

**Étude du transit digestif chez un poisson-chat, l'Atipa (*Hoplosternum littorale*).  
Influence de repas successifs**

Yann MOREAU (1), Pierre LUQUET (1)

RÉSUMÉ

Le transit digestif a été étudié chez l'atipa, *Hoplosternum littorale* (Siluriforme), pour définir un protocole de collecte des fèces, applicable à l'évaluation des coefficients de digestibilité apparente. On a suivi l'apparition des fèces après la prise d'un ou de plusieurs repas marqués avec du  $Cr_2O_3$ . La plupart des fèces correspondant à un repas sont évacuées dans les 24 heures. L'utilisation d'un deuxième marqueur,  $TiO_2$ , montre que les premières fèces émises contiennent des résidus de repas de la veille (environ 5 %). L'absorption d'un repas quelques heures avant le repas d'épreuve réduit le temps d'apparition des premières fèces. La période recommandée pour la collecte des fèces est située de 6 à 23 heures après la distribution de l'aliment. Cette période correspond à l'évacuation de 90 % du marqueur globalement évacué dans les fèces. Elle permet d'éviter la contamination par des fèces provenant de repas de la veille. Les quantités des fèces pouvant être récupérées au-delà de cette période sont faibles et n'auront pas d'incidence notable sur la détermination des coefficients de digestibilité.

MOTS CLÉS : *Hoplosternum littorale* — Transit digestif — Digestibilité — Marqueur — Siluriformes — Callichthyidae.

ABSTRACT

INTESTINAL TRANSIT IN A SOUTH AMERICAN CATFISH, *HOPLOSTERNUM LITTORALE*.  
INFLUENCE OF SUCCESSIVE MEALS

The rate of passage of foodstuffs through the digestive tract of "atipa", *Hoplosternum littorale* (Pisces, Siluriformes), has been studied to assess the apparent digestibility coefficients for the main nutrients. The evacuation rate from the digestive tract was determined following one or several meals containing a marker,  $Cr_2O_3$ . Most of feces were evacuated within the 24 hours following the meal.

The use of  $TiO_2$  as a second marker shows that the feces appearing first are a mixture of wastes from the meals of the day and of the day before (about 5 % of quantity of feces produced the day before). Giving a meal a few hours before the marked meal will reduce the time of first appearance of feces. It is recommended that feces be collected between the 6th and the 23rd hour following the marked feed distribution. In fact, 90 % of all the marker retrieved in the feces is evacuated during this time period. After the 23rd hour, feces are very scarce and their quantity does not have any notable influence on the apparent digestibility coefficient determination.

KEY WORDS : *Hoplosternum littorale* — Alimentary canal transit — Digestibility — Marker — Siluriformes, Callichthyidae.

(1) Étude réalisée au Laboratoire d'hydrobiologie, Inra/Orstom, BP 790, 97310 Kourou, Guyane française. Adresse actuelle des auteurs : CRO, BP V18, Abidjan 01, Côte-d'Ivoire.

## INTRODUCTION

Parmi l'ensemble des processus mis en jeu au cours de la digestion, les mécanismes de transfert de l'aliment le long du tube digestif jouent un rôle capital (LAPLACE, 1972). En règle générale, on peut retenir deux méthodes d'approche de ces mécanismes : l'étude de la vitesse de transfert du bol alimentaire de l'estomac vers l'intestin (évacuation gastrique), et l'étude du transit dans l'ensemble du tube digestif. Les résultats obtenus chez les poissons portent principalement sur l'évacuation gastrique (pour mémoire : ELLIOTT, 1972), avec pour but la détermination de la consommation alimentaire (GARCIA et ADELMAN, 1985; PENNINGTON, 1985; BRODEUR et PEARCY, 1987). Si l'évacuation gastrique ou le transit ont été décrits chez quelques poissons siluriformes (TIEMEYER et DEYOE, 1973; IM BUN HORT, 1977; SINGH et SRIVASTAVA, 1985), il n'existe pas à notre connaissance d'information concernant l'atipa, *Hoplosternum littorale*.

