HAL
open science

La prise de décision floue peut-elle permettre d'améliorer les correcteurs orthographiques dys ?

Johana Bodard, Isis Truck, Céline Jost, Gérard Uzan

To cite this version:

Johana Bodard, Isis Truck, Céline Jost, Gérard Uzan. La prise de décision floue peut-elle permettre d'améliorer les correcteurs orthographiques dys ?. 11e conférence Handicap 2020, Nov 2020, PARIS (distanciel), France. hal-03115250

HAL Id: hal-03115250

https://hal.science/hal-03115250v1

Submitted on 19 Jan 2021

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.

La prise de décision floue peut-elle permettre d'améliorer les correcteurs orthographiques dys ?

Johana Bodard
CHArt EA4004
Université Paris 8
Saint-Denis, France
johana.bodard@etud.univ-paris8.fr

Isis Truck
CHArt EA4004
Université Paris 8
Saint-Denis, France
0000-0003-2052-2546

Céline Jost
CHArt EA4004
Université Paris 8
Saint-Denis, France
0000-0002-5870-9640

Gérard Uzan
CHArt EA4004
Université Paris 8
Saint-Denis, France
gerard.uzan@univ-paris8.fr

***Résumé*—Les personnes souffrant de dysorthographie et dyslexie ont bien souvent du mal à écrire sans faute et à être comprises. La question de la correction automatisée de textes rédigés par des personnes atteintes de ce type de handicap est importante, et toujours d'actualité, tant les correcteurs actuels peinent à répondre efficacement aux besoins.**

Dans cet article, nous exposons les outils correcteurs actuels puis nous avançons une idée : celle que le problème étant dû à des erreurs humaines, des erreurs d'imprécision notamment, peut-être que des théories comme celle des sous-ensembles flous (exprimant par essence les imprécisions) associés aux mécanismes de prise de décision pourraient aider à améliorer les correcteurs existants. Un exemple d'algorithme correctif est suggéré, à partir d'un court texte écrit par une personne dys.

***Mots clés*—dyslexie, dysorthographie, correction, prise de décision floue**

I. Introduction

La question de l'orthographe des mots est très ancienne, même si l'on dit qu'elle était extrêmement variable au Moyen-âge car l'écriture n'était qu'une sorte d'aide-mémoire, dans une civilisation surtout orale [1]. Dès la Renaissance, on a commencé à essayer de normer la langue parlée. Mais certains comme Louis Meigret souhaitaient que l'on écrive simplement en étant fidèle à la prononciation des mots [2], [3]. D'autres étaient partisans d'une orthographe étymologique.

Toujours est-il que la problématique de la correction orthographique est fondamentale dans une société de l'écrit. Et elle l'est plus encore pour des personnes souffrant de troubles cognitifs spécifiques, en particulier pour les personnes atteintes de dyslexie et dysorthographie. On sait bien que l'orthographe est un marqueur social très fort et que diagnostiquer et corriger les fautes est un enjeu majeur. Bien sûr, on s'intéresse à la correction automatique depuis de nombreuses années et on a atteint un niveau de correction qui peut sembler assez satisfaisant. Mais, à y regarder de près, les correcteurs fournis (y compris par les industriels) ne fonctionnent pas dans toutes les circonstances. En effet, dans beaucoup de cas, soit la correction proposée est erronée, soit il n'y a pas de correction du tout car le problème est jugé trop difficile. Sur les corpus issus de personnes dys, à peine un quart des fautes est corrigé [4]. Ainsi, la correction automatique *performante* de textes produits par des dys est un sujet de recherche toujours d'actualité.

Par ailleurs, on a une intuition : sachant que corriger une erreur, c'est prendre une décision, il pourrait être pertinent d'étudier les travaux dans l'aide à la décision pour peut-être améliorer la performance de la correction. En effet, lorsque l'on corrige une erreur, on fait habituellement une proposition issue d'une liste de possibles habituellement triés par pertinence. Or, l'obtention de cette liste qu'on souhaite pertinente passe par une succession de "mini-décisions". Par exemple, pour le groupe de mots <**havan c'est**> issu d'un corpus dys, par décision a, on obtient <**avant c'est**> et par décision b puis c, on obtient <**avancer**>, <**avancé**>, <**avancée**> selon une liste triée. C'est-à-dire que dans le premier cas, on a corrigé uniquement <**havan**> et dans le deuxième, on a corrigé <**havan**> *et* <**c'est**>. Regarder la littérature dans les mécanismes de prise de décision en milieu incertain et imprécis pourrait rendre plus pertinente la liste des corrections proposées.

