

# Le fil de la mémoire

Bulletin de l'association Armorhistel

## Editorial



**Le Service Universel dans les Télécommunications** a été dans le passé une préoccupation des citoyens et des gouvernements car difficile à définir et difficile à mettre en œuvre. Aujourd'hui, la notion de service universel est un peu oubliée mais elle est pourtant plus que jamais d'actualité au moment où on cherche à éviter l'exclusion numérique. Pierre Arcangeli s'est livré à une étude approfondie de l'histoire du service universel et nous livre la deuxième partie (sur 3) de son étude.

**Le cloud computing a représenté une évolution majeure** de notre environnement numérique. Méconnu, il est pourtant devenu aujourd'hui omniprésent. Philippe Gérard fait une présentation complète de ce concept.

Ce bulletin est aussi une rétrospective des événements du semestre. A souligner en particulier l'achèvement de l'**ouvrage « Le Palais du commerce de Rennes, Histoire d'un nœud de communications en Ille-et-Vilaine »** dont Jean-Pierre Serre retrace la genèse. Cet ouvrage a représenté une quantité de travail très importante pour les auteurs, Daniel Billaud et Jean-Yves Merrien; qu'ils soient ici félicités et remerciés.

Retenez la date: **notre assemblée générale 2026 se tiendra le 4 février 2026** à 16h à l'Espace Ferrié. Nous y présenterons le programme d'activités de l'année. Deux rappels:

- Le concours photos 2025 se prolonge jusqu'à mi-janvier.
- Il est enfin toujours possible de visiter l'exposition temporaire sur l'histoire de la télévision à l'espace ferrié jusque mars prochain.

Je vous souhaite une belle lecture et de belles fêtes de fin d'année!

**Jean Urban**

## Dans ce numéro

Les conférences 2	Page 2
Visite de l'exposition sur l'histoire de la télévision	Page 2
Armorhistel au CNAM et sur ARTE!	Page 2
Journée "Hangar" du 13 novembre	Page 3
Une monographie du Palais du commerce	Page 3
Le service universel (Deuxième partie)	Page 4
Le Télégraphe Chappe à Orgères	Page 4
Le Cloud : comprendre, utiliser, maîtriser	Page 8
Lu pour vous: "Stocker nos données sur ADN"	Page 12

## Les conférences



Deux conférences ont été organisées ce semestre:

- Le 4 novembre 2025, la conférence «Histoire du numérique, de Chappe à ChatGPT»: cette conférence proposait un voyage à travers l'histoire des télécommunications et du monde numérique, retracant l'évolution des technologies depuis le télégraphe de Chappe jusqu'à l'intelligence artificielle contemporaine. La conférence était assurée par Jean-Jacques Gaouyer, Directeur de l'Innovation à la Direction Orange Grand Ouest.
- Le 11 décembre 2025, la conférence « 30 ans de recherche Orange, présentation de BCOM », assurée par Guillaume Tardiveau, directeur de



B<>Com: . celui-ci a tout d'abord présenté l'institut

de Recherche technologique B<>Com et les partenariats mis en oeuvre; il a donné quelques exemples de projets en cours, notamment celui relatif à la vidéo volumétrique (évolution de la vidéo immersive). Il a ensuite présenté un panorama des innovations produites par Orange R&D depuis 2000. Il a notamment décrit quelques innovations destinées dans un 1er temps à l'Afrique, 1er continent en nombre de clients Orange, en particulier celle permettant d'optimiser les trajets de bus à partir des données des données mobiles.

Conférences disponibles sur [armorhistel.org](http://armorhistel.org)

## Visite de l'exposition sur l'histoire de la télévision

Le 6 novembre dernier, était organisée une visite de l'exposition destinée aux adhérents et amis d'Armorhistel. Une quinzaine de personnes sont venues écouter les explications des animateurs, Pierre Arcangeli, Philippe Gérard, Bernard Le Floch et Daniel Bottin.



## Armorhistel au CNAM et sur ARTE!

Notre association a prêté ce semestre de nombreux objets anciens pour une exposition et un tournage:

Pour l'exposition « Flops?!, oser, rater, innover », du Musée des Arts et Métiers, inaugurée le 14 octobre dernier et qui connaît un grand succès médiatique. Celle-ci présente des innovations scientifiques ou artistiques qui se sont soldées par un échec pour diverses raisons: coût, technologie immature, décalage par rapport au marché... L'exposition ne condamne pas : elle propose plutôt une lecture bienveillante et optimiste des fiascos, elle incite à embrasser le risque et à voir les ratés comme des sources d'apprentissage pour les innovations futures. L'objectif est de démontrer que l'échec est une étape essentielle et un moteur du progrès.

Pour la mini-série "Camarades" : la diffusion de cette mini-série est prévue pour 2026 sur Arte, elle plonge dans l'histoire méconnue de l'université expérimentale de Vincennes, fondée juste après Mai 68. Cette fiction en huit épisodes de 35 minutes mêle comédie et drame, retracant l'aventure d'un lieu souvent comparé à un "Woodstock sur Seine" où se sont croisées utopies, révoltes et innovations pédagogiques. Cette série promet de revisiter une période charnière de l'histoire française, avec un ton à la fois drôle et engagé, tout en rendant hommage à l'esprit libertaire et créatif de Vincennes..

