



# Pourquoi l'Internet grandit ?

“Connectivity is its own reward” [Rutkowski, Internet Society]

- **Effet de famille** : un réseau de messagerie est d'autant plus utile qu'on peut y joindre d'avantage d'utilisateurs. L'attraction détermine le volume des nouveaux entrants (dérivée proportionnelle à la taille -> croissance exponentielle de l'effet boule de neige)
- **Effet de marché** : plus il y a d'utilisateurs, plus il y a de services offerts

## Au commencement...

- **1957** : contexte de la compétition USA-URSS. Groupe ARPA (“Advanced Research Projects Agency”) de la défense US
- **1962** : le groupe académique RAND, sur commande de l’armée US, conçoit un réseau capable de résister à une frappe nucléaire massive. **Paul Baran** propose l’idée d’un réseau maillé acheminant des paquets de données de façon autonome.
- Le projet de Paul Baran est refusé par les militaires et ce n'est que 6 ans plus tard qu'il se concrétise.

## Premières briques...

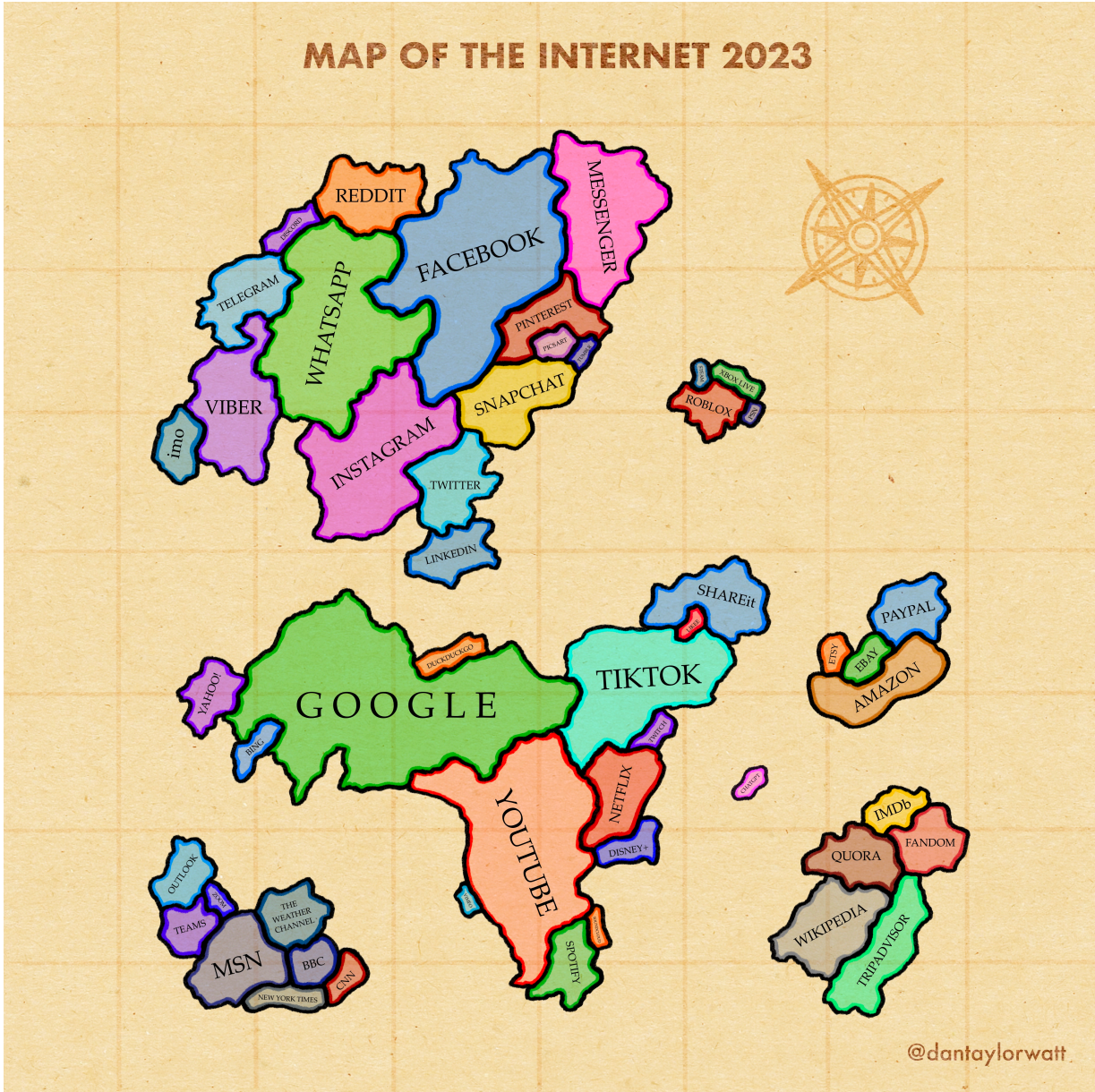
- 1969 : Arpanet
- 1971 : le courrier électronique
- 1973 : TCP/IP
- 1980 : le Minitel en France
- 1983 : le DNS (« Domain Name System »)
- 1989 : le World Wide Web
- 1995 - 2003 : la guerre des navigateurs  
(**Aujourd'hui** : Google Chrome, Safari, Firefox, Microsoft Edge, Brave, Opera, Tor Browser, Sidekick, Waterfox, Vivaldi, Maxthon... [la plupart gratuits])

## Ces vingt dernières années... Le boom des réseaux sociaux

- Dopé par l'inondation des téléphones portables
- LinkedIn (US 2002) : 10 millions d'abonnés en France aujourd'hui
- Facebook (US 2004 communauté univ) : 40 millions actifs mensuels en France en 2020 -> nouveau métier « influenceur »
- Twitter (US 2006) : 13 millions utilisateurs en France
- Twitch, MySpace, Pinterest, YouTube, Instagram, WhatsApp, Snapchat, Signal, TikTok, ...
- **Deux mouvements contradictoires : la généralisation de l'entre-soi et la mise en mouvement de collectifs**

