

2ème PARTIE – Exercice 2. 5 points. Une nouvelle espèce de dauphin découverte au Brésil

Une équipe de chercheurs de l'Université Fédérale de l'Amazonas (UFAM) a décrit en 2014 une nouvelle espèce de dauphin d'eau douce au Brésil. Même si les dauphins sont largement représentés dans les rivières et les fleuves brésiliens, recenser une nouvelle espèce de mammifère aquatique reste un fait exceptionnel. Ce cétacé qui évolue dans les eaux de la rivière Araguaia, au cœur de la forêt amazonienne, a été baptisé *Inia araguaiaensis*, ou Boto do Araguaia en brésilien.

Photographie d'un dauphin de l'espèce *Inia araguaiaensis*

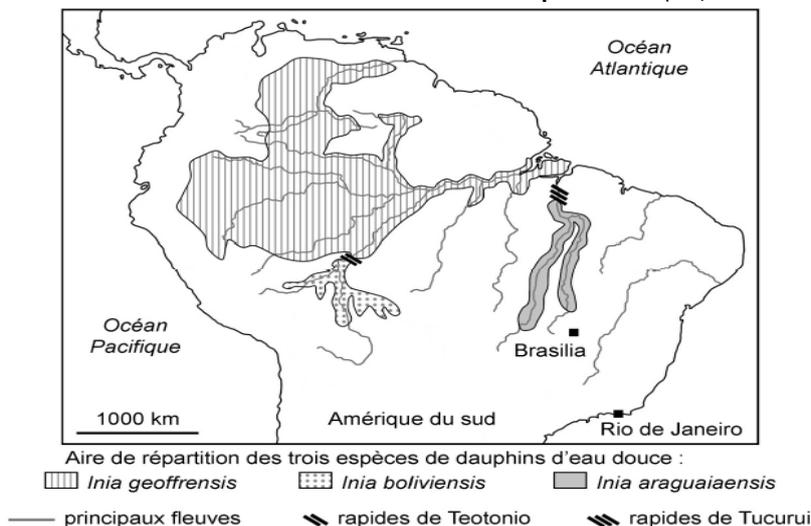


D'après le site <http://www.aquaportail.com>

À l'aide de l'exploitation des documents proposés et de vos connaissances :

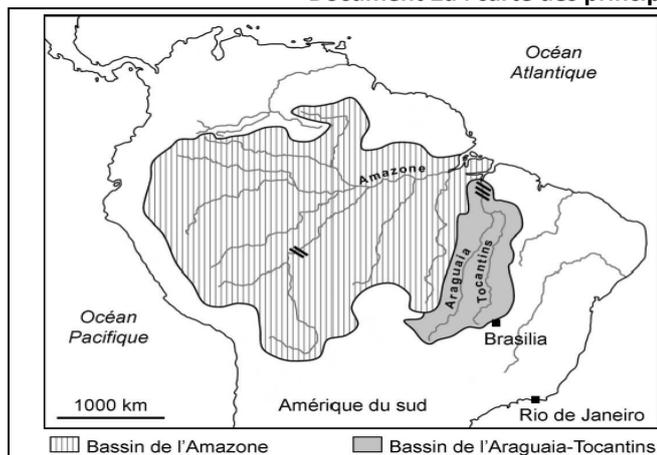
- expliquer sur quels critères les scientifiques se sont basés pour montrer qu'*Inia araguaiaensis* représente une nouvelle espèce de dauphin d'eau douce ;
- proposer une hypothèse, incluant un ou des mécanismes, permettant d'expliquer l'individualisation de cette nouvelle espèce.

Document 1 : répartition des espèces connues de dauphin d'eau douce du genre *Inia* dans les rivières et les fleuves du Nord de l'Amérique du Sud (D'après T. Hrbek et al., PLoS ONE, 2014)



Document 2 : réseau hydrographique au Brésil

Document 2a : carte des principaux bassins et cours d'eaux brésiliens



Un bassin est une surface plus ou moins vaste à l'intérieur de laquelle les cours d'eau sont interconnectés et se réunissent pour former un réservoir commun.

