



HAL
open science

Harmonisation de langage métier et transfert de connaissances : exemple de la panification française

Amadou Ndiaye, Philippe Roussel, Hubert Chiron, Guy Della Valle,
Christophe Fernandez, Kamal Kansou

► To cite this version:

Amadou Ndiaye, Philippe Roussel, Hubert Chiron, Guy Della Valle, Christophe Fernandez, et al.. Harmonisation de langage métier et transfert de connaissances : exemple de la panification française. 1. Colloque International CIA “ Connaissances et Informations en Action ” “ Transfert et organisation des connaissances en contexte ”, May 2014, Bordeaux, France. 10.13140/2.1.3789.7283 . hal-01219565

HAL Id: hal-01219565

<https://hal.science/hal-01219565>

Submitted on 19 Nov 2015

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.



1^{er} Colloque International

CIA « Connaissances et Informations en Action »

« Transfert et organisation des connaissances en contexte »

Université de Bordeaux : 22 et 23 mai 2014

Ndiaye A.^{1*}, Roussel P.², Chiron H.³, Della Valle G.³, Fernandez C.¹, Kansou K.³

¹INRA, USC1368, I2M

²Polytech Paris-UPMC

³INRA, UR 1268 BIA

*amadou.ndiaye@bordeaux.inra.fr)

Harmonisation de langage métier et transfert de connaissances : exemple de la panification française

Résumé :

Les boulangers utilisent des descripteurs sensoriels, parfois ambigus, pour qualifier l'état d'une pâte ou d'un pain. Nous proposons une harmonisation du vocabulaire sur la base de concepts rhéologiques. Les termes du langage ont été identifiés à différents niveaux (profane, métier et scientifique). Les liens entre ces niveaux de savoir ont été explicités et leur pertinence recherchée dans les connaissances rhéologiques. Un glossaire terminologique de 57 descripteurs a été établi et mis à disposition des professionnels. Nous l'avons reformulé en un livre électronique de transfert de connaissances dont les performances seront évaluées en termes d'acquisition de connaissance, désorientation et charge cognitive.

Mots clés :

Livre de connaissances, Pain, Représentation de connaissances, Rhéologie

Abstract:

Bakers use sensory descriptors, sometimes ambiguous, to qualify a dough or a bread conditions. We propose a harmonization of the vocabulary on the basis of rheological concepts. The terms of the language were identified at various levels (layman, professional and scientist). The links between these levels were clarified and their relevance ascertained by rheological concepts. A glossary of 57 descriptors was established and made available. We reformulated it in an e-book of transfer of knowledge whose performances will be evaluated in terms of acquisition of knowledge, disorientation and cognitive load.

Keywords:

Knowledge book, French bread, Knowledge representation, Rheology

Introduction

La panification française est un processus de transformation des ingrédients en pâte pétrie, fermentée, mise en forme et cuite au four. Les professionnels utilisent des descripteurs sensoriels pour qualifier l'état d'une pâte ou d'un pain ; néanmoins, il est difficile de dénommer ces états de façon non-ambiguë. Par exemple la résistance d'une pâte à l'étirement est appelée élasticité par le professionnel, alors que le sens scientifique de l'élasticité exprime plutôt la réversibilité de la déformation.

Dans ce contexte, l'objectif de ce travail a été de proposer une harmonisation du vocabulaire sur la base de concepts rhéologiques [1]. Tout d'abord les termes du langage décrivant les comportements de la pâte et du pain ont été identifiés à différents niveaux (profane, métier et scientifique). Ensuite, les liens entre ces différents niveaux de savoir ont été explicités. La pertinence des liens a été recherchée dans des définitions issues des connaissances rhéologiques. Au final, un glossaire terminologique de 57 descripteurs des caractéristiques des pâtes et du pain a été établi [1]. Chaque descripteur est explicité suivant 9 champs : *Définition, Synonymes professionnels, Caractérisation sensorielle, Évaluation sensorielle, Interprétation professionnelle, Origine des variations, Mesures et méthodes instrumentales et Interprétation rhéologique*. Le glossaire a été mis en ligne à disposition des professionnels. Il a été téléchargé plus de 500 fois.

Notre objectif est de reformuler le glossaire en un livre électronique de connaissances [2], dont des applications à la valorisation des produits à base de bois en fin de vie [3] et à l'élaboration de produits céréaliers [4] ont facilité le transfert des résultats de projets de recherche pluridisciplinaires. Le processus de panification a été reformulé suivant 3 types de graphes sémantiques représentatifs des niveaux de détails du processus de panification française : le graphe de processus de transformation linéaire multi-étape, la carte conceptuelle canonique [3] des opérations de transformation et celle des produits, l'arbre canonique des descripteurs de produit. Les instances des graphes illustrées par des fiches de connaissances constituent un livre de connaissances hypermédia qui peut être enrichi par des vidéos, des graphiques, etc. Des tests seront effectués pour évaluer les performances du livre de connaissances par rapport au glossaire actuel, en termes de transfert, selon des critères d'acquisition de connaissances, de désorientation et de charge cognitive.

