

Uncioned and cloned cultures of fibroblasts were transformed with SV-40 as previously described<sup>20</sup> in order to obtain a vigorous cell growth, when needed. The phenotype of fibroblasts before and after transformation did not change in controls, patients and heterozygotes with respect to sulfiduronate sulfatase activity (Figure).

Control fibroblasts showed a variable range of activity which was, however, well separated from that found in patients (Figure). It should be underlined that the residual activity found in affected males, corresponding to about 20% of the SA of the standard reference control, is probably due to <sup>35</sup>S containing substrates other than dermatan sulfate and heparan sulfate. The SA of uncioned fibroblasts from 2 heterozygotes fell in the range of affected males (heterozygotes A) or of controls (heterozygotes B). The single clone which was isolated from heterozygote A showed, however, a SA in the range of controls, while the majority of clones from heterozygotes B fell in the control range with only one (clone No. 5) showing an opposite phenotype. Both heterozygotes therefore showed some clones with sulfiduronate sulfatase activity significantly different from that found in their uncioned cells and/or in the majority of their clones.

It has been reported that fibroblasts cultures from 5 obligate heterozygotes and 3 potential carriers of Hunter's syndrome displayed abnormal mucopolysaccharide metabolism after prolonged maintenance in culture or routine freezing<sup>21</sup>. Our data, in particular those from heterozygote B, apparently contradict the conclusion that there is preferential survival in culture of cells carrying the Hunter gene<sup>21</sup>. One should underline, however, that our experiments of cell cloning were performed at very early stages of subcultures. Since a reliable cell-free assay for the detection of Hunter's syndrome is now

available, the specific basis for the reported abnormal mucopolysaccharide metabolism in cultures of heterozygotes can now be checked.

Another X-linked locus, that for the Xg<sup>a</sup> blood group, whose linkage relationship with Hunter's locus is still undetermined, seems to escape inactivation also in view of recent findings which exclude the possibility that Xg<sup>a</sup> substance is not produced by red cells and secondarily attached to their surface<sup>22</sup>. From a genetic point of view, it is therefore interesting that the mutation causing a deficiency of sulfiduronate sulfatase in Hunter's syndrome is subjected instead to allelic inactivation. These apparently contrasting findings are in agreement with the hypothesis of regional inactivation of the same X-chromosome, supported also by recent data on derepression of the inactive X-chromosome at one single locus<sup>23</sup>.

A new method for the assays of sulfiduronate sulfatase based on the hydrolysis of a chemically prepared <sup>3</sup>H-labelled substrate is now available<sup>24</sup>. It should therefore become possible to refine the study of this newly discovered X-linked locus in future work concerning the mapping of the human X-chromosome<sup>25</sup>.

<sup>20</sup> G. ROMEO and B. R. MIGEON, Humangenetik, in press (1975).

<sup>21</sup> C. W. BOOTH and H. L. NADLER, Pediatrics 53, 396 (1974).

<sup>22</sup> A. O. CARBONARA, P. L. MATTIUIZ, V. C. MIGGIANO, G. MOLINATTI, P. RICHIARDI and R. CEPPELLINI, Atti Ass. genet. ital. 17, 46 (1972).

<sup>23</sup> B. KAHAN and R. DE MARS, Proc. natn. Acad. Sci., USA 72, 1510 (1975).

<sup>24</sup> T. W. LIM, I. G. LEDER, G. BACH and E. F. NEUFELD, Carbohydr. Res. 37, 103 (1974).

<sup>25</sup> D. J. GOSS and H. HARRY, Nature, Lond. 255, 680 (1975).

## Rôle des phénomènes transitoires dans la reconnaissance spécifique du chant du Rouge-gorge (*Erithacus rubecula*)

### The Role of Rise Time in the Recognition of Acoustic Elements in the European Robin's song (*Erithacus rubecula*)

J. C. BRÉMOND<sup>1</sup>

Laboratoire d'Ethologie Expérimentale, Les Sources Mittainville, F-78120 Rambouillet (France), 20 mai 1975.

**Summary.** The rise time in the acoustic elements of the song is a very important parameter. The pattern of this rise is of little or no importance in recognition. The bird would appear to pay no attention to the fall time.

Un régime permanent de vibrations ne peut pas transmettre d'information. Pour atteindre ce but, on est contraint d'y apporter des modifications, c'est-à-dire de générer des phénomènes transitoires. Il en ressort que tout problème relatif à la transmission de l'information est étroitement lié à l'étude de ces phénomènes (PIMONOV<sup>2</sup>). Les signaux acoustiques des oiseaux comportent de nombreux phénomènes transitoires: ils consistent en des variations de fréquence associées à des variations de niveau. Nous nous proposons d'étudier le rôle des transitoires de niveau. En particulier nous chercherons à savoir si la forme exacte de la variation temporelle est un caractère important pour assurer l'efficacité des signaux.

