

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 520 194

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 01321

(54) Application, comme facteur de croissance des végétaux de la 4-nitrophénol hydroxylamine.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). A 01 N 33/24.

(22) Date de dépôt..... 28 janvier 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 30 du 29-7-1983.

(71) Déposant : ROUSSEL-UCLAF, société anonyme régie par les articles 118 à 150 de la loi sur
les sociétés commerciales. — FR.

(72) Invention de : Charles Jacques Van Assche, Jean-Jacques Hervé et Pierre Marius Carles.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Pierre Burlot, Roussel-Uclaf,
102, route de Noisy, 93230 Romainville.

La présente invention concerne l'application, comme facteur de croissance des végétaux, de la 4-nitro phényl hydroxylamine.

On connaissait déjà la 4-nitro phényl hydroxylamine 5 (Cf. brevet allemand n° 2 059 190) ; mais ce composé n'avait pas d'application en agriculture. La société demanderesse a maintenant trouvé que la 4-nitro phényl hydroxylamine peut être utilisée comme facteur de croissance des végétaux. Des essais sur tomates et sur soja donnés plus loin dans la partie 10 expérimentale démontrent l'activité de la 4-nitro phényl hydroxylamine comme facteur de croissance des végétaux. Ces essais font apparaître une nette augmentation du poids de la récolte par rapport à un témoin non traité. La 4-nitro phényl hydroxylamine peut, d'une façon générale, être utilisée en agriculture pour améliorer l'état physiologique des végétaux cultivés 15 et obtenir une augmentation de poids des récoltes.

L'invention a donc pour objet l'application, comme facteur de croissance des végétaux, de la 4-nitro phényl hydroxylamine.

20 Dans la partie expérimentale donnée ci-après, sont décrits des tests montrant sur diverses parties de la plante, l'action de diminution de l'inhibition par l'oxygène de la photosynthèse. Ce phénomène est constant dans toutes les expériences effectuées. Ces tests décrivant "l'étude de l'activité 25 de la 4-nitro phényl hydroxylamine sur l'effet Warburg", "l'étude de l'activité de la 4-nitro phényl hydroxylamine sur la toxicité de l'oxygène vis à vis de la photosynthèse de protoplastes de feuilles de blé", "l'étude de l'activité de la 4-nitro phényl hydroxylamine sur la toxicité de l'oxygène vis 30 à vis de la photosynthèse de chloroplastes intacts extraits de feuilles de blé", les effets de la 4-nitro phényl hydroxylamine sur le bilan carboné des plantes".

D'autres tests dans la partie expérimentale, montrent l'augmentation du poids des plants traités, notamment pour la 35 tomate et le soja, lorsqu'on fait agir la 4-nitro phényl hydroxylamine.

L'étude a été conduite sur divers modèles de culture quant à la nature des organes récoltés (racines, gousses, graines, fruits, feuilles).

40 Les divers exemples choisis montrent des possibilités

d'utilisation sur des plantes aussi variées que le soja, le blé, l'orge, l'avoine, le coton, le haricot, les rosacées, les composacées etc ..., et plus spécifiquement sur les plantes dites en C₃ (c'est-à-dire, les plantes dont le 5 premier produit formé au cours de la photosynthèse est une molécule à trois atomes de carbone).

L'invention a donc plus particulièrement pour objet l'application comme facteur de croissance des végétaux, dits "en C₃" de la 4-nitro phényl hydroxylamine.

10 Le composé de l'invention a pour effet de diminuer l'inhibition par l'oxygène, de la photosynthèse.

La nature même du mode d'action par diminution de l'effet inhibiteur de l'oxygène sur la photosynthèse, ouvre des perspectives d'avenir tout à fait remarquables et surprenantes pour améliorer le rendement des cultures des plantes 15 dites en C₃.

Ce mode d'action a également pour conséquence d'augmenter d'une façon substantielle l'oxygène rejeté dans l'atmosphère par les plantes traitées, ce qui offre un aspect écologique 20 non négligeable devant les problèmes actuels de l'accroissement du CO₂ dans l'atmosphère.

L'invention a aussi pour objet les compositions utilisées comme facteur de croissance des végétaux, caractérisées en ce qu'elles contiennent une quantité efficace de 4-nitro phényl hydroxylamine. 25

Les compositions selon l'invention peuvent se présenter sous forme de poudre, granulés, suspensions, émulsions, solutions contenant le principe actif, par exemple en mélange avec un véhicule et/ou un agent tensio-actif anionique, cationique ou 30 non ionique assurant, entre autres, une dispersion uniforme des substances de la composition. Le véhicule utilisé peut être un liquide, tel que l'eau, l'alcool, les hydrocarbures ou autres solvants organiques, une huile minérale, animale ou végétale, ou une poudre, telle que le talc, les argiles, les silicates, le 35 kieselguhr.

