Maalim
e-ISSN: 2600-6944 | p-ISSN: 2170-0052
Volume 17 Issue 2/ Décembre 2024 PP. 41-61

Neural Machine Translation: Artificial Intelligence Versus the Human Mind - DeepL Translator Application as an Example –

Mbarak boudraa *
University of Mohamed Cherif Messaadia, Souk Ahras, Algeria. Laboratory of Linguistic and Literary Studies.
m.boudraa@univ-soukahras.dz
Makhloufi zakaria
University of Mohamed Cherif Messaadia, Souk Ahras, Algeria
Makhloufi-zakaria@univ-eltarf.dz

DOI:10.33705/1111-017-002-004

Received: 29/09/2024
Accepted: 10/12/2024
Published: 31/12/2024
***Corresponding Author**

Citation :
boudraa,M. (2024).
Makhloufi,Z. (2024).
Neural Machine Translation: Artificial Intelligence Versus the Human Mind - DeepL Translator Application as an Example –
Maalim
I(2), 41-61

Abstract:

Translation is one of the most important traditional means of communication between peoples of different languages and cultural backgrounds, and an effective tool for achieving acquaintance and transferring knowledge and civilizations. With technological advances, the demand for machine translation that uses digital technology and artificial intelligence has increased more than ever. Moreover, neural machine translation, which uses complex artificial neural networks to simulate the human brain, is advanced because it outperforms human translation in terms of speed and the ability to store and retrieve information. This article attempts to explore the following research question: To what extent has neural machine translation, using DeepL Translator as a typical example, achieved the quality and accuracy of human translation?

Keywords: Machine Translation; Neural Machine Translation; Artificial Neural Networks Translation Quality; DeepL Translator Application.

Maalim
© 2024 The Author(s).
Published by the High council of the Arabic language.
This is an open access article under the CC BY license

الترجمة الآلية العصبية: بين الذكاء الاصطناعي والعقل البشري
- تطبيق DeepL Translator أنموذجا –

ط.د. مبارك بوذراع
جامعة محمد الشريف مساعدية، سوق أهراس، الجزائر. مخبر الدراسات اللغوية والأدبية.
أ.د. زكرياء مخلوفي
جامعة محمد الشريف مساعدية، سوق أهراس، الجزائر

الملخّص:

تعد الترجمة من أهم الوسائل التقليدية للتواصل بين الشعوب على اختلاف لغاتها وخلفياتها الثقافية، وأداة فعالة لتعزيز التعارف ونقل المعارف والحضارات. ومع التقدم التكنولوجي ازداد الطلب - أكثر من أي وقت مضى - على الترجمة الآلية التي تستخدم التكنولوجيا الرقمية والذكاء الاصطناعي، وعلاوة على ذلك فإن الترجمة الآلية العصبية، التي تستخدم شبكات عصبية اصطناعية معقدة لمحاكاة الدماغ البشري متقدمة لأنها تتفوق على الترجمة البشرية من حيث السرعة والقدرة على تخزين المعلومات واسترجاعها. ومن ثم، تحاول هذه المقالة استقصاء السؤال البحثي التالي: إلى أي مدى حققت الترجمة الآلية العصبية باستخدام DeepL Translator كمثال نموذجي، دقة وجودة الترجمة البشرية؟

الكلمات المفتاحيَّة: الترجمة الآلية؛ الترجمة الآلية العصبية؛ الشبكات العصبية الاصطناعية؛ جودة الترجمة؛ تطبيق DeepL Translator.

1. مقدِّمة:

تعتبر الترجمة من أهم وأقدم وسائل التواصل بين الشعوب على اختلاف ألسنتهم ومشاربهم الثقافية وأداة فعالة لتحقيق التعارف ونقل المعارف والحضارات، وبظهور الآلة واختراع الحاسوب منتصف القرن العشرين، صار ذلك متاحا -بجهد أقل ووقت أقصر- بفضل الترجمة الآلية، التي تطورت مع أجيال الحواسيب من الترجمة الآلية المباشرة إلى الترجمة الآلية الإحصائية أواخر ثمانينيات القرن العشرين.

وبانتشار العولمة واقتصاد المعرفة مطلع القرن الحادي والعشرين ازدادت الحاجة -أكثر من أي وقت مضى- إلى ترجمة آلية تستفيد من مخرجات التكنولوجيا الرقمية وتقنيات الذكاء الاصطناعي، وتتجاوز الترجمة البشرية سواء من حيث سرعتُها وقدرتُها على تخزين المعلومات واسترجاعها، أو من حيث توفيرُها للجهد والمال فكانت الترجمة الآلية العصبية التي تحاكي في نظام عملها الدماغ البشري، باستخدام شبكات عصبية اصطناعية جدّ متطورة.

ومن هنا تبلورت إشكالية هذه الورقة البحثية، وهي: إلى أي مدى استطاعت الترجمة الآلية العصبية (تطبيق DeepL Translator أنموذجا) أن تحقق دقة وجودة الترجمة البشرية؟

وللإجابة عن هذه الإشكالية، نتطرق في المبحث الأول إلى الترجمة الآلية ومراحل تطور أنظمتها، ثم نخصص المبحث الثاني للحديث عن الترجمة الآلية العصبية والشبكات العصبية الاصطناعية ومدى استفادتها من تقنيات الذكاء الاصطناعي، ونعرض في المبحث الثالث دراسة تطبيقية لأنموذج مختار تمت ترجمته باستخدام تطبيق

DeepL Translator، ومقارنة مخرجات الترجمة الآلية بالترجمة البشرية المنشورة في مجلة وطنية محكمة، ونخلص في خاتمة هذه الورقة إلى ذكر أهم النتائج المتوصل إليها.

2. الترجمة الآلية: النشأة والتطور

تعود فكرة استخدام الآلة في الترجمة (ميكنة الترجمة) إلى ثلاثينيات القرن الماضي في كل من فرنسا وروسيا، فقد حصل الفرنسي ذو الأصول الأرمينية جورج أرستروني (George Artsrouni) سنة 1933 على براءة اختراع جهاز يمكنه العثور على ما يعادل أية كلمة في لغة أخرى، والذي تم عرضه سنة 1937، كما حصل الروسي بيتر سميرنوف ترويانسكي (Petr Smirnov-Troyanskii) في الفترة نفسها على براءة اختراع آلة تتولى إحدى مراحل الترجمة الميكانيكية، وكان يعتقد أن عملية التحليل المنطقي للكلمات في أشكالها الأساسية ووظائفها النحوية والتي كان يتولاها الإنسان يمكن أن تكون هي الأخرى ميكانيكية.[1] إلا أن ظهور مصطلح الترجمة الآلية (Machine Translation) يعود إلى سنة 1949، ويعتبر عالم الرياضيات الأمريكي وارن ويفر (Warren Weaver) أوّل من اقترح مفهوم هذا المصطلح في مذكرته الشهيرة التي يشير فيها إلى إمكانية بناء نظام للترجمة الآلية باستخدام الحاسوب[2]، استنادا إلى معرفته بعلم التشفير والإحصاء ونظرية المعلومات والمنطق وعموميات اللغة، فكانت هذه المذكرة حافزا لأبحاث الترجمة الآلية في الولايات المتحدة الأمريكية.[3]

وفي سنة 1951 اجتمع ورن ويفر بعدد من العلماء في معهد ماساشوستس للتكنولوجيا (MIT)، وتمّ تعيين بار هيليل (Yehoshua Bar-Hillel) للإشراف على مشروع الترجمة الآلية[4]، وبذلك انطلقت الدراسات والبحوث في هذا المجال في مختلف الجامعات الأمريكية، وبخاصة في معهد ماساشوستس الذي شهد انعقاد أول مؤتمر حول هذا المشروع سنة 1952، ومن أهم نتائجه تشكيل فريق عمل للترجمة الآلية، فتعاون ليون دوسترت (Leon Dostert) من جامعة جورج تاون مع شركة IBM لتحقيق هذا المشروع، وقد نجح فريق العمل سنة 1954 في إجراء أول تجربة للترجمة الآلية لجمل مختارة من اللغة الروسية إلى اللغة الإنكليزية، رغم محدودية الكلمات (250 كلمة روسية) والقواعد اللغوية (6 قواعد نحوية) المتعامل معها[5]، وبذلك عُدّت جامعة جورج تاون أول جامعة أمريكية تقدم عرضا حيّا لجهاز ترجمة آلية من اللغة الروسية إلى اللغة الإنكليزية، وبذلك تشكلت فرق البحث في هذا المجال في الجامعات: الأمريكية والبريطانية والفرنسية والإيطالية والألمانية وغيرها، بينما بدأت تجارب الترجمة الآلية في الاتحاد السوفياتي (سابقا) سنة 1955، وفي اليابان سنة 1956.

