

O R S T O M

Services Scientifiques

Centraux

B O N D Y

ETUDE SUR LA REACTION DU RIZ AU SEL

APPLIQUE A DIFFERENTS STADES DE DEVELOPPEMENT

C . M A G N E

Laboratoire de Biologie  
et d'Amélioration des  
Plantes Utiles

O.R.S.T.O.M.  
Services Scientifiques Centraux  
93 - BONDY  
-----

ETUDE SUR LA REACTION DU RIZ AU SEL  
APPLIQUE A DIFFERENTS STADES DE DEVELOPPEMENT  
-----

C. MAGNE

TABLE DE MATIERES

---

	pages
Introduction	
I Matériel et méthodes	3
II Expérience N° I	5
III Expérience N° 2	14
IV Synthèse des principaux résultats et conclusions	19
Bibliographie	
Hors-texte : Figures, Tableaux, Photographies	

## INTRODUCTION

Les plantes supportent plus ou moins les excès de sel dans le milieu nutritif, suivant leur stade de développement .

Chez le riz, le problème se pose particulièrement pour les plantules et à la floraison, stades qui coïncident souvent avec des périodes où la concentration atteint un niveau critique dans les rizières salées, ( début et fin de la saison des pluies ).

La sensibilité des plantules de riz a été signalée par de nombreux auteurs, ( 2, 4, 8, 10, 13, 14, 15, 19 ). Le stade 2-3 feuilles est généralement considéré comme le plus vulnérable. Certains auteurs ont cependant un avis différent : Huet et Auriol (5) ont noté une augmentation de la sensibilité au fur et à mesure que les plantules grandissent , Iwaki (6) a trouvé que les plantules sont plus sensibles après le stade 2 - 3 feuilles .

En ce qui concerne la sensibilité pendant la phase reproductive , les avis sont très partagés. Hayward et Bernstein (4) , Pearson et Ayers (15) , Pearson (14) , Shimoyama et Ogo (9) , Ota , Yasue et Iwatsuka (12) , Iwaki (6) ont signalé une sensibilité particulière pendant cette période, contrairement aux observations de Akihama (1), Ting et Fang (20) , Kaddah et Pakhry (8), Huet et Auriol (5).

Une des principales raisons qui peut être à l'origine de ces divergences d'opinions, tient aux conditions expérimentales qui habituellement diffèrent quant aux dates d'application du sel, aux doses , aux variétés, et aux conditions météorologiques .

Les expériences que nous avons réalisées avaient pour but d'étudier l'action du sel sur la fructification du riz et de préciser dans quelles conditions on pourrait réaliser un test de ...

sensibilité à ce stade . Nous avons , pour cela, comparé l'action du sel suivant la date et la dose d'application, pour deux variétés susceptibles de présenter des différences de réaction. Des analyses chimiques ont été faites , pour pouvoir établir éventuellement un rapport entre les phénomènes observés et la composition minérale .

I - MATERIEL ET METHODES  
-----

Deux expériences ont été réalisées successivement avec le même dispositif, mais avec des variantes en ce qui concerne le milieu nutritif et les périodes d'application du sel .

Dispositions communes :

a - Schéma expérimental :

-----  
Il était le même dans les deux cas :

- Traitements :

3 périodes d'application , ( Différentes dans les deux expériences ).

4 doses.

2 Variétés

- Répétitions :

Les traitements étaient répétés dans deux blocs, chacun étant divisé en deux sous-blocs, correspondant chacun à une variété. Les traitements Dates x Doses étant répartis au hasard à l'intérieur des sous-blocs . ( fig. I )

- Variétés :

Les deux variétés utilisées, "Victoria" et " Arborio", font partie du groupe Japonica. La première épie quatre ou cinq jours avant la seconde. Dans les essais préliminaires qui avaient été réalisés au stade plantule, elles avaient manifesté des réactions très différentes vis-à-vis du sel : La variété Victoria s'étant montrée nettement plus sensible que la variété Arborio.

- Doses:

Dans les deux expériences on a appliqué les doses suivantes :

0	:	0 g.	ClNa	par	litre	de	solution
I	:	2,5 g.	"	"	"	"	"
2	:	5 g.	"	"	"	"	"
3	:	7,5 g	"	"	"	"	"

b - Installation

Les plantes étaient cultivées dans des pots " Riviera " ayant une capacité utile de 12 litres. Ils étaient remplis de sable dans la première expérience, et de terre de bruyère dans la seconde. Dans les deux cas les plantes étaient irriguées avec des solutions nutritives .

Une des principales difficultés était d'assurer la constance des diverses concentrations salines mise en comparaison . Le manque de personnel nous a conduit à adopter un dispositif automatique pour réduire au maximum les interventions manuelles .

Chaque pot communiquait avec une réserve de solution de vingt litres . la solution du pot était recyclée deux fois par jour avec cette réserve, ce qui évitait une altération trop rapide de la concentration. Cette <sup>opération</sup> était assurée par un circuit d'air comprimé commandé par un ensemble : compresseur - interrupteur horaire - vanne à air magnétique; le niveau dans les pots étant contrôlé par un relai électronique. ( voir schéma de l'installation figure 2 )

Les pertes dues à l'évaporation et à la transpiration étaient compensées suivant les besoins : deux fois par semaine en début de végétation, tous les jours à la fin . Les solutions étaient entièrement renouvelées toutes les trois semaines .

## II - EXPERIENCE N° I

### I - Dispositions particulières :

#### a - Périodes d'application du sel :

Les doses de sel ont été appliquées aux stades suivants et maintenues pendant un mois.

D 1 : Début de tallage

D 2 : Mise à fleur

D 3 : Floraison

Les deux dernières dates intéressaient la phase reproducti-  
ve. La première avait pour but de montrer dans quelle mesure le  
sel, introduit dans les stades antérieurs, influe sur la repro-  
duction .

#### b - Milieu de culture :

On a utilisé un sable quartzeux de diamètre I à 2,5 mm.

La solution nutritive, ( formule Purdue University ) avait  
la composition suivante :

Eléments	meq./ I litre
N ( NH <sub>4</sub> )	8,3
N ( NO <sub>3</sub> )	8,3
K	3,8
P	2,0
Mg	2,0
S	10,3
Ca	1,3
Fe	0,25

Oligo - éléments : Mn - Cu - Zn - B - Mo.

### 2 - Déroulement de l'expérience :

Le déroulement chronologique est schématisé dans la figure  
3.

- Semis le 11 mars à raison de 8 paquets de deux graines  
par pot .



- Germination à l'eau permutée.
- Solution nutritive appliquée le 25 mars après démarrage des poquets à un plant .
- En raison du décalage prévu entre l'épiaison des deux variétés, la deuxième application a été retardée de quatre jours pour la variété " Arborio ", compte tenu du début de montaison observé dans les pots de contrôle .

a - Contrôle de la salinité :  
-----

Le contrôle de la concentration saline a été réalisé pour tous les pots sept fois en cours d'expérience avec un conductimètre . Une certaine irrégularité a été constatée au début . Elle a été corrigée par des brassages énergiques réalisés lors des réajustements des solutions .

b - Contrôle du pH :

Au début de l'expérience le pH se situait dans les pots aux environs de 4,5 - 5. Les plantes se développaient vigoureusement. Vers le deuxième mois des accidents de végétation se sont manifestés en rapport avec une forte baisse du pH, ( 4 et même 3,8 ) : feuilles néoformées jaunes, avortement des épillets à l'extrémité des panicules. La baisse du pH était d'autant plus forte que les plantes étaient plus développées, confirmant ainsi<sup>que</sup> le déséquilibre de la consommation - anion - cation était bien la cause de cette baisse .

Comme nous ne pouvions, faute de personnel, envisager des renouvellements plus fréquents de solutions, nous avons effectué un contrôle systématique du pH tous les 3 ou 4 jours, et fait des réajustements par addition de KOH . Nous avons porté à trois par jour le nombre de recyclages afin d'assurer un meilleur brassage avec la réserve . Ces mesures se sont révélées efficaces, mais trop tardives pour les premiers épillets formés, si bien qu'il peut y avoir, pour ceux-ci, confusion entre les effets dus au sel et ceux dus au pH .

c - Prélèvements pour analyses chimiques :

Des prélèvements de plantes ont été effectués à deux reprises sur chaque pot, pour étudier l'influence des traitements sur la composition minérale de la paille.

Le prélèvement I a eu lieu à la fin de chaque période d'application du sel, dans les pots traités et dans les témoins correspondants, à raison d'une plante par pot . Il correspondait donc à des stades de développement différents, en rapport avec les dates d'application .

Le prélèvement II a été fait avant la récolte, à la même date pour tous les traitements, d'où une durée variable de la période séparant le retrait du sel du prélèvement .

Les analyses suivantes ont été réalisées par le Laboratoire du Diagnostic Foliaire de l'O.R.S.T.O.M. : Cendres, N, P, K, Ca, Na, Cl.

Une étude statistique a été faite par le service de biométrie de l'O.R.S.T.O.M. sur les résultats du premier prélèvement. Il n'en a pas été de même pour le deuxième par suite du nombre trop élevé de résultats manquants, les plantes de certains pots n'étant pas arrivées à leur terme dans les traitements avec dose forte .

3 - Résultats :

La récolte générale de l'expérience a eu lieu le trois Août .

Les observations suivantes ont été faites pour chaque pot.

Paille :	Poids sec
Panicules :	Nombre - Poids
Epillets pleins	) Nombre - Poids ( ( après échantillonnage )
" vides	
" avortés	

a - Poids des récoltes :

Le développement des plantes et la fructification ont été affectés de façon très différente suivant les doses, les dates d'application et les variétés, ainsi qu'on peut le constater par l'examen des graphiques ( fig. 4, 5, 6 ) .

- Première date :

La dose 3 a détruit rapidement tous les plants de la variété " Victoria ", ceux de la variété " Arborio " ont résisté un peu plus longtemps, mais aucun n'est parvenu jusqu'à l'épiaison.

La dose 2 a détruit la variété sensible " Victoria " avant la formation des panicules .

- Deuxième date

La dose 3 a empêché la formation des panicules dans la variété sensible " Victoria " .

- Troisième date :

Si le poids de la paille a été relativement peu affecté par la présence de sel, la production de grain a été fortement réduite, surtout chez la variété sensible, la réduction portant à la fois sur le poids 1000 grains et sur la fertilité .

b - Fertilité des épillets : ( Figure 7 )

Pour la variété " Arborio ", la fertilité varie relativement peu suivant la date et la dose d'application, alors qu'avec la variété " Victoria " le pourcentage de grains vides est très élevé pour la 3ème date d'application avec les doses 2 et 3 .

c - Poids de mille grains : ( Figure 8 )

Le poids de mille grains est particulièrement diminué dans la variété " Victoria ", surtout avec la troisième date d'application .

Par suite de la destruction précoce des plantes dans sept traitements sur vingt - quatre, il n'a pas été possible de faire l'analyse statistique des résultats . Ils doivent donc être interprétés avec beaucoup de prudence, d'autant plus que les accidents dus au pH n'ont pas affecté de façon égale les divers traitements : La variété " Victoria " a été particulièrement touchée, ce qui fait que son rendement en grain est nettement inférieur, malgré une production de paille élevée .

Le poids de récolte élevé, obtenu avec la dose I dans la première date, vient de ce que les plantes n'ont pas souffert de la chute de pH par suite du retard de développement provoqué par le sel . Après le retrait de ce dernier, elles ont eu largement le temps de se rattraper, pendant la période où le pH a été réajusté régulièrement .

b - Composition minérale de la paille :

- Prélèvement I

Ce prélèvement a eu lieu à la fin de chaque période d'application du sel . Les résultats des analyses chimiques dont il a été l'objet ont été étudiés statistiquement. Les effets significatifs sont résumés dans le tableau I .

Avant d'examiner ces résultats, plusieurs observations préliminaires doivent être faites :

1 - Les différences de composition entre les traitements " Dates " sont imputables en partie à la différence d'âge des plantes analysées .

2 - Dans la première date, les doses fortes ont détruit la variété sensible " Victoria " bien avant la fin du traitement . L'analyse chimique traduit dans ce cas la teneur en éléments après un nombre réduit de jours d'application .

3 - Comme nous l'avons déjà signalé, il n'y a pas eu d'accident de pH dans la première date, avec la dose faible de sel.

- Prélèvement II

Ce prélèvement a été réalisé pour tous les traitements le 17 Juillet, soit une dizaine de jours après le retrait du sel dans la troisième date d'application . Les différences de résultats entre le premier et le deuxième prélèvement ne sont pas très importants pour cette date . Elles le seront

davantage pour la première et la deuxième, et se traduiront dans le deuxième prélèvement, par une atténuation des différences entre traitements .

Par suite du nombre trop élevé de données manquantes, il n'a pas été possible de faire une interprétation statistique des résultats d'analyse du deuxième prélèvement .

Azote : ( Figures 9, 10 )

Dans le premier prélèvement, la diminution de teneur de la première date à la troisième date d'application, paraît imputable essentiellement à la différence d'âge des plantes, (voir la dose 0 ). On note une diminution dans tous les cas pour la dose I. La diminution est moins accusée pour la dose 2, et on observe un net redressement avec la dose 3. Wadleigh et Ayers ( 19 ) qui ont fait des observations analogues sur haricots, pensent que l'augmentation de la dose de sel entraîne des réductions non parallèles de l'absorption de l'azote et de la croissance .

L'interaction Variétés x Dates semble due au fait que les différences entre dates sont beaucoup <sup>plus</sup> marquées pour la variété " Victoria " que pour la variété " Arborio " : Les premières et deuxième dates étant dans l'ensemble nettement plus riches chez " Victoria " .

Le deuxième prélèvement montre que l'azote a eu le temps de reprendre un taux à peu près normal dans les première et deuxième dates, mais non dans la troisième .

Phosphore : ( Figures 11, 12 )

- Prélèvement I :

La teneur en P est dans l'ensemble beaucoup plus élevée dans la première date, ce qui est normal pour de jeunes plantes, mais avec de grosses différences suivant la dose et la variété. Elle est notablement plus élevée pour les plantes traitées par le sel qui ont survécu jusqu'à la fin du traitement ( doses : I pour Victoria, I et 2 pour Arborio ).

- Prélèvement II :

Dans la première date la teneur reste, grosso - modo, un peu plus élevée chez les plantes qui ont survécu à l'application du sel .

Dans la deuxième date les teneurs se sont relevées dans les doses moyennes I et 2 .

Potassium : ( Figures 13, 14 )

On ne peut tenir compte que des résultats obtenus avec le premier prélèvement dans les première et deuxième dates, tous les autres étant plus ou moins faussés par les additions de KOH appliquées pour maintenir le pH. Pour ces deux dates on note une diminution de la teneur en potassium dans les traitements avec sel .

Calcium : ( Figures 15, 16 )

- Prélèvement I :

Les courbes des teneurs en Ca s'expliquent assez bien en tenant compte de l'action du sel sur les deux facteurs - absorption et croissance - qui, par leur action contraire, déterminent la concentration .

1° Date : L'augmentation de la teneur en calcium avec la dose est due à une réduction, voire à un arrêt de la croissance imputable principalement aux effets osmotiques. Si la réduction de l'absorption est moins importante, il en résulte inévitablement une augmentation de la concentration .

La diminution de teneur enregistrée avec la dose 3 dans " Arborio ", et les doses 2 et 3 dans " Victoria ", vient de ce que les plantes n'ont pu supporter ces traitements pendant la durée prévue .

Victoria :	Dose 3 :	9 jours	de survie	après	l'application	du sel					
	Dose 2 :	20	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Arborio :	Dose 3 :	22 jours		"	"	"	"	"	"	"	"

2° Date : Les courbes de deux variétés diffèrent notablement . Avec " Arborio " la teneur en calcium reste constante quelle que soit la dose de sel, ce qui prouve que la réduction de croissances était accompagnée d'une réduction proportionnelle de l'absorption du calcium, alors que pour " Victoria " la réduction de croissance était proportionnellement plus importante, d'où une augmentation de la teneur en calcium.

3° Date : Le développement végétatif est peu affecté par la présence du sel, car il est à peu près terminé. Il y a néanmoins réduction dans l'absorption du calcium, ce qui se traduit pour les deux variétés par une réduction de la teneur lorsque la dose de sel augmente .

#### Prélèvement II :

Les teneurs en calcium sont redevenues, pour toutes les doses de sel, sensiblement les mêmes, dans les première et deuxième dates d'application, mais avec une différence importante entre les deux variétés, les teneurs de " Victoria " étant nettement plus faibles .

#### Sodium : ( Figures 17 - 18 )

La teneur en sodium augmente avec la dose. Cette augmentation est d'autant plus forte que la date d'application est plus précoce, surtout avec la variété " Victoria " . La diminution de teneur observée sur " Victoria " avec la dose 3 dans la première date, tient au fait que les jeunes plantes n'ont survécu que pendant neuf jours après l'application du sel, leur destruction étant surtout imputable aux effets osmotiques .

