



Qu'est-ce l'IA et ses liens avec l'information géolocalisée ?

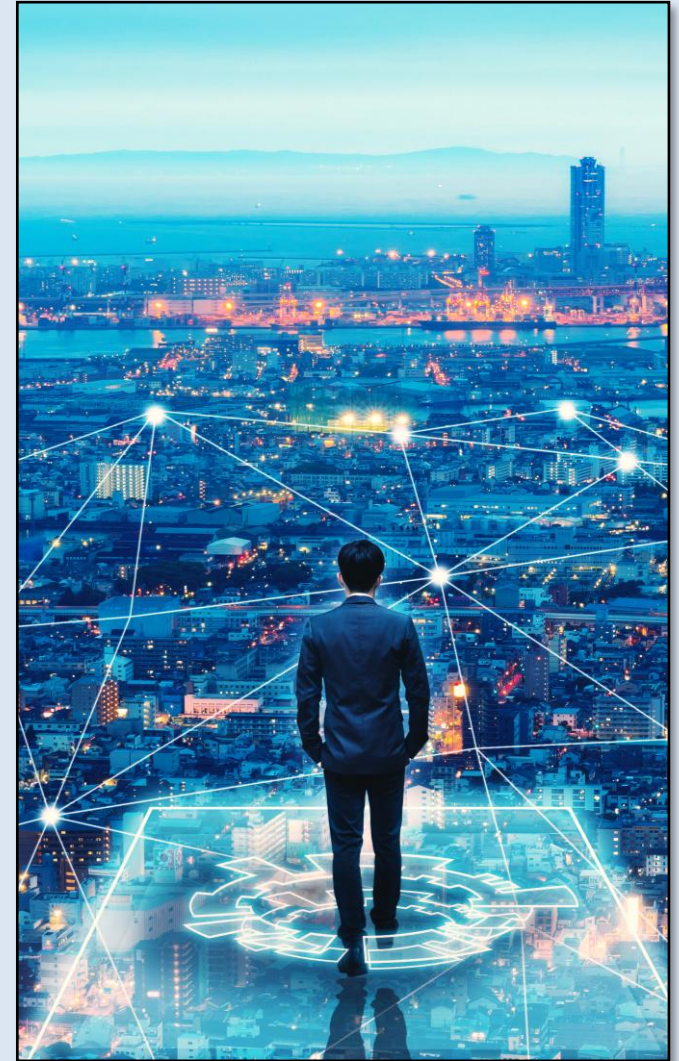
Pierre Alliez

Centre Inria d'Université Côte d'Azur



Plan

- Intelligence artificielle
 - Définitions
 - Opportunités / risques
- De l'IA à l'apprentissage profond
- Territoires intelligents
- Jumeau numérique du territoire



Intelligence artificielle (IA)

Définition: ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine.

- Résolution de problèmes à forte complexité **logique** ou **algorithmique**
- Imiter ou remplacer l'homme dans certaines mises en œuvre de ses **fonctions cognitives**



Classification

- **Faible:** la machine *simule* l'intelligence, pour des systèmes de plus en plus autonomes.
- **Forte:** intelligence *consciente*, avec compréhension de ses propres raisonnements.
- **Etroite:** conçues spécifiquement sur *une tâche*, sans développement particulier pour la généraliser.



Intelligence artificielle

Augmente la capacité à

- prendre des décisions,
- organiser les connaissances,
- donner du sens aux données,
- optimiser les performances de systèmes
- prédire et donc anticiper le réel.



Intelligence artificielle

- Joue un rôle transversal,
- Irrigue toutes les autres technologies,
- Maillon central (ou final) dans la chaîne de création de valeur.



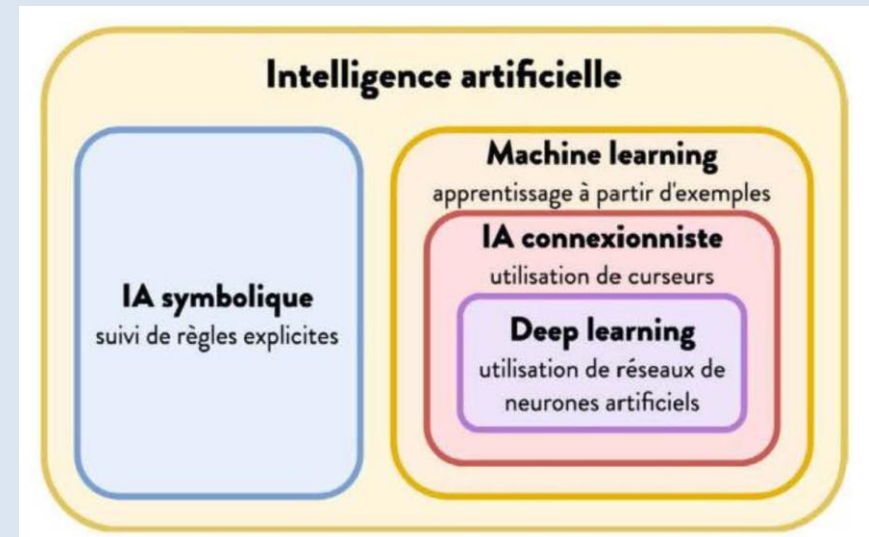
Opportunités et risques

Sur le plan sociétal le rôle de l'IA est croissant:

- **Bien utilisée** elle peut libérer, décupler les potentiels, augmenter l'intelligence, partager les connaissances et la valeur, faciliter l'accès des ressources à tous, et créer du lien social.
- **Mal utilisée** elle peut aliéner, exclure et capter une grande part de la valeur.

Plan

- Intelligence artificielle
 - Définitions
 - Opportunités / risques
- De l'IA à l'apprentissage profond
- Territoires intelligents
- Jumeau numérique du territoire



Intelligence artificielle (IA)

L'IA : en tant que domaine de recherche, a été créée à la conférence qui s'est tenue sur le campus de *Dartmouth College* pendant l'été 1956 même si cette notion a été présente depuis l'antiquité.

Dans le premier manifeste de l'Intelligence artificielle « Intelligent Machinery », en 1948, Alan Turing distingue deux approches différentes de l'IA, qui pourrait être qualifiées de :

- « top down » ou **knowledge-driven AI**, ou
- « bottom up » ou **data-driven AI**

Sources:

Wikipedia, <https://www.greeklegendsandmyths.com/automatons.html>

http://www.alanturing.net/turing_archive/pages/Reference%20Articles/what_is_AI/What%20is%20AI02.html

Stanford Encyclopedia of Philosophy: <https://plato.stanford.edu/entries/artificial-intelligence/>

Intelligence Artificielle top-down

ou knowledge-driven AI (IA « naturaliste »)

Cognition = connaissance des neurones biologiques dans les années 50, premier neurone (1943), première machine à réseau de neurones (1950, 1956), Cognitron (1975), NeoCognitron (1980, carte-autoorganisatrices, winner-takes-all).

Observation = Algorithmes Évolutionnaires (1954, 1957, 1960), Raisonnement (1959, 1970), Logique, Systèmes Experts (1970), Systèmes Multi-Agents (1990).

