
Le processus DiscInNet : Une communication scientifique collaborative

Olga Kozlova — Hoan Vu — Philippe Journeau

DiscInNet Labs
5, rue de l'Eglise
92100 Boulogne-Billancourt
France
{okozlova, hvu, phjourneau}@discinnet.org

RÉSUMÉ. Dans cet article nous présentons un système collaboratif de communication scientifique basé sur un modèle épistémologique. Le processus DiscInNet au coeur du modèle est un système de diffusion des résultats de recherche scientifique, qui spécifie les phases d'avancement (published, real, archived, etc.) et permet le partage de résultats en cours d'expérimentation. Le modèle est implémenté dans une plateforme Web 2.0 sous forme d'un réseau social pour mettre en place une connexion directe entre le monde de la recherche et celui d'industrie, facilitant et favorisant ainsi la communication, les échanges et la coopération.

ABSTRACT. This paper presents a collaborative system for scientific communication based on an epistemological model. The DiscInNet process, as a principal component of the model, is a system of scientific research diffusion specifying different statuses of progress (published, real, archived, etc.), therefore allowing to share the ongoing research results. The model is developed as a Web 2.0 framework in a social network form setting up a connection between the world of the research and the industry one, facilitating and stimulating scientific communication, sharing and cooperations.

MOTS-CLÉS : Réseaux sociaux de chercheurs, communication scientifique, évaluation de la recherche, modélisation des connaissances, veille scientifique et technologique, interdisciplinarité

KEYWORDS: Researchers social networks, scientific communication, research evaluation, knowledge modeling, scientific and technical observation, interdisciplinary

1. Introduction

Jusqu'à maintenant, la visibilité scientifique se base principalement sur les supports écrits et publiés avec les inconvénients associés : le temps d'attente avant publication, le prix d'abonnement des grands éditeurs, le prix de publication dans les revues *open access*, la liberté d'expression... Le développement rapide de nouvelles technologies du web est en train de changer la donne en diversifiant les moyens de communication scientifique. A la publication *classique* via un grand éditeur ou un éditeur *open acces* s'ajoutent maintenant les blogs personnels, les contenus multimédia en ligne, les réseaux sociaux...

Alors que les blogs personnels ont su tirer profit de la démocratisation de l'accès au web ces dernières années, leur consultation reste marginale du fait de leur manque de visibilité. Les réseaux sociaux de chercheurs fournissent une meilleure alternative pour une communication scientifique rapide et efficace, bien adaptée au caractère communautaire de la recherche. Les réseaux comme Mendeley ou Research Gate, Academia, Science 3.0 ou encore le projet français MyScienceWork mettent en avant deux buts principaux : le partage de références bibliographiques et la mise en relation entre scientifiques. Ces aspects répondent eu besoin de publier ses résultats rapidement sous la pression de la doctrine "*publish or perish*".

Dans cet article nous décrivons l'approche DiscInNet (InterDisciplinary Networking) comme un moyen complémentaire sinon alternatif de la diffusion de l'information scientifique et technique par la communication des résultats envisagés, prédits ou en cours de confrontation à l'expérience. DiscInNet favorise une mise en forme condensée et précise d'un projet de recherche sous forme d'un résultat caractéristique représentatif et offre un outil efficace de valorisation de la recherche via une plateforme collaborative interdisciplinaire internationale de partage, reliant différents réseaux de chercheurs. Il s'agit d'un nouveau procédé de représentation, cartographie, édition et interaction des connaissances scientifiques entre réseaux disciplinaires, et ensuite interdisciplinaires. Ce processus repose sur une visualisation communautaire des résultats expérimentaux.

En amont des publications écrites finales, DiscInNet propose de partager les projets en cours, les protocoles et les designs expérimentaux pour les valider et les améliorer, chercher des collaborations et financements, mais aussi détecter et prédire des nouvelles tendances disciplinaires et passerelles interdisciplinaires. Intégré dans un réseau social, un projet de recherche donné est positionné sur un sujet par rapport à l'état de l'art et aux autres projets en cours. Il apparaît dans une représentation de distances entre les chercheurs/équipes de recherche sur les dimensions pertinentes du domaine. En aval le processus DiscInNet facilite la valorisation et le transfert technologique des projets scientifiques notamment vers des investisseurs non-spécialistes.

