

Appel à projets d'innovation et de partenariat 2020

Organisme chef de file : Chambre Régionale
d'agriculture de Nouvelle Aquitaine.

Date de début : 1er Janvier 2021

Durée : 42 mois

N° du thème : 1

N° de(s) la manifestation(s) d'intérêt initiale(s) :
1119955

Dossier finalisé

IMPERATIF : Le présent dossier doit compter au maximum 25 pages (hors pièces jointes), sans photo et être adressé en un seul fichier PDF contenant toutes les pièces jointes.

TITRE (concis, précis) : TROPICOW

au Tononomie fourragère et protéique Par l'Introduction de Céréales et de protéagineux tropicaux dans la ration des ruminants.

BREF RESUME : (10 lignes au maximum)

Le projet TROPICOW vise à produire des références pour la production d'associations de légumineuses tropicales et de plantes fourragères en C4 (maïs – sorgho) utilisées dans l'alimentation des ruminants pour les filières lait et viande. Les champs de connaissances explorés concerneront l'optimisation des capacités symbiotiques des plantes tropicales candidates, l'agronomie, l'intégration de ces fourrages dans la ration des ruminants et les impacts économiques, environnementaux et sociaux pour les systèmes de production.

MOTS CLES : (5 au maximum)

inoculum - autonomie protéique - productivité – valeurs fourragères – réduction des intrants

ORGANISME CHEF DE FILE :

Nom : Chambre régionale d'agriculture de Nouvelle Aquitaine

Adresse : Boulevard des Arcades 87060 Limoges cedex 2

Tél. 05 55 10 37 90 Fax : 05 55 10 37 98

Mail : olivier.guerin@charente-maritime.chambagri.fr

CHEF DE PROJET :

Le CV du chef de projet est à fournir en annexe

Nom, Prénom : GUERIN Olivier

Organisme employeur : Chambre d'agriculture de Charente-Maritime

Adresse : 2, avenue de Fétilly CS85009 , 17074 la Rochelle Cedex 09

Téléphone/fax : 05.46.50.45.00

Mail : olivier.guerin@charente-maritime.chambagri.fr

Le chef de projet pilote-t-il d'autres projets financés par le CASDAR et si oui, lesquels ? Non

Pièces à joindre au présent dossier :

- Fiche de synthèse des modifications apportées au dossier suite aux remarques du jury sur la manifestation d'intérêt
- CV du chef de projet, sans photo
- Lettres d'engagement des partenaires (une lettre pour chacun des partenaires précisant notamment le montant des travaux qu'il réalisera)
- Tableau des responsables des actions du projet pour chaque organisme, précisant pour chacun le nom, les domaines de compétence et les expériences dans le domaine concerné

I- PRESENTATION GENERALE DU PROJET

Préambule, évolution par rapport à la manifestation d'intérêt

Des tests de nodulation de graines de LabLab et Cowpea distribuées en France ont été menés par l'UMR 1347-Agroécologie d'INRAE DIJON, du 29 Janvier au 13 Mars 2020 et se sont avérés positifs sur le plan de production de nodosités. Les souches de rhizobia testées sont des souches commerciales qu'il sera possible de se procurer au cours du projet, au moins pour les phases préliminaires. L'inconnue sur la disponibilité de l'inoculum est levée. Une synthèse des résultats obtenus est présentée dans le § II.1. Situation actuelle du projet – Etat des connaissances.

I.1. Objectifs poursuivis (*soyez bref et précis*)

Le projet TROPICOW vise à mettre au point des itinéraires de production de fourrages mixtes d'été à base de maïs ou sorgho et de légumineuses tropicales ou métropolitaines pour renforcer l'autonomie alimentaire et protéique des élevages de ruminants en systèmes biologique et conventionnel :

- Produire un ou des *inocula* à base de rhizobia en mesure d'assurer une fixation symbiotique du N₂ par les deux espèces tropicales candidates, Cowpea et Lablab
- Evaluer en serre et au champ la performance de ces *inocula* produits.
- Etudier les performances agronomiques (rendement, capacité à concurrencer les adventices) des associations « plantes en C4 + légumineuses » dans différents contextes pédoclimatiques,
- Identifier les idéotypes de maïs et de sorgho les plus adaptés à ce type d'association,
- Caractériser les spécificités de récolte (stade, process) et de conservation de ces fourrages, ainsi que leurs valeurs nutritives,
- Mesurer l'incidence économique, environnementale et sociale de l'adoption de ces fourrages mixtes sur le fonctionnement de plusieurs types d'exploitations d'élevage.

Un travail préalable de synthèse réalisé par la CRA NA (Rault A., 2019) indique également que d'autres espèces semblent intéressantes à évaluer en association avec le maïs et le sorgho (en particulier certaines variétés de soja tardives). Elles pourront également être testées avec *a minima* le maintien d'une veille agronomique sur ces thématiques pendant le projet.

I.2. Les enjeux et la motivation des demandeurs (par rapport aux besoins des agriculteurs, de l'agriculture et du monde rural : préciser notamment au moyen d'éléments chiffrés et factuels l'ampleur de l'enjeu traité)

Ce projet vise à structurer une réponse à des questionnements d'éleveurs qui réalisent depuis 3 ans des tests dans leurs exploitations. Ils souhaitent notamment :

- (i) produire un fourrage de meilleure qualité ;
- (ii) réduire leurs charges afin d'accroître la rentabilité de leurs exploitations : l'accroissement de l'autonomie alimentaire visée dans ce projet doit y contribuer ;
- (iii) répondre aux attentes de la société en termes de diminution d'usage des phytosanitaires, fertilisants de synthèse et concentrés protéiques OGM (tourteau de soja)
- (iv) mettre en œuvre des systèmes plus résilients aux différents aléas.

Développé et utilisé depuis les années 1960, l'ensilage de fourrages de printemps (maïs, sorgho) s'est imposé dans de nombreux élevages comme base de l'alimentation du troupeau. En 2018, le maïs ensilage représente environ 1.4 millions d'hectares en France métropolitaine (Agreste, 2019). Tous bovins confondus, le maïs fourrage plante entière (MFPE) représente 23.4 % de la MS (fourrage) ingérée par an (Devun et Guinot, 2012). Ce chiffre cache une diversité importante en fonction du système. La place importante du MFPE dans les systèmes fourragers tient notamment à ses atouts agronomiques, nutritionnels (stabilité interannuelle) et à sa facilité à être conservé sous forme ensilée. Cependant, le maïs contient en moyenne 7 % de MAT, c'est-à-dire bien moins que l'herbe et pas suffisamment pour répondre aux besoins azotés du bovin, mais également aux besoins des microorganismes de son rumen. Un complément azoté (et en minéraux) est donc nécessaire.

