

EUR 2715.f

COMMUNAUTE EUROPEENNE DE L'ENERGIE ATOMIQUE - EURATOM

**COMPARAISON DES EFFETS DE DIFFERENTS
AGENTS MUTAGENES
PAR L'ETUDE DE LA MUTAGENESE
DE QUELQUES PLANTES-TYPES**

Rapport de Synthèse 1962 - 1963 - 1964

par

LIBRARY COPY

P. DOMMERMUES*, **J. GILLOT****, **H. TOUVIN***, **R. BODERGAT***
et **M. le COUVIOUR***

*(I. N. R. A.)

** (Euratom)

1966



Rapport établi par
l'Institut National de Recherche Agronomique
Station d'Amélioration des Plantes, Dijon - France

Contrat Euratom N° 010-61-12 BIOF

AVERTISSEMENT

Le présent document a été élaboré sous les auspices de la Commission de la Communauté Européenne de l'Energie Atomique (EURATOM).

Il est précisé que la Commission d'EURATOM, ses contractants, ou toute personne agissant en leur nom :

ne garantissent pas l'exactitude ou le caractère complet des informations contenues dans ce document, ni que l'utilisation d'une information, d'un équipement, d'une méthode ou d'un procédé quelconque décrits dans le présent document ne porte pas atteinte à des droits privés ;

n'assument aucune responsabilité pour les dommages qui pourraient résulter de l'utilisation d'informations, d'équipements, de méthodes ou procédés divulgués dans le présent document.

Ce rapport est vendu dans les bureaux de vente indiqués en 4^e page de couverture

au prix de FF 5,—	FB 50	DM 4.—	Lit. 620	Fl. 3,60
-------------------	-------	--------	----------	----------

Prière de mentionner, lors de toute commande, le numéro EUR et le titre qui figurent sur la couverture de chaque rapport.

Le présent document a été reproduit à partir de la meilleure copie disponible.

Imprimé par L. Vanmelle, Gent
Bruxelles, février 1966

EUR 2715.f

COMMUNAUTE EUROPEENNE DE L'ENERGIE ATOMIQUE - EURATOM

COMPARAISON DES EFFETS DE DIFFERENTS
AGENTS MUTAGENES
PAR L'ETUDE DE LA MUTAGENESE
DE QUELQUES PLANTES-TYPES

Rapport de Synthèse 1962 - 1963 - 1964

par

P. DOMMERGUES*, J. GILLOT**, H. TOUVIN*, R. BODERGAT*
et M. le COUVIOUR*

*(I. N. R. A.)

** (Euratom)

1966



Rapport établi par
l'Institut National de Recherche Agronomique
Station d'Amélioration des Plantes, Dijon - France

Contrat Euratom N° 010-61-12 BIOF

RESUME

Ce présent rapport fait état de trois années de recherches en mutagenèse expérimentale. Il tend à démontrer l'intérêt d'utiliser le rayonnement gamma sur plantes à multiplication végétative, tant pour l'exploration de structures en chimère que pour l'induction de mutations nouvelles. Il définit dans une large mesure les méthodologies des traitements et les techniques culturales les plus favorables à l'obtention d'un haut rendement mutagène et fait état de quelques résultats partiels obtenus sur arbres fruitiers, rosiers et œillet américain. Sur plantes à reproduction sexuée, le rapport définit pour chacune des espèces étudiées, en fonction de leur biologie florale propre et des objectifs de recherches assignés, une méthode de traitement, de production et d'isolement de mutations. Il étudie comparativement l'action du rayonnement et celle de mutagènes chimiques dont le méthane sulfonate d'éthyle et le sulfate neutre d'éthyle. Les résultats qu'il expose démontrent dans la majorité des cas une action plus intense des traitements chimiques tant au niveau des couches superficielles (chimères somatiques sur tiges, feuilles et fleurs) qu'au niveau des couches profondes (gamètes). Il souligne enfin l'intérêt de tirer parti des mutations induites non pas sous l'angle unique de leur utilisation agronomique mais bien sous celui plus fondamental de recherches biochimiques, physiologiques et génétiques.

P L A N

INTRODUCTION

A. PLANTES A MULTIPLICATION VEGETATIVE :

Introduction

I. Arbres fruitiers

1. Méthodologie sur MAX RED BARTLETT
 - a. Matériel et Méthodes
 - b. Recherches sur les méthodes de traitement
 - c. Influence du porte-greffe
 - d. Comparaison d'agents mutagènes
 - e. Influence de deux traitements successifs
 - f. Influence de la taille
2. Comportement spécifique et variétal
3. Etudes des mutants obtenus
 - a. Description des phénotypes
 - b. Stabilité et homogénéité structurale des mutants
4. Conclusions

II. Rosiers

1. Méthodologie
2. Apparition, isolement et stabilité des mutants
 - a. Comportement variétal
 - b. Apparition dans le temps
 - c. Apparition par pied
3. Etude des mutants obtenus
 - a. Description des modifications
 - b. Nature des modifications
 - c. Stabilité des mutations
4. Conclusions

III. L'oeillet Américain SIM

1. Matériel et Méthodes
2. Analyse de la structure d'un clone à l'aide du rayonnement
3. Action comparée du rayonnement sur les tiges principales et les tiges secondaires
4. Stabilité des chimères
5. Conclusions

IV. L'oeillet de semis

1. Action comparée du rayonnement gamma et du MSE sur quelques variétés d'oeillet CHABAUD
2. Niveau d'apparition des chimères chlorophylliennes
3. Conclusions

B. PLANTES A REPRODUCTION SEXUEE

I. La laitue Merveille de Quatre Saisons

1. Action des agents mutagènes sur la laitue
2. Etude des mutants chlorophylliens
 - a. Expression phénotypique des mutants
 - b. Analyse génétique des mutants

II. Papaver somniferum

1. Action comparée du rayonnement gamma et des substances mutagènes
2. Mutations agronomiques
3. Conclusions

III. Blés

1. Comparaison de blés diploïdes, tétraploïdes et hexaploïdes
2. TRITICUM VULGARE VAR. CHINESE SPRING
 - a. Etudes des phénotypes
 - b. Analyse par activation du manganèse
 - c. Variations du métabolisme des acides aminés
 - d. Conclusions
3. Mutants de développement
4. Mutants agronomiques
 - a. Action comparée du rayonnement gamma et du méthane sulfonate d'éthyle au niveau de la T₂
 - α. Observations de caractère général²
 - β. Observations de caractère particulier
 - γ. Fluctuation du nombre de plantes par ligne
 - b. Analyse des mutants agronomiques
 - c. Conclusions

IV. Maïs

1. Action comparée du rayonnement et du méthane sulfonate d'éthyle
2. Méthodes de traitement
3. Conclusions

C. PLANTES HAPLOIDES

- I. Arbres fruitiers et Pomme de terre
- II. Blé - seigle.

