



HAL
open science

La perspective neuro-médiale de l'arbitraire du signe de Saussure à la lumière de la neurophysiologie de son époque et des recherches actuelles

Marcin Sobieszczanski

► To cite this version:

Marcin Sobieszczanski. La perspective neuro-médiale de l'arbitraire du signe de Saussure à la lumière de la neurophysiologie de son époque et des recherches actuelles. Le cours de linguistique générale 1916-2016 Genève - Paris • 2016 - 2017, Jan 2017, Genève, Suisse. hal-01662591

HAL Id: hal-01662591

<https://hal.science/hal-01662591v1>

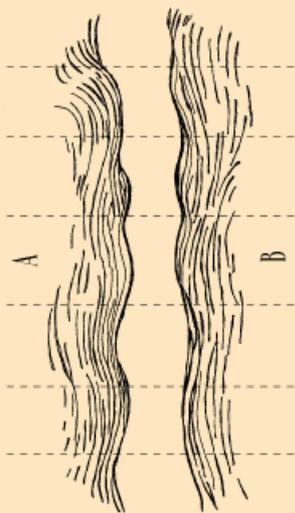
Submitted on 13 Dec 2017

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.

Le Cours de Linguistique Générale 1916-2016

Genève - Paris • 2016 - 2017



TRAVAUX DES COLLOQUES LE COURS DE LINGUISTIQUE GÉNÉRALE, 1916-2016. L'ÉMERGENCE, LE DEVENIR

Éditeurs scientifiques : Daniele
GAMBARARA, Fabienne REBOUL

Marcin SOBIESZCZANSKI, « La perspective *neuro-médiale* de l'arbitraire du signe de Saussure à la lumière de la neurophysiologie de son époque et des recherches actuelles »

Communication donnée dans l'atelier de Jean-Yves Beziau, *The Arbitrariness of the Sign*, au colloque **Le Cours de Linguistique Générale, 1916-2016. L'émergence**, Genève, 9-13 janvier 2017.

N° D'ISBN : 978-2-8399-2282-1

Pour consulter le programme complet de l'atelier de Jean-Yves Beziau,

The Arbitrariness of the Sign :

<https://www.clg2016.org/geneve/programme/ateliers-libres/the-arbitrariness-of-the-sign/>



La perspective *neuro-médiale* de l'arbitraire du signe de Saussure à la lumière de la neurophysiologie de son époque et des recherches actuelles

MARCIN SOBIESZCZANSKI

Résumé

Le concept de l'arbitraire du signe permet d'ouvrir un parcours dialectique entre des positions épistémologiques menant du langage humain à différents médias historiques et actuels. La question de la sensorialité chez l'Humain producteur d'artefacts est au centre de cette démarche intellectuelle, et les acquis de la neurophysiologie de l'époque de Saussure en ont été à la fois les instigateurs et les arbitres.

Introduction

Les argumentaires pro- ou anti- arbitraire du signe se déploient souvent sur le fond de la ressemblance ou de la non-ressemblance entre certains phonèmes et différents bruitages pouvant être référés causalement aux objets réels désignés par les énoncés échangés dans des communications concrètes. Le fond théorique de ces comparaisons relève nécessairement du domaine des percepts que l'Humain échafaude sur la base de ses perceptions sensorielles, avec en double-fond le bagage épistémologique du relativisme culturel. Quelques éléments du contexte scientifique de l'époque témoignent du traitement que la neurophysiologie naissante réservait à ces questions et nous pouvons actuellement poursuivre cette fructueuse approche à l'aune des recherches en sciences cognitives afin de confronter la pensée saussurienne aux problématiques liées aux médias en général et dont le langage articulé serait un élément, selon une vision inclusive des *comportements médias* de l'Humain.

Il est également intéressant de constater que Saussure a apporté à certains de ses questionnements des réponses qui ont toutes été interprétées à faux par ses disciples les plus proches, y compris les auteurs de la transcription du CLG. La question du statut du langage est de ceux-ci. Donnant à la langue un environnement conceptuel assez large, il a pu poser certaines questions fondatrices qui, bien que réminiscentes des théories antiques, étaient absentes de la linguistique de la seconde moitié du 19^{ème}, questions discutées aussitôt avec des convictions tranchantes et reprises en tant que contradictoires par le futur courant orthodoxe du Structuralisme. Les fissures dans le corpus théorique de ce courant ont été mises en lumière dès la critique de Benveniste à la fin des années 1930, son ébranlement a été opéré par la relecture des travaux de Sechehaye et Bally vers les années 1970-1980, tandis que le coup de grâce lui a été donné par la découverte en 1996 des manuscrits oubliés de Saussure lui-même. Là aussi, nous allons voir que l'alignement du langage aux pratiques *médiales* est la toile de fond de l'évolution de ce débat.

