



**HAL**  
open science

# Les troubles phonologiques dans les troubles du langage oral

Pauline Quemart, Andrea Macleod, Christelle Maillart

► **To cite this version:**

Pauline Quemart, Andrea Macleod, Christelle Maillart. Les troubles phonologiques dans les troubles du langage oral. Rééducation orthophonique, 2015. hal-02440030

**HAL Id: hal-02440030**

**<https://hal.science/hal-02440030>**

Submitted on 5 Feb 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.

Les troubles phonologiques dans les troubles du langage oral

Pauline Quémart<sup>1\*</sup>, Andrea MacLeod<sup>2</sup> et Christelle Maillart<sup>3</sup>

Article soumis pour un numéro spécial de la revue rééducation orthophonique sur les Troubles  
Phonologique et la Dyspraxie Verbale

1 Université de Poitiers & Centre National de la Recherche Scientifique, France

2 Université de Montréal, Canada

3 Département de Psychologie: Cognition et Comportement, Université de Liège, Belgique

\*Adresse pour correspondance :

Centre de Recherches sur la cognition et l'apprentissage (CeRCA) - UMR CNRS 7295

Maison des Sciences de l'Homme et de la Société (MSHS)

5, rue Théodore Lefebvre

TSA 21103

F-86073 Poitiers CEDEX 9

France

E-mail: pauline.quemart@univ-poitiers.fr

Tél: (+33)(0)5 49 45 46 19

Fax: (+33)(0)5 49 45 46 16

### **Résumé (10 lignes maximum)**

L'objectif de cet article est de présenter la nature des troubles phonologiques qui se manifestent dans les troubles du langage oral. Les troubles phonologiques peuvent avoir différentes origines, et il est important pour le clinicien de savoir déterminer l'origine des difficultés afin de proposer une prise en charge adaptée des difficultés. Après avoir présenté les différentes étapes du développement phonologique, le modèle de Stackhouse et Wells (1997) sera expliqué. Ce dernier permet d'examiner avec précision la nature des difficultés rencontrées par les enfants avec trouble du langage oral. Enfin, deux expériences chez les enfants avec trouble spécifique du langage oral viendront illustrer l'importance d'une évaluation fine et précise des habiletés phonologiques dans le cadre du diagnostic et de la prise en charge.

### **Mots-clé (4 ou 5 max)**

Phonologie – Développement – Troubles – Evaluation.

## **Les troubles phonologiques dans les troubles du langage oral**

L'acquisition du langage oral implique la mise en correspondance d'unités formelles – les mots – avec une signification. A partir du moment où son système auditif est fonctionnel, le fœtus puis le nourrisson est exposé à un flux de parole continu qu'il doit apprendre à segmenter pour en extraire les mots, dont il va inférer la signification en fonction du contexte de l'interaction. Lorsque son tractus vocal sera fonctionnel, il pourra produire ces mots dans un contexte approprié. Le processus par lequel l'enfant apprend à mettre en correspondance des unités phonologiques et des unités sémantiques est le « mapping » (Chiat, 2001). Pour réaliser cet appariement phono-sémantique, l'enfant doit développer une sensibilité à la phonologie de sa langue. En effet, la segmentation et la catégorisation de la parole en unités sonores est influencée par les propriétés phonologiques de notre langue native (Werker & Tees, 1984). Il paraît donc évident que des difficultés de traitement de ces propriétés vont interférer avec l'élaboration du langage oral ; certains auteurs affirment même que des troubles phonologiques sont à l'origine des troubles spécifiques du développement du langage (Chiat, 2001; Joanisse & Seidenberg, 2003). Les troubles du langage oral peuvent également trouver leur source dans les contraintes liées à la production du langage (programmation, planification et/ou exécution du geste moteur). L'objectif ici est d'expliquer la multiplicité des difficultés qui peuvent émerger au niveau du traitement de la structure phonologique de la langue, au regard d'un modèle psycholinguistique qui spécifie les différentes étapes de traitement du langage oral. D'un point de vue clinique, une bonne connaissance de ces étapes est nécessaire afin d'évaluer finement les habiletés phonologiques des patients, et de les interpréter en fonction des composantes phonologiques impliquées dans la réalisation de la tâche.

### **1. Développement typique des habiletés phonologiques**

#### **1.1.Extraire les mots du flux de parole**

Les langues naturelles se distinguent quant à leurs caractéristiques phonologiques. Elles utilisent des répertoires de phonèmes (l'inventaire des unités de son de la langue) plus ou moins différents, or l'extraction d'indices phonologiques et statistiques du signal de parole propres à la langue permet de guider les premières étapes de la segmentation lexicale.

Tout d'abord, les langues sont soumises à des *règles et probabilités d'association des syllabes* qui les constituent, qui correspondent aux probabilités de transition entre deux syllabes adjacentes. Ces régularités distributionnelles constituent un indice important permettant de segmenter le flux de parole en mots. Dès l'âge de 7 mois, les enfants sont sensibles aux

régularités distributionnelles et peuvent s'en servir pour extraire des mots de la parole (Jusczyk & Aslin, 1995; Jusczyk, Houston, & Newsome, 1999; Saffran, Aslin, & Newport, 1996).

Les jeunes enfants exploitent également des *indices phonotactiques* pour segmenter les phrases en mots. Ces règles phonotactiques, qui renvoient aux possibilités d'association des phonèmes entre eux, structurent les langues. La sensibilité aux régularités phonotactiques de la langue s'observe dès l'âge de 9 mois (Jusczyk, Luce, & Charles-Luce, 1994). Par exemple à cet âge les enfants préfèrent écouter une liste de syllabes composées de suite de phonèmes fréquemment associés en anglais plutôt qu'une suite de phonèmes peu fréquemment associés. De plus, ils utilisent les contraintes phonotactiques comme source d'information pour segmenter la parole continue. Dès 9 mois, ils s'intéressent davantage à des syllabes qui sont apparues dans des phrases qui leur permettaient d'extraire aisément ces syllabes grâce aux frontières, par rapport à des syllabes qui ne le permettaient pas (Mattys & Jusczyk, 2001).

Les langues se distinguent également en fonction des *classes rythmiques* auxquelles elles appartiennent (Ramus, Nespor, & Mehler, 1999). Chaque langue favorise une unité de représentation en fonction de son rythme (la syllabe en français, les mores en japonais). La prise en compte de ces éléments suprasegmentaux (rythme, accent tonique, existence de tons...) permet d'extraire les mots du flux de parole. Ainsi, la sensibilité au rythme de parole constitue également l'une des premières étapes d'acquisition du langage (Jusczyk et al., 1999; Ramus et al., 1999) : Dès l'âge de 7 mois, ils utilisent implicitement le contour prosodique prédominant dans leur langue pour reconnaître les mots. Par exemple, ils sont sensibles au fait qu'en anglais, l'accent porte généralement sur la première syllabe donc la frontière avec le mot précédent se situe juste avant la syllabe accentuée.

Au total, plusieurs indices permettent aux enfants d'extraire les mots du flux de parole. Ces indices sont en général spécifiques à la langue, et la combinaison de plusieurs de ces indices permet à l'enfant de développer des représentations phonologiques lexicales au cours de la première année.

## **1.2. Développer des représentations phonologiques**

Lorsque les mots ont été extraits du flux de parole, l'enfant doit les stocker en mémoire : il doit développer des représentations phonologiques, c'est-à-dire des représentations abstraites des séquences de phonèmes qui constituent les mots. Celles-ci doivent présenter plusieurs caractéristiques :

Tout d'abord, les représentations phonologiques doivent être segmentales/phonémiques, c'est-à-dire que tous les phonèmes doivent être spécifiés en mémoire afin que les mots soient reconnus ou produits correctement. Au départ, les représentations lexicales seraient essentiellement constituées de la forme acoustique globale, ou au mieux de certains phonèmes (Hallé & de Boysson-Bardies, 1996). L'explosion lexicale qui survient en général vers l'âge de 18 mois permet à l'enfant de spécifier plus finement les représentations phonologiques, car il doit être en mesure de discriminer entre des stimuli phonologiquement proches mais différents (ex : /pli/ vs /pri/, Metsala & Walley, 1998). L'augmentation de la taille du vocabulaire serait donc un des facteurs les plus déterminants pour apprendre à isoler les phonèmes dans les mots et discriminer des mots qui se ressemblent à un phonème près. Néanmoins, l'hypothèse d'une corrélation entre la taille du vocabulaire et la précision des représentations phonologiques a été assez peu vérifiée (Bailey & Plunkett, 2002; Swingley & Aslin, 2000) et pourrait ne concerner que les enfants les plus jeunes, avant l'âge de 18 mois (Werker, Fennell, Corcoran, & Stager, 2002).

Les représentations phonologiques doivent être également suffisamment abstraites pour que le système cognitif reconnaisse les mots même lorsqu'ils sont prononcés par des locuteurs différents. Le lexique mental des enfants (mais aussi des adultes) ne peut en effet pas stocker toutes les traces acoustiques des stimuli auxquels ils ont été exposés. Les modèles de reconnaissance de mots font donc l'hypothèse que l'entrée acoustique est appariée à des représentations phonologiques abstraites stockées en mémoire. Par exemple, la décision lexicale pour un mot présenté oralement est aussi précise lorsque le stimulus amorce est prononcé par une voix différente ou une voix similaire à la cible (Luce & Lyons, 1998) suggérant un important degré d'abstraction des représentations phonologiques. En revanche, la forme de ces représentations diverge selon les auteurs (traits : Gaskell & Marslen-Wilson, 1997 ; phonèmes : Norris & McQueen, 2008 ; syllabes : Mehler, 1981).