Autrefois réunis, le bassin du fleuve Araguaia-Tocantins et celui du fleuve Amazone se sont déconnectés, sans pour autant s'être totalement isolés, il y a environ 2,1 millions d'années, ne restant reliés l'un à l'autre qu'au niveau des rapides de Tucuruí.

Document 2b : rapides sur un fleuve Brésilien (d'après <http://www.scielo.br> photographie D. Bastos, 2008)

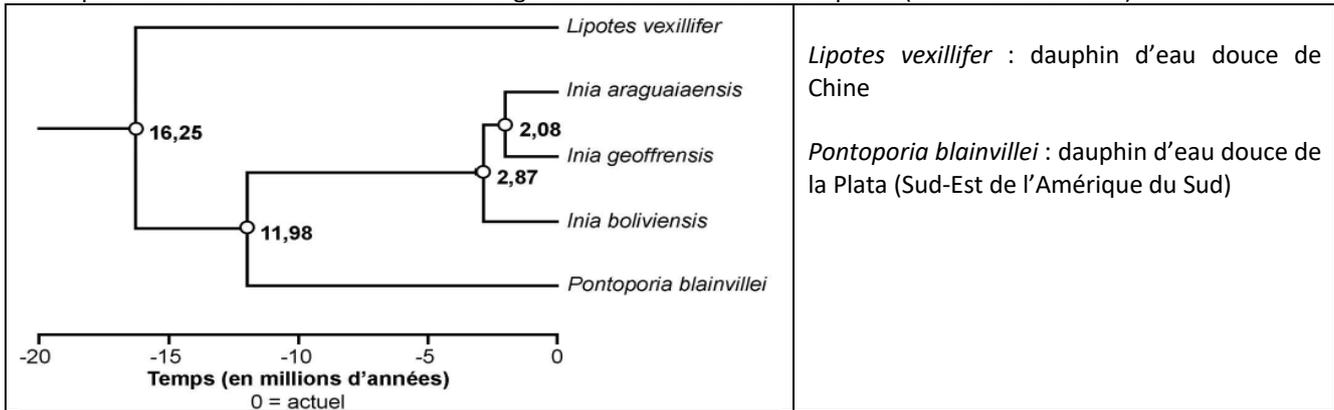
Les rapides sont des segments de rivières ou de fleuves caractérisés par un fort courant, une faible profondeur d'eau et la présence de rochers émergents.

Ces caractéristiques les rendent extrêmement difficile à franchir dans un sens comme dans l'autre, pour un dauphin.



Document 3 : arbre phylogénétique de cinq espèces de dauphins

L'arbre phylogénétique ci-dessous a été établi à partir de l'analyse comparée de la séquence complète du gène du cytochrome b, chez cinq espèces de dauphins. Les chiffres indiqués sur l'arbre au niveau des nœuds permettent d'estimer les dates de divergence entre les différentes espèces (en million d'années).

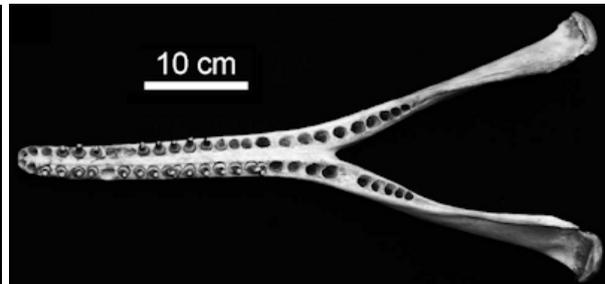


D'après T. Hrbek et al., PLoS ONE, 2014

Document 4 : caractéristiques du crâne et de la mâchoire chez trois espèces de dauphins d'eau douce du genre *Inia*

Crâne et mâchoire supérieure (maxillaire)
 vue de dessous

Mâchoire inférieure (mandibule)
 vue de dessus



Document 4a : comparaison du nombre de dents chez trois espèces de dauphins du genre *Inia*

