

L'hypothèse de l'activation en cascade des représentations soutenue par la production du langage

Résumé

Quelque soit la complexité de nos pensées, lorsque nous les exprimons en parlant, nous produisons les mot un à un. Dans beaucoup de langues, l'ordre dans lequel ces mots doivent être prononcés est déterminé par des règles linguistiques strictes. Prenons, par exemple, l'ordre canonique des couleurs et objets en anglais et en français. En anglais, les noms des couleurs doivent précéder les noms des objets (e.g. “blue table” [table bleue] et non pas “table blue” [bleue table]), alors qu'en français, de façon générale, la règle inverse est vraie (e.g. “table bleue” et non pas “bleue table”). Il apparaît de façon claire que les contraintes d'ordre des mots spécifiques à la langue jouent un rôle dans la construction des phrases. Malgré leur importance incontestable, la façon dont ces règles s'opèrent a été relativement peu étudié en psychologie. Cette recherche m'a permis de démontrer une influence de l'ordre des mots sur le traitement de mots entendus.

Mots clefs

Dénomination des objets
et des couleurs,
L'ordre des mots,
Production du Langage,
Psychologie cognitive.

L'hypothèse de l'activation en cascade des représentations soutenue par la production du langage

NIELS JANSSEN



niels.janssen@univ-provence.fr

Né le 2 Mars 1974

Nationalité : Néerlandais

Formation et activités professionnelles

2008 : Post-doc - Universidad La Laguna, Tenerife, Spain

2005 : Post-Doc - LPC, CNRS & Université de Provence, France

2005 : Psychology

Ph.D., Harvard University, USA

1999 : Cognitive Science - MA, Radboud University, the Netherlands

1994 : Computer Science - Propae-deuse (BA), Radboud University, the Netherlands

Bourses et prix de recherche

2008 : Juan de la Cierva post-doc grant

Une erreur fréquemment commise par les locuteurs de langue maternelle anglaise qui apprennent le français est celle de mal ordonner les noms d'adjectifs et d'objets dans les expressions françaises. Ainsi, un locuteur de langue maternelle anglaise pourrait dire "tu vois la rouge voiture ?", par exemple, alors qu'il aurait fallu dire "tu vois

2006 : Fyssen Foundation Post-doctoral Fellowship (extension)
 2005 : Fyssen Foundation Post-doctoral Fellowship
 2003 : Sackler Scholarship in Psychobiology
 2001 : Derek Bok Excellence in Teaching Award
 2000 : Graduate Student Society Summer fellowship award
 1999 : Harvard University stipend fellowship
 1999 : Fulbright fellowship award

Publications Principales

Janssen, N., Bi, Y., & Caramazza, A. A tale of two frequencies: Determining the speed of lexical access in Mandarin Chinese and English compounds. (*Language and Cognitive Processes, in press*).

Janssen, N., Schirm, W., Mahon, B., & Caramazza, A. (2008). Semantic interference in a delayed naming task: Evidence for the response exclusion hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 34*, 249-256.

Janssen, N., Alario, F.-X., & Caramazza, A. (2008). A word-order constraint on phonological activation. *Psychological Science, 19*, 216-220.

Finkbeiner, M., Almeida, J., Janssen, N., & Caramazza, A. (2006). Lexical selection in bilingual speech production does not involve

la voiture rouge?". Bien entendu, la raison pour laquelle les anglophones font cette erreur est que les langues française et anglaise diffèrent notamment en termes d'ordre des noms des adjectifs et des objets dans les phrases nominales. Ainsi, alors qu'en anglais les adjectifs des couleurs sont placés avant le nom (e.g. "the red car" [la voiture rouge]), en français, ils sont placés après (e.g. "la voiture rouge"). Cette propriété linguistique qui diffère de l'anglais au français révèle le rôle déterminant que jouent les langues sur la façon d'ordonner les mots dans une expression. Une hypothèse pouvant expliquer cela serait que l'ordre des mots dans une expression est déterminée simplement du fait de la vitesse à laquelle l'information portée par le mot devient accessible au locuteur. Si l'on considère que l'information liée à la couleur est accessible plus tôt que l'information liée à l'objet, alors tous les locuteurs de toutes les langues dans le monde placeraient les noms des couleurs avant les noms des objets. Etant donné l'ordre des noms des couleurs et des objets en français, cette hypothèse peut être clairement invalidée. Ainsi, le but de cette argumentation est de montrer que l'ordre des noms et des adjectifs liés aux couleurs dans une langue ne peut être déterminé par une propriété universelle, mais contrairement qu'il existe probablement un type d'information spécifique à la langue du locuteur qui détermine cet ordre.

Dans cet article, la façon dont le langage est produit sera traité d'un point de vue cognitif. En particulier, je discuterais d'un rôle possible de l'information liée à l'ordre des mots. Malgré l'importance susmentionnée de l'ordre des mots dans la production du langage, peu d'études ont tenté d'élucider la façon dont il pouvait l'affecter (mais voir Bates, Wulfeck & Juarez, 1998; Bock, 1987; Cleland & Pickering, 2003; Dell & Reich, 1981; Garrett, 1976; Hartsuiker, & Westenberg, 2000; Janssen, 2005). Une raison possible à cela est qu'un grand nombre d'études dans le domaine de la production du langage se sont centrées sur la production de mots isolés, où l'ordre des mots ne joue pas un rôle très

language suppression. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32, 1075-1089.

Janssen, N., & Caramazza, A. (2003). Selection of closed-class words in noun phrase production: The case of Dutch determiners. *Journal of Memory and Language*, 48, 635-652.

important. Récemment, toutefois, les chercheurs ont commencé à explorer les processus sous-tendant la production de mots multiples. Ainsi, tenter d'expliquer comment les mots sont produits dans l'ordre correct est devenue une perspective de plus en plus pertinente. Dans cet article, j'argumenterais que l'ordre des mots affecte la production du langage à une étape relativement tardive. De façon plus spécifique, je soutiendrais que l'ordre des mots affecte la façon dont la phonologie des mots est activée.