## Journée "Hangar" du 13 novembre



Nous étions huit lors de la dernière journée au hangar 6. Nous avons mis la dernière main au rangement de la documentation de l'association. En volume, elle représente près de 60 000 pages regroupées en livres, livrets, dossiers, classeurs, fiches... Huit armoires lui sont consacrées dans le hangar et une dans la salle de réunion. Nous travaillons à rendre son inventaire accessible sur le site Internet de l'association. Une grosse activité aussi du côté du marquage GPAT de nouveaux objets. Désormais 1740 sont enregistrés dans la base. 94 caisses abritent désormais une partie de la collection.

## Une monographie du Palais du commerce

En 2018, la Ville de Rennes et Poste-Immo, filiale immobilière du groupe La Poste, lançaient un appel à projets international pour transformer le Palais du commerce de Rennes : le bâtiment historique de La Poste, construit à la fin du XIXe siècle place de la République, à Rennes. Ce bâtiment emblématique, car ayant abrité pendant plus de 130 ans des services de communication à distance, télégraphe, télex, téléphone, radio est apparu comme un sujet majeur de notre histoire locale.

En février 2022, un groupe de pilotage composé de membres de l'association Armorhistel a tenu à retracer cette histoire en montrant en quoi le Palais du commerce de Rennes fut longtemps le nœud de la communication en Ille-et-Vilaine. Ce travail a été réalisé par deux adhérents de l'association, Daniel Billaud, pour la partie générale et pour les parties télégraphe et téléphone ; Jean-Yves Merrien a retracé l'histoire de la radio. Cette étude historique a été réalisée à l'aide d'un important travail de

consultation et de transcription des différentes sources. Les archives consultées appartiennent à la Bibliothèque nationale, au département d'Ille-et-Vilaine, à la ville de Rennes, aux Champs Libres de Rennes, à l'association Armorhistel, à la presse régionale et nationale. Un comité de lecture a contribué à cette production, il était composé de Jean Urban, président de l'association, Christian Drouynot, Jean-Pierre Serre, et Pierre Arcangeli. Une déclinaison de cette monographie est en cours sur le développement des télécommunications à Rennes en amont de la construction du bâtiment du Palais du commerce de Rennes et

avec celui-ci de 1891 aux années 2000. Cet ouvrage, centré majoritairement sur le Palais du commerce, abordera aussi diverses orientations régionales et nationales. La rédaction de cette monographie est désormais terminée, le document a été édité en ce mois de décembre 2025

**Jean-Pierre Serre**



# Le service universel

## (Deuxième partie)

La première partie de cette étude, publiée dans le bulletin précédent (n°66) se terminait sur le constat qu'en France le service universel n'avait pas de réalité. Cette seconde partie va relater le lent chemin du réseau Français vers cet idéal.

### 6 - L'organisation du réseau Anglais au début de 1920.

A cette même date la situation en Angleterre est bien différente : le service universel y a un sens. On y utilise une notion d'équivalent de transmission considéré comme caractérisant la qualité de l'audition entre deux points du réseau. Plus précisément il est l'affaiblissement de la communication entre ces deux points. Les Anglais l'évaluent le plus souvent en miles de câbles standard (Mcs).

Utilisant leurs appareils types, leurs essais ont montré qu'une bonne communication était possible, avec des lignes terminales d'une résistance de 300 ohms maximum, avec un affaiblissement correspondant à 46 Mcs, Compte tenu de la difficulté à maintenir optimum les performances tants des réseaux aériens que des

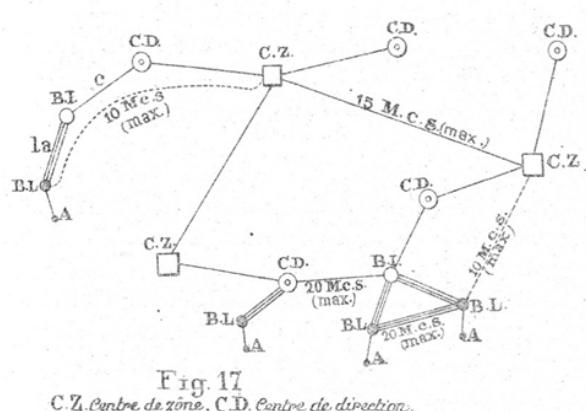


Fig. 17  
C.Z. Centre de zone. C.D. Centre de direction.  
B.I. Bureau interurbain. B.L. Bureau local.  
A. Poste d'abonné. l.a. Ligne auxiliaire.  
c. Circuit interurbain.

appareils utilisés, une valeur pratique de 35 Mcs est retenue.