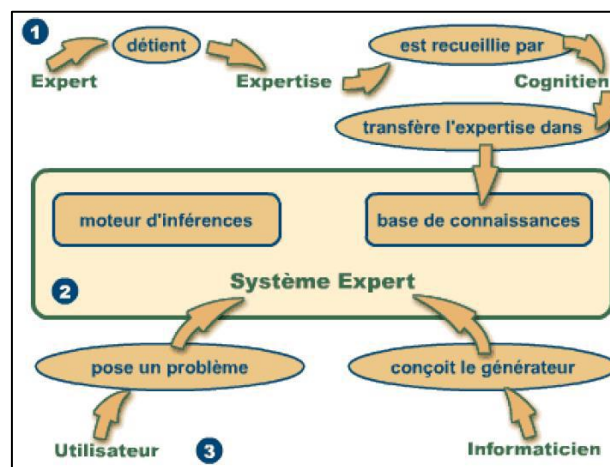
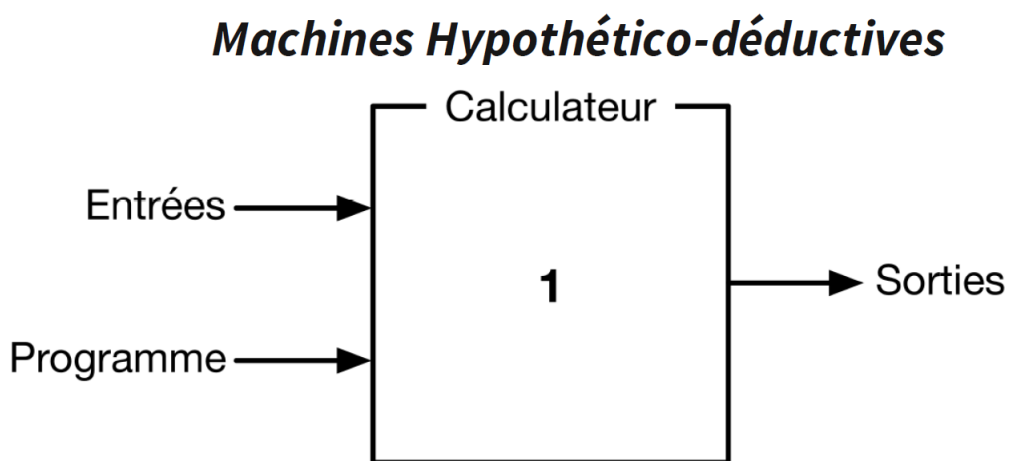


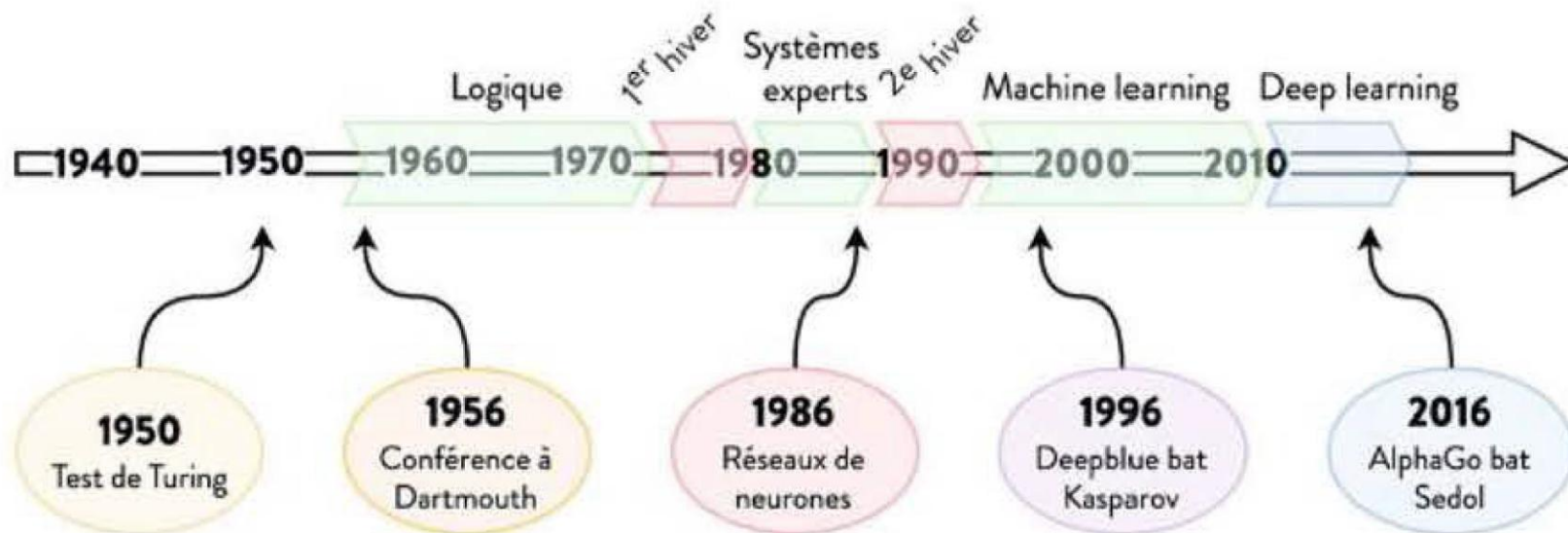
Figure : “La revanche des neurones”, D. Cardon, J.-P. Cointet, A. Mazières, Réseaux Volume 211, Issue 5, 2018.

Top-down, ou IA symbolique

- Connaissances sur un domaine extraites et formalisées en **règles** sur des **symboles** puis exploitées (par inférence).
- **Recherche de règles** dans un espace discret, d'hypothèses expliquant les données : programmation logique inductive.
- **Modélisation formelle de la connaissance humaine** : systèmes experts, ontologies, systèmes multi-agents, etc.

	espèce	envergure	sexe
x_1	épervier	60	mâle
x_2	épervier	80	femelle
x_3	pèlerin	90	mâle
x_4	pèlerin	110	femelle
x_5	sarcelle	70	mâle
x_6	sarcelle	70	femelle

Du top-down au bottom-up



Frise chronologique résumant l'histoire de l'intelligence artificielle

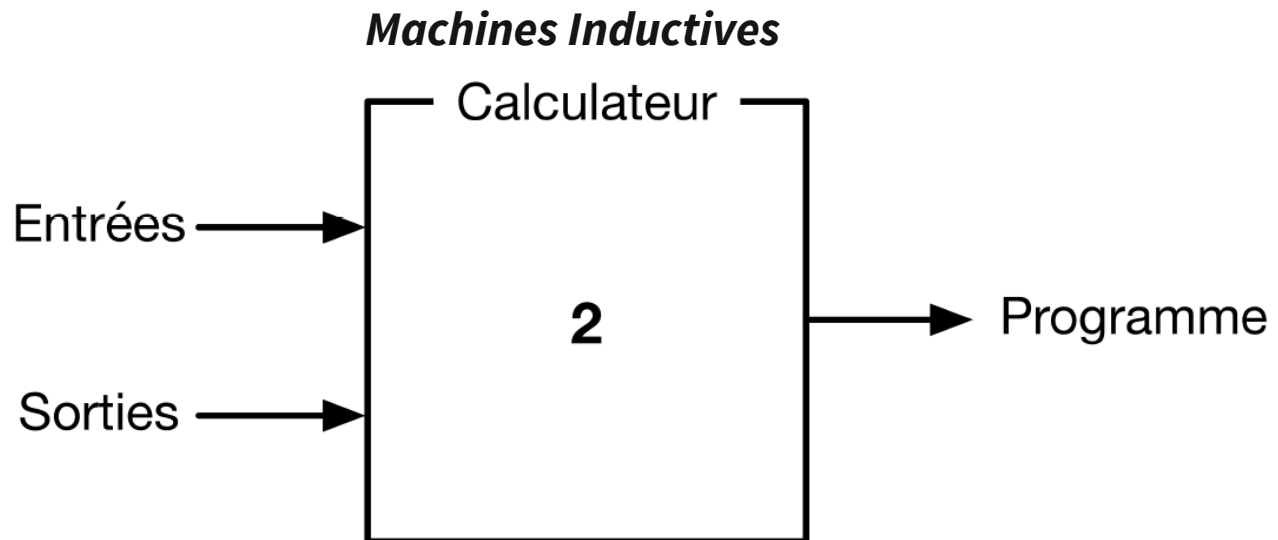
*Comprendre la révolution de l'intelligence artificielle.
Stéphane d'Ascoli, 2020.*

Intelligence Artificielle **bottom-up**

ou Machine Learning ou data-driven AI (IA basée données)

Approche opposée : part des données pour construire des mécanismes mathématiques successifs pour prendre des décisions.

Apprentissage Automatique (Machine learning), Arbres de décision (1983), Backpropagation (1984-1986), Forêt Aléatoire (1995), Support Vector Machine (1995), Boosting (1995), Deep Learning (1998... 2006)...