Flux d'activation sériel et en cascade

Les modèles actuels de la production du langage supposent qu'un mot est composé d'au moins trois types d'informations: l'information sémantique, syntaxique (plus couramment appelée "lexicale"), et phonologique. Une question importante est celle de comment ces trois types d'informations sont activés. Une hypothèse consiste à admettre que les informations lexicales et phonologiques sont activées de façon sérielle (ou "discrète") (Levelt, Roelofs, & Meyer, 1999). Autrement dit, il est admis qu'il n'y a pas de flux d'activation en cascade, mais qu'au contraire, les représentations phonologiques ne sont activées qu'après que les représentations lexicales l'aient été. En ce sens, les représentations syntaxiques et phonologiques sont activées de façon sérielle. Il n'y a ainsi jamais d'activation simultanée des représentations syntaxique et phonologique d'un mot, leur activation est dite discrète. Je me réfère à cette hypothèse concernant la façon dont les représentations syntaxiques et phonologiques sont activées en temps que l'hypothèse sérielle. Une proposition alternative est que l'activation se propage en cascade à travers les trois niveaux de représentation (voir par exemple, Goldrick, 2006). Selon cette perspective, dès que la représentation sémantique d'un mot est activée, ses représentations syntaxique et phonologique sont également activées. Cette hypothèse sera nommée l'hypothèse en cascade.

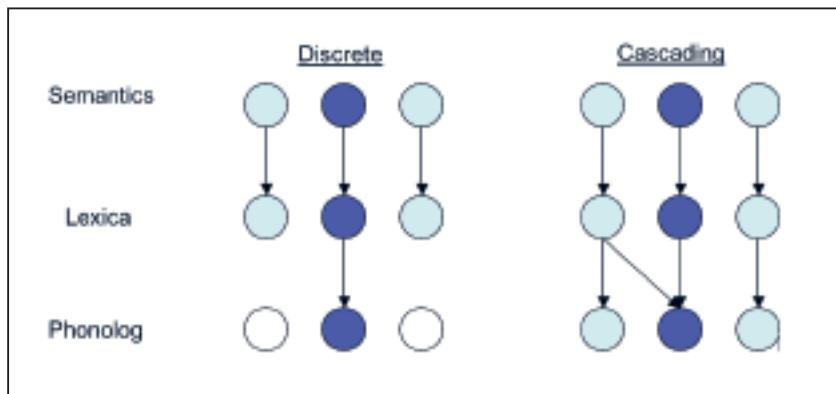


Figure 1 : Les hypothèses sérielle et en cascade du flux d'activation dans le système de production du langage. L'hypothèse sérielle suppose que seule la phonologie de la cible (cercle foncé) est activée, alors que l'hypothèse en cascade suppose que les phonologies des items non-cible (cercles clairs) sont aussi activées.

Des recherches antérieures ont tenté de faire la différence entre les hypothèses sérielle et en cascade de façon multiple. L'hypothèse en cascade prédit que les mots sémantiquement reliés à la cible sont activés phonologiquement. Ainsi, si le mot CHIEN est la cible, la propagation de l'activation de ce mot engendrera l'activation de la représentation sémantique du mot CHAT et, par conséquent, l'activation de sa représentation phonologique. Plusieurs études ont tenté de déterminer s'il les mots sémantiquement non-reliés à l'objet-cible (à dénommer) étaient activés phonologiquement. Dans une expérience de dénomination de dessins de Levelt et collaborateurs (Levelt et al., 1991), le processus de dénomination de l'objet-cible était interrompu, dans une partie des essais, par la présentation d'un mot-cible que le sujet devait lire. Le temps mis à lire ce mot était mesuré. Ce mot-cible pouvait être relié phonologiquement à un item associé sémantiquement à l'objet-cible présenté (e.g. Objet-cible DOG [chien], associé sémantique CAT [chat], mot-cible CAP [casquette]), ou non relié (e.g. Objet-cible DOG, mot-cible PEN [stylo]). Si la représentation phonologique de l'associé sémantique est activée lors du processus de dénomination de l'objet-cible comme prédit par l'hypothèse en cascade, un effet sur le temps de lecture du mot-cible présenté est attendu. Si toutefois le flux d'activation ne

se fait pas en cascade, alors l'activation de la phonologie de l'associé sémantique n'est pas attendue. En accord avec cette dernière prédiction, les résultats n'ont montré aucun effet de la proximité phonologique du mot sur le temps de lecture.

Des études subséquentes ont critiqué les résultats obtenus par Levelt et collaborateurs (1991). Par exemple, Dell et O'Sheadgtha (1992) ont soutenu que l'activation de la phonologie de l'associé sémantique à l'objet-

cible pouvait être trop faible pour être détectée, étant donné le nombre de liens impliqués dans la propagation de l'activation. Ainsi, pour que la lecture du mot CAP puisse révéler l'activation du mot CAT, il faudrait que l'activation puisse se propager depuis la représentation sémantique de l'objet cible DOG jusqu'à la représentation sémantique reliée CAT et jusqu'à sa représentation phonologique /cat/. Par conséquent, une raison pouvant expliquer l'effet nul observé par Levelt et collaborateurs pourrait être qu'il y a bien un flux en cascade de l'information mais qu'une méthode plus sensible devrait être conçue de façon à pouvoir détecter les effets que celui-ci provoque. Une telle méthode a été mise au point dans une étude de Peterson et Savoy (1998; mais aussi Schriefers & Jescheniak, 1999). Leur proposition était que l'activation phonologique pouvait être détectée si la relation sémantique entre l'objet-cible et son associé était particulièrement forte comme dans le cas de synonymes. Ils utilisèrent la même méthodologie que celle de Levelt et collaborateurs mais plutôt que d'utiliser des associés sémantiques, ils se servirent de synonymes comme COUCH [canapé] et SOFA [divan]. Le mot-cible était ici aussi relié phonologiquement au synonyme de l'objet-cible (e.g. Objet COUCH, synonyme SOFA, mot-cible SODA [soda]). Cette fois-ci, un effet de proximité phonologique fût

observé sur le temps de lecture du mot-cible. Ces résultats sont les premiers à avoir fourni une preuve positive de l'hypothèse du flux d'activation en cascade dans la production du langage.

