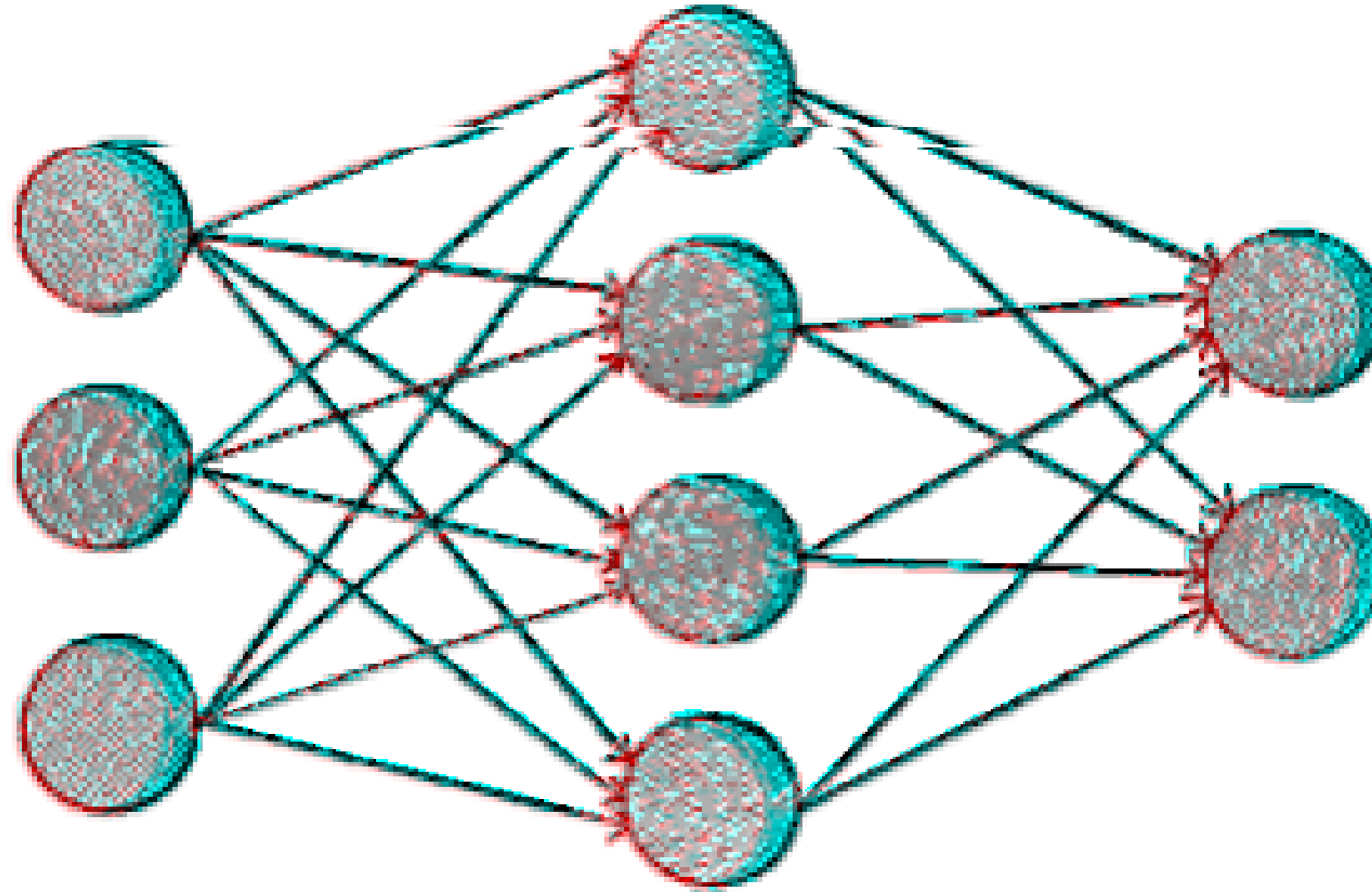


[T u x a e]



I n t e l l i g e n c e
A r t i f i c i e l l e
?

I n t e l l i g e n c e

I n t e l l i g e n c e

C o m p r e n d r e c o m m e n t l ' o n p e n s e , l ' o n a g i t

I n t e l l i g e n c e

Comprendre les entités intelligentes

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

Fabriquer des entités intelligentes

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

*Fab*riquer des entités intelligentes

Pourquoi ?

- Nouvelle science, énormément reste à découvrir

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

Fabriquer des entités intelligentes

Pourquoi ?

- Nouvelle science, énormément reste à découvrir
- Domaine cœur de l'ENSAE

Intelligence Artificielle

Fabriquer des entités intelligentes

Pourquoi ?

