المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي

المملكة المغربية
Royaume du Maroc

ⵓⵔⵜⴰⵔ ⵓⵏⴰⵎⵓⵔ ⴰ ⵖⵍⴰⵡⵉ ⴰ ⵖⵍⴰⵡⵉⵏ
CONSEIL ECONOMIQUE, SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL

رأي

المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي

الذكاء الاصطناعي بالمغرب:
أي استخدامات وأي آفاق للتطوير؟

إحالة ذاتية رقم 2024/78

المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي

المملكة المغربية
Royaume du Maroc

ⵓⵔⵜⴰⵔ ⵓⴰⵍⵉⵓⵍ ⴰ ⵖⵓⵎⵓⵖ ⴰ ⵖⵍⵍⵓⴹ

Conseil Economique, Social et Environnemental

رأي

المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي

الذكاء الاصطناعي بالمغرب:
أي استخدامات وأي آفاق للتطوير؟

من إعداد اللجنة الدائمة المكلفة بمجتمع المعرفة والإعلام

رئيس اللجنة: أحمد عبادي

مقر الموضوع: أمين منير العلوي

الخبير الدائم: محمد أمين شرار

إحالة ذاتية رقم 2024/78

طبقاً للمادة 6 من القانون التنظيمي رقم 128.12 المتعلق بالمجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي، قرر المجلس، في إطار إحالة ذاتية، إعداد رأي حول موضوع الذكاء الاصطناعي.

وقد عَهِدَ مكتب المجلس إلى اللجنة الدائمة المكلفة بمجتمع المعرفة والإعلام[1] بإعداد رأي في الموضوع.

وخلال دورتها 159 العادية، المنعقدة بتاريخ 27 يونيو 2024، صادقت الجمعية العامة للمجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي بالإجماع على الرأي الذي يحمل عنوان: « الذكاء الاصطناعي بالمغرب: أي استخدامات وأي آفاق للتطوير؟».

وقد جاء هذا الرأي، الذي جرى إعداده وفق مقاربة تشاركية، ثمرةَ نقاشات موسعة بين مختلف الفئات المكوِّنة للمجلس، فضلا عن مخرجات جلسات الإنصات المنظمة مع أبرز الفاعلين المعنيين[2]، بالإضافة إلى نتائج الاستشارات المواطنة التي أطلقها المجلس بشأن هذا الموضوع على المنصة الرقمية «أشارك» وشبكات التواصل الاجتماعي[3]. كما تجدر الإشارة إلى المساهمة العلمية لباحثين من المدرسة الوطنية العليا للمعلوميات وتحليل النظم حول استخدام الذكاء الاصطناعي في قطاع الفلاحة[4]. علاوة على ذلك، جرى تنظيم ورشة عمل مواطِنة بشراكة مع الاتحاد العام لمقاولات المغرب لمناقشة الخلاصات الرئيسية ومحاور التوصيات الرامية إلى دمج الذكاء الاصطناعي في النسيج المقاولاتي المغربي.

1 – الملحق رقم 1: لائحة أعضاء لجنة مجتمع المعرفة والإعلام.

2 – الملحق رقم 2: لائحة المؤسسات والفاعلين الذين تم الإنصات إليهم.

3 – الملحق رقم 3: نتائج الاستشارة المواطنة.

4 – الملحق رقم 4: دراسات حول الذكاء الاصطناعي من إنجاز باحثين من المدرسة الوطنية العليا للمعلوميات وتحليل النظم.

ملخص

يندرج هذا الرأي في سياق استكمال العمل الذي سبق أن أنجزه المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي في رأيه الصادر سنة 2021 تحت عنوان «نحو تحوّل رقميّ مسؤول ومُدمِج»، لاسيما ما يتعلق بالتوصية التي دعا فيها إلى «جعْل الذكاء الاصطناعي أولوية في ورش التحوّل الرَّقمي لبلادنا». ويسلط الرأي الضوء على العوامل التي من شأنها تيسير اعتماد وتنزيل أنظمة الذكاء الاصطناعي، فضلا عن مختلف استخداماتها وآفاق تطورها في المغرب. وقد اعتمدت الجمعية العامة للمجلس هذا الرأي بالإجماع خلال اجتماعها المنعقد بتاريخ 27 يونيو 2024.

يحتل الذكاء الاصطناعي مكانة مركزية في دينامية التحول الرقمي، سواء عبر مساهمته في القطاعات الإنتاجية أو من خلال مختلف أشكال تأثيره على الاقتصادات والمجتمعات. وبفضل التطورات التي شهدها الذكاء الاصطناعي، لاسيما على مستوى الذكاء الاصطناعي التوليدي، فقد أصبح آلية محفزة للتنمية الاقتصادية، ورافعة أساسية للنهوض بالخدمات الأساسية من قبيل الصحة والتعليم، من خلال جعلها متاحة الولوج بشكل أكبر، وفعالة وملائمة لمختلف الحاجيات. وتتوقع عدد من الدراسات أن يمكن الذكاء الاصطناعي من رفع الناتج الداخلي الإجمالي العالمي بنسبة 14 في المائة بحلول سنة 2030، كما يُتوقع أن يساهم مساهمة إيجابية في تحقيق 79 في المائة من أهداف التنمية المستدامة في أفق سنة 2030.

غير أن اعتماد الذكاء الاصطناعي يطرح العديد من التحديات الكبرى: فعلى مستوى الأخلاقيات، ثمة مخاطر حقيقية مرتبطة بتدبير المعطيات ذات الطابع الشخصي، بالنظر إلى الحجم الهائل للمعطيات التي يتم تجميعها. كما أن خوارزميات نظم الذكاء الاصطناعي يمكن أن تُفضي إلى أشكال من التحيز وبالتالي اتخاذ قرارات تنطوي على حيف أو تمييز. وعلى المستوى الاجتماعي، يولد تأثير الذكاء الاصطناعي على عالم الشغل عددا من الانشغالات، خاصة في ما يتعلق بتحول أو اختفاء بعض المهن والوظائف.

ويتوفر المغرب على مؤهلات مهمة تخول له التموقع بشكل جيد في مجال الذكاء الاصطناعي، إذ اعتمد نصوصا قانونية تؤطر الجوانب الأساسية للتكنولوجيا الرقمية، من قبيل الأمن السيبيراني وحماية المستهلكين. وإن المبادرات التي جرى إطلاقها في هذا المجال من قبيل المركز المغربي للذكاء الاصطناعي (*AI Movement*) التابع لجامعة محمد السادس متعددة التخصصات التقنية، وبرنامج «الخوارزمي» لتمويل مشاريع بحثٍ في مجال الذكاء الاصطناعي، فضلا عن مبادرات أخرى أطلقتها مدارس المهندسين وبعض القطاعات الحكومية، لتعكس وجود إرادة في إعطاء دينامية مهمة لمجال الذكاء الاصطناعي بالمغرب. أما على المستوى الدولي، فإن المملكة منخرطة بقوة في جهود إرساء استخدام أخلاقي ومسؤول للذكاء الاصطناعي، من خلال اعتمادها لتوصيات منظمة اليونيسكو ذات الصلة، والمشاركة في رعاية قرار للأمم المتحدة حول الذكاء الاصطناعي في خدمة التنمية المستدامة.

ومع ذلك، لا تزال هناك العديد من العقبات، لعل أهمها غياب إطار تنظيمي خاص بالذكاء الاصطناعي وبطء وتيرة تحرير المعطيات العمومية. بالإضافة إلى ذلك، تواجه المقاولات الناشئة المتخصصة في الذكاء الاصطناعي صعوبات في الولوج إلى التمويل، حيث غالبًا ما تكون معايير الاستفادة من التمويل غير متناسبة مع احتياجاتها الخاصة. كما أن الخصاص الواضح في الكفاءات والمكونين المؤهلين يعيق أيضًا تطوير منظومة فعالة للذكاء الاصطناعي. علاوة على ذلك، وعلى الرغم من بعض المبادرات المعزولة في مجالي البحث والتطوير، فإن غياب التجانس بين المشاريع وعدم ملاءمتها للاحتياجات الصناعية، في ظل عدم وجود رؤية وطنية واضحة ومتجانسة، يعيق تنفيذ حلول تنسجم مع الأولويات الاقتصادية لبلادنا.

انطلاقاً من هذا التشخيص، يدعو المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي إلى بلورة استراتيجية وطنية لاستخدام وتطوير الذكاء الاصطناعي تتماشى مع طموحات بلادنا. وتتمثل الغاية المثلى من هذه الاستراتيجية في إرساء منظومة كفيلة بتعزيز الاستخدام الواسع للذكاء الاصطناعي على المستوى الوطني من جهة، وتهيئة الظروف الملائمة لبناء صناعة وطنية للذكاء الاصطناعي بحلول سنة 2030 من جهة أخرى، مع التشجيع على إنشاء وتطوير المقاولات الناشئة والمبتكرة بدعم من الاستثمارات الوطنية والدولية. وينبغي أن تمكن هذه المنظومة من تطوير منتجات وخدمات يمكن تصديرها، وأن تضمن استخدام الذكاء الاصطناعي في جميع القطاعات بشكل مسؤول ويراعي الأخلاقيات.

وفي هذا الصدد، يقترح المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي جملة من التوصيات، نذكر منها:

- مراجعة القانون رقم 09.08 المتعلق بحماية الأشخاص الذاتيين تجاه معالجة المعطيات ذات الطابع الشخصي، بما يُمَكن من تضمينه متطلبات المعطيات التي يتم استخدامها وتوليدها بواسطة الذكاء الاصطناعي، مع ضمان توافق مضامينه مع المعايير الدولية.
- تشجيع الاستخدام المعقلن لأدوات الذكاء الاصطناعي في جميع القطاعات، سواء العمومية أو الخاصة، وذلك من خلال وضع مخطط للدعم، لاسيما لفائدة المقاولات الصغيرة جدا والصغرى والمتوسطة، سواء في مجال التكوين أو الحصول على الموارد المالية والمادية والبرمجيات.
- تحرير المعطيات العمومية وتيسير الحصول على معطيات موثوقة وتيسير استخدامها البيني، بما يمكن من التوفر على المعطيات اللازمة لتطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي.
- إحداث صندوق استثماري مشترك بين القطاعين العام والخاص مخصص للابتكار في مجال الذكاء الاصطناعي وغيره من التكنولوجيات الرقمية المتطورة. ويمكن أن يقدم هذا الصندوق منحًا، وتمويلات أولية، ورأس المال المجازفة، لدعم المشاريع في مجال الذكاء الاصطناعي.
- سن تحفيزات ضريبية لفائدة المقاولات، لاسيما الصغيرة جدا والصغرى والمتوسطة التي تستخدم الذكاء الاصطناعي لتحسين إنتاجيتها أو تتعاون مع قطاع البحث في مجال الذكاء الاصطناعي. كما ينبغي ملاءمة مضامين ميثاق الاستثمار بما يجعلها تستجيب بشكل أفضل لخصوصيات المقاولات الناشئة العاملة في مجال الذكاء الاصطناعي، وذلك من خلال مراجعة المعايير المنصوص عليها حاليا للاستفادة من الدعم.

- إعطاء الأولوية لجهود تطوير حلول ترتكز على تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي في قطاعين أو ثلاثة قطاعات كحد أقصى لتجنب تشتت الموارد. ويمكن أن تكون قطاعات التربية والصحة والفلاحة من بين القطاعات المستهدفة.
- تطوير نموذج لغة سيادي (معطيات بالدارجة المغربية المعيارية) لتحسين الاندماج الرقمي، من خلال تمكين جميع المواطنات والمواطنين، بغض النظر عن مستواهم الدراسي، من المشاركة الفاعلة في المجال الرقمي وبالتالي توسيع نطاق الولوج إلى أدوات الذكاء الاصطناعي لتشمل كل مكونات المجتمع.
- إدماج التكوين في مجال الذكاء الاصطناعي بشكل ممنهج في العرض التربوي والتكويني الوطني وتعزيز برامج التعليم العالي المتعلقة بالذكاء الاصطناعي في الجامعات والمدارس المتخصصة. كما ينبغي العمل بالموازاة مع ذلك على سد الخصاص المسجل في المكوِّنين في هذا المجال، من خلال تمكين الكفاءات ذات التخصص العلمي، سيما المختصين في الرياضيات، من الاستفادة من تكوين متخصص في مجال الذكاء الاصطناعي.

تقديم

لقد أحدث التحول الرقمي تحولات عميقة في الاقتصاد والمجتمع إلى درجة أن جل الأنشطة تحتوي على بعد رقمي. ويوجد الذكاء الاصطناعي في صلب هذا التحول الرقمي رغم أنه لا يعد تخصصا علمياً جديداً، إلا أن التطورات التي شهدها مؤخرا، لا سيما على مستوى «الذكاء الاصطناعي التوليدي»، جعلته يحتل مكانة محورية في إنجاز عمليات ذهنية ومعرفية كانت إلى الأمس القريب حِكراً على الإنسان.

مؤطر 1: تعريف الذكاء الاصطناعي (منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية)[5]

نظام الذكاء الاصطناعي هو نظام آلي قادر، لأهداف معينة، على تقديم توقعات أو توصيات أو اتخاذ قرارات تؤثر على البيئة المحيطة. ويستخدم المعطيات والمدخلات التي تولدها الآلة و/أو يقدمها الإنسان من أجل (1) إدراك بيئات حقيقية و/أو افتراضية؛ (2) إنتاج تصور مجرد لذلك الإدراك في شكل نماذج ناتجة عن التحليل الآلي (مثل التعلم الآلي) أو اليدوي؛ و(3) استخدام النتائج المستخلصة من النماذج لصياغة خيارات نتائج مختلفة. وقد تم تصميم أنظمة الذكاء الاصطناعي لتعمل بدرجات متفاوتة من الاستقلالية.

لقد أصبح الذكاء الاصطناعي يُمَكِّنُ من محاكاة طرق الاستدلال والسلوك البشري باستخدام البرامج المعلومياتية والأجهزة. ويتجلى الاستخدام الملموس لهذه التكنولوجيا في عدد من الأدوات الرقمية الموجهة للعموم، من قبيل مولِّدات النصوص، ومنصات الترجمة الآلية أو أنظمة التعرف على الصور.

وقد شهدت بعض هذه التقنيات تطورات كبيرة وباتت تضطلع بدور أساسي في التنمية السوسيو-اقتصادية للمقاولات. ومع ذلك، لا تزال العديد من التكنولوجيات الواعدة في مرحلة الإنضاج والتجريب وتحتاج للمزيد من التطوير سواء داخل مراكز الأبحاث بالجامعات أو وحدات البحث والتطوير في المقاولات. وفي هذا الصدد، تسعى العديد من المقاولات الناشئة إلى التموقع في هذا القطاع من أجل تصميم منتجات قابلة للتسويق.

ومن وجهة نظر اقتصادية، فإن تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي تحمل فرصاً واعدة. إذ بمقدورها أن تُدِرَّ آلاف المليارات من الدولارات في الاقتصاد العالمي، ويُتوقع تحقيق زيادة قد تصل حوالي 14 في المائة من الناتج الداخلي الإجمالي العالمي بحلول سنة 2030[6].

أما تأثير الذكاء الاصطناعي على سوق الشغل، فإن وتيرته تتقدم بسرعة في العديد من المجالات، إذ بات يعمل على أتمتة عدد متزايد من المهام، بما فيها مهام كان يُعتقد أنه لا يمكن أن يُنجزها إلا البشر. وفي هذا الصدد، هناك مقاربتان رئيسيتان في فهم هذه التحولات: مقاربة ترى أن الذكاء الاصطناعي سيُقوي من القدرات الإنسانية، على غرار ما حدث خلال الثورات الصناعية والعلمية السابقة؛ ومقاربة أكثر راديكالية، تتوقع أن يُعَوِّضَ الذكاء الاصطناعي البشرَ بشكل كامل في جميع الأعمال. غير أنه، من السابق لأوانه اليوم تحديد التأثير الحقيقي الذي سيكون للذكاء الاصطناعي على مجال الشغل على المديين المتوسط والطويل، ذلك أن تأثير الذكاء الاصطناعي يختلف إلى حد كبير من قطاع لآخر.

5 - Perspectives de l'emploi de l'OCDE 2023 : Intelligence artificielle et marché du travail

6 - PwC, Mckinsey et Goldman Sachs(cf. partie enjeu économique)

فبعض المجالات ستشهد ثورة حقيقية، فيما ستعرف مجالات أخرى تغييرات بدرجات متفاوتة. لذلك من الضروري تبني مقاربة ملائمة لكل قطاع على حدة.

من جهة أخرى، تطرح قدرة أنظمة الذكاء الاصطناعي على محاكاة سلوكيات بشرية تحديات قانونية وأخلاقية جديدة، لا سيما ما يتعلق باحترام حقوق الإنسان الأساسية (مثل أنظمة التعرف على ملامح الوجه المستعملة في مراقبة الفضاء العام)، وتحديد المسؤوليات وترتيب الآثار القانونية.

وفي هذا الصدد، تطرح العديد من التساؤلات: كيف يمكننا أن نحمي أنفسنا من التجاوزات والمخاطر المتعلقة باستخدام هذه الأدوات التكنولوجية؟ هل يمكن ضمان استخدام الذكاء الاصطناعي بطريقة أخلاقية ومسؤولة؟ كيف يمكن إدماج القيم الأساسية كحقوق الإنسان، والتضامن، والعدالة، في بيئة يضطلع فيها الذكاء الاصطناعي بأدوار متزايدة الأهمية في مسلسل اتخاذ القرار في مجالات متنوعة؟ كيف يمكن «التعاون» مع أدوات تبدو أحيانا أكثر «ذكاء» من الإنسان؟ وكيف يمكن تحقيق أفضل استفادة منها من أجل تسريع التنمية الاقتصادية والاجتماعية وضمان استدامتها؟

إن الإجابة عن كل سؤال من هذه الأسئلة تتطلب القيام بدراسات معمقة، ولربما لن يكون بالإمكان إيجاد أجوبة واضحة عن بعضها في الوقت الراهن. لذلك، لا يسعى هذا الرأي إلى إنجاز دراسة شاملة حول الذكاء الاصطناعي بما يحمله من إمكانات وما ينطوي عليه من مخاطر، لكنه يرمي إلى تحليل تأثير هذه التكنولوجيا الجديدة على المغرب، والسعي نحو تحقيق أكبر استفادة ممكنة منها والحد ما أمكن من انعكاساتها السلبية. ويندرج هذا الرأي في سياق استكمال العمل الذي سبق أن أنجزه المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي، في رأيه الصادر سنة 2021 تحت عنوان «نحو تحوّل رقميّ مسؤول ومُدمِج»، لا سيما التوصية التي أكد فيها على ضرورة «جعْل الذكاء الاصطناعي أولوية في ورش التحوّل الرَّقمي لبلادنا، بالنّظر إلى أهمّيّته البالغة بالنّسبة للمخطّطات الاستراتيجية والاقتصادية».

1. رهانات الذكاء الاصطناعي: بين فرص التقدم والمخاطر المحتملة

يشكل الذكاء الاصطناعي ثورة تكنولوجية تعيد رسم حدود الممكن في عدة مجالات، سواء الاقتصادية، أو الاجتماعية، أو الثقافية أو البيئية. وإذا كان الذكاء الاصطناعي يفتح آفاقاً واعدة في ميادين الابتكار والإنتاجية ورفع التحديات الاجتماعية، فإنه يثير في المقابل مخاطر كبيرة. كما أن اعتماد تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع يطرح أسئلة أخلاقية وقانونية واجتماعية، خاصة فيما يتعلق بحماية المعطيات، وحقوق الملكية الفكرية، والتأثير على مجال الشغل.

1.1. رهان تكنولوجي

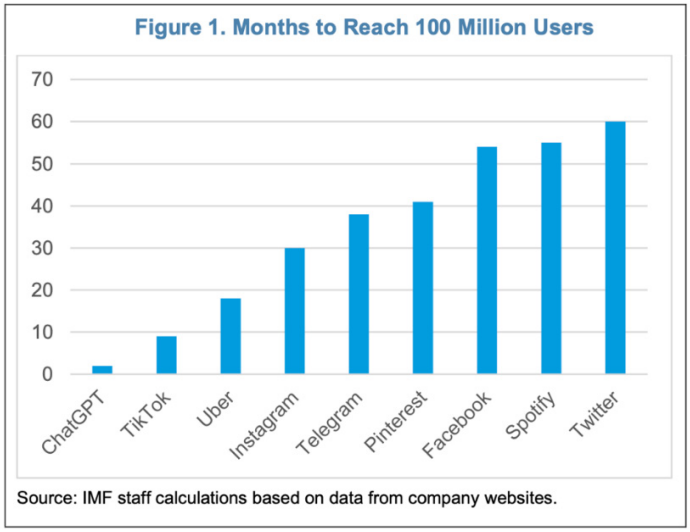
تعود أسس إنشاء «الآلات الذكية» إلى أربعينيات القرن الماضي من خلال الأبحاث الرائدة لآلان تورينج[7]. ومنذ ذلك الحين، ساهمت الإنجازات العلمية والتكنولوجية التي شهدها هذا المجال، ولا سيما من خلال تطوير أولى الحواسيب، في تغذية فكرة «الآلات الذكية». وظهر مصطلح «الذكاء الاصطناعي» سنة 1956، خلال مؤتمر علمي في دارتموث بالولايات المتحدة الأمريكية. ومنذ ذلك الوقت، تطور الذكاء الاصطناعي، تبعا للتقدم المحرز في الخوارزميات وقوة الموارد الحاسوبية.