وفي سنة 1960 أجرى بار هيليل مراجعة لتقدم الترجمة الآلية، وانتقد فكرة الترجمة الآلية الكاملة عالية الجودة (Fully Automatic High Quality Translation)، وأوصى أن تتبنى الترجمة الآلية أهدافا أقل طموحا وأن تُبنى أنظمتها عن طريق التفاعل بين الإنسان والآلة[6]، بالنظر إلى إمكانات الحواسيب المحدودة. وفي 1964 تشكلت اللجنة الاستشارية لمعالجة اللغات آليا ALPAC(Automatic Language Processing Advisory Committee) لدراسة جدوى أبحاث الترجمة الآلية في الولايات المتحدة الأمريكية، وجاءت نتائج التقرير سلبية[7] مما أدى إلى تراجع الاهتمام بالترجمة الآلية في الولايات المتحدة بشكل مباشر لأكثر من عقد من الزمن، وفي أماكن أخرى بشكل غير مباشر[8]، ليعود الاهتمام بها مجددا في سبعينيات وثمانينيات القرن الماضي على مستوى القطاع الخاص، في كل من: الولايات المتحدة الأمريكية واليابان وكندا وفرنسا، أما في الاتحاد السوفياتي فظلت الحكومة تدعم مشروع

الترجمة الآلية، كما أن بعض الشركات مثل: سيستران (Systran)، وميتال (Metal) بقيت هي الأخرى تدعم مشاريع الترجمة الآلية لاقتناعها بأنها تشكل سوقا علمية حيّة.[9]

أما على المستوى العربي، فقد أقر المجلس التنفيذي للمنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (ALESCO) في دورته الثلاثين عام 1982 الخطة القومية للترجمة كأداة قومية للعمل التربوي والثقافي والعلمي، للنهوض بالترجمة العلمية والأدبية في الوطن العربي[10]، كما تطرقت ندوة المركز القومي للتنسيق والتخطيط والبحث العلمي والتقني المنعقدة بالمغرب عام 1983 إلى دور الحاسوب في الترجمة، وكانت الترجمة أيضا من المواضيع التي تطرق إليها مؤتمر الكويت للحاسوب عام 1989[11]، ومن المحاولات الرائدة في هذا المجال - على سبيل الذكر لا الحصر- نظام صخر للترجمة الآلية ثنائية الاتجاه بين اللغتين العربية والإنكليزية، ومع هذا يبدو تأخر الدول العربية في مجال الترجمة الآلية جليا مقارنة بالدول الغربية لا سيما الولايات المتحدة الأمريكية.

1.2. مفهوم الترجمة الآلية:

قبل الحديث عن مفهوم الترجمة الآلية وجب منهجيا تحديد مفهوم الترجمة أولا، حيث تعرّف لغة بأنها التفسير ونقل الكلام من لغة إلى أخرى، فـ "التُرجمان والتَرجمان: المفسّر للّسان. التّرجمان بالضّم والفتح: هو الّذي يترجم الكلام أي ينقله من لغة إلى أخرى"[12]، ومن المعنى اللّغوي جاء المعنى الاصطلاحي الذي يعتبر أن "الترجمة هي التعبير في اللغة الهدف عما تم التعبير عنه في اللغة الأصل مع الاحتفاظ بالتكافؤات الدلالية والأسلوبية"[13]، وهو تعريف كلاسيكي يركز على ركني الانتقال بين لغتي المصدر والهدف، والحفاظ على تكافؤ الدلالة والأسلوب، وبتطور الدراسات اللسانية وبخاصة مع تشومسكي (A. N. Chomsky) ونظرية النحو التوليدي التحويلي، جعل يوجين نيدا (Eugene Nida) يتجاوز هذين الركنين، من خلال تمييزه بين التكافؤ الشكلي الذي يعيد إنتاج البنية السطحية للغة المصدر، والتكافؤ الوظيفي الذي يحاول إنتاج استجابة قارئ النص المصدر نفسها لدى قارئ النص الهدف، وبهذا يرى نيدا أن المترجم في عملية نقله للمعنى بين لغتين أو أكثر يتحرك بين البنيتين العميقة والسطحية، باعتبار أن فهم التركيب العميق أساس فهم المعنى الدلالي، فالنص الأصلي يخضع لقواعد تحويلية تحدث في ذهن المترجم، لتوليد التركيب السطحي في اللغة الهدف.[14]

أما الترجمة الآلية حسب وليام جون هتشينز (William John Hutchins) فهي استخدام البرمجيات الحاسوبية لنقل مضمون نص من لغة طبيعية أولى تسمى اللغة الأصل (Source Language) إلى لغة طبيعية ثانية تسمى اللغة الهدف (Target Language)، والنص الأصلي المعالج بنظام البرمجة هو النص المدخل (Input Text)، في حين النص المترجم هو النص المخرج (Out Put Text)، وهي عملية تتم بتدخل بشري أو من دونه[15] كما تعرف أيضا بأنها تدخل الذكاء الاصطناعي بمساعدة الحاسوب لأداء فعل الترجمة عن طريق الأنماط اللغوية والمعرفية المخزنة (في الحاسوب) بفعل تراكيب ومصطلحات يسترجعها في مقابل اللغة التي يترجم منها.[16] ويعرفها علي يحي السرحاني بأنها "عملية تحويل نص مكتوب أو منطوق من لغة إلى أخرى باستخدام تقنيات متطورة عن طريق أجهزة إلكترونية وحواسيب ودون الاستعانة بالعنصر البشري".[17]

وعليه يمكن اعتبار الترجمة الآلية بأنها تلك الترجمة التي تتم عن طريق الآلة، حيث يتم بواسطتها نقل نص (منطوق أو مكتوب) من لغة طبيعية أولى إلى لغة أو لغات طبيعية أخرى، باستخدام مختلف التطبيقات والبرامج الحاسوبية، التي تستثمر آخر ما توصلت إليه تكنولوجيا المعلومات من تقنيات الذكاء الاصطناعي.

2.2. أنظمة الترجمة الآلية:

تصنف أنظمة الترجمة الآلية من حيث الطرائق المستخدمة في بناء نظمها إلى أنظمة قائمة على القواعد اللغوية، وأنظمة قائمة على الذخيرة اللغوية[18]، أو المدونات اللغوية (Corpus Linguistic).

أ- أنظمة الترجمة الآلية القائمة على القواعد (Rule-based MT):

هي أنظمة تعتمد أساسا مختلف القواعد اللغوية: النحوية (التحليل والتوليد) أو الصرفية، أو المعجمية وقد هيمنت هذه الأنظمة على أبحاث الترجمة الآلية حتى نهاية الثمانينيات[19]، فهي أنظمة تتبنى المعالجة اللغوية عنصرا جوهريا في معالجتها للغات الطبيعية، وتشمل:

أ-1. الترجمة الآلية المباشرة (Direct MT): وهي من نظم الجيل الأول، وتقوم على ترجمة كلمة بكلمة بالمقارنة المعجمية المباشرة في قاموس ثنائي اللغة، وعادة ما تتم بين لغتين وباتجاه واحد[20]، أي أنها تعتمد المقابلات اللفظية، وتمر عملية الترجمة المباشرة بثلاث مراحل[21] هي: التحليل الصرفي، المقابلة المعجمية، وإعادة الترتيب المحلي، حيث يتم في المرحلة الأولى التعرف على كلمات اللغة المصدر، من حيث السوابق واللواحق وإرجاع الأشكال المصرفة منها إلى أصلها، أما المرحلة الثانية فيتم فيها البحث المباشر في قاموس ثنائي اللغة عن مكافئات كلمات اللغة المصدر في اللغة الهدف، وفي المرحلة الأخيرة تتم عملية إعادة ترتيب كلمات اللغة الهدف حسب وظيفتها الإعرابية، وبذلك فهي ترجمة سطحية تفتقر إلى التحليل العميق لمكونات النص، غير أنها تعتبر محاولة جادة لأنها بعثت إلى الوجود علم الترجمة الآلية بشكل خاص واللسانيات الحاسوبية بشكل عام.[22]

وقد تعرضت الترجمة المباشرة إلى عديد الانتقادات، وفقدت مكانتها العلمية بحلول سبعينيات القرن الماضي نتيجة استحالة تعميم قواعدها، غير أنها حافظت على تأثيرها التكنولوجي بشكل خاص[23]، وبذلك ظهرت الترجمة الآلية باستخدام لغة وسيطة (بينية) بين اللغة المصدر واللغة الهدف.

أ-2. الترجمة الآلية باستخدام لغة وسيطة (Interlingua MT): وهي من أنظمة الترجمة غير المباشرة وأقدمها تاريخيا وتمثل أنظمة الجيل الثاني، والترجمة في هذا النظام تمر بمرحلتين رئيستين: تمثيل معنى نص اللغة المصدر بلغة رسمية مصطنعة هي اللغة الوسيطة أو البينية، ثم التعبير عن هذا المعنى باستعمال الوحدات المعجمية والتراكيب النحوية للغة الهدف[24] انطلاقا من البنى والنماذج الوسيطة، والتي تعتبر تمثيلا حياديا ومجردا للنص المصدر والنص الهدف في الوقت نفسه، بمعنى أن اللغتين المصدر والهدف لا تكونان على اتصال مباشر أبدا، ومن مزايا هذا النظام أنه يعمل بين عدد من اللغات الطبيعية (ن) ويقوم بالترجمة بينها في (ن×(ن-1)) اتجاه، وبإضافة خاصية الترجمة العكسية من اللغة نفسها وإليها يصبح العدد الأكبر لاتجاهات الترجمة (ن^2) اتجاه[25]، كما أنه يسهل توليد الجمل والنصوص الممثلة باللغة الوسيطة إلى أية لغة أخرى[26].