Les compositions solides, présentées sous forme de poudre pour poudrage, de poudres mouillables ou de granulés, peuvent être préparées par mélange du composé actif avec un solide inerte ou par imprégnation du support solide avec une solution 40 du principe actif dans un solvant que l'on évapore ensuite.

Outre un véhicule et/ou un agent tensio-actif, ces compositions peuvent contenir, comme principe actif, une ou plusieurs autres substances présentant des propriétés influant sur la croissance des plantes.

5 Les compositions de l'invention sont, bien entendu, utilisées à des doses suffisantes pour exercer leur activité de facteur de croissance des végétaux. Les doses de matière active dans les compositions varient notamment en fonction des végétaux à traiter, de la nature du sol, des conditions atmosphériques 10 et de l'état d'avancement de la végétation.

Les compositions utilisées comme facteur de croissance, selon l'invention, contiennent en général de 10 à 80 % en poids et de préférence de 10 à 50 % en poids de 4-nitro phényl hydroxylamine.

15 Lors de l'utilisation de la 4-nitro phényl hydroxylamine, comme facteur de croissance des végétaux, les quantités de substance active appliquées varient entre 20 g/ha et 500 g/ha, et de préférence entre 40 et 120 g/ha.

Les exemples suivants illustrent l'invention sans la limiter.

Exemple 1 : Concentré émulsifiable.

On a préparé une composition contenant en poids 15 % de 4-nitro phényl hydroxylamine, 6,4 d'Atlox 4851 (triglycéride oxyéthyléné combiné avec un sulfonate, indice d'acide 1,5), 25 3,2 % d'Atlox 4855 (triglycéride oxyéthyléné combiné avec un sulfonate, indice d'acide 3) et 75,4 % de xylène.

Exemple 2 : Poudre mouillable.

On a préparé une poudre mouillable contenant 25 % de 4-nitro phényl hydroxylamine, 15 % d'Ekapersol (produit de condensation du naphtalène sulfonate de sodium) 35 % de Zéosil 39 (silice hydratée synthétique obtenue par précipitation), et 25 % de Vercoryl S (Kaolin colloïdal).

Exemple 3 : Etude de l'activité de la 4-nitro phényl hydroxylamine sur l'effet "Warburg".

35 La 4-nitro phényl hydroxylamine possède la propriété de diminuer l'effet inhibiteur de l'oxygène sur la photosynthèse (effet Warburg), ce qui a pour conséquence une stimulation de la photosynthèse et une augmentation du rendement de la récolte.

Le test est effectué sur des feuilles de blé excisées, 40 placées en flottaison soit sur de l'eau distillée, soit sur une

solution de 4-nitro phényl hydroxylamine (10 mmoles par litre).

Les feuilles sont placées dans des chambres de verre, étanches, sous un éclairement de 300 W/m², et dont la température est régulée à 25° C ; l'atmosphère de la chambre est 5 continuellement renouvelée soit avec de l'air normal (21 % O₂ - 350 ppm CO₂), soit de l'oxygène pur : près de 100 %). Lorsque la photosynthèse stationnaire est atteinte, 0,09 μ mole de ¹⁴CO₂ est introduite (activité spécifique : 22 mCi/mM) et les feuilles sont laissées pendant 15 minutes à la lumière en 10 présence de gaz carbonique radioactif.

Les feuilles sont ensuite plongées dans l'azote liquide et conservées. Elles sont ensuite brûlées afin de déterminer la quantité de ¹⁴CO₂ fixée par photosynthèse. Les résultats sont exprimés en rapports de radioactivité fixée entre 15 feuilles témoins et traitées avec la 4-nitro phényl hydroxylamine. Lorsque les feuilles ont été traitées avec 10 μ moles de 4-nitro phényl hydroxylamine et sont placées dans une atmosphère contenant 100 % d'O₂, la photosynthèse de celles-ci est stimulée de 15 à 50 % par rapport au témoin non traité. A 20 titre de contrôle, l'oxygène inhibe la photosynthèse de 15 à 45 %.

Ces résultats montrent que la 4-nitro phényl hydroxylamine lève fortement l'inhibition de l'oxygène vis à vis de la photosynthèse (effet "Warburg").

25 Exemple 4 : Etude de l'activité de la 4-nitro phényl hydroxylamine sur la toxicité de l'oxygène vis à vis de la photosynthèse de protoplastes de feuilles de blé.

Les protoplastes de feuilles de blé sont extraits selon 30 les techniques classiques d'isolement par macération du matériel végétal dans des solutions enzymatiques cellulosolytique et pectinolytique, ainsi que par centrifugation différentielle et filtration.

