

## I. Introduction

L'apprentissage de la lecture est un processus qui s'accompagne de profondes modifications des réseaux neuronaux impliqués dans la vision et le langage. Ces réorganisations fonctionnelles donnent lieu à des phénomènes bien documentés, tels que l'effet de supériorité du mot. Décrit dès Reicher (1968), cet effet désigne le fait qu'une lettre est mieux reconnue lorsqu'elle est présentée au sein d'un mot que lorsqu'elle est présentée isolément ou au sein d'une chaîne de non-mots.

L'étude que nous examinons met en évidence un phénomène plus radical : les lettres et les mots sont perçus comme étant plus grands (plus "hauts") que des pseudo-lettres ou des mots dont les syllabes ont été inversées, alors même que leur taille physique est identique. Autrement dit, le traitement spécifique des lettres et des mots ne se limite pas à faciliter la reconnaissance ; il peut également avoir des conséquences sur la perception de bas niveau, en modifiant la représentation de propriétés physiques élémentaires comme la taille apparente.

Cet effet s'inscrit dans la continuité d'un ensemble plus large de résultats sur la reconnaissance de lettres et de fragments de lettres. L'effet de supériorité des lettres (Schendel et Shaw, 1976 ; Reingold et Jolicœur, 1993) montre que des fragments de lettres sont plus facilement identifiés lorsqu'ils sont présentés à l'intérieur d'une lettre que lorsqu'ils sont présentés isolés. De manière analogue, la reconnaissance de formes ou de segments de lignes est facilitée lorsqu'ils s'insèrent dans un dessin cohérent plutôt que dans une configuration moins structurée. Ces observations suggèrent que le contexte global et les représentations de plus haut niveau (lettres, mots, objets) influencent systématiquement le traitement perceptif.

Deux grandes familles de modèles ont été proposées pour rendre compte de ces phénomènes. D'une part, les modèles à modulation descendante (top-down), en particulier le modèle d'activation interactive (Interactive Activation Model, IAM) de McClelland et Rumelhart, supposent des interactions récurrentes entre niveaux de traitement : des unités "mots" renvoient de l'activation vers les unités "lettres", qui à leur tour renforcent les unités de traits. Dans ce cadre, une plus forte activation des unités de traits pourrait se traduire par une augmentation de la taille perçue du stimulus. D'autre part, l'hypothèse de fluence perceptive propose que les stimuli traités plus facilement (parce qu'ils sont plus familiers ou mieux appris) sont jugés plus rapidement reconnaissables, plus fréquents, mais aussi plus grands ou plus longs que des stimuli moins familiers. Lettres et mots, plus familiers que les pseudo-stimuli, seraient ainsi perçus comme magnifiés du fait de leur traitement plus fluide.

Ces deux approches ne sont pas strictement exclusives : la modulation descendante décrite par l'IAM pourrait être un des mécanismes neuraux sous-jacents à la fluence perceptive. L'enjeu de l'article est précisément d'examiner dans quelle mesure l'illusion de hauteur observée pour les lettres et les mots peut être expliquée par ces modèles, et si les données permettent de départager — au moins partiellement — une interprétation en termes de feedback interactif et une interprétation en termes de fluence. Dans la suite, nous présenterons d'abord le cadre théorique et les prédictions issues de ces modèles, avant de décrire les protocoles expérimentaux, les résultats principaux et leurs implications.

## II. Cadre théorique et prédictions

### 1. Le modèle d'activation interactive (IAM)

Le modèle d'activation interactive (McClelland et Rumelhart, 1981) propose une architecture à trois niveaux de représentation :

- un niveau traits visuels (features) codant des propriétés élémentaires (segments, orientations, etc.) ;
- un niveau lettres, avec une unité par lettre à chaque position ;
- un niveau mots, avec une unité par mot.

L'originalité de ce modèle est le caractère interactif du traitement : l'activation se propage ascendante (bottom-up) des traits vers les lettres, puis des lettres vers les mots ; mais il existe aussi une rétropropagation (top-down) : les unités "mot" activées renvoient de l'activation vers les unités "lettre" correspondantes, qui renvoient elles-mêmes de l'activation vers les traits.

Les effets de supériorité du mot et de la lettre s'expliquent alors par ce feedback : une lettre ou un fragment de lettre au sein d'un mot bénéficie non seulement de l'information bottom-up, mais aussi d'un renforcement venant des représentations lexicales de plus haut niveau.

