

Ontogenèse des préférences alimentaires chez la Seiche, Sepia officinalis

Charles Perrier

▶ **To cite this version:**

Charles Perrier. Ontogenèse des préférences alimentaires chez la Seiche, Sepia officinalis. [Stage] Université de Caen (France). 2005, pp.1-19. hal-02921700

HAL Id: hal-02921700
https://hal.inrae.fr/hal-02921700

Submitted on 25 Aug 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université de RENNES I
UFR S.V.E.
M1 B.O.P.E.
Pr. RICHARD, Responsable

Etude réalisée dans le cadre d'un stage de M1 Biologie des Organismes Populations et Ecosystèmes

---

Ontogenèse des préférences alimentaires chez la Seiche, *Sepia officinalis*.

Charles PERRIER

Laboratoire de Physiologie du Comportement des Céphalopodes, Université de Caen
Directeur et Responsable de stage : Pr. R. CHICHERY

Juin 2005

SOMMAIRE :

PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL : 3

I / INTRODUCTION : 4

II / MATERIEL – METHODE – TRAITEMENT DES DONNEES : 6

II,1/ Matériel biologique 6
II,1,1/ Généralités sur les Céphalopodes 6
II,1,2/ Sujets expérimentaux 6

II,2/ Méthode 8
II,2,1/ Exposition des crabes aux juvéniles 8
II,2,2/ Test de préférence alimentaire 8

II,3/ Analyse statistique 10

III / RESULTATS : 10

III ,1/ Préférence alimentaire des seiches en fonction de la durée de leur exposition à des crabes 10

III,2/ Influence de la densité de crabes exposés sur la modification des préférences alimentaires 11
..... 12

IV /DISCUSSION : 12

BILAN PERSONNEL : 15

REMERCIEMENTS : 15

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 16

PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL :

Laboratoire de Psychophysiologie
Equipe EA 3211, Physiologie du Comportement des Céphalopodes
Esplanade de la Paix, Université de Caen
14032 Caen cedex France

Ce stage a été effectué au sein de l'équipe d'accueil « Physiologie du Comportement des Céphalopodes » à l'Université de Caen. Les expérimentations se sont déroulées au Centre de Recherche en Environnement Côtier (C.R.E.C.) situé à Luc sur Mer.

Les études menées par cette équipe se situent typiquement à l'interface Neurosciences-Comportement. En utilisant le modèle *Sepia officinalis,* les récents travaux se sont concentrés sur la plasticité comportementale de *Sepia*, incluant : apprentissage et mémoire, comportements défensifs et prédateurs en parallèle avec une exploration fonctionnelle du système nerveux. Chez les juvéniles, les études sont focalisées sur la plasticité phénotypique de ces comportements (influence de la richesse du milieu d'élevage) en relation avec la Neurogénèse et l'étude de la stabilisation post embryonnaire des réseaux du système nerveux.

Cette équipe est composée actuellement de deux professeurs, trois maîtres de conférences, trois techniciens, quatre doctorants dont un ATER, un étudiant en Master 2. Cette équipe est rattachée au secteur des Neurosciences et accueille des étudiants de master 2 de biologie cellulaire de l'Université de Caen/Rouen, et de biologie du comportement de l'université de Paris XIII.

I / INTRODUCTION :

La part d'inné et d'acquis dans l'ontogenèse des comportements fut longtemps discutée. Il apparaît clairement que certains comportements résultent d'apprentissages reposant sur des prédispositions innées. Lorenz (1935) insiste sur la différence entre imprégnation et apprentissage « classique ». En effet l'empreinte repose sur un mélange d'inné et d'acquis. Lorenz établit cinq caractéristiques à l'empreinte. Elle se limite à un stade particulier du développement appelé « période sensible », elle doit intervenir sans renforcement, elle est supra individuelle (généralisation), enfin, elle est susceptible de modifier durablement certains comportements ultérieurs de l'individu.

Lorenz a introduit l'idée que les comportements n'étaient pas tous acquis. Il s'opposait donc au mouvement behaviouriste de pensée qui définissait l'animal comme une « page blanche », devant tout apprendre. Lorenz souligne la sélection opérée sur les prédispositions innées de l'individu, et ceci sans renforcement évident. L'empreinte a donc fait l'objet de nombreux débats. En effet, elle présente de nombreuses similarités avec les apprentissages par familiarisation (Hinde, 1970). Parallèlement, le processus de l'empreinte n'est pas toujours terminé alors qu'apparaissent les comportements sur lesquels il influe. Enfin, la réversibilité de ce phénomène étant également discutée, le terme d'indélébilité lui est aujourd'hui préféré.

Les travaux sur l'ontogenèse montrent que les préférences alimentaires peuvent intervenir selon des facteurs innés et/ou de l'expérience précoce (Strobel, Freedman & Macdonald, 1970 ; Magowski *et al*., 2003). Hess (1962) avait suggéré que les préférences alimentaires s'établissaient tôt dans la vie de l'animal. Elles s'orientent vers le premier item consommé, ce phénomène est appelé « primacy effect ». Burghardt & Hess (1966) ont élevé plusieurs lots de jeunes tortues, C*helydra serpentina*, avec différents types d'aliments. Après 12 jours, les tortues présentaient une préférence pour leur alimentation familière. Cette préférence déterminée tôt dans la vie de l'individu, est indélébile, ce qui a été interprété comme un phénomène d'empreinte alimentaire. Cependant, il est très probable que la consommation de la proie induise un renforcement. C'est ce qui a conduit d'autres auteurs à émettre l'hypothèse d'un apprentissage associatif (Honey *et al*., 1995 ; Bateson, 2000). Pour expliquer ce phénomène, Burghardt (1992) a montré que l'exposition chimique de serpents nouveau-nés, *Thamnophis sirtalis,* à des indices alimentaires chimiques, influençait leur choix alimentaire ultérieur, mais cette étude a été réalisée sur des individus ayant une

motivation alimentaire pour la proie correspondant à l'indice, ce qui pourrait, là encore, constituer un renforcement.

