



GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Pôle d'expertise de la
régulation numérique – PEReN



Rapport
d'activité
2023

Sommaire

Le Pôle d'expertise de la régulation numérique	5
Édito	6
Les chiffres clés 2023	7
Partie 1	
Accompagner la préparation, la négociation et l'application des textes	9
Partie 2	
Offrir des solutions techniques dans une logique de mutualisation	13
Partie 3	
Travailler à l'état de l'art et diffuser les savoirs	21
Partie 4	
Accélération du rythme et montée en puissance sur l'IA générative	27

Note à l'intention du lecteur

Du fait d'un niveau de confidentialité qui peut parfois être très élevé, certains projets sur lesquels travaille le PEReN n'apparaissent pas sur ce rapport ou ne peuvent pas être décrits précisément.

PEReN

Pôle d'Expertise de la Régulation Numérique

Mission

Le PEReN offre, à l'ensemble des administrations d'État intervenant dans le champ de la régulation des plateformes numériques, une expertise et une assistance techniques dans le domaine des sciences des données et du numérique. Il fournit ainsi des outils, des études et du conseil entièrement sur ses ressources propres. Il s'investit également dans des projets de recherche à caractère exploratoire ou scientifique.

Objectifs

- Renforcer l'efficacité de l'action publique en permettant l'accès à une force de frappe technique mutualisée ;
- Mieux appréhender le fonctionnement des plateformes numériques et des systèmes d'IA ;
- Accompagner l'élaboration de la réglementation ;
- Favoriser le partage des savoirs.

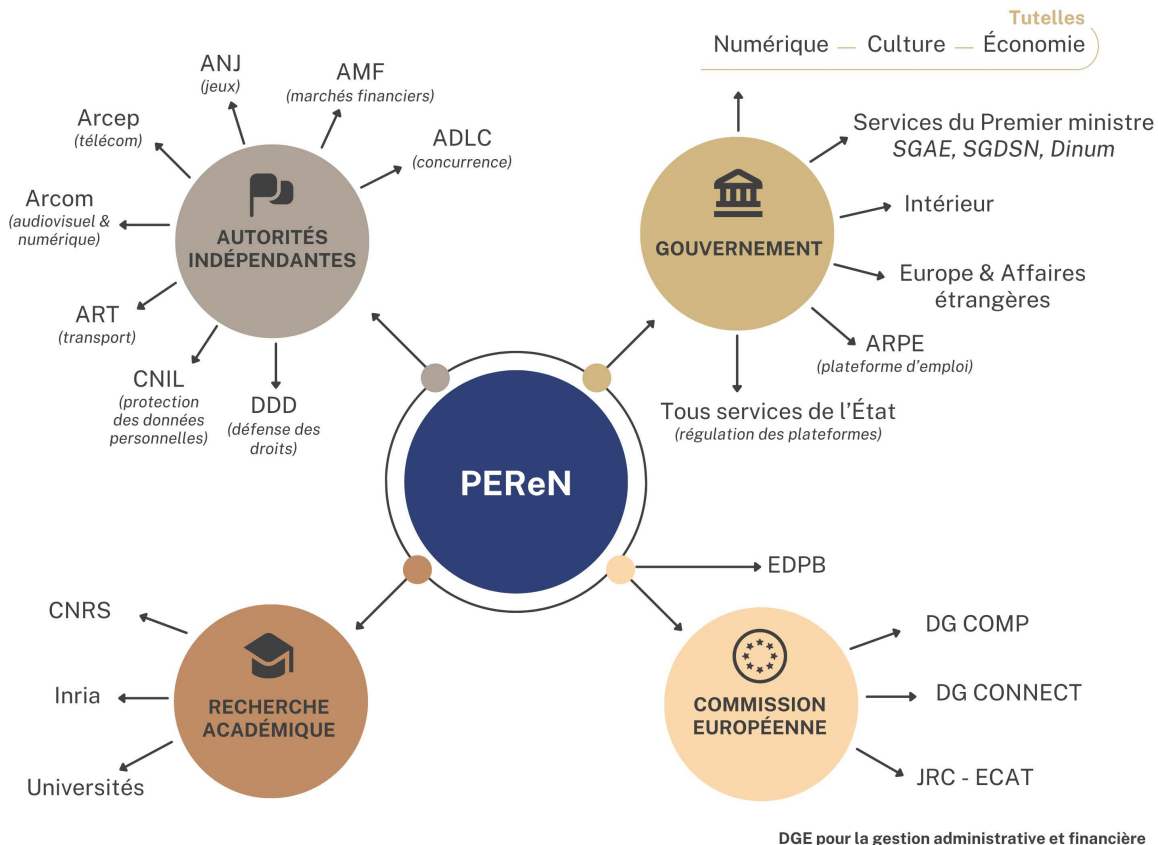
Statut

Service à compétence nationale, le PEReN est placé sous l'autorité conjointe des ministres chargés de l'économie, de la communication et du numérique. Il vient en appui de l'ensemble des directions ministérielles et est au service des régulateurs indépendants.

Équipe

Le PEReN mobilise une équipe d'experts, *data scientists* et développeurs de haut niveau, docteurs ou ingénieurs, aux compétences rares en matière de traitements et d'audit algorithmiques, d'analyse de données et d'élaboration de code source.

Les partenaires¹ du PEReN



¹ Travaux réguliers et conventions formelles de partenariat, en dehors des échanges ou missions ponctuelles (par exemple, mission des EGI, commissions parlementaires...)

Édito



NICOLAS DEFFIEUX
Directeur du PEReN

Que retenir de l'année 2023 pour le PEReN ?

L'année 2023 marque la fin du cycle de création, ces quelques premières années stratégiques pendant lesquelles s'est jouée la viabilité du mode d'organisation testé avec le PEReN et ses partenaires.

Désormais sont acquis tant la constitution du capital humain d'expertise technique qui est

l'essence du pôle, que la relation de travail de confiance avec les administrations à qui est destinée cette expertise.

Dans un environnement aussi dynamique et innovant que le secteur des big tech, ce *satisfecit* ne permet aucun ralentissement et le PEReN va continuer à accélérer pour consolider les acquis et accompagner le rythme rapide des innovations.

Quels travaux ont singulièrement marqué cette année ?

L'année 2023 a aussi été celle de la diffusion rapide auprès du grand public des modèles d'IA générative, ce qui a conduit le PEReN à réaliser de premiers travaux significatifs pour accompagner cette dynamique.

Qu'il s'agisse de tests en conditions réelles sur des IA en production, de l'analyse des modèles *open source*, de la revue de littérature foisonnante dans le domaine de l'évaluation, ou de la construction d'outils de détection de faux contenus, le PEReN a initié dès 2023 des projets qui vont être structurants pour des années.

Cette rapide montée en compétence est nécessaire pour être en mesure de fournir des outils aux régulateurs et services de l'État, non pas pour déployer ces nouveaux systèmes, mais pour les analyser et en maîtriser les enjeux techniques et les limites.

Le PEReN a aussi pu contribuer aux grands sujets de l'année en apportant des éclairages techniques à des missions parlementaires ou d'experts (État généraux de l'information, Intelligence Artificielle, ...).

Quelle est la feuille de route du PEReN pour 2024 ?

La prévisibilité et la fiabilité sont des caractéristiques essentielles de l'assistance que le PEReN fournit aux administrations partenaires. Aussi, il poursuivra les axes de travail initiés en 2023 et portera de manière prioritaire les projets qui lui ont été confiés.

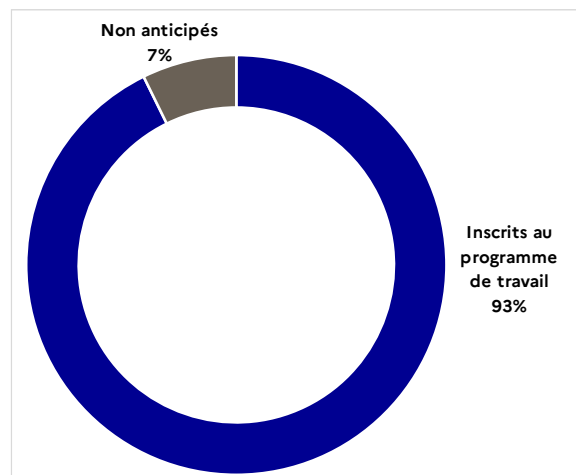
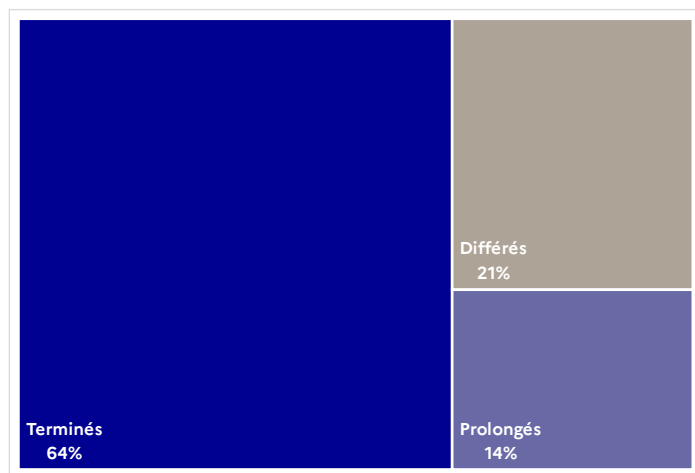
Le renouvellement de la convention de partenariat avec la Commission européenne pour apporter un soutien à la mise en œuvre des règlements DSA et DMA l'obligent et continueront d'être une activité prioritaire en 2024. En parallèle, et en lien avec les régulateurs nationaux, le PEReN cherchera à déployer et diffuser ses outils à l'échelon européen.

Enfin, l'expertise développée par le PEReN sur l'IA générative en tant qu'objet d'étude et d'analyse depuis 2023 pourra être mise à disposition de l'*AI Action Summit* début 2025.

