

Università degli Studi di Torino

**Multilinguisme et variétés
linguistiques en Europe à l'aune de
l'intelligence artificielle**

**Multilinguismo e variazioni
linguistiche in Europa nell'era
dell'intelligenza artificiale**

**Multilingualism and Language
Varieties in Europe in the Age of
Artificial Intelligence**

Édité par, a cura di, edited by

Rachele Raus, Università di Bologna
Alida Maria Silletti, Università di Bari
Silvia Domenica Zollo, Università di Verona
John Humbley, Université de Paris



**UNIVERSITÀ
DI TORINO**

Special Issue - 2022

De Europa

***Multilinguisme et variétés linguistiques en Europe
à l'aune de l'intelligence artificielle***

***Multilinguismo e variazioni linguistiche in Europa
nell'era dell'intelligenza artificiale***

***Multilingualism and Language Varieties in Europe
in the Age of Artificial Intelligence***

Édité par, a cura di, edited by

Rachele Raus, *Università di Bologna*

Alida Maria Silletti, *Università di Bari*

Silvia Domenica Zollo, *Università di Verona*

John Humbley, *Université de Paris*



Special Issue - 2022

De Europa
European and Global Studies Journal
www.deeuropa.unito.it

Collane@unito.it
Università di Torino

ISBN ebook: 9788875902179
ISBN cartaceo: 9788855268431



Quest'opera è distribuita con
Licenza Creative Commons Attribuzione.
Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale.
Copyright © 2022, stampa 2023



Ledizioni LedIPublishing
Via Antonio Boselli, 10
20136 Milano – Italia
www.ledizioni.it
info@ledizioni.it

With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Jean Monnet Chair
*The EU in a Challenging
World*



In cooperation with:



Introduction/ Introduzione / Introduction

Rachele Raus

7

Première partie : réflexions et études de cas

Introduction

Réflexions et études de cas à l'aune de l'intelligence artificielle.
Vers de nouveaux observables linguistiques ?

John Humbley, Silvia Domenica Zollo

35

Quelques réflexions sur le multilinguisme à l'aune de l'intelligence artificielle

Intelligence artificielle et langues minoritaires : du bon ménage ?
Quelques pistes de réflexion

Giovanni Agresti

47

Elaborazione automatica dei linguaggi diversi dall'inglese:
introduzione, stato dell'arte e prospettive

Guido Vetere

69

Études de cas

Enabling additional official languages in the EU for 2025
with language-centred Artificial Intelligence

Kepa Sarasola, Itziar Aldabe, Nora Aranberri

91

Langages et savoirs : intelligence artificielle et traduction
automatique dans la communication scientifique

Maria Luisa Villa, Maria Teresa Zanola, Klara Dankova

107

Variation et traduction

Terminologie, intelligence artificielle, psychologie cognitive :
réflexions sur les interactions possibles dans l'étude de la variation
en langue spécialisée

Anne Condamines

131

Human-machine interaction: how to integrate plain language rules in the revision cycles of Neural Machine Translation output
Christopher Gledhill, Maria Zimina 149

A Journey in Neural Machine Translation
Philippe Langlais 173

Deuxième partie : expérimentations pédagogiques

Introduction

Expérimentations pédagogiques : perception et utilisation de l'intelligence artificielle dans la formation universitaire
Alida Maria Silletti, Rachele Raus 199

Le multilinguisme européen et l'IA.
Enquête auprès des futurs décideurs
Dardo de Vecchi 215

Les dispositifs de traduction automatique et la recherche terminologique comme outils pédagogiques pour des étudiant·e·s en droit
Francesca Bisiani 247

Fraseologia, traduzione e *digital literacy* nel contesto universitario: riflessioni e proposte per un percorso didattico sperimentale
Silvia Domenica Zollo, Silvia Calvi 263

Variation terminologique et traduction automatique : une expérience didactique dans l'enseignement du français sur objectif spécifique (FOS)
Jana Altmanova, Luca Bottiglieri 285

Les genres textuels

La traduzione automatica neurale: uno strumento di sensibilizzazione per la formazione universitaria in lingua e traduzione francese
Ilaria Cennamo, Maria Margherita Mattioda 307

Artificial Intelligence and Machine Translation: perceptions, opinions and experiences of Italian Graduate Students of English as a Foreign Language <i>Alessandra Molino</i>	337
Assessing the efficacy of machine translation across genres <i>Chiara Abbadessa, Monica Albini, Elisa De Paoli, Francesca Del Nobile</i>	355
Intelligenza artificiale e traduzione automatica nel contesto della formazione universitaria di lingua tedesca <i>Lucia Cinato</i>	365
Annexes	385

Langages et savoirs : intelligence artificielle et traduction automatique dans la communication scientifique*

Maria Luisa Villa, Maria Teresa Zanola, Klara Dankova

Introduction

Au cours de ces derniers temps, une discussion s'est déclenchée autour de la construction de systèmes intelligents artificiels qui maîtrisent la morphologie complexe d'une langue ou d'un système de traduction, visant l'efficacité du résultat et non pas nécessairement la fidélité de la simulation de la capacité humaine. L'intelligence artificielle (IA) peut toutefois être utilisée pour modéliser les capacités linguistiques humaines et contribuer à accroître nos connaissances sur les objets, se prêtant à devenir un instrument précieux pour mieux comprendre les mécanismes mentaux humains étudiés dans le cadre des neurosciences cognitives. L'IA n'a pas encore passé le stade de la maîtrise absolue de la langue : des algorithmes très différents — suivant ce qu'on leur demande de faire — définissent la façon de penser de l'IA, du connexionnisme au symbolisme. Des données adéquates au sujet traité sont indispensables pour atteindre la modélisation recherchée : il n'est pas possible de capturer toute la réalité possible dans un corpus, aussi vaste qu'il soit. Les formes d'annotations — entités, relations entre elles, chaînes de coréférences — gagnent de plus en plus d'importance, pour se soumettre à l'exploration sémantique des données ; ces données sont traitées, corrigées, nettoyées des « bruits », découpées, enrichies de métadonnées... La méthodologie de travail intervient ainsi, de manière à pouvoir traiter, entre autres, les mots composés, l'écriture inclusive, les conjugaisons des verbes, évaluer

Maria Luisa Villa, Università Statale di Milano et Accademia della Crusca,
marialuisavilla40@gmail.com

Maria Teresa Zanola, Università Cattolica del Sacro Cuore, mariateresa.zanola@unicatt.it

Klara Dankova, Università Cattolica del Sacro Cuore, klara.dankova@unicatt.it

*Maria Luisa Villa est l'auteure du paragraphe 1, Maria Teresa Zanola de l'introduction, du paragraphe 2 et de la conclusion ; Klara Dankova est l'auteure de l'Annexe 1.

les informations extralinguistiques, les néologismes. L'IA entre en dialogue avec les connaissances, avec les savoir-faire les plus variés, pour nous offrir un instrument qui nous dominera... ou qui restera assujéti à nos volontés et à notre guide.

