

Le chant des oiseaux

Michel Vignes



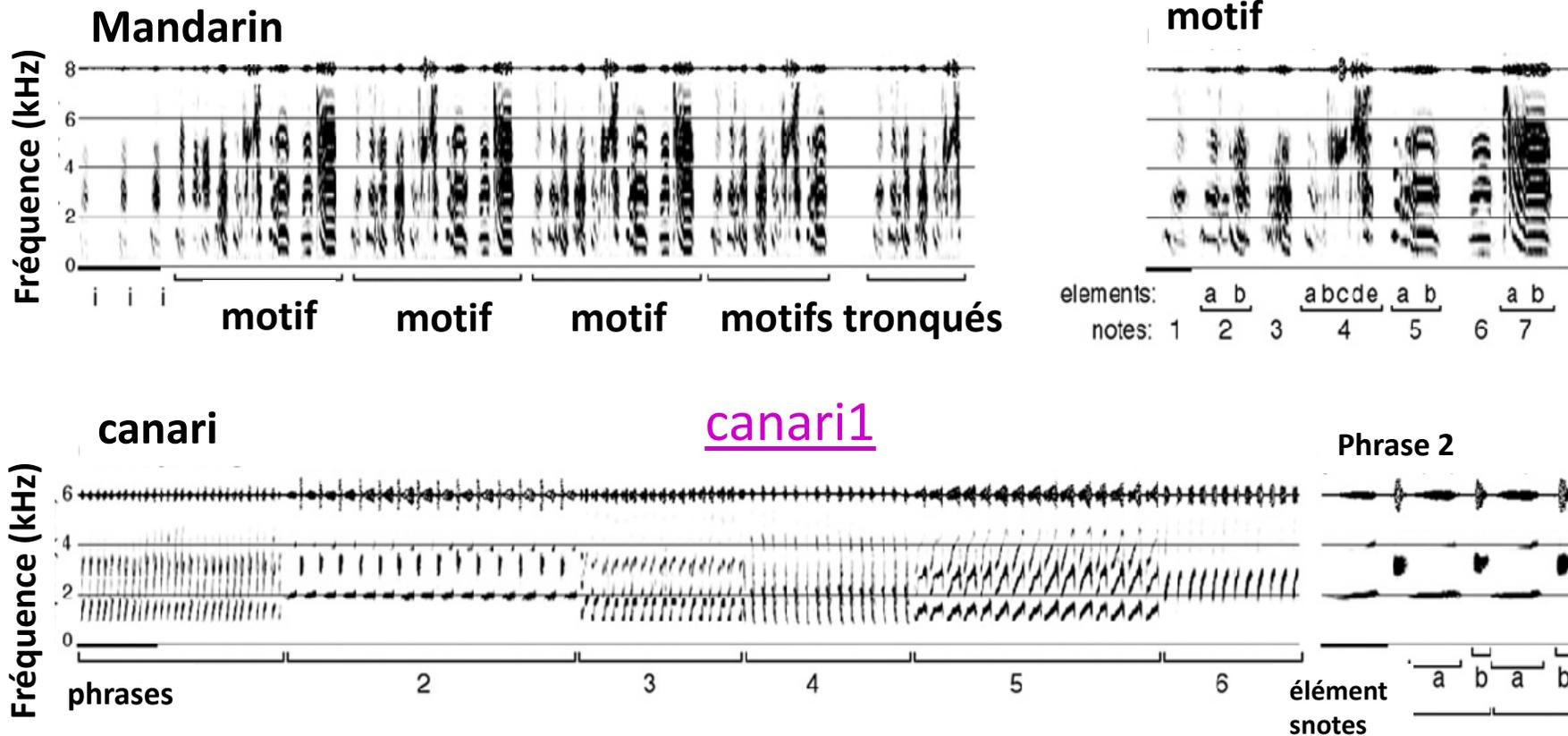
Diamand Mandarin
(‘Zebra Finch’)



Oiseaux ‘modèles’ pour les études sur le chant

[Canari 1](#)

[Canari 2](#)

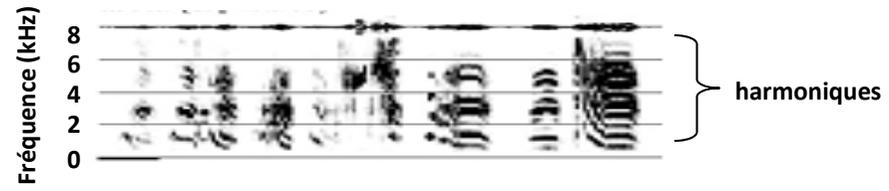


Pour analyser le chant des oiseaux, on l'enregistre et on exprime la **fréquence des sons émis en fonction du temps**. Un **sonagramme** est ainsi obtenu. On peut découper le chant en **phrases, motifs, notes** et **éléments**. Un **motif** est un enchaînement de notes qui peut répété un grand nombre de fois (voir extrait de chant du mandarin). Un **élément** se définit comme un son ininterrompu. Une **note** est constituée de plusieurs éléments. La comparaison des motifs, notes et éléments entre le chant du tuteur et celui de l'élève permet d'apprécier la qualité de l'apprentissage.

Les phrases sont aussi appelées 'trilles'.

Pour un son donné l'enregistrement des fréquences révèle la présence des **harmoniques** qui sont des multiples de la fréquence de base (par exemple pour une fréquence de 440Hz (le La du diapason) les harmoniques seront des sons de fréquence 880Hz, 1320Hz 1760Hz). Les harmoniques s'analysent par la transformation de Fourier.





Acquisition du chant

‘Tuteur’ (père, adulte mâle, son du chant)



élève



Oiseau 40 jours



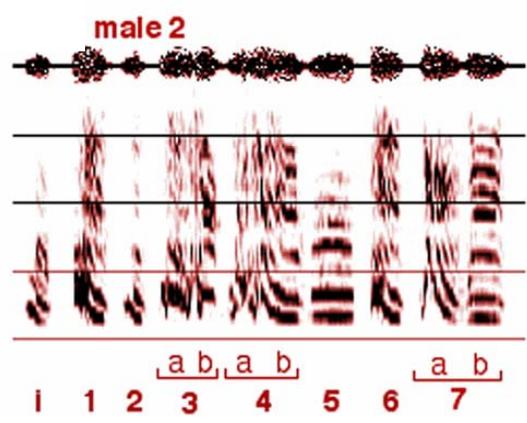
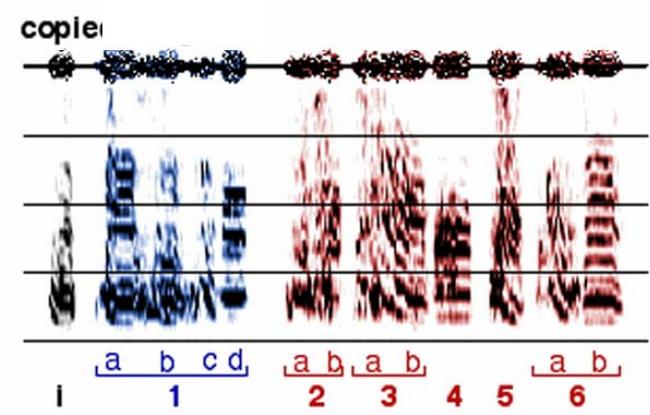
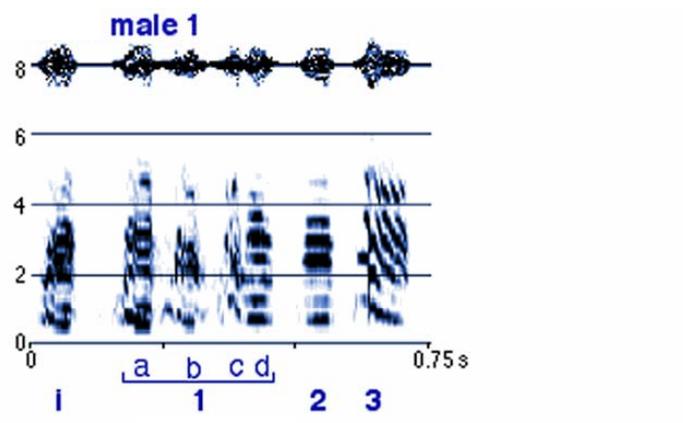
Oiseau 95 jours



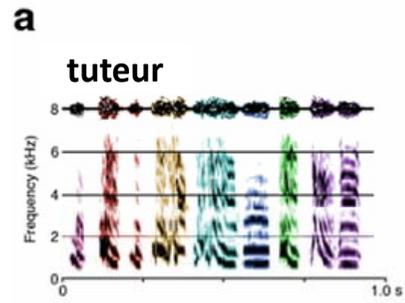
Oiseau 255 jours



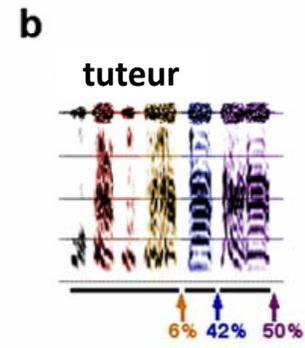
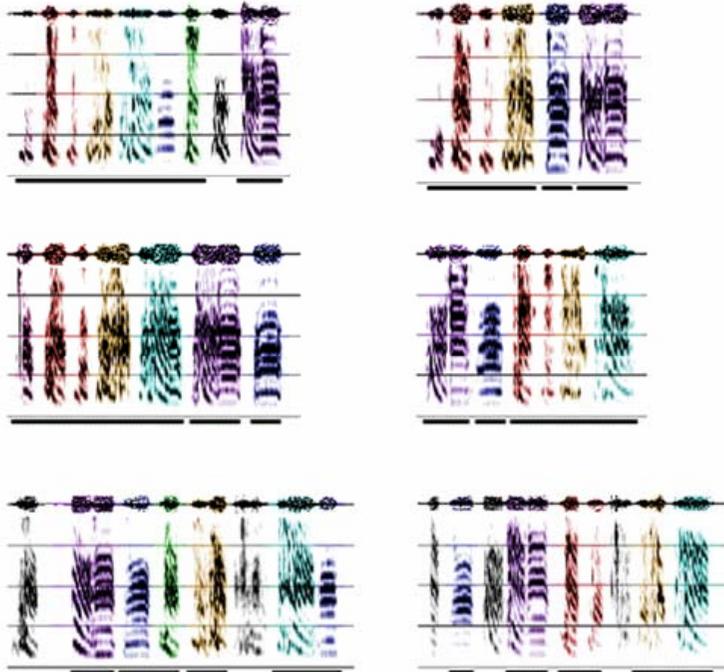
Oiseau 292 jours (adulte; chant cristallisé)



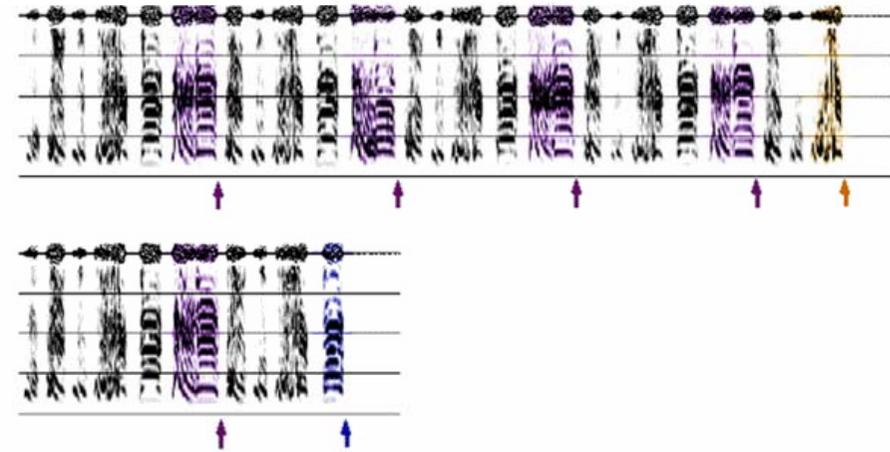
Variabilité de la copie du chant: 2 tuteurs
possibilité de 'dialectes' ?



