

SÉMINAIRE

Récolter hier, imaginer demain : regards croisés sur 10 ans de numérique pour l'agriculture



# Des LLMs dans les champs ?

Antoine Cornuéjols  
AgroParisTech – INRAE



Bordeaux Sciences Agro, Le 16 décembre 2025

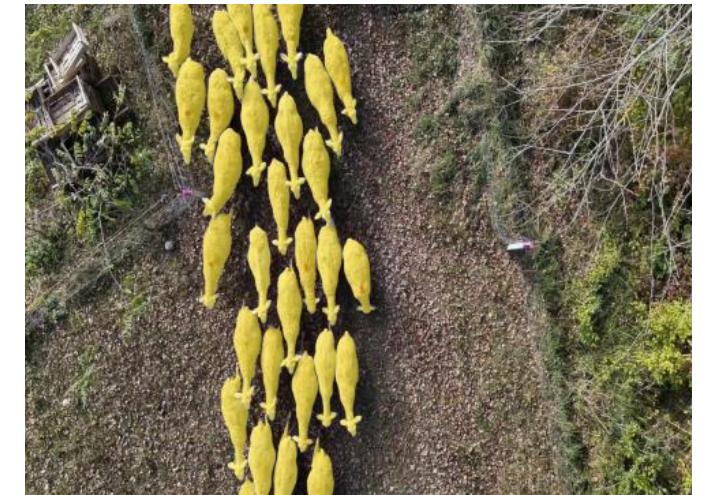




# IA classique et IA générative

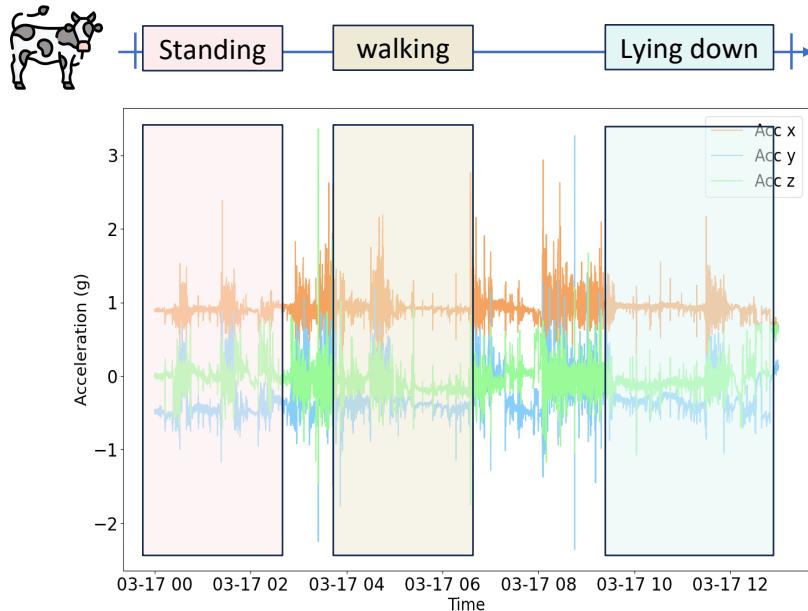
# IA classique

- **Reconnaissance** : comptage de plantes



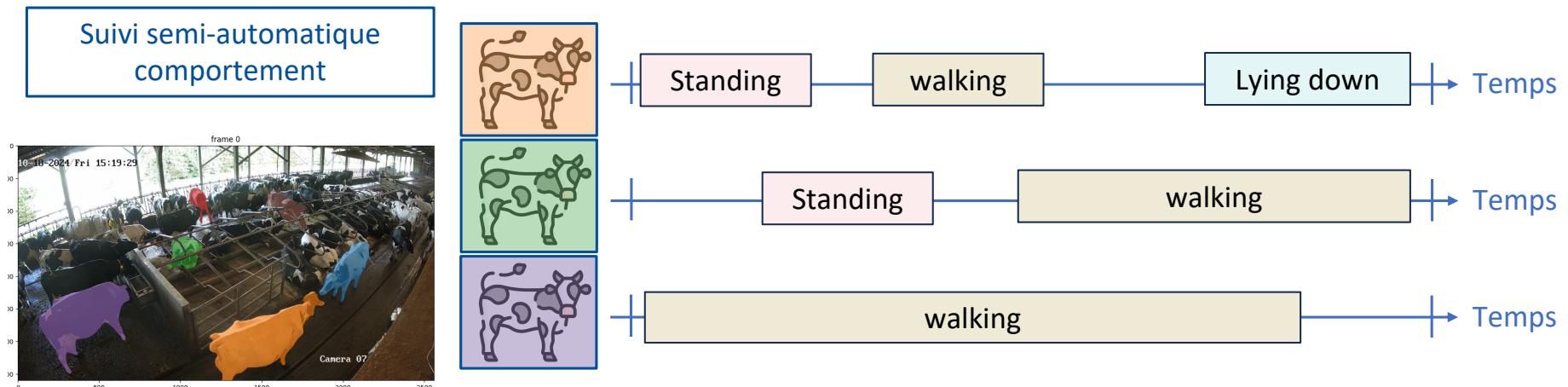
# IA classique

- Prédiction : de boiterie



# IA classique

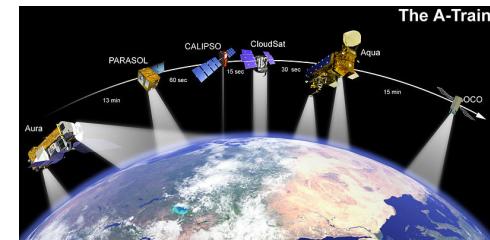
- Prédiction : de boiterie



# L'IA classique en agriculture

## 1. Gestion des cultures

- Prédiction de rendement
- Détection de maladies
- Détection d'insectes ravageurs
- Identification de facteurs liés à la qualité des cultures



## 2. Gestion de l'élevage

- Suivi du bien-être des animaux

## 3. Gestion de l'eau :

- Prédiction de l'évapotranspiration



## 4. Gestion des sols :

- Température, humidité, richesse en micro-organismes





# L'IA classique en agriculture

## 1. Gestion des cultures

- Prédiction de rendement
- Détection de maladies
- Détection d'insectes ravageurs
- Identification de facteurs liés à la qualité des cultures

## 2. Gestion de l'élevage

- Suivi du bien-être des animaux

