



**HAL**  
open science

## Notion d'influence dans l'analyse sensorielle

Jacky Montmain, Abdelhak Imoussaten, Sébastien Harispe

► **To cite this version:**

Jacky Montmain, Abdelhak Imoussaten, Sébastien Harispe. Notion d'influence dans l'analyse sensorielle. LFA'2021 - 30èmes Rencontres Francophones sur la Logique Floue et ses Applications, Oct 2021, Paris, France. hal-03466852

**HAL Id: hal-03466852**

**<https://imt-mines-ales.hal.science/hal-03466852v1>**

Submitted on 28 Apr 2022

**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.

# Notion d'influence dans l'analyse sensorielle

## Concept of influence in sensorial analysis

J. Montmain

A. Imoussaten

S. Harispe

<sup>1</sup> EuroMov Digital Health in Motion, Univ Montpellier, IMT Mines Ales, Ales, France,  
[jacky.montmain@mines-ales.fr](mailto:jacky.montmain@mines-ales.fr), [abdelhak.imoussaten@mines-ales.fr](mailto:abdelhak.imoussaten@mines-ales.fr), [sebastien.harispe@mines-ales.fr](mailto:sebastien.harispe@mines-ales.fr),

### Résumé :

L'analyse sensorielle est un ensemble de méthodes permettant de mesurer les perceptions sensorielles. La première de ces mesures est la caractérisation d'une odeur ou d'un goût à l'aide de descripteurs issus d'un vocabulaire structuré associé à un domaine. L'analyse sensorielle nécessite l'intervention d'un panel d'évaluateurs. Lorsque le panel est constitué d'individus entraînés qui maîtrisent le vocabulaire du domaine, l'analyse sensorielle a fait l'objet de nombreux protocoles d'évaluation. En revanche, s'il s'agit de sujets naïfs, ne maîtrisant pas les descripteurs, alors la caractérisation sensorielle d'un individu est fortement empreinte de subjectivité et exposée à l'influence des autres panelistes. Nous nous intéressons dans cet article à la mesure de cette influence qualitative. Nous nous inspirons de modèles de la théorie des jeux que nous proposons d'étendre dans le cadre du processus qualitatif de la décision graduelle en jeu en analyse sensorielle pour définir un indice d'influence dans ce contexte.

### Mots-clés :

Pouvoir décisionnel – Indice d'influence – Réseau social - Analyse sensorielle

### Abstract:

Sensorial analysis is a set of methods for measuring sensory perceptions. The first of these measures is the characterization of odor or taste using descriptors from a structured vocabulary associated with a domain. Sensorial analysis requires the intervention of a panel of assessors. When the panel is a group of trained individuals who have a full understanding of the vocabulary of the field, sensorial analysis has been the subject of numerous evaluation protocols. On the other hand, if the panellists are naive subjects, with poor understanding of the descriptors, then the sensorial characterization of an individual is strongly influenced by subjectivity and then exposed to the influence of other panellists. In this paper, we are interested in measuring this qualitative influence. Our proposal is inspired by game theory models. We propose to extend them to the qualitative and gradual decision process involved in sensorial analysis to define an influence index in this framework.

### Keywords:

Decisional power - Influence index - Social network - Sensorial analysis

## 1 Introduction

Dans l'industrie, lors de l'analyse sensorielle d'une odeur, d'un goût ou d'une couleur par un panel d'évaluateurs, chaque description est réalisée à l'aide de descripteurs conceptuels d'intérêt pour le domaine d'étude. Ce sont des concepts désambiguïsés extraits d'une structure de connaissance de type taxonomique par exemple [1][2][3][4]. La variabilité des ensembles de descripteurs fournis d'un évaluateur à l'autre nécessite que l'on établisse une synthèse des descriptions conceptuelles en tenant compte de la diversité de celles-ci [5][6]. Cette synthèse peut alors être utilisée pour vérifier que l'effet recherché/redouté par l'industriel à l'initiative de cette analyse a bien été perçu par les évaluateurs. Force est donc de constater que l'homme, malgré la subjectivité et l'incertitude qui caractérisent sa perception sensorielle, se positionne comme un outil de mesure et de prise de décision dans la chaîne de fiabilité de l'industriel par le biais de l'analyse sensorielle [7]. Lorsqu'il s'agit d'un panel d'experts maîtrisant le sens sollicité et le vocabulaire contrôlé associé, la caractérisation sensorielle reflète la seule perception de l'évaluateur chevronné. En revanche, s'il s'agit d'évaluateurs moins expérimentés, aux sens moins exercés et moins rôdés à l'usage du vocabulaire contrôlé, alors ils seront plus enclins, si on leur en donne la possibilité, à prêter attention aux caractérisations des autres évaluateurs pour affiner l'expression de leur perception. Les moins expérimentés s'inspireront de la copie de leurs « aînés » par exemple [8]. Les consommateurs qui achèteront le parfum, le plat cuisiné ou la

