

Projet de Recherche

# Épidémiologie des représentations : une approche empirique

Sébastien Lerique\*

Directeur : Jean-Pierre Nadal<sup>†</sup>  
Co-directeur : Camille Roth<sup>‡</sup>

## 1 Introduction

# TODO: Pending restructuration discussion with Camille on better separating what's done and what's to do

# TODO: Faire attention à attacher aussi un peu dans le champ de l'anthropologie culturelle, pas que psycho-cog (pas du temps perdu car utile pour l'état de l'art de la thèse) si jamais les Gutachterinnen ont l'heur d'être SHS

Les années récentes voient se développer les tentatives de rapprochement entre sciences cognitives et sciences sociales. “Cognition sociale”, “économie cognitive” et “évolution culturelle” sont des exemples de thèmes émergents, abordés de manières multiples avec des apports de diverses disciplines. Le présent projet concerne un thème formalisé au milieu des années 90 par Dan Sperber. Dans une série d'articles novateurs rassemblés dans Sperber (1996), ce dernier propose un programme de recherche sur l'épidémiologie culturelle. Ce programme, enraciné dans les sciences cognitives, part d'une ontologie ne comportant que des représentations mentales (celles des sciences cognitives), et des représentations publiques (l'expression hors du cerveau d'une représentation mentale). # ADD: Un mot sur le problème que l'épidémiologie culturelle tente de résoudre, i.e. les conditions d'émergence de similarité globale malgré une forte hétérogénéité locale. Le principe fondateur est de caractériser les cultures par la distribution de représentations publiques qui y circulent, puis de combiner les connaissances des sciences cognitives et de l'anthropologie pour expliquer l'évolution de ces représentations. La théorie s'appuie donc sur CHANGE [l'ensemble des sciences cognitives (un peu gros)], tout en reformulant des questions de sciences sociales sous la forme de questions d'épidémiologie des représentations. Par exemple : quelles représentations sont susceptibles d'être peu transformées lors de leur interprétation et reproduction par des cerveaux successifs ? Ces représentations, alors plus répandues que les autres, deviennent culturelles. Ces représentations sont-elles attractrices pour le processus d'interprétation-reproduction des représentations ? Ou encore, quels modules cognitifs sont impliqués dans la stabilité de telle ou telle représentation culturelle ?

---

\*Centre d'Analyse et de Mathématique Sociales (CAMS, UMR 8557, CNRS-EHESS, Paris). Mél. : sebastien.lerique@normalesup.org.

<sup>†</sup>CAMS et Laboratoire de Physique Statistique (UMR 8550, CNRS-ENS-UPMC-Univ. Paris Diderot, Paris). Mél. : nadal@lps.ens.fr

<sup>‡</sup>CAMS et Centre Marc Bloch (UMIFRE 14, CNRS-MAEE-HU, Berlin). Mél. : roth@ehess.fr

Ce programme, qui donne notamment un cadre pour explorer l'interaction entre évolution et culture (comme montré dans Baumard, André, & Sperber, 2013), a fait l'objet de récents développements théoriques avec une véritable modélisation mathématique (voir par exemple Claidière & Sperber, 2007). De nombreux travaux explorent également ces questions par une approche empirique. Tamariz & Kirby (2016), par exemple, passent en revue les utilisations du paradigme des chaînes de transmission en laboratoire pour l'étude de l'évolution du langage par itérations. Ce paradigme a aussi été utilisé pour étudier l'évolution de courtes boucles musicales (MacCallum, Mauch, Burt, & Leroi, 2012), de la perception du risque (Moussaïd, Brighton, & Gaissmaier, 2015), ou encore de motifs visuels abstraits transmis par des grands singes (Claidière, Smith, Kirby, & Fagot, 2014). Une autre approche consiste à compiler un grand nombre de travaux anthropologiques ou historiques sur un sujet donné pour en extraire l'évolution des représentations telle qu'elle a eu lieu. C'est la technique utilisée par Morin (2013) pour étudier l'évolution du style des portraits sur plusieurs siècles, et par Miton, Claidière, & Mercier (2015) qui ont examiné l'évolution de la pratique de la saignée.