Dans cette contribution, après avoir présenté les fondements épistémologiques du modèle DiscInNet dans la section 2, nous décrivons les clusters dans la section 3 et le processus DiscInNet dans la section 4. Nous montrons dans les sections 5 et 6 l'im-

plémentation ainsi qu'une démonstration de la plateforme web 2.0 DiscInNet avant de conclure dans la section 7.

2. Fondements épistémologiques

Le processus DiscInNet est basé sur une étude épistémologique des processus de la recherche et prend en compte les trois aspects incontournables de la production des connaissances scientifiques : méthodologique, social et objectif.

De point de vue méthodologique le processus DiscInNet schématise l'évolution d'un projet scientifique en 5 étapes : *shaping* (anticipation théorique), *real* (design expérimentale disponible), *implementing* (expérimentation en cours), *achieved* (observé mais non publié) et *published* (pour des résultats publiés). Ce processus n'est pas linéaire, mais peut comporter plusieurs cycles. Par exemple avec les progrès technologiques un design expérimental peut changer et par conséquent nécessiter un retour vers l'étape *real*. Ou encore, les résultats observés lors de la phase *achieved* peuvent apporter de nouvelles données et demander une nouvelle expérimentation. Ce schéma en 5 étapes est particulièrement adapté aux sciences expérimentales. Ainsi, nous renforçons la procédure de la validation des hypothèses dans le sens de Popper [POP 98] où une théorie scientifique doit pouvoir fournir des prédictions réfutables vérifiables par des expériences répétées.

En deuxième lieu, le processus DiscInNet prend en compte l'aspect social de construction des paradigmes scientifiques. En effet, chaque communauté de scientifiques est engagée dans une structure qui lui est propre et évolue dans un consensus concernant l'explication des phénomènes et expériences formant ainsi un cluster disciplinaire. Chaque projet scientifique appartient à un cluster disciplinaire où il est soumis à l'évaluation par sa communauté. Un tel système devient un moteur de l'avancement de la recherche et un garant de la validité des résultats scientifiques dans la mesure où les résultats expérimentaux sont interprétés et sans cesse réévalués, reprédits et confirmés ou réfutés en communautés concernées.

Enfin, au fondement de l'objectivité scientifique se trouve le fait, où le chercheur teste son objet. La notion de *cluster* renvoie au *fait commun*, expérience faite par la communauté de l'objet présumé commun et qui lui fait aussi sens commun pour chercheurs et observateurs. Dans cette optique et pour envisager une intégration d'une diversité d'environnements, la méthodologie DiscInNet comporte une part importante dédiée au projet d'épistémologie générale [JOU 10].

3. Cluster disciplinaire

Comme introduit dans la section précédente, un cluster disciplinaire correspond à un champ de recherche. C'est un agrégat défini par un ensemble d'expériences comparables partageant plusieurs dimensions communes de mesure et par une communauté de chercheurs ayant une vision commune sur le champ de recherche représenté par ce

cluster. Chaque cluster est défini par son titre, la communauté de chercheurs contributeurs, la description, les mots clefs et l'ensemble des dimensions. Les dimensions sont des grandeurs physiques, des catégories, des variables ou des paramètres pertinents pour la mesure objective dans le domaine donné [JOU 07]. La principale difficulté réside dans la définition d'un résultat caractéristique représentatif. Cette mise en forme condensée d'un projet de recherche nécessite une modélisation par rapport aux dimensions ainsi que les variables et les mesures qui représentent au mieux les résultats théoriques (anticipés) ou expérimentaux.