7 - https://www.coe.int/fr/web/artificial-intelligence/history-of-ai

وقد تم تمويل الأبحاث خلال العقود الأولى أساسا من لدن وزارة الدفاع الأمريكية، التي اعتبرت أن هذه التكنولوجيا تشكل رهانا استراتيجيا قائم الذات. وقد شكل ظهور الأنظمة الخبيرة (systèmes ex-perts) في الثمانينيات تطورا مهما في هذا المسار، إذ مكن من وضع التطبيقات العملية الأولى للذكاء الاصطناعي.

وأعطى التقدم المحرز مؤخرا، خاصة في استخدام الشبكات العصبية والتعلم العميق (*deep learning*)، دفعة جديدة للذكاء الاصطناعي منذ عشرية 2010. وقد فسحت الزيادة في القدرة الحاسوبية وتوفر كميات هائلة من المعطيات على شبكة الأنترنت (المعطيات الضخمة) المجال أمام العديد من الابتكارات والتطبيقات في الذكاء الاصطناعي.

وفي سنة 2022، شكل «شات جي بي تي» (*ChatGPT*) نقطة تحول كبرى، وهو عبارة عن متحدث آلي تفاعلي يستعمل نموذجاً لغوياً ضخماً (*GPT3.5*)، بحيث أصبح الذكاء الاصطناعي التوليدي منذ إطلاقه متاحا للعموم. ففي بحر شهرين فقط (انظر الرسم البياني رقم 1)، ارتاد المنصة أزيد من 100 مليون مستعمل نشط في جميع أنحاء العالم. وأصبحت العديد من القطاعات، مثل الصناعة والأوساط الأكاديمية ومكاتب المحاماة ودور النشر، تستخدم هذه التكنولوجيا للاستجابة لحاجياتها الخاصة.



الرسم البياني رقم 1: بلوغ عدد مستعملي المنصات الرقمية عتبة 100 مليون مستعمل في بضعة أشهر

إن التقدم السريع الذي تحقق في تكنولوجيا «النماذج اللغوية الكبيرة» *(LLMs)*، المزودة بمليارات بل تريليونات الخصائص، دشن عهدا جديدا في مجال الذكاء الاصطناعي التوليدي بحيث صار بمقدوره القيام بتأليف نصوص وإنشاء صور واقعية وكذا لقطات فيديو. ويتجسد هذا التطور من خلال برامج مثل (*Dall-E*) أو (*Midjourney*)، التي تقوم تلقائيًا بإنشاء صور انطلاقا من محتوى مكتوب. غير أن هذه الإبداعات الأصلية تطرح تساؤلات جديدة بخصوص الملكية الفكرية.

ومن أجل فهم أفضل لرهانات الذكاء الاصطناعي، يجدر التذكير بالعناصر الأساسية الثلاثة التي تقوم عليها هذه التكنولوجيا، ألا وهي: بنيات تحتية قوية، خوارزميات فعالة، ومعطيات متاحة بوفرة.

مؤطر 2: المكونات الثلاثة للذكاء الاصطناعي

1. **بنية تحتية مادية ملائمة:**

- تُعد قدرات الحوسبة والتخزين محددات أساسية لمعالجة الكميات الهائلة من المعطيات، الضرورية للذكاء الاصطناعي. وتضم مراكز المعطيات معدات مثل الخوادم، ووحدات المعالجة المركزية (CPU)، ووحدات معالجة الرسومات (GPU)، ووحدات معالجة المتوترات (TPU) المصممة خصيصًا لتدريب خوارزميات الذكاء الاصطناعي.
- توفر البنية التحتية السحابية[8] إمكانية التدبير الافتراضي للموارد الحاسوبية والتخزين، مما يتيح المزيد من المرونة والقابلية للتوسع بناء على الطلب.
- يكتسي الارتباط بشبكة الأنترنت، سواءً على المستوى الوطني أو الدولي، أهمية قصوى في ضمان التواصل بين مراكز المعطيات والمستخدمين النهائيين لتطبيقات الذكاء الاصطناعي. كما يحتاج المواطنون والأجهزة المتصلة (IoT) أيضًا إلى الولوج إلى شبكات أنترنت ذات صبيب عال من أجل الاستخدام الأمثل لهذه التكنولوجيات.

2. **خوارزميات فعالة**[9]:

تشكل نماذج التعلم الآلي (*machine learning*) والتعلم العميق (*deep learning*) الركائز الأساسية للذكاء الاصطناعي. وتقوم هذه النماذج على خوارزميات معقدة قادرة على معالجة وتحليل المعطيات من أجل تقديم توقعات أو اتخاذ قرارات بشكل آني.

- يعتمد التعلم الآلي على خوارزميات تتعلم من المعطيات السابقة من أجل القيام بتوقعات أو اتخاذ قرارات بشكل آني. وتُستخدم هذه النماذج في مجموعة واسعة من التطبيقات حيث يتم تعديل الخوارزميات باستمرار بناءً على المعطيات المتراكمة.
- التعلم العميق، وهو أحد فروع التعلم الآلي، يستخدم الشبكات العصبية العميقة لمعالجة كميات هائلة من المعطيات وحل المهام المعقدة مثل التعرف على الصور أو فهم اللغة.

3. **المعطيات، التي تعتبر وقود الذكاء الاصطناعي**[10]:

تضطلع المعطيات بدور أساسي في كل مراحل تطوير الذكاء الاصطناعي. وخلال مرحلة التصميم، تتأثر هندسة النظام بشكل مباشر بنوع المعطيات التي سيتم استخدامها لتشغيله (نصوص، صور، ملفات صوتية، فيديوهات إلخ).

ولا يزال تطوير أنظمة الذكاء الاصطناعي يعتمد اليوم في جزء كبير منه على المعطيات التي يقوم بوسمها الإنسان بشكل يدوي (وسم المعطيات: تعريفها ووضعها في سياقها). غير أنه مع تقدم البحث في مجال الذكاء الاصطناعي، أصبح بمقدور الخوارزميات التعلم بطريقة مستقلة، بفضل تقنيات التعلم

8 – رأي المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي بعنوان « التكنولوجيا السحابية (*cloud*)، رافعة استعجالية لتسريع التحول الرقمي»، 2023.

9 - Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio & Aaron Courville, MIT Press, 2016

10 – رأي المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي حول موضوع «المعطيات المفتوحة: تحرير المعطيات العمومية في خدمة النمو والمعرفة»، 2013

الآلي غير الخاضع للإشراف *(unsupervised learning)*. ففي ظل هذا النمط من التعلم، تقوم الخوارزميات بتحديد المعطيات والدوافع غير المعلنة في المعطيات دون الحاجة إلى الارتكاز على عمليات وسم وتعريف مسبقة.

وتتميز أتمتة عملية التعلم الآلي بكونها تزيد من فعالية أداء البرنامج مع تقليص تكلفة عملية الوسم اليدوي للمعطيات وبطء وتيرتها. غير أن التحدي الرئيسي الذي يواجهه الذكاء الاصطناعي حاليا، يكمن في مدى إمكانية تفسير النتائج التي يقدمها.

يشهد الذكاء الاصطناعي اليوم تطورا مستمرا، رغم أنه من الصعب التنبؤ بتطوراته المستقبلية، إلا أن أغلبية الخبراء يجمعون على أن الذكاء الاصطناعي سيستمر على هذا المنحى من التحسن والتطور. ذلك أن بعض التطورات التكنولوجية، من قبيل الحوسبة الكمية، قد تحدث ثورة في القدرات الحاسوبية لنظم الذكاء الاصطناعي، مما سيؤدي إلى الرفع من قدراته بشكل أكبر.

ومع ذلك، فإن احتمال التوصل إلى أنظمة ذكاء اصطناعي عام قادرة على تنفيذ جميع العمليات الذهنية البشرية يظل هدفا بعيد المنال[11]. لكن في الوقت الراهن، يواصل الذكاء الاصطناعي توسيع مجالات تطبيقه، مع العمل في كل مرة على دفع حدود الممكن على المستوى التقني.

2.1. رهان اقتصادي

لقد أصبح التأثير الاقتصادي الكبير للذكاء الاصطناعي أمرا مسلما به على نطاق واسع. وحسب دراسة للشركة الاستشارية الدولية «برايس ووترهاوس كوبرز» فقد يُدِرُّ الذكاء الاصطناعي بحلول سنة 2030[12] ما قدره 15.700 مليار دولار في الاقتصاد العالمي، أي ما يعادل حوالي 14 في المائة من الناتج الداخلي الإجمالي العالمي. وحسب المصدر ذاته، فإن المستفيد الأساسي من هذا النمو سيكون الصين (26 في المائة) وبلدان أمريكا الشمالية (14 في المائة). بالموازاة مع ذلك، تتوقع مؤسسة «جولدمان ساكس» لتقديم الخدمات المالية والاستثمارية ارتفاع الناتج الداخلي الإجمالي العالمي بنسبة 7 في المائة سنة 2023 (أي ما يناهز 7000 مليار دولار)[13].

ويتوقع مكتب الدراسات «ماكينزي» أيضا أن تتراوح المساهمة المحتملة للذكاء الاصطناعي غير التوليدي بين 11.000 و17.700 مليار دولار، في حين يتوقع أن يضيف الذكاء الاصطناعي التوليدي ما بين 2600 و4400 مليار دولار إلى الاقتصاد العالمي[14].

إن اعتماد تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي يحدث تحولا عميقاً في النماذج الاقتصادية والتدبيرية للمقاولات، لأنه يمكن من الولوج إلى معلومات لم تكن متاحة، مما يعزز العلاقات مع الزبناء والعروض التجارية. إن هذا التحول ليس مجرد ارتقاء في سلم التطور التكنولوجي فحسب، بل إنه يمثل ثورة حقيقية تؤثر بشكل مباشر في تنافسية المقاولات وتغير تدبيرها الداخلي.

11 - https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence/Is-artificial-general-intelligence-AGI-possible

12 - PwC, « Sizing the prize What's the real value of AI for your business and how can you capitalise?» report, 2017.

13 - https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/generative-ai-could-raise-global-gdp-by-7-percent.html

14 - The economic potential of generative AI: The next productivity frontier, Mckinsey 2023

كما أن الذكاء الاصطناعي يحفز الابتكار، عبر تيسير إحداث منتجات جديدة واستكشاف أسواق جديدة، والتدبير الأمثل للعمليات وطرق الاشتغال وتحسين الخدمات. ووفقا لدراسة أنجزتها مجموعة التفكير التابعة للبرلمان الأوروبي[15]، يمكن أن يرفع الذكاء الاصطناعي من إنتاجية العمل بنسبة تتراوح بين 11 و37 في المائة بحلول سنة 2030.

بالإضافة إلى ذلك، يساعد الذكاء الاصطناعي رواد الأعمال في تطوير المقاولات الناشئة، من خلال اقتراح حلول مناسبة لحاجياتها، وأتمتة المهام المعقدة، مما يفسح المجال أمام توجيه الموارد نحو أنشطة ومهام ذات طابع استراتيجي أكبر[16].

غير أن الذكاء الاصطناعي ينطوي في المقابل على عدد من المخاطر، لا سيما في ما يتعلق باحتمال تشجيعه للتَّرَكُّز الصناعي وتقوية هيمنة الشركات الدولية الكبرى. لذلك، فقد صار لزاما تعبئة آليات لضمان احترام قواعد المنافسة، من أجل الوقاية من الاستغلال التعسفي للوضع المهيمن[17].

جدير بالذكر أن كبريات الشركات العاملة في مجال التكنولوجيات تضطلع بدور حاسم في نشر وتوزيع البرامج والتطبيقات المرتبطة بالذكاء الاصطناعي، وهي التي تقرر في ما يمكن الولوج إليه من عدمه. وهو الأمر الذي يطرح مسألة قوة التأثير الذي باتت تتمتع به هذه الشركات، والذي يفوق أحيانا الدول، وذلك رغم الجهود التي تبذلها القوى الاقتصادية العظمى في تأطير هذه الشركات، لا سيما في السياقات الدولية ومتعددة الأطراف.

مؤطر 3: القطاعات التي ستستفيد بشكل أكبر من اعتماد الذكاء الاصطناعي، حسب رأي المشاركين في الاستشارة المواطنة المنظمة على المنصة الرقمية «أشارك»[18]

تبرز نتائج الاستشارة المواطنة أن قطاع التعليم يأتي، بنسبة 80.6 في المائة من الإجابات، في مقدمة القطاعات التي ستستفيد بشكل أكبر من مساهمة الذكاء الاصطناعي، يليه قطاع الخدمات العمومية بنسبة 70.7 في المائة، ثم الصحة (65.7 في المائة)، والصناعة (67.5 في المائة)، والفلاحة (55 في المائة)، وقطاعا الماء والطاقة بنسبة 51.5 في المائة. بالإضافة إلى ذلك، يرى 19.5 في المائة من المشاركين أن قطاعات أخرى يمكن أن تستفيد أيضاً من مساهمة الذكاء الاصطناعي، لا سيما المعلوميات، والاتصالات السلكية واللاسلكية، والأمن السيبراني، والمالية والبنوك، والبحث العلمي، والنقل واللوجستيك، والقانون والعدالة، بالإضافة إلى السياحة والفنون، والإعلام والاتصال.

3.1. رهان مجتمعي

إن الذكاء الاصطناعي، باعتباره تكنولوجيا ذات طابع عرضاني، يؤثر تأثيرا كبيرا على المجتمع وبنياته التنظيمية. فهو يوفر حلولاً مبتكرة لمواجهة مختلف التحديات والتطورات، كما أنه يعيد تشكيل تمثلاتنا للعالم وطرق تفاعلنا مع بعضنا البعض. بالإضافة إلى ذلك، يُمَكن الذكاء الاصطناعي من تحقيق تقدم

15 - https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20200918STO87404/intelligence-artificielle-opportunites-et-risques

16 – وفقا لمخرجات جلسة الإنصات مع شركة (*Intelcia*) المنظمة في مارس 2024، فمن المتوقع أن يتأثر قطاع العلاقات مع الزبناء، الذي يُشغِّل عشرات الآلاف من الأشخاص في المغرب، بشكل كبير بتقنية روبوتات الدردشة (*chatbots*) والمساعد الصوتي الآلي. غير أنه يبدو حسب التوقعات المتعلقة بالتطور المستقبلي للمقاولات العاملة في هذا المجال أنه يتم النظر اليوم إلى الذكاء الاصطناعي كأداة للرفع من قدرات العنصر البشري وتعزيز فعاليته في الاستجابة لطلبات الزبناء.

17 - Les enjeux économiques de l'intelligence artificielle, Trésor-Eco, avril 2024

18 – الملحق رقم 3: نتائج الاستشارة المواطنة.

مهم في العديد من الميادين[19]، من قبيل تحسين جودة الرعاية الصحية، وتطوير وسائل النقل، وتيسير الولوج إلى خدمات بكلفة معقولة وملاءمة لحاجيات كل فرد ومتسمة بطابع مستدام. كما أن الذكاء الاصطناعي يعمل على تيسير الحصول على المعلومات والولوج إلى التكوين، مع مساهمته في جعل أماكن العمل فضاءات آمنة، من خلال أتمتة المهام الخطيرة. هذا، ويسمح اعتماد الذكاء الاصطناعي أيضا بتحفيز دينامية إحداث فرص الشغل داخل المقاولات التي تعتمد هذه التكنولوجيا الصاعدة.

غير أن الذكاء الاصطناعي ينطوي أيضا على عدد من المخاطر. فقد يتم استخدامه في التلاعب بالرأي العام من خلال طرح أخبار زائفة، كما قد يؤدي إلى انتهاك الحياة الخاصة للأشخاص، أو تيسير تنفيذ هجمات سيبرانية. كما تطرح بعض الابتكارات كصور الأفاطار (avatars) الرقمية إشكالات أخلاقية، تتصل برهانات جديدة تهم المحافظة على سلامة الأشخاص والحقوق الفردية.

إن ما تثيره الانعكاسات المحتملة للذكاء الاصطناعي من انشغالات، دفعت ببعض خبراء القطاع إلى الدعوة سنة 2023 إلى تعليقٍ مؤقت[20] للأبحاث الجارية في مجال الذكاء الاصطناعي لإفساح المجال لتعزيز آليات السلامة والتقنين التي تؤطر دينامية تطوير برامج الذكاء الاصطناعي. وفي هذا الصدد، ترمي عدد من المبادرات التي جرى إطلاقها، من قبيل مشروع أخلاقيات الذكاء الاصطناعي (*AI Ethics*) الذي وضعته جامعة مونتريال وإعلان مونتريال من أجل تطوير مسؤول للذكاء الاصطناعي[21]، إلى إرساء ذكاء اصطناعي يحترم حقوق الإنسان ومبادئ الإنصاف الاجتماعي، والاستدامة[22].

وثمة تحد أساسي آخر يواجه مسار تطوير وتنزيل أنظمة الذكاء الاصطناعي، يكمن في أشكال التحيز (biais) التي قد تنطوي عليها. ويمكن أن يكون التحيز ذا طابع عرقي أو مرتبطاً بالنوع الاجتماعي أو له صلة بالاختلافات الثقافية. ومن شأن أشكال التحيز أن تؤثر سلبا على ما يفترض أن تتصف به قرارات تلك الأنظمة من موضوعية وإنصاف. وتتعدد أسباب التحيز، كما تضطلع معطيات التدريب، التي غالبا ما تعكس التحيزات الموجودة في المجتمع بالفعل، بدور أساسي في هذا المضمار. فعلى سبيل المثال، إذا تم تدريب خوارزمية معينة على التعرف على الوجوه، أساسا باستخدام صور الأشخاص ذوي البشرة البيضاء، فقد تعوزها الدقة عند محاولة التعرف بشكل صحيح على الأشخاص ذوي لون بشرة مغاير. كما أن التفاعل بين الذكاء الاصطناعي والمستعملين يمكن أن يولد أشكالا من التحيز، لا سيما بالنسبة لأنظمة التعلم المستمر، مثل روبوتات الدردشة (*chatbots*) بحيث يمكن أن يؤثر توظيف المستعملين لألفاظ وتعابير معينة على سلوك النظام الآلي الذي قد يميل لإعادة استخدام نفس المصطلحات لاحقا.

وقد تنشأ أشكال أخرى من التحيز من آلية التدبير الأمثل لتعدد الأهداف (optimisation multi-objectifs)[23]. إذ تسعى بعض نماذج الذكاء الاصطناعي إلى خلق التوازن

19 – لتسليط الضوء على استخدامات الذكاء الاصطناعي المفيدة للمجتمع، تنظم منظمة الأمم المتحدة كل سنة قمة عالمية تحت شعار «استخدام الذكاء الاصطناعي من أجل الصالح العام» (*AI for good*)، وهو لقاء يرمي إلى تقديم مشاريع تنموية واعدة خرجت إلى حيز الوجود بفضل استخدام الذكاء الاصطناعي

20 - https://www.courrierinternational.com/article/gpt-4-un-millier-d-experts-de-la-tech-demandent-un-moratoire-sur-la-recherche-en-ia

21 - https://declarationmontreal-iaresponsable.com/wp-content/uploads/202301//AR-UdeM_Decl-IA-Resp_LA-Declaration-ENG_v2.pdf

22 – تركز هذه المبادرات على قيم مثل احترام الشخص والعدالة والرفاه والاستقلالية والحياة الخاصة، والديمقراطية والإنصاف والإدماج والاحتراز والمسؤولية والاستدامة.

23 – التدبير الأمثل لتعدد الأهداف (L'optimisation multi-objectifs) هو عبارة عن مسلسل لاتخاذ قرار يرمي إلى التوصل إلى أفضل حل ممكن أخذا بعين الاعتبار العديد من المعايير والأهداف في الآن ذاته

بين العديد من المعايير. غير أن مؤشرات الترجيح المعتمدة على مستوى تلك الأهداف يمكن أن تؤثر سلبا على حيادية وموضوعية النتائج المحصل عليها. وعلاوة على ذلك، يمكن أن يكون المبرمجون أنفسهم مصدراً للتحيز، ومن هنا تأتي أهمية اعتماد تكوين متعدد التخصصات في برامج التكوين التقني، يضم العلوم الاجتماعية، وذلك من أجل تحقيق فهم أفضل لدى المتكونين للتداعيات الأخلاقية والمجتمعية لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي وتدبيرها بشكل أنجع. لقد أضحى تقليص أشكال التحيز وبلورة أنظمة للذكاء الاصطناعي قابلة للتفسير ومتسمة بالشفافية، مسألة ذات أولوية كبرى، من أجل أن تضمن هذه التكنولوجيات، المنتشرة على نطاق واسع الإنصاف والموثوقية.

4.1. رهان حماية المعطيات ذات الطابع الشخصي

من أجل الحصول على نتائج ملائمة، ترتكز أنظمة الذكاء الاصطناعي على كم هائل من المعلومات المتاحة على شبكة الأنترنت، مما يطرح تساؤلات وجيهة حول مدى احترام المعطيات ذات الطابع الشخصي. والحال أنه يجب أن تتم معالجة تلك المعطيات بطريقة سليمة وشفافة مع الموافقة الصريحة للأشخاص المعنيين، كما يجب أن تُستخدم حصريا للغايات المحددة التي تم تجميعها من أجلها.

لكن يبدو أنه من الصعب تنزيل ومراقبة مدى إعمال هذه المبادئ، نظراً لتعدد الاستخدامات التي يمكن أن تتيحها برمجيات الذكاء الاصطناعي بمجرد تدريبها. لذلك، سيكون على الهيئات المكلفة بحماية المعطيات ذات الطابع الشخصي العمل على بلورة مقاربات متجددة وملائمة لرفع التحديات الخاصة التي يطرحها الذكاء الاصطناعي، مع الحرص على تجنب فرض تدابير تقنينية من شأنها أن تعيق الابتكار التكنولوجي. من هذا المنطلق، يجب تحقيق التوازن بين احترام الحريات الفردية وديناميةالتقدم التكنولوجي التي لا مناص منها.

