

Évolution des connaissances et innovation. Application à une technologie laser à l'Onera

Philippe Benhamou, Jean-Louis Ermine, Jean-Pierre Taran, Thierno Tounkara, Arnaud Waeters

▶ **To cite this version:**

Philippe Benhamou, Jean-Louis Ermine, Jean-Pierre Taran, Thierno Tounkara, Arnaud Waeters. Évolution des connaissances et innovation. Application à une technologie laser à l'Onera. Extraction de connaissances et apprentissage, 2001, 1 (1-2), pp.279-290. hal-00984153

HAL Id: hal-00984153
https://hal.science/hal-00984153

Submitted on 27 Apr 2014

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.

Évolution des connaissances et innovation
Application à une technologie laser à l'Onera

Philippe Benhamou, Jean-Louis Ermine, Jean-Pierre Taran,
Thierno Tounkara, Arnaud Waeters

Extraction des connaissances et apprentissage,
n° 1-2 279-290, Hermès, 2001

Évolution des connaissances et innovation. Application à une technologie laser à l'Onera

Philippe Benhamou* — Jean-Louis Ermine,*****
Jean-Pierre Taran* — Thierno Tounkara*,**** — **Arnaud Waeters********

**Office national d'Etudes et de Recherches Aérospatiales, Direction Scientifique Générale*
29 avenue de la Division Leclerc, BP72 , F-92322 Châtillon cedex, {benhamou, taran, tounkara}@onera.fr
***Commissariat à l'Energie Atomique, Direction de l'Information Scientifique et technique*
CEA/SACLAY , F-91191 GIF-SUR-YVETTE cedex, ermine@cea.fr
**** Université de Technologie de Troyes Laboratoire Tech-CICO*
12, rue Marie Curie - B.P. 2060 , F-10010 Troyes cedex

***** LAMSADE Université de Paris Dauphine Place du Mal De Lattre de Tassigny F-75775 Paris cedex 16*

RÉSUMÉ : Cet article propose une méthodologie générale de modélisation des processus d'évolution des connaissances dans une organisation. Il pose les concepts de base de la méthodologie et décrit les modèles d'évolution qui permettent d'étayer le point de vue historique de l'approche systémique suivie par MKSM. Cette démarche a pour but de mieux faire comprendre les mécanismes qui ont contribué à l'émergence de solutions innovantes et d'étudier la pertinence de ces facteurs pour le présent et le futur. L'une des premières applications est présentée dans ce travail. Elle a consisté à reconstruire l'historique de l'évolution d'une technique de mesure conçue à l'Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (ONERA) et considérée comme particulièrement innovante depuis une trentaine d'années.

ABSTRACT. : In this paper, we propose a method to model evolution processes of Knowledge in an organisation. We set the concepts of the methodology and describe the evolution models that will complete the historic point of view of MKSM systemic approach. Our goal is to make mechanisms that lead to innovative solutions more understandable and to study their possible influence for present and future. We also present an application of our methodology in this article. It concerns a measuring technology produced at ONERA (French National Aerospace Research Establishment) and considered as particularly innovative for thirty years.

MOTS-CLÉS :.Modèles d'évolution, Facteurs d'évolution, Lois d'évolution, MKSM, Gestion des connaissances, Innovation

KEY WORDS: Evolution models, Evolution factors, Evolution laws, MKSM, Knowledge Management, Innovation

1 De l'intérêt de comprendre les lois d'évolution des processus d'innovation

La gestion des connaissances est une démarche aujourd'hui intégrée dans la plupart des entreprises [10]. Malgré l'importance et la diversité des travaux se référant à la gestion des connaissances, peu d'entre eux abordent l'évolution des connaissances dans l'entreprise, c'est-à-dire le développement, les transformations, les changements qui surviennent au cours du temps sur les connaissances au gré des changements internes de l'entreprise ou de son environnement.

Or la dimension historique des connaissances est très certainement l'une des dimensions la plus importante à prendre en compte dès lors que l'on cherche enrichir les connaissances actuelles dans l'entreprise pour favoriser la créativité.

Rechercher dans le passé des lois d'évolution ou des facteurs d'innovation permet de mieux comprendre les mécanismes qui ont contribué à l'émergence de solutions innovantes et d'étudier la pertinence de ces facteurs pour le présent et le futur. Ce travail consiste à démêler les forces en jeu dans le développement des connaissances et surtout à utiliser ces forces pour mettre en place un contexte propice à l'innovation. C'est avec les lumières du passé que l'on avance dans l'obscurité de l'avenir.

