



**HAL**  
open science

# Interférences d'une double tâche de traitement phonologique au cours de la dénomination chez le patient aphasique

Marie Renée Charlotte Grignon

► **To cite this version:**

Marie Renée Charlotte Grignon. Interférences d'une double tâche de traitement phonologique au cours de la dénomination chez le patient aphasique. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03011301

**HAL Id: dumas-03011301**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03011301>**

Submitted on 18 Nov 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**U.F.R. DES SCIENCES MEDICALES**

Année 2020

Thèse n° 3074

THESE POUR L'OBTENTION DU  
**DIPLOME D'ETAT de DOCTEUR EN MEDECINE**

Présentée et soutenue publiquement

Par GRIGNON, Marie Renée Charlotte

Née le 16 juin 1993 à Tours (37)

Le vendredi 11 septembre 2020

**INTERFERENCES D'UNE DOUBLE TACHE DE TRAITEMENT  
PHONOLOGIQUE AU COURS DE LA DENOMINATION CHEZ  
LE PATIENT APHASIQUE**

Sous la direction du Docteur Bertrand GLIZE

Membres du jury :

Pr DEHAIL Patrick  
Mme HESLING Isabelle  
Pr JACQUIN-COURTOIS Sophie  
Pr MAZOYER Bernard  
M. PYTHON Grégoire

Président  
Rapporteur  
Examineur  
Examineur  
Examineur

# TABLE DES MATIERES

<b>1. REMERCIEMENTS</b> .....	<b>3</b>
<b>2. ABREVIATIONS</b> .....	<b>8</b>
<b>3. INTRODUCTION</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1 Organisation de l'accès au lexique et ses troubles</b> .....	<b>9</b>
1.1.1 Les modélisations du traitement lexical normal.....	9
<b>1.1.1.1 Modèle strictement sériel de Levelt</b> .....	9
<b>1.1.1.2 Modèle en cascade interactif de Dell</b> .....	11
<b>1.1.1.3 Modèles en réseaux indépendants de Caramazza</b> .....	13
1.1.2 Niveaux de traitement de la dénomination sur entrée visuelle.....	15
1.1.3 Interprétation cognitive des perturbations de niveaux de traitement.....	17
<b>1.1.3.1 Erreurs au niveau lexical</b> .....	17
<b>1.1.3.2 Erreurs au niveau post-lexical</b> .....	18
<b>1.2 Temporalité et activité cérébrale lors d'une tâche de dénomination</b> .....	<b>20</b>
1.2.1 Temporalité d'une tâche de dénomination .....	20
1.2.2 Activité cérébrale lors d'une tâche de dénomination .....	21
1.2.3 Structures sous corticales et connectome dans le langage .....	24
<b>1.3 Implications des processus attentionnels lors d'une tâche de dénomination</b> .....	<b>28</b>
1.3.1 Principe et intérêt des études en double-tâche .....	28
1.3.2 Rôle de l'attention dans les processus pré- et post-lexicaux .....	30
<b>1.4 Hypothèse de travail et objectifs</b> .....	<b>32</b>
<b>4. METHODE</b> .....	<b>33</b>
<b>1.5 Population</b> .....	<b>33</b>
<b>1.6 Procédure</b> .....	<b>34</b>
<b>1.7 Pré-analyse</b> .....	<b>38</b>
<b>1.8 Statistiques</b> .....	<b>39</b>
<b>5. RESULTATS</b> .....	<b>40</b>
<b>6. DISCUSSION</b> .....	<b>45</b>
<b>7. CONCLUSION</b> .....	<b>51</b>
<b>8. BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>52</b>
<b>9. ANNEXES</b> .....	<b>58</b>
<b>10. SERMENT D'HIPPOCRATE</b> .....	<b>76</b>

# 1. REMERCIEMENTS

Aux membres du jury

## **Au Professeur Patrick Dehail**

Vous me faites l'honneur de présider ce jury. Recevez mes sincères remerciements et le témoignage de ma profonde considération. Travailler à vos côtés m'a beaucoup apporté et n'a fait que confirmer le choix de cette belle spécialité qu'est la Médecine Physique et de Réadaptation.

## **Au Docteur Bertrand Glize**

Je te remercie de m'avoir guidée tout au long de cette thèse et de m'avoir apporté l'expertise dont j'avais besoin pour réaliser ce travail. La gestion des délais n'a pas toujours été aisée mais ton optimisme a su me rassurer et nous y sommes finalement arrivés.

## **Au Docteur Isabelle Hesling**

Vous me faites l'honneur d'examiner ce travail, recevez à cette occasion mes sincères remerciements.

## **Au Professeur Sophie Jacquin-Courtois**

Vous me faites l'honneur de siéger parmi les membres de ce jury, veuillez trouver ici le témoignage de ma plus grande reconnaissance. Je vous remercie également pour votre accueil à Lyon et tous les enseignements que vous avez pu m'apporter durant ce semestre. Votre enthousiasme, votre rigueur et votre empathie sont des qualités qui influenceront ma pratique future.

## **Au Professeur Bernard Mazoyer**

Vous me faites l'honneur de juger ce travail, soyez assuré de mon profond respect.

## **Au Docteur Grégoire Python**

Merci d'avoir accepté de faire partie de ce jury. Je te remercie pour ta disponibilité ainsi que pour la rigueur et la pertinence des réponses que tu as pu apporter à mes différents questionnements.

## Aux médecins que j'ai eu la chance de côtoyer pendant mon internat

**A l'ensemble de l'équipe de Tastet Girard** où règne une ambiance de travail familiale et bienveillante, propice à l'apprentissage et la genèse de nouveaux projets. Il me tarde de vous retrouver en novembre pour continuer d'apprendre et d'évoluer à vos côtés. **Louise**, ma première chef de clinique aujourd'hui devenue une amie, il me tenait à cœur de te remercier plus spécifiquement. Après un premier semestre très riche à tes côtés, tu as continué de te rendre disponible et à l'écoute tout au long des semestres. Je te remercie pour ce que tu es et j'espère à l'avenir apporter autant à mes futurs internes que tout ce que tu as pu m'apprendre.

**Aux médecins de la Tour de Gassies** où j'ai passé une excellente année d'internat à découvrir les autres versants de notre spécialité.

**A l'équipe des Embruns** qui m'a merveilleusement bien accueillie et encadrée au pays basque. J'ai beaucoup appris durant ce semestre parmi vous, tant sur le plan professionnel que personnel. Je reviendrai prochainement pour un tennis François ; et Nicolas c'est promis, dès mon retour, je reprends le surf !

**Aux neurologues de Libourne** qui m'ont fait découvrir leur spécialité avec enthousiasme et pédagogie. C'est avec grand plaisir que je reviendrai dans votre service pour donner des avis lors de mon dernier semestre à Libourne.

**A l'équipe d'Henry Gabrielle de Lyon** où je passe actuellement un excellent semestre riche en enseignements. Ces nombreuses rencontres et discussions marqueront mon exercice de la médecine afin d'essayer chaque jour de devenir meilleure, tant sur le plan scientifique que relationnel.

## Aux équipes paramédicales avec qui j'ai travaillé

**Aux aides-soignant(e)s, infirmier(e)s, cadres de santé, kinésithérapeutes, moniteurs d'activités physiques adaptées, orthophonistes, ergothérapeutes, neuropsychologues, psychomotricien(ne)s, assistantes sociales, diététiciennes, secrétaires**

Je vous suis d'une immense reconnaissance pour le travail que vous effectuez chaque jour auprès des patients. Quels que soient les terrains de stage, travailler à vos côtés a été un réel plaisir. Je vous remercie de m'avoir enseigné la bienveillance, l'empathie et l'humilité : des qualités tout autant fondamentales à l'exercice de la médecine que la maîtrise des connaissances théoriques que j'ai appris sur les bancs de la faculté.

## A tous les patients qui m'ont permis d'apprendre

J'espère vous apporter autant que vous m'apportez. Vous êtes la raison d'être de mon travail et de ma passion.

## A mes amis

**A mes amis de la Fac de Tours** à mes côtés depuis la deuxième année, avec qui j'ai partagé de nombreuses soirées et vacances mais aussi les sous-colles pour préparer l'internat, et que j'ai plaisir à retrouver désormais aux quatre coins de la France. Mes études auraient été bien fades sans vous. **Juliette**, merci avant tout de m'avoir permis de rencontrer toute cette troupe. Merci plus particulièrement pour ton accueil à Lyon et ton soutien lors de la rédaction finale de cette thèse. **Chloé**, merci pour ton oreille attentive à laquelle je prends plaisir à me confier. **Juliette**, *la deuxième*, (qui se reconnaîtra) dont le débit de parole est inimitable et dont la spontanéité nous fait toujours rire. **Emma**, toujours partante pour faire la fête. **Quentin**, dont les références ont rapidement trouvé écho chez PE et car avec toi, tout est « superbe ». **Jean-Baptiste**, merci pour ta bonne humeur et ton humour sans précédent. **Antoine**, il me tarde de te revoir à ton retour ! **Clément**, discret mais sur qui on peut toujours compter. **Guillaume**, merci pour ces nombreuses discussions animées dont les sujets tournent souvent autour de la politique ou de la religion. **Laure**, dont l'accent toulousain est inimitable. A **Florian**, notre ami parti trop tôt.

## A mes amies d'enfance

**Guénola**, merci pour ce beau cadeau qu'est notre amitié qui ne cesse de s'intensifier au fil des années. De par ton écoute et ton attention, merci de m'avoir aidée à devenir qui je suis et de m'avoir invariablement soutenue et conseillée tout au long de ces études.

**Mathilde**, merci pour tous les moments partagés depuis le collège et ce fameux trajet vers Paris. Merci pour ton indéfectible et attachante amitié, le temps et la distance n'auront pu nous séparer.

**Alison**, merci pour ton inébranlable optimisme et ta précieuse affection. Ce parcours aura été ponctué par des diners, toujours en toute simplicité, durant lesquelles nous nous retrouvions comme si nous ne nous étions jamais quittées.

**Alexandra**, merci pour cette singulière amitié qui malgré la distance ne perd pas en sincérité. Je suis toujours impressionnée par ton parcours et ta détermination, qui ne peuvent être qu'une source d'inspiration.

## **A mes co-internes**

**Andréa**, ma première-cointerne, aux jeux de mots inimitables. Je te remercie pour ton soutien ainsi que pour la patience dont tu as fait part pour répondre à mes innombrables questions. Je me réjouis d'avance à l'idée que nous retravaillions ensemble lors de notre retour sur Bordeaux. **Manon**, dont le soutien mutuel tout au long de l'internat et plus particulièrement lors de la rédaction de cette thèse fut précieux. **Martin**, le roi des jeux de société. **Edouard** avec qui les batailles de Nerf furent endiablées. **Guilhem**, dont les soi-disant bons-plans nous auront mené dans des lieux insoupçonnés. **Alix**, toujours discrète mais jamais la dernière pour faire la fête. **Ninon**, qui malheureusement ne s'appelle pas Grignon. **Adrien**, qui ne nous a pas toujours aidés à être assidus aux cours de DES. Les très observateurs **Thomas**. Et **Philippine**, dont la bonne humeur est communicative.

## **A ma famille**

### **A ma maman**

Merci pour ton amour tout en retenu et ton soutien inconditionnel. Merci d'avoir fait en sorte que je n'ai eu à me soucier que de mes études et d'avoir pris soin de moi tout au long de ce cursus. Toutes ces attentions ne sont pas étrangères à ma réussite et je ne serais pas arrivée là sans toi. Tu incarnes à mes yeux un modèle d'amour et de courage vers lequel je tenterai de tendre.

### **A Philippe**

Je te remercie avant tout de nous avoir accueillis et aimés comme tes propres enfants. Merci d'avoir toujours cru en moi et d'avoir su me redonner confiance et motivation dans les moments plus difficiles. Plus le temps passe et plus je réalise l'immense Monsieur que tu es et la chance que j'ai de t'avoir à mes côtés. Ta vision de la médecine et ton regard sur le management des équipes influenceront ma pratique et feront de moi, je l'espère, un médecin accompli.

### **A mon frère**

Bien que nous ne soyons pas des plus démonstratifs, je te remercie pour ton soutien inébranlable, ton regard protecteur et notre complicité qui m'auront été d'une grande aide tout au long de ce parcours. Ton départ n'aura pas été facile mais te savoir heureux avec Lucile est une vraie source de joie. J'espère qu'on pourra venir te voir bientôt en Australie !

### **A mes grands-parents**

A **Mamie Evelyne** et **Papi Jean-Pierre**, vous qui me demandez souvent encore combien d'années il me reste avant de devenir docteur. Je vous remercie pour votre amour et pour tous les moments passés ensemble depuis mon plus jeune âge. J'espère profiter de votre présence encore des années.

A **Papi Claude** qui malgré les difficultés, continue de s'accrocher. Les vacances entre cousins, chez vous avec Mamie, étaient symbole de liberté et nous auront appris que les moments les plus simples sont souvent les meilleurs.

### **A mes oncles et tantes, mes cousins et cousines, Guillaume, Leslie, Olivier et les enfants**

Pour ces réunions de famille, toujours dans la convivialité et le partage, qui ont ponctué toutes ces années d'étude et qui représentaient de vrais bols d'air dans les moments difficiles.

### **A ma belle-famille Christine et Emmanuel**

Je vous remercie pour votre accueil au sein de votre famille ainsi que pour votre soutien tout au long de ce cursus. Ces années auront été ponctuées par de nombreuses discussions à refaire le monde, de week-end tourangeaux ou bordelais, de séjours à l'étranger : des petits moments fort agréables qui permettaient de couper du rythme parfois effréné des études.

### **A ceux qui nous ont quittés**

A **Mamie Geneviève** qui nous a quittés pendant mon internat, dans la discrétion, comme à ton habitude. Toi qui souhaitais que je t'aide à remarcher ; la vie ne nous en aura malheureusement pas laissé le temps. Tu resteras un exemple de courage pour nous tous.

A **Peupeu** et **Manou** qui nous avez accueillis dans votre famille comme si nous étions vos petits-enfants. Votre simplicité malgré votre grande réussite était sûrement l'une de vos plus grandes qualités.

### **A Pierre-Emmanuel**

Je t'ai embarqué dans cette folle aventure depuis la première année. Tu as partagé avec moi toutes les étapes au fil de ces longues études avec patience et indulgence. Merci pour ton amour si précieux, ta bienveillance et tes encouragements. Merci d'être là, tout simplement.

**Une pensée particulière à mon papa** qui nous a quittés bien trop tôt et à qui je dédie cette thèse. J'essaie chaque jour d'être fidèle aux valeurs qui te tenaient tant à cœur et j'espère que d'où tu es, tu es fier de la femme et du médecin que je suis devenue.

## 2. ABREVIATIONS

**AVC** : Accident Vasculaire Cérébral

**DTI** : Imagerie par Tenseur de Diffusion

**DWI** : Diffusion-Weighted Imaging

**FG** : Gyrus Fusiforme

**FLAIR** : Fluid Attenuated Inverse Recovery IFG : Gyrus Frontal Inférieur

**IFOF** : Faisceau Occipital Frontal Inférieur

**ILF** : Faisceau Longitudinal Inférieur

**IRM** : Imagerie par Résonance Magnétique

**MTG** : Gyrus Temporal Moyen

**PG** : Gyrus Précentral

**PRP** : Période Réfractaire Psychologique

**SLF** : Faisceau Longitudinal Supérieur

**SMA** : Zone Motrice Supplémentaire

**SOA** : Stimulus Onset Asynchrony

**TG** : Gyrus Temporal

**TMG** : Gyrus Temporal Moyen

**TMS** : Stimulation Magnétique Transcrânienne

**TR** : Temps de Réaction

### **3. INTRODUCTION**

En psycholinguistique, on envisage le lexique comme un vaste ensemble de représentations dont dispose le locuteur à propos des mots de sa langue (représentation phonologique, orthographique, morphologique, syntaxique et sémantique). On parlera alors de lexique mental. Levelt en 1989 écrivait : « Parler est une de nos préoccupations préférées. Nous passons plusieurs heures par jour à discuter, raconter des histoires, débattre, argumenter... ». Selon Levelt, un locuteur normal produit, au cours d'une conversation normale, deux à trois mots par seconde, ce qui correspond à environ quatre syllabes et dix-douze phonèmes par seconde. Ces mots sont sélectionnés très rapidement (en moins d'une seconde) dans le lexique mental qui comprend environ 60 000 mots chez un adulte lettré. Les erreurs de production sont très rares, moins d'une erreur sur 1 000 mots produits, et cela ne relève pas d'un traitement conscient. Le locuteur normal n'a en général pas de difficultés à accéder à son stock lexical en dehors des épisodes où il décrit une impression de « mot sur le bout de la langue ».

#### **1.1 Organisation de l'accès au lexique et ses troubles**

##### **1.1.1 Les modélisations du traitement lexical normal**

Plusieurs modèles de l'accès au lexique ont été proposés dans la littérature, trois d'entre eux semblent particulièrement pertinents pour expliquer le fonctionnement normal de l'accès au lexique en jeu dans la production de la parole chez l'adulte : le modèle sériel de Levelt et al. (1999), le modèle à activation en cascade interactive de Dell et al. (1997), et le modèle des réseaux indépendants de Caramazza et al. (1997). Ces modèles diffèrent quant à la définition des niveaux de traitement impliqués et, surtout, quant à la manière dont les informations traitées passent d'un niveau à l'autre. Nous nous limiterons ici aux modèles de production de mots isolés.

##### **1.1.1.1 Modèle strictement sériel de Levelt**

Levelt et al (1991) ont proposé un modèle de production de la parole à étapes discrètes et strictement sérielles, sans rétroaction d'activation. Dans la dernière version de ce modèle appelée WEAVER, la production des mots passe par une série d'étapes de traitement dont chacune correspond à un niveau de représentation et de traitement spécifique. La

transmission de l'information d'un niveau à l'autre est réalisée de manière strictement sérielle : le traitement d'un type particulier d'information doit être effectué avant que le traitement de l'information associée au niveau suivant ne commence.

Ce modèle comprend trois niveaux (voir figure 1) :

- Le niveau conceptuel-sémantique
- Le niveau syntaxique (des lemmes<sup>1</sup>, avec les propriétés syntaxiques telles que le genre, la catégorie grammaticale, etc.)
- Le niveau phonologique (des lexèmes<sup>2</sup>, avec la structure métrique, les morphèmes<sup>3</sup>, les segments et les syllabes)

Ainsi, chaque étape nécessaire à la production du langage se fait de manière linéaire, l'une après l'autre. La première étape consiste en une intention de communication (la préparation conceptuelle). Ce concept lexical est alors activé et transmet son activation au niveau du lexique mental où le lemme cible est sélectionné. Ce lemme active ensuite les étapes d'encodage morpho-syntaxique, de décomposition syllabique puis phonémique. Enfin, cette syllabe mentale active les patrons articulatoires nécessaires à sa production. Ce modèle repose sur la théorie selon laquelle le locuteur, à l'âge adulte, possède un lexique de syllabes et qu'il dispose, pour ce lexique, d'un stock corrélé de patrons articulatoires les plus fréquemment utilisés dans sa langue.

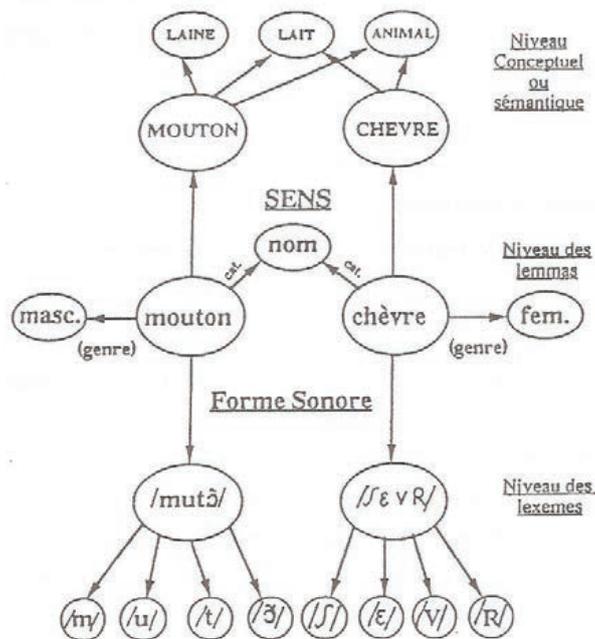


Figure 1 : Modèle de médiation syntaxique de Levelt et al. (1999)

<sup>1</sup> Unité autonome constituée d'une suite de morphèmes formant une unité sémantique

<sup>2</sup> Unité minimale de signification appartenant au lexique

<sup>3</sup> Unité minimale de nature grammaticale

Levelt et al. (1991) justifient l'existence de la sérialité dans la production du langage car elle limiterait naturellement des erreurs pléthoriques. Cette conception a par ailleurs été soutenue par des données électrophysiologiques. Laganaro et al. (2019a) ont étudié le décours temporel de l'activation des informations grammaticales et phonologiques à l'aide de la technique des potentiels évoqués et ont pu mettre en évidence que la récupération des informations grammaticales précédait la récupération d'informations phonologiques.

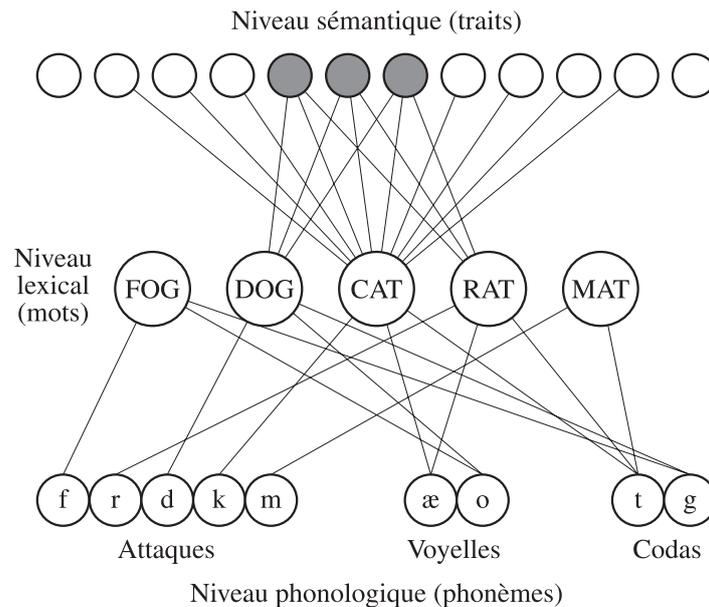
Cependant, l'existence d'erreurs mixtes peut être un des arguments à l'encontre de cette conception discrète-sérielle, les erreurs mixtes étant des erreurs à la fois sémantiques et formelles (c'est à dire ayant similarité phonologique).

### **1.1.1.2 Modèle en cascade interactif de Dell**

Dell (1997) a proposé un modèle connexionniste en cascade et interactif à deux étapes comprenant également trois niveaux de représentations (tout comme le modèle de Levelt et al., 1999) (voir figure 2) :

- Le niveau sémantique qui correspond aux traits sémantiques,
- Le niveau lexical qui correspond aux mots,
- Le niveau phonologique qui correspond aux phonèmes.

