristiques fermentaires et rhéologiques de la farine du blé tendre .

Les analyses effectuées sur les huit échantillons de blé tendre traités par différentes doses de rayonnement gamma nous ont permis de noter une diminution de l'indice de sédimentation au SDS quand la dose augmente. Le temps de chute de Hagberg présente un maximum à 500 Gray (Gy) ; Les paramètres mesurés au farinographe ont subi également des variations considérables. Le taux d'hydratation augmente régulièrement, la stabilité et le temps de développement atteignent des valeurs maximales à 500 Gy . L'affaiblissement de la pâte atteint son bas niveau à 750 Gy . Concernant les paramètres mesurés à l'alvéographe nous avons remarqué que la ténacité atteint son maximum de variation à 500 Gy.

Mots clés : Radiations gamma, blé tendre, qualité boulangère

Abstract : Gamma irradiation disinfection effect on the bread making quality of wheat

The purpose of this work is to study the gamma radiation effect on some fermentative and rheological characteristics of bread wheat flour.

The analyses performed on the eight bread wheat samples treated with different doses of gamma radiations revealed that the SDS sedimentation value decreases when the dose increases. For the Hagberg falling number, the values obtained reached a maximum value at 500 Gray (Gy).

Concerning the farinograph test, we could notice a regular increase of water absorption along with increase of the dose of gamma radiation. The stability and dough development time presented a maximum values at 500 Gy. For dough breakdown, it was lowered to its minimum

value at 750 Gy . As far as alveograph parameters are concerned, we noted that the tenacity was maximum at 500 Gy . The variations of the swelling power and the work of deformation were very irregular at low doses of gamma radiation .

Key words : Gamma radiation, bread wheat, breadmaking quality

ملخص : تأثير إبادة الحشرات بأشعة (γ) جاما على الخصائص الخبزية للقمح

المكاوي ل.1، الفاحلي أ.1، بوجناح م.3 فرحات ب.2 مسعيد م.2 الركيك ك.2

1 جامعة الحسن الثاني، كلية العلوم بن مسيك، الدار البيضاء، المغرب

2 محطة التشعيع بوخالف، المعهد الوطني للبحث الزراعي، طنجة، المغرب

3 شعبة التكنولوجيا الغذائية، المعهد الوطني للبحث الزراعي، الرباط، المغرب

يستهدف من هذا البحث دراسة تأثير التآين بأشعة جاما (γ) على بعض الخصائص الخبزية و الزيولوجية للقمح الطري.

و قد مكنتنا الدراسة التي همت 8 عينات من القمح الطري و المشعة بجرعات مختلفة من أشعة جاما من ملاحظة نقص في مؤشر الترسيب عندما ترتفع جرعة التشعيع وأن مؤشر هاجبرج يرتفع ليبلغ حده الأقصى عند جرعة 500 جراي، أما عن الثوابت الفارينوغرافية فقد لاحظنا ارتفاعا منتظما لقدرة دقيق القمح على امتصاص الماء، وبلوغ الحد الأقصى بالنسبة لمتانة العجينة ومدة بسطها عند جرعة 500 غراي، كما لاحظنا أن الحد الأدنى لضعف العجينة يوجد عند القمح المشع بجرعة 750 غراي. فيما يرجع للثوابت الأفيوجرامية فإن لصوق العجينة يصل إلى حده الأقصى عند جرعة 500 غراي، وجهد تغيير الصورة و الانتفاخ يتغيران بصفة غير منتظمة خصوصا بالنسبة للجرعات الصغيرة.

الكلمات المفتاحية : تآين، قمح طري، خصائص خبزية

Introduction

Le secteur céréalier se situe au premier ordre des priorités économiques d'un pays comme le Maroc où les céréales constituent une composante importante de l'alimentation de la population. Malgré les méthodes de prévention utilisées, les pertes qualitatives et quantitatives causées par les insectes au cours du stockage des produits céréaliers ne sont pas négligeable. Ces pertes peuvent atteindre 10 % chez les organismes stockeurs. Elles sont plus importantes dans les magasins et les silos (M.A.R.A, 1978).

La toxicité de certaines substances chimiques, la présence de résidus toxiques et l'apparition de souches résistantes sont les principaux facteurs limitant l'emploi des insecticides.