Il faut bien sur prendre en compte les coûts : on dépense plus pour des circuits fortement utilisés,

### Le télégraphe de Chappe à Orgères



Après un parcours du combattant, Michel Antoni (un passionné du télégraphe optique « CHAPPE »), a marqué l'histoire de sa commune Orgères, commune dans laquelle les vestiges d'une

tour Chappe sont encore visibles. Son souhait, en permettre la restauration pour en faire un point d'intérêt régional, la tour d'Orgères se situant au beau milieu du parcours historique « Avranches – Nantes ». Le 16 septembre dernier, en présence de la FNARH, Armorhistel, et de nombreux sympathisants, Michel Antoni, appuyé par son Maire et le Conseil Municipal, a marqué l'évènement par une journée de présentation, composée d'une exposition d'objets et de panneaux, d'une conférence et de la publication d'un ouvrage. Les participants se sont ensuite rendus sur place (voir photo) pour constater l'état des ruines de la tour d'Orgères. Il est fait appel à la générosité de la Fondation du Patrimoine ainsi qu'à toutes les bonnes volontés, pour lancer les travaux de restauration, aujourd'hui estimés à 220000 €.

[www.fondation-patrimoine.org](http://www.fondation-patrimoine.org)

Après la tour Chappe de Saint Marcan, celle d'Orgères enrichira le patrimoine relatif au télégraphe optique.

que l'on cherchera le plus performant possible, que pour des lignes faiblement utilisées.

Cela a conduit à une structure de réseau présenté sur cette carte extraite des principes généraux de l'exploitation téléphonique d'H Milon Eyrolles 1925 page 228.

Le réseau comporte 9 "centres de zone", répartis sur le territoire, reliés entre eux par des circuits ayant un équivalent maximum de 15 Mcs (Dans ces villes centre de zone, les lignes terminales peuvent avoir une résistance de boucle jusqu'à 450 Ohms).

On trouve ensuite des centres de direction, relié au centre de zone, et enfin des bureaux locaux, relié soit directement aux centres de Zone, soit reliés aux centres de direction directement ou à travers des bureaux dit interurbains. Les lignes d'abonnés sont reliées aux Bureaux locaux. Et l'affaiblissement entre bureaux locaux et centre de zone est au maximum de 10 Mcs.

Bien sûr il y a des exceptions pour les lignes particulièrement éloignées de leur centre local, et là, c'est la limite de 46 Mcs qui est prise en com

## 7 - Réflexion sur l'adaptation du réseaux Français au service universel (1928-1934)

Bien sûr, les conditions géographiques et les spécificités des nations interdisent de copier servilement les solutions adoptées dans un pays donné, mais on peut s'en inspirer. Aussi, s'appuyant sur l'exemple anglais, les performances des postes français étant jugées potentiellement comparables à celles des postes du B.P.O. Une limite d'affaiblissement correspondant à 35 miles de câbles standards soit un équivalent de 3.7 peut être retenu. La répartition de cet équivalent se base sur un réseau de commutateur en nombre restreint : Centre régionaux, centre départementaux, centre d'arrondissement. Entre CR on admet un affaiblissement de 1.5, avec du fil de 3 mm cela donne 350 km max, pour aller au-delà il faudra soit du fil de plus gros diamètre soit amplifier.

### Création de centre de « grand transit » avec amplificateur sur cordon

Leurs circuits ont un affaiblissement de 1.2 entre deux centres de grand transit. Bourges, Bordeaux, Lyon, Nancy et Le Mans étaient alors en cours de construction. Les communications entre deux CR

ne passeront par un centre de grand transit que si les deux CR ne sont pas reliés directement.

Entre CR et CD affaiblissement de 0.5 avec du fil de 3mm la portée est de 120 km. Entre CD et CA affaiblissement de 0.3, soit 53 km en fil de 2.5mm. Il reste que les autres petits centres devront être directement rattachés à leur CD. Il reste un équivalent de 0.4 pour la traversée des bureaux.

Et avec tout cela on pourra toujours avoir une communication dans une même région ou dans deux régions voisines. Enfin il reste 300 ohms pour les lignes terminales. Cela donne 2.5 km en câbles 0.6mm ou 11.5 km en fil de bronze de 1.5mm. Une telle évolution nécessite des investissements massifs en transmission : pose de câbles souterrain pupinisé aptes à supporter des circuits amplifiés. Investissement en commutation rurale.

Il faut signaler un point spécifique au réseau français, cette spécificité qui pèsera lourd dans l'avenir tient à la structure éclatée du réseau de commutateurs manuels ruraux. Cet éclatement a été favorisé par le recours aux avances remboursables, qui facilitent les investissements locaux. En Angleterre, pour éviter la constitution de réseau comportant un trop faible nombre d'abonnés, on a recours aux "party-lines", lignes d'abonnements groupés, qui permettent de relier plusieurs abonnés sur une seule ligne. Le centre de rattachement pouvant alors concentrer un trafic assez important. Les investissements en transmission en sont plus facilement justifiés économiquement

