

BULLETIN FRANÇAIS DE PISCICULTURE

TRENTE-DEUXIÈME ANNÉE.

N° 196

31 MARS 1960.

EXPÉRIENCES SUR LA PERCEPTION VISUELLE DU MOUVEMENT CHEZ LA PERCHE ⁽¹⁾

par Paul C. BOULET

Assistant à la Faculté des Sciences de Strasbourg.

Pour le psychologue de laboratoire qui s'intéresse aux phénomènes perceptifs, tout ce qui a trait à la vision offre un immense champ d'études. Les aspects multiples de la perception des formes : perception des contours des objets, de leur volume ou de leur relief, et la perception des couleurs, ont donné lieu depuis de longues années à de nombreuses et fructueuses recherches, aussi bien chez l'Homme que chez l'animal. Par contre, aujourd'hui encore l'étude de la perception visuelle du mouvement est assez peu avancée.

Dans le but de contribuer à l'étude expérimentale de la perception visuelle du mouvement chez les Poissons, nous avons réalisé un appareil destiné à communiquer une vitesse donnée et contrôlable à une attrape se déplaçant dans le champ visuel d'un sujet dont on veut évaluer quantitativement les réactions aux objets en mouvement.

Cet appareil (fig. 1) se compose essentiellement d'une cuve en tôle galvanisée en forme de couloir circulaire, dont la paroi extérieure, de 2 mètres de tour, en plexiglas, permet à l'animal de voir le mobile se déplacer à l'extérieur de la cuve : ainsi seules les qualités visuelles du mobile entrent en ligne de compte et aucune influence vibratoire ou chimique n'intervient. Ce mobile est entraîné autour de la cuve par un système rigide, difficilement visible du Poisson, mû par un moteur

(1) Conférence faite devant la Société Centrale d'Aquiculture et de Pêche le 20 Décembre 1956, avec projection d'un film en couleurs.

Les expériences ont été effectuées au Laboratoire de Psychologie animale à la Faculté des Sciences de Strasbourg et au Musée Zoologique de Strasbourg.

électrique à démultiplication en nylon noyée dans un carter plein d'huile, parfaitement silencieux. Un tableau de commande porte le levier d'inversion du moteur (l'appareil pouvant fonctionner dans les deux sens), un chronomètre au 1/5 de seconde se déclenchant et s'arrêtant automatiquement pour un tour complet de l'attrape : il est facile de convertir le temps mis pour un tour en vitesse en centimètre-seconde ou en vitesse angulaire par rapport à l'œil du Poisson ; de plus un compteur de tours automatique indique le nombre de passages éventuellement nécessaires pour déclencher les réactions de poursuite. Ces dispositifs permettent d'observer en toute liberté les réactions de l'animal pendant les expériences sans s'occuper du fonctionnement de l'appareil.

Nos expériences ont porté sur la Perche (*Perca fluviatilis* L.), espèce vorace choisie pour son élevage facile et sa curiosité naturelle pour tout ce qui se meut. Nous disposions d'une série de 10 individus d'expériences, de 12 centimètres de longueur en moyenne, âgés de 3 étés selon les pisciculteurs. Ces Perches étaient conservées dans un aquarium à eau courante et aérée. Le transport de l'animal de cet aquarium à la cuve de l'appareil d'expérience perturbe son comportement normal ; à cause de cela, il est indispensable de le laisser reposer un quart d'heure avant le début des mesures. Quand le mobile passe dans le champ visuel du Poisson, on observe les réactions de celui-ci, les plus fréquentes étant les mouvements d'yeux ; ensuite viennent les mouvements des nageoires, ceux de tout le corps, enfin la poursuite. Les mouvements de la bouche peuvent aussi être notés, bien que manifestement ils ne soient pas toujours dûs au passage de l'attrape et soient par conséquent assez difficiles à interpréter. Toutes les réactions sont notées au fur et à mesure des observations par des signes conventionnels, et le temps de latence ainsi que la durée totale des poursuites sont mesurées au chronomètre.

I. — Étude des réactions de la Perche au mouvement uniforme de l'attrape.

Dans nos premières expériences il a été choisi un mobile de forme géométrique, afin de donner toute son importance au facteur mouvement ; on a adopté la forme sphérique pour éviter les changements d'aspect au cours du déplacement. Il s'agissait d'une petite sphère de 7 millimètres de diamètre taillée dans du liège synthétique d'un blanc très pur. La trajectoire était régulièrement circulaire, sans saccades. L'orientation du Poisson par rapport au déplacement du mobile n'est pas sans importance : en effet le poisson réagit mieux quand le mobile se déplace dans le même sens que lui que lorsqu'il se déplace en sens inverse ; nous avons donc donné dans toutes ces expériences au déplacement du mobile le sens du déplacement du Poisson.

Nous avons étudié en fonction des vitesses des déplacements de l'attrape les réactions du Poisson et leurs variations. Les différentes vitesses utilisées ont été en moyenne, d'après les données du chronomètre, de 585 ; 120,65 ; 99,38 ; 79,63 ; 59,85 ; 41,75 ; 22,75 ; 12,90 et

4,06 secondes pour un tour, ce qui correspond en centimètres par seconde à 0,34 ; 1,65 ; 2,05 ; 2,56 ; 3,40 ; 4,87 ; 8,97 ; 15,81 ; 50,25 et, en vitesses angulaires par rapport à l'œil du Poisson, à $1^{\circ}57'$, $9^{\circ}22'$, $11^{\circ}36'$, $14^{\circ}21'$, $18^{\circ}46'$, $25^{\circ}59'$, $41^{\circ}54'$, $57^{\circ}42'$ et $78^{\circ}45'$ par seconde de temps, la distance des yeux du Poisson au mobile au moment du passage de celui-ci à la normale étant d'environ 10 centimètres.