peinture, et qui constituent donc la vraie cible de l'industriel, font clairement partie de la seconde catégorie, ils sont des évaluateurs néophytes sensibles à la publicité, aux influenceurs d'internet ou simplement à une vérité assénée par leur voisin, référence avérée à leurs yeux. Qui d'entre nous n'a pas tout à coup prêté des arômes de myrtille ou de truffe à un vin après s'être enquis de sa description sensorielle sur l'étiquette ? Nous souhaitons instrumenter l'analyse de phénomènes d'influence dans ce processus de description qualitative et définir les modèles qui pourraient être utilisés pour mesurer l'influence d'un évaluateur ou d'un groupe d'évaluateurs dans le domaine du sensoriel, la caractérisation d'influenceurs ayant d'évidentes retombées économiques.

Nous commencerons donc par nous référer à des mesures de pouvoir décisionnel issues de la théorie des jeux. Ces mesures ont été établies pour des décisions où seulement deux alternatives antagonistes sont envisagées. Nous définissons ensuite formellement le processus de décision en jeu en analyse sensorielle : le choix d'un résumé sémantique qui synthétise les descriptions des panelistes de l'analyse sensorielle. Nous proposons alors de transposer les notions d'indices de pouvoir décisionnel et d'influence lorsque le processus de décision implique de nombreuses décisions possibles et qu'il est possible de doter cet ensemble de décisions d'une relation d'ordre.

## 2 Pouvoir décisionnel d'un agent [9]

Différents modèles ont été introduits en théorie des jeux afin de représenter l'influence dans les réseaux sociaux. Nous nous inspirons ici de l'étude d'influence basée sur l'indice de pouvoir décisionnel de Hoede-Bakker [10] et de ses extensions. Celui-ci permet de calculer le pouvoir décisionnel global d'un acteur dans un réseau social. Cet indice a été généralisé par les travaux de Rusinowska et De Swart [11] puis dans [9][12]. Les raisons de l'existence de phénomènes d'influence, à savoir, pourquoi un individu change sa

décision, relève davantage de considérations psychologiques et sont hors du champ des études proposées par [13].

Dans ces études, le débat porte sur le choix entre deux options, notées  $\pm 1$ . Le réseau social considéré est composé d'un groupe de  $n$  acteurs  $\{a_1, \dots, a_n\}$ . Chaque acteur a une inclination a priori à opter pour  $+1$  ou  $-1$ . Un vecteur d'inclinations, noté  $i$ , est un vecteur de  $+1$  et  $-1$  : la  $j^{\text{ème}}$  composante de  $i$ , est notée  $i_j \in \{-1; +1\}$ , elle représente l'inclination de l'acteur  $a_j$ . Soit  $I = \{-1; +1\}^n$  l'ensemble des  $2^n$  vecteurs d'inclinations possibles.

Dans ce modèle d'influence, l'hypothèse de base est que chaque acteur a une inclination a priori qui, sous l'influence des autres acteurs, peut être différente de sa décision finale. En d'autres termes, chaque vecteur d'inclinations  $i \in I$  est transformé en un vecteur de décisions  $Bi$  par une fonction, notée  $B$ , qui modélise l'influence dans le réseau social. La  $j^{\text{ème}}$  coordonnée de  $Bi$  est  $(Bi)_j, j \in \{1, \dots, n\}$  et représente la décision a posteriori de l'acteur  $a_j$ . Ensuite, à chaque vecteur de décisions  $b$  est associée une décision collective du groupe  $gd(b) \in \{-1; +1\}$  par une fonction d'agrégation  $gd : I \rightarrow \{-1; +1\}$ . La fonction  $gd$  est appelée *fonction de décision de groupe* et modélise la décision du collectif d'acteurs (une majorité par exemple).

Une *fonction d'influence*  $B$  peut correspondre à un comportement collectif commun. Par exemple, dans [12] une fonction d'influence de type majorité, notée  $Maj^{[t]}$  et paramétrée par un réel  $t$ , est introduite. Plus précisément, pour un vecteur d'inclinations  $i \in I$  donné :

$$Maj^{[t]}(i) = \begin{cases} 1_N & \text{si } [i^+] \geq t \\ -1_N & \text{si } [i^+] < t \end{cases}$$

$$\text{où } [i^+] = \{j \in N / i_j = +1\}.$$

La définition de l'indice du pouvoir décisionnel d'un agent  $a_j$  proposée dans [10], où seulement la réussite par rapport à l'option +1 est considérée, a été généralisée par Rusinowska et De Swart [11] en étudiant la réussite pour les deux options +1 et -1.