L'effet inhibiteur de l'oxygène est mesuré sur les 35 suspensions de protoplastes en fonction du traitement à la 4-nitro phényl hydroxylamine. L'essai consiste à faire varier le rapport des concentrations en oxygène et en HCO₃ dans la suspension de protoplastes en présence et en absence de la 4-nitro phényl hydroxylamine.

La photosynthèse est évaluée par la mesure de l'oxygène dégagé par les protoplastes à la lumière et effectuée à l'électrode de type CLARK à une température de 25° C. L'éclairage dans la cellule de mesure correspond à 250 W/m².

- 5 Les valeurs des taux de photosynthèse observées en fonction du rapport $(HCO_3^-)/ (O_2)$ en présence ou en l'absence de la 4-nitro phényl hydroxylamine sont rassemblées dans le tableau 1 :

		Photosynthèse obtenue en présence de la 4-nitrophénol hydroxylamine 40 μM	
Rapport $(\text{CO}_3^{\text{H}})^{-} / \Theta$	Photosynthèse du témoin (en $\mu\text{moles d'}\text{O}_2$ dégagé / mg chlorophylle / heure)	en $\mu\text{moles d'}\text{O}_2$ dégagé/mg chloro- phylle / heure	en pourcentage du témoin non traité
2,25. 10^{-3}	196	198	101
1,10. 10^{-3}	108	122	112
6, 7. 10^{-4}	76	96	126
3, 3. 10^{-4}	36	68	188
1, 1. 10^{-4}	26	58	223

TABLEAU 1

Measure des taux de photosynthèse de protoplastes de blé, traités et non traités à la 4-nitrophénol hydroxylamine 40 μM , en présence de diverses concentrations relatives en $(\text{HCO}_3)^{-} / \Theta$ et en O_2 .

Conclusion :

La 4-nitrophényl hydroxylamine diminue fortement la toxicité de l' O_2 vis à vis de la photosynthèse, comme en témoignent les augmentations des taux de photosynthèse des protoplastes de blé traités, surtout lorsque les concentrations relatives en bicarbonate et en oxygène sont telles que la photosynthèse soit inhibée (effet "Warburg").

Exemple 5 : Etude de l'activité de la 4-nitrophényl hydroxylamine sur la toxicité de l'oxygène vis à vis de la photosynthèse de chloroplastes intacts, extraits de feuilles de blé.

Les chloroplastes intacts, ou de classe A, selon la terminologie de D.O. HALL (Nature 235 : 125-126, 1978), sont capables de fixer le gaz carbonique et de dégager de l'oxygène à des taux équivalents à ceux d'une feuille entière (50 à 15 250 μ moles d' O_2 dégagé par mg de chlorophylle et par heure).

Les chloroplastes utilisés dans cet essai sont extraits à partir des protoplastes de feuilles de blé et obtenus par rupture mécanique ménagée des parois cellulaires par choc osmotique, filtration et centrifugation sur gradients de densité.

La photosynthèse est évaluée en mesurant le dégagement d'oxygène de la suspension de chloroplastes intacts, à la lumière, en présence de HCO_3^- et d' O_2 dont les proportions relatives varient, et en la présence ou l'absence de la 4-nitrophényl hydroxylamine 40 μ molaire.

Les résultats sont représentés dans le tableau 2 :

		Photosynthèse obtenue en présence de la 4-nitrophénol hydroxylamine 40 μM	
Rapport $(\text{CO}_3\text{H})^\ominus$ (O ₂)	Photosynthèse du témoin (en $\mu\text{moles d'}\text{O}_2$ dégagé / mg chlorophylle / heure)	en $\mu\text{moles d'}\text{O}_2$ dégagé/mg chloro- phylle / heure	en pourcentage du témoin non traité
10^{-3}	114	120	105,2
$4 \cdot 10^{-3}$	76	100	131,5
$3,2 \cdot 10^{-3}$	36	70	194,4
$1,1 \cdot 10^{-4}$	26	56	215,4

TABLEAU 2

Measure des taux de photosynthèse de chloroplastes de blé traités et non traités avec la 4-nitrophénol hydroxylamine 40 μM en présence de diverses concentrations relatives en bicarbonate et en oxygène.

Conclusion :

La stimulation de la photosynthèse de chloroplastes intacts obtenus avec la 4-nitrophényl hydroxylamine, en particulier lorsque le rapport des concentrations en bicarbonate et en oxygène diminue, montre bien que la 4-nitrophényl hydroxylamine supprime l'effet toxique de l'oxygène vis à vis de la photosynthèse, résultant en une augmentation de celle-ci chez les chloroplastes traités par rapport au témoin.

