

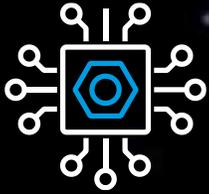


HORIZONS TECHNOLOGIQUES

IA, Blockchain, Quantique by



**INDUSTRIE INNOVANTE : VERS UN FUTUR AVEC L'IA,
LA BLOCKCHAIN ET LE QUANTIQUE ?**



Accélérateur de la transformation numérique

L'institut Carnot Télécom & Société numérique fédère les laboratoires et les équipes de recherche de 11 établissements de recherche d'excellence : un réseau de composantes développé avec un fort ancrage territorial facilitant l'accès aux entreprises.



Un gage d'excellence dans la recherche partenariale

L'institut Carnot TSN constitue le premier institut Carnot « Sciences et technologies du numérique » d'ampleur nationale. En 2020, le label était renouvelé pour la 4^{ème} fois consécutive.



Un engagement national

Porté par l'Institut Mines-Télécom, l'institut Carnot TSN est l'un des 39 instituts Carnot du Réseau des Carnot.

HORIZONS
TECHNOLOGIQUES

IA, Blockchain, Quantique by 

Nos 11 composantes



L'Intelligence Artificielle Générative



Marc Leny

Chef du département
R&D chez Ektacom

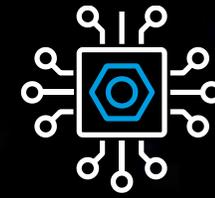


Nicolas Farrugia

Professeur
à IMT Atlantique

Intelligence Artificielle ?

$$y = f(X)$$



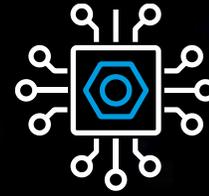
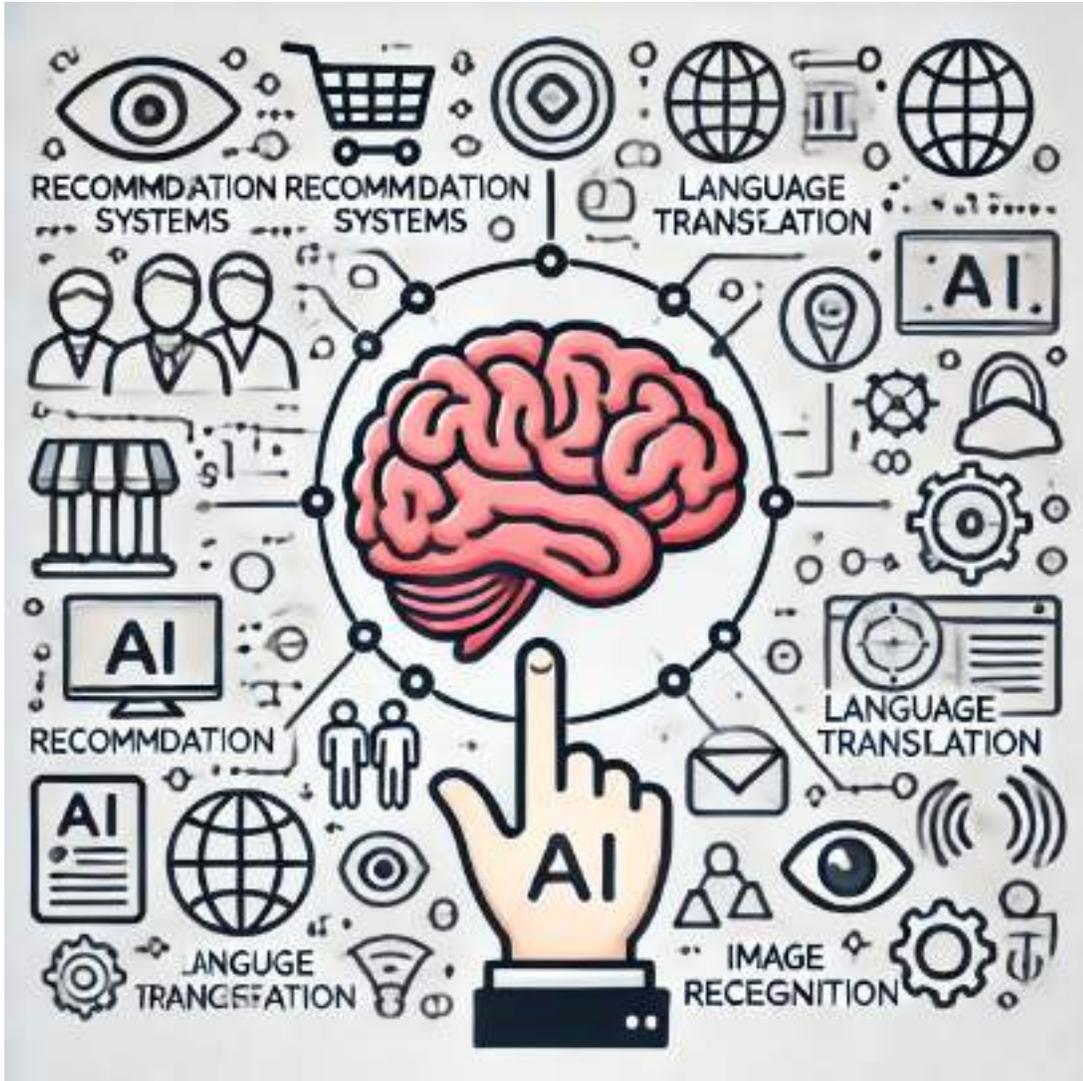
APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

