

Développement d'un modèle d'IA à partir
de l'interprétation d'images satellite pour
déterminer les doses optimales d'azote en
post-émergence

De la donnée au conseil agronomique

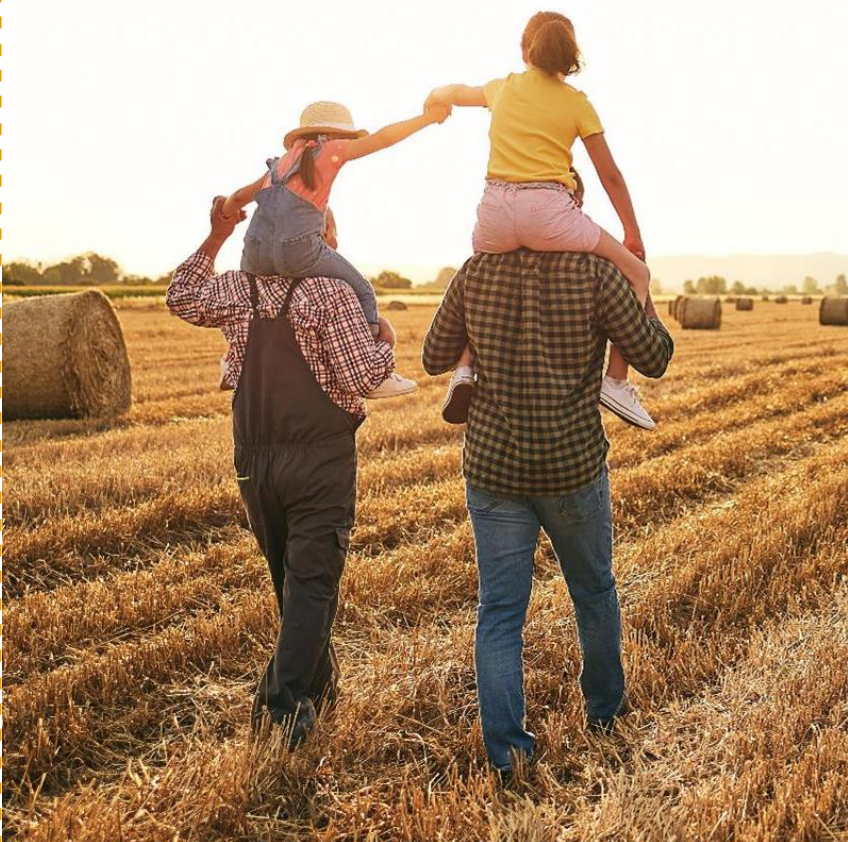




Plan de la présentation

1. Qui est LogIAG?
2. Contexte et objectifs
3. Processus de développement
4. Conditions nécessaires à la conception d'un outil IA
5. Validation scientifique et agronomique de l'IA
6. Conclusion

Logiag en un coup d'œil



Logiag, dont la stratégie repose sur l'action climatique, est **idéalement positionnée** pour accompagner la transition du secteur agricole vers la **durabilité**.

- **Fondée en 1999**, Logiag propose une gamme complète de services agro-environnementaux.
- Au service de **6000+ agriculteurs** à travers le Canada et les États-Unis, nous nous démarquons par notre expertise de pointe en **agronomie**, en **changements climatiques** et en **technologie**.
- Propriétaire de la technologie **LaserAg**
- Près de **100 experts**, scientifiques, agronomes, biologistes, ingénieurs et développeurs de logiciels.
- Fière d'être choisie par **Sollio, Synagri, William Houde, Saputo** et **Eurofins**.

2.1 Contexte

Logiag souhaite bonifier son offre de services agronomiques grâce à des solutions basées sur l'IA.

Nous avons la licence exclusive de l'algorithme SCAN depuis 3 ans pour déterminer les doses optimales d'azote

L'utilisation de SCAN nécessite des visites aux champs coûteuses pour les agriculteurs

Nous avons donc développé un algorithme qui génère des doses optimales d'azote de façon précise en tenant compte de la variabilité intra-parcellaire.