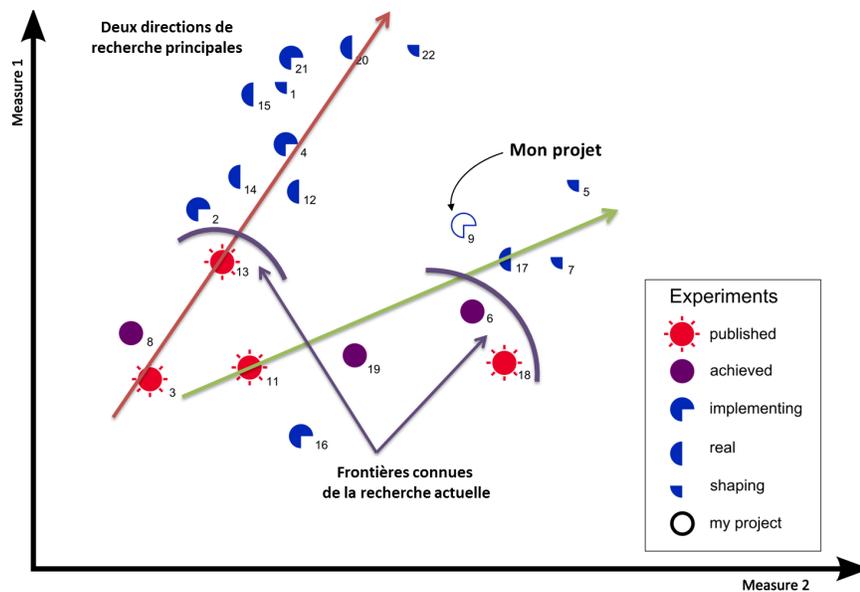


Figure 1. Cluster display

En pratique, un cluster est représenté par son *cluster display* (figure 1). Chaque point dans le cluster display correspond à un résultat expérimental caractéristique d'un projet de recherche d'une équipe/chercheur, catégorisé selon les 5 statuts d'avancement : *published*, *achieved*, *implementing*, *real* ou *shaping* positionné par rapport à une série de dimensions (Mesures 1 et 2 de la figure 1). Les dimensions représentant les unités de mesure partagées en tout ou partie avec la communauté sont proposées, créées, ajoutées au fur et à mesure d'évolution du cluster. Lors de soumission d'une expérience, son statut est déterminé automatiquement comme *shaping*, et devient *real* si le design expérimental existe. Ensuite le statut passe en *implementing* dès qu'une date (horizon lié à un budget) est fixé, *achieved* si la date est dépassée et des résultats sont observés et *published* si une publication est liée. Ainsi l'ensemble des points est visualisé en choisissant les dimensions à afficher sur les axes des abscisses des ordonnées. Selon les dimensions choisies, le nuage des points représente les positions des résultats (prédits ou observés) les uns par rapport aux autres.

En résumé, ce nuage de points représente les équipes actives dans le monde dans ce champ de recherche, projetées dans leur espace expérimental commun. La composition et la déformation de ce nuage permettent de visualiser en temps réel l'évolution expérimentale synthétique du domaine en allant du niveau le plus prospectif au publié. La figure 1 montre la puissance de cette représentation qui permet en un coup d'oeil de visualiser les limites connues de la recherche actuelle correspondants aux mesures des points *published*, de situer un projet par rapport à l'état de l'art et d'autres projets en cours et de dégager les tendances principales. Ces frontières et tendances seront donc en fluctuation permanente en fonction des progrès théoriques et expérimentaux et des manifestations d'intérêt et des questionnements des chercheurs eux-mêmes.

La cohérence d'un cluster (la description, les membres, les titres et le nombre des dimensions) est assurée par un Cluster Peer Committee (CPC) composé par les chercheurs confirmés du domaine dont la responsabilité est de superviser le cluster tout en laissant place à l'autogestion qui est garantie par la libre soumission des projets et ainsi intégrer la dynamique épistémologique de Kuhn [KUH 83].

Selon une estimation approximative le nombre de clusters possible peut atteindre des millions. Les exemples sont multiples :

- Biocarburants à partir de micro-algues. Dimensions concernées : taxonomies d'espèces végétales ou micro-algues, géographie (surfaces disponibles), astronomie (luminosité), biophysicochimie (réacteurs de croissance de micro-algues et production lipidique), ingénierie chimiques (transformation en carburants et coûts associés) ;
- Lasers. Dimensions concernées : technologie (ex : oscillateur, amplificateur), matériau (verre, YAG, Y2O3), géométrie (fibre, 'bulk', disque fin), fréquence, durée d'impulsion, énergie, longueur d'onde ;
- Effet Casimir. Dimensions concernées : la forme ou combinaison de forme (double miroir, sphère + miroir, autre géométrie), l'effet et notamment à son caractère répulsif ou attractif ;
- Paramètres cosmologiques. Dimensions concernées : température du fond diffus cosmologique, la densité de photons, de neutrinos, densité baryonique etc. . .
- Climats, biodiversité, génétique, physique, astronomie etc.

Ces clusters disciplinaires s'inscrivent pleinement dans le modèle DiscInNet. En tant qu'une forme nouvelle d'édition et interaction des connaissances scientifiques, ces clusters offrent une représentativité accrue des projets de recherche avec une évaluation du positionnement par rapport aux autres, une découverte de nouvelles possibilités de collaboration et de financement, et une observation de futures tendances et évolutions.

