



HAL
open science

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, ROBOTIQUE ET AGTECH

Michel J.F. Dubois, Hanitra Randrianasolo-Rakotobe

► **To cite this version:**

Michel J.F. Dubois, Hanitra Randrianasolo-Rakotobe. INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, ROBOTIQUE ET AGTECH. 2022. hal-04546416

HAL Id: hal-04546416

<https://hal.science/hal-04546416>

Submitted on 16 Apr 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

« Intelligence artificielle, robotique et Agtech » pour la Revue Travaux et Innovations

Version finale des enseignants-chercheurs, avant l'intervention du rédacteur en chef de la Revue TI.

Auteurs :

Michel Dubois, UniLaSalle

Hanitra Randrianasolo-Rakotobe, UP-Saclay, Idest, associé ULS

Éléments pour introduction

Sans conteste, le paysage agricole français s'est transformé et continue à se transformer à de nombreux niveaux dont celui de l'usage de plus en plus important des nouvelles technologies. Cela a commencé depuis deux décennies, et un indicateur très simple l'a montré puisque les agriculteurs se sont équipés très rapidement de smartphone. On constate une accélération remarquable ces 5 dernières années, au point que les innovations s'affichent au niveau politique, s'étudient dans les instituts agricoles, se montrent au Salon international de l'Agriculture et de ce fait foisonnent dans les champs, quels que soient les types de cultures et les systèmes de culture ; sans pour autant remettre en cause ce qu'on pourrait appeler « la tradition » agricole, dont les produits évoluent plus lentement et continuent à répondre aux demandes dans le cadre des filières et du maintien des bassins de production.

Dès 2015, le comité scientifique de la chaire a inscrit dans les sujets à défricher le thème de la « nouvelle technologie », notamment de la robotique « nouvelle génération ». Sa combinaison avec l'intelligence artificielle lui a donné une « autre dimension technologique et sociétale », laquelle a décidé (convaincu) les organisateurs, de la conférence internationale du 26 novembre 2021, de lui consacrer une table ronde animée par une spécialiste de l'innovation, du Think tank agricole AgrIdées, Marie Cécile Damave. L'article restitue 6 des principaux enseignements, éclairages de cette table ronde.

Six principaux éclairages

Idée 1 : Entre tradition et foisonnement de start-up, le développement de l'Agritech ou des nouvelles technologies en agriculture.

Concernant les start-ups en agriculture, Dubois et Taïbi (2021) ont partagé leur analyse de l'évolution et des problèmes rencontrés par les start-ups de plus en plus nombreuses. On notera dans l'encadré ci-après que l'Agtech ne comprend pas que des starts-up, certaines étant désormais des entreprises stables sur le marché des équipements pour l'agriculture, telle Isagri qui est une ancienne start-up qui aura 40 ans en juillet 2023. De même, l'Agtech se développe chez tous les grands leaders de l'équipement agricole. La croissance forte du nombre de Start-up en agriculture est un phénomène récent, qui commence au début des années 2010. L'association « la ferme digitale », par exemple, date de 2016.

Presque toutes les start-up qui se développent à partir de cette époque viennent de jeunes diplômés, dont un bon nombre viennent du milieu agricole ou ont reçu une formation supérieure en agriculture/agronomie et qui généralement ont une vision positive de l'activité agricole. Elles cherchent soit à faciliter le travail de l'agriculteur, (entre autres pour les aider à prendre des décisions), soit à mettre les agriculteurs en relation, entre eux ou avec leurs filières, soit à répondre aux exigences nouvelles en agriculture (moins d'intrants par exemple, ou encore faciliter la traçabilité), soit à développer de nouvelles productions.

Ces start-ups connaissent toutes un cycle de développement qui commence par une idée, un projet, qui combinent imagination et réflexion en utilisant les nouvelles possibilités techniques. Ce qui peut demander une phase de maturation suivie de la validation du concept et de tests préliminaires ; **cette phase peut être longue ; elle est cruciale**, car c'est là que **se construisent les business plans** et que sont bâtis les possibilités de produits, et ce sera d'autant plus long que le projet est complexe. Des financements d'amorçage peuvent être indispensables, surtout pour les projets les plus ambitieux. Durant ce stade, le risque pour les financeurs est maximal. À ce stade précoce, **des start-ups peuvent disparaître**, le marché pouvant finalement ne pas être suffisant ou déjà saturé par la concurrence, ou l'équipe constituée manquant de cohérence, ou l'ambition et le saut technologique étant trop haut.