#### - Prélèvement II :

Dans les première et deuxième dates, les teneurs moyennes des plantes traitées ont fortement diminué, et cela dans la mesure où la croissance s'est poursuivie après le retrait du sel.

#### Chlore : ( Figures 19, 20 )

Les teneurs en Cl varient dans le même sens que celles de Na et attirent les mêmes observations .

Le rapport Cl/Na est plus élevé dans l'ensemble que celui de la formule moléculaire . Ses valeurs varient de 1,61 à 2,63 pour la dose 2, et de 1,69 à 2,06 pour la dose 3 . Pour les doses 0 et I les teneurs sont trop faibles, ce qui donne des rapports sans signification par suite d'une marge d'erreur trop importante .

Cendres : ( Figures 21 , 22 )

Prélèvement I :

Les courbes des teneurs en cendres reflètent de manière frappante celles de Cl et de Na.

Les actions des dates et des doses, les interactions dates x Doses et variétés x dates x doses, sont hautement significatives comme pour Cl et Na .

L'interaction variété x dates paraît nettement plus accusée que pour Cl et Na . Dans la deuxième date la présence de sel entraîne une teneur en cendres nettement plus élevée pour " Victoria " .

Prélèvement II :

Pour la variété " Arborio " les teneurs sont redevenues normales : Elles se situent aux environs de 11% quelle que soit la date et la dose , alors que pour " Victoria " elles tournent autour de 9% pour les doses 0 et I, et se relèvent jusqu'à 12% avec les doses 2 et 3 dans la deuxième date .



### III - EXPERIENCE N° 2

---

#### I - Dispositions particulières :

A quelques différences près, cette expérience était la répétition de la première :

même dispositif,  
 même nombre de traitements et de répétitions  
 mêmes variétés,  
 mêmes doses,

Elle différait essentiellement sur les points suivants :

Nombre de plantes par pot,  
 Milieu nutritif,  
 Dates d'application du sel.

Les deux premières modifications avaient pour but de faciliter le maintien du pH à un niveau normal :

1 - Diminution du nombre de plantes par pot: 3 au lieu de 8.

2 - Sable remplacé par la terre de bruyère (effet tampon).

Les pots étaient alimentés par une solution nettement moins riche que dans la première expérience, et semble-t-il, mieux adaptée au riz - Formule Lockard N° 3 (II), diluée de moitié pour tenir compte des éléments apportés par la terre de bruyère .

Eléments	még / I litre
N ( NO <sub>3</sub> )	1,20
N ( NH <sub>4</sub> )	0,23
P	0,76
K	1,02
Ca	0,50
Mg	1,25
S	1,25
Fe	0,27

Oligo-éléments : Mn - Cu - Zn - B - Mo

La troisième modification concernait les périodes d'application du sel. La durée de la deuxième expérience a été

beaucoup plus courte que la première, par suite de la différence de photopériode ( semis le 15 Juillet - récolte le 10 Novembre ).

La durée des traitements a été réduite à quinze jours, les stades d'application étant les suivants :

D 1 : Début de montaison

D 2 : Gonflement

D 3 : Floraison

## 2 - Déroulement de l'expérience : ( Figure 23 )

- Semis le 13 Juillet, en pépinière, sur sable, avec solution nutritive .

- Repiquage le 5 Août à raison de trois plantes par pot, sur terre de bruyère.

- Application de la solution nutritive le 2 Septembre .

Les conditions de réalisation ont été dans l'ensemble satisfaisantes. Le pH s'est maintenu sans intervention spéciale entre 6 et 6,5. Un seul incident, dû à une défaillance du système automatique d'irrigation, a entraîné une mise à sec des pots pendant deux jours avec, comme conséquence, un taux d'avortement des épillets plus élevé dans la variété sensible .

## 3 - Observations et résultats :

Les observations n'ont porté que sur les premiers talles formés ( 3 à 5 par plante ) dont l'épiaison est à peu près simultanée, de manière à éviter un chevauchement d'effets dû à la présence de talles d'âges différents .

Les observations et l'analyse statistique des résultats ont été faites pour les dix variables suivantes :

- Nombre moyen d'épillets par panicule ( avortés + vides + pleins )

- Poids des épillets par panicule ( avortés + vides + pleins )

- Nombre moyen d'épillets avortés par panicule.

- Pourcentage d'épillets avortés .

- Nombre d'épillets vides par panicule
- Pourcentage d'épillets vides
- Nombre moyen d'épillets pleins par panicule.
- Pourcentage d'épillets pleins.
- Poids des grains murs par panicule.
- Poids de 1000 grains murs

Par épillets avortés, on entend ceux dont la formation a été stoppée bien avant l'anthèse; les épillets vides sont ceux où la fécondation n'a pas eu lieu malgré une apparence normale .

Les effets significatifs sont résumés dans le tableau II . On trouvera dans les tableaux III à IX les moyennes relatives à ces effets .

L'essentiel de ces résultats est présenté dans les figures 24 et 25 .

a - Nombre d'épillets par panicule ( avortés + vides + pleins )

Les différences significatives qui ont été notées pour l'action des dates, l'action des doses, l'interaction dates x doses, résultent du fait que le sel n'a affecté le nombre d'épillets que dans la première date. Pour les autres les épillets étaient à un stade avancé de développement.

Dans la première date le sel n'a pas affecté les panicules principales dont la montaison était amorcée au moment de l'application du sel. Seules les dernières panicules sorties avaient un nombre d'épillets nettement inférieur .

b - Nombre d'épillets avortés :

Il n'y a pas d'action ni d'interaction significative, soit dans les nombres absolus, soit dans les pourcentages .

La différence manifeste observée entre les deux variétés ne peut apparaître de manière statistique étant donné le dispositif adopté . Le nombre d'épillets avortés, nettement plus élevé chez la variété " Victoria ", y compris dans le témoin sans sel, est très probablement imputable à un drainage pro-

longé des pots, pendant deux jours, survenu accidentellement, à la suite d'une défaillance du système automatique d'irrigation .

c - Épillets vides :

L'interaction Variétés x Dates est significative : Dans la deuxième date, le nombre et le pourcentage des grains vides sont plus élevés chez la variété " Victoria " .

L'action de la dose ne se manifeste pas sur le nombre moyen d'épillets vides, mais le pourcentage est significativement plus élevé dans les doses 2 et 3 par suite du nombre plus faible d'épillets formés .

d - Épillets pleins :

Le nombre d'épillets pleins est le résultat de la différence suivante : N épillets formés - ( N épillets avortés + épillets vides ). On retrouve pour cette caractéristique les mêmes différences significatives que pour le nombre total d'épillets formés, car les altérations apportées par le nombre d'épillets avortés ne sont pas significatives, et celles apportées par le nombre d'épillets vides sont relativement peu importantes .

On relève donc les effets significatifs suivants sur le nombre d'épillets pleins : Action des dates, action des doses, interaction doses x dates .

Il n'y a pas de différences significatives entre les pourcentages et c'est là une conséquence des variations incontrôlées dans le nombre d'épillets avortés .

e - Poids de mille grains murs :

Dans l'ensemble le poids de mille grains diminue avec la dose; il y a cependant des différences importantes suivant les dates et suivant les variétés.

Dans la première date le poids de mille grains n'est significativement affecté que dans la variété " Victoria ", alors que seule la variété " Arborio " l'est dans la troisième date .

Nous pensons que la raison de ces divergences réside dans certaines différences variétales :

- Date d'épiaison,
- Sortie de repousses consécutive à l'application du sel .

f - Poids des épillets par panicule ( avortés + vides +  
----- pleins )

On a analysé le poids brut des épillets et le poids des épillets murs . Ces résultats ne présentent pas de divergences importantes .

Le poids des épillets murs, et à peu de chose près, le poids brut des épillets, sont l'expression combinée de deux caractères déjà analysés : Nombre de grains par panicule - poids de mille grains . On retrouve donc ici, grosso - modo les différences significatives déjà observées .

#### IV - SYNTHESE DES PRINCIPAUX RESULTATS ET CONCLUSIONS

---

##### I - Composition minérale :

---

La présence de chlorure de sodium dans le milieu, pendant un temps donné et à différentes périodes, a entraîné des modifications de la composition minérale du riz, plus ou moins importantes suivant les traitements .

Il faut retenir particulièrement :

- Cendres : L'augmentation de la teneur était d'autant plus marquée que les plantes étaient plus jeunes . Cette augmentation étant due principalement à l'absorption de Cl et de Na.

- Potassium : Dans presque tous les cas on note une diminution de la teneur en potassium lorsque la dose de sel augmente .

- Azote, Phosphore, Calcium : Les variations de la teneur suivant les traitements peuvent s'expliquer en tenant compte du fait que le sel agit sur la concentration d'un élément par deux processus antagonistes : - Réduction de l'absorption : Action négative sur la concentration.

- Réduction de la croissance : Action positive sur la concentration. Ces deux actions étant par ailleurs dépendantes de la date d'application .

En présence de sel, la variété sensible " Victoria " a des teneurs en cendres, et particulièrement en Cl et Na, nettement plus élevées que la variété " Arborio ". Il est difficile, sinon impossible, de distinguer l'effet et la cause, lorsque l'on considère, d'une part l'augmentation de la teneur en sel dans la plante, et d'autre part la diminution de croissance .

##### 2 - Développement végétatif :

---

La variété " Victoria " s'est montrée nettement plus sensible que la variété " Arborio " .

Dans l'ensemble la réaction au sel est plus apparente au début de la croissance, surtout si l'on considère les chances

de survie des plantes avec des doses élevées. Mais il faut bien noter que si elles ne sont pas détruites, les possibilités de récupération après le retrait du sel, sont d'autant plus grandes que l'application a été précoce .

### 3 - Fructification :

-----  
Le nombre d'épillets par panicule a été très affecté par la présence de sel au moment de la mise à fleur . Les deux variétés expérimentées n'ont pas eu sur ce point des comportements très différents, quoique elles aient manifesté par ailleurs de grandes différences de sensibilité.

On n'a pas relevé de différences significatives sur le taux d'avortement des épillets, mais il faut bien noter que l'évaluation de ce caractère était sujette à une erreur expérimentale très élevée par suite de l'intervention de facteurs autres que la présence de sel : pH, déséquilibre hydrique. La variété " Victoria " semble particulièrement vulnérable à ce point de vue .

La fécondation n'a été sérieusement affectée par le sel que chez la variété sensible, avec une dose assez élevée ( 7,5 g / I litre ) .

Le poids de mille grains a été diminué par des doses suffisantes de sel ( 5 g et 7,5 g par litre ), appliquées à partir de la mise à fleur , la variété " Victoria " étant la plus touchée.

### 4 - Réalisation d'un test de sensibilité pendant la phase reproductive .

Etant donné la sensibilité particulière du riz au moment de la mise à fleur, il serait souhaitable de pouvoir appliquer le sel un peu avant ce stade. La détermination du moment idéal est malheureusement difficile, surtout lorsque le cycle des variétés expérimentées n'est pas connu de façon précise .

Nous pensons qu'il est plus pratique d'attendre la première manifestation, facilement contrôlable, du démarrage de la phase reproductive, soit : le début de gonflement de l'axe principal. Le nombre d'épillets ne sera pas affecté sur cet axe, mais leur formation, leur fertilité et le remplissage du grain seront plus ou moins touchés . On retrouvera sur les talles primaires et secondaires, les mêmes effets que sur l'axe principal et, en plus, s'il y a un décalage suffisant de développement, une réduction dans le nombre d'épillets.

La dose à appliquer pour ce test devrait être de l'ordre de sept grammes par litre, du moins lorsque les conditions dans lesquelles nos expériences ont été réalisées, se trouvent réunies.



## BIBLIOGRAPHIE

1. AKIHAMA, K. - 1960 - Some factors affecting nutrient uptake by rice plants grown under saline conditions.  
Proc. 4 th Congr. Irrigation and Drainage, Madrid  
Intern. Comm. Irrigation and Drainage, Question  
13, 131 - 133
2. DEL VALLE, C.G. and BABE, E. - 1947 -  
Sodium chloride tolerance of inondated rice .  
Estac. Expt. Agron. Habana Boll.66 ( in spanish,  
abst, in Soils and Fertilisers II : 127 ).
3. EHRLER, W. - 1960 - Some effects of salinity on rice .  
Bot.Gaz.122 : 102-104
4. HAYWARD, H.E., and BERNSTEIN, L. - 1958 -  
Plant growth relationships on salt affected soils  
Botan. Rev.24 : 584 - 635.
5. HUET, G. et AURIOL, R.F. - 1934 -  
Résistance du paddy à l'eau salée.  
Travaux de l'Office Indochinois du riz dans les  
laboratoires campagne 1933 - 1934 - Archives de la  
Riziculture - p. 18
6. IWAKI, S. - 1956 - Studies on the salt injuries in rice plants ( In  
Japanese ) Mem.Ehme.Univ.Sect.VI ( Agr. ) Vol.II  
n° I pp.I-156
7. KADDAH, M.T. - 1963 Salinity effects on growth of rice at the seedling  
and inflorescence stages of development .  
Soil. Sci. 96 : 105-111
8. KADDAH, M.T., and FAKRY, S.I. - 1961 -  
Tolerance of Egyptian rice to salt I. Salinity  
effects when applied continuously and intermit-  
tently at different stages of growth after  
transplanting .  
Soil Sci. 91 : 113-120
9. KADDAH, M.T., and FAKHRI, S.I. - 1962 -  
Tolerance of Egyptian rice to salt . 2. Salinity  
effects as related to cationic composition, tem-  
porary application, and drainage frequency.  
Soil Sci. 93 : 95 - 103
10. KAPP, I.C. - 1947 - The effect of common salt on rice production  
Arkansas Agr. Exp. Sta.Bul.465
11. LOCKARD, R.G. - 1959 - Mineral nutrition of the rice plant in Malaya  
( Federation of Malaya )  
Department of Agriculture - Bulletin n° 108

12. OTA, K., YASU, T. and IWATSUKA, M. - 1955 -  
 Studies on the salt injury to crops. X. Relation  
 between the salt injury and the pollen germination  
 in rice ( in Japanese ). Fac. Agr. Gifu Univ. Res. Bul.  
 7 pp. 15-20 English summary
13. PAN, C.L. and BEN JEMIA, H. - 1961 -  
 Maximum tolerance of rice seedlings to different  
 salt concentrations of irrigation water.  
 IRC News Letter 10 (3): 18-21
14. PEARSON, G.A. - 1961 - The salt tolerance of rice  
 I.R.C. News Letter 10 : 1 - 4
15. PEARSON, G.A. and AYERS A.D. - 1960 -  
 Rice as a crop for salt affected soil in process of  
 reclamation.  
 U.S. Dep. Agr. Production Research Report n° 48, pp. 13
16. PEARDON, G.A., and BERNSTEIN, L. - 1959 -  
 Salinity effects at several growth stages of rice  
 Agron. J. 51 : 654 - 657.
17. PEARSON, G.A. AYERS, A.D.; EBERHARD, D.L. - 1966 -  
 Relative salt tolerance of rice germination and early  
 seedling development.  
 Soil Sci. 102 (3) : 151 - 156
18. PETROSOVITS, E. et DARAB, C. - 1960 -  
 Données relatives à la faculté d'accomodation du riz  
 aux sels lors de la germination .  
 Proc. 4 th. Congr. Irrigation and Drainage Madrid 1960  
 Intern. Comm. Irrigation and Drainage Question 13 pp.  
 77-90
19. SHIMOYAMA, T. and OGO, T.  
 Studies on the saline injury on crops II. On the  
 effects on the growth and harvest of the rice plant  
 as produced by the saline irrigation at different  
 growing periods. (in Japanese ). Okayama Pref. Agr.  
 Exp. Sta. Spec. Bul. 54 English summary. 1956.
20. TING, T. and FANG, Y.H. - 1957 -  
 A preliminary investigation on salt tolerance of rice  
 Acta Bot. Sin. 6:91-102. Academia Sinica ( in Chinese  
 English summary; abst. in soils and Fertilisers 21:62).
21. WADLEIGH, C.H. et AYERS, A.D. - 1945 -  
 Growth and biochemical composition of bean plants as  
 conditioned by soil moisture tension and salt concen-  
 tration. Plant Physiol. 20 : 106 - 132.