4. Le processus DiscInNet

Le processus DiscInNet modélise l'évolution d'un projet scientifique de la vision sémantique (A, *Abstract*) et formelle (B, *Basic*) au protocole expérimental (C, *Concept*)

proofing) vers le prototypage et réplification (D, *Duplication*) et selon le contexte applicatif, jusqu'au transfert technologique (E, *Economy*) et les marchés (F, *Finance*) [JOU 09].

	B	C	D	E	
	Basique, sémantique	Conception, expérience	Duplication, valorisation	Economie, marché	
A (Abstract)	B0 Etat de l'art théorique	C0 Etat de l'art expérimental	D0 Etats de l'art (techniques, prototypes)	E0 Veille technologique	F (Finance)
	B1 Description	C1 Projet, résultats anticipés	D1 Estimation de coût de reproduction	E1 Estimation des besoins	
	B2 Formulation	C2 Protocole expérimental	D2 Devis disponible	E2 Financement, organisation	
	B3 Validation théorique	C3 Implémentation (financé)	D3 Implémentation (prototype)	E3 Implémentation (marché)	
	B4 Interprétation	C4 Résultats mesurés	D4 Réalisé, mesure de coût effectif	E4 Réalisé, mesures de marché	
	B5 Références	C5 Résultats publiés	D5 Publication, brevet	E5 Transfert technologique, commercialisation	

Figure 2. *L'arborescence synthétique DiscInNet*

L'avancement des théories scientifiques s'est construit sur les bases fournies par des théories précédentes ou parallèles. C'est le cheminement à partir de la description abstraite (A) vers la description formelle (B). La définition formelle constitue la passerelle vers le processus expérimental. L'expérimentation (C) est représentée dans DiscInNet par les 5 étapes d'évolution d'un projet scientifique exposés plus haut (section 2) en intégrant l'ajustement ou la dérivation des expériences précédentes issues de l'étape C0 (figure 2).

Ensuite, la validation des théories scientifiques puis le passage vers les technologies et l'industrie pour estimer un coût nécessite une duplication expérimentale (D) à commencer par une vérification empirique des hypothèses par des pairs. C'est un des critères principaux qui permet de détecter d'éventuelles erreurs méthodologiques, limiter les abus et les dérives des pseudo-sciences, ainsi qu'améliorer les méthodes expérimentales, obtenir des retours et des évaluations utiles. Dans plusieurs domaines scientifiques les possibilités de la duplication et prototypage expérimentales sont fortement dépendantes des financements privés et publics. La science moderne plus que jamais est liée aux contraintes des marchés et des financements (F) qui peuvent d'un côté être à l'origine des avancées via *open research*, consortiums et partenariats, et de l'autre côté sont les premiers consommateurs, transformateurs ou opérateurs des découvertes scientifiques et technologiques.

La construction de la connaissance résulte de ce processus d'aller-retours entre les hypothèses, expérimentations, résultats, interprétation et communication. Par ailleurs, comme souligné dans le section 2, le processus DiscInNet peut être considéré comme une place d'échange et donc de convergence d'applications scientifiques dynamiquement liées à diverses disciplines. La communication collaborative constitue une ouverture vers l'interdisciplinarité [KOU 03] et par conséquent favorise des interactions et un enrichissement mutuel entre plusieurs communautés scientifiques.

5. Développement et exploitation

La plateforme web 2.0 DiscInNet ¹ implémente le modèle DiscInNet accessible au grand public. En pratique un utilisateur de DiscInNet est conduit à travers le processus présenté dans la section précédente en 5 étapes simplement en soumettant son projet et en observant son positionnement :

- A. Définition d'un cluster disciplinaire et sa description abstraite ;
- B. Soumission d'un projet de recherche et sa description formelle ;
- C. Positionnement par rapport à l'état de l'art aux autres projets en cours ;
- D. Communication avec des pairs, partage et réplique des expériences ;
- E. Coopération et collaboration, investissements et financements.

Dès lors l'utilisateur fait partie d'un réseau social qui regroupe les acteurs issus des institutions de la recherche publiques et industrielles. Ce réseau lui offre la possibilité de partager ses recherches, communiquer avec d'autres membres et être notifié des nouveautés et des changements qui concernent son ou ses clusters d'appartenance. Les composantes principales du système permettent de gérer le profil d'utilisateur, les clusters et les expériences, les références publiées, la sécurité et l'authentification ainsi que les outils d'études et d'analyse.