La phase suivante concerne le financement et c'est, malheureusement la première cause d'arrêt du développement de start-up, laquelle peut être associée à un marché jugé insuffisant par les investisseurs, ou à la difficulté que les créateurs de la start-up ont à convaincre de l'intérêt ou de l'utilité de l'innovation proposée, ou justement une ambition trop élevée, les difficultés techniques s'associant à quelques inconnues scientifiques.

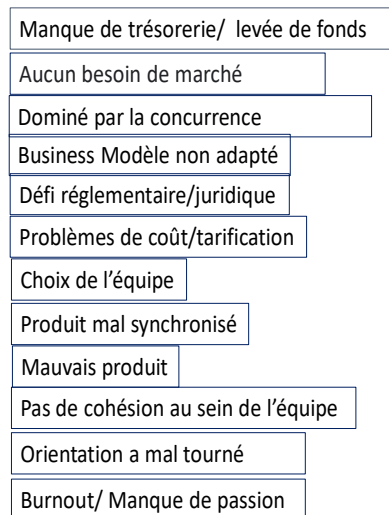
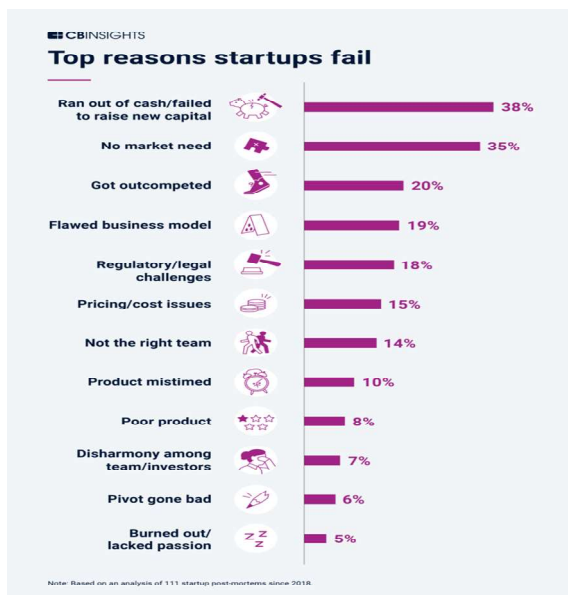
Si le risque est grand, il faut que la promesse soit encore plus élevée. Une fois la phase de financement franchie, il s'agit de pouvoir monter en puissance, ce qui correspond à une phase dangereuse d'accélération et dont la capacité à la gérer devient un test de la solidité de l'équipe et de sa motivation. En effet le changement d'échelle exige alors un mode de management nouveau. La phase finale correspond soit à la possibilité de trouver une place stable, de créer un marché suffisant pour que l'entreprise soit capable d'investir, d'élargir son marché, soit au rachat de l'entreprise par un acteur plus ou moins dominant qui y voit une opportunité pour ses développements. Dans ce dernier cas, les grandes entreprises connaissent le coût de la recherche et du développement ainsi que la valeur associée à un marché qu'elles ont bien identifié.

Idée 2 : Retour d'expérience synthétique sur l'échec des start up...

La start-up peut devenir un nouveau département de l'entreprise acheteuse. En général, le montant compense largement les coûts, l'entreprise n'ayant pas eu à prendre de risque. Le vrai succès est que l'entreprise trouve sa place jusqu'à devenir un acteur incontournable, par exemple comme ISAGRI. Le taux d'échec paraît élevé, **de l'ordre de 35%**. Il faudrait le comparer aux taux d'échecs des lancements de produits nouveaux par des entreprises ayant « pignon sur rue », qui est aussi de l'ordre du tiers, voire, comme en industrie alimentaire encore plus élevé.

Figure n°1 : les principales raisons des échecs de start-ups

Echec des start up : pourquoi ?