Ces trois niveaux sont reliés entre eux par des connexions dites « excitatrices bidirectionnelles » (à noter qu'il n'existe pas de connexions inhibitrices dans ce modèle) et chaque niveau interagit avec les niveaux adjacents. Les connexions descendantes vont du niveau sémantique au niveau phonologique en passant par le niveau lexical, et les connexions ascendantes vont du niveau phonologique au niveau sémantique en passant par le niveau lexical. Les connexions ascendantes grâce à cette rétroaction d'activation du niveau phonologique vers le niveau lexical et sémantique permettent l'interactivité du modèle.



**Figure 2** : Modèle à activation interactive en cascade de Dell et al. (1997).

*Les traits sémantiques en commun pour CAT (chat), DOG (chien) et RAT (rat) apparaissent en noir.*

Par ailleurs, ce modèle comporte deux étapes selon Ferrand (1994) :

- La première étape correspond à la sélection lexicale. Au cours de cette étape, les traits sémantiques du mot à produire reçoivent une vague d'activation qui se propage dans tout le réseau pendant une certaine durée. Après un certain délai, l'unité mot la plus activée est sélectionnée.
- La seconde étape correspond à l'encodage phonologique. Elle démarre par une activation qui part du mot sélectionné et qui se propage vers le niveau phonologique. Après un certain délai, les phonèmes les plus activés sont sélectionnés et ordonnés dans un cadre phonologique.

Ce modèle permettrait notamment d'expliquer de nombreuses erreurs de production, dont les erreurs sémantiques, formelles et mixtes. La production d'erreurs mixtes est ici un argument en faveur de l'interactivité. Selon Dell et al. (1997), l'importance de la fluidité et de la sélection lexicale des mots est permise par cette activation bidirectionnelle et cette interactivité.

Que choisir entre un modèle strictement sériel et un modèle interactif ?

Selon Levelt et al. (1991), « la sélection lexicale et l'encodage phonologique remplissent deux fonctions très différentes. La première vise à une recherche rapide du mot approprié dans un lexique énorme ; la seconde vise à créer un programme articulatoire pour l'item sélectionné. Toute rétroaction du niveau phonologique vers le niveau sémantique fragiliserait le système et conduirait à un nombre d'erreurs bien supérieur à celui qui est

attesté dans une communication normale. La modularité, peut-on dire, est une protection naturelle contre cette dérive ».

Au contraire, selon Dell et al. (1997), l'interactivité rend le système plus robuste et moins pourvoyeur d'erreurs. Il serait plus avantageux pour le locuteur de choisir un lemme dont la forme phonologique sera plus facile à récupérer par la suite. Les lemmes dont les formes sont accessibles reçoivent plus d'activation (via la rétroaction d'activation du niveau phonologique vers le niveau sémantique) que ceux dont les formes ne sont pas accessibles. De plus, l'interactivité permet de répondre à de nombreuses contraintes et optimise le système. Les données empiriques, temps de réaction et erreurs de production, ainsi que les simulations sur ordinateur favorisent plutôt le modèle interactif restreint.

### **1.1.1.3 Modèles en réseaux indépendants de Caramazza**

Ce modèle repose sur les données de la neuropsychologie et du phénomène du mot sur le bout de la langue. Caramazza et Miozzo (1997) ont mis en avant la non corrélation entre la récupération des propriétés syntaxiques et la récupération de l'information phonologique partielle des mots. Cette constatation va donc à l'encontre du modèle de Levelt et al. qui suggère qu'il ne devrait pas être possible de récupérer l'information phonologique partielle sans récupérer auparavant l'information syntaxique.

Selon Caramazza (1997), la production de la parole repose sur une transmission de l'activation en cascade mais l'information syntaxique serait indépendante de l'information sémantique et de l'information phonologique. Il suggère ainsi que les connaissances lexicales sont organisées en réseaux indépendants mais interconnectés.

Les réseaux indépendants décrits dans ce modèle sont les suivants (voir figure 3) :

- Réseau lexical-sémantique : propriétés sémantiques, traits sémantiques ou prédicats
- Réseau syntaxique : catégorie grammaticale, genre, type d'auxiliaire, temps, etc.
- Réseau des lexèmes : forme phonologique des items lexicaux.

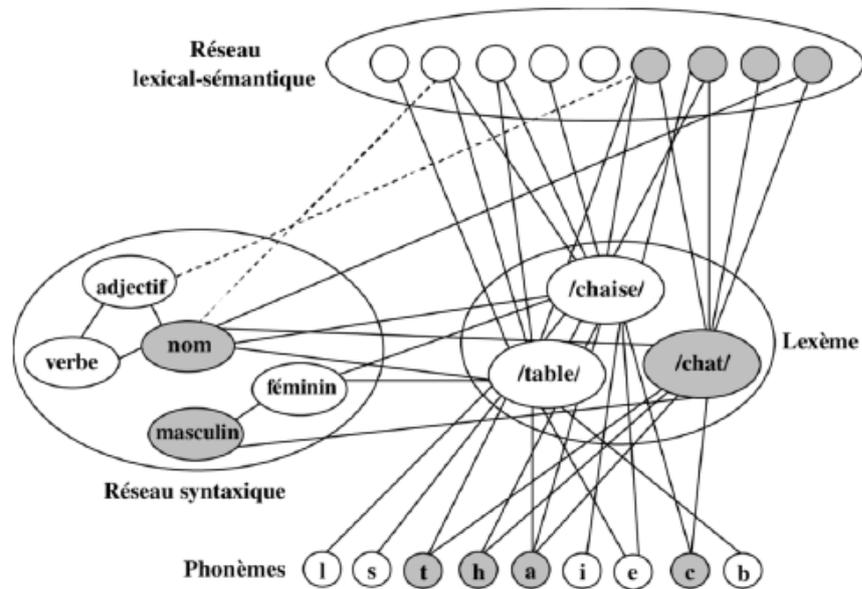


Figure 3 : modèle en réseaux indépendants d'après Caramazza (1997)

Ce modèle à réseaux indépendants partage de nombreuses propriétés avec d'autres modèles de l'accès au lexique. Il rejoint le modèle de Dell (1997) par le fait qu'il considère que l'information lexicale-sémantique est indépendante des représentations syntaxiques et phonologiques et également par le fait que le réseau lexical-sémantique est componentiel. Par ailleurs, il rejoint le modèle de Levelt (1999) par le fait qu'il s'agisse d'un modèle dont l'activation se propage uniquement vers l'avant, sans rétroaction. Toutefois, contrairement aux modèles précédents, l'activation se propage simultanément et indépendamment du réseau lexical-sémantique vers le réseau syntaxique d'une part, et vers le réseau des lexèmes d'autre part.

Caramazza (1997) suggère que la sélection des représentations lexicales ne garantit pas l'accès aux informations syntaxiques et que l'accès aux informations phonologiques d'un mot ne dépend pas strictement de l'accès préalable à ses informations grammaticales.

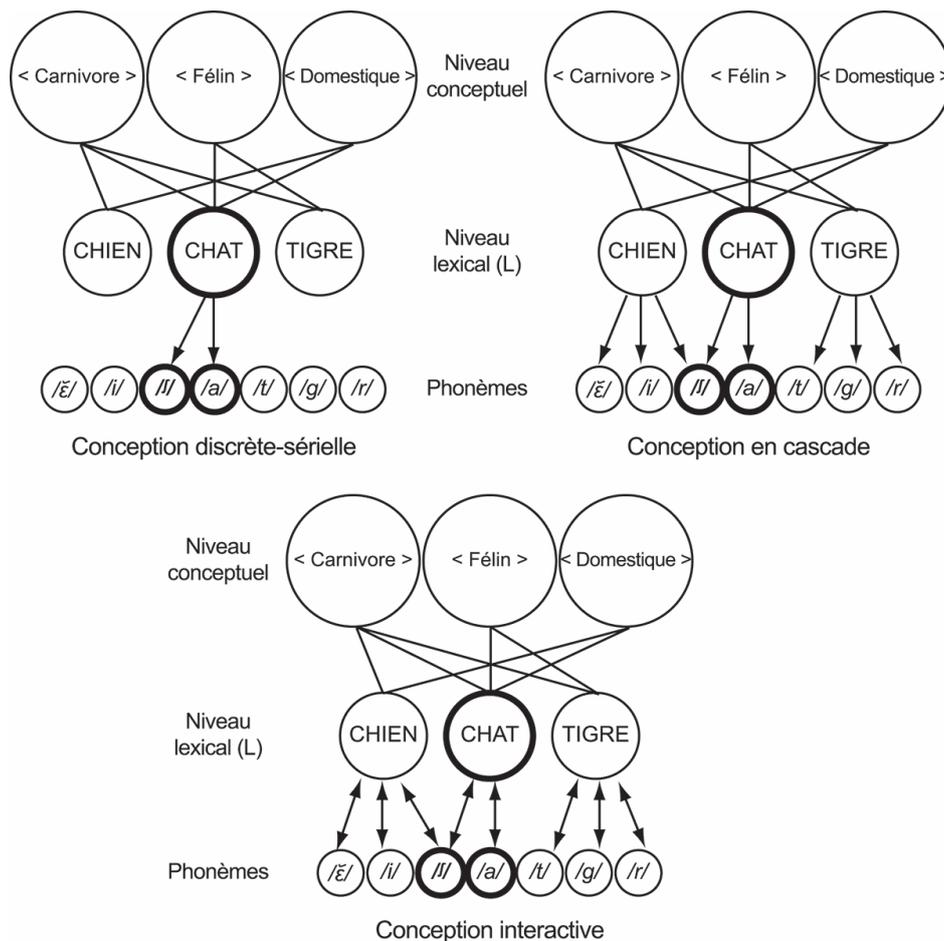


Figure 4 : récapitulatif des modèles de Levelt, Dell et Caramazza

Modèle de Levelt (1999): conception discrète-sérielle

Modèle de Dell (1997) conception interactive

Modèle de Caramazza (1997) : conception en cascade

### 1.1.2 Niveaux de traitement de la dénomination sur entrée visuelle

Humphreys et Riddoch ont créé en 1987 un modèle de référence des processus de la reconnaissance visuelle qui se situe en amont du système lexical et qui reprend l'ensemble des étapes visuelles aboutissant à la dénomination. Lors d'une tâche de dénomination orale d'images, une analyse visuelle de l'image est réalisée au préalable. La reconnaissance débute par l'encodage des différentes caractéristiques visuelles élémentaires de l'objet et inclut une analyse des détails (traitement local) et de la forme (traitement global). L'étape suivante permettrait l'intégration de la perception en un ensemble afin de dissocier la figure du fond et d'élaborer une représentation dépendant du point de vue du sujet (représentation égocentrée) avant d'intégrer une représentation stable, centrée sur l'objet (représentation allocentrée). L'objet est donc vu par référence à l'observateur et par rapport à son environnement. Pour finir, une étape associative et sémantique est réalisée afin de stocker en

mémoire les représentations structurale et sémantique (informations acquises sur un objet) pour permettre au sujet de reconnaître l'objet et de le considérer comme étant familier. C'est à la suite de ces étapes que surviennent les différents niveaux de traitement de la dénomination orale décrits précédemment. La dénomination orale fait donc intervenir des étapes visuelles, sémantiques et phonologiques liées entre elles.

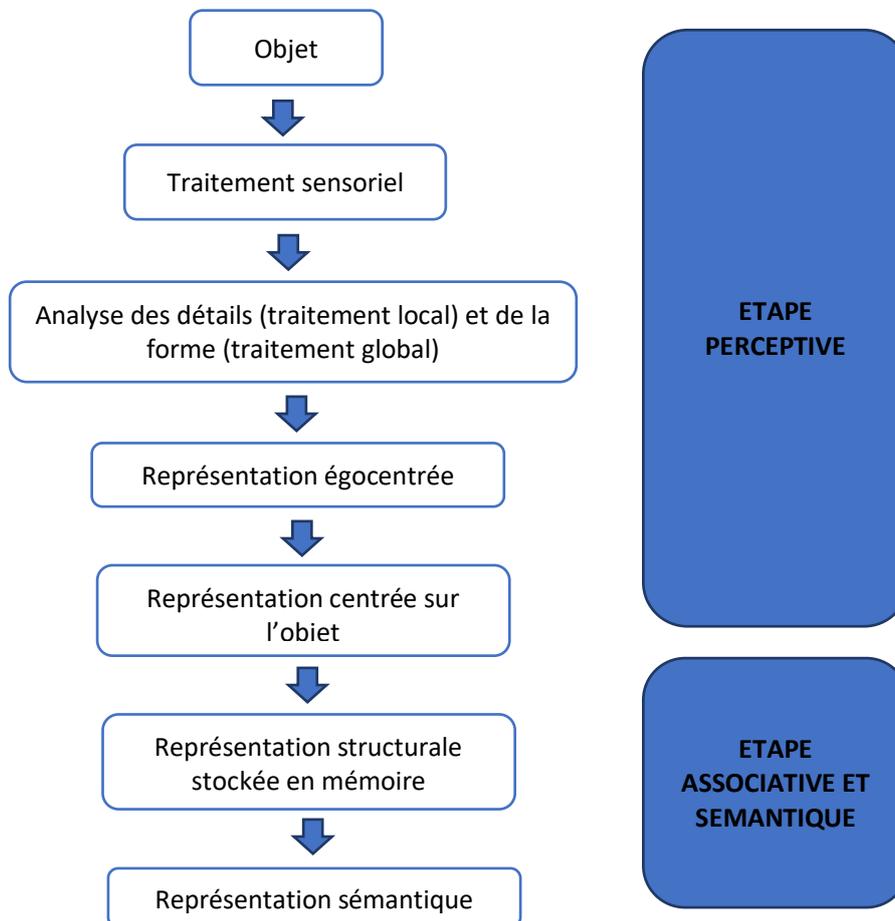


Figure 5 : Modèle de Humphreys & Riddoch (1987)

Selon Ellis et al. (1992), un objet doit non seulement être perçu correctement, mais doit être également identifié et pris pour ce qu'il est s'il doit être dénommé. Pour résumer, la dénomination des objets passe par une série d'étapes. Un objet doit être perçu correctement et les descriptions visuelles correspondantes dans l'unité de reconnaissance des objets doivent être activées (ou récupérées). A ce niveau, le sujet sait seulement que l'objet est familier ; l'étape suivante correspond à l'activation de la représentation sémantique correspondante qui spécifie la fonction de l'objet, son utilité etc. cette représentation sémantique est alors utilisée pour sélectionner dans le lexique phonologie de sortie la formule phonologique correspondant au nom de l'objet à dénommer. Enfin, le processus de dénomination se termine par l'articulation du nom de l'objet.

### 1.1.3 Interprétation cognitive des perturbations de niveaux de traitement

Une même erreur en dénomination orale d'images peut provenir de déficits de nature distincte. Il est possible de formuler, à partir d'une analyse sémiologique exhaustive, une hypothèse sur l'origine fonctionnelle des troubles selon un modèle théorique de référence.

#### **1.1.3.1 Erreurs au niveau lexical**

Les troubles peuvent concerner le système sémantique avec différents types de perturbations possible : une dégradation des concepts, un déficit d'accès aux représentations sémantiques ou un déficit d'accès sémantique spécifique à une modalité d'entrée.

La dégradation des concepts concerne une atteinte plus ou moins importante des traits sémantiques et altère le savoir qu'une personne a des mots, des personnes, des objets, des événements. D'après Eustache (2013), « la récupération partielle des propriétés sémantiques est insuffisante à activer une représentation lexicale qu'elle soit phonologique ou orthographique ». L'altération se manifeste notamment par une absence de production, des périphrases ou des paraphrasies sémantiques, s'expliquant par une activation partielle des traits sémantiques propres à l'item cible (e.g. « tournevis » pour « marteau ») (Pillon, 2014). Le déficit est plus marqué sur les items de basse fréquence lexicale (Capitani, Laiacona, Mahon et Caramazza, 2003) et les traits spécifiques des concepts (/le citron est acide/ par exemple) comparativement aux traits partagés avec d'autres concepts (/le citron est un fruit/ par exemple) (Pillon et Samson, 2014).

Un déficit d'accès aux représentations sémantiques correspond quant à lui à une impossibilité temporaire à utiliser le système sémantique. Dans ce cas-là, les mécanismes d'activation et de sélection des connaissances sémantiques sont dégradés. Jefferies et Lambon Ralph (2006) évoquent des troubles de la régulation des processus régissant l'utilisation des connaissances sémantiques. Le sujet présente des difficultés à réguler et sélectionner l'information conceptuelle appropriée en fonction de la tâche en cours, et à inhiber les informations inappropriées. D'après les auteurs, il existe un effet de distance sémantique, c'est à dire que le sujet produit davantage d'erreurs lorsqu'on lui propose des distracteurs sémantiquement proches de l'item cible (Jefferies et Lambon Ralph, 2006). Il existe également un effet du rythme de présentation ; un intervalle long entre les

présentations d'items permettrait d'améliorer considérablement les résultats des patients présentant un déficit d'accès (Warrington et Crutch, 2007).

Enfin, le déficit d'accès sémantique peut être lié à une modalité d'entrée comme l'évoquait Lambert en 2008 : « le traitement sémantique est perturbé à partir d'une modalité d'entrée (auditive, visuelle, tactile ...) mais conservé à partir des autres modalités ». Dans ce cas, un sujet présentant un défaut d'accès à la modalité visuelle présentera des difficultés lors d'une tâche de dénomination orale mais aura de très bonnes performances lors d'un exercice d'exploration tactile ou bien à partir d'une description verbale. Lorsque cette étape de perception et de reconnaissance de l'objet est défectueuse, cela conduit à ce qu'on appelle l'agnosie (Humphreys et Riddoch, 1987).

### **1.1.3.2 Erreurs au niveau post-lexical**

D'autre part, le niveau du lexique phonologique de sortie peut être altéré. Dans ce cas, le traitement sémantique est généralement intact. Le patient comprend alors les mots mais ne peut les produire. Cela peut être dû à des difficultés d'accès au lexique phonologique, à un déficit de récupération du contenu phonologique ou un déficit de traitement phonologique post-lexical.

Lorsque le sujet présente un déficit d'accès au lexique phonologique de sortie, cela implique un défaut de transmission de l'information entre le système sémantique et le lexique phonologique de sortie. La production peut être impossible, ou ponctuée de circonlocutions, de paraphrasies sémantiques. Lors d'une tâche de dénomination, l'unité lexicale cible (par exemple « tigre ») n'étant pas suffisamment activée, c'est une autre unité, sémantiquement reliée et déjà partiellement activée, qui est sélectionnée pour la production (par exemple « lion » ou « guépard ») (Pillon, 2014). Le patient ne présente ni de troubles de la compréhension, ni de trouble de la répétition. Il cherche à compenser ses erreurs par des paraphrasies lexico-sémantique (Pillon, 2014), des périphrases et des gestes adaptés à l'item cible (Tran, 2007). On note un effet de fréquence ainsi qu'un effet de similarité lexicale. L'ébauche orale par les premiers phonèmes ou la première syllabe peut pallier au manque du mot.

Un déficit de récupération du contenu phonologique donne lieu à des paraphrasies phonémiques du fait d'un manque d'activation de certains phonèmes, des productions néologiques, des circonlocutions et des absences de réponses (Pillon, 2014). Parfois, le patient donne spontanément des éléments sur les propriétés syntaxiques des lexèmes qu'il ne peut dénommer comme le genre grammatical par exemple, mettant en évidence le fait que

le lexème a bien été identifié et sélectionné mais que le contenu phonologique reste inaccessible. (Gonon, Bruckert et Michel, 1989). Dans ces cas-là, la dénomination est influencée par un effet de fréquence, le nombre de voisins phonologiques, la longueur des items et l'âge d'acquisition.

Enfin, lorsque le traitement phonologique post-lexical est altéré, l'organisation de l'information phonologique lexicale est perturbée et cela est source de paraphasies phonémiques telles que des substitutions de phonèmes. Dans ce cas, on observe un effet de longueur, c'est-à-dire que plus le mot est long, plus le maintien en mémoire à court terme est important et plus le risque d'erreurs augmente. Ces paraphasies peuvent être observées pour la production orale de mots comme de pseudo-mots.

Du fait de la pluralité des atteintes possibles, les tableaux de manque du mot sont variés. Devant un tableau particulier, il est donc possible d'émettre des hypothèses quant au niveau de traitement altéré. Ainsi un grand nombre de paraphasies phonémiques posera la question de l'intégrité du lexique phonologique de sortie. Il faut cependant rester prudent car à l'inverse, de nombreuses paraphasies sémantiques peuvent être interprétées à tort comme relevant d'un déficit sémantique. Un même symptôme peut en effet être lié à des déficits différents. Ainsi l'approche uniquement sémiologique du manque du mot est insuffisante pour comprendre le mécanisme global de ce trouble. L'analyse de la localisation fonctionnelle des déficits par les neurosciences cognitives et par les nouvelles techniques d'imagerie est donc importante.

## 1.2 Temporalité et activité cérébrale lors d'une tâche de dénomination

Ainsi, la dénomination est une tâche hautement spécialisée incluant des processus linguistiques spécifiques grammaticaux et phonologiques, et est donc idéale pour étudier la nature du traitement linguistique. Nous nous sommes ici concentrés sur les aspects temporels ainsi que les régions cérébrales impliquées au cours d'une telle tâche.

### 1.2.1 Temporalité d'une tâche de dénomination

A partir de la comparaison des données chronométriques des études sur le temps de réaction, des données de modélisation et des études électrophysiologiques, Indefrey & Levelt (2004) ont fourni les estimations suivantes concernant la durée des différentes étapes de traitement lors d'une tâche de dénomination d'image :

- Préparation conceptuelle (de l'apparition de l'image à la sélection du concept cible) : 175 ms
- Récupération du lemme : 75 ms
- Récupération du code phonologique : 80 ms
- Encodage phonologique (syllabification et extraction métrique) : 125 ms ou 25 ms par phonème
- Encodage phonétique (jusqu'au début de l'articulation) : 145ms
- Articulation : 600 ms.

L'interprétation de ces nombres se doit cependant de ne pas être trop rigide pour deux raisons. Premièrement, Indefrey & Levelt (2004) ont souligné l'incertitude due aux fourchettes à partir desquelles les estimations ont été recueillies à chaque étape du traitement. Deuxièmement, l'estimation de 600ms pour le début de l'articulation a été basée sur des études utilisant la dénomination répétée des mêmes images, or les latences de dénomination dépendent de nombreuses variables telles que : les variations de tâches, le contexte de l'image, la qualité de l'image, la familiarité de l'objet représenté et la longueur ou la fréquence lexicale du nom de l'objet.

A l'exception de légères adaptations de la durée de la préparation conceptuelle et de la syllabification, les fenêtres temporelles pour les différentes étapes de la production de mots estimées par Indefrey & Levelt (2004) ont été largement confirmées dans des études plus

récentes (Indefrey, 2011). Le tableau 1 présente une version mise à jour des estimations de temps d'apparition et de durées des différents processus.

Cependant, les estimations disponibles ne fournissent pas d'éléments permettant de conclure pour ou contre les transitions en série entre opérations ultérieures. Les fenêtres temporelles qui ne se chevauchent pas ne doivent donc pas être interprétées comme indiquant strictement des étapes de traitement sériel. Plus précisément, les temps estimés concernant la récupération du code phonologique et l'encodage phonétique sont des limites supérieures fondées sur les données relatives à la durée des étapes précédentes et n'excluent donc pas des débuts plus précoces. En revanche, le début de l'extraction du lemme et la durée de la préparation conceptuelle ont été estimés indépendamment et l'extraction du lemme semble commencer à peu près au même moment que l'information conceptuelle pertinente devient disponible. Il peut se concevoir que des informations conceptuelles plus spécifiques, nécessaires pour sélectionner un lemme particulier parmi un certain nombre de concurrents, arrivent plus tard.