De nombreuses études comportementales ont été menées sur les Céphalopodes, notamment les seiches. L'équipe de Physiologie du Comportement des Céphalopodes de l'Université de Caen s'intéresse aux notions de plasticité comportementale sur le modèle *Sepia officinalis*. Dès l'éclosion, les juvéniles sont de véritables modèles réduits de l'adulte, ils présentent une morphologie et un mode de vie similaire (Boletsky, 1987 ; Fig.1 & 2, p.8). Les seiches ne montrent pas de soins parentaux, les expérimentateurs peuvent ainsi contrôler les conditions d'incubation des œufs et de développement des juvéniles. Pour ces raisons, la seiche constitue un modèle d'étude privilégié pour comprendre les mécanismes d'ontogenèse comportementale.

Des travaux ont montré que des seiches naïves préfèrent des crevettes comme premières proies (Wells, 1958). Cependant, il a été récemment montré que cette préférence était sujette à une certaine plasticité (Darmaillacq, Chichery, Poirier & Dickel, 2004). En effet, ces auteurs ont mis en évidence une préférence alimentaire pour la première proie prédatée : crevette ou crabe. Afin de savoir s'il existe un phénomène d'empreinte, il faut induire une préférence alimentaire sans qu'il y ait consommation de la proie. Darmaillacq, Chichery, Shashar, & Dickel (sous presse) ont placé des seiches nouveau-nées, durant cinq heures après éclosion, au contact « visuel » ou « visuel et chimique » de proies potentielles non préférées : des crabes. Leurs résultats montrent qu'après cette familiarisation, elles choisissent les proies habituellement non préférées auxquelles elles ont été exposées. Une familiarisation précoce à cet âge modifie l'expression d'un comportement ultérieur sans qu'il y ait de renforcement. En effet, les juvéniles possèdent encore une grande quantité de réserve vitelline et ne montre donc pas de motivation alimentaire (Boletsky, 1987 ; Dickel *et al*., 1997). On peut ainsi formuler l'hypothèse d'une empreinte alimentaire, mais l'indélébilité de ce phénomène ainsi que l'existence d'une période sensible restent à démontrer.

Le but de cette étude est de définir les relations entre l'information exposée aux juvéniles à l'éclosion, en termes de durée d'exposition et de densité de proies exposée, et la modification des préférences alimentaires ultérieures des jeunes seiches. Sur la base de ces premiers résultats il sera possible de vérifier l'existence d'une période sensible. Nous testerons ensuite l'influence de la densité de proies exposées sur la modification des préférences alimentaires.

II / MATERIEL – METHODE – TRAITEMENT DES DONNEES :

II,1/ Matériel biologique

II,1,1/ Généralités sur les Céphalopodes

Mollusque Céphalopode décapode (8 bras et 2 tentacules) de l'ordre des Sepioidés et de la famille des Sepiidés, la seiche, *Sepia officinalis,* est un animal exclusivement marin fréquemment rencontré en Manche (répartition : Atlantique Est et Méditerranée). Le corps de l'animal est composé d'un manteau musculeux contenant les viscères, et d'une tête portant l'appareil brachial (*cf.* Fig. 1 & 2). Prédateur actif, la seiche se déplace grâce à l'action conjuguée de l'entonnoir et des nageoires périphériques du manteau (Boycott, 1958), consommant préférentiellement crevettes, crabes, et poissons (Boletzky & Hanlon, 1983). L'attaque est initiée visuellement (Messenger, 1968).

II,1,2/ Sujets expérimentaux

Des individus, *S. officinalis,* adultes ont été capturés par chalutage au large de Cherbourg, avant leur migration vers les côtes françaises, au mois de janvier. Ainsi après copulation, les femelles ont pondu dans les bacs d'élevage du C.R.E.C., ceci a permis d'obtenir des œufs dont les conditions d'incubation ont été rigoureusement contrôlées. Ceci présente l'avantage d'obtenir des œufs en avance par rapport à ceux pouvant être prélevés en milieu naturel. Les juvéniles mesurent 6 à 9 mm de longueur de manteau à l'éclosion (*cf.* Fig. 1 & 2 p.6) et sont les sujets de l'étude réalisée (n = 125).

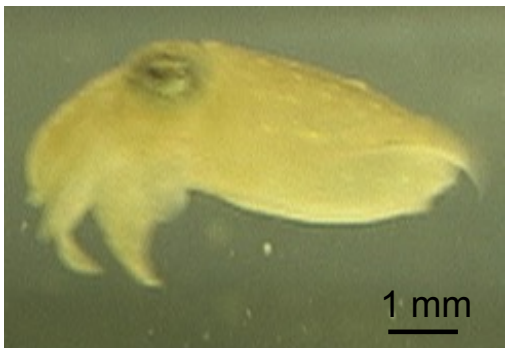


Figure 1 : S. officinalis
juvénile



Figure 2 : S. officinalis
adulte

Les œufs de *S. officinalis* (*cf.* Fig. 3) sont obtenus à partir d'une seule femelle et placés en incubation à 15°C ± 1°C dans des filets flottants au sein de bacs de 500L (*cf.* Fig. 4). Les œufs éclosent la nuit (Paulij *et al*., 1991), 90 jours après la ponte à une température de 15°C, 40 jours après la ponte à 20°C. (Richard, 1971). Des groupes d'œufs ont été placés à une semaine d'intervalle à 20°C ± 1°C, pour que les éclosions soient échelonnées dans le temps.