Apprendre à résoudre des problèmes à partir de données / d'exemples.

HORIZONS
TECHNOLOGIQUES

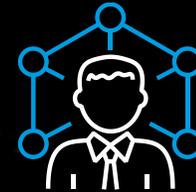
IA, Blockchain, Quantique by  INSTITUTE
CARNEGIE
UNIVERSITY OF PITTSBURGH

Intelligence Artificielle ?



APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

Apprendre à résoudre des problèmes à partir de données / d'exemples.



APPRENTISSAGE PROFOND

- Compositionnel
- « End-to-end »
- Différentiable



APPLICATIONS ET CHIFFRES

- Fonctions de 100k à 100G paramètres à optimiser
- Jeu de données – 10k à 10B exemples

HORIZONS
TECHNOLOGIQUES

IA, Blockchain, Quantique by  Institut Carnot

Modèles de Fondation



MODÈLES DE FONDATION

- Très grands modèles appris sur des datasets « Internet scale », par des techniques comprenant
- l'auto-supervision
 - la reconstruction de données manquantes
 - l'association entre modalités (ex : texte + image)



GÉNÉRALISATION

Les modèles de fondation sont faits pour résoudre de nombreux types de tâches différentes



EXEMPLES

- Texte – Mistral, Llamav3, Gemini, GPT4o
- Vision – DinoV2, SAM2, CLIP
- Audio / Musique – CLAP, MERT
- Certains de ces modèles sont multimodaux

Comment marche l'IA ?

- Utilisation de modèles de fondation pour générer du contenu à partir de requêtes complexes
- Peut (souvent) exploiter un apprentissage multimodal (ex : paires Images + description texte)
- Sont capables de reproduire les associations vues à l'apprentissage, mais aussi de **généraliser / recombinaison / reformuler**

Comment expliquer à ma grand-mère le fonctionnement d'un transformeur ?

👤 Expliquer le fonctionnement d'un transformeur à votre grand-mère peut être un défi, mais en utilisant des analogies simples et des concepts familiers, cela peut devenir plus compréhensible. Voici une façon de le faire :

"Grand-mère, imagine que tu as une très grande bibliothèque avec des millions de livres. Chacun de ces livres parle d'un sujet différent, mais parfois, ils utilisent des mots similaires. Maintenant, imagine que tu veux trouver rapidement des informations précises dans cette immense bibliothèque. C'est là qu'un 'transformer' entre en jeu.

Un transformeur est comme un bibliothécaire très intelligent. Quand tu lui poses une question, il ne va pas lire tous les livres un par un. Au lieu de cela, il va utiliser une technique spéciale pour comprendre le contexte et l'importance des mots dans ta question et dans chaque livre. Il peut, par exemple, se rappeler que le mot 'bouillanger' est souvent lié aux mots 'pain', 'four', et 'farine'.

Pour ce faire, ce bibliothécaire utilise des outils appelés 'tokens' et 'couches'. L'attention lui permet de se concentrer sur les parties les plus importantes de ta question et des livres, tandis que les couches sont comme des étapes de traitement ou il affine progressivement sa compréhension.