COMPARAISON DES EFFETS DE DIFFERENTS AGENTS MUTAGENES PAR L'ETUDE
DE LA MUTAGENESE DE QUELQUES PLANTES-TYPES

Rapport de Synthèse 1962 - 1963 - 1964

INTRODUCTION

Le contrat établi en collaboration entre l'EURATOM et l'INRA poursuivait deux objectifs. Il s'agissait, d'une part de comparer les différents agents mutagènes et étudier la mutagenèse de quelques plantes types en vue d'expérimenter les techniques de traitement et les méthodes d'isolement des mutants, et, d'autre part, de participer à des programmes précis d'amélioration en collaborant avec les laboratoires de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) spécialisés dans la sélection des diverses plantes.

Les plantes types étaient choisies essentiellement en fonction de leur mode de reproduction, de leur biologie, de leur niveau de ploïdi, et subsidiairement en raison de leur intérêt économique.

A - PLANTES A MULTIPLICATION VEGETATIVE

Introduction :

Les objectifs de recherches sont doubles. Ils consistent d'une part, à analyser le mode d'action des rayonnements sur les structures en chimère tout en distinguant celui-ci de l'action mutagène proprement dite, et d'autre part, à utiliser ces deux propriétés des rayonnements pour créer des variétés nouvelles, soit en

Manuscrit reçu le 7 janvier 1966.

induisant des mutations originales, soit en révélant une mutation spontanée localisée dans les couches profondes.

I. Arbres fruitiers.

1. Méthodologie sur MAX RED BARTLETT

a - Matériel et Méthodes

Cette variété de poirier est une chimère péri-cline dont les couches superficielles donnent des tissus anthocyanés et les couches profondes, des tissus non anthocyanés. L'irradiation des greffons fut réalisée aux barres d'uranium d'une cavité de désactivation de la Pile EL III de Saclay à la dose totale de 6 Kr (1).

b - Recherches sur les méthodes de traitement

L'irradiation de plantes entières telle qu'elle fut pratiquée dans une partie de nos expériences doit être abandonnée au profit de l'irradiation de rameaux suivie immédiatement du greffage en couronne. L'action des rayons sur les racines contrarie trop la croissance de la plante et ralentit le développement des yeux irradiés.

c - Influence du porte-greffe

Compte-tenu du fait précédent, il était normal, en utilisant cette méthode, de préciser l'influence que pouvait jouer le porte-greffe dans l'expression des résultats. Dans nos expériences, la nature de celui-ci n'influence nullement le taux de survie des greffons irradiés.

d - Comparaison d'agents mutagènes

Au cours des expériences, nous avons comparé essentiellement les rayons γ et le méthane sulfonate d'éthyle. Ces deux agents se sont montrés également favorables à la formation d'anomalies morphologiques telles les bifurcations et les arcures. En ce qui concerne les

résurgences des tissus profonds, seul le rayonnement est capable d'en provoquer (2).

e - Influence de deux traitements successifs

Une deuxième irradiation réalisée aux barres d'uranium à 8 Kr sur du matériel irradié une première fois deux années auparavant et sur du matériel traité à la même époque par du méthane sulfonate d'éthyle, laisse apparaître un taux de résurgences plus important pour la série traitée au mutagène chimique. Ce fait est d'autant plus digne d'intérêt que le premier traitement par voie chimique n'avait pas donné de résurgences de tissus profonds (2).

Le retraitement semble accroître dans de fortes proportions le taux des chimères vertes et spéciales quel que soit le traitement antérieur (2 et 4)

f - Influence de la taille

Une taille sévère pratiquée sur des anomalies plusieurs années après une irradiation permet l'extériorisation de résurgences et de mutations spéciales. Ces résultats prouvent l'intérêt de déclencher la croissance des yeux latents situés au niveau de ces anomalies ou à la base de rameaux issus d'yeux irradiés (3).

2. Comportement spécifique et variétal

Des diverses expériences réalisées, nous pouvons conclure que

- a - les fasciations sont classiques après irradiation, elles se retrouvent chez toutes les variétés dans les deux espèces, mais avec des fréquences très diverses. Dans l'ensemble, les poiriers étudiés présentent moins de fasciations que les pommiers. Pour ces derniers, vis-à-vis des pousses observées, leurs pourcentages peuvent varier de 5% à 70% d'une variété à l'autre (3).

- b - les arcures par contre n'ont pas été observées chez le pommier alors qu'il en apparaît jusqu'à 33% des pousses pour certaines variétés de poirier.

Il convient de noter cependant que le taux d'arcures est, dans une large mesure, lié au mode de traitement. Comme les résurgences, elles sont en effet plus nombreuses quand la croissance est rapide après irradiation. Le greffage en couronne de rameaux préalablement traités est donc plus favorable que l'irradiation de plantes entières (3).

- c - les résurgences n'apparaissent que sur des variétés en chimère mais les résultats sont fonction de la structure de celle-ci. Certaines variétés donnent naissance par décomposition de leur structure en chimère à un pourcentage élevé de phénotypes nouveaux correspondant aux géotypes des différentes couches. D'autres, au contraire, ne montrent aucune résurgence de couche profonde au niveau du bois ou des feuilles (3-4).

3. Etudes des mutants obtenus

a - Description des phénotypes

A titre d'exemple, les phénotypes les plus courants qui ont été observés sur la variété MAX RED BARTLETT sont les suivants : 1 - Bois vert à feuilles vertes (tissus profonds). 2 - Bois vert à mérithalles courts. 3 - Bois rouge à feuilles vertes. 4 - Bois rouge à feuilles vert-clair. 5 - Bois rouge à feuilles marginées de rouge. 6 - Bois très rouge à feuilles très rouges. 7 - Bois rouge grêle à feuilles petites, allongées, plates et moins rouges que MAX RED BARTLETT. 8 - Bois rouge assez grêle à feuilles petites allongées, repliées, arquées, légèrement rouges sur bords. 9 - Bois rouge liégeux à feuilles normales (3).

b - Stabilité et homogénéité structurale des mutants

La stabilité des mutants s'étudie par voie de greffage. De nos expériences, nous pouvons conclure à la stabilité des types 1 - 2 - 3 - 7 ci-dessus. Au contraire, les phénotypes 4 - 5 - 6 sont partiellement instables ; ces instabilités peuvent correspondre à des repérages douteux avant le greffage ou relever de structures naturellement instables (4).

L'homogénéité structurale de ces phénotypes s'étudie par irradiation. Au sein de la première catégorie de mutants, le phénotype vert (n°1) ne se décompose plus sous l'action du rayonnement, on peut donc admettre qu'il possède une structure génétiquement homogène.

