

Informatique  
& sciences numériques  
(chaire annuelle 2021-2022)

Wendy E. Mackay

Informatique  
& sciences numériques  
(chaire annuelle 2021-2022)

Wendy E. Mackay

# Interagir avec l'ordinateur

Huitième Leçon  
19 avril 2022

Wendy E. Mackay

Les partenariats  
humain-machine :  
interagir avec  
l'intelligence  
artificielle

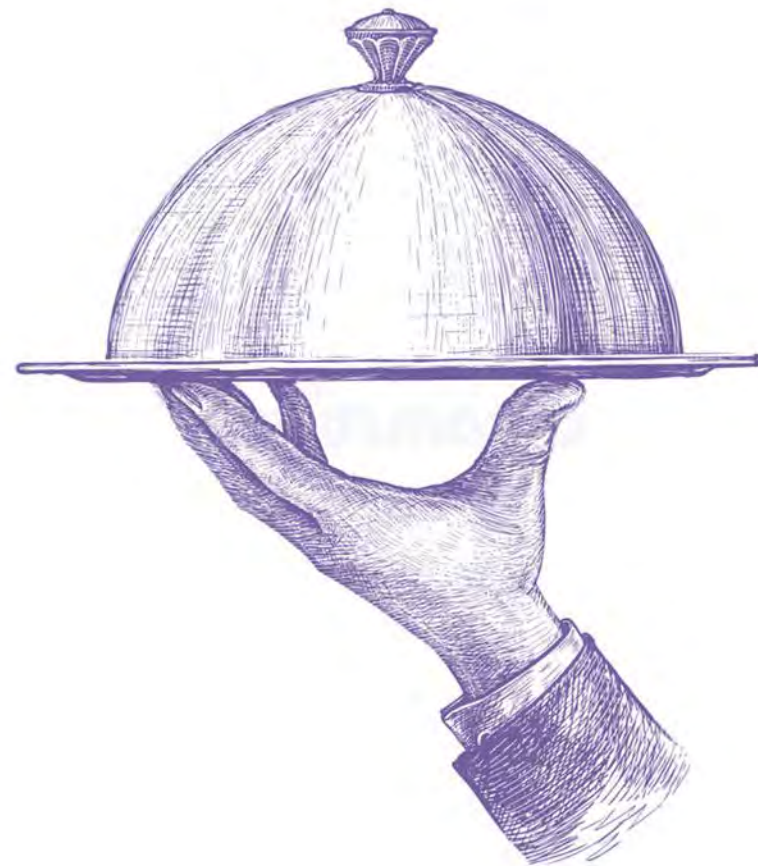
Huitième Leçon  
19 avril 2022

Wendy E. Mackay

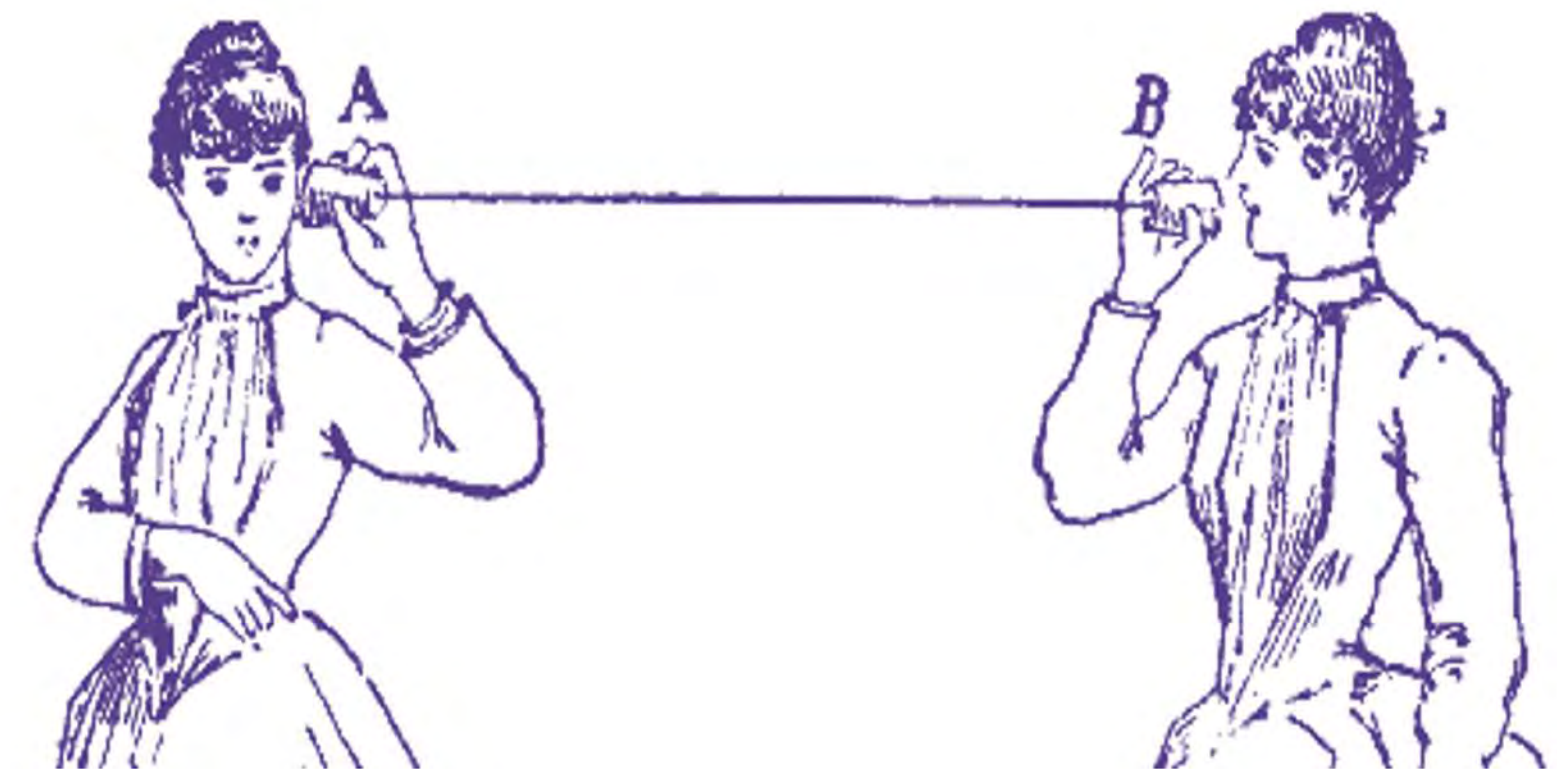
# Trois relations avec l'ordinateur



**Interaction  
Humain-Machine**



**Intelligence  
Artificielle**



**Communication  
Médiatisée**

# Alan Turing

**Mathématicien**

Modèle de calcul universel (1936) :  
la machine de Turing

Propose le concept  
d'intelligence artificielle

Test du Turing



# Les racines de l'intelligence artificielle

## Dartmouth AI Project (1956)

« Chaque aspect de l'apprentissage ou de toute autre caractéristique de l'intelligence peut en principe être décrit avec une telle précision qu'une machine peut le simuler »



# Les racines de l'intelligence artificielle

## Dartmouth AI Project (1956)

« Trouver comment les machines utilisent le langage, forment des abstractions et des concepts, résolvent des types de problèmes aujourd'hui réservés aux humains, et s'améliorent elles-mêmes. »





# Les racines de l'intelligence artificielle

## Dartmouth AI Project (1956)

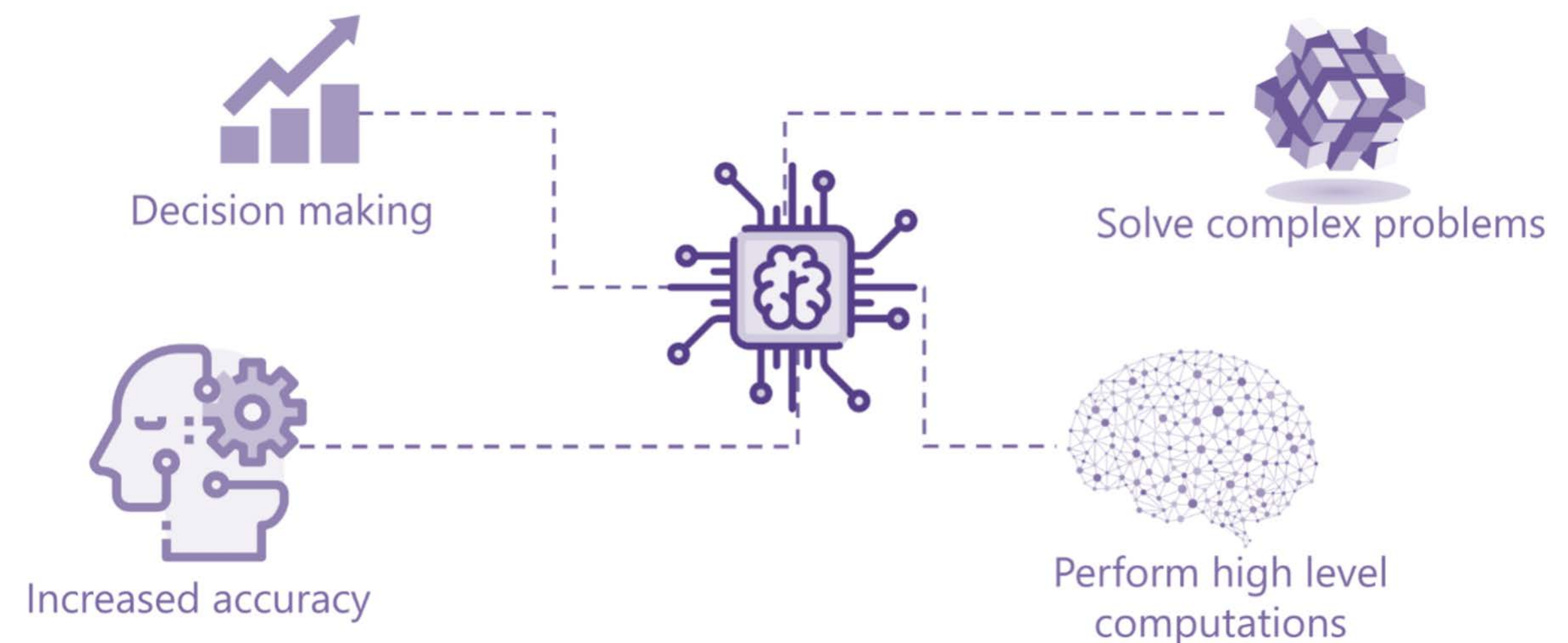
« AI is the science and engineering of making intelligent machines. »

John McCarthy (1956)

« Within a generation [...] the problem of creating 'artificial intelligence' will substantially be solved »

Marvin Minsky (1956)

Tâches qui relèvent de l'intelligence humaine :  
prise de décision, reconnaissance d'objet,  
résolution de problèmes complexes, ...



# Interagir avec l'intelligence artificielle

Objectif :

tromper l'humain ?

faire mieux que l'humain ?

remplacer l'humain ?

# Comment tromper l'utilisateur

Eliza (Weizenbaum, 1964)

Eliza simule une conversation

Substituer des expressions dans phrases définies dans un modèle

Beaucoup de personnes pensaient

qu'Eliza pouvait vraiment comprendre

```
> Hello, I am Eliza.  
* I am afraid.  
> How long have you been afraid?  
* Since midterms.  
> Tell me more...  
* I am afraid that I will fail my course.  
> Do you enjoy being afraid that you will fail your course?
```

```
> Bonjour, je suis Eliza  
* J'ai peur  
> Depuis combien de temps as-tu peur ?  
* Depuis les examens de mi-session  
> Dites m'en plus ...  
* J'ai peur d'échouer à mon examen  
> Est-ce que tu aimes avoir peur d'échouer dans tes études ?
```

# Interagir avec l'intelligence artificielle

Objectif :

tromper l'humain ?

faire mieux que l'humain ?

remplacer l'humain ?

# Faire mieux que l'humain ?

**Kasparov vs. DeepBlue (1997)**

Première victoire d'un ordinateur sur un champion du monde d'échecs

MAIS les ingénieurs d'IBM pouvaient reprogrammer l'ordinateur entre les parties

Kasparov a fait une dépression ... puis a inventé les échecs augmentés



# Faire mieux que l'humain ?

**Jeopardy vs IBM Watson (2011)**

Victoire de IBM Watson contre les champions du jeu Jeopardy

MAIS les questions étaient posées à l'ordinateur sous forme textuelle, et les humains avaient souvent la bonne réponse mais un temps de réaction plus lent



# Faire mieux que l'humain ?

## Jeopardy vs IBM Watson (2011)

Les réponses erronées de Watson démontrent son manque de sens commun

Exemple : à une question qui portait sur une particularité anatomique d'un gymnaste, Watson répond « une jambe » alors que la bonne réponse est qu'il est « amputé d'une jambe »



# Faire mieux que l'humain ?

**Alpha Go vs. Lee Sedol (2016)**

Le programme AlphaGo de Google bat le champion 9e dan Lee Se-dol au Go

Beaucoup de coups de AlphaGo ont surpris les observateurs, qui les trouvaient « non humains »





# Faire mieux que l'humain ?

**Alpha Go vs. Lee Se-dol (2016)**

Le programme AlphaGo de Google bat le champion 9e dan Lee Se-dol au Go.

Beaucoup de coups de AlphaGo ont surpris les observateurs, qui les trouvaient « non humains ».

AlphaGo consomme environ 170kW, contre 20 Watts pour un cerveau humain...



**AlphaGO**  
1202 CPUs, 176 GPUs,  
100+ Scientists.

**Lee Se-dol**  
1 Human Brain,  
1 Coffee.

# Interagir avec l'intelligence artificielle

Objectif :

tromper l'humain ?

faire mieux que l'humain ?

remplacer l'humain ?

# Remplacer l'humain ?

2001, *L'Odyssée de l'espace* (1968)

Trois niveaux d'IA :

Faible

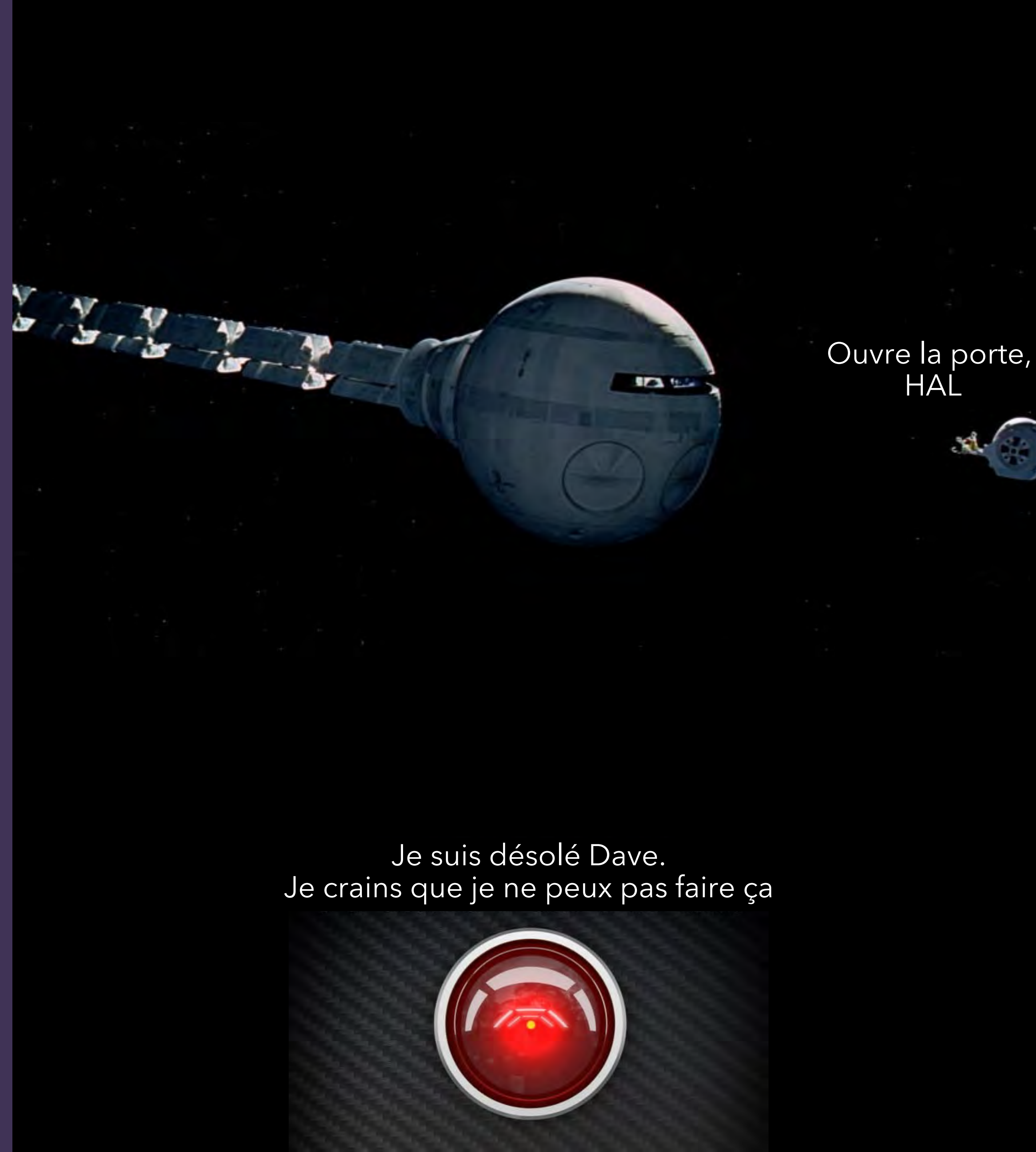
exécuter une seule tâche

Forte (ou générale)

apprendre n'importe quelle tâche

Superintelligence artificielle

surpasse l'intelligence et  
les capacités humaines



Ouvre la porte,  
HAL

Je suis désolé Dave.  
Je crains que je ne peux pas faire ça

# Intelligence artificielle

Focus : la qualité de l'algorithme

pas : l'impact sur l'utilisateur



# Intelligence artificielle

Considère souvent les humains  
comme une source de données  
pour leurs algorithmes



# Intelligence artificielle

Considère souvent les humains  
comme une source de données  
pour leurs algorithmes

Ou une source d'erreur ...

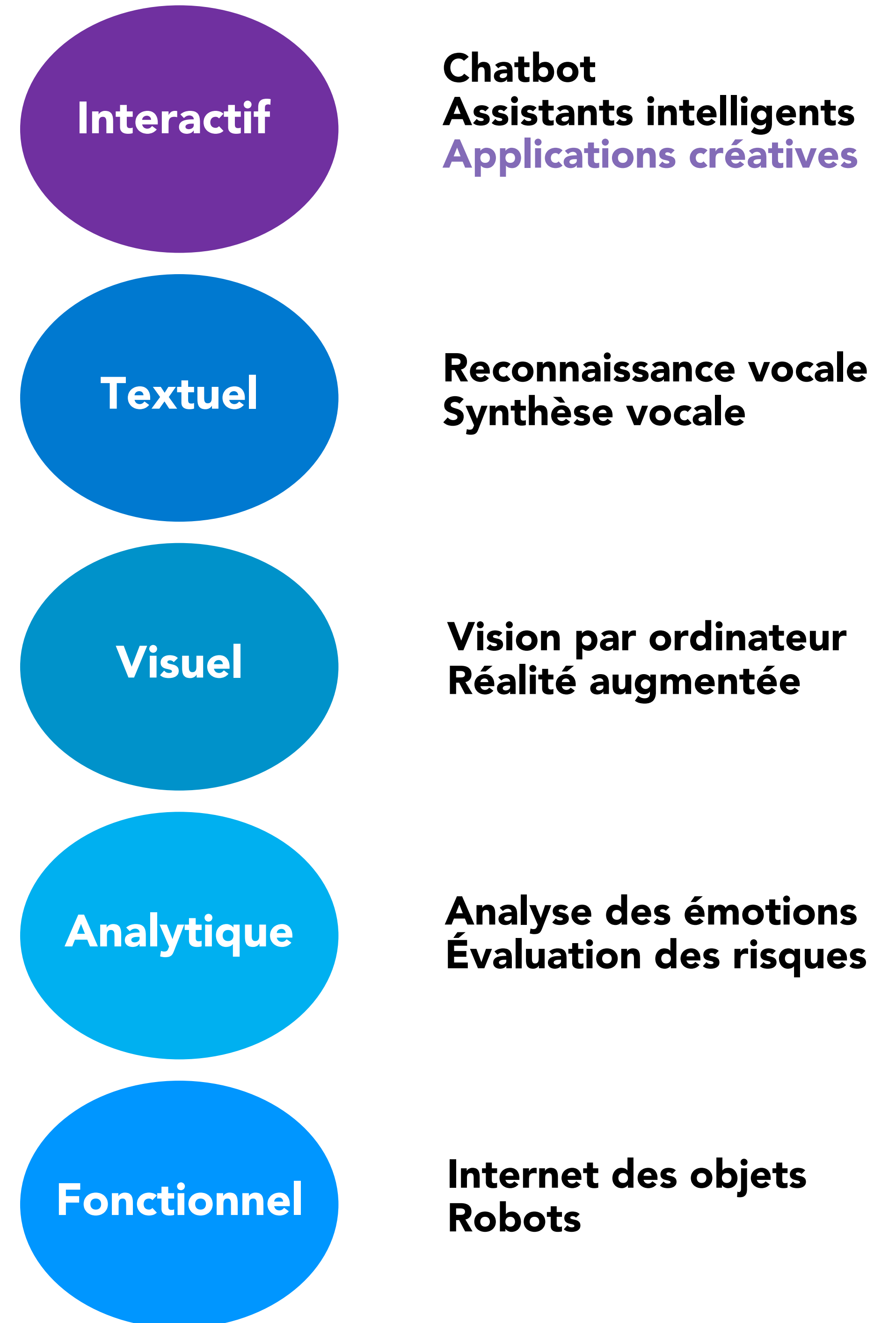
# Applications de l'intelligence artificielle

