

chen muss. Dieses Resultat, welches nicht *a priori* vorausgesagt werden konnte, lässt an und für sich verschiedene Deutungen zu. Im Rahmen der biogenetischen Isoprenregel muss man aber daraus schliessen, dass beim Übergang von Mevalonsäure in Squalen die Decarboxylierung und Wasserabspaltung sterisch streng kontrolliert sind, und dass dadurch in den beiden endständigen Isopreneinheiten des Squalens lediglich eine Methylgruppe markiert ist, nämlich diejenige, die *cis*-ständig zum Wasserstoff am C(3) der Doppelbindung (Formel V) steht. Daraus folgt ferner, dass die Zyklisation zum Ring A ebenfalls streng stereospezifisch und in Sesselfaltung stattfinden muss (vgl. Schema V → VI).

Die mitgeteilten Resultate können als eine erste experimentelle Stütze der biogenetischen Isoprenregel bei pflanzlichen Triterpenen bewertet werden.

Über weitere experimentelle Einzelheiten wird an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

Diese Arbeit wurde durch den Schweizerischen Nationalfonds unterstützt. Ich danke PD Dr. H. KERN und Obergärtner HUMM (Botanisches Institut der ETH) für ihre wertvolle Hilfe bei den Keimungsversuchen, ferner Dr. W. KÜNG für die Ausführung radioaktiver Messungen und schliesslich Prof. L. Ruzicka für die Anregung zu diesen Versuchen. Dr. O. ISLER verdanke ich die verwendete Mevalonsäure.

D. ARIGONI

Organisch-chemisches Laboratorium der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich, 10. März 1958.

### Summary

The biosynthesis of pentacyclic triterpenes has been followed in germinating soja-beans with the aid of isotopic tracers.

PRO LABORATORIO

### Un dispositif sensible pour la mesure rapide d'attractions et de répulsions tropistiques chez des animaux grégaires

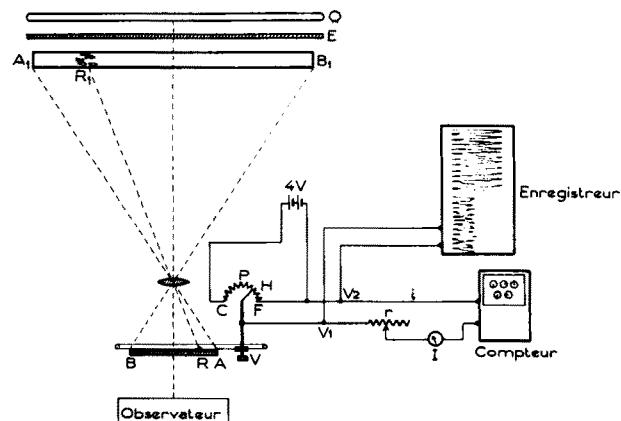
Pour mesurer des attractions et des répulsions tropistiques (phototropisme, chimiotropisme) VIAUD<sup>1</sup> a indiqué une méthode basée sur la mesure des déplacements du centre de gravité (C.G.) de groupes d'animaux. En plaçant un certain nombre d'animaux d'une espèce donnée au milieu d'un long tube cylindrique, il a constaté que la position du C.G. de la population, malgré les déplacements en tous sens des individus, ne change presque pas

<sup>1</sup> G. VIAUD, *Recherches expérimentales sur les Phototropisme des Daphnies* (Thèse, Strasbourg 1938); *Behaviour* 2, 163 (1950).

au cours du temps et se trouve au milieu du tube. Sous l'influence d'un stimulus agissant par un bout du tube, le C.G. momentané se déplace et oscille autour d'une nouvelle position et la distance entre cette nouvelle position et le milieu du tube mesure l'action attractive ou répulsive du stimulus.

Dans la pratique cette méthode consiste à prendre à des intervalles de temps réguliers des photographies instantanées de la position des animaux dans le tube, de déterminer sur chaque cliché le C.G. momentané, puis de calculer la moyenne des positions du C.G. pour chaque condition de stimulation.

Cette méthode de VIAUD s'applique aussi bien à des groupes d'animaux grégaires qu'à des animaux non grégaires. Dans le premier cas on peut cependant simplifier la méthode et la rendre beaucoup plus rapide en substituant aux nombreuses photographies un intégrateur électrique donnant automatiquement le déplacement moyen du C.G. Il nous a été ainsi possible de réaliser un nouveau dispositif que nous allons décrire et qui nous a servi surtout pour la mesure d'attractions et de répulsions tropistiques de poissons grégaires (*Rhodeus amarus* B).