2.2 Objectifs de l'outil IA

Les objectifs sont les suivants:

- Calculer de façon précise les doses optimales d'azote en post-émergence dans le maïs;
- Tenir compte correctement de la variabilité intra-parcellaires pour arriver à des doses spécifiques pouvant aller jusqu'à 10 mètres près;
- Caractériser numériquement un champ en culture;
- Rendre accessible les doses variables d'azote



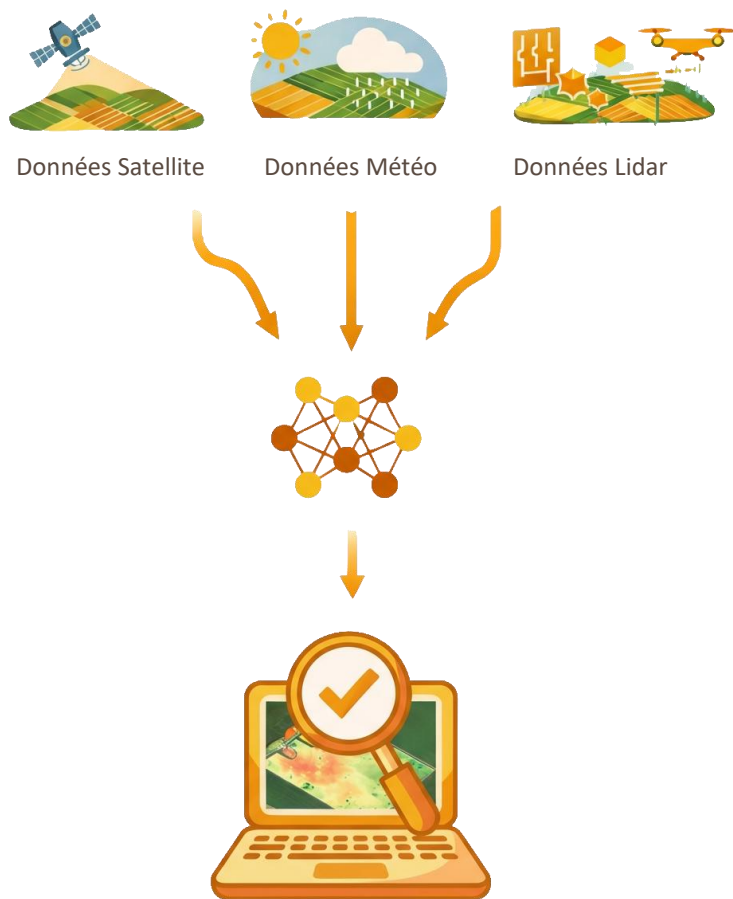
3. Processus de développement

Notre méthodologie repose sur un apprentissage en deux étapes:

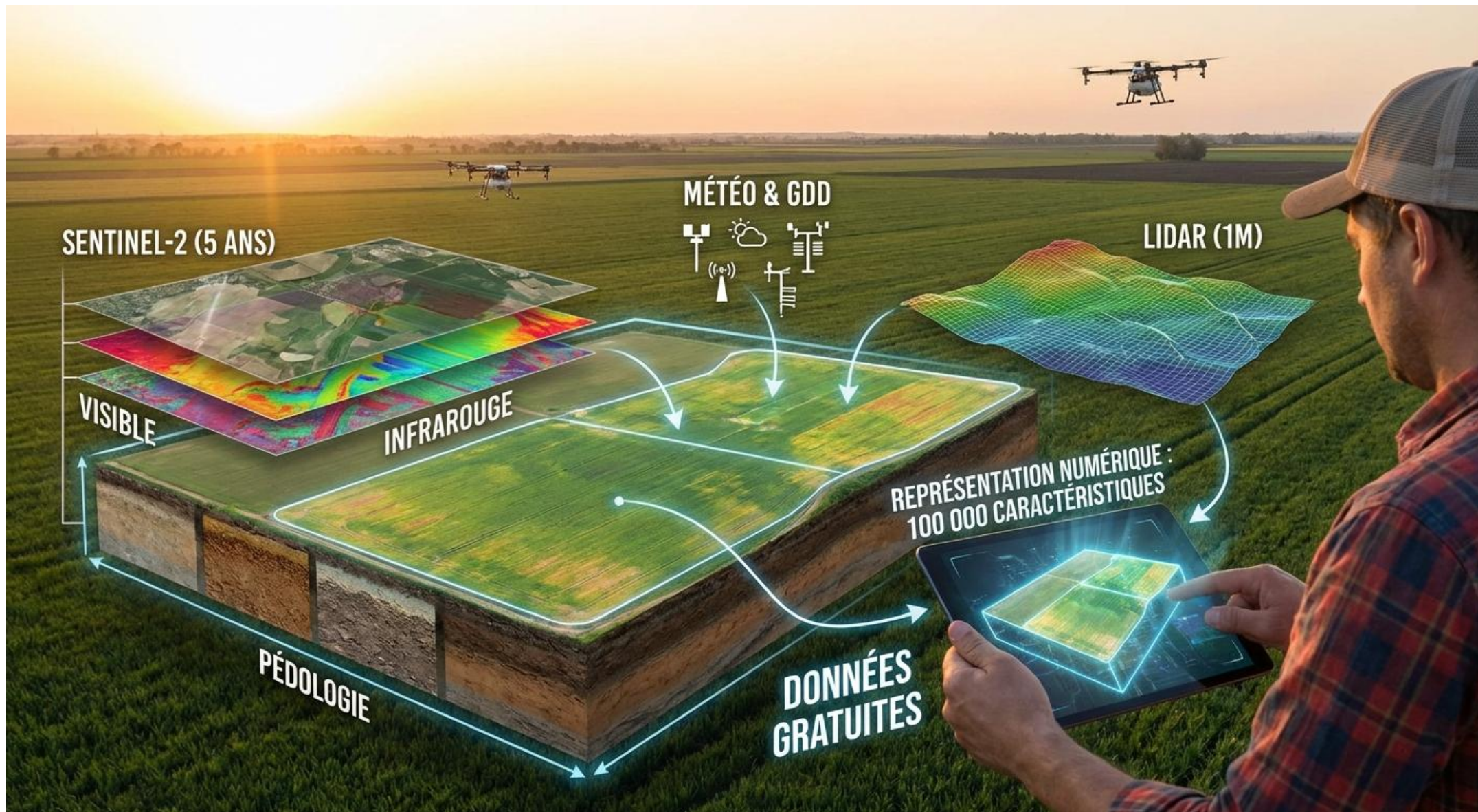
- Étape 1 – Pré-entraînement à grande échelle (tous les champs du Québec y passent)
- Étape 2 – Apprentissage de la recommandation de la dose optimale d'azote
- Nous avons créé un modèle fondation auto-supervisé de type VIT:
 - Qui est un **modèle d'intelligence artificielle pour la vision** qui apprend des **représentations visuelles générales** à partir de **très grandes quantités d'images non annotées**, et qui peut ensuite être **adapté à de nombreuses tâches**
 - Images satellites et LIDAR et la tâche est la recommandation d'azote

3.1 Pré-entraînement à grande échelle

Un modèle est d'abord entraîné sur tous les champs du Québec (sans en connaître les recommandations):



- On combine les images satellites (10 bandes spectrales) prises à plusieurs moments durant les 5 dernières saisons de cultures (12 images/saison), soit 600 images/champs * 400 000 champs (240 000 000 images satellite), aux données météo pour modéliser le lien entre la météo et la croissance des cultures
- Chaque image de champs est découpée en carrés de 10m X 10m
- On ajoute les données LIDAR qui raffinent les liens entre météo, gestion de l'eau et croissance des cultures (1 m de résolution).
- À la sortie, l'IA a trouvé les 100 000 caractéristiques (features) qui définissent une parcelle et la croissance du maïs



3.2 Entraînement supervisé sur les recommandations d'un agronome

- Nos agronomes sont allés sur le terrain pour trouver la recommandation d'azote optimale en post-émergence en utilisant plusieurs outils:
 - Algorithme SCAN
 - Lecteur de chlorophylle à pince
 - Test de sol (test de nitrate)
 - Observations : uniformité de la population et du développement des plantes, évaluation de la santé des sols, etc.
- À l'aide de ces outils, notre équipe a fait 1087 recommandations d'azote géolocalisées.
- À partir des données des capteurs de rendement obtenus des agriculteurs, nous avons également entraîné un modèle IA pour évaluer les rendements de maïs sur environ 1000 champs.
- Nous sommes donc capables d'évaluer le rendement de tous les champs de maïs à partir des images de Sentinelle 2 à +/-7% près

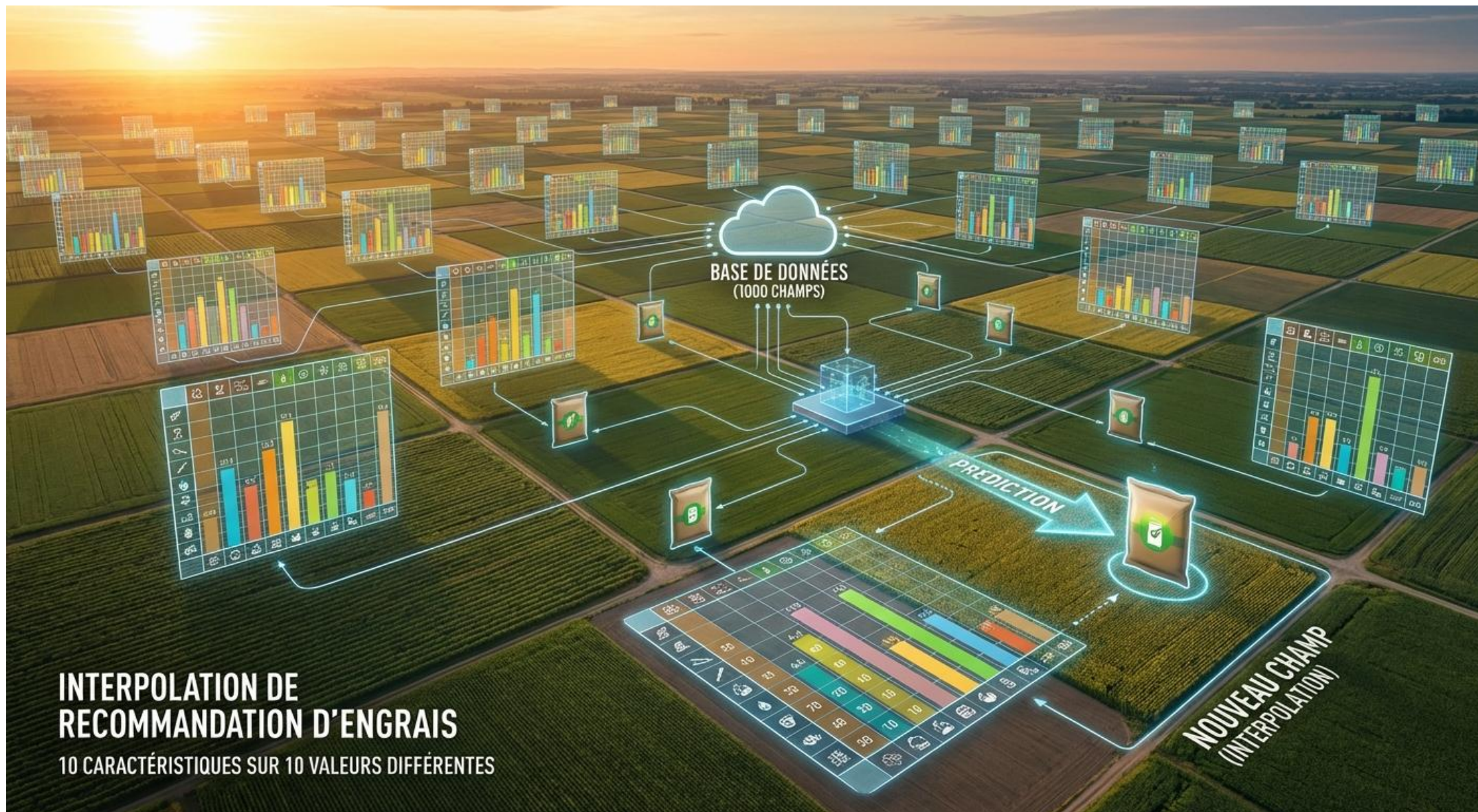


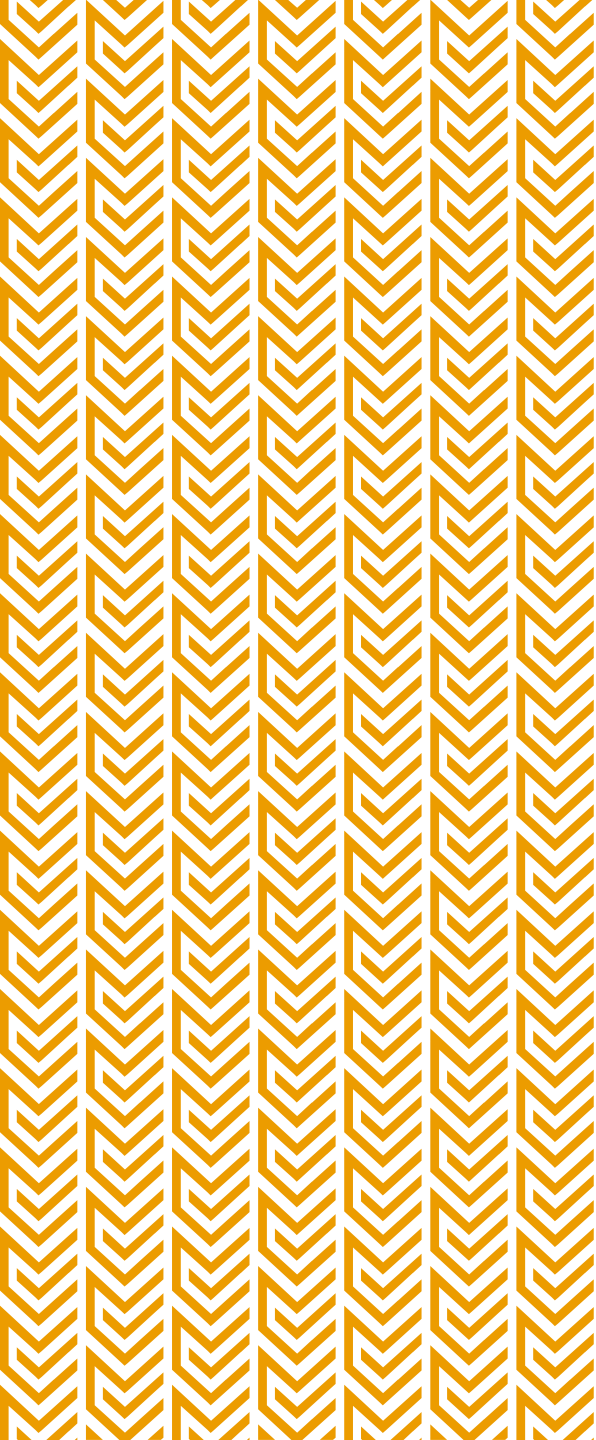
3.2 Entraînement supervisé sur les recommandations d'un agronome

- La dernière étape consiste à entraîner un modèle prédictif qui donne des recommandations d'azote à chaque 10 m².
- Pour y arriver:
 - utilise les 1087 recommandations d'azote issues du travail de nos agronomes
 - On passe ces 1087 recommandations à travers les 100 000 features de champs
 - L'algorithme trouve X features qui ont une influence sur la recommandation d'azote. Par exemple:
 - Les unités thermiques reçues du 1^{er} mai jusqu'à la date d'application de l'engrais en post-émergence
 - Le rendement maximal obtenu au cours des 5 dernières années;
 - Les mm de pluies reçus;
 - Etc.

Pour faire une recommandation, le champ sera placé dans un espace à X dimensions et la recommandation d'azote sera interpolée en fonction des X features significatifs pour prédire la recommandation d'azote,







4. Conditions nécessaires à la conception d'un système IA

Ressources humaines:

- Agronomes experts, pour produire les données d'entraînement et valider les modèles
- Scientifiques de données, pour concevoir le modèle d'intelligence artificielle

Accès aux données

- Données satellite de qualité, qui nécessite beaucoup de pré-traitement en amont
- Données météo fiables et précises géographiquement
- Historique des cultures
- Le contour de champs



5. Validation scientifique et agronomique de l'IA

Un processus de validation rigoureux est nécessaire

- Validation croisée sur des champs indépendants
- Comparaison entre les recommandations IA et celles d'un agronome expert
- Recommandations économiquement optimales prenant en compte le prix du maïs et de l'engrais



6. Conclusion

Nous souhaitons que notre algorithme soit disponible sur les plate-formes informatiques de Logiag ou sur toute autre plate-forme agricole auxquelles ont accès les agriculteurs

Les recommandations d'application d'azote à doses variables pourront être appelées à tout moment et générées en quelques secondes.

Cet outil est cohérent avec les efforts de l'industrie et l'approche 4B et les programmes d'agriculture durable du MAPAQ et d'AAC d'utilisation de l'azote.

Puisque nous avons caractérisé les 400 000 champs du Québec, il nous est maintenant possible de calibrer notre algorithme pour d'autres objectifs (santé de sol, biomasse enfouie, etc.)