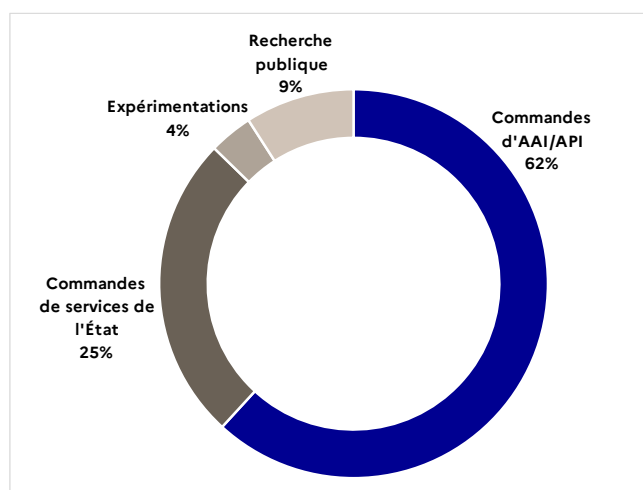
Les chiffres clés 2023

État au 31/12/2023

70 projets lancés...

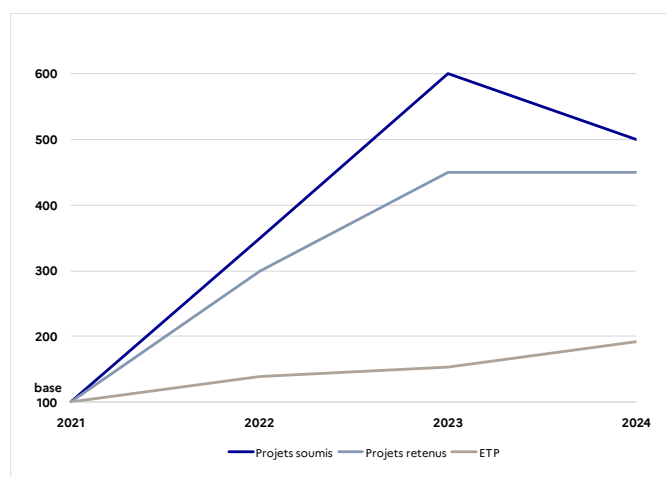


- *prolongés* : en concertation avec les partenaires ou du fait d'une programmation pluriannuelle
- *différés* : en concertation avec les partenaires pour une programmation l'année suivante



et des effectifs qui accompagnent la croissance de l'activité

Évolution comparée des nombres de projets soumis, retenus et des ETP, base 100 en 2021.





Les moyens du PEReN

Rattaché au Directeur Général des Entreprises pour sa gestion administrative et financière, bénéficiaire à sa création de dotations en provenance du Fonds de transformation ministériel (FTM) et du programme France Relance (guichet ITN5), le PEReN fonctionne aujourd'hui sans ligne budgétaire consacrée et avec des frais de personnel et de fonctionnement pris en charge par la Direction générale des entreprises. Installé depuis bientôt quatre ans, le PEReN est devenu une ressource mutualisée dont le besoin et la valeur font consensus.

Sa montée en puissance et sa capacité à attirer des profils de haut niveau ont confirmé sa pertinence et l'intérêt de capitaliser ces compétences au sein de l'État. Ce positionnement, qui fait figure de précurseur, devrait aujourd'hui trouver à s'inscrire durablement dans le paysage administratif en le dotant de ressources propres garantissant son activité. Dans un contexte particulièrement compétitif pour le recrutement de ces profils, la mise en œuvre du dispositif prévu par la circulaire² n°6434/SG du 3 janvier 2024 relative à la politique salariale interministérielle des métiers de la filière numérique devrait être un élément important de l'attractivité du PEReN et des pouvoirs publics.

Au-delà de ses propres productions, le PEReN vise à renforcer l'efficacité collective des régulateurs en promouvant des outils compatibles et réutilisables par chacun des partenaires afin que tout développement réalisé pour une administration soit valorisé et réemployé.

² Circulaire n° 6434/SG du 3 janvier 2024 relative à la politique salariale interministérielle des métiers de la filière numérique : <https://www.legifrance.gouv.fr/circulaire/id/45514>

Partie 1

Accompagner la préparation, la négociation et l'application des textes

La place prépondérante des plateformes numériques dans notre quotidien appelle une régulation équilibrée d'un écosystème guidé par une innovation soutenue. Dans un contexte d'adaptation récente de cette régulation, tant au plan européen que national, le PEReN met à disposition des pouvoirs publics et des régulateurs une expertise technique objective et à l'état de l'art. Son accompagnement s'effectue à tous les stades de la construction de la réglementation, de sa préparation à sa mise en œuvre afin de garantir en particulier l'effectivité et la pertinence des mesures techniques associées.

Le filtre anti-arnaque ou comment se protéger de sites malveillants

En 2023, 9 Français sur 10 déclaraient avoir déjà été confrontés à une situation de malveillance informatique et 1 Français sur 4 se sentait encore insuffisamment informé³. Fin 2022, le gouvernement avait annoncé le déploiement de dispositifs pour protéger davantage les internautes face à la multiplication et à la sophistication des attaques en ligne⁴. Parmi les solutions présentées figurait le « filtre anti-arnaque », promesse de campagne du Président de la République. Dans un objectif global de développer une « cybersécurité du quotidien », le principe était de faciliter l'identification des sites malveillants par les internautes.

Dans cette perspective, le PEReN a construit un démonstrateur de filtre anti-arnaque. Conçu comme une extension de navigateur entièrement *open source*, son fonctionnement s'inspire des bloqueurs de publicités et des services tels que Google SafeBrowsing ou Microsoft SmartScreen pour la gestion des URLs des sites web à bloquer. Concrètement, lors de son lancement le navigateur télécharge une liste d'adresses internet correspondant à des sites malveillants pour pouvoir bloquer ensuite l'intégralité des requêtes d'accès à l'une de ces adresses. L'utilisateur, qui se voit alors afficher une page web l'avertissant du blocage, peut décider d'accepter le risque et poursuivre sa navigation en ajoutant cette adresse à sa liste d'autorisation. Il peut également désactiver complètement le filtre d'un clic ou encore

³ Étude Opinion Way (menée en ligne du 2 au 5 Juin 2023) pour Cybermalveillance.gouv.fr, le dispositif national d'assistance aux victimes d'actes de cybermalveillance : <https://www.cybermalveillance.gouv.fr/tous-nos-contenus/actualites/cybermois-cp-mobilisons-nous>

⁴ Cybersécurité : le gouvernement mise sur un filtre anti-arnaque et un cyberscore dès 2023 (Actualité) : <https://www.bercynumerique.finances.gouv.fr/cybersecurite-le-gouvernement-mise-sur-un-filtre-anti-arnaque-et-un-cyberscore-des-2023>

effacer sa liste blanche. Aucune information n'est communiquée à l'extension en dehors du navigateur.

L'enjeu de cette preuve de concept a été de présenter les fonctionnalités et l'expérience utilisateur d'un tel filtre, en amont de son déploiement éventuel auprès du grand public qui nécessiterait le concours de plusieurs acteurs. Le code de ce démonstrateur a été publié en *open source* sur la plateforme en ligne⁵ dédiée du PEReN. Il permet de démontrer, en toute transparence, que de telles protections peuvent être développées d'une part en laissant à l'utilisateur la liberté de les retirer, et d'autre part en lui rendant accessible et transparent le code, qui montre qu'aucune information ne quitte son navigateur.

Protection des mineurs et vérifications en ligne, entre continuité et accélération réglementaire

Après une année 2022 déjà active sur les questions liées à la protection des mineurs, le PEReN a continué à contribuer activement à ces sujets en 2023, et ce dans divers contextes et cadres réglementaires.

Ainsi, le PEReN a continué à apporter un soutien technique à l'élaboration du décret d'application de la loi dite « Studer »⁶ sur la pré-installation d'un dispositif de contrôle parental sur les appareils connectés vendus en France. Les problématiques liées notamment à la protection de la vie privée et les interactions entre les différentes couches logicielles concernées ont été étudiées.

Dans le cadre des négociations qui ont lieu autour du projet de règlement visant à prévenir et à combattre les abus sexuels commis sur les mineurs, le PEReN a renouvelé son assistance à certains ministères concernés pour établir les positions françaises, principalement sur la compatibilité des approches avec le respect du chiffrement et sur les questions statistiques sous-jacentes à la mesure des performances des algorithmes.

Enfin, dans le cadre des travaux sous-jacents à l'élaboration et à la mise en œuvre de la récente loi visant à sécuriser et à réguler l'espace numérique dite loi « SREN »⁷, en collaboration avec la CNIL, le PEReN a fourni un appui technique à l'Arcom dans le cadre de l'élaboration et de la rédaction par cette dernière d'un référentiel sur les exigences techniques minimales applicables aux systèmes de vérification de l'âge mis en place pour l'accès à des contenus pornographiques en ligne. Une première version du référentiel a été soumise à consultation publique en avril 2024⁸.

Cette thématique de vérification de l'âge pourrait à l'avenir être renforcée par une autre initiative légale d'origine européenne : la révision du règlement eIDAS⁹ portant sur

⁵ L'intégralité du code source et le processus d'installation sont disponibles sur la plateforme d'ouverture de code du PEReN : <https://code.peren.fr/peren/2023-filtre-anti-arnaques/demonstrateur-extension-de-navigateur/>

⁶ Décret n° 2023-588 du 11 juillet 2023 pris pour l'application de l'article 1er de la loi n° 2022-300 du 2 mars 2022 visant à renforcer le contrôle parental sur les moyens d'accès à internet : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000047816345>

⁷ LOI n° 2024-449 du 21 mai 2024 visant à sécuriser et à réguler l'espace numérique : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000049563368>

⁸ Consultation publique sur le projet de référentiel déterminant les exigences techniques minimales applicables aux systèmes de vérification de l'âge mis en place pour l'accès à des contenus pornographiques en ligne : <https://www.arcom.fr/vos-services-par-media/consultations-publiques/consultation-publique-sur-le-projet-de-referentiel-determinant-les-exigences-techniques-minimales-applicables-aux-systemes-de-verification-de-lage-mis-en-place-pour-acces-contenus-pornographiques-en-ligne>

⁹ Le règlement sur l'identification électronique et les services de confiance (eIDAS) instaurait un nouveau système pour les interactions électroniques sécurisées au sein de l'Union européenne (UE) entre les entreprises, les citoyens et les autorités publiques (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/LSU/?uri=CELEX:32014R0910>). Sa modification par le règlement dit eIDASv2 renforce ces orientations en apportant de nouvelles obligations, notamment concernant les portefeuilles électroniques (<http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1183/oj>)

l'identification électronique et les services de confiance, également suivie de près par le PEReN en 2023. Ce règlement révisé, dit eIDASv2 et publié en avril 2024, impose en particulier aux États Membres de l'Union Européenne la conception d'un portefeuille numérique sécurisé permettant de prouver son identité à des tiers. Il n'est pas exclu que ce portefeuille soit à terme utilisé comme l'une des solutions possibles pour authentifier son âge en ligne.