Figure 3 : œufs de S. officinalis

L'eau des bacs d'incubation des œufs comme des bacs d'élevage des juvéniles provient du littoral de Luc sur Mer, elle est filtrée, chauffée et distribuée au niveau des bacs d'élevage.

Un brassage important dans ces bacs grâce à des pompes à air et diffuseurs, ainsi que la séparation des œufs de leur grappe, permet une circulation optimale de l'eau et assure un développement sain des œufs (*cf.* Fig. 4).

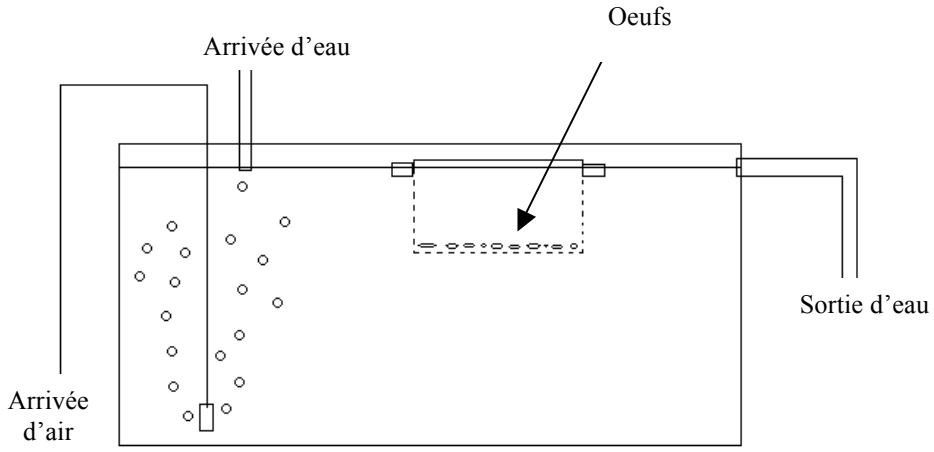


Figure 4 : bac d'incubation des œufs

II,2/ Méthode

II,2,1/ Exposition des crabes aux juvéniles

Les juvéniles naissent dans la nuit (Paulij *et al*., 1991), de façon massée. Le jour suivant l'éclosion correspond à J0. Nous avons constaté des éclosions de 21h à 23h et de 4h à 6h, les jeunes individus sont donc prélevés à 23h et à 6h30 et aussitôt exposés aux crabes. Les individus sont exposés de manière directe (signaux chimiques et visuels) aux crabes, dans des bacs de 7 x 8 x 8 cm. Les seiches sont exposées, individuellement, à 5 crabes (densité = $9{,}0.10^{-2}$ crabe / cm^2) pendant des temps différents : 120 min, 90 min, 60 min, 30 min, 15 min et un lot témoin constitué d'individus non exposés aux crabes. Un lot supplémentaire est exposé 60 min à 20 crabes ($3{,}6.10^{-1}$ crabe/cm^2). On s'assure que les seiches ne consomment pas de crabes (pour éviter tout renforcement lors de cette exposition), en contrôlant l'absence de carapace vide et en recomptant les crabes. Après cette exposition, les seiches sont placées, individuellement, dans des bacs de 7 x 8 x 8 cm et ne sont pas nourries avant le jour du test. Les préférences alimentaires des seiches sont testées le troisième jour (J3), de 9h à 12h, période de la journée pendant laquelle elles sont les plus actives.

II,2,2/ Test de préférence alimentaire

Les seiches sont placées dans un cylindre en verre (Perspex®) n'affectant pas la lumière, permettant un contact essentiellement visuel avec les proies présentées, crabes et crevettes (*cf.* Fig. 5 p.9). Une plaque opaque en PVC est disposée pendant une période d'acclimatation de 5 min, entre les proies et la seiche, de manière à ce que le stress induit par le transport se dissipe. Cette plaque est retirée, laissant la seiche en contact visuel avec les proies offertes. Une fois les comportements précédant l'attaque repérés (*cf.* Fig. 6 & 7 p.10), le tube en verre est enlevé, la seiche manifeste alors des comportements d'attaque envers la proie de son choix (*cf.* Fig. 8 & 9 p.10). Si les seiches ne montrent pas de motivation alimentaire après 5 min dans le dispositif de test de choix, le test est reporté (24h plus tard), dans une limite de 3 essais pour limiter le temps d'exposition aux proies pendant les essais infructueux. Les individus sont ensuite relâchés en milieu naturel.

