

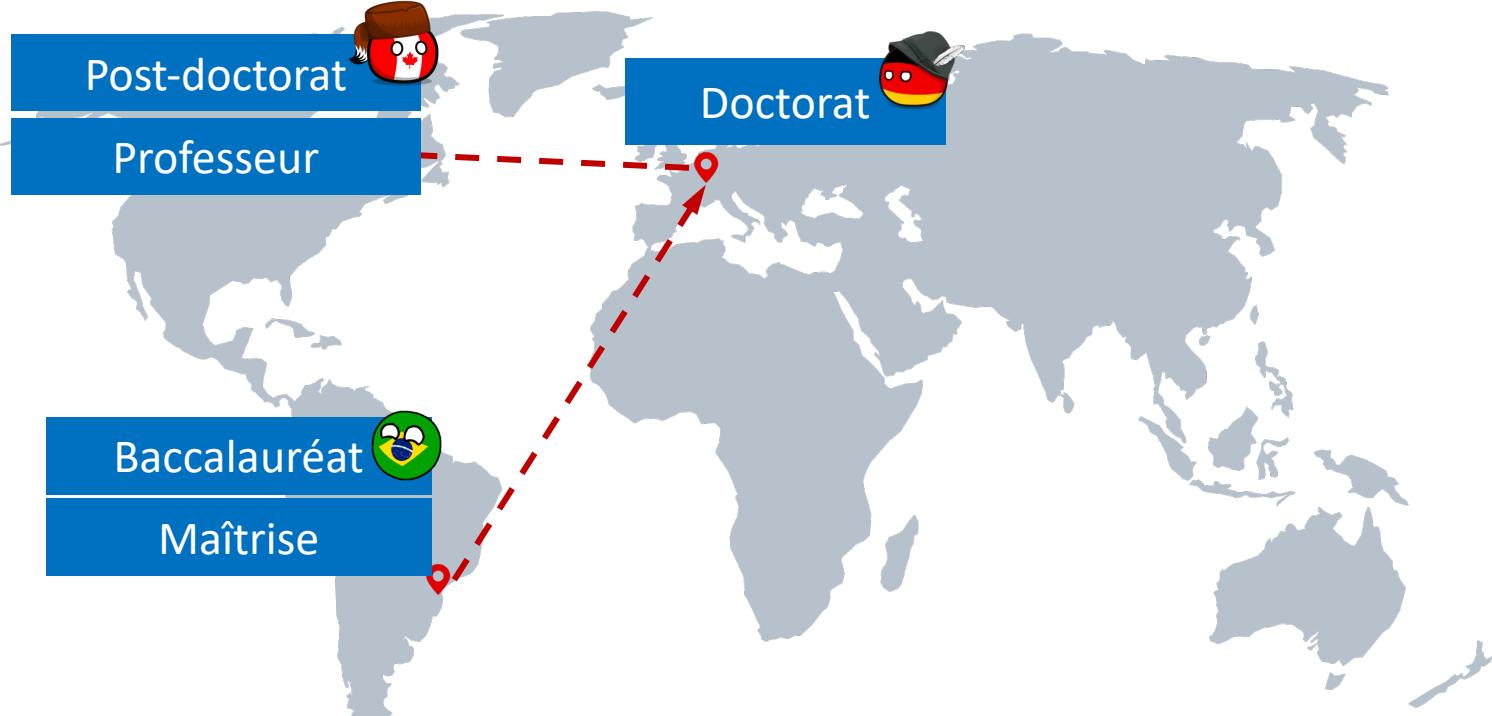
# **Introduction et aperçu de l'intelligence artificielle**

MGL 7811: Ingénierie logicielle des systèmes d'intelligence artificielle



# Présentations

# Qui est Prof. Costa?



2007

2011

2012



Universidade  
Federal de  
Uberlândia



UNIVERSITÄT  
HEIDELBERG  
ZUKUNFT  
SEIT 1386

2015



2017



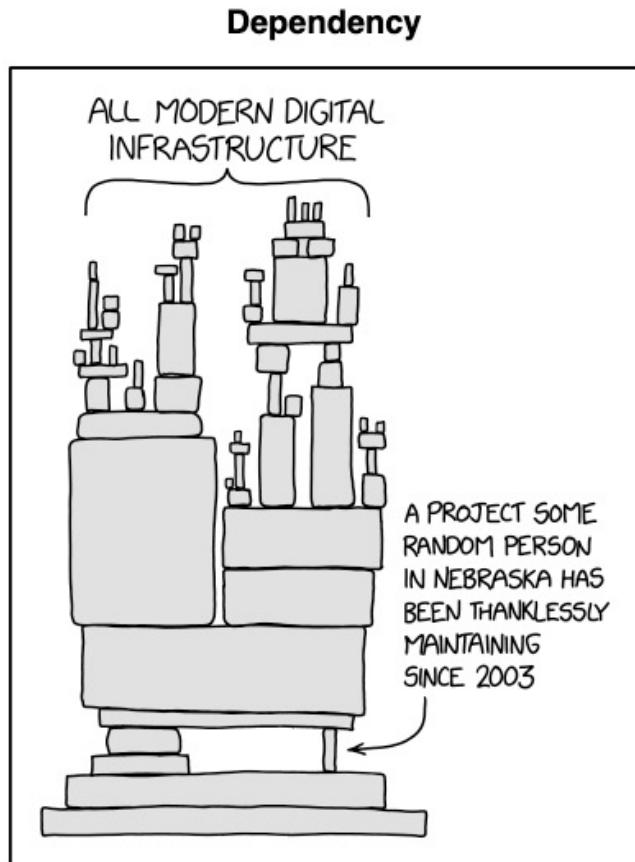
2019

2022

heiDOK  
Heidelberger  
Dokumentenserver

# Chercheur en Génie Logiciel

Gestion des dépendances logicielles



Outils de développement logiciel Intelligents



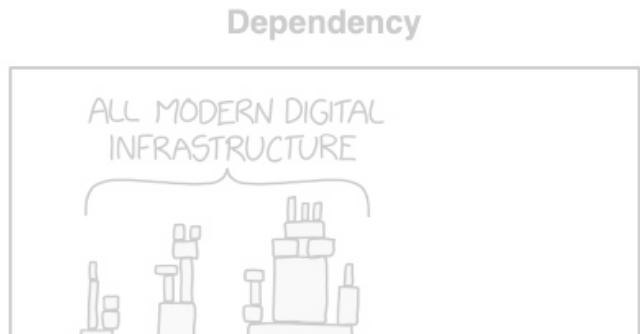
**GitHub**  
Copilot

Ingénierie logicielle des  
systèmes d'intelligence artificielle

Contenu de ce cours !

# Chercheur en Génie Logiciel

Gestion des dépendances logicielles



Outils de développement logiciel Intelligents



**GitHub**  
Copilot

Nous embaucherons des étudiants à la maîtrise et au doctorat (**avec bourses d'études**) tout au long de 2023 !

<https://diegoeliascosta.github.io>

Contenu de ce cours !

# Une série de présentations

- Présentez-vous
  - Votre nom préféré
  - Le programme d'étude dans lequel vous êtes inscrit
  - Bref (1-2 phrases)
    - Votre expérience avec les modèles d'IA ou ML
    - Qu'attendez-vous de ce cours ?

Sujets spéciaux en génie logiciel II:

**Ingénierie logicielle des  
systèmes d'intelligence artificielle**

# Qu'est-ce que l'intelligence artificielle (IA) ?

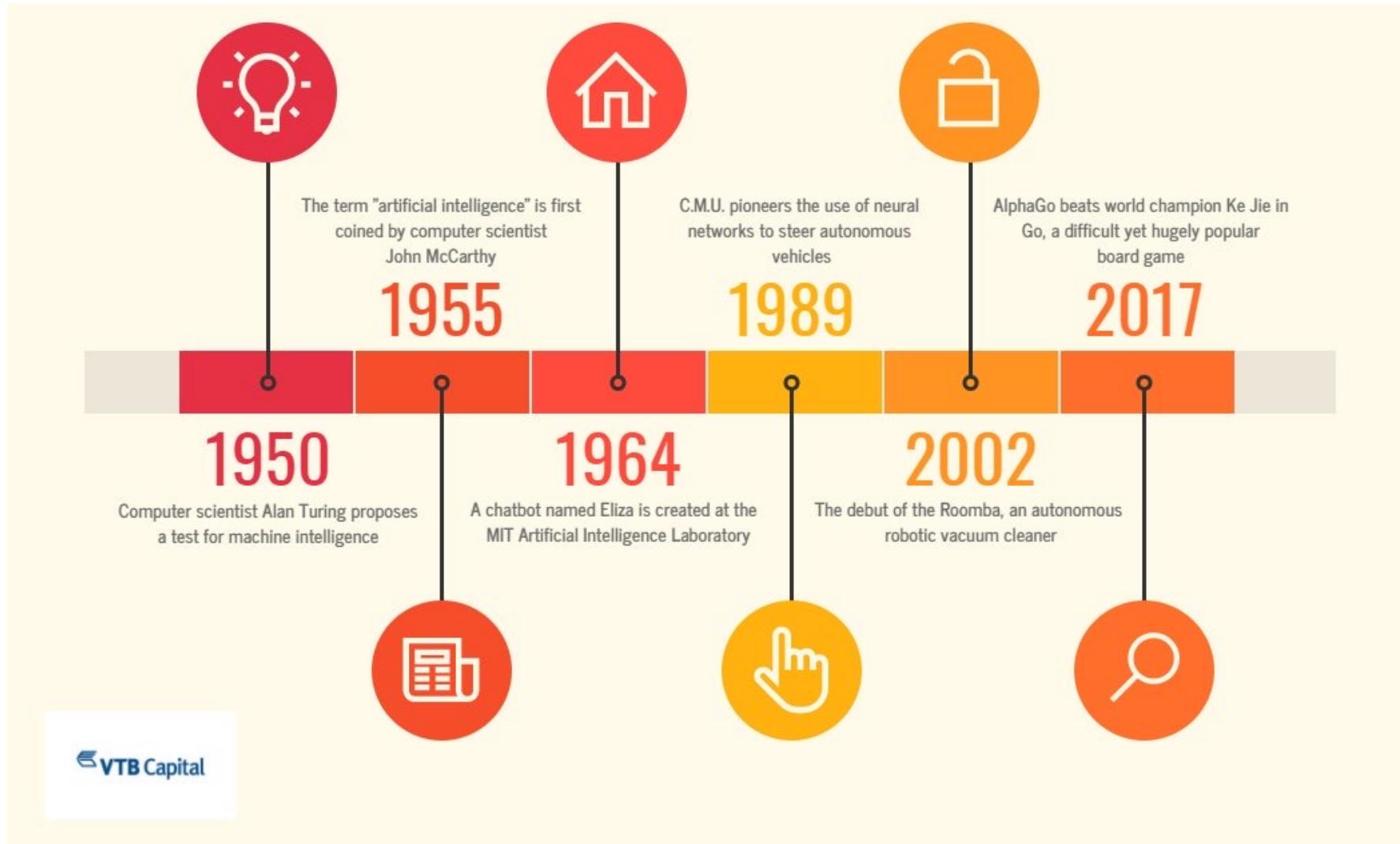
Ensemble de **théories** et de **techniques** mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de **simuler l'intelligence humaine**.

Larousse

Un domaine qui combine **l'informatique** et des ensembles de **données** robustes, pour permettre la **Résolution de problèmes**.

IBM

# Sept décennies de développement de l'IA



# Différents types d'IA

Dans ce cours, nous aborderons principalement les algorithmes **d'apprentissage automatique**

- Algorithmes classiques (Logistic Regression)
- Réseau de neurones
- Deep Learning

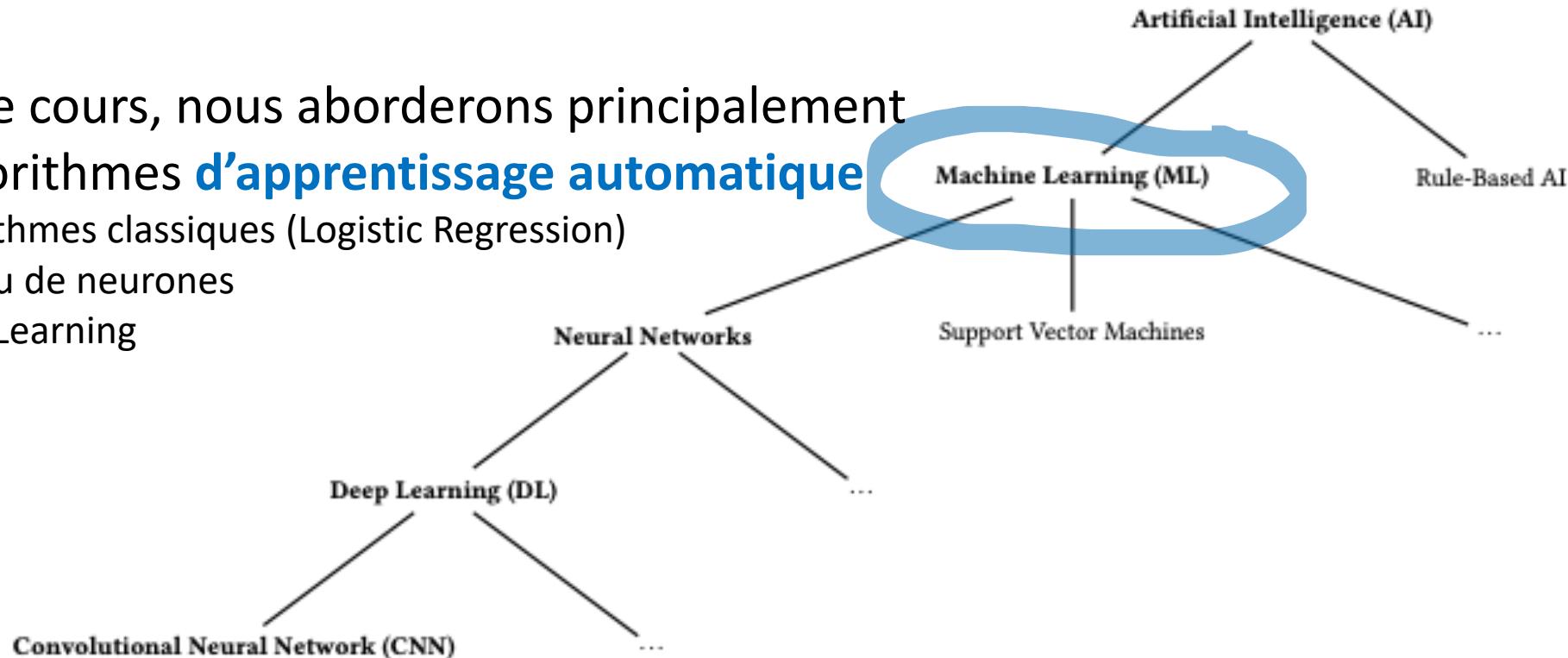


Fig. 17. Example taxonomic classification for paper [32].

# Qu'est-ce que sont les systèmes d'IA ?

Les systèmes qui **apprennent** en **analysant** leur environnement et en **prenant** des mesures qui visent à avoir un **comportement intelligent**

Martínez-Fernández et al.

- Systèmes qui intègrent des capacités d'IA
  - Apprentissage statistique
  - Apprentissage automatique
  - Apprentissage profond

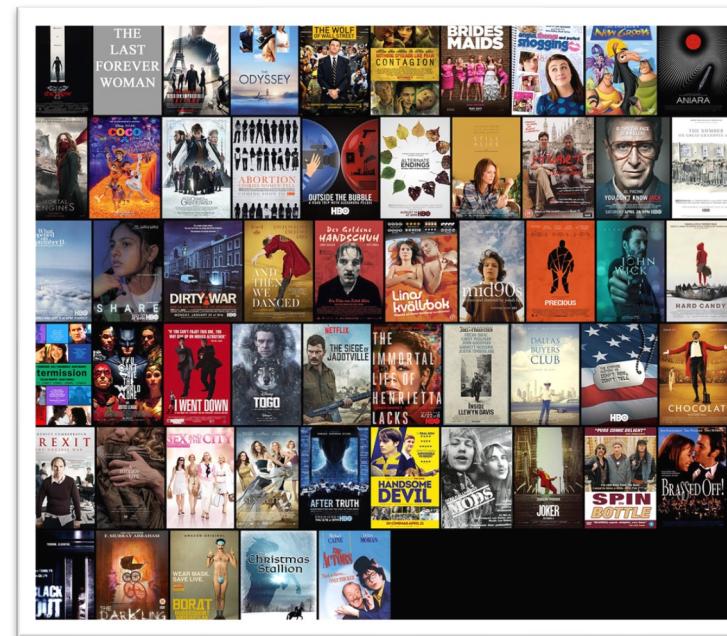
# Qu'est-ce que sont les systèmes d'IA ?

- Les systèmes d'IA sont des systèmes qui incluent un ou plusieurs composants d'IA (et d'autres composants)
- Composant IA: une partie du système qui utilise l'IA. Exemples:
  - Traitement d'image (CNN)
  - Agent intelligent (Chatbot)
- **Termes utilisés (en anglais):** AI technologies, AI-based systems, AI-infused systems, AI-enabled systems, AI/ML/DL software/system

# Les systèmes d'IA sont partout



Ils nous aident à filtrer les spams

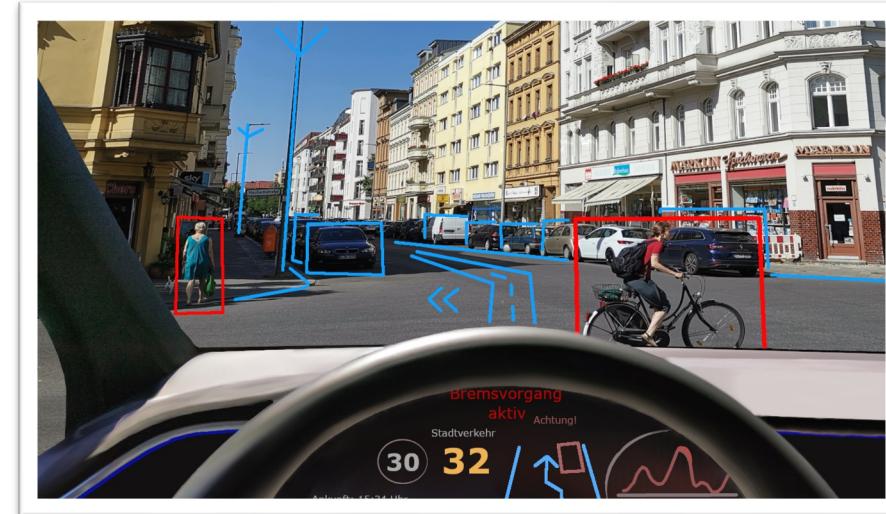


Ils nous recommandent des films

# Les systèmes d'IA sont partout



Ils nous aident à créer de l'art.



