

# La frise humaine du numérique et de l'IA : principes de fonctionnement

La frise humaine du numérique et de l'IA propose une approche interactive et incarnée pour comprendre l'évolution historique des technologies numériques et de l'intelligence artificielle dans le temps long. Ce dispositif éducatif engage les participants à incarner des événements clés, permettant un apprentissage actif et collaboratif.

De 15 à 53 participants – à partir de 15 ans



# Objectifs

1. Raconter, sur le temps long (de 1642 à nos jours), l'histoire du numérique et de l'intelligence artificielle.
2. Identifier les repères fondamentaux, les ruptures technologiques, les continuités et les enjeux sociétaux liés au numérique.
3. Contextualiser les grandes avancées technologiques et comprendre leurs impacts sur la société.
4. Développer des compétences analytiques et argumentatives en hiérarchisant les événements et en justifiant leur importance.
5. Visualiser les interactions et les influences mutuelles entre les événements pour comprendre les dynamiques historiques et sociales dans le domaine du numérique et de l'IA.

## Explicitation du dispositif pédagogique

La frise repose sur les principes de **cognition incarnée**, où les participants incarnent physiquement des événements pour ancrer les connaissances dans leur expérience. Chaque participant devient un "événement-numérique" et contribue à la reconstitution d'une chronologie collective.

### Phases principales :

#### Phase 1 : Le récit de l'histoire du numérique et de l'IA

##### Mise en œuvre :

##### 1. Distribution des événements :

L'animateur distribue à chaque participant un événement historique clé (ex. : "1689 — L'invention du système binaire par Leibniz", "1956 — Conférence de Dartmouth et naissance de l'IA", "2022 — Lancement de ChatGPT").

- Si le groupe est grand, des binômes peuvent être formés pour un même événement.
- Les événements incontournables (ruptures majeures) peuvent être attribués à des participants particulièrement engagés.

##### 2. Préparation individuelle :

Chaque participant dispose de 15 minutes pour :

- Lire la fiche descriptive de son événement.
- Préparer un récit factuel de 30 secondes en utilisant la première personne du singulier pour "incarner" l'événement (ex. : "Je suis le lancement de l'iPhone en 2007, une révolution dans la mobilité numérique").
- Écrire en gros la date de l'événement et un mot-clé ou une phrase résumant son importance (ex. : "2007 — Mobilité numérique").

##### 3. Présentation en cercle :

Les participants s'installent en cercle, dans l'ordre chronologique (sens des aiguilles d'une montre).

- Chaque participant prend 30 secondes pour présenter son événement factuellement, sans jugement ni interprétation.

## Phase 2 : Identifier les ruptures et les continuités

### Mise en œuvre :

#### 1. Identification des ruptures :

Les participants se lèvent, et ceux qui pensent représenter un moment de **rupture majeure** dans l'histoire du numérique et de l'IA font deux pas en avant.

- Exemples de ruptures : "1946 — ENIAC, premier ordinateur électronique général", "1969 — Création d'ARPANET, ancêtre d'Internet", "2022 — ChatGPT démocratise l'IA générative".

#### 2. Justification des choix :

Chaque participant avancé justifie en 20 secondes pourquoi son événement constitue une rupture.

- Les autres participants peuvent poser des questions ou contester.
- L'animateur facilite les échanges pour établir un consensus.

#### 3. Sélection des ruptures clés :

Le groupe choisit ensemble **3 ruptures majeures** à retenir. Ces ruptures sont inscrites en rouge sur la frise au tableau pour marquer leur importance.

## Phase 3 : Contextes, acteurs et enjeux

Cette phase vise à approfondir la compréhension des événements en mettant en lumière leurs **contextes historiques**, les **acteurs impliqués** et les **enjeux majeurs** qu'ils soulèvent. Les participants travaillent ensemble pour regrouper leurs événements par thématiques, ce qui favorise une vision globale et cohérente de l'histoire du numérique et de l'IA.

### Étape 1 : Formation de groupes thématiques

**Objectif :** Identifier des thématiques transversales qui relient différents événements et encourager la collaboration entre les participants.

#### 1. Regroupement des événements :

- L'animateur invite les participants à **analyser leurs événements** et à réfléchir aux thématiques communes qui peuvent les connecter.
- Exemples de thématiques possibles :
  - *Fondations conceptuelles* : Événements qui posent les bases théoriques ou technologiques (ex. : "1689 — Système binaire de Leibniz", "1936 — Machine de Turing").
  - *Révolutions technologiques* : Avancées qui ont transformé des secteurs entiers (ex. : "2007 — Lancement de l'iPhone", "1989 — Invention du World Wide Web").
  - *Régulations et enjeux sociaux* : Lois, normes ou controverses liées aux impacts sociaux (ex. : "1978 — Loi Informatique et Libertés", "2018 — RGPD").

#### 2. Discussions et négociations :

- Les participants échangent entre eux pour regrouper leurs événements en **groupes cohérents** (5 minutes).
- Ils doivent justifier leurs regroupements en identifiant un trait commun entre les événements (ex. : "Notre groupe traite des révolutions dans les interactions humaines grâce à la technologie").
- Une fois les groupes formés, chacun choisit un **nom représentatif** pour son thème (ex. : "Les pionniers de l'IA", "Les architectes de l'Internet", "Les régulateurs de la technologie").

## Étape 2 : Présentation des groupes

**Objectif :** Mettre en commun le travail des groupes pour comprendre les liens entre les événements.

### 1. Présentation orale :

- Chaque groupe désigne un porte-parole pour présenter :
  - Le nom du groupe.
  - Les événements qui le composent.
  - Le lien logique ou la thématique qui relie ces événements.
- Exemples :
  - *Groupe : Les pionniers de l'IA*
    - Événements : "1956 — Conférence de Dartmouth", "2016 — AlphaGo bat Lee Sedol".
    - Lien : Ces événements marquent des étapes clés dans le développement de l'intelligence artificielle.
  - *Groupe : Les régulateurs de la technologie*
    - Événements : "1978 — Loi Informatique et Libertés", "2018 — RGPD".
    - Lien : Ces lois visent à protéger les droits individuels face aux avancées technologiques.

### 2. Visualisation des connexions :

- L'animateur utilise un tableau ou une frise pour **tracer des liens entre les groupes** et leurs événements.
- Il peut ajouter des **flèches** ou des **annotations** pour montrer :
  - Les influences entre les groupes (ex. : "Fondations conceptuelles" → "Révolutions technologiques").
  - Les tensions ou complémentarités entre les thématiques (ex. : "Régulations" vs "Innovations rapides").

## Étape 3 : Analyse des enjeux

**Objectif :** Développer une réflexion critique sur les impacts des événements regroupés.

### 1. Discussion guidée par l'animateur :

L'animateur anime un échange en posant des questions sur les **impacts** et les **enjeux** soulevés par les groupes.

#### Questions possibles :

- *Impacts sociétaux* : Quels changements sociaux ces événements ont-ils provoqués ?
  - Ex. : "L'invention d'Internet a transformé la communication mondiale, mais a aussi permis la désinformation."
- *Tensions ou débats* : Quels conflits ou controverses ont émergé ?
  - Ex. : "Le développement de l'IA a soulevé des craintes sur la perte d'emplois et les biais algorithmiques."
- *Conséquences inattendues* : Certains événements ont-ils eu des répercussions imprévues ?
  - Ex. : "La création de Bitcoin a introduit la blockchain, mais a aussi entraîné une consommation énergétique massive."

### 2. Synthèse collective :

- Chaque groupe partage une **conclusion** sur les enseignements tirés de leur thématique.
- L'animateur peut demander aux participants d'identifier :
  - Une **opportunité majeure** issue de leur thématique (ex. : "La démocratisation de l'information grâce au Web").

- Une **menace ou un défi** à relever (ex. : "La dépendance énergétique des technologies comme les cryptomonnaies").

## Variante de la Phase 3 : Exploration par questions thématiques

Dans cette variante, les participants-événements prennent position en répondant à des **questions thématiques** qui les amènent à réfléchir aux impacts, enjeux et significations de leur événement. Chaque question posée permet à certains événements de "**faire un pas en avant**" s'ils correspondent aux critères définis, favorisant une réflexion collective sur les thématiques clés du numérique et de l'IA.

NB : L'animateur est libre de choisir les thématiques abordées. Les questions proposées

### Étape 1 : Introduction et explication des règles

1. L'animateur explique que chaque participant va répondre à une série de **questions thématiques** en lien avec leur événement.
2. Pour chaque question posée, les participants dont l'événement correspond avancent d'un pas, tandis que les autres restent sur place.
3. L'animateur invite les participants qui avancent à **justifier brièvement leur position** en donnant un argument basé sur les faits de leur événement.

### Étape 2 : Questions thématiques

#### Thématique 1 : Les grandes avancées technologiques

1. **Votre événement a-t-il changé le cours de l'histoire ou marqué un grand tournant dans la technologie ?**  
→ Si oui, avancez d'un pas.  
(Exemple : 1946 — ENIAC, 1969 — ARPANET, 2007 — iPhone)
2. **Votre événement a-t-il rendu une technologie plus facile à utiliser ou accessible à tout le monde ?**  
→ Si oui, avancez d'un pas.  
(Exemple : 1981 — IBM lance le premier PC, 1993 — NCSA Mosaic)
3. **Votre événement a-t-il transformé la vie des gens dans des domaines comme la santé, l'éducation, la communication ou l'économie ?**  
→ Si oui, avancez d'un pas.  
(Exemple : 2022 — ChatGPT aide à écrire des textes ou programmer)
4. **Votre événement a-t-il lancé une nouvelle époque ou une nouvelle manière de faire les choses avec la technologie ?**  
→ Si oui, avancez d'un pas.  
(Exemple : 1958 — Circuit intégré, 2009 — Bitcoin et la blockchain)

#### Thématique 2 : Les questions de société et d'éthique

1. **Votre événement a-t-il fait débat ou créé des discussions parce qu'il posait des questions importantes sur ce qui est bien ou mal ?**  
→ Si oui, avancez d'un pas.  
(Exemple : 2013 — Révélations d'Edward Snowden, 2010)
2. **Votre événement a-t-il changé des métiers ou mis en danger certains emplois ?**  
→ Si oui, avancez d'un pas.  
(Exemple : 1961 — Premiers robots industriels, 2022 — ChatGPT remplace certaines tâches humaines)
3. **Votre événement a-t-il rendu certaines personnes ou certains pays plus exclus, ou a-t-il créé des inégalités ?**

→ Si oui, avancez d'un pas.

(Exemple : 1983 — Adoption de TCP/IP — fracture entre pays connectés et non connectés)

4. **Votre événement a-t-il fait que les gens ont perdu un peu de leur vie privée ou qu'ils sont plus surveillés ?**

→ Si oui, avancez d'un pas.

(Exemple : 2001 — Patriot Act, 2013 — Snowden et la surveillance numérique)

### Thématique 3 : Les lois et règles pour encadrer la technologie

1. **Votre événement a-t-il conduit à une loi ou une règle importante ?**

→ Si oui, avancez d'un pas.

(Exemple : 1978 — Loi Informatique et Libertés, 2018 — RGPD, 2023 — IA Act européen)

2. **Votre événement a-t-il aidé à réduire les problèmes ou les dangers liés à la technologie ?**

→ Si oui, avancez d'un pas.

(Exemple : 2018 — RGPD protège les données personnelles)

3. **Votre événement a-t-il été une réponse à un gros problème ou à une crise ?**

→ Si oui, avancez d'un pas.

4. **Thématique 4 : La technologie et l'environnement**

1. **Votre événement a-t-il eu un impact important sur la nature ou l'environnement, en bien ou en mal ?**

→ Si oui, avancez d'un pas.

(Exemple : 2008 — Bitcoin consomme beaucoup d'énergie pour le minage, 2022 ChatGPT)

2. **Votre événement a-t-il permis de développer des technologies qui polluent moins ou qui sont meilleures pour la planète ?**

→ Si oui, avancez d'un pas.

(Exemple : Avancées dans le cloud computing économe en énergie)

### Thématique 5 : Les interactions entre les humains et les machines

1. **Votre événement a-t-il changé la manière dont les humains utilisent ou interagissent avec les machines ?**

→ Si oui, avancez d'un pas.

(Exemple : 1984 — Macintosh et l'interface graphique, 2007 — iPhone et l'écran tactile)

2. **Votre événement a-t-il amélioré la façon dont les gens communiquent entre eux grâce aux technologies ?**

→ Si oui, avancez d'un pas.

(Exemple : 1969 — ARPANET, 1998 — Google, 2004 — Facebook)

3. **Votre événement a-t-il fait réfléchir sur la place des humains par rapport aux machines ?**

→ Si oui, avancez d'un pas.

(Exemple : 1950 — Le test de Turing, 2016 — AlphaGo bat Lee Sedol, 2022 — ChatGPT remet en question les limites de l'intelligence artificielle)

### Thématique 6 : Les apports de la science

1. **Votre événement a-t-il été à l'origine d'une grande découverte scientifique ?**

→ Si oui, avancez d'un pas.

(Exemple : 1936 — Machine de Turing, 1956 — Conférence de Dartmouth)

2. **Votre événement a-t-il posé les bases d'une technologie qu'on utilise encore aujourd'hui ?**

→ Si oui, avancez d'un pas.

(Exemple : 1689 — Système binaire, 1801 — Cartes perforées de Jacquard)

## Thématique 7 : L'avenir et les limites des technologies

1. **Votre événement a-t-il changé la façon dont on imagine le futur ?**  
→ Si oui, avancez d'un pas.  
(Exemple : 2016 — AlphaGo, 2022 — ChatGPT démocratise l'IA conversationnelle)
2. **Votre événement a-t-il montré des dangers ou des limites des technologies ?**  
→ Si oui, avancez d'un pas.  
(Exemple : 2009 — Stuxnet, 2023 — IA Act européen)

## Thématique 8 : Les acteurs et leurs idéologies

1. **Les personnes impliquées dans votre événement croyaient-elles que la technologie pouvait améliorer le monde ?**  
→ Si oui, avancez d'un pas.  
(Exemple : 2004 — Facebook, 1989 — World Wide Web de Tim Berners-Lee)
2. **Les acteurs de votre événement avaient-ils une vision forte ou une idée précise du futur qu'ils voulaient construire ?**  
→ Si oui, avancez d'un pas.  
(Exemple : Elon Musk avec Tesla et SpaceX, 1956 — Conférence de Dartmouth sur l'IA)
3. **Votre événement a-t-il été porté par des acteurs cherchant à limiter les abus ou les dangers liés à la technologie ?**  
→ Si oui, avancez d'un pas.  
(Exemple : 2018 — RGPD, 2023 — Adoption de l'IA Act européen)
4. **Les acteurs de votre événement défendaient-ils une idée controversée ou une vision qui a divisé les gens ?**  
→ Si oui, avancez d'un pas.  
(Exemple : 2009 — Stuxnet, 2013 — Révélations d'Edward Snowden)

## Étape 3 : Synthèse collective

1. **Observation des positions :**  
L'animateur demande aux participants d'observer la répartition dans l'espace :
  - Quels événements sont le plus souvent avancés ?
  - Quels types d'événements semblent les plus importants pour l'histoire du numérique ?
  - Quels acteurs ou idéologies ont joué un rôle clé dans l'histoire des technologies ?
2. **Discussion en groupe :**
  - Pourquoi certains événements ont-ils avancé plus que d'autres ?
  - Quels enseignements peut-on tirer pour mieux comprendre les choix et visions des acteurs ?
  - Quelles thématiques sont les plus présentes dans l'histoire du numérique et de l'IA ?

# Composition de la frise

La frise repose sur **53 événements clés**, sélectionnés pour leur importance dans les domaines scientifiques, technologiques, sociaux et économiques. Ces événements couvrent une période allant de **1642** (invention de la Pascaline) à **2026** (Usage de l'IA dans la guerre au Moyen Orient (Iran)). Les dates et événements sont basés sur les **fiches événementielles présentes** dans le document, avec des ajustements pertinents.

---

## Options de composition de la frise

L'animateur peut adapter la frise en fonction :

- Du temps disponible :**
    - Une frise concise (15 événements).
    - Une frise intermédiaire (25 événements).
    - Une frise complète (35 événements).
    - Une frise intégrale (47 événements).
  - Du nombre de participants :**
    - Choisir le format de frise en fonction du groupe pour que chaque participant ait un événement à présenter.
  - Des thématiques à privilégier :**
    - Accent mis sur les avancées technologiques, les impacts sociétaux ou les fondements théoriques.
  - Du niveau des participants :**
    - Les fiches événementielles peuvent être simplifiées ou approfondies selon le niveau des participants.
- 

### 1. Frise concise (15 événements)

Une sélection des événements **fondamentaux** pour couvrir les bases essentielles.

#### Les fondations (5 événements) :

- 1642** : Blaise Pascal crée la Pascaline.
- 1689** : Gottfried Leibniz invente le système de numération binaire.
- 1801** : Joseph-Marie Jacquard développe le métier à tisser programmable.
- 1842** : Ada Lovelace écrit le premier programme informatique.
- 1854** : George Boole développe l'algèbre booléenne.

#### Les révolutions technologiques (5 événements) :

- 1936** : Alan Turing définit la machine de Turing.
- 1946** : ENIAC, premier ordinateur électronique général.
- 1956** : Conférence de Dartmouth – Naissance officielle de l'intelligence artificielle.
- 1969** : Création d'ARPANET – Ancêtre d'Internet.
- 1981** : IBM lance son premier PC.

#### L'ère numérique contemporaine (5 événements) :

11. **1989** : Tim Berners-Lee invente le World Wide Web.
12. **1998** : Google est fondé.
13. **2001** : Mise en service du câble sous-marin TAT-14.
14. **2007** : Apple lance l'iPhone.
15. **2022** : ChatGPT popularise l'IA générative.

## 2. Frise intermédiaire (25 événements)

Ajout d'événements **complémentaires significatifs** pour enrichir la frise.

### Les fondations (7 événements) :

1. **1642** : Blaise Pascal crée la Pascaline.
2. **1689** : Gottfried Leibniz invente le système de numération binaire.
3. **1801** : Joseph-Marie Jacquard développe le métier à tisser programmable.
4. **1842** : Ada Lovelace écrit le premier programme informatique.
5. **1854** : George Boole développe l'algèbre booléenne.
6. **1876** : Alexander Graham Bell invente le téléphone.
7. **1936** : Alan Turing définit la machine de Turing.

