L'année psychologique

Les structures de performance en psycholinguistique

F. Grosjean, J.-Y. Dommergues

Citer ce document / Cite this document :

Grosjean F., Dommergues J.-Y. Les structures de performance en psycholinguistique. In: L'année psychologique. 1983 vol. 83, n°2. pp. 513-536;

doi : https://doi.org/10.3406/psy.1983.28481

https://www.persee.fr/doc/psy_0003-5033_1983_num_83_2_28481

Fichier pdf généré le 18/04/2018

Résumé

Résumé

Cet article a pour objet de décrire comment la prise en compte de certains problèmes de psycholinguistique — entre autres, celui de la réalité psychologique de la structure de surface des phrases — a permis la mise en évidence des structures de performance, ces structures hiérarchiques de phrases que l'on obtient au moyen de données expérimentales. Ces structures, construites à partir de différentes tâches expérimentales et obtenues dans différentes langues, se caractérisent par trois propriétés essentielles : des unités de base de longueur sensiblement égale, une hiérarchie et une symétrie. Deux algorithmes combinant un indice de complexité syntaxique et une composante de bissection prédisent correctement ces structures ; mais on les abandonnera en raison d'importantes failles. On montrera qu'un troisième algorithme, fondé sur une nouvelle théorie linguistique de la structure prosodique, rend bien mieux compte de ces structures de performance. Une composante importante — le syntagme phonologique — sera ensuite discutée puis proposée comme unité de traitement, à la fois dans la production et dans la compréhension du langage.

Mots clefs : Structures de performance, modèles des résultats, performance.

Abstract

Summary : Performance structures in psycholinguistics.

In this theoretical note, we describe how problems linked to the work on the psychological reality of surface structures of sentences led to the uncovering of performance structures — the hierarchical structures of sentences that are based on experimental data. These structures, which can be obtained with different experimental tasks and in different types of languages, are characterized by three fundamental properties : basic units of about equal length, hierarchy, and symmetry. Two algorithms which combine a syntactic complexity index and a bisection component predict these structures well but are put aside because of basic flaws. A third algorithm, based on a new linguistic theory of prosodie structure, is shown to account for performance structures much better. One important component of this theory — the phonological phrase — is then discussed as a processing unit in both the production and the perception of language.

Key-words : Performance structures, models of results, performance.

L'Année Psychologique, 1983, *83*, 513-536

REVUES CRITIQUES

Département de Psychologie, Northeastern University[1]
Département d'Etudes des Pays anglophones
Université de Paris VIII[2]

LES STRUCTURES DE PERFORMANCE EN PSYCHOLINGUISTIQUE

par François GROSJEAN et Jean-Yves DOMMERGUES

Persée creative commons BY: =

SUMMARY : Performance structures in psycholinguistics.

In this theoretical note, we describe how problems linked to the work on the psychological reality of surface structures of sentences led to the uncovering of performance structures — the hierarchical structures of sentences that are based on experimental data. These structures, which can be obtained with different experimental tasks and in different types of languages, are characterized by three fundamental properties : basic units of about equal length, hierarchy, and symmetry. Two algorithms which combine a syntactic complexity index and a bisection component predict these structures well but are put aside because of basic flaws. A third algorithm, based on a new linguistic theory of prosodic structure, is shown to account for performance structures much better. One important component of this theory — the phonological phrase — is then discussed as a processing unit in both the production and the perception of language.

Key-words : Performance structures, models of results, performance.

Si vous demandiez à quelqu'un de lire à haute voix et très lentement la phrase : *Il observa la voiture bleue*, vous remarqueriez qu'il insère des pauses entre les mots de cette phrase. Si vous mesuriez ces pauses,

1. Boston (MA), Etats-Unis.
2. 2, rue de la Liberté, 93526 Saint-Denis Cedex 02.

vous constateriez deux choses : d'abord, que les pauses sont de longueurs différentes ; ensuite, que la pause la plus importante (trouvée entre *observa* et *la*) *ne correspond pas* à la principale coupure syntaxique située, elle, entre le syntagme nominal (SN : *Il*) et le syntagme verbal (SV : *observa la voiture bleue*). Si, à partir de ces données, vous dessiniez alors une structure hiérarchique, dans laquelle la hauteur de chaque nœud correspond à la valeur de la pause qu'il domine, vous confirmeriez ces résultats : la structure ainsi obtenue (la structure de performance de la phrase) *ne correspond pas* à la structure syntaxique hiérarchique qu'un linguiste dessinerait.

L'objet de cet article est précisément l'étude de la nature des structures de performance (SP), de leur origine et de leur prédiction[3]. On passera en revue quelque cinq années de travail sur les structures hiérarchiques de phrases obtenues non pas à partir d'une analyse linguistique de ces phrases, mais à partir de données recueillies au moyen de diverses tâches expérimentales. Tout d'abord, on décrira la façon dont les problèmes rencontrés par les études portant sur la réalité psychologique des structures de surface décrites par les linguistes ont permis la mise en évidence de ces SP. Puis on montrera que l'on peut obtenir ces SP au moyen de diverses tâches expérimentales et avec différents types de langues (comme l'anglais oral ou la langue des signes des sourds). Ensuite, on examinera trois propriétés fondamentales de ces structures : unités de base de longueur sensiblement égale, hiérarchie et symétrie. Puis on présentera deux algorithmes pouvant prédire ces structures ; on verra qu'en dépit d'une bonne capacité de prédiction, ceux-ci présentent de graves failles. On examinera ensuite comment une autre théorie de la structure du langage — la théorie de la structure prosodique — peut rendre compte de ces structures de façon très satisfaisante. Enfin, on mentionnera l'existence d'un axe de recherche qui s'est développé récemment sous l'impulsion du travail consacré aux SP : cet axe de recherche porte sur le syntagme phonologique en tant qu'unité de traitement, aussi bien dans la production que dans la perception et la compréhension du langage.

1. MISE EN ÉVIDENCE DES STRUCTURES DE PERFORMANCE

De nombreux travaux, parus dans les années 60 et au début des années 70, ont tenté de montrer la réalité psychologique de structures

3. Cette étude a été en partie permise par des bourses du *Department of Health and Human Services*, Washington, Etats-Unis (RR 07143 et NS 14923). Les auteurs remercient pour leurs fructueux commentaires : Georges Noizet, Bernard Py et Juan Segui.

de surface de phrases, telles que les définissait la grammaire générative transformationnelle. Ainsi Levelt (1969) a utilisé une méthode qui permet, entre autres, de mesurer le degré de liaison entre mots, pour montrer que la force de ces liaisons est inversement proportionnelle à l'importance de la coupure syntaxique. Johnson (1965, 1969), de son côté, a choisi une tâche de rappel pour étudier la réalité psychologique des constituants immédiats et a observé des corrélations de rang élevées entre le rang occupé par une coupure interconstituant et la probabilité d'erreur de transition (*transitional error probability* ou TEP) à cette même coupure. Rappelons que, dans cette tâche de rappel, le TEP est obtenu en calculant la fréquence de non-rappel (ou de rappel erroné) d'un mot particulier précédé d'un mot correctement rappelé, et en divisant cette fréquence par la fréquence de rappel correct du mot précédent (*i.e.* en divisant la fréquence d'erreur de transition par le nombre d'occasions de faire une erreur) ; cette probabilité est calculée pour toutes les frontières de mots.

L'étude des pauses lors de la lecture et du discours spontané a également révélé une relation directe entre, d'une part, l'importance syntaxique d'une coupure et, d'autre part, la fréquence et la durée de la pause à cette même coupure. Ainsi, par exemple, Grosjean et Deschamps (1975), en analysant des interviews en anglais et en français spontané, ont observé, en général, des pauses plus nombreuses et plus longues en fin de phrase qu'en milieu de phrase, qu'il s'agisse de pauses silencieuses ou de pauses remplies. De plus, ils ont remarqué l'existence de pauses de respiration aux coupures syntaxiques principales et non aux coupures syntaxiques mineures (cf. aussi Grosjean et Collins, 1979).

Ces études ne sont pas, néanmoins, sans poser des problèmes. Tout d'abord, il n'a pas toujours été trouvé de parfaite correspondance entre les données expérimentales et la structure linguistique formelle. Johnson (1965), par exemple, a observé que les probabilités d'erreurs de transition lors du rappel de phrases n'étaient pas toujours prédites par la structure linguistique, comme dans le cas de TEP longs — et non courts, contrairement à toute attente — entre un déterminant et un adjectif (et ce, en raison de la faible fréquence de rappel des modificateurs). Johnson obtint ainsi les TEP suivants dans la phrase ci-dessous :

The	*tall*	*boy*	*saved*	*the*	*dying*	*woman*
	.11	.05	.12	.07	.03	.02

(« Le grand garçon sauva la femme mourante. »)

De la même façon, Grosjean et Deschamps (1975) ont toujours trouvé des pauses plus nombreuses et plus longues à l'intérieur du syntagme verbal (SV) qu'entre le syntagme nominal (SN) et le SV. Ensuite, la plupart des études portant sur la réalité psychologique de la structure

de surface ont exploité des phrases très simples (le plus souvent monopropositionnelles), ne fournissant ainsi qu'une preuve bien fragile de l'hypothèse de la réalité psychologique. Enfin, la plupart des phrases utilisées étaient équilibrées, en ce sens que leurs constituants majeurs (les SN et SV par exemple) étaient de taille à peu près équivalente.