Dans cet article, nous définissons dans un premier temps, rapidement, les troubles cognitifs responsables des retards des personnes dites *dys*. Puis nous relatons les différents correcteurs orhtographiques actuels que l'on peut trouver dans la littérature. Dans un deuxième temps, la prise de décision, en particulier floue, est expliquée et discutée, ce qui nous amène à proposer une ébauche d'algorithme, intégrant des décisions floues, pour améliorer les correcteurs. Enfin, nous concluons cette étude en suggérant des perspectives de travail.

II. Les dys et les outils de corrections actuels

A. Les troubles cognitifs spécifiques

D'après la fédération française des Dys (FFDys), on distingue habituellement six familles de troubles : les troubles du développement du langage oral, du développement moteur, du développement des processus attentionnels et/ou des fonctions exécutives, du développement des processus mnésiques, les troubles des activités numériques et les troubles de l'acquisition du langage écrit, appelés dyslexie et dysorthographie.

Toujours selon la fédération, on parle, en France de 6 à 8% de personnes atteintes de troubles dys. Bien qu'aucune source réellement fiable ne puisse être citée, certains affirment que 4 à 5% des élèves d'une classe d'âge sont dyslexiques tandis que

Ce travail a été réalisé grâce au contrat doctoral n°68685 de l'Université Paris 8.

d'autres annoncent 8 à 10% d'enfants présentant un handicap lié à la dyslexie parmi les élèves scolarisés.

La dyslexie (difficulté de lecture) est toujours associée à la difficulté de transcription des mots (dysorthographie). Les erreurs en production écrite peuvent être catégorisées selon quatre types d'erreurs [5] :

— erreurs phonologiques : confusions entres sons proches (notamment concernant les paires de consonnes sourdes/sonores : faudra → fautra), assimilations (changer → chancher), substitutions de mots (dans → de), erreurs visuelles (confusion entre lettres miroirs : douce → bousse ; erreurs de jambage : amie → anie), inversions de caractères (personne → presonne), déplacements de caractère (digestif → disgetif), erreurs de graphie contextuelle (jardinier → gardinier), erreurs portant sur les graphies complexes (notamment les semi-voyelles : vieille → viéieu)
— erreurs sémantiques : confusions entres homophones (c'est → ses), erreurs de découpage (bienveillante → bien veillante)
— erreurs morphologiques : erreurs sur les morphogrammes grammaticaux (marques d'accord : une femme cultivé, une personne sportif ; désinences verbales : ils vive, on a manger), erreurs sur les morphogrammes lexicaux (gros → gro, retard → retare)
— erreurs orthographiques : elles sont liées à une difficulté à mémoriser l'orthographe d'usage des mots qui sont écrits comme ils se prononcent (niveau → nivo, histoire → istoir)

Corriger les fautes d'orthographe et de grammaire de façon automatique permettrait aux enfants de mieux s'intégrer et de mieux réussir dans une école véritablement inclusive.

B. Les correcteurs orthographiques spécifiques pour les personnes dys

Les premiers algorithmes de correction orthographique qui ont été élaborés utilisent des types d'erreurs simples pour la correction de mots isolés, c'est-à-dire sans prise en compte du contexte. Damerau propose ainsi de distinguer quatre types d'erreurs (insertion d'un caractère, omission d'un caractère, substitution d'un caractère par un autre, inversion de deux caractères adjacents) qui représenteraient 80 % des erreurs rencontrées [8]. Les travaux réalisés sur des corpus de textes peu normés ne retrouvent pas ses résultats. Mitton constate ainsi que seulement 69 % des erreurs issues d'un corpus de productions d'élèves faibles en orthographe entrent dans les quatre catégories d'erreurs définies par Damerau [9]. Les autres erreurs sont en majorité des erreurs non lexicales, c'est-à-dire des erreurs qui aboutissent à un mot qui existe dans le dictionnaire et qui ne peuvent donc pas être détectées ou corrigées sans prise en compte du contexte environnant (par exemple : **la plus part** pour **la plupart**). Ce type d'erreurs se retrouvent en proportion non négligeable dans les écrits des dys : Pedler relève 17 % d'erreurs non lexicales dans un corpus en langue anglaise [10], Antoine *et al.* 29 % dans un corpus en langue française [4].