وقد ركزت الأبحاث خلال الثمانينيات والتسعينيات على تطوير أنظمة الترجمة القائمة على اللغة البينية لجعلها قادرة على تمثيل المعنى البيني المستقل عن اللغتين، ومن أمثلة الترجمة القائمة على اللغة البينية على سبيل الذكر مشروع CATALYS في جامعة كارنيجي ميلون (CMU) لترجمة كتيبات خاصة بشركة للجرارات[27]، غير أن أهم مشكلة صادفت الباحثين في هذا النظام من الترجمة صعوبة تحديد تعريف دقيق وشامل للغة الوسيطة بمعزل عن كل اللغات الطبيعية -وحتى بالنسبة إلى تلك اللغات التي تنتمي إلى العائلة نفسها- يراعي

الخصائص اللسانية بمختلف مستوياتها، وهو ما دفع بالباحثين إلى تبني أنظمة بديلة لتجاوز هذه العقبات، فظهرت بذلك الترجمة الآلية التحويلية.[28]

أ-3. الترجمة الآلية التحويلية (Transformative MT): وهي من أحدث أنظمة الترجمة الآلية غير المباشرة، وتعتبر من أنظمة الجيل الثالث، والترجمة في هذا نظام تعتمد لغتين وسيطيتين لتمثيل كلا النصين في اللغتين المصدر والهدف، ووفقا لهذا النظام تتم الترجمة على ثلاث مراحل: التحليل، والتحويل، والتوليد، يتم في المرحلة الأولى نقل النص وتحويله من اللغة المصدر إلى اللغة البنية أو الوسيطة للغة المصدر، وهي لغة صناعية أما في المرحلة الثانية فيتم تحويل البنية الوسيطة للغة المصدر إلى بنية وسيطة للغة الهدف المكافئة لها، وأخيرا يتم توليد النص الهدف من البنية الوسيطة للغة الهدف الناتجة عن المرحلة السابقة. [29]

ومن أهم ما ميّز الترجمة الآلية التحويلية أنها استطاعت التغلب على استحالة وضع تعريف محدد وشامل للغة الوسيطة بمعزل عن كل اللغات الطبيعية، كما تمكنت من حل مشكلة تعقيدات التحليل والتوليد، واللذان ظهرا مع الترجمة الآلية الوسيطة.[30]

ب- أنظمة الترجمة القائمة على الذخيرة اللغوية (corpus-based MT):

هيمنت أبحاث الترجمة الآلية القائمة على القواعد بمختلف أنواعها حتى نهاية الثمانينيات، لتفتح المجال منذ 1989 لمناهج واستراتيجيات جديدة تعرف بالمناهج القائمة على المتون أو المدونات[31]، ونجد ضمن هذا النظام:

ب-1. الترجمة الآلية القائمة على الأمثلة (Example-based MT): تم اقتراح هذا النظام من طرف ناجاو ماكوتو(Nagao Makoto) عام 1981 بجامعة كيوتو (Kyoto) اليابانية، غير أن تجارب الترجمة به بدأت في نهاية الثمانينيات، وتقوم الترجمة فيه على فرضية البحث عن أمثلة مشابهة لتلك التي سبق ترجمتها، بمعنى كيف سبق وأن تُرجم تعبير أو عبارة مماثلة[32] ، فهو نظام مبني على التناظر بين أزواج اللغات، ويعتمد على بناء قاعدة معلومات لنصوص متقابلة في لغتين أو أكثر، سبق أن ترجمها الإنسان[33]، "ويعني ذلك أن عملية الترجمة تتم عن طريق المحاكاة والقياس على ما هو مخزن في قاعدة المعلومات من أمثلة النصوص المترجمة بين لغات مختلفة في مجالات علمية ومعرفية عدة"[34]، وتمر الترجمة الآلية في هذا النظام بمراحل ثلاث: التطابق والتوافق وإعادة الترتيب، حيث يتم في المرحلة الأولى البحث في قاعدة البيانات من بين تلك الأمثلة التي سبق ترجمتها، عن الأمثلة المشابهة للنص المصدر في اللغة الهدف، وفي المرحلة الثانية يتم اختيار أفضل ما يوافق النص المصدر في اللغة الهدف من بين تلك الأمثلة التي تم العثور عليها، وأخيرا يتم إعادة ترتيب الكلمات والعبارات التي تم انتقاؤها في المرحلة السابقة لتوليد النص الهدف بأفضل ترجمة. وبتطور الحواسيب وتزايد حجم النصوص المترجمة أواخر الثمانينيات ظهرت الترجمة الآلية الإحصائية بمخابر IBM لتحسين أداء الترجمة الآلية القائمة على الأمثلة وتلك القائمة على القواعد.[35]

ب-2. الترجمة الآلية الإحصائية (Statistical MT): وهي نظام يعتمد على جداول إحصائية لكل زوج من اللغات، والتي تتضمن احتمالات لترجمة حروف، وكلمات، وأشباه جمل، وجمل من اللغة المصدر وما يقابلها في اللغة الهدف، بإحداث تقابلات بين مكونات النص المصدر وما يقابلها في اللغة الهدف، وفي حالة وجود ازدواجية في المعاني يتم ترجيح المعنى الأكثر احتمالا في الجداول[36]، فالترجمة الآلية الإحصائية تنتهج أسلوبا رياضيا، وكلما زاد المحتوى الخاص بمجال معين كان ناتج الترجمة أفضل. ويستعمل محرك البحث Google منهج الترجمة الآلية

الإحصائية منذ 2006 إلى غاية 2016 -قبل أن يتحول إلى الترجمة الآلية العصبية- ورغم الأداء المقبول لهذا المنهج إلا أنه تعرض هو الآخر إلى عديد الانتقادات بسبب ما يظهر من مشاكل لغوية، وبخاصة إذا كانت مصادر الذخيرة اللغوية محدودة، وهذا ما فتح مجال البحث لاستبدال الترجمة الآلية الإحصائية بمنهج آخر يحاكي النظام العصبي للدماغ البشري بتصميم شبكات عصبية اصطناعية قادرة على التعلم والتدريب[37]، فظهرت بذلك الترجمة الآلية العصبية.

3. الترجمة الآلية العصبية (Neural Machine Translation):

الترجمة الآلية العصبية مقاربة جديدة للترجمة الآلية، تعتمد أساسا على بناء وتدريب شبكة عصبية كبيرة، والتي تعمل على قراءة الجملة المصدر وتشفيرها (Encoder)، ثم تقوم وحدة فك التشفير (Decoder) بإخراج الترجمة، وبفضل تدريب نظام التشفير وفك التشفير لكل زوج من اللغات يزيد احتمال الترجمة بشكل صحيح إلى أقصى حد ممكن، ومع إدراج تقنيات التعلم الآلي تتدرب الشبكات العصبية تلقائيا كما هو متوقع وإذا ثبت عملها بالشكل الصحيح تسمى في هذه الحالة خبيرة (Expert)، فعمل الشبكات العصبية الاصطناعية بهذه الطريقة يمكن تشبيهه بالطفل الذي يولد، وبعد الولادة تبدأ عملية تدريبه، فيكتسب معارف ويخزنها في ذاكرته، ثم يسترجعها وقت الحاجة، وما يميز الشبكة العصبية الاصطناعية (وهي أقل تعقيدا) عن الشبكة العصبية البيولوجية (المعقدة جدّا) أنها تحتفظ بالمعلومات المخزنة في قاعدة البيانات ولن تنساها أبدا.[38]

ويعود اختراع الشبكات العصبية الاصطناعية إلى العالمين الأمريكيين: ماكولوتش (McCulloch) وبيتس (Pitts) عام 1943[39]، غير أن الفضل في استخدامها في الترجمة الآلية يرجع إلى ماريا أزونسيون كاستانيو (Maria Asunción Castaño) سنة 1997، لكن القدرات التقنية والتخزينية المحدودة للحواسيب في تلك الفترة لم تسمح بتطبيقها، كما حاول هولغر شونك (Holger Schwenk) سنة 2007 دمج الشبكة العصبية الاصطناعية في الترجمة الآلية الإحصائية، واقترح فيل بلنسوم (Phil Blunsom) ونال كالشبرينر (Nal Kalchbrenner) سنة 2013 إدراج منهج الطرفين للتشفير وفك التشفير (End to End Encoder-Decoder Approach) في الترجمة الآلية، وبفضل ما حققته هذه الأبحاث من نتائج عادت فكرة الترجمة الآلية العصبية إلى الوجود سنة 2014 وبخاصة مع التطور الذي عرفته الحواسيب وارتفاع قدراتها على توفير وتخزين كميات كبيرة من البيانات القادرة على تدريب الشبكات العصبية الاصطناعية.[40]

وبعد تدعيم الشبكة العصبية الاصطناعية بآلية الانتباه (Attention Mechanism) سنة 2015 تم إطلاق أول نموذج عصبي قائم على ترجمة مقاطع قصيرة (Sequence to Sequence Model)، والذي قدم نتائج أولية مرضية، وكان ذلك خلال مؤتمر الترجمة الآلية الدولي من السنة نفسها، وهو ما اعتُبر حافزا لتحويل مسار برامج المؤسسات الكبرى (Google-Microsoft-Systran) من النموذج الإحصائي إلى النموذج العصبي بداية من سنة 2016، وزيادة لغات الترجمة بإضافة المزيد من الأزواج اللغوية، وتغذية قواعد بياناتها باستمرار لتكون قادرة على منافسة سوق الترجمة العالمي.[41] وقد شكل الذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية الاصطناعية إضافة إلى أساليب التعلم العميق في عام 2015 طفرة نوعية في عالم الترجمة الآلية العصبية، وتحديا يواجه مطوري محركات شبكة الأنترنت لتحقيق صحة المخرجات المترجمة وسلامتها اللغوية.[42]

ومنذ ديسمبر 2016 صارت الترجمة الآلية العصبية مفتوحة المصدر (Open NMT) بترخيص من معهد ماساشوستس للتكنولوجيا (MIT)، وبمبادرة من شركة سيستران (SYSTRAN) ومجموعة هارفارد لمعالجة اللغات الطبيعية (HARVARD NLP)، وهي مشروع يسعى إلى تقديم أدوات بحثية لدعم الترجمة الآلية العصبية من خلال بناء أنظمة التدريب ونشر نماذج الترجمة، فضلا عن مهام أخرى في مجال البرمجة اللغوية العصبية[43]، ويتم تطبيقها بنجاح من طرف كبار مقدمي تكنولوجيا الترجمة في العالم. وتعتبر الترجمة الآلية العصبية اليوم من أكثر مناهج الترجمة الآلية كفاءة لأنها لا تجزئ النص إلى جمل أثناء التحليل، بل تتعامل معه ككتلة واحدة مركزة على سياقه، وهذا ما يقلل من نسبة المراجعة البشرية للنص المترجم[44]، مقارنة بمناهج الترجمة الآلية القائمة على القواعد أو الترجمة الآلية الإحصائية.