Le langage professionnel

Les premiers manuels de technologie boulangère datent de la seconde moitié du 18^e siècle comme en témoigne l'ouvrage de Parmentier [5]. Les relations et contacts avec les boulangers, les analyses des phénomènes rhéologiques et fermentaires, débouchent sur une riche terminologie professionnelle. Cette terminologie se réfère à trois niveaux de connaissances différents (profane, métier et scientifique). Par exemple Parmentier (1778) parlait de la pâte à pain comme d'un corps mou flexible qui doit devenir *tenace, égale, légère et fort longue* ; il avait aussi introduit des échelles d'évaluation qualitative. Nous citerons en exemple la consistance de pâte qui peut être *ferme, bâtarde* ou *molle*. Les descripteurs utilisés par les professionnels correspondent souvent à une description naïve, mais il y a eu très tôt une prise en compte des phénomènes physiques et, de nouveaux mots sont venus enrichir le vocabulaire professionnel. L'apparition d'un dictionnaire de termes techniques de boulangerie pâtisserie dès le 19^{ème} siècle [6] témoigne de l'existence de définitions plus rigoureuses des descripteurs des pâtes et des pains, et ainsi d'un savoir métier. Des descripteurs relevant de la connaissance scientifique arriveront bien plus tard avec l'évolution des technologies d'analyse de la matière organique.

La terminologie utilisée repose sur une identification ou une association des sensations par rapport à des repères connus et sur une description, par un langage simple, des comportements. Les professionnels de la boulangerie utilisent encore aujourd'hui beaucoup de descripteurs ambigus de comportement de pâte. Par exemple : la pâte "a du corps" (a de la résistance), "manque de force" (déficit de résistance et de tenue), "raidit" (devient plus tenace), "ne réagit pas" (absence de rétraction élastique ou ne se développe pas au four), "terreuse" (non élastique), "est nerveuse" (très élastique), "longue lève sans se rompre" (extensible). La terminologie abondante traduit la diversité des comportements de la pâte et leurs perceptions ; mais elle conduit à une confusion entre les termes. Par exemple l'extensibilité est souvent confondue avec l'élasticité.

Les besoins des boulangers en standardisation des procédés de fabrication des pains, pour répondre à la demande de produits de qualité régulière, ont conduit à l'établissement d'un essai de panification sur les blés annuels après récolte. Ceci a conduit à l'utilisation d'une terminologie qui a permis d'asseoir progressivement un savoir métier. Ce dernier a suscité le besoin de méthode expérimentale AFNOR de l'essai de panification basé sur trois principes : i/ un jugement sur la pâte à la fin de chacune des étapes de l'essai de panification, ii/ la mesure du volume du pain et l'évaluation de ses caractéristiques d'aspect extérieur et de mie une heure après la sortie du four, iii/ l'identification d'un seul adjectif pour chacune des caractéristiques à apprécier. Ce vocabulaire devait permettre à la fois la caractérisation et l'évaluation des descripteurs de pâte et de pain. Dans les années 80, un nouveau système de notation des termes retenus pour l'appréciation des pâtes et des pains a été établi par le BIPEA (Bureau Interprofessionnel d'Etudes Analytiques). Son principal objectif était de faire correspondre une note à chaque adjectif en fonction de son niveau de qualité, sur une échelle de 1 à 10. La pratique de la méthode expérimentale AFNOR combinée à la notation BIPEA ont conduit à une

simplification de la grille de notation. Il a été introduit une appréciation qualitative de l'état de descripteur en terme d'insuffisance, suffisance ou excès ; puis de noter l'insuffisance et l'excès sur une échelle à trois valeurs (1, 4, 7) et d'attribuer la note 10 au niveau suffisant (Tableau 1). Ce système de notation a conduit à une normalisation AFNOR (NF V 03-716) de l'essai de panification.

Tableau 1 : Notation de l'essai AFNOR NF V 03-716

Insuffisance			Suffisance	Excès		
1	4	7	10	7	4	+1
très insuffisant	insuffisant	un peu insuffisant	bon	un peu excessif	excessif	très excessif

Les modes opératoires définis pour juger de la qualité prennent en compte les propriétés comportementales de la pâte, mais ne permettent pas de réduire significativement la diversité et l'ambiguïté du vocabulaire du langage métier.

Le glossaire terminologique appliqué aux pains français

Un glossaire terminologique appliqué aux pains français [1] a été développé par les auteurs dans le but de contribuer à l'harmonisation du langage métier. Ces travaux ont été guidés par les avancées scientifiques en rhéologie, fermentation et cuisson des pâtes. Le glossaire terminologique propose 57 descripteurs permettant de caractériser les pâtes et le pain en suivant les étapes de la panification du pain français selon la norme Afnor NF V 03-716. Le processus de panification est structuré en une succession d'opérations, des procédés de transformation (fig. 1).