Accès aux données pour la recherche : penser l'application du DSA

Le règlement européen sur les services numériques¹⁰, ou *Digital Services Act (DSA)*, entré en vigueur fin 2022, fournit un nouveau cadre réglementaire pour accroître la transparence et la responsabilisation des grandes plateformes numériques. En particulier, l'article 40 (Accès aux données et contrôle des données) vise à mettre en place un processus transparent et clair d'accès aux données, notamment pour la recherche. Ces nouveaux accès permettront de renforcer les capacités collectives permettant d'identifier et d'analyser les risques systémiques potentiellement générés par les très grandes plateformes numériques.

Contribuant activement aux discussions autour de l'audit des algorithmes en participant à la réflexion sur le type de données nécessaires¹¹, le PEReN s'est associé à l'Arcom pour organiser le 12 octobre 2023, un atelier de travail sur l'accès aux données pour la recherche. L'objectif ? Permettre aux chercheurs d'échanger sur l'impact du DSA sur leur travail, d'évaluer si sa mise en œuvre résoudrait certaines difficultés d'accès aux données pour la recherche et de recueillir leurs commentaires sur les modalités de cet accès.

Animé par des chercheurs du PEReN et par les équipes de l'Arcom, cet atelier s'est articulé autour de deux panels successifs offrant un moment d'échange interactif sur l'accès aux données selon l'expérience et les axes de recherche des participants. Au centre des discussions figuraient les questions suivantes :

- quelles données auraient été nécessaires pour approfondir certaines des analyses des chercheuses et chercheurs ?
- quelles données, métadonnées ou informations sur les algorithmes seraient pertinentes de demander aux plateformes dans le cadre du DSA pour mener de futures études ?

L'accès aux données est essentiel pour aborder efficacement la question de la régulation des plateformes en ligne. Le DSA permettra ainsi aux chercheurs de demander des données aux plateformes. Si les chercheurs en sciences sociales sont souvent en contact avec les autorités sur ce sujet, les scientifiques et ingénieurs techniques (informatique, mathématiques, etc.) sont souvent absents de ces discussions. Le PEReN joue dans cet environnement un rôle crucial en facilitant également le lien entre la communauté de recherche technique et les autorités. C'est aussi dans cet esprit qu'a été organisé cet atelier dédié à cette problématique.

¹⁰ Le Règlement européen sur les services numériques (DSA) : protéger les droits des citoyens sur internet : <https://www.arcom.fr/actualites/le-reglement-europeen-sur-les-services-numeriques-dsa-protoger-les-droits-des-citoyens-sur-internet>

¹¹ Réponse française à la consultation européenne sur la mise en œuvre de l'article 40 du DSA : https://www.peren.gouv.fr/rapports/2023-06-14_DSA%20-%20NAF%20-%20mise%20en%20oeuvre%20article%2040%20-%20re%CC%81ponse%20a%CC%80%20la%20consultation.pdf

Accompagner la préparation, la négociation et l'application des textes

Nos projets en 2023

Régulation de l'espace numérique

Mise en œuvre de l'article 40 du DSA : la parole aux chercheurs !

Organisation conjointe avec l'Arcom d'un atelier de travail, à destination des chercheurs, sur la mise en œuvre de l'accès aux données des plateformes pour la recherche, encadré par l'article 40 du *Digital Services Act*.

Comprendre eIDAS deuxième version et la preuve d'identité

Appui technique à la construction des positions françaises dans l'élaboration du règlement révisé eIDAS portant sur l'identification électronique et les services de confiance.

Harmonisation européenne des règles concernant l'intelligence artificielle

Accompagnement technique dans l'établissement, en interministériel, de la position française sur le projet de règlement européen sur l'intelligence artificielle.

Loi SREN

Dans le prolongement de l'adoption du *Digital Markets Act* (DMA) et du *Digital Services Act* (DSA), appui à plusieurs directions du MEFSIN pour l'adaptation en droit français de cette législation européenne et accompagnement concernant certaines mesures techniques prévues dans le projet de loi Sécuriser et Réguler l'Espace Numérique (SREN).

Interventions dans le cadre des travaux des États généraux de l'information

Afin d'alimenter et d'enrichir les travaux du comité de pilotage et des groupes de travail des États généraux de l'information, audition et participation à l'Agora pour présenter le PEReN et ses travaux autour notamment de la génération et de la diffusion de contenus (IA générative, hypertrucages, contenus viraux, algorithmes de recommandation).

Sécurisation de l'espace numérique

Règlement européen de lutte contre les abus sexuels sur mineurs (CSAM) : appui technique

Dans le cadre de la proposition de règlement européen CSAM, appui technique à certains services de l'État en charge du suivi et de la négociation du texte. En 2023, le PEReN s'est intéressé notamment à la faisabilité et à la performance des solutions techniques nécessaires au respect des obligations de détection (particulièrement l'articulation entre obligation de détection et préservation du chiffrement) et a synthétisé dans une infographie didactique les méthodes de blocage administratif.

Technologies d'identification des mineurs : prérequis

Dans le cadre de l'élaboration de la loi Sécuriser et Réguler l'Espace Numérique, accompagnement de l'Arcom dans la conception de son projet de référentiel déterminant les exigences techniques minimales applicables aux systèmes de vérification de l'âge mis en place pour l'accès à des contenus pornographiques en ligne.

Contrôle parental : modalités techniques de l'application de la loi Studer

Accompagnement technique, dès 2022, de la Direction générale des entreprises dans la rédaction du décret d'application de la loi Studer visant à renforcer le contrôle parental sur les moyens d'accès à internet. Paru à l'été 2023, ce décret précise notamment les modalités de ce contrôle parental (accessibilité et fonctionnalités en particulier).

Protection contre les sites malveillants

Dans le cadre du déploiement par l'État de dispositifs visant à protéger davantage les Français face à la multiplication et à la sophistication des attaques en ligne, élaboration d'un prototype de filtre anti-arnaque. Conçu comme une extension de navigateur entièrement *open source*, il facilite l'identification des sites malveillants par les internautes français.

Partie 2

Offrir des solutions techniques dans une logique de mutualisation

Réguler les plateformes numériques impose aux pouvoirs publics concernés de disposer des ressources techniques propres à leur permettre d'appréhender efficacement les pratiques des opérateurs du secteur et le respect de leurs obligations. Au fait des innovations soutenues dans ce domaine, le PEReN offre cette expertise de pointe nécessaire, dans une logique de mutualisation, de partage croisé d'expertise entre administrations et de montée en compétence collective.

Détection des contenus artificiels : le cas des fausses images de profil sur les réseaux sociaux

Les faux profils (ou bots) sont légion sur la majorité des réseaux sociaux. Leur développement peut répondre à divers objectifs : collecter massivement des données à caractère personnel, augmenter artificiellement la popularité de profils et de contenus ou encore outiller des campagnes de désinformation lors de tentatives d'ingérences étrangères. Pour être efficaces, ces faux profils doivent être crédibles et afficher notamment une photo de profil réaliste et inspirant confiance. À ce jour, les fausses images de visages les plus vraisemblables sont générées par des modèles d'apprentissage automatique (*machine learning*) appelés *Generative Adversarial Networks*¹² (GAN). Ces modèles consistent à entraîner ensemble deux réseaux de neurones : un générateur qui vise à créer des images réalistes, et un détecteur qui doit reconnaître ces dernières. Les deux réseaux s'améliorent réciproquement, et le générateur ainsi entraîné peut créer des images crédibles à la volée¹³.

En partenariat avec VIGINUM, le service à compétence nationale de protection contre les ingérences numériques étrangères rattaché au Secrétariat général de la Défense et la Sécurité nationale (SGDSN), le PEReN a développé un outil de détection de visages générés par des GAN. Élaboré à partir de résultats de recherches académiques¹⁴, et pouvant s'appuyer sur différents modèles de détection, cet outil détermine la probabilité qu'une image de visage ait été générée par un GAN.

¹² *Generative Adversarial Networks*, Goodfellow et al., 2014 (<https://arxiv.org/abs/1406.2661>) ; *A Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks*, Karras et al., 2018 (<https://arxiv.org/abs/1812.04948>)

¹³ Voir par exemple <https://thispersondoesnotexist.com>

¹⁴ *Deepfake Network Architecture Attribution*, Yang et al., 2022 (<https://arxiv.org/abs/2202.13843>)

Plusieurs modèles de détection ont été ré-entraînés afin de s'adapter à différents cas d'usage. En effet, un modèle aux performances excellentes nécessite une puissance de calcul importante, tandis qu'un modèle plus simple permet d'analyser un important flux d'images mais au prix d'erreurs plus nombreuses¹⁵. Attribuer les fausses images à différentes architectures de GAN afin d'identifier des réseaux de bots a aussi un coût en performance, car c'est une tâche plus difficile.

Les modèles de diffusion, un type de réseau de neurones de génération d'images développé à partir de 2020¹⁶, ont fait leur percée fin 2022. Capables de concevoir des images à partir de simples descriptions textuelles, il est probable qu'ils supplantent les GAN grâce à leurs performances impressionnantes. Dans ce contexte, le PEReN a étudié la transférabilité des méthodes de détection d'images de GAN vers ces nouveaux modèles¹⁷.

Ces différents travaux ont été présentés le 16 avril 2023 lors de l'inauguration du Centre Européen pour la Transparence Algorithmique (ECAT¹⁸) et à l'occasion de l'Agora des États Généraux de l'Information, à Auxerre, le 29 novembre 2023¹⁹.

