

**Journée
Prévention du Risque Infectieux
en Etablissements de Santé**

Vendredi 26 septembre 2025

ESAT Domaine du Marand
63450 SAINT AMANT TALLENDE



L'apport de l'IA pour l'hygiéniste

Dr Philippe Carencio

Médecin hygiéniste

Praticien hospitalier honoraire
CHU Nice – CPIAS PACA

Le matériel (Hardware)

L'ordinateur (ou tout autre appareil qui en possède les propriétés)

- Mémoire
- Calcul

Les centres de données numériques (Data Center)

Les outils et voies de communication

- Les serveurs, les proxi = nœuds de communication. Conservent une part des échanges
- Les câbles : optiques et sous marins – 90% de l'Internet (10% le satellite)
- La sécurité des communications : chiffrement toujours cassable

Votre cerveau

- Mémoire chez le vivant :
 - rôle de l'empreinte émotionnelle lors de l'encodage
 - Dégradation de l'information et durée limitée
- Calculs : mécanisme intime inconnu, nombreuses structures impliquées

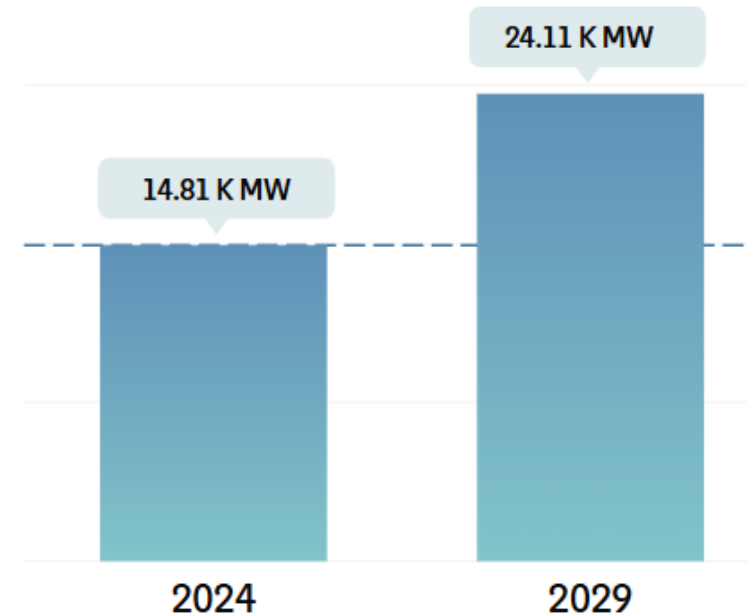
Ordinateur : la mémoire

- Bit (binary digit = chiffre binaire)
 - Unité élémentaire de mémoire
 - composant fonctionnant comme un condensateur. Chargé, le bit vaut 1. Déchargé, il vaut 0.
 - 8 bits forment un **octet**.
- Capacité de mémoire
 - Se mesure en multiples d'octets.
 - Séparés d'un facteur 1000 : Kilo, Méga, Giga, Tera, Penta, exa, zetta (10^{21} octets).
 - La production annuelle mondiale se compte en centaines de zettaoctets

United States Data Center Market

Market Size in Thousand MW

CAGR 10.24%



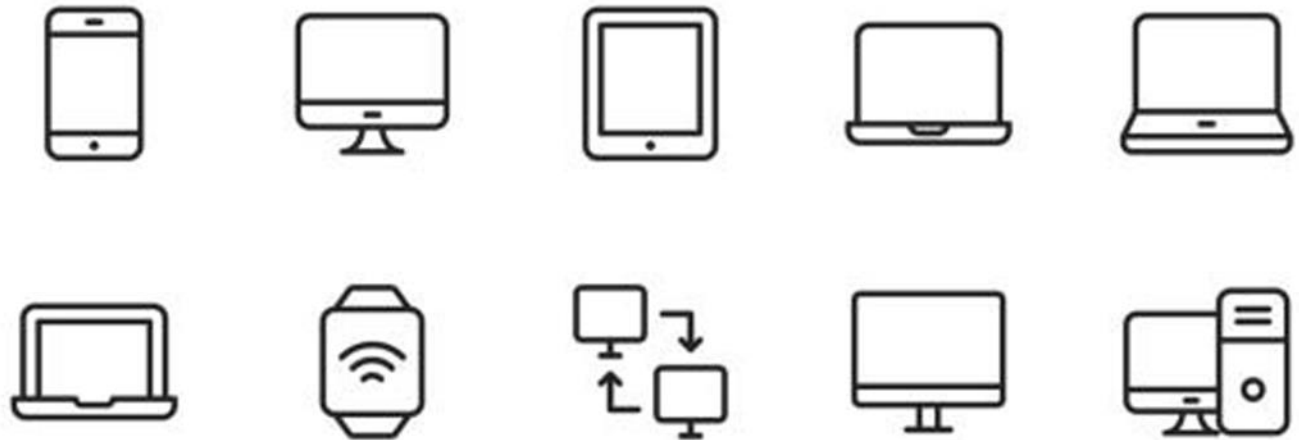
Source : Mordor Intelligence



Ordinateur : le calcul

- Codage des nombres en mode binaire
- Chaque calcul est décomposé en milliers d'opérations très simples effectuées à plusieurs milliards par seconde dans le microprocesseur

L'informatique multiplie les interfaces



Data center (Centre de données numériques)

Gigantesque volume de mémoire (chiffres non publiés)

Plusieurs centaines de milliers de microprocesseurs
(puces)

Besoins en électricité, et en eau pour refroidir les matériels

- Électricité : une ville de 100 000 hbts
- Tous les data center des USA = 4,5% de la consommation électrique du pays
- Eau : plusieurs milliers de mètres cubes par jour et par data center

Doublment des débits et capacités mondiales d'ici 2028

- Délocalisation vers les pays moins exigeants mais plus vulnérables : Mexique, zone désertique (source d'eau fossile)
- Réponse au besoin énergétique en cours : minicentrale nucléaire et technologie éprouvée (uranium) ou innovante (thorium)



Data center Ohio Central de Google



Que trouve-t-on dans les Data Center d'IA ?

