الأثر البيئي للتحول الرقمي(الثلوث الرقمي): دراسة تحليلية بفرنسا

The environmental impact of digital transformation (digital pollution): Analytical study in France

عباسي آسية [1]، شخار نعيمة[2]

[1] المركز الجامعي مرسلي عبد الله (تيبازة)، assiar@yahoo.com

[2] المركز الجامعي مرسلي عبد الله (تيبازة) ، chekhar.naima88@gmail.com

الاستلام: 18- 01- 2023 القبول : 18-04-2023

ملخص:

يهدف هدا المقال إلى كشف حقيقة الآثار البيئية لتحول الرقمي ، فلا طالما قدمت الرقمنة حلولا في المجال البيئي، إلا أن الدراسة التحليلية التي قمنا بها على مستوى فرنسا كشفت أن التحول الرقمي ترك بصمة بيئية (الثلوث الرقمي) ،من خلال انبعاث غازات الاحتباس الحراري في الجو الناجم عن استهلاك الطاقة .و على هدا الأساس تم وضع ما يعرف بخطة الرصانة.

كلمات مفتاحية: التحول الرقمي،التلوث الرقمي،البيئة، الانترنت.

تصنيفات**JEL :**L63، L96، P28

Abstract:

This article aims to reveal the truth about the environmental effects of digital transformation. Digitization has always provided solutions in the environmental field, but the analytical study we conducted at the level of France revealed that digital transformation left an environmental footprint (digital pollution), through the emission of greenhouse gases into the atmosphere. resulting from energy consumption. On this basis, the so-called sobriety plan was drawn up..

.**Keywords:** digital transformation, digital pollution, environnements, internet.

JEL Classification Codes:L63, L96, P28

المؤلف المراسل: عباسي آسية، **الإيميل:** assiar@yahoo.com

1.مقدمة:

ينظر البعض إلى الرقمنة على أنها الموجة الثالثة للثورة الصناعية ،بدأت الموجة الأولى في منتصف القرن الثامن عشر في بريطانيا العظمى بالفحم والمحرك البخاري ، والثانية تعتمد على النفط والكهرباء ، والثالثة من السليكون وأجهزة الكمبيوتر، و من الآمن أن نقول أن العالم اليوم أصبح يعيش حياة رقمية ترتبط فيه أغلب ممارسات أفراده مهما كانت معقدة بالانترنت ،و قد جاءت جائحة كورونا المستجد لتدفعنا بشكل اكبر نحو الممارسات الرقمية و تجعلها واقعا مفروضا لا بديل عنه بعدما كانت وسيلة لرفاهية المجتمع.

و من المعروف على الرقمنة أنها أقل ضرر على البيئة ، فهي عملية تحويل الجوانب المادية في عمليات الأعمال وتدفقات العمل إلى جوانب رقمية. فالتحول الرقمي يتمتع بشكل خاص بإمكانات فريدة لتمكين القطاعات الصناعية الأخرى من التحرك نحو اقتصاد منخفض الكربون، وهي خطوة أساسية لتحقيق الهدف 13 من أهداف التنمية المستدامة و الذي يركز على مكافحة تغير المناخ وآثاره..

و في اعتقاد الكثير أن الرقمنة تؤدي إلى التوافق بين البيئة و الاقتصاد و خير مثال على دلك الهاتف النقال فهو أمر عظيم و يقلل بالتأكيد من استهلاك الموارد ، لكن الأمر ليس بهده البساطة و الواقع يختلف ، يكفي أن نعرف أن الإنشاءات الهيكلية اللازمة لإنتاج الأجهزة الرقمية تستهلك الكثير من الموارد و الطاقة لبناء البنية التحتية و الكابلات و مراكز البيانات و ما إلى دلك و هدا ما يجعلنا نتساءل هل النشاط الرقمي حقا صديق للبيئة؟أو بعبارة أخرى ماهي الآثار السلبية التي تتركها الرقمنة على البيئة؟

أهداف البحث:

تهدف هده الدراسة إلى اقتراح وثيقة تسمح بتحديد الآثار السلبية لتحول الرقمي على البيئة من أجل التوعية مع تقديم التوصيات في إطار ما أطلق عليه مؤخرا **بالرصانة الرقمية.**

منهجية البحث:

تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي في دراستنا، إدتم استخدام وسائل جمع البيانات من الأدبيات المتعلقة بموضوع الدراسة ، و تحليل نتائج البيانات و الأبحاث السابقة و من تم استخلاص الآثار البيئية للرقمنة.

تقسيمات البحث:بغرض إثراء موضوع بحثنا و الإجابة على الإشكالية المطروحة قسمنا البحث إلى ثلاث محاور أساسية:

المحور الأول: الإطار النظري لتحول الرقمي

المحور الثاني:التلوث الرقمي

المحور الثالث:دراسة تحليلية لتلوث الرقمي بفرنسا

2.الإطار النظري لتحول الرقمي

1.2 مفهوم التحول الرقمي:

يعرف التحول الرقمي **DT** بأنه "عملية انتقال الشركات الى نماذج عمل تعتمد على التقنيات الرقمية لدعم تطوير وابتكار ما يقدم من منتجات و خدمات، وتوفير قنوات جديدة للتسويق وفرص عمل تزيد من قيمة منتجاتها سواء سلع او خدمات " (أبوسمرة، 2019، صفحة 23)، و يعرف **DT** أيضا "بتحول المنظمة تدريجيا من الاستغراق قي التعامل مع الماديات فقط إلى الاهتمام بالمعلومات و المعرفة و الاستثمار ما تكشف عنه فرص و امكانيات و دلك للوصول إلى أعلى مستوى من الإنجاز و الكفاءة" (د.سليمان رشوان و عبد الحفيظ، 2020، صفحة 2) و كما قال هولين جاو الأمين العام للاتحاد الدولي للاتصالات "عملية انتقال الشركات إلى نموذج عمل يعتمد على التقنيات الرقمية في ابتكار للمنتجات والخادمات وتوفير قنوات جديدة من العائدات و وفرها سيزيد من قيمة منتجه (هولين، 2017، صفحة 1)".