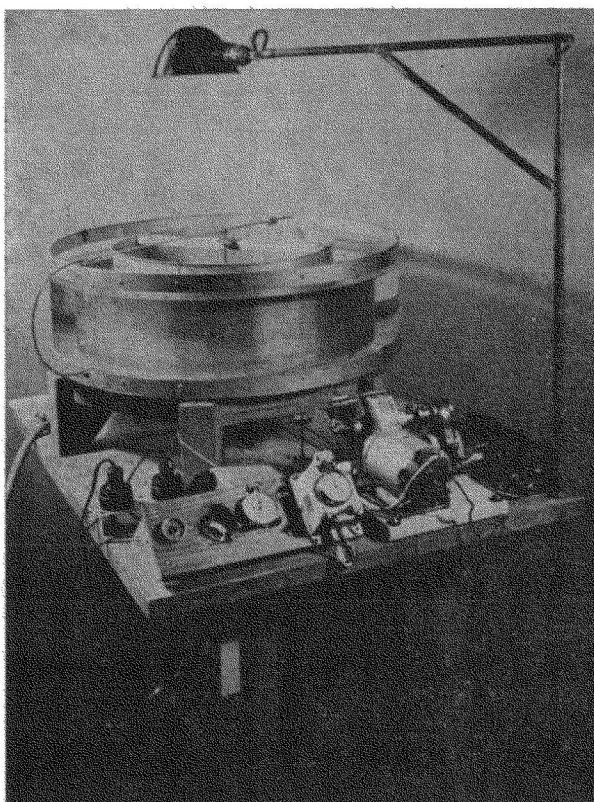


Fig. 1. — Vue d'ensemble de l'appareil d'expériences sur *Perca*.

Près de la paroi transparente de la cuve, vers la gauche, on aperçoit la petite attrape sphérique blanche et, en avant de la cuve, le tableau de commande. Pendant les observations, un écran opaque masque l'expérimentateur et deux retroviseurs permettent de suivre les évolutions du poisson quelle que soit sa position dans la cuve.

Nos résultats mettent en évidence les pourcentages des réactions positives obtenues en fonction des différentes vitesses de l'attrape. Il n'a pas été observé, dans ces conditions, de réactions négatives. Si nous examinons les courbes représentatives de ces pourcentages nous constatons que les réactions les plus fréquentes sont les mouvements d'yeux ; pour les vitesses angulaires comprises entre 14° et 26° par seconde nous obtenons facilement 100% de ces réactions (fig. 2). Le seuil des réactions oculaires pour la perception du mouvement paraît correspondre à une vitesse de $12^{\circ}/\text{sec.}$ pour la moitié des sujets ; à $78^{\circ}/\text{sec.}$ le mouvement

ne cause plus de réponses optomotrices en aucun cas. Les mouvements des nageoires et de la bouche commencent entre $12^{\circ}/\text{sec}$ et $18^{\circ}/\text{sec}$. pour la moitié des sujets et ne se produisent plus au-delà de $58^{\circ}/\text{sec}$. Les mouvements généraux du corps (sans locomotion toutefois) ont lieu dans des limites un peu plus restreintes sur l'échelle des vitesses angulaires du mobile : $18^{\circ}/\text{sec}$. à $58^{\circ}/\text{sec}$. Enfin les mouvements de poursuite ne se manifestent que dans 25% des cas au plus, et pour des vitesses de l'attrape allant de $18^{\circ}/\text{sec}$. à $26^{\circ}/\text{sec}$. environ.

En résumé, la Perche de 3 étés répond facilement au mouvement uniforme des objets, d'abord par des réactions d'yeux, puis des réactions de nageoires, enfin des mouvements généraux et des réactions de poursuite. L'étude quantitative de ces réactions en fonction des vitesses d'une attrape sphérique montre que le seuil de la perception du mouvement est d'environ 2 cm./sec. à 10 centimètres de distance ou $12^{\circ}/\text{sec}$. Pour les vitesses égales ou supérieures à 50 cm./sec., ou $78^{\circ}/\text{sec}$., toute perception du mouvement cesse.

Il nous fallait aussi connaître comment réagit la Perche en fonction de l'amplitude de déplacement de l'attrape, pour un certain nombre de vitesses de celle-ci.

Nous avons mis au point un dispositif s'adaptant à la cuve de notre appareil et destiné à cacher aux yeux du Poisson le déplacement du mobile, à l'exclusion d'un parcours de longueur désirée. Il s'agit de deux écrans rectangulaires de papier calque tendus chacun sur un châssis en fil de fer. Ces deux châssis, appliqués contre la paroi externe, en plexiglas, de la cuve, se trouvent côte à côte de telle façon que leurs bords voisins, plus ou moins éloignés, laissent entre eux une fente réglable en largeur. Cette fente détermine sur la trajectoire de l'attrape l'amplitude expérimentale visible pour les animaux. La Perche est introduite dans la cuve de l'appareil de mesures de 15 à 20 minutes avant le début des expériences, mais, au lieu de la laisser nager librement dans le couloir circulaire comme dans les expériences précédentes, on limite sa course par deux rectangles de rhodoïd afin qu'elle demeure toujours en face de la fente découpée par les deux écrans translucides; ainsi le déplacement restreint du mobile s'effectue nécessairement dans son champ visuel. Le modèle de l'attrape et la forme de sa trajectoire sont les mêmes que dans la première série d'expériences : une petite sphère blanche de 7 millimètres se déplaçant horizontalement autour de la cuve, à vitesse constante. Ces vitesses, déjà utilisées dans la première série, sont de 2,6, 5 et 9 cm./sec., soit, en vitesses angulaires, par rapport aux yeux du Poisson situés à environ 10 centimètres de l'attrape au moment du passage de celle-ci à la normale : $14^{\circ}34'$, $26^{\circ}34'$ et 42° par seconde de temps.