5 Types Of Artificial Intelligence

Perspective commerciale :

Organiser les systèmes intelligents selon leur fonction

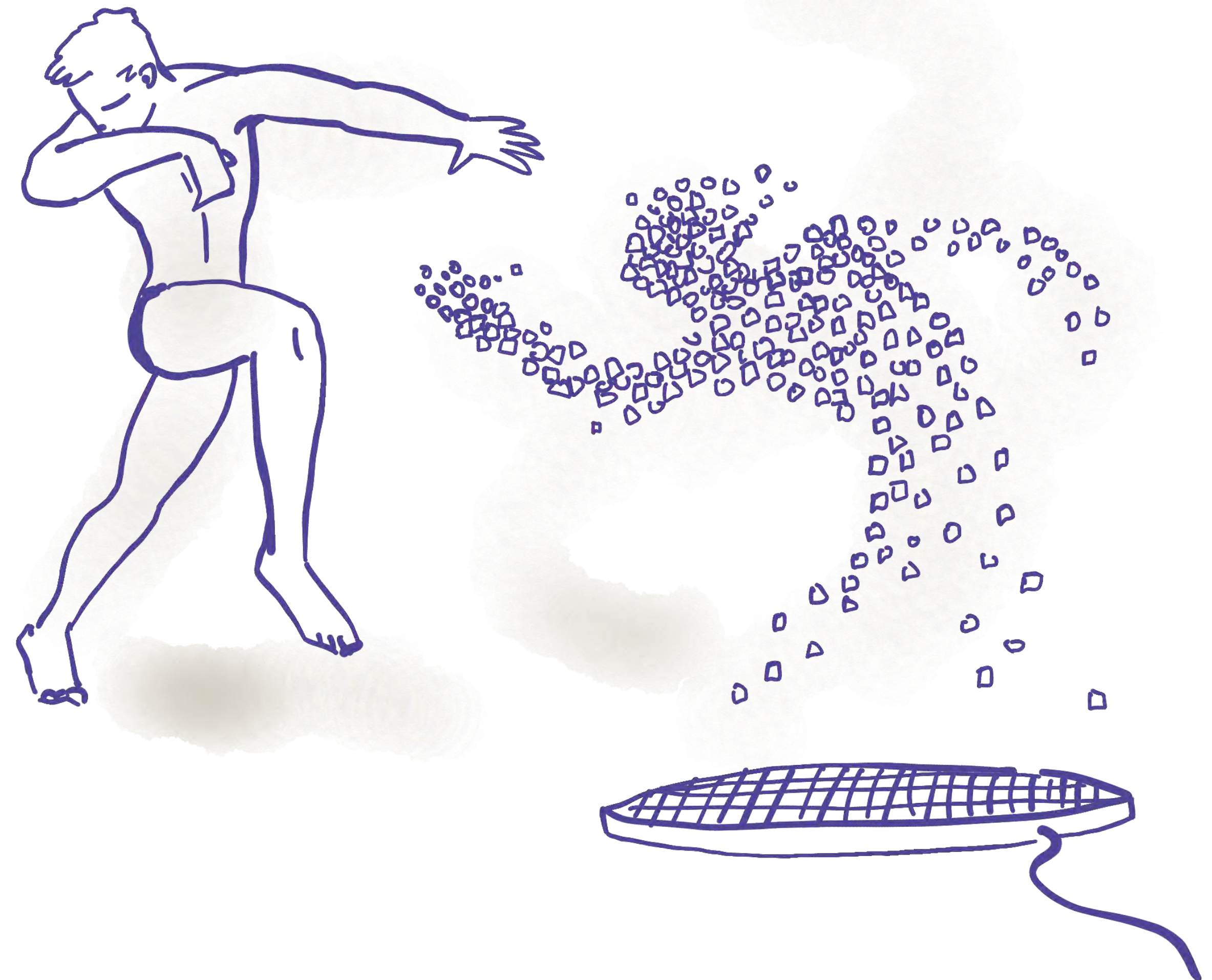
Que fait le système ?



# Applications de l'intelligence artificielle

5 Types Of Artificial Intelligence

L'interaction humain-machine  
catégorise les systèmes d'IA  
en fonction de la manière dont  
les humains interagissent avec eux





# Interaction humain-machine

Focus : l'interaction entre  
l'utilisateur et le système

pas : l'algorithme

# Interaction humain-machine

Considère les algorithmes  
comme une source de données  
pour leurs utilisateurs

Défi :

Comment augmenter  
les capacités humaines ?



# Interaction humain-machine

Le rôle de l'utilisateur n'est pas  
d'améliorer l'algorithme

Mais d'augmenter les capacités humaines



# L'interaction humain-machine

Objectif :

aider l'humain

défier l'humain

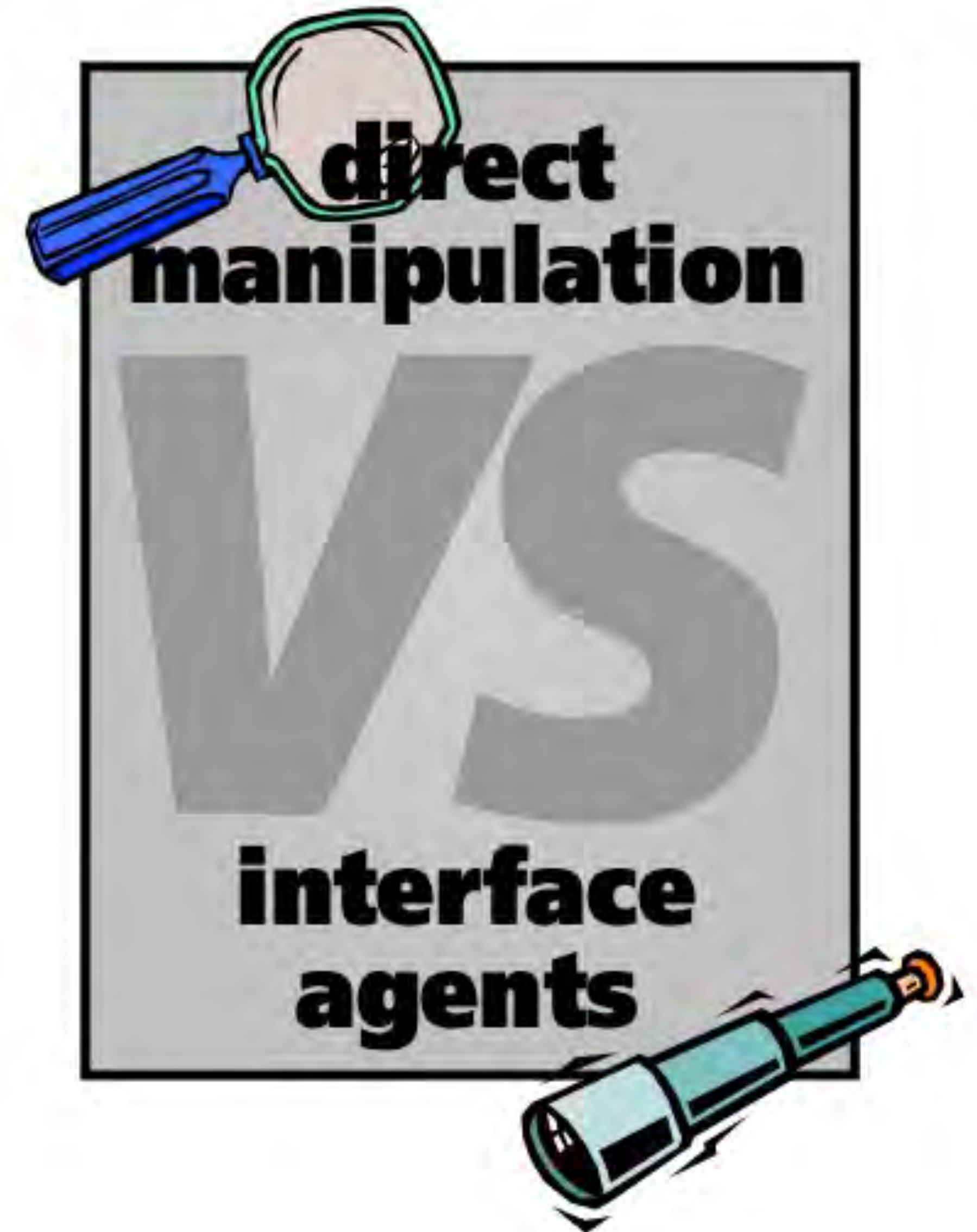
augmenter les capacités humaines

# Manipulation directe vs. agents interactifs

**Ben Shneiderman vs. Pattie Maes (1997)**

Shneiderman : évaluer l'interface par  
la performance de ses utilisateurs  
L'utilisateur doit se sentir en contrôle

Maes : Le monde numérique devient  
complexe alors il faut déléguer  
des tâches aux agents intelligents



# Agents « intelligents »

## Clippy (Microsoft, 1997)

Assistant virtuel qui réagit au contexte

Conçu pour interrompre l'utilisateur

Pas prévu pour apprendre les habitudes  
ou préférences de l'utilisateur

Frustrant

It looks like you're  
writing a letter.  
Would you like help?



# Agents « intelligents »

Changement de rôle de l'utilisateur  
écrivain ou  
correcteur des erreurs de la machine ?

iMessage  
aujourd'hui 17:04

Ton père et moi on va divorcer pendant les vacances. Ça te dit ?

DIVORCER ?????

Non !!!!! On va à Disneyland ! C'est le correcteur orthographique qui a écrit n'importe quoi !

Ouf!!! J'ai eu peur!!!

Lu à 17:07

# Une vision alternative

Créer des partenariats  
humain-machine

Profiter des meilleures  
caractéristiques de chacun



# Analogie avec la biologie évolutive

Les espèces développent des relations

+ positives

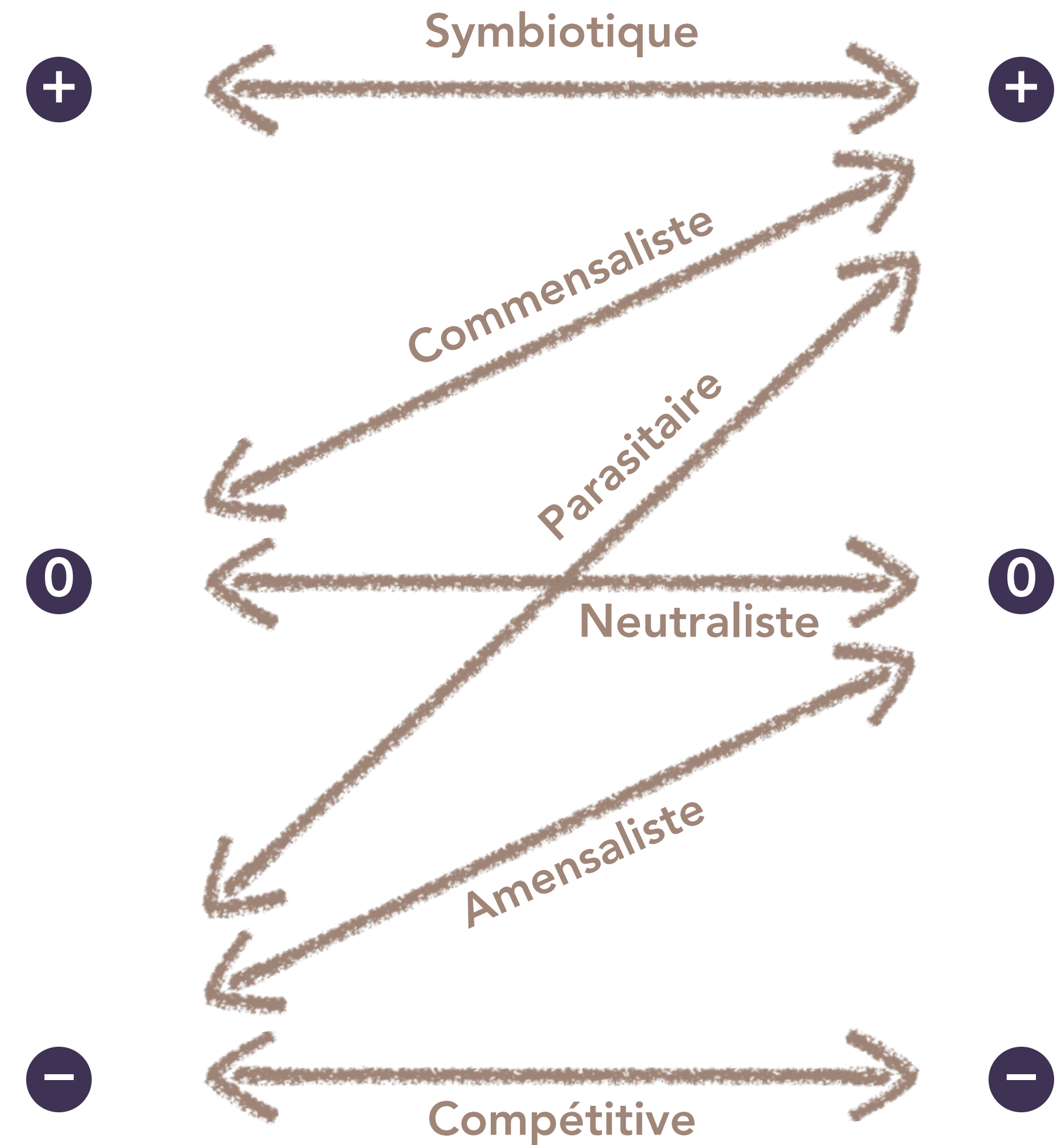
0 neutres ou

- négatives

entre elles dans le temps

Humain

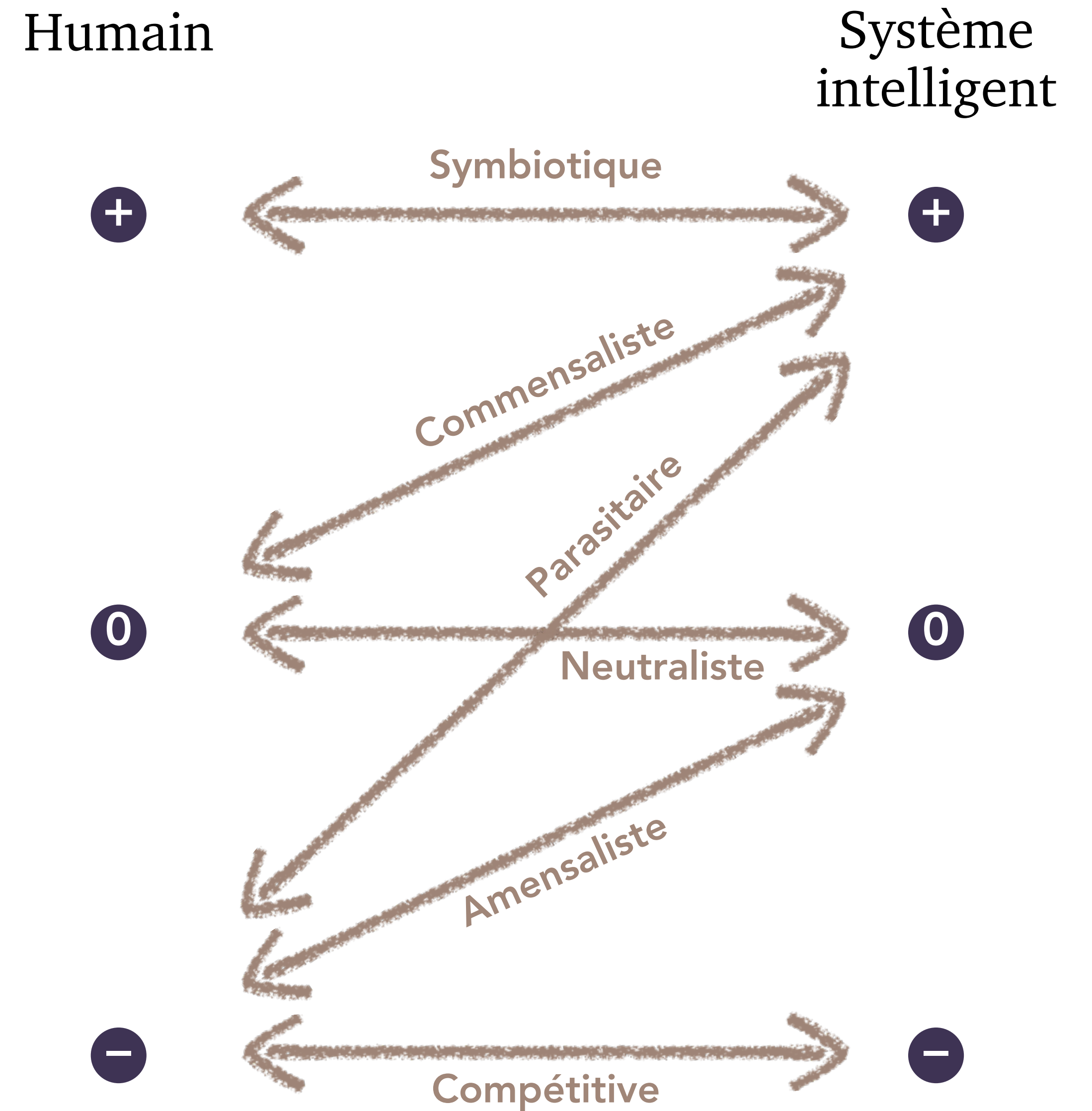
Systeme intelligent



# Analogie avec la biologie évolutive

Quel est l'effet à long terme de l'interaction entre l'humain et un système intelligent

Est-ce que le système remplace l'humain ?  
diminue ses capacités ?  
ou les augmente ?



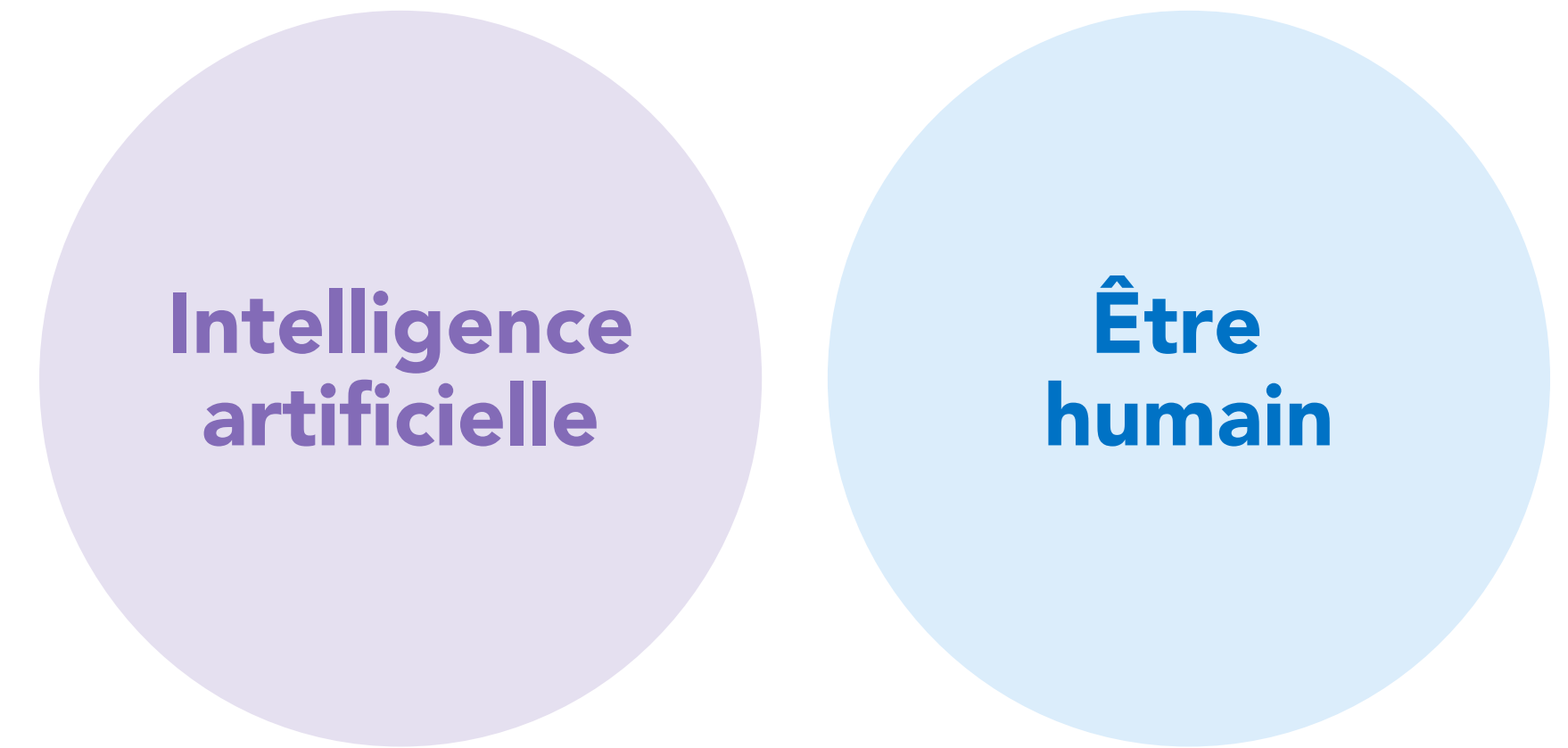
# Rôles de l'IA et de l'humain

L'interaction humain-machine  
catégorise les systèmes d'IA  
en fonction de la manière dont  
les humains interagissent avec eux

Qui fait quoi ?

