

LORSQUE HECTOR RENCONTRE  
UN PSYCHOLINGUISTE EXPERIMENTALISTE  
... QUE SE DISENT-ILS ?

Résumé

Cet article comporte deux parties. Dans la première, l'auteur - un psycholinguiste expérimentaliste - présente quelques réflexions à propos d'HECTOR et aborde les domaines suivants: la répartition des tâches entre la téléthèse et l'utilisateur, le traitement en temps réel et les aspects ergonomiques du système. Dans la deuxième partie, consacrée au synthétiseur d'HECTOR, des données issues d'une étude d'intelligibilité sont présentées et discutées. Il ressort de cet article que l'amélioration des téléthèses de communication, et d'HECTOR en particulier, nécessite un travail pluridisciplinaire auquel sont appelés à participer microtechniciens et informaticiens, linguistes et psycholinguistes, orthophonistes et éducateurs, et, avant tout, les usagers eux-mêmes.

\* \* \*

Der vorliegende Beitrag besteht aus zwei Teilen. Im ersten Teil stellt der Verfasser - ein Psycholinguist - einige Überlegungen im Zusammenhang mit "Hector" auf und berührt dabei die folgenden Bereiche: Die Aufgabenteilung zwischen der Telethese und deren Benutzern, die Datenverarbeitung in realer Zeit, sowie die ergonomischen Aspekte des Systems. Im zweiten Teil werden die Ergebnisse einer Untersuchung zur Verständlichkeit des Sprachsynthesizers vorgestellt und besprochen. Aus diesem Beitrag geht hervor, dass die Verbesserung der Kommunikationstelethesen im allgemeinen - und Hectors im besonderen - eine pluridisziplinäre Zusammenarbeit erfordert, an der sich Mikrotechniker, Informatiker, Linguisten, und Psycholinguisten, Logopäden und Sonderpädagogen und vor allem die Benutzer selbst zu beteiligen haben.

\* \* \*

HECTOR (avec son accent légèrement suédois): Tu me connais un peu mieux maintenant; alors, franchement...qu'est-ce que tu penses de moi ?

LE PSYCHOLINGUISTE (dans son style un peu américain): Hector tu es formidable...mais je pense que tu peux encore t'améliorer.

HECTOR, comme toute autre téléthèse de communication, ne peut qu'éveiller l'intérêt du psycholinguiste expérimentaliste qui, à l'aide de la description, de l'expérimentation et de la modélisation, cherche à dégager les opérations qui sous-tendent la perception, la compréhension, la mémorisation et la production du langage et de la parole (Bronckart, 1977; Garnham, 1985;

Keller, 1985; Noizet, 1980; Tartter, 1986). Bien qu'il s'intéresse avant tout à l'être humain, le psycholinguiste travaille de plus en plus dans le domaine du traitement automatique du langage et de la parole: synthèse et reconnaissance de la parole, analyse automatique du langage, traduction assistée par ordinateur, etc. (Bristow, 1984, 1986; Ferretti et Cinare, 1983; Guibert, 1986). C'est en qualité de psycholinguiste expérimentaliste intéressé par la synthèse de la parole que j'ai rencontré HECTOR pour la première fois pendant l'été 1986, et que j'ai ensuite travaillé sur la version commercialisée et le prototype de sa deuxième version. Dans les lignes qui suivent, je présente quelques réflexions et des données expérimentales se référant exclusivement à la première version d'HECTOR. Ces réflexions portent sur la répartition des tâches entre la téléthèse et l'utilisateur, le traitement en temps réel et les aspects ergonomiques du système. Les données, quant à elles, sont issues d'une étude d'intelligibilité du synthétiseur utilisé dans HECTOR.