ESSAI DATES x DOSES x VARIETES ( N° I )

Tableau I

Analyses minérales ( prélèvement I )

Résumé des effets significatifs ( seuil 5% )

Variables Source de variation	Teneur en N	Teneur en P	Teneur en K	Teneur en Ca	Teneur en Cl	Teneur en Na	Teneur Cendres
+ Dates	+	+	+	+	+	+	+
Variétés x Dates	+	+	+	+	+	+	+
Doses	+	+	+		+	+	+
Variétés x Doses			+		+	+	+
Dates et Doses		+	+	+	+	+	+
Variétés x Dates x Doses		+		+	+	+	+
Ecart-Type résiduel ( à 22 d.l. )	0,1939	0,090	0,2107	0,0412	0,8506	0,6558	1,7277
C.V. %	6,6	14,2	5,9	16,9	23,8	33,3	12,6

## ESSAI DATES x DOSES x VARIETES ( N° 2 )

## Fructification

Résumé des effets significatifs ( seuil 5% )

Source de Variation	Epillets par panicule		Epillets avortés		Epillets vides		Epillets pleins		Poids mille grains murs	Poids grains brut par panicule	Poids grain mur par panicule
	N	%	N	%	N	%	N	%			
Dates	+						+		+	+	+
Variétés x Dates	(+)				+	+			+	+	+
Doses	+					+		+	+	+	+
Variétés x Doses											
Dates x Doses	+						+			+	+
Variétés x Dates Doses									+		
Transformation utilisée pour l'analyse			arc		arc		arc		sans	sans	sans
Ecart-type résiduel ( à 22 d.l.	0,337	0,881	0,224	0,558	0,111	0,239	0,795	0,239	0,887	34,54	36,06
C.V.	3,2	26,4	34,2	19,3	20,4	8,5	10,7	2,6	11,6	13,5	

ESSAI DATES x DOSES x VARIETES ( N° 2 ) TABLEAU III

Nombre d'épillets par panicule  
( moyennes retransformées )

		Dates			Moyennes Doses
		D 1	D 2	D 3	
Doses	0	116,15	119,13	119,93	118,40
	I	110,94	122,32	107,85	114,12
	2	77,65	116,65	119,95	104,30
	3	71,22	114,58	119,76	101,09

Moyennes Dates	92,94	118,15	116,81
-------------------	-------	--------	--------

		Variétés	
		Arborio	Victoria
Dates	D 1	89,04	96,92
	D 2	121,07	115,27
	D 3	113,42	120,25

ESSAI DATES x DOSES x VARIÉTÉS ( N° 2 ) TABLEAU IV

Nombre d'épillets vides par panicule

( moyennes retransformées )

		Variétés	
		Arborio	Victoria
Dates	D 1	7,05	7,16
	D 2	5,03	12,33
	D 3	8,35	7,78

ESSAI DATES x DOSES x VARIETES ( N° 2 ) Tableau V

Pourcentage d'épilletts vides

( moyennes retransformées )

		Variétés	
		Arborio	Victoria
Dates	D 1	8,0	7,5
	D 2	4,2	11,0
	D 3	7,3	6,4

Doses	0	6,7
	I	5,5
	2	7,2
	3	9,9

ESSAI DATES x DOSES x VARIETES ( N° 2 ) Tableau VI

Nombre d'épillets pleins par panicule

( moyennes retransformées )

		Dates			Moyennes Doses
		D 1	D 2	D 3	
Doses	0	96,41	103,36	99,52	99,74
	I	93,98	103,61	91,76	96,38
	2	50,29	91,14	99,82	78,80
	3	40,01	79,49	101,76	70,30
Moyennes Dates		67,80	94,13	98,17	



ESSAI DATES x DOSES x VARIETES ( N° 2 ) Tableau VII

Poids de 1000 grains mûrs ( grammes )

		Variétés		Moyennes
		Arborio	Victoria	Dates
	D I	37,95	29,36	33,66
Dates	D 2	37,03	29,10	33,06
	D 2	37,44	31,05	34,24

Doses	Dates	Variétés		Doses	Moyennes
		Arborio	Victoria		
0	DI	38,25	32,15	0	34,97
	D2	37,90	31,70	I	34,72
	D3	39,05	30,80	2	32,93
I	DI	38,60	30,70	3	31,99
	D2	38,65	30,00		
	D3	38,45	31,95		
2	DI	38,45	27,20		
	D2	36,10	28,00		
	D3	36,80	31,00		
3	DI	36,50	27,40		
	D2	35,45	26,70		
	D3	35,45	30,45		

ESSAI DATES x DOSES x VARIETES ( N° 2 ) Tableau VIII

Poids des épillets par panicule ( cg)

		Dates			Moyennes Doses
		D 1	D 2	D 3	
Doses	0	336,50	357,25	337,25	343,65
	I	312,25	355,50	321,25	329,65
	2	175,75	298,00	336,25	269,99
	3	140,50	259,75	328,75	242,99

		Variétés		Moyennes Dates
		Arborio	Victoria	
Dates	D1	287,00	195,50	241,25
	D2	391,63	243,63	317,63
	D3	356,63	305,13	330,88

ESSAI DATES x DOSES x VARIETES ( N° 2) Tableau IX

Poids des épillets mûrs par panicule ( cg )

		Dates			moyennes Doses
		D.I.	D 2	D 3	
Doses	0	305,75	327,50	294,75	309,33
	I	281,00	334,00	301,50	305,50
	2	158,50	269,25	306,50	244,75
	3	123,00	214,50	292,75	210,08

		Variétés		Moyennes Dates
		Arborio	Victoria	
Dates	DI	250,87	183,25	217,06
	D2	342,62	230,00	286,31
	D3	305,125	292,62	298,87

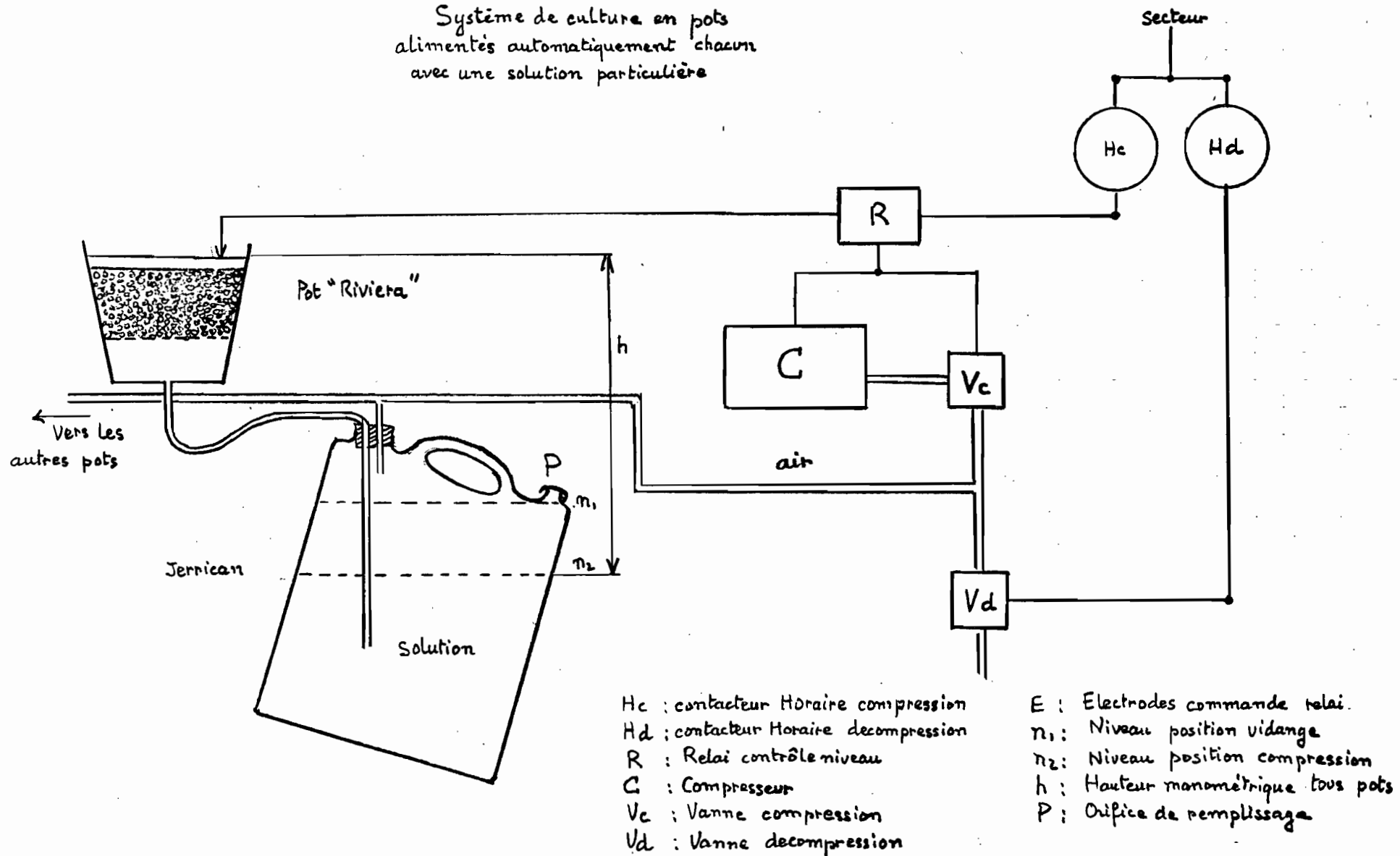
Disposition des traitements

Dates : D1 - D2 - D3  
 Doses : 0 - 1 - 2 - 3 - 4  
 Variétés : VICTORIA - ARBORIO  
 Répétitions : I - II

VICTORIA	D2 0	D2 2	D3 3	D1 1	D2 1	D1 3	D3 0	D2 3	D3 2	D3 1	D1 0	D1 2	REP. II
ARBORIO	D2 3	D2 0	D3 2	D2 1	D3 1	D1 2	D1 0	D1 1	D1 3	D3 0	D2 2	D3 3	
ARBORIO	D3 3	D1 0	D3 0	D2 3	D2 1	D1 2	D2 2	D1 1	D3 1	D1 3	D3 2	D2 0	REP. I
VICTORIA	D1 0	D2 3	D3 1	D1 1	D1 2	D2 2	D1 3	D3 2	D3 0	D3 3	D2 0	D2 1	

Figure 2

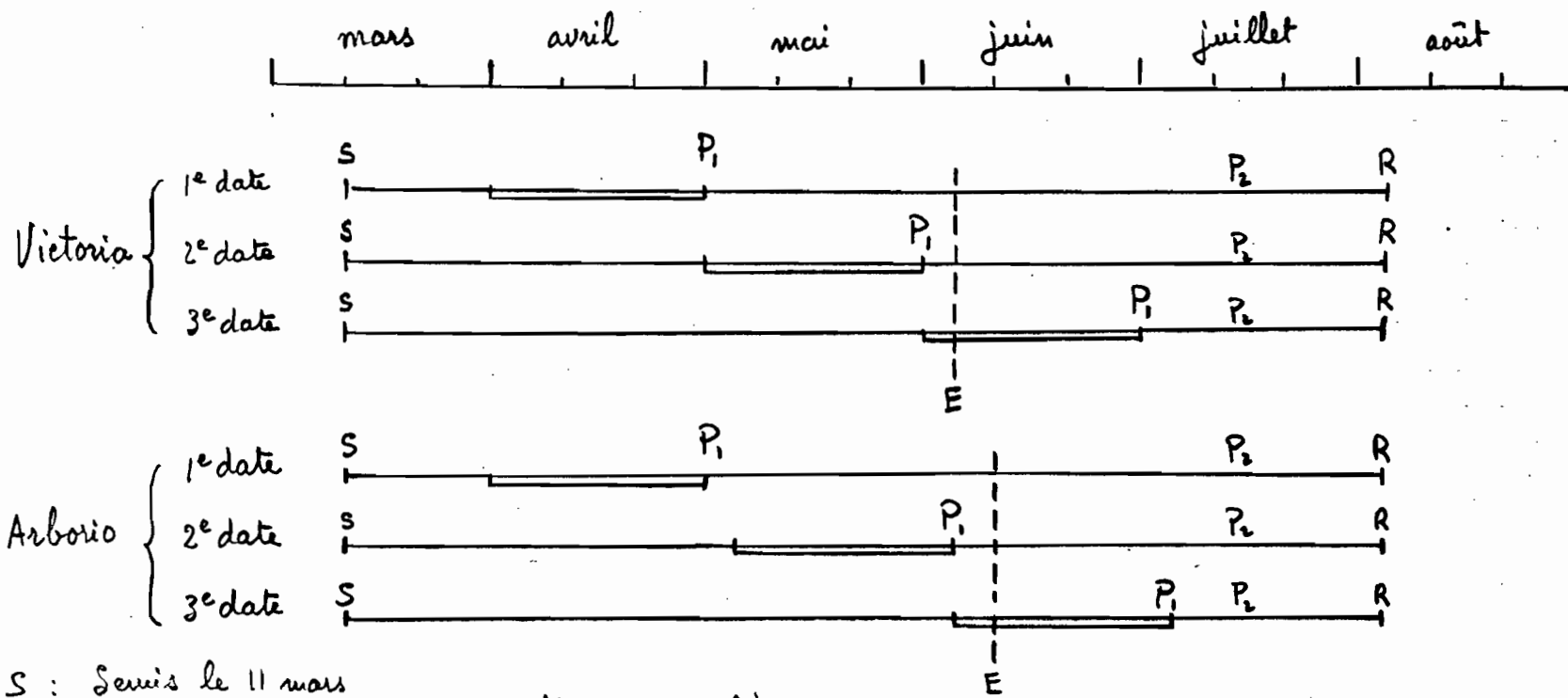
Systeme de culture en pots  
alimentés automatiquement chacun  
avec une solution particulière



# Déroulement chronologique de l'essai

figure 3

Dates x Doses x Variétés n°1



- S : Semis le 11 mars
- P<sub>1</sub> : 1<sup>er</sup> prélèvement (fin période application du sel)
- P<sub>2</sub> : 2<sup>e</sup> prélèvement (13 juillet)
- E : Début d'épave des témoins
- R : Récolte générale

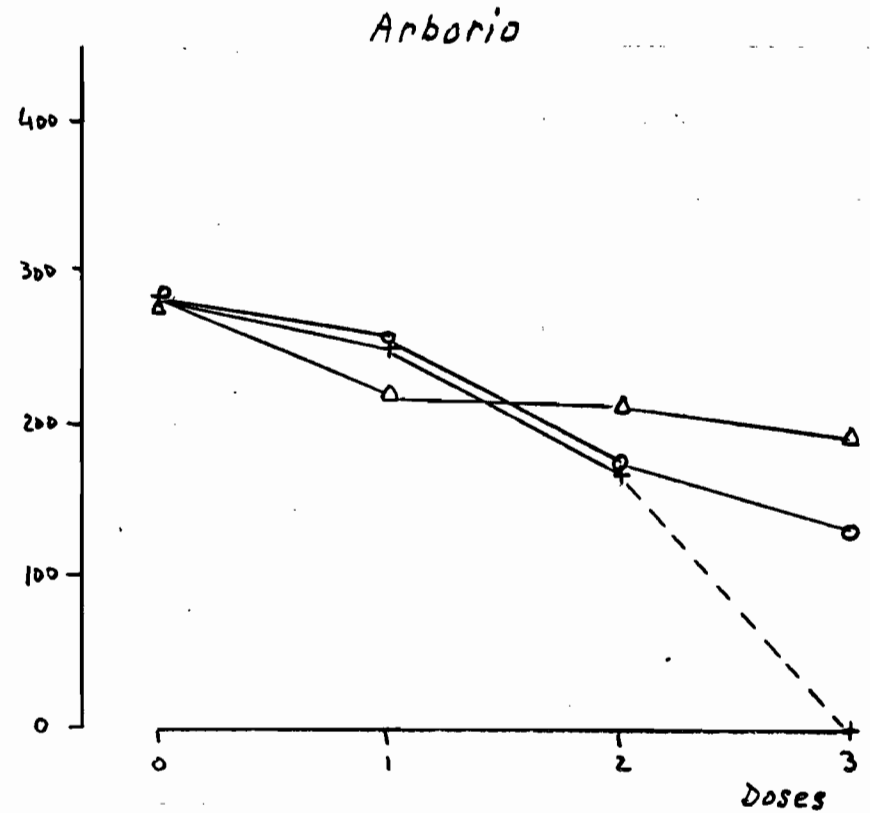
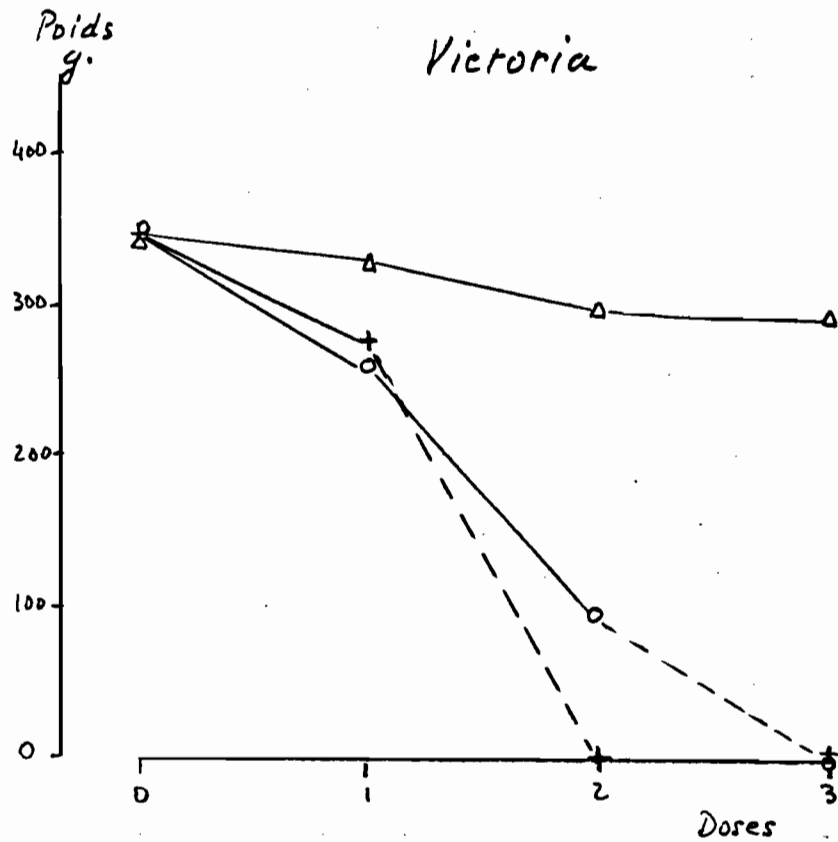
▬ Période d'application du sel.