6 copies

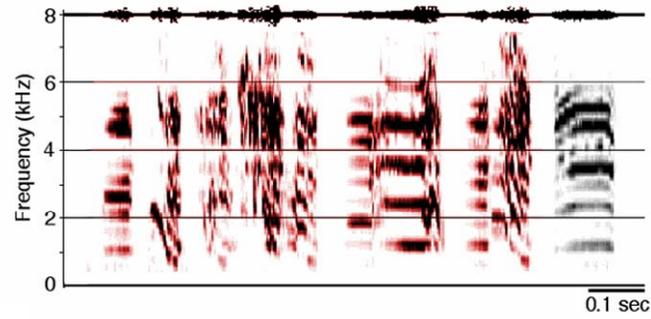


Chant obtenu



Variabilité de la copie du chant

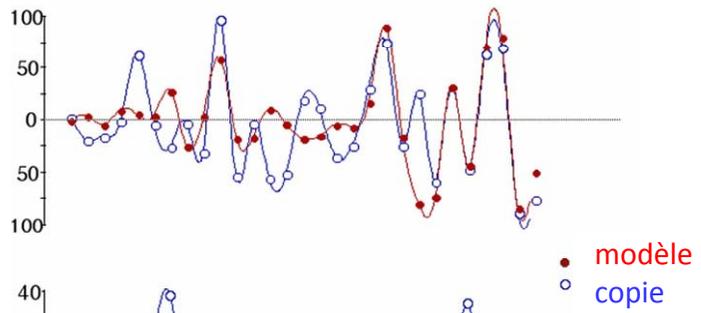
modèle



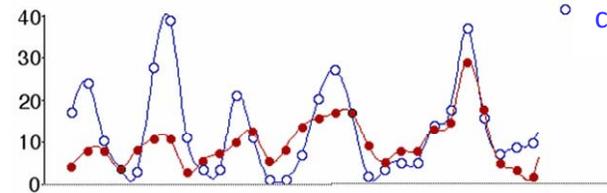
Mouvements
du bec

ouvertures

fermetures

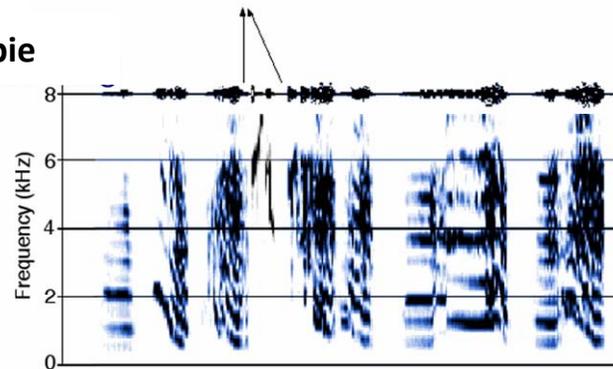


'Danse'

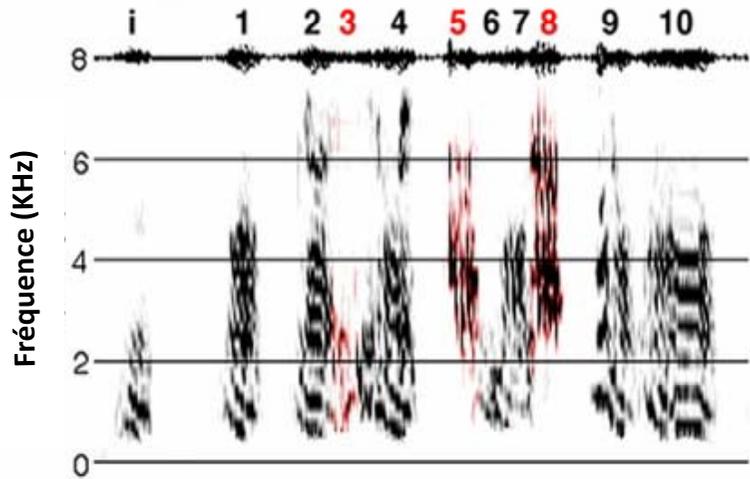


L'apprentissage du chant peut
s'accompagner de celui de
postures et activités motrices.

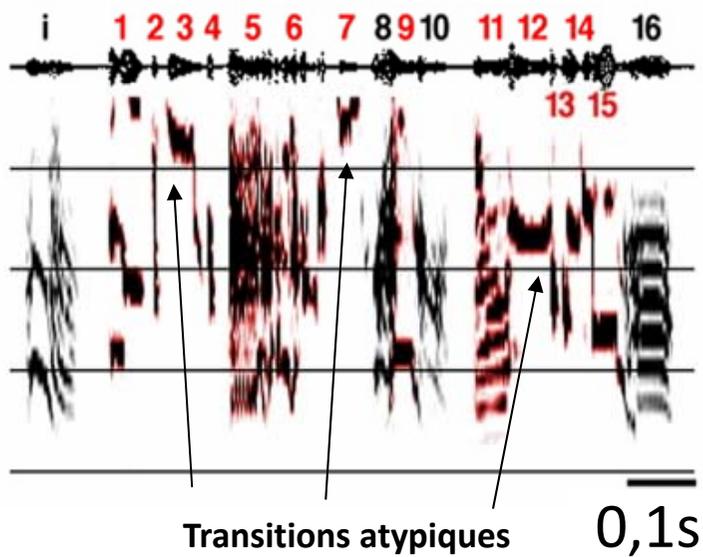
copie



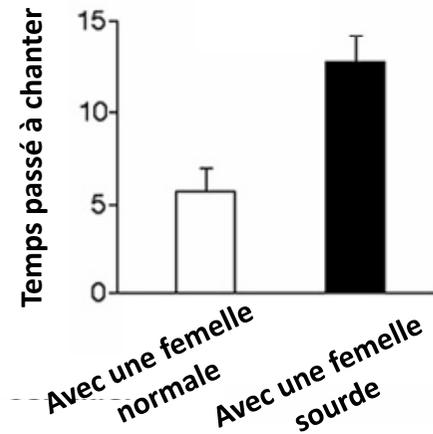
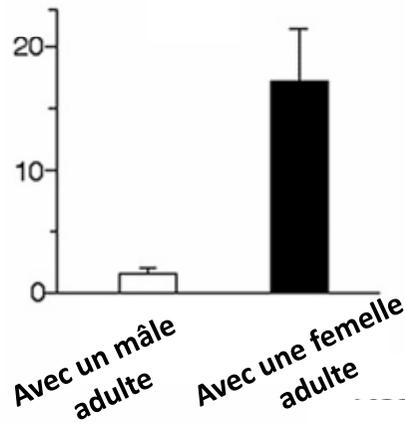
Elevage normal



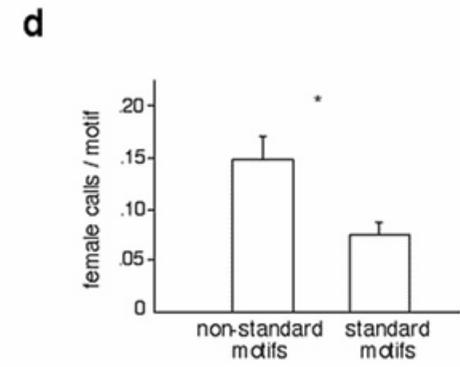
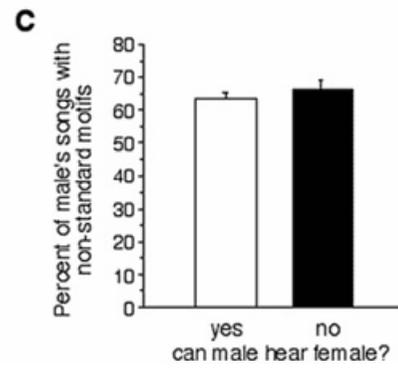
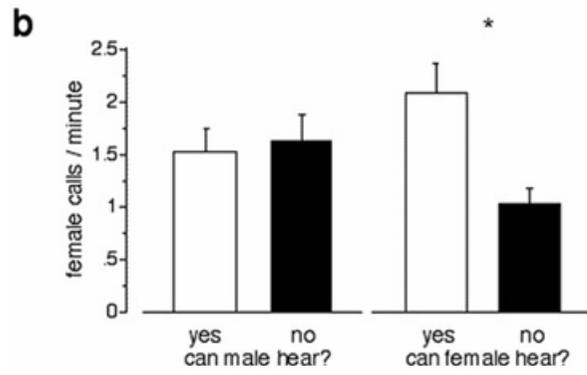
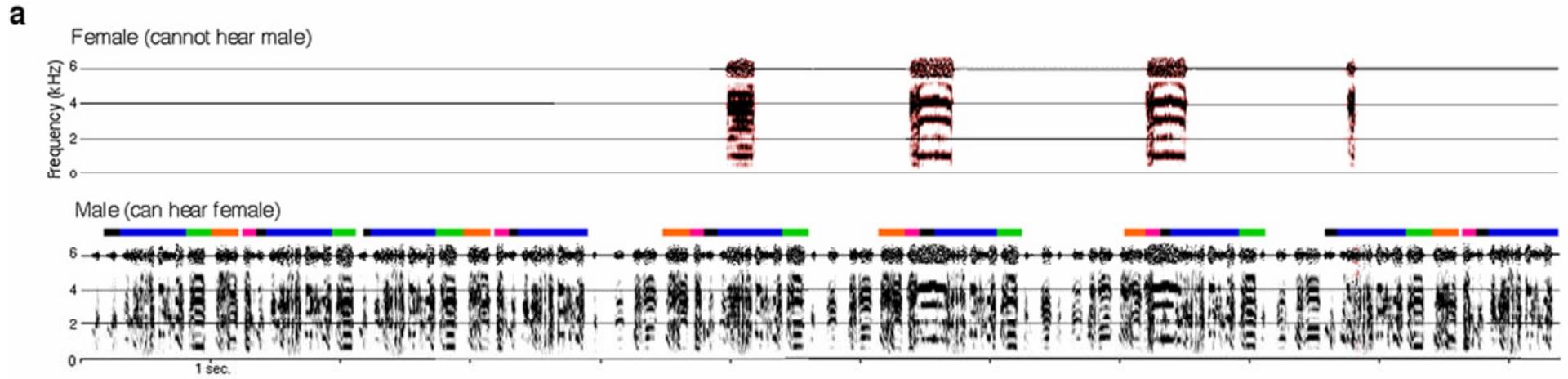
Elevage entre oisillons (chant non éduqué)

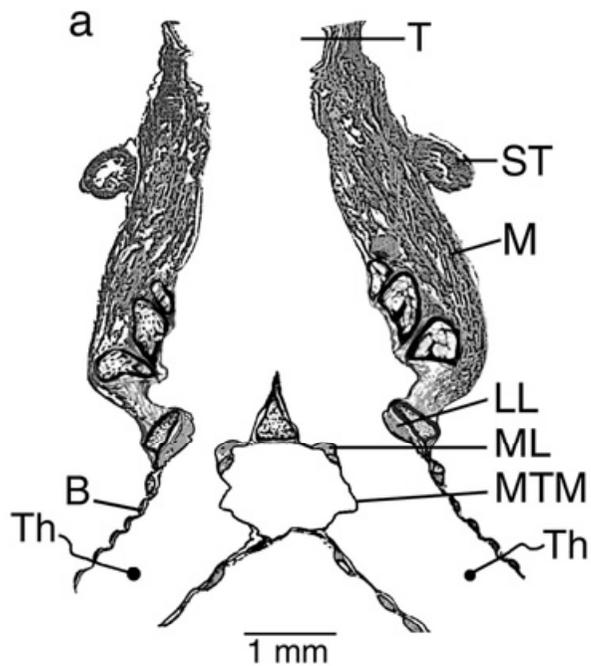


Pourcentage de transitions atypiques



Chant en fonction des conditions d'élevage





Muscles du Syrinx:

-TL : trachéolatéral

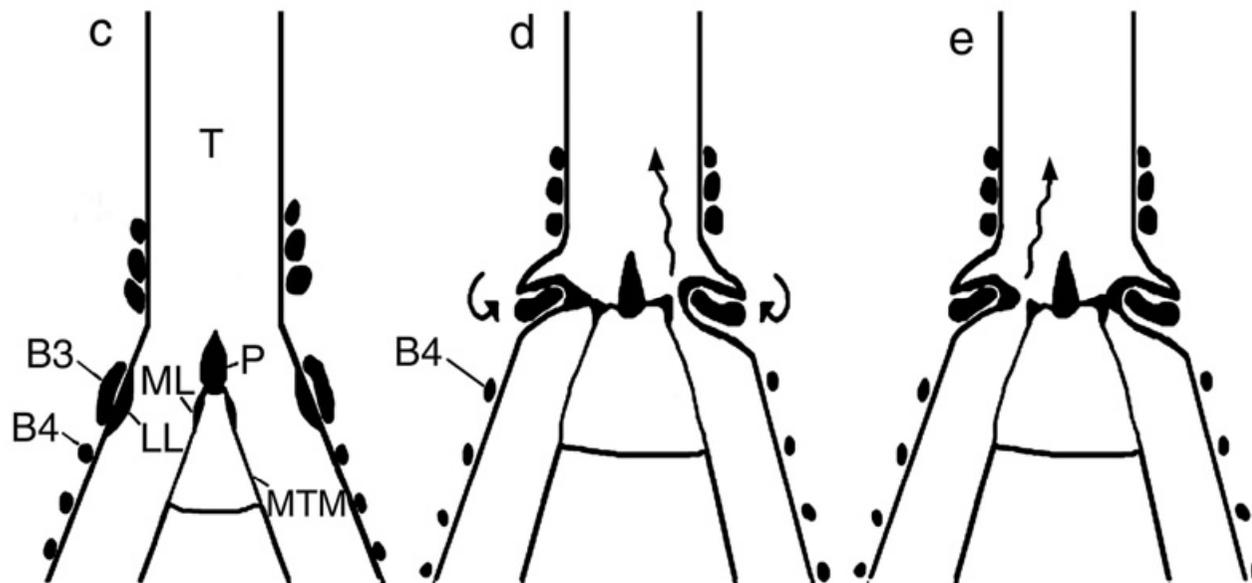
-ST: sternotrachéal

-vS: Syringual ventral

-dS: Syringual dorsal

-vTB: Trachéobrachial ventral

-dTB: Trachéobrachial dorsal



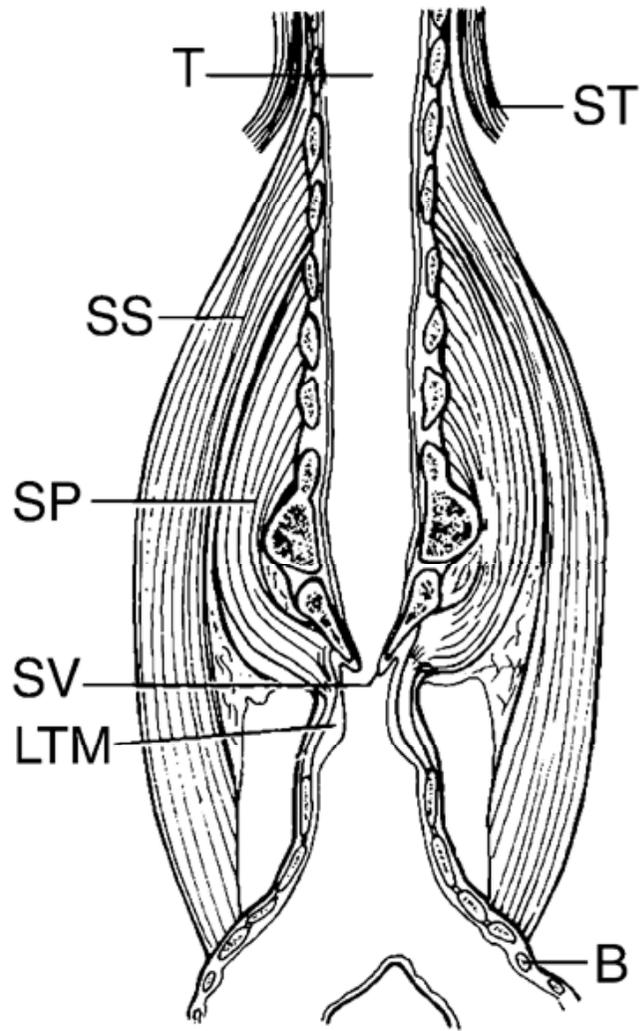
Membranes du Syrinx:

-ML: lèvres médiane

-LL: lèvres latérale

-MTM: Membrane tympaniforme médiane

B3,B4: 3ème et 4ème cartilage



Muscles:

ST: Sternotrachéal

SS: Syringeal superficiel

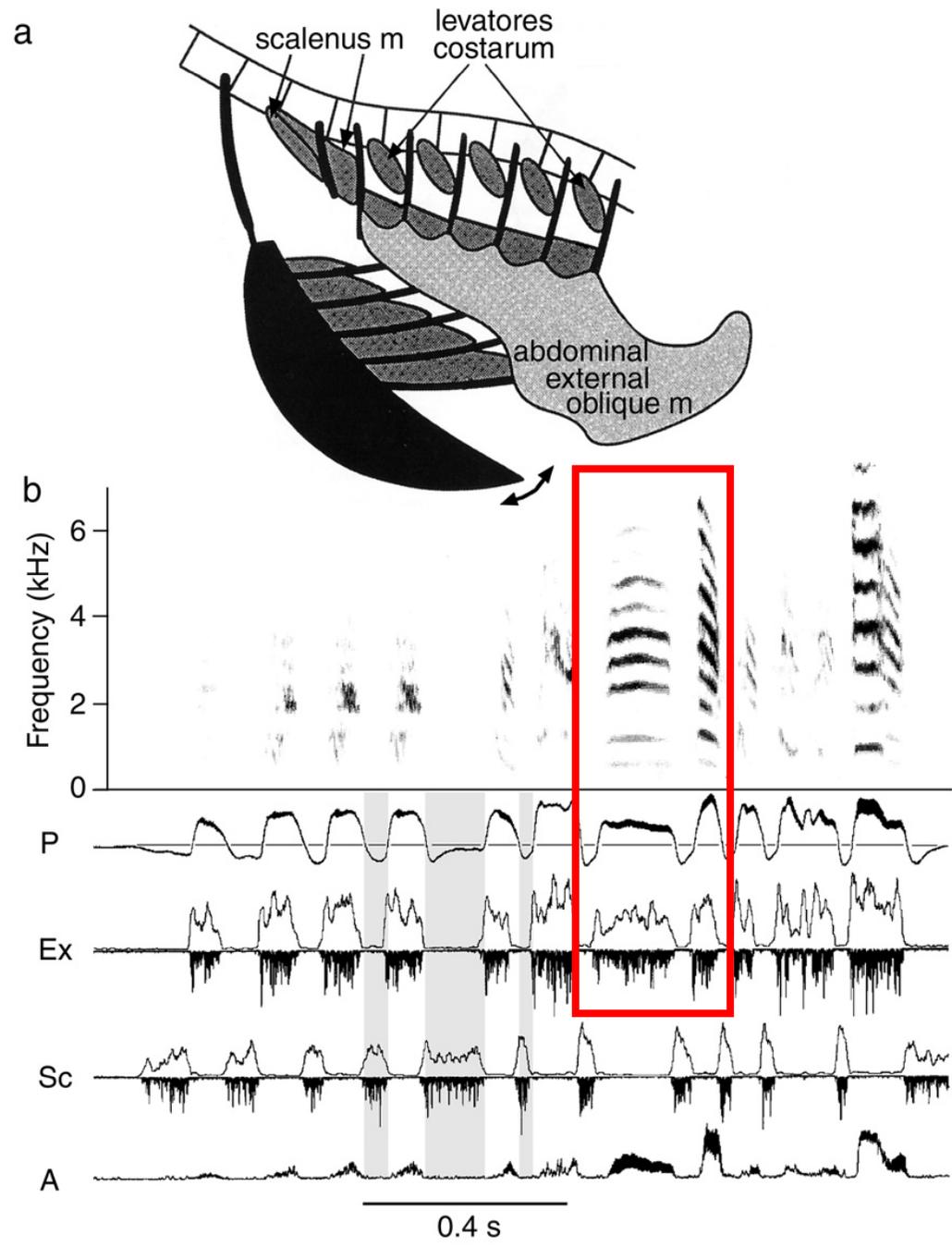
SP: Syringeal profond

Membranes:

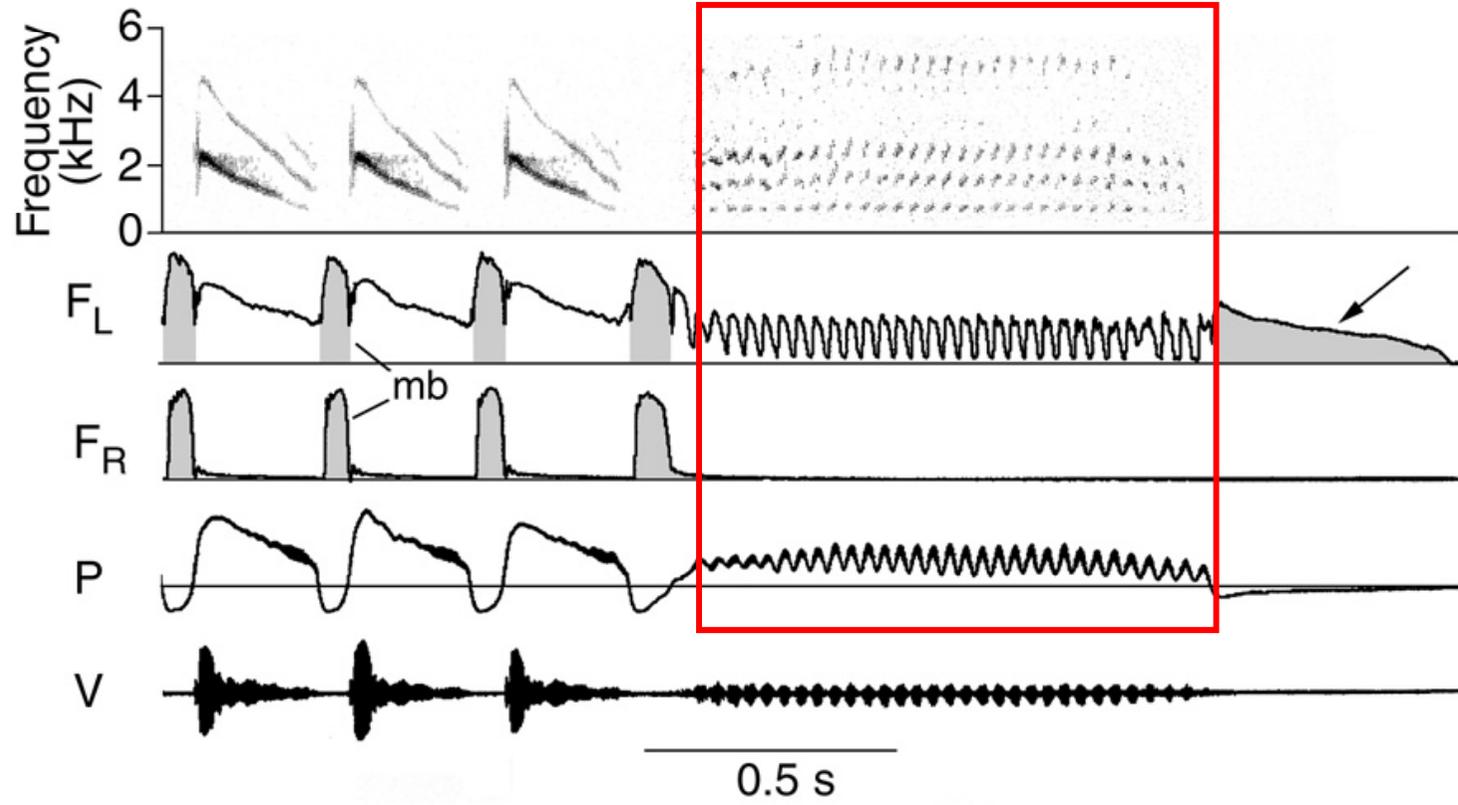
SV: Valve syringuale

LTM: Membrane tympaniforme latérale

**Organe vocal du perroquet
(oiseaux parleurs)**



Trille



'Minirespirations'

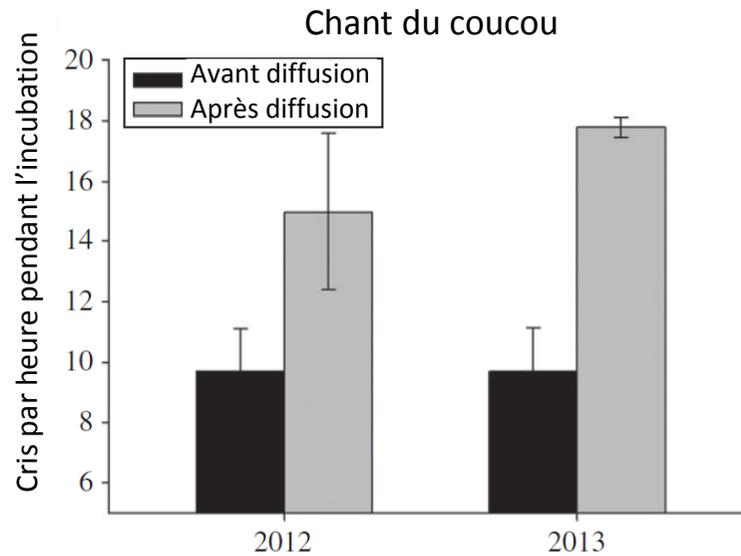
Chant des femelles:

Education *in ovo*?