1.3 الشبكة العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Network) :

هي نموذج محوسب يتولى معالجة معلومات غير مبرمجة، بطريقة تحاكي عمل الشبكات العصبية البيولوجية للدماغ البشري، تتكون من عدد كبير من العقد والخلايا العصبية المتشابكة، تمثل وحدات لمعالجة مختلف السمات والمفاهيم والأنماط المجردة، وبذلك فهي تتجاوز الذكاء الاصطناعي التقليدي القائم على المنطق من خلال قدرتها على التكيف والتنظيم الذاتي والتعلم في الوقت نفسه. [45]

كما تعتبر الشبكة العصبية الاصطناعية خوارزمية للتعلم من نوع خاص، مستوحاة من الجوانب الوظيفية وهيكل الشبكات العصبية البيولوجية للدماغ البشري، يمكنها تنفيذ عدد من المهام كالتصنيف والتجميع والتنبؤ باستخدام تقنيات التعلم الآلي[46]، وتتكون كل شبكة عصبية اصطناعية من طبقات ثلاث:

- **طبقة المدخلات (Inner Layer):** وهي المسؤولة عن إدخال الإشارات والبيانات من العالم الخارجي.

- **طبقة المخرجات (Outer Layer):** وهي المسؤولة عن تحقيق مخرجات نتائج معالجة النظام.

- **الطبقة الخفية (Hidden Layer):** وهي وحدة لا يمكن ملاحظتها خارج النظام، وتكون بين وحدتي الإدخال والإخراج. وكلما زاد عدد الطبقات الخفية ازدادت دقة الترجمة.[47]

2.3 تقنيات الذكاء الاصطناعي والترجمة الآلية العصبية:

تستفيد الترجمة الآلية العصبية من عديد تقنيات الذكاء الاصطناعي، وهي مجموعة من النماذج والشبكات الاصطناعية، والآليات التكنولوجية التي تدرجها في نظامها، لتحقيق دقة مخرجات الترجمة وجودتها ومن هذه التقنيات:

أ- منهج التشفيروفك الشفير (Encoder-Decoder Approach):

هو نموذج من الشبكات العصبية الاصطناعية يمكنه التنبؤ بالكلمة الموالية بناء على الكلمات التي سبق إدخالها، ويتوقع ترجمتها في كل مرة كلمة كلمة، تعمل هذه الشبكة على تشفير معنى الجملة المدخلة بفضل الطبقات الخفية في الشبكة العصبية المتكررة، وفي مرحلة فك التشفير يتم إنتاج الجملة المترجمة، بفضل ما تملكه هذه الشبكة من معلومات كافية للتنبؤ بكل كلمة تالية، وكذا حسابات الجزء الذي تمت ترجمته بالفعل من جملة الإدخال، وما الذي لا يزال بحاجة إلى تغطية[48]، وهو ما يزيد من احتمالية جودة الترجمة الآلية العصبية.

ب- آلية الانتباه (Attention Mechanism):

هي تقنية تم إضافتها إلى الترجمة الآلية العصبية لتخطي عقبة ترجمة الجمل الطويلة، تركز هذه التقنية على بعض كلمات الجملة المدخلة، وقد تركز على كلمة واحدة، فهي آلية تؤدي إلى التعرف على سياق الجملة المراد ترجمتها، وهو ما يعزز ترجمة النصوص بأمانة أكثر[49]، وتتم عملية الانتباه على مستوى الكلمات وما يسبقها مباشرة في الجملة، أو على مستوى الكلمات المتشابهة وظيفيا وإن كانت غير متتابعة، كأدوات النفي على سبيل الذكر لا الحصر.[50]

ج- التنبؤ أو التوقع (prediction):

هي آلية أو تقنية تدرج في نظام الترجمة الآلية العصبية، ويتم تدريبها بالطريقة نفسها التي تعمل بها الهواتف الذكية، فعند تحرير نص على الهاتف وبمجرد إدخال الكلمة الأولى يقترح البرنامج بناء على معناها الكلمات الموالية، والمستخدم يختار منها ما يناسبه، غير أن هذه التقنية في الترجمة الآلية العصبية تعمل بطريقة معقدة جدا، والترجمة فيها تتم بالبحث عن كل الكلمات التي يتوقع أن تكون ترجمة لأول كلمة مدخلة ثم يتم الانتقال إلى ترجمة الكلمة الموالية تبعا لمعنى الكلمة السابقة، وهكذا إلى غاية إخراج الترجمة الكاملة للنص المدخل.[51]

د- التعلم العميق (Deep Learning):

هو نموذج للتعلم الآلي (Machine learning) يمثل مرحلة ازدهار الشبكات العصبية الاصطناعية اقترحه هينتون وآخرون (Hinton et al) عام 2006، يقوم على بناء نموذج معماري للتعلم الآلي بإدراج العديد من الطبقات الخفية، حيث يتم تدريب هذا النموذج للحصول على كمية كبيرة من المعلومات، وهو من المجالات الجديدة في التعلم الآلي[52]، وبمرور الوقت ازدادت كميات بيانات التدريب وتطورت البنية التحتية للحواسيب (العتاد والبرامج)، فأصبح التعلم العميق أكثر فائدة في حل التطبيقات المعقدة وبشكل متزايد الدقة[53]، إنه أحد أفضل النماذج الحديثة التي توصلت إليها أبحاث الشبكات العصبية الاصطناعية، وقد حقق مكاسب هامة في مجالات عدة، ومنها مجال التعرف الآلي على الكلام، بفضل العدد الكبير المكدس من الطبقات الخفية، والتي تسمح بإجراء كثير من العمليات الحسابية الأكثر تعقيدا، وقد مكنت أجهزة الكومبيوتر الحديثة من تدريب هذه الشبكات العصبية العميقة لحل مشكلات حقيقية، وتزداد جودة نتائج الترجمة بزيادة عدد الطبقات الخفية.[54]

3.3 جودة الترجمة الآلية العصبية:

لضمان جودة الترجمة (Translation Quality Assurance) يعتمد المختصون في علم الترجمة في الغالب على معياري الطلاقة والكفاية:[55]

أ- **الطلاقة (Fluency):** تعني مدى التزام الترجمة بقواعد ومعايير اللغة الهدف، فتكون بذلك ترجمة خالية من كل الأخطاء النحوية، ولا توجد بها كلمات غير مترجمة أو ترجمتها خاطئة[56]، فالطلاقة بذلك تعنى الدقة النحوية لمخرجات الترجمة، واختيار الكلمات الاصطلاحية[57]، ويُعرّف عبد القادر ميسوم هذا المعيار بأنه "مستوى بلاغة فصاحة النص المُتَرْجَم أو ما يُسمى تقنيا بمقاييس التصويب النحوي".[58]

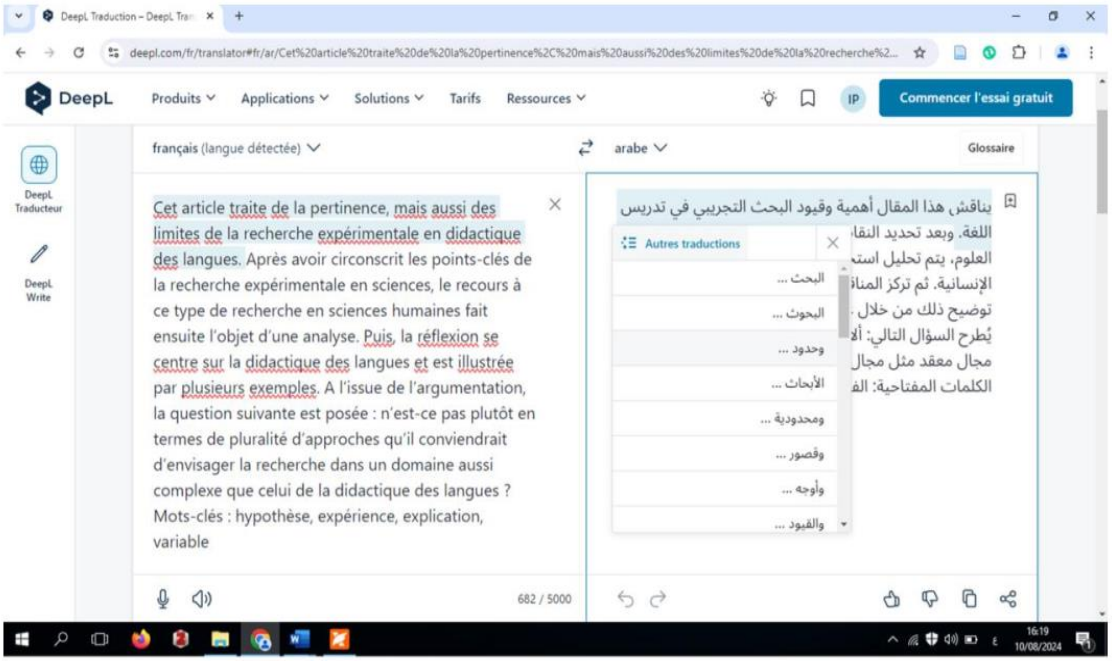
ب-**الكفاية (Adequacy):** وتشير إلى جودة نقل مخرجات النص المترجم للمعنى الأصلي للنص المصدر، فهو معيار مرتبط بدقة الترجمة [59] ، أي أن النص المخرج يحافظ على معنى النص المدخل، ولا يضيف إليه معلومات لم يتضمنها النص الأصلي[60]، وهو ما يفسر بأمانة الترجمة.

والسؤال المطروح: إذا كان الاحتكام إلى هذين المعيارين ممكنا في اللغات الهندو -أوروبية ذات النظام التحليلي، فهل يمكن تعميمه على اللغات السامية ذات النظام التوليفي ومنها اللغة العربية؟ وهذا ما ستقف عنده الدراسة التطبيقية.