Définition 1: Soient une fonction d'influence  $B$  et une fonction de décision de groupe  $gd$ , l'indice de pouvoir décisionnel généralisé d'un acteur  $a_j$ , noté,  $GHB_{a_j}$  est défini par :

$$GHB_{a_j}(B, gd) = \frac{1}{2^n} \left( \sum_{i/i_j=+1} gd(Bi) - \sum_{i/i_j=-1} gd(Bi) \right) \quad (1)$$

Le principal inconvénient de l'indice de Hoede-Bakker et de sa généralisation est qu'il masque le rôle effectif de l'influence. En effet, il analyse la décision finale d'un acteur en termes de succès ou d'échec selon que la décision du groupe coïncide ou non avec l'inclination première de l'acteur et non avec sa décision finale. Partant de cette idée, Grabisch et Rusinowska [12] ont proposé de distinguer la fonction d'influence de la fonction de décision de groupe pour formuler un nouvel indice de pouvoir décisionnel qui se base cette fois sur la concordance entre la décision du groupe et la décision de l'acteur (dans cette proposition, ils affectent également une probabilité d'occurrence à chaque vecteur d'inclinations que nous ne développerons pas ici) :

$$GHB_{a_j}(B, gd) = \frac{1}{2^n} \left( \sum_{i/(Bi)_j=+1} gd(Bi) - \sum_{i/(Bi)_j=-1} gd(Bi) \right) \quad (2)$$

(1) n'est pas mieux que (2), ce sont deux points de vue différents de ce que représente un succès pour un individu donné dans un choix collectif. Par exemple, s'associe-t-on davantage à l'élection d'un président si le candidat élu est notre choix de début de campagne ( $i_j = gd(Bi)$ ) ou s'il est celui dont le nom est inscrit sur le bulletin que nous avons glissé dans l'urne ( $(Bi)_j = gd(Bi)$ ) ?

Intéressons-nous maintenant à comment mesurer le degré d'influence d'un agent ou d'une coalition d'agents sur les autres. De façon générale, on dit qu'un agent est influencé par une coalition (groupe d'agents ayant la même inclination) si la décision du joueur est in fine différente de son inclination originale. En effet, puisque l'agent a changé d'opinion et retenu l'option qu'il avait écartée initialement, on peut imaginer qu'il a subi une sorte d'influence *externe* qui explique ce changement d'avis. On fait l'hypothèse que cette influence externe provient des autres agents qui partagent une même inclination. Lors d'une influence dite directe, l'inclination de l'agent est donc différente de celle de la coalition, mais au final sa décision a posteriori coïncide avec l'inclination de la coalition (Grabisch et Rusinowska définissent également une influence par opposition où l'agent qui partage l'inclination de la coalition initialement change d'avis pour faire opposition à cette dernière).

Les notations essentielles à la définition du concept d'influence dans [12] et qui seront par la suite reprises dans notre modèle sont données ci-après.

L'ensemble des vecteurs d'inclinations pour lesquels tous les agents d'une coalition  $S$  ont la même inclination est défini par :

$$I_S = \{i \in I / \forall k, j \in S [i_k = i_j]\} \quad (3)$$

On note  $i_S$ , pour  $i \in I_S$ , la valeur de  $i_k, \forall k \in S$ . Pour toute coalition  $S$  et tout  $j \in N$ , on définit :

$$I_{S \rightarrow j} = \{i \in I_S / i_j = -i_S\} \quad (4)$$

$$I_{S \rightarrow j}^*(B) = \{i \in I_{S \rightarrow j} / (Bi)_j = i_S\} \quad (5)$$

$I_{S \rightarrow j}$  et  $I_{S \rightarrow j}^*(B)$  désignent respectivement les vecteurs d'inclinations susceptibles de permettre d'observer une influence directe de  $S$  sur  $j$  et les vecteurs d'inclination pour lesquels l'influence de  $S$  sur  $j$  s'est potentiellement exercée sous l'hypothèse d'une fonction d'influence  $B$ .