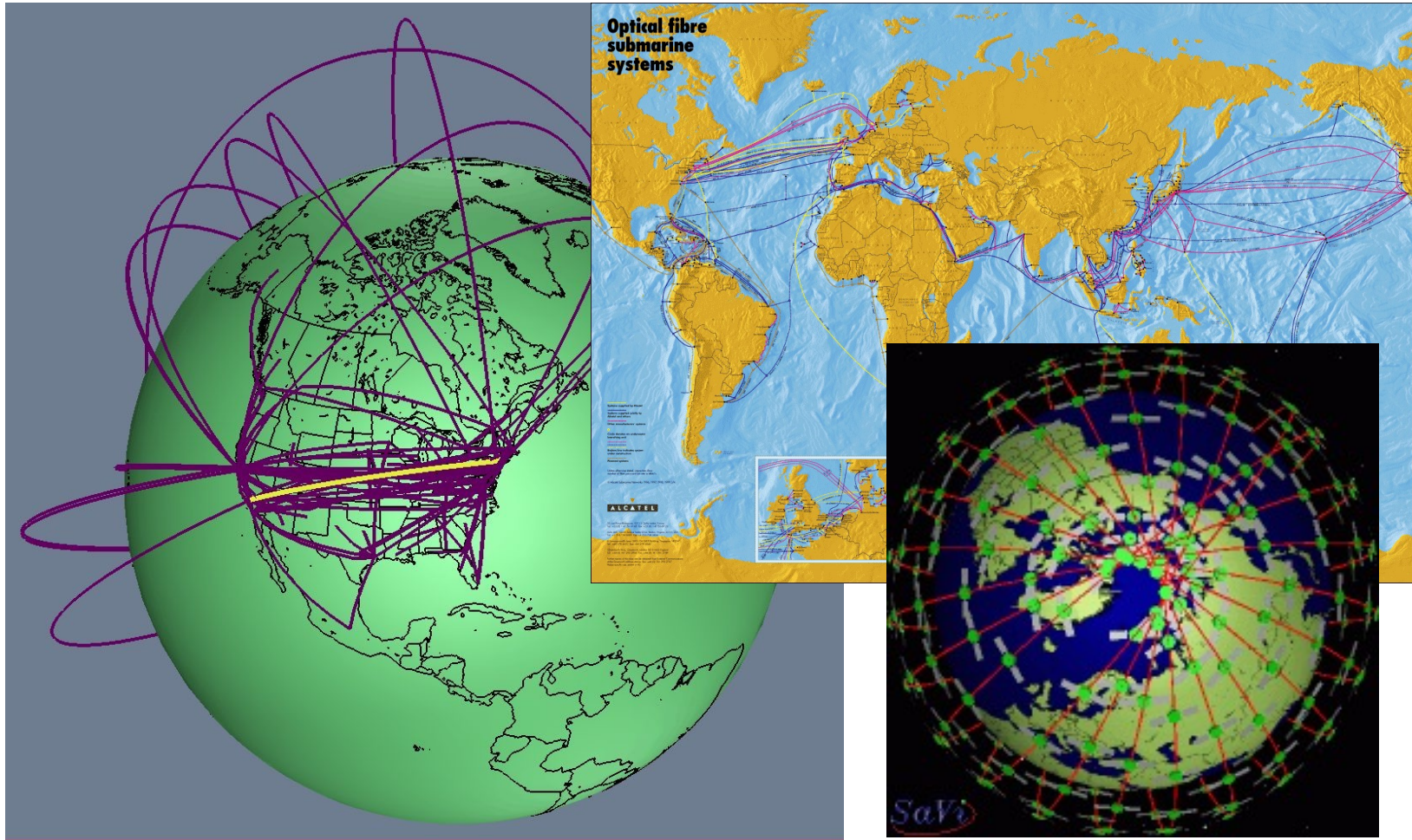


# Réseaux sociaux par proximité d'usage

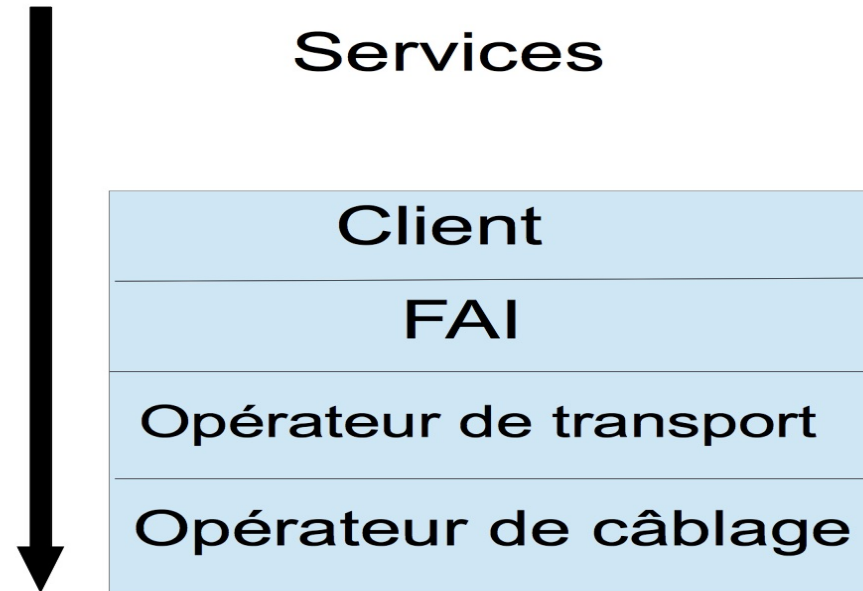




# Structure physique de l'Internet : l'épine dorsale "Mbone"



# Vision fonctionnelle de l'Internet





# Les FAI (Fournisseurs d'Accès Internet) ISP (« Internet Service Providers »)

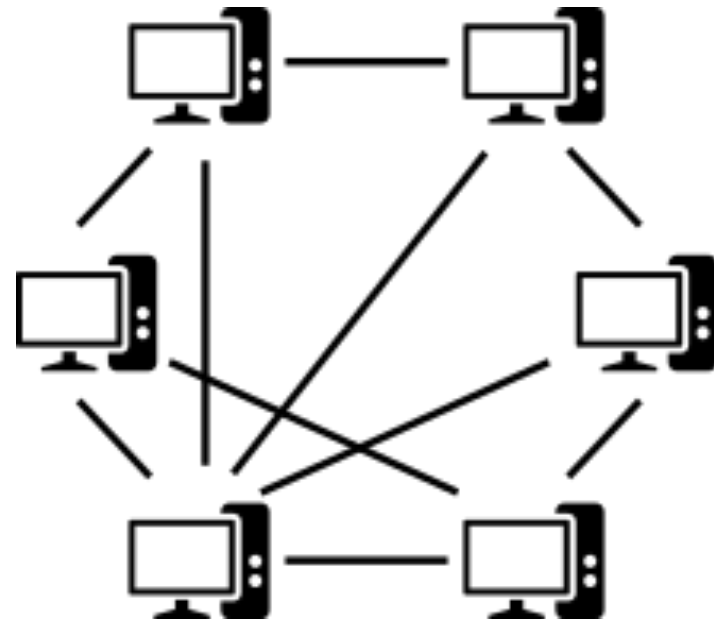
- Se partagent les « nœuds » de l'Internet
- En France par exemple :

Nordnet, Numerisat, SkyDSL (satellite)  
Bouygues Télécom  
Coriolis Télécom  
Free  
K-Net, Kiwi (fibre)  
NRJ Mobile  
Orange  
RED by SFR  
SFR  
Sosh