2.2التحديات و أركان التغير في التحول الرقمي :تتمثل في:

1,2.2 تغيير الثقافة التنظيمية: التغير الثقافي هي عملية تمهيدية لأي تغير و تطوير تنظيمي (الحارثي، 2020، صفحة 11) ، و التحول الرقمي يحتاج إلى تغيير الثقافة من خلال ترسيخ الوعي الرقمي بالمجتمع

، و قد أشارت بعض الدراسات أن المقاومة الثقافية تشكل حجر عثرة في وجه التحول الرقمي (شحادة، 2022، صفحة 73.72)

2.2.2 التحول الرقمي الأمن: من خلال الحفاظ على سرية و سلامة و استمرارية الخدمات و الأعمال (الحارثي، 2020، صفحة 11)، لدلك زاد الاهتمام في الآونة الأخيرة بالأمن السيبراني فقد أصبح ضروريا لحماية أمن المعلومات و مصالح المنظمات (شحادة، 2022، صفحة 73) .

3.2.2 وجود إستراتيجية و رؤية واضحة لتحول الرقمي : إن تقنية التحول الرقمي تحتاج رؤية واضحة من خلال صياغة إستراتيجية لتحول الرقمي وترتكز هده الإستراتيجية على مجموعة من النقاط (عباس، 2022):

- ✓ القيام بعملية موائمة بين أهداف التحول الرقمي و أهداف المنظمة؛
- ✓ التحضير لعملية التحول الرقمي(مقاومة الفكرة، عدم الثقة و الرفض لتغيير)؛
- ✓ البحث عن مبادرة ناجحة في التحول الرقمي سهلة التطبيق و تتواءم مع المنظمة؛
- ✓ انتقاء التقنيات الحديثة و التي تخدم أهداف المنظمة من أجل عملية التحول؛
- ✓ البحث عن شركاء لديهم ميزة و خبرة في التحول الرقمي وهدا بغرض الاستفادة من دروسها؛
- ✓ التحديث المستمر خلال رحلة التحول الرقمي و نشر نجاح عملية التحول الرقمي .

3.2 المعدات و البنية التحتية للرقمنة:

تعتمد الاستخدامات الرقمية على المعدات والبنية التحتية ، والتي يمكن تقسيمها إلى ثلاث مجموعات فرعية : الاستخدامات النهائية، مراكز البيانات والشبكات،حيث يميز الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) بين سلع وخدمات وشبكات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ضمن التقنيات والمعدات المختلفة الداعمة للخدمات الرقمية (arcep & ADEME, 2022):

1.3.2 الاستخدامات النهائية :تشمل أصول المستخدم النهائي مايلي(ADEME, 2021) :

- ✓ أجهزة الكمبيوتر وملحقاتها ؛
- ✓ تشمل الإلكترونيات الاستهلاكية لأغراض الاتصالات على سبيل المثال لا الحصر :

- الهواتف المحمولة والهواتف الذكية والأجهزة اللوحية وأجهزة الكمبيوتر المكتبية وأجهزة الكمبيوتر المحمولة ؛
- أصول الشبكة المنزلية ؛
- ✓ أجهزة إنترنت الأشياء.

2.3.2 مراكز (talent, 2022) : مركز البيانات هو مجموعة من الخوادم ، حيث يكون كل خادم عبارة عن جهاز كمبيوتر عالي الأداء ، و يكون في الخدمة باستمرار ، ولا يمكن أن يواجه أي انقطاع أو انخفاض في الأداء ، مما قد يؤدي إلى العديد من المشاكل.تشمل مراكز البيانات:

- ✓ جميع مراكز البيانات من "الممارسات" إلى الفائقة باستثناء مراكز البيانات من الاتصالات السلكية واللاسلكية؛
- ✓ شبكات الأعمال

3.3.2 الشبكات: (arcep & ADEME, 2022)

تشمل أصول شبكة تكنولوجية المعلومات والاتصالات:

- ✓ شبكة الوصول اللاسلكي و السلكية، بما في ذلك شبكة الهاتف العامة ؛
- ✓ شبكة الاتصالات الأساسية ومراكز البيانات المرتبطة بها ؛
- ✓ شبكات الشركات شبكة مترو / حافة / IP الأساسية وشبكة نقل البيانات ومراكز بيانات الشبكة ؛
- ✓ اتصالات الأقمار الصناعية.

3.التلوث الرقمي

التحول الرقمي هو افتراضي إلا أن آثاره حقيقية على البيئة و هدا ما يعرف بالتلوث الرقمي ومع ذلك ، فهو جديد نوعًا ما في مخيلة عامة الناس.

1.3مفهوم التلوث الرقمي

يشير التلوث الرقمي إلى جميع أشكال التلوث الناتجة عن انبعاث غازات الاحتباس الحراري في قطاع تكنولوجيا المعلومات ، والتلوث الكيميائي ، وتآكل التنوع البيولوجي ، وإنتاج النفايات الإلكترونية (greenpeace., 2022) ، و في تعريف آخر **التلوث الرقمي**مرتبط بتأثير التكنولوجيا الرقمية

ككل ، من إنشاء المعدات مثل أجهزة الكمبيوتر والهواتف الذكية إلى نهاية عمرها الافتراضي، بما في ذلك الاستخدامات التي يستخدمها المستخدمون النهائيون. فإن لها بعداً ماديًا ثم بعداً افتراضيًا. (clenfox, 2022).