Nous allons proposer quelques réflexions sur ce sujet de deux perspectives différentes, scientifique et linguistique, afin d'offrir un cadre de référence sur des problématiques aussi passionnantes et surprenantes, et des suggestions sur le rapport entre langages et savoirs à l'aune de l'IA, considérant le rôle de la traduction automatique dans la communication scientifique. Après une analyse du rôle du langage dans la communication scientifique, et du dépassement de l'emploi d'une seule langue internationale vers les différentes langues nationales grâce à la diffusion de la traduction automatique, l'attention est focalisée sur l'importance de la terminologie dans la communication scientifique et sur l'intérêt de son utilisation correcte au sein des traitements numériques.

1. Les sciences et la barrière linguistique : la *lingua franca* comme remède

Le langage de la science ne naît pas spontanément, mais doit être produit au prix de nombreux efforts. Afin d'accueillir ses concepts, la langue doit élaborer un vocabulaire spécifique en adaptant les mots et les phrases à ses besoins épistémiques particuliers. Étudier la science, c'est étudier un nouveau langage où des mots nouveaux — tel que « quark » l'a été au moment de sa apparition — ou des mots de tous les jours — tels que « cellule », « noyau », « énergie », « travail » — acquièrent une valeur sémantique déterminée (en physique), différente de leurs sens habituels.

Dans les sciences, les mots usuels deviennent des termes ayant une signification définie de manière univoque et universellement partagée. Cependant, chaque langue a sa propre structure et son histoire : dans le domaine des sciences, la transmission des idées véhiculées dans « une » langue scientifique, parmi des locuteurs qui ont des origines linguistiques différentes, pourrait devenir problématique et faire surgir des évocations sémantiques à partir des langues sources respectives. Cette barrière a été atténuée au fil du temps en attribuant à une langue, appelée « *lingua franca* » (Brosch 2015), la suprématie en tant qu'instrument de communication internationale entre des personnes de langues maternelles différentes, pour lesquelles cette langue est une langue étrangère. Une *lingua*

franca est alors une langue délibérément acquise pour des raisons d'utilité afin de faciliter la communication entre des locuteurs de langues maternelles différentes (Villa 2016 : 128-131).

Trois facteurs principaux ont favorisé la transformation d'une langue en *lingua franca* : la création d'un empire, le commerce et les religions. Cependant, les langues *lingua franca* ne durent pas indéfiniment : la disparition des causes historiques, militaires, commerciales ou religieuses qui ont décrété leur prédominance, finit par décider leur déclin.

Le latin a été pendant quelques siècles la langue de la science, la *lingua franca* dans laquelle s'est exprimée la révolution scientifique de l'époque baroque. Galilée, Kepler et Newton ont écrit en latin. Newton a intitulé *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* l'ouvrage dans lequel il décrit la loi de la gravitation universelle (1687). Le XVIII^e siècle, qui est le siècle de la rationalisation du langage scientifique, est aussi l'époque de l'abandon du latin, qui survit en tant que matrice de la nomenclature spécialisée et de la terminologie, mais qui est de moins en moins utilisé en tant que langue de communication. La recherche scientifique s'est adressée aux langues nationales, la science s'est exprimée en français, anglais, allemand, italien et suédois.

Les élites académiques d'Europe ont toutefois conservé une connaissance assez solide du latin pendant au moins deux siècles. Le langage scientifique, bâti sur ce noyau terminologique commun, semblait pouvoir s'exprimer dans tous les langages scientifiques de l'époque avec la même adéquation et la même précision, offrant un répertoire ouvert à la compréhension mutuelle.

1.1 La multiplicité des langues : un danger épistémique ?

L'illusion de l'universalité s'est dissoute au cours du XX^e siècle, lorsque l'affirmation de la civilisation industrielle a augmenté le nombre de savants, étendu les tâches de la science et déplacé ses frontières bien au-delà de l'Europe. La science est née avec ses projets à grande échelle, ses énormes financements, ses équipements complexes et ses laboratoires internationaux.

Le poids des retombées technologiques a transformé les règles de diffusion et d'application des connaissances scientifiques : en changeant le monde, la science a aussi changé les conditions de son propre développement.

Face à l'énorme richesse des connaissances générées par une collaboration de plus en plus internationale, les chercheurs ont commencé à percevoir la multiplicité des langues comme un danger pour les normes épistémiques de la « science ouverte ». Ceux qui publient dans une langue de diffusion « inférieure » par rapport aux langues les plus utilisées risquent de briser l'unité du système scientifique mondial, car ils soustraient leurs résultats à l'examen des pairs (Villa 2018). Ensuite, l'histoire politique et militaire de l'Occident a imposé sa direction et l'anglais est devenu la langue véhiculaire de la science. En quelques décennies, déclarait *The Economist* en décembre 1996, « l'anglais a acquis une position inattaquable en tant que langue standard du monde : il est devenu une partie intrinsèque de la révolution mondiale des communications » (*The Economist*, 21 décembre 1996 : 39).

À l'époque de l'économie des connaissances, l'anglais n'est pas seulement le noyau technique du langage scientifique, mais aussi la langue utilisée pour parler de science et pour tous les débats scientifiques.

La richesse des connaissances accumulées au cours de décennies d'utilisation a transformé l'anglais dans un outil précieux pour la communication internationale de la science. Les profonds changements intervenus dans les équilibres politiques et économiques pourraient favoriser la diffusion concurrentielle d'autres langues, mais jusqu'à présent, aucune ne semble avoir la force de remplacer l'anglais en tant que *lingua franca* principale de la science (Gordin 2015).