Le traitement par radiations ionisantes est une technique utilisée, entre autres, pour la désinsectisation ; son usage n'est pas strictement limité aux céréales. Cette technique apparaît comme une méthode de choix pour la désinsectisation du blé afin de prolonger sa durée de conservation (Boisseau, année non déclarée). Elle semble aussi prometteuse si elle ne cause pas de changements nuisibles aux qualités nutritive et technologique du produit traité.

Il est donc nécessaire d'appréhender l'effet du rayonnement Gamma sur la qualité du blé et les doses qu'il faut appliquer pour obtenir l'effet désiré.

Le présent travail se propose de soumettre les grains d'une variété marocaine de blé tendre aux doses d'irradiation communément utilisées pour la désinsectisation, (250 ; 500 ; 750 et 1000 Gy) dans l'objectif d'évaluer l'effet de l'ionisation sur la qualité boulangère du blé tendre . En outre, des doses plus fortes de radiation (2, 4, et 6 kGy) ont été utilisées pour évaluer leurs influences sur la qualité boulangère du blé.

Matériel et méthodes

Matériel végétal

Cette étude a porté sur la variété de blé tendre KHAIR issue de la station expérimentale de l'INRA de Sidi Allal Tazi (récolte 1997). Un test entomologique a été effectué sur ce matériel végétal et a révélé qu'il est dépourvu de tout genre d'insectes. Des échantillons de 5Kg chacun ont été constitués pour être traités aux différentes doses choisies.

Traitement appliqué

Nous avons traité les grains de blé par des rayonnements Gamma issus d'une source de ^{60}Co d'activité de 15000 Curie (Ci) à des doses de 250, 500, 750, 1000, 2000, 4000 et 6000 Gy. Une étude dosimétrique pour déterminer la répartition des doses dans le produit a été préalablement effectuée avant d'entamer la phase de l'ionisation qui a été effectuée dans deux types de conteneurs, adaptables aux tables tournantes. Nous avons utilisé à cette fin des dosimètres Red perspex dont la gamme de dose s'étend de 5 à 50 kGy. Leur lecture s'effectue sous une longueur d'onde de 640 nm . La répartition des dosimètres dans les conteneurs utilisés est illustrée sur les Figures 1 et 2