Tableau 1: estimations du temps de survenue et de la durée des opérations d'encodage de mots prononcés (Indefrey, 2011).

° se poursuit une fois que l'information conceptuelle pertinente pour l'accès lexical est disponible.

\* limite supérieure

<b>Opération</b>	<b>Début (ms)</b>	<b>Durée (ms)</b>
Préparation conceptuelle	0	200°
Récupération du lemme	200	75*
Encodage de la forme		
Récupération du code phonologique	275*	
Syllabification	355	20 par phonème 50-55 par syllabe
Encodage phonétique	455*	
Articulation	600	

### 1.2.2 Activité cérébrale lors d'une tâche de dénomination

Indefrey & Levelt (2004) ont tout d'abord identifié un ensemble de régions activées de façon fiable pour chacune des quatre tâches suivantes : dénomination d'images, production de mots, lecture des mots et lecture de pseudo-mots. Ils ont ensuite identifié des ensembles

de régions possiblement liées à un ou plusieurs éléments du processus de production de mot en identifiant des zones communes parmi des tâches qui partageaient des procédés identiques. Par exemple, la dénomination d'images et la génération de mots diffèrent dans leurs processus d'entrée mais partagent toute la cascade d'étapes de production de mots à partir de la récupération des lemmes. L'ensemble des régions qui ont été rapportées de façon fiable pour ces deux tâches comprenait : le gyrus frontal inférieur (IFG) postérieur gauche, le gyrus précentral (PG) gauche, la zone motrice supplémentaire (SMA), les parties médiane et postérieure gauche du gyrus temporal (TG) gauche et les gyri temporaux moyens (TMG), la partie moyenne droite du TG, le gyrus fusiforme (FG) gauche, l'insula antérieure gauche, le thalamus gauche et le cervelet (voir figure 5). On peut donc supposer, d'après Indefrey & Levelt (2004) que ces régions soutiennent les composantes essentielles de la production de mots.

Pour déterminer lesquelles de ces régions sont en fait nécessaires à la production de mots (plutôt que d'être impliquées d'une manière ou d'une autre), Indefrey (2007) les a comparées à des régions du cerveau dans lesquelles des lésions transitoires induites par stimulation magnétique transcrânienne (TMS) ou électrocorticale ont interféré de façon fiable avec la dénomination d'images dans sept études (Ojemann, 1983 ; Schäffler et al, 1993 ; Haglund et al, 1994 ; Malow et al, 1996 ; Hamberger et al., 2001 ; Stewart et al., 2001). Il en a conclu que toutes les zones principales (à l'exception peut-être du cortex moteur gauche) semblaient nécessaires à la production des mots. Il semblait de plus y avoir d'autres zones nécessaires dans le cortex pariétal inférieur qui n'avaient été que rarement signalées dans les études hémodynamiques jusqu'à présent.

D'après la méta-analyse d'Indefrey réalisée en 2011, nous allons tenter de résumer les principales aires cérébrales impliquées dans chacune des étapes de la dénomination. La figure 5 illustre les propos suivants.

#### ✓ **Récupération du lemme**

Les données de l'évolution temporelle de l'activation du gyrus temporal moyen gauche (TMG) sont compatibles avec l'hypothèse selon laquelle cette région est impliquée dans l'extraction conceptuelle du lemme et incompatible avec une implication de cette région dans une étape ultérieure du traitement (de Zubicaray et al., 2001).

Schwartz et al (2009) ont découvert, en analysant les données de 64 patients aphasiques, une association significative entre les erreurs sémantiques dans la production du langage et les lésions du TMG antérieur, ce qui leur a permis de conclure que le lobe

temporal antérieur gauche jouait un rôle "spécifique et nécessaire" pour mettre en correspondance des concepts à des mots.

#### ✓ **Récupération du code phonologique**

Indefrey et Levelt (2004) ont proposé que le lobe temporal supérieur postérieur gauche pourrait être impliqué dans la récupération du code phonologique lexical (forme des mots) car cette région se trouvait impliquée dans des tâches de production de mots nécessitant la récupération des formes lexicales des mots, mais pas dans la lecture des pseudo-mots. Cela a été confirmé par un grand nombre de données spatio-temporelles plus récentes (de Zubicaray et al., 2002 ; Graves et al., 2007). Les données à haute résolution d'Edwards et al (2010) montrent toutefois que, dans cette zone plus vaste, les populations neuronales proches dans l'espace peuvent présenter des temps d'activation différentiels.

#### ✓ **Encodage phonologique (syllabification et extraction métrique)**

L'implication du gyrus frontal inférieur (IGF) postérieur gauche (ou aire de Broca) dans l'encodage phonologique est compatible avec les données d'activation spatiotemporelle disponibles dans cette région (Schuhmann et al. 2009). Le GFI postérieur gauche ne serait pas impliqué dans une étape de traitement antérieure, mais il n'est pas exclu que cette aire participe à une étape de traitement ultérieure (Papoutsi et al., 2009). Jusqu'à présent, une seule étude (Papoutsi et al., 2009) a utilisé une variable expérimentale (fréquence biphonique) qui distingue de manière forte la syllabification des étapes ultérieures (traitement phonétique et articulation). Cette dernière confirme l'implication d'une sous-région de l'aire de Broca dans la syllabification.

#### ✓ **Encodage phonétique & Articulation**

Les zones centrales restantes que sont le gyrus précentral gauche, le thalamus gauche et le cervelet ne semblent être impliquées que dans l'articulation (Peeva et al., 2010). Les rôles fonctionnels exacts de l'insula antérieure gauche et de l'aire motrice supplémentaire dans l'encodage phonétique et/ou l'articulation ne sont pas aussi clairs. Devant de nombreuses contradictions entre les études, il est nécessaire de poursuivre les recherches afin de préciser le rôle de ces aires dans l'encodage phonétique.

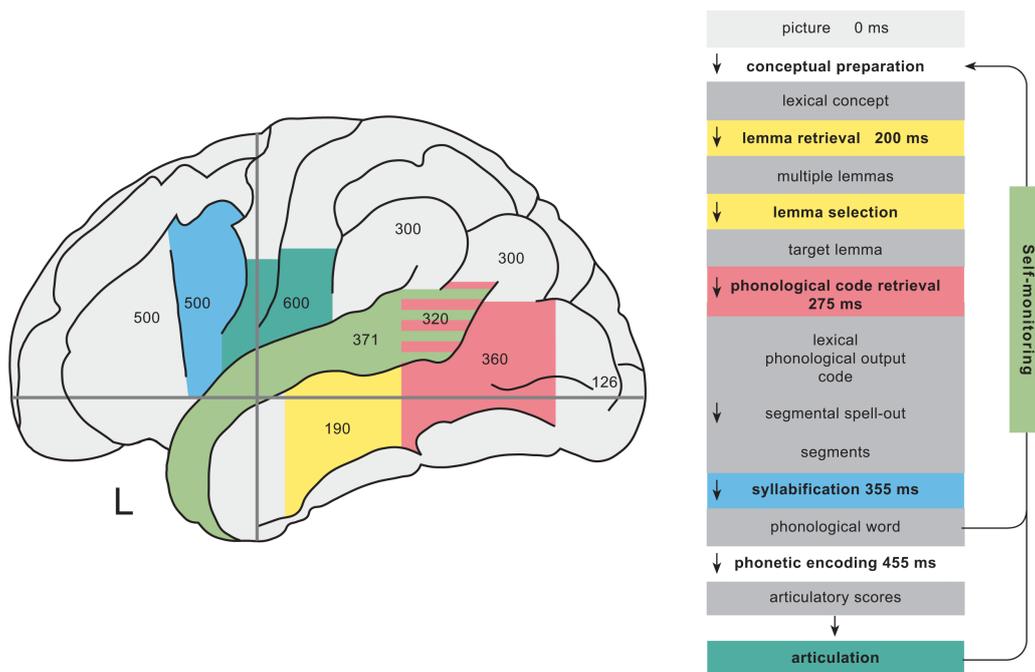


Figure 6 (Indefrey, 2011)

Colonne de gauche : représentation de l'évolution du temps d'activation des zones cérébrales impliquées dans la production de mots. Les couleurs identiques indiquent les relations entre les régions et les différentes étapes de production de mot (colonne de droite). Les chiffres à l'intérieur des régions indiquent le temps médian d'activation de crête estimé (en ms) après l'apparition de l'image lors de la dénomination

Colonne de droite : évolution temporelle de la dénomination de l'image estimée à partir des données chronométriques.

### 1.2.3 Structures sous corticales et connectome dans le langage

Bien qu'elle occupe une place majeure dans la littérature traditionnelle, la vision localiste et statique du fonctionnement cérébral ne permet pas d'expliquer les nombreuses observations de la récupération fonctionnelle dans les suites de lésions cérébrales.

Dans le schéma connectomique, la fonction n'est pas régie uniquement par une zone corticale mais par un système de faisceaux qui connectent les zones corticales les unes aux autres (Duffau, 2014). Ainsi un trouble fonctionnel n'est pas toujours lié à une atteinte corticale précise mais peut être lié à une déconnexion du faisceau. Il paraît donc essentiel d'étudier les lésions des faisceaux de substance blanche pour évaluer leur implication dans des troubles fonctionnels comme l'aphasie (Herbet et al., 2015). De plus, la préservation des

faisceaux de substance blanche semble avoir un rôle crucial dans le phénomène de plasticité cérébrale suite à une lésion cérébrale (Herbet et al., 2015).

Pour pouvoir étudier ces connexions cérébrales, il a fallu les cartographier sur une matrice de connexions appelée le « connectome ». Ainsi est née la « connectomique » qui s'organise à partir d'un connectome structurel qui décrit l'organisation des voies du réseau d'axones, et d'un connectome fonctionnel qui représente la cartographie de l'activité synchronisée de ces groupes d'axones. Cependant, la connectomique se confronte à deux difficultés majeures : la complexité du réseau qui interconnecte un très grand nombre d'éléments, la variabilité inter-individuelle et intra-individuelle du fait de l'évolution au cours de la vie (Sporns et al., 2005).

Différentes techniques ont permis d'obtenir ces cartographies. Le connectome structurel a historiquement été obtenu grâce aux dissections anatomiques post-mortem des faisceaux de substance blanche. A ce jour, l'imagerie par Tenseur de Diffusion (DTI) ou tractographie, technique reposant sur l'anisotropie, permet d'obtenir un reflet indirect des faisceaux de substance blanche. Concernant le connectome fonctionnel, il est étudié par électro-stimulations axonales directes sur cerveau éveillé. Cette méthode offre la possibilité de créer des lésions virtuelles précises et transitoires offrant de précieuses informations anatomo-fonctionnelles. L'imagerie par Résonance Magnétique (IRM) cérébrale fonctionnelle apporte également des connaissances fonctionnelles. Afin d'obtenir des informations les plus exhaustives possibles, il est possible d'associer des techniques d'analyses structurelles et fonctionnelles, enrichissant les connaissances anatomo-fonctionnelles.

Duffau (2014) dans sa revue de la littérature revisite le modèle classique et rigide du fonctionnement cérébral, proposant une organisation dynamique des circuits cérébraux afin d'expliquer les phénomènes cérébraux adaptatifs post-lésionnels capables de maintenir les fonctions neurologiques et cognitives, chez l'enfant et chez l'adulte. L'utilisation de la cartographie par électrostimulation peropératoire a permis de réaliser des corrélations anatomo-fonctionnelles à la fois au niveau cortical mais aussi au niveau sous-cortical, favorisant une distribution en réseau du cerveau, et entraînant la réévaluation des modèles cognitifs dont notamment celui du langage.

Une meilleure connaissance du connectome cérébral permet de mieux appréhender l'important potentiel de plasticité du système nerveux central humain. Duffau (2014) résume ainsi les connaissances actuelles générales en décrivant le connectome cérébral avec une organisation horizontale et verticale. Ainsi, la « connectivité horizontale cortico-corticale » est

sous-tendue par de courtes fibres en « U » de part et d'autre d'un sillon, ainsi que des faisceaux d'association constitués de fibres longues (connexions inter- et intra-hémisphériques). Quant à la « connectivité verticale cortico-sous-corticale », elle est sous-tendue par des fibres de projection se terminant dans les noyaux gris centraux ou dans la moelle épinière.

Sur la base anatomique des faisceaux d'association (Hickok & Poeppel, 2004), il est retenu deux voies temporo-frontales sous-tendant manifestement l'organisation langagière. Il s'agit des voies dorsale phonémique et ventrale sémantique en lien avec les réseaux impliqués dans l'attention (Brownsett et al., 2014).

A partir de données obtenues par tractographie et électrostimulation sous-corticale, Duffau retient que la voie dorsale phonémique est soutenue par le faisceau longitudinal supérieur (SLF). Celui-ci est composé du faisceau arqué (qui relie le lobe temporal postérieur au gyrus frontal inférieur) qui, lorsqu'il est stimulé, provoque une aphasia de conduction incluant des paraphasies phonologiques, et de la partie latérale du SLF (qui relie le lobe temporal supérieur et le lobe pariétal inférieur à l'aire pré-motrice ventrale) qui, lorsqu'elle est stimulée, provoque des déficits articulatoires. En effet, la partie latérale du SLF est impliquée dans l'articulation et la mémoire phonologique de travail (Catani et al., 2005).

Par ailleurs, la voie ventrale sémantique est subdivisée en un faisceau direct, composé du faisceau occipital frontal inférieur (IFOF), et en un faisceau indirect, composé du faisceau unciné et du faisceau longitudinal inférieur (ILF). Elle intervient dans le traitement sémantique multimodal verbal et non verbal (Moritz-Gasser et al., 2013). Elle joue également un rôle dans la compréhension de phrases significatives (à opposer aux pseudo-phrases qui sont dépourvues de sens) par l'analyse sémantique des structures grammaticales (Saur et al., 2008).

L'atteinte combinée de ces deux voies impacte négativement la récupération de l'aphasie, indépendamment de la taille de la lésion (Rosso et al., 2015).

L'électrostimulation corticale a également permis de réévaluer les modèles cognitifs qui sous-tendent d'autres fonctions cérébrales. Ainsi a été démontré que le traitement syntaxique était assuré par des régions corticales délocalisées (gyrus frontal inférieur gauche et gyrus frontal moyen postérieur) reliées par une sous-partie du faisceau longitudinal supérieur inférieur gauche. Or ce sous circuit est en interaction mais indépendant du réseau impliqué dans la dénomination, comme illustré par la double dissociation en électrostimulation entre le traitement syntaxique (plus spécifique le genre grammatical) et le processus de dénomination. Ces résultats confortent la théorie d'un traitement parallèle plutôt que sériel (Vidorreta, Garcia, Moritz-Gasser, & Duffau, 2011).

Pour résumer, les fonctions cognitives ont longtemps été conçues de sorte que l'information était traitée au sein de régions corticales localisées avec un transfert de l'information entre les régions en série au travers des faisceaux de substance blanche. Actuellement, une autre conception émerge dans laquelle le fonctionnement du système nerveux central est conçu comme résultant d'un traitement parallèle distribué, effectué par des groupes distincts de neurones connectés plutôt que par des centres individuels (Duffau, 2008). Ces nouveaux modèles en « réseaux indépendants » mettent en avant le fait que différents traitements peuvent être réalisés simultanément avec des rétroactions interactives. Une approche multimodale semble désormais obligatoire entre les sous-réseaux qui sous-tendent des fonctions cognitives distinctes (le langage, les fonctions exécutives, les aspects comportementaux par exemple) afin d'ouvrir de nouvelles perspectives à la connectivité effective, c'est-à-dire à l'influence qu'un système neuronal exerce sur un autre (figure 7).

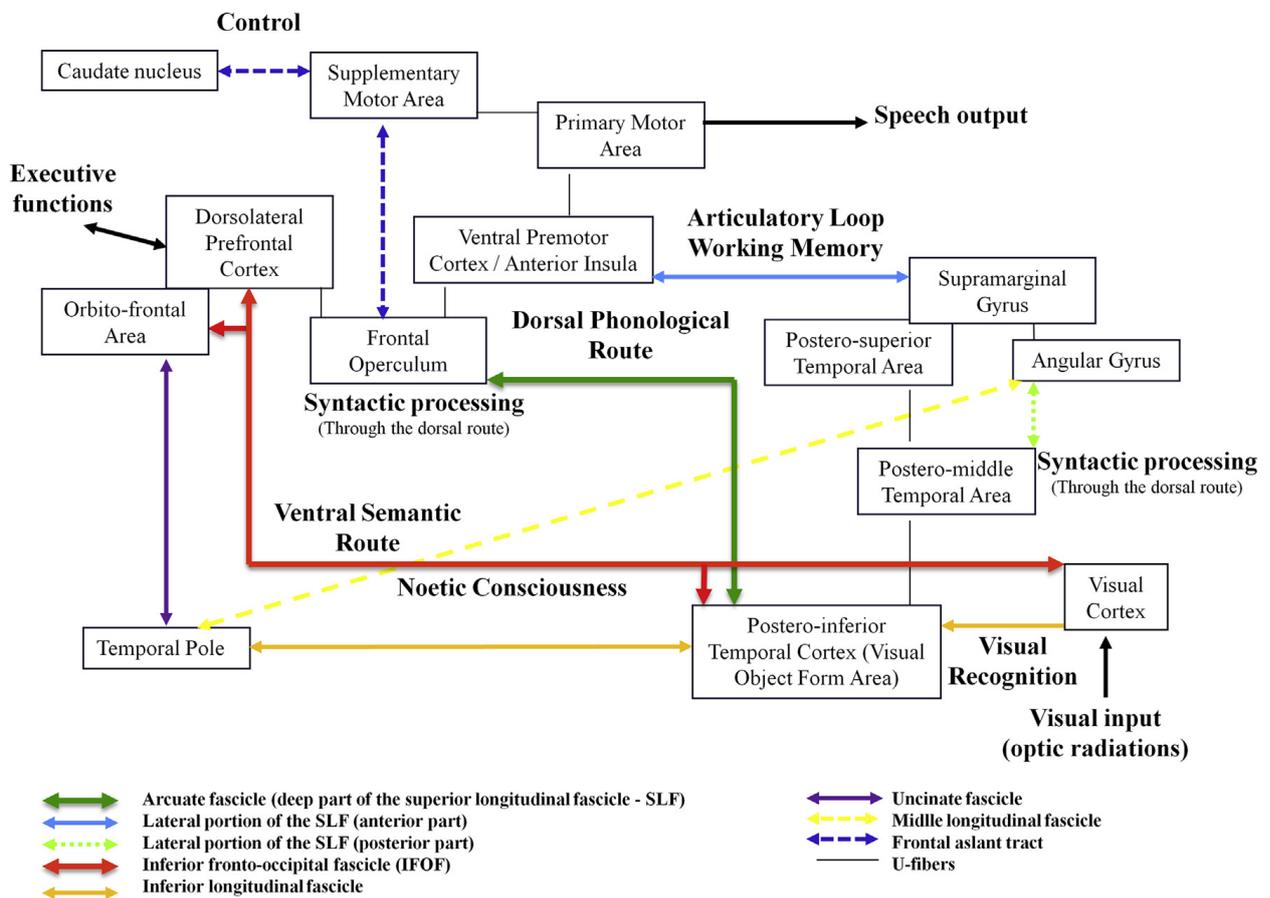


Figure 7 : Modèle revisité de connectivité anatomo-fonctionnelle du langage (Duffau, 2014)

Dans les suites de ces travaux, dans un article récent de Schumacher et al. (2019), certaines structures ont été identifiées comme impliquées dans des tâches langagières, mais aussi exécutives, chez le patient aphasique. Ainsi, sont identifiés des aires corticales et des faisceaux de substance blanche qui sembleraient associées à des aspects exécutifs non langagiers ayant un impact sur les performances du langage chez le patient aphasique.

Basés sur ces récents résultats, et au vu des éléments décrits précédemment, nous avons pu identifier des zones cruciales à priori afin de « pré sélectionner » des régions d'intérêt dans notre étude (cf. infra, partie matériel et méthode / imagerie).

## **1.3 Implications des processus attentionnels lors d'une tâche de dénomination**

Les mécanismes de traitement linguistique nécessaires pour réaliser une tâche de dénomination ne sont pas automatiques et requièrent une demande attentionnelle, qui peut être perturbée lors de l'exécution d'une tâche en parallèle. Suite à un accident vasculaire cérébral, cette capacité de dénomination est fréquemment touchée, et d'autant plus impactée lors de la réalisation d'une tâche simultanée.

### **1.3.1 Principe et intérêt des études en double-tâche**

L'étude des limites cognitives lors de l'exécution simultanée de deux tâches indépendantes a débuté au XIXème siècle grâce à Frédéric Paulhan, qui en 1887, eut l'idée d'élaborer la première étude utilisant une procédure en double-tâche. Il mit en évidence, grâce à ce protocole, « la possibilité de la mise en activité simultanée de deux systèmes psychiques ». Cependant, cette première étude comportait un certain nombre de biais méthodologiques qui ont limité la portée de ses conclusions (subjectivité des observations, complexité des tâches).

Ce n'est qu'au début du XXème siècle que des méthodes expérimentales plus rigoureuses ont été mises au point afin de s'affranchir de ces biais (mesure expérimentale par un tiers, tâches simplifiées). Pour cela, une démarche inspirée du champ expérimental de la psychologie a été utilisée afin d'identifier de façon reproductible les liens de cause à effet sous-tendus entre un stimulus et une réponse. C'est en 1931 que Telford construisit les fondements du paradigme PRP ou Période Réfractaire Psychologique moderne afin de découvrir si le phénomène d'excitabilité tissulaire physiologique, démontré par Marey en 1876, était applicable dans le cadre des réponses motrices volontaires chez l'homme. Il en conclut que la phase réfractaire physiologique observée suite à une contraction musculaire était équivalente au niveau cognitif suite à une réponse motrice et que cette phase constituait une limitation cognitive fondamentale appelée la période réfractaire psychologique.

Cette période réfractaire psychologique est aujourd'hui étudiée grâce à un protocole portant le même nom. Le protocole PRP consiste à exécuter deux tâches distinctes au cours du même essai et doit respecter quatre grandes caractéristiques :

- ✓ La nature des tâches doit être élémentaire : chaque tâche nécessite, à l'apparition d'un stimulus S présenté nettement (un son ou une lettre par exemple), d'exécuter une réponse motrice discrète (dire une monosyllabe ou appuyer sur une touche par exemple). Cette première caractéristique a pour but d'identifier de façon sérielle les processus mis en jeu lors de la réalisation de la tâche.
- ✓ Les stimuli des deux tâches doivent généralement emprunter des canaux sensoriels différents (signal auditif et signal visuel par exemple) de même que les réponses motrices empruntent généralement des canaux de sortie motrices différents (réponse vocale et manuelle par exemple). Le but est de réduire les conflits perceptifs et moteurs.
- ✓ La troisième caractéristique porte sur un contrôle précis de la durée séparant le premier (S1) du deuxième (S2) stimulus. Cette durée, appelée Stimulus Onset Asynchrony ou SOA, constitue une variable indépendante fondamentale dans l'étude de l'interférence en double tâche et varie généralement de quelques millisecondes à quelques centaines de millisecondes. La durée et le nombre des SOA sont fixes au cours d'une expérience PRP mais leur ordre d'apparition est aléatoire afin d'éviter tout phénomène d'anticipation. La différence des temps de réaction mesurés en fonction de la condition SOA court et SOA long permet de quantifier l'interférence entre les deux tâches.
- ✓ La dernière caractéristique concerne les consignes données aux participants quant à la réalisation des deux tâches. Les participants sont informés de la nécessité de répondre le plus vite et précisément possible aux deux tâches tout en accentuant la vitesse de réponse à la Tâche 1. L'objectif de ces instructions est de fixer le découlement temporel de traitement central de deux tâches. Ainsi, en accentuant la vitesse de réponse à la Tâche 1, les ressources centrales sont d'abord allouées à la Tâche 1, qui permet d'observer les conséquences de cette occupation sur le traitement de la Tâche 2.