Au total, les habiletés phonologiques permettent à l'enfant de développer une sensibilité à la structure phonologique de sa langue afin de développer des représentations lexicales, et donc de se constituer un « lexique mental ». En parallèle, l'enfant émet dès la naissance des cris et des sons qui se transformeront en sons langagiers lorsque son tractus vocal sera suffisamment développé. Il s'agit donc pour lui d'apprendre à produire des mots.

### **1.3.Produire des mots**

La production des mots consiste – à partir d’une idée ou d’un concept – à activer en mémoire la forme phonologique correcte liée à ce concept, puis d’activer un programme moteur associé aux phonèmes afin de planifier puis exécuter un geste moteur.

Le développement de la production langagière passe par plusieurs étapes. Au départ, les manifestations sonores du bébé sont des cris ou des pleurs qui correspondent à des vocalisations réflexives considérées comme universelles (Hallé, 1998). Ces productions interprétées par l’entourage du nourrisson constituent une première forme de communication puisqu’elles sont perçues comme étant l’expression des états éprouvés par l’enfant. Puis ces manifestations sonores vont se diversifier et le bébé va petit à petit apprendre à contrôler son appareil phonatoire, ce qui lui permettra de moduler l’intensité et la hauteur de sa voix pour s’adapter au contexte de communication (D’Odorico & Franco, 1991). A ce stade, les productions vocaliques sont déconnectées des processus centraux et plus précisément des représentations phonologiques qui ne sont pas encore suffisamment développées.

Vers 5-6 mois, les vocalisations commencent à s’imprégner des marques prosodiques de la langue maternelle (Levitt & Wang, 1991) ce qui marque une transition progressive vers le babillage. Celui-ci apparaît vers 6-8 mois et consiste en la répétition de syllabes simples, de type « consonne-voyelle ». Les énoncés vont devenir de plus en plus longs, de plus en plus riches, et s’imprégner des spécificités prosodiques de la langue maternelle vers 8-10 mois (Boysson-Bardies & Vihman, 1991; De Boysson-Bardies, Halle, Sagart, & Durand, 1989). A partir du moment où les enfants commencent à relier des séquences de syllabes à une signification, ils commencent à produire leurs premiers mots grâce l’activation simultanée de représentations phonologiques, sémantiques et motrices en mémoire.

Ainsi, la perception et la production du langage oral nécessitent d’intégrer, de s’approprier et de réutiliser des contraintes linguistiques spécifiques à chaque langue. Ces données issues d’expériences menées en psychologie expérimentale ont permis de mieux saisir les différentes étapes et les différents processus mis en œuvre lors de la perception et de la production langagière. Plusieurs modèles ont été proposés pour intégrer et expliquer fonctionnellement les étapes de traitement du langage oral (Ramus et al., 2010; Stackhouse & Wells, 1997). L’intérêt de ces modèles réside également dans le fait qu’ils permettent de mettre en lumière les déficits langagiers qui peuvent apparaître chez certains enfants.

## **2. Evaluation de la phonologie : modèle de Stackhouse et Wells (1997)**

Le modèle proposé par Stackhouse et Wells (1997) et présenté ci-dessous (Figure 1) est particulièrement intéressant pour comprendre et évaluer les troubles phonologiques. Les auteurs ont modélisé les différentes étapes du traitement du langage afin de rendre compte d'une part du développement du langage et d'autre part de ses troubles.

L'intérêt de ce type de modèle est qu'il ne se limite pas à la dissociation des niveaux sous-lexical (boîtes blanches) et lexical (boîtes grises). Dans ce modèle, les troubles langagiers sont envisagés comme un déficit possible au niveau de l'input (partie gauche du modèle), de la connaissance stockée en mémoire (représentation) ou de l'output (partie droite du modèle). La source de la difficulté peut donc se situer au niveau de la réception/perception, du stockage ou de la production. En effet, l'enfant reçoit de l'information de différents types (auditive, visuelle) à propos d'un énoncé. Il stocke l'information dans des représentations lexicales et sélectionne les formes correctes lors de la reconnaissance des mots ou leur production. Les difficultés de parole ne sont donc pas uniquement des problèmes d'output mais peuvent être la conséquence d'un problème perceptif qui affectera en parallèle le stockage et/ou la production langagière.

[Insérer la Figure 1 ici]

## **2.1.Réception vs production**

Le traitement du langage peut se réaliser dans deux sens : celui de la réception, et celui de la production. La distinction entre le canal réceptif et le canal productif constitue l'une des distinctions les plus importantes proposées dans ce modèle. Dans le cas de la réception, l'activation part du système auditif jusqu'au niveau conceptuel. Dans le cas de la production, l'activation part du niveau conceptuel pour arriver aux organes de production du langage. L'activation peut également circuler du niveau acoustique au niveau moteur, par exemple pour répéter un pseudo-mot (sans activation nécessaire du lexique) ou lorsqu'on demande de compléter un énoncé présenté oralement (activation nécessaire du lexique).

Les difficultés langagières peuvent résulter d'une atteinte au niveau réceptif, tout en affectant également l'élaboration de représentations et la production langagière. Par exemple, une déficience auditive affectera la perception des mots, mais entraînera également un déficit au niveau leur stockage et leur production. Il est toutefois important de situer l'origine des difficultés : dans ce cas il s'agit d'un déficit spécifique de la perception auditive qui aura des

répercussions sur la mise en place de la sphère langagière dans son ensemble. Dans le cas de la dysphasie, le diagnostic se fait par exclusion d'un déficit auditif périphérique. Toutefois, les difficultés observées au niveau de la production phonologique pourraient être la conséquence d'un déficit de discrimination auditive (Bishop & McArthur, 2005).

Les difficultés langagières peuvent également provenir de difficultés pour produire correctement le langage, alors que les aspects réceptifs et représentationnels sont intacts. Certains enfants peuvent par exemple rencontrer des difficultés pour planifier une séquence motrice alors que les représentations motrices sont correctement spécifiées en mémoire. Dans cette situation de dyspraxie verbale, les difficultés de planification du geste moteur vont entraîner des erreurs de production inconsistantes. Pour d'autres enfants, les erreurs de productions sont très stables : Elles sont la conséquence d'un trouble d'exécution motrice lié à une anomalie des organes phonatoires (e.g., fente palatine) ou d'un mauvais positionnement de ceux-ci (e.g., spasticité musculaire) lors de la production. Il est important de noter que des problèmes de production peuvent également avoir des répercussions sur le développement des représentations phonologiques. Les systèmes phonologique et moteur sont en étroite interaction, et la présence d'un déficit moteur a des répercussions sur les habiletés phonologiques ce qui rend le diagnostic différentiel complexe (McNeill, Gillon, & Dodd, 2009).

## **2.2. Le traitement phonologique d'entrée**

Une des étapes importantes du traitement langagier est la capacité à identifier les phonèmes qui constituent les mots. C'est à ce moment que l'input parole est reconnu comme faisant partie de la langue maternelle et transmis au lexique pour être reconnu.

La mise en correspondance de la représentation que l'on se fait du stimulus auditif (qui fait suite au traitement auditif périphérique) avec une représentation phonologique en mémoire nécessite selon Stackhouse et Wells (1997) d'effectuer trois types de traitements en amont de l'activation lexicale

### **a. Discrimination entre les stimuli langagiers et non langagiers**

La première étape de traitement des stimuli langagiers est pré-linguistique : il s'agit dans un premier temps de déterminer si les stimuli constituent des sons langagiers ou non langagiers. Dans les années 70, l'équipe de Mattingly (Mattingly, Liberman, Syrdal, & Halwes, 1971) a montré que le traitement langagier repose sur un module spécifique au langage qui n'est pas impliqué dans le traitement des stimuli non langagiers : seuls les stimuli langagiers sont

perçus de façon catégorielle. Plusieurs études par la suite ont montré la spécificité du traitement des stimuli langagiers chez l'enfant (Bertoncini et al., 1989; Eimas, 1974). Cette différence de traitement des stimuli langagiers et non langagiers a été étayée plus récemment par des données issues de la neuroimagerie (Shtyrov, Kujala, Palva, Ilmoniemi, & Naatanen, 2000). Chez l'adulte, l'hémisphère gauche serait préférentiellement impliqué dans le traitement des stimuli langagiers alors que l'hémisphère droit participerait davantage au traitement des stimuli non langagiers (Binder et al., 2000). Cette spécialisation préférentielle des deux hémisphères n'a pas encore été réellement mise en évidence chez le bébé (Dehaene-Lambertz, 2000) mais les données de la neuroimagerie indiquent toutefois une plus grande réactivité de l'hémisphère gauche aux stimuli langagiers par rapport aux stimuli non langagiers (Dehaene-Lambertz et al., 2010; Shultz, Vouloumanos, Bennett, & Pelphrey, 2014).

La capacité à traiter de façon spécifique les stimuli langagiers peut parfois être déficitaire. En effet, des cas d'agnosie auditive ont été rapportés dans la littérature, et correspondent à un trouble spécifique du traitement des stimuli langagiers en l'absence de difficultés pour traiter les stimuli non langagiers. Par exemple, Saffran, Marin, and Yeni-Komshian (1976) ont rapporté le cas d'un patient qui traitait correctement les stimuli non langagiers mais qui était incapable de traiter les stimuli langagiers. D'autres cas similaires ont été rapportés (Poeppel, 2001) et témoignent de la dissociation entre le traitement des stimuli langagiers et non langagiers.