Exemple 6 : Effets de la 4-nitrophényl hydroxylamine sur le bilan carboné des plantes.

La 4-nitrophényl hydroxylamine stimule la photosynthèse des chloroplastes, protoplastes et feuilles traités par rapport au témoin, en levant l'inhibition de l'oxygène sur la photosynthèse. Cette propriété originale résulte en une stimulation de la photosynthèse de la plante entière lorsque celle-ci est traitée soit par application racinaire, soit par application foliaire, à la 4-nitrophényl hydroxylamine.

Le dispositif expérimental permettant de mesurer la photosynthèse est basé sur une méthode de compensation, à partir d'une valeur de consigne de 350 ppm en CO₂. Ce dispositif correspond à une modification du montage expérimental proposé par M. ANDRE et al, Ann. Agron. 1979, 30 (2) : 139-151.

Les plantes sont enfermées dans des chambres en verre, d'un volume intérieur de 6,250 litres, continuellement balayées à une vitesse de 0,5 m/sec⁻¹ par un air humidifié à 70 %. Les plantes sont éclairées par 5 lampes OSRAM (HQI) de 250 W chacune, pendant une héméropériode de 12 heures. La teneur en CO₂ de l'air, provenant des chambres à assimilation, est analysée par un analyseur infra-rouge URAS 2-T (Hartman et Braun). La concentration en CO₂ est ramenée à 350 ppm par injection de ce gaz provenant d'une bouteille de CO₂ comprimé et la régulation assurée par des régulateurs Eurotherm (type 070). Le nombre d'injections de CO₂ est compté et enregistré par des compteurs et imprimantes SODECO. Les paramètres microclimatologiques sont enregistrés sur enregistreurs SHESSEL.

Durant la nuit, ce système est désactivé et seules les variations de teneur en CO₂ sont directement enregistrées après

détermination par l'analyseur infra-rouge.

Les valeurs des prises de CO₂ à la lumière mesurées par le nombre d'injections de ce gaz par unité de temps, donnent une mesure de la photosynthèse brute. Le rejet de CO₂ par la 5 plante, à l'obscurité, fournit une estimation de la respiration.

Il est donc intéressant de mesurer les effets de la 4-nitrophénol hydroxylamine sur le bilan carboné des plantes traitées, en étudiant l'évolution des valeurs relatives de 10 photosynthèse et de respiration.

Le méthodologie provient d'une adaptation des travaux de K.J. Mc CREE et J.H. SILSBURY (Crop Science, 1978, vol. 18, pp. 13-18).

Afin d'éviter l'éceuil de l'hétérogénéité existant 15 entre les plantes et les variations inévitables des caractéristiques des chambres d'assimilation utilisées, chaque plante (ou groupe de plantes) n'est traitée avec la 4-nitrophénol hydroxylamine que 7 jours après le début des mesures : cette période sert de "témoin". Au bout de 7 jours, les plantes sont 20 traitées soit sur les feuilles, soit par les racines, avec la 4-nitrophénol hydroxylamine et les mesures de photosynthèse et de respiration effectuées en continu pendant 7 jours ; cette 2 ème période correspond au traitement.

Application foliaire :

25 La poudre mouillable précédemment décrite, contenant 25 % de 4-nitrophénol hydroxylamine est pulvérisée sur les plantes, de sorte que la concentration finale en matière active soit de 10⁻⁵ M. Après séchage de la suspension, les plantes sont 30 replacées dans les chambres à assimilation et les mesures de photosynthèse et de respiration sont entreprises. Les résultats peuvent être représentés graphiquement en portant en abscisse les valeurs de la photosynthèse obtenues pendant l'héméropériode et en ordonnées les valeurs de respiration mesurées pendant la nyctopériode succédant à l'héméropériode. Dans les 2 cas, les 35 valeurs sont exprimées en temps d'ouverture des électrovannes permettant d'atteindre la valeur de consigne de 350 ppm de CO₂ (photosynthèse) ou le temps d'ouverture de ces électrovannes conduisant l'air au sortir des chambres vers des pièges à CO₂, afin de ramener la teneur en CO₂ à 350 ppm (respiration).

40 A titre d'exemple, le graphique montrant l'évolution

du rapport entre photosynthèse et respiration, après application foliaire de la 4-nitrophénol hydroxylamine sur blé (*Triticum Sativum* - variété CAPITOLE) est représenté sur la figure 1.