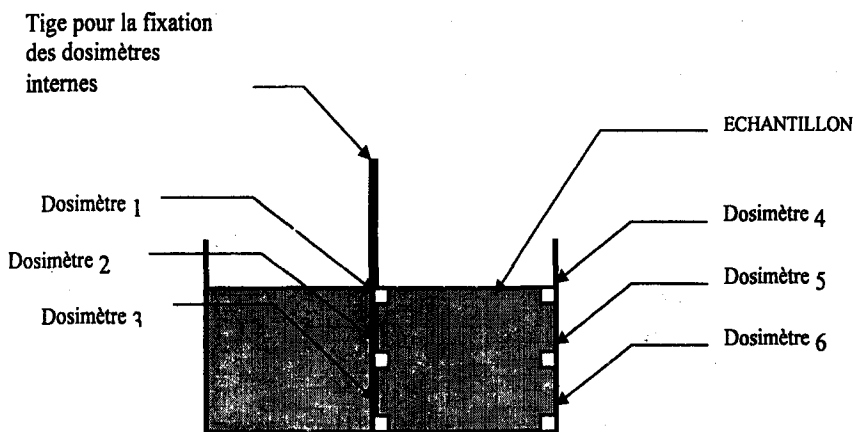


Figure 1. Emplacement des dosimètres dans le premier type de conteneur

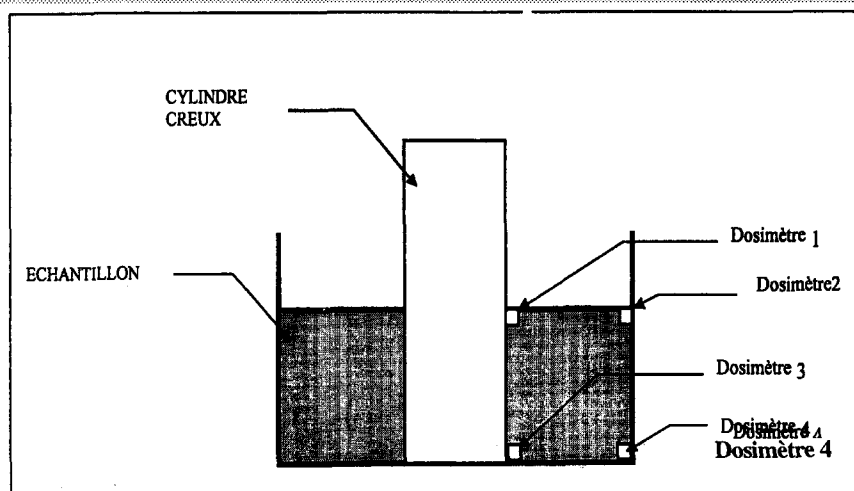


Figure 2. Emplacement des dosimètres dans le deuxième type de conteneur

Les échantillons ont été ionisés, de manière à absorber une dose approximative de 10 kGy. Un temps de repos de 3 heures avant la lecture a été nécessaire pour la stabilisation des dosimètres.

La lecture des dosimètres nous a permis d'avoir l'uniformité de dose dans chacun des conteneurs. Cette uniformité représente le rapport entre la dose maximale et minimale. Ces valeurs (1,24 pour le premier conteneur et 1,46 pour le second) nous ont permis de conclure que la répartition de dose dans les deux conteneurs est très satisfaisante. Après cette étude dosimétrique, nous avons procédé aux traitements des échantillons.

Conditionnement et mouture expérimentale du blé

La plupart des tests d'appréciation de la qualité technologique du blé ont été effectués sur la farine expérimentale obtenue au laboratoire en utilisant le moulin Chopin CD1.

Avant de procéder à la mouture, les échantillons du blé sont conditionnés à une humidité de 15% pendant 24 heures.

Le diagramme de mouture du moulin Chopin CD1 est rapporté à la Figure 3. Le rendement total en farine se calcule de la manière suivante :

Rendement en farine (en%) = $(F1 + F2 + F3) \times 100 / \text{poids du blé conditionné}$.