### **b. Reconnaissance phonologique**

Comme nous l'avons vu précédemment, la sensibilité aux sons de la langue se développe au cours de la première année, notamment à travers les probabilités d'association des phonèmes. Un exemple de tâche consiste à proposer aux enfants des pseudo-mots constitués de phonèmes plus ou moins fréquemment associés entre eux dans la langue maternelle. Si on leur demande de décider parmi ces items lesquels ressemblent le plus à des mots, ils devraient choisir préférentiellement les items constitués de phonèmes fréquemment associés entre eux. Pour réaliser cette tâche, ils doivent implicitement activer leurs connaissances statistiques sur les probabilités d'associations des phonèmes qui leur permettront de juger la légitimité des items proposés oralement

La sensibilité aux propriétés linguistiques de la langue maternelle s'observe également lorsqu'on propose aux participants de se focaliser sur une unité pertinente dans une langue mais pas dans une autre. Par exemple, lorsque des adultes francophones doivent détecter le

plus rapidement possible si un stimulus auditif contient un fragment tel que /pa/ ou /pal/, ils sont plus rapides lorsque le fragment correspond à la première syllabe du stimulus (par exemple, /pal/ dans /palmier/ et /pa/ dans /palace/) que pour un fragment qui ne correspond pas à cette syllabe (par exemple, /pa/ dans /palmier/ et /pal/ dans /palace/ ;Mehler, Dommergues, Frauenfelder, & Segui, 1981). Ces effets n'ont pas été répliqués en anglais (Cutler, Mehler, Norris, & Segui, 1986) ce qui suggère que la syllabe est une unité de traitement fonctionnelle en français contrairement à l'anglais qui utilise une unité de traitement fondée sur l'accent tonique (Cutler, Mehler, Norris, & Segui, 1989, 1992).

### **c. Discrimination phonétique**

La reconnaissance phonologique est étroitement reliée aux habiletés de discrimination phonétique : ces dernières permettent de distinguer des stimuli similaires à un phonème près (e.g. /pa/ vs /po/) et sont à la base du développement des représentations phonologiques.

La sensibilité aux contrastes phonétiques pertinents dans la langue se développe progressivement au cours de la première année. A l'âge de 6 mois, des capacités spécifiques à la langue maternelle émergent, et le nourrisson établit des prototypes pour les voyelles (Kuhl, Williams, Lacerda, Stevens, & Lindblom, 1992). Vers 10-12 mois, l'enfant perd la capacité à discriminer certains contrastes consonantiques qui n'appartiennent pas à sa langue (Werker & Tees, 1984) au moins quand les consonnes concernées peuvent être entendues comme des phonèmes de la langue maternelle (Best, McRoberts, & Sithole, 1988). Par la suite, les capacités de discrimination sont stables.

Au cours de leur première année, les enfants développent une sensibilité croissante aux sons de leur langue maternelle, et deviennent insensibles aux contrastes phonétiques qui n'ont pas d'importance pour eux (Kuhl et al., 2008). Cette sensibilité se traduit par exemple dès 7 mois et demi par une décharge plus importante de certains neurones lorsque les enfants sont exposés à des contrastes phonétiques pertinents dans leur langue maternelle par rapport à des contrastes non pertinents (Kuhl et al., 2008).

Un moyen de tester la sensibilité des enfants aux patrons phonologiques de leur langue consiste à leur demander de discriminer entre deux items se distinguant sur un trait pertinent dans la langue (ex en français : /b/ vs /p/) ou non pertinent (ex: /da/-/ɖa/, un contraste présent en hindi). S'ils ont constitué un répertoire de phonèmes spécifique à leur langue maternelle et s'ils ont une perception catégorielle de ces phonèmes, alors ils ne devraient percevoir de différence qu'entre les contrastes pertinents dans leur langue.

Plusieurs auteurs ont proposé l'idée selon laquelle les difficultés de discrimination phonétique seraient à l'origine des troubles langagiers chez les enfants dysphasiques (Joanisse, 2004; Stark & Heinz, 1996) même si elles ont été remises en question dans d'autres études (Coady, Evans, Mainela-Arnold, & Kluender, 2007; Coady, Kluender, & Evans, 2005). Selon Robertson, Joanisse, Desroches, and Ng (2009), ces difficultés de discrimination pourraient même permettre d'établir un diagnostic différentiel entre la dysphasie et la dyslexie, ces derniers ne rencontrant pas de difficultés à ce niveau (mais voir Serniclaes, Van Heghe, Mousty, Carré, & Sprenger-Charolles, 2004, pour des résultats contradictoires).

### **2.3. Les représentations phonologiques d'entrée**

Pour reconnaître un mot, il est nécessaire de faire correspondre la représentation du stimulus perçu avec les représentations phonologiques stockées en mémoire. Comme nous l'avons précisé un peu plus haut, celles-ci correspondent aux représentations abstraites des séquences de phonèmes qui constituent les mots. Elles doivent être segmentales, dans le sens où elles doivent spécifier chaque phonème constituant les mots afin de ne pas confondre des voisins phonologiques tels que /pli/ et /pri/. Elles doivent également être abstraites, afin de reconnaître les mots indépendamment de leur contexte d'émission (e.g., voix masculine vs. voix féminine).

Plusieurs tâches sont classiquement utilisées pour évaluer les représentations phonologiques (Sutherland & Gillon, 2005). Les tâches de production sont fréquemment utilisées dans la clinique, même si elles tendent à confondre l'évaluation des représentations phonologiques et de la programmation et exécution du programme moteur associé à la production langagière. Parmi celles-ci, la tâche de dénomination d'images consiste à dénommer le plus précisément possible des images présentées aux patients. La tâche de « gating » consiste à présenter aux patients les premiers phonèmes qui constituent un mot et de déterminer quelle quantité d'information est nécessaire pour qu'ils puissent reconnaître le mot. Enfin, la tâche de répétition de pseudo-mots est souvent considérée comme évaluant la qualité des représentations phonologiques. Néanmoins, sa réalisation ne nécessite pas forcément d'activer des représentations lexicales, et doit plutôt être considérée comme une évaluation de la reconnaissance phonologique ou de la programmation motrice.

Les épreuves qui permettent d'évaluer les représentations phonologiques sur le versant de la réception sont plus rarement utilisées. Pourtant, elles présentent l'avantage de ne pas nécessiter de production verbale chez les participants, et donc de bien distinguer entre des difficultés de réception et de production. A notre connaissance, aucune épreuve évaluant la

qualité des représentations phonologiques sur le versant de la réception n'est aujourd'hui normée en français. Plusieurs tâches ont toutefois été utilisées dans la recherche. Par exemple, la tâche de décision lexicale consiste à indiquer si un stimulus présenté auditivement constitue un mot de la langue ou pas. En manipulant le type d'items utilisés dans la tâche, il est possible d'inférer la qualité des représentations phonologiques. Par exemple, la présentation auditive du pseudo-mot /boto/ peut entraîner davantage d'« acceptations erronées » du fait de sa proximité avec des mots existants (/moto/ ; « /bato/ ) que des pseudo-mots éloignés de mots existants (e.g., /samiro/). Une autre tâche correspond à la tâche de détection d'erreurs de prononciation. Celle-ci consiste à présenter simultanément une image sur un écran d'ordinateur, associée à un mot présenté auditivement dans un casque. La consigne donnée aux participants est d'indiquer si le mot présenté dans le casque est correctement prononcé ou pas par rapport à l'image qui leur est affichée. La manipulation du type d'erreur de prononciation (par exemple : inversion ou substitution ; position du phonème manipulé...) permet là encore d'inférer la qualité des représentations phonologiques. Un exemple d'études utilisant ce type de tâches chez les enfants dysphasiques fera l'objet du point 3.

#### **2.4.Le traitement phonologique de sortie**

Pour produire un mot, le locuteur doit sélectionner et récupérer en mémoire l'information lexicale associée à l'idée que qu'il souhaite exprimer, et activer la forme phonologique correspondant à cette idée. Celle-ci est connectée à un programme moteur qui spécifie les gestes articulatoires permettant la prononciation correcte des mots. Selon Stackhouse et Wells (1997) le programme moteur est associé à un module de programmation motrice qui crée de nouveaux programmes moteurs lorsque ceux-ci n'existent pas encore. Lorsque le programme moteur a été récupéré en mémoire, l'étape de planification motrice a pour objectif d'assembler séquentiellement les mouvements à effectuer et de les adapter en fonction du contexte (choix de l'intonation par exemple). Ces programmes assemblés sont ensuite transmis par voie nerveuse aux muscles afin de les exécuter.

##### **a. Programme moteur**

La production orale nécessite dans un premier temps d'activer les phonèmes qui constituent les mots stockés dans le lexique. Plusieurs données sont en faveur de l'existence de deux lexiques phonologiques séparés : l'un dédié au stockage des représentations d'entrée, l'autre dédié au stockage des représentations de sortie (Baker, Croot, McLeod, & Paul, 2001; Hewlett, 1990). Prenons l'exemple de l'acquisition d'une langue seconde : Nous sommes généralement bien plus efficaces pour reconnaître les mots que pour les produire

correctement. Chaque mot aurait donc non seulement une représentation d'entrée mais aussi une représentation de sortie.