- Nouvelle science, énormément reste à découvrir
- Domaine cœur de l'ENSAE
- Science universelle : jouer aux échecs, écrire des poèmes, diagnostiquer des maladies, conduire des véhicules...

Intelligence Artificielle

Fabriquer des entités intelligentes

Pourquoi ?

- Nouvelle science, énormément reste à découvrir
- Domaine cœur de l'ENSAE
- Science universelle : jouer aux échecs, écrire des poèmes, diagnostiquer des maladies, conduire des véhicules...
- Peut-être la discipline qui aura le plus d'impact sur l'humanité ?

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

Humanité – fidélité à la performance humaine
Rationalité – faire *bien* les choses.

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

Humanité – fidélité à la *performance* humaine

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

Humanité - fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* - faire *bien* les choses

Intelligence Artificielle

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
 processus internes de pensées et de
 raisonnement

Intelligence Artificielle

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Intelligence Artificielle

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

C o m p o r t e m e n t h u m a i n : L e t e s t d e T u r i n g

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

Comportement humain : Le test de Turing

> Traitement du langage naturel (NLP)

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

Comportement humain : Le test de Turing

- > Traitement du langage naturel (NLP)
- > Représentation de la connaissance

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Intelligence Artificielle

Comportement humain : Le test de Turing

- > Traitement du langage naturel (NLP)
- > Représentation de la connaissance
- > Raisonnement

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Intelligence Artificielle

Comportement humain : Le test de Turing

- > Traitement du langage naturel (NLP)
- > Représentation de la connaissance
- > Raisonnement
- > Apprentissage automatique (ML)

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Intelligence Artificielle

Comportement humain : Le test de Turing

- > Traitement du langage naturel (NLP)
- > Représentation de la connaissance
- > Raisonnement
- > Apprentissage automatique (ML)

- > Computer Vision

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Intelligence Artificielle

Comportement humain : Le test de Turing

- > Traitement du langage naturel (NLP)
- > Représentation de la connaissance
- > Raisonnement
- > Apprentissage automatique (ML)

- > Computer Vision
- > Robotique

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

Pensée humaine : la modélisation cognitive

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

Pensée humaine : la modélisation cognitive

> Introspection

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

Pensée humaine : la modélisation cognitive

- > Introspection
- > Expérimentation psychologique

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Intelligence Artificielle

Pensée humaine : la modélisation cognitive

- > Introspection
- > Expérimentation psychologique
- > Imagerie cérébrale

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Intelligence Artificielle

Pensée humaine : la modélisation cognitive

- > Introspection
- > Expérimentation psychologique
- > Imagerie cérébrale

cf. *General Problem Solver (1957)*, Allen Newell & Herbert Simon

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

Pensée rationnelle : l'approche logisiste

> La logique telle qu'elle est généralement
comprise exige une information *certaine* du monde

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

I n t e l l i g e n c e

A r t i f i c i e l l e

Pensée rationnelle : l'approche logisiste

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

I n t e l l i g e n c e

A r t i f i c i e l l e

Pensée rationnelle : l'approche logisiste

- > La logique telle qu'elle est généralement comprise exige une information *certaine* du monde
- > Politique ? Art ? Economie ?

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

Pensée rationnelle : l'approche logisiste

- > La logique telle qu'elle est généralement comprise exige une information *certaine* du monde
- > Politique ? Art ? Economie ?
- > Information incertaine : *Théorie des probabilités*

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Intelligence Artificielle

Pensée rationnelle : l'approche logisiste

- > La logique telle qu'elle est généralement comprise exige une information *certaine* du monde
- > Politique ? Art ? Economie ?
- > Information incertaine : *Théorie des probabilités*

Perception brute >> modèle de pensée rationnelle >> prédictions

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

Comportement rationnel : l'approche de l'agent rationnel

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

Comportement rationnel : l'approche de l'agent rationnel

> Système qui *fait* de manière autonome

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Intelligence Artificielle

Comportement rationnel : l'approche de l'agent rationnel

- > Système qui *fait* de manière autonome
- > Pas toujours de pensée (réflexes)

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Intelligence Artificielle

Comportement rationnel : l'approche de l'agent rationnel

- > Système qui *fait* de manière autonome
- > Pas toujours de pensée (réflexes)

**L'IA s'est concentrée sur l'étude et la construction d'agents qui font
bien les choses >> objectif donné à l'agent**

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Intelligence Artificielle

Comportement rationnel : l'approche de l'agent rationnel

- > Système qui *fait* de manière autonome
- > Pas toujours de pensée (réflexes)