Une autre limite de l'approche proposée par Damerau est qu'elle fait l'hypothèse que la majorité des mots erronés ne contiennent qu'une seule erreur. Or, l'analyse de corpus de textes rédigés par des personnes dys montre que ceux-ci font souvent plus d'une erreur par mot. Pedler relève 39 % d'erreurs multiples sur son corpus [10]. Ce taux monte à 54 % dans le corpus d'Antoine *et al.* [4].

Des méthodes plus complexes doivent donc être utilisées pour corriger les productions écrites des dys. Pour la détection et la correction des erreurs non lexicales chez les dys anglophones, Pedler propose d'identifier des ensembles de mots souvent confondus (comme {**dessert**, **desert**} ou {**from**, **form**}) et d'utiliser une analyse syntaxique et sémantique du contexte pour identifier quel mot de l'ensemble est le plus probable [10]. Rello, Ballesteros, et Bigham utilisent cette approche pour la correction des erreurs non lexicales chez les dys hispanophones [12].

Cependant, dans des textes peu normés, le contexte autour des mots erronés est lui aussi souvent erroné. Pour palier en partie ce problème, il est possible de s'appuyer sur la phonétique qui est correcte dans la plupart des cas. Sitbon, Bellot et Blache proposent un traitement phonétique au niveau de la phrase entière pour réécrire des phrases saisies par des enfants dys francophones dans un moteur de recherche [14]. Ce travail et celui d'Antoine *et al.* sur le développement d'un correcteur orthographique intégré à un prédicteur de mots [4] sont à notre connaissance les seuls travaux qui se sont intéressés aux traitements des erreurs d'orthographe d'enfants dys français.

III. Prendre une décision en milieu imprécis et incertain

A. L'aide à la décision comme une aide dans un correcteur orthographique ?

L'aide à la décision est une branche de la théorie de la décision. Parmi les techniques d'aide à la décision se trouvent celles qui prennent en compte les imprécisions et les incertitudes, considérant les choix comme des objets plus ou moins probables, ou auxquels on affecte des degrés de vérité [6].

En particulier, il existe des techniques s'appuyant sur la théorie des sous-ensembles flous (notés habituellement SEFs) qui permettent de modéliser ce genre d'imprécision. En effet, la logique floue qui s'appuie sur la théorie des SEFs permet d'utiliser des versions "étendues" des variables de travail, autrement dit de considérer non seulement les variables en présence (ici, les *unités lexicales* — dans notre acception, une *unité lexicale* est simplement une suite de caractères séparée par des espaces ou de la ponctuation, indépendamment de tout dictionnaire) mais également la version imprécise de ces variables (intégrant éventuellement plusieurs *unités lexicales*).

Par exemple, au lieu de ne manipuler que l'unité lexicale "léser", on manipulera également "lésée", "lésé", "lésés", "lésées", "l'aisé", mais également "laisser", "laissé", "l'essai", etc. c'est-à-dire des termes dont la sonorité est identique à

l'unité lexicale, mais également des termes dont la sonorité est approchante.

Ainsi, on pourra conserver les imprécisions dans toute la chaîne de prise de décision. L'hypothèse qui est faite ici est que le résultat sera plus pertinent si l'on n'élimine pas des possibles dès le départ.

B. La logique floue pour des transitions plus souples dans les décisions

La théorie des sous-ensembles flous est une extension de la théorie des ensembles dans laquelle l'intersection d'une partie et de son complémentaire n'est pas nécessairement égale à l'ensemble vide, et l'union d'une partie et de son complémentaire n'est pas nécessairement égale à l'ensemble englobant les parties. Cela se traduit donc par une appartenance à un sous-ensemble flou qui n'exclut pas une appartenance à un autre sous-ensemble flou. Par exemple, dans la figure 1, certaines valeurs x de X appartiennent seulement à A_1 ou seulement à A_3, mais d'autres (au niveau de l'intervalle B_2, par exemple) peuvent appartenir à la fois à A_1 et A_2, avec une valeur d'appartenance comprise entre 0 et 1, et dont la somme fait, sur ce schéma, toujours exactement 1.