Dans le modèle de Stackhouse et Wells (1997), le lexique phonologique de sortie correspond au module de « programme moteur ». Les représentations phonologiques d'entrée sont donc directement reliées (cf flèche) à un programme moteur qui indique les gestes articulatoires permettant une prononciation correcte des mots (Stackhouse & Wells, 1997). Ce programme spécifie par exemple comment positionner la langue ou les lèvres pour produire correctement les mots (rappelons que la représentation phonémique du mot est abstraite). L'unité de base du stockage de ces routines articulatoires correspondrait à la syllabe (Levelt & Wheeldon, 1994). Chacun d'entre nous disposerait en mémoire d'un « syllabaire » qui stocke les programmes moteurs d'une langue donnée et qui permet de traduire la représentation phonologique abstraite du mot en une représentation phonétique.

Plusieurs données expérimentales ont permis de confirmer l'existence de ce syllabaire. Chez l'adulte par exemple, le temps de dénomination d'un mot est plus rapide lorsque celui-ci est constitué de syllabes fréquentes que lorsqu'il est constitué de syllabes rares (Levelt & Wheeldon, 1994). Le développement de ce syllabaire n'a – à notre connaissance – jamais été étudié directement chez l'enfant. Néanmoins, l'aisance de ceux-ci face aux tâches de segmentation syllabique (Liberman, Shankweiler, Fischer, & Carter, 1974) pourrait certainement être rapprochée de cette « primauté » de la syllabe dans la production orale.

La tâche de dénomination d'images est certainement la plus utilisée pour évaluer la capacité à activer des représentations phonologiques en mémoire. La sélection d'items en fonction de leurs propriétés (fréquence, phonèmes qui les constituent) permet d'évaluer précisément la capacité à mobiliser des représentations phonologiques pour les transformer en programme moteur. L'analyse qualitative des erreurs – couplée à une évaluation du langage spontané – permet au clinicien de répertorier le type d'erreur, leur systématicité et la sévérité du trouble éventuel. Les épreuves métaphonologiques permettent également d'évaluer la qualité des représentations phonologiques de sortie. Elles consistent à demander au patient de manipuler intentionnellement les phonèmes qui constituent les mots (inversion de phonèmes, substitution, délétions ...) afin d'évaluer la conscience qu'à l'enfant de la structure phonémique des mots.

Le phénomène du « mot sur le bout de la langue » illustre les difficultés que peuvent rencontrer certains patients pour accéder au lexique phonologique de sortie. Ce manque du mot correspond à « un échec de récupération d'un mot associé à une impression intense de

connaître ce mot » (Bragard & Schelstraete, 2006, p. 634). Les difficultés d'évocation lexicale s'observent dans plusieurs pathologies chez l'enfant (Bragard & Schelstraete, 2006) mais aussi chez l'adulte (Dell, Schwartz, Martin, Saffran, & Gagnon, 1997) et chez la personne âgée (Astell & Harley, 1996). Ce phénomène indique également que l'activation des représentations phonologiques n'est pas un phénomène de « tout ou rien » (Harley & Bown, 1998). En effet, dans la plupart des cas, le patient est capable de donner le phonème initial du mot, et très souvent le nombre de syllabes qui le constituent. Ce phénomène reflète donc une activation phonologique partielle et incomplète de la forme à produire, tout en gardant une activation minimale. Ainsi, les représentations phonologiques de sortie encodent à la fois des informations segmentales (les consonnes et les voyelles qui constituent les mots) mais aussi des informations métriques (le nombre de syllabes des mots et leur structure accentuelle), ces dernières étant préservées dans le cas du manque du mot (Ferrand, 1998).

#### **b. Programmation motrice**

Certains mots – et en particulier les mots nouveaux – ne disposent pas de programme moteur puisqu'ils n'ont jamais été rencontrés auparavant. Pour pouvoir les produire correctement, Stackhouse et Wells (1997) ont proposé un module de « programmation motrice » qui ne sera pas activé systématiquement lors de la production du langage. Il serait principalement impliqué dans la construction de nouveaux patrons moteurs qui seront stockés en mémoire, mais permettrait aussi d'apprendre à manipuler délibérément des items qui ne font pas partie de notre lexique (pseudo-mots). Le fonctionnement de ce module garantit donc la qualité et la précision des programmes moteurs ultérieurs.

Le fonctionnement du module de programmation motrice s'évalue principalement grâce à la tâche de répétition de pseudo-mots. Cette tâche met très souvent les enfants avec troubles du langage oral en difficulté (Coady & Evans, 2008) et serait particulièrement utile dans l'élaboration du diagnostic de trouble spécifique du langage oral (Archibald & Gathercole, 2006; Bishop, North, & Donlan, 1996).

#### **c. Planification motrice**

Pour maîtriser une séquence motrice, l'enfant doit planifier correctement l'ordre des unités (phonèmes/syllabes) à produire. Cette planification est rendue possible par la mémoire tampon phonologique également appelée « buffer articulatoire » (Levelt, 1989) qui assure le maintien à court terme d'informations phonologiques en mémoire afin de convertir des segments phonologiques en patrons articulatoires. Dans la mesure où la production orale

implique un traitement séquentiel des phonèmes, la mémoire tampon permet de planifier leur ordre de production.

Les difficultés de planification motrice ont généralement été interprétées comme la conséquence d'un dysfonctionnement de la mémoire tampon phonologique, c'est-à-dire de la préparation des représentations phonologiques pour l'articulation. Une perturbation de la planification phonologique peut se manifester par des paraphasies phonémiques. Celles-ci se définissent comme des transformations de la forme phonologique du mot caractérisées par la substitution, l'omission, l'ajout ou la transposition d'un ou de plusieurs phonèmes et ce, en l'absence de toute altération articulatoire. Le patient utilise des « conduites d'approche » afin d'essayer de produire le mot cible par essais-erreurs, aboutissant ou non à la forme recherchée. Par exemple, « drapeau », « rapeau », « radeau » pour « rateau ». Ces erreurs ne sont pas attribuables à un déficit de représentation phonologique puisqu'elles sont inconsistantes d'une production à l'autre (Nickels, 1997). Elles sont plutôt interprétées comme le reflet de l'incapacité du patient à planifier les sons de parole d'un mot.

La dyspraxie verbale est généralement définie également comme un trouble de la planification motrice (Charron & MacLeod, 2010). Selon Hayden (1994), elle se caractérise par un déficit dans la traduction des codes linguistiques en mouvements articulatoires, en l'absence de déficits neuromusculaires. Le déficit n'est donc ni linguistique (les représentations sont correctement spécifiées) ni moteur. Il est difficile de donner une manifestation spécifique de la dyspraxie verbale, car les déficits associés sont mis en évidence dans d'autres troubles. Elle se manifeste par des réalisations instables d'un même phonème ou d'un même mot, quelle que soit la tâche utilisée (Velleman & Strand, 1994) ainsi que par un grand nombre d'omissions et de substitutions de phonèmes.

#### **d. Exécution motrice**

Lorsque les codes phonologiques ont été assemblés et planifiés, ils doivent être exécutés : Il s'agit là de la dernière étape de la production langagière. L'exécution motrice correspond à la mise en œuvre coordonnée d'un ensemble de muscles afin de produire un geste moteur.

Les troubles articulatoires ou « dyslalie » correspondent à des déformations phonologiques de certains phonèmes le plus souvent à cause d'une malformation physique. En effet, toute déficience des organes phonateurs (lèvres, voile du palais, langue, cordes vocales, poumons) va avoir un impact sur la qualité de la production langagière. Une pathologie affectant le système nerveux central ou « dysarthrie » va également altérer l'exécution motrice. A la

différence de la dyspraxie verbale, un trouble d'articulation se caractérise par une incapacité constante à produire un ou plusieurs phonèmes : les erreurs sont constantes quel que soit l'item dans lequel se trouve le phonème cible, et quelle que soit la tâche utilisée pour évaluer la production du phonème en question.

Au total, le modèle psycholinguistique de Stackhouse et Wells (1997) décrit l'ensemble des processus impliqués dans le traitement du langage oral, à la fois au niveau de la réception et de la production. Ce modèle s'appuie sur des données expérimentales qui ont décrit précisément le fonctionnement de chacun des processus langagiers. De plus, le fonctionnement de chaque module peut être évalué avec une tâche particulière, ce qui permet de déterminer avec précision l'origine des difficultés langagières. Il est donc particulièrement intéressant d'utiliser ce modèle dans le cas de la dysphasie, qui présente des troubles phonologiques dont il est important de déterminer l'origine.

### **3. Les troubles phonologiques : exemple des enfants avec trouble spécifique du langage**

Comme nous l'avons vu plus haut, les troubles phonologiques peuvent être la conséquence de désordres multiples : ils peuvent être la conséquence de troubles auditifs ou moteurs, mais peuvent également être spécifiquement linguistiques. Lorsqu'ils sont spécifiquement linguistiques, ils sont habituellement d'origine inconnue et ne sont pas causés par des problèmes de nature sensorielle (comme une déficience auditive), structurelle (comme la fissure du palais) ou neurologique (comme la paralysie cérébrale). Ils vont également entraver l'acquisition du langage écrit (lecture et orthographe) dans les systèmes d'écriture alphabétiques qui nécessitent de mettre en correspondance des graphèmes et des phonèmes.