5.1. رهان اجتماعي

يمكن أن يشكل الذكاء الاصطناعي مساعداً أساسيا في دينامية تحول وتحسين الخدمات الاجتماعية، من خلال توفير حلول تقنية تيسر ولوج المواطنات والمواطنين إلى تلك الخدمات أينما كانوا وبشكل يراعي وضعياتهم وخصوصياتهم. فعندما يتم ضمان الولوج إلى البنيات التحتية للاتصال، تصبح أنظمة الذكاء الاصطناعي في متناول جميع السكان، مما يتيح تجاوز الحواجز الجغرافية والإكراهات الزمنية، وهو ما يسمح بتقديم خدمات ملائمة لكل مستخدم تبعا لحاجياته الخاصة، الشيء الذي يعزز الإدماج الاجتماعي مع ضمان الإنصاف المتنامي في الولوج إلى الخدمات الأساسية.

كما أن قدرة أنظمة الذكاء الاصطناعي على تحليل كميات كبيرة من المعطيات (من قبيل الملفات الطبية، وملفات حالات الاستفادة من المساعدة الاجتماعية، أو التفاعلات على شبكات التواصل الاجتماعي) تمكن من تقديم تحليلات استشرافية، ومن ثَمَّ تيسير اعتماد تدبير استباقي لاحتياجات الساكنة. وتشكل هذه القدرة على استباق الطلبات آلية مهمة جدا من أجل التخصيص الأمثل للموارد وتحسين جودة الخدمات العمومية. غير أنه ينبغي إنجاز هذه التحليلات مع التقيد التام بالنصوص القانونية الجاري بها العمل في مجال حماية الحياة الخاصة للمواطنات والمواطنين، ولا سيما معالجة المعطيات الحساسة.[24]

24 - https://www.cndp.ma/glossaires/#:~:text=Donn%C3%A9es%20sensibles%3A%20Donn%C3%A9es%20%C3%A020%caract%C3%A8re,y%20compris%20ses%20donn%C3%A9es%20g%C3%A9n%C3%A9tiques.

أما على المستوى المهني، فإن للذكاء الاصطناعي، بوصفه تكنولوجيا تحويلية، تأثيراً كبيراً على مجال الشغل والكفاءات. فإذا كان الإمكان الصناعي للذكاء الاصطناعي يشجع على إحداث وظائف جديدة، خاصة في القطاعات التكنولوجية والصناعية، فإنه في المقابل، يؤدي إلى القضاء على بعض الوظائف بسبب الأتمتة. وينجم عن هذه الظاهرة، التي تندرج عادة في سيرورة «التدمير الخلاق» اقتصاديا، ظهور مهن جديدة، وتغيير عميق في المهن الموجودة حاليا. ومع ذلك فإنه من الصعب في الوقت الراهن تحديد حجم التأثير الشامل الذي سيكون للذكاء الاصطناعي على عالم الشغل. بحيث لاتزال نتائج الدراسات التي همت الموضوع متباينة في مخرجاتها، وإن كانت تتفق جميعها على أن الذكاء الاصطناعي سيضطلع مستقبلا بدور متزايد الأهمية في إعادة تنظيم العمل.

مؤطر 4: أمثلة لبعض التوقعات الصادرة عن عدد من الهيئات

- حسب صندوق النقد الدولي، سيؤثر الذكاء الاصطناعي على 60 في المائة من الوظائف في البلدان المتقدمة اقتصادياً، وعلى 26 في المائة فقط في البلدان ذات الدخل المنخفض. هذا، وقد حذر الصندوق من خطر تفاقم الفوارق الاجتماعية على المستوى العالمي.
- وفقا لدراسة تحمل عنوان «توقعات منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية بخصوص الكفاءات سنة 2023»، فإن 27 في المائة من الوظائف تدخل ضمن خانة المهن المعرضة بشكل كبير للأتمتة. ومع ذلك، فإن هذه الدراسة تشير إلى أن التبني المحدود للذكاء الاصطناعي والتعديلات الإرادية التي تدخلها المقاولات على أعداد الموارد البشرية ليس لهما انعكاسات سلبية كبيرة على مجال التشغيل.
- تتوقع منظمة العمل الدولية أن يتم القضاء على 5.5 في المائة من الوظائف في البلدان المتقدمة و0.4 في المائة في البلدان ذات الدخل المنخفض («الذكاء الاصطناعي التوليدي والوظائف: تحليل عالمي للآثار المحتملة على الوظائف كما وكيفا»، 2023). وتشير هذه الدراسة إلى أن قيمتها الرئيسية لا تكمن في دقة التقديرات المقدمة بقدر ما تكمن في طبيعة التغييرات المحتملة.

وفضلا عن ذلك، تجدر الإشارة إلى أن التحولات الناجمة عن الذكاء الاصطناعي تخص مهاما ووظائف معينة أكثر مما تهم المهن في كليتها. ويعتبر هذا التمييز أمرا أساسيا لأنه يوضح أن التكيف مع التغيير الناجم عن الذكاء الاصطناعي سيتم أساسا عبر تطوير عدد من المهارات المطلوبة، وأن التحولات الجديدة لن تعني بالضرورة الاختفاء الكامل لبعض المهن. كما أن تأثير الذكاء الاصطناعي على مجال الشغل سيختلف بشكل كبير باختلاف مستوى التقدم الاقتصادي للبلدان. حيث ستعطي الاقتصاديات المتقدمة الأولوية للبحث والابتكار، بينما سيكون على البلدان الصاعدة التركيز على تحديث بنياتها التحتية التكنولوجية.

إن الاعتماد المتنامي للذكاء الاصطناعي ستكون له تداعيات على الكفاءات المطلوبة، بحيث سيكون على غالبية العاملين، أي حوالي 60 في المائة[25]، التكوين في مجال التكنولوجيات الجديدة واكتساب مهارات جديدة. وفي هذا الصدد، أشار تقرير لموقع إنديد (*Indeed*)[26]، إلى أن 19.8 في المائة من الوظائف

25 - https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf

26 – منصة أمريكية للبحث عن فرص الشغل

التي تم جردها معرضة بشكل كبير على الأقل لتأثير شكل واحد من أشكال الذكاء الاصطناعي[27]. من جهة أخرى، أصبح استخدام الذكاء الاصطناعي في العمل في تزايد مستمر، فعلى سبيل المثال، صرح 39 في المائة من الأشخاص النشيطين بفرنسا أنهم استخدموه مرة واحدة على الأقل في إطار نشاطهم المهني[28].

وكما هو الشأن عادة عند بروز أي تكنولوجيا جديدة، فمن المحتمل أن تكون التغييرات التي ستشهدها أنماط العمل جراء الذكاء الاصطناعي تدريجية. لذلك، يتعين بذل جهود مشتركة ومنسقة من أجل النهوض برافعات مثل التكوين، وإعادة التوجيه المهني، وإعادة انتشار الموارد البشرية، من أجل تقليل الآثار السلبية المحتملة للذكاء الاصطناعي على عالم الشغل، ومن ثم ضمان انتقال هادئ إلى بيئة مهنية تتجه أكثر فأكثر نحو الأتمتة واستعمال الذكاء الاصطناعي.

6.1. رهان المسؤولية الإنسانية

تصل أنظمة الذكاء الاصطناعي بوتيرة مطردة إلى مستويات من التطور والتعقيد لدرجة أن البشر قد يعتمدون عليها اعتماداً كليا في المستقبل القريب. وهناك عاملان يفسران هذا التوجه: من جهة، الثقة المفرطة في كفاءة أنظمة الذكاء الاصطناعي، ومن جهة أخرى، عدم شفافية سيرورة اتخاذ القرار من لدن الآلة، وبالتالي فإن المستعمل يفوض إليها مجبرا سلطة اتخاذ القرار.

ويمكن أن يؤدي هذا التوجه إلى التراجع التدريجي للمهارات والمعارف الإنسانية، لأن البشر قد يتركون للذكاء الاصطناعي القيام بالمهام التي درجوا على إنجازها بأنفسهم والتي كانت جزءاً لا يتجزأ من المهارات الإنسانية. هكذا، فإن الذكاء الاصطناعي، على الرغم من هدفه الأصلي الذي يقوم على مساعدة المستعملين، يمكنه، بسبب ارتكانهم لنوع من الخمول الفكري، أن يفرض قرارات معينة عليهم. ومن ثم سنجد أنفسنا حيال ما يمكن أن يسمى «تبعية خوارزمية» أو «استقالة». هذه الظاهرة تبعث على الانشغال بشكل أكبر في المجالات الحساسة مثل الصحة والسلامة، والتي قد تكون فيها للقرارات المتخذة تبعات جسيمة.

وحسب دراسة لمؤسسة جارتنر (Gartner) المختصة في أبحاث تكنولوجيا الإعلام والاتصال، فإن القرارات المتخذة عبر آليات الذكاء الاصطناعي دون مراقبة الإنسان قد تتسبب في أفق 2030 في فقدان 100 مليار دولار[29].

صحيح أنه ينبغي التعاطي مع هذه المخاطر بشيء من النسبية، إلا أنه يتعين مع ذلك أخذها بعين الاعتبار من خلال توفير تكوينات دقيقة ترمي إلى تعزيز الكفاءات التحليلية والحس النقدي لدى المستعملين. وبفضل هذه الجهود، سيصبح بمقدور الفرد، بعدما صار بإمكانه بفضل هذه التكنولوجيا التحرر من بعض المهام الروتينية، التركيز على أنشطة أكثر تعقيدا، مع إبقاء الذكاء الاصطناعي في دوره كمساعد وليس كصانع قرار. بالإضافة إلى ذلك، يبقى إرساء حكامة صارمة وفعالة للذكاء الاصطناعي، أمرا ضروريا من أجل تأطير مسؤولية كل من المستعمل ومتعهد الخدمة ومنتج أنظمة الذكاء الاصطناعي.

27 - https://www.hiringlab.org/202321/09//indeed-ai-at-work-report/

28 - https://press.jobteaser.com/pres-de-deux-tiers-des-jeunes-francais-effrayes-par-limpact-de-lintelligence-artificielle-sur-leur-carriere

29 - https://www.gartner.com/en/insights/generative-ai-for-business

7.1. رهان إبداعي وثقافي

أضحت الصناعات الإبداعية، مثل الفنون البصرية والتصميم الغرافيكي والأدب والسينما والموسيقى وألعاب الفيديو والمجال السمعي البصري، تهتم بشكل متزايد بالإمكانيات التي يتيحها الذكاء الاصطناعي. إذ يمكن لاستخدام الذكاء الاصطناعي أن يحسن تقنيات التصميم والإنتاج، ونمذجة مجموعة واسعة من الأساليب الإبداعية، وتحليل التوجهات، وإنتاج محتويات بصرية واقعية، وتيسير عملية الإبداع الفني.

غير أن إدماج الذكاء الاصطناعي في هذه القطاعات يطرح عدة أسئلة ذات طبيعة قانونية وأخلاقية مركبة. ومن بين التساؤلات الأساسية المطروحة: هل يمكن اعتبار العمل الفني المنجز ارتكازا على تقنية الذكاء الاصطناعي مجرد معطيات تخلو من الأصالة الإبداعية؟ كما أن استخدام الذكاء الاصطناعي في إنتاج الأعمال الفنية يطرح مسألة حقوق المؤلف، لاسيما في ما يتصل بحماية الإبداعات الفنية المصممة آليا من لدن البرامج الرقمية؟ كما أن تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي التوليدي التي تجعل من الممكن إعادة إنتاج صوت أو صورة أو حتى فيديو لفنان بشكل مطابق تماما تطرح إشكالية استخدام صورة «أفاطار» (صورة افتراضية مصنوعة بالذكاء الاصطناعي) لفنان حي أو ميت. فكيف يمكن إذن إعمال حقوق المؤلف ليس على العمل الفني الملموس، وإنما على الصورة الرقمية لصاحب العمل؟

وعلى المستوى الوطني، ينبغي إيلاء اهتمام خاص لحماية علامات المنتجات الثقافية لأي بلد، سواء تعلق الأمر بنماذج وتصاميم الصناعة التقليدية أو فنون الطبخ أو المعمار أو الفنون الموسيقية، إلخ)[30]. ذلك أنه يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لتقليد عناصر التراث الثقافي أو الاستيلاء عليها أو ادعاء امتلاكها، مما يهدد أصالتها وسلامتها.

وثمة تحد آخر يتعلق بموافقة المؤلفين الذين تُستعمَل أعمالهم في تدريب الذكاء الاصطناعي، وحصولهم على مستحقاتهم. ويكتسي هذا الأمر أهمية بالغة في حماية منظومة الصناعة الإبداعية وصناعة الصحافة. كما أن المقالات والصور ومقاطع الفيديو التي تنتجها المؤسسات الإعلامية وتبثها مجانا على الأنترنت تستخدم على نطاق واسع كمصدر للمعطيات لتدريب واشتغال برامج الذكاء الاصطناعي. وإزاء هذا الوضع، شرع بعض الفاعلين في هذا القطاع في إجراء مفاوضات أو إبرام اتفاقيات مع شركات الذكاء الاصطناعي لتقنين استخدام هذه المعطيات.

30 – رأي المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي، «من أجل رؤية جديدة لتدبير التراث الثقافي وتثمينه»، 2021

مؤطر 5: اتفاق بين جريدة «لوموند» وشركة (OpenAI)

نشرت جريدة «لوموند» الفرنسية بلاغا صحفيا ذكرت فيه أنها أبرمت اتفاقية شراكة مع أحد الفاعلين الرئيسيين في مجال الذكاء الاصطناعي، تخول له بموجبها استخدام قاعدة معطيات الجريدة كمصدر مرجعي باللغة الفرنسية[31].

بالموازاة مع ذلك، يتيح الذكاء الاصطناعي فرصا فريدة من أجل صون وتثمين التراث الثقافي. إذ تسمح تطبيقات الذكاء الاصطناعي بتجاوز الحدود اللغوية وملاءمة المحتويات مع الخصوصيات الثقافية لمختلف البلدان. ويكتسي إدماج البعد الثقافي في تطوير أنظمة الذكاء الاصطناعي أهمية بالغة لكونه يسعف في تفادي الأخطاء وأشكال التحيز وسوء الفهم المرتبطة بالاختلافات الثقافية.

ومع ذلك، يشكل احترام الخصوصيات الثقافية تحديا كبيرا من التحديات المطروحة أمام الذكاء الاصطناعي، لا سيما في سياق يتسم بكون أغلب معطيات تدريب برامج الذكاء الاصطناعي هي معطيات متأتية من البلدان الغربية (93 في المائة من معطيات تدريب برنامج (*GPT*-3) تأتت من نصوص باللغة الإنجليزية)[32]. لذلك، فإنه من الأهمية بمكان العمل على تنويع مصادر المعطيات والمضامين الثقافية المطروحة على الأنترنت وتعزيز خلق محتويات تعكس تنوع الهويات الثقافية. وبالموازاة مع ذلك، ينبغي العمل على تطوير تطبيقات للذكاء الاصطناعي تراعي الخصوصيات الثقافية والقيم المحلية، من أجل ضمان أفضل تمثيلية لمختف المضامين داخل هذه التكنولوجيات وتعزيز مقبوليتها على المستوى العالمي.

8.1. رهان بيئي

تُعرَف أنظمة الذكاء الاصطناعي بكونها تكنولوجيا شديدة الاستهلاك للطاقة، خاصة عندما يتعلق الأمر بنماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي[33]. فعلى سبيل المثال، تعادل الطاقة اللازمة لتوليد صورة عن طريق الذكاء الاصطناعي الطاقة اللازمة لشحن هاتف ذكي بالكامل[34]. وأشار التقرير السنوي حول التنمية المستدامة لشركة مايكروسوفت برسم سنة 2023 إلى ارتفاع انبعاثات الكربون التي تصدرها الشركة بنسبة 29 في المائة مقارنة بسنة 2020[35]، ويرجع ذلك بالأساس إلى استخدام التكنولوجيات الجديدة، بما في ذلك الذكاء الاصطناعي. وهو الأمر الذي يطرح انشغالات كبرى حول انعكاسات هذه التكنولوجيا على البيئة.

وعلاوة على ذلك، فإن عمليات تدريب النماذج الضخمة المستخدَمة في الذكاء الاصطناعي، التي أصبحت تجري بشكل متزايد في بلدان الجنوب، تتطلب استهلاك كميات كبيرة من الطاقة، مما يفاقم البصمة البيئية لهذه البلدان.

31 - Intelligence artificielle : un accord de partenariat entre « Le Monde » et OpenAI

32 - "Language models are few-shot learners" International Conference on Neural Information Processing Systems, 2020 (NIPS '20)

33 - https://www.technologyreview.com/20231084417/05/12//ais-carbon-footprint-is-bigger-than-you-think/

34 - https://www.technologyreview.com/20231084189/01/12//making-an-image-with-generative-ai-uses-as-much-energy-as-charging-your-phone/

35 - https://blogs.microsoft.com/on-the-issues/202415/05//microsoft

غير أن الذكاء الاصطناعي يتيح في المقابل فرصا مهمة للمساهمة في تقليص انبعاثات الكربون من عدد من القطاعات كالفلاحة والطاقة والنقل. فحسب دراسة أجرتها شبكة برايس ووتر هاوس كوبرز للشركات العالمية للافتحاص[36]، فإن الذكاء الاصطناعي قد يمكن من رفع الناتج الداخلي الإجمالي العالمي[37] بنسبة 4.4 في المائة بحلول سنة 2030، مع تقليص انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري بنسبة 4 في المائة، كما يتوقع أن يساهم الذكاء الاصطناعي مساهمة إيجابية في تحقيق 79 في المائة من أهداف التنمية المستدامة في أفق سنة 2030.

2.إجابات دولية على رهانات الذكاء الاصطناعي: الحكامة والابتكار والأخلاقيات

أمام الرهانات المتنامية التي يطرحها الذكاء الاصطناعي، أحدثت العديد من البلدان والمنظمات الدولية آليات حكامة ملائمة من أجل تأطير استعمالات الذكاء الاصطناعي واستثمار مؤهلاته في تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية. وتختلف المقاربات التي اعتمدتها الدول حسب أولوياتها، والتي تتفاوت بين مقاربات تسعى إلى تقنين الاستعمال وأخرى تروم تحفيز الابتكار.

1.2. مبادرات المنظمات الدولية والدول في مواجهة رهانات الذكاء الاصطناعي

تقترح الأمم المتحدة ومنظمة التعاون والتنمية الاقتصادية إطارا عاما يرتكز على جملة من المبادئ التي يمكن أن تلائمها البلدان مع واقعها المحلي.

هكذا، أحدث الأمين العام لمنظمة الأمم المتحدة هيئة استشارية رفيعة المستوى للتفكير حول الذكاء الاصطناعي[38]. من جانبها، أصدرت منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية مبادئ توجيهية بشأن الذكاء الاصطناعي، تهدف إلى النهوض باستعمال الذكاء الاصطناعي بطريقة مبتكرة وجديرة بالثقة، وقائمة على احترام حقوق الإنسان والقيم الديمقراطية[39].

ويمكن تصنيف المبادرات (سواء المتخذة في إطار متعدد الأطراف أو على صعيد الدول) الرامية إلى تنظيم استخدام الذكاء الاصطناعي على الصعيد الدولي إلى أربع فئات كبرى:

1. **الدراسات** التي تعمل على تحليل الانعكاسات والرهانات المتعلقة بالذكاء الاصطناعي[40]؛
2. **السياسات** التي تحدد الاستراتيجيات الوطنية أو الإقليمية الرامية إلى تنظيم مجال الذكاء الاصطناعي[41]؛

36 - AI-Driven Net Zero, PwC, 2024.

37 – تطبيقات الذكاء الاصطناعي المرتكزة على الاستدامة في قطاعات الفلاحة والطاقة والنقل والماء

38 - https://news.un.org/fr/story/20231140052/10/

39 - https://www.oecd.org/fr/topics/sub-issues/ai-principles.html#:~:text=Les%20Principes%20de%20l'OCDE%20sur%20l'IA%20encouragent%20une,%C3%A020%l'%C3%A9preuve%20du%20temps.

40 - بعض النماذج من هذه الدراسات: الهند: « responsible AI for all » NITI Aayog. 2021؛ فرنسا: France « Donner un sens à l'intelligence artificielle », rapport mission parlementaire. 2019.

41 – يمكن أن نذكر منها: الاستراتيجية الكندية في مجال الذكاء الاصطناعي، مارس 2017؛ الاستراتيجية الوطنية للإمارات العربية المتحدة في مجال الذكاء الاصطناعي، 2031.

3. **المبادئ التوجيهية** التي تقترح توصيات غير ملزمة والتي غالبا ما تعتبر خطوة أولى نحو تقنين ذي طابع رسمي[42]؛

4. **القواعد القانونية** التي تنظم أوجه استخدام الذكاء الاصطناعي والتي يتم وضعها في الغالب بعد تجريب المبادئ التوجيهية[43].

هذا، ورغم أن هذه المبادئ التوجيهية ليست ملزمة من الناحية القانونية، إلا أنها غالبا ما تعتبر سنداً في صياغة القواعد القانونية، ومن ثم تمكين الحكومات من فهمٍ أفضل للرهانات المطروحة قبل بلورة إطار الحكامة المناسب لها.