On peut alors introduire l'indice de possibilité d'influence directe d'une coalition  $S$  sur  $j$  :

$$\bar{d}(B, S \rightarrow j) = \frac{|I_{S \rightarrow j}^*(B)|}{|I_{S \rightarrow j}|} \quad (6)$$

On peut encore définir un indice de certitude d'influence directe d'une coalition  $S$  sur  $j$  :

$$d(B, S \rightarrow j) = \frac{|\{i \in I_{S \rightarrow j}^*(B) / \forall p \notin S [i_p = -i_s]\}|}{2} \in \left\{0, \frac{1}{2}, 1\right\} \quad (7)$$

Enfin on note l'ensemble des *followers* de  $S$  :

$$F_B(S) = \left\{j \in N / \forall i \in I_S [(Bi)_j = i_s]\right\} \quad (8)$$

### 3 Modèle de la décision en analyse sensorielle

Lors d'une analyse sensorielle par un panel d'évaluateurs, chaque description est réalisée à l'aide de concepts désambiguïsés extraits d'une structure de connaissance d'intérêt pour le domaine métier. La variabilité des ensembles de descripteurs fournis par les évaluateurs complexifie la tâche de l'analyste qui doit les regrouper selon la similarité des concepts pour espérer obtenir un histogramme plus informatif (il doit être à même de rapprocher les concepts Framboise et Fraise qui évoquent tous deux le concept Baie rouge, tâche à haute valeur cognitive ajoutée). L'analyste doit pouvoir proposer un résumé de l'évaluation collective qui soit expressif tout en étant synthétique en gérant l'abstraction et la précision, la redondance et la similarité des descripteurs. Pour cela il doit gérer les relations sémantiques qui rapprochent ou différencient les concepts, maîtriser la structure de connaissance dont ils sont extraits.

Lors de précédents travaux [14], nous nous sommes intéressés au cas où cette structure de connaissance est une taxinomie  $T = (\leq, \mathbb{C})$  où

$\mathbb{C}$  est l'ensemble des concepts (ou classes) et  $(\leq)$  l'ordre partiel associé (e.g, *Framboise*  $\leq$  *Baie Rouge*) [15]. Nous avons montré comment dériver formellement la notion de similarité entre concepts à partir de cette structure hiérarchique, des caractéristiques partagées et différenciantes entre deux concepts et du contenu informationnel d'un concept dans une collection donnée [14][15][16]. Nous avons ainsi proposé des familles de fonctions permettant de modéliser la similarité entre deux concepts ( $sim: \mathbb{C} \times \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{R}$ ) [17], puis par extension la similarité entre deux groupes de concepts autrement dit entre deux annotations conceptuelles ( $sim: 2^{\mathbb{C}} \times 2^{\mathbb{C}} \rightarrow \mathbb{R}$ ) [14].

*Illustration.*

Intuitivement :

$$sim(\text{Framboise, Fraise}) \geq sim(\text{Framboise, Truffe})$$

$$sim(\{\text{Framboise, Mûre}\}, \{\text{Fraise, Cassis}\}) \geq$$

et

$$sim(\{\text{Framboise, Mûre}\}, \{\text{Truffe, Humus}\})$$

Dans [18], nous avons ensuite proposé une approche automatisée permettant de réaliser la synthèse des descriptions conceptuelles en une unique description conceptuelle synthétique en utilisant la relation d'ordre induite par la taxonomie. L'analyse de la sémantique des descripteurs conceptuels permet de gérer la redondance, la similarité et l'abstraction. La synthèse reprend les éléments les plus pertinents et informatifs en éliminant les évocations redondantes, et gère le dilemme suivant : à trop abstraire, on perd de l'information ; mais à être trop spécifique, on perd le critère de synthèse.

*Illustration.*

Un résumé de

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Souris, Rat, Mulot, Fourmi, Mouche, Moustique,} \\ \text{Ornithorynque} \end{array} \right\}$$

pourrait être {Rongeur, Insecte, Ornithorynque} en considérant la taxonomie du règne Animal.

Si l'on revient maintenant à la problématique de la décision en analyse sensorielle :

- A chacun des  $n$  évaluateurs  $e_i$  est associé un ensemble de concepts, *i.e.*, une annotation conceptuelle notée  $X_i \in 2^C$ .

-  $\hat{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$  est la séquence d'annotations à résumer des  $n$  évaluateurs.

Soit  $X$  l'ensemble des concepts fournis par les évaluateurs, *i.e.* :  $X = \bigcup_{i=1}^n X_i$ .

L'objectif de la Synthèse Sémantique est de définir une fonction notée  $SS$  qui résume la séquence d'annotations conceptuelles  $\hat{X}$  :

$$SS : (2^C)^n \rightarrow 2^C \quad (9)$$

$$Y = SS(\hat{X})$$

Chaque ensemble de descripteurs  $X_i \in 2^C$  proposé par un évaluateur  $e_i$ , sera plus ou moins proche de  $Y \in 2^C$ . Plus  $X_i$  sera similaire à  $Y$ , plus  $e_i$  sera conforté dans l'idée que le choix de ses descripteurs (sa décision) a contribué à la caractérisation collective  $Y$ , plus  $e_i$  percevra son pouvoir décisionnel comme élevé.

