

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

BADJI MOKHTAR- ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار-عنابة

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE

Année : 2003

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de **MAGISTERE**

Thème

***Contribution à l'étude de l'effet du plomb sur
certains paramètres germinatifs et sur les
activités lipasiques et amylasiques du blé.***

Option

BIOCHIMIE APPLIQUEE

Par

HAMMOUM Zakia

DIRECTEUR DU MEMOIRE : Mr. BOUTEBBA A. M.C Université de Annaba

Devant le jury :

**PRESIDENT
EXAMINATEURS**

A. TAHAR
H. BERREBAH
S. AOUADI

Prof.
M.C
MAT C.C.

Université de Annaba
Université de Annaba
Université de Annaba

Mon dieu, rempli nôtres âmes par ton amour et d'amour pour l'art et pour toutes les créatures.

N'admet pas que la soif du gain et la recherche de la gloire nous éloigne du noble devoir de faire du bien aux créatures.

Donne nous la force, la volonté et l'occasion d'élargir de plus en plus nos connaissances.

Nous pouvons aujourd'hui découvrir dans notre savoir des choses que nous ne soupçonnions pas hier, car l'art est grand mais l'esprit de l'être humain pénètre toujours plus en avant.

Amen.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé au sein du département de Biochimie de l'université d'Annaba.

Que Monsieur Tahar Ali , Professeur à la faculté des sciences de l'université d'Annaba, trouve ici ma profonde gratitude pour avoir eu l'amabilité de présider ce jury.

Mes sincères remerciements à Monsieur Boutebba Aissa, Maître de conférence à l'université d'Annaba, qui malgré les charges auxquelles il est astreint, n'a pas manqué de me prodiguer tous les conseils pour le bon accomplissement de ce travail.

Je tiens à exprimer mes remerciements à Madame Berrebbah Houria, Maître de conférence à l'université d'Annaba, pour avoir consenti à examiner et juger ce travail.

Mon respect et ma reconnaissance sont adressés à Monsieur Aouadi Saoudi, Maître-assistant (Chargé de cours), à l'université d'Annaba, pour avoir eu l'amabilité de faire partie de mon jury..

Que tous ceux qui m'ont permis de mener à bien cette étude trouvent ici l'expression de ma vive reconnaissance et mes sincères remerciements.

الملخص

لقد أجريت دراسة تأثير نترات الرصاص على النسبة المئوية للانبات، وعلى سرعة الانبات، و على نشاطات الليباز (خميرة الدسم) و الاميلاز عند أربعة أنواع من القمح : HD1220 , Ziad , Eider , Vitron ، في مرحلة الانبات و ذلك باستعمال التراكيز التالية، الشاهد 0M، 0.001 غ/ل، 0.002 غ/ل، 0.01 غ/ل، 0.02 غ/ل، 0.1 غ/ل، 0.2 غ/ل، 1.03 غ/ل، 2.07 غ/ل، 10.36 غ/ل، 20.72 غ/ل، 103.6 غ/ل و 207.2 غ/ل. التجربة كررت ثلاث مرات. كل علية بيتر تحوى على 25 حبة قمح وضعت للنمو في ظروف ملائمة لمدة عشرة أيام على ورق تجفيف يرش يوميا بـ 13.59 غ/ل من محلول نترات الرصاص. درسنا أثرها النسبة المئوية للانبات و سرعة الانبات اليومية. وبعد تجفيف و سحق الحبوب درسنا نشاط أنزيم الليباز و الاملاز بنوعيهما (α و β). النتائج عبرت بـ ملغ الدسم/غ الناتج و بـ ملغ الملطوز/غ الناتج. لاحظنا أن الأنواع Ziad , Eider , Vitron تحت تأثير تراكيز الرصاص 0.02 غ/ل و 0.1 غ/ل تتزايد النسبة المئوية للانبات لديها و كذلك سرعة أنباتها و نشاطها الانزيمي الليبازي و الاميلازي. و تأثير هذا الملوث على أنزيم الليباز و الاملاز بنوعيهما (α و β) يبدو واضحا على التوالي من اليوم الخامس إلى اليوم التاسع ، من اليوم الخامس إلى اليوم العاشر و من اليوم الاول إلى اليوم الثامن من عملية الانبات.

أما فيما يخص النوعية HD1220 فان تأثير الرصاص يزيد من النسبة المئوية للانبات عنده وفي سرعة نموه و نشاط أنزيم الليباز و الاميلاز بنوعيهما (α و β) و ذلك بتركيز 0.01 غ/ل. و نشاط هذه الانزيمات تظهر على التوالي من اليوم الاول إلى اليوم السابع، اليوم التاسع و اليوم الثامن.

نستنتج من هذا كله أن جرعات الرصاص التي تفوق الجرعات المنشطة تؤدي إلى انخفاض في النسبة المئوية للانبات، في سرعة الانبات و في النشاط الانزيمي. أما التراكيز العالية للرصاص 103.6 غ/ل و 207.2 غ/ل فانها تؤدي إلى انخفاض شديد أو كبت للأنظمة الفيزيولوجية و المحفزات البيولوجية. تأثير الرصاص على نفس فصيلة القمح يختلف من نوع إلى آخر.

الكلمات المفتاحية : تأثير- الرصاص- عوامل الانبات- أنزيمات- قمح.

SUMMARY

The study of the influence of lead nitrate on the rate of germination, the speed of germination like on the lipases and amylases activities of the varieties of wheat VITRON, EIDER DUCK, ZIAD and HD 1220 during the process of germination, was undertaken by using the following concentrations: the witness 0M, 0,001g/l, 0,002g/l, 0,01g/l, 0,02g/l, 0,1g/l, 0,2g/l, 1,03g/l, 2,07g/l, 10,36g/l, 20,72g/l, 103,6g/l and 207,2g/l. The experimental device is a random experiment (total Randomization). The test includes/understands three repetitions. It is a protocol of 150 distinct objects. Each limps of Petri contains 25 seeds put to germinate under favourable conditions during ten days on blotting paper soaked by 13,58 g/l with the lead nitrate solution per day. It was calculated, the percentage of germination and the speed of germination every day during all the process. The lipases activities, α and β - amylasic were given each day after drying and fine crushing of seeds. The results are expressed respectively in mg of AG/g of product and mg of maltose/g of product.

For varieties VITRON, EIDER DUCK and ZIAD: lead with 0,02g/l and 0,1g/l increases the percentage of germination, the speed of germination, the lipases activity and the hydrolysis of the glucides. The effects of this pollutant on lipase, α - amylase and β - amylase appear respectively of the 5^E to the 9^E day, of the 5^E to the 10^E day and of the 1^E to the 8^E day of germination. With regard to HD 1220, this chemical element increases the percentage of germination, the speed of germination, the enzymatic lipolysis and the hydrolysis of the glucides by α - amylase and β - amylase with 0,01g/l. The activation of lipase, β and α - amylase appears respectively of the 1^E to the 7^E day, the 9^E day and the 8^E day.

When the amounts of this heavy metal are higher than those causing stimulation, there is reduction in the percentage of germination, the speed of germination and the enzymatic activities. With 103,6g/l and 207,2g / L, there are strong reductions or inhibition of the physiological processes and biological catalysts. The behaviour of wheat with respect to this pollutant is varietales.

Key words: Effect – Lead – Parameters germinatifs – Enzymes – wheat.

RESUME

L'étude de l'influence du nitrate de plomb sur le taux de germination, la vitesse de germination ainsi que sur les activités lipasiques et amylasiques des variétés de blé VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220 pendant le processus de la germination, a été menée en utilisant les concentrations suivantes : le témoin 0M, 0,001g/l, 0,002g/l, 0,01g/l, 0,02g/l, 0,1g/l, 0,2g/l, 1,03g/l, 2,07g/l, 10,36g/l, 20,72g/l, 103,6g/l et 207,2g/l. Le dispositif expérimental est une expérience aléatoire (Randomisation totale). L'essai comprend trois répétitions. C'est un protocole de 150 objets distincts. Chaque boîte de Petri contient 25 graines mises à germer dans des conditions favorables pendant dix jours sur du papier buvard imbibé par 13,58 g/l de la solution de nitrate de plomb par jour. Il a été calculé, le pourcentage de germination et la vitesse de germination journalièrement durant tout le processus. Les activités lipasiques, α et β - amylasiques ont été déterminées chaque jour après séchage et broyage fin des graines. Les résultats sont exprimés respectivement en mg d'AG/g de produit et en mg de maltose/g de produit.

Pour les variétés VITRON, EIDER et ZIAD : le plomb à 0,02g/l et 0,1g/l accroît le pourcentage de germination, la vitesse de germination, l'activité lipasique et l'hydrolyse des glucides. Les effets de ce polluant sur la lipase, l' α -amylase et la β -amylase se manifestent respectivement du 5^e au 9^e jour, du 5^e au 10^e jour et du 1^e au 8^e jour de la germination. En ce qui concerne HD 1220, cet élément chimique accroît le pourcentage de germination, la vitesse de germination, la lipolyse enzymatique et l'hydrolyse des glucides par l' α -amylase et la β -amylase à 0,01g/l. L'activation de la lipase, la β et l' α -amylase apparaît respectivement du 1^e au 7^e jour, le 9^e jour et le 8^e jour.

Lorsque les doses de ce métal lourd sont supérieures à celles provoquant la stimulation, il y a diminution du pourcentage de germination, de la vitesse de germination et les activités enzymatiques. A 103,6g/l et 207,2g /l, il y a forte réduction ou inhibition des processus physiologiques et des catalyseurs biologiques. Le comportement du blé vis-à-vis de ce polluant est variétal.

Mots clés : Effet – Plomb – Paramètres germinatifs – Enzymes – Blé.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°	TITRE	Page
I	<u>caractéristiques physico- chimiques du plomb</u>	19
II	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de nitrate de plomb sur le pourcentage de germination pour les variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220.</u>	20
III	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de nitrate de plomb sur la vitesse de germination pour les variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220.</u>	20
IV	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations d'acide nitrique sur le pourcentage de germination pour les variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220.</u>	42
V	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations d'acide nitrique plomb sur la vitesse de germination pour les variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220.</u>	42
VI	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 30 min d'action de la lipase pour la variété VITRON.</u>	46
VII	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 60 min d'action de la lipase pour la variété VITRON.</u>	46
VIII	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 90 min d'action de la lipase pour la variété VITRON.</u>	46
IX	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 30 min d'action de la lipase pour la variété EIDER.</u>	47
X	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 60 min d'action de la lipase pour la variété EIDER.</u>	47
XI	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 90 min d'action de la lipase pour la variété EIDER.</u>	47
XII	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 30 min d'action de la lipase pour la variété ZIAD.</u>	48
XIII	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 60 min d'action de la lipase pour la variété ZIAD.</u>	48
XIV	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 90 min d'action de la lipase pour la variété ZIAD.</u>	48
XV	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 30 min d'action de la lipase pour la variété HD 1220.</u>	49
XVI	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb</u>	49

	<u>sur l'activité lipasique après 60 min d'action de la lipase pour la variété HD 1220.</u>	
XVII	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 90 min d'action de la lipase pour la variété HD 1220.</u>	49
XVIII	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur la DO. de l'α-amylase de la variété VITRON.</u>	58
XIX	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur la DO. de l'α-amylase de la variété EIDER.</u>	58
XX	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur la DO. de l'α-amylase de la variété ZIAD.</u>	58
XXI	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur la DO. de l'α-amylase de la variété HD 1220.</u>	58
XXII	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur la DO. de la β-amylase de la variété VITRON.</u>	62
XXIII	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur la DO. de la β-amylase de la variété EIDER.</u>	62
XXIV	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur la DO. de la β-amylase de la variété ZIAD.</u>	62
XXV	<u>Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur la DO. de la β-amylase de la variété HD 1220.</u>	62

LISTE DES FIGURES

Figure N°	TITRE	Page
1	<u>Voie du glutathion-ascorbate en relation avec les autres enzymes induites par le stress au plomb.</u>	25
2	<u>Mécanismes d'action des enzymes amylolytiques</u>	28
3	<u>Réaction d'hydrolyse catalysée par la lipase.</u>	29
4	<u>Effet du nitrate de plomb sur le pourcentage de germination des variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220.</u>	40
5	<u>Effet du nitrate de plomb sur la vitesse de germination des variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220.</u>	41
6	<u>Effet de l'acide nitrique sur le pourcentage de germination des variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220.</u>	43
7	<u>Effet de l'acide nitrique sur la vitesse de germination des variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220.</u>	44
8	<u>Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété VITRON après 30min. de réaction enzymatique.</u>	50
9	<u>Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété EIDER après 30min. de réaction enzymatique</u>	50
10	<u>Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété ZIAD après 30 min. de réaction enzymatique.</u>	51
11	<u>Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété HD 1220 après 30min. de réaction enzymatique</u>	51
12	<u>Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété VITRON après 60min. de réaction enzymatique</u>	53
13	<u>Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété EIDER après 60min. de réaction enzymatique</u>	53
14	<u>Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété ZIAD après 60min. de réaction enzymatique</u>	54
15	<u>Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété HD 1220 après 60min. de réaction enzymatique.</u>	54
16	<u>Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété VITRON après 90min. de réaction enzymatique.</u>	55
17	<u>Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété EIDER après 90min. de réaction enzymatique.</u>	55
18	<u>Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété ZIAD après 90min. de réaction enzymatique.</u>	56
19	<u>Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété HD 1220 après 90min. de réaction</u>	56

	<u>enzymatique</u>	
20	<u>La DO. de l'α-amylase en fonction des concentrations de plomb et du temps pour la variété VITRON</u>	59
21	<u>La DO. de l'α-amylase en fonction des concentrations de plomb et du temps pour la variété EIDER.</u>	59
22	<u>La DO. de l'α-amylase en fonction des concentrations de plomb et du temps pour la variété ZIAD.</u>	60
23	<u>La DO. de l'α-amylase en fonction des concentrations de plomb et du temps pour la variété HD 1220.</u>	60
24	<u>La DO. de la β-amylase en fonction des concentrations de plomb et du temps pour la variété VITRON.</u>	63
25	<u>La DO. de la β-amylase en fonction des concentrations de plomb et du temps pour la variété EIDER.</u>	63
26	<u>La DO. de la β-amylase en fonction des concentrations de plomb et du temps pour la variété ZIAD.</u>	64
27	<u>La DO. de la β-amylase en fonction des concentrations de plomb et du temps pour la variété HD 1220.</u>	64

LISTE DES ABREVIATIONS

A₅₄₀ nm : Absorbance à 540nm.

ALA : Acide Aminolévulinique.

AL : Activité lipasique.

AsA : Ascorbate.

APOD : Ascorbate peroydase.

CM : Carré Moyen.

DHA : Dehydroascorbate.

DHAR : Dehydroascorbate reductase :

DO : Densité Optique.

E M : Enzyme Malique.

GDH : Glutamate déshydrogénase.

G6PDH : Glucose 6- phosphate déshydrogénase.

GSH : Glutathion.

GSSH : Glutathion dissulphyde.

GR : Glutathion Réductase.

ICDH : Isocitrate deshydrogénase.

MDH : Malate déshydrogénase.

MDHA : Monodehydroascorbate.

MDHAR : Monodehydroascorbate réductase.

NAD : Nicotinamide Adénine Dinucléotide.

NADH : Nicotinamide Adénine Dinucléotide réduit.

NADP : Nicotinamide Adénine Dinucléotide phosphate.

NADPH : Nicotinamide Adénine Dinucléotide phosphate réduit.

O.M.S : Organisation Mondiale de la Santé.

P : Probabilité.

POD : Peroxydases.

RuBPC : Ribulose 1,5-Biphosphate Carboxylase.

SCE : Somme des Carrés des Ecart.

SH : Groupement sulphydryl.

SOD : Superoxyde dismutase.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.

<u>I. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	18
<u>I.1.Généralités</u>	18
<u>I.2.Les caractéristiques physico-chimiques du plomb</u>	19
<u>I.3.Les sources de la contamination plombique</u>	20
<u>I.4.Dispersion du plomb dans l'atmosphère</u>	20
<u>I.5.Modes de contamination des végétaux</u>	20
<u>I.5.1. Par voie aérienne</u>	20
<u>I.5.2. Par le sol</u>	21
<u>I.6.Effet du plomb sur la physiologie des plantes</u>	22
<u>I.6.1.Effet du plomb sur la nutrition minérale</u>	22
<u>I.6.2.Effet du plomb sur le régime hydrique</u>	22
<u>I.6.3.Effet du plomb sur la photosynthèse</u>	22
<u>I.7.Effet du plomb sur les enzymes</u>	24
<u>I.8.Les enzymes du blé</u>	26
<u>I.8.1.Les enzymes amylolytiques</u>	26
<u>I.8.1.1. Les α-amylases</u>	27
<u>I.8.1.2. Les β-amylases</u>	27
<u>I.8.1.3. Les pullulanases</u>	27
<u>I.8.1.4. Les amyloglucosidases</u>	27
<u>I.8.2.Les lipases</u>	29
<u>I.9.Les effets de la pollution plombique sur les enzymes du blé</u>	29
<u>II.MATERIEL ET METHODES</u>	32
<u>II.1.Matériel végétal utilisé</u>	32
<u>II.2.Méthodes d'analyses</u>	32
<u>II.2.1.Préparation des solutions chimiques</u>	32
<u>II.2.2.Détermination des paramètres germinatifs</u>	32
<u>II.2.2.1.Taux moyen de germination</u>	32
<u>II.2.2.2.Vitesse moyennede germination</u>	33
<u>II.2.3.Détermination des paramètres biochimiques</u>	34

<u>II.2.3.1.Détermination de l'activité de la lipase</u>	34
<u>II.2.3.2.Détermination de l'activité amylasique</u>	35
<u>II.2.3.2.1.Détermination de la somme ($\alpha + \beta$) amylasique</u>	35
<u>II.2.3.2.2. Détermination de l'α- amylase</u>	36
<u>II.2.3.2.3. Détermination de la β- amylase</u>	36
<u>II.2.4.Analyse statistique</u>	36
<u>III.RESULTATS ET DISCUSSION</u>	38
<u>III.1.Influence du nitrate de plomb et de l'acide nitrique sur les paramètres germinatifs</u>	38
<u>III.1.1.Influence du nitrate de plomb sur les paramètres germinatifs</u>	38
<u>III.1.2.Influence de l'acide nitrique sur les paramètres germinatifs</u>	38
<u>III.2.Influence du plomb sur les activités enzymatiques</u>	45
<u>III.2.1.Effet du plomb sur l'activité lipasique</u>	45
<u>III.2.1.1.Influence du plomb sur l'activité lipasique au bout de 30minutes de réaction enzymatique</u>	45
<u>III.2.1.2.Influence du plomb sur l'activité lipasique au bout de 60minutes de réaction enzymatique</u>	52
<u>III.2.1.3.Influence du plomb sur l'activité lipasique au bout de 90minutes de réaction enzymatique</u>	52
<u>III.2.2.Influence du plomb sur les activités amylasiques</u>	57
<u>III.2.2.1.Influence du plomb sur l'activité α-amylasique</u>	57
<u>III.2.2.2.Influence du plomb sur l'activité β-amylasique</u>	61
<u>Conclusion.</u>	
<u>Références bibliographiques.</u>	
<u>Annexes.</u>	

Chapitre I

INTRODUCTION

Le développement industriel a donné de l'ampleur au terme de pollution par la contamination de l'environnement par différents métaux lourds. L'agriculture est touchée par

la pollution plombique, du fait que les axes routiers longent les champs des cultures affectant ainsi l'homme directement au travers des ressources agricoles. Devant l'importance des dégâts, il est accordé un grand intérêt à l'effet du plomb sur la biomasse et le métabolisme cellulaire des végétaux. Cet élément chimique n'apparaît pas comme étant nécessaire à la vie des plantes, mais il a été indiqué qu'il a une influence bénéfique sur certaines d'entre elles lorsqu'il est en faible quantité. L'importance de son influence varie selon les végétaux contaminés et peut être corrélée à la quantité absorbée. Plusieurs espèces végétales ont la faculté d'accumuler des taux élevés de métaux lourds sans conséquences sur la croissance. Il existe un effet dépressif sur cette phase de développement des cultures vivants sur des sols peu contaminés. Il peut ralentir la rhizogenèse, réduire la biomasse aérienne et atténuer la respiration en affectant les membranes mitochondriales et les chloroplastes. Ces derniers, traités avec une solution de cet élément chimique subissent une perturbation du flux des électrons dans les chaînes de transfert. Il y a inhibition de l'ATP-synthétase. Il affecte les enzymes impliquées dans la biosynthèse de la chlorophylle et dans le cycle de CALVIN. Il a été démontré qu'il peut stimuler l'action de la ribonucléase, la désoxyribonucléase, la phosphatase acide, la peroxydase et l' α -amylase. Les électrophorogrammes des isoenzymes extraites des racines et des jeunes plantules de blé qui a poussé par rapport à différentes doses de plomb, zinc et cadmuim, montrent des différences au niveau du nombre et de l'intensité des fractions électrophorétiques. Les catalyseurs biochimiques sont parmi les molécules avec qui ces corps chimiques et ceux de la même catégorie peuvent interférer dans les végétaux supérieurs. Cela confirme la forte affinité de ces éléments pour les enzymes. Leurs interventions dans le métabolisme cellulaire provoquent l'inactivation de certains biocatalyseurs et l'augmentation des activités d'autres.

En relation avec ce qui est écrit, le but de ce travail est l'examen de la faculté germinative, la vitesse de germination, l'activité lipasique, α -amylasique et β -amylasique du blé qui est mis à germer en fonction de concentrations croissantes de plomb au cours du processus de la germination.

I. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

I. 1. Généralités :

Fort utilisé de nos jours, le terme de pollution, recouvre bien des acceptations et qualifie une multitude d'actions qui d'une façon ou d'une autre dégradent le milieu naturel. Ce vocable désigne les effets de l'ensemble des composés toxiques que l'homme libère dans l'écosphère, mais en revanche son emploi paraît moins évident lorsqu'il se rapporte à des substances peu dangereuses ou inoffensives pour les êtres vivants mais exerçant une influence perturbatrice sur l'environnement du seul fait de leur trop grande concentration.

Aucune des substances que l'homme libère dans la biosphère ne reste en place. Dans la plupart des cas, elles émigrent même fort loin du lieu d'émission ; la circulation dans l'air, les eaux et les sols, les dispersent peu à peu dans l'ensemble des écosystèmes. Toute substance qui contamine le milieu naturel peut être incorporée par les êtres vivants grâce aux multiples processus métaboliques. Elle va de la sorte pénétrer dans les réseaux trophiques des écosystèmes s'intégrer au cycle de la matière dans les biocénoses et exercer une action néfaste sur d'innombrables espèces végétales et animales (RAMADE F., 1995).

Parmi les divers résidus toxiques résultant des activités humaines, les métaux lourds, dont le plomb, qui provient des déchets naturels et de combustion utilisé comme antidétonant au carburant automobiles. Il est le polluant le plus important des gazs d'échappement, (DERUELLE & PETIT, 1983).

La technologie moderne fait un usage considérable du plomb. Les principales sources de contamination par ce métal sont l'industrie métallurgique, fonderies, l'automobile de façon indirecte ou directe avec les carburants et les incinérations d'ordures ménagères.

MUROZUMI, CHOW et PATTERSON, (1969) ont montré le rapide accroissement de la pollution de l'environnement par le plomb au cours des dernières décennies. Il existe une excellente corrélation entre la densité de la circulation automobile, laquelle dépend elle-même de façon considérable du niveau d'intérêt de l'urbanisation et du taux de plomb dans l'air et sa contamination. Ce problème est si dramatique qu'il a provoqué cette dernière décennie l'affrontement des constructeurs d'automobiles, des écologistes et de plusieurs gouvernements à propos des normes d'émissions des véhicules (GEORGIADES & al., 1988). Essence sans plomb,

moteur pauvre sont aujourd'hui les traductions des enjeux politiques et économiques de l'environnement et de l'industrie automobile.

I.2. Les caractéristiques physico-chimiques du plomb.

Le plomb est un métal dense ($d=11,34$ à 20°C), de couleur bleu-gris argenté qui se trouve sur la croûte terrestre en petites quantités (0.002%). Il se trouve associé à plusieurs minerais (plus de 200 minerais de plomb) seulement les plus communes sont : la galène (PbS), la cérussite (PbCO_3) et l'anglésite (PbSO_4) (ADRIANO, 2001).