En gros, quand tu poses une question au transformeur, il va :

1. Décomposer ta question en mots individuels.
2. Analyser ces mots en tenant compte de leur position et de leur relation avec les autres mots.
3. Utiliser cette analyse pour trouver les informations les plus pertinentes dans les livres.

Ainsi, au lieu de lire chaque livre, il peut rapidement trouver et assembler les informations dont tu as besoin, comme si tu avais un bibliothécaire magique qui connaît tous les livres par cœur et sait exactement où chercher."

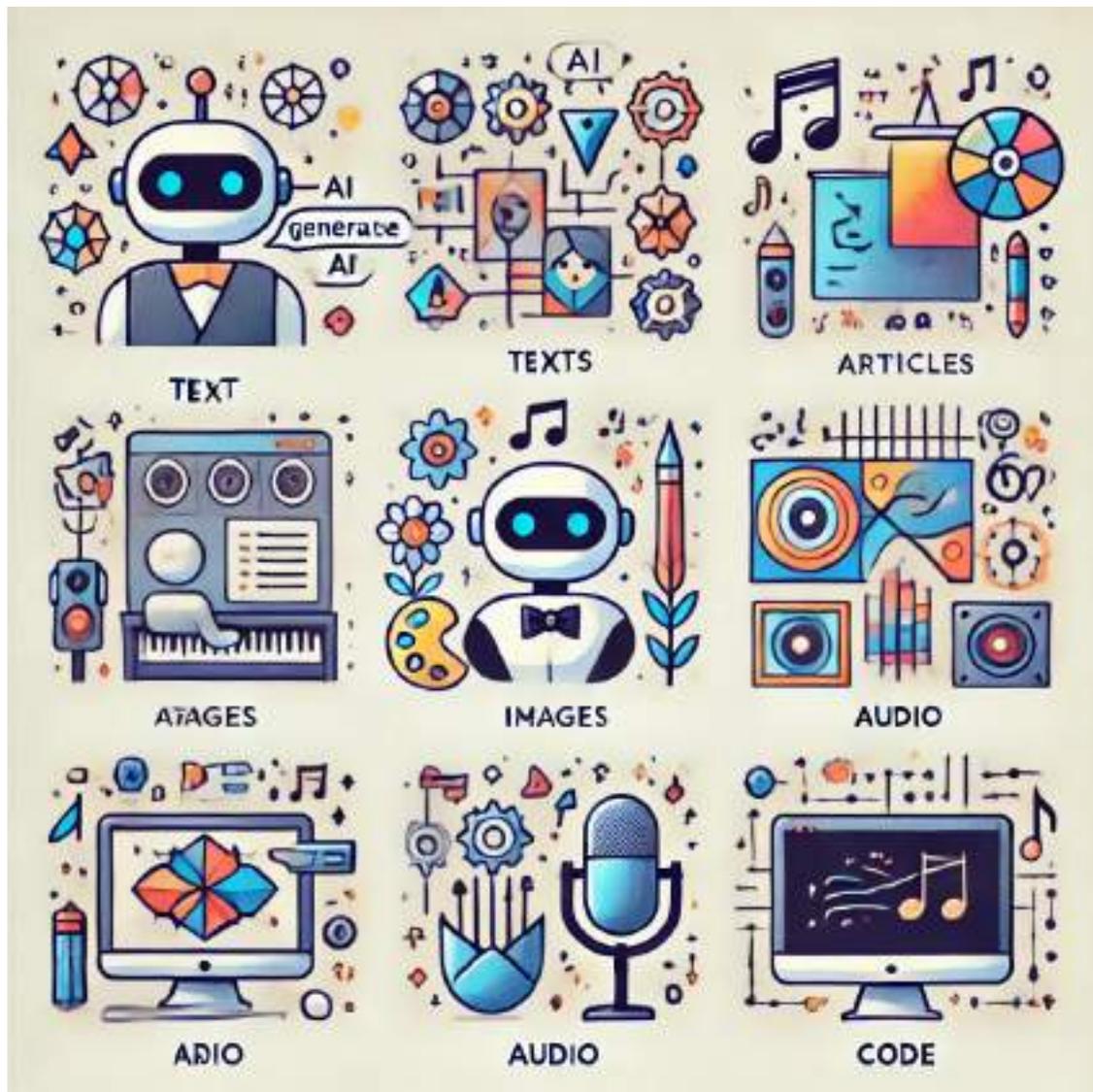
Comment marche l'IAG ?