Chaque utilisateur du système est identifié selon son profil et possède les droits correspondants. Nous avons choisi le modèle libre de partage des résultats publiés dans la lignée des archives *open acces*, ainsi l'état de l'art est visible pour tout visiteur. En revanche, les résultats de recherches en cours ou provisionnels ne sont accessibles que pour les membres contributeurs ou abonnés d'un cluster. La sécurité en termes d'authentification, d'intégrité et de propriété intellectuelle des informations partagés est ainsi garantie.

DiscInNet se positionnant comme un moyen complémentaire aux éditeurs classiques pour le partage de l'information scientifique et technique, nous établissons un lien direct vers les publications liées à des expériences, les publications majeures d'un cluster ainsi que celles enregistrées dans les profils des chercheurs.

6. Démonstration

Un des clusters déjà présents dans le système DiscInNet est *X-Ray and EUV multilayer mirror* ² créé en collaboration avec Frank Delmotte à l'Institut d'Optique Théorique et Appliquée. La création de ce cluster répond aux besoins exprimés par les

1. <http://www.discinnet.org>

2. <http://www.discinnet.org/clusters/x-rays-and-euv-multilayer-mirrors>

chercheurs du domaine de constituer un état de l'art complet, de comparer leurs résultats et de situer les expériences les unes par rapport aux autres sur un même plan pour voir les directions et évolutions générales du domaine. La communauté scientifique est tout d'abord issue de la conférence Physics of X-Ray Multilayer Structures (PXRMS) et peut ensuite être élargie.

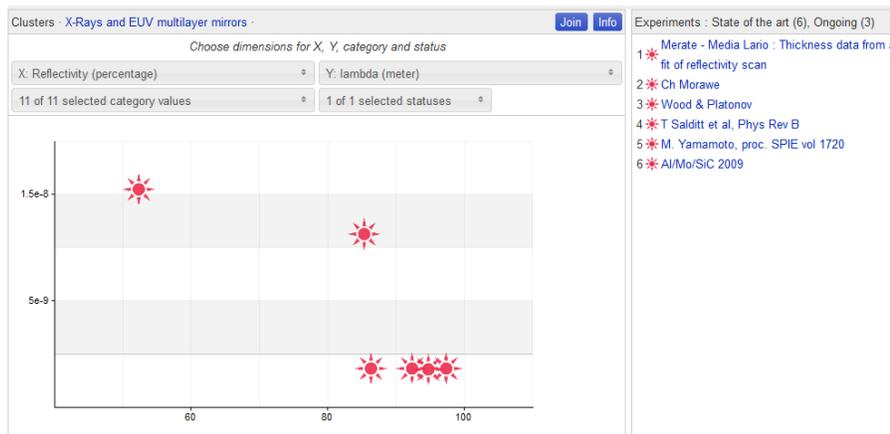


Figure 3. Cluster X-Rays and EUV multilayer mirrors, vu visiteur.

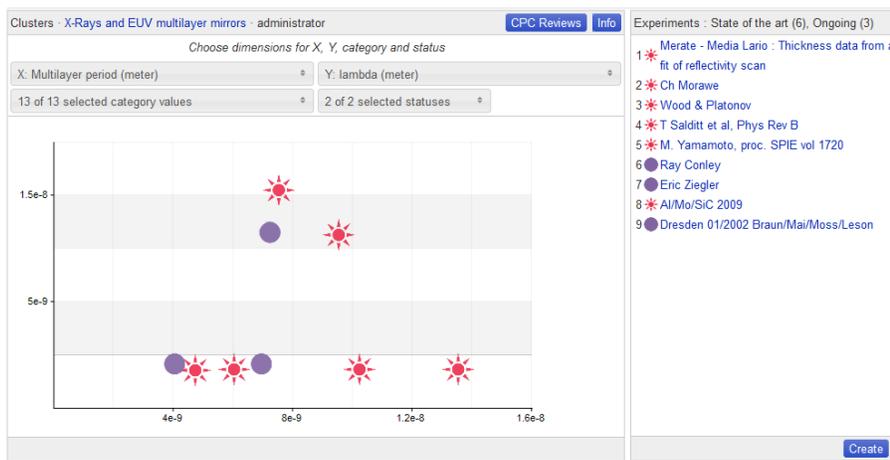


Figure 4. Cluster X-Rays and EUV multilayer mirrors, vu chercheur membre.