2.3 الآثار البيئية لتحول الرقمي من خلال دورة حياة المنتج الرقمي

« سيتم رقمنة التحول البيئي وسيكون التحول الرقمي بيئيًا »، لقد استقرت هذه الجملة على لسان العديد من رواد الأعمال(marchat, 2022, p. 23) ، وفقًا للدراسات النظام البيئي الرقمي مسؤول عن 2 % إلى 4 % من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية ، أي ما يقرب من ضعف النقل الجوي ،فالزيادة في ابعاثات ثاني اكسيد الكربون بلا منازع هي احد الاسباب الرئيسية للاحتباس الحراري (Salahuddi, Khorshe, & Ozturk, 2016, p. 3)

قام المعهد الألماني لبحوث البيئة (Öko-Institut) (gaurdiant, 2022)، بحساب متوسط الانبعاث لكل شخص في المواقف المختلفة. حيث توصلت الدراسة إلى وجود نسبة 40% من إجمالي الانبعاث ناتجة من تصنيع الأجهزة الرقمية ، تأتي الانبعاث المتعلق بالإنتاج بشكل خاص من المواد الكيميائية المستخدمة في استخراج المواد الخام ومعالجتها ، وكذلك من الطاقة اللازمة لتصنيع أشباه الموصلات ، وهي المكونات الأساسية لمعدات الإلكترونية ، تشير التقديراتإلى أن تصنيع جهاز تلفزيون كبير بشاشة مسطحة سيصدر ، على سبيل المثال ، طرح 1000 كيلوغرام من ثاني أكسيد الكربون ، وإنتاج كمبيوتر محمول حوالي 250 كيلوغرام ،أما انبعاث غازات الاحتباس الحراري المتعلقة باستخدام الأجهزة (حوالي 22% من الإجمالي) وتشغيل مراكز البيانات (ما يقرب من 30%)ترجع أساسًا إلى استهلاك الكهرباء.

و البصمة البيئية هي تقييم الآثار البيئية المحتملة لمنتج أو منظمة أو من منطقة محددة ، على محيط مكاني وزمني معين. البصمة البيئية هي منهجية تعتمد على نهج دورة الحياة ، أي يأخذ في الاعتبار دورة حياة النظام المدروس. البصمات البيئيةهي منهجيات متعددة المعايير، أي أنها لا تأخذ في الاعتبار معيارا واحدًا للتأثير البيئي مثل تغير المناخ أو استهلاك الطاقة ، ولكنها تغطي العديد من التأثيرات البيئية مثل:

استنزاف الموارد الأحفورية / المعدنية، استهلاك المياه، استنفاد طبقة الأوزون ، التخنث، التحمض (CONSEILLE NATIONAL, 2022, p. 11)، أي أن **التلوث الرقمي** يظهر عبر مراحل مختلفة لدورة حياة المنتج:

1.2.3 مرحلة التصنيع و الاستخراج:

من بين المراحل الثلاث في دورة حياة الجهاز الإلكتروني ،يكون للتصنيع التأثير البيئي الأكبر. الآثار هي على وجه الخصوص استنفاد الموارد المعدنية و الأحفورية ، وانبعا ث غازا ت الدفيئة ، واستهلاك الطاقة ، وتحمض المياه ، وما إلى ذلك.

بادئ ذي بدء ، يعد قطاع الرقمي مستهلكاًرئيسياً للمعادن، مما يساهم في استنفاد المواد الخام:فهو مصدر 23%من الطلب العالمي على الفضة ، و 15%للبلاديوم ، و 40% تنتالوم، 41% أنتيمون،42% بريليوم، 66 %روثنيوم، 70% غاليوم، 87% جرمانيوم، 88% تيريوم (guillam, 2021, p. 46)

2.2.3 مرحلة الاستخدام

تمثل مرحلة الاستخدام جزءا كبيرا من التأثير البيئي لتكنولوجيا الرقمية و لكن أقل بكثير من مرحلة التصنيع التي تأخد النصيب الأكبر.

3.2.3 نهاية المنتج(النفايات الإلكترونية)

يشير مصطلح النفايات الإلكترونية إلى مختلف المعدات الكهربائية و الى مختلف المعدات الكهربائية و الالكترونية و الأجهزة المكتبية الالكترونية و الهواتف الكلاسيكية و الذكية و كل المعدات الكهربائية و الالكترونية المستعملة في المؤسسات التي تم التخلص منها (د.سعادة، 2021، صفحة 1467).

وفقا لما كشفته إحصاءات الأمم المتحدة يتولد سنويا 50 مليون طن من النفايات الإلكترونية منها 95 % تخص الدول المتقدمة ، و نظرا لارتفاع تكلفة رميها في هده الأخيرة تقوم بشحنها إلى الدول النامية مع أن الأمر يتبعه ضرر صحي و بيئي على هده الدول إلا أنها توافق على استقبال هده النفايات (allula، 2020).

3.3التلوث الرقمي للانترنت

يصعب تصديق أن النشاط الرقمي يسئ للبيئة ، و هدا راجع للفكرة المغروسة في أدهاننا أن الضرر البيئي يأتي من كل ما هو مادي، و لكن قد ثبث أن الأنشطة عبر الأنترنت تترك بصمة كربونية ، ما يجعله

يضاف إلى الأسباب العديدة المدمرة لطبقة الأوزون (allula، النشاط الرقمي يساهم في تدمير البيئة و تغير المناخ، 2020) .

كل نشاط نقوم به على الانترنت يضاف إلى الطلب العالمي لاستهلاك الكهرباء و ارتفاع انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون ، إذا كانت الإنترنت دولة ، فستكون ثالث أكبر مستهلك للكهرباء في العالم مع 1500 تيراوات في الساعةسنوي ًا ، بعد الصين والولايات المتحدة و في المجموع تستهلك التكنولوجيا الرقمية 10 إلى 15% من كهرباء العالم ، أي ما يعادل 100 مفاعل نووي. وهذا الاستهلاك يتضاعف كل 4 سنوات. ومن النتائج المقلقة الأخرى أن الرقم الرقمي يمثل 4% من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في جميع أنحاء العالم ، مما يجعله بالفعل أحد أكثر القطاعاتتلويث ًا (walloni, 2019) ، و من المتوقع أن تتضاعف هده الأرقام بحلول سنة 2025 ، بحيث سيصل استهلاك الكهرباء إلى 20% من الإنتاج العالمي ،و سيصل اتبعاث الغاز إلى 7.5% من الانبعاثات العالمية(guillam, 2021, p. 11) وبالتالي،وفق ًا للباحث غيرهارد فتوييس ، فإن استهلاك الكهرباء على الويب سيصل في عام 2030 إلى الاستهلاك العالمي لعام 2008 جميع القطاعات مجتمعة. وبالتالي ، ستصبح الإنترنت في المستقبل القريب المصدر الرئيسي للتلوث في العالم.