Ils nous aident à conduire nos voitures

# Les systèmes d'IA sont partout

```
test.js > ⚙️ findHighestNumber
1  function findHighestNumber(array) {
2      var highestNumber = 0;
3      for (var i = 0; i < array.length; i++) {
4          if (array[i] > highestNumber) {
5              highestNumber = array[i];
6          }
7      }
8      return highestNumber;
9 }
```

M What is the best burger recipe? 

 There are many different burger recipes out there, and the "best" one will depend on personal preference. Some people prefer their burgers to be simple and classic, while others like to experiment with different ingredients and flavors.

Here is a basic burger recipe that can serve as a starting point:

Ingredients:

- 1 pound ground beef
- 4 hamburger buns
- Lettuce, tomato, onion, and other toppings of your choice
- Salt and pepper

Instructions:

Ils nous aident à développer du code

...pour trouver la meilleure  
recette de Burger

Sujets spéciaux en génie logiciel II:

**Ingénierie logicielle des  
systèmes d'intelligence artificielle**

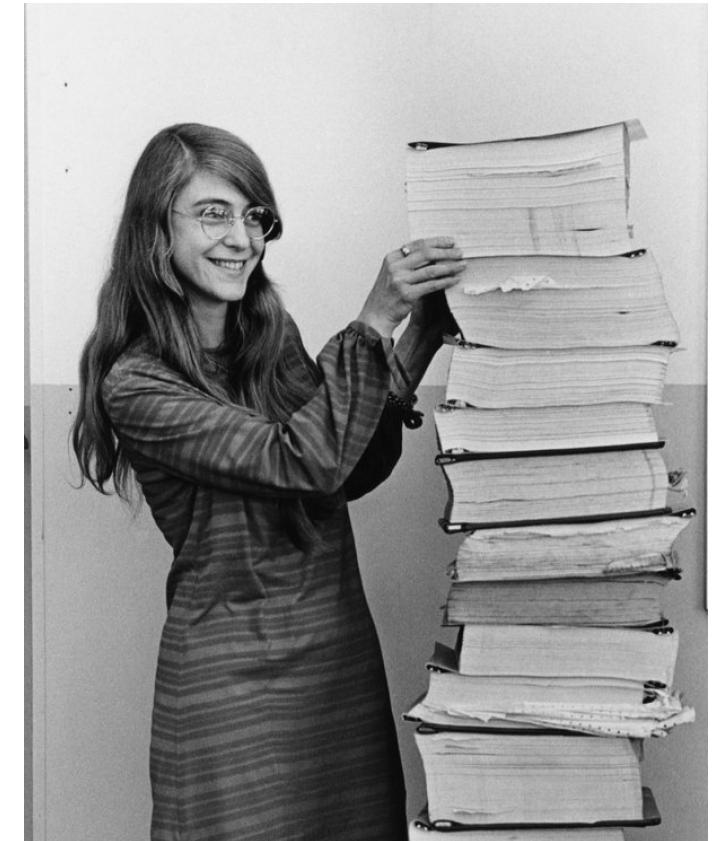
# Génie Logiciel

Processus d'ingénierie

Le génie logiciel est une approche **systématique** du développement de logiciels.

Il concerne **tous les aspects** de la production de logiciels :

- dès les premières étapes de la spécification du système
- jusqu'à la maintenance et à l'évolution du système en production.