Les troubles phonologiques sont particulièrement massifs et persistants chez les enfants avec trouble spécifique du langage (TSL ; Bishop & Adams, 1990; Maillart, Schelstraete, & Hupet, 2004). Les TSL se définissent comme des troubles spécifiques, sévères, et persistants du développement du langage qui sont de nature structurelle et vont interférer avec la mise en place du système langagier dès les premières acquisitions. Les troubles phonologiques constituent un marqueur du trouble et un élément déterminant pour le pronostic quant à l'évolution des difficultés (Leclercq & Maillart, 2014). Selon certains auteurs, ces troubles phonologiques expliqueraient même l'ensemble des difficultés langagières rencontrées par les enfants avec TSL au niveau lexical et morpho-syntaxique (Chiat, 2001; Joanisse & Seidenberg, 1998, 2003).

Une évaluation fine et précise des habiletés phonologiques des enfants avec TSL est donc primordiale. Or, la plupart du temps les représentations phonologiques sont évaluées à l'aide d'une tâche de répétition de pseudo-mots (Conti-Ramsden, Botting, & Faragher, 2001; Gardner, Froud, McClelland, & van der Lely, 2006) qui ne teste pas spécifiquement les habiletés phonologiques puisqu'elle implique une composante de programmation, planification et exécution souvent perturbée chez les enfants avec TSL. Il paraît donc essentiel d'évaluer les habiletés phonologiques en réception.

### **3.1. Sensibilité des enfants avec TSL aux probabilités phonotactiques**

Comme nous l'avons vu dans la première partie de cet article, la sensibilité aux probabilités d'association des phonèmes est fondamentale pour développer des représentations lexicales. Il semble donc important d'évaluer la sensibilité des enfants avec TSL à ces probabilités d'association. Plusieurs études ont mis en évidence de meilleures performances des enfants avec TSL pour répéter des pseudo-mots construits avec des phonèmes fréquemment associés plutôt que des phonèmes peu fréquemment associés (Coady, Evans, & Kluender, 2010a, 2010b). En revanche, après un apprentissage implicite de pseudo-mots, la capacité à réaliser une tâche de décision lexicale sur ces items n'est pas meilleure chez les enfants avec TSL lorsque les pseudo-mots sont construits avec des séquences légales plutôt qu'illégales (Mayor-Dubois, Zesiger, Van der Linden, & Roulet-Perez, 2014).

Pour faire suite à cette série d'études, nous avons conduit une expérience qui avait pour objectif de déterminer dans quelle mesure les enfants avec TSL s'appuient sur les probabilités phonotactiques pour reconnaître les mots à l'oral. Nous avons proposé une tâche de décision lexicale auditive à 20 enfants présentant un TSL (âge moyen = 10 ans et 1 mois) diagnostiqués par une équipe pluridisciplinaire, ainsi que 20 enfants tout-venants appariés sur l'âge chronologique (âge moyen = 10 ans et 0 mois) et 20 enfants tout-venants appariés sur le vocabulaire avec le test de l'EVIP (Dunn, Theriault-Whalen, & Dunn, 1993) d'âge moyen de 7 ans et 4 mois.

Nous avons proposé à ces participants une tâche de décision lexicale incluant 120 mots et 120 pseudo-mots bisyllabiques de structure CVCV. La moitié des pseudo-mots ( $N = 60$ ) était constituée de phonèmes fréquemment associés entre eux (d'après la base de données Manulex Infra, Peereman, Lété, & Sprenger-Charolles, 2007), comme par exemple / kumi/ ou / maly/. L'autre moitié des pseudo-mots ( $N = 60$ ) était constituée de phonèmes peu fréquemment associés, comme / mume/ ou / vase/.

Les résultats montrent que seuls les enfants avec TSL rejettent de façon plus précise (Figure 2) et plus rapide (Figure 3) les pseudo-mots constitués à partir de phonèmes peu fréquemment associés (probabilités faibles) par rapport aux pseudo-mots constitués de phonèmes fréquemment associés (probabilités élevées). Ce résultat suggère que malgré leurs difficultés langagières (les participants avec TSL avaient tous des troubles phonologiques mis en évidence avec une tâche de répétition de pseudo-mots) les enfants avec TSL développent une sensibilité aux probabilités d'association des phonèmes entre eux. Cette sensibilité est accrue par rapport aux enfants « tout-venants », ce qui suggère que les enfants avec TSL développent des habiletés de reconnaissance des mots parlés qui se basent sur des stratégies différentes, peut-être parce qu'ils ne peuvent se baser sur leurs habiletés lexicales qui sont généralement déficitaires.

[Insérer la Figure 2 ici]

[Insérer la Figure 3 ici]

La tâche de répétition de pseudo-mots classiquement utilisée chez les enfants avec TSL pourrait donc ne pas être suffisamment sensible pour mettre en évidence leurs habiletés langagières. Néanmoins, à notre connaissance, aucune épreuve n'a encore été étalonnée pour tester les habiletés phonotactiques des enfants, et leur capacité à se baser sur ces habiletés pour accéder au lexique. Il pourrait par exemple être intéressant de développer une épreuve au cours de laquelle les enfants doivent dire si une série d'items proposés oralement (et utilisant des phonèmes plus ou moins fréquemment associés) ressemble ou pas à un mot de la langue.

### **3.2. Traitement des consonnes et des voyelles chez les enfants avec TSL**

Si les troubles phonologiques ne sont pas liés au développement d'une sensibilité aux propriétés distributionnelles des phonèmes, ils peuvent être reliés aux propriétés des phonèmes en tant que tels. Les deux types de phonèmes – consonnes et voyelles – ont des propriétés acoustiques et psychologiques différentes (Bonatti, Peña, Nespor, & Mehler, 2005). Les consonnes sont des phonèmes stables et rapides, qui jouent un rôle important dans l'accès lexical : Ils constituent le « squelette » du mot. Les voyelles sont des phonèmes plus lents et instables dans leur prononciation, qui participent au traitement morphosyntaxique et prosodique du langage.

Les études qui ont examiné la qualité des représentations phonologiques des enfants avec TSL n'ont pas dissocié le traitement des consonnes et des voyelles. Nous avons donc mené une étude pour évaluer dans quelle mesure les enfants avec TSL étaient capables de détecter des

erreurs de prononciation en fonction du type de phonème modifié : consonne ou voyelle. Nous avons proposé à 18 enfants avec TSL (âge moyen = 9 ans et 8 mois) et 18 enfants appariés sur le niveau de vocabulaire (âge moyen = 7 ans et 8 mois) une tâche de détection d'erreurs de prononciation : ils devaient indiquer si le stimulus présenté dans un casque correspondait à l'image présentée visuellement sur un écran d'ordinateur. Les cibles correspondaient soit au mot prononcé correctement, soit à un pseudo-mot construit à partir de la cible correcte mais en modifiant un seul phonème. Cette modification pouvait concerner soit une consonne ou soit une voyelle, sur un trait distinctif (consonne : /epe/ -> /ebe/; voyelle : /velo/ -> /vilo/) ou sur trois traits distinctifs (consonne:/ami/->/afi/ ; voyelle : /yzin/ -> /yzon/ ).

Les résultats sont présentés dans la figure 4 ci-dessous.

[Insérer la Figure 4 ici]

Les deux groupes ne se distinguent pas lorsque la modification porte sur trois traits distinctifs : les performances des enfants avec TSL ne sont pas différentes de celles des enfants tout-venants. Les deux groupes ne se distinguent pas non plus lorsque la modification porte sur un trait consonantique. En revanche, lorsque la modification porte sur un seul trait vocalique, les enfants avec TSL détectent moins d'erreurs de prononciation que les enfants tout-venants appariés sur le vocabulaire.

Les résultats de cette étude suggèrent donc que les représentations vocaliques des enfants avec TSL sont spécifiées moins finement que celles des enfants tout-venants. L'examen de la qualité des représentations vocalique pourrait donc être particulièrement pertinent chez les enfants avec TSL, puisqu'il pourrait permettre de discriminer entre des enfants tout-venants et des enfants avec troubles. Notons qu'en général les épreuves qui présentent des paires minimales à discriminer utilisent des paires qui se distinguent sur une consonne plutôt que sur une voyelle (voir par exemple l'épreuve lilloise de discrimination phonologique, Macchi et al., 2012). Dans le cadre de la pratique orthophonique, il serait intéressant de tester plus systématiquement les contrastes vocaliques afin d'obtenir une mesure plus sensible des habiletés phonologiques des enfants avec TSL.

## **Conclusion**

Avant de proposer une prise en charge des troubles phonologiques, l'orthophoniste doit évaluer la nature et la sévérité des difficultés qui lui permettra de mettre en place un plan de remédiation adapté. Cette évaluation nécessite une solide connaissance des mécanismes impliqués dans le traitement phonologique de la langue, à la fois pour comprendre le langage mais aussi pour le produire.