Au cas où les réflexions et les commentaires offerts ci-dessous pourraient paraître par trop critiques, il est important de souligner quelques points dès à présent. Tout d'abord, je considère que les téléthèses de communication (HECTOR mais aussi ses cousins SYNTHE 3, SAHARA 2, SPARTE, MINSPEAK, FIRMIN, PHONAMA, POSSUM, SPEECH PAC, etc.) ouvrent des perspectives nouvelles et importantes dans la communication avec certaines populations (IMC, sourds et malentendants, aveugles, aphasiques, opérés du larynx, etc.). En s'appuyant sur les progrès réalisés en informatique, en linguistique, en microtechnique et en traitement automatique de la parole et du langage, les téléthèses joueront un rôle croissant dans la vie de ces populations. Elles permettront à leurs membres de communiquer plus facilement et pleinement, et contribueront ainsi à une meilleure intégration de ceux-ci dans la cité. Ensuite, HECTOR et les autres téléthèses reflètent à la fois les progrès déjà réalisés mais aussi ceux qui restent à faire dans le développement, la fabrication et l'utilisation des téléthèses de communication. Au fur et à

mesure des nouveaux progrès en informatique, en microtechnique, en intelligence artificielle et en traitement automatique, les performances de celles-ci ne feront qu'augmenter - à condition, bien entendu, que les chercheurs provenant de ces horizons différents acceptent de collaborer les uns avec les autres dans un travail interdisciplinaire. Notons que l'équipe de Jean-Claude Gabus représente un bel exemple de cette interdisciplinarité, et que la nouvelle version d'HECTOR, pas encore commercialisée, en est le produit marquant.

#### 1. QUELQUES REFLEXIONS A PROPOS D'HECTOR

##### A) Répartition des tâches entre la téléthèse et le locuteur.

HECTOR: Avec mes trois niveaux, je peux aider différents types d'utilisateurs..

LE PSYCHOLINGUISTE: C'est vrai, Hector, mais tu pourrais assumer encore plus de responsabilités, tu sais...

Une téléthèse de communication devrait pouvoir rendre service à des utilisateurs très divers: ceux qui ont une compétence linguistique et communicative développée et ceux chez qui cette compétence est réduite; ceux qui savent lire et écrire et ceux qui ne le savent pas (ou peu); ceux qui ont une motricité adéquate et ceux qui ne l'ont pas, etc. En partant de ce postulat, il faudrait développer une téléthèse qui permette au locuteur d'assumer intégralement l'élaboration de l'énoncé, s'il le désire, mais qui soit également capable de prendre en charge cette élaboration. Avec ses trois niveaux, HECTOR remplit en partie ce besoin. Au niveau 3, l'utilisateur peut écrire et faire produire le texte de son choix (à ce niveau, HECTOR est une machine à écrire parlante); au niveau 2, une suite de trois chiffres permet l'accès et la production d'un mot ou d'un énoncé court; et au niveau 1, une seule touche suffit pour appeler et produire un mot ou un énoncé. Cette flexibilité précieuse permet à

l'utilisateur de se servir d'HECTOR comme il le souhaite et selon ses capacités.

Certains changements pourraient néanmoins être apportés à HECTOR afin d'accroître le rôle de la téléthèse dans l'élaboration de l'énoncé. Je mentionnerai trois domaines susceptibles d'être concernés: l'organisation du lexique et l'accès à celui-ci, la correction grammaticale et l'élaboration générale du message. L'accès au lexique d'HECTOR pose un double problème: Comment organiser le lexique afin que le locuteur puisse en connaître le contenu et y accéder à tout moment? Comment lui en faciliter l'accès afin qu'un mot ou une phrase puissent être localisés rapidement et sûrement? L'organisation actuelle (plutôt arbitraire) et le type d'accès lexical (par une série de trois chiffres au niveau 2) ne constituent pas une réponse satisfaisante au problème. Il faudrait pouvoir tester plusieurs types d'organisation du lexique (sémantique, syntaxique, orthographique, phonétique) et choisir le meilleur. Il conviendrait également de trouver une approche optimale pour accéder à ce lexique (par des codes permettant un accès syntaxique, sémantique, orthographique ou phonétique, par exemple). Il faut donc se poser la question suivante: l'utilisateur doit-il être entièrement responsable de l'accès (en tapant la première syllabe du mot ou de l'énoncé dans l'accès orthographique et phonétique, par exemple) ou la téléthèse devrait-elle prendre en charge cette opération (en proposant à l'utilisateur une liste de mots-candidats parmi lesquels il choisira le mot ou l'énoncé voulus)? L'organisation du lexique chez HECTOR et son accès par l'utilisateur sont des domaines qui doivent être réexaminés au plus tôt; dans ce but il faudra intégrer les découvertes récentes en linguistique, en psycholinguistique et en intelligence artificielle.