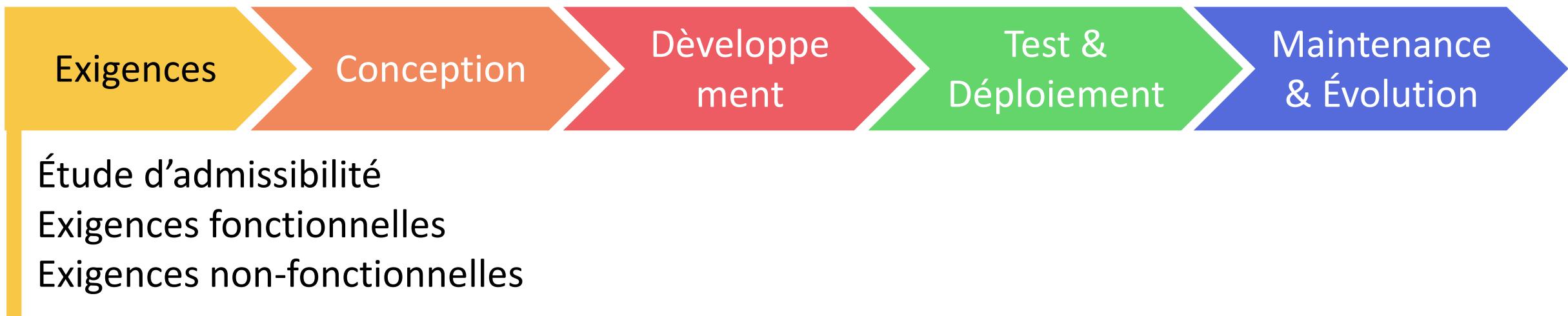


Margaret Hamilton avec le code d'Apollo

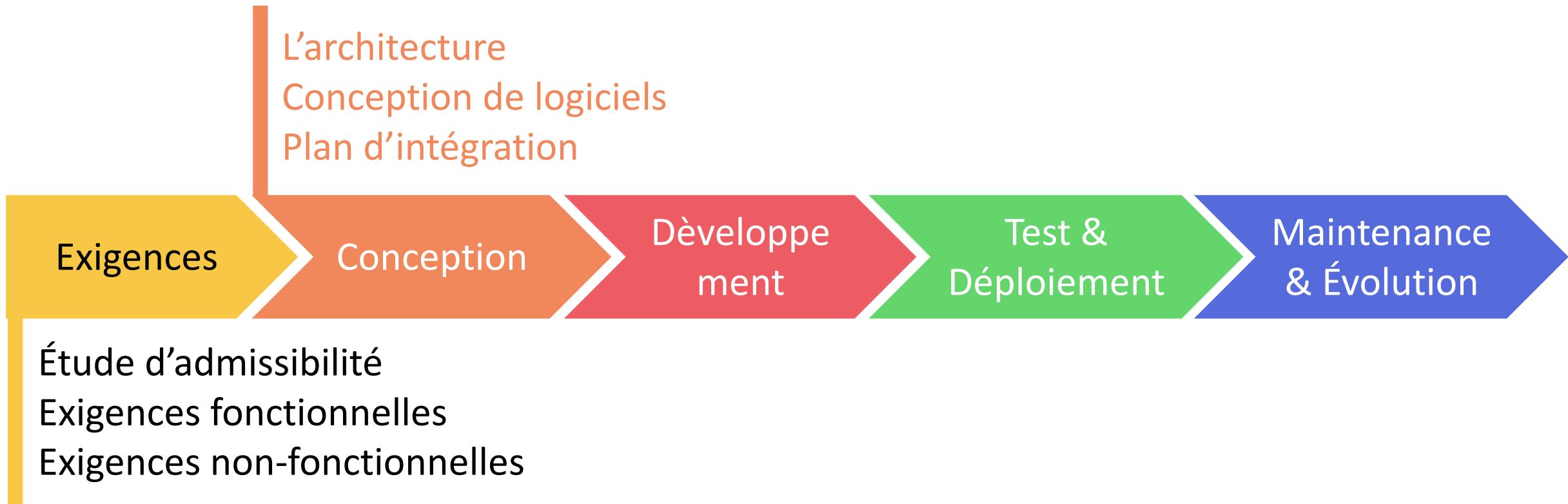
# Le cycle de vie d'un logiciel



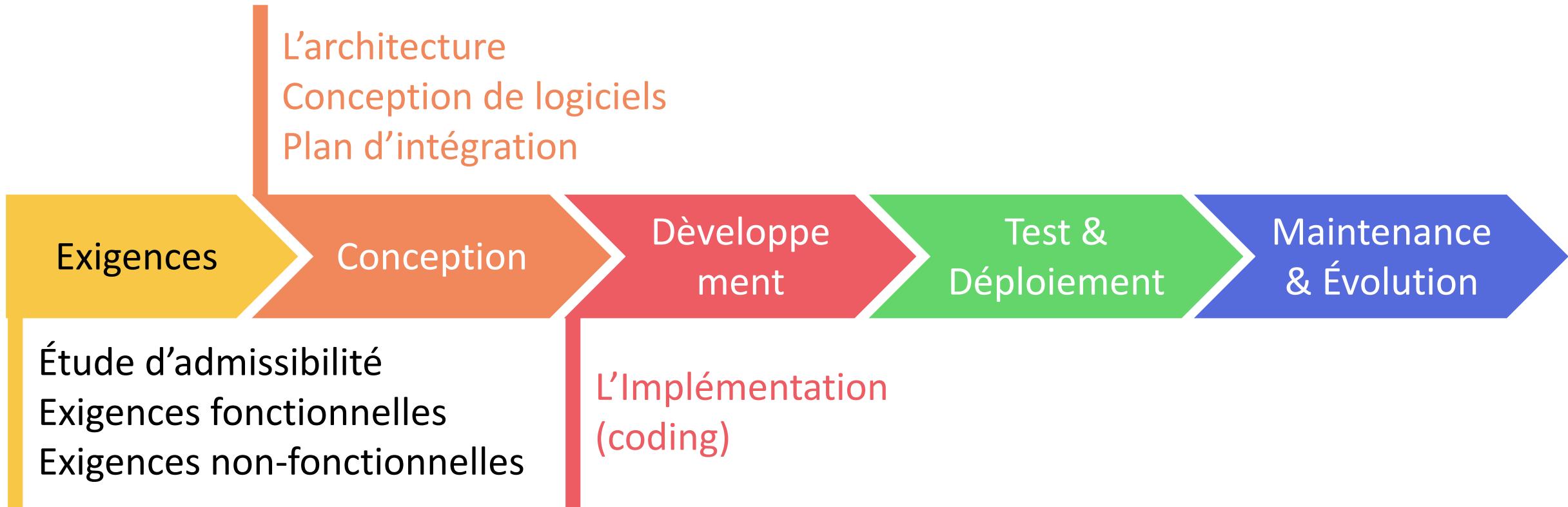
# Le cycle de vie d'un logiciel



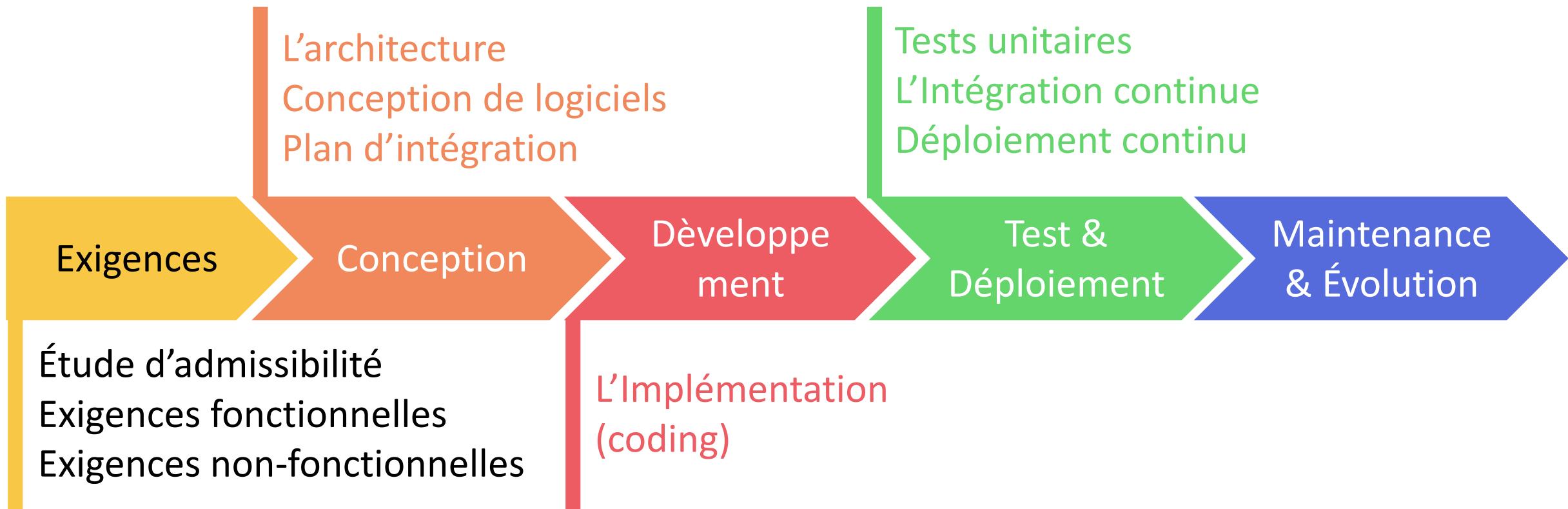
# Le cycle de vie d'un logiciel



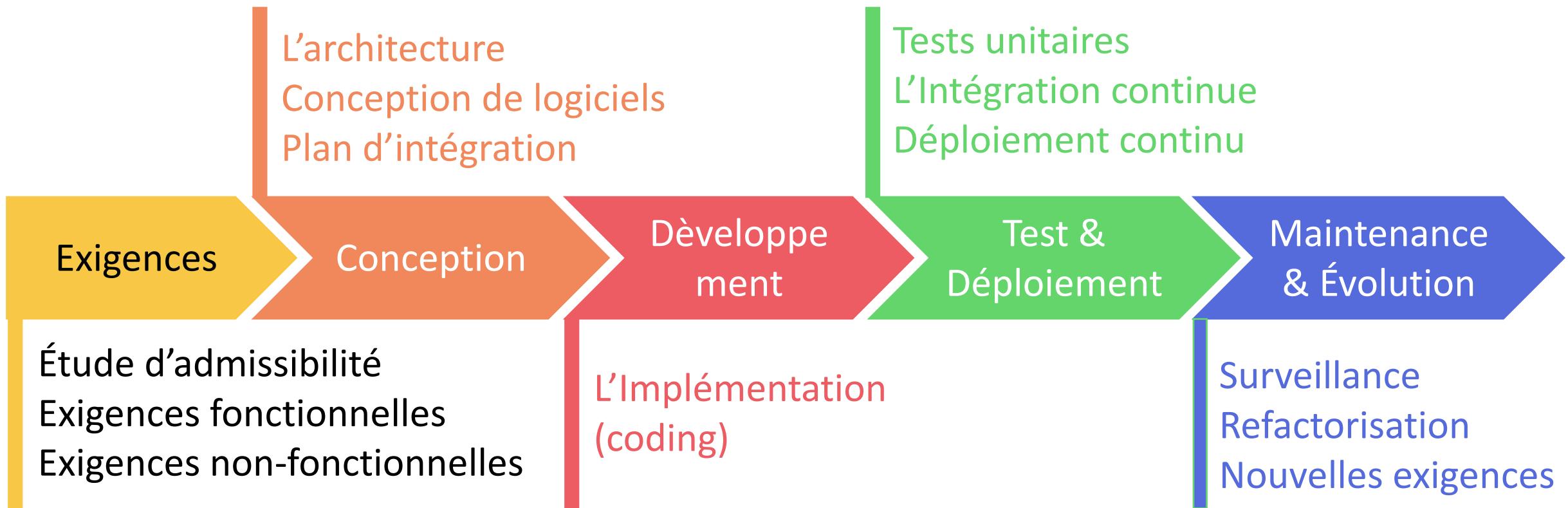
# Le cycle de vie d'un logiciel



# Le cycle de vie d'un logiciel



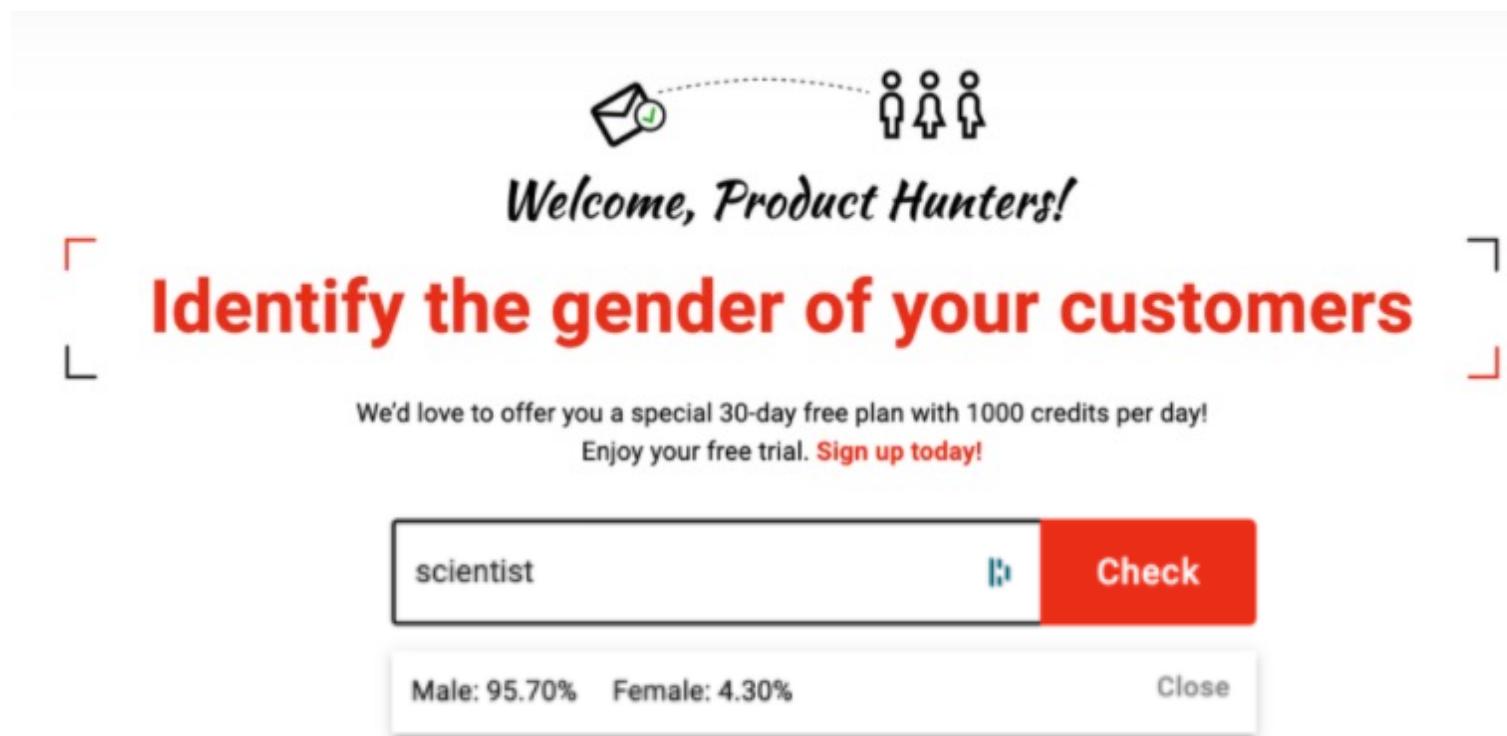
# Le cycle de vie d'un logiciel



# **Pourquoi avons-nous besoin de génie logiciel dans les systèmes d'IA?**

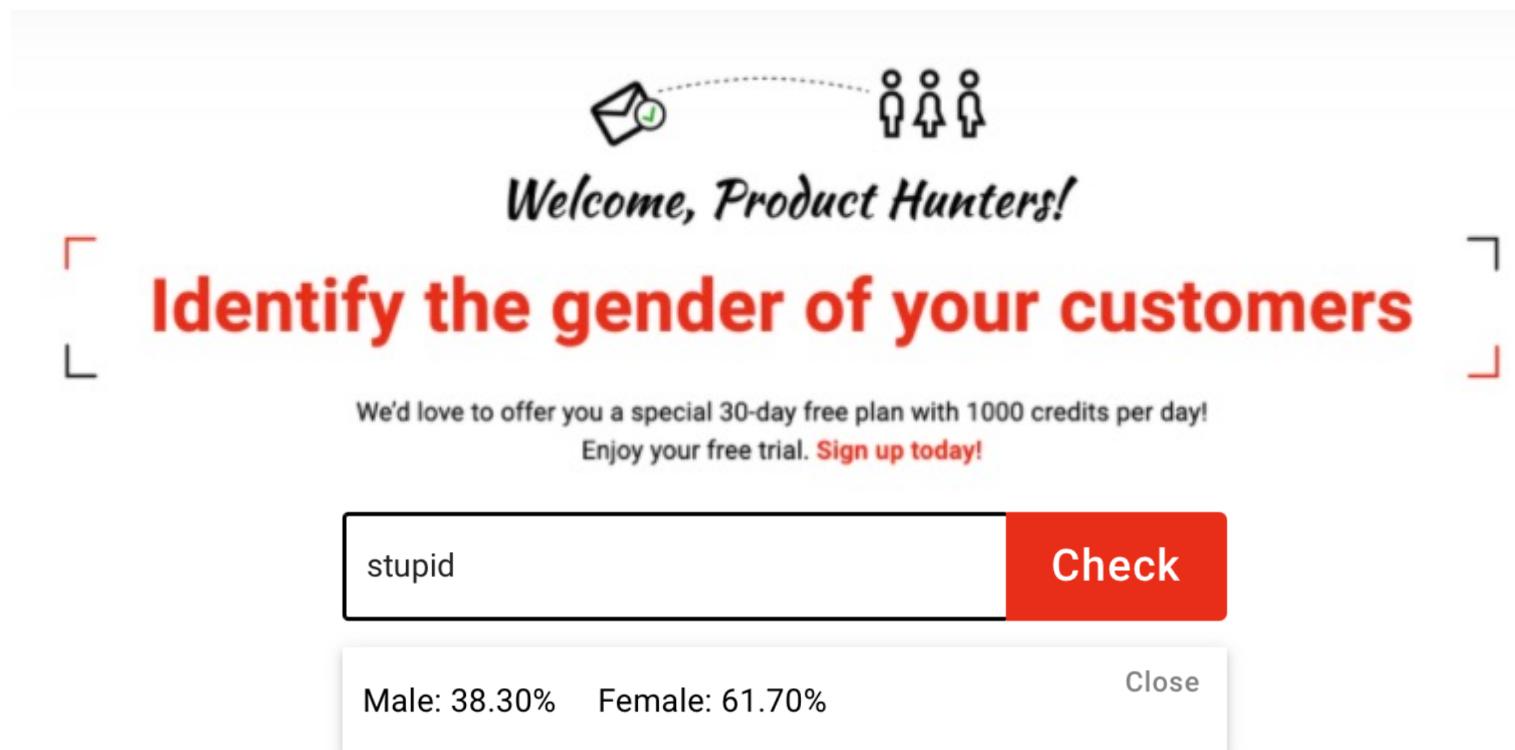
# Qu'est-ce qui pourrait mal tourner?

Le cas de Genderify



# Qu'est-ce qui pourrait mal tourner?

Le cas de Genderify



# Qu'est-ce qui pourrait mal tourner?

Le cas de Genderify

The screenshot shows the homepage of Genderify. At the top, there's a decorative icon of an envelope with a green checkmark and three gender symbols (two men and one woman). Below this, the text "Welcome, Product Hunters!" is displayed in a cursive font. The main