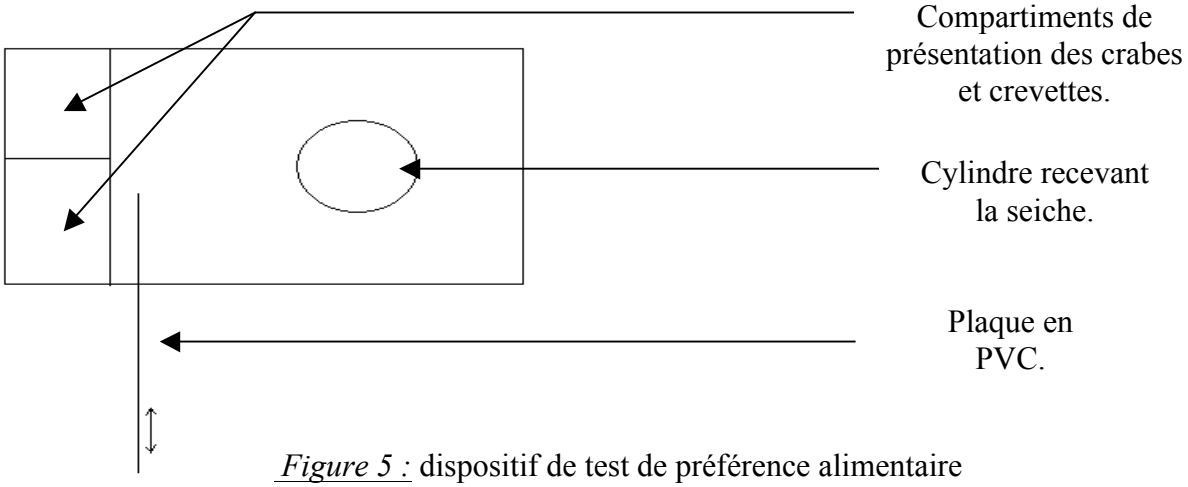


Figure 5 : dispositif de test de préférence alimentaire (vu du dessus).

Le comportement d'attaque de la seiche peut être décomposé de la façon suivante :

- Perception de la proie ;
- Convergence oculaire pour une vision binoculaire ;
- Maintien de la proie dans le champ visuel frontal ;
- Poursuite ;
- Positionnement des bras et massues tentaculaires vers la proie ;
- Lancer des tentacules ou coiffage de la proie par les huit bras.

(Messenger, 1968 ; Duval, Chichery & Chichery, 1984).

Figures 6, 7, 8 & 9 : séquence de choix d'un crabe par une jeune seiche lors du test de préférence alimentaire à J3 (il ne s'agit pas exactement du dispositif utilisé pour les tests de choix) :

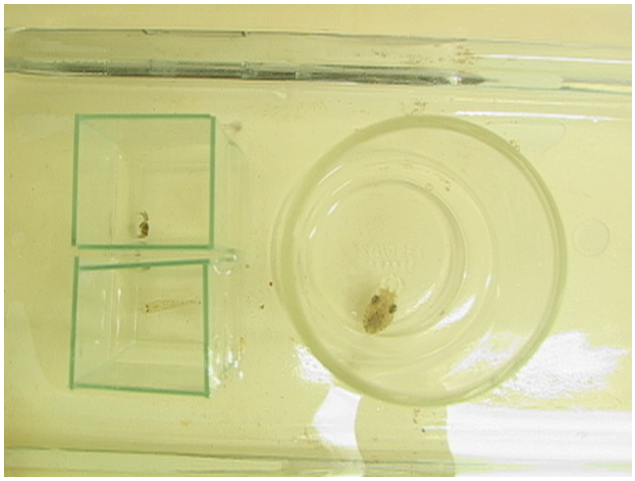


Fig. 6 : perception de la proie.

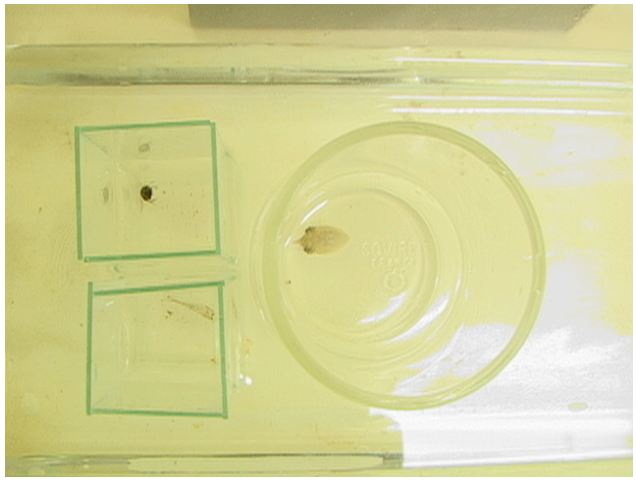


Fig. 7 : convergence oculaire pour une vision binoculaire ; maintien de la proie dans le champ visuel frontal.

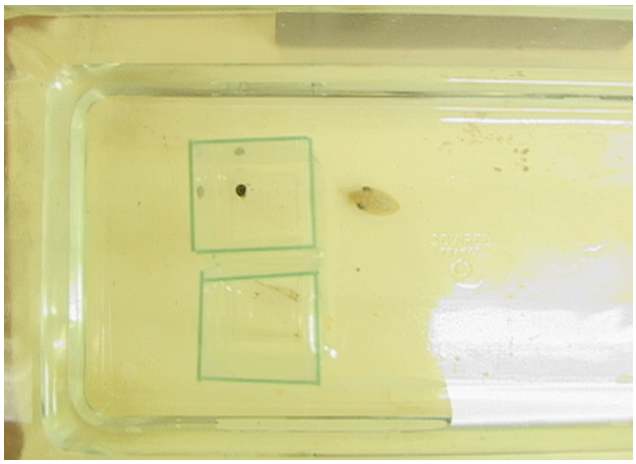
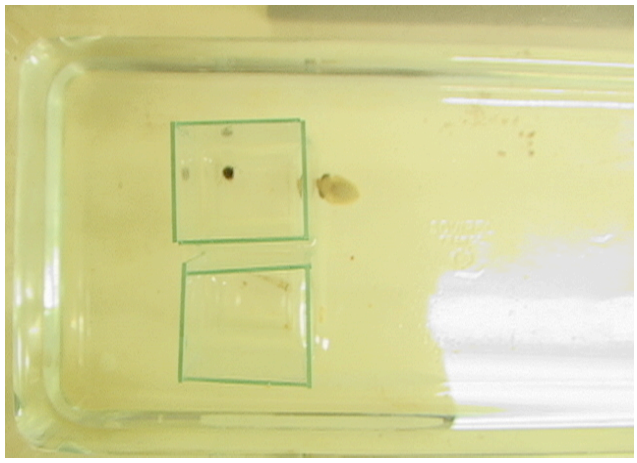



Fig. 8 & 9 : après suppression du cylindre en verre, la seiche se dirige vers la proie choisie.