Les élevages de ruminants en mode de **production conventionnel** sont dépendants des sources de protéines apportées par la complémentation, essentiellement à base de tourteaux de soja et de colza. En système bovin lait de plaine, la part des concentrés achetés représente de 18 à 25 % de la quantité d'aliments distribués (Devun et Guinot, 2012). Pour les systèmes caprins à base de maïs ensilage, la part des concentrés achetés représente 31 % de l'apport protéique (Inosys Réseau d'élevage Caprin, 2014). Plusieurs facteurs conjoncturels et structurels - notamment la volatilité des cours des matières premières riches en protéines - incitent les éleveurs à réduire leur dépendance aux protéines achetées. Plus récemment, la demande des consommateurs s'est orientée vers des produits d'origine animale garantis sans OGM (Peyraud et al., 2014, Peyraud, 2019). Ces démarches, initiées par la grande distribution et/ou les industriels du secteur laitier offre aujourd'hui une plus-value, de l'ordre de 10 à 20 €/1000 litres. Les perspectives laissent penser que le non-OGM pourrait devenir le standard de production de demain sans nécessaire rétribution des changements de pratiques associés. La recherche et l'évaluation de solutions économiquement viables pour les producteurs répondant également à la demande des consommateurs est capitale. Un report à 100 % vers des tourteaux de soja non OGM ou de colza (majoritairement sans OGM) laisse présager une

tension sur cette ressource pouvant induire une hausse du coût de ces matières premières, ne faisant que déplacer le problème.

Pour les élevages en **production biologique**, les légumineuses à graines trouvent principalement des débouchés dans les filières d'alimentation humaine et sont donc peu disponibles pour les élevages. Le coût des concentrés protéiques d'origine biologique limite souvent leur intégration dans la ration. Les éleveurs et leurs accompagnateurs recherchent donc tous les moyens d'augmenter la part de protéines dans les fourrages produits sur les surfaces des exploitations.

Par ailleurs, des éleveurs et des conseillers ont testé dans de nombreuses régions dès 2017 l'association de deux espèces de fabacées tropicales (LabLab et CowPea) au maïs et au sorgho. Ces tests confirment un intérêt de ce type d'association, mais les organismes de recherche et développement identifient des manques de connaissances que le présent projet a pour ambition de combler.

I.3. Présentation des actions

Le projet comporte 5 actions, qui se dérouleront de Janvier 2021 à juin 2024, pour une durée de 42 mois.

I.3.1 action 1 : Définition des thématiques à expertiser au champ et repérage des innovations produites par les éleveurs (pilotage : CRA NA)

Cette action associera les éleveurs et les conseillers ayant déjà engagé des tests sur ces associations ; (i) en début de projet pour définir les attendus des tests au champ, ainsi que les thématiques à explorer dans les essais analytiques (ii), tout au long du projet, une traque à l'innovation, menée avec l'appui d'étudiants des structures d'enseignement partenaires du projet. Cela permettra de maintenir un contact avec l'innovation produite par les éleveurs et de capitaliser celle-ci en exerçant des rétroactions rapides. La démarche participative mobilisée dans les « living labs » sera utilisée pour fédérer les expertises des principaux acteurs du projet : éleveurs, conseillers, producteurs de références et chercheurs. Trois « cellules d'innovation » seront constituées sur le territoire concerné par le projet (Occitanie, Nouvelle Aquitaine et Pays de la Loire)

I.3.2 action 2 : Production de références agronomiques (pilotage : CRA NA)

Volet 1 : Recherche d'inoculants potentiels à rhizobia : production et tests au champ (pilotage : UMR Agroécologie INRAE Dijon)

Les partenaires microbiens spécifiques des deux légumineuses candidates semblent absents des sols métropolitains. En l'absence de symbiose, ces légumineuses sont alors concurrentes du maïs ou du sorgho vis-à-vis (entre autres) de l'azote fourni par le sol et ne permettront pas d'augmenter significativement les teneurs en protéine des fourrages.

D'un point de vue agronomique, la légumineuse, dépourvue de son partenaire bactérien ne joue pas le rôle attendu. L'inoculation *via* un apport exogène de rhizobia est alors nécessaire (Catroux, Hartmann, & Revellin, 2001). Ce volet de l'action 2 permettra de mettre au point des *inocula* et de les tester (i) en serre puis (ii) au champ.

Volet 2 : Réseau d'expérimentations analytiques (pilotage : CRA Pays de la Loire)

12 essais avec répétitions sont envisagés sur les fermes de références d'élevage et des stations expérimentales (INRAE, Arvalis, fermes du réseau F@RM XP, IDELE).

Ces parcelles expérimentales seront les supports des tests des *inocula* issus du screening réalisé en serre au cours de l'année 2021. Par ailleurs, les thématiques identifiées au démarrage de l'action 1 permettront de prioriser les modalités à tester sur ces dispositifs. Une attention particulière sera portée à caractériser les fourrages produits : productivité, équilibre énergie/protéines.

Volet 3 : Réseau de tests en bandes auprès des éleveurs (pilotage CRA NA)

Mise en place de 15 à 20 parcelles par année du projet. Ce réseau sera complémentaire du réseau d'expérimentations analytique et permettra d'explorer une plus grande diversité de conditions de sols, de climat et de récoltes, et d'offrir des lieux d'échanges supports de discussion avec des groupes d'éleveurs.

I.3.3 Action 3 : caractérisation des fourrages produits et effet de leur intégration sur les systèmes de culture et d'élevage (Pilotage IDELE)

Volet 1 : Construction de base de données (pilotage IDELE)

Les essais analytiques et les réseaux de parcelles de tests donneront lieu à des analyses de valeur alimentaire (par famille de plante, après tri et appréciation des proportions dans les mélanges), notamment pour quantifier la MAT de ces fourrages. Ces données seront rassemblées dans une base mise à disposition des conseillers.

Volet 2 : Production des références zootechniques (pilotage Arvalis)

Les fourrages intégrant ces légumineuses tropicales seront caractérisés par des analyses chimiques. Toutefois, ce niveau d'information est insuffisant pour qualifier totalement un fourrage « nouveau ». C'est pourquoi des tests *in vivo* sont prévus (dispositif *in sacco*, vaches avec fistules ruminales), notamment pour caractériser la dégradabilité des matières azotées (MAT) et préciser les valeurs PDI utilisées à des fins de rationnement.