Une preuve supplémentaire de cette hypothèse en cascade a été trouvée par Morsella et Miozzo (2002) par le biais d'une méthodologie légèrement différente. Dans leur étude, des images constituées de 2 objets superposés étaient présentées aux sujets (voir figure 2). Le nom des deux objets pouvait être phonologiquement congruents (e.g. dog – doll [poupée]), ou incongruents (e.g. dog – pen). La tâche était de dénommer un des objets (désigné par une couleur) et d'ignorer l'autre objet. Selon l'hypothèse en cascade, la phonologie des deux objets devrait être activée même si un seul des objets est à dénommer. La représentation sémantique de l'objet non-nommé devrait en effet être activée et transmettre cette activation, via un flux en cascade, jusqu'à sa représentation phonologique. Ainsi, dans l'exemple cité ci-dessus, l'objet non-nommé DOLL activera ses représentations phonologiques /d/, /o/ et /l/. Si tel était le cas, on pourrait s'attendre à ce que la dénomination de l'objet-cible soit plus rapide s'il partage ses représentations phonologiques avec l'objet non-nommé. Si l'objet non-nommé active les mêmes représentations phonologiques que l'objet nommé, alors la sélection de ces représentations devrait être plus rapide en comparaison avec une situation où l'objet non-nommé activerait des représentations phonologiques différentes que l'objet nommé. Ainsi, l'hypothèse en cascade prédit un effet de congruence phonologique. Contrairement, selon l'hypothèse sérielle, seules les représentations phonologiques de l'objet-cible sont activées. Ainsi, aucune acti-

vation de l'objet non-nommé est attendue. Par conséquent, l'hypothèse sérielle ne prédit pas d'effet de congruence phonologique dans la tâche de dénomination de dessin de Morsella et Miozzo. Les résultats de cette étude ont montré un effet de congruence phonologique: les temps de dénomination étaient plus rapides dans la condition de congruence phonologique que dans la condition incongruente. Ainsi, par exemple, les sujets dénommaient l'objet DOG plus vite dans le contexte d'un dessin de poupée (DOLL) que dans le contexte d'un dessin de stylo (PEN).

Une critique pouvant être faite à l'étude de Morsella et Miozzo (2002) concerne la généralisation de leur tâche. On pourrait dire, en effet, que les locuteurs n'ont géné-

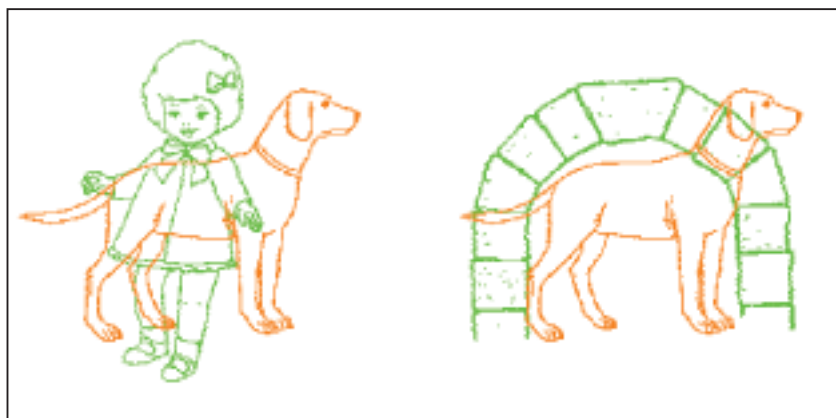


Figure 2 : Exemple de stimuli dans l'étude de Morsella et Miozzo (2002). Les sujets devaient dans les 2 cas dénommer l'image DOG [chien] en rouge, et ignorer l'image DOLL [poupée] ou l'image ARCH [arche] en vert. Les temps de dénomination étaient plus rapides quand les objets nommé et non-nommé partageaient leur phonologie (DOG et DOLL) que lorsqu'ils étaient non reliés phonologiquement (DOG et ARCH).

ralement pas à nommer des objets superposés et que, par conséquent, les résultats obtenus par cette tâche ne reflètent pas les processus naturels de production du langage. Une amélioration de cette tâche fût donc réalisée par Navarrete et Costa (2006). Dans leur étude, les sujets devaient nommer la couleur d'objets colorés. Cette tâche reflète vraisemblablement probablement une situation langagière plus naturelle. L'étude fût réalisée en espagnol. Comme dans l'étude de Morsella

et Mozzo (2002), les noms de la couleur et de l'objet pouvait être phonologiquement congruents (e.g., *vela verde* [bougie verte]), ou incongruents (e.g., *vela azul* [bougie bleue]). Selon l'hypothèse en cascade, les représentations phonologiques de l'objet non-nommé devraient être activées. Ce qui mènerait à une sélection plus rapide des représentations phonologiques du nom de la couleur, dans la condition congruente. De façon opposée, selon l'hypothèse sérielle, seules les représentations phonologiques de la cible sont activées, donc la sélection de la phonologie du nom de la couleur ne devrait pas être influencée par la phonologie du nom de l'objet. Leurs résultats vont dans le sens de l'hypothèse en cascade: les temps de dénomination des couleurs étaient plus rapides dans la condition congruente que dans la condition incongruente. Les auteurs interprètent leurs résultats en défendant l'hypothèse en cascade.