Le plomb métallique est malléable, il forme divers alliages fusibles, il est peu soluble dans l'eau froide, l'eau chaude et les acides dilués, mais il se dissout facilement dans les acides forts. L'eau chargée d'oxygène dissous attaque par contre le plomb, et produit l'hydroxyde de plomb $\text{Pb}(\text{OH})_2$ qui est très toxique (OMS, 1978).

Le plomb est classé parmi les métaux lourds et se caractérise par :

- Une forte affinité au soufre.
- Il ne se détruit pas, il se transporte et change de forme en donnant des sels.
- Il a une conductivité élevée, ce qui explique son utilisation dans de nombreuses industries.
- Il présente une certaine toxicité entraînant des lésions plus ou moins graves.

Les caractéristiques chimiques du plomb sont données dans le Tableau I :

Tableau .I. Caractéristiques physico- chimiques du plomb.

Caractéristiques	Plomb
masse atomique	270
masse volumique	$11,35 \text{ g/cm}^3$
Température de fusion	327°C
Température d'ébullition	1740°C
Symbole chimique	Pb
Minerai d'origine	Galène (Pbs)

I.3. Les sources de la pollution plombique :

Certaines sources naturelles sont responsables mais de façon négligeable de la diffusion du plomb dans l'environnement. D'après BONTE & DE CORMIS (1979), la concentration de plomb rencontrée à l'état naturel est de 13 à 200 mg/kg de poussières. Cette pollution est attribuée aux feux de forêts et aux aérosols volcaniques. La totalité des rejets de plomb dans la nature est due aux diverses activités humaines dont la métallurgie et le trafic routier qui en lui-même est responsable de 90% de la présence du plomb dans l'atmosphère (CAPLUN & al., 1984).

I. 4. Dispersion du plomb dans l'atmosphère :

Le plomb est transporté pour moitié sous forme particulaire et pour moitié dans les eaux de ruissellements, la portion particulaire est déposée en majorité, à moins de 7m de l'autoroute. Cependant, l'étendue de la zone soumise aux dépôts de métaux lourds est spécifique à chaque site : elle varie principalement selon trois grands facteurs : la densité du trafic, le régime des vents dominants et la topographie de la route et du site. Autour des mines et des usines traitant le plomb, la contamination due aux retombées, s'étend parfois dans un rayon de 10 Km autour des cheminées des fonderies (DJURI C., 1971).

I.5. Mode de contamination des végétaux :

I.5.1. Par voie aérienne :

Après avoir traversé l'atmosphère et une couche d'air stable au voisinage du couvert végétal appelée couche limite, les polluants atteignent les feuilles. Les particules très fines de plomb peuvent pénétrer par les stomates mais il est improbable que de grandes quantités de plomb pénètrent de cette manière et ce processus ne peut être responsable que d'une faible part de la contamination des feuilles par le plomb. Les poussières, contenant les métaux lourds s'accumulent sur les parties aériennes, particulièrement les feuilles, par le processus d'interception-déposition. Ce dépôt de surface des feuilles peut être qualifié de « pollution latente » car la cuticule est considérée comme une barrière imperméable qui s'oppose à la pénétration dans les feuilles. Le

dépôt peut, cependant, éventuellement pénétrer dans la plante, après sa dissolution qui va dépendre de l'intensité des épisodes humides et de leur acidité ; ainsi la cuticule peut laisser passer des éléments. Quand les feuilles vieillissent, l'efficacité de cette barrière est altérée, il apparaît des microfissures et les polluants qui restent normalement en surface peuvent facilement pénétrer. Il a été constaté que des feuilles mortes accumulent plus de plomb que les feuilles vivantes, probablement à cause d'une dégradation des couches épidermiques qui permettent l'accession du plomb à un niveau interne.

I.5.2. Par le sol :

La contamination par le sol résulte de la présence des polluants qui ont été dispersés et qui se sont déposés sur le sol. Si les polluants se trouvent sous une forme utilisable par la plante, ils seront absorbés par les racines de la même façon que les plantes puisent leurs substances nutritives dans le sol. Une fois absorbés par les racines, ils pourront être transmis aux parties aériennes. Pour l'ensemble des métaux, les formes chimiques les plus toxiques, sont les formes solubles car elles sont plus biodisponibles et pénètrent mieux dans les organismes vivants.

L'absorption de plomb par les racines reste faible. D'autre part il est généralement accepté que seulement une faible proportion du plomb absorbé par les racines soit transportée vers les parties aériennes. En effet (KOEPPPE, 1970) montre que si les racines en contact avec des sols fortement contaminés accumulent de grandes quantités de plomb, la majorité du plomb est liée à la surface des racines et que si le plomb est assimilé, la plus grande partie est immobilisée dans les racines sous forme de complexe « plomb-phosphate » ou par la liaison aux parois cellulaires.

En règle générale, on peut indiquer que vis-à-vis de la pollution autoroutière, le sol et les racines jouent un rôle de filtre efficace et que la contamination des végétaux provient avant tout des parties aériennes, qui constituent souvent le début des chaînes alimentaires avec tous les problèmes que cela peut entraîner, en particulier au niveau de la santé humaine.

Les facteurs favorisant l'absorption du plomb sont résumés comme suit :

- l'augmentation de la température (ARVIK & ZIMDAHL, 1974).
- la réduction du phosphate et de la luminosité (ALLCAWAY, 1968).
- la pauvreté du milieu en calcaire.
- le pH du sol : à pH acide le plomb est relativement mobile ce qui facilite son absorption ; à pH basique il est peu soluble donc la plante en absorbe moins (LAGERWERFF, 1971).

I.6. Effet du plomb sur la physiologie des plantes :

A des concentrations fortement élevées, le plomb agit sur la croissance et des nécroses foliaires ainsi que des signes de chlorose sont constatés (JOHNSON & al., 1977). Alors qu'à un faible degré de pollution, ces symptômes sont peu prononcés ou même absents. Ce qui laisse supposer que les fortes concentrations locales de plomb affectent des processus cellulaires importants ; l'un des effets est la diminution des activités enzymatiques. Ce qui s'explique par la liaison du plomb sur les groupements (SH) des enzymes et la substitution d'éléments essentiels (VAN ASSCHE & CLIJSTERS, 1990 ; VANGRONSVELD & CLIJSTERS, 1994). La liaison du métal aux groupements –SH, essentiel pour la stabilité de la structure tertiaire de l'enzyme, affecte la conformation de l'enzyme et inhibe son activité. Le blocage des groupements –SH inhibe l'activité de plus de cent enzymes connues (SEREGIN & IVANOV, 2001).

I.6.1. Effet du plomb sur la nutrition minérale :

HUANG et al., (1997a) ont trouvé que le plomb peut significativement inhiber les canaux de transport de Ca^{2+} . Toutes les altérations membranaires qui peuvent apparaître sont dues à la formation de complexes avec les groupements sulphydryl et carboxyl ou à une dégradation peroxydative des lipides membranaires.

I.6.2. Effet du plomb sur le régime hydrique :

Une diminution du degré de transpiration et de la quantité d'eau contenue dans les feuilles a été observée sur les plantes traitées avec le plomb (BARCELO & POSCHENRIEDER, 1990).

I.6.3. Effet du plomb sur la photosynthèse :

Il est connu que la concentration en CO_2 est un des facteurs qui influence l'ouverture des stomates, une faible concentration provoque leur ouverture et une forte leur fermeture.

La réduction de la conductance stomatique entraîne également une diminution de l'assimilation du CO_2 (photosynthèse) chez les plantes exposées à la circulation automobile. La

pollution automobile n'a pas seulement un effet sur la photosynthèse via l'ouverture des stomates; elle provoque aussi des altérations des capacités photosynthétiques (métabolisme intracellulaire). Le plomb semble affecter par conséquence l'appareil racinaire d'où une diminution de la masse racinaire. Sur le système caulinaire il est constaté une inhibition de l'intensité photosynthétique et de la transpiration (ROLFFE & BAZZAZ, 1975 ; CARLSON & BAZZAZ, 1977 ; CLIJSTERS & VAN ASSCHE, 1985) ; il est observé également une inhibition de l'activité photosynthétique à cause de l'altération des chloroplastes, l'inhibition des réactions de phosphorylation, l'inhibition de la synthèse de chlorophylle. Une réduction de la respiration et une accélération du phénomène de sénescence sont signalées. Des études sur des chloroplastes isolés ont montré que le plomb affecte l'activité photosynthétique à tous les niveaux.

Selon MILES & al., (1972) le photosystème I est moins sensible que le photosystème II ; de ce fait la biosynthèse de la chlorophylle est inhibée. Deux enzymes de la photosynthèse sont connues pour leur sensibilité à l'action du plomb :

- L'acide δ -aminolévulinique (ALA) déshydratase (E.C.4.2.1.24.).

Cette enzyme convertit l'ALA en porphobilinogène dans la synthèse de la chlorophylle et de l'hémoglobine. PRASSAD & PRASSAD ; (1987) ont constaté une inhibition de l'enzyme sur des échantillons de (*Pennisetum typhoideum*) traités avec des concentrations de plomb. Cet effet s'explique par une interaction du métal avec les groupements sulphydryl (SH) de l'enzyme.

La phosphorylation non cyclique est très sensible à l'action des métaux lourds. Une concentration toxique de 20 μ M de plomb inhibe aussi bien la phosphorylation cyclique que non cyclique (HAMPP et al., 1973a). L'interaction des métaux lourds avec le groupement fonctionnel -SH est généralement le mécanisme d'inhibition des réactions enzymatiques concernées. Ceci s'applique aux effets sur le photosystème II et la NADP oxydoréductase (HAMPP & al., 1973b). Les interactions -SH sont suggérées pour expliquer les effets du plomb sur l'activité des enzymes chloroplastiques la ribulose 1,5-biphosphate-carboxylase (RuBPC ; EC 4.1.1.39) et la phosphoribulokinase. Il est clair que la fixation photosynthétique du CO₂ est affectée par les métaux lourds. Tous ces éléments inhibent le photosystème II, par contre le photosystème I est moins sensible (MILES & al., 1972 ; BAZZAZ & GOVINDJEE, 1974 ; WONG & GOVINDJEE, 1976 ; WRISHER & MEGLAJ, 1980 ; BECERRIL & al., 1988).

I.7. Effet du plomb sur les enzymes :

Un des mécanismes d'inhibition directe est le déplacement d'un cofacteur d'une enzyme par un métal toxique compétitif pour un même site de liaison. L'exemple le mieux connu est l'inhibition par le plomb de la déshydratase de l'acide δ -aminolevulinique (ALAD. PBG synthétase, EC 4.2.1.24) qui contient un atome de Zinc par sous-unité catalytique, sous forme tétracoordinée à trois résidus de cystéine et un d'histidine. Dans ce cas, le plomb déplace le Zinc mole pour mole de son site de liaison, provoquant ainsi un effet inhibiteur. Les cinétiques d'inhibition de l'ALAD par le plomb semblent être initialement non-compétitives (V_{max} diminuée) ; toutefois la constante de Michaelis (K_m) de l'enzyme pour son substrat diminue légèrement indiquant un modèle d'inhibition de type « mixte » (FEILLET ; 2000).

L'interaction directe du métal avec les composants cellulaires peut déclencher une variété de réponses métaboliques entraînant le développement rapide de la plante la conduisant ainsi à une sénescence précoce.

Le « point de stress » est défini comme un état métabolique où la régulation positive des voies est à ses limites (ELSTNER & al., 1988). En ce qui concerne la toxicité par le plomb, ce point est probablement atteint à des doses minimales de métaux dans les tissus concernés ; au-delà de ce seuil l'état physiologique de la cellule peut être transformé irréversiblement (VAN ASSCHE & CLIJSTERS, 1990). Ce changement se traduit par une augmentation de l'activité de certaines enzymes et c'est ce qui est défini comme « l'induction enzymatique ». Elle joue un rôle métabolique important dans les conditions de stress par les métaux lourds. Selon (GWZODZ & al., 1997 ; LEE & al., 1976 ; MAIER, 1978 ; XIONG, 1997) le plomb accroît l'activité des enzymes anti-oxydatives des stress métaboliques, par exemple la guaiacol peroxidase et l'ascorbate peroxidase chez les plantes. Ces enzymes détoxifient les peroxydes. La guaiacol peroxidase se localise dans les vacuoles et le cytosol et libère des produits de réaction physiologiquement actifs (e.g. le processus de lignification).

Dans les plantes, il existe trois types d'isoenzymes superoxyde dismutase (SANDMANN & BÖGER, 1983 ; PALMA, SANDALIO & DEL RIO, 1986) : Fe-SOD (dans les chloroplastes), Mn-SOD (dans les mitochondries) et la Cu-Zn-SOD (dans les chloroplastes et le cytosol) ; ce sont

des métalloenzymes, un déficit ou un excès de métal affecte leur capacité et modifie ces enzymes (WECKX & LIJSTERS, 1996).

Récemment un second groupe d'enzymes (liées à la voie de l'ascorbata-glutathion) s'est vu augmenter leur activité sous l'effet des métaux lourds (CUYPERS & al., 2000 ; GUPTA & al., 1999 ; FOYER, 1993). Selon cette voie les peroxydes sont détoxifiées par l'ascorbate peroxydase, le substrat oxydé est recyclé par la monodehydroascorbate réductase utilisant comme coenzyme le NADP, le monodehydroascorbate est oxydé en dehydroascorbate qui en retour est converti en ascorbate par la déhydroascorbate réductase. Les électrons nécessaires à cette réaction sont fournis par le glutathion qui en retour est réduit par la glutathion réductase avec le NADPH comme donneur final d'électrons. La figure n°1 montre la voie du Glutathion-ascorbate, ci-dessous.

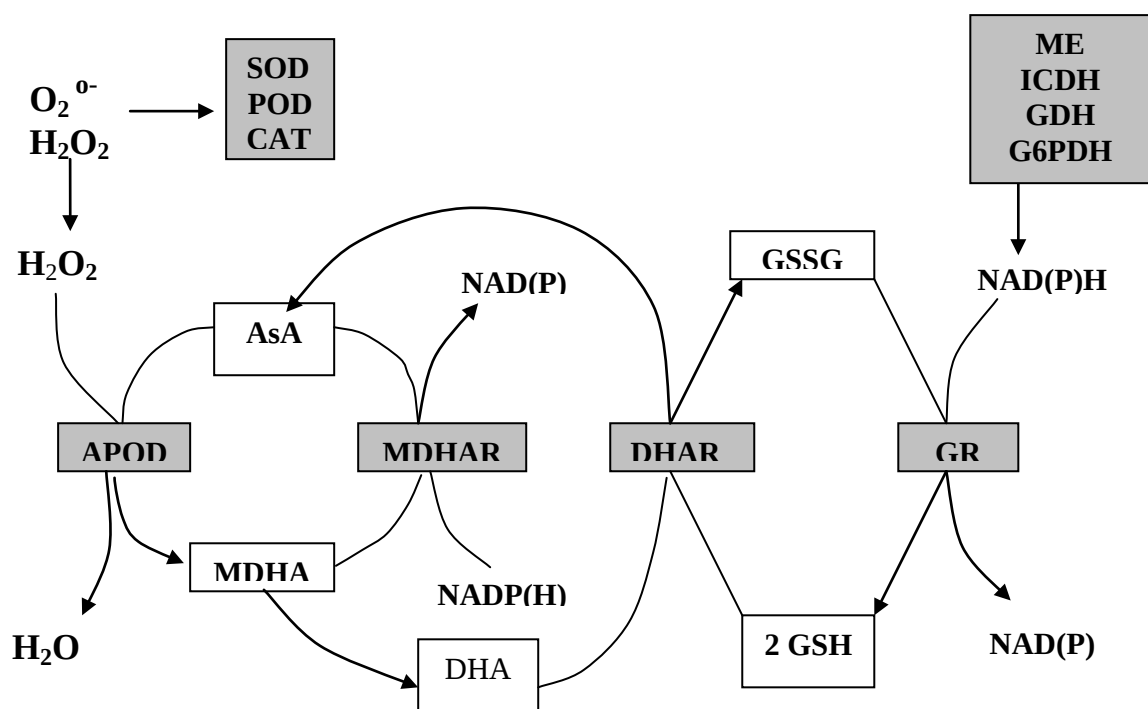


Figure .1. Voie du glutathion-ascorbate en relation avec les autres enzymes induites par le stress au plomb.

Un troisième groupe d'enzymes induits par les métaux lourds sont les enzymes du cycle de Krebs l'isocitrate deshydrogénase (ICDH), la malate deshydrogénase (MDH), la glutamate deshydrogénase (DAG) et l'enzyme malique (EM) (VAN ASSCHE & al., 1988). Il est supposé que la capacité de ces enzymes est accrue pour compenser la diminution d'ATP et du NADPH dans les réactions photosynthétiques sensibilisées par les métaux (CLIJSTERS & al., 1999).

I.8. Les enzymes du blé :

Les enzymes sont des protéines qui exercent une activité catalytique spécifique d'un très grand nombre de réactions chimiques. Les principaux facteurs du milieu qui contrôlent leur fonctionnement sont la température, le pH et l'activité de l'eau. En général, leur activité croît de manière exponentielle avec l'élévation de température du milieu réactionnel jusqu'au environs de 60-70°C, température à partir de laquelle elles perdent l'intégrité nécessaire à leur bon fonctionnement. Parmi les nombreuses enzymes réparties dans les différentes régions histologiques du grain de blé (dans le germe et la couche à aleurone) et dont la mobilisation est nécessaire pour assurer la germination de la graine, celles qui appartiennent aux familles des hydrolases et les oxydo-réductases sont les seules dont la présence a été mise en relation avec la qualité d'utilisation des farines (FEILLET, 2000).

I.8.1. Les enzymes amylolytiques :

Les enzymes amylolytiques sont capables d'hydrolyser l'amidon (amylose et amylopectine) et ses produits de dégradation (dextrines, oligosaccharides).

Elles se différencient par leur aptitude à couper les liaisons glycosidiques α -(1,4) ou α -(1,6), par leur mode d'action – au hasard à l'intérieur de la chaîne d'unité glucosyles (endo-enzymes) ou à partir des extrémités non réductrices (exo-enzymes)- et par les produits de fin de réaction. Selon ces critères, il est distingué les α -amylases, les β -amylases, les pullulanases et les amyloglucosidases.

I.8.1.1. Les α -amylases (EC 3.2.1.1) :

Ce sont des endo-enzymes dont la masse moléculaire est comprise entre 50 et 60 KDa. Elles hydrolysent au hasard les liaisons α - (1,4) des chaînes d'amylose et d'amylopectine de l'amidon, à l'exception des liaisons terminales, en libérant quelques molécules de glucose, des oligosides de 2 (maltose) à 7 unités d'anhydro-glucose et des dextrines résultant de la résistance des liaisons α -(1,6) de l'amylopectine à l'hydrolyse.

I.8.1.2. Les β -amylases (EC 3.2.1.2) :

Ce sont des exo-enzymes de masse moléculaire voisine de 60 KDa. Elles hydrolysent les liaisons α -(1,4) des chaînes d'amylose et d'amylopectine à partir de leur extrémité non réductrice en libérant du maltose : ce sont des enzymes saccharifiantes. Elles peuvent hydrolyser la totalité de l'amylose mais ne peuvent pas franchir les liaisons α -(1,6) de l'amylopectine, de sorte que 55 à 60 % seulement de celles-ci sont dégradés. Elles n'hydrolysent pas l'amidon natif.

I.8.1.3. Les pullulanases (EC 3.2.1.41) :

Elles coupent spécifiquement les liaisons α -(1,6) mais ne peuvent aller au-delà de la libération du maltose. Elles ont une action déramifiante et permettent aux β -amylases de poursuivre leur activité. Les pullulanases ne peuvent pas hydrolyser l'amidon natif car leur action ne débute qu'après rupture du polymère.

I.8.1.4. Les amyloglucosidases (EC 3.2.1.3) :

Elles hydrolysent les liaisons α -(1,4) en libérant du glucose à partir des extrémités non réductrices de l'amylose et de l'amylopectine. Elles hydrolysent les liaisons α -(1,6), mais beaucoup plus lentement. Ce sont des exo-enzymes qui hydrolysent rapidement les chaînes longues.

Les enzymes amylolytiques naturellement présentes dans le blé sont des α -amylases et des β -amylases. Les mécanismes d'action des enzymes amylolitiques sont indiqués dans la figure n°2.

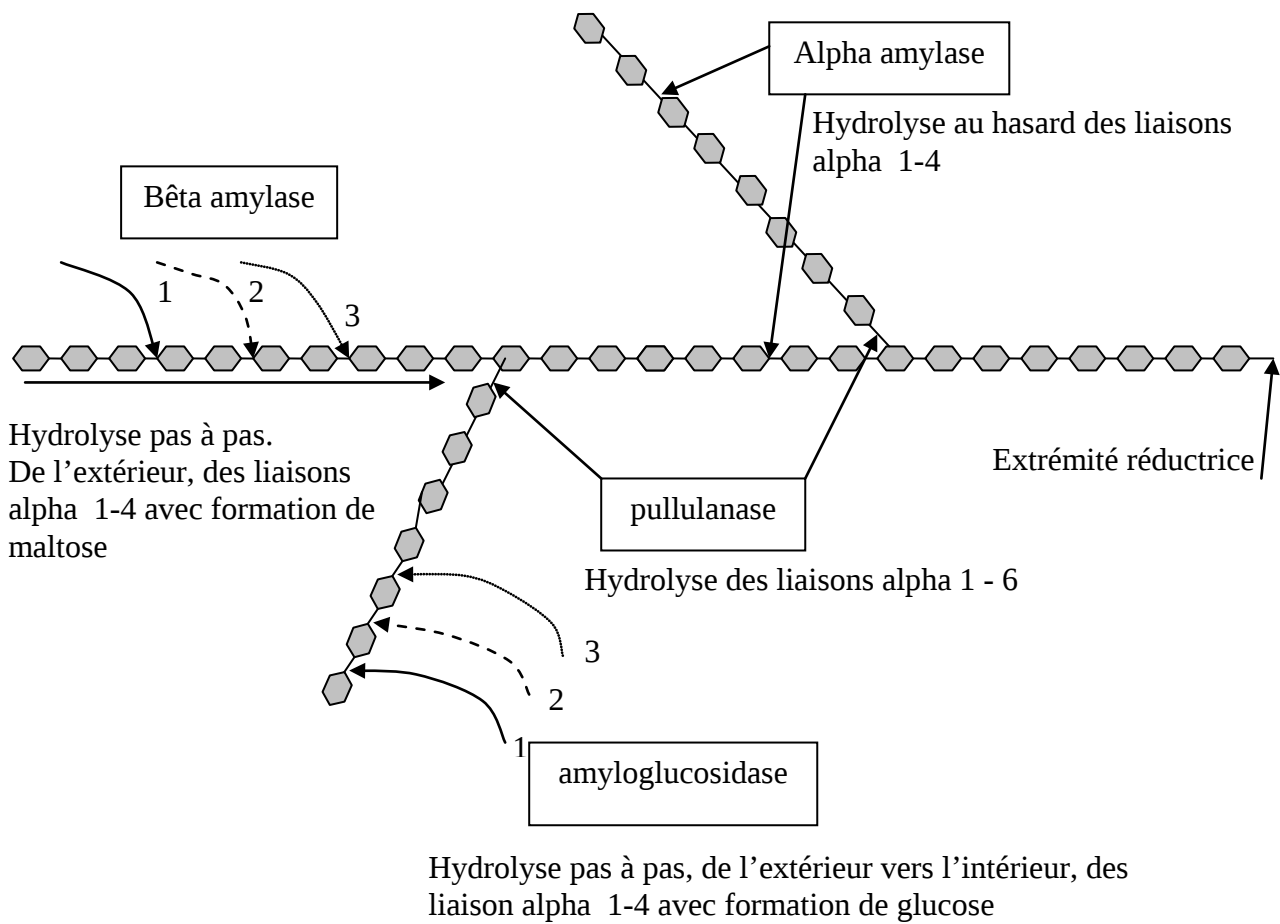


Figure .2. Mécanismes d'action des enzymes amylolytiques.

I.8.2. Les lipases (EC 3.1.1.3) :

Elles hydrolysent les lipides présents aux interfaces eau-lipides. Dans le grain, elles sont principalement localisées dans la couche d'aleurone. Leur activité croît au moment de la germination. Les lipases hydrolysent les glycérides insolubles en glycérol et en acide gras (DEYMIE et al., 1981). La figure n°3 montre la réaction d'hydrolyse catalysée par la lipase.