Ce cluster est en cours de remplissage et contient à ce jour 9 expériences dont 6 faisant partie de l'état de l'art est donc visibles pour l'ensemble de visiteurs (figure 3).

L'utilisateur peut choisir les dimensions à afficher sur les axes d'abscisses et ordonnées - réflectivité et lambda dans la figure 3, période multi-couches et lambda dans la figure 4 et les catégories (type d'expérience, matériau utilisé, etc.) pour affiner la représentation et filtrer les points visibles.

Un autre exemple est donné par le cluster *Microalgae biofuels*³ (figure 5). Comme dans l'exemple précédent, l'observateur peut en un clic changer les axes X et Y, qui sont présentés par ordre d'utilisation décroissante parmi les chercheurs de la communauté, et également trier par espèce de micro-algue, par pays, par type de photoréacteur (naturel ou artificiel) pour ce domaine de recherche d'enjeu industriel. En effet les micro-algues gonflent en lipides par photosynthèse à partir de leur poids sec (*dry weight*), puis cette huile en est ensuite extraite. Parmi les paramètres importants on trouve aussi le taux de croissance de cette population, les différences de ratios selon les espèces, le taux d'absorption du CO₂ lors de la photosynthèse. Un cas *interesting* (Watanabe) annonce déjà une prévision de résultats avantageux à horizon 2013 en combinant des espèces favorables via génie génétique.

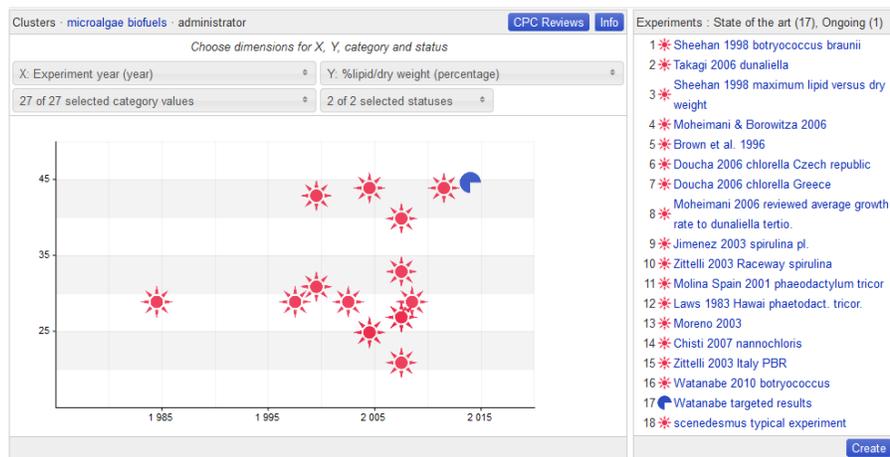


Figure 5. Cluster *Microalgae biofuels*, vu chercheur membre.

7. Conclusion

En conclusion, notre système de communication collaborative DiscInNet apporte des contributions importantes sur plusieurs aspects de la recherche :

- Communication scientifique collaborative : L'aspect réseau social DiscInNet ne met pas en avant le chercheur individuel mais le projet expérimental de son équipe.

3. <http://www.discinnet.org/clusters/microalgae-biofuels>

Ainsi le réseau se construit de façon autogérée autour des disciplines et champs de recherche définis par les chercheurs appartenant à des communautés qui évoluent autour de projets de recherche.

- Valorisation de la recherche : Notre approche fournit un espace d'échange pour que le monde de la recherche puisse présenter ses perspectives et résultats en progrès et achevés de la façon mutuellement la plus efficace en vue de collaborations entre chercheurs et/ou avec des partenaires industriels. A l'aide de notre mode de visualisation par cluster, l'avancement d'un domaine de recherche et ses perspectives sont compréhensibles par des non-spécialistes - chercheurs d'autres domaines ou acteurs industriels.

- Transfert technologique : Ceci en fait un outil particulièrement approprié au transfert de et vers la technologie, c'est à dire vers la répllication, puis démultiplication de la production dans le cadre de processus manufacturiers, là où se forment les coûts par optimisation et arbitrages entre contraintes de performances, tenant compte des nouvelles possibilités découvertes et inventées par les chercheurs, mais aussi les meilleures organisations et compromis, par exemple de choix de matériaux, de mélange de performances, en fonction des couples coûts/volumes eux-même interagissant avec les marchés et l'appropriation socio-économique progressive alors possible en de nouveaux usages.