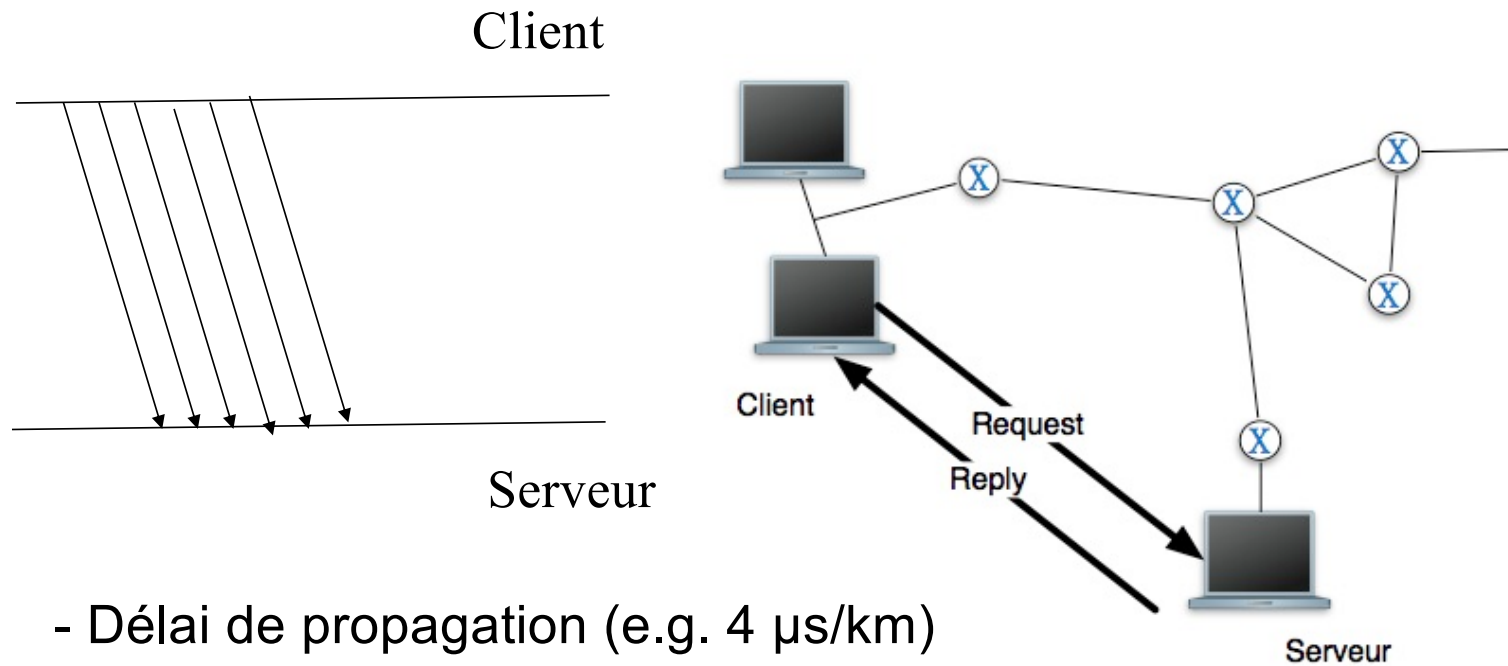
En Polynésie : VINI & VITI

- Peuvent partager des infrastructures
- Connexion Box-DSLAM-Internet

# Mode client-serveur de bout en bout vs Mode Pair-à-Pair



# Délais.



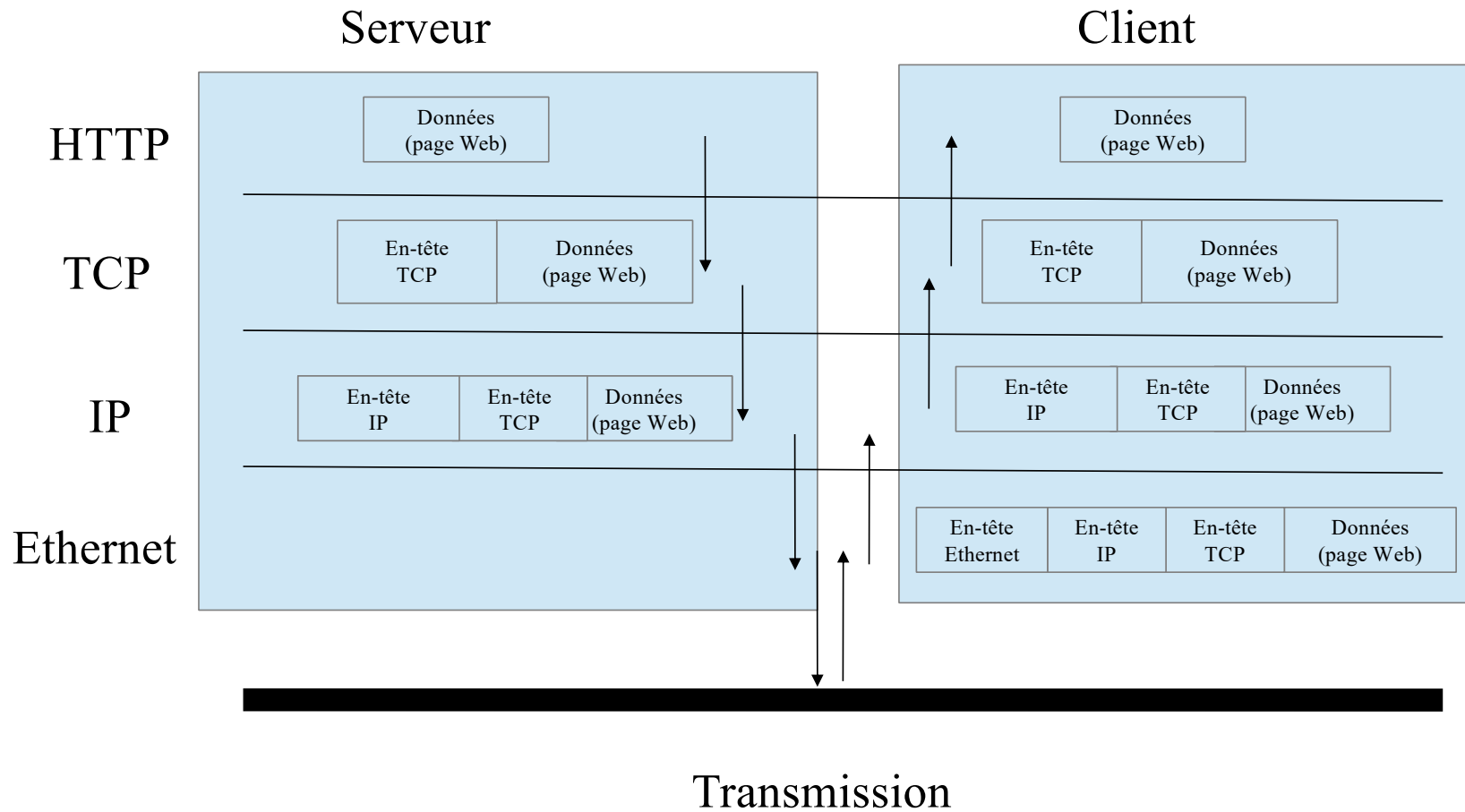
- Délai de propagation (e.g.  $4 \mu\text{s}/\text{km}$ )
- Délai de transmission (e.g. 100 Mbits/s)
- Délai d'attente sur un routeur