headline, "Identify the gender of your customers", is centered in large red capital letters. To the left of the headline is a red square icon containing a white 'F' and a blue square icon containing a white 'L'. To the right is a blue square icon containing a white 'F' and a red square icon containing a white 'L'. Below the headline, a promotional message reads: "We'd love to offer you a special 30-day free plan with 1000 credits per day! Enjoy your free trial. [Sign up today!](#)". A search bar contains the word "woman". To its right is a red button with the word "Check" in white. At the bottom, a white box displays the results: "Male: 96.40% Female: 3.60%" and a "Close" button.

# Qu'est-ce qui pourrait mal tourner?

Le cas de Genderify



## Comment GL pourrait-il aider?

- Vérification du biais dans les données
- Tester la précision des modèles.
- De meilleures exigences
  - Validation des entrées
  - Le système devrait-il exister

This page isn't working

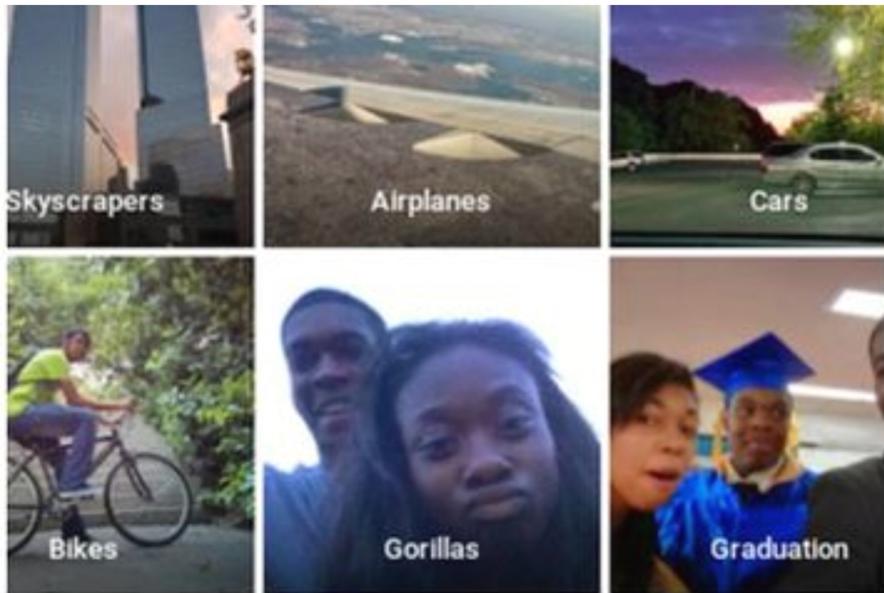
genderify.com redirected you too many times.