1965

Essai Dates x Doses x Variétés (201)

Figure 4

Poids paille sèche (moy. par pot)



+ 1<sup>er</sup> date  
o 2<sup>e</sup> date  
Δ 3<sup>e</sup> date  
⊗ Témoin

1965

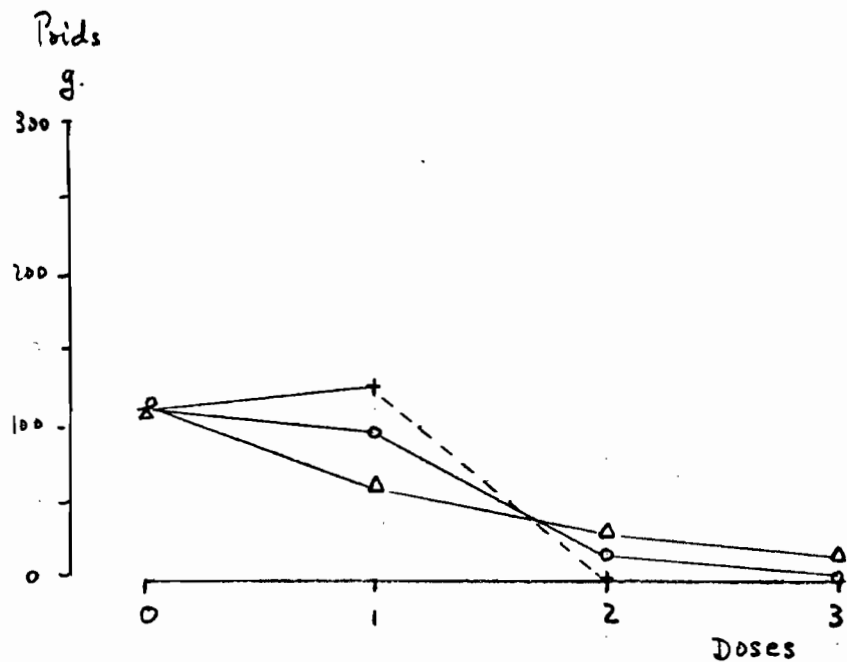
Essai Dates x Doses x Variétés

(n°1)

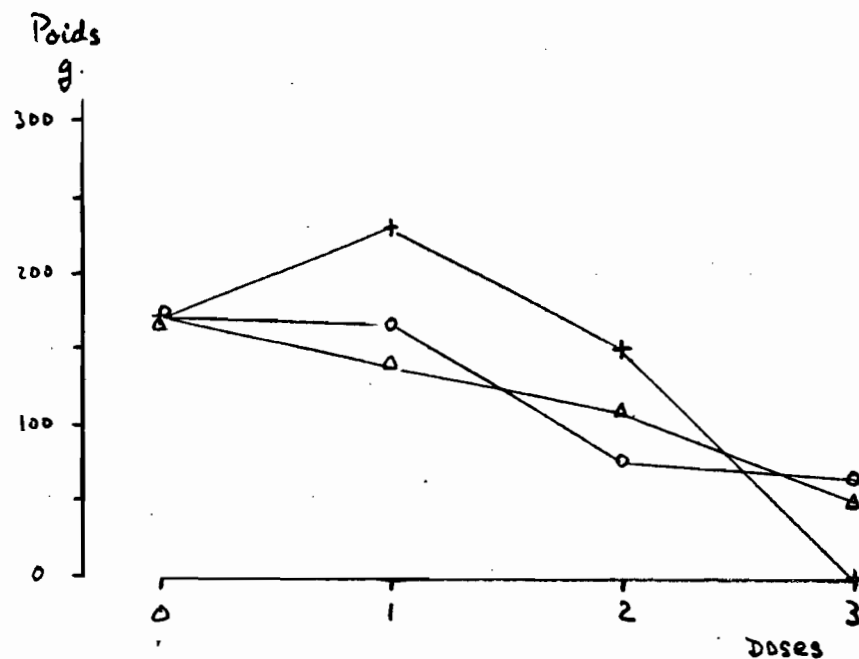
Figure 5

Poids de la récolte (panicules) moyenne par pot

Victoria



Arborio



+ 1<sup>e</sup> date  
o 2<sup>e</sup> date  
Δ 3<sup>e</sup> date  
⊠ Terrain

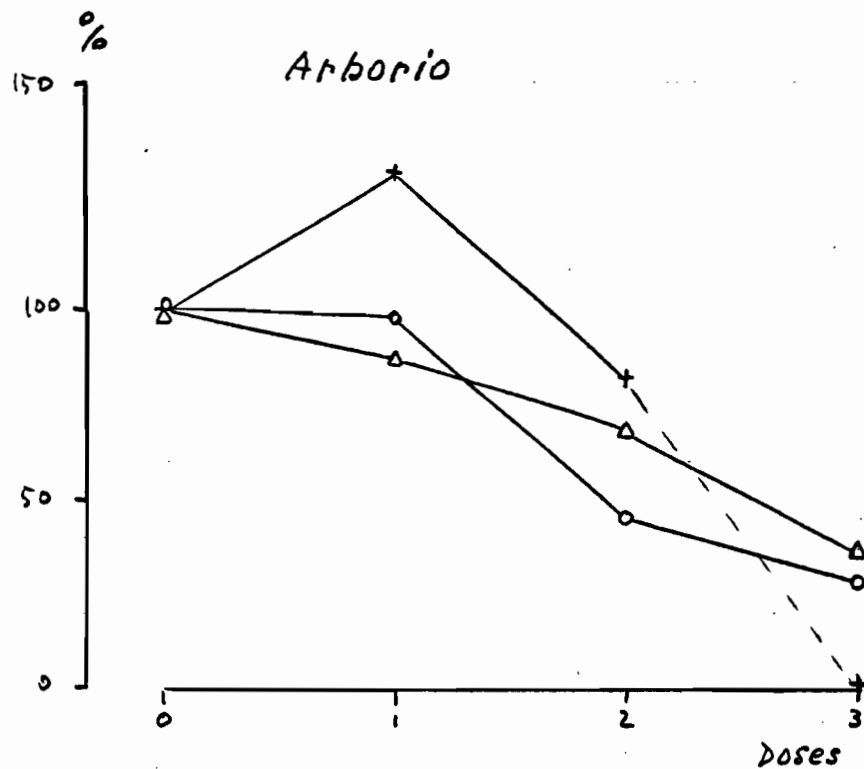
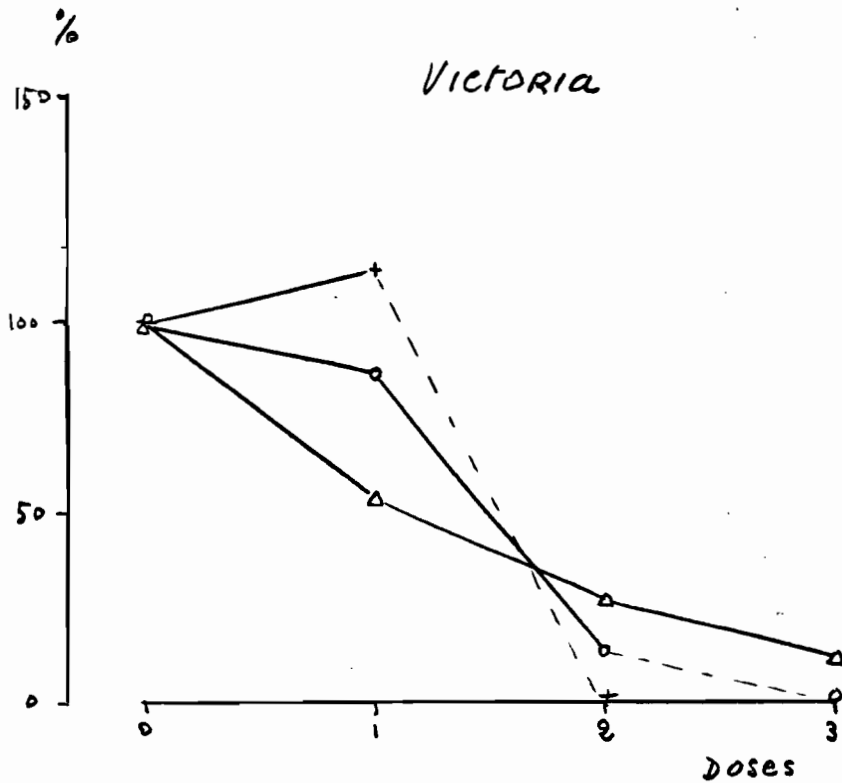


1965

Essai Dates x Doses x Variétés (n°1)

Figure 6

Poids de la récolte (panicules) % du témoin



+ 1<sup>re</sup> date  
o 2<sup>e</sup> date  
Δ 3<sup>e</sup> date  
⊗ Témoin

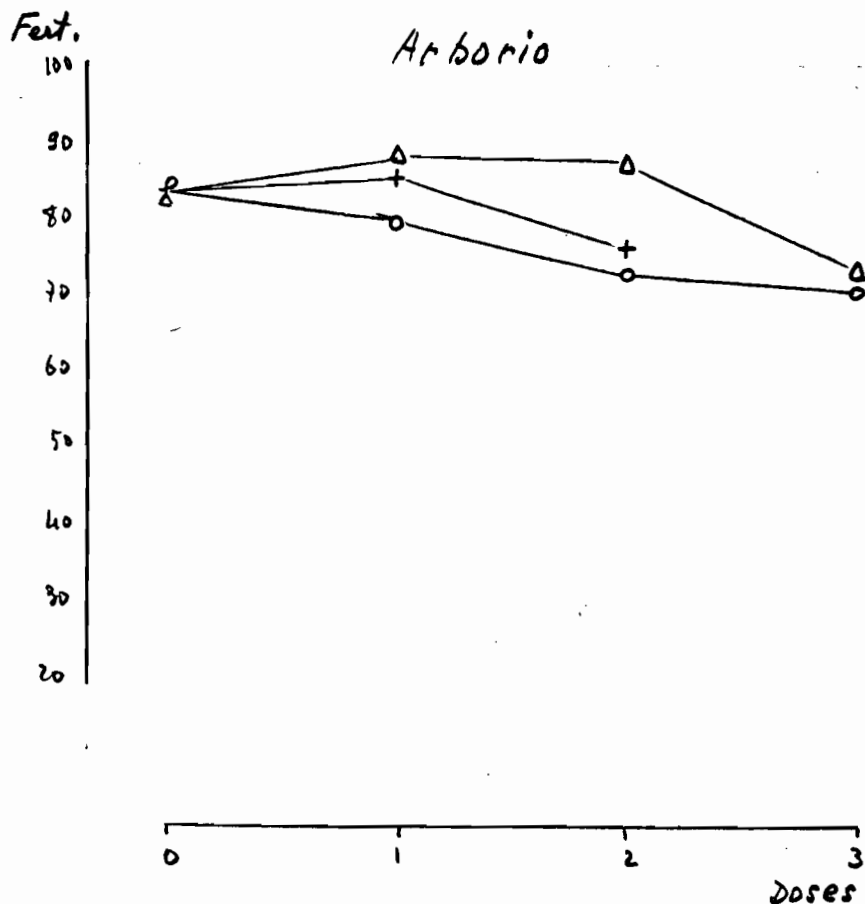
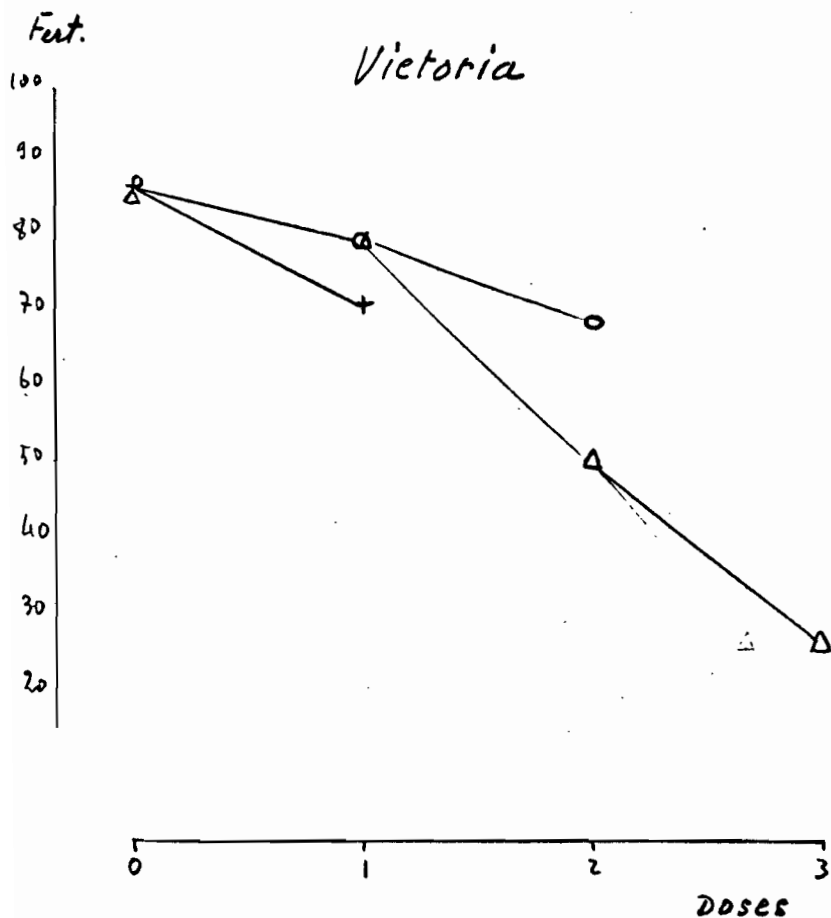
1965

Essai Dates x Doses x Variétés

(n=1)