Cette étude s'intègre dans un programme d'étude de la digestion de l'atipa. Elle a pour but de décrire le transit alimentaire dans son ensemble, pour permettre de définir l'intervalle de temps pendant lequel les fèces correspondant à un repas sont excrétées, et ainsi définir le protocole à suivre pour la collecte optimale des fèces, qui sera utilisé ultérieurement pour la détermination des coefficients de digestibilité apparente (CUDA) des éléments nutritifs (protéines, matière organique).

En effet, compte tenu de la température élevée du milieu (environ 30 °C), les fèces décantées dans les collecteurs doivent être recueillies fréquemment afin de minimiser les modifications dues à l'activité bactérienne du milieu. Cette récolte, effectuée manuellement, doit de plus intégrer les fèces correspondant à plusieurs repas afin d'obtenir une précision suffisante dans la détermination des CUDA (DE LA NOUE *et al.*, 1980).

La connaissance de la durée du transit alimentaire correspondant à un repas constitue ainsi une indication précieuse dans l'éventualité où les collectes ne seraient pas effectuées durant des jours consécutifs.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

## Expériences

Les études de digestion nécessitent la récupération des fèces émises par le poisson après distribution d'un aliment. Pour ce faire, les poissons sont placés dans des bacs munis d'un fond incliné permettant l'accumulation ou l'évacuation rapide de ces fèces.

TABLEAU I

Composition des aliments utilisés, en pourcentage de la matière sèche.

*Composition of diets in percentage of dry matter.*

Aliment	Chrome		Titane
	I*	II	
COMPOSITION CENTESIMALE			
Farine de poisson	49	49	49
Amidon cru	40	20	20
Amidon pré-gélatinisé	-	20	20
Premix minéral	1	1	1
Premix vitamines	3	3	3
Alginate	3	3	3
Huile de maïs	2	2	2
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2	2	-
TiO <sub>2</sub>	-	-	2
ANALYSE			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,53	2,04	-
TiO <sub>2</sub>	-	-	2,77

\* Aliment utilisé pour les expériences avec un seul marqueur

\* *Diet given during experiment with one marker*

D'une nature plutôt benthique, les atipas se prêtent difficilement à un nourrissage dans des bacs de ce type. Les poissons doivent donc dans un premier temps être nourris dans des bacs à fond plat, avant d'être transférés dans des structures permettant la collecte des fèces.

Les poissons, provenant de la pisciculture expérimentale de Soucoumou (Kourou, Guyane française) ont été transférés au laboratoire au moins 15 jours avant chaque expérience. L'ensemble des expériences a été mené dans un circuit dont l'eau était saturée en oxygène (> 7 mg.l<sup>-1</sup>) et exempte d'ammoniaque. La température était comprise entre 28 et 30 °C. Pendant la phase d'acclimatation, les poissons ont été nourris la nuit (entre 2 h et 4 h) avec un aliment commercial du type poisson d'étang (Aqualim) à raison de 3 % du poids vif par jour.

Une première estimation du transit alimentaire chez l'atipa a été faite sur 7 lots de 25 poissons d'un poids moyen de 78 g. Un aliment marqué au Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (tabl. I) a été distribué durant la période d'alimentation volontaire préférentielle (BOUJARD *et al.*, 1990) en un repas (2 h ou 4 h) ou trois repas (2 h, 3 h et 4 h). Une heure après le début du repas unique ou du dernier repas, les poissons ont été transférés dans des bacs cylindroconiques de 50 litres équipés de collecteurs par décantation (CHO *et al.*, 1985). Les fèces ont été recueillies toutes les heures, congelées, lyophilisées, pesées et stockées pour analyse ultérieure.

En vue de tester l'éventualité d'un mélange dans les fèces des résidus provenant des deux derniers repas, une deuxième série d'expériences a été conduite en utilisant deux aliments marqués différemment pour chaque repas, l'un avec de l'oxyde de chrome,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , l'autre avec de l'oxyde de titane,  $\text{TiO}_2$ . Pour les poissons ne recevant qu'un seul repas par jour, le premier repas marqué a été distribué la veille (à 4 h) à six lots (15 poissons, 109 g poids moyen), soit 25 heures avant le début de la collecte. L'atipa, ayant naturellement deux périodes de prise volontaire d'aliment durant la nuit, six autres lots (20 poissons, 93 g poids moyen) ont reçu leur premier repas marqué à 23 h et le second à 4 h, soit 5 heures avant la première collecte de fèces. Dans chacun de ces cas, l'ordre de distribution des deux marqueurs a été inversé sur la moitié des lots. Les poissons ont été transférés dans les collecteurs à 5 h, soit une heure après le dernier repas. Durant les 24 heures suivantes, la collecte et le traitement des échantillons ont été faits selon la même procédure que précédemment.

