

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

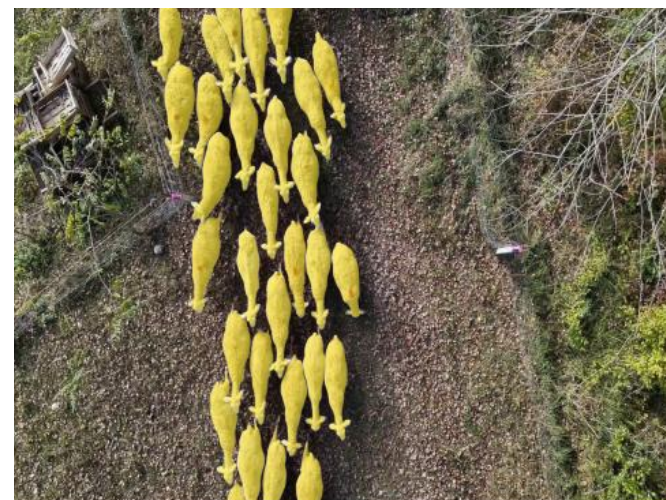
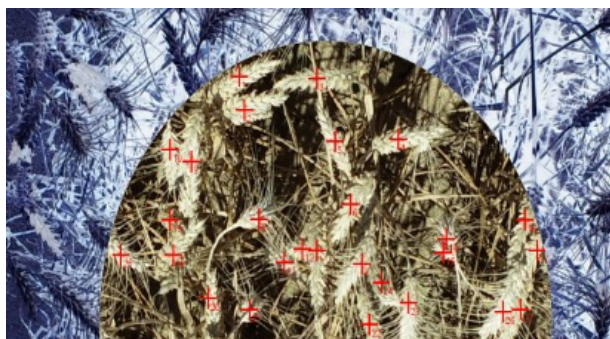




IA classique et IA générative

IA classique

- **Reconnaissance** : comptage de plantes



IA classique

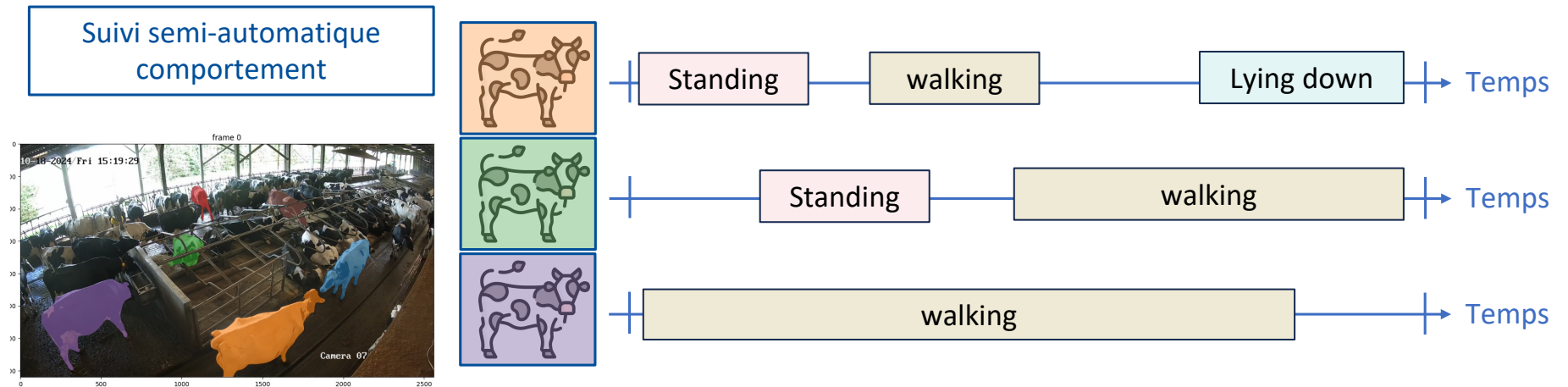
- **Prédiction** : de boiterie





IA classique

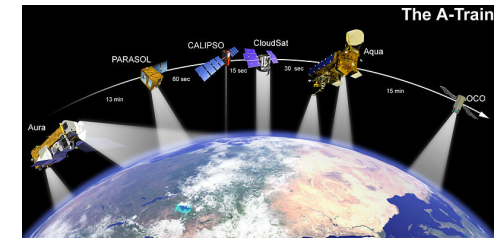
- **Prédiction** : de boiterie



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 envoyée, 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