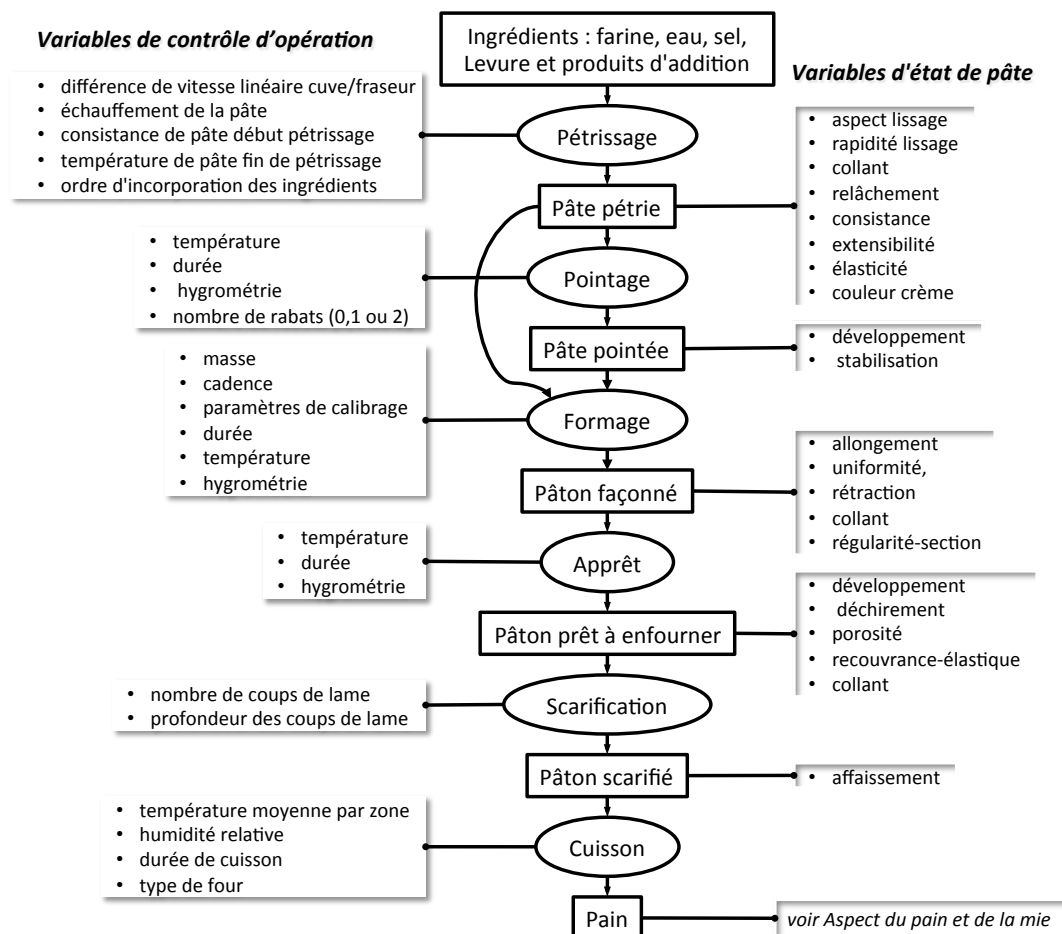


Figure 1 : La succession d'opérations du processus de panification française d'après Ndiaye et al. [7]

Chaque descripteur est représenté en fonction de 9 champs : *Définition, Synonymes professionnels, Caractérisation sensorielle, Évaluation sensorielle, Interprétation professionnelle, Origine des variations, Mesures et méthodes instrumentales et Interprétation rhéologique* (fig. 2). Les descripteurs sont définis en fonction des connaissances scientifique, comme par exemple, la résistance élastique : *niveau de résistance permanent lorsqu'on maintient une déformation de la pâte ; elle peut être évaluée par la capacité que*

possède un corps (la pâte) à reprendre sa forme initiale après une déformation (un étirement) et arrêt de la déformation. Les Synonymes professionnels sont les autres termes du langage métier communément utilisés pour désigner l'état du descripteur : *force*, *corps*, "*nerveux*", "*raidi*" et "*terreux*". Les mesures et méthodes instrumentales possibles sont mentionnées ; rappelons qu'en boulangerie artisanale la pâte est caractérisée via des tests sensoriels. Une interprétation rhéologique du descripteur est donnée, ce qui, entre autres, ouvre des perspectives vers de nouvelles méthodes de mesure.

Résistance élastique	<p>Définition : niveau de résistance permanent lorsqu'on maintien une déformation de la pâte. Elle peut être évaluée par la capacité que possède un corps (pâte) à reprendre sa forme initiale après une déformation (étirement) et arrêt de la déformation.</p> <p>Synonymes professionnels : force, corps, « nerveux », « raidi », « terreux ».</p> <p>Caractérisation sensorielle : toucher. Effectuer la mesure à déformation constante et à faible niveau de déformation \cong 5 cm. La déformation doit se faire dans une zone où la pâte n'a pas été manipulée précédemment et pour un temps de repos ou de relaxation, sensiblement constants.</p> <p>Évaluation sensorielle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pain courant français : Un retour rapide est jugé en « excès » et un retour lent en « insuffisance ». L'absence de retour, qualifiée de pâte « terreuse » est jugé 1 en « insuffisance ». - Pain de tradition française : Même approche que pour le <i>Pain courant français</i> <p>Interprétation professionnelle : cette évaluation permet surtout de caractériser ou différencier des pâtes aux quantités et qualité de gluten, variables. Sa valeur de prédiction est imprécise. Elle permet éventuellement d'expliquer une difficulté de lissage, une variation d'allongement au façonnage ou de développement en fermentation.</p> <p>Origine des variations : voir tableaux défauts des pâtes et des pains (annexes).</p> <p>Mesures et méthodes instrumentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Te</i> d'élasticité à l'Alvéographe de Chopin (essais sans acide ascorbique) ; - recouvrance après fluage ou mieux, relaxation après étirement à vitesse constante. <p>Interprétation rhéologique : elle correspond à un niveau d'énergie accumulé (non dispersé) ou potentiel pendant et jusqu'à l'arrêt de la déformation. Cette énergie est susceptible de remettre en mouvement la pâte lorsque la sollicitation mécanique est supprimée. Ce niveau d'énergie est en corrélation avec l'énergie nécessaire pour créer des ruptures de liaisons entre les molécules ou constituants de la matière.</p>
-----------------------------	---

Figure 2 : Représentation de la résistance élastique qui est un des descripteurs de la pâte en fin de pétrissage, d'après Roussel et al. [1].