## 3. Gestion de l'eau :

- Prédiction de l'évapotranspiration

## 4. Gestion des sols :

- Température, humidité, ... → richesse en micro-organismes

- Une **tâche**
- **Entrées – sorties** identifiées
- Critère de **performance** clair





# IA générative



# IA générative

- **Diagnostic**



J'ai l'impression que ma vache a un problème.  
Peux-tu poser un diagnostic et me dire ce qu'il faut faire ?

Emprunté à Clément ALLAIN de l'IDELE



# IA générative

- **Diagnostic**



D'après la photo que vous nous avez envoyé, il s'agit d'un ulcère de la sole (?). (...) C'est vraiment l'un des problèmes de pied les plus fréquents et, franchement, les plus douloureux chez les bovins. C'est une lésion qui est tellement profonde, qu'elle expose les tissus vifs du pied. Ça provoque une boiterie vraiment sévère. Voyons ensemble les causes, le traitement et, surtout, comment l'éviter. Premièrement, les causes. Le coupable numéro 1, c'est une pression excessive (...) Ensuite, comment on soigne ça. L'étape cruciale, c'est le curage curatif, (...). Et enfin le plus important, la prévention (...). Pour résumer, un bon traitement va soulager la douleur immédiatement, mais la vraie clé pour que le problème ne revienne jamais, c'est une prévention axée sur le confort et un bon suivi.