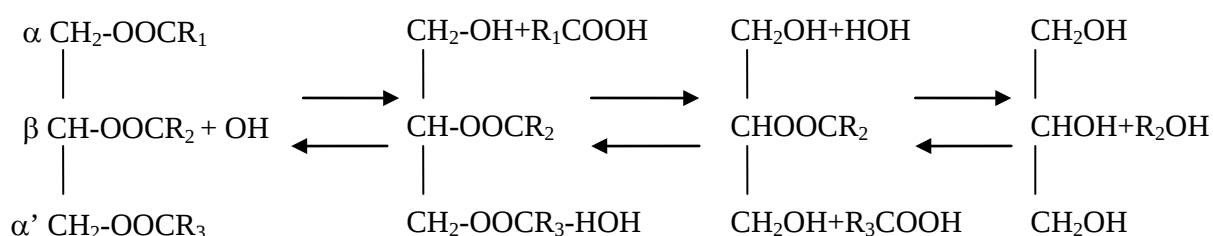


Figure .3. Réaction d'hydrolyse catalysée par la lipase.

Des études réalisées sur les lipases animales ou provenant de végétaux supérieurs ont montré une spécificité marquée pour les positions externes des triglycérides : position 1 et 3 (MULTON, 1982). L'action de la lipase n'est quelque fois pas aussi poussée et n'aboutit pas toujours à la séparation complète des acides gras et du glycérol.

I.9. Effet de la pollution plombique sur les enzymes du blé :

Bien que le plomb ne semble pas être nécessaire à la vie du blé, certains auteurs ont souligné son effet bénéfique chez certains végétaux, lorsqu'il est présent en faible quantité dans le milieu (BONTE & DE CORMIS, 1979). Selon d'autres auteurs le plomb pourrait avoir d'autres effets néfastes sur les différentes fonctions de la plante. CLIJSTERS & VAN ASSCHE (1985), ont démontré l'effet dépressif du plomb sur la croissance des cultures sur des sols

contaminés par le plomb. Le plomb semble affecter certains systèmes enzymatiques, il est constaté une inhibition non- compétitive de la fixation du CO₂ et une augmentation de l'activité de certaines enzymes hydrolytiques et des peroxydases ce qui accélère la sénescence de la plante.

LEE & al., (1976) ont montré que le plomb peut augmenter l'activité de certaines enzymes hydrolytiques. Le blé, comme la plupart des végétaux, possède plusieurs types d'hydrolases impliquées dans différents métabolismes. L'action des facteurs extérieurs et des métaux lourds tels que le plomb, peut influencer l'activité métabolique d'une façon différente suivant les variétés et entraîner l'inactivation d'enzymes qui sont à l'origine de certaines dégradations (ANDRE & al., 1992).

Chapitre II

II. MATERIEL ET METHODES :

II.1. Matériel végétal utilisé :

Quatre variétés de blé ont été utilisées pour les besoins de cette étude. Elles proviennent de l'Office Interprofessionnel des céréales de Annaba (O.A.I.C.). Les variétés se divisent en deux variétés de blé dur et deux variétés de blé tendre :

- pour le blé dur, il y a les variétés Vitron et Eider.
- pour le blé tendre, il y a les variétés Ziad et HD 1220.

II.2. Méthodes d'analyse :

II.2.1. Préparation des solutions chimiques :

Il a été préparé 12 solutions de nitrate de plomb à différentes concentrations en plus du témoin 0M. Les concentrations de ces solutions sont : $5 \cdot 10^{-6}$ M, 10^{-5} M, $5 \cdot 10^{-5}$ M, 10^{-4} M, $5 \cdot 10^{-4}$ M, 10^{-3} M, $5 \cdot 10^{-3}$ M, 10^{-2} M, $5 \cdot 10^{-2}$ M, 10^{-1} M, $5 \cdot 10^{-1}$ M, 1M.

25 graines de blé de chaque variété sont placées sur du papier buvard dans des boîtes de Pétri. Trois répétitions pour chaque variété sont faites. Les graines sont placées pendant 10 jours dans chacune des concentrations de nitrate de plomb et d'acide nitrique. Dans chaque boîte de Pétri, il est ajouté 5 ml de la solution en question. A chaque fois que le buvard devient sec l'opération est répétée. La quantité totale des préparations chimiques utilisées est de 45 ml.

Les résultats de chaque boîte sont exprimés en pourcentage de graines germées par rapport au nombre total des graines par boîte de Pétri.

II.2.2. Détermination des paramètres germinatifs :

II.2.2.1. Taux moyen de germination :

Il est exprimé par le pourcentage de graines germées par rapport au nombre total de graines par boîte de Pétri (%) (MAZLIAK, 1981).

La formule de calcul utilisée est :

$$T.G = \frac{G}{N.G} \times 100$$

Où :

T.G : Taux moyen de germination en (%).

G. : Nombre de graines germées.

N.G : Nombre total de graines mises à germer.

II.2.2.2. Vitesse moyenne de germination :

C'est un paramètre qui nous renseigne sur la vigueur du grain (graines/jour) (MAZLIAK, 1981).

La relation considérée est :

$$V.G = \sum_{j_{i-1}} \frac{N.G_{i-1}}{J_{i-1}}$$

Où :

V.G : Vitesse de germination.

N.G_{i-1} : Nombre de graines germées le jour i.

J_{i-1} : Nombre de jours avec i = 10 pour l'expérimentation réalisée.

II.2.3. Détermination des paramètres biochimiques :

II.2.3.1. Détermination de l'activité de la lipase :

La méthode utilisée est celle de LUTSKANOV (1994).

Dans une éprouvette, il est mélangé 1g de graines broyées et 10 ml de solution tampon pH 8.

Solution tampon : Cette solution est préparée à partir de 96.05 ml de solution de $\text{Na}_2 \text{HPO}_4$ 0,2 M ajustée à pH 8 par une quantité en ml d'une solution d'acide citrique 0,1N.

Mode opératoire : dans quatre Erlen-meyers de 100 ml, il est déposé :

-3ml d'huile d'olive.

-2ml de solution tampon contenant les graines broyées.

Trois Erlen-meyers sont placés à 30°C. Le quatrième Erlen-meyer est considéré comme un témoin dans lequel est introduit :

-5ml d'Ether.

-10ml d'alcool à 90°C.

Le contenu est titré avec du NaOH 0,1 N en présence de phénophtaléine. Après un temps de 30min le premier essai est titré de la même manière. Après 60min et 90min le deuxième et le troisième essai sont dosés successivement.

L'activité de la lipase est exprimée en ml de NaOH 0,1 N utilisée pour titrer les acides gras obtenus après action de l'enzyme contenu dans 1 g de produit.

$$A_L = \frac{(A - B) \times F \times 5}{C}$$

Où :

A : Quantité de NaOH 0,1 N utilisée pour titrer l'essai expérimental (ml).

B : Quantité de NaOH 0,1 N utilisée pour titrer l'essai témoin (ml).

F : Titre de NaOH 0,1N.

5 : Coefficient de dilution.

C : Masse des graines.

L'activité de l'enzyme est déterminée après 30min, 60min et 90min d'action.

II.2.3.2. Détermination de l'activité amylasique :

La méthode a été téléchargée sur INTERNET, elle se base sur la méthode de BERNFELD, (1951).

II.2.3.2.1. Détermination de la somme (α + β) amylasique :

Réactifs :

- 0,02M Tampon Phosphate, pH 6,9 ajusté avec du NaCl 0,006M.
- NaOH 2N.

Réactif colorant :

- 1gr de 3,5-acide Dinitrosalicylique sont solubilisés dans 50 ml d'eau distillée.
- 30g de tartrate double 4 fois hydraté sont ajoutés.
- 20 ml de NaOH 2N sont additionnés.
- La solution est ajustée à 100 ml et protégée contre le CO₂.
- La préparation peut être conservée pendant 2 semaines.

Solution d'amidon à 1% :

- 1g d'amidon est dissous dans 100 ml de tampon phosphate sodium 0,02 M pH 6,9.
- Dans un becher, après refroidissement le contenu est complété à 100 ml.
- Incuber à 25°C pendant 4-5 min. avant chaque usage.

Solution de maltose :

- 180 mg de maltose sont dissous dans 100 ml d'eau distillée.

Il est procédé de la manière suivante :

Extrait enzymatique :

- 5g de blé broyé sont mis dans 50 ml d'eau distillée. La solution est agitée toutes les 5 min, pendant une demie heure, puis filtrée.

Test enzymatique :

- 0,5ml du filtrat enzymatique sont pipetés dans un tube.
- Le blanc est préparé avec 0,5ml d'eau distillée.
- L'incubation est à 25°C pendant 3-4min.

- 0,5ml de la solution d'amidon sont ajoutés et le mélange est incubé de nouveau pendant 3min.
- 1ml de la solution d'acide dinitrosalicylique est coulé dans chaque tube.
- Tous les tubes sont incubés au bain-marie pendant 5min et refroidis.
- Après avoir versé 10ml d'eau distillée, la lecture à $A_{540 \text{ nm}}$ est réalisée.

II.2.3.2.2. Détermination de l' α - amylase :

Pour la détermination de l' α -amylase, la β -amylase est d'abord dénaturée par chauffage de l'extrait enzymatique avant la réalisation de l'essai à 70°C et il est procédé de la même manière que précédemment.

II.2.3.2.3. Détermination de la β - amylase :

La β -amylase est déterminée par calcul.

$$\beta\text{-amylase} = (\alpha + \beta) \text{ amylase} - \alpha\text{-amylase}$$

II.2.4. Analyse statistique :

Pour l'étude du pourcentage de germination, des activités lipasiques et des activités amylasiques, il a été utilisé l'analyse de la variance à deux critères de classification modèles fixes (DAGNELIE, 1975).

Les représentations graphiques en 3D (en relief) ont été réalisées avec le logiciel STATISTICA 5.1.

Chapitre III

III. RESULTATS ET DISCUSSION:

III.1. Influence du nitrate de plomb et de l'acide nitrique sur les paramètres germinatifs :

III.1.1. Influence du nitrate de plomb sur les paramètres germinatifs :

Les tableaux II et III concernant l'analyse de la variance à deux critères de classification par comparaison des différentes concentrations de nitrate de plomb sur le pourcentage de germination et la vitesse de germination, pour les variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220, montrent qu'il existe des différences très hautement significatives entre les doses de nitrate de plomb et entre les variétés.

Dans les figures 4 et 5 sont représentés les pourcentages et les vitesses de germination obtenus en fonction des différentes concentrations de nitrate de plomb pour VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220. Il est constaté pour les trois premiers types de blé, que le pourcentage de germination et la vitesse de germination sont à leur maximum aux concentrations 10^{-4} M et 5.10^{-4} M. Au-delà de cette dernière, il est observé une diminution des valeurs de ces deux paramètres. Aucune graine ne germe aux concentrations égales à 5.10^{-1} M et 1M. En ce qui concerne HD 1220, la concentration 5.10^{-5} M accroît le pourcentage de germination et la vitesse de germination. Lorsque les molarités de nitrate de plomb sont supérieures à 5.10^{-5} M, il y a réduction du pourcentage et de la vitesse de germination. A 5.10^{-1} M et 1M, le processus de la germination est totalement inhibé.

III.1.2. Influence de l'acide nitrique sur les paramètres germinatifs :

Les tableaux IV et V, concernant l'analyse de la variance à deux critères de classification par comparaison des différentes concentrations d'acide nitrique sur le pourcentage de germination et la vitesse de germination, pour les variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220, montrent qu'il existe des différences justes significatives entre les doses de nitrate et entre les variétés. Dans les figures 6 et 7, sont indiqués les pourcentages de germination et les vitesses de

Tableau.II. Comparaison des effets des différentes concentrations de nitrate de plomb sur le pourcentage de germination pour les variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220.

Source de variation	Dl	SCE	CM	F	P
Différences entre variétés	3	1831,5	610,5	10,39***	0,000
Différences entre concentrations	12	22311,7	1859,3	31,65***	0,000
Erreur	36	214,8	58,7		
Total	51	26258,1			

$F(1-\alpha) = 2,84$ pour $\alpha = 0,05$ et $F(1-\alpha) = 7,33$ pour $\alpha = 0,0005$ avec $K_1 = 3$ et $K_2 = 36$.

$F_{obs} > 7,33$

Tableau.III. Comparaison des effets des différentes concentrations de nitrate de plomb sur la vitesse germination pour les variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220.

Source de variation	Dl	SCE	CM	F	P
Différences entre variétés	3	680,8	226,9	13,45***	0,000
Différences entre concentrations	12	4622,2	385,2	22,84***	0,000
Erreur	36	607,2	16,9		
Total	51	5910,2			

$F(1-\alpha) = 2,84$ pour $\alpha = 0,05$ avec $K_1 = 3$ et $K_2 = 36$.

$F_{obs} > 2,84$

* significatif.

** hautement significatif.

*** très hautement significatif.

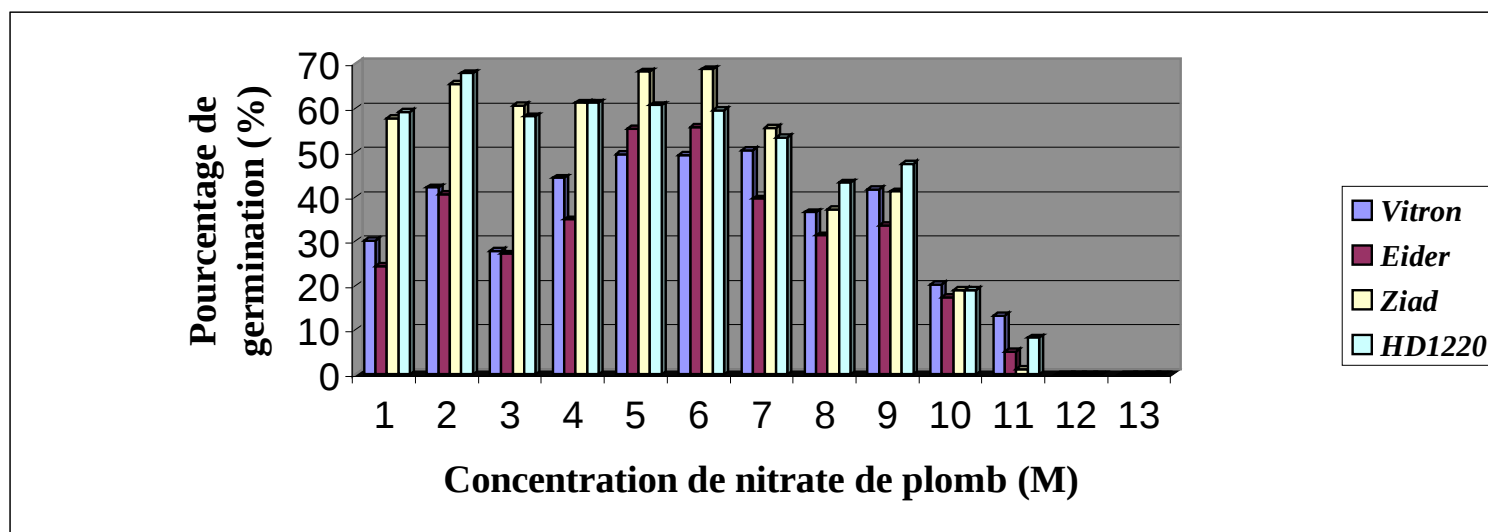


Figure.4. Effet du nitrate de plomb sur le pourcentage de germination des variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220.

Légende :

C1 : 0M	C4 : 5.10^{-5} M	C7 : 10^{-3} M	C10 : 5.10^{-2} M	C13 : 1M
C2 : 5.10^{-6} M	C5 : 10^{-4} M	C8 : 5.10^{-3} M	C11 : 10^{-1} M	
C3 : 10^{-5} M	C6 : 5.10^{-4} M	C9 : 10^{-2} M	C12 : 5.10^{-1} M	

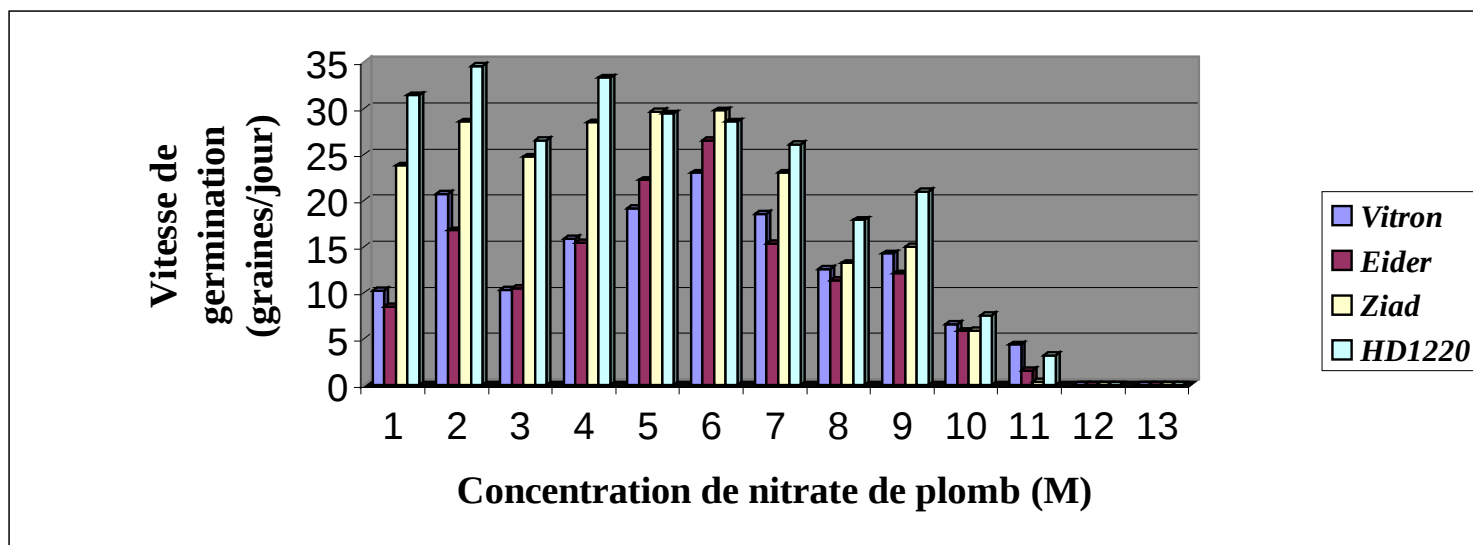


Figure.5. Effet du nitrate de plomb sur la vitesse de germination des variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220.

Légende :

C1 : 0M	C4 : 5.10^{-5} M	C7 : 10^{-3} M	C10 : 5.10^{-2} M	C13 : 1M
C2 : 5.10^{-6} M	C5 : 10^{-4} M	C8 : 5.10^{-3} M	C11 : 10^{-1} M	
C3 : 10^{-5} M	C6 : 5.10^{-4} M	C9 : 10^{-2} M	C12 : 5.10^{-1} M	

Tableau.IV. Comparaison des effets des différentes concentrations d'acide nitrique sur le pourcentage de germination pour les variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220.

Source de variation	DI	SCE	CM	F	P
Différences entre variétés	3	1338, 2	446, 1	9, 14*	0,000
Différences entre concentrations	12	2610, 5	217, 5	4, 46*	0,000
Erreur	36	1757, 7	48, 8		
Total	51	5706, 4			

$F(1-\alpha) = 4,31$ pour $\alpha=0,01$ avec $K_1= 3$ et $K_2= 36$. $F_{obs} > 4,31$

Tableau.V. Comparaison des effets des différentes concentrations d'acide nitrique sur la vitesse de germination pour les variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220.

Source de variation	DI	SCE	CM	F	P
Différences entre variétés	3	266, 2	88,7	7,92*	0,000
Différences entre concentrations	12	927,0	77,3	6,90*	0,000
Erreur	36	403,1	11,2		
Total	51	1596,3			

$F(1-\alpha) = 7,33$ pour $\alpha= 0,0005$ avec $K_1= 3$ et $K_2= 36$. $F_{obs} > 7,33$

* significatif.

** hautement significatif.

*** très hautement significatif

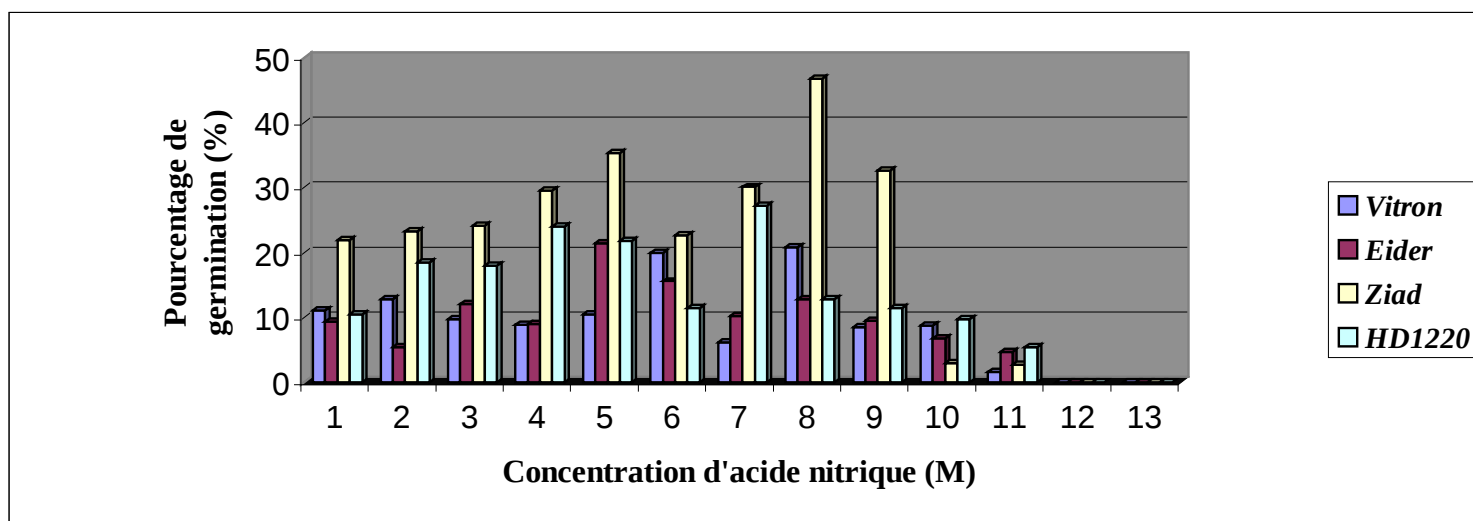


Figure.6. Effet de l'acide nitrique sur le pourcentage de germination des variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220.

Légende :

C1 : 0M	C4 : 5.10^{-5} M	C7 : 10^{-3} M	C10 : 5.10^{-2} M	C13 : 1M
C2 : 5.10^{-6} M	C5 : 10^{-4} M	C8 : 5.10^{-3} M	C11 : 10^{-1} M	
C3 : 10^{-5} M	C6 : 5.10^{-4} M	C9 : 10^{-2} M	C12 : 5.10^{-1} M	

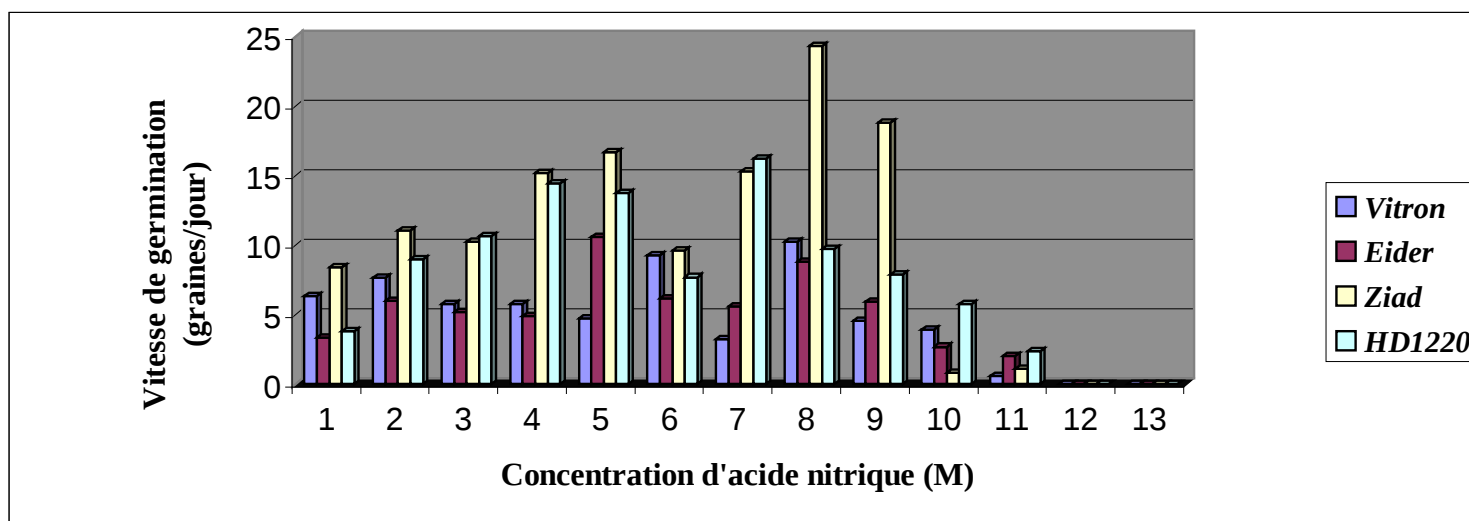


Figure.7. Effet de l'acide nitrique sur la vitesse de germination des variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220.