### Méthode d'analyse

Afin d'obtenir une quantité de fèces suffisante pour permettre les analyses, les échantillons ont été regroupés en lot de 50 mg (un seul marqueur) et de 150 mg (deux marqueurs). Ce regroupement a été fait de telle sorte que les courbes (quantités de fèces émises au cours du temps) ainsi obtenues diffèrent le moins possible de celles provenant des valeurs individuelles. Dans le cas de l'utilisation de deux marqueurs, chacun des trois lots de poissons ayant reçu le même traitement a été analysé dans son ensemble. La matière sèche et les cendres ont été analysées selon les méthodes usuelles (24 h à 105 °C, et 6 h à 550 °C). Les teneurs en  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  ont été mesurées par absorption atomique (Varian AA 1275) après oxydation, selon le procédé décrit par STEVENSON et DE LANGEN (1960). La méthode décrite par NJAA (1961) a été utilisée pour l'analyse du  $\text{TiO}_2$ . Cette dernière utilisant la technique de minéralisation selon KJELDHAL, le contenu en azote des fèces recueillies lors des deuxièmes séries d'expérience a pu être déterminé.

### Expression des résultats

Hormis la représentation graphique de l'évolution au cours du temps de l'excrétion des fèces, plusieurs critères quantitatifs peuvent être utilisés pour décrire le transit (LAPLACE, 1972; POSSOMPES *et al.*, 1975). Trois d'entre eux ont été retenus :

— le temps par rapport au début du dernier repas, pour lequel 5 % de la quantité totale de marqueur est excrété,  $T_5$  ;

— le temps pour lequel 95 % de la quantité totale de marqueur est excrété,  $T_{95}$  ;

— le temps moyen de rétention du marqueur, TMR, calculé à partir de la courbe des quantités de marqueurs,  $Q_m$  en fonction du temps,  $t$  :

$$\text{TMR} = \frac{\sum Q_m \cdot t \cdot \Delta t}{\sum Q_m \cdot \Delta t}$$

En fait, très peu de fèces ont été récoltées durant les premières et les dernières heures de collecte, et l'analyse des marqueurs n'a pu être faite qu'après regroupement d'un nombre important d'échantillons. Afin d'éviter de donner trop de poids à ces valeurs extrêmes dans le calcul des indices, les quantités de marqueurs évacués ont été recalculées pour chaque prélèvement, en tenant compte du poids sec effectivement recueilli avant le regroupement des échantillons. L'intervalle  $T_5$ - $T_{95}$  peut être utilisé pour déterminer le moment optimal de collecte de fèces, en vue de la détermination des coefficients de digestibilité (LAPLACE, 1972). Le calcul du temps de transit moyen calculé à partir des courbes de concentration (ZIERLER, 1958 et plus récemment HOLLEMAN et WHITE, 1989) n'a pu être utilisé, car il suppose un flux constant de fèces, en fonction du temps.

## RÉSULTATS

### Un seul marqueur

D'une façon générale, quel que soit le nombre ou l'heure des repas, les courbes en pourcentage cumulé de matière sèche restent analogues (fig. 1). Les valeurs des descripteurs du transit ne sont pas significativement différentes (tabl. II), excepté pour le temps d'apparition des premières fèces marquées, deux fois plus court quand les poissons reçoivent plusieurs repas (environ 3 h 20). En fait, cette avance relative ne tient pas compte du fait que ces poissons ont absorbé leurs premiers aliments avec 2 heures d'avance, et le  $T_5$  devrait être égal à 5,33. Quel que soit le nombre de repas distribués, le bol alimentaire séjourne en moyenne 6 à 7 heures dans le tube digestif, et l'essentiel des fèces est évacué dans les 24 heures.