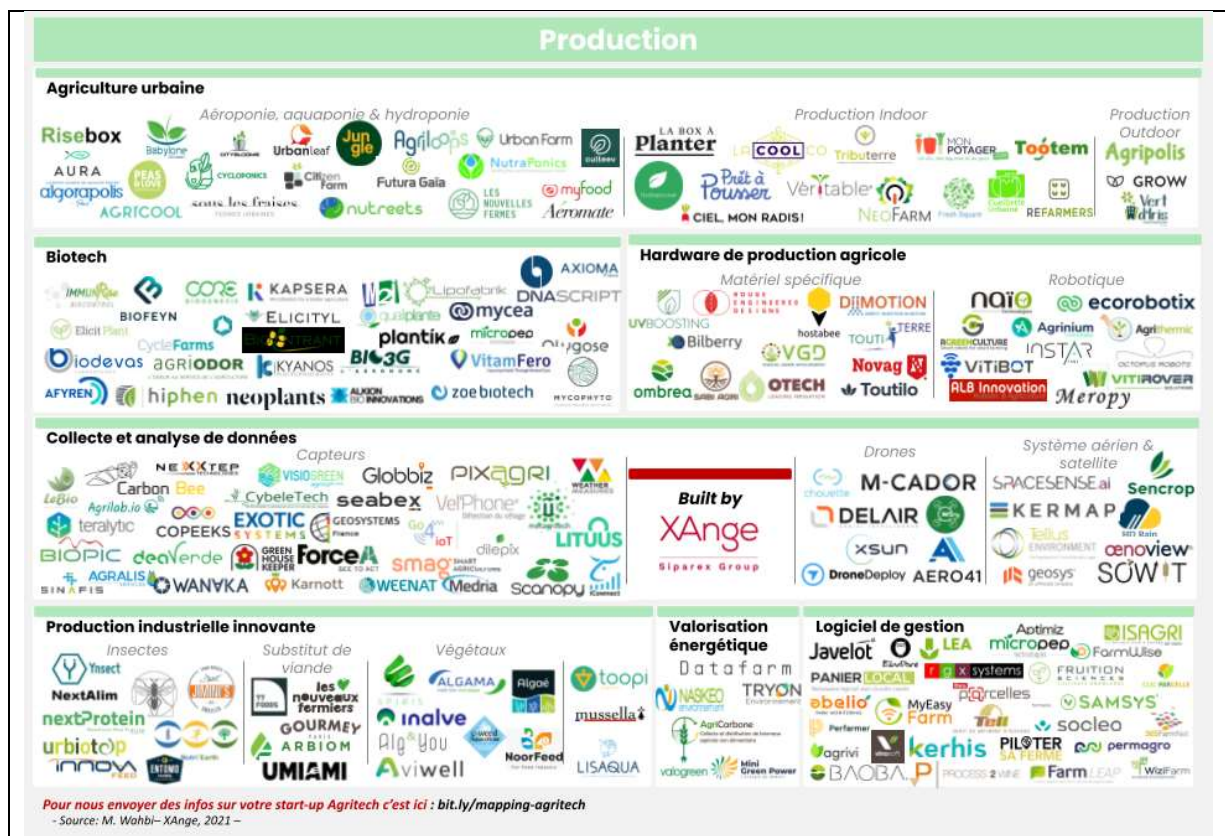
5

Le rachat peut aussi conduire à l'échec, comme pour Airinov, dont l'échec résulte à la fois, selon Dubois et Taïbi (*ibid.*) de la montée de la concurrence mal évaluée par l'entreprise acheteuse et de l'inadaptation au marché. L'acheteur croyant avoir acheté un marché de drones alors que le marché d'Airinov était celui de la prestation calée sur une application encore peu diversifiée.

Mais même ce marché changeait, la concurrence venant d'entreprises qui s'appuyaient davantage sur le GPS, de plus en plus performant, et sur la multiplicité des services plus adaptés à l'agriculture et sur les capteurs associés à du matériel non volant. L'un des risques principaux est de mal analyser la multiplicité des possibilités et en conséquence la multiplicité des concurrences venues d'ailleurs.

L'effondrement des barrières à l'entrée d'un marché peut aussi venir de la concurrence d'une autre technologie. La variabilité des coûts et des prix de ventes, qui caractérise l'agriculture d'aujourd'hui, peut mettre en danger une start-up qui paraît florissante à ses débuts. Un enseignement semble se dégager au fil des années : « *En agriculture, une innovation qui ne fait pas baisser les coûts et qui parie sur le gain apporté par l'innovation peut être balayée lorsque les revenus baissent, faisant perdre d'un seul coup l'intérêt du produit pendant une ou deux années* ».