II,3/ Analyse statistique

Face à des lots de faibles effectifs ($12<n<21$), des tests statistiques non paramétriques ont été utilisés. La préférence alimentaire au sein d'un groupe sera analysée avec le test du chi-deux et les différences de choix entre les groupes ont été traitées avec le test exact de Fisher. Nous avons utilisé pour ce test la méthode séquentielle d'ajustement de Bonferroni.

III / RESULTATS :

III ,1/ Préférence alimentaire des seiches en fonction de la durée de leur exposition à des crabes

Résultats pour des juvéniles exposés à une densité de 9.10^{-2} crabe par cm^2 :

- Les seiches du lot témoin (n = 16) présentent une forte préférence pour les crevettes (test du chi-deux : $\chi^2 = 9,0$; $P < 0,01$).
- Pour des durées d'exposition de 15 min (n = 17), 30 min (n = 14) et 60 min (n = 20), les juvéniles choisissent significativement plus de crevettes (test du chi-deux : $\chi^2 = 4,8$; $P < 0,05$ pour le lot 15 min ; $\chi^2 = 4,6$; $P < 0,05$ pour le lot 30 min ; $\chi^2 = 5,0$; $P < 0,05$ pour le lot 60 min).
- Pour des durées d'exposition de 120 min (n = 13) et 300 min (n = 18), les crabes sont les items significativement préférés (test du chi-deux : $\chi^2 = 6,2$; $P < 0,05$ pour le lot 120 min ; $\chi^2 = 5,6$; $P < 0,05$ pour le lot 300 min).

Une inversion significative des préférences alimentaires est mise en évidence entre 60 min et 120 min d'exposition (test exact de Fisher, méthode séquentielle de Bonferroni : $P < 0,01$).