1. الدراسة التطبيقية:

1.4 تطبيق DeepL Translator للترجمة:

DeepL Translator خدمة للترجمة الآلية العصبية أطلقتها شركة DeepL SE (مقرها مدينة كولونيا الألمانية) في 28 أوت 2017، بدأت هذه الخدمة بين سبع لغات أوروبية، ثم توسعت لتشمل الترجمة بين 33 لغة يستخدم هذا التطبيق شبكات عصبية يتم تطويرها باستمرار، وقد تم إطلاق نماذج جديدة في 2020 و2021 بإمكانها التعلم وفهم الجمل المدخلة، وتقديم معنى الجمل المترجمة بدقة أكبر، وبذلك صارت شركة DeepL تقدم ترجمة آلية عصبية معترف بها، وتنافس كبرى شركات الترجمة مثل: ترجمة جوجل (Google Translate) ومترجم مايكروسوفت (Microsoft Translator)، وغيرهما.



الشكل 1: واجهة تطبيق DeepL Translator

المصدر: https://www.deepl.com/fr/translator

ومن خصائص هذا التطبيق التعرف الآلي على لغة النص المصدر، مع إمكانية الاستماع إلى النص المدخل أو إدخال النص عن طريق الصوت، ويقدم أيضا عدة اختيارات لترجمة كلمات أو جمل بالضغط على الكلمة المختارة، كما توضحه واجهته في الصورة أدناه، كما يمكنه ترجمة ملفات pdf, docx, pptx، عن طريق تحميلها ويقدم خدمة تحسين النصوص المخرجة، وإعادة تحريرها بين اللغات التالية: الألمانية، الإنكليزية (الأمريكية) الإنكليزية

(البريطانية)، وتم إضافة اللغتين الإسبانية والفرنسية، وذلك بتطبيق DeepL Write الذي يستفيد من معطيات الذكاء الاصطناعي، وهو تطبيق مجاني مفتوح المصدر متاح على شبكة الأنترنت (الشكل 1)، بينما النسخة المدفوعة DeepL Pro مدعمة بميزات إضافية حصرية.[61]

2.3 ترجمة أنموذج مختار بتطبيق:DeepL Translator

إن جودة الترجمة من مجالات البحث المثيرة للاهتمام، وتشير بعض الدراسات إلى أن الترجمة الآلية العصبية تكافئ من حيث جودتها الترجمة البشرية الاحترافية، في حين ترى دراسات أخرى أنها لا تزال بحاجة إلى مزيد من التطوير ليتحقق ذلك، بين هذا وذاك تقوم هذه الدراسة على ترجمة ملخص مقال علمي منشور في مجلة وطنية محكمة، من الفرنسية إلى العربية باستخدام DeepL Translator، للوقوف على مدى تحقيق الترجمة الآلية العصبية (تطبيق DeepL Translator) جودة المترجم البشري، بالاستناد إلى معياري الطلاقة والكفاية.

عنوان المقال: موغيال قروسبوا، تعليمية اللغات والبحث التجريبي.[62]

أ- ترجمة عنوان المقال باستخدام https://www.deepl.com/fr/translator [63]

يترجم DeepL Translator عنوان المقال (Didactique des langues et recherche expérimentale) إلى (تدريس اللغة والبحوث التجريبية)، ويقدم حلولا أخرى لهذه الترجمة، وهي: تدريس اللغة والبحث التجريبي تعليم اللغة والبحوث التجريبية، تعليم اللغة والبحث التجريبي، ويبدو جليا تفوق الترجمة البشرية لعنوان المقال (تعليمية اللغات والبحث التجريبي) على الترجمة الآلية من حيث الدقة والكفاية، حيث لم تتمكن الترجمة الآلية من العثور على المقابل الصحيح لمصطلح (Didactique)، ومن جهة أخرى لم تتمكن من ضبط الترجمة من حيث العدد (البحث والبحوث).

ب-ترجمة مصطلحات من المقال باستخدام https://www.deepl.com/fr/translator [64]

المقطع أو المصطلح	ترجمة DeepL	حلول أخرى يقترحها DeepL
Article	المقال	المقالة، المادة، مقالة
Didactique	تعليمي	تعليمية، التعليمية، تعليمياً
Didactique des langues	تعليم اللغة	(تعليمية/ تدريس) اللغة، تعليم اللغات
La recherche expérimentale	البحث التجريبي	البحوث/ الأبحاث التجريبية، بحث تجريبي
La pertinence de la recherche	أهمية البحث	صلة البحث بالموضوع، مدى أهمية البحث
Les points-clés	النقاط الرئيسية	النقاط الأساسية، نقاط (رئيسية، أساسية)
expérience, Mots-clés : hypothèse, explication, variable	الكلمات الرئيسية: الفرضية، التجربة، التفسير، المتغير،	يقدم خيارات التعريف والتنكير، إضافة إلى خيارات أخرى: مفتاحية، دالة، أساسية، ...

مناقشة مخرجات الترجمة:

- يترجم DeepL Translator مصطلح (Article) إلى (المقال) ويقترح حلولا أخرى منها: (المقالة، مقالة)، بينما يترجم (Cet article) إلى (هذه المقالة) ويقترح حلولا أخرى منها: (هذا المقال، هذه المادة) لتجاوز مشكلات صرفية تتعلق بالضمائر والجنس والتعريف والتنكير، فالمصطلح في اللغة الفرنسية نكرة ومذكر[65]

بينما في اللغة العربية (اللغة الهدف) يجوز الوجهان (مقال ومقالة)، ولهذا تعامل المترجم الآلي مع خاصية اللغة الهدف، وبذلك فالترجمة الآلية تتصف بالطلاقة والكفاية.

- يترجم DeepL Translator مصطلح (Didactique) إلى (تعليم)، ويقترح حلولا أخرى لترجمته: (تعليمية التعليمية، تعليمياً)، وهنا تظهر أهمية التدخل البشري لاختيار الترجمة الأنسب، غير أنه لم يوفق في ترجمة المصطلح المركب (Didactique des langues) إلى (تعليمية اللغات) وترجمها إلى (تعليم اللغة)، ومصطلح (تعليم) في اللغة الفرنسية يختلف عن مصطلح (التعليمية)، ولا نجد من بين الاقتراحات التي يقدمها الترجمة الصحيحة لهذا المصطلح، كما تظهر على المستوى الصرفي مشكلة العدد في ترجمة (langues) إلى (لغة)، وهو ما يعني عدم طلاقة وكفاية الترجمة الآلية، بينما وفقت الترجمة البشرية في ذلك.

- الترجمتان الآلية والبشرية للمصطلح المركب (La recherche expérimentale) هي (البحث التجريبي) وهي ترجمة موفقة تتسم بالطلاقة والكفاية.

- قابل المترجم البشري مصطلح (La Pertinence) بمصطلح (الملاءمة) [66] وهي الترجمة المناسبة والمتداولة خارج السياق، بينما المترجم الآلي يترجمها إلى (الأهمية)، وهي ترجمة تمتاز بالطلاقة والكفاية ضمن سياق المقال.

- الترجمة الآلية العصبية للمصطلح (Les points-clés) موفقة وتمتاز بالطلاقة والكفاية، إضافة إلى الحلول الأخرى المقترحة (النقاط الأساسية، النقاط المهمة)، وتفوقت على الترجمة البشرية التي اقترحت (الكلمات المفتاحية)، وهي المقابلة للمصطلح الموالي (Mots-clés).

- بالنسبة لمصطلح (Mots-clés) يقترح المترجم الآلي (الكلمات الرئيسية)، ومن بين الحلول التي يقدمها (الكلمات المفتاحية) وهي المكافئة للمصطلح والمتفق عليها من قبل المنظومة اللسانية، وعليه فالترجمة الآلية على غرار الترجمة البشرية تمتاز بالطلاقة والكفاية.

- تطرح مع المترجم الآلي على المستوى الصرفي مشكلة التعريف والتنكير، كما سبقت الإشارة إليها في ترجمة المصطلحات (hypothèse, expérience, explication, variable)، وفي الحالتين داخل وخارج السياق، رغم أنه يقترحها أيضا نكرة ضمن خياراته، وما على المترجم البشري سوى التدخل لاختيار ما يكافئها بالضغط على الكلمة المناسبة، وبالتالي فرغم كفاية الترجمة بمحافظتها على المعنى، إلا أنها لم تتصف بالطلاقة، وبذلك تفوقت عليها الترجمة البشرية.

ما يمكن ملاحظته من خلال الترجمة الآلية العصبية لبعض المصطلحات الواردة في ملخص المقال ما يلي:

- أغلب المصطلحات ترجمتها الآلية صحيحة.
- تمتاز الترجمة الآلية بخاصية إعادة التركيب النحوي في اللغة الهدف.
- التدخل البشري يزيد من دقة الترجمة وكفايتها أي يحقق جودة الترجمة.