### Les révolutions technologiques (10 événements) :

8. **1946** : ENIAC, premier ordinateur électronique général.
9. **1947** : Invention du transistor chez Bell Labs.
10. **1956** : Conférence de Dartmouth – Naissance de l'IA.
11. **1958** : Jack Kilby invente le circuit intégré.
12. **1965** : Gordon Moore formule la loi de Moore.
13. **1969** : Création d'ARPANET.
14. **1971** : Intel crée le premier microprocesseur.
15. **1981** : IBM lance son premier PC.
16. **1984** : Apple lance le Macintosh.
17. **1989** : Tim Berners-Lee invente le World Wide Web.

### L'ère numérique contemporaine (8 événements) :

18. **1991** : Linus Torvalds crée Linux.
19. **1998** : Google est fondé.
20. **2001** : Mise en service du câble sous-marin TAT-14.
21. **2005** : YouTube est lancé.
22. **2007** : Apple lance l'iPhone.
23. **2008** : Création de Bitcoin.
24. **2013** : Révélations d'Edward Snowden.
25. **2022** : ChatGPT popularise l'IA générative.

---

## 3. Frise complète (35 événements)

Une exploration **approfondie** des impacts technologiques et sociétaux.

### Les fondations (10 événements) :

1. **1642** : Blaise Pascal crée la Pascaline.
2. **1689** : Gottfried Leibniz invente le système de numération binaire.

3. **1770** : Wolfgang von Kempelen crée le Turc mécanique.
4. **1801** : Joseph-Marie Jacquard développe le métier à tisser programmable.
5. **1842** : Ada Lovelace écrit le premier programme informatique.
6. **1854** : George Boole développe l'algèbre booléenne.
7. **1876** : Alexander Graham Bell invente le téléphone.
8. **1936** : Alan Turing définit la machine de Turing.
9. **1946** : ENIAC, premier ordinateur électronique général.
10. **1947** : Invention du transistor chez Bell Labs.

#### **Les révolutions technologiques (15 événements) :**

11. **1956** : Conférence de Dartmouth – Naissance de l'IA.
12. **1961** : Premier robot industriel (Unimate).
13. **1965** : Gordon Moore formule la loi de Moore.
14. **1969** : Création d'ARPANET.
15. **1971** : Intel crée le premier microprocesseur.
16. **1972** : Création de courriel électronique @.
17. **1975** : Création de Microsoft.
18. **1978** : Loi française "Informatique et Libertés".
19. **1981** : IBM lance son premier PC.
20. **1983** : Adoption de TCP/IP comme standard pour ARPANET.
21. **1984** : Apple lance le Macintosh.
22. **1989** : Tim Berners-Lee invente le World Wide Web.
23. **1991** : Linus Torvalds crée Linux.
24. **1998** : Google est fondé.
25. **2001** : Mise en service du câble sous-marin TAT-14.

#### **L'ère numérique contemporaine (10 événements) :**

26. **2004** : Facebook est créé.
27. **2005** : YouTube est lancé.
28. **2007** : Apple lance l'iPhone.
29. **2007** : Cyberattaque contre l'Estonie.
30. **2008** : Création de Bitcoin.
31. **2012** : Révolution du deeplearning.
31. **2013** : Révélations d'Edward Snowden.
32. **2016** : AlphaGo bat Lee Sedol.
34. **2018** : Entrée en vigueur du RGPD.
35. **2022** : ChatGPT popularise l'IA générative.

## Frises thématiques : Sélection d'événements pour des approches ciblées

Pour aborder des thématiques spécifiques, il est possible de composer une frise humaine en sélectionnant les événements les plus pertinents.

### Frise thématique : L'histoire de l'intelligence artificielle (IA)

Cette frise se concentre sur les jalons majeurs de l'histoire de l'IA, depuis ses bases théoriques jusqu'à ses applications modernes.

Événements sélectionnés (15 événements) :

- 1. 1854 : George Boole développe l'algèbre booléenne**
  - Formalisation de la logique, base de la programmation et du raisonnement automatique.
- 2. 1936 : Alan Turing définit la machine de Turing**
  - Fondement théorique de l'informatique et des algorithmes.
- 3. 1946 : ENIAC, premier ordinateur électronique général**
  - Première machine capable d'exécuter des calculs complexes, base pour l'IA.
- 4. 1947 : Invention du transistor chez Bell Labs**
  - Technologie clé pour la miniaturisation des composants électroniques.
- 5. 1950 : Test de Turing**
- 6. 1956 : Conférence de Dartmouth – Naissance officielle de l'intelligence artificielle**
  - Introduction du terme "IA" et premiers travaux sur les machines intelligentes.
- 7. 1966 : Eliza et Joseph Wizenbaum**
  - ELIZA, un programme capable de simuler une conversation.
- 8. 1997 : Deep Blue bat Garry Kasparov aux échecs**
  - Premier ordinateur à battre un champion du monde dans un jeu complexe.
- 9. 2011 : Lancement de Siri par Apple**
  - Popularisation des assistants vocaux utilisant des techniques d'IA.
- 10. 2012 : AlexNet et la révolution du Deep Learning**
  - Le deep learning (apprentissage profond) permet un gap technologique
- 11. 2013 : Révélations d'Edward Snowden**
  - Usage controversé de l'IA pour la surveillance massive.
- 12. 2016 : AlphaGo bat Lee Sedol au jeu de Go**
  - Preuve que l'IA peut exceller dans des domaines nécessitant créativité et intuition.
- 13. 2017 : Architecture Transformer**
- 14. 2022 : ChatGPT popularise l'IA générative**
  - Démocratisation de l'IA dans la vie quotidienne pour des tâches créatives et conversationnelles.
  - En lien avec 2017 et l'architecture des Transformers
- 15. 2023 : Adoption de l'IA Act européen**
  - Première régulation mondiale encadrant les risques liés à l'intelligence artificielle.

# Frise thématique : L'histoire d'Internet et des réseaux

Cette frise retrace l'évolution d'Internet, depuis ses origines jusqu'à son rôle central dans nos vies.

1. **1969 : Création d'ARPANET – Ancêtre d'Internet**
  - Premier réseau informatique permettant le partage de ressources.
2. **1983 : Adoption de TCP/IP comme standard pour ARPANET**
  - Établissement du protocole fondamental d'Internet moderne.
3. **1989 : Tim Berners-Lee invente le World Wide Web**
  - Transformation d'Internet en un espace d'information accessible au public.
4. **1993 : NCSA Mosaic, premier navigateur web graphique populaire**
  - Démocratisation de l'accès à Internet grâce à une interface intuitive.
5. **1994 : Fondation de Yahoo!**
  - Première tentative d'organiser le Web en pleine expansion.
6. **1998 : Google est fondé**
  - Révolution de la recherche en ligne et de l'accès à l'information.
7. **2001 : Mise en service du câble sous-marin TAT-14**
  - Connectivité renforcée entre l'Europe et les États-Unis via la fibre optique.
8. **2004 : Facebook est créé**
  - Début des réseaux sociaux modernes.
9. **2005 : YouTube est lancé**
  - Démocratisation de la création et du partage de vidéos.
10. **2006 : Création de Twitter**
  - Communication instantanée et impact sur le débat public.
11. **2007 : Cyberattaque contre l'Estonie**
  - Première cyberattaque majeure à l'échelle d'un État, mettant en lumière les risques d'Internet.
12. **2013 : Révélations d'Edward Snowden**
  - Prise de conscience mondiale des usages controversés d'Internet pour la surveillance.
13. **2018 : Entrée en vigueur du RGPD**
  - Encadrement de la collecte et de l'utilisation des données sur Internet.
14. **2022 : ChatGPT popularise l'IA générative**
  - Impact sur la communication en ligne et sur le traitement des données.
15. **2018 : Lancement de la 5G**
  - Accélération des connexions Internet et renforcement des infrastructures mondiales.

# Frise thématique : Les révolutions technologiques

Cette frise explore les grandes inventions qui ont transformé notre monde, des premiers calculs automatisés aux innovations modernes.

1. **1642 : Blaise Pascal crée la Pascaline**
  - Première machine à calculer mécanique.
2. **1689 : Gottfried Leibniz invente le système de numération binaire**
  - Base des ordinateurs modernes.
3. **1801 : Joseph-Marie Jacquard développe le métier à tisser programmable**
  - Première utilisation de cartes perforées, inspiration pour l'informatique.
4. **1842 : Ada Lovelace écrit le premier programme informatique**
  - Création d'un algorithme pour une machine mécanique.
5. **1936 : Alan Turing définit la machine de Turing**
  - Concept d'une machine universelle capable de résoudre n'importe quel calcul.
6. **1946 : ENIAC, premier ordinateur électronique général**
  - Début de la révolution informatique.
7. **1947 : Invention du transistor chez Bell Labs**
  - Miniaturisation des composants électroniques.
8. **1958 : Jack Kilby invente le circuit intégré**
  - Base des microprocesseurs modernes.
9. **1981 : IBM lance son premier PC**
  - Standardisation de l'ordinateur personnel.
10. **1984 : Apple lance le Macintosh**
  - Démocratisation des interfaces graphiques.
11. **1989 : Tim Berners-Lee invente le World Wide Web**
  - Accès public à l'information en ligne.
12. **1998 : Google est fondé**
  - Recherche d'information rapide et pertinente.
13. **2007 : Apple lance l'iPhone**
  - Début de l'ère des smartphones.
14. **2008 : Création de Bitcoin – Introduction de la blockchain**
  - Révolution des paiements numériques et de la finance.
15. **2022 : ChatGPT popularise l'IA générative**
  - Transforme notre interaction avec les machines.

# Frise thématique : Les enjeux sociétaux et éthiques des technologies

Cette frise met l'accent sur les impacts sociaux, les régulations et les controverses liés aux technologies.

1. **1978 : Loi française "Informatique et Libertés"**
  - Première régulation sur les données personnelles.
2. **1989 : Tim Berners-Lee invente le World Wide Web**
  - Vision d'un accès universel à l'information.
3. **1996 : Déclaration d'indépendance du cyberspace**
  - Vision libertaire d'un Internet sans régulation.
4. **2000 : La "Mafia PayPal" autour de Thiel, Musk et Hoffman**
  - Débats sur l'idéologie libertarienne dans la tech.
5. **2001 : Patriot Act**
  - Émergence de la surveillance numérique après les attentats du 11 septembre.
6. **2004 : Facebook est créé**
  - Impact des réseaux sociaux sur la vie privée.
7. **2005 : YouTube est lancé**
  - Diffusion massive de contenus, y compris problématiques.
8. **2007 : Cyberattaque contre l'Estonie**
  - Première attaque numérique d'ampleur contre un État.
9. **2008 : Création de Bitcoin – Introduction de la blockchain**
  - Questions sur la régulation financière.
10. **2009 : Stuxnet cible le programme nucléaire iranien**
  - Première cyberarme provoquant des dommages physiques.
11. **2013 : Révélations d'Edward Snowden**
  - Prise de conscience mondiale sur la surveillance massive.
12. **2018 : Entrée en vigueur du RGPD**
  - Renforcement des droits sur les données personnelles.
13. **2018 : Lancement de la 5G**
  - Débats sur l'impact environnemental et la souveraineté numérique.
14. **2022 : ChatGPT popularise l'IA générative**
  - Débats sur l'automatisation et la désinformation.
15. **2023 : Adoption de l'IA Act européen**
  - Encadrement des technologies à haut risque.

# Frise thématique : Régulations du numérique et des IA

Cette frise explore les lois, normes et controverses sociétales liées au numérique et à l'intelligence artificielle.

1. **1978 : Loi française "Informatique et Libertés"**
  - Création de la CNIL et régulation des données personnelles.
2. **1983 : Adoption de TCP/IP comme standard pour ARPANET**
  - Standardisation des protocoles pour Internet.
3. **1989 : Tim Berners-Lee invente le World Wide Web**
  - Débats sur la neutralité et la gouvernance d'Internet.
4. **1996 : Déclaration d'indépendance du cyberspace**
  - Vision libertaire d'un Internet sans régulation étatique.
5. **2001 : Patriot Act**
  - Extension des pouvoirs de surveillance numérique aux États-Unis.
6. **2001 : Mise en service du câble sous-marin TAT-14**
  - Infrastructure mondiale soulevant des préoccupations sur la souveraineté des données.
7. **2004 : Création d'OpenStreetMap**
  - Projet libre posant des questions sur la propriété des données géographiques.
8. **2007 : Cyberattaque contre l'Estonie**
  - Mise en lumière des failles de cybersécurité mondiale.
9. **2008 : Création de Bitcoin – Introduction de la blockchain**
  - Réflexions sur la régulation des cryptomonnaies.
10. **2009 : Stuxnet cible le programme nucléaire iranien**
  - Débat sur les règles internationales en cybersécurité.
11. **2013 : Révélations d'Edward Snowden**
  - Réformes internationales pour la protection des données.
12. **2018 : Lancement de la 5G**
  - Débats sur la souveraineté numérique et la cybersécurité.
13. **2018 : Entrée en vigueur du RGPD**
  - Régulation européenne des données personnelles.
14. **2023 : Adoption de l'IA Act européen**
  - Première législation mondiale encadrant l'intelligence artificielle.
15. **2022 : ChatGPT popularise l'IA générative**
  - Réflexion sur la régulation des IA créatives.

# Frise thématique : Les acteurs et leurs contributions dans l'histoire des technologies

Cette frise met en lumière les personnalités clés et les groupes influents qui ont marqué l'histoire des innovations technologiques. Elle explore leurs motivations, visions et impacts sur les sociétés et les technologies.

## *Les pionniers et inventeurs (5 événements)*

- 1. 1642 : Blaise Pascal crée la Pascaline**
  - Acteur principal : Blaise Pascal.
  - Motivation : Aider son père, collecteur d'impôts, à automatiser les calculs complexes.
  - Impact : Première machine mécanique à calculer, inspirant les générations futures.
- 2. 1689 : Gottfried Leibniz invente le système de numération binaire**
  - Acteur principal : Gottfried Wilhelm Leibniz.
  - Motivation : Développer un langage universel basé sur la logique pour représenter toute pensée.
  - Impact : Base de l'informatique moderne avec son système binaire.
- 3. 1801 : Joseph-Marie Jacquard développe le métier à tisser programmable**
  - Acteur principal : Joseph-Marie Jacquard.
  - Motivation : Automatiser le tissage pour améliorer la productivité et réduire les coûts.
  - Impact : Première utilisation de cartes perforées, inspirant le concept d'instructions programmables.
- 4. 1842 : Ada Lovelace écrit le premier programme informatique**
  - Acteur principal : Ada Lovelace.
  - Motivation : Exploiter le potentiel des machines pour manipuler des symboles, pas seulement des chiffres.
  - Impact : Première vision du logiciel séparé du matériel, fondement de l'informatique.
- 5. 1936 : Alan Turing définit la machine de Turing**
  - Acteur principal : Alan Turing.
  - Motivation : Répondre aux questions sur les limites des calculs mathématiques.
  - Impact : Fondement théorique de l'informatique moderne et des algorithmes.

## *Les créateurs d'entreprises technologiques (5 événements)*

- 6. 1975 : Création de Microsoft par Bill Gates et Paul Allen**
  - Acteurs principaux : Bill Gates et Paul Allen.
  - Motivation : Développer et commercialiser des logiciels pour ordinateurs personnels.
  - Impact : Popularisation des logiciels et standardisation des systèmes d'exploitation.
- 7. 1976 : Steve Jobs et Steve Wozniak fondent Apple**
  - Acteurs principaux : Steve Jobs et Steve Wozniak.
  - Motivation : Rendre les ordinateurs accessibles au grand public grâce à un design convivial.
  - Impact : Transformation de l'informatique personnelle et naissance de l'écosystème Apple.
- 8. 1998 : Google est fondé**
  - Acteurs principaux : Larry Page et Sergey Brin.
  - Motivation : Améliorer l'accès à l'information avec un moteur de recherche rapide et pertinent.
  - Impact : Révolution de la recherche en ligne et domination des services numériques.
- 9. 2001 : Lancement de Wikipédia**
  - Acteurs principaux : Jimmy Wales et Larry Sanger.
  - Motivation : Construire une encyclopédie libre et collaborative accessible à tous.
  - Impact : Démocratisation du savoir et modèle collaboratif open-source.
- 10. 2004 : Facebook est créé**
  - Acteurs principaux : Mark Zuckerberg, Eduardo Saverin, Dustin Moskovitz, Chris Hughes.
  - Motivation : Connecter les étudiants universitaires en ligne et permettre le partage social.

- Impact : Domination des réseaux sociaux, transformation des interactions sociales en ligne.

### *Les groupes influents et visionnaires (5 événements)*

#### **11. 1956 : Conférence de Dartmouth – Naissance officielle de l'intelligence artificielle**

- Acteurs principaux : John McCarthy, Marvin Minsky, Claude Shannon, Nathan Rochester.
- Motivation : Explorer la possibilité de créer des machines intelligentes capables de raisonner comme des humains.
- Impact : Fondation de l'intelligence artificielle comme discipline scientifique.

#### **12. 2000 : La "Mafia PayPal" autour de Thiel, Musk et Hoffman**

- Acteurs principaux : Peter Thiel, Elon Musk, Reid Hoffman.
- Motivation : Développer des solutions de paiement en ligne et investir dans des entreprises technologiques innovantes.
- Impact : Création de Tesla, SpaceX, LinkedIn, et d'autres géants technologiques.

#### **13. 2016 : AlphaGo bat Lee Sedol au jeu de Go**

- Acteur principal : DeepMind (filiale de Google).
- Motivation : Prouver que l'intelligence artificielle peut exceller dans des tâches hautement complexes.
- Impact : Changements dans la perception de l'IA et progrès majeurs dans les réseaux neuronaux.

#### **14. 2013 : Révélations d'Edward Snowden**

- Acteur principal : Edward Snowden.
- Motivation : Révéler les pratiques de surveillance massive des États-Unis et défendre les libertés civiles.
- Impact : Débat mondial sur la vie privée et la surveillance numérique.

#### **15. 2023 : Adoption de l'IA Act européen**

- Acteurs principaux : Union européenne, législateurs et défenseurs des droits numériques.
- Motivation : Encadrer les risques liés à l'intelligence artificielle et protéger les citoyens.
- Impact : Première régulation mondiale complète sur l'IA, influence sur les politiques internationales.

# 10 dates pour une histoire moins occidentale

## 1982 — Japon : le Projet des ordinateurs de 5e génération

Le MITI japonais lance un plan d'État de 10 ans pour créer des machines intelligentes. L'Europe et les États-Unis s'affolent et accélèrent leurs propres investissements. Le projet "échoue" dans ses objectifs mais prouve que l'ambition IA n'est pas exclusivement américaine — et que la compétition géopolitique autour de l'IA est née avant les années 2000.