	Nombre de dents par mandibule
<i>Inia araguaiaensis</i>	entre 48 et 56
<i>Inia geoffrensis</i>	entre 50 et 58
<i>Inia boliviensis</i>	entre 62 et 70

D'après T. Hrbek et al., PLoS ONE, 2014

Document 4b : comparaison du maxillaire et de la taille du crâne chez trois espèces de dauphins du genre *Inia*

Espèce	Sexe	Largeur du maxillaire (en cm)
<i>Inia araguaiaensis</i>	femelle	11,3 à 11,8
<i>Inia boliviensis</i>	femelle	9,3 à 10,4

Espèce	Sexe	Largeur maximale de la boîte crânienne (en cm)
<i>Inia araguaiaensis</i>	femelle	9,6 à 11,5
<i>Inia geoffrensis</i>	femelle	11,6 à 13,5
<i>Inia araguaiaensis</i>	mâle	8,1 à 9,2
<i>Inia boliviensis</i>	mâle	5,2 à 7,6

D'après T. Hrbek et al., PLoS ONE, 2014

Document 5 : comparaison de la séquence de nucléotides du gène de la cytochrome c oxydase chez trois espèces de dauphins du genre *Inia*

Le tableau suivant indique les différences entre les séquences en %.

	<i>Inia araguaiaensis</i>	<i>Inia geoffrensis</i>	<i>Inia boliviensis</i>
<i>Inia araguaiaensis</i>	0,0	4,3	4,0
<i>Inia geoffrensis</i>	—	0,0	5,1
<i>Inia boliviensis</i>	—	—	0,0

D'après S. Siciliano et al., Hydrobiologia, 2016

Problématique :

Il est rare de nos jours de découvrir de nouvelles espèces de mammifères : c'est le cas au Brésil, où une équipe de chercheurs a mis en évidence une nouvelle espèce du genre Inia, I. araguaiaensis. Sur quels critères se sont-ils fondés ? Comment expliquer l'apparition de cette nouvelle espèce au cours de l'évolution ?

Document 1.

- On observe 3 espèces du genre Inia : I. geoffrensis, I. boliviensis et I. araguaiaensis, dont **les aires de répartition sont proches mais ne se recouvrent pas**. Ces trois espèces sont toutes sud-américaines, mais sont **séparées par des rapides**.
- Inia geoffrensis et I. araguaiaensis sont **les plus proches géographiquement** (et peut-être génétiquement de ce fait ?).
- Hypothèse : ces rapides constitueraient des zones infranchissables par les dauphins (**barrière géographique**).

Document 2a (à mettre en relation avec le 1 pour les bassins).

- I. geoffrensis, I. boliviensis se trouvent dans le même bassin, celui de l'Amazone.
- I. araguaiaensis est quant à lui dans le **bassin de l'Araguaia-Tocantins**.
- **Autrefois réunis**, les bassins Araguaia-Tocantins et Amazone **se sont déconnectés**, sans pour autant s'être totalement isolés, **il y a environ 2,1 Ma**, ne restant reliés l'un à l'autre qu'au niveau des rapides de Tucuruí.
- Hypothèse : **deux anciennes populations de la même espèce** de dauphin auraient pu subir un isolement géographique après 2,1 Ma.

Document 2a.

- Les rapides présentent un fort courant, une faible profondeur d'eau et la présence de rochers émergents.
- Cela les rend **difficiles à franchir pour un dauphin**. C'est donc bien une **barrière géographique**.

Document 3.

- L'arbre phylogénétique bâti à partir de la **comparaison des séquences du gène du cytochrome b** représente les relations de parentés entre 5 espèces de dauphins, dont les trois étudiées.
- La **divergence entre I. araguaiaensis et I. geoffrensis est la plus récente**, et est datée de **2,08 Ma** (existence d'un AC récent). Cette date est **compatible avec la date d'isolement proposée dans le document 2a**.
- La divergence entre les trois espèces I. araguaiaensis et I. geoffrensis et I. boliviensis **est plus ancienne** (2,87 Ma) mais ne sert pas directement pour répondre à la problématique (existence d'un AC plus ancien). Autrement dit, I. araguaiaensis est plus apparenté avec I. geoffrensis qu'il ne l'est avec I. boliviensis (en tout cas avec cette molécule).