L'organisation morphologique et syntaxique de l'énoncé est

le deuxième domaine susceptible d'être pris en charge par HECTOR. En effet, pour l'instant, seul l'utilisateur se charge de l'application des règles morphologiques et syntaxiques. Si celui-ci les applique correctement, l'énoncé est grammatical; dans le cas contraire, on obtient un discours peu acceptable, qui à son tour crée des problèmes de perception et de compréhension chez l'auditeur (il est connu qu'une morphologie et une syntaxe correctes facilitent le décodage; Miller et Isard, 1963; Marslen-Wilson et Welsh, 1980). Il serait souhaitable de permettre à HECTOR de prendre en charge cet aspect de l'élaboration de l'énoncé, comme le font d'autres téléthèses. Lorsque l'utilisateur de SAHARA 2, par exemple, tape les mots

MOI ALLER (futur) A L'ECOLE

le système produit (à l'écran oralement) la phrase

J'IRAI A L'ECOLE

De nouvelles versions d'HECTOR pourraient aider le locuteur d'une manière semblable.

Le troisième point concerne le rôle que devrait jouer HECTOR dans l'élaboration de l'énoncé en général. Pour l'instant, cette tâche est prise en charge presque entièrement par l'utilisateur: celui-ci choisit le type d'énoncé (question, déclaration, affirmation, etc.) et le niveau de style; il opte pour une certaine construction et choisit les mots; enfin, il applique les règles morphologiques et syntaxiques afin de rendre la phrase grammaticale. Ce n'est que lorsque l'énoncé est construit et introduit à l'aide du clavier d'HECTOR, que la téléthèse prend la relève et applique les règles phonologiques et phonétiques afin de produire la phrase orale. En raison de la complexité des opérations qui incombent à l'utilisateur, on se demande si une téléthèse ne devrait pas participer davantage à la construction des énoncés. On pourrait concevoir, par exemple, un programme interactif d'élaboration où la téléthèse offrirait, à chaque



étape de la construction du message, une série de choix à l'utilisateur; celui-ci répondrait en appuyant sur une touche, et peu à peu l'énoncé se construirait. Même si certaines opérations seraient placées sous la responsabilité exclusive du système (l'application des règles syntaxiques, morphologiques, phonologiques et phonétiques), l'utilisateur resterait maître du contenu du message et de sa forme générale. Naturellement, il serait libre de ne pas faire appel au programme de construction d'énoncés, ou de le quitter à tout moment quand il est en train de s'en servir.

En conclusion, il faudrait doter HECTOR d'une certaine intelligence artificielle (linguistique et cognitive) et lui permettre ainsi d'assumer plus de tâches d'élaboration. Il remplirait alors mieux encore sa mission d'aide à la communication.

#### B) Production en temps réel

HECTOR: Bonjour.....comment.....allez.....vous.....?

LE PSYCHOLINGUISTE: Hector, tu ne pourrais pas parler de façon un peu plus continue ?