Intelligence Artificielle **bottom-up**

- **Apprentissage machine** : pas d'hypothèse sur des symboles, mais faire émerger des motifs pertinents (**corrélations**) pour prédire des sorties.
- Apprentissage de classifieurs sur des entrées numériques par optimisation souvent continue.
- Pas de recherche d'explicitation de la connaissance extraite.

Attention : corrélation != causalité

Une étude a révélé une forte corrélation entre les ventes de glaces et le nombre d'attaques de requins sur un certain nombre de plages échantillonnées.

Conclusion : L'augmentation des ventes de glaces entraîne une augmentation des attaques de requins
-> les requins aiment manger les personnes gavées de glaces.

Meilleure explication : La *variable confusionnelle* est la température.

Calcul != intelligence

DÉBATS • INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

TRIBUNE

Vincent Bérenger
Informaticien

« Le terme IA est tellement sexy qu'il fait prendre des calculs pour de l'intelligence »

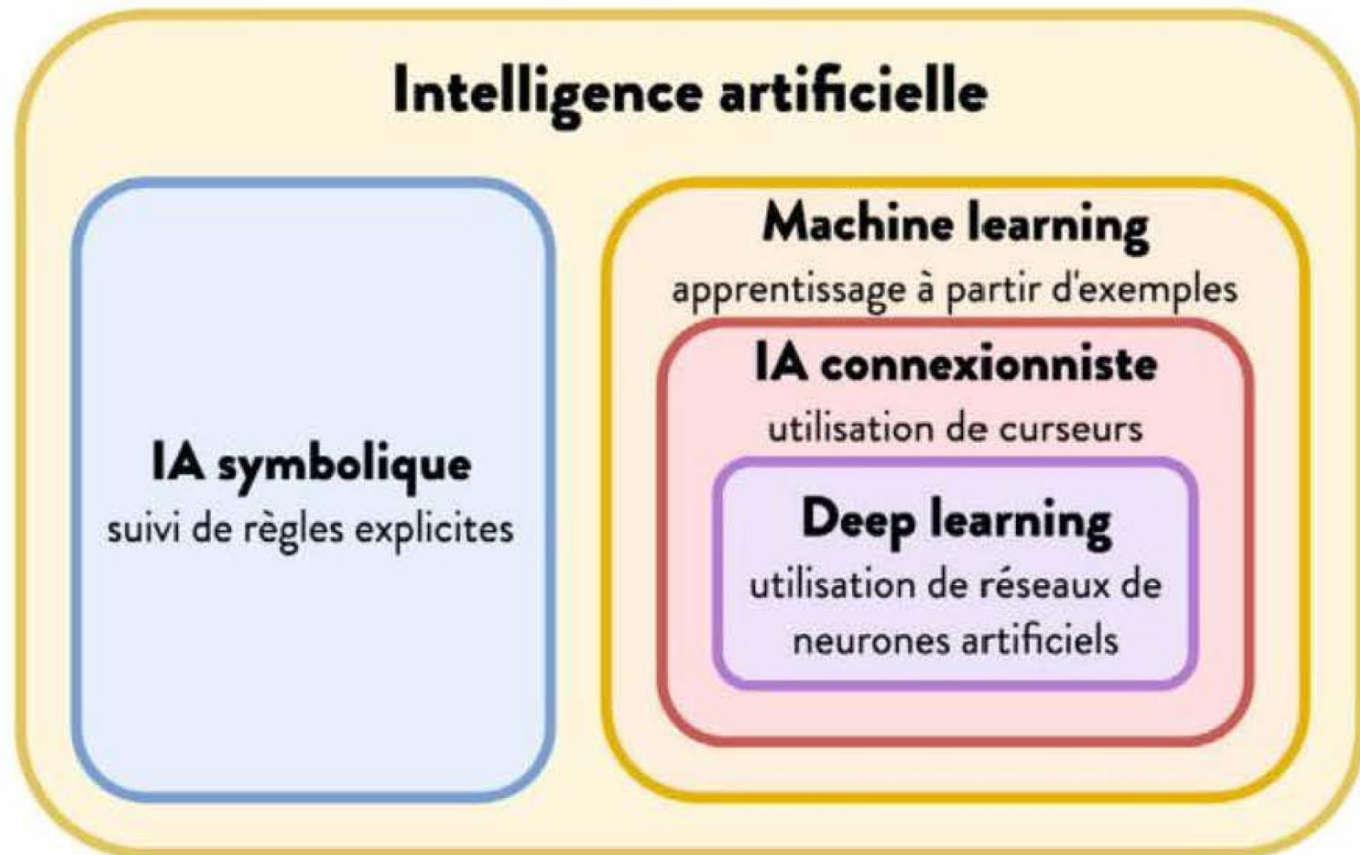
Croire que l'intelligence artificielle ait quelque chose à voir avec l'intelligence humaine est une illusion, détaille l'informaticien Vincent Bérenger dans une tribune au « Monde ».

Publié le 07 février 2020 à 14h30, modifié le 08 février 2020 à 17h49 | 🕒 Lecture 3 min.

🔖 Ajouter à vos sélections ➔

Article réservé aux abonnés

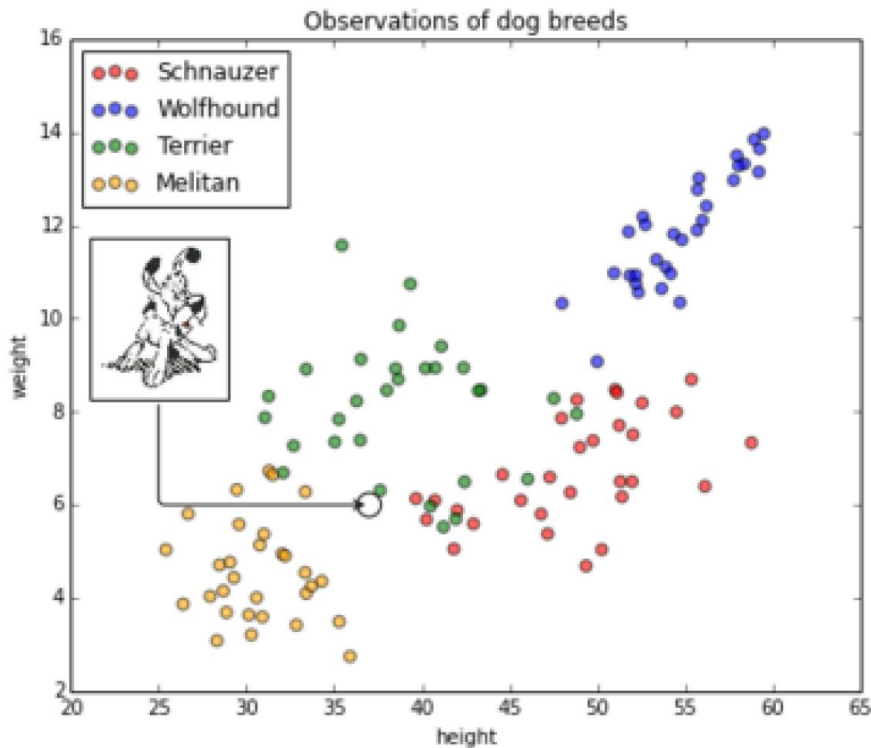
AI vs Machine Learning vs Deep Learning



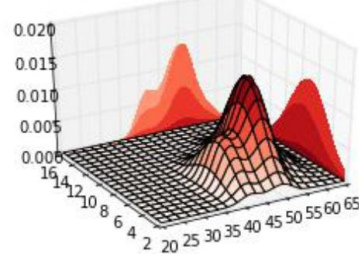
L'IA est séparée en deux catégories : les algorithmes à base de règles (IA symbolique) et les algorithmes d'apprentissage (IA connexionniste).