2.2. إحداث هيئات للتفكير وأجهزة للتقنين على صعيد الدول

أحدثت العديد من الدول هيئات للتفكير وأجهزة للتقنين لمواكبة تطور الذكاء الاصطناعي مع الحرص على استخدامه بشكل آمن والالتزام بالأخلاقيات:

1. **الولايات المتحدة الأمريكية**: أنشأت في أبريل 2024 مجلساً فيدرالياً[44] عُهِد إليه بالتصدي للاضطرابات المتعلقة بالذكاء الاصطناعي[45]، مع التركيز على الأمن القومي أو الاقتصادي، والصحة العامة والسلامة. وتتمثل المهمة الرئيسية لهذا المجلس، الذي يتألف من أكاديميين وسياسيين ومسؤولي مقاولات رائدة في مجال الذكاء الاصطناعي، من قبيل «OpenAI» و«Microsoft» و«Google»، في ضمان توظيف الذكاء الاصطناعي بشكل «آمن ومسؤول»، من خلال اعتماد ممارسات مراعية للأخلاقيات وآمنة.

2. **فرنسا**: أطلقت في سنة 2017 مهمة خاصة تحت إشراف عالم الرياضيات سيدريك فيلاني، بهدف توجيه مسار تطور الذكاء الاصطناعي[46]. وكان الهدف الأساسي من هذه المبادرة «إعطاء معنى» للذكاء الاصطناعي، من خلال التحديد الدقيق لتوجهات استخدامه على الصعيد الوطني. وساهم هذا العمل في بلورة استراتيجية وطنية تدمج الأبعاد الأخلاقية والاقتصادية والاجتماعية، وتضع الذكاء الاصطناعي في صلب أولويات فرنسا في مجال التطور التكنولوجي والابتكار.

3. **الإمارات العربية المتحدة**: أحدثت في سنة 2017 وزارة مكلفة بالذكاء الاصطناعي[47]، بهدف جعل الإمارات في موقع الريادة العالمية في مجال الذكاء الاصطناعي، من خلال تشجيع الابتكار والبحث في هذا الميدان. كما سعت هذه الخطوة إلى جعل الإمارات العربية المتحدة مرجعية عالمية في مجال الذكاء الاصطناعي على الصعيدين الصناعي والتكنولوجي على حد سواء.

42 – على سبيل المثال: " A Guide to the Responsible Use of AI"، سنغافورة، 2019

43 – على سبيل المثال: «قانون الاتحاد الأوروبي للذكاء الاصطناعي» (EU AI Act).

44 - https://www.lemonde.fr/pixels/article/202427/04//intelligence-artificielle-creation-d-un-conseil-federal-pour-aider-le-gouvernement-americain_6230258_4408996.html

45 - https://www.dhs.gov/artificial-intelligence-safety-and-security-board

46 - https://www.vie-publique.fr/rapport/37225-donner-un-sens-lintelligence-artificielle-pour-une-strategie-nation

47 - https://thestartupscene.me/FUTURE/The-World-s-first-Minister-for-Artificial-Intelligence-Was-Just-Appointed-In-the-UAE

1. **المملكة العربية السعودية**: أطلقت في سنة 2020 «الاستراتيجية الوطنية للبيانات والذكاء الاصطناعي» (NSDAI)[48] التي تهدف إلى جعل البلاد ضمن البلدان الرائدة عالمياً في مجال الذكاء الاصطناعي بحلول سنة 2030. كما تم تبعاً لذلك إنشاء «الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي» (SDAIA) وعهد إليها بالإشراف وتنسيق جميع الإجراءات المتعلقة بالذكاء الاصطناعي، سواء على مستوى تنمية المهارات أو الابتكار أو التقنين، وذلك من أجل ضمان نمو استراتيجي ومتجانس لهذا القطاع الأساسي.

3.2 حكامة الذكاء الاصطناعي: تشجيع الاستخدام وتطوير الكفاءات وحفز الابتكار واحترام الأخلاقيات

تكشف المبادرات الوطنية والدولية عن أربعة مقومات رئيسية في حكامة الذكاء الاصطناعي: تشجيع استخدام الذكاء الاصطناعي لتحقيق التنمية الاقتصادية، وتطوير الكفاءات، والابتكار الصناعي، والاستعمال المسؤول واحترام الأخلاقيات.

تشجيع استخدام الذكاء الاصطناعي لتحقيق التنمية الاقتصادية

يعتبر الذكاء الاصطناعي محركاً رئيسيا لدينامية التحول الاقتصادي العالمي وأداة تُمكّن من زيادة الفعالية في العمل بشكل ملموس والرفع من إنتاجية المقاولات والمؤسسات. وتسلط الاستراتيجيات الوطنية للذكاء الاصطناعي الضوء على الإمكانات التي تتيحها هذه التكنولوجيا لإحداث ثورة في العديد من القطاعات الاقتصادية، من خلال استخدام تكنولوجيات متقدمة تعمل على أتمتة المهام المعقدة وتحسين تدبير الموارد وعملية اتخاذ القرار.

ويتيح إدماج الذكاء الاصطناعي في العمليات الصناعية والخدمات العمومية تحقيق مكاسب كبيرة على مستوى الفعالية. ويشمل ذلك تدبير سلاسل التوريد والتحليل الاستشرافي للمعطيات وأتمتة المهام الإدارية. ويهم هذا التحول مجالات رئيسية مثل الصناعة والصحة والنقل والإدارة العمومية. ومن ثم، فإن الذكاء الاصطناعي يصبح رافعة لخلق القيمة الاقتصادية، من خلال خفض التكاليف التشغيلية والرفع من جودة الخدمات وسرعتها.

وفي هذا الصدد، اعتمدت الولايات المتحدة مشروع قانون (*AI in Government Act*)[49] بغية استخدام الذكاء الاصطناعي من لدن الحكومة الفيدرالية، بما يمكن من تحسين الخدمات العمومية. ويشجع هذا المشروع على تكوين الموظفين في مجال الذكاء الاصطناعي وتوظيف المتخصصين في هذا الميدان، وذلك من أجل تعزيز المزايا المرتبطة بالأتمتة والتحليل المتقدم للمعطيات.

من جهتها، تعمل سنغافورة على تشجيع المقاولات على اعتماد حلول الذكاء الاصطناعي من أجل تحسين إنتاجيتها. وهذا ينطبق أيضاً على كل من الصين وكندا وفرنسا على سبيل المثال.

48 - https://ai.sa

49 - https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/2575

تطوير الكفاءات

إن التطور المتسارع للذكاء الاصطناعي والتكنولوجيات ذات الصلة قد أظهر خصاصاً كبيراً يعتري هذا القطاع من حيث الكفاءات. ومن هذا المنطلق، وضعت البلدان التي أعدت استراتيجيات وطنية للذكاء الاصطناعي تطوير الكفاءات في مقدمة أولوياتها. وتعد هذه المقاربة من الأهمية بمكان لاسيما بالنظر إلى الانعكاسات الاجتماعية المتوقعة لاعتماد الذكاء الاصطناعي، خاصة على مستوى إعادة هيكلة المهن والقطاعات الاقتصادية نتيجة الاستخدام المتزايد للذكاء الاصطناعي. وفي هذا الصدد، فإن المبادرات الخاصة بإعادة التأهيل المهني تحظى أيضاً بتشجيع كبير في معظم المخططات الوطنية.

وفي هذا السياق، تجسد كندا هذه المقاربة، من خلال إطلاقها للاستراتيجية الكندية للذكاء الاصطناعي[50]، التي تسعى إلى تنسيق جهود الجامعات والحكومات والفاعلين في قطاع الصناعة من أجل تطوير الكفاءات اللازمة في مجال الذكاء الاصطناعي. ويروم هذا التعاون متعدد التخصصات سد الفجوة القائمة بين التكوين الأكاديمي والاحتياجات الملموسة لسوق الشغل.

أما فرنسا، فقد وضعت في إطار «الخطة الوطنية للذكاء الاصطناعي»[51]، برامج للتكوين ولإعادة التأهيل المهني للاستجابة للطلب المتزايد على الكفاءات في مجال الذكاء الاصطناعي. ومن خلال تشجيع إقامة الشراكات بين المقاولات ومؤسسات التعليم العالي ومراكز البحث، تعمل فرنسا على ملاءمة برامج التكوين مع الحاجيات المتغيرة لسوق الشغل، مع العمل على ترصيد قدراتها في مجالي البحث والتطوير لتحقيق النجاح الاقتصادي.

من جهتها، أطلقت الصين «خطة تطوير الذكاء الاصطناعي من أجل جيل جديد»[52] التي تولي عناية خاصة للبحث والابتكار والتكوين في مجال الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع. وتهدف هذه الخطة إلى تكوين خزان من الكفاءات القادرة على دعم طموحات البلاد في مجال الابتكار التكنولوجي وتحقيق الريادة على الصعيد العالمي في مجال الذكاء الاصطناعي.

أما ماليزيا، فقد جعلت بدورها تطوير الكفاءات أحد الركائز الأساسية لاستراتيجيتها في مجال الذكاء الاصطناعي للفترة 2021-2025[53]. وتهدف هذا الاستراتيجية إلى تشجيع تغيير مسارات الكفاءات العلمية والتقنية لمواجهة نقص الموارد المتخصصة في مجال الذكاء الاصطناعي.

وعلى صعيد البلدان العربية، وضعت المملكة العربية السعودية برنامجاً متعدد المستويات للتصديق على الشهادات لتكوين مواردها البشرية في مجال المعطيات والذكاء الاصطناعي[54]. كما تعمل على إدماج هذه الجوانب في المنظومة التربوية الوطنية بما يضمن التطوير المستمر للكفاءات على المدى الطويل.

وتُبرز خطط تطوير الكفاءات هذه تنامي الاهتمام الذي توليه البلدان لمواجهة الطلب الملح على الكفاءات الجديدة في مجال الذكاء الاصطناعي، وذلك حتى تُؤَمِّن استمرارية تطور هذا القطاع وتجعله محركاً للنمو الاقتصادي والاجتماعي.

50 - https://ised-isde.canada.ca/site/strategie-ia/fr

51 - https://www.economie.gouv.fr/strategie-nationale-intelligence-artificielle

52 - https://digichina.stanford.edu/work/full-translation-chinas-new-generation-artificial-intelligence-development-plan-2017/

53 - https://mastic.mosti.gov.my/publication/artificial-intelligence-roadmap-20212025-/

54 - https://sdaia.gov.sa/en/Research/Pages/EducationIntelligence.aspx

وإلى جانب برامج التكوين، وفي ظل الخصاص المسجل على الصعيد العالمي من حيث الكفاءات في مجال الذكاء الاصطناعي، بادرت العديد من البلدان إلى اعتماد سياسات في مجال الهجرة لتسريع وتيرة استقطاب الموارد البشرية المؤهلة. كما تهدف هذه السياسات زيادة على ذلك إلى تعزيز تنافسية المنظومات الوطنية للذكاء الاصطناعي.

الابتكار والتنمية الصناعية

تنظر الدول إلى الابتكار في مجال الذكاء الاصطناعي كرافعة أساسية لتحقيق التنمية الاقتصادية. لذلك، تسعى الحكومات إلى توفير بيئة مواتية للمقاولات التكنولوجية والصناعية القادرة على خلق الثروة وفرص الشغل بفضل الذكاء الاصطناعي. وقد وضعت القوى الصناعية الكبرى استراتيجيات خاصة لحفز الابتكار في هذا المجال، مع التركيز على البحث والتطوير والاستثمار.

وتأتي الولايات المتحدة الأمريكية في طليعة الدول التي انخرطت في هذه الدينامية، حيث اعتمد الكونغرس عدة قوانين[55] تهدف إلى الحفاظ على ريادة الولايات المتحدة في البحث والتطوير في مجال الذكاء الاصطناعي.

كما خصصت فرنسا استثمارات هامة لدعم أنشطة التطوير في مجال الذكاء الاصطناعي. ففي إطار المرحلة الأولى من الاستراتيجية الوطنية للذكاء الاصطناعي، تمت تعبئة غلاف مالي يناهز 1.5 مليار أورو برسم الفترة 2018-2022[56]. ويتمثل الهدف من ذلك في جعل فرنسا ضمن الفاعلين الرئيسيين في التخصصات العلمية المرتبطة بالذكاء الاصطناعي والتكنولوجيات ذات الصلة بمعالجة المعلومات.

من جانبها، تعكف الهند على تعديل قانونها المتعلق بتكنولوجيا المعلومات الذي يعود إلى سنة 2000، لمواكبة التحديات التي يطرحها الذكاء الاصطناعي، لاسيما ما يتعلق بأنظمة الذكاء الاصطناعي عالية الخطورة[57]. ويهدف هذا التعديل إلى إرساء بيئة «للذكاء الاصطناعي للجميع»، تكون دامجة ومحورُها المواطن، مع العمل على تشجيع استخدامٍ مسؤول وآمن لتكنولوجيات الذكاء الاصطناعي.

أما المملكة العربية السعودية، فقد أنشأت في إطار استراتيجيتها في مجال الذكاء الاصطناعي صناديق خاصة[58] وبرامج لدعم استقطاب المستثمرين المحليين والأجانب[59]. ومن أهم الرافعات التي ترتكز عليها هذه الاستراتيجية الابتكار والجودة وتسويقٍ التكنولوجيات المرتبطة بالمعطيات والذكاء الاصطناعي. وتهدف هذه المبادرات إلى جعل البلاد قطباً عالميا للابتكار في تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي.

وبالنسبة للإمارات العربية المتحدة، فقد اعتمدت استراتيجية[60] ترتكز على الابتكار وتطوير الكفاءات، كما تم إنشاء مراكز للابتكار وحاضنات لتعزيز تطوير التكنولوجيات الجديدة ودعم إرساء منظومة مواتية للذكاء الاصطناعي[61].

55 - "National AI Initiative Act of 2020", "CHIPS and Science Act of 2022", "United States Innovation and Competition Act of 2021"

56 - https://www.economie.gouv.fr/strategie-nationale-intelligence-artificielle#:~:text=Initialement%20dot%C3%A9e%20de%20pr%C3%A8s%20de,du%20traitement%20de%20l'information.

57 - https://www.meity.gov.in/content/digital-india-act-2023

58 - https://www.reuters.com/world/middle-east/saudi-arabia-plans-40-bln-push-into-artificial-intelligence-nyt-reports-202419-03-/

59 - https://www.spa.gov.sa/fr/N2152042

60 - https://ai.gov.ae/wp-content/uploads/202107//UAE-National-Strategy-for-Artificial-Intelligence-2031.pdf

61 - https://dubaismartcity.org/

وتمكنت بلدان أخرى، كماليزيا وكينيا، من استقطاب استثمارات ضخمة من عمالقة التكنولوجيا على الصعيد الدولي. ففي ماليزيا، استثمرت مقاولات من قبيل « *ByteDance* »[62] (الشركة الأم لـ *TikTok*) وميكروسوفت في مجالات الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا السحابية والمنظومة الرقمية. أما في كينيا، فقد وجهت شركات من قبيل ميكروسوفت[63] و« *G42* »[64] استثماراتها نحو تطوير البنيات التحتية الرقمية والذكاء الاصطناعي.

إن هذه المبادرات تؤكد أن الابتكار في مجال الذكاء الاصطناعي لا يقتصر على القوى الصناعية الكبرى، بل يمتد أيضا ليشمل البلدان الصاعدة التي ترى في هذه التكنولوجيا رافعة لتسريع وتيرة تنميتها الاقتصادية واندماجها في الاقتصاد الرقمي العالمي. ومن ثم فإن الاستثمار في الذكاء الاصطناعي يعتبر استراتيجية رئيسية لتقوية التنافسية وتعزيز النمو على المدى الطويل.

الاستعمال المسؤول واحترام الأخلاقيات

اتخذت منظومة الأمم المتحدة مبادرات هامة من أجل إرساء مقاربة تهدف إلى ضمان استخدام الذكاء الاصطناعي بما يعود بالنفع على الجميع. وفي هذا الصدد، تهدف مبادرة «الذكاء الاصطناعي من أجل الصالح العام» (*AI for good*) إلى جعل الذكاء الاصطناعي رافعة لتحقيق التنمية المستدامة والمساهمة في تحقيق الأهداف الأممية للتنمية المستدامة.

وقد نشرت الأمم المتحدة في سنة 2021 تقريراً عن أنشطتها في مجال الذكاء الاصطناعي، تم إنجازه بالتعاون مع الاتحاد الدولي للاتصالات و46 وكالة وهيئة أخرى تابعة للأمم المتحدة. ويعرض التقرير أكثر من 200 حالة للتطبيق الملموس للذكاء الاصطناعي في مجالات متنوعة من قبيل الفلاحة الذكية، والنظم الغذائية، والخدمات المالية، والنقل، والخدمات الصحية، وحلول مكافحة جائحة كوفيد-19. ويُعد هذا التقرير آلية رئيسية لتشجيع التعاون الدولي وإرساء فهم مشترك للحلول والتكنولوجيات الناشئة في مجال الذكاء الاصطناعي.

وفضلا عن ذلك، خَطَت الجمعية العامة للأمم المتحدة في مارس 2024 خطوة جديدة في هذا الاتجاه من خلال اعتمادها بالإجماع قراراً يحمل عنوان «اغتنام الفرص التي تتيحها نظم الذكاء الاصطناعي المأمونة والمؤمَّنة والموثوقة لأغراض التنمية المستدامة»[65]. ويدعو هذا القرار، الذي اقترحته الولايات المتحدة ودعمه المغرب، إلى وضع معايير دولية تضمن تطوير واستخدام نظم الذكاء الاصطناعي بشكل «مأمون ومؤمَّن وموثوق». ويتمثل الهدف في ضمان تشجيع التحول الرقمي والانتفاع المنصف بفوائد تلك النظم، لا كَبْحِها، مع العمل على تحقيق أهداف التنمية المستدامة في أفق 2030.

62 - https://www.mobileworldlive.com/asia-pacific/bytedance-to-invest-2b-in-malaysia-ai-development/

63 - https://apnews.com/article/malaysia-microsoft-satya-nadella-invest-ai-chatgpt-25e92ce637a36ea8f88c2725dfa3d1f0

64 - https://www.investmentmonitor.ai/news/microsoft-and-g42-announce-1bn-digital-investment-in-kenya/

65 - https://documents.un.org/doc/undoc/ltd/n2493/065//pdf/n2406593.pdf

وفي مجال الأخلاقيات، اعتمدت اليونسكو في نونبر 2021 توصية اعتبرت تاريخية[66]، خاصة بأخلاقيات الذكاء الاصطناعي[67]. وتسلط هذه التوصية الضوء على المبادئ الأساسية (8 مبادئ) التي ينبغي أن توجه تطوير الذكاء الاصطناعي واستخدامه، بما يضمن احترام هذه التكنولوجيات لحقوق الإنسان وكرامة ورفاه المجتمعات.

وفي السياق ذاته، اعتمد البرلمان الأوروبي «قانون الاتحاد الأوروبي للذكاء الاصطناعي» *(EU AI Act)*[68] الذي يُعتبر تشريعاً رائداً لضبط أنظمة الذكاء الاصطناعي. وقد جاء هذا القانون بمقاربة مبتكرة لتصنيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي إلى أربع فئات حسب درجة المخاطر:

1. مخاطر لا يمكن قبولها (تطبيقات محظورة)؛
2. مخاطر كبيرة (تطبيقات تخضع لتقنين صارم)؛
3. مخاطر محدودة (تتطلب شروطاً متوسطة)؛
4. خالية من المخاطر (لا تحتاج إلى تقنين خاص).

ويتيح هذا التصنيف وضع نظام للمراقبة يتناسب مع مختلف التطبيقات، حيث يتم تتبع التطبيقات التي تنطوي على درجة عالية من المخاطر عن كثب، بينما تستفيد التطبيقات التي تنطوي على مخاطر أقل من حرية أكبر في الاستخدام.

كما اعتمد مجلس أوروبا في ماي 2024 أول معاهدة دولية ملزمة قانونياً بشأن الذكاء الاصطناعي[69]. وتتعلق هذه المعاهدة بالذكاء الاصطناعي وحقوق الإنسان والديمقراطية وسيادة القانون. وهي معاهدة مفتوحة للتوقيع من قبل الدول الأوروبية وغير الأوروبية على حد سواء[70]، وتحدد إطارًا قانونيًا قابلًا للتطبيق طوال دورة حياة أنظمة الذكاء الاصطناعي: من التصميم إلى الاستخدام وصولاً إلى وقف التشغيل[71].

وبالموازاة مع ذلك، أدرجت العديد من الدول، كالصين والهند والإمارات العربية المتحدة، الأبعاد الأخلاقية ضمن نصوصها القانونية المتعلقة بالذكاء الاصطناعي. أما في أوروبا، فإن معظم البلدان تلتزم بمقتضيات قانون الاتحاد الأوروبي للذكاء الاصطناعي (EU AI Act) الذي أصبح إطاراً قانونيًا أساسيا لتقنين مجال الذكاء الاصطناعي في الاتحاد الأوروبي.

وفي ما يتعلق بالقطاع الخاص، فإن المقاولات التي تطور أنظمة للذكاء الاصطناعي تعمل على المراجعة المنتظمة لشروط الاستخدام التي تعتمدها حتى تتسنى لها مواجهة مخاطر استخدام منتجاتها بشكل لا يراعي الأخلاقيات. وعلى الرغم من أن المراقبة الفعلية للاستخدام تعد تحدياً كبيراً، إلا أن هذه

66 – «يحدد هذا النص التاريخي القيم والمبادئ المشتركة التي ستوجه مسار إرساء الأرضية القانونية اللازمة لضمان تطور سليم للذكاء الاصطناعي»، المصدر: https://news.un.org/fr/story/2021/11/1109412

67 - https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455_ara

68 - EPRS_BRI(2021)698792_EN.pdf (europa.eu)

69 - https://www.coe.int/fr/web/portal/-/council-of-europe-adopts-first-international-treaty-on-artificial-intelligence

70 – تم فتح باب التوقيع على الاتفاقية بدءاً من شتنبر 2024، خلال مؤتمر وزراء العدل في الدول الأعضاء في مجلس أوروبا الذي عقد في فيلنيوس بليتوانيا.