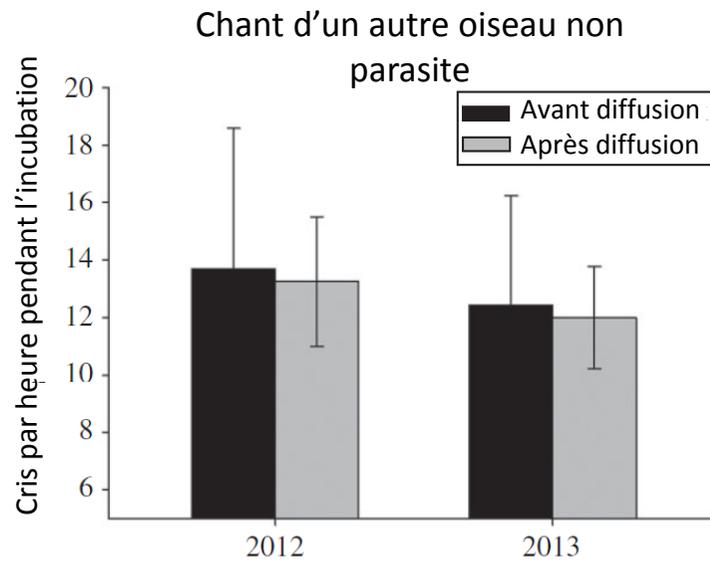
Cas du Mériion superbe : les femelles émettent des sons pendant l'incubation pour essayer de transmettre un 'code secret vocal' aux embryons. En effet, après éclosion, les oisillons qui vont chanter en produisant un son qui se rapproche le plus de celui de la mère recevront la nourriture.

Ce code secret vocal a pour but de reconnaître les oisillons Mériion superbe parmi d'éventuels 'parasites' du nid comme le coucou de Horsfield. En effet, le coucou pond ses oeufs dans le nid d'une autre espèce d'oiseau profitant de la nourriture apportée par d'autres parents. Le coucou expulse les oeufs de l'hôte, sachant que, en général, l'éclosion du coucou a lieu 3 jours avant celle du Mériion superbe. Toutefois, même si les œufs du coucou ont été incubés en même temps que les autres, ils auront été exposés moins longtemps aux cris des femelles et auront eu moins de temps pour apprendre. En conséquence, s'il ne reste que des oisillons coucou dans le nid des Mériion, ceux-ci émettront des cris qui ressemblent peu à ceux des mères Mériion superbe. Ceci pourra conduire à l'abandon du nid par les Mériion superbe.



Les femelles Mérion superbe qui couvent leurs œufs émettent plus de cris quand on leur fait entendre le chant de l'oiseau parasite.

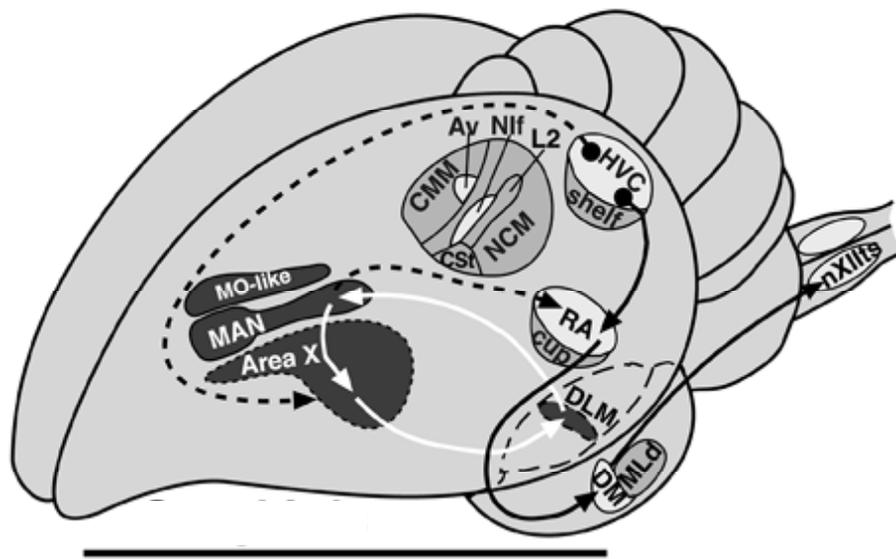
Toutefois, il semble que les cris des femelles puissent avoir l'effet inverse, à savoir attirer les prédateurs et parasites!



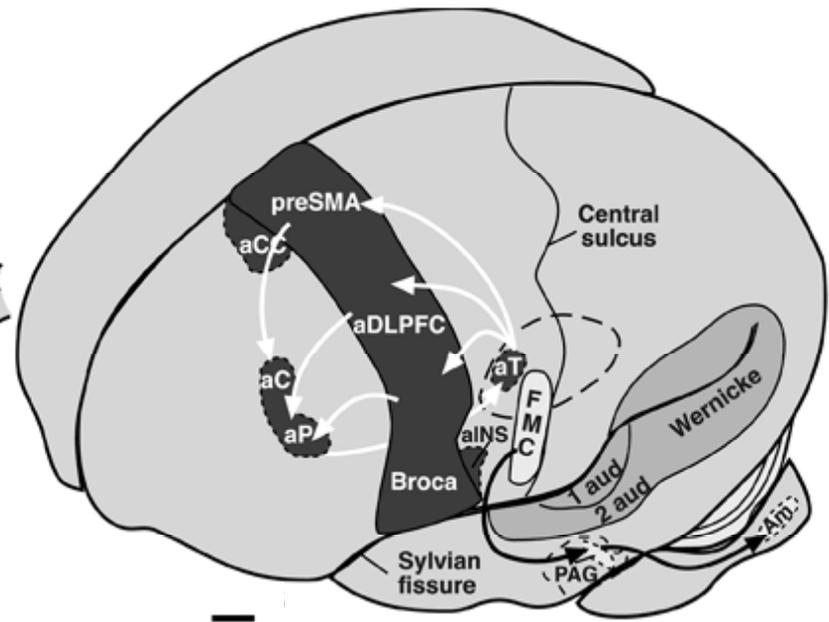
C'est peut-être là une des raisons pour lesquelles le chant des femelles a été moins conservé au cours de l'évolution (?)