# IA classique et IA générative

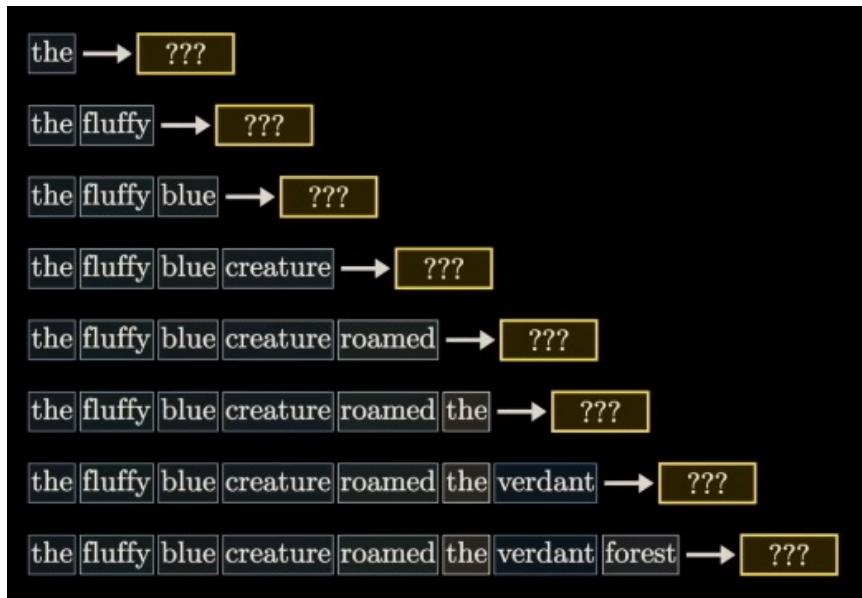
- IA classique
  - Chaque problème : un entraînement spécifique
  - Une question --> une réponse
  - Des outils d'évaluation
- IA générative
  - Pré-entraînement massif indépendant du problème : « modèles de fondation »
  - Interactions multi-modales et en continu
  - PAS d'outils d'évaluation rigoureuse



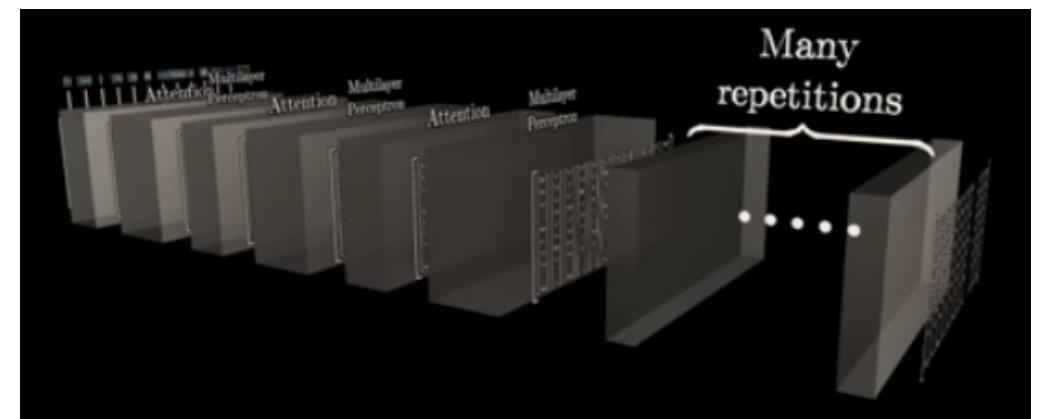
# Vérité, fiabilité, contrôle, souveraineté

- Comment marchent les LLMs ?

- Apprennent à prédire le token suivant



Gigantesque modèle



Données massives



# Les LLMs

- Apprennent à prédire le token suivant
    - Apprennent des **régularités** sur des **bases de données immenses**
    - Encodent ce qui a été **exprimé** numériquement par l'humanité
    - La raison de leur **capacité très multiple** reste encore assez mystérieuse
- Le « *passage à l'échelle* » (“scaling era”) serait tout ce qui compte !!

- 
1. Modèles de fondation
  2. Adaptation à un domaine (“fine-tuning”)

- Qui ?
- Quoi ?



## 1. Modèles de fondation

## 2. Adaptation à un domaine (“fine-tuning”)

### – Qui ?

- Acteurs de l’IA (e.g. Mistral AI) ?

### – Quoi ?

- En agriculture : acteurs et points de vue très divers



# Les LLMs

- Apprennent à prédire le token suivant
  - Apprennent des régularités sur des bases de données immenses
  - Encodent ce qui a été exprimé numériquement par l'humanité



# Les LLMs

- Apprennent à prédire le token suivant
  - Apprennent des régularités sur des bases de données immenses

Biais

- Encodent ce qui a été exprimé numériquement par l'humanité



# Les LLMs

- Apprennent à prédire le token suivant
  - Apprennent des régularités sur des bases de données immenses

Biais

- Encodent ce qui a été exprimé numériquement par l'humanité

Connaissances implicites, tacites ?