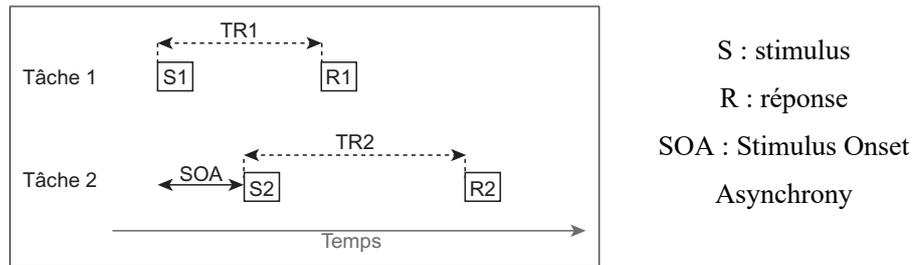


Figure 8 : Schéma du protocole de PRP consistant à effectuer deux tâches de temps de réaction.

Les données de nombreuses expériences utilisant le protocole PRP permettent de dresser un pattern très stable de réponses : le temps de réaction à la tâche 2 est plus long d'environ 300 ms dans la condition de SOA court (par exemple 15 ms) comparativement à la condition de SOA long (par exemple 1000 ms) (Pashler, 1994). Ce ralentissement, appelé effet PRP, a été observé en utilisant des tâches très diversifiées en termes d'entrées sensorielles et de sorties motrices, et de combinaisons entre elles (Hazeltine et al., 2006). L'effet PRP ne serait donc pas lié à une propriété des canaux d'entrée et sortie motrices mais aux traitements centraux.

### 1.3.2 Rôle de l'attention dans les processus pré- et post-lexicaux

Il a été mis en évidence, grâce à des études chronométriques, que la planification du langage n'est pas totalement automatique et qu'elle requière un certain niveau d'attention même s'il s'agit de l'une de nos habiletés psychomotrices les plus pratiquées (Roelofs, 2008). Il convient de préciser que le mot « attention » est un terme générique qui recouvre différents aspects de l'autorégulation (Posner, 2011). Posner & Fan (2007) distinguent ainsi trois aspects centraux de l'attention : l'alerte, l'orientation et le contrôle exécutif. La planification et l'exécution d'une tâche de dénomination peut s'avérer être plus difficile lorsque plusieurs réponses doivent être coordonnées. Ainsi le contrôle exécutif, que nous étudierons plus particulièrement, est impliqué pour prévenir les interférences entre plusieurs réponses alternatives et donc résoudre des conflits.

Une littérature croissante à partir de paradigmes en double tâche a permis de tester les exigences attentionnelles requises dans la production du langage (Ferreira & Pashler, 2002). L'idée sous-jacente est que la capacité attentionnelle est limitée et qu'elle ne peut être répartie entre plusieurs tâches nécessitant une certaine attention. La diminution de la performance dans des conditions de double tâche comparée à la performance réalisée en exécutant la même tâche de manière isolée est considérée comme la preuve d'une demande attentionnelle pour réaliser chacune de ces tâches.

Il existe un consensus général sur le fait que tous les processus d'encodage et de décodage du langage ne requièrent pas le même niveau attention et ne sont donc pas affectés de la même manière dans des conditions de double tâche. A partir d'études en double tâche couplées à des manipulations de variables psycholinguistiques tant lexicales que phonologiques, Ferreira et Pashler (2002) ont suggéré que la sélection lexicale requiert une demande attentionnelle et qu'elle ne peut être effectuée en double tâche sans affecter la tâche secondaire. Les processus post-lexicaux seraient quant à eux plus automatiques et leur réalisation en condition de double tâche ne modifieraient pas l'exécution de tâches concurrentes. Cette même constatation a été faite par Roelofs en 2008 et confirmée dans la revue de la littérature de Roelofs et Piai (2011).

Lorsque le langage est altéré chez les participants aphasiques suites à des lésions cérébrales, la réalisation d'une tâche simultanée semble d'autant plus impacter le langage (McNeil et al., 2006). La présence simultanée d'une aphasie et de troubles attentionnels a souvent été étudiée (Murray, 2012). Néanmoins, cette relation n'implique pas un lien de causalité et n'a que peu d'incidence sur la question de savoir quels processus langagiers requièrent une attention particulière. Quelques études en double-tâche chez des sujets aphasiques ont été menées pour déterminer spécifiquement si l'impact de la division de l'attention était amplifié dans des tâches langagières spécifiques. La plupart des études se sont concentrées sur la performance en matière de perception de la parole ou de compréhension du langage en comparant les performances en simple et en double tâche (Murray et al., 1997a, 1997b ; Tseng, et al., 1993).

Dans une série d'études, Murray et al (1997a, 1997b) ont mis en évidence que les décisions sémantiques et lexicales ainsi que les jugements grammaticaux sur les phrases auditives présentées, étaient perturbés chez les participants aphasiques par rapport aux sujets sains dans des conditions de double tâche consistant à écouter passivement ou à détecter activement des sons concurrents. Par ailleurs, Murray (2000) a évalué les effets d'une double tâche sur la production du langage chez des sujets aphasiques. Ces derniers ont réalisé des productions moins précises dans les conditions de double tâche avec une augmentation des erreurs sémantiques et lexicales, mais pas des erreurs phonologiques. Ainsi, les processus lexico-sémantiques sont sous contrôle attentionnel et l'interférence de la double tâche sur la sélection lexicale est amplifiée chez les sujets cérébrolésés.

Plus récemment, des études portant sur des sujets sains (Cook & Meyer, 2008 ; Laganaro et al., 2019a) et des sujets cérébrolésés (aphasiques) (Laganaro et al., 2019b) ont souligné le rôle de l'attention dans les processus post-lexicaux. Cette étude repose sur le principe que si le processus d'encodage implique un contrôle attentionnel, ce contrôle devrait

être encore plus important lorsque le processus d'encodage est perturbé du fait de lésions cérébrales. Pour cela, Laganaro et al (2019b) ont inclus douze participants produisant des erreurs lexicales ou phonologiques suite à un accident vasculaire cérébral gauche et onze patients sains qui ont réalisé une épreuve de dénomination en double tâche avec un stimuli auditif concurrent verbal et non verbal. Ce stimuli auditif apparaissait 300 ms après l'apparition de l'image (SOA = 300ms), latence sélectionnée car comme vu précédemment elle semblerait correspondre au déroulement des processus lexicaux. L'impact de la double tâche en termes de précision et/ou de temps de réaction a été observé dans les deux groupes de participants et dans les deux tâches de dénomination d'image et de détection de stimulus auditifs. De plus, l'interférence sur la production de mots semble augmenter en allongeant le SOA dans les doubles tâches chez les locuteurs sains et une augmentation des erreurs phonologiques a été spécifiquement retrouvée chez les participants dont l'encodage phonologique était déficitaire et lorsque les stimuli concomitants apparaissaient au SOA de +300 ms.

Toutefois, on ne sait toujours pas si différents profils anomiques (par exemple, sémantique-lexical vs phonologique) répondraient spécifiquement à différents SOAs. Si la plupart des processus de planification des mots sont sous contrôle attentionnel, l'interférence devrait être maximale pour des SOAs précoces pour les participants ayant une déficience lexicale-sémantique et pour des SOAs tardives pour les participants ayant une déficience phonologique.

## **1.4 Hypothèse de travail et objectifs**

L'objectif de ce travail était d'explorer les interférences dues à des délais de SOA variables lors d'une double tâche de dénomination passive (dénommer des images tout en ignorant les stimuli auditifs) et une double tâche active (dénommer des images tout en détectant un stimuli auditif spécifique)

Dans ce contexte, nous faisons l'hypothèse qu'il existera des différences dans les productions de patients aphasiques en fonction du délai du SOA. Cette perturbation variera en fonction du délai du SOA et de la tâche à réaliser (passive ou active). De plus, si nous constatons une différence, nous essayerons de décrire le délai et le type de perturbation de production, afin de voir si ceux-ci correspondent. Par exemple, un patient présentant des troubles lexico-sémantiques présenterait plus de perturbations à des temps plus précoces correspondant à ce processus, alors qu'un patient présentant des troubles phonologiques présenterait de plus grandes difficultés à des temps plus tardifs correspondants aux processus phonologiques.

## 4. METHODE

### 1.5 Population

Des participants atteints d'aphasie légère suite à un Accident Vasculaire Cérébral (AVC) de l'hémisphère gauche ont été recrutés dans l'unité hospitalière de rééducation de Bordeaux, d'après les critères d'inclusion suivants : personne native francophone, souffrant d'aphasie avec anomie modérée à légère mais produisant une certaine quantité de paraphasies lexicales et/ou phonologiques dans les tâches de dénomination d'image et avec une compréhension épargnée ou légèrement altérée.

Dix-huit participants ont été retenus : neuf femmes et neuf hommes, dont les caractéristiques sont présentées en tableau 2. Les figures 9 et 10 présentent les lésions cérébrales des patients et l'overlap de toutes ces lésions. Tous les participants ont donné leur consentement éclairé écrit pour participer et étaient inclus dans une étude plus large incluant ces bilans de langage, et approuvées par un CPP et en accord avec la déclaration d'Helsinki.

Tableau 2 : données démographiques et cliniques des participants à l'étude

PARTICIPANT	AGE	SEXE	LATERALITE	NATURE AVC	DELAI POST-AVC (mois)
P1	44	F	droitier	ischémique	61
P2	47	F	droitier	hémorragique	72
P3	54	F	droitier	hémorragique	82
P4	35	F	droitier	ischémique	20
P5	74	H	droitier	hémorragique	16
P6	73	H	droitier	ischémique	21
P7	59	H	droitier	ischémique	14
P8	72	H	droitier	ischémique	31
P9	62	F	droitier	ischémique	156
P10	61	H	droitier	ischémique	14
P11	44	F	droitier	hémorragique	45
P12	67	H	droitier	ischémique	31
P13	71	H	droitier	ischémique	16
P14	80	F	droitier	ischémique	30
P15	39	H	droitier	ischémique	74
P16	86	F	droitier	ischémique	9
P17	67	H	droitier	ischémique	38
P18	53	F	droitier	ischémique	36

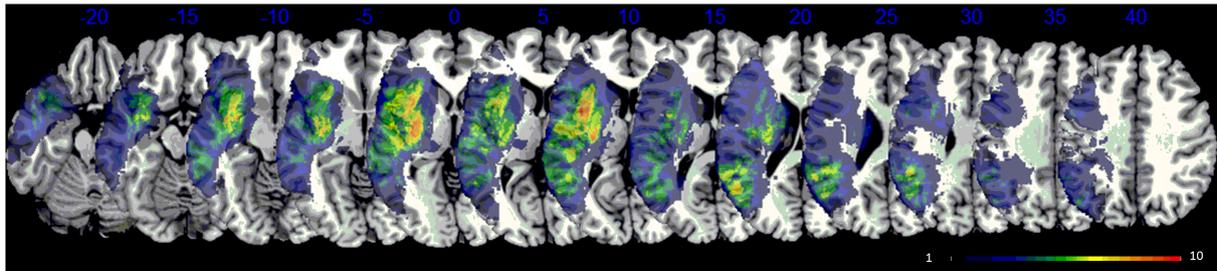


Figure 9 : représentation des lésions cérébrales des dix-huit patients et de l'overlap de ces lésions (les nuances de mauve représentant la lésion d'un patient, le nombre de lésions communes aux patients augmentant progressivement jusqu'au rouge)

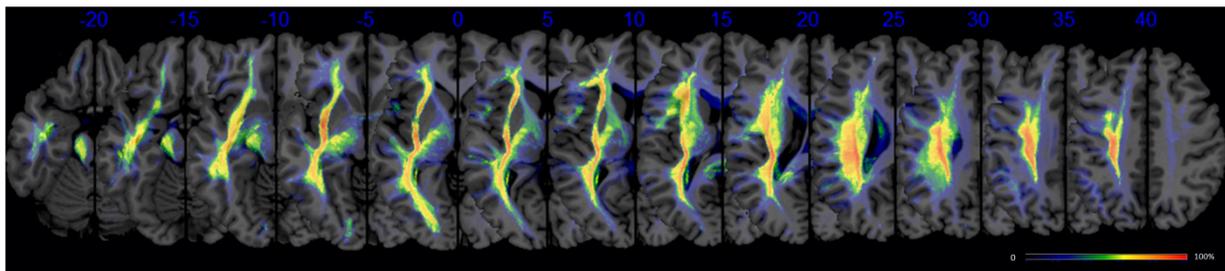


Figure 10 : représentation disconnectome, overlap de tous les patients (les nuances de mauve représentant la lésion d'un patient, le nombre de lésions communes aux patients augmentant progressivement jusqu'au rouge)

## 1.6 Procédure

Plusieurs tâches comportementales langagières ont été réalisées. Le patient était confortablement assis devant un ordinateur portable, l'écran à environ 80 cm en face de lui, l'investigateur à côté, silencieux, ne faisant que donner la consigne à l'oral en plus des consignes écrites. Les tâches comportementales ont été réalisées sous E-Prime 2.0. L'évaluation du langage de manière standardisée a été réalisée par la BECLA (Macoir et al., 2016). Après une séance de familiarisation à la dénomination pendant laquelle les stimuli ont été présentés, dénommés, et/ou corrigés par l'investigateur en cas d'erreur ou de doute, et après une séance de familiarisation à la reconnaissance de syllabe afin de s'assurer de la bonne compréhension et reconnaissance des stimuli présentés, le patient a réalisé une tâche passive de dénomination ainsi qu'une tâche active combinant dénomination et détection auditive/reconnaissance de syllabe (cf. ci-dessous).

## **Stimuli**

### Tâche de détection auditive

Quatre syllabes différentes (/mi/, /na/, /ri/ et /fo/) ont constitué les stimuli de la tâche de détection auditive. Ces syllabes ont été sélectionnées de façon à ce qu'elles ne correspondent pas à la syllabe initiale du mot cible. La syllabe cible lors de la tâche de détection auditive était toujours /fo/. Ces syllabes ont été enregistrées par une voix féminine, normalisées et égalisées via le logiciel AUDACITY. L'intensité du stimulus auditif était ajustée selon les préférences de chaque participant durant la phase d'essai.

### Tâche de dénomination

90 items-cibles et 18 fillers (items associés au distracteur cible /fo/) ainsi que les noms correspondants ont été sélectionnés depuis la banque d'images BOSS (Bank of Standardized Stimuli, Bordeur et al., versions 2010 et 2014). Toutes les images correspondaient à des objets communs avec un fort taux d'agrément (> 70%) sauf pour « vélo » et « moulin », lorsque cette donnée était disponible.

Chaque liste administrée comportait 216 items. Parmi ces items, elle comprenait 90 items-cibles en simple tâche (et 18 fillers) ainsi que 90 items-cibles en double tâche avec les syllabes /ri/ (30 fois), /na/ (30 fois) et /mi/ (30 fois) (et 18 fillers avec la syllabe /fo/).

Du fait de la présence de trois SOAs (150 – 300 – 450ms) différents, trois listes parallèles pour les 90 items-cibles ont été créées (A, B et C). Ces listes ont été réparties de façon équivalente entre les sujets, c'est-à-dire qu'un sujet X a passé les 30 items de la liste A avec un SOA +150ms, la liste B avec un SOA +300ms et la liste C avec un SOA +450ms, alors qu'un autre sujet Y passera par exemple la liste A avec un SOA +450ms, la liste B avec un SOA +300ms et la liste C avec un SOA +450ms. Ces trois listes ont été appariées sur plusieurs variables psycholinguistiques associées aux images et aux mots correspondants : la complexité visuelle subjective, la familiarité, la longueur des mots (nombre de phonèmes et structure syllabique) et la fréquence lexicale.

## **Procédure**

Les participants ont réalisé la tâche de dénomination et la tâche de détection auditive en condition de double-tâche : une double tâche passive (dénommer des images tout en ignorant les stimuli auditifs) et une double tâche active (dénommer des images tout en détectant un stimuli auditif spécifique). Les participants avaient la possibilité de réaliser l'ensemble de la procédure en deux sessions (chaque session durant environ 45 minutes) à condition que la deuxième session ait lieu moins d'un mois après la première.

Tous les participants ont été soumis à la même procédure. Au cours de chaque session, les participants devaient dénommer des images présentées sur un écran aussi rapidement que possible, sans déterminant, et en évitant au maximum les productions correspondant à des hésitations (par exemple « heuuuuu »). Les images étaient présentées de manière randomisée sur un écran noir à une taille constante de 245 x 240 pixels. Chaque essai commençait par la fixation d'une croix présentée pendant 500 ms, suivie d'une image qui restait à l'écran pendant 5000ms au maximum ou bien jusqu'à ce que l'expérimentateur clique sur la souris d'ordinateur suite à la réponse donnée par le participant. L'enregistrement audio débutait dès la présentation de l'image et pendant 5000 ms au maximum. Des pauses étaient possibles en fonction de la fatigabilité du patient.

Lors de la tâche passive, illustrée par la figure 11, les patients devaient dénommer l'image présentée le plus rapidement possible tout en ignorant le stimulus auditif.



Figure 11 : schématisation de la tâche passive réalisée par chaque participant au cours de l'étude

Lors de la tâche active, les patients devaient détecter le stimulus auditif correspondant à la syllabe /fo/ et appuyer sur une touche du clavier tout en dénommant l'image présentée. Cela représentait 17% des cas, soit 18 essais sur 108 essais au total. La figure 12 résume la procédure lors de la double-tâche active.

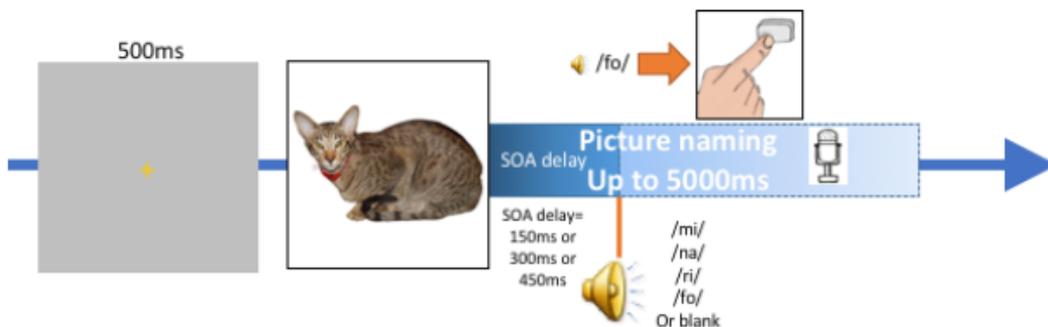


Figure 12 : schématisation de la tâche active réalisée par chaque participant au cours de l'étude

## ***Imagerie cérébrale***

Tous les patients exceptés un (P18) ont eu une IRM cérébrale dans le cadre de leur prise en charge clinique dans les premiers jours suivant l'AVC, incluant des séquences FLAIR (Fluid Attenuated Inverse Recovery), DWI (diffusion-weighted imaging) et la séquence pondérée T2\*. Les acquisitions IRM ont été réalisées sur les trois systèmes IRM utilisés au CHU de Bordeaux (Philips Achieva, Philips Medical Systems ; Siemens avanto, Siemens ; GE Discovery MR750w). Les IRM 2D DWI ont été acquises incluant une valeur b maximale = 1000 et une épaisseur de coupe de 3 à 5 mm. Les IRM FLAIR et pondérées en T2\* ont été acquises avec une épaisseur de coupe de 1 à 5 mm.

Concernant l'analyse des imageries cérébrales issues de la phase aiguë en routine clinique (Zavanone et al. 2018), nous avons, dans un premier temps, importé les coupes axiales des imageries en DWI, ou pondérées en T2\* pour les hémorragies intracérébrales, avec le logiciel gratuit MRlcron (Version 6 juin 2013 ; Chris Rorden, Columbia, SC, USA ; [www.mricron.com](http://www.mricron.com)). Les lésions ont été dessinées manuellement sur les images en DWI ou pondérées T2\* en tant que régions d'intérêt par deux investigateurs formés, en aveugle des données cliniques. La taille de la lésion a été calculée. Les images DWI B-value = 0 ont été normalisées selon un modèle de cerveau standard (Institut neurologique de Montréal, <http://www.mni.mcgill.ca/>) à l'aide d'outils de déformation rigide et élastique fournis dans le logiciel Statistical Parametric Mapping 12 (SPM12, <http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm>). La même déformation a été appliquée pour les régions d'intérêt correspondant aux lésions. La "taille normalisée" de la lésion a également été estimée pour mieux la comparer, en tenant compte de la variabilité interindividuelle du volume du cerveau. Les cartes de lésions normalisées obtenues ont ensuite été appliquées dans le template AAL afin d'identifier les régions corticales lésées, notamment la proportion de ces aires correspondant à la lésion.

Afin d'estimer les dysconnexions des faisceaux de substance blanche, nous avons utilisé le masque de ces lésions normalisées dans une analyse utilisant le logiciel Tractotron (<http://toolkit.bcblab.com>). Ce logiciel utilise des atlas des voies de la substance blanche récemment publiés dans le référentiel d'atlas MNI152 (Montreal Neurological Institute) pour déterminer le modèle de dysconnexion induit par une lésion au niveau individuel (Rojkova et al., 2016). Pour une lésion donnée, Tractotron fournit une probabilité et une proportion de dysconnexion pour presque toutes les voies connues (Foulon et al., 2018). Les patients avec une probabilité de déconnexion supérieure à 50% (0,5) sont généralement considérés comme déconnectés. Au-dessus d'une probabilité de déconnexion de 50%, le faisceau est plus susceptible d'être déconnecté que de ne pas l'être. Le logiciel Disconnectome map obtient, en « format image », les dysconnexions significatives.

Certaines aires corticales ou faisceaux de substance blanche critiques connues pour être impliquées dans les tâches langagières, particulièrement les aspects phonologiques et sémantiques, sont reliées aux habiletés exécutives impactant ces aspects langagiers chez le patient aphasique (cf. supra, introduction). Ainsi, d'après les résultats de Schumacher et al. (2019), nous avons retenu comme région d'intérêt au niveau de l'hémisphère gauche : noyau accumbens, gyrus angulaire, pôle frontal, hippocampe, partie triangulaire du gyrus frontal inférieur, faisceau longitudinal inférieur, gyrus temporal inférieur postérieur, gyrus temporal inférieur temporo-occipital, parties latérales inférieure et supérieure du lobe occipital, précunéus, gyrus frontal moyen, gyrus temporal moyen temporo-occipital, gyrus occipital fusiforme, pôle occipital, gyrus parahippocampique antérieur, planum temporale, gyrus sub-calleux, faisceau longitudinal supérieur, aire motrice supplémentaire, gyrus supramarginal postérieur, gyrus fusiforme temporal postérieur, pôle temporal et la thalamus.