L'approche systémique suivie par MKSM [8][7] permet d'aborder le système de connaissances par plusieurs points de vue. Parmi ceux-ci, on peut souligner le point de vue historique qui permet de retracer l'évolution et l'histoire des connaissances au sein d'une organisation.

L'une des premières applications du volet évolution de la méthode MKSM est présentée dans ce travail. Elle a consisté à reconstruire l'historique de l'évolution d'une technique de mesure conçue à l'Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales et considérée comme particulièrement innovante depuis une trentaine d'années.

La première partie de cet article expose la démarche générale de modélisation du processus d'évolution. Cette démarche a été suivie à l'Onera sur l'étude de l'évolution d'une technique de mesure. Cette étude est décrite dans la deuxième partie. Enfin, nous conclurons sur un premier bilan de ce projet.

2 L'approche méthodologique de la modélisation du processus d'évolution

2.1 Les concepts de base

Les innovations utilisent et génèrent des connaissances dans le patrimoine de l'entreprise. La modélisation des processus d'évolution de ces connaissances permet de rechercher les lois d'évolutions qui dirigent ces processus et les facteurs d'évolution qui en sont les éléments caractéristiques. Comprendre ces lois et ces facteurs permettront de les utiliser comme levier pour améliorer les processus d'innovation à mettre en place dans l'entreprise.

Avant de poursuivre, arrêtons-nous sur les termes de lois, facteurs et processus d'évolution. Pour ce faire, risquons une métaphore dans le monde physique.

Un processus physique, le fonctionnement d'un moteur à piston par exemple, est contraint et dirigé par les lois de la physique (thermodynamique, mécanique,…). Mais ce processus dépend également de différents facteurs : ce sont les caractéristiques physiques du dispositif et les paramètres externes qui influent sur le processus. Par exemple, la composition du mélange inflammable est un paramètre externe qui va agir sur le rendement du moteur.

Deux démarches coexistent : la démarche du physicien qui, à partir d'un dispositif expérimental (observation d'un processus physique), va découvrir les lois physiques mises en œuvre et les facteurs qui agissent sur ce processus ; la démarche du concepteur qui, à partir de la connaissance des lois de la physique et des facteurs, aboutit à la construction d'un système technique décrit par une structure et une fonction.

De la même manière deux démarches coexistent concernant l'étude des processus d'évolution : la première consiste, à l'instar du physicien, à découvrir les lois d'évolution à partir de l'observation et de la modélisation de ces processus; la deuxième consiste, connaissant les lois et les facteurs d'évolution à construire un système propice à l'innovation.

Beaucoup de travaux sur la découverte de lois d'évolution ont été menés et nous retiendrons dans cet article deux démarches complémentaires, celle suivie par Yves Deforge [6] à partir d'une analyse socio-technique de la génétique d'objets industriels et celle adoptée dans la méthode TRIZ [2] à partir d'une analyse statistique de près de deux millions de brevets. Pour Deforge, l'objet technique est un système socio-technique ; pour TRIZ, l'objet technique est un système technologique.

2.1.1 Lois d'évolution

Les lois d'évolution sont des tendances générales qui président l'évolution des lignées d'objets technologiques.

Les deux approches citées plus haut adoptent des démarches d'analyse radicalement opposées : une analyse socio-technique des lignées pour Deforge et une analyse statistique d'un corpus de brevets pour Triz. Cependant elles s'accordent sur d'une part le fait qu'il existe des lois d'évolution et d'autre part sur la nature même de ces lois. Malgré des formulations différentes, nous retrouvons en effet des lois assez proches. Deforge cite comme exemples de loi d'évolution : l'évolution vers une synergie fonctionnelle par incorporation de fonctions élémentaires ; l'évolution vers le micro, l'évolution vers un nouveau principe ; l'évolution vers l'autonomie de fonctionnement. Dans la méthodologie TRIZ[1][3], on distingue les lois statiques (cycle de vie, facilité du transfert d'énergie, synchronisation), lois cinématiques (évolution vers un système idéal, inégalité dans le développement technologie des différentes parties d'un systèmes, évolution vers un super système) et enfin des

lois dynamiques (passage du macro au micro, passage de structures rigides à des structures flexibles ou adaptables).

2.1.2 Facteurs d'évolution

Les facteurs d'évolution sont les caractéristiques internes ou externes du système permettant de décrire ou d'expliquer le processus d'évolution.

Ces facteurs peuvent se décliner en termes de contraintes fonctionnelles, techniques mais aussi économiques, culturelles ou psychologiques.