## 1987 — Chine : premier email d'Asie

Le professeur Wang Yunfeng envoie depuis Pékin le premier message électronique en provenance d'Asie : "*Across the Great Wall we can reach every corner in the world.*" L'Asie entre dans le réseau mondial. Un symbole fort, et une date totalement absente des frises occidentales.

## 1994 — Chine : première connexion internet complète

La Chine accède à internet. En moins de 30 ans, elle passera de zéro à 1,1 milliard d'internautes, invoquant en chemin le Grand Firewall et un modèle radicalement différent de gouvernance du réseau.

## 2007 — Kenya : lancement de M-Pesa

Safaricom lance un système de paiement par téléphone mobile sans compte bancaire. L'Afrique ne rattrape pas le modèle occidental : elle l'invente différemment. En 2023, M-Pesa traite plus de transactions que Western Union dans le monde entier. Les pays développés copieront ce modèle des années plus tard.

## 2009 — Inde : Aadhaar, la plus grande base biométrique du monde

L'Inde lance un programme d'identification biométrique couvrant 1,4 milliard de personnes. Aucun autre pays n'a tenté quelque chose d'une telle échelle. Il ouvre des débats fondamentaux sur l'identité numérique, l'inclusion des populations rurales, et les risques de surveillance étatique — des enjeux que le RGPD n'a pas anticipés.

## 2011 — Chine : lancement de WeChat

Tencent crée la première "super-app" au monde : messagerie, paiement, administration, commerce, santé dans une seule application. Un modèle que l'Occident n'a jamais réussi à reproduire et qui préfigure une conception radicalement différente de l'interface entre l'État, l'économie et le numérique.

## 2014 — Brésil : Marco Civil da Internet

Le Brésil adopte la première charte des droits numériques des utilisateurs au monde, quatre ans avant le RGPD européen. Une régulation d'Internet portée par un pays du Sud, en réaction directe aux révélations de Snowden sur la surveillance américaine — y compris de la présidente brésilienne elle-même.

## 2016 — Inde : lancement de l'UPI

L'Inde lance son système de paiement en temps réel. En 2023, l'UPI traite 100 milliards de transactions par an — davantage que Visa et Mastercard combinés. Un pays en développement construit l'infrastructure de paiement numérique la plus utilisée du monde.

## 2017 — Chine : Plan national pour l'intelligence artificielle

Pékin publie son plan pour devenir le leader mondial de l'IA d'ici 2030. Ce document transforme la géopolitique de l'IA : ce n'est plus une course entre entreprises privées américaines mais entre États. Les États-Unis répondent par des restrictions d'export de puces (2022). La guerre technologique est déclarée.

## 2020 — ByteDance/TikTok : premier algorithme chinois à conquérir l'Occident

Pour la première fois de l'histoire du numérique, une plateforme non américaine domine la culture numérique mondiale. TikTok démontre que l'algorithme de recommandation peut être une arme culturelle et géopolitique — et que les États-Unis ne maîtrisent plus l'ensemble de la chaîne.

## Ce que ces 10 événements changent dans la frise

Ils font apparaître trois choses que la version actuelle efface complètement : que des modèles non libéraux de numérique existent et fonctionnent à grande échelle, que le Sud global innove sans attendre l'Occident, et que la géopolitique de l'IA et d'Internet est une bataille entre États autant qu'entre entreprises.

## LES ÉVÉNEMENTS

1. **1642** : Blaise Pascal crée la Pascaline
2. **1689** : Gottfried Leibniz invente le système de numération binaire
3. **1770** : Wolfgang von Kempelen crée le Turc mécanique
4. **1801** : Joseph-Marie Jacquard développe le métier à tisser programmable
5. **1842** : Ada Lovelace écrit le premier programme informatique
6. **1854** : George Boole développe l'algèbre booléenne
7. **1876** : Alexander Graham Bell invente le téléphone
8. **1936** : Alan Turing définit la machine de Turing
9. **1946** : ENIAC, premier ordinateur électronique général
10. **1947** : Invention du transistor chez Bell Labs
11. **1950** : le test de Turing
12. **1956** : Conférence de Dartmouth – Naissance officielle de l'intelligence artificielle
13. **1958** : Jack Kilby invente le circuit intégré
14. **1965** : Gordon Moore formule la loi de Moore
15. **1966** : Eliza par Joseph Weizenbaum
16. **1969** : Création d'ARPANET – Ancêtre d'Internet
17. **1971** : Intel crée le premier microprocesseur (4004)
18. **1972** : Création du courrier électronique @ par Roy Tomlinson
19. **1975** : Création de Microsoft par Bill Gates et Paul Allen
20. **1976** : Steve Jobs et Steve Wozniak fondent Apple
21. **1978** : Loi française "Informatique et Libertés"
22. **1981** : IBM lance son premier PC
23. **1983** : Adoption de TCP/IP comme standard pour ARPANET
24. **1984** : Apple lance le Macintosh
25. **1989** : Tim Berners-Lee invente le World Wide Web
26. **1991** : Linus Torvalds crée Linux
27. **1993** : NCSA Mosaic, premier navigateur web graphique populaire
28. **1994** : Fondation de Yahoo!
29. **1996** : Déclaration d'indépendance du cyberspace
30. **1997** : Deep Blue bat Garry Kasparov aux échecs
31. **1998** : Google est fondé
32. **2000** : La "Mafia PayPal" se forme autour de Thiel, Musk et Hoffman
33. **2001** : Lancement de Wikipédia
34. **2001** : Mise en service du câble sous-marin de fibre optique TAT-14
35. **2004** : Facebook est créé
36. **2004** : Création d'OpenStreetMap (OSM)
37. **2005** : YouTube est lancé
38. **2006** : Amazon Web Services (AWS) lance le cloud computing grand public
39. **2006** : Création de Twitter, transformé en 2022 par Elon Musk en "X"
40. **2007** : Apple lance l'iPhone
41. **2007** : Cyberattaque contre l'Estonie
42. **2008** : Création de Bitcoin – Introduction de la blockchain
43. **2009** : Stuxnet cible le programme nucléaire iranien – Première cyberarme
44. **2011** : Lancement de Siri par Apple
45. **2012** : AlexNet et la révolution du deep learning
46. **2013** : Révélations d'Edward Snowden sur la surveillance numérique massive
47. **2016** : AlphaGo bat Lee Sedol au jeu de Go
48. **2017** : Architecture Transformers
49. **2018** : Entrée en vigueur du RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données)
50. **2018** : Lancement de la 5G
51. **2022** : ChatGPT popularise l'IA générative
52. **2023** : Adoption de l'IA Act européen

# 1642 : Blaise Pascal crée la Pascaline

## Contexte

Au 17ème siècle, les calculs mathématiques étaient réalisés manuellement. Les erreurs étaient fréquentes, surtout dans les opérations financières et comptables. Les scientifiques et marchands recherchaient des moyens fiables d'effectuer des calculs.

## L'événement

Blaise Pascal, mathématicien et physicien français de 19 ans, invente la Pascaline, une machine mécanique capable d'effectuer automatiquement des additions et soustractions. Elle fonctionne grâce à un système de roues dentées représentant les chiffres. Environ 20 exemplaires sont fabriqués, principalement utilisés pour la comptabilité fiscale.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Blaise Pascal** : Souhaitait aider son père, collecteur d'impôts, dans ses calculs fastidieux.
- **Scientifiques européens** : Cherchaient à mécaniser le calcul pour limiter les erreurs humaines.
- **Administration royale française** : S'intéressait aux innovations pouvant améliorer la collecte des taxes.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Premier calculateur mécanique fiable et produit en série. Montre qu'on peut mécaniser des opérations intellectuelles.
- **Sur la société** : Incite d'autres savants à développer de nouvelles machines à calculer, inspire plusieurs générations d'inventeurs.
- **Sur l'économie** : Améliore la précision des comptes financiers et réduit le temps nécessaire aux calculs commerciaux.
- **Sur les sciences** : Ouvre la voie à l'idée que les calculs peuvent être automatisés, une première étape conceptuelle vers l'informatique.

# 1689 : Gottfried Leibniz invente le système de numération binaire

## Contexte

Les mathématiciens utilisaient principalement le système décimal (base 10). Les calculs complexes étaient difficiles à automatiser et les systèmes philosophiques cherchaient à décrire le monde de façon universelle.

## L'événement

Le mathématicien et philosophe allemand Gottfried Wilhelm Leibniz publie "Explication de l'arithmétique binaire" où il décrit un système de numération n'utilisant que deux chiffres : 0 et 1. Il s'inspire partiellement du Yi King chinois et de son système de traits continus et discontinus.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Leibniz** : Cherchait à développer un langage logique universel pour représenter toutes les formes de pensée. Voyait dans le binaire une représentation mathématique de concepts philosophiques (création/néant).
- **Communauté scientifique européenne** : Explorait de nouveaux systèmes mathématiques pour comprendre le monde.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Trois siècles plus tard, devient le fondement de tous les ordinateurs modernes qui fonctionnent en binaire.
- **Sur les sciences** : Contribue au développement de l'algèbre booléenne et de la logique formelle.
- **Sur la philosophie** : Représente une tentative de créer un langage universel capable de transcender les barrières culturelles.
- **Sur l'informatique moderne** : Sans le savoir, Leibniz pose la première pierre conceptuelle de l'informatique, où toute information (texte, image, son) est codée en séquences de 0 et 1.

# 1770 : Wolfgang von Kempelen crée le Turc mécanique

## Contexte

Au 18<sup>e</sup> siècle, la fascination pour les automates et les inventions mécaniques était à son apogée. Les cours royales d'Europe accueillait des démonstrations de machines capables d'imiter des fonctions humaines. Dans ce contexte, les inventions mécaniques étaient perçues comme des symboles de progrès scientifique et technologique.

## L'événement

En 1770, Wolfgang von Kempelen, ingénieur hongrois au service de la cour impériale d'Autriche, présente le Turc mécanique, un automate capable de jouer aux échecs contre des adversaires humains. Derrière cette prouesse technique se cache un joueur humain dissimulé à l'intérieur de la machine, contrôlant le jeu via un système ingénieux de leviers. Le Turc mécanique devient rapidement célèbre et est présenté dans diverses cours européennes.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Wolfgang von Kempelen** : Souhaitait démontrer l'ingéniosité des automates pour impressionner la cour impériale et montrer l'avancée des sciences mécaniques.
- **Cours royales européennes** : Fascinées par les démonstrations de technologies innovantes et mécaniques, elles accueillait ces spectacles pour montrer leur modernité.
- **Joueurs humains** : Des opérateurs cachés dans la machine, souvent des experts en échecs, étaient nécessaires pour maintenir l'illusion.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Le Turc mécanique illustre les premières illusions de l'automatisation, préfigurant les débats modernes sur ce qui est réellement réalisé par des machines versus des humains.
- **Sur la société** : L'engouement pour le Turc mécanique montre l'intérêt croissant pour les machines capables d'imiter des fonctions humaines, ouvrant la voie à la réflexion sur l'intelligence artificielle.
- **Sur le numérique** : Le concept d'illusion de l'autonomie humaine inspire indirectement le service Amazon Mechanical Turk, lancé en 2005. Ce service repose sur des travailleurs humains ("travailleurs du clic") exécutant des micro-tâches pour entraîner des algorithmes ou accomplir des tâches difficiles à automatiser.
- **Sur les débats philosophiques** : Renforce les questionnements sur la distinction entre intelligence humaine et artificielle, et sur l'exploitation humaine dans des systèmes présentés comme autonomes.

# 1801 : Joseph-Marie Jacquard développe le métier à tisser programmable

## Contexte

L'industrie textile était en pleine révolution industrielle. Le tissage de motifs complexes nécessitait un savoir-faire manuel important et prenait beaucoup de temps. Les ouvriers du textile craignaient de perdre leur emploi face à la mécanisation.

## L'événement

Joseph-Marie Jacquard, tisserand français, perfectionne un métier à tisser contrôlé par des cartes perforées. Chaque carte représente une ligne du motif à tisser. La machine "lit" automatiquement ces cartes pour créer des motifs complexes sans intervention humaine constante.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Jacquard** : Cherchait à automatiser le tissage de motifs complexes et à améliorer la productivité.
- **Industrie textile** : Voulait augmenter la production et réduire les coûts dans un contexte de concurrence.
- **Canuts (ouvriers tisserands)** : Craignaient pour leurs emplois, certains ont protesté en détruisant ces machines.
- **Napoléon Bonaparte** : A soutenu l'innovation, voyant son potentiel économique pour la France.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Première utilisation à grande échelle de la programmation. Les cartes perforées seront utilisées pour programmer les premiers ordinateurs 150 ans plus tard.
- **Sur l'économie** : Révolutionne l'industrie textile en permettant de produire des tissus complexes plus rapidement et à moindre coût.
- **Sur la société** : Exemple précoce de l'automatisation remplaçant le travail manuel qualifié, annonçant des tensions sociales futures.
- **Sur l'informatique** : Inspire le concept du stockage externe d'instructions (programme), fondamental en informatique.

# 1842 : Ada Lovelace écrit le premier programme informatique

## Contexte

Au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle, Charles Babbage travaillait sur sa "machine analytique", un calculateur mécanique avancé jamais construit. La notion de programmation n'existait pas encore.

## L'événement

Ada Lovelace, mathématicienne britannique, traduit un article sur la machine de Babbage et y ajoute ses propres notes, bien plus longues que l'article original. Dans ces notes, elle décrit un algorithme permettant de calculer les nombres de Bernoulli, considéré comme le premier programme informatique de l'histoire.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Ada Lovelace** : Fascinée par les mathématiques et la machine de Babbage, elle fut la première à comprendre qu'une telle machine pourrait manipuler des symboles et pas seulement des chiffres.
- **Charles Babbage** : Inventeur anglais qui cherchait à automatiser les calculs mathématiques complexes pour éviter les erreurs humaines.
- **Communauté scientifique** : Largement sceptique face aux idées de Babbage et Lovelace, jugées trop ambitieuses.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Premier concept d'un programme d'ordinateur, un siècle avant les premiers ordinateurs fonctionnels.
- **Sur la science informatique** : Lovelace imagine que les machines pourraient manipuler des symboles et même créer de la musique, vision prémonitoire de l'informatique moderne.
- **Sur la place des femmes** : Reconnue tardivement comme pionnière, Lovelace est aujourd'hui un symbole pour les femmes dans l'informatique.
- **Sur l'histoire des idées** : Première personne à distinguer clairement le "hardware" (la machine) du "software" (les instructions).

# 1854 : George Boole développe l'algèbre booléenne

## Contexte

Au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle, les mathématiciens cherchaient à formaliser la logique pour en faire un système rigoureux comme l'algèbre. La logique était encore largement considérée comme une branche de la philosophie.

## L'événement

Le mathématicien britannique George Boole publie "Les Lois de la pensée", ouvrage dans lequel il présente un système algébrique permettant de représenter et manipuler la logique. Ce système n'utilise que deux valeurs (vrai/faux, 1/0) et des opérations comme ET, OU, NON.

## Les acteurs et leurs motivations

- **George Boole** : Voulait créer un "calcul du raisonnement" permettant de représenter mathématiquement la pensée logique.
- **Communauté mathématique** : Cherchait à formaliser tous les domaines des mathématiques et à trouver des règles universelles.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : L'algèbre booléenne devient, 80 ans plus tard, le fondement des circuits électroniques et de la conception des ordinateurs.
- **Sur les sciences** : Transforme la logique d'une discipline philosophique en un système mathématique rigoureux.
- **Sur l'informatique** : Tous les processeurs modernes utilisent des portes logiques basées sur l'algèbre de Boole pour effectuer leurs opérations.
- **Sur l'intelligence artificielle** : Les systèmes de raisonnement automatique et certaines approches en IA sont basés sur la logique booléenne.

# 1876 : Alexander Graham Bell invente le téléphone

## Contexte

Au 19ème siècle, le télégraphe permettait déjà de communiquer à distance, mais uniquement par code Morse. Plusieurs inventeurs cherchaient un moyen de transmettre la voix humaine électriquement.

## L'événement

Alexander Graham Bell dépose un brevet pour le téléphone le 14 février 1876. Le 10 mars, il réussit la première transmission d'une phrase intelligible par téléphone : "Mr. Watson, come here, I want to see you". La Bell Telephone Company est fondée l'année suivante.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Alexander Graham Bell** : Professeur pour sourds-muets, il cherchait initialement à améliorer l'audition. Il était également motivé par la rentabilité commerciale.
- **Elisha Gray** : Dépose un concept similaire le même jour que Bell, déclenchant une controverse sur la paternité de l'invention.
- **Western Union** : Grande compagnie de télégraphe qui rejette d'abord l'invention, puis tente de la concurrencer.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Première technologie permettant la communication vocale instantanée à distance.
- **Sur la société** : Révolutionne les communications personnelles et professionnelles. Réduit l'isolement des zones rurales.
- **Sur l'économie** : Crée une industrie entièrement nouvelle qui deviendra l'une des plus importantes du 20ème siècle.
- **Sur les infrastructures** : Mène au développement d'un réseau téléphonique mondial, première infrastructure de communication globale.
- **Sur le numérique futur** : Établit le modèle des réseaux de communication qui aboutira, un siècle plus tard, à Internet.

# 1936 : Alan Turing définit la machine de Turing

## Contexte

Dans les années 1930, les mathématiciens se questionnaient sur les limites du raisonnement mathématique. David Hilbert avait posé la question: existe-t-il une méthode mécanique pour résoudre tous les problèmes mathématiques?

## L'événement

Alan Turing, mathématicien britannique, publie "On Computable Numbers", article décrivant une machine théorique (la "machine de Turing") capable d'exécuter n'importe quel calcul exprimable par un algorithme. Il prouve que certains problèmes sont "indécidables", c'est-à-dire impossibles à résoudre par un algorithme.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Alan Turing** : Cherchait à répondre à des questions fondamentales sur les limites de la calculabilité et du raisonnement mathématique.
- **Communauté mathématique** : Explorait les fondements des mathématiques et les limites de la logique.

## Les impacts

- **Sur la science informatique** : Établit le cadre théorique de l'informatique moderne avant même l'existence des ordinateurs. Définit ce qu'est un algorithme.
- **Sur la technologie** : Tous les ordinateurs modernes sont des "machines de Turing universelles" concrètes.
- **Sur la philosophie** : Pose des questions fondamentales sur l'intelligence artificielle et les limites de la pensée mécanisable.
- **Sur les mathématiques** : Résout le problème de l'indécidabilité, démontrant qu'il existe des questions mathématiques sans solution algorithmique.