Ainsi, un nombre substantiel d'études dans le domaine de la production du langage soutient l'hypothèse en cascade. Cela dit, un problème soulevé par l'hypothèse en cascade concerne l'étendue avec laquelle les représentations sont activées par le biais de la cascade d'activation. En d'autres termes, selon l'hypothèse en cascade, les représentations sémantiques activées activeront elles-mêmes leurs représentations phonologiques. Ainsi, cette hypothèse mène à percevoir le système de production du langage comme un système dans lequel l'activation se propagerait de façon libre et où toutes les représentations pourraient de trouver activées. Cette perception ne peut cependant pas être le reflet de la réalité. Considérons par exemple, une situation dans laquelle le locuteur se prépare à produire un énoncé constitué de plusieurs mots. Selon cette version sans limite de l'hypothèse en cascade, l'activation des représentations sémantiques correspondant aux mots à prononcer mènera à l'activation de leurs représentations phonologiques. Ceci mènera ensuite à l'activation phonologique de tous les mots à produire. Le problème qui se présente ici est de savoir comment le système

peut distinguer les représentations phonologiques des multiples mots à produire? Ainsi, imaginez un locuteur qui essaie de planifier l'énoncé "red car" [voiture rouge]. L'activation des représentations sémantiques de RED et de CAR mènera à l'activation des représentations phonologiques /r/ /e/ /d/ et /c/ /a/ /r/. Puisque les deux mots doivent être produits, toutes les représentations phonologiques seront fortement activées. La question est donc de savoir comment le système décidera quelle représentation sélectionner.

Une solution à ce problème a été proposée par Dell (1986; voir aussi Jescheniak, Schriefers, & Hantsch, 2003). Dans le modèle de Dell, l'activation des représentations phonologiques est contrainte par l'ordre linéaire des mots dans l'énoncé. En d'autres termes, le modèle suppose que les contraintes d'ordre des mots modulent le flux d'activation en cascade des représentations. Ainsi, pour l'énoncé "red car", il est présumé que les représentations phonologiques correspondant à l'adjectif "red" seront initialement plus activées que celles du nom "car".

De cette façon, le système peut sélectionner correctement les représentations phonologiques appartenant aux mots "red" et "car". Je me référerai à cette proposition selon laquelle l'ordre des mots module le flux d'activation en cascade en temps que l'hypothèse de l'ordre des mots. Cette hypothèse explique l'effet de congruence phonologique dans l'expérience de dénomination de couleurs de Navarrete et Costa (2006) de la façon suivante. L'expérience fût réalisée en espagnol, or en espagnol, les adjectifs apparaissent généralement après le nom de l'objet. Ainsi, l'hypothèse de l'ordre des mots suppose qu'en espagnol, la phonologie des noms d'objets devrait être activée avant celle des adjectifs, facilitant ainsi la sélection du nom de la couleur (dans la condition congruente). Une prédiction claire qui découle de cette hypothèse est qu'aucun effet de congruence phonologique ne devrait être obtenu si l'objet était à dénommer.

L'ordre des mots et le flux d'activation en cascade

Nous avons testé cette prédiction dans une étude (Janssen, Alario & Caramazza, 2008) où des locuteurs de langue maternelle française devaient dénommer des images d'objets colorés comme dans l'étude de Navarrete et Costa (2006; voir Figure 3). En français, comme en espagnol, de manière générale, l'ordre des noms des objets et des adjectifs est tel que le nom des adjectifs soit placé après le nom des objets. Les noms de la couleur et de l'objet présentés étaient soit congruents (e.g. *râteau rouge*) ou incongruents (e.g. *râteau bleu*). Il y avait deux groupes de participants. Un des groupes dénommait seulement la couleur de l'objet présenté, l'autre groupe seulement l'objet. L'hypothèse de l'ordre des mots prédit un effet de la congruence phonologique sur la dénomination de la couleur mais pas de l'objet dans le cas du français. Les résultats de l'expérience étaient en accord avec cette hypothèse: les temps de dénomination des couleurs étaient plus rapides en condition congruente qu'en condition incongruente, alors que ceux de dénomination des objets n'étaient pas affectés par la manipulation phonologique. Une autre interprétation possible de ces résultats pourrait être que le nom de l'objet devienne plus rapidement plus accessible au sujet que celui de la couleur. Ce qui mènerait à l'observation du même patron de résultats. De façon importante, ceci ne se produirait pas du fait de variables linguistiques, mais simplement du fait que dans notre tâche, les sujets se concentreraient davantage sur l'objet que sur la couleur. Ainsi, des différences émergeraient entre les vitesses de traitement des deux stimuli. Nous avons testé cette interprétation alternative de nos résultats dans une deuxième expérience dans laquelle des locuteurs de langue maternelle anglaise ont réalisé exactement la même tâche. Si l'observation du patron de résultats obtenu avec les francophones est causée par

la différence entre les temps de traitement des couleurs et des objets, le même patron de résultat devrait être observé avec les anglophones. Si, au contraire, le patron de résultats observé est du aux contraintes liées à l'ordre des mots alors, le patron inverse de résultats devrait être observé pour les anglophones. En effet, l'anglais diffère du français concernant l'ordre des noms d'adjectifs et d'objets. En anglais, les adjectifs apparaissent généralement avant les noms, par conséquent un effet de congruence phonologique est attendu pour la dénomination des objets mais pas des couleurs. Les résultats de la seconde expérience ont confirmé cette prédiction: les temps de dénomination des objets étaient plus rapides dans la condition congruente que dans la condition incongruente, alors que les temps de dénomination des couleurs n'étaient pas affectés par la manipulation phonologique. Ainsi, les résultats issus des sujets anglophones ont révélé un patron de résultats tout à fait opposé à celui observé chez les locuteurs francophones.