Dans le cadre de l'article, les auteurs font une hypothèse supplémentaire : plus les unités de traits sont activées, plus le stimulus correspondant est perçu comme haut.

Sous cette hypothèse, le modèle IAM conduit aux prédictions suivantes :

- une lettre produira plus d'activation de traits qu'une pseudo-lettre, car elle dispose d'un niveau "lettre" pour renvoyer du feedback ;
- un mot produira davantage d'activation que

- un non-mot en pseudo-lettres (pas de niveau mot, ni de niveau lettre canonique),
  - un pseudomot contenant les mêmes lettres mais sans statut lexical établi,
  - car le niveau “mot” renforce encore les lettres ;
  - l’illusion de hauteur devrait donc être plus forte pour les mots que pour les lettres isolées, puisque les traits bénéficient de deux niveaux de feedback (lettres + mots) pour les mots, contre un seul niveau pour les lettres.
2. L’hypothèse de fluence perceptive

L’hypothèse de fluence perceptive part d’un constat général : les stimuli qui sont traités plus facilement (plus “fluently”) sont typiquement jugés plus familiers ou plus fréquents, plus plaisants, parfois plus longs en durée ou plus intenses.

Dans ce cadre, la fréquence et la familiarité jouent un rôle central : des mots fréquents, des lettres bien apprises, ou des configurations conformes aux régularités orthographiques sont traités de manière plus fluide, ce qui induirait un ensemble de biais de jugement, dont une estimation de taille plus élevée.

Appliqué au cas présent, cela donne une explication qualitative simple :

- lettres et mots sont plus familiers et plus fréquents que pseudo-lettres et pseudo-mots ;
- ils sont donc traités plus facilement ;
- cette fluence accrue se traduirait par une surévaluation de leur hauteur apparente.

Cependant, les auteurs soulignent une difficulté : si l’on paramètre naïvement la fluence par la fréquence en langue, les lettres isolées sont en réalité plus fréquentes que les mots. On obtiendrait alors :

- pseudo-lettres : fréquence  $\approx 0$  ;
- lettres : fréquence élevée ;
- mots : fréquence moyenne ou plus faible que celle des lettres.

La fluence simple prédirait donc un effet plus fort pour lettres vs pseudo-lettres que pour mots vs pseudo-mots, ce qui n’est pas observé. Il faudra donc préciser ou compléter le cadre de la fluence pour rendre compte des résultats.

### III. Méthodes expérimentales

L'article présente deux expériences principales.

### 1. Expérience 1 : lettres, pseudo-lettres et lettres miroir

Stimuli.

Les auteurs construisent plusieurs types de stimuli :

- des lettres réelles ;
- des pseudo-lettres, visuellement proches des lettres (mêmes types de segments, orientations, etc.) mais ne correspondant à aucune lettre de l'alphabet ;
- des lettres miroir verticales, obtenues par symétrie verticale d'une lettre réelle.

L'utilisation de lettres miroir vise à proposer un contrôle plus strict que les pseudo-lettres : la structure globale est conservée, mais la lettre n'a plus de statut orthographique standard.

Tâche.

À chaque essai, deux stimuli sont présentés simultanément (par exemple une lettre et une pseudo-lettre). Les participants doivent juger lequel des deux est le plus haut ou indiquer que les deux ont la même taille, selon la consigne.

Manipulations.

Deux facteurs principaux :

- Hauteur objective :
  - condition "même hauteur objective" : les deux stimuli ont exactement la même taille physique ;
  - condition "hauteur différente" : un stimulus est légèrement plus grand que l'autre (dans un sens ou dans l'autre).
- Type de comparaison :
  - lettre vs pseudo-lettre ;
  - lettre vs lettre miroir.

Mesures.

Les auteurs analysent les pourcentages d'erreurs dans les différents types de comparaison et, en particulier, la direction des erreurs lorsque la hauteur est identique ou légèrement différente.

### 2. Expérience 2 : mots, pseudo-lettres, pseudomots et mots miroir

Stimuli.

Plusieurs familles de stimuli sont utilisées :

- des mots réels ;
- des mots miroir ;
- des non-mots en pseudo-lettres (aucun statut orthographique) ;
- des pseudomots obtenus en inversant l'ordre des syllabes d'un mot (par exemple CANAL vs NALCA).