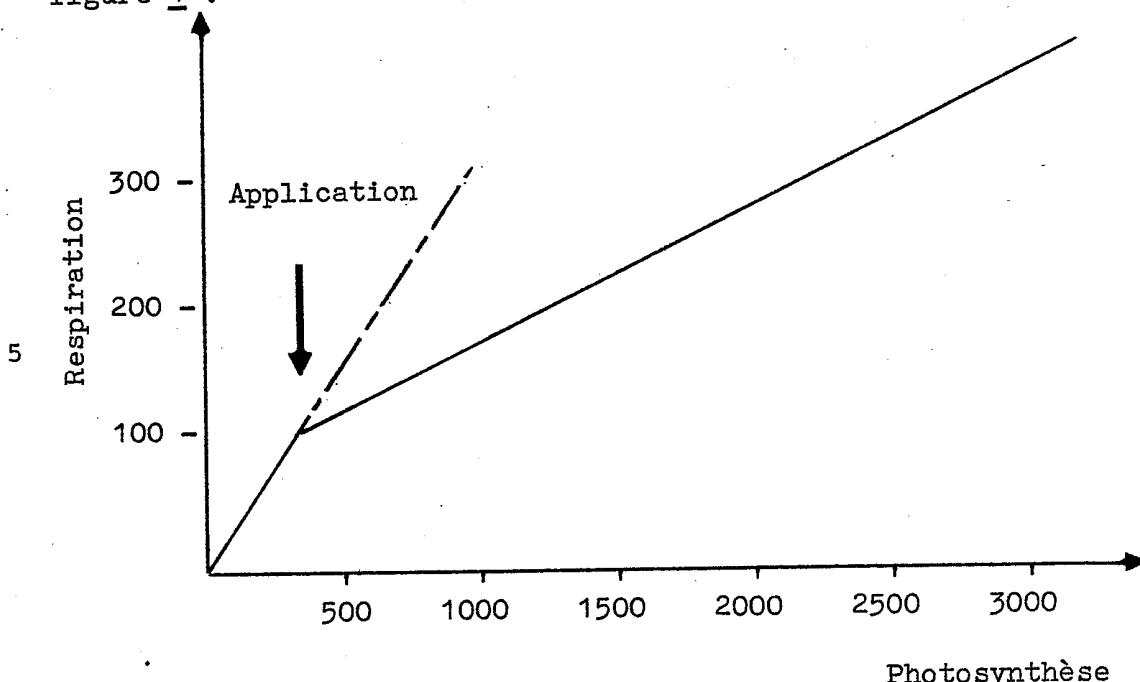


Figure 1 :

Evolution relative de la photosynthèse et de la respiration en l'absence et en la présence de la 4-nitrophénol hydroxylamine après application foliaire sur blé.

- 10 Pour plus de commodité, les échanges gazeux entre la plante et l'atmosphère sont exprimés en millilitres de CO_2 plutôt qu'en durée d'ouverture des électrovannes.

Conclusion :

- 15 Lorsque la droite reliant tous les points expérimentaux s'écarte de celle représentant le témoin non traité, l'angle formé indique l'ampleur de l'influence du traitement, soit vers un bilan carboné favorable (photosynthèse proportionnellement plus stimulée que la respiration : la droite s'incline vers l'axe des abscisses), soit vers un bilan défavorable (respiration proportionnellement plus stimulée que la photosynthèse : la droite s'incline vers l'axe des ordonnées).

20 L'exemple présenté sur la figure 1 montre que le bilan carboné du blé traité par la 4-nitrophénol hydroxylamine est favorable puisque la photosynthèse est fortement stimulée par

rapport à la respiration. Cette stimulation provient d'une augmentation du taux de photosynthèse provoqué par la 4-nitro-phénol hydroxylamine et provient d'une levée de l'inhibition de la photosynthèse par l'oxygène, comme cela a été montré 5 dans les exemples 3, 4 et 5.

Dans les essais effectués sur le blé, la stimulation de la photosynthèse est de l'ordre de 30 à 60 %.

Application racinaire :

Les plantes sont cultivées sur une solution nutritive 10 d'ARNON et HOAGLAND. La 4-nitro phénol hydroxylamine est appliquée sous forme d'une poudre mouillable à 25 % et diluée directement dans la solution nutritive.

Les échanges gazeux sont mesurés en utilisant le même dispositif expérimental que celui décrit au début de l'exemple 15 6.

Les résultats peuvent être représentés graphiquement en utilisant la méthode de Mc Cree et Silsbury modifiée.

Dans le cas du blé, la 4-nitrophénol hydroxylamine a été appliquée dans la solution nutritive sous forme de poudre 20 mouillable, à une concentration finale en matière active de 10^{-5} M.

Un exemple typique de résultat obtenu avec le blé (*Triticum Sativum* - variété CAPITOLE) est représenté sur la figure 2.