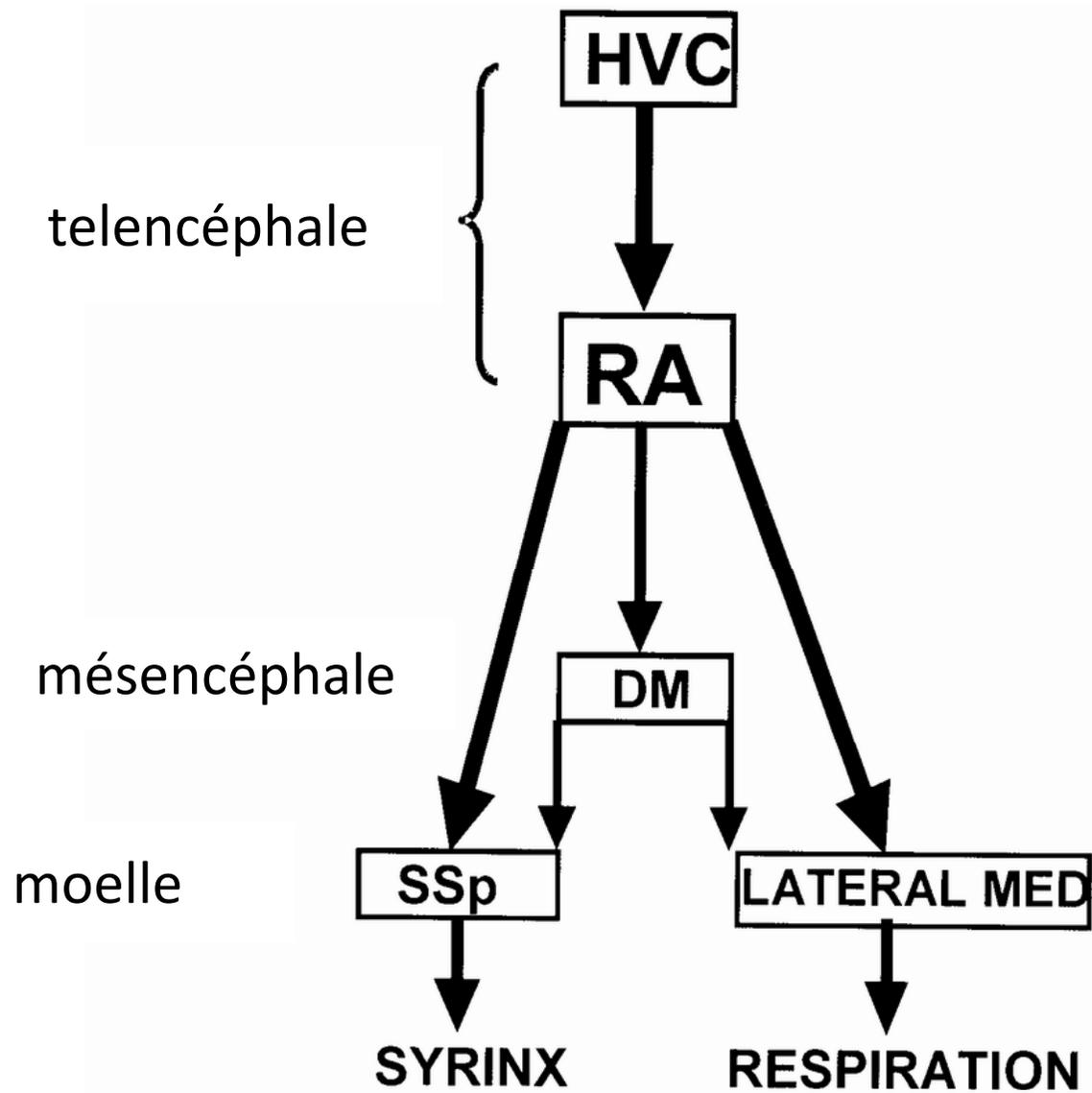
Contrôle neural du chant



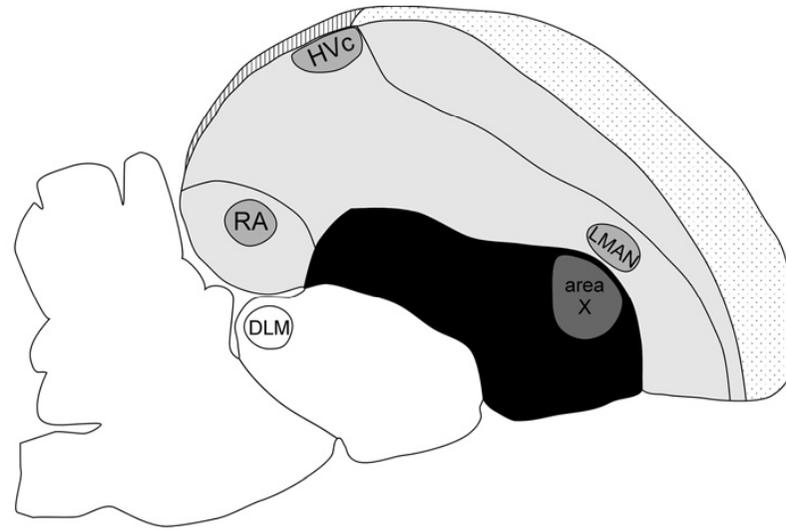
Oiseaux chanteurs



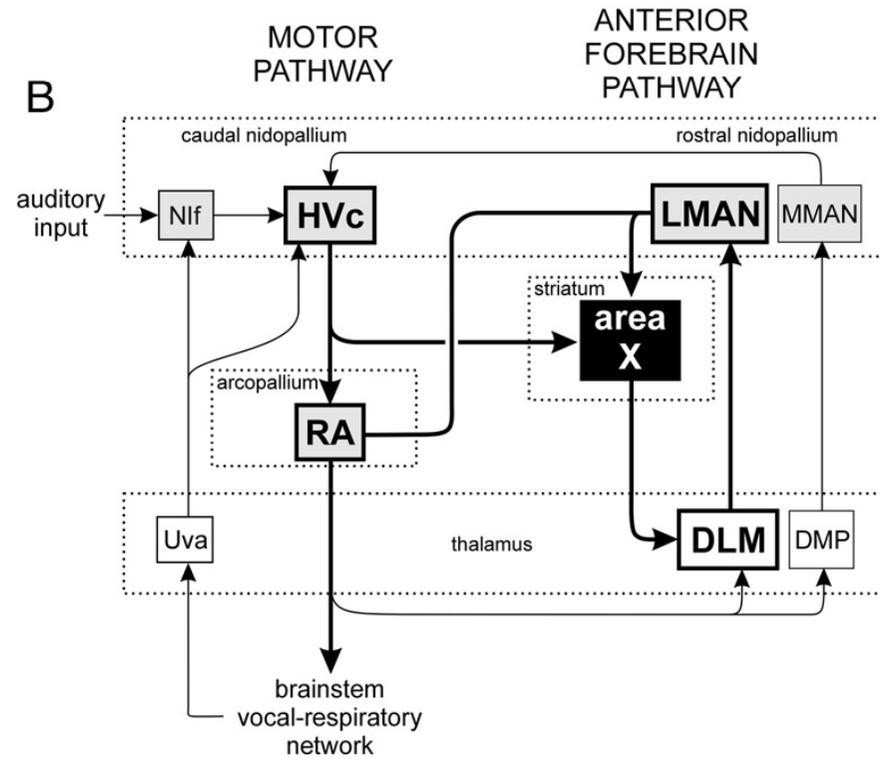
Humains



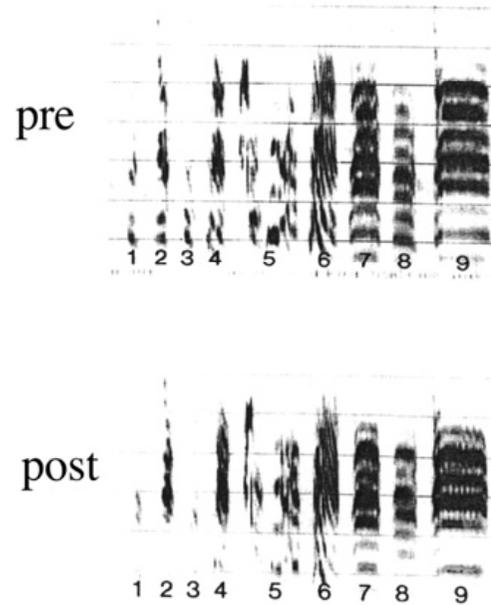
A



B



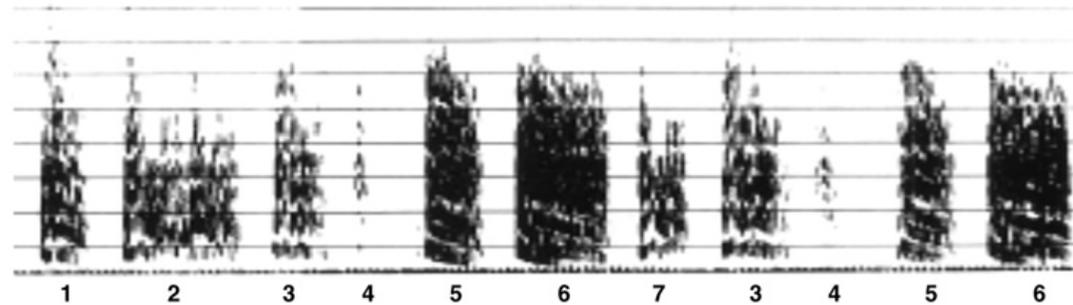
A Adult LMAN lesion



B Juvenile LMAN lesion



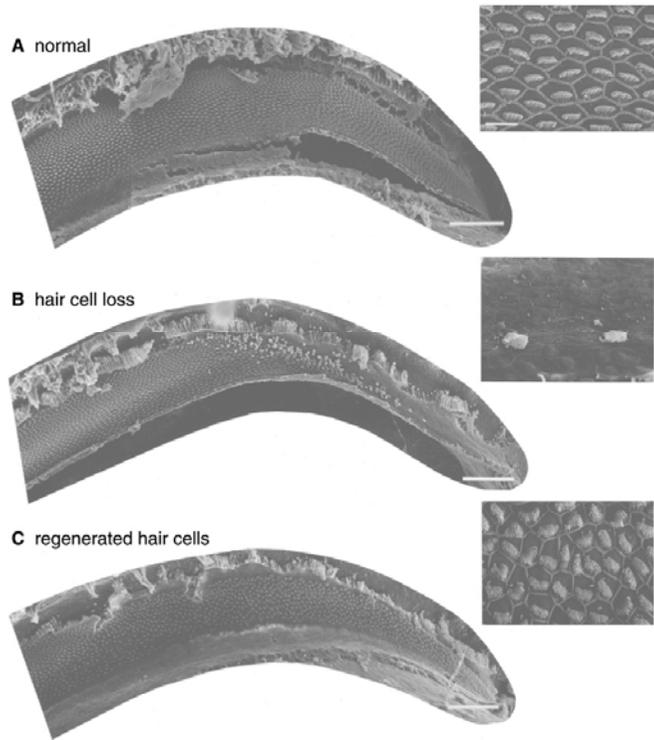
C Juvenile Area X lesion



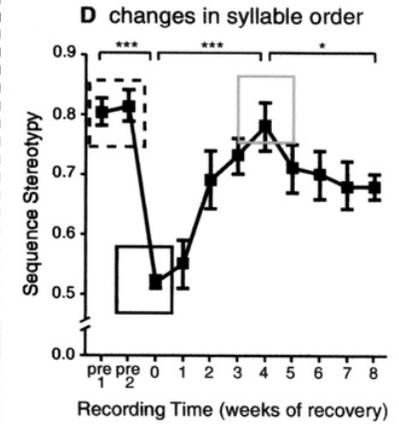
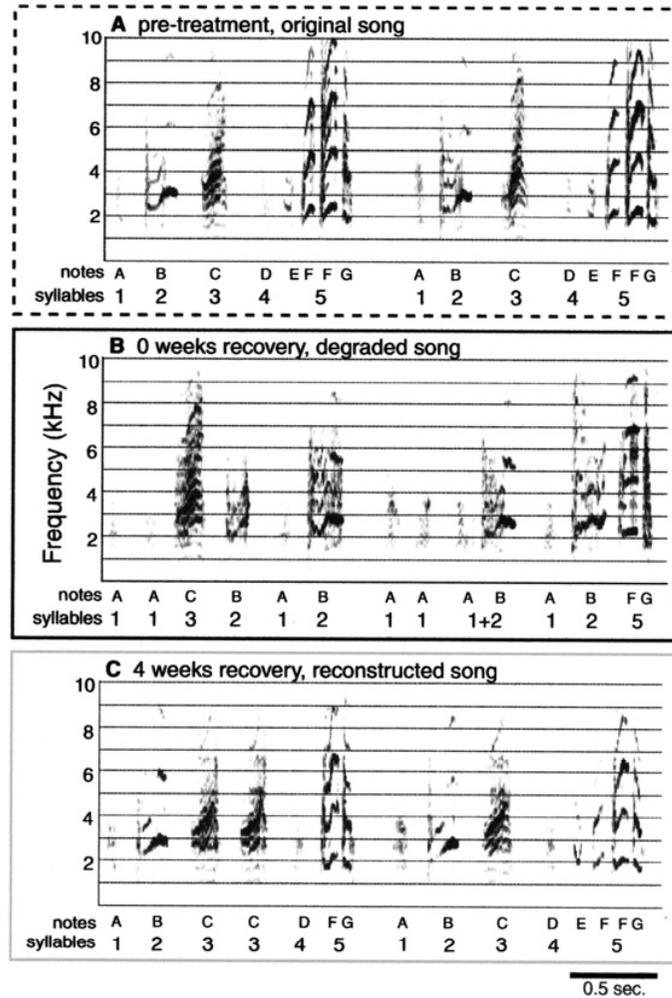
Effet de lésions du système AFP

L'intégrité de l'AFP (LMAN + DLM + Aire X) est requise pour

un apprentissage correct du chant chez le jeune. Ce système est aussi requis pour l'évaluation du chant.

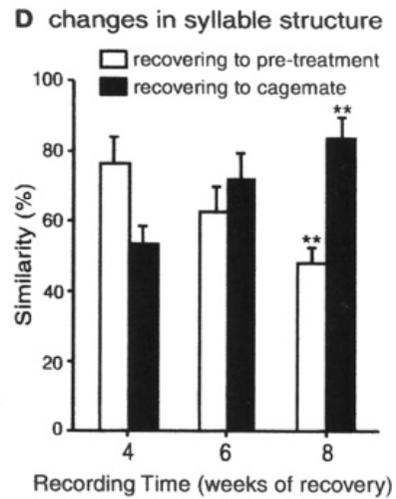
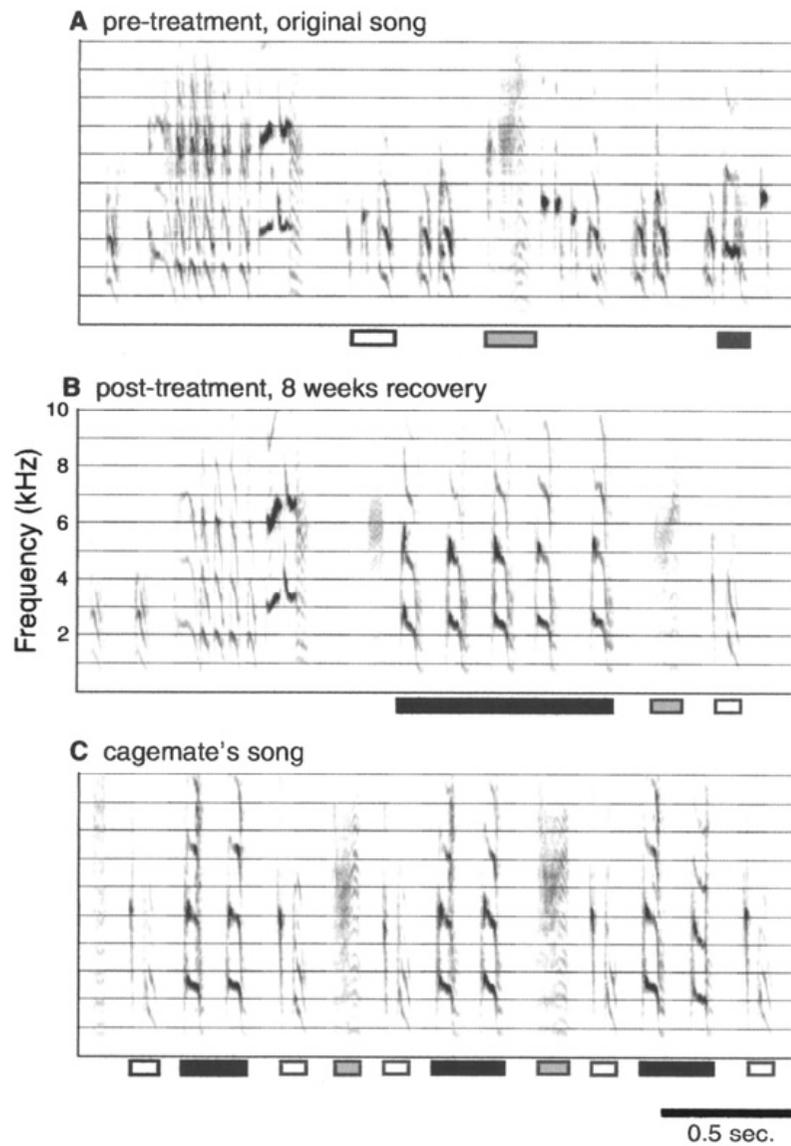


La gentamycine induit une perte transitoire des cellules ciliées de l'organe auditif chez l'oiseau.



L'impact du feedback auditif sur le chant peut être mis en évidence en rendant les oiseaux sourds de manière transitoire avec de la gentamycine (ototoxique). Après une phase de dégradation du chant (B) on observe une reconstruction du chant lorsque les oiseaux retrouvent l'audition (C).

Rétrocontrôle Auditif



Chez des oiseaux rendus sourds de manière transitoire, la reconstruction du chant peut s'accompagner de l'introduction nouveaux motifs (B) empruntés à des oiseaux du voisinage ('cagemate' C). Cela montre que le chant de l'oiseau conserve une certaine plasticité même au stade adulte.