Deforge s'intéresse à l'approche psychologique des concepteurs et souligne la thèse des comportements pilotés par des couples antagonistes comme (insatisfaction , moindre effort) et (autonomie , contingence). Sans vouloir entrer dans la complexité du comportement, signalons, toujours en suivant Deforge, que ces couples agissent sur le caractère de l'objet conçu. Autrement dit, les comportements psychologiques sont des facteurs d'évolution qui vont s'exprimer à travers les types de solutions adoptés pour la conception d'un système technique.

Triz étant une méthode d'aide à la conception de système technique, les facteurs d'évolution sont principalement des couples antagonistes qui expriment des contradictions techniques entre des objectifs de conception (par exemple : augmenter le volume et diminuer le poids).

2.1.3 Processus d'évolution

C'est l'effet résultant de l'ensemble des lois en actions dans le contexte d'une entreprise donnée, sur un système (technique ou autre) donné.

A l'issue de travaux de recherche menés entre autres dans le cadre du club gestion des connaissances[1], nous avons pu repérer quelques types de processus d'évolution, comme par exemple :

- **L'assimilation** : incorporation d'éléments de l'environnement par l'entreprise
- **L'accommodation** : modification de la structure en fonction des modifications du milieu (pression de l'environnement).

Remarquons que ces mécanismes se retrouvent dans les travaux de Piaget [11] sur le développement de l'intelligence chez l'enfant où l'adaptation est vue comme un équilibre entre l'assimilation et l'accommodation.

2.1.4 Aspect méthodologique

Deforge propose une liste de différentes étapes à suivre pour retracer l'historique : Choix d'un sujet ; étude des origines ; construction de l'arbre généalogique ; confirmation des lois d'évolution ; reconstitution systémique et enfin projection dans l'avenir.

Afin de confirmer les lois d'évolutions, Deforge propose de rechercher des indices de confirmation :

- En conception : exploitation d'un principe, changement de principe, innovation par récupération, par transformation, par opposition,…
- Dans les solutions : incorporation progressive dans l'objets d'actions originellement dévolues à l'utilisateur (évolution vers l'autonomie,), concrétisation progressive (synergie fonctionnelle), différenciations fonctionnelles,…
- En production : systématisation des processus, simplification des formes, normalisation,…
- En communication : présentation, argumentation, notices,…

---

[1] Le Club de Gestion des Connaissances, créé en septembre 1999 est un lieu d'échanges et de travail qui rassemblent les entreprises de tous les secteurs pour contribuer à développer les attitudes, la culture et les actions de la gestion des connaissances.

La démarche que nous proposons s'appuie sur l'utilisation des modèles d'évolution de MKSM constitués par des modèles d'historiques, de lignées et des argumentaires associés. Elle est décrite dans le chapitre suivant et illustrée par l'étude menée à l'Onera.

2.2 Les modèles d'évolution de MKSM

2.2.1 Présentation générale de la méthode MKSM

La méthode MKSM a été élaborée au Commissariat à l'Energie Atomique (CEA) pour tenter de répondre aux problèmes soulevés par la gestion des connaissances [8][7] :

- Capitalisation de savoir d'experts partant à la retraite ou d'équipes de spécialistes redéployées
- Structuration de corpus d'informations et/ou de documents
- Intégration de savoir-faire dans des procédés industriels ou des processus d'entreprise pour améliorer leur productivité et leur compétitivité
- Diffusion des connaissances des meilleurs experts à travers des outils variés (hypermédia, aide à la décision, livres, formation)
- Étude de l'évolution des connaissances

Dans la démarche MKSM, la connaissance est vue comme un système global pouvant être abordé suivant trois points de vue : structure, fonction et évolution.

Les aspects de l'évolution sont décrits par des informations de type datation (versions, dates etc.) ; l'aspect contextuel se représente par une modélisation de l'historique, et le sens qui peut être donné à l'évolution des concepts, des solutions, des objets techniques etc. élaborés au cours du temps dans l'entreprise est représenté par des "classifications génétiques " construites *a posteriori* qu'on appelle des lignées (arbres technologiques etc.).

L'axiome de base des modèles d'évolutions de MKSM est de type "évolutionniste", connu des économistes comme l'hypothèse de " la dépendance du sentier " ("path dependency" [5]) selon laquelle **c'est la nature même du patrimoine de connaissances accumulé dans une organisation qui prédétermine le sentier d'évolution de ces connaissances** (voire de l'organisation elle-même). Cet axiome n'est ni plus ni moins que celui de l'évolutionnisme pour les systèmes vivants (Lamarck et Darwin, ainsi que le concept de patrimoine génétique) repris pour les systèmes de connaissances. Il est loin d'être aussi évident qu'il y paraît de prime abord, et sa déclinaison sur les caractéristiques et les modalités de l'évolution des connaissances dans une entreprise sont complexes et multiples [9][4].