Pour illustrer l'importance de ces problèmes, Martin (1970) s'est penché sur l'absence de correspondance entre des données de segmentation *(parsing)* et la structure linguistique, dans le cas de phrases complexes et non équilibrées. Il a ainsi demandé aux sujets de segmenter ces phrases en organisant les mots en « groupes naturels ». Les données obtenues ont été structurées hiérarchiquement et ont révélé que les sujets ne regroupaient pas nécessairement le verbe (V) et son SN objet, comme les modèles linguistiques l'auraient prédit, mais que, bien souvent, ceux-ci effectuaient des regroupements du type (sujet-verbe)-objet (cf. aussi Suci, 1967 ; Hillinger, James, Zell et Prato, 1976).

Au cours des dernières années, certains psycholinguistes ont étudié les relations entre les structures (de performance) obtenues à partir de données expérimentales et celles proposées par la théorie linguistique. Dans une première étude, Grosjean, Grosjean et Lane (1979) ont demandé à des sujets de lire 14 phrases à cinq vitesses différentes. Ils ont alors traduit en tracés oscillographiques les différentes lectures obtenues et les ont utilisés pour mesurer les pauses silencieuses des sujets. Des moyennes intersujets ont été calculées qui, une fois exprimées en pourcentages du temps total de pause dans chaque phrase, ont permis d'effectuer des représentations hiérarchiques de ces phrases. Pour ce faire, ils ont utilisé la procédure itérative suivante (la phrase G 12 de la figure 1 illustre les étapes de cette procédure). Tout d'abord, trouver la/les pause(s) la/les plus courte(s) de la phrase (dans la phrase G 12, elles sont situées entre *the* et *pros*, entre *and* et *cons* et entre *to* et *get*). Puis, grouper les éléments (mots ou groupes de mots) séparés par cette pause ou ces pauses en les rattachant à un nœud commun et ne plus tenir compte de cette pause (ainsi, dans la figure 1, *the* est rattaché à *pros*, *and* à *cons* et *to* à *get*). Ensuite, se rendre à la pause la plus courte suivante (entre *she* et *discussed*), rattacher les mots (ou ensembles de mots) séparés par cette pause et ne plus tenir compte de cette pause. Continuer ce processus jusqu'au regroupement de tous les mots. Quant à la hauteur des nœuds, elle est proportionnelle à la durée des pauses considérées : plus la pause est longue, plus le nœud est élevé. La figure 1 présente deux structures de performance obtenues de cette façon.

Avant de présenter les propriétés de ces structures, on précisera trois points. Tout d'abord, les SP ne sont pas le résultat de contraintes de respiration. Grosjean, Grosjean et Lane (1979), que nous appellerons GGL, ont demandé à un autre groupe de sujets de lire les 14 mêmes phrases aux mêmes vitesses, mais sans reprendre leur souffle au cours

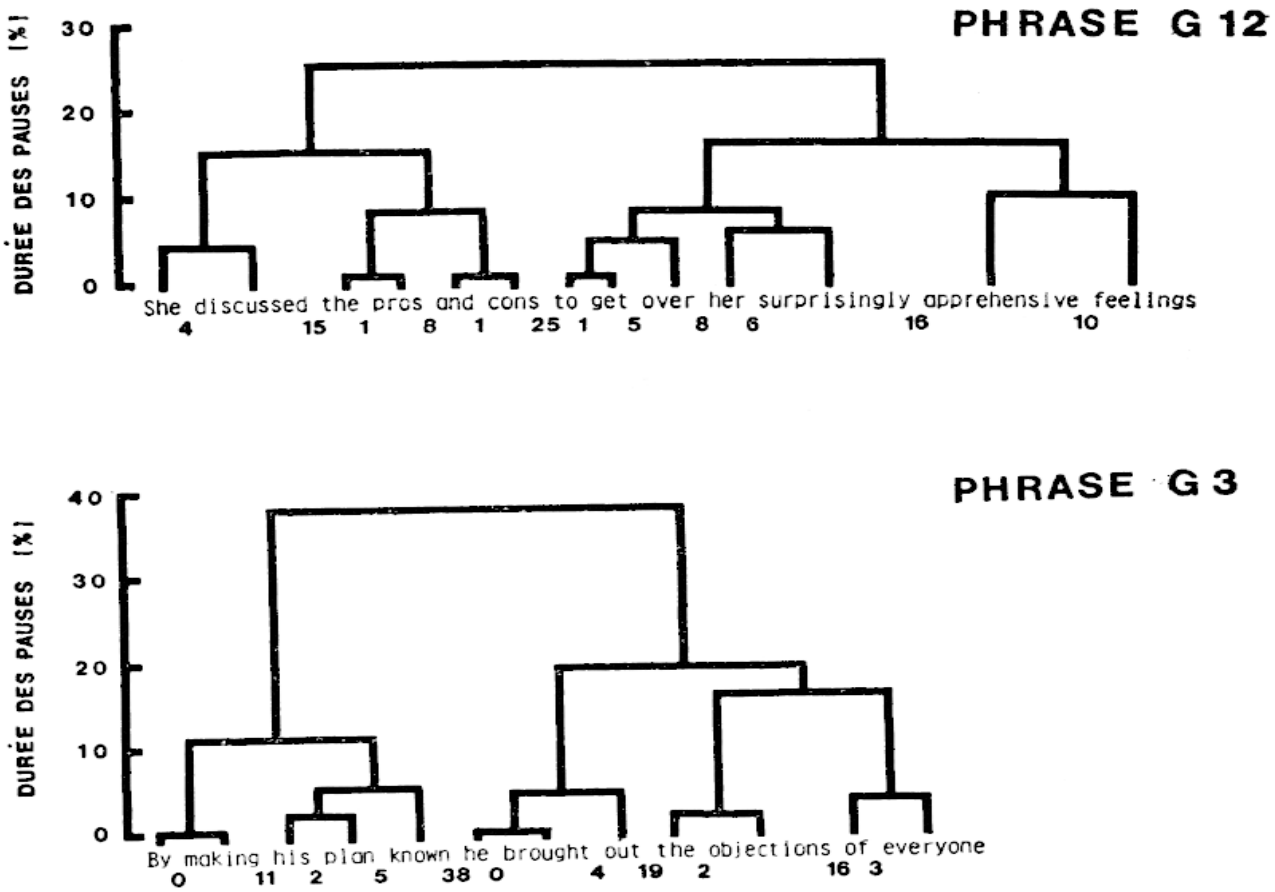


Fig. 1. — Structures de performance de deux phrases élaborées à partir des durées de pauses obtenues par Grosjean, Grosjean et Lane (1979). Les durées de pauses (exprimées en pourcentages de la durée totale des pauses dans chaque phrase) donnent la hauteur des nœuds dans les structures (adapté de Gee et Grosjean, 1982).

— Traduction de G 12 : « Elle pesa le pour et le contre afin de surmonter sa surprenante appréhension. »

— Traduction de G 3 : « En révélant son plan, il suscita les objections de tous. »

de l'enregistrement d'une phrase. Les résultats obtenus donnent des SP identiques aux précédentes.

Le deuxième point à préciser est le suivant : ces structures sont invariables d'une tâche à une autre. GGL (1979) ont ainsi demandé à un troisième groupe de sujets naïfs de segmenter les 14 mêmes phrases. Les sujets avaient pour consigne de trouver une coupure principale dans chacune des phrases, de marquer celle-ci d'un trait vertical surmonté du chiffre 1, puis, en considérant indépendamment les deux parties obtenues, de les segmenter à leur tour au moyen d'un trait vertical surmonté du chiffre 2 ; ils devaient ainsi poursuivre ce travail de segmentation jusqu'à ce que tous les mots soient séparés les uns des autres au moyen d'un trait vertical numéroté. Ces valeurs de seg-

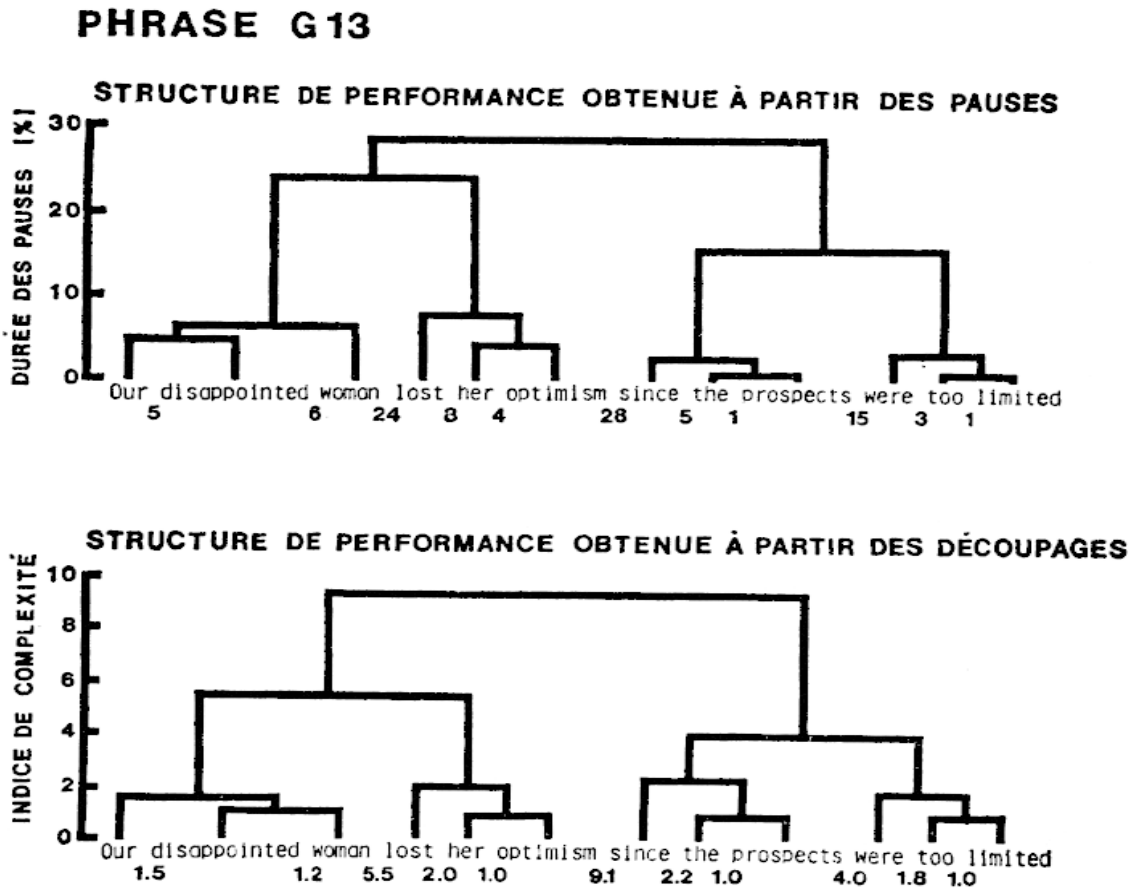


Fig. 2. — Structures de performance élaborées à partir des données de pause et de segmentation (ou des découpages). Les valeurs obtenues au moyen de chaque tâche (durée des pauses et indice moyen de complexité) donnent la hauteur des nœuds dans les structures (adapté de Grosjean, Grosjean et Lane, 1979).