Figure 7

Fertilité' des épillets



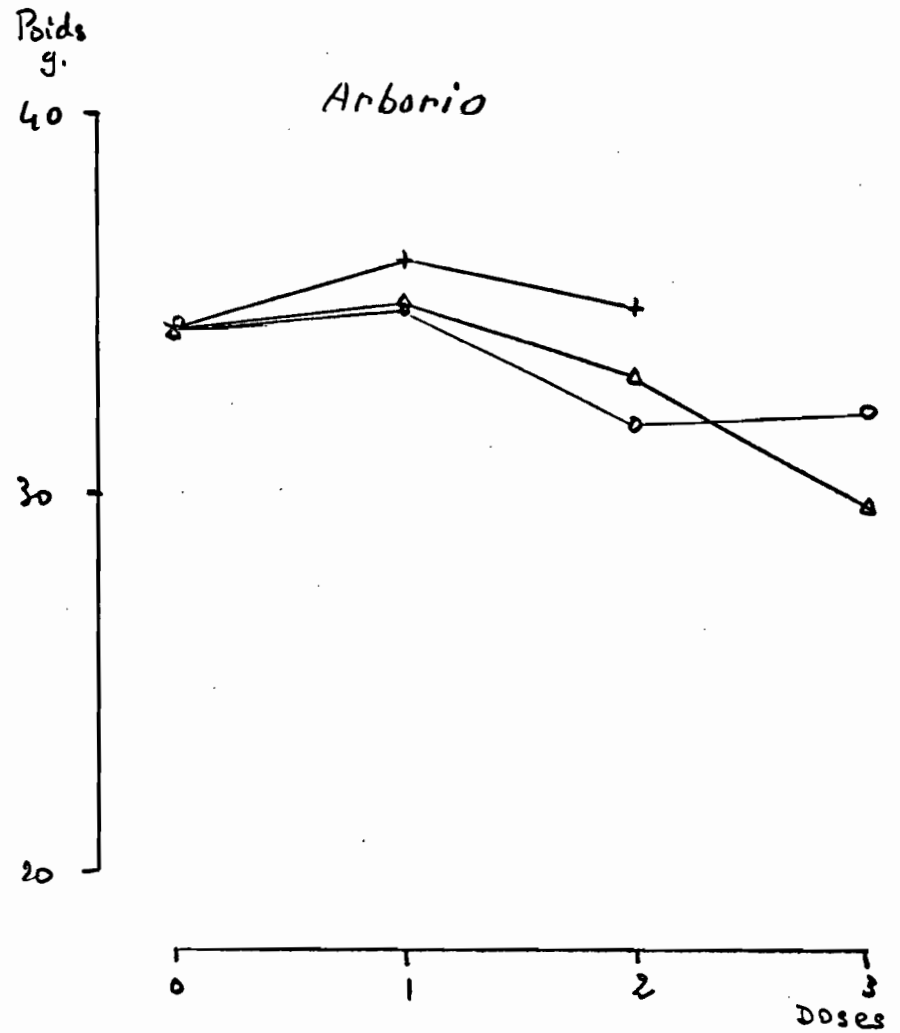
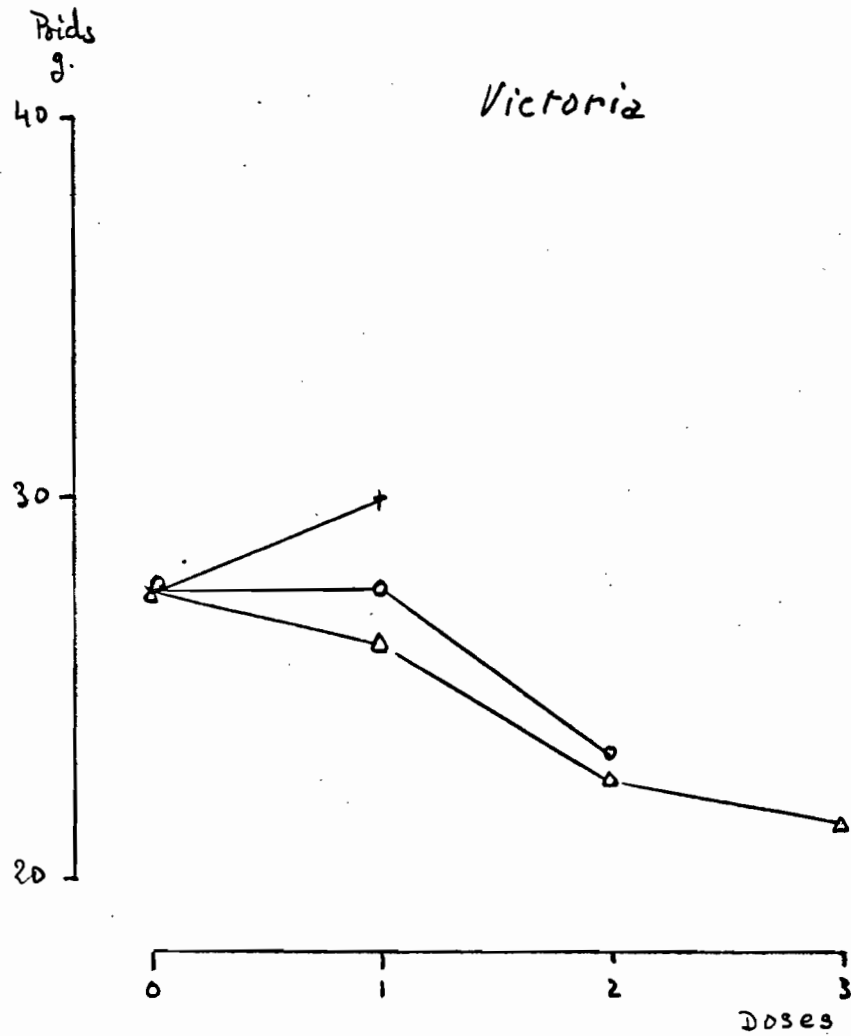
+ 1<sup>re</sup> date  
o 2<sup>e</sup> date  
Δ 3<sup>e</sup> date  
⊙ Témoin

1965

Essai Dates x Doses x Variétés

(n°1) Figure 8

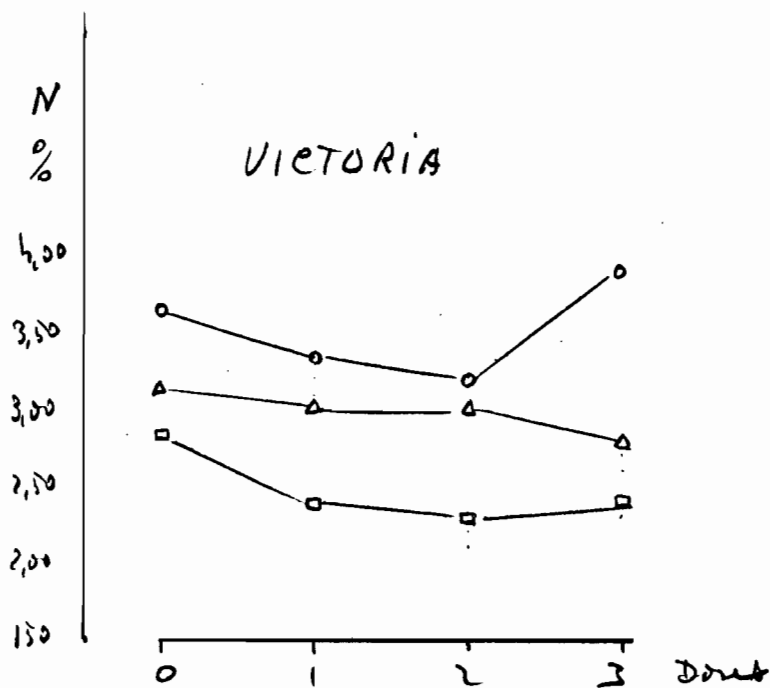
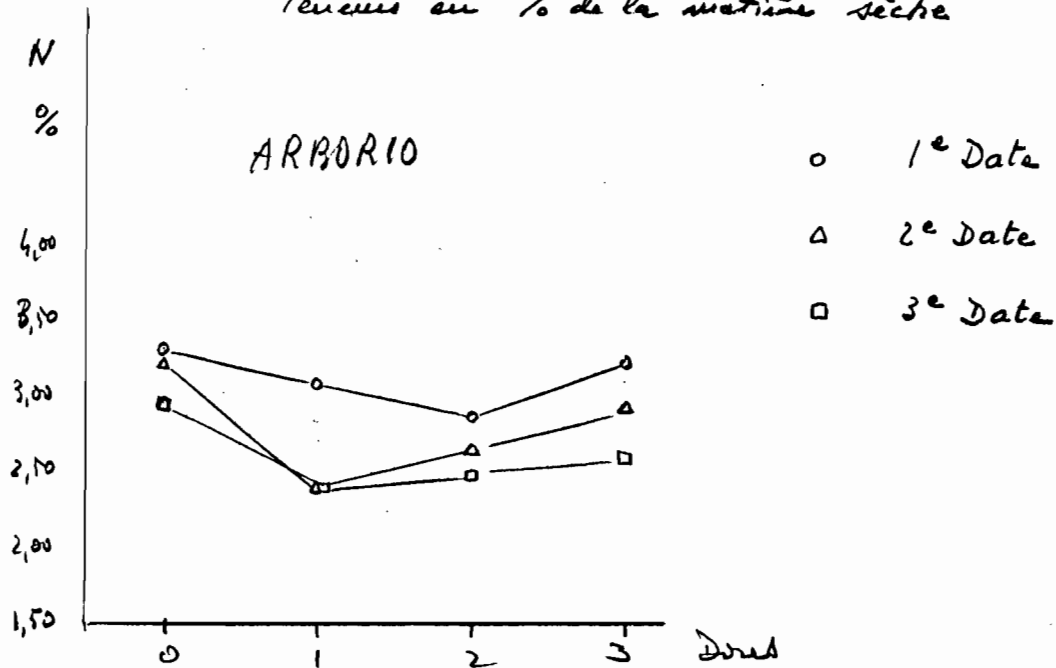
Poids de 1000 graines



# AZOTE (Prélèvement I)

Figure 9

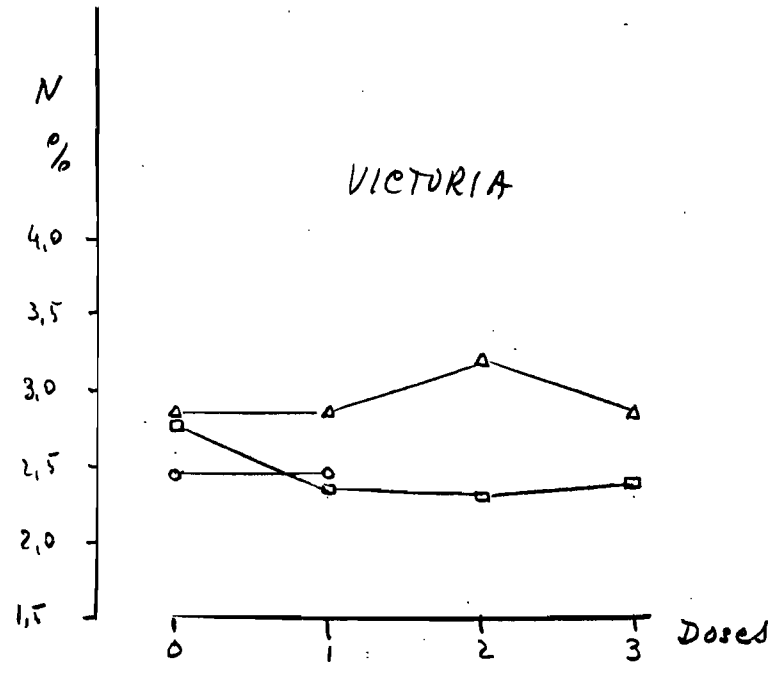
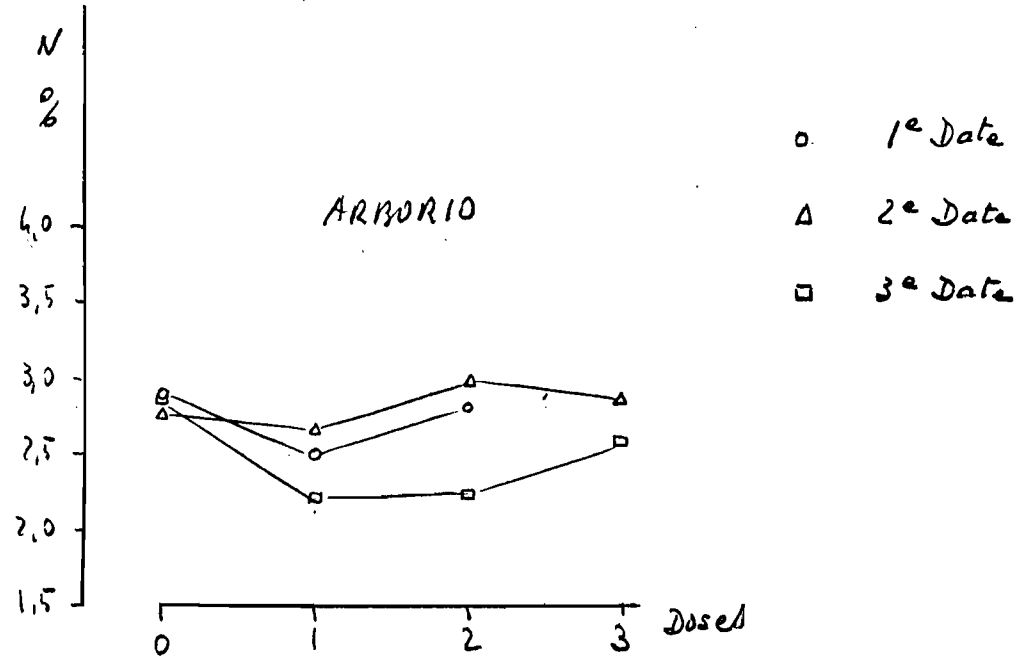
Teneurs en % de la matière sèche



# AZOTE (Prélèvement II)

Figure 10

teneurs en % de la matière sèche

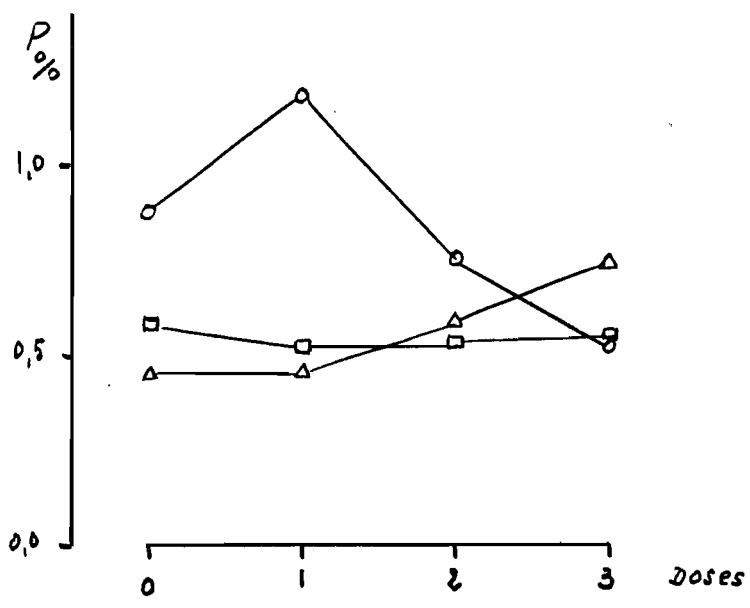
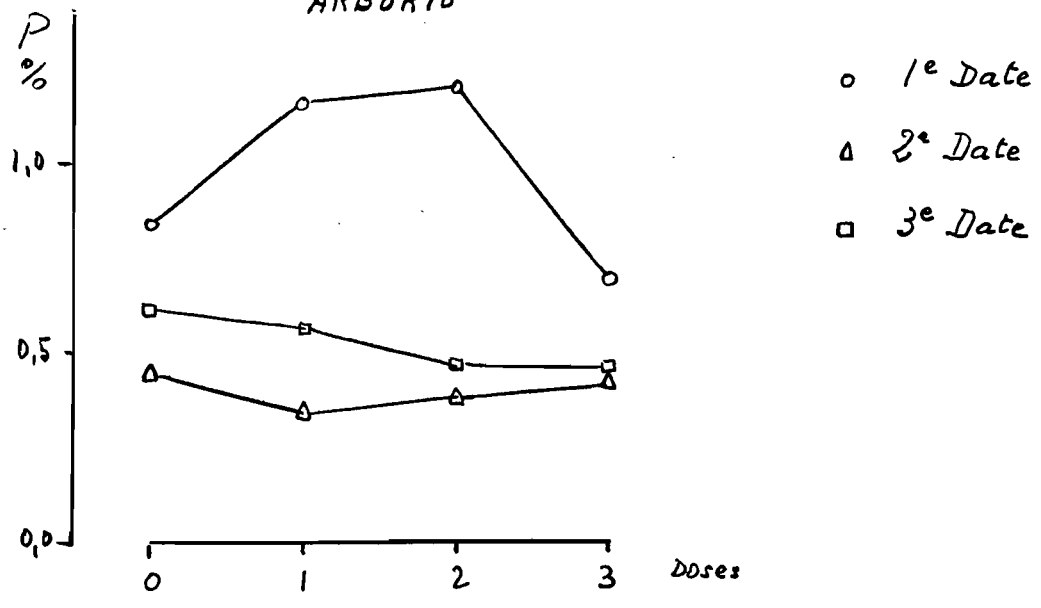