A ce stade, nous sommes donc en mesure de calculer la similarité entre un ensemble de descripteurs  $X_i \in 2^C$  proposé par l'évaluateur  $e_i$  et le résumé qui synthétise l'évaluation collective  $Y \in 2^C$ . Plus les  $X_i$  de  $e_i$  sont similaires à ceux de  $Y$  (à hauteur de  $sim(X_i, Y)$ ), plus le pouvoir décisionnel de  $e_i$  devrait être grand. C'est ce processus de décision graduelle que nous allons maintenant utiliser pour définir la notion d'influence en analyse sensorielle.

## 4 Modèle d'influence dans l'évaluation sensorielle

Nous imaginons donc des évaluateurs qui participent à  $|D|$  évaluations sensorielles  $D^{(i)}, i = 1..|D|$ . L'idée est de déterminer lequel de ces évaluateurs a le plus d'influence sur le

groupe au vu de ces  $|D|$  exercices sensoriels avec les outils mathématiques de la section 2 transposés au processus de décision de l'analyse sensorielle : « Plus les descriptions conceptuelles proposées par  $e_i$  sont similaires aux descriptions retenues par le collectif, plus son pouvoir décisionnel est grand ».

Pour toute évaluation sensorielle  $D^{(l)}$ , chaque évaluateur  $e_i$  propose une description conceptuelle  $D_i^{(l)}$ . Ensuite, les évaluations de tous les évaluateurs sont portées à la connaissance de chacun. Après avoir pris connaissance des descripteurs employés par les autres évaluateurs,  $e_i$  peut modifier son choix a priori et proposer une nouvelle annotation sémantique a posteriori  $BD_i^{(l)}$  pour l'évaluation  $D^{(l)}$  (e.g, certains évaluateurs moins familiers du vocabulaire contrôlé n'ont pas trouvé les mots précis lors de leur caractérisation initiale, les descriptions des autres évaluateurs peuvent alors leur permettre de corriger quelques imprécisions). Le résumé sémantique des  $D_i^{(l)}$  (respectivement  $BD_i^{(l)}$ ) est noté  $SS(D^{(l)})$  (respectivement  $SS(BD^{(l)})$ )

où  $D^{(l)}$  (respectivement  $BD^{(l)}$ ) est le vecteur des évaluations a priori (respectivement a posteriori) des  $n$  évaluateurs (un vecteur dont les coordonnées sont donc des éléments de  $2^C$ ). Ce processus de qualification sensorielle est répété sur  $|D|$  évaluations par le panel.

Dans le modèle du pouvoir décisionnel établi pour la théorie des jeux de la section 2, les statistiques relatives à la coïncidence des décisions entre un évaluateur  $e_i$  et le collectif portent sur les  $2^n$  vecteurs d'inclinations possibles, la fonction d'influence  $B$  et le processus de décision collective  $gd$  étant connus a priori.

Ici, on ne cherche pas à définir  $B$  a priori, on se contente simplement d'observer les vecteurs  $D^{(l)}$  et  $BD^{(l)}$  sur  $|D|$  évaluations et les statistiques établies ne portent donc pas sur

l'ensemble des vecteurs possibles ( $2^{|D|}$ ), mais sur les  $|D|$  observations de l'expérimentation.

On peut considérer que la fonction de synthèse sémantique  $SS$  joue le rôle de la fonction d'agrégation  $gd$  de la section 2. C'est donc une estimation du pouvoir décisionnel et de l'influence sur une base de cas réduite à l'observation, que nous proposons. Les modèles qui suivent s'attachent à définir le pouvoir décisionnel d'un évaluateur  $e_k$  sur la base des  $|D|$  analyses sensorielles pour un processus de synthèse des annotations  $SS$  donné.

Par ailleurs, le modèle de la section 2 s'intéresse à une décision booléenne où les deux alternatives sont forcément opposées. Ici, l'idée que plus les descriptions conceptuelles proposées par  $e_i$  sont similaires aux descriptions retenues par le collectif, plus son pouvoir décisionnel est grand, laisse entendre que cet aspect graduel doit être intégré dans la modélisation de l'indice de pouvoir et les indices d'influence à suivre.