# La notion de protocole

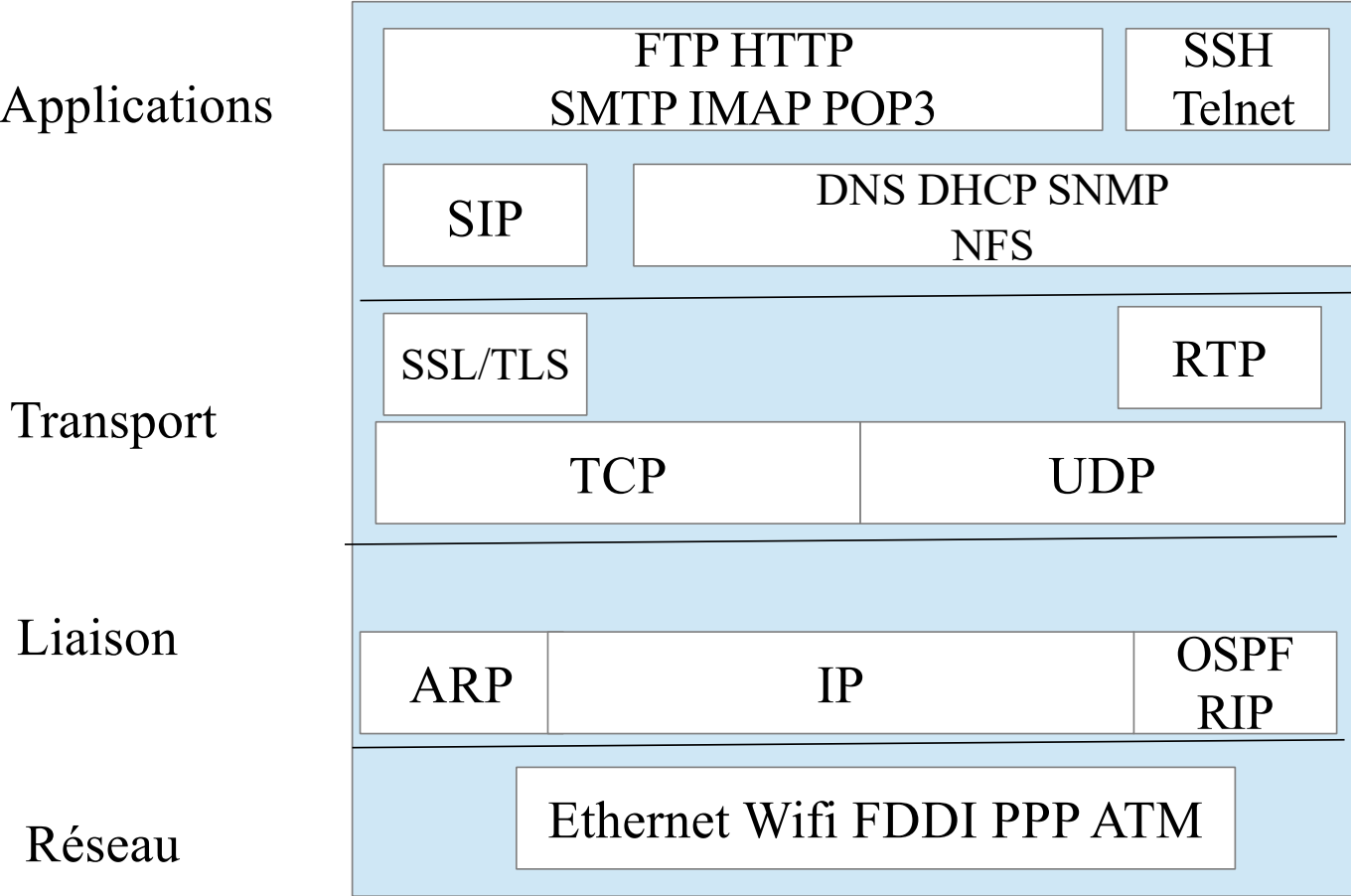
- Ensemble de règles d'échanges pour contrôler la communication
- Car il faut :
  - récupérer les erreurs
  - passer des infos supplémentaires de contrôle (adresses, paramètres, ...)
- Il y a une structuration en couches des protocoles



# La notion d'architecture en couches



# Des protocoles de l'Internet



# Le protocole applicatif des réseaux sociaux XMPP (« eXtensible Messaging and Presence Protocol »)

- Streaming XML (« eXtended Markup Language »)
- Cryptage utilisant le protocole de transport TLS
- Authentification utilisant le protocole SALS
- Teste la disponibilité (présence)
- Souscription
- Listes

JAN  
2021

# DIGITAL AROUND THE WORLD

THE ESSENTIAL HEADLINE DATA YOU NEED TO UNDERSTAND MOBILE, INTERNET, AND SOCIAL MEDIA USE

⚠️ INTERNET USER NUMBERS NO LONGER INCLUDE DATA SOURCED FROM SOCIAL MEDIA PLATFORMS, SO VALUES ARE NOT COMPARABLE TO PREVIOUS REPORTS