Sont collectés	Ne sont pas collectés
Toute page internet accessible librement	Sites d'accès réservé
Articles scientifiques en open access	Articles scientifiques d'accès payant
TOUT ce qui se trouve dans les applis propriété du gestionnaire du data center (messagerie, réseaux sociaux, ...)	Données issues de serveurs sécurisés (banque, armée, administration, centre de donnée de santé, etc..)
Toute donnée issue de capteurs d'accès libre (webcam, réseaux techniques divers, données météo partagées)	Données des systèmes d'information privés à caractère commercial (sauf ceux du gestionnaire du data center)
Toutes les mesures des capteurs ou instruments scientifiques en accès libre	Systèmes d'information privé sans accès au réseau internet (sauf convention)
Toute donnée numérique en open access	
Selon convention avec les propriétaires des droits : toute création artistique numérique ou numérisée (littérature, films, musique, peinture), toute création audiovisuelle (TV, radio...)	
TOUT CE QUE PRODUIT L'IA (SUR DEMANDE OU SANS)	

Brève Histoire de l'Intelligence Artificielle

1 — 1950 – Test de Turing

Au cours d'une discussion, l'homme peut-il deviner qu'il fait face à une machine ?

2 — 1980s – Systèmes Experts

Premiers systèmes d'aide au diagnostic médical

Moteur d'inférence : ensemble de règles que l'on apprend à la machine

3 — 2010s – Deep Learning

depuis 2000, Constitution des Big Data, Data Mining, Machine learning

Réseaux de neurones, apprentissage par l'erreur

Auto-apprentissage

4 — 2020s – IA Générative

Émergence des IA conversationnelles et d'assistance

Croissance exponentielle des performances

→ Hiver de l'IA



Génération de diapos par IA

- Texte écrit manuellement
- Transmis à la dernière IA (hier) GLM 4.5 (= Z.ai)
- Résultat en format HTLM
- Reproduit diapos suivantes

Texte à illustrer

Principe de fonctionnement – Les tokens

- L'IA modélise le contenu des bases de données en unités élémentaires les plus petites possibles créées par un choix statistique de fréquence d'apparition : le token
- Le token peut être un mot, une fraction de mot, un groupe de lettres, une ponctuation, un point coloré ou un groupe de points pour les images, un son, un groupe de sons pour la musique.
- La puissance de l'IA tient dans le nombre de tokens qu'elle engendre ainsi que le nombre qu'elle peut placer en ressources au cours d'une tâche et qu'elle peut traiter. En règle, des milliards aujourd'hui
- Pour réaliser la tâche fixée, elle attache les tokens les uns aux autres selon la probabilité d'occurrence qu'elle calcule (ou qu'elle a déjà calculée) sur toute la base de données à sa disposition. Cela forme des groupes de lettres puis des mots puis des phrases (ou des points et dessins, ou des sons et de la musique). Le choix des tokens est déterminé également par le contexte et le contenu de la question posée (découpée en tokens également)
- Ainsi elle fera suivre « Bac » par stérie si la syntaxe de la phrase positionne ce mot en substantif pour construire une phrase ayant une forte probabilité de s'inscrire dans le contexte des textes présents dans la base. Ainsi l'IA se construit elle-même des règles (des récurrences, des appelés « paramètres » au-delà de celles qui lui ont été transmises dans la base de données. Elle APPREND en répondant aux questions.

Les paramètres – Métaphore du puzzle

- Imaginons que l'IA est une usine ultra-perfectionnée dont le travail est d'assembler des puzzles (les phrases, les images) à une vitesse folle.
- **Les Tokens sont les pièces du puzzle.**
- **Les Paramètres sont les règles de l'usine.**
 - règles extrêmement précises que l'usine a apprises pendant son entraînement. Une de ces règles dit:
 - "Quand tu vois une pièce de puzzle qui a cette forme (ex: le token "Bac"), et qu'elle est placée à côté d'une autre pièce qui a cette autre forme (ex: le contexte de la phrase), **alors** la pièce qui a probablement cette troisième forme (ex: le token "térie") est une bonne candidate pour la suite."

Niveau de puissance de l'IA

- Nombre de tokens
 - GPT-5 dispose de 400.000 Tokens répartis en 272.000 tokens en entrée (question posée, le prompt) et 128.000 tokens en sortie (réponse)
- Nombre de paramètres
 - Ce serait 1000 milliards pour Chat GPT 5
- Rapidité des calculs (architecture matérielle)

Fonctionnement de l'IA

Le principe des **Tokens**



Unités élémentaires

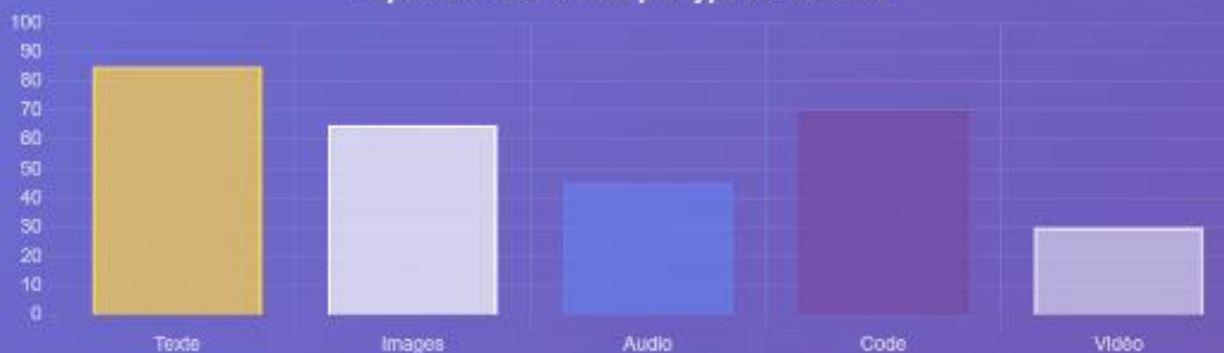
L'IA décompose l'information en **tokens**