Cette modélisation, inventée par Lotfi Zadeh, se prête bien à la description des phénomènes ne pouvant être que grossièrement décrits [7].

La logique floue, quant à elle, étend le syllogisme bien connu "Tous les hommes sont mortels (c'est-à-dire : si h est un homme alors h est mortel), or Socrate est un homme, donc Socrate est mortel" en : "si v est A alors w est B, or v est A' donc w est B'", avec B' à définir. A, B, A' sont des SEFs dont les fonctions d'appartenance sont définies lors de la modélisation, et B' est un SEF à calculer.

Prenons un exemple dont les règles floues sont les suivantes :

— si v est A_1 alors w est B_1
— si v est A_2 alors w est B_2
— si v est A_3 alors w est B_3

v est à valeurs dans X (voir figure 1) et on peut donc calculer sa valeur d'appartenance à A_1, A_2 et A_3. Par exemple, si v vaut 0, alors $\mu_{A_1}(v) = 1$, $\mu_{A_2}(v) = 0$ et $\mu_{A_3}(v) = 0$, avec $\mu_A(x)$ la fonction d'appartenance de x au sous-ensemble flou A.

Dans cet exemple, pour simplifier, les trois SEFs B_1, B_2 et B_3 sont également définis sur X.

On observe (on mesure) v et on cherche à connaître la valeur de w. On va prendre trois types de décision différents. Dans le premier cas, on fait hypothèse que la valeur de v mesurée est extrêment fiable et qu'elle est, de surcroît, *exactement égale* à A_1, A_2 ou A_3. Ainsi, la valeur de w en sortie sera toujours exactement égale à B_1, B_2 ou B_3. Par ailleurs, B_1, B_2 et B_3 ne sont pas des sous-ensembles flous, mais de simples intervalles (cas limites des SEFs).

Dans le deuxième cas, on fait hypothèse que la valeur de v mesurée est extrêmement précise (voir figure 2 où v est défini sur l'axe de façon très précise). De surcroit, B_1, B_2 et B_3 sont toujours des intervalles, mais cette fois, réduits à

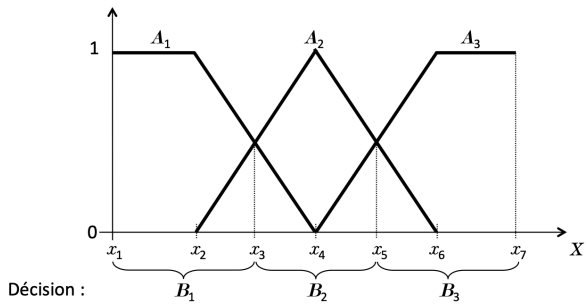

FIGURE 1. Modélisation d'un problème avec trois SEFs A_1, A_2, A_3 et trois intervalles pour la décision.

un point (respectivement x_1, x_4 et x_7, sur le schéma). Dans l'exemple, le calcul de la valeur de sortie w est un barycentre. Et donc, par exemple,

$$w = \frac{x_1\mu_{A_1}(v) + x_4\mu_{A_2}(v) + x_7\mu_{A_3}(v)}{\mu_{A_1}(v) + \mu_{A_2}(v) + \mu_{A_3}(v)}$$

soit, dans l'exemple,

$$w = \frac{x_1\mu_{A_1}(v) + x_4\mu_{A_2}(v)}{\mu_{A_1}(v) + \mu_{A_2}(v)}$$

puisque $\mu_{A_3}(v) = 0$.

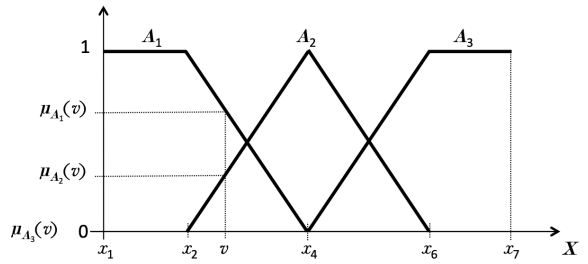

FIGURE 2. Modélisation d'un problème avec trois SEFs et trois points (x_1, x_4, x_7) pour la décision.

