

Dossier de présentation du projet de R&D AGRIDRONES-SERVICES au Fond Unique Interministériel

17^{ème} appel à projet
Novembre 2013

Acronyme	AGRIDRONES-SERVICES		
Titre du projet	Nouvelle offre de conseil agricole 'bout en bout' basé sur un système d'imagerie drone		
Durée prévue du projet	48 mois		
Date de début	Mars 2014	Date de fin	Mars 2018
Chef de file	Terres du Sud		

Partenaires			
Industriel		Laboratoire	
1	Terre du Sud (ETI)	1	LAAS
2	OVALIE INNOVATION (GG)	2	INRA UMR 0802 Unité Expérimentale Grandes Cultures (INRA Toulouse)
3	ARTERRIS INNOVATION (ETI)	3	INRA UMR 1114 EMMAH (INRA Avignon)
4	DELAIR-TECH (PME)		
5	MAGELLIUM (PME)		
6	INVIVO (GG)		
7	CETIOM (centre technique)		
8	ARVALIS (centre technique)		



SOMMAIRE

1. CONTEXTE, ENJEUX ET OBJECTIFS DU PROJET	3
1.1. CONTEXTE STRATÉGIQUE ET ÉCONOMIQUE	3
1.2. LES STRATÉGIES ENVISAGÉES POUR L'UTILISATION D'AGRIDRONES-SERVICES	3
1.3. AMBITION DU PROJET AGRIDRONES-SERVICES	6
1.4. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE AGRIDRONES-SERVICES	7
2. QUALITE DE L'INNOVATION ET PROGRES PAR RAPPORT A L'ETAT DE L'ART	9
2.1. ETAT DE L'ART	9
2.2. POSITIONNEMENT PAR RAPPORT AUX PROJETS EXISTANTS	13
2.3. CARACTÈRE INNOVANT	14
2.4. VERROUS TECHNOLOGIQUES LEVÉS PAR AGRIDRONES-SERVICES	14
3. PERTINENCE ET QUALITE DU PARTENARIAT	15
3.1. PRÉSENTATION DES PARTENAIRES	15
3.2. COMPLÉMENTARITÉ	22
4. DEROULEMENT DU PROJET	24
4.1. APPROCHE TECHNIQUE ET MÉTHODOLOGIQUE	24
4.1. DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES TRAVAUX ENVISAGÉS	25
4.2. CALENDRIER ET JALONS	25
4.3. PILOTAGE ET COORDINATION	27
4.4. ANALYSE DES RISQUES	28
5. BUDGET DETAILLE	29
5.1. RÉPARTITION PAR PARTENAIRE	29
5.2. SUBVENTIONS DEMANDÉES	30
5.3. INCITATIVITÉ DE L'AIDE	31
6. EXPLOITATION DES RESULTATS ET PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT	32
6.1. POTENTIEL DE MARCHÉ.....	32
6.2. RETOMBÉES ÉCONOMIQUES DU PROJET POUR LES PARTENAIRES ET IMPACT SUR LE TERRITOIRE À COURT TERME	34
6.3. RETOMBEES ECONOMIQUES DU PROJET POUR LES PARTENAIRES ET IMPACT SUR LE TERRITOIRE A MOYEN TERME	35
7. PERTINENCE DE AGRIDRONES-SERVICES POUR LES POLES	39
7.1. PÔLE AGRISUDUEST INNOVATION	39
7.2. PÔLE AEROSPACE VALLEY	40

1. CONTEXTE, ENJEUX ET OBJECTIFS DU PROJET

1.1. CONTEXTE STRATÉGIQUE ET ÉCONOMIQUE

Le projet s'inscrit dans le contexte stratégique et économique de **l'agriculture de précision** qui consiste à moduler les pratiques culturales au niveau parcellaire ou intra-parcellaire. Elle permet de produire mieux (améliorer la performance écologique de l'agriculture) et plus (améliorer la performance économique) car elle associe agronomie, écologie et technologie.

La mise en œuvre de cette **agriculture écologiquement intensive** passe nécessairement par la mise en place de systèmes de production de précision capables de minimiser et de doser les intrants de façon spécifique au niveau parcellaire et intra-parcellaire, et cela jusqu'au centimètre près.

Mais faut-il encore que les agriculteurs puissent disposer d'**outils d'aide à la décision fiables à ces niveaux de précision**, que ces outils puissent eux-mêmes être alimentés, à certains moments critiques, par des relevés terrains suffisamment précis des indicateurs biophysiques significatifs de l'état de leurs cultures et que les **données spatialisées ainsi acquises puissent être valorisées sur le terrain** par l'agriculteur pour générer de la connaissance et du conseil. En effet, les technologies embarquées et connectées facilitent non seulement l'informatisation de l'information et l'alimentation des systèmes d'informations agronomiques, mais aussi l'acquisition de données spatialisées et répétées dans le temps permettant à l'agriculteur de mieux ajuster son niveau d'intervention en chaque point de la parcelle.

L'arrivée récente sur le marché de drones capables d'embarquer divers types de capteurs et de survoler en autonomie plusieurs milliers d'hectares, ouvre la voie au développement de **systèmes d'observation 'agiles' et de précision** qui viendront compléter avantageusement les systèmes d'imagerie satellitaire existants et l'observation par proxidtection.

1.2. LES STRATÉGIES ENVISAGÉES POUR L'UTILISATION D'AGRIDRONES-SERVICES

Le projet AgriDrones-Services prend son origine dans **les besoins formulés par 4 grandes coopératives du Sud-ouest**.

Avec l'ambition d'offrir à leurs agriculteurs des services de conseil à forte valeur ajoutée, elles veulent se doter d'une solution flexible et exhaustive, qui leur permettrait de déclencher rapidement des missions d'observation par drone pour mesurer ainsi, à un coût acceptable et avec une résolution qui peut aller jusqu'au centimètre, des indicateurs biophysiques révélateurs de l'état de leurs cultures. Ces indicateurs permettront d'alimenter des outils d'aide à la décision pour s'intégrer dans une chaîne de conseil bout en bout.

En retour, les coopératives pourront aider les agriculteurs à optimiser leurs principales actions techniques concernant l'irrigation, la fertilisation et la prévision de rendement sur les grandes cultures du Sud-Ouest que sont le maïs, le colza, le blé ou encore le tournesol. Elles assureront leur mission de bio-surveillance et de gestion des risques pour les grandes cultures considérées.

Dans ce contexte général, elles ont exprimé le besoin d'opérer des **services complets (bout en bout), de la mesure au conseil, basés sur de l'imagerie drone** dans le cadre de deux types d'utilisation pouvant être complémentaires :

- disposer d'observations exhaustives sur un territoire étendu, pour une surveillance systématique
- disposer d'un diagnostic ciblé en lien avec un phénomène / culture à un moment donné et sur une partie du territoire.

Tous les territoires agricoles concernés par les Grandes Cultures bénéficient de cette capacité de couverture dans l'espace et le temps rendue possible par l'utilisation des drones, et particulièrement les

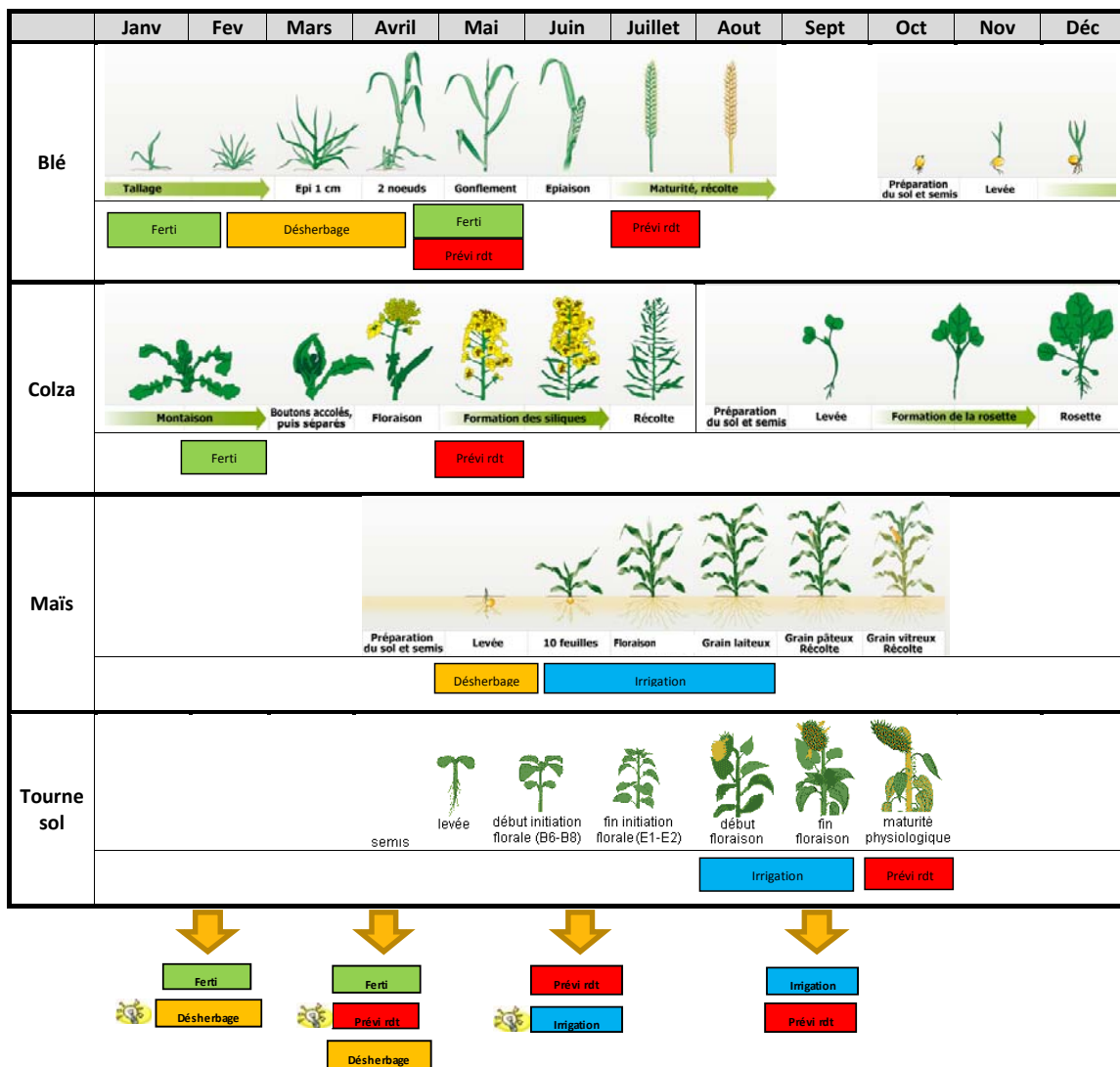
territoires qui présentent, comme dans le Sud-Ouest, de fortes hétérogénéités tant pédoclimatiques que topographiques. Ces hétérogénéités se traduisent en effet parfois par des disparités importantes sur les rendements obtenus entre plusieurs parcelles pourtant proches, d'où l'importance pour les coopératives de disposer d'informations précises à la parcelle pour pouvoir prodiguer des conseils adaptés.

Ces deux stratégies d'utilisation des drones sont présentées ci-après.

Remarque : Pour chacune des visions proposées, les périodes de vols indiquées dans les figures sont données à titre indicatif. Elles feront l'objet d'une réflexion dans le cadre du projet.

1.2.1.1. UNE VISION TERRITOIRE

Cette vision territoire consistera en une **observation sur un territoire étendu**. Il s'agira d'effectuer 4 survols des territoires à des périodes bien positionnées pour répondre à plusieurs problématiques « culture/phénomène » à la fois.



1

Le premier enjeu sera ici de couvrir en un passage une large zone couvrant différentes cultures pour différents agriculteurs (avec un même survol). Les images obtenues permettront d'extraire différents indicateurs et de répondre à plusieurs problématiques.

¹ <http://www.lafranceagricole.fr>

Le deuxième enjeu sera de bien choisir la fréquence et le nombre de survols pour à la fois avoir des données suffisamment pertinentes et apporter du conseil à l'agriculteur, le tout à un coût acceptable. Il faudra mettre en évidence les périodes qui présentent des intérêts communs pour différents couples phénomènes cultures.

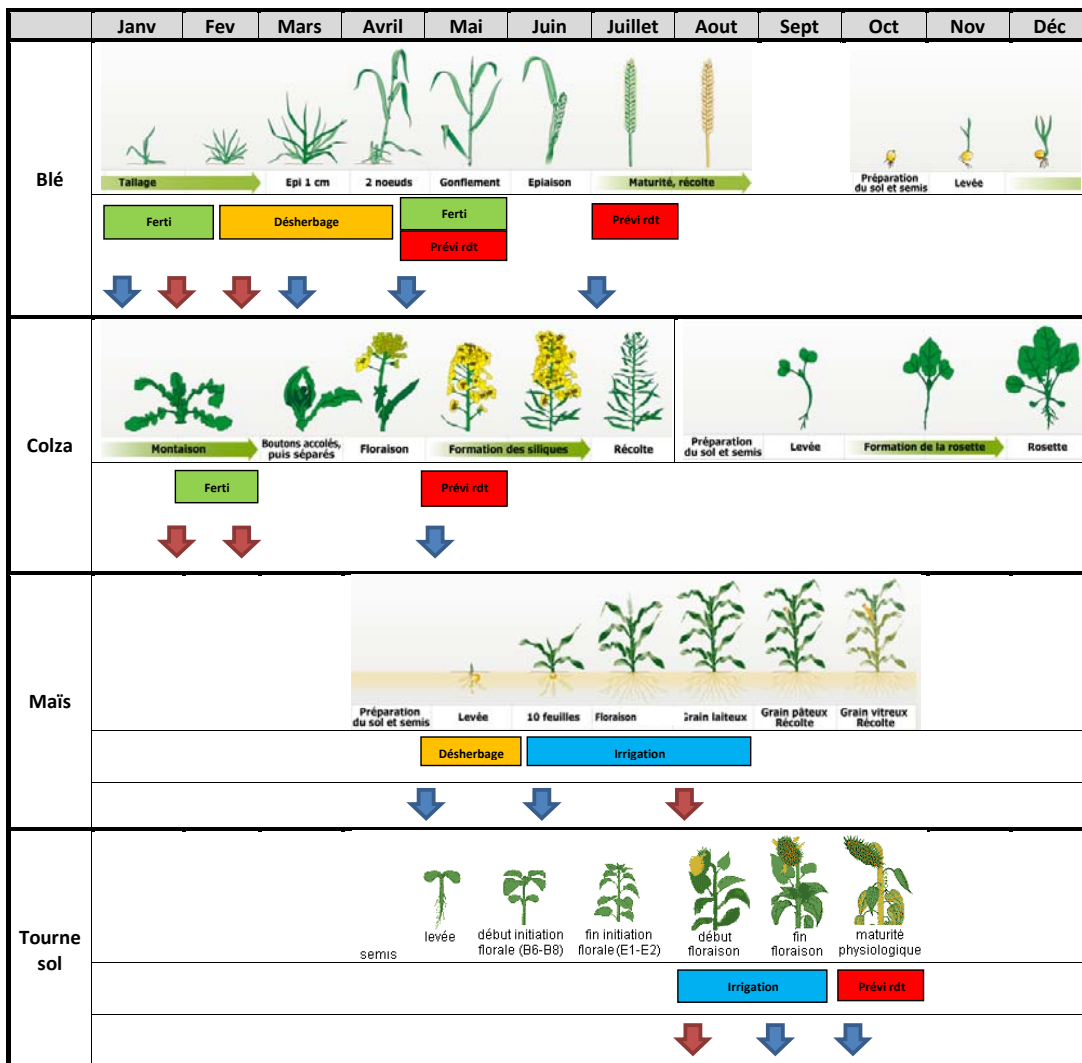
Pour cette stratégie d'utilisation, il sera nécessaire d'embarquer sur le drone des capteurs assez polyvalents et disposant d'un même niveau de résolution (de façon à ce que la trajectoire du drone puisse permettre d'optimiser les prises d'images des différents types de capteurs embarqués). Il faudra donc travailler sur les scénarii de déploiement du ou des drones et l'intégration des capteurs.