4. Conclusions

- Au niveau des arbres fruitiers, un rayonnement γ de 6 Kr provoque l'apparition d'anomalies nombreuses ainsi que la résurgence de tissus profonds. Le méthane sulfonate d'éthyle (1, 1,5 et 2gr/l) induit également des anomalies mais aucune résurgence de tissus profonds.

Le retraitement des plantes par rayonnement γ (6Kr) provoque l'apparition de nouvelles anomalies et résurgences de tissu profond quel que soit le premier mode de traitement. Le taux de résurgences semble dans ce cas plus élevé pour les plantes ayant subi un premier traitement au méthane sulfonate d'éthyle.

- L'irradiation de plantes entières s'est révélée défavorable sur le plan cultural. La protection inefficace du système racinaire nuit à la croissance du végétal et retarde, par voie de conséquence, la sortie des yeux irradiés. Un meilleur rendement du traitement a été assuré par une irradiation de rameaux suivie immédiatement d'un greffage quel que soit le porte greffe utilisé.

- La conduite du greffon joue également un rôle important dans le bilan du traitement. Une taille sévère des rameaux issus de l'oeil irradié provoque au niveau du bourrelet de greffe, la sortie d'yeux latents souvent porteurs de chimères.

- La mutagenèse sur plantes fruitières ne nous a pas permis à ce jour d'obtenir des mutations intéressantes. Il faut remarquer cependant que nos expériences ont été conduites de façon à explorer le végétal sous l'aspect bois, tiges et feuilles et qu'il faut attendre la mise à fruit généralisée du matériel pour se prononcer définitivement. Quoiqu'il en soit, on assiste cependant à des phénomènes de redistribution des couches d'une chimère permettant la naissance de variétés nouvelles dont la valeur et la stabilité méritent d'être examinées.

II. Rosiers

1. Méthodologie

- a - Comme pour les arbres fruitiers, les irradiations de rosiers eurent lieu aux barres d'uranium dans une cavité de désactivation de la Pile EL III de Saclay. Des doses variables furent distribuées au cours de diverses expériences mais dans la majorité des cas cependant les doses 7 et 8 Kr furent utilisées.
- b - Les premières irradiations réalisées sur plantes entières nous ont amené aux mêmes conclusions que pour les arbres fruitiers. La protection insuffisantes du système radiculaire des plantes au moment du traitement nuit à leur reprise en champ et le taux de mortalité enregistrée l'année de la plantation est élevé. Pour ces raisons, la méthode de l'irradiation de rameaux suivie de l'écussonnage des yeux fut également employée et nos expériences mettent en évidence l'intérêt de ce greffage immédiatement après irradiation (2-4).

- c - Il existe comme chez les fruitiers des radiosensibilités variétales extrêmement différentes. C'est ainsi qu'à une dose donnée peuvent correspondre pour deux variétés ANDRE PEFFNET et FRENHAM des taux de survie respectifs de 13% et 93%.
- d - Nous avons effectué, sur du matériel déjà irradié, un deuxième traitement afin de faire apparaître les mutations induites dans les couches profondes lors de la première irradiation. Ce retraitement a eu lieu soit après un repos d'un an soit après un repos de deux ans. Les résultats montrent qu'en ce qui concerne le taux de survie des plantes, la seconde méthode est plus favorable (2).

2. Apparition, isolement et stabilité des mutants

a - Comportement variétal

Il existe pour le rosier une différence fondamentale entre les variétés anthocyanées (à pigments rouges) et les variétés non anthocyanées (jaunes ou blanches). Les premières (MISS FRANCE, GAUJARD, etc.) donnent à chaque irradiation un taux appréciable de modifications de coloris (50% en moyenne des plantes traitées ou 65% des plantes survivantes sont porteuses de ces variations) ; les autres par contre (BUKANEER) ne produisent pas de coloris différents (3).

b - Apparition dans le temps

L'année de l'irradiation, on observe un taux d'apparition de chimères inférieur à celui de la 2ème année. Ce phénomène est lié au ralentissement de la végétation. Par contre, dès la 2ème année, la plante développe pleinement ses rameaux et extériorise un pourcentage plus élevé de chimères. La troisième année correspond à une forte réduction du taux des chimères nouvelles et le phénomène s'accroît au cours des 4ème et 5ème années d'observations. Durant les trois premières années après irradiation, on

repère donc 90% des chimères sur le clône traité et chaque année, on peut estimer à 50% la non réapparition des chimères notées l'année précédente. Ce phénomène est corrélatif du mode de végétation et de culture du rosier, il nous amène à la pratique du greffage systématique des rameaux mutés l'année de leur apparition (4).

c - Apparition par pied

On observe souvent sur un pied-mère traité des chimères de fleurs de teintes différentes. Par exemple, GAUJARD donne à la fois des fleurs rouge et des fleurs roses. MISS FRANCE des fleurs rouge foncé et orange. Les fréquences de ces "doubles" mutations sont variables. Sur des variétés à fleurs bicolores comme GAUJARD, le taux d'apparition semble légèrement plus élevé que celui observé sur les variétés unicolores telles MISS FRANCE et FRENHAM. Dans l'ensemble, les taux de mutations de teintes plus foncées sont inférieurs à ceux des teintes claires (4).

3. Etude des mutants obtenus

a - Description des modifications

Elle ne peut se faire, en général, qu'après un premier greffage. Chaque mutation est alors représentée par plusieurs rosiers et il devient possible de préciser la nuance des teintes, la forme des boutons et des fleurs, la forme et l'aspect des feuilles, la couleur des rameaux, le port de la plante.

Il serait trop long d'établir une description des modifications induites chez chacune des variétés étudiées; ces modifications sont extrêmement nombreuses et mettent parfaitement en évidence l'intérêt d'un traitement aux rayons gamma (2 - 3 - 4).

b - Nature des modifications

Le nombre des différents mutants et leur fréquence au sein de chaque variété posent le problème de leur

interprétation : induction de mutations ou action du rayonnement sur des structures en chimère. Pour la variété GLORIA MUNDI, nous sommes en présence de deux mutants bien caractérisés qui se rencontrent fréquemment après tout traitement. On admet que GLORIA MUNDI est une chimère complexe composée de 2 ou 3 tissus génétiquement différents qui apparaissent dans certains cas simultanément sur un même pied. Pour MISS FRANCE, si on n'envisage que les grandes divisions: fleurs roses, fleurs orange et fleurs rouge sombre, on peut admettre l'hypothèse de la chimère. Mais, si nous tenons compte de l'aspect des fleurs, de la forme des pétales, des nuances dans les colorations, le nombre s'accroît considérablement et l'hypothèse de la mutation originale ou de la combinaison des deux phénomènes peut être retenue (3).

c - Stabilité des mutations

En première génération clonale, on peut admettre en moyenne que 50% des écussons prélevés sur les meilleures chimères transmettent la mutation observée. En deuxième génération clonale, les résultats partiels indiquent une différence de comportement variétal, les chimères rose et orange provenant de MISS FRANCE ont une stabilité élevée tandis que les chimères rose-clair de GAUJARD ont souvent une évolution complexe (4).