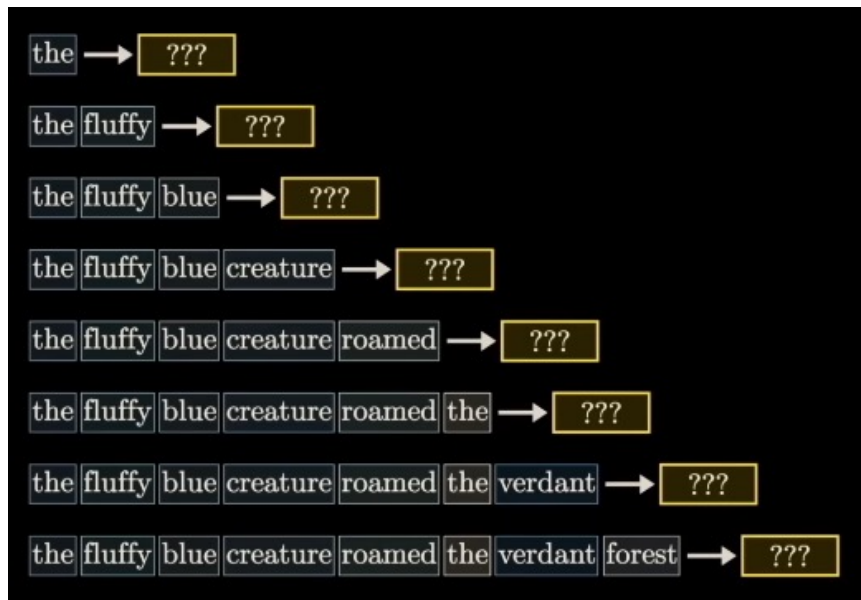


Vérité, fiabilité, contrôle, souveraineté

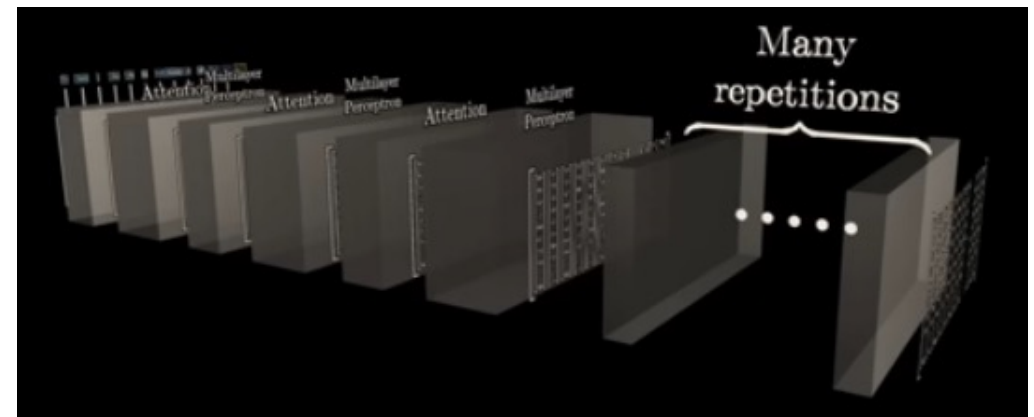
- Comment marchent les LLMs ?



- 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 →

PAS de notion de **vérité**

LWM (Large World Models) :

apprennent à prédire le monde physique



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
- **Attentionels** : 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^{ers} **programmes** <---> Le métier à tisser