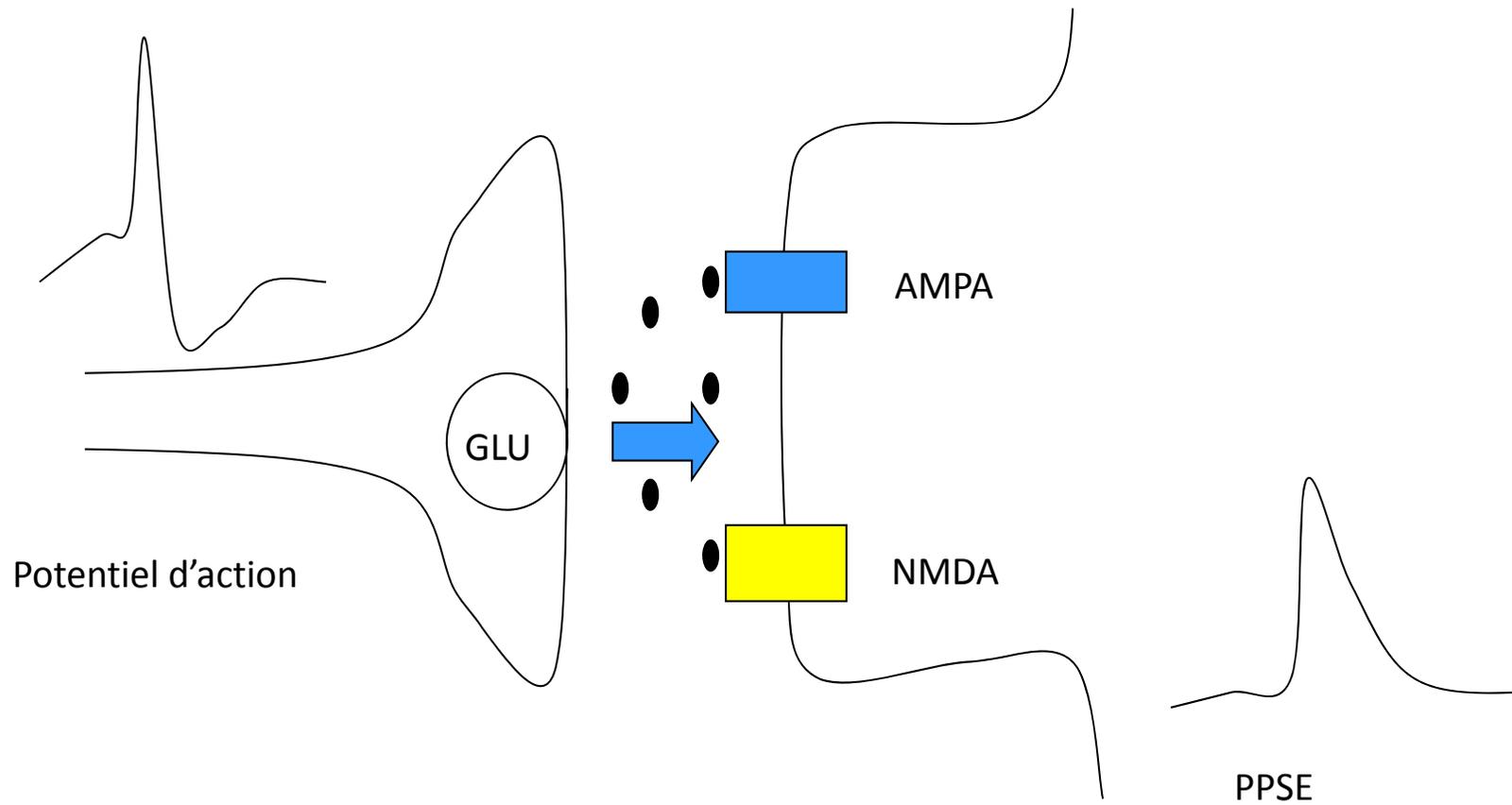
Plasticité du réseau synaptique et plasticité du chant

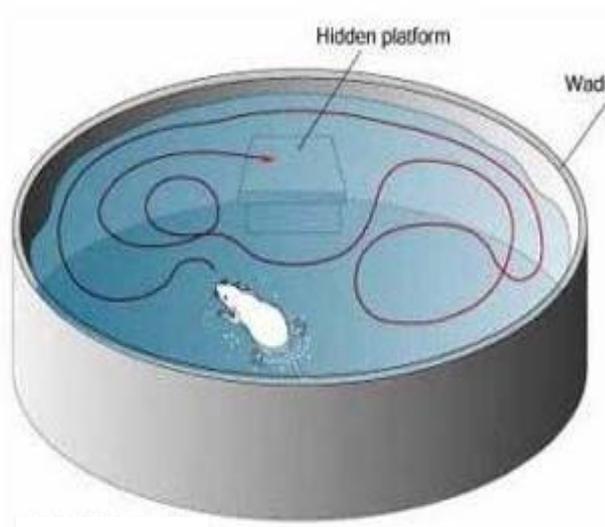
-1. Rôle des récepteurs NMDA du glutamate

-2. Rôle de gènes spécifiques

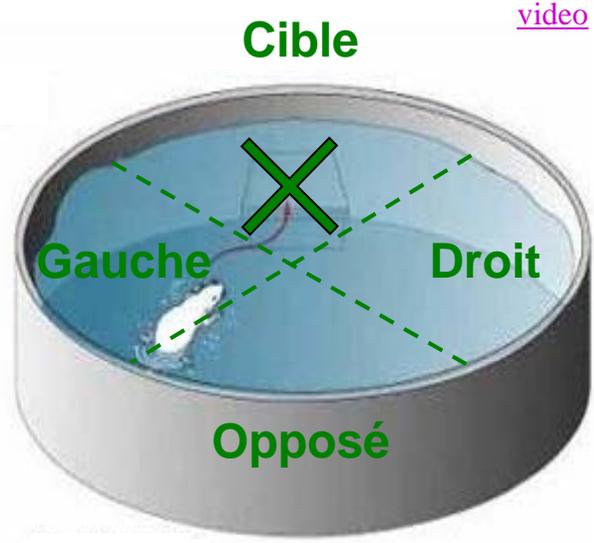
-3. Rôle du 'timing' de l'apprentissage

1-Rôle des récepteurs NMDA du glutamate

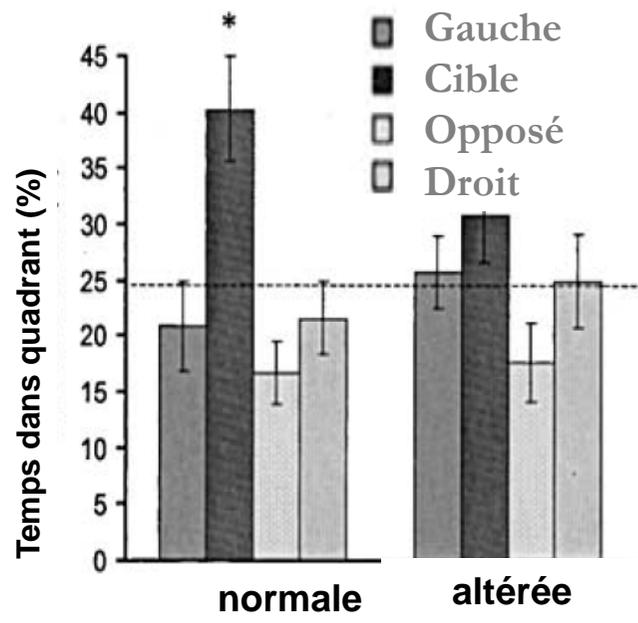
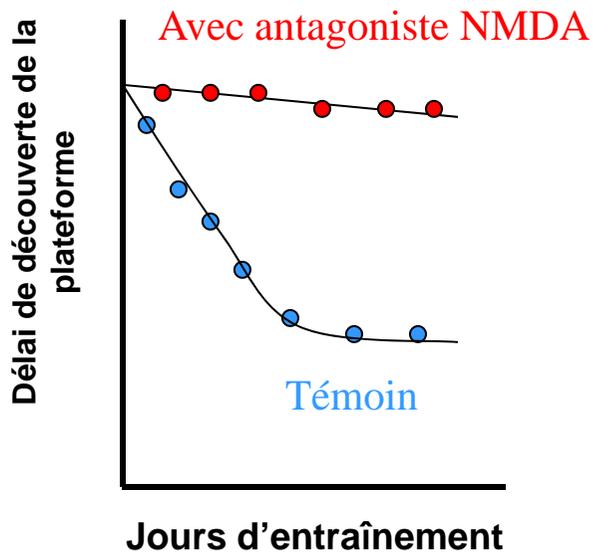