Ce dernier type de stimuli est crucial : mots et pseudomots partagent les mêmes lettres, mais seul le mot dispose d'une représentation lexicale stable. Cela permet de contrôler finement les propriétés visuelles tout en manipulant le statut lexical.

Tâche et manipulations.

La tâche est analogue à l'Expérience 1 : comparer la hauteur de deux stimuli présentés simultanément. On manipule à nouveau la hauteur objective (même hauteur vs hauteur différente) et le type de comparaison (mot vs pseudo-lettres, mot vs mot miroir, mot vs pseudomot avec mêmes lettres, etc.).

Analyses.

Les auteurs comparent la fréquence avec laquelle les mots sont jugés plus hauts que les stimuli de contrôle, l'ampleur de l'illusion dans les différentes conditions, et surtout la comparaison mots vs pseudomots contenant les mêmes lettres, qui teste directement l'influence du niveau lexical.

#### IV. Résultats

##### 1. Expérience 1 : illusion de hauteur pour les lettres

Globalement, les participants commettent un taux d'erreurs relativement élevé, ce qui traduit la difficulté à discriminer de petites différences de taille ou à juger une égalité stricte. Cependant, ces erreurs ne sont pas aléatoires, elles sont orientées :

- lorsque lettre et pseudo-lettre ont la même hauteur objective, les participants jugent plus souvent que la lettre est plus haute ;
- lorsque la lettre est légèrement plus petite que la pseudo-lettre, les participants ont tendance à juger que les deux stimuli ont la même taille, comme si la taille de la lettre était "gonflée" perceptivement ;
- l'erreur inverse (pseudo-lettre plus petite jugée "même taille") est nettement moins fréquente.

Ces résultats indiquent une surévaluation systématique de la hauteur des lettres par rapport aux pseudo-lettres ou aux lettres miroir.

## 2. Expérience 2 : illusion de hauteur pour les mots

Les résultats de l'Expérience 2 généralisent cette illusion au niveau des mots :

- les mots sont jugés plus hauts que leurs versions miroir, que des non-mots en pseudo-lettres et que des pseudomots obtenus par inversion de syllabes ;
- comme pour les lettres, lorsque la hauteur objective est identique, les participants sous-estiment la hauteur des pseudo-stimuli et surévaluent celle des mots.

L'illusion est plus forte pour les mots que pour les lettres. Le biais de taille est plus marqué lorsqu'on compare des mots à leurs contrôles que lorsqu'on compare des lettres à leurs contrôles.

Un résultat clé est obtenu dans la condition mot vs pseudomot avec les mêmes lettres (par exemple CANAL vs NALCA) : les deux stimuli partagent le même inventaire de lettres, mais les participants jugent systématiquement que le mot est plus haut que le pseudomot, malgré une hauteur physique identique. L'illusion ne peut donc pas être expliquée uniquement par des propriétés visuelles de bas niveau.

## V. Discussion

### 1. Limites des explications purement "bas niveau"

Malgré le soin apporté à la construction des pseudo-lettres, il est impossible de garantir une équivalence parfaite des caractéristiques visuelles fines avec les lettres réelles. Les lettres miroir offrent un contrôle plus strict, mais ne suppriment pas totalement les différences de distribution de pixels.

La condition mot vs pseudomot avec les mêmes lettres est ici décisive : elle montre qu'une différence de traitement persiste alors que les propriétés visuelles sont pratiquement identiques. Une explication purement bas niveau est donc insuffisante.

### 2. Fluence perceptive : une explication partielle

L'hypothèse de fluence perceptive fournit une explication simple : lettres et mots, plus familiers et plus faciles à traiter, sont perçus comme plus grands. Ce cadre est cohérent avec d'autres travaux sur les jugements de durée, de contraste ou de fréquence.

Mais deux limites apparaissent :

- si la fluence est directement proportionnelle à la fréquence objective, les lettres devraient produire une illusion plus forte que les mots, ce qui n'est pas observé ;
- la condition mot vs pseudomot avec les mêmes lettres révèle un effet spécifique du statut lexical, que la fluence purement "lettre par lettre" ne suffit pas à rendre.