ج- ترجمة المقال باستخدام https://www.deepl.com/fr/translator [67]

ترجمة DeepL	الترجمة البشرية
الملخص: يناقش هذا المقال أهمية وقيود البحث التجريبي في تدريس اللغة. وبعد تحديد النقاط الرئيسية للبحوث التجريبية في العلوم، يتم تحليل استخدام هذا النوع من البحوث في العلوم الإنسانية. ثم تركز المناقشة بعد ذلك على تدريس اللغة، مع توضيح ذلك من خلال عدد من الأمثلة. وفي نهاية المناقشة، يُطرح السؤال التالي: ألا ينبغي تصور البحث في مجال معقد مثل مجال تدريس اللغة من خلال تعدد المناهج؟ **الكلمات المفتاحية:** الفرضية، التجربة، التفسير، المتغير	**ملخص:** يعالج هذا المقال مسألة الملاءمة، ولكن أيضا حدود البحث التجريبي في تعليمية اللغات، بعد حصر الكلمات المفتاحية للبحث التجريبي في العلوم فإن اللجوء إلى هذا النمط من البحث في العلوم الإنسانية يغدو بعد ذلك موضوعا للتحليل، ثم إن التفكير سيركز على تعليمية اللغات وهو ما سيتبين من خلال كثير من الأمثلة التوضيحية، على إثر الحجاج، فإن السؤال الآتي سيطرح: أليس على أساس تعدد المقاربات يجب تصور البحث في ميدان شديد التعقيد مثل ميدان تعليمية اللغات؟ **الكلمات المفتاحية:** فرضية، تجربة، تفسير، متغير

مناقشة مخرجات الترجمة السياقية لملخص المقال:

- استهلت الترجمة البشرية ملخص المقال (يعالج هذا المقال مسألة الملاءمة، ولكن أيضا حدود البحث التجريبي في تعليمية اللغات) بكلمة (يعالج) وهي ترجمة لكلمة (Traite) المشتقة من (Traitement) -وتعني في ميدان الطب مجموع الوسائل التي تستخدم لعلاج المريض[68]، بينما يترجمها DeepL Translator ضمن السياق إلى (يناقش)، وكلتا الترجمتين مقبولة وتمتاز بالطلاقة والكفاية، ويمكن أن نقترح عبارات أخرى لترجمة كلمة (Traite) منها[69]: (يبحث هذا المقال .../ يتطرق هذا المقال إلى .../ يعرض هذا المقال ....).

- أما مصطلح (La Pertinence de la recherche) فقد تفوق المترجم الآلي في ترجمتها ضمن السياق إلى (أهمية البحث) على الترجمة البشرية التي ترجمتها إلى (مسألة الملاءمة)، والتي يقابلها في اللغة الفرنسية (Question de la pertinence)، وهي غير واردة في النص الأصلي، وبذلك فالترجمة الآلية تتصف بالدقة والكفاية.

- تفوقت الترجمة البشرية ضمن السياق في ترجمة (Limites) إلى (حدود) على المترجم الآلي، الذي قابلها بكلمة (قيود)، لكنه يقدم خيارات أخرى ومنها (حدود)، مثل ما توضحه واجهة تطبيق DeepL Translator (الشكل 1 السابق)، مع أنها من حيث المعنى السياقي تعتبر مقبولة.

- إذا استثنينا كلمة (قيود) ومصطلح (تعليمية اللغات) الذي قابله المترجم الآلي بمصطلح (تدريس اللغة) فإن الترجمة الآلية (يناقش هذا المقال أهمية وقيود البحث التجريبي في تدريس اللغة.) من حيث التركيب في اللغة الهدف (اللغة العربية) أفضل من الترجمة البشرية التي جزأت المقطع وترجمته من حيث المبنى حرفيا.

- تفوق المترجم الآلي في ترجمة (Après avoir circonscrit les points-clés) إلى (بعد تحديد النقاط الرئيسية) على الترجمة البشرية (بعد حصر الكلمات المفتاحية)، والتي أخفقت في الترجمة الصحيحة لعبارة (les points-clés)، كما يقدم خيارات أخرى لكلمة (الرئيسية) ومنها (الأساسية) وهي الأفضل، وعليه امتازت الترجمة الآلية بالطلاقة والكفاية.

- يترجم DeepL Translator العبارة (Après avoir circonscrit les points-clés de la recherche expérimentale en sciences, le recours à ce type de recherche en sciences humaines fait ensuite l'objet d'une analyse)، إلى (وبعد تحديد النقاط الرئيسية للبحوث التجريبية في العلوم، يتم تحليل استخدام هذا النوع من البحوث في العلوم الإنسانية)، وما يلاحظ أن المترجم الآلي لم يكن دقيقا في الترجمة، كما أهمل ترجمة (l'objet d'une analyse) إلى (موضوعا للبحث)، وبالتالي أخفق من حيث طلاقة الترجمة وكفايتها، بينما يغلب على الترجمة البشرية المقترحة حرفية الترجمة، وتقديم ترجمة غير موجودة في النص الأصلي، مثل: (يغدو بعد ذلك موضوعا للبحث)، والتي يترجمها المترجم الآلي إلى (Il devient alors un sujet de recherche) أو (Il devient alors l'objet de recherches) مما يعني عدم طلاقة وكفاية الترجمة البشرية أيضا، لكن بمقارنة الترجمتين يمكن ترجيح الترجمة الآلية.

- الترجمة الآلية للعبارة (Puis, la réflexion se centre sur la didactique des langues et est illustrée par plusieurs exemples) هي (ثم تركز المناقشة على تعليم اللغة ويتم توضيح ذلك من خلال عدة أمثلة)، والتي قابلتها الترجمة البشرية بالعبارة (ثم إن التفكير سيركز على تعليمية اللغات وهو ما سيتبين من خلال كثير من الأمثلة التوضيحية)، حيث ترجمت كلمة (التفكير) حرفيا إلى كلمة (la réflexion)[70]، ولم ترد عبارة (sera illustrée) التي تعني (سيتبين)، وأيضا (Illustratifs) التي تعني (التوضيحية)، وهي إضافة قدمتها الترجمة البشرية، ما يعني عدم أمانتها، وباستثناء إخفاق المترجم الآلي في ترجمة (تعليمية اللغات) فإنها حافظت على معنى النص الأصلي، وبذلك امتازت الترجمة الآلية نسبيا بالدقة والكفاية.

- الترجمة الآلية للعبارة (A l'issue de l'argumentation, la question suivante est posée :) جاءت سليمة من حيث المبنى والمعنى، وتفوقت على الترجمة البشرية التي وردت فيها كلمة (الحجاج) مقابل (Argumentation) كما ورد الفعل في صيغة المستقبل (فإن السؤال الآتي سيطرح:) وترجمته (La question suivante sera posée:) وهي غير واردة في النص الأصلي، مما يعني أن الترجمة الآلية اتصفت بالطلاقة وأمانة الترجمة.

- أما إشكالية البحث المطروحة (N'est-ce pas plutôt en termes de pluralité d'approches qu'il conviendrait d'envisager la recherche dans un domaine aussi complexe que celui de la didactique des langues ?) وإذا استثنينا ترجمة (تعليمية اللغات)، فإنها جاءت سليمة المبنى والمعنى (ألا ينبغي تصور البحث في مجال معقد مثل مجال تدريس اللغة من خلال تعدد المناهج؟)، وهي أفضل من الترجمة البشرية من حيث المبنى (أليس على أساس تعدد المقاربات يجب تصور البحث في ميدان شديد التعقيد مثل ميدان تعليمية اللغات؟)، مع الإشارة إلى أن المترجم الآلي يقدم خيارات أخرى لعبارة (تعدد المناهج) ومنها: (تعدد المقاربات المقاربات المتعددة، مناهج متعددة ...)، وبالتالي فالترجمة الآلية تتصف بالطلاقة والكفاية.

6. الخاتمة:

تقدم الترجمة الآلية العصبية خدمات ترجمية في غاية الأهمية، بفضل أحدث الشبكات العصبية التي توظف تقنيات الذكاء الاصطناعي في التعلم الذاتي والتدريب، متفوقة على الترجمة البشرية من حيث الجهدُ والتكلفة، والسرعة، وقدرتها العالية على تخزين المعلومات وتذكرها واسترجاعها، كما استطاعت الترجمة الآلية (تطبيقDeepL Translator) من خلال هذه الدراسة التطبيقية أن تقدم ترجمة صحيحة ومقبولة من حيث الطلاقة والكفاية لأغلب المصطلحات والمقاطع خارج سياقاتها، واستطاعت أيضا ترجمة النص المدخل ترجمة كاملة ومقبولة، من حيث التزامُها بقواعد ومعايير اللغة الهدف، ومحافظتُها على معنى النص الأصلي المدخل إلى حدّ كبير ، إضافة إلى عديد الحلول والبدائل التي تقترحها كمقابِلات أخرى لكل كلمة، مع خاصية إعادة التركيب النحوي في اللغة الهدف في حالة اختيار إحدى هذه البدائل، وقد تتفوق على الترجمة البشرية غير المتخصصة لكنها مع كل هذه المزايا لم تبلغ المستوى الذي لا تحتاج فيه إلى تدخل العقل البشري.

ويبدو أن هذا الطموح المشروع بحاجة إلى مزيد من البرامج والآليات التي تستفيد من تقنيات الذكاء الاصطناعي، وإلى زيادةٍ كمية ونوعية في حجم البيانات والمدونات المعالجة، وهو ما سيسهم في زيادة تدريب الشبكات العصبية الاصطناعية وتطويرها، وبالتالي إمكانية حصر كل التحويلات الممكنة للجملة (النص) المدخلة، ومن ثَمّ فإن تدخل العقل البشري لاختيار أفضل ما تقدمه وتقترحه الترجمة الآلية العصبية بما يتوافق والسياق و/أو التخصص ضرورة ملحة، لتتحقق طلاقة الترجمة الآلية وكفايتها، كما أن فكرة الترجمة الآلية الكاملة عالية الجودة (FAHQT) التي انتقدها بار هيليل في ستينيات القرن الماضي لا تزال إلى اليوم بعيدة المنال لكنها ممكنة التحقق في المستقبل، وأن الحل في الوقت الراهن يكمن في التفاعل بين الذكاء الاصطناعي والعقل البشري، أي التفاعل بين الإنسان والآلة.