Faciliter le recensement des plateformes de travail en ligne

Dans le cadre de ses missions, l'Autorité des relations sociales des plateformes d'emploi (ARPE)²⁰ dialogue avec différentes plateformes de travail en ligne intervenant dans le transport de personnes ou la livraison à deux ou trois roues. Ce secteur étant extrêmement dynamique, la veille sur la création et parfois la disparition de telles entreprises s'avère difficile : il est notamment connu que ces entreprises usent de codes NAF (Nomenclature d'activités française)²¹ variés, ce qui empêche une utilisation efficace des interfaces de programmation applicatives en ligne (API) de l'Insee pour les répertorier.

Pour faciliter ce travail de recensement, le PEReN a élaboré pour l'ARPE un outil s'appuyant sur les données publiquement accessibles sur les applications mobiles et permettant d'identifier les plateformes susceptibles de rentrer dans le champ de compétences de l'ARPE. Sans fournir d'analyses juridiques qualifiantes qui n'ont pas vocation à être automatisées, cet outil exploite des techniques complémentaires en s'appuyant à la fois sur l'intelligence artificielle et sur des heuristiques provenant de connaissances du secteur. Il permet ainsi à la fois de référencer de manière suffisamment complète les plateformes concernées, et à l'inverse de filtrer une grande partie de celles hors du champ d'intervention de l'ARPE.

Cet outil a pour vocation de faire économiser du temps de veille et d'analyse en recensant autant que possible les informations, tout en fournissant aux juristes qualifiés les références utiles pour se renseigner davantage sur les plateformes identifiées. Dans une recherche de

¹⁵ Exposing GAN-Generated Profile Photos from Compact Embeddings, Mundra et al., 2023 (https://openaccess.thecvf.com/content/CVPR2023W/WMF/papers/Mundra_Exposing_GAN-Generated_Profile_Photos_From_Compact_Embeddings_CVPRW_2023_paper.pdf)

¹⁶ Denoising Diffusion Probabilistic Models, Ho et al., 2020 (<https://arxiv.org/abs/2006.11239>)

¹⁷ Towards the Detection of Diffusion Model Deepfakes, Ricker et al., 2022 (<https://arxiv.org/abs/2210.14571>)

¹⁸ European Center for Algorithmic Transparency (https://algorithmic-transparency.ec.europa.eu/index_en)

¹⁹ Agora des EGI : le PEReN dialogue avec les citoyens (Actualité web, https://www.peren.gouv.fr/actualites/2023-11-29_egi_agora/)

²⁰ Autorité des relations sociales des plateformes d'emploi – ARPE : <https://www.arpe.gouv.fr/>

²¹ La NAF, nomenclature d'activités française, est une nomenclature des activités économiques productives, principalement élaborée pour faciliter l'organisation de l'information économique et sociale. Afin de faciliter les comparaisons internationales, elle a la même structure que la nomenclature d'activités européenne NACE, elle-même dérivée de la nomenclature internationale CITI

mutualisation, cet outil a été conçu de sorte à pouvoir facilement être adapté à d'autres secteurs d'activités ou pour d'autres autorités ayant des besoins similaires. Il a d'ores et déjà permis à l'ARPE de faciliter son travail d'identification des plateformes entrant dans le périmètre de la loi en vue de l'élaboration des listes électorales pour les élections de représentativité de mai 2024.

Follow the money : comprendre les mécanismes de financement de sites frauduleux

Chargée de lutter contre la diffusion en ligne de contenus problématiques et notamment de contenus protégés par le droit d'auteur, l'Arcom a souhaité explorer les mécanismes de financement par la publicité des sites engagés dans de telles pratiques.

À partir d'une collecte de données publiquement accessibles sur des sites identifiés par l'Arcom, le PEReN a catégorisé les contenus et les échanges réseaux (requêtes émises/reçues lors de la navigation sur le site) de nature publicitaire ou relevant des technologies de ciblage. Une analyse complémentaire de ces données a permis de cartographier les acteurs participant le plus au financement et au fonctionnement de ces sites (régies publicitaires et annonceurs, services de mesure d'audience et de traçabilité, etc.).

Ces travaux ont permis à l'Arcom de nourrir ses réflexions sur la lutte contre les contenus problématiques en ligne, notamment en lien avec les dispositions de l'article L. 331-12 du code de la propriété intellectuelle qui prévoit la possibilité de favoriser la signature d'accords volontaires avec certains fournisseurs de services en ligne.

Stories d'influenceurs : aider à la caractérisation de pratiques commerciales trompeuses

La loi visant à encadrer l'influence commerciale et à lutter contre les dérives des influenceurs sur les réseaux sociaux, adoptée en 2023²², rappelle l'importance de réguler le secteur de l'influence commerciale, afin d'assurer le développement de ce secteur économique, tout en protégeant les consommateurs²³.

Au titre de sa mission de protection des consommateurs, et notamment lorsque ceux-ci adoptent de nouvelles formes de consommation en ligne, la Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF) contrôle régulièrement les pratiques commerciales des influenceurs sur les réseaux sociaux. Selon un bilan 2022-2023, si près de la moitié des influenceurs sont en anomalie pour non-respect de la réglementation sur la publicité et les droits des consommateurs lors de l'inspection, la majorité de ceux-ci se conforme aux règles suite au contrôle²⁴.

En 2023, en partenariat avec la DGCCRF, le PEReN a construit un outil original de collecte automatisée de données publiquement accessibles sur les contenus éphémères (les *stories*) publiés sur un grand réseau social. Actuellement en phase de test auprès de la cellule

²² LOI n° 2023-451 du 9 juin 2023 visant à encadrer l'influence commerciale et à lutter contre les dérives des influenceurs sur les réseaux sociaux : <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2023/6/9/ECOX2308125L/jo/texte>

²³ Influenceurs et créateurs de contenus : des mesures pour encadrer et accompagner les professionnels du secteur : <https://www.economie.gouv.fr/influenceur-createur-contenu-mesures-encadrement>

²⁴ Influenceurs : bilan des contrôles 2022 et 2023 de la DGCCRF : <https://www.economie.gouv.fr/actualites/influenceurs-bilan-des-contrôles-2022-et-2023-de-la-dgccrf>

numérique du service national des enquêtes de la DGCCRF, cet outil permet également la collecte de métadonnées associées à ces contenus éphémères, jusqu'alors inaccessibles, pour des analyses plus approfondies.

Mutualiser, adapter, combiner et réemployer ses productions : une marque de fabrique du PEReN

Au service de l'ensemble des administrations qui interviennent dans le champ de la régulation des plateformes numériques, depuis sa création le PEReN conçoit et mène ses travaux dans une logique de mutualisation. Pour cela, il développe une offre commune de services et de ressources modulables en fonction des besoins de ses partenaires et mobilisables par eux de manière autonome.

Dans un souci de frugalité et d'efficacité de sa démarche, il veille tout particulièrement à développer des outils génériques adaptables à différents cas d'usage et inter-opérables le cas échéant. Pour accompagner sa démarche, il participe à la diffusion de son expertise auprès de ses partenaires et favorise également le réemploi des solutions partagées par d'autres administrations, dans une logique de montée en compétence collective.

Pas d'étude des plateformes numériques sans étude de leur version applicative sur mobile

Du réseau social à la place de marché en passant par le diffuseur de contenus vidéo ou musicaux, la majorité des plateformes numériques se décline sous forme d'application mobile, qui en est souvent le mode d'accès principal.

Ainsi, depuis 2022, le PEReN développe une suite d'outils permettant d'automatiser des tâches, d'analyser du trafic réseau ou encore d'examiner les types de contenus exploités par les applications mobiles²⁵.

Ces briques logicielles ont permis par exemple d'étudier, pour le compte de l'Arcep, la qualité de service de plusieurs applications de messageries instantanées. En effet, dans le cadre de ses missions l'Arcep effectue chaque année une étude complète de la qualité de service des opérateurs historiques de réseaux mobiles. Ainsi, en 2023, cette exploration a permis des tests, notamment d'envoi de messages, pour des applications de messageries instantanées dites *Over the top* ou par contournement (c'est-à-dire accessibles hors offre du fournisseur d'accès à Internet). Tirant profit de ces processus automatisés, des centaines de tests ont été réalisés dans différentes conditions d'utilisation des réseaux pour chaque application afin d'évaluer leur comportement.

Ce projet, qui se poursuit en 2024, permettra de conduire une étude similaire, cette fois sur les appels vocaux réalisés via ces messageries instantanées.

²⁵ Code open source de cette suite d'outils : <https://code.peren.fr/peren/2022-qualit-de-service-des-messageries-ott/qualott>

Dark Patterns : de leur étude à la conception d'un prototype de détection

En 2022, un groupe de travail rassemblant de nombreuses administrations publiques a dressé un état des lieux des connaissances scientifiques et juridiques sur les *dark patterns*, explorant par ailleurs les techniques possibles d'analyse automatique. Dans ce cadre, le PEReN a conçu une preuve de concept permettant de caractériser certaines propriétés de ces interfaces trompeuses, comme la taille ou le contraste de boutons.

En 2023, la CNIL a sollicité le PEReN pour faire évoluer ce prototype de manière à pouvoir mesurer objectivement des *dark patterns* relatifs aux bannières de consentement. Les bannières de consentement à l'utilisation de cookies ou traceurs digitaux ont une place de choix dans notre rapport à l'utilisation du web. En effet, elles constituent souvent la première interaction entre un utilisateur et une plateforme en ligne. Dès lors que l'acceptation ou le refus du consentement via ces bannières a une incidence importante sur le traitement des données à caractère personnel, il convient d'étudier si celles-ci exploitent des interfaces trompeuses ou *dark patterns*, c'est-à-dire des éléments d'interfaces visant à influencer les utilisateurs dans leurs choix.

Le PEReN a donc fait évoluer son outil pour industrialiser les analyses et permettre des mesures régulières sur un très grand nombre de sites d'acteurs représentatifs du web français. De nouvelles fonctionnalités permettant de simuler un parcours utilisateur ont également été incorporées. Il est possible, par exemple, de quantifier l'influence d'un choix de consentement sur le rendu d'un site ou encore sur ses performances. L'outil ainsi développé permet d'avoir une vision panoramique de ces pratiques à un instant « t », et permet aussi de voir leur évolution au cours du temps.