L'hypothèse de "la dépendance du sentier" demande à analyser l'évolution d'un système de connaissances vis-à-vis de son histoire pour mieux maîtriser son évolution future. C'est l'objectif des modèles d'évolution de MKSM. Ils ont pour but de décrire de manière structurée l'historique d'un ensemble de connaissances dans l'objectif de mieux comprendre et maîtriser les lois d'évolution de ces connaissances, qui sont nécessairement spécifiques à l'organisation.

2.2.2 Le modèle d'historique

Les modèles d'historique décrivent le contexte historique de l'évolution. Ce contexte est représenté graphiquement par la mise en relations **d'éléments pertinents.**

Ces éléments sont identifiés séparément, et leur disposition dans le temps est décrite succinctement, en nommant **les grandes classes caractéristiques** au cours du temps pour ces éléments. Ces classes peuvent être attachées à des **objectifs** qui peuvent avoir évolué dans le temps. Des **liens d'évolution** significatifs entre des classes ou des objectifs peuvent apparaître. Les repères temporels sont donnés par des **jalons**, qui sont des événements datés significatifs pour l'élément considéré, auxquels d'ailleurs peuvent être attachés des "archives" : publications, rapports techniques, brevets,…).

L'historique d'un concept est caractérisé par des interactions entre tous les sous-systèmes impliqués dans cet historique et qui expliquent *a posteriori* les innovations, les découvertes, les améliorations, les adaptations etc.

Dans le modèle proposé, ces interactions sont visualisées par des li**ens d'influence** qui peuvent refléter des causalités multiples et variées.

L'ensemble de ces éléments est disposé dans un ou plusieurs tableaux synthétiques disposés suivant l'échelle de temps. Un élément nécessitant une description plus détaillée pourra être représenté par un dessin ombré et décrit dans un autre tableau.

La Figure 1montre le code graphique utilisé pour représenter ces différents éléments.

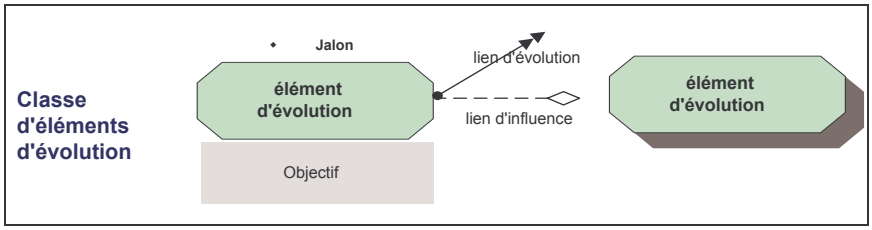


Figure 1 : *Légende du modèle d'historique*

2.2.3 Le modèle de lignées

Le modèle de lignées (ou arbre généalogique) décrit des successions dans le temps de concepts ou d'objets dans un ordre évolutif par des améliorations ou perfectionnement successifs" décrivant ainsi des "tendances lourdes" ou des "lois d'évolutions".

Les éléments de la lignée sont des **générations** d'objets ou de concepts caractéristiques d'une période donnée qu'on perçoit comme présentant une unité conceptuelle dans le temps, permettant de nommer ces générations.

Les lignées sont semblables aux lignées de la biologie. Elles sont organisées dans un **arbre généalogique** qui retrace les apparitions et éventuellement les disparitions des lignées les unes par rapport aux autres.

La figure suivante montre le code graphique utilisé pour représenter les différents éléments qui apparaissent dans le modèle des lignées.

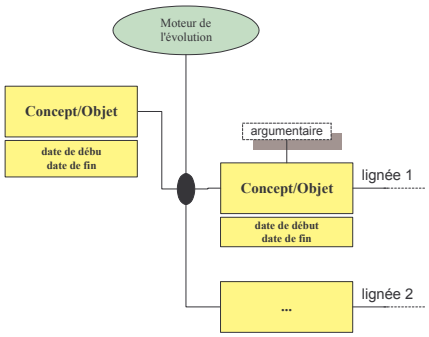


Figure 2 : *Légende du modèle des lignées*

Ce modèle propose une lecture temporelle générale, reconstruite à partir d'une analyse *a posteriori* qui a pour but de donner une image mentale pertinente des évolutions des objets/concepts principaux du système, avec une argumentation raisonnée.