Dans le troisième cas, on fait toujours hypothèse que la valeur de v mesurée est extrêment précise mais, cette fois, B_1, B_2 et B_3 sont de véritables SEFs (voir figure 3, en pointillés). Pour calculer la valeur de sortie w, on peut utiliser des surfaces (voir figure 4, où la surface relative à B_1 (notée S_{B_1}) est hachurée avec des vaguelettes, la surface relative à B_2 (notée S_{B_2}) est hachurée avec des losanges noirs et la troisième surface (S_{B_3}) est nulle). Donc on définir w ainsi :

$$w = \frac{x_1 S_{B_1} + x_4 S_{B_2} + x_7 S_{B_3}}{S_{B_1} + S_{B_2} + S_{B_3}}$$

soit, dans l'exemple,

$$w = \frac{x_1 S_{B_1} + x_4 S_{B_2}}{S_{B_1} + S_{B_2}}$$

Nota bene : Dans ces trois cas, on a cherché à calculer la valeur précise w, donc on a *défuzzifié* w. On pourrait

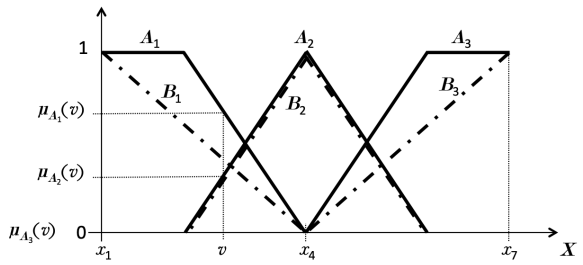

FIGURE 3. Modélisation d'un problème avec trois SEFs en entrée et trois SEFs pour la décision.

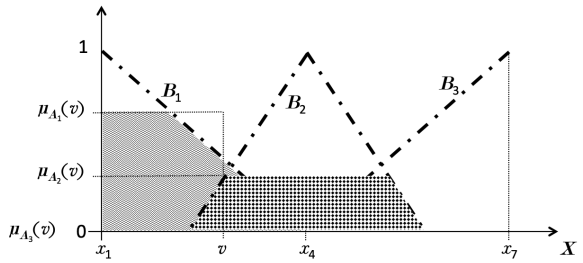

FIGURE 4. Calcul des surfaces pour la décision.

également ne pas calculer la valeur défuzzifiée et souhaiter conserver un résultat flou.

Ainsi, on peut analyser l'intérêt d'utiliser des SEFs dans les règles et, en particulier, on peut étudier l'évolution de w en fonction de la valeur v en entrée.

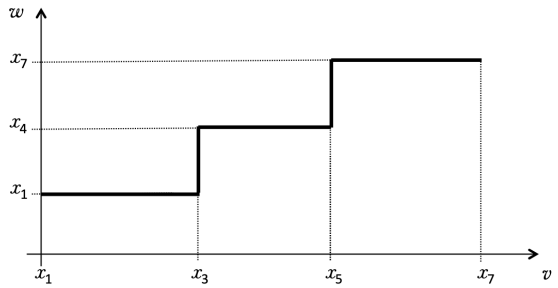

FIGURE 5. Analyse de l'évolution : premier cas.

Dans le premier cas (voir figure 5), la valeur en entrée v est considérée comme se superposant exactement à l'un des SEFs possibles et la décision possible (B_1, B_2 ou B_3) est un intervalle. Donc la décision n'utilise pas la modélisation floue et le résultat évolue par paliers, selon une courbe discontinue, avec un choix de la classe d'appartenance la plus probable. En effet, lorsque v augmente, w augmente également, mais de façon saccadée, en escalier, avec des cassures nettes lorsque v atteint x_3 puis x_5.

Dans le deuxième cas (voir figure 6), la valeur en entrée v est considérée comme très précise et on calcule donc son appartenance aux SEFs A_1, A_2 et A_3. La décision possible (B_1, B_2 ou B_3) est cette fois réduite à un point.

Le calcul tient compte des valeurs d'appartenance et le résultat évolue selon une courbe continue, linéaire par morceaux. La variable de w en fonction de v est plus douce.