# Questions

- IAg et **fiabilité** des réponses
  - Des pré-ados « je sais tout »
    - Savent beaucoup de choses
    - Font toujours **comme s'ils** savaient
    - Très bons en général, mais quand ils se trompent, ils se trompent **beaucoup !**
    - Peuvent être **illogiques**
    - Manquent de bon sens



# Questions

- IAg et **fiabilité** des réponses
  - Des pré-ados « je sais tout »
    - Savent beaucoup de choses
    - Font toujours **comme s'ils** savaient
    - Très bons en général, mais quand ils se trompent, ils se trompent **beaucoup !**
    - Peuvent être **illogiques**
    - Manquent de bon sens

PAS de notion de **vérité**



# Questions

- IAg et **fiabilité** des réponses

- Des pré-ados « je sais tout »

- Savent beaucoup de choses
    - Font toujours **comme s'ils** savaient
    - Très bons en général, mais quand ils se trompent, ils se trompent **beaucoup !**
    - Peuvent être **illogiques**
    - Manquent de bon sens → **LWM (Large World Models) :**  
**apprennent à prédire le monde physique**

PAS de notion de **vérité**



# Le numérique dans le monde agricole

Beaucoup d'outils connectés

- Facteurs **positifs**
  - Gain de temps, confort de travail, attractivité accrue du métier



# Le numérique dans le monde agricole

Beaucoup d'outils connectés

- Facteurs **positifs**
  - Gain de temps, confort de travail, attractivité accrue du métier
- **Freins**
  - Inter-opérabilité
  - Souveraineté : à qui appartiennent les données ? Pour quels usages ?
  - Coût
  - Liaison internet



# Qu'est-ce qui change avec les LLMs ?

- Multi-modalité en entrée et en sortie
- Peuvent combiner des sources de formats différents
- Interactions en langage naturel, dialogue
- Bientôt, on pourra leurs demander d'effectuer des opérations
  - Y compris physiques



# Qu'est-ce qui change avec les LLMs ?

- Un **système d'exploitation universel** avec interactions naturelles ?
  - Multi-modalité en entrée et en sortie
  - Peuvent combiner des sources de formats différents
  - Interactions en langage naturel, dialogue
  - Bientôt, on pourra leurs demander d'**effectuer des opérations**
    - Y compris physiques



# Qu'est-ce qui change avec les LLMs ?

## Vers de véritables **assistants**

Comme avoir un **vétérinaire** ou un **technicien** ou un **expert forestier** ... tout le temps avec soi

- **Recherche d'informations techniques**
- **Aide au diagnostic**
- **Conseils personnalisés**
- **Simplification administrative** : remplissage de formulaires, comptabilité, ...



# Questions

- Une **dépendance** aux IAg ?
  - Niveau des personnes
    - Enrichissement ou perte de compétences ?



# Questions

- Une **dépendance** aux IAg ?
  - Niveau des personnes
    - Enrichissement ou perte de compétences ?
  - Niveau global
    - Aux très **grands** acteurs de l'IA
    - À de grands groupes agro-alimentaires ?
    - À de super-coopératives (jusqu'à échelle supra-nationale) ?



# Demain : quels desiderata ?

- **Prédictifs :**
  - Comment le monde va évoluer (maladies, climat, ...)
  - Quelles seraient les conséquences de telle action
- **Attentionnels** : étant donnés un but et un monde complexe
  - Qu'est-ce qui est important ? Peut-être ignoré ?
- **Prescriptifs :**
  - Aide à la décision : à CT, MT, LT
  - Contrôle
- **Interopérabilité**



# Demain : quels desiderata ?

- Capables d'estimer les incertitudes :
  - Dans les prédictions
  - Prudence dans les recommandations
- Capables de raisonner :
  - À différents niveaux d'abstraction et de granularité (temporelle et spatiale)
- Capables d'aider à mieux comprendre, à progresser :
  - Explications
  - Recommandations



# Questions

- Souveraineté des **infrastructures numériques**
  - **Les modèles**
  - **Les données : utilisées et produites**
- Souveraineté des **acteurs**
  - **Agriculteurs**
  - **Institutionnels** dont États et UE
- Coûts environnementaux



# Comment penser ce changement ?

1. Il est beaucoup plus facile de penser qu'une **nouvelle technologie** va permettre de **ne pas changer**
  
2. Les nouvelles technologies sont toujours pensées au début dans l'**ancien paradigme**
  - Le « **cheval-vapeur** »
  - **1<sup>ers</sup> programmes** <---> Le métier à tisser

