



**HAL**  
open science

## **Analyser la production scientifique d'un département de recherche : construction d'une ressource termino-ontologique par des documentalistes**

Pascale Avril, Emilie Bernard, Maryse Corvaisier, Agnès Girard, Wiktorina Golik, Claire Nédellec, Marie-Laure Touze, Nathaële Wacrenier

### ► To cite this version:

Pascale Avril, Emilie Bernard, Maryse Corvaisier, Agnès Girard, Wiktorina Golik, et al.. Analyser la production scientifique d'un département de recherche : construction d'une ressource termino-ontologique par des documentalistes. Cahier des Techniques de l'INRA, 2016, 89, 12 p. <hal-01607558>

**HAL Id: hal-01607558**

**<https://hal.science/hal-01607558v1>**

Submitted on 28 May 2020

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.



Distributed under a Creative Commons CC BY-SA 4.0 - Attribution - ShareAlike - International License

## Analyser la production scientifique d'un département de recherche : construction d'une ressource termino-ontologique par des documentalistes

Pascale Avril <sup>1</sup>, Émilie Bernard <sup>2</sup>, Maryse Corvaisier <sup>3</sup>, Agnès Girard <sup>3\*</sup>, Wiktoria Golik <sup>4</sup>,  
Claire Nedellec <sup>4</sup>, Marie-Laure Touzé <sup>5</sup>, Nathaële Wacrenier <sup>6</sup>

**Résumé.** Le département Physiologie animale et systèmes d'élevage (Phase) de l'Inra a souhaité développer un outil d'analyse stratégique pour suivre l'évolution de ses publications scientifiques. Pour répondre à cette demande, le choix d'une approche basée sur l'indexation automatique des publications par une ressource termino-ontologique (RTO) spécifique et adaptée au domaine du département a été fait. Cette ressource est nommée Triphase pour «Terminologie pour la recherche d'information du département Phase». Cet article décrit l'implication des documentalistes du département dans le projet de construction de Triphase et les compétences qu'elles ont développées. Il précise l'organisation du travail, les outils utilisés, les pratiques et le savoir-faire documentaires nécessaires à la construction d'une ressource termino-ontologique, ainsi qu'à son utilisation.

**Mots-clés :** termino-ontologie, analyse stratégique, analyse des publications, publication scientifique, corpus bibliographique, domaine de connaissance, pratique documentaire, documentation, ressource sémantique, ressource termino-ontologique.

### Introduction

Le département Inra Physiologie animale et systèmes d'élevage (Phase) couvre un domaine scientifique vaste et interdisciplinaire. Dans un contexte d'analyse de la production scientifique, le chef de département a souhaité suivre l'évolution des thématiques de recherche. L'objectif était d'évaluer la répartition des concepts et leur évolution au cours du temps dans les publications des chercheurs du département sur la période 2009 à 2013.

Pour répondre à cette demande, les documentalistes du département ont employé leurs compétences professionnelles, notamment en recherche documentaire et en traitement de l'information.

En collaboration avec des spécialistes du traitement du langage et de l'ingénierie des connaissances de l'unité MalAGE, elles ont créé une ressource termino-ontologique (RTO) à partir du vocabulaire extrait des publications scientifiques du département et ont utilisé différents outils d'analyse sémantique. Ces outils permettent de mesurer l'importance d'un concept scientifique en analysant la fréquence des termes de la RTO dans le texte des articles.

Ce projet est nommé Triphase pour «Terminologie pour la recherche d'information du département Phase».

<sup>1</sup> Aquapôle, Inra, 64310, Saint-Pée-sur-Nivelle, France

<sup>2</sup> Pegase, Agrocampus Ouest, Inra, 35590, Saint-Gilles, France

<sup>3</sup> LPGP, Inra, 35000, Rennes, France ([agnes.girard@inra.fr](mailto:agnes.girard@inra.fr))

<sup>4</sup> MalAGE, Inra, Université Paris-Saclay, 78352, Jouy-en-Josas, France

<sup>5</sup> PRC, CNRS, IFCE, Inra, Université de Tours, 37380, Nouzilly, France

<sup>6</sup> EASM, Inra, 17700 Surgères, France

Une ressource termino-ontologique est une ontologie<sup>1</sup> légère qui vise à répondre à un objectif précis et qui est orientée par un point de vue. Elle se base sur trois sources de connaissances : l'expertise humaine, les ressources existantes et les documents d'un corpus. La ressource termino-ontologique contient non seulement les concepts du domaine, mais aussi les termes associés (termes désignant les concepts) qui permettent d'annoter ou d'indexer des documents dans le cadre d'une annotation sémantique (Tissaoui, 2009). Concrètement, indexer du texte par annotation sémantique consiste à reconnaître le concept dans le texte. Par exemple, dans la phrase «causally related to low birth weight, preterm birth or perinatal mortality», le concept «weight at birth» est associé. Dans notre cas, l'organisation hiérarchique de la ressource termino-ontologique du général au particulier permet de naviguer dans l'indexation à différents niveaux de précision.

Cet article présente l'organisation du travail des documentalistes en réseau et la démarche entreprise dans la construction et la réalisation de ce projet qui s'est déroulé sur une période d'environ 8 mois.

## **Organisation du travail et communication entre les acteurs**

Ce projet a mobilisé les compétences de plusieurs personnes de l'équipe Bibliome de l'unité Inra MaAGE (Mathématiques et informatique appliquées du Génome à l'Environnement) à Jouy-en-Josas : une directrice de recherche en informatique (apprentissage automatique, extraction d'information), une linguiste ingénieure spécialisée en traitement automatique de la langue (extraction et recherche d'information, modélisation des connaissances) et en ingénierie de la connaissance et deux ingénieurs en informatique. Pour le département Phase, six documentalistes d'unités de recherche, dont l'animatrice du réseau, ont participé à ce projet.

### **Utilisation d'outils collaboratifs**

Les documentalistes, localisées sur plusieurs sites ont utilisé différents outils collaboratifs pour échanger :

- la visioconférence : organisation de réunions de travail bi-mensuelles ;
- un forum de discussion hébergé sur le portail web de la plateforme bioinformatique Migale de Jouy-en-Josas ;
- un espace «Silverpeas» pour stocker les documents à partager.

Ces outils et applications ont permis d'échanger efficacement, de soumettre les questionnements au collectif et de résoudre les problèmes, tout en gardant une traçabilité des échanges.

### **Répartition des thématiques scientifiques par spécialité**

Une première réunion de cadrage a été organisée afin que les documentalistes et l'équipe Bibliome puissent bien cerner les attentes du département et les objectifs du projet. Au cours de cette réunion, les ontologies ATOL (Animal Trait Ontology for Livestock) et EOL (Environnement Ontology for Livestock) ont été présentées comme sources potentielles de concepts pour Triphase. Un calendrier a été établi, une organisation s'est mise en place pour définir le rôle de tous les participants du projet en fonction de leurs compétences.

Les documentalistes ont une bonne connaissance des thématiques des unités de recherche dans lesquelles elles travaillent au quotidien. Elles maîtrisent l'interrogation des bases de données pour la recherche bibliographique et

---

<sup>1</sup> «Une ontologie fournit le vocabulaire spécifique à un domaine de la connaissance et selon un degré de formalisation variable, fixe le sens des concepts et des relations qui les unissent» (Chaumier, 2007)

## Le Cahier des Techniques de l'INRA 2016 (89)

sont expérimentées dans l'indexation des publications des chercheurs. C'est en s'appuyant sur leur savoir-faire qu'elles se sont impliquées dans ce projet. Chacune d'elle a pris en charge une ou plusieurs des thématiques du département :

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• nutrition et aliment</li><li>• comportement et adaptation</li><li>• reproduction</li><li>• systèmes d'élevage</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• croissance</li><li>• olfaction</li><li>• qualité des produits</li></ul> |
|---|---|

### Formation

L'unité Inra MaIAGe a organisé une journée de formation pour les documentalistes afin qu'elles prennent en main l'outil collaboratif de construction de la ressource termino-ontologique : TyDI (*Terminology Design Interface*).

Une journée d'introduction au traitement automatique de la langue et l'ingénierie des connaissances a été assurée par la linguiste qui a apporté le cadre théorique au projet.

### Présentation des outils utilisés : FreeMind, TyDI, AlvisIR-Triphase, ANStrat

Les documentalistes ont découvert différents outils et ont appris à les utiliser. La méthodologie de l'étude a combiné à la fois des outils de création de carte heuristique, de construction de la ressource termino-ontologique et d'analyse sémantique. Les fonctionnalités de ces outils sont décrites ci-dessous :

- FreeMind : logiciel permettant de représenter visuellement des mots ou termes, de suivre le cheminement associatif des idées sur des cartes heuristiques (<http://freemind.sourceforge.net/>) ;
- TyDI (*Terminology Design Interface*) : logiciel d'aide à la construction de ressource termino-ontologique, permettant d'enrichir et de structurer les termes et les concepts dans une arborescence. Cet outil fonctionne en multi-utilisateur, à distance et en temps réel (Nédellec et al., 2010) ;
- AlvisIR-Triphase (*Alvis Information Retrieval*) : moteur de recherche sémantique (<http://bibliome.jouy.inra.fr/test/triphase/alvisir2/webapi/search>) ;
- ANStrat : outil d'analyse de corpus permettant une représentation graphique des publications en se basant sur une ressource sémantique. La ressource Triphase a été validée avec cet outil. (<http://bibliome.jouy.inra.fr/demo/Triphase/anstrat/index.jsp#>).

TyDI, AlvisIR-Triphase et AnStrat sont des outils développés et maintenus par l'unité MaIAGE.

### Construction de la ressource et apport de l'Information Scientifique et Technique (IST)

Le processus de construction de la ressource termino-ontologique Triphase est décrit par le schéma ci-dessous.

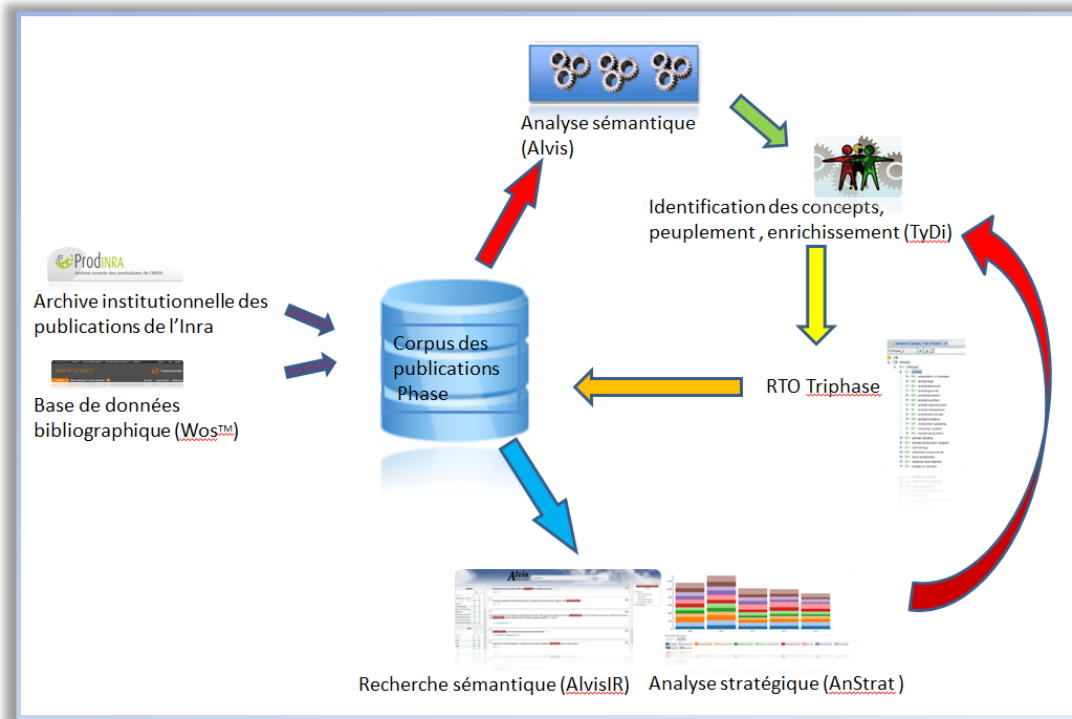


Figure 1. Construction de la RTO Triphase par itération.

## Choix et collecte des publications

L'analyse stratégique porte sur l'ensemble des publications scientifiques des chercheurs du département Phase sur la période de 2009 à 2013. Elle inclut principalement les articles de journaux, les communications à congrès et les rapports (exemple : mémoire d'habilitation à diriger la recherche). Les publications ont été extraites de ProdiNra, l'archive ouverte institutionnelle des productions de l'Inra. Cette base archive les publications des chercheurs de l'Inra et le département Phase y intègre toute sa production. Sur la période 2009-2013, les résumés étant très souvent manquants, les documentalistes ont utilisé la base de données bibliographique *Web of science Core collection*<sup>2</sup> pour compléter les notices du corpus. L'ajout des résumés a permis d'obtenir un vocabulaire plus riche et significatif.

## Extraction des termes

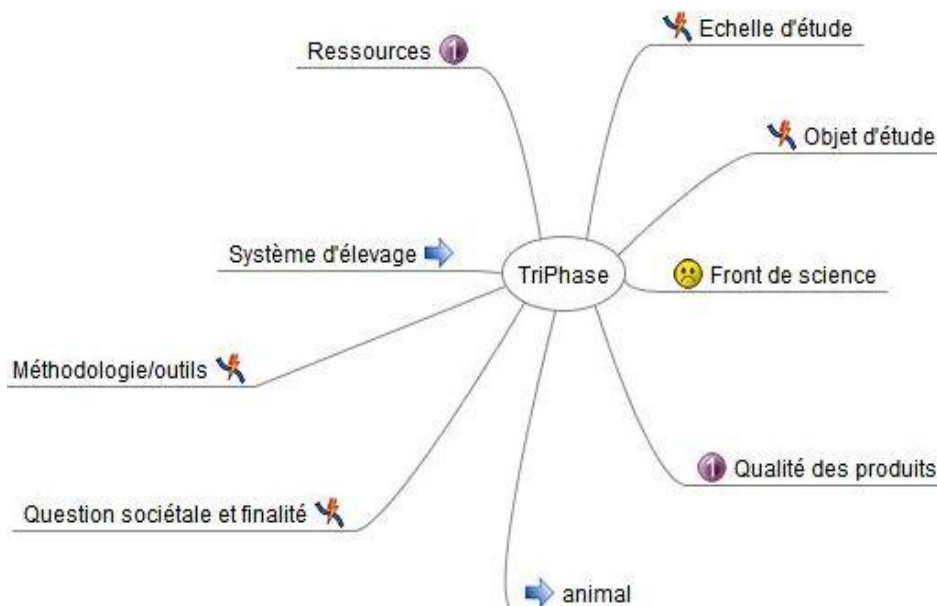
La construction de Triphase utilise les termes (mots simples et mots composés) du domaine. Les sources principales de termes candidats sont les termes des titres, des résumés et les mots-clés associés aux publications que l'équipe Bibliome a automatiquement extraits puis intégrés dans TyDI. L'équipe Bibliome a produit l'indexation des textes des publications qui est utilisée par le moteur de recherche sémantique et par l'outil analyse stratégique.

## Représentation graphique des domaines et des concepts (FreeMind)

Préalablement, la représentation graphique, hiérarchique et arborescente de l'ensemble des thématiques de recherche du département Phase (domaines, sous-domaines, concepts) a été construite avec l'application Freemind avec l'objectif de préciser le périmètre scientifique et une première organisation des concepts. Cette représentation, ou squelette, s'appuie sur le schéma stratégique du département (SSD).

<sup>2</sup> Base de données bibliographique produite par Thomson Reuters© 2016 Thomson Reuters

Des sous-branches ont été ajoutées à la racine de chacune des thématiques au fil des échanges et discussions pour enrichir ce squelette.



**Figure 2.** Représentation théorique des domaines de recherche du département Phase à partir du SSD.

### Construction de la ressource termino-ontologique Triphase via l'outil TyDI

#### Ressources terminologiques intégrées ou consultées

Le squelette a été importé dans TyDI créant ainsi le premier niveau de l'arborescence et les ressources suivantes ont aussi été intégrées :

- la taxonomie des espèces du NCBI (National Center for Biotechnology Information) pour le référencement des espèces animales ;
- ATOL (Animal Trait Ontology for Livestock) et EOL (Environnement Ontology for Livestock): ontologies développées par les scientifiques du département Phase sur les caractères définissant les phénotypes des animaux d'élevage dans leur environnement (Le Bail et al., 2014); <http://www.atol-ontology.com/>

Avec le recul, cette intégration a demandé un travail supplémentaire (nettoyage, remaniement, élagage des concepts) en raison de la différence de point de vue des ressources. Ces deux ontologies auraient pu être uniquement consultées.

Des ressources terminologiques correspondant à l'environnement de recherche à modéliser ont été interrogées pour structurer, justifier ou arbitrer les choix de peuplement, en particulier :

- MeSH (Medical Subject Headings), thesaurus biomédical du NCBI (National Center for Biotechnology Information) <https://www.nlm.nih.gov/mesh/meshhome.html> ;

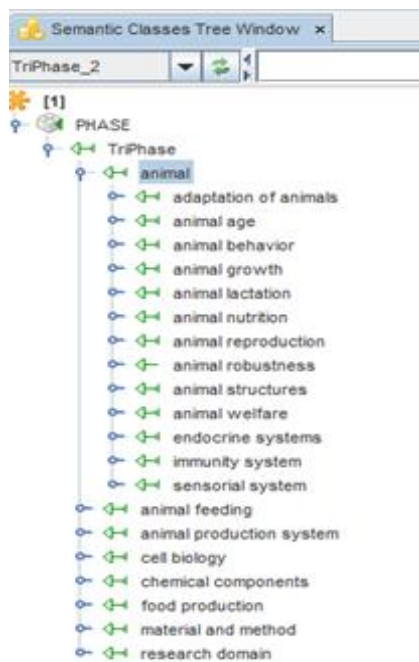
- Agrovoc, thesaurus agricole de la Food and Agriculture Organization (FAO) <http://aims.fao.org/fr/agrovoc> ;
- Cab, thesaurus du Commonwealth Agricultural Bureau International (CABI) <http://www.cabi.org/cabthesaurus/>.

Des lexiques bilingues (de Bonneval, 1993 et Thomas, 1992) ont aussi été utilisés pour la traduction des termes.

### Peuplement et enrichissement de la ressource termino-ontologique Triphase

La ressource termino-ontologique constitue un outil de structuration des connaissances et nécessite de formaliser des relations sémantiques hiérarchiques entre les connaissances. Concrètement, il a donc fallu lier les termes entre eux pour élaborer les différents niveaux sémantiques de l'arborescence.

Une classe sémantique contient un concept et les termes qui y sont associés. Chaque concept est relié à ses parents (concepts plus généraux) et éventuellement à ses enfants (concepts plus spécifiques) et est associé à des termes qui représentent la façon dont le concept est exprimé dans les documents (synonymes, variations typographiques, traductions ...).



*Figure 3. Arborescence de Triphase dans TyDI.*

L'outil TyDI a permis de construire collectivement la RTO Triphase.

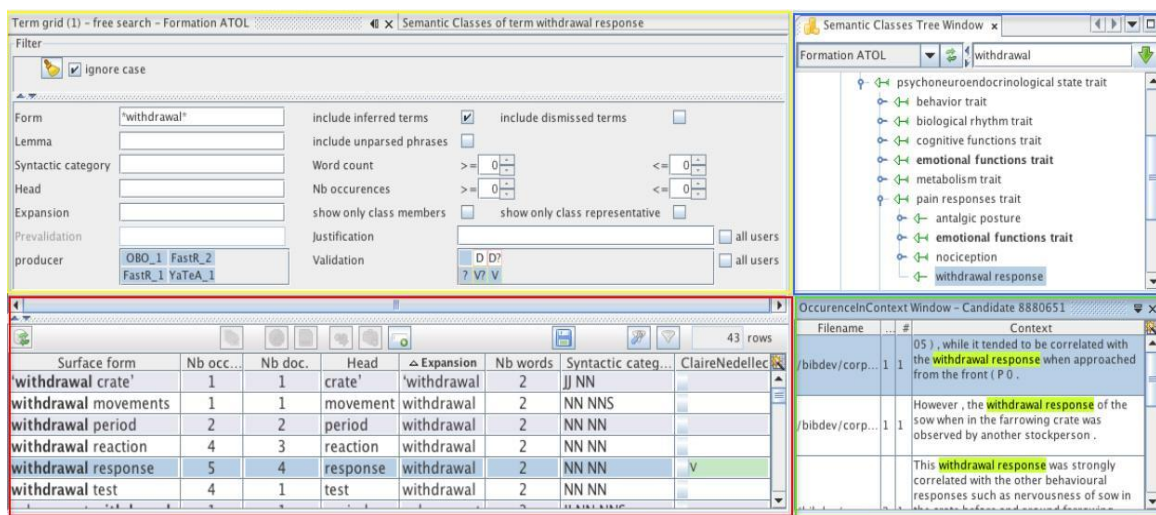


Figure 4. Interface de l'outil TyDI (Nédellec C., 2015).

Le travail de peuplement, de structuration et de validation des classes sémantiques a été entrepris. Le peuplement consiste en l'ajout de concepts. Sous TyDI, le peuplement a débuté par la recherche des termes les plus représentatifs de chaque concept et par le classement des termes pertinents à forte occurrence dans les publications. Ces termes ont été regroupés dans des "sacs sémantiques" et structurés par la suite. De cette manière, la construction s'est d'abord concentrée sur l'organisation générale, avant d'entrer dans les détails. La recherche de synonyme et quasi-synonyme, de variations typographiques (comme par exemple behavior/behaviour...) et de traduction (anglais, français) a permis d'enrichir la ressource (Golik et al., 2012).

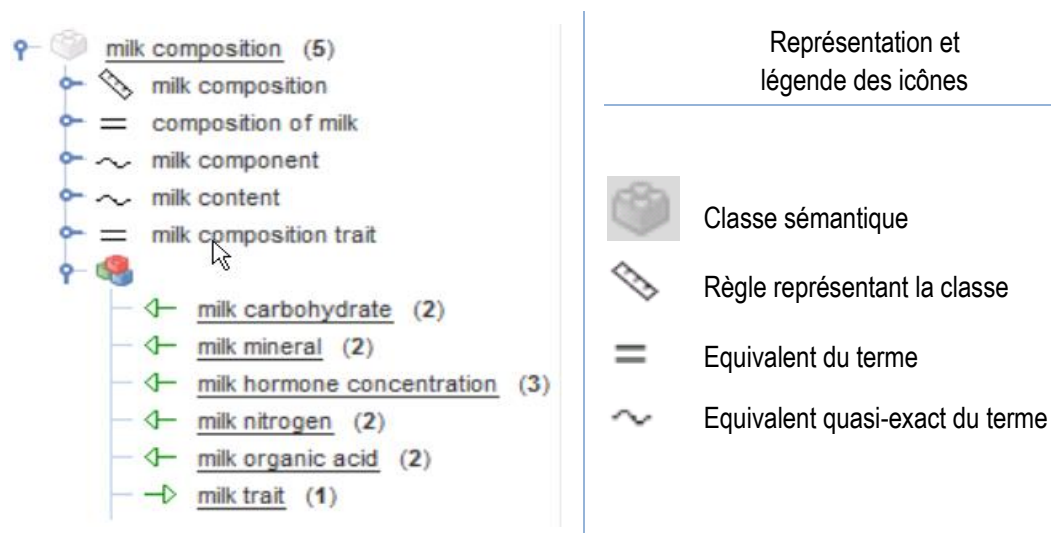


Figure 5. Aperçu et description d'une classe sémantique avec ses termes associés.

Cet enrichissement s'est notamment appuyé sur la fonctionnalité de TyDI qui permet d'étudier le terme dans le contexte de la publication.

File name	Start	End	#	Context
/bibde...	10	1	1	The focus is not on the description of <b>animal</b> behaviour or str understanding of how animals experience their world .
/bibde...	9	1	1	Whatever the definition used , research on <b>animal</b> welfare at questions : To what extent are the animals used by humans .
/bibde...	8	1	1	How can we assess the level of <b>animal</b> welfare in a given si
/bibde...	7	1	1	Simultaneously , the one health approach should facilitate a t biomedical research and research on <b>animal</b> health , at the research programmes .

**Figure 6.** Présentation du mot dans son contexte.

Certains concepts qui n'apparaissaient pas dans l'ensemble des termes extraits ont été créés pour structurer la ressource termino-ontologique.

Au total 20 230 termes ont été extraits et 2655 concepts validés. Ceux contenant au moins deux mots et apparaissant au moins cinq fois dans les documents ont été préférentiellement pris en compte. Les mots génériques comme : «effect, measure, period...» n'ont pas été retenus.

## Évaluation de la RTO par l'usage

Un travail sur la qualité de la ressource créée a été nécessaire pour vérifier que les principaux axes de recherche du département Phase étaient bien retrouvés. La suite logicielle Alvis de l'unité MalAGE a été utilisée pour indexer le texte des publications à l'aide de la ressource termino-ontologique. Des tests d'interrogation réalisés par les documentalistes avec le moteur de recherche sémantique «Alvis IR-Triphase» ont permis de s'assurer de la bonne couverture des thématiques du département.

Le travail itératif sur la qualité (de TyDI aux outils et inversement) a permis d'affiner, d'enrichir et de compléter la ressource termino-ontologique (voir **Figure 1**).

## Travail sur les listes de mots des documents (TyDI)

Lors des premiers tests, une partie des documents n'ont pas été retrouvés. Les documentalistes ont repéré des concepts manquants et des erreurs au niveau des termes souvent incomplets ou mal extraits. Par exemple, le concept «animal reproduction» qui n'avait pas comme synonyme «reproduction» n'a pas été retrouvé lors du premier test.

Sur le premier test, 65% des publications ont été retrouvées (soit 4 826 sur 7 450 publications).

Sur les 35% des publications non retrouvées, les termes les plus fréquents et les mots-clés utilisés par les documentalistes lors de l'indexation dans ProdlInra ont été extraits par la linguiste à l'aide de la suite logicielle Alvis. Ils ont été ensuite regroupés dans des listes de mots sous TyDI.

Les documentalistes ont alors concentré le travail d'enrichissement de Triphase sur ces listes et ont ainsi corrigé les anomalies, incohérences et lacunes. En ce qui concerne les mots clés, ce sont 6 046 termes qui ont été analysés.

## Interrogation du moteur de recherche «Alvis IR-Triphase»

L'interface interactive du moteur de recherche des publications indexées par la ressource termino-ontologique a permis de vérifier la couverture des domaines de recherche à travers les publications. Le comportement des termes dans le contexte a été étudié et analysé ; les documents non retrouvés lors d'une recherche ont demandé un nouveau travail sur les classes sémantiques.

The screenshot displays the Alvis Search Engine interface. At the top, the search bar contains the term 'reproduction'. The main content area shows a list of search results, each with a title, year, and a small icon. The results are:
 

- 22: Relationship between plasma AMH at **prepuberty** and adulthood in sheep (2013)
- 23: Hormonal regulation and functional analysis of gonadal soma derived factor (gsdf) in fish **spermatogenesis** (2012)
- 24: The effect of short-term nutritional supplementation of ewes with lupin grain (Lupinus luteus) on **folliculogenesis**, the concentrations of hormones and glucose in plasma and **follicular fluid** and the follicular levels of P450 aromatase and IRS-1, -2 and -4 (2013)
- 25: **Gamete quality** and broodstock management in temperate fish (2013)
- 26: Apports de la transcriptomique à l'exploration des relations nutrition-**reproduction** chez la vache laitière (2013)
- 27: The kisspeptin system of the human hypothalamus: **sexual dimorphism** and relationship with **gonadotropin**-releasing hormone and neurokinin B neurons (2010)
- 28: Des biotechnologies de la **reproduction** désormais intégrées à l'élevage (2009)
- 29: HSPC117 deficiency in cloned **embryos** causes placental abnormality and fetal death (2010)

 On the left side, there are three filter panels: 'Journals', 'Year', and 'Concepts'. The 'Concepts' panel shows a list of related terms with their frequency and document counts. On the right side, there is a sidebar for 'animal reproduction (onto)' (2379) with a list of synonyms and sub-concepts.

**Figure 7.** La recherche du terme «reproduction» dans le moteur de recherche «Alvis IR-Triphase» signale des documents contenant des termes associés à ce concept comme dans cet exemple : «spermatogenèse, qualité des gamètes, gonadotropines, embryon».

## Utilisation de la ressource et diffusion

L'objectif de la ressource termino-ontologique était d'analyser la répartition des concepts et leur évolution au cours du temps sur la période 2009 à 2013. Pour ce faire, le corpus des publications scientifiques a été indexé par la RTO et par toutes les métadonnées bibliographiques (auteurs, unités Inra, institutions non Inra, source, facteur d'impact) dans l'outil d'analyse stratégique ANStrat développé par l'unité MalAGE.

Cet outil permet en outre, de suivre l'évolution temporelle des publications en fonction des unités, des partenaires, des sources de publication. Cette application permet également de suivre l'évolution des concepts dans le temps et en fonction des unités du département Phase (Figures 8 et 9).

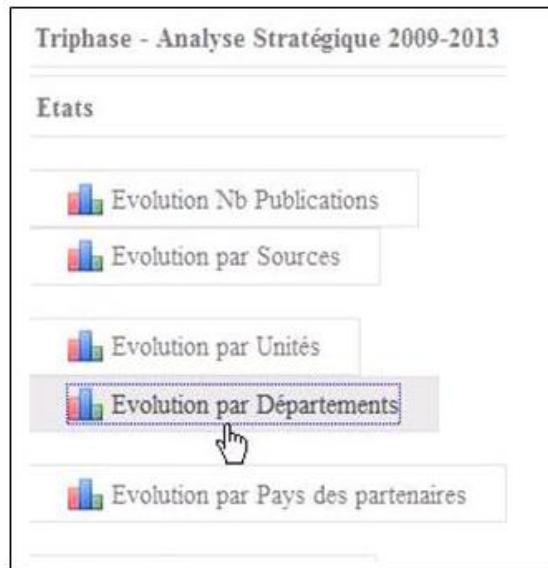


Figure 8. Requête possible sur les concepts à partir de l'arborescence.

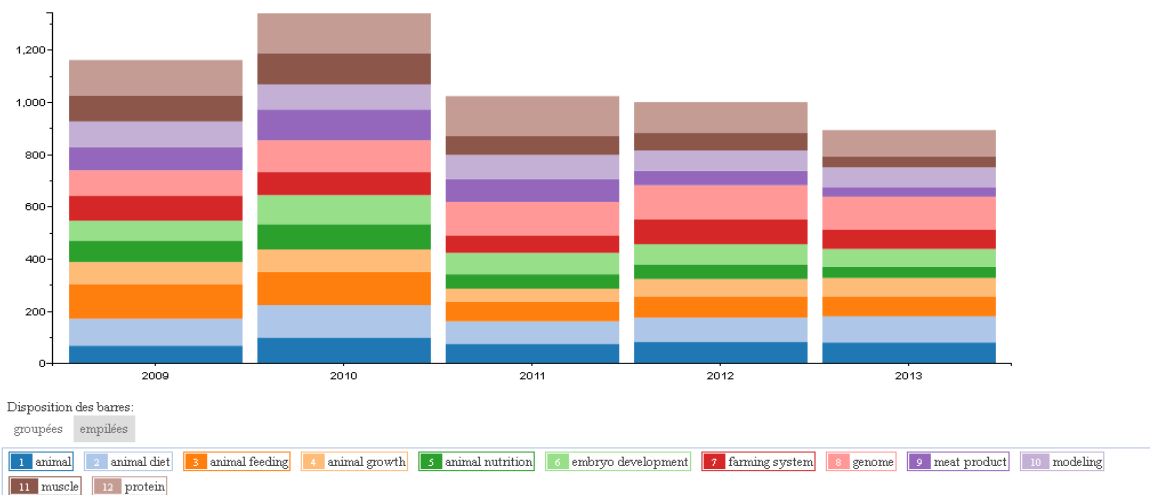


Figure 9. Les principaux concepts du département Phase et leur évolution temporelle.

Il est à noter que la période de 5 ans de cette étude n'est pas d'une durée suffisante pour observer une évolution significative des concepts liés aux thématiques scientifiques du département.

## Conclusion

Le projet collaboratif Triphase a exigé des compétences dans différents domaines : linguistique, ingénierie des connaissances, informatique et documentaire. Cette interdisciplinarité qui a nécessité une phase d'adaptation de la part des acteurs du projet a été fructueuse. En effet, au terme d'un délai de 8 mois, la ressource termino-ontologique et les outils développés (AlvisIR et ANstrat) étaient disponibles. Ils ont répondu aux attentes du chef du département Phase qui a apprécié les fonctionnalités de visualisation de l'information et les nombreuses possibilités de requêtes via le moteur de recherche. Cette ressource est disponible sur le serveur public Agroportal. Elle pourra être réutilisée dans le cadre d'une nouvelle demande du département ou plus largement au sein de la communauté scientifique.

## Le Cahier des Techniques de l'INRA 2016 (89)

L'évolution du vocabulaire (nouveaux concepts, synonymes, termes...) demandera néanmoins un réajustement de la ressource.

Cette collaboration, dans un cadre nouveau en matière d'organisation du travail a été enrichissante pour l'ensemble des acteurs du projet. Du point de vue des chercheurs en informatique, ce projet a apporté de nouveaux éléments sur les méthodologies d'utilisation et d'évaluation des outils développés, en particulier pour le travail collaboratif et à distance. Les documentalistes, elles, ont découvert le domaine de l'analyse sémantique et ont appris à utiliser de nouveaux outils. Elles ont ainsi développé leurs compétences dans l'usage des technologies du web sémantique.

Les apports de l'ingénieure en ingénierie de la connaissance ont été indispensables dans le transfert de connaissance et le suivi du projet. De parcours et formations initiales différents, ce collectif de documentalistes a réussi à travailler en complémentarité pour une meilleure appropriation des thématiques scientifiques du département. Au niveau humain, ce projet a renforcé le réseau des documentalistes dans une réelle énergie collective et créé une nouvelle dynamique de collaboration.

Au terme de cette expérience, les documentalistes ont pris conscience qu'elles ont un rôle incontournable dans la formalisation des connaissances, ceci dans la continuité des savoir-faire documentaires comme la sélection, la structuration et la qualification de l'information.

### Lien vers la ressource

Triphase est disponible publiquement sur Agroportal, le portail des ontologies du domaine de l'agronomie : <http://agroportal.lirmm.fr/ontologies/TRIPHASE>

Le format et les conditions de réutilisation de la ressource sont téléchargeables sur le site de l'unité Inra MaIAGE : <http://maiage.jouy.inra.fr/?q=fr/ontologies-corpus>

Triphase est distribuée sous licence CC-BY SA licence v3.0. Copyright Inra 2014.

### Remerciements

Les auteurs remercient le département Phase pour le financement du projet ; Robert Bossy et Frédéric Papazian, ingénieurs en informatique de l'équipe Bibliome-MaIAGE pour la conception et l'utilisation des outils informatiques du projet Triphase ; Houda Braham, Sophie Le Perchec et Françoise Médale pour la relecture de ce texte.

### Références bibliographiques

de Bonneval L (1993) Systèmes agraires, systèmes de production : vocabulaire français-anglais avec index anglais. Inra Editions, Versailles.

Chaumier J (2007) Les ontologies. Antécédents, aspects techniques et limites. *Documentaliste* **44** : 81-83.

Golik W, Dameron O, Bugeon J, Fatet A, Hue I, Hurtaud C, Reichstadt M, Salaün MC, Vernet J, Joret L, Papazian F, Nédellec C, Le Bail PY (2012) ATOL: the multi-species livestock trait ontology. In proceedings of *The 6th Metadata and Semantics Research Conference (MTSR 2012), Cadiz, (ESP), (2012/11/28-30). Communications in Computer and Information Science*, **343** : 289-300. Springer Verlag [\[DOI\]](#)

Le Bail PY, Bugeon J, Dameron O, Fatet A, Golik W, Hocquette JF, Hurtaud C, Hue I, Jondreville C, Joret L, Meunier-Salaun MC, Vernet J, Nédellec C, Reichstadt M, Chemineau P (2014) Un langage de référence pour le phénotypage des animaux d'élevage : l'ontologie ATOL. *INRA Productions Animales* **27** : 195-208. [[Texte intégral](#)]

Nédellec C, Golik G, Aubin S, Bossy R. (2010) Building Large Lexicalized Ontologies from Text: a Use Case in Indexing Biotechnology Patents. *Presented at International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW 2010) Lisbon, (PRT) (2010/10/11-15). Lecture Notes in Computer Science* **6317** : 514-523. Springer Verlag [[Texte intégral](#)]

Nédellec, C, Girard A (2013) Des technologies sémantiques pour l'information scientifique et technique. *Presented at FréDoc 2013 «Gestion et valorisation des données de la recherche» Aussois (FR) (2013/10/07-09)*, présentation orale <http://prodinra.inra.fr/record/212796>

Nédellec C, Girard A (2015) Triphase : Co-construction IST - recherche MIA. *Presented at Ecole IST - Evolutions de la recherche et impacts pour l'IST, Magny-Le-Hongre (FR) (2015/05/26-29)*, présentation orale <http://prodinra.inra.fr/record/352281>

Thomas F (1992) *World of farming*. Frédéric Thomas, Marcillé-Robert, 191 p.

Tissaoui, A (2009) Typologie de changements et leurs effets sur l'évolution de ressources termino-ontologiques. *Présenté aux 20è Journées francophones d'ingénierie des connaissances (IC 2009), Hammamet (TN) (2009/05/25-29)*, poster [[Texte intégral](#)]