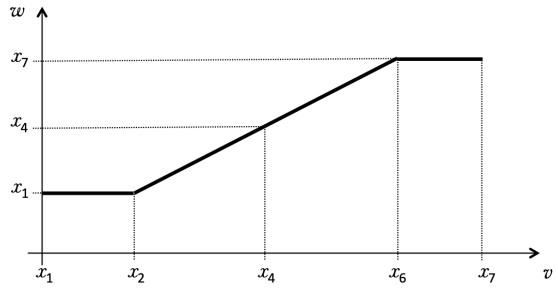

FIGURE 6. Analyse de l'évolution : deuxième cas.

Dans le troisième cas (voir figure 7), la valeur en entrée v est toujours considérée comme très précise. On calcule donc encore son appartenance aux SEFs A_1, A_2 et A_3, mais la décision possible (B_1, B_2 ou B_3) est cette fois définie sous la forme de trois SEFs.

Le calcul tient compte des valeurs d'appartenance reportées sur les SEFs B_1, B_2 et B_3, donnant ainsi des surfaces. Le résultat évolue selon une courbe lissée, correspondant bien à la modélisation d'un problème flou.

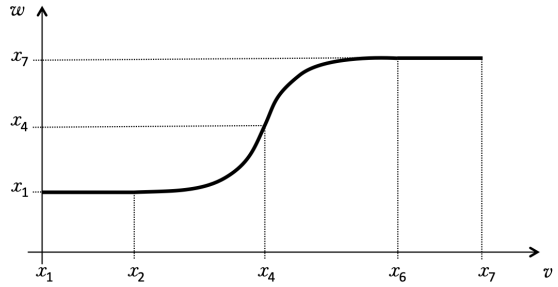

FIGURE 7. Analyse de l'évolution : troisième cas.

Cet exemple a montré que, grâce au flou, on peut modéliser davantage de souplesse dans la prise de décision.

En effet, le fait de faire évoluer "doucement" w peut être comparé au fait de décider de sélectionner un mot correcteur (pour établir une correction du mot erroné) ou bien un autre, de façon plus douce. Ainsi, on aurait une valeur d'appartenance à un mot correcteur mais également une valeur d'appartenance à un deuxième mot correcteur, voire un troisième, quatrième, etc.

Ces valeurs d'appartenance (non nulles) à plusieurs mots indiquent un ensemble de possibilités solutions, au lieu de n'en conserver qu'une seule.

En conséquence, les SEFs B_1, B_2, etc. pourraient représenter les mots corrections possibles, pour une même sonorité (par exemple : <**souris**>, <**sourit**>, ...) et l'axe X pourrait déterminer la proximité sonore entre les mots corrections.

Dans un autre registre, on pourrait également envisager que les SEFs représentent des catégories d'erreurs et que l'on obtiendrait un degré d'appartenance à chaque SEF pour chaque mot erroné. Ces catégories d'erreurs pourraient donc être utilisées dans la correction et on pourrait envisager des règles du type :

— R1 : "Si erreur est e_{11} et e_{21} ou e_{31} alors appliquer correction c_{11}",
— R2 : "Si erreur est e_{21} et e_{22} alors appliquer correction c_{21}",
— etc.

Et on obtiendrait, à la fin, des appartenances à des propositions de correction de mots qui permettraient de "classer" la meilleure proposition : par exemple : <**souris**> à 0.82 ; <**sourit**> à 0.1, etc. Dans ce cas, on ne défuzzifierait pas le w qui resterait une valeur floue correspondant à plusieurs mots correcteurs possibles.

Maintenant que nous avons étudié l'intérêt d'apporter du flou dans la prise de décision, nous allons suggérer des ajouts dans le schéma global de correction, tel que nous l'envisageons.

IV. Proposition de travail pour l'amélioration des corrections des fautes dys avec prise de décision floue

Le filtre de correction que nous souhaitons mettre en place pour améliorer la correction des fautes dys est composé de plusieurs phases, telles que décrites en figure 8. L'exemple reprend un véritable extrait de texte rédigé par une personne dysorthographique et analyse l'algorithme permettant d'aboutir à une liste de suggestions de mots correcteurs.