Enfin, de gros travaux de développement seront aussi nécessaires pour être en mesure d'automatiser le traitement des nombreuses images collectées pour en extraire les indicateurs adéquats.

1.2.1.2. UNE VISION PHÉNOMÈNE / CULTURE

Pour être en mesure de prendre de bonnes décisions et de réaliser un 'bon diagnostic', certaines problématiques agricoles nécessitent aussi de la précision ainsi qu'une série de mesures rapprochées sur un temps donné.

En profitant de la modularité et de la flexibilité des solutions de capteurs à embarquer, une deuxième stratégie d'utilisation consistera à utiliser les drones pour réaliser des mesures avec une très forte précision, pour **l'observation précise d'un phénomène / une culture**, avec éventuellement plusieurs survols répétés de façon optimale sur une période de temps donnée.



De nombreux cas d'applications sont alors envisageables comme :

- la réalisation d'un vol bien ciblé pour apporter des informations essentielles pour :
 - le désherbage du tournesol et Colza
 - la prévision de rendement ou la fertilisation
- plusieurs survols pour de :
 - l'appui à l'irrigation du maïs par repérage de la floraison
 - la prévision de rendement du tournesol (2 vols en première estimation), l'aide à l'irrigation (3 vols).

Au-delà de l'importance de pouvoir mesurer les bons indicateurs biophysiques en choisissant les bons capteurs avec les bonnes fréquences de survol, les plus gros travaux concerneront la définition du protocole de passage ainsi que le développement de règles d'aide à la décision à partir de modèles agronomiques adaptés à ces niveaux de précision et l'intégration dans la chaîne de conseil bout en bout.

C'est dans ces deux contextes d'utilisation que s'inscrit le projet AgriDrones-Services.

1.3. AMBITION DU PROJET AGRIDRONES-SERVICES

En proposant le développement d'un service bout en bout pour l'observation des grandes cultures allant de la collecte d'information jusqu'au conseil à l'agriculteur pour la gestion parcellaire et intra-parcellaire des cultures et des bassins versants, l'ambition du projet AgriDrones-Services peut être résumée comme suit :

Développer un système d'imagerie drone longue portée ainsi que les algorithmes de traitement d'images et les modèles agronomiques associés pour alimenter les outils d'aide à la décision nécessaires à la mise en œuvre d'une agriculture de précision sur les grandes cultures de Blé, Maïs, Tournesol et Colza.

Les problématiques de fertilisation, du désherbage, d'irrigation et de prévision de rendement sur les différentes cultures seront particulièrement traitées dans une logique de service de 'Bout en Bout' de la chaîne de conseil.

Cette ambition nécessite de répondre à **6 objectifs majeurs** sur la durée du projet de recherche et développement :

Obj 1 | Procéder à la **spécification des indicateurs biophysiques et aux choix des capteurs** nécessaires pour la mesure des phénomènes et réaliser l'**adaptation du drone comme une plateforme multi-capteurs** capable d'opérer des relevés de terrain sur 2000 hectares et plus en un seul vol pour les besoins d'une agriculture de précision.
Etudier et développer de **futurs scénarii d'emplois** des drones et de nouveaux capteurs.

Obj 2 | **Mettre en place une chaîne des images** acquises par drone afin de **générer des ortho-mosaïques** obligatoire pour le calcul des estimations d'indicateurs biophysiques.
Développer les moyens **d'améliorer les images en fonction des capteurs** utilisés en s'affranchissant des éventuelles évolutions météorologiques et des ombres portées et lors du vol du drone au sol.
Mettre en place l'infrastructure pour récupérer les images et proposer un stockage intelligent adapté aux volumes et aux spécificités des informations à traiter.

Obj 3 | Développer et adapter les algorithmes de traitement d'images permettant **d'extraire les estimations d'indicateurs biophysiques** utiles à la compréhension et à la prévision des phénomènes / problématiques / cultures visées : désherbage, irrigation et prévision de rendement.

Obj 4 | Développer de **nouvelles règles d'aide à la décision** qui seront intégrées dans les Outils d'Aide à

la Décision (OAD) existants ou à venir en apportant vis-à-vis des solutions existantes :

- ✓ Soit **des gains d'efficacité et de coût** (règles plus fiables compte tenu de la précision et de la plus grande fréquence des relevés de terrain rendus possibles par le Drone AgriDrones-Services)
- ✓ Soit **des nouvelles fonctionnalités sur des problématiques non traitées aujourd'hui** (nouvelles règles rendues possible par le relevé de bio-indicateurs non détectés par les solutions de télédétection existantes) ou par une utilisation différente des variables opérationnelles.

Mettre en place la chaîne de conseil nécessaire pour proposer des services bout en bout.

Obj 5 Valider l'**intégration de la chaîne de conseil complète** : de la prise de commande en passant par l'acquisition et les traitements d'images pour aboutir au service à l'agriculteur et valider la pertinence des stratégies de gestion proposées sur sa culture à un niveau intra-parcellaire.

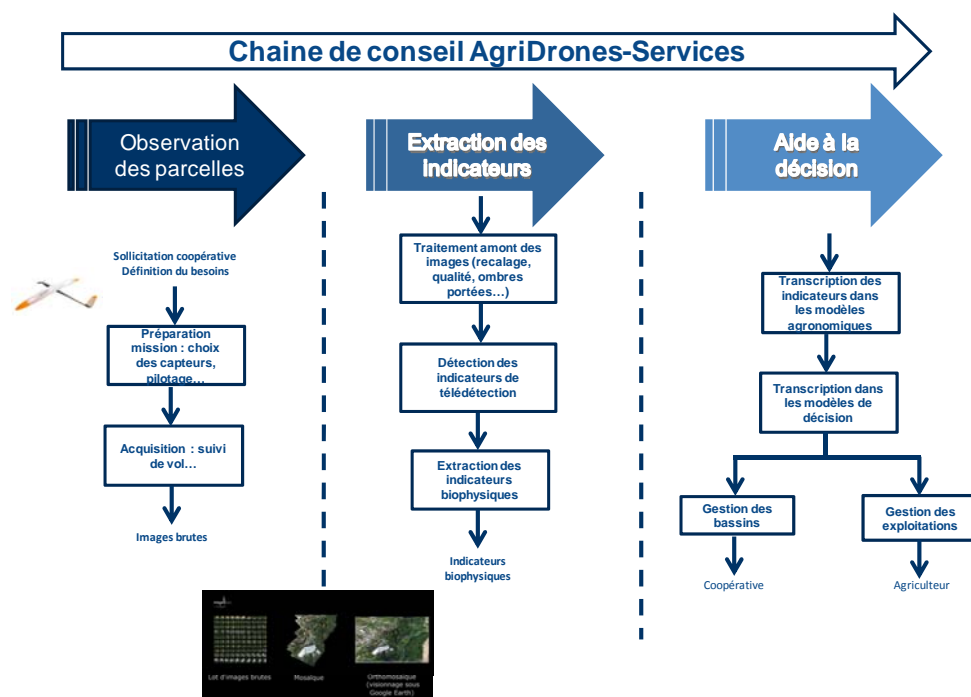
Obj 6 Valider en **conditions réelles** que la solution développée et le modèle économique associé répondent aux besoins des agriculteurs.
Définir le **concept d'opération** et travailler à l'**acceptabilité des services AgriDrones-Services** par les agriculteurs mais aussi les techniciens des coopératives.

1.4. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE AGRIDRONES-SERVICES

1.4.1. LE SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DE LA SOLUTION AGRIDRONES-SERVICES

Les drones permettent d'acquérir des données spatialisées en apportant de la souplesse sur les périodes de prises de vues mais aussi en adaptant les capteurs au phénomène que l'on veut caractériser. Contrairement aux capteurs embarqués sur tracteur mis en œuvre par les agriculteurs, les drones, en démocratisant et en professionnalisant l'acquisition de données spatialisées, facilitent la mise en œuvre de l'agriculture de précision et permet plus facilement d'intégrer la modélisation et d'autres informations (météo, sol ...) dans l'interprétation des observations.

Le projet AgriDrones-Services comprend 3 phases principales allant de l'observation au conseil :



1.4.2. L'OBSERVATION DES PARCELLES

En fonction de la vision choisie, vision territoire ou vision phénomène / culture, les interventions seront définies et planifiées. Les coopératives pourront solliciter des techniciens pour la mise en œuvre du drone et l'acquisition d'images pour l'observation de leurs territoires. L'intérêt de ce système d'observation est d'être :

- flexible et souple,
- capable de s'affranchir des problèmes de couverture nuageuse,
- 'répétable' et avec une possibilité d'observation à des fréquences adaptables aux besoins,
- modulable par rapport aux solutions d'observation disponibles notamment en termes de choix de capteurs,
- d'une précision potentiellement centimétrique pour aller jusqu'à l'observation des plantes individuelles,
- d'un coût acceptable pour l'agriculteur.

L'observation des parcelles comprend les étapes de :

- Préparation de la mission avec :
 - Le choix de la zone d'observation,
 - Le choix des capteurs : possibilité avec le même vecteur d'utiliser différents capteurs en fonction des souhaits d'observation,
 - Le choix du scénario de déploiement,
 - Le paramétrage du drone et de la station sol,
- Campagne d'acquisition :
 - Vol du drone et acquisition des images,
 - Suivi de mission.

A l'issue de cette phase d'observation, les images brutes et les positions GPS sont récupérées et transmises pour traitement.

1.4.3. L'EXTRACTION DES INDICATEURS BIO-PHYSIQUES

Les observations fournissent des images brutes géo-localisées. Les images seront récupérées et stockées sur une infrastructure dédiée qui s'inscrira dans la chaîne de conseil et sur laquelle il sera possible de lancer les différents traitements puis de transmettre les images et les résultats.

Il s'agira entre autre de réaliser la chaîne de traitement pour l'extraction des indicateurs bio-physiques, c'est-à-dire des caractéristiques de la structure du couvert ou des propriétés des feuilles.

Cette phase comprend deux étapes :

- Les traitements d'images amont : ils seront spécifiques en fonction des capteurs utilisés et de leurs caractéristiques et permettront de travailler au besoin sur le recalage et le mosaïquage des images (géométrie, orthorectification), l'étalonnage radiométrique,
- Un traitement d'images aval : l'objectif est d'extraire des images les indicateurs biophysiques. Ces indicateurs doivent être spécifiés à partir des besoins selon les modèles agronomiques en éléments quantifiables et mesurables sur les images récupérées.

1.4.4. LA PRISE EN COMPTE DANS LES OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION

Ces indicateurs biophysiques seront convertis en variables agronomiques (exemple : biomasse, quantité d'azote, etc.). Celles-ci seront incluses dans les modèles agronomiques qui eux-mêmes serviront pour les règles d'aide à la décision des différents outils, à la fois existants ou non.

A partir des indicateurs, cette phase doit permettre de fournir une aide à la décision à deux niveaux :

- Pour la gestion des bassins versants sur des problématiques propres aux coopératives : les services AgriDrones-Services aideront les techniciens dans leur prise de décision et la priorisation de leurs interventions, pour la bio-surveillance, etc.
- Pour apporter des conseils avisés et personnalisés aux agriculteurs dans leur décision et l'assurance de leurs cultures.

L'ensemble des modules développés sera intégré dans la chaîne de conseil qui comprendra la prise de commande avec l'acquisition drone, la récolte des informations parcellaires (géographiques et alphanumériques spécifiques à chaque type de conseil), la mise à disposition de ces informations sur la plateforme collaborative d'échanges d'informations, la récupération des indicateurs issus des images, leur intégration dans le module d'élaboration de conseil aboutissant à la production des cartes d'application, module d'intégration des réalisations d'agriculteurs, module de bilan avec l'agriculteur.

2. QUALITE DE L'INNOVATION ET PROGRES PAR RAPPORT A L'ETAT DE L'ART

2.1. ETAT DE L'ART

2.1.1. LE VECTEUR DRONE ET LES CAPTEURS

Aujourd'hui, il existe quatre grandes familles de solutions pour réaliser l'observation de terrain des grandes cultures : des solutions de mesures ponctuelles au sol, des solutions embarquées sur les machines agricoles, des systèmes d'imagerie aéroportés ou des systèmes d'imagerie satellite. Pour chacune d'elle, des capteurs ont été développés pour permettre l'extraction d'informations utiles pour l'agriculteur.

Moyens	Mesures au sol par des capteurs de terrain ponctuels	Observations mobiles via les machines	Satellite	Avion
Existant	Teneur en chlorophylle (N tester, Digités, Spad 502) : pénétration 10% max Réflectance du couvert (GPN Pilot®) : pénétration faible	Réflectance (N Sensor) : env 10 appareils en France NDVI (GREENSEEKER, CropSpec sensor, ISARIA, CROP CIRCLE ISA) Diagnostic NBI (Multiplex)	Farmstar : 620 000ha pénétration 9% surface et 20% nb agri Cerelia Visiostar Prix moy : 10-12€/ha	Defisol : mesure biomasse colza : obj 1000 ha Fraunhofer : détection précoce maladies en cours Australie
Avantages	Grande précision Maîtrise de la fréquence et du choix des interventions	Précision des mesures Remontée des mesures en temps réel	Zone de collectes de données larges Aspect temporel et spatial pour le suivi des parcelles Conseils opérationnels	Zones de données assez larges Moins de précision compte tenu de l'altitude de survol Solutions mobilisables rapidement en cas de besoin Aspect temporel et spatial pour le suivi des parcelles
Inconvénients	Observation en un point donné Pas de couverture spatiale Coût de mise en œuvre dès qu'on doit multiplier le nombre de mesures	Solution propriétaire, qui rend difficile la récupération et la mutualisation des données Seuls des capteurs assez simples peuvent être embarqués pour limiter le coût d'acquisition de l'agriculteur Peu de conseils associés	Fréquence de passage difficile à maîtriser Impact des nuages Coût important mais modèle ramené à la surface Résolution limitée	Cout important du fait du pilote et du prix de l'heure de vol Faible réactivité Impact des nuages Pas de solutions en approche bout en bout de la chaîne de conseil

La solution d'observation par drone s'inscrit en complémentarité des moyens présentés ci-dessus. Le service AgriDrones-Services est intermédiaire entre le service satellitaire type FARMSTAR et le service local drone de type Airinov. Le drone AgriDrones-Services offre des avancées significatives avec :

- Une **solution économique** (drone léger dont le coût de l'heure de vol est minime en comparaison aux coûts pilotes et carburants d'une solution aéroportée plus classique),
- Une **meilleure couverture spatiale et temporelle** que celle offerte par les systèmes concurrents offrant le même niveau de résolution centimétrique (capteurs *in situ* typiquement),
- La capacité de réaliser des vols en faible altitude qui **affranchissent le drone AgriDrones-Services des problèmes de couverture nuageuse**,
- Une **très forte réactivité d'intervention** (en cas d'évènements climatiques ou de crises, mise en œuvre rapide des drones de 2kg qui pourront même appartenir aux coopératives),
- Une **plus grande polyvalence et flexibilité** que les systèmes d'imagerie satellite du fait que les drones pourront embarquer différents types de capteurs suivant les missions demandées par les coopératives au cas par cas.

Quelques drones sont déjà utilisés pour l'agriculture de précision. Ces projets se focalisent en général sur le développement d'une solution dédiée à l'observation d'un seul phénomène agronomique sur quelques cultures (typiquement, l'aide à la fertilisation pour le blé et colza) et n'ont jamais été déployés à grande échelle.