Qui a le contrôle ?

## Tâches indépendantes



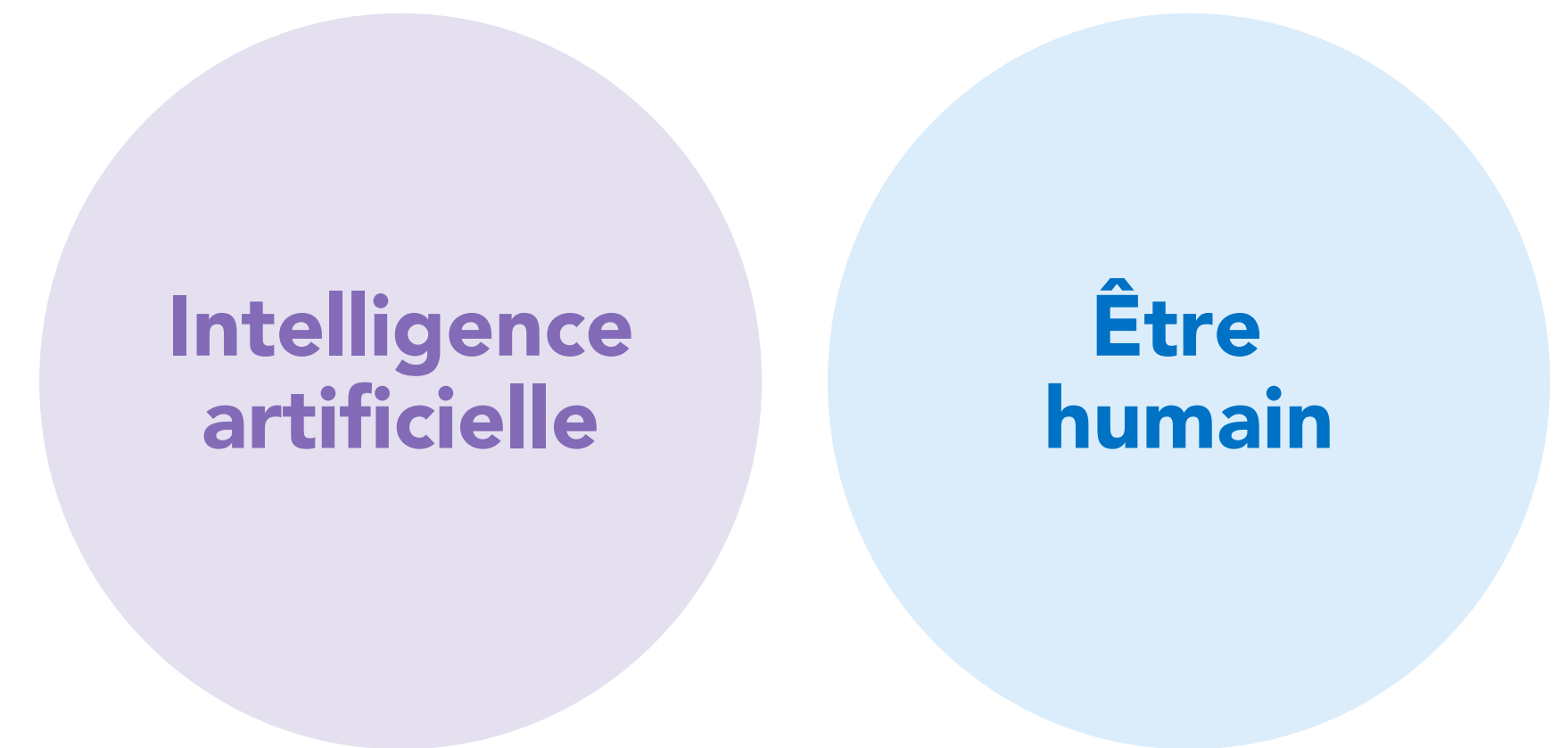
# Rôles de l'IA et de l'humain

L'interaction humain-machine  
catégorise les systèmes d'IA  
en fonction de la manière dont  
les humains interagissent avec eux

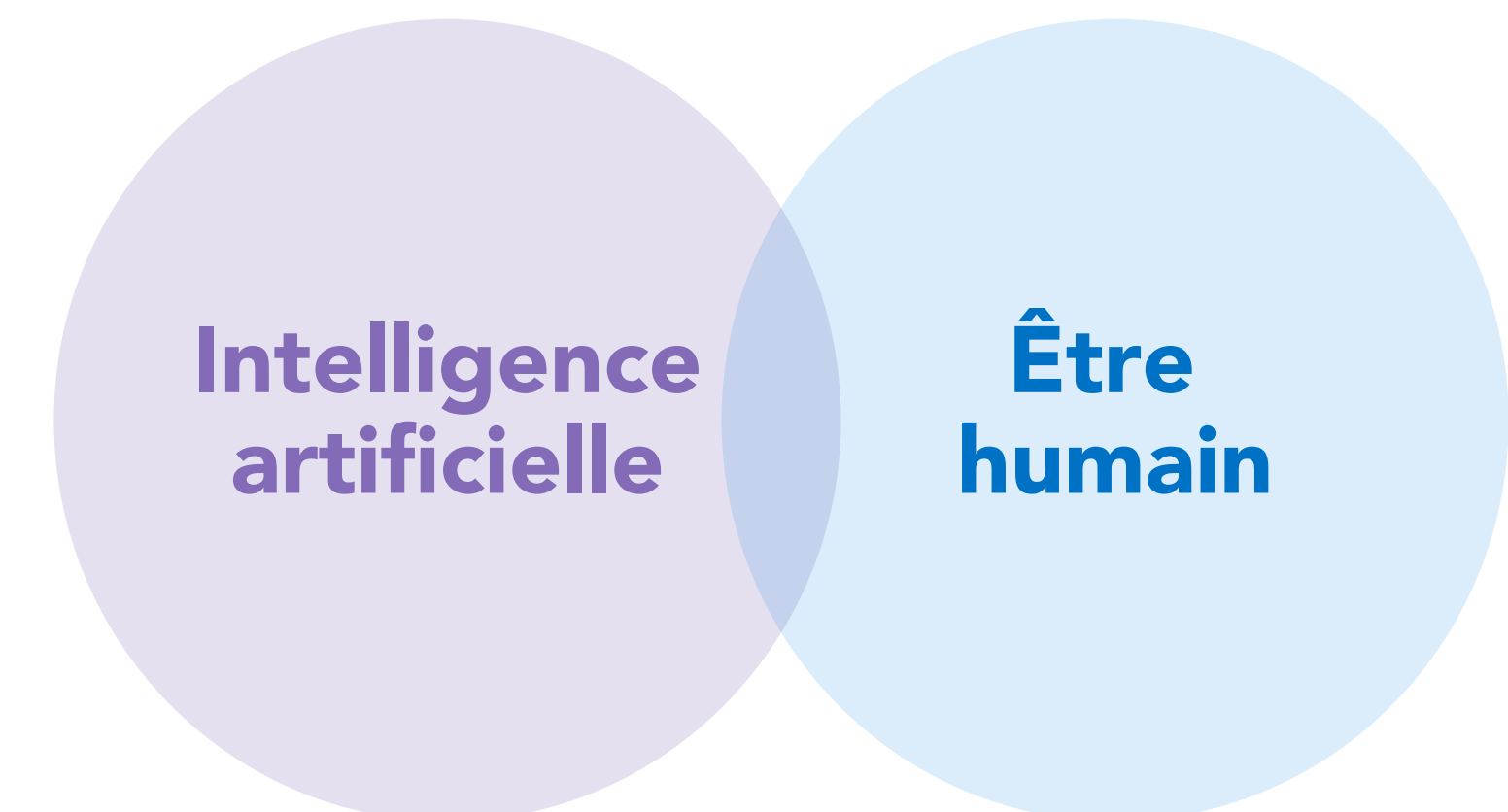
Qui fait quoi ?

Qui a le contrôle ?

## Tâches indépendantes

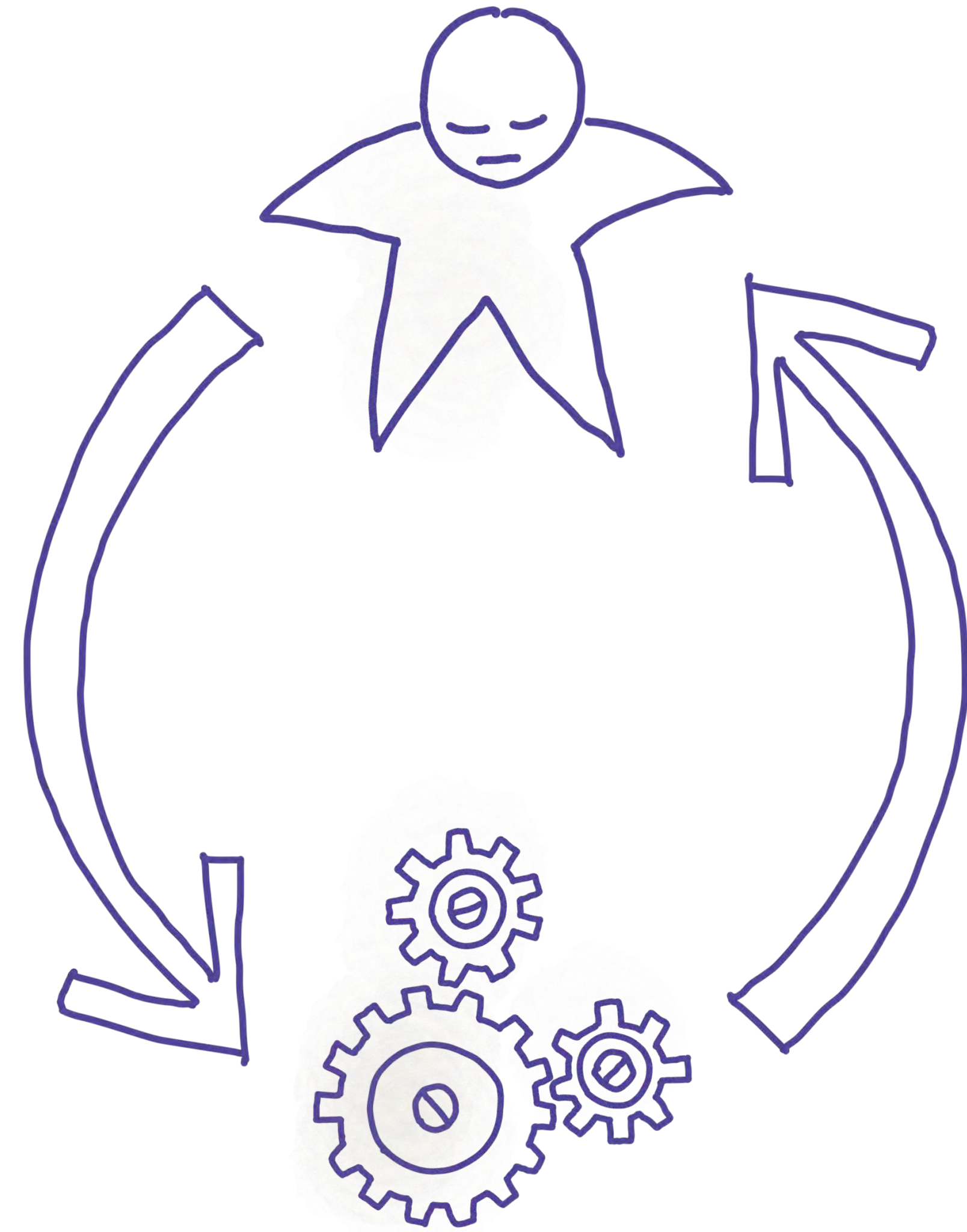


## Tâches superposées



# Humain-dans-la-boucle

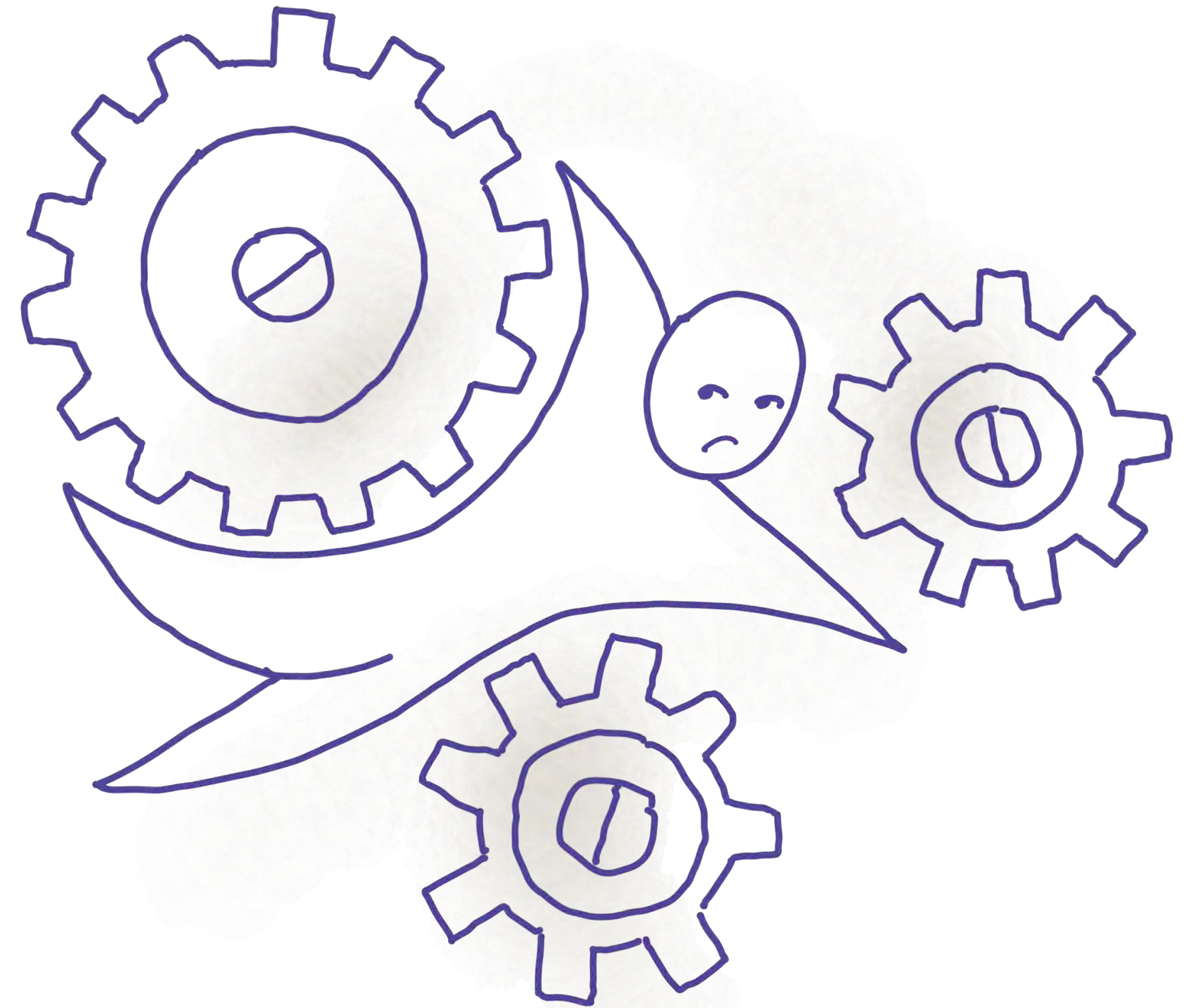
La boucle d'interaction humain-machine implique toujours des humains et des algorithmes



# Humain-dans-la-boucle

La recherche en intelligence artificielle  
mesure l'efficacité de l'algorithme

pas l'impact sur l'humain



# Humain-dans-la-boucle

Les chercheurs en IHM mesurent  
l'effet de l'algorithme sur l'humain

Différents algorithmes peuvent créer  
la même interaction

Le même algorithme  
avec une interaction différente  
peut avoir un effet différent



# Les partenariats humain-machine

Que veut dire  
« partenariat humain-machine » ?





Que veut dire  
« partenariat » ?

Prendre un taxi

Le conducteur a le contrôle

# Que veut dire « partenariat » ?

Conduire une moto

L'utilisateur a le contrôle





# Que veut dire « partenariat » ?

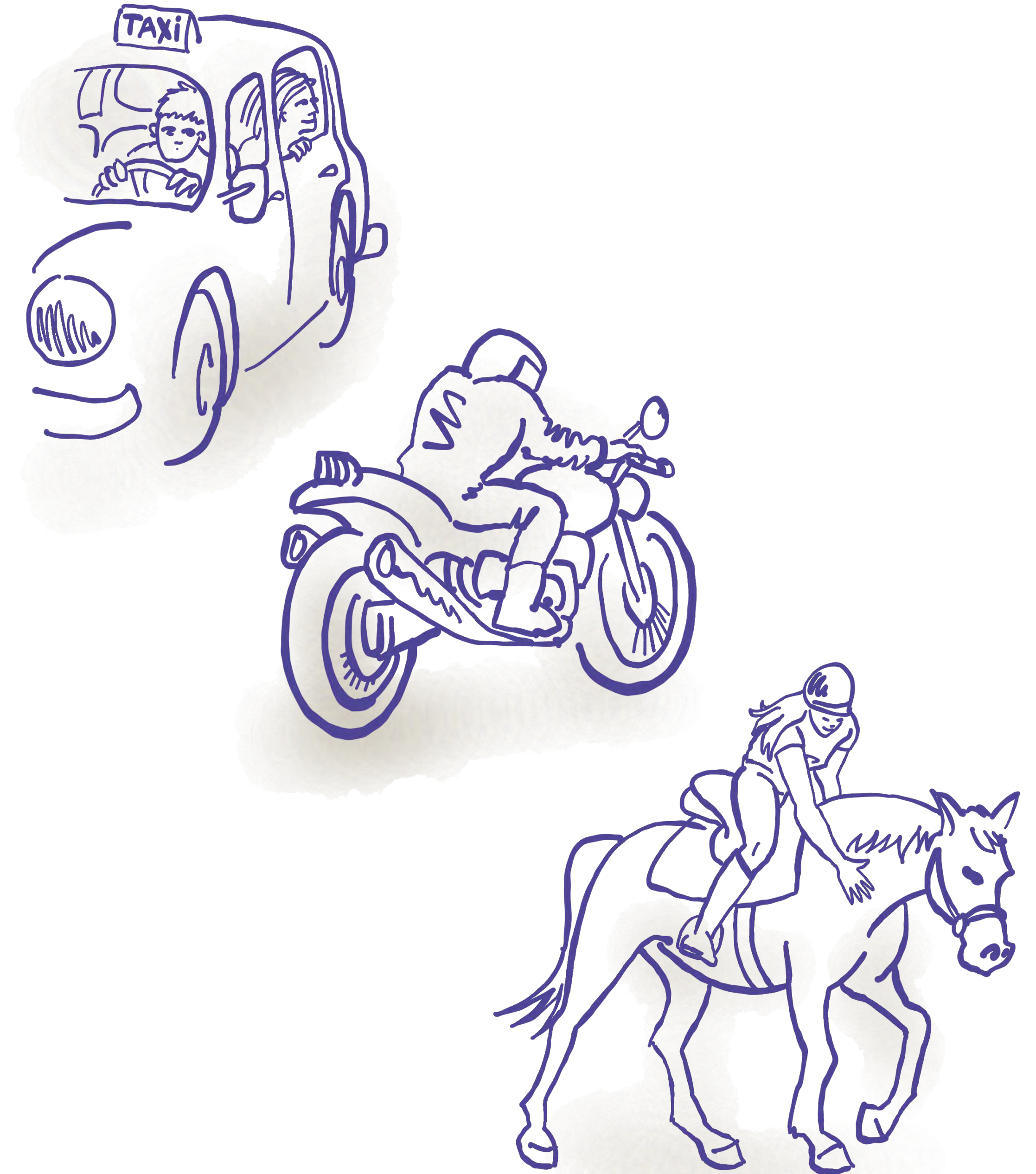
Monter à cheval

Les deux partagent le contrôle

# Partenariat humain-machine

Comment combiner  
les trois types de relations  
entre l'humain et l'ordinateur ?

Comment partager le contrôle ?



# L'approche IA : progression pour éliminer l'utilisateur



0

## No Automation

Zero autonomy; the driver performs all driving tasks.

1

## Driver Assistance

Vehicle is controlled by the driver, but some driving assist features may be included in the vehicle design.

2

## Partial Automation

Vehicle has combined automated functions, like acceleration and steering, but the driver must remain engaged with the driving task and monitor the environment at all times.

3

## Conditional Automation

Driver is a necessity, but is not required to monitor the environment. The driver must be ready to take control of the vehicle at all times with notice.

4

## High Automation

The vehicle is capable of performing all driving functions under certain conditions. The driver may have the option to control the vehicle.

5

## Full Automation

The vehicle is capable of performing all driving functions under all conditions. The driver may have the option to control the vehicle.