4. Conclusions

- 1°- L'existence d'une radiosensibilité variétale exige la définition par variété de la dose à utiliser. En ce qui concerne le retraitement, nos méthodes sont insatisfaisantes et doivent être revues.
- 2°- Les irradiations pratiquées sur plantes entières indiquent un ralentissement de croissance considérable qui nuit à l'expression des yeux irradiés. Le traitement de rameaux suivi immédiatement d'un greffage ou d'un

écussonnage des yeux irradiés a donné des résultats encourageants.

- 3°- Après les trois premières années on a repéré 90% des modifications apparues sur les pieds-mère traités. Au delà de cette période, l'observation du matériel n'a plus de rentabilité.
- 4°- Parmi les modifications créées on a pu isoler des phénotypes originaux principalement en matière de coloris de pétales. L'obtention de telles variétés étant aisée et rapide, elle constitue une utilisation particulièrement efficace du rayonnement en horticulture.

III. L'oeillet américain : SIM

1. Matériel et Méthodes

La variété à fleurs blanches WHITE SIM est issue par mutation somatique de la variété à fleurs rouges WILLIAM SIM. La variété WHITE SIM est une chimère dont la couche superficielle est responsable de la couleur blanche et dont les couches profondes sont du type WILLIAM SIM. Cette dernière, quand à elle, est considérée comme génétiquement homogène par SAGAWA et MEHLQUIST. Les irradiations de ces variétés ont été réalisées au ^{60}Co à la dose totale de 5 Kr à SACLAY. Le matériel a été irradié sous la forme de jeunes boutures racinées (1-2-3).

2. Analyse de la structure d'un clone à l'aide du rayonnement

Nous avons irradié comparativement un clone WHITE SIM et un clone WILLIAM SIM. Nous avons obtenu pour les tiges principales à la dose de 5 Kr, 43% de fleurs bicolores (rouges et blanches) pour la variété WHITE SIM, et 9% de fleurs bicolores pour le WILLIAM SIM. Ces résultats sont logiques pour le clone en chimère de WHITE SIM, mais ils s'expliquent mal pour le clone

WILLIAM SIM, qui est considéré comme une variété de structure génétiquement homogène. Il en va différemment si on admet que le clone de WILLIAM utilisé dans l'expérience est constitué d'un mélange de plantes phénotypiquement identiques mais différentes quant à la nature génétique de leurs couches histogéniques. Dans certains cas, toutes les couches sont porteuses du caractère rouge et nous sommes en présence d'un WILLIAM SIM pur. Dans d'autres cas, il faut admettre l'existence d'une ou peut être de plusieurs couches internes porteuses du caractère blanc. C'est la présence de ce deuxième type, indécidable en culture normale, qui serait responsable des résurgences blanches observées.

L'action du rayonnement sur les plantes à multiplication végétative permet donc d'analyser la structure interne des variétés, de sélectionner soit des types purs soit des types en chimère et de choisir ainsi, pour les études de génétique ou pour des travaux d'amélioration, les clones appropriés.

3. Action comparée du rayonnement sur les tiges principales et les tiges secondaires (5)

Au cours de deux irradiations successives de WHITE SIM, nous avons obtenu des résultats sensiblement différents. Si nous classons, après le traitement, le matériel en trois grandes catégories I - fleurs blanches ; II - fleurs bicolores ; III - fleurs rouges :

a - En ce qui concerne le pourcentage de fleurs entièrement rouges par rapport au total des fleurs des catégories II et III, nous obtenons pour la première expérience 28% et pour la deuxième expérience 90%.

b - Si nous considérons l'ensemble des fleurs des catégories II et III, nous observons pour la première expérience 35% de résurgences sur tiges principales et 45% sur tiges secondaires.

c - Dans la deuxième expérience si nous comparons le taux d'anomalies et résurgences nous obtenons pour les tiges principales 70% d'anomalies et 8% de résurgences ; sur tiges secondaires, ces taux sont respectivement de 0% et 45%. Si nous étudions ce phénomène en parallèle avec la vitesse d'apparition des fleurs on est tenté de dire qu'il existe une corrélation positive entre le taux d'apparition d'anomalies et la vitesse de floraison des tiges et une corrélation négative entre cette vitesse et le taux d'apparition des fleurs des deux dernières catégories.

d - Pour conclure, nous constatons que malgré les précautions prises pour homogénéiser les boutures d'après les critères morphologiques et pour irradier dans des conditions aussi comparables que possible, cette étude a mis en évidence d'importantes variations d'une expérience à l'autre dans les taux de résurgences sur tiges principales et sur tiges secondaires. Cette irrégularité est vraisemblablement due à certains facteurs d'hétérogénéité jusqu'ici non contrôlés comme la structure des apex avant l'irradiation, l'état physiologique des pieds mères au moment du prélèvement des boutures et l'évolution des facteurs du milieu après le traitement.

4. Stabilité des chimères

Après l'irradiation de 1962 (^{60}Co 6,5 Kr), nous avons obtenu 64 tiges à fleurs entièrement rouges. Tous les yeux latéraux de celles-ci (600) ont été bouturés pour connaître la stabilité du caractère observé. Sur les 600 boutures, 95% ont donné des fleurs entièrement rouges et 5% seulement des fleurs blanches. Toutefois, cette proportion masque le fait que des fleurs blanches sont apparues sur de nombreuses origines : 30% d'entre elles se sont, en réalité, révélées être des chimères mériclines. Un clonage supplémentaire a été nécessaire pour stabiliser

le phénotype. Dans les meilleures conditions, il faut donc prévoir au moins deux clonages successifs pour être sûr d'isoler de façon homogène des tissus profonds.

5. Conclusions

- Ces expériences mettent en évidence la possibilité d'utiliser le rayonnement dans l'analyse de la structure génétique d'un clone et l'intérêt que présente une telle méthode pour le sélectionneur ou le producteur de boutures.

- Elles soulignent néanmoins l'interférence de facteurs physiologiques difficiles à contrôler dans les résultats de l'analyse de ces structures.

- Elles démontrent la nécessité d'une sélection clonale durant deux années après le traitement pour obtenir un isolement homogène des tissus profonds.

IV. L'oeillet de semis

Les oeillets CHABAUD qui se reproduisent normalement par graines peuvent également se bouturer. Ils font naturellement la transition entre les plantes à multiplication végétative et les plantes à reproduction sexuée.

1. Action comparée des Rayons γ et du méthane sulfonate d'éthyle sur quelques variétés d'oeillet CHABAUD

Des quatre variétés étudiées en première expérience, nous avons retenu ROSE VIF pour l'importance et la variabilité des chimères somatiques sur fleurs.