Si de telles études sont souvent entreprises par les phonéticiens nous n'en connaissons qu'une seule qui soit relative au chant de l'oiseau (TRETZEL<sup>3</sup>). Il ne s'agit en fait que d'une tentative car l'auteur, comme il le reconnaît lui-même, s'est heurté à des problèmes techniques

que les moyens de l'époque ne permettaient pas de résoudre. Il eut toutefois le grand mérite d'être le premier à avoir pressenti et tenté de rechercher expérimentalement quelle était l'importance de ces transitoires pour l'oiseau récepteur.

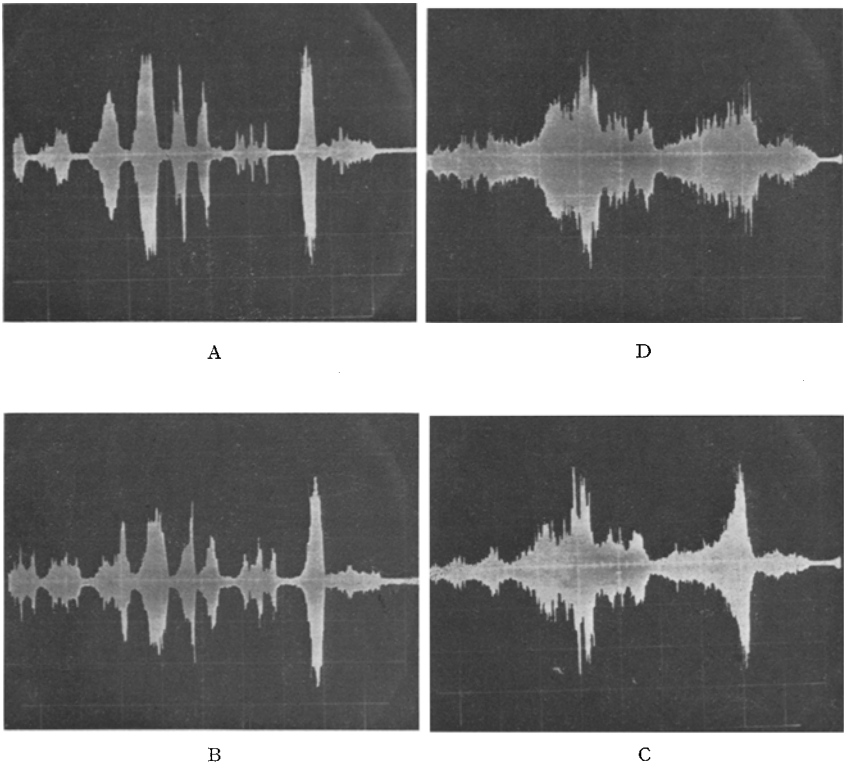
**Matériel.** Les chants naturels. Ces derniers sont émis par des rouges-gorges sauvages. Les séquences ont été uniformément limitées à une durée d'une minute.

**Enregistrement et diffusion.** Le magnétophone utilisé est un Nagra III auquel est adjoind un amplificateur de puissance de 10 W et un haut-parleur pour la diffusion des signaux expérimentaux.

<sup>1</sup> Equipe de recherche associée CNRS No. 496.

<sup>2</sup> L. PIMONOV, Vibrations en régime transitoire. Analyse physique et physiologique (Editions Dunod, Paris 1962).

<sup>3</sup> E. TRETZEL, Verh. dt. zool. Ges., p. 367 (1965).



Variation de l'amplitude en fonction du temps dans un chant naturel. Non modifié en A) puis après altération par augmentation de la durée du transitoire d'établissement des sons: en B) de 100 msec, en C) de 400 msec, en D) de 1600 msec (pour une dynamique de 60 dB).

Fabrication des leurres acoustiques. La forme des transitoires des signaux naturels a été modifiée en utilisant une pièce réverbérante<sup>4</sup> (temps de réverbération 1,6 sec). Les signaux de synthèses ont été fournis par un générateur de fonction (Schlumberger type EU 18) piloté par un générateur de rampes construit au laboratoire.