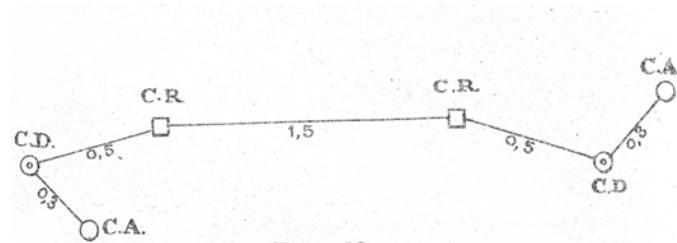


Fig.19

## 8 - Les années 1930 et la définition du cadre technique pour le service universel

Après diverses études qui ne se sont traduites que par des textes administratifs, l'organisation du Service Universel fait l'objet d'une instruction provisoire n° 731-L du 6 juin 1934 (Cours de lignes téléphoniques et télégraphiques souterraines de J. Mailley éd. Eyrolles 1935 - page 475). Dès 1928, dans un article publié dans les Annales des PTT de janvier février, H. Millon directeur de l'exploitation téléphonique, analysait les causes qui rendaient impossible le S.U et envisageait les remèdes à apporter:

Le service universel est rendu possible :

- par l'amplification et la pupinisation, cela suppose donc la réalisation d'un important programme de câbles souterrains pupinisés, dont les circuits sont amplifiés.
  - par l'adoption de postes téléphoniques "de modèles uniformes et contrôlés avant leur admission sur le réseau".
  - par la diminution du nombre des bureaux intermédiaires.
  - par un excellent entretien des lignes et des postes téléphoniques.

On a maintenant les idées plus claires. D'abord la définition du service universel (idem page 476) : "Le service téléphonique est dit universel quand il permet l'échange de communications entre deux postes téléphoniques quelconques, quels que soient la distance et le nombre d'intermédiaires qui les séparent."

Dans le "Cours de lignes téléphoniques et télégraphiques souterraines de J Mailley éd. Eyrolles 1935 " un chapitre entier est consacré à l'adaptation des réseaux au service universel. Les points suivant y sont abordés :

## L'équivalent de référence

La qualité d'une communication sera caractérisée "par un seul nombre, appelé équivalent de transmission du circuit complet sur lequel s'échange cette communication, appareil d'abonnés compris".

Cet équivalent fondamental de référence, est défini par rapport au système fondamental de référence (S F E R T). En pratique les appareils téléphoniques courant sont comparés non pas au SFERT, mais à un système étalon de travail, qui possède des différences avec l'étalon SFERT. Ce point complexe mais assez important sera repris plus loin.

Pour une bonne communication téléphonique entre deux abonnés, il faudra que l'équivalent fondamental de référence du circuit temporaire constitué à l'occasion de cette communication ne dépasse pas 4.15 Neper pour 90% des abonnés et 4.95 Neper pour 100% des abonnés.

## Organisation du réseau

La carte jointe explicite l'organisation du réseau qui doit permettre le service universel 1928- 1934, (long temps de maturation) ; en allant de la partie basse du réseau vers la partie haute, on va rencontrer quatre types de bureaux :

- des bureaux locaux : ils sont soit urbains, soit ruraux. Les bureaux urbains sont reliés à un bureau interurbain (centre de groupement, de distribution ou de transit). Les bureaux ruraux, qui ne sont plus manuels, mais équipés en « automatique rural » sont reliés à leur centre de groupement directement ou à travers deux ou trois bureaux ruraux ;



- des centres de groupement : ce sont des centres manuels. Le service y est permanent. Ils sont bureaux locaux pour les abonnés de leur zone et ils acheminent toutes les communications en provenance ou à destination des autres bureaux locaux (dont certains peuvent être automatiques). Ils ont des circuits directs avec un ou plusieurs centres de distribution, mais aussi parfois, si le trafic le justifie avec un centre de transit ;

- des centres de distribution : ils sont reliés avec plusieurs centres de transit (toujours en fonction du trafic à acheminer). Ils ont aussi des circuits pour le trafic terminal (voir plus bas). Ils sont centre de groupement pour les abonnés et les bureaux locaux qui leur sont directement rattachés ;

- des centres de transit : l'ensemble du territoire est découpé en circonscriptions ayant à leur tête un bureau central appelé centre de transit. Ils acheminent le trafic des centres de distributions et de certains centres de groupement de leur circonscription, sauf celui acheminé par des circuits directs. Ils disposent de circuits quatre fils (voir communication sur l'amplification basse fréquence) réglés à 0,3 Neper leur permettant de joindre les autres centres de transit qu'ils soient situés en France ou à l'étranger.

## Les postes d'abonnés

- Poste à batterie locale (BL) : le projet est basé sur l'utilisation d'un nouveau poste à batterie locale (sans nom) étudié en 1934 par le SRCT. Ses performances sont à peu près celle du SETAC. Il est envisagé de modifier les postes modèles 1910 et 1918 pour améliorer leurs performances. Les postes à BL sont adaptés aux bureaux à BL. Ils contiennent l'alimentation électrique (dans la « boîte à sel ») qui permet le fonctionnement du réseau.

- Poste à batterie centrale : ce sera le poste modèle 1924 (L24) à combiné équipé des nouvelles capsules Marzin à diaphragme ondulé. Là encore, on envisage de modifier des postes anciens avec les nouveaux combinés pour les adapter au service universel.

## Différents types de trafic

On distingue deux types de trafic :

- Le trafic de transit, celui qui est échangé entre centres de transit ;

- Le trafic terminal. C'est celui qui est échangé entre deux bureaux quelconques reliés par un circuit direct.