Un des aspects les plus frappants de la version actuelle d'HECTOR est sa lenteur, un inconvénient que les fabricants de téléthèses concurrentes n'hésitent pas à signaler. Le système est peu rapide dans son accès aux mémoires (niveaux 1 à 3) et dans la production de leur contenu. Il faut plusieurs secondes pour faire prononcer un mot aux niveaux 1 et 2, et plus encore pour écrire et produire oralement un mot au niveau 3. Certes, certains utilisateurs construisent leurs énoncés assez lentement, et le temps de latence du système est alors moins important, mais d'autres (auxquels il faut ajouter d'éventuels aphasiques et opérés du larynx) désirent communiquer en temps réel: environ 175 mots par minute ou 3 mots par seconde (Grosjean et Deschamps, 1975). De plus, on sait que l'auditeur préfère écouter

un énoncé produit à un débit normal et qu'il traite avec difficulté les messages produits trop lentement ou trop rapidement. Les problèmes actuels d'HECTOR dans la composition de l'énoncé et dans l'accès au lexique rendent sa diction beaucoup trop hâchée: la suite sonore, composée d'un ou de plusieurs mots articulés à vitesse normale, est entrecoupée par de trop longs silences. Il est indispensable, par conséquent, d'améliorer la production orale d'HECTOR afin que celle-ci se déroule en temps réel. (NOTE: La nouvelle version d'HECTOR, non encore commercialisée, semble avoir résolu ce problème de débit).

#### C) Aspects ergonomiques

HECTOR: Quand une phrase est composée, je la montre sur l'écran et je la prononce...

LE PSYCHOLINGUISTE: C'est vrai, Hector, mais j'aimerais tellement que ton écran soit plus grand et plus visible...

Lorsque Jean-Claude Gabus (1986) écrit que la téléthèse idéale est celle qui donne accès à un maximum de fonctions dans un laps de temps le plus court possible, moyennant le minimum d'effort, on ne peut qu'être d'accord avec lui, et constater qu'HECTOR remplit déjà certaines de ces conditions. Facile à utiliser et fiable, HECTOR est polyvalent: il accepte différents claviers, il est compatible avec le système BLISS et les symboles graphiques, sa production peut être orale et/ou écrite, etc. De plus, il est robuste, transportable et autonome. Etant donné ces différentes qualités, l'ergonomie du système n'est guère criticable. Un aspect important, cependant, mériterait d'être modifié: celui de l'écran. L'Epson HX-20, l'ordinateur principal d'HECTOR, est doté d'un écran trop petit pour permettre une représentation satisfaisante du texte: le nombre de lignes est réduit, les mots et les phrases sont découpés arbitrairement, et il reste peu de place pour faire figurer l'information sur le statut des options. De plus, étant donné la disposition hori-

zontale de l'écran, il est difficile d'y lire le texte. Or le feedback visuel est important, à la fois pour l'utilisateur (il peut ainsi vérifier le niveau en fonction, la touche qui vient d'être tapée, le mot qui va être dit, etc.), et aussi pour l'interlocuteur. En effet, tant que la qualité de la synthèse ne sera pas meilleure (voir ci-dessous), ce dernier devra consulter assez souvent l'écran afin de lire, ou de vérifier, ce qui vient d'être dit.

Il serait important, par conséquent, de remplacer l'écran actuel par un écran à la fois plus large et placé verticalement (voir les écrans de traiteurs de texte et les "écrans couverts" des micro-ordinateurs portatifs). Le texte serait alors plus visible et l'information sur le statut du système (niveaux, sorties, voix, etc.) pourrait être affiché en permanence. De plus, la téléthèse serait ainsi prête à accueillir les programmes interactifs (sous forme de menus et d'arbres de décision) qui permettraient au système de prendre en charge une plus grande partie de l'élaboration du message.

## 2. L'INTELLIGIBILITE DE LA SYNTHÈSE D'HECTOR

HECTOR: J'ai une belle voix, l'est-ce-pas ?

LE PSYCHOLINGUISTE: Ecoute, Hector, je vais être franc avec toi: tu es parfois difficile à comprendre; il faut que tu améliores ta diction...