2.2.4 Les argumentaires

Les systèmes de connaissances obéissent à une finalité identifiée. Il est donc possible de retracer les raisons et les leçons de l'évolution dans les lignées.

Le modèle des lignées comporte donc un certain nombre d'arguments qui fournit des justificatifs de l'évolution des connaissances. Dans une lignée, le passage d'une génération à l'autre est toujours expliqué par la présence d'un **moteur de l'évolution** qui a permis ou facilité le passage d'une génération à l'autre. Chaque nouvelle génération peut être argumentée en décrivant les **éléments positifs** (☺ ou favorables) qui lui sont attachés par rapport à l'ancienne génération ou par rapport à l'acquisition de nouvelles connaissances, mais aussi les **éléments négatifs** (☹ ou défavorables) qui sont apparus et qui souvent d'ailleurs, ont été un facteur d'évolution pour passer à une génération suivante. Cette argumentation est regroupée selon les classes d'éléments d'évolution qui ont été, le plus souvent, identifiés dans le modèle de l'historique. Chaque génération peut être aussi caractérisée par son **objectif**, puisque l'évolution des connaissances est finalisée. C'est dans ce modèle que vont apparaître les différents facteurs d'évolution.

La Figure 3 montre le code graphique utilisé pour représenter ces différents éléments.

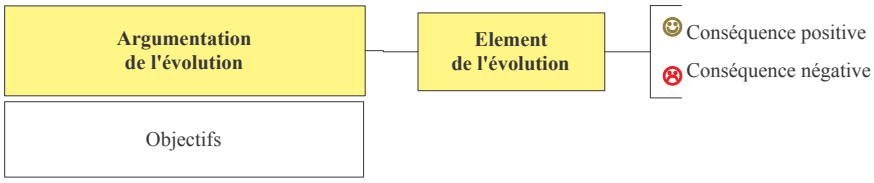


Figure 3 : *Légende des argumentaires*

3 Application à l'étude d'une technologie laser à l'Onera

3.1 But

L'objectif de l'étude menée à l'Onera est de rechercher les lois d'évolution qui ont permis le développement d'une technologie laser innovante.

Ce travail nous a permis également de préciser les concepts présentés en 2.1 et de valider la démarche décrite dans le chapitre 2.2.

3.2 Description du système étudié

La Diffusion Raman Anti-Stokes Cohérente (DRASC) est un phénomène physique à la base d'une méthode de mesure de température et de concentration gazeuse utilisée à l'Onera depuis une trentaine d'année. Cette méthode consiste à irradier l'échantillon à étudier par un mélange de deux ondes laser dont les fréquences diffèrent d'une valeur égale à la fréquence de vibration du gaz à analyser. L'analyse et la mesure de l'intensité du faisceau produit par l'effet Raman Anti-Stokes Cohérent renseigne sur la température de l'échantillon et sur sa concentration gazeuse.

L'histoire du développement de la DRASC à l'Onera est l'histoire d'une innovation technique majeure. Elle a débuté au commencement des années soixante-dix lorsqu'un chercheur a eu l'idée d'appliquer une méthode de mesure jusque là presque entièrement tournée vers la cristallographie et la biologie moléculaire à l'un des métier majeur de l'Onera, à savoir la métrologie des écoulements turbulents[2].

Cette technologie a donné naissance à un dispositif de mesure rapidement breveté puis à de nombreuses évolutions tant sur l'amélioration de la technologie (amélioration de la détectivité, intégration du traitement des données,…) que sur l'élargissement du domaine d'application (voir le modèle des lignées Figure 5).

---

[2] Il s'agit de quantifier simultanément les principaux paramètres (températures, composition, concentration gazeuse) caractérisant un écoulement aérodynamiques réactifs (combustion par exemple) sans perturber le milieu. Ces mesures sont dites non intrusives.