# 1946 : ENIAC, premier ordinateur électronique général

## Contexte

Pendant la Seconde Guerre mondiale, l'armée américaine avait besoin de calculer rapidement des tables de tir pour l'artillerie. Les calculateurs mécaniques étaient trop lents pour cette tâche.

## L'événement

L'ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) est dévoilé à l'Université de Pennsylvanie. C'est le premier ordinateur entièrement électronique, programmable et Turing-complet. Il pèse 27 tonnes, occupe 167 m<sup>2</sup>, contient 17 468 tubes à vide et coûte près de 6 millions de dollars actuels. Il est 1 000 fois plus rapide que les calculateurs électromécaniques existants.

## Les acteurs et leurs motivations

- **John Mauchly et J. Presper Eckert** : Créateurs de l'ENIAC, cherchaient à construire une machine de calcul révolutionnaire.
- **Armée américaine** : Finançait le projet pour ses besoins en calculs balistiques.
- **Programmeurs, dont six femmes** : Betty Snyder, Betty Jennings, Ruth Lichterman, Kathleen McNulty, Frances Bilas et Marlyn Wescoff programment l'ENIAC en manipulant des câbles et interrupteurs.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Démontre la viabilité des ordinateurs électroniques et ouvre l'ère du calcul numérique moderne.
- **Sur la science** : Permet de résoudre des problèmes scientifiques complexes impossibles à calculer manuellement.
- **Sur la défense** : Donne un avantage technologique aux États-Unis au début de la Guerre froide.
- **Sur l'informatique** : Inspire une génération d'ordinateurs plus petits, plus rapides et plus faciles à programmer.

# 1947 : Invention du transistor chez Bell Labs

## Contexte

Dans les années 1940, les ordinateurs et équipements électroniques utilisaient des tubes à vide, volumineux, fragiles, énergivores et peu fiables. Les chercheurs cherchaient des alternatives.

## L'événement

Le 23 décembre 1947, les physiciens John Bardeen, Walter Brattain et William Shockley des Bell Laboratories réussissent à créer le premier transistor fonctionnel. Ce petit composant à semi-conducteur peut amplifier ou commuter des signaux électriques sans les inconvénients des tubes à vide.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Bell Laboratories** : Cherchait à améliorer les systèmes téléphoniques et les composants électroniques.
- **Bardeen, Brattain et Shockley** : Exploraient les propriétés des semi-conducteurs pour créer des composants électroniques plus performants.
- **Industrie électronique** : Avait besoin de composants plus petits, plus fiables et moins énergivores.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Rend possible la miniaturisation et la fiabilité des appareils électroniques. Les trois inventeurs reçoivent le prix Nobel de physique en 1956 pour l'invention du transistor à point de contact, bien que le transistor à jonction, développé plus tard par Shockley, soit devenu plus courant.
- **Sur l'économie** : Crée une nouvelle industrie des semi-conducteurs qui deviendra centrale dans l'économie mondiale.
- **Sur la société** : Permet l'apparition d'appareils électroniques abordables et portatifs (radio transistor, calculatrices de poche).
- **Sur l'informatique** : Conduit à la création des microprocesseurs et rend possible les ordinateurs personnels. Aujourd'hui, un microprocesseur contient des milliards de transistors.

# 1950 : Alan Turing publie "Computing Machinery and Intelligence" — Le test de Turing

## Contexte :

En 1950, l'ordinateur est encore une machine de calcul. La question de savoir si elle pourrait un jour "penser" n'a pas de cadre conceptuel rigoureux.

## L'événement :

Dans la revue *Mind*, Turing publie un article proposant ce qu'il appelle le "jeu d'imitation" : un humain dialogue par écrit avec un interlocuteur inconnu ; si cet interlocuteur est une machine et que l'humain ne parvient pas à le distinguer d'un humain, la machine peut être considérée comme intelligente. Il prédit qu'en l'an 2000, une machine pourra tromper un examinateur dans 30 % des cas.

## Les acteurs :

Turing, soucieux d'écartier les arguments philosophiques stériles sur la "vraie" pensée, veut proposer un critère pragmatique et vérifiable.

## Les impacts :

Structure un demi-siècle de recherche en IA ; inspire la littérature et le cinéma (*Blade Runner*, *Ex Machina*) ; est directement invoqué lors du lancement de ChatGPT par les observateurs qui estiment que le test est désormais "réussi". Pose aussi une limite : le test mesure l'imitation, pas la compréhension — critique que John Searle formalisera en 1980 avec son "argument de la chambre chinoise".

**Position dans la frise :** Entre 1947 (transistor) et 1956 (Dartmouth). Renforce considérablement la cohérence de la section IA.

# 1956 : Conférence de Dartmouth

## Contexte

Dans les années 1950, les ordinateurs commençaient à montrer leur potentiel mais étaient principalement utilisés pour des calculs. Certains chercheurs envisageaient de créer des machines capables de simuler l'intelligence humaine.

## L'événement

Durant l'été 1956, John McCarthy, Marvin Minsky, Claude Shannon et Nathan Rochester organisent un atelier de recherche de deux mois au Dartmouth College. McCarthy y introduit le terme "intelligence artificielle". Les participants discutent de la possibilité de créer des machines qui pourraient raisonner, apprendre et interagir avec le monde comme des humains.

## Les acteurs et leurs motivations

- **John McCarthy** : Mathématicien convaincu que les ordinateurs pouvaient simuler tous les aspects de l'intelligence.
- **Marvin Minsky** : Chercheur intéressé par la modélisation du cerveau humain.
- **Claude Shannon** : Pionnier de la théorie de l'information, s'intéressait à la façon dont les machines pourraient traiter le langage.
- **Fondation Rockefeller** : Finance la conférence, soutenant la recherche fondamentale.

## Les impacts

- **Sur les sciences** : Marque officiellement la naissance de l'intelligence artificielle comme discipline scientifique.
- **Sur la recherche** : Lance des programmes de recherche en IA dans plusieurs universités américaines.
- **Sur la philosophie** : Soulève des questions fondamentales sur la nature de l'intelligence et de la conscience.
- **Sur l'imaginaire collectif** : Contribue à l'idée que les machines pourraient un jour égaler ou dépasser l'intelligence humaine.

# 1958 : Jack Kilby invente le circuit intégré

## Contexte

Dans les années 1950, les appareils électroniques étaient limités par le "problème de la tyrannie des nombres" : il fallait assembler manuellement des milliers de composants individuels, rendant les appareils complexes coûteux et peu fiables.

## L'événement

Le 12 septembre 1958, Jack Kilby, ingénieur chez Texas Instruments, réalise le premier circuit intégré fonctionnel, regroupant plusieurs composants électroniques (transistors, résistances, condensateurs) sur un même bloc de matériau semi-conducteur. Six mois plus tard, Robert Noyce de Fairchild Semiconductor développe indépendamment une version plus pratique.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Jack Kilby** : Cherchait à résoudre le problème de la complexité des circuits électroniques.
- **Robert Noyce** : Développait une approche complémentaire avec des connexions en aluminium.
- **Texas Instruments et Fairchild Semiconductor** : Entreprises concurrentes voulant dominer l'industrie électronique naissante.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Permet la miniaturisation extrême des appareils électroniques. Kilby reçoit le prix Nobel de physique en 2000.
- **Sur l'économie** : Crée l'industrie des semi-conducteurs, devenue l'une des plus importantes du monde.
- **Sur l'informatique** : Rend possible les microprocesseurs et la révolution des ordinateurs personnels.
- **Sur la société** : Mène à la démocratisation de l'électronique et à l'omniprésence des appareils numériques.

# 1961 : Premier robot industriel (Unimate)

## Contexte

Dans les années 1950 et au début des années 1960, l'industrie manufacturière était en pleine expansion, cherchant des moyens pour améliorer l'efficacité et la productivité. Les tâches répétitives et dangereuses sur les chaînes de montage étaient souvent effectuées manuellement par des travailleurs humains, ce qui pouvait entraîner des erreurs et des accidents. Il y avait un besoin croissant d'automatisation pour améliorer la précision et la sécurité dans les usines.

## L'événement

En 1961, le premier robot industriel, nommé Unimate, est installé sur une chaîne de montage chez General Motors dans l'usine de Trenton, New Jersey. Développé par George Devol et Joseph Engelberger, Unimate était un bras robotique programmable capable d'effectuer des tâches répétitives avec une grande précision. Ce robot a marqué le début de l'automatisation industrielle moderne, transformant les processus de fabrication.

## Les acteurs et leurs motivations

- **George Devol** : Inventeur et ingénieur, Devol a conçu le premier robot industriel et a déposé le brevet original pour un manipulateur programmable en 1954. Il cherchait à automatiser les tâches industrielles pour améliorer l'efficacité et la sécurité.
- **Joseph Engelberger** : Entrepreneur et ingénieur, Engelberger a acquis la licence du brevet de Devol et a fondé Unimation, la première entreprise de robotique industrielle. Il voyait le potentiel des robots pour transformer l'industrie manufacturière.
- **General Motors** : L'entreprise automobile cherchait à améliorer la productivité et la sécurité sur ses chaînes de montage. L'adoption de Unimate a permis à GM de réduire les coûts de main-d'œuvre et d'augmenter la précision des tâches répétitives.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Unimate a marqué le début de l'automatisation industrielle moderne, ouvrant la voie à l'utilisation généralisée des robots dans les usines. Il a démontré la viabilité des robots industriels pour effectuer des tâches répétitives avec une grande précision.
- **Sur l'industrie manufacturière** : L'introduction de Unimate a transformé les processus de fabrication, améliorant l'efficacité et la sécurité. Les robots industriels sont devenus un élément clé des chaînes de montage, réduisant les coûts de main-d'œuvre et augmentant la productivité.
- **Sur l'économie** : L'automatisation industrielle a permis de réduire les coûts de production et d'augmenter la compétitivité des entreprises manufacturières. Cela a également créé de nouvelles opportunités d'emploi dans le domaine de la robotique et de l'ingénierie.
- **Sur la société** : L'adoption de robots industriels a changé la nature du travail dans les usines, réduisant le besoin de main-d'œuvre pour les tâches répétitives et dangereuses. Cela a également soulevé des questions sur l'impact de l'automatisation sur l'emploi et la nécessité de la requalification des travailleurs.

# 1965 : Gordon Moore formule la loi de Moore

## Contexte

L'industrie des semi-conducteurs était en plein essor, mais personne n'avait prédit l'évolution future de la puissance des circuits intégrés. Les entreprises avaient besoin de prévisions pour planifier leur développement.

## L'événement

Gordon Moore, co-fondateur de Fairchild Semiconductor (et futur co-fondateur d'Intel), publie un article dans Electronics Magazine où il observe que le nombre de transistors dans un circuit intégré double approximativement tous les ans. Il prédit que cette tendance se poursuivrait pendant au moins dix ans. Cette prévision, ajustée plus tard à un doublement tous les deux ans, devient connue sous le nom de "loi de Moore".

## Les acteurs et leurs motivations

- **Gordon Moore** : Cherchait à prévoir l'évolution future de l'industrie des semi-conducteurs pour orienter les investissements.
- **Industrie électronique** : Avait besoin de prévisions fiables pour planifier le développement de produits.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Devenue une prophétie auto-réalisatrice, l'industrie ajustant ses objectifs pour suivre cette courbe.
- **Sur l'économie** : Créé un rythme d'innovation attendu et prévisible, permettant des stratégies à long terme.
- **Sur l'informatique** : Le doublement régulier de la puissance des processeurs a rendu possible l'évolution rapide des ordinateurs et smartphones.
- **Sur la société** : A conduit à la miniaturisation constante et à la démocratisation des appareils numériques.

# 1966 : ELIZA, premier programme conversationnel

## Contexte :

Dans les années 1960, le traitement automatique du langage est inexistant. Les ordinateurs ne communiquent qu'en langage formel.

## L'événement :

Joseph Weizenbaum au MIT crée ELIZA, un programme capable de simuler une conversation en reformulant les phrases de l'utilisateur sous forme de questions, en imitant un psychologue rogiérien. Le script le plus connu s'appelle DOCTOR. Weizenbaum est lui-même stupéfait par la réaction de ses utilisateurs, y compris sa propre secrétaire, qui lui demande de quitter la pièce pour "parler seule" avec la machine.

## Les acteurs :

Weizenbaum n'avait pas voulu créer une illusion convaincante — il voulait démontrer la superficialité du dialogue humain-machine. Il est profondément troublé par la réaction émotionnelle des utilisateurs et publiera en 1976 *Computer Power and Human Reason*, une critique de l'IA qu'il juge dangereuse précisément parce que trop séduisante.

## Les impacts :

Fonde le domaine du traitement du langage naturel (NLP) ; introduit la notion de chatbot ; révèle la vulnérabilité psychologique humaine face aux machines simulant l'empathie — un débat devenu central avec les IA conversationnelles actuelles.

# 1969 : Création d'ARPANET

## Contexte

Pendant la Guerre froide, les États-Unis craignaient qu'une attaque nucléaire ne détruise les communications militaires centralisées. Il fallait un réseau de communication pouvant survivre à la destruction de plusieurs de ses nœuds.

## L'événement

Le 29 octobre 1969, le premier message est envoyé entre deux ordinateurs connectés à ARPANET, réseau développé par l'Advanced Research Projects Agency (ARPA) du Département de la Défense américain. Le message devait être "LOGIN" mais le système plante après "LO". Ce réseau utilisait la commutation de paquets, permettant aux données de trouver leur chemin à travers le réseau même si des parties étaient détruites.

## Les acteurs et leurs motivations

- **ARPA/DARPA** : Agence militaire américaine cherchant à créer un réseau de communication résistant aux attaques.
- **J.C.R. Licklider, Robert Taylor, Lawrence Roberts** : Chercheurs visionnaires qui voyaient le potentiel d'un réseau d'ordinateurs pour le partage d'informations.
- **Universités américaines** : Premières à relier leurs ordinateurs pour partager des ressources informatiques coûteuses.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Développe les concepts fondamentaux des réseaux informatiques modernes.
- **Sur la société** : Pose les fondations d'Internet, qui transformera radicalement les communications mondiales.
- **Sur la recherche** : Permet aux chercheurs de collaborer et de partager des ressources à distance.
- **Sur la géopolitique** : Donne aux États-Unis un avantage technologique stratégique.

# 1971 : Intel crée le premier microprocesseur (4004)

## Contexte

Au début des années 1970, les ordinateurs étaient des machines volumineuses et coûteuses. Les circuits devaient être conçus spécifiquement pour chaque appareil électronique.

## L'événement

En novembre 1971, Intel commercialise le 4004, premier microprocesseur au monde. Conçu par Federico Faggin, Ted Hoff et Stanley Mazor pour la calculatrice Busicom, ce processeur de 4 bits contient 2 300 transistors et peut exécuter 60 000 opérations par seconde. Sa taille est inférieure à un ongle.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Intel** : Jeune entreprise de semi-conducteurs qui cherchait à diversifier ses produits au-delà des mémoires.
- **Federico Faggin, Ted Hoff, Stanley Mazor** : Ingénieurs qui ont relevé le défi de condenser un ordinateur entier sur une seule puce.
- **Busicom** : Entreprise japonaise de calculatrices qui avait commandé des circuits spécifiques, mais accepta le concept révolutionnaire d'Intel.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Rend possible la miniaturisation des ordinateurs et leur intégration dans toutes sortes d'appareils.
- **Sur l'économie** : Lance l'industrie des microprocesseurs, devenue essentielle à l'économie mondiale. Intel devient leader du secteur.
- **Sur l'informatique** : Ouvre la voie aux ordinateurs personnels et à l'informatique embarquée. Les processeurs actuels contiennent des milliards de transistors.
- **Sur la société** : Permet l'intégration de l'informatique dans la vie quotidienne, des voitures aux appareils ménagers.

# 1972 : Ray Tomlinson invente le courrier électronique

## Contexte

En 1971, ARPANET relie une poignée d'universités et de laboratoires américains, mais les chercheurs qui y sont connectés ne peuvent pas encore communiquer directement entre eux d'une machine à l'autre. Il existe bien des systèmes de messagerie interne permettant de laisser des messages à d'autres utilisateurs d'un même ordinateur — à la manière d'un tableau d'affichage partagé — mais ces messages restent prisonniers d'une seule machine. Pour contacter un collègue travaillant sur un ordinateur distant, il faut encore téléphoner, envoyer un courrier postal ou se déplacer. La correspondance électronique à distance, d'un ordinateur à un autre, n'existe pas. Les protocoles permettant de transférer des fichiers entre machines existent déjà, mais personne n'a encore eu l'idée de les détourner pour acheminer des messages personnels.

## L'événement

En 1971, l'ingénieur américain **Ray Tomlinson**, employé de la société Bolt Beranek and Newman (BBN) qui contribue au développement d'ARPANET, s'attaque au problème. Travaillant sur deux ordinateurs PDP-10 placés côte à côte dans son bureau, il adapte un programme de messagerie interne existant pour qu'il puisse envoyer des messages d'une machine à une autre via le réseau. La solution qu'il trouve est élégante et décisive : il faut distinguer le nom de l'utilisateur du nom de la machine sur laquelle il se trouve. Pour les séparer, il cherche un symbole qui n'apparaisse jamais dans les noms de personnes afin d'éviter toute ambiguïté. Son regard se pose sur le clavier de son télétype : il choisit @, le symbole "at" (chez, en anglais), signifiant littéralement "utilisateur *chez* machine". La convention **nom@machine** est née. Le premier message envoyé d'un ordinateur à l'autre via ce système est, selon Tomlinson lui-même, "quelque chose comme QWERTYUIOP" — une suite de touches tapées au hasard, sans aucune conscience historique du moment.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Ray Tomlinson** : Ingénieur discret et pragmatique, il développe cette fonctionnalité en marge de ses tâches principales, par curiosité et parce qu'il estime que "ça semblait une bonne idée". Il dira lui-même n'avoir "pas réalisé que c'était une invention importante". Interrogé sur le contenu exact du premier e-mail de l'histoire, il admet honnêtement ne plus s'en souvenir. Il ne déposera jamais de brevet, ne fondera jamais d'entreprise sur cette invention, et recevra la reconnaissance officielle de la communauté technique seulement plusieurs décennies plus tard.
- **DARPA et BBN** : L'agence de défense américaine finance ARPANET dans une logique de réseau de communication résilient en cas de conflit. Elle n'avait pas anticipé que son réseau militaire deviendrait d'abord un outil de correspondance entre chercheurs, et que cette correspondance serait la "killer app" qui populariserait l'internet bien avant le Web.