- Utilisation de modèles de fondation pour générer du contenu à partir de requêtes complexes
- Peut (souvent) exploiter un apprentissage multimodal (ex : paires Images + description texte)
- Sont capables de reproduire les associations vues à l'apprentissage, mais aussi de généraliser / recombinaison / reformuler



A highly realistic photo of a tiger walking along a beach. The tiger's fur is detailed with sharp, natural stripes, and it appears to be strolling calmly on the sandy shore. The ocean waves gently crash in the background, and the sunlight reflects off the water, creating a warm, tropical atmosphere. Palm trees can be seen in the distance under a clear blue sky. The lighting is natural, with the tiger casting a soft shadow on the sand, making the scene look like an authentic wildlife photograph.

Applications de l'IA



ENSEIGNEMENT ET RECHERCHE

DÉVELOPPEMENT
INFORMATIQUE
ANALYSE DE DONNÉES

ASSISTANT PERSONNEL –
TACHES RÉDACTIONNELLES

INDUSTRIES CULTURELLES ET
CRÉATIVES

...

HORIZONS
TECHNOLOGIQUES

IA, Blockchain, Quantique by 

Le projet MOVIOLIA



VIDEO INSTITUTIONNELLE

Accélérer les temps de production

IAG

Exploiter les modèles de fondation pour analyser en profondeur les rushes

PARTENAIRES

IMT Atlantique – BRAIn : adaptation et optimisation de modèles

EKTACOM – traitement optimisé des vidéos

Tydeo – corpus et expertise métier

HORIZONS
TECHNOLOGIQUES

IA, Blockchain, Quantique by 

Le projet MOVIOLIA



Verrous technologiques à lever : Les outils actuels sont orientés "grand public" et sont énergivores

Tenir compte du besoin client ("brief")

- Utilisation de LLM pour reformuler les brief
- Reformulation exploitée pour le prémontage



Intégrer le savoir-faire d'une entreprise

- Constitution d'une grande base de données vidéo + brief Tydeo
- Exploitation de cette base par des Foundation Model
- Répondre aux codes de la vidéo institutionnelle

Concevoir un modèle "frugal"

Expertise IMT Atlantique / Equipe BRAIn dans la compression de modèles



Challenges et limitations



MANQUE DE TRANSPARENCE

Boîtes noires, données
d'entraînement non
accessibles, détails sur
l'apprentissage non publics



COUTEUX EN RESSOURCES

La plupart des modèles
nécessitent du matériel
dédié et un fonctionnement
cloud /server
Certains modèles sont
déployables en local et / ou
sur une machine personnelle



BIAIS, MISUSE & COPYRIGHT

La blockchain face aux prochains grands défis sociétaux



Patrick Waelbroeck

Professeur d'économie
à Télécom Paris

Comment la blockchain et le Web3 peuvent-ils répondre aux prochains grands défis sociétaux ?

Notre société est en train de muter sous l'influence de trois grandes lames de fonds qui de surcroît sont intimement liées :

- (1) la transition énergétique et environnementale,
- (2) l'Intelligence Artificielle
- (3) le besoin de souveraineté.

Ces trois grandes tendances vont bouleverser la manière dont le Web fonctionne et la confiance que l'on peut avoir dans les services numériques. Ceci aura des conséquences sur les grandes problématiques sociétales telles que les identités numériques, la santé, l'éducation ou encore l'inclusivité financière.



Blockchain et transition énergétique et environnementale

GREEN BUSINESS MODELS

Le cœur du problème de la pollution, ce sont les externalités négatives qui ne sont pas prises en compte par le marché. En effet, tant que les industriels ne perçoivent pas l'impact environnemental et énergétique de leurs activités, la situation ne changera pas. Il est urgent de réfléchir à la construction de business models permettant de valoriser l'apport de la prise en compte des externalités négatives, notamment grâce à la blockchain.

RENEWABLES ET DÉCENTRALISATION DE LA PRODUCTION

Avec l'apparition des énergies renouvelables, une nouvelle manière de produire est apparue : elle est décentralisée et le consommateur devient producteur. Peut-on créer une marketplace rémunérée en crypto ou NFT en utilisant des automated market makers ?

SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

On est aujourd'hui capable de mesurer l'empreinte environnementale de la supply chain en traçant les inputs du système de production. Ceci a des implications pour tous les acteurs de l'écosystème, notamment les consommateurs, qui pourront prendre des décisions qui prennent en compte ces externalités. Mais les consommateurs changeront-ils leurs comportements d'achat s'ils connaissent la quantité de pesticides dans leur panier de consommation ou encore l'empreinte carbone de leurs achats, et si oui, comment ?

Blockchain & Biais, vérifiabilité et explicabilité de l'IA

RÈGLEMENT IA

L'IA se nourrit des données disponibles sur le Web, en particulier l'IA générative et les algorithmes de ciblage et de recommandations.

Or nous faisons face à une montée des fake news et des « deep fakes », sans compter l'activité des trolls qui questionnent la fiabilité des données utilisées pour entraîner les algorithmes. L'enjeu de vérifiabilité devient alors majeur, sans quoi nous pourrions être témoins de l'auto-destruction du Web.

GOUVERNANCE ET VOTES

L'IA pose de sérieux problèmes d'éthique à travers les biais des algorithmes, le risque de discrimination qui remettent en question la notion d'équité, fondamentale pour le bon fonctionnement de notre société. Le principal défi est l'absence de gouvernance dans le processus d'innovation. Il n'y a pas de concertations sur ce qu'il serait bon de développer et ce qu'il faudrait surtout interdire.

COMPOSABILITY ET INNOVATIONS DÉCENTRALISÉES

Un tel système a un autre intérêt. De part la puissance de calcul qui peut être développée sur une blockchain, ce système d'innovation peut concurrencer les acteurs dominants de l'IA et leur imposer des contraintes sur le type d'innovations qu'ils développent, en particulier en matière d'éthique.

Par ailleurs, comme ce système d'innovation est décentralisé, il ne peut pas faire l'objet d'une acquisition par les géants du Net que l'on accuse régulièrement de faire des « killer acquisitions » afin d'éradiquer la concurrence potentielle.

Blockchain & Souveraineté / partage sécurisé

PARTAGE SÉCURISÉ ET CONFIDENTIALITÉ DES DONNÉES

La question de la souveraineté des données nous amène à repenser la notion de confiance derrière la blockchain. Au départ, cette confiance était basée sur la transparence des transactions et de données disponibles sur la blockchain.

Avec les nouvelles technologies de partage, la confiance semble plutôt basée sur la confidentialité. Nous devons donc réfléchir sur le type d'environnement technologique qui garantit la confiance de tous les participants.

ON-CHAIN/OFF-CHAIN ET INTEROPÉRABILITÉ

Cependant, les blockchains fonctionnent aujourd'hui dans des environnements relativement cloisonnés où se pose dès lors la question de l'interopérabilité. Par ailleurs, certaines transactions sortent des blockchains pour migrer vers de portefeuilles ou d'autres types de services et on doit se poser la question de la sécurité on-chain/off-chain.

ENJEUX RÉGLEMENTAIRES

Il y existe également des enjeux réglementaires évident avec la mise en place des règlements européens Data Act, DMA, DSA, GDPR qui régulent le partage de données dans l'économie numérique.

Il s'agit donc de comprendre comment ces différents règlements s'articulent entre eux et comment ils impactent les stratégies autour de la souveraineté des données

Des avancées sur la deuxième révolution quantique

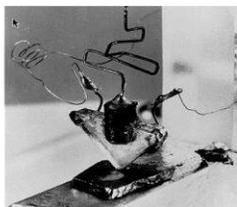


Dr. Nicolas Fabre

Maître de conférences en
technologies quantiques
à Télécom Paris

Première révolution quantique

Première révolution quantique: compréhension de la nature à l'échelle microscopique: atomes, molécules, et de l'interaction lumière-matière