يعد محرك البحث Google أكثر المواقع استخداما في العالم، فوفقا لمعهد Médiamétrieالبحث على Google ينتج من 5 إلى 7 غرام من ثاني أكسيد الكربون المنبعث zero) (dechet strabsbourg, 2020. ومع ذلك ، تدعي Google أن البحث على خادمها ينتج عنه 0.2 غرام من مكافئ ثاني أكسيد الكربون. هناك ما يقرب من 3.5 مليار عملية بحث على Googleومي ًا ، وهو ما يمثل الأرقام التي قدمتها Google عند 700 طن من ثاني أكسيدالكر بون، يستهلك مركز بيانات Google ، الذي يحتوي على مليون خادم في المجموع ، ما يصل إلى 200000 شخص في مدينة، و ضف إلى ذلك تصفح موقع إلكتروني ينتج عنه غرامين من من ثاني أكسيد الكربون ،أما عملية إرسال **رسالة إلكترونية** ما يقارب 50غ من ثاني أكسيد الكربون (allula، نقطة المجتمع العلمي العربي، 2020)

نتيجة مهمة توصل إليها باحثين في المفوضية الأروبية حول **مشاهدة فيديو** أغنية ديسباسيتو ، حيث وصل عدد المشاهدين إلى 4.6 مليار ، و استهلكت كهرباء ما يعادل الاستهلاك السنوي لغنيا و تشاد و الصومال و إفريقيا الوسطى و سيراليون مجتمعين

4.دراسة تحليلية لتلوث الرقمي بفرنسا

بغرض استخلاص الأثر البيئي للرقمنة ، قمنا باختيار مجموعة من الدراسات أجريت بفرنسابغرض كشف الأثر البيئي الذي تخلفه الرقمنة ، وكدا الإجراءات التي أتخذتها وزارة التحول الإيكولوجي بفرنسا في إطارما يعرف بخطة الرصانة الر قمية.و لكن قبل التطرق إلى الدراسات الثلاث سوف نلقي بأنظارنا على القطاع الرقمي بفرنسا حاليا.

1.4 القطاع الرقمي بفرنسا:

بلغت القيمة المبدئية للسوق الرقمي 56.3 مليار يورو ، وأعيد تقييم حجم السوق الرقمية الآن عند 60.8 مليار يورو في عام 2022 حيث أن 35.5٪ من السوق لناشري البرمجيات والمنصات السحابية مع حجم مبيعات يبلغ **21.6** مليار يورو ،و 52.5 ٪ من السوق بالنسبة لشبكات ESN بـ 31.9 مليار يورو (nummeum, 2022). وفقًا لدراسة كشفت عنها الرابطة المهنية للتكنولوجيا الفرنسية ، عرف القطاع الرقمي في عام 2022 نموا، فالتقديرات التي أعلنت عن زيادة + 7.1٪ للعام الحالي ترتفع إلى + 7.4٪. يُعّد أزمة فيروس كوفيد يُعزى هذا النمو بشكل خاص إلى **التحول الرقمي** (BDM, 2022)و يشمل هذا على وجه الخصوص التغييرات في تجربة العملاء والتجارة الإلكترونية والتخلص من الطابع المادي. يقدر نموها بـ + 13٪ في عام 2022 ، أي 7.6 مليار يورو.

و فيما يتعلق بأرقام **الانترنت و شبكات التواصل الاجتماعي**(rapport, 2022) :

60.9 مليون مستخدم للإنترنت في فرنسا ، أي 93٪ من السكان،أكثر من 95٪ من مستخدمي الإنترنت الفرنسيين الذين تتراوح أعمارهم بين 16 و 64عامًا يمتلكون هواتف ذكية اليوم.

يوجد حاليًا 52.6 مليون مستخدم لوسائل التواصل الاجتماعي في فرنسا ، وهو ما يمثل أكثر من 80٪ من السكان

2.4 الدراسة الأولى: مؤشرات تطور البصمة البيئية الرقمية:

نشرت هيئة تنظيم الاتصالات الإلكترونية والبريد والتوزيع الصحفي (Arcep) الإصدار الأول من استبيانها السنوي "من أجل الرقمية المستدامة"(ZACHARIT, 2022) . يركز هذا على تطور البصمة البيئية لمتعاملي الاتصالات الأربعة الرئيسيين في فرنسا: Bouygues، Telecom، Free ، Orange و SFR كجزء من هذا الاستطلاع ، نشرت Arcep ثلاث فئاتمن المؤشرات من أجل تحديد أدوات العمل التي من شأنها أن تجعل من الممكن تنفيذ استراتيجية منخفضة الكربون ، سواء على جانب اللاعبين الاقتصاديين أو المستخدمين.

-يتعلق المؤشر الأول بانبعاث غازات الاحتباس الحراري الناتج من استخدام الهاتف الثابت و الهاتف النقال و قد كانت النتائج حسب المنحنى البياني المبين أدناه في الشكل1 .

الشكل2 : انبعاث غازات الاحتباس الحراري لشبكات الهاتف الثابت و النقال بطن

المصدر من بناء على منا نشرته Arcep

https://siecledigital.fr/2022/04/28/larcep-sinteresse-a-lempreinte-environnementale-des-telecoms/

نلاحظ من المنحنى البياني استمرار الزيادة في الانبعاث لشبكات الهاتف الثابت و النقال ،و التي تمثل ثلثي إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة ، هذا يرجع بشكل أساسي إلى نشر الشبكات (لا سيما G5) وزيادة الاستخدامات الرقمية و التي تحتاج لاستهلاك الكهرباء و الطاقة ، و خصوصا بعد أزمة كوفيد 19 والتي زاد من خلالها الضغط على شبكة الأنترنت.

-أما المؤشر الثاني يركز على الطاقة التي تستهلكها الأسر في فرنسا. تمثل الشبكات الثابتة و المتنقلة أقل من 1% من إجمالي استهلاك الكهرباء في فرنسا. ومع ذلك ، في كل عام منذ عام 2016 ، زاد استهلاكهم للطاقة بمعدل 5%: إذا استمر في الزيادة بهذا المعدل ، فقد يتضاعف بحلول عام 2035.