L'objectif de cet article était d'expliquer la diversité des troubles phonologiques présents dans les troubles du langage oral. Dans la première partie, nous avons présenté une série d'études qui indiquent comment se développent les habiletés phonologiques au cours du développement typique des habiletés langagières. Nous avons ensuite présenté et analysé le modèle psycholinguistique de Stackhouse et Wells (1997) qui constitue une base explicative intéressante des troubles du langage oral. Les troubles phonologiques peuvent avoir des origines multiples, et les orthophonistes doivent utiliser différentes épreuves pour pouvoir évaluer ces différents aspects nécessaires à l'acquisition du langage. Le modèle de Stackhouse et Wells (1997) permet d'évaluer avec précision la nature des difficultés en fonction du versant (réception vs. production) et du type d'erreur commis (discrimination, planification, exécution ...). Il constitue donc un outil important à utiliser par les cliniciens pour déterminer les origines des difficultés langagières. Enfin, nous avons présenté deux études qui ont examiné les habiletés phonologiques des enfants avec TSL. Ces deux études montrent que l'utilisation d'outils d'évaluation fins permet d'avoir une image plus précise des déficits phonologiques qui sont classiquement évaluées avec la tâche de répétition de pseudo-mots.

## Références bibliographiques

- Archibald, L. M., & Gathercole, S. E. (2006). Nonword repetition: a comparison of tests. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 49*(5), 970-983. doi: 10.1044/1092-4388(2006/070)
- Astell, A. J., & Harley, T. A. (1996). Tip-of-the-tongue states and lexical access in dementia. *Brain Lang, 54*(2), 196-215. doi: 10.1006/brln.1996.0071
- Bailey, T. M., & Plunkett, K. (2002). Phonological specificity in early words. *Cognitive Development, 17*(2), 1265-1282. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0885-2014\(02\)00116-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0885-2014(02)00116-8)
- Baker, E., Croot, K., McLeod, S., & Paul, R. (2001). Psycholinguistic models of speech development and their application to clinical practice. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 44*(3), 685-702.
- Bertoncini, J., Morais, J., Bijeljac-Babic, R., McAdams, S., Peretz, I., & Mehler, J. (1989). Dichotic perception and laterality in neonates. *Brain and Language, 37*(4), 591-605.
- Best, C. T., McRoberts, G. W., & Sithole, N. M. (1988). Examination of perceptual reorganization for nonnative speech contrasts: Zulu click discrimination by English-speaking adults and infants. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 14*(3), 345-360.
- Binder, J. R., Frost, J. A., Hammeke, T. A., Bellgowan, P. S. F., Springer, J. A., Kaufman, J. N., & Possing, E. T. (2000). Human Temporal Lobe Activation by Speech and Nonspeech Sounds. *Cerebral Cortex, 10*(5), 512-528. doi: 10.1093/cercor/10.5.512
- Bishop, D. V. M., & Adams, C. (1990). A prospective study of the relationship between specific language impairment, phonological disorders and reading retardation. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 31*(7), 1027-1050.
- Bishop, D. V. M., & McArthur, G. M. (2005). Individual differences in auditory processing in specific language impairment: a follow-up study using event-related potentials and behavioural thresholds. *Cortex, 41*(3), 327-341.
- Bishop, D. V. M., North, T., & Donlan, C. (1996). Nonword Repetition as a Behavioural Marker for Inherited Language Impairment: Evidence From a Twin Study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 37*(4), 391-403. doi: 10.1111/j.1469-7610.1996.tb01420.x

- Bonatti, L. L., Peña, M., Nespor, M., & Mehler, J. (2005). Linguistic Constraints on Statistical Computations. *Psychological Science*, *16*(6), 451-459. doi: 10.1111/j.0956-7976.2005.01556.x
- Boysson-Bardies, B. d., & Vihman, M. M. (1991). Adaptation to Language: Evidence from Babbling and First Words in Four Languages. *Language*, *67*(2), 297-319. doi: 10.2307/415108
- Bragard, A., & Schelstraete, M.-A. (2006). Le manque du mot dans les troubles spécifiques du langage chez l'enfant. *L'année psychologique*, *106*(04), 633-661. doi: doi:10.4074/S0003503306004064
- Charron, L., & MacLeod, A. A. N. (2010). La dyspraxie verbale chez l'enfant : identification, évaluation et intervention. *Glossa*, *109*, 42-54.
- Chiat, S. (2001). Mapping theories of developmental language impairment: Premises, predictions and evidence. *Language and Cognitive Processes*, *16*(2-3), 113-142.
- Coady, J. A., & Evans, J. L. (2008). Uses and interpretations of non-word repetition tasks in children with and without specific language impairments (SLI). [Article]. *International Journal of Language & Communication Disorders*, *43*(1), 1-40. doi: 10.1080/13682820601116485
- Coady, J. A., Evans, J. L., & Kluender, K. R. (2010a). Role of phonotactic frequency in nonword repetition by children with specific language impairments. [Article]. *International Journal of Language & Communication Disorders*, *45*(4), 494-509. doi: 10.3109/13682820903222783
- Coady, J. A., Evans, J. L., & Kluender, K. R. (2010b). The Role of Phonotactic Frequency in Sentence Repetition by Children With Specific Language Impairment. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, *53*(5), 1401-1415. doi: 10.1044/1092-4388(2010/07-0264)
- Coady, J. A., Evans, J. L., Mainela-Arnold, E., & Kluender, K. R. (2007). Children With Specific Language Impairments Perceive Speech Most Categorically When Tokens Are Natural and Meaningful. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, *50*(1), 41-57. doi: 10.1044/1092-4388(2007/004)

- Coady, J. A., Kluender, K. R., & Evans, J. L. (2005). Categorical Perception of Speech by Children With Specific Language Impairments. *Journal of Speech, Language & Hearing Research, 48*(4), 944-959. doi: 10.1044/1092-4388(2005/065)
- Conti-Ramsden, G., Botting, N., & Faragher, B. (2001). Psycholinguistic markers for specific language impairment (SLI). *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 42*(6), 741-748.
- Cutler, A., Mehler, J., Norris, D., & Segui, J. (1986). The syllable's differing role in the segmentation of French and English. *Journal of Memory and Language, 25*(4), 385-400. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0749-596X\(86\)90033-1](http://dx.doi.org/10.1016/0749-596X(86)90033-1)
- Cutler, A., Mehler, J., Norris, D., & Segui, J. (1989). Limits on bilingualism. [10.1038/340229a0]. *Nature, 340*(6230), 229-230.
- Cutler, A., Mehler, J., Norris, D., & Segui, J. (1992). The monolingual nature of speech segmentation by bilinguals. *Cognitive Psychology, 24*(3), 381-410.
- D'Odorico, L., & Franco, F. (1991). Selective production of vocalization types in different communication contexts. *Journal of Child Language, 18*(3), 475-499.
- De Boysson-Bardies, B., Halle, P., Sagart, L., & Durand, C. (1989). A crosslinguistic investigation of vowel formants in babbling. *Journal of Child Language, 16*(1), 1-17.
- Dehaene-Lambertz, G. (2000). Cerebral specialization for speech and non-speech stimuli in infants. *Journal of Cognitive Neurosciences, 12*(3), 449-460.
- Dehaene-Lambertz, G., Montavont, A., Jobert, A., Alliol, L., Dubois, J., Hertz-Pannier, L., & Dehaene, S. (2010). Language or music, mother or Mozart? Structural and environmental influences on infants' language networks. *Brain and Language, 114*(2), 53-65. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bandl.2009.09.003>
- 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. doi: 10.1037/0033-295x.104.4.801
- Dunn, L. M., Theriault-Whalen, C. M., & Dunn, L. M. (1993). *Echelle de vocabulaire en images Peabody, adaptation française*. Toronto, Ontario, Canada: Psycan.
- Eimas, P. D. (1974). Auditory and linguistic processing of cues for place of articulation by infants. *Perception and Psychophysics, 16*(3), 513-521. doi: 10.3758/bf03198580

- Ferrand, L. (1998). Encodage phonologique et production de la parole. *L'Année Psychologique*, 475-509.
- Gardner, H., Froud, K., McClelland, A., & van der Lely, H. K. (2006). Development of the Grammar and Phonology Screening (GAPS) test to assess key markers of specific language and literacy difficulties in young children. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 41(5), 513-540. doi: 10.1080/13682820500442644
- Gaskell, M. G., & Marslen-Wilson, W. D. (1997). Integrating Form and Meaning: A Distributed Model of Speech Perception. *Language and Cognitive Processes*, 12(5-6), 613-656. doi: 10.1080/016909697386646
- Hallé, P. A. (1998). Les productions vocales des jeunes enfants français : convergence vers le modèle adulte. *Langue française*, 6-25.
- Hallé, P. A., & de Boysson-Bardies, B. (1996). The format of representation of recognized words in infants' early receptive lexicon. *Infant Behavior and Development*, 19(4), 463-481. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0163-6383\(96\)90007-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0163-6383(96)90007-7)
- Harley, T. A., & Bown, H. E. (1998). What causes a tip-of-the-tongue state? Evidence for lexical neighbourhood effects in speech production. *British Journal of Psychology*, 89(1), 151-174. doi: 10.1111/j.2044-8295.1998.tb02677.x
- Hayden, D. A. (1994). Differential diagnosis of motor speech dysfunction in children. *Clinical Communication Disorders*, 4(2), 119-141.
- Hewlett, N. (1990). Processes of development and production. In P. Grunwell (Ed.), *Developmental speech disorders* (pp. 15-38). Edinburgh, UK: Churchill Livingstone.
- Joanisse, M. F. (2004). Specific Language Impairments in Children. *Current Directions in Psychological Science (Wiley-Blackwell)*, 13(4), 156-160. doi: 10.1111/j.0963-7214.2004.00297.x
- Joanisse, M. F., & Seidenberg, M. S. (1998). Specific language impairment: a deficit in grammar or processing? *Trends in Cognitive Sciences*, 2(7), 240-247. doi: 10.1016/s1364-6613(98)01186-3
- Joanisse, M. F., & Seidenberg, M. S. (2003). Phonology and syntax in specific language impairment: Evidence from a connectionist model. *Brain & Language*, 86(1), 40. doi: 10.1016/s0093-934x(02)00533-3