**Pas d'automatisation**

**Assistance au conducteur**

**Automatisation partielle**

**Automatisation conditionnelle**

**Automatisation élevée**

**Automatisation complète**

# 4 thèmes pour les partenariats humain-machine

Différents rôles

Explicabilité

Interaction continue

Étudier l'interaction

# Différents rôles

Du remplacement de l'humain  
au partage d'une tâche avec des  
buts différents  
niveaux de contrôle différents  
expertises différentes

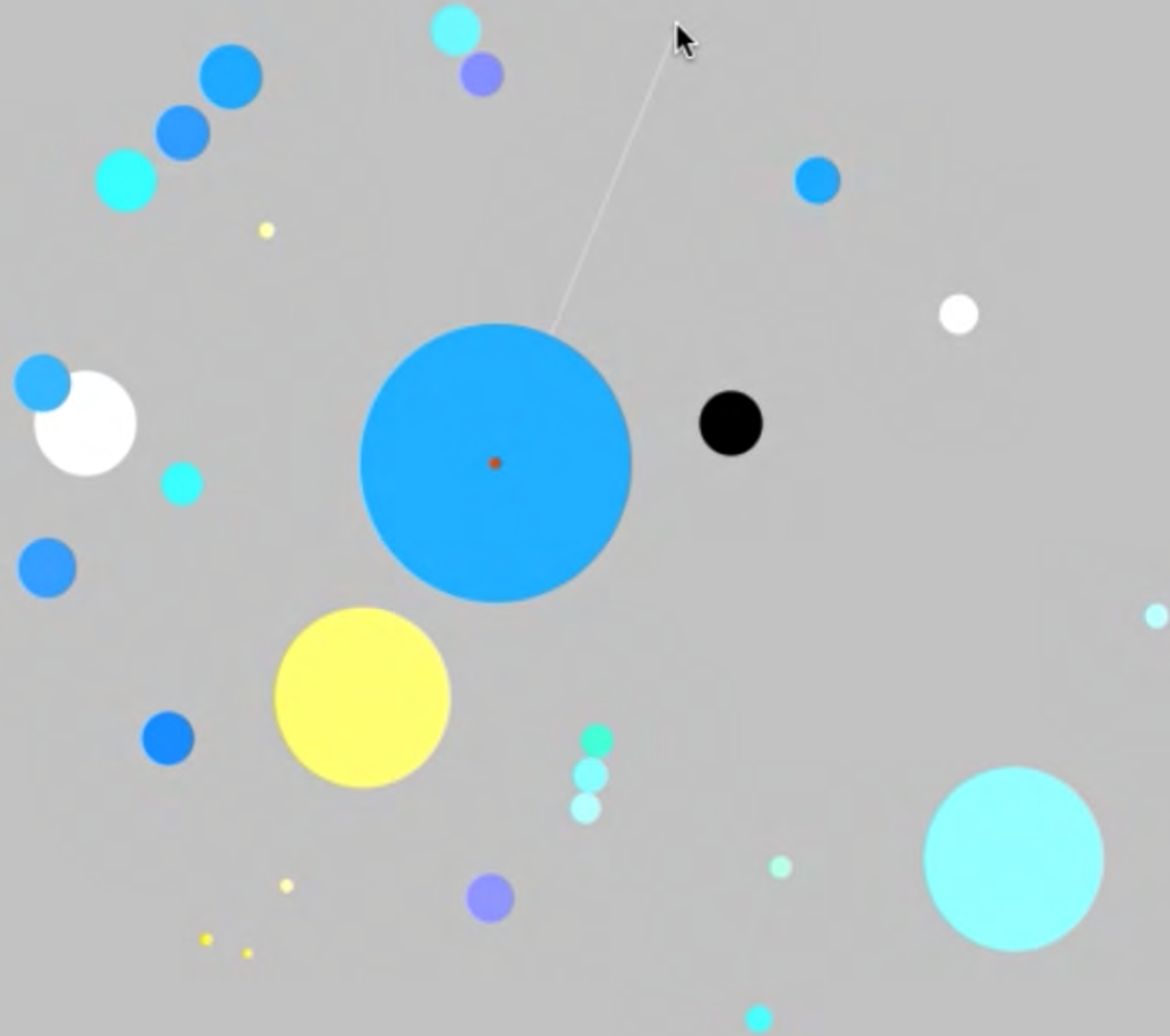
# Buts différents

## Color Partner (Maudet et al., 2015)

Étude avec les artistes et les designers  
Comment utilisent-ils la couleur ?

### Color Partner

l'utilisateur spécifie les couleurs de départ  
le système suggère des couleurs associées  
en fonction de la position du curseur  
l'utilisateur choisit celles qu'il préfère





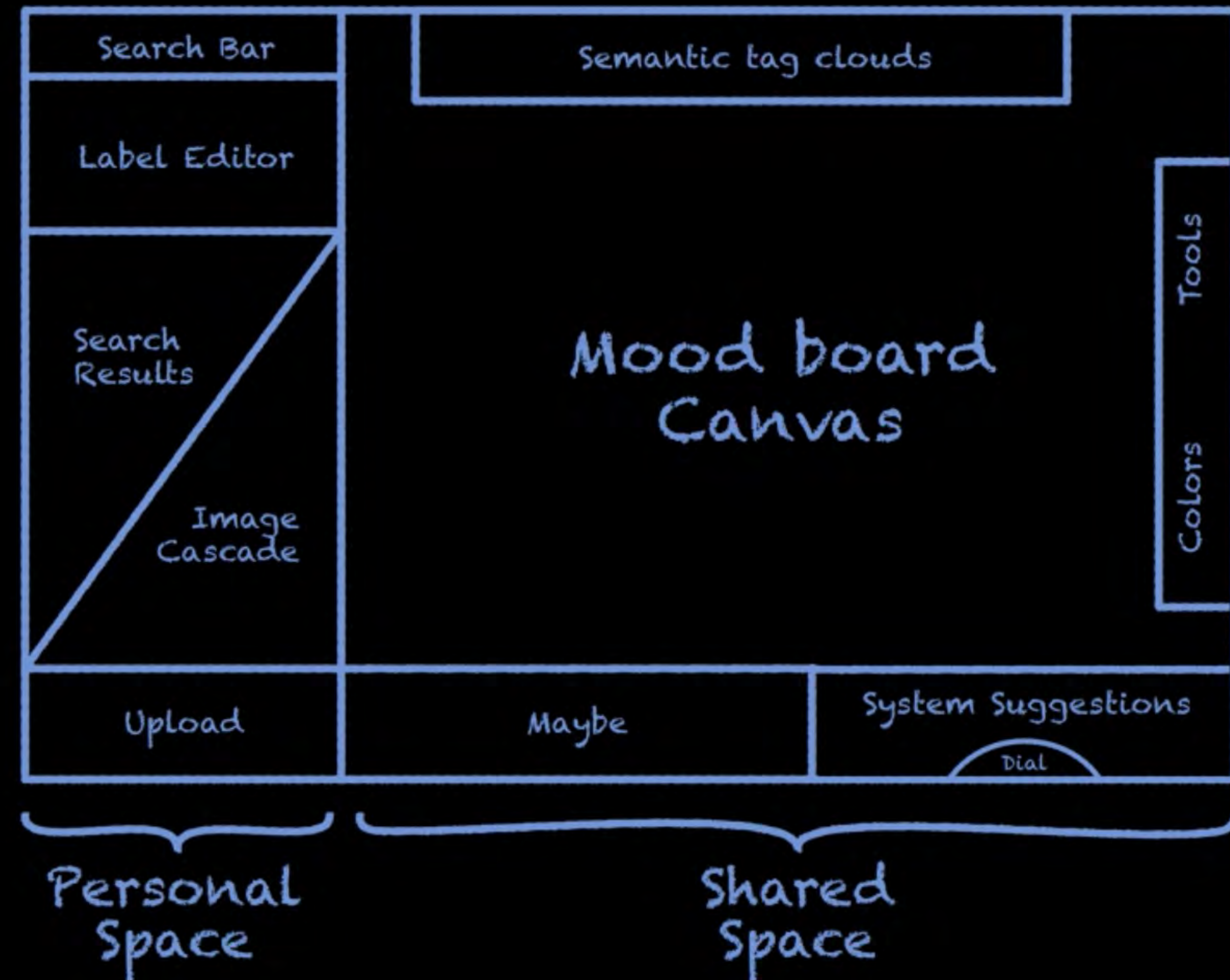


# Niveaux de contrôle différents

ImageSense (Koch et al., 2020)

Études avec les designers de 'Moodboard'

Objectif : trouver de bonnes images

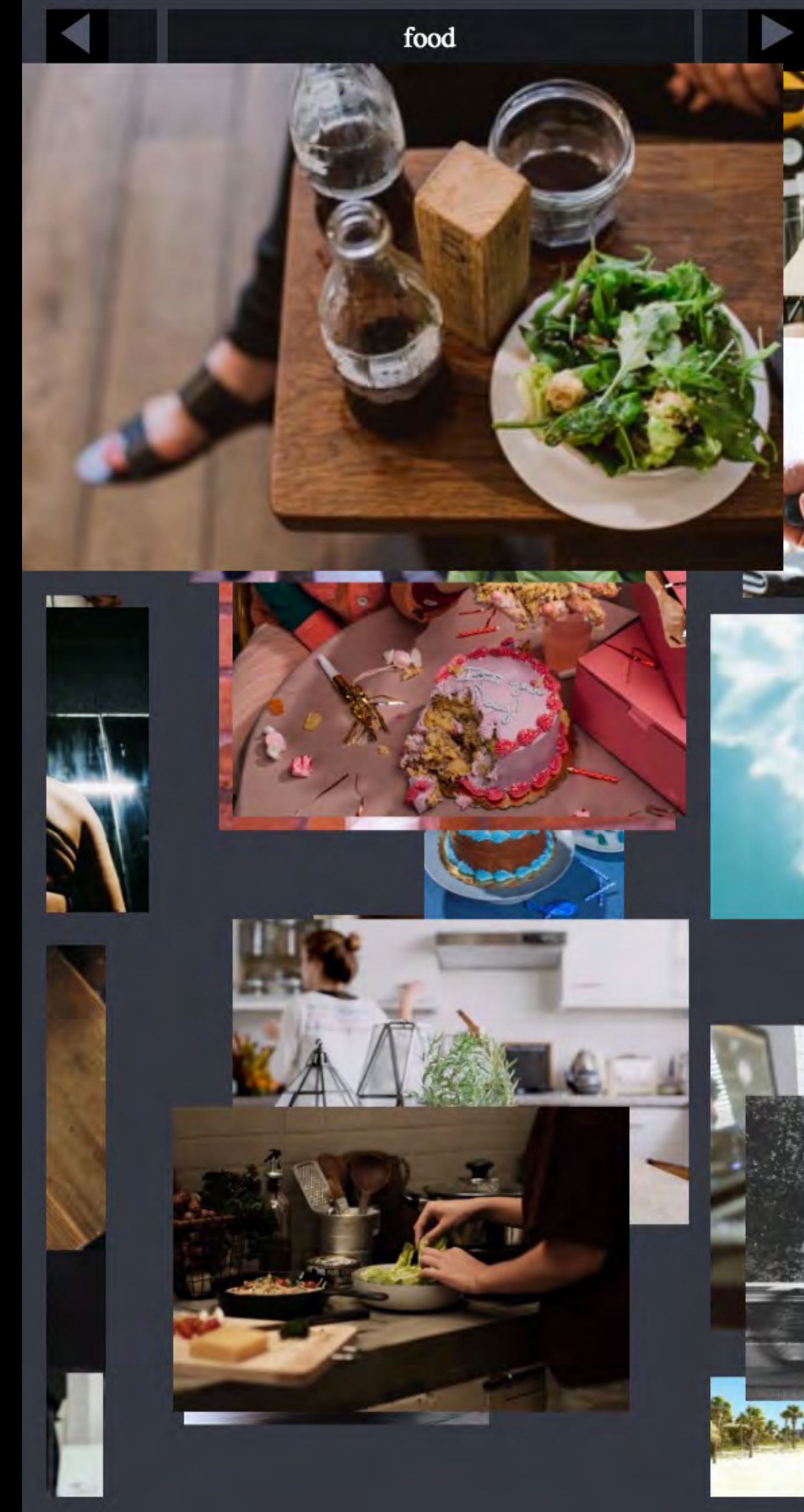


# Niveaux de contrôle différents

## ImageSense (Koch et al., 2020)

Trois types d'initiative

1. L'utilisateur a le contrôle :  
recherche à partir d'un ensemble  
d'images pre-sélectionnées



Source

Tags by Image Moodboard Tags Associated tags Abstract notions Color moods

Tags by Image Moodboard Tags Associated tags Abstract notions Color moods

urban lifestyle

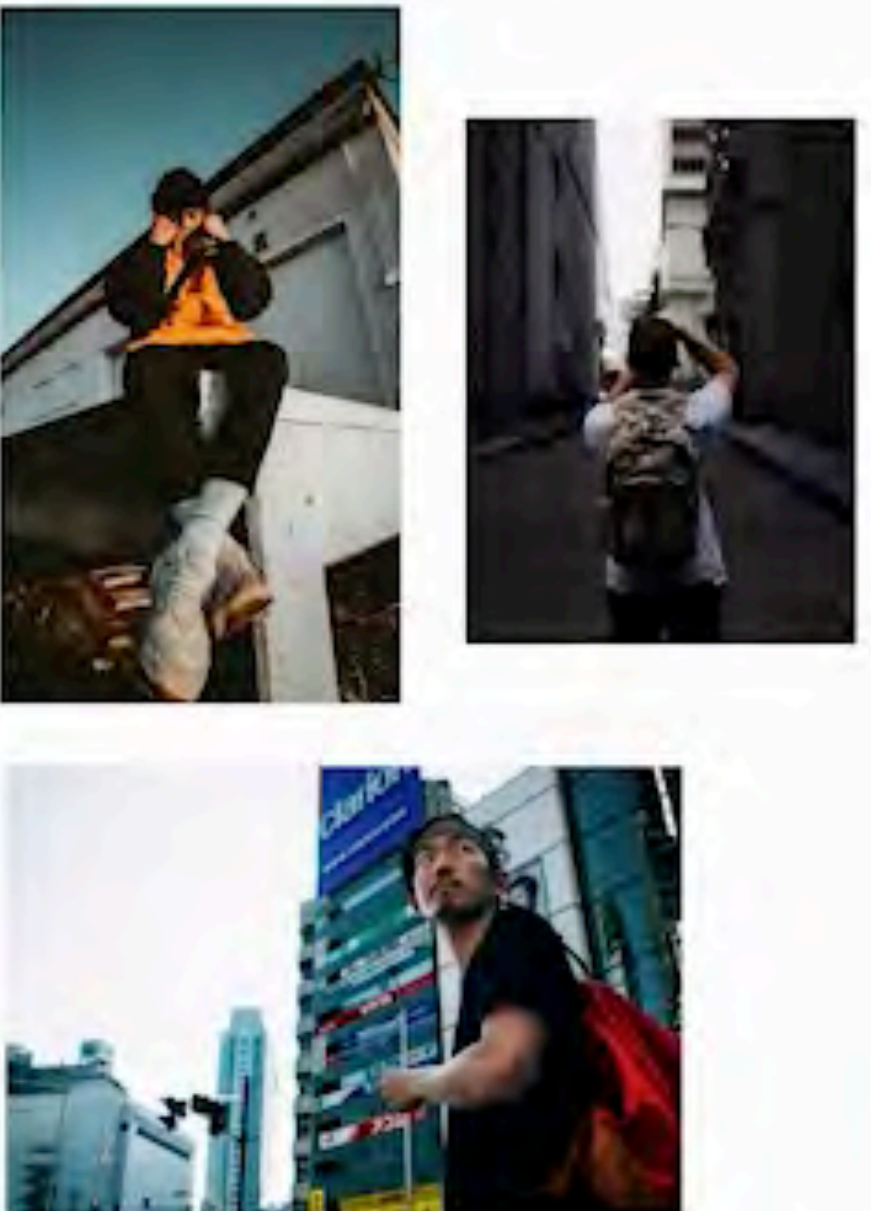
urban lifestyle urban lifestyle

urban lifestyle sneaker

Semantic Labels


Stockphoto ImageCascade

art




Upload your own image

Demo



AI



Request more!

More like this

City Skyscraper

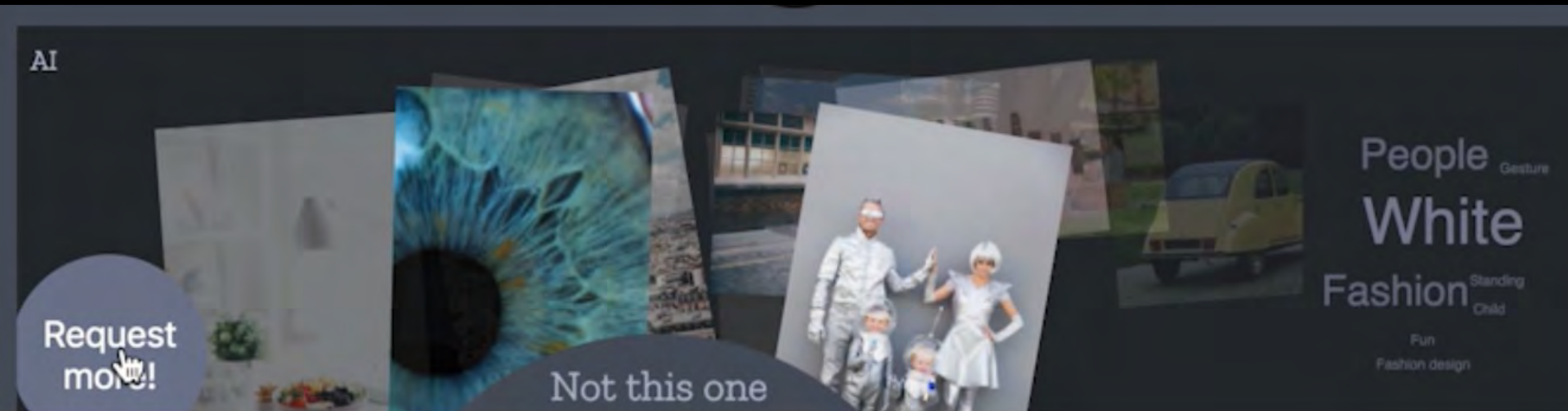
# Image Cascade

# Niveaux de contrôle différents

## ImageSense (Koch et al., 2020)

Trois types d'initiative

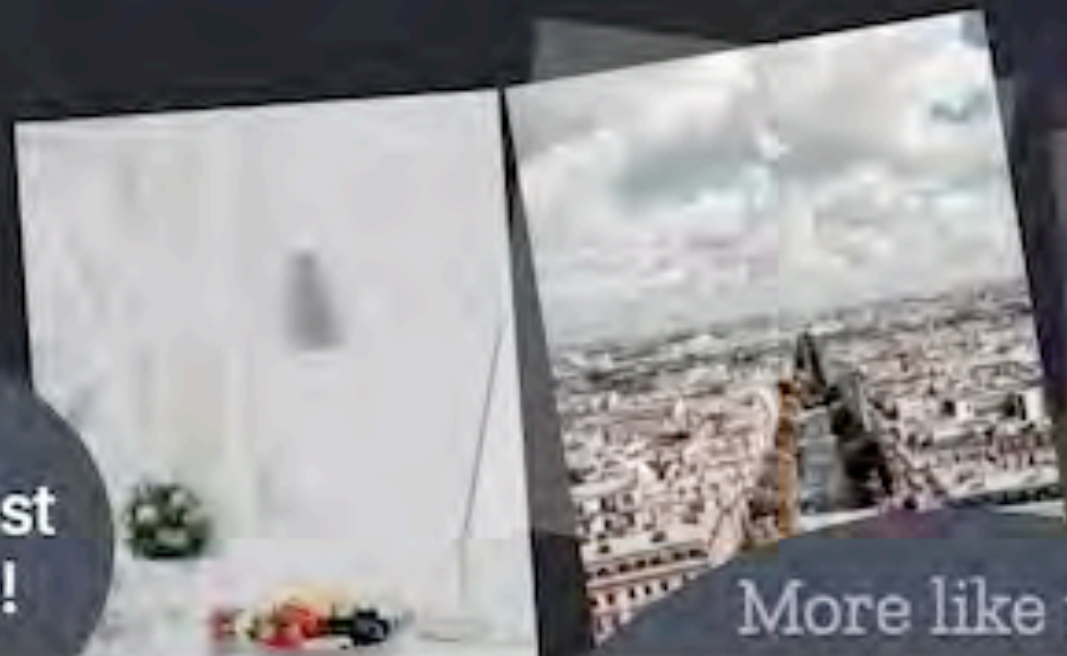
1. L'utilisateur a le contrôle :  
recherche à partir d'un ensemble d'images pré-sélectionnées
2. Le système a le contrôle :  
L'IA suggère des images en fonction des choix précédents de l'utilisateur





AI

Request  
more!