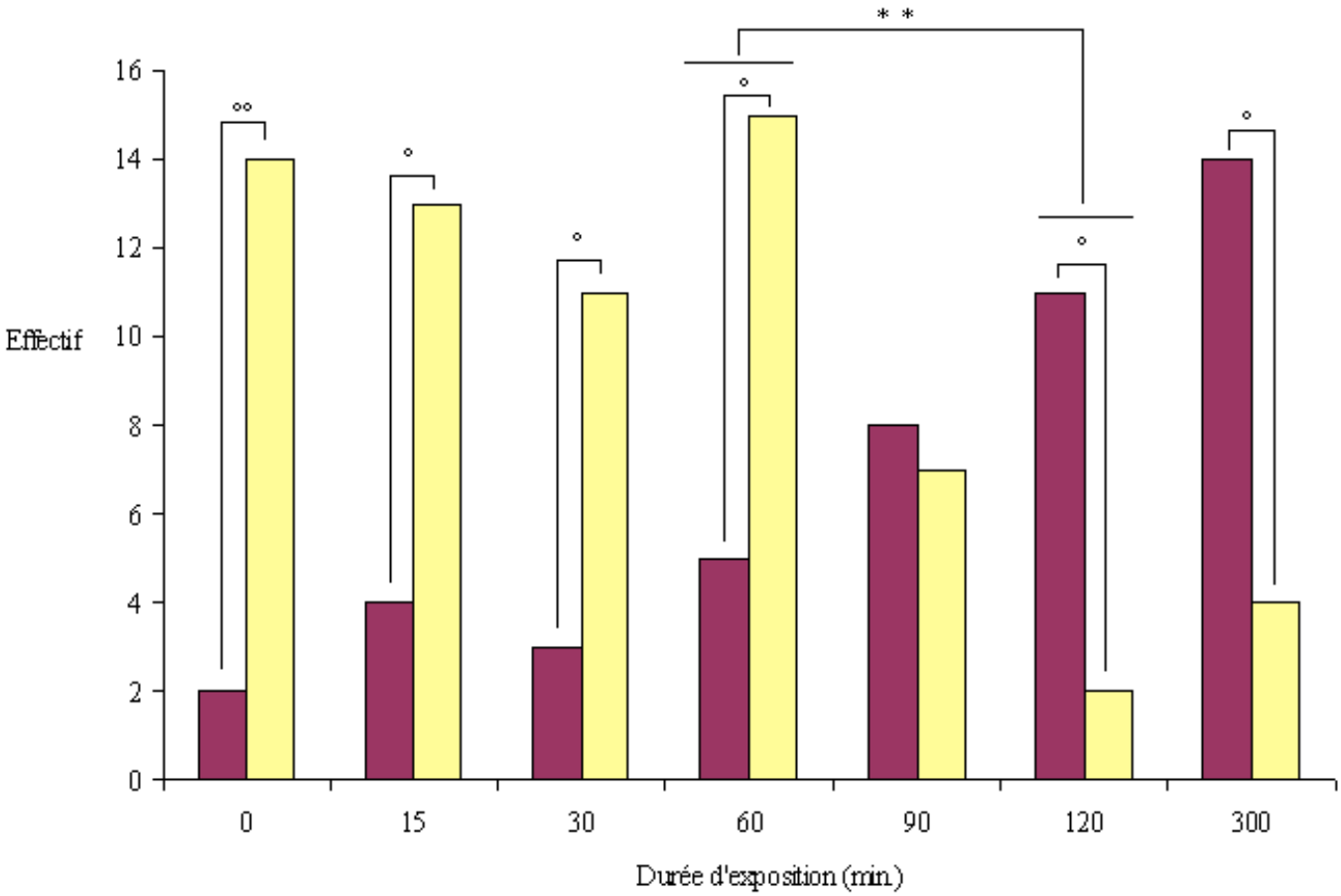


Figure 10 : préférences entre crabes (■) et crevettes (□) à J3, pour des seiches non exposées à des crabes ou exposées de 15 min à 300 min. Les astérisques indiquent des différences significatives : test du khi-deux, (◦) $P<0,05$; (◦◦) $P<0,01$; test exact de Fisher, méthode séquentielle de Bonferroni (**) $P<0,01$.
Les résultats pour une durée d'exposition de 300 min sont ceux de Darmaillacq *et al.* (sous presse).

III,2/ Influence de la densité de crabes exposés sur la modification des préférences alimentaires

Le lot de seiches exposées individuellement 60 min à 5 crabes (n=20) montre une préférence significative pour les crevettes (test du chi-deux : $\chi^2 = 5,0$; $P < 0,05$) ; le lot de seiches exposées 60 min à 20 crabes (n = 15) montre une préférence tendant vers

les crabes (test du chi-deux : $\chi^2 = 1,7$; $P > 0,05$). Les préférences des seiches exposées à 5 crabes sont significativement différentes des préférences des seiches exposées à 20 crabes (test de Fisher : $P < 0,05$).

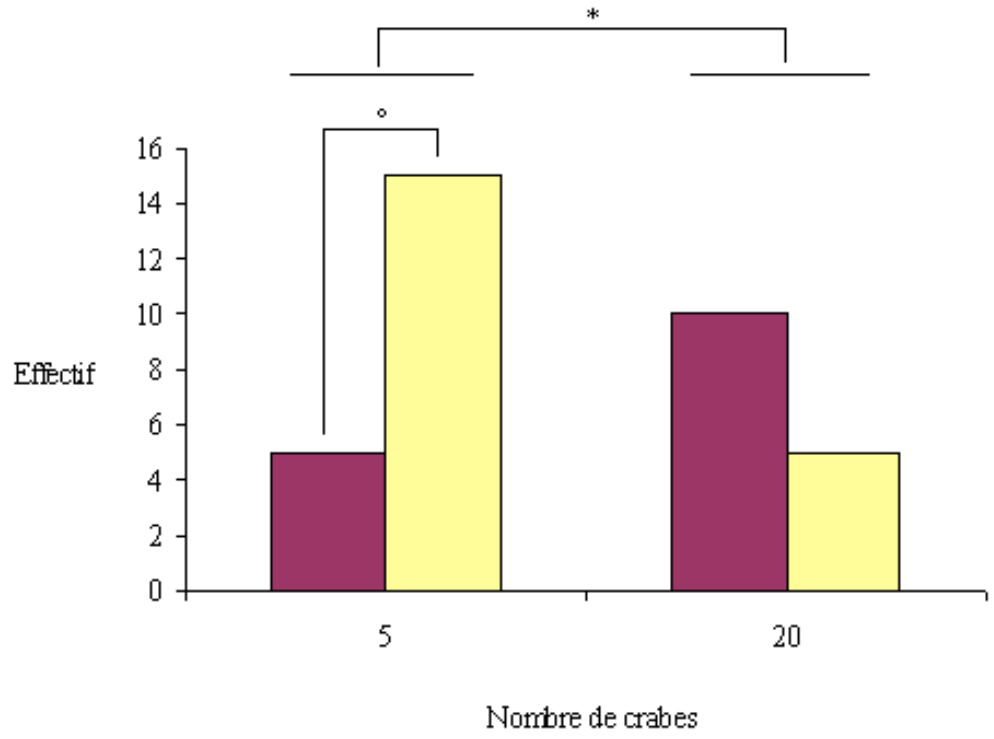


Figure 11 : préférences entre crabes (■) et crevettes (□) à J3, pour des seiches exposées à 5 ou 20 crabes pendant 1h. Les astérisques indiquent des différences significatives : test du khi-deux, (°) $P<0,05$; test exact de Fisher (*) $P<0,05$.

IV /DISCUSSION :

Les premiers résultats de notre étude (*cf.* Fig. 10 p.11) confirment les résultats de Darmaillacq *et al.* (sous presse) qui montraient une préférence initiale des juvéniles pour les crevettes. Cette préférence était montrée comme étant modifiable par l'expérience préalable des juvéniles, cette caractéristique est également vérifiée.

Cette modification de préférences possède de fortes similitudes avec une empreinte. En effet, trois des cinq paramètres de l'empreinte sont maintenant vérifiés :

- Cette modification de préférence est supra-individuelle : les crabes exposés ne sont pas les mêmes que ceux utilisés pour le test de choix mais sont de la même espèce et de la même taille.

• Cette modification s'exerce de plus sans renforcement : la présence de vitellus lors de l'exposition aux crabes induit l'absence de motivation alimentaire des juvéniles et l'absence de consommation de ces proies potentielles.

• Enfin, cette familiarisation modifie un comportement ultérieur de l'animal : trois jours séparent l'exposition aux crabes de l'apparition des premiers comportements alimentaires.