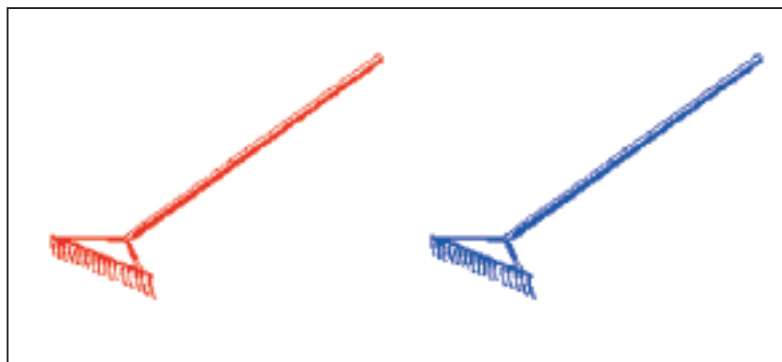


Figure 3 : Deux exemples issus de l'étude de Janssen, Alario et Caramazza (2008). A gauche, un râteau de couleur rouge est présenté, à droite, un râteau de couleur bleue est présenté. Les sujets devaient dénommer soit la couleur, soit le nom de l'objet. Les noms de la couleur et de l'objet étaient soit congruents, soit incongruents phonologiquement.

Nos résultats suggèrent que le flux d'activation des représentations est continu dans le système de production du langage, mais que ce flux d'activation est modulé par les contraintes liées à l'ordre des mots. Ainsi, lorsqu'un locuteur voit un objet coloré, les contraintes d'ordre des mots permettent l'activation

dans l'ordre correct des représentations phonologiques des noms des couleurs et des objets, de façon à ce que leur sélection se fasse selon cet ordre. Pour un francophone, l'ordre des adjectifs et des noms veut que l'adjectif correspondant à la couleur soit placé après le nom. Ainsi, la phonologie du nom de l'objet sera activée initialement, avant celle de l'adjectif. Dans la tâche de dénomination de la couleur, cette activation initiale du nom de l'objet va amorcer la dénomination de la couleur mais l'activation du nom de la couleur n'amorcera pas la dénomination de l'objet dans la tâche de dénomination de l'objet. En effet, le nom de la couleur est activé trop tard dans la seconde tâche. Pour un anglophone, l'ordre des adjectifs et des objets veut que les adjectifs correspondant aux couleurs soit placés avant les noms des objets. Ainsi, la phonologie des adjectifs sera activée initialement, avant la phonologie des noms d'objets. Dans la tâche de dénomination d'objets, cette activation initiale du nom de la couleur amorcera la récupération du nom de l'objet. Dans la tâche de dénomination de la couleur, par contre, l'activation du nom de l'objet n'amorcera pas la récupération du nom de la couleur car le nom de l'objet est activé trop tardivement. Ainsi, l'hypothèse de l'ordre des mots permet d'expliquer plausiblement les résultats grâce aux propriétés contrastées des contraintes liées à l'ordre des mots en français et en anglais.

Perspectives

Une des voies que nous envisageons à présent d'explorer est la possibilité que les résultats obtenus puissent être du à d'autres propriétés différentes du français à l'anglais. Une de ces propriétés qui est saillante est le genre grammatical. Ainsi, alors qu'en français, dans les phrases nominales, l'adjectif et le déterminant doivent être accordés avec le genre du nom de l'objet, en anglais, une telle règle ne s'applique pas (e.g. "la maison verte" versus "le livre vert"). Etant donné de telles différences concernant le genre grammatical entre l'anglais et le français, il est possible qu'elles aient joué un

rôle dans l'obtention de nos résultats. Afin de tester cette possibilité, nous réalisons actuellement une expérience en hollandais. Le hollandais est similaire au français du point de vue du genre grammatical car les adjectifs doivent être accordés au genre du nom de l'objet. Pourtant, le hollandais est similaire à l'anglais concernant l'ordre des mots (e.g. "rode tafel" [red table] versus "rood boek" [red book]). Si les résultats obtenus dans nos expériences sont dus au genre grammatical, alors nous nous attendons à ce que le patron de résultats obtenus en hollandais soit similaire à celui obtenu en français. Si de façon opposée, nos résultats sont dus à l'ordre des mots, alors nous nous attendons à ce que le patron de résultats obtenus en hollandais soit similaire à celui obtenu en anglais. Nous attendons actuellement les résultats de ces expériences.

Conclusions

L'hypothèse selon laquelle le flux d'activation des représentations se fait en cascade est bien ancrée dans le domaine de la production du langage, mais aussi dans le domaine de la psychologie cognitive dans son ensemble. Les recherches actuelles montrent que, bien qu'un flux d'activation en cascade existe, un contrôle modulateur de ce flux est nécessaire. De façon générale, l'hypothèse en cascade suppose qu'un processus peut commencer sur la base d'un minimum d'information. Le fait que le nom de l'objet influence les latences de dénomination de couleurs en anglais, suggère que le système "prépare" le nom de l'objet dans une certaine mesure même si l'objet n'est pas nommé à la fin. Une telle conclusion est en bon accord avec les découvertes issues d'autres domaines de la psychologie cognitive (voir références). Comment le système emploie les différents types d'informations lors de la prise de décision est une question fondamentale pour l'avenir de cette recherche. Ainsi, le système cognitif prend-t-il en compte un seul type d'information pour prendre une décision, ou bien plusieurs types d'informations sont-ils nécessaires à cette fin ?

Remerciements

La recherche présentée ici a été réalisée en collaboration avec F.-Xavier Alario et Alfonso Caramazza. L'équipement technique a été fourni par le Laboratoire de Psychologie cognitive à l'Université de Provence,

dirigé par Jonathan Grainger. Je tiens à remercier les membres de l'équipe langage dirigée par Johannes Ziegler pour leurs commentaires stimulants concernant ce travail. Je voudrais remercier Stéphanie Ries pour la traduction.