La rhéologie est la science qui s'intéresse à la déformation et à l'écoulement de la matière. Tout test associant un mode de déformation et une quantification de la déformation correspondante (écraser un morceau de pâte ou de mie entre les doigts, par exemple) peut être considéré comme un test rhéologique. Il faut toutefois bien distinguer ceux qui se limitent à des mesures comparatives et possèdent leur propre référence (Alvéographe Chopin, Farinographe Brabender, etc.), des mesures rhéologiques qui doivent être réalisées selon des conditions d'écoulement soigneusement contrôlées. Celles-ci permettent d'accéder aux propriétés intrinsèques de la matière (viscosité, module élastique, etc.) qui nous informent sur sa structure (faibles déformations), son comportement en cours de transformation (procédé) et ses propriétés d'usage (sensorielles) : viscosité, module élastique, etc.. La rhéologie appréhende les relations entre les contraintes et les déformations d'un élément de volume solide ou liquide. La contrainte est la force qui s'exerce sur une surface, rapportée à cette surface ; et la déformation correspond à une modification des distances mutuelles des différents points d'un corps soumis à une sollicitation mécanique.

L'appréciation, d'un état de pâte ou de pain, réalisée par un expert boulanger est une évaluation sensorielle. Elle ne permet pas de déterminer des composantes rhéologiques. Il n'existe pas de correspondance directe entre les différents descripteurs, les grandeurs mesurées et les propriétés rhéologiques des pâtes et du pain. Il est donc nécessaire de bien faire la distinction entre appréciation sensorielle, mesure instrumentale et propriété rhéologique. Une des difficultés à opérer une harmonisation du langage, dans le domaine des pâtes boulangères, provient des difficultés scientifiques à leur appliquer des méthodes rhéologiques expérimentales et des modèles classiques.

À l'examen des descripteurs qualitatifs, il est apparu une distinction entre des appréciations sensorielles que l'on peut qualifier de simples ou élémentaires et des critères complexes. Le descripteur simple correspond à une mesure identifiable, alors que le descripteur complexe intègre plusieurs mesures. Les appréciations sensorielles doivent être quantifiables ou mesurables de manière instrumentale. Des descripteurs simples pour l'identification des variables d'état ont été recherchés ; ils vont permettre de qualifier des descripteurs complexes retenus par des professionnels pour l'observation d'un état de la pâte ou du pain. La relation entre les descripteurs simples et complexes a été synthétisée (Tableau 2).

Tableau 2 : Caractérisation des descripteurs complexes par des descripteurs simples (* peu intense ; ** intense ; *** très intense).

Force de la pâte	Allongement	Uniformité	Rétraction	Régularité section	Stabilité
excès	*	*	***	*	***
manque	***	***	*	***	*

Caractéristique de la croûte	Force à la rupture	Nombre de ruptures	Intensité sonore
croustillante	*	***	***
craquante	**	**	***
dure	***	*	*
molle	*		

Caractéristique de la mie	Souplesse	Élasticité	Émiettement
moelleux	***	**	*
rassissement	*	*	***

Représentation des connaissances

L'objectif de ce travail est de renforcer le transfert des connaissances contenues dans le glossaire terminologique, vers les professionnels de la boulangerie. Pour ce faire, nous avons opté pour le principe proposé par Davenport et Prusak (1998) "*Transfert = Transmission + Absorption (and Use)*" [8]. Ce principe indique qu'une des perspectives importantes du transfert de connaissance est sa transmission sous une forme adaptée afin qu'elle puisse être assimilée pour ensuite être utilisée si nécessaire. Le livre électronique de connaissances [2] sera ici le média de transmission. L'assimilation de son contenu de connaissance relève de la capacité d'absorption de son utilisateur ; cette dernière est fonction des connaissances préalables de l'utilisateur et de sa capacité à acquérir de nouvelles connaissances [9]. Le glossaire terminologique est basé sur les avancées scientifiques principalement en rhéologie dont il utilise le vocabulaire. Les documents scientifiques (publications et rapports) utilisent un langage d'une grande précision mais qui ne recouvre pas forcément celui des professionnels. Pour faciliter la compréhension du langage scientifique par les professionnels, il est souvent nécessaire de le reformuler. La reformulation peut se faire suivant différentes méthodes : spécialisation, réécriture, traduction etc. Ici, elle passe par une réécriture sous forme de graphes sémantiques et de fiches de connaissances. Le processus de panification a été reformulé suivant trois types de graphes sémantiques représentatifs des niveaux de détail de la panification française : le graphe de processus de transformation linéaire multi-étape (fig. 3), la carte conceptuelle canonique générale [3] et ses spécialisations pour une opération de transformation et pour un produit intermédiaire ou final (fig. 4) et l'arbre canonique de descripteur de produit (fig. 5).