# ADD: Refs systèmes complexes propagation, à formuler comme pour Lyon

La difficulté à recueillir les données pertinentes à l'étude d'un type de représentation donné est le principal obstacle à l'avancée de ce programme empirique. Les travaux mentionnés ci-dessus développent plusieurs stratégies pour y faire face, mais se concentrent le plus souvent sur une transmission culturelle contrôlée en laboratoire, ou au contenu artificiellement simplifié, ou dans des conditions n'étant pas sujettes à des effets cognitifs significatifs. Les outils technologiques modernes, et les moyens actuels de stockage de données et de calcul numérique, permettent de proposer ici de nouvelles méthodes qui viennent compléter # ADD: et même révolutionner les protocoles empiriques employés jusqu'ici les techniques existantes. En combinant les paradigmes de l'étude des communautés en ligne et ceux de la psycholinguistique, il est en effet possible de collecter en masse des données permettant une étude empirique, quantitative, et hors laboratoire de l'épidémiologie des représentations.

Le présent projet de recherche, CHANGE [que je mets en œuvre dans ma thèse (que tu mets déjà en œuvre ou qui te permettra en partie grâce à cette bourse DAAD de clôturer brillamment ta thèse ?)], explorera deux approches visant (i) à augmenter la quantité de données recueillies pour améliorer le pouvoir de résolution des expériences, et (ii) à diversifier les sources de données pour ouvrir à de nouvelles questions sur des situations hors du laboratoire. La première approche tire parti de la grande quantité de traces numériques disponibles en ligne : en y appliquant les techniques du *data mining* pour filtrer et extraire de la masse les informations pertinentes, il est possible de poser des questions quantitatives, liant cognition et évolution culturelle, à des données recueillies hors du laboratoire. La deuxième approche chemine en sens inverse : il s'agit d'utiliser les possibilités des navigateurs web modernes pour lever certaines contraintes des expériences de psycholinguistique ou d'évolution culturelle. Par exemple, des expériences de chaînes de transmission linguistique pourront être mises en place sous la forme de sites web, permettant un cycle de transmission d'autant plus rapide, une diversification des sujets, et un passage à l'échelle simplifié. Sans résoudre toutes les difficultés, ces deux approches permettent d'analyser du contenu linguistique réel en offrant des contraintes différentes des méthodes utilisées dans les travaux cités ci-dessus. Elles étendent le champ d'expérimentation possible et ouvrent de nouvelles questions sur les liens entre cognition et évolution culturelle, dans une démarche liant sciences sociales, psycholinguistique et modélisation à grande échelle.

## 2 Projet

# TODO: Ne pas limiter le projet aux quotations. Pour Gistr, c'est plus large que ça, donc faire avec "des courtes phrases" ou "orations" puis réduire pour MemeTracker.

On se propose de contribuer à l'exploration empirique de l'épidémiologie des représentations en partant d'un cas particulier : les citations (au sens de *quotations*). On choisit délibérément de se restreindre à ce cas particulier le plus simple possible afin de s'assurer que l'étude sera réalisable avec les moyens et les connaissances actuels, et pour pouvoir profiter du cadre intéressant offert par les citations. En effet :

- Alors que les citations ne devraient subir aucune transformation quand elles sont reproduites, l'observation empirique montre le contraire : il est très fréquent qu'une citation soit transformée (par rognage, ou par remplacement, insertion ou délétion de mots), ou modifiée grammaticalement. C'est bien connu à l'oral dans des tâches de rappel libre ou indicé (Potter & Lombardi, 1990) ; voir Simmons, Adamic, & Adar (2011) pour une illustration sur la blogosphère, et Lauf, Valette, & Khouas (2013) pour une typologie des transformations fréquemment observées.
- Les citations, généralement assez courtes, se prêtent bien à l'étude automatisée (Traitement Automatique du Langage), contrairement à d'autres types de représentations qu'on pourrait imaginer considérer.
- On dispose d'une observation de référence qui est proche de la situation qui pourra être simulée en expérience de chaîne de transmission : la dynamique des citations sur les blogs sur Internet (voir Leskovec, Backstrom, & Kleinberg, 2009 ; et Simmons et al., 2011). Cette situation semble unique lorsqu'on compare à d'autres représentations qu'on pourrait envisager d'étudier (comme des techniques, des images ou dessins, etc.).

Un tel projet comporte trois grandes parties complémentaires.

La première consiste à observer hors laboratoire, et analyser autant que les contraintes le permettent, le processus d'interprétation-reproduction par lequel les citations sont transformées. On confirme ainsi l'existence de biais cognitifs dans transmission des citations dans la société quotidienne, et on identifie les liens que ces biais peuvent avoir avec une attraction culturelle telle que proposée par l'épidémiologie des représentations.

La deuxième consiste à reproduire le processus et ces effets dans une série d'expériences de chaînes de transmission pour en examiner les déterminants en situation contrôlée. Cette partie permet d'examiner les effets accumulés de la cognition sur l'évolution du contenu ainsi que les rétroactions que cette évolution génère sur le processus de transformation lui-même. Elle permet également de mettre en lumière le rôle de la tâche de reproduction dans le type d'évolution à long terme qu'on observe. Ce travail crée les conditions pour une modélisation réelle du processus dans des travaux futurs, intégrant les principes et rétroactions identifiés dans des simulations à comparer aux phénomènes réels, pour identifier ainsi le rôle des transformations dans l'évolution du paysage global.

La troisième étape consiste à faire l'examen critique des apports et des limites de ces approches, notamment dans le cadre du débat sur les façons de lier sciences sociales et cognition, dans lequel de nombreuses disciplines proposent des points de vue différents.

Par l'introduction de nouvelles méthodes, ce projet permet de lever progressivement certaines simplifications imposées par les outils actuels dans l'étude de l'évolution culturelle (voir Greenwald, 2012, pour plus de détails sur l'intérêt de développer de nouvelles méthodes) : on étudie du contenu plus complexe, dans des situations souvent plus écologiques. La suite de ce document expose le travail accompli dans chacune des trois grandes parties, puis détaille le travail restant pour compléter le projet.

## 3 Travaux entrepris

### 3.1 Étude des transformations des citations dans la blogosphère

Le premier volet du projet est l'exploration de certaines transformations que subissent les citations dans la blogosphère. De nombreux travaux ont déjà exploré l'évolution culturelle dans d'autres cas ; on peut citer la *Théorie de l'Hérédité Duale* (ou *Dual Inheritance Theory* en anglais) introduite par Boyd & Richerson (1985) et Cavalli-Sforza & Feldman (1981), les modélisations et travaux plus récents étudiant la notion d'attracteur culturel (voir par exemple Claidière & Sperber, 2007 ; ou Claidière, Scott-Phillips, & Sperber, 2014), les expériences de chaînes de transmission dont l'usage est discuté par Mesoudi & Whiten (2008) et Tamariz & Kirby (2016), ou encore les compilations de travaux anthropologiques et historiques telles que l'ont fait Morin (2013) et Miton et al. (2015). À notre connaissance cependant, aucun travail de recherche n'a examiné l'évolution de contenus linguistique hors du laboratoire.

Étant donné que les citations sur la blogosphère sont graduellement transformées, au fur et à mesure de leur propagation, par des biais cognitifs automatiques comme ceux que Sperber propose comme mécanisme pour l'épidémiologie des représentations, on cherche à savoir à quel point la théorie rend compte de l'évolution observée dans le jeu de données MemeTracker récolté par Leskovec et al. (2009). Notamment, il s'agit de tester si des attracteurs culturels apparaissent dans la dynamique des citations sur internet, et dans ce cas quel rôle jouent les biais cognitifs dans leur émergence.

Le travail de recherche mené pour répondre à ces questions est présenté dans l'article "The semantic drift of quotations in blogspace: a case study in short-term cultural evolution", soumis en août 2016 à la revue *Cognitive Science* en révision majeure. Il consiste à adopter une approche de *data mining* comme celle utilisée par de nombreux travaux sur les communautés en ligne (par exemple Cointet & Roth, 2009 ; Danescu-Niculescu-Mizil, Cheng, Kleinberg, & Lee, 2012 ; ou encore Gruhl, Guha, Liben-Nowell, & Tomkins, 2004) et à la combiner avec les connaissances existantes en psycholinguistique (en particulier celles sur les effets de certaines caractéristiques des mots sur le rappel, par exemple Yonelinas, 2002 ; ou Zevin & Seidenberg, 2002) pour analyser les remplacements d'un mot par un autre dans le jeu de données MemeTracker. En caractérisant les mots remplacés et les mots apparaissant à leur place, on montre que la façon dont les auteurs substituent des mots dans les citations est fortement biaisée, en accord avec les effets connus en psycholinguistique, et compatible avec l'hypothèse d'attracteurs culturels.

Ce travail, qui complète la première partie du projet, montre qu'il est possible d'étudier l'épidémiologie des représentations sur du contenu linguistique complexe hors du laboratoire, en faisant l'équivalent d'une expérience de psycholinguistique sur des données de la blogosphère. Il montre également le coût d'une telle approche qui doit faire face à la complexité de données *in vivo*, que ce soit au travers du filtrage nécessaire de l'information ou de la reconstitution des données manquantes.

# TODO: Uploader l'article sur HAL et mettre le lien

### 3.2 Étude en situation semi-contrôlée : expérience Gistr

# ADD: Éléments du Gistr Platform Whitepaper, et détails sur le premier lancement

### 3.3 L'apport de ces travaux à l'étude de l'évolution culturelle

# ADD: Éléments du papier de linguistique, et comment les deux précédents travaux s'insèrent dans le projet

## 4 Travaux actuels et prévus

### 4.1 Expérience Gistr

# ADD: Étapes restantes pour la complétion

### 4.2 Écriture

# ADD: Esquisse d'un plan expliqué

# TODO: Parler de la langue de travail au CMB

## Bibliographie

Baumard, N., André, J.-B., & Sperber, D. (2013). A mutualistic approach to morality: The evolution of fairness by partner choice. *Behavioral and Brain Sciences*, 36(01), 59-78.

Boyd, R., & Richerson, P. J. (1985). *Culture and the evolutionary process*. Chicago: University of Chicago Press.

Cavalli-Sforza, L. L., & Feldman, M. W. (1981). *Cultural transmission and evolution: a quantitative approach*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

Claidière, N., & Sperber, D. (2007). The role of attraction in cultural evolution. *Journal of Cognition and Culture*, 7(1), 89-111. <http://doi.org/10.1163/156853707X171829>

Claidière, N., Scott-Phillips, T. C., & Sperber, D. (2014). How Darwinian is cultural evolution? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1642), 20130368. <http://doi.org/10.1098/rstb.2013.0368>

Claidière, N., Smith, K., Kirby, S., & Fagot, J. (2014). Cultural evolution of systematically structured behaviour in a non-human primate. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 281(1797), 20141541. <http://doi.org/10.1098/rspb.2014.1541>

Cointet, J. P., & Roth, C. (2009). Socio-semantic Dynamics in a Blog Network. In *International Conference on Computational Science and Engineering, 2009. CSE '09* (Vol. 4, p. 114-121). <http://doi.org/10.1109/CSE.2009.105>

Danescu-Niculescu-Mizil, C., Cheng, J., Kleinberg, J., & Lee, L. (2012). You had me at hello: How phrasing affects memorability. *arXiv:1203.6360 [physics]*. Consulté à l'adresse <http://arxiv.org/abs/1203.6360>

Greenwald, A. G. (2012). There Is Nothing So Theoretical as a Good Method. *Perspectives on Psychological Science*, 7(2), 99-108. <http://doi.org/10.1177/1745691611434210>

Gruhl, D., Guha, R., Liben-Nowell, D., & Tomkins, A. (2004). Information Diffusion Through Blogspace. In *Proceedings of the 13th International Conference on World Wide Web* (p. 491-501). New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/988672.988739>

Lauf, A., Valette, M., & Khouas, L. (2013). Analyzing Variation Patterns In Quotes Over Time. *Research in Computing Science*, 70, 223-232. Consulté à l'adresse [http://www.micai.org/racs/2013\\_70/Analyzing%20Variation%20Patterns%20In%20Quotes%20Over%20Time.html](http://www.micai.org/racs/2013_70/Analyzing%20Variation%20Patterns%20In%20Quotes%20Over%20Time.html)

Leskovec, J., Backstrom, L., & Kleinberg, J. (2009). Meme-tracking and the Dynamics of the News

- Cycle. In *Proceedings of the 15th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (p. 497-506). New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/1557019.1557077>
- MacCallum, R. M., Mauch, M., Burt, A., & Leroi, A. M. (2012). Evolution of music by public choice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(30), 12081-12086. <http://doi.org/10.1073/pnas.1203182109>
- Mesoudi, A., & Whiten, A. (2008). The multiple roles of cultural transmission experiments in understanding human cultural evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 363(1509), 3489-3501. <http://doi.org/10.1098/rstb.2008.0129>
- Miton, H., Claidière, N., & Mercier, H. (2015). Universal cognitive mechanisms explain the cultural success of bloodletting. *Evolution and Human Behavior*, 36(4), 303-312. <http://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2015.01.003>
- Morin, O. (2013). How portraits turned their eyes upon us: Visual preferences and demographic change in cultural evolution. *Evolution and Human Behavior*, 34(3), 222-229. <http://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2013.01.004>
- Moussaïd, M., Brighton, H., & Gaissmaier, W. (2015). The amplification of risk in experimental diffusion chains. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(18), 5631-5636. <http://doi.org/10.1073/pnas.1421883112>
- Potter, M. C., & Lombardi, L. (1990). Regeneration in the short-term recall of sentences. *Journal of Memory and Language*, 29(6), 633-654. [http://doi.org/10.1016/0749-596X\(90\)90042-X](http://doi.org/10.1016/0749-596X(90)90042-X)
- Simmons, M. P., Adamic, L. A., & Adar, E. (2011). Memes Online: Extracted, Subtracted, Injected, and Recollected. In *Fifth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*. Consulté à l'adresse <http://www.aaai.org/ocs/index.php/ICWSM/ICWSM11/paper/view/2836>
- Sperber, D. (1996). *Explaining culture: a naturalistic approach*. Oxford, UK; Cambridge, Mass.: Blackwell.
- Tamariz, M., & Kirby, S. (2016). The cultural evolution of language. *Current Opinion in Psychology*, 8, 37-43. <http://doi.org/10.1016/j.copsyc.2015.09.003>
- Yonelinas, A. P. (2002). The Nature of Recollection and Familiarity: A Review of 30 Years of Research. *Journal of Memory and Language*, 46(3), 441-517. <http://doi.org/10.1006/jmla.2002.2864>
- Zevin, J. D., & Seidenberg, M. S. (2002). Age of Acquisition Effects in Word Reading and Other Tasks. *Journal of Memory and Language*, 47(1), 1-29. <http://doi.org/10.1006/jmla.2001.2834>