- Jusczyk, P. W., & Aslin, R. N. (1995). Infants' detection of the sound patterns of words in fluent speech. *Cognitive Psychology*, 29(1), 1-23. doi: 10.1006/cogp.1995.1010
- Jusczyk, P. W., Houston, D. M., & Newsome, M. (1999). The beginnings of word segmentation in english-learning infants. *Cognitive Psychology*, 39(3-4), 159-207. doi: 10.1006/cogp.1999.0716
- Jusczyk, P. W., Luce, P. A., & Charles-Luce, J. (1994). Infants sensitivity to phonotactic patterns in the native language. *Journal of Memory and Language*, 33, 630-645.
- Kuhl, P. K., Conboy, B. T., Coffey-Corina, S., Padden, D., Rivera-Gaxiola, M., & Nelson, T. (2008). Phonetic learning as a pathway to language: new data and native language magnet theory expanded (NLM-e). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 363(1493), 979-1000. doi: 10.1098/rstb.2007.2154
- Kuhl, P. K., Williams, K. A., Lacerda, F., Stevens, K. N., & Lindblom, B. (1992). Linguistic experience alters phonetic perception in infants by 6 months of age. *Science*, 255(5044), 606-608.
- Leclercq, A. L., & Maillart, C. (2014). *Dysphasie: Réflexion autour de la définition et des critères diagnostiques*. Paper presented at the Les entretiens d'orthophonie Bichat 2014, Paris, France.
- Levelt, W. J. (1989). *Speaking: From intention to articulation*. Cambridge: MIT Press.
- Levelt, W. J., & Wheeldon, L. (1994). Do speakers have access to a mental syllabary? *Cognition*, 50(1-3), 239-269.
- Levitt, A. G., & Wang, Q. (1991). Evidence for language-specific rhythmic influences in the reduplicative babbling of French- and English-learning infants. *Language and Speech*, 34 ( Pt 3), 235-249.
- Liberman, A. M., Shankweiler, D., Fischer, F. W., & Carter, B. (1974). Explicit syllable and phoneme segmentation in the young child. *Journal of Experimental Child Psychology*, 18(201-212).
- Luce, P. A., & Lyons, E. A. (1998). Specificity of memory representations for spoken words. *Memory and Cognition*, 26(4), 708-715.

- Macchi, L., Descours, C., Girard, E., Guitton, E., Morel, C., Timmermans, N., & Boidein, F. (2012). Epreuve Lilloise de Discrimination Phonologique (ELDP). from Institut d'Orthophonie Gabriel Decroix
- Maillart, C., Schelstraete, M. A., & Hupet, M. (2004). Phonological representations in children with SLI: a study of French. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 47*(1), 187-198. doi: 10.1044/1092-4388(2004/016)
- Mattingly, I. G., Liberman, A. M., Syrdal, A. K., & Halwes, T. (1971). Discrimination in speech and nonspeech modes. *Cognitive Psychology, 2*(2), 131-157. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0010-0285\(71\)90006-5](http://dx.doi.org/10.1016/0010-0285(71)90006-5)
- Mattys, S. L., & Jusczyk, P. W. (2001). Phonotactic cues for segmentation of fluent speech by infants. *Cognition, 78*(2), 91-121. doi: 10.1016/S0010-0277(00)00109-8
- Mayor-Dubois, C., Zesiger, P., Van der Linden, M., & Roulet-Perez, E. (2014). Nondeclarative learning in children with specific language impairment: predicting regularities in the visuomotor, phonological, and cognitive domains. *Child Neuropsychology, 20*(1), 14-22. doi: 10.1080/09297049.2012.734293
- McNeill, B. C., Gillon, G. T., & Dodd, B. (2009). Phonological awareness and early reading development in childhood apraxia of speech (CAS). *International Journal of Language & Communication Disorders, 44*(2), 175-192. doi: 10.1080/13682820801997353
- Mehler, J. (1981). The Role of Syllables in Speech Processing: Infant and Adult Data. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 295*(1077), 333-352. doi: 10.2307/2395746
- Mehler, J., Dommergues, J.-Y., Frauenfelder, U. H., & Segui, J. (1981). The syllable's role in speech segmentation. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 20*(3), 298-305. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5371\(81\)90450-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5371(81)90450-3)
- Metsala, J. L., & Walley, A. C. (1998). Spoken vocabulary growth and the segmental restructuring of lexical representations: Precursors to phonemic awareness and early reading ability. In J. L. Metsala & L. Ehri (Eds.), *Word recognition in beginning literacy* (pp. 89-120). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Nickels, L. (1997). *Spoken word production and its breakdown in aphasia*. Hove, UK: Psychology Press.

- Norris, D., & McQueen, J. M. (2008). Shortlist B: a Bayesian model of continuous speech recognition. *Psychological Review*, *115*(2), 357-395. doi: 10.1037/0033-295x.115.2.357
- Peereman, R., Lété, B., & Sprenger-Charolles, L. (2007). Manulex-infra: Distributional characteristics of grapheme-phoneme mappings, and infralexical and lexical units in child-directed written material. *Behavior Research Methods*(39), 579-589.
- Poeppel, D. (2001). Pure word deafness and the bilateral processing of the speech code. *Cognitive science*, *25*(5), 679-693. doi: 10.1207/s15516709cog2505\_3
- Ramus, F., Nespore, M., & Mehler, J. (1999). Correlates of linguistic rhythm in the speech signal. *Cognition*, *73*(3), 265-292. doi: S001002779900058X [pii]
- Ramus, F., Perperkamp, S., Christophe, A., Jacquemot, C., Kouider, S., & Dupoux, E. (2010). A psycholinguistic perspective on the acquisition of phonology. In C. Fougerson, B. Kuehnert, M. Imperio & N. Vallee (Eds.), *Laboratory Phonology 10*. Berlin, Boston: De Gruyter Mouton
- Robertson, E. K., Joanisse, M. F., Desroches, A. S., & Ng, S. (2009). Categorical speech perception deficits distinguish language and reading impairments in children. [Article]. *Developmental Science*, *12*(5), 753-767. doi: 10.1111/j.1467-7687.2009.00806.x
- Saffran, E. M., Marin, O. S. M., & Yeni-Komshian, G. H. (1976). An analysis of speech perception in word deafness. *Brain and Language*, *3*(2), 209-228. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0093-934X\(76\)90018-3](http://dx.doi.org/10.1016/0093-934X(76)90018-3)
- Saffran, J. R., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1996). Statistical Learning by 8-Month-Old Infants. *Science*, *274*(5294), 1926-1928. doi: 10.1126/science.274.5294.1926
- Serniclaes, W., Van Heghe, S., Mousty, P., Carré, R., & Sprenger-Charolles, L. (2004). Allophonic mode of speech perception in dyslexia. *Journal of Experimental Child Psychology*, *87*, 336-361.
- Shtyrov, Y., Kujala, T., Palva, S., Ilmoniemi, R. J., & Naatanen, R. (2000). Discrimination of speech and of complex nonspeech sounds of different temporal structure in the left and right cerebral hemispheres. *Neuroimage*, *12*(6), 657-663. doi: 10.1006/nimg.2000.0646

- Shultz, S., Vouloumanos, A., Bennett, R. H., & Pelphrey, K. (2014). Neural specialization for speech in the first months of life. *Developmental Science, 17*(5), 766-774. doi: 10.1111/desc.12151
- Stackhouse, J., & Wells, B. (1997). *Children's Speech and Literacy Difficulties I: A Psycholinguistic Framework*. London: Whurr Publishers.
- Stark, R. E., & Heinz, J. M. (1996). Perception of stop consonants in children with expressive and receptive-expressive language impairments. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 39*(4), 676-686.
- Sutherland, D., & Gillon, G. T. (2005). Assessment of phonological representations in children with speech impairment. *Language and Speech Hearing Services in Schools, 36*(4), 294-307.
- Swingle, D., & Aslin, R. N. (2000). Spoken word recognition and lexical representation in very young children. *Cognition, 76*(2), 147-166.
- Velleman, S., & Strand, K. (1994). Developmental verbal dyspraxia. In J. E. Bernthal & N. W. Bankson (Eds.), *Child phonology: Characteristics, assessment and intervention with special populations* (pp. 110-139). New-York: Thieme.
- Werker, J. F., Fennell, C. T., Corcoran, K. M., & Stager, C. L. (2002). Infants' Ability to Learn Phonetically Similar Words: Effects of Age and Vocabulary Size. *Infancy, 3*(1), 1-30. doi: 10.1207/s15327078in0301\_1
- Werker, J. F., & Tees, R. C. (1984). Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behavior and Development, 7*, 49-63.