3.3 Les modèles

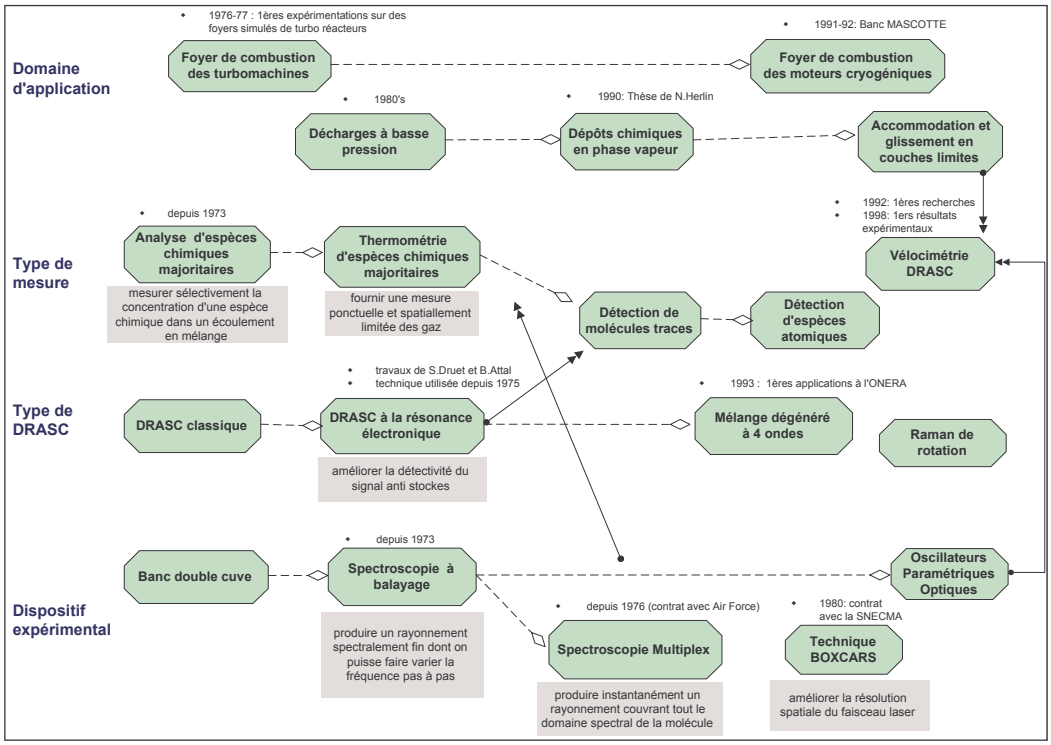


Figure 4 : *modèle d'historique de la DRASC à l'Onera*

A partir de séances d'interviews, nous avons construit deux modèles d'historique qui retracent l'évolution de la DRASC. Le premier modèle décrit le contexte historique qui a conduit aux premières expérimentations et à la réalisation du premier dispositif de mesure. Le deuxième modèle (Figure 4) décrit l'évolution de cette technique de mesure au sein de l'Onera de 1973 à nos jours.

Le travail a ensuite porté sur la recherche des lignés et leur organisation (Figure 5). Enfin chacun des argumentaires apparaissant dans le modèle des lignées a été explicité par un modèle correspondant.

L'argumentaire est organisé selon les classes d'éléments pertinents déterminées par le modèle d'historique. Pour chaque classe, l'argumentaire donne les facteurs d'évolution.

A titre d'illustration, la Figure 6 détaille l'argumentaire correspondant à l'élément de la lignée : "Mesure de concentration et de température dans des petites flammes".

Cet élément correspond à la deuxième application de la DRASC initiée en 1975 portant sur la réalisation de mesures ponctuelles de température dans des gaz en combustion. Dès les premières expérimentations sur des petites flammes (bec de Bunsen, sphère de moussage). Les mesures obtenues sont très précises et ces expériences déboucheront en 1978 sur des applications industrielles en foyer simulé. La métrologie des températures a été rendue possible avec le développement et l'utilisation à l'Onera de lasers accordables (technologie BOXCARS)permettant d'obtenir des mesures précises à l'aide d'un rayonnement spectralement fin. Cet argument apparaît dans le modèle des lignées sous la forme d'un moteur d'évolution vers l'application à des foyers simulés.