— Traduction de G 13 : « La femme déçue perdit son optimisme parce qu'elle se rendit compte que les perspectives étaient trop limitées. »

mentation servaient ensuite à l'obtention d'une structure hiérarchique, grâce à la procédure itérative décrite plus haut. Comme on peut le remarquer figure 2, les résultats obtenus sont très comparables. La corrélation existant entre les durées de pauses converties en pourcentages et les indices de segmentation ou de découpages a été de $r = 0.96$ pour la phrase représentée dans la figure 2, et de 0.92 pour l'ensemble des phrases.

Par ailleurs, Dommergues et Grosjean (1981) ont obtenu des SP à partir de TEP dans une tâche de rappel (Johnson, 1965). Ils ont également demandé aux sujets de segmenter les phrases au moyen d'une procédure un peu différente de celle qu'ont utilisée GGL (1979). De nouveau, il a été observé une corrélation élevée entre les deux ensembles de données (les TEP et les valeurs de segmentation) : $r = 0.87$ pour les phrases équilibrées et 0.83 pour les non équilibrées.

Il est donc possible de conclure que l'organisation subjective que le locuteur-auditeur fait d'une phrase ne varie pas en fonction des tâches expérimentales, bien que certaines caractéristiques spécifiques à des tâches (comme celles qui sont dues au rattachement de certains clitiques aux mots pleins lors de la lecture) ne devraient pas toujours être négligées.

Le troisième point qu'il semble utile de préciser à propos des SP est que celles-ci existent dans des langues possédant des modalités très diverses de production et de perception. Ainsi, Grosjean, Lane, Battison et Teuber (1981) ont demandé à des utilisateurs de la Langue des Signes américaine de manipuler de 4 façons différentes des phrases signées : les produire à faible vitesse, les segmenter, effectuer des jugements de liaison sur des paires de mots prélevées de chaque phrase (comme chez Levelt, 1969) et effectuer un rappel de ces phrases. Les données obtenues (durée des pauses, valeur des segmentations, indices de liaison et latences mesurées à partir de la présentation d'un mot indice) ont produit non seulement des structures hiérarchiques, mais aussi des structures toutes similaires, montrant une fois de plus, et avec une modalité langagière différente de l'anglais oral, que ces structures ne sont pas spécifiques à une tâche particulière.

2. PROPRIÉTÉS DES STRUCTURES DE PERFORMANCE

L'examen des structures présentées dans les figures 1 et 2 conduit à proposer trois propriétés principales des SP : ces structures sont composées d'unités de base de longueur plus ou moins égale ; elles sont hiérarchiques et elles offrent une certaine symétrie.

Tout d'abord, les structures obtenues à partir des valeurs de pauses sont segmentées en unités de base de longueur sensiblement égale. L'examen de la distribution des fréquences des 154 pauses obtenues par GGL (1979) indique un net changement dans la courbe à partir des pauses qui ne représentent que 7 % de la durée totale des pauses de la phrase. Ainsi, si l'on observe les groupements de mots séparés par des pauses supérieures ou égales à 8 %, on trouve, pour les deux phrases de la figure 1, les unités suivantes (le nombre de syllabes de chaque unité figure en fin d'unité) :

G 12 *She discussed/ the pros/ and cons/ to get over/*
3 2 2 4
her surprisingly/ apprehensive/ feelings
5 4 2

G 3 *By making/ his plan known/ he brought out/*
3 3 3
the objections/ of everyone
4 4

Pour les 14 phrases de GGL (1979), on trouve 83 groupes de mots séparés par une pause supérieure ou égale à 8 %. La distribution de la longueur de ces groupes (en syllabes) est très légèrement asymétrique vers la droite, mais 88 % d'entre eux tombent dans l'intervalle des 1-4 syllabes. La médiane de cette distribution est de 3. Un examen minutieux de ces unités de base révèle qu'il peut s'agir de mots simples (comme *apprehensive* et *feelings* dans la phrase G 12) ou de groupes de mots. A leur tour, ces groupes de mots peuvent être soit des SN (*Our disappointed woman* dans la phrase G 13 de la figure 2), soit des SV (*lost her optimism* dans G 13), soit des syntagmes prépositionnels (*of everyone* dans G 3). Ce qui est peut-être plus intéressant, c'est que ces unités peuvent aussi être des groupes de mots ne correspondant à *aucune* catégorie syntaxique particulière (en grammaire générative transformationnelle), comme *she discussed* dans la phrase G 12 (pour laquelle le V est rattaché au pronom sujet au lieu de l'être au SN qui suit) ou *he brought out* dans G 3 (où le V et sa particule sont également rattachés au pronom sujet). On trouve également des syntagmes prépositionnels découpés de façon « non syntaxique », comme par exemple *(By making) (his plan known)* au lieu de *(By) (making his plan known)* dans la phrase G 3, ou encore des complétiviseurs attachés au SN qui suit au lieu de rester autonomes : *(since the prospects) (were too limited)* au lieu de *(since) (the prospects were too limited)* dans la phrase G 13. Il n'y a donc pas à première vue de caractérisation simple et immédiate de ces unités de base.

La deuxième propriété des structures de performance est qu'elles sont organisées hiérarchiquement. En effet, les unités de base se regroupent elles-mêmes au sein d'unités plus grandes, qui, à leur tour, se regroupent pour former des unités encore plus grandes. Ainsi, dans la phrase G 13 de la figure 2, *Our disappointed woman* est rattaché à *lost her optimism*, tandis que *since the prospects* l'est avec *were too limited*, et que ces deux groupes de niveaux supérieurs se rattachent ensuite pour former la structure pleine et entière. Dans cette phrase, les durées des pauses converties en pourcentages s'échelonnent de 1 % à 28 %, en passant par des durées intermédiaires de 8 %, 15 % et 24 %, indication supplémentaire de la nature hiérarchique des SP.

La troisième propriété des SP est qu'elles sont plus ou moins symétriques (ou équilibrées). En effet, la pause principale est située près du milieu de la phrase (défini par rapport au nombre des mots) ; de plus, chacun des deux segments situés de part et d'autre de cette pause — ou coupure — principale est à son tour scindé en deux parties plus ou moins égales. La figure 1 montre par exemple que la pause principale de la phrase G 12 (phrase composée de 13 mots) se situe entre le sixième et le septième mot. A leur tour les pauses/coupures de second niveau se situent après le deuxième mot (trois syllabes) de la première sous-partie qui est longue de six mots (sept syllabes) et après le cinquième

mot (neuf syllabes) de la seconde sous-partie qui est longue de sept mots (quinze syllabes). Il est rare de rencontrer des SP dérivées à droite et dont la coupure principale soit située après le premier ou le deuxième mot de la phrase. Il est vrai que la syntaxe de la phrase est souvent à l'origine de la symétrie observée dans les SP (cf. la phrase G 13 de la figure 2, ou la phrase G 3 de la figure 1) ; mais tel n'est pas toujours le cas. Ainsi la seconde proposition de la phrase G 3 dans la figure 1 *(he brought out the objections of everyone)* est syntaxiquement dérivée à droite, et la coupure syntaxique principale se situe après *he*. Cependant la pause principale ne se situe pas à cet endroit, mais vers le milieu de la proposition, à la coupure située entre la particule verbale *(out)* et le déterminant *(the)*. La symétrie apparaît bien comme une propriété importante des SP.