71 - https://search.coe.int/cm/Pages/result_details.aspx?ObjectId=0900001680afb120

الإجراءات تمكن على الأقل في توعية المستعملين وحماية المقاولات من الناحية القانونية إزاء سوء استخدام تكنولوجياتها أو استخدامها بشكل غير سليم.

إن الإجراءات المتخذة لمواجهة التحديات التي يطرحها الذكاء الاصطناعي تختلف من بلد إلى آخر، لكن هاجسها يبقى مشتركاً بشأن التقنين والابتكار والأخلاقيات. ومن خلال الاستثمار في تطوير الكفاءات، والتأطير الأخلاقي، والابتكار الصناعي، تسعى البلدان جاهدة إلى الاستغلال الأمثل للإمكانات التي يتيحها الذكاء الاصطناعي بالموازاة مع تقليص مخاطره الرئيسية. ويقتضي التطور السريع لهذه التكنولوجيا التحلي باليقظة المستمرة، والملاءمة المتواصلة لآليات الحكامة، وتعزيز التعاون الدولي لضمان الاستخدام المسؤول والنافع للذكاء الاصطناعي.

3. الذكاء الاصطناعي بالمغرب: تقدم واعد مع وجود عوائق

يكشف البحث السنوي الذي تنجزه الوكالة الوطنية لتقنين المواصلات حول المؤشرات المتعلقة بتجهيزات واستعمالات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لدى الأسر والأفراد[72] أن ما يقرب من ثلث المغاربة يصرحون بأنهم على دراية بالذكاء الاصطناعي، وأن ما يقرب من الربع قد استخدموا بالفعل أدوات الذكاء الاصطناعي. أما بخصوص النظرة إلى تأثيرات الذكاء الاصطناعي فهي إيجابية إلى حد كبير، حيث إن 3 في المائة فقط من المغاربة يعتقدون أن الذكاء الاصطناعي «ليس له تأثير إيجابي» على المجتمع. وتعكس المبادرات والديناميات التي جرى إطلاقها مؤخرا من قبيل ملتقى «جيتيكس إفريقيا» (*GITEX Africa*) والمنتدى رفيع المستوى حول الذكاء الاصطناعي المنظم بالتعاون مع اليونسكو ومركز الذكاء الاصطناعي بالمغرب «*AI Movement*»، الاهتمام الكبير الذي بات يحظى به هذا المجال.

مؤطر 6: مقتطف من أجوبة المشاركات والمشاركين في الاستشارة المواطنة على المنصة الرقمية «أشارك»[73]

- صرح أزيد من ثلثي المشاركات والمشاركين أنهم مطلعون على أدوات الذكاء الاصطناعي: يقول حوالي الربع (25.3 في المائة) أنهم على اطلاع جيد جدا، وأفاد ما يقرب من النصف (46.5 في المائة) بأنهم على اطلاع إلى حد ما بهذا المجال.
- يرى غالبية المشاركات والمشاركين أن الإمكانات التي يتيحها الذكاء الاصطناعي واعدة لتحسين الحياة اليومية، حيث اعتبرها 54.13 في المائة إمكانات واعدة جداً و30.67 في المائة واعدة إلى حد ما. من ناحية أخرى، ترى نسبة جد محدودة من الإجابات أن إمكانات الذكاء الاصطناعي غير واعدة، حيث اعتبرها 2.49 في المائة منهم غير واعدة بالقدر الكافي، و4.72 في المائة غير واعدة على الإطلاق.

72 – البحث السنوي حول المؤشرات المتعلقة بتجهيزات واستعمالات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لدى الأسر والأفراد، الوكالة الوطنية لتقنين المواصلات، 2024.

73 – الملحق رقم 3: نتائج الاستشارة المواطنة.

هـذا، وعلـى الرغـم مـن هـذا الوعـي بأهميـة الـذكاء الاصطناعـي وكـذا بعـض المبـادرات[74] الواعـدة التـي تـم اتخاذهـا، فـإن جهـود تطويـر الـذكاء الاصطناعـي بالمغـرب تواجههـا العديـد مـن الإكراهـات، ممـا يحـول دون تسـريع إدمـاج هـذه التكنولوجيـا فـي مختلـف القطاعـات، وانبثـاق منظومـة تكنولوجيـة قويـة علـى الصعيـد الوطنـي.

غياب إطار قانوني خاص بالذكاء الاصطناعي وفتح غير كافٍ للمعطيات العمومية

لـم يضـع المغـرب بعـد إطـاراً قانونيـا خاصـا بالـذكاء الاصطناعـي، رغـم أنـه بـادر إلـى وضـع أسـس منظومـة رقميـة شـاملة تسـاهم فـي تطويـر واسـتخدام هـذه التكنولوجيـا. والجديـر بالذكـر أنـه فضـلا عـن الدسـتور، فـإن بلادنـا وقعـت علـى العديـد مـن الاتفاقيـات الدوليـة المتعلقـة بالحقـوق المدنيـة، وحمايـة المعطيـات ذات الطابـع الشـخصي، ومحاربـة الجرائـم السـيبرانية. كمـا التزمـت بلادنـا بتفعيـل توصيـات اليونسـكو المتعلقـة بأخلاقيـات الـذكاء الاصطناعـي (أول دولـة إفريقيـة وعربيـة تتخـذ هـذه المبـادرة)[75]، وكـذا قـرار منظمـة الأمـم المتحـدة الداعـي إلـى الاسـتخدام المأمـون والمؤمَّـن والموثـوق للـذكاء الاصطناعـي لأغـراض التنميـة المسـتدامة. ومـع ذلـك، فـإن هـذه الالتزامـات الوطنيـة والدوليـة تواجـه صعوبـة فـي تجسـيدها إلـى إجـراءات ملموسـة، فـي ظـل غيـاب آليـات خاصـة للحكامـة والتقنيـن.

ويشـكل غيـاب إطـار قانونـي ملائـم للـذكاء الاصطناعـي تحديـاً كبيـراً أمـام النهـوض بهـذه التكنولوجيـا بالمغـرب[76]. وعـلاوة علـى ذلـك، يعتبـر التحريـر غيـر الكافـي للمعطيـات عقبـة كبيـرة فـي هـذا الصـدد. فعلـى الرغـم مـن أن حـق الحصـول علـى المعلومـات قـد نـص عليـه الدسـتور، إلا أن تحريـر وإتاحـة المعطيـات العموميـة لا يـزال محـدودًا رغـم صـدور القانـون رقـم 31.13 الـذي ينظـم هـذا الحـق[77]. وكان المجلـس الاقتصـادي والاجتماعـي والبيئـي قـد شـدد علـى أهميـة مسـاهمة فتـح المعطيـات العموميـة فـي تحسـين جـودة الخدمـات العموميـة[78]. ومـن هـذا المنطلـق، فـإن تحسـين الوصـول إلـى المعطيـات وتوفرهـا يعـد أمـرًا بالـغ الأهميـة لتعزيـز مسـار تطويـر الـذكاء الاصطناعـي.

ولوج محدود إلى التحفيزات ودعم مالي غير كافٍ للمقاولات الناشئة العاملة في مجال الذكاء الاصطناعي

بالنسـبة للمقـاولات الناشـئة، وعلـى الرغـم مـن تسـجيل بعـض التجـارب الناجحـة، فـإن القطـاع يظـل هامشـيا. وتواجـه هـذه المقـاولات صعوبـات عديـدة تـم تسـليط الضـوء عليهـا فـي التقريـر الـذي أصـدره المجلـس بعنـوان «مـن أجـل سياسـة للابتـكار تُحـرّر الطاقـات فـي خدمـة نمـوذج صناعِـيّ جديـد». وتشـمل هـذه الصعوبـات بيئـة أعمـال غيـر مواتيـة بالقـدر الكافـي، ومحدوديـة الحصـول علـى التمويـل، فضـلا عـن غيـاب الدعـم الهيكلـي للمقـاولات الناشـئة فـي مرحلـة نمـو النشـاط.

74 – انظر مبادرات «الخوارزمي» و«المركز المغربي للذكاء الاصطناعي» (AI Movement) الواردة في القسم الذي يحمل عنوان «ضعف حجم الأبحاث المنجزة في مجال الذكاء الاصطناعي وغياب الملاءمة مع الاحتياجات الصناعية لبلادنا»

75 - https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389744_ara

76 – جلسة إنصات نظمت مع القطاع الحكومي المكلف بالانتقال الرقمي وإصلاح الإدارة، نونبر 2023.

77-http://bdj.mmsp.gov.ma/Ar/Document/10355-la-loi-n-3113--promulgu%C3%A9e-par-le-dahir-n-115-18-aspx?KeyPath=5941035/690/687/

78 – تقرير المجلس بعنوان « المعطيات المفتوحة: تحرير المعطيات العمومية في خدمة النمو والمعرفة» الصادر سنة 2013.

وصنف ميثاق الاستثمار الجديد مجال الذكاء الاصطناعي ضمن مهن المستقبل[79]، كما رصد منحاً للمشاريع المتعلقة بالتكنولوجيات المتطورة. ومع ذلك، فإن المعايير المعتمدة حاليا للاستفادة من منح، لاسيما اشتراط إحداث أزيد من 50 منصب شغل قار[80] واستثماراً يفوق 50 مليون درهم (للاستفادة من منحة قد تصل إلى 10 في المائة من المبلغ الإجمالي للاستثمار) تبدو غير متلائمة مع خصوصيات المقاولات الناشئة العاملة في مجال الذكاء الاصطناعي. وتواجه هذه المقاولات، التي غالبا ما يكون حجمها صغيراً وتتطلب فرق عمل متخصصة ومحدودة العدد، صعوبات في الوصول إلى هذه العتبات. وبحكم طبيعتها، فإن المقاولات الناشئة في مجال الذكاء الاصطناعي توجه أنشطتها بشكل أكبر نحو البحث والتطوير التكنولوجي، وليس نحو الإحداث السريع والكثيف لمناصب الشغل. ويؤدي عدم الملاءمة هذا إلى تقييد حصولها على التحفيزات المالية التي يوفرها ميثاق الاستثمار، وبالتالي حرمانها من دعم يكتسي أهمية بالغة خلال المراحل الأولى في مسار هذه المقاولات.

وعلى الرغم من وجود صناديق للتمويل في بلادنا، إلا أن معظمها يركز على المراحل الأولى لإنشاء المقاولة[81]، لاسيما مرحلة التأسيس. ومن بين هذه المبادرات، تجدر الإشارة إلى صندوق المغرب الرقمي (MNF Ventures)[82]، الذي تم إطلاقه في سنة 2010، والذي قام بدعم 28 مقاولة ناشئة. ويستثمر هذا الصندوق في المقاولات الناشئة في مرحلة التأسيس (بين 1 و4 ملايين درهم) وعن طريق رأس المال المجازفة (بين 4 و10 ملايين درهم). ومع ذلك، لا يزال هناك قصور في التمويل في المراحل اللاحقة من مسار تطور هذه المقاولات.

ومن أجل الاستجابة للحاجيات المتنوعة المتعلقة بالتمويل خلال كل مرحلة من مراحل تطور المقاولات الناشئة، أطلق صندوق محمد السادس للاستثمار، بالتشاور مع القطاع الحكومي المكلف بالانتقال الرقمي وصندوق الإيداع والتدبير، دعوة لإبداء الاهتمام في سنة 2024. وتهدف هذه الصناديق الموجهة للمقاولات المبتكرة، بما فيها تلك المتخصصة في مجال الذكاء الاصطناعي، إلى تلبية الطلب المتزايد على التمويل لمواكبة نمو وتوسع هذه المقاولات الناشئة في مختلف مراحل مسار تطورها.

خصاص في الكفاءات في مجال الذكاء الاصطناعي

يعرف المغرب خصاصاً في الكفاءات في مجال الذكاء الاصطناعي، وهو ما يشكل عائقاً كبيراً أمام تطوير هذا المجال. وفي هذا الصدد، يهدف القطاع الحكومي المكلف بالتعليم العالي والبحث العلمي والابتكار إلى رفع عدد الخريجين المكونين في مجال التكنولوجيا الرقمية بشكل ملموس بحلول سنة 2030[83]. ومن بين المبادرات المتخذة لبلوغ هذا الهدف التعميم التدريجي للتكوين في مجال الذكاء الاصطناعي على

79 – قرار لرئيس الحكومة رقم 3.12.23 صادر في 8 شعبان 1444 (فاتح مارس2023) بتطبيق أحكام المادتين الأولى والسابعة من المرسوم رقم 2.23.1 الصادر في 25 من رجب 1444 (16 فبراير 2023) المتعلق بتفعيل نظام الدعم الأساسي للاستثمار ونظام الدعم الخاص المطبق على مشاريع الاستثمار ذات الطابع الاستراتيجي.

80 – قرار لرئيس الحكومة رقم 3.13.23 صادر في 8 شعبان 1444 (فاتح مارس 2023) بتطبيق أحكام المادة 6 من المرسوم 2.23.1 الصادر في 25 من رجب 1444 (16 فبراير 2023) المتعلق بتفعيل نظام الدعم الأساسي للاستثمار ونظام الدعم الخاص المطبق على مشاريع الاستثمار ذات الطابع الاستراتيجي

81 – رأي المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي بعنوان « من أجل سياسة للابتكار تُحرّر الطاقات في خدمة نموذج صناعِيّ جديد».

82 – المساهمون: صندوق الضمان المركزي، التجاري وفا بنك، البنك الشعبي المركزي، البنك المغربي للتجارة الخارجية و«تكنوبارك» الدار البيضاء، الشركة المسؤولة عن تدبير الأقطاب التكنولوجية.

83 – المخطط الوطني لتسريع تحول منظومة التعليم العالي والبحث العلمي والابتكار (PACTE ESRI 2030).

جميع الشعب الجامعية، بما يمكن من تقريب هذه التكنولوجيا من أكبر عدد من الطلبة. غير أن هذا الطموح يصطدم بعائق كبير يتمثل في نقص المكونين المؤهلين على جميع المستويات، مما قد يحول دون تحقيق الأهداف المسطرة.

ضعف حجم الأبحاث المنجزة في مجال الذكاء الاصطناعي وغياب الملاءمة مع الاحتياجات الصناعية لبلادنا

في ما يتعلق بالأبحاث المتعلقة بالذكاء الاصطناعي، تم إطلاق العديد من المبادرات خلال السنوات الأخيرة بالمغرب. ومن بين هذه المبادرات تجدر الإشارة إلى ما يلي:

- برنامج «**الخوارزمي**» الذي تم إطلاقه في 2019 في إطار شراكة بين القطاع الحكومي المكلف بالتعليم العالي والبحث العلمي والقطاع الحكومي المكلف بالصناعة والتجارة ووكالة التنمية الرقمية والمركز الوطني للبحث العلمي والتقني. ومكن هذا البرنامج من تمويل 45 مشروع بحثٍ في مجال الذكاء الاصطناعي بميزانية تبلغ حوالي 50 مليون درهم.
- **المركز المغربي للذكاء الاصطناعي** (*AI Movement*) التابع لجامعة محمد السادس متعددة التخصصات التقنية[84]، الذي ينجز بحوثاً متقدمة في مجال الذكاء الاصطناعي.
- المشاريع التي تنجزها **مدارس الهندسة** مثل المدرسة الوطنية العليا للمعلوميات وتحليل النظم[85] والمدرسة المحمدية للمهندسين في مجال الذكاء الاصطناعي.

إلا أنه تجدر الملاحظة أن هذه المشاريع في مجملها تتسم بطابعها المجزأ وتظل غير مرتبطة بالاحتياجات الحقيقية لقطاع الصناعة[86]، في ظل غياب تعاون فعال بين الوسطين الأكاديمي والصناعي. ويعيق هذا الطابع المجزأ قدرة المنظومة على تطوير حلول للذكاء الاصطناعي تستجيب للأولويات الاقتصادية والصناعية للمغرب. وفي غياب التنسيق بين الباحثين والفاعلين في قطاع الصناعة، تجد هذه المشاريع صعوبة في المساهمة بشكل ملموس ومستدام في دينامية التنمية الصناعية لبلادنا، مما يحد من تنافسية المقاولات المغربية في سوق عالمية تتطور باستمرار.

كما أفادت المنظمات المهنية التي تم الإنصات إليها[87] أنها شرعت في إجراء بعض التجارب، رغم أن القليل من المشاريع الملموسة قد تحققت فعلاً. وتهم التجارب التي تم الوقوف عليها بشكل أساسي مبادرات في القطاع البنكي، وفي الصندوق المغربي للتقاعد، وعلى صعيد بعض الجهات. ورغم ما تتيحه هذه المشاريع من آفاق واعدة، إلا أنها غالبًا ما تكون ثمرة مبادرات فردية منفصلة غير ذات تأثير على دينامية القطاع المعني.

84 – تم مؤخراً تصنيف المركز المغربي للذكاء الاصطناعي (AI Movement) كمركز من الفئة الثانية في مجال أبحاث الذكاء الاصطناعي من قبل اليونسكو.

85 – انظر الملحق رقم4: دراسات إفرادية من إنجاز باحثين من المدرسة الوطنية العليا للمعلوميات وتحليل النظم: «الذكاء الاصطناعي ومعالجة صور الأقمار الصناعية للتنبؤ بالإنتاج وتتبع محاصيل الأشجار المثمرة: نموذج حقل لزراعة الحوامض» و«تطبيق على الهاتف الذكي للكشف عن الأمراض التي تصيب أوراق الطماطم باستخدام الشبكات العصبية التلافيفية».

86 – رأي المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي بعنوان « من أجل سياسة للابتكار تُحرِّر الطاقات في خدمة نموذج صناعِيّ جديد»، 2020.

87 – ورشة عمل مواطِنة نُظمت بشراكة مع الاتحاد العام لمقاولات المغرب، أبريل 2024.

مؤطر 7: استعمال الصندوق المغربي للتقاعد لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي

يعتمد الصندوق المغربي للتقاعد[88] على مقاربة استراتيجية تهدف إلى استعمال الذكاء الاصطناعي من أجل تحسين جودة وفعالية الخدمات والعمليات التي تقوم بها المؤسسة. وهناك نشاطان يجري تنفيذهما اليوم باستخدام الذكاء الاصطناعي:

- استهداف الزبناء المحتملين: بالنسبة لمنتوج التقاعد التكميلي، مما يمكن من تقليص الحيز الزمني والجهد اللذان يتطلبهما تحديد الزبناء المحتملين وتوجيه العمليات التجارية.
- تدبير عملية توظيف الأصول المالية: يتيح نموذج التعلم الآلي (*machine learning*) إمكانية تتبع أسعار السوق المغربية والتنبؤ بأسعار الأصول المالية، مع تحليل انطباعات السوق (إيجابية / سلبية، تقلبات) بشأن كل سهم، وذلك من أجل اتخاذ قرارات الاستثمار على النحو الأمثل.

إن غياب رؤية وطنية مشتركة ومنسقة في مجال الذكاء الاصطناعي والقصور المسجل في الالتقائية والتجانس بين الفاعلين في مجال البحث وقطاع الصناعة من شأنه أن يبطئ وتيرة تطوير منظومة الذكاء الاصطناعي بالمغرب. وقد يؤدي هذا الوضع إلى الحد من الأثر المحتمل للذكاء الاصطناعي على القطاعات الصناعية وكَبْح وتيرة اندماجه في الاقتصاد الوطني على نطاق أوسع.

4. من أجل وضع استراتيجية وطنية للذكاء الاصطناعي

انطلاقاً من هذا التشخيص الذي تتقاسمه مختلف الأطراف المعنية، يدعو المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي إلى وضع استراتيجية وطنية لاستخدام وتطوير الذكاء الاصطناعي تتماشى مع الطموحات الاقتصادية والاجتماعية لبلادنا، وملائمة لتأثيرات هذه التكنولوجيا على المجتمع.

إن طموح هذه الاستراتيجية هو إرساء منظومة كفيلة بتعزيز الاستخدام الواسع للذكاء الاصطناعي على المستوى الوطني من جهة، وتهيئة الظروف الملائمة لتطوير صناعة وطنية للذكاء الاصطناعي في أفق سنة 2030 من جهة أخرى، مع التشجيع على إنشاء وتطوير المقاولات الناشئة والمبتكرة بدعم من الاستثمارات الوطنية والدولية. وينبغي أن تمكن هذه المنظومة من تطوير منتجات وخدمات يمكن تصديرها، وأن تضمن استخدام الذكاء الاصطناعي في جميع القطاعات بشكل مسؤول ويراعي الأخلاقيات.

88 – جلسة إنصات مع الصندوق المغربي للتقاعد، يناير 2024

مؤطر 8: مقتطف من إجابات المشاركات والمشاركين في الاستشارة المواطنة على المنصة الرقمية «أشارك»[89]

بخصوص إجراءات المواكبة المقترحة لتأطير استخدام الذكاء الاصطناعي، فقد جاءت نتائج الاستشارة على النحو التالي:

- تعزيز الحكامة والنهوض بأخلاقيات استعمال الذكاء الاصطناعي: 63.2 في المائة؛
- التوعية والتربية لفائدة عموم المواطنات والمواطنين حول الذكاء الاصطناعي: 66.8 في المائة؛
- دعم البحث والابتكار في مجال الذكاء الاصطناعي: 66.1 في المائة؛
- تحسين البنيات التحتية الرقمية: 59.6 في المائة.