On peut alors introduire un seuil  $\eta$  tel que si  $sim(BD_k^{(i)}, SS(BD^{(i)})) \geq \eta$  alors l'évaluation finale de  $e_k$  coïncide avec la caractérisation finale du collectif et compter le nombre d'évaluations parmi les  $|D|$  analyses sensorielles où cette contrainte est réalisée. On définit alors le pouvoir décisionnel de  $e_k$  ainsi :

$$GHB_k(B, SS) = \frac{1}{|D|} \left( \sum_{i=1}^{|D|} \left[ sim(BD_k^{(i)}, SS(BD^{(i)})) \geq \eta \right] \right) \quad (10)$$

Pour tenir compte de l'aspect graduel, on peut lui préférer la formulation suivante :

$$GHB_k(B, SS) = \frac{1}{|D|} \left( \sum_{i=1}^{|D|} sim(BD_k^{(i)}, SS(BD^{(i)})) \right) \quad (11)$$

où le pouvoir décisionnel de  $e_k$  est d'autant plus grand que ses annotations a posteriori s'approchent des annotations collectives retenues.

On peut ensuite définir les ensembles :  $I_S, I_{S \rightarrow j}$  et  $I_{S \rightarrow j}^*$  selon le même principe de similarité à la décision de groupe.

Soit  $S$  une coalition d'évaluateurs.  $I_S$  est l'ensemble des vecteurs d'annotations conceptuelles a priori où tous les évaluateurs de  $S$  sont d'accord parmi les  $|D|$  analyses sensorielles, c'est-à-dire qu'ils sont tous à l'intérieur ou à l'extérieur du « cercle » de rayon  $\eta$  autour de l'annotation retenue par le collectif :

$$I_S = \left\{ D^{(i)}, i \in 1..|D| / \forall k, j \in S \left[ \left( sim(D_k^{(i)}, SS(D^{(i)})) - \eta \right) \left( sim(D_j^{(i)}, SS(D^{(i)})) - \eta \right) \geq 0 \right] \right\} \quad (12)$$

On note pour  $D^{(i)} \in I_S$  et n'importe quel  $k \in S$ ,  $sign(sim(D_k^{(i)}, SS(D^{(i)})) - \eta) = s_i$ .

Il est possible de modéliser la gradation de l'appartenance à la coalition en flouifiant  $I_S$ . L'idée consiste à modéliser le fait qu'une synthèse  $SS(D^{(i)})$  fasse plus ou moins l'unanimité dans la coalition  $S$ . Le degré d'appartenance de  $D^{(i)}$  à  $I_S$  rend compte de la cohésion des évaluations autour de  $SS(D^{(i)})$  à l'intérieur de la coalition (respectivement de l'éloignement des évaluations à  $SS(D^{(i)})$ ) et peut alors être défini comme suit :

$$\begin{cases} \mu_i = \frac{1}{|S|} \sum_{k \in S} sim(D_k^{(i)}, SS(D^{(i)})) & \text{si } s_i \geq 0 \\ \mu_i = \frac{1}{|S|} \sum_{k \in S} (1 - sim(D_k^{(i)}, SS(D^{(i)}))) & \text{sinon} \end{cases}$$

Une extension floue après normalisation peut alors être proposée pour  $I_S$  :

$$\tilde{I}_S = \left\{ \left( D^{(i)} \in I_S ; \mu_i \right) \right\} \quad (13)$$

Si on s'intéresse à l'influence de  $S$  sur  $e_j$ , on sélectionne parmi les vecteurs de  $I_S$  ceux où  $D_j^{(i)}$  n'est pas du même côté du « cercle de

rayon  $\eta$  de centre  $SS(D^{(i)})$  » que les  $D_k^{(i)}$ ,  $k \in S$  :

$$I_{S \rightarrow j} = \left\{ D^{(i)} \in I_S / s_i \cdot \left( \text{sim}(D_j^{(i)}, SS(D^{(i)})) - \eta \right) \leq 0 \right\} \quad (14)$$

On peut également quantifier l'opposition de  $e_j$  à  $S$  : pour une évaluation  $D^{(i)}$  donnée si les caractérisations conceptuelles des évaluateurs de  $S$  sont très similaires à (respectivement éloignées de, *i.e.*, à l'extérieur du cercle de rayon  $\eta$ )  $SS(D^{(i)})$ ,  $e_j$  est d'autant plus opposé à  $S$  que  $D_j^{(i)}$  est différent de (respectivement similaire à)  $SS(D^{(i)})$ .