### Deux marqueurs

#### AVEC UN DÉCALAGE DE 24 HEURES

La composition des fèces, recueillies après distribution de deux repas marqués au  $\text{TiO}_2$  ou au  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , est donnée dans le tableau III. Durant les cinq heures suivant le dernier repas, les fèces contiennent

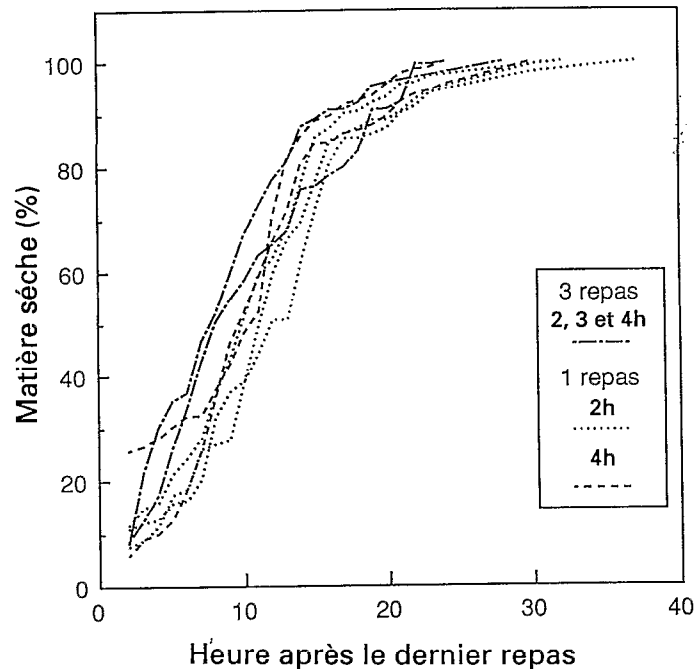


Fig. 1. — Pourcentage cumulé de la matière sèche recueillie dans les fèces durant les heures suivant le dernier repas. Les poissons ont reçu un repas (2 ou 4 h) ou trois (2, 3 et 4 h).  
*Cumulative curve (in percentage) of fecal dry matter collected during the hours following the last meal. Fish was fed with either one (at 2 or 4 hour), or three meals (at 2, 3 and 4 hour).*

TABLEAU II

Valeurs (en heure décimale) des différents descripteurs du transit pour des atipas, *Hoplosternum littorale* ayant reçu un (ou trois) repas marqué(s) au  $Cr_2O_3$ . La valeur entre parenthèses tient compte de l'heure de prise du premier repas  
*Values of different transit indexes for Atipa, Hoplosternum littorale, which have received one or three meals containing  $Cr_2O_3$ . Value in brackets is related to the first meal time.*

Nbre de Repas	1	1	3
Heure	2h	4h	2, 3 et 4h
Nbre de lots	3	2	2
$T_5$	6,57	6,59	3,33* (5,33)
$T_{95}$	23,01	20,86	20,54
TMR	7,47	6,06	5,58

\* Valeur significativement différente (test de comparaison multiple après analyse de variance)

\* *Significantly different value (multiple comparison test)*

TABLEAU III

Composition au cours du temps des fèces recueillies après distribution de deux repas séparés de 24 heures, marqués différemment avec  $TiO_2$  ou du  $Cr_2O_3$ .  
*Time evolution of composition of feces collected after two meals. Each meals are separated by 24 hours, and contain a different marker,  $Cr_2O_3$  or  $TiO_2$*