## Les impacts

- **Sur les usages** : Le courrier électronique devient la première application à démocratiser l'internet bien avant le World Wide Web (1991). En 2025, plus de 300 milliards d'e-mails sont échangés chaque jour dans le monde — ce qui en fait, devant les réseaux sociaux et les SMS, le protocole de communication numérique le plus utilisé de l'histoire.
- **Sur le langage et la culture** : Le symbole @, quasiment inutilisé avant 1971 et présent sur les claviers par héritage de la comptabilité commerciale (signifiant "à raison de"), envahit la culture mondiale.

- **Sur le travail et les organisations** : Transforme profondément les pratiques professionnelles : accélère la communication entre entreprises, efface progressivement le courrier postal pour les échanges professionnels, redéfinit les frontières entre vie au bureau et hors du bureau, et préfigure les questions d'hyper-connexion et de "droit à la déconnexion" qui feront l'objet de législations à partir des années 2010.
- **Sur la vie privée et la surveillance** : L'e-mail devient rapidement un vecteur de surveillance. Les révélations d'Edward Snowden en 2013 montreront que la NSA interceptait massivement les communications électroniques mondiales — l'outil de liberté inventé par Tomlinson se révèle aussi un outil de contrôle. Il est également le principal vecteur du spam, des arnaques en ligne et du phishing, posant dès les années 1990 la question de la sécurité des communications numériques.

# 1975 : Création de Microsoft par Bill Gates et Paul Allen

## Contexte

Au milieu des années 1970, les premiers ordinateurs personnels apparaissaient, mais manquaient de logiciels. La plupart des programmeurs partageaient librement leur code car l'idée de logiciel commercial n'était pas répandue.

## L'événement

En avril 1975, Bill Gates (19 ans) et Paul Allen (22 ans) fondent Microsoft pour développer et vendre des logiciels pour diverses plateformes, commençant par un interpréteur BASIC pour l'Altair 8800.

10 ans plus tard en 1985, Microsoft 1.0, une interface graphique pour les ordinateurs personnels. Bill Gates et Microsoft voulaient rendre les ordinateurs plus accessibles et conviviaux.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Bill Gates et Paul Allen** : Jeunes passionnés d'informatique qui ont vu le potentiel commercial des logiciels.
- **MITS** : Fabricant de l'Altair 8800 qui cherchait des logiciels pour rendre son ordinateur plus attractif.
- **Communauté des hobbyistes** : Frustrait Gates en copiant illégalement son logiciel BASIC, le poussant à écrire sa fameuse "Lettre ouverte aux hobbyistes" dénonçant le piratage.

## Les impacts

- **Sur l'industrie informatique** : Établit le modèle économique du logiciel commercial, séparé du matériel.
- **Sur l'économie** : Microsoft deviendra la plus grande entreprise de logiciels au monde, faisant de Gates l'homme le plus riche pendant de nombreuses années.
- **Sur la propriété intellectuelle** : Lance le débat sur la propriété du code et le droit d'auteur pour les logiciels.
- **Sur l'informatique personnelle** : Les systèmes d'exploitation de Microsoft (MS-DOS puis Windows) standardiseront l'expérience informatique pour des milliards d'utilisateurs.

# 1976 : Steve Jobs et Steve Wozniak fondent Apple

## Contexte

Au milieu des années 1970, les ordinateurs étaient principalement utilisés par des entreprises, des universités ou des passionnés de technologie. Ils étaient complexes à utiliser et nécessitaient des connaissances techniques.

## L'événement

Le 1er avril 1976, Steve Jobs, Steve Wozniak et Ronald Wayne fondent Apple Computer dans le garage des parents de Jobs à Los Altos, Californie. Leur premier produit, l'Apple I, est un circuit imprimé sans boîtier, écran ni clavier, vendu à 666,66 dollars. Environ 200 unités sont produites.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Steve Jobs** : Visionnaire, voyait le potentiel des ordinateurs pour tous et excellait en marketing.
- **Steve Wozniak** : Génie technique qui concevait des ordinateurs par passion plus que par intérêt commercial.
- **Investisseurs** : Mike Markkula apporte le premier financement important (250 000 dollars) permettant à Apple de se développer.

## Les impacts

- **Sur l'informatique** : Contribue à transformer l'ordinateur d'un outil pour spécialistes en produit grand public.
- **Sur le design** : Établit l'importance de l'esthétique et de la facilité d'utilisation dans la technologie.
- **Sur l'économie** : Apple deviendra l'une des entreprises les plus valorisées au monde, transformant plusieurs industries.
- **Sur la culture** : Établit le mythe de l'entrepreneur technologique partant de rien et révolutionnant le monde.

# 1978 : Loi française "Informatique et Libertés"

## Contexte

Dans les années 1970, les gouvernements et grandes entreprises commençaient à créer d'importantes bases de données sur les citoyens. En France, le projet SAFARI (Système Automatisé pour les Fichiers Administratifs et le Répertoire des Individus) prévoyait d'interconnecter les fichiers administratifs.

## L'événement

Le 6 janvier 1978, suite à la controverse suscitée par le projet SAFARI révélé par Le Monde ("SAFARI ou la chasse aux Français"), la France adopte la loi "Informatique et Libertés". Cette loi pionnière établit des principes fondamentaux sur la collecte, le stockage et l'utilisation des données personnelles. Elle crée également la CNIL (Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés), autorité indépendante chargée de veiller à sa bonne application.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Gouvernement français** : Souhaitait moderniser l'administration en utilisant l'informatique.
- **Défenseurs des libertés civiles** : Craignaient une surveillance généralisée de la population.
- **Journalistes** : Philippe Boucher du Monde avait alerté l'opinion publique sur les risques du projet SAFARI.

## Les impacts

- **Sur la protection des données** : Établit un modèle législatif qui inspirera de nombreux pays et la future réglementation européenne.
- **Sur les droits numériques** : Reconnaît pour la première fois des droits spécifiques aux citoyens face à l'informatisation (accès, rectification, opposition).
- **Sur les entreprises** : Impose des contraintes nouvelles aux organisations collectant des données personnelles.
- **Sur la gouvernance** : Crée un modèle d'autorité indépendante de régulation du numérique, la CNIL, qui existe toujours.

# 1981 : IBM lance son premier PC

## Contexte

Au début des années 1980, le marché des ordinateurs personnels était fragmenté avec différentes marques incompatibles entre elles (Apple, Commodore, Tandy). IBM, géant de l'informatique professionnelle, n'avait pas encore investi ce marché émergent.

## L'événement

Le 12 août 1981, IBM lance l'IBM PC (Personal Computer), modèle 5150. Contrairement aux pratiques habituelles d'IBM, cet ordinateur utilise une architecture ouverte avec des composants standards et un système d'exploitation (PC-DOS) fourni par Microsoft. Il coûte 1 565 dollars dans sa configuration de base, un prix relativement élevé pour l'époque.

## Les acteurs et leurs motivations

- **IBM** : Cherchait à entrer rapidement sur le marché des ordinateurs personnels, craignant de manquer cette révolution.
- **Microsoft** : Fournit le système d'exploitation mais garde le droit de le vendre à d'autres fabricants (sous le nom MS-DOS).
- **Intel** : Fournit le processeur 8088 qui devient la référence du marché.

## Les impacts

- **Sur l'industrie informatique** : Crée un standard "IBM-compatible" que d'autres fabricants peuvent reproduire, menant à la domination du modèle PC+Windows.
- **Sur l'économie** : Ironiquement, ce sont Microsoft et Intel qui bénéficieront le plus de cette standardisation ("Wintel"), devenant plus puissants qu'IBM.
- **Sur les entreprises** : Légitime l'ordinateur personnel pour un usage professionnel, accélérant son adoption dans les bureaux.
- **Sur le marché** : Provoque l'émergence de nombreux fabricants de "clones" moins chers, démocratisant l'accès à l'informatique.

# 1983 : Adoption de TCP/IP comme standard pour ARPANET

## Contexte

Au début des années 1980, différents réseaux informatiques existaient mais utilisaient des protocoles incompatibles. ARPANET, le précurseur d'Internet, avait besoin d'un protocole standard pour communiquer avec d'autres réseaux.

## L'événement

Le 1er janvier 1983, souvent appelé 'flag day', ARPANET adopte officiellement les protocoles TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) comme standards obligatoires. Développés par Vinton Cerf et Robert Kahn, ces protocoles permettent à des réseaux hétérogènes de communiquer entre eux, formant ainsi un "réseau de réseaux".

## Les acteurs et leurs motivations

- **Vinton Cerf et Robert Kahn** : Chercheurs qui ont développé TCP/IP pour permettre l'interconnexion de réseaux différents.
- **DARPA** : Agence militaire américaine qui finançait le développement d'ARPANET et sa transition vers TCP/IP.
- **Communauté universitaire** : Cherchait un moyen d'échanger des données entre différentes institutions utilisant des systèmes informatiques variés.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Établit le standard technique fondamental d'Internet, toujours utilisé aujourd'hui.
- **Sur la structure d'Internet** : Permet la création d'un véritable réseau mondial où n'importe quel ordinateur peut communiquer avec n'importe quel autre.
- **Sur la gouvernance** : Établit un modèle de standards ouverts et non-propriétaires pour Internet.
- **Sur la mondialisation** : Pose les fondations techniques du village global numérique en rendant possible la communication universelle.

# 1984 : Apple lance le Macintosh

## Contexte

Au début des années 1980, les ordinateurs utilisaient généralement des interfaces en ligne de commande requérant la mémorisation de commandes complexes. Le centre de recherche Xerox PARC avait développé des concepts d'interface graphique, mais ne les avait pas commercialisés à grande échelle.

## L'événement

Le 24 janvier 1984, Apple lance le Macintosh, premier ordinateur grand public avec une interface graphique accessible et une souris. Sa publicité célèbre, "1984", réalisée par Ridley Scott et diffusée pendant le Super Bowl, présente le Macintosh comme un outil de libération face à la domination d'IBM (représentée par une figure totalitaire inspirée de "1984" d'Orwell). Vendu 2 495 dollars, un prix relativement élevé pour un ordinateur personnel à l'époque, le Macintosh introduit le concept de "ce que vous voyez est ce que vous obtenez".

## Les acteurs et leurs motivations

- **Steve Jobs** : Après avoir vu les innovations du Xerox PARC, voulait créer "un ordinateur pour le reste d'entre nous".
- **Équipe de développement du Mac** : Groupe de jeunes passionnés poussés par Jobs à repousser les limites de la technologie.
- **Microsoft** : Développe des applications pour le Mac tout en travaillant sur sa propre interface graphique (Windows).

## Les impacts

- **Sur l'expérience utilisateur** : Démocratise l'interface graphique et la métaphore du bureau, rendant l'informatique accessible aux non-spécialistes.
- **Sur le design** : Établit l'importance de l'esthétique et de l'ergonomie dans la technologie.
- **Sur l'industrie** : Force tous les concurrents à développer des interfaces graphiques similaires.
- **Sur la créativité** : Devient l'outil privilégié des professionnels de la création (PAO, graphisme).

# 1989 : Tim Berners-Lee invente le World Wide Web

## Contexte

En 1989, Internet existait déjà mais était principalement utilisé par des chercheurs et universitaires. L'information y était difficile à trouver et à partager. Les ordinateurs ne pouvaient pas facilement communiquer entre eux s'ils utilisaient des systèmes différents.

## L'événement

Tim Berners-Lee, un chercheur britannique travaillant au CERN (laboratoire de physique en Suisse), propose un système pour partager facilement des informations entre chercheurs. Il crée le World Wide Web en combinant trois innovations : le HTML (langage pour créer des pages), les URL (adresses pour localiser les pages), et le HTTP (protocole pour transférer les données). Le premier site web est mis en ligne en 1991, après que Tim Berners-Lee a développé les premières versions des protocoles et des logiciels nécessaires entre 1989 et 1991.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Tim Berners-Lee** : Voulait résoudre un problème pratique de partage d'informations entre scientifiques. Il a choisi de rendre sa technologie gratuite et libre d'accès pour tous.
- **CERN** : A soutenu le projet mais sans en mesurer l'impact potentiel, le considérant comme un outil interne.
- **Communauté informatique** : Des développeurs du monde entier ont rapidement adopté et amélioré ce système ouvert.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : A transformé Internet d'un réseau technique en un espace d'information accessible. A mené à la création des navigateurs web et des moteurs de recherche.
- **Sur la société** : A démocratisé l'accès à l'information mondiale. A permis à des milliards de personnes de publier du contenu sans intermédiaire.
- **Sur l'économie** : A créé une nouvelle économie en ligne, transformant le commerce, la publicité et les médias. Des industries entières ont dû se réinventer.
- **Sur notre quotidien** : A changé notre façon de chercher des informations, de faire des achats, de se divertir et de communiquer.
- **Sur la géopolitique** : A fait naître une tension entre la vision d'un internet libre et sans frontières, et les tentatives des États de réguler et contrôler cet espace.

# 1991 : Linus Torvalds crée Linux

## Contexte

Au début des années 1990, les systèmes d'exploitation étaient principalement propriétaires et coûteux. Le mouvement du logiciel libre existait déjà, notamment avec le projet GNU de Richard Stallman, mais manquait d'un noyau de système d'exploitation complet et fonctionnel.

## L'événement

Le 25 août 1991, Linus Torvalds, étudiant finlandais de 21 ans, annonce sur le forum Usenet qu'il travaille sur un noyau de système d'exploitation gratuit "juste pour le plaisir". Il publie le code source de ce qu'il appelle Linux et invite d'autres programmeurs à y contribuer. Combiné aux outils GNU existants, Linux devient rapidement un système d'exploitation complet et libre.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Linus Torvalds** : Créait initialement Linux comme projet personnel pour apprendre le fonctionnement des processeurs Intel 386.
- **Richard Stallman et le projet GNU** : Développaient depuis 1984 des logiciels libres dans le but de créer un système d'exploitation complet non-propriétaire.
- **Communauté de développeurs** : Des milliers de programmeurs bénévoles à travers le monde ont contribué à améliorer Linux.

## Les impacts

- **Sur le logiciel libre** : Devient le symbole et le plus grand succès du modèle de développement collaboratif et ouvert.
- **Sur l'industrie** : Propose une alternative viable aux systèmes propriétaires. Aujourd'hui, Linux est utilisé dans les serveurs, smartphones (Android), supercalculateurs et objets connectés.
- **Sur l'innovation** : Démontre l'efficacité du développement collaboratif et décentralisé.
- **Sur l'économie numérique** : Crée un modèle économique basé sur les services plutôt que sur la vente de licences logicielles.

# 1993 : NCSA Mosaic, premier navigateur web graphique populaire

## Contexte

En 1993, le World Wide Web existait depuis quelques années mais restait confidentiel. Les navigateurs disponibles étaient principalement textuels et peu conviviaux pour les utilisateurs non-techniciens.

## L'événement

En janvier 1993, Marc Andreessen et Eric Bina, du National Center for Supercomputing Applications (NCSA) à l'Université de l'Illinois, lancent Mosaic, le premier navigateur web graphique facile à installer et à utiliser. Mosaic permet d'afficher des images en ligne avec le texte directement dans les pages web (plutôt que dans des fenêtres séparées) et introduit une interface intuitive avec des boutons de navigation. La version pour Windows sort en novembre 1993.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Marc Andreessen et Eric Bina** : Cherchaient à rendre le Web plus accessible et attrayant pour les utilisateurs ordinaires.
- **NCSA** : Centre de recherche qui finançait le développement de technologies Internet.
- **Tim Berners-Lee** : Créateur du Web, qui encourageait le développement d'outils pour le populariser.

## Les impacts

- **Sur l'adoption du Web** : Fait exploser l'utilisation du Web, passant de quelques centaines de sites à des milliers en quelques mois.
- **Sur l'expérience utilisateur** : Établit le modèle d'interface des navigateurs modernes, avec barre d'adresse, boutons de navigation et affichage graphique.
- **Sur l'entrepreneuriat** : Andreessen fonde ensuite Netscape, qui commercialise un navigateur basé sur Mosaic et entre en bourse avec une valorisation spectaculaire.
- **Sur l'économie** : Ouvre la voie à la première vague d'entreprises "dot-com" et à la commercialisation du Web.

# 1994 : Fondation de Yahoo!

## Contexte

En 1994, le Web connaissait une croissance explosive suite à l'introduction des navigateurs graphiques comme Mosaic. Cependant, il n'existait pas de moyen efficace pour trouver des sites, car les moteurs de recherche étaient rudimentaires.

## L'événement

En janvier 1994, Jerry Yang et David Filo, étudiants à Stanford, créent un répertoire de sites web organisé par catégories pour garder trace de leurs sites préférés. Initialement nommé "Jerry and David's Guide to the World Wide Web", il est renommé Yahoo! (Yet Another Hierarchical Officious Oracle). Le service devient rapidement populaire et les fondateurs prennent un congé de leurs études pour créer une entreprise, qui lève 33,8 millions de dollars lors de son introduction en bourse en 1996. Ils sont finalement revenus à Stanford pour obtenir leurs diplômes.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Jerry Yang et David Filo** : Cherchaient initialement à organiser le chaos du Web naissant pour leur usage personnel.
- **Investisseurs** : Sequoia Capital investit 1 million de dollars en 1995, pariant sur l'explosion du Web.
- **Internauts** : Avaient besoin d'un "guide" pour naviguer sur le Web en pleine expansion.

## Les impacts

- **Sur l'organisation de l'information** : Premier grand effort pour organiser le contenu du Web, combinant curation humaine et technologies.
- **Sur l'économie d'Internet** : Devient l'une des premières grandes réussites commerciales du Web, valorisée à 125 millions de dollars après son IPO.
- **Sur la culture Web** : Établit le modèle du "portail" Internet qui regroupe différents services (recherche, email, actualités, etc.).
- **Sur les usages** : Pour beaucoup d'utilisateurs, Yahoo! devient la porte d'entrée sur Internet et leur première expérience du Web.

# 1996 : Déclaration d'indépendance du cyberspace

## Contexte

En 1996, Internet connaissait une croissance exponentielle mais les gouvernements commençaient à vouloir le réguler. Aux États-Unis, le Congrès venait de voter le Communications Decency Act, première tentative majeure de régulation des contenus en ligne.