On ne peut pas mettre bout à bout deux circuits de trafic terminal. Ils ne doivent relier que des abonnés des deux bureaux centres de groupement par exemple, exception faite des circuits secondaires vers les centres ruraux ou urbains rattachés à ces centres de groupements.

## Limite des équivalents

Pour chaque genre de trafic, on aura deux sortes de limites : l'une applicable à 90 % des abonnés, l'autre pour les abonnés les plus éloignés, constituant un maximum pour 100 % des abonnés.

Pour le trafic de transit, on utilise des circuits de 0,3 Neper d'affaiblissement. Pour le trafic terminal, des circuits réglés au maximum à 1 Neper, 1,3 si le circuit est partiellement aérien.

Un dernier point est à prendre en considération : le poste du système étalon de travail est plus mauvais que le SFERT de 0,8 Neper à l'émission et de 0,3 Neper à la réception.

	SYSTÈME émetteur.	CIRCUIT	SYSTÈME récepteur.	TOTAL
<i>A</i>				
Traffic de transit.				
Pour 90 %.....	2,15	0,3	1,7	4,15
Pour 100 %.....	2,55	0,3	2,1	4,95
<i>B</i>				
Traffic terminal.				
Pour 90 %.....	1,65	1 ou 1,3	1,2	3,85 ou 4,15
Pour 100 %.....	2,05	1 ou 1,3	1,6	4,65 ou 4,95

Le tableau ci-dessus donne la répartition réglementaire des équivalents.

Bien sûr, cette répartition est déclinée suivant tous les cas de figures que l'on peut rencontrer dans les réseaux.

Tous ces principes vont se heurter aux réalités économiques, la guerre va venir. On reprendra le dossier lorsque les temps seront plus calmes. Que nous examinerons dans la troisième partie de cet article (à paraître dans le prochain bulletin).

Pierre Arcangeli

# Le Cloud : comprendre, utiliser, maîtriser

Le Cloud computing désigne un modèle d'accès à distance à des ressources informatiques mutualisées – serveurs, stockage, puissance de calcul et logiciels – accessibles par Internet. Ces ressources sont hébergées dans de vastes centres de données, appelés datacenters, répartis à travers le monde. Le principe est de permettre aux utilisateurs, qu'ils soient particuliers ou entreprises, de bénéficier d'une puissance informatique et d'outils sans avoir à gérer eux-mêmes des serveurs physiques.

Le Cloud répond ainsi à la demande croissante d'infrastructures flexibles, évolutives et disponibles partout.

## Origines et évolution

L'idée du Cloud n'est pas récente : ses racines remontent aux années 1960, lorsque les entreprises utilisaient des mainframes (serveurs informatiques) pour partager les ressources de calcul. Dans les années 1990, l'essor d'Internet fit apparaître les premiers services hébergés à distance. Mais c'est au milieu des années 2000 que le Cloud moderne prit véritablement son essor, notamment avec le lancement d'Amazon Web Services (AWS) en 2006.

Rapidement, Google, Microsoft et IBM suivirent, ouvrant leurs infrastructures aux entreprises. L'arrivée du haut débit par fibre optique rendit possible l'externalisation massive des données : les sociétés purent fermer leurs datacenters coûteux et réaliser jusqu'à 65 % d'économies.

Les GAFAM constatent un sous emploi de leur datacenters (Amazon) et ouvrent leurs infrastructures aux entreprises.

la fibre optique permet le haut débit ascendant => l'externalisation des données devient possible.

Les entreprises profitent de cette offre pour supprimer leur data centers coûteux dont la taille et la mise à jour doit sans cesse évoluer. Économie de l'ordre de 65 %.

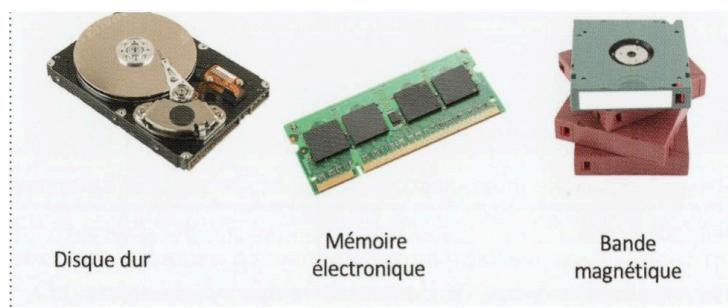
Progressivement les particuliers peuvent accéder à des services Cloud des Gafam

## Les quatre piliers du Cloud

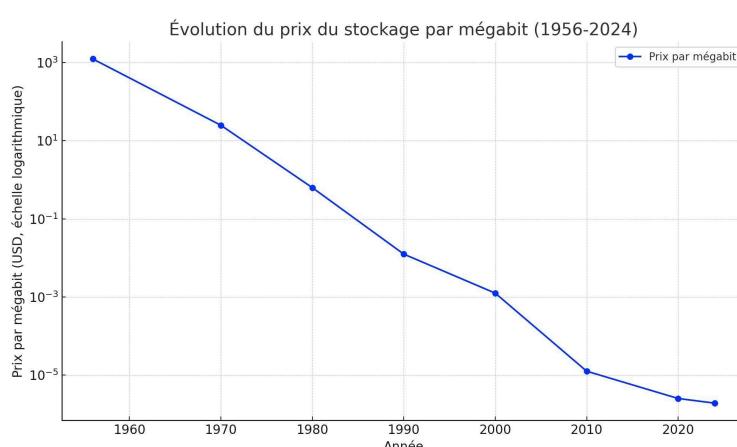
Le fonctionnement du Cloud repose sur quatre piliers essentiels :

- le stockage
- le réseau
- la puissance de calcul
- le code ou logiciel.