Il nous semble que les mécanismes issus de la théorie des sous-ensembles flous pourraient être injectés au niveau des étapes de définition de la liste de suggestions et de la liste finale triée (en bas à gauche et à droite dans la figure). En effet, l'obtention de la liste de suggestions avec les modules de phonétisation, de gestion de l'omission de l'apostrophe et de mesure de similarité peut probablement se faire en utilisant du flou.

Et la liste de suggestions devrait être un ensemble de couples (valeurs d'appartenance, SEF). Le tri de cette liste pourrait s'envisager par simple comparaison des valeurs d'appartenance.

V. Conclusions

On a vu dans cet article que les correcteurs actuels de l'orthographe chez les personnes *dys* ont encore une bonne marge de progression avant de pouvoir être considérés comme totalement efficaces. On a également vu que la problématique de proposition de corrections d'un mot ou d'un groupe de mots (suggestion de mots correcteurs) peut s'apparenter à un problème de prise de décision en milieu incertain et imprécis. Nous avons suggéré, en montrant un exemple, que la prise de décision floue semble pertinente dans ce cas de figure, puisqu'elle permet de conserver des imprécisions dans toute la chaine du raisonnement.

Les travaux futurs que nous envisageons sur ces questions consisteront à mettre en application ces idées dans l'algorithme que nous avons présenté en dernière partie. Pour finir, on n'exclut pas d'envisager d'autres outils flous pour améliorer la précision de l'outil de correction, comme par exemple les *hesitant fuzzy subsets* [15] qui permettent de modéliser des situations d'hésitation, c'est-à-dire des situations où il est difficile de déterminer l'appartenance d'un élément à un ensemble à cause d'un doute entre différentes valeurs.

Références

[1] D. Sallenave, "L'orthographe : Histoire d'une longue querelle," Note dans l'Académie française, www.academie-francaise.fr/lorthographe-histoire-dune-longue-querelle-0, 2016.

[2] L. Meigret, "Traite touchant le commun usage de l'escriture françoise," 1542.

[3] L. Meigret, "Le tretté de la grammère françoise," 1550.

[4] J.-Y. Antoine, M. Crochetet, C. Arbizu, E. Lopez et S. Pouplin, "Ma copie adore le vélo : analyse des besoins réels en correction orthographique sur un corpus de dictées d'enfants," TALN 2019, Toulouse, France, 2019.

[5] C. Wicker, T. Barbier, C. Bataille, M.-H. Ferrand, M.-A. Sandrin-Bui, "Dyslexie et dysorthographie," Projet *Tous à l'école*, http ://www.tousalecole.fr/content/dyslexie-et-dysorthographie, 2020.

[6] H. Raiffa, "Decision Analysis : Introductory Lectures on Choices Under Uncertainty," College custom series, McGraw-Hill, 1997.

[7] L. A. Zadeh, "Fuzzy sets," Information and Control, vol. 8(3), pages 338–353, 1965.

[8] F. J. Damerau, "A technique for computer detection and correction of spelling errors," Communications of the ACM, vol. 7, nº 3, p. 171-176, janv. 1964, doi : 10.1145/363958.363994.

[9] R. Mitton, "Spelling checkers, spelling correctors and the misspellings of poor spellers," Information Processing & Management, vol. 23, nº 5, p. 495505, janv. 1987, doi : 10.1016/0306-4573(87)90116-6.

[10] J. Pedler, "Computer Correction of Real-word Spelling Errors in Dyslexic Text," University of London, 2007.

[11] A. Golding, "A Bayesian Hybrid Method for Context-sensitive Spelling Correction," in Third Workshop on Very Large Corpora, 1995.

[12] L. Rello, M. Ballesteros, et J. P. Bigham, "A Spellchecker for Dyslexia," Proceedings of the 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility, 2015, p. 3947, doi : 10.1145/2700648.2809850.

[13] K. Toutanova, R. C. Moore, "Pronunciation Modeling for Improved Spelling Correction," Proceedings of the 40th annual meeting of ACL, Philadelphia, p. 144-151, Juillet, 2002.

[14] L. Sitbon, P. Bellot, et P. Blache, "Eléments pour adapter les systèmes de recherche d'information aux dyslexiques," Traitement Automatique des Langues, vol. 48, nº 2, p. 123147, 2008.