More like this



City  
Urban area

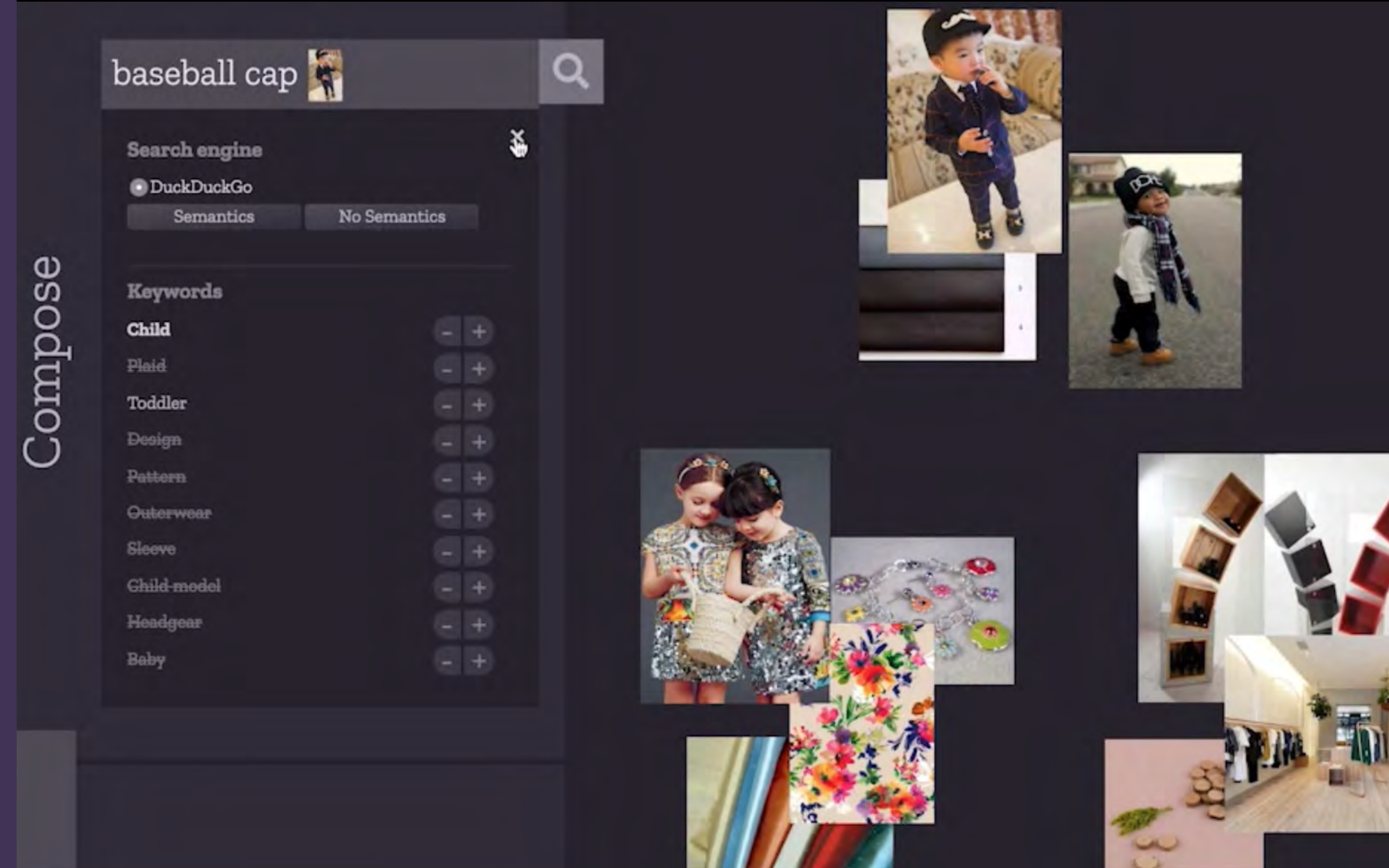
Intelligent agents suggest images  
based on mood board style and semantics.

# Niveaux de contrôle différents

**SemanticCollage (Koch et al., 2020)**

Trois types d'initiative

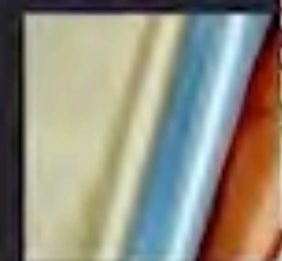
1. L'utilisateur a le contrôle :  
recherche à partir d'un ensemble d'images pre-sélectionnées
2. Le système a le contrôle :  
L'IA suggère des images en fonction des choix précédents de l'utilisateur
3. Le contrôle est partagé :  
Les deux recherchent des images ensemble



# Compose



Options

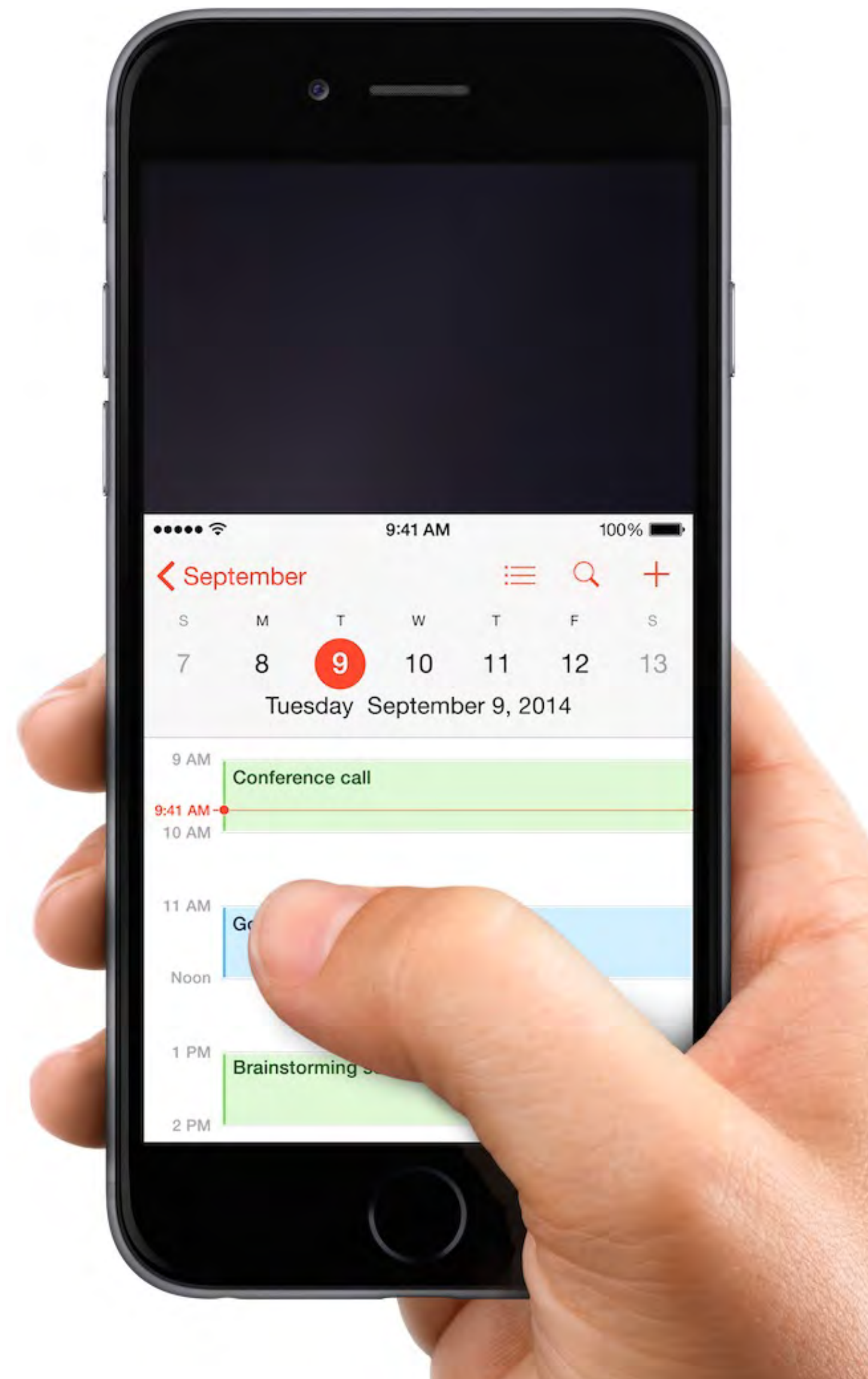




# Interagir par les gestes

Un smartphone aujourd'hui :

Plus puissant que l'ordinateur  
qui a envoyé l'homme sur la lune





Pointer



Déplacer



Écarter

# Interagir par les gestes

L'interaction est très facile ...  
mais très limitée

# Interagir par les gestes



Pointer



Déplacer



Écarter



Cuisiner



Modeler



Jouer du violon

L'interaction est très facile ...  
mais très limitée

Pas comme de vrais outils !

Nous pouvons commencer  
comme novices  
et apprendre au fil du temps



Certains d'entre nous  
peuvent même  
devenir des virtuoses



# Différents rôles

Du remplacement de l'humain  
au partage d'une tâche avec des  
buts différents  
expertises différentes  
niveaux de contrôle différents



# Créer des gestes personnalisés

Comment créer ses propres commandes ?

# Buts différents

**Fieldward (Malloch et al., 2017)**

Utilisateur :

les gestes doivent être faciles  
à mémoriser

Système :

les gestes doivent être faciles  
à distinguer





# Buts différents

**Fieldward (Malloch et al., 2017)**

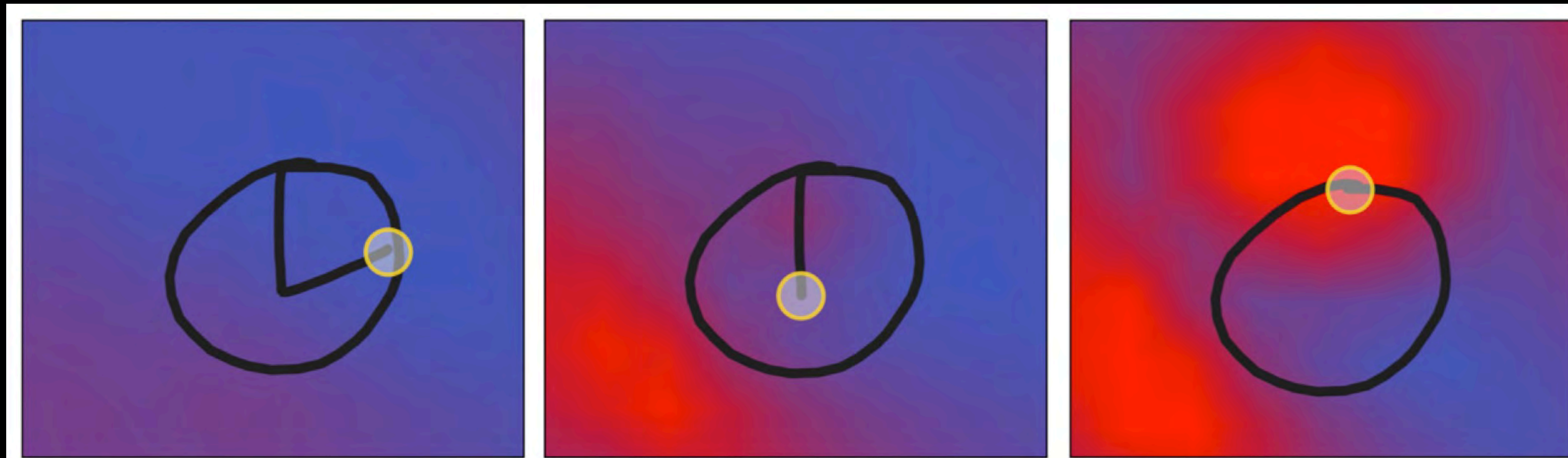
Définir des commandes gestuelles

Montrer dynamiquement ce que  
le système a compris  
et ce qui est possible

Bleu = geste reconnaissable

Violet = geste ambigu

Rouge = geste déjà défini





# Explicabilité

De l'explication du modèle  
à la démonstration de l'effet  
sur l'utilisateur

# Explicabilité

La recherche sur l'intelligence artificielle  
cherche à expliquer l'algorithme

Mais cela n'intéresse pas les utilisateurs

# Explicabilité

La recherche sur l'intelligence artificielle  
cherche à expliquer l'algorithme

Ils veulent comprendre :

qu'est-ce que le système a compris ?

qu'est-ce que je peux faire avec ?

comment expliquer ce que je veux ?

comment corriger l'erreur ?

Mais cela n'intéresse pas les utilisateurs

# Explicabilité

La recherche sur l'intelligence artificielle  
cherche à expliquer l'algorithme

Ils veulent comprendre :

qu'est-ce que le système a compris ?

qu'est-ce que je peux faire avec ?

comment expliquer ce que je veux ?

comment corriger l'erreur ?

Mais cela n'intéresse pas les utilisateurs

« All models are wrong,  
but some are useful »

George E.P. Box (2007)

Tous les modèles sont faux,  
certains sont utiles

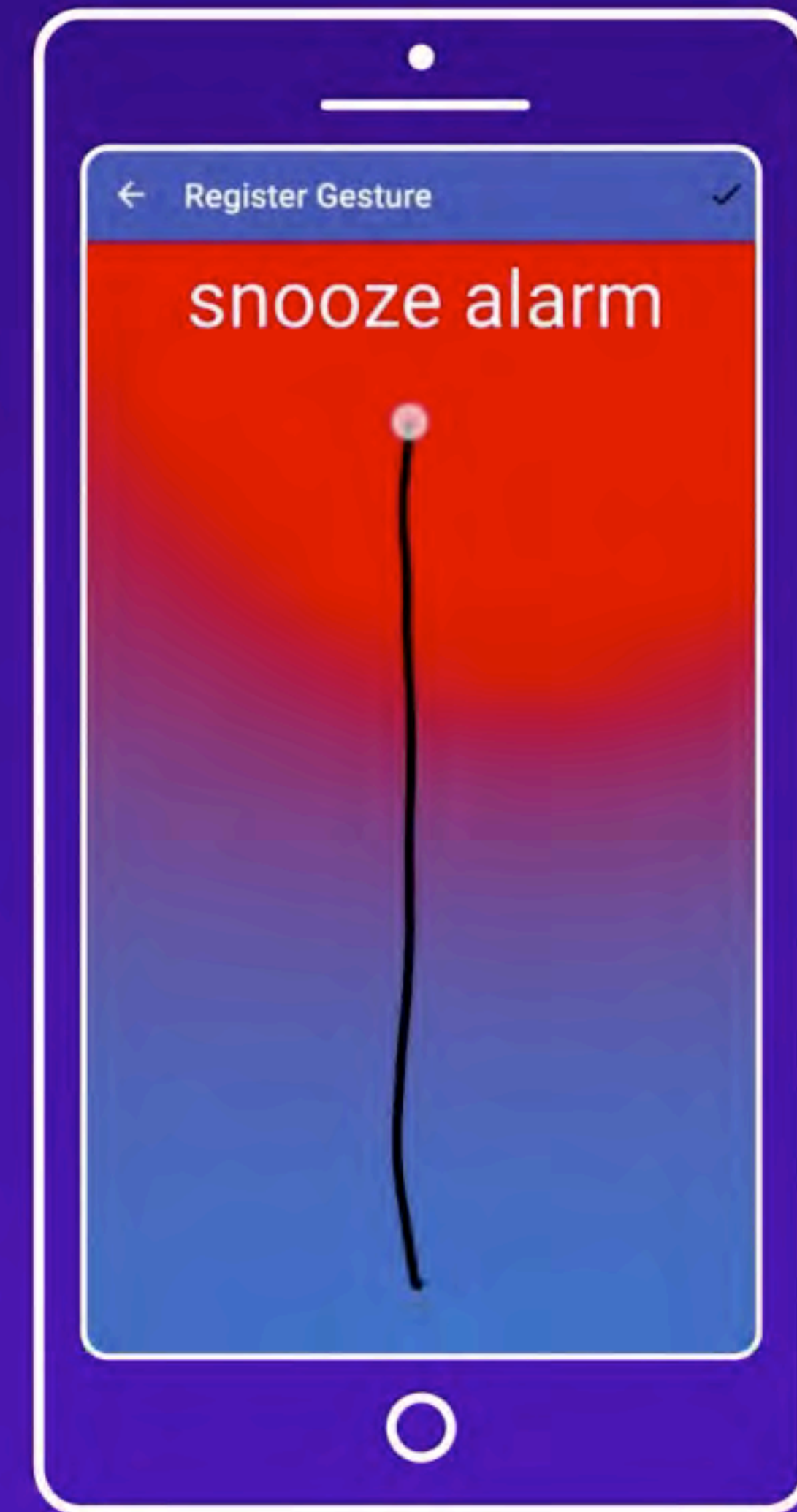
# Révéler le modèle sous-jacent

**Fieldward (Malloch et al., 2017)**

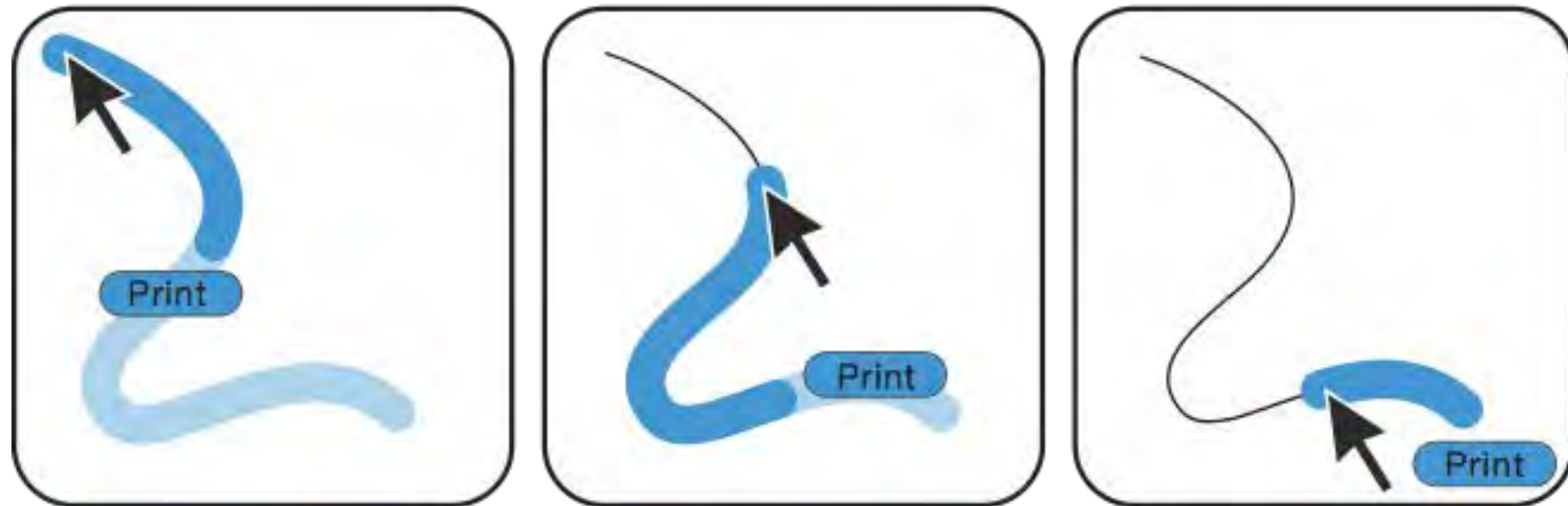
Fieldward ne montre pas seulement  
quels gestes peuvent être reconnus