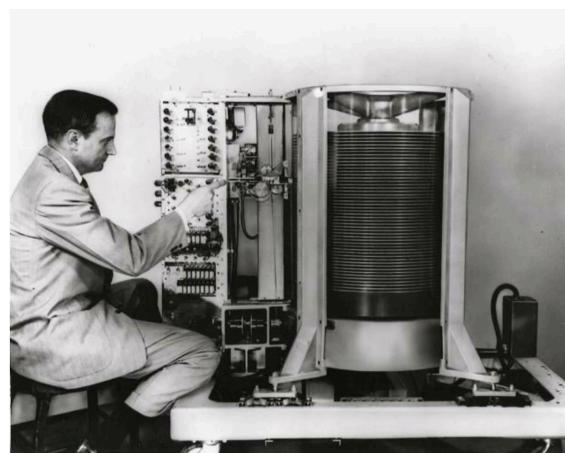
Le stockage constitue la base matérielle du système : il s'appuie sur des disques durs, des SSD ou encore des bandes magnétiques.



En un demi-siècle, le coût du stockage a été divisé par un milliard, rendant économiquement viable la conservation de volumes de données gigantesques.



1956, 1er disque dur, stocke 5 Mo pèse une tonne et vaut 50.000 \$



Le

réseau garantit la connexion continue entre l'utilisateur et les serveurs distants. La qualité de cette connectivité détermine la rapidité et la fiabilité des services.

La puissance de calcul correspond aux serveurs virtualisés, capables d'exécuter à distance des applications exigeantes, de la bureautique à l'intelligence artificielle.

Enfin, les logiciels en ligne représentent le quatrième pilier, avec des services proposés à la demande.

Remarque : les données selon leur importance n'ont pas le même niveau de traitement : on distingue le Cloud "chaud", pour les données consultées fréquemment, rapide d'accès mais coûteux, et le Cloud "froid", réservé aux archives à long terme, bon marché mais plus lent.

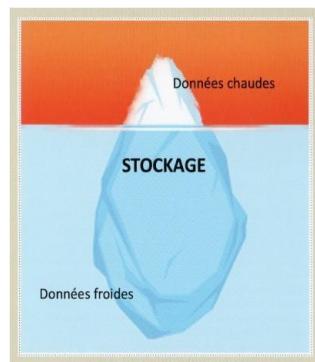
## Modèles de service et avantages

Sur cette base, trois modèles de service structurent l'offre actuelle :

- L'Infrastructure as a Service (IaaS) fournit des ressources de base comme le stockage ou les serveurs virtuels
- la Platform as a Service (PaaS) met à disposition des environnements de développement complets
- le Software as a Service (SaaS) propose des applications directement accessibles en ligne, comme Gmail, Microsoft 365 ou Salesforce.

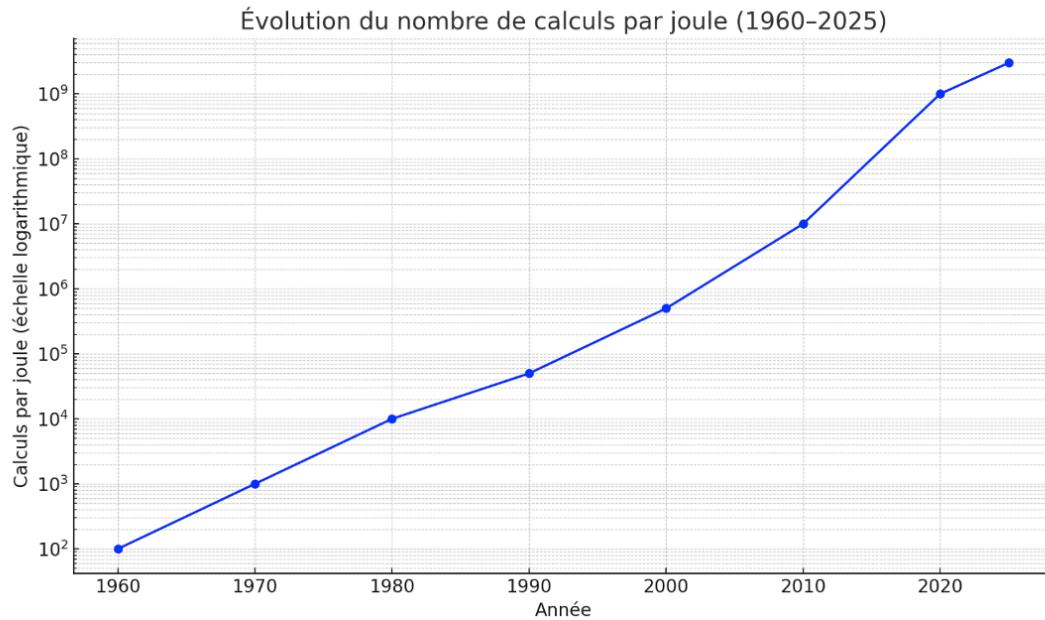
Le Cloud offre une capacité presque illimitée, une accessibilité depuis tout appareil connecté et une mise à jour automatique des logiciels. Les utilisateurs n'ont plus à se soucier de la maintenance, des pannes ou de l'évolution de leurs infrastructures. Les coûts sont optimisés grâce à la mutualisation : on ne paie que pour l'usage réel. La sécurité est renforcée grâce à la redondance géographique des serveurs. Enfin, le cloud permet d'ajuster instantanément les ressources selon les besoins. Limites et risques