Nous n'avons pas retenu les aires lésées ou épargnées chez la totalité des patients. Ainsi, nous avons spécifiquement analysé les aires suivantes de l'hémisphère gauche : aire thalamique antérieure, faisceau arqué antérieur, long et postérieur, fibres en U, faisceau frontal longitudinal inférieur et supérieur, faisceau fronto-occipital inférieur, gyrus angulaire inférieur longitudinal, faisceau frontal inférieur et moyen, gyrus fusiforme, gyrus de Heschl, aire parahippocampique, faisceau pariétal inférieur et supérieur, aire précentrale, précunéus, aire motrice supplémentaire, aire supramarginale, aire temporale moyenne et supérieur, le thalamus ainsi que le précunéus droit.

## 1.7 Pré-analyse

Toutes les productions verbales ont été analysées à l'aide du logiciel Check Vocal (CheckVocal 2.2.6 ; Protopapas, 2007) pour définir l'exactitude des réponses ainsi que le temps de réaction. Pour qu'une réponse soit correcte, la production devait correspondre au nom attendu dans les cinq secondes. Cela pouvait inclure des productions précédées d'un déterminant ou d'une hésitation, auxquels cas le temps de réaction n'était par contre pas retenu. Toutes les réponses erronées ont été codées à l'aide de trois catégories différentes : pas de réponse (pas de production orale au cours des cinq secondes), erreurs lexicales-sémantiques ou erreurs phonologiques. Les erreurs lexicales-sémantiques incluaient les paraphasies sémantiques, les erreurs lexicales sans lien phonologique ou sémantique et les persévérations verbales d'un item précédent. Les erreurs phonologiques incluaient les néologismes, les paraphasies phonémiques et les conduites d'approche. Les substitutions d'un seul phonème entraînant une production lexicale sans lien sémantique étaient également considérées comme des erreurs phonologiques. Les erreurs mixtes quant à elles, définies comme des mots sémantiquement liés partageant au moins la moitié des phonèmes avec la

cible étaient attribuées aux deux catégories (sémantique et phonologique). Le codage des erreurs a été réalisé par un premier investigateur et vérifié par un deuxième, orthophoniste.

Afin de ne pas traiter les données aberrantes, nous avons exclu des analyses les temps de réaction supérieurs ou inférieurs à 3 écarts-types de la moyenne de chaque sujet. Par ailleurs, les essais lors de la double-tâche active conduisant à appuyer sur une touche de clavier (lors de la détection de la syllabe /fo/) ont été exclus des analyses pour éviter un « effet triple-tâche » (dénomination d'image, détection de syllabes et commande motrice pour appuyer sur la touche).

## 1.8 Statistiques

Nous avons réalisé des analyses descriptives puis nous avons exploré l'interférence via un modèle mixte logistique à effet aléatoire avec pour variable dépendante le nombre d'erreurs, pour facteurs fixes le type de tâche (i.e. active VS passive), le délai du SOA (i.e. absent, 150ms 300ms 450ms) et leur interaction, et pour facteurs aléatoires, le sujet, l'image à dénommer et l'ordre de répétition (les images à dénommer apparaissaient 2 fois, soit associée à un distracteurs soit non, et cet ordre était pris en compte en tant que facteur aléatoire). Une même approche avec les mêmes facteurs fixes et aléatoires a été réalisée avec pour variable dépendante le type d'erreur de production (paraphrasies phonémiques, sémantiques, non réponse). Enfin, un modèle mixte linéaire avec les mêmes facteurs fixes et aléatoires a été réalisé, avec pour variable dépendante le temps de réaction préalablement transformé par fonction logarithmique, afin d'obtenir une variable normale.

Afin d'identifier un possible impact d'une lésion corticale ou sous corticale dans des régions d'intérêt (cf. supra), nous avons réalisé le même modèle mixte linéaire en incluant en variables aléatoires les régions d'intérêts c'est-à-dire une dysconnexion de faisceau et la proportion d'une aire de substance grise lésée, considérant les régions d'intérêt citées en supra. Nous avons réalisé une analyse de l'effet de ces facteurs aléatoire afin d'identifier les régions d'intérêt qui avaient un impact sur la variation du modèle mixte. Une p-value < 0.05 était considérée comme statistiquement significative. Les analyses ont été réalisées sur R (R-project.org).

## 5. RESULTATS

Au sujet de la production des patients, les évaluations à partir de la BECLA mettent en évidence le fait que l'ensemble des participants présentent une aphasie légère. En effet, les scores totaux des participants (en excluant P16 du fait des valeurs manquantes) varient de 81 à 105 sur un total de 105. Le participant P07 n'a d'ailleurs fait aucune erreur. On observe qu'aucun patient ne semble avoir une aphasie à prédominance lexico-sémantique car les scores sémantiques varient de 54 à 60 sur un total de 60 (score moyen de 58,2 points). Le profil d'aphasie phonologique semble majoritaire avec des scores légèrement moins performants (allant de 26 à 45 avec un score moyen de 40,6 points) notamment pour P12 et P15. Toutefois, concernant le type d'erreurs, on observe que quatre sujets (P02, P03, P09 et P15) ont un profil de réponses particulier car chez ces patients, le type d'erreurs prédominant lors des deux tâches est la non-réponse.

De plus, nous remarquons une hétérogénéité liée à la sévérité variée des patterns aphasiques de nos patients. Le pourcentage d'erreurs lors des tâches passive et active est de 19% en moyenne. Seul un patient (P15) présente une production erronée dans plus de 50% des cas et seuls quatre patients (P02, P06, P09 et P10) présentent une production erronée dans au moins 20% des cas. Le reste de la population étudiée présente une production efficace (pourcentage d'erreurs compris entre 4,5 et 19,5%). Le tableau 3 résume ces données descriptives.

Concernant le temps de réaction (TR) lors de la tâche de dénomination, les résultats illustrés dans la figure 13, montrent avant tout que le TR moyen est plus court lors de la tâche passive (moyenne : 1244 ms, écart-type : 663) que lors de la tâche active (moyenne : 1454 ms, écart-type : 732) ( $t_{(2,23)} = -6.478$ ,  $p=0.0174$ ). De plus, dès lors qu'un distracteur auditif est présent, les TRs s'allongent de façon significative que ce soit pour la tâche active que pour la tâche passive. Ainsi, nous remarquons un allongement significatif des TRs en considérant l'interaction de la tâche (active VS passive) et du SOA : 150ms ( $t_{(5157.15)} = -9.357$ ,  $p<0.001$ ), 300ms ( $t_{(5152.99)} = -7.503$ ,  $p<0.001$ ), 450ms ( $t_{(5148.02)} = -5.967$ ,  $p<0.001$ ).

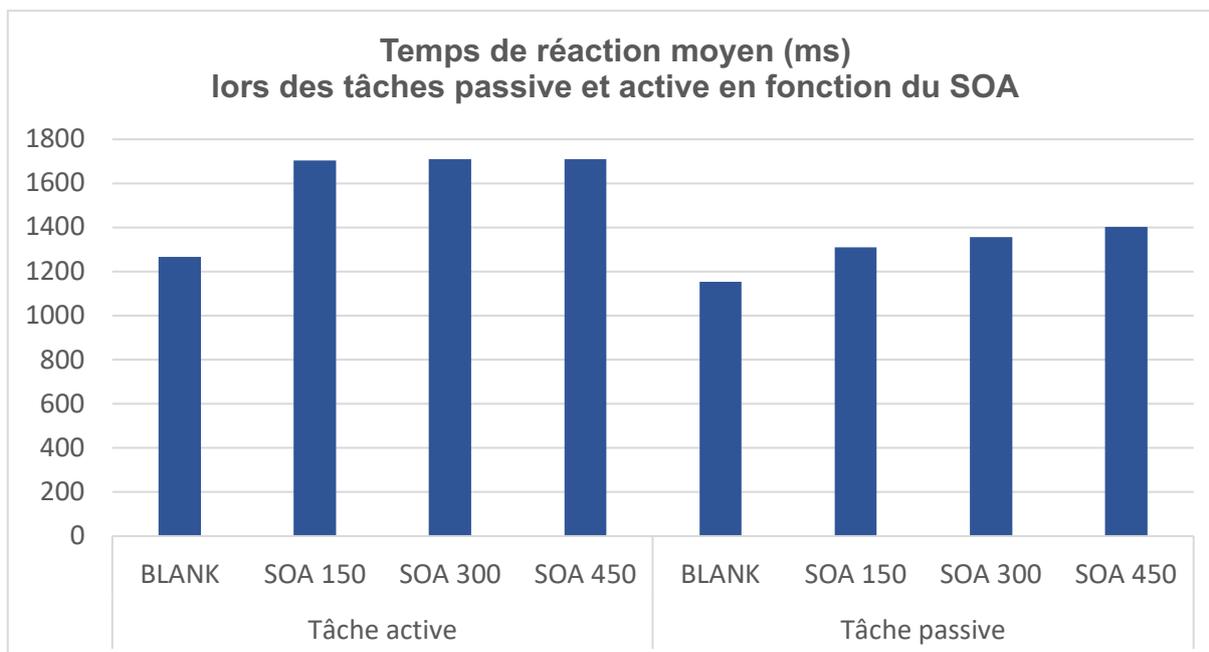
**Tableau 3** : description des données de l'évaluation du langage à partir de la BECLA et des données expérimentales obtenues au cours de notre expérimentation.

*Évaluation sémantique (BECLA)* : Tache 5 : appariement sémantique d'images ; Tache 6 : appariement mot entendu-image ; Tache 7 : appariement sémantique de mots écrits

*Évaluation phonologique (BECLA)* : Tache 8 : dénomination orale d'images ; Tache 9 : répétition de mots ; Tache 10 : répétition de non-mots

PS : Paraphasie Sémantique ; PP : Paraphasie Phonologique ; PV : Paraphasie Verbale ; NR : No Response ND : Non Disponible

PATIENT	EVALUATION - BECLA						DONNEES EXPERIMENTALES													
							DOUBLE-TACHE PASSIVE						DOUBLE-TACHE ACTIVE							
	TRAITEMENT SEMANTIQUE			PRODUCTION ORALE DE MOTS			NOMBRE D'ERREURS		TYPES D'ERREURS			TEMPS DE REACTION		NOMBRE D'ERREURS		TYPES D'ERREURS			TEMPS DE REACTION	
	Tâche 5 (/20)	Tâche 6 (/20)	Tâche 7 (/20)	Tâche 8 (/20)	Tâche 11 (/15)	Tâche 12 (/10)	Valeurs brutes	%	PS	PP	NR	Moyenne (ms)	Ecart -type	Valeurs brutes	%	PS	PP	NR	Moyenne (ms)	Ecart-type
P01	20	20	20	19	14	10	27	13	8	18	0	819	250	9	4	3	4	2	1164	450
P02	18	20	19	19	15	8	42	19	5	5	31	1621	765	52	24	7	6	39	2143	891
P03	19	20	20	19	15	9	24	11	2	3	19	2863	1008	29	13	1	2	25	2981	755
P04	20	20	20	19	15	10	30	14	2	28	0	985	275	19	9	2	17	0	1206	358
P05	19	19	19	19	15	6	17	8	6	4	5	1136	306	18	8	8	4	6	1425	612
P06	19	20	19	19	13	7	49	23	2	41	6	1463	384	62	29	4	49	8	1540	528
P07	20	20	20	20	15	10	10	5	2	7	0	717	202	9	4	0	8	1	1035	405
P08	20	20	20	17	15	9	30	14	12	8	9	1372	354	45	21	16	14	14	1652	712
P09	19	18	17	18	15	10	53	25	9	4	40	1606	524	62	29	11	7	44	1785	774
P10	20	19	20	19	11	10	78	36	1	77	0	910	192	103	48	0	102	1	1201	450
P11	20	20	20	18	15	8	30	14	8	21	1	1030	256	30	14	3	19	6	1547	639
P12	20	20	20	18	12	4	31	14	5	17	9	1386	411	28	13	4	18	6	1672	552
P13	19	19	18	17	18	10	22	10	6	10	5	1138	304	15	7	9	3	3	1211	349
P14	20	20	20	18	14	7	14	6	4	9	1	1064	244	15	7	2	13	0	1129	307
P15	19	18	18	7	13	6	186	86	20	16	150	2173	793	171	79	20	10	141	2410	1047
P16	17	ND	ND	13	ND	ND	43	20	24	15	4	981	293	41	19	18	12	11	1213	549
P17	18	20	20	18	15	10	17	8	8	8	1	1101	278	11	5	3	6	2	1105	330
P18	20	20	17	17	15	10	20	9	8	7	5	974	266	16	7	6	8	2	1222	352



**Figure 13 :** différence des temps de réaction en ms selon la présence ou non d'un distracteur lors des tâches de dénomination active et passive

*BLANK : absence de distracteur auditif*

*SOA 150 : distracteur auditif /na/, /ri/ou /mi/ au SOA de +150ms*

*SOA 300 : distracteur auditif /na/, /ri/ou /mi/ au SOA de +300ms*

*SOA 450 : distracteur auditif /na/, /ri/ou /mi/ au SOA de +450ms*

Pour ce qui est du taux de production erronée, on observe un nombre total d'erreurs équivalent entre la tâche active (628 erreurs) et la tâche passive (590 erreurs). Les données expérimentales semblent concorder avec les évaluations de la BECLA puisque les paraphrasies produites par les participants sont principalement des erreurs phonologiques lors des deux tâches (254 et 236 erreurs phonologiques contre 92 et 102 erreurs phonologiques pour les tâches active et passive respectivement). On observe un nombre non négligeable de non-réponses, équivalent lors des tâches active (259) et passive (254) et qui représente le type d'erreur prépondérant. L'ensemble de ces données est résumé dans le tableau 4.

Tableau 4 : nombre et types d'erreurs selon la présence et le délai d'un distracteur auditif lors des tâches de dénomination active et passive

*Blank* : absence de distracteur auditif

SOA 150 : distracteur auditif /na/, /ri/ou /mi/ au SOA de +150ms

NR : Non Réponse, PP : Paraphasie Phonologique, PS : Paraphasie Sémantique

	NR	PP	PS	Autres (PV, PM)	Nombre total d'erreurs
<b>Tâche active</b>	<b>259</b>	<b>254</b>	<b>92</b>	<b>23</b>	<b>628</b>
Blank	126	132	49	14	321
SOA 150	54	39	14	4	111
SOA 300	39	39	12	2	92
SOA 450	40	44	17	3	104
<b>Tâche passive</b>	<b>246</b>	<b>236</b>	<b>102</b>	<b>6</b>	<b>590</b>
Blank	118	129	57	4	308
SOA 150	42	28	16	2	88
SOA 300	42	39	14	0	95
SOA 450	44	40	15	0	99

Cependant, considérant les résultats du modèle mixte, nous ne remarquons pas d'effet significatif de l'interaction de la tâche (active VS passive) et du SOA (détails des résultats de tous les modèles en annexe 3). Nous remarquons uniquement un effet significatif des SOA 150ms et 450ms sans considérer le type de tâche (respectivement  $t_{(0.14)}=-2.794$ ,  $p=0.005$  et  $t_{(0.15)}=-2.212$ ,  $p=0.027$ ).

Concernant le type d'erreurs, considérant les résultats du modèle mixte, nous ne remarquons pas d'effet significatif de l'interaction de la tâche (active VS passive) et du SOA (détails des résultats de tous les modèles en annexe 3). Nous remarquons uniquement une tendance pour le SOA 150ms ( $t_{(0.35)}=-1.902$ ,  $p=0.057$ ) avec pour ce SOA plus de non réponse en proportion, que la tâche soit active ou passive.

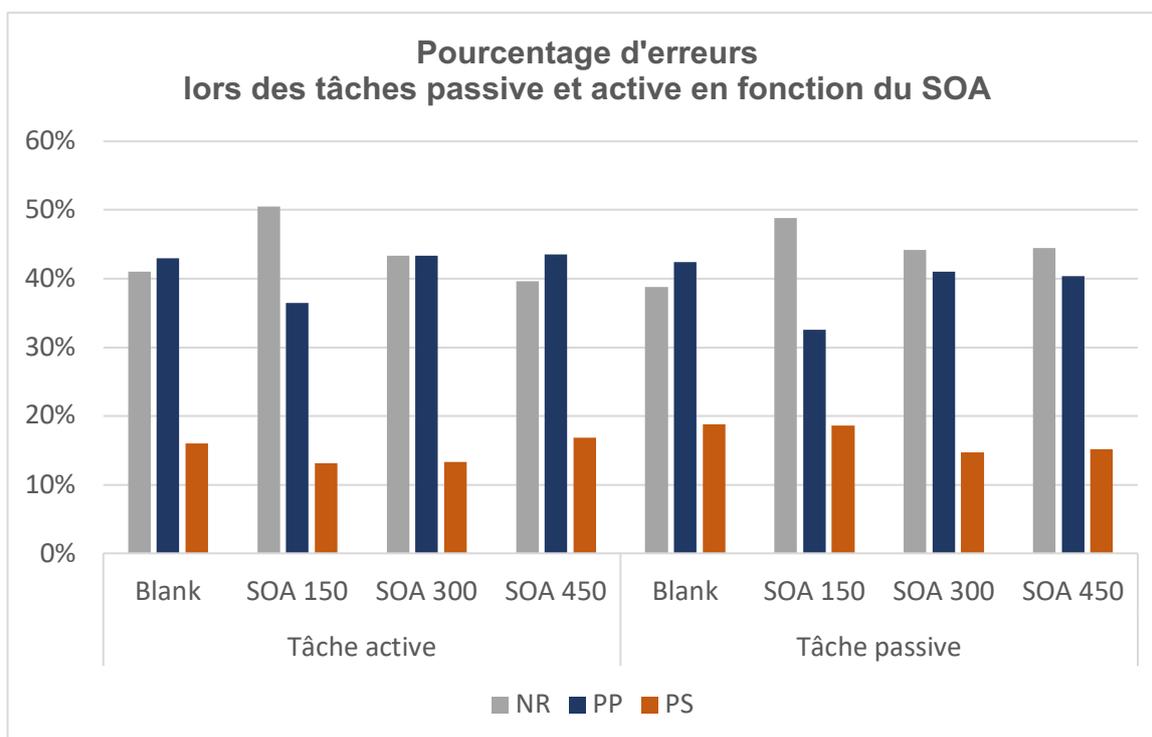


Figure 14 : pourcentage d'erreurs (NR, PP et PS uniquement) lors de la production orale en tâche active et passive en fonction de la présence ou non d'un stimulus auditif ainsi que du SOA

*NR : No Response ; PP : Paraphrasie Phonologique ; PS : Paraphrasie Sémantique*

*Blank : absence de distracteur auditif.*

*SOA 150 : distracteur auditif /na/, /ri/ou /mi/ au SOA de +150ms*

Concernant le traitement des imageries cérébrales, nous retrouvons une grande hétérogénéité de localisation et de taille des lésions vasculaires cérébrales et des disconnectomes. Nous remarquons tout de même un effet de certaines régions d'intérêt sur les temps de réaction en considérant l'interaction des facteurs tâches (active VS passive) et SOA (aucun, 150-300-450ms), avec un effet significatif d'une dysconnexion du faisceau frontal longitudinal supérieur (Likelihood ratio (1) = 9.8,  $p = 0.003$ ), et une tendance pour les aires parahippocampique, pariétale supérieure et supramarginale à gauche (respectivement  $p = 0.081$ ,  $p = 0.074$ ,  $p = 0.081$ , voir annexe 3 pour les détails). Les temps de réaction étaient plus longs chez les patients présentant ces lésions.

## 6. DISCUSSION

### Rappels des résultats

L'objectif de ce travail était d'explorer les interférences dues à des délais de SOA variables lors d'une double tâche active de dénomination associée à une tâche de reconnaissance auditive de syllabe et lors d'une double tâche passive de dénomination. Les principaux résultats sont i) qu'il existe un effet de la double tâche sur le temps de réaction avec un allongement de ce temps de réaction significativement plus important lors de la double tâche active par rapport à la double tâche passive. ii) qu'il existe un effet de la double tâche sur le taux d'erreurs de dénomination, avec plus d'erreurs au cours des tâches de détection en présence d'un stimulus auditif, que ce soit pour les tâches passive ou active. iii) qu'il n'y a pas de différence significative du type d'erreurs en fonction du SOA même s'il se dégage une tendance à produire plus d'erreurs phonologiques pour des SOAs tardifs (300-450 ms) et plus de non-réponses pour des SOAs précoces (150 ms) que ce soit en double tâche active ou passive. iv) qu'il existe un effet significatif d'une dysconnexion du faisceau frontal longitudinal supérieur sur le temps de réaction.

### Résultats par rapport à la littérature

Dans l'ensemble, les résultats montrent que la performance des sujets aphasiques est impactée dans des conditions de double-tâche que ce soit pour la dénomination d'images ou bien la détection de stimuli auditifs, indiquant que ces deux processus requièrent une demande attentionnelle. L'attention doit en effet être divisée entre les deux tâches actives, retardant l'exécution ou affectant l'efficacité de chacune des tâches.

En 2000, Murray avait déjà étudié l'impact de la double-tâche dans la production du langage chez des patients aphasiques. Un groupe contrôle et un groupe présentant une aphasie légère devaient compléter une phrase à bas ou haut niveau de contrainte, en condition unique et lors d'une tâche de discrimination de syllabes. Les résultats avaient mis en évidence que les sujets présentant une aphasie complétaient les phrases de façon moins efficace que les sujets sains en condition de simple et double-tâche, et qu'ils commettaient plus d'erreurs en situation d'attention divisée. Les résultats de notre étude aboutissent à la même constatation concernant le temps de réaction avec un temps de réaction augmenté lors de la tâche de dénomination en attention divisée.

Cependant, le nombre d'erreurs n'est pas significativement augmenté dans notre étude lors de la double-tâche active en comparaison aux résultats de la double tâche passive, alors qu'on aurait pu s'attendre, comme dans l'étude de Murray à une moindre efficacité de réponses lors de la double-tâche active. Une explication possible à cela réside dans le fait que, malgré la consigne d'ignorer les distracteurs auditifs, l'écoute passive requiert malgré tout une certaine attention, aboutissant donc à une interférence attentionnelle. Ce phénomène est probablement amplifié par l'apparition des stimuli auditifs à des délais variables qui ne permettait pas aux participants d'anticiper l'apparition de ce stimulus.