## L'événement

Le 8 février 1996, John Perry Barlow, parolier des Grateful Dead et cofondateur de l'Electronic Frontier Foundation, publie la "Déclaration d'indépendance du cyberspace" lors du Forum économique mondial de Davos. Ce manifeste libertaire affirme que les gouvernements traditionnels n'ont pas de légitimité pour réguler Internet, présenté comme un espace distinct des nations physiques. Il proclame : "Gouvernements du monde industriel, géants fatigués de chair et d'acier, je viens du cyberspace, nouvelle demeure de l'esprit. Au nom du futur, je vous demande, à vous qui êtes du passé, de nous laisser tranquilles. Vous n'êtes pas les bienvenus parmi nous. Vous n'avez aucune souveraineté là où nous nous rassemblons."

## Les acteurs et leurs motivations

- **John Perry Barlow** : Défenseur des libertés numériques, croyait à un Internet autorégulé sans intervention étatique.
- **Electronic Frontier Foundation** : Organisation défendant les droits civiques dans l'environnement numérique.
- **Communauté tech américaine** : Largement influencée par des idéaux libertariens opposés aux régulations gouvernementales.

## Les impacts

- **Sur le débat public** : Formule la vision utopique d'un Internet comme espace indépendant des lois traditionnelles.
- **Sur la gouvernance d'Internet** : Influence durablement les discussions sur qui doit réguler Internet et comment.
- **Sur l'idéologie** : Inspire le "cyber-libertarianisme", courant de pensée opposé aux régulations étatiques d'Internet.
- **Sur la géopolitique** : L'idéal d'un Internet sans frontières sera progressivement remis en question par la balkanisation du réseau (Grand Firewall chinois, souveraineté numérique russe, etc.).

# 1997 : Deep Blue bat Garry Kasparov aux échecs

## Contexte

Dans les années 1990, les échecs étaient considérés comme un domaine où l'intelligence humaine surpassait largement les capacités des machines. Les ordinateurs avaient fait des progrès significatifs, mais aucun n'avait encore battu un champion du monde en conditions de match standard. Garry Kasparov, champion du monde depuis 1985, était largement considéré comme le meilleur joueur d'échecs de l'histoire.

## L'événement

En mai 1997, un match de six parties a eu lieu entre Garry Kasparov et Deep Blue, un superordinateur développé par IBM. Deep Blue était capable d'évaluer 200 millions de positions par seconde, utilisant une combinaison de puissance brute et d'algorithmes sophistiqués. Kasparov avait déjà battu une version précédente de Deep Blue en 1996, mais cette nouvelle version était significativement plus puissante.

Le match s'est déroulé comme suit :

- Partie 1 : Kasparov a gagné.
- Partie 2 : Deep Blue a gagné.
- Parties 3, 4 et 5 : Matches nuls.
- Partie 6 : Deep Blue a gagné.

Deep Blue a remporté le match avec un score final de 3,5 à 2,5, marquant la première fois qu'un ordinateur battait un champion du monde en titre dans un match standard.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Garry Kasparov** : Champion du monde d'échecs, Kasparov était déterminé à prouver la supériorité de l'intelligence humaine sur les machines. Il voyait ce match comme une opportunité de démontrer que la créativité et l'intuition humaines ne pouvaient pas être surpassées par la puissance brute des ordinateurs.
- **IBM** : L'entreprise cherchait à démontrer les capacités de ses technologies avancées et à faire la promotion de ses innovations en intelligence artificielle. La victoire de Deep Blue était un coup de publicité majeur pour IBM.
- **Communauté des échecs** : Les joueurs et les fans d'échecs du monde entier suivaient ce match avec un grand intérêt, voyant en lui un test ultime des capacités humaines face à la machine.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : La victoire de Deep Blue a marqué un tournant dans le développement de l'intelligence artificielle, démontrant que les machines pouvaient surpasser les humains dans des domaines complexes nécessitant une grande intelligence.
- **Sur les échecs** : Ce match a changé la perception des échecs, montrant que les ordinateurs pouvaient être des adversaires redoutables et des outils précieux pour l'entraînement et l'analyse.
- **Sur la société** : La victoire de Deep Blue a suscité des débats sur les implications de l'IA et sur la place de l'intelligence humaine dans un monde de plus en plus dominé par la technologie.
- **Sur l'IA** : Ce match a inspiré de nouvelles recherches et développements en intelligence artificielle, ouvrant la voie à des avancées futures dans divers domaines, des jeux vidéo à la robotique.

# 1998 : Google est fondé

## Contexte

En 1998, le Web comptait déjà des millions de pages, mais les moteurs de recherche existants (Yahoo!, AltaVista, Lycos) donnaient souvent des résultats peu pertinents, basés sur le nombre d'occurrences des mots-clés ou sur des catégories créées manuellement.

## L'événement

En septembre 1998, Larry Page et Sergey Brin, doctorants à Stanford, fondent Google Inc. avec un investissement initial de 100 000 dollars d'Andy Bechtolsheim, cofondateur de Sun Microsystems. Leur moteur de recherche utilise l'algorithme PageRank, qui évalue l'importance d'une page web en fonction des liens pointant vers elle. L'interface minimaliste et la pertinence des résultats séduisent rapidement les internautes.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Larry Page et Sergey Brin** : Cherchaient à améliorer la recherche d'information en développant un algorithme plus pertinent.
- **Université de Stanford** : A soutenu les recherches initiales et possédait des droits sur la technologie PageRank.
- **Investisseurs** : Andy Bechtolsheim (co-fondateur de Sun Microsystems) fut le premier à miser sur Google, suivi par les fonds Sequoia Capital et Kleiner Perkins.

## Les impacts

- **Sur l'accès à l'information** : Révolutionne la façon dont nous trouvons l'information en ligne, rendant le Web véritablement utilisable.
- **Sur l'économie numérique** : Développe un modèle publicitaire basé sur les mots-clés (AdWords) qui génère des revenus considérables.
- **Sur la vie privée** : La collecte massive de données pour améliorer les recherches soulève progressivement des questions de vie privée.
- **Sur le pouvoir économique** : Google devient l'une des entreprises les plus puissantes du monde, dominant le marché de la recherche en ligne.

# 2000 : La "Mafia PayPal" se forme autour de Thiel, Musk et Hoffman

## Contexte

À la fin des années 1990, plusieurs startups tentaient de créer des solutions de paiement pour le commerce en ligne émergent. Le capital-risque affluait vers la Silicon Valley.

## L'événement

Entre 1998 et 2000, Confinity (fondée par Peter Thiel) et X.com (fondée par Elon Musk) fusionnent pour créer PayPal. Rachetée par eBay en 2002 pour 1,5 milliard de dollars, cette vente libère une équipe de jeunes entrepreneurs talentueux qui vont fonder ou financer d'autres entreprises majeures.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Peter Thiel** : Libertarien (partisan d'une réduction maximale de l'État et d'une liberté individuelle absolue). Cofondateur de PayPal motivé par la création d'une monnaie échappant au contrôle des États. Devient investisseur (Facebook, Palantir) et figure conservatrice de la Silicon Valley.
- **Elon Musk** : Techno-optimiste (croyance que la technologie peut résoudre la plupart des problèmes humains). Crée X.com puis dirige brièvement PayPal. Utilisera sa part du rachat pour fonder SpaceX et investir dans Tesla.
- **Reid Hoffman** : Progressiste technocrate (favorable à l'utilisation des technologies dans un cadre régulé pour le progrès social). Devient VP de PayPal puis fonde LinkedIn, développant une vision où technologie et institutions collaborent.

## Les impacts

- **Sur l'économie numérique** : Les membres fondent ou financent des entreprises valorisées à plus de 200 milliards de dollars cumulés (Tesla, SpaceX, LinkedIn, YouTube, Yelp, Palantir).
- **Sur les idéologies technologiques** : Font émerger des visions divergentes:
  - Thiel: méfiance des régulations, soutien au transhumanisme (dépasser les limites biologiques par la technologie).
  - Musk: conviction que l'humanité doit devenir multiplanétaire et fusionner avec l'IA.
  - Hoffman: collaboration avec les institutions, préoccupation pour l'impact social.
- **Sur le débat public** : Les tensions s'intensifient avec le temps. En 2023, Hoffman finance des opposants politiques à Musk, critiquant sa gestion de Twitter. Musk accuse Hoffman de promouvoir la censure, tandis que Hoffman reproche à Musk de favoriser la désinformation.

# 2001 : Lancement de Wikipédia

## Contexte

En 2001, le contenu sur Internet était principalement créé par des professionnels ou des webmasters. Les encyclopédies traditionnelles comme Britannica étaient coûteuses et leurs versions numériques restaient fermées et contrôlées.

## L'événement

Le 15 janvier 2001, Jimmy Wales et Larry Sanger lancent Wikipédia, une encyclopédie libre et collaborative où n'importe qui peut contribuer et modifier le contenu. Initialement créée comme projet secondaire de Nupedia (encyclopédie en ligne avec comité éditorial), Wikipédia connaît une croissance explosive grâce à son modèle ouvert et à la contribution de bénévoles, soutenue par des dons. Dès la fin 2001, elle compte plus de 20 000 articles et se développe dans plusieurs langues.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Jimmy Wales** : Entrepreneur qui croyait à la démocratisation du savoir et au potentiel d'un modèle collaboratif.
- **Larry Sanger** : Philosophe et informaticien qui a défini de nombreux principes initiaux de Wikipédia.
- **Communauté de contributeurs bénévoles** : Des milliers de personnes motivées par l'idéal de partage des connaissances.
- **Fondation Wikimedia** : Organisation à but non lucratif créée en 2003 pour gérer Wikipédia.

## Les impacts

- **Sur l'accès au savoir** : Démocratise l'accès à une information encyclopédique gratuite et constamment mise à jour.
- **Sur la production du savoir** : Démontre qu'un modèle collaboratif et bénévole peut produire un contenu de qualité comparable aux encyclopédies traditionnelles.
- **Sur la culture numérique** : Inspire de nombreux autres projets collaboratifs et devient l'un des sites les plus visités au monde.
- **Sur l'éducation** : Transforme la façon dont les étudiants et le grand public recherchent des informations.

# 2001 : Patriot Act

## Contexte

À la suite des attentats terroristes du 11 septembre 2001 aux États-Unis, le gouvernement américain cherchait à renforcer ses capacités de surveillance et de lutte contre le terrorisme. Internet et les communications numériques étaient de plus en plus utilisés, mais relativement peu surveillés.

## L'événement

Le 26 octobre 2001, le président George W. Bush signe le USA PATRIOT Act (Uniting and Strengthening America by Providing Appropriate Tools Required to Intercept and Obstruct Terrorism Act). Cette loi étend considérablement les pouvoirs de surveillance des agences gouvernementales américaines, notamment en leur permettant d'accéder aux données numériques des citoyens et des entreprises avec moins de contrôle judiciaire.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Administration Bush** : Cherchait à prévenir de nouvelles attaques terroristes en renforçant les capacités de surveillance.
- **Agences de renseignement (NSA, FBI)** : Voulaient moins de restrictions pour surveiller les communications électroniques.
- **Congrès américain** : A adopté la loi avec peu de débat sous la pression de l'urgence nationale.
- **Groupes de défense des libertés civiles** : Se sont opposés à ces mesures, les jugeant disproportionnées et inconstitutionnelles.

## Les impacts

- **Sur la vie privée** : Marque le début d'une ère de surveillance numérique massive légalisée.
- **Sur les entreprises technologiques** : Oblige les fournisseurs de services à coopérer avec les agences gouvernementales pour l'accès aux données.
- **Sur les relations internationales** : Crée des tensions avec d'autres pays concernant la surveillance des communications internationales.
- **Sur le débat public** : Lance une controverse durable sur l'équilibre entre sécurité nationale et libertés civiles à l'ère numérique.

# 2001 : Mise en service du câble sous-marin de fibre optique TAT-14

## Contexte

Depuis la pose du premier câble télégraphique transatlantique en 1858, les communications sous-marines ont connu une évolution spectaculaire. Les câbles coaxiaux des années 1950 et 1960 ont été remplacés par des câbles en fibre optique dans les années 1980, offrant une capacité de transmission de données considérablement accrue. À la fin des années 1990, la demande croissante pour des communications internationales rapides et fiables a nécessité la mise en service de nouveaux câbles sous-marins de fibre optique.

## L'événement

Le câble sous-marin de fibre optique TAT-14 (Transatlantic No. 14) a été mis en service en 2001. Ce câble, long de plus de 15 000 kilomètres, relie l'Europe et l'Amérique du Nord, avec des points d'atterrissage en Allemagne, au Danemark, aux Pays-Bas, au Royaume-Uni, en France, et aux États-Unis. Le TAT-14 a été conçu pour répondre à la demande croissante de bande passante et pour fournir une connectivité haut débit entre les continents.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Consortium TAT-14** : Le câble TAT-14 a été déployé par un consortium d'opérateurs de télécommunications, dont AT&T, British Telecom, Deutsche Telekom, France Télécom, et d'autres. Ces entreprises étaient motivées par la nécessité de répondre à la demande croissante de bande passante et de fournir des services de communication avancés à leurs clients.
- **Fournisseurs de technologie** : Des entreprises comme Alcatel-Lucent et Tyco Telecommunications ont fourni les technologies et les équipements nécessaires pour la fabrication et la pose du câble. Elles étaient motivées par les opportunités commerciales et technologiques offertes par ce projet ambitieux.
- **Gouvernements et régulateurs** : Les gouvernements des pays concernés et les organismes de régulation ont joué un rôle crucial dans la facilitation du projet, en accordant les autorisations nécessaires et en assurant la coordination entre les différentes parties prenantes.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Le câble TAT-14 a marqué une avancée majeure dans le domaine des communications sous-marines. Il a démontré la faisabilité et les avantages des câbles en fibre optique de nouvelle génération, ouvrant la voie à des projets similaires dans le monde entier.
- **Sur les communications** : Le TAT-14 a considérablement augmenté la capacité de transmission de données entre l'Europe et l'Amérique du Nord, permettant des communications téléphoniques, des transmissions de données et des services Internet haut débit. Il a joué un rôle crucial dans la mondialisation des communications et a facilité les échanges culturels et sociaux entre les continents.
- **Sur l'économie** : Le projet a stimulé l'industrie des télécommunications et a créé de nouvelles opportunités commerciales. Il a également facilité les échanges commerciaux et financiers entre les continents, contribuant ainsi à la mondialisation économique.
- **Sur la société** : Le câble TAT-14 a eu un impact profond sur la société en rapprochant les peuples et en facilitant les échanges culturels et sociaux. Il a également joué un rôle crucial dans la diffusion de l'information et des nouvelles, contribuant ainsi à la formation d'une conscience mondiale.

# 2004 : Facebook est créé

## Contexte

En 1995, Randy Conrads lance Classmates.com, considéré comme le premier véritable réseau social en ligne. Le site permet aux utilisateurs de retrouver d'anciens camarades d'école et de classe, puis de maintenir le contact avec eux. Au début des années 2000, plusieurs réseaux sociaux existaient déjà (Friendster, MySpace), mais aucun n'avait réussi à devenir dominant. Les étudiants universitaires utilisaient principalement des annuaires en ligne limités à leur campus.

## L'événement

En février 2004, Mark Zuckerberg, étudiant à Harvard, lance "The Facebook" avec ses camarades de chambre Eduardo Saverin, Dustin Moskovitz, Chris Hughes, et d'autres étudiants de Harvard. Initialement limité aux étudiants de Harvard, le site s'étend rapidement à d'autres universités, puis aux lycées en 2005, et finalement au grand public en 2006. Son interface épurée et l'obligation d'utiliser sa vraie identité le distinguent des concurrents.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Mark Zuckerberg** : Programmeur qui cherchait à créer un moyen de connecter les étudiants entre eux.
- **Premiers utilisateurs** : Étudiants attirés par un réseau exclusif reflétant leurs relations sociales réelles.
- **Investisseurs** : Peter Thiel (PayPal) investit 500 000 dollars en 2004, suivi par d'autres capital-risqueurs.
- **Concurrents** : MySpace, alors leader du marché, n'a pas perçu Facebook comme une menace sérieuse.

## Les impacts

- **Sur les interactions sociales** : Transforme la façon dont les gens maintiennent leurs relations et partagent leur vie quotidienne.
- **Sur la vie privée** : Encourage le partage d'informations personnelles, modifiant les normes de confidentialité.
- **Sur l'économie numérique** : Développe un modèle économique basé sur les données personnelles et la publicité ciblée.
- **Sur la politique** : Devient un outil de mobilisation politique mais aussi un vecteur de désinformation et d'ingérence électorale.

# 2004 : Création d'OpenStreetMap

## Contexte

Au début des années 2000, les données cartographiques étaient principalement contrôlées par des entreprises privées et des agences gouvernementales. Ces données étaient souvent coûteuses et soumises à des restrictions d'utilisation, limitant leur accessibilité et leur utilisation par le grand public et les petites organisations. Il existait un besoin croissant pour des données cartographiques libres et ouvertes, accessibles à tous sans restrictions financières ou légales.

## L'événement

En juillet 2004, Steve Coast, un étudiant britannique en informatique, lance le projet OpenStreetMap (OSM) à l'University College de Londres. Inspiré par le succès de Wikipedia, Coast envisageait de créer une carte du monde libre et modifiable par tous. Le projet a commencé avec une poignée de contributeurs qui utilisaient des appareils GPS pour collecter des données cartographiques. Rapidement, le projet a attiré une communauté mondiale de bénévoles qui ont commencé à cartographier leur environnement local.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Steve Coast** : Étudiant en informatique, passionné par les données ouvertes et la cartographie. Il cherchait à créer une alternative libre aux données cartographiques propriétaires.
- **Communauté des contributeurs** : Des milliers de bénévoles à travers le monde qui ont contribué à cartographier leur environnement local, motivés par l'idée de partager librement les connaissances cartographiques.
- **Fondation OpenStreetMap** : Organisation à but non lucratif créée pour soutenir le projet, fournir des ressources et coordonner les efforts des contributeurs.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : OpenStreetMap a démontré qu'il était possible de créer et de maintenir une base de données cartographiques mondiale libre et ouverte. Le projet a inspiré d'autres initiatives de données ouvertes et a montré l'importance de la collaboration communautaire.
- **Sur la société** : OSM a démocratisé l'accès aux données cartographiques, permettant à des individus et à des organisations de toutes tailles d'utiliser et de contribuer à des données cartographiques sans coûts prohibitifs. Cela a également permis des applications innovantes dans des domaines tels que l'humanitaire, la logistique et la planification urbaine.
- **Sur l'économie** : En fournissant des données cartographiques libres, OSM a permis à de nombreuses startups et entreprises de développer des services et des applications sans avoir à supporter le coût élevé des données cartographiques propriétaires. Cela a stimulé l'innovation et réduit les barrières à l'entrée pour les nouveaux acteurs du marché.
- **Sur l'environnement** : Les données d'OSM sont utilisées pour des projets de conservation et de gestion environnementale, aidant à surveiller et à protéger les ressources naturelles. Les contributions communautaires permettent une mise à jour rapide et précise des données, essentielle pour la réponse aux catastrophes naturelles et la gestion des ressources.