Heure après le repas	Marqueurs		Cendres	Protéines	M.O.*
	$TiO_2$	$Cr_2O_3$			
1-4	0,83	2,99	34,6	30,6	61,6
5-6	4,00	0,44	22,3	14,8	73,3
7-8	4,74	ε	22,9	12,0	72,3
9	5,00	ε	13,0	15,6	81,8
10	5,43	0	12,6	12,4	82,0
11-12	5,41	0	21,3	16,3	73,3
13	6,77	0	17,9	16,7	75,3
14-15	6,90	0	17,0	20,3	76,1
16-24	6,66	0	27,1	22,5	66,2
1-4	1,78	0,73	38,6	22,0	58,9
5-6	0,17	7,60	13,4	11,8	78,8
7	0,15	6,30	13,8	10,6	79,7
8	0,12	7,26	8,8	10,2	83,8
9	0,14	6,97	8,9	11,5	84,0
10-12	ε	7,85	15,7	13,2	76,4
13-14	ε	9,42	14,7	18,4	75,8
15-16	ε	10,21	13,9	23,3	75,8
17-24	ε	9,96	23,1	22,4	66,8

\* M. O. = Matière organique

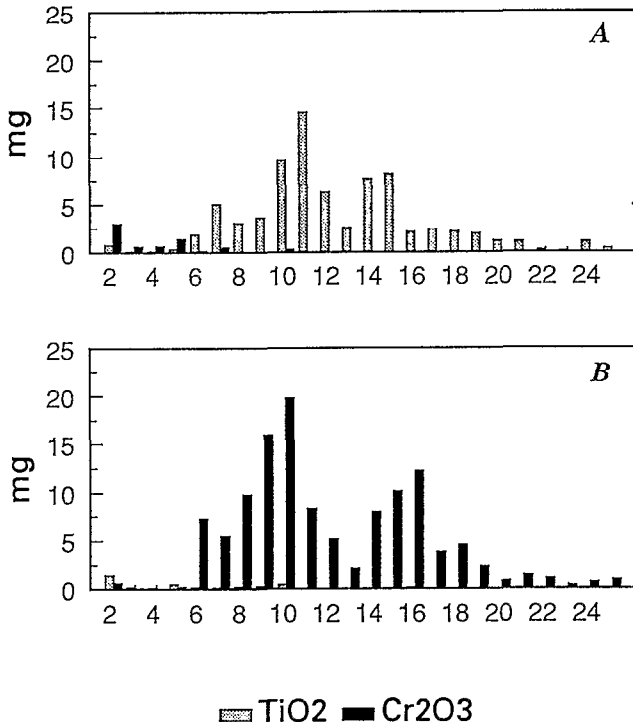


FIG. 2. — Quantité de marqueur recueilli dans les fèces durant les 24 heures suivant le dernier repas, quand les poissons ont reçu deux repas marqués par du TiO<sub>2</sub> ou du Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> avec 24 heures de décalage. A) Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> puis TiO<sub>2</sub>, B) TiO<sub>2</sub> puis Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Amount of marker retrieved in feces during the 24 hours following the last meal, when fish have received two different markers with a 24 hour delay. A) Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> then TiO<sub>2</sub>, B) TiO<sub>2</sub> then Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

des résidus du repas de la veille. La quantité de marqueur émise au cours de cette période (fig. 2) ne représente que 5 % de la quantité émise durant les 24 heures suivant le repas. À l'exception des premières fèces recueillies, le rapport de concentration entre les protéines et le marqueur du dernier repas reste stable.

#### AVEC UN DÉCALAGE DE 5 HEURES

Les premières fèces évacuées proviennent en majeure partie du premier repas (fig. 3). On observe ensuite un mélange progressif avec l'apparition des fèces du dernier repas. Les dernières fèces des deux repas sont évacuées en même temps, et l'évacuation des deux marqueurs est pratiquement achevée 20 heures après le dernier repas.

Contrairement aux résultats obtenus avec un seul repas par jour, le transit des premières fèces du deuxième repas est accéléré (tabl. IV), et la quantité globale récupérée de marqueur, correspondant à ce

repas, est beaucoup plus faible que pour le premier (22 à 31 %).