Nous avons mis en évidence une relation entre le flux d'information lors de l'exposition et la modification des préférences des seiches au troisième jour. Ce flux d'information est caractérisé par la densité des proies exposées et par la durée de cette exposition. D'une part, il existe un flux minimal permettant d'induire un changement dans les préférences alimentaires des juvéniles. D'autre part, cette modification augmente avec la densité et / ou de la durée d'exposition.

Les œufs et les juvéniles ne bénéficient pas de soins parentaux. Les nouveau-nés recherchent donc leur nourriture de manière autonome. Pendant les premiers jours de leur vie, ils possèdent une vésicule vitelline (Wells, 1958 ; Dickel *et al*., 1997) qui leur donne la possibilité de se familiariser avec leur environnement. Ils peuvent ainsi orienter leur préférence vers les proies les plus nombreuses à proximité de la ponte ; ce qui leur permet d'optimiser leurs comportements alimentaires.

Un apprentissage de type associatif avec un renforcement négatif occupe, chez les juvéniles, une place peu importante du point de vue mnésique, influençant peu leurs comportements ultérieurs. Dickel *et al*.(1998) ont mis en évidence que la rétention à long terme, suite à un apprentissage associatif avec renforcement négatif, n'apparaissait qu'à partir de l'âge d'un mois chez la seiche. Il ne serait en effet pas intéressant du point de vue adaptatif de supprimer une proie potentielle de l'alimentation future du juvénile uniquement parce qu'elle présente un danger temporaire pour le nouveau-né.

Au contraire, un apprentissage de type associatif avec un renforcement positif de type « primacy effect » paraît être un processus dominant dans l'établissement des préférences de l'animal (Darmaillacq *et al*., 2004). En effet, les juvéniles orientent leur préférence vers les items alimentaires qu'ils ont consommés en premier. Les préférences alimentaires innées des juvéniles peuvent ainsi être modifiées par apprentissage associatif avec renforcement positif.

De la même façon, les résultats exposés dans cette étude confirment que les juvéniles uniquement familiarisés à des proies non préférées les choisiront

ultérieurement (Darmaillacq *et al*., sous presse). La familiarisation est donc également suffisante pour orienter le choix futur de l'animal.

Pour déterminer lequel de ces deux type d'apprentissage orientera en priorité le choix du juvénile, il faudra réaliser une familiarisation suivie d'un « primacy effect » sur un même individu. Cette expérience nous informera sur l'importance de la familiarisation dans le choix de l'animal, et donc sur un des aspects de l'empreinte non encore explorés sur ce modèle.

En effet, deux des cinq paramètres de l'empreinte sont encore à vérifier :

- Le caractère indélébile de l'empreinte,

Pour explorer l'indélébilité de l'empreinte, il nous sera possible de tester les préférences alimentaires d'individus nourris avec une crevette (apprentissage associatif renforcé positivement), préalablement familiarisés à des crabes. Cette expérience pourra ainsi nous renseigner sur le caractère indélébile de cette familiarisation. En effet, si le crabe est choisi, la familiarisation primera sur le « primacy effect ». Ceci ira alors dans le sens d'une empreinte alimentaire, à caractère indélébile.

- L'existence d'une période sensible,

Sur les bases de la relation « temps d'exposition » / « densité de crabes exposés » mis en évidence dans cette étude, des expositions échelonnées dans les 48 heures suivant la naissance pourront êtres réalisées, afin de mettre en évidence une éventuelle période sensible.

Chez certaines espèces, les stimuli perçus par l'embryon peuvent influencer son développement. D'après Vince (1969), les embryons de canard peuvent répondrent à des stimuli sonores (appels maternels) cinq jours avant l'éclosion. Une telle expérience peut influencer leur comportement ultérieur (Gottlieb, 1971). Il serait donc possible que les embryons de seiches, à un stade avancé, perçoivent différents types de stimuli essentiels à leur survie post-natale, notamment les indices visuels fournis par les proies potentielles. Ainsi il est possible qu'ils puissent se familiariser avec leur environnement, en terme de proies potentielles, pendant la vie embryonnaire. L'expérience réalisée dans cette étude concernant la période sensible, pourrait être complétée par une expérience d'exposition à des crabes, pendant plusieurs heures avant l'éclosion.

BILAN PERSONNEL :

D'une manière générale, ce stage m'a permis de prendre contact avec le milieu de la recherche et avec celui des Céphalopodes. Il m'a donné l'occasion de mieux me rendre compte de mon intérêt pour les travaux de recherche ainsi que de l'implication personnelle requise pour ce métier.
D'un point de vue plus pratique, durant l'étude menée sur l'ontogenèse des comportements, suivant l'hypothèse d'une empreinte alimentaire j'ai pu appréhender de manière concrète les travaux en biologie du comportement, à travers les différentes discussions échangées avec le personnel de l'équipe de recherche « Physiologie du Comportement des Céphalopodes ». Ce stage a conforté ma volonté de poursuivre mes études dans le domaine de l'éthologie expérimentales. Je souhaite vivement pouvoir poursuivre mes études à l'interface Ecologie-Comportement animal.

REMERCIEMENTS :

Je tiens, tout d'abord, à remercier le Pr. R. Chichery qui a accepté de m'accueillir dans son laboratoire et m'a fait découvrir l'étonnant modèle qu'est la seiche.

Ensuite, mes remerciements s'adressent au Dr. L. Dickel ainsi qu'à A.-S. Darmaillacq (A.T.E.R.) qui m'ont guidé durant ce stage, m'apportant leurs connaissances et leurs critiques avisées.