3. PRÉDICTION DES STRUCTURES DE PERFORMANCE

Deux algorithmes — ou modèles de résultats — différents ont été imaginés pour la prédiction des SP : celui de GGL (1979), qui a précisément pour but de rendre compte de ces structures, et celui de Cooper et Paccia-Cooper (1980), qui est destiné à rendre compte des pauses, de l'allongement des segments en fin de syntagme et de la non-application des règles phonologiques concernant les transitions entre mots. Il peut être utile de préciser un certain nombre de points à propos de ces algorithmes. Tout d'abord, il ne s'agit pas de modèles de la performance : leur but n'est pas de rendre compte de la façon dont les locuteurs produisent réellement des SP. Ils consistent plutôt à isoler et à combiner des variables qui semblent jouer un rôle important dans l'explication des SP. Deuxièmement, dans la mesure où il s'agit d'algorithmes et non de modèles de la production du langage, la procédure prédictive qui est la leur est souvent *ad hoc*. Ils tentent d'isoler les facteurs les plus appropriés, mais ne déterminent pas précisément le poids attribué à ces facteurs. En troisième lieu, ces deux algorithmes nécessitent la prise en compte de la phrase entière pour entamer leur procédure de prédiction. C'est en ce sens qu'ils diffèrent notablement des processus de gauche à droite qui caractérisent la production spontanée ; mais, à l'origine, ils n'avaient jamais été construits dans ce but. Quatrièmement, les deux algorithmes font intervenir une composante qui calcule un indice de la force de liaison syntaxique à toutes les frontières de mots dans la phrase. Ces algorithmes ont donc besoin d'une représentation de la structure de surface de la phrase. Enfin, pour apprécier la qualité de la force prédictive de chaque algorithme, on effectue des corrélations, par phrases (avant d'en faire la moyenne) ou sur l'ensemble du matériel, entre les valeurs prédites par les algorithmes (à chaque frontière de

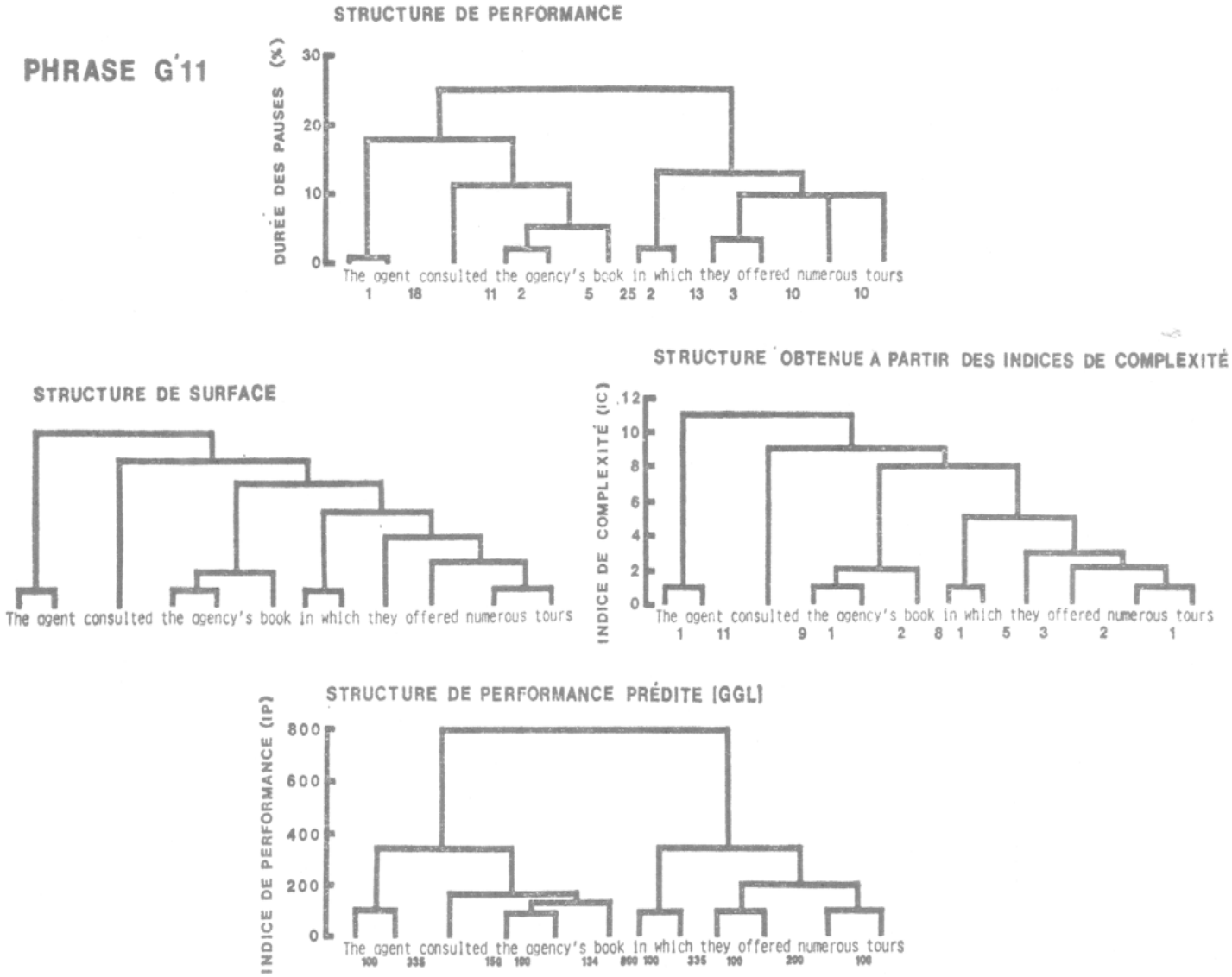


Fig. 3. — Quatre structures hiérarchiques de la phrase G 11 : la structure de performance élaborée à partir des durées de pauses converties en pourcentages, la structure syntaxique de surface, la structure fondée sur l'indice de complexité et la structure de performance prédite par l'algorithme GGL (adapté de Gee et Grosjean, 1983).

— Traduction de la phrase G 11 : « Le chef de l'agence consulta le catalogue dans lequel on proposait de nombreux voyages. »

mot) et les données obtenues expérimentalement (à chaque frontière de mot). Les deux valeurs sont en général assez semblables.

On a utilisé l'algorithme GGL pour prédire des SP obtenues à partir de pauses, de segmentations *(parsing)* et de probabilités d'erreurs de transition (TEP) en langue orale, et à partir de pauses, de segmentations, de données de rappel en fonction d'un mot indice et de jugements de liaison en Langue des Signes américaine (GGL, 1979 ; Dommergues et Grosjean, 1981 ; Grosjean *et al.*, 1981). Cet algorithme repose sur l'idée que l'importance d'une coupure particulière (mise en évidence expérimentalement) dépend de l'importance relative de cette coupure en termes, d'une part, de structure de surface de la phrase et, d'autre part, de la position de cette coupure dans le constituant analysé : plus elle est proche du milieu du constituant, plus cette coupure est importante. Lorsque les constituants d'une phrase sont de longueur inégale, les sujets auront tendance à déplacer la pause vers un point situé entre le début du premier constituant (par exemple un SN) et la fin du second constituant (par exemple un SV), à condition, bien entendu, que ce point corresponde à une frontière syntaxique suffisamment importante. Il semblerait qu'un compromis se réalise entre cette tendance à la bissection et la structure linguistique de la phrase. Ainsi cet algorithme tient compte de deux exigences quelquefois contradictoires : la tendance du locuteur à respecter la structure linguistique de la phrase ainsi que sa tendance à équilibrer la longueur des constituants lors de leur production. Pour en tenir compte, l'algorithme fonctionne de façon cyclique en combinant, *pour chaque frontière de mot dans la phrase*, un indice de complexité linguistique (IC), fondé sur le nombre de nœuds dominés par le nœud correspondant à la frontière de mot en question, et une mesure de la distance qui sépare cette frontière de mot du milieu du segment considéré.

La figure 3 donne quatre structures hiérarchiques de la phrase G 11. L'arbre du haut représente la SP obtenue par GGL (1979) à partir de données de pauses. L'arbre du milieu, à gauche, représente la structure de surface de cette phrase, tandis que celui du milieu, à droite, est obtenu à partir des indices de complexité, eux-mêmes fondés sur la structure de surface (d'où la grande similitude qui existe entre ces deux arbres). Quant à l'arbre du bas, c'est la structure prédite par l'algorithme GGL. On remarquera une assez bonne correspondance entre l'arbre du bas (la SP prédite) et celui du haut (la SP proprement dite). Dans ces deux structures, la coupure principale se trouve après *book*, alors que les deux coupures les plus importantes venant ensuite se trouvent après *agent* et *in which*. La corrélation existant entre les valeurs prédites et les durées des pauses converties en pourcentages est ici de $r = 0.89$. Si les seules valeurs de structure de surface, ou indices de complexité (IC), avaient été utilisées dans la prédiction, sans que soit effectuée de correction particulière pour le phénomène de

PHRASE DU TYPE II [NON ÉQUILIBRÉE]