**L'IA s'est concentrée sur l'étude et la construction d'agents qui font
bien les choses >> objectif donné à l'agent**

- > contrôle des systèmes dynamiques : minimiser un coût

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Intelligence Artificielle

Comportement rationnel : l'approche de l'agent rationnel

- > Système qui *fait* de manière autonome
- > Pas toujours de pensée (réflexes)

**L'IA s'est concentrée sur l'étude et la construction d'agents qui font
bien les choses >> objectif donné à l'agent**

- > contrôle des systèmes dynamiques : minimiser un coût
- > économie : une décision maximise l'utilité / le bien-être

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Intelligence Artificielle

Comportement rationnel : l'approche de l'agent rationnel

- > Système qui *fait* de manière autonome
- > Pas toujours de pensée (réflexes)

**L'IA s'est concentrée sur l'étude et la construction d'agents qui font
bien les choses >> objectif donné à l'agent**

- > contrôle des systèmes dynamiques : minimiser un coût
- > économie : une décision maximise l'utilité / le bien-être
- > recherche opérationnelle : un choix maximise les récompenses

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Intelligence Artificielle

Comportement rationnel : l'approche de l'agent rationnel

- > Système qui *fait* de manière autonome
- > Pas toujours de pensée (réflexes)

**L'IA s'est concentrée sur l'étude et la construction d'agents qui font
bien les choses >> objectif donné à l'agent**

- > contrôle des systèmes dynamiques : minimiser un coût
- > économie : une décision maximise l'utilité / le bien-être
- > recherche opérationnelle : un choix maximise les récompenses
- > statistiques : minimiser une perte/erreur

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

I n t e l l i g e n c e A r t i f i c i e l l e

Comportement rationnel : l'approche de l'agent rationnel

Contraintes de temps / moyens :

> *Rationalité limité* vs *Rationalité parfaite*

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Intelligence Artificielle

Comportement rationnel : l'approche de l'agent rationnel

Contraintes de temps / moyens :

> *Rationalité limité* vs *Rationalité parfaite*

Limite : impossibilité de transférer parfaitement l'objectif
humain à la machine.

> Problème d'**alignement** avec les valeurs humaines.

Humanité – fidélité à la *performance* humaine
vs. *Rationalité* – faire *bien* les choses

Pensée – l'intelligence comme une propriété de
processus internes de pensées et de
raisonnement
vs. *Comportement* – caractérisation extérieure

Intelligence Artificielle

Comportement rationnel : l'approche de l'agent rationnel

Contraintes de temps / moyens :

> *Rationalité limité* vs *Rationalité parfaite*

Limite : impossibilité de transférer parfaitement l'objectif
humain à la machine.

> Problème d'**alignement** avec les valeurs humaines.

AGENT BENEFIQUE

Intelligence Artificielle

- > Nature des agents intelligents
- > Résolution de problème par recherche
- > Stratégies de recherche non informées et informées (heuristiques)
- > Recherche en environnement complexe (déterminisme/observabilité)
- > Problèmes de satisfaction de contraintes
- > Recherche et jeux adversaires (théorie des jeux, MCTS, ...)
- > Logique du premier ordre
- > Représentation de la connaissance
- > Prise de décision (agentique et multiagentique)

Machine Learning

Machine Learning

> Un agent *apprend* s'il améliore ses performances après avoir observé le monde.

Machine Learning

- > Un agent *apprend* s'il améliore ses performances après avoir observé le monde.
- > Noter une liste de courses → inventer une nouvelle théorie sociologique.

Machine Learning

- > Un agent *apprend* s'il améliore ses performances après avoir observé le monde.
- > Noter une liste de courses → inventer une nouvelle théorie sociologique.
- > Lorsque l'agent est un ordinateur, on parle d'apprentissage automatique (Machine Learning / ML).

Machine Learning

Tout composant d'un programme agent peut
être amélioré par ML

Machine Learning

Tout composant d'un programme agent peut
être amélioré par ML, considérant :

> Quelles sont les connaissances préalables
de l'agent (cf. transfer learning)

Machine Learning

Tout composant d'un programme agent peut être amélioré par ML, considérant :

- > Quelles sont les connaissances préalables de l'agent (cf. transfer learning)
- > Quelles données et quels **retours d'information** sur ces données sont disponibles

Machine Learning

Tout composant d'un programme agent peut être amélioré par ML, considérant :

- > Quelles sont les connaissances préalables de l'agent (cf. transfer learning)
- > Quelles données et quels **retours d'information** sur ces données sont disponibles
- > Quels composants de l'agent apprennent

Machine Learning

Tout composant d'un programme agent peut être amélioré par ML, considérant :

- > Quelles sont les connaissances préalables de l'agent (cf. transfer learning)
- > Quelles données et quels **retours d'information** sur ces données sont disponibles
- > Quels composants de l'agent apprennent