BIBLIOGRAPHIE

- Bates, E., Friederici, A., Wulfeck, B., & Juarez, L. A. (1988). On the preservation of word order in Aphasia. *Brain and Language*, 35, 323-336.
- Cleland, A. A., & Pickering, M. J. (2003). The use of lexical and syntactic information in language production: Evidence from the priming of noun-phrase structure. *Journal of Memory and Language*, 49, 214-230.
- Dell, G. S. (1986). A spreading-activation theory of retrieval in sentence production. *Psychological Review*, 93, 283-321.
- Dell, G.S., & O'Sheaghda, P. (1991). Mediated and convergent lexical priming in language production: A comment on Levelt et al. (1991). *Psychological Review*, 98, 604-614.
- Dell, G. S., & Reich, P. A. (1981). Stages in sentence production: An analysis of speech error data. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20, 611-629.
- Garrett, M. F. (1976). Syntactic processes in sentence production. In R. Wales, & E. Walker (Eds.), *New approaches to language mechanisms: A collection of psycholinguistic studies*. Amsterdam: North-Holland.
- Goldrick, M. (2006). Limited interaction in speech production: Chronometric, speech error, and neuropsychological evidence. *Language and Cognitive Processes*, 21, 817-855.
- Hartsuiker, R. J., & Westenberg, C. (2000). Word order priming in written and spoken sentence production. *Cognition*, 27, 27-39.
- Janssen, N. (2005). *Processing dynamics of grammatical and phonological encoding in language production*. Unpublished doctoral dissertation, Harvard University, Massachusetts, USA.
- Janssen, N., Alario, F.-X., & Caramazza, A. (2008). A word-order constraint on phonological activation. *Psychological Science*.
- Jescheniak, J.D., & Schriefers, H. (1998). Discrete serial versus cascaded processing in lexical access in speech production: Further evidence from the coactivation of near-synonyms. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24, 1256-1274.
- Jescheniak, J. D., Schriefers, H., & Hantsch, A. (2003). Utterance format affects phonological priming in the picture-word task: Implications for models of phonological encoding in speech production. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29, 441-454.
- Levelt, W.J.M., Schriefers, H., Vorberg, D., Meyer, A.S., Pechmann, T., & Havinga, J. (1991a). The time course of lexical access in speech production: A study of picture naming. *Psychological Review*, 98, 122-142.
- Levelt, W.J.M., Roelofs, A., & Meyer, A.S. (1999). A theory of lexical access in speech production. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 1-75.
- Morsella, E., & Miozzo, M. (2002). Evidence for a cascade model of lexical access in speech production. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 28, 555-563.
- Navarrete, E., & Costa, A. (2006). Phonological activation of ignored pictures: Further evidence for a cascade model of lexical access. *Journal of Memory and Language*, 53, 359-377.
- Peterson, R.R., & Savoy, P. (1998). Lexical selection and phonological encoding during language production: Evidence for cascaded processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24, 539-557.

Dynamics of Processing in language Production

Abstract

No matter how complex our thoughts are, when we express them in speech we produce words one by one. The order in which these words should be uttered follows tight linguistic rules in many languages. Consider, for example, the canonical order in color and object names in English and French. While in English color names must appear before object names (e.g., 'blue table' and not 'table blue'), in French they typically appear in the opposite order (e.g., 'table bleu' and not 'bleu table'). Clearly, language-specific word-order constraints play a role during sentence construction. Despite their obvious importance, relatively few psychological studies have directly investigated how these rules operate. In my research I have demonstrated an influence of word-order on the processing of the sounds of words.

Keywords

Cognitive-Psychology,
Language Production,
Picture and color naming,
Word-Order.

A common mistake by native English speakers who are learning French is that they incorrectly order the adjective and the noun in French utterances. Thus, for example, a native speaker of English might produce the French utterance "tu vois *la rouge voiture*?" while the correct utterance should have been "tu vois la voiture rouge?". Of course, the reason why the native English speaker makes this mistake is because English and French are contrastive in terms of the order of adjectives and nouns in noun phrases. Thus, while in English color adjectives typically appear before the noun (e.g., the red car), in French they typically appear after the noun (e.g., la voiture rouge). This contrastive property of the order of adjectives and nouns in English and French is revealing with respect to how languages play a role in determining the order of words in an utterance. One possible hypothesis about this would be

that the order of words in an utterance is simply determined on the basis of how fast the information that the word denotes becomes available to the speaker. Assuming that color information is available faster than object information, such a hypothesis would predict that speakers in all languages of the world would produce color names before object names. Given the order of color adjectives and nouns in French, this hypothesis is clearly disconfirmed. Thus, the point of this discussion is that the order of color adjectives and nouns in a given language cannot be determined by some universal property, but that there must be some information that is specific to the speaker's language that determines their order.

In the current paper I will discuss how language is produced from a cognitive perspective. In particular, I will focus on a possible role for word-order information.

Despite the aforementioned importance of word-order in the production of language, not much research has been dedicated to elucidating how word order affects language production (but see Bates, Wulfeck, & Juarez, 1988; Bock, 1987; Cleland & Pickering, 2003; Dell & Reich, 1981; Garrett, 1976; Hartsuiker, & Westenberg, 2000; Janssen, 2005). One possible reason for this is that much of the research in the field of language production has focused on the production of single words, in which case word ordering does not play a very important role. Recently, however, researchers have started to investigate the processes that underlie the production of multiple words, and explaining how the words are produced in the correct order has become more pertinent. In the current paper I will argue that word-order affects language production at a rather late stage. In particular, I will argue that word-order affects the way that the phonology of words is activated.

Discrete and Cascaded flow of activation

Current models of language production assume that a word consists of at least three different types of information: semantic, syntactic (usually called lexical), and phonological information. An important question concerns how these three types of information are activated. One hypothesis assumes that lexical and phonological information are activated in a discrete way (Levelt, Roelofs, & Meyer, 1999). In other words, it is assumed that there is no continuous spreading of activation, but that instead, phonological representations are not activated until after lexical representations have been selected. In this way there is discreteness in how the syntactic and phonological representations are activated. There is never any simultaneous activation of a word's syntactic and phonological representations and therefore their activation is said to be discrete. I will refer to this hypothesis of the way in which lexical and phonological information is activated as the discrete hypothesis. An alternative proposal is that activation cascades across a word's three levels of representation

(see, for example, Goldrick, 2006). According to this view as soon as a word's semantic representation is activated, its corresponding syntactic and phonological representations are also activated. This is called the cascading hypothesis.