النتيجة: ترجمة آلية عالية الجودة = جهود الإنسان + جهود الآلة

6. قائمة المصادروالمراجع:

أولا: باللغة العربية:

1. ابن منظور، لسان العرب، تحقيق عامر أحمد حيدر، ج 7، دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان، د ت.
2. جميلة غريب، أنظمة الترجمة الآلية وتقويم النتائج، مجلة معالم، المجلس الأعلى للغة العربية، الجزائر العدد 21، 2019.
3. حفيظة بلقاسمي، رهانات الترجمة الآلية العصبية، الترجمة الآلية وتحديات الذكاء الاصطناعي، المركز الديمقراطي العربي للدراسات الإستراتيجية والسياسية والاقتصادية، برلين ألمانيا، 2021.
4. حميدي بن يوسف، مفاهيم وتطبيقات في اللسانيات الحاسوبية، مركز الكتاب الأكاديمي، الأردن، ط1 2019.
5. سعيد بورياحي ولطيفة هباشي، المعجم الذهني والترجمة الآلية: استثمار للمعارف وتطوير للبرامج، مجلة اللسانيات التطبيقية، جامعة أبو القاسم سعد الله، الجزائر، المجلد 5، العدد2، 2021.

6. سناء منعم، اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية: بعض الثوابت النظرية والإجرائية، عالم الكتب الحديث، الأردن، 2015.
7. سهيل إدريس، المنهل، قاموس فرنسي – عربي، دار الآداب، بيروت، لبنان، 2007.
8. صالح بلعيد، دروس في اللسانيات التطبيقية، دار همومه للطباعة والنشر والتوزيع، ط 8، 2016-2017، الجزائر.
9. صونيا أسمهان حليمي، الَّترجمة الآليَّة وأُنموذج الَّترجمة إلى العربيَّة المشهد الَّراهن، مجلة الأسيسكو للغة العربية، الرباط، المملكة المغربية، المجلد الأول، العدد الأول، يونيو 2024.
10. عبد القادر ميسوم، أزمة الترجمة الآلية بين العربية واللغات الأجنبية -تطبيق Google Translate أنموذجا، مجلة اللغات والترجمة، جامعة حسيبة بن بوعلي، الشلف، الجزائر، المجلد 1، العدد 2، 2021.
11. عبد القادر هني وآسيا قرين، تعليمية اللغات والبحث التجريبي، مجلة معالم، المجلس الأعلى للغة العربية، الجزائر، العدد 7، السداسي 2، 2016.
12. عبد الله بن حمد الحميدان، مفاهيم أساسية في الترجمة الآلية، مجلة المترجم، جامعة وهران، الجزائر عدد 12، 2005.
13. عبد الله بن حمد الحميدان، مقدمة في الترجمة الآلية، مكتبة العبيكان، المملكة العربية السعودية الرياض، ط1، 2001.
14. عبد الله بن يحي الفيفي، مدخل إلى اللسانيات الحاسوبية، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة، المملكة العربية السعودية، ط1، 2017.
15. علي يحي السرحاني، الترجمة الآلية، كتاب المؤتمر 1، الندوة الدولية1، قسم اللغة العربية، جامعة كيرالا، الهند، 2015.
16. عمر بلخير وفازية تيقرشة، المعالجة اللغوية الآلية-مقاربة بين الذكاء الطبيعي والذكاء الاصطناعي مجلة الممارسات اللغوية، جامعة مولود معمري، مخبر الممارسات، الجزائر، المجلد 10، العدد 03، 2019.
17. محمد رشوان والمعتز بالله السعيد، المعالجة الآلية للنصوص العربية، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، المملكة العربية السعودية، ط 1.
18. نعيمة علي بوزيدي، اللغة العربية والحاسوب أو حوسبة اللغة العربية، المؤتمر الدولي الثالث للغة العربية، المجلس الدولي للغة العربية، لبنان، 2015.
19. هاجر بن ونان وناصر جيلالي، نحو ترجمة آلية بسمات بشرية للنصوص المتخصصة من اللغة الإنكليزية إلى العربية: دراسة مقارنة، مجلة Aleph. Langues, medias et sociétés، جامعة الجزائر 2، الجزائر، المجلد 4، العدد 1، 2020.

20. هشام عبد الله عبده المخلافي وخليل عبد السلام خالد ناجي، التقييم الدقيق للترجمة الآلية العصبية من الإنكليزية إلى العربية: دراسة حالة للملخصات البحثية التربوية، مجلة الأندلس للعلوم الإنسانية والاجتماعية، جامعة الأندلس للعلوم والتقنية، الأردن، المجلد 11، العدد 95، مايو 2024م.

ثانيا: باللغة الأجنبية:

1. ALPAC: "Language and Machines: Computers in Translation and Linguistics", A Report by the Automatic Language Processing Advisory Committee, Division of Behavioral Sciences National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, D.C., 1966.

2. Dzmitry Bahdanau, KyungHyun & Cho Yoshua Bengio, Neural Machine Translation by Jointly Learning to Align and Translate, Published as a conference paper at ICLR 2015.

3. Guillaume Klein et al, OpenNMT: Open-source Toolkit for Neural Machine Translation Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics-System Demonstrations, Vancouver, Canada, July 30 - August 4, 2017.

4. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio & Aaron Courville, Deep Learning, MIT Press, Cambridge Massachusetts, 2016.

5. Krzysztof Wołk & Krzysztof Marasek, Neural-based machine translation for medical text domain. Based on European Medicines Agency leaflet texts, Procedia Computer Science 64 2015.

6. Larousse, Le Petit Larousse Illustré 2013, Edition Limitée, 7 novembre 2012.

7. Lucia Specia, Najeh Hajlaoui, Catalina Hallett & Wilker Aziz, Predicting Machine Translation Adequacy, Research Group in Computational Linguistics University of Wolverhampton, 2011 .

8. Muriel Grosbois, Didactique des langues et recherche expérimentale, Journées NeQ Méthodologie de recherche en didactique des langues, janvier 2007, Les Cahiers de l'Acedle numéro 4, Paris, France, 2007.

9. Philipp Koehn, Neural Machine Translation, Cambridge University Press, United Kingdom 2000.

10. Philipp Koehn, Statistical Machine Translation, Johns Hopkins University, United States, 2017.[arXiv:1709.07809v1 [cs.CL] 22 Sep 2017]

11. Ruichao Li, Abdullah Mohd Nawi & Myoung Sook Kang, Human-machine Translation Model Evaluation Based on Artificial Intelligence Translation, International Journal of Engineering Technology Vol. 11, No. 2, December 2023.

12. Sergei Nirenburg & Yorick Wilks, Machine Translation, Advances in Computers Academic Press, Vol. 52, 2000.

13. W. John Hutchins & Harold L. Somers, An Introduction to Machine Translation Academic Press, London, 1992.

14. W. John Hutchins, Machine Translation Over Fifty Years, Histoire Epistémologie Langage, University Paris Cité, SHESL, Paris, tome 23, fascicule 1, 2001.

15. W. John Hutchins, Machine Translation: a concise history https://xwiki.recursos.uoc.edu/wiki/mat00001ca/download/Research%20on%20Translation%20Technologies/Working%20with%20epub%20files%20using%20Python/WebHome/document3.pdf, website visited on July 11, 2024, at 12:00.

16. Yinli Gao, Analysis of Eugene Nida's Translation Theory, International Journal of Education and Humanities, Darcy and Roy Press, Vol. 10, No. 1, 2023.

ثالثا: المو اقع الإلكترونية:

1. DeepL Translate : le meilleur traducteur au monde, https://www.deepl.com/fr/translator Website visited multiple times.

2. OpenNMT: https://opennmt.net/, website visited on August 4, 2024, at 10:00.

3. Wikipedia, DeepL Translator, https://en.wikipedia.org/wiki/DeepL_Translator, website visited on August 6, 2024, at 21:00.

الهوامش:

1. See: W. John Hutchins & Harold L. Somers, An Introduction to Machine Translation, Academic Press, London 1992, p. 6.

2. ينظر: عبد الله بن يحي الفيفي، مدخل إلى اللسانيات الحاسوبية، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة المملكة العربية السعودية، ط1، 2017، ص5.

وينظر أيضا: عمر بلخير وفازية تيقرشة، المعالجة اللغوية الآلية-مقاربة بين الذكاء الطبيعي والذكاء الاصطناعي، مجلة الممارسات اللغوية، جامعة مولود معمري، مخبر الممارسات، الجزائر، المجلد 10، العدد 03، 2019، ص 79.

3 . See: W. John Hutchins, Machine Translation Over Fifty Years, Histoire Epistémologie Langage, University Paris Cité, SHESL, Paris, tome 23, fascicule 1, 2001, p.9.

4 . See: W. John Hutchins & Harold L. Somers, Op. Cit, p.6.

5 . See: Ibid, p.6.

6 . See: Ibid, pp.6-7.

7 . See: ALPAC: "Language and Machines: Computers in Translation and Linguistics", A Report by the Automatic Language Processing Advisory Committee, Division of Behavioral Sciences, National Academy of Sciences National Research Council, Washington, D.C., 1966, P.16.

8 . See: W. John Hutchins, Machine Translation: a concise history, [Website: http://ourworld.compuserve.com/homepages/WJHutchins], p 6.

9. ينظر: سناء منعم، اللسانيات الحاسوبية والترجمة الآلية: بعض الثوابت النظرية والإجرائية، عالم الكتب الحديث، الأردن 2015، ص 142-144.

10. ينظر: صالح بلعيد، دروس في اللسانيات التطبيقية، دار هومه، الجزائر، ط 8، 2016-2017، ص 200-201.

11. ينظر: نعيمة علي بوزيدي، اللغة العربية والحاسوب أو حوسبة اللغة العربية، المؤتمر الدولي الثالث للغة العربية، المجلس الدولي للغة العربية، لبنان، 2015، ص 194.

12. ابن منظور، لسان العرب، تحقيق عامر أحمد حيدر، ج 7، دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان، د ت، ص 60.

13. سناء منعم، مرجع سابق، ص 109.