Dans l'étude de Laganaro et al. (2019a), à partir d'un protocole en double-tâche combiné à des enregistrements électro-encéphalographiques, vingt sujets sains avaient été inclus et devaient dénommer des images alors qu'un stimulus auditif verbal concurrent était présenté et devait être détecté. Le SOA était manipulé de la même façon que dans notre étude, c'est à dire à trois latences différentes : + 150ms, + 300 ms et + 450ms. Les données comportementales révélaient une diminution de la précision des réponses et une augmentation des latences lors de la tâche de dénomination d'image, peu importe le moment où le distracteur auditif apparaissait. C'est également ce qu'on observe dans notre étude : l'interférence de la double-tâche est présente qu'elle que soit le SOA du stimulus auditif (+150ms, +300ms ou +450ms). Ces résultats indiquent donc que les syllabes auditives interfèrent avec la dénomination d'images pour des SOAs courts (+150ms) correspondant aux processus langagiers pré-lexicaux tels que la préparation conceptuelle et la sélection lexicale, mais également pour des SOAs tardifs (+300ms et +450ms) correspondant aux processus post-lexicaux, c'est-à-dire l'encodage phonologique et l'articulation.

La diminution des capacités attentionnelles, leur attribution ou les deux semblent impliquées dans la récupération du mot et dans la tâche de détection auditive, du fait d'une plus grande interférence de la double-tâche observée chez les sujets aphasiques. Il ne faut pas entendre par là que seuls les facteurs attentionnels expliquent les troubles de récupération du mot dans l'aphasie, mais plutôt que les déficits attentionnels peuvent intensifier les problèmes de récupération des mots en exacerbant les anomalies linguistiques des sujets aphasiques (Murray et al., 1998). Par ailleurs, l'étude de Murray (2000) apporte des précisions quant à la non-spécificité de la relation entre attention et récupération du mot dans l'aphasie car une demande attentionnelle accrue a également un impact négatif chez des sujets présentant des lésions de l'hémisphère droit non aphasiques. D'autres études confortent ces résultats chez les sujets sains (Tombu & Jolicoeur., 2003) et aphasiques (Burrell et al., 1996 ; Murray et al., 1997a, 1997b, Laganaro et al., 2019b).

Concernant le type d'erreurs produites au cours de notre étude en fonction des SOAs, aucune différence significative n'a été mise en évidence mais une tendance à produire plus de paraphrasies phonologiques pour des SOAs tardifs (+ 300ms, + 450ms) se dégage. C'est à ces délais qu'a lieu l'encodage de la forme selon les estimations de l'évolution temporelle de la production de mots dans une tâche de dénomination d'images (Indefrey, 2011 ; Indefrey & Levelt, 2004). A première vue, cet impact de la double tâche sur les erreurs phonologiques peut donc être interprété comme la preuve que l'encodage phonologique requière une demande attentionnelle accrue. Cette interprétation est en contradiction avec les principales affirmations de la littérature selon lesquelles seule la sélection lexicale est sous contrôle attentionnel, mais est en accord avec les derniers travaux de Laganaro et al (2019b) qui retrouvaient une influence de l'attention dans les processus pré- et post-lexicaux. Laganaro et al (2019b) retrouvaient en effet une augmentation des erreurs phonologiques lors d'une tâche de dénomination lorsque les stimuli concomitants apparaissaient au SOA de +300 ms, ce que nous retrouvons sous forme d'une tendance dans notre étude.

D'autre part, nous avons pu constater, au cours de ce travail, la part importante que représentent les non-réponses en proportion du nombre total d'erreurs. La plupart des recherches sur les erreurs de production chez les sujets aphasiques se concentrent uniquement sur les paraphrasies ou erreurs de production, négligeant les erreurs d'omissions ou non-réponses (Dell, 2004). Comme développé précédemment, l'étude des paraphrasies permet souvent d'identifier une atteinte du système sémantique ou phonologique. Cependant, les sujets aphasiques produisent de nombreuses omissions. Ces erreurs se produisent dans toutes les tâches de production orale et peuvent être caractérisées par un silence, par un défaut d'accès au mot recherché comme par exemple « je sais ce que c'est mais je ne peux pas le dire », ou bien par la description des caractéristiques sémantiques du mot recherché, souvent appelé circonlocution (par exemple, "c'est une sorte d'animal"). Ces défauts de récupération ont rarement été étudiés et pour cause : sans une tentative manifeste de production du mot cible, il est difficile de tirer des conclusions sur les processus cognitifs à l'origine de ce type d'erreur. Néanmoins, différentes hypothèses ont pu être émises à partir d'observations cliniques. Par exemple, des commentaires tels que « c'est un, non, ce n'est pas ça ... » suggèrent que les sujets inhibent parfois des réponses incorrectes qui leur viennent à l'esprit. Les descriptions, quant à elles, indiquent qu'une partie des informations sémantiques de la cible est disponible, mais pas sa forme phonologique. Malheureusement, les omissions se produisent souvent sans aucun indice pouvant indiquer leurs origines. Dell et al. (2004) ont testé cinq modèles d'accès au lexique lors de la production afin de prendre en compte la distribution des erreurs de dénomination. Les

modèles les plus performants combinaient une atteinte possible de l'accès lexical dans un modèle sémantico-phonologique (Foygel & Dell, 2000) associé à un traitement des erreurs de type omissions largement indépendant des erreurs de production (Rumel et al. 2000). Dans cette étude, Dell associe à ce modèle la notion que les non-réponses sont dues au fait que des unités n'arrivent pas à atteindre le seuil de sélection lexicale. Ceci est issu du modèle de production connexionniste développé par Laine et al en 1998 qui pose l'hypothèse que, pour qu'un mot soit prononcé, il doit dépasser un niveau d'activation minimum. Ainsi, les unités de mots sont récupérées suite à une activation diffuse, mais si l'activation d'aucune unité ne dépasse une valeur seuil spécifique, le modèle ne génère aucune réponse.

Par ailleurs, la distribution de ces non-réponses semblent varier selon le délai du SOA que ce soit lors des tâches active ou passive. En effet, on observe dans notre étude une tendance chez les sujets aphasiques à produire plus de non-réponses pour des SOAs précoces (150 ms) en comparaison aux SOAs plus tardifs (300 et 450 ms). Toujours selon la temporalité de la production de mots lors d'une tâche de dénomination d'image décrite par Indefrey (2001), les SOAs précoces (survenant à 150 ms) perturbent donc la préparation conceptuelle ou la récupération du lemme à ce stade. Se pose alors la question d'interpréter les non-réponses ou omissions comme des erreurs sémantiques. Les modèles d'accès au lexique à deux étapes distinguent les erreurs sémantiques des erreurs d'omissions, supposées être des événements indépendants. En revanche, les modèles interactifs en cascade décrivent une influence de la forme du mot sur la sélection lexicale et donc une relation inhérente à la prise en compte de ces deux types d'erreurs. Dans son étude en 2008, Bormann a fait réaliser à 17 patients aphasiques un test de dénomination en contrôlant la concurrence sémantique des éléments cibles. Il a mis en évidence que les erreurs sémantiques étaient plus fréquentes pour les cibles présentant de nombreux concurrents, tandis que les omissions étaient plus fréquentes lorsque peu de concurrents étaient disponibles. Borman a donc conclu à une source commune à l'origine de ces deux types d'erreurs. La tendance observée dans notre étude corrobore cette conclusion : en perturbant les étapes pré-lexicales par un SOA précoce à 150 ms, les phases de préparation conceptuelle et de récupération du lemme sont perturbées entraînant donc un plus grand nombre d'erreurs sémantiques dont les non-réponses.

Concernant le traitement des imageries cérébrales, les modélisations obtenues dans notre étude à partir des IRM cliniques retrouvent une forte hétérogénéité des lésions vasculaires cérébrales et des disconnectomes en termes de localisation et de taille. Nous avons pu remarquer une augmentation significative du temps de réaction chez les patients présentant une atteinte du faisceau frontal longitudinal supérieur. Ce faisceau a été décrit

par Duffau (2014) comme soutenant la voie dorsale phonémique. Ceci semble tout à fait cohérent avec notre étude, notre population étant constituée majoritairement de patients présentant une aphasie phonologique.

### Limites de l'étude

La principale limite de cette étude réside dans le fait que nos analyses ont été faites sur un faible nombre de participants limitant la puissance de nos statistiques. L'étude plus large dans lequel s'inscrit ce projet prévoit le recrutement d'une quarantaine de participants, ce pourquoi, le recrutement est toujours en cours au moment de la rédaction de cette thèse, afin d'augmenter la taille de l'échantillon et la puissance statistique de nos résultats. Ce défaut de puissance statistique retentit sur différents résultats de notre étude. De plus, dans le protocole de Laganaro et al. (2019b), les distracteurs auditifs n'étaient émis qu'à un unique SOA de 300 ms contrairement à notre étude dans laquelle il existe trois SOAs différents. Cet élément peut donc également expliquer la non-congruence de nos résultats. La multiplication des conditions, même dans un modèle statistique unique, entraînant une moindre chance de montrer une différence significative minime, il faudrait alors augmenter le nombre de sujets étudiés. Sur ce même principe, en augmentant le nombre de participants recrutés, on peut penser diminuer l'hétérogénéité des lésions cérébrales et disconnectomes et augmenter leur recoupement afin de faciliter la mise en évidence de zones critiques impliquées dans la dénomination mais également dans les habiletés exécutives impactant les aspects langagiers.

De plus, lors de la réalisation d'une double-tâche, on ne peut pas quantifier la stratégie de réalisation employée par chaque participant. On observe cliniquement que certains participants ont tendance à ne pas vouloir commettre d'erreurs quitte à prendre plus de temps pour prononcer le mot ou bien à inhiber leur production. D'autres, par ailleurs, se focalisent sur le fait de répondre le plus rapidement possible quitte à produire des erreurs. Cette différence de stratégie peut donc entraîner une diminution du nombre d'erreurs, et donc diminuer la sensibilité de nos résultats.

### Perspectives

A l'avenir, en augmentant le recrutement de participants, nous aimerions explorer un lien éventuel entre les profils anomiques (sémantique-lexical ou phonologique) et la réponse spécifique à un SOA. Il semble en effet que les processus de planification du langage soient sous contrôle attentionnel ; connaissant les latences des différents processus langagiers,

l'interférence chez des sujets présentant une aphasie lexicale, devrait être maximale pour des SOAs précoces alors que l'interférence chez des sujets présentant une aphasie phonologique serait maximale pour des SOAs plus tardifs. En augmentant la taille de l'échantillon, nous pouvons penser que le nombre d'erreurs à analyser sera plus important et que les tendances actuellement observées pourront tendre vers un résultat significatif. En augmentant le nombre de patients aphasiques inclus, nous pouvons également supposer aboutir à une répartition plus homogène des profils langagiers (atteintes lexico-sémantiques vs atteintes phonologiques) des patients, ce qui permettrait d'explorer plus précisément un lien entre le profil anémique et réponses spécifiques aux SOAs correspondants.

Sur le plan clinique, les résultats de notre étude suggèrent le fait que les cliniciens doivent prendre en considération les caractéristiques extra-linguistiques requises pour accéder et remédier aux problèmes d'accès au champ lexical. Par exemple, des tâches minimisant les exigences attentionnelles peuvent sous-estimer le degré de difficulté de récupération du mot que les sujets aphasiques rencontrent dans la vie quotidienne du fait de bruits environnants par exemple. Par conséquent, il apparaît nécessaire d'évaluer les sujets aphasiques grâce à différents tests pour que l'évaluation soit la plus écologique possible afin de préciser l'origine sous-jacente du trouble de la dénomination. Si le patient présente un déficit attentionnel global sans atteinte d'un processus langagier spécifique, ou qu'au contraire un processus langagier spécifique est identifié comme étant altéré, on peut se poser la question de mettre en place une rééducation orthophonique orientée spécifiquement sur l'origine de l'altération de la dénomination afin d'améliorer la récupération.

## 7. CONCLUSION

Grâce à cette étude, nous avons pu explorer les interférences dues à des délais de SOA variables au cours d'une double tâche de dénomination associée à une tâche de reconnaissance auditive de syllabe chez des sujets aphasiques. Nous avons mis en évidence un effet de la double tâche sur le temps de réaction quel que soit le délai de SOA. Ces résultats confortent donc l'influence des capacités attentionnelles au cours des processus pré- et post-lexicaux. De plus, malgré le profil d'aphasie majoritairement phonologique au sein de notre population, il a été observé lors des tâches passives et actives, une tendance à produire pour des SOAs précoces plus de non-réponses, type d'erreur pouvant être considéré comme d'origine sémantique. Enfin une augmentation significative du temps de réaction a été constatée chez les patients présentant une lésion du faisceau frontal longitudinal supérieur.

Ces résultats seront enrichis au cours des prochains mois dans le cadre d'une étude plus large pour laquelle le recrutement se poursuit actuellement.

## 8. BIBLIOGRAPHIE

- Bormann, T., Kulke, F., Wallesch, C.-W., & Blanken, G. (2008). Omissions and semantic errors in aphasic naming : Is there a link? *Brain and Language*, *104*(1), 24-32.
- Brownsett, S. L. E., Warren, J. E., Geranmayeh, F., Woodhead, Z., Leech, R., & Wise, R. J. S. (2014). Cognitive control and its impact on recovery from aphasic stroke. *Brain*, *137*(1), 242-254.
- Burrell, K. L., Linebaugh, C. W., & Cozens-Hoffman, C. (1996). The Effects of Auditory Distractors on the Auditory and Reading Comprehension of Adults with Unilateral Right Hemisphere Damage. *Clinical Aphasiology*, *24*, 255-270.
- Capitani, E., Laiacina, M., Mahon, B., & Caramazza, A. (2003). What are the facts of semantic category—Specific deficits? A critical review of the clinical evidence. *Cognitive Neuropsychology*, *20*(3-6), 213-261.
- Caramazza, A. (1997). How Many Levels of Processing Are There in Lexical Access? *Cognitive Neuropsychology*, *14*(1), 177-208.
- Caramazza, A., & Miozzo, M. (1997). The relation between syntactic and phonological knowledge in lexical access: Evidence from the 'tip-of-the-tongue' phenomenon. *Cognition*, *64*(3), 309-343.
- Catani, M., Jones, D. K., & ffytche, D. H. (2005). Perisylvian language networks of the human brain. *Annals of Neurology*, *57*(1), 8-16.
- Cook, A. E., & Meyer, A. S. (2008). Capacity demands of phoneme selection in word production: New evidence from dual-task experiments. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *34*(4), 886-899.
- de Zubicaray, G. I., Wilson, S. J., McMahon, K. L., & Muthiah, S. (2001). The semantic interference effect in the picture-word paradigm: An event-related fMRI study employing overt responses. *Human Brain Mapping*, *14*(4), 218-227.
- de Zubicaray, Greig I., McMahon, K. L., Eastburn, M. M., & Wilson, S. J. (2002). Orthographic/phonological facilitation of naming responses in the picture-word task : An event-related fMRI study using overt vocal responding. *NeuroImage*, *16*(4), 1084-1093.
- Dell, G. S., Schwartz, M. F., Martin, N., Saffran, E. M., & Gagnon, D. A. (1997). Lexical access in aphasic and nonaphasic speakers. *Psychological Review*, *104*(4), 801-838.
- Dell, Gary S., Lawler, E. N., Harris, H. D., & Gordon, J. K. (2004). Models of errors of omission in aphasic naming. *Cognitive Neuropsychology*, *21*(2-4), 125-145.
- Duffau, H. (2008). The anatomo-functional connectivity of language revisited. *Neuropsychologia*, *46*(4), 927-934.

- Duffau, H. (2014). The huge plastic potential of adult brain and the role of connectomics : New insights provided by serial mappings in glioma surgery. *Cortex*, 58, 325-337.
- Edwards, E., Nagarajan, S. S., Dalal, S. S., Canolty, R. T., Kirsch, H. E., Barbaro, N. M., & Knight, R. T. (2010). Spatiotemporal imaging of cortical activation during verb generation and picture naming. *NeuroImage*, 50(1), 291-301.
- Ellis, A. W. (1992). Anomia : Differentiating between semantic and phonological deficits. *Cognitive neuropsychology in clinical practice*.
- Eustache, F., Faure, S., & Desgranges, B. (2013). *Manuel de neuropsychologie*. Dunod.
- Ferrand, L. (1997). La dénomination d'objets : Théories et données. *L'année psychologique*, 97(1), 113-146.
- Ferreira, V. S., & Pashler, H. (2002). Central bottleneck influences on the processing stages of word production. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 28(6), 1187-1199.
- Foulon, C., Cerliani, L., Kinkingnéhun, S., Levy, R., Rosso, C., Urbanski, M., Volle, E., & Thiebaut de Schotten, M. (2018). Advanced lesion symptom mapping analyses and implementation as BCBtoolkit. *GigaScience*, 7(3).
- Foygel, D., & Dell, G. S. (2000). Models of Impaired Lexical Access in Speech Production. *Journal of Memory and Language*, 43(2), 182-216.
- Gonon, M. A. H., Bruckert, R., & Michel, F. (1989). Lexicalization in an anomic patient. *Neuropsychologia*, 27(4), 391-407.
- Graves, W. W., Grabowski, T. J., Mehta, S., & Gordon, J. K. (2007). A neural signature of phonological access : Distinguishing the effects of word frequency from familiarity and length in overt picture naming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(4), 617-631.
- Haglund, M. M., Berger, M. S., Shamseldin, M., Lettich, E., & Ojemann, G. A. (1994). Cortical localization of temporal lobe language sites in patients with gliomas. *Neurosurgery*, 34(4), 567-576; discussion 576.
- Hamberger, M. J., Goodman, R. R., Perrine, K., & Tamny, T. (2001). Anatomic dissociation of auditory and visual naming in the lateral temporal cortex. *Neurology*, 56(1), 56-61.
- Hazeltine, E., Ruthruff, E., & Remington, R. (2006). The role of input and output modality pairings in dual-task performance: Evidence for content-dependent central interference. *Cognitive Psychology*, 52(4), 291-345.
- Herbet, G., Latorre, J. G., & Duffau, H. (2015). The role of cerebral disconnection in cognitive recovery after brain damage. *Neurology*, 84(14), 1390-1391.

- Hickok, G., & Poeppel, D. (2004). Dorsal and ventral streams: A framework for understanding aspects of the functional anatomy of language. *Cognition*, 92(1-2), 67-99.
- Humphreys, G. W., Riddoch, M. J., & Quinlan, P. T. (1988). Cascade processes in picture identification. *Cognitive Neuropsychology*, 5(1), 67-104.
- Indefrey, P., & Levelt, W. J. M. (2004). The spatial and temporal signatures of word production components. *Cognition*, 92(1-2), 101-144.
- Indefrey, Peter. (2007). *Brain-imaging studies of language production*. Oxford University Press
- Indefrey, Peter. (2011). The Spatial and Temporal Signatures of Word Production Components : A Critical Update. *Frontiers in Psychology*, 2.
- Jefferies, E., & Lambon Ralph, M. A. (2006). Semantic impairment in stroke aphasia versus semantic dementia : A case-series comparison. *Brain*, 129(8), 2132-2147.
- Laganaro, M., Bonnans, C., & Fargier, R. (2019a). Word form encoding is under attentional demand : Evidence from dual-task interference in aphasia. *Cognitive Neuropsychology*, 36(1-2), 18-30.
- Laganaro, M., Bonnans, C., & Fargier, R. (2019b). Interference in speaking while hearing and vice versa. *Scientific Reports*, 9(1).
- Lambert, J. (2008). Rééducation du langage dans les aphasies. In T. Rousseau, *Les approches thérapeutiques en orthophonie* (p 41-105). Ortho Edition.
- Levelt, W. J. M., Schriefers, H., Vorberg, D., Meyer, A. S., Pechmann, T., & Havinga, J. (1991). The Time Course of Lexical Access in Speech Production : A Study of Picture Naming. *Psychological Review*, 98(1), 122-142.
- Levelt, W. J., Roelofs, A., & Meyer, A. S. (1999). A theory of lexical access in speech production. *The Behavioral and Brain Sciences*, 22(1), 1-38; discussion 38-75.
- Macoir, J., Gauthier, C., Jean, C., & Potvin, O. (2016). BECLA, a new assessment battery for acquired deficits of language : Normative data from Quebec-French healthy younger and older adults. *Journal of the Neurological Sciences*, 361, 220-228.
- Malow, B. A., Blaxton, T. A., Sato, S., Bookheimer, S. Y., Kufta, C. V., Figlozzi, C. M., & Theodore, W. H. (1996). Cortical Stimulation Elicits Regional Distinctions in Auditory and Visual Naming. *Epilepsia*, 37(3), 245-252.
- Mcneil, M., Matthews, C., Hula, W., Doyle, P., & Fossett, T. (2006). Effects of visual-manual tracking under dual-task conditions on auditory language comprehension and story retelling in persons with aphasia. *Aphasiology*, 20, 167-174.

- Moritz-Gasser, S., Herbet, G., & Duffau, H. (2013). Mapping the connectivity underlying multimodal (verbal and non-verbal) semantic processing: A brain electrostimulation study. *Neuropsychologia*, 51(10), 1814-1822.
- Murray, L. L., Holland, A. L., & Beeson, P. M. (1997). Auditory processing in individuals with mild aphasia: A study of resource allocation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 40(4), 792-808.
- Murray, L. L., Holland, A. L., & Beeson, P. M. (1998). Spoken language of individuals with mild fluent aphasia under focused and divided-attention conditions. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 41(1), 213-227.
- Murray, Laura L. (2000). The Effects of Varying Attentional Demands on the Word Retrieval Skills of Adults with Aphasia, Right Hemisphere Brain Damage, or No Brain Damage. *Brain and Language*, 72(1), 40-72.
- Murray, Laura L. (2012). Attention and other cognitive deficits in aphasia: Presence and relation to language and communication measures. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 21(2), S51-64.
- Murray, Laura L., Holland, A. L., & Beeson, P. M. (1997). Grammaticality judgements of mildly aphasic individuals under dual-task conditions. *Aphasiology*, 11(10), 993-1016.
- Ojemann, G. A. (1983). Brain organization for language from the perspective of electrical stimulation mapping. *Behavioral and Brain Sciences*, 6(2), 189-206.
- Papoutsis, M., de Zwart, J. A., Jansma, J. M., Pickering, M. J., Bednar, J. A., & Horwitz, B. (2009). From Phonemes to Articulatory Codes: An fMRI Study of the Role of Broca's Area in Speech Production. *Cerebral Cortex (New York, NY)*, 19(9), 2156-2165.
- Pashler, H. (1994). Dual-task interference in simple tasks: Data and theory. *Psychological Bulletin*, 116(2), 220-244.
- Peeva, M. G., Guenther, F. H., Tourville, J. A., Nieto-Castanon, A., Anton, J.-L., Nazarian, B., & Alario, F.-X. (2010). Distinct representations of phonemes, syllables, and supra-syllabic sequences in the speech production network. *NeuroImage*, 50(2), 626-638.
- Pillon, A. (2014). L'évaluation des troubles lexicaux. In X. Seron et M. Van der Linden, *Traité de neuropsychologie clinique de l'adulte*. Tome 1, p. 277-295.
- Pillon, A ; Samson, D. (2014). L'évaluation des troubles sémantiques. In X. Seron & M. Van Der Linden, *Traité de neuropsychologie clinique de l'adulte*. Tome 1, p. 179- 192.
- Posner, M. I. (2011). *Cognitive Neuroscience of Attention, Second Edition*. Guilford Press.
- Posner, M. I., & Fan, J. (2007). Attention as an Organ System. In *Neurobiology of Perception and Communication: From Synapse to Society. De Lange Conference IV*.