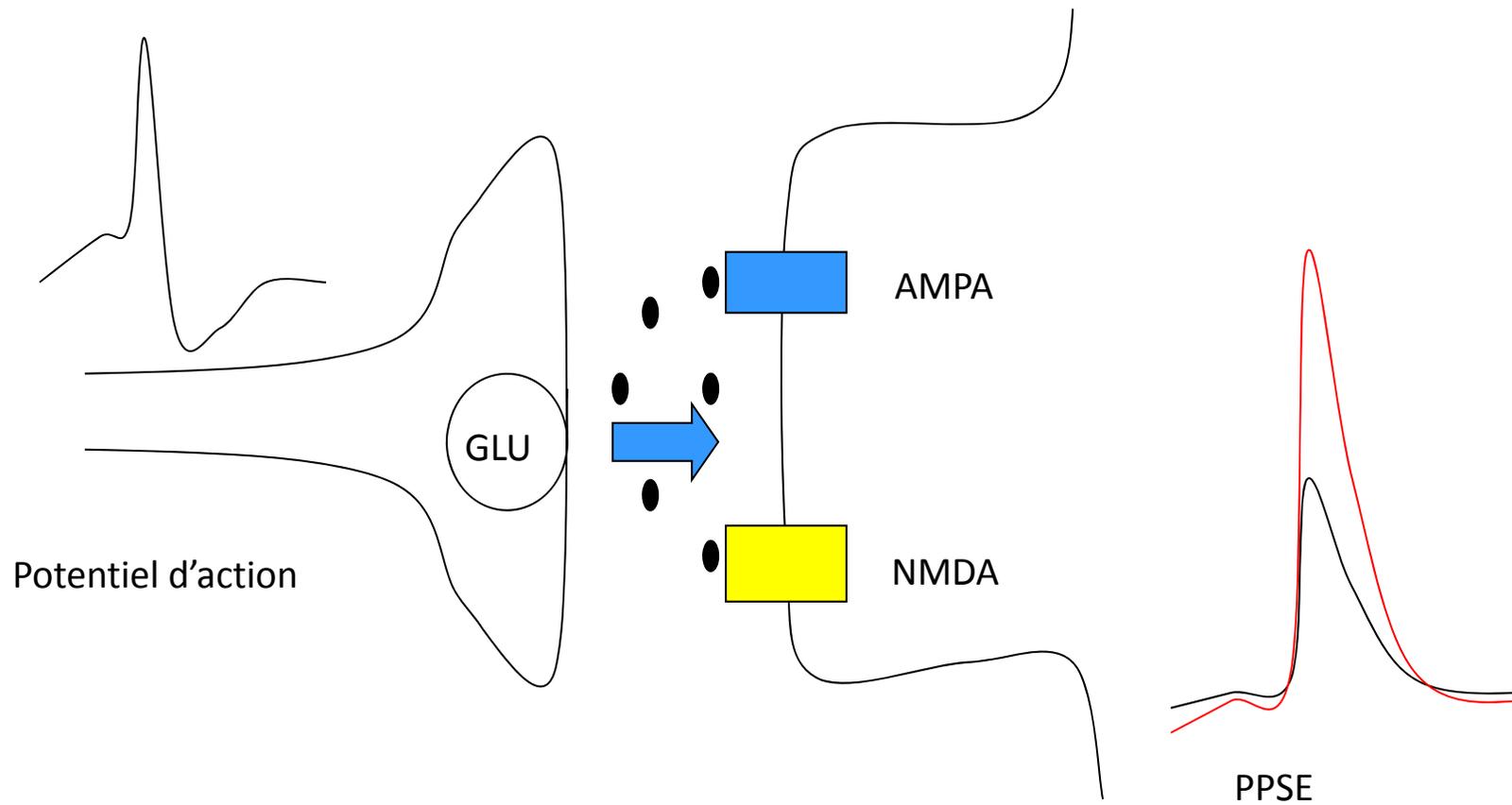


Avant apprentissage

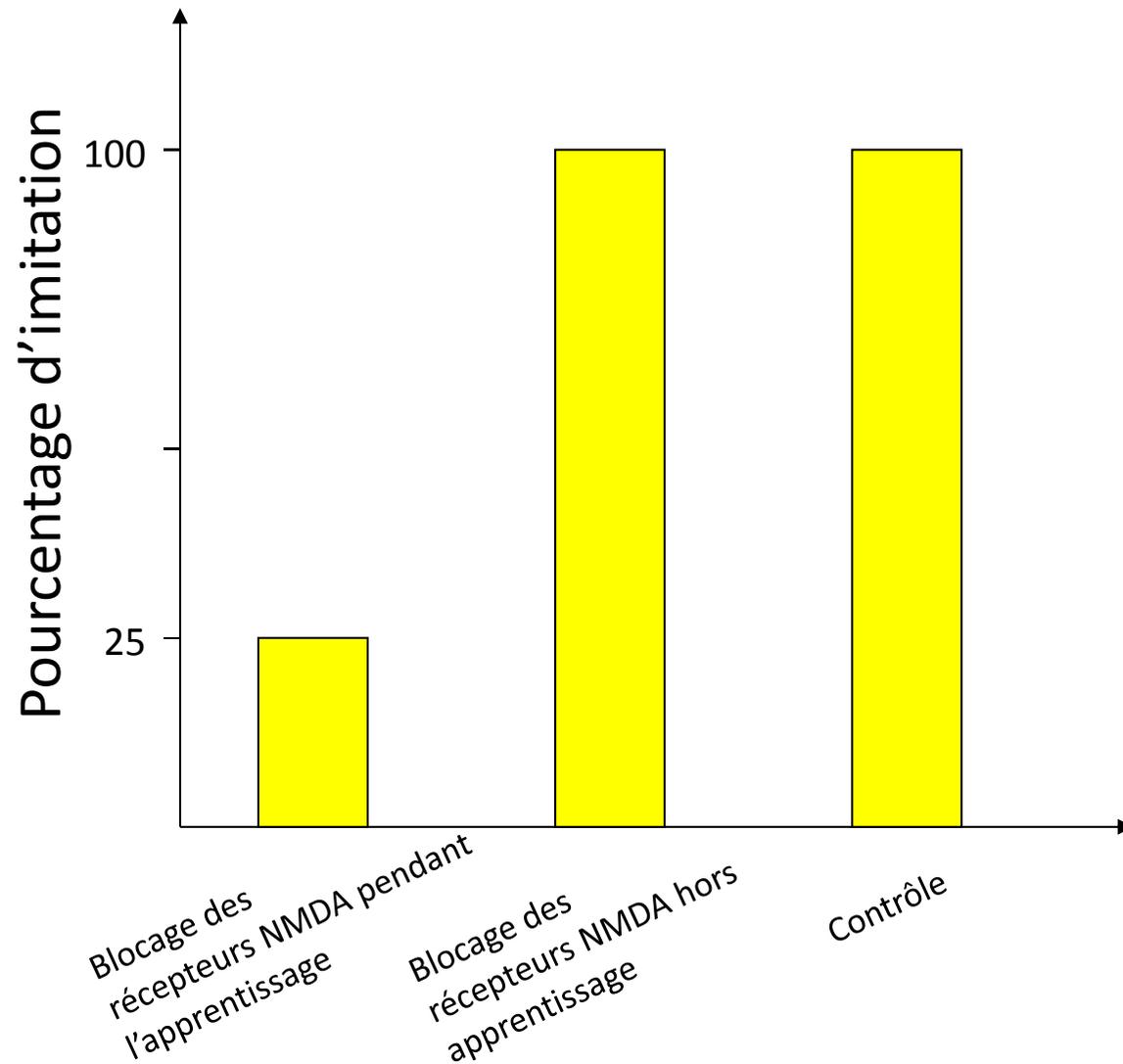


Après apprentissage





Après apprentissage, les synapses deviennent plus efficaces (PPSE plus grands qu'avant apprentissage). Ceci est possible grâce à l'activation des récepteurs NMDA.



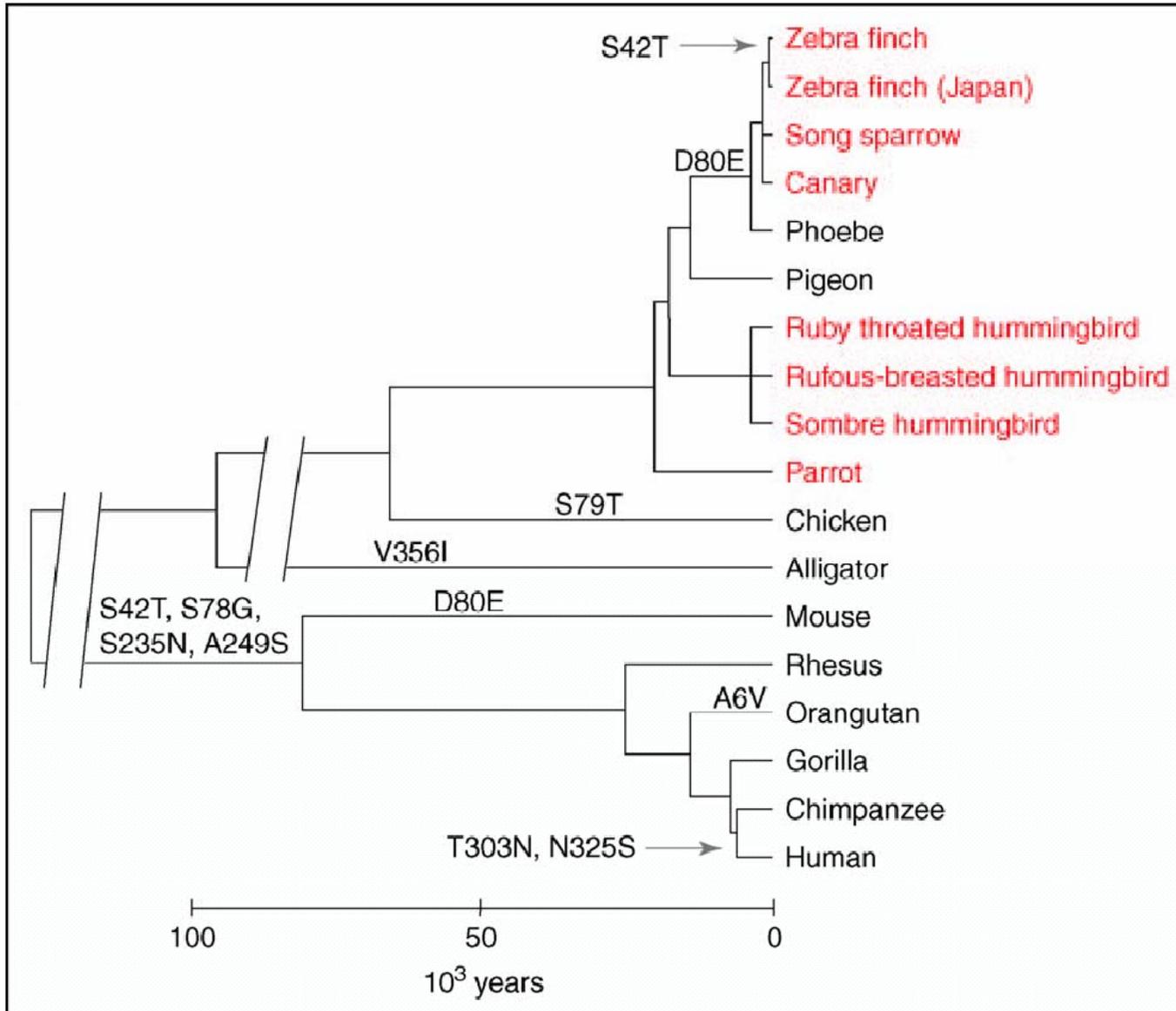
L'activation des récepteurs NMDA est nécessaire pendant l'apprentissage pour une restitution correcte du chant du tuteur.

2-Rôle de gènes spécifiques

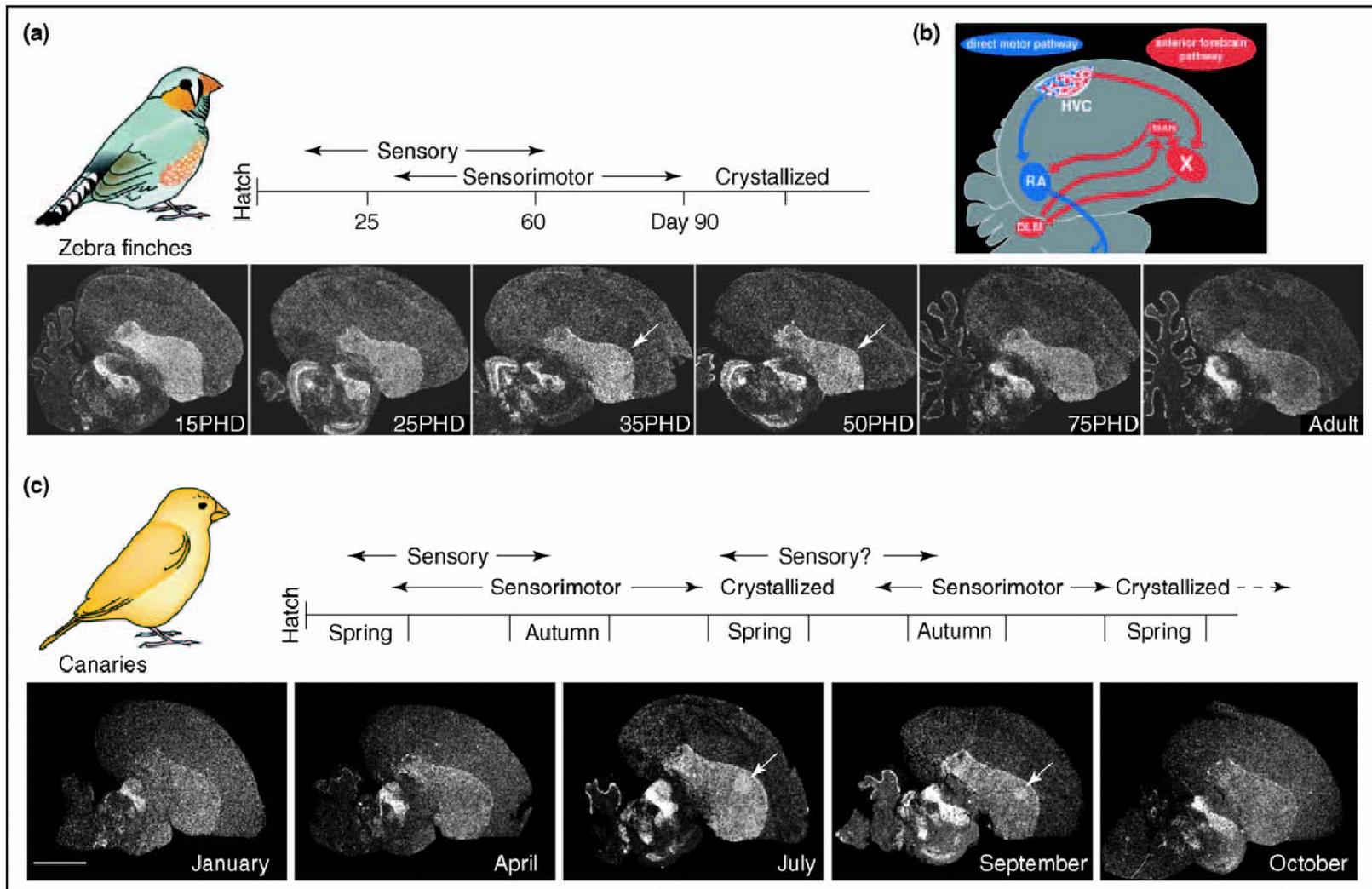
Des gènes spécifiquement impliqués dans le langage,
le chant des oiseaux et des souris (!) ?