الشكل2 : استهلاك الطاقة لشبكات الهاتف الثابت و النفال

المصدر: Arcep من الموقع

https://siecledigital.fr/2022/04/28/larcep-sinteresse-a-lempreinte-environnementale-des-telecoms/

من خلال ما نشرته Arecp يبلغ استهلاك الطاقة لشبكات المحمول ضعف استهلاك الشبكات الثابتة ، في حين أن الألياف الضوئية هي أقل التقنيات استهلاكًا للطاقة. يستهلك مشترك الألياف الضوئية 4 مرات أقل من كيلو وات في الساعة من مشترك ADSL الذي لا يزال يستخدم الكابلات النحاسية ، ولذلك لتقليل الاستهلاك ، تدعو Arcep مستخدمي الهواتف الذكية المنتظمين إلى استخدام شبكة Wi-Fi في المنزل بدلاً من استخدام بيانات الهاتف المحمول الخاصة بهم.

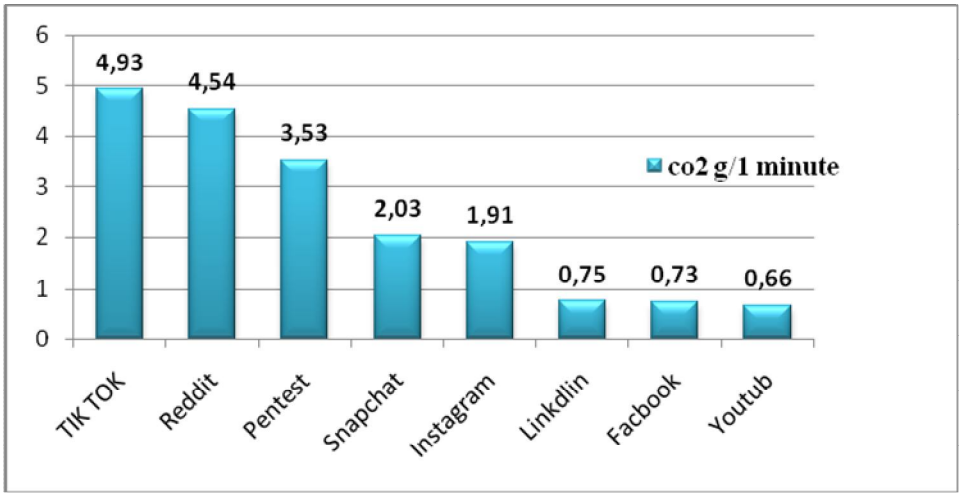
-يتعلق المؤشر الأخير ببيع الهواتف المحمولة وجمعها وإعادة تدويرها وتجديدها، يعود 79% من البصمة الكربونية الرقمية إلى المحطات الطرفية ، بما في ذلك 13% للهواتف الذكية وحدها بينما يأتي 20 مليون هاتف نقال إلى فرنسا كل عام ، تظل نسبة الطرازات المُجددة منخفضة (13% فقط).

53% من الأجهزة غير المستخدمة في فرنسا يحتفظ بها أصحابها ، دون أن يفعلوا أي شيء حيال ذلك . دعا Arcep المستخدمين السابقين لهذه الهواتف الذكية: "بقدر ما يرتبط 80% من البصمة الكربونية عند تصنيعها" ، إعادة التهيئة لأنها توفر إمكانات كبيرة لتقليل تأثيرها.

3.4 الدراسة الثانية : البصمة الكربونية لمواقع التواصل الإجتماعي

في دراسة نُشرت العام الماضي ، قيمت شركة Greenspector البصمة الكربونية لمجموعة مختارة من الشبكات الاجتماعية. لكل تطبيق ، تم تقدير مستوى الانبعاث (CO2) مع الأخذ في الاعتبار استهلاك الموارد (حجم البيانات المتبادلة) والطاقة ، والتي تم قياسها خلال سيناريو مستخدم لمدة دقيقة واحدة على هاتف Galaxy S7 الذكي). يتوافق سيناريو المستخدم مع التمرير لمحتويات موجز الأخبار لحساب نشاط الكربوني(tristqn, 2021) .

الشكل3 : انبعاث غازات الإحتباس الحراري في دقيقية



المصدر:من إعداد الباحث بناءا على tristan gaudiot

/https://fr.statista.com/themes/2761/l-usage-des-reseaux-sociaux-en-france

كما يوضح الرسم البياني الخاص بنا ، فإن الشبكة الاجتماعية التي يكون لمشاهدتها لخلاصة الأخبار التأثير البيئي الأكثر أهمية هي TikTok ، وهو مستوى انبعاث يقارب 5 غرامات من مكافئ ثاني أكسيد الكربون في الدقيقة. هذا هو أكثر من ضعف المتوسط الذي تم قياسه للتطبيقات العشرة

المختارة وحوالي 7 مرات أكثر من YouTube (0.66) و Facebook (0.73) و LinkedIn (0.75) ، والتي تتميز به التطبيقات أنها الأقل أثار للكربون.

وفقًا لمؤلفي هذه الدراسة ، يرتبط مستوى الانبعاث المرتفع نسبيًا لـ TikTok بحقيقة أن هذه المنصة تعتمد حصريًا على مشاهدة مقاطع الفيديو وأن المحتوى يتم تحميله مسبقًا في موجز الأخبار بمجرد بدء تشغيل التطبيق.نتيجة لذلك ، يُصنف TikTok من بين أسوأ الطلاب من حيث استهلاك الطاقة وحجم البيانات المتبادلة. بالنسبة لموقع YouTube ،من ناحية أخرى ، لاحظ المؤلفون أن "مقاطع الفيديو الوحيدة التي تم إطلاقها أثناء موجز الأخبار هي صور مصغرة وهذا بعد ثانيتين" ، مما يقلل التأثير بشكل كبير. ثاني أكثر الشبكات الاجتماعية تلويثًا وفقًا لهذا الترتيب (4.5غ CO2 في الدقيقة) ، Reddit عزى ارتفاع مستوى انبعاثه إلى كمية البيانات التي يتم تبادلها أثناء الاختبار.