Solution statistique

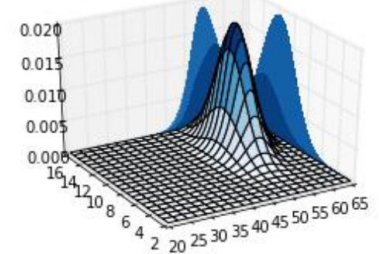
Probabilité (taille, poids | race)



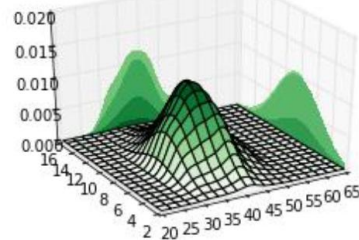
Joint Likelihood
 $p(\text{height}, \text{weight} \mid \text{breed} = \text{schnauzer})$



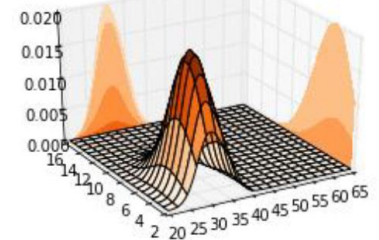
Joint Likelihood
 $p(\text{height}, \text{weight} \mid \text{breed} = \text{wolfhound})$



Joint Likelihood
 $p(\text{height}, \text{weight} \mid \text{breed} = \text{terrier})$

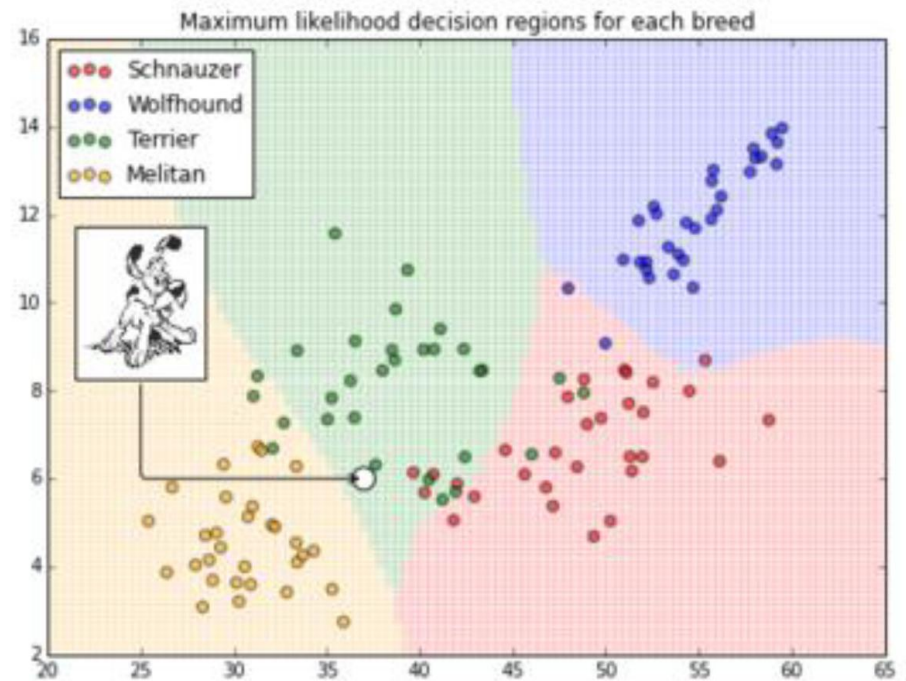
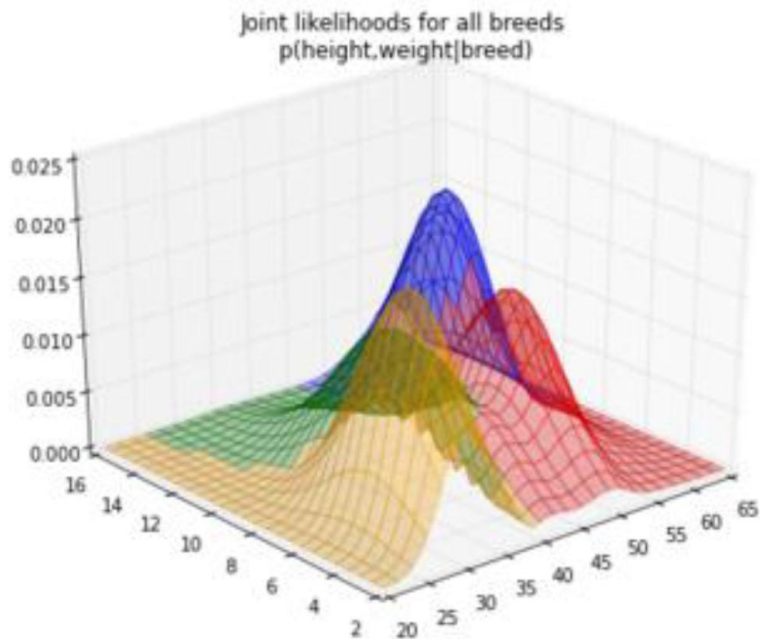


Joint Likelihood
 $p(\text{height}, \text{weight} \mid \text{breed} = \text{melitan})$

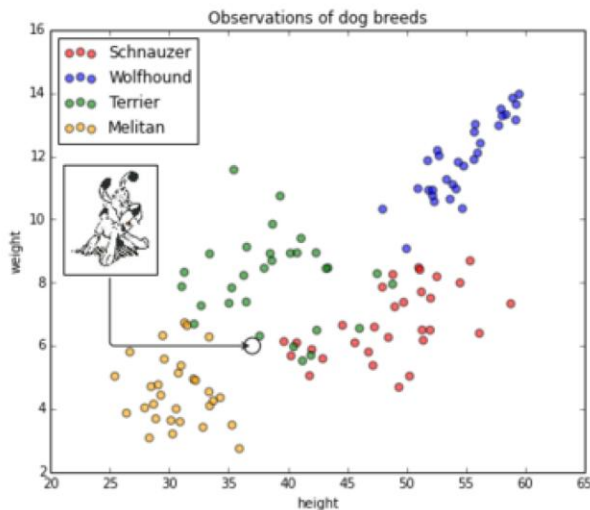


Solution statistique

Le théorème de Bayes permet de calculer $P(\text{race} \mid \text{taille, poids})$



Solution pour l'apprentissage



Nous avons une « machine apprenante » (c'est-à-dire un algorithme) qui peut fournir une famille de fonctions $\{f(\mathbf{x};\alpha)\}$, où α correspond à l'ensemble de paramètres.

$$\left(\mathbf{x} \right) \xrightarrow{f(\mathbf{x},\alpha) ?} y$$

Apprentissage automatique

$$\left(\mathbf{x} \right) \xrightarrow{f(\mathbf{X}, \alpha) ?} y$$

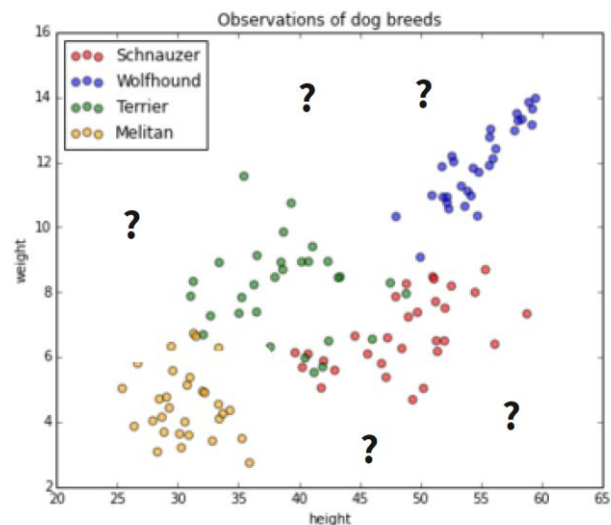
- **Problème** : trouver la fonction (parmi toutes les fonctions de $\{f(x; \alpha)\}$) qui fournit la meilleure approximation \hat{y} de la vraie réponse y (le label) donné par un oracle.
- « **Meilleure** » est défini comme l'erreur minimale pour une certaine mesure d'erreur / un certain coût / une certaine perte liée à notre problème / nos objectifs.