Ce qui frappe toute personne qui entend un synthétiseur pour la première fois, c'est la qualité mécanique (certains diraient "robotique") de la parole qu'il émet. HECTOR n'échappe pas à ce constat et il faudra encore plusieurs années de développement dans le domaine de la synthèse pour qu'il offre toutes les caractéristiques de la parole humaine. A défaut d'une qualité naturelle (surtout au niveau de la prosodie, du rythme, de la tonalité), il est indispensable qu'une voix synthétique soit

intelligible, c'est-à-dire que les unités phonétiques (consonnes, voyelles, syllabes) soient perçues correctement. En effet, c'est après identification de ces unités seulement que l'auditeur peut entreprendre l'accès au lexique mental et reconnaître ainsi le mot prononcé. Or, il suffit d'écouter HECTOR quelques secondes pour se rendre compte que certains sons produits sont peu intelligibles. Ce fait est confirmé par les interlocuteurs eux-mêmes qui recourent souvent à l'écran afin d'y lire le message qui leur est adressé. Désireux d'approfondir cette question, j'ai entrepris une étude d'intelligibilité de mots monosyllabiques produits hors contexte par le synthétiseur d'HECTOR. Certes, ce test est un des plus exigeant qui soit (il est bien connu que les mots polysyllabiques ainsi que les mots en contexte sont plus faciles à reconnaître; Grosjean, 1980, 1985) mais il a sa raison d'être si l'on sait que certains IMC ne produisent qu'un mot à la fois à l'aide d'HECTOR. De plus, un test de ce genre permet d'isoler les sons qui posent réellement un problème à l'auditeur.

Trois types de mots monosyllabiques ont constitué la liste des items du test: ceux composés phonétiquement d'une consonne suivie d'une voyelle (les mots CV; ex. pain, lit, mon); ceux ayant une voyelle suivie d'une consonne (VC; ex. il, or, Inde), et ceux composés d'une consonne suivie d'une voyelle et ensuite d'une consonne (CVC; ex. gigue, dinde, patte, etc.). Les mots ont été choisis de sorte que toutes les voyelles du français soient produites et que chaque consonne apparaisse au moins une fois en position initiale (CV, CVC) et en position finale (VC, CVC), cela dans la mesure des possibilités phonologiques. Les 83 mots de la liste définitive ont été "prononcés" par HECTOR et enregistrés sur bande magnétique à l'aide d'un cassetophone semi-professionnel (dix secondes de silence séparaient chaque mot). Quatre sujets, testés individuellement, ont pris part à l'expérience. On leur a demandé d'écouter chaque mot, présenté à

l'aide d'écouteurs, et de le répéter à haute voix immédiatement après. L'expérimentateur, assis sans écouteurs à côté du sujet (il ne pouvait donc pas entendre les mots stimuli), notait les mots qui étaient dits. Plusieurs mesures ont été calculées à partir des réponses ainsi obtenues: le taux d'intelligibilité des mots, des consonnes et des voyelles; le taux d'intelligibilité en début et en fin de mot pour les consonnes ayant un taux d'intelligibilité global de  $\leq 75\%$ ; enfin, le nombre et le type de consonnes erronées proposées à la place des consonnes stimuli.

Les résultats obtenus confirment les problèmes d'intelligibilité d'HECTOR: en effet, un mot sur deux n'a pu être perçu correctement par nos sujets. Le taux moyen d'intelligibilité est de 46%, chiffre calculé à partir de quatre taux individuels très semblables: 52%, 49%, 43% et 40%. Notons que le taux de la parole naturelle est de 97% (pour des stimuli du même genre) et que l'un des meilleurs synthétiseurs de langue anglaise, DECTalk, atteint un taux d'intelligibilité de 85% dans les mêmes conditions expérimentales que les nôtres (Pisoni, Nusbaum et Greene, 1985). C'est en examinant les résultats au niveau des phonèmes que l'on comprend pourquoi le taux d'intelligibilité des mots est aussi bas. Dans le Tableau 1, nous présentons le classement des phonèmes à l'aide de quatre catégories d'intelligibilité: 0-24%, 25-49%, 50-74% et 75-100%. Au niveau des voyelles, nous notons des résultats satisfaisants sauf pour les voyelles nasales. Au niveau des consonnes, par contre, les taux ne sont malheureusement pas aussi élevés.