Previous research has attempted to distinguish between the discrete and cascading hypotheses in various ways. A critical prediction of the cascading hypothesis is that phonological activation is expected for non-target words that are semantically related to the target. Thus for example, given the target word DOG, spreading activation will lead to the activation of the semantic representation of CAT and consequently to the activation of the phonological representation of CAT. Several studies have attempted to investigate whether there is phonological activation of a semantically related non-target word while naming the target picture. For instance, in Levelt and colleagues (Levelt et al., 1991), participants named pictures while on a proportion of trials the picture naming process was interrupted by the presentation of a probe word. Participants were instructed to name this presented probe word and word naming latencies were measured. This probe word could be phonologically related to a semantic associate of the target picture (e.g., target picture DOG, semantic associated CAT, probe word CAP), or unrelated (e.g., picture DOG, probe word PEN). If during the picture naming process the phonology of the semantic associate was activated as predicted by the cascading hypothesis, one would expect an effect on the naming latencies of the presented word. If, however, activation is not cascaded, one would not expect activation of the phonology of semantic associate. In line with this latter prediction, the results revealed no effect of the phonological relatedness of the word on naming latencies.

Subsequent studies have criticized the results obtained by Levelt and colleagues (1991). For example, Dell and O'Sheadgtha (1992) have argued that the activation of the phonology of the semantic associate of the target

might be too small to be detected, given the number links involved in the spreading of the activation. Thus, for example, for the word CAP to reveal the activation of the word CAT, it would require activation to spread from the target semantic representation DOG to its semantic related representation CAT to its phonological representation /cat/. One possible reason for the null-effect observed by Levelt and colleagues then is that there is cascading of activation, but that a more sensitive method should be devised in order to detect the effects of cascading. Such was the case in a study by Peterson and Savoy (1998; see also Schriefers & Jescheniak, 1999) who argued that perhaps phonological activation could be detected if the semantic relationship between the target and non-target word was particularly strong as in the case of synonyms. They used the same methodology as Levelt and colleagues but instead of using semantic associates they used synonyms like COUCH and SOFA. The probe word was again phonologically related to the non-target synonym (picture COUCH, synonym SOFA, probe word SODA). This time the results revealed an effect of phonological relatedness on the word probe word naming latencies. These results are the first to have provided positive evidence for the cascading assumption in the field of language production.

Further evidence in favor of cascading was found by Morsella and Miozzo (2002) using a slightly different methodology. In their study participants were presented with a picture that displayed two superimposed line-drawings of objects (see Figure 1). The names of the two objects could be phonologically congruent (e.g., dog - doll), or incongruent (e.g., dog - pen). The participants' task was to name one of the objects (designated by a color) while ignoring the other object. According to the cascading hypothesis the phonology of both object names should become activated even though only one of them is named. This is because the unnamed object activates its semantic representation, and subsequent cascading of activation will lead to the

activation of its phonological representation. Thus, in the example above, the unnamed object doll will activate its phonological representations /d/, /o/ and /l/. If such were the case, one would expect that naming the target object will be faster if it shares phonological representations with the unnamed object. If the unnamed object activates the same phonological representations than the named object, selection of those representations will be faster compared to a situation where the unnamed object activates different phonological representations than the named object. Thus, the cascading hypothesis predicts a phonological congruency effect. By contrast, according to the discrete hypothesis, only the phonological representations of the target object are activated. Thus, no activation of the phonology of the unnamed object is expected. Hence, the discrete hypothesis predicts no phonological congruency effect in the object naming task of Morsella and Miozzo. The results of this study revealed a phonological congruency effect: Naming latencies were faster in the phonologically congruent condition compared to the incongruent condition. Thus, for example, participants named an object of a dog faster in the context of a picture of a doll than in the context of a picture of a pen.

One possible criticism of the study of Morsella and Miozzo (2002) concerns the generalizability of their task. One could argue that speakers do not normally name superimposed objects and hence the results obtained with this task do not reflect natural language processes. An improvement on the task was established by Navarrete and Costa (2006). In their study participants named the color of colored objects, a task that presumably better reflects a natural language setting. The study was conducted in Spanish. Like in the study of Morsella and Miozzo (2002), the name of the color and the object could be phonologically congruent (e.g., vela verde), or incongruent (e.g., vela azul). According to the cascading hypothesis the unnamed object should activate its phonological representations, leading to the

faster selection of the phonological representations of the color name. By contrast, according to the discrete hypothesis, only the phonological representations of the target are activated, and hence, selection of the phonology of the color name should not be influenced by phonology of the object name. The results were in favor of the cascading hypothesis: color naming latencies were faster in the congruent compared to the incongruent condition. The authors interpreted these results in support of the cascading hypothesis.

Thus, a substantial number of studies in the field of language production now support the cascading hypothesis. A problem raised by the cascading hypothesis concerns to what extent representations are activated by the cascading of activation. In other words, according to the cascading hypothesis, activated semantic representations will activate their corresponding phonological representations. Thus, this leads to a view of the language production system in which activation flows rather unrestricted and everything becomes activated. This view, however, cannot be correct. Consider, for example, the situation in which a speaker is preparing to speak an utterance with several words. According to this unrestricted version of the cascading hypothesis, the activation of the semantic representations corresponding to the words will lead to the activation of their corresponding phonological representations. This in turn will lead to the activation of the phonological representations of all words in the utterance. The problem that arises is how does the system at this point distinguish the phonological representations of the multiple words? Thus, imagine a speaker planning the utterance 'red car'. The activation of the semantic representations for RED and CAR will lead to the activation of the phonological representations of /r/ /e/ /t/ and /c/ /a/ and /r/. Given that both words need to be produced, the phonological representations will all be highly activated. The question is how will the system decide which representations to select?

