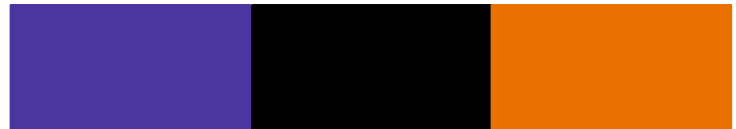


## Mission Innov'Action 2016-2017

*“Collaborer pour innover, c’est favoriser la résilience”*

Version finale du 26 Février 2017

Hugo BOICHAT    Vincent CERUTTI  
Emma DELGOULET    Quentin LAM  
Thomas LOUYOT    Weronika SPIEWAK



Projet SYNEGREL : redynamiser la filière de protection anti-grêle de l’entreprise Lacroix.

**Comment valoriser la solution de protection anti-grêle de Lacroix afin de redynamiser économiquement sa filière agricole ?**

## SOMMAIRE

<b>1. REMERCIEMENTS</b>	<b>3</b>
<b>2. SYNTHÈSE</b>	<b>4</b>
<b>3. SYNEGREL : COMMENT REDYNAMISER ÉCONOMIQUEMENT LA FILIÈRE ANTI-GRELE ?</b>	<b>5</b>
<b>3.1) LES OBJECTIFS DE L'ENTREPRISE PROBLÉMATISÉS</b>	<b>5</b>
<b>3.2) REFORMULATION DU SUJET AUTOUR D'UNE THÉMATIQUE INNOVANTE</b>	<b>5</b>
<b>4. L'ENTREPRISE LACROIX CENTRALISATEUR DE BESOINS MULTIPLES</b>	<b>6</b>
<b>4.1) UN CONCEPT INNOVANT QUI ENGLOBE DES BESOINS À PLUSIEURS NIVEAUX</b>	<b>6</b>
<b>4.2) LES PROBLÈMES ACTUELS DE CHRISTOPHE DELAVIGNES</b>	<b>8</b>
<b>4.3) BUSINESS MODEL CANVAS</b>	<b>9</b>
<b>5. UNE SOLUTION ADAPTÉE AUX PRÉOCCUPATIONS ACTUELLES</b>	<b>9</b>
<b>5.1) DES CHOIX STRATÉGIQUES POUR RECONQUÉRIR LE MARCHÉ</b>	<b>9</b>
<b>5.2) UNE DÉMARCHÉ COMMERCIALE INÉDITE EN PHASE AVEC LES CANAUX DE DISTRIBUTION D'AUJOURD'HUI</b>	<b>10</b>
<b>5.3) LA VIABILITÉ DE L'OFFRE</b>	<b>11</b>
<b>6. SUITES À DONNER</b>	<b>12</b>
<b>7. LA DÉMARCHÉ ET LES ÉTAPES DE NOTRE TRAVAIL</b>	<b>13</b>
<b>7.1) ÉTABLIR UNE PROBLÉMATIQUE ET UN CONCEPT PRÉCIS</b>	<b>13</b>
<b>7.2) CIBLER LES POTENTIELS CLIENTS ET UTILISATEURS</b>	<b>13</b>
<b>7.3) LA RECHERCHE DE PARTENAIRES</b>	<b>13</b>
<b>8. ANNEXES</b>	<b>14</b>
<b>9. BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>23</b>

## 1. REMERCIEMENTS

Dans un premier lieu, nous tenons à remercier l'Ecole des Mines d'Albi ainsi que Béatrice Vacher, pour nous avoir donné l'opportunité de vivre cette expérience enrichissante qu'est le projet Missions Innov'Action. Nous voulons remercier également nos encadrants Aubin Maleville ainsi que Isabella Dufour-Baumgartner, qui nous ont guidé et conseillé tout au long de ce projet. Leurs critiques et points de vue nous ont permis d'avancer dans la bonne direction, de nous recadrer dans le droit chemin lorsque nous dérivions et de nous motiver toujours plus à pousser notre réflexion dans le projet.

Nous remercions chaleureusement Ségolène Le Mestre pour ses interventions de Design Thinking nous ayant permis de poser les fondements de l'innovation au travers de méthodes claires et utilisables à notre échelle.

Nous remercions vivement l'entreprise LACROIX pour nous avoir fait confiance sur ce projet et nous avoir apporté les outils dont nous avons besoin pour avancer au mieux.

Nous tenons tout particulièrement à remercier Jean-Luc Pinchot, Directeur de l'Innovation de l'entreprise, notre commanditaire et initiateur de ce projet. Son implication et sa disponibilité nous ont permis de vivre une expérience enrichissante tant sur le plan personnel que professionnel. Nous remercions également Amaury Delataillade, qui a été porteur du projet en collaboration avec M. Pinchot.

## 2. SYNTHÈSE

La **grêle** est de nos jours un acteur majeur dans la gestion des cultures pour les agriculteurs français et internationaux. Elle devient une préoccupation d'autant plus importante que les phénomènes météorologiques s'accroissent, deviennent plus fréquents causant de plus en plus de dégâts, en particulier dans le **monde agricole**.

Les utilisateurs cibles expriment un réel besoin quant à la **protection** d'une **surface étendue de cultures** (plus de 50 hectares de terres) à **forte valeur ajoutée**. C'est pourquoi, les potentiels utilisateurs du système attendent une solution efficace et garantissant une préservation majoritaire, si ce n'est totale, de leurs cultures.

Notre système de **drone protecteur de cultures** s'inscrit dans une démarche d'**innovation** regroupant à la fois une **fiabilité de protection** contre la grêle, des composants d'**agriculture de précision** ainsi qu'un couplage à un système de **détection météorologique**. En ces termes, notre système est polyvalent et complet afin de rentabiliser au maximum son achat pour l'utilisateur. Il dispose d'une plus-value d'exception jusqu'alors proposée par aucun autre acteur du marché actuel. Nous sommes conscients que l'agriculture de précision, que couvre l'analyse complète des sols et des cultures ainsi que l'étude topographique du terrain est un point majeur d'avenir pour les agriculteurs. C'est pourquoi nous avons fait le choix d'intégrer ces composants à notre concept.

Par ailleurs, nous devons engager un projet répondant aux besoins de l'entreprise Lacroix. Notre rôle est de proposer un système permettant de **redynamiser économiquement** et commercialement la filière anti-grêle de l'entreprise. Nous décidons donc de revoir complètement le système de distribution commerciale actuel de l'entreprise en proposant notamment un **système de location** du produit. Celui-ci se concrétise par la possession d'un drone au sein d'une coopérative agricole par exemple, d'un radar météorologique, de la formation d'un ou plusieurs agriculteurs au décollage et suivi du drone ainsi qu'à la lecture des données météorologiques et des démarches de dérogations de survol auprès des autorités concernées. Ce système permettra non seulement une rentabilité pour l'utilisateur, mais également une source de revenus constante pour l'entreprise au travers de la vente régulière des torches anti-grêle fixées sur le drone.

Ainsi, Lacroix se positionnera sur un marché plus ouvert fournissant un produit de technologie de pointe et répondant aux besoins du marché actuel. C'est grâce à ce concept que nous tentons de répondre aux objectifs et attentes de l'entreprise, en particulier sur le plan économique.

### 3. SYNEGREL : COMMENT REDYNAMISER ECONOMIQUEMENT LA FILIERE ANTI-GRELE ?

#### 3.1) LES OBJECTIFS DE L'ENTREPRISE PROBLEMATISES

Depuis des années, l'entreprise Lacroix fait partie des acteurs de la lutte contre la grêle. À l'heure actuelle, les solutions proposées par l'entreprise (torches hygrosopiques déployées via des fusées) ne sont plus adaptées à l'évolution des technologies et du marché. Ainsi, l'**usage** de sa gamme de produits doit être repensé.

Nous devons travailler sur le développement d'un nouveau **mode de déploiement** de la charge pyrotechnique de Lacroix. L'entreprise a d'ores et déjà réalisé quelques tests utilisant des drones dans d'autres domaines d'application et cette piste de recherche constitue le point névralgique du développement d'un nouveau concept dans la lutte anti-grêle.

Nous nous interrogeons donc sur les **méthodes de déploiement** de leurs torches hygrosopiques. Dans ce contexte, quelles pourraient-êtré les solutions innovantes respectant à la fois les normes écologiques et les objectifs économiques de l'entreprise ? Le drone est-il une alternative économiquement viable à la torche anti-grêle ou pourrait-il exister d'autres concepts ? Avec quelles parties prenantes l'entreprise pourrait-elle interagir afin de mener à bien ce projet ?

#### 3.2) REFORMULATION DU SUJET AUTOUR D'UNE THEMATIQUE INNOVANTE

Après avoir étudié les différentes solutions de protection proposées sur les marchés national et international et effectué des recherches documentaires, nous avons dégagé une problématique synthétisant le problème:

**“Comment valoriser la solution de protection anti-grêle de Lacroix afin de redynamiser économiquement sa filière agricole ?”**

Nous avons isolé dans un premier temps deux concepts : le drone et le ballon atmosphérique. Suite à des essais peu concluants réalisés par Lacroix sur le ballon, et après avoir étudié les nombreuses contraintes techniques intervenant dans ce concept, nous nous tournons vers le drone. Celui-ci est une solution **polyvalente** et **innovante** sur la marché de la protection anti-grêle, perçu comme l'outil technologique de demain et possédant déjà de multiples applications dans le domaine agricole.

Le **livrable** final du projet comprend: une **étude de marché** permettant de cibler les besoins des utilisateurs, un **dossier technique** détaillé sur la solution choisie et un **Business Plan** associé à cette solution.

La définition du projet sera lue au travers d'une proposition de valeurs qui s'intègre au cœur du Business Plan. Elle représente les différents produits et services créant de la valeur ajoutée pour le client. C'est ainsi que nous tâchons de mener notre projet, dans la prise de conscience d'objectifs précis de la part de l'entreprise Lacroix et du besoin exprimé par les utilisateurs.

## 4. L'ENTREPRISE LACROIX CENTRALISATEUR DE BESOINS MULTIPLES

### 4.1) UN CONCEPT INNOVANT QUI ENGLOBE DES BESOINS À PLUSIEURS NIVEAUX

Notre **drone multi-usages** découle d'un besoin à différents niveaux. Suite à notre **étude de marché**, nous nous concentrons sur la segmentation d'usage des exploitants agricoles indépendants ou des coopératives, regroupant en cumulé une **superficie supérieure à 50 hectares**. (cf. *Annexe - Segmentation d'usage*)

Le concept se doit de répondre à des contraintes d'**efficacité**, de **rapidité de déploiement** et d'un couplage à un système de **détection météorologique** dans le but d'intervenir le plus rapidement et efficacement possible. Un point d'honneur est également mis sur la **mobilité** afin de conserver l'atout majeur des torches hygrosopiques par rapport aux produits concurrents.

Le produit retenu est le **drone Boréal** fabriqué par l'entreprise AJS emportant les torches hygrosopiques directement à l'altitude préconisée (600 m environ) pour ensemercer un nuage grêleux. Ce drone est à **voilure fixe** ce qui lui confère la stabilité nécessaire pour se déplacer dans les zones turbulentes des nuages orageux.



Figure 1: Drone BOREL de l'entreprise AJS

Une des principales contraintes techniques est **l'emport de la charge utile**. Une torche pesant 800g, nous pouvons emporter entre 4 et 6 éléments par vol, ce qui couvre une surface de 2 à 4 km<sup>2</sup>. Cette surface sera amplifiée par l'ascension des sels grâce aux courants ascendants d'air chaud. (cf. *Annexe – Courants d'air ascendants*)

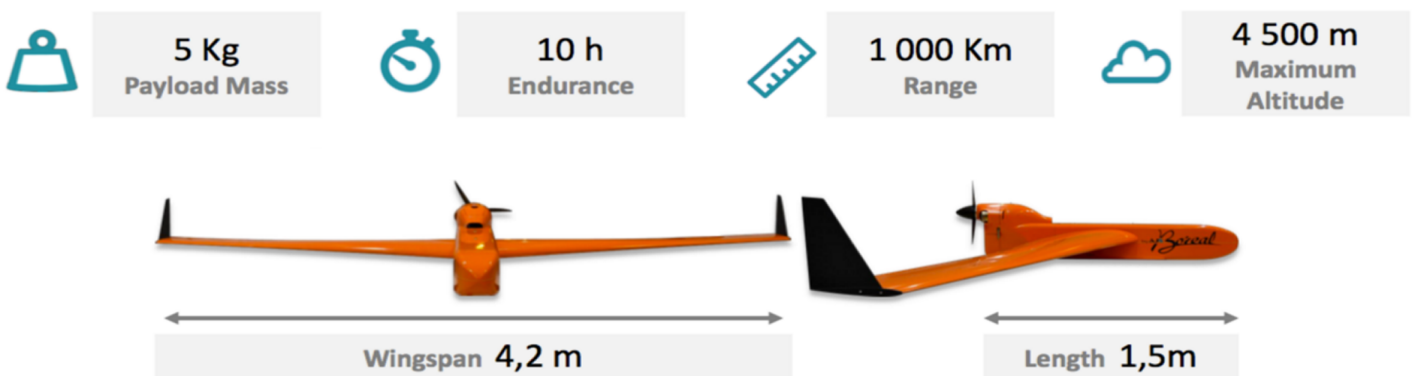


Figure 2: Caractéristiques techniques essentielles du drone BOREL

Par ailleurs, la contrainte du **positionnement des charges** sur le drone est cruciale.

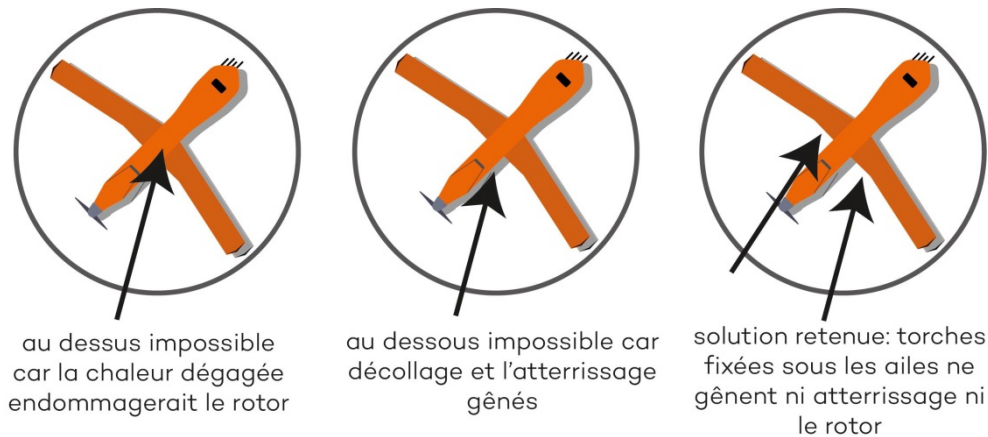


Figure 3: Positionnement des torches sur le drone

En outre, la **rapidité de déploiement** est optimale car le système complet se décompose en trois parties qu'il faut assembler au moment du décollage : le corps du drone, les ailes et la rampe de décollage. Le temps de déploiement est d'environ **20 minutes** considéré comme rapide contrairement à certaines technologies actuelles nécessitant une mise en route au moins 15 heures avant l'arrivée du nuage.



Figure 4: Le drone BOREAL sur sa rampe de lancement

Pour finir, le concept est couplé avec un **système de détection** météorologique à bandes X SkyDetect produit par l'entreprise Selerys. Son mode d'action est simple : le radar analyse continuellement le ciel dans un **rayon de 30 km** et prévient les utilisateurs par l'envoi d'un SMS en cas de risque de grêle. L'utilisateur doit ensuite suivre ces données météorologiques jusqu'au moment du déploiement pour localiser de manière précise le noyau grêlé et déployer le drone au meilleur moment.

## 4.2) LES PROBLEMES ACTUELS DE CHRISTOPHE DELAVIGNES

Nous avons décidé d'imager notre propos en développant un scénario d'usage retraçant le cycle d'utilisation du produit.

Christophe Delavignes, 37 ans, est agriculteur depuis 19 ans spécialisé dans la viticulture. Il a repris le domaine de son père à Gaillac et fait partie d'une coopérative vinicole regroupant 5 viticulteurs cumulant à eux tous 120 hectares de vignes. Christophe a subi d'importants dégâts suite à de forts orages grêlex détruisant 70% de sa parcelle à trois reprises. A l'époque, il était assuré contre la grêle et n'a pas été entièrement remboursé sur les trois épisodes. Il s'est donc tourné vers l'utilisation d'un système de protection anti-grêle. Il lui était impossible de placer des filets sur ses vignes pour des raisons pratiques et avait également besoin de surveiller ses cultures sans avoir nécessairement à se déplacer. Il s'est donc tourné vers la solution proposée par l'entreprise Lacroix : le drone protecteur de cultures surmonté de torches hygrosopiques et de composants d'agriculture de précision. Les acteurs de la coopérative ont communément décidé de louer le drone à l'entreprise. Christophe est la seule personne de la coopérative à avoir été formée par l'entreprise à l'utilisation du drone pour savoir quand et comment agir en cas d'orage de grêle.

Aujourd'hui, vendredi 13 Octobre 2017, Christophe et les agriculteurs de la coopérative reçoivent une alerte de leur radar météorologique sur leurs smartphones prédisant un orage potentiellement grêlex dans les quatre heures à venir. A partir de ce moment, il doit déployer au plus vite le système afin d'ensemencer le nuage à temps. Christophe ayant été formé à l'analyse des données météorologiques, il sait à quel moment il doit déployer le système pour protéger les parcelles suite à cette alerte. Il doit cependant suivre l'évolution de ces données continuellement afin de connaître précisément la position géographique du noyau grêlex. Au moment voulu, Christophe envoie les données de localisation au serveur du drone permettant alors à l'outil de tracer son plan de vol. Il se rend ensuite au hangar collectif où le drone est stocké. La mise en place sur la rampe de lancement s'effectue en 20 minutes. Une fois celle-ci prête à l'utilisation, le viticulteur lance le drone.

Lorsque le système est à hauteur suffisante (environ 600m d'altitude), les torches sont allumées les unes après les autres par le système pyrotechnique de Lacroix. Ainsi, les sels hygrosopiques contenus dans les torches sont diffusés dans les nuages grêlex. Ils réduisent la taille des grêlons et permettent de faire tomber la pluie à la place d'une chute de grêle désastreuse. Christophe contrôle sur une interface que le parcours du drone est effectivement respecté et qu'il ne sort pas de son plan de vol. Une fois que l'ensemencement est effectué, le drone atterrit à l'endroit prévu et l'agriculteur le récupère. En une trentaine de minutes il installe le drone sur la rampe de lancement pour sa future intervention et le range dans le hangar. Il pleut dans la soirée.

Le lendemain, Christophe décide d'analyser l'état de ses vignes. Il rentre un plan de vol dans le système de commande du drone et fixe les capteurs utiles à son opération sur le drone. Pendant une heure le système exécute sa trajectoire de vol tout en récoltant des données relatives aux cultures. Une fois l'opération terminée, Christophe range le drone et envoie les fichiers de données à Lacroix, qui sous-traite l'analyse de ces derniers à Drones Imaging. Christophe reçoit alors sous trois jours les résultats exploitables correspondant à ses besoins, sous forme par exemple de relevé topographique, de diagnostic agronomique ou encore de cartographie des zones en stress hydrique.



### 4.3) BUSINESS MODEL CANVAS

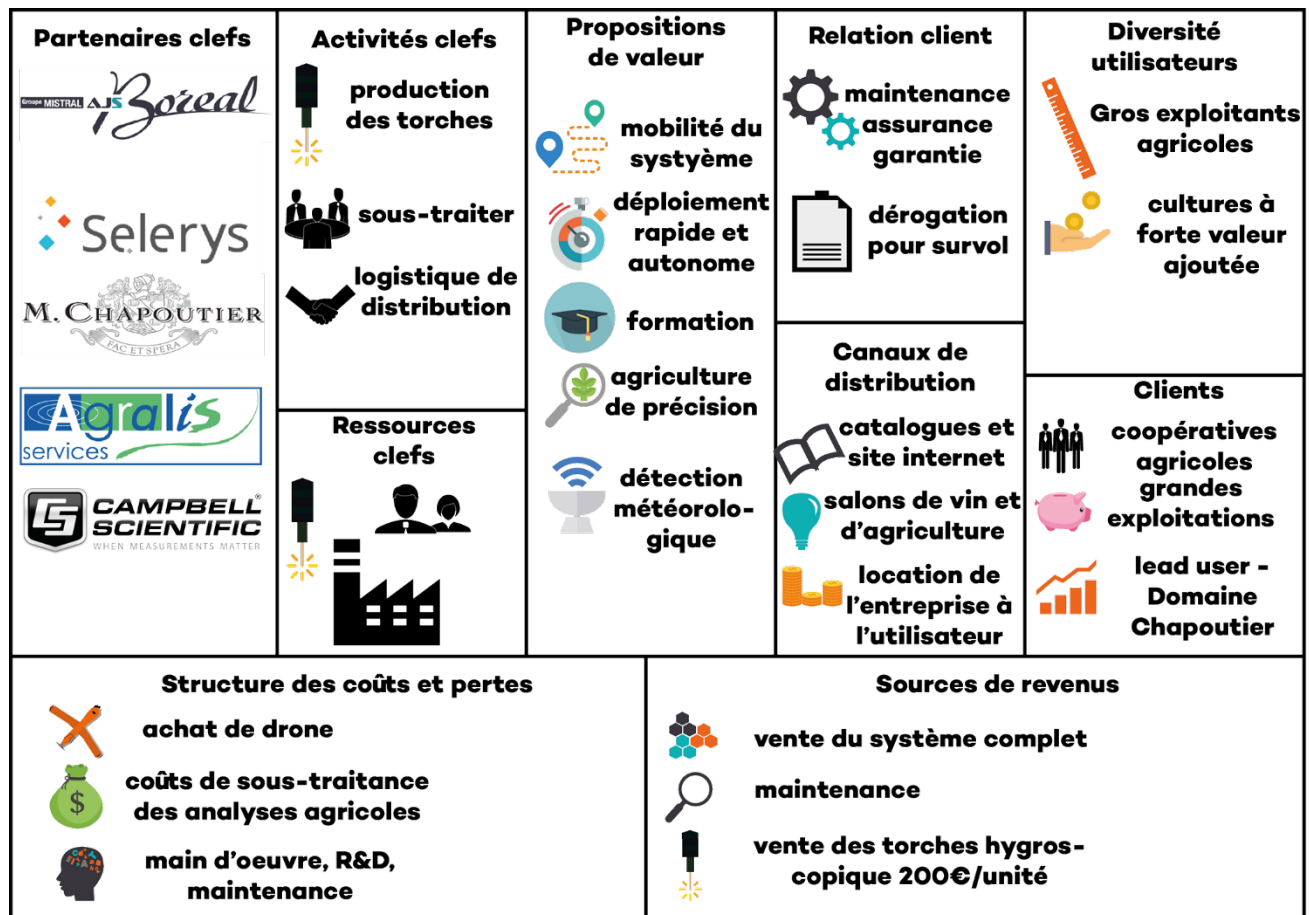


Figure 5: Business Model Canvas du projet

## 5. UNE SOLUTION ADAPTEE AUX PREOCCUPATIONS ACTUELLES

### 5.1) DES CHOIX STRATEGIQUES POUR RECONQUERIR LE MARCHÉ

Le système auquel nous devons penser initialement ne devait correspondre qu'à la **fonction protectrice** en réintégrant les torches anti-grêle déjà utilisées par Lacroix. Or, nous avons pris la décision de ne pas nous tourner uniquement vers la protection des cultures, mais aussi vers un **système complet** qui permettrait d'utiliser le produit dans diverses situations et contribuer à une grande polyvalence d'usage. Le concept protecteur repose donc sur l'**argument de confiance** et de **fiabilité** de l'entreprise Lacroix qui se positionne comme **leader de la pyrotechnie** sur le marché européen depuis sa création en 1848. Mais, nous avons également la volonté d'apporter un souffle d'innovation autour de la filière anti-grêle de Lacroix. C'est pourquoi le système intègre des éléments d'agriculture de précision. Ces composants ne seront en revanche pas conçus par l'entreprise Lacroix n'ayant aucune spécialisation dans ce domaine, mais seront sous-traités par des entreprises spécialisées afin d'assurer une qualité de pointe aux

utilisateurs. Notre objectif en finalité est de conclure divers partenariats avec tous les acteurs concernés par ces domaines afin de permettre une cohérence dans l'élaboration du projet.

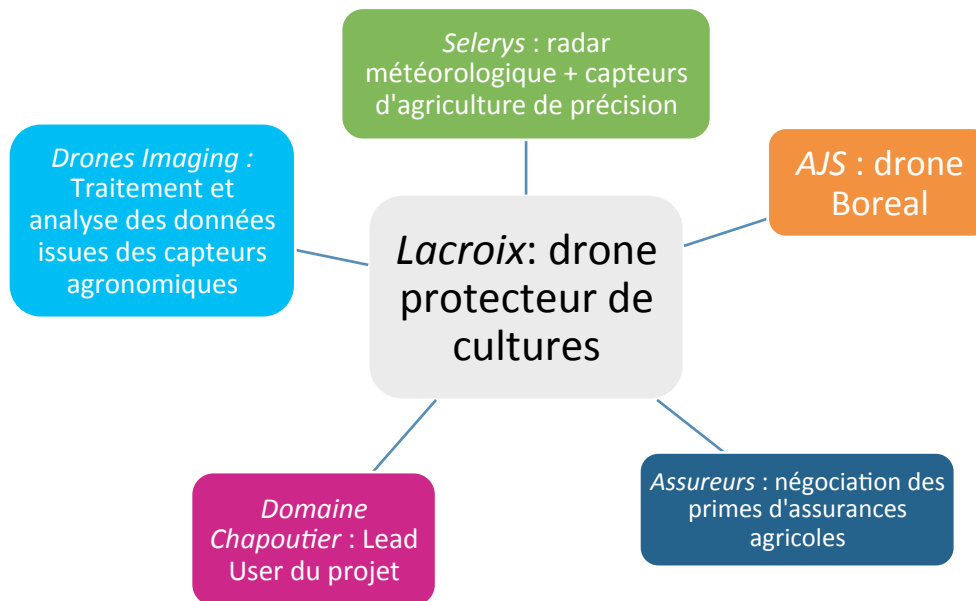


Figure 6: Schéma de partenariats autour du projet SYNEGREL

Nous sommes d'autre part conscients que les drones sont et seront de plus en plus soumis aux **réglementations** strictes des normes aériennes. Si l'obligation de détenir un brevet de pilote de drone n'est pas mentionnée dans la réglementation, celle-ci limite cependant les utilisations d'aéronefs sans pilote à quatre scénarios types décrits en annexe 6. Cependant, les survols de zones agricoles aux altitudes auxquelles nous comptons faire voler le drone outrepassent le cadre délimité par ces scénarios et doivent par conséquent être autorisés par une **dérogation particulière** à demande en amont auprès des autorités locales.

## 5.2) UNE DEMARCHE COMMERCIALE INEDITE EN PHASE AVEC LES CANAUX DE DISTRIBUTION D'AUJOURD'HUI

Nous avons la volonté de **dynamiser la chaîne de distribution** du produit en proposant un concept complet comprenant des services d'**assistance**, de **maintenance** et de **formation** à l'utilisation. Cela permettrait de fidéliser les clients et de permettre un suivi consciencieux d'une utilisation correcte et efficace du produit. L'assistance et la maintenance seront tenues par des **techniciens spécialisés**. La formation des utilisateurs au pilotage de drone sera réalisée par des professionnels en correspondance avec la réglementation aérienne en vigueur. Le cycle de formation est d'environ 10h pour apprendre à maîtriser le pilotage manuel d'un drone.

Par ailleurs, les formules de ventes ont été repensées afin de permettre à l'utilisateur une **flexibilité financière** importante. Le système sera vendu de manière traditionnelle sur des sites internet ou catalogues spécialisés, mais dans le cas où le prix serait trop important pour d'autres utilisateurs nous avons réfléchi à un **système de location**. Par exemple, une coopérative loue le drone directement à l'entreprise Lacroix ; celui-ci est stocké au sein de la coopérative et peut être utilisé par tous les membres de cette dernière. Néanmoins, le pilotage d'un tel drone est peu aisé



## 6. SUITES A DONNER

Notre projet au sein de l'école s'achève après 6 mois de travail. Nous avons pu proposer un système à l'entreprise Lacroix. Toutefois, le projet n'en est qu'à ses débuts et doit être poursuivi par l'entreprise. Celle-ci aura la tâche de reprendre le projet en approfondissant les points suivants:

1. Poursuivre le projet d'**automatisation** du drone. Le déploiement complètement autonome comme envisagé au début du projet pourrait être une des améliorations principales du système.

En pratique, l'utilisateur reçoit un **message** envoyé par le radar pour le prévenir d'une averse grêleuse. Ce message est également envoyé à un ordinateur qui traite les données météorologiques afin de réaliser le **plan de vol**. Le trajet est ensuite transmis au drone qui, une fois positionné sur la rampe de lancement, peut décoller et se déplacer de façon **autonome** jusqu'au largage des torches hygroscopiques.

2. La **communication** auprès des utilisateurs potentiels peut également être approfondie: miser sur une **vente en ligne** et sur une **démarche marketing** approfondie permettra de toucher plus de clients qu'actuellement. L'entreprise aura à poursuivre les efforts commerciaux afin de redynamiser sa filière paragrêle.

3. Des **veilles documentaires** devront être faites régulièrement (une par an) afin de se tenir au courant de la réglementation en vigueur concernant les vols de drones. Par exemple, la question des vols de nuit s'est posée à nous. Comment arriver à protéger les cultures des orages nocturnes ? De la même manière, le problème de sortie des plans de vol par les drones est un point majeur dans le développement de drones autonomes.

4. Pour prévenir de tout endommagement du produit ou des risques de chute pouvant causer des dommages au sol (protection des personnes et matériels), nous avons pensé à intégrer un **système de récupération**. Nous avons par exemple pensé à un parachute intégré, mais cette idée est à approfondir.

5. Le partenariat avec les **compagnies d'assurance** doit également être approfondi. Par manque de réponse avec les interlocuteurs nous n'avons pu obtenir de réponse quant à notre projet de partenariat. Les contacts des compagnies d'assurance avec lesquels nous avons déjà échangés se trouvent en Annexe 12.

6. Poursuivre les partenariats déjà effectués avec le domaine Chapoutier (Annexe 9), la chambre d'agriculture (Annexe 10), ainsi que les différents contacts des entreprises de drones agricoles, des experts météorologiques ainsi que Inno'vin. Ces contacts sont les clés de la réussite de ce projet et ils doivent être poursuivis et développés davantage.

## **7. LA DEMARCHE ET LES ETAPES DE NOTRE TRAVAIL**

### **7.1) ETABLIR UNE PROBLEMATIQUE ET UN CONCEPT PRECIS**

La problématique posée par Lacroix était très large et nous offrait une grande liberté dans nos actions. C'est pourquoi, nous avons dû, dans un premier temps, établir une problématique précise.

Lorsque la problématique fut posée, nous avons cherché un concept qui répondrait à cette problématique. Nous avons alors réalisé des études sur les différents systèmes anti-grêles et sur les différentes méthodes de déploiements de notre solution hygroscopique. Nous avons décidé de choisir le drone.

### **7.2) CIBLER LES POTENTIELS CLIENTS ET UTILISATEURS**

Nous avons réalisé une étude de marché nous permettant de définir les potentiels clients et utilisateurs. Pour cela, deux questionnaires ont été réalisés : un quantitatif et un qualitatif. Le questionnaire quantitatif a été diffusé sur les réseaux sociaux et envoyé par mail à de nombreux agriculteurs/industriels. Pour le questionnaire quantitatif, nous avons interrogé des agriculteurs par téléphone ou directement de vive voix. Après avoir analysé les données des questionnaires, nous avons réalisé une segmentation d'usage (*cf. Annexe - Segmentation d'usage*) permettant de définir à la fois les utilisateurs et les clients de notre produit.

### **7.3) LA RECHERCHE DE PARTENAIRES**

Nous avons eu besoin de trouver des clefs afin de pouvoir proposer notre concept. En effet, dans un premier temps, il nous a fallu déterminer quel drone nous allions utiliser. Lacroix était déjà en phase de test avec l'entreprise AJS et avec leur drone BOREAL. Nous avons donc continué à travailler sur le drone BOREAL.

En plus de cela, nous avons recherché un partenaire pour l'analyse de données météorologique. C'est pourquoi nous avons donc décidé de travailler avec l'entreprise Selerys et avec leur radar Skydect. Selerys proposait le système de détection météorologique et le traitement des données relevé par le radar.

Enfin, nous avons contacté des assureurs pour créer un partenariat avec les différentes assurances agricoles. Toutefois, par manque de réponse, nous n'avons pas pu concrétiser cette idée.

## 8. ANNEXES

### Annexe 1: Segmentation d'usage



Figure 9: Segmentation d'usage

## Annexe 2: Cas d'usage

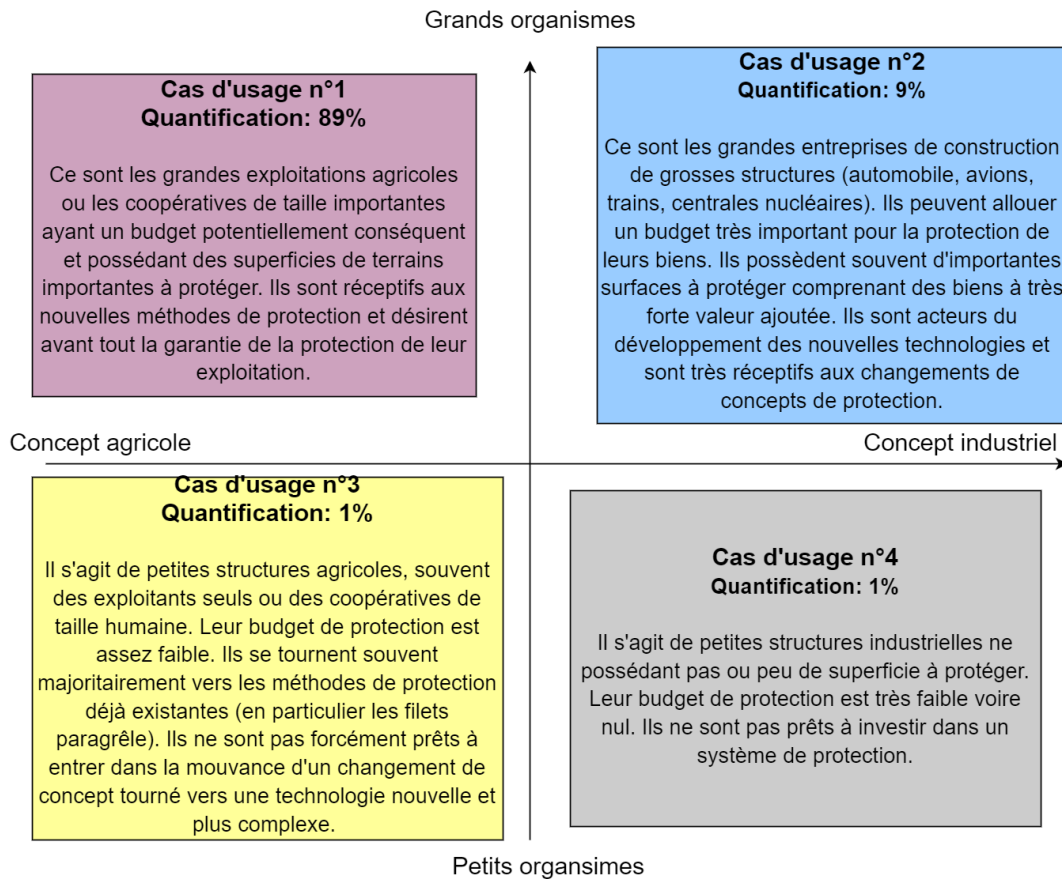


Figure 10: Matrice de cas d'usage

## Annexe 3: SWOT du concept

<p><b>FORCES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nouveauté sur le marché</li> <li>- Système polyvalent</li> <li>- Système mobile</li> <li>- Autonomie énergétique</li> </ul>	<p><b>FAIBLESSES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomie complète du drone difficile à mettre en place</li> <li>- Positionnement des torches</li> </ul>
<p><b>OPPORTUNITES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marché de niche</li> <li>- Peu d'innovations sur le marché</li> <li>- Système de location du produit</li> </ul>	<p><b>MENACES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Concept trop novateur pour certains utilisateurs</li> <li>- Prix trop élevé pour certains particuliers</li> <li>- Réglementation stricte</li> </ul>

Figure 11: Matrice SWOT

#### Annexe 4: Matrice de comparaison

Système	Avantages	Inconvénients	Coût d'acquisition	Coût annuel de maintien	Contraintes législatives	Temps de déploiement	Autonomie de déploiement	Mobilité	Efficacité	Couplage à un radar	Aspect environnemental
<b>Filets</b>	-Fiable -Adapté pour petites superficies	-Réduit ensoleillement -Inutilisable en hiver -Peuvent s'écrouler sur les cultures en cas d'orage important	-5000 €/Ha -2€ le m <sup>2</sup>	-Main d'œuvre pour le repli des filets en hiver			-Totale quand filets déployés		-Efficace pour petits/moyens grêlons -Peuvent s'écrouler sur les cultures en cas d'orage important		
<b>Canon à ondes de choc</b>	-Prix	-Nuisance sonore -Efficacité non prouvée	-438 €/Ha -2 €/Ha/h	-Bouteilles de gaz et air comprimé à recharger toutes les 6h de fonctionnement -500 €/an	-Interdiction d'utiliser la nuit	-Envoie des ondes de choc toutes les 5s pendant 20min	-Mettre en place 1h avant le nuage	-Aucune : structure dans un bâtiment	-Inefficace quand le nuage est déjà formé	-Obligatoire	
<b>Générateur à vortex</b>	-Efficace à 99%	-Allumage 24h avant l'orage -Pollution atmosphérique -Réduit taille des grêlons	-70000 € unitaire		-Règlementation des substances diffusées	-Doit être allumé 4h à 24h à l'avance	-Mise en route manuelle	-Peut être déplacé (manuellement)	-Réduit la taille des grêlons	-Obligatoire	-Méconnu mais suspicions de toxicité des substances pour les micro-organismes



		transforme pas en pluie									
<b>Torches</b>	-Mobilité -Rapidité d'action -Peu onéreux	-Peu précis -Nécessite l'intervention d'un technicien	-250 € unitaire		-Nécessite un technicien pour le lancement	-quelques minutes	-Mise en route manuelle	-Totale	-Charge diffusée à altitude fixe (600m)	-Pas indispensables	-Nul. Sels naturels
<b>Ballon</b>		-Déplacement difficile dans zones turbulentes -Mauvaise diffusion de la charge			-Autorisation de survol	-20min	-Dirigé manuellement	- Restreinte	-Risque de dérive	-Obligatoire	-Consomme du carburant
<b>Drone voile fixe</b>	-Précision -Mobilité - Polyvalence	-Permis de pilotage	-200000 € unitaire		-Autorisation de survol -Permis de pilotage	-Environ 20min	-Totale : plan de vol intégré	-Totale	-Très bonne précision	-Renforce l'efficacité	-Consomme du carburant
<b>Drone voile tournant</b>	-Précision -Mobilité - Polyvalence	-Déplacement impassible dans zones turbulentes	-200000 € unitaire		-Autorisation de survol -Permis de pilotage	-Environ 20min	-Totale : plan de vol intégré	-Totale	-Non adapté aux nuages orageux	-Renforce l'efficacité	-Consomme du carburant

## Annexe 5: Le drone Boréal

### Spécificités du produit



**5 kg**  
Charge utile



**4500 m**  
Plafond opérationnel



**1000 km**  
Distance franchissable



**10 h**  
Endurance



**25 kg**  
MOTW



**100 W**  
Puissance électrique disponible



**70 - 130 km/h**  
Vitesse de croisière



Certification de type DGAC (régulateur aérien national)

Figure 12: Caractéristiques détaillées du drone BOREAL



Figure 13: Drone BOREAL en position de lancement

## Annexe 6 : L'environnement législatif

La Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) décrit quatre scénarios de vol en fonction de l'environnement dans lequel se trouve le prestataire drone :

- **Scénario S1** : Pilotage à vue et hors zone peuplée uniquement, altitude d'évolution de l'aéronef est limitée à 150 mètres avec une distance horizontale maximale de 100 mètres par rapport au télé-pilote. La masse maximale de l'aéronef au décollage est de 25 kg.
- **Scénario S2** : Pilotage hors vue directe et hors zone peuplée uniquement, altitude d'évolution de l'aéronef est limitée à 50 mètres avec une distance horizontale maximale de 1 km par rapport au télé-pilote. Aucune personne au sol ne doit se trouver dans la zone d'évolution de l'aéronef. La masse maximale de l'aéronef au décollage est de 25 kg.
- **Scénario S3** : Pilotage à vue et en agglomération, altitude d'évolution de l'aéronef est limitée à 150 mètres avec une distance horizontale maximale de 100 mètres par rapport au télé-pilote. La masse maximale de l'aéronef au décollage est de 4 kg. L'aéronef doit être équipé d'un système de limitation de la force d'impact au sol si celui-ci a une masse supérieure à 2 kg.
- **Scénario S4** : Pilotage hors vue directe et hors zone peuplée uniquement, altitude d'évolution de l'aéronef est limitée à 150 mètres avec une distance horizontale de plusieurs kilomètres hors d'espace aérien contrôlé.

Le scénario nous concernant dans le cadre de ce projet est le scénario S4. Toutefois, l'ensemencement des nuages se faisant à une altitude supérieure à 150 mètres, il est nécessaire de demander une dérogation, comme il est stipulé dans l'article 10 de l'arrêté du 17 décembre 2015 relatif à l'utilisation de l'espace aérien par les aéronefs qui circulent sans personne à bord :

« 5°/ Des dérogations à l'interdiction d'évoluer de nuit ou aux exigences relatives aux hauteurs maximales d'évolution visées au 1 de l'article 8 et au 1 de l'article 9 peuvent être accordées par le préfet territorialement compétent, après avis du service de l'aviation civile et du service de la défense territorialement compétents, le cas échéant sous réserve de la mise en œuvre de mesures particulières permettant d'assurer la compatibilité de la circulation de l'aéronef circulant sans personne à bord avec tous les autres aéronefs.

6°/ Les mesures particulières mentionnées au paragraphe précédent sont mises en œuvre pour toute dérogation aux hauteurs maximales d'évolution permettant des évolutions à une hauteur supérieure à 150 mètres. »

On peut retrouver les démarches à suivre et documents à remplir pour obtenir une telle dérogation sur le site suivant : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Demarches-et-formulaires,45926.html>. Ces différents documents à remplir permettent de :

- déclarer les spécificités techniques du drone
- attester de la compétence du télé-pilote (DNC)
- déclarer l'activité de l'exploitant d'aéronef
- obtenir l'accord des comités régionaux de gestion de l'espace aérien pour une activité à

plus de 150m.

## Annexe 7: Entretien téléphonique avec Inno'vin

Entretien téléphonique avec Gilles Brianceau, Directeur d'Inno'Vin 23/11/2016

Inno'vin est une association regroupant entreprises et viticulteurs qui accompagne les innovations et divers projets dans le domaine viticole afin d'améliorer les conditions de travail des producteurs. Depuis 2010 Inno'vin a accompagné près de 100 projets en collaboration avec ses 140 adhérents.

Interrogé sur les différents moyens de protection contre la grêle, Mr Brianceau a évoqué la catastrophe dans le domaine viticole causée par une forte chute de grêle à Bordeaux en 2013: 10 kha de vignes dévastées en une seule journée. Selon lui, les **filets** anti-grêles sont assez **coûteux et peu esthétiques**. Concernant les **canons** anti-grêle ils sont encore **plus coûteux** et présentent des problèmes de gestion du bien: qui est formé pour le faire fonctionner etc. Leur efficacité n'a pas réellement été prouvée, ce qui rend les **agriculteurs réticents** quant à l'acquisition d'une telle protection. D'après Mr Brianceau, les **fusées** posent trop de **problèmes environnementaux** tels que les bruits et les retombées, elles sont donc vraiment pas une solution attractive pour les agriculteurs. Chose importante à souligner est, selon le Directeur d'Inno'vin, que compte tenu des changements climatiques (**augmentation des chutes de grêle prévue**) les avis des producteurs changent et ils sont de plus en plus ouverts à des nouvelles solutions plus modernes. L'idée d'un système automatisé au maximum serait la plus attractive, d'après Gilles Brianceau.

Quant à notre idée de drone (la chose n'était pas encore très claire dans nos têtes donc on n'a pas su lui décrire la solution détaillée), il a été un peu sceptique notamment au niveau des coûts ainsi que de la fragilité du dispositif. Il affirme qu'une étude d'efficacité est nécessaire afin de conclure sur l'attractivité du système.

## Annexe 8: Entretien téléphonique avec un expert de la lutte anti-grêle

Entretien téléphonique avec Mr Berthoumieu, le 20/12/2016

### Contact

Numéro Agralis : 05.53.47.24.00

Mail : [acmg@acmg.asso.fr](mailto:acmg@acmg.asso.fr)

- **Rappel sur le fonctionnement de la technologie utilisée**

NB : On ne « détruit » pas la grêle, on fait en sorte que les conditions nécessaires à sa formation ne soient pas réunies. Si la grêle est déjà formée alors c'est trop tard, et seuls des moyens physiques tels que les filets peuvent protéger des dégâts.

Il existe deux méthodes pour ensemençer les nuages :

- ➔ Technologie sur laquelle repose les générateurs à vortex : mettre des embryons de glace dans les nuages. Selon Mr Berthoumieu, les mesures montrent que ce n'est pas efficace. À savoir que dans 92% des cas, les orages ne donnent naturellement pas lieu à chute de grêle, donc il est facile de dire que c'est efficace, et les fois où le système ne marche pas dans les 8% restants, il est tout aussi facile de trouver des excuses (déclenchement trop tardif...). De plus, l'iodure d'argent utilisé se retrouve dans l'eau, dans la chaîne alimentaire donc l'impact environnemental d'une telle technologie est critiquable.
- ➔ Accélération du phénomène de pluie : il s'agit de favoriser la coalescence des particules d'eau. La glace se formant lorsque les gouttes d'eau montent de manière homogène dans le nuage, il faut hétérogénéiser le milieu avec des sels hygroscopiques. Le différentiel de vitesse ascendante alors créé favorise les collisions entre gouttes et donc la chute de ces dernières avant la formation de glace.

- **Contraintes principales**

- ➔ **Exploiter les courants ascendants :**

Il est important de noter que depuis le sol, la fenêtre de tir pour ensemençer le nuage au bon moment est très courte. Pour augmenter ses chances, mieux vaut ensemençer en altitude, d'où l'utilisation d'avion, de drone ou de ballon. Lorsqu'on libère les sels, il faut se trouver dans un courant ascendant pour que ces derniers montent dans le nuage.

- ➔ **Conséquences sur le drone :**

Si le courant ascendant est nécessaire pour faire gagner de l'altitude au drone, alors ce dernier doit être capable de virer assez sec pour rester dans la zone ascendante (500m de diamètre en moyenne). De plus, bien que le vol du drone se fasse davantage en zone laminaire que turbulente, Mr Berthoumieu a bien insisté sur le fait qu'un drone à voilure tournante n'était pas adapté.

- ➔ **Quantité de produit actif VS limitation en charge utile :**

Charge utile : 10kg/cellule orageuse dispersée avec un avion [hygroscopie carrier aircraft]. Le drone Boréal est le seul capable de se rapprocher de telles capacités de charge utile : 5 kg.

- ➔ **Evolution chaotique de la zone orageuse :**

Evolution constante de la zone orageuse : Mr B. a fait l'expérience de suivre une particule en Lagrangien dans une zone orageuse : en quelques minutes, peut se retrouver à 3km puis revenir... Ce déplacement rapide des masses nuageuses implique l'importance d'un travail associatif, en coopération car en cherchant à protéger sa parcelle, la zone ensemencée peut dériver et protéger le champ du voisin.

- **Systemes de détection :**

**Un couplage radar & capteurs nécessaire :** pour avoir une détection efficace, il faut coupler un radar météo permettant de localiser la zone orageuse à des capteurs au sol mesurant des paramètres tels que la direction du vent, l'humidité, la pression.

**Types de radars, prix et entreprises à contacter :**

Un radar météo d'occasion peut se trouver pour environ 100 000€ et couvrir une zone de 100km de rayon. Mr B. préconise toutefois des radars moins chers (société Selerys) couvrant une zone de 15km de rayon environ. [Quant aux autres systèmes de micro-capteurs, voir les capteurs « Aqualis »]

- **Actualité scientifique pour système innovant**

Dans une publication début octobre : travail sur les champs électriques au sol dont la variation est liée aux tourbillons sous les cumulus (le champ E serait modifié par l'arrivée des ascendances). Mr Berthoumieu s'est donc demandé si ce type de mesure était exploitable à des fins de détection des orages. Piste à creuser, tenir Mr. B au courant de l'avancée de nos recherches.

## Annexe 9: Entretien téléphonique avec un gros exploitant agricole

Entretien téléphonique avec Lisa BOUZIGE, Responsable Développement Amont de la maison Chapoutier, le 07/12/2016

### Contact

Parc Activité Les Fleurons

Allée du Millésime

26600 Mercurool

France

Tel/Fax: 04 75 06 95 83

Mobile : 06 66 65 76 15

Mail : [lbouzige@chapoutier.com](mailto:lbouzige@chapoutier.com)

La maison Chapoutier est **très gros exploitant agricole Français** présent depuis deux cents ans dans la vallée du Rhône, et aujourd'hui en Roussillon et en Australie. Cette maison produit les plus grands vins reconnus dans le monde entier tels que Harmitage, Cote Rotie, Chateauneuf du Pape, Saint Joseph, Crozes-Hermitage, Luberon.

La maison Chapoutier est **très sensible à la lutte anti-grêle** sur son domaine et c'est la raison pour laquelle elle a été sensible à notre démarchage. Interrogée sur sa connaissance des solutions anti-grêle ainsi que sur le type de système utilisé sur le domaine, Lisa Bouzige a évoqué **être au courant de tous les systèmes de protection existants** pour le moment sur la marché et cités précédemment dans ce rapport. Elle nous a indiqué être intéressée par toutes nouvelles solutions s'ouvrant à elle car les **systèmes existants** pour le moment ne sont **pas réellement adaptés au type d'exploitation de la maison Chapoutier**. En effet, les **filets para-grêles**, fréquemment utilisés en arboriculture et dans certains cas également en viticulture, bien qu'intéressant d'un point de vue financier (prise en charge possible à hauteur de 40% du prix total par les collectivités) **ne sont pas autorisés pour les domaines respectant des AOP**, ce qui est le cas de la maison Chapoutier. Ceux-ci pourraient en effet jouer sur le microclimat qui règne autour des pieds de vigne, diminuant ainsi les propriétés du raisin et donc du vin. Seuls des filets avec des pillons très haut pourraient être une alternative mais cela ne les intéresse pas du tout. C'est la raison pour laquelle **ce domaine recherche de nouvelles solutions innovantes** pouvant répondre à leur besoin. Ils ont ainsi mis en place, en Aout 2016, sur **2 appellations du domaine, un canon acoustique anti-grêle couplé d'un radar de détection** de la société Seleris afin de tester l'efficacité de cette solution. De Aout à Décembre, le système a été utilisé 2 fois. Le radar est en location 32000€/an et peut connecter jusqu'à 40 personnes en même temps sur un rayon de 30km ainsi que 4 autres personnes connectées pour la gestion du domaine. La maintenance est comprise dans ce système. **Ce système ne leur apparaît néanmoins pas optimal** car il demande **beaucoup d'intervenants** de différents entreprises pour la mise en place en place du radar et du canon notamment dans le support pour installer le radar et la demande de travaux auprès de la mairie. Cela s'accompagne également d'un **manque de temps de la part des agriculteurs** de pouvoir gérer un tel système.

Ainsi, cet interview nous a permis de tirer de nombreuses informations qui ont contribué à l'élaboration de notre concept, notamment dans la nécessité d'avoir un système efficace certes

mais surtout **autonome et simple d'utilisation pour l'agriculteur**. Il existe de plus une vraie **demande de centralisation du système complet**, à savoir n'avoir pour l'utilisateur qu'un seul interlocuteur pour la maintenance et en cas de panne quelconque. Nous pouvons également prendre en compte le fait que beaucoup de viticulteurs du domaine sont déjà sensible à l'utilisation de radar de détection de grêle. Finalement, après avoir également parler d'agriculture de précision, Madame Bouzige nous a répondu par mail : « **Vous pouvez nous citer comme intéressés par le projet, nous travaillons en effet sur la protection contre la grêle ET avec des drones pour la surveillance des parcelles (comptage des manquants, zone chétives... très utile en coteaux !), votre projet nous intéresse donc directement** ». La maison Chapoutier serait intéressé par mettre en place la phase du test du système dès Avril 2017 dans la mesure du possible et travaille déjà également avec quelqu'un de chez Lacroix, Monsieur Philippe Laborde (06.09.15.05.39).

## **Annexe 10: Entretien avec la chambre d'agriculture du Tarn.**

Entretien direct avec Arnaud Nanty, Référence Innovation Grandes Cultures de la CA du Tarn, le 14/12/2016

### *Contact*

*96 rue des agriculteurs*

*81003 Albi Cedex*

*Tel : 05 31 81 99 53*

*Fax : 05 63 48 83 09*

*Mail : [a.nanty@tarn.cbambagri.fr](mailto:a.nanty@tarn.cbambagri.fr)*

Suite à notre prise de contact par mail, nous avons décidé d'une **rencontre** avec Arnaud Nanty à la chambre d'agriculture afin de pouvoir lui présenter directement notre projet. La rencontre a été vraiment bonne et intéressante puisque nous avons à faire à **quelqu'un connaissant parfaitement ce marché et ses contraintes**. Après avoir exposé notre concept, explicité dans ce rapport, nous avons discuté d'un **possible partenariat commercial entre Lacroix et la chambre d'agriculture** concernant la location voir même l'achat de notre système par celle-ci qu'elle ferait bénéficier ensuite aux agriculteurs de son secteur. Nous avons également envisagé la **possibilité de récupérer directement des contacts** de coopératives que Lacroix pourrait aller démarcher directement. Cependant, Monsieur Nanty, bien que très intéressé par le projet, ne pouvait pas nous donner une réponse sans l'aval de sa direction. Il a alors présenté notre projet **au comité d'innovation** de la CA le 12 Janvier 2017 qui a été intéressé par le projet et qui nous propose de **rencontrer des agriculteurs utilisant des fusées** pour le moment afin de leur parler de notre nouveau système. La rencontre n'a pas encore pu être programmée, il s'agira pour celui récupérant le dossier de **prendre rapidement contact avec Monsieur Nanty pour réaliser cette rencontre ainsi que continuer les négociations quant à un possible accord commercial, que nous croyons réellement possible** et que nous avons pris en compte dans notre modèle de vente explicité dans ce rapport.



## **Annexe 11: Entretien téléphonique avec une entreprise d'agriculture de précision**

Entretien téléphonique avec Arnaud Troyon, Business Developer Grand comptes de Wanaka, le 10/01/2017

*Contact*

*3 rue de l'Arrivée*

*75015 Paris*

*Tel : 01 58 67 10 00*

*Mobile : 06 38 33 54 61*

*Mail : [atroyon@wanaka.io](mailto:atroyon@wanaka.io)*

Suite à notre prise de contact via leur site internet (<http://www.droneagricole.fr>), dans laquelle nous posons les questions relatives à l'utilisation d'un drone protecteur de culture en agriculture de précisions (charges utiles maximum sur leur drone de précision, types de capteurs utilisés, possibilité de sous-traitance des images relevées pour traitement, etc.) nous avons eu une réponse Monsieur Troyon nous indiquant vouloir convenir d'un rdv téléphonique afin de discuter sur ces questions. Après exposé de notre concept, et de nos objectifs, il s'est avéré que l'entreprise Wanaka, anciennement Drone Agricole, ne peut répondre à nos attentes. En effet, celle-ci propose une offre globale, de la prise de vue des surfaces au traitement des données suivi par un conseil agronome, et n'a pas dans sa stratégie de sous-traiter uniquement le traitement des données agricoles. De plus, ils sont également dans l'impossibilité de nous vendre des capteurs d'agriculture de précision car ils font eux même sous-traiter ces capteurs qu'ils achètent par la suite. Enfin, leurs drones sont des drones à voilure variable, ce qui, nous l'avons expliqué dans le rapport, ne peut pas être utilisé dans notre concept. Cette entreprise n'apparaît donc pas utile à prendre en compte dans la mise en place du concept.

## **Annexe 12: Contacts assurances**

Monsieur Thierry Plantevignes, Responsable des risques spéciaux agricoles chez Groupama

Tel : 05 62 60 31 53 – Fax : 05 62 60 90 08

Mobile : 06 74 35 30 38

Mail : [thierry.plantevignes@groupama-oc.fr](mailto:thierry.plantevignes@groupama-oc.fr)

Prise de contact demandé, mais réponse tardive et indisponibilité. Recontact mais sans réponses malgré les relances. Peut-être à recontacter avec l'entreprise Lacroix et non l'Ecole des Mines d'Albi.

## 9. BIBLIOGRAPHIE

### 9.1) RESSOURCES WEB

ANTI-GRÊLE NEWS, (page consultée le 02/10/16), Adresse URL: <http://www.anti-grele.fr/>

- recense les méthodes de détection et de protection et les actualités concernant la grêle et les innovations dans le domaine
- chiffres sur les investissements dans les filières viticoles, maraîchères..
- Articles de vulgarisation

INOPOWER, “*Système antigrêle*”, (page consultée le 02/10/16), Adresse URL :

[http://www.inopower.be/Content/Docs/hagelkanon\\_fr.pdf?36c010](http://www.inopower.be/Content/Docs/hagelkanon_fr.pdf?36c010)

- Présentation des canons anti-grêle avec des éléments techniques
- Quelques chiffres financiers en dernière page

EUROPE 1, *Vins de Bourgogne: ce “générateur de vortex” anti-grêle*, (page consultée le 02/10/16), Adresse URL:

<http://www.europe1.fr/france/vins-de-bourgogne-ce-generateur-de-vortex-anti-grele-2150277>

CAMPBELL SCIENTIFIC, *Station météo BWS200*, (page consultée le 5/01/2017), Adresse URL:

<https://www.campbellsci.fr/bws200>

- station météo et sa composition de capteurs météorologiques

AIRINOV, (page consultée le 02/10/16), Adresse URL : [https://www.airinov.fr/drone-](https://www.airinov.fr/drone-capteur/multispec-4c/)

[capteur/multispec-4c/](https://www.airinov.fr/drone-capteur/multispec-4c/)

- Site officiel de AIRNOV proposant des capteurs agronomiques.
- Données techniques sur le capteur agronomique AIRINOV

PARROT, (page consultée le 02/10/16), Adresse URL :

<https://www.parrot.com/fr/solutions-pro#decouvrez-lensemble-de>

- Site officiel de PARROT proposant des drones agricoles à voilure tournante
- Drones avec fonction d'analyse des cultures pour agriculteurs.

ACMG, (page consultée le 16/10/16), Adresse URL: <http://www.acmg.asso.fr/>

GAVART (Michel), Page consultée le 16/10/2016, Adresse URL: [http://www.association-](http://www.association-aristote.fr/lib/exe/fetch.php/pres_gavart.pdf)

[aristote.fr/lib/exe/fetch.php/pres\\_gavart.pdf](http://www.association-aristote.fr/lib/exe/fetch.php/pres_gavart.pdf)

- Eléments techniques sur le drone BOREAL de la société AJS

AJS, *Le drone Boréal*, (Page consultée le 12/12/2016), Adresse URL: <http://www.boreal-uas.com/>

- Informations sur le drone Boréal par l'entreprise AJS

SELERYS, *Skydetect*, (Page consultée le 12/12/2016), Adresse URL: <http://selerys.fr/>

- Entreprise de construction de radars météorologiques
- Donne les éléments techniques sur les technologies de radar Skydetect

REFLET DU MONDE, page consultée le 15/01/2017, adresse URL: [http://refletdumonde.com/tarifs-](http://refletdumonde.com/tarifs-et-programme-de-notre-formation-drone/)  
[et-programme-de-notre-formation-drone/](http://refletdumonde.com/tarifs-et-programme-de-notre-formation-drone/)

- tarifs de la formation à piloter un drone à voilure fixe

640aero, page consultée le 20/01/2017, adresse URL: <http://www.640aero.com/voilure-fixe-14j>

- tarifs de la formation à piloter un drone

CFAD, page consultée le 20/01/2017, adresse URL: <http://www.cfad.fr/formation/telepilote-operateur-de-drone/119>

- tarifs de la formation à piloter un drone pour prises de vues aériennes

## 9.2) ARTICLES DE PERIODIQUE

LECOMTE (Erwan), “Générateur de Vortex: comment fonctionne l’arme anti-grêlons ?”, *Sciences et avenir*, 01/07/2014, (page consultée le 02/10/16), Adresse URL: [http://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/generateur-de-vortex-comment-fonctionne-l-arme-anti-grelons\\_14148](http://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/generateur-de-vortex-comment-fonctionne-l-arme-anti-grelons_14148)

- Présentation des générateurs à Vortex

RAULINE (Nicolas), “Ces start-up françaises prêtes à révolutionner l’agriculture”, *Les Echos*, 01/01/2016, (page consultée le 05/10/16), Adresse URL: <http://www.lesechos.fr/tech-medias/hightech/0211646731791-ces-start-up-francaises-prettes-a-revolutionner-lagriculture-2053691.php>

- Brise les a priori sur les agriculteurs et leur capacité à innover dans les nouvelles technologies

Mina Martin, “*IBA South: “Storm-chasing” lawyers drive mass hail litigation, Texas House told*”, *Insurance Business*, 08/12/16, (page consultée le 06/01/17), Adresse URL : <http://www.ibamag.com/us/news/breaking-news/iba-south-stormchasing-lawyers-drive-mass-hail-litigation-texas-house-told-41623.aspx>

- Chiffre sur les pertes liées à la grêle aux Etats-Unis

Marty McCarthy et Kallee Buchanan, “*Total crop losses on some Mary Valley farms as growers count cost of massive storms*”, 05/16/16, ABC news, (page consultée le 06/01/17), Adresse URL :

<http://www.abc.net.au/news/2016-12-05/hail-damages-mary-valley-crops/8092228>

- témoignages d’agriculteurs ayant subi des dégâts liés à la grêle aux Etats-Unis
- Evocation de filet paragrêle pour lutter contre la grêle

Muriel VALIN, “*Les 7 technos qui ont marqué l’année 2016*”, *Science&Vie* (hors-série, “les 150 meilleurs objets connectés”), paru en Décembre 2016

- quelques chiffres sur l’évolution du marché
- tendances du marché de drones

H. Leroux, “Focus: les drones”, *Science&Vie* (hors-série) paru en Décembre 2016

- exemples de drones et leurs caractéristiques

## 9.4) CONTACTS

ASSOCIATION CLIMATOLOGIQUE DE MOYENNE GARONNE (ACMG), M. BERTOUMIEU, Président de l’association, Décembre-Janvier 2016-2017, contact téléphonique.

INNO’VIN, association pour le secteur viticole, M. GILLES BRIANCEAU, Directeur, contact téléphonique 23/11/2016.

**TABLE DES ILLUSTRATIONS**

Figure 1: Drone BOREL de l'entreprise AJS.....	6
Figure 2: Caractéristiques techniques essentielles du drone BOREL.....	6
Figure 3: Positionnement des torches sur le drone.....	7
Figure 4: Le drone BOREAL sur sa rampe de lancement.....	7
Figure 5: Business Model Canvas du projet.....	9
Figure 6: Schéma de partenariats autour du projet SYNEGREL.....	10
Figure 7: Chiffrage du système.....	11
Figure 8: compte de résultats prévisionnels.....	11
Figure 9: Segmentation d'usage.....	14
Figure 10: Matrice de cas d'usage.....	15
Figure 11: Matrice SWOT.....	15
Figure 12: Caractéristiques détaillées du drone BOREAL.....	18
Figure 13: Drone BOREAL en position de lancement.....	18

Campus Jarlard  
81013 Albi Cédex 09  
France  
[www.mines-albi.fr](http://www.mines-albi.fr)