Risque réel, erreur réelle, perte réelle, coût réel

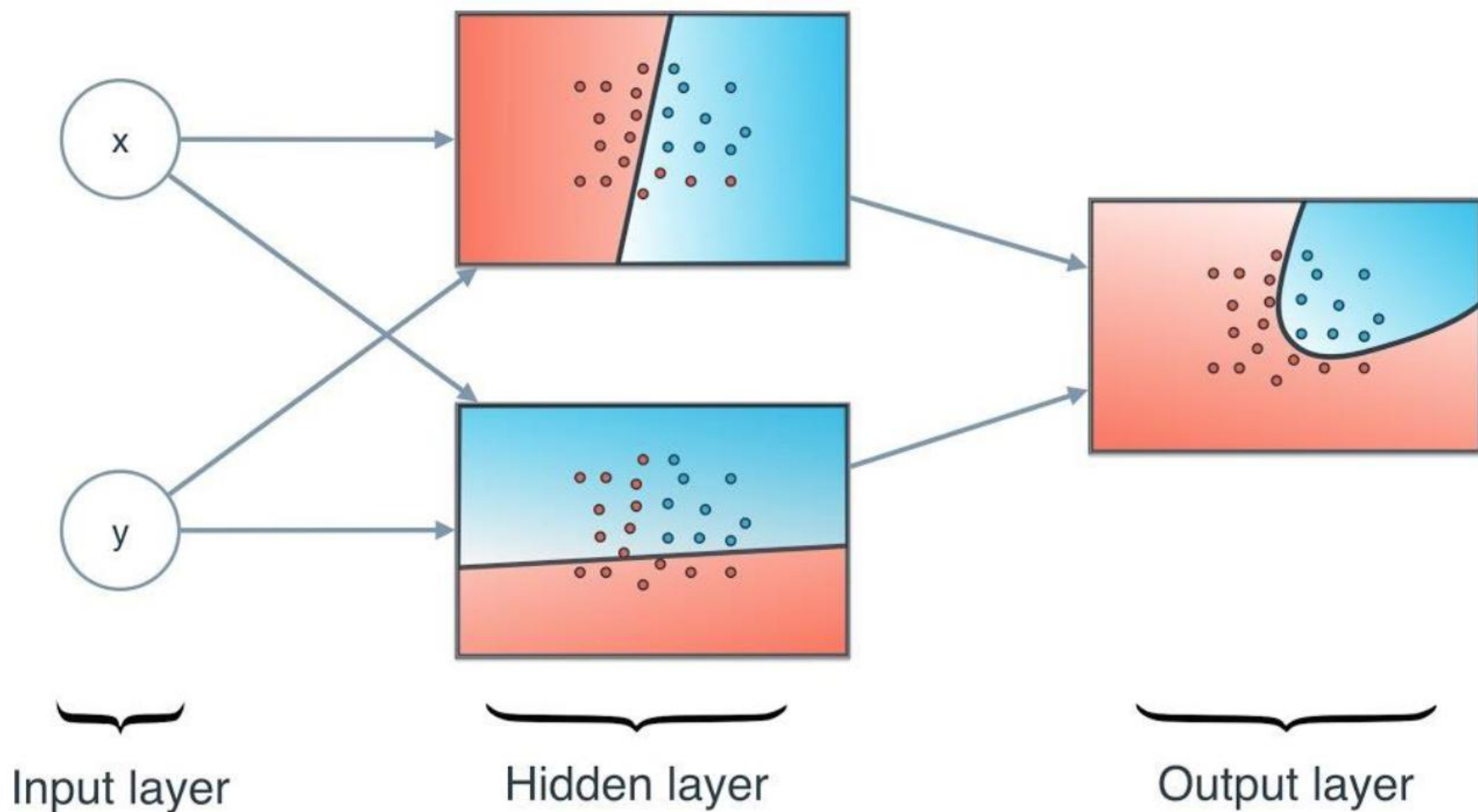
Objectif : minimiser le risque (réel) : moyenne de toutes les erreurs commises :

$$R(\alpha) = \int \mathbf{L}((\mathbf{x}, y), \alpha) dP(\mathbf{x}, y)$$

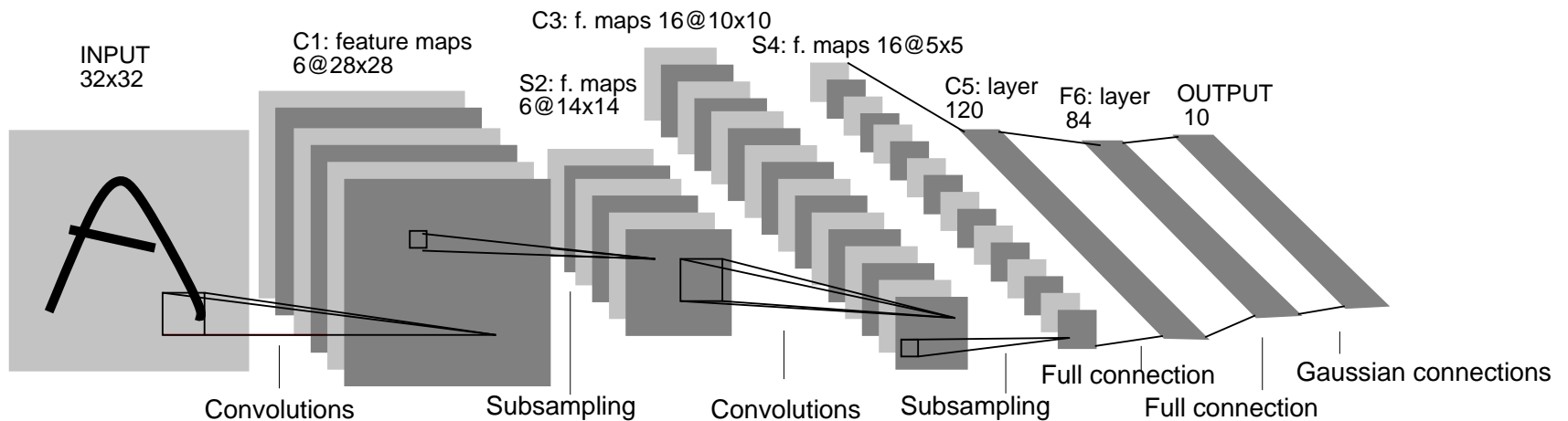
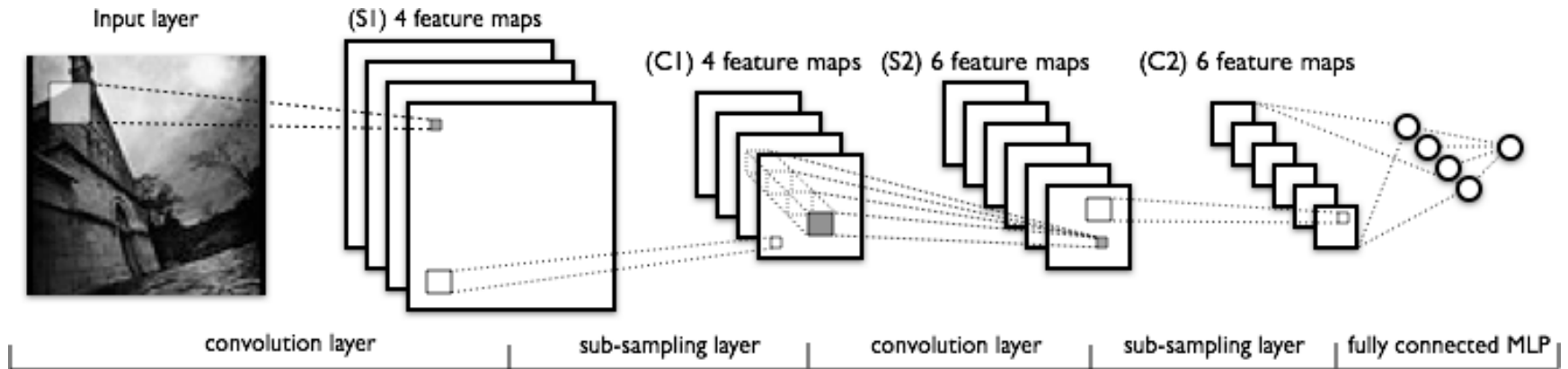
...mais $P(\mathbf{x}, y)$ est inconnue