Les amplitudes du déplacement de l'attrape, réalisées par l'ouverture plus ou moins grande de la fente entre les écrans, sont de 0,5 centimètres, 1 centimètre, 2 centimètres, 5 centimètres, 10 centimètres, 15 centimètres et 25 centimètres; ce qui correspond en déplacements angulaires par rapport aux yeux du Poisson à : $2^{\circ}52'$, $5^{\circ}43'$, $11^{\circ}19'$, $26^{\circ}34'$, 45° , $56^{\circ}19'$ et $68^{\circ}12'$. Au delà de 25 centimètres d'amplitude, le Pois-

son se comporte comme si l'attrape effectuait un parcours illimité et pour chaque vitesse considérée les pourcentages des réactions sont très voisins de ceux que nous avons indiqués dans nos expériences précédentes.

Dans cette étude nous n'avons retenu que les pourcentages des réactions oculaires : en effet, pour les faibles amplitudes il est difficile de noter avec précision les mouvements de nageoires et d'ensemble du

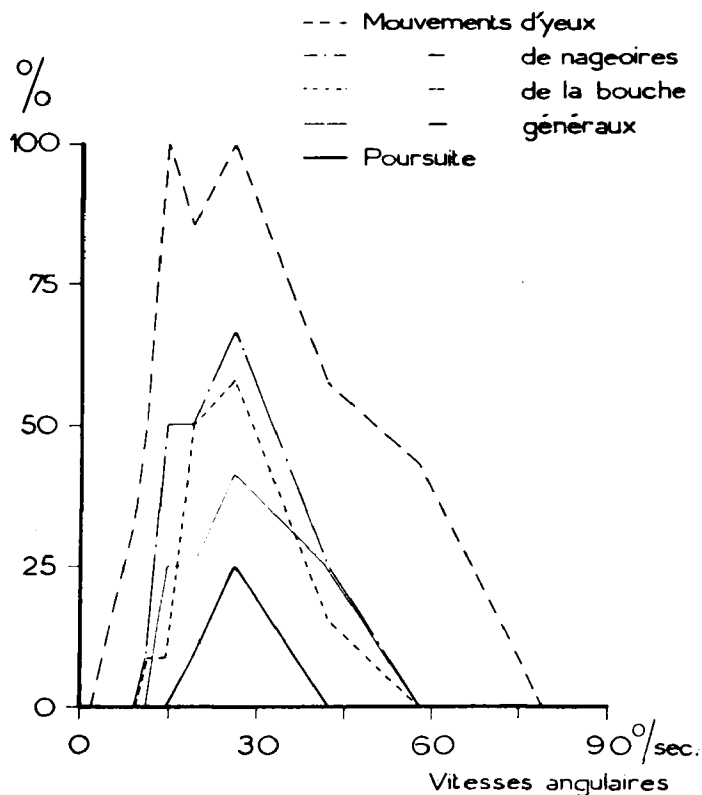


Fig. 2. — Pourcentages des réactions de *Perca* en fonction des vitesses angulaires d'une attrape sphérique (trajectoire horizontale, mouvement uniforme).

corps de l'animal, à travers une fente étroite ; par contre l'œil, de petite dimension, étant facilement repérable, aucune de ses réactions n'a pu être omise.

Pour chacune des vitesses utilisées une courbe représentative exprime le pourcentage des réactions oculaires de nos Perches en fonction de l'amplitude angulaire du déplacement de l'attrape, et l'examen des résultats met en évidence trois faits : 1° Jusqu'à 25 centimètres d'amplitude (68°12') il y a croissance des réactions oculaires ; 2° La vitesse est sans influence sur le pourcentage de ces réactions oculaires jusqu'à une amplitude de 10 centimètres (45°) ; 3° Le seuil absolu des réactions oculaires est assez bas : le Poisson commence à réagir pour une ampli-

tude liminaire de déplacement de l'attrape de 0,5 à 1 centimètre (dans ces conditions pour la vitesse maximum du mobile utilisée, c'est-à-dire 42°/sec., le Poisson aperçoit l'attrape durant 1/10 de seconde environ). En amplitude angulaire, ce seuil se situe entre 2°52' et 5°43'. Il est relativement élevé si nous le comparons aux résultats obtenus chez l'Homme. D'après BASLER, l'amplitude liminaire de déplacement d'un mobile est de 20'' pour l'œil humain (c'est-à-dire le 1/3 seulement de son acuité normale).

II. — Étude des réactions de la Perche au déplacement sinusoïdal de l'attrape.

Afin d'étudier la perception visuelle du mouvement sinusoïdal chez la Perche, l'appareil décrit plus haut, a été modifié de manière à obtenir une trajectoire de l'attrape en forme de sinusoïde dont on peut faire varier la vitesse de propagation, la fréquence et l'amplitude. Nous avons étudié les réactions des Poissons à diverses vitesses de propagation du mouvement ondulatoire de l'attrape : zéro (mouvement vertical périodique) 2,02 cm./sec., 3,29 cm./sec., 4,83 cm./sec. et 15,43 cm./sec., soit en vitesses angulaires : 11°30' par seconde de temps, 18°/sec., 26°/sec., 57°/sec., les yeux du Poisson étant situés à 10 centimètres en moyenne de l'attrape au moment du passage de celle-ci. Les fréquences utilisées ont été de 1/2, 1, 2 et 4 oscillations doubles par seconde, et les amplitudes doubles de : 0,25, 1, 2, 3, 4, 7 et 10 centimètres. Dans chaque cas de vitesse de propagation utilisée, le pourcentage des réponses est établi en fonction de l'amplitude et pour diverses fréquences. Nous n'avons retenu dans ces expériences que les résultats relatifs aux réactions oculaires et aux mouvements généraux.