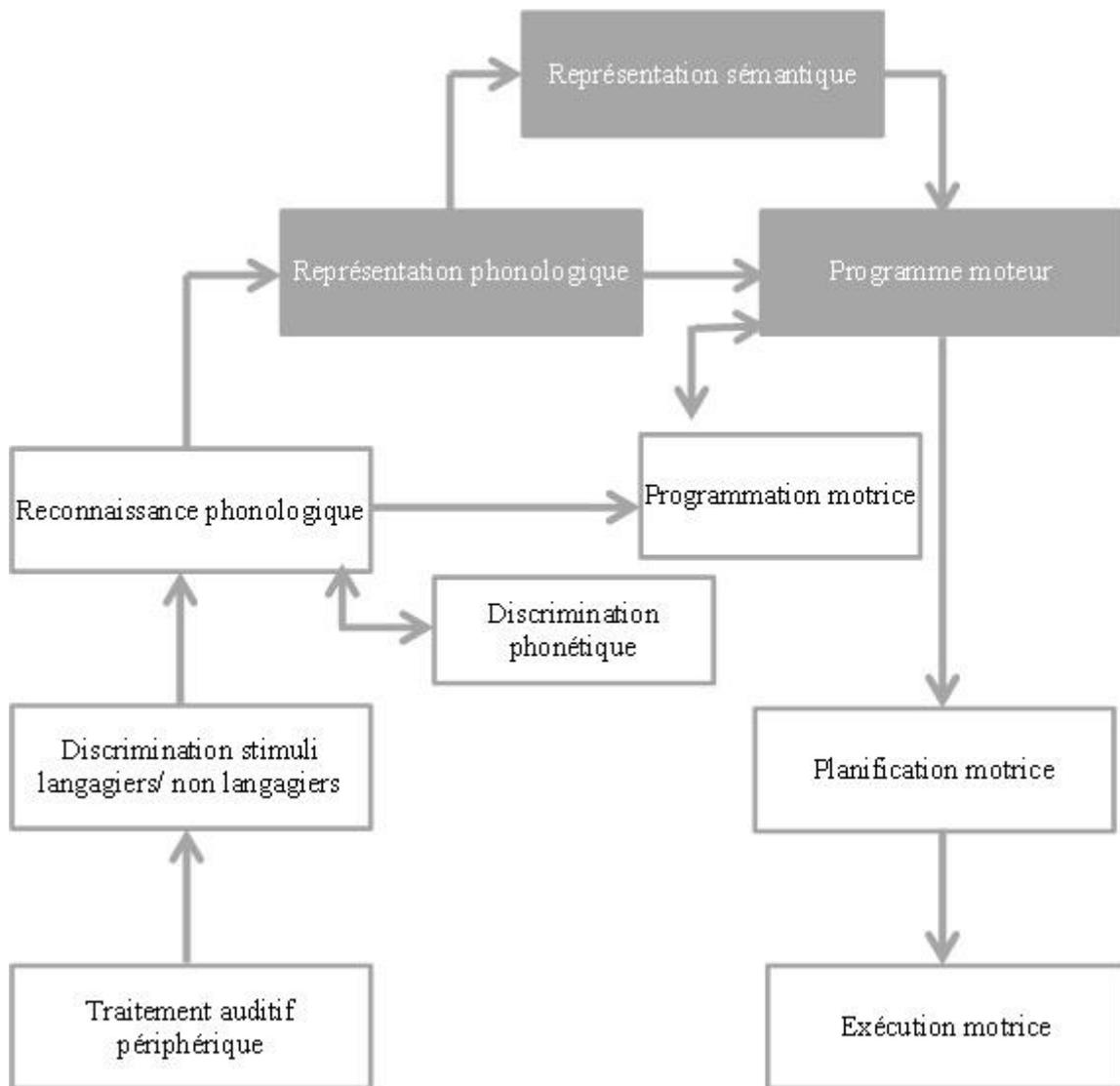


Figure 1. Modèle psycholinguistique de Stackhouse et Wells (1997)

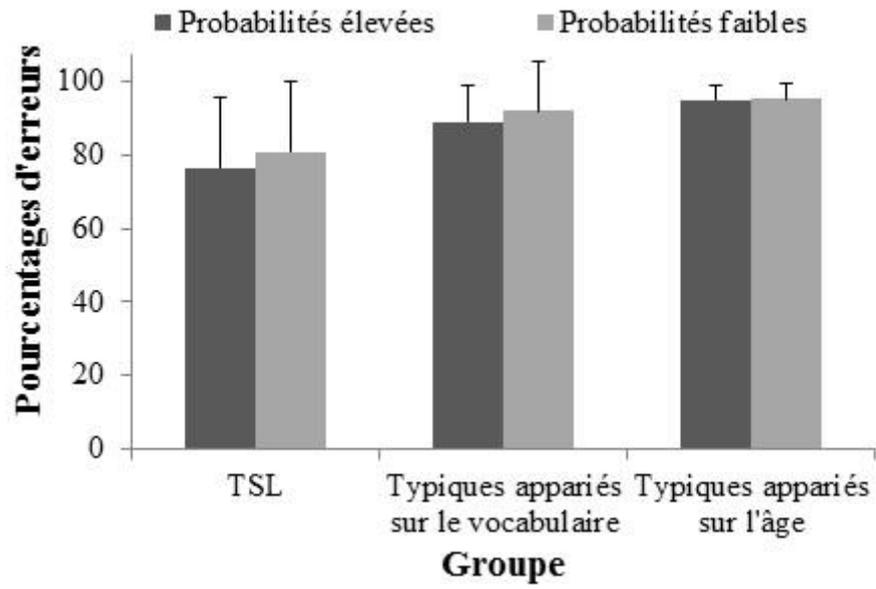


Figure 2. Pourcentages d'erreurs à la tâche de décision lexicale en fonction de la construction des pseudo-mots et du groupe d'appartenance.

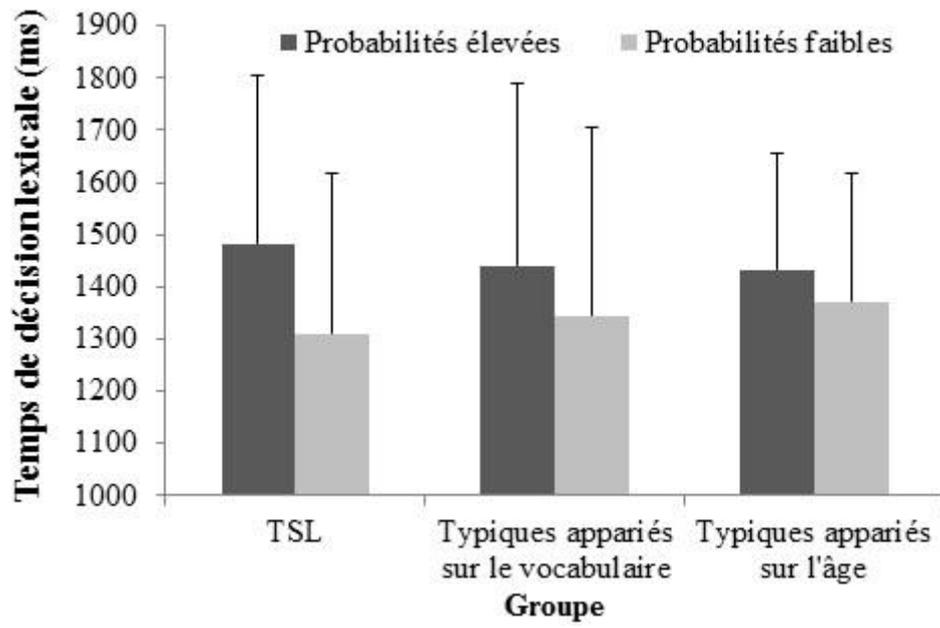


Figure 3. Temps de décision lexicale (en ms) en fonction de la construction des pseudo-mots et du groupe d'appartenance.

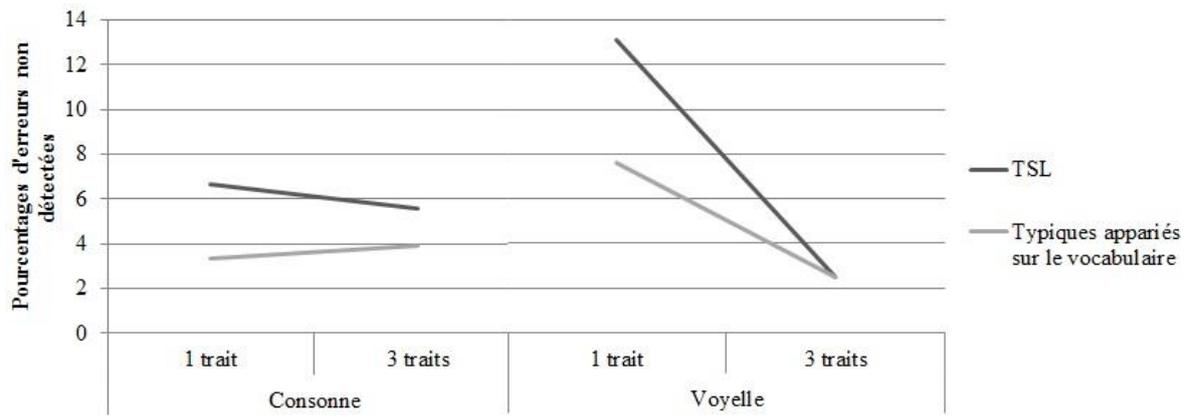


Figure 4. Pourcentages d'erreurs à la tâche de détection d'erreurs de prononciation en fonction du type de phonème, du nombre de traits et du groupe d'appartenance.