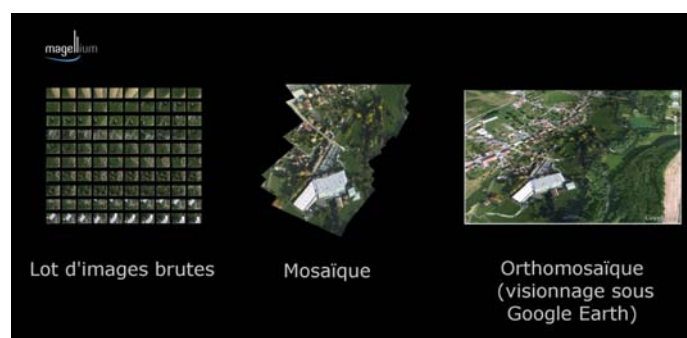
Par ailleurs, les drones actuellement utilisés pour l'agriculture de précision ne disposent pas des autorisations de vol hors de champs de vue car ils sont trop lourds ou n'embarquent pas les systèmes de sécurité nécessaire à leur insertion dans l'espace aérien civil. Ces drones 'concurrents' ne peuvent donc pas s'éloigner à plus de 100 mètres de leur télépilote, ce qui restreint leur zone d'observation à environ 3 hectares par vol. La France est aujourd'hui le pays qui compte le plus d'opérateurs de drone au Monde (plus de 300 entreprises) avec une croissance très importante depuis la sortie de textes réglementaires en avril 2012. Ainsi, les constructeurs français de drones, qui disposent déjà de compétences uniques en matière d'ingénierie, peuvent adresser un marché très important en développant des solutions adaptées aux besoins et pouvant être déployées à grande échelle. **Le projet AgriDrones-Services souhaite profiter de cette opportunité pour prendre une avance majeure en matière d'outils d'aide à la décision pour une agriculture de précision.**

L'avantage des drones se situe aussi au niveau de leur modularité. Ils peuvent être envisagés comme des plateformes multi-capteurs. Dans le cadre du projet AgriDrones-Services, les partenaires se placent dans cette optique. Notamment, le LAAS va travailler sur l'exploitation des nouvelles générations de Lidars, dits « multi-échos », qui associent une information de réflectance aux informations de distances classiquement produites par ces types de capteurs. Deux capteurs du marché (masse de 0.3 et 2.0 kg) seront exploités, et des méthodes de traitement de leurs données spécifiques à la production d'indicateurs de croissance et de présence de bio-agresseurs seront étudiées. Ces méthodes seront complémentaires des méthodes de traitement des images embarquées : le développement de techniques de fusion de données sera aussi à considérer.

2.1.2. LE TRAITEMENT DES IMAGES DES DRONES

Les images drones nécessitent certains traitements indépendants de l'application finale. Ces traitements sont spécifiques au drone et au capteur.

Il s'agit par exemple de passer d'une séquence d'images issues de drones à des orthomosaïques exploitables pour l'extraction des indicateurs.



En termes de traitement d'images, beaucoup de logiciels du commerce sont capables de générer des ortho-images à partir d'images drone. Cependant, suite à une étude interne de ces outils, Magellium a identifié les contraintes et postes d'erreurs suivants :

- matériel nécessaire au traitement (puissance, ressources, temps de calcul),
- limitation des logiciels à un seul type de recouvrement (linéaire, balayage, etc.),
- limitation du logiciel en nombre d'images à traiter,
- sensibilité aux conditions météorologiques fortes (luminosité : surexpositions, fortes disparités dues aux turbulences),
- sensibilité à la qualité de l'acquisition (vibrations, flou optique ou de bougé, saut d'images),
- non-prise en compte du relief (hypothèse d'un sol plan).

Il convient de considérer et de traiter efficacement ces éléments afin de garantir la mise en place d'une solution innovante valide et conforme à la problématique AgriDrones-Services.

2.1.3. LES MODÈLES AGRONOMIQUES ET OUTILS D'AIDE A LA DECISION

Pour chaque phénomène et pour chaque culture, il faut développer les modèles agronomiques qui vont permettre de caractériser l'état de la culture et y associer les outils d'aide à la décision permettant de fournir un conseil avisé aux agricultures.

Les différents partenaires disposent des compétences du meilleur niveau dans ces domaines d'expertise pour les cultures étudiées. Ils sont d'ores et déjà impliqués dans le développement de modèles et d'outils.

	Fertilisation	Prévision de rendement	Irrigation	Désherbage
Blé	Existant : Farmstar + Airinov Gain utilisateur : économie d'azote = gain financier + environnemental Modèle agro : existant Indicateurs : biomasse, teneur en chlorophylle, LAI Outils : outil INRA BilHN, bilan azotée fertiweb Arvalis, Pilotage du dernier apport Arvalis	Existant : - Gain utilisateur : Appui à l'estimation du rendement du blé Indicateurs : LAI biomasse, calcul des surfaces vertes, INN floraison Outils : Arvalis	Sans objet pour les coopératives	Existant : pas de solution « bout en bout » intégrée Gain utilisateur : connaissance des territoires Modèle agro : à définir Acquis partenaires : Arvalis – CETIOM / InVivo
Colza	Existant : Farmstar + Airinov Gain utilisateur : économie d'azote Modèle agro : existant Indicateurs : LAI, teneur en azote Outils : réglette azote (CETIOM) / Fertiweb (ARVALIS) / Epicles (INVIVO)		Sans objet pour les coopératives	
Maïs	Pas d'intérêt car pas de	Il n'existe pas de modèle de	Existant : -	

	solution matérielle et réglementaire sur un apport tardif d'azote.	prévision	Gain utilisateur : économie et environnemental Modèle agro : existant Indicateurs : repérage de la floraison et recalage des stades Outils : Arvalis – bilan hydrique	
Tournesol	Existant : - Gain utilisateur : économie d'azote = gain financier + environnemental Modèle agro : existant à adapter à la télédétection Indicateurs : indice foliaire, teneur en azote Outils : outil CETIOM - Heliotest	Existant : - Gain utilisateur : économie + environnemental Modèle agro : à venir dans le cadre du projet CESBIO Indicateurs : indice foliaire, teneur en azote Outils : pas d'outils à ce jour	Existant : - Gain utilisateur : économie + environnemental Modèle agro : à adapter à la télédétection Indicateurs : indice foliaire, teneur en azote Outils : SUNFLO (CETIOM et INRA)	

Cette étude de l'état de l'art fait ressortir que différents modèles agronomiques et outils d'aide à la décision existent déjà en fonction des phénomènes agronomiques, des cultures et des moyens d'observation et d'actions sur les cultures (fertilisation azotée du blé par exemple). Cependant, il s'agit bien souvent de développement de briques technologiques indépendantes.

Les partenaires souhaitent aller au-delà en proposant avec AgriDrones-Services une solution bout en bout qui intègre à la fois les différentes briques technologiques (opérations de drones hors vue, construction de mosaïques, estimation d'indicateurs, etc.) avec un business model défini sur des besoins réels et une pré-analyse des coûts.

De plus, cette analyse a fait ressortir cependant des manques importants sur les problématiques de désherbage et d'irrigation et de prévision de rendement notamment en tirant avantage de l'imagerie drone.

Dans le cadre du projet, dans l'optique de proposer une solution de services de bout en bout avec un modèle économique acceptable en réponse aux besoins des coopératives, le consortium a mis en exergue plusieurs priorités :

	Fertilisation	Prévision de rendement	Irrigation	Désherbage
Blé	Intégration	+	x	++
Colza	Intégration	+	x	++
Maïs	x	+	+++	++
Tournesol	x	+	+++	++

Le **désherbage et l'irrigation** sur les cultures concernées présentent de forts intérêts à la fois pour développer les modèles agronomiques et les règles d'aide à la décision au niveau de recherche et développement pour les laboratoires et les centres techniques mais aussi au niveau économique pour les coopératives.

La problématique de **prévision de rendement** représente aussi une forte demande des coopératives. Les partenaires du projet pourront alimenter cette thématique avec d'autres projets R&D qu'ils mènent actuellement. Il y a donc un intérêt à étudier cette thématique et à l'intégrer dans la chaîne de conseil de bout en bout.

Le dernier axe concerne la **fertilisation** azotée qui représente, là aussi, un fort enjeu pour les coopératives. Des outils existent aujourd'hui mais ne prennent pas en compte les aspects drone longue portée (quantité d'images) et chaîne de conseil. Il s'agira donc ici d'intégrer l'existant sur un nouveau vecteur d'observation, la fertilisation servira d'application modèle pour cale le système bout en bout.

2.1.4. LA CHAÎNE 'BOUT EN BOUT' D'AIDE À LA DÉCISION

La mise en œuvre de l'agriculture de précision nécessite d'associer plusieurs partenaires : bien sûr l'agriculteur qui attend un conseil de précision et bien souvent une carte d'application de ce conseil compatible avec son matériel (tracteur et console de commande) ; mais aussi le technicien de la coopérative qui accompagne les agriculteurs et anticipe leur besoin en passant par le pilote de drone ; les prestataires qui traitent les images spatiales et les transforment en données exploitables du point de vue agronomique ; la coopérative qui intègre les données spatialisées dans ses outils d'aide à la décision et qui produit le conseil ou encore le spécialiste qui, à partir du conseil spatialisé produit une carte de préconisation adaptée à chaque agriculteur.

L'anticipation des besoins, la planification et l'organisation des vols, la chaîne de traitement des images et de production du conseil sont donc des facteurs clés de réussite.

La **chaîne de conseil**, depuis la prise de commande de survol du drone jusqu'à la production du conseil, en passant par le partage des données et la mise en place des chaînes de calculs **constitue un enjeu considérable et est un aspect innovant du projet.**

2.2. POSITIONNEMENT PAR RAPPORT AUX PROJETS EXISTANTS

Le projet AgriDrones-Services s'inscrit en complémentarité avec des projets de télédétection en cours ou à venir dans lesquels certains partenaires sont parties prenantes avec deux points de vue :

- Des projets « capteurs », avec comme objectif la caractérisation de l'état et du fonctionnement de parcelles. Les caractéristiques des systèmes d'observation utilisés sont différentes de celles du projet AgriDrones-Services, mais les indicateurs sont similaires : **projets Phénoblé, IA Phénome.**
- Des projets de télédétection notamment par satellite que le projet AgriDrones-Services complète et améliore grâce à des images mieux résolues, plus fréquentes mais sur une zone de couverture plus restreinte : ex : **Farmstar** : service de pilotage des cultures par télédétection, déployé sur 620 000ha, accès France entière.
- Projet **CasDAR RFI** « Construction d'un simulateur pour la prévision du rendement et de la qualité du tournesol à l'échelle territoriale mobilisant la télédétection satellitaire » (2014-2016) sur la même thématique que le drone AgriDrones-Services. Le projet AgriDrones-Services pourra bénéficier des apports du projet « satellite » dans les domaines suivants : choix du modèle le mieux adapté, modélisation et assimilation de données observées dans les modèles, mise au point de méthodes pour l'acquisition de données d'indice foliaire au sol (vérité terrain pour valider les modèles d'évaluation des indicateurs biophysiques), base de données de validation... Mais le projet satellite n'a pas pour vocation d'aller vers un produit « bout en bout » mais plutôt vers un prototype moins intégré. Il pourra donc bénéficier des avancées du projet AgriDrones-Services dans ce domaine. Enfin, les échelles d'études sont différentes et complémentaires.
- Le projet AgriDrones-Services propose d'utiliser des drones en grandes cultures sur de grandes distances pour l'amélioration et la création d'outils d'aide à la décision. Cette nouvelle application,

dont la démonstration et la validation d'industrialisation font l'objet du projet, viendra en complément des services réalisés aujourd'hui par les satellites. Après le développement du projet, les fournisseurs de ces nouveaux services verront l'opportunité d'intégration dans **DeciDAIE**. DeciDAIE est une plate-forme mutualisée d'innovation ouverte et multidisciplinaire qui permettra aux acteurs de la filière agricole de développer et de déployer les nouvelles technologies, outils et services d'aide à la décision. In fine, la technologie satellite mature intègre dès le départ DeciDAIE, la technologie Drone sur des grandes distances pourrait intégrer DeciDAIE après ce développement à caractère pré-industrialisation. Le projet DeciDAIE est en cours d'instruction. Il n'existe pas en tant que tel, donc n'est donc pas encore accessible. Le projet AgriDrones-Services ne peut donc pas s'appuyer dessus pour le moment. L'opportunité sera étudiée après la création de la société prévue et de ses services DeciDAIE.

2.3. CARACTÈRE INNOVANT

L'un des enjeux du projet AgriDrones-Services sera de développer de **nouveaux services d'aide à la décision au niveau parcellaire ou intra-parcellaire qui exploiteront ces nouvelles capacités d'observation temporelles, spatiales et de résolution apportées par l'imagerie du drone longue portée dans une logique intégrée de bout en bout et avec un modèle économique viable à grande échelle.**

Le projet AgriDrones-Services vise à élaborer un **outil dédié pour l'agriculture de précision** permettant d'exploiter toutes les données spatialisées nécessaires pour passer du diagnostique à la production de conseil.

Par ailleurs, pour être en mesure de renforcer encore la compétitivité des services proposés, il sera important de pouvoir utiliser le même système d'imagerie drone longue portée en offrant une gamme de services suffisamment polyvalente et modulable.

Un des enjeux du projet consistera à **exploiter différemment les indicateurs biophysiques opérationnels ou de nouveaux indicateurs biophysiques** pour développer des nouveaux services (règles d'aide à la décision) qui n'existent pas aujourd'hui mais qui répondent à des demandes fortes des coopératives : désherbage tous les cultures, irrigation maïs et tournesol ou encore prévision de rendement.

2.4. VEROUS TECHNOLOGIQUES LEVÉS PAR AGRIDRONES-SERVICES

En visant le développement d'un service de bout en bout **pour l'observation des grandes cultures, allant de la collecte d'informations jusqu'au conseil à l'agriculteur pour la gestion intra-parcellaire** des cultures et des bassins versants, le projet AgriDrones-Services devra lever plusieurs verrous technologiques clés :

- **Solution drone :**
 - **Choix des capteurs adaptés à l'observation de variables clés** pour les interventions culturales d'intérêt : fertilisation, désherbage ou irrigation, accidents de culture dont capteurs optiques multi-spectraux et télémétrie laser ;
 - Gestion de l'intégration des capteurs **sous contrainte d'une charge utile ne pouvant pas excéder quelques dizaines/centaines de grammes** (drone de moins de 2kg) pour être en mesure de couvrir des zones de 2000ha par vol ;
 - **Coordination d'un drone ou même d'une constellation de drones** pour la réalisation de missions d'observation de parcelles avec un concept d'opération optimisé dans le temps et bénéficier des meilleures conditions de prise de vue (météo, direction de visée, position du soleil).
 - **Adaptation de l'acquisition d'images** en fonction des conditions météorologiques et notamment de luminosité ambiante
 - **Amélioration du vecteur drone** : travail sur l'endurance et l'autonomie, sa résistance, etc.