وعلاوة على ذلك، يرى 7.3 في المائة من المشاركات والمشاركين، أنه يمكن اقتراح تدابير أخرى، من قبيل وضع إطار قانوني وتنظيمي، ودعم التنمية المحلية، وإنشاء شبكات للحماية الاجتماعية.

التقنين والحكامة

- مراجعة القانون رقم 09.08 المتعلق بحماية الأشخاص الذاتيين تجاه معالجة المعطيات ذات الطابع الشخصي، بما يُمَكن من تضمينه متطلبات المعطيات التي يتم استخدامها وتوليدها بواسطة الذكاء الاصطناعي، مع ضمان ملاءمته مع المعايير الدولية.
- وضع إطار قانوني خاص يضمن استخدام نُظُم الذكاء الاصطناعي بطريقة مسؤولة ومراعية للأخلاقيات.
- تشكيل هيئة خاصة متعددة الأطراف، تعمل تحت إشراف رئيس الحكومة، وتضطلع ببلورة الاستراتيجية الوطنية للذكاء الاصطناعي وقيادتها. وستعمل هذه الهيئة على ضمان تنزيل فعّال للاستراتيجية الوطنية، مع حفز الابتكار وتعزيز القدرات في مجال الذكاء الاصطناعي.
- وضع آليات فعالة للحماية من المخاطر المرتبطة بالذكاء الاصطناعي، خاصة تلك المتعلقة بالذكاء الاصطناعي التوليدي مثل تقنية «ديب فيكس» (*deepfakes*) والهجمات السيبرانية، وكذا عمليات الاحتيال وسرقة الهوية. وفي هذا السياق، يمكن للمغرب الاسترشاد بالتصنيف الأوروبي الوارد في القانون (*EU-AI Act*) لتطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي.
- دراسة إمكانية الانضمام إلى تكتلات دولية (على سبيل المثال: اتفاقية مجلس أوروبا بشأن الذكاء الاصطناعي)، لتعزيز القوة التفاوضية لبلادنا إزاء المقاولات التكنولوجية الكبرى حول بعض قواعد استخدام الذكاء الاصطناعي.
- العمل بشكل استعجالي على وضع خارطة طريق للتداعيات المحتملة للذكاء الاصطناعي (في حالة استخدامه أو عدم استخدامه) على المهن وظروف العمل والعلاقات المهنية، والقيام على أساس مخرجات هذا العمل، من خلال الحوار الاجتماعي والمفاوضة الجماعية، بوضع خطط عمل لاستباق ومواكبة عمليات إعادة التوجيه وتغيير المسارات المهنية اللازمة التي تقتضيها تلك التداعيات.
- إعداد مخططات لمواكبة المقاولات التي قد تتعرض أنشطتها لتهديد بسبب الذكاء الاصطناعي.

89 – الملحق رقم 3: نتائج الاستشارة المواطنة.

المعطيات والبنيات التحتية

- تحسين وتيسير الحصول على معطيات دقيقة وموثوقة ومناسبة، مع تيسير استخدامها البيني، لاسيما من خلال توفير المعطيات العمومية لتغذية تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مختلف القطاعات. ولبلوغ هذه الغاية، من الأهمية بمكان تكثيف الجهود لفتح المعطيات العمومية (المعطيات المفتوحة) وتحسين حكامتها، بما يمكن من التوفر على المعطيات اللازمة لتطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي[90].
- تنظيم حملات تحسيسية لتعريف المؤسسات بالأهمية الاستراتيجية للمعطيات في تدريب خوارزميات الذكاء الاصطناعي وتكثيف جهود إرفاق المعطيات بشروحات وتعليقات (وسم المعطيات: تعريفها ووضعها في سياقها (*data labelling*))، وذلك بهدف تثمينها بشكل أفضل.
- إعطاء الأولوية لاستخدام التكنولوجيا السحابية في المشاريع العمومية الجديدة لأنظمة المعلومات على المستوى الوطني ومواكبة الإدارات في نقل أنظمتها الحالية نحو التكنولوجيا السحابية.
- تسريع وتيرة اعتماد التكنولوجيا السحابية لاستثمار كل الإمكانات التي تتيحها تطبيقات الذكاء الاصطناعي، لاسيما تلك التي تتطلب تكنولوجيات عالية الدقة.
- اعتماد مخطّط استعجالي وطني للحد من الفجوة الرقمية، يُمَكِّن من تحقيق تغْطية جُغْرافية، ثابتة ومحمولة، كفيلة بتوفير الولوج إلى الإنترنت ذي الصبيبا العالي والعالِي جدا، وذي الجوْدة، لفائدة كافة المواطنات والمواطنين.
- تحسين الأمْن السِّيبراني والسيادة الرقمية من أجل إرساء تحوُّلٍ رقْميّ مسؤول، وذلك بهدف تحسين قدرة البنيات التحتيّة على الصمود، وتحقيق ثقة رقمية قوية، وموثوقيّة المعلومات.

الاستثمار والتمويل

- إحداث صندوق استثماري مشترك بين القطاعين العام والخاص مخصص للابتكار في مجال الذكاء الاصطناعي وغيره من التكنولوجيات الرقمية المتطورة. ويمكن أن يقدم هذا الصندوق منحًا، وتمويلات أولية، ورأس المال المجازفة، مما يوفر دعمًا ماليًا أساسيًا للمشاريع في مجال الذكاء الاصطناعي. كما يمكن لهذا الصندوق أن يدعم أنشطة البحث والتطوير والابتكار، ويساهم في إطلاق برنامج للبحث في مجال الذكاء الاصطناعي وتخصيص ميزانية هامة له بما يتوافق مع طموحات بلادنا في هذا المجال، مع الحرص على استهداف عدد محدود من المشاريع بما يتيح تعزيز تأثيرها. وفي هذا الصدد، يمكن أن يشكل صندوق محمد السادس للاستثمار، لا سيما من خلال «صناديق الشركات الناشئة»، منصة مناسبة لتحقيق هذا الهدف.

---

90 – اقترح المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي في الرأي الذي أصدره في 2013 بعنوان: « المعطيات المفتوحة: تحرير المعطيات العمومية في خدمة النمو والمعرفة» جملة من التوصيات الرامية إلى تعزيز الولوج إلى المعطيات العمومية واستعمالها بشكل فعال. وفي هذا الصدد، يوصي المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي بأن يكرس الإطار القانوني المبادئ التالية:
– مجموع المعطيات التي يشملها الحق في الحصول على المعلومة العمومية، أي باستثناء الحالات المنصوص عليها في الدستور، يجب مبدئيا وضعها رهن إشارة العموم عبر خطة المعطيات المفتوحة، أيا كان صاحبها (الإدارة أم الجماعات المحلية أم المرافق العمومية)، دون ذكر مصادرها هل هي واردة من إدارة أو جماعة أو مرفق عمومي؛
– يجب أن يكون تعليل الاستثناءات عموميا؛
– يجب أن نجعل من إعادة استعمال المعلومات فعلا غير مقيد ولكن مؤطرا برخصة نشر تحمي هذا الحق في الاستعمال والنشر؛
– يجب تعديل النصوص الموجودة التي قد لا تنسجم مع هذه المبادئ فتفضي إلى عرقلة إدارية لعملية تفعيلها.

- سن تحفيزات ضريبية من قبيل اعتماد ائتمان ضريبي لدعم البحث والابتكار والإعانات المباشرة لفائدة المقاولات، لاسيما الصغيرة جدا والصغرى والمتوسطة التي تستخدم الذكاء الاصطناعي لتحسين إنتاجيتها أو تطور تطبيقاته أو تتعاون مع الوسط الأكاديمي في مجال الذكاء الاصطناعي.
- تعبئة الطلبيات العمومية من أجل تعزيز دينامية منظومة الذكاء الاصطناعي.
- ملاءمة مضامين ميثاق الاستثمار، لاسيما نصوصه التطبيقية، بما يجعلها تستجيب بشكل أفضل لخصوصيات المقاولات الناشئة العاملة في مجال الذكاء الاصطناعي، وذلك من خلال مراجعة المعايير المنصوص عليها حاليا للاستفادة من الدعم.

الرأسمال البشري

- تدارك الخصاص المسجل في المكوِّنين في مجال الذكاء الاصطناعي، من خلال تمكين الكفاءات العلمية، سيما في الرياضيات، من الاستفادة من تكوينات في مجال الذكاء الاصطناعي حتى يتسنى لها تدريس هذه المادة. ويمكن تشجيع انخراط القطاع الخاص في هذه الدينامية من خلال الاستفادة من خدمات المهنيين لتقديم حصص تكوينية في الجامعات العمومية.
- إدماج التكوين في مجال الذكاء الاصطناعي بشكل ممنهج في العرض التربوي والتكويني الوطني؛ وتعزيز برامج التعليم العالي المتعلقة بالذكاء الاصطناعي في الجامعات والمدارس المتخصصة.
- وضع برنامج وطني للتكوين المستمر لتيسير مواكبة العاملين عند انتقالهم نحو استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي.
- ملاءمة برامج التكوين مدى الحياة لتمكين العاملين من تطوير مهاراتهم في مجال الذكاء الاصطناعي التي قد يحتاجونها طوال مسيرتهم المهنية.

البحث والتطوير والابتكار

- إعطاء الأولوية لجهود تطوير حلول في تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي، مع التركيز على قطاعين أو ثلاثة قطاعات كحد أقصى[91] لتجنب تشتت الموارد: يمكن أن يتم ذلك من خلال إحداث مراكز جهوية للتميز في مجال الذكاء الاصطناعي بالإضافة إلى بعض التخصصات التكميلية. ويمكن أن تكون قطاعات التربية والصحة والفلاحة من بين القطاعات المستهدفة. ومن شأن تبني هذه المقاربة أن يمكن من تعضيد الموارد البشرية والمادية لتحقيق نتائج ملموسة، والمساهمة في انبثاق صناعة وطنية للذكاء الاصطناعي.
- استثمار الفرص التي سيتيحها تنظيم تظاهرات رياضية كبرى، لاسيما كأس إفريقيا للأمم في 2025 وكأس العالم في 2030، للترويج للابتكارات في مجال الذكاء الاصطناعي على المستوى الوطني. وينبغي في هذا الصدد تشكيل ائتلافات بين الفاعلين العموميين والمقاولات الخاصة والجامعات

91 – إن جميع القطاعات معنية بالذكاء الاصطناعي وبالأدوات التي يتيحها. لذا، فمن الطبيعي استخدام هذه الأدوات كلما دعت الضرورة إلى ذلك. ومع ذلك، وعلى مستوى الابتكار والمستجدات التي يشهدها هذا القطاع، وبالنظر إلى الطابع العرضاني لمجال الذكاء الاصطناعي وما تتسم به التكنولوجيات من تعقيد، لا يمكن لأي دولة أن تدعي قدرتها على الإحاطة الشاملة بجميع القطاعات. وهناك بالفعل إمكانات حقيقية في المغرب لتطوير حلول مبتكرة، تتجلى على الخصوص في الأبحاث التي تُجرى في الجامعات والمشاريع التي تطورها المقاولات الناشئة العاملة في هذا المجال.

لانتقاء ودعم المشاريع الاستراتيجية التي ستكون لها قيمة مضافة اقتصادية واجتماعية وبيئية ملموسة. ويُتوخى من هذا التعاون أن يشجع تطوير تكنولوجيات مستدامة للذكاء الاصطناعي، تعود بالنفع على عدد من القطاعات مثل السياحة واللوجيستيك والنقل والأمن والرياضة.

- تعزيز التعاون بين الجامعات ومراكز البحث في مجال الذكاء الاصطناعي التي تطور أنشطتها حاليًا وذلك لتعضيد جهودها وتوحيد أهدافها، لاسيما لتسريع إنتاج حلول في القطاعات التي تعتبر ذات أولوية. كما ينبغي تشجيع التعاون مع الباحثين المغاربة المقيمين في الخارج.
- تشجيع البحث في مجال الذكاء الاصطناعي في جميع التخصصات الجامعية، دون إغفال العلوم الاجتماعية والإنسانية، وذلك بالنظر إلى تأثيرات الذكاء الاصطناعي التي لا تقتصر على الجانب التكنولوجي فحسب، بل تمتد أيضاً لتشمل الجوانب الاقتصادية والقانونية والمجتمعية.

من أجل تعميم استخدام الذكاء الاصطناعي

- تشجيع الاستخدام المعقلن لأدوات الذكاء الاصطناعي في جميع القطاعات، سواء العمومية أو الخاصة. وفي هذا الإطار، ينبغي وضع مخطط لتشجيع استخدام الذكاء الاصطناعي من قبل المقاولات الصغرى والصغيرة جدا والمتوسطة، سواء في مجال التكوين أو الولوج إلى الموارد المالية والمادية والبرمجيات والتكوين.
- تطوير نموذج لغة سيادي (معطيات بالدارجة المغربية المعيارية) لتحسين الاندماج الرقمي، من خلال تمكين جميع المواطنات والمواطنين، بغض النظر عن مستواهم الدراسي، من المشاركة الفاعلة في المجال الرقمي وبالتالي توسيع نطاق الولوج إلى أدوات الذكاء الاصطناعي لتشمل كل مكونات المجتمع.
- القيام بحملات للتواصل والتحسيس بمزايا الذكاء الاصطناعي والمخاطر التي ينطوي عليها، تستهدف جميع فئات المجتمع والمؤسسات العمومية والخاصة، مع ملاءمة مضامين تلك الحملات وفقًا لحاجيات كل فئة مستهدفة (الأطفال، الشباب، النساء، الوسط القروي، وغير ذلك)[92].

92 – يوصي المجلس بـ« قيام الدولة ووسائل الإعلام المهنية، بشراكة مع الجامعات، بوضع برامج للبحث وتطوير آليات تكنولوجية لليقظة ولمحاربة انتشار الأخبار الزائفة، ارتكازاً على الذكاء الاصطناعي بشكل خاص». رأي المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي بعنوان « الأخبار الزائفة: من التضليل الإعلامي إلى المعلومة الموثوقة والمتاحة»، 2023.

الملاحق

الملحق رقم 1: لائحة أعضاء اللجنة الدائمة المكلفة بمجتمع المعرفة والإعلام

رئيس اللجنة	أحمد عبادي
مقرر الموضوع	أمين منير العلوي
الأعضاء	عبد العزيز عدنان نبيل حكمت عيوش أحمد بهنيس العربي بلعربي مصطفى بنحمزة عثمان بنجلون الطاهر بنجلون محمد بنقدور مريم بنصالح شقرون فؤاد ابن الصديق لطيفة بنواكريم ليلى بربيش علي بوزعشان (وافته المنية في نونبر 2023) عبد الله دكيك جامع المعتصم لحسن حنصالي أرمان هاتشويل ادريس الإيلالي عبد العزيز إوي مصطفى اخلافة ألبير ساسون سعد الصفريوي محمد وكريم (وافته المنية في فبراير 2024) احجبوها الزبير

الخبير الدائم بالمجلس	محمد أمين شرار
الخبيران المكلفان بالترجمة	إبراهيم لساوي يوسف ستان

الملحق رقم 2: لائحة الفاعلين الذين تم الإنصات إليهم

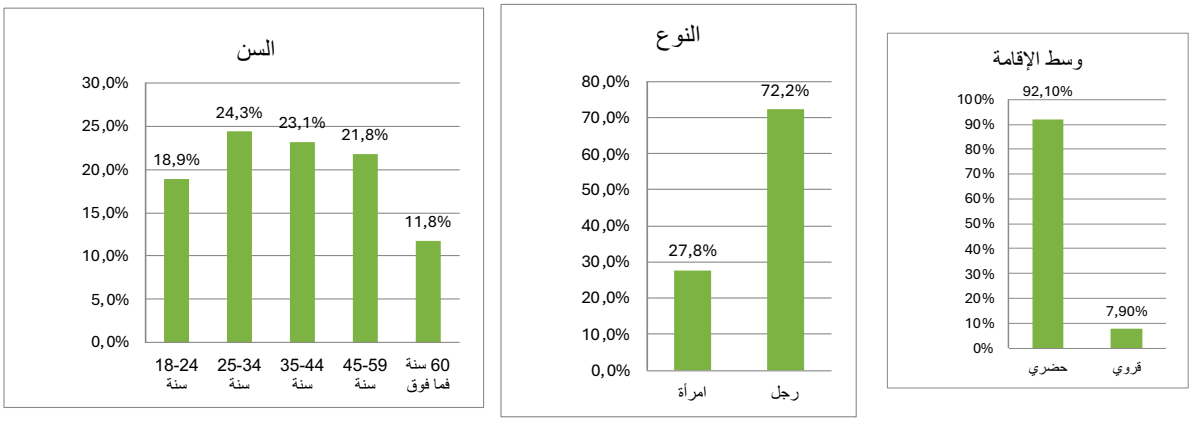
قطاعات حكومية	وزارة الانتقال الطاقي وإصلاح الإدارة
	وزارة التعليم العالي والبحث العلمي والابتكار
	وزارة الصناعة والتجارة
هيئات عمومية	الصندوق المغربي للتقاعد
	القطب الرقمي للفلاحة والغابات ومرصد الجفاف
مقاولات خاصة	Microsoft
	Intelcia
	Intellcap
	AI Crafters
	Dial Technologies
جامعات	ورشة عمل مع باحثين من مؤسسات جامعية (المدرسة المحمدية للمهندسين والمدرسة الوطنية العليا للمعلوميات وتحليل النظم)
خبراء وباحثون	محمد الشرقاوي، مستشار ونائب رئيس الأبحاث في جامعة لونغ آيلاند، الولايات المتحدة الأمريكية
	أمل الفلاح السغروشني، الرئيسة التنفيذية للمركز المغربي للذكاء الاصطناعي (AI Movement) – جامعة محمد السادس متعددة التخصصات التقنية
	أرمان هاتشويل، أستاذ بالمدرسة الوطنية العليا للمناجم في باريس (Mines Paris-Tech/PSL Research University)، وعضو المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي للمملكة المغربية
	مها غميره، خبيرة في مجال الذكاء الاصطناعي لدى برنامج الأمم المتحدة الإنمائي
	محمد خليل، أحد مؤسسي «Morocco AI»، أستاذ في كلية العلوم والتقنيات بالمحمدية – جامعة الحسن الثاني بالدار البيضاء

الملحق رقم 3: نتائج الاستشارة المواطنة

في إطار إعداد الإحالة الذاتية حول موضوع « الذكاء الاصطناعي بالمغرب: أي استخدامات وأي آفاق للتطوير؟»، أطلق المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي استشارة مواطنة عبر منصته الرقمية «أشارك» (ouchariko.ma) ومختلف حساباته في شبكات التواصل الاجتماعي، خلال الفترة ما بين 8 ماي و10 يونيو 2024، وذلك لاستقاء تمثلات المواطنات والمواطنين وآرائهم حول الذكاء الاصطناعي. وقد بلغ عدد التفاعلات مع هذه الاستشارة 1.866.206 تفاعلا، منها 806 إجابات على الاستبيان و137 تعليقاً.

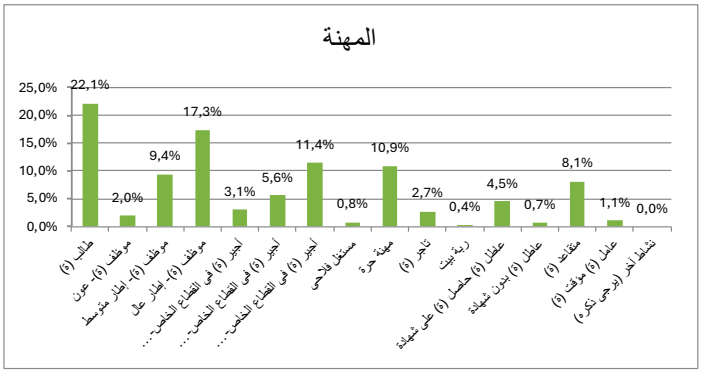
بروفايلات المشاركات والمشاركين

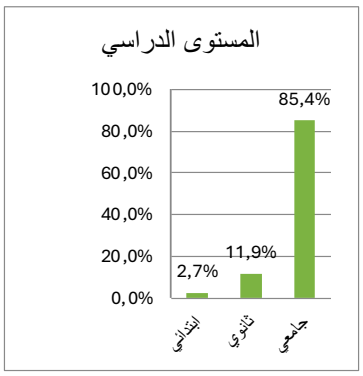
ينتمي غالبية المشاركات والمشاركين في الاستشارة (الرسم البياني رقم 1) للوسط الحضري (92.1 في المائة)، بينما لا يمثل سكان الوسط القروي سوى 7.9 في المائة. وبالنسبة لتوزيع المشاركات والمشاركين حسب الجنس، فإن عدد الرجال الذين أجابوا على الاستبيان (72.2 في المائة) أعلى بكثير، حيث يناهز ثلاثة أضعاف عدد النساء (27.8 في المائة). وينقسم المشاركات والمشاركون إلى ثلاث فئات عمرية رئيسية: 25-34 سنة (24.3 في المائة)، و35-44 سنة (23.1 في المائة) و45-59 سنة (21.8 في المائة). ويتوزع باقي أفراد العينة على الفئتين العمريتين التاليتين: 15-24 سنة (18.9 في المائة)، و60 سنة فما فوق (11.8 في المائة).