DRAFT

TOTAL  
POPULATION



**7.83**  
BILLION

URBANISATION:  
**56.4%**

UNIQUE MOBILE  
PHONE USERS



**5.22**  
BILLION

vs. POPULATION:  
**66.6%**

INTERNET  
USERS\*



**4.66**  
BILLION

vs. POPULATION:  
**59.5%**

ACTIVE SOCIAL  
MEDIA USERS\*



**4.20**  
BILLION

vs. POPULATION:  
**53.6%**



we  
are  
social



we  
are  
social



Hootsuite®

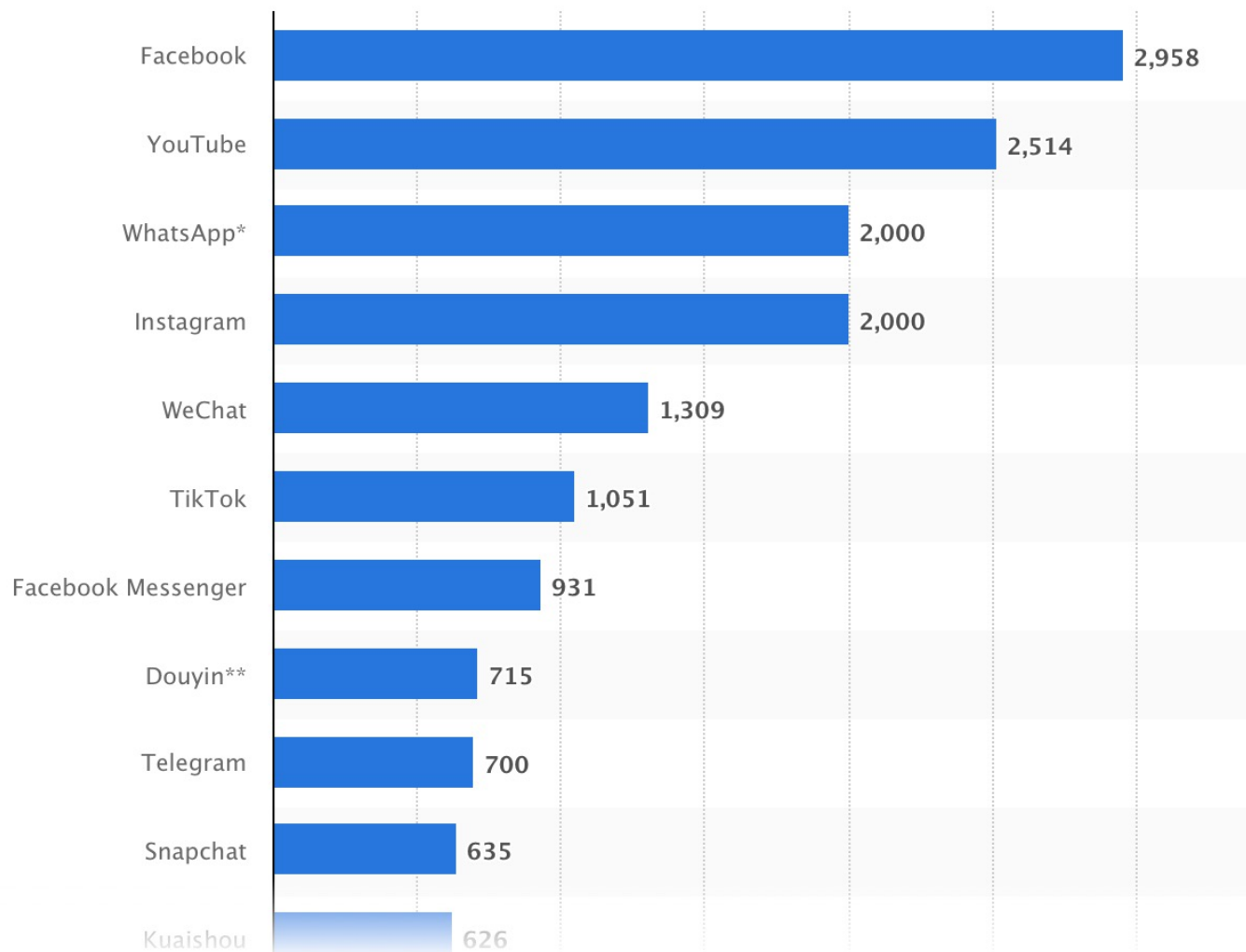


## Une technologie largement utilisée

- En 2022, les utilisateurs de smartphones ont passé plus de 2 000 milliards d'heures sur les réseaux sociaux
- Plus de 5h quotidiennes en moyenne sur les 10 principaux marchés mobiles (3h30 en France)
- Le groupe META domine avec Facebook, WhatsApp et Instagram.

# Les réseaux les plus populaires en 2023

(nombre  
d'utilisateurs  
actifs par mois  
en millions  
d'utilisateurs)



# L'utilisation des réseaux sociaux

- Présents partout dans le monde mais le taux de pénétration en Europe et en Amérique est de plus de 75 %, tandis qu'il est inférieur à 45 % dans toute l'Afrique.

Twitter est principalement utilisé aux États-Unis et au Japon, tandis que la plus grande part des utilisateurs de Facebook se trouvent en Inde. Quant à l'application TikTok, nommé Douyin en Chinois, elle recensait plus de 600 millions d'utilisateurs quotidiens en Chine en août 2020.

- En 2021, la majorité des utilisateurs de Snapchat étaient des femmes, tandis que plus de 70 % des utilisateurs de Twitter étaient des hommes.
- Facebook était utilisé principalement par les 25-34 ans aux États-Unis en 2021, tandis que les adolescents préféraient utiliser Snapchat ou TikTok.

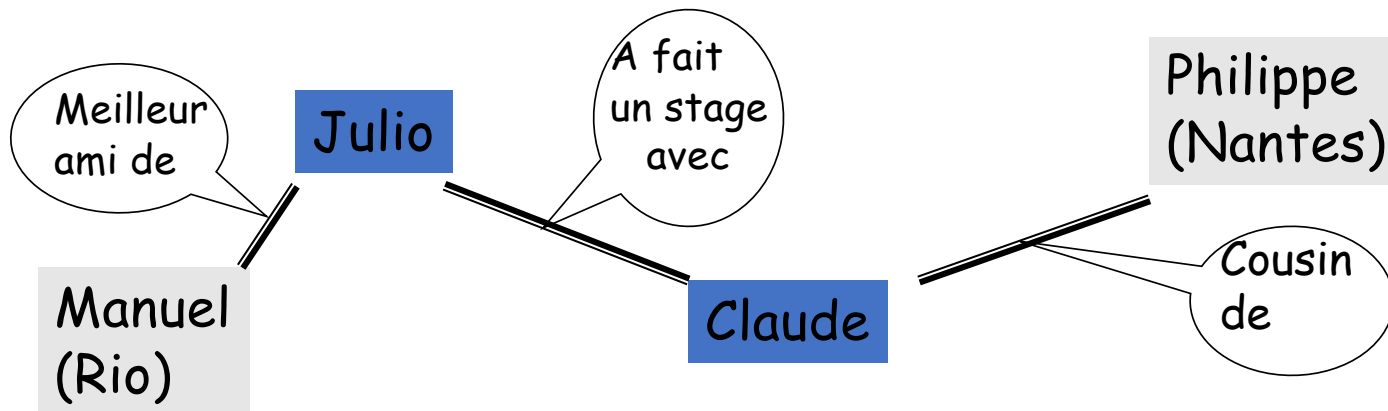
# Leurs recettes

- Une grande partie des revenus est réalisée grâce à la diffusion de publicité. C'est le cas par exemple du chiffre d'affaires de Twitter qui provient en quasi-totalité des revenus de la pub.
- En revanche, sur TikTok, les utilisateurs peuvent réaliser des achats de jetons virtuels pour soutenir les influenceurs sur lesquels TikTok prend une commission. Fin 2021 les utilisateurs avaient dépensé plus de 824 millions de dollars sur l'application.
- Certaines plateformes font payer la publicité sur leurs réseaux plus cher que d'autres. La plus chère est LinkedIn, où le coût par clic des publicités s'élève à 5,26 dollars, soit plus de 5 fois le coût que propose Facebook.
- Facebook reste le leader du marché en terme de revenus. Mark Zuckerberg avait racheté ses concurrents : Instagram en 2012, Whatsapp en 2014, afin de maintenir sa position dominante. L'entreprise renommée Meta en 2021 essaye aujourd'hui encore de croître en diversifiant et s'aventure désormais sur le terrain de la réalité virtuelle qui intéressait déjà plus d'un tiers des utilisateurs fin 2021. Un marché en pleine expansion qui devrait atteindre les 12,2 milliards de dollars de revenu en 2024.



# Analyse structurelle des réseaux sociaux : le monde est petit...

- Expérience du psychologue Stanley Milgram en 1967
- 300 personnes sélectionnées aléatoirement doivent faire parvenir une lettre à une personne donnée de Boston
- **Règle** : on ne peut envoyer une lettre qu'à quelqu'un que l'on connaît



# Résultats

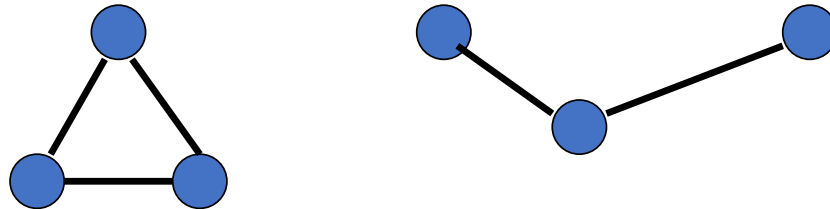
- 20% des lettres sont arrivées
- Elles sont arrivées en 6 étapes max seulement !