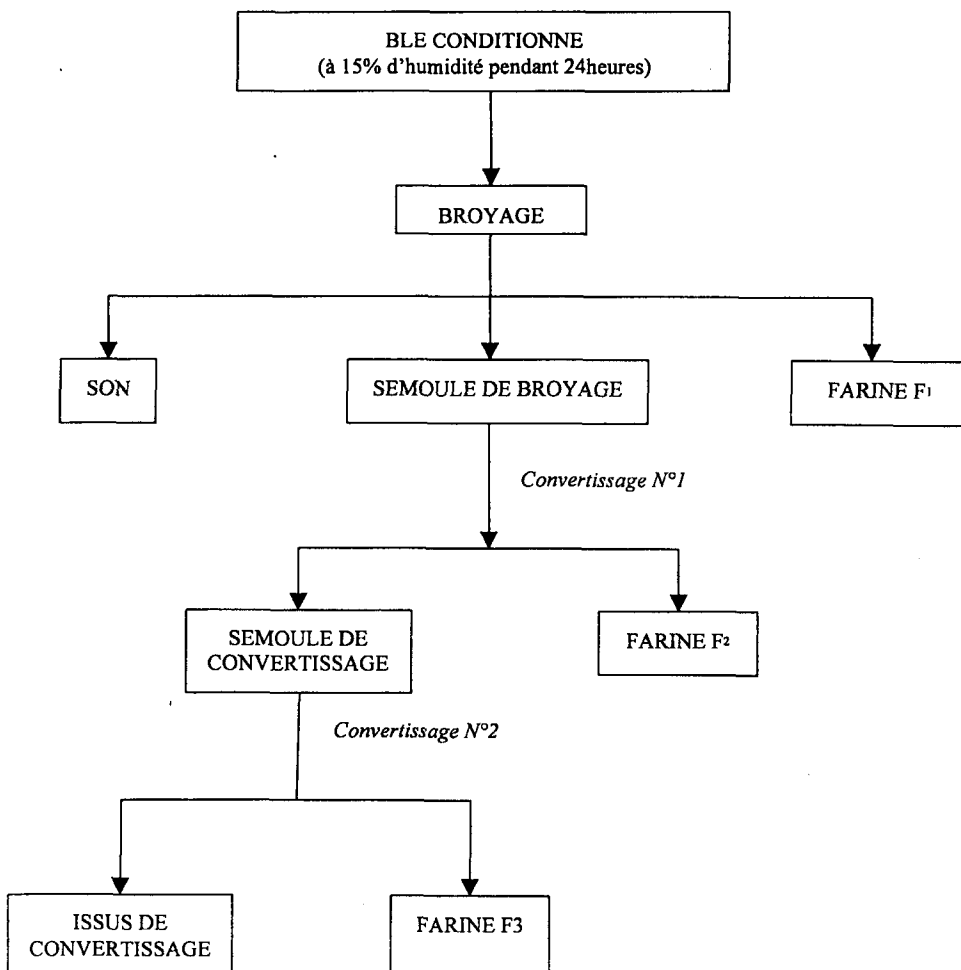


Figure 3. Diagramme de mouture au moulin Chopin type CD1

Tests d'appréciation de la valeur boulangère du blé

Tests physico-chimiques

Humidité :

L'humidité du blé a été déterminée en évaluant la perte de masse d'une quantité de 5g de farine après un séchage à une température de 130 °C, pendant une durée de 90 min. Ces conditions correspondent à celles décrites par la méthode AFNOR NF - V03 - 707 (méthodes AFNOR , 1982).

Détermination du temps de chute selon Hagberg

Ce test permet l'évaluation de l'activité alpha amylasique qui est un critère d'appréciation de la qualité fermentaire de la pâte. Le principe de la méthode consiste à mesurer le temps total (en secondes) nécessaire à l'agitateur de l'appareil utilisé (Falling Number system perten type 1402) pour traverser sous son propre poids un gel, formé de mouture intégrale et de l'eau dans des conditions thermiques bien définies. La méthode ICC 107 a été utilisée (méthodes ICC).

Test de sédimentation SDS

Ce test donne une estimation de la force des blés. Le principe consiste à mettre en suspension 6g de mouture intégrale réalisée par un cyclotec dans une solution contenant du SDS (Sodium Dodecyl Sulfate) et de l'acide lactique en présence du bleu de Bromophénol ; après des temps d'agitation et de repos bien définis on mesure le volume du dépôt (Williams et al., 1988).

Tests rhéologiques

Test au farinographe

Le farinographe mesure et enregistre la résistance de la pâte au pétrissage, en fonction du temps, ce qui permet d'apprécier certains de ses caractères tels que : l'hydratation, le temps de développement, le degré d'affaiblissement et la stabilité de la pâte. La méthode utilisée est celle décrite par AACC et portant le N° 54 - 21 (méthodes AACC, 1984).

Essai à l'alvéographe

L'alvéographe Chopin mesure et enregistre le travail nécessaire à la déformation d'un pâton soumis à une pression d'air. Il permet ainsi l'appréciation de sa force boulangère. A partir de la courbe obtenue, nous avons mesuré la ténacité (P), l'abscisse moyenne à la rupture (L), le gonflement (G), le travail de déformation (W), et le rapport de configuration (P/L) . La méthode AFNOR NF - V03 - 710 a été utilisée (méthodes AFNOR, 1982) .

Analyses statistiques

Les données ont été analysées par une analyse de la variance LDS en utilisant le logiciel statistique SAS.

Résultats et Discussions

Paramètres physico-chimiques

Les résultats relatifs aux tests physico-chimiques sont dressés au tableau 1 et leurs variations sont illustrées aux figures 4 et 5.

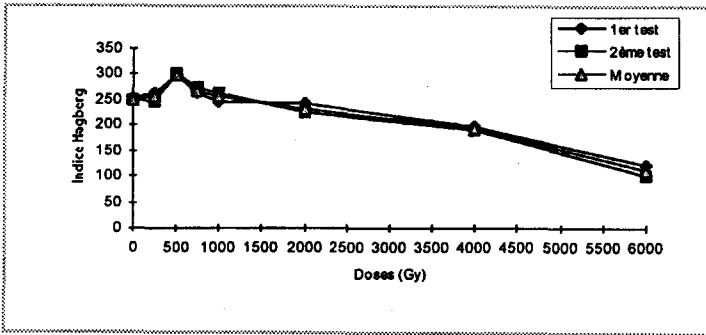


Figure 4. Evolution de l'indice de chute de Hagberg en fonction de la dose de radiation gamma administrée