Dispositif pour la mesure d'attractions et de répulsions tropistiques. Coupe horizontale.

Une cuve en verre A<sub>1</sub> B<sub>1</sub> (v. Figure) de longueur (70 cm) très grande par rapport aux autres dimensions (7 et 7 cm) contenant un groupe de 5 poissons grégaires, est éclairée uniformément par un écran diffuseur E à l'aide d'une lampe en tube Q. Au moyen d'une lentille L on projette l'image de la cuve sur un écran semi-transparent AB. Le long de cet écran on peut glisser un index mobile vertical R à l'aide d'un bouton tournant V. L'observateur suivra toujours les déplacements apparents de la position du C.G. (R<sub>1</sub>) en manœuvrant cet index. Cette opération est très aisée puisque les poissons forment un groupe qui occupe toujours un petit espace dans la cuve, de façon qu'on peut facilement localiser visuellement le C.G. du groupe.

Sur l'axe du bouton de commande V est fixé le curseur H d'un potentiomètre électrique P monté de façon telle que le courant qui passe par un ampèremètre I et un compteur électrique très sensible est proportionnel à la distance AR. Le courant est nul si l'index R coïncide avec l'image A de l'extrémité A<sub>1</sub> de la cuve. On transforme ainsi chaque distance A<sub>1</sub> R<sub>1</sub> du C.G. des poissons à l'extrémité A<sub>1</sub> de la cuve en un courant électrique d'intensité *i* de sorte que A<sub>1</sub> R<sub>1</sub> = *k* · *i*.

Le compteur électrique sert à faire la somme des courants d'intensité *i* variables pendant le temps *t* que dure l'expérience; somme que nous appellerons *n*. Elle est donnée directement par la lecture du cadran du compteur. L'expression *n/t* est la valeur moyenne des *i* pendant le temps *t*, en conséquence elle est aussi, puisque A<sub>1</sub> R<sub>1</sub> = *k* · *i* la mesure de la moyenne des distances A<sub>1</sub> R<sub>1</sub> pendant ce temps. Elle donne donc directement la mesure de la position moyenne du C.G. à la face A<sub>1</sub> de la cuve.

S'il n'y a aucun stimulus dans la cuve les poissons nagent régulièrement d'un bout à l'autre et l'expérience montre que le C.G. moyen se place avec une erreur de quelques millimètres seulement toujours au milieu de la cuve, ce qui se traduit par *n<sub>0</sub>*/*t* = const.

Par contre en plaçant un stimulus à un des bouts de l'aquarium on trouve, pour le même temps *t*, que le C.G. moyen se déplace; on obtient une autre valeur *n<sub>1</sub>* = *n<sub>0</sub>*. Nous avons standardisé toutes nos mesures à 10 min, dans ce cas la différence *n<sub>1</sub>* - *n<sub>0</sub>* donne directement le déplacement du C.G. moyen par rapport au milieu de la cuve. Comme la valeur constante *n<sub>0</sub>* correspond à la distance (35 cm) du milieu de la cuve à une des extrémités, la différence *n<sub>1</sub>* - *n<sub>0</sub>* correspondra à un déplacement de

$$\frac{35(n_1 - n_0)}{n_0} \text{ cm.}$$

*Etalonnage.* On détermine d'abord, sans l'aide des poissons, le nombre *n<sub>0</sub>* qui caractérise le milieu de la cuve en plaçant le curseur H en fin de course sur C et en faisant marcher le compteur pendant 10 min. Comme la valeur constante *i* du courant représente dans ce cas la longueur totale de la cuve, on lira sur le compteur un nombre 2 *n<sub>0</sub>* et c'est le nombre *n<sub>0</sub>* ainsi déterminé qui caractérise le milieu de la cuve.

D'une expérience à l'autre ce nombre 2 *n<sub>0</sub>* n'est constant que si *i* est constant ce qu'on vérifie à l'aide de l'ampèremètre I, et si la source qui alimente le potentiomètre a varié, on corrige *i* à l'aide du rhéostat *r*.

Dans certains cas il peut être utile de posséder des enregistrements des déplacements des animaux dans la cuve. On peut alors, comme il est visible sur la Figure, brancher entre V<sub>1</sub> et V<sub>2</sub> un voltmètre enregistreur.