Cependant, le Cloud présente aussi certaines limites. Il crée une dépendance vis-à-vis du fournisseur et exige une connexion Internet stable ; la latence peut affecter les performances. Les migrations de données restent complexes, et le risque de failles de sécurité n'est jamais nul. Pour y remédier, il est recommandé de chiffrer les données, de renforcer les contrôles d'accès et de maintenir des sauvegardes régulières sur plusieurs sites.



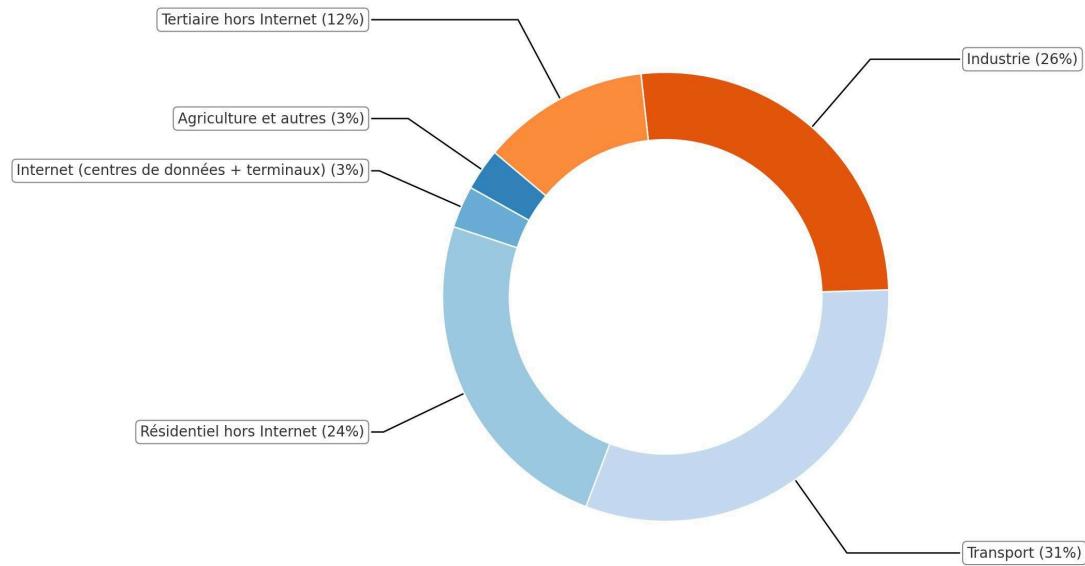
## Acteurs majeurs et enjeux énergétiques

Le marché du Cloud est dominé par quelques acteurs mondiaux : Amazon AWS, Microsoft Azure, Google Cloud Platform et Alibaba Cloud.



Source : Agence internationale de l'énergie (IEA / IEA)

Répartition mondiale de la consommation énergétique par secteur



En Europe, des alternatives existent : OVHCloud, Scaleway et Deutsche Telekom (TSystems), qui défendent un modèle plus souverain, fondé sur le respect du RGPD et la protection des données.

Les serveurs du cloud (via les centres de données) consomment aujourd'hui un peu plus ou moins 1 % à 2 % de l'électricité mondiale, selon les estimations et les définitions (certains chiffres ne comptent pas

le réseau, d'autres comptent les infrastructures de transmission). Avec la montée en charge de l'intelligence artificielle, cette part pourrait augmenter à 2-3 % ou plus d'ici une décennie (Source Scientific America avril 2025).

Grâce à des infrastructures très optimisées, leur efficacité énergétique (PUE < 1,2) est bien supérieure à celle des serveurs internes, souvent autour de 1,8. Un serveur domestique ou NAS consomme jusqu'à dix fois plus d'énergie que le Cloud pour le même service, du fait du manque de mutualisation.

*Nota : Le PUE est le ratio entre l'énergie totale consommée par l'ensemble du centre d'exploitation (avec entre autres, le refroidissement, le traitement d'air, les UPS ([onduleurs](#))...) et la partie qui est effectivement consommée par les [systèmes informatiques](#)*

Par ailleurs, grâce à la miniaturisation des circuits intégrés, l'efficacité énergétique s'est considérablement améliorée.