Légende :

C1 : 0M	C4 : 5.10^{-5} M	C7 : 10^{-3} M	C10 : 5.10^{-2} M	C13 : 1M
C2 : 5.10^{-6} M	C5 : 10^{-4} M	C8 : 5.10^{-3} M	C11 : 10^{-1} M	
C3 : 10^{-5} M	C6 : 5.10^{-4} M	C9 : 10^{-2} M	C12 : 5.10^{-1} M	

germination pour les quatre variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220, il est remarqué que le pourcentage de germination et la vitesse de germination sont instables. Avec chaque augmentation de concentration de nitrate, des fluctuations sont observées. Pour les doses égales à $5.10^{-1}M$ et $1M$, il y a une inhibition totale de la germination. Aucun résultat positif n'a pu être acquis avec le traitement au nitrate. Donc les effets constatés précédemment avec le nitrate de plomb sur les paramètres germinatifs, sont dus à l'effet du plomb et non pas à l'effet du nitrate.

III.2. INFLUENCE DU PLOMB SUR LES ACTIVITES ENZYMATIQUES :

III.2.1. Influence du plomb sur l'activité lipasique :

Les tableaux numérotés de VI à XVII correspondant l'analyse de la variance à deux critères de classification concernant la comparaison de l'effet des différentes concentrations de plomb et du temps sur les activités lipasiques des variétés de blé VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220, au bout de 30, 60, 90 minutes de réaction enzymatique, montrent qu'il existe des différences très hautement significatives. Les concentrations de plomb influencent différemment les activités lipasiques. Ces dernières varient de jour en jour.

III.2.1.1. Influence du plomb sur l'activité lipasique au bout de 30minutes de réaction enzymatique :

Les figures n° 8, 9,10 et 11, montrent respectivement les activités lipasiques après 30' de réaction enzymatique en fonction des concentrations de plomb et du temps des variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220. Il est constaté que l'activité lipasique maximale est atteinte avec la lipase des semences des variétés de blé dur ayant absorbées cet élément nocif à $0,02g/l$. Pour VITRON, cette activité se manifeste le 8^e jour de la germination, par contre pour EIDER, elle est visible le 4^e et 5^e jour du processus de la germination. Au-delà de cette concentration, il y a diminution des activités lipasiques.

Tableau .VI. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 30 min d'action de la lipase pour la variété VITRON.

Source de variation	Ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	11,53	0,96	19,2***
Différence entre jours (b)	9	1,46	0,16	3,2*
Interaction (a x b)	108	5,55	0,05	
Total	129	18,54	-	

$F(1-\alpha) = 1,72$ pour $\alpha = 0,05$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 1,72$

Tableau .VII. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 60 min d'action de la lipase pour la variété VITRON.

Source de variation	Ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	16,58	1,38	69***
Différence entre jours (b)	9	1,65	0,18	9*
Interaction (a x b)	108	2,56	0,02	
Total	129	20,76	-	

$F(1-\alpha) = 2,83$ pour $\alpha = 0,0005$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 2,83$

Tableau.VIII. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 90 min d'action de la lipase pour la variété VITRON.

Source de variation	Ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	12,64	1,05	105***
Différence entre jours (b)	9	0,39	0,04	4*
Interaction (a x b)	108	1,87	0,01	
Total	129	14,90	-	

$F(1-\alpha) = 2,83$ pour $\alpha = 0,0005$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 2,83$

* significatif.

** hautement significatif.

*** très hautement significatif

Tableau.IX. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 30 min d'action de la lipase pour la variété EIDER.

Source de variation	ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	21,85	1,82	36,4***
Différence entre jours (b)	9	3,77	0,41	8,2*
Interaction (a x b)	108	5,74	0,05	
Total	129	31,36	-	

$F(1-\alpha) = 1,72$ pour $\alpha = 0,05$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 1,72$

Tableau.X. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 60 min d'action de la lipase pour la variété EIDER.

Source de variation	ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	9,94	0,82	82***
Différence entre jours (b)	9	1,47	0,16	16**
Interaction (a x b)	108	2	0,01	
Total	129	13,41	-	

$F(1-\alpha) = 2,67$ pour $\alpha = 0,001$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 2,67$

Tableau.XI. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 90 min d'action de la lipase pour la variété EIDER.

Source de variation	ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	10,97	0,91	45,5***
Différence entre jours (b)	9	1,67	0,18	9*
Interaction (a x b)	108	2,2	0,02	
Total	129	14,84	-	

$F(1-\alpha) = 2,83$ pour $\alpha = 0,0005$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 2,83$

* significatif.

** hautement significatif.

*** très hautement significatif

Tableau.XII. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 30 min d'action de la lipase pour la variété ZIAD.

Source de variation	Ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	17,1	1,425	71,25***
Différence entre jours (b)	9	2,23	0,24	12**
Interaction (a x b)	108	2,31	0,02	
Total	129	21,24	-	

$F(1-\alpha) = 2,83$ pour $\alpha = 0,0005$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 2,83$

Tableau.XIII. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 60 min d'action de la lipase pour la variété ZIAD.

Source de variation	Ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	21,4	1,78	222,5***
Différence entre jours (b)	9	1,18	0,13	16,25**
Interaction (a x b)	108	0,87	0,008	
Total	129	23,45	-	

$F(1-\alpha) = 2,83$ pour $\alpha = 0,0005$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 2,83$

Tableau.XIV. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 90 min d'action de la lipase pour la variété ZIAD.

Source de variation	Ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	27,72	2,31	330***
Différence entre jours (b)	9	0,8	0,08	11,42**
Interaction (a x b)	108	0,77	0,007	
Total	129	29,29	-	

$F(1-\alpha) = 1,72$ pour $\alpha = 0,05$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 1,72$

* significatif.

** hautement significatif.

*** très hautement significatif

Tableau.XV. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 30 min d'action de la lipase pour la variété HD 1220.

Source de variation	ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	50,46	4,205	65,70***
Différence entre jours (b)	9	3,64	0,404	6,31*
Interaction (a x b)	108	6,98	0,064	
Total	129	61,08	-	

$F(1-\alpha) = 2,83$ pour $\alpha = 0,0005$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 2,83$

Tableau.XVI. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 60 min d'action de la lipase pour la variété HD 1220.

Source de variation	ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	16,07	1,339	267,8***
Différence entre jours (b)	9	1,18	0,13	26**
Interaction (a x b)	108	0,6	0,005	
Total	129	17,85	-	

$F(1-\alpha) = 1,72$ pour $\alpha = 0,05$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 1,72$

Tableau.XVII. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique après 90 min d'action de la lipase pour la variété HD 1220.

Source de variation	ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	27,32	2,276	227,6***
Différence entre jours (b)	9	1,68	0,18	18**
Interaction (a x b)	108	1,87	0,01	
Total	129	30,87	-	

$F(1-\alpha) = 1,72$ pour $\alpha = 0,05$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 1,72$

* significatif.

** hautement significatif.

*** très hautement significatif

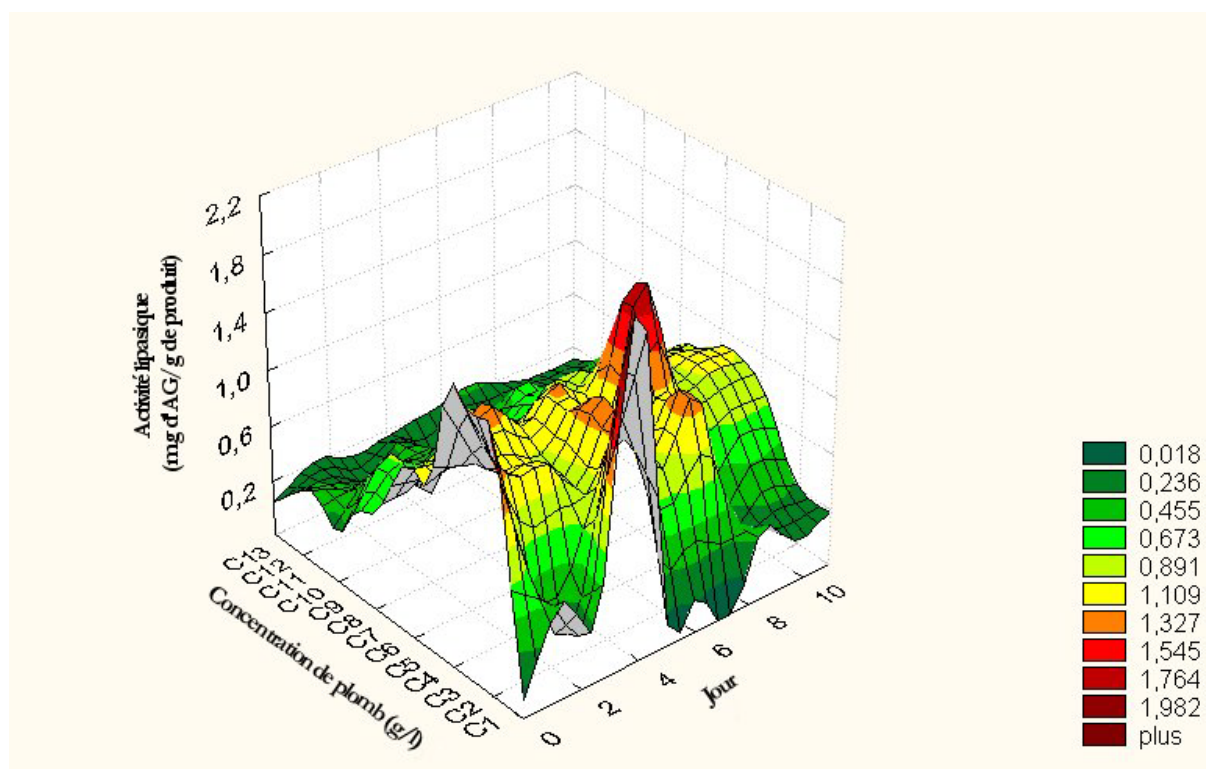


Figure.8. Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété VITRON après 30min. de réaction enzymatique.

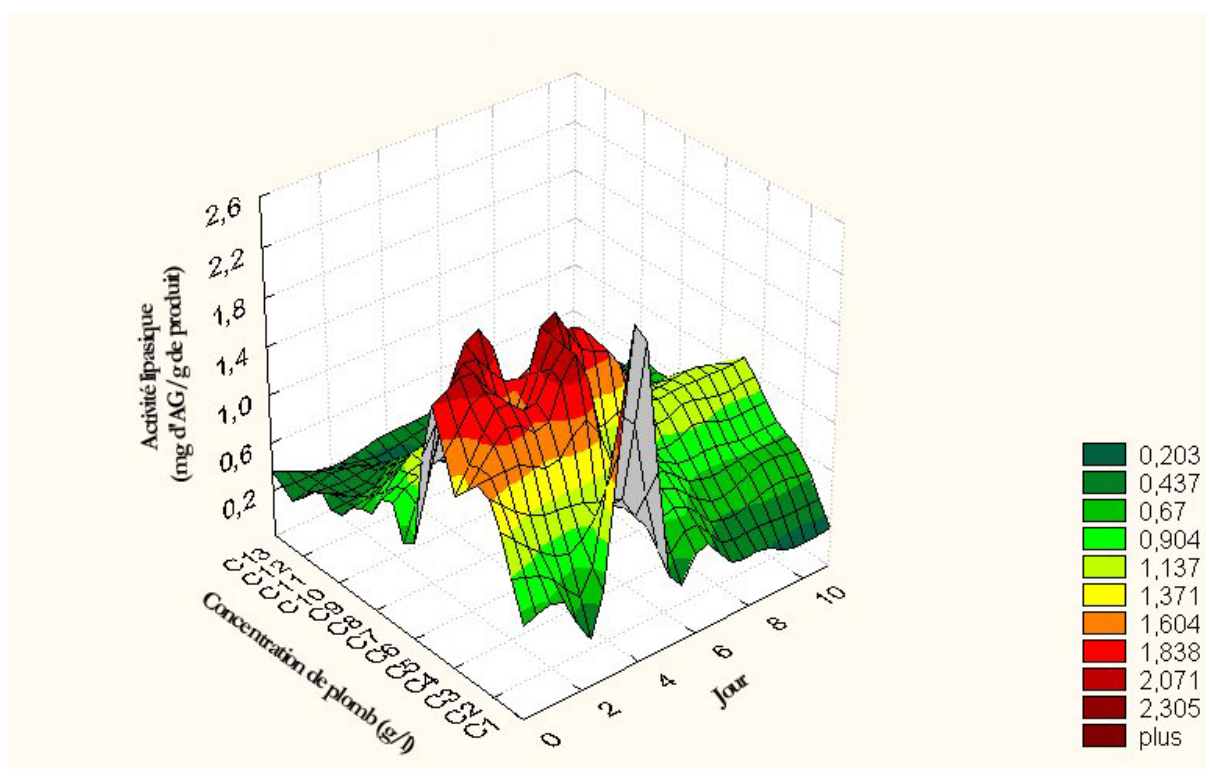


Figure.9. Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété EIDER après 30min. de réaction enzymatique.

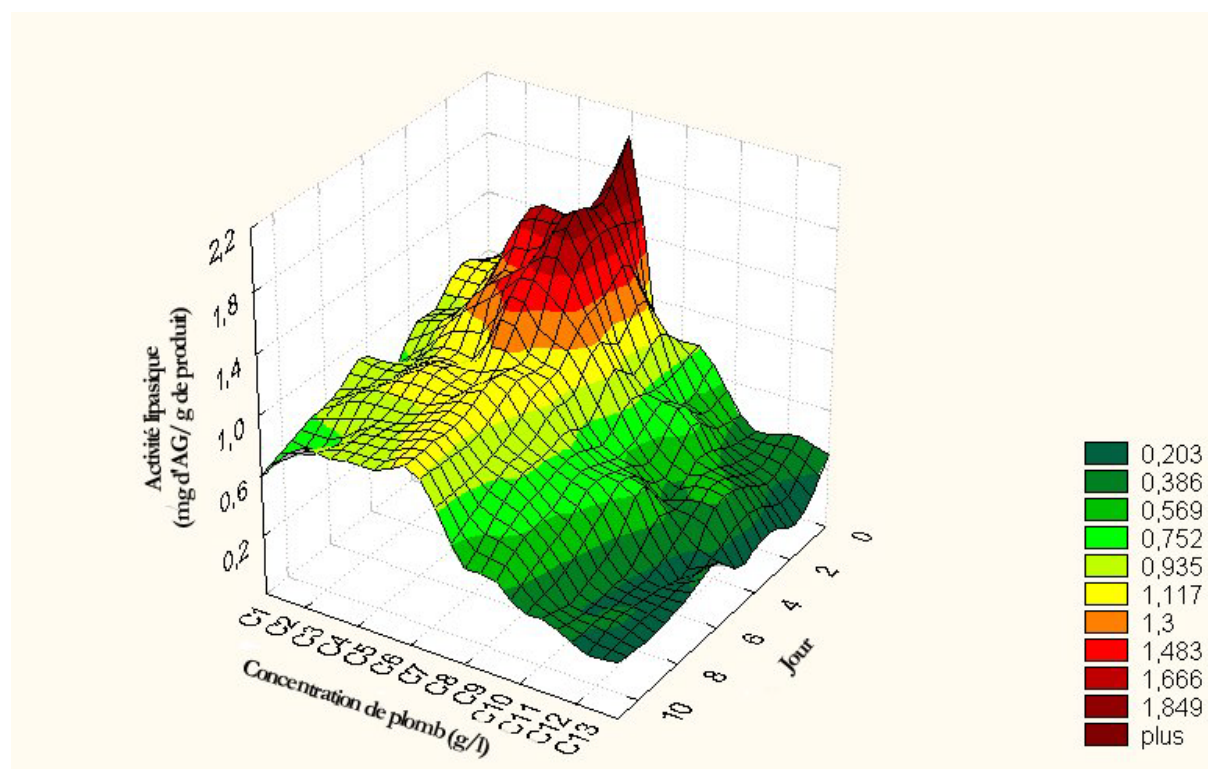


Figure.10. Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété ZIAD après 30 min. de réaction enzymatique.

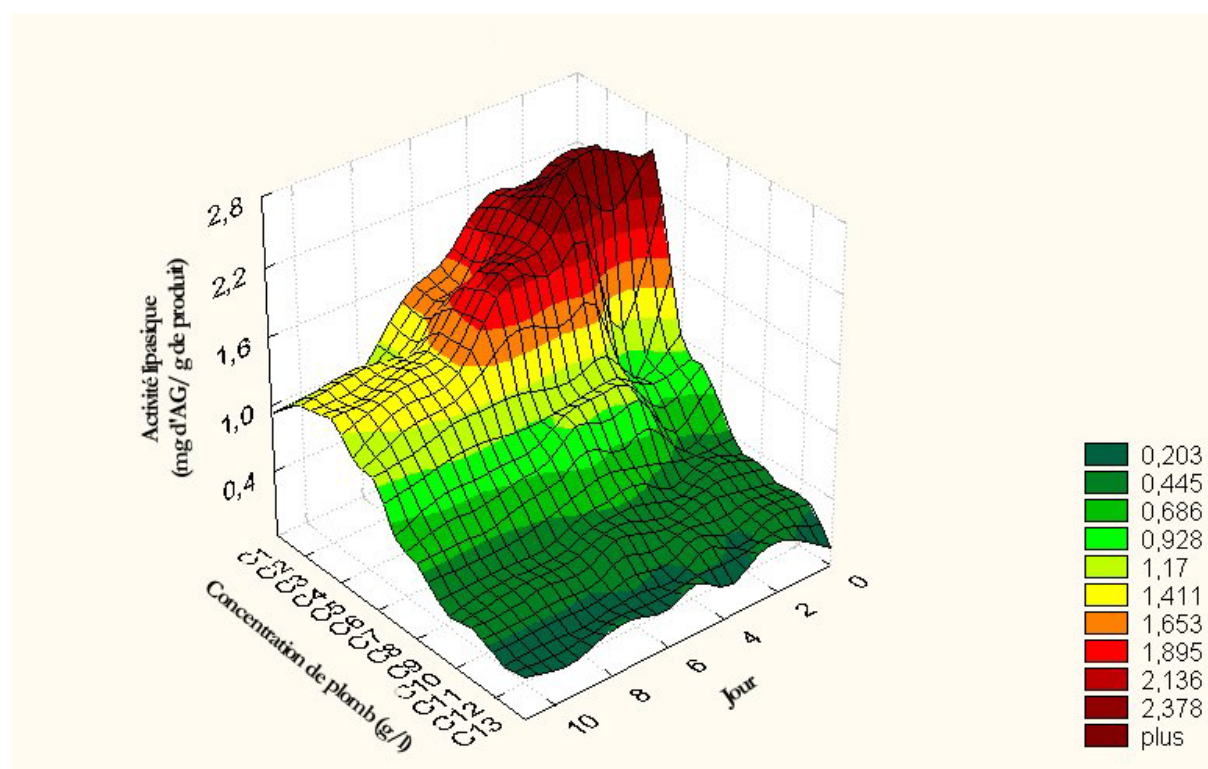


Figure.11. Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété HD 1220 après 30min. de réaction enzymatique.

Pour les deux variétés de blé tendre, le maximum d'acides gras est libéré grâce à l'action des lipases de ZIAD et HD 1220 dans lesquelles a pénétré le plomb respectivement à 0,1g/l et 0,01g/l. ces activités sont détectées le 4^e jour de la germination pour ZIAD et reste par contre stationnaire du 1^e au 4^e jour de la germination pour HD 1220. Lorsque les concentrations de plomb sont supérieures à 0,1g/l et 0,01g/l, au fur et à mesure que les quantités de plomb augmentent, l'activité de la lipase est réduite.

III.2.1.2. Influence du plomb sur l'activité lipasique au bout de 60minutes de réaction enzymatique :

Les figures n° 12, 13, 14 et 15 montrent respectivement les activités lipasiques après 60min de réaction enzymatique en fonction des concentrations de plomb et du temps des quatre variétés. VITRON, EIDER et ZIAD montrent respectivement des activités lipasiques maximales à 0,02g/l et 0,1g/l durant successivement le 1^e, 5^e et 9^e jour de la germination, le 1^e jour et enfin le 3^e jour de la germination. Au-delà de ces deux concentrations et avec l'augmentation des doses de plomb, il y a réduction de l'activité lipasique.

En ce qui concerne la variété HD 1220 après 60min et 90min de réaction enzymatique la concentration 0,01g/l est la dose où l'activité lipasique est à son maximum. Cette activité est presque stationnaire pendant les 7 premiers jours de la germination.

III.2.1.3. Influence du plomb sur l'activité lipasique au bout de 90minutes de réaction enzymatique :

Les figures n° 16, 17, 18 et 19, montrent respectivement les activités lipasiques après 90min de réaction enzymatique en fonction des concentrations de plomb et du temps des quatre variétés. L'activité lipasique est à son maximum à la concentration 0,1g/l pour VITRON, EIDER et ZIAD. Elle est enregistrée le 6^e et 7^e jour de la germination ainsi que le 1^e jour.

L'activité lipasique se révèle après 60' de réaction enzymatique, pour toutes les variétés. Elle est observée entre le 3^e et le 8^e jour de germination. Les variétés VITRON, EIDER et ZIAD sont assez résistantes à l'effet du plomb puisque l'activité lipasique est à son

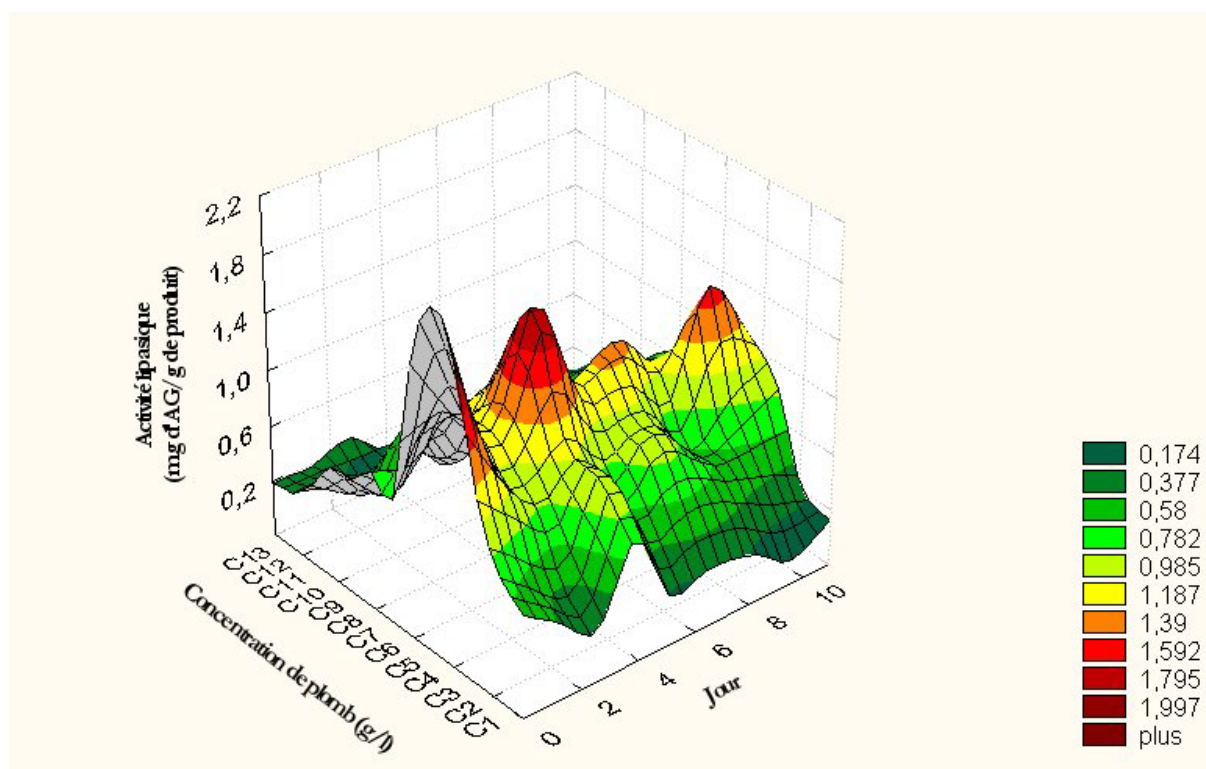


Figure.12. Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété VITRON après 60min. de réaction enzymatique.