Les auteurs en concluent que la fluence, prise seule et paramétrée naïvement par la fréquence, ne suffit pas à expliquer l'ensemble des résultats. Elle doit être raffinée ou complétée.

### 3. Interprétation dans le cadre de l'IAM

Dans le cadre de l'IAM, l'illusion de hauteur s'explique naturellement par la rétroactivation multi-niveau :

- pour les lettres, les traits bénéficient de feedback depuis le niveau lettre ;
- pour les mots, les traits bénéficient de feedback depuis le niveau mot vers les lettres, puis des lettres vers les traits.

L'illusion plus forte pour les mots que pour les lettres s'explique alors par la présence de deux niveaux de feedback pour les mots, contre un seul pour les lettres. De plus, la condition mot vs pseudomot avec les mêmes lettres impose l'existence d'un rôle propre du niveau lexical : si seuls les niveaux traits et lettres intervenaient, les deux stimuli devraient produire la même activation et donc la même taille perçue.

### 4. Convergence avec les données neurophysiologiques

Les auteurs rapprochent leurs résultats de données en neuroimagerie :

- les aires visuelles précoces (V1, V2, V3, V4) sont rétinotopiques : un stimulus plus grand occupe une plus grande portion de cortex visuel primaire ;
- des études montrent que des mots réels produisent une activation plus forte dans ces aires que des stimuli visuellement apparentés mais dépourvus de structure orthographique ou lexicale ;
- si un mot active plus largement V1 qu'un pseudomot, il peut être perçu comme plus grand, car il "occupe" plus de surface corticale.

L'existence de connexions réciproques entre aires visuelles et d'indices de traitement récurrent autour de 200 ms est compatible avec l'idée d'une modulation descendante du traitement perceptif par des niveaux plus abstraits. Le schéma proposé par l'IAM

(feedback de niveaux lexicaux vers des niveaux perceptifs) est donc cohérent avec l'architecture fonctionnelle du système visuel.

## 5. Articulation IAM / fluence et limites

L'IAM et la fluence perceptive ne sont pas nécessairement exclusifs : la modulation descendante pourrait être un mécanisme produisant la fluence. Plus il y a de feedback disponible (mots vs lettres), plus le traitement est fluide et plus l'illusion de taille est marquée.

L'illusion de hauteur peut ainsi être vue à la fois comme la conséquence d'une architecture interactive multi-niveau et comme une manifestation d'un biais plus général lié à la fluence perceptive. Les données actuelles ne permettent pas de départager définitivement ces deux lectures. Des expériences complémentaires seraient nécessaires, en manipulant plus finement la fréquence lexicale, l'apprentissage ou en combinant mesures comportementales et enregistrements cérébraux.

## VI. Conclusion

Les travaux présentés mettent en évidence une illusion de taille robuste : lettres et mots sont perçus comme étant plus hauts que des pseudo-lettres, des mots miroir ou des pseudomots de taille physique identique. De plus, cette illusion est plus forte pour les mots que pour les lettres, et elle persiste même lorsque les stimuli en compétition partagent exactement les mêmes lettres.

Ces résultats montrent que le traitement des lettres et des mots ne se contente pas d'améliorer la reconnaissance : il rejaillit sur des propriétés perceptives de bas niveau, comme la taille apparente. Ils s'inscrivent dans une vision de la perception où les niveaux de traitement élevés (lexicaux, linguistiques) modulent de manière récurrente les premières étapes du traitement visuel.

Sur le plan théorique, l'illusion de hauteur est particulièrement compatible avec le modèle d'activation interactive, qui prévoit un renforcement multi-niveau des traits visuels pour les stimuli lexicalement pertinents. L'hypothèse de fluence perceptive offre une autre grille de lecture, plus générale, mais doit être raffinée pour expliquer pourquoi l'illusion est plus forte pour les mots que pour les lettres isolées.

Enfin, ces résultats ouvrent plusieurs pistes : généralisation possible de ce type d'illusion à d'autres catégories d'objets bénéficiant d'un traitement spécialisé (visages, chiffres, etc.), articulation plus fine entre modèles connexionnistes, mesures de



fluence et données de neuroimagerie, et exploration des effets de l'apprentissage chez différentes populations. L'ensemble converge vers l'idée que la lecture reconfigure en profondeur le système visuel et peut modifier la façon dont nous percevons les propriétés physiques des stimuli écrits.