E. HEINTZ

*Laboratoire de Psychologie Animale, Institut de Zoologie et de Biologie Générale de l'Université de Strasbourg, le 20 décembre 1957.*

#### Zusammenfassung

Nach der Methode von VIAUD zur Bestimmung der Verschiebung des Schwerpunktes von Tiergruppen unter dem Einfluss eines Stimulus, wird eine neue Apparatur beschrieben, die gestattet, die Abstossung oder die Anziehung bei Schwarm oder Gruppen bildenden Formen (animaux grégaires) rasch und genau zu messen. Die Apparatur funktioniert halbautomatisch, und die mittlere Verschiebung des Schwerpunktes der Tiergruppe wird mit Hilfe einer elektrischen Integration direkt bestimmt.

#### Mesure du chimiotropisme de poissons grégaires avec un nouveau dispositif sensible

Dans la communication précédente<sup>1</sup> nous avons décrit un dispositif sensible et semi-automatique pour la mesure rapide d'attractions et de répulsions tropistiques chez des animaux grégaires. Dans ce qui suit, nous allons donner quelques exemples d'utilisation du dispositif avec indication de la précision obtenue.

Décrivons d'abord la marche générale d'une mesure de chimiotropisme faite sur des bouvières (*Rhodeus amarus* B.).

Supposons que nous ayons placé un groupe de 5 bouvières dans la cuve d'expérience. Comme ces animaux sont très grégaires ils se rassemblent très vite près d'une des deux parois formant la section de la cuve, parce qu'ils voient leur image dans cette paroi. Pour supprimer cet effet, il suffit de fixer sur les deux parois à l'intérieur de la cuve deux papiers-filtres identiques de dimensions égales à celles de la section de la cuve (7 × 7 cm). A partir de ce moment le groupe de bouvières nage très régulièrement d'un bout à l'autre de la cuve.

On met alors le compteur en marche (expérience témoin). A l'aide du bouton de commande *V* (v. la Figure de la note précédente) on suit avec l'index *R* continuellement la position variable du C.G. du groupe pendant 10 min. A ce moment on arrête le compteur qui indique *n<sub>0</sub>*. Avec l'appareil que nous avons réalisé *n<sub>0</sub>* est dans la plupart des cas un nombre très voisin de 400. (*n<sub>0</sub>* = 400 correspondant d'après l'étalonnage au milieu de la cuve.) D'après notre expérience la précision obtenue sur dix mesures est de l'ordre de 400 ± 2, et d'après les nombreuses mesures que nous avons réalisées nous pouvons dire que l'erreur admissible sur une mesure est 400 ± 15.

C'est pourquoi, si dans une expérience témoin on trouve une valeur de *n<sub>0</sub>* supérieure à 415 ou inférieure à 385 nous considérons que la cuve n'est pas propre. Les bouvières sont extrêmement sensibles à de très petites quantités de substances chimiques. Il faut donc toujours nettoyer soigneusement la cuve après chaque expérience faite avec un stimulus chimique.

Après cette expérience-témoin on enlève un des papiers-filtre en le remplaçant par un autre imprégné de 1 cm<sup>3</sup> de la solution titrée contenant la substance dont on veut connaître l'action sur les bouvières. Les opérations à faire sont alors les mêmes que dans l'expérience-témoin. Mettre le compteur en marche et suivre le C.G. pendant 10 min. Le compteur indique alors *n<sub>1</sub>* et, comme nous l'avons montré dans la note précédente<sup>1</sup>, le rapport

$$\frac{35(n_1 - n_0)}{n_0}$$

donnera le déplacement en cm du C.G. sous l'influence de la quantité de stimulus contenue dans 1 cm<sup>3</sup> de solution.

Pour étudier l'action d'une autre quantité de stimulus, il faut vider la cuve, bien la nettoyer, refaire la mesure sur une population-témoin pour s'assurer que la cuve est bien propre.

Avec le dispositif décrit<sup>1</sup> nous avons étudié plus particulièrement le chimiotropisme des bouvières. Nous l'avons étudié avec diverses substances: Acide acétique, CIH, Pyridine et aussi avec la substance répulsive contenue dans la peau des bouvières (du type des «Schreckstoffe» de VON FRISCH).

<sup>1</sup> E. HEINTZ, Exper. 14, 155 (1958).