Approche par induction (vs. deduction)

Machine Learning

Représentations factorisées / tabulaires :

> les données sont sous la forme d'un vecteur de variables

Machine Learning

Représentations factorisées / tabulaires :

> les données sont sous la forme d'un vecteur de variables

ex : prédire le salaire d'un individu en fonction de
son genre, âge, nombre d'années d'études

Machine Learning

Apprentissage supervisé

L'agent observe des paires (entrées, sorties) et apprend

$$f(\text{entrée}) = \text{sortie}$$

Machine Learning

Apprentissage supervisé

L'agent observe des paires (entrées, sorties) et apprend

$$f(\text{entrée}) = \text{sortie}$$

Classification: nombre fini de sorties possibles.

Machine Learning

[illegible]

Machine Learning

Apprentissage supervisé

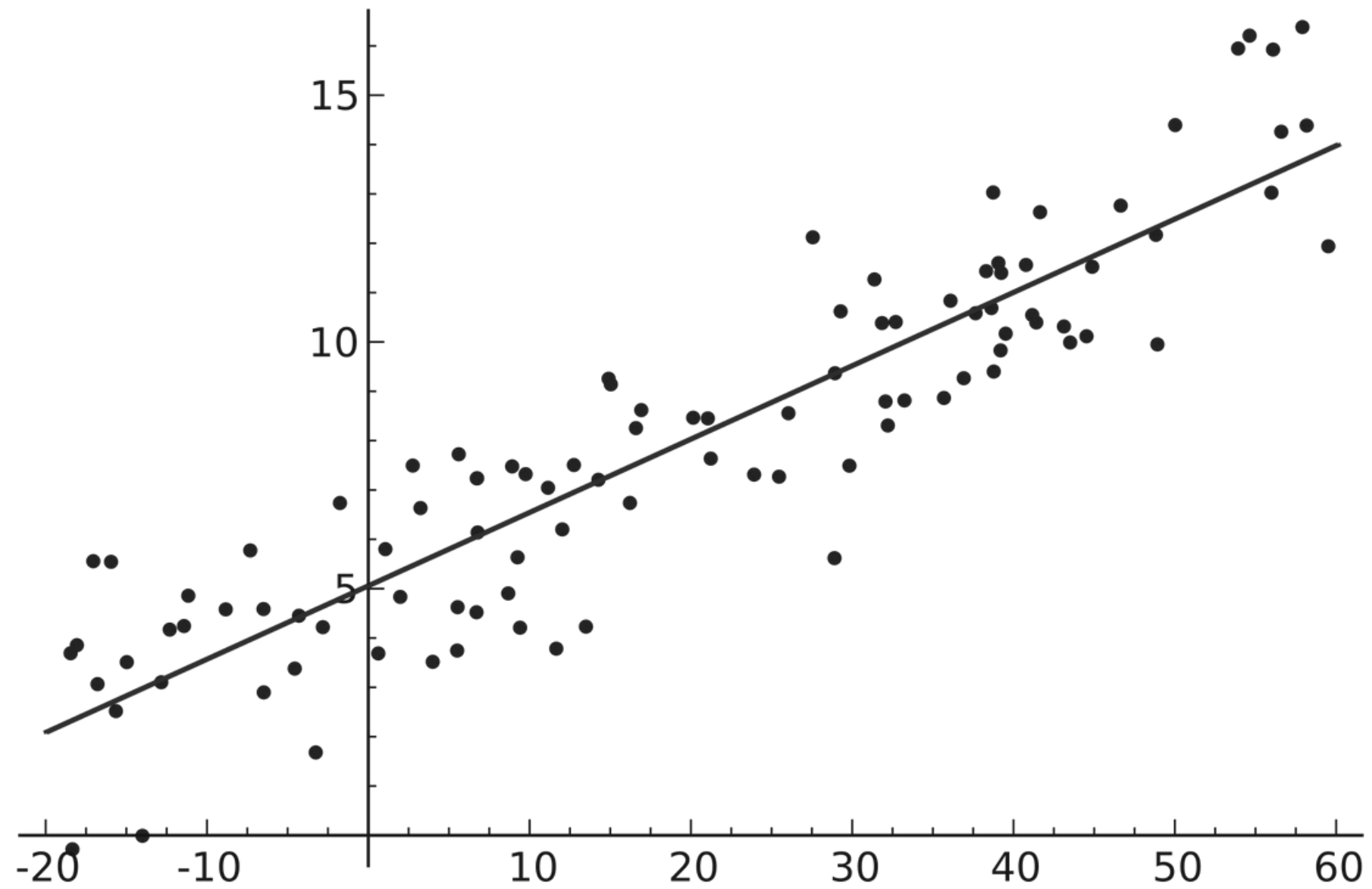
L'agent observe des paires (entrées, sorties) et apprend

$$h \approx f: f(\text{entrée}) = \text{sortie}$$

Classification: nombre fini de sorties possibles.