1905-1927
Quantum Physics
development



1947
Transistor



1954
Panneau solaire
Hard Disk Drive



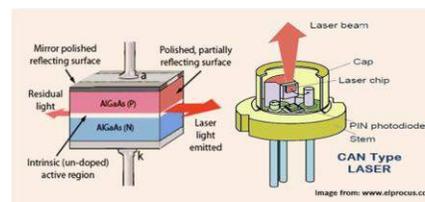
1960
Laser



2004
Nanotechnologies



2008+
Smartphone



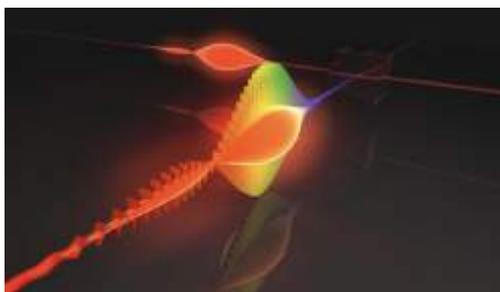
Seconde révolution quantique

Seconde révolution quantique: Exploiter le phénomène de **superposition**, **d'intrication quantique** et de la **mesure** de systèmes quantiques à des fins technologiques (qui n'était pas exploité avant « dans la première révolution quantique)



Intrication quantique:

Corrélation sur les propriétés physiques de deux systèmes quantiques



Superposition quantique

Le photon est à la fois bleu, et rouge et vert...

Seconde révolution quantique

1980's

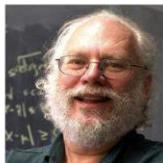
Scientific Pioneers



R. Feynman



D. Deutsch



P. Shor



L. Grover



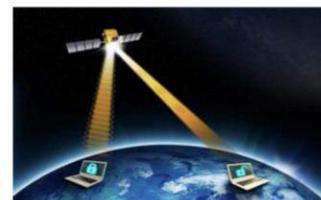
G. Brassard



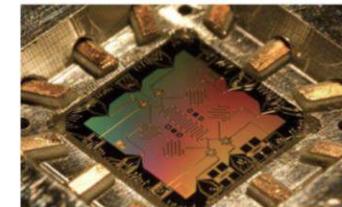
C. Bennett

Quantum Technologies to **transmit / protect / detect / process** classical or quantum **Information**

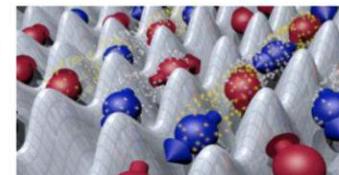
Unconditionally secure communication



A leap in computing power



Increased understanding of complex physical systems



Measurement precision beyond the classical limit



Exploiter le phénomène de superposition, d'intrication quantique et de la mesure de systèmes quantiques à des fins technologiques.

Quelles sont les expériences de la seconde révolution quantique récentes les plus marquantes ?

2015

LIGO - A GIGANTIC INTERFEROMETER

- Laser light is sent into the instrument to measure changes in the length of the two arms.
- A "beam splitter" splits the light and sends out two identical beams along the arms.
- The light waves bounce and recombine.
- A gravitational wave affects the interferometer's arms differently, where one extends the other contracts as they are passed by the peaks and troughs of the gravitational waves.
- Normally, the light returns unchanged to the beam splitter from both arms, and the light waves cancel each other out.
- If the arms are disturbed by a gravitational wave, the light waves will have travelled different distances. Light then emerges through the splitter and hits the detector.

Métrologie quantique: utilisation d'états comprimés de la lumière dans des détecteurs d'onde gravitationnelles

2017-2022

Quantum leaps

China's Micius satellite, launched in August 2016, has now validated across a record 1200 kilometers the "spooky action" that Albert Einstein abhorred (1). The team is planning other quantum tricks (2-4).

- Spooky action**
Entangled photons were sent to separate stations. Measuring one photon's quantum state instantly determines the other's, no matter how far away.
- Quantum key distribution**
Micius will send strings of entangled photons to the stations, creating a key for secure proof communications.
- Quantum teleportation**
Micius will send one entangled photon to Earth while keeping its partner on board. When a third photon with unknown state is combined with the one on Earth, the other's stability is instantly teleported to the Micius.
- Global network**
Future satellites and ground stations could enable a quantum internet.

Figure 1. The network consists of four quantum metropolitan-area networks (QMNs) in Beijing, Jinan, Shanghai and Hefei, a backbone fibre link over 2,000 km (orange line) and two ground-satellite links that connect Xinglong and Nanshan (blue squares), separated by 2,600 km. The backbone is connected by trusted relays. A quantum satellite is connected to the Xinglong and Nanshan ground stations; Xinglong is also connected to the Beijing QMAN via fibre [3].