Méthodes. Modification des caractéristiques temporelles des transitoires de niveau (début de chaque variation exclusivement). Elles consistent en des augmentations de durée. L'enregistrement d'un chant naturel était lu en commençant par la fin, c'est-à-dire en inversant le sens normal de défilement de la bande magnétique. Il était diffusé dans une pièce réverbérante et recueilli par un microphone placé dans cette même pièce. L'enregistrement obtenu était donc constitué par le signal «à l'envers» suivi de l'écho né dans la chambre. L'enregistrement obtenu dans ces conditions peut être relu en inversant le sens de défilement de la bande magnétique. Dans ces conditions le haut parleur nous restituera un chant qui est

normal quant à son déroulement temporel, mais affecté d'un écho qui précède chaque son. Ce qui était la pente d'extinction de l'écho de la pièce sera devenu la pente d'établissement du signal. En d'autres termes les caractéristiques temporelles des transitoires de niveau auront toutes été modifiées d'une même quantité. Cette quantité est immuable puisqu'elle dépend des caractéristiques acoustiques de la chambre d'écho. Il est possible de tourner cet inconvénient et de modifier les caractéristiques apparentes de réverbération en les affectant d'un facteur  $(1/n) = 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32$ . Pour y parvenir nous avons diffusé dans cette pièce le signal (lu à l'envers) à une vitesse de  $1/n$ . En accélérant  $n$  fois l'enregistrement obtenu dans ces conditions (et en le lisant à l'envers) on réobtient le chant naturel, mais précédé d'un écho ayant une durée réduite de  $1/n$  (Figure).

<sup>4</sup> Chambre à écho du laboratoire de Physiologie Acoustique de l'I.N.R.A.

Comportements induits par les signaux expérimentaux chez 68 individus

| Comportement   |            | Nombre d'individus et intensité de la réponse comparée à celle induite par le chant naturel |     |         |   |        |     |       |   |
|--|------------|---|-----|---------|---|--------|-----|-------|---|
|  |            | Identique   |     | Moindre |   | Faible |     | Nulle |   |
| Signal expérimental  |            |   |     |         |   |        |     |       |   |
| Augmentation expérimentale des temps de montée du signal naturel (en msec/60 dB) | 50         | 10  |     | 5       |   | 2      |     | 2     |   |
|  | 100        | 6   | 79% | 8       |   | 2      | 21% |       | 3 |
|  | (Figure B) |   | 74% |         |   |        | 26% |       |   |
|  | 400        | 1   |     | 3       |   | 8      |     | 6     |   |
|  | (Figure C) |   | 22% |         |   |        | 88% |       |   |
| 1600   | 0          |   | 1   |         | 2 |        |     | 9     |   |
| (Figure D)   |            |   | 9%  |         |   |        | 91% |       |   |

L'expérience montre que le pouvoir réactogène du signal diminue si on augmente artificiellement la durée du transitoire d'établissement des sons.

Critères éthologiques d'intelligibilité. La méthode de recherche utilise le fait que le chant du rouge-gorge, outre son action sur la ♀, sert aussi à proclamer et à défendre le territoire. En employant des leurres consistant en des altérations progressives du chant naturel, il est possible de voir décroître l'intensité de la réaction des animaux d'expérience. Nous disposons ainsi d'une mesure du degré d'efficacité du leurre acoustique lors de situations mettant en cause la reconnaissance spécifique.

**Résultats.** Ces résultats sont reportés dans le Tableau. Le pouvoir réactogène de chaque signal n'est pas exprimé en valeur absolue, mais par comparaison à ce qu'induit le chant naturel chez ce même oiseau. Par ce procédé nous atténuons partiellement les différences interindividuelles ou celles découlant de facteurs d'environnement. Le comportement induit a été interprété selon une grille définie antérieurement (BREMONT<sup>5</sup>). Elle fait intervenir la vitesse d'apparition d'une réaction, le comportement exploratoire de l'oiseau vis à vis de la source sonore, les parades agonistiques, les chants émis en réponse.

Ce Tableau nous montre que l'intensité de la réponse et le nombre des oiseaux qui réagissent positivement, diminuent au fur et à mesure que l'on augmente la durée des transitoires d'établissement des sons. Ces temps sont nettement supérieurs à ceux rencontrés dans les chants naturels où les transitoires du début de chaque son dépassent rarement 30 msec pour une augmentation de niveau de 60 dB.

Il est bien évident que dans les conditions naturelles, les échos multiples ne peuvent pas affecter les transitoires d'attaque. Il n'en est pas de même des transitoires d'extinction qui parviennent très altérés à l'individu récepteur. Ces modifications dépendent des propriétés acoustiques du canal. Elles varient donc avec le lieu, le vent, l'heure, l'hygrométrie, la distance parcourue par le signal. Il ne nous a pas paru nécessaire d'expérimenter sur la forme de ces transitoires d'extinction puisque la nature nous fournissait un nombre infini d'exemples où l'information relative à la spécificité se transmet également bien quelque soient ces altérations. Il est donc très vraisemblable qu'ils interviennent peu ou pas dans cette transmission et sont utilisables par le récepteur pour obtenir une autre information telle que l'appréciation de la distance à laquelle il se trouve de l'émetteur (BREMONT<sup>6</sup>).