Tracer la même ligne  
dans des directions différentes

Créer deux commandes de gestes différents



# Apprendre des commandes gestuelles

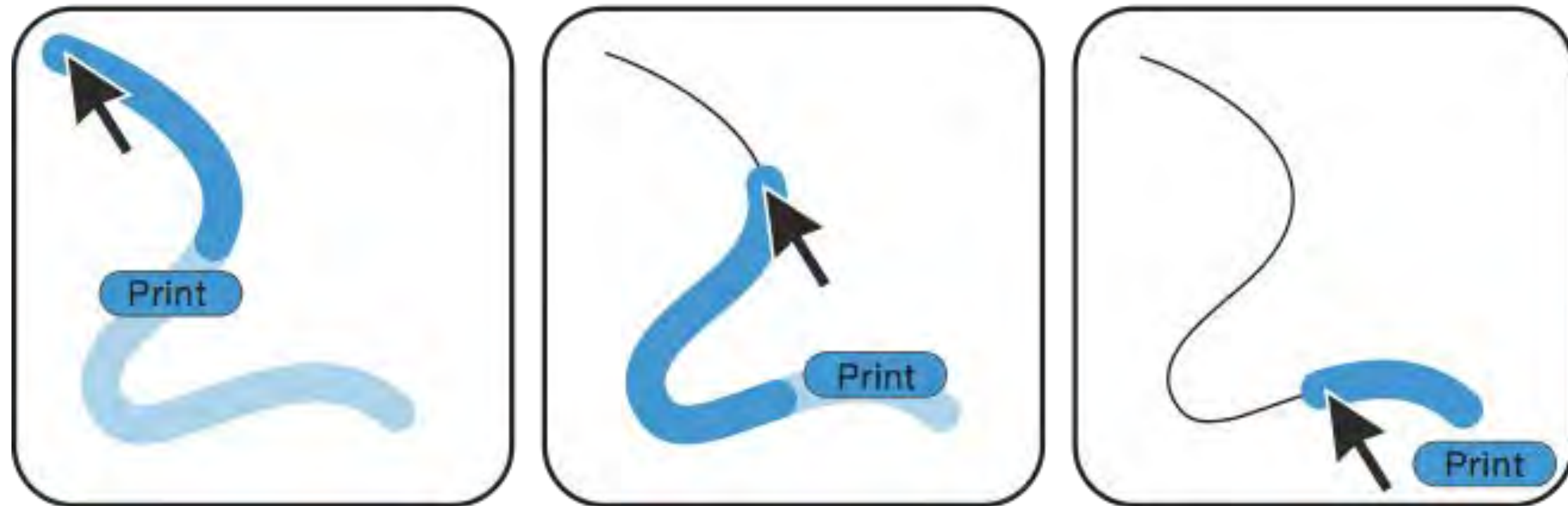


« Feedback » progressif :  
découvrir ce que le système a compris

« Feedforward » progressif :  
découvrir ce qui est possible



# Apprendre des commandes gestuelles



« Feedback » progressif :  
découvrir ce que le système a compris

« Feedforward » progressif :  
découvrir ce qui est possible

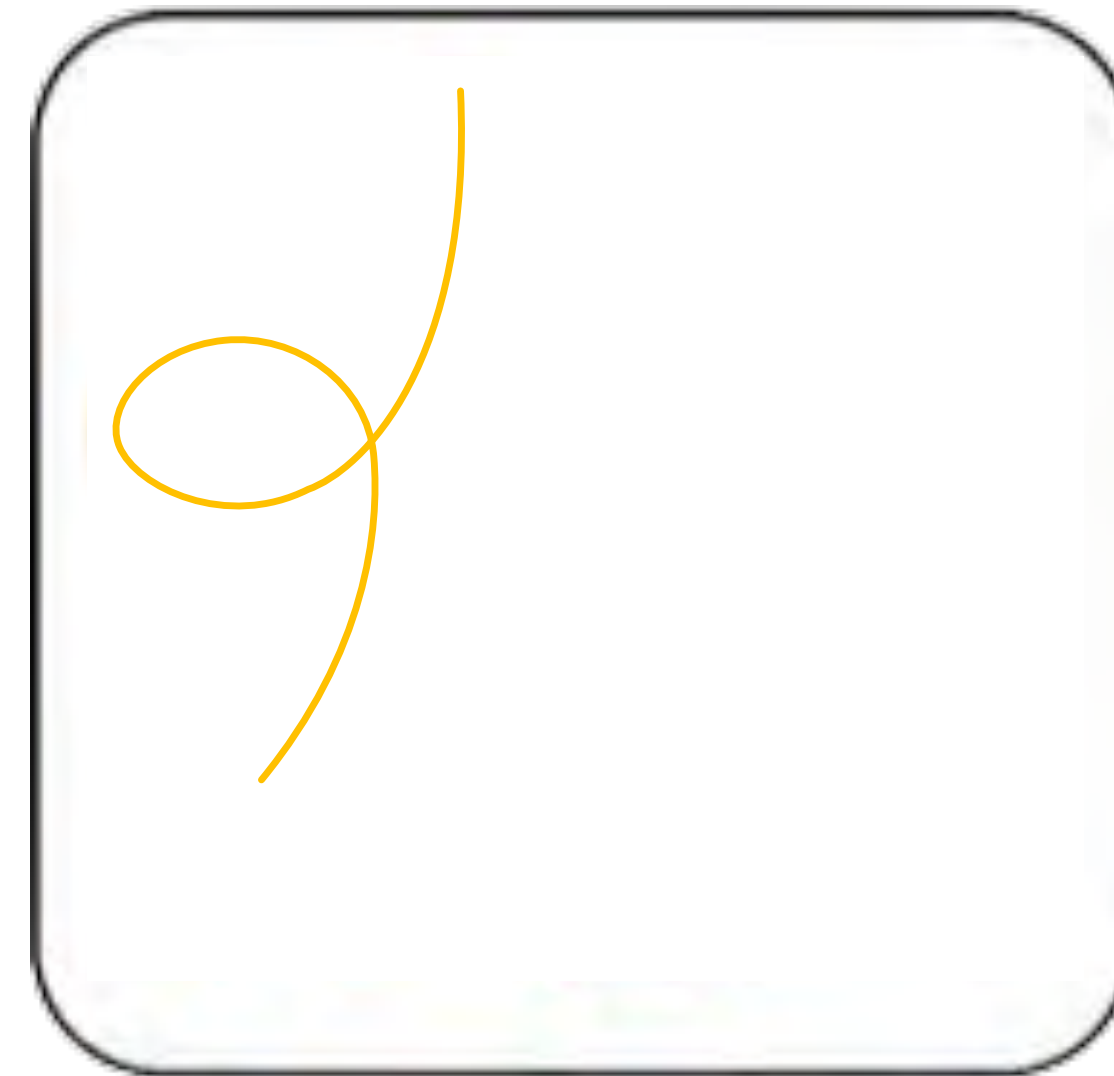
La largeur du trait indique  
la probabilité qu'il soit reconnu



# Révéler le modèle sous-jacent

**Bau & Mackay (2008)**

Expert : faire le geste directement

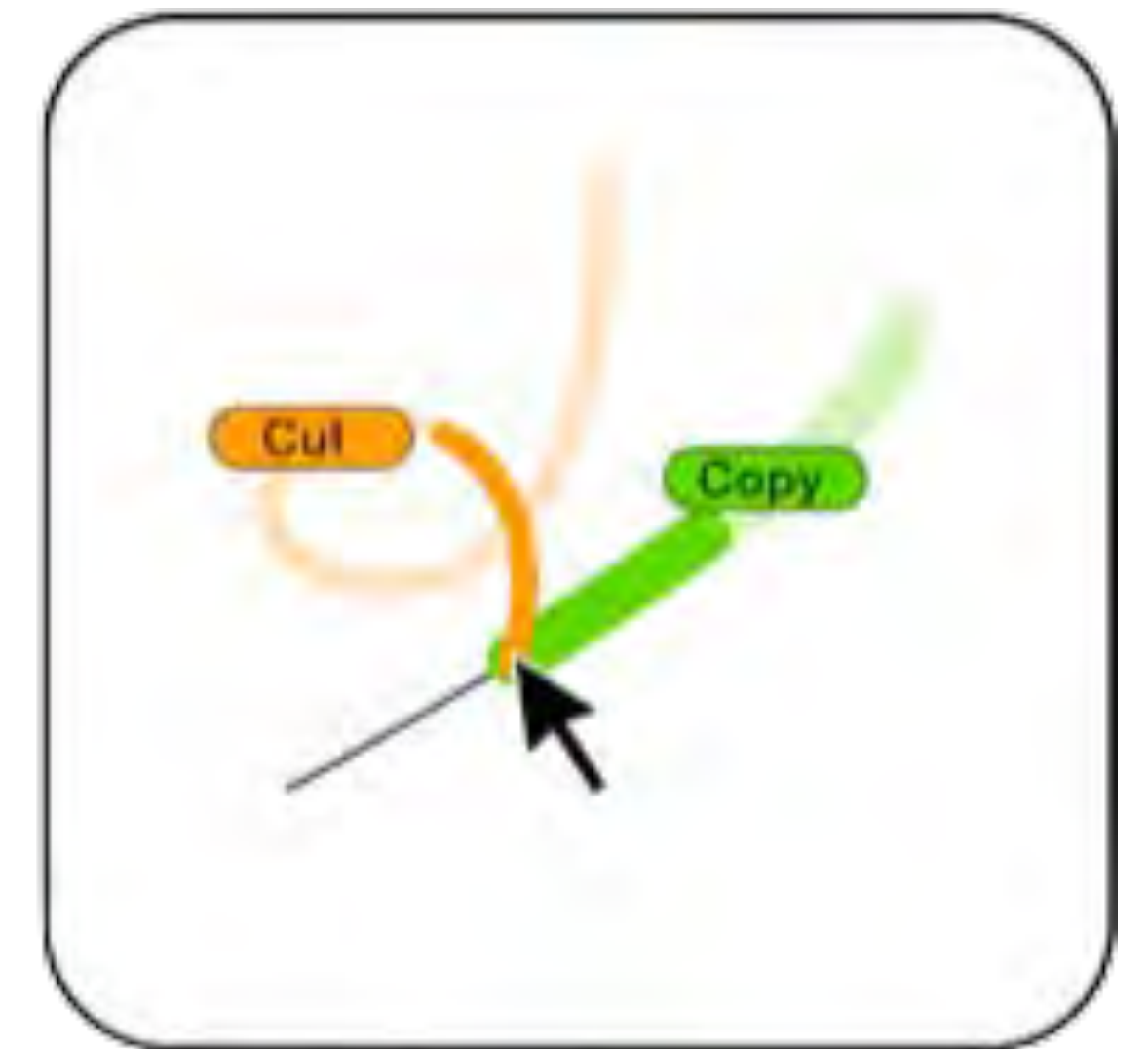


# Révéler le modèle sous-jacent

**Bau & Mackay (2008)**

Expert : faire le geste directement

Novice : marquer une pause  
un guide dynamique apparaît







# Faciliter les capacités expressives

Comment ajouter sa touche personnelle pendant l'interaction ?

# Expertises différentes

## Expressive keyboards (Alvina et al., 2016)

Frappe gestuelle (Swipe typing) :

Glisser le doigt de touche en touche

40% plus rapide que de taper chaque lettre



# Expertises différentes

Expressive keyboards (Alvina et al., 2016)

Défi pour le système :

Trouver le mot correct





# Expertises différentes

**Expressive keyboards (Alvina et al., 2016)**

Défi pour le système :

Trouver le mot correct

Défi pour l'utilisateur :

Générer des sorties expressives



# Expertises différentes

## Expressive keyboards (Alvina et al., 2016)

Comment varier l'expression  
pendant que j'écris ?

Ne pas traiter la variation humaine  
comme du « bruit »

Mais l'interpréter dynamiquement

Dynamic typography plain style

Dynamic **typography** plain style

Dynamic typography informal style

Dynamic **typography** kids style

Dynamic **typography** spread style

Dynamic *typography* elegant style

Dynamic **typography** script style





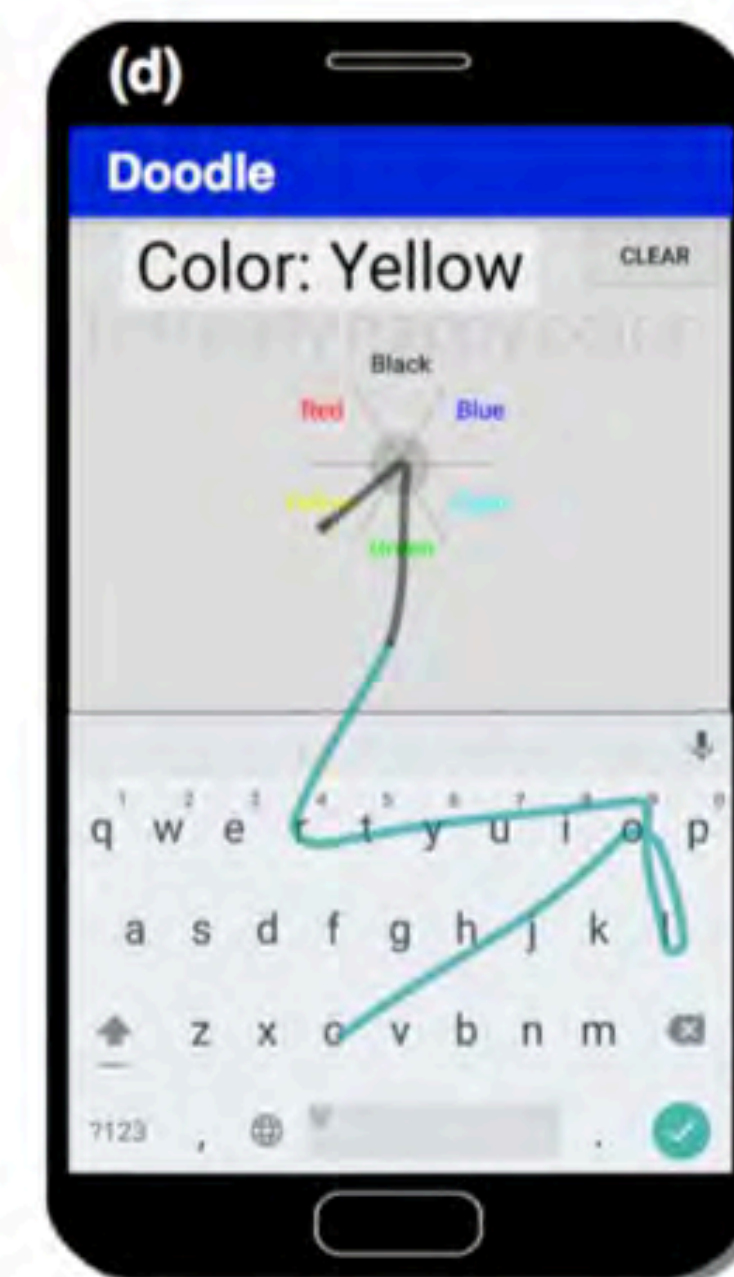
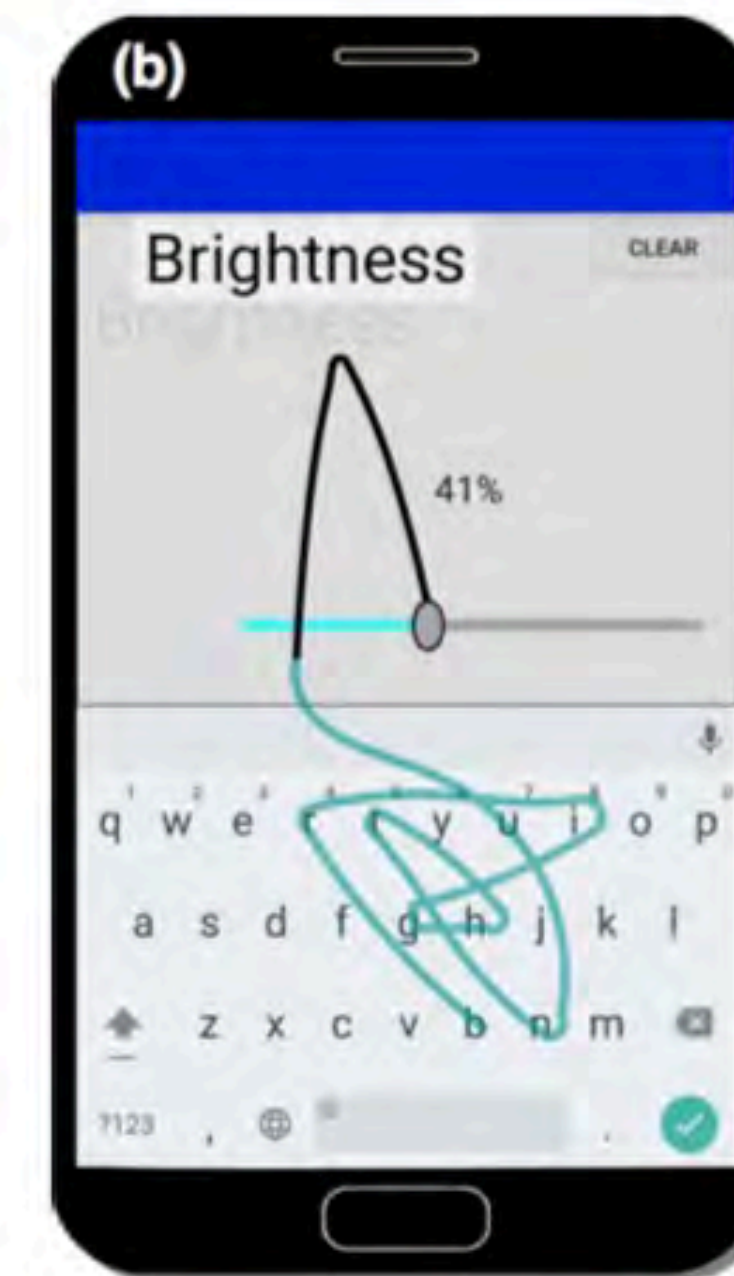
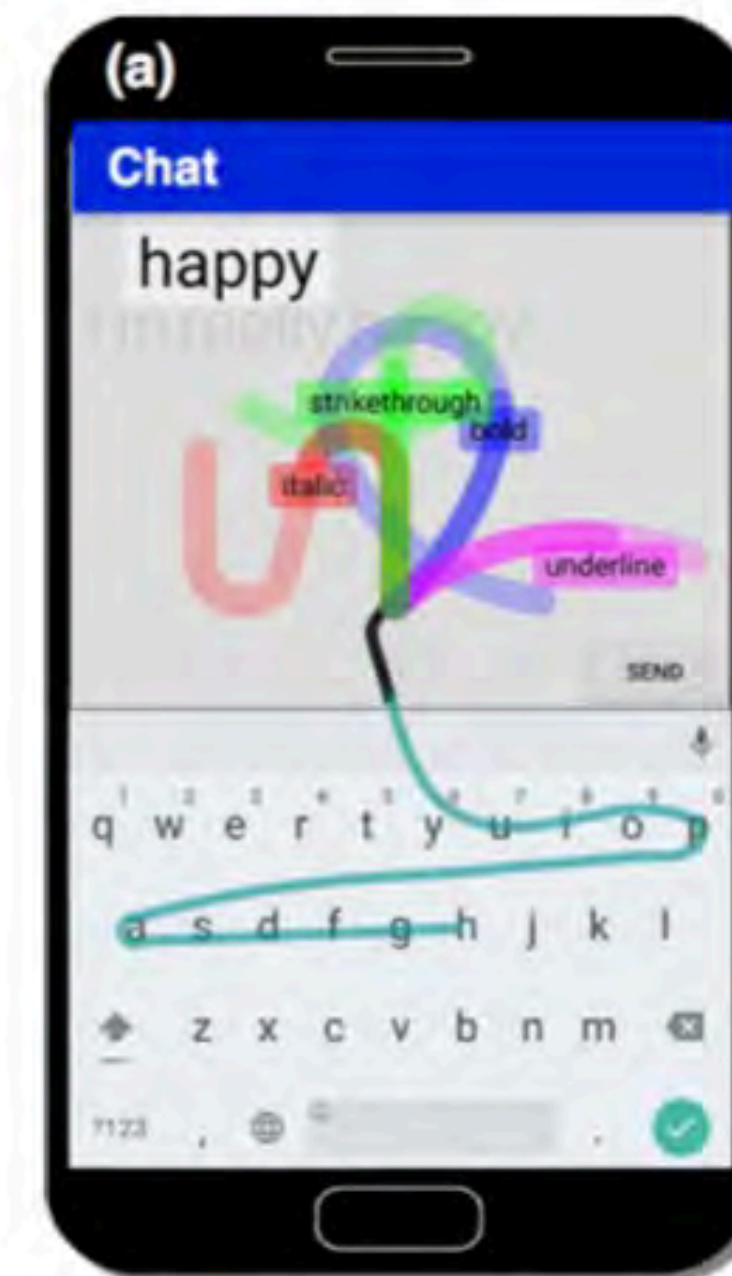
# Augmenter la puissance d'expression

Comment définir et exécuter les commandes ?

# Niveau de contrôle différents

CommandBoard (Alvina et al., 2017)

Transformer l'espace au-dessus du clavier en un espace de saisie de commandes





# Interaction créative

Du tour de rôle  
à l'interaction en temps réel

# Interaction en temps réel

**Gesture Variation Follower (Caramiaux, 2014)**

Enregistrement d'un geste libre  
associé à un morceau de musique

Contrôle en temps réel du rejeu  
du morceau en prenant en compte  
les variations dans le geste :

vitesse

amplitude







# Étudier l'interaction

De la création de l'algorithme  
à l'étude de l'interaction  
comme phénomène

# Qui contrôle qui ?

**McPie (Aarhus, 1999)**

Installation interactive remettant  
en question le contrôle dans  
l'interaction humain-machine





# Façonner le comportement

Explorer comment enseigner  
un mouvement sans l'expliquer

# Qui contrôle qui ?

**La Grande Vitrine de Noël (Exposition, 2017)**

Projet avec la compagnie théâtrale N+1

Créer une expérience interactive :

Explorer le contrôle partagé  
entre les passants et le système

Ne pas imiter les mouvements de l'utilisateur

Mais façonner leur comportement  
pour contrôler le personnage animé





le Sandwich  
Triangle

Jhovanic

le Vain  
Pir

# Qui a le contrôle ?

## La Grande Vitrine de Noël (Exposition, 2017)

Concept de « renforcement » du Behaviorisme  
la récompense est l'attention du Père Noël

Si proche du mouvement :  
le Père Noël semble intéressé

Si éloigné du mouvement :  
le Père Noël s'ennuie et se détourne



# Trois phases

**La Grande Vitrine de Noël (Exposition, 2017)**

Une séquence de mouvements lance la machine  
pas d'explication

L'utilisateur trouve les mouvements « corrects »  
par essais et erreurs





# Trois phases

## La Grande Vitrine de Noël (Exposition, 2017)

**Miroir** Le Père Noël imite  
les actions de l'utilisateur

**Direct** Le Père Noël agit indépendamment  
On s'attend à ce que l'utilisateur  
commence à imiter le Père Noël

« **Shape** » Le Père Noël récompense  
les approximations successives  
du mouvement correct





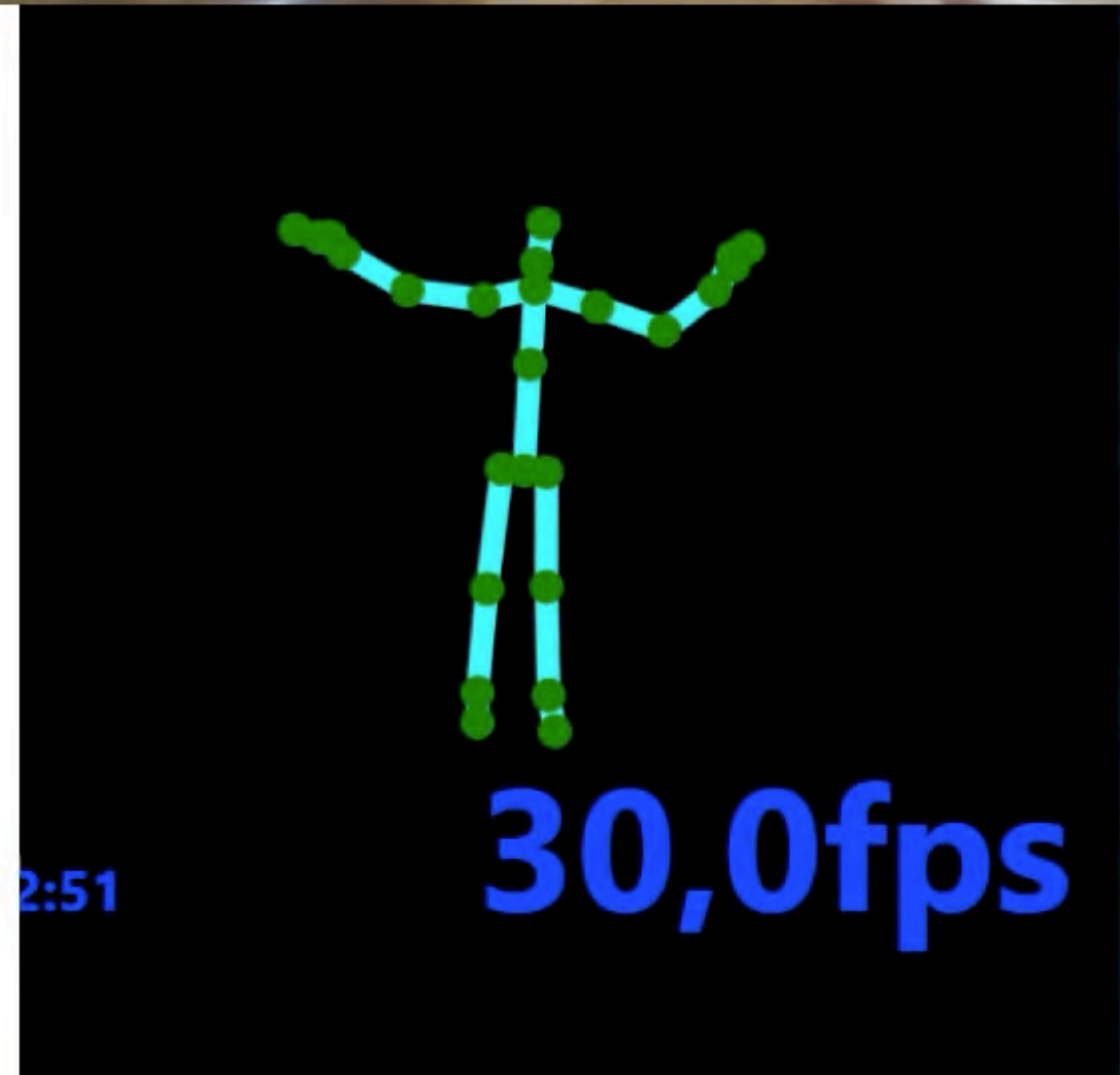
o.select /state/global /shaping/state  
/state/global : "mirroring"

o.select /state/global /shaping/state  
/shaping/state : 0

o.route /unity/progress  
zi ecils 2  
unpack 0. 0.  
prepend setmax

14.053335

-parameters-stats  
-parameters-qom  
-parameters-dimres

A screenshot of a web application interface. It features a search bar at the top right. Below it, there are two code blocks showing state information: `/state/global : "mirroring"` and `/shaping/state : 0`. A diagram on the right shows a flow of data with nodes like `o.route /unity/progress`, `zi ecils 2`, `unpack 0. 0.`, and `prepend setmax`. A numerical value `14.053335` is displayed in a dark box. At the bottom, there are three red labels: `-parameters-stats`, `-parameters-qom`, and `-parameters-dimres`.