- Protopapas, A. (2007). Check Vocal: A program to facilitate checking the accuracy and response time of vocal responses from DMDX. *Behavior Research Methods*, 39(4), 859-862.
- Riddoch, M. J., & Humphreys, G. W. (1987). A case of integrative visual agnosia. *Brain: A Journal of Neurology*, 110 (Pt 6), 1431-1462.
- Roelofs, A. (2008). Attention to Spoken Word Planning: Chronometric and Neuroimaging Evidence. *Language and Linguistics Compass*, 2(3), 389-405.
- Roelofs, A., & Piai, V. (2011). Attention demands of spoken word planning: A review. *Frontiers in Psychology*, 2, 307.
- Rojkova, K., Volle, E., Urbanski, M., Humbert, F., Dell'Acqua, F., & Thiebaut de Schotten, M. (2016). Atlasing the frontal lobe connections and their variability due to age and education: A spherical deconvolution tractography study. *Brain Structure and Function*, 221(3), 1751-1766.
- Rosso, C., Vargas, P., Valabregue, R., Arbizu, C., Henry-Amar, F., Leger, A., Lehericy, S., & Samson, Y. (2015). Aphasia Severity in Chronic Stroke Patients: A Combined Disconnection in the Dorsal and Ventral Language Pathways. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 29(3), 287-295.
- Ruml, W., Caramazza, A., Shelton, J. R., & Chialant, D. (2000). Testing Assumptions in Computational Theories of Aphasia. *Journal of Memory and Language*, 43(2), 217-248.
- Saur, D., Kreher, B. W., Schnell, S., Kummerer, D., Kellmeyer, P., Vry, M.-S., Umarova, R., Musso, M., Glauche, V., Abel, S., Huber, W., Rijntjes, M., Hennig, J., & Weiller, C. (2008). Ventral and dorsal pathways for language. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(46), 18035-18040.
- Schäffler, L., Lüders, H. O., Dinner, D. S., Lesser, R. P., & Chelune, G. J. (1993). Comprehension deficits elicited by electrical stimulation of Broca's area. *Brain*, 116(3), 695-715.
- Schuhmann, T., Schiller, N. O., Goebel, R., & Sack, A. T. (2009). The temporal characteristics of functional activation in Broca's area during overt picture naming. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 45(9), 1111-1116.
- Schumacher, R., Halai, A. D., & Lambon Ralph, M. A. (2019). Assessing and mapping language, attention and executive multidimensional deficits in stroke aphasia. *Brain*, 142(10), 3202-3216.
- Schwartz, M. F., Kimberg, D. Y., Walker, G. M., Faseyitan, O., Brecher, A., Dell, G. S., & Coslett, H. B. (2009). Anterior temporal involvement in semantic word retrieval: Voxel-based lesion-symptom mapping evidence from aphasia. *Brain: A Journal of Neurology*, 132(12), 3411-3427.

- Sporns, O., Tononi, G., & Kötter, R. (2005). The Human Connectome: A Structural Description of the Human Brain. *PLoS Computational Biology*, 1(4), e42.
- Stewart, L., Meyer, B., Frith, U., & Rothwell, J. (2001). Left posterior BA37 is involved in object recognition: A TMS study. *Neuropsychologia*, 39(1), 1-6.
- Tombu, M., & Jolicoeur, P. (2003). A central capacity sharing model of dual-task performance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29(1), 3-18.
- Tran, T. M. (2007). Rééducation des troubles de la production lexicale. (p. 205-215.)
- Tseng, C. H., McNeil, M. R., & Milenkovic, P. (1993). An investigation of attention allocation deficits in aphasia. *Brain and Language*, 45(2), 276-296.
- Vidorreta, J. G., Garcia, R., Moritz-Gasser, S., & Duffau, H. (2011). Double dissociation between syntactic gender and picture naming processing: A brain stimulation mapping study. *Human Brain Mapping*, 32(3), 331-340.
- Warrington, E. K., & Crutch, S. J. (2007). Semantic refractory access disorders. In J. Hart & M. A. Kraut (Éds.), *Neural Basis of Semantic Memory* (p. 3-27). Cambridge University Press.
- Zavanone, C., Samson, Y., Arbizu, C., Dupont, S., Dormont, D., & Rosso, C. (2018). Critical brain regions related to post-stroke aphasia severity identified by early diffusion imaging are not the same when predicting short- and long-term outcome. *Brain and Language*, 186, 1-7.

## 9. ANNEXES

### Annexe 1 : épreuves de la BECLA réalisées dans l'étude

#### B. Traitement sémantique

Tâche 5. Appariement sémantique d'images	
Objectif	Évaluation de l'activation des représentations sémantiques au départ d'informations non verbales (images)
Matériel	Feuille de cotation Fichier Powerpoint ou Keynote
Stimuli	2 items de pratique 60 images d'objets: 20 stimuli; 20 cibles; 20 distracteurs
Procédure	Administrer les items de pratique pour s'assurer que le sujet comprend bien la tâche. S'il les échoue, le clinicien fournit une rétroaction et identifie les bonnes réponses. Pour les items-test, aucune rétroaction et aucune aide ne doivent être apportées.
Consigne	«Regardez bien. Je vais vous montrer trois images. Une se trouve en haut de la feuille et les deux autres en bas. Votre tâche consiste à montrer l'image du bas qui est la plus associée à celle du haut sur le plan du sens».
Cotation	Bonne réponse = 1 point; erreur = 0

No	Stimulus	Cible	Distracteur	Catégorie	Réponse
Ex.1	ampoule	lampe	chandelle	manufacturé	
Ex.2	oeuf	poule	vache	biologique	
1	bouteille	verre	tasse	manufacturé	
2	arbre	pomme	oignon	biologique	
3	marteau	clou	vis	manufacturé	
4	feuille	crayon	règle	manufacturé	
5	chenille	papillon	abeille	biologique	
6	dé à coudre	aiguille	fil	manufacturé	
7	lapin	carotte	oignon	biologique	
8	roue	bicyclette	faucou	manufacturé	
9	citron	orange	cerise	biologique	
10	guitare	harpe	trompette	manufacturé	
11	os	chien	chat	biologique	
12	chauve-souris	hibou	perroquet	biologique	
13	train	voiture ferrée	route	manufacturé	
14	bûche	scie	marteau	manufacturé	
15	banane	singe	lion	biologique	
16	ceinture	pantalon	chemise	manufacturé	
17	écureuil	noix	cerise	biologique	

No	Stimulus	Cible	Distracteur	Catégorie	Réponse
18	rideau	fenêtre	porte	manufacturé	
19	poisson	ver	chenille	biologique	
20	souris	chat	chien	biologique	

Catégorie	
Biologique:	/10
Manufacturé:	/10
<b>Total:</b>	<b>/20</b>

Tâche 6. Appariement mot entendu - image	
Objectif	Évaluation de l'activation des représentations sémantiques au départ d'informations verbales orales
Matériel	Feuille de cotation Fichier Powerpoint ou Keynote
Stimuli	2 items de pratique 20 mot-stimulus 100 images d'objets: 20 cibles; 80 distracteurs: sémantiques (20); visuo-sémantiques (20); visuels (20); neutres (20)
Procédure	Administer les items de pratique pour s'assurer que le sujet comprend bien la tâche. S'il les échoue, le clinicien fournit une rétroaction et identifie les bonnes réponses. Pour les items-test, aucune rétroaction et aucune aide ne doivent être apportées.
Consigne	«Regardez bien et écoutez bien. Je vais vous montrer cinq images et ensuite je vais vous dire un mot. Votre tâche consiste à montrer l'image qui correspond au mot que j'aurai prononcé».
Cotation	Bonne réponse = 1 point; erreur = 0

No	Cible	Distr. sém	Distr. vis-sém.	Distr. vis.	Distr.neutre	Catégorie	Réponse
Ex.1	hache	scie	marteau	drapeau	champignon	manufacturé	
Ex.2	melon	ananas	banane	canot	brosse à dents	biologique	
1	carotte	patate	asperge	pinceau	sacoche	biologique	
2	table	chaise	bureau	cadre	chien	manufacturé	
3	clou	marteau	vis	crayon	pêche	manufacturé	
4	chenille	papillon	ver de terre	pois	radio	biologique	
5	pipe	cendrier	cigarette	cuillère	mouton	manufacturé	
6	gland	écureuil	arachide	ampoule	pommes	biologique	
7	bague	montre	collier	roue	canot	manufacturé	
8	crayon	cahier	règle	brosse à dents	cheval	manufacturé	
9	serpent	tortue	crocodile	ceinture	bibliothèque	biologique	
10	enveloppe	papier	timbre	radio	tigre	manufacturé	
11	abeille	miel	araignée	oiseau	avion	biologique	
12	chaudron	cuillère	poêle	raquette	toupie	manufacturé	
13	chien	os	tigre	table	règle	biologique	
14	singe	banane	souris	perceuse	valise	biologique	
15	bateau	canne	autobus	chenille	bibliothèque	manufacturé	
16	papillon	oiseau	mouche	boucle	automobile	biologique	
17	valise	veste	sacoche	enveloppe	ananas	manufacturé	

No	Cible	Distr. sém	Distr. vis-sém.	Distr. vis.	Distr.neutre	Catégorie	Réponse
18	raisin	coupe	fraise	cloche	enveloppe	biologique	
19	verre	assiette	bouteille	pot	gant	manufacturé	
20	cheval	selle	zèbre	table	brosse à dents	biologique	

Catégorie	Nature des erreurs
Biologique: /10	Distracteur sémantique: /20
Manufacturé: /10	Distracteur visuo-sémantique: /20
	Distracteur visuel: /20
	Distracteur neutre: /20
<b>Total:</b> /20	

Tâche 7. Appariement sémantique de mots écrits	
Objectif	Évaluation de l'activation des représentations sémantiques au départ d'informations verbales écrites
Matériel	Feuille de cotation Fichier Powerpoint ou Keynote
Stimuli	2 items de pratique 60 mots écrits: 20 stimuli; 20 cibles; 20 distracteurs
Procédure	Administer les items de pratique pour s'assurer que le sujet comprend bien la tâche. S'il les échoue, le clinicien fournit une rétroaction et identifie les bonnes réponses. Pour les items-test, aucune rétroaction et aucune aide ne doivent être apportées.
Consigne	«Regardez bien. Je vais vous montrer trois mots écrits. Un se trouve en haut de la feuille et les deux autres en bas. Votre tâche consiste à montrer le mot écrit du bas qui est le plus associé à celui du haut sur le plan du sens».
Cotation	Bonne réponse = 1 point; erreur = 0

No	Stimulus	Cible	Distracteur	Fréq. tripl.	Catégorie	Réponse
Ex.1	lacet	soulier	pantoufle	E	manufacturé	
Ex.2	oeuf	poule	vache	E	biologique	
1	rideau	fenêtre	porte	E	manufacturé	
2	arbre	pomme	oignon	E	biologique	
3	marteau	clou	vis	B	manufacturé	
4	feuille	crayon	règle	E	manufacturé	
5	chenille	papillon	abeille	E	biologique	
6	guitare	harpe	trompette	B	manufacturé	
7	lapin	carotte	oignon	B	biologique	
8	roue	bicyclette	avion	E	manufacturé	
9	écureuil	noix	cerise	B	biologique	
10	dé à coudre	aiguille	fil	B	manufacturé	
11	os	chien	chat	E	biologique	
12	chauve-souris	hibou	pic-bois	B	biologique	
13	train	voie ferrée	route	B	manufacturé	
14	souris	chat	chien	E	biologique	
15	banane	orange	lion	B	biologique	
16	ceinture	pantalon	chemise	E	manufacturé	
17	citron	orange	cerise	B	biologique	
18	bouteille	verre	tasse	E	manufacturé	

No	Stimulus	Cible	Distracteur	Fréq. tripl.	Catégorie	Réponse
19	poisson	ver	chenille	E	biologique	
20	bûche	scie	marteau	B	manufacturé	

Catégorie	Fréquence des triplets
Biologique: /10	Élevée: /10
Manufacturé: /10	Basse: /10
<b>Total:</b> /20	

## C. Production orale des mots

Tâche 8. Dénomination orale d'images	
Objectif	Évaluation du système de production orale des mots
Matériel	Feuille de cotation Fichier Powerpoint ou Keynote
Stimuli	2 items de pratique 20 images correspondant à: 10 noms; 10 verbes
Procédure	Administrer les items de pratique pour s'assurer que le sujet comprend bien la tâche. S'il les échoue, le clinicien fournit une rétroaction et identifie les bonnes réponses. Pour les items-test, aucune rétroaction et aucune aide ne doivent être apportées.
Consigne	«Regardez bien. Je vais vous montrer une image. Votre tâche consiste à nommer le mot qui y correspond».
Cotation	Bonne réponse = 1 point; erreur = 0

8. A. Dénomination des objets (noms)				
No	Stimulus	Fréquence	Catégorie	Réponse
Ex.1	chaise	E	manufacturé	
Ex.2	champignon	B	biologique	
1	bouton	E	manufacturé	
2	banane	B	biologique	
3	clé	E	manufacturé	
4	girafe	B	biologique	
5	papillon	E	biologique	
6	béquilles	B	manufacturé	
7	pomme	E	biologique	
8	cravate	B	manufacturé	
9	cheval	E	biologique	
10	hache	B	manufacturé	

8. B. Dénomination des actions (verbes)				
No	Stimulus	Fréquence	Argument	Réponse
Ex.1	lire	E	2	
Ex.2	glisser	B	1	
1	attraper	B	2	
2	boire	E	2	
3	pleuvoir	B	0	

8. B. Dénomination des actions (verbes) - suite				
No	Stimulus	Fréquence	Argument	Réponse
4	couper	E	2	
5	planter	B	2	
6	(dé)goutter	B	1	
7	tomber	E	1	
8	dormir	E	1	
9	plonger	E	2	
10	patiner	B	1	

Dénomination des objets (noms): /10			
Fréquence	Élevée: /5	Catégorie	Manufacturé /5
	Basse: /5		Biologique: /5
Dénomination des actions (verbes): /10			
Fréquence	Élevée: /5	Nombre d'arguments	0 argument: /1
	Basse: /5		1 argument: /4
			2 arguments: /5
Total pour la dénomination: /20			

Réponses acceptées			
Noms		pleuvoir	mouiller
cheval	jument, poney	couper	trancher
Verbes		planter	transplanter
attraper	recevoir, saisir	goutter	dégoutter, couler

Tâche 11. Répétition de mots	
Objectif	Évaluation du système de production orale des mots
Matériel	Feuille de cotation
Stimuli	2 items de pratique 15 mots
Procédure	Administrer les items de pratique pour s'assurer que le sujet comprend bien la tâche. S'il les échoue, le clinicien fournit une rétroaction. Pour les items-test, aucune rétroaction et aucune aide ne doivent être apportées.
Consigne	«Écoutez bien. Je vais vous dire des mots et votre tâche consiste à répéter chacun d'eux, immédiatement après moi»
Cotation	Bonne réponse = 1 point; erreur = 0

No	Stimulus	Fréquence	Degré d'imagerie	Longueur	Structure phonol.	Réponse
Ex.1	soleil	E	E	2	C	
Ex.2	marteau	B	E	2	C	
1	roue	E	E	1	S	
2	papillon	E	E	3	S	
3	fracas	B	B	2	C	
4	volonté	E	B	3	S	
5	dard	B	E	1	C	
6	paquet	E	E	2	S	
7	nostalgie	B	B	3	C	
8	merle	B	E	1	C	
9	tissu	E	E	2	S	
10	arbuste	B	E	2	C	
11	as	E	B	1	S	
12	bibe	B	B	1	C	
13	formation	E	B	3	C	
14	raison	E	B	2	S	
15	léopard	B	E	3	C	

Fréquence	Degré d'imagerie	Longueur	Structure phonologique
Élevée: /8	Élevé: /8	1 syllabe: /5	Simple: /7
Basse: /7	Faible: /7	2 syllabes: /5	Complexe: /8
		3 syllabes: /5	
<b>Total: /15</b>			

Tâche 12: Répétition de non-mots					
Objectif	Évaluation de la voie non-lexicale de production orale				
Matériel	Feuille de cotation				
Stimuli	2 items de pratique 10 non-mots				
Procédure	Administer les items de pratique pour s'assurer que le sujet comprend bien la tâche. S'il les échoue, le clinicien fournit une rétroaction. Pour les items-test, aucune rétroaction et aucune aide ne doivent être apportées.				
Consigne	«Écoutez bien. Je vais vous dire des mots inventés, qui ne veulent rien dire. Votre tâche consiste à répéter chacun d'eux, immédiatement après moi»				
Cotation	Bonne réponse = 1 point; erreur = 0				
No	Stimulus	Longueur	Structure phonologique	Proximité phonologique	Réponse
Ex.1	/ralo/	2	S	E	
Ex.2	/mæg5/	2	S	E	
1	/y3ak/	2	C	B	
2	/goz/	1	C	E	
3	/mɔlite/	3	S	B	
4	/dɔije/	2	C	E	
5	/tadu/	2	C	B	
6	/z5/	1	S	E	
7	/farpil5/	3	C	B	
8	/pilk/	2	C	B	
9	/naxat5/	3	S	E	
10	/kato/	2	S	E	
Longueur		Structure phonologique		Proximité phonologique	
1 syllabe: /5		Simple: /5		Élevée: /5	
2 syllabes: /4		Complexe: /5		Basse: /5	
3 syllabes: /3					
<b>Total: 10</b>					

Annexe 2 : ensemble des images-cibles présentées aux patients et noms correspondants

allumette 	ampoule 	ananas 	araignée 	asperge 	bague 	baguette 
balai 	banane 	bonbon 	bouteille 	bouton 	cactus 	cadenas 
calculatrice 	canard 	canne 	canon 	carotte 	casquette 	ceinture 
cerveau 	champignon 	chat 	château 	chaussette 	cheminée 	chemise 
cheval 	cigare 	cintre 	ciseaux 	citron 	clé 	cochon 
coquillage 	corde 	couronne 	couteau 	crabe 	cravate 	crayon 
cuillère 	dé 	drapeau 	écureuil 	enveloppe 	épaule 	éponge 

feuille 	flèche 	fontaine 	fourchette 	fourmi 	fraise 	fusée 
gâteau 	girafe 	hache 	imprimante 	jumelles 	kangourou 	lapin 
livre 	loupe 	lune 	lunettes 	médaille 	microphone 	microscope 
montre 	moto 	moulin 	œuf 	oreiller 	ours 	paille 
panier 	pantalon 	peigne 	pied 	pinceau 	pipe 	piscine 
plume 	poire 	pomme 	poule 	poulet 	puits 	radis 
raquette 	règle 	renard 	rose 	sablier 	souris 	squelette 
stylo 	tabouret 	tasse 	théière 	thermomètre 	tortue 	vache 
valise 	vase 	vélo 	ventilateur 	violon 	vis 	zèbre 

### Annexe 3 : présentation des résultats statistiques

```
> mod1=lmer(log(`TR -3 ET`)-SOA*`Active/passive` + (1+`Active/passive`|ImageName)+ (1+`Active/passive`|Répétition) + (1|Patient), data=t)
```

```
Linear mixed model fit by REML. t-tests use Satterthwaite's method ['lmerModLmerTest']
Formula: log(`TR -3 ET`) ~ SOA * `Active/passive` + (1 + `Active/passive` | ImageName) + (1 + `Active/passive` | Répétition) + (1 | Patient)
Data: t
```

REML criterion at convergence: 1601.6

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.8997	-0.6654	-0.1402	0.5763	4.0476

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.	Corr
ImageName	(Intercept)	7.553e-03	0.086910	
	`Active/passive`Passive	3.955e-05	0.006289	-1.00
Patient	(Intercept)	9.710e-02	0.311612	
	Répétition (Intercept)	1.771e-03	0.042089	
	`Active/passive`Passive	1.453e-04	0.012052	-1.00
	Residual	7.341e-02	0.270942	

Number of obs: 5347, groups: ImageName, 218; Patient, 18; Répétition, 2

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t )
(Intercept)	7.07146	0.07984	15.87142	88.571	< 2e-16 ***
SOA150	0.32635	0.01599	5125.75578	20.411	< 2e-16 ***
SOA300	0.33129	0.01572	5147.14605	21.070	< 2e-16 ***
SOA450	0.32541	0.01570	5150.37433	20.730	< 2e-16 ***
`Active/passive`Passive	-0.08509	0.01313	2.22743	-6.478	0.0174 *
SOA150:`Active/passive`Passive	-0.20634	0.02205	5157.17719	-9.357	< 2e-16 ***
SOA300:`Active/passive`Passive	-0.16444	0.02192	5152.98770	-7.503	7.33e-14 ***
SOA450:`Active/passive`Passive	-0.13078	0.02192	5148.01858	-5.967	2.57e-09 ***

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	SOA150	SOA300	SOA450	`Ac/`P	SOA150: SOA300:
SOA150	-0.037				
SOA300	-0.038	0.199			
SOA450	-0.038	0.201	0.209		
`Actv/pss`P	-0.294	0.228	0.232	0.233	
SOA150: A/`	0.027	-0.718	-0.136	-0.138	-0.337
SOA300: A/`	0.028	-0.135	-0.709	-0.141	-0.339
SOA450: A/`	0.027	-0.133	-0.143	-0.709	-0.339
					0.198
					0.204

```
> mod2=glmer(Corr~SOA*`Active/passive`+(1+`Active/passive`|ImageName) + (1|Patient)+ (1+`Active/passive`|Répétition), family=binomial(link = "logit"), data=t, control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

```
Family: binomial ( logit )
Formula: Corr ~ SOA * `Active/passive` + (1 + `Active/passive` | ImageName) +
(1 | Patient) + (1 + `Active/passive` | Répétition)
Data: t
Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")
```

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
5232.8	5335.9	-2601.4	5202.8	7109

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-8.0795	0.1759	0.2737	0.4014	5.5009

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.	Corr
ImageName	(Intercept)	6.106e-01	7.814e-01	
	`Active/passive`Passive	2.237e-03	4.730e-02	1.00
Patient	(Intercept)	1.506e+00	1.227e+00	
Répétition	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00	
	`Active/passive`Passive	4.003e-15	6.327e-08	NaN

Number of obs: 7124, groups: ImageName, 218; Patient, 19; Répétition, 2

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	2.06759	0.30410	6.799	1.05e-11	***
SOA150	-0.39980	0.14309	-2.794	0.00521	**
SOA300	-0.10118	0.15056	-0.672	0.50159	
SOA450	-0.32199	0.14554	-2.212	0.02694	*
`Active/passive`Passive	0.00270	0.10630	0.025	0.97973	
SOA150:`Active/passive`Passive	0.26104	0.20529	1.272	0.20353	
SOA300:`Active/passive`Passive	-0.08912	0.21002	-0.424	0.67133	
SOA450:`Active/passive`Passive	0.09818	0.20580	0.477	0.63332	

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	SOA150	SOA300	SOA450	`Ac/`P	SOA150: SOA300:
SOA150	-0.125					
SOA300	-0.113	0.248				
SOA450	-0.119	0.256	0.240			
`Actv/pss`P	-0.177	0.339	0.321	0.334		
SOA150:`A/`	0.086	-0.685	-0.162	-0.167	-0.469	
SOA300:`A/`	0.080	-0.166	-0.706	-0.162	-0.459	0.232
SOA450:`A/`	0.083	-0.170	-0.159	-0.695	-0.470	0.233 0.229