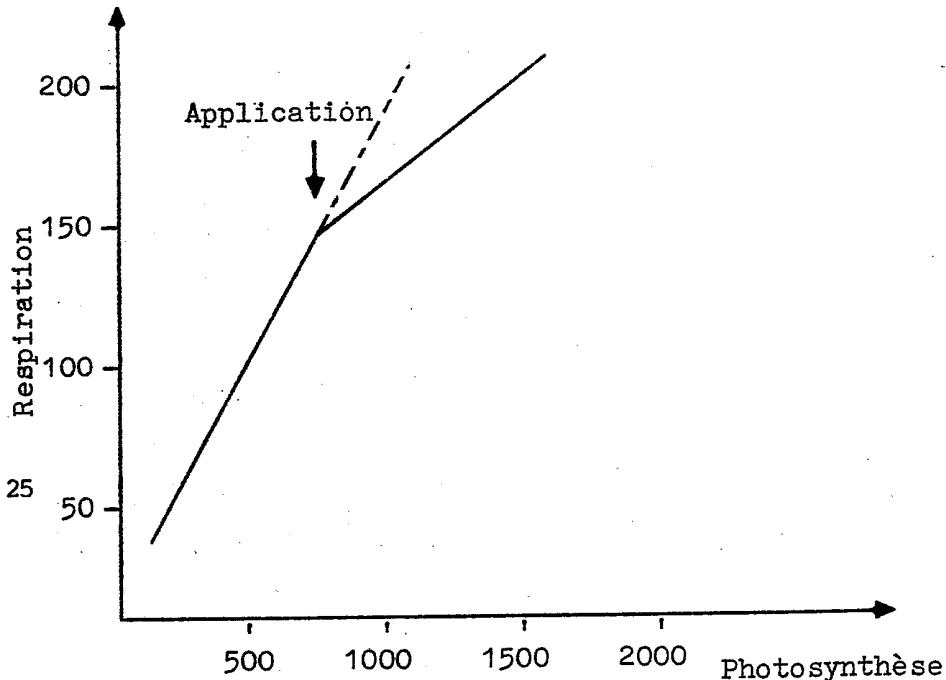


Figure 2 - Valeurs relatives de la photosynthèse et de la respiration du blé traité par application racinaire avec la 4-nitrophénol hydroxylamine.

L'inclinaison de la droite vers l'axe des abscisses, obtenu après le traitement avec la 4-nitrophénol hydroxylamine montre clairement que la photosynthèse est fortement stimulée par rapport à la respiration. On observe en règle générale, une stimulation, dans le cas du blé, de 28 à 55 %.

Les mêmes essais ont été entrepris avec la betterave sucrière (*Beta vulgaris* - variété CERES MONOGERME) : la figure 3 montre un résultat obtenu de façon typique sur cette plante :