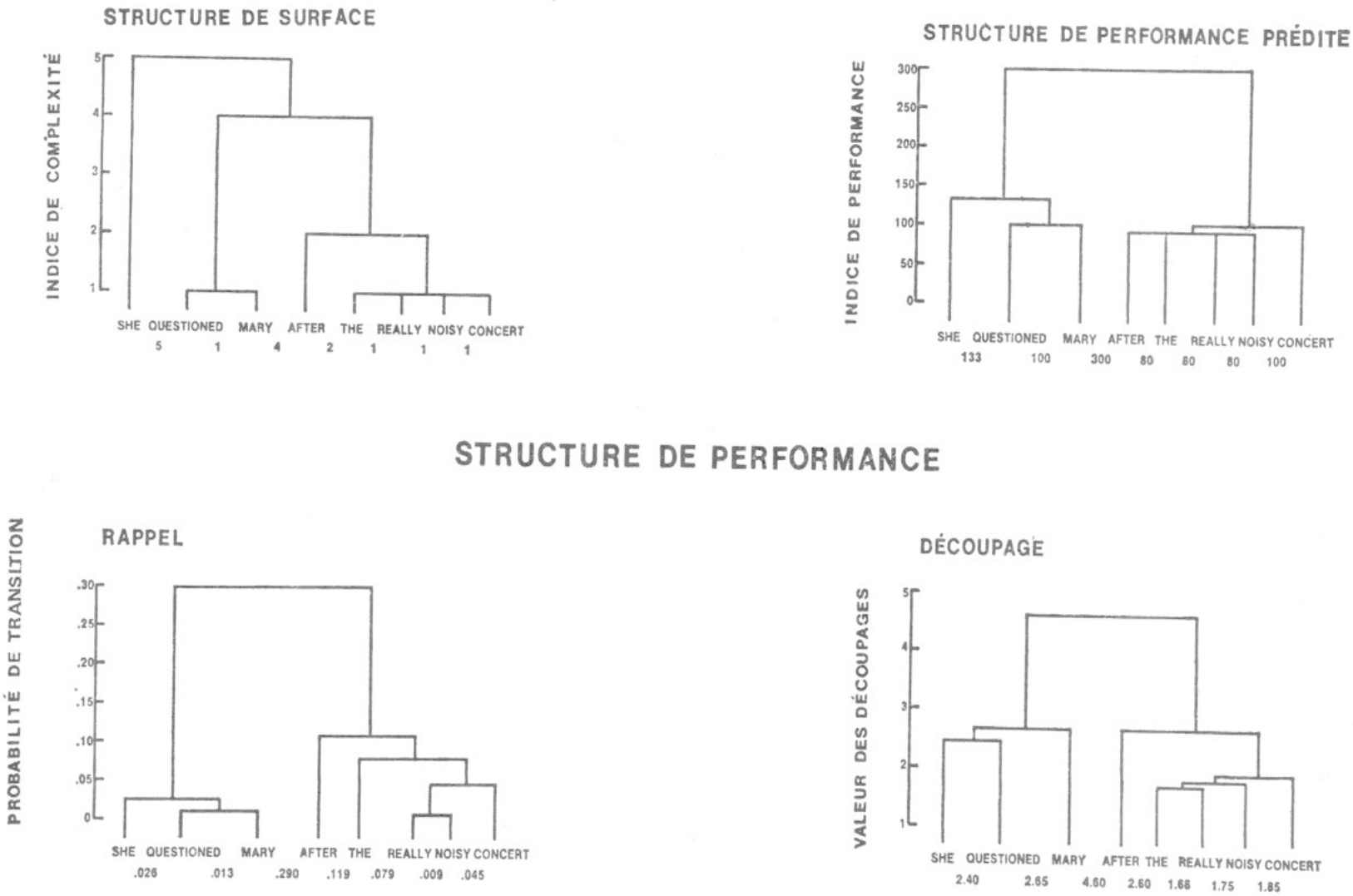


Fig. 4. — Structure de surface d'une phrase non équilibrée, sa structure de performance prédite et ses structures de performance obtenues à partir du rappel (probabilité d'erreur de transition) et de la segmentation (ou du découpage). Les valeurs obtenues au moyen de chaque paradigme et des deux algorithmes donnent la hauteur des nœuds dans les structures respectives (adapté de Dommergues et Grosjean, 1981).

— Traduction de la phrase : « Elle questionna Marie après le très bruyant concert. »

bissection (cf. l'arbre du milieu, à droite), alors la correspondance n'aurait pas été aussi bonne. La coupure syntaxique principale aurait alors été prédite après *agent* (et non après *book*), la coupure après *consulted* aurait obtenu une valeur trop élevée, etc. ; en fait, la corrélation entre IC et les durées des pauses aurait alors été de $r = 0.77$ seulement.

De façon générale, l'algorithme GGL — qui combine multiplicativement chaque IC avec une mesure de la distance qui sépare une frontière de mot quelconque du milieu du constituant — est un bon prédicteur des données de performance. La corrélation globale de GGL avec les données est $r = 0.83$, tandis que la moyenne des 14 corrélations individuelles est $r = 0.86$ (rendant ainsi compte respectivement de 69 % et de 74 % de la variance totale des données). Comme on s'y attendait, le IC seul est un moins bon prédicteur : la corrélation globale entre le IC et la durée des pauses converties en pourcentages est de $r = 0.76$, et la moyenne des 14 corrélations est de 0.79 (ne rendant ainsi compte respectivement que de 58 % et de 62 % de la variance totale des données).

La figure 4 illustre un autre aspect de la puissance prédictive de l'algorithme GGL. On constate que la structure de surface de la phrase non équilibrée *(She questioned Mary after the really noisy concert)* comporte (et prédirait donc) une coupure syntaxique principale après le SN *(she)*, alors que l'algorithme prédit celle-ci après le nom objet et avant le syntagme prépositionnel. Comme on le voit dans cette figure 4, les données obtenues par Dommergues et Grosjean (1981) au moyen de tâches de rappel et de segmentation (ou de découpage) sont en fait bien mieux prédites par cet algorithme que par la seule structure de surface. Ainsi, la corrélation existant entre les probabilités d'erreurs transitionnelles (TEP) et l'algorithme est de $r = 0.82$ alors qu'elle n'est que de 0.42 entre ces TEP et les valeurs de structure de surface (la première corrélation rend compte de 67 % de la variance des TEP, la seconde seulement de 18 %).

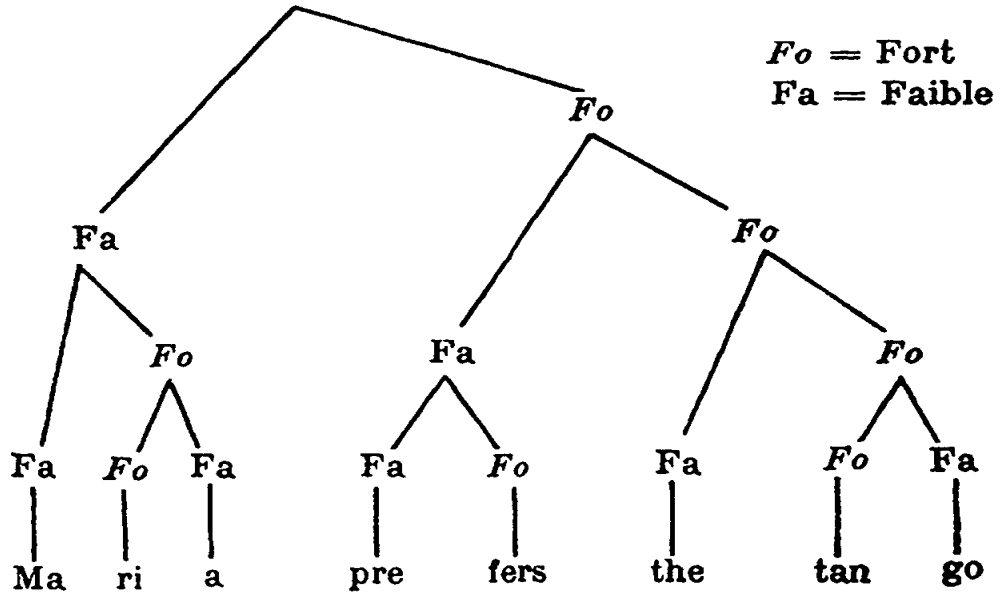
Bien qu'il prédise assez correctement les SP, cet algorithme possède cependant quelques sérieuses failles. La première est qu'il ne tient pas compte de l'étiquetage des nœuds lorsqu'il calcule des IC à partir de l'arbre de surface. Il donnera ainsi un poids égal à deux nœuds différents qui dominent le même nombre de nœuds terminaux, même si le premier domine une coupure principale (par exemple SN/SV) et que l'autre domine une coupure mineure (par exemple un marqueur d'infinitif et une copule). Une autre faille de cet algorithme est qu'il ne tient pas compte de la catégorie grammaticale d'un mot : un déterminant sera aussi important qu'un adjectif (une coupure DET/N aura donc la même valeur qu'une coupure DET/A), alors qu'on sait par ailleurs que les mots grammaticaux sont plus étroitement attachés aux mots lexicaux qu'en général les mots lexicaux à d'autres mots lexicaux.

Comme on l'a vu plus haut, l'algorithme élaboré par Cooper et Paccia-Cooper (dorénavant CPC) en 1980 partage de nombreuses caractéristiques avec l'algorithme GGL. Il en diverge néanmoins sur deux points importants. D'abord, il donne plus de poids à l'indice de complexité syntaxique que n'en donne l'arbre de surface lui-même. Au lieu de refléter simplement l'indicateur syntagmatique, comme le ferait le IC, son indice est un véritable algorithme à lui seul, et l'arbre ainsi obtenu diffère largement de l'indicateur syntagmatique de départ. La seconde différence est que la composante de bissection ne s'applique qu'aux constituants dont la taille est égale ou supérieure à sept mots lexicaux. Pour la plupart des phrases considérées, le processus de bissection ne s'applique donc qu'une seule fois, alors qu'il s'applique de façon itérative dans l'algorithme GGL. Ce second aspect de l'algorithme CPC conduit ce dernier à perdre quelque peu de sa puissance prédictive lorsqu'il intègre la composante de bissection à son indice de complexité syntaxique. La raison en est que les coupures syntaxiques situées vers le début ou vers la fin de la phrase se voient attribuer des valeurs trop basses. La corrélation qui existe entre les valeurs de pauses obtenues par GGL (1979) et l'indice de complexité syntaxique de CPC (1980) est de $r = 0.81$, alors que la corrélation entre ces mêmes valeurs expérimentales et les valeurs de l'algorithme CPC tombe à 0.75.