Briques fondamentales

Base du traitement par l'IA

Répartition des tokens par type de données



Bonjour

je

suis

une

IA



Qu'est-ce qu'un Token ?



Pour le texte

- Un mot complet
- Une fraction de mot
- Un groupe de lettres
- Une ponctuation



Pour les images

- Un point coloré (pixel)
- Un groupe de points
- Un motif visuel
- Une forme



Pour la musique

- Un son
- Un groupe de sons
- Une note
- Un accord



Principe clé : Les tokens sont choisis selon leur fréquence d'apparition dans les données d'entraînement

Métaphore de l'usine à puzzles

L'IA = Une **usine ultra-perfectionnée** qui assemble des puzzles à vitesse folle



 Les Paramètres = Les règles de l'usine

"Quand tu vois une pièce 'Bac' dans un contexte scientifique, la pièce 'térié' a de fortes chances d'être la suivante"

Comment l'IA traite les Tokens



💡 Exemple concret

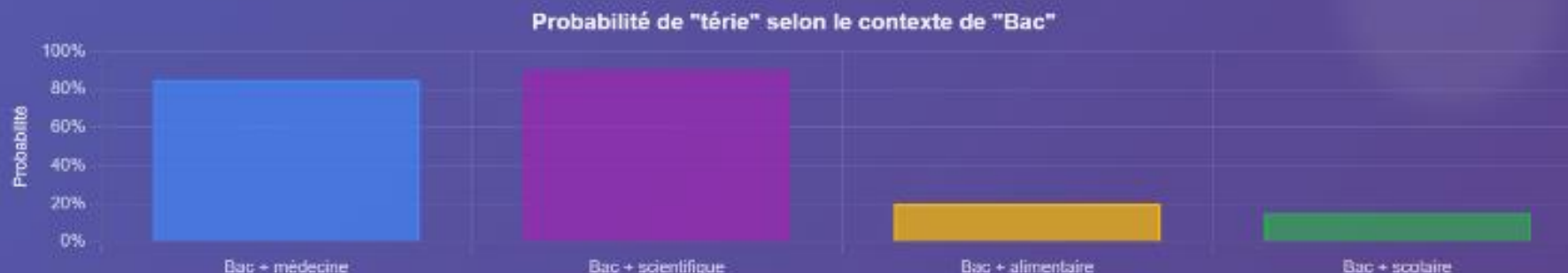
"Bac"

+

contexte scientifique

=

"térie" (forte probabilité)



Niveau de puissance de l'IA

400K

Tokens GPT-5

272K entrée + 128K sortie

1000B

Paramètres

Chat GPT 5



Vitesse

Architecture matérielle ultra-rapide



La puissance tient dans :



Nombre de tokens

traités simultanément



Nombre de paramètres

(règles apprises)



Rapidité des calculs

hardware spécialisé

L'IA apprend en répondant



Processus d'apprentissage

- ✓ Auto-construction des règles
- ✓ Dépassement programmation initiale
- ✓ Adaptation continue



Amélioration continue

- ✓ Enrichissement par interactions
- ✓ Compréhension patterns
- ✓ Analyse contextuelle approfondie



Récurrences = Paramètres

- ✓ Identification patterns récurrents
- ✓ Transformation en paramètres
- ✓ Optimisation réponses futures



Plus elle répond, plus elle devient **intelligente** ! 🚀

Comment s'adresser à l'IA

Ecrire sa demande : le Prompt

Lui parler comme à un enfant de six ans : phrases courtes, style narratif, positif, direct. Etre précis

Structurer le prompt : la règle RCT

- Indiquer le Rôle que joue le demandeur ou l'IA (je suis professionnel de santé, je suis expert en chirurgie cardiaque)
- Décrire le Contexte (contexte hospitalier, bloc opératoire)
- Indiquer la Tâche à effectuer avec le plus de détail possible (construit un tableau, rédige une lettre, réalise une image...)

Encadrer la réponse : ton professionnel, objectif, recherche approfondie, dimensionner le document demandé..

Types d'IA et Leurs Capacités

IA de Vision

Analyse d'images médicales, détection d'anomalies, reconnaissance de patterns visuels visuels pour le diagnostic et la surveillance

IA Prédictive

Anticipation des risques infectieux, infectieux, prédiction d'épidémies d'épidémies nosocomiales, optimisation des protocoles préventifs

IA Conversationnelle

Assistants virtuels pour formation, chatbots d'information, aide à la décision clinique en temps réel



Récapitulatif des Capacités par Type d'IA

Type d'IA	Capacités Principales	Applications en Hygiène
Vision Artificielle	Reconnaissance d'images, détection d'anomalies	Contrôle qualité des surfaces, détection de contamination
IA Prédictive	Analyse de tendances, prévision de risques	Anticipation d'épidémies, optimisation des ressources
Traitement du Langage	Compréhension textuelle, génération de contenu	Analyse de rapports, rédaction de protocoles
Apprentissage Automatique	Pattern recognition, amélioration continue	Personnalisation des protocoles, optimisation des procédures