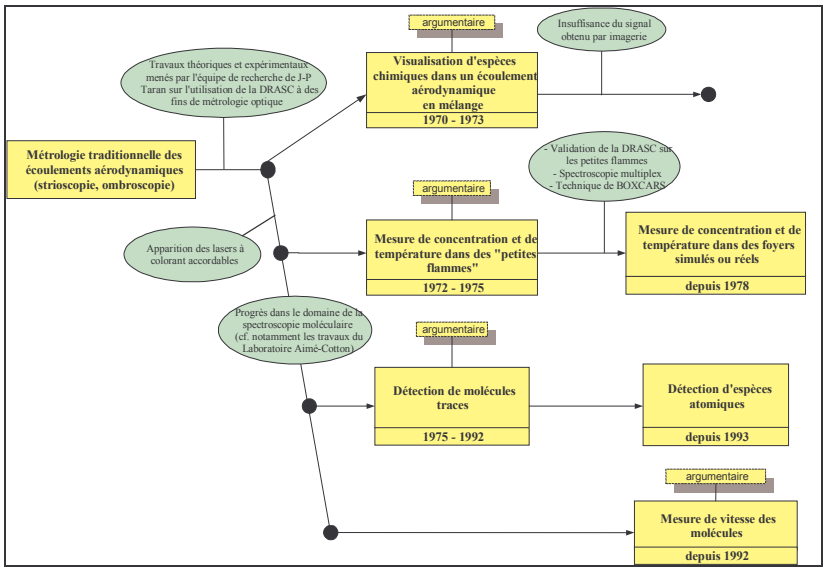


Figure 5 *: modèle des lignées*

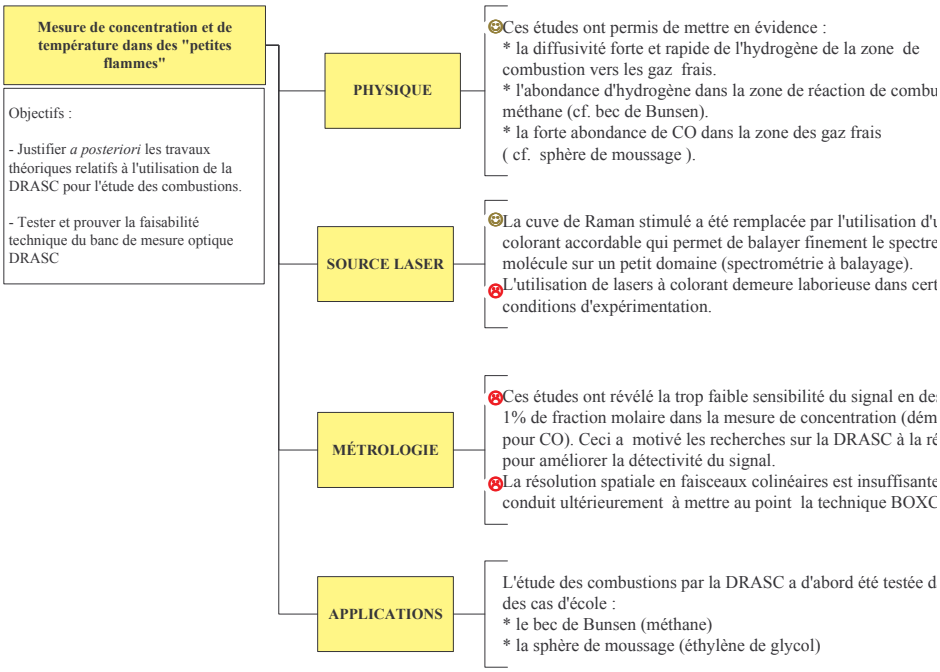


Figure 6 : *exemple d'argumentaire*

3.4 Interprétation des modèles : recherche des lois et facteurs d'évolution

Ce travail s'effectue à partir des modèles et en concertation avec les principaux acteurs du processus d'évolution. Dans le cadre de l'étude sur la DRASC, cette phase est actuellement en cours mais nous pouvons néanmoins déjà donner les premiers éléments qui nous semblent pertinents pour expliquer ce processus.

3.4.1 Facteurs

Quatre grandes classes de facteurs ont été trouvées :

1. domaine d'application ;
2. type de mesure ;
3. type de DRASC ;
4. dispositif expérimental.

Ces quatre classes permettent d'ordonner les processus d'évolution dans le modèle d'historique et ainsi de mieux pouvoir suivre l'évolution. Généralement les liens d'évolution (trait pointillé dans le modèle d'historique de la Figure 4) suivent les classes alors que les liens d'influence sont interclasses.

3.4.2 Processus

Nous donnons ici deux types de processus d'évolution que nous avons pu identifier dans l'étude sur la DRASC. Ces processus sont proches de ceux décrit par les sciences de la vie [12].

La spéciation allopatrique
Dans le cas d'une spéciation allopatrique, des concepts ou objets sont séparés géographiquement, ce qui provoque une nette diminution ou un arrêt des échanges et l'accumulation progressive de différences entre les concepts.

Ce processus s'est produit dans lorsque la technologie DRASC a été séparée des domaines de la cristallographie et de la biologie. La DRASC appliquée à la mesure des écoulement turbulents a évoluée de façon complètement indépendante des autres domaines d'application.

Adaptation
Équilibre entre **accommodation** (modification du système en réponse au pression exercée par le milieu) et **assimilation** (incorporation d'éléments du milieu au système).