La figure 3 représente le pourcentage des réponses en fonction de l'amplitude pour la vitesse de propagation zéro. A la fréquence 4, le pourcentage des réactions oculaires atteint son maximum pour une amplitude de 2 centimètres (100% de réponses) et s'annule pour 4 centimètres d'amplitude; à cette fréquence il y a maximum des mouvements généraux (45% de réponses positives) avec 1 centimètre d'amplitude; maximum de mouvements généraux négatifs (35% de réponses négatives) avec 3 centimètres d'amplitude, et à 4 centimètres d'amplitude il n'y a plus de mouvements généraux. Nous obtenons des courbes de même allure avec les autres fréquences, mais nous constatons que les points homologues remarquables des courbes du graphique (maxima, annulations) correspondent à des amplitudes inversement proportionnelles aux fréquences. Chaque point en question est donc caractérisé par un produit constant : fréquence \times amplitude, et ce produit est égal à la moitié de la vitesse moyenne de l'attrape, car celle-ci est égale au double produit de la fréquence par l'amplitude. Nous pouvons en conclure que le facteur principal déterminant les réactions dans le cas du mouvement vertical alternatif est la vitesse moyenne de l'attrape.

Dans le cas du mouvement sinusoïdal proprement dit, nous obtenons des résultats dont l'examen montre que c'est encore surtout la vitesse réelle de l'attrape qui compte dans le déterminisme des réactions. Ainsi pour la vitesse de propagation de $26^{\circ}/\text{sec.}$, les vitesses réelles de l'attrape sont (successivement aux fréquences de 1, 2 et 4) : maximum des réactions oculaires : 45° , 45° , $43^{\circ}30'/\text{sec.}$; cessation des réactions oculaires 73° , 73° , $72^{\circ}30'/\text{sec.}$; maximum positif des mouvements généraux : 31° , 35° , $31^{\circ}/\text{sec.}$; passage des réponses positives aux réponses négatives des mouvements généraux : $53^{\circ}30'$, $52^{\circ}30'$, $56^{\circ}30'/\text{sec.}$, maximum négatif des mouvements généraux : $63^{\circ}30'$, $64^{\circ}30'$, $66^{\circ}30'/\text{sec.}$; cessation des mouvements généraux 70° , 71° , $72^{\circ}30'/\text{sec.}$. Aux autres

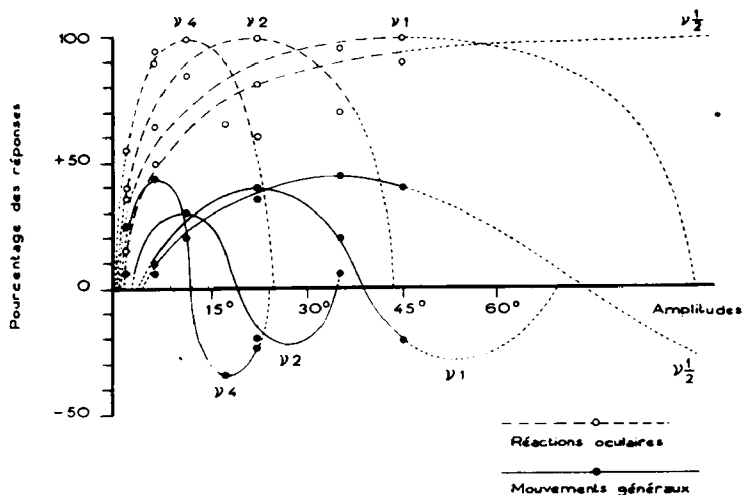


Fig. 3. — Pourcentages des réponses de *Perca* au déplacement vertical alternatif d'une attrape sphérique de 7 mm. de diamètre, en fonction de l'amplitude du mouvement.

vitesses de propagation nous obtenons, pour les points homologues remarquables, des vitesses réelles de l'attrape voisines de celles-ci.

Cependant si nous étudions les variations des pourcentages des réactions en fonction de la vitesse réelle de l'attrape sur sa trajectoire, les courbes obtenues dans chaque cas de vitesse de propagation considéré ne se superposent pas exactement les unes aux autres. De plus elles ne se superposent pas à la courbe qui résume nos observations antérieures sur la perception du mouvement uniforme de la Perche. Ces faits expriment l'action de la forme de la trajectoire sur les réponses et montrent notamment que : si la trajectoire est horizontale, les pourcentages des réactions oculaires diminuent rapidement avec la vitesse de l'attrape et il n'y a pas de réactions de crainte ; si la trajectoire est sinusoïdale, la chute des réactions oculaires a lieu pour des vitesses réelles plus élevées et des réactions de crainte apparaissent.

En résumé la Perche de deux étés perçoit le mouvement sinusoïdal d'une attrape sphérique blanche de 7 millimètres de diamètre. Ses réactions sont essentiellement fonction de la vitesse réelle de l'attrape sur

sa trajectoire. Cependant dans une certaine mesure la forme de la trajectoire a une action sur les réponses. Avec l'attrape utilisée toutes les réactions cessent pour une vitesse réelle de l'attrape voisine de 75°/sec., quelle que soit la forme de la trajectoire.

III. — Réactions au déplacement horizontal saccadé.

Nous avons étudié précédemment les réactions de la Perche au déplacement d'une attrape sphérique dont la trajectoire était de trois types : horizontale (mouvement uniforme), verticale (mouvement alternatif) et sinusoidale. D'après ces observations nous avons conclu que la forme de la trajectoire a très peu d'importance sur les réactions de la Perche. Le facteur essentiel de ces réactions causées par des mouvements variés de l'attrape est la vitesse propre de celle-ci. Pourtant plusieurs pêcheurs qui pratiquent la pêche au lancer ont attiré notre attention sur le fait que les Poissons voraces sont fortement attirés par les déplacements saccadés du leurre ; d'après ces observations ce serait non pas la vitesse du mobile, mais ses accélérations répétées qui déclencheraient les réactions des Poissons. Dans quelle mesure cette affirmation est-elle exacte en ce qui concerne la perception exclusivement *visuelle* du mouvement ? Le but des recherches résumées dans ce paragraphe est de répondre à cette question.