يجب أن يؤخذ في الاعتبار أن حساب البصمة الكربونية للتطبيقات لا يزال عملية معقدة تأخذ في الاعتبار العديد من المتغيرات والتي يتم صقل منهجيتها، تظل القيم التي يتم الإبلاغ عنها تقديرات ولكنها تجعل من الممكن مقارنة درجة الرصانة العددية للتطبيقات على أساس سيناريو مرجعي.

4.4 الدراسة الثالثة :تقييم الأثر البيئي للرقمنة بفرنسا من خلال دورة حياة المنتج:

في 19 جانفي 2022 نشرت دراسة لفائدة « Arcep » و« ADME » ،تهدف هذه الدراسة إلى قياس الآثار البيئية للمعدات والبنية التحتية في فرنسا من أجل (arcep & ADEME, 2022):

- تسليط الضوء على الآثار البيئية للتكنولوجيا الرقمية لإعلام صناع القرار؛
-الجمع بين صانعي القرار والأوساط العلمية لمعالجة التحول البيئي و رقمي؛
- تعميم الوعي الجماعي وتمكين المواطنين الفرنسيين والفاعلين الاستراتيجيين الفرنسيين.

تغطي **المعدات الرقمية والبنية التحتية** ثلاث فئات: **المستخدمين النهائيين ، الشبكة و مراكز البيانات: .**

و أما **الآثار البيئية للمعدات و البنية التحتية** فتتمثل في:

- **تغير مناخي:** تعبر عن غازات الاحتباس الحراري هي مركبات الغازات التي تمتص الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من سطح الأرض)؛

-استهلاك الطاقة الأولية : : الطاقة الأولية هي الشكل الأول من الطاقة المتوفرة مباشرة في الطبيعة من قبل أي تحول: خشب ، فحم ،غاز طبيعي ، نفط، الرياح ،الإشعاع الشمسي ، والطاقة الهيدروليكية ، الطاقة الحرارية الجوفية؛

-استهلاك الطاقة النهائية: يشير إلى الطاقة المستخدمة مباشرة من قبل المستخدم النهائي ، في شكل كهرباء أو وقود؛

-النفايات: تتمثل في نفايات المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE) ، وكذلك النفايات المتعلقة باستخراج المواد الخام

-استنزاف الموارد الطبيعية: تتمثل في استهلاك المياه و المواد المعدنية.

و فيما يلي مجموعة الأرقام المتعلقة بالآثار البيئية و المعدات و البنية التحتية الرقمية بحسب دورة الحياة:التصنيع،الاستخدام ونهاية العمر و المبينة في الجدول 1 :

الجدول1:أثر البيئي للمعدات و البنية التحتية حسب دورة حياة

المعدات - الأثر		تغيرمناخي	استهلاك أولي	استهلاك نهائي	النفايات	الموارد
الاستخدامات النهائية	انتاج	64,7%	15,1%	0%	85,4%	110,2%
	استخدام	13,2%	51,0%	63,3%	8 ,1%	0,1%
	نهاية	-0,1%	-0,1%	0%	-8 ,2%	-18,7%
الشبكة	انتاج	2 ,5%	41%	0%	5,1%	6,1%
	استخدام	2,9%	4,3%	14%	0,3%	0%
	نهاية	0,0%	0,0%	0%	0,1%	-2,0%
مراكز البيانات	انتاج	10,8%	3,4%	0%	7,5%	5,2%
	استخدام	4 ,9%	17 ,9%	24 ,3%	0,4%	0%
	نهاية	0 ,5%	0%	0%	0%	-1,3%

المصدر : من إعداد الباحث بناءا عل ى تقرير الصادر من "ADME " – "Arcep" 19 جانفي 2022(arcep & ADEME, 2022)

تظهر هذه النتائج أن مرحلة التصنيع هي المصدر الرئيسي للتأثير للمعدات الثلاث، تليها مرحلة الاستخدام. فيما يتعلق بالتصنيع ، فإن التأثيرات كبيرة لسببين رئيسيين:

- المعدات المتعلقة بالمعدات الرقمية والبنية التحتية تتطلب الكثير من الطاقة لتصنيعها. يتم إنتاج هذه الطاقة بشكل أساسي في البلدان ذات المزيج العالي من الكربون (آسيا ، الولايات المتحدة). هذا يؤدي إلى تأثيرات قوية لمعظم المؤشرات.

- تستخدم هذه المعدات كمية كبيرة من المواد النادرة (الذهب والفضة والنحاس والأتربة النادرة وما إلى ذلك) تتطلب هذه المواد أيضًا الكثير من الموارد والطاقة ، وتنتج الكثير من النفايات (الصخور المستخرجة بشكل أساسي). وهذا يفسر التأثيرات الكبيرة للموارد وتوليد النفايات.

فيما يتعلق بالاستخدام ، تأتي التأثيرات بشكل أساسي من استهلاك الكهرباء.

تمثل نهاية العمر نسب قليلة مقارنة بالمراحل السابقة (الإنتاج و الاستخدام) بسبب إعادة التدوير التي تتجنب الإنتاج من مادة أولية.

أما فيما يتعلق بأكثر المعدات الرقمية التي تأثر على البيئة فتعد الاستخدامات النهائية أكثر تأثيرا تليها مراكز البيانات و في المرتبة الأخيرة الشبكات، و يعزى دلك الى الحجم الكبير للمعدات التي تتطلبها الاستخدامات النهائية بالمقارنة مع مركز البيانات و الشبكات.