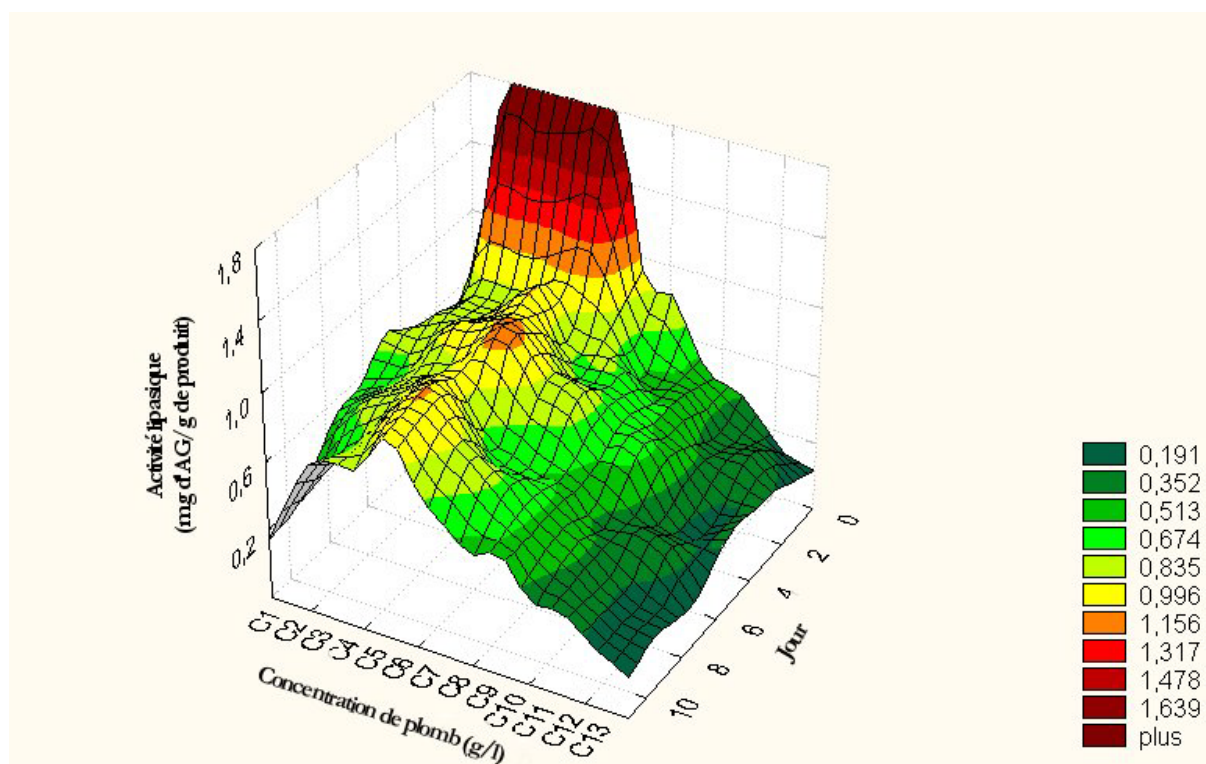


Figure.13. Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété EIDER après 60min. de réaction enzymatique.

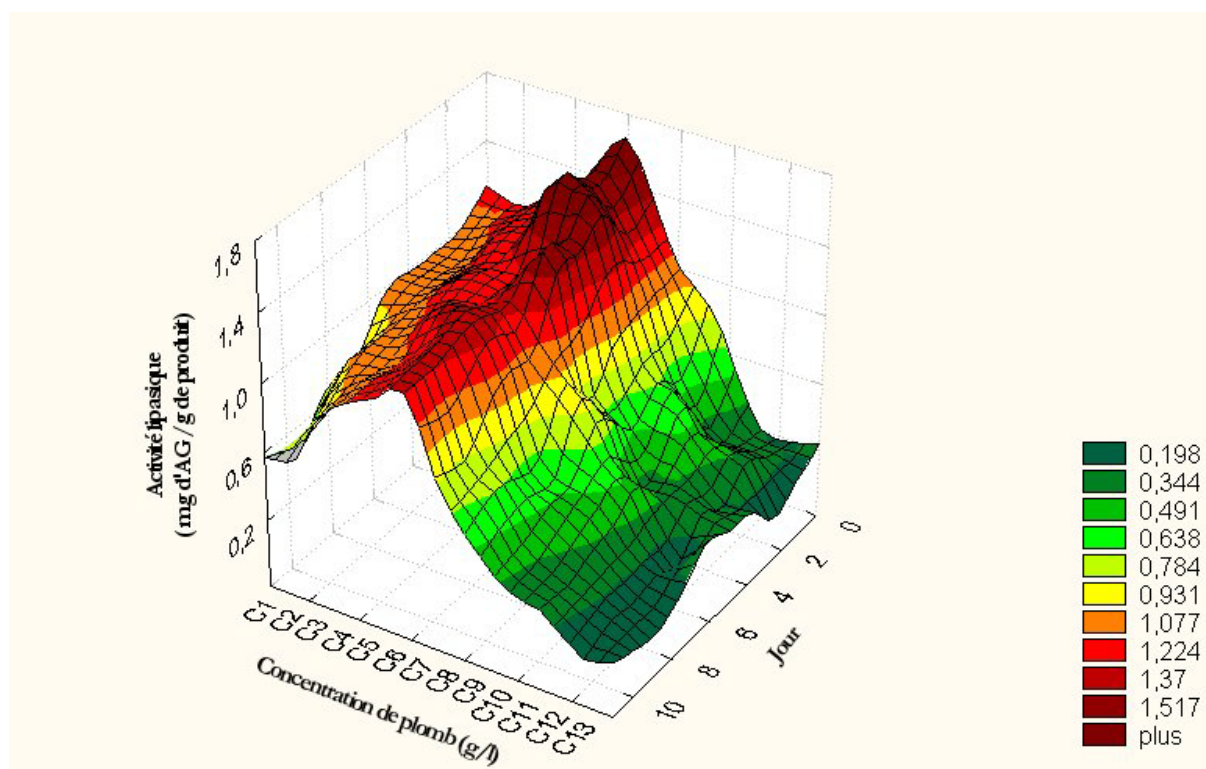


Figure.14. Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété ZIAD après 60min. de réaction enzymatique.

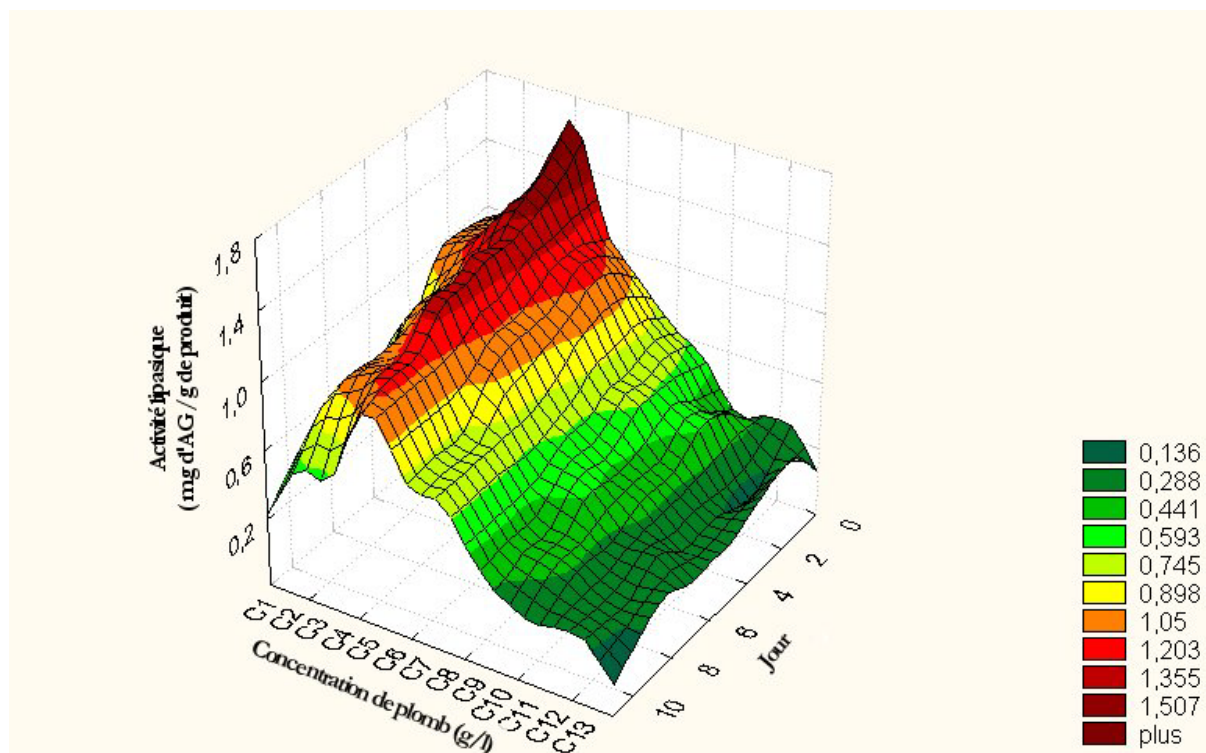


Figure.15. Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété HD 1220 après 60min. de réaction enzymatique.

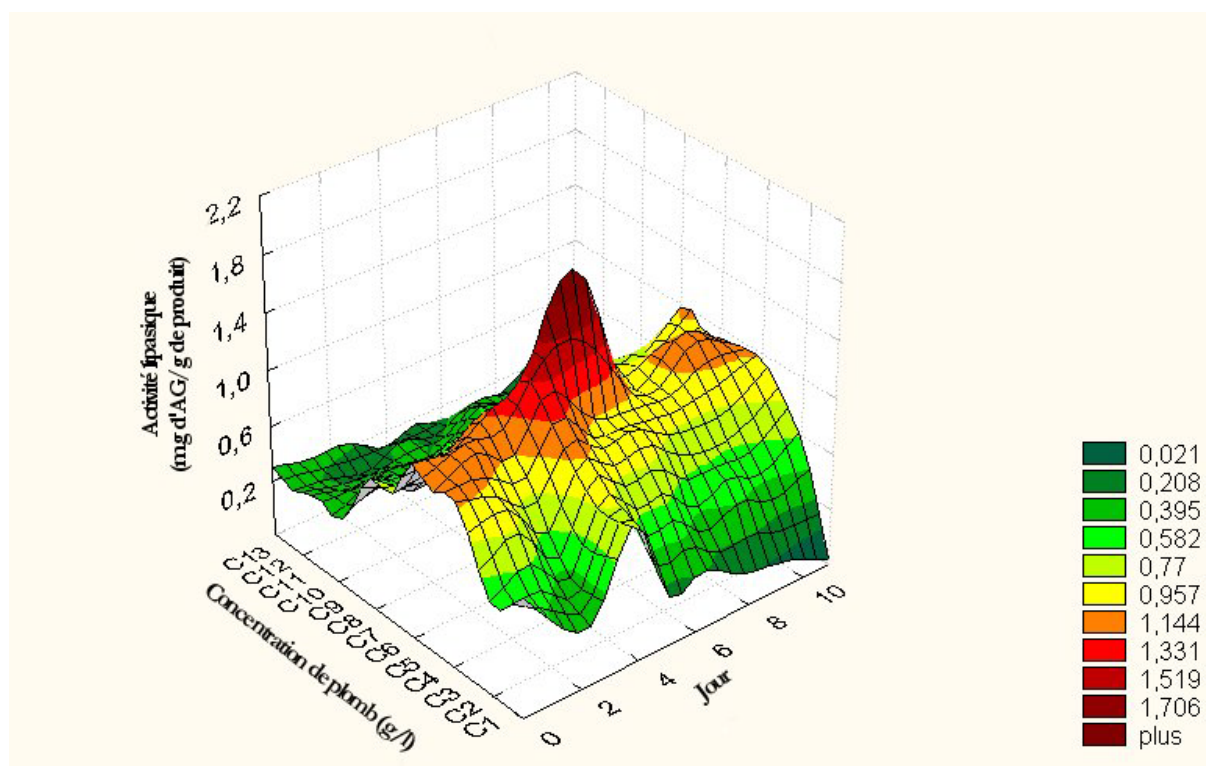


Figure.16. Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété VITRON après 90min. de réaction enzymatique.

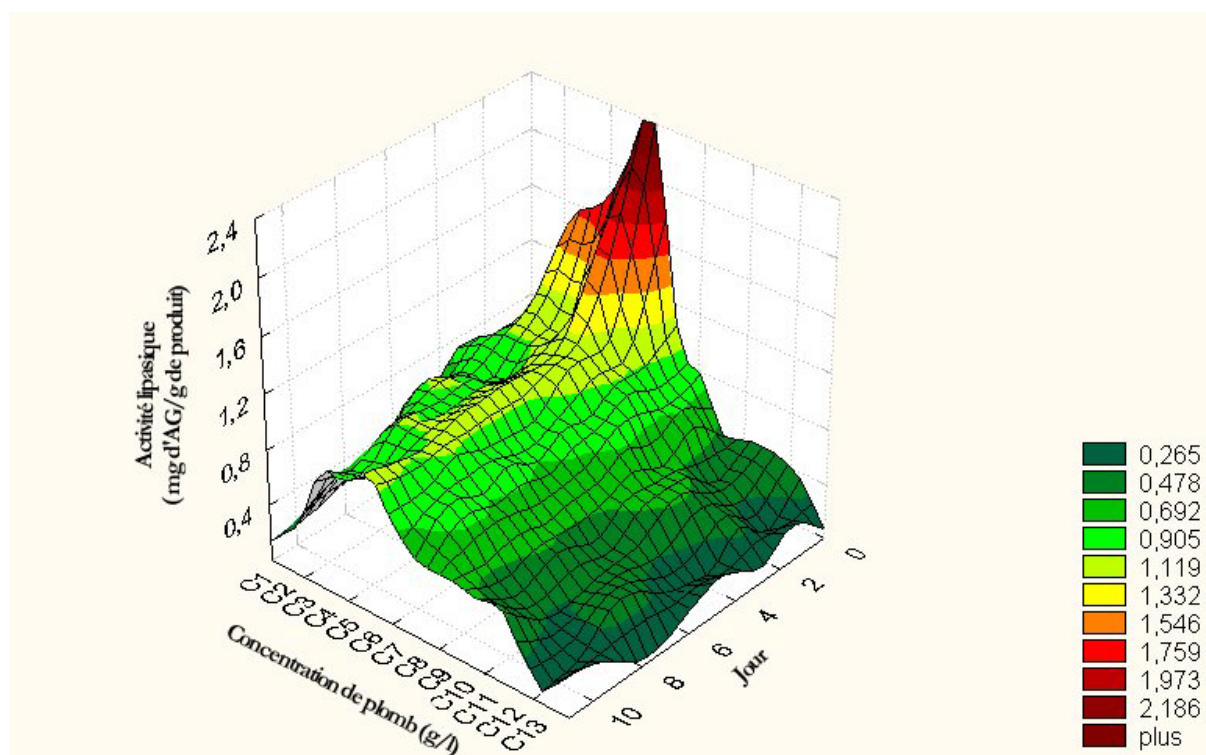


Figure.17. Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété EIDER après 90min. de réaction enzymatique.

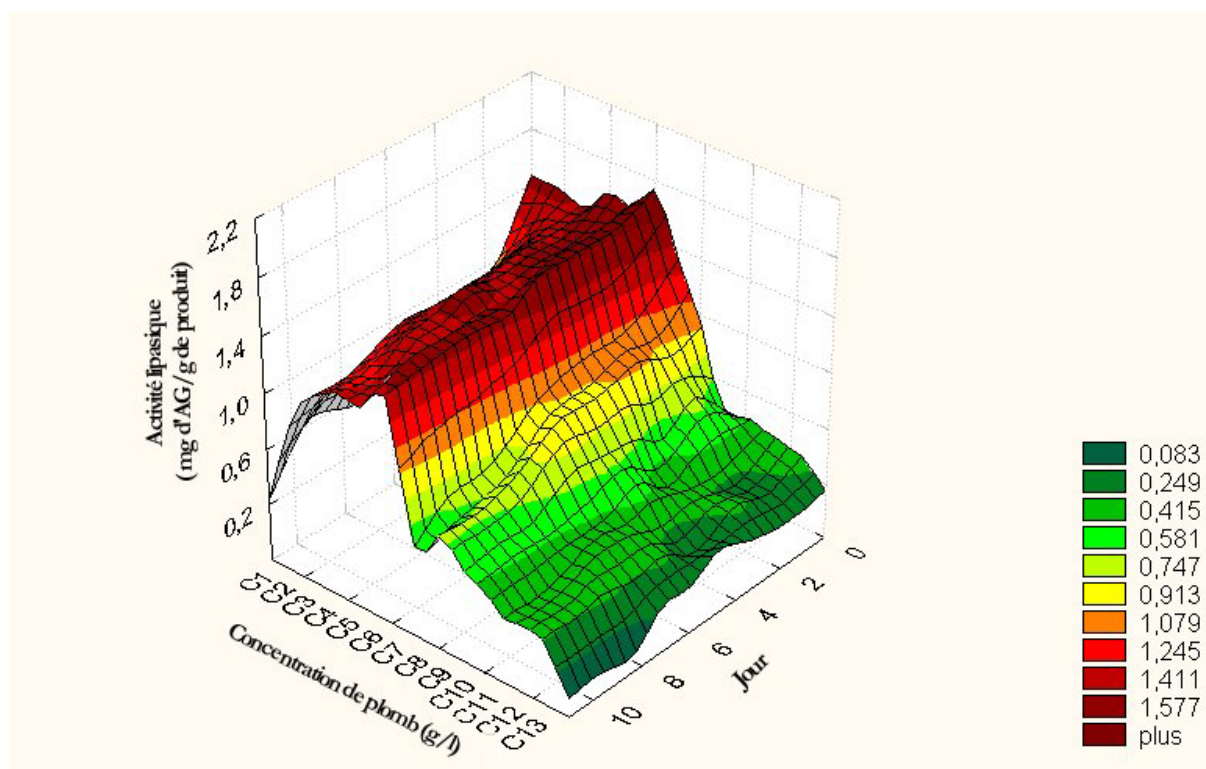


Figure.18. Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété ZIAD après 90min. de réaction enzymatique.

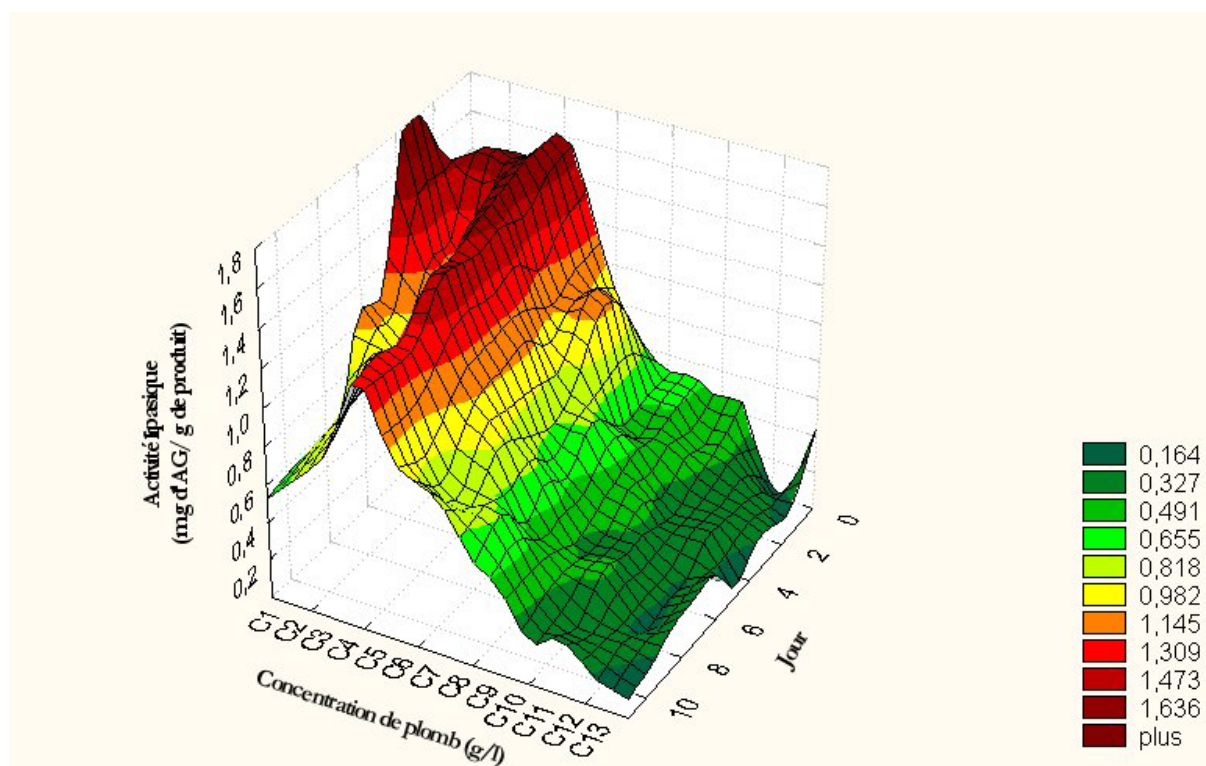


Figure.19. Influence des concentrations de plomb et du temps sur l'activité lipasique de la variété HD 1220 après 90min. de réaction enzymatique.

maximum à la concentration 0,02g/l et 0,1g /l; par contre la variété HD 1220 est plus sensible. Cette dernière réagit beaucoup plus rapidement à l'action de ce dernier puisque son activité lipasique est à son maximum à la concentration 0,01g/l au-delà des concentrations 0,02g/l, 0,1g/l et 0,01g/l l'effet de réduction de l'activité lipasique est le même pour les quatre variétés.

III.2.2.Influence du plomb sur les activités amylasiques :

III.2.2.1. Influence du plomb sur l'activité α -amylasique

Les tableaux XVIII, XIX, XX et XXI correspondant à l'analyse de la variance à deux critères de classification concernant la comparaison de l'effet des différentes concentrations de plomb et du temps sur les activités α -amylasiques des variétés de blé VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220 montrent qu'il existe des différences hautement significatives. Les concentrations de plomb influencent différemment l'activité α -amylasique. Cette dernière varie de jour en jour.

Les figures n° 20, 21, 22 et 23 montrent que les activités α -amylasiques maximales des variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220 sont successivement atteintes aux concentrations 0,02g/l, 0,1g/l à 0,2g/l, 0,02g/l à 0,2g/l et 0,01g/l. ces activités se manifestent le 7^e et 8^e jour, le 5^e, 8^e et 10^e jour, le 6^e et 8^e jour et enfin le 8^e jour de la germination. Lorsque les doses de plomb sont supérieures à celle provoquant la stimulation, il y a réduction de l'action de ces biocatalyseurs responsables de la dégradation de l'amidon.

Tableau.XVIII. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur la DO. de l' α -amylase de la variété VITRON.

Source de variation	Ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	0.351	0.029	145***
Différence entre jours (b)	9	0.004	0.0004	2*
Interaction (a x b)	108	0.029	0.0002	-
Total	129	0.42	-	-

$F(1-\alpha) = 1.72$ pour $\alpha = 0.05$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 1.72$

Tableau.XIX. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur la DO. de l' α -amylase de la variété EIDER.