Notre appareil d'expériences a été modifié de manière à obtenir des sauts réguliers de l'attrape (fréquences : $\frac{1}{2}$ à 4 par seconde, longueurs des sauts horizontaux de 4 mm. à 30 cm). Plusieurs séries d'expériences ont montré que la Perche réagit au mouvement saccadé d'une attrape sphérique de 7 millimètres de diamètre. Comme dans toutes les expériences réalisées jusqu'ici, ses réactions sont essentiellement fonction de la vitesse réelle de l'attrape sur sa trajectoire, pendant les sauts. Dans les conditions où nous avons opéré, cette vitesse réelle est environ le double de la vitesse moyenne de translation de l'attrape compte tenu des arrêts.

Les différentes formes de trajectoires utilisées (déterminées par la fréquence des sauts) n'ont pas d'action sensible sur les réactions, sauf dans le cas des fréquences élevées où les Poissons répondent comme s'il s'agissait de trajectoires à mouvement uniforme, en raison d'une apparence de fusionnement des sauts en un déplacement continu.

Ainsi, contrairement aux affirmations des pêcheurs au lancer, les trajectoires à mouvement saccadés ne sont pas plus stimulantes que les autres, dans les conditions où nous expérimentons, c'est-à-dire où seule la perception *visuelle* des mouvements intervient. Ce problème sera examiné plus loin.

IV. — Réactions au déplacement en « nage de Daphnie ».

On sait que la Daphnie ou Puce d'eau, petit Crustacé Cladocère souvent dévoré par les prédateurs, se déplace à l'aide de ses antennes qui lui tiennent lieu de rames ; un coup d'antennes-rames projette la Daphnie en avant et vers le haut, en un saut brusque oblique à peu près rectiligne. Au deuxième temps, les antennes ont un rôle passif et fonctionnent comme parachute. L'amplitude habituelle des sauts est de 1 ou 2 millimètres ; leur fréquence de 1 ou 2 sauts par seconde. Cette forme de trajectoire au dessin en dents de scie d'aspect assez complexe, est en réalité très facile à réaliser avec notre appareillage. Il suffit en effet, pour l'obtenir, de combiner le mouvement sinusoïdal et le mouvement saccadé grâce à un réglage précis. La Perche est particulièrement sensible au déplacement d'une attrape dans ces conditions. Même avec de faibles amplitudes verticales, nous observons aux vitesses basses 100 % de réactions oculaires ; les mouvements du corps sont fortement positifs. Mais en revanche on observe de fortes réactions négatives dès que l'amplitude verticale atteint une certaine valeur. Néanmoins bien que la forme de la trajectoire ait une action indiscutable, nous avons constaté une fois de plus que c'est le facteur vitesse réelle de déplacement de l'attrape qui a le plus d'importance.

V. — Action du diamètre de l'attrape sphérique.

Jusqu'à présent nous avons parlé d'expériences systématiques sur la perception visuelle du mouvement chez la Perche réalisées avec une attrape sphérique de 7 millimètres de diamètre (diamètre angulaire : 4° au moment du passage de l'attrape devant les yeux du Poisson situé à 10 cm.). Il nous faut étudier maintenant les réactions des Perches à des attrapes sphériques de diamètres différents. Nous avons taillé au rasoir et poli au papier abrasif 6 sphères de diamètres différents dans du liège synthétique que les entomologistes allemands emploient pour piquer les insectes de collection. Les diamètres ont été de 2 millimètres, 4 millimètres, 7 millimètres, 12 millimètres, 20 millimètres et 30 millimètres ; c'est-à-dire 1°, 2°30', 4°, 7°, 11°30' et 17° en diamètre apparent. Si nous résumons nos résultats nous pouvons dire que les faibles diamètres laissent le sujet indifférent, que les diamètres moyens sont les plus stimulants, tandis que (fig. 5) les grands diamètres déclenchent de fortes réactions négatives.

VI. — Action de la forme de l'attrape.

Fréquemment les pêcheurs au lancer utilisent comme attrapes des imitations de petits animaux : poissons métalliques, vers en caoutchouc, etc. Nous nous sommes demandé si la Perche présente des différences de sensibilité au mouvement d'objets dont les contours sont plus

ou moins compliqués. Nous avons utilisé pour cela des attrapes de forme sphérique, cubique et tétraédrique. Afin d'expérimenter avec une attrape plus anguleuse, nous avons réalisé une attrape représentant les axes d'un tétraèdre régulier (ressemblant un peu à une larve *Pluteus*). Ces expériences réalisées avec des attrapes géométriques ont été complétées par quelques essais avec des leurres de pêche : poisson métallique, ver de terre en caoutchouc, grillon en matière plastique.

Deux formes de trajectoires ont été utilisées : d'une part une trajectoire horizontale à mouvement uniforme, avec vitesse de translation de l'attrape de 5 cm./sec., soit 26°/sec. en vitesse angulaire, et, d'autre part, une trajectoire sinusoïdale, avec une vitesse de propagation de l'onde de 5 cm./sec., une fréquence de 1 et une amplitude de 2 centimètres. Dans le cas d'une trajectoire horizontale, la forme de l'attrape a très peu d'influence sur les réponses de la Perche au mouvement de l'objet. Tout au plus y a-t-il une très légère augmentation des pourcentages avec les formes très anguleuses. Dans le cas du mouvement sinusoïdal il y a une croissance assez nette des réactions de la Perche en fonction de la complication de la forme de l'attrape.

Pendant la forme de l'attrape ne peut être considérée comme un facteur très important dans la perception visuelle du mouvement chez la Perche. Ceci se confirme si l'on fait circuler dans le champ visuel de la Perche non plus un objet de forme géométrique, mais un leurre de pêcheur : les résultats que nous avons obtenus avec un petit poisson métallique, un ver de terre ou un grillon artificiels, sont très voisins de ceux que nous avons pu obtenir avec des attrapes de forme géométrique : tout au plus la moitié des sujets répondent positivement. En somme, visuellement, la Perche n'est pas extrêmement sensible aux différences de forme.