الرسم البياني رقم 1: خصائص العينة التي أجابت على الاستبيان

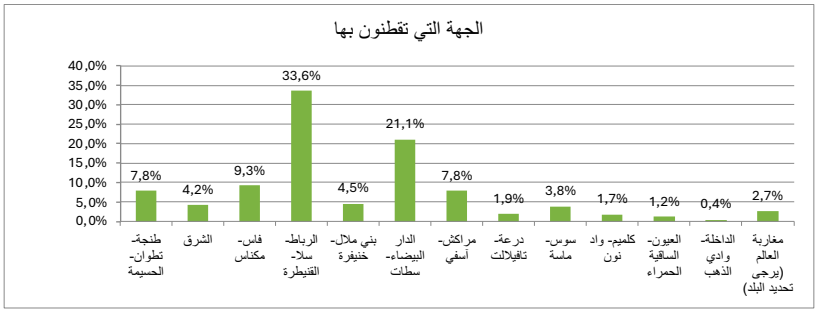
وتتشكل غالبية المستجوبين من الأطر العليا العاملة في القطاعين العام والخاص (28.7 في المائة)، والطلبة (22.1 في المائة)، وأصحاب المهن الحرة (10.9 في المائة). وبالنسبة للمستوى الدراسي، فإن غالبية المستجوبين لديهم مستوى جامعي (85.4 في المائة)، و11.9 في المائة فقط لديهم مستوى ثانوي و2.7 في المائة لديهم مستوى التعليم الابتدائي.





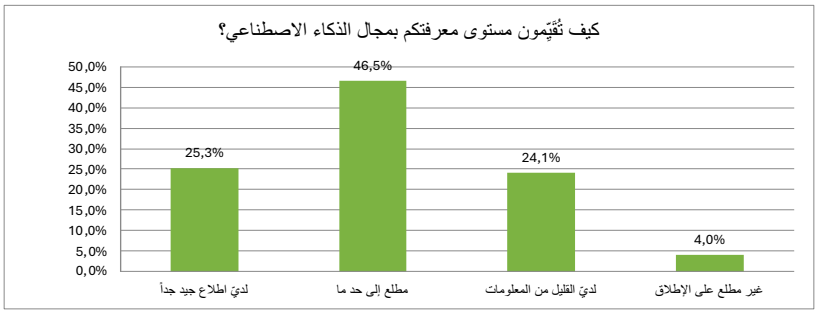
الرسم البياني رقم 2: المهنة والمستوى الدراسي

ولا تقتصر هذه الكتلة على القاطنين بالمغرب فحسب، بل تشمل أيضا المغاربة المقيمين بالخارج. ويتمركز حوالي ثلثي المستجوبين في جهات الرباط-سلا-القنيطرة (33.6 في المائة) والدار البيضاء-سطات (21.1 في المائة) وفاس-مكناس (9.3 في المائة).



الرسم البياني رقم 3: الجهات التي ينتمي إليها المشاركون

وبخصوص تقييم مستوى معرفة المشاركات والمشاركين بمجال الذكاء الاصطناعي (الرسم البياني رقم 4)، صرح الغالبية أنهم مطلعون جيداً على أدوات الذكاء الاصطناعي، حيث أكد حوالي الربع (25.3 في المائة) أنهم على اطلاع جيد جدا، بينما أفاد ما يقرب من النصف (46.5 في المائة) بأنهم على اطلاع إلى حد ما بهذا المجال. بالمقابل، فإن أقل من ثلث الإجابات صرحت أنها أقل اطلاعاً، إذ أكد 24.1 في المائة منها أن لديها القليل من المعلومات عن مجال الذكاء الاصطناعي، بينما أفاد 4 في المائة بعدم الاطلاع على الإطلاق على هذا المجال.



الرسم البياني رقم 4: مستوى معرفة المشاركين بمجال الذكاء الاصطناعي

وقد جاءت تعليقات المشاركات والمشاركين في الاستشارة على حسابات المجلس في شبكات التواصل الاجتماعي بخصوص فهمهم بمجال الذكاء الاصطناعي متباينة. وفي هذا الصدد، قدم بعض المشاركين تصورًا متوازنًا يعتبر الذكاء الاصطناعي امتداداً للتطورات التكنولوجية الأخرى التي لها مزايا كما أن لها أيضًا مساوئ:

«الذكاء الاصطناعي له مزايا و في نفس الوقت مساوئ .كالسيف ذو حدين »

«الذكاء الاصطناعي ليس سوى امتداد لكل الثورات العلمية والصناعية التي عرفها تاريخ البشرية.... الراديو، والتلفزيون، والهاتف، والكمبيوتر... وكل هذه الآلات لها طريقتان للاستخدام: إيجابية وسلبية»

أما بالنسبة لمشاركين آخرين، فإن ما نعيشه مع الذكاء الاصطناعي يذكرنا بالأنترنت في بداياته:

«كيف ما قيل عن الانترنيت في بدايتها، يقال عن هذا الاختراع أيضا هناك إيجابي وسلبي والحياة سائرة»

في المقابل، تبقى الصورة غير واضحة لدى بعض المشاركين بشأن ماهية الذكاء الاصطناعي. وهذه بعض تمثلاتهم:

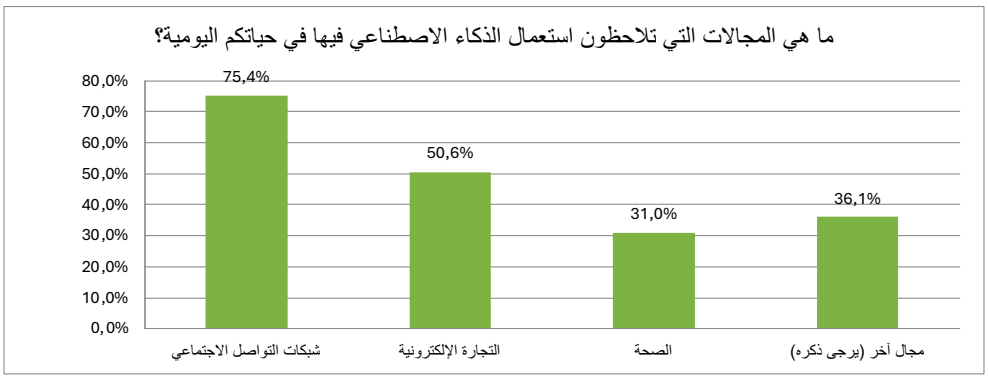
«الذكاء الاصطناعي (...) هو خزان ...لتجارب...أو المعلومات.»

« أسمه (#لعكز) باختصار المفهوم القديم»

«الذكاء الصناعي مجرد تكهنات»

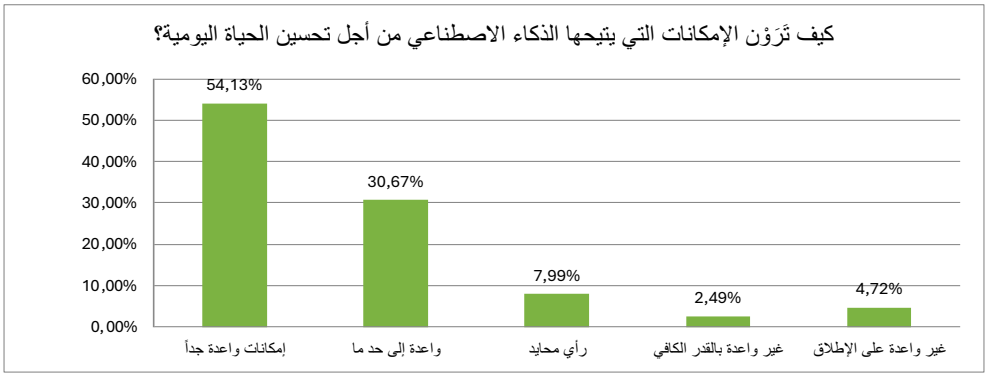
وفي ما يتعلق باستعمال الذكاء الاصطناعي في الحياة اليومية (الرسم البياني رقم 5)، تبرز شبكات التواصل الاجتماعية بشكل واضح، بنسبة 75.4 في المائة من الإجابات، تليها التجارة الإلكترونية بنسبة 50.6 في المائة، في حين تحدث 31 في المائة فقط من المشاركين عن قطاع الصحة، وهو ما يعكس محدودية اعتماد الذكاء الاصطناعي في هذا القطاع حسب تمثلات المستجوبين. علاوة على ذلك، أورد 36 في المائة من المشاركات والمشاركين مجالات أخرى لاستعمال الذكاء الاصطناعي:

- جاءت مجالات التربية والتعليم والبحث في أغلب الإجابات، مما يسلط الضوء على الاهتمام المتزايد بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في الوسط الأكاديمي.
- كما ورد ذكر قطاع تكنولوجيات المعلومات بقوة، مما يوضح الأهمية المتزايدة للذكاء الاصطناعي في هذه التكنولوجيات.
- أشارت العديد من الإجابات إلى مجالات التصنيع والهندسة والتسويق/التجارة، مما يسلط الضوء على الدور الأساسي الذي يضطلع به الذكاء الاصطناعي في تحسين العمليات الصناعية والتجارية.



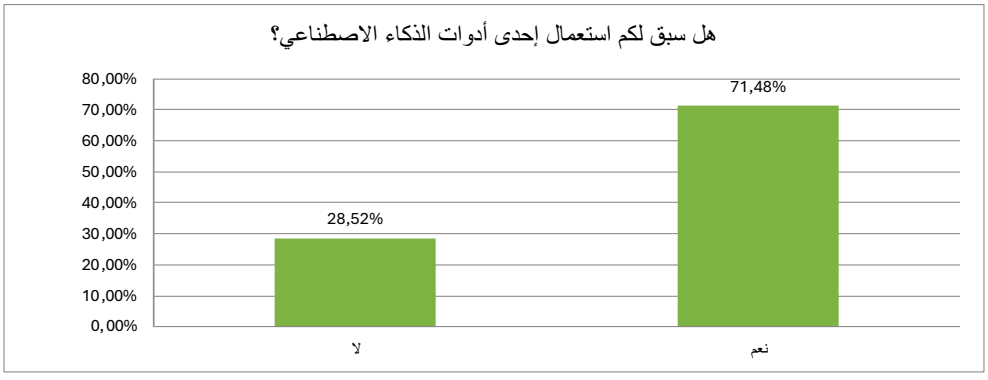
الرسم البياني رقم 5: مجالات استعمال الذكاء الاصطناعي في الحياة اليومية حسب المشاركين

ويرى غالبية المشاركات والمشاركين أن الذكاء الاصطناعي يتيح إمكانات كبيرة لتحسين الحياة اليومية (الرسم البياني رقم 6)، حيث اعتبرها 54.13 في المائة إمكانات واعدة جداً و30.67 في المائة واعدة إلى حد ما. وكان موقف حوالي 8 في المائة (7.99 في المائة) من المشاركين محايداً بخصوص تأثير الذكاء الاصطناعي. بالمقابل، صرحت نسبة جد محدودة أن إمكانات الذكاء الاصطناعي غير واعدة بالقدر الكافي (2.49 في المائة)، وغير واعدة على الإطلاق (4.72 في المائة).



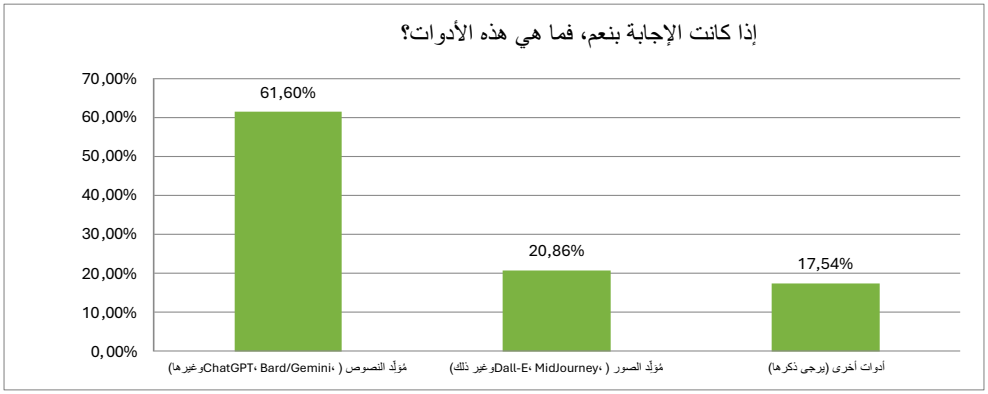
الرسم البياني رقم 6: تمثلات المشاركات والمشاركين بشأن الإمكانات التي يتيحها الذكاء الاصطناعي لتحسين الحياة اليومية

ومن جهة أخرى، صرح غالبية المشاركات والمشاركين (71.48 في المائة) أنه سبق لهم استعمال إحدى أدوات الذكاء الاصطناعي، في حين أفاد 28.52 في المائة منهم أنهم لم يستعملوا هذه التكنولوجيات مطلقًا (الرسم البياني رقم 7).



الرسم البياني رقم 7: استعمال أدوات الذكاء الاصطناعي

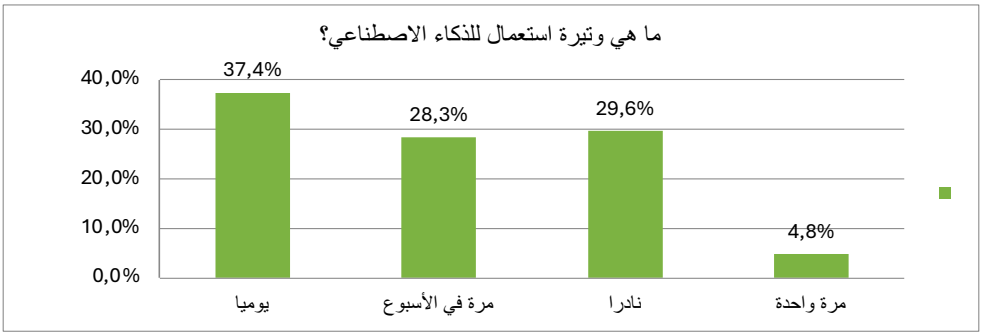
وبالنسبة للمشاركات والمشاركين الذين صرحوا بأنهم استعملوا إحدى أدوات الذكاء الاصطناعي (الرسم البياني رقم 8)، فإن الأغلبية (61.60 في المائة) استعملت مُوَلِّداً للنصوص من قبيل «ChatGPT» أو «Bard/Gemini». وأفاد 20.86 في المائة فقط أنهم استعملوا مولدات الصور مثل «DALL-E» أو «MidJourney». أما نسبة 17.54 في المائة المتبقية فأشارت إلى أنها استعملت مجموعة متنوعة من الأدوات، من مولدات النصوص، وأدوات الترجمة، ومنصات البحث الأكاديمي، ومنصات معالجة المواد الصوتية والمرئية وحلول الذكاء الاصطناعي المطورة داخليًا.



الرسم البياني رقم 8: أدوات الذكاء الاصطناعي المستعملة

غير أن المشاركات والمشاركين في الاستشارة المواطنة التي أجراها المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي عبر وسائل التواصل الاجتماعي لم يشيروا إلى أدوات للذكاء الاصطناعي بعينها. إذ تعكس ملاحظاتهم ما يحملون من أفكار مسبقة أو آراء عامة حول هذه التكنولوجيا، أكثر من كونها مبنية على تجارب مباشرة مع أدوات الذكاء الاصطناعي.

وعلاوة على ذلك، أفادت أكثر من نصف الإجابات استعمال الذكاء الاصطناعي مرة واحدة على الأقل في الأسبوع، في حين يستعمله 37.4 في المائة يومياً، و28.3 في المائة بشكل أسبوعي (الرسم البياني رقم 9). ويستعمل أقل من ثلث المشاركات والمشاركين الذكاء الاصطناعي بشكل متقطع (29.6 في المائة)، وصرح 4.8 في المائة بتجريب الذكاء الاصطناعي مرة واحدة فقط.

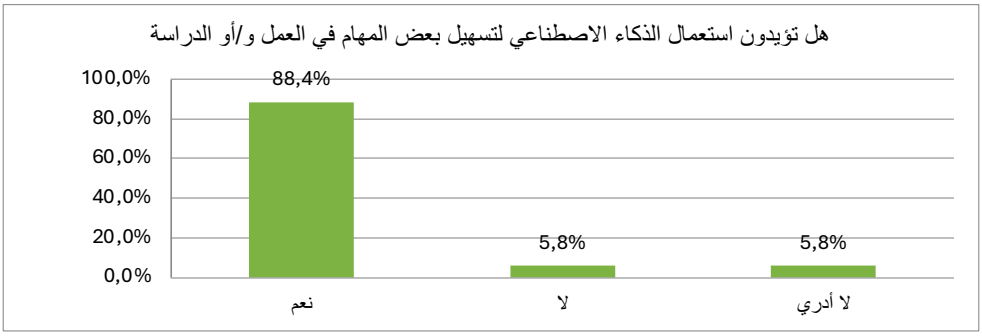


الرسم البياني رقم 9: وتيرة استعمال الذكاء الاصطناعي

كشفت نتائج الاستشارة أن 88.4 في المائة من المشاركات والمشاركين يؤيدون استعمال الذكاء الاصطناعي لتسهيل مختلف المهام في عملهم أو دراستهم (الرسم البياني رقم 10)، في حين أعرب قلة منهم (5.8 في المائة) عن معارضتهم لهذه الفكرة، وهي نفس نسبة الإجابات التي لا تزال مترددة بهذا الشأن (5.8 في المائة).

وقد جاءت إفادات على شبكات التواصل الاجتماعي لتأييد استعمال الذكاء الاصطناعي في تحويل الأفكار المجردة إلى واقع ملموس، إذ كتب أحدهم: «الذكاء الاصطناعي قد يساعدك في إنجاز الفكرة التي كانت عندك ولم تستطع أن تخرج إلى الوجود».

في المقابل، يرى البعض الآخر أن الذكاء الاصطناعي لن يعود بالنفع على البلاد، بحيث جاء في إحدى التعليقات: «لن ينفعنا في شيء بل سيجعل مجتمعنا غبيا بدرجة أكبر من المعتاد».



الرسم البياني رقم 10: استعمال الذكاء الاصطناعي لتسهيل بعض المهام في العمل و/أو الدراسة

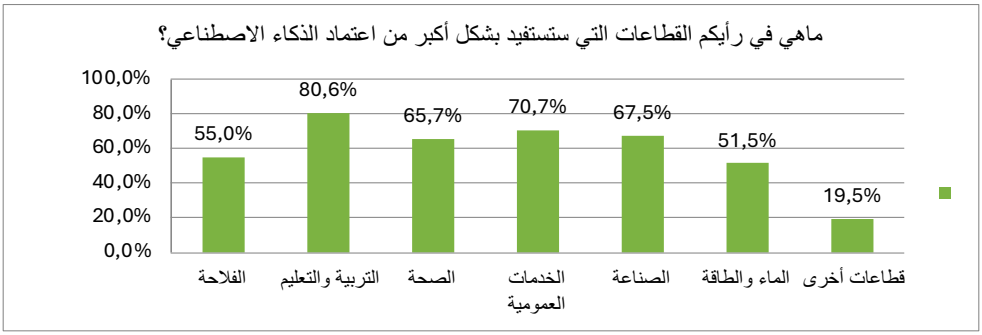
وبخصوص القطاعات التي ستستفيد بشكل أكبر من مساهمة الذكاء الاصطناعي، يأتي قطاع التعليم في المرتبة الأولى بنسبة 80.6 في المائة من الإجابات، يليه قطاع الخدمات العمومية بنسبة 70.7 في المائة، ثم الصحة (65.7 في المائة)، والصناعة (67.5 في المائة)، والفلاحة (55.0 في المائة)، وقطاعي الماء والطاقة بنسبة 51.5 في المائة.

بالإضافة إلى ذلك، يرى 19.5 في المائة أن قطاعات أخرى يمكن أن تستفيد أيضاً من مساهمة الذكاء الاصطناعي، لا سيما المعلوميات، والاتصالات السلكية واللاسلكية، والأمن، والأمن السيبراني، والمالية والبنوك، والبحث العلمي، والنقل واللوجستيك، والقانون والعدالة، بالإضافة إلى السياحة والفنون، والإعلام والاتصال.

كما اقترحت التعليقات على شبكات التواصل الاجتماعي العديد من الاستعمالات الممكنة للذكاء الاصطناعي، نذكر منها المساعدة القانونية والمالية. وقد ورد في أحدها أنه: «من شأن تدريب أنظمة الذكاء الاصطناعي أن يمكنها من تقديم إجابات للمستعملين على الأسئلة القانونية والمالية انطلاقا من النصوص القانونية والتنظيمية الجاري بها العمل في المغرب، إذ لا يزال الناس يجهلون حقوقهم وواجباتهم بالنظر لقلة التواصل ونقص مصادر معلومات متاحة الولوج».

كما اقترح البعض النهوض بالتحول الرقمي للإدارة وتحسين الخدمات العمومية و«تحويل المؤسسات العمومية إلى رقمية كما في دولة قطر».

مجالات أخرى يمكن تعزيزها من خلال الذكاء الاصطناعي كما جاء في بعض التعليقات: «أحسن حاجة يساعد الناس ذوي الاحتياجات الخاصة»، «سيفكر -هذا الذكاء الاصطناعي-في العجزة والأرامل وذوي الاحتياجات الخاصة، كما سيهتم بجودة التعليم والصحة»، «سيساعد في التعلم السريع والتعليم والابتكار».