Cet énoncé permet de définir un degré d'appartenance de  $D^{(i)}$  à  $I_{S \rightarrow j}$  :

$$\begin{cases} \lambda_i = \mu_i \left( 1 - \text{sim}(D_j^{(i)}, SS(D^{(i)})) \right) & \text{si } s_i \geq 0 \\ \lambda_i = \mu_i \text{sim}(D_j^{(i)}, SS(D^{(i)})) & \text{sinon} \end{cases}$$

et on introduit alors après normalisation l'ensemble flou :

$$\tilde{I}_{S \rightarrow j} = \left\{ \left( D^{(i)} \in \tilde{I}_{S \rightarrow j}; \lambda_i \right) \right\} \quad (15)$$

Parmi les vecteurs sélectionnés en opposition à la coalition  $S$  ( $I_{S \rightarrow j}$ ), on sélectionne ceux qui changent de côté du cercle après avoir subi une possible influence de  $S$  :

$$I_{S \rightarrow j}^* = \left\{ \begin{array}{l} D^{(i)} \in I_{S \rightarrow j} / \left( \text{sim}(D_j^{(i)}, SS(D^{(i)})) - \eta \right) \\ * \left( \text{sim}(BD_j^{(i)}, SS(D^{(i)})) - \eta \right) \leq 0 \end{array} \right\} \quad (16)$$

On peut quantifier le « retournement » subi par  $e_j$  sous la possible influence de  $S$  : le retournement est d'autant plus conséquent lorsque  $D_j^{(i)}$  est similaire à (respectivement différent de)  $SS(D^{(i)})$  et  $BD_j^{(i)}$  différent de (respectivement similaire à)  $SS(D^{(i)})$ . Ce qui permet de définir un degré d'appartenance pour  $\tilde{I}_{S \rightarrow j}^*$  :

$$\begin{cases} \nu_i = \lambda_i \text{sim}(BD_j^{(i)}, SS(D^{(i)})) & \text{si } s_i \geq 0 \\ \nu_i = \lambda_i \left( 1 - \text{sim}(BD_j^{(i)}, SS(D^{(i)})) \right) & \text{sinon} \end{cases}$$

Et on introduit après normalisation :

$$\tilde{I}_{S \rightarrow j}^* = \left\{ \left( D^{(i)} \in \tilde{I}_{S \rightarrow j}; \nu_i \right) \right\} \quad (17)$$

On déduit alors l'indice de possibilité d'influence directe d'une coalition  $S$  sur  $j$  :

$$\bar{d}(B, S \rightarrow j) = \frac{|I_{S \rightarrow j}^*(B)|}{|I_{S \rightarrow j}|} \quad (18)$$

Ou dans la version floue :

$$\tilde{\bar{d}}(B, S \rightarrow j) = \frac{\sum_i \nu_i}{\sum_i \lambda_i} \quad (19)$$

Cet indice permet d'établir l'influence possible d'une quelconque coalition d'évaluateurs sur un individu en particulier. Ce type d'information peut être utilisé pour faire de la prédiction de perceptions sensorielles en s'appuyant sur la caractérisation d'un groupe d'influenceurs réputés. Les influenceurs peuvent aussi être utilisés à des fins de contrôle de la perception collective en marketing sensoriel. Ces indices permettent d'apporter des éléments de réponse à la question que nous posons en introduction sur l'influence du descriptif sensoriel sur l'étiquette d'une bouteille de vin.

Si l'on s'intéresse simplement au caractère hédonique de la sensation (plaisante ou non), le problème est plus simple et peut se traiter avec les outils de la section 2. Evaluer l'influence à travers la caractérisation d'une évocation sensorielle (descripteurs neutres sans jugement d'appréciation) est plus complexe car il y a de nombreuses décisions possibles plus ou moins proches les unes des autres.

Au-delà de cette application au domaine de l'analyse sensorielle, ce modèle permet d'étendre les propositions de [9] lorsque la décision n'est pas simplement booléenne, mais graduelle : un individu peut plus ou moins adhérer à la décision collective.



## 5 Conclusion

Nous sommes repartis des indices de pouvoir décisionnel et d'influence de Grabisch et Rusinowska définis pour une décision binaire. Nous avons proposé une extension à des décisions plus sophistiquées qui peuvent être associées à une échelle de succès graduelle. L'analyse sensorielle sur laquelle nous avons déjà publié nous a paru être une illustration tangible du modèle que l'on souhaite justifier et développer plus théoriquement dans nos futurs travaux.