Document 4. On étudie les caractéristiques du crâne et de la mâchoire (supérieure ou maxillaire ; inférieure ou mandibule) des trois Inia.

Document 4a.

- I. araguaiaensis a entre 48 et 56 dents par mandibule. Cette valeur est très proche de I. geoffrensis (50 à 58 dents) et plus éloignée de I. boliviensis (62 à 70 dents). Cette proximité (sur un critère morfo-anatomique) **rapproche plus I. araguaiaensis de I. geoffrensis que de I. boliviensis**, ce qui **confirme l'arbre phylogénétique construit à partir du cytochrome b**.

Document 4b.

- On compare le maxillaire et la taille du crâne chez ces trois espèces de dauphins.
- La largeur du maxillaire de la femelle I. araguaiaensis est supérieure à celle de la femelle I. boliviensis (1,4 à 2 cm). C'est un **autre critère morfo-anatomique qui sépare les deux espèces**.
- La largeur maximale de la boîte crânienne de I. araguaiaensis femelle est différente de celle de I. geoffrensis.
- De même pour I. araguaiaensis mâle et I. boliviensis mâle.
- Là encore, c'est un **autre critère morfo-anatomique qui sépare les trois (deux) espèces**. Il est d'ailleurs dommage qu'on ne dispose pas de comparaison avec I. geoffrensis.
- **Une des définitions possibles de l'espèce, la définition typologique, est fondée sur les ressemblances morphologiques. Ici, on peut donc considérer qu'on distingue trois espèces différentes de dauphins sur ces critères.**

Document 5.

- On compare les séquences nucléotidiques du gène de la cytochrome c oxydase chez les trois Inia.
- On remarque 4 % de différence entre I. araguaiaensis et I. boliviensis et 4,3 % entre I. araguaiaensis et I. geoffrensis (en étudiant cette molécule, I. araguaiaensis est plus proche de I. boliviensis ce qui infirme les résultats avec le cytochrome b). On constate des différences dans les séquences, signe qu'il existe des **différences génétiques entre ces trois espèces**.

- En extrapolant au reste du génome, on peut considérer que ces différences génétiques vont **dans le sens d'espèces différentes (une espèce pouvant être considérée comme une population d'individus suffisamment isolés génétiquement des autres populations pour constituer un ensemble)**.

Conclusion.

En exploitant des **critères morphologiques et génétiques**, les scientifiques ont pu montrer que *I. aragalaensis* constituait une **nouvelle espèce (définition typologique de l'espèce et isolement génétique)**.

Cet isolement génétique est probablement dû à la **déconnection des deux bassins voici 2,1 Ma** : cette **barrière géographique a empêché la reproduction entre deux populations**, et l'évolution, par **l'apparition de mutations, la DG et surtout la SN** (les milieux = les fleuves ne sont pas les mêmes) a conduit à une divergence génétique aboutissant à une **spéciation** à partir des deux populations originelles de la même espèce.

Il faudrait toutefois vérifier si les individus de ces deux espèces ne peuvent pas se reproduire entre eux et avoir une descendance fertile (**définition biologique de l'espèce**) pour confirmer cette divergence génétique : nous ne disposons pas de ces données ici.

Qualité de la démarche	Éléments scientifiques tirés des docs et des connaissances	
Démarche cohérente qui permet de répondre à la problématique	Suffisants dans les deux domaines.	5
Démarche maladroite et réponse partielle à la problématique	Suffisants pour un domaine et moyen pour l'autre ou moyen dans les deux.	4
	Suffisants pour un domaine et moyen pour l'autre ou moyen dans les deux.	3
Aucune démarche ou démarche incohérente	Moyen dans l'un des domaines et insuffisant dans l'autre.	2
	Insuffisant dans les deux domaines.	1
	Rien	0