Source de variation	Ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	0.0042	0.00035	11,66**
Différence entre jours (b)	9	0.0005	0.00005	1.66*
Interaction (a x b)	108	0.0033	0.00003	-
Total	129	0.007	-	-

$F(1-\alpha) = 1.72$ pour $\alpha = 0.05$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $1.72 > F_{obs} > 1.72$

Tableau.XX. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur la DO. de l' α -amylase de la variété ZIAD.

Source de variation	Ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	0.002	0.0001	3.33*
Différence entre jours (b)	9	0.0004	0.00004	1.33*
Interaction (a x b)	108	0.0036	0.00003	-
Total	129	0.006	-	-

$F(1-\alpha) = 1.72$ pour $\alpha = 0.05$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $1.72 > F_{obs} > 1.72$

Tableau.XXI. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur la DO. de l' α -amylase de la variété HD 1220.

Source de variation	Ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	0.013	0.001	12.5***
Différence entre jours (b)	9	0.006	0.0005	6.25*
Interaction (a x b)	108	0.009	0.00008	-
Total	129	0.028	-	-

$F(1-\alpha) = 2.83$ pour $\alpha = 0.0005$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 2.83$

* significatif.

** hautement significatif.

*** très hautement significatif

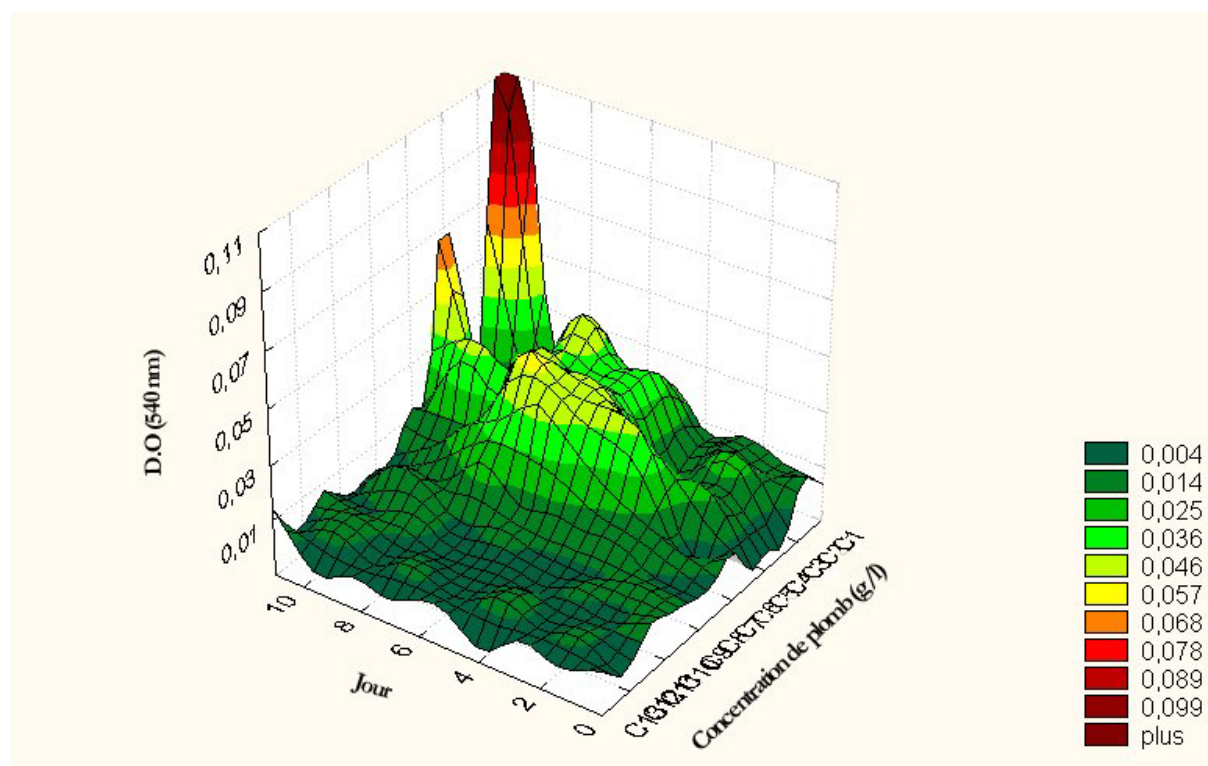


Figure.20. La DO. de l' α -amylase en fonction des concentrations de plomb et du temps pour la variété VITRON.

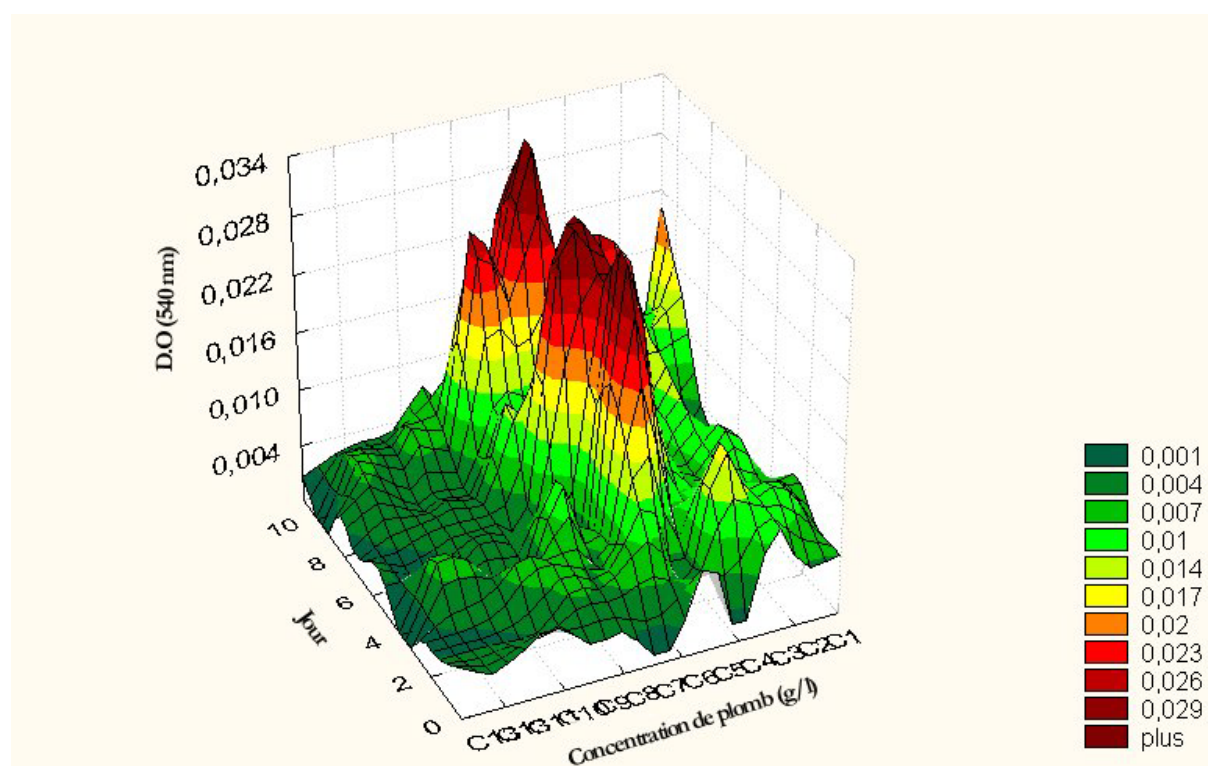


Figure.21. La DO. de l' α -amylase en fonction des concentrations de plomb et du temps pour la variété EIDER.

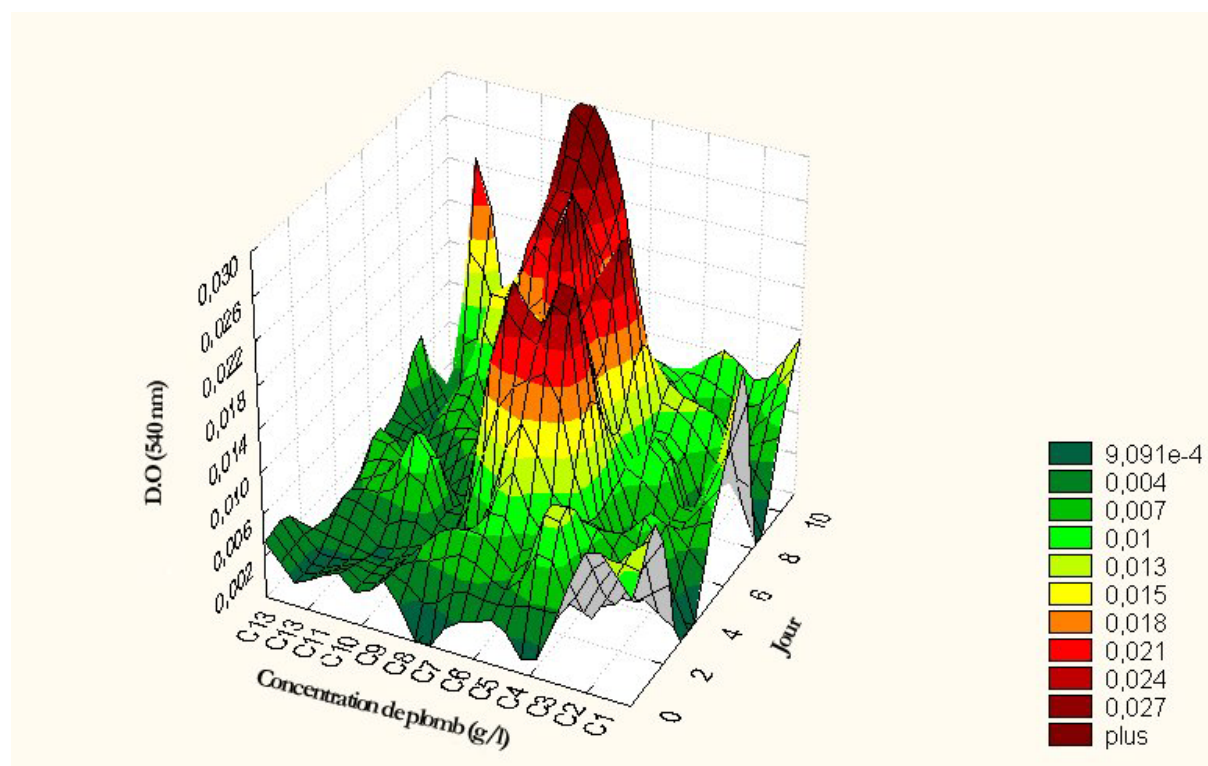


Figure.22. La DO. de l'α-amylase en fonction des concentrations de plomb et du temps pour la variété ZIAD.

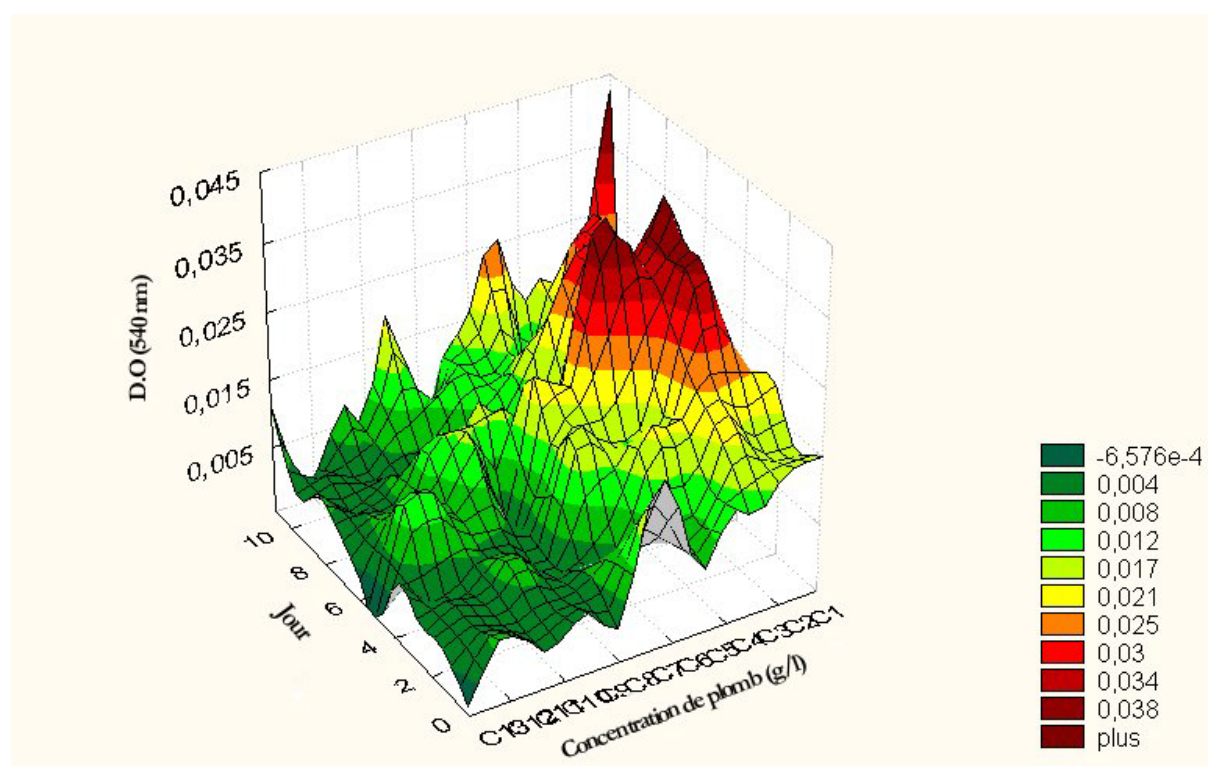


Figure.23. La DO. de l'α-amylase en fonction des concentrations de plomb et du temps pour la variété HD 1220.

III.2.2.2. Influence du plomb sur l'activité β -amylasique :

Les tableaux XXII, XXIII, XXIV et XXV correspondant à l'analyse de la variance à deux critères de classification concernant la comparaison de l'effet des différentes concentrations de plomb et du temps sur les activités β -amylasiques des variétés de blé VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220 montrent qu'il existe des différences hautement significatives. Les concentrations de plomb influencent différemment les activités β -amylasiques. Cette dernière varie de jour en jour.

Les figures n°24, 25, 26 et 27 indiquent que les activités β -amylasiques maximales sont atteintes avec les β -amylases des variétés de blé VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220 ayant absorbées respectivement le plomb à 0,2g/l, 0,1g/l, 0,2g/l et 0,01g/l. Ces activités sont enregistrées le 8^e jour de la germination pour VITRON et EIDER, du 6^e au 10^e jour pour ZIAD et le 9^e jour de la germination pour HD 1220. Quand les doses de ce polluant dépassent celles provoquant l'activation de ces catalyseurs biologiques, au fur et à mesure que les quantités de plomb augmentent, l'action enzymatique est réduite.

Tableau.XXII. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur la DO. de la β -amylase de la variété VITRON.

Source de variation	Ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	0.04	0.0033	16,5**
Différence entre jours (b)	9	0.03	0.0033	16,5**
Interaction (a x b)	108	0.026	0.0002	-
Total	129	0.096	-	-

$F(1-\alpha) = 2.67$ pour $\alpha = 0.001$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 2.67$

Tableau.XXIII. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur la DO. de la β -amylase de la variété EIDER.

Source de variation	Ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	0.047	0.003	37.05****
Différence entre jours (b)	9	0.024	0.002	25****
Interaction (a x b)	108	0.009	0.00008	-
Total	129	0.08	-	-

$F(1-\alpha) = 2.67$ pour $\alpha = 0.001$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 2.67$

Tableau.XXIV. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur la DO. de la β -amylase de la variété ZIAD.

Source de variation	Ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	0.027	0.0022	110****
Différence entre jours (b)	9	0.04	0.0044	220****
Interaction (a x b)	108	0.003	0.00002	-
Total	129	0.07	-	-

$F(1-\alpha) = 2.67$ pour $\alpha = 0.001$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $F_{obs} > 2.67$

Tableau.XXV. Comparaison des effets des différentes concentrations de plomb sur la DO. de la β -amylase de la variété HD 1220.

Source de variation	Ddl	SCE	CM	Fobs
Différence entre doses (a)	12	0.026	0.002	2*
Différence entre jours (b)	9	0.017	0.001	1*
Interaction (a x b)	108	0.116	0.001	-
Total	129	0.159	-	-

$F(1-\alpha) = 1.72$ pour $\alpha = 0.05$ avec $K_1 = 12$ et $K_2 = 108$ $1.72 > F_{obs} > 1.72$

* significatif.

** hautement significatif.

*** très hautement significatif

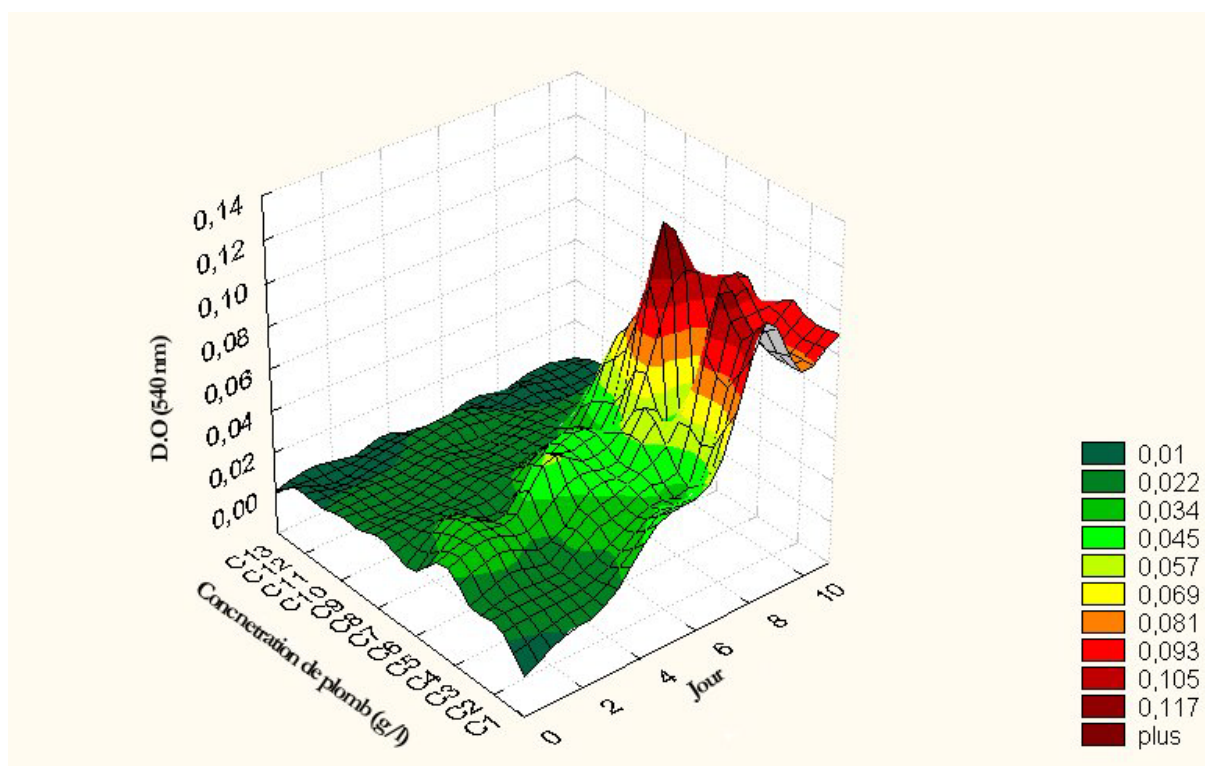


Figure.24. La DO. de la β -amylase en fonction des concentrations de plomb et du temps pour la variété VITRON.

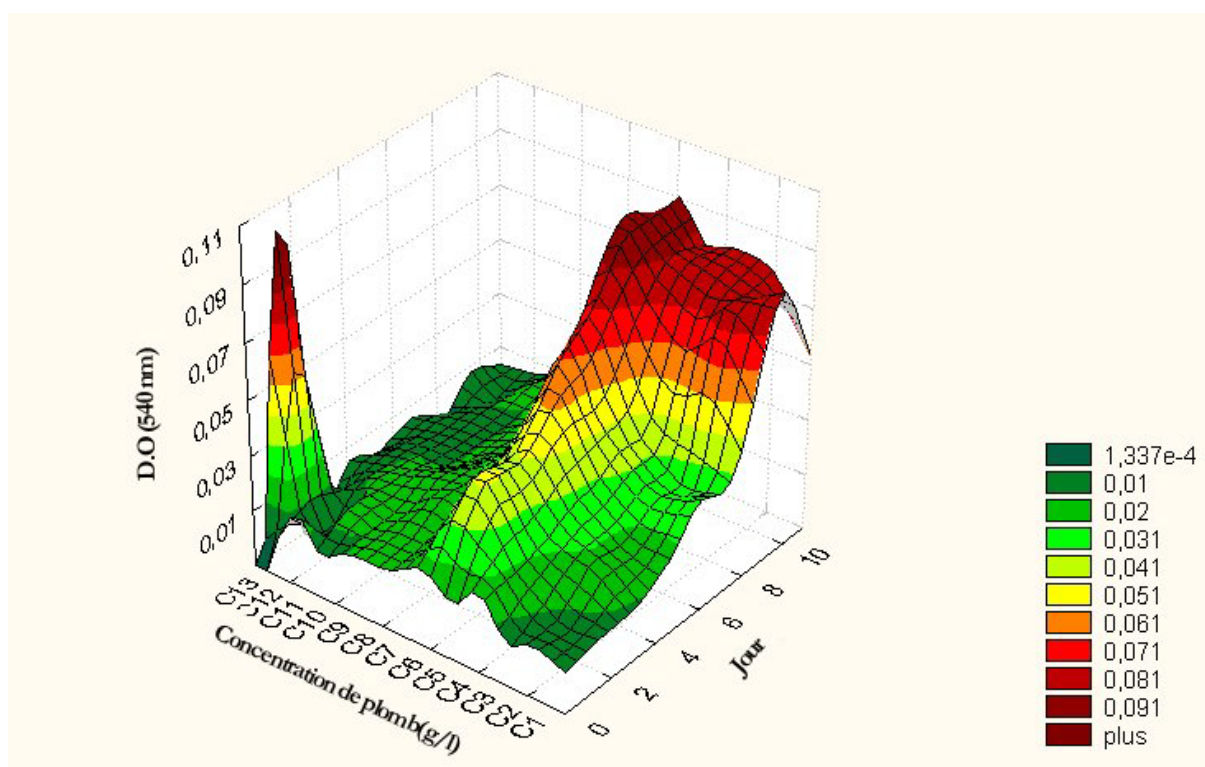


Figure.25. La DO. de la β -amylase en fonction des concentrations de plomb et du temps pour la variété EIDER.

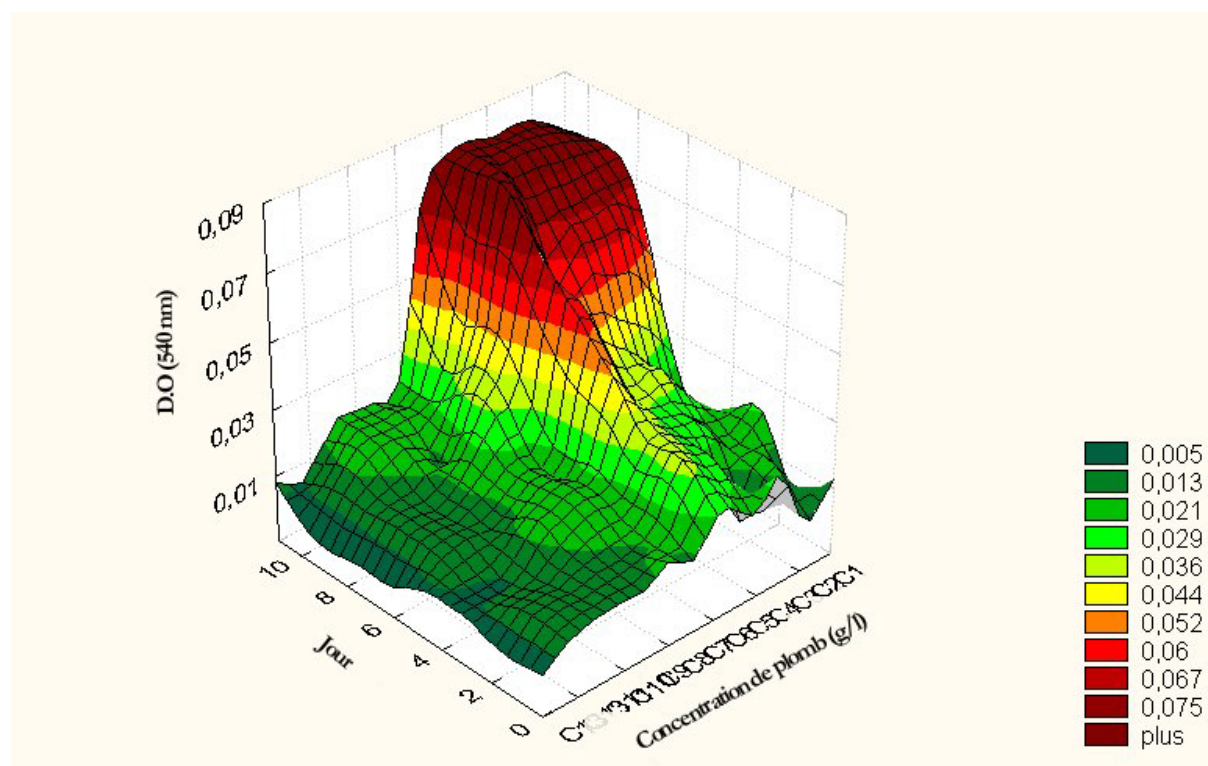


Figure.26. La DO. de la β -amylase en fonction des concentrations de plomb et du temps pour la variété ZIAD.