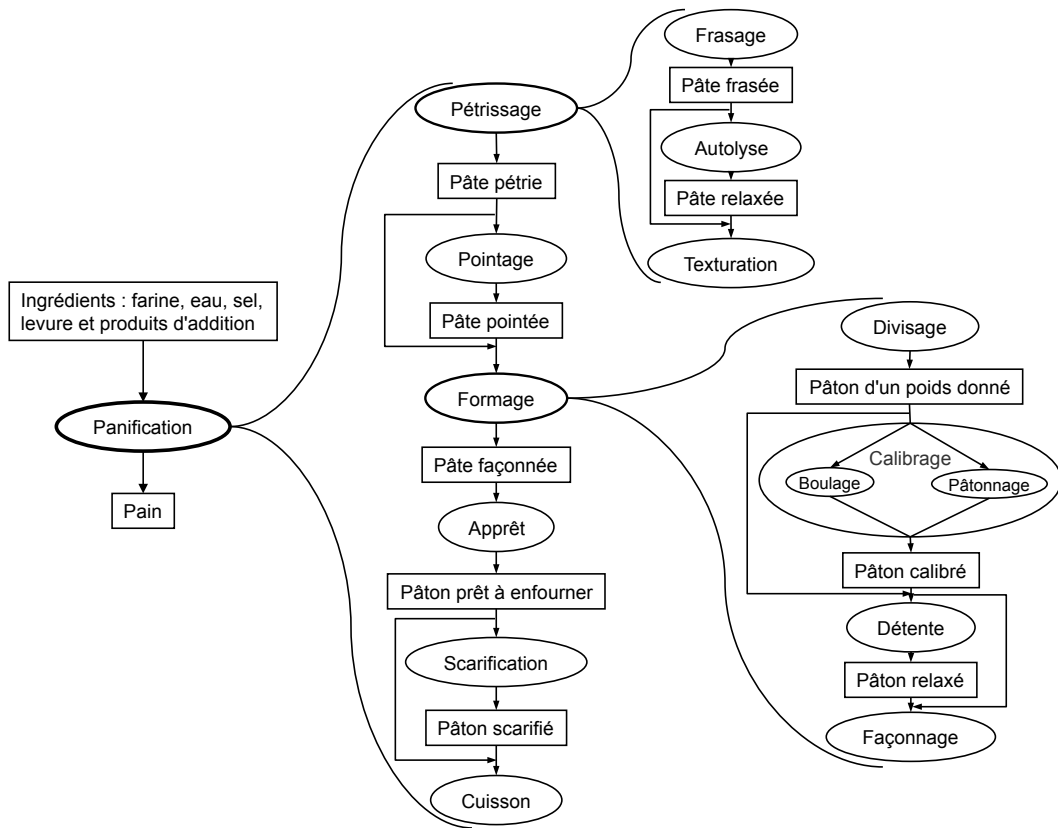


Figure 3 : Reformulation du processus de panification française par niveaux de détail différents en opérations et sous-opérations.

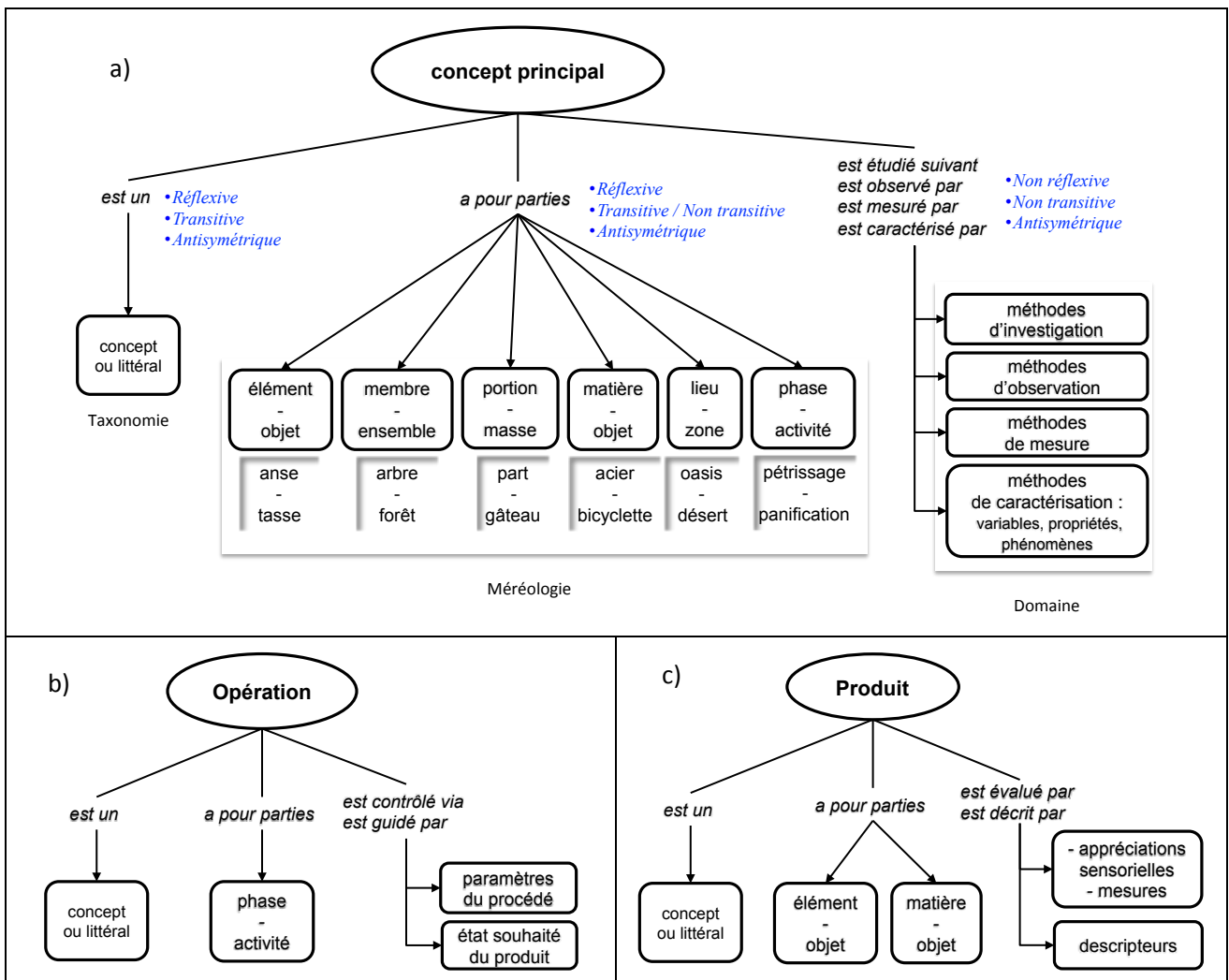


Figure 4 : Carte conceptuelle canonique générale (a) et ses formes spécialisées pour une opération de transformation (b) et pour un produit (c) du processus de panification