Régression: continuum de sorties possibles.

Machine Learning



Machine Learning

Apprentissage non-supervisé

L'agent apprend des motifs / structures dans les données.

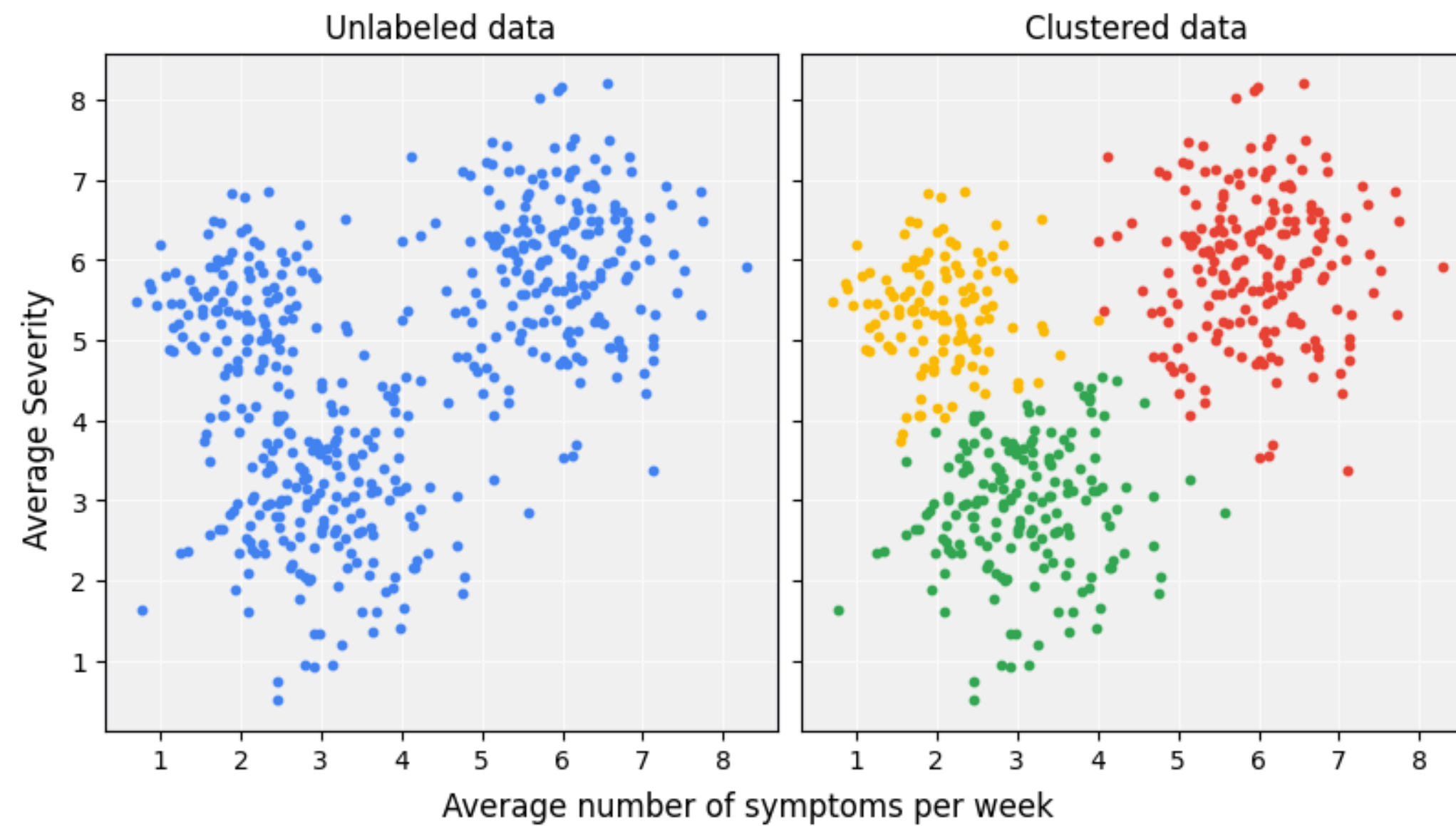
Machine Learning

Apprentissage non-supervisé

L'agent apprend des motifs / structures dans les données.

Clustering : regrouper les observations en groupes (clusters).