L'application que nous visons s'inscrit dans l'analyse du mouvement humain. A partir d'une taxonomie du mouvement humain, nous imaginons pouvoir indexer conceptuellement les séquences de mouvements des individus constituant un groupe de façon automatique. On peut par exemple imaginer des individus sur une piste de danse, auxquels on demande de danser librement sur une série de titres musicaux. Certains individus découvriront parfois ces titres, d'autres auront au contraire en tête la chorégraphie du clip vidéo associé à ce titre. L'idée est d'observer comment peut se modifier la chorégraphie d'un individu lorsqu'il observe des danseurs qui lui semblent plus avertis que lui. Cette modification de chorégraphie se traduira par des variations de l'indexation conceptuelle des mouvements associés. Ce processus répété dans le temps sur une série de titres musicaux nous permettra d'identifier les danseurs « leaders » et « suiveurs » et de tester le modèle que nous avons proposé dans cet article dans le cadre de notre nouvelle unité de recherche.

## Références

- [1] Lefebvre, A., & Bassereau, J. F. (2003). L'analyse sensorielle, une méthode de mesure au service des acteurs de la conception: ses avantages, ses limites, ses voies d'amélioration. *Application Aux Emballages*, 10, 3–11
- [2] Dratz, M. T. (2000). Le champ des odeurs de Jean-Noël Jaubert. Intérêt pédagogique et application en analyse sensorielle descriptive. *Annales des Falsifications, de l'Expertise Chimique et Toxicologique*, 93(954), 69–78.
- [3] Jaubert, J. noel, Tapiero, C., & Dore, J. C. (1995). The field of odors: toward a universal language for odor relationships. *Perfumer & Flavorist*, 20(3), 1–16
- [4] Noble, A. C., Arnold, R., Masuda, B. M., Pecore, S., Schmidt, J., & Stern, P. (1984). Progress Towards a Standardized System of Wine Aroma Terminology. *American Journal of Enology and Viticulture*, 35(2), 107–109.
- [5] Johnson, K. E., & Mervis, C. B. (1997). Effects of varying levels of expertise on the basic level of categorization. *Journal of Experimental Psychology: General*, 126(3), 248.
- [6] Hudson, R., & Distel, H. (2003). La nature subjective du monde des odeurs: considérations théoriques et conséquences méthodologiques. *Psychologie Française*, 48(4), 103–115.
- [7] Depledge, F., & Sauvageot, F. (2002). Evaluation sensorielle des produits alimentaires. *Techniques de L'ingénieur. Agroalimentaire*, 3(4000).
- [8] Rouby, C., Thomas-Danguin, T., Sicard, G., Vigouroux, M., Jiang, T., Poitevineau, J., & Issanchou, S. (2005). Influence du contexte sémantique sur la performance d'identification d'odeurs. *Psychologie Française*, 50(2), 225–239.
- [9] Grabisch, M. and Rusinowska, A. (2009) Measuring influence in command games, *Social Choice and Welfare*, 33, pp. 177-209.
- [10] Hoede, C. and Bakker, R. (1982) A theory of decisional power, *Journal of Mathematical Sociology*, 8, pp. 309-322.
- [11] Rusinowska, A. and De Swart, H. (2006) Generalizing and modifying the Hoede-Bakker index. In: *De Swart, H., et al. (Eds.), Theory and Applications of Relational Structures as Knowledge Instruments, Heidelberg: Springer's Lecture Notes in Artificial Intelligence*.
- [12] Grabisch, M. and Rusinowska, A. (2010) A model of influence in a social network, *Theory and Decision*, 69, pp. 69-96.
- [13] Grabisch, M. and Rusinowska, A. (2009b) Influence in social networks, *COGNITIVE systems with Interactive Sensors (COGIS2009)*, Paris, France.
- [14] S. Harispe, S. Ranwez, S. Janaqi, J. Montmain. Semantic Similarity from Natural Language and Ontology Analysis, *Synthesis Lectures on Human Language Technologies, Morgan&Claypool Publishers*, 254 pages, 2015.
- [15] D. Sanchez and M. Batet. Semantic similarity estimation in the biomedical domain: An ontology-based information-theoretic perspective. *Journal of Biomedical Informatics*, 44(5):749–759, 2011.
- [16] P. Resnik. Using information content to evaluate semantic similarity in a taxonomy, in *Proc. of IJCAI-95, Montréal, Canada*, 1995.
- [17] S. Harispe, D. Sanchez, S. Ranwez, S. Janaqi, J. Montmain. A framework for unifying ontology-based semantic similarity measures: a study in the biomedical domain, *J. of Biomedical Informatics*, 48:38–53, 2014.
- [18] Harispe, S., Montmain, J., Medjkoune, M. (2016). Summarizing Conceptual Descriptions using Knowledge Representations, *IEEE Symposium Series on Computational Intelligence for Human-like Intelligence, (SSCI)*, Athens.