```
> mod1=lmer(log(`TR -3 ET`)~SOA*`Active/passive` + (1+`Active/passive`|ImageName)+ (1+`Active/passive`|Répétition) + (1|Patient), data=t)
```

```
Linear mixed model fit by REML. t-tests use Satterthwaite's method ['lmerModLmerTest']
Formula: log(`TR -3 ET`) ~ SOA * `Active/passive` + (1 + `Active/passive` | ImageName) + (1 + `Active/passive` | Répétition) + (1 | Patient)
Data: t
```

REML criterion at convergence: 1601.6

Scaled residuals:

```
Min      1Q  Median      3Q      Max
-3.8997 -0.6654 -0.1402  0.5763  4.0476
```

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.	Corr
ImageName	(Intercept)	7.553e-03	0.086910	
	`Active/passive`Passive	3.955e-05	0.006289	-1.00
Patient	(Intercept)	9.710e-02	0.311612	
	Répétition (Intercept)	1.771e-03	0.042089	
Répétition	(Intercept)	1.771e-03	0.042089	
	`Active/passive`Passive	1.453e-04	0.012052	-1.00
Residual		7.341e-02	0.270942	

Number of obs: 5347, groups: ImageName, 218; Patient, 18; Répétition, 2

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t )
(Intercept)	7.07146	0.07984	15.87142	88.571	< 2e-16 ***
SOA150	0.32635	0.01599	5125.75578	20.411	< 2e-16 ***
SOA300	0.33129	0.01572	5147.14605	21.070	< 2e-16 ***
SOA450	0.32541	0.01570	5150.37433	20.730	< 2e-16 ***
`Active/passive`Passive	-0.08509	0.01313	2.22743	-6.478	0.0174 *
SOA150:`Active/passive`Passive	-0.20634	0.02205	5157.17719	-9.357	< 2e-16 ***
SOA300:`Active/passive`Passive	-0.16444	0.02192	5152.98770	-7.503	7.33e-14 ***
SOA450:`Active/passive`Passive	-0.13078	0.02192	5148.01858	-5.967	2.57e-09 ***

---  
 Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	SOA150	SOA300	SOA450	`Ac/`P	SOA150: SOA300:
SOA150	-0.037					
SOA300	-0.038	0.199				
SOA450	-0.038	0.201	0.209			
`Actv/pss`P	-0.294	0.228	0.232	0.233		
SOA150:`A/`	0.027	-0.718	-0.136	-0.138	-0.337	
SOA300:`A/`	0.028	-0.135	-0.709	-0.141	-0.339	0.199
SOA450:`A/`	0.027	-0.133	-0.143	-0.709	-0.339	0.198 0.204

```
> mod2=glmer(Corr~SOA*`Active/passive`+(1+`Active/passive`|ImageName) + (1|Patient)+ (1+`Active/passive`|Répétition), family=binomial(link = "logit"), data=t, control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

```
Family: binomial ( logit )
Formula: Corr ~ SOA * `Active/passive` + (1 + `Active/passive` | ImageName) +
(1 | Patient) + (1 + `Active/passive` | Répétition)
Data: t
Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")
```

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
5232.8	5335.9	-2601.4	5202.8	7109

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-8.0795	0.1759	0.2737	0.4014	5.5009

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.	Corr
ImageName	(Intercept)	6.106e-01	7.814e-01	
	`Active/passive`Passive	2.237e-03	4.730e-02	1.00
Patient	(Intercept)	1.506e+00	1.227e+00	
Répétition	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00	
	`Active/passive`Passive	4.003e-15	6.327e-08	NaN

Number of obs: 7124, groups: ImageName, 218; Patient, 19; Répétition, 2

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	2.06759	0.30410	6.799	1.05e-11	***
SOA150	-0.39980	0.14309	-2.794	0.00521	**
SOA300	-0.10118	0.15056	-0.672	0.50159	
SOA450	-0.32199	0.14554	-2.212	0.02694	*
`Active/passive`Passive	0.00270	0.10630	0.025	0.97973	
SOA150:`Active/passive`Passive	0.26104	0.20529	1.272	0.20353	
SOA300:`Active/passive`Passive	-0.08912	0.21002	-0.424	0.67133	
SOA450:`Active/passive`Passive	0.09818	0.20580	0.477	0.63332	

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	SOA150	SOA300	SOA450	`Ac/`P	SOA150: SOA300:
SOA150	-0.125					
SOA300	-0.113	0.248				
SOA450	-0.119	0.256	0.240			
`Actv/pss`P	-0.177	0.339	0.321	0.334		
SOA150:`A/`	0.086	-0.685	-0.162	-0.167	-0.469	
SOA300:`A/`	0.080	-0.166	-0.706	-0.162	-0.459	0.232
SOA450:`A/`	0.083	-0.170	-0.159	-0.695	-0.470	0.233 0.229

```
> mod3=glmer(err_def2~SOA*`Active/passive`+(1+`Active/passive`|ImageName)+ (1+`Active/passive`|Répétition) + (1|Patient), family=binomial , data=t, control=glmerControl(optimizer="bobyqa"))
```

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

```
Family: binomial ( logit )
Formula: err_def2 ~ SOA * `Active/passive` + (1 + `Active/passive` | ImageName) + (1 + `Active/passive` | Répétition) + (1 | Patient)
Data: t
Control: glmerControl(optimizer = "bobyqa")
```

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1036.2	1113.4	-503.1	1006.2	1256

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-6.0499	-0.3985	0.0916	0.3339	3.9928

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.	Corr
ImageName	(Intercept)	1.5647478	1.25090	
	`Active/passive`Passive	0.0522281	0.22853	0.37
Patient	(Intercept)	4.6348986	2.15288	
Répétition	(Intercept)	0.0116044	0.10772	
	`Active/passive`Passive	0.0001741	0.01319	1.00

Number of obs: 1271, groups: ImageName, 211; Patient, 19; Répétition, 2

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	1.96189	0.56417	3.477	0.000506 ***
SOA150	-0.65811	0.34609	-1.902	0.057227 .
SOA300	-0.52938	0.37598	-1.408	0.159130
SOA450	0.04444	0.34767	0.128	0.898281
`Active/passive`Passive	0.35016	0.24397	1.435	0.151211
SOA150:`Active/passive`Passive	-0.03006	0.50165	-0.060	0.952210
SOA300:`Active/passive`Passive	0.15536	0.51298	0.303	0.761997
SOA450:`Active/passive`Passive	-0.66745	0.49877	-1.338	0.180838

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	SOA150	SOA300	SOA450	`Ac/`P	SOA150: SOA300:
SOA150	-0.177					
SOA300	-0.154	0.236				
SOA450	-0.149	0.244	0.232			
`Actv/pss`P	-0.191	0.331	0.310	0.335		
SOA150:`A/`	0.102	-0.674	-0.140	-0.165	-0.471	
SOA300:`A/`	0.102	-0.151	-0.723	-0.144	-0.469	0.208
SOA450:`A/`	0.078	-0.137	-0.146	-0.684	-0.479	0.220 0.220

```
> mod1=lmer(log(`TR -3 ET` )~SOA* `Active/passive` + (1|Anterior_Thalamic_Projections_Left)
+ (1|Arcuate_Anterior_Segment_Left) + (1|Arcuate_Long_Segment_Left) + (1
|Arcuate_Posterior_Segment_Left) + (1|Face_U_tract_Left) + (1|Frontal_Inferior_long
itudinal_Left) + (1|Frontal_Superior_Longitudinal_Left) + (1|Inferior_Fronto_Occipital_fa
sciculus_Left) + (1|Inferior_Longitudinal_Left) + (1|Superior_Londgitudinal_Fasciculus_I
II_Left) + (1|Superior_Londgitudinal_Fasciculus_II_Left) + (1|Superior_Londgitudina
l_Fasciculus_I_Left) + (1|Angular_L) + (1|Frontal_Inf_Tri_L) + (1|Frontal_Mid_L)
+ (1|Fusiform_L) + (1|Heschl_L) + (1|ParaHippocampal_L) + (1|Pariet
al_Inf_L) + (1|Parietal_Sup_L) + (1|Precentral_L) + (1|Precuneus_LPrecuneus_R)
+ (1|Supp_Motor_Area_L) + (1|SupraMarginal_L) + (1|Temporal_Mid_L) + (1
|Temporal_Pole_Mid_L) + (1|Temporal_Pole_Sup_L) + (1|Temporal_Sup_L ) + (1|Thalam
us_L ), data=t)
```

Linear mixed model fit by REML. t-tests use Satterthwaite's method [`'lmerModLmerTest'`]  
Formula: `log(`TR -3 ET`) ~ SOA * `Active/passive` + (1 + `Active/passive` | ImageName) + (1 + `Active/passive` | Répétition) + (1 | Patient)`  
Data: t

REML criterion at convergence: 1601.6

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.8997	-0.6654	-0.1402	0.5763	4.0476

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.	Corr
ImageName	(Intercept)	7.553e-03	0.086910	
	`Active/passive`Passive	3.955e-05	0.006289	-1.00
Patient	(Intercept)	9.710e-02	0.311612	
	Répétition (Intercept)	1.771e-03	0.042089	
Répétition	(Intercept)	1.771e-03	0.042089	
	`Active/passive`Passive	1.453e-04	0.012052	-1.00
Residual		7.341e-02	0.270942	

Number of obs: 5347, groups: ImageName, 218; Patient, 18; Répétition, 2

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t )
(Intercept)	7.07146	0.07984	15.87142	88.571	< 2e-16 ***
SOA150	0.32635	0.01599	5125.75578	20.411	< 2e-16 ***
SOA300	0.33129	0.01572	5147.14605	21.070	< 2e-16 ***
SOA450	0.32541	0.01570	5150.37433	20.730	< 2e-16 ***
`Active/passive`Passive	-0.08509	0.01313	2.22743	-6.478	0.0174 *
SOA150:`Active/passive`Passive	-0.20634	0.02205	5157.17719	-9.357	< 2e-16 ***
SOA300:`Active/passive`Passive	-0.16444	0.02192	5152.98770	-7.503	7.33e-14 ***
SOA450:`Active/passive`Passive	-0.13078	0.02192	5148.01858	-5.967	2.57e-09 ***

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	SOA150	SOA300	SOA450	`Ac/`P	SOA150: SOA300:
SOA150		-0.037				
SOA300		-0.038	0.199			
SOA450		-0.038	0.201	0.209		
`Actv/pss`P		-0.294	0.228	0.232	0.233	
SOA150:`A/`		0.027	-0.718	-0.136	-0.138	-0.337
SOA300:`A/`		0.028	-0.135	-0.709	-0.141	-0.339
SOA450:`A/`		0.027	-0.133	-0.143	-0.709	-0.339
					0.198	0.204

```

> mod1=lmer(log(`TR -3 ET`)-SOA*`Active/passive`+ (1|Anterior_Thalamic_Projections_Left)
+ (1|Arcuate_Anterior_Segment_Left) + (1|Arcuate_Long_Segment_Left) + (1
|Arcuate_Posterior_Segment_Left) + (1|Face_U_tract_Left) + (1|Frontal_Inferior_long
itudinal_Left) + (1|Frontal_Superior_Longitudinal_Left) + (1|Inferior_Fronto_Occipital_fa
sciculus_Left) + (1|Inferior_Longitudinal_Left) + (1|Angular_L) + (1|Frontal_Inf_Tri_L)
+ (1|Frontal_Mid_L) + (1|Fusiform_L) + (1|Heschl_L) + (1|ParaHippocampa
l_L) + (1|Parietal_Inf_L) + (1|Parietal_Sup_L) + (1|Precentral_L) + (1|Precuneus_LPre
cuneus_R) + (1|Supp_Motor_Area_L) + (1|SupraMarginal_L) + (1|Temporal_Mid_L
) + (1|Temporal_Pole_Mid_L) + (1|Temporal_Pole_Sup_L) + (1|Temporal_Sup_L )
+ (1|Thalamus_L ), data=t)

```

```

Linear mixed model fit by REML. t-tests use Satterthwaite's method ['lmerModLmerTest']
Formula: log(`TR -3 ET`) ~ SOA * `Active/passive` + (1 | Anterior_Thalamic_Projections_Left+
(1 | Arcuate_Anterior_Segment_Left) + (1 | Arcuate_Long_Segment_Left) +
(1 | Arcuate_Posterior_Segment_Left) + (1 | Face_U_tract_Left) +
(1 | Frontal_Inferior_longitudinal_Left) + (1 | Frontal_Superior_Longitudinal_Left) +
(1 | Inferior_Fronto_Occipital_fasciculus_Left) + (1 | Inferior_Longitudinal_Left) +
(1 | Angular_L) + (1 | Frontal_Inf_Tri_L) + (1 | Frontal_Mid_L) +
(1 | Fusiform_L) + (1 | Heschl_L) + (1 | ParaHippocampal_L) +
(1 | Parietal_Inf_L) + (1 | Parietal_Sup_L) + (1 | Precentral_L) +
(1 | Precuneus_LPrecuneus_R) + (1 | Supp_Motor_Area_L) +
(1 | SupraMarginal_L) + (1 | Temporal_Mid_L) + (1 | Temporal_Pole_Mid_L) +
(1 | Temporal_Pole_Sup_L) + (1 | Temporal_Sup_L) + (1 | Thalamus_L)
Data: t

```

REML criterion at convergence: 1833.9

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.9639	-0.6853	-0.1320	0.5917	3.8439

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
Temporal_Sup_L	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
Heschl_L	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
Temporal_Mid_L	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
SupraMarginal_L	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
Temporal_Pole_Sup_L	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
Thalamus_L	(Intercept)	1.530e-03	3.911e-02
Precentral_L	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
Parietal_Inf_L	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
Frontal_Inf_Tri_L	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
Angular_L	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
Temporal_Pole_Mid_L	(Intercept)	3.242e-02	1.801e-01
ParaHippocampal_L	(Intercept)	3.652e-03	6.043e-02
Frontal_Mid_L	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
Fusiform_L	(Intercept)	4.393e-02	2.096e-01
Precuneus_LPrecuneus_R	(Intercept)	2.056e-01	4.535e-01
Parietal_Sup_L	(Intercept)	9.689e-11	9.843e-06
Supp_Motor_Area_L	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
Inferior_Longitudinal_Left	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
Inferior_Fronto_Occipital_fasciculus_Left	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
Frontal_Superior_Longitudinal_Left	(Intercept)	6.321e-02	2.514e-01
Frontal_Inferior_longitudinal_Left	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
Face_U_tract_Left	(Intercept)	7.494e-04	2.737e-02
Arcuate_Posterior_Segment_Left	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
Arcuate_Long_Segment_Left	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
Arcuate_Anterior_Segment_Left	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00
Anterior_Thalamic_Projections_Left	(Intercept)	0.000e+00	0.000e+00

Residual

8.201e-02 2.864e-01

Number of obs: 5091, groups:

Temporal\_Sup\_L, 14; Heschl\_L, 14; Temporal\_Mid\_L, 13; SupraMarginal\_L, 13; Temporal\_Pole\_Sup\_L, 11; Thalamus\_L, 8; Precentral\_L, 8; Parietal\_Inf\_L, 8; Frontal\_Inf\_Tri\_L, 8; Angular\_L, 8; Temporal\_Pole\_Mid\_L, 7; ParaHippocampal\_L, 7; Frontal\_Mid\_L, 6; Fusiform\_L, 5; Precuneus\_LPrecuneus\_R, 4; Parietal\_Sup\_L, 4; Supp\_Motor\_Area\_L, 2; Inferior\_Longitudinal\_Left, 2; Inferior\_Fronto\_Occipital\_fasciculus\_Left, 2; Frontal\_Superior\_Longitudinal\_Left, 2; Frontal\_Inferior\_longitudinal\_Left, 2; Face\_U\_tract\_Left, 2; Arcuate\_Posterior\_Segment\_Left, 2; Arcuate\_Long\_Segment\_Left, 2; Arcuate\_Anterior\_Segment\_Left, 2; Anterior\_Thalamic\_Projections\_Left, 2

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t )	
(Intercept)	7.56362	0.31467	4.77907	24.037	3.60e-06	***
SOA150	0.32667	0.01692	5069.00773	19.305	< 2e-16	***
SOA300	0.32417	0.01674	5069.17449	19.370	< 2e-16	***
SOA450	0.31955	0.01678	5069.20463	19.046	< 2e-16	***
`Active/passive`Passive	-0.08298	0.01070	5069.64022	-7.758	1.03e-14	***
SOA150:`Active/passive`Passive	-0.20550	0.02364	5069.01556	-8.691	< 2e-16	***
SOA300:`Active/passive`Passive	-0.16120	0.02360	5068.83881	-6.830	9.50e-12	***
SOA450:`Active/passive`Passive	-0.12259	0.02367	5068.75261	-5.179	2.32e-07	***

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	SOA150	SOA300	SOA450	`Ac/`P	SOA150: SOA300:
SOA150	-0.010					
SOA300	-0.011	0.200				
SOA450	-0.010	0.199	0.201			
`Actv/pss`P	-0.015	0.312	0.315	0.315		
SOA150:`A/`	0.007	-0.716	-0.143	-0.143	-0.452	
SOA300:`A/`	0.007	-0.141	-0.709	-0.142	-0.453	0.205
SOA450:`A/`	0.007	-0.141	-0.142	-0.709	-0.452	0.205 0.204

> ranova(mod1)

ANOVA-like table for random-effects: Single term deletions

Model:

```
log(`TR -3 ET`) ~ SOA + `Active/passive` + (1 | Anterior_Thalamic_Projections_Left) +
  (1 | Arcuate_Anterior_Segment_Left) + (1 | Arcuate_Long_Segment_Left) +
  (1 | Arcuate_Posterior_Segment_Left) + (1 | Face_U_tract_Left) +
  (1 | Frontal_Inferior_longitudinal_Left) + (1 | Frontal_Superior_Longitudinal_Left) +
  (1 | Inferior_Fronto_Occipital_fasciculus_Left) + (1 | Inferior_Longitudinal_Left) +
  (1 | Angular_L) + (1 | Frontal_Inf_Tri_L) + (1 | Frontal_Mid_L) +
  (1 | Fusiform_L) + (1 | Heschl_L) + (1 | ParaHippocampal_L) +
  (1 | Parietal_Inf_L) + (1 | Parietal_Sup_L) + (1 | Precentral_L) +
  (1 | Precuneus_LPrecuneus_R) + (1 | Supp_Motor_Area_L) +
  (1 | SupraMarginal_L) + (1 | Temporal_Mid_L) + (1 | Temporal_Pole_Mid_L) +
  (1 | Temporal_Pole_Sup_L) + (1 | Temporal_Sup_L) + (1 | Thalamus_L) +
  SOA:`Active/passive`
```

	npar	logLik	AIC	LRT	Df	Pr(>Chisq)
<none>	35	-916.94	1903.9			
(1   Anterior_Thalamic_Projections_Left)	34	-916.94	1901.9	0.0000	1	0.999838
(1   Arcuate_Anterior_Segment_Left)	34	-916.94	1901.9	0.0000	1	0.999779
(1   Arcuate_Long_Segment_Left)	34	-916.94	1901.9	0.0000	1	0.999779
(1   Arcuate_Posterior_Segment_Left)	34	-916.94	1901.9	0.0000	1	1.000000
(1   Face_U_tract_Left)	34	-917.36	1902.7	0.8328	1	0.361461
(1   Frontal_Inferior_longitudinal_Left)	34	-916.88	1901.8	-0.1132	1	1.000000
(1   Frontal_Superior_Longitudinal_Left)	34	-921.48	1911.0	9.0751	1	0.002591**
(1   Inferior_Fronto_Occipital_fasciculus_Left)	34	-916.88	1901.8	-0.1132	1	1.000000
(1   Inferior_Longitudinal_Left)	34	-917.45	1902.9	1.0272	1	0.310810
(1   Angular_L)	34	-916.88	1901.8	-0.1132	1	1.000000
(1   Frontal_Inf_Tri_L)	34	-916.94	1901.9	0.0000	1	0.999849
(1   Frontal_Mid_L)	34	-917.45	1902.9	1.0272	1	0.310810
(1   Fusiform_L)	34	-918.10	1904.2	2.3228	1	0.127490
(1   Heschl_L)	34	-916.88	1901.8	-0.1132	1	1.000000
(1   ParaHippocampal_L)	34	-918.46	1904.9	3.0382	1	0.081326 .
(1   Parietal_Inf_L)	34	-916.94	1901.9	0.0000	1	0.999776
(1   Parietal_Sup_L)	34	-918.54	1905.1	3.2013	1	0.073582 .
(1   Precentral_L)	34	-916.94	1901.9	0.0000	1	1.000000
(1   Precuneus_LPrecuneus_R)	34	-917.51	1903.0	1.1371	1	0.286276
(1   Supp_Motor_Area_L)	34	-916.94	1901.9	0.0000	1	0.999668
(1   SupraMarginal_L)	34	-918.46	1904.9	3.0382	1	0.081326 .
(1   Temporal_Mid_L)	34	-916.88	1901.8	-0.1132	1	1.000000
(1   Temporal_Pole_Mid_L)	34	-917.55	1903.1	1.2308	1	0.267246
(1   Temporal_Pole_Sup_L)	34	-916.94	1901.9	0.0000	1	0.999942
(1   Temporal_Sup_L)	34	-916.88	1901.8	-0.1132	1	1.000000
(1   Thalamus_L)	34	-916.89	1901.8	-0.1001	1	1.000000

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

## 10. SERMENT D'HIPPOCRATE

« Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque. »

## **Interférences d'une double-tâche de traitement phonologique au cours de la dénomination chez le patient aphasique**

Une littérature croissante à partir de paradigmes en double tâche a permis de tester les exigences attentionnelles requises dans la production du langage. Il a ainsi été démontré que les processus pré-lexicaux et également post-lexicaux nécessitent un contrôle attentionnel. L'objectif de ce travail était d'explorer les interférences dues à des délais de SOA variables dans une double tâche de dénomination. L'interférence devrait être maximale aux SOAs précoces chez les sujets présentant une déficience lexico-sémantique et aux SOAs tardifs chez ceux présentant une déficience phonologique.

Dix-huit participants présentant une aphasie dans les suites d'un accident vasculaire cérébral de l'hémisphère gauche ont réalisé une tâche de dénomination et une tâche de détection auditive en condition de double-tâche passive (dénommer des images tout en ignorant les stimuli auditifs) et active (dénommer des images tout en détectant un stimuli auditif spécifique). Les distracteurs auditifs correspondaient à quatre syllabes différentes jouées à trois SOAs différents. Ils devaient dénommer les images le plus rapidement possible, tout en appuyant sur une touche quand ils entendaient la syllabe /fo/. Les lésions en IRM clinique ont également été modélisées afin d'identifier des aires corticales ou faisceaux de substance blanche critiques connus pour être impliquée dans les tâches langagières.

Les principaux résultats mettent en évidence un effet de la double tâche sur le temps de réaction et une absence de différence significative du type d'erreurs en fonction du SOA malgré une tendance à produire plus de non-réponses pour les SOAs précoces. Les temps de réaction étaient significativement plus longs chez les patients présentant une lésion du faisceau frontal longitudinal supérieur gauche.

**Mots clés** : aphasia, attention, langage, word production, dual-task interference

**Discipline** : Médecine Physique et de Réadaptation

Handicap Activité Cognition Santé EA 4136  
CHU de Bordeaux  
Place Amélie Raba Léon, 33000 BORDEAUX