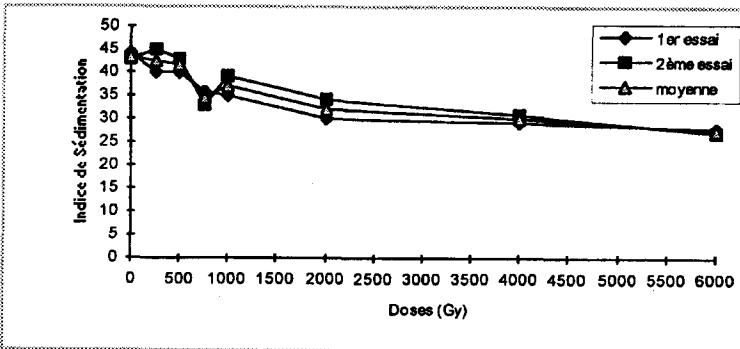


Figure 5. Evolution de l'indice de sédimentation en fonction de la dose de radiation gamma administrée

On constate tout d'abord que le temps de chute de Hagberg relatif à l'échantillon témoin (251s) indique que le blé a une activité amylasique normale. L'évolution de ce temps de chute de Hagberg en fonction de la dose communiquée aux échantillons, représentée à la figure 4, montre que pour les faibles doses ce temps augmente régulièrement et significativement pour atteindre un maximum de 300 s à 500 Gy puis diminue significativement jusqu'à atteindre 111s au voisinage de 6000 Gy. Pour les faibles doses, l'augmentation de l'indice de chute connaît un maximum à 500 Gy ceci s'explique par une diminution de l'activité amylasique, et par conséquent la qualité fermentaire de la farine de blé irradié pourrait connaître une légère amélioration. Ce résultat concorde avec celui rapporté par (Charbach M., 1996) . Blink cité par Deschreider (1966) rapporte également que l'amélioration de la qualité boulangère d'une farine irradiée à 5 kGy serait due à des produits de dégradation de l'amidon ionisé.

A partir de 500 Gy on remarque une diminution de l'indice de Hagberg. Cette chute de la viscosité serait probablement due à un changement des propriétés viscoélastiques de l'amidon : une dégradation et des cassures dans ses chaînes ainsi qu'une rupture des liaisons hydrogène de ses molécules (Ozkaya et al., 1994). D'après Deschreider (1966), cette augmentation de l'activité amylasique est due à la dénaturation des polysaccharides engendrant une augmentation de solubilité de l'amylopectine. Ceci peut entraîner une détérioration de la qualité de la farine qui devient très accentuée pour les fortes doses rappelons qu'une farine ayant une activité amylasique excessivement élevée donne une pâte collante et une mie de pain collante. La figure 5 montre l'évolution de l'indice de sédimentation avec la dose de radiations gamma. On constate que cet indice diminue régulièrement avec la dose et que cette diminution est moins marquée donc non significative pour les faibles doses.

Puisque cet indice nous renseigne sur la qualité des protéines on peut dire que cette dernière subit une très légère détérioration, surtout pour les fortes doses rendant la force boulangère très faible. La précision du niveau où a lieu cette détérioration fera l'objet d'un travail ultérieur.

Paramètres rhéologiques

Les résultats moyens relatifs aux différents paramètres mesurés au farinographe et à l'alvéographe sont donnés au tableau 2 et leurs variations sont illustrées sur les figures 6, 7, 8, 9, 10 et 11 .

Pour les paramètres du farinographe, le taux d'hydratation augmente avec la dose d'irradiation ; ce qui peut être expliqué par une modification au niveau des chaînes protéiques et par un endommagement excessif de l'amidon (Ozkaya et al., 1994). La stabilité augmente pour les faibles doses et passe par un maximum à 500 Gy. A partir de 1000 Gy, elle est maintenue à un niveau comparable à celui du blé témoin. L'augmentation relevée pour les faibles doses peut être expliquée par une augmentation de la capacité de la pâte à supporter le maniement mécanique et la fermentation poussée, ce qui peut entraîner une meilleure résistance au pétrissage (Charbach , 1996). Le temps de développement varie d'une manière irrégulière avec la dose d'irradiation. Ceci s'explique par des modifications au niveau de la structure du gluten (Charbach , 1996). Toutefois, la courbe de variation du temps de développement pré-

sente un maximum à 500 Gy. Pour les doses supérieures, les valeurs obtenues pour ce paramètre restent inférieures à celle du blé témoin. Concernant l'affaiblissement de la pâte, ce paramètre montre une diminution jusqu'à la dose de 500 Gy puis passe par un minimum à 750 Gy avant d'augmenter régulièrement pour les doses supérieures.