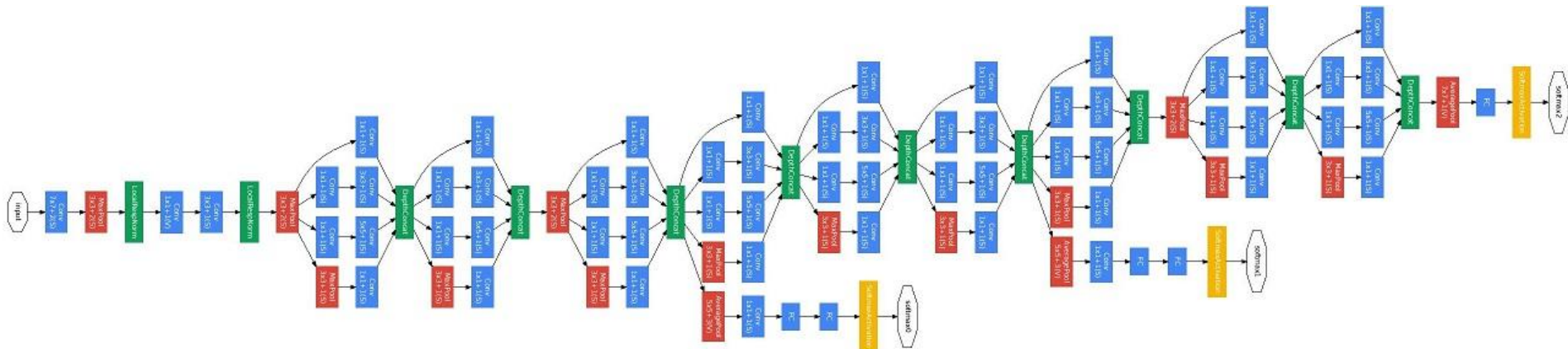
Réseau de neurones



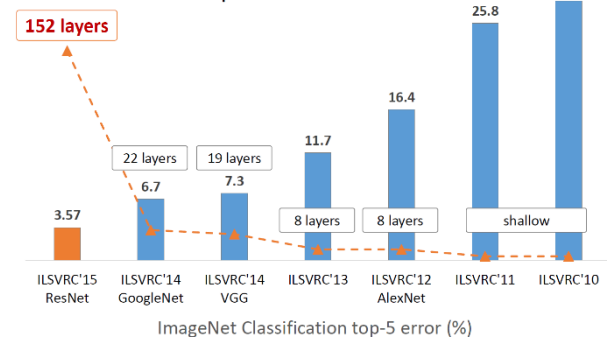
Réseau de neurones convolutionnel



Apprentissage profond



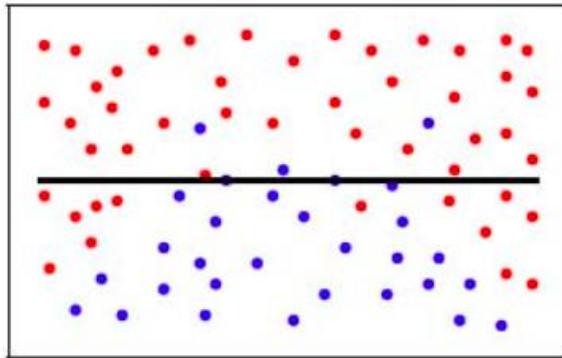
Revolution of Depth



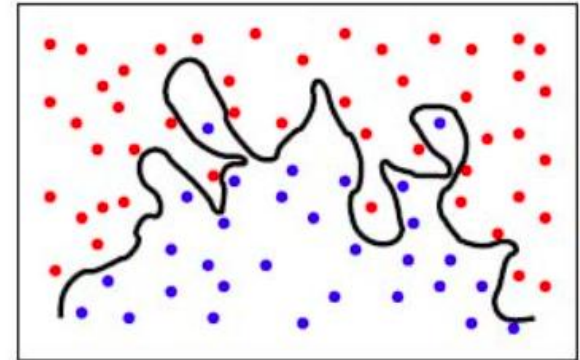
Christian Szegedy, Wei Liu, Yangqing Jia, Pierre Sermanet, Scott Reed, Dragomir Anguelov, Dumitru Erhan, Vincent Vanhoucke, Andrew Rabinovich. Going Deeper with Convolutions, CVPR 2015

Overfitting / généralisation

Underfitting

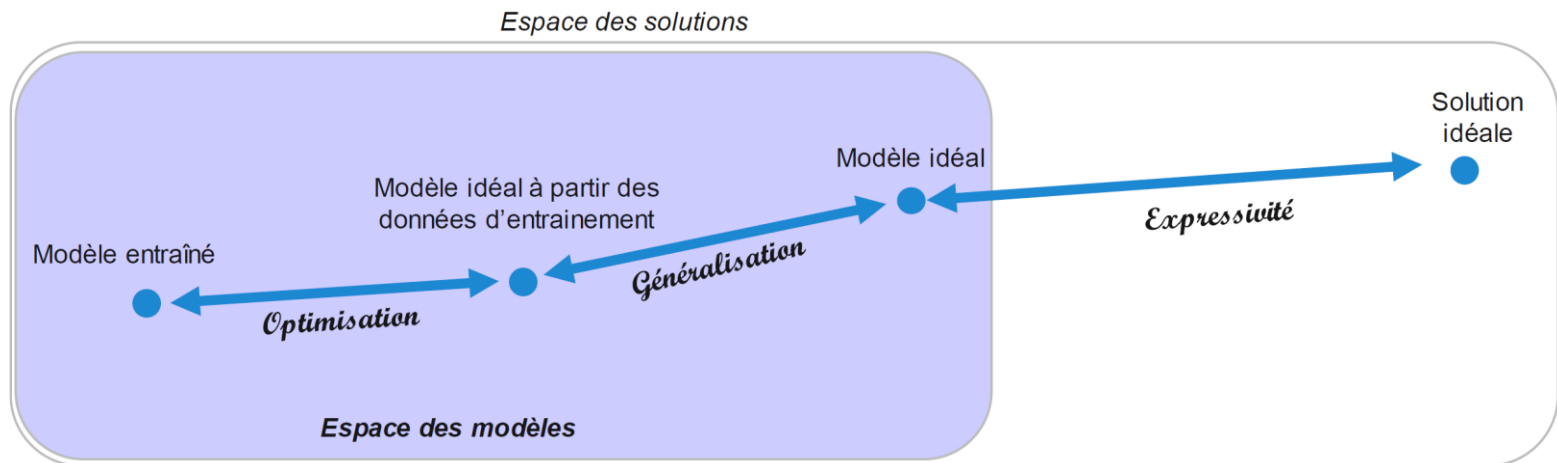


Overfitting



Risque empirique, erreur d'apprentissage, erreur d'entraînement

L'ensemble d'entraînement est tiré aléatoirement (chaque exemple indépendamment des autres et de façon identique suivant la loi $P(x, y)$). Puisque nous ne pouvons pas calculer $R(\alpha)$, nous cherchons donc à minimiser le risque empirique.