	TAUX D'INTELLIGIBILITE (%)			
	0-24	25-49	50-74	75-100
<b>Voyelles</b>				
ɛ/æ		0 5	a	i e ɛ a/a ɔ u y ø œ ɔ
<b>Consonnes</b>				
d g v w	3 4		p b m n	t k f s z l r ʃ w

Tableau 1. Le taux d'intelligibilité des voyelles et des consonnes (en position initiale et finale) produites par le synthétiseur d'HECTOR.

\* \* \*

Nous remarquons, en effet, des pourcentages très bas pour les plosives et les fricatives voisées (/d/ reçoit un taux de 15%, /g/ de 5% et /v/ de 0%), de même que pour les nasales (/w/ n'est jamais perçu correctement). Au total, 11 consonnes sur 20 n'atteignent pas 75% d'intelligibilité et 6 d'entre elles n'atteignent pas 50%. Afin de mieux comprendre les conséquences potentielles de ces résultats sur la reconnaissance

des mots, nous avons pris les cent mots les plus fréquents dans "Le Français Fondamental" (Gougenheim, Michéa, Rivenc et Sauvageot, 1964) et avons isolé ceux qui comportent au moins un phonème ayant reçu un taux d'intelligibilité de  $\leq 75\%$  dans notre test. En tout, 51 mots entrent dans cette catégorie ! Cela signifie qu'en écoutant les mots les plus fréquents du français, l'auditeur aura des problèmes avec la moitié d'entre eux: au mieux, il les identifiera avec incertitude (ce qui conduit, à la longue, à une fatigue cognitive) et au pire, il ne pourra tout simplement pas les reconnaître.

Lorsqu'on examine les taux d'intelligibilité des consonnes difficiles (celles ayant un taux global  $\leq 75\%$ ) en position initiale et en position finale, on obtient des résultats intéressants. Par exemple, /j/ pose beaucoup plus de problèmes en position initiale (25%) qu'en position finale (63%); c'est le cas également pour /q/ (0% et 50% respectivement) et pour /z/ (0% et 67%). D'autres consonnes sont plus intelligibles en position initiale qu'en position finale: /n/, par exemple, avec des taux de 86% et 40% respectivement, /d/ avec 29% et 5%, etc. Ces différences en fonction de la position dans le mot devront être prises en compte lorsque des corrections seront apportées aux règles de formation de ces consonnes.

La dernière analyse réalisée porte sur les erreurs de perception commises par les auditeurs lorsqu'ils entendaient les phonèmes peu intelligibles (ceux ayant un taux d'intelligibilité de  $\leq 75\%$ ). On recherchait ici une certaine systématique dans les erreurs afin de voir s'il serait facile d'apporter des corrections aux règles de synthèse de ces phonèmes. En effet, il est plus aisé de changer celles-ci lorsque le phonème mal perçu est remplacé par un nombre limité d'autres phonèmes qui partagent avec lui un grand nombre de traits distinctifs. Les résultats obtenus ne sont malheureusement pas très encourageants. Certes, lorsque /p/ est mal perçu, les consonnes proposées (/k, b, t, d,

tr, pl/) partagent un certain nombre de traits avec lui; c'est le cas également pour /n/ (toujours perçu comme /l/) ainsi que pour /ɛ/ (confondu avec /ε/) et /ɔ/ (perçu comme /ā/). Mais dans la majorité des cas, les erreurs se sont révélées nombreuses et se différencient du phonème présenté au niveau de plusieurs traits distinctifs. La consonne /d/, par exemple, a été remplacé par les consonnes suivantes: /l, z, n, ʒ, m, v, r, ʁ, ʃ, s, t/ (note: ʁ = aucun phonème); quant à /g/, il a été remplacé par /r, l, ʁ, m, k/. Il aurait été préférable que les erreurs soient moins nombreuses et qu'elles partagent des traits distinctifs avec la consonne présentée.