## Caractéristiques des petits mondes :

1. Des chemins courts existent,
2. Les gens sont capables de les trouver

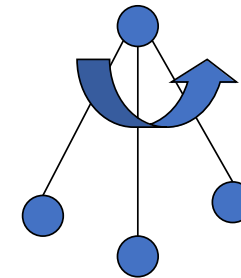
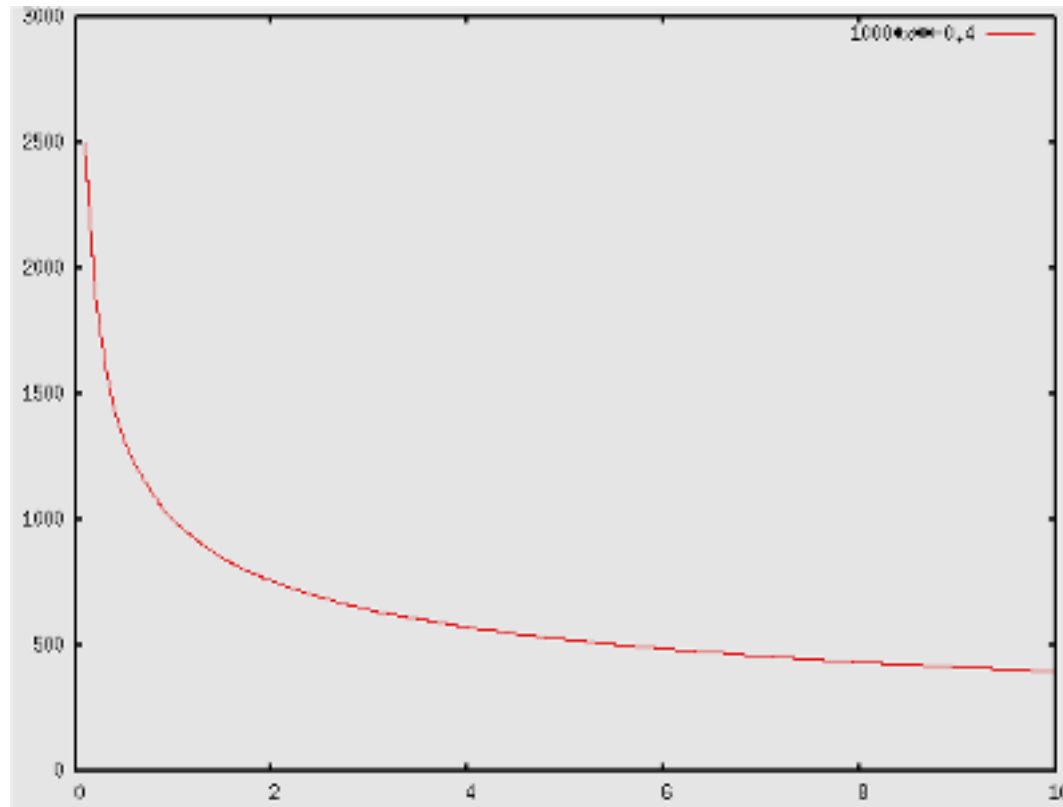
# Grande connexité des petits mondes : phénomène de groupes

- “Les amis de mes amis sont mes amis” : beaucoup de triangles
- Mesure possible de connectivité :  
 $C = \text{\#triangles} / \text{\#triplets connectés}$



Les graphes des interactions sur un réseau social :  $C$  autour de 0,1  
(sur un graphe aléatoire pur : 0,0001)