Les cartes conceptuelles

La carte conceptuelle canonique générale (fig. 4a) est un graphe hiérarchique qui permet de décrire un concept suivant trois types de relations ontologiques : la taxonomie (est-un), la méréologie (a-pour-parties) et du domaine (est-étudié-suivant, est-observé-par, est mesuré-par et est-caractérisé-par). Amadiou et *al.* [10] ont montré qu'une carte conceptuelle structurée hiérarchiquement facilitait la compréhension du lecteur en minorant sa désorientation et sa charge cognitive. La taxonomie est une relation bien étudiée dans la littérature [11], qui permet de positionner un concept dans un groupe bien défini. Ses propriétés algébriques (réflexive, transitive et antisymétrique) induisent l'héritage du concept vis-à-vis du groupe par subsumption. La méréologie est la relation qui lie une entité à ses parties [12]. Il existe six types de relations méréologiques standards : élément-objets, membre-collection, matière-objet, portion-masse, place-zone et phase-activité. La relation qui lie une opération de transformation à ses sous-opérations est une méréologie de type phase-activité ; celle qui lie un produit à ses parties est de type matière-objet (ingrédient-pâte) ou élément-objet (mie-pain). Les relations phase-activité, matière-objet et élément-objet sont réflexives, transitives et antisymétriques. Le domaine de connaissance étant un domaine scientifique, les relations de domaine permettent d'indiquer avec quelles méthodes un concept (opération ou produit) est mesuré, observé, caractérisé ou étudié [3]. La description d'un concept principal n'inclut pas la description des concepts utilisés pour le décrire. Nous distinguons les concepts évidents de ceux qui nécessitent une description (en tant que concept principal). L'évidence d'un concept est relative aux connaissances de base des utilisateurs visés. Un concept évident ne fera pas l'objet d'une description.

La carte conceptuelle canonique des opérations de transformation du processus de panification (fig. 4b) est une spécialisation de la carte conceptuelle canonique générale avec un type de relation méréologique, *phase-activité*, et deux types de relation du domaine, *est-contrôlé-via* et *est-guidé-par*. Une opération de transformation peut comporter des sous-opérations. Le pétrissage, par exemple, comporte trois sous-opérations : le frasage, l'autolyse et la texturation. Elle est contrôlée via des variables de contrôle et est guidée par l'état recherché de pâte pétrie.

La carte conceptuelle canonique des produits (pâtes et pain) du processus de panification (fig. 4c) est une spécialisation de la carte conceptuelle canonique générale avec deux types de relations méréologiques possibles, *élément-objet* et *matière-objet*, et deux types de relations du domaine possibles, *est-évalué-via* et *est-décrit-par*. Un produit intermédiaire ou final de la panification peut être un mélange d'ingrédients (*matière-objet*) ou comporter des parties distincts (élément-objet) tel que la mie et la croûte d'un pain.

L'arbre canonique de descripteur de produit (fig. 5) est une carte conceptuelle hiérarchique dédiée à la description de descripteur de la pâte ou du pain. Sa particularité par rapport à la carte conceptuelle canonique générale est qu'il n'a pas de relation méréologique, mais possède une relation synonymique. Vu les différents niveaux de langage utilisés (profane, métier et scientifique), la relation de synonymie entre différents termes facilite l'harmonisation du langage.

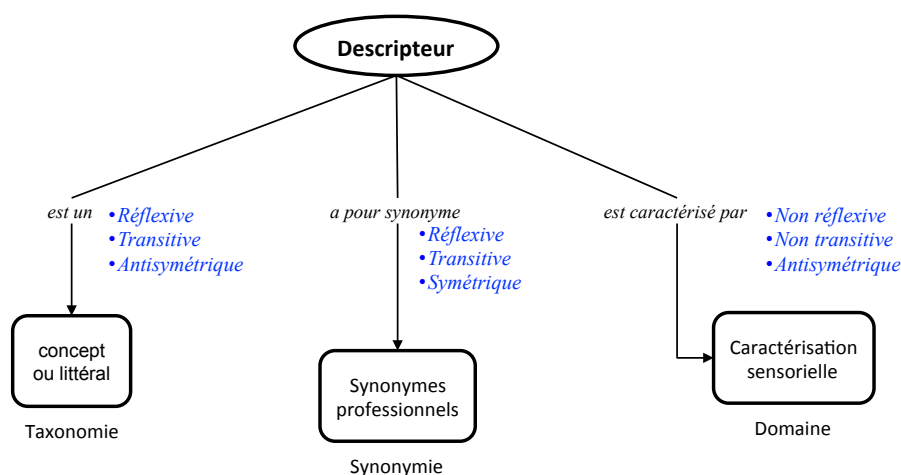


Figure 5 : Arbre canonique de descripteur de produit

Les fiches de connaissance

Un fiche de connaissance est une structure de connaissance à huit champs : *titre*, *illustration*, *explications*, *date de création*, *auteurs*, *mots clés*, *voir aussi* et *références bibliographiques* (fig. 6). L'*illustration* peut être une vidéo, un son, une photo, un dessin, un graphique, un tableau, une équation etc. ou un lien vers un