Dans notre expérience, nous comparons en traitement sur graines deux doses de méthane sulfonate d'éthyle (2,5 et 3 gr./l) à une dose de rayons γ , de 75 Kr (Gamma cell INRA Versailles). Les résultats que nous obtenons sont en

faveur du traitement chimique dans des proportions élevées; on dénombre en effet dans ce dernier 12 fois plus de chimères somatiques sur tiges, feuilles et fleurs. Les nombreuses variations de coloris observées ont vraisemblablement pour origine le degré important d'hétérozygotie du matériel traité (2 - 4)

2. Niveau d'apparition des chimères chlorophylliennes

Des chimères repérées en début de végétation, 75% deviennent périclines au cours de l'ontogenèse. Le niveau d'apparition de ces chimères périclines se situe en majorité dans les premiers centimètres au-dessus du collet de la plante. Une taille réalisée à 10cm., permet donc, en conditions de culture en serre de conserver au moins 80% des chimères périclines. Nous admettons à priori par ce raisonnement que les chimères d'anthocyanes, qui ne sont pas repérables sur la tige, se comportent comme les chimères chlorophylliennes (4).

3. Conclusions

Notre expérience souligne le rôle de l'hétérozygotie dans l'apparition des mutations somatiques pour les plantes à multiplication végétative.

Comme chez les arbres fruitiers et les rosiers, en rabattant les plantes, on ne perd que très peu de matériel au bénéfice d'un accroissement de vigueur des pousses mutées.

B. PLANTES A REPRODUCTION SEXUEE

I. La Laitue "Merveille des Quatre Saisons"

1. Action des agents mutagènes sur la laitue

Compte-tenu des essais préliminaires, l'expérience de 1961 étudie comparativement l'action de deux mutagènes

chimiques, le sulfate neutre d'éthyle et le méthane sulfonate d'éthyle, en opposition à l'action des rayons γ du ^{60}Co .

Les doses utilisées correspondent à une létalité d'environ 20% si l'on prend comme critère, le développement de l'apex. La DL n'a pas été retenue car dans ces conditions, les taux de stérilité sont très élevés, 95 à 100% des plantes survivantes.

Les pourcentages des plantes T_1 porteuses de mutations chlorophylliennes sont respectivement pour les trois agents (MSE, SNE, Rayons γ) de 10%, 0,65% et 0%.

Parallèlement, les pourcentages de plantes T_1 , dont la descendance T_2 permettait de révéler l'existence d'au moins une mutation chlorophyllienne, sont respectivement de 56%, 35% et 6%.

Notons que le pourcentage des plantes fertiles a été très sérieusement augmenté par l'emploi d'acide gibbérellique. Par ce traitement, nous avons, en effet, diminué très sensiblement la perte des plantes par pourriture au moment de la pomaison et par voie de conséquence donné au traitement mutagène son maximum d'efficacité (6).

2. Etude des mutants chlorophylliens

a - Expression phénotypique des mutants :

A basse température (10°C), les mutants albina et xantha prennent une teinte rose, les mutants jaune-vert ou vert, brunissent. Dans l'un ou l'autre cas, il s'agit vraisemblablement d'une formation accélérée d'anthocyanes.

Sur le gel de silice ou sur terreau, les mutants albina ou xantha ont le même phénotype. Par contre, les mutants du type vert-jaune ou vert, placés sur terreau, donnent des phénotypes xantha-viridis ou viridis.

b - Analyse génétique des mutants :

Nous avons analysé de nombreuses plantes hétérozygotes correspondant à des hybrides entre le témoin et l'un des 171 mutants chlorophylliens obtenus. Les résultats montrent que 152 mutants correspondent à des caractères monofactoriels, tandis que les autres présentent une disjonction qui s'écarte significativement (9 mutants) ou hautement significativement (10 mutants) de l'hypothèse monofactoriels.

II. LE PAVOT (PAPAVER SOMMIFERUM)

1. Action comparée des rayons γ et des substances mutagènes.

Nous avons comparé les effets d'un traitement aux rayons γ du ^{60}Co à la dose de 19 Kr (Gammacell INRA) au sulfate neutre d'éthyle (1,5gr/l) et au M.S.E. (2,5 et 3gr/l) appliqués sur les graines de la variété PULAWY.

Les résultats respectifs pour les quatre traitements sont les suivants :

Taux de survie	: 62 - 82 - 75 - 25%
Taux de plantes traitées fertiles	: 45 - 70 - 63 - 18%
Taux de plantes traitées porteuses de chimères	: 0 - 0 - 7,5 - 8%
Taux de plantes traitées porteuses de secteurs mutés albina ou xantha dans les couches gamétiques (ces deux dernières séries de nombres sont calculés par rapport au total des plantes T_1 fertiles) (2)	4 - 12 - 17 - 42%

2. Mutations agronomiques

Sur le plan de la production de mutations agronomiques, nos expériences ont été infructueuses. L'examen des mutations isolées en deuxième génération a montré la grande sensibilité des caractères étudiés aux conditions du milieu. Néanmoins, la comparaison des taux de mutations chlorophylliennes et agronomiques montre que les deux types de réactions semblent indépendants. On obtient en

effet en serre, un taux extrêmement important de mutations chlorophylliennes sur cotylédons et premières feuilles, (60 à 75% des plantes traitées), ces résultats sont vraisemblablement corrélatifs de l'état diploïde de la plante (4).

3. Conclusions

- Le traitement au méthane sulfonate d'éthyle à la concentration de 3gr/l engendre une plus forte proportion de mutations chlorophylliennes.

- On observe une corrélation inverse entre la fertilité des plantes traitées et les taux de mutations somatiques et gamétiques sur ces mêmes plantes.

- Nous n'avons pas obtenu de corrélations entre les taux des mutations chlorophylliennes et mutations agronomiques en deuxième génération.

III. Blés

1. Comparaison de blés diploïdes, tétraploïdes et hexaploïdes

Un traitement au méthane sulfonate d'éthyle a été réalisé en solution aqueuse (3gr/l) sur quatre variétés de TRITICUM-MONOCOCCUM (2n=14), quatre variétés de TRITICUM PERSICUM (2n=48) et une variété de TRITICUM VULGARE (2n=42).