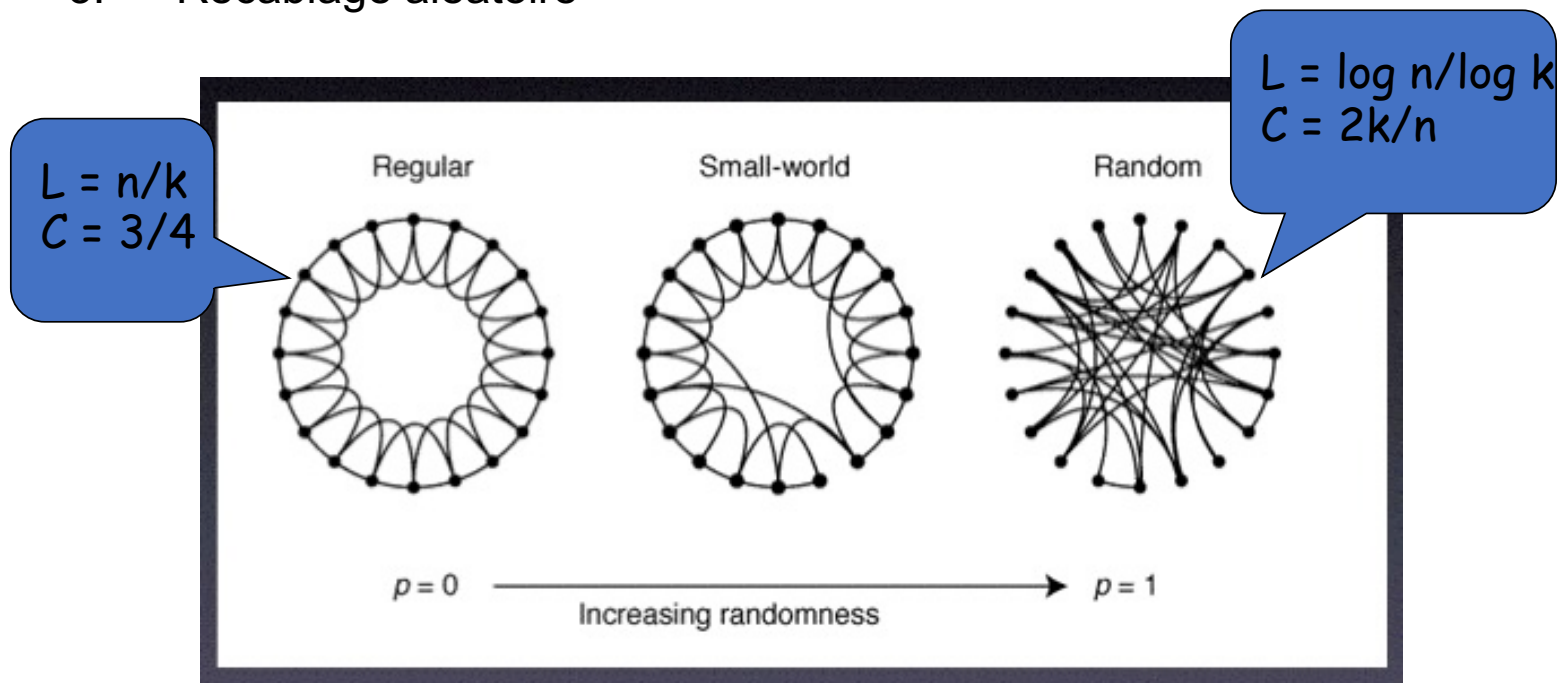
# La distribution des degrés



- Loi de “puissance” : le nombre de noeuds de degré  $k$  est en  $k^{-\alpha}$

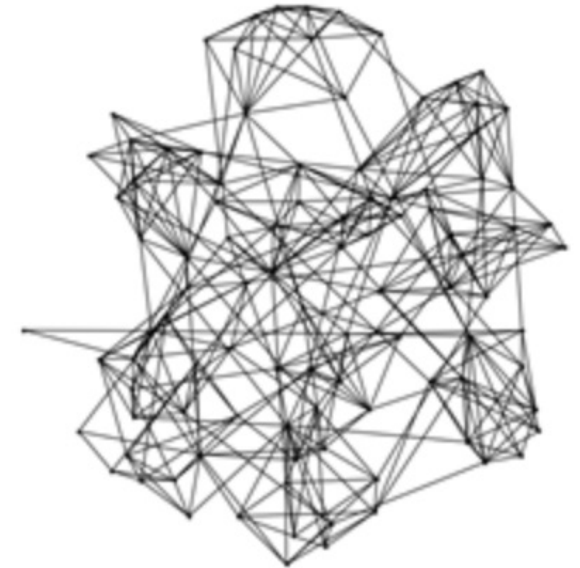
# Modèle de Watts et Strogatz [Nature 1998]

1. Un anneau de  $n$  noeuds
2. Chaque noeud est en plus connecté à ses  $k$  voisins les plus proches
3. Recablage aléatoire



# Modèle dynamique

- Le modèle de Watts et Strogatz ne retrouve pas la loi de puissance des degrés
- Plus de réalisme peut être obtenu par la simulation de la croissance du réseau (modèle dynamique)
- Stratégie de “l’attachement préférentiel” [Albert et Barabasi 1999] :
  - Le réseau croît continuellement,
  - Les nouveaux noeuds s’attachent préférentiellement aux sites déjà bien connectés (“on ne prête qu’aux riches”)
- Il apparaît des nœuds plus connectés que d’autres : les « influenceurs »



# Addiction à l'Internet et Réseaux Sociaux Numériques ?

- Addiction définie dans sa composante comportementale (sans usage de substances psychoactives...)
- Ressemble à une addiction définie : celle des jeux d'argent
- Les critères admis :
  - a. La préoccupation pour les usages : le comportement lié à Internet est l'aspect dominant de la vie quotidienne de la personne, souvent accompagné d'un besoin irrépressible d'aller sur Internet. L'activité addictive occupe la sphère cognitive (les pensées), la sphère affective (les émotions et sentiments) et a des répercussions sur les autres comportements de l'individu.
  - b. Le syndrome de manque : apparition d'états émotionnels ou d'effets physiques négatifs lorsque l'usage d'Internet est réduit ou impossible (par exemple irritabilité, tristesse, agitation).
  - c. La tolérance : c'est le processus consistant à devoir régulièrement augmenter le temps passé sur Internet pour ressentir les effets désirés.
  - d. La perte de contrôle : c'est-à-dire le sentiment subjectif de perdre la maîtrise de soi, telle une incapacité à contrôler, réduire ou arrêter les comportements en ligne.
  - e. La perte de l'intérêt pour les autres activités qui étaient auparavant importantes.
  - f. La continuation de l'usage malgré ses conséquences négatives, comme les conflits
  - g. La dissimulation : la personne ment aux autres pour dissimuler le temps et la fréquence d'usage.
  - h. La régulation des émotions : la personne a besoin d'être en ligne pour se sentir mieux ou échapper aux états émotionnels négatifs qu'elle peut ressentir (pour réduire son anxiété...).



# Addiction à l'Internet et Réseaux Sociaux Numériques ?

- Addiction sur Internet ou addiction à Internet ?
- Addiction sur Internet : reproduit en utilisant la puissance des réseaux des addictions classiques (jeux, sexe, achats...)
- Addiction à Internet : usage excessif et dysfonctionnel (la pathologie se discute...)
- Dans beaucoup de cas, il s'agit d'un usage compensatoire (échappement des problèmes de la vie réelle)

# Sous la loi des algorithmes...

- L'exploitation continue de nos données numériques modifie nos comportements. Et la société toute entière...
- Déploie sous nos yeux une réalité qui colle à tous nos désirs (même ceux qui nous ne connaissons pas encore)
- Simple corrélation entre les données personnelles d'un individu (profilage) et celles de centaines de milliers d'autres (celles qui ont un « nuage de points » qui ressemble). Aucune compréhension du contenu !
- Problème sur la façon dont on conçoit la vérité. Le résultat n'est ni vérifiable, ni justifiable (pas de causalité).
- Les algorithmes sont gardés plus ou moins secrets.

# Sous la loi des algorithmes...

- L'exploitation continue de nos données numériques modifie nos comportements. Et la société toute entière...
- Déploie sous nos yeux une réalité qui colle à tous nos désirs (même ceux qui nous ne connaissons pas encore)
- Simple corrélation entre les données personnelles d'un individu (profilage) et celles de centaines de milliers d'autres (celles qui ont un « nuage de points » qui ressemble). Aucune compréhension du contenu !
- Problème sur la façon dont on conçoit la vérité. Le résultat n'est ni vérifiable, ni justifiable (pas de causalité).
- Les algorithmes sont gardés plus ou moins secrets.

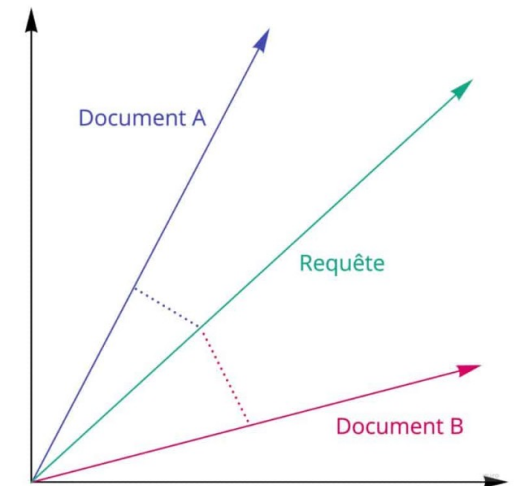
# Sous la loi des algorithmes...

- Société du profilage : « effet de boucle » : prédire une info future sur un individu peut changer son comportement (ex. prédiction d'Alzheimer).
- Idem recommandations : l'algorithme prédit que vous allez aimer une musique, un restau ... Et c'est souvent vrai, car vous êtes influencés...
- Déviations : score de crédits, score social en Chine.  
Garde-fou RGPD en France.
- Biais des gens (usines à Trolls)  
Biais des algos, car biais des données
- Partition de l'espace social entre des communautés identifiées à partir de similarités :  
aux US, les conspirationnistes de Qanon ne se seraient jamais trouvés sans les algos