L'anglais scientifique semble représenter ainsi un héritage potentiellement durable : les risques pour l'anglais ne viennent donc pas de l'histoire, mais du progrès technologique. En 2010, un livre très bien documenté et inattendu (Ostler 2010) avançait le fait que les *linguae francae* seraient supplantées non pas par des événements militaires, commerciaux ou religieux, mais par des innovations technologiques. Les progrès rapides de la traduction automatique rendraient toute *lingua franca* inutile : l'anglais deviendrait ainsi la dernière *lingua franca* de l'histoire de l'humanité.

Dans le modèle d'Ostler, l'avenir serait multilingue à un degré beaucoup plus radical que le passé, mais uniquement parce que personne n'aurait le besoin pratique d'apprendre des langues étrangères. Lorsque l'anglais universel sera devenu un simple souvenir, chacun utilisera les mots dans la langue qui lui convient davantage, qui est la plus facile pour lui, sans avoir à se soucier de la langue de ses auditeurs. Le monde sera compréhensible dans toute sa diversité.

1.2 La révolution technologique et l'IA : de la maîtrise du sens à la sémantique distributionnelle

Le traitement automatique du langage, généralement appelé par l'acronyme anglais NLP (*Natural Language Processing*), est l'une des branches les plus complexes du domaine de l'IA (Chiari 2007). Depuis quelques années, les informaticiens tentent une approche rationaliste du langage, dans l'illusion d'instruire les machines à comprendre la sémantique des mots. Ce projet s'est avéré improductif et a été remplacé par une approche empirique qui ne tient pas compte de la compréhension des machines et qui est connue sous le nom de sémantique distributionnelle. C'est le système qui semble bien fonctionner dans de nombreuses applications.

Les progrès récents de l'apprentissage automatique avec les réseaux neuronaux profonds ont suggéré que le problème pourrait être résolu en fournissant aux machines des volumes de données suffisants —les téraoctets. La méthode NPL a été la clé du succès des projets d'IA consacrés au langage : c'est grâce à ces systèmes qu'un progrès remarquable a été réalisé dans le domaine de la traduction automatique au cours des dernières années.

La méthode NPL neuronale est basée sur une stratégie d'évitement du problème du sens des mots : elle adopte l'hypothèse distributionnelle et affirme qu'il existe une relation entre le sens des mots et la façon dont ils sont distribués — c'est-à-dire, qu'ils sont nécessaires, qu'ils sont utilisés et qu'ils se combinent — dans les textes. Puisque des mots de sens similaire apparaissent dans les mêmes contextes, on peut supposer que la sémantique distributionnelle peut servir de base à l'application de techniques d'apprentissage automatique. Le réseau nous fournit des téraoctets de textes et il devient donc relativement facile et mathématiquement aisé de rapprocher le sens d'un mot de sa distribution.

La sémantique distributionnelle a une base empirique qui fonctionne bien dans de nombreuses applications : elle permet d'évaluer la similarité de sens entre les mots et les phrases avec plus de précision, de force et de flexibilité que ce que l'on pourrait faire en utilisant des vocabulaires de synonymes ou d'autres ressources lexicographiques. Cette capacité est cruciale pour de nombreuses applications d'apprentissage automatique, telles que les classificateurs de texte ou les traducteurs automatiques.

Pour ce type d'applications, il n'est pas nécessaire de connaître la signification des mots : il suffit de disposer d'une mesure de leur similarité due au fait qu'ils apparaissent dans les mêmes phrases (par exemple, « caresser

le chien/ le chat »). Grâce à une grande quantité de données valables et aux ressources nécessaires, les matrices de distribution fonctionnent aujourd'hui mieux que n'importe quel dictionnaire dans de nombreux cas pratiques.

1.3 Quelques nouvelles utiles sur le portable : « traduire le site web »

Les progrès de la traduction automatique sont désormais dans l'expérience de tous. De nombreux téléphones portables permettent de lire un texte scientifique ou un journal dans plusieurs langues autres que l'originale. Malheureusement, toutes les langues ne sont pas représentées, et souvent l'italien figure parmi celles-ci. Une nouvelle de très grande portée pour la communication scientifique italienne est apparue aux premiers mois de 2020 : le lancement de *Nature Italy*, un supplément en ligne de la revue *Nature*¹.

Ci-dessous le texte de l'un des premiers numéros, consacré à la lutte contre la pandémie de coronavirus dans les laboratoires italiens. Il suffit de cliquer sur le lien « lire en italien » et le texte apparaît immédiatement.

Il s'agit d'une petite et grande révolution : la langue italienne paraît là où elle n'avait pas le droit de parole. La communauté scientifique, qui sait

mêler réalisme solide et utopie inébranlable, est le creuset où les forces internes qui favorisent le développement de la connaissance peuvent s'intégrer aux forces externes, qui définissent son destin institutionnel. Le libre recours à la langue maternelle, en plus de l'utilisation d'une langue internationale et véhiculaire, ouvre de nouveaux espaces de liberté (Villa 2018 : 150).



Figure 1 : La capture d'écran de l'un des premiers numéros de *Nature Italy* (21.11.2020)

¹ Voir dans l'Annexe 1 les analyses développées sur les traductions automatiques à partir aussi de la revue *Nature*.

2. Langues et savoirs, langages et terminologies

La langue est un moteur de l'évolution scientifique : au cours des siècles, le rôle de la terminologie est devenu de plus en plus visible, constituant un pont entre les connaissances, un tissu de toutes les connexions conceptuelles, visuelles et matérielles. En organisant le savoir par secteur d'activité et en l'identifiant linguistiquement, la terminologie a fait de la langue un instrument de progrès.

L'idée de créer un rapport solide entre la théorie et le langage avait permis à Lavoisier de suivre la *Logique* de Condillac et d'en appliquer les indications précieuses : grâce au lien étroit entre les faits, les mots et les idées, le langage devint le lieu de la rupture avec la tradition antérieure et le lieu où l'on défendait la vérité, au lieu de transmettre les erreurs et les préjugés. L'expérience de la nomenclature de la chimie du XVIII^e siècle (Villa 2016 : 125-128) reste un modèle encore aujourd'hui : puisque le langage et la connaissance sont inséparables, seul le langage peut structurer et organiser l'information acquise par le sens ; en refaisant le langage, on peut refaire la science. La communication de la nouvelle science chimique commence donc par la nouvelle formulation de la terminologie, où les termes nouvellement créés sont incorporés dans la textualité écrite et orale : la réforme systématique du langage de la chimie, qui rejette tout fondement naturel et historique des termes à utiliser, met en évidence le rôle de la terminologie, dont la construction fait partie intégrante de la connaissance.