Bien que ces deux algorithmes prédisent assez correctement les SP lorsqu'ils combinent un indice de complexité syntaxique à chaque frontière de mot et une composante de bissection, ils posent néanmoins quelques problèmes fondamentaux. Tout d'abord, la *phrase entière* leur est nécessaire pour que la prédiction puisse avoir lieu. Ces algorithmes ne peuvent en aucun cas (mais ont-ils été jamais conçus dans ce but ?) prédire de telles structures *en cours* de production, en discours spontané par exemple. D'autre part, leur composante de bissection, qui est, elle aussi, fondée sur la présence de la phrase entière, n'a, intuitivement, que peu d'attrait dans le cadre d'un modèle réaliste de la production du langage. En troisième lieu, on ne devrait peut-être pas perdre de vue les principes de la production du langage lorsqu'on construit un algorithme destiné à prédire des SP ; or la production, on le sait, se déroule dans le temps (ou de gauche à droite), au moins au plan linéaire visé par ces structures. Enfin, de telles structures n'ont pas encore été justifiées ou expliquées en termes d'une théorie générale de la compétence linguistique. Ceci n'est bien sûr pas une critique en soi, d'autant plus qu'il s'est agi de rendre compte de données de performance ; mais s'il existait une théorie linguistique qui puisse rendre compte de ces données, ainsi qu'un algorithme qui puisse fonctionner de gauche à droite, alors nous serions mieux à même de rendre compte des SP et de comprendre les mécanismes de production de la parole. La section suivante présente une telle théorie, ainsi qu'un algorithme qui en est dérivé.

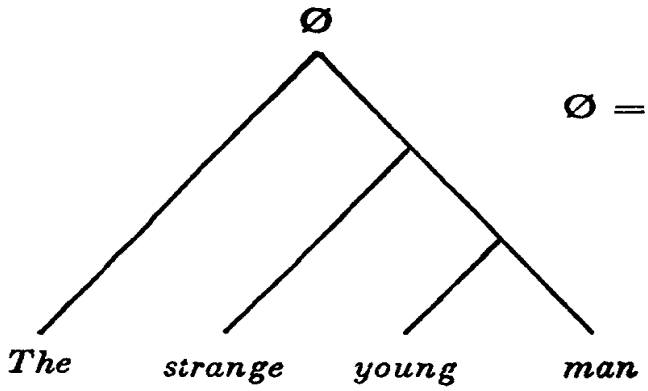
4. STRUCTURES PROSODIQUES ET STRUCTURES DE PERFORMANCE

Certaines théories linguistiques récentes suggèrent que la phrase possède une organisation suprasegmentale hiérarchique formant un arbre métrique où, à chaque niveau — syllabe, mot, syntagme —, on trouve une relation « faible » (inaccentuée) et « forte » (accentuée). Comme nous le voyons ci-dessous dans la phrase *Maria prefers the tango* (Selkirk, 1978, p. 2), ces relations concernent tous les éléments qui constituent les unités de la structure linguistique, de la syllabe à l'énoncé, en passant par le mot et le syntagme (Liberman, 1975 ; Liberman et Prince, 1977 ; Selkirk, 1978, 1980).



(Traduction : Maria préfère le tango)

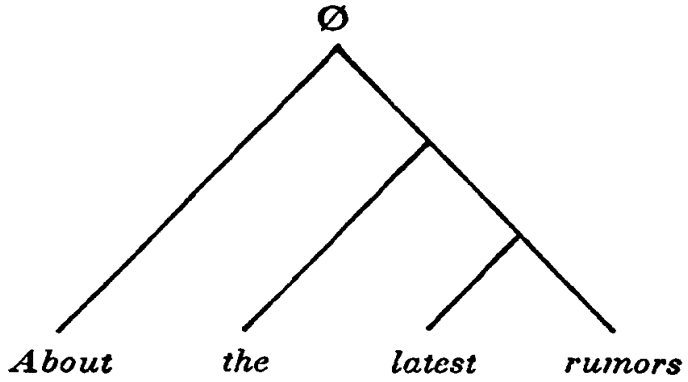
Selon Selkirk (1978, 1980), les structures prosodiques s'organisent hiérarchiquement. Au niveau le plus bas, les *syllabes* se regroupent en *pieds métriques* pour former des ensembles de syllabes fortes *(Fo)* ou faibles (Fa). Ainsi, dans le mot *Maria*, « ri » est une syllabe forte et « a » une syllabe faible. Les pieds s'assemblent en *mots prosodiques (Maria, prefers* et *tango)* qui, à leur tour, forment des *syntagmes phonologiques*, concept clé de cette théorie. Chaque syntagme phonologique rassemble tous les éléments existants, jusques et y compris la tête du syntagme syntaxique (le N dans un SN, le V dans un SV, etc.), ainsi que les clitiques qui sont normalement rattachés aux têtes de syntagmes. Ainsi, dans la phrase ci-dessus, il existe trois syntagmes phonologiques : *Maria, prefers* et *the tango*. Les syntagmes phonologiques sont dérivés à droite, comme dans l'exemple suivant.



Ø = syntagme phonologique

(Traduction : L'étrange jeune homme)

Au sein de ces syntagmes, les mots fonction (articles, prépositions, etc.) se rattachent à leurs constituants frères, ce qui, entre autres choses, n'autorise pas les prépositions à être têtes de syntagmes prépositionnels. Ainsi, dans le syntagme prépositionnel suivant, c'est *rumors*, et non la préposition *about*, qui est tête de syntagme :



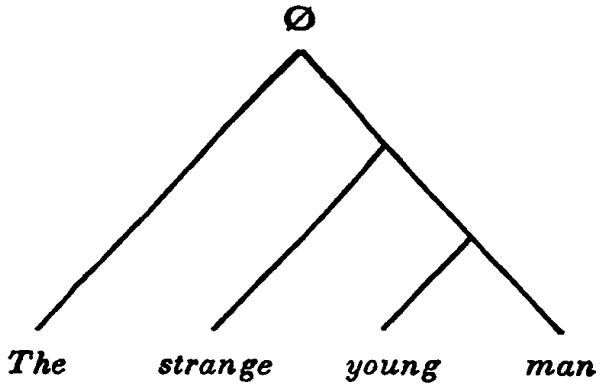
(Traduction : A propos des dernières rumeurs)

Remarquons que les syntagmes phonologiques ne correspondent pas nécessairement à des constituants syntaxiques. Ainsi, dans la phrase *Elle a lu son livre*, il existe deux syntagmes phonologiques : *Elle a lu* et *son livre*, qui diffèrent sensiblement des deux syntagmes syntaxiques *Elle* (SN) et *a lu son livre* (SV). Dans la phrase anglaise *He was rich*, où *was* est inaccentué, il n'existe qu'un seul syntagme phonologique, alors qu'on y trouve deux syntagmes « syntaxiques » : *he* et *was rich*. Cette théorie précise enfin que les syntagmes phonologiques se regroupent pour former des syntagmes intonationnels.

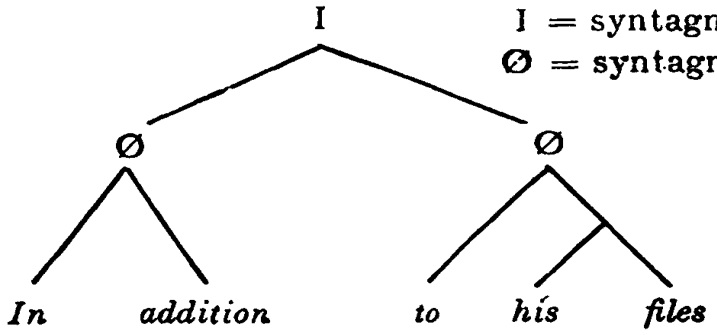
Selkirk ne se contente pas de définir les composantes de la structure prosodique ; elle propose aussi diverses règles phonologiques qui s'appliquent à ce type de structure. L'une d'elles, la règle de la monosyllabe, précise qu'un mot prosodique monosyllabique est délexicalisé s'il est faible et correspond à un mot fonction dans une structure syntaxique. Les mots fonction monosyllabiques inaccentués deviennent donc des

syllabes faibles, perdant ainsi leur statut de mots prosodiques. C'est le cas, par exemple, des pronoms du type *she* dans *she discussed* ou de *her* dans *her optimism*. Il en résulte une pause minimale entre ce type de mot et celui auquel il est attaché (ce qui a d'ailleurs été maintes fois observé dans les données de pauses).

Partant de cette théorie — qui est à l'heure actuelle en cours d'élaboration, Jim Gee (Gee et Grosjean, 1983) a construit un algorithme destiné à prédire des SP : l' « algorithme PHI » *(Phonological Index)*. Il fonctionne de gauche à droite dans la phrase, en procédant par blocs, syntagme phonologique par syntagme phonologique. Ainsi, dans l'énoncé *John asked the strange young man*, l'algorithme isole trois syntagmes phonologiques : *John*, *asked* et *the strange young man*. Il applique la règle de la monosyllabe pour délexicaliser les mots fonction (ici le mot *the*) et dérive à droite les éléments de chaque syntagme phonologique ; ici, le seul ayant besoin de cette étape est *the strange young man* ; ce dernier devient donc :



Une des caractéristiques de cet algorithme est qu'il effectue un regroupement des syntagmes phonologiques en *syntagmes intonationnels*, selon un certain nombre de règles. La règle du constituant stipule que tous les syntagmes phonologiques appartenant au même constituant syntaxique doivent se regrouper au sein d'un arbre dérivé à droite. Ainsi, le syntagme intonationnel *In addition to his files*, qui comprend deux syntagmes phonologiques *In addition* et *to his files* est représenté comme suit :



(Traduction : En plus de ses dossiers)