5.4 خطة الرصانة الرقمية بفرنسا (ministere, transition ecologique;france, sobriété-énergétique: 2022)

في سياق يتسم بالتسارع في تغير المناخ والصراع الأوكراني ، أصبح تحول الطاقة في فرنسا أولوية أكثر من أي وقت مضى، يجب على فرنسا إنهاء اعتمادها على الوقود الأحفوري وتقليل استهلاكها للطاقة بنسبة 40% بحلول عام 2050. وهذا يعني تغيير عاداتنا وسلوكنا على المدى الطويل، هذا هو معنى خطة رصانة الطاقة التي أعلنها رئيس الوزراء الفرنسية في يونيو 2022 وتم تقديمها رسميًا في 6 أكتوبر 2022. و قد كان الهدف من الإجتماع تقليل استهلاك الطاقة بنسبة 10% في عضون عامين على المدى القصير لضمان أمن الإمدادات على المدى الطويل و لإخراج فرنسا من الوقود الاحفوري و قد

التزام الفاعلين بالرقمنة و الاتصالات المتمثلين ب: اللجنة الإستراتيجية لقطاع "البنى التحتية الرقمية" ، والاتحاد الفرنسي للاتصالات ، وعلى وجه الخصوص مشغلي الاتصالات الأربعة الرئيسيين ، وممثلي النظام البيئي الفرنسي للتكنولوجيا ، و France Digitale ، و Numeum و Start Industrie ب:

- فيما يتعلق بإضاءة المباني التجارية (مغلق عند 1صباحً ا كحد أقصى أو ساعة واحدة بعد توقف النشاط) وبناء درجات الحرارة المحددة (تنفيذ الوسائل لخفض درجة الحرارة وعدم تجاوز حد أقصى قدره 19 درجة مئوية لتحسين استهلاك الطاقة). كما سيتم استكشاف إمكانية تنظيم العمل للحد من استهلاك الطاقة ، بما في ذلك العمل عن بعد؛

-تبادل الممارسات الجيدة وتضخيمها ، لا سيما فيما يتعلق بأحدث التطورات التكنولوجية التي تجعل من الممكن تقليل بصمة الطاقة لأنشطة معينة؛

-تقسيم استهلاك الطاقة للخطوط الثابتة على ثلاثة مع التغيير إلى الألياف. بالإضافة إلى ذلك التحول إلى G5 ، في مناطق كثيفة للغاية ، سيؤدي إلى تحسين كفاءة الطاقة بمقدار 10 أضعاف مقارنة بـ G4 ؛ أخيرً ا ، يعد تنفيذ الفواتير الإلكترونية أو تطوير قنوات التجديد وإطالة عمر المحطات من الممارسات التي ذكرها الممثلون الحاضرون في الإجتماع؛

- يعد القطاع الرقمي أداة في خدمة كفاءة الطاقة فعلا على سبيل المثال ، في قطاع البناء ، يمكن لمبرمج الغلايات البسيط تقليل استهلاك الطاقة بنسبة 10% ، وأدوات إدارة المباني الفنية بنسبة 30%.

-تسهل الأدوات الرقمية أيضً ا إزالة الكربون عن الطاقة ، على سبيل المثال في إدارة الطاقات المتجددة المتقطعة؛

يدرس القطاع أيضً ا استخدام أجهزة استشعار مثبتة بالفعل لاستخدامات أخرى ، حتى تتمكن من مراقبة استهلاك الطاقة في المباني والتحكم فيه. هذا يمكن أن يقلل الاستهلاك على بنسبة 10 إلى 15%؛

- دعوات French Tech للمشاريع ، ولا سيما برنامج Green20 ، بدعم الابتكارات الخارقة لصالح التحول البيئي وانتقال الطاقة؛

-طريقة استشارية لتحديد التدابير ذات الأولوية الخاصة بكل قطاع.

.5 الخاتمة:

1.5 النتائج

تناولت هده الدراسة الأثر البيئي للرقمنة أو ما يعرف بالتلوث الرقمي و قد توصلنا إلى جملة من النتائج:

- ✓ تساهم التكنولوجيا الرقمية في التغير المناخي من خلال أرقام استهلاك الطاقة و انبعاث غازات الاحتباس الحراري ؛
- ✓ تظهر الآثار البيئية السلبية لتحول الرقمي عبر مختلف مراحل حياة من التصنيع،الاستخدام،نهاية العمر الإفتراضي و تأخد مرحلة التصنيع النصيب الأكبر للثلوث الرقمي، من خلال استنزاف الموارد المعدنية و الأحفورية و انبعاث الغازات الدفينة بالإضافة إلى إستهلاك الطاقة بالأخص الكهرباء؛
- ✓ يعد الانترنت من أكثر القطاعات تلويثا في العالم ، وخصوصا نع تزايد عدد مستخدمي شبكات التواصل الإجتماعي، و خصوصا أن أكثر العادات الرقمية المنتجة للكربون تلك المرتبطة بمشاهدة الفيديوهات؛
- ✓ غالبا ما يتم التفكير في الإنترنت كحل صديق للبيئة لكن الحقيقة ليست كذلك فالإستخدمات النهائية ، الشبكات ، مراكز البيانات و خوادم الإنترنت جميعها تتطلب طاقة للتشغيل ، و هذه الطاقة يترتب عنه غاز ثاني أكسيد الكربون؛

2.5 التوصيات

نوصي بتشجيع وتوعية الأفراد و بالأخص مستخدمي الانترنت ، بالاعتدال و الرصانة اتجاه الرقمنة من خلال تبني سلوك حضاري اتجاه البيئة ودلك ب:

- ✓ استخدام محركات بحث صديقة للبيئة مثل Ecosia وLilo بدل محرك البحث Google؛
- ✓ التخلص من الرسائل الإلكترونية الغير ضرورية لتقليل من الانبعاث الكربوني؛
- ✓ إيقاف جهاز استقبال الانترنت عند الخروج من المنزل؛
- ✓ تمديد مدة حياة المعدات و الأجهزة الرقمية؛

✓ التقليل من مشاهدة الفيديوهات على الهواتف الذكية فمشاعدة واحدة من المشاهدة تعادل استهلاك الطاقة للثلاجة لمدة سنة.

و في الأخير نقول إن محاولة التقليل من الأضرار اللاحقة بالبيئة جراء الاستخدام المكثف للرقمنة لن يكون أمرا سهلا لأنه غير مرتبط بجهود الأفراد الشخصية فقط بل يتطلب جهدا أكبر من الحكومات و الشركات التكنولوجية الكبرى و التي لا يملك بعضها الاستعداد الكافي للمساهمة في تخفيف الضرر لما يتطلبه الأمر من مساهمات أو تنازلات مادية هي ليست مستعدة لتقديمها .