This interactive educational display features a yellow wall with various objects and a central screen. The blue panels at the bottom are labeled with names and constellations: "le Vaisseau Pirate" (with sub-labels "Jhovanie" and "Driss"), "le Bikini", and "le Serpent à Sonnettes". Other labels include "le Bonhomme de Pierre" and "En Chantons". The display includes a central screen showing a character, a yellow wheel, a red Santa Claus figure, and various mechanical components.

A man in a dark shirt and glasses stands near a fireplace, looking at a vertical informational panel. A young girl in a blue patterned dress stands in the foreground, looking at the display. A young boy in a light blue shirt stands in the foreground, looking towards the display. A vertical sign on the right reads "SCIENCE COGNITIVE". The background shows a fireplace and a window with a view of the interior.

# Extraire de l'information de l'utilisateur

L'incertitude du système

$$H(\Theta) = -\sum_{i=1}^n P(\Theta = \theta_i) \log_2 P(\Theta = \theta_i)$$

La mise à jour de ses connaissances

$$P(\Theta = \theta | X = x, Y = y) = \frac{P(Y = y | \Theta = \theta, X = x)P(\Theta = \theta)}{P(Y = y | X = x)}$$

Le gain d'information

$$IG(\Theta | X = x, Y = y) = H(\Theta) - H(\Theta | X = x, Y = y)$$

Comment améliorer l'efficacité de la navigation ?

Utiliser la théorie de l'information

# Défier l'utilisateur

## Bayesian Information Gain (Liu et al., 2017)

Aider l'utilisateur consiste souvent à lui offrir les choix les plus probables

Mais cela n'aide pas forcément l'ordinateur à être plus efficace

Avocat

<https://www.avocatparis.org> · [Translate this page](#) · [Barreau de Paris: Page accueil](#)

Apr 6, 2022 — Ordre des **avocats** de barreau de Paris. Notre pays compte près de 70 000 **avocats** répartis dans 164 Ordres. Le barreau de Paris regroupe plus ...

[Annuaire](#) · [E-services et démarches](#) · [Clé avocat](#) · [Services de l'Ordre](#)

<https://www.avocat.fr> · [Translate this page](#) · [avocat.fr | Avocat.fr](#)

**avocat.fr**. 71 000 **avocats** partout en France ... Mon **avocat**, la justice et moi. Quand et pourquoi recourir à un **avocat** ? Comment et où saisir la justice ?



**People also ask** ·

- Quel sont les différent type d'avocat ?
- Quel est le rôle d'un avocat ?
- Quel est le salaire d'un avocat ?
- Est-il bon de manger de l'avocat le soir ?

[Feedback](#)

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Avocat> · [Translate this page](#) · [Avocat \(métier\) - Wikipédia](#)

En droit, l'**avocat** est un juriste dont les fonctions traditionnelles sont de conseiller, représenter, d'assister et de défendre ses clients, ...

ROME (France): K1903 - Défense et con... IDEO (France): 10308

[Histoire](#) · [Par pays](#) · [États-Unis](#) · [Europe](#)



# Défier l'utilisateur

**Bayesian Information Gain (Liu et al., 2017)**

L'utilisateur a un but  
que l'ordinateur cherche à connaître

Je suis sur Denver

Je veux aller à New York



# Défier l'utilisateur

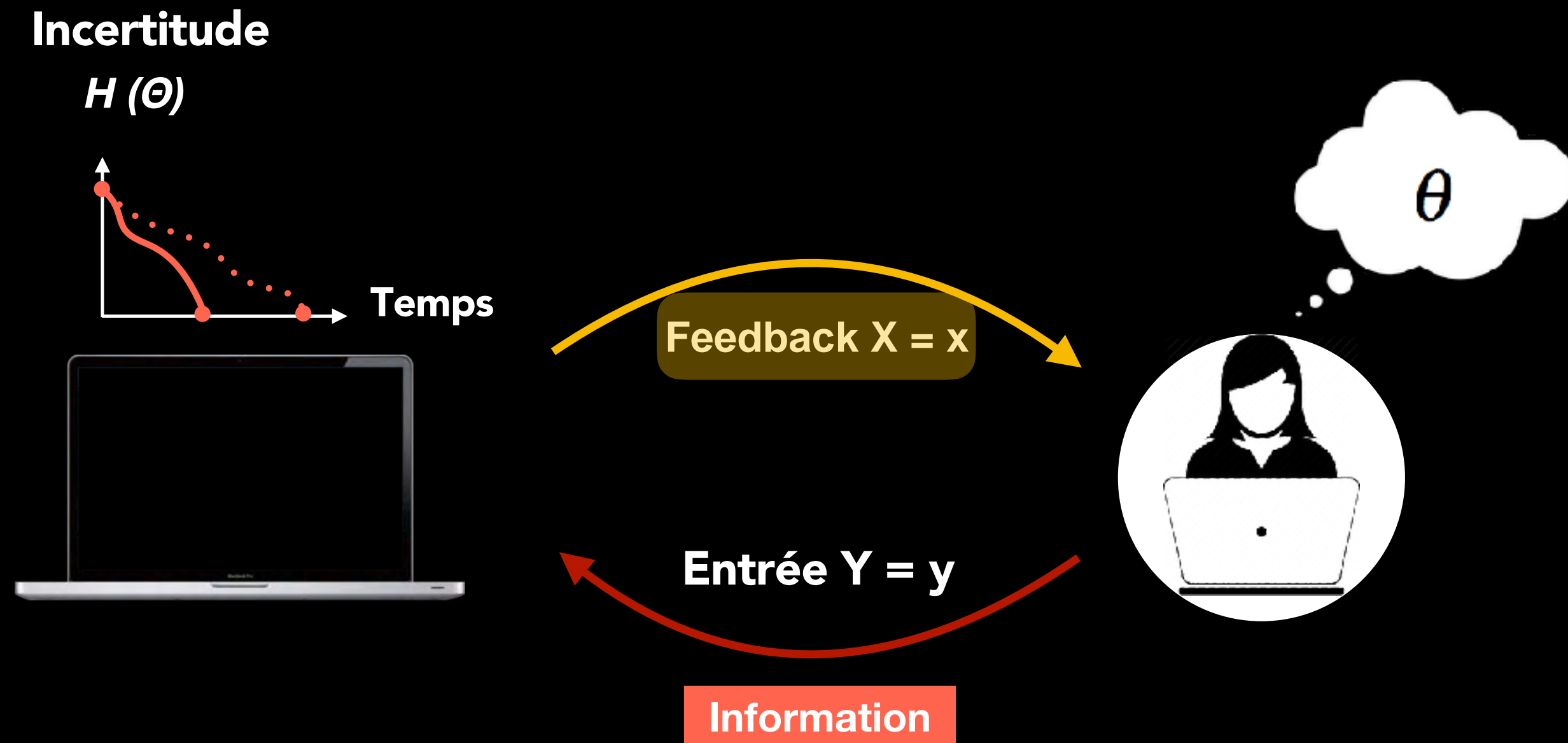
Bayesian Information Gain (Liu et al., 2017)

L'utilisateur a un but  
que l'ordinateur cherche à connaître

Au début l'incertitude  
de l'ordinateur est maximale

Les actions de l'utilisateur  
fournissent de l'information  
pour réduire cette incertitude

## Gain d'Information Bayésien



**BIG : Choisir le feedback qui maximise le gain d'information attendu par la prochaine entrée de l'utilisateur**



# Défier l'utilisateur

Bayesian Information Gain (Liu et al., 2017)

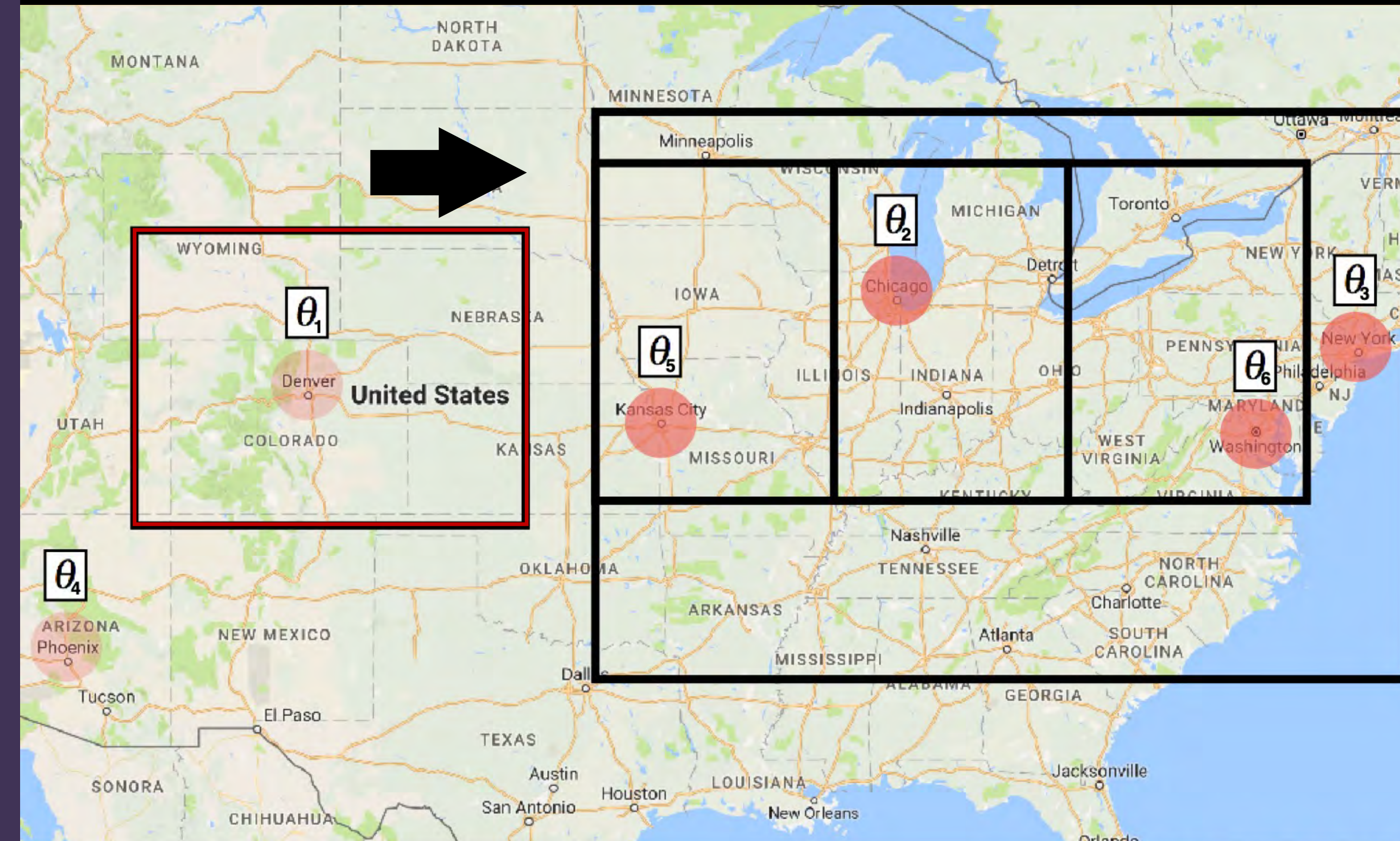
L'utilisateur indique que c'est vers l'Est

L'ordinateur choisit parmi différentes vues

Non pas la plus probable

Mais celle qui lui permet d'obtenir

le plus d'information au prochain tour



# Défier l'utilisateur

Bayesian Information Gain (Liu et al., 2017)

L'utilisateur indique que c'est vers l'Est

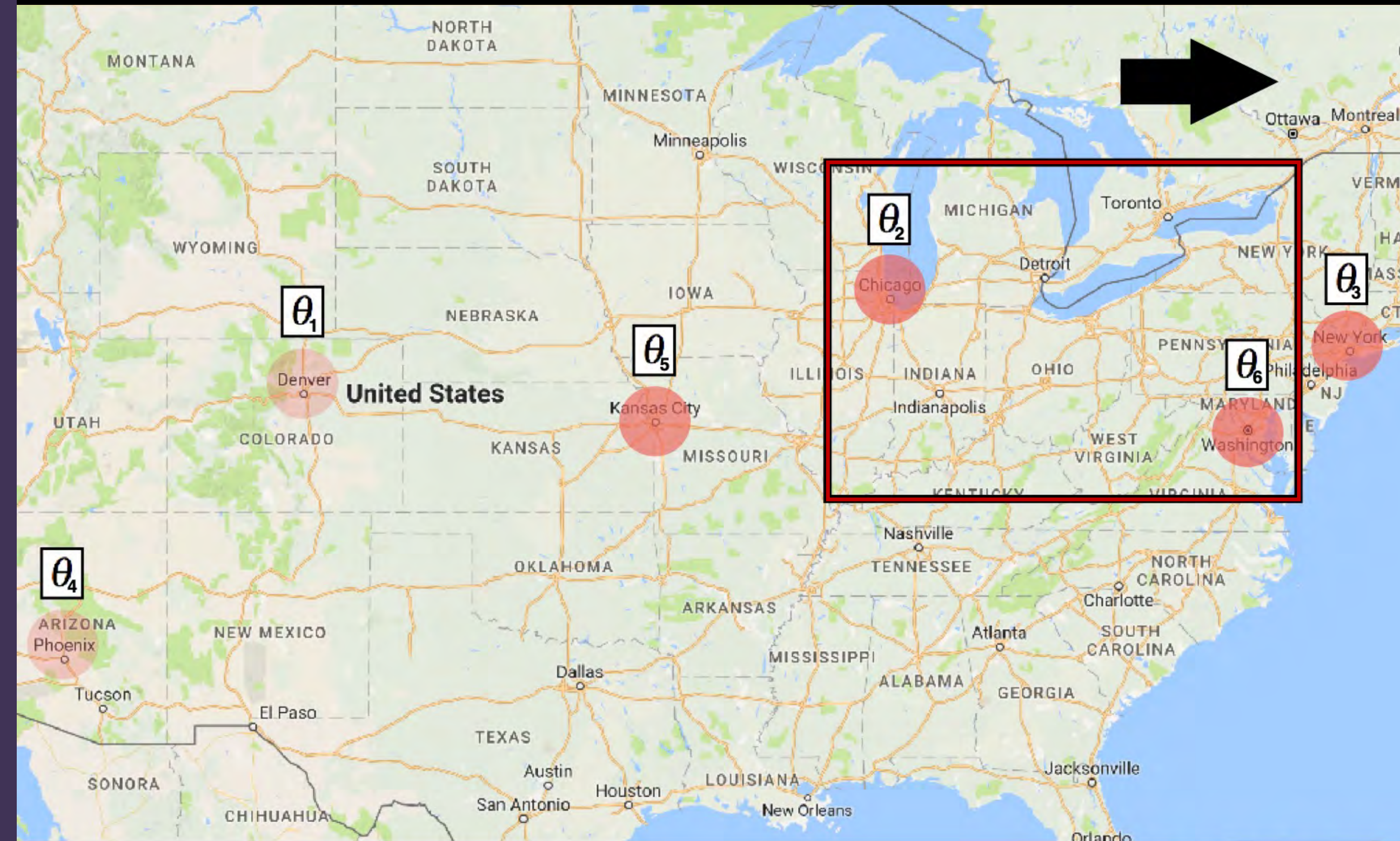
L'ordinateur choisit parmi différentes vues

Non pas la plus probable

Mais celle qui lui permet d'obtenir

le plus d'information au prochain tour

Résultat : gain jusqu'à 40%

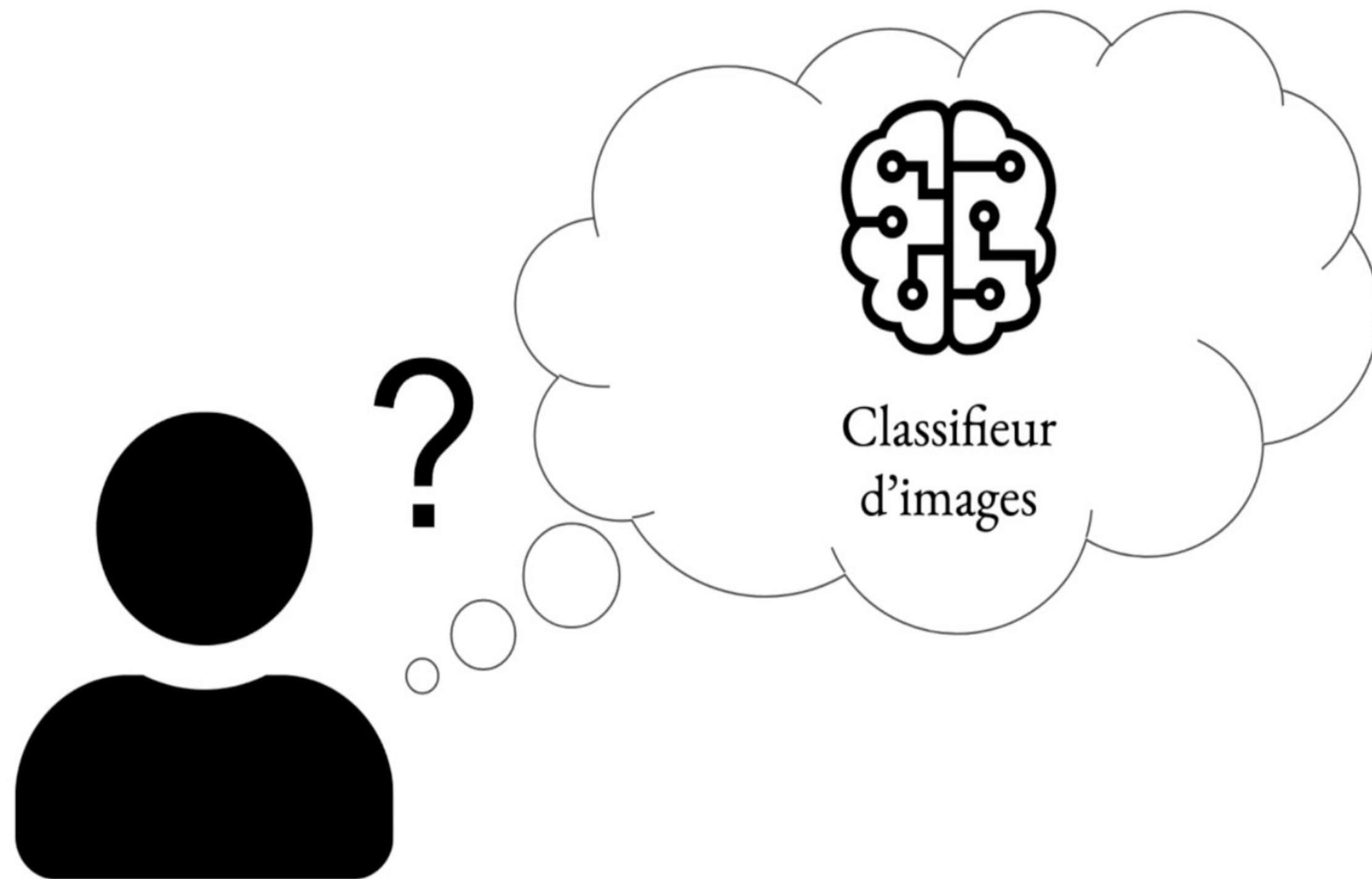




**A map application - “3 steps to go to Paris”.  
Europe map featuring large cities with their population as distribution.**

# Entraîner un classifieur

Comment les novices comprennent  
les modèles intelligents ?