# PHOSPHORE - (Prélèvement I)

Figure 11

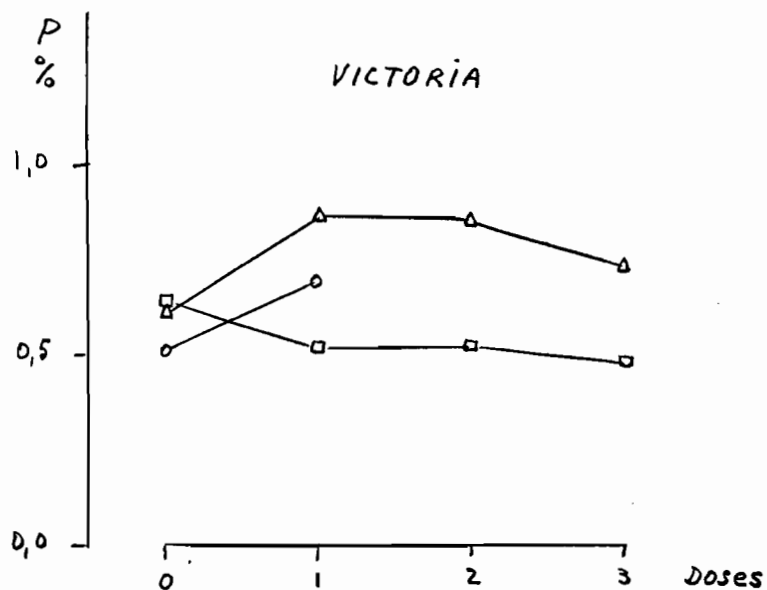
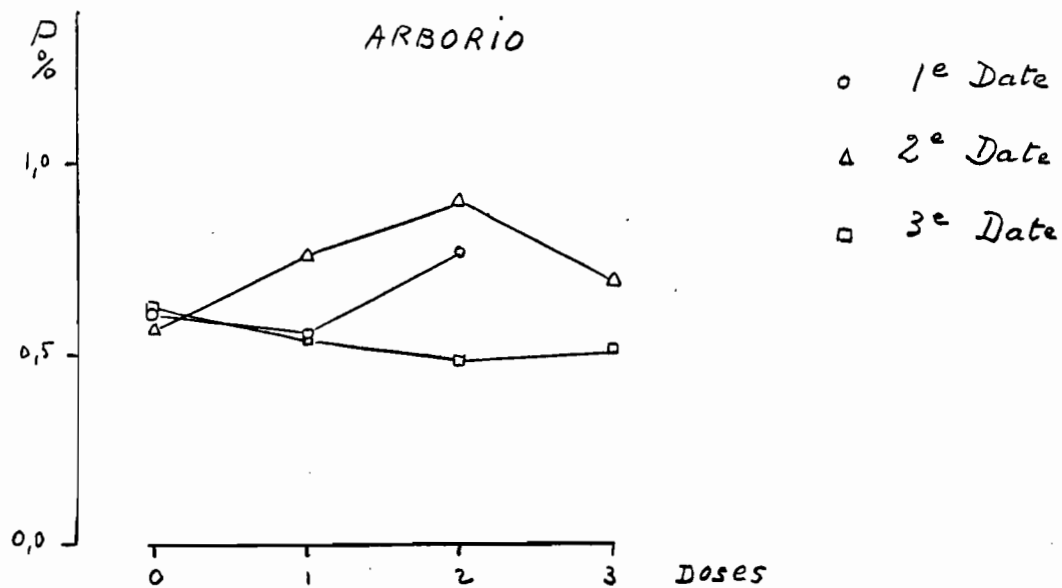
Teneur en % de la matière sèche

ARBORIO



PHOSPHORE - (Prélèvement II)  
Teneur en % de la matière sèche

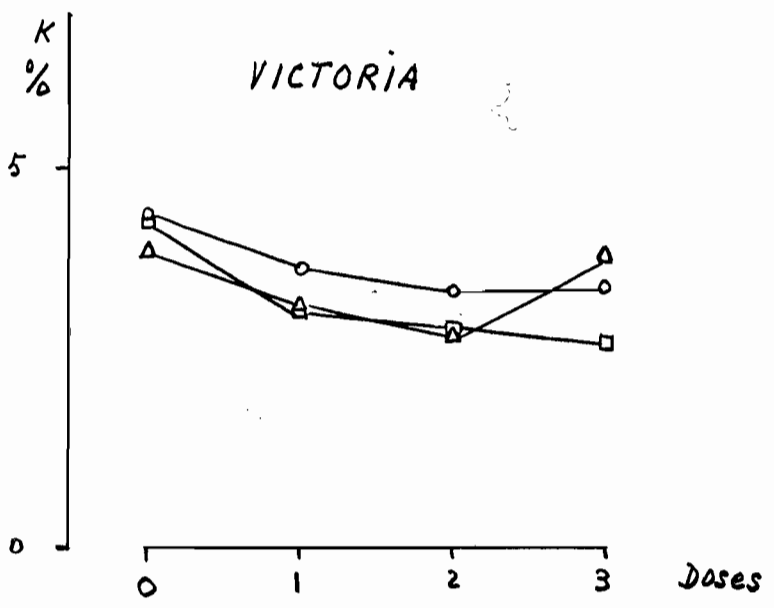
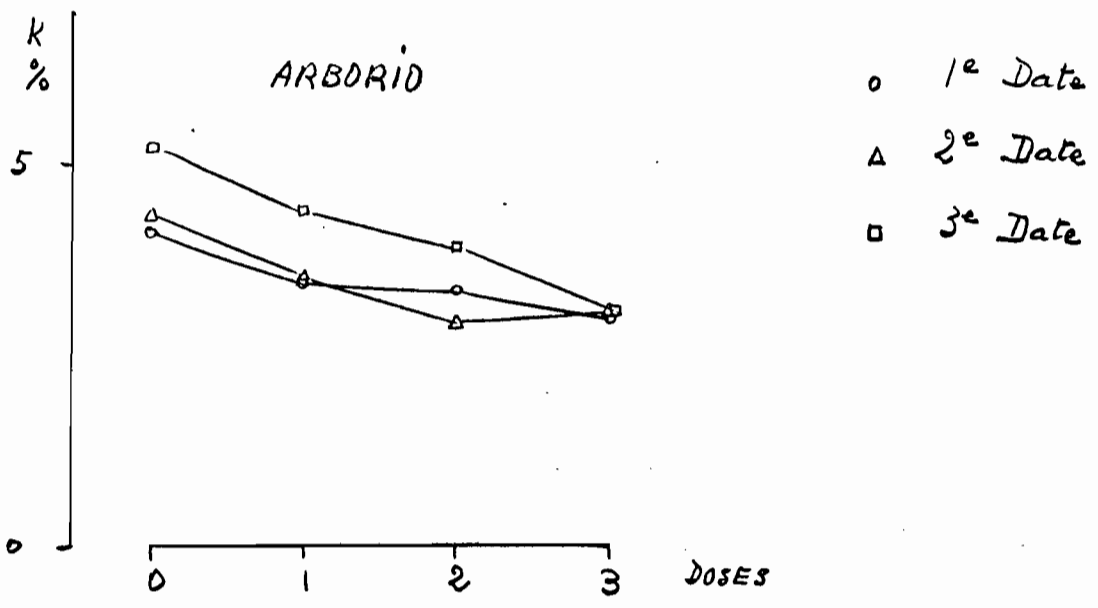
Figure 12



POTASSIUM (Prélèvement I)

Figure 13

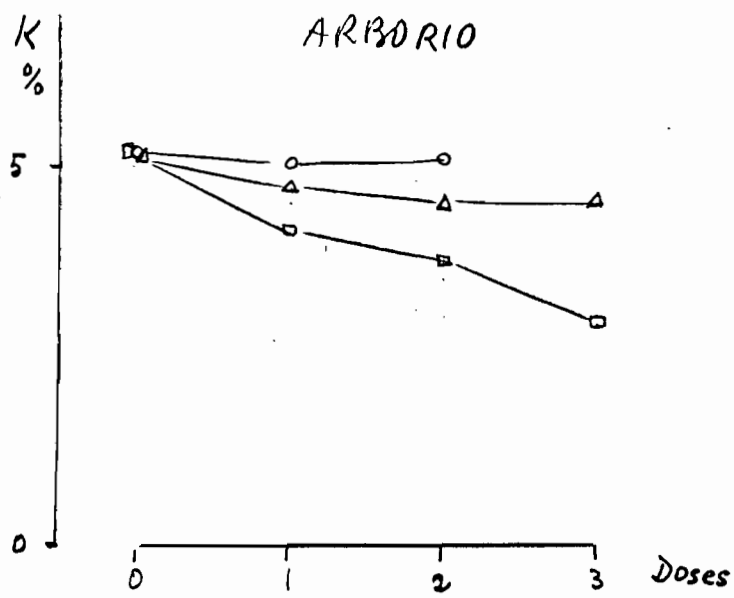
Teneur en % de la matière sèche



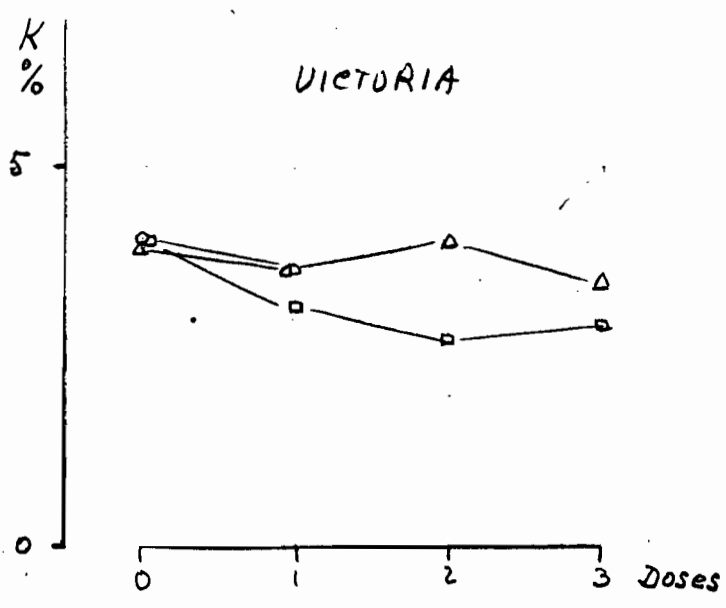


POTASSIUM (Rélèvement II)  
Teneur en % de la matière sèche

Figure 14



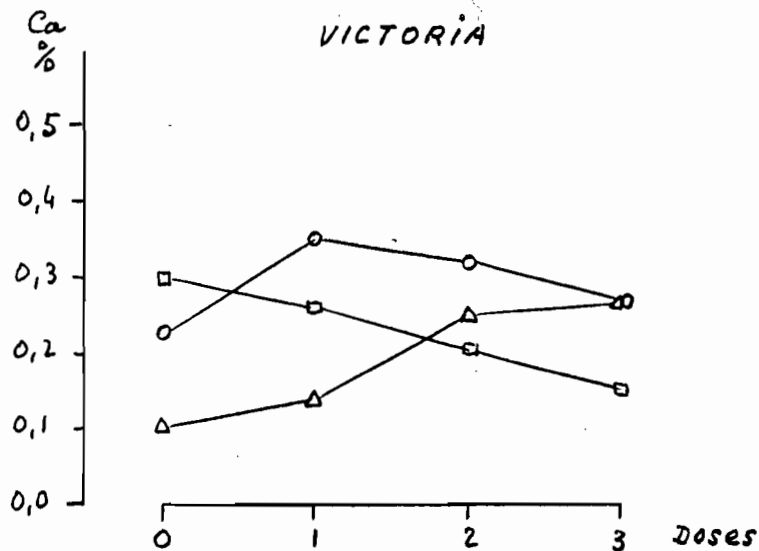
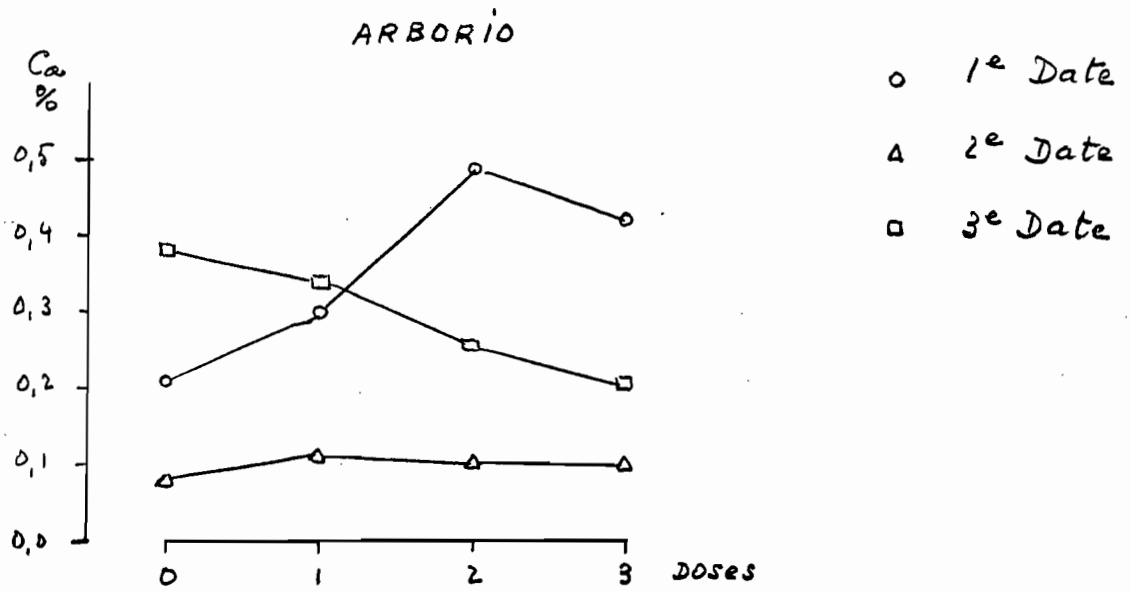
- 1<sup>e</sup> Date
- △ 2<sup>e</sup> Date
- 3<sup>e</sup> Date



# CALCIUM (Prélèvement I)

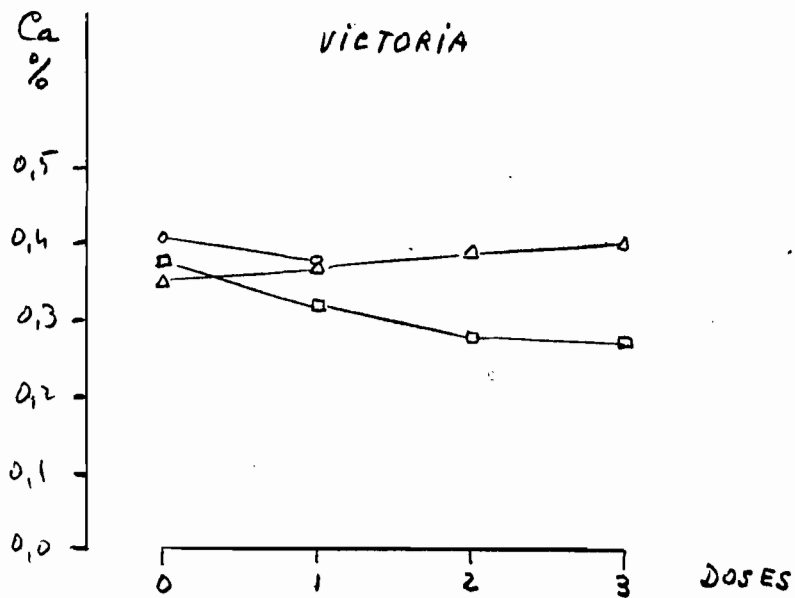
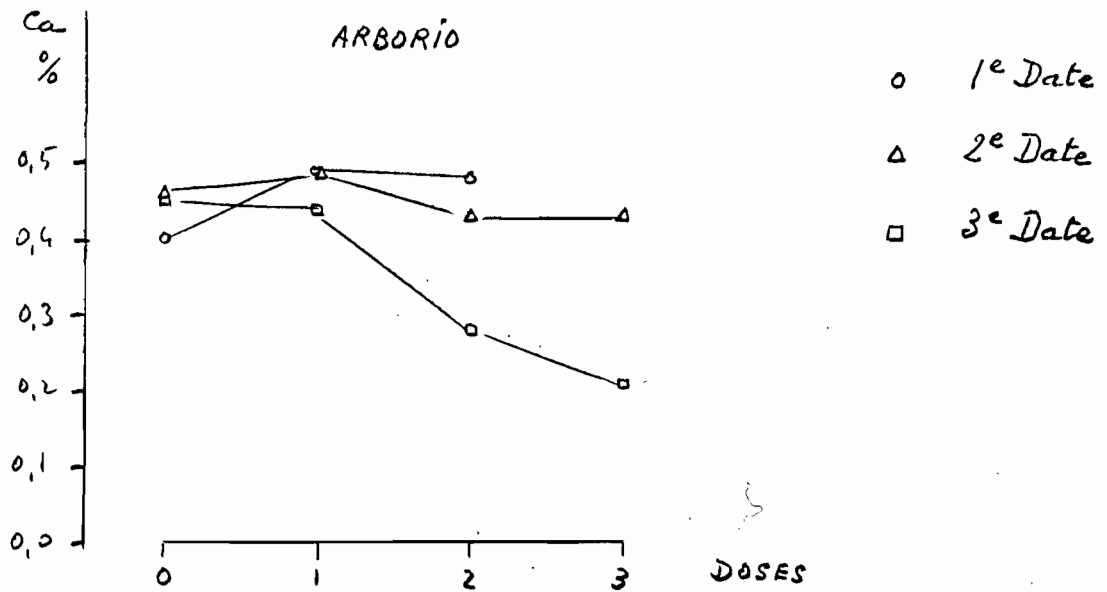
Figure 15