L'expérimentation rapportée dans ce Tableau a donc montré que la durée du transitoire d'établissement des sons était un paramètre très important pour la reconnaissance du signal. En conséquence, si un chant a été enregistré dans un milieu réverbérant, il sera inutile de le diffuser en inversant le sens de lecture de la bande magnétique afin de tester par exemple l'effet d'une syntaxe inversée. Le résultat observé serait dû essentiellement à la présence de transitoires d'attaque hautement anormaux. Cette interprétation est probablement applicable aux résultats obtenus par THIELCKE<sup>7</sup> et TRETZEL<sup>8</sup> et que ces auteurs ont trouvés paradoxaux.

La forme exacte de la variation d'amplitude qui caractérise le phénomène transitoire est elle un paramètre important pour la reconnaissance spécifique? Ainsi que nous venons de le voir, il est facile d'augmenter les durées des transitoires d'attaque d'un chant naturel. Il est par contre beaucoup plus difficile de ne modifier que leur forme. C'est pourquoi nous avons préféré faire appel à des expériences réalisées avec des signaux construits intégralement à partir de générateurs électro-acoustiques. Le chant de rouge-gorge obtenu dans ces conditions a un assez bon pouvoir réactogène (BREMONT<sup>5</sup>). Cependant la forme des transitoires n'est pas la même que celles rencontrées dans les chants naturels bien que les durées soient du même ordre de grandeur. Dans le

signal naturel la croissance est d'abord rapide puis elle diminue au fur et à mesure que l'on se rapproche du maximum. Elle peut en outre se faire par plusieurs paliers. Dans le signal synthétique la disposition est inverse. La croissance s'accélère selon une loi exponentielle. Des chants artificiels de *Troglodytes troglodytes* et *Phylloscopus bonelli* (BREMONT<sup>6</sup>) se sont avérés avoir un bon pouvoir réactogène bien que leurs transitoires suivent cette même loi lors de l'établissement du son. FALLS<sup>9</sup> a également réalisé des chants artificiels de *Zonotrichia albicollis*. L'auteur n'indique pas quelle était la silhouette imposée aux transitoires mais il est peu probable qu'ils aient été identiques à ceux du chant de cette espèce. Cet oiseau a néanmoins parfaitement reconnu le signal expérimental.

Nous pourrions également rappeler que bien des appareils acoustiques utilisés par les braconniers sont efficaces malgré des approximations quand à la forme des phénomènes transitoires.

**Conclusion.** Il était à priori prévisible que les phénomènes transitoires de niveau soient des vecteurs d'information. L'expérience a confirmé cette hypothèse et nous a montré que tous les transitoires n'avaient pas la même fonction.

L'information relative à la spécificité doit être transmise sur de grandes distances. Elle doit donc être liée à une qualité du signal insensible aux inévitables altérations dues au canal (réverbération). Elle ne peut donc pas reposer sur les transitoires d'extinction des sons puisque ces derniers sont toujours déformés par les échos. Par contre elle peut sans inconvénient reposer sur les transitoires d'établissement dont la forme n'est pas affectée par les propriétés réverbérantes du canal. L'expérience nous a montré qu'il en était bien ainsi.

La présence d'un phénomène transitoire net est donc indispensable pour la transmission de l'information. Les expériences de synthèse ont montré que pour la reconnaissance spécifique la forme exacte de la variation temporelle du transitoire avait une importance secondaire. (Nous signalerons, à titre de comparaison, qu'une telle conclusion ne s'applique pas à la reconnaissance de l'identité de quelques instruments de musique.) Pour que l'oiseau reconnaisse son chant il suffit que la variation d'amplitude qui caractérise le phénomène transitoire survienne au moment convenable, qu'elle soit brève et suffisamment grande par rapport au niveau du phénomène permanent qui lui fait suite.

<sup>5</sup> J.-C. BRÉMONT, *Terre Vie* 2, 109 (1968).

<sup>6</sup> J.-C. BRÉMONT, *Entretiens de Chizé* (Editions Masson, Paris 1970), p. 79.

<sup>7</sup> G. THIELCKE, *J. Ornith.* 103, 266 (1962).

<sup>8</sup> J.-C. BRÉMONT, sous presse (1976).

<sup>9</sup> J. B. FALLS, *Proc. 13th Int. Ornith. Congress* 1963, p. 259.