Exemples Concrets d'Applications



Surveillance de l'Hygiène des Mains

Capteurs intelligents détectant automatiquement la compliance aux protocoles de lavage des mains et génération de rapports en temps réel



Détection Précoce d'Infections

Algorithmes analysant les données cliniques pour identifier les premiers signes d'infections nosocomiales et déclencher les alertes



Robots de Désinfection UV

Robots autonomes utilisant l'IA pour optimiser les parcours de désinfection et garantir une couverture complète des surfaces

Comparatif des domaines de performance de diverses IA – généré par Chat GPT

Prompt : Je suis médecin dans le domaine de l'hygiène hospitalière. Je dois faire une présentation sur l'intérêt de l'IA pour les hygiénistes. Fais un tableau comparatif entre les IA suivantes [liste]. Mets les IA en colonne. En ligne, évalue par une note de A (le mieux) à E (le pire) pour chacune l'efficacité pour gestion des textes, gestion des présentations, gestion des images, recherche sur le net, rédaction de textes. Cherche profondément pour élaborer ce tableau										
Critère \ Outil	ChatGPT-5	Claude Sonnet 4	Perplexity Pro	DeepSeek (R1)	Google Gemini	Gamma	Canva	GLM 4.5	Grok 3 (xAI)	Copilot (Microsoft)
Gestion des textes (analyse, synthèse, PDF/longs contextes)	A	A	B	B	A-	C	B	B	B	A-
Rédaction de textes (style, cohérence, consignes)	A	A	B	B	A-	C+	B	B	B	A-
Gestion des présentations (génération/édition de diapos)	B	B	D	D	B+	A	A	D	D	A
Gestion des images (génération/édition/vision)	A-	C+	D	C	A	C	A	C+	C	B+
Recherche sur le net (navigation, citations, fraîcheur)	B	B	A	C	A-	D	D	C	A-	A-
Commentaire	Excellent rédacteur polyvalent; idéal pour protocoles.	Raisonnement clair; synthèses fiables et nuancées.	Recherche web sourcée; parfaite pour veille réglementaire.	Fort en raisonnement/code; bureautique limitée.	Multimodal intégré Google; utile pour présentations.	Diapos propres et rapides; peu d'annexes.	Visuels/présentations rapides; rédaction correcte.	Bon généraliste; écosystème moins mature ici.	Infos temps réel; moins orienté bureautique.	Excellent dans Office; diapos et Word efficaces.