- **Traitement d'images :**
 - **La gestion de la quantité d'images produites par les drones** dans la chaîne de service bout en bout : quantité, gestion, stockage, temps de traitement, etc. ;
 - La considération des limitations d'utilisation des solutions existantes pour développer une **solution robuste et innovante pour l'amélioration des images** : recalage, amélioration, corrections ombres portées par le drone et les nuages au sol...
 - Les traitements d'images acquises par le drone (résolution spatiale centimétrique) pour **l'extraction des indicateurs biophysiques nécessaires à chaque règle d'aide à la décision.**
- **Règles d'aide à la décision :**
 - Evaluation des indicateurs biophysiques issus du traitement des images et **validation de la conversion de ces indicateurs en variables agronomiques utilisables en entrée des modèles de décision.**
 - Adaptation et développement des **règles d'aide à la décision des OAD existants pour tenir compte des gains apportés par l'imagerie Drone AgriDrones-Services en termes de précision, de couverture spatiale et temporelle** - en gardant en tête que la fréquence des survols sera optimisée selon les objectifs considérés (territoire ou couple phénomène / culture) avec l'ambition d'offrir au final un service à forte valeur ajoutée à un coût compétitif pour une agriculture de précision ;
 - Développement de nouvelles règles d'aide à la décision qui seront intégrées dans les Outils d'Aide à la Décision existants ou à venir et qui permettront de prodiguer des conseils avisés aux agriculteurs au niveau parcellaire ou intra-parcellaire sur des problématiques non traitées aujourd'hui ;
- **Mise en œuvre de la chaîne de conseil** en intégrant l'ensemble des briques constitutives du service à proposer (mode de déploiement du drone et de son pilotage, acquisition des données, traitement d'images, règles d'aide à la décision pour le conseil aux agriculteurs) et en validant la valeur ajoutée de tels services adaptés à l'agriculture de précision pour les coopératives et les agriculteurs.

3. PERTINENCE ET QUALITE DU PARTENARIAT

3.1. PRÉSENTATION DES PARTENAIRES

3.1.1. TERRES DU SUD – ETI –CLAIRAC (AQUITAINE) - COORDINATEUR

Groupe coopératif agricole et agroalimentaire du sud-ouest, Terres du Sud accompagne le développement des filières végétales et animales de son territoire. Le Groupe Terres du Sud avec ses filiales représente, au 30 juin 2012, 616 millions d'euros de chiffre d'affaires, 5 000 adhérents et 1 400 salariés. Terres du Sud est organisé autour de 4 pôles d'activités : végétal, animal, distribution et industrie agro-alimentaire.

Le projet d'entreprise « rendez-vous avec le futur » s'appuie sur des valeurs solides et des objectifs précis animés par la nécessité de conserver une économie agricole compétitive et des territoires ruraux vivants et dynamiques. Pour cela, les objectifs sont de :

- Créer et développer des sources régionales de valeurs ajoutées robustes et diversifiées, dans le cadre d'une agriculture durable et responsable, respectueuse de l'environnement ;
- Dynamiser son territoire tout en restant proche des agriculteurs et en se fixant comme priorité la valorisation de leur travail ;
- Se doter des moyens humains, technologiques et économiques nécessaires à la performance de Terres du Sud ;
- Favoriser une relation privilégiée avec les agriculteurs partenaires.

Caractère stratégique du projet pour Terres du Sud

Le projet AGRIDRONES-SERVICES s'inscrit dans la stratégie de Terres du Sud dans la prise en compte de l'évolution des attentes des agriculteurs et des producteurs et de celles de la société à la recherche de modes de productions respectueux de l'environnement. Terres du Sud se doit d'apporter sa contribution à ces évolutions par l'accompagnement technique des agriculteurs de son territoire. C'est pour cela que la coopérative a choisi de porter ce projet.

Les autres enjeux dans ce projet pour Terres du Sud sont de :

- Faire évoluer l'offre de conseil et renforcer la pertinence des données et des observations afin d'apporter aux agriculteurs des services toujours plus adaptés à leur besoin de rentabilité ;
- Favoriser le partenariat coopérative-adhérents en faisant évoluer les OAD disponibles et en en créant de nouveaux ;
- Améliorer les connaissances sur les cultures, leur comportement, leur réaction pour anticiper les actions par une approche des réponses du végétal.

3.1.2. ARTERRIS INNOVATION– ETI –TOULOUSE (MIDI-PYRÉNÉES)

Arterris Innovation est la filiale innovation de la coopérative agricole ARTERRIS. Elle accompagne les différents métiers d'Arterris en matière d'innovation. Les activités d'Arterris s'organisent autour de 3 secteurs d'activités : activités de productions agricoles, distribution en zones rurales, transformation innovation.

Caractère stratégique du projet pour Arterris Innovation

Le projet AGRIDRONES-SERVICES s'inscrit dans l'axe stratégique de l'entreprise en lien avec le projet « Agriculture écologiquement intensive » qui comprend l'utilisation d'outils d'aide à la décision et des nouvelles technologies. Cet axe a pour but d'optimiser l'utilisation des intrants pour l'amélioration de la production (rendement et qualité) avec une meilleure prise en compte des conditions agro-environnementales.

L'intérêt pour le projet est, de plus, de proposer un ou plusieurs services aux adhérents en s'appuyant sur l'utilisation de nouvelles technologies et d'outils d'aide à la décision pour :

- La connaissance du territoire : stade et peuplement des cultures, types et pressions maladies, présence d'adventices, alimentation azote, alimentation hydrique, maturité des cultures, etc.
- Le conseil personnalisé à l'exploitation agricole et à la parcelle.

3.1.3. OVALIE INNOVATION– COOPÉRATIVE –TOULOUSE (MIDI-PYRÉNÉES)

Les groupes coopératifs Maisadour et Vivadour veulent engager des programmes de recherche et développement ambitieux et différenciants. Dans ce cadre, ils ont engagé en 2012 la création d'une structure SAS commune dénommée Ovalie-Innovation, regroupant leurs activités de R&D en relation avec l'environnement des exploitations agricoles. Le but est de permettre aux sociétés des deux groupes d'accélérer leurs dynamiques d'innovation vers la performance économique et la réponse aux attentes sociétales et réglementaires. L'ambition des coopératives est d'accroître leur compétitivité à l'export et de développer sur leur territoire des filières complètes à plus forte valeur ajoutée, que ce soit sur des produits alimentaires ou non-alimentaires.

L'objectif assigné à la structure est donc d'identifier toutes les sources d'innovation et d'amélioration de la performance économique des exploitations agricoles. Ovalie-Innovation est la structure interface des deux coopératives avec les institutions scientifiques et a pour mission de faire fonctionner en réseaux les compétences multiples existant dans les deux coopératives.

La SAS Vivadour est animée par un Directeur Scientifique, Thierry VERONESE, et elle déploie son développement par le recrutement de chargés de projets. Actuellement, 4 personnes travaillent pour cette structure

Caractère stratégique du projet pour Ovalie Innovation

Maisadour et Vivadour souhaitent promouvoir les stratégies dites d'Agriculture de précision basées sur l'utilisation d'outils de pilotage permettant de rationaliser l'utilisation des intrants (fertilisants, désherbants, eau, produits phytosanitaires) et d'adapter leur usage au plus près des besoins des plantes. A terme, ce type d'approche fait partie des stratégies permettant d'envisager une réduction significative des intrants vers une agriculture Eco-Intensive.

Dans le passé, les coopératives ont testé la télédétection pour observer les cultures par des images pour des applications de type FARMSTAR (Astrium) ou FARMSAT (Géosys). L'évolution récente des technologies DRONES permet d'envisager de compléter ces observations satellite en réduisant les contraintes (nuages, coût)

Les résultats du projet seront valorisés par les coopératives sous forme de services aux agriculteurs.

3.1.4. INVIVO – GRAND GROUPE –PARIS (ILE DE FRANCE)

InVivo est le premier groupe coopératif français et l'un des plus importants à l'échelon européen. Il est issu de la fusion en 2001 de deux unions nationales de coopératives, l'une de collecte, l'autre d'approvisionnement, toutes deux créées en 1945. InVivo poursuit deux grandes missions : Favoriser l'expression des potentialités de l'agriculture pour produire mieux et plus et créer de la valeur pour les coopératives adhérentes et leurs clients ainsi que pour le monde agricole et la société toute entière. La fonction clé d'InVivo est de mutualiser une puissance de négociation à l'achat, une puissance de mise au marché et une capacité d'expertise et d'innovation. InVivo est organisé autour de 4 grands pôles d'activité : InVivo Agro, InVivo Grains, InVivo Nutrition et santé animales et InVivo Grand Public (avec la franchise Gamm Vert)

InVivo AgroSolutions est une filiale à 100% d'InVivo Agro. Elle a pour mission de faciliter le développement des expertises agro-environnementales et de la vulgariser au sein des équipes de conseillers des coopératives adhérentes pour faire progresser les agriculteurs et améliorer les pratiques agricoles. InVivo Agro coordonne l'effort expérimental des coopératives, synthétise, sécurise et valorise les références agronomiques issus de plus d'un millier d'expérimentations en petites parcelles réalisées chaque année, et cela depuis plus de 30 ans, en matière de choix de variétés, de fertilisation et de protection des cultures. InVivo AgroSolution a développé, depuis plus de 15 ans, des systèmes d'information agronomiques et des outils d'aide à la décision dont certains sont déjà utilisés dans des démarches d'agriculture de précision et de modulation intra-parcellaire. Aujourd'hui, plus de 1200 conseillers sont équipés de ces solutions logicielles pour suivre près de 3 millions d'hectares par an. Ces solutions logicielles sont interopérables avec de nombreux autres systèmes utilisés par les agriculteurs (ATLAND, AGREO, SCRIPTO) et l'agriculture de précision (FARMSTAR, AIRINOV, DEFISOL).

Fort de son expérience, InVivo AgroSolutions a acquis la certitude que pour aller plus loin en matière de conseil, il est nécessaire non seulement d'apporter des solutions opérationnelles d'observation des cultures géo-localisées mais aussi de transmettre les conseils non seulement à l'agriculteur mais aussi directement à ses machines pour faciliter leur application en automatisant leur mise en œuvre. Pour associer conseil et technologie, InVivo AgroSolutions s'est impliqué dans l'agriculture de précision depuis le début des années 2000 et a bâti des partenariats multiples, en particulier avec une société anglaise (Hutchinsons) très en pointe dans ce domaine.

Caractère stratégique du projet pour InVivo

La mission d'InVivo AgroSolutions est d'apporter aux coopératives adhérentes les expertises, outils et méthodes permettant de produire mieux et de produire plus. Le projet AgriDrones-Services, dont un des objectifs est d'utiliser les drones pour observer les cultures et les parcelles des agriculteurs, permet de s'inscrire dans cet objectif. Ce projet, en facilitant l'acquisition de données spatialisées, entre dans le concept d'agriculture de précision, un des leviers pour produire mieux et plus. A ce titre, ce projet s'inscrit complètement dans notre stratégie. En intégrant dans son périmètre plusieurs cultures et plusieurs thématiques, en s'appuyant sur de nombreux partenaires (Recherches, Instituts techniques, DELAIR'TECH, MAGELLIUM et 4 coopératives du Sud-Ouest, il nécessite de bien caler les systèmes d'échanges d'informations et la chaîne d'élaboration du conseil, facteurs clés de succès du projet. Il permet aussi d'accompagner 4 coopératives majeures de notre union.

3.1.5. MAGELLIUM –PME –TOULOUSE (MIDI-PYRÉNÉES)

Magellium est une société d'ingénierie de 181 collaborateurs spécialisée dans l'imagerie, la géographie numérique et les systèmes d'information intervenant principalement sur les secteurs du spatial, de la défense, de l'énergie et de l'environnement.

Depuis plusieurs années, à l'invitation d'industriels de haut rang (Thalès Systèmes Aéroportés, Thalès Avionics, Dassault, etc.), Magellium apporte ses compétences en traitement des données et développement de composants logiciels de traitement vidéo à des programmes majeurs tels que SOUL (System Oriented UAV Laboratory), Géoraf (compression embarquée de données pour cartographie embarquée du Rafale), Decsa (programme dédié au développement d'algorithmes de navigation et perception en milieu urbain pur des mini-drones).

Depuis 2012, l'activité drone a pris son envol à Magellium. En effet, Magellium collabore avec plusieurs partenaires à l'émergence d'un programme ambitieux, ISAAC, projet motivé par le besoin d'adresser de façon structurée les enjeux et l'extrême variabilité du domaine des systèmes de missions télé-opérés (drones aériens, drones terrestres, avions dronisés, charges télé-opérées, etc.) dus en particulier à la prise en compte de l'homme dans ces systèmes télé-opérés.

Caractère stratégique du projet pour Magellium

Depuis 2012, Magellium participe aussi activement à plusieurs projets axés sur l'activité drone. En s'associant avec le droniste Delair-Tech, Magellium avait pour objectifs le mosaïquage et la détection de défauts autour de conduites de gaz pour GDF-Suez. La même année, Delair-Tech et Magellium s'associent à nouveau avec Astrium autour d'un projet de la DGA ayant pour but la géolocalisation de fuites sur des pipelines et la détection de véhicules et de personnes à l'aide de capteurs multi-spectraux.

De même dès 2012, la filiale britannique Magellium Ltd trouve dans le domaine de l'agriculture des projets mettant en avant des besoins en traitement d'images. En particulier le projet CropID (Identification de cultures) développe un système capable à partir d'images satellite de catégoriser les différents champs de cultures horticoles. Ce projet a pour client un organisme public rattaché au ministère de l'agriculture britannique. Un autre projet dans le domaine agricole est en cours de montage mêlant imagerie satellite et drones pour la détection de maladies sur des champs de pomme de terre.

Au vue du contenu du projet AGRIDRONES-SERVICES, la participation de Magellium a été motivée par un ensemble de points :

- ✓ L'expertise dans les activités de traitement d'images,
- ✓ L'implication dans le domaine des drones,
- ✓ L'application de ces différents domaines à l'agriculture.

3.1.6. DELAIR-TECH – PME –TOULOUSE (MIDI-PYRÉNÉES)

Delair-Tech est une PME qui conçoit, produit et commercialise des solutions d'observation aérienne par drones aériens de longue endurance pour les secteurs industriels et agricoles. Delair-Tech est aujourd'hui la seule société à proposer des produits capables de s'insérer dans l'espace aérien civil sur de grandes distances et est ainsi la référence pour les missions de surveillance de réseaux, la cartographie de grands espaces ou encore la réalisation de mesures environnementales en milieux inaccessibles.

Caractère stratégique du projet pour Delair-Tech

Le projet AGRIDRONES-SERVICES s'inscrit dans la stratégie de l'entreprise en permettant la conception d'un système d'observation qui permette d'apporter un service aux exploitants agricoles par l'insertion de la technologie drone dans les outils d'aide à la décision spécifiques pour l'agriculture.

3.1.7. LAAS – LABORATOIRE –TOULOUSE (MIDI-PYRÉNÉES)

Le LAAS mène des recherches sur la robotique mobile autonome depuis près de trente années. Un très large spectre de problématiques sont étudiées, qui va des fondations de la robotique (perception et modélisation de l'environnement, localisation, planification et exécution de mouvements) à des thèmes plus avancés (architecture décisionnelle pour l'autonomie, coopération au sein de systèmes multi-robots hétérogènes, apprentissage, interactions hommes/robots...). Ces travaux sont toujours menés selon une approche constructive et intégrative, et sont autant que possible intégrés et évalués à bord de plateformes expérimentales - seul moyen de les valider dans des contextes réalistes. Ils sont associés au développement de nombreux outils logiciels permettant leur intégration et leur évaluation. Les activités sur la robotique aérienne ont été initiées au début des années 2000. Dans ce contexte, différents travaux ont été menés : commande de vol, spécification d'une architecture logicielle permettant la coopération entre drones dotés de différents niveaux d'autonomie, vol en formation (avec démonstrations incluant 3 drones), modélisation 3D de l'environnement à partir d'images à basses altitudes, estimation de la transversabilité du sol à partir d'images acquises, suivi autonome de cibles mobiles au sol, etc. L'ensemble des activités de recherche liées à la robotique au LAAS sont menées par plus de 80 personnes (chercheurs CNRS, enseignants chercheurs, visiteurs, Post docs et doctorants), réparties en trois groupes de recherche qui sont fédérés au sein du thème "Robotique" du laboratoire. Toutes ces personnes travaillent autour d'une douzaine de robots expérimentaux (2 UGVs, 4 drones à voilure fixe, un robot humanoïde, trois robots de service,...).

Les travaux proposés par le laboratoire dans le projet AGRIDRONES-SERVICES seront menés par l'équipe « Robotics and InteractionS » (RIS), qui étudie plus particulièrement les aspects liés à la perception de l'environnement, à l'autonomie des drones et à la coopération au sein d'une équipe de robots.

Caractère stratégique du projet pour LAAS

L'objectif général des recherches menées au LAAS sur les drones est de développer leur autonomie, de manière à ce qu'ils puissent réaliser leurs missions avec un minimum d'intervention des opérateurs, et en dépit des aléas non prévus. Le contexte applicatif du projet AGRIDRONES-SERVICES est exemplaire des apports opérationnels qu'apporterait une autonomie accrue des drones, et constitue pour le laboratoire un cas d'étude générique pour le déploiement de flottes de drones. Le projet correspond à une volonté forte d'appliquer, de mettre à l'épreuve des contraintes d'une application concrète, et d'étendre les algorithmes développés au laboratoire pour assurer la coordination d'une équipe de drones basée sur la perception de l'environnement survolé : ceci constitue une excellente action de valorisation des recherches de l'équipe RIS.

3.1.8. INRA UMR 0802 UNITE EXPERIMENTALE GRANDES CULTURES– LABORATOIRES – AUZEVILLE (MIDI-PYRÉNÉES)

L'Unité Expérimentale Grandes Cultures de l'**INRA d'Auzeville** gère sur un domaine agricole d'environ 85 ha un ensemble d'expérimentations au champ, système de culture ou variétales, pour divers laboratoires de Recherche, de l'INRA ou d'autres organismes publics ou privés. Ces programmes d'expérimentations répondent essentiellement à deux grandes problématiques : la mise au point de conduites et de systèmes de culture « bas-intrants » pour économiser l'eau, l'azote, les produits phytosanitaires ou encore l'énergie, et l'interaction génotype-milieu qui consiste à évaluer les variétés dans une gamme diversifiée de conduites et de milieux.

Cette unité comporte une dizaine d'agents et couvre un ensemble de compétences diversifiées : conduite des cultures, machinisme agricole, pilotage des expérimentations, instrumentation sol et plantes au champ, capteurs embarqués sur machines agricoles, analyse des données expérimentales, systèmes d'information géographique.

Caractère stratégique du projet pour Inra

L'UE d'Auzeville utilise un ensemble d'outils d'aide à la décision pour la conduite et les bilans agronomiques, dont un outil interne, BilHN.xls, pour le pilotage de la fertilisation azotée et de l'irrigation.

Cette unité met en œuvre les outils et méthodes de l'agriculture de précision (SIG, GPS embarqués sur tracteurs ou machines de récolte) pour conduire les cultures et les expérimentations au champ.

Le projet s'inscrit donc dans cette démarche avec à court terme sur le domaine d'Auzeville l'objectif d'acquérir un drone pour être autonome sur la réalisation de survols à vue du drone sur les parcelles agricoles et les plateformes d'essais et sur le traitement des images pour valoriser les données issues du drone.

3.1.1. INRA UMR 1114 EMMAH – LABORATOIRES –AVIGNON (PACA)

L'UMR EMMAH a développé depuis de nombreuses années une compétence en télédétection. INRA-EMMAH s'est spécialisée dans l'interprétation du signal mesuré par les satellites d'observation de la terre sur les surfaces végétales et en particulier les cultures. L'INRA EMMAH a en particulier développé des « produits » (estimations de caractéristiques de la végétation telles que l'indice foliaire, LAI, la fraction de rayonnement absorbée par le couvert, FAPAR, ou le taux de couverture) à partir des capteurs à moyenne résolution (pixel d'1 km) pour le suivi global des surfaces continentales. L'INRA-EMMAH a également été à impliqué à l'origine du service FARMSTAR ainsi que de l'interprétation des mesures réalisées par le drone AIRINOV. L'INRA-EMMAH est impliqué dans le développement de produits pour des capteurs décimétriques, notamment la future mission Sentinel2. Plus récemment, L'INRA-EMMAH est responsable des développements de méthodes de phénotypage haut-débit dans le projet Investissement d'Avenir PHENOME. L'INRA EMMAH développe également des méthodes de proxidtection pour le suivi local des cultures ainsi que la validation des produits satellites ou drone. Enfin, l'INRA-EMMAH a développé des techniques d'intégration des indicateurs biophysiques dans des modèles de culture qui peuvent être utilisés pour l'aide à la décision.

Caractère stratégique du projet pour Inra

Ce projet constitue un prolongement naturel des activités entamées sur l'estimation d'indicateurs biophysiques (les produits). Il sera l'occasion de jouer sur la synergie attendue entre les activités de phénotypage au travers desquelles une caractérisation très précise de la réponse radiométrique est attendue, fonction des particularités de structure et de propriétés optiques des éléments végétaux pour chaque espèce, cultivar et stade. Ce sera également l'occasion de mettre en œuvre les méthodes de validation au sol pour évaluer la précision associée aux estimations des indicateurs fournis. Enfin, l'INRA a développé des modèles de fonctionnement du couvert qui permettent d'intégrer les indicateurs

biophysiques pour produire des simulations plus réalistes des cultures qui pourront être exploitées pour affiner les conseils aux agriculteurs.

3.1.2. CETIOM – CENTRE TECHNIQUE – TOULOUSE (MIDI-PYRÉNÉES)

Le CETIOM est le partenaire des producteurs d'oléagineux et de chanvre industriel ainsi que de leurs organisations professionnelles avec lesquels il prépare les innovations techniques de demain. Son principal objectif est d'améliorer la compétitivité économique des cultures dans le cadre d'une production durable, à toutes les étapes de la filière, depuis la production jusqu'à l'utilisation des produits transformés.

Fin décembre 2012, le CETIOM comptait 122 salariés permanents répartis sur toute la France, dont 80 % d'ingénieurs et de techniciens. Son dispositif de recherche-développement balaie tous les domaines susceptibles d'améliorer la production, la qualité et les débouchés des oléagineux et du chanvre industriel. Il s'appuie sur dix stations et unités d'expérimentation, un pôle de spécialistes (Grignon, 78), un site spécialisé dans la valorisation et la transformation des graines (Pessac, 33), un laboratoire d'analyse des graines (Ardon, 45) et un laboratoire d'entomologie, de pathologie et de biologie moléculaire (Grignon, 78). Douze ingénieurs régionaux interviennent comme experts et conseillers auprès des agriculteurs et des organismes qui les encadrent.

Le CETIOM coordonne trois Unités Mixtes Technologiques (UMT) associant dans un même lieu au moins un institut ou centre technique et un organisme de recherche publique avec l'objectif de conduire en commun un programme de recherche et de développement à vocation nationale. L'une d'elles est l'UMT Tournesol (2011 – 2016), localisée sur le Centre INRA de Toulouse – Auzeville, dont le thème est « Outils, références et modèles pour l'adaptation de la culture de tournesol aux nouveaux enjeux agricoles et environnementaux ». Le CETIOM est également partenaire de deux autres UMT dont les champs d'action sont en rapport avec le projet : UMT Gestion de l'eau et UMT Capte.

Caractère stratégique du projet pour CETIOM

L'axe stratégique du CETIOM dans lequel s'inscrit le projet AgriDrones-Services est d'améliorer la compétitivité économique de la production des cultures oléagineuses dans le cadre d'une production respectueuse de l'environnement et en phase avec les attentes sociétales nécessite d'optimiser la conduite des cultures. Pour cela, les producteurs ont besoin d'outils d'aide à la décision (OAD) pertinents dont l'utilisation soit compatible avec leurs contraintes. La production de ces OAD est un des principaux objectifs du CETIOM. Or la pénétration auprès des producteurs des OAD « conventionnels » faisant appel à l'observation au sol de l'état des cultures est limitée. Les principales raisons de cette limitation sont le temps à consacrer à ces observations, la difficulté d'appréhender la variabilité intra-parcellaire et la compétence à mettre en œuvre. De nouvelles technologies d'observation des cultures se développent depuis quelques années, comme l'imagerie satellitaire. Plus récemment, la technologie des drones se développe.

Le CETIOM souhaite étudier les potentialités de l'observation des cultures via des capteurs portés par des drones pour améliorer la pénétration et la pertinence (en particulier par la prise en compte de la variabilité intra-parcellaire et le changement d'échelle de la parcelle au territoire) des OAD et la complémentarité avec l'observation au sol et l'observation satellitaire. Ce projet est également très complémentaire des projets « investissement d'avenir » PHENOME, SUNRISE et RAPSODYN auxquels le CETIOM participe et qui sont consacrés à la mise au point de technologies innovantes pour le phénotypage haut débit.

3.1.3. ARVALIS – INSTITUT –TOULOUSE (MIDI-PYRÉNÉES)

ARVALIS - Institut du végétal est un institut technique bénéficiant d'une double qualification délivrée par les pouvoirs publics : Institut technique agricole (membre de l'ACTA) et Institut technique agro industriel (membre de l'ACTIA). Son objectif est de développer et transférer des techniques et des informations permettant aux agriculteurs de s'adapter aux besoins du marché, et de maintenir leur compétitivité, tout en préservant l'environnement.

Institut de recherche – développement, les activités d'ARVALIS – Institut du végétal recouvrent la production, le stockage et la conservation, l'utilisation pour l'alimentation humaine et animale ainsi que les usages non alimentaires des productions agricoles. Les équipes pilotent des études à différents niveaux d'échelle : la plante, la parcelle, l'exploitation et le territoire. Ses travaux concernent les filières céréales à paille (blé tendre, blé dur, orges, triticale, seigle, avoine, riz...), maïs (grain, fourrage, semences, doux), sorgho, protéagineux (pois, féveroles, lupins...), lins, pommes de terre, fourrages soit 23 millions d'ha et plus de 80% des terres cultivables françaises.

L'institut compte 400 collaborateurs répartis sur 27 stations de recherche et bureaux régionaux dont 175 ingénieurs.

Depuis 2002, ARVALIS – Institut du végétal est engagé dans le développement de services liés à la télédétection avec Astrium et le CETIOM. De plus, ARVALIS coordonne deux Unités Mixtes Technologiques (UMT), l'une spécialisée sur la gestion quantitative de l'eau (Toulouse), et l'autre sur les capteurs (Avignon).

Caractère stratégique du projet pour Arvalis

La mission d'Arvalis est de mobiliser son expertise pour permettre l'émergence de systèmes de production conciliant sur tout le territoire, compétitivité économique, adaptation aux marchés, et contribution positive aux enjeux environnementaux. Les travaux de recherche ont tous pour objectifs de transférer l'innovation aux producteurs et aux filières.

Très investi dans les outils d'aide à la décision, Arvalis souhaite poursuivre son implication dans le développement d'outils d'aide au pilotage des cultures avec tous les moyens technologiques disponibles. Arvalis développe des modèles agronomiques prenant en compte les prévisions météorologiques et consultables sur internet ou smartphones. Arvalis a été le concepteur des services de télédétection en grandes cultures avec Astrium, ayant donné naissance au service Farmstar et couvrant plus de 620 000 ha en blé, orge et colza (partenariat avec le CETIOM). Ce service est désormais accessible sur tout le territoire métropolitain. Arvalis est fortement engagé dans les projets de phénotypage haut débit portés par le Grand emprunt (Phénomène, Breedwheat et Amaizing). Arvalis souhaite maintenant étudier la faisabilité technique et économique de l'utilisation de la technologie des capteurs embarqués sur drones et en mesurer la complémentarité avec l'observation au sol, par homme ou capteur, et l'observation satellitaire.

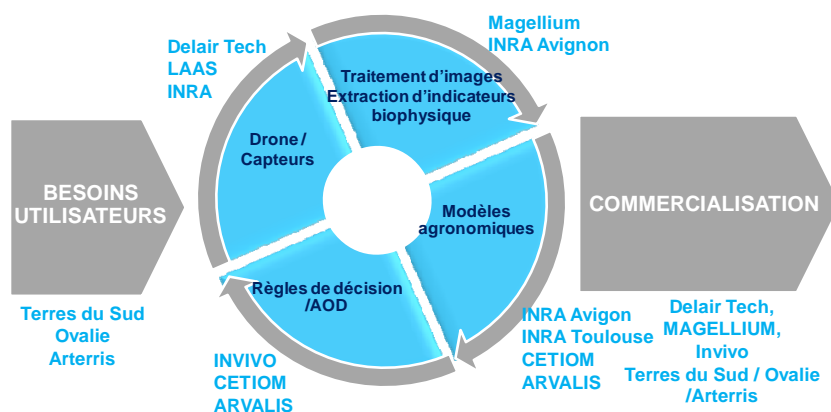
3.2. COMPLÉMENTARITÉ

Le projet AGRIDRONES-SERVICES sera donc mis en œuvre par un consortium composé de 10 partenaires ayant des domaines d'expertise complémentaires et couvrant toute la chaîne de valeur ajoutée : des besoins utilisateurs à la commercialisation, développement et jusqu'à la validation de la solution DRONE AGRIDRONES-SERVICES.

Le consortium est bien équilibré en termes de profils avec :

- 2 PME contributeurs techniques : Magellium et Delair-Tech
- 2 laboratoires et 2 centres/instituts techniques : LAAS, INRA, CETIOM, ARVALIS
- 3 utilisateurs finaux et experts métiers : Terres du Sud, Ovalie et Arterris (dont 2 ETI).

Les partenaires du consortium mobilisent ainsi des expertises qui se répartissent suivant les 4 grands axes du projet :



La répartition des compétences et rôles dans le projet s'effectuera de la façon suivante :

- **Terres du Sud** : coordination du projet. Référent sur les problématiques **Blé meunier**, utilisateur final de la solution et territoire d'expérimentation
- **Arterris Innovation** : Référent sur les problématiques **Blé dur et Tournesol**, utilisateur final de la solution et territoire d'expérimentation
- **Ovalie Innovation** : Référent sur les problématiques **Colza et Maïs**, utilisateur final de la solution et territoire d'expérimentation
- **Magellium** : brique traitements d'images à la fois pour l'amélioration des images brutes et pour l'extraction des indicateurs biophysiques, développement de l'infrastructure pour le stockage, le traitement des images et la diffusion des indicateurs biophysique ;
- **Delair-Tech** : brique drone : conception, intégration de la charge utile, développement des lois de commande ;
- **INVIVO** : brique règles de décision et OAD ;
- **LAAS** : étude de l'apport des télémètres Laser embarqués, scénarii de déploiement des drones ;
- **INRA** :
 - **Toulouse** : expérimentation au champ, comparaison des indicateurs obtenus par traitement aux observations,
 - **Avignon** : brique capteur, télédétection : transformation des signaux du capteur en caractéristique d'état du couvert et brique modèle agronome, **fertilisation** ;
- **CETIOM** : définition des indicateurs agronomiques d'intérêt brique modèles agronomiques et règles de décision : **tournesol et colza** ;
- **ARVALIS** : définition des indicateurs agronomiques d'intérêt, briques modèles agronomiques et règles de décision pour **blé et maïs**.

4. DEROULEMENT DU PROJET

4.1. APPROCHE TECHNIQUE ET METHODOLOGIQUE

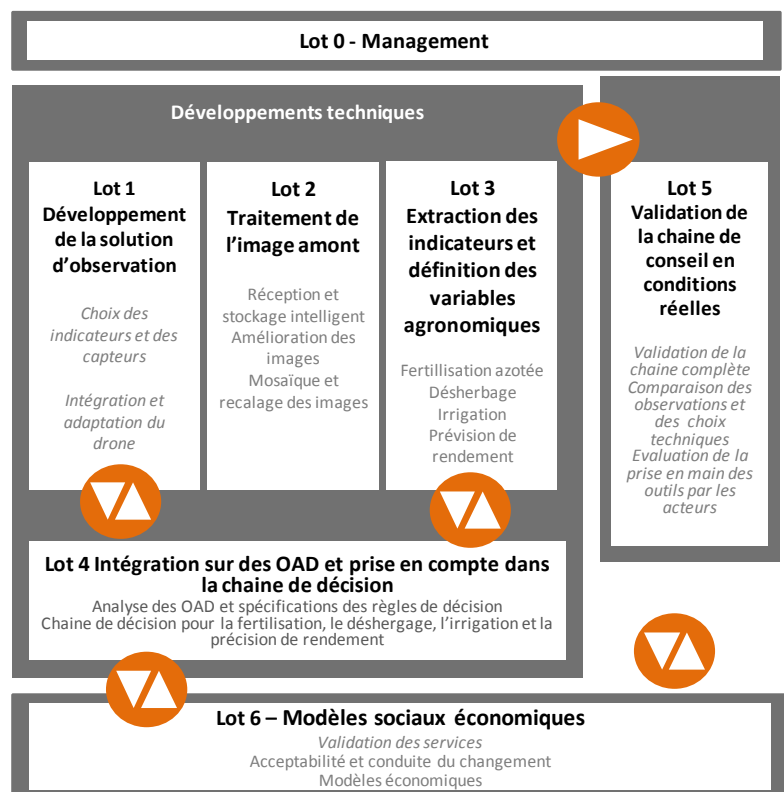
Le projet vise à développer et tester en conditions réelles des services de bout en bout pour l'observation des grandes cultures, allant de la collecte d'informations jusqu'au conseil à l'agriculteur pour la gestion parcellaire et intra-parcellaire des cultures et des bassins versants en considérant les problématiques suivantes :

- Intégration et adaptation des fonctionnalités existantes pour gagner en efficacité et en coût par prise en compte de modèles agronomiques en développant les traitements d'images nécessaires sur les problématiques : fertilisation azotée du blé et du colza,
- Développement de nouvelles fonctionnalités en développant de nouveaux modèles grâce à l'utilisation du drone en termes de résolution centimétrique, réactivité. Le projet se concentrera sur les enjeux pour l'agriculture de précision tels que :
 - Le désherbage pour toutes les cultures
 - L'appui à l'irrigation pour les cultures de maïs et tournesol
 - La prévision de rendement pour toutes les cultures.

Remarque : Le choix de ces problématiques est ressorti d'une première analyse de l'état de l'art et des enjeux sociaux économiques à venir des agriculteurs et des coopératives qui sera continuée tout le long du projet.

En prenant en compte l'ambition du projet, le découpage a donc été effectué autour des objectifs et des verrous technologiques à lever. Les compétences des partenaires, leurs apports ont été pris en compte pour la répartition des activités et l'animation des tâches.

Le consortium d'AgriDrones-Services propose de mettre en œuvre un programme de travail progressif et itératif en six étapes principales comme illustré ci-dessous.



Les principaux jalons du projet sont présentés ci-après :

Numéro	Nom	Lot concerné	Date (T0+xmois)
J1	Réunion de lancement	Lot 0	T0
J2	Réunion pour valider les indicateurs et les capteurs	Lot 1	T0+10
J3	Réunion pour valider les systèmes drone+capteur qui seront testés sur différentes applications	Lot1	T0+15
J4	Validation des nouvelles intégrations de capteur pour tests ponctuels	Lot 1	T0+30
J5	Réunion de validation du système de stockage des images	Lot 2	T0+10
J6	Algorithmes pour les indicateurs biophysiques et validation initiale	Lot 3	T0+24
J7	Modèles de transformation en variables agronomiques et validation initiale	Lot 3	T0+24
J8	Validation approfondie des indicateurs biophysiques et des variables agronomiques. Recommandations pour de possibles améliorations.	Lot 3	T0+36
J9	Plateforme d'échanges d'informations entre DELAIR'TECH et MAGELLIUM	Lot 4	T0+22
J10	Réunion de validation de la chaîne de conseil	Lot 4	T0+28
J11	Réunion de bilan de l'année culturale 1	Lot 5	T0+24
J12	Réunion de bilan de l'année culturale 2	Lot 5	T0+36
J13	Réunion de validation des visions d'exploitation des services	Lot 6	T0+30
J14	Revue Finale	Lot 0	T0+48

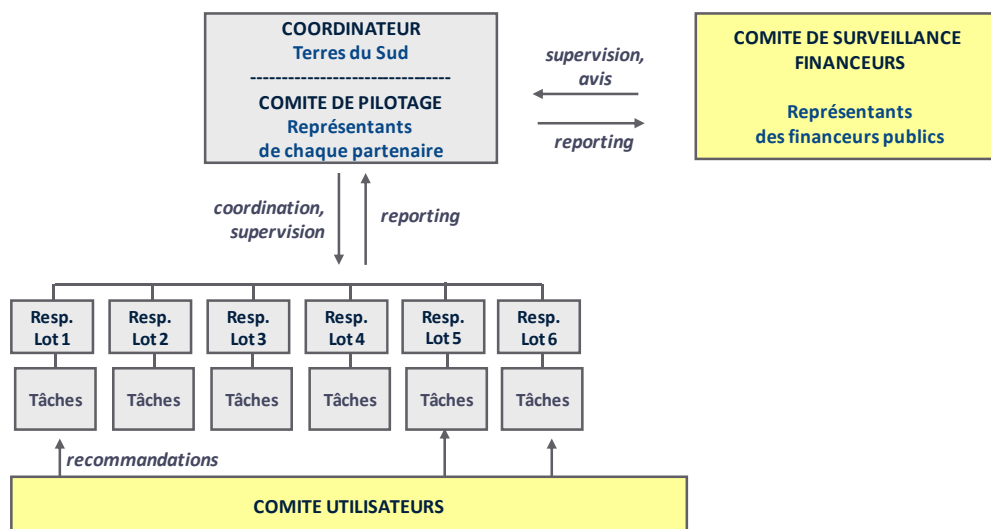
Les principaux livrables sont :

Numéro	Nom	Lot	Date de livraison (T0+xmois)
L0.1	Plan de route du projet	Lot 0	T0+1
L0.2	Rapport final	Lot 0	T0+30
L1.1	Choix d'un ou de plusieurs systèmes drone + capteur pour différentes applications	Lot 1	T0+12
L1.2	Algorithmes de navigation par flotte de drones intégrés au système	Lot 1	T0+24
L1.3	Intégration de nouveaux capteurs disponibles depuis le lancement du projet	Lot 1	T0+30
L2.1	Design du système de stockage des images	Lot 2	T0+9
L2.2	Démonstrateur de traitement des images pour l'obtention d'une ortho-mosaïque	Lot 2	T0+18
L2.3	Démonstrateur de traitement des images pour l'extraction des indicateurs en fonction des modèles agronomiques	Lot2	T0+24
L3.1	Liste des indicateurs biophysiques et variables agronomiques et justification	Lot 3	T0+6
L3.2	Description des algorithmes de calcul des indicateurs biophysiques (ATBD) et pseudo-codes associés	Lot 3	T0+24
L3.3	Rapport de validation des indicateurs biophysiques	Lot 3	T0+36
L3.4	Description des modèles de transformation en variables agronomiques	Lot 3	T0+24
L3.5	apport de validation de l'estimation des variables agronomiques	Lot 3	T0+36
L4.1	Spécifications pour le développement de la chaîne de calcul, jeu de test	Lot 4	T0+28
L4.2	Chaîne de calcul : indicateurs biophysiques + variables d'entrée -> sorties « brutes ». Récupération des données d'entrée, échanges entre partenaires automatisés	Lot 4	T0+42
L4.3	Livrables des conseils. Fin de la chaîne : sorties « brutes »-> livrables	Lot 4	T0+42
L5.1	Rapport de faisabilité par phénomène année culturale 1	Lot 5	T0+24
L5.2	Rapport de faisabilité par phénomène année culturale 2	Lot 5	T0+36
L5.3	Rapport de synthèse de faisabilité par phénomène	Lot 5	T0+42
L6.1	Recueil des perceptions agriculteurs et technicien de la chaîne de conseil sur les territoires tests et avis de positionnement	Lot 6	T0+48
L6.2	Etude de marché et modèles économiques à mettre en œuvre	Lot 6	T0+48

4.3. PILOTAGE ET COORDINATION

4.3.1. STRUCTURE

La structure de pilotage et coordination du projet AGRIDRONES-SERVICES peut être représentée comme suit :



Le coordinateur

La coordination du projet sera réalisée par Terres du Sud. Terres du Sud sera à ce titre responsable, du bon déroulement global du projet. Terres du Sud sera en charge de la supervision et le contrôle de l'avancement des travaux et partagera avec l'ensemble des partenaires la responsabilité de l'exécution des tâches techniques. Terres du Sud sera l'unique point de contact pour toutes les questions d'ordre contractuel, administratif, financier et techniques liées au projet.

Le Comité de Pilotage

Le Comité de Pilotage du projet sera constitué d'un représentant de chaque partenaire. Le Comité de Pilotage est l'organe de supervision et de prise de décision le plus haut du consortium. Il est responsable de l'orientation stratégique du projet pour assurer que les objectifs définis sont atteints. Il sera présidé par le coordinateur.

Les responsables de lots

Le projet est structuré en lots de travail dont la responsabilité générale est allouée à des responsables de lot qui assureront le pilotage des activités au sein de leur(s) lot(s).

Chaque lot de travail est découpé en tâches. Chaque tâche est conduite par un responsable de tâche qui sera responsable, vis-à-vis du responsable de lot, de l'avancement et de l'exécution des travaux prévus.

D'une manière générale, chaque partenaire s'engage à mettre en œuvre tous les moyens nécessaires afin d'atteindre les objectifs définis dans le présent document.

Le Comité de Surveillance Financeurs

Le Comité de Surveillance Financeurs supervisera l'avancement des travaux et s'assurera de la conformité de ceux-ci avec le programme de travail initial.

Le Comité Utilisateurs

L'implication des utilisateurs finaux tout au long du projet sera un facteur clé de succès. Un Comité Utilisateurs sera constitué au début du projet, pour s'assurer que le dispositif qui sera développé répondra au plus près aux besoins de tous les utilisateurs. Le Comité Utilisateurs aura un rôle consultatif ; à ce titre, il donnera des recommandations quant à la définition des fonctionnalités à couvrir par la solution Drone AGRIDRONES-SERVICES, interviendra dans les phases de validation et de définition des modèles opérationnels et économique. Il réunira des interlocuteurs sollicités lors de la phase de montage du projet mais aussi d'autres représentants et sera animé par OVALIE.

4.3.2. RÉUNIONS ET OUTILS

Des **réunions d'avancement trimestrielles** entre les partenaires seront organisées pour évaluer le déroulement des différents lots de travail, identifier les risques et difficultés et y apporter des solutions.

En plus de ces rendez-vous périodiques, le projet sera rythmé par des **réunions de jalons** garantissant le respect du phasage détaillé. Ces points de passage obligés autoriseront la transition d'une phase du développement à la suivante.

Parallèlement, **des réunions annuelles ou bi-annuelles avec le Comité de Surveillance Financeurs** permettront aux financeurs de juger de la qualité du travail réalisé et vérifier la tenue des engagements pris.

Chaque réunion fera l'objet d'un compte rendu détaillé.

Un outil de travail collaboratif en ligne sera mis en place dès le début du projet pour partager les documents du projet (livrables, compte-rendu ...) entre les membres du consortium.

4.4. ANALYSE DES RISQUES

L'identification et la gestion des risques seront des points clés tout au long de la durée du projet pour en assurer le succès. Pour une gestion efficace des risques, un processus continu d'identification sera mis en place au cours du projet dans le cadre des activités de reporting. Un répertoire de risques sera tenu et prendra en compte les aspects suivants : description du risque, évaluation de l'impact potentiel, probabilité, actions à mettre en œuvre pour contourner le risque, statut du risque (existe-t-il encore ?).

Les principaux risques identifiés à l'heure actuelle sont décrits dans le tableau ci-dessous.

Risque	Proba bilité ²	Impact ³	Plan de mitigation
Impossibilité d'extraire des indicateurs biophysiques performant à partir des images	L	H	Le projet utilisera des indicateurs validé pour les adapter aux problématiques des territoires du Sud-Ouest avant de développer vers de nouveaux indicateurs.
Pas d'adéquation entre les indicateurs et les observations terrains	M	L	Des comparaisons sont prévues dès le lot 3 pour valider l'adéquation et des itérations seront prévues pour plus de réactivité
Difficulté à décorréler les résultats des acquisitions des conditions météorologiques	L	M	Delair-Tech intégrera des capteurs de luminosité ambiante sur ces mini-drones et développera des algorithmes de réglage automatique de l'exposition et du gain en fonction de la météo
Impossibilité d'embarquer les capteurs nécessaires sur	L	M	Delair-Tech travaillera sur l'intégration de capteurs « nus » afin de limiter leur poids et faciliter leur

² H = Elevé, M = Moyen, L = Faible

³ H = Elevé, M = Moyen, L = Faible

des mini-drones			intégration au vecteur. Des vecteurs plus lourds pourront également être testés
Difficulté de mettre en place une infrastructure pour assurer le service bout en bout	L	H	Un sous-lot dédié à étudier cet élément permettra de développer une solution adaptée à chacun des intervenants dans le service : de l'acquisition à la délivrance du conseil à l'utilisateur
Difficulté de partage d'informations et à avoir un traitement en temps réel des informations acquises	M	M	Travail sur les interfaces multiples

5. BUDGET DETAILLE

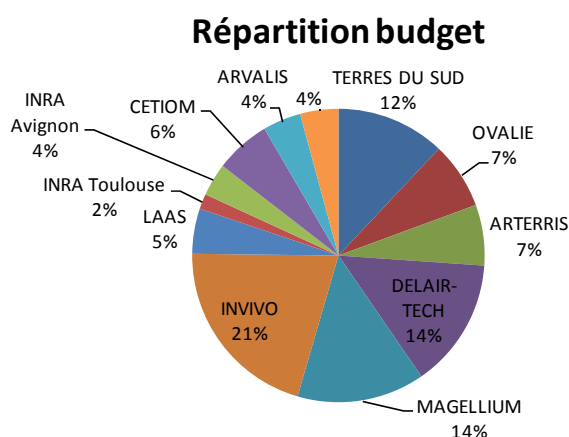
5.1. RÉPARTITION PAR PARTENAIRE

Le montant des subventions demandées est de **3 968,3k€**.

Les travaux proposés ne font pas l'objet d'autres demandes de financement que celle formulée dans le cadre du FUI 17.

Le détail de l'aide sollicitée par partenaire est présenté dans le tableau ci-dessous.

	Budget total (k€)
TERRES DU SUD	497
OVALIE	306
ARTERRIS	278
DELAIR-TECH	594
MAGELLIUM	581,8
INVIVO	857,7
LAAS	207
INRA Toulouse	69,6
INRA Avignon	150
CETIOM	330,3
ARVALIS	174



Les collectivités territoriales pourraient envisager de financer une partie de la subvention demandée et notamment le Conseil Régional d'Aquitaine et le Conseil Régional de Midi Pyrénées.

La solidité financière des PME a été vérifiée par le responsable de l'ingénierie financière de pôle Aerospace Valley. Celles-ci ont en effet présenté en amont du passage du projet en Comité de Labellisation leur plan de financement pour les travaux proposés.

La part du financement sollicité par les partenaires Recherche est de 22% de l'aide totale demandée comme le présente le tableau suivant :

	Budget
PME / ETI	49%
Acteurs de la recherche	22%
Autre	29%

5.1.1. TABLEAUX RÉCAPITULATIF DES HOMMES/MOIS PAR LOT PAR TÂCHE ET PAR PARTENAIRE

Lot	Terres du Sud	Ovalie	Arterris	Delair-Tech	Magellium	InVivo	LAAS	INRA Toulouse	INRA Avignon	CETIOM	ARVALIS
Lot 0 : Management	3,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lot 1 : Développement de la solution drone avec capteurs embarqués	0	0	0	35,3	2	0	54	0,9	0	1	0,9
Lot 2 : Traitement de l'image / Indicateur biophysique	0	0	0	0,5	46	6	0	0	0	0	0
Lot 3 : Indicateurs biophysiques	9	12,5	13,4	5,3	6	0	0	3	46	31,4	5,7
Lot 4 : Intégration sur les OAD et prise en compte dans les modèles de déploiement	0	0	0	0,5	0	52,9	0	0	0	2	5,1
Lot 5 : Validation terrain	18,5	7,2	8,1	5,8	3	0	0	4	0	1	2,8
Lot 6 : Modèles sociaux-économiques	7	4,4	4	0	4	0	0	0	0	0	0,6

5.1.2. TABLEAUX RÉCAPITULATIF DES DÉPENSES PAR LOT PAR TÂCHE ET PAR PARTENAIRE

Lot	Terres du Sud	Ovalie	Arterris	Delair-Tech	Magellium	InVivo	LAAS	INRA Toulouse	INRA Avignon	CETIOM	ARVALIS
Lot 0 : Management	59,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lot 1 : Développement de la solution drone avec capteurs embarqués	0	0	0	448,9	20,2	0	207,3	7,9	10	9,2	10,7
Lot 2 : Traitement de l'image / Indicateur biophysique	0	0	0	4,3	439,2	87,4	0	0	0	0	0
Lot 3 : Indicateurs biophysiques	111,3	153,4	139,3	71,5	55	0	0	26,5	130	216,2	62,7
Lot 4 : Intégration sur les OAD et prise en compte dans les modèles de	0	0	0	4,3	0	770,3	0	0	10	18,4	60,7
Lot 5 : Validation terrain	228,3	89	83,6	65,1	29,4	0	0	35,2	0	9,2	32
Lot 6 : Modèles sociaux-économiques	109	64	54,6	0	38	0	0	0	0	0	7,9

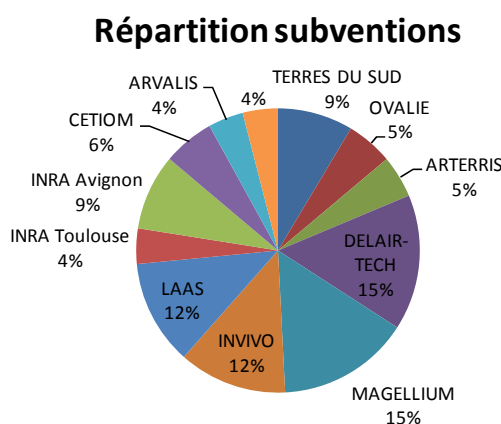
5.2. SUBVENTIONS DEMANDÉES

Le montant des subventions demandées est de **1 665,4k€**.

Les travaux proposés ne font pas l'objet d'autres demandes de financement que celle formulée dans le cadre du FUI 17.

Le détail de l'aide sollicitée par partenaire est présenté dans le tableau ci-dessous.

	Budget total (k€)
TERRES DU SUD	149,1
OVALIE	91,8
ARTERRIS	83,4
DELAIR-TECH	267,3
MAGELLIUM	261,8
INVIVO	214,4
LAAS	207
INRA Toulouse	69,6
INRA Avignon	150
CETIOM	132,1
ARVALIS	69,6



Les collectivités territoriales pourraient envisager de financer une partie de la subvention demandée et notamment le Conseil Régional d'Aquitaine et le Conseil Régional de Midi Pyrénées.

La solidité financière des PME a été vérifiée par les pôles AgriSudOuet Innovation et Aerospace Valley. Celles-ci ont en effet présenté en amont du passage du projet en Comités de Labellisation leur plan de financement pour les travaux proposés.

La part du financement sollicité par les partenaires Recherche est de 36% de l'aide totale demandée comme le présente le tableau suivant :

	Subvention
PME / ETI	46%
Acteurs de la recherche	36%
Autre	18%

Le LAAS mettra à disposition du personnel permanent (un directeur de recherche et un ingénieur de recherche) à hauteur de 90k€ pour la durée du projet pour lequel il n'est pas demandé de financement.

L'INRA Avignon mettra à disposition du personnel permanent (un directeur de recherche et un permanent chercheur) à hauteur de 90k€ pour la durée du projet pour lequel il n'est pas demandé de financement.

L'INRA Toulouse mettra à disposition du personnel permanent (un directeur de recherche, un ingénieur d'étude et un de recherche) à hauteur de 26,8k€ pour la durée du projet pour lequel il n'est pas demandé de financement.

5.3. INCITATIVITÉ DE L'AIDE

Globalement, le financement public aura un **effet de levier sur les dépenses de R&D** des partenaires et dotera en particulier les partenaires PME du projet AgriDrones-Services d'un potentiel très fort d'accélération pour arriver les premiers sur le marché.

L'aide agira comme un catalyseur sur la stratégie d'innovation des partenaires. Les sociétés auront la capacité de dégager de nouveaux moyens de R&D pour lever les verrous technologiques nécessaires au développement de la solution AgriDrones-Services à un coût raisonnable pour le marché visé.

Outre le soutien financier qu'elle apportera, l'aide permettra aussi aux partenaires de s'engager dans une démarche de partenariat technologique. Ils pourront ainsi accélérer leurs travaux de développement grâce à l'apport croisé d'expertise des autres partenaires.

L'aide donnera aussi l'occasion aux partenaires de lever des zones d'incertitudes sur des sujets techniques qu'ils ne pourraient pas assumer seuls car dépassant leurs propres champs de compétences.

L'aide apportée par les subventions aura des retombées en termes de développement économique et d'emplois.

Le projet permettra aux coopératives partenaires du projet de mettre en place une nouvelle offre de services. Elle permettra aux agriculteurs adhérents d'accéder à des outils pour leur permettre la mise en œuvre d'une agriculture de précision.

Il est important de noter enfin que le projet aura des retombées indirectes en termes d'emplois sur le secteur agricole.

6. EXPLOITATION DES RESULTATS ET PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT

6.1. POTENTIEL DE MARCHÉ

Marché visé et clients cibles

Les principales cibles de marché visées s'orientent autour des observations de cultures et de parcelles et des outils d'aide à la décision pour les applications de :

- Gestion de bassins versants des coopératives,
- Conseil personnalisé aux agriculteurs,
- Assurance sur l'agriculture,
- Respect de la réglementation et traçabilité des cultures.

La solution qui sera développée répondra aux attentes de plusieurs profils d'utilisateurs :

- Coopératives,
- Agriculteurs,
- Instance de surveillance (cf. lettre d'intérêt FREDON Midi Pyrénées),
- Centres techniques,
- Etc.

Potentiel de marché

En 2010, les pôles agricoles occupent près de 56% du territoire métropolitain. Il y a près de 490 000 exploitations agricoles en France en 2010 dont 2/3 sont des moyennes et grandes exploitations soit 93% de la superficie agricole. Elles recouvrent 29,5M d'hectares.

En France, les différentes cultures représentent (source : SSP) :

- 4,9Mha de blé tendre (2012)
- 0,4Mha de blé dur (2012)
- 1.7Mha de maïs grain (2012 mais 3.2 Mha de maïs au total)
- 0,7Mha de Tournesol (2012)
- 1,6Mha de colza (2012)

Soit un total de 9.3Mha en France

Les premiers agriculteurs ciblés par l'offre AgriDrones-Services sont les agriculteurs adhérents des 3 coopératives partenaires du projet qui représentent : **527 500 ha** en considérant les cultures blé, maïs, Colza et tournesol soit 5,7% des cultures du Sud-ouest.

La deuxième cible concerne les coopératives membres d'InVivo, soit 241 coopératives. Rapidement, l'offre AgriDrones-Services sera étendue à l'ensemble des grandes cultures en France seront visées par l'offre AgriDrones-Services.

La dernière cible concerne les marchés à l'international qui sont très demandeurs de ce type de services et sont déjà utilisateurs d'OAD basés sur des observations par satellites.

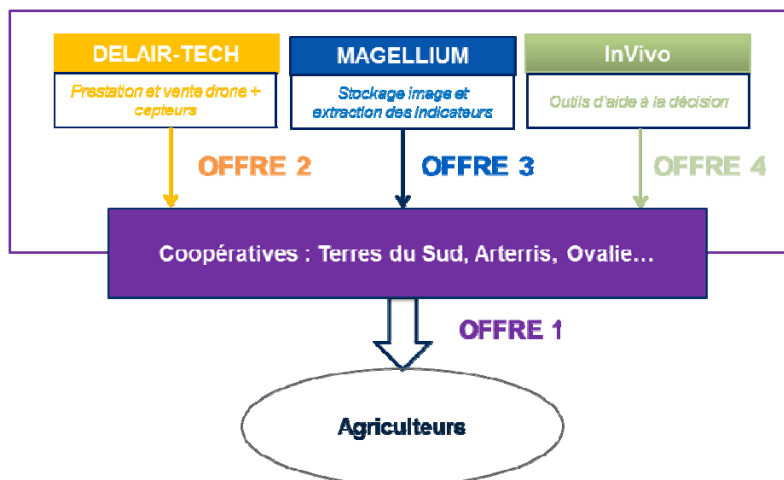
6.1.1. MODÈLE ÉCONOMIQUE ET L'OFFRE AGRIDRONES-SERVICES

L'enjeu du projet AGRIDRONES-SERVICES consiste à développer de nouveaux services innovants à très forte valeur ajoutée dans une logique de bout en bout.

Ces services seront développés et portés par les Coopératives pour renforcer leurs rôles de conseil aux agriculteurs. Mais ces services intéresseront aussi d'autres clients potentiels comme les instances de surveillance pour des applications variées : Gestion de bassins versants, Assurance, Respect de la réglementation et traçabilité des cultures.

Cependant, les partenaires se gardent la possibilité de créer une structure commune à l'issue du projet pour optimiser les flux d'information.

Pour la mise en œuvre de ces services globaux de 'bout en bout', les coopératives s'appuieront elles-mêmes sur trois types de prestataires conformément au schéma ci-dessous :



Les coopératives vendront aux agriculteurs adhérents des prestations de service, d'accompagnement ou d'assurance (OFFRE 1). L'enjeu est que cette offre soit acceptée par les agriculteurs tant en terme d'intervention externe dans leurs décisions qu'en terme de prix (de l'ordre entre 10 et 20€/ha). Ce prix comprendra pour l'agriculteur les survols de ses cultures, les traitements d'image, l'analyse avec les outils d'aide à la décision et les conseils personnalisés.

Delair-Tech commercialisera les prestations d'acquisition mais aussi le drone avec les capteurs nécessaires pour l'observation des grandes cultures (OFFRE 2). Les clients, qui achèteront les drones, seront :

- soit des structures opérant les drones pour le compte des coopératives,
- soit les coopératives elles-mêmes si elles souhaitent disposer de cette compétence en interne.

Magellium vendra aux coopératives les prestations de stockage et de traitement des images sur les différentes problématiques / cultures demandées (OFFRE 3).

InVivo (OFFRE 4) vendra des licences de ses outils d'aide à la décision qui tiendront compte des indicateurs biophysiques relevés dans les images traitées, en lien avec les instituts ou les centres techniques impliqués.

Les laboratoires, centres techniques mais aussi les coopératives partenaires qui auront contribué à la conception des modèles et à la définition ou l'utilisation de nouvelles règles d'aide à la décision récupéreront des Royalties de la vente des OAD par InVivo.

6.2. RETOMBÉES ÉCONOMIQUES DU PROJET POUR LES PARTENAIRES ET IMPACT SUR LE TERRITOIRE À COURT TERME

A court terme (d'ici à la fin du projet), les perspectives de développement du projet en matière de visibilité du projet, création d'activité sont détaillée ci-dessous.

6.2.1. VISIBILITÉ DU PROJET

Le projet aura des retombées positives pour les territoires impliqués à savoir principalement la région Aquitaine et la région Midi-Pyrénées et plus largement l'ensemble des territoires sur lesquels rayonnent les différentes coopératives impliquées dans le projet.

Le comité d'utilisateurs qui sera mis en place pour le suivi du projet participera activement à la visibilité du projet sur les différents territoires.

Au-delà des coopératives, les centres et instituts techniques serviront de vecteur de diffusion du projet. Les partenaires académiques du projet, qu'ils soient laboratoires publics ou centres techniques, valoriseront leurs travaux dans des articles scientifiques et conférences de haut niveau.

Les démonstrations en conditions réelles donneront de la visibilité au projet – des agriculteurs seront mis à contribution. Ils serviront de vecteurs de diffusion des AgriDrones-Services. Les living Lab de la plateforme DecidAIE seront utilisés dans le cadre du projet et contribueront fortement à sa valorisation. A l'issue du projet, l'ambition portée par les coopératives est de proposer une offre de service à forte valeur ajoutée aux agriculteurs Grandes Cultures, d'abord dans le Sud-ouest puis sur toute la France.

Le projet s'inscrit, de plus, dans le positionnement de la région Midi-Pyrénées en matière de drones.

Enfin, InVivo bénéficie d'ores et déjà de partenaires européens via lesquels le projet pourrait être valorisé.

6.2.2. PROTECTION INTELLECTUELLE

Un projet d'accord de consortium est présenté en Annexe 2. Celui-ci présente les premiers éléments de cadrage des engagements de chacun des partenaires, les grandes lignes de la répartition des droits de propriété et d'exploitation ainsi que les retours attendus.

6.2.3. CRÉATION D'ACTIVITÉ

Le projet représente un effort de 29,5 ETP réparti entre les différents partenaires du consortium.

Deux doctorants seront embauchés respectivement par le LAAS et l'INRA Avignon dans le cadre du projet. De plus, le LAAS prévoit d'un ingénieur ou post doctorant (18 mois).

6.3. RETOMBÉES ÉCONOMIQUES DU PROJET POUR LES PARTENAIRES ET IMPACT SUR LE TERRITOIRE À MOYEN TERME

6.3.1. PRIX DES PRESTATIONS ET PARTAGE DE LA VALEUR AJOUTÉE

D'après les trois coopératives impliquées dans le projet, le prix d'acceptation des agriculteurs pour le service rendu est estimé à 16€ par hectare et par an. Un abonnement leur serait proposé dans ce cadre par leurs coopératives.

Ce prix comprend la prestation d'observation de leurs cultures avec 4 survols par an (valeur ajoutée DELAIRTEC), la prestation de traitement des images (valeur ajoutée de MAGELLIUM), l'utilisation des outils d'aide à la décision (valeur ajoutée de IN VIVO) ainsi que les conseils prodigués par sa coopérative (ARTERRIS, OVALIE, ARTERRIS, voire toute autre coopérative).

A ce niveau de la réflexion, on a considéré que les quatre contributeurs à la chaîne de valeur se partageraient ces revenus de façon équilibrée (à raison de 4 euros chacun par hectare d'abonnement) :

- Prestation d'observation : Delair-Tech ou structures qui achèteront des drones.
- Prestation traitement d'images : Magellium avec Royalties aux centres de recherche pour l'utilisation des algorithmes d'extraction des indicateurs
- Prestation OAD : InVivo commercialisera auprès des coopératives l'ensemble des solutions logicielles nécessaires à la bonne mise en œuvre des différentes prestations de services issues de l'observation des cultures par image aérienne et touchera des royalties sur leur utilisation avec la structure qui commercialisera le service. Les coopératives partenaires et les centres techniques recevront des royalties dans le cas d'utilisation de règles de décisions dont ils sont propriétaires.
- Conseil des coopératives à leurs agriculteurs en exploitant les services AgriDrones. **Avec cette offre, l'objectif visé par les coopératives est de renforcer leurs rôles de conseil vis-à-vis de leurs adhérents.**

Dans le Sud-Ouest au moins, ce serait a priori les coopératives qui encaisseraient les recettes globales (16 euros par hectare et par an) et reverseraient leurs quotes-parts aux trois autres contributeurs.

Afin de capter l'ensemble des débouchés économiques liés au projet au-delà des marchés propres des coopératives impliquées dans le projet, il pourra être envisagé de créer une structure de portage de l'offre AgriDrones-Services à la fin du projet(en créant par exemple une start-up dédiée).

6.3.2. PREMIÈRE ESTIMATION DE REVENUS

Première estimation des revenus en France

Au-delà de la vente par les coopératives partenaires, le marché visé est le marché national qui représente 9.3Mha de cultures.

La progression sur le marché national proposée est :

- Lors de la première année : vente uniquement sur les coopératives partenaires sur des agriculteurs d'ores et déjà identifiés
- Pour les 4 années suivantes : une progression jusqu'à 20% des grandes cultures en France.

Surface couverte	N	N+1	N+2	N+3	N+4
Nombre d'hectares Grandes cultures (maïs, blé, colza, tournesol) couverts par la solutions	21 100	372 000	930 000	1 116 000	1 860 000
TOTAL SURFACE (ha)	21 100	372 000	930 000	1 116 000	1 860 000

Le calcul a été fait avec la répartition suivante : les 4 prestataires qui contribuent ainsi à la chaîne de valeur ajoutée se partageront les revenus de la façon suivante :

- Prestation drone : 4€/hectare. *Base de calcul : le drone couvre 1500ha en 2 heures de vol et peut être piloté par un opérateur sur site. Sur ces 1500ha de surface couverte, on peut estimer que 750ha sont utiles. Ce survol représente un coût de 750€ (l'opérateur est facturé 350€ par jour pour un vol de 2 heures à 150 € - il faut rajouter en sus des frais de déplacements estimés à 100€). Cela représente 1€ l'hectare à chaque vol, soit 4€ sur l'année (à raison de 4 survols chaque année).*
- Prestation traitement d'images : 4€/hectare
- Prestation OAD : 4€/hectare
- Prestation conseil à l'agriculteur : 4€/hectare

Les perspectives de chiffres d'affaires des principaux partenaires qui en découlent sont présentées ci-après :

VENTE PRESTATION		N	N+1	N+2	N+3	N+4
Prestation d'observation pour Delair-Tech	4€/hectare	84 400	1 488 000	3 720 000	4 464 000	7 440 000
Prestation traitement d'images pour Magellium	4€/hectare	84 400	1 488 000	3 720 000	4 464 000	7 440 000
Prestation OAD pour InVivo	4€/hectare	84 400	1 488 000	3 720 000	4 464 000	7 440 000
Valeur ajoutée des coopératives pour leurs prestations de conseil (une fois qu'elles auront soustrait les achats aux autres contributeurs)	4€/hectare	84 400	1 488 000	3 720 000	4 464 000	7 440 000
TOTAL REVENUS		337 600 €	5 952 000 €	14 880 000 €	17 856 000 €	29 760 000 €

Zoom particulier sur le marché captif des coopératives partenaires du projet dans le Sud-Ouest

Les tableaux ci-dessous présentent le cas particulier des revenus qui seraient générés sur le seul territoire du Sud-ouest par les coopératives partenaires du projet AgriDrones-Services auprès d'adhérents qu'ils ont déjà identifiés.

Ces coopératives sont à l'initiative du projet et ont donc d'ores et déjà pu estimer le besoin sur leur territoire respectif. Sur la base du retour de leurs adhérents, elles estiment que 5 ans après la fin du projet, **l'offre AgriDrones-Services aura pénétré 30% du marché total accessible que représentent les surfaces de l'ensemble de leurs agriculteurs.**

VENTE SERVICE ARTERRIS		N	N+1	N+2	N+3	N+4
Nombre d'hectares couverts		10 000	25 000	30 000	50 000	75 000

VENTE SERVICE OVALIE		N	N+1	N+2	N+3	N+4
Nombre d'hectares couverts		6 700	16 750	20 100	33 500	50 250

VENTE SERVICE TERRES DU SUD		N	N+1	N+2	N+3	N+4
Nombre d'hectares couverts		4 400	11 000	13 200	22 000	33 000

Sur la même base de calcul qu'au niveau national, **le seul marché captif des Coopératives impliquées dans le projet représenterait plus de 2,5M€ en 2020.**

VENTE PRESTATION TERRES DU SUD		N	N+1	N+2	N+3	N+4
Prestation d'observation pour Delair-Tech	4€/hectare	17 600	44 000	52 800	88 000	132 000
Prestation traitement d'images pour Magellium	4€/hectare	17 600	44 000	52 800	88 000	132 000
Prestation OAD pour InVivo	4€/hectare	17 600	44 000	52 800	88 000	132 000
Valeur ajoutée des coopératives pour leurs prestations de conseil (une fois qu'elles auront soustrait les achats aux autres contributeurs)	4€/hectare	17 600	44 000	52 800	88 000	132 000
TOTAL REVENUS de la vente de services		70 400 €	176 000 €	211 200 €	352 000 €	528 000 €

VENTE PRESTATION OVALIE		N	N+1	N+2	N+3	N+4
Prestation d'observation pour Delair-Tech	4€/hectare	26 800	67 000	80 400	134 000	201 000
Prestation traitement d'images pour Magellium	4€/hectare	26 800	67 000	80 400	134 000	201 000
Prestation OAD pour InVivo	4€/hectare	26 800	67 000	80 400	134 000	201 000
Valeur ajoutée des coopératives pour leurs prestations de conseil (une fois qu'elles auront soustrait les achats aux autres contributeurs)	4€/hectare	26 800	67 000	80 400	134 000	201 000
TOTAL REVENUS de la vente de services		107 200 €	268 000 €	321 600 €	536 000 €	804 000 €

VENTE PRESTATION ARTERRIS		N	N+1	N+2	N+3	N+4
Prestation d'observation pour Delair-Tech	4€/hectare	40 000	100 000	120 000	200 000	300 000
Prestation traitement d'images pour Magellium	4€/hectare	40 000	100 000	120 000	200 000	300 000
Prestation OAD pour InVivo	4€/hectare	40 000	100 000	120 000	200 000	300 000
Valeur ajoutée des coopératives pour leurs prestations de conseil (une fois qu'elles auront soustrait les achats aux autres contributeurs)	4€/hectare	40 000	100 000	120 000	200 000	300 000
TOTAL REVENUS de la vente de services		160 000 €	400 000 €	480 000 €	800 000 €	1 200 000 €

6.3.3. INDUSTRIALISATION ET DÉVELOPPEMENT COMMERCIAL

Au-delà de la vente d'AgriDrones-Services, Delair-Tech prévoit la vente d'une centaine de drones. La phase d'industrialisation sera prise en charge par Delair-Tech qui assurera la production des drones, l'intégration des capteurs, la commercialisation, la maintenance et la formation.

Pour Delair-Tech, cela permettra de mettre au point une technologie qui pourra être commercialisée à l'international avec des avantages concurrentiels très différenciateurs.

La solution développée dans le cadre du projet va permettre aux coopératives agricoles de développer une nouvelle offre de service pour s'inscrire dans une démarche d'agriculture durable et de précision. En termes de développement économique, AgriDrones-Services favorisera l'activité économique d'un territoire rural et agricole, participera à l'attractivité des métiers de techniciens pour l'agriculture et contribuera à la préservation des emplois dans ce domaine. Une première estimation des retombées pour l'agriculteur est proposée dans le paragraphe suivant.

6.3.4. ESTIMATION DES RETOMBÉES POUR L'AGRICULTEUR

Au delà des retombées pour les partenaires du projet, l'offre AgriDrones-Services va permettre aux agriculteurs de faire des économies de coûts selon les phénomènes et les cultures.

Une première simulation de ces économies a été effectuée sur le cas du désherbage dans le cas des coopératives partenaires.

Ce travail sera fait pour chacune des problématiques étudiées au cours du projet.

Blé

Niveau d'infestation	Faible	Moyen	Fort
Prix désherbage	0 à 50 €	40 à 70 €	40 à 100 €
Economies drones	20 à 80 %	30 à 80 %	50 %
% des surfaces sur lesquelles on peut faire des économies	80 %	50 %	30 %

⇒ Il apparait un réel intérêt du drone pour cette culture.

Colza

Actuellement il n'existe pas de produit pour faire des traitements post-désherbage, les agriculteurs ne réalisent que des traitements préventifs de manière quasi-systématique.

L'arrivée possible de produit « post » d'ici 2 à 3 ans montre l'intérêt possible du drone.

	Coût	Economie possible de la dose pleine	% des surfaces sur lesquelles on peut faire des économies
Désherbage dose pleine	90 €	20 %	25 %
Désherbinage	20 € (binage) Total = 56 €	60 % (sur la dose pleine) = 36 €	5 %
Désherbage de rattrapage (conseil drones)	30 à 75 €	20 à 80 % si modulation	70 % des parcelles en rattrapage

⇒ Il y aura un véritable effet positif du drone pour la modulation des doses de rattrapage uniquement.

Maïs

90 % des traitements en post très précoce.

	Coût	Economie possible de la dose pleine	% des surfaces sur lesquelles on peut faire des économies
Désherbage dose pleine	50 €	25 %	10 %
Désherbinage	20 € (binage) Total = 40 €	60 % (sur la dose pleine) = 20 €	15 %
Désherbage de rattrapage (conseil drones)	30 à 50 €	0 à 50 %	30 à 80 % des parcelles en rattrapage

⇒ Effet du drone uniquement pour la modulation des doses de rattrapage, il faudra bien évaluer l'impact du coût du drone lors du lot 6.

Tournesol

Les besoins en désherbage sont fonction de l'année.

80 % des désherbages sont quasi-systématiques avant levée puis un binage si besoin → économie possible (cf. tableau)

20 % des parcelles en tournesol Clearfield → pas d'impasse et de modulation conseillées car problématique de tournesols sauvages

	Coût	Economie possible de la dose pleine	% des surfaces sur lesquelles on peut faire des économies
Désherbage dose pleine	80 à 90 €	20 %	80 %
Binage	20 € (binage) Total = 63 €	50 % (sur la dose pleine) = 43 €	30 %
Désherbinage	20 € (binage)	60 % (sur la dose pleine) =	10 %

	Total = 54 €	34 €	
Désherbage de rattrapage anti-graminée (conseil drones)	30 €	20 à 80 % si modulation	15 % des parcelles en rattrapage

⇒ Effet du drone que pour la modulation des doses de rattrapage mais effet limité. Il faudra calculer l'économie au coût du drone.

6.3.5. CRÉATION D'EMPLOI

Les coopératives considèrent que la solution développée via le projet AgriDrones-Services assurera une préservation de l'emploi et dynamisera leur activité par une agriculture durable et de précision. Le projet permettra le développement de nouveaux services et métiers techniques autour de l'agriculture et donc la création d'emplois au sein des coopératives.

Delair-Tech est en phase de pleine croissance et souhaite que chaque vente de systèmes corresponde à la création d'un demi-emploi dans les premières années. En prenant l'hypothèse que le marché agricole représente le tiers du chiffre d'affaires de l'entreprise et en se basant sur les prévisions commerciales de la société, cela correspond à 100 emplois créés d'ici 2020. Depuis sa création en mars 2011, Delair-Tech a déjà créé 20 emplois qu'elle compte conserver.

Grâce au projet, InVivo prévoit l'embauche d'une personne sur sa filiale Defisol.

7. PERTINENCE DE AGRIDRONES-SERVICES POUR LES POLES

Le projet entre dans les objectifs stratégiques des pôles AgriSudOuest Innovation et Aerospace Valley.

Tout d'abord, le projet s'inscrit dans les actions de rapprochement entre les Pôles AgriSudOuest Innovation et AEROSPACE VALLEY sur la thématique « **Drones et applications agricoles** ».

Ensuite, le projet porte sur le développement d'une solution pour l'agriculture de précision des grandes cultures basée sur un drone intégrant des capteurs et les traitements et outils numériques pour l'aide à la décision. Les coopératives du Sud-ouest ainsi que les PME Delair-Tech et Magellium pourront valoriser le projet pour accroître leur compétitivité en proposant une solution innovante et de nouveaux services ; ce qui aura de fortes retombées économiques sur les territoires des deux pôles.

7.1. PÔLE AGRISUDWEST INNOVATION

Concernant plus précisément le Pôle AgriSudOuest Innovation, le projet AgriDrones-Services est en adéquation avec les missions du pôle et plus particulièrement en lien avec l'axe thématique : « **améliorer l'efficacité des systèmes de production** ». Concernant le maillon production/collecte, l'enjeu est bien de produire plus et de meilleure qualité en utilisant moins de ressources, c'est de l'agriculture écologiquement intensive. Le projet AgriDrones-Services s'inscrit comme un projet phare de cet axe thématique en associant utilisation des nouvelles technologies telles que le drone aux problématiques des grandes cultures pour le développement d'outils permettant d'accompagner la prise de décision et d'agir sur les cultures en ce sens.

Ce projet est à l'initiative de 3 coopératives du Sud-ouest et sera coordonné par la coopérative Terres du Sud. Cette coordination révèle bien les attentes des utilisateurs finaux et leur implication dans ce projet. Celui-ci permettra le développement d'une nouvelle gamme de services à destination des agriculteurs dans une démarche d'**agriculture de précision**. Les changements qu'impliquera l'utilisation de l'approche AgriDrones-Services et l'acceptabilité auprès des agriculteurs seront pris en compte dans le projet.

7.2. PÔLE AEROSPACE VALLEY

Les solutions qui seront développées dans le projet AgriDrones-Services entrent en adéquation avec les activités du Pôle AEROSPACE VALLEY et plus précisément avec celles des **DAS NPTO et SE²L**:

- le déploiement et la coordination d'une équipe (escadron) de drones longue portée pour la réalisation de missions d'observation des grandes cultures;
- le choix et l'optimisation des capteurs à embarquer sur ces drones de moins de 2kg pour être en mesure de réaliser des relevés de terrain des bio-indicateurs nécessaires aux problématiques visées : fertilisation, irrigation, prévision de rendement, bio-surveillance ou encore prévision du risque et des accidents sur les cultures ;
- le développement des algorithmes de traitement d'images nécessaires à l'extraction des indicateurs biophysiques ainsi qu'au traitement des ombres portées par le drone sur le terrain
- le développement de nouvelles règles d'aide à la décision qui :
 - exploiteront non seulement les nouvelles capacités d'observation temporelles, spatiales et de précision apportées par l'imagerie drone longue portée de AgriDrones-Services au niveau parcellaire et intra-parcellaire pour les applications existantes de fertilisation azotée des cultures
 - intégreront aussi de nouveaux modèles agronomiques sur ces cas d'applications pour lesquels il n'existe pas aujourd'hui de système de télédétection pertinent, en choisissant parmi les applications identifiées : appui au pilotage de l'irrigation Maïs par détection de la floraison (recalage des stades important pour appuyer les outils de pilotage) ; Pilotage des interventions de fertilisation azotée, d'irrigation, prévision du risque maladies sur la culture de Tournesol ; Identification des parcelles à accidents ou aide à la prévision des récoltes au niveau d'un territoire et biosurveillance pluriannuelle à grande échelle des territoires pour le suivi de populations d'adventice ;

De plus, comme cela a été décrit dans le document, le projet est fortement innovant à la fois sur de l'innovation d'usage par la création de nouveaux services à forte valeur ajoutée pour les coopératives mais aussi sur de l'innovation technologique par la levée d'un ensemble de verrous.

Enfin, le projet aura un fort impact en termes de **développement durable**. En effet, la solution développée permettra une meilleure gestion des cultures avec notamment une réduction ou une optimisation des intrants

FIN DU DOCUMENT