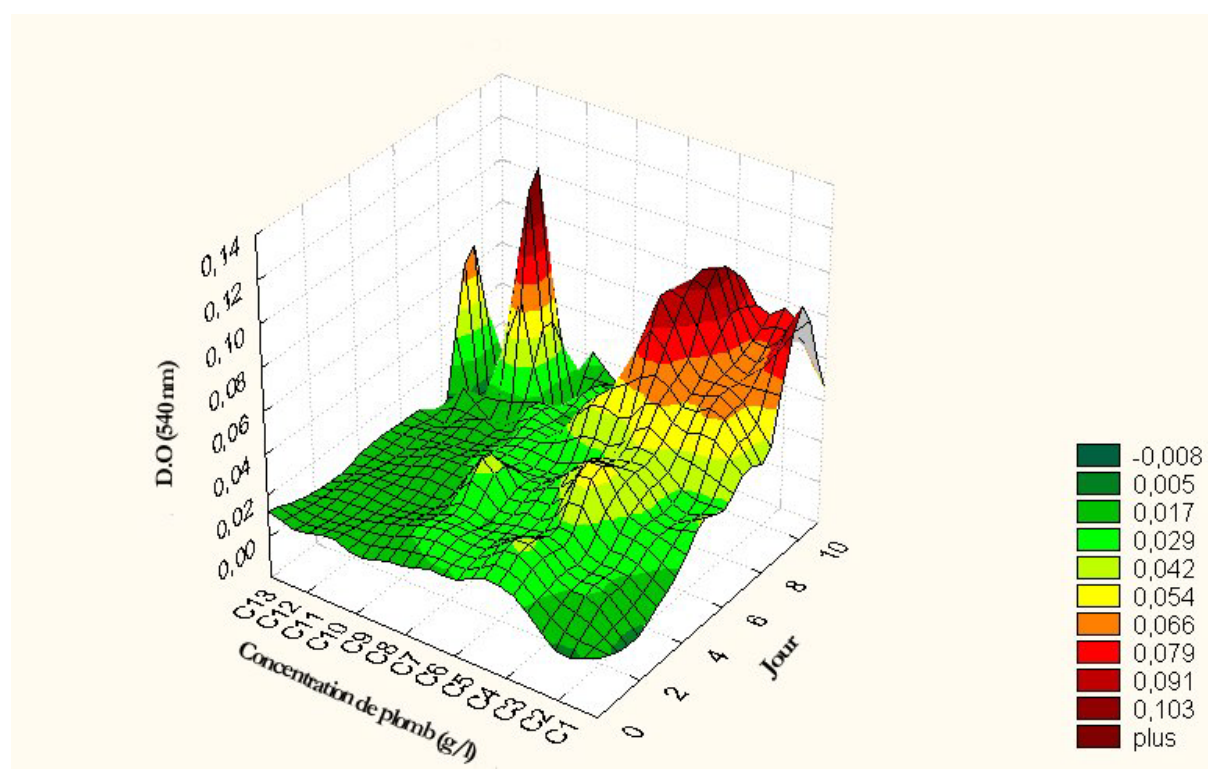


Figure.27. La DO. de la β -amylase en fonction des concentrations de plomb et du temps pour la variété HD 1220.

CONCLUSION

Le traitement des variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220 par le nitrate de plomb et l'acide nitrique, au cours du processus de germination a montré que les effets constatés sur les paramètres germinatifs sont dus au plomb et non au nitrate. Pour les trois premières types de semences, le plomb à différentes doses influence différemment les paramètres germinatifs. A 0,02g/l et 0,1g/l, il accroît le pourcentage de germination, la vitesse de germination, l'activité lipasique et l'hydrolyse enzymatique des glucides. Ses effets sur la lipase, l' α -amylase et la β -amylase se manifestent presque durant tout le processus de germination (5^e au 9^e jour, du 5^e au 10^e jour et du 1^e au 8^e jour). Pour le caryopse HD 1220, le plomb à 0,01g/l accroît le pourcentage de germination, la vitesse de germination, la lipolyse enzymatique et l'hydrolyse de l'amidon par l' α -amylase et la β -amylase. L'effet d'activation de la lipase, la β -amylase et l' α -amylase apparaît respectivement du 1^e au 7^e jour, le 9^e jour et le 8^e jour.

Au-delà des concentrations d'activation, il y a diminution du pourcentage de germination, de la vitesse de germination et des activités enzymatiques. A 103,6g/l et 207,2g/l, il y a une très forte réduction des paramètres germinatifs et des catalyseurs biologiques.

L'activité de la β -amylase est plus importante que celle de l' α -amylase.

Les paramètres germinatifs et biochimiques manifestent à l'égard du plomb une variabilité selon les variétés.

L'activité lipasique se révèle après 60' de réaction enzymatique, pour toutes les variétés. Elle est observée entre le 3^e et le 8^e jour de germination. Les variétés VITRON, EIDER et ZIAD sont assez résistantes à l'effet du plomb puisque l'activité lipasique est à son maximum à la concentration 0,02g/l et 0,1g /l; par contre la variété HD 1220 est plus sensible. Cette dernière réagit beaucoup plus rapidement à l'action de ce dernier puisque son activité lipasique est à son maximum à la concentration 0,01g/l au-delà des concentrations 0,02g/l, 0,1g/l et 0,01g/l l'effet de réduction de l'activité lipasique est le même pour les quatre variétés.

Bibliographie

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADRIANO D.C.; 2001: - Trace elements in terrestrial environments: Biogeochemistry, Bioavailability and Risks of metals. **Springer-verlag, New York, USA. 867p.**

ALLCAOWAY B.; 1968: - Anomalous cereals of lead trace metals in welsh soil. **Duvids. Ed.87p.**

ARVIK D.H. & ZIMDHAL R.L.; 1974: - The influence of Temperature, pH and metabolic inhibition on up take of lead plant roots. **J. environ. Quality (3) 4. pp. 374 – 386.**

BARCELO J. & POSCHENRIEDER C.; 1990: - Plant water relations as affected by heavy metal stress. **J. plant Nutr. 13: 1 – 37.**

BAZZAZ F.A.; CARLSON R.W. & ROLFE G.L.; 1975: - Inhibition of corn and sunflower photosynthesis by lead. **Physio. Plant , 34. pp. 326 – 329.**

BAZZAZ F.A & GOVINDJEE ; 1974: - Effects of lead chloride on chloroplast reaction. **Environ.Lett. 6:175-246.**

BECERRIL J.M., MUNOZ-RUEDA A., APARUCIO-TEJO P. & GONZALES-MURIA C.; 1988: - The effects of cadmium and lead on photosynthetic electron transport in clover and lucerne. **Plant Physiol. Biochem. 26:357-363.**

BERNFELD P.; 1951: - Enzymes of starch degradation and synthesis in **advances in enzymology, XII, (nord, f., ed.), Interscience Publ., NY, 379.**

BOISSET M. & NARBONNE J.F. ; 1996 : - Plomb, Cadmium et Mercure dans l'alimentation : Evaluation et gestion du risque. **Technique et documentation. Ed. Lavoisier, pp.9-15.**

BONTE J. & DE CORMIS L. ; 1979 : - Etude bibliographique des risques de contamination des plantes par le plomb du sol et de l'atmosphère qu'il soit naturel ou d'origine anthropique. **Poll. Atmos, 81, p. 9-14.**

CAPLUN E. ; PETIT D. & PICCIOTO E.. ; 1984: - Le plomb dans l'essence. **La Recherche, 152 : 270-280.**

CARLSON R.W. & BAZZAZ F.A. ; 1977 : - Growth reduction in american sycamore (*Platanus occidentalis* L.) caused by lead, Cd interaction. **Environ.pollut.** **12:** 243-253.

CLIJSTERS H. & VAN ASSCHE F.; 1985: - Inhibition of photosynthesis by heavy metals. **Photosynthesis Research**, **7:** 31-40.

CUYPERS A. ; VANGRONSVELD J. & CLIJSTERS H.; 2000: - Biphasic effect of copper on the ascorbate-gluthatione patway in primary leaves of *Phaseolus vulgaris* seedlings during the early stage of metal assimilation. **Physiol. Plant.** **110:**512-517.

DAGNELIE P.; 1975: - Théorie et methodes statistiques. Applications agronomiques Vol (2). Les presses agronomiques de GEMBOUX, A.S.B.L.

DERUELLE C. & PETIT P.J.X.; 1983: - Preliminary studies on the net phosynthesis and respiration responses of some lichens to automobile pollution. **Cryptogamie, Bryol.Lichenol.**, **4,3:** 269-278.

DJURI C.; 1971: - Environmental contamination by lead from a mine and smelter. A preliminary report. **Aroch. Environ.healthier**, **23,** p. 275-279.

ELSTNER E.F; WAGNER G.A & SCHUTS W.; 1988: - Activated oxygen in green plants in relation to stress situations. **Current topics in Plant Biochemistry and Physiology**, **7,** 159-187.

FEILLET P.; 2000: - Le grain de blé. Edition INRA, p.75 .

FOYER C.H.; 1993:- Ascorbic acid. *In:* antioxidants in higher plants. Eds. Alscher, r.g.& Hess, J.L. , CRC Press, Florida, 31-58.

GEORGIADES ; 1988: - Exposition à la pollution automobile en milieu urbain. **Poll. Atmos.** N° 121.

GODON B.; 1985:- Proteines végétales . **Technique et documentation.** Edition Lavoisier. **P.161-163.**

GYPTA M.; CUYPERS A.; VANGRONSVELD J. & CLIJSTERS H.; 1999: - Copper affects the enzymes of the ascorbate-glutathione cycle an dits related metabolites in roots of *Phaseolus vulgaris*. **Physiol. Plant.** **106:** 262-267.

GWOZDZ E.A., PRZYMUSINSKI R., RUCINSKA R. & DECKERT H.; 1997: - Plant cell responses to heavy metals: molecular and physiologycal aspects. **Acta Physiol. Plant.** **19(4):** 459-465.

HAMPP R.; ZIEGLER H. & ZIEGLER I.; 1973a: - The effect of lead ions on $^{14}\text{CO}_2$ -fixation and on the ATP-synthesis by spinach chloroplasts. **Biochem. Physiol. Pflanz.** **164:** 126-134.

HAMPP R.; ZIEGLER H. & ZIEGLER I.; 1973b:- Influence of lead ions on the activity of enzymes of the reductive pentose phosphate pathway. **Biochem. Physiol. Pflanz.** **164:**588-595.

HUANG J.W., CHEN J. & CUNNINGHAM S.D.; 1997a: - Phytoextraction of lead from contaminated soils. In: Phytoremediation of soil and water contaminants. **Eds. Kruger, E.L., Anderson, T.A & Coats, J.R., American Chemical Society, Washington, 283-298.**

JOHNSON M.S.; McNEILLY T. & PUTWAIN P.D.; 1977: - Revegetation of metalliferous mine soil contaminated by lead and zinc. **Environ. Pollut.** **12:** 261-277.

KOEPPE D.E. & MILLER R.J.; 1970: - Lead effects on corn mitochondrial respiration. **Science**, **167:** 1376-1378.

LAGERWERFF J.V.; 1971: - Uptake of cadmium, lead and zinc by radish from soil and air. **Soil, Science**, **111 (2) :** 129-133.

LEE K.C.; CUNNINGHAM S.A; CHUNG H.; PAULSEN G.M. & LIANG G.M.; (1976): - Lead effects on several enzymes and nitrogenous compounds in soy bean leaf. **J. env. Quality**, **2,** p.357-359.

LUTSKANOV N. & IVANOVA T.; 1994:- Guide de travaux pratiques de biochimie. **I.S.T.A., Plovdiv, Bulgarie.**

MAIER R. ; 1978 : Studies on the effect of the lead on the acid phosphatase in *Zea mays* L.**Z.Pflanzenphysiol.** **87:**347-354.

MAZLIAK P.; 1981: - Physiologie vegetale. **Tome II: Croissance et développement.** **Eds. Hermann :** 129-225.

MILES C.D. & BRANDLE J.R. ;1972: - Inhibition of photosystem in isolated chloroplastes by lead. **Plant. Physiol.,** **49,** 820p.

MULTON J.I.; 1982: - Conservation et stockage des grains, et produits dérivés. **Ed. Tech. et doc.Lavoisier,** p.1044-1046.

MUROZUMI, CHOW & PATTERSON H. ; 1969: - Chemical concentrations of pollutants lead aerosols, terrestrial dusts and sea salts in greenland and antarctic snow strata. **Géo. Chim. Cosmochim. Acta.** **33,** p.1247-1294.

O.M.S.; 1978:- Plomb, critères d'hygiène de l'environnement. **Rapp. P.N.U.E., 172p.**

PALMA J.M.; SANDALIO L.M. & DEL RIO L.A.; 1986:- Manganese superoxide dismutase and higher plant chloroplasts: a reappraisal of a controverted cellular localisation. **Journal of plant physiology**, 125, 427-439.

PRASSAD D.D.K. & PRASSAD A.R.K.; 1987:- Altered δ -aminolaevulinic acid metabolism by lead and mercury in germinating seedlings of Bajra (*Pennisetum thyphoideum*). **Journal of plant physiology**, 127, 241-249.

RAMADE F.; 1995:- Elément d'écologie, écologie appliquée, action de l'homme sur la biosphère. **Edisa**, p.114 -115.

SANDMANN G. & BÖGER P.; 1983:- The enzymological function of heavy metals and their role in electron transfer processes in plants. In **Encyclopaedia of plant physiology**, Vol.15B: inorganic plant nutrition (eds A. LAUCHLI & R.L. BIELSKI), pp.563-593. **Springer-Verlag**, Berlin.

SEREGIN I.V. & IVANOV V.B.; 2001:- Physiological aspects of Cadmium and lead toxic effects on higher plants. **Russ. J. Plant physiol.** 48 (4) : 523-544.

VAN ASSCHE F.; CARDINALEAS C. & CLIJSTERS H. ; 1988:- Induction of enzyme capacity in plants as a result of heavy metal toxicity: dose-reponse relations in *Phaseolus vulgaris* L., treated with zinc and cadmium. **Environmental Pollution**, 52, 103-115.

VAN ASSCHE F. & CLIJSTERS H.; 1990:- Effects of metals on enzyme activity in plants. **Plant Cell Environ.**, 13: 195-206.

VANGRONSVELD J. & CLIJSTERS H.; 1994:- Toxic effects of metal. In : **Plants and the chemical elements**. Ed. M.E. Farago. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, VCH Publishers, New York, 149-177.

WECKS J.E.J. & CLIJSTERS H. ; 1996:- Oxidative damage and defense mechanism in primary leaves of *Phaseolus vulgaris* as a root assimilation of toxic amounts of copper. **Physiol. Plant.** 96: 506-512.

WONG D. & GOVINDGEE; 1976:- Effects of lead ions on photosystem I in isolated chloroplasts: studies on the reaction centre 700. **Photosynthetica** 10: 241-254.

WRISHER M. & MEGLAJ D.; 1980: - the effects of lead on the structure and the function in wheat plastids. **Acta bot. croat.** **39:33-40.**

XIONG Z.T.; 1997:- Lead uptake and effects on seed germination and plant growth in a pb hyperaccumulation . *Brassica pekinensis* Rupr. **Bull. environ.contam.Toxicol.****60 :285-291.**

Annexes

Tableau.II. Taux de germination des quatre variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220 en fonction des concentrations de nitrate de plomb.

Cons Jours	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
V1	30.12	42.12	27.85	44.26	49.59	49.45	50.51	36.52	41.72	20.25	13.19	—	—
V2	24.38	40.52	27.18	34.92	55.32	55.71	39.59	31.31	33.58	17.32	5.05	—	—
V3	57.72	65.45	60.51	61.19	68.25	68.78	55.58	37.18	41.19	18.92	1.2	—	—
V4	59.19	67.85	58.12	61.18	60.64	59.45	53.31	43.18	47.44	18.92	8.25	—	—

Tableau.III. Vitesse de germination des quatre variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220 en fonction des concentrations de nitrate de plomb.

Cons Jours	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
V1	10.21	20.69	10.3	15.87	19.16	23.01	18.55	12.54	14.24	6.55	4.36	—	—
V2	8.46	16.76	10.5	15.45	22.23	26.53	15.36	11.37	12.07	5.83	1.55	—	—
V3	23.78	28.55	24.74	28.46	29.62	29.67	23.01	13.2	15	5.85	0.31	—	—
V4	31.41	34.59	26.5	33.33	29.43	28.56	26.11	17.88	20.98	7.5	3.22	—	—

Tableau.IV. Taux de germination des quatre variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220 en fonction des concentrations d'acide nitrique.

Cons Jours	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
V1	11.06	12.78	9.72	8.92	10.52	19.98	6.12	20.78	8.52	8.78	1.59	—	—
V2	9.32	5.45	12.12	9.05	21.45	15.58	10.24	12.78	9.46	6.79	4.64	—	—
V3	21.98	23.31	24.12	29.57	35.32	22.65	30.11	46.78	32.66	2.92	2.66	—	—
V4	10.52	18.52	17.98	23.98	21.85	11.44	27.18	12.79	11.44	9.72	5.44	—	—

Tableau.V. Vitesse de germination des quatre variétés VITRON, EIDER, ZIAD et HD 1220 en fonction des concentrations d'acide nitrique.

Cons Jours	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
V1	6.34	7.65	5.76	5.76	4.75	9.26	3.26	10.26	4.57	3.96	0.59	—	—
V2	3.34	6	5.19	4.91	10.58	6.18	5.59	8.81	5.97	2.7	2.05	—	—
V3	8.43	11.04	10.25	15.2	16.68	9.64	15.3	24.35	18.85	0.81	1.11	—	—
V4	3.84	9	10.67	14.43	13.77	7.7	16.22	9.75	7.91	5.77	2.36	—	—

Tableau.VI. Influence des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique, au bout de 30min d'action de la lipase pour la variété VITRON durant les 10 jours de la germination.

<i>jours</i> <i>cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	0,54	0,33	0,34	1,92	0,44	0,33	0,22	0,26	0,16	0,16
C2	1,18	0,27	0,33	1,06	1,06	0,8	1,18	0,24	0,24	0,24
C3	1,4	0,99	0,99	0,8	1,2	0,87	1,17	0,35	0,5	0,51
C4	1,49	1	0,98	0,85	1,25	0,88	1,2	0,8	0,77	0,79
C5	1,02	1,02	0,99	0,9	1,1	0,9	1,8	0,99	0,89	0,9
C6	0,99	1	1,2	0,95	1,15	0,99	1,3	0,9	0,9	0,9
C7	0,77	0,8	1,05	0,8	0,9	0,77	0,91	0,88	0,88	0,8
C8	0,54	0,66	0,8	0,77	0,66	0,59	0,85	0,66	0,7	0,72
C9	0,54	0,66	0,3	0,77	0,54	0,5	0,71	0,45	0,66	0,53
C10	0,3	0,5	0,3	0,5	0,35	0,45	0,5	0,4	0,5	0,5
C11	0,3	0,28	0,3	0,28	0,29	0,29	0,5	0,28	0,3	0,41
C12	0,25	0,2	0,15	0,25	0,1	0,2	0,25	0,21	0,2	0,25
C13	0,16	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,19	0,18	0,14	0,14

Tableau.VII. Influence des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique, au bout de 60min d'action de la lipase pour la variété VITRON durant les 10 jours de la germination.

<i>jours</i> <i>cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	0,52	0,33	0,3	0,8	0,32	0,32	0,34	0,26	0,12	0,12
C2	0,7	0,5	0,5	0,99	0,54	0,6	0,61	0,49	0,4	0,3
C3	1,2	0,9	0,77	0,99	0,66	0,88	0,79	0,58	0,61	0,7
C4	1,7	0,98	0,99	1,18	0,89	0,9	0,85	0,6	0,9	0,99
C5	1,85	1,2	1,21	1,8	1,2	1,12	1,05	0,9	1,5	1,3
C6	1,5	1,2	1,2	1,7	1,2	1,16	1,25	0,99	0,77	0,99
C7	0,88	1,18	1,05	1,3	0,99	0,82	0,77	0,66	0,6	0,81
C8	0,76	0,77	0,98	0,95	0,95	0,72	0,65	0,5	0,59	0,66
C9	0,54	0,45	0,8	0,5	0,61	0,59	0,42	0,5	0,52	0,55
C10	0,5	0,35	0,66	0,31	0,44	0,53	0,31	0,42	0,4	0,39
C11	0,35	0,23	0,5	0,25	0,2	0,4	0,2	0,31	0,4	0,3
C12	0,25	0,2	0,23	0,25	0,16	0,2	0,2	0,25	0,19	0,19
C13	0,2	0,2	0,19	0,16	0,16	0,2	0,16	0,16	0,14	0,1

Tableau.VIII. Influence des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique, au bout de 90min d'action de la lipase pour la variété VITRON durant les 10 jours de la germination.

<i>jours</i> <i>cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	0,49	0,33	0,33	0,79	0,33	0,34	0,2	0,2	0,13	0,1
C2	0,5	0,52	0,34	0,8	0,6	0,6	0,39	0,5	0,41	0,5
C3	0,8	0,79	0,51	0,92	0,79	0,82	0,66	0,59	0,59	0,72
C4	0,99	0,89	0,79	1,09	0,92	0,92	0,82	0,79	0,8	0,9
C5	1,02	1,1	0,99	1,32	1,17	0,99	0,91	0,88	1,02	0,99
C6	1,02	1,02	1,18	1,3	1,8	1,75	0,99	0,9	1,1	1
C7	0,75	0,81	0,91	0,71	0,66	0,99	0,99	0,9	0,88	0,91
C8	0,66	0,52	0,66	0,71	0,5	0,71	0,89	0,66	0,71	0,9
C9	0,5	0,5	0,51	0,6	0,5	0,66	0,7	0,59	0,66	0,55
C10	0,32	0,41	0,33	0,45	0,41	0,45	0,5	0,5	0,52	0,32
C11	0,3	0,27	0,3	0,21	0,31	0,41	0,25	0,31	0,4	0,31
C12	0,25	0,2	0,19	0,21	0,21	0,32	0,25	0,21	0,16	0,16
C13	0,25	0,21	0,18	0,16	0,16	0,16	0,17	0,14	0,14	0,12

Tableau.IX. Influence des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique, au bout de 30min d'action de la lipase pour la variété EIDER durant les 10 jours de la germination.