# Enseigner à la machine

Les algorithmes d'apprentissage automatique  
ont besoin de données

Apprentissage non supervisé :

Rechercher des motifs  
sans l'aide de l'humain

Apprentissage par renforcement :

Le système est récompensé lorsque la  
réponse est proche de la réponse correcte

Apprentissage supervisé :

L'humain « enseigne » l'algorithme  
à l'aide d'une série d'exemples

# Enseigner à la machine

Comment les utilisateurs novices  
comprennent les forces et les faiblesses  
d'un classificateur interactif ?

Deux types d'incertitude dans les données :  
Aléatoire : l'ambiguïté et le bruit

Épistémique : la nouveauté

# Enseigner à la machine

Comment les utilisateurs novices  
comprennent les forces et les faiblesses  
d'un classificateur interactif ?

Deux types d'incertitude dans les données :

Aléatoire : l'ambiguïté et le bruit

Épistémique : la nouveauté

Exemple :

Entraîner le classificateur à distinguer  
les chiens des chats

Aléatoire :

Montrer une photo avec les deux,  
un chien et un chat

Épistémique :

Montrer une photo d'un panda

# Entraînement



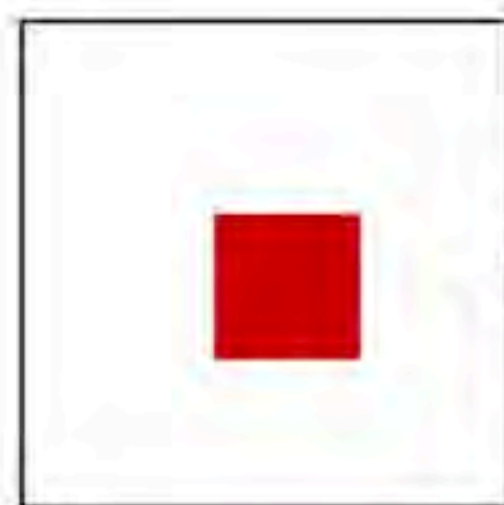
Carré



Carré



Carré



Carré



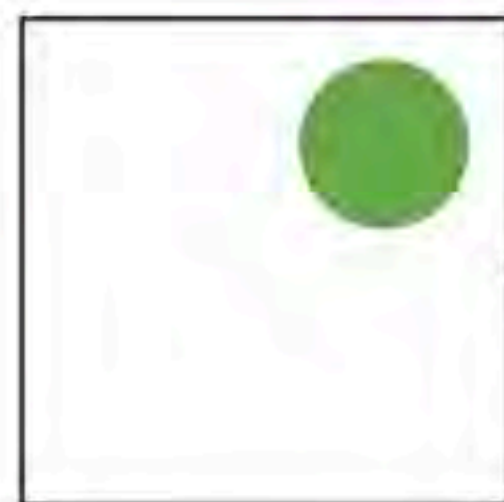
Rond



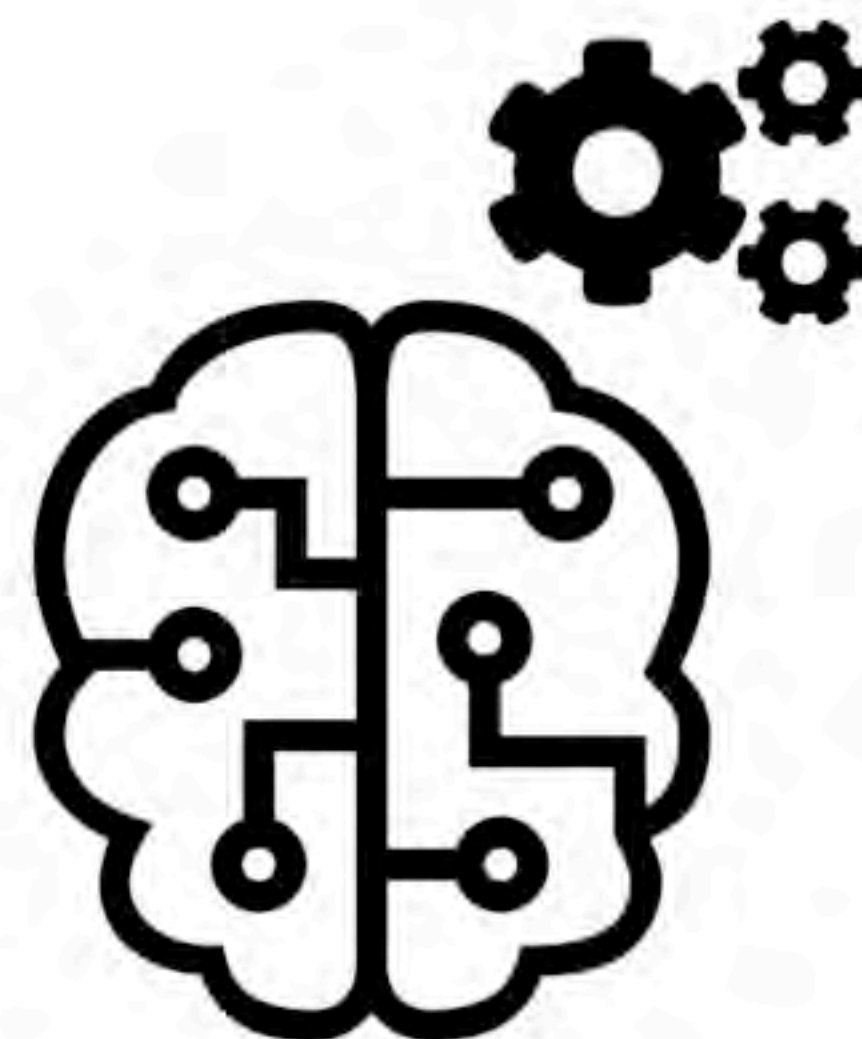
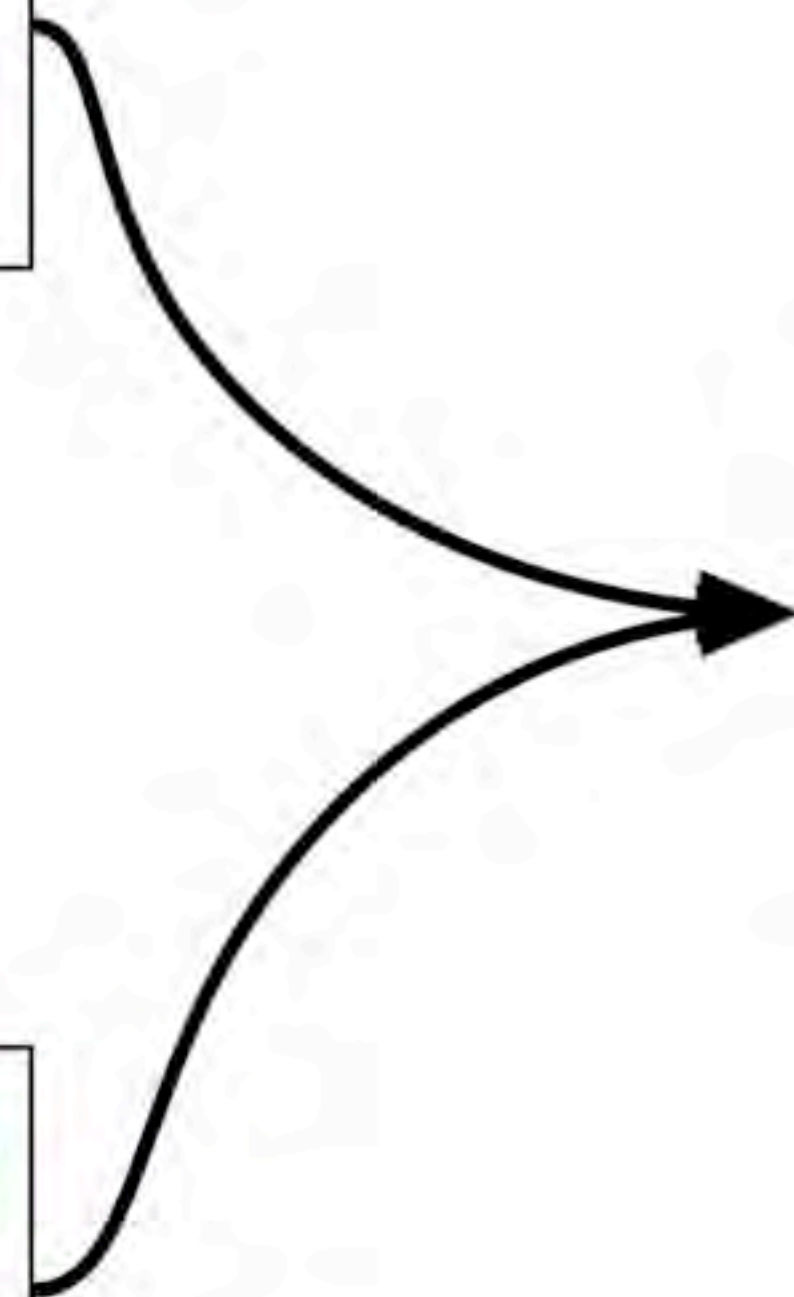
Rond



Rond



Rond



Classifieur  
d'images



# Enseigner à la machine

Comment les utilisateurs novices  
comprennent les forces et les faiblesses  
d'un classificateur interactif

Deux types d'incertitude dans les données :

Aléatoire : l'ambiguïté et le bruit

Épistémique : la nouveauté

Résultats :

Les novices ont identifié la différence :

1. Placer une carte dans la même position qu'une carte d'entraînement
2. Placer des cartes différentes l'une à côté de l'autre
3. Placer une non-carte, p.ex. une main, à côté ou au-dessus d'une carte

Quel est le futur  
de l'interaction ?

Des robots qui nous remplacent ?



# Quel est le futur de l'interaction ?

Des robots qui nous remplacent ?

Ou de nouvelles façons d'interagir  
qui augmentent nos capacités ?



Créer les partenariats  
humain-machine

Découvrabilité

Appropriabilité

Expressivité

# Créer les partenariats humain-machine

Co-adaptation

Nous nous adaptons  
à la technologie

Nous l'apprenons



Découvrabilité

# Créer les partenariats humain-machine

## Co-adaptation

Nous nous adaptons  
à la technologie

Nous adaptons  
la technologie  
à nos besoins

Nous l'apprenons

Nous nous  
l'approprions



Appropriabilité



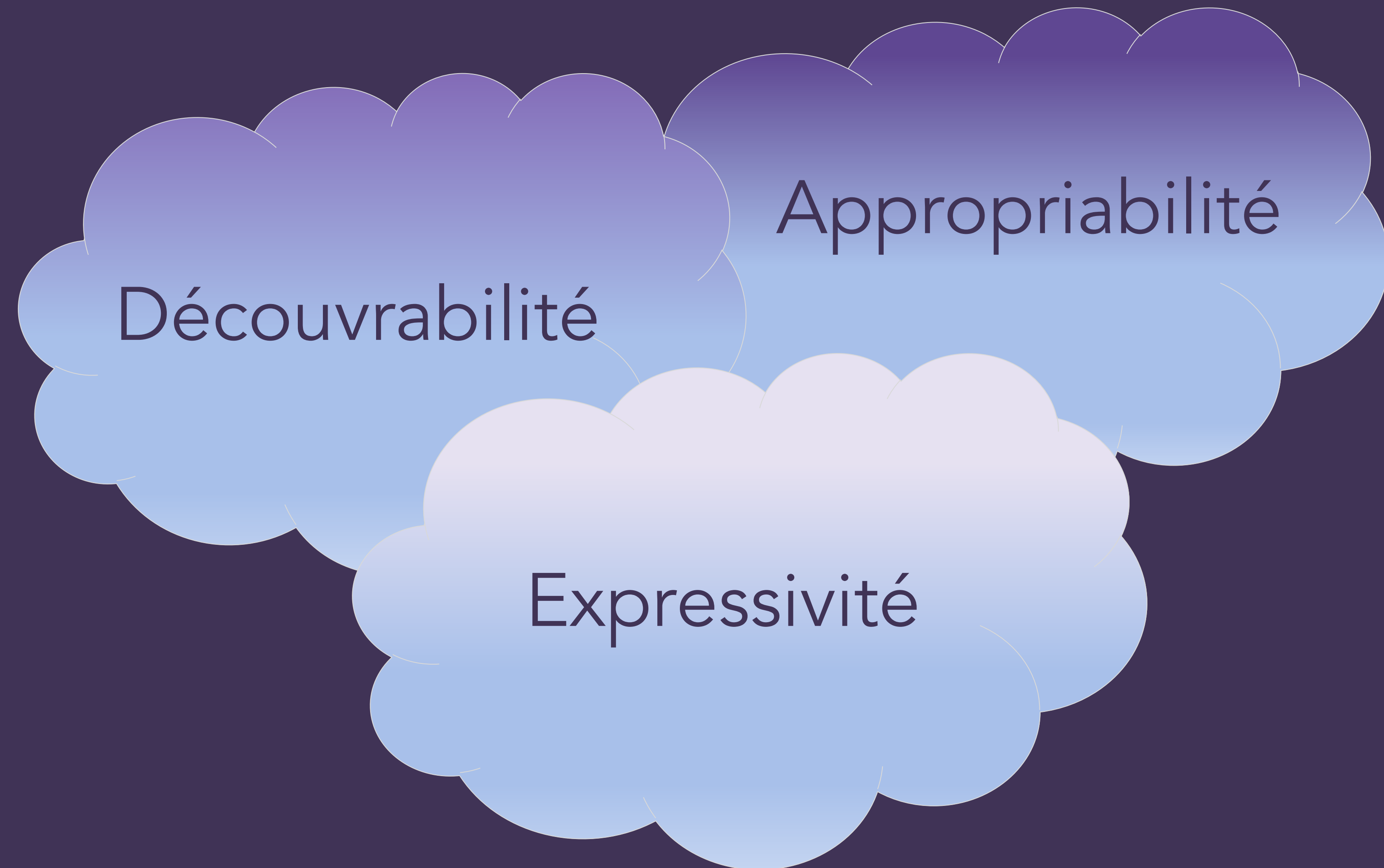
Expressivité

# Créer les partenariats humain-machine

Co-adaptation

Nous nous adaptons  
à la technologie

Nous adaptons  
la technologie  
à nos besoins



# Vers de futurs partenariats humain-machine

**Découverte**



**Appropriation**



**Expression**





# Remerciements

Thésards: Jessalyn Alvina, Olivier Bau, Marianela Ciolfi Felice, Jérémie Garcia, Carla Griggio, Viktor Gustaffson, Stacy Hseuh, Ghita Jalal, Jean-Baptiste Labrune, Nolwenn Maudet, Nicolas Masson, Yanne Riche, Jean-Philippe Rivière, Wissal Sahel, Téo Sanchez, Aurélien Tabard, Julie Wagner, Elizabeth Walton, Michael Wesseley

Post-Docs : Ilaria Liccardi, Danielle Lottridge, Joe Malloch, Lora Oehlberg, Fanis Tsandilas, Andrew Webb

Autres étudiants : Alexandre Battut, Kate Belakova, Alexandre Eiselmeyer, Jacob Eisenstein, Arthur Fages, Anne-Laure Fayard, German Leiva, Jianqiao Li, Abby Liu, Lionel Médini, Mathieu Nancel, Guillaume Pothier, Gabriela Villalobos, Pierre Wellner, Cheng Cheng Qu

Collègues à l'Inria et Université Paris-Saclay, Ircam, Aarhus University, KTH, Stanford, MIT, Berkeley, U.C. San Diego

# Remerciements

Thésards: Jessalyn Alvina, Olivier Bau, Marianela Ciolfi Felice, Jérémie Garcia, Carla Griggio, Viktor Gustaffson, Stacy Hseuh, Ghita Jalal, Jean-Baptiste Labrune, Nolwenn Maudet, Nicolas Masson, Yanne Riche, Jean-Philippe Rivière, Wissal Sahel, Téo Sanchez, Aurélien Tabard, Julie Wagner, Elizabeth Walton, Michael Wesseley

Post-Docs : Janin Koch, Ilaria Liccardi, Danielle Lottridge, Joe Malloch, Lora Oehlberg, Fanis Tsandilas, Andrew Webb

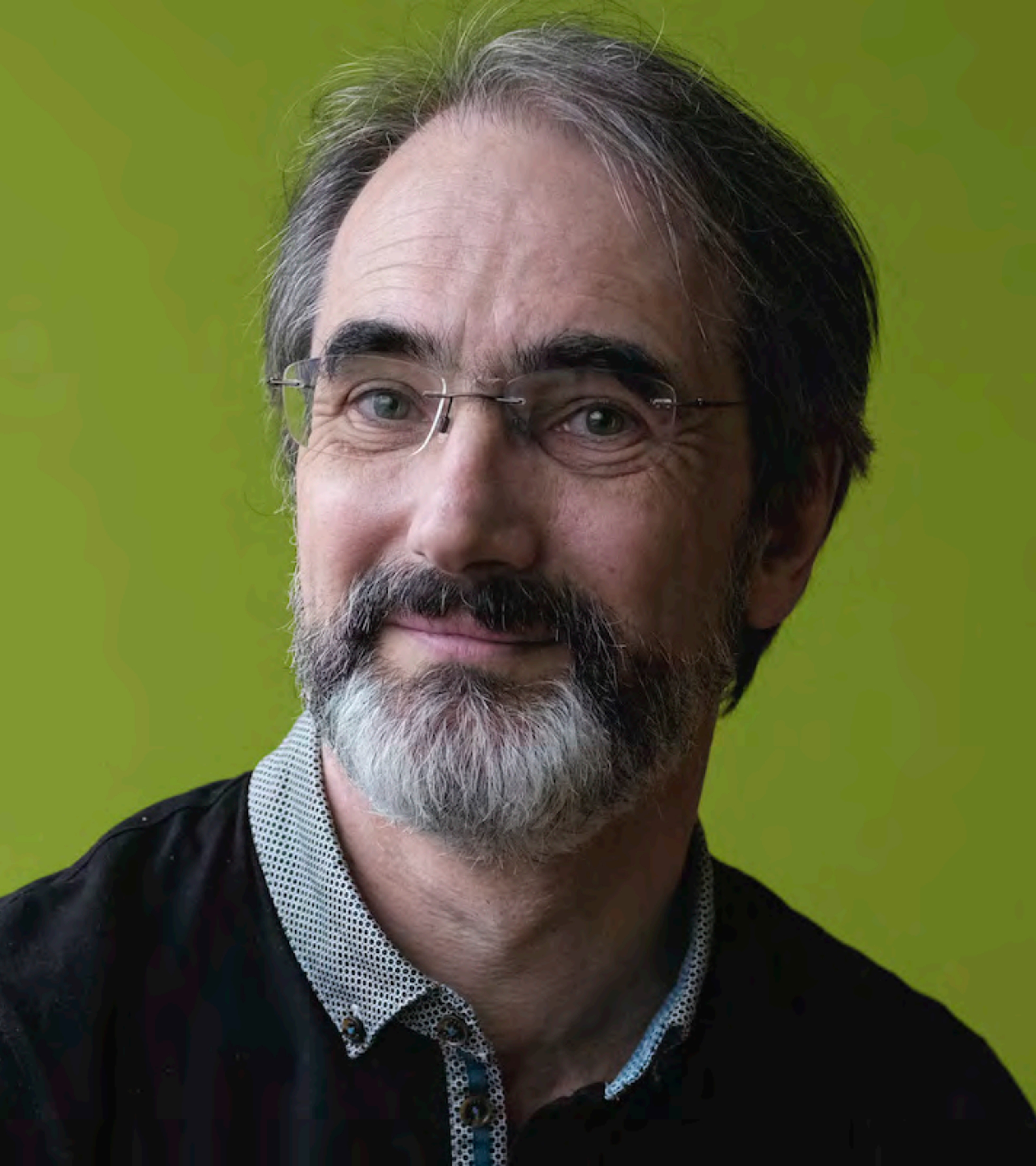
Autres étudiants : Alexandre Battut, Kate Belakova, Alexandre Eiselmeyer, Jacob Eisenstein, Arthur Fages, Anne-Laure Fayard, German Leiva, Jianqiao Li, Abby Liu, Lionel Médini, Mathieu Nancel, Guillaume Pothier, Gabriela Villalobos, Pierre Welner, Cheng Cheng Qu

Collègues à l'Inria et Université Paris-Saclay, Ircam, Aarhus University, KTH, Stanford, MIT, Berkeley, U.C. San Diego

# Nicolas Taffin

**Editeur et Artiste Graphique, Inria**





Michel Beaudouin-Lafon

**Professeur Université Paris-Saclay  
(et médaille d'Argent, CNRS)**

Merci pour tout !!!



# Leçon Huit

**19 avril 2022**

Interacting with Intelligent Systems

*Invité : Professor Albrecht Schmidt  
University of Munich*