14. ينظر: سعيد بورياحي ولطيفة هباشي، المعجم الذهني والترجمة الآلية: استثمار للمعارف وتطوير للبرامج - الترجمة الآلية العصبية أنموذجا، مجلة اللسانيات التطبيقية، جامعة الجزائر2، المجلد 5، العدد2، 2021، ص 296. وينظر أيضا:

Yinli Gao, Analysis of Eugene Nida's Translation Theory, International Journal of Education and Humanities, Vol. 10, No. 1, 2023, p. 204.

15. ينظر: حفيظة بلقاسمي، رهانات الترجمة الآلية العصبية، الترجمة الآلية وتحديات الذكاء الاصطناعي، المركز الديمقراطي العربي للدراسات الإستراتيجية والسياسية والاقتصادية، برلين ألمانيا، 2021، ص 20.

16. ينظر: حميدي بن يوسف، مفاهيم وتطبيقات في اللسانيات الحاسوبية، مركز الكتاب الأكاديمي، عمان، الأردن، ط1 2019 ص 19. وينظر أيضا: صالح بلعيد، مرجع سابق، ص 202.

17 . علي يحي السرحاني، الترجمة الآلية، كتاب المؤتمر 1، الندوة الدولية1، جامعة كيرالا، الهند، 2015، ص 164.

18 . ينظر: جميلة غريب، أنظمة الترجمة الآلية وتقويم النتائج، مجلة معالم، المجلس الأعلى للغة العربية، عدد 21، 2019 ص38.

19 . See: W. John Hutchins, Machine Translation: a concise history, Op. Cit, p. 11.

20. علي يحي السرحاني، مرجع سابق، ص 166.

21 . ينظر: عبد الله بن حمد الحميدان، مفاهيم أساسية في الترجمة الآلية، مجلة المترجم، جامعة وهران، الجزائر، عدد 12 2005، ص 87.

وأيضا: عبد الله بن حمد الحميدان، مقدمة في الترجمة الآلية، العبيكان، المملكة العربية السعودية، الرياض، ط1، 2001 ص97.

22. ينظر: عبد الله بن حمد الحميدان، مفاهيم أساسية في الترجمة الآلية، مرجع سابق، ص ص 86-87.

23 . See: Sergei Nirenburg & Yorick Wilks, Machine Translation, Advances in Computers, Academic Press, Vol. 52 2000, p. 165.

24 . See: Ibid, p. 165.

25. ينظر: عبد الله بن حمد الحميدان، مقدمة في الترجمة الآلية، مرجع سابق، ص ص 100-104.

26 . ينظر: محمد رشوان والمعتز بالله السعيد، المعالجة الآلية للنصوص العربية، مركز الملك عبد الله بن عبد العزيز الدولي لخدمة اللغة العربية، المملكة العربية السعودية، ط 1، ص 62.

27. Philipp Koehn, Neural Machine Translation, Cambridge University Press, United Kingdom, 2000, pp. 35-36.

28. ينظر : عبد الله بن حمد الحميدان، مقدمة في الترجمة الآلية، مرجع سابق، ص 104.

29. ينظر: عبد الله بن حمد الحميدان، مفاهيم أساسية في الترجمة الآلية، مرجع سابق، ص 93.

وينظر أيضا: علي يحي السرحاني، مرجع سابق، ص 166-167.

30 . ينظر: المرجع نفسه، ص 167.

31. See: W. John Hutchins, Machine Translation: a concise history, Op. Cit, p. 11.

32. See: Ibid, pp. 11-12.

33 . ينظر: عبد الله بن حمد الحميدان، مفاهيم أساسية في الترجمة الآلية، مرجع سابق، ص 100.

34 . جميلة غريب، مرجع سابق، ص 41.

35 . ينظر: محمد رشوان والمعتز بالله السعيد، مرجع سابق، ص 61.

36 . ينظر: عبد الله بن حمد الحميدان، مفاهيم أساسية في الترجمة الآلية، ص 101-102.

37 . ينظر: هاجر بن ونان وناصر جيلالي، نحو ترجمة آلية بسمات بشرية للنصوص المتخصصة من اللغة الإنجليزية إلى العربية: دراسة مقارنة، مجلة Aleph. Langues, medias et sociétés، جامعة الجزائر 2، المجلد 4، العدد 1، 2020، ص 94-96.

38. See: Krzysztof Wołk & Krzysztof Marasek, Neural-based machine translation for medical text domain. Based on European Medicines Agency leaflet texts, Procedia Computer Science 64, 2015, p. 4.

See also: Dzmitry Bahdanau, KyungHyun & Cho Yoshua Bengio, Neural Machine Translation by Jointly Learning to Align and Translate, Published as a conference paper at ICLR 2015, p. 1.

39 . سعيد قادري، الذكاء الاصطناعي أو السباق نحو المجهول، مجلة بشائر العلوم، المدرسة العليا للأساتذة، القبة، الجزائر العدد 10، أفريل 2024، ص 1.

40 . ينظر: هاجر بن ونان وناصر جيلالي، مرجع سابق، ص 94-95.

41 . ينظر: المرجع نفسه، ص 95.

42 . صونيا أسمهان حليمي، الَّترجمة الآليَّة وأُنموذج الَّترجمة إلى العربيَّة المشهد الَّراهن، مجلة الأسيسكو للغة العربية، الرباط المملكة المغربية، المجلد الأول، العدد الأول، يونيو 2024، ص ص 299-300.

43. See: Guillaume Klein et al, OpenNMT: Open-source Toolkit for Neural Machine Translation, Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics-System Demonstrations, Vancouver Canada, July 30 - August 4, 2017, pp. 67-68.

See also: OpenNMT: https://opennmt.net/, website visited on August 4, 2024, at 10:00.

44. ينظر: هاجر بن ونان وناصر جيلالي، مرجع سابق، ص 99.

45. See: Yu-chen Wu & Jun-wen Feng, Development and Application of Artificial Neural Network, Wireless Personal Communications: An International Journal, Volume102, Issue 2, 2018, pp.1645-1646.

46. See: Krzysztof Wołk & Krzysztof Marasek, Op. Cit, p.4.

47 . ينظر: حفيظة بلقاسمي، مرجع سابق، ص 23.

48 . See: Philipp Koehn, Statistical Machine Translation, Johns Hopkins University, United States, 2017, pp. 47-48.[arXiv:1709.07809v1 [cs.CL] 22 Sep 2017]

49 . See: Philipp Koehn, Neural Machine Translation, Op. Cit, pp. 199-200.

See also: Ruichao Li, Abdullah Mohd Nawi & Myoung Sook Kang, Human-machine Translation Model Evaluation Based on Artificial Intelligence Translation, International Journal of Engineering Technology Vol. 11 No. 2, December 2023, pp.147.

50. ينظر: هاجر بن ونان وناصر جيلالي، مرجع سابق، ص 101.

51. ينظر: المرجع نفسه، ص 100.

52. See: Yu-chen Wu & Jun-wen Feng, Development and Application of Artificial Neural Network, Wireless Personal Communications: An International Journal, Volume102, Issue 2, 2018, pp.1649.

53. See: Ian Goodfellow, Yoshua Bengio & Aaron Courville, Deep Learning, MIT Press, Cambridge Massachusetts 2016, p. 12.

54 . See: Philipp Koehn, Neural Machine Translation, Op. Cit, pp. 116-117.

55. ينظر: هشام عبد الله عبده المخلافي وخليل عبد السلام خالد ناجي، التقييم الدقيق للترجمة الآلية العصبية من الإنجليزية إلى العربية: دراسة حالة للملخصات البحثية التربوية، مجلة الأندلس للعلوم الإنسانية والاجتماعية، جامعة الأندلس للعلوم والتقنية، الأردن، المجلد 11، العدد 95، مايو 2024، ص 204.

56 . المرجع نفسه، الصفحة نفسها.

57. See: Philipp Koehn, Neural Machine Translation, Op. Cit, p. 46.

58 . عبد القادر ميسوم، أزمة الترجمة الآلية بين العربية واللغات الأجنبية -تطبيق Google Translate أنموذجا، مجلة اللغات والترجمة، جامعة حسيبة بن بوعلي، الشلف، الجزائر، المجلد 1، العدد 2، 2021، ص 138.

59 . ينظر: هشام عبد الله عبده المخلافي وخليل عبد السلام خالد ناجي، مرجع سابق، ص 204.

60. See: Lucia Specia, Najeh Hajlaoui, Catalina Hallett & Wilker Aziz, Predicting Machine Translation Adequacy, Research Group in Computational Linguistics University of Wolverhampton, 2011, p. 515.

61. https://en.wikipedia.org/wiki/DeepL_Translator, website visited on August 6, 2024, at 21:00.

62. ينظر: عبد القادر هني وآسيا قرين، تعليمية اللغات والبحث التجريبي، مجلة معالم، المجلس الأعلى للغة العربية، الجزائر العدد 7، السداسي 2، 2016، ص 43. وينظر أيضا:

Muriel Grosbois, Didactique des langues et recherche expérimentale, Journées NeQ, Méthodologie de recherche en didactique des langues, janvier 2007, Les Cahiers de l'Acedle, numéro 4, Paris, France, 2007, p. 65.

63 . تمت الترجمة على الموقع https://www.deepl.com/fr/translator بتاريخ 2024/08/07، الساعة 22:00.

64 . تمت الترجمة على الموقع https://www.deepl.com/fr/translator بتاريخ 2024/08/07، الساعة 22:00.

65 . سهيل إدريس، المنهل، قاموس فرنسي – عربي، دار الآداب، بيروت، لبنان، 2007، ص 97.

66. المرجع نفسه، ص 900.

67 . تمت الترجمة على الموقع https://www.deepl.com/fr/translator بتاريخ 2024/08/08، الساعة 10:50.

68. Larousse, Le Petit Larousse Illustré 2013, Edition Limitée, 7 novembre 2012, p.1104.

69. سهيل إدريس، مرجع سابق، ص 1218.

70 . المرجع نفسه، ص 1034.