VII. — Action de la couleur de l'attrape.

Pour étudier l'action de la couleur de l'attrape, nous avons confectionné de petits cylindres en papier colorés de Hering. Ces cylindres avaient tous 1 centimètre de diamètre et 1 centimètre de haut. Les longueurs d'ondes approximatives employées ont été les suivantes : 475 μ (couleur : bleu-roi) ; 550 μ (couleur : vert clair) ; 580 μ (couleur : jaune vif) ; 665 μ (couleur : rouge foncé). Nous avons employé une trajectoire horizontale à mouvement uniforme (vitesse de déplacement de l'attrape : 5 cm./sec.).

Cette dimension d'attrape, relativement importante, est défavorable à l'obtention des réactions positives, et nous avons obtenu surtout des réactions négatives, sauf avec l'attrape de couleur rouge pour laquelle au contraire nous avons obtenu de fortes réactions positives. Ainsi il semble bien que la couleur joue un rôle accessoire dans la perception visuelle du mouvement chez la Perche. Mais il faut faire une exception pour le rouge qui semble très favorable à l'obtention des poursuites.

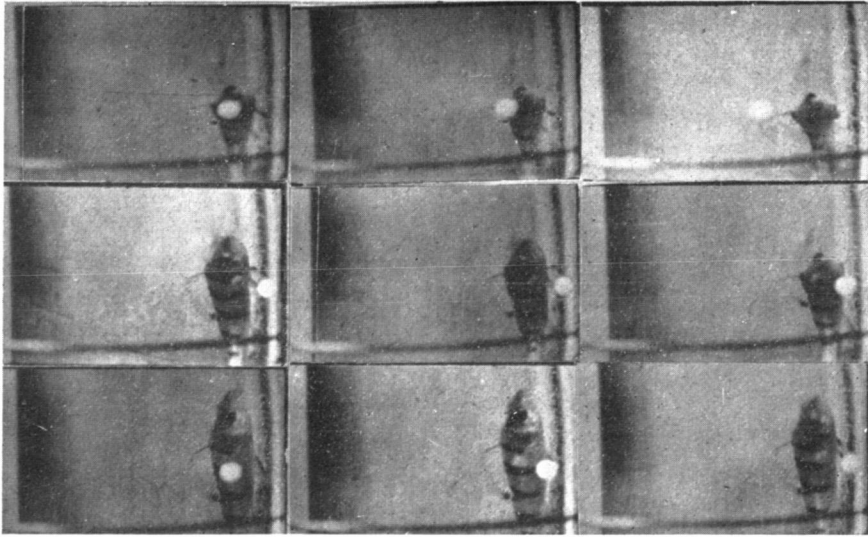


Fig. 4.

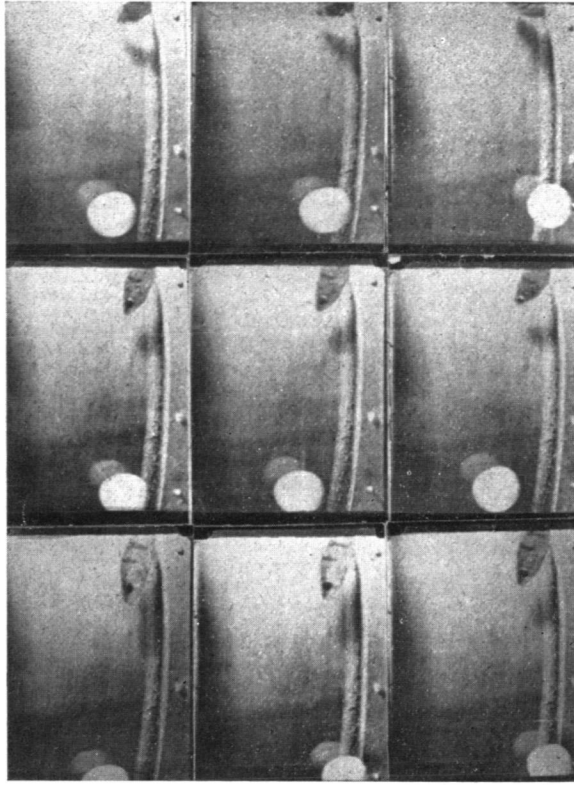


Fig. 5.

Fig. 4. Mouvement vertical alternatif de fréquence $1/2$ d'une sphère de 7 millimètres de diamètre ; réaction positive de la Perche.

Fig. 5. Influence de la dimension de l'attrape. Mouvement sinusoidal d'une sphère de 30 millimètre de diamètre ; réaction négative de la Perche.

Ces images, extraites d'un film, se succèdent de haut en bas et de droite à gauche. Cadence : 8 images/seconde environ.

VIII. — Effet grégaire.

Dans cette série d'expériences nous avons remplacé le sujet unique par des groupes de Perches en nombre varié (de 1 à 8) dont on observe les réactions au passage d'une attrape qui se déplace à une vitesse donnée, ceci dans le but de savoir s'il existe un effet grégaire chez les Perches qui voient se mouvoir un objet. Notons que les Perches en groupe qui viennent d'être mises dans la cuve de l'appareil, reprennent leur comportement normal plus rapidement que lorsqu'il s'agit d'individus isolés, et bien vite on les voit nager librement au voisinage l'une de l'autre. En ce qui concerne le mobile et sa trajectoire, les caractéristiques sont les mêmes que dans nos premières expériences : sphère blanche de 7 millimètres de diamètre, trajectoire horizontale à mouvement uniforme.