الرسم البياني رقم 11: القطاعات التي ستستفيد بشكل أكبر من اعتماد الذكاء الاصطناعي

وبخصوص تدابير المواكبة التي يجب اتخاذها من أجل تأطير استعمال الذكاء الاصطناعي (الرسم البياني رقم 12)، فقد جاءت نتائج الاستشارة كما يلي:

- تعزيز الحكامة والنهوض بأخلاقيات استعمال الذكاء الاصطناعي (63.2 في المائة)
- التوعية والتربية لفائدة المواطنات والمواطنين حول الذكاء الاصطناعي (66.8 في المائة)
- دعم البحث والابتكار في مجال الذكاء الاصطناعي (66.1 في المائة)
- تحسين البنيات التحتية الرقمية (59.6 في المائة)

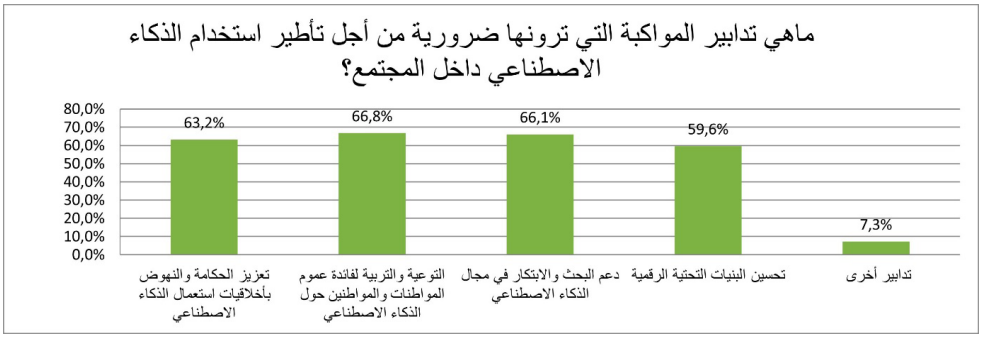
وقد اقترح 7.3 في المائة تدابير أخرى يمكن اتخاذها في هذا الميدان من قبيل وضع إطار تشريعي وتنظيمي، ودعم التنمية المحلية، وإرساء شبكات الحماية الاجتماعية. إذ اقترح أحد التعليقات العمل على «إعداد شبكات الأمان من أجل الحماية من تداعيات الذكاء الاصطناعي على سوق العمل، وعلى الإنسان والمجتمع».

وقد سارت المساهمات عبر شبكات التواصل الاجتماعي في نفس الاتجاه. ومنها ما اقترح تعزيز الحكامة كآلية مواكبة لتنزيل تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي. وفي هذا الصدد، جاء في أحد التعليقات ما يلي : «إذا سايرنا تطور هذه التقنية بالحكامة المناسبة يمكننا بما لا شك فيه بناء حاضر ومستقبل غني بالفائدة علينا وعلى الأجيال القادمة. مربط الفرس هنا هي الحكامة المناسبة لا على مستوى البرمجة والتصميم وعلى مستوى نطاق الاستخدام».

كما أن تأطير الذكاء الاصطناعي يكتسي أهمية بالغة بالنسبة لعدد من المشاركين، إذ شدد أحد التعليقات على أنه «يجب تأطير هذا الذكاء وإلا سنواجه مشاكل حقيقية في المستقبل».

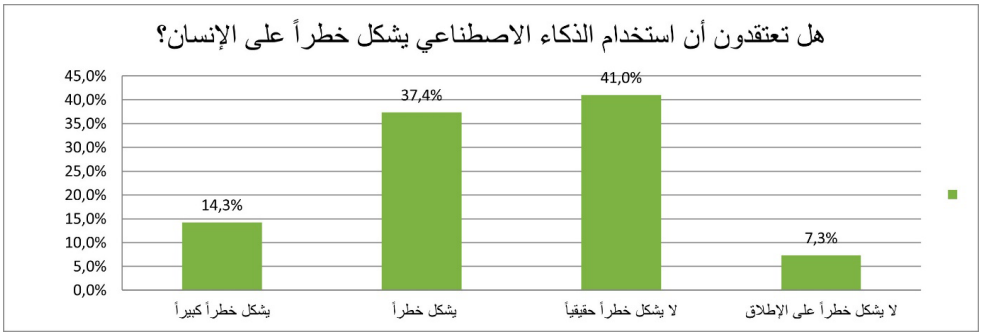
ويرى عدد من المشاركات والمشاركين أن التكوين في التكنولوجيات الجديدة يكتسي أهمية بالغة من أجل إعداد خبراء في هذا المجال: «الذكاء الاصطناعي يحتاج لتعليم قوي في المعلوميات ليس الهاتف فقط. هناك حواسب متطورة وتقنيات حديثة في هذا المجال، ناهيك عن المشاكل التي نسمعها من خبراء في التكنولوجيا». «يجب التفاني وتكثيف التكوينات في المجال حتى نقلص من الأضرار التي قد تنجم عن ذلك الذكاء الاصطناعي».

وتشدد إفادات أخرى على أن النقص الحاصل في البنيات التحتية المادية والرأسمال البشري في علاقة بمجال الذكاء الاصطناعي يبرز ضرورة مضاعفة الجهود لتجاوزها.



الرسم البياني رقم 12: تدابير المواكبة الضرورية من أجل تأطير استعمال الذكاء الاصطناعي داخل المجتمع

هذا، وتتباين الآراء في ما يتعلق بتمثل الخطر المحتمل على الفرد جراء استعمال الذكاء الاصطناعي (الرسم البياني رقم 13). وفي هذا الصدد، ترى أكثر من نصف الإجابات أن الذكاء الاصطناعي يشكل خطرا، علما أن 14.3 في المائة منها تذهب إلى اعتباره خطرا كبيرا. في المقابل، تتوزع آراء نسبة تقل عن نصف المشاركين بقليل (48.3 في المائة) بين من يرى أن هذه التكنولوجيا لا تشكل خطراً حقيقياً، وبين من يعتقد أنها لا تشكل خطراً على الإطلاق.



الرسم البياني رقم 13: الخطر المحتمل على الإنسان جراء استعمال الذكاء الاصطناعي

وعلى مستوى تعليقات شبكات التواصل الاجتماعي، أشار العديد إلى التأثير المدمر المحتمل على الإنسان ونشاطه المهني: «الذكاء الاصطناعي هو الدمار الشامل والخراب للمجتمعات البشرية حول العالم أنا أعارضه بشدة». «الذكاء الاصطناعي سيدمر المنظومة البشرية بسبب البطالة».

وعلى نقيض ذلك، لا يرى البعض في الذكاء الاصطناعي أي تهديد، بل يعتبرونه ضرورة بالنسبة للبشرية: «الذكاء الاصطناعي بالنسبة للبشرية ضرورة مهمة (...) يمكن أن يساهم في العديد من المشاريع التنموية الضرورية ذات بعد مستقبلي في مختلف المجالات».

الملحق رقم 4: دراسات إفرادية من إنجاز باحثين من المدرسة الوطنية العليا للمعلوميات وتحليل النظم

اقترحت المدرسة الوطنية العليا للمعلوميات وتحليل النظم دراستين: تتعلق أولاهما بموضوع «الذكاء الاصطناعي ومعالجة صور الأقمار الصناعية للتنبؤ بالإنتاج وتتبع محاصيل الأشجار المثمرة: نموذج حقل لزراعة الحوامض»، أما الثانية فتتناول موضوع «تطبيق على الهاتف الذكي للكشف عن الأمراض التي تصيب أوراق الطماطم».

Etude de cas 1 : « intelligence artificielle et traitement d'images satellites pour la prédiction du rendement et le suivi des cultures arboricoles : cas d'un verger d'agrumes »[93]

Introduction et problématique :

En 2008, le Maroc a adopté le Plan Maroc Vert dont l'objectif a été de faire de l'agriculture un des moteurs de croissance de l'économie nationale. C'est une stratégie qui adopte une approche de chaîne de valeur, de la production jusqu'à la commercialisation. En particulier pour les grumes, le Maroc est considéré comme le 3ème exportateur mondial de petits fruits d'agrumes1.

La production d'agrumes est une activité qui nécessite un suivi particulier pour garantir un bon rendement en termes de qualité et de quantité. Une irrigation optimale, un suivi rigoureux des maladies en vue d'initier les traitements phytosanitaires nécessaires, une fertilisation adéquate des sols chaque année, ainsi qu'une taille appropriée des arbres, sont autant d'aspects essentiels. Ces éléments influencent directement le rendement des arbres. De plus, divers facteurs externes, comme la nature du sol, le porte-greffe, le climat et la variété des agrumes et d'autres, contribuent également à cette dynamique de production.

Au Maroc, l'un des principaux pays producteurs d'agrumes, l'amélioration de la récolte et le suivi de l'état des arbres sont parmi les principaux défis pour les agriculteurs. Différentes données peuvent être collectées dans le domaine agricole, à savoir des données climatiques (les précipitations, la température et l'humidité, etc.), des données de suivi des parcelles (les produits de fertilisation, les produits de traitement phytosanitaire, la quantité d'eau, etc.) ainsi que des données directement liées aux parcelles (le nombre d'arbres, l'âge et la taille des arbres, le porte-greffe, la variété d'agrumes, etc.). En plus de ces modalités, des indicateurs spectraux peuvent être extraits à partir du traitement des images spectrales (indices de végétation, les indices de stress hydrique, etc.) pour le suivi des agrumes.

Malgré cette diversité de données, la question principale qui se pose est : Quelles sont les modalités les plus pertinentes à exploiter et comment les combiner afin que des systèmes d'IA puissent être mis en place pour fournir des prédictions permettant d'améliorer ce domaine ?

93 - Auteur : M. Abdellatif MOUSSAID, Superviseur : Prof. Sanaa El FKIHI, Rabat IT Center - Laboratoire ADMIR Équipe IRDA, ENSIAS, UM5R, Projet : Imagerie Satellite Data Mining et Applications Agricoles (ISA)

Objectifs de la thèse :

L'objectif de cette thèse est de développer des modèles d'IA et de traitement d'images satellites pour :

- Classification des arbres par taille de canopée.

- Prédire le rendement d'une parcelle d'agrumes (avant la période de la collecte)

Et ce en combinant les données du terrain avec des informations spectrales extraites à partir des images satellites

Description de l'exploitation de la composante IA dans le travail :

La composante IA dans ce travail est exploitée à travers le développement de modèles prédictifs pour répondre aux objectifs du travail.

• Classification des arbres par taille de canopée :

Dans la première partie de thèse, nous avons mis en place un système de classification des arbres d'une parcelle condensée en trois catégories : arbres à grande canopée, arbres à canopée normale et arbres à faible canopée ou manquants. Le système repose sur une première phase de traitement d'une image satellite à haute résolution spatiale (0,5 m minimum), utilisant un apprentissage non supervisé, plus précisément l'algorithme K-means pour segmenter les pixels de l'image et identifier ceux qui représentent les arbres. Ce résultat est combiné avec un deuxième traitement de l'image basé sur la télédétection, en particulier par l'extraction de l'indice NDVI qui permet de sélectionner uniquement les pixels représentant les arbres et l'herbe dans la parcelle. Cette combinaison nous permet d'éliminer les herbes qui ne sont pas des arbres, ainsi que de corriger les erreurs de segmentation des pixels. Après le traitement des images, nous avons développé un algorithme de classification semi-automatique qui détecte exactement la localisation des arbres et contourne la canopée de chaque position d'arbres à partir des pixels obtenus par le premier traitement de l'image.

• Prédiction du rendement d'une parcelle d'agrumes :

Dans cette partie, nous avons développé deux modèles de prédiction du rendement basés sur une combinaison de données terrain et de données satellitaires : Le premier modèle est basé sur des algorithmes de machine Learning, et le deuxième basé sur le deep Learning :

Pour le premier modèle, un jeu de données composé de 216 facteurs et 250 échantillons a été pré-préparé, et nous avons testé différents algorithmes de machine Learning (algorithmes linéaires, arbre de décision, algorithmes d'ensemble Learning, …). Tous les algorithmes ont été optimisés grâce à l'algorithme Grid-Search, et le test a été effectué par une validation croisée afin deux mois avant la récolte. Par ailleurs, nous avons étudier la pertinence des différents facteurs afin d'aider et faciliter le travail de l'agriculteur qui désire améliorer sa récolte.

Pour le deuxième modèle, nous avons développé un réseau de neurones artificiels qui prend en entrée les données terrain et des images spectrales. Le modèle a été testé sur 5 parcelles pendant 5 années d'étude. Ces données de test sont totalement séparées de l'ensemble de données afin d'obtenir des résultats fiables et confiants.

Résultats :

Pour le premier objectif, nous avons obtenu un score de 0,93 (F-mesure) en segmentation, et les résultats sont visualisés dans une carte contenant tous les arbres avec leurs classes. Une validation sur le terrain a été réalisée par une comparaison entre les cartes obtenues et la réalité terrain.

Pour le deuxième objectif, la prédiction par machine Learning a donné un score de 0,2489 (MAE) et 0,0843 (MSE). Par ailleurs, une comparaison individuelle de chaque parcelle a démontré un score moyen de 16% dans la totalité des parcelles utilisées pour le test.

Pour le model deep Learning, nous avons obtenu un score de 0,0458 (MSE) et 0,1450 (MAE). De plus, une comparaison individuelle de chaque parcelle a donné un score moyen de 10% dans la totalité des parcelles utilisées pendant 5 ans de test.

Apport par rapport à l'existant :

L'apport du premier objectif du travail : nous avons obtenu un score de segmentation de 93% à partir d'images satellite. Nous avons ainsi proposé une nouvelle approche de classification des arbres par taille de canopée, en mettant particulièrement l'accent sur les vergers avec arbres très condensés, un aspect qui n'a pas été traité auparavant.

L'apport du deuxième travail réside dans la prédiction du rendement des parcelles d'agrumes deux mois avant la récolte, et avec un meilleur score que les travaux existants. De plus, nous avons développé un nouveau réseau de neurones conçu pour prédire le rendement des parcelles d'agrumes fondé sur une fusion de modalités (il prend en entrée des images satellites en combinaison avec des données numérique).

Retombées économiques :

L'impact économique de cette thèse peut être présenté sous plusieurs aspects. Dans le cas de l'agriculture arboricole, en détectant efficacement les anomalies telles que les arbres malades, manquants ou soumis à un stress hydrique. Notre système permet d'optimiser les ressources en offrant un suivi individuel de chaque arbre. Cela se traduit par une gestion plus efficace des intrants agricoles tels que l'eau, les engrais et les produits phytosanitaires, contribuant ainsi à améliorer la production.

De plus, la prédiction du rendement est un grand défi pour les agriculteurs, car cela permet d'avoir une idée sur leur rendement avant la récolte, minimisant ainsi les pénalités après la vente de la récolte et/ou évitant la perte de la récolte. Cela influence directement et financièrement sur la production ainsi que l'import/l'export des agrumes de manière significative, aussi bien pour les agriculteurs que pour le pays.

Retombées sociales :

L'impact social de cette thèse est significatif. En offrant aux agriculteurs un outil pour prédire le rendement des agrumes, notre système contribue à améliorer leur sécurité financière. Et cela permet de préserver les emplois dans le secteur agricole en garantissant des rendements stables et en évitant les pertes économiques dues à une mauvaise planification.

De plus, notre système offre une solution précieuse pour relever les défis sociaux liés à la sécurité alimentaire et à la santé publique. En améliorant la productivité et la qualité des cultures, il contribue à garantir un approvisionnement constant en agrumes. Cela favorise également la réduction de la dépendance aux importations alimentaires et renforce la souveraineté alimentaire du pays.

En outre, notre système encourage l'adoption de technologies innovantes dans le secteur agricole, contribuant ainsi à la modernisation de l'agriculture et à l'amélioration des compétences des agriculteurs. Cela ouvre la voie à une transition vers une agriculture plus durable et respectueuse de l'environnement, en encourageant l'utilisation efficace des ressources naturelles et la réduction des impacts environnementaux négatifs.

Projet ISA (Imagerie Satellite Data Mining et Applications Agricoles) :

Le projet ISA bénéficie d'un financement de l'Académie Hassan II des sciences et techniques, dans le cadre d'un appel à projets. Les partenaires impliqués dans ce projet sont la fondation MAScIR (Moroccan Fondation for Advanced Science Innovation and Research-Rabat), l'ENSIAS (École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes- Rabat), l'IAV (Institut Agronomique et Vétérinaire- Rabat), l'HBRS (Hochschule- Bonn-Rhein-Sieg Allemagne) et les Domaines Agricoles.

Références :

https://www.agriculture.gov.ma/fr/programme/exportation

Etude de cas 2 : article "Smart mobile application to recognize tomato leaf diseases using Convolutional Neural Networks"[94]

Introduction

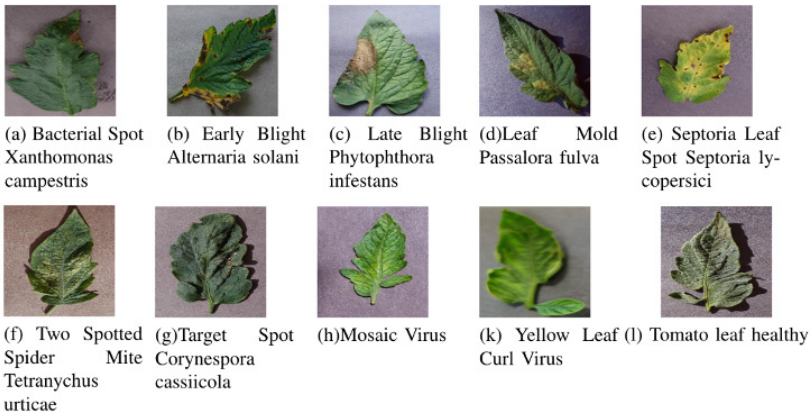
Despite worldwide efforts to reduce plant loss and improve food security, plant diseases still account for over 20% of crop losses. Pollution and climate change have exacerbated the severity of this problem during the last decade. Farmers now use plant disease databases and phone consultations with local pathologists instead of sending plants to diagnostic laboratories for treatment recommendations. Several papers have used standard CNN design architectures for plant disease detection, including SqueezeNet, ResNeXt, ResNet, NiN, GoogLeNet, VGGNet, ZFNet, AlexNet, and others. Several strategies and applications have been developed to prevent crops loss due to disease. Several approaches, including Convolutional Neural Networks (CNNs), have been developed for identifying plant illnesses, particularly in tomatoes. All related approaches need significant computing resources. For example, [1] presented an intelligent warning system for disease-pest detection in fruit melon, whereas [2] employed CNNs to construct a comprehensive diagnostic system for all viral infections in cucumbers. Furthermore, [3] employs AlexNet and GoogleNet assisted-CNN models to detect 14 crop species and 26 diseases. A collection of 7176 photos of healthy and healthy plant leaves was utilized.

94 - Azeddine Elhassouny, ENSIAS, Mohammed V University in Rabat, Florentin Smarandache, University of New Mexico, USA

To overcome the intricacy of the analysis and make it more accessible internationally, and inspired from the MobileNet architecture, we created a smartphone application, that identifies ten distinct tomato leaf diseases using the Quantized CNN-aided model. Previous smart systems rely on deep CNNs, making them only suitable for computer usage. It is worthwhile to mention that there is no similar smart smartphone application that has been developed so far.

Considered diseases

The following image displays the 10 various diseases that our application will detect.



(a) Bacterial Spot Xanthomonas campestris (b) Early Blight Alternaria solani (c) Late Blight Phytophthora infestans (d)Leaf Mold Passalora fulva (e) Septoria Leaf Spot Septoria lycopersici

(f) Two Spotted Spider Mite Tetranychus urticae (g)Target Spot Corynespora cassiicola (h)Mosaic Virus (k) Yellow Leaf Curl Virus (l) Tomato leaf healthy

Specifically, the 7176 dataset's images are imbalanced in distribution across the 10 diseases. The considered number of images per disease is outlined in Table 1. A portion of this dataset is devoted to training, while the remainder is for testing. It is worthwhile to mention that the learning rate has been adjusted in order to enhance the overall accuracy. Nevertheless, the training step duration takes longer. Though, the choice of such a parameter is crucial to maintain a certain trade-off between accuracy and time complexity.

Class(disease type)	Number of images
Bacterial Spot Xanthomonas campestris	793
Early Blight Alternaria solani	406
Late Blight Phytophthora infestans	727
Leaf Mold Passalora fulva	361
Septoria Leaf Spot Septoria lycopersici	735
Two Spotted Spider Mite Tetranychus urticae	721
Target Spot Corynespora cassiicola	548
Mosaic Virus	140
Yellow Leaf Curl Virus	2101
Tomato leaves healthy	644
Total	7176

TABLE I
IMAGES NUMBER OF EACH CLASS

Results:

Several optimization methods have been employed including (i) Stochastic gradient descent, (ii) Adagrad, (iii) Adam, (iv) Proximal Gradient Descent, and (v) Proximal Adagrad. The obtained accuracy varies between 88.3% and 89.2%. This latter is corresponding to the Proximal Gradient Descent algorithm.

References :

[1] W. Tan, C. Zhao, and H. Wu, "Intelligent alerting for fruit-melon lesion image based on momentum deep learning," *(Multimedia Tools and Applications)*, vol. 75, no. 24, pp. 16741-16761, 2016.

[2] E. Fujita, Y. Kawasaki, H. Uga, S. Kagiwada, and H. Iyatomi, "*(Basic investigation on a robust and practical plant diagnostic system)*" in 2016 15th IEEE Intern. Conf. Machine Learning and Applications (ICMLA), 2016, pp. 989–992.

[3] S. P. Mohanty, D. P. Hughes, and M. Salathe, "*(Using deep learning for image-based plant disease detection,)*" Frontiers in Plant Science, vol. 7, 2016.

المجلس الاقتصادي والاجتماعي والبيئي

تقاطع زنقة المشمش وزنقة الدلبوت، قطاع 10، مجموعة 5
حي الريـــاض، 100 10 – الربـــاط
الهاتف : 00 03 01 538 (0) 212+ الفاكس : 50 03 01 538 (0) 212+
البريد الإلكتروني : contact@cese.ma