<i>jours cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	0,83	0,66	0,64	1,9	0,6	0,61	0,38	0,32	0,3	0,29
C2	1,25	1,02	0,99	0,89	0,77	0,81	0,59	0,49	0,6	0,6
C3	1,5	1,62	1,52	1,91	0,92	0,9	0,76	0,71	0,69	0,69
C4	1,52	1,83	1,66	1,99	0,98	1,02	0,89	0,99	0,91	0,9
C5	1,89	1,92	1,5	2,1	1,89	1,7	1,18	1,09	1,1	1,09
C6	1	1,89	1,92	1,02	1,51	1,31	1,07	0,99	0,99	0,85
C7	0,89	1	0,99	0,92	1,03	0,99	0,89	0,77	0,69	0,71
C8	0,77	0,99	0,82	0,66	0,77	0,82	0,65	0,61	0,59	0,59
C9	0,59	0,66	0,77	0,5	0,45	0,51	0,63	0,48	0,49	0,51
C10	0,41	0,5	0,59	0,41	0,41	0,32	0,45	0,42	0,41	0,5
C11	0,4	0,29	0,45	0,32	0,29	0,29	0,31	0,3	0,2	0,31
C12	0,31	0,29	0,3	0,2	0,25	0,25	0,2	0,2	0,2	0,3
C13	0,28	0,25	0,21	0,2	0,25	0,25	0,21	0,18	0,1	0,15

Tableau.X. Influence des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique, au bout de 60min d'action de la lipase pour la variété EIDER durant les 10 jours de la germination.

<i>Jours cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	0,79	0,61	0,61	0,7	0,7	0,59	0,58	0,5	0,32	0,31
C2	1,6	0,89	0,78	0,8	0,71	0,66	0,69	0,69	0,53	0,59
C3	1,59	0,88	0,78	0,82	0,89	0,77	0,77	0,77	0,69	0,71
C4	1,6	0,9	0,89	0,9	0,92	0,82	0,88	0,9	0,9	0,8
C5	1,65	1	0,99	0,98	1,02	0,99	0,89	0,99	1	0,98
C6	1,6	0,99	0,7	0,85	0,98	0,99	0,66	0,81	0,9	0,79
C7	0,88	0,79	0,7	0,66	0,82	0,76	0,59	0,61	0,79	0,66
C8	0,71	0,5	0,66	0,66	0,77	0,71	0,51	0,6	0,65	0,52
C9	0,52	0,49	0,52	0,6	0,59	0,51	0,49	0,51	0,5	0,5
C10	0,41	0,45	0,5	0,49	0,59	0,5	0,33	0,4	0,4	0,33
C11	0,3	0,25	0,32	0,4	0,39	0,29	0,33	0,3	0,29	0,29
C12	0,19	0,25	0,3	0,25	0,2	0,21	0,3	0,19	0,18	0,19
C13	0,1	0,2	0,25	0,19	0,19	0,18	0,16	0,1	0,12	0,1

Tableau.XI. Influence des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique, au bout de 90min d'action de la lipase pour la variété EIDER durant les 10 jours de la germination.

<i>jours cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	0,59	0,6	0,79	0,68	0,54	0,52	0,4	0,34	0,31	0,25
C2	1,25	0,99	0,89	0,77	0,77	0,89	0,71	0,59	0,59	0,5
C3	1,39	0,99	0,89	0,71	0,88	0,9	0,89	0,88	0,71	0,79
C4	1,5	1,02	0,97	0,89	0,9	0,9	0,89	0,89	0,77	0,82
C5	1,98	1,53	1,09	0,99	1	0,99	0,98	0,92	0,92	0,97
C6	1,92	1,09	1,01	0,99	0,8	0,79	0,82	0,89	0,8	0,77
C7	0,99	0,89	0,9	0,78	0,8	0,69	0,8	0,71	0,8	0,66
C8	0,76	0,71	0,8	0,77	0,66	0,61	0,61	0,66	0,66	0,59
C9	0,53	0,66	0,5	0,61	0,54	0,51	0,49	0,51	0,45	0,5
C10	0,4	0,35	0,5	0,5	0,5	0,33	0,41	0,39	0,33	0,45
C11	0,4	0,32	0,4	0,49	0,35	0,33	0,31	0,25	0,25	0,4
C12	0,31	0,2	0,33	0,25	0,2	0,25	0,33	0,3	0,19	0,2
C13	0,2	0,2	0,21	0,16	0,2	0,18	0,2	0,2	0,19	0,2

Tableau.XII. Influence des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique, au bout de 30min d'action de la lipase pour la variété ZIAD durant les 10 jours de la germination.

<i>jours</i> <i>cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	1,02	1,02	0,89	0,89	0,72	0,88	0,83	0,8	0,69	0,69
C2	1,12	1,09	0,99	0,99	0,89	0,89	0,89	0,89	0,71	0,8
C3	1,32	1,5	1,25	1,2	0,97	0,98	0,99	0,9	0,87	0,87
C4	1,41	1,59	1,3	1,35	0,99	0,99	0,99	0,91	0,91	0,9
C5	1,53	1,59	1,6	1,49	1,31	0,99	0,99	0,99	0,96	0,92
C6	1,89	1,71	1,79	1,5	1,09	1,09	1,09	1	0,99	0,99
C7	1,02	1,4	1,29	1,25	1,05	1,01	0,89	0,82	0,79	0,78
C8	0,85	0,99	0,85	0,99	0,77	0,82	0,77	0,77	0,66	0,52
C9	0,66	0,59	0,71	0,66	0,59	0,66	0,69	0,61	0,59	0,5
C10	0,45	0,51	0,66	0,45	0,51	0,62	0,61	0,49	0,4	0,33
C11	0,3	0,33	0,41	0,4	0,35	0,54	0,33	0,25	0,2	0,25
C12	0,3	0,25	0,33	0,4	0,33	0,25	0,19	0,19	0,2	0,2
C13	0,25	0,12	0,2	0,25	0,2	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17

Tableau.XIII. Influence des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique, au bout de 60min d'action de la lipase pour la variété ZIAD durant les 10 jours de la germination.

<i>jours</i> <i>cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	1,08	1,02	0,98	0,99	0,99	0,89	0,77	0,79	0,6	0,6
C2	1,09	1,09	1,02	1,02	1,02	1,01	0,99	0,99	0,89	0,79
C3	1,18	1,18	1,18	1,12	1,15	1,09	1,05	1	1	0,98
C4	1,25	1,24	1,24	1,18	1,2	1,18	1,22	1,09	1,09	1,09
C5	1,48	1,5	1,6	1,25	1,2	1,2	1,29	1,23	1,2	1,18
C6	1,59	1,5	1,6	1,36	1,41	1,25	1,29	1,29	1,22	1,22
C7	1,32	1,3	1,52	1,4	1,41	1,07	1,05	0,99	0,79	0,79
C8	1,02	1,01	0,99	0,89	0,72	0,92	0,66	0,62	0,66	0,6
C9	0,77	0,59	0,66	0,54	0,66	0,77	0,52	0,5	0,45	0,41
C10	0,5	0,35	0,61	0,45	0,33	0,51	0,49	0,41	0,33	0,3
C11	0,25	0,25	0,4	0,4	0,33	0,42	0,33	0,3	0,25	0,25
C12	0,2	0,25	0,33	0,25	0,3	0,2	0,2	0,18	0,18	0,15
C13	0,2	0,18	0,18	0,2	0,25	0,2	0,18	0,1	0,1	0,1

Tableau.XIV. Influence des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique, au bout de 90min d'action de la lipase pour la variété ZIAD durant les 10 jours de la germination.

<i>jours cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	1,33	1,07	1,02	0,99	0,89	0,8	0,77	0,77	0,77	0,61
C2	1,39	1,27	1,2	1,18	1,18	1,18	1,18	1,09	1,02	1,02
C3	1,4	1,39	1,39	1,35	1,31	1,31	1,31	1,25	1,18	1,18
C4	1,53	1,42	1,42	1,42	1,42	1,5	1,41	1,39	1,25	1,25
C5	1,55	1,52	1,5	1,49	1,4	1,4	1,4	1,39	1,39	1,31
C6	1,69	1,6	1,59	1,59	1,59	1,45	1,45	1,45	1,42	1,39
C7	1,25	1,09	1,02	1,02	0,99	0,92	0,77	0,66	0,65	0,52
C8	0,92	0,87	0,98	0,92	0,89	0,89	0,77	0,66	0,6	0,6
C9	0,52	0,66	0,52	0,66	0,66	0,71	0,66	0,52	0,51	0,49
C10	0,45	0,51	0,42	0,35	0,52	0,45	0,4	0,4	0,4	0,39
C11	0,33	0,25	0,25	0,33	0,35	0,35	0,4	0,33	0,25	0,25
C12	0,28	0,2	0,25	0,25	0,2	0,3	0,3	0,3	0,25	0,25
C13	0,2	0,16	0,2	0,2	0,2	0,2	0,18	0,1	0,1	0,1

Tableau.XV. Influence des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique, au bout de 30min d'action de la lipase pour la variété HD 1220 durant les 10 jours de la germination.

<i>jours cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	2,1	2,1	2,1	1,99	1,59	1,49	1,18	1,02	1,02	1,02
C2	2,3	2,35	2,2	2,07	1,6	1,52	1,2	1,25	1,24	1,19
C3	2,01	2,3	2,39	2,09	1,89	1,75	1,39	1,3	1,2	1,2
C4	2,5	2,5	2,5	2,09	1,99	1,82	1,41	1,38	1,3	1,25
C5	1,5	0,89	1,87	1,79	1,89	1,79	1,39	1,25	1,25	1,09
C6	0,9	0,81	1,09	1,03	1,03	1,09	1,12	1,12	1,03	0,99
C7	0,77	0,66	0,99	1,02	1	0,82	0,79	0,77	0,77	0,66
C8	0,5	0,4	0,77	0,66	0,82	0,65	0,61	0,51	0,51	0,51
C9	0,35	0,4	0,33	0,51	0,5	0,45	0,33	0,32	0,32	0,32
C10	0,35	0,4	0,33	0,32	0,41	0,4	0,3	0,3	0,3	0,25
C11	0,25	0,31	0,33	0,3	0,33	0,4	0,25	0,3	0,25	0,25
C12	0,25	0,28	0,21	0,3	0,2	0,25	0,19	0,18	0,18	0,18
C13	0,15	0,25	0,2	0,18	0,2	0,16	0,19	0,16	0,12	0,14

Tableau.XVI. Influence des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique, au bout de 60min d'action de la lipase pour la variété HD 1220 durant les 10 jours de la germination.

<i>jours cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	0,99	1,01	0,98	0,79	0,79	0,61	0,6	0,6	0,6	0,45
C2	1,09	1,09	1,1	0,99	0,99	0,92	0,89	0,89	0,89	0,69
C3	1,35	1,29	1,3	1,09	1,08	1	0,99	0,98	0,98	0,71
C4	1,59	1,45	1,38	1,31	1,35	1,29	1,29	1,09	1,09	1
C5	1,18	1,2	1,2	1,18	1,09	1,09	1	0,99	0,99	0,99
C6	0,99	1,1	1,1	1	0,99	0,98	0,89	0,71	0,71	0,7
C7	0,82	0,92	0,93	0,89	0,79	0,71	0,7	0,69	0,69	0,69
C8	0,66	0,71	0,66	0,66	0,59	0,59	0,51	0,5	0,5	0,5
C9	0,55	0,6	0,6	0,61	0,5	0,49	0,49	0,35	0,35	0,32
C10	0,33	0,41	0,5	0,41	0,4	0,4	0,4	0,33	0,33	0,25
C11	0,3	0,4	0,4	0,33	0,31	0,31	0,25	0,25	0,25	0,2
C12	0,25	0,2	0,18	0,2	0,2	0,2	0,25	0,2	0,18	0,18
C13	0,18	0,2	0,18	0,18	0,15	0,15	0,2	0,2	0,15	0,1

Tableau.XVII. Influence des différentes concentrations de plomb sur l'activité lipasique, au bout de 90min d'action de la lipase pour la variété HD 1220 durant les 10 jours de la germination.

<i>jours</i> <i>cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	1,41	1,5	1,52	1,46	1,01	0,99	0,79	0,68	0,66	0,62
C2	1,5	1,5	1,1	1,1	0,99	0,88	1,02	0,9	0,84	0,77
C3	1,49	1,52	1,45	1,39	1,28	1,09	1,09	1,08	1,08	0,99
C4	1,61	1,59	1,52	1,52	1,49	1,49	1,49	1,29	1,29	1,3
C5	1,25	1,18	1,09	1,22	1,2	1,2	1,2	1,1	0,98	0,98
C6	0,9	1	0,99	0,89	1,01	0,99	0,98	0,9	0,71	0,8
C7	0,75	0,99	0,98	0,77	0,66	0,69	0,77	0,8	0,66	0,72
C8	0,52	0,52	0,5	0,61	0,66	0,51	0,61	0,5	0,66	0,61
C9	0,52	0,5	0,45	0,51	0,45	0,39	0,35	0,4	0,45	0,45
C10	0,41	0,35	0,41	0,33	0,41	0,33	0,31	0,33	0,3	0,25
C11	0,39	0,35	0,3	0,25	0,25	0,3	0,3	0,33	0,2	0,25
C12	0,16	0,25	0,25	0,25	0,25	0,2	0,2	0,19	0,19	0,2
C13	0,19	0,16	0,2	0,2	0,16	0,2	0,2	0,18	0,18	0,14

Tableau.XVIII. Influence des différentes concentrations de plomb sur la DO. de l' α -amylase de la variété VITRON durant les 10 jours de germination.

<i>jours</i> <i>cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	0,007	0,007	0,011	0,007	0,023	0,022	0,027	0,024	0,012	0,1
C2	0,01	0,01	0,013	0,008	0,031	0,029	0,044	0,029	0,002	0,01
C3	0,003	0,019	0,012	0,004	0,03	0,032	0,037	0,026	0,01	0,009
C4	0,002	0,011	0,009	0,013	0,032	0,032	0,036	0,035	0,01	0,05
C5	0,003	0,018	0,019	0,028	0,04	0,043	0,039	0,031	0,041	0,028
C6	0,003	0,001	0,03	0,04	0,04	0,044	0,049	0,021	0,012	0,013
C7	0,005	0,009	0,014	0,021	0,031	0,04	0,03	0,024	0,012	0,004
C8	0,002	0,004	0,01	0,01	0,012	0,011	0,021	0,01	0,005	0,002
C9	0,005	0,006	0,003	0,003	0,004	0,007	0,004	0,009	0,015	0,005
C10	0,005	0,004	0,005	0,001	0,003	0,002	0,002	0,008	0,005	0,002
C11	0,005	0,002	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,004	0,005	0,006
C12	0,002	0,004	0,002	0,006	0,002	0,002	0,004	0,001	0,006	0,004
C13	0,002	0,003	0,003	0,001	0,002	0,003	0,002	0,001	0,001	0,005

Tableau XIX. Influence des différentes concentrations de plomb sur la DO. de l' α -amylase de la variété EIDER durant les 10 jours de germination.

<i>jours</i> <i>Cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	0,005	0,007	0,007	0,005	0,005	0,002	0,003	0,002	0,011	0,011
C2	0,007	0,01	0,007	0,01	0,009	0,005	0,007	0,002	0,01	0,001
C3	0,009	0,01	0,009	0,007	0,008	0,011	0,013	0,019	0,01	0,007
C4	0,005	0,015	0,008	0,008	0,007	0,0015	0,005	0,024	0,009	0,008
C5	0,005	0,002	0,008	0,018	0,021	0,023	0,021	0,024	0,017	0,019
C6	0,003	0,008	0,02	0,031	0,026	0,029	0,027	0,012	0,03	0,03
C7	0,002	0,007	0,005	0,004	0,004	0,029	0,011	0,01	0,019	0,017
C8	0,003	0,004	0,005	0,01	0,005	0,005	0,012	0,01	0,026	0,012
C9	0,003	0,005	0,005	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,006	0,007
C10	0,003	0,002	0,006	0,001	0,003	0,002	0,003	0,002	0,006	0,005
C11	0,003	0,001	0,003	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001	0,003	0,003
C12	0,002	0,001	0,002	0,005	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,003
C13	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001

Tableau. XX. Influence des différentes concentrations de plomb sur la DO. de l' α -amylase de la variété ZIAD durant les 10 jours de germination.

<i>jours</i> <i>cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	0,01	0,009	0,001	0,001	0,005	0,008	0,01	0,001	0,004	0,009
C2	0,009	0,004	0,003	0,008	0,004	0,004	0,002	0,009	0,004	0,006
C3	0,004	0,003	0,007	0,004	0,003	0,01	0,008	0,01	0,003	0,007
C4	0,004	0,012	0,008	0,01	0,01	0,008	0,01	0,012	0,008	0,008
C5	0,003	0,005	0,01	0,027	0,02	0,019	0,027	0,012	0,01	0,008
C6	0,003	0,007	0,015	0,021	0,021	0,02	0,01	0,008	0,012	0,01
C7	0,003	0,007	0,007	0,025	0,015	0,007	0,025	0,025	0,019	0,021
C8	0,001	0,006	0,002	0,012	0,007	0,002	0,013	0,02	0,023	0,028
C9	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,004	0,006	0,02	0,022	0,027
C10	0,001	0,001	0,003	0,01	0,002	0,004	0,004	0,004	0,015	0,007
C11	0,002	0,001	0,002	0,006	0,002	0,001	0,005	0,008	0,012	0,002
C12	0,001	0,001	0,003	0,004	0,005	0,001	0,003	0,003	0,002	0,01
C13	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0

Tableau. XXI. Influence des différentes concentrations de plomb sur la DO. de l' α -amylase de la variété HD 1220 durant les 10 jours de germination.

<i>jours</i> <i>cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	0,014	0,014	0,021	0,015	0,01	0,023	0,025	0,023	0,004	0,02
C2	0,019	0,029	0,023	0,024	0,04	0,035	0,034	0,022	0,015	0,014
C3	0,013	0,019	0,022	0,03	0,032	0,032	0,029	0,029	0,022	0,019
C4	0,01	0,01	0,017	0,013	0,031	0,037	0,022	0,027	0,001	0,008
C5	0,005	0,009	0,018	0,012	0,022	0,035	0,011	0,019	0,011	0,02
C6	0,012	0,005	0,009	0,014	0,016	0,016	0,002	0,011	0,01	0,013
C7	0,013	0,005	0,003	0,016	0,012	0,02	0,008	0,006	0,011	0,011
C8	0,002	0,004	0,001	0,001	0,001	0,001	0,015	0,001	0,009	0,004
C9	0,003	0,002	0,002	0,002	0,005	0,012	0,011	0,002	0,005	0,015
C10	0,002	0,003	0,006	0,003	0,005	0,007	0,012	0,003	0,004	0,005
C11	0,001	0,001	0,002	0,003	0,008	0,006	0,004	0,004	0,0006	0,005
C12	0,003	0,002	0,002	0,001	0,01	0,006	0,003	0,002	0,002	0,001
C13	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,003

Tableau. XXII. Influence des différentes concentrations de plomb sur la DO. de l' β -amylase de la variété VITRON durant les 10 jours de germination.

<i>jours</i> <i>cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	0,008	0,012	0,014	0,025	0,038	0,039	0,057	0,104	0,083	0,084
C2	0,015	0,015	0,015	0,02	0,03	0,032	0,041	0,099	0,083	0,084
C3	0,015	0,018	0,016	0,028	0,032	0,038	0,049	0,099	0,089	0,089
C4	0,025	0,028	0,021	0,028	0,038	0,038	0,053	0,01	0,089	0,09
C5	0,025	0,029	0,028	0,049	0,04	0,042	0,06	0,12	0,099	0,092
C6	0,018	0,028	0,017	0,027	0,04	0,041	0,041	0,099	0,058	0,069
C7	0,016	0,02	0,018	0,02	0,029	0,032	0,035	0,071	0,05	0,063
C8	0,016	0,016	0,015	0,02	0,018	0,021	0,028	0,052	0,042	0,031
C9	0,012	0,012	0,015	0,016	0,016	0,018	0,018	0,017	0,022	0,028
C10	0,012	0,011	0,012	0,016	0,012	0,014	0,016	0,018	0,02	0,018
C11	0,01	0,011	0,01	0,012	0,012	0,011	0,012	0,008	0,007	0,006
C12	0,008	0,006	0,008	0,01	0,012	0,011	0,008	0,008	0,005	0,005
C13	0,005	0,004	0,004	0,007	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004

Tableau. XXIII. Influence des différentes concentrations de plomb sur la DO. de l' β -amylase de la variété EIDER durant les 10 jours de germination.

<i>jours</i> <i>Cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	0,007	0,008	0,012	0,014	0,02	0,028	0,027	0,059	0,08	0,069
C2	0,008	0,009	0,012	0,018	0,02	0,029	0,028	0,07	0,076	0,076
C3	0,009	0,015	0,02	0,023	0,025	0,029	0,032	0,061	0,076	0,079
C4	0,02	0,022	0,025	0,03	0,033	0,037	0,04	0,065	0,079	0,08
C5	0,02	0,037	0,037	0,042	0,049	0,049	0,061	0,075	0,082	0,08
C6	0,025	0,039	0,039	0,04	0,053	0,065	0,072	0,088	0,09	0,09
C7	0,016	0,018	0,02	0,028	0,035	0,04	0,051	0,069	0,08	0,062
C8	0,012	0,014	0,02	0,02	0,022	0,02	0,018	0,02	0,021	0,021
C9	0,012	0,013	0,015	0,018	0,016	0,014	0,014	0,015	0,014	0,013
C10	0,09	0,011	0,012	0,015	0,011	0,01	0,01	0,01	0,012	0,013
C11	0,009	0,01	0,012	0,012	0,01	0,009	0,009	0,01	0,012	0,01
C12	0,008	0,009	0,008	0,009	0,009	0,008	0,008	0,007	0,005	0,005
C13	0,006	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,006	0,004	0,004	0,004

Tableau. XXIV. Influence des différentes concentrations de plomb sur la DO. de l' β -amylase de la variété ZIAD durant les 10 jours de germination.

<i>jours</i> <i>cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	0,008	0,009	0,018	0,018	0,015	0,02	0,05	0,07	0,076	0,076
C2	0,009	0,015	0,015	0,02	0,025	0,028	0,059	0,07	0,078	0,08
C3	0,014	0,0017	0,022	0,025	0,033	0,035	0,059	0,069	0,079	0,081
C4	0,018	0,022	0,025	0,028	0,03	0,041	0,06	0,069	0,08	0,081
C5	0,022	0,027	0,03	0,032	0,04	0,051	0,052	0,07	0,08	0,082
C6	0,025	0,032	0,03	0,041	0,05	0,059	0,069	0,08	0,08	0,08
C7	0,014	0,018	0,018	0,022	0,02	0,025	0,04	0,045	0,042	0,059
C8	0,014	0,013	0,018	0,02	0,018	0,02	0,03	0,03	0,022	0,022
C9	0,011	0,012	0,016	0,018	0,016	0,016	0,019	0,012	0,018	0,018
C10	0,011	0,011	0,012	0,015	0,01	0,012	0,012	0,016	0,018	0,018
C11	0,01	0,009	0,007	0,007	0,01	0,009	0,009	0,012	0,018	0,018
C12	0,009	0,009	0,006	0,005	0,009	0,009	0,009	0,009	0,012	0,01
C13	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,004	0,004	0,003	0,003	0,005

Tableau. XXV. Influence des différentes concentrations de plomb sur la DO. de l' β -amylase de la variété HD 1220 durant les 10 jours de germination.

<i>jours</i> <i>Cons</i>	1j	2j	3j	4j	5j	6j	7j	8j	9j	10j
C1	0,006	0,008	0,012	0,02	0,028	0,028	0,045	0,047	0,08	0,069
C2	0,008	0,018	0,018	0,025	0,025	0,03	0,055	0,059	0,06	0,071
C3	0,015	0,018	0,018	0,03	0,038	0,039	0,05	0,059	0,07	0,071
C4	0,025	0,029	0,028	0,049	0,04	0,042	0,06	0,072	0,099	0,092
C5	0,025	0,028	0,021	0,03	0,038	0,03	0,051	0,089	0,071	0,06
C6	0,018	0,02	0,02	0,025	0,025	0,025	0,048	0,039	0,051	0,047
C7	0,018	0,02	0,016	0,021	0,02	0,02	0,037	0,025	0,031	0,031
C8	0,016	0,02	0,02	0,035	0,02	0,02	0,019	0,016	0,016	0,016
C9	0,013	0,016	0,013	0,016	0,02	0,018	0,02	0,018	0,016	0,014
C10	0,01	0,012	0,01	0,015	0,015	0,013	0,013	0,017	0,014	0,011
C11	0,011	0,009	0,01	0,012	0,015	0,012	0,012	0,014	0,12	0,011
C12	0,009	0,008	0,01	0,009	0,01	0,01	0,009	0,01	0,009	0,009
C13	0,009	0,007	0,007	0,007	0,008	0,008	0,006	0,006	0,006	0,005