Je tiens également à remercier tous les membres du laboratoire de Physiologie du Comportement des Céphalopodes, notamment le Pr. M.P. Chichery pour la relecture de ce rapport, le personnel du C.R.E.C., et enfin tous les étudiants que j'ai eu la chance de côtoyer au cours de mon stage : B. Charreyre avec qui j'ai réalisé une partie des expérimentations présentées dans cette étude, C. Alves, J. Celestine…

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bateson P. 2000. What must be known in order to understand imprinting? In: *The evolution of cognition*, C. Heyes & L. Huber (Eds.), pp. 85-102. Cambridge, Mass : MIT Press.

Boletzky S.V. 1987. Juvenile behaviour. In : *Cephalopods life cycles. Vol. II. Comparative reviews,* P.R. Boyle (Ed.) pp. 45-60. New York : Academic Press.

Boletzky S.V. & Hanlon R.T. 1983. A review of the laboratory maintenance, rearing and culture of cephalopod molluscs. *Memoirs of the National Museum Victoria*, **44**, 147-187.

Boycott B.B. 1958. The cuttlefish-*Sepia. New Biolog*y, **25**, 98-118.

Burghardt G.M. & Hess E.H. 1966. Food imprinting in snapping turtle, *Chelydra serpentina. Science*, **151**, 108-109.

Burghardt G.M. 1992. Prior exposure to prey cues influences chemical prey preference and prey choice in neonatal garter snakes. *Animal Behaviour*, **44**, 787-789.

Darmaillacq A.S., Chichery R., Poirier R., Dickel L. 2004. Effect of early feeding experience on subsequent prey preference by cuttlefish, *Sepia officinalis*. *Developmental Psychobiology*, **45**, 239-244.

Darmaillacq A.S., Chichery R., Shashar N., Dickel L. (in press). Early familiarisation overrides innate prey preference in newly-hatched *Sepia officinalis* cuttlefish. *Animal Behaviour.*

Dickel L., Chichery M.-P., Chichery R. 1997. Postembryonic maturation of the vertical lobe complex and early development of predatory behaviour in the cuttlefish (*Sepia officinalis*). *Neurobiology of learning and memory*, **67**, 150-160.

Dickel L., Chichery M.-P., Chichery R. 1998. Time differences in the emergence of short- and long-term memory during post-embryonic development in the cuttlefish *Sepia*. *Behavioural Processes,* **44**, 81-86.

Duval P., Chichery M.P., Chichery R. 1984. Prey capture by the cuttlefish: an experimental study of two strategies. *Behavioural Processes*, **9**, 13-21.

Gottlieb G. 1971. *Development of species identification in birds*. University of Chicago Press, Chicago IL.

Hess E.H. 1962. Imprinting and the "critical period" concept. In: *Roots of Behaviour,* E.L.Bliss (Ed.), pp. 254-263. New York : Hoeber-Harper.

Hinde R.A. 1970. *Animal Behaviour*, 2nd ed. McGraw-Hill, New York.

Honey R.C., Horn G., Bateson P.P.G., & Walpole W. 1995. Functionally distinct memories for imprinting stimuli: behavioural and neural dissociations. *Behavioural Neuroscience*, **109**, 689-698.

Lorenz K. 1935. Der Kumpan in der Umwelt des Vögels. *Journal für Ornithologie,* **83**, 137-237, 289-413.

Magowski W., Egas M., Bruin J. & Sabelis M.W. 2003. Intraspecific variation in induction of feeding preference and performance in herbivorous mite. *Experimental and applied Acarology*, **29**, 13-25.

Messenger J.B. 1968. The visual attack of the cuttlefish, *Sepia officinalis. Animal Behaviour,* **16**, 342-357.

Paulij W.P., Herman P.M.J., Roozen M.E.F. & Denucé J.M. 1991. The influence of photoperiodicity on hatching of *Sepia officinalis*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **71**, 665-678.

Richard A. 1971. Contribution à l'étude expérimentale de la croissance et de la maturation sexuelle de *Sepia officinalis* L. (Mollusque Céphalopode). Thèse de doctorat en Sciences Naturelles, Université de Lille, 264 pp.

Strobel M.G., Freedman S.L. & Macdonald G.E. 1970. Social facilitation of feeding in newly hatched chickens as a function of imprinting. *Canadian Psychological Association*, **24**, 207-215.

Vince M.A. 1969. Embryonic communication, respiration and the synchronisation of hatching. In Hinde, R. *Bird* (Ed.) *Vocalizations*, pp. 233-60. Cambridge University Press, Cambridge.

Wells M.J. 1958. Factors affecting reactions to *Mysis* by newly hatched *Sepia*. *Behaviour*, **13**, 96-111.

RESUME :

Darmaillacq *et al.* ont été les premiers à investiguer la théorie d'une empreinte alimentaire en absence de renforcement ou de motivation alimentaire des individus. Ils ont montré qu'une exposition de seiches nouveau-nés à des crabes pendant cinq heures à partir de l'éclosion induisait un changement significatif de leurs préférences alimentaires, initialement tournées vers les crevettes. Cette étude met en évidence un temps minimum d'exposition de crabes à des seiches juvéniles, permettant de modifier leurs préférences alimentaires. Il est également mis en évidence une relation entre la densité de crabes exposés et l'inversion de ces préférences. Ces résultats pourront être utilisés pour vérifier deux caractéristiques de l'empreinte : indélébilité et période sensible.

Mots-clés : Céphalopodes – *Sepia officinalis* – préférences alimentaires – empreinte alimentaire – ontogenèse comportementale.