Au cours de cette étude, nous avons pu observer :

- une forte incidence du niveau de ploïdie sur la stérilité des plantes traitées et le taux de plantules mutées en deuxième génération.
- une régression linéaire, dans le cadre de chaque espèce, entre le taux de mutations et la précocité des variétés
- une liaison entre les taux de mutations et l'ordre d'épiaison des talles pour les espèces TRITICUM PERSICUM et TRITICUM VULGARE (2 - 3 - 4 - 8)

2. TRITICUM VULGARE var. CHINESE SPRING

a - Etude des Phénotypes :

L'analyse phénotypique des mutants chlorophylliens isolés dans cette variété a été réalisée en chambre climatisée (température 16°C, 16 heures d'éclairage, intensité : 10.000 lux au niveau des plantes). Pour la plupart de ceux-ci, on observe une évolution extrêmement complexe de type convertens. Quelques rares cas de phénotypes stables **dans le** temps ont cependant été relevés, ce sont des striatures et des viridis. Cette étude détaillée nous a permis de classifier nos mutants en cinq grandes catégories qui tiennent compte des phénotypes à la levée et à la floraison. Cette classification ne prend pas en considération la rapidité d'évolution du caractère observé, ni les phénotypes intermédiaires au cours de la croissance (3,4). Nos critères étant forcément subjectifs nous avons expérimenté à faible échelle deux méthodes de contrôle qui se sont révélées efficaces :

- la première consiste en une analyse génétique des mutants de même phénotype par croisements dialèles. Nos résultats montrent que dans plusieurs cas, nous sommes en présence de la même mutation.
- la deuxième méthode est basée sur l'analyse des pigments chlorophylliens et des caroténoïdes. Elle permet en effet de déceler, entre les groupes phénotypiques définis, des différences significatives dans les teneurs en chlorophylles totales et en caroténoïdes.

L'ensemble de ces trois voies d'approche, phénotypique, biochimique et génétique, sont des préalables indispensables à l'étude des localisations chromosomiques des mutations (4).

b - Analyse par activation du manganèse

Certains mutants chlorophylliens se caractérisent par une moucheture extrêmement fine et régulière sur l'ensemble du limbe de toutes les feuilles. Dans certains cas plus particuliers, cette moucheture envahit également la gaine des feuilles. L'aspect de ces mutants pouvait faire penser à une carence en manganèse.

Avec la collaboration du Centre d'Etudes Nucléaires de GRENOBLE, nous avons réalisé une analyse comparée d'un mutant de ce type et d'un témoin. Les conclusions de cette étude sont les suivantes :

- chez une plante, il existe d'importantes variations suivant les parties d'une même talle. Les parties formées le plus tardivement sont les plus riches en manganèse ;
- les graines ont une composition relativement stable quelle que soit leur position dans l'épi ;
- il n'y a pas de différences significatives entre blé témoin et blé mutant en ce qui concerne la teneur en manganèse (9).

c - Variations du métabolisme des acides aminés

L'analyse des acides aminés libres de différents types de mutants chlorophylliens a permis de mettre en évidence une lignée xantha présentant de fortes accumulations de proline, leucines et acides aminés basiques. Les altérations métaboliques sont comparées à celles précédemment étudiées chez les plantes atteintes de maladies à virus du type jaunisse. Il ressort de cette analyse que :

- le métabolisme de certains acides aminés notamment de la proline, des leucines et des acides aminés basiques est profondément modifié lors de certaines altérations du métabolisme chlorophyllien

- certaines modifications du patrimoine génétique peuvent induire des altérations métaboliques identiques à celles qui résultent de l'introduction et de la multiplication d'un acide nucléique viral (10).

d - Conclusions

Sur le plan génétique, le problème de la localisation chromosomique des mutations semble conditionné par quelques préalables :

- une analyse phénotypique fine en conditions contrôlées de culture ;
- une vérification de cette dernière à l'aide de croisements diallèles et de dosages de pigments.

Le problème de la localisation pourrait alors être abordé sous réserve toutefois de disposer dans notre équipe d'un cytogénéticien.

Sur le plan de l'analyse biochimique, il est intéressant de noter le parallélisme entre une modification du patrimoine et des altérations métaboliques identiques à celles qui résultent de l'introduction et de la multiplication d'un acide nucléique viral.

3. Mutants de développement

Les études de physiologie comparée entre blé d'hiver et blé de printemps, réalisées à Dijon par VINCENT, nous ont incité à rechercher au sein de lignées particulières la possibilité d'induire des mutations d'alternativité.

- a - Dans nos expériences, nous avons utilisé essentiellement quatre variétés. Pour chacune d'elles, la méthodologie du traitement est la même, seul l'objectif

poursuivi varie. Selon que l'on s'adresse à des variétés hiver telles STARKE, CHOISY, CAPPELLE ou à une variété alternative comme MARA, on s'est efforcé de sélectionner soit des types printemps, soit des types plus hiver.

La technique est simple et consiste, après un traitement au méthane sulfonate d'éthyle à 3gr/l, à effectuer un semis en hiver. Les plantes récoltées sont semées en généalogie à la fois en hiver et au printemps, pour contrôler d'une part, les propriétés variétales, et d'autre part pour sélectionner des types printemps (cas du STARKE, CHOISY, CAPPELLE) ou des types tardifs (cas du MARA). Nous avons de la sorte isolé pour chacune des variétés étudiées, une ou plusieurs lignées mutantes pour le caractère recherché.

b - Des études de comportement de ces lignées alternatives en semis d'hiver attestent de leur plus grande sensibilité au froid. On note également pour les deux lignées de types printemps isolées de la variété CAPPELLE une différence de comportement qui semble indiquer un gradient dans l'alternativité induite. L'étude comparée de la réaction au froid de ces deux lignées et du témoin, montre qu'il existe une différence hautement significative non seulement pour chacune des lignées vis-à-vis du témoins mais également entre les deux lignées.

c - Il découle de nos essais que les mutations d'alternativité sont d'une part assez fréquentes et aisément repérables et d'autre part, qu'il existe différents "niveaux" d'alternativité qui peuvent correspondre à des mutations géniques particulières donnant ainsi à l'étude physiologique de ce matériel un intérêt accru.

4. Mutants agronomiques

La recherche de mutations à vocation agronomique a été réalisée à partir de la variété de blé d'hiver

81-12. L'objectif principal de l'expérience était notamment l'obtention de lignées courtes.

a - Action comparée du rayonnement gamma et du méthane sulfonate d'éthyle au niveau de la T₂

A la suite d'une irradiation gamma (⁶⁰Co, 15 Kr, Gammacell INRA) et d'un traitement au méthane sulfonate d'éthyle à 3gr/l, l'examen de la 2ème génération (T₂) nous conduit à plusieurs observations.

α - Observations de caractère général

Efficacité plus grande du méthane sulfonate d'éthyle en matière d'induction de mutations chlorophylliennes, morphologiques et physiologiques. L'examen global des pépinières révèle d'ailleurs cette très grande différence de réactions entre les deux traitements.

β - Observations de caractère particulier

En ce qui concerne l'analyse de la variation taille due au traitement, les prélèvements réalisés au hasard parmi les deux lots, montrent des différences de taille hautement significatives pour chacun des traitements vis-à-vis du témoin et entre les deux traitements eux-même. La réduction de taille due au méthane sulfonate d'éthyle est en effet nettement la plus importante.

	M.S.E. 3gr/l	Témoin M.S.E.	Rayon γ	Témoin Rayonγ
Moyenne en cm.	91, 30	97, 27	95, 56	97,00
Variance	98, 22	19, 9141	102, 507	32,31
Test (t) à la probabilité (p) 0,05 =	25, 956			
Rayon γ / Témoin γ =	6, 0			
Rayon γ / M. S. E. =	16, 384			

Témoin γ /Témoin M.S.E. = 1,421 (non significativement différent)

Les populations courtes repérées et isolées dans les deux traitements (138 lignées dans le M.S.E. et 50 dans le gamma) sont significativement différentes.

γ - Fluctuation du nombre de plantes par ligne

L'analyse de la fluctuation du nombre de plantes dans les lignées prises au hasard nous a conduit aux résultats suivants :

	M.S.E.	Témoin M.S.E.	Rayon γ	Témoin Rayon γ
Moyenne	24,67	26,80	30,99	26,84
Variance	12,57	10,36	12,89	8,62
Test (t) à probabilité (p) 0,05	= 1,960			
M.S.E./Témoin	= 3,7368			
Rayon γ /Témoin γ	= 7,6851			
M.S.E./Rayon γ	= 12,6480			
Témoin M.S.E./Témoin γ	= 0,0655			

On constate que le nombre de plantes par ligne est inférieur au témoin pour le traitement au M.S.E. et au contraire supérieur au témoin pour le traitement gamma.

Ce phénomène qui porte sur la T_2 demeure inexplicable comme d'ailleurs d'autres résultats observés à la même génération mais sur des blés d'espèces et variétés différentes. Pour ces dernières citons :

- TRITICUM PERSICUM - accroissement du taux de germination de 77 % pour le témoin à 95 % pour la lignée traitée aux rayons γ à 16 Kr.

- TRITICUM VULGARE var CHINESE SPRING (16 Kr)
meilleure fertilité des épis de la T₁ qui
atteint ainsi 120 % du témoin.

b - Analyse des mutants agronomiques

En quatrième génération après le traitement, 70 lignées plus courtes et 71 lignées de taille égale à celle du témoin mais intéressantes à d'autres titres, ont été sélectionnées parmi les 2.030 lignées en observation. Pour ces 141 lignées, nous avons essayé d'apprécier à la récolte la valeur de quelques facteurs de la productivité : nombre d'épis par plante, longueur de l'épi, poids moyen de grains par épi, nombre total d'épillets par épi et le nombre d'épillets stériles au sommet et à la base de l'épi. L'ensemble du matériel étudié s'avère sensiblement inférieur au témoin. Toutefois, parmi les 70 lignées courtes, 29 ont un poids moyen de grains par épi égal à celui du témoin 36 ont un tallage-épis comparable au témoin, 5 lui sont supérieures. Ce qui est digne d'intérêt, c'est que nous avons pu mettre en évidence une vingtaine de lignées qui, pour une taille plus courte que le témoin, présentent à la fois un poids de grains par épi équivalent à celui du témoin et un tallage-épis égal ou supérieur au témoin.

Outre ces facteurs, nous avons isolé 11 lignées barbues, 28 lignées précoces et 20 lignées tardives. Dans la recherche des résistances aux maladies, nous avons sélectionné quelques lignées moins sensibles à l'*oidium* mais affectées d'une déficience chlorophyllienne du type moucheture ainsi que deux lignées qui ont montré dans des conditions naturelles de contamination une meilleure résistance à la rouille brune (4)

c - Conclusions

L'étude du spectre des mutations du blé nous permet de constater que bien qu'il existe des différences sur le plan quantitatif entre le traitement chimique et le rayonnement, qualitativement les spectres sont comparables.

Au cours de la recherche des mutants agronomiques, nous avons observé d'importantes variations dans les sens les plus divers. Il semble néanmoins, d'après les résultats des premiers micro-essais que dans des conditions normales de culture, la productivité des mutants soit en général inférieure à celle du témoin.

Il convient de noter qu'au cours des recherches de mutations, la première sélection s'est opérée en deuxième génération après le traitement, sur des lignées en disjonction. Le choix a porté de préférence sur des plantes les plus aberrantes dans ces lignées et le problème de l'isolement des mutations moins visibles reste entier. Le laboratoire se propose de tenter cette sélection sur la 3ème génération après le traitement.

IV . Maïs

Le travail réalisé sur le maïs n'a pas pour objectif la recherche des mutations utilisables sur le plan agronomique mais la définition d'une méthode de traitement mutagène pour plante monoïque.

1. Action comparée des rayons γ et du méthane sulfonate d'éthyle.

A l'issue de traitements au ^{60}Co à 7,5 Kr (Gammacell INRA) et au méthane sulfonate d'éthyle à 3gr/l sur graines sèches de Maïs (lignée pure V 7), nous

observons sur la T_1 :

- un taux de chimères chlorophylliennes très élevé pour les substances chimiques (50 % avec M.S.E. et 1,5 % avec le rayonnement)
- une réduction de hauteur vis-à-vis du témoin des plantes traitées aux rayons γ .
- un taux de stérilité considérable pour les plantes traitées au M.S.E. (2)

2 . Méthodes de traitement

Une première méthode consiste à autoféconder la génération T_1 . Celle-ci est inefficace en raison d'une part, de la stérilité pollinique induite et de l'échelonnement important de la maturation du pollen et, d'autre part, de la faible probabilité d'obtenir sur une même plante une chimère intéressant à la fois les gamètes mâles et femelles.

La seconde méthode consiste à laisser en fécondation libre la première génération du traitement (tout en respectant un isolement géographique indispensable) et à procéder ensuite à l'autofécondation de la T_2 . Elle permet ainsi :

- de réduire au minimum l'effet de la stérilité
- de récupérer au maximum les mutations portées par les gamètes mâles viables.

Le tableau suivant met en évidence les différences entre les deux techniques et révèle en outre que l'efficacité du traitement chimique porte à la fois sur le pourcentage de plantes T_2 porteuses de mutations et sur la diversité des types de mutants.

	Rayons Gamma	Méthane sulfonate d'éthyle
Chimères somatiques sur plantes T ₁	1,5 %	50 %
Méthodologie	Fécondation libre de la T ₁	Fécond.libre de la T ₁ ; Autofécondation de la T ₁
Stérilité des épis	100 % fertile	58,9 % fertile ; 41,1 % I/2 fert ; 100 % stérile
Analyse en T ₃ du pourcentage des plantes T ₂ porteuses de :		
- plusieurs mutations chlorophylliennes	1,33 %	34,83 % ; 0 %
- une mutation chlorophyllienne	17,33 %	51,12 % ; 0 %
- zéro mutation chlorophyllienne	81,33 %	14,04 % ; 0 %
Pourcentage de plantes T ₂ porteuses de mutations chlorophylliennes par rapport au nombre de plantes T ₂ semées	7,07 %	51,66 % ; 0 %

3 . Conclusions

La seconde méthode fait la preuve de la possibilité d'obtenir sur le maïs un taux élevé de mutations. Ce résultat

montre qu'il est évident que les épis femelles de la T_1 sont porteurs de leurs propres mutations et de celles qui ont pu être apportées par le pollen environnant ce qui explique la pluralité des mutations sur une même plante T_1 .

Il est donc également possible de juger de l'importance respective des mutations existantes au niveau des gamètes mâles et femelles. Nos premiers essais montrent néanmoins que cette méthode pose de nombreux problèmes techniques.

C. PLANTES HAPLOIDES

I. Arbres fruitiers et Pomme de terre

En ce qui concerne les arbres fruitiers, le laboratoire songeait à utiliser une lignée haploïde de *Prunus* d'origine suédoise. Cette lignée ayant été détruite, le problème n'a pu être abordé.

Les essais réalisés sur pomme de terre sont rendus complexes par la présence de virus. De plus, l'état polyhaploïde s'est révélé insuffisant dans nos expériences pour permettre l'extériorisation immédiate des mutants.

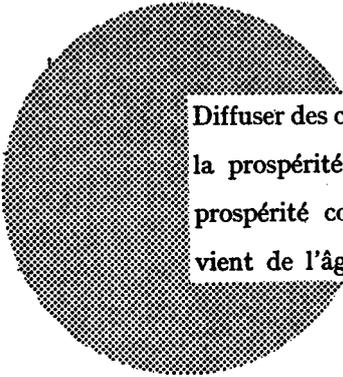
II. Blé - seigle

L'obtention d'amphidiploïdes blé-seigle par **croisement** manuel constitue une technique longue et délicate. Nous avons songé à utiliser la stérilité induite sur le blé par un traitement mutagène pour favoriser le croisement blé-seigle. L'expérience comportait en outre un traitement à la colchicine dans le but de fertiliser l'hybride. Sur le plan de l'hybridation du blé et du seigle, l'essai a démontré que la technique de la stérilité induite était bonne. Il apparaît un nombre important d'hybrides dont le repérage s'effectue sans difficultés. La technique à

la colchicine semble par contre plus délicate, dans nos conditions expérimentales, et la majorité des hybrides récoltés sont stériles. Cette circonstance a justifié l'arrêt de nos expériences.

P U B L I C A T I O N S

- 1 DOMMERGUES P., 1961. Actions des Rayons gamma sur les bourgeons de la variété de poirier MAX RED BARTLETT.
International Atomic Energy Agency Vienna.
- 2 DOMMERGUES P., GILLOT J., 1964. Comparaison des effets de différents agents mutagènes par l'étude de la mutagenèse de quelques plantes types.
Communauté Européenne de l'Energie Atomique EUR 1610.f.
- 3 DOMMERGUES P., GILLOT J., 1964. Comparaison des effets de différents agents mutagènes par l'étude de la mutagenèse de quelques plantes types (Deuxième année d'étude)
Communauté Européenne de l'Energie Atomique EUR 1829.f.
- 4 DOMMERGUES P., GILLOT J. Comparaison des effets de différents agents mutagènes par l'étude de la mutagenèse de quelques plantes types (**Rapport annuel 1964**).
Communauté Européenne de l'Energie Atomique. EUR 2546. f.
- 5 DOMMERGUES P., GILLOT J., 1964. Variation de la réaction des boutures d'oeillet à l'irradiation gamma
Communauté Européenne de l'Energie Atomique EUR 1809.f.
- 6 GILLOT J., PHILOUZE J., 1962. Action de l'acide Gibbérellique sur la production des graines chez la variété de laitue "Merveille des quatre saisons"
Ann. Amél. Pl., 12 (3)
- 7 DOMMERGUES P., 1961. Action de quelques agents mutagènes sur la Laitue
Association Française pour l'Avancement des Sciences
Congrès de Reims - juillet 1961
- 8 GILLOT J., DOMMERGUES P., (sous presse) Corrélations entre la mutagenèse l'organogenèse et la précocité chez le blé.
- 9 SOUBEYRAND R., 1965. Application de l'Analyse par Radioactivation Dosage du manganèse dans le blé.
(Mémoire présenté à la Faculté des Sciences de Grenoble en vue de l'obtention du diplôme d'études supérieures de Sciences Naturelles.)
- 10 PERDRIZET. E., DAMERON P., GILLOT J., DOMMERGUES P., MARTIN C., Variations du métabolisme des acides aminés libres chez quelques mutants chlorophylliens de blé de printemps.
(sous presse)



Diffuser des connaissances c'est distribuer de la prospérité — j'entends
la prospérité collective et non la richesse individuelle — et cette
prospérité contribue largement à la disparition du mal qui nous
vient de l'âge des ténèbres.

Alfred Nobel

BUREAUX DE VENTE

Tous les rapports Euratom sont vendus dans les bureaux suivants, aux prix indiqués au verso de la couverture (lors de la commande, bien indiquer le numéro EUR et le titre du rapport, qui figurent sur la couverture).

PRESSES ACADEMIQUES EUROPEENNES

98, Chaussée de Charleroi, Bruxelles 6

Banque de la Société Générale - Bruxelles
compte N° 964.558,

Banque Belgo Congolaise - Bruxelles
compte N° 2444.141,

Compte chèque postal - Bruxelles - N° 167.37,

Belgian American Bank and Trust Company - New York
compte No. 22.186,

Lloyds Bank (Europe) Ltd. - 10 Moorgate, London E.C.2,

Postcheckkonto - Köln - Nr. 160.861.

OFFICE CENTRAL DE VENTE DES PUBLICATIONS DES COMMUNAUTES EUROPEENNES

2, place de Metz, Luxembourg (Compte chèque postal N° 191-90)

BELGIQUE — BELGIË

MONITEUR BELGE
40-42, rue de Louvain - Bruxelles
BELGISCH STAATSBAD
Leuvenseweg 40-42 - Brussel

GRAND-DUCHE DE LUXEMBOURG

OFFICE CENTRAL DE VENTE
DES PUBLICATIONS DES
COMMUNAUTES EUROPEENNES
9, rue Goethe - Luxembourg

DEUTSCHLAND

BUNDESANZEIGER
Postfach - Köln 1

ITALIA

LIBRERIA DELLO STATO
Piazza G. Verdi, 10 - Roma

FRANCE

SERVICE DE VENTE EN FRANCE
DES PUBLICATIONS DES
COMMUNAUTES EUROPEENNES
28, rue Desaix - Paris 15°

NEDERLAND

STAATSDRUKKERIJ
Christoffel Plantijnstraat - Den Haag

EURATOM — C.I.D.
51-53, rue Belliard
Bruxelles (Belgique)