document consultable en ligne ; elle est cliquable pour agrandissement s'il s'agit d'une image. Les *explications* sont du texte que l'on peut mettre en forme (police, gras, italique, couleur,...). Les *auteurs* sont cliquables pour obtenir leurs coordonnées incluant une adresse électronique et une page Web cliquables. Les *mots clés* sont cliquables pour obtenir une définition contextualisée du mot. Le *voir aussi* rassemble les liens vers les fiches sémantiquement connexes qui apportent de l'information complémentaire. Les *références bibliographiques* rassemblent celles citées dans l'*explication* et d'autres qui apportent de l'information complémentaire, elles peuvent être cliquables pour rejoindre une page web (celle de l'article sur le site web de l'éditeur par exemple) ou pour ouvrir un document lié.

The screenshot shows a browser window titled 'Élasticité' with a tab labeled 'Fiche WKS_ELASTICITE'. The main content is a knowledge card for 'Élasticité (2014)'. On the left is a photograph of a hand pulling apart a piece of white dough. To the right of the photo is the following text:

Définition : niveau de résistance permanent lorsqu'on maintien une déformation de la pâte.
Elle peut être évaluée par la capacité que possède un corps (pâte) à reprendre sa forme initiale après une déformation (étirement) et arrêt de la déformation.

Synonymes professionnels : force, corps, « nerveux », « raidi », « terreux ».

Caractérisation sensorielle : toucher. Effectuer la mesure à déformation constante et à faible niveau de déformation @ 5 cm. La déformation doit se faire dans une zone où la pâte n'a pas été manipulée précédemment et pour un temps de repos ou de relaxation, sensiblement constants.

Evaluation sensorielle :

Pain courant français

Un retour rapide est jugé en « excès » et un retour lent en « insuffisance ». L'absence de retour, qualifiée de pâte « terreuse » est jugé 1 en « insuffisance ».

Créée le 26/03/2014

Auteur(s) [Hubert Chiron](#) [Guy Della Valle](#) [Amadou Ndiaye](#) [Philippe Roussel](#)

Mots clés [[Élasticité](#)] [Pâte pétrie] [Pétrissage] [Résistance élastique]

Voir aussi
[Glossaire pour décrire la qualité des pains français](#)

Références bibliographiques
◦ [Ndiaye, Chiron, Della Valle, Roussel, Glossaire pour décrire la qualité des pains français, 2014](#)

Figure 6 : Copie d'écran de la fiche "Élasticité"

Le livre électronique de connaissance

Le livre électronique de connaissances est un réseau hypertexte [13] de cartes conceptuelles, fiches de connaissances, document téléchargeables et pages Web de l'Internet. Cinq sortes d'hyperliens sont utilisées : 1) un lien qui lie un concept à une carte conceptuelle dont il est le concept principal que nous appellerons lien *concept-carte* ; 2) un lien qui lie un concept à une fiche de connaissance informative sur le concept que nous appellerons lien *concept-fiche* ; 3) un lien qui lie une fiche de connaissance à une autre fiche de connaissance sémantiquement connexe que nous appellerons lien *fiche-fiche* ; 4) un lien vers un document téléchargeable ou consultable en ligne que nous appellerons lien *téléchargement* ; 5) un lien vers une page Web Internet que nous appellerons lien *internet*. Les liens *concept-carte*, *concept-fiche*, *fiche-fiche* et *téléchargement* sont suffisants pour relier les différents documents du livre de connaissances. L'ensemble des documents du livre de connaissances et des liens hypertextes qui les relient constituent un hypergraphe. Ce dernier est ouvert à l'Internet via des liens *internet*. La représentation des connaissances allant d'une carte conceptuelle générale vers des cartes plus spécifiques offre la possibilité de parcourir le livre jusqu'au niveau de détail suffisant pour l'utilisateur. Une carte conceptuelle est située à un niveau de détail relatif au concept principal décrit et les liens qu'elle contient pointent vers des connaissances à un niveau de détail supérieur (plus détaillé). Cette structuration de la connaissance a pour fonction de minimiser la désorientation de

l'utilisateur et ainsi favoriser l'assimilation des connaissances. Les propriétés algébriques des relations ontologiques mises en œuvre permettent un raisonnement logique automatisable sur l'hypergraphe constitué ; par exemple une interrogation ontologique du système logique construit.

Le livre de connaissances sur la terminologie en panification française

Le livre de connaissances sur la terminologie du processus de fabrication des pains français comporte 83 cartes conceptuelles et 57 fiches de connaissances. Les 83 cartes conceptuelles sont les représentations des 15 opérations de transformation et 11 produits de la figure 3 et des 57 descripteurs des états de pâte ou du pain du glossaire existant [1]. Chacun des 57 descripteurs fait l'objet d'une fiche de connaissance. Le livre de connaissance est une application internet (disponible sur un serveur) consultable via un navigateur.