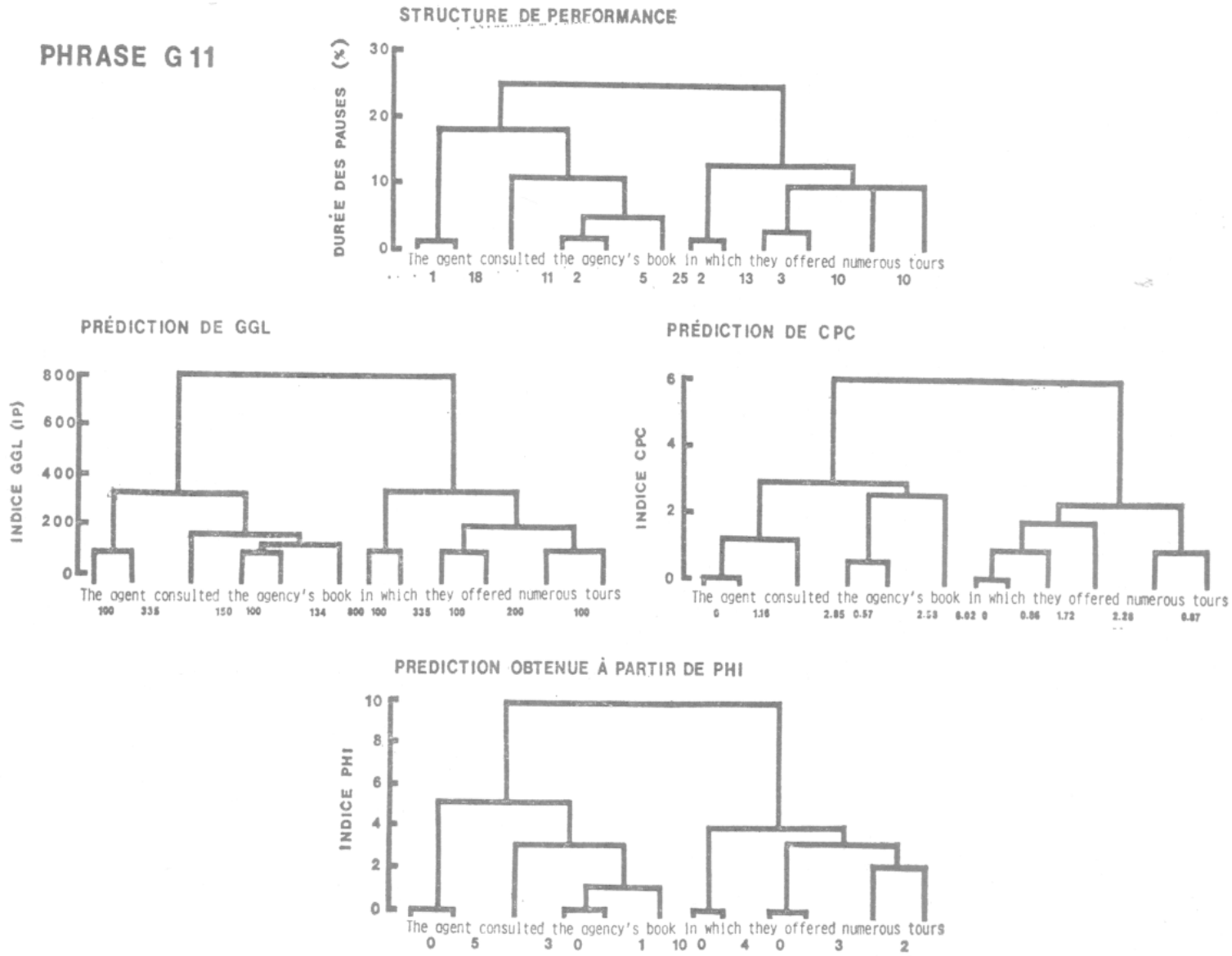
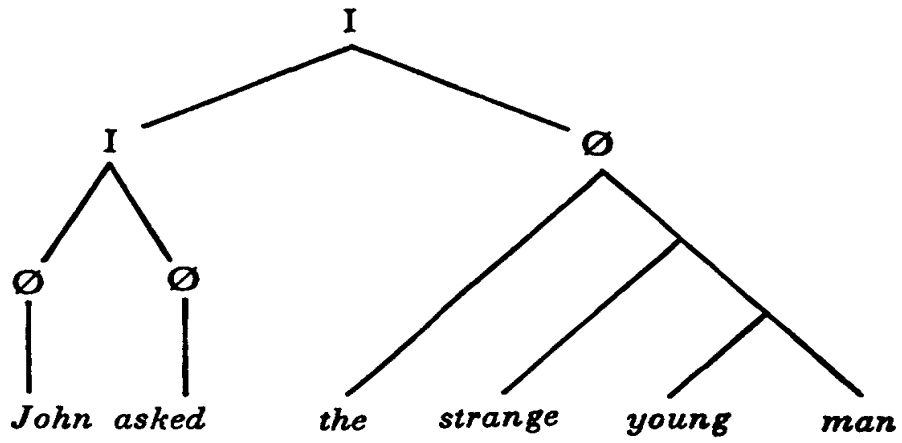


Fig. 5. — Quatre structures hiérarchiques de la phrase G 11 : la structure de performance élaborée à partir des durées de pauses converties en pourcentages et les structures de performance prédites par l'algorithme de GGL, par celui de CPC et par celui de Gee et Grosjean (1983).

— Traduction de la phrase G 11 : « Le chef de l'agence consulta le catalogue dans lequel on proposait de nombreux voyages. »

Une autre règle, celle du verbe, précise que le syntagme phonologique dont la tête est le verbe est rattaché soit à l'unité prosodique de droite, soit à celle de gauche (dans le cas d'éléments sous-catégorisés), selon l'unité qui a le moins grand nombre de nœuds. Cette règle permet donc aux SN courts d'être rattachés aux verbes ; ainsi, dans *John asked the strange young man*, *asked* est rattaché à *John* et non, comme le voudrait une représentation syntaxique traditionnelle, à *the strange young man*. On obtient donc la représentation prosodique suivante :



(Traduction : John demanda à l'étrange jeune homme)

Cette règle rend bien compte du fait que l'on trouve davantage de pauses au sein des SV qu'entre des SN courts ou des SN pronoms et des SV.

Quant à la règle générale de regroupement, elle s'occupe des syntagmes phonologiques non encore attachés ; elle les dérive à gauche, sous la dépendance du syntagme intonationnel. Pendant que ces regroupements s'effectuent de gauche à droite, des valeurs numériques sont calculées à chaque frontière de mot, en comptant, entre autres choses, le nombre de nœuds de syntagmes phonologiques et intonationnels qui dominent les frontières de mots en question. Au cours d'étapes ultérieures, il est tenu compte de groupements de propositions, de la structure des complétiviseurs et des mots complexes, de la focalisation et de l'allongement de syntagme en fin de phrase.

La figure 5 présente la SP de la phrase G 11 (arbre du haut), les structures prédites par les algorithmes de GGL et de CPC (arbres du milieu) et la structure prédite par l'algorithme de Gee (PHI) fondée sur une théorie de la structure prosodique.

Comme on l'a déjà vu, l'algorithme GGL prédit bien les données de pauses ($r = 0.89$). Il place correctement la coupure principale (après *book*), ainsi que les autres coupures importantes (après *agent* et après *in which*). Mais la hauteur qu'il attribue aux différents nœuds ne correspond pas toujours bien à ce qu'on observe dans les données expéri-

mentales. Ainsi, les valeurs situées entre *agent* et *consulted*, entre *consulted* et *the agency's book*, entre *in which* et *they* et entre *offered*, *numerous* et *tours* sont toutes trop faibles. Cela explique en partie la corrélation imparfaite qui existe entre la structure élaborée à partir des données expérimentales et la structure prédite. Quant à la prédiction de l'algorithme CPC, on remarque qu'elle est un peu moins bonne ($r = 0.71$). Les problèmes que cet algorithme rencontre concernent non seulement les coupures de second rang (après *agent* et après *in which*), auxquelles sont attribuées des valeurs trop faibles, mais aussi l'importance excessive accordée aux coupures mineures, comme après *agency's* et *they*. Cela, on l'a vu, est dû au caractère monocyclique de la composante de bissection, qui privilégie, en les surévaluant, les frontières situées vers le milieu de la phrase, et qui sous-évalue les parties extrêmes.

Comparativement aux deux précédents, l'algorithme PHI (arbre du bas) produit une copie presque parfaite de la SP. Non seulement tous les branchements sont corrects (à la seule exception du dernier), mais encore la hauteur des nœuds est correcte. C'est le cas, par exemple, de la hauteur du nœud dominant *consulted* et *the agency's book*, ou de celui dominant *they offered* et *numerous tours*. Le seul écart mineur concerne le nœud qui domine *the agent* et *consulted* : il est un peu bas dans l'arbre PHI. Cette correspondance presque parfaite entre la SP et la structure prédite se reflète dans leur coefficient de corrélation : $r = 0.98$.