Les résultats relatifs aux réactions oculaires, aux mouvements de nageoires et aux mouvements généraux varient peu en fonction du nombre de sujets en expérience : il y a augmentation sensible des réactions jusqu'au 7^e jour de jeûne. Le nombre des réactions reste à peu près constant jusqu'au 15^e jour de jeûne, mais à partir du 15^e jour, le nombre des réactions croît considérablement. On peut en conclure que, pour ces types de réactions, il n'y a pas d'effet grégaire ; seule la motivation individuelle intervient. Par contre les courbes concernant les *poursuites* ne sont plus comparables quand le 15^e jour de jeûne est atteint, selon que l'on considère des groupes composés de 1 à 5 individus ou des groupes de 6 à 8 individus : jusqu'à 5 Perches il y a augmentation peu sensible de poursuites à partir du 15^e jour, alors qu'il y en a environ quatre fois plus dans les groupes de plus de cinq individus. Chose curieuse les poursuites se produisent d'autant plus tôt après le dernier repas des Poissons que ceux-ci sont plus nombreux : il faut attendre le 10^e jour de jeûne pour que les poursuites apparaissent avec 2 Poissons, le 7^e jour pour 3 ou 4 Poissons ; pour 5 Poissons il n'y a pas eu de poursuites, mais avec 6 Poissons nous en avons dès le 5^e jour de jeûne, avec 7 dès le 3^e jour, et déjà dès le second jour de jeûne avec 8 Poissons. Cette compensation entre la durée du jeûne et l'importance du groupe a pu être constatée pour diverses vitesses du mobile (fig. 6).

IX. — Expériences complémentaires.

Nos résultats sont un peu décevants en ce qui concerne l'expérimentation avec les formes de leurres qu'emploient habituellement les pêcheurs et si nous nous rapportons à nos expériences faites sur la Perche avec des trajectoires complexes, saccadées notamment, nous sommes en contradiction avec les observations des praticiens de la pêche au lancer. Pour trancher la question nous avons effectué quelques expériences complémentaires au cours desquelles nous avons fait circuler le mobile *dans l'eau*, à l'intérieur de la cuve de l'appareil qui a servi à toutes nos

mesures. Tout d'abord il faut remarquer que chez la Perche la forme sphérique donne de mauvais résultats, lorsque le mobile circule dans l'eau, ceci à toutes les vitesses de translation. Si la vitesse est faible (moins de 26°/s.) les sujets sont indifférents, et si la vitesse augmente, des réactions de crainte apparaissent immédiatement : dès la vitesse angulaire de 40°/s. les fuites sont fréquentes. Ces résultats nous ont beaucoup surpris. Il conviendrait de faire une étude systématique de cette question : peut-être l'attrape sphérique engendre-t-elle, dans la cuve d'expériences de forme circulaire, un système d'ondes défavorables ? Ou bien, lorsque le phénomène visuel n'est plus seul en cause, il est possible que la forme du mobile ne soit plus sans importance pour la Perche.

Nous avons vu qu'avec un mobile de forme complexe (petit poisson métallique, ver en caoutchouc, grillon en matière plastique), les résultats sont très voisins de ceux que nous avons obtenus avec une sphère ou tout autre objet de forme géométrique, quand ces différents mobiles circulent *hors de l'eau*. Mais quand l'objet circule *dans l'eau*, les résultats sont totalement différents. Tout d'abord, il n'y a jamais de bonnes réactions avec le grillon ; quant au ver de terre, à cause probablement de la trop grande taille de notre échantillon, il laisse les Perches indifférentes ou les effraie, ceci quelle que soit la vitesse de propagation utilisée. En ce qui concerne le poisson artificiel, les vitesses faibles et modérées ne donnent aucune réaction, contrairement à ce que nous attendions, et il faut que la vitesse atteigne au moins 57°/sec. pour qu'il y ait des réponses positives. Celles-ci deviennent très nettes : attaques violentes, tentatives de capture, avec des vitesses encore plus élevées : 78°/sec !

En définitive, trois faits retiennent notre attention : la vitesse optimum de propagation dans l'eau correspond à peu près à celle que nous avons notée au moment de l'extinction des réactions oculaires quand le mobile circule hors de l'eau, ce qui montre que l'absence totale de réactions observables ne signifie pas, nécessairement, que le Poisson ne voit plus l'attrape : cela signifie que, visuellement, cette vitesse n'est plus stimulante, tout simplement.

Quand le mobile circule *dans l'eau* les réactions sont plus fortes dans le cas du mouvement saccadé que lorsqu'il s'agit d'un mouvement uniforme ou sinusoïdal, probablement parce que, dans ces conditions, les vibrations de l'eau sont plus nettes. Ce que les pêcheurs au lancer nous avaient enseigné se trouve alors confirmé.

Enfin pour obtenir des réactions positives, des poursuites et des attaques notamment, il faut, lorsque le mobile circule dans l'eau, des vitesses nettement supérieures à celles susceptibles de provoquer des réactions analogues quand le mobile circule hors de l'eau et il est curieux de constater que dans un comportement aussi vital que celui de prédation les facultés psycho-physiologiques de la Perche ne semblent guère s'additionner : quand elle perçoit au maximum, par sa ligne latérale, le choc des ondes engendrées par le déplacement d'un objet, la vitesse du mobile est alors telle que, visuellement, cet objet la laisserait indifférente !

Des essais sur la perception chimique de la Perche, combinée à la perception visuelle du mouvement, ne nous ont pas apporté de réponse

bien décisives à la question de l'importance relative de ces deux types de perception. Un broyat de Vers de terre, filtré et mélangé à de l'eau, est introduit goutte à goutte dans la cuve d'expérience. Aussitôt, le sujet qui s'y trouve adopte un « comportement de recherche », et la saveur qui se propage dans l'eau de la cuve accapare toute son attention, si bien qu'il ne s'intéresse que très médiocrement au passage de l'attrape.