- Identification de nouvelles tendances scientifiques : Avec l'aide de la plateforme, nous pouvons analyser les tendances de la recherche par champ, voire par groupe ou cluster de clusters dont l'interaction est à son tour modélisable par le processus DiscInNet étendu. Cela permet d'apprécier et d'identifier des domaines à cibler pour des investissements d'avenir.

- Un pas vers l'interdisciplinarité : Les prochaines étapes de conception du processus DiscInNet prévoient de modéliser finement les processus d'interaction entre clusters afin de permettre aux chercheurs et notamment les CPC de les paramétrer alors facilement et cependant dans une structure commune et des types de relations inter-cluster généralisés de telle sorte que les effets de toute évolution d'un cluster puissent automatiquement impacter les clusters liés soit parce qu'intégrant des conséquences et notamment composants correspondants dans leurs propres processus, soit plutôt comme fournisseurs ou par tout autre type de lien.

Par ailleurs, les niveaux de complexité varient considérablement d'un champ de recherche à un autre, s'imbriquant avec des échelles spatiales variées, des types de processus ou transformations, des structures, des horizons variables. Le processus devra être à l'avenir beaucoup plus puissant afin de pouvoir mieux représenter tous ces niveaux avec le concept de résultat caractéristique correspondant et ensuite permettre de passer de l'un à l'autre facilement pour voir comment la complexité intrinsèque la plus caractéristique d'un projet de recherche s'y projette et expose de la façon la plus largement et immédiatement lisible.

Une autre limitation de notre approche est le choix des dimensions appliquées au cluster. En pratique, ce n'est pas facile de trouver des dimensions pour mesurer toutes les expériences du cluster dans l'ensemble. Par contre, nous permettons aux auteurs

de donner des dimensions pour mesurer leurs expériences. Une base des dimensions standard devrait être néanmoins approuvée par les membres du CPC.

Un processus d'extraction sémantique à partir de bases de publications de recherche, avec tests de confiance sur le niveau de pertinence, est aussi planifié. Il s'agit d'en extraire des quantités mesurées, des résultats principaux discrets, au contraire de toute visée à reconstruire du sens. Les utilisateurs peuvent déjà saisir directement les références et dans le développement prévu du framework nous visons un lien direct avec les éditeurs, dont le cluster DiscInNet étend les lectorats potentiels. Les bases d'expérimentations scientifiques à industrielles qui existent peuvent être une source important pour la création d'un cluster ou la mise à jour d'un cluster existant. Nous comptons également dans le long terme une extraction de ces données pour créer un nouveau cluster, ou ajouter une nouvelle expérimentation au cluster de façon automatique.

Une autre direction de recherche intéressante est fournie par les approches purement théoriques. Intégrer dans le schéma DiscInNet les résultats et concepts issues des sciences théoriques voire les aspects subjectifs des sciences sociales et humaines est un challenge épistémologique extrêmement valorisant.

En résumé, il s'agit, avec ce processus DiscInNet, d'introduire un système normalisant un certain niveau interdisciplinaire de représentation et d'échange collaboratif des projets et progrès de recherche, en vue de démultiplier l'efficacité de la recherche en elle-même et avec son environnement socio-économique, et d'avoir alors un impact significatif et même mesurable sur l'accélération de cette toujours difficile transition recherche-industrie.

8. Bibliographie

- [JOU 07] JOURNEAU P., « Evolution Of The Concept Of Dimension », *FRONTIERS OF FUNDAMENTAL PHYSICS : Eighth International Symposium FFP8*, vol. 905, AIP, 2007, p. 153 – 156.
- [JOU 09] JOURNEAU P., TRON L., « Mesurer la recherche interdisciplinaire », *VSST*, 2009.
- [JOU 10] JOURNEAU P., « Evolution of the concept of dimension and potential impacts in physics », *FRONTIERS OF FUNDAMENTAL PHYSICS : Eleventh International Symposium FFP11*, submitted, 2010.
- [KOU 03] KOURILSKY F., *Ingénierie de l'Interdisciplinarité, un nouvel esprit scientifique*, 2003.
- [KUH 83] KUHN T., *La structure des révolutions scientifiques*, Champs Flammarion, 1983.
- [POP 98] POPPER K., *La connaissance objective*, Flammarion, 1998.