# L'algorithme de Google



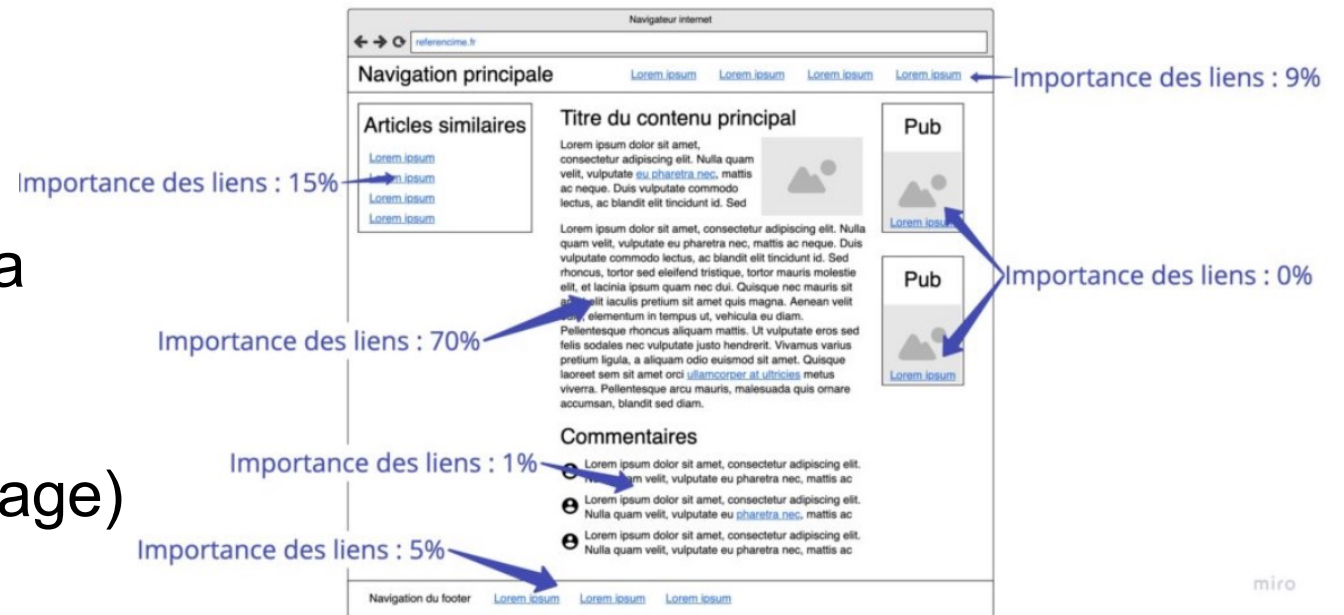
- Se promène continuellement sur le Web pour récupérer le maximum de pages Web (20 milliards de sites par jour)
- Met à jour une base d'index et de sous-index (une centaine de milliards de références)
- Utilisation d'un indexage inversé (indexé par des mots formant un « vecteur ») : utilisation croissante de l'IA pour cela.
- Calcule une similarité entre la requête et les contenus des pages
- Ordonne les pages sélectionnées « Pagerank » par indice de popularité



# Pagerank (Larry Page, 1998)



- La valeur du pagerank d'un contenu est proportionnelle à la quantité de liens qui pointent dessus
- On tient compte maintenant aussi de la « qualité » des liens (grossièrement leur emplacement sur la page)



# L'algorithme de TikTok



- **Les reVISIONNAGES** : critère le plus important pour TikTok. Plus une vidéo est reVISIONnée par les utilisateurs au moment de sa parution, plus elle est susceptible d'être partagée à une large audience. La durée de visionnage sera également un facteur déterminant.
- **Les likes et commentaires** : TikTok se positionne comme une application qui favorise les échanges. Ainsi, une vidéo qui génère des commentaires, likes ou partages renverra un message positif à l'algorithme, qui augmentera sa visibilité.
- **Les tendances** : TikTok privilégie les tendances. Pour surfer sur les trends, vous pouvez réaliser des challenges, reproduire certains formats appréciés ou utiliser des musiques populaires.



# L'algorithme d'Instagram



- **Les interactions** : Instagram privilégie grandement les interactions. Vous serez davantage exposé aux contenus publiés par des personnes avec qui vous échangez par message, ou dont vous interagissez avec le contenu.
- **Les hashtags** : pour mettre en avant vos publications auprès d'utilisateurs qui ne vous suivent pas.
- **Les publications tendance** : Instagram attribue un score visant à définir la pertinence des publications. Ce score sera plus élevé pour les publications récentes, mais également pour celles répondant à des tendances du moment (liées à l'actualité par exemple).
- **Les publications ciblées** : Instagram tente de comprendre vos goûts. Ainsi, si vous publiez des contenus dont l'univers est clairement défini, vous augmentez vos chances d'être mis en avant auprès d'une communauté spécifique.

# L'algorithme de LinkedIn



- **L'engagement** : il s'agit de la donnée principale valorisée par l'algorithme LinkedIn. Si les réactions (J'adore, Bravo, Instructif, etc.) sont importantes, c'est le nombre de commentaires qui a le plus d'impact sur la mise en avant d'une publication.
- **La régularité** : les comptes qui publient régulièrement sont récompensés. C'est la raison pour laquelle beaucoup d'utilisateurs de la plateforme s'appliquent à publier chaque jour.
- **Les médias** : les posts intégrant des médias (images, vidéos, PDF, carrousels) obtiennent également une meilleure visibilité. Il en est de même pour les sondages.

# L'algorithme de YouTube



- **La régularité des publications** : YouTube apprécie les créateurs qui publient régulièrement. Ainsi, les chaînes ayant un rythme élevé de publication seront récompensées.
- **Le nombre de followers** : à l'inverse de TikTok, le nombre de followers d'une chaîne aura un fort impact sur la mise en avant de ses vidéos.
- **Les vues, likes et commentaires** : une vidéo ayant beaucoup de vues, de likes et de commentaires aura davantage de visibilité. C'est pourquoi vos Youtubeurs préférés ont l'habitude de vous demander votre avis en commentaire et vous encouragent à mettre un pouce bleu. Par ailleurs, contrairement à la plupart des plateformes, l'algorithme YouTube peut remettre en avant des vidéos anciennes (datant de plusieurs années) si celles-ci ont connu une belle performance.
- **Les sous-titres** : l'algorithme de YouTube valorise les vidéos qui proposent des sous-titres.

# L'algorithme de Twitter (X)



- **Les retweets et les likes** : il s'agit du facteur qui booste le plus la visibilité des tweets. Cet effet est directement observable.
- **L'ajout d'un média** : les photos et vidéos permettent de doubler la visibilité d'un contenu.
- **L'abonnement à Twitter Blue** : sans surprise, le réseau social booste les publications des abonnés à Twitter Blue. Cette donnée fait partie des arguments avancés par Twitter pour encourager les abonnements à cette nouvelle formule.
- **Les interactions** : les commentaires, citations et réponses permettent aux contenus d'être mis en valeur. Cette visibilité est décuplée si les échanges sont répétés (si l'auteur du tweet répond aux commentaires par exemple).

# Conclusion

- Internet et ses applications forment un système artificiel probablement un des plus complexes et transformant inventés par l'humain, au vu de sa taille, de ses algorithmes et de son impact.
- La mise en place des réseaux sociaux est un fait majeur de cette transformation.
- Ceux-ci portent en eux des opportunités formidables de formation de communautés et de partage
- Mais aussi favorisent le quant-à-soi et sont sources de manipulations
- Ce phénomène est amplifié par l'utilisation de l'Intelligence Artificielle