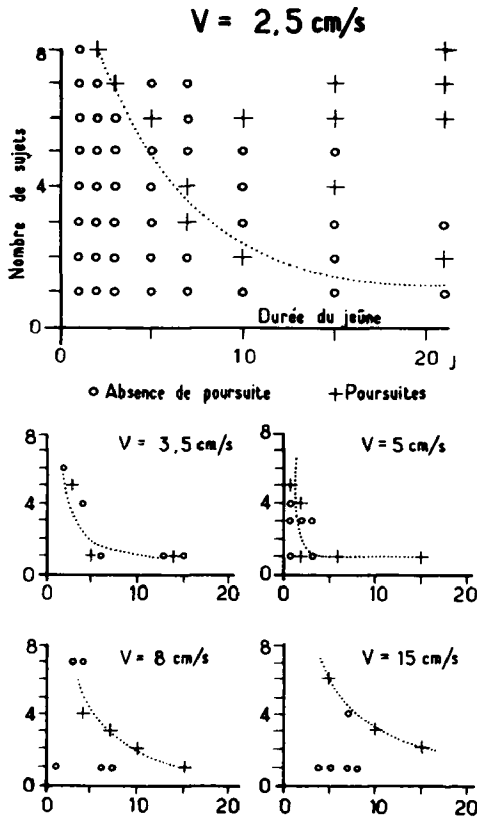


Fig. 6. — Effet grégaire : compensation entre motivation et importance du groupe.

Remarquons ici qu'une expérimentation comporte toujours quelque chose d'artificiel. Dans le cas de nos recherches par exemple, nous avons isolé systématiquement la perception visuelle du mouvement de toute autre perception, car bien entendu il n'est guère possible d'étudier expérimentalement un phénomène sans l'abstraire. Mais dans la nature tout marche de concert, le Poisson est averti, guidé par tout un complexe de signaux : visuels, vibratoires et autres, et il est bon dans toute étude de biologie expérimentale, de ne jamais perdre de vue cette simultanéité des phénomènes naturels.

CONCLUSIONS

La Perche possède une bonne perception visuelle du mouvement pourvu que le mobile soit assez volumineux (sphère de plus de 2 mm. de diamètre, à 10 cm. des yeux du sujet), et que sa vitesse de translation soit comprise entre 2 cm./s. (12°/s.) et 50 cm./s. (78°/s.). La dimension du mobile et sa vitesse de translation sont les seuls caractéristiques essentielles qui déterminent les réactions de la Perche. Toutes les autres caractéristiques jouent un rôle parfois non négligeable, mais toujours secondaire.

I. — CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DE L'OBJET EN MOUVEMENT.

Dimension.

Si l'objet est très petit (2 mm.), la plupart des sujets sont indifférents à son passage, quelle que soit la vitesse de translation, quelle que soit la forme de la trajectoire : horizontale à mouvement uniforme ou sinusoïdes diverses. Avec des dimensions plus importantes (de 4 à 7 mm.) nous obtenons le maximum de réactions positives aux vitesses modérées de translation du mobile. Au delà de ces dimensions, des réactions négatives apparaissent, même si l'on emploie des vitesses de translation favorables au déclenchement des réactions positives, et avec une grosse sphère (30 mm. de diamètre ou 17°) on n'observe plus aucune réaction positive, quelle que soit la vitesse de translation du mobile.

Vitesse.

Les vitesses très faibles (au-dessous de 2 cm./s., soit moins de 11°30'/s.) ne provoquent aucune réaction, sauf chez quelques rares sujets. Avec des vitesses supérieures à 50 cm./s. (78°30'/s.), l'animal ne prête plus attention au mobile qui sort trop vite de son champ visuel. Entre ces deux vitesses extrêmes existe un domaine de vitesses qui déterminent deux types de réactions opposés : les vitesses modérées (environ 26°/s.) provoquent le maximum de réactions positives avec une sphère de 7 millimètres ; les vitesses plus élevées (au voisinage de 65°/s.) provoquent habituellement des réactions de crainte et des fuites. Les vitesses qui déterminent les pourcentages d'un type donné de réactions (maximum des réactions positives par exemple) sont toujours assez voisines, quelle que soit la forme de la trajectoire. Ainsi, toutes nos expériences ont montré que c'est la *vitesse réelle* de translation de l'attrape sur sa trajectoire qui est le facteur principal de déclenchement des réactions de la Perche, bien entendu en ce qui concerne la perception strictement visuelle du mouvement, toute influence vibratoire ou chimique étant éliminée.

II. — CARACTÉRISTIQUES SECONDAIRES DE L'OBJET EN MOUVEMENT.

Forme de sa trajectoire.

Elle a, dans l'ensemble, assez peu d'importance. Cependant si nous utilisons une sphère d'un diamètre de 7 millimètres, nous pouvons classer les trajectoires en trois catégories :

— les trajectoires horizontales à mouvement uniforme qui ne déclenchent pas de réactions négatives ;

— les trajectoires à périodes suivantes : verticales à mouvement alternatif ; sinusoïdales ; à mouvement saccadé, qui provoquent soit des réactions négatives soit des réactions positives, selon la vitesse de translation du mobile ;

— enfin les trajectoires en nage de Daphnie, très stimulantes à de faibles vitesses réelles.

Couleur de l'objet.

Le rôle de ce facteur n'est pas considérable. Il semble cependant que les tons bleu foncé ou vert soient moins stimulants que la sphère blanche que nous avons généralement employée, ces couleurs à courte longueur d'onde semblant donner surtout des réactions négatives. Seule la couleur rouge est fortement stimulante.

Forme de l'objet.

Les formes géométriques simples ont des effets très voisins, qu'il s'agisse d'une sphère, d'un cube ou d'un tétraèdre, mais les formes hérissées sont les plus favorables. Par contre, les formes complexes (leurres habituels de la pêche) ne sont pas beaucoup plus stimulantes que les précédentes quand il s'agit de la perception exclusivement *visuelle* du mouvement.