6.المراجع

1.6 المراجع بالعربية:

1. عبد الرحمان د.سليمان رشوان، و أ.زينب عبد الحفيظ. (2020). المؤتمر الدولي الأول في تكنولوجيا المعلومات و الأعمال. دور التحول الرقمي في رفع كفاءة اداء البنوك و جدب الاستثمارات . مصر.
2. فاطمة الزهراء د.سعادة. (2021). النفايات الإلكترونية في التشريع الجزائري. *مجلة الأستاذ الباحث للدراسات القانونية و السياسية ، المجلد6-العدد1* (1459-1477).
3. محمد عادر أبوسمرة. (2019). *نموذج مقترح لتفعيل الشمول المالي من خلال التحول الرقمي رؤية مصر 2030* (الإصدار 2019). مصر، جامعة عين الشمس.
4. مها شحادة. (جولية, 2022). أتثير أبعاد التحول الرقمي في النضج الرقمي للمصارف الإسلامية. مجلة الجامعة القاسمية للاقتصاد الإسلامي ، E-ISSN 2788-5550 / ISSN 2788-5542
5. بدران عباس. (10, 2022). استراتيجية التحول الرقمي DX STRATEGY. تاريخ الاسترداد 13 11, 2022، من يوتيوب: https://www.youtube.com/watch?v=vUQAz-ab_channel=AbbasBadran&t=19s&ttNwo
6. جاو هولين. (05, 2017). *التحول الرقمي الذكي -ماهي الخطوات المقبلة؟* تاريخ الاسترداد 15 09, 2022، من الاتحاد الدولي للاتصالات-مجلة ITU NEWS MAGAZINE: https://www.itu.int/en/itunews
7. دلال الحارثي. (2020). *التحول الرقمي في المملكة*. تاريخ الاسترداد 11 11, 2022، من attaa live: https://attaa.live/files

8. allula (14 يونيو, 2020). النشاط الرقمي يساهم في تدمير البيئة و تغير المناخ. تاريخ الاسترداد 14 11, 2022، من نقطة المجتمع العلمي العربي: https://www.nok6a.net

2.6 المراجع بالفرنسية

1. ADEME. (2021). feuille de route« Numérique et environnement faisons converger les transitions »,. france
2. arcep, & ADEME. (2022, 01 19). *Evaluation environnemental des* equipement et infrastructures en france, 2 EME Volet d'etude. Consulté le 1 19, 2022, sur Evaluation environnemental du numérique en france: https://www-inf.telecom-sudparis.eu/COURS/CSC4535/numenv/DocumentsReference/2022-ADEME-ARCEP-etude-numerique-environnement-volet02.pd
3. barométre du numériqu*e*. (2022). Consulté le 17 11, 2022, sur Plateforme ouverte des données publiques françaises: https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/barometre-du-numerique/
4. BDM. (2022). *5 leviers qui boostent le secteur du numérique français*. Consulté le 11 22, 2022, sur https://www.blogdumoderateur.com/leviers-boostent-secteur-numerique-francais/
5. clenfox. (2022). *lq pollution numérique*. Consulté le 11 10, 2022, sur entreprise cleanfox: https://www.cleanfox.io/blog/pollution-numerique-definition-et-solutions/#
6. Conseille national, N. (2022). *feuille de route sur l'environnement* (Vol. 2.0 france(ss B4-SA. 2.0FR)). france.
7. gaurdiant, c. (2022, 04 13). *L'empreinte carbone de nos activités numériques*. Consulté le 11 14, 2022, sur statista: https://fr.statista.com/infographie/27246/empreinte-carbone%25C2%25A0numerique-technologies-par-type-activite-et-appareil/
8. greenpeace., o. i. (2022). *La pollution numérique*. Consulté le 11 10, 2022, sur greenpeace: https://www.greenpeace.fr/la-pollution-numerique
9. guillam, p. (2021). *L'Enfer numérique - Voyage au bout dun Like* (Vol. LLL). FRANCe: les liens qui liberent.
10. marchat, F. (2022). *40 mts pour un respensabilité numérique* (Vol. ISBN-2-9569697-9-2). france: content A.

11. ministere, transition ecologique;france. (2022, 7 28). *la subriété numérique*. Consulté le 11 6, 2022, sur الموقع الرسمي لوزارة تحول الطاقة فرنسا: www.ecologie.gouv.fr
12. nummeum. (2022, 7 8). *crissance attendue de secteur numerique*. Consulté le 11 22, 2022, sur neumm: https://numeum.fr/actu-informatique/croissance-attendue-du-secteur-numerique
13. rapport, d. (2022). Consulté le 11 22, 2022, sur we are social: https://wearesocial.com/fr/blog/2022/02/digital-report-france-2022/
14. Salahuddi, M., Khorshe, d., & Ozturk, I. (2016). The effects of Interne tusage and economic growth on CO2 emissions in OECD countries: Apaneli nvestigation. (U. f. ofCommerce, Ed.) *ELSEVER* , *1226–1235* (62).
15. *talent*. (2022). Consulté le 11 21, 2022, sur deta centers :le guide de la colocations des données: https://www.talend.com/fr/resources/datacenter-definition/
16. tristan, g. (2021, 2 22). *l'empreinte ecologique du numérique*. Consulté le 11 18, 2022, sur statista: https://fr.statista.com/infographie/24240/empreinte-carbone-reseaux-sociaux-applications-emission-co2/
17. tristqn, g. (2021, 2 22). *l'empreinte ecologique du numérique*. Consulté le 11 18, 2022, sur statista: https://fr.statista.com/themes/2761/l-usage-des-reseaux-sociaux-en-france/
18. walloni. (2019). *Les impacts du numérique sur l'environnement*. Consulté le 11 14, 2022, sur https://developpementdurable.wallonie.be/sites/default/files/user_uploads/Les%20impacts%20du%20num%C3%A9rique.pdf
19. ZACHARIT, Z. (2022, 4 28). *Arcep s'interesse a l'empreinte environmental des telecoms*. Consulté le 11 17, 2022, sur https://siecledigital.fr/2022/04/28/larcep-sinteresse-a-lempreinte-environnementale-des-telecoms/
20. *zero dechet strabsbourg*. (2020). Consulté le 11 15, 2022, sur la polution numerique: https://zds.fr/wp/wp-content/uploads/2020/04/La-Pollution-Num%C3%A9rique-ZDS.pdf