On retrouve ce processus très général dès l'introduction de la DRASC à l'Onera. Cette technologie a assimilé différentes évolutions des lasers et des différents types de DRASC (lien d'influence sur le modèle d'historique). Elle s'est également accommodée à l'exigence des mesures (précision ,détectivité, visualisation).

3.4.3 Loi

Il est difficile de recherche des lois d'évolution du fait que notre sujet d'étude est une technologie et non un objet technique identifié. Cependant, nous avons repris les lois cités par Deforge et par TRIZ et cherché si elles s'appliquent dans notre étude.

L'évolution vers un nouveau principe

- Utilisation de la DRASC à des fins de métrologie

L'évolution vers une synergie fonctionnelle par incorporation de fonctions élémentaires

- Intégration dans le dispositif de mesure des moyens de traitement de la mesure (chaîne de calcul, logiciel de traitement de l'information, visualisation graphique)

L'évolution vers l'autonomie de fonctionnement

- Les modèles d'évolution portent plus sur la technologie que sur le dispositif de mesure. Ce dernier a néanmoins évolué dans le sens d'une plus grande autonomie de fonctionnement, en particulier pour le traitement des résultats de la mesure et la visualisation.

Passage de structures rigides à des structures flexibles ou adaptables

- Le dispositif de mesure breveté en 1973 et réalisé par un prestataire a évolué vers un dispositif robuste, pouvant être déplacé et réinstallé rapidement. L'optique (source laser, miroirs) est fixe et c'est la chambre qui se déplace.

Ces lois demandent à être validées et commentées par les experts du domaine (ce sont les principaux acteurs de cette évolution).

4 Bilan et perspectives

Ce travail n'est pas neutre. Rechercher dans le passé des lois d'évolution ou des facteurs d'innovation permet de mieux comprendre les mécanismes qui ont présidé à l'émergence de solutions innovantes et d'étudier la pertinence de ces facteurs pour le présent et le futur. Notre projet est donc bien de construire une stratégie pour le futur à partir d'une meilleure connaissance de notre histoire.

Comme la plupart des travaux de modélisation des connaissances, la démarche est presque aussi importante que le résultat. Les modèles d'évolution de MKSM sont de véritables outils de communication qui permettent de montrer de façon synthétique les lois et les facteurs d'évolution. Comme tout travail d'explication de connaissances, c'est un travail subjectif qui traduit, non pas une histoire objective mais une histoire racontée.

Au delà des éléments présents dans les modèles, le travail sur la DRASC à l'Onera a permis de faire ressortir l'importance des communications et des collaborations inter laboratoires (échanges d'idées et de personnes), l'apport du décloisonnement entre les disciplines et enfin a montré que dans le court terme, la recherche n'a pas obligation de résultat mais de moyen.

5 bibliographie

[1] ALTSHULLER Genrich, 40Principles : TRIZ Keys to Technical Innovation, Technical Innovation Center, 1997

[2] ALTSHULLER Genrich, And Suddenly the Inventor Appeared, Technical Innovation Center, 1996

[3] ALTSHULLER Genrich, The Innovation Algorithm, Technical Innovation Center, 1999 Harvard Buisness Review, Sept-Oct 1992, p 95-104

[4] BARTHELMÉ F., J-L ERMINE, C. ROSENTHAL-SABROUX : An architecture for knowledge evolution in organizations, European Journal of Operational Research, 109, 414-427, 1998

[5] CORIAT B., O . WEINSTEIN : Les nouvelles théories de l'entreprise, Collection " Références ", Livre de poche, 1997

[6] DEFORGE Y.: Technologie et génétique de l'objet industriel, Maloine ed., Paris, 1985

[7] ERMINE J-L., *La gestion des connaissances, un levier de l'Intelligence Economique*, Revue d'Intelligence Economique, n°4, avril 1999, PP 98-111, 1999

[8] ERMINE J-L., les Systèmes de connaissances, Hermes, 1996

[9] ERMINE J-L.,CHAILLOT M., BIGEON P., CHARRETON B., MALAVIEILLE D. : MKSM, méthode pour la gestion des connaissances, Ingénierie des Systèmes d'Information, AFCET-Hermès, 1996, Vol. 4, N°4, pp 541-575

[10] GRUNDSTEIN M. et ROSENTHAL-SABROUX C., Système d'information et Capitalisation des connaissances : un enjeu nouveau pour la conception de système d'information, *Prédit*, Octobre 1999

[11] PIAGET J, La Naissance de l'intelligence chez l'enfant, Dalachaux et Niestlé, 4è ed., 1963

[12] RIDLEY M.: *Évolution biologique*.1997 De Boeck Université