Volet 3 : Mesure de l'impact de l'introduction de ces fourrages sur les systèmes de production (Pilotage : IDELE)

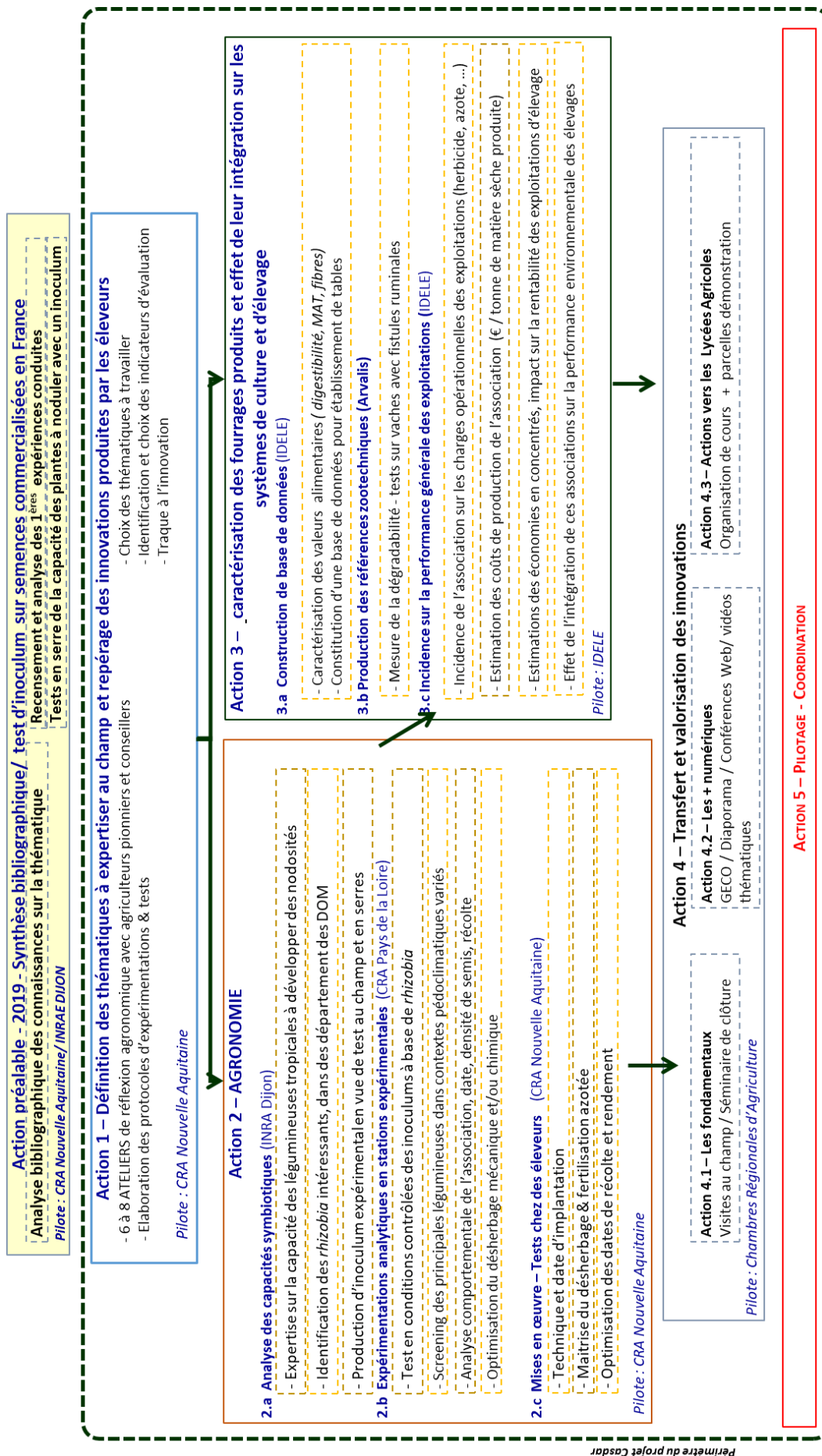
Des systèmes de production incluant ce nouveau type de fourrage seront co-construits lors d'ateliers regroupant principalement des éleveurs mais aussi des techniciens ou des conseillers. Ils seront ensuite évalués avec les résultats acquis dans les différents dispositifs (rendements, valeurs) et comparés à des systèmes types de chaque région. Cette évaluation sera faite à partir des cas types INOSYS et mobilisera différents indicateurs économiques, sur l'alimentation du troupeau et l'autonomie protéique, sur le volet social et environnemental (avec l'outil CAP2ER notamment).

I.3.4 Action 4 : Capitalisation et diffusion des connaissances (pilotage : CRA-NA, CRA PdL,)

La diffusion des connaissances commencera au cours du projet, au travers de visites et de témoignages vidéos. Il sera proposé aux lycées agricoles de réaliser des vidéos de valorisation des résultats. Un séminaire de restitution clôturera le projet et des livrables permettant de toucher le public dans sa diversité seront produits (plaquettes, présentation orales et documents de préconisations) ainsi que des supports vidéos courts. Des dispositifs existeront dans d'autres régions. Ils seront valorisés *via* la participation de l'APCA, tête de réseau des Chambres d'agriculture et membre du comité de pilotage. Des Webinaires en fin d'année de production de références seront mis en place pour partager les connaissances produites avec les structures en dehors du périmètre du projet.

I.3.5 Action 5 : Coordination du projet (pilotage CRA – NA)

La Chambre régionale de Nouvelle Aquitaine coordonnera le projet, un comité de pilotage composé des partenaires se réunira sur un rythme annuel pour valider les livrables et prendre certains arbitrages. Du temps de pilotage et d'animation est également prévu dans chaque action.