Plan

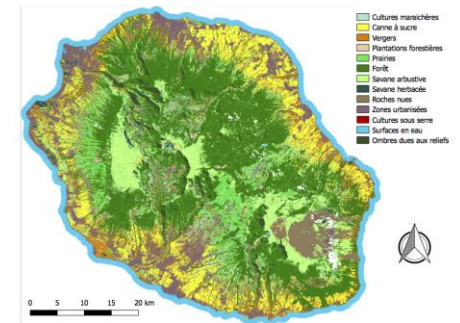
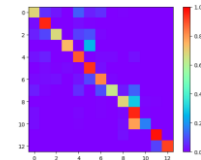
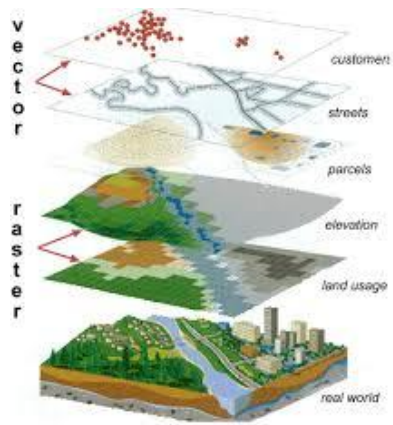
- Intelligence artificielle
 - Définitions
 - Opportunités / risques
- De l'IA à l'apprentissage profond (**données géolocalisées**)
- Territoires intelligents



Observation de la terre



Données



Données

Résultats & Evaluation

Expertise SIG

Importance des données

Qualités

- Complétude
- Précision / exactitude
- Diversité
- Absence de biais
- Structurées
- ...

80 % du travail ?

Défis

- collecte
- stockage
- gestion
- coûts
- infrastructures
- confidentialité
- conformité aux réglementations



Plan

- Intelligence artificielle
 - Définitions
 - Opportunités / risques
- De l'IA à l'apprentissage profond
- **Territoires intelligents**
- Jumeau numérique du territoire



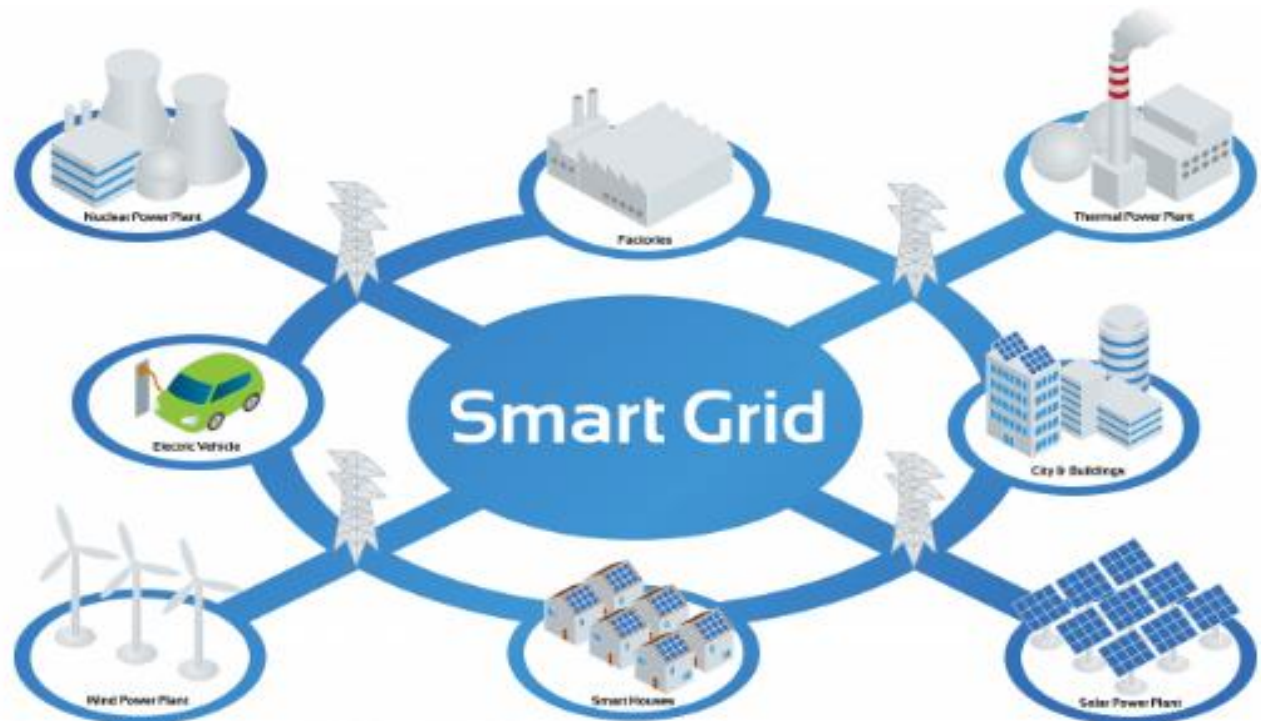
Territoires intelligents

Objectif : partager des services et ressources au plus grand nombre

- Personnalisés, adaptés (contraintes, comportements, préférences)
- **Systèmes intelligents**: en réseau, en interaction. Transcendent les échelles et les acteurs.
 - Aide à la décision, prévision des événements, allocation des ressources, partage des services, compte rendu aux citoyens et décideurs.

Territoires intelligents

- Intelligence = réactivité



Territoires intelligents

- ~~Merveilleux technologique ?~~
 - Démarche pluridisciplinaire
- Utilisateurs
 - Centraux
 - Acteurs
 - Au-delà de la « consommation » des services
 - Fournisseurs de données
 - Partage des ressources et services



Gouvernance

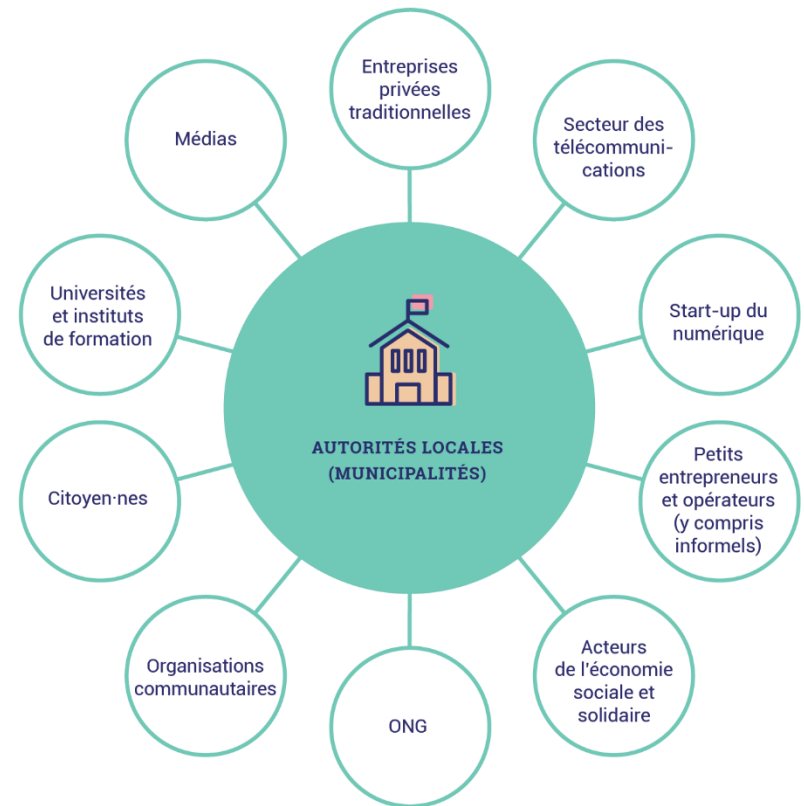
- Mesures et règles permettant d'assurer le bon fonctionnement et contrôle d'une organisation
 - Orientation stratégique
 - Suivi des objectifs
 - Gestion des risques
 - Utilisation responsable des ressources



Gouvernance

= pilotage multi parties prenantes

- Les décisions ne sont pas le fait d'un unique groupe de décideurs, mais après concertation en fonction des différents intérêts des parties prenantes.