Teneur en % de la matière sèche



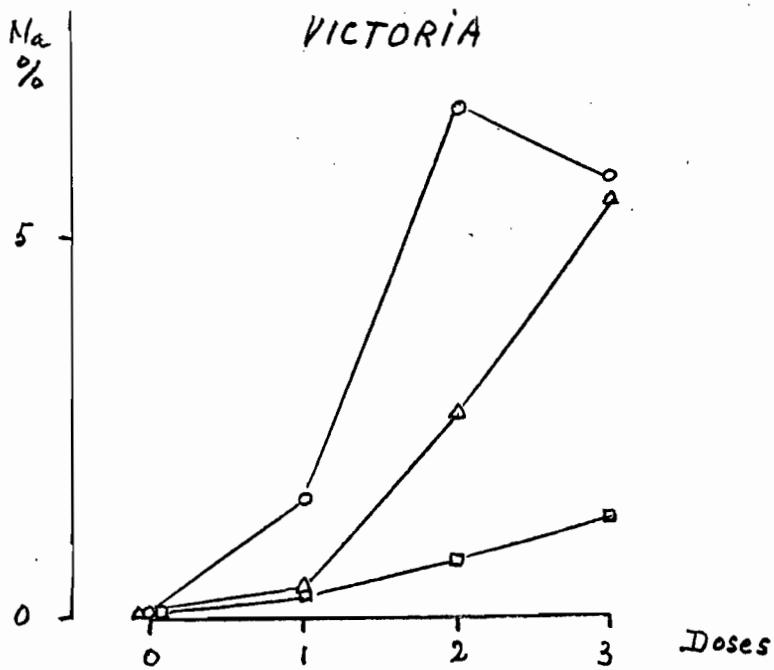
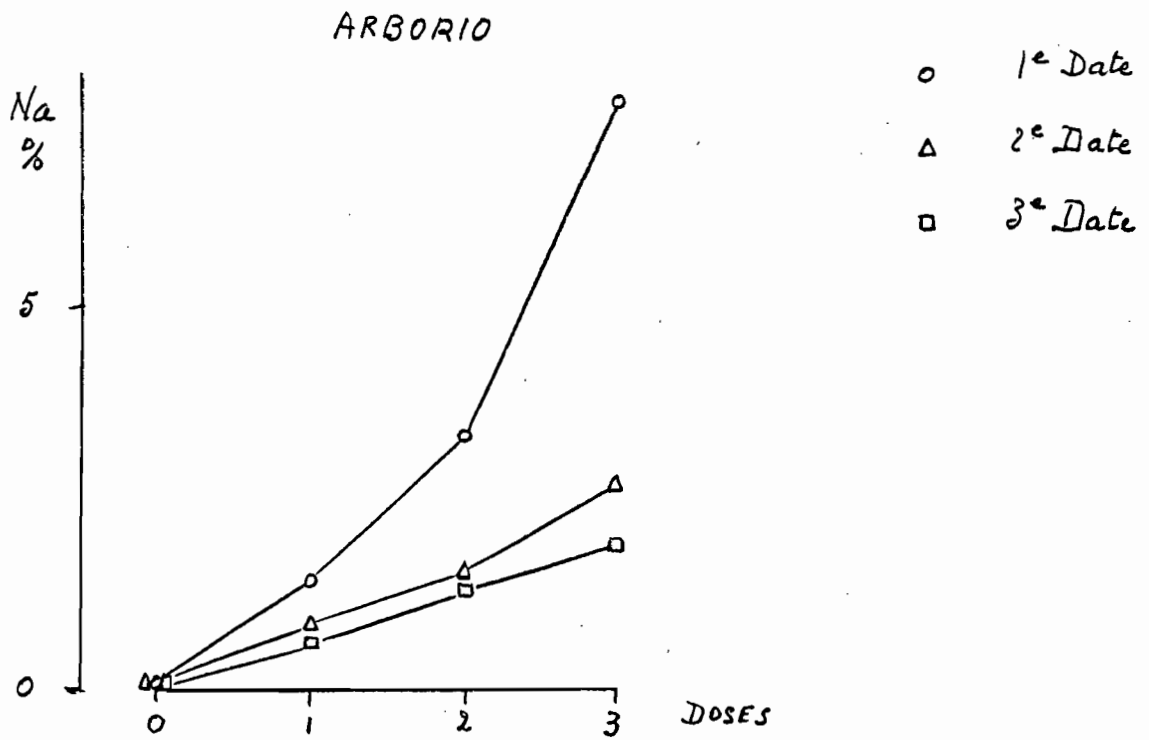
# CALCIUM (Prélèvement II) Figure 16

Teneur en % de la matière sèche



SODIUM (Prélèvement I)  
Teneur en % de la matière sèche

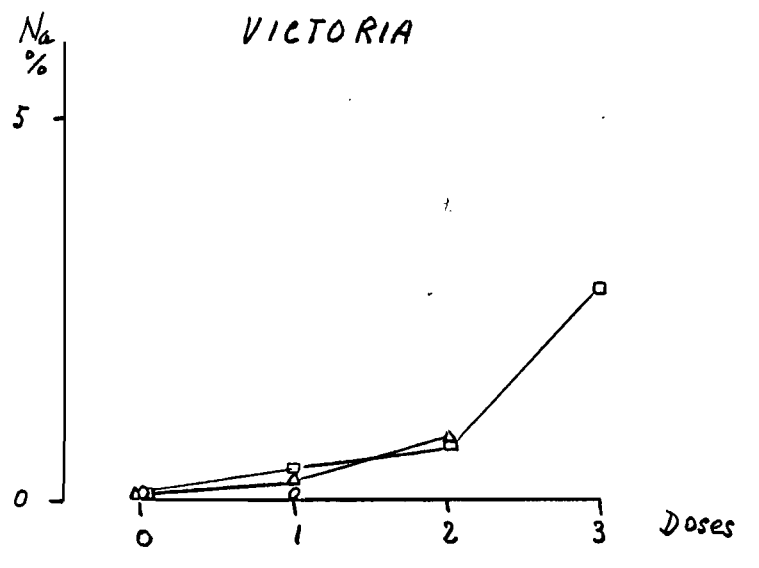
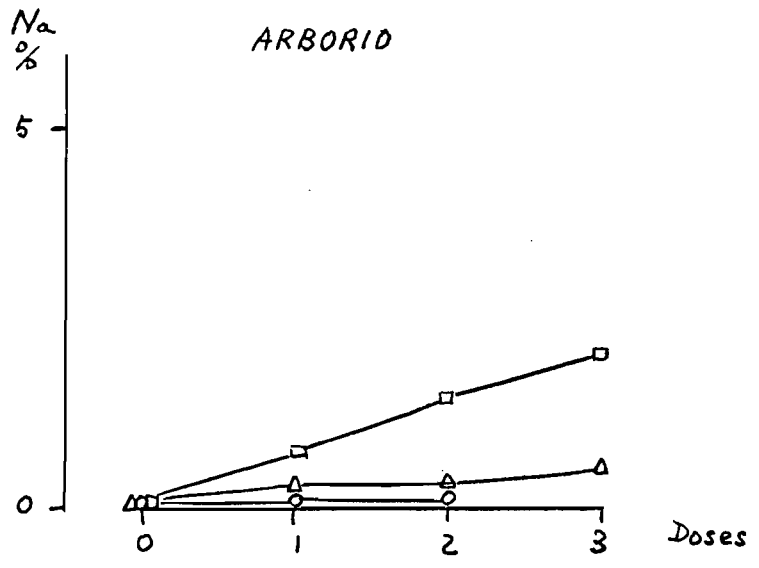
Figure 17



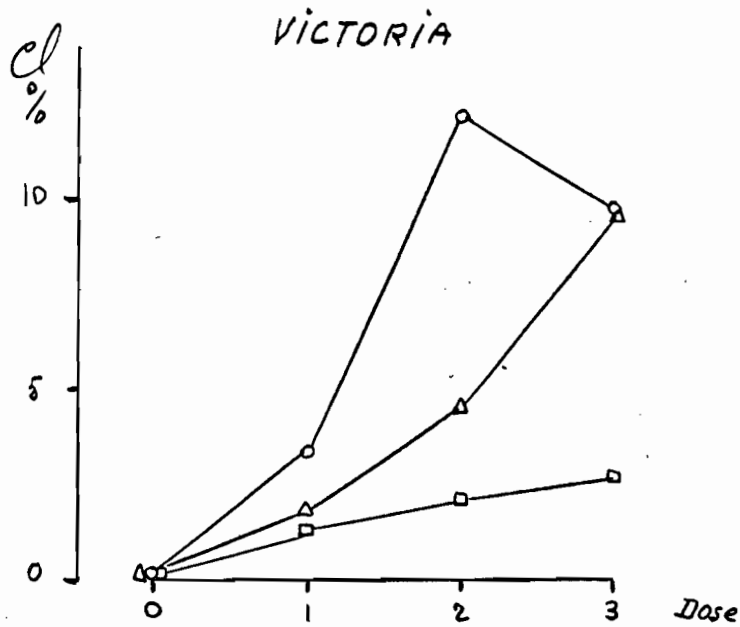
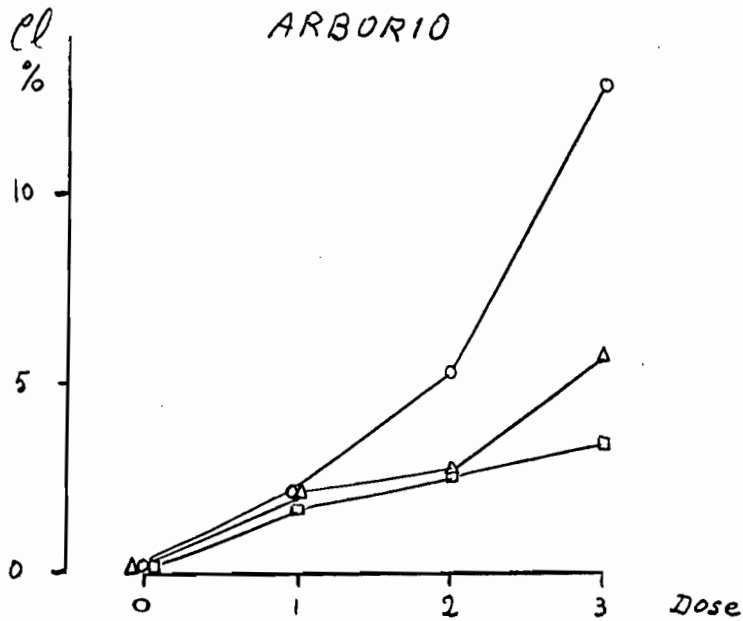
SODIUM (Prélèvement II)

Figure 18

Teneur en % de la matière sèche



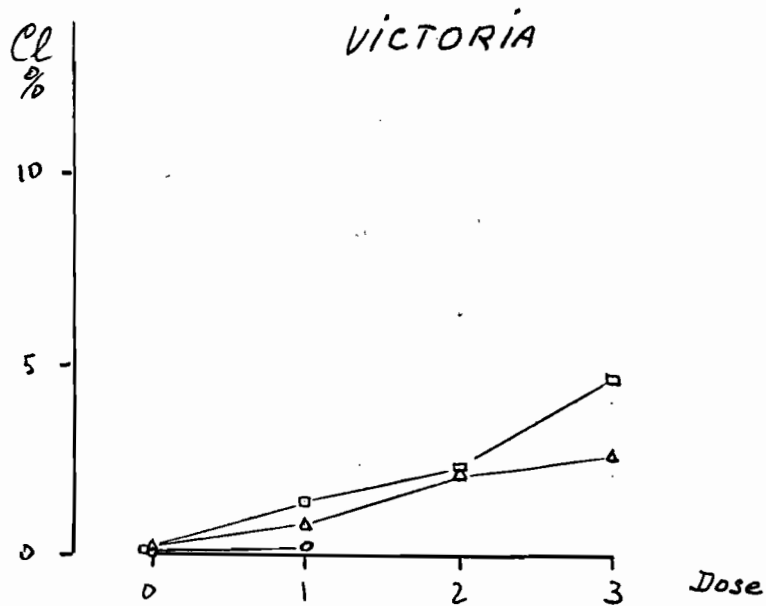
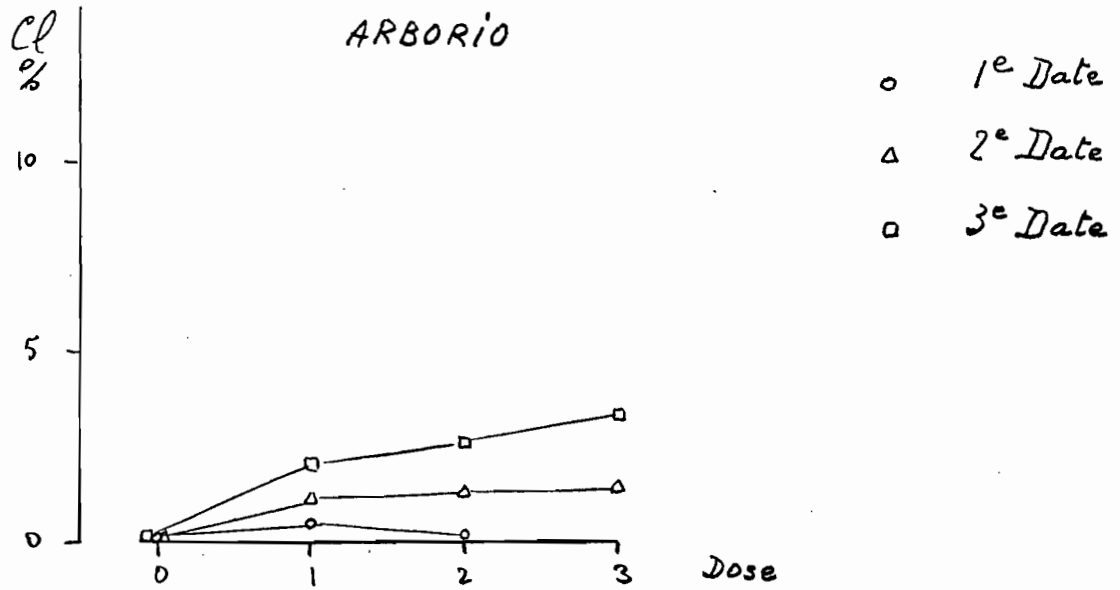
CHLORE (Prélèvement I) Figure 19  
teneur en % de la matière sèche



# CHLORE (Prélèvement II)

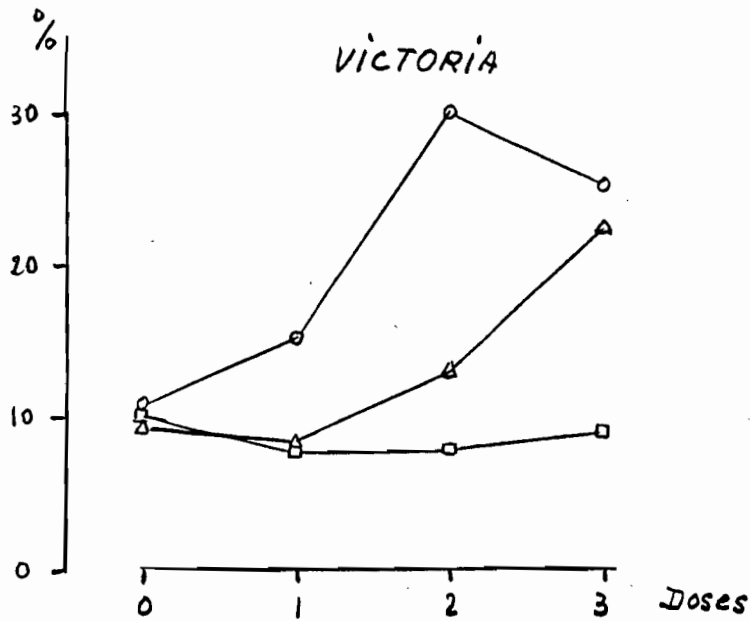
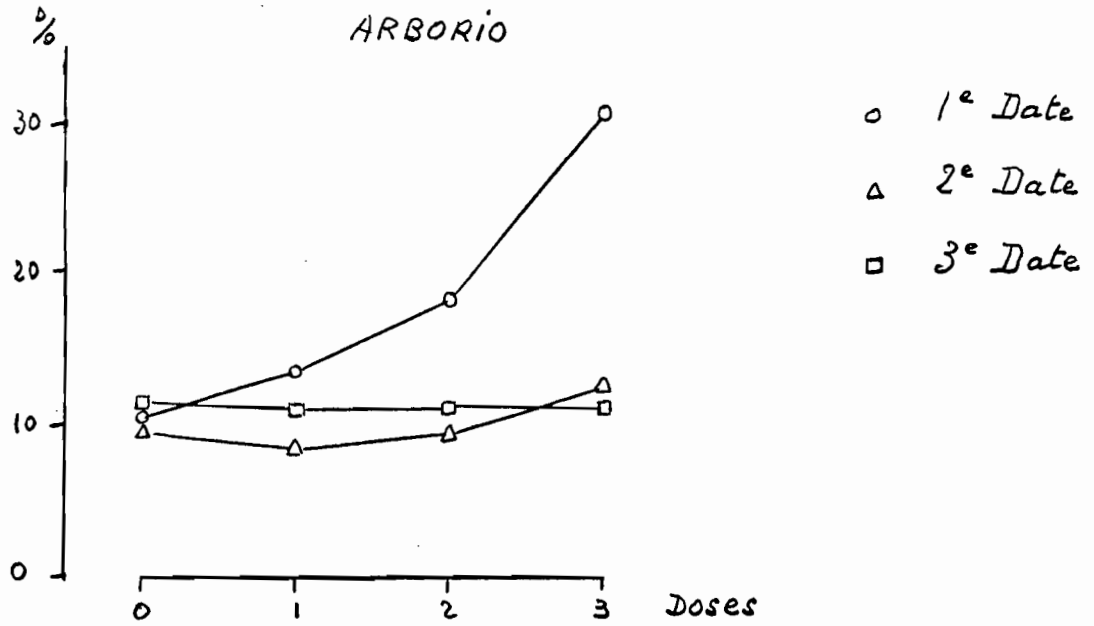
Figure 20