Evaluation du livre de connaissances

Le choix de la formalisation des connaissances dans le livre de connaissances a été guidé par deux expériences positives précédentes de transfert de connaissances : la valorisation des produits à base de bois en fin de vie et la conception de biscuits à bénéfice satiété. Les tests d'effectivité du transfert de connaissances conduits sur ces deux livres avaient été très concluants. Les mesures effectuées avaient été la désorientation et la charge cognitive de l'utilisateur et le niveau d'acquisition de nouvelles connaissances de ce dernier sur des populations de 75 et 15 personnes. La procédure utilisée est celle proposée par Jmal [3]. Elle est basé sur une échelle de Likert [14] à 7 valeurs qualitatives permettant évaluer la désorientation et la charge cognitive et sur un QCM à 10 questions pour évaluer l'acquisition de nouvelles connaissances. Le test de désorientation utilise une méthodologie d'autoévaluation proposée par Amadiou et *al.* [10] sur la base 5 questions pour savoir si l'utilisateur se localise et s'il sait y trouver ou retrouver de l'information dans le livre de connaissance. Le test de charge cognitive utilise une méthodologie d'autoévaluation proposée par Paas et *al.* [15] sur la base de 3 questions portant sur l'effort mental investi par l'utilisateur pour appréhender les cartes conceptuelles et pour explorer le livre de connaissances. Le test d'acquisition de nouvelles connaissances comporte 10 questions à choix multiples portant sur un savoir ou faisant appel à un raisonnement. Les résultats obtenus sur l'effectivité du transfert des deux livres électroniques de connaissances ont été très satisfaisants : désorientation et charge cognitive faibles (de l'ordre de 3 sur 7) et l'acquisition de nouvelles connaissances significatives (passage d'une note de l'ordre de 6 sur 10 au 1^{er} test à une note de l'ordre de 8 au 2nd test).

Conclusion et perspectives

L'harmonisation de langage métier requiert le transfert des connaissances qui justifient le vocabulaire proposé. Nous proposons un vocabulaire issu principalement du domaine scientifique de la rhéologie. Les descripteurs des pâtes et du pain ont été analysés en distinguant les appréciations sensorielles simples, qui correspondent chacune à une mesure rhéologique, de celles qui intègrent plusieurs mesures. Une interprétation rhéologique de chaque descripteur a été proposée et des mesures et méthodes instrumentales identifiées. Les mesures et observations sensorielles correspondent à la branche relative à l'ontologie du domaine des cartes conceptuelles canoniques mises en place. Les fiches de connaissances reprennent la formalisation des descripteurs proposée dans le glossaire terminologique appliqué aux pains français [1]. En perspective un test sera effectué pour évaluer les performances du livre de connaissances par rapport au glossaire "papier" actuel, en termes de transfert, selon les critères de désorientation, charge cognitive et acquisition de connaissances de l'utilisateur.

Références bibliographiques : (15 maximum)

- [1] Roussel, P., H. Chiron, G. Della Valle and A. Ndiaye (2010) "Recueil de connaissances sur les descripteurs de qualité des pâtes et des pains ou variables d'état pour la panification française : Glossaire terminologique appliqué aux pains français." <http://www.cepia.inra.fr/Outils-et-Ressources/Editions/glossaire/> 66 pages
- [2] Ermine, J.-L. (2000). Les systèmes de connaissances, Hermes Science Publication
- [3] Jmal, A. (2013). Représentation des connaissances scientifiques en vue de leur transfert vers l'industrie : Application à la valorisation des produits à base de bois en fin de vie. Génie des procédés. Nantes, Université Nantes - Angers - Le Mans. **PhD**: 139pp.
- [4] Suciou, I., C. Fernandez, B. Le Blanc, C. Raboutet and A. Ndiaye (2012). "How to Acquire Scientific Knowledge for University to Industry Knowledge Transfer." *Proceedings of The Fourth International Conference on Information Process and Knowledge Management*, Valencia Spain. eKNOW 2012: 24-27.

- [5] Parmentier, A. A. (1778). *Le parfait boulanger, ou Traité complet sur la fabrication et le commerce du pain*. Paris, Imprimerie Royale
- [6] Cerfberr, G. (1896). *Dictionnaire encyclopédique de la boulangerie et de la pâtisserie*, Jouvet et Cie.
- [7] Ndiaye, A., G. Della Valle and P. Roussel (2009). "Qualitative modelling of a multi-step process: The case of French breadmaking." *Expert Systems with Applications* **36**(2): 1020-1038.
- [8] Davenport, T. and L. Prusak (1998). *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. Boston, Massachusetts, Harvard business school press.
- [9] Cohen, W. M. and D. A. Levinthal (1990). "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation." *Administrative Science Quarterly* **35**(1): 128-152
- [10] Amadiou, F., T. van Gog, F. Paas, A. Tricot and C. Mariné (2009). "Effects of prior knowledge and concept-map structure on disorientation, cognitive load, and learning." *Learning and Instruction* **19**(5): 376-386
- [11] Brachman, R. J. (1983). "What IS-A Is and Isn't: An Analysis of Taxonomic Links in Semantic Networks." *Computer* **16**(10): 30-36.
- [12] Schulz, S., A. Kumar and T. Bittner (2006). "Biomedical ontologies: What part-of is and isn't." *Journal of Biomedical Informatics* **39**(3): 350-361
- [13] Conklin, J. (1987). "Hypertext: an introduction and survey." *Computer* **20**(9): 17-41.
- [14] Likert, R. (1932). "A Technique for the Measurement of Attitudes" *Archives of Psychology* **140**: 5-55.
- [15] Paas, F., J. E. Tuovinen, H. Tabbers and P. W. M. Van Gerven (2003). "Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory." *Educational Psychologist* **38**(1): 63-71.