En conclusion, il est indispensable que le synthétiseur d'HECTOR soit amélioré. Sans devoir attendre une synthèse parfaite, au moins pour l'instant, l'utilisateur et son auditeur sont en droit d'exiger une voix claire et intelligible. Car lorsque la voix synthétique ne "passe plus", HECTOR redevient un simple traicteur de texte et perd ainsi sa raison d'être.

#### CONCLUSION

HECTOR: Alors, franchement, tu crois que j'ai un avenir ?

LE PSYCHOLINGUISTE: C'est indéniable, Hector! Tu es encore jeune, mais nous allons t'aider à grandir...

L'amélioration des téléthèses de communication, et d'HECTOR en particulier, constitue un défi lancé aux personnes impliquées dans l'informatique de la langue et de la parole: microtechniciens, informaticiens, linguistes et psycholinguistes, orthophonistes et éducateurs, et, avant tout, aux usagers eux-mêmes. Chacun le relèvera à sa manière et apportera à la tâche son enthousiasme, sa motivation, ses compétences et son désir de collaborer avec des personnes d'horizons très divers. De la sorte, HECTOR, comme ses cousins français et américains, se développera

et deviendra encore plus performant: il prendra plus de responsabilités dans l'élaboration de l'énoncé; il produira l'énoncé en temps réel et avec une voix intelligible, il sera encore plus polyvalent, léger, autonome et maniable. HECTOR aura grandi...et sera devenu indispensable!

Laboratoire de Traitement                      François Grosjean  
du Langage et de la Parole  
CH 2000 Neuchâtel

#### Bibliographie

- Bristow, G. (1984): Electronic Speech Synthesis, Londres: Granada.
- Bristow, G. (1986): Electronic Speech Recognition, Londres: Collins.
- Bronckart, J.P. (1977): Théories du langage, Bruxelles: Mardega.
- Ferretti, M. et Cinare, F. (1983): Synthèse, reconnaissance de la parole, Paris: Edi Tests.
- Gabus, J.-C. (1986): Personnes sans langage verbal - système de communication par voix synthétique "HECTOR". Fondation Suisse pour les Téléthèses, Neuchâtel.
- Garnham, A. (1985): Psycholinguistics, Londres: Methuen.
- Gougenheim, G., Michéa, R., Rivenc, P. et Sauvageot, A. (1964): L'élaboration du français fondamental, Paris: Didier.
- Grosjean, F. (1980): Spoken word recognition processes and the gating paradigm, Perception and Psychophysics, 28, 267-283.
- Grosjean, F. (1985): The recognition of words after their acoustic offset: Evidence and implications, Perception and Psychophysics, 38, 299-310.
- Grosjean, F. et Deschamps, A. (1975): Analyse contrastive des variables temporelles de l'anglais et du français: vitesse de parole et variables composantes, phénomènes d'hésitation, Phonetica, 1975, 31, 144-184.
- Guibert, M. et J. (1986): Les ordinateurs qui parlent, Paris: Belfond.
- Keller, E. (1985): Introduction aux systèmes psycholinguistiques, Chicoutimi: Gaëtan Morin.
- Miller, G. et Isard, S. (1963): Some perceptual consequences of linguistic rules, Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 2, 217-228.

- Noizet, G. (1980): De la perception à la compréhension du langage, Paris: PUF.
- Marslen-Wilson, W. et Tyler, L. (1980): The temporal structure of spoken language understanding, Cognition, 8, 1-171.
- Pisoni, D., Nusbaum, H. et Greene, B. (1985): Perception of synthetic speech generated by rule, Proceedings of the IEEE, 73, 1665-1676.
- Tartter, V. (1986): Language processes, New York: Holt, Rinehart et Winton.