Offrir des solutions techniques dans une logique de mutualisation

Nos projets en 2023

Déploiement de ressources mutualisées

Partitionnement automatisé de données (*clustering*)

Conception et déploiement d'une interface de programmation applicative en ligne (API web) permettant aux partenaires du PEReN et à son équipe d'accomplir des tâches de *clustering*, ou partitionnement de données, de manière simplifiée, c'est à dire sans nécessiter la mise en œuvre d'un entraînement coûteux et basé sur des techniques d'étiquetage.

Analyse de texte par traitement automatisé du langage

Mise à disposition de tous les partenaires du PEReN, d'une interface de programmation applicative en ligne (API web) offrant des fonctionnalités de classification ou de comparaison de texte, reposant sur des modèles de langage.

Collecte automatisée de données publiquement accessibles (*scraping*)

Mise à disposition de tous les partenaires ayant des besoins de *scraping*, et justifiant des compétences juridiques requises, d'une interface de programmation en ligne (API web) de collecte automatisée de données publiquement accessibles.

Extraction de données en format tableau

Pour faciliter l'étude des plateformes en ligne qui s'appuie parfois sur l'extraction de données de tableaux depuis des fichiers .pdf, développement d'une interface de programmation (API) permettant simultanément cette extraction automatique et l'affichage de l'image des tableaux pour vérifier l'exactitude du recueil effectué. (code open source de l'outil :

<https://code.peren.fr/peren/2023-recuperation-de-tableaux-dans-les-pdfs/table-extraction-api>)

Identification automatisée des interfaces trompeuses ou *Dark Patterns*

Après un état des lieux en 2022 des connaissances scientifiques, juridiques et techniques sur les *dark patterns* et l'élaboration d'un prototype de caractérisation automatique de leurs propriétés graphiques, perfectionnement, en 2023, de cette preuve de concept pour le compte de la CNIL afin de permettre l'identification objective de ces interfaces trompeuses pour les bannières de consentement.

Projet *Privacy Sandbox* de Google

Poursuite de la veille et de l'analyse technique de la future *Privacy Sandbox* de Google entamées en 2022 (étude disponible ici :

https://www.peren.gouv.fr/actualites/2024-05-30_eclairage_sur_privacy_sandbox_actualisation/).

Analyse d'applications mobiles via un banc de test

Consolidation des développements entamés par le PEReN en 2022 d'une série d'outils d'analyse d'applications mobiles à des fins d'automatisation, d'analyse réseau et d'analyse logicielle.

Qualité de service des messageries OTT

A la demande de l'Arcep, réalisation d'une campagne de tests de qualité des services de messageries instantanées OTT (*Over The Top* ou par contournement) sous différentes conditions réseaux (code open source de l'outil : <https://code.peren.fr/peren/2022-qualit-de-service-des-messageries-ott/qualott>).

Adaptation des outils à des besoins plus spécifiques

Amplification des contenus de presse

Sur sollicitation du ministère de la Culture, exploration de l'impact de la personnalisation des recommandations concernant la visibilité des médias Français sur une plateforme de vidéos en ligne , ainsi que leur diversité, dans un contexte où les revenus des médias dépendent en parti de leurs revenus publicitaires, et donc de leur visibilité.

Artificialité des contenus

En partenariat avec VIGINUM, conception d'une librairie capable de détecter les photos de profil de faux compte générées artificiellement (*deepfakes* ou *hypertrucages*).

Audit des recommandations des algorithmes de *video on demand* (VOD)

Pour permettre à l'Arcom de vérifier le respect par les plateformes de VOD de leur obligation de mettre en avant des contenus français et européens, développement d'un outil permettant d'effectuer automatiquement des constats tout en prenant en compte la personnalisation des services.

Follow the money des sites « gris »

Exploration et analyse, pour les besoins de l'Arcom, des mécanismes de financement par la publicité des sites internet impliqués dans la diffusion de contenus problématiques (portant par exemple atteinte à la propriété intellectuelle) avec l'objectif de recenser des acteurs participant le plus au financement et au fonctionnement de ces sites (régies publicitaires et annonceurs, services de mesure d'audience et de traçabilité, etc.).

Présence des vendeurs sur les *marketplaces*

Appui à la DGE pour l'analyse de la représentation des vendeurs français et européens dans la *buy box* de *marketplaces*.

Obligation de portabilité : identification de l'exhaustivité des données personnelles téléchargeables

En lien avec la CNIL, étude comparative entre les données collectées par des plateformes et celles effectivement retournées à l'utilisateur au titre de l'exercice de son droit à la portabilité.

Détection automatique de contenus susceptibles de contribuer à la caractérisation de pratiques commerciales trompeuses

Appui à la DGCCRF dans la détection automatique et la récupération de contenus éphémères publiés par des influenceurs et susceptibles de participer à la caractérisation de pratiques commerciales trompeuses via le développement d'un outil dédié à partir de cas d'usage.

Collecte de données des calculateurs d'itinéraires mobiles

À la demande de l'ART, amélioration et maintenance d'une plateforme, développée en 2022, permettant l'interrogation et la collecte des solutions de déplacement proposées par des calculateurs d'itinéraires mobiles.

Formation pour la collecte de données sur les itinéraires de déplacement

Dans le prolongement de premiers développements initiés en 2021 et 2022 pour l'ART, formation pour développer et maintenir les briques techniques permettant d'interroger l'API de scraping du PEReN pour faciliter la comparaison des itinéraires proposés par différentes plateformes numériques de mobilité.

Faciliter le recensement des plateformes de travail en ligne

Dans le cadre des missions de l'ARPE et pour faciliter son travail de recensement des plateformes entrant dans son champ de compétences, élaboration d'un outil permettant de les référencer depuis des applications mobiles et à l'inverse de filtrer une grande partie de celles non concernées.

Mesure de la représentativité des plateformes d'emploi

A la demande de l'ARPE, conception et accompagnement à la prise en main d'un outil permettant d'automatiser le traitement des informations d'activité recueillies pour établir la représentativité des plateformes d'emploi

Aide technique pour enquêter sur les risques de discrimination algorithmiques

Appui technique aux services de la Défenseure des droits en lien avec les discriminations qui pourraient être causées par les algorithmes (recommandation, publicité, etc.) déployés par certaines plateformes numériques.

Analyse de la dépendance du réseau d'antennes de télécommunication au réseau électrique français

Dans un contexte d'étude de minimisation d'impact de défaillance des réseaux de communication mobile, le PEReN a été sollicité pour mettre à disposition ses compétences rapidement mobilisables en modélisation et *data science*, pour réaliser un outil simulant des scénarios de coupures électriques et leur effet sur les réseaux mobiles sur la base de données en *open source*.

Respect du cloisonnement des données à caractère personnel

Sous certaines conditions, le *Digital Markets Act* impose aux très grandes plateformes numériques qualifiées de contrôleurs d'accès, un cloisonnement entre les données personnelles collectées par certains de leurs services. Pour le Pôle régulation des plateformes numériques (Direction générale des entreprises), le PEReN a rédigé une note méthodologique décrivant un protocole technique de constat d'éventuels manquements à cette obligation.

Partie 3

Travailler à l'état de l'art et diffuser les savoirs

Face aux évolutions technologiques constantes dans le domaine de l'intelligence artificielle et de l'analyse des données, deux fondamentaux s'imposent au PEReN : travailler à l'état de l'art pour internaliser dans l'État une expertise technique toujours à la pointe de la recherche et contribuer à la diffusion des savoirs au sein de l'écosystème de la régulation du numérique.

Décrypter les actions des plateformes numériques en matière de transparence

La normalisation et la popularisation de l'usage des plateformes numériques se sont accompagnées d'inquiétudes croissantes liées par exemple à certaines pratiques trompeuses ou à la publication de contenus haineux, nuisibles ou violents. De nombreux acteurs et actrices, comme la société civile ou la communauté scientifique, ont alors appelé à une transparence plus significative de la part des plateformes numériques en matière de modération des contenus, de protection des mineurs en ligne ou encore de pratiques publicitaires.

Ainsi, dans une logique d'auto-gouvernance, certaines des plateformes ont témoigné d'efforts pour remédier à cette opacité en se dotant de politiques internes et en publiant des informations accessibles via un site web souvent baptisé « Centre de Transparence ».

Aujourd'hui, les plateformes numériques doivent se conformer aux nouvelles obligations européennes en la matière. Le *Digital Services Act* (DSA)²⁶, qui est entré en vigueur le 17 février 2024 pour l'ensemble des acteurs intermédiaires en ligne, mais depuis fin août 2023 pour les plus grandes d'entre elles, leur impose désormais de recenser, évaluer et atténuer les potentiels risques systémiques, découlant du fonctionnement et de l'utilisation de leurs services.

Dans ce contexte d'évolution législative et réglementaire, le PEReN a recensé et exploré les données s'inscrivant dans cette perspective et mises à disposition par certaines plateformes. L'objectif ? Contribuer à la compréhension de leurs actions en matière de transparence en proposant des infographies d'analyse basées sur les ressources disponibles agrégées. Et pour rendre compte de cette exploration, auprès notamment des régulateurs et du grand public,

²⁶ Règlement sur les services numériques (https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/digital-services-act_fr)

le PEReN a ouvert fin 2023, un espace web intitulé « Gouvernance des plateformes numériques »²⁷. Cet espace est organisé autour de deux grandes rubriques :

- « Transparence des plateformes par domaine » qui présente sous forme de tableaux synthétiques les ressources disponibles (règlements internes, rapports de transparence, données...) pour l'ensemble des plateformes numériques désignées par la Commission européenne comme très grandes plateformes en ligne et moteurs de recherche ;
- « Infographie par le PEReN » qui revisite les données disponibles sous la forme d'infographies originales.

Algorithmes de recommandations : mesurer la diversité, recherche académique à l'appui !

Les algorithmes de recommandation sont au cœur du fonctionnement de nombreuses plateformes en ligne : places de marché, réseaux sociaux ou encore plateformes de partage de vidéos. Estimant les préférences des utilisateurs sur la base de leur activité, ces algorithmes génèrent des recommandations de contenus (vidéo suivante, produits fréquemment achetés ensemble, etc.) selon un objectif défini par la plateforme. L'arrivée des modèles d'apprentissage profond a permis un ciblage encore plus précis des centres d'intérêt des utilisateurs, et donc une performance accrue de ces algorithmes de recommandation au regard de l'objectif défini.