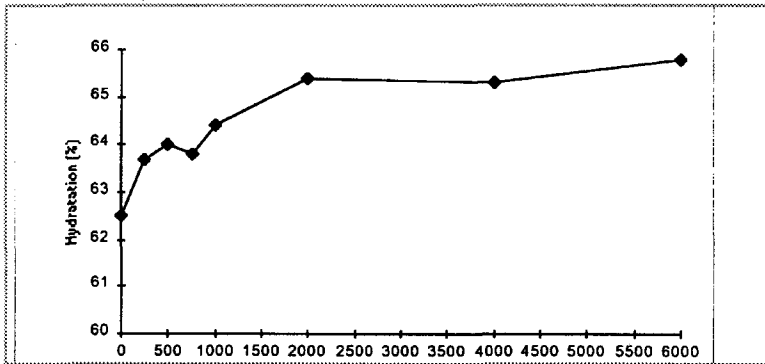


Figure 6. Evolution de l'hydratation en fonction de la dose de radiation gamma administré

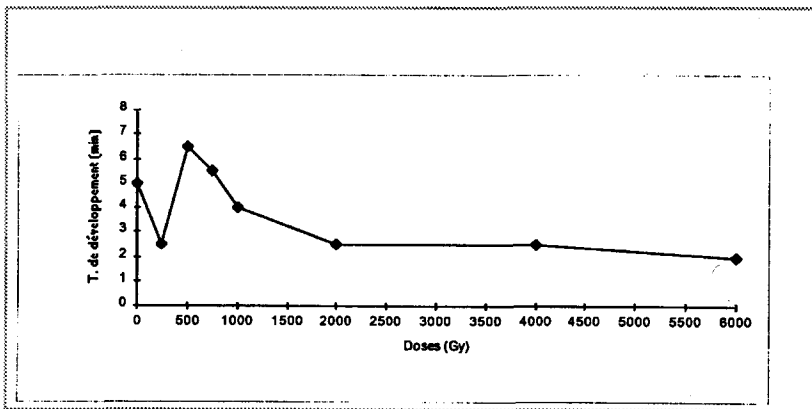


Figure 7. Evolution du temps de développement en fonction de la dose de radiation gamma administrée

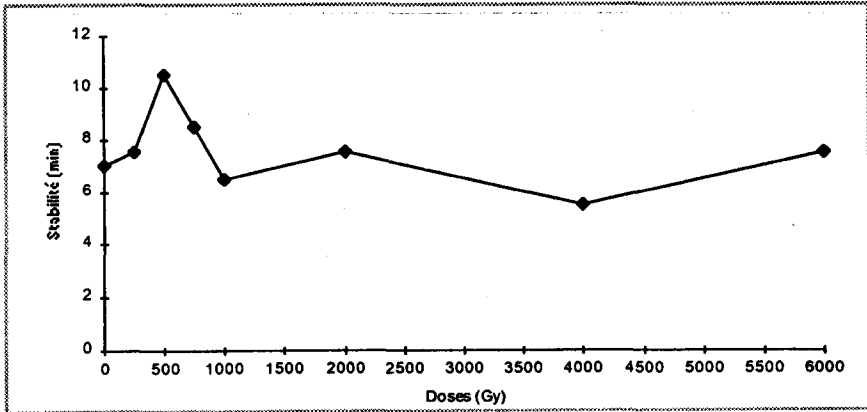


Figure 8. Evolution de la stabilité en fonction de la dose de radiation

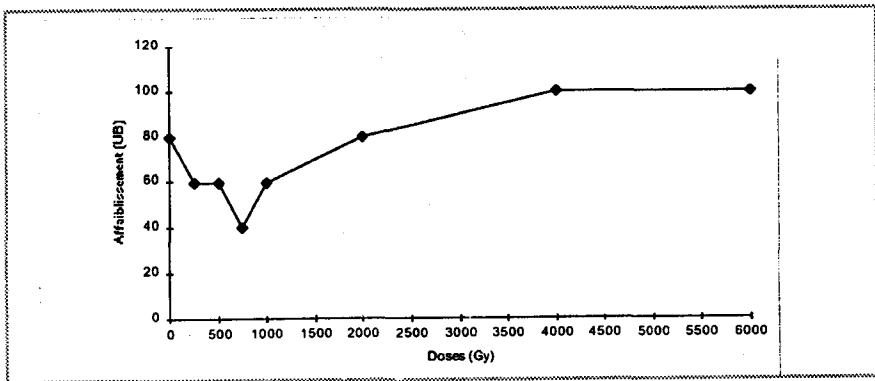


Figure 9. Evolution de l'affaiblissement en fonction de la dose de radiation gamma administrée