[15] V. Torra, "Hesitant Fuzzy Sets," International Journal of Intelligence Systems, John Wiley & Sons, Inc., vol. 25(6), p. 529–539, 2010.

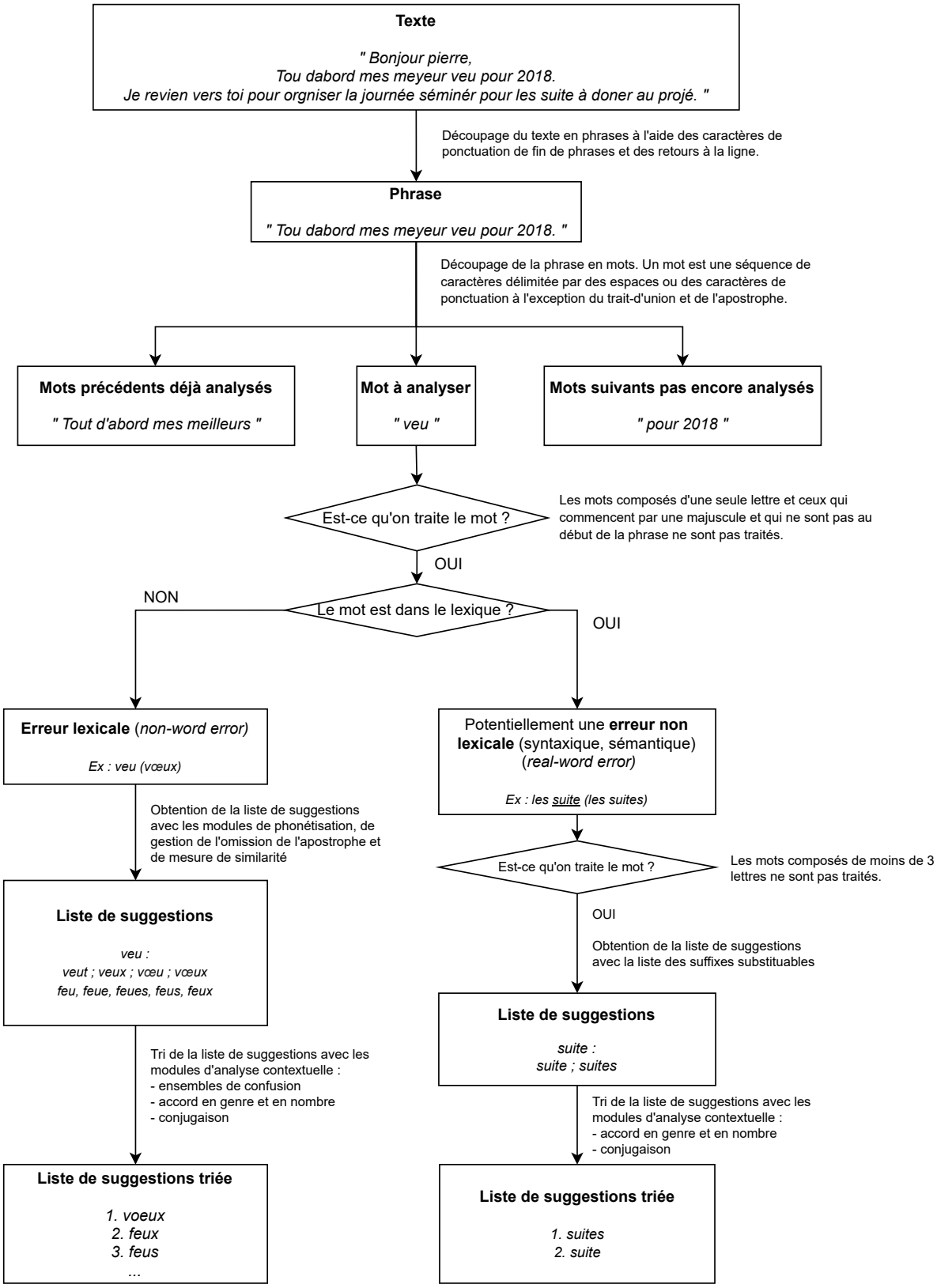

FIGURE 8. Filtre de correction envisagé : exemple à partir d'un texte rédigé par une personne dys.