Le choix de cet objectif est donc crucial car il détermine en grande partie les recommandations proposées. En particulier, un objectif de maximisation du temps de visionnage d'un contenu ou du panier total d'un consommateur par exemple peut conduire à la production de recommandations peu diverses, susceptibles de renforcer des biais existants.

Le PEReN s'est saisi du sujet avec une double intention :

- comprendre l'état de l'art en matière d'évaluation de la diversité dans les recommandations algorithmiques ;
- implémenter une suite d'outils destinés à tester les métriques d'évaluation sur des jeux de données afin *in fine* de pouvoir comparer les niveaux de diversité de plusieurs modèles.

Conduites en 2023, ces analyses ont permis d'identifier les définitions techniques de diversité pertinentes en fonction des cas d'usage : diversité des recommandations faites à l'ensemble des utilisateurs ou à un utilisateur donné, présence d'informations sur les contenus (arborescence, métadonnées, etc.), prise en compte d'un historique d'activité de l'utilisateur (diversité absolue ou relative).

Un des apports du projet a été la définition, l'implémentation et le test sur un jeu de données d'une notion de diversité relative à un historique « utilisateur » existant et prenant en compte des informations sur la proximité entre les différents contenus présents sur une plateforme, sous la forme d'arborescence.

²⁷ Espace web « Gouvernance des plateformes numériques » (<https://www.peren.gouv.fr/transparence/>)

L'IA à l'aune de l'Open source

L'intelligence artificielle générative (IAG) a connu tout récemment une percée fulgurante plaçant désormais la production automatique de contenus synthétiques (texte, sons, images, vidéos) à la portée de tous. Les modèles d'apprentissage profond sont la pierre angulaire de ce secteur d'activité en ébullition. Créés à partir de très nombreuses données aux statuts variés, ils représentent des briques logicielles aux multiples applications et dont le cadre d'entraînement et de diffusion soulève de nombreuses questions.

Aujourd'hui, les acteurs principaux de ce nouvel écosystème s'appuient directement ou indirectement sur des ressources disponibles via des licences *open source*.

Afin de comprendre comment ces innovations ont pu s'appuyer sur un tel socle et d'évaluer si ce cadre reste adapté à leur développement, le PEReN a exploré le sujet choisissant de lui consacrer son n°7 d'« Éclairage sur... ». Paru en avril 2024, « *Open source* et IA : des synergies à repenser ? »²⁸ revient sur les différents formats de licence et analyse en quoi ils peuvent favoriser une dynamique d'innovation durable et équilibrée.

Plateformes d'emploi : que nous disent les premiers indicateurs publiés ?

En mars 2022, les plateformes de livraison et de véhicules de transport avec chauffeur (VTC) ont eu pour la première fois l'obligation²⁹ de publier des indicateurs portant sur l'activité de leurs travailleurs pour l'année antérieure (2021). Ces indicateurs (durée des prestations, rémunération des prestations, temps d'attente entre les propositions de prestations), publiés par les plateformes sur leurs blogs ou sites web, ont été collectés et agrégés par l'ARPE³⁰ en 2023 et 2024, à l'occasion des deuxième et troisième années d'exercice. Ils constituent à ce jour l'une des rares sources d'information quantitative sur l'activité de ces travailleurs, et il est à ce titre extrêmement intéressant de les étudier afin de mieux comprendre le phénomène parfois qualifié d'« uberisation », ainsi que d'éclairer le débat public.

En soutien à l'ARPE sur l'analyse des données ainsi collectées, le PEReN a étudié les indicateurs de l'année 2022, en ayant trois objectifs :

- produire des visualisations utiles à l'ARPE afin de mieux représenter ces données parfois peu accessibles ;
- tenter de retirer d'éventuels enseignements vis à vis de ces données ;
- fournir un regard critique sur ces indicateurs pour permettre leur évolution éventuelle.

Ces travaux ont ainsi donné lieu à la production de graphiques publiés par l'ARPE³¹ et d'une note d'analyse de ces indicateurs, premier exercice du genre, par le PEReN. Publiée en ligne³², cette étude met en avant les éléments saillants de ces données tout en identifiant leurs

²⁸ https://www.peren.gouv.fr/actualites/2024-04-03_eclairage_sur_os-iag/

²⁹ En application de la loi n°2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités, créant l'article L. 1326-3 du code des transports : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000039666574/?isSuggest=true>

³⁰ Autorité des relations sociales des plateformes d'emploi : <https://www.arpe.gouv.fr/>

³¹ indicateurs sur l'activité des travailleurs des plateformes de mobilité – VTC : graphiques d'analyse réalisés en collaboration avec le PEReN (<https://www.arpe.gouv.fr/actualites/indicateurs-activite-vtc/>) ; indicateurs sur l'activité des travailleurs des plateformes de mobilité – Livraison : graphiques d'analyse réalisés en collaboration avec le PEReN (<https://www.arpe.gouv.fr/actualites/graphiques-livraison/>).

³² Loi d'orientation des Mobilités (2019) : une première analyse des indicateurs publiés par les plateformes d'emploi : <https://www.peren.gouv.fr/perenlab/2024-04-25-analyse-lom/>

lacunes, qu'elles proviennent du processus déclaratif ou des possibles interprétations divergentes sur la définition de certains indicateurs. Le code utilisé pour réaliser ces graphiques est également publié en ligne³³.

Par la suite, il sera intéressant de continuer à observer les données des années à venir (2023 est en cours d'exploitation), qui permettront d'obtenir un recul sur les tendances éventuelles ainsi que sur la fiabilité des indicateurs, qu'il est parfois difficile d'évaluer sur les seuls deux exercices étudiés.

Le PEReN publie des codes sources !

Dans l'esprit de la loi du 7 octobre 2016 pour une République numérique, le PEReN a veillé dès sa création à contribuer de plusieurs manières à la diffusion des savoirs en matière d'analyse de données, de code source, de traitements et d'audit algorithmiques.

Les codes produits reposant exclusivement sur des briques logicielles *open source* auxquelles il peut par ailleurs contribuer, le PEReN a ainsi ouvert tout début 2023 sa propre forge logicielle, espace de gestion et de maintenance collaborative de codes.

Accessible à l'adresse <https://code.peren.fr/>, cet espace compte actuellement près d'une centaine d'utilisateurs externes et quinze dépôts en accès libre de codes informatiques produits par le PEReN, avec parmi eux un outil d'automatisation de tests sur applications mobiles³⁴ ou encore une implémentation en langage Python d'un test statistique³⁵. Ces dépôts se sont enrichis des codes élaborés dans le cadre du Hackathon 2024 organisé en partenariat avec la Commission européenne sur le thème du *Digital Services Act* (DSA) et les obligations d'ouverture de données qu'il impose aux plateformes numériques.

³³ <https://code.peren.fr/peren/2023-indicateurs-lom/indicateurs-lom>

³⁴ Code *open source* d'un outil d'automatisation de tests sur applications mobiles : <https://code.peren.fr/peren/2022-constapp/constapp>

³⁵ Code *open source* d'une implémentation en langage Python d'un test statistique <https://code.peren.fr/open-source/rcit>

Travailler à l'état de l'art et diffuser les savoirs

Nos projets en 2023

Recherche et état de l'art

« Bulles de filtre » : exploration de ce phénomène algorithmique

Évolution du prototype d'outil élaboré en 2022 pour l'identification et l'analyse de bulles de filtre (ou enfermement informationnel) par traitement automatisé du langage (TAL) vers une version permettant de quantifier plus précisément ce phénomène algorithmique en exploitant directement le contenu des vidéos.

Facilitation du suivi des conditions générales d'utilisation de plateformes

Développement d'un outil d'analyse automatique des textes des conditions générales de vente/d'utilisation de plateformes en ligne (contenu des mentions obligatoires, clauses manifestement illégales, thématiques des clauses des contrats, documentation, caractère substantiel des modifications).

Etude sur les techniques de détection des phénomènes de désinformation.

Sur la base d'une bibliographie académique, étude exploratoire des techniques de détection des *fake news* ou fausses informations, notamment de textes synthétisés par des modèles d'intelligence artificielle.

Recommandations algorithmiques : exploration des métriques d'évaluation de leur diversité

Au travers d'une bibliographie académique, comprendre l'état de l'art en matière d'évaluation de la diversité dans les recommandations algorithmique et implémenter une suite d'outils destinés à comparer les niveaux de diversité de plusieurs modèles selon des métriques de diversité prédéfinies.

Métriques de personnalisation pour l'API de *scraping*

Création de *personas* (profils web d'utilisateurs fictifs définis par un ensemble de cookies) afin d'étudier l'impact d'algorithmes ou de traitements différenciés sur le web en fonction de segments de profils utilisateurs. Ces outils constituent un développement d'intérêt académique qui a été présenté au colloque APVP (Atelier de Protection de la Vie Privée) en 2023.

Un moteur de recherche sémantique

Etat de l'art dans le domaine de la recherche sémantique, et application test sur la nouvelle version du service de questions/réponses « Besoin d'aide ? » de la CNIL. Autonome, l'application à usage des particuliers permet de poser des questions en texte libre et d'obtenir des réponses sélectionnées dans la base de questions/réponses de la CNIL

Détection en ligne des discours haineux en français

Ce projet vise à développer un outil pour la détection des discours haineux en français. En s'appuyant sur des collaborations avec des chercheuses et en évaluant des grands modèles de langage (LLM) *open-source*, le projet cherche à pallier le manque de données annotées en français. L'objectif est de créer un outil accessible pour la détection des discours haineux.

Diffusion des savoirs

Séminaires académiques

Animation de rencontres trimestrielles ayant pour objectif de favoriser les échanges entre administrations en charge de la régulation des plateformes numériques et le monde de la recherche. Lors de ces rencontres, un chercheur ou un expert est invité à présenter ses travaux sur des thématiques en lien avec les activités du PEReN.