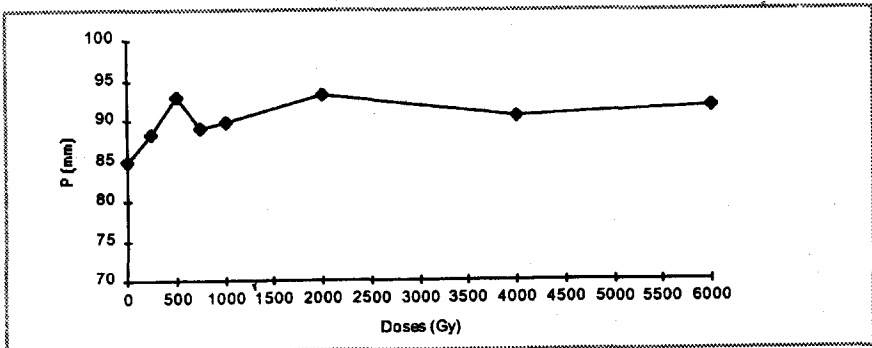


Figure 10. Evolution de la tenacité en fonction de la dose administrée

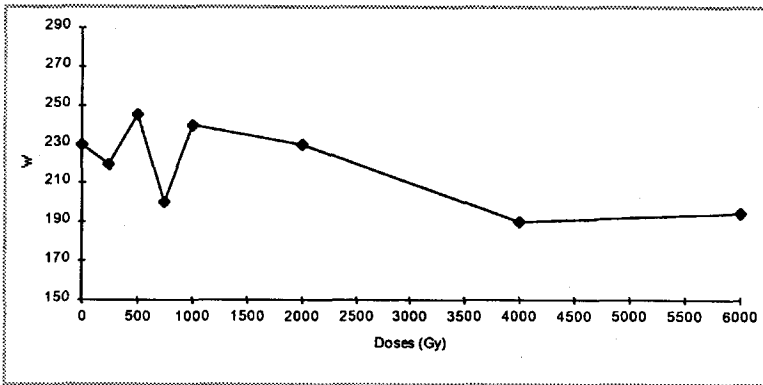


Figure 11. Evolution du travail de déformation en fonction de la dose de radiation gamma administrée

Les résultats obtenus pour ces paramètres sont en bon accord avec ceux obtenus par Pape (1972) sauf que la dose à laquelle ces paramètres connaissent un maximum de variation n'est pas tout à fait la même, ceci peut être attribué aux différences de textures et aux origines différentes des blés étudiés.

Concernant les paramètres mesurés à l'alvéographe, la ténacité (P) augmente et connaît un maximum vers 500 Gy. A partir de cette dose elle varie de manière irrégulière tout en restant au-dessus de celle du blé témoin. Ce paramètre est en relation avec la capacité de la pâte à absorber l'eau. L'augmentation des valeurs de P corrobore celle enregistrée au niveau du taux d'absorption de l'eau au farinographe. Une pâte préparée à partir de la farine d'un blé ionisé absorbe plus d'eau qu'une pâte provenant de la farine du même blé non ionisé. Le travail de déformation (W) évolue d'une façon irrégulière avec la dose de radiations gamma absorbée mais il culmine à 500 Gy, ce qui témoigne d'une meilleure résistance de la pâte à la pression donc au gonflement sous l'effet de la production gazeuse durant la fermentation paninaire. Au-delà de 1000Gy, ce paramètre commence à diminuer.