Teneur en % de la matière sèche



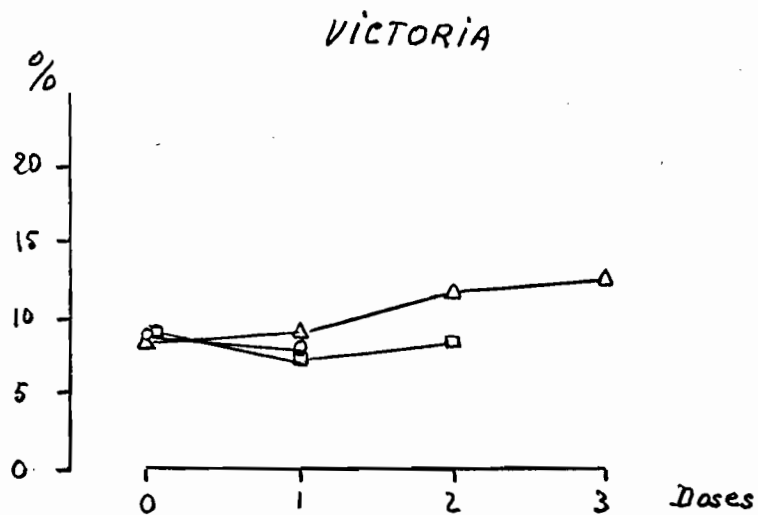
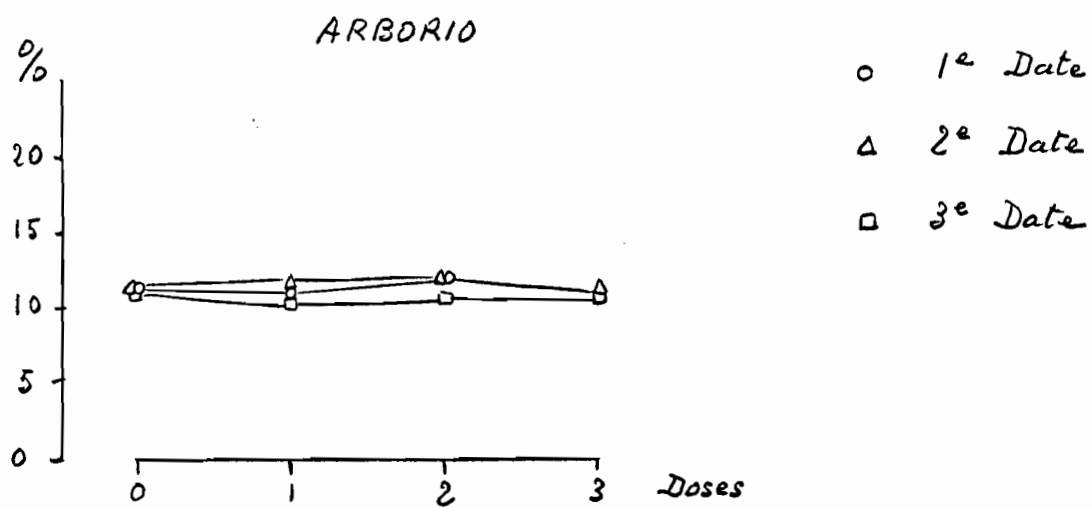
CENDRES (Prélèvement I) Figure 21

Teneur en % de la matière sèche





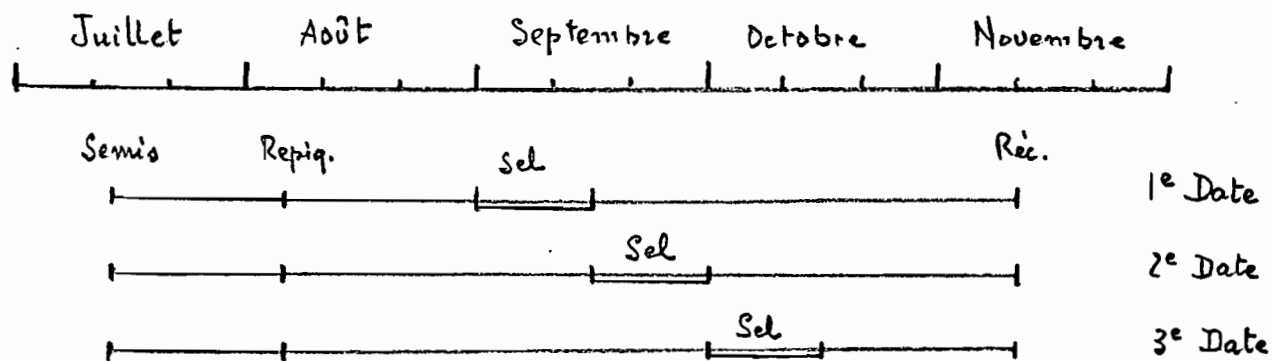
CENDRES (Prélèvement II) Figure 22  
Teneur en % de la matière sèche



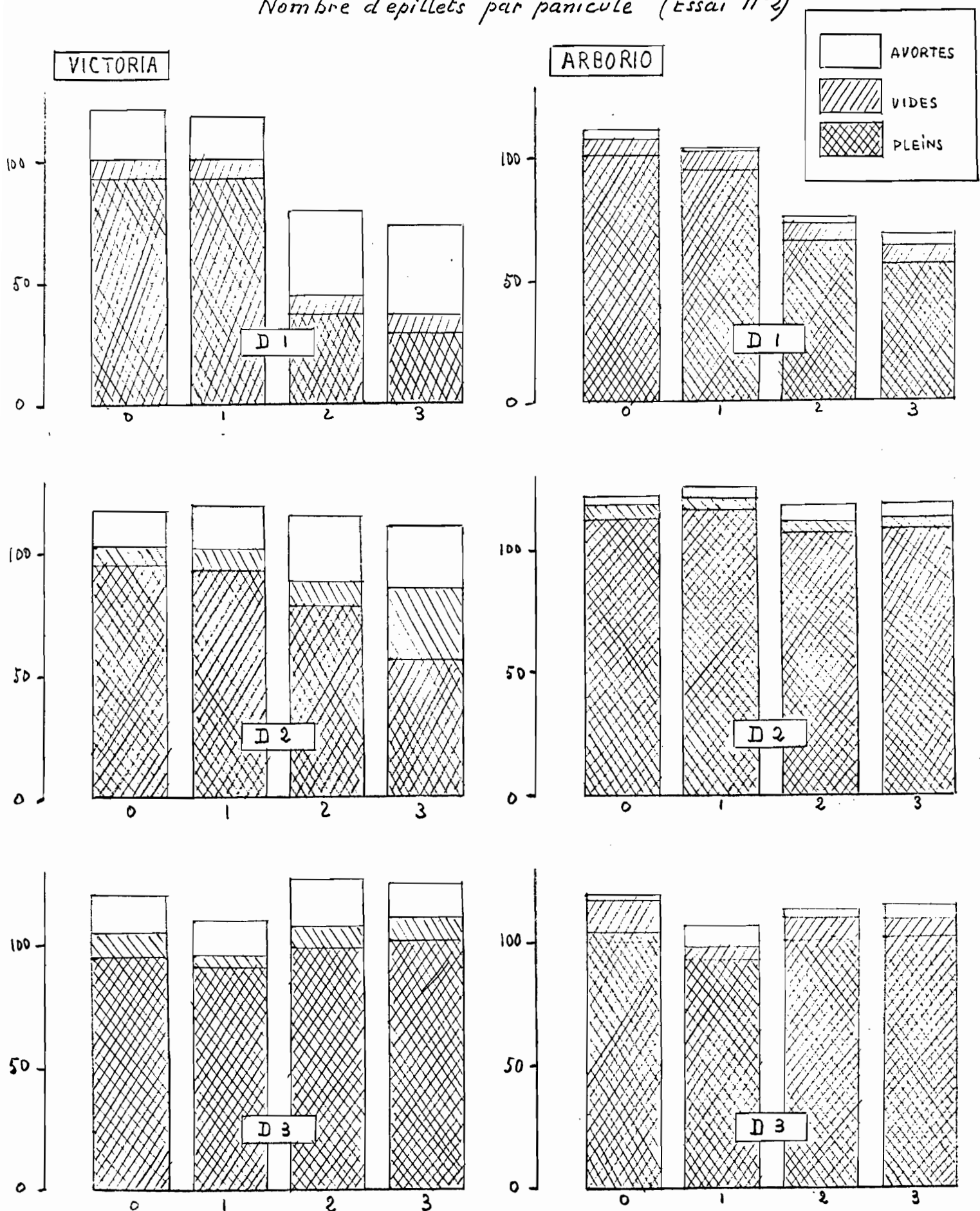
Deroulement chronologique de l'essai

Figure 23

Dates x Doses x Variétés n° 2

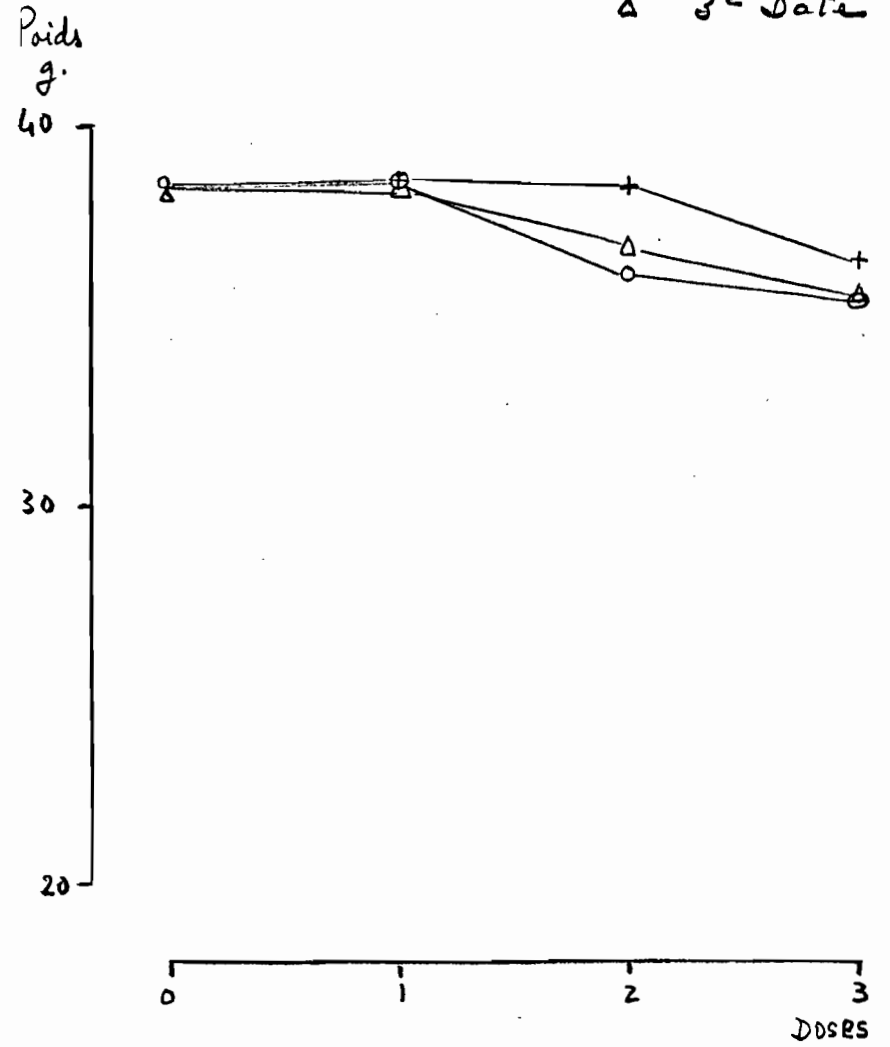
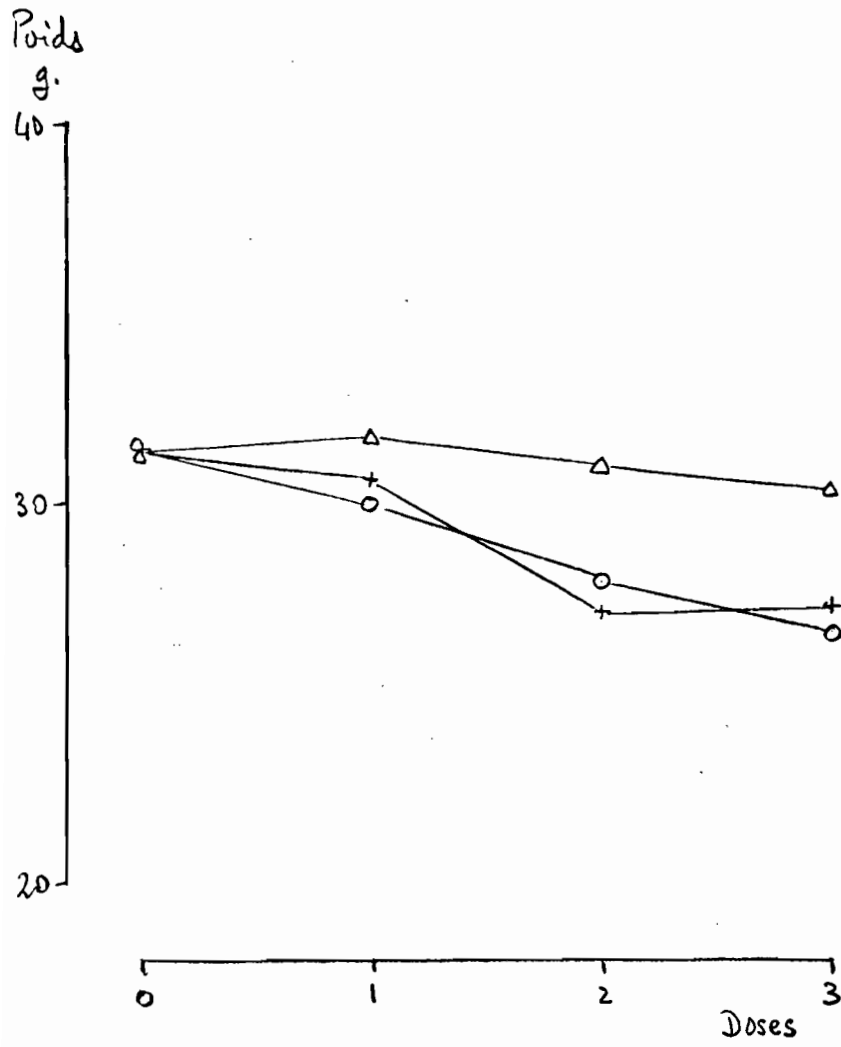


Nombre d'épillets par panicule (Essai n°2)



Poids de 1000 grains murs

+ 1<sup>re</sup> Date  
 o 2<sup>e</sup> Date  
 Δ 3<sup>e</sup> Date





Vue de l'installation de l'essai "Dates x Doses x Variétés"



Réaction de deux variétés : Arborio (à gauche) et Victoria (à droite) , à quatre doses de sel ( 0 - 2,5 - 5 - 7,5 g/l l.) appliquées au début de la mise à fleur.