Etiquette

Dans les rendus : toujours signaler l'aide de l'IA

Dans un article scientifique : annexer les prompts, citer l'IA dans les sources

Limites des IA

Hallucinations

- erreurs et inventions de l'IA
- Facilitées par un prompt trop vague

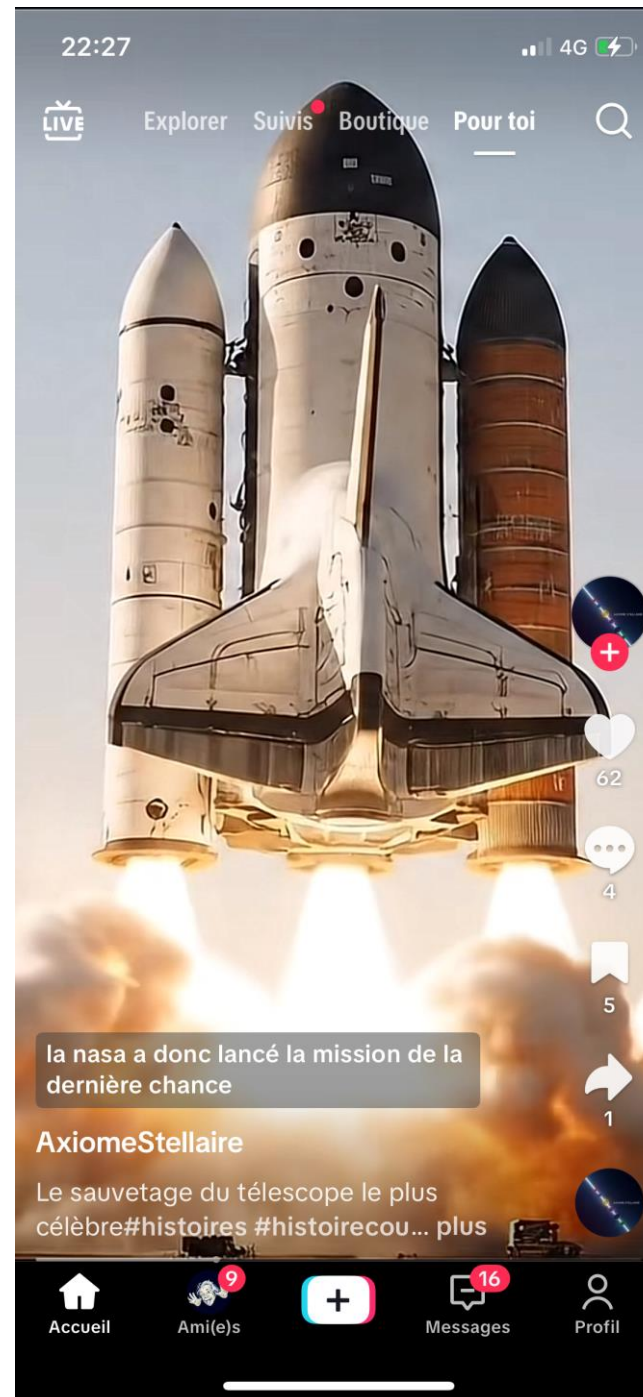
Pas de confidentialité des données

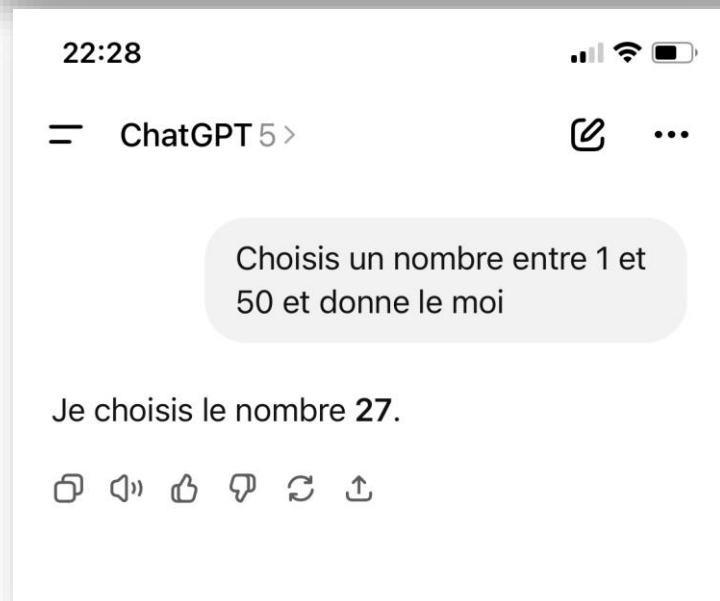
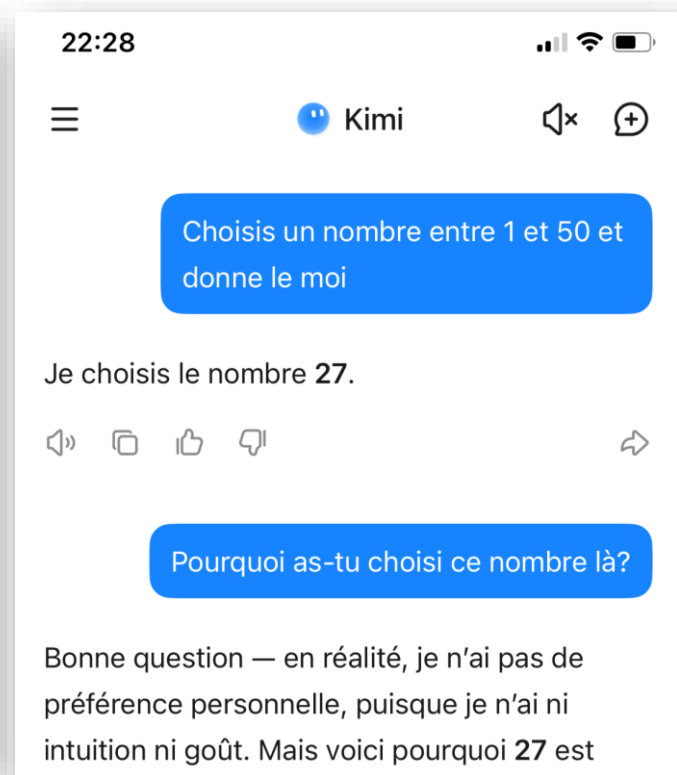
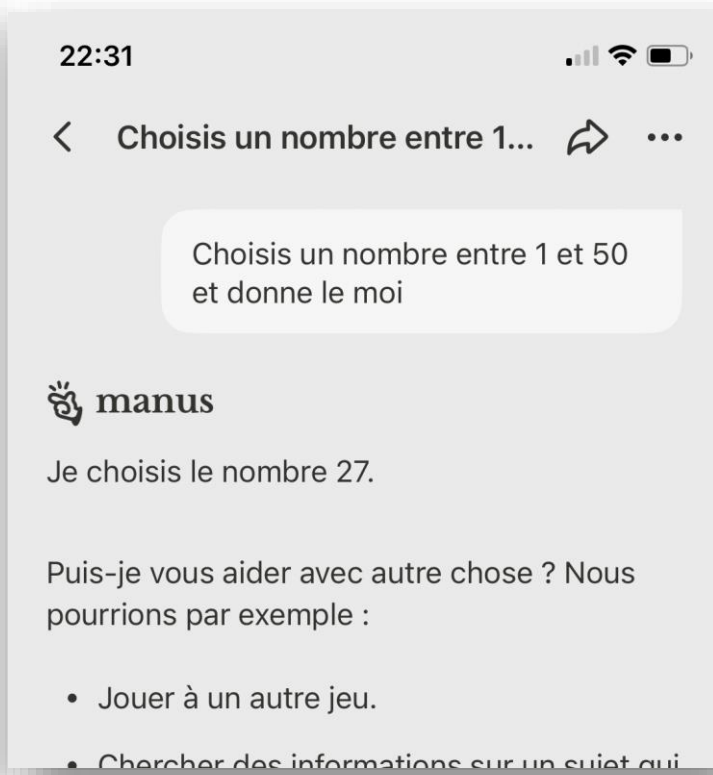
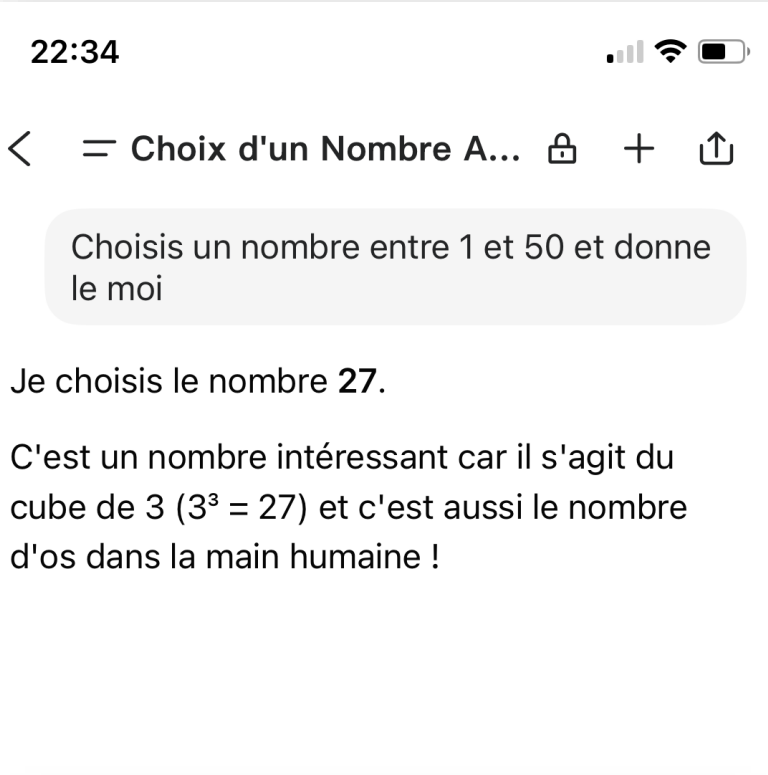
- Ne confiez pas vos secrets à l'IA