#### DISCUSSION ET CONCLUSION

La nécessité de regrouper les échantillons pour analyse n'a pas permis de définir avec exactitude le temps d'apparition des premières fèces marquées. La faible quantité, retrouvée le lendemain, de fèces contenant le marqueur de la veille indique que, pour l'essentiel, l'émission des fèces d'un repas a lieu dans les 24 heures. Cette durée globale du transit, plus courte que pour des poissons de milieu tempéré comme la truite (POSSOMPES *et al.*, 1975) ou la plie (EDWARDS, 1971), se rapproche de celle observée chez un autre poisson tropical, l'hybride de tilapia *Oreochromis niloticus* × *O. aureus* (ROSS et JAUNCEY, 1981). Plus qu'une aptitude spécifique des espèces tropicales, cette réduction du temps de transit peut être le résultat de l'influence de la température (SHRABLE *et al.*, 1969). L'évacuation des fèces est un

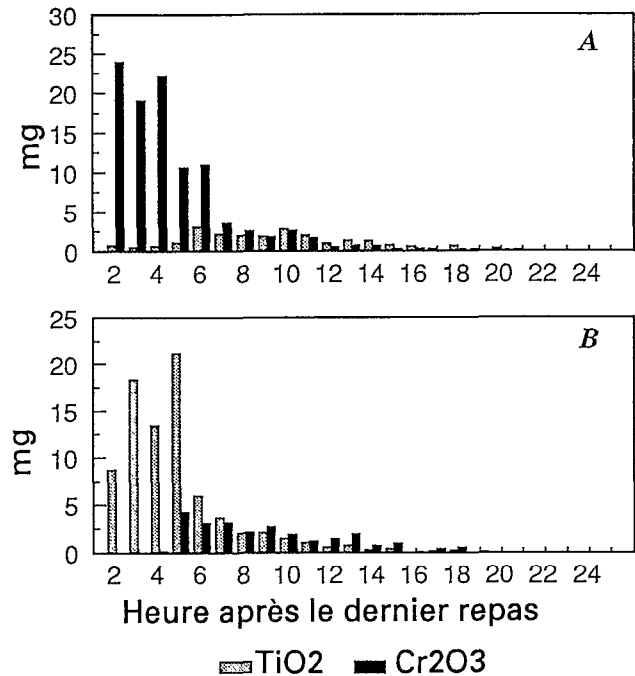


FIG. 3. — Quantité de marqueur dans les fèces durant les 5 heures suivant le dernier repas, quand les poissons ont reçu deux repas marqués par du TiO<sub>2</sub> ou du Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> avec 5 heures de décalage. A) Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> puis TiO<sub>2</sub>, B) TiO<sub>2</sub> puis Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Amount of marker retrieved in feces during the 24 hours following the last meal, when fish have received two different markers with a 5 hour delay. A) Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> then TiO<sub>2</sub>, B) TiO<sub>2</sub> then Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

TABLEAU IV

Valeurs des  $T_5$  et  $T_{95}$  calculés ( $H_0$  = dernier repas) pour le deuxième marqueur dans le cas de distribution de deux repas successifs avec 24 ou 5 heures d'intervalle

$T_5$  and  $T_{95}$  values (with  $H_0$  = last meal time) for the second marker, when two meals are separated by 24 or 5 hours

Heure	Marqueur			
4h	TiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-
23h	-	-	TiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
4h	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>
$T_5$	5,7	6,1	4,3	2,8
$T_{95}$	18,7	19,4	16,9	17,8

phénomène régulier qui ne montre pas d'à-coup imputable à la prise d'air en surface des poissons. Le fait que l'atipa utilise son tube digestif comme organe de respiration aérienne ne semble donc pas avoir d'incidence notable sur le transit, tant sur les phénomènes de mélanges que sur un effet propulsif éventuel.

La différence de  $T_5$ , observée quand les poissons ont reçu plusieurs repas marqués au chrome, est de l'ordre de l'écart entre le moment de la première prise d'aliment et celui de la première collecte de fèces. Avec l'utilisation d'un deuxième marqueur, on observe une anticipation du transit des fèces du dernier repas, lorsque le poisson s'est déjà alimenté quelques heures avant. Ce phénomène peut être le résultat d'un effet d'entraînement, lié au passage en cours du premier bol alimentaire dans le tube digestif. Les conditions de pH gastrique correspondant au début de l'évacuation stomacale (MORIARTY, 1973) étant déjà atteintes du fait de la présence du premier bol alimentaire, le transfert du chyme vers l'intestin se trouve accéléré.