Gouvernance

- Principes
 - Responsabilité
 - Transparence
 - Etat de droit
 - Participation



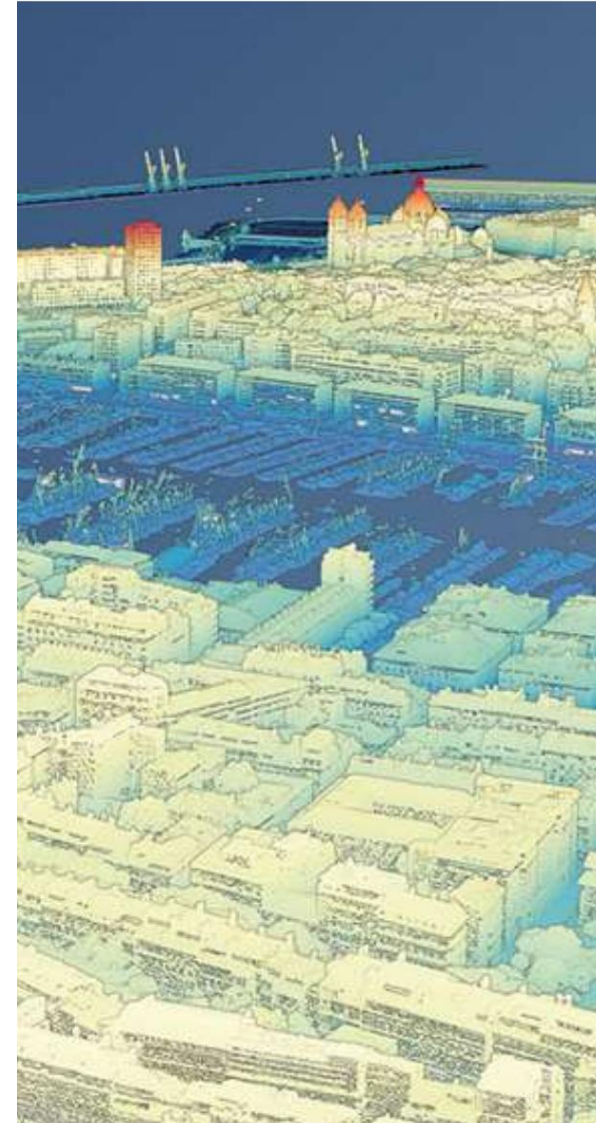
Plan

- Intelligence artificielle
 - Définitions
 - Opportunités / risques
- De l'IA à l'apprentissage profond
- Territoires intelligents
- Jumeau numérique du territoire



Jumeau numérique du territoire

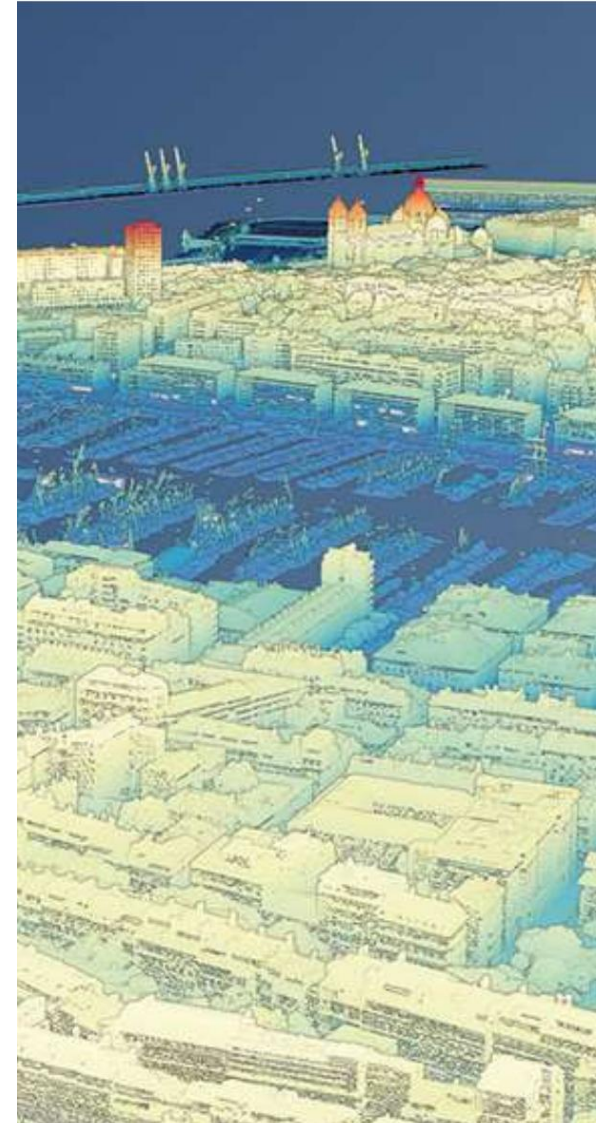
- Réplique virtuelle, dynamique et évolutive d'un territoire réel.
- Permet de modéliser et simuler son fonctionnement et des scénarios pour mieux décider.
- Outil de pilotage puissant pour les collectivités, notamment face aux enjeux climatiques, urbains et énergétiques.



JNFT (*Jumeau numérique de la France et de ses territoires*)

Sébastien Soriano :

- « futur de la carte »
- « aide à la décision sans équivalent, en appui des politiques publiques et industrielles »



JNFT

Modèle numérique 3D / 4D qui reproduit fidèlement communes, métropoles, régions en intégrant :

- données géolocalisées (bâtiments, réseaux, voirie, relief, végétation...)
- données dynamiques (trafic, météo, consommation énergétique, risques naturels...)
- outils de simulation (inondations, canicules, urbanisation, mobilité...)
- interfaces de visualisation



JNFT

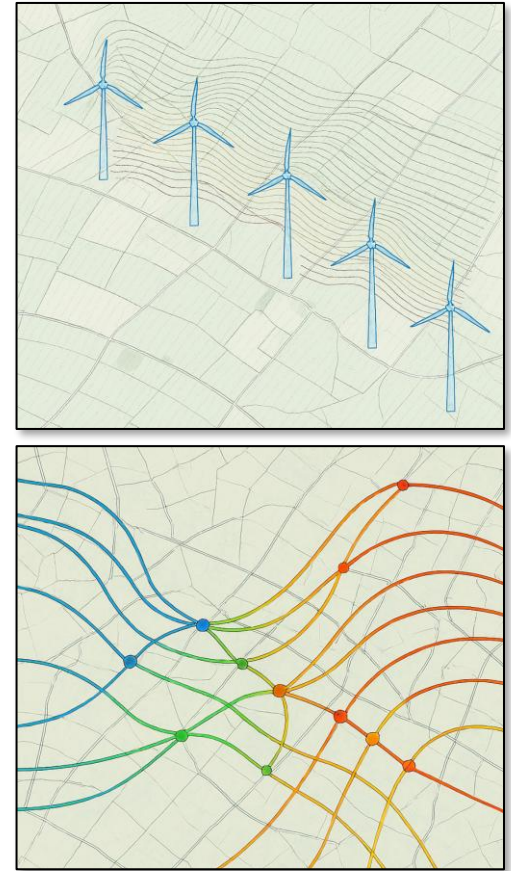
Permet de

- tester des scénarios
- anticiper des impacts
- prendre des décisions éclairées

Intégration de données massives

Simulation de phénomènes complexes

Fédération autour d'une vision commune



Exemples

Aide à la décision publique

- Tester l'impact d'un nouveau quartier, d'une route, d'un PLU
- Simuler les effets du changement climatique (inondations, sécheresse, îlots de chaleur)

Gestion des risques

- Prévoir les zones vulnérables
- Optimiser les plans d'évacuation ou de résilience

Urbanisme et aménagement

- Visualiser le territoire au passé, présent et futur
- Comparer plusieurs projets d'aménagement avant de les réaliser

Mobilité et infrastructures

- Simuler les flux de circulation
- Optimiser les réseaux

Concertation et communication

- Montrer aux citoyens des projets en 3D
- Faciliter la compréhension et l'adhésion

Fonctionnement

Composants

Données géographiques	IGN, cadastre, LiDAR, SIG locaux
Modélisation 3D	Bâtiments, réseaux, sols
Moteurs de simulation	Climat, mobilité, énergie, risques
Interface utilisateur	Cartes interactives, tableaux de bord
Mise à jour continue	Données temps réel

Merci pour votre attention.

Pierre Alliez

Centre Inria d'Université Côte d'Azur

UNIVERSITÉ
CÔTE D'AZUR



INSTITUT INTERDISCIPLINAIRE
D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE
3IA CÔTE D'AZUR




**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**
*Liberté
Égalité
Fraternité*

Inria