Collection « Éclairages sur... »

Publications trimestrielles dans le cadre la collection « Éclairage sur... » qui propose, dans un esprit de vulgarisation, des éléments d'analyse techniques sur des thèmes liés à la régulation des plateformes numériques (numéros parus disponibles ici : <https://www.peren.gouv.fr/publications/>).

Ouverture de codes source

Publication en *open source*, dans un espace dédié (<https://code.peren.fr/peren/>), des codes de services applicatifs et outils mis en production.

Organisation d'un hackathon international

Préparation du hackathon « *Digital Services (h)Acked* », co-organisé avec la Commission européenne (DG Connect et ECAT) à Bruxelles en février 2024. Au moment de la pleine entrée en vigueur du règlement sur les services numériques (DSA), cette compétition avait pour but d'offrir en *open-source* des instruments innovants pour faciliter l'étude approfondie des algorithmes influençant notre quotidien, de nos habitudes d'achat aux interactions sociales.

Introduction à l'algorithmie

Conception et organisation d'une formation d'introduction à l'algorithmie à l'intention des interlocuteurs de l'ARPE.

Visualisation dynamique des obligations réglementaires des plateformes numériques

Création d'un prototype d'interface web grand public informationnelle et de recherche recensant l'ensemble des obligations réglementaires qui s'imposent aux plateformes numériques. (code *open source* du moteur graphique : <https://code.peren.fr/peren/2023-infoblig/infoblig-moteur-graphique>)

« Open source et IA : des synergies à repenser ? »

Étude visant, d'une part, à comprendre comment les innovations en matière d'intelligence artificielle générative ont pu s'appuyer sur des ressources disponibles via des licences *open source* et, d'autre part, à évaluer si ce cadre reste favorable à une dynamique durable et équilibrée (étude disponible ici : https://www.peren.gouv.fr/actualites/2024-04-03_eclairage_sur_os-iag/).

Actions des plateformes numériques en matière de transparence

Pour contribuer à la compréhension des actions des plateformes numériques en matière de transparence, désormais réglementées par le droit européen, conception et ouverture d'un espace web intitulé « Gouvernance des plateformes numériques » permettant d'explorer les données mises à disposition par des opérateurs et des infographies d'analyse basées sur les ressources disponibles agrégées (lien vers l'espace en ligne : <https://www.peren.gouv.fr/transparence/>)

Plateformes d'emploi : que nous disent les premiers indicateurs publiés

En soutien à l'ARPE, analyse des indicateurs d'activité 2021 et 2022 des plateformes d'emploi, ressources inédites publiées en application de la réglementation qui s'impose désormais à ces opérateurs (étude disponible ici : <https://www.peren.gouv.fr/perenlab/2024-04-25-analyse-lom/>).

Outils de visualisation de systèmes d'autocomplétion

Sur la base d'une bibliographie académique, exploration du fonctionnement d'algorithmes d'autocomplétion (assistance à la saisie par suggestion de mots, phrases ou expressions) et d'outils de visualisation permettant d'en appréhender les caractéristiques.

Étude de la faisabilité de méthodes pour une analyse de contenus multimodaux

Après une étude de l'état de l'art en 2022 qui a permis d'identifier les modèles et architectures pertinentes pour traiter conjointement des textes et des images, l'année 2023 a été consacrée à l'implémentation d'une bibliothèque *open source* permettant facilement de tester et d'évaluer des modèles multimodaux (code *open source* de l'outil : <https://code.peren.fr/peren/benchmark-modeles-multimodaux>).

Partie 4

Accélération du rythme et montée en puissance sur l'IA générative

Si le PEReN est désormais intégré au paysage de la régulation numérique, il contribue à consolider le dialogue des pouvoirs publics avec les plateformes numériques, à renforcer l'action de la France en matière de régulation et à mutualiser les connaissances entre services de l'État et autorités. En 2023, il a mobilisé ses ressources pour accompagner l'essor fulgurant de l'IA générative en renforçant son expertise dans le domaine, plus particulièrement pour l'évaluation et l'analyse des modèles. Son cadre d'intervention s'est vu par ailleurs amendé par la loi SREN, notamment en matière de recherche publique et d'expérimentation.

Entré dans sa phase de maturité, le PEReN consolide en 2023 son expertise en analyse des algorithmes, y compris l'IA générative

En 2023, le PEReN achève son cycle de création, fort d'une équipe d'experts qui font son identité, et de ressources matérielles légères mais optimisées pour répondre aux besoins de ses partenaires.

Le PEReN a su s'installer, en un peu plus de trois ans, comme un acteur de référence au sein de l'écosystème de la régulation des plateformes numériques. Témoin de l'attractivité de son offre de services et de l'adéquation de son expertise aux besoins de ses partenaires, services de l'État comme autorités administratives indépendantes, son programme de travail 2023 a compté près de 70 projets, soit trois fois plus qu'en 2021, sa première année complète d'activité.

Comment le PEReN définit-il son programme de travail ?

Pour élaborer sa feuille de route annuelle, le PEReN associe étroitement les administrations partenaires à ses réflexions, dans le cadre d'échanges bilatéraux avec chacune pour déterminer ses besoins propres, et de réunions multilatérales pour présenter collectivement la nécessaire priorisation des projets.

La sélection finale des projets qui seront réalisés par le PEReN l'année suivante s'opère au regard de la proportionnalité entre la charge de travail induite et la valeur pour le partenaire, de sa complexité technique, de la faisabilité dans le cadre juridique de chaque partenaire, et lorsque cela est possible, des possibilités de partage entre administrations ou de mise à disposition du public.

Conformément à son décret de création, le PEReN soumet chaque année sa feuille de route à l'approbation de ses trois ministres de tutelle (Économie, Communication, Numérique).

Des partenariats croissants, une expertise en IA renforcée, une collaboration engagée avec la Commission européenne : l'équipe du PEReN est mobilisée

La pierre angulaire du PEReN est son équipe de *data scientists* et développeurs : des profils alliant compétences et savoirs pointus et rares en matière de sciences des données (*machine learning* / intelligence artificielle, programmation informatique, algorithmique) et des expériences de recherche académique. Ensemble, ils donnent au PEReN sa marque de fabrique : rassembler au sein d'un service de l'État tout à la fois des capacités à concevoir, développer et analyser.

En 2023, le Pôle a atteint son effectif cible initial tandis que le volume annuel d'activité reste croissant. Ainsi, depuis deux ans, une priorisation des projets est devenue nécessaire. Menée en accord avec chacun des partenaires, elle veille notamment à conserver un équilibre entre les priorités des différents services de l'État et administrations, tout en favorisant les projets nécessitant le recours aux technologies les plus pointues ou offrant le maximum de potentiel de mutualisation.

C'est également dans ce contexte que l'équipe s'est mise en ordre de marche pour répondre aux nouveaux enjeux de l'IA générative et des grands-modèles de langage (LLM). Des recrutements ont permis le développement d'une expertise renforcée dans ces domaines, tout en structurant l'organisation du PEReN avec la création de rôles de référents en Recherche et éthique, *Data science* et génie logiciel. Ces évolutions ont le double objectif de mieux faire face à une demande d'extension du champ d'expertise et à anticiper une participation accrue dans la mise en œuvre des nouvelles régulations numériques. Le PEReN a d'ailleurs signé en 2023 une convention de coopération avec la Commission européenne, fondée sur l'échange de pratiques et d'expertises, et qui a été renouvelée en 2024.

Le PEReN travaille depuis plus de trois ans à la mise en place des outils de régulation numérique dans des champs variés. Son approche modulaire des projets qui lui sont confiés s'appuie sur le développement de différentes briques logicielles combinables et reconfigurables selon les besoins. Éprouvé, ce modèle permet d'absorber un grand volume de projets et de produire tout autant de résultats, tout en mutualisant le plus possible les outils développés dans un souci d'efficacité maximale. En l'état, ce processus reste adapté dès lors que suffisamment de partenaires sont capables d'anticiper leurs besoins, ce qui permet au PEReN de lisser la charge de travail sur l'ensemble de l'année et de répondre à un nombre important de commandes.

Des infrastructures informatiques frugales, sécurisées et homologuées

Capitaliser au sein de l'État un ensemble de compétences académiques et techniques est un des objectifs qui avaient été assignés au PEReN, qui a organisé ses ressources de manière à conduire en interne l'ensemble des étapes d'un projet, sans recours à de la prestation extérieure ni à des logiciels propriétaires.

L'infrastructure qui soutient cette capacité a toujours été pensée de manière optimisée et frugale compte tenu des besoins :

- par le choix du matériel utilisé, en privilégiant des matériels français et lorsque les performances n'étaient pas critiques, reconditionnés ;
- alors que de nombreux problèmes de puissance de calcul et en IA sont souvent résolus par l'adjonction de puissance et de consommation (multiplication des serveurs, des cartes GPU et de la mémoire à disposition), le PEReN a fait des choix d'optimisation en rendant le code aussi léger et performant que possible pour utiliser au mieux l'existant :
 - développement et utilisation d'outils pour le partage de cartes GPUs entre utilisateurs plutôt qu'accumulation de cartes : orchestration et allocations parcellaires de la mémoire disponible ;
 - dimensionnement des ressources non pas pour servir des besoins ponctuels, mais pour satisfaire 90% des besoins constants de l'équipe, les 10% impossibles à satisfaire étant réalisés par débordement sur des infrastructures publiques comme le super calculateur Jean Zay ;
 - partage de nos ressources avec des administrations tierces pour satisfaire des besoins modestes ou ponctuels et améliorer les taux d'utilisation.
- recours exclusif à l'*open source* et contributions à l'*open source* (sur les dépôts des éditeurs ou sur la forge ouverte qui a été créée).

En 2023, le Système d'Information a démontré la pertinence de ces choix et ses capacités d'adaptation aux évolutions de l'équipe, des besoins des partenaires et des contraintes extérieures :

- augmentation du nombre de collègues ;
- mise en place d'une forge logicielle ouverte aux partenaires sur <https://code.peren.fr> ;
- mise en place d'un environnement de test reproduisant l'architecture du SI.

Et ce, toujours en intégrant des contraintes de sécurité par exemple en vérifiant la signature du code avant déploiement sur les services homologués, et en poursuivant l'homologation de nouveaux services. Par ailleurs, l'équipe a identifié et signalé une faille de sécurité sur un logiciel libre très largement utilisé dans le monde, celle-ci a été corrigée par l'éditeur³⁶.