Machine Learning



Machine Learning

Apprentissage non-supervisé

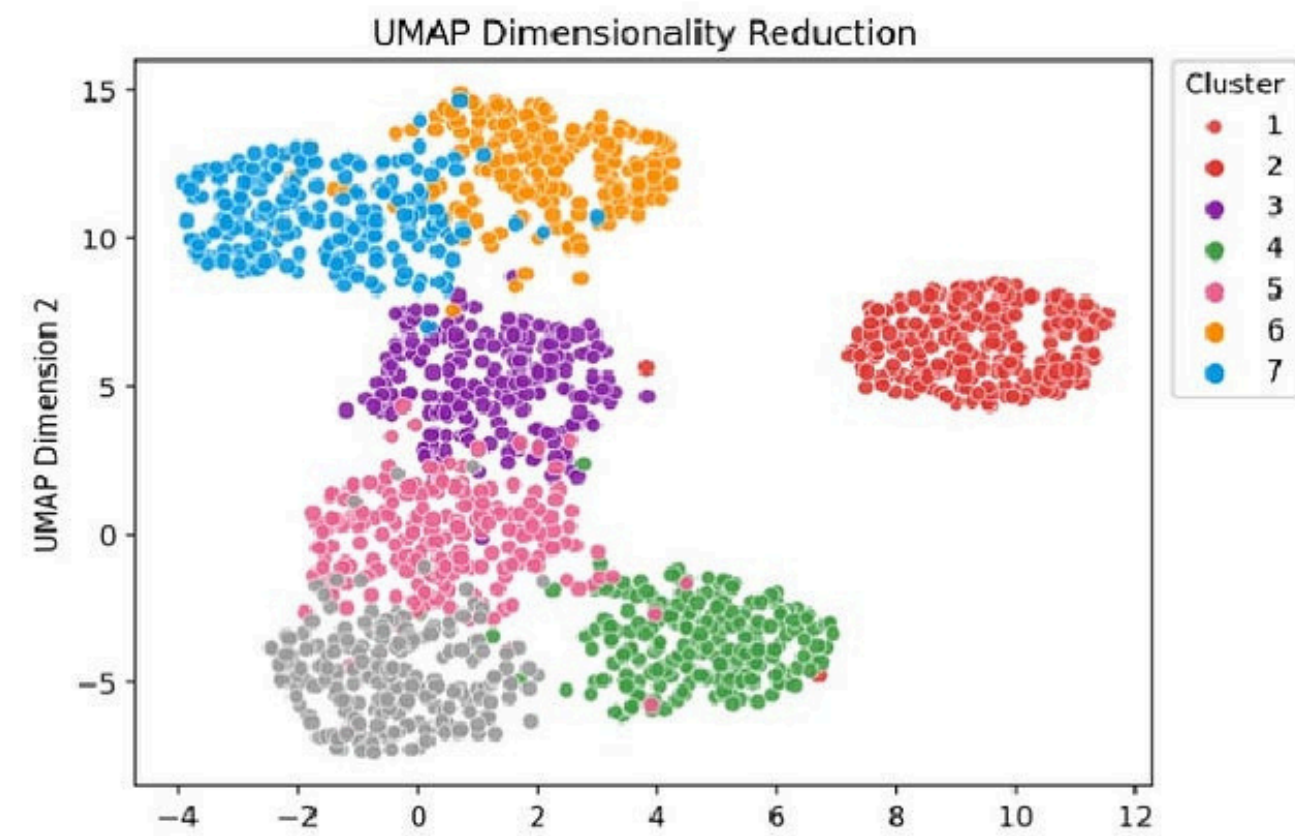
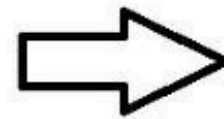
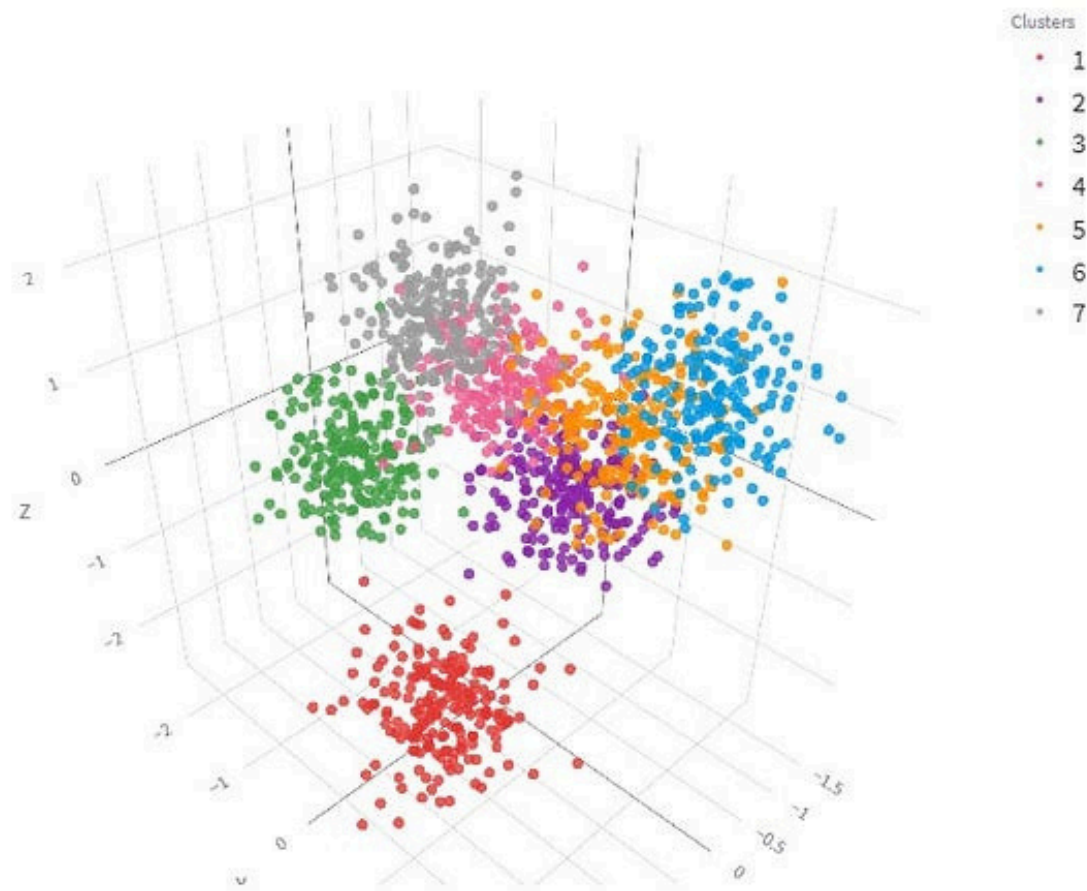
L'agent apprend des motifs / structures dans les données.