## Souveraineté numérique et Cloud de confiance

La question de la souveraineté numérique est devenue cruciale. En France, la certification SecNumCloud, délivrée par l'ANSSI, encadre l'hébergement des données sensibles et exclut les fournisseurs soumis au droit extraterritorial américain ou chinois.

Les acteurs français comme OVHCloud, 3DS Outscale (Dassault Systèmes) ou le projet Bleu (Orange et Capgemini) portent ce modèle de Cloud de confiance. Malgré cela, les initiatives européennes, telles que Gaia-X ou Andromède, ont connu de multiples retards. Les offres souveraines restent plus coûteuses et moins riches fonctionnellement, freinant leur adoption. La clé du succès réside désormais dans la simplicité d'usage, la qualité de l'expérience et une véritable commande publique orientée vers les acteurs européens.

## Le Cloud au quotidien

Pour les particuliers, le Cloud offre une sauvegarde automatique et sécurisée des fichiers, accessible depuis n'importe quel terminal. Il permet la synchronisation des appareils, la libération de mémoire sur les téléphones et ordinateurs, ainsi qu'un partage simplifié de documents.

Les principaux risques – piratage, pannes de fournisseur – restent marginaux au regard des avantages. En cas de perte ou de vol d'un appareil, les fichiers restent accessibles. Les GAFAM conservent généralement les fichiers supprimés pendant trente jours, et certaines suites bureautiques permettent de retrouver les versions précédentes des documents.

## Offres et pratiques grand public

Les offres grand public se distinguent par leur capacité et leur écosystème : Google One, Microsoft OneDrive, Apple iCloud+, Dropbox, pCloud ou MEGA.

Chacun propose une formule adaptée à ses besoins, du stockage gratuit limité aux options payantes. Tous illustrent la banalisation de l'usage du Cloud personnel. Toutefois, il faut garder à l'esprit que les fichiers stockés dans le Cloud ne résident pas toujours physiquement sur le terminal : seuls les éléments utilisés sont synchronisés localement. Le Cloud ne constitue pas un outil d'archivage permanent ; il convient donc de prévoir des sauvegardes complémentaires. Le niveau de chiffrement varie selon les fournisseurs, et il reste possible de sécuriser soi-même ses données avant transfert.

## Perspectives

Le Cloud s'est imposé dans d'autres domaines du quotidien : transferts de fichiers (WeTransfer, SwissTransfer), logiciels en ligne (Microsoft office 365, Photopea, Tinywow) ou jeux en streaming.

Il constitue enfin l'infrastructure essentielle de l'intelligence artificielle, en fournissant la puissance de calcul et le stockage distribués nécessaires à son fonctionnement. En définitive, le Cloud représente bien plus qu'un outil technologique : il est devenu une composante centrale de l'économie numérique mondiale. Son avenir dépendra de sa capacité à concilier performance, sécurité, sobriété énergétique et souveraineté des données, tout en restant accessible à tous.

**Philippe Gérard**

## Lu pour vous: "Stocker nos données sur ADN"

Dans son livre "Stocker nos données sur ADN", Dominique Lavenier explore une solution pour faire face à l'explosion des données numériques dont la production mondiale double tous les trois ans. Les data centers, très énergivores, deviennent insoutenables à long terme.

L'auteur présente l'ADN synthétique comme une alternative prometteuse : ce support naturel, utilisé depuis des milliards d'années pour conserver l'information génétique, permet de stocker des quantités colossales de données dans un volume infime et avec une durabilité exceptionnelle. Le livre explique comment convertir des fichiers numériques (textes, photos, vidéos) en séquences d'ADN, en transformant les suites de 0 et 1 en un alphabet à quatre lettres (A, C, G, T). Cette technologie pourrait réduire drastiquement la consommation énergétique et l'encombrement des infrastructures de stockage actuelles. Cependant, l'auteur souligne aussi les défis majeurs: coût élevé de la synthèse et du séquençage, lenteur des processus et questions éthiques et environnementales.

Accessible et richement illustré, l'ouvrage offre une vision claire des enjeux, des principes scientifiques et des perspectives d'avenir de cette innovation, tout en rappelant que son déploiement à grande échelle nécessitera encore des avancées technologiques significatives.

En résumé, ce livre est une introduction pédagogique à une technologie qui pourrait transformer notre rapport au stockage des données dont la maturité industrielle reste à venir.

Qui est Dominique Lavenier ?

Dominique Lavenier est directeur de recherche au CNRS, spécialisé en informatique. Il travaille à l'Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires (IRISA), basé à Rennes. Ses domaines de recherche incluent le parallélisme, la bio-informatique et les architectures reconfigurables, avec une expertise reconnue dans l'accélération matérielle pour le traitement des données génomiques. Il a publié de nombreux articles scientifiques et participe activement à des projets innovants à l'interface entre l'informatique et la biologie.

Son travail s'inscrit notamment dans le développement d'outils et de méthodes pour optimiser le traitement des données massives, comme celles issues du séquençage ADN, ce qui en fait une figure importante dans le domaine du stockage et de l'analyse des données biologiques.

**Jean-Luc Godard**