Pour la deuxième année consécutive, le PEReN met en œuvre son pouvoir d'expérimentation

Pour remédier à l'opacité des systèmes algorithmiques opérés par les plateformes numériques et à la dépendance vis-à-vis d'elles pour obtenir des informations permettant de mieux comprendre leur fonctionnement et ainsi définir une régulation adaptée, le législateur

³⁶ CVE-2023-6680 : <https://cve.mitre.org/cgi-bin/cvename.cgi?name=CVE-2023-6680>

a doté le PEReN du pouvoir d'expérimentation³⁷. Les activités menées dans ce cadre visent « à utiliser, concevoir ou évaluer des outils techniques et ayant pour strict objet la réflexion portant sur la régulation des opérateurs ». Elles doivent exclure le recours à un système de reconnaissance faciale des contenus.

Lancée à l'initiative du PEReN et pour son propre compte, une expérimentation consiste à modéliser un outil, notamment à partir de jeux de données publiquement accessibles et collectées de manière généralement automatisée depuis des plateformes numériques. Durant une expérimentation, le PEReN a la possibilité de collecter des données publiquement accessibles après avoir notifié la plateforme concernée et pris des mesures de protection de ces données. Tout est fait pour que les tests conduits ne donnent lieu à aucune perturbation du service concerné, ni pour les utilisateurs ni pour les plateformes. Les données récoltées pendant cette expérimentation sont ensuite détruites, conformément à la loi.

En 2023, le PEReN a lancé deux projets expérimentaux portant sur de grands modèles de langage commerciaux d'une part et l'audit en boîte noire d'un calculateur d'itinéraires d'autre part.

Expérimenter l'audit des grands modèles de langage

Le PEReN a perçu la place grandissante des systèmes d'intelligence artificielle générative (IAG) dans les usages numériques de la société, leur évolution rapide et les questions de régulation associées, et leur a consacré notamment son n°6 d'« Éclairage sur... ». Paru en avril 2023, « ChatGPT ou la percée des modèles d'IA conversationnels »³⁸ invite ainsi, dans un format accessible à des non experts, à une plongée technique au cœur de ces dispositifs pour en saisir les principaux enjeux et limites.

Situés au cœur de ces systèmes d'IAG, les grands modèles de langage (*Large Language Models* - LLM) constituent une nouvelle famille d'algorithmes à part entière dont de nombreux fournisseurs de service en ligne ont su rapidement se saisir pour mettre à disposition du grand public des outils innovants. Face à la fois aux nombreux risques soulevés par la popularisation rapide de ces modèles et à l'ouverture de nouveaux domaines de recherche, le PEReN a mis à profit son pouvoir d'expérimentation pour élaborer et tester une méthodologie d'évaluation à l'état de l'art de divers LLM commerciaux.

S'appuyant sur des outils de Traitement Automatique des Langues (TAL) et de collecte de données publiquement accessibles, le PEReN a pu mesurer la pertinence variable des métriques et jeux de données décrits dans la littérature scientifique pour l'audit de LLM. Les résultats obtenus ont montré la nécessité de développer des méthodes, des jeux de données et des métriques spécifiques à l'audit à l'aveugle, ou dit en « boîte noire », des LLM – en particulier lorsque ces LLM sont imbriqués dans des systèmes complexes.

Pour poursuivre ces travaux, le PEReN accueillera à partir de l'automne 2024 un nouveau doctorant dont la thèse portera spécifiquement sur l'audit des grands modèles de langage.

³⁷ Article 36 de la loi n°2021-1382 du 25 octobre 2021 relative à la régulation et à la protection de l'accès aux œuvres culturelles à l'ère numérique (https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000044245660)

³⁸ Éclairage sur...n°6 – ChatGPT ou la percée des modèles d'IA conversationnels (https://www.peren.gouv.fr/rapports/2023-04-06_Eclairage%20sur_CHATGPT_FR.pdf)

Calculateurs d'itinéraires : concevoir des outils d'analyse de leur effet sur l'usage des réseaux routiers

La loi « Climat et Résilience » de 2021³⁹ a introduit dans le Code des transports un ensemble de dispositions concernant les calculateurs d'itinéraires et l'usage du réseau routier principal et secondaire qu'ils peuvent induire. Dans la continuité de travaux réalisés en 2022, l'objet de cette nouvelle expérimentation était d'élaborer un prototype d'outil permettant la vérification automatisée sur application mobile, et à l'échelle, des préconisations d'itinéraires et leur éventuel effet sur l'usage des types de réseaux routiers.

Cette expérimentation s'est appuyée sur une collecte proportionnée de données d'itinéraires avec une empreinte la plus similaire possible à celle d'un utilisateur lambda, en veillant ainsi à ne pas perturber le fonctionnement des plateformes concernées. Le processus de collecte de données mobiles ainsi que leur analyse spatiale ont permis des développements également réutilisables dans le cadre d'autres projets.

³⁹ Loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000043956924/>

Loi SREN ou l'adaptation du champ d'intervention du PEReN au nouveau cadre législatif européen

L'année 2023 a été celle de la construction du projet de loi « Sécuriser et Réguler l'Espace Numérique » (SREN). La loi, promulguée le 21 mai 2024 et publiée au Journal Officiel de la République française le lendemain, comprend quatre articles qui concernent le PEReN.

Les articles 42⁴⁰ et 62 amendent le périmètre et le champ d'intervention du PEReN tels que prévus initialement par le législateur à l'article 36⁴¹ de la loi n°2021-1382 du 25 octobre 2021 relative à la régulation et à la protection de l'accès aux œuvres culturelles à l'ère numérique.

- l'article 42 précise les activités de recherche publique et d'expérimentation du PEReN. Concernant les premières, il est précisé qu'elles peuvent en particulier être exercées dans le cadre de la détection, de la détermination et de la compréhension des risques systémiques au sens du règlement européen sur les services numériques (DSA). Le législateur a par ailleurs précisé que les données collectées dans le cadre de ces activités doivent être détruites à l'issue des travaux et au plus tard 5 ans après leur collecte. Concernant les activités d'expérimentation, reposant sur des méthodes de collecte automatisée de données publiquement accessibles, leur périmètre est étendu aux fournisseurs de systèmes d'intelligence artificielle.
- l'article 62 remplace la référence aux « opérateurs de plateforme en ligne », tels qu'initialement définis à l'article 111-7 I du code de la consommation désormais abrogé et déterminant le champ de la régulation pour laquelle le PEReN est compétent, par la référence à « toute personne physique ou morale proposant, à titre professionnel, de manière rémunérée ou non, un service de plateforme essentiel, défini à l'article 2 du règlement sur les marchés numériques, ou un service de communication au public en ligne reposant sur le traitement de contenus, de biens ou de services, au moyen d'algorithmes informatiques ». Il en ressort une extension du champ de compétence du PEReN.

Pour rappel, la liste des services de plateformes essentiels définis par le DMA en compte dix à ce stade, à savoir : les services d'intermédiation (places de marché, boutiques d'applications, ...), les moteurs de recherche, les réseaux sociaux, les plateformes de partage de vidéos, les messageries en ligne, les systèmes d'exploitation (dont les télévisions connectées), les services d'informatique en nuage, les services de publicité en ligne, les navigateurs, les assistants virtuels.

Les articles 44⁴² et 51 abondent la section de la loi n°2004-575 du 21 juin 2004 pour la confiance dans l'économie numérique dédiée au coordinateur pour les services numériques et à la coordination entre les autorités compétentes.

- l'article 44 prévoit que le coordinateur pour les services numériques (l'ARCOM, que la loi SREN désigne par ailleurs) peut recourir, dans un cadre conventionnel, à l'assistance technique du PEReN, « notamment pour toute question liée aux analyses de données, aux codes sources, aux programmes informatiques, aux traitements algorithmiques ou à l'audit des algorithmes ». Réciproquement, en application de ces dispositions, le PEReN peut proposer son assistance technique au coordinateur pour les services numériques. Dans ce cadre, le PEReN conduit ses

⁴⁰ Article 42 (https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000049563489) et article 62 (https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000049563760) de la loi SREN

⁴¹ Article 36 de la loi de la loi n°2021-1382 du 25 octobre 2021 relative à la régulation et à la protection de l'accès aux œuvres culturelles à l'ère numérique (https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000044245660)

⁴² Article 44 (https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000049563494) et article 51 (https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/article_jo/JORFARTI000049563663) de la loi SREN

- travaux en toute indépendance. L'article 44 prévoit également que le PEReN est associé aux missions de coopération relatives au développement de l'expertise et des capacités de l'Union européenne en matière d'évaluation des questions systémiques et émergentes au sens du DSA.
- l'article 51 créé un réseau national de coordination de la régulation des services numériques (composé de l'ARCOM, de la CNIL, de l'ARCEP, de l'ADLC, de l'ANSSI, de l'ARPE, et d'autres services de l'État compétents dont la liste devra être établie par décret). Les missions de ce réseau seront notamment d'assurer les échanges d'information, d'encourager la coordination, de veiller aux synergies en matière de régulation des services de la société de l'information, mais également de promouvoir une vision globale de la régulation des services numériques (enjeux d'équité, protection, innovation, compétitivité) et d'animer des réflexions et des travaux d'analyses comparées. Le législateur a prévu que le réseau national de coordination de la régulation des services numériques puisse solliciter le PEReN « *en vue de conduire toute analyse destinée à apporter un éclairage sur des questions relevant de ses missions* ». Les dispositions de l'article 51 précisent par ailleurs la gouvernance du réseau, et notamment que sa présidence sera assurée de manière successive par les ministres du numérique et de la culture (deux des trois tutelles du PEReN) et que son secrétariat sera assuré par les services du ministère chargé du numérique.

Pôle d'expertise de la régulation numérique – PEReN

120 rue de Bercy – 75012 Paris | www.peren.gouv.fr | contact.peren@finances.gouv.fr

Directeur de la publication : Nicolas Deffieux, directeur du PEReN

Conception, rédaction et réalisation : PEReN

Juillet 2024

N° ISSN : en cours

Crédits : ©ktianngoen0128 - stock.adobe.com