Si l'on observe l'ensemble des 14 phrases du corpus, PHI prédit remarquablement les données de pauses $r = 0.97$, contre 0.83 pour l'algorithme GGL et 0.75 pour CPC (différences toutes deux significatives à $p < 0.01$). Si PHI rend ainsi compte de 92 % de la variance des pauses (au lieu de 69 % pour l'algorithme de GGL et 56 % pour celui de CPC), c'est qu'à l'inverse des deux autres il intègre de l'information phonologique, rythmique et syntaxique (peut-être aussi sémantique) au sein d'une seule représentation et de façon bien contrainte. Il faudrait néanmoins quelque peu raffiner cet algorithme pour rendre compte de certains effets phoniques, comme l'allitération, des enchaînements de mots fonction ou la sémantique de certains mots. Mais il y a d'ores et déjà de nombreuses qualités : il est fondé sur une théorie de la compétence (il n'est donc pas nécessaire d'y inclure des facteurs arbitraires de performance) ; il fonctionne de gauche à droite dans l'énoncé et prédit les données expérimentales (pauses ou segmentations) de façon particulièrement satisfaisante.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les travaux portant sur les SP ont abouti à un certain nombre de résultats intéressants. Ils ont tout d'abord montré qu'on peut obtenir ces structures au moyen de tâches expérimentales aussi diverses que le rappel, la lecture lente, la segmentation et les jugements de liaison. Mises en évidence tant en langue orale qu'en langue des signes, elles se sont révélées relativement invariables malgré la diversité des tâches employées. En deuxième lieu, ces travaux ont souligné trois propriétés fondamentales de ces SP : unités de base de longueur plus ou moins égale, hiérarchie et symétrie. En troisième lieu, il a été montré que deux algorithmes, travaillant sur la phrase entière et combinant un indice de complexité syntaxique à chaque frontière de mot et une composante de bissection, pouvaient assez bien prédire ces structures. Leur attrait n'est cependant pas total en raison de certaines graves failles : ils exigent la prise en compte de la phrase entière pour pouvoir effectuer leur prédiction, ils ne fonctionnent pas de gauche à droite, leur composante de bissection n'est pas très séduisante *a priori* et ils s'intègrent mal dans le cadre général d'une théorie de la compétence. Enfin, on a vu qu'un algorithme fondé sur la structure prosodique des phrases est un bien meilleur prédicteur des données expérimentales. Ce qui a jusqu'à présent été baptisé « structures de performance » ne serait donc en fait que le reflet des « structures prosodiques » de la langue.

Ces travaux ont permis l'éclosion d'études actuellement en cours. Ces études, bien entendu, portent sur le syntagme phonologique, unité intermédiaire entre le mot et la proposition, concept clé de l'algorithme PHI. Certaines études en cours ont pour but de vérifier si le syntagme phonologique joue le rôle d'unité d'encodage en discours spontané. Dans la mesure où Gee et Grosjean (1983) ont trouvé que 74 % des unités de base dans les données de pauses de l'étude GGL (cf. section 2) étaient en fait des syntagmes phonologiques, la question se pose de savoir si ces syntagmes phonologiques sont également des unités de base en discours spontané. On est actuellement en train de réanalyser les interviews spontanées utilisées par Grosjean et Deschamps (1975) dans leur étude des variables temporelles de l'anglais et du français. On espère mettre en évidence le bien-fondé du syntagme phonologique en trouvant de plus nombreuses pauses d'hésitation *entre* ces syntagmes qu'en leur sein ; on s'attend également à trouver de nombreux syntagmes phonologiques dans les faux départs.

Des données préliminaires (Dommergues et Grosjean, 1980) semblent montrer que ces suppositions sont correctes. On a par exemple découvert que les pauses se produisent rarement à la coupure SN/SV lorsque le SN est constitué d'un pronom : une pause située à un tel

endroit violerait le principe d'intégrité de l'unité qu'est le syntagme phonologique. D'autre part, Grosjean et Deschamps (1975) constatent que plus de la moitié des faux départs impliquent un SN (la plupart du temps un pronom) *et* le V suivant, preuve sans doute, que de nombreux faux départs impliquent en fait des syntagmes phonologiques.

Un autre domaine de recherche consiste à vérifier si le syntagme phonologique est bien une unité importante dans le traitement du langage en temps réel. Au cours des années 60 et au début des années 70, il était courant de présenter la proposition comme l'unité première du traitement (Fodor, Bever et Garrett, 1974) ; plus récemment, c'est le mot qui est devenu le concept central du traitement (Marslen-Wilson et Tyler, 1980). Dans cette dernière théorie, le traitement syntaxique, sémantique et discursif s'effectue mot à mot, de gauche à droite. Ce point de vue est largement corroboré lorsque sont étudiés des mots lexicaux pris isolément ou en contexte et dont la première syllabe est accentuée ; en revanche, cette théorie devient moins convaincante lorsqu'on a affaire soit à des mots lexicaux n'étant pas accentués sur leur première syllabe, soit à des chaînes de mots grammaticaux. Il devient dès lors logique de proposer le syngtagme phonologique comme unité de traitement intermédiaire entre le mot et la proposition. On peut imaginer trois différents types de syntagmes phonologiques qui pourraient se comporter comme des unités de traitement : d'abord des déterminants ou d'autres mots fonction + des modificateurs + une tête de syntagme (*e.g. the strange young man*, unité compacte et riche d'information) ; ensuite un sujet et/ou des pronoms objet + des auxiliaires + un verbe (*e.g. he has slept*, ensemble d'éléments fréquemment exprimé au moyen d'*un seul* mot dans de nombreuses langues, grâce à des clitiques et/ou affixes) ; enfin des prépositions + leur(s) complément(s) (*e.g. in the woods*, ensemble d'éléments souvent exprimé au moyen d'un seul segment dans d'autres langues).

Il devient raisonnable de suggérer que le traitement du langage se déroule peut-être syntagme phonologique par syntagme phonologique. Une fois que l'auditeur a isolé un tel syntagme en en localisant tout d'abord la tête (il s'agit toujours d'un mot lexical à forte charge sémantique et marqué par la prosodie), il le décompose en ses éléments lexicaux et entreprend une analyse sémantique et syntaxique.

Il est certainement indispensable de revoir, en l'affinant au plan théorique, une telle proposition ; il semble également nécessaire de bien l'évaluer au plan expérimental. Celle-ci pourrait permettre de compléter des modèles de traitement fondés tant sur le mot que sur la proposition. En tout état de cause, il est encourageant de constater qu'un travail tout d'abord entièrement descriptif, et par la suite prédictif, a permis l'éclosion d'idées et de suggestions nouvelles sur des questions actuelles et importantes concernant la production et la perception du langage.

RÉSUMÉ

Cet article a pour objet de décrire comment la prise en compte de certains problèmes de psycholinguistique — entre autres, celui de la réalité psychologique de la structure de surface des phrases — a permis la mise en évidence des structures de performance, ces structures hiérarchiques de phrases que l'on obtient au moyen de données expérimentales. Ces structures, construites à partir de différentes tâches expérimentales et obtenues dans différentes langues, se caractérisent par trois propriétés essentielles : des unités de base de longueur sensiblement égale, une hiérarchie et une symétrie. Deux algorithmes combinant un indice de complexité syntaxique et une composante de bissection prédisent correctement ces structures ; mais on les abandonnera en raison d'importantes failles. On montrera qu'un troisième algorithme, fondé sur une nouvelle théorie linguistique de la structure prosodique, rend bien mieux compte de ces structures de performance. Une composante importante — le syntagme phonologique — sera ensuite discutée puis proposée comme unité de traitement, à la fois dans la production et dans la compréhension du langage.

Mots clefs : Structures de performance, modèles des résultats, performance.

BIBLIOGRAPHIE

Cooper (W.) et Paccia-Cooper (J.). — *Syntax and Speech*, Cambridge (MA), Harvard University Press, 1980.

Dommergues (J.-Y.) et Grosjean (F.). — *The chunking of sentences in speech production*, manuscrit non publié, Département de Psychologie, Northeastern University, Boston, 1980.

Dommergues (J.-Y.) et Grosjean (F.). — Performance structures in the recall of sentences, *Memory and Cognition*, 1981, *9*, 478-486.

Fodor (J.), Bever (T.) et Garrett (M.). — *The psychology of language*, New York, McGraw-Hill, 1974.

Gee (J.) et Grosjean (F.). — Performance structures : a psycholinguistic and linguistic appraisal, *Cognitive Psychology*, 1983, *15*, n° 4, 411-458.

Grosjean (F.) et Collins (M.). — Breathing, pausing and reading, *Phonetica*, 1979, *36*, 98-114.

Grosjean (F.) et Deschamps (A.). — 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.

Grosjean (F.), Grosjean (L.) et Lane (H.). — Patterns of silence : performance structures in sentence production, *Cognitive Psychology*, 1979, *11*, 58-81.

Grosjean (F.), Lane (H)., Battison (R.) et Teuber (H.). — The invariance of sentence performance structures across language modality, *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 1981, *7*, 216-230.

Hillinger (M.), James (C.), Zell (D.) et Prato (L.). — The influence of prescriptive and subjective phrase markers on retrieval latencies, *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1976, *8*, 353-355.

Johnson (N.). — The psychological reality of phrase structure rules, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1965, *4*, 469-475.

Johnson (N.). — The effect of a difficult word on the transitional error probabilities within a sentence, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1969, *8*, 518-523.

Levelt (W.). — The perception of syntactic structure, *Heymans Bulletin*, n° HB-69-31 B, Université de Groningue, Groningue, 1969.

Liberman (M.). — *The intonational system of English*, thèse de doctorat, MIT, Cambridge, Etats-Unis, 1975.

Liberman (M.) et Prince (A.). — On stress and linguistic rhythm, *Linguistic Inquiry*, 1977, *8*, 249-336.

Martin (E.). — Toward an analysis of subjective phrase structure, *Psychological Bulletin*, 1970, *74*, 153-166.

Marslen-Wilson (W.) et Tyler (L. K.). — The temporal structure of spoken language understanding, *Cognition*, 1980, *8*, 1-71.

Selkirk (E.). — *On prosodic structure and its relation to syntactic structure*, manuscrit non publié, Département de Linguistique, University of Massachusetts, Amherst, 1978.

Selkirk (E.). — The role of prosodic categories in English word stress, *Linguistic Inquiry*, 1980, *11*, 563-605.

Suci (G.). — The validity of pause as an index of units in language, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1967, *6*, 26-32.