[Try clearing your cookies.](#)

ERR\_TOO\_MANY\_REDIRECTS

# Les systèmes d'IA font des erreurs

**Google Mistakenly Tags Black People as 'Gorillas,' Showing Limits of Algorithms**



<https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-5270891/Google-bans-word-gorilla-racist-Photos-app.html>

**Who is to blame for 'self-driving car' deaths?**

⌚ 22 May 2018



REUTERS | Walter Huang, 38, was killed in a crash while using Tesla's Autopilot function

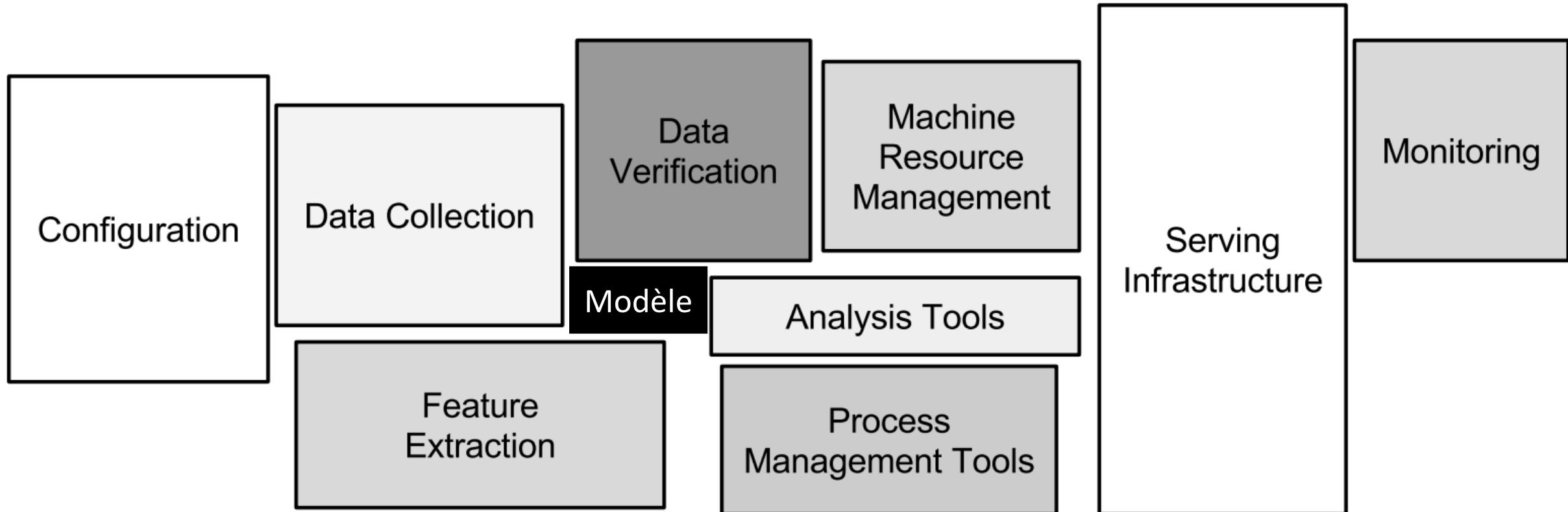
<https://www.bbc.com/news/business-44159581>

# L'illusion du système d'IA



Modèle

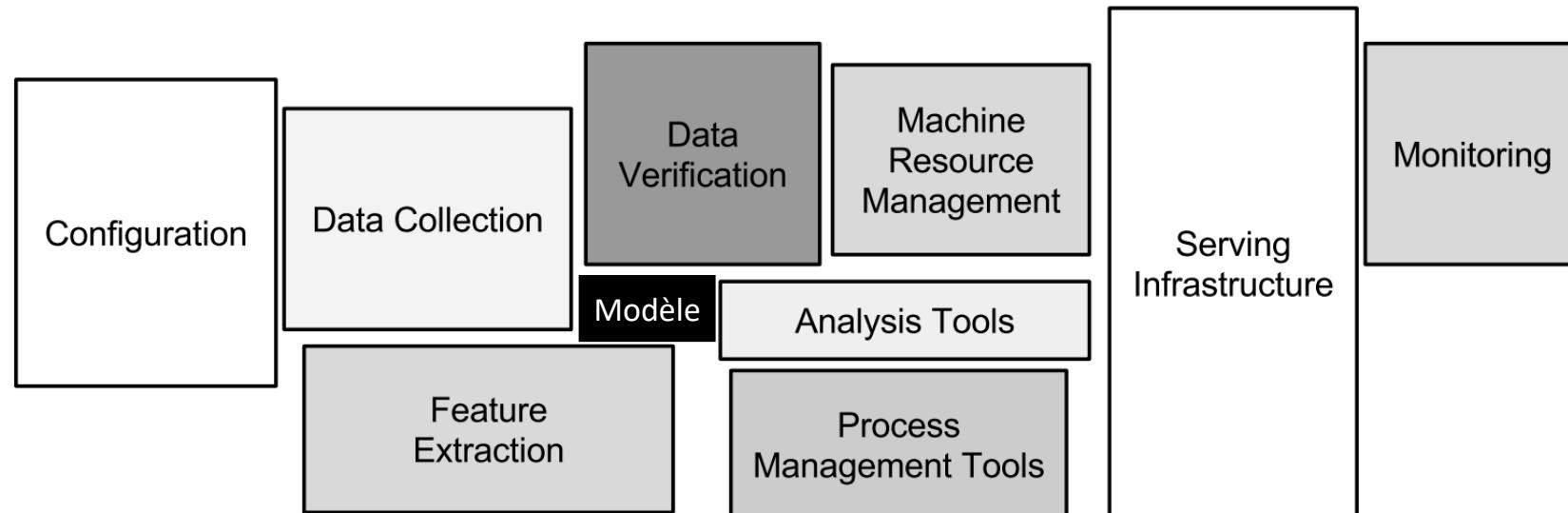
# Le composant intelligent n'est qu'un petit composant d'un grand système



# Le composant intelligent n'est qu'un petit composant d'un grand système

- La **qualité** du système dépend de:

- La qualité des données
- La surveillance du système
- L'infrastructure du système



# Nous avons besoin de plus d'ingénierie logicielle dans les systèmes d'IA



Grady Booch

@Grady\_Booch

...

Fun to see the AI community rediscovering the fundamentals of software engineering.

[Traduzir Tweet](#)



Greg

Brockman

@gdb

· 30 de dez de 2022

When editing an ML codebase, I recommend constantly taking small detours to make quality-of-life tweaks as you notice them, rather than send them off to languish in a bug tracker. Highest order bit in ML in iteration speed, and these small pains add up faster than you know.

**Le génie logiciel résoudra-t-il tous les problèmes des systèmes d'IA?**





# Pas nécessairement...

Your PC ran into a problem and needs to restart. We're just collecting some error info, and then we'll restart for you.

20% complete



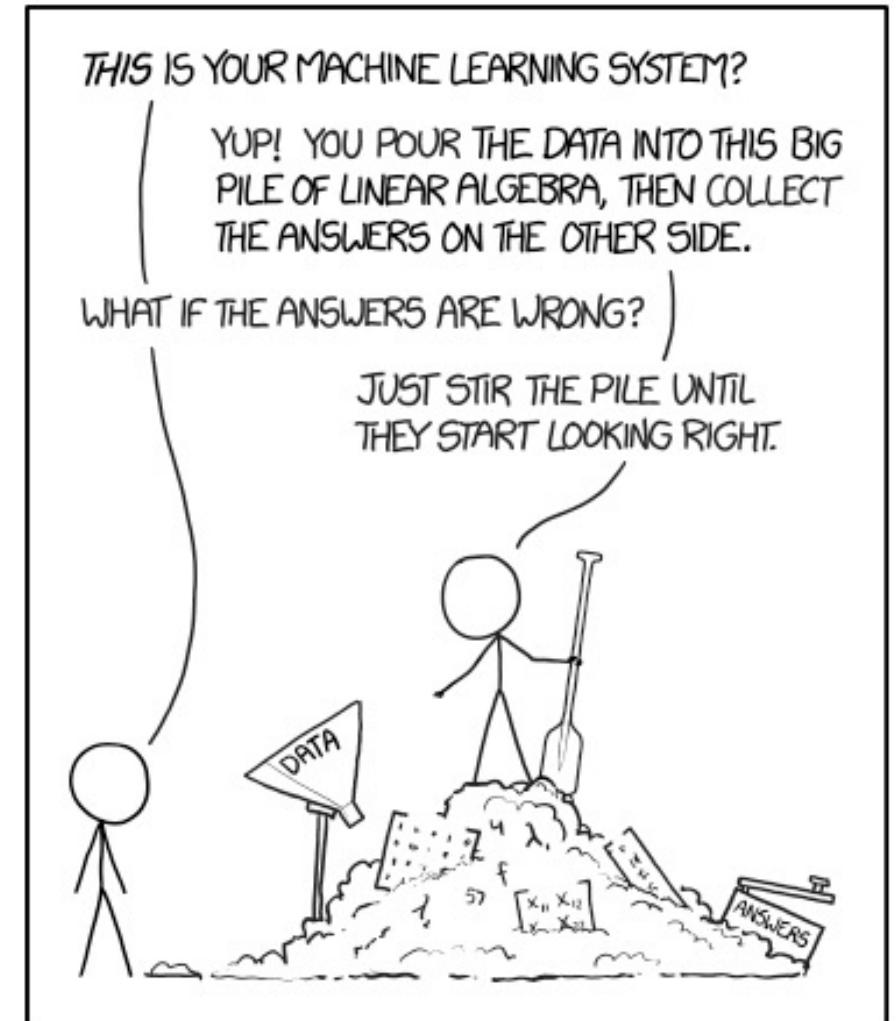
For more information about this issue and possible fixes, visit <https://www.windows.com/stopcode>

If you call a support person, give them this info:

Stop code: CRITICAL\_PROCESS\_DIED

# Génie logiciel aide...

- **Assurer la qualité du système**
  - Validation de la qualité des données
  - Test de la qualité du modèle
  - Le système est instrumenté et surveillé
- **Intégration et déploiement continu**
  - Le cycle d'apprentissage est continu
  - L'intégration des composants ML est simple