Exemple d'hallucination sur une image générée

Trouvée sur Tik Tok

Non signalée par l'auteur de
la vidéo





Donner un chiffre entre 1 et 50 : Le chiffre 27 obtient 5 réponses sur 10

Cette situation vous dérange ?



Et que pensez-vous de celle-ci ?



En civil au self, c'est mieux !

Générateurs d'images

→
Nano Banana
Gemini 2.5

2023

2025



microbiotic BASE

Notebook LM

L'outil indispensable

- Générateur de CR de réunion (visios, enregistrements)
- Produit des podcasts pertinents
- Résume les textes et documents
- Synthétise les textes et réunions

The screenshot displays the NotebookLM web application interface. The browser address bar shows the URL: `notebooklm.google.com/notebook/a84e20bd-d2a0-432a-8e57-ac09c624926b`. The page title is "Expedition and Association Financial Review".

The interface is divided into three main sections:

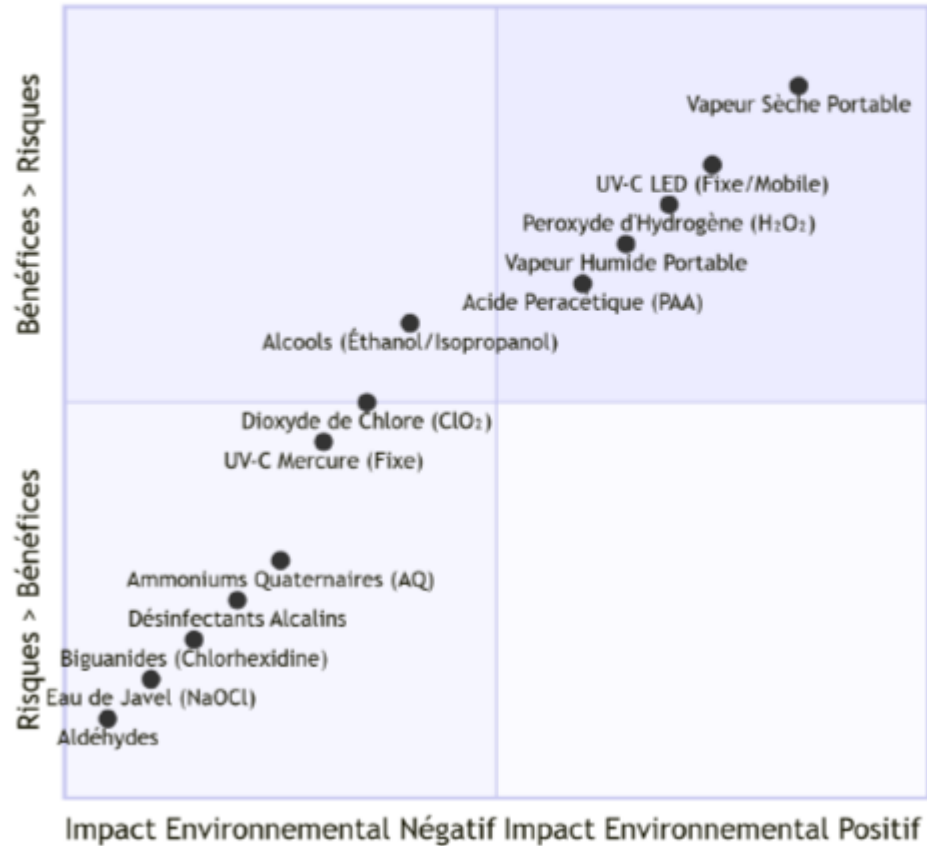
- Sources:** A list of documents and audio files used for the notebook. It includes:
 - 0. ordre du jour AG du 07 05 2...
 - 1. Rapport activité 2024.pdf
 - 4. Point sur l'année en cours.pdf
 - 7. Statuts_ADEMUM_propositio...
 - audio1454328161.m4aEach item has a checkbox to select it.
- Discussion:** The main area for interacting with the notebook. It features a title "Expedition and Association Financial Review" and a summary: "Les documents fournissent un aperçu des activités et de la situation financière de l'association ADEMUM (les Amis DES Moins de Un Millimètre), dont l'objet est lié à l'hygiène, à la prévention des infections et à l'harmonie entre l'environnement et le microbiote. Ces sources incluent l'ordre du jour d'une assemblée générale, un". Below this is a text input field with the prompt "Commencez à écrire..." and a "5 sources" indicator. A search bar at the bottom of the discussion area contains the text "Quelle est la situation financière globale de l'association, incluant les comp".
- Studio:** A sidebar on the right containing various tools for creating content from the notebook's information, such as "Résumé audio", "Résumé vidéo", "Carte mentale", "Rapports", "Fiches d'apprentissage", and "Quiz".