# 2005 : YouTube est lancé

## Contexte

En 2005, le partage de vidéos en ligne était compliqué et fragmenté. Les connexions Internet devenaient plus rapides, mais les plateformes vidéo existantes étaient limitées, souvent payantes, et techniquement difficiles à utiliser.

## L'événement

En février 2005, trois anciens employés de PayPal, Steve Chen, Chad Hurley et Jawed Karim, lancent YouTube. La plateforme permet à n'importe qui de télécharger, partager et visionner des vidéos gratuitement. La première vidéo, "Me at the zoo", est mise en ligne par Karim le 23 avril 2005. Le site connaît une croissance explosive et est racheté par Google en novembre 2006 pour 1,65 milliard de dollars.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Fondateurs de YouTube** : Cherchaient à simplifier le partage de vidéos après avoir eu des difficultés à partager des clips de soirée.
- **Créateurs amateurs** : Trouvent une plateforme pour diffuser leur contenu sans intermédiaire.
- **Google** : Voit le potentiel de la vidéo en ligne et de la publicité associée.

## Les impacts

- **Sur la culture** : Démocratise la création vidéo et crée de nouvelles formes d'expression (vlogs, tutoriels, etc.). Permet l'émergence de célébrités issues d'Internet.
- **Sur les médias** : Bouleverse l'industrie télévisuelle traditionnelle en offrant une alternative de contenu à la demande.
- **Sur l'information** : Permet la diffusion d'images d'actualité par des citoyens ordinaires, transformant le journalisme.
- **Sur l'économie des contenus** : Crée un nouvel écosystème économique où les créateurs peuvent monétiser leur audience.

# 2006 : Amazon Web Services lance le cloud computing grand public

## Contexte

Avant 2006, les entreprises devaient acheter, installer et maintenir leurs propres serveurs pour héberger leurs applications et sites web. Cette approche nécessitait des investissements importants et une capacité difficile à ajuster selon les besoins.

## L'événement

En mars 2006, Amazon lance Amazon Web Services (AWS) avec ses premiers services majeurs : S3 (stockage) et EC2 (puissance de calcul). Cette offre permet aux entreprises et développeurs de louer des ressources informatiques à la demande, en ne payant que ce qu'ils utilisent. AWS transforme l'infrastructure informatique en offrant des services de cloud computing, permettant aux entreprises de louer des ressources informatiques à la demande en plus du modèle traditionnel d'achat de matériel.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Amazon** : Cherchait à rentabiliser son infrastructure massive, développée initialement pour son site e-commerce.
- **Jeff Bezos** : PDG d'Amazon qui a eu la vision de transformer l'informatique en service public, comme l'électricité.
- **Startups** : Ont rapidement adopté AWS pour éviter les coûts initiaux d'infrastructure.
- **Grandes entreprises informatiques** : Ont d'abord sous-estimé le cloud, avant de développer leurs propres offres (Microsoft Azure, Google Cloud).

## Les impacts

- **Sur l'entreprise** : Réduit drastiquement les barrières à l'entrée pour créer des services en ligne. Une startup peut désormais lancer un produit mondial sans posséder de serveurs.
- **Sur l'économie numérique** : Permet l'essor des applications mobiles, des services de streaming et du SaaS (Software as a Service).
- **Sur l'infrastructure mondiale** : Concentre progressivement une grande partie de l'Internet dans quelques grandes plateformes cloud.
- **Sur l'environnement** : Malgré une meilleure efficacité énergétique, la croissance du cloud pose des questions sur sa consommation d'énergie.

# 2006 : Création de Twitter, transformé par Musk en 2022

## Contexte

En 2006, les réseaux sociaux se concentraient sur des profils détaillés. Les blogs dominaient l'expression en ligne mais demandaient du temps et de l'investissement.

## L'événement

En juillet 2006, Jack Dorsey, Evan Williams, Biz Stone et Noah Glass lancent Twitter, une plateforme limitant les messages à 140 caractères. La plateforme s'impose comme espace d'information en temps réel, notamment lors des Printemps arabes (2010-2011).

Le 27 octobre 2022, Elon Musk rachète Twitter pour 44 milliards de dollars. Il rebaptise la plateforme "X", licencie 80% des employés, modifie la politique de modération et introduit un système d'abonnement.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Jack Dorsey** : Promouvait Twitter comme "place publique numérique" avec une modération légère mais existante.
- **Williams et Stone** : Vision plus progressiste, préoccupés par le harcèlement et la désinformation.
- **Elon Musk** : Motivé par sa vision de la "liberté d'expression absolue", critique d'une modération qu'il jugeait politiquement biaisée.

## Les impacts

- **Sur la communication** : Nouvelle forme d'expression concise et immédiate. Popularisation des hashtags (#).
- **Sur le journalisme** : Événements devenant viraux avant leur couverture médiatique traditionnelle.
- **Sur la politique** : Outil essentiel pour politiciens et militants, notamment utilisé par Trump.
- **Sur le débat public** : Après le rachat par Musk:
  - Perte de 50% des annonceurs
  - Réduction des équipes de modération
  - Augmentation du discours haineux selon plusieurs études
  - Transformation de l'algorithme favorisant les contenus polarisants
  - Déclin de 15% d'utilisateurs actifs quotidiens (2022-2023)
- **Sur le modèle économique** : Expérimentation d'un modèle par abonnement remettant en question la gratuité financée par la publicité.
- **Sur la polarisation** : Plateforme devenue symptomatique de la fragmentation médiatique, avec Musk y prenant des positions politiques conservatrices marquées.

# 2007 : Apple lance l'iPhone

## Contexte

En 2007, seulement 15% de la population mondiale possédait un téléphone mobile. Les téléphones servaient principalement à appeler et envoyer des SMS. Les smartphones existants (comme les BlackBerry) avaient des claviers physiques et étaient utilisés surtout par les professionnels. Les écrans tactiles étaient rares et souvent peu réactifs.

## L'événement

Le 9 janvier 2007, Steve Jobs, le directeur d'Apple, présente l'iPhone lors d'un événement à San Francisco. L'iPhone est sorti en vente le 29 juin 2007. Il combine trois appareils en un : "un iPod, un téléphone et un appareil de communication Internet". L'iPhone avait un écran tactile multipoint de 3,5 pouces (une innovation), un seul bouton principal, et coûtait 499\$ (version 4 Go). Il s'est vendu à 6,1 millions d'exemplaires la première année.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Apple et Steve Jobs** : Voulait révolutionner le marché des téléphones après leur succès avec l'iPod (qui représentait alors 50% des revenus d'Apple). Jobs a gardé le projet secret, avec 1000 ingénieurs travaillant pendant 2,5 ans.
- **Fabricants traditionnels** (Nokia avec 50% du marché mondial, Motorola, BlackBerry) : N'ont pas cru à l'écran tactile et ont sous-estimé cette innovation.
- **Opérateurs téléphoniques** : AT&T a obtenu l'exclusivité de l'iPhone mais a dû accepter qu'Apple garde le contrôle du logiciel, bouleversant le modèle économique habituel où les opérateurs contrôlaient les téléphones.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : En 5 ans, les ventes de smartphones ont été multipliées par 10 (de 120 millions à 1,2 milliard d'unités par an). L'App Store créé en 2008 compte aujourd'hui plus de 2 millions d'applications. La taille moyenne des écrans de téléphone est passée de 3,5 à plus de 6 pouces.
- **Sur la société** : Un adolescent américain passe en moyenne 4,5 heures par jour sur son smartphone. 85% des personnes consultent leur téléphone dans les 15 minutes après le réveil.
- **Sur l'économie** : L'économie des applications mobiles a créé plus de 2 millions d'emplois aux États-Unis. Apple est devenue la première entreprise à atteindre 1000 milliards de dollars de valorisation en 2018, largement grâce à l'iPhone.
- **Sur notre quotidien** : 80% des adultes dans les pays développés possèdent un smartphone. Le temps moyen d'utilisation quotidienne est passé de 45 minutes en 2010 à plus de 3 heures aujourd'hui. 60% des recherches Internet se font désormais sur mobile.

# 2007 : Cyberattaque contre l'Estonie

## Contexte

En 2007, l'Estonie était l'un des pays les plus numérisés au monde, avec de nombreux services gouvernementaux en ligne et une forte dépendance à Internet. Des tensions existaient avec la Russie autour du déplacement d'un monument soviétique à Tallinn.

## L'événement

En avril-mai 2007, l'Estonie subit une série massive d'attaques par déni de service (DDoS) visant ses infrastructures numériques. Les sites de banques, médias et institutions gouvernementales subissent des interruptions de service pendant environ trois semaines. Ces attaques coïncident avec des manifestations de la minorité russe contre le déplacement d'une statue commémorative soviétique. Bien que jamais officiellement attribuées à la Russie, ces attaques sont largement considérées comme la première cyberattaque d'envergure contre un État.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Attaquants** : Réseaux d'ordinateurs zombies (botnets) mobilisés pour saturer les serveurs estoniens, probablement avec le soutien d'acteurs étatiques.
- **Russie** : Nie toute implication officielle, mais des groupes nationalistes russes revendiquent leur participation.
- **Estonie** : Première victime d'une cyberattaque à l'échelle nationale, doit rapidement développer des capacités de cyberdéfense.
- **OTAN** : Prend conscience de la vulnérabilité de ses membres face aux cyberattaques et crée par la suite un centre d'excellence pour la cyberdéfense à Tallinn.

## Les impacts

- **Sur la sécurité nationale** : Premier cas reconnu d'utilisation d'Internet comme arme contre un État souverain.
- **Sur la doctrine militaire** : Fait entrer le cyberspace comme cinquième domaine de guerre après terre, mer, air et espace.
- **Sur les organisations internationales** : Pousse l'OTAN et l'UE à développer des stratégies de cybersécurité.
- **Sur l'Estonie** : Devient un leader mondial en cybersécurité suite à cette attaque, développant expertise et résilience.

# 2008 : Création de Bitcoin

## Contexte

Suite à la crise financière mondiale de 2008, la confiance dans les banques et les monnaies traditionnelles était ébranlée. Les systèmes de paiement électronique existants étaient tous centralisés et contrôlés par des institutions.

## L'événement

Le 31 octobre 2008, une personne ou un groupe utilisant le pseudonyme Satoshi Nakamoto publie un document intitulé "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System". Le 3 janvier 2009, le premier bloc de la blockchain Bitcoin (le "bloc genesis") est créé, marquant le lancement effectif de cette monnaie numérique décentralisée. En 2010, la première transaction commerciale connue a lieu le 22 mai, où 10 000 bitcoins sont utilisés pour acheter deux pizzas.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Satoshi Nakamoto** : Créateur anonyme de Bitcoin, motivé par la création d'un système monétaire échappant au contrôle des banques et gouvernements.
- **Premiers adoptants** : Programmeurs, cryptographes et libertariens intéressés par les aspects techniques et philosophiques.
- **Communauté open-source** : Développeurs qui ont continué à améliorer le protocole après la disparition de Nakamoto en 2011.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Introduit la blockchain, technologie de registre distribué qui révolutionne la notion de confiance numérique.
- **Sur la finance** : Crée la première monnaie numérique décentralisée viable, atteignant une capitalisation de plus de 1000 milliards de dollars à son pic.
- **Sur la criminalité** : Utilisé pour des transactions illicites en raison de son pseudonymat, mais aussi pour contourner la censure financière.
- **Sur l'environnement** : Son mécanisme de consensus (preuve de travail) consomme une quantité importante d'électricité.

# 2009 : Stuxnet cible le programme nucléaire iranien

## Contexte

En 2009, la communauté internationale s'inquiétait du programme nucléaire iranien, soupçonné d'avoir des visées militaires. Les sanctions traditionnelles n'avaient pas réussi à stopper l'enrichissement d'uranium par l'Iran.

## L'événement

Découvert en 2010 mais actif depuis 2009, Stuxnet est un ver informatique d'une complexité sans précédent qui a ciblé spécifiquement les centrifugeuses d'enrichissement d'uranium iraniennes. Ce malware a infecté les systèmes de contrôle industriel Siemens utilisés dans les installations nucléaires de Natanz, provoquant la destruction physique d'environ 1000 centrifugeuses en modifiant subtilement leur vitesse de rotation, tout en affichant des valeurs normales sur les écrans de contrôle.

## Les acteurs et leurs motivations

- **États-Unis et Israël** : Bien que jamais officiellement revendiqué, Stuxnet est généralement attribué à une opération conjointe (nom de code "Olympic Games") visant à ralentir le programme nucléaire iranien sans recourir à une frappe militaire.
- **Iran** : Victime de l'attaque, accuse les puissances occidentales et accélère le développement de ses propres capacités offensives en cyberspace.
- **Communauté de cybersécurité** : Découvre et analyse cette nouvelle classe de malware ciblant des infrastructures critiques.

## Les impacts

- **Sur la géopolitique** : Première utilisation connue d'une cyberarme pour causer des dommages physiques à une infrastructure stratégique d'un État.
- **Sur la prolifération nucléaire** : Aurait retardé le programme nucléaire iranien d'un à deux ans.
- **Sur la cybersécurité** : Révèle la vulnérabilité des systèmes industriels critiques et déclenche une course aux cyberarmes.
- **Sur le droit international** : Soulève des questions sur les règles de la guerre dans le cyberspace et les attaques non attribuées.

# 2011 : Lancement de Siri par Apple

## Contexte

Au début des années 2010, les assistants vocaux commençaient à émerger comme une nouvelle interface utilisateur pour les appareils mobiles. Les technologies de reconnaissance vocale et d'intelligence artificielle progressaient rapidement, permettant des interactions plus naturelles entre les humains et les machines. Apple, en tant que leader dans l'innovation technologique, cherchait à intégrer ces avancées dans ses produits pour améliorer l'expérience utilisateur.

## L'événement

En octobre 2011, Apple lance Siri, un assistant vocal intégré à l'iPhone 4S. Siri permet aux utilisateurs d'interagir avec leur téléphone en utilisant des commandes vocales pour effectuer des tâches comme envoyer des messages, passer des appels, et obtenir des informations. Siri utilise des technologies de reconnaissance vocale et d'intelligence artificielle pour comprendre et répondre aux requêtes des utilisateurs.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Apple** : Apple cherchait à améliorer l'interaction utilisateur avec ses appareils mobiles en intégrant des technologies avancées de reconnaissance vocale et d'IA.
- **Équipe de développement de Siri** : L'équipe de développement de Siri, initialement une startup indépendante acquise par Apple, travaillait sur des technologies de reconnaissance vocale et d'IA pour créer un assistant vocal intuitif et utile.
- **Utilisateurs d'iPhone** : Les utilisateurs d'iPhone cherchaient des moyens plus naturels et plus pratiques pour interagir avec leurs appareils mobiles.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Siri a popularisé les assistants vocaux, montrant le potentiel des interactions vocales pour les appareils mobiles. Il a également stimulé l'investissement et l'innovation dans les technologies de reconnaissance vocale et d'IA.
- **Sur la société** : Siri a changé la façon dont les gens interagissent avec leurs appareils mobiles, rendant les tâches quotidiennes plus accessibles et plus pratiques. Il a également ouvert la voie à de nouvelles applications pour les assistants vocaux dans divers domaines.
- **Sur l'économie** : Le lancement de Siri a renforcé la position d'Apple en tant que leader dans l'innovation technologique et a stimulé la croissance du marché des assistants vocaux. Il a également créé de nouvelles opportunités commerciales pour les développeurs d'applications et de services.
- **Sur l'accessibilité** : Siri a amélioré l'accessibilité des appareils mobiles pour les personnes ayant des difficultés à utiliser les interfaces tactiles, offrant une alternative vocale pour interagir avec les technologies.

# 2012 : AlexNet et la révolution du deep learning

## Contexte

Depuis les années 1980, les chercheurs en intelligence artificielle s'affrontent autour de deux paradigmes. Le premier, dominant, repose sur des systèmes experts et des approches symboliques : on programme explicitement les règles que la machine doit suivre. Le second, minoritaire et régulièrement disqualifié, mise sur des réseaux de neurones artificiels inspirés du cerveau : on laisse la machine apprendre par elle-même à partir d'exemples. Ce courant, défendu obstinément par Geoffrey Hinton malgré deux "hivers de l'IA", peine à convaincre faute de puissance de calcul suffisante. La compétition annuelle ImageNet, qui évalue la capacité des algorithmes à identifier correctement des images parmi 1 000 catégories, constitue le banc d'essai international de ces approches concurrentes.

## L'événement

En octobre 2012, l'équipe de Geoffrey Hinton à l'Université de Toronto soumet un réseau de neurones profond baptisé **AlexNet** à la compétition ImageNet. Le résultat provoque un choc dans la communauté scientifique : AlexNet obtient un taux d'erreur de 15,3 %, contre 26,2 % pour le second concurrent utilisant des méthodes classiques. L'écart est si spectaculaire — presque le double de performance — qu'il ne laisse aucune place au doute : un nouveau paradigme vient de s'imposer. La clé du succès repose sur deux innovations combinées : des réseaux de neurones à de nombreuses couches successives ("profonds"), et leur entraînement sur des **processeurs graphiques (GPU)** de Nvidia, beaucoup plus rapides que les processeurs classiques pour ce type de calcul.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Geoffrey Hinton** : Chercheur canadien qui a défendu les réseaux de neurones pendant trois décennies malgré le scepticisme dominant. Convaincu que l'apprentissage automatique profond finirait par surpasser toutes les approches symboliques, il cherche une démonstration irréfutable. Il recevra le Prix Turing en 2018 avec Yann LeCun et Yoshua Bengio, surnommés les "parrains du deep learning".
- **Alex Krizhevsky et Ilya Sutskever** : Doctorants de l'équipe de Hinton qui implémentent concrètement AlexNet sur GPU. Sutskever cofondra ensuite OpenAI en 2015 et dirigera le développement de GPT et de ChatGPT.
- **Fei-Fei Li** : Chercheuse de Stanford qui a créé et maintenu la base de données ImageNet depuis 2009, rendant cette compétition possible. Sans ses millions d'images annotées, AlexNet n'aurait pas pu s'entraîner.
- **Nvidia** : Fabricant de GPU dont les cartes graphiques, conçues initialement pour les jeux vidéo, se révèlent idéales pour les calculs matriciels du deep learning. Google rachète l'équipe de Hinton dès 2013 pour 44 millions de dollars.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : Déclenche la migration massive de toute la recherche en IA vers le deep learning. En trois ans, les approches symboliques sont abandonnées dans la quasi-totalité des laboratoires. Lance la course aux GPU et fait de Nvidia une entreprise dont la capitalisation boursière dépassera 3 000 milliards de dollars en 2024.
- **Sur l'économie** : Provoque un afflux massif d'investissements dans l'IA. Google, Facebook, Amazon, Baidu recrutent frénétiquement des chercheurs en deep learning et rachètent des startups. Rend possible la reconnaissance faciale à grande échelle, la traduction automatique neuronale, les recommandations algorithmiques, et finalement les grands modèles de langage.