Clustering : regrouper les observations en groupes (clusters).

Réduction de dimension : réduire de manière pertinente la dimension
(nombre de variables) des données

Machine Learning

Point cloud in a 3-dimensional space



Machine Learning

Apprentissage non-supervisé

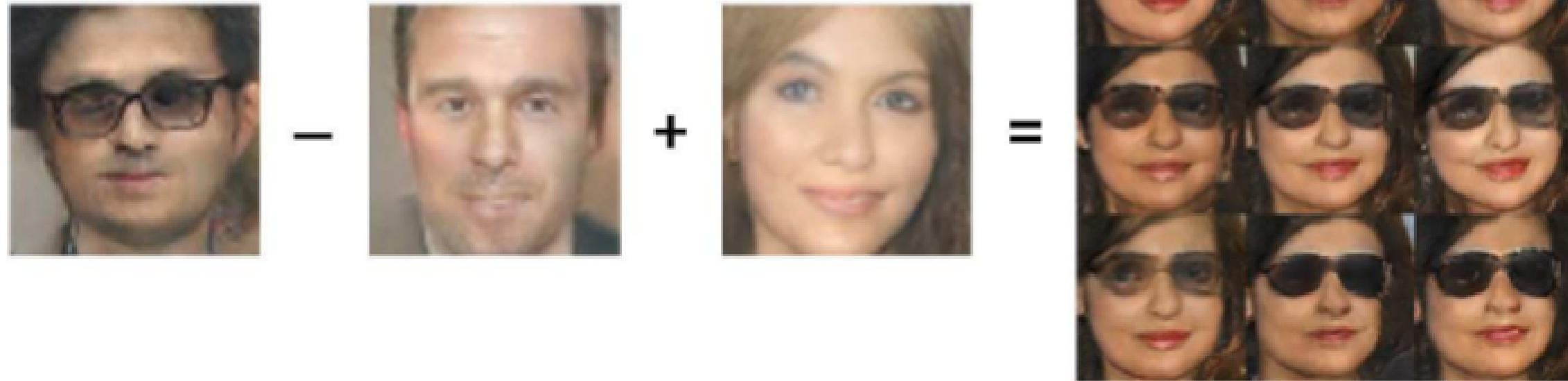
L'agent apprend des motifs / structures dans les données.

Clustering : regrouper les observations en groupes (clusters).