One solution to this problem has been proposed by

Dell (1986; see also Jescheniak, Schriefers, & Hantsch, 2003). In the model of Dell, the activation of phonological representations is constrained by the linear order of the words in the utterance. In other words, the model assumes that word-order constraints modulate the cascading flow of activation. Thus, for the utterance "red car", it is assumed that the phonological representations corresponding to the adjective 'red' will initially be more strongly activated than those of the noun 'car'. In this way, the system can accurately select the phonological representations belonging to the words 'red' and 'car'. I will refer to the assumption that word-order constraints modulate the flow of cascading activation as the word-order hypothesis. The word-order hypothesis explains the phonological congruency effect in the color naming experiments of Navarrete and Costa (2006) as follows. The experiment was conducted in Spanish, in which adjectives typically appear after the noun. Thus, the word-order hypothesis assumes that in Spanish, the phonology of nouns should be activated prior to that of adjectives, thereby facilitating the selection of the color name. One clear prediction that follows from this hypothesis is that no phonological congruency effect should be obtained in object naming.

Word-order and Cascading

We tested this prediction in a study (Janssen, Alario & Caramazza, 2008) where native French speakers named pictures of colored objects just like in the study of Navarrete and Costa (2006; see Figure 2). In French, like in Spanish, the typical order of adjectives and nouns is that adjectives typically appear after the noun. The name of the color and the object was either congruent (e.g., *rateau rouge*) or incongruent (*rateau bleu*). There were two groups of participants. One group named simply the color of the presented colored object, and the other group named the object. The word-order hypothesis predicts a phonological congruency effect in color, but not in object naming. The results of this experiment were consistent with the

word-order hypothesis: Color naming latencies were faster in the congruent versus the incongruent condition, while object naming latencies were unaffected by the phonological manipulation. One possible alternative interpretation of these results is that the object name becomes available to the participant faster than the color name, and this leads to the observed pattern of results. Importantly, this comes about not because of linguistic variables, but simply because in our particular task, participants focus more on the object than on the color, and hence, differences in the speed of processing the two stimuli arises. We tested this alternative interpretation of our results in a second experiment in which native English speakers performed exactly the same task. If the differences in the speed of processing colors and objects caused the results in our experiment with French speakers, one would predict exactly the same outcome with the English speakers. If however, the results were caused by word-order constraints, one would predict the opposite pattern of results for the English speakers. This is because English differs from French in terms of the typical order of the adjective and noun. In English adjectives appear before nouns, and hence, one would expect a phonological congruency effect in object but not in color naming. The results from the second experiment confirmed this prediction: Object naming latencies were faster in the congruent versus the incongruent condition, but color naming latencies were unaffected by the phonological manipulation. Thus, the English results revealed the exact opposite pattern than the French results.

Our results suggest that there is a cascading flow of activation in the system, but that this activation is modulated by word-order constraints. Thus, when speakers see a colored object, word-order constraints ensure that the phonological representations of the names of the color and the object are activated in the right order so that their selection can take place accordingly. For a French speaker, the typical order of adjectives and nouns is that the color adjective appears after

the noun. Thus, the phonology of nouns will initially be activated prior to the activation of the phonology of the adjective. In the color naming task, this initial activation of the object name will prime the color naming task, but the activation of the color name will not prime the object naming task, the former being activated too late. For an English speaker, the typical order of adjectives and nouns is that the color adjective appears before the noun. Thus, the phonology of adjectives will initially be activated prior to the activation of the phonology of the noun. In the object naming task, this initial activation of the color name will prime object name retrieval, but the activation of the object naming will not prime color name retrieval, the former being activated too late. Thus, the word-order hypothesis provides a plausible account of the results in terms of the contrastive properties of the word-order constraints in French and English.

Future directions

One of the possible directions that we are currently considering is to further investigate the possibility that other contrastive properties between French and English can account for the results. One salient property is grammatical gender. Thus, whereas in French noun phrases (NPs) the adjective and determiner need to agree with the noun in grammatical gender, in English such agreement is not necessary (cf., 'la maison verte' [the green house] versus 'le livre vert' [the green book]). Given such differences in grammatical gender between French and English, it is possible they have a contribution to our results. To explore this possibility we are currently conducting experiments in Dutch. Dutch is similar to French in that adjectives must agree with the noun in terms of grammatical gender, but is similar to English in terms of word-order (i.e., 'rode tafel' [red table] versus 'rood boek' [red book]). If the results obtained in our experiments are due to grammatical gender, one would expect Dutch to pattern with French. If by contrast, our results were due to

word-order, one would expect Dutch to pattern with English. We are currently awaiting the outcome of these experiments.

Conclusions

The assumption of cascading of activation is now well established in the field of language production, and in the field of cognitive psychology as a whole. The current research shows that although cascading exists, some form of modulatory control on the flow of activation is necessary. On a general level, the assumption of cascading implies that processes can start on the basis of only a minimal amount of information. The fact that the object name influenced color naming latencies suggests that the system prepares the object name to some extent, even though the object is not named in the end. Such a

conclusion resonates well with findings from other areas of cognitive psychology. The crucial question for the future will concern how the cognitive system employs the different types of information in decision making. Thus, does the cognitive system consider only a single type of information in its decisions, or are many types of information considered to make decisions.

Acknowledgments

The research presented here was performed in collaboration with F.-Xavier Alario and Alfonso Caramazza. The technical facilities were provided by the Laboratoire de Psychologie Cognitive at the Université de Provence, directed by Jonathan Grainger. I would like to thank the members of the language group of Johannes Ziegler for stimulating comments on this work.