Le cas du gène FoxP2

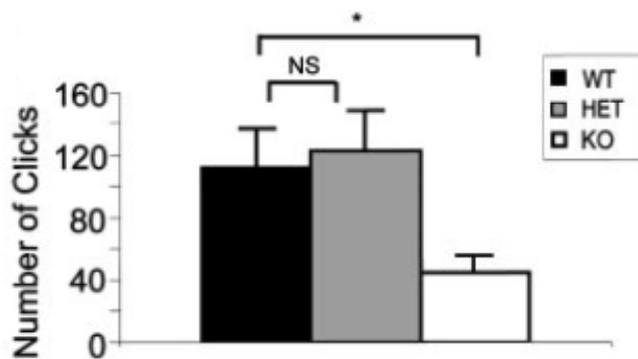
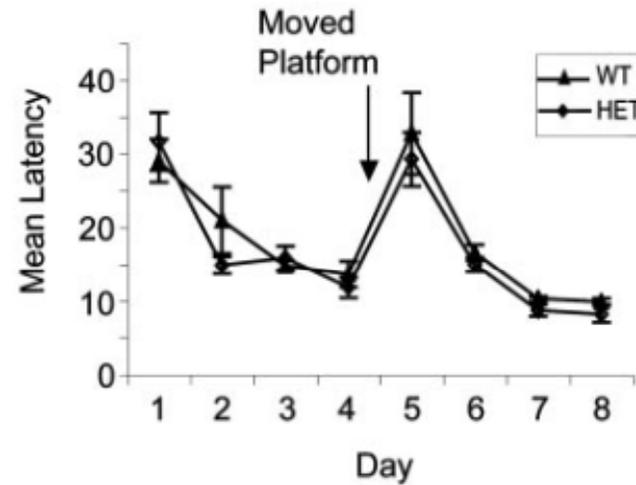
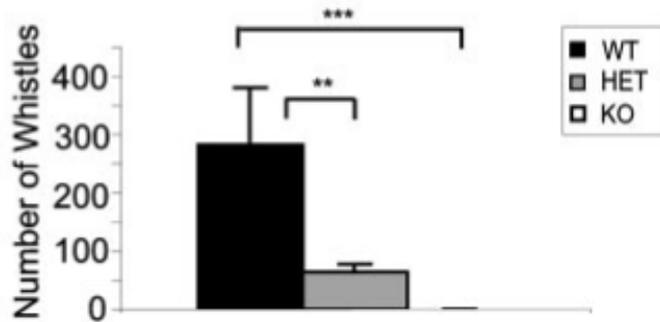
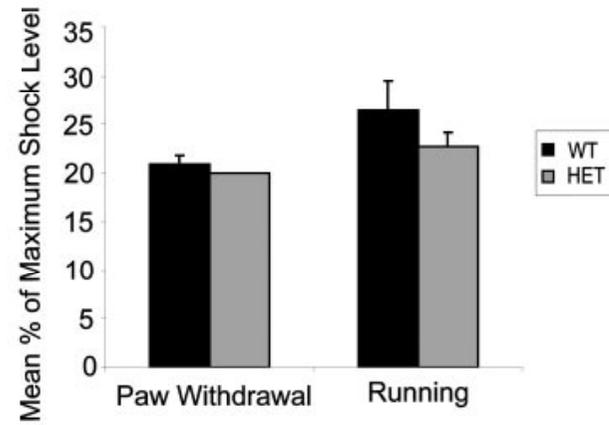
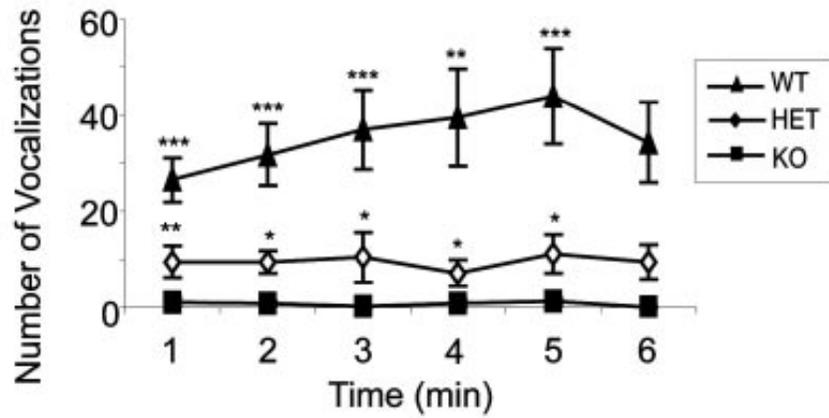
Gène muté chez l'humain : apparition de troubles héréditaires
sévères langage.



Arbre phylogénique de l'expression du gène FoxP2



FoxP2 expression is increased during times of vocal plasticity. Zebra finches learn to sing by imitating the song of an adult tutor. During the 'sensitive learning phase' birds memorize the tutor song but vocalize little. During the 'sensory-motor phase' they start singing and use auditory feedback to modify their imperfect rendition of the memorized tutor song. This process culminates in a final, 'crystallized' song. **(a)** In zebra finches, adult song changes little, in contrast to canaries who continue to modify their song throughout life. **(b)** Before and after the breeding season they incorporate new syllables into their song, which correlates with seasonal plasticity in the neural circuits that mediate the learning and/or production of song. **(c)** The anatomy and connectivity of the song circuit. HVC and RA are part of the motor pathway necessary for song production (blue). HVC also provides input to the anterior forebrain pathway (AFP) (red). The AFP comprises the nuclei Area X, LMAN and DLM. It is essential for song learning during development and for periods of song plasticity in adulthood. *FoxP2* expression in Area X is elevated during times of song plasticity both in juvenile zebra finches (a) and in adult canaries (b).



L'isolement social conduit chez les jeunes rongeurs à l'émission d'ultrasons (vocalisations).

L'ablation du gène FOXP2 chez la souris altère les vocalisations mais pas d'autres comportements (mémoire, motricité, douleur).

Rôle de gènes dans le rétro-contrôle auditif:

Cas du gène Zenk: l'expression de ce gène est augmentée en réponse au chant d'un oiseau de la même espèce au niveau du noyau NCM qui reçoit les informations auditives.

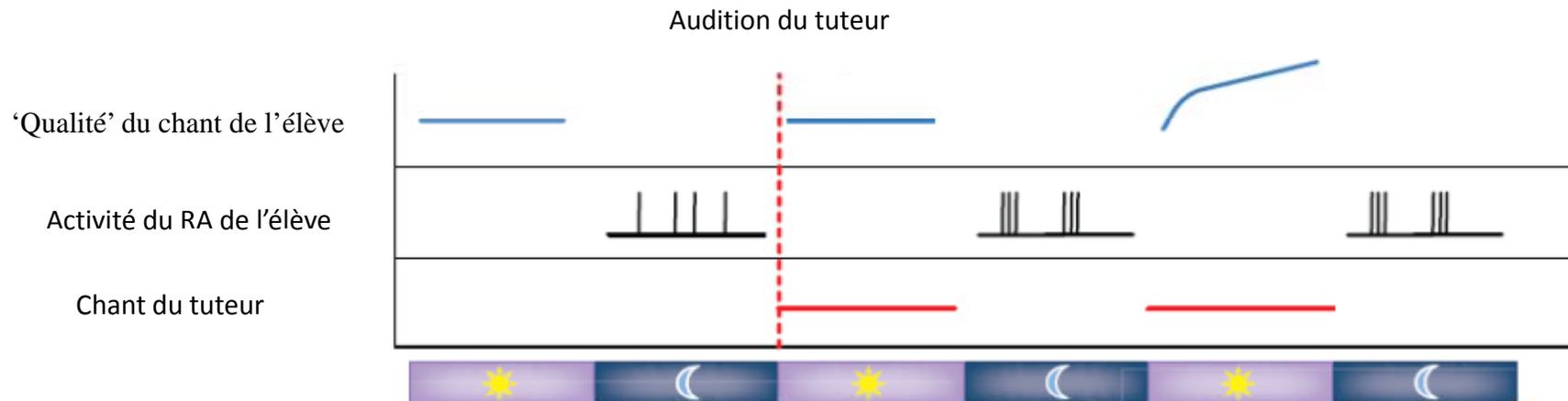
Ce phénomène serait à la base de la sélectivité dans l'apprentissage et la reconnaissance du chant de l'espèce et de l'oiseau lui-même.

Zenk induirait la plasticité synaptique dans le circuit?

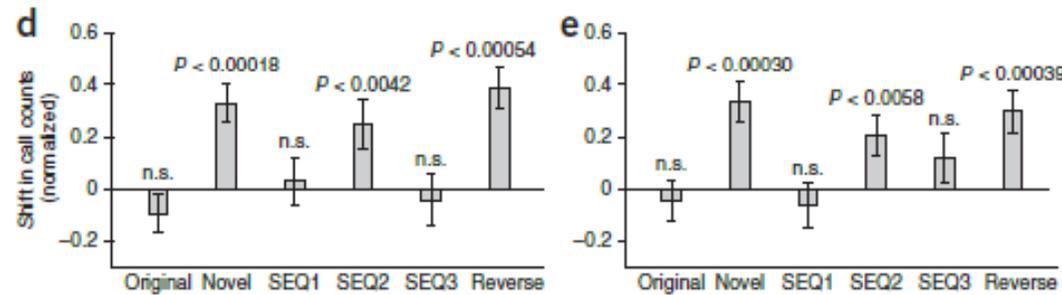
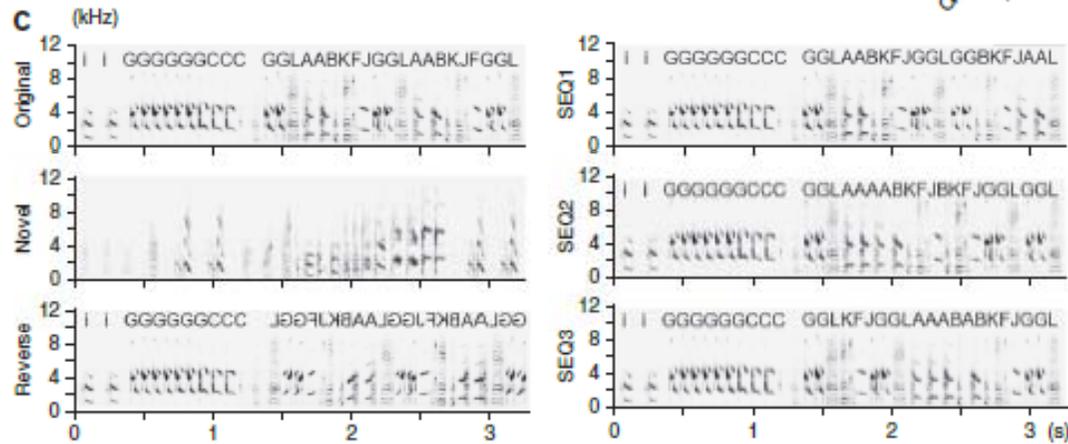
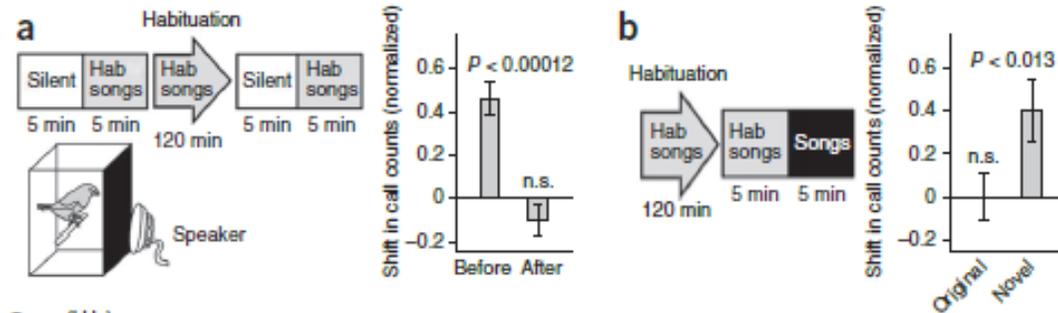
-3. Rôle du 'timing' de l'apprentissage

Chez de nombreuses espèces, le sommeil facilite le stockage à long terme des informations.

Chez les oiseaux, il apparaît que l'apprentissage du chant est aussi dépendant du sommeil. En effet des travaux récents montrent que la nuit suivant l'audition du tuteur facilite l'apprentissage du chant : il y a apparition d'activité coordonnée des neurones du noyau RA. Le matin suivant la qualité du chant est très augmentée.



Les oiseaux chanteurs peuvent-ils comprendre une syntaxe dans un chant ?



Original GGLAABKFJGGLAABKFJGGL

SEQ1 GGLAABKFJGGLGGBKFJAAL

SEQ2 GGLAAAABKFJBKFJGGLGGL

SEQ3 GGLKFJGGLAAAABABKFJGGL