Aucun repas pouvant avoir un rôle propulseur n'a été distribué à la suite du repas d'épreuve. On observe donc un étalement apparent de l'évacuation des dernières fèces. De fait, l'utilisation de l'intervalle de temps  $T_5$ - $T_{95}$  pour définir la période optimale de collecte des fèces semble appropriée, d'autant que les premières fèces émises (5 % du total) ne correspondent pas au dernier repas.

La simultanéité de migration entre les marqueurs utilisés et les autres composants présents dans les fèces peut être abordée par l'analyse de l'évolution du rapport entre ces composants et le marqueur (tabl. V). Les rapports protéines/marqueur et cendres/marqueur sont stables au cours du temps, excepté pour les premières fèces recueillies. Il y a donc migration concomitante des deux marqueurs

avec les protéines et les cendres. Le rapport matière organique/marqueur montre une tendance à la baisse au cours du temps. Cela peut être le fait soit d'une migration différentielle de la matière organique non protéique, soit d'une plus grande dépendance du temps de contact enzyme-substrat pour la digestion de ces composés. Les teneurs élevées de protéines obtenues dans les premières et les dernières fèces peuvent correspondre à la présence d'azote métabolique fécal dans les fèces, constituant l'enveloppe muqueuse enrobant chaque pelote fécale.

La différence des valeurs de rapports selon le type de marqueur ne peut être attribuée aux faibles différences de concentration du TiO<sub>2</sub> ou du Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dans l'aliment. Le CUDA des protéines est sous-estimé s'il est calculé avec le TiO<sub>2</sub> (77,4 % contre 88,9 % avec le Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). S'ils peuvent être tous les deux utilisés comme indicateur du transit, le TiO<sub>2</sub> et le Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ne semblent donc pas équivalents pour la détermination de la digestibilité de l'atipa, à l'inverse de ce qui a été observé chez la morue (LIED *et al.*, 1982).

En conclusion, pour étudier la digestibilité des éléments nutritifs fournis au cours d'un repas, la période recommandée pour la collecte des fèces est de 6 à 23 heures après la distribution de l'aliment. Cette période correspond à l'évacuation de 90 % du mar-

TABLEAU V

Rapport de concentration dans les fèces entre les principaux composants analysés (cendres, protéines et matière organique) et le deuxième marqueur utilisé

Concentration ratio between the main components (ash, crude protein and organic matter) and the marker in feces

Heure après le repas	Rapport sur le dernier marqueur		
	Cendres	Protéines	M.O.
Dernier marqueur TiO <sub>2</sub>			
1-4	41,9	37,1	74,5
5-6	5,6	3,7	18,3
7-8	4,8	2,5	15,3
9	2,6	3,1	16,4
10	2,3	2,3	15,1
11-12	3,9	3,0	13,5
13	2,6	2,5	11,1
14-15	2,5	2,9	11,0
16-24	4,1	3,4	10,0
Dernier marqueur Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
1-4	52,8	30,1	80,6
5-6	1,8	1,6	10,4
7	2,2	1,7	12,7
8	1,2	1,4	11,6
9	1,3	1,7	12,1
10-12	2,0	1,7	9,7
13-14	1,6	2,0	8,0
15-16	1,4	2,3	7,4
17-24	2,3	2,3	6,7

queur globalement évacué dans les fèces. Elle permet d'éviter la contamination par des fèces provenant de repas de la veille. Les quantités des fèces pouvant

être récupérées au-delà de cette période sont faibles et ne peuvent avoir d'incidence notable sur la détermination des coefficients de digestibilité.