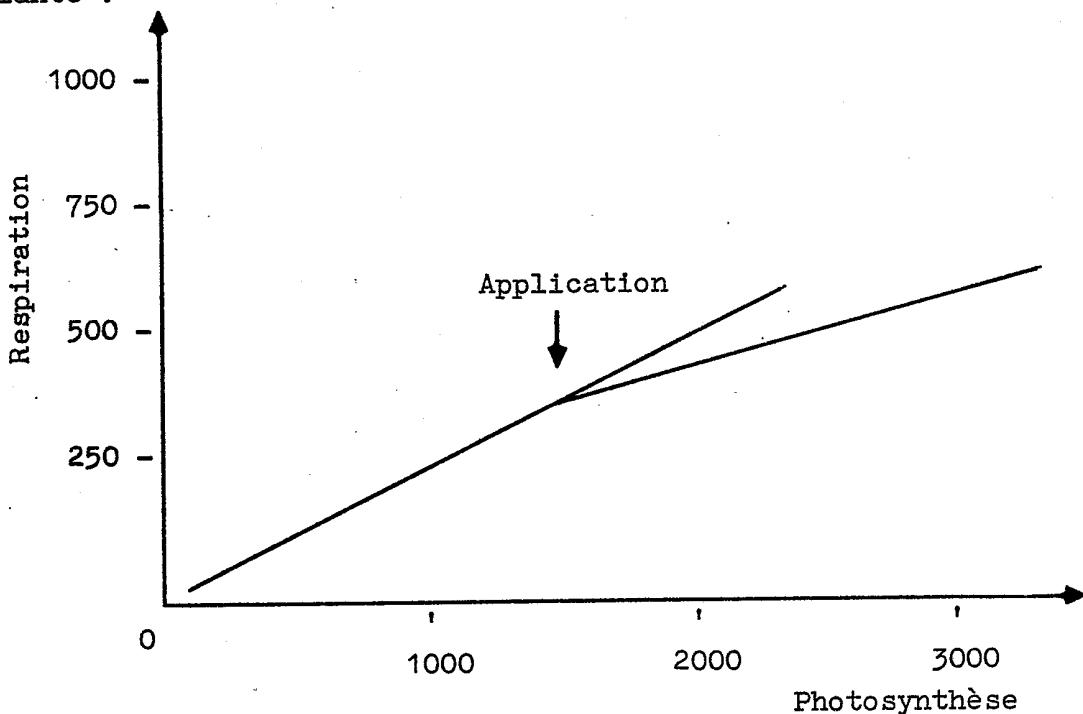


Figure 3 - Evolution relative de la photosynthèse et de la respiration des betteraves après application racinaire de la 4-nitrophénol hydroxylamine.

L'allure de la droite obtenue après application de la 4-nitrophénol hydroxylamine à une concentration finale de $10^{-5} M$, sous forme d'une poudre mouillable à 25 %, démontre l'effet favorable de l'objet de l'invention sur la photosynthèse par rapport à la respiration.

La stimulation observée sur betterave est de l'ordre de 30 à 40 %.

Conclusion :

Les différentes études de laboratoire réalisées au niveau des organites ou d'organes isolés de feuilles ou de plantes entières, montrent que sur les plantes tests étudiées 5 la 4-nitrophényl hydroxylamine élimine la toxicité de l'oxygène vis à vis de photosynthèse. Une des conséquences importantes de cette découverte est la levée d'inhibition (effet "Warburg") obtenue, qui a pour conséquence une augmentation très importante de la photosynthèse des plantes traitées à la 10 4-nitrophényl hydroxylamine.

Cette propriété originale de la 4-nitrophényl hydroxylamine doit induire une augmentation du rendement des récoltes des plantes cultivées traitées avec ce composé. Un certain nombre d'exemples sont fournis ci-dessous.

15 Exemple 7 : Etude de l'activité comme facteur de croissance de la 4-nitrophényl hydroxylamine

A - Tests sur tomates : Le test est effectué sur une culture de tomates de variété Europcel . On utilise un bloc de Fisher à 5 répétitions. Les parcelles élémentaires sont de 20 m² 20 (10 x 2 m) et un témoin non traité est inclus dans chaque répétition. L'essai est implanté sur un sol argileux, calcaro-limoneux. Les traitements sont réalisés avec un appareil à dos du type Van der Weij sur la base de 750 l/ha sous une pression constante de 3 bars. Les traitements sont effectués 25 soit après la chute des pétales des premières fleurs (T_1), soit après la chute des pétales des dernières fleurs ($T_2 = T_1 + 20$ jours), soit à la nouaison, c'est à dire au moment de la formation des fruits ($T_3 = T_2 + 20$ jours). La 4-nitrophényl hydroxylamine est utilisée à des doses de 40, 30 60 ou 120 g/ha en 3 fois ou 1 fois. Deux récoltes de tomates sont réalisées. A chaque récolte, on détermine le rendement en Kg pour 32 plants de tomates, par rapport à un témoin non traité. Les résultats sont exprimés en pourcentage, le témoin étant considéré comme ayant un pourcentage de 100 %.

35 Les résultats expérimentaux observés sont résumés dans le tableau suivant :

Doses en g/ha			Rendement en % par rapport à un témoin non traité		
T ₁	T ₂	T ₃	1ère récolte J ₁	2ème récolte J ₁ + 12 :	Total
	60 g		101,3	108,5	104,4
	120 g		100,9	138,3	111,9
120 g			115,2	104,1	112,6
		120 g	111,4	105,9	111,2
	40 g	40 g	100,6	121,4	107,2
Témoin			100 → 25,4 kg	100 → 8,9 kg	100 → 34,3 kg

Conclusion : La 4-nitrophényl hydroxylamine possède une activité de facteur de croissance vis à vis de la tomate.

TABLEAU 3

B - Test sur soja : Le test est effectué sur une culture de soja. On utilise un bloc de Fisher à 6 répétitions. Les parcelles élémentaires sont de 40 m² (15 m X 2,66 m). Un témoin non traité est inclus dans chaque répétition. L'essai est effectué sur un sol de type sableux calcaro-argileux. Les traitements sont réalisés sur la base de 1000 l/ha, sous une pression de 3 bars avec un appareil à dos de type Van der Weij. Les stades de traitements retenus sont les suivants :

- T₁ = apparition des boutons floraux
 10 T₂ = formation des premières siliques
 T₃ = fin de formation des siliques.

La 4-nitrophényl hydroxylamine est utilisée à des doses de 40, 60 ou 120 g/ha en une fois, deux fois ou trois fois. On détermine le rendement en kg pour 5 plants de soja. Les 15 résultats sont exprimés en pourcentage, le témoin étant considéré comme ayant un pourcentage de 100 %.