Donnant lieu à une abondante littérature, la discussion des principaux concepts saussuriens sur le terrain structuraliste pêche par deux extrêmes, la théorisation alambiquée et l'exemplification surabondante. Le dépassement de la pensée saussurienne par le courant pragmatique ouvre des aspects plus intéressants. C'est également ce changement de paradigme linguistique qui amorce l'ouverture vers les théories cognitives du langage, et plus récemment débouche sur des perspectives inouïes dans la modélisation neurophysiologique de la pratique et du design des différents médias classiques et digitaux.

1. L'histoire de l'épistémologie saussurienne et son extrapolation *médiale*

L'article de Louis de Saussure "La signification mise en valeur : une recontextualisation de l'opposition entre valeur et signification" [2006] propose une profonde analyse conceptuelle permettant de comprendre les enjeux épistémologiques du passage de la linguistique de Ferdinand de Saussure, par le paradigme structuraliste, la pragmatique, la *performativité* des actes de langage, la théorie de l'argumentation, la théorie de la pertinence, à la linguistique cognitive et à la neurolinguistique, C'est aussi dans ce texte qu'est rappelée la notion saussurienne des *casiers du cerveau* permettant de conclure à l'existence d'un proto-cognitivism chez le linguiste genevois. Essayons, notamment, de comprendre quel type d'idées cognitivistes peut se cacher derrière l'expression imagée de *casiers du cerveau*.

Premièrement il s'agit de la localisation des associations des termes linguistiques sur le fond d'une sous-entendue instance de niveau supérieur qui les *diligente*, probablement depuis une localisation externe. Cette idée nous met sur la piste des circonvolutions cérébrales spécialisées, reliées ensemble et ouvrant vers d'autres voies spécifiques de la communication intracérébrale. Evidemment il ne peut s'agir que des aires de Broca et de Wernicke, avec leur liaison par le faisceau arqué postulé par ce dernier auteur. Ces organes et également, selon les recherches les plus récentes, leurs voisinages (cf. [Qing, 2009]), peuvent assurer l'association entre des *images sonores* et des corrélations de caractéristiques sémantiques représentant les items d'un fonds *neuro-encyclopédique* qui serait notre *représentation du Monde*. Cette liaison peut en effet apparaître sous la forme des *concepts ad hoc* évoqués par Louis de Saussure, vision qui a déjà été préfigurée chez Jacobus Van Ginneken [1907], à l'époque-même de Saussure, dans sa synthèse des travaux des neurophysiologistes allemands et français (Broca, Wernicke, Exner et Charcot, pour ne citer que les plus connus) relatifs aux différents types d'aphasie (cf. [Sobieszczanski, 1990]).

Remarquons aussi que cette vision est *rigide* quant à la localisation dans des organes à haut niveau de complexité morphologique, et en même temps *souple* quant à la nature localement évolutive et versatile des liaisons sémantiques. Dans la terminologie saussurienne cela s'exprime bien par le *principe de l'arbitraire du signe*, le lien étant à la fois fortuit et déterminable.

Autrement dit, pour rester dans l'histoire de l'épistémologie, la pensée riche et dialectisée de Saussure ainsi que le ferment intellectuel qu'elle a constitué peuvent aboutir à des interprétations cognitivistes qui décrivent le fonctionnement du substrat neurophysiologique impliqué dans le processus de détermination du sens des énoncés linguistiques.

Le corrélat encore plus surprenant de cette conjecture est la possibilité d'extrapoler les positions saussuriennes non seulement sur les questions neurophysiologiques, que la psychologie cognitive classique partage déjà depuis au moins trois décennies avec la linguistique, mais aussi sur la démarche des sciences cognitives et de leur versant technologique, la cognitive, qui incluent dans leur visée les perspectives intra- et extra-cérébrales, somme toute environnementalistes. Cela permettra, par la bande, de rattacher l'œuvre du linguiste à la poursuite actuelle de l'entreprise darwinienne.

Notre propos sera de poser quelques hypothèses quant à la *nature de ce substrat neuro-environnemental* des activités linguistiques et de leurs prolongements médiaux.

2. La localisation du substrat neuronal, sa typologie caténaire ou l'algorithmie, et sa dynamique

Postulat : la recherche des localisations des fonctions cognitives doit nécessairement être accompagnée de la distinction des différentes façons d'encoder le signal nerveux ainsi que des mesures de sa dynamique.

Nous avons deux principaux moyens d'accéder à la physiologie neurale :

1. une grande catégorie de méthodes indirectes dont les plus connues sont la capture des enveloppes des ondes cérébrales observées à différents niveaux de précision de l'EEG, la stimulation par les nano-électrodes parfois couplée à la microchirurgie crânienne, l'imagerie des afflux sanguins, par les marqueurs oxygénique et glycémique, l'analyse des sécrétions des substances secondaires témoins de l'activité neuronale ;
2. quelques rares méthodes directes dont la plus importante est l'analyse biochimique des neurotransmetteurs au niveau synaptique.

Si on devait attendre les années 1920 pour avoir la confirmation, dans les travaux d’Otto Loewi, du rôle des neurotransmetteurs chimiques, les méthodes indirectes étaient déjà bien connues à l’époque du CLG, notamment au travers des prémisses des recherches sur l’EEG d’Adolf Beck [1890]. Les données prélevées dans les deux premières décennies du 20^{ème} siècle sont hétérogènes et représentent les réalités physiologiques provenant de différents niveaux d’organisation du système nerveux. Si elles peuvent être considérées comme complémentaires, cette complémentarité s’acquiert uniquement grâce aux contingences de l’appareillage médico-scientifique.

Pour modéliser le déroulement des activités neuronales se traduisant par l’effectuation des fonctions cognitives, telles que l’analyse d’images, ou des fonctions plus intellectives, telles la parole, l’inférence ou l’écriture, les neurophysiologistes ont besoin d’accéder à deux autres niveaux d’analyse :

1. l’algorithmie de l’encodage des processus,
2. leur dynamique.

En effet, la localisation et le schéma des liaisons ne suffisent pas pour distinguer et pour définir physiologiquement les tâches cognitives puisque les structures cérébrales diffèrent non seulement par leur emplacement et leur connectivité mais aussi par les types d’encodage de l’influx nerveux qui y chemine ou qui y est généré, et ceci dans des occurrences temporelles pertinentes pour différents types de signaux. Autrement dit, l’architecture fonctionnelle du SNC et de ses périphériques est faite :

1. des localisations et des voies de communication intracérébrale,
2. des topologies d’arrangement du système caténaire des synapses,
3. des temporalités propres aux différentes parties de ce dernier.

Dans le cas précis de la fonction langagière, il est donc naturel de ne pas opposer dans le concept de *langage* le terme *langue* au terme *parole* puisqu’au niveau neurophysiologique les mécanismes recouverts par ces deux termes peuvent s’accomplir selon les deux *modi operandi* à la fois, sous couvert de ce que l’on appelle l’*intégration* assurée par les *neurones internunciaux* dont l’existence est postulée dès 1900 par le contemporain de Saussure, le neuropsychologue britannique Charles Scott Sherrington [1906].

3. L’hypothèse de la coexistence des centres linguistiques et des centres *médiaux*

La diversité des processus neurologiques bénéficiant de l’intégration au sein du SNC nous met sur la piste d’une coexistence fonctionnelle probable des processus linguistiques et des processus liés aux fonctionnements de différents médias inventés par l’Humain. Pour ce faire il nous faut concilier l’ancienneté et le mode de transmission génétique de ces premiers avec la relative jeunesse des seconds, leur mode de transmission restant sujet à des questionnements encore largement sans réponse.

4. L’archéologie des aires linguistiques

Avec la nomadisation et la diversification de la niche écologique des hominidés, survenues suite à un refroidissement de l’Afrique vers - 2,4 millions d’années, *Homo Event* d’Yves Coppens, aurait pu naître le besoin d’un système sémantique affranchi des associations primitives et ouvert aux associations circonstancielles, instables et surtout provoquées par la présence même du groupe de préhumains. Ce protolangage a-modal pourrait supporter assez facilement des canaux physiques de propagation interchangeable. Pour cette raison, du point de vue de la méthodologie, Derek Bickerton [2010] a pu, pour valider son hypothèse, travailler simultanément sur l’expérience de l’apprentissage du langage de signes chez les grands singes, chez les enfants préverbaux, et sur différentes formes de pidgin. Autrement dit, l’hypothétique protolangage de Bickerton, situable à moins 2 millions d’années, aurait pu s’élaborer pour pallier l’insuffisance sémiocreative des routines sémantiques provenant des associations sensorielles typiques d’une niche écologique simienne restreinte. Les affirmations de Phillip Vallentine Tobias [1991] sur l’apparition de l’aire de Broca chez l’*Homo habilis*, attestée par le moulage endocrânien des fossiles datant de moins 2 millions d’années, vont dans le même sens. Et si la présence de cette aire ne coïncide pas dans le temps avec les dispositions physiologiques propices à la phonation langagière, sa présence peut témoigner, sur la base d’une plasticité évolutionnaire du cerveau, de l’élaboration d’un système de signes permettant, après l’expérience sensorielle caractérisée des Primates sylvicoles, de se rabattre sur une ontologie a-modale, plus propice à la manipulation de l’outil et à la programmation des actions communes, donc à un style de vie des agents qui exercent une pression accrue sur leur domaine naturel.

En suivant les suggestions d'Yves Coppens [2003], aujourd'hui partiellement remises en cause, cette mutation aurait pu coïncider avec l'abandon de la niche écologique *immersive* de la forêt tropicale, vers les *paysages ouverts* des savanes arides à plantes herbacées. Faut-il y voir également le résultat de la curiosité primaire étudiée dans les années 1970 à Toronto par le psychologue britannique Daniel E. Berlyne, dans le cadre théorique du concept de *physiological arousal* ? Nous sommes ici sur le terrain hypothétique, mais la corrélation entre les comportements complexes et leur substrat neurochimique et par conséquent génétique, a été mise en évidence dans les travaux sur les aspects génétiques de la *dopamine D4 receptor (D4DR)*, le neurotransmetteur concentré chez les mammifères dans le lobe frontal et dont le gène a été identifié et corrélé avec tous les comportements, selon la célèbre formule, de *novelty seeking, harm avoidance, and reward dependence* (cf. [Ebstein et al., 1996]).

Quelle que soit l'impulsion ou la motivation de son émergence, le bouleversement sensoriel de la niche écologique, la praxie ou la curiosité, le langage articulé a constitué une rupture avec la communication et la créativité basées sur les canaux unimodaux et a occasionné l'élaboration d'un nouveau canal sonore, entièrement artéfactuel et se substituant d'abord au canal de *bruitage naturel* et ensuite à tous les modes de communication construits auparavant sur les différentes sensorialités. Le corpus sémantique du langage articulé fait donc appel à des données sensoriellement composites.

Une théorie complémentaire est avancée par David McNeill [2005, 2012] de University of Chicago. Elle n'est pas sans rappeler la boucle neurophysiologique geste/parole postulée dans les années 1960 par André Leroi-Gourhan [1964] mais, comme le souligne Jeremy Rifkin [2010] dans le chapitre "The empathic roots of language" de son célèbre livre sur l'empathie, elle se dote d'une dimension nouvelle : le langage articulé apparaîtrait dans la filiation des systèmes de gestes signifiants sur le fond du substrat neural responsable des émotions et particulièrement des comportements empathiques, avec la participation des neurones miroirs.

5. L'apparition des centres *médiaux* - l'exemple de l'écriture

Quant aux médias, la formation et le fonctionnement de la *zone de l'écriture* (cf. [Roux et al., 2009]) mise en évidence il y a 6 ans par l'équipe INSERM de Jean-François Démonet, actuellement médecin chef au CHU Vaudois, constitue un *casus rationis* parmi les plus importants. Nous découvrons qu'une activité vieille de 6000 ans, et dans sa version alphabétique seulement de 3800 ans, qui se transmet par l'apprentissage culturel, possède dans le cerveau humain une zone dédiée à l'association de l'image sonore avec le schème moteur responsable de l'exécution du graphème correspondant. Mais cette zone, dite zone de Exner [1881], n'est pas un organe cérébral au sens de l'aire de Broca. Cette dernière daterait de l'Homo habilis, et constituerait le substrat neuronal capable de prendre en charge l'apprentissage d'abord du langage facial, postural et gestuel et ensuite du langage sonore, s'étalant entre 2 millions et 100000 ans. Elle est donc le résultat somatique de l'Evolution culturelle, autrement dit son fonctionnement assurant la communication de l'Humain avec ses propres créations culturelles a été suffisamment long pour franchir la *barrière de Weismann* [1906] et s'inscrire dans les tronçons de l'ADN (découvert bien plus tardivement), responsables de l'architecture complexe du substrat neuronal correspondant. La zone d'Exner n'a pas la même ancienneté et ne présente pas le même niveau de complexité, mais c'est néanmoins elle qui implémente systématiquement l'apprentissage de l'écriture. On peut donc postuler que l'apparition du média de l'écriture graphique au lieu de résulter des processus génétiques élémentaires, est plutôt accompagnée dans le temps par une combinaison des *processus épigénétiques* et des *processus de transmission culturelle* (cf. [Jablonka and Lamb, 1995, 2005]).

6. L'hypothèse *externaliste* – les médias en tant que ré-externalisation du cerveau

Du point de vue neurophysiologique, la zone d'Exner présente encore une autre caractéristique surprenante. Elle accomplit ses activités dans les zones proches des circonvolutions traitant différentes afférences sensorielles externes et internes, par type de modalités, séparées et parallèles, ou bien dans les zones recelant les *neurones multimodaux*, comme ceux majoritaires dans le colliculus. Elle est donc reliée d'un côté avec les aires du langage et d'un autre côté avec les aires visuelles, olfactives, auditives et somesthésiques. Elle joue alors le rôle de la *mise en sensorialité* des produits neuronaux se présentant sous formes d'*objets mentaux* provenant de la zone de Broca qui encode les *structures* ou les *objets relationnels*, conçus pour être manipulés dans le processus de leurs *étiquetages* : sémantique et émotionnel (axiologies), associatif (ontologies) et inférentiel (causalités). Autrement dit la fonction *médiale* réalise la ré-externalisation de la Cartographie Mentale du Monde.

L'Homínisation comporterait alors trois processus successifs :

1. l'externalisation cérébrale par les médias dits *naturels* qui sont les *cultures* des canaux sensoriels hérités des singes,
2. l'internalisation de ces *cultures* par l'invention du langage articulé sonore, donc uni-modal mais à vocation à la fois multimodale et a-modale,
3. l'externalisation secondaire ou ré-externalisation, par l'invention des *médias post-linguistiques*.

A quoi peut servir cette ré-externalisation si les techniques sensorielles de l'Humain sont déjà anciennes et sophistiquées ?

La réponse vient de l'état de saturation de l'environnement par les artefacts anthropiens. Plus la pression de l'Humain sur sa niche écologique est grande, plus la construction de la Cartographie Mentale par la seule voie des afférences perceptives est insuffisante. Les objets fabriqués ont été tous conçus avec des séquences des caractéristiques perceptives, des *esthétiques* au sens primitif de Baumgarten, décidées par l'Humain durant le processus de leur *design*. Ils ne satisfont plus au principe de *novelty seeking* évoqué plus haut. Pour cette raison ils deviennent des *médias* dont l'Humain se sert pour répandre son emprise sur l'environnement. Ils sont constamment enrichis esthétiquement par l'effort créatif du sujet humain. La coévolution de l'Humain avec l'environnement se joue par l'intermédiaire des médias, autrement dit l'Humain habite sa niche écologique de manière *médiale*. Si la perception est la faculté de susciter du *biofeedback* afin de stimuler les processus évolutifs, les médias, leur apprentissage et leur usage sont une manière de susciter un *biofeedback forcé* sur le fondement du facteur bio-artéfactuel.

Les recherches sur la zone d'Exner se poursuivent, notamment à Lausanne, et elles prendront en compte les effets cérébraux des extensions du langage, depuis l'écriture, par les médias analogiques classiques, les médias informatisés classiques et finalement les médias informatisés ré-analogisés ou autrement dit *environnementaux* (cf. [Sobieszczanski, 2015]).

En d'autres termes, l'émergence du langage à phonation et l'évolution naturelle de ce langage vers ses diversifications médiales se déroulent sur le fond de l'oscillation dialectique entre les voies informationnelles unimodales, a-modales et multimodales, qui a pour finalité la déconnexion des outils de communication de leurs racines biologiques originelles, et en même temps le perfectionnement de l'acuité sensorielle dans le processus de prise en charge des artefacts constituant notre environnement. De cette manière, l'*arbitraire du signe* acquiert un nouveau statut et ne saurait plus être discuté dans le cadre conceptuel de la *perception naturelle*. C'est désormais l'esthétique ou encore la richesse et la complexité sensorielle des artefacts qui servira de référent à la finesse des constructions conceptuelles présidant à l'ergonomie cognitive des médias et c'est sur cette base que le débat centenaire sera à présent requalifié.

BIBLIOGRAPHIE

[Beck, 1890] Beck, A., Die Ströme der Nervencentren, 1890

[Bickerton, 2010] Bickerton, D., La Langue d'Adam, Dunod, 2010.

[Coppens, 2003] Coppens, Y., "L'East Side Story n'existe plus", entretien, La Recherche, n°361, p.74, 2003.

[Ebstein et al., 1996] Ebstein, R., P., Novick, O., Umansky, R., Priel, B., Osher, Y., & al., "Dopamine D4 receptor (D4DR) exon III polymorphism associated with the human personality trait of Novelty Seeking", Nature Genetics, 12, pp.78-80, 1996.

[Exner, 1881] Exner, S., Untersuchungen über die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde des Menschen, Vienna, W. Braumuller, 1881.

[Ginneken, 1907] Ginneken, (van) J., Principes de linguistique psychologique, essai de synthèse, 1907

[Jablonka and Lamb, 1995] Jablonka, E., Lamb, M., Epigenetic Inheritance and Evolution: The Lamarckian Dimension, Oxford University Press, 1995.

- [Jablonka and Lamb, 2005] Jablonka, E., Lamb, M., Evolution in Four Dimensions - Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life, MIT Press, 2005.
- [Leroi-Gourhan, 1965] Leroi-Gourhan, A., Le Geste et la Parole, tome 1 : Technique et Langage, Albin Michel, 1964.
- [McNeill, 2005] McNeill, D., Gesture and Thought. Chicago, Illinois, University Of Chicago Press, 2005.
- [McNeill, 2012] McNeill, D., “How Language Began: Gesture and Speech”, Human Evolution, Cambridge University Press, 2012
- [Qing, 2009] Qing, C., Fonction de la région occipito-temporale ventrale dans la reconnaissance des mots écrits dans un cerveau atypique ou sous un format atypique, thèse de doctorat, Lyon 2, 2009.
- [Rifkin, 2010] Rifkin, J., The Empathic Civilization: The Race to Global Consciousness in a World in Crisis, Jeremy P. Tarcher Inc., 2010.
- [Roux et al., 2009] Roux, F.-E., Dufor, O., Giussani, C., Wamain, Y., Draper, L., Longcamp, M., Démonet, J.-F., “Graphemic/Motor Frontal Area: Exner’s Area Revisited”, Annals of Neurology, juillet 2009.
- [Saussure, 2006] Saussure, L., (de), “La signification mise en valeur : une recontextualisation de l’opposition entre valeur et signification”, In : Saussure, L de (Ed), Nouveaux regards sur Saussure. Mélanges offerts à René Amacker, Publications du Cercle Ferdinand de Saussure, 2006.
- [Sherrington, 1906] Sherrington, C., S., The Integrative Action of the Nervous System, Yale University, 1906.
- [Sobieszczanski, 1990] Sobieszczanski, M., Contribution du R. P. Jacq. Van Ginneken S. J. à la linguistique moderne, Histoire Épistémologie Langage, Volume 12, N°1, pp.133-151, 1990
- [Sobieszczanski, 2015] Sobieszczanski, M., Les médias immersifs informatisés. Raisons cognitives de la ré-analogisation, Bern, Peter Lang, 2015.
- [Tobias, 1991] Tobias, P., V., “Olduvai Gorge. The Skulls, Endocasts and Teeth of Homo habilis”, vols. 4A and 4B, Cambridge University Press, Cambridge, 1991.
- [Weismann, 1902] Weismann, A., Vorträge über Deszendenztheorie: Gehalten an der Universität zu Freiburg im Breisgau, Fischer, Jena, 1902.

Marcin Sobieszczanski
Université Nice Sophia Antipolis - UNS
Nice, France
Email : sobieszc@unice.fr