Communications quantiques
Transmission de clés sécurisées par la mécanique quantique et réseaux quantiques

Exail

Métrologie quantique: capteurs inertiels

Google, 2017 puis 2024
Sycamore's chip,
53 qubits

Et bien d'autres!

Calcul quantique

La durée d'exécution de **certains** algorithmes prend « moins » de temps en utilisant des **ressources quantiques**.

Start-up
françaises



Communication quantique : réseaux quantiques

Preuve de sécurité plus mature de l'interception de données permises grâce à l'utilisation de **ressources quantiques**.

ITALY



CHIN

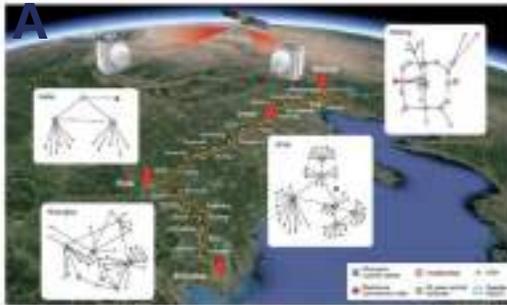
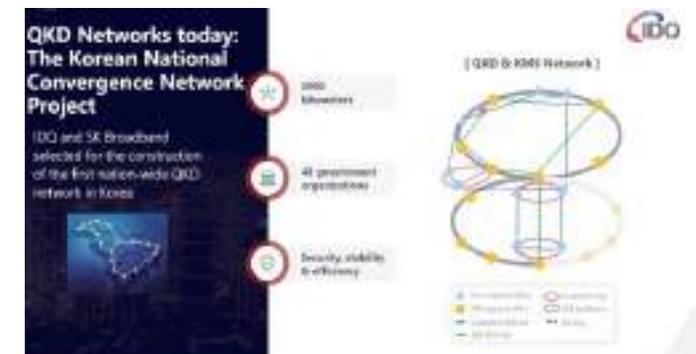


Figure 1. The network consists of four quantum metropolitan-area networks (QMANs) in Beijing, Tian, Shanghai and Hefei, a backbone fibre link over 2,000 km (orange line) and two ground-station links that connect Xingong and Nanjing (blue squares), separated by 2,800 km. The backbone is protected by twisted relays. A quantum satellite is connected to the Xingong and Nanjing ground stations. Xingong is also connected to the Beijing QMAN via fibre [1].

UK



KOREA



Quantum teaching at Télécom Paris Paris QCI : Executive education

- 3 jours de formation continue en communications quantiques. Intervenants: Prof. Romain Alléaume (TP), Prof. Eleni Diamanti (LIP6), Dr. Nicolas Fabre (TP), Dr. Thomas Rivera (Orange Innovation labs) (March 2025)

- Venir voir un module de génération de paires de photons intriqués !

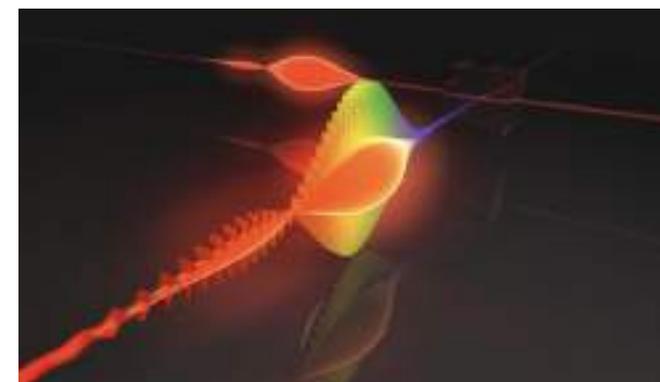
[FORMATION] CRYPTOGRAPHIE ET COMMUNICATIONS
QUANTIQUES



<https://executive-education.telecom-paris.fr/fr/formations-courtes/formation-cryptographie-et-communications-quantiques>

Conclusion

- Les **technologies de la seconde révolution quantique** gagnent en **maturité expérimentale**, et de nombreux essais de terrain sont développés.
- **Projets européens majeurs** où participent **universités et entreprises**.
- **Meilleure synergie** entre **industries, start-ups et académiques**.
- Formation continue Telecom-Orange-Sorbonne pour les entreprises et start-up (mars 2025).



Merci pour votre attention !
nicolas.fabre@telecom-paris.fr