At the bottom of the interface, a disclaimer states: "NotebookLM peut se tromper. Veuillez donc vérifier ses réponses."

Etude comparative de l'impact en Santé-environnement des diverses méthodes et produits utilisés pour la désinfection.

Philippe Carenco, 01/09/2025
Philippe.carenco@gmail.com

"Carte Comparative des Méthodes de Désinfection"



Articles scientifiques

- IA bon imageur
- Données d'entrée : la bibliographie
- Elle-même en partie générée par des IA associées
- La génération du texte est encore de mauvaise qualité (style, répétitions, lourdeurs)

Impact	Produit/ Méthode	Avantage pour limiter l'impact	Inconvénient majeur sur l'impact
Environnemental	Eau de Javel (NaOCl)	Cout faible initial large spectre	885 g CO2eq/L DBP toxiques (chloroforme) AOX très toxique pour la faune aquatique
Environnemental	Dioxyde de chlore (ClO ₂)	Efficace à faible dose moins de THM que NaOCl	Production sur site obligatoire risque explosif sous-produits chlorite/chlorate
Environnemental	Ammoniums quaternaires (AQ)	Non corrosifs compatibles plastiques	Persistants dans l'eau et les sédiments résistance croisée antibiotique écotoxicité
Environnemental	Peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂)	Se décompose en H ₂ O + O ₂ pas de résidu persistant	Concentrations élevées = COV corrosif sur métaux légers
Environnemental	Acide peracétique (PAA)	Rapide large spectre se dégrade en acétique/eau/O ₂	Corrosion cuivre/laiton odeur piquante production énergivore
Environnemental	Alcools (Éthanol/Isopropanol)	Biodégradables temps de contact court	885 g CO2eq/L éthanol COV dans l'air intérieur pollution plastique flacons
Environnemental	Biguanides (Chlorhexidine)	Efficace antiseptique	Non biodégradable très toxique aquatique résidus persistants
Environnemental	Désinfectants alcalins (NaOH, amines)	Faible coût efficace contre biofilms	Rejet pH > 9,5 dans effluents corrosion brûlures chimiques
Environnemental	Vapeur sèche portable (thermique)	0 produit chimique 91 % d'eau en moins que chlore	Consommation électrique (cycle court) bruit
Environnemental	Vapeur sèche fixe (thermique)	0 produit chimique coût cycle très bas	Coût capex élevé besoin puissance électrique
Environnemental	Vapeur humide portable (thermique)	0 produit chimique réduction déchets plastiques	Condensation → humidité résiduelle risque brûlure
Environnemental	Vapeur humide fixe (thermique)	Idem + traitement continu air/eau	Énergie élevée (autoclave) eau traitée requise
Environnemental	UV-C lampe mercure mobile	0 produit chimique cycle court	Présence mercure (déchet dangereux) production ozone possible
Environnemental	UV-C lampe mercure fixe	0 produit chimique désinfection continue air HVAC	Même risque mercure capex élevé
Environnemental	UV-C LED mobile	Pas de mercure durée de vie >10 000 h faible énergie	Capex encore élevé rendement photonique en hausse
Environnemental	UV-C LED fixe	Idem + intégration CVC possible	Capex très élevé refroidissement requis
Économique	Eau de Javel (NaOCl)	Produit de base très bon marché	Coût total élevé (personnel, rinçage, DBP) perte stabilité 24 h
Économique	Dioxyde de chlore (ClO ₂)	Concentration plus faible que NaOCl	Capex générateur + maintenance + formation
Économique	Ammoniums quaternaires (AQ)	Prix unitaire faible	Coût caché : résistance → IAS → antibiothérapie rinçage abondant