Les résultats expérimentaux observés sont résumés dans le tableau suivant.

	Doses en g/ha			Rendement en % par rapport
	T ₁	T ₂	T ₃	à un témoin non traité
	120			107,8
		120		110,5
			120	117,6
	60			105,7
		60		105,2
			60	102,4
	40	40	40	104,6
	60	60		102,8
		60	60	116,0
	60		60	107,0
Témoin				100

- 20 Conclusion : La 4-nitrophényl hydroxylamine possède une activité de facteur de croissance vis à vis du soja.

Dans une autre série d'essais effectués sur le soja, dans des conditions subtropicales (Brésil), des augmentations très importantes de rendement en graines ont été obtenues avec la 4-nitrophényl hydroxylamine.

5 Le test est effectué sur une culture de soja (variété IAC-6). Le dispositif expérimental est constitué d'un bloc de Fisher à 4-répétitions. Les parcelles élémentaires sont de 30 m² et un témoin non traité est inclus dans chaque répétition. Les applications sont effectuées au nombre de 10 1, 2 ou 4. Les stades de traitement sont les suivants :

- T₁ = début floraison (60 jours après semis)
- ± T₂ = 74 jours après le semis
- T₃ = 86 jours après le semis (début du remplissage du grain)
- T₄ = 96 jours après le semis.

15 La 4-nitrophényl hydroxylamine est utilisée à des doses de 60, 120 et 240 g de matière active par hectare, et appliquée sous forme d'une poudre mouillable à 25 %.

Le rendement exprimé en kg de graines par ha est comparé au témoin en pourcentage de celui-ci.

20 Les résultats sont reportés sur le tableau suivant :

Doses en g/ha				Rendement en pourcentage du témoin
T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
	120	120		113,6
120	120	120	120	126
60	60	60	60	126,7
Témoin				100

Conclusion : La 4-nitrophényl hydroxylamine permet l'augmentation du rendement des cultures de soja.

25 Dans un autre essai effectué avec la variété de soja BR1, dans des conditions climatiques différentes (pluviométrie plus importante et température plus élevée), la 4-nitrophényl hydroxylamine a été appliquée selon un protocole expérimental identique. La 4-nitrophényl hydroxylamine est appliquée au stade suivants :

- T_1 = 55 jours après plantation (début floraison)
 T_2 = 70 jours après plantation (développement des gousses)
 T_3 = 80 jours après plantation (développement des graines)
5 T_4 = 90 jours après plantation (début sénescence).

Les résultats exprimés en pourcentage du témoin non traité et calculés à partir des rendements en graines par hectare, sont présentés dans le tableau suivant :

Doses en g/ha				Rendement en pourcentage du témoin
T_1	T_2	T_3	T_4	
		240		163
120		120		161
		120		151
60	60	60	60	131
120	120	120	120	175
Témoin				100

- 10 Conclusion : La 4-nitrophényl hydroxylamine augmente les rendements en graines de soja.

Etude de l'effet de la 4-nitrophényl hydroxylamine sur les cultures de blé.

Essai sur blé :

- 15 La 4-nitrophényl hydroxylamine a été appliquée par pulvérisation de la poudre mouillable à 25 % sur du blé d'hiver (Triticum Sativum variété Lutin).

Les traitements sont effectués aux stades suivants

- T_0 = Deuxième noeud formé
20 T_1 = Début gonflement, gaine de la dernière feuille sortie,
 T_2 = 70 % d'épiaison,
 T_3 = floraison,
 T_4 = Floraison,
 T_5 = Grain laiteux,
25 T_6 = Grain farineux.

Les graines récoltées sont pesées et les rendements exprimés en quintaux/hectare. Les pourcentages de rendement obtenus avec le traitement à la 4-nitrophényl hydroxylamine

sont représentés dans le tableau suivant, en fonction des doses et des époques d'application :

Conclusion : La 4-nitrophényl hydroxylamine appliquée sur les plants de blé augmente le rendement en graines des cultures traitées.

TABLEAU 4

REVENDICATIONS

- 1°) Application comme facteur de croissance des végétaux de la 4-nitrophényl hydroxylamine.
- 2°) Application comme facteur de croissance des végétaux dits en C₃, de la 4-nitrophényl hydroxylamine.
- 5 3°) Compositions utilisées comme facteur de croissance des végétaux, caractérisées en ce qu'elles contiennent une quantité efficace de 4-nitrophényl hydroxylamine.
- 10 4°) Compositions selon la revendication 3 caractérisées en ce qu'elles sont utilisées à des doses de principe actif variant entre 20g/ha et 500 g/ha.