### RÉFÉRENCES

- BOUJARD (T.), KEITH (P.) et LUQUET (P.), 1990. — Diel cycle in *Hoplosternum littorale* (Teleostei) : evidence for synchronization of locomotor, air breathing and feeding activity by circadian alternation of light and dark. *J. Fish. Biol.*, 36 : 133-140.
- BRODEUR (R. D.) et PEARCY (W. G.), 1987. — Diel feeding chronology, gastric evacuation and estimated daily ration of juvenile coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum), in the coastal marine environment. *J. Fish Biol.*, 31 : 465-477.
- CHO (C. Y.), COWEY (C. B.) et WATANABE (T.), 1985. — Finfish nutrition in Asia : methodological approaches to research and development. Ottawa, Ont., IDRC, 154 p.
- EDWARDS (D. J.), 1971. — Effect of temperature on rate of food through the alimentary canal of the plaice *Pleuronectes platessa* L. *J. Fish Biol.*, 3 : 433-439.
- ELLIOTT (J. M.), 1972. — Rates of gastric evacuation in brown trout, *Salmo trutta* L. *Freshwat. Biol.*, 2 : 1-18.
- GARCIA (L. M.) et ADELMAN (I. R.), 1985. — An *in situ* estimate of daily food consumption and alimentary canal evacuation rates of common carp, *Cyprinus carpio* L. *J. Fish Biol.*, 27 : 487-493.
- HOLLEMAN (D. F.) et WHITE (R. G.), 1989. — Determination of digesta fill and passage rate from nonabsorbed particulate phase markers using the single dosing method. *Can. J. Zool.*, 67 : 488-494.
- IM BUN HORT, 1977. — Étude de l'alimentation de quelques espèces de *Synodontis* (Poissons, Mochocidae) du Tchad. Thèse de spécialité, Toulouse, 150 p.
- LAPLACE (J.-P.), 1972. — Le transit digestif chez les monogastriques. I — Les techniques d'études. *Ann. Zootech.*, 21 : 83-105.
- LIED (E.), JULSHAMN (K.) et BRAEKKAN (O. R.), 1982. — Determination of protein digestibility in Atlantic cod (*Gadus morhua*) with internal and external indicators. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39 : 854-861.
- MORIARTY (D. J. W.), 1973. — The physiology of digestion of blue-green algae in the cichlid fish, *Tilapia nilotica*. *J. Zool. Lond.*, 171 : 25-39.
- NJAA (L. R.), 1961. — Determination of protein digestibility with titanium dioxide as indicator substance. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 11 : 227-241.
- NOUE (J. DE LA), CHOUBERT (G.), PAGNIEZ (B.), BLANC (J.-M.) et LUQUET (P.), 1980. — Digestibilité chez la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri*) lors de l'adaptation à un nouveau régime alimentaire. *Can. J. Aquac. Sci.*, 37 : 2218-2224.
- PENNINGTON (M.), 1985. — Estimating the average food consumption by fish in the field from stomach contents data. *Dana*, 5 : 81-86.
- POSSOMPES (B. P.), BERGOT (P.) et LUQUET (P.), 1975. — Mise au point d'une méthode d'étude du transit gastro-intestinal chez la truite arc-en-ciel *Salmo gairdnerii* Richardson : influence du nombre de repas, des quantités ingérées et de la température d'acclimatation. *Ann. Hydrobiol.*, 6 : 131-143.
- ROSS (B.) et JAUNCEY (K.), 1981. — A radiographic estimation of the effect of temperature on gastric emptying time in *Sarotherodon niloticus* (L) × *S. aureus* (Steindachner) hybrids. *J. Fish Biol.*, 19 : 333-344.
- SHRABLE (J. B.), TIEMEIER (O. W.) et DEYOY (C. W.), 1969. — Effects of temperature on rate of digestion by channel catfish. *The Progressive Fish-Culturist*, 31 : 131-138.
- SINGH (R. P.) et SRIVASTAVA (A. K.), 1985. — Satiation time, gastric evacuation and appetite revival in *Heteropneustes fossilis* (Bloch) (Siluriformes : Pisces). *Aquaculture*, 49 : 307-313.
- STEVENSON (A. E.) et DE LANGEN (H.), 1960. — Measurement of feed intake by grazing cattle and sheep. VII. Modified wet digestion method for determination of chromic oxide in faeces. *N. Z. J. Agric. Res.*, 3 : 314-319.
- TIEMEYER (O. W.) et DEYOY (C. W.), 1973. — Digestion and gut evacuation by channel catfish given pelleted feeds. *Transactions of the Kansas Academy of Science*, 76 : 254-260.
- ZIERLER (K. L.), 1958. — A simplified explanation of the theory of indicator dilution for measurement of fluid flow and volume and other distributive phenomena. *Bulletin of the Johns Hopkins Hospital*, 103 : 199-217.