# Une histoire de deux îles

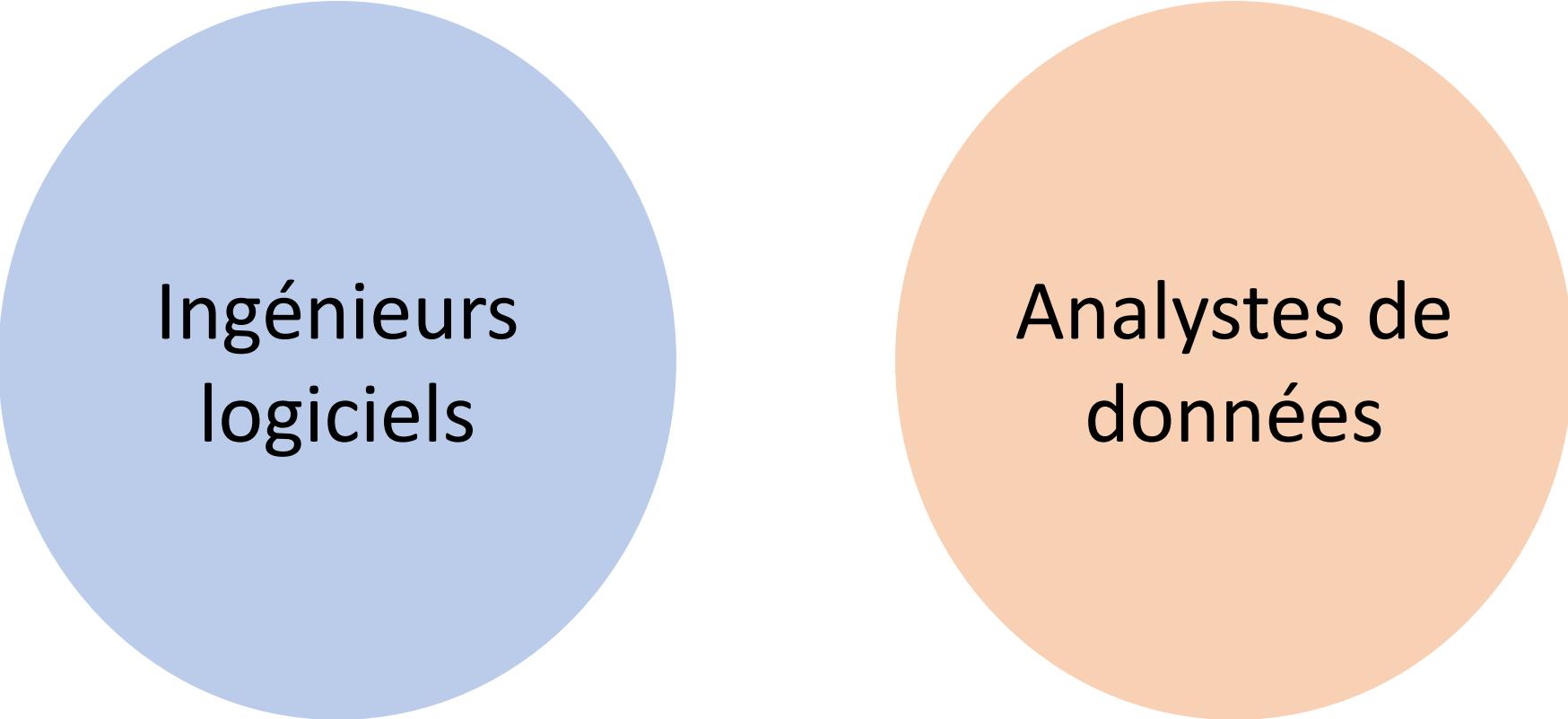
An aerial photograph of two small, green, rocky islands in the middle of a vast, clear blue ocean. The island on the left is more rounded and has a dense cover of green vegetation. The island on the right is more jagged and rocky, with patches of green. In the background, a range of mountains is visible under a bright sky with some wispy clouds.

Analystes de données  
Créer des modèles d'IA efficaces

Système d'IA efficaces

Ingénieurs logiciels  
Créer des systèmes efficaces

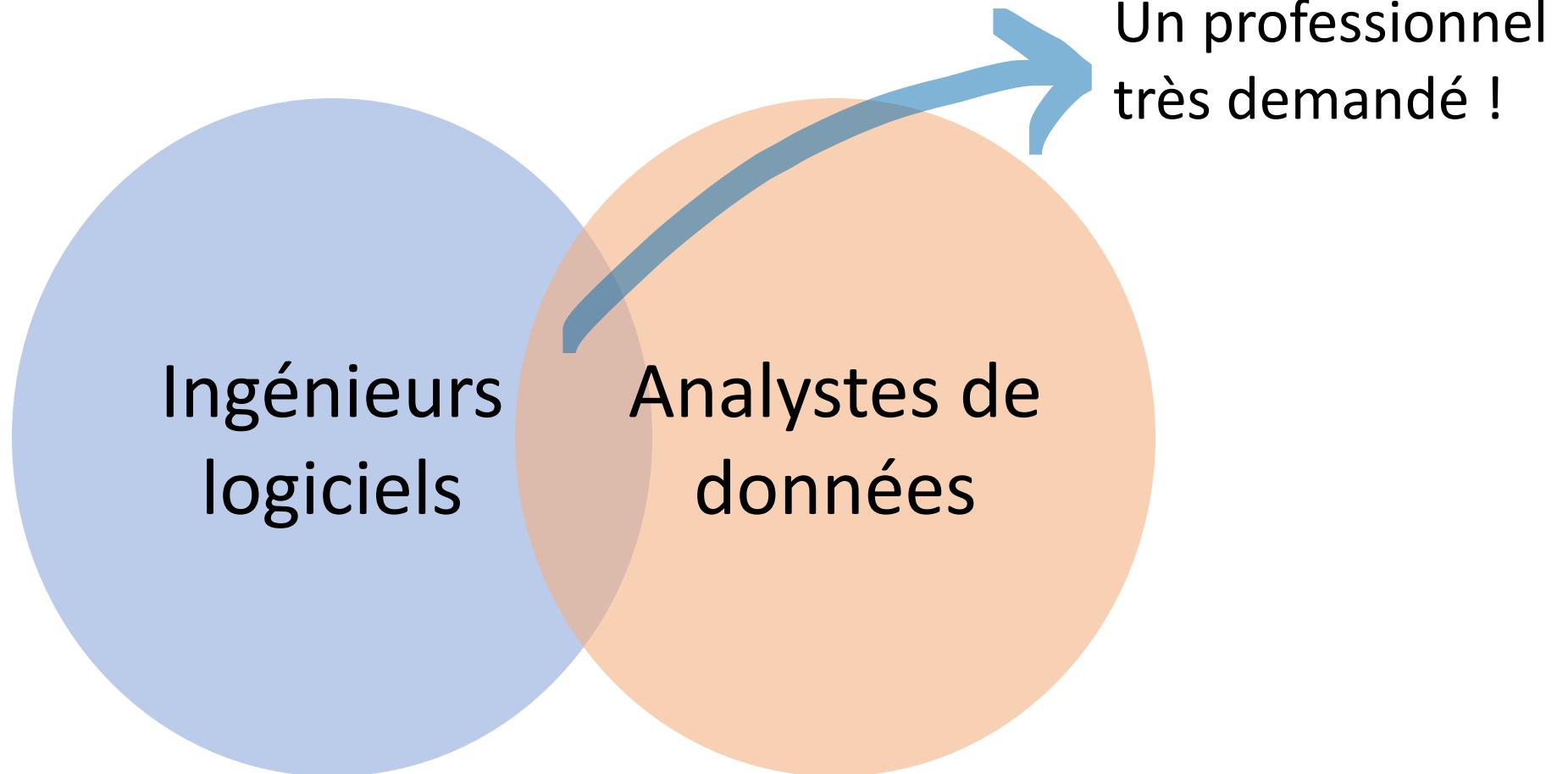
# Objectif du cours : Créer un pont



Ingénieurs  
logiciels

Analystes de  
données

# Objectif du cours : Créer un pont



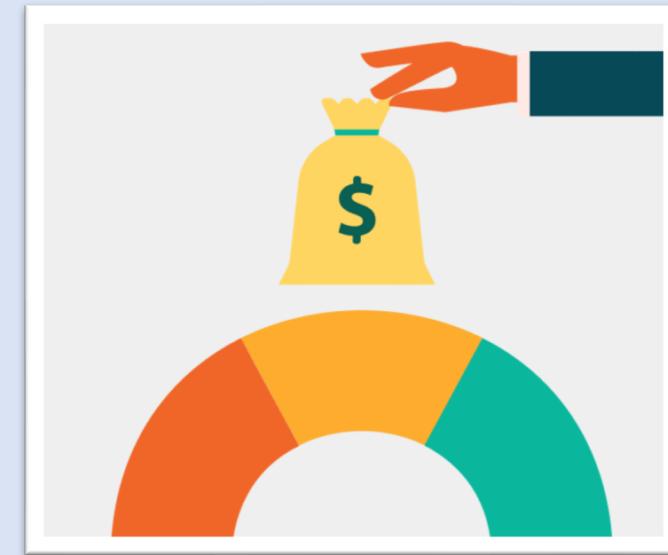


# Systèmes Traditionnel



Système de transfert d'argent

# Systèmes d'IA



Système « intelligent »  
du cote de crédit

# Spécification du système

La comportement du système?

- Spécification du client

Exigences fonctionnelles

- Transactions atomiques
- Transferts internationaux
- Conversion de devises

Le comportement du système?