Tableau 1. variation des différents paramètres physico-chimiques avec la dose d'irradiation

DOSE (Gy)	Indice de chute de Hagberg (s)	Indice de sédimentation (SDS) (cm ³)
0	251 ab	43 ab *
250	255,5 b	44,5 a
500	299,5 a	42 b
750	268,5 b	31,5 de
1000	255 b	39 c
2000	232,5 c	33,5 d
4000	195 d	30,5 e
6000	110,5 e	27,5 f
LDS	22,305	2,377

* analyse statistique par le test LDS, les mêmes lettres signifient que les valeurs ne sont pas significativement différentes ($p < 0,05$)

Tableau 2. variation des différents paramètres des tests à l'alvéographe et au farinographe avec la dose d'irradiation

DOSE (Gy)	Test à l'alvéographe				Test au farinographe			
	P(mm)	G(cm ³)	W (10 ⁻⁴ j)	P/L	Hydratation (%)	temps de développement(min)	stabilité (min)	affaiblissement (UB)
0	85	19	230	1.28	62.5	5.0	7.0	80
250	88.2	17	220	1.62	63.7	2.5	7.5	60
500	93	18.5	245	1.46	64	6.5	10.5	60
750	89	17	200	1.72	63.8	5.5	8.5	40
1000	89.8	19	240	1.35	64.4	4.0	6.5	60
2000	93.2	17.5	230	1.62	65.4	2.5	7.5	80
4000	90.6	16	190	1.95	65.3	2.5	5.5	100
6000	91.6	17	195	1.77	65.8	2.0	7.5	100
Moy	90,05	17,62	218,75	1,59	64,36	3,81	7,56	72,5
Ecart-type	2,71	1,094	21,171	0,224	1,094	1,69	1,47	21,21
Coeff-var	0,03	0,062	0,097	0,14	0,017	0,443	0,195	0,293

Conclusion générale

Cette étude nous a permis de conclure que l'ionisation sous l'effet des doses usuellement utilisées pour la désinsectisation du blé (< 1 kGy), permet non seulement de maintenir intact la qualité technologique du blé, mais pourrait aussi de l'améliorer légèrement pour certaines doses.

En effet, les modifications entraînées par les radiations gamma à environ 500 Gy, telles qu'elles sont enregistrées par les divers paramètres étudiés, vont dans le sens de l'amélioration de la qualité boulangère, du moins pour la variété de blé utilisée dans cette étude.

Pour confirmer ces résultats, une étude plus approfondie est en cours pour mettre en évidence l'action des rayons gamma sur un certain nombre d'éléments constitutifs de la farine de blé, surtout les protéines, pour mieux évaluer les variations de la qualité boulangère.

Références bibliographiques

AFNOR. (1982). Recueil de normes françaises des céréales et produits céréaliers, 1ère édition, AFNOR (Ed.), Paris, France.

Approved methods of the american association of cereal chemists. (1984). 8Th. Edition, Amer. Assoc. Cereal chem., Inc., St. Paul, Minnesotan, U.S.A.

- Boisseau, P. (année non déclarée). La désinsectisation par ionisation des céréales stockées. Service de Radio agronomie, Commissariat à l'Energie Atomique, Centre d'Etudes Nucléaires de Cadarache, France.
- Charbach, M. (1996). Effet de l'ionisation sur la Croissance et la Qualité de quelques produits agricoles. Technologie d'ionisation dans l'alimentation et l'agriculture, pp : 145 - 161. Organisation Arabe du Développement Agricole - Comité Arabe de l'Energie Atomique - Egypte.
- Deschreider, A. R. (1966). Action des rayons gamma sur les éléments constitutifs de la farine de blé. Proceeding of Food irradiation symposium Karlsruhe, 6-10 june 1966, jointly organized by the IAEA and FAO pp : 173-185.
- ICC. Méthodes standards de l'Association Internationale de la Chimie Céréalière. Ed. Moritz Schäfer Detmold.
- M.A.R.A. (1978). Les moyens de stockage des céréales et des intrants. Situation actuelle et perspectives.
- Mauze, C., Richard, M., Scotti, G. (1972). Guide pratique de contrôle de la qualité du blé. Institut des techniques des céréales et fourrages. Paris, France.
- Ozkaya, B., Koxsel, H., Ozkaya, H., Tutluer, H. (1994). Effects of Gamma Irradiation on Wheat Quality. Turk. J.Nucl.Sc., Vol.20 , pp : 47-58.
- Pape, G. (1972). Radiation Preservation of Food. Proceedings of food symposium, Bombay, 13-17 november 1972, jointly organized by the IAEA and FAO pp : 311-338.
- Williams, P ; Jaby El-Haramein, F ; Nakkoul, H. et Rihawi, H. (1988). Crop quality evaluation. methods and guidelines. International Center for Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria.