

ACTION DE L'HYDRAZIDE MALÉIQUE SUR LA  
TENEUR EN AUXINE DES TISSUS DE TOPINAM-  
BOUR CULTIVÉS EN PRÉSENCE DE DIVERSES  
SUBSTANCES DE DIVISION

PAR

ZOIA KULESCHA

(*Laboratoire de Biologie Végétale du P.C.B., Paris V, France*)

(*reçu le 31 Mai, 1955*)

Depuis les recherches de SCHOENE et HOFFMANN (1949) sur les propriétés physiologiques de l'hydrazide maléique de nombreux auteurs ont étudié les effets de cette substance et ont émis différentes hypothèses sur son mode d'action.

SCHOENE et HOFFMANN (1949) avaient signalé que l'hydrazide maléique est un inhibiteur. L'inhibition, qui augmentait avec la concentration, était temporaire et la plante, tomate ou maïs, ne semblait pas subir de dommage définitif. Plus le développement de la plante était avancé, moins l'action inhibitrice de l'hydrazide maléique se manifestait.

Ces observations ont été confirmées par MAC ILRATH (1950) sur le Coton, puis par NAYLOR et DAVIS (1950) sur le Pois, le Blé etc. Ces auteurs ont, en outre, constaté que le bourgeon terminal d'une plante traitée perdait sa dominance apicale, ce qui leur fit supposer que l'hydrazide maléique serait un antagoniste de l'acide indole-acétique. Mais ce n'est qu'avec les travaux de LEOPOLD et KLEIN (1951 et 1952) que cet antagonisme fut mis en évidence. Ces auteurs ont démontré par le test Pois et par le test du segment de coleoptile d'Avoine (test Bonner) que l'action stimulante de l'acide indole-acétique était inhibée par l'hydrazide maléique. Leopold et Klein, puis ÅBERG (1953) ont recherché une explication à cette inhibition. Celle-ci pensent-ils, n'est pas due à une éventuelle combinaison de l'hydrazide maléique avec l'acide indole-acétique, car, si l'on mélange ces deux substances, la vitesse de diffusion du mélange reste égale à celle de l'acide indole-acétique seul; d'autre part, cette action inhibitrice ne se limite pas à l'acide indole-acétique: l'hydrazide maléique est également un antagoniste de l'acide naphthalène acétique et du 2,4-D. bien que plus faiblement. Tous ces faits ont conduit ÅBERG (1953) à supposer que l'hydrazide maléique faciliterait la destruction de l'auxine.

Cette assertion a été confirmée par W. A. ANDREAE et S. R. ANDREAE

(1953); en étudiant l'action de l'acide indole-acétique-oxydase sur l'acide indole-acétique, à la lumière et à l'obscurité, en présence ou en absence d'hydrazide maléique, ces auteurs ont en effet constaté, que l'activité de l'acide indole-acétique-oxydase était augmentée par la présence de l'hydrazide maléique, surtout à la lumière. Ceci semblait une explication plausible de l'action inhibitrice. Pourtant, les recherches que j'ai entreprises en 1953 sur l'action de l'hydrazide maléique sur les tissus de Crown-gall de Scorsonère ont montré que, malgré l'inhibition de la croissance, la teneur en auxine ne diminuait pas. Ce fait fut également observé par PILET (1953), sur les racines de *Lens culinaris*, et par ANDREAE (1954) sur les plantules de Pois. En traitant ces plantules par l'acide indole-acétique et en dosant l'auxine extraite par l'éther, ce dernier a constaté que sa concentration augmentait en présence d'hydrazide maléique.

L'antagonisme de croissance fut étudié d'une manière précise par GAUTHERET (1952) d'une part, et par BERTOSI et CAPOZZI (1952) d'autre part. Ils ont ensemencé des fragments de tubercules de Topinambour sur des milieux contenant diverses doses d'hydrazide maléique, associées à différentes concentrations d'acide indole-acétique. Après 5 à 6 semaines de culture, ils ont constaté que l'hydrazide maléique inhibait la substance de croissance, mais lorsque celle-ci devenait toxique l'hydrazide maléique atténuait cette toxicité. Toutefois lorsque la dose d'hydrazide maléique devenait trop forte, on obtenait un blocage total de la croissance, quelle que soit la dose d'acide indole-acétique. Des observations analogues furent faites par BOURIQUET (1953) en étudiant l'antagonisme entre l'hydrazide maléique et le 2,4-D.

J'ai recherché si cet antagonisme qui est mis en évidence par l'état de la prolifération des cultures peut également être décelé en examinant la teneur des tissus en auxine.

On sait que lorsque les tissus de Topinambour sont cultivés en présence d'acide indole-acétique, de tryptophane (qui se transforme facilement en acide indole-acétique, 1949) ou même d'autres substances de croissance, telle que le 2,4-D. ou l'acide naphtoxyacétique, qui n'ont aucune activité sur le test-Avoine, on constate que les extraits étherés de ces cultures renferment des quantités importantes d'auxines quelle que soit la substance utilisée (BESSET, 1951). A la suite des recherches de GAUTHERET (1952), de BERTOSI et de CAPOZZI (1952) et de BOURIQUET (1953), on pouvait donc se demander si le blocage de la croissance produite par l'hydrazide maléique ne modifierait pas la teneur en auxine des tissus.

Les présentes expériences ont consisté à cultiver des fragments de Topinambour sur des milieux renfermant diverses doses d'acide indole-acétique, de tryptophane, de 2,4-D. et d'acide naphtoxyacétique combinées avec de l'hydrazide maléique. Une communication préliminaire a déjà été publiée à leur sujet en 1954. J'en donnerai aujourd'hui les résultats complets.

Aucune mesure de croissance n'a été effectuée, j'ai simplement apprécié qualitativement le comportement général des cultures. Des

valeurs précises figurent, à ce sujet, dans les travaux de GAUTHERET (1952).

La teneur en auxine fut déterminée par le test-Avoine de WENT (1928) après extraction à l'éther par la méthode de VAN OVERBEEK (1938).

#### A) ACTION DE L'HYDRAZIDE MALÉIQUE SUR LES TISSUS CULTIVÉS EN PRÉSENCE DE L'ACIDE INDOLE-ACÉTIQUE

Aux concentrations d'acide indole-acétique inférieures ou égales à  $10^{-5}$ , l'addition d'hydrazide maléique se traduit par une inhibition de la croissance d'autant plus accentuée que la dose ajoutée est plus élevée. Aux très fortes concentrations d'acide indole-acétique ( $10^{-4}$ ) l'hydrazide maléique diminue la toxicité de cette substance. Ces observations sont donc bien conformes aux résultats de GAUTHERET, BERTOSI et CAPOZZI (1952).

Les teneurs en auxine sont groupées dans le Tableau I.

TABLEAU I

Teneur en auxine des tissus de Topinambour cultivés *in vitro* en présence de diverses doses d'hydrazide maléique et d'acide indole acétique, exprimée en gramme d'acide indole-acétique par gramme de tissu frais.

Doses d'acide indole-acétique	Durée de la culture (jours)	Doses d'hydrazide maléique		
		0	$10^{-7}$	$10^{-4}$
0	10	$2 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-8}$	
	15	$1,2 \cdot 10^{-8}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$	
	30	$0,5 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	
$10^{-7}$	30	$1,5 \cdot 10^{-8}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$
$10^{-8}$	10		$1,4 \cdot 10^{-8}$	
	15		$1 \cdot 10^{-8}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$
	30		$2 \cdot 10^{-8}$	
$10^{-6}$	10		$1,4 \cdot 10^{-8}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$
	15		$2 \cdot 10^{-8}$	
	30		$2 \cdot 10^{-8}$	
$10^{-4}$	10		$4,3 \cdot 10^{-8}$	$2,6 \cdot 10^{-8}$
	15		$7 \cdot 10^{-8}$	$5,3 \cdot 10^{-8}$
	30		$7 \cdot 10^{-8}$	$5 \cdot 10^{-8}$

Ces valeurs montrent que les tissus soumis à l'action de l'hydrazide maléique, même à forte dose ( $10^{-4}$ ), contiennent autant d'auxine que si le milieu ne renfermait pas d'inhibiteur; donc l'inhibition produite par l'hydrazide maléique ne provient pas d'une diminution d'auxine.

#### B) ACTION DE L'HYDRAZIDE MALÉIQUE SUR DES TISSUS CULTIVÉS EN PRÉSENCE DE TRYPTOPHANE

Ici, également, j'ai pu constater une inhibition totale de la croissance par l'hydrazide maléique à la concentration de  $10^{-4}$ .

L'examen des résultats (Tableau II) montre qu'ici encore la production d'auxine par les tissus cultivés sur un milieu contenant

du tryptophane n'est pas influencée par la présence de l'hydrazide maléique.

TABLEAU II

Teneur en auxine des tissus de Topinambour cultivés *in vitro* en présence de diverses doses d'hydrazide maléique et de tryptophane exprimée en gramme d'acide indole-acétique par gramme de tissu frais.

Doses de tryptophane	Durée de la culture (jrs)	Doses d'hydrazide maléique			
		0	$10^{-6}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$
0	13	$1,1 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-8}$		
	19				
$10^{-4}$	9	$3,4 \cdot 10^{-8}$	$3,5 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-8}$	$2,4 \cdot 10^{-8}$
	13	$4,5 \cdot 10^{-8}$		$4,4 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-8}$
	19		$7 \cdot 10^{-8}$	$7 \cdot 10^{-8}$	$5 \cdot 10^{-8}$
	23	$1,1 \cdot 10^{-8}$			$7,5 \cdot 10^{-8}$
	40		$8 \cdot 10^{-8}$		$4 \cdot 10^{-8}$

C) ACTION DE L'HYDRAZIDE MALÉIQUE SUR DES TISSUS CULTIVÉS EN PRÉSENCE DE 2,4-D.

Conformément aux observations de BOURIQUET (1953) j'ai pu constater que l'hydrazide maléique provoque une inhibition de l'action stimulante du 2,4-D.

Là encore (Tableau III) on constate que l'hydrazide maléique n'influence pas la teneur en auxine des tissus.

TABLEAU III

Teneur en auxine des tissus de Topinambour cultivés *in vitro* en présence de diverses doses d'hydrazide maléique et de 2,4-D. exprimée en gramme d'acide indole-acétique par gramme de tissus frais.

Doses de 2,4-D.	Durée de la culture (jours)	Doses d'hydrazide maléique		
		0	$10^{-7}$	$10^{-6}$
0	0	$2 \cdot 10^{-8}$		
	6			
	20			
	40			
$10^{-8}$	6		$1,5 \cdot 10^{-8}$	
	20	$1,6 \cdot 10^{-8}$	$1,3 \cdot 10^{-8}$	
	40	$1,1 \cdot 10^{-8}$	$1,9 \cdot 10^{-8}$	
$10^{-6}$	6		$4,4 \cdot 10^{-8}$	
	20		$2,4 \cdot 10^{-8}$	$3,8 \cdot 10^{-8}$
	40		$6 \cdot 10^{-8}$	$4 \cdot 10^{-8}$
$10^{-7}$	6	$2,5 \cdot 10^{-8}$	$6 \cdot 10^{-8}$	$2,2 \cdot 10^{-8}$
	20		$2,4 \cdot 10^{-8}$	$3,8 \cdot 10^{-8}$
	40	$4,5 \cdot 10^{-8}$	$6 \cdot 10^{-8}$	$4,5 \cdot 10^{-8}$
$10^{-6}$	6		$3 \cdot 10^{-8}$	
	20		$4 \cdot 10^{-8}$	$5 \cdot 10^{-8}$
	40		$4 \cdot 10^{-8}$	$2 \cdot 10^{-8}$
$10^{-5}$	6			$2,2 \cdot 10^{-8}$
	20		$4,7 \cdot 10^{-8}$	$4,5 \cdot 10^{-8}$
	40		$2,6 \cdot 10^{-8}$	$2 \cdot 10^{-8}$

D) ACTION DE L'HYDRAZIDE MALÉIQUE SUR LES TISSUS CULTIVÉS EN PRÉSENCE D'ACIDE NAPHTHOXYACÉTIQUE

Comme avec les substances précédentes on constate que l'hydrazide maléique inhibe l'action stimulante de l'acide naphthoxyacétique, sans que la teneur en auxine soit influencée (Tableau IV).

TABLEAU IV

Teneur en auxine des tissus de Topinambour cultivés *in vitro* en présence de diverses doses d'hydrazide maléique et d'acide naphthoxyacétique, exprimée en gramme d'acide indole-acétique par gramme de tissu frais.

Doses d'acide naphthoxyacétique	Durée de la culture (jours)	Doses d'hydrazide maléique		
		0	$10^{-7}$	$10^{-4}$
$10^{-8}$	12	$1,4 \cdot 10^{-8}$	$1,3 \cdot 10^{-8}$	$2 \cdot 10^{-8}$
	20	$2,8 \cdot 10^{-8}$	$3,7 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-8}$
$10^{-7}$	12		$1,2 \cdot 10^{-8}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$
	20		$4 \cdot 10^{-8}$	$2,7 \cdot 10^{-8}$
$10^{-6}$	12		$1,4 \cdot 10^{-8}$	$1,7 \cdot 10^{-8}$
	20		$3,3 \cdot 10^{-8}$	$3,3 \cdot 10^{-8}$
$10^{-5}$	12	$2 \cdot 10^{-8}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$	$2 \cdot 10^{-8}$
	20	$5 \cdot 10^{-8}$	$4 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-8}$

## CONCLUSIONS

Deux conclusions se dégagent de l'ensemble de ces résultats: 1°) L'inhibition ne correspond pas à une diminution de la teneur en auxine, ce qui confirme les observations de ANDREAE (1953) et de PILET (1953), et généralise les résultats que j'avais obtenus sur le Crown-gall de Scorsonère. Pour expliquer ce fait on pourrait supposer que l'hydrazide maléique n'exercerait pas d'action directe sur la croissance, mais qu'il empêcherait par sa configuration moléculaire les substances de croissance de s'insérer dans certaines molécules et rendrait ainsi impossible leur utilisation par les tissus. En tout cas ces résultats éliminent l'hypothèse d'une inhibition causée par une destruction d'auxine (ÅBERG, 1953).

2°) Comme l'avait déjà montré LEOPOLD et KLEIN (1952) l'hydrazide maléique inhibe non seulement l'action de l'acide indole-acétique, mais aussi celle d'autres substances de structures très différentes. Cette absence de spécificité pourrait peut-être trouver son explication dans les travaux de SCHOEN et MOREL (1954) qui ont constaté que les tissus de Topinambour, cultivés en présence d'acide indole-acétique ou de 2,4-D. libèrent les mêmes substances de division. On pourrait alors admettre que l'hydrazide maléique exercerait son action inhibitrice non pas sur les différentes substances de division telles qu'elles ont été introduites dans le milieu, mais sur les substances communes qui en dérivent.

## BIBLIOGRAPHIE

- ÅBERG, B. 1953. *Physiol. Plantar.* 6:277-291.  
ANDREAE, W. A. 1954. *Congr. Bot.* (sous presse).  
ANDREAE, W. A. and S. R. ANDREAE. 1953. *Can. Journ. Bot.* 31:426.  
BERTOSI, F. e A. CAPOZZI. 1952. *Bol. Soc. Ital. Biol. Sperimentale* 28:1117.  
BESSET, J. 1951. *C. R. Acad. Sc.* 232:2127.  
BOURIQUET, R. 1953. Communication personnelle.  
GAUTHERET, R. J. 1952. *C. R. Acad. Sc.* 234:2218.  
KULESCHA, Z. 1953. *C. R. Acad. Sc.* 236:958.  
KULESCHA, Z. 1954. *C. R. Acad. Sc.* 238:1060.  
KULESCHA, Z. et R. J. GAUTHERET. 1949. *C. R. Soc. Biol.* 143:460.  
LEOPOLD, A. C. and W. H. KLEIN. 1951. *Science* 114:9.  
LEOPOLD, A. C. and W. H. KLEIN. 1952. *Physiol. Plantar.* 5:91.  
MAC ILRATH, W. J. 1950. *Am. J. Bot.* 37:816.  
NAYLOR, A. W. and E. A. DAVIS. 1950. *Bot. Gaz.* 112:112.  
OVERBEEK, J. VAN. 1938 *Proc. Nat. Acad. Sci.* 24:42.  
PILET, P. E. 1953. *C. R. Acad. Sc.* 237:1430.  
SCHOEN, U. et G. MOREL. 1954. *C. R. Acad. Sc.* 238:2549.  
SCHOENE, D. L. and O. L. HOFFMANN. 1949. *Science* 109:588.  
WENT, F. W. 1928. *Rec. Trav. Bot. Néerl.* 25:1-116.