Figure n°2 : Mapping des start-ups Agritech en France *in* Dubois et Taïbi (2021)



Idée 3: Des automates et des robots, pour qui ? pour quoi ? Des éclairages venant du monde animal

Marcon (2021) a saisi la publication du taux de faillite élevé des start-ups, plus d'un tiers évoqué par les chercheurs, pour rappeler que des solutions technologiques restent encore développées sans que les concepteurs ne se posent la question du « Pour qui ? » et « Pour quoi ? » à temps. Il explique le succès non démenti, depuis longtemps, du robot de lavage tout simplement par la satisfaction des besoins à court et à long terme qu'il apporte. Son achat se rentabilise par la santé, le bien-être de l'éleveur.

Encadré n°1 : Précis de vocabulaire

A l'Ifip, les robots répondent à des algorithmes lesquels font l'analyse de l'environnement pour créer des ordres. Les automates répondent à un seul ordre, fournissent une réponse statique et n'analysent pas en permanence leur environnement. En bref, un robot est plus intelligent qu'un automate. L'adaptabilité, la robustesse par rapport aux variabilités est un critère plus important que la performance optimisant un état stable.

Les recherches menées au sein de l'Institut du porc ont permis de mettre en exergue des familles d'opportunités, grâce à la technologie numérique (Voir Encadré n°2). Pour l'élevage de demain, Marcon (*ibid.*) a attiré l'attention de l'auditoire aux possibilités ouvertes par le suivi individualisé de l'animal. Par exemple, grâce à une prédiction de croissance de plus en plus précise, il est possible de gérer pour chaque animal la quantité et la qualité et donc, la distribution d'alimentation. Ce qui permettra aussi d'éviter le gaspillage ! C'est rendre

opérationnel la notion de **besoin propre au lieu de la notion classique besoin moyen** du groupe, pour lequel, l'éleveur a tendance à surévaluer l'apport.

Encadré n°2 : Les différentes familles d'opportunités

- L'observation augmentée, complémentaire aux yeux de l'éleveur
- L'éleveur augmenté, présent 24h sur 24h grâce aux caméras, capteurs, les analyses faites via l'intelligence artificielle
- La détection précoce des pathologies, juste avec l'observation et l'analyse du comportement hydrique. Une disponibilité de l'information sur la pathologie, 24h, 48h avant les premiers symptômes.
- La réduction des pics d'activités, des incertitudes.

Entre aujourd'hui et demain, Marcon (*ibid.*) a partagé les principaux freins et questionnements :

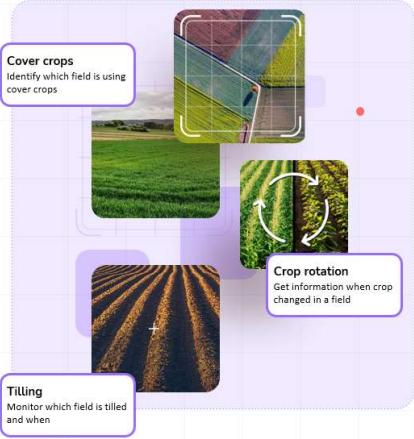
- En premier lieu, la problématique – encore bien présente – de la connectivité du monde rural.
- Ensuite, les ressources pour transformer les « preuves de concept » en « solutions commercialisables ». Se pose la vraie question : « Qui va payer, comment on va rentabiliser ? »
- Enfin, en élevage se pose également la question de l'échelle d'intervention la plus optimale : les ateliers d'exploitation ou l'abattoir ?

Idée 4: Des imageries satellites, pour qui, pour quoi ? Des éclairages venant du monde végétal
Il est devenu classique d'associer l'imagerie satellite à l'observation de parcelles, notamment pour les céréaliers.

Pionnier et expert du domaine, Yacoubi (2021) a dressé un bilan à date de son exploitation : « un potentiel énorme mais beaucoup de difficultés ». Nous citons l'entrepreneur : « C'est une imagerie non traditionnelle, très riche mais... au final, peu d'images sont exploitables, et parfois un nuage anéantit tout espoir d'avoir une image du champ ». Et c'est ici, qu'intervient une combinaison qui peut ramener l'espoir...

Il s'agit de la combinaison entre imagerie, satellite et intelligence artificielle, ~~elle~~ **ce** qui permet de « calculer » même en présence de nuages et bien plus, comme la détection de pratiques agricoles à destination du marché du Crédit Carbone (Voir encadré n°3)

Encadré n°3: Détection de pratiques agricoles séquestrant le carbone

	<p>Il est possible de calculer le carbone séquestré dans une parcelle définie via les proxis, qui ne sont autres que les pratiques agricoles</p> <p>Il est possible de détecter s'il y a eu des cultures de couverture, de préciser les rotations pour les 5, 10 dernières années, de caractériser des événements comme le labour</p> <p>Toutes les infos imagées sont fournies aux entreprises qui calculent le carbone séquestré pour pouvoir s'adresser avec précisions au marché.</p>
---	---

Source : Yacoubi (2021)

S'agissant de l'imagerie satellite en agriculture de demain, la projection est plutôt : « positive et optimiste ». Chez Spacesence, co-fondé par Yacoubi, le plus gros challenge a été identifié :

- **Baisser la barrière technologique**, démocratiser l'intelligence spatiale au profit des secteurs comme l'agriculture.

Encadré n°4 : les raisons techniques qui permettent l'optimisme

<ul style="list-style-type: none"> - Croissance du nombre de « constellations » Habituellement, un satellite est « gros, lourd et cher. De son orbite, il fait le tour une fois toutes les semaines, ou toutes les deux semaines. Ce qui rend ses images complètement inutiles en agriculture, surtout si par malheur, il y a des nuages pendant son passage... Actuellement, la tendance est au lancement de satellites « pas très gros, moins lourds et pas très chers » sur plein d'orbites. L'objectif est d'arriver à plusieurs passages par jour, voire dans l'heure. Et les constellations peuvent se spécialiser, par exemple, juste sur l'humidité du sol... La prévision est de 6000 constellations versus 900 à date. - L'appropriation de l'intelligence artificielle Il s'agit de croiser les informations pour élargir le spectre des possibles et finalement davantage baisser les coûts plutôt que chercher une optimisation vaine dans une production supposée contrôlable.
--

Actuellement et dans le futur proche, le risque tient à la tentation de généraliser les modèles issus de la combinaison de l'imagerie satellite et de l'intelligence artificielle. Nous citons : « *L'adaptation de ce qui est fait en France au Brésil ne fonctionnera pas ! A cause notamment des données d'entraînement de l'IA* ». Mais le risque majeur demeure le partage des données. Ce qui introduit notre prochain éclairage.

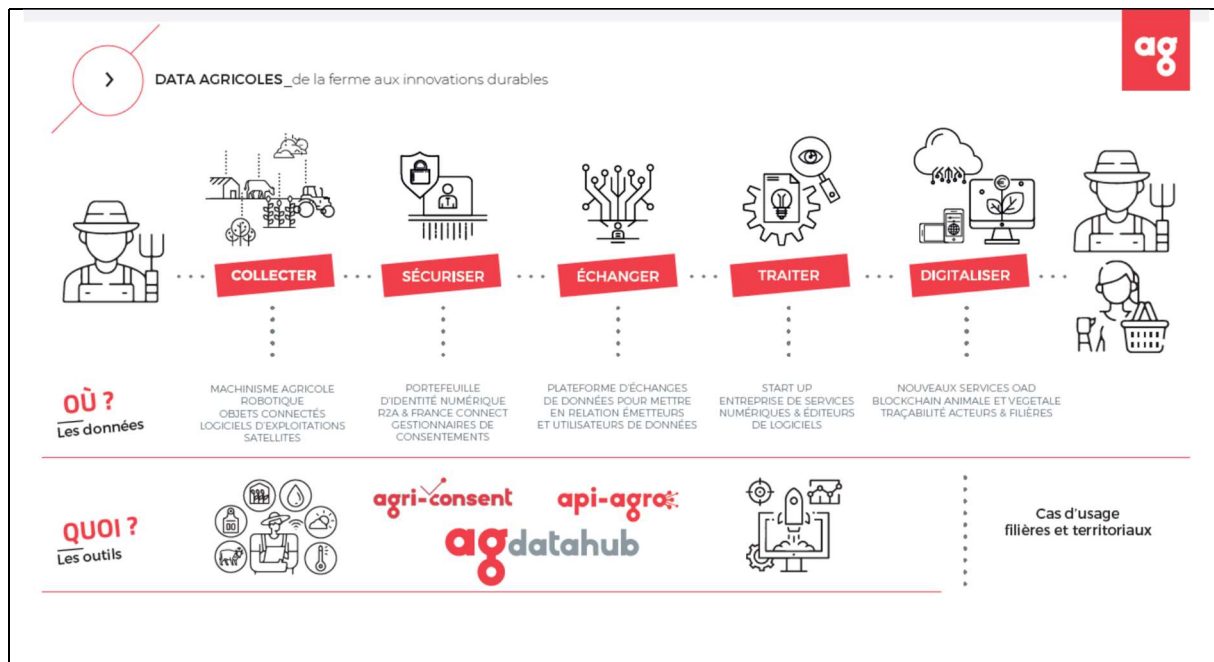
Idée 4 : Les données... et du « Consentement » des agriculteurs

Accompagner le développement du numérique agricole en France et en Europe est l'objectif assumé d'Agdatahub. Les données sont vues comme pouvant contribuer à l'émergence d'innovations durables et sont reconnues comme sensibles. Agdatahub s'est ainsi focalisé sur

les systèmes d'échanges de données avec un maître-mot : **le consentement de l'agriculteur, base de la sécurisation.**

Au cœur d'un secteur européen riche de 10 millions d'exploitations agricoles dont 450000 en France, selon Font (2021), Agdatahub œuvre pour mettre à disposition des acteurs du monde agricole une infrastructure des données maîtrisée et mutualisée, qui permet de fournir des nouveaux services innovants au service d'une agriculture performante et durable.

Encadré n°5 : Les données et les outils



Idée 6 : Un sujet stratégique, « les coûts et les compétences »

Un dénominateur commun de tous les intervenants à la table ronde :

- Le rôle des coûts et des compétences dans la transformation du potentiel porté par le numérique en réels avantages pour les agriculteurs.
- Une question se pose : « Qui paie, comment rentabiliser ? »
- Un constat, un questionnement : « Comment combler le déficit en ressources humaines formées aux nouveaux enjeux ? »

Pour les coûts :

- **La marge brute en agriculture est une des plus faibles.** Les productions à forte valeur ajoutée représentent le terrain le plus approprié des investissements en robotique et en intelligence artificielle
- **La faiblesse de cette marge brute a des composantes objectives :** ce sont les frais fixes croissants dans la vie des populations dont certains correspondent à des nouveautés comme les téléphones mobiles, l'automobile pour tous, l'immobilier, etc., indépendamment du problème des limites des ressources de la planète. L'alimentation, qui est payée chaque jour, est ainsi le poste de dépense que les citoyens veulent voir baisser. Et pourtant il est aussi demandé une qualité toujours accrue.

Pour les compétences :

- La compétence à impliquer les agriculteurs dans les projets innovants, dès leur conception
- Des compétences transversales pour la maturation et le scale-up des starts up
- Des compétences en agriculture et en données qui arrivent à collaborer

Des compétences demandées aux agriculteurs qui dépassent les possibilités d'un humain seul
=> partenariats entre agriculteurs ? Les participants à la table ronde (Principales sources de l'article)

- **Salima TAÏBI**, docteure en Mathématiques Appliquées, HDR en Data Sciences et Modélisation. Responsable de l'équipe « Management et Numérique » au sein du collège AgroBioSciences – et responsable du MSc « Agricultural & Food Data Management » UniLaSalle, campus Rouen
- **Michel DUBOIS**, ingénieur agronome, docteur en biologie moléculaire, HDR en philosophie, expert référent en Agriculture dans l'équipe de recherche InTerACT, à l'institut polytechnique UniLaSalle et chercheur associé au LIED (Laboratoire interdisciplinaire des énergies de Demain), université de Paris
- **Michel MARCON**, directeur des programmes de RD et numérique, IFIP (Institut du porc). Co-développeur de Cet'Automatique et de Pig'Inspector
- **Sami YACOUBI**, diplômé d'HEC et de l'Ecole Polytechnique. Expert en entrepreneuriat et en digital, co-fondateur de la Start-up Space Sence, spécialisé dans la combinaison de l'Imagerie satellite et de l'intelligence artificielle
- **Renaud FONT**, directeur des Opérations chez Agdatahub. Spécialiste de l'accompagnement de la transformation digitale des entreprises, de la proposition d'outils et de services innovants et le déploiement de stratégie commerciale dans une approche orientée satisfaction client.