Réduction de dimension : réduire de manière pertinente la dimension
(nombre de variables) des données

Modèles d'embedding et génératifs : représentation des concepts et
génération de nouvelles données

Machine Learning

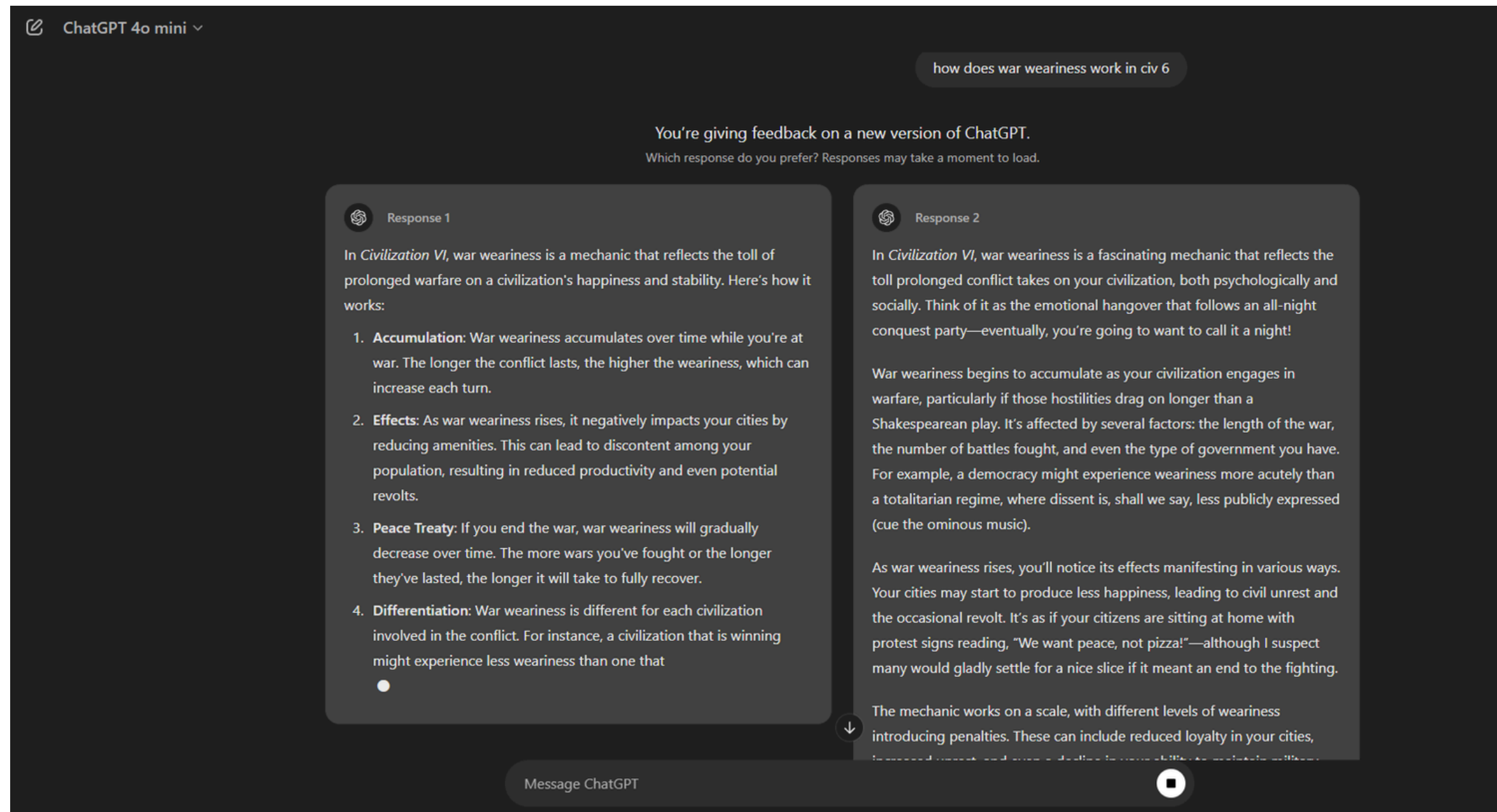


Machine Learning

Apprentissage par renforcement

L'agent apprend via des récompenses/punition à la fin de l'inférence.

Machine Learning

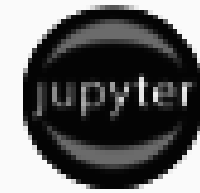


Machine Learning

Fin de l'introduction.

P r e m i e r s u j e t
p r a t i q u e

Introduction



Jupyter-python

The JupyterLab IDE with Python, Julia, and a collection of standard data science packages.

[Learn more](#)

[Launch](#)

<https://shorturl.at/Q0iz1>

k N N

[Et voilà...]
Fin de l'atelier :)

SIAHAAN -- GENSOLLEN Rémy, 2025