I.4. Partenariats

I.4.1 Partenaires retenus : (citer les organismes partenaires retenus dans le projet déposé en distinguant 4 catégories de partenaires):

Le projet comporte **27 partenaires**, dont :

- 17 partenaires, destinataires de financement Casdar
- 10 partenaires hors financement

Tableau 1 : partenaires du projet

	Partenaires techniques destinataires de financement Casdar	Partenaires Techniques hors financement CASDAR	Autres partenaires associés au comité de pilotage
Privée	10 Chambres Départementales d'Agriculture : <i>Occitanie: 09,12, 31, 65</i> <i>Nouvelle Aquitaine : 17, 23, 24, 64, 86, 87,</i> 2 Chambres régionales d'Agriculture : Nouvelle Aquitaine, Pays de la Loire FRAB Nouvelle Aquitaine 2 Instituts Techniques : ARVALIS, IDELE	2 Coopératives : OCEALIA, UNICOR Semencier : SEMENTAL Réseau « F@RM XP : Fermes expérimentales de Bretagne, Pays de Loire, Normandie et IDELE	APCA GIS Elevages Demain UMT SC3D (Lusignan) Chambre régionale d'Agriculture Occitanie
Public	2 Unités INRAE : UMR 1347 Agroécologie (Dijon) Unité Expérimentale FERLUS (Lusignan)	Exploitations des Lycées Agricoles Montardon (64), Venours-Poitiers (86), Saint Yrieix (87), Vic-en Bigorre (65), Pamiers (09), CIRAD UMR LSTM de Martinique	Conseils régionaux des 3 régions : Pays de la Loire, Occitanie, Nouvelle Aquitaine Représentant DRAAF pour les 3 régions (SRFD et SREA)

Le partenariat technique est suffisamment large pour être en mesure de mobiliser des éleveurs de contextes climatiques différents. C'est pourquoi un nombre important de partenaires de Chambres départementales est envisagé.

Les instituts techniques, Arvalis et IDELE, apporteront leur expertise à la fois sur la méthodologie, les moyens expérimentaux et leur savoir-faire sur des projets allant du champ à l'animal, ainsi que sur l'analyse multi-critères et la constitution de bases de données.

INRAE apportera son savoir-faire sur l'isolement, la production d'inocula à Rhizobia, ainsi que la logistique de tests de ces *inocula* en conditions contrôlées. Le réseau du CIRAD, notamment en Martinique et à la Réunion sera mobilisé pour fournir des souches de rhizobia pour alimenter la phase initiale de screening de souches.

I.4.2. Préciser les modalités retenues pour le partenariat

Le projet s'appuiera sur un partenariat important comprenant notamment :

- l'**UMT SC3D (SYSTEMES CAPRINS DURABLES DE DEMAIN)**, portée par l'Institut de l'Elevage,
- le **réseau F@RM XP (réseau de recherche et d'innovations au service de l'évolution de nos exploitations, de la compétitivité de nos filières et plus globalement de l'élevage)**,
- l'**Unité Expérimentale FERLUS (Fourrage Environnement Ruminant LUSignan)** : Unité Expérimentale spécialisée sur les fourrages et en particulier le projet OASYS conduit au sein de l'unité où sont réalisés des tests de sorgho associé à différentes légumineuses depuis 2 ans (<http://www.nouvelle-aquitaine-poitiers.INRAE.fr/Outils-et-Ressources/Dispositifs-experimentaux/Oasys>). Les tests déjà réalisés dans le cadre de ce dispositif serviront à alimenter l'action 1.

Le projet contribuera, en lien avec les conseils régionaux, au développement des **Contrats d'Objectifs** et plans protéiques régionaux de Nouvelle Aquitaine et Pays de Loire. D'autre part, il bénéficiera d'un point de vue méthodologique des issues de groupes opérationnels du PEI SOS Protéin conduit en Bretagne et Pays de la Loire par les Chambres Régionales d'agriculture.

I.4.3. Evolution du partenariat : (préciser si le partenariat a évolué entre la manifestation d'intérêt et le projet actuel)

La CRA Occitanie, qui devait assurer l'encadrement de la phase de tests en dispositifs contrôlés (essais au champ avec répétitions) s'est désengagée, en raison du changement d'affectation de l'agent qui devait conduire cette mission. La CRA Pays de la Loire prendra le relais pour cette action. La CRA Occitanie maintient sa présence dans le projet *via* une participation au comité de pilotage.

I.4.4. Inscription éventuelle de ce projet au sein d'un projet plus vaste présenté dans le cadre d'un autre appel à projet.

Préciser les autres volets, en expliquant le cadre, l'intitulé, l'organisme porteur, le nom du responsable. Préciser en quoi cela apporte un intérêt supplémentaire en termes de développement agricole et rural pour la partie présentée au présent appel à projets. Expliquer, en les argumentant, la pertinence et l'intérêt du projet global au regard, d'une part, du sujet traité et d'autre part, du renouvellement souhaité des approches thématiques et des pratiques existantes.

Le projet Tropi'Cow pourra alimenter le projet européen H2020 DIVERSify : associations de cultures pour des écosystèmes résilients et une agriculture durable qui fédère un consortium de 23 partenaires internationaux constitué de chercheurs (écologues et agronomes), agriculteurs, conseillers agricoles, sélectionneurs et entreprises, dans le but de co-construire et

proposer une nouvelle approche et des outils pour étudier les mécanismes liés aux bénéfices apportés par les associations de cultures et les pratiques permettant de mieux les valoriser (<http://www.angers-nantes.INRAE.fr/Toutes-les-actualites/projet-DiverSify>).

Tropi'Cow se positionne dans le prolongement de travaux sur l'autonomie protéique, en particulier le programme SOS Protein mené dans les régions de l'Ouest de la France.

II- MOTIVATIONS ET INNOVATIONS

II.1. Situation actuelle du projet – Etat des connaissances :

Expériences déjà conduites sur les associations de plantes en C4 et de légumineuses en France métropolitaine

Des expérimentations menées sur l'association du maïs avec du soja, des haricots communs ou tarbais, à la fois dans les années 1980 et plus récemment montrent que la productivité de l'association est le plus souvent légèrement inférieure à la productivité de la céréale seule (95.5%). Un gain de MAT est mesuré, de l'ordre de 25 %. Toutefois, des contraintes techniques d'implantation (taille des graines de la légumineuse compliquant la logistique de semis, difficultés de récolte) et économiques (coût des semences de haricot tarbais ou d'Espagne) n'ont pas permis de transférer ces innovations vers les éleveurs. Des tests récents d'association du maïs à de la féverole ou du soja n'ont pas été concluants, en particulier en raison de la non coïncidence des cycles de développement de la graminée et de la légumineuse. (Emile J.-C. et al– 2016).

Concernant le LabLab et le CowPea, plusieurs tests ont été réalisés en 2018 par des éleveurs et différents organismes en France métropolitaine. Un travail de synthèse réalisé par la CRA NA (Rault A., 2019) permet d'identifier les points suivants :

- Le LabLab s'associerait préférentiellement au maïs ensilage et plus difficilement au sorgho ensilage car le LabLab, au comportement volubile et à la production de biomasse élevée, peut entraîner la verse du sorgho, moins résistant à la verse que le maïs. Le Cowpea, non volubile peut être indifféremment associé avec le sorgho ou le maïs.