Une dimension culturelle accompagne ainsi ce processus descriptif et cognitif, dans lequel la terminologie permet de définir l'histoire, l'identité et la conceptualité du domaine concerné. La terminologie devient le moteur de cette évolution ; elle favorise la diffusion de l'innovation, en la greffant sur le patrimoine linguistique antérieur et en l'insérant dans un réseau conceptuel précis.

Cette entreprise organisationnelle et normative, fondée sur l'idée d'une relation dialogique entre la science/ les sciences et le langage, établit un lien presque organique entre la chose et le mot, partant tantôt de la continuité, tantôt de l'arbitraire. Face à la complexité du réel et à la richesse foisonnante de sa terminologie technique et scientifique — qui a pour tâche d'inventorier, de classer et de structurer certaines nomenclatures (il suffirait de penser aux terminologies des arts et métiers) —, des constellations de termes s'assemblent et prennent forme, telle une création microcosmique, dont l'ambition atteint les ontologies et les liens sé-

mantiques du réseau. L'objectif est non seulement de rationaliser et de pérenniser le savoir-faire au sein d'une discipline ou d'un métier, mais surtout de faciliter la communication entre les usagers et les professionnels ainsi que de rendre ce savoir accessible à tous (Zanola 2020 : 69-70).

La terminologie ne doit pas générer de confusion dénomminative, qui peut être nuisible et contre-productive pour les sciences. La terminologie se prête à devenir une occasion de communiquer de nouveaux concepts dans une langue donnée, elle permet une diffusion plus claire et plus précise de l'ensemble des termes et des concepts d'une discipline.

Les innovateurs scientifiques et techniques sont les architectes créateurs de la terminologie : la création d'un lexique spécialisé devient l'un des moyens de transférer la nouvelle technique, les nouvelles connaissances scientifiques. L'attention est portée non seulement sur l'acte de nommer le concept ou l'objet, mais en même temps sur la définition du terme : la définition complète la systématisation du nouveau terme qui s'insère dans le champ considéré, en trouvant son propre espace sémantique à l'intérieur du réseau conceptuel dans lequel le nouveau terme arrive.

La description systématique des sciences et des techniques — de la même manière que celle des arts et des métiers — met en place une procédure qui ne cessera jamais d'être une préoccupation constante de chaque langue et de chaque institution chargée de sa promotion et de sa diffusion. Une terminologie précise est alors une valeur et un atout, qui favorise la rencontre entre les approches linguistico-culturelles et technoscientifiques, et qui permet de formuler et de résoudre les problèmes liés à la traduction multilingue de concepts véhiculés par des termes spécialisés dans les langues naturelles.

La terminologie est le patrimoine et la richesse expressive de chacun et offre les outils de ses activités aux spécialistes et aux traducteurs, aux journalistes scientifiques et aux rédacteurs techniques, à toutes les catégories professionnelles ainsi qu'au citoyen ordinaire dans chaque métier et profession, scientifique et humaniste, institutionnel et juridique, économique et financier, technique et opérationnel. C'est le véhicule qui transmet et exprime toute nouveauté dans le patrimoine conceptuel (Zanola 2018).

Plus la terminologie est consciente de ses composantes linguistiques, conceptuelles et culturelles, plus le degré d'efficacité communicative est

élevé. Comment préserver ce patrimoine de langages et savoirs dans la communication scientifique avec la traduction automatique ?

Nous allons proposer quelques réflexions sur les avantages et les inconvénients de la traduction automatique par rapport au traitement terminologique, en perspective plurilingue.

2.1 Terminologie et traduction automatique : c'est moins mécanique qu'on ne le pense...

La première étape pour la qualité d'une communication au citoyen et au grand public est sans aucun doute l'utilisation correcte de la terminologie et la diffusion d'une terminologie claire et précise, ce qui constitue une valeur économique et juridique en soi. La terminologie et son utilisation correcte peuvent également constituer un instrument de diffusion des objets et des concepts, contribuer à en accroître la diffusion et pouvoir être ainsi acquis dans l'établissement des grands corpus qui serviront à « nourrir » les ressources utiles pour la traduction automatique neuronale. Il ne suffit pas seulement de pouvoir disposer de banques de données rigoureuses, mais aussi de pouvoir comprendre leur distribution par rapport aux types de textes en général et de textes scientifiques hautement spécialisés ou destinés à la vulgarisation.

Les technologies de traduction automatique (TA) se sont considérablement améliorées au cours des deux dernières décennies, avec des développements dans la TA statistique basée sur les phrases (SMT) et, récemment, dans la TA neuronale qui permet d'améliorer l'opérabilité et la qualité de la pratique de la traduction, de répondre exigences de l'industrie de la langue, d'accélérer les communications entre différents pays et différentes langues...

Si l'on considère les inconvénients liés à la traduction automatique, nous nous limitons à renvoyer aux analyses et aux commentaires qui prennent en compte les facteurs suivants : le manque de précision terminologique et les fautes linguistiques, relatives aux calques fautifs, aux nuances aspectuelles et à l'incohérence temporelle, aux changements dans l'ordre des mots, aux transformations structurelles — telles que la suppression d'arguments, l'adjonction d'arguments, l'inversion des relations de dépendance —, à l'effacement d'informations, aux problèmes de référents et aux biais de genre. Les irrégularités terminologiques sont elles aussi à signaler (Schumacher 2019 : 120). Pour ce qui concerne les

avantages, les facteurs gagnants sont plutôt d'ordre stratégique : la possibilité d'avoir accès à l'information scientifique dans plusieurs langues, la valorisation de toutes les langues, l'évidence du fait que ce qui a été réalisé pour la communication technique peut atteindre aussi la communication scientifique (cf. Boitet 2007 ; Grass 2010 ; Cronin 2013 ; Martikainen, Kübler 2016 ; Schumacher 2019).

La plupart de ces considérations reposent sur la disponibilité de grandes données parallèles pour l'entraînement des systèmes de TA, des ressources qui ne sont pas disponibles pour la majorité des langues ; par conséquent, les technologies actuelles ne sont souvent pas en mesure d'être appliquées aux langues à faibles ressources (Liu *et alii* 2020).

La TA est désormais utilisée pour surmonter les barrières linguistiques dans les milieux à haut risque tels que les hôpitaux et les tribunaux, mais la recherche sur son utilisation dans les domaines de la santé et du droit peut souvent ignorer les complexités de la langue et de la traduction effectuée par des humains (Nunes Vieira *et alii* 2021). La connaissance des atouts spécifiques et, surtout, des limites de la TA devient alors indispensable. Dans son état actuel, la technologie de la TA peut exacerber les inégalités sociales et mettre certaines communautés d'utilisateurs en plus grand danger : c'est une question qui mérite une attention plus forte de la part des chercheurs et des décideurs politiques.

Les avancements des travaux (Popel *et alii* 2020) montrent aussi que la TA peut se rapprocher de la qualité de la traduction humaine et la dépasser en termes d'adéquation dans certaines circonstances, ce qui amène à considérer que la TA a le potentiel de remplacer les humains dans les applications où la conservation du sens est l'objectif principal.

2.2 La traduction automatique et le plurilinguisme

La TA peut ainsi améliorer l'opérabilité, la qualité et la rapidité de la traduction et répondre aux exigences de la pratique de la traduction, accélérant la communication entre différents pays et différentes langues. Il s'agit de garantir la sauvegarde des connaissances et de protéger le patrimoine intellectuel représenté par la terminologie dans les langues sources.

La terminologie est un facteur de protection de la communication publique et institutionnelle, un facteur de cohésion sociale et de sauvegarde de la diversité culturelle et linguistique. La relation claire entre la nomen-

clature et l'objet et/ ou le concept est la garantie d'une communication correcte, respectueuse, compétente et experte, et favorise une communication professionnelle de qualité.

Les différentes manières d'utiliser la TA, le recours au traitement massif des données (*big data*) se mesurent sur le terrain avec les compétences des traducteurs, qui doivent de plus en plus travailler pour vérifier et améliorer la traduction disponible selon les possibilités de la TA. Les traducteurs et les traductrices, les interprètes vont ainsi réorienter leurs compétences professionnelles, leur productivité, en fonction de la portion de données que leur langue de travail peut offrir.

Conclusion

L'accord est désormais unanime sur l'importance du plurilinguisme et sur la protection des diversités linguistiques. Stickel (2005) avait souligné que la traduction automatique, grâce au recours à des banques de données terminologiques, pourrait permettre de préserver la communication dans les langues spécialisées dans chaque langue.

Cette perspective est largement partagée : il faut aussi reconnaître les efforts d'évolution dans la formation des professionnels de la traduction, pour lesquels on peut bien observer les attentes de plus en plus exigeantes par rapport au marché de travail. L'enjeu est d'ailleurs des plus importants : faire vivre une langue, c'est permettre qu'elle se manifeste, qu'elle se transmette, qu'elle s'épanouisse. L'altérité, la diversité a sa place dans cette liberté des langues et de leur expression.

Être reconnu, c'est occuper une place dans l'esprit d'un ou de plusieurs autres et, d'une manière plus générale, dans la société. Il n'y a pas là seulement une question de justice ou d'injustice, mais, plus radicalement, l'enjeu d'être ou de ne pas être (Flahault 2009 : 461).

Annexe 1

L'utilisation de la traduction automatique dans la communication multilingue - Fiche de synthèse

1. Groupe de recherche

Chiara Arrigoni, Federica Ciurlia, Maria Cristina Denaro, Luca Ghidini, Lucrezia Marzo, Nicolò Pulici, Anna Lisa Rossi, Sofia Vigo.

Cours de Terminologies et Politiques Linguistiques Master 1,

Prof. Maria Teresa Zanola dir., *Università Cattolica del Sacro Cuore*, Milan.

Coordination : Klara Dankova.

2. Présentation

Dans le cadre des études les plus récentes sur l'utilisation de l'intelligence artificielle dans le domaine de la traduction, ce projet de recherche vise à évaluer l'utilisation de la traduction automatique dans la presse spécialisée et généraliste dans une tranche temporelle contemporaine (mars-avril 2021). Avec un groupe d'étudiants de Master 1 et 2, spécialisés dans différentes langues et cultures, le projet a développé des analyses détaillées considérant une perspective multilingue ; plus précisément, les textes — en original ou en traduction — qui ont été examinés concernent les langues suivantes : anglais, italien, français, allemand, espagnol et portugais.

2.1 Objectifs

Le projet vise à vérifier si les articles traduits en différentes langues sur les sites web d'un certain nombre de périodiques ont fait l'objet d'une révision humaine. Les analyses effectuées contribuent à détecter les principales différences entre la traduction automatique et la traduction avec intervention humaine.

2.2 Méthodologie

Chaque article a été analysé à partir du texte dans la langue originale, de sa traduction officielle proposée sur le site web de la revue et de la traduction automatique générée par le système DeepL. Les erreurs et les écarts générés par la traduction automatique ont été détectés et recensés selon une analyse qui s'étend sur trois niveaux :

- morphologique : genre, nombre, forme verbale ;
- lexical : choix lexicaux, choix terminologiques, traitement des expressions lexicalisées, sigles et acronymes, métaphores ;
- syntaxique : emploi des collocations, ordre des mots, emploi des prépositions, emploi de l'article.

Les éléments observés dans la traduction automatique ont été comparés avec ceux de la traduction publiée dans le site web du périodique, afin de vérifier la qualité de la traduction officielle et celle de la traduction automatique par rapport au texte source.

2.3 Le corpus d'analyse

Le corpus est constitué de 25 articles disponibles dans la langue originale et dans une autre langue (traduction officielle) qui ont été collectés sur les sites web des périodiques respectifs, et de leurs traductions fournies par DeepL pendant la période du 22 mars au 9 avril 2021. La taille des articles originaux est de 139 663 caractères (espaces comprises), ce qui correspond, à peu près, à 77,5 pages standard de 1 800 caractères (espaces comprises). Du point de vue de la typologie textuelle, les articles analysés peuvent être distingués en trois catégories :

- articles publiés dans des revues de vulgarisation scientifique : *National Geographic* (3 articles), *Nature Africa* (4 articles), *Nature Italy* (9 articles), *Journal de la Haute Horlogerie* (3 articles) ;
- articles de la presse quotidienne : *New York Times* (5 articles) ;
- un article de la presse populaire : *Egoista* (1 article).

Les analyses ont été effectuées en tenant compte des combinaisons de langues, réparties en trois groupes : traductions de l'anglais (EN -> X), traductions vers l'anglais (X -> EN) et traductions de et vers des langues autres que l'anglais (X -> X). Le tableau suivant résume le nombre d'articles, leur provenance et leur longueur (le nombre de caractères – espaces comprises – du texte original) pour chaque combinaison linguistique :

Combinaison linguistique		Nombre d'articles	Sources des articles	Nombre de caractères
EN -> X	EN -> IT	10	Nature Italy (9), New York Times (1)	52.742
	EN -> DE	4	National Geographic (3), New York Times (1)	39.344
	EN -> FR	4	Nature Africa	9.866
	EN -> ES	1	New York Times	5.790
X -> EN	DE -> EN	1	New York Times	7.187
	FR -> EN	3	Journal de la Haute Horlogerie	12.582
	PT -> EN	1	Egoista	5.942
X -> X	IT -> ES	1	New York Times	6.210

Tableau 1 : La taille du corpus et les combinaisons linguistiques considérées

3. Exemples d'analyse

Les différences principales entre les traductions automatiques et celles qui sont réalisées avec l'intervention humaine peuvent être illustrées à partir de quelques exemples tirés du corpus d'articles écrits en anglais et traduits en italien (par. 3.1) et en allemand (par. 3.2)² :

3.1 La combinaison linguistique EN -> IT

a) niveau morphologique				
	f	revue EN	revue IT	DeepL (IT)
Nombre	7	at the universities of Groningen and Rome	alle università di Groningen e Roma	all'università di Groningen e Roma
Forme verbale	5	The light emitted by a country at night is an excellent index of GDP, but it does not mean that I learn more money by turning on the light.	La luce emessa da un paese di notte è un ottimo indicatore del PIL, ma questo non vuol dire che si guadagni di più accendendo la luce.	La luce emessa da un paese di notte è un ottimo indice del PIL, ma non significa che io guadagni di più accendendo la luce.
Genre	3	[...] it is harder for female professors to [...], despite being just as productive [...].	[...] è più difficile per le professoresse [...], nonostante siano altrettanto produttive [...].	[...] è più difficile per le professoresse [...], nonostante siano altrettanto produttivi [...].

Tableau 2 : Exemples d'erreurs au niveau morphologique (EN -> IT)

b) niveau lexical				
	f	revue EN	revue IT	DeepL (IT)
Choix lexicaux	142	Governments beyond Italy are now in danger of following the same path, repeating familiar mistakes and inviting similar calamity.	I governi d'oltralpe rischiano ora di seguire la stessa strada, reiterando errori noti e ripetendo disastri simili.	I governi oltre l'Italia sono ora in pericolo di seguire lo stesso percorso, ripetendo errori familiari e invitando simili calamità.
Choix terminologiques	25	[...] by making them more vulnerable to windstorms, fires, and insect outbreaks , [...].	[...] rendendole più vulnerabili a tempeste di vento, incendi e attacchi degli insetti .	[...] rendendole più vulnerabili alle tempeste di vento, agli incendi e alle epidemie di insetti , [...].
Expressions lexicalisées	8	But tracing the record of their actions shows missed opportunities and critical missteps.	Ma andando a ripercorrere le loro azioni si possono notare alcune opportunità mancate e critici passi falsi.	Ma tracciare il registro delle loro azioni mostra opportunità mancate e passi falsi critici.
Sigles et acronymes	6	The potential role of DCT [digital contact tracing] has been highlighted since the early days of the pandemic.	Il ruolo potenziale del tracciamento digitale è stato evidenziato sin dai primi giorni della pandemia.	Il ruolo potenziale del DCT è stato evidenziato fin dai primi giorni della pandemia.

Tableau 3 : Exemples d'erreurs au niveau lexical (EN -> IT)

² 'f' indique la fréquence absolue de chaque type d'erreur détecté.

c) niveau syntaxique				
	f	revue EN	revue IT	DeepL (IT)
Emploi des collocations	20	We can nail down opportunities and risks that are not so evident through traditional analysis.	Riusciamo a individuare opportunità e rischi che non sono così evidenti dalle analisi tradizionali.	Possiamo inchiodare opportunità e rischi che non sono così evidenti attraverso l'analisi tradizionale.
Ordre des mots	26	But tracing the record of their actions shows missed opportunities and critical missteps .	Ma andando a ripercorrere le loro azioni si possono notare alcune opportunità mancate e critici passi falsi .	Ma tracciare il registro delle loro azioni mostra opportunità mancate e passi falsi critici .
Emploi des prépositions	41	Forests in Finland, northern European Russia and the Alps emerged as the most fragile ecosystems, followed by warm-dry forests [...].	Le foreste in Finlandia, nel nord Europa della Russia e nelle Alpi emergono dallo studio come gli ecosistemi più fragili, seguite da foreste calde e secche [...].	Le foreste della Finlandia, della Russia settentrionale europea e delle Alpi sono emerse come gli ecosistemi più fragili, seguite dalle foreste caldo-secche [...].
Emploi de l'article	2	33.4 billion tonnes of biomass (58 per cent of Europe's total forest mass)	33,4 miliardi di tonnellate di biomassa (il 58% della massa forestale totale dell'Europa)	33,4 miliardi di tonnellate di biomassa (58% della massa forestale totale dell'Europa)

Tableau 4 : Exemples d'erreurs au niveau syntaxique (EN -> IT)

3.2 La combinaison linguistique EN -> DE

a) niveau morphologique				
	f	revue EN	revue DE	DeepL (DE)
Forme verbale	4	The damage can still be reversed, he and his colleagues say.	Der Schaden könne immer noch rückgängig gemacht werden, sagen er und seine Kollegen.	Der Schaden kann immer noch rückgängig gemacht werden, sagen er und seine Kollegen.
Genre	3	"Immunity is waning, but certainly not gone, and I think this is key," says Lavine (f) , who wasn't involved with the study.	„Die Immunität lässt nach, aber sie verschwindet definitiv nicht, und ich denke, das ist der Schlüssel“, sagt Lavine, die nicht an der Studie beteiligt war.	„Die Immunität lässt zwar nach, ist aber noch nicht verschwunden, und ich denke, das ist der Schlüssel“, sagt Lavine, der nicht an der Studie beteiligt war.

Tableau 5 : Exemples d'erreurs au niveau morphologique (EN -> DE)

b) niveau lexical				
	f	revue EN	revue DE	DeepL (DE)
Choix lexicaux	38	He is a slight man whose mischievous mien and goatee give him <u>the air</u> of one of Dumas's three musketeers.	Er ist ein eher zierlicher Mann, dessen spitzbübische Miene und Spitzbart ihm <u>den Hauch</u> eines der drei Musketiere von Dumas verleihen.	Er ist ein schmächtiger Mann, dessen spitzbübische Miene und Spitzbart ihm <u>die Ausstrahlung</u> eines der drei Musketiere von Dumas verleihen.
Choix terminologiques	16	About <u>5.4 million acres</u> burned in 2019, an area roughly the size of New Jersey.	Im Jahr 2019 brannten etwa <u>zwei Millionen Hektar</u> , eine Fläche etwa so groß wie Sachsen-Anhalt.	Im Jahr 2019 brannten etwa <u>5,4 Millionen Hektar</u> , eine Fläche etwa so groß wie New Jersey.
Expressions lexicalisées	1	This heated exchange <u>over little</u> illustrated several things.	Diese hitzige Debatte <u>über Kleinigkeiten</u> machte mehrere Dinge deutlich.	Dieser hitzige Austausch <u>über wenig</u> illustriert mehrere Dinge.
Métaphores	3	"We're going to be able to manage it because of modern medicine and vaccines, but it's not something that will just vanish out of the window".	„Dank moderner Medizin und Impfstoffen werden wir in der Lage sein, es in den Griff zu bekommen. Aber es ist nichts, das <u>sich einfach in Luft auflösen wird</u> “.	"Wir werden in der Lage sein, es dank der modernen Medizin und Impfstoffe in den Griff zu bekommen, aber es ist nicht etwas, das <u>einfach aus dem Fenster verschwinden wird</u> ".

Tableau 6 : Exemples d'erreurs au niveau lexical (EN -> DE)

c) niveau syntaxique				
	F	revue EN	revue DE	DeepL (DE)
Emploi des collocations	5	"There will be <u>pockets of people</u> who won't take [the vaccines] [...]."	„Es wird zwar <u>Gruppen von Menschen</u> geben, die [die Impfstoffe] nicht nehmen [...].“	„Es wird <u>Taschen von Menschen</u> geben, die [die Impfstoffe] nicht nehmen [...].“
Ordre des mots	7	Julien Denormandie, the agriculture minister, called the mayor's embrace of the meatless lunch " <u>shameful from a social point of view</u> " [...].	Julien Denormandie, der Landwirtschaftsminister, bezeichnete den vom Bürgermeister verordneten Übergang zu einem fleischlosen Mittagessen als „ <u>aus sozialer Sicht beschämend</u> “ [...].	Julien Denormandie, der Landwirtschaftsminister, nannte die Umarmung des fleischlosen Mittagessens durch Bürgermeister „ <u>beschämend aus sozialer Sicht</u> “ [...].
Emploi des prépositions	19	Julien Denormandie, the agriculture minister, called <u>the mayor's</u> embrace of the meatless lunch "shameful from a social point of view" [...].	Julien Denormandie, der Landwirtschaftsminister, bezeichnete den <u>vom Bürgermeister</u> verordneten Übergang zu einem fleischlosen Mittagessen als „aus sozialer Sicht beschämend“ [...].	Julien Denormandie, der Landwirtschaftsminister, nannte die Umarmung des fleischlosen Mittagessens <u>durch Bürgermeister</u> "beschämend aus sozialer Sicht" [...].

Tableau 7 : Exemples d'erreurs au niveau syntaxique (EN -> DE)

4. Résultats de l'analyse

Différents types d'erreurs intervenus dans la traduction automatique (par. 2.2) ont été étudiés afin d'identifier leur pertinence dans l'ensemble

du corpus. Le tableau ci-dessous montre les fréquences absolues (f) de chaque type d'erreur détecté :

Niveau	Type de faute	f	f (total)
a) morphologique	Nombre	15	35
	Forme verbale	14	
	Genre	6	
b) syntaxique	Emploi des prépositions	74	149
	Ordre des mots	46	
	Emploi des collocations	26	
	Emploi de l'article	3	
c) lexical	Choix lexicaux	294	378
	Choix terminologiques	55	
	Expressions lexicalisées	16	
	Sigles et acronymes	8	
	Métaphores	5	

Tableau 8 : Les fréquences absolues des différents types d'erreurs

sur les sites web des revues considérées, la recherche a montré des emplois différents de la traduction automatique selon les cas.

En particulier, dans le cas de *Nature Italy* (revue spécialisée) et du *New York Times* (quotidien), l'utilisation de la traduction automatique s'accompagne de l'intervention humaine qui fait la différence, offrant un style élaboré et de nombreux ajouts efficaces pour la clarté du texte. Les articles en italien de *Nature Italy* se distinguent par une terminologie correcte et cohérente, les auteurs des deux articles (en anglais et en italien) étant de langue maternelle italienne et ayant une bonne connaissance de la terminologie en italien. De même, les traductions du magazine *National Geographic* montrent une utilisation évidente d'un traducteur automatique malgré de nombreux remaniements et des changements stylistiques. La traduction automatique a également été utilisée dans le cas de la revue *Nature Africa*, mais cette fois avec des résultats très différents, qui vont des erreurs évidentes dans la traduction proposée à des cas où la traduction automatique a offert de bons résultats. Finalement, les traductions des articles de la revue spécialisée *Journal de la Haute Horlogerie* et de la revue populaire *Egoista* diffèrent fortement des traductions automatiques, ce qui nous amène à conclure qu'elles ont été effectuées par un traducteur humain qui n'a pas eu recours à la TA.

Un nombre total de 562 erreurs a été identifié et analysé aux niveaux morphologique, syntaxique et lexical. En référence à notre corpus (77,5 pages standard), il est possible d'affirmer qu'une moyenne de 7 erreurs de traduction automatique correspond à une page standard (du texte original). Les erreurs les plus fréquentes appartiennent au niveau lexical (378), suivies des erreurs syntaxiques (149) et morphologiques (35). Concrètement, les trois types d'erreurs les plus fréquentes concernent les choix lexicaux (294), l'emploi des prépositions (74) et les choix terminologiques (55). En ce qui concerne les traductions des articles proposés

Remarques finales

La traduction automatique accompagnée d'une intervention humaine joue un rôle crucial dans les traductions des articles de tous les périodiques de notre corpus, à l'exception du *Journal de la Haute Horlogerie* et de *Egoista* (deux périodiques qui sont, sans aucun doute, moins répandus que les autres qui ont été considérés dans le corpus). Le nombre relativement faible d'erreurs détectées (7 erreurs/1 page standard) démontre un bon fonctionnement des traducteurs automatiques. Toutefois, il ne faut pas oublier que les traductions automatiques présentent de nombreuses erreurs stylistiques qui n'ont pas été prises en compte dans l'analyse. À titre d'exemple, nous mentionnons l'expression « *a handful of studies* » (texte original EN), traduite par DeepL au moyen d'un calque « *une poignée d'études* » (FR), au lieu de proposer une expression plus courante, telle que « *quelques études* » (traduction officielle FR). Les analyses ne reflètent pas non plus des traitements inappropriés des références culturelles, comme dans « *eine Fläche etwa so groß wie New Jersey* » (traduction automatique DE), censé d'exprimer « *an area roughly the size of New Jersey* » (texte original EN). Même si le manque d'adaptation ne représente pas, dans le cas présent, une erreur grave, parce que cela n'entraîne aucun changement de sens, une bonne adaptation des références culturelles par un traducteur humain est toujours préférable car elle peut faciliter considérablement la compréhension du message de la part du public visé (par exemple, « *eine Fläche etwa so groß wie Sachsen-Anhalt* », traduction officielle DE).

Pour conclure, la présente recherche a montré que la révision des traductions automatiques par un traducteur-réviseur humain s'avère nécessaire malgré les performances de plus en plus élevées des logiciels de traduction, et cela à tous les niveaux analysés : morphologique, syntaxique et lexical. D'un point de vue quantitatif, l'analyse a révélé que les phénomènes relevant du niveau lexical sont la source la plus importante d'erreurs. Dans le cas des textes de spécialité, la nécessité d'une révision approfondie s'impose notamment sur le plan terminologique. Nos analyses des traductions automatiques ont fait ressortir que dans certains cas, l'utilisation incorrecte ou incohérente des termes peut altérer de manière significative le contenu du message du texte original ; un exemple frappant nous est fourni par le traitement des unités de mesure : par exemple, « 5,4 millions d'acres » (texte original EN) — « *5,4 Millionen Hektar* » (traduction automatique DE) — « *zwei Millionen Hektar* » (traduction officielle DE). Une attention particulière doit également être accordée au traitement des unités terminologiques désignant de nouveaux concepts, car celles-ci ne sont pas encore suffisamment représentées dans les corpus de référence utilisés par les traducteurs automatiques. Dans notre corpus

c'est le cas des termes « *digital contact tracing* » (texte original EN) et « *physical distancing measures* » (texte original EN), liés à la pandémie du Covid-19. La comparaison entre les équivalents en italien utilisés dans les traductions officielles (respectivement « *tracciamento (digitale) dei contatti* » ou « *contact tracing* » et « *distanziamento sociale* ») et les solutions proposées par DeepL (respectivement « *tracciatura digitale dei contatti* » et « *misure di allontanamento fisico* ») ne laisse aucun doute sur l'utilité d'une révision de la part d'un expert humain ayant des connaissances précises sur l'emploi des termes dans la langue cible.

Bibliographie

La date de dernière consultation de tous les liens hypertextes est le 12 septembre 2021.

Boitet Christian (2007). « Corpus pour la TA : types, tailles et problèmes associés, selon leur usage et le type de système ». *Revue française de linguistique appliquée*, XII/1, 25-38.

Brosch Cyril (2015). « On the Conceptual History of the Term Lingua Franca ». *Apples: journal of applied language studies*, 9/1, 71-85.

Chiari Isabella (2007). *Introduzione alla linguistica computazionale*. Bari : Laterza.

Cronin Michael (2013). *Translation in the Digital Age*. Londres-New York : Routledge.

Flahault François (2009). « Reconnaissance et anthropologie générale ». Dans : Alain Caillé, Christian Lazzeri (éds). *La reconnaissance aujourd'hui*. Paris : CNRS Editions, 455-469.

Gordin Michael D. (2015). *Scientific Babel : How Science Was Done Before and After Global English*. Chicago, Illinois : University of Chicago Press.

Grass Thierry (2010). « A quoi sert encore la traduction automatique ? ». *Les Cahiers du GEPE*, 2. URL : <<http://www.cahiersdugepe.fr/index.php?id=1367>>

Liu Chao-Hong, Karakanta Alina *et alii* (2020). « Introduction to the Special Issue on Machine Translation for Low-Resource Languages ». *Machine Translation*, 34, 247-249.

Martikainen Hanna, Kübler Natalie (2016). « Ergonomie cognitive de la post-édition de traduction automatique : enjeux pour la qualité des traductions », *ILCEA*, 27. URL : <<https://journals.openedition.org/ilcea/3863>>

Nunes Vieira Lucas, O'Hagan Minako *et alii* (2021). « Understanding the societal impacts of machine translation : a critical review of the literature on medical and legal use cases ». *Information, Communication & Society*, 24/11. DOI: 10.1080/1369118X.2020.1776370

Ostler Nicholas (2010). *The Last Lingua Franca. English Until the Return of Babel*. Londres : Allen Lane.

Popel Martin, Tomkova Marketa *et alii* (2020). « Transforming machine translation : a deep learning system reaches news translation quality comparable to human professionals ». *Nature Communications*, 11. URL : < <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18073-9>>

Schumacher Perrine (2019). « Avantages et limites de la post-édition ». *Traduire*, 241, 108-123. URL : <<http://journals.openedition.org/traduire/1887>>

Stickel Gerhard (2005). « Plurilinguismus und Übersetzen : Investition in Europas Zukunft ». Dans : Fritz Nies (éd). *Europa denkt mehrsprachig / L'Europe pense en plusieurs langues*. Tübingen : Gunter-Narr-Verlag, 97-106.

The Economist (1996). « Language and Electronics: the coming global tongue ». *The Economist*, 21 décembre 1996, 37-39.

Villa Maria Luisa (2016). *La scienza sa di non sapere per questo funziona*. Milan : Guerini.

Villa Maria Luisa (2018). *Scienza è democrazia. Come funziona il mondo della ricerca*. Milan : Guerini.

Zanola Maria Teresa (2018). *Che cos'è la terminologia*. Rome : Carocci.

Zanola Maria Teresa (2020). « Lingua e linguaggi, un ponte fra arte e scienza ». Dans : Gaspare Polizzi (éd). *Arte & Scienza*. Naples : DoppiaVoce, 69-78.