- **Sur la société** : Ouvre la voie technique aux deepfakes (manipulation d'images et de vidéos par IA), à la surveillance biométrique de masse et aux biais algorithmiques — autant d'enjeux que la frise aborde en 2022-2023 mais dont les racines techniques sont ici.
- **Sur la recherche** : Hinton démissionnera de Google en mai 2023 pour alerter publiquement sur les risques existentiels de l'IA qu'il a contribué à créer, estimant avoir commis "une erreur" en développant ces technologies trop rapidement.

# 2013 : Révélations d'Edward Snowden

## Contexte

Après les attentats du 11 septembre 2001, les États-Unis avaient considérablement renforcé leurs capacités de surveillance, souvent dans le secret. Le Patriot Act avait donné des pouvoirs étendus aux agences de renseignement.

## L'événement

En juin 2013, Edward Snowden, ancien sous-traitant de la NSA (National Security Agency), révèle au Guardian et au Washington Post des milliers de documents classifiés. Ces documents exposent l'existence de programmes de surveillance massive comme PRISM, permettant à la NSA d'accéder directement aux serveurs de grandes entreprises technologiques (Google, Facebook, Apple), et XKeyscore, capable d'intercepter presque toutes les activités d'un internaute. Snowden fuit des États-Unis pour Hong Kong, puis passe du temps dans l'aéroport de Moscou avant d'obtenir l'asile en Russie.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Edward Snowden** : Considérait ces programmes comme inconstitutionnels et contraires aux valeurs démocratiques.
- **NSA et agences de renseignement** : Défendaient ces programmes comme nécessaires à la sécurité nationale et à la lutte contre le terrorisme.
- **Entreprises technologiques** : Affirment n'avoir pas eu connaissance de l'ampleur de l'accès accordé à la NSA ou y avoir été contraintes.
- **Glenn Greenwald et Laura Poitras** : Journalistes qui ont travaillé avec Snowden pour révéler ces informations au public.

## Les impacts

- **Sur la vie privée** : Provoque une prise de conscience mondiale sur l'ampleur de la surveillance numérique gouvernementale.
- **Sur l'industrie technologique** : Pousse les entreprises à améliorer leur chiffrement et à résister davantage aux demandes gouvernementales.
- **Sur la politique** : Déclenche des réformes légales aux États-Unis (USA Freedom Act) et influence les régulations européennes (RGPD).
- **Sur les relations internationales** : Crée des tensions diplomatiques, notamment entre les États-Unis et l'Allemagne, dont la chancelière était surveillée.

# 2016 : AlphaGo bat Lee Sedol

## Contexte

En 2016, l'intelligence artificielle avait déjà battu les humains aux échecs (Deep Blue contre Kasparov en 1997), mais le jeu de Go, beaucoup plus complexe avec ses  $10^{170}$  configurations possibles, était considéré comme un défi majeur encore hors de portée des machines.

## L'événement

En mars 2016, AlphaGo, un programme d'IA développé par DeepMind (filiale de Google), affronte le champion du monde sud-coréen Lee Sedol dans une série de cinq parties de Go. AlphaGo remporte la compétition 4-1, incluant des coups créatifs que les commentateurs professionnels ont qualifiés de "divins". Le coup 37 de la deuxième partie est particulièrement remarqué pour son caractère contre-intuitif et sa beauté stratégique.

## Les acteurs et leurs motivations

- **DeepMind** : Entreprise britannique d'IA (rachetée par Google en 2014) cherchant à développer une intelligence artificielle générale.
- **Lee Sedol** : Champion de Go, représentant l'excellence humaine dans ce jeu stratégique millénaire.
- **Communauté scientifique** : Considérait le Go comme un test décisif pour évaluer les progrès de l'IA.

## Les impacts

- **Sur l'intelligence artificielle** : Démontre l'efficacité de l'apprentissage par renforcement profond et des réseaux de neurones.
- **Sur la perception de l'IA** : Change la vision du public sur les capacités de l'IA, montrant qu'elle peut exceller dans des domaines requérant intuition et créativité.
- **Sur le jeu de Go** : Transforme la façon dont les joueurs professionnels abordent certaines situations stratégiques, AlphaGo ayant inventé de nouvelles approches.
- **Sur la recherche** : Accélère les investissements et l'intérêt pour l'IA, particulièrement dans des domaines complexes comme la recherche médicale.

# 2017 : "Attention is All You Need" — L'architecture Transformer

## Contexte :

En 2017, le traitement du langage repose sur des architectures récurrentes (RNN, LSTM) qui traitent le texte mot par mot de façon séquentielle — lentes et inefficaces pour les longues séquences.

## L'événement :

En juin 2017, une équipe de 8 chercheurs de Google Brain et Google Translate publie l'article *Attention is All You Need*. Ils proposent une architecture entièrement basée sur un mécanisme dit d'"attention" (le modèle évalue simultanément les relations entre tous les mots d'une séquence), abandonnant la récurrence. Le résultat est massivement parallélisable sur GPU, beaucoup plus puissant, et généralisable à tout type de données séquentielles — texte, image, son, code.

**Les acteurs :** Ashish Vaswani, Noam Shazeer et leurs collègues de Google, dont certains quitteront ensuite Google pour fonder des startups d'IA concurrentes (OpenAI, Cohere, Mistral AI pour certains chercheurs influencés par cette lignée).

**Les impacts :** Rend possible GPT-1 (2018), GPT-2 (2019), GPT-3 (2020) et finalement ChatGPT (2022) ; devient le standard de facto pour l'IA en vision, en audio et en biologie (AlphaFold utilise des Transformers) ; déclenche la course entre Google, OpenAI, Meta et les acteurs européens et asiatiques.

**Position dans la frise :** Entre 2016 (AlphaGo) et 2018 (RGPD). Forme avec AlphaGo (2016) et AlexNet (2012) une séquence technique cohérente et lisible.

# 2018 : Entrée en vigueur du RGPD

## Contexte

Avant 2018, la protection des données personnelles en Europe était fragmentée, avec des lois différentes selon les pays. Les entreprises numériques collectaient et utilisaient massivement les données des utilisateurs avec peu de transparence et de contrôle.

## L'événement

Le 25 mai 2018, le Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD) entre en vigueur dans l'Union européenne. Cette législation, la plus complète au monde en matière de protection des données personnelles, donne aux citoyens européens de nouveaux droits sur leurs données (accès, rectification, effacement, portabilité), impose des obligations strictes aux entreprises (consentement explicite, notification des violations, privacy by design) et prévoit des amendes pouvant atteindre 4% du chiffre d'affaires mondial.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Union européenne** : Souhaitait protéger les citoyens face aux géants du numérique et harmoniser les règles sur son territoire.
- **Entreprises technologiques** : Ont initialement résisté, arguant que la régulation freinerait l'innovation.
- **Activistes de la vie privée** : Ont poussé pour une réglementation stricte face aux scandales comme Cambridge Analytica.
- **Autorités de protection des données** : Chargées de faire appliquer le RGPD, avec des ressources souvent limitées.

## Les impacts

- **Sur la protection des données** : Établit un standard mondial, de nombreux pays s'inspirant du RGPD pour leurs propres législations.
- **Sur les entreprises** : Impose de nouvelles pratiques de gestion des données et des coûts de mise en conformité (estimés à plus de 8 milliards d'euros pour les entreprises européennes).
- **Sur les utilisateurs** : Améliore la transparence et le contrôle sur les données personnelles, mais génère aussi une "fatigue du consentement" avec la multiplication des bandeaux de cookies.
- **Sur l'économie numérique** : Crée un nouveau modèle de régulation qui influence le développement des services numériques mondiaux.

# 2018 : Lancement de la 5G

## Contexte

À la fin des années 2010, les réseaux mobiles évoluaient pour répondre à la demande croissante de bande passante et de connectivité. Les technologies mobiles existantes, comme la 4G, commençaient à atteindre leurs limites en termes de vitesse et de capacité. La prolifération des appareils connectés et l'essor des applications nécessitant une latence ultra-faible, comme les véhicules autonomes et les technologies de réalité augmentée, exigeaient une nouvelle génération de réseaux mobiles.

## L'événement

En 2018, les opérateurs de télécommunications commencent à déployer la 5G, la cinquième génération de réseaux mobiles. La 5G promet des vitesses de téléchargement et de téléversement considérablement plus rapides, une latence ultra-faible et une capacité accrue pour connecter un grand nombre d'appareils simultanément. Les premiers déploiements commerciaux de la 5G ont lieu dans plusieurs pays, marquant le début d'une nouvelle ère de connectivité mobile.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Opérateurs de télécommunications** : Les opérateurs comme Verizon, AT&T, et les entreprises de télécommunications en Europe et en Asie cherchaient à améliorer la vitesse et la capacité de leurs réseaux pour répondre à la demande croissante de données mobiles.
- **Fabricants d'équipements** : Des entreprises comme Huawei, Ericsson, et Nokia développaient les technologies et les infrastructures nécessaires pour supporter la 5G.
- **Consommateurs et entreprises** : Les utilisateurs finaux et les entreprises cherchaient des connexions plus rapides et plus fiables pour leurs appareils mobiles et leurs applications.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : La 5G a permis des avancées significatives dans la connectivité mobile, offrant des vitesses de téléchargement et de téléversement jusqu'à 100 fois plus rapides que la 4G. Elle a également réduit la latence, permettant des applications en temps réel pour les véhicules autonomes, la réalité augmentée et la télémédecine.
- **Sur la société** : La 5G a transformé la façon dont les gens utilisent les appareils mobiles, permettant des expériences plus riches et plus interactives. Elle a également facilité l'adoption de nouvelles technologies comme l'Internet des objets (IoT) et les villes intelligentes.
- **Sur l'économie** : Le déploiement de la 5G a stimulé l'investissement dans les infrastructures de télécommunications et a créé de nouvelles opportunités commerciales pour les entreprises technologiques. Elle a également permis le développement de nouvelles applications et services pour les consommateurs et les entreprises.
- **Sur l'environnement** : La 5G a permis des améliorations dans l'efficacité énergétique des réseaux mobiles, réduisant la consommation d'énergie par bit de données transmis. Cependant, le déploiement de nouvelles infrastructures a également soulevé des préoccupations environnementales.

# 2022 : ChatGPT popularise l'IA générative

## Contexte

Avant 2022, l'intelligence artificielle était déjà présente dans notre quotidien (recommandations sur les sites, traduction automatique), mais restait peu visible. Les systèmes d'IA ne pouvaient pas converser naturellement avec les humains ou créer du contenu original.

## L'événement

Le 30 novembre 2022, OpenAI lance ChatGPT, un assistant basé sur l'intelligence artificielle capable de converser de façon naturelle et de générer des textes sur n'importe quel sujet. En deux mois, il atteint 100 millions d'utilisateurs, devenant l'application à la croissance la plus rapide de l'histoire. ChatGPT peut rédiger des textes, programmer, résumer des documents, et même créer des poèmes ou des histoires.

## Les acteurs et leurs motivations

- **OpenAI** : Fondée initialement comme organisation à but non lucratif pour développer une IA bénéfique pour l'humanité, puis devenue entreprise partiellement commerciale financée notamment par Microsoft.
- **Géants technologiques** : Google, Meta, Microsoft se sont lancés dans une course pour développer leurs propres modèles d'IA générative.
- **Régulateurs et gouvernements** : Inquiets des risques potentiels, commencent à élaborer des règles pour encadrer ces technologies puissantes.

## Les impacts

- **Sur la technologie** : A démontré que l'IA peut comprendre et générer du langage humain de façon convaincante. A accéléré le développement d'autres IA génératives pour images, sons et vidéos.
- **Sur la société** : A soulevé des inquiétudes sur la désinformation, le plagiat, et l'automatisation de tâches créatives. A transformé notre perception de ce que les machines peuvent accomplir.
- **Sur l'économie** : A lancé une nouvelle vague d'investissements massifs dans l'IA. Certains métiers (rédaction, programmation, service client) commencent à être transformés.
- **Sur l'éducation** : A provoqué des débats sur l'utilisation de l'IA dans les écoles et universités, remettant en question les méthodes d'évaluation traditionnelles.

# 2023 : Adoption de l'IA Act européen

## Contexte

Suite à l'explosion des applications d'IA, notamment l'IA générative comme ChatGPT, un vide juridique existait concernant la régulation de ces technologies. Les risques liés à la désinformation, la surveillance de masse, ou les biais algorithmiques suscitaient des inquiétudes croissantes.

## L'événement

En décembre 2023, après plus de deux ans de négociations, le Parlement européen et le Conseil de l'UE parviennent à un accord sur l'AI Act, première législation complète au monde sur l'intelligence artificielle. Cette réglementation classe les applications d'IA selon leur niveau de risque : inacceptable (interdites), à haut risque (obligations strictes), ou à faible risque (obligations limitées). Elle interdit notamment la notation sociale, la reconnaissance des émotions en milieu scolaire ou professionnel, et impose des obligations de transparence pour les IA génératives.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Union européenne** : Cherchait à protéger les citoyens tout en favorisant l'innovation et à établir un standard mondial comme avec le RGPD.
- **Entreprises technologiques** : Préféraient l'autorégulation mais voulaient éviter une fragmentation réglementaire entre pays.
- **Défenseurs des droits numériques** : Poussaient pour des restrictions fortes sur la surveillance biométrique et les systèmes de notation sociale.
- **Chercheurs en IA** : Soulignaient la nécessité d'encadrer les risques tout en permettant la recherche.

## Les impacts

- **Sur le développement de l'IA** : Établit un cadre pour une "IA de confiance" avec des exigences de transparence, de robustesse et de respect des droits fondamentaux.
- **Sur l'industrie** : Crée un nouveau standard que les entreprises mondiales devront respecter pour accéder au marché européen.
- **Sur l'innovation** : Impose des contraintes mais offre aussi de la sécurité juridique aux développeurs et investisseurs.
- **Sur la géopolitique** : Renforce la position de l'UE comme "puissance régulatrice" face aux approches plus libérales (États-Unis) ou plus contrôlées par l'État (Chine).

# 2026 : Une IA militaire recommande la frappe d'une école à Minab — 168 morts civils

## Contexte

Les armées occidentales intégraient depuis plusieurs années des systèmes d'intelligence artificielle dans leurs opérations militaires pour accélérer la sélection des cibles. Le Maven Smart System de Palantir, couplé depuis 2025 au modèle Claude d'Anthropic, était utilisé par le Pentagone dans ses flux opérationnels classifiés. Aucune réglementation internationale n'encadrerait ces usages : l'IA Act européen de 2023 excluait explicitement le domaine militaire de son champ d'application.

## L'événement

Le 28 février 2026, au premier jour de l'offensive américaine contre l'Iran, l'armée américaine frappe plus de 1 000 cibles en 24 heures. L'une d'elles est l'école primaire Shajareh Tayyebeh à Minab, dans le sud de l'Iran. Le système d'IA l'avait recommandée comme cible militaire sur la base de données de renseignement obsolètes : le bâtiment avait autrefois fait partie d'une base navale des Gardiens de la Révolution islamique avant d'être reconverti en école. La chaîne de validation humaine, submergée par le volume des recommandations, ne corrige pas l'erreur. La frappe fait 168 victimes civiles, en très grande majorité des filles de 7 à 12 ans.

## Les acteurs et leurs motivations

- **Le Pentagone** : Cherchait à maximiser la rapidité et la précision des frappes grâce à l'automatisation algorithmique. La cadence imposée — des milliers de cibles en quelques heures — rendait un contrôle humain approfondi structurellement impossible.
- **Anthropic** : Avait refusé, avant les frappes, de retirer ses garde-fous contractuels interdisant l'usage de Claude pour les armes autonomes et la surveillance de masse. En réponse, le Pentagone avait désigné l'entreprise comme « risque pour la chaîne d'approvisionnement » — tout en continuant à utiliser son modèle.
- **Donald Trump** : Nie d'abord toute responsabilité américaine, suggérant que l'Iran pourrait être l'auteur de la frappe. Le rapport préliminaire du Pentagone, révélé par le *New York Times* le 12 mars, confirme l'origine américaine du missile Tomahawk.
- **Les juristes et chercheurs** : Louis Perez (Université Paris-Panthéon-Assas) et d'autres experts alertaient depuis des années sur le risque que la vitesse algorithmique rende le contrôle humain formel mais vide de substance. Minab leur donne raison.

## Les impacts

- **Sur le droit international humanitaire** : L'affaire établit une violation du principe de précaution : les parties à un conflit ont l'obligation de vérifier que leurs cibles sont bien des objectifs militaires. Des journalistes l'avaient fait en quelques heures ; la chaîne militaire ne l'avait pas fait. Aucune sanction pénale individuelle n'est probable au regard du droit international pénal actuel, mais la responsabilité étatique des États-Unis est engagée.
- **Sur la régulation de l'IA** : L'événement révèle le vide juridique laissé par l'IA Act européen (2023), qui exclut les usages militaires de son champ d'application. Il relance le débat international sur la nécessité d'un traité encadrant spécifiquement les systèmes d'IA dans les conflits armés.
- **Sur la relation État / entreprise privée** : Pour la première fois, une entreprise technologique s'est opposée contractuellement à l'État qui l'employait sur des questions éthiques. L'affaire pose une

question inédite : quand les États ne s'imposent pas de limites, est-ce aux entreprises privées de le faire à leur place ?

- **Sur le concept de contrôle humain** : Minab démontre qu'un contrôle humain formellement maintenu peut être vide de sens si les opérateurs n'ont ni le temps ni les moyens d'évaluer chaque recommandation algorithmique. L'affaire oblige à redéfinir ce que « contrôle humain » signifie réellement dans un contexte de guerre algorithmique à haut volume.