Etudes

Générateur de tableaux structurés

Revue de bibliographie

- Plusieurs IA combinées
- Colonnes du tableau fixées dans le prompt

A	B	C	D	E	F	G
Référence article	DOI	Domaine de santé	Type d'étude	Principaux résultats (très succinct)	Niveau de Preuve	Résumé de l'article
Chi D et al. (2025). Residential tree canopy configuration and mortality in 6.1 million adults. Lancet Planet Health 9(7):e530-e540.	10.1016/s2542-5196(25)00022-1	Santé environnementale	Cohorte nationale (Suisse)	Certaines configurations et niveaux de couvert arboré sont associés à une mortalité par causes naturelles plus faible.	Niveau 2 (HAS) / Niveau 2 (OCEBM) — Étude de cohorte	Étude longitudinale nationale de la Cohorte suisse (6 un rayon de 500 m autour du domicile, la configuration d'agrégation et de connectivité sont associées à un ri tandis que la fragmentation et la complexité des form ajustés). Les associations sont plus fortes là où canopi élevées ; des forêts résidentielles regroupées et con
Ochiai H et al. (2025). RCT: forest walking vs urban walking—mucosal immunity (slgA). Sci Rep 15:3272.	10.1038/s41598-025-87704-2	Somatique	Essai contrôlé randomisé	La marche en forêt augmente significativement la slgA salivaire par rapport à la marche urbaine (essai contrôlé randomisé).	Niveau 1–2 (HAS) / Niveau 1–2 (OCEBM) — Essai contrôlé randomisé	Essai contrôlé randomisé ouvert chez 78 hommes (40- marche en forêt vs urbaine. L'issue primaire, la slgA s significativement après la forêt (différence ajustée : - baisse en ville. La forêt réduit aussi le cortisol, amélic TMD↓) et augmente la dopamine. Conclusion : march renforce l'immunité muqueuse et le bien-être.
Vermeesch AL et al. (2024). Shinrin-Yoku: A scoping review of health outcomes. Global Adv Health Med 13:27536130241231258.	10.1177/27536130241231258	Santé environnementale	Revue de cadrage	Revue de cadrage : synthèse des effets physiques, mentaux et sociaux du bain de forêt.	Synthèse narrative (hors hiérarchie) — Revue de cadrage	Revue de cadrage internationale du Shinrin-yoku : syr physique, mentale et sociale, des protocoles et des la long terme).
Liu Z et al. (2023). Green space exposure and depression & anxiety outcomes: systematic review and meta-analysis. Environ Res 232:116248.	10.1016/j.envres.2023.116248	Mental	Revue systématique et méta-analyse	L'exposition aux espaces verts est associée à une prévention de la dépression et de l'anxiété (méta-analyse).	Niveau 1 (HAS) / Niveau 1 (OCEBM) — Méta-analyse d'ECR	Revue/méta-analyse (Environ. Res. 2023) sur l'expositi dépression/anxiété : association protectrice significat mesures d'exposition.
Siah CJR et al. (2023). The effects of forest bathing on psychological well-being: A meta-analysis. Int J Ment Health Nurs.	10.1111/inm.13131	Mental	Meta-analysis	Le bain de forêt réduit significativement l'anxiété et les symptômes dépressifs (méta-analyse).	Niveau 1 (HAS) / Niveau 1 (OCEBM) — Méta-analyse d'ECR	Méta-analyse : le bain de forêt réduit significativeme dépressifs, avec effets observés chez jeunes et âgés. rigoureuses avec suivi prolongé.
Kotera Y et al. (2022). Effects of Shinrin-Yoku and nature therapy on mental health: a systematic review and	10.1007/s11469-020-00363-4	Mental	Revue systématique et méta-analyse	Réductions à court terme de l'anxiété et de la dépression ; effets importants dans les essais	Niveau 1 (HAS) / Niveau 1 (OCEBM) — Méta-analyse d'ECR	Revue systématique/méta-analyse : le Shinrin-yoku e court terme anxiété et dépression ; de grands effets c

Mise_en_forme

La stratégie nationale pour l'intelligence artificielle

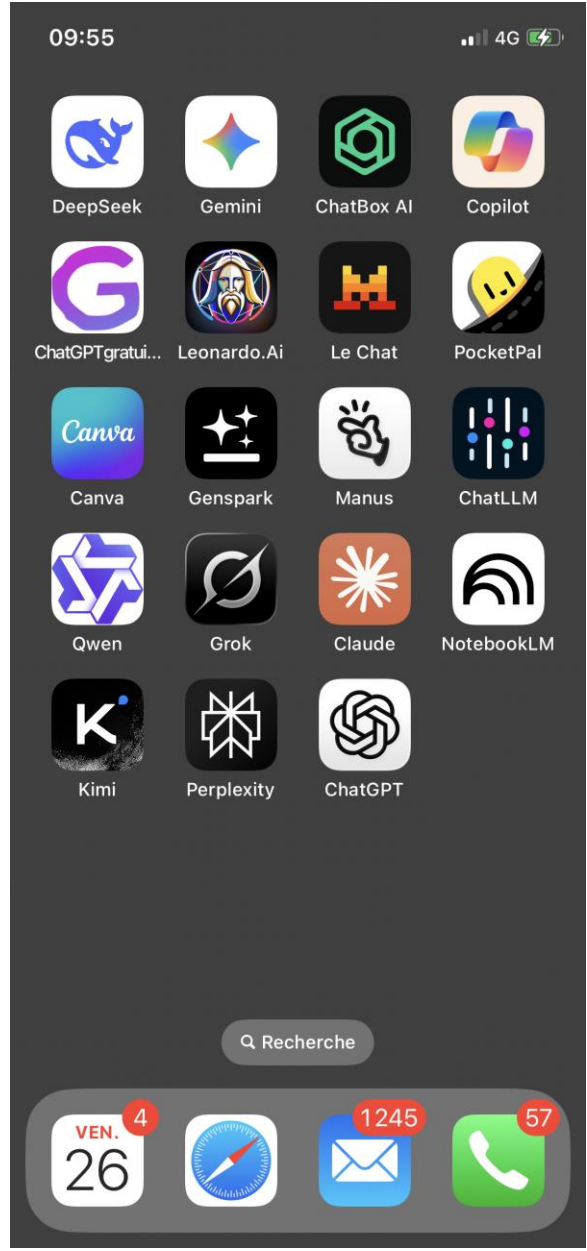
Écrit le 07/02/2025

Depuis 2017, le Gouvernement a lancé une réflexion autour du développement de l'intelligence artificielle. Celle-ci prend la forme d'une stratégie nationale. En février 2025, la France poursuit et

IA : la CNIL finalise ses recommandations sur le développement des systèmes d'IA et annonce ses futurs travaux

22 juillet 2025

La CNIL publie ses dernières fiches IA, en précisant les conditions d'applicabilité du RGPD aux modèles, les impératifs de sécurité et les conditions d'annotation des données d'entraînement. Elle poursuivra ses travaux avec des analyses sectorielles et des outils d'évaluation de la conformité.



Conclusion l'Age d'or de l'IA

Le terme « Intelligence » est vendeur
mais mal choisi

Secteur en extrême évolutivité
(rythme hebdomadaire)

Impacts sociétaux et
environnementaux potentiels majeurs

Multiples applications dans le travail
au quotidien

Booster de productivité

Attention ! Ne pas glisser de l'IA à L'IAS