- Donné par les données

Exigences fonctionnelles

- Prédiction précise du cote de crédit

# Spécification du système

## Exigences non-fonctionnelles

- Performance
- Sécurité
- Responsivité
- Disponible dans le cloud

Comment définir l'équité?

## Exigences non-fonctionnelles

- Équité
- Transparence/Opacité
- Explicable
- Limites de la collecte de données

Comment assurer la transparence?

Comment assurer la collecte des données nécessaires?

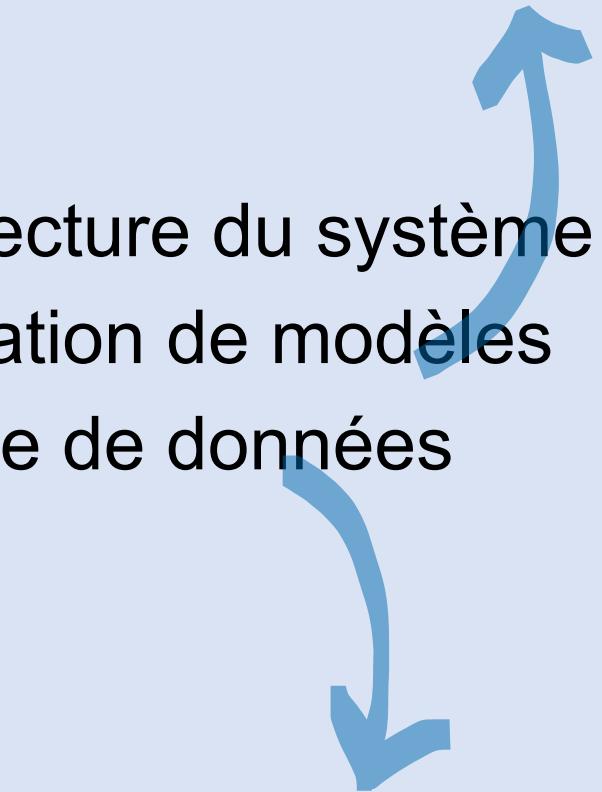


# Considérations à la conception

- Architecture du système
- Intégration aux systèmes et aux services

- Architecture du système
- Intégration de modèles
- Service de données

Où mettre le modèle dans l'architecture?



Comment les données seront-elles fournies à nos modèles?

# Considérations au développement

- Langage de programmation
  - Java?
- Bibliothèques
  - React, Log4J, etc...
- Assurer la qualité du code
  - Best practices
  - Design patterns
- Collecte et validation des données
  - Puis-je faire confiance à mes données ?
- « Feature engineering »
  - Quelles caractéristiques/attributs comptent le plus?
- Sélection du modèle
  - Comment choisir le modèle le plus approprié?

# Considérations à les tests

- Les programmes sont pour la plupart déterministes
- Tests
  - Tests unitaires
  - Tests d'Integration
  - Mesures: couverture du test
- Tests de performance

- Les modèles sont intrinsèquement non déterministes

Comment tester la fonctionnalité du système?

Comment assurer que le système n'est pas discriminatoire à tort?

Comment tester l'évolutivité du système?



# Considérations au déploiement et maintenance

- Déploiement continu
  - Nouvelles versions du système
- Surveillance du système
  - Performance
  - Tests de charge
- Déploiement continu
  - Les modèles doivent être constamment mis à jour
- Surveillance du système
  - Les changements dans les données nécessitent un recyclage du modèle

# Beaucoup de défis!

Trop de questions!  
Pas beaucoup de réponses...



Sujets spéciaux en génie logiciel II:

**Ingénierie logicielle des  
systèmes d'intelligence artificielle**

# L'Objectif du cours

- Vous familiariser avec les **concepts** et les **défis** de l'ingénierie de systèmes d'IA
- Vous exposer aux **techniques couramment utilisées** pour concevoir des systèmes d'IA
- Vous faire **réfléchir de manière critique** sur la recherche dans le domaine des systèmes d'IA

# Format du cours

- Séance:
  - Les jeudis 18:00 à 21:00 (présentiel)
  - SH-3540 | Campus de Montréal
  - 5 minutes de pause
- Les séances:
  - Seront ouvert à discussion
  - Incluent des discussions actives

# L'organisation de chaque séance

- **Partie 1:** Introduction
  - Motivation sur le sujet du jour (étude de cas)
  - Présentation des concepts et des défis sur le sujet du jour
- **Partie 2:** Articles scientifiques et industriels sur l'état de l'art/pratique
  - Présentation sommaire du contenu de l'article (Prof. Costa)
  - Discussion critique de l'article (tous les étudiants)
    - Points positifs et négatifs
- **Partie 3:** Projet
  - Implications et discussions sur le projet

# Classe d'Ingénierie

Concentré sur le jugement d'ingénierie

- « Trade-offs » et justifications plutôt qu'une seule bonne réponse
- Engagement pratique

Non axé sur:

- les garanties formelles ou
- les principes fondamentaux d'IA



# Calendrier du cours

Le calendrier est susceptible d'évoluer.

Semaine	Sujet	Date
1	Introduction et aperçu de l'intelligence artificielle (IA)	12 janvier
2	<b>IA pour les ingénieurs logiciels (Activité pratique)</b>	<b>19 janvier</b>
3	Exigences et spécifications des systèmes d'IA	26 janvier
4	Architecture des systèmes d'intelligence artificielle	2 février
5	Validation et gestion des données	9 février
6	Sélection des modèles	16 février
7	<b>Mises à jour des projets (présentations faites par les étudiants)</b>	<b>23 février</b>
8	Semaine de lecture ou de relâche	2 mars
9	Test des systèmes d'intelligence artificielle	9 mars
10	Déploiement des systèmes d'intelligence artificielle	16 mars
11	Confiance dans la prédiction et l'explicabilité du modèle	23 mars
12	Sujets spéciaux: MLOps	30 mars
13	Sujets spéciaux: l'Applicabilité de modèles des langages	6 avril
14	<b>Présentations des projets (présentations faites par les étudiants)</b>	<b>13 avril</b>
15	Examen	20 avril
16	Conclusion du cours	27 avril

# L'Évaluation

<b>Element d'Évaluation</b>	<b>%</b>	<b>Date</b>
La participation dans la classe	10%	--
Critiques d'articles et activités diverses	20%	--
Présentation du plan du projet	10%	23 février
Projet Final (Présentation + Rapport)	40%	13 avril
Examen	20%	20 avril

# Les attente du cours

- Assister à des conférences et participer à des discussions
  - **Oui, nous attendons de vous que vous parliez !**
- Faites les lectures et les devoirs assignés!
- Travaillez sur votre projet en continu.
- Apportez vos idées et vos préoccupations en classe

# Questions et communication

- Si vous avez des questions, envoyez-moi un e-mail
  - Inclure **[MLG7811]** dans le titre du message pour une réponse rapide
- Planifiez une réunion en personne/Zoom si nécessaire
  - Je resterai 15 minutes après le cours (la plupart des cours)
- Poser la question dans la séance
- Discutez avec vos camarades de classe

# Critiques d'articles

- La plupart des semaines, vous devrez soumettre un critique d'article de 1 ou 2 pages. La critique doit inclure:
  - Un résumé
  - Au moins 3 points faibles
  - Au moins 3 points forts
- Les critiques sont dues **à midi (12h) le jeudi.**
  - Le jour de la classe qu'on vas discuter l'article.

# Projet de cours

- Une grande partie de la note de cours est basée sur le projet de cours
- Groupes de 4 étudiants
- Projet pratique:
  - Utiliser une base de données robuste
  - Développer un système d'IA
  - **Plus de détails seront publiés dans la prochaine séance**

# **Politique de retard pour les livrables de cours**

**PAS DE RETARD DE LIVRAISON !**

**PAS DE RETARD DE LIVRAISON !**

# Intégrité académique

- Les règlements concernant le plagiat seront strictement appliqués.  
Pour plus de renseignements, consultez le site suivant :
  - <http://www.sciences.uqam.ca/etudiants/integrite-academique.html>
- Exemples:
  - Soumettre le travail d'une autre personne comme votre travail original
  - Incorporer d'autres œuvres dans votre travail et ne pas y faire référence
  - Il est permis et encouragé à discuter avec vos pairs, mais PAS autorisé à copier leurs solutions. Les deux parties seront pénalisées.

# Mediagraphie

- Nous utiliserons principalement des **articles de recherches** qui seront affichés sur Moodle
- Diapositives de cours
- Texte de référence:
  - Building Intelligent Systems: A Guide to Machine Learning Engineering, 2018.  
Geoff Hulten



Sujets spéciaux en génie logiciel II:

# **Ingénierie logicielle des systèmes d'intelligence artificielle**

# Il s'agit d'un cours expérimental

- Le cours a été créé à l'origine pour le programme CREATE SE4AI
  - Cours axé sur la recherche
- Le cours a été modifié pour devenir plus pratique
  - Moins d'articles par semaine
  - Projet pratique
- Vos commentaires seront essentiels!



# À faire pour la semaine prochaine

- **Projet:** Organisez-vous en groupes de 4 personnes
- Préparation pour la séance pratique (le 19 janvier)
  - Création d'un compte dans le système Kaggle
  - Familiarisez-vous avec les bibliothèques
    - pandas (data frames)
    - Seaborn (visualisation)
    - scikit-learn (ML algorithmes)