- Concernant la productivité, une vingtaine d'essais réalisés par les organismes ou les éleveurs ont été analysés. Seuls 8 dispositifs intégrant une référence « maïs cultivé seul » permettent d'objectiver l'apport de l'association.

Pour cette association, des gains de rendements ont parfois été observés, mais l'association entraîne majoritairement des diminutions de rendements de **10 à 20 %** (pertes d'environ 1 tonne de MS/ha) par rapport à un maïs cultivé seul.

La contribution de la légumineuse au rendement du mélange récolté est souvent assez faible, surtout pour le Cowpea. Mais des essais maïs/Lablab à une proportion au semis de 100 % des densités recommandées en pur (80 000 grains/ha pour le maïs et pour le LabLab) ont montré que cette contribution pouvait être de plus de 20%.

Dans tous les essais conduits en France métropolitaine, les gains de MAT sont loin des valeurs attendues puisque le gain observé par rapport au maïs en culture pure est nul dans les situations de références.

Enfin, la présence de nodosités n'a pas été observée sur le LabLab, ce qui explique sûrement l'absence de gain de rendement et de MAT (absence de fixation symbiotique de l'azote atmosphérique). Des nodosités ont été observées sur des racines de Cowpea sur une seule parcelle, cette plante étant permissive pour la nodulation (nodulation potentielle par des espèces non spécifiques et également non fixatrices). Le caractère fixateur de ces nodosités n'a pas pu être vérifié.

Sur le plan de la qualité des fourrages produits, les éleveurs interrogés n'ont pas rencontré de problèmes pour la récolte ou pour le stockage des différents produits ensilés. Les retours d'expérience ne permettent pas d'évaluer l'impact de ce fourrage dans la ration puisque les tests mis en place au champ ont été réalisés sur de petites surfaces et le stockage en silo du fourrage produit n'a pas été séparé du maïs « pur ».

Résultats d'essais conduits en Afrique, Asie et Etats-Unis.

➔ Effet de l'association sur la productivité

Une méta-analyse réalisée par Iqbal et al., (2019) a porté sur un regroupement des résultats d'essais associant le sorgho au Cowpea dans différentes zones du globe. Il en ressort une forte augmentation de la biomasse fraîche récoltée pour les associations par rapport au sorgho cultivé seul. Le gain de productivité est en moyenne de 33%.

Maïs/ CowPea : trois études réalisées en Afrique indiquent que l'association maïs/Cowpea génère des gains de rendement par rapport au maïs en culture pure. Coulibaly et al., 2012 signalent que sur la sole d'association maïs/légumineuse, la biomasse produite peut être augmentée de plus 22% comparativement à la sole de culture pure de maïs et que l'association permet au Mali un gain de rendement d'environ 10% (Coulibaly et al., 2017). Sur des dispositifs comparables en Algérie (station expérimentale de l'ITCMI, au Nord-Ouest d'Alger), un gain de 18 % de productivité en grain a été mesuré (Latati et al, 2014). Des nodosités étaient observées sur les racines de Cowpea, des souches de rhizobia étant naturellement présentes dans les sols africains.

Maïs/LabLab : Hassen et al., 2006 ont mesuré que l'association génère une augmentation de production d'environ 10% par rapport au maïs seul.

→ Effet de l'association sur le taux de MAT des fourrages

Aux Etats-Unis, une étude conduite par Armstrong et al., 2008 a montré les bénéfices d'associer du maïs à des haricots grimpants (*Lablab purpureus*, *Mucuna pruriens* et *Phaseolus coccineus* L.) inoculés avec des Rhizobia appropriés. Le LabLab cultivé avec du maïs offre le potentiel le plus important d'augmentation des MAT (+ 13% soit 0.5 points) en augmentant également le rendement fourrager de l'ordre de 1 T MS/ha.

Une étude de la même équipe a exploré l'optimisation des densités respectives de l'association maïs/LabLab et leurs conséquences sur le rendement fourrager et la MAT. Il ressort que sur des conduites qui visent à maximiser le rendement – à savoir des densités de maïs de 80 000 pieds/ha, le LabLab occasionne une baisse du rendement fourrager (entre 1 à 2 T de MS/ha) et une augmentation de la MAT de l'ordre de 0.5 points. Les gains les plus significatifs de MAT (2.2 Points) sont obtenus pour une densité de maïs de 20 000 pieds/ha et 80 000 pieds/ha de LabLab, mais avec une baisse du rendement fourrager de 9 T MS/ha.

→ Effet de l'association sur la couverture du sol et la concurrence vis-à-vis des adventices

Kermah et al., 2017 ont mesuré que l'association maïs /Cowpea a permis d'augmenter le rendement de 20% et de réduire de 46% la biomasse des adventices.

→ Digestibilité et valeurs azotées des légumineuses tropicales

Les tables INRA rapportent de bonnes valeurs énergétiques (0.81 UFL/kgMS) et protéiques (16.5 %MAT) obtenues pour une culture pure de ces légumineuses en conditions tropicales et inoculée. Les effets du stade de développement sur la valeur alimentaire, connus pour être majeurs, ne sont à ce jour pas documentés. Il est ainsi nécessaire d'acquérir des références dans un cadre scientifique solide (tri des espèces, dosage des constituants par analyse chimique, étude de dégradabilité ruminale des protéines) afin de juger de l'opportunité de déploiement de ces associations en vue de réduire le recours aux concentrés protéiques. A ce jour, malgré une plus forte teneur en protéines que le maïs, la plus faible valeur énergétique du lablab aurait tendance à déconcentrer les rations en énergie et présente une plus faible valeur PDIE que le maïs fourrage. Ce fonctionnement est assez courant avec les légumineuses dont on connaît la plus faible teneur en énergie. En compensation et dans l'optique d'un maintien des performances zootechniques, une plus forte proportion de céréale ou concentré énergétique doit être apportée.

→ Effet sur le système de cultures et la mise à disposition d'éléments nutritifs, pendant la culture ou pour la culture suivante.

Les effets sur la succession de cultures et notamment les arrières-effets azote des associations plantes C4/ légumineuses tropicales n'ont pas été documentés, que ce soit dans la littérature française ou internationale. En revanche des mesures de biodisponibilité du P en cours de culture montrent un effet positif des associations sur le P Olsen dans la rhizosphère, sur des sols pauvres en P (Latati et al, 2014). La même étude indique une augmentation significative de la teneur en P des parties aériennes et des grains (respectivement 73 et 18 %) pour le maïs cultivé en association avec du cowpea par rapport au maïs cultivé seul.

Résultats de tests d'inoculation de lablab et cowpea par des souches de rhizobia (du 29 Janvier au 13 Mars 2020, sur le domaine expérimental du centre INRAE Dijon)

Deux souches de rhizobia spécifiques de chacune des légumineuses ont été commandées dans une collection internationale et appartiennent au genre *Bradyrhizobium* sp. L'efficacité de chacune des souches a donc été évaluée sur les 2 variétés de légumineuses : BLACK STALLION (cowpea) et SUSTAIN (lablab), fournies par la société SEMENTAL.

Les graines ont été mises à germer sur un support stérile (billes d'argile recouvertes de perlite) et arrosées avec une solution nutritive exempte d'azote. Chacune des deux espèces de légumineuses a été inoculée avec les deux souches. Un témoin sans inoculation a permis d'avoir une situation contrôle.

Tableau 2 Nombre de plantes totales et nombre de plantes nodulées par pot pour chaque combinaison (variété x souche x bloc)

Légumineuses	Variété	Souche	Bloc	Nombre de plante /pot	Nombre de plante nodulées
Lablab	Sustain	Non inoculé	B1	4	0
Lablab	Sustain	Non inoculé	B2	4	0
Lablab	Sustain	Non inoculé	B3	4	0
Lablab	Sustain	Non inoculé	B4	4	0
Lablab	Sustain	C	B1	4	0
Lablab	Sustain	C	B2	4	3
Lablab	Sustain	C	B3	4	2
Lablab	Sustain	C	B4	4	0
Lablab	Sustain	L	B1	4	4
Lablab	Sustain	L	B2	4	4
Lablab	Sustain	L	B3	4	4
Lablab	Sustain	L	B4	4	4
Cowpea	Black Stallion	Non inoculé	B1	4	0
Cowpea	Black Stallion	Non inoculé	B2	4	0
Cowpea	Black Stallion	Non inoculé	B3	4	0
Cowpea	Black Stallion	Non inoculé	B4	4	0
Cowpea	Black Stallion	C	B1	4	4
Cowpea	Black Stallion	C	B2	4	4
Cowpea	Black Stallion	C	B3	4	4
Cowpea	Black Stallion	C	B4	4	4
Cowpea	Black Stallion	L	B1	4	4
Cowpea	Black Stallion	L	B2	4	4
Cowpea	Black Stallion	L	B3	4	4
Cowpea	Black Stallion	L	B4	4	4

Toutes les plantes non inoculées, aussi bien pour lablab que pour cowpea, ne présentent aucune nodosité, ce qui indique qu'il n'y a eu aucune contamination de pot à pot et valide ainsi l'expérimentation.

L'expérimentation a été stoppée en raison de la mise en place du confinement, les mesures d'azote absorbé par les plantes n'ont pas permis de valider la mise en place d'une fixation symbiotique de l'azote, mais les premières observations de plantes indiquent que les plantes de LabLab inoculées avec la souche spécifique lablab présentent une teinte verte plus foncée que les plantes des groupes contrôles, ce qui augure d'une nutrition azotée meilleure que les autres modalités et donc très probablement la mise en place d'une fixation symbiotique du N₂ atmosphérique.

Bibliographie

- Agreste, 2019. Statistique agricole annuelle 2017-2018 Agreste Chiffres et Données n° 2019-16
- Armstrong, K.L., Albrecht, K.A., 2008. Effect of plant density on forage yield and quality of intercropped corn and lablab bean. *Crop Science* 48, 814-822.
- Armstrong, K.L., Albrecht, K.A., Lauer, J.G., Riday, H. 2008. Intercropping Corn with Lablab Bean, Velvet Bean, and Scarlet Runner Bean for Forage. *Crop Science* 48, 371-377.
- Catroux, G., Hartmann, A. and Revellin, C. (2001) Trends in Rhizobial Inoculant Production and Use. *Plant Soil*, 230, 21-30.
- COULIBALY, K, VALL, E, AUTFRAY, P and SEDOGO, P M, 2012. maïs/niébé et maïs/mucuna en situation réelle de culture au Burkina Faso: potentiels et contraintes. . 2012. P. 8.
- Coulibaly, D., Ba, A., Dembele, B., Sissoko, F., (2017). Développement des systèmes de production innovants d'association maïs/légumineuses dans la zone subhumide du Mali. *Agronomie Africaine SP*. 29 (1) : 1 – 10
- CONTRERAS-GOVEA, Francisco E., MUCK, Richard E., ARMSTRONG, Kevin L. and ALBRECHT, Kenneth A., 2009. Fermentability of corn-lablab bean mixtures from different planting densities. *Animal Feed Science and Technology*. March 2009. Vol. 149, no. 3-4, p. 298-306.
- Contreras-Govea, F. E., VanLeeuwen, D. M., Angadi, S. V. and Marsalis, M. A. (2013). Enhances in crude protein and effects on fermentation profile of corn and forage sorghum silage with addition of cowpea. *Forage and Grazinglands*, 11.
- DEVUN J., GUINOT C. (2012) : *Alimentation des bovins : rations moyennes et autonomie alimentaire*, Institut de l'Élevage, Collection Résultats, 43 p.
- Emile J.-C., Coutard J.-P., Forel E., Stephany D. (2016) : "Développer les associations annuelles céréales -protéagineux dans les systèmes fourragers", *Fourrages*, 226, 143-151.
- Hassen, A., Gizachew, L., Rethman, N.F.G., 2006. Effect of Lablab purpureus and Vicia atropurpuria as an intercrop, or in a crop rotation, on grain and forage yields of maize in Ethiopia. *Tropical Grasslands* 40, 111-118.
- Inosys Réseau d'élevage Caprin, 2014
- IQBAL, Muhammad Aamir et al. Forage sorghum-legumes intercropping: effect on growth, yields, nutritional quality and economic returns. *Bragantia* [online]. 2019, vol.78, n.1 [cited 2019-03-27], pp.82-95.
- Kermah, M., Franke, A.C., Adjei-Nsiah, S., Ahiabor, B.D.K., Abaidoo, R.C., Giller, K.E., 2017 po. Maize-grain legume intercropping for enhanced resource use efficiency and crop productivity in the Guinea savanna of northern Ghana. *Field Crops Research* 213, 38-50.
- Latati M, Blavet D, Alkama N, Laoufi H., Drevon J. J., Gérard F., Pansu M, Ounane S. M -(2014) The intercropping cowpea-maize improves soil phosphorus availability and maize yields in an alkaline soil *Plant Soil* 385:181-191
- Mpairwe, D.R., Sabiiti, E.N., Ummuna, N.N., Tegegne, A., Osuji, P., 2003. Integration of forage legumes with cereal crops. I. Effects of supplementation with graded levels of lablab hay on voluntary food intake, digestibility, milk yield and milk composition of crossbred cows fed maize-lablab stover or oats-vetch hay ad libitum. *Livestock Production Science* 79, 193-212.
- Peyraud J-L. (2019) La Prairie entre intérêts publics et (dés)intérêt des éleveurs. Journées de printemps de l'AFPF. Paris, FIAP Jean Monnet, 12 et 13 mars 2019
- Peyraud J-L., Delaby L., Delagarde R., Pavie J., 2014, « Les atouts sociétaux et agricoles de la prairie », *Fourrages*, 218, 115-124
- Rault A., 2019. - Opportunités et intérêts de cultiver du maïs ou sorgho fourrage en association avec des légumineuses tropicales dans le Sud-Ouest de la France. Rapport de stage ingénieur. Chambre Régionale d'Agriculture Nouvelle Aquitaine 74p.

Projets de recherche développement déjà réalisés sur ce thème et financés par le CASDAR : aucun à ce jour.

II.2. Intérêts socio-économiques et environnementaux

Environnemental - social : Plusieurs projets financés par le CASDAR ont permis de caractériser l'intérêt des associations céréales à paille/légumineuses ou colza/légumineuses. Il est probable que ce type d'association pour les cultures d'été, dès lors que le fonctionnement symbiotique des légumineuses est actif, génère les mêmes externalités positives, à la fois pour le système de culture et pour le système d'élevage, que ce soit sur le plan de la dépendance aux sources extérieures d'azote et de protéines, aux produits phytosanitaires ainsi que sur les émissions de GES. Renforcer l'équilibre « énergie/azote » de ce fourrage d'été par rapport au maïs seul constituerait un levier essentiel d'amélioration de l'autonomie protéique des élevages. Il contribuerait ainsi à répondre à la demande croissante de produits issus d'animaux élevés sans OGM.

Economique : Les sources d'azote utilisées en agriculture sont à ce jour très dépendantes de l'énergie et de la variation de ses prix de vente. Les tourteaux de graines oléagineuses ou protéagineuses représentent l'autre source d'azote mobilisée par les élevages dans l'alimentation du bétail. Tout moyen économiquement performant d'augmenter la teneur en protéines des fourrages réduira la dépendance à ces sources extérieures d'azote et réduira donc la sensibilité des systèmes d'élevage à la variation des cours de ces intrants. Cet aspect d'amélioration des performances économiques sera observé avec une attention particulière dans les systèmes conduits en agrobiologie où l'équilibre des prix (achat/vente) laisse entrevoir une pertinence économique plus immédiate de ces associations.

II.3. Intérêts techniques et scientifiques

Technique : des initiatives se sont multipliées depuis 2017 autour de l'association de ces légumineuses avec du maïs et du sorgho, dans le cadre de démarches empiriques et dispersées. L'objectif de ce projet est de capitaliser sur cette connaissance experte de quelques producteurs et de la compléter dans le cadre de dispositifs contrôlés. Cela permettra notamment de préciser des éléments de l'itinéraire technique comme l'ajustement des dates et densités de semis, doses d'azote, le reliquat azoté post-récolte,... Ce type d'association est probablement un moyen de profiter des incidences actuelles du réchauffement climatique observé sur les mois d'Août et Septembre. A cette période, le maïs rentre dans une phase de remobilisation des photoassimilats depuis les feuilles et la tige vers le grain. Les observations réalisées montrent que les légumineuses tropicales maintiennent une activité photosynthétique et de croissance végétative active sur cette période, ce qui permettrait d'optimiser l'interception de rayonnement et par conséquent la production de biomasse. De plus, la teneur en eau plus importante et *a priori* plus stable en fin de cycle du LabLab permet en cas de sécheresse d'avoir plus de souplesse pour piloter le pourcentage de MS du fourrage à la récolte et de se prémunir de risques d'échauffement du fourrage au front d'attaque lors de l'étape de désilage.

Scientifique : l'optimisation de la conduite de ces associations a été réalisée dans des contextes de production tropicaux. Des questions concernant l'adaptation de ces associations aux systèmes de production mécanisée subsistent et pourront être résolues dans le cadre de ce projet. D'autre part, l'identification de souches de Rhizobia adaptées aux sols français en vue de la production d'inoculum expérimentaux constitue une plus-value scientifique.

II.4. Originalité du projet :

Ce projet provient d'une demande et d'expériences « terrain » et permettra de donner rapidement des réponses concrètes aux attentes professionnelles. Il permettrait d'associer dans un mouvement de co-construction à la fois les éleveurs, les conseillers et les chercheurs dans la production de connaissances. Ce mode participatif de production de connaissances permet aux différentes parties prenantes de réaliser concomitamment les phases de diagnostic et de production de connaissances sur un temps court, ce qui garantit également l'adéquation des connaissances produites aux besoins des bénéficiaires.

Il est aussi original par la création d'un réseau d'exploitations intégrant éleveurs conventionnels et biologiques afin de favoriser les échanges et partages d'expériences.

Un des livrables attendus du projet sera également la production d'*inocula* sur lesquels des droits de licence sont envisagés, de manière à ce que des producteurs d'*inocula* puissent engager des productions à des dimensions industrielles. L'UMR Agroécologie de INRAE Dijon possède un savoir-faire et des relations avec des producteurs d'*inocula* qui garantissent une stabilité pour les éleveurs et une réussite pour le projet.

Le projet permettra d'améliorer l'autonomie fourragère des exploitations, donc leur rentabilité, mais aussi de concourir à la diminution de l'utilisation d'intrants de synthèse (azote, herbicides). Il vise à fournir des éléments de réponse sur la nécessité d'adapter les systèmes de culture au changement climatique.

II.5. Liens (éventuels) avec les actions du (des) programme(s) de développement agricole et rural 2014-2020 financé(s) par le CASDAR et mis en œuvre par le chef de file ou ses partenaires :

Ce projet s'inscrit dans les orientations données pour l'élaboration du programme national de développement agricole et rural 2014-2020 en région. Il permet de répondre à différents objectifs stratégiques dont le développement de l'autonomie fourragère et protéique des élevages et l'optimisation des systèmes de production et la réduction des produits phytosanitaires. D'autres projets visent à augmenter l'autonomie fourragère et protéique des élevages bovins, en particulier un projet sur l'optimisation de la conduite des méteils (CARPESO). Ce projet sur l'optimisation de la production de fourrage estival vient en complément de la production de protéines par des méteils riches en légumineuses.

Les instituts techniques ARVALIS-Institut du Végétal et IDELE travaillent la thématique « fourrage » dans le cadre du Contrat d'Objectif du Plan National de Développement Agricole et Rural, et plus particulièrement au travers de l'action élémentaire « Produire et conserver des matières premières adaptées aux débouchés ». Dans cette optique et par le partenariat mis en place, ce projet permettra l'acquisition de nouvelles références de manière beaucoup plus efficace et précise que celles obtenues par le seul travail des instituts. Il en sera de même pour la diffusion des résultats, qui seront plus rapidement mis à disposition des agriculteurs, de leurs conseillers et de l'enseignement agricole.

III- PROGRAMME DE TRAVAIL ET ORGANISATION

III.1. Présentation des actions :

Action 1 : Définition des thématiques à expertiser au champ et repérage des innovations produites par les éleveurs (pilotage CRA-NA)

- Volet 1 : Définition des thématiques à expertiser au champ

Des éleveurs de la zone concernée ont d'ores et déjà testé ce type d'association. Les associer à la production de connaissances, permettra à la fois de capitaliser la connaissance existante (*via* le travail préalable de l'état de l'art en 2019) et d'identifier les domaines sur lesquels cette connaissance est lacunaire.

La méthode proposée sera inspirée des ateliers de co-conception de systèmes de culture. Les conseillers des organismes de développement (Chambres d'agriculture, FRAB) animeront ces groupes d'éleveurs. Pour capter la diversité des systèmes sur l'aire géographique, environ 6 ateliers sont prévus, regroupant à la fois des élevages bio et conventionnels, principalement pour les filières bovin lait et bovin viande, ainsi que caprins lait.

- Volet 2 : traque à l'innovation sur la durée du projet :

Les éleveurs font preuve d'innovation en testant de plus en plus souvent de manière anticipée des facteurs de production innovants. Cette connaissance experte mérite d'être capitalisée au travers d'une traque à l'innovation qui mobilisera plusieurs moyens de capitalisation de l'information auprès des producteurs et des conseillers : enquête WEB, enquêtes téléphoniques, entretiens collectifs, entretien individuel approfondi.

Cette traque à l'innovation sera conduite auprès d'un panel diversifié d'éleveurs et/ou de conseillers, identifiés par les partenaires du projet, les conseillers des organismes de développement (Chambre d'agriculture, FNAB, CIVAM) ou économiques (Coopérative, négoce).

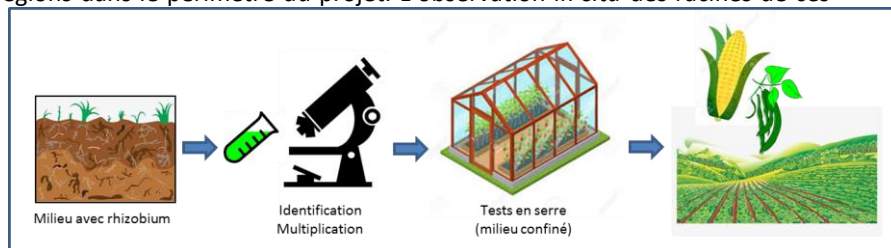
Indicateurs de suivi	- nombre de réunions de co-conception réalisées - nombre d'enquêtes réalisées - modalités à tester dans les essais analytiques et les bandes chez les éleveurs
Indicateurs de réalisation	- Synthèse des différents ateliers de co-conception - fiches de synthèses sur les expériences d'association testées chez des éleveurs

Action 2 : Production de références agronomiques (pilotage CRA-NA)

Volet 1 : Recherche d'inoculants potentiels à rhizobia : production et tests au champ (pilotage : UMR Agroécologie INRAE Dijon)

La démarche retenue pour produire de l'inoculum expérimental consistera à isoler des rhizobia à partir de nodosités de lablab et cowpea provenant des diverses régions de production de ces légumineuses, en privilégiant les prélèvements, si possible, dans des départements ou régions d'outre-mer (DROM) pour prévenir les problèmes liés au protocole de Nagoya. Des contacts ont déjà été pris à l'ANSES pour les accès aux dérogations et possibilité d'expérimentation en France métropolitaine. Deux étapes sont proposées :

- Obtention, vérification et caractérisation génotypique des souches. Puis évaluation phénotypique - (nodulation et capacité fixatrice d' N_2) sur les variétés retenues pour chacune des 2 légumineuses afin de sélectionner les souches les plus efficaces. Demande des « Permis d'expérimentation » pour chacun des inoculants expérimentaux des souches candidates auprès de l'ANSES.
Préparation d'inoculants expérimentaux pour essais aux champs.
- Étudier la nodulation et l'efficacité des 2 espèces de légumineuses, inoculées avec les inoculants expérimentaux, dans les principaux contextes pédo-climatiques des régions dans le périmètre du projet. L'observation *in situ* des racines de ces légumineuses, en serre, puis au champ, permettra d'établir un bilan de nodulation. L'efficacité de la fixation symbiotique d'azote sera évaluée par la production de matière sèche aérienne et la teneur en protéine par rapport à un témoin non inoculé et un témoin avec fertilisation azotée.



Indicateurs de suivi	- nombre d'inoculums sélectionnés - nombre d'inoculums retenus - protocoles d'évaluation en serre et au champ des capacités de nodulation
Indicateurs de réalisation	- Identification d'au moins un inoculum performant pour chaque espèce - Process de fabrication de l'inoculum - Article scientifique - Licences de propriété intellectuelle sur les souches de rhizobia produites

Volet 2 : Réseau d'expérimentations analytiques (pilotage : CRA Pays de la Loire)

Les essais analytiques permettront de répondre à plusieurs questions. Une partie sera conduite en agriculture conventionnelle et l'autre en agriculture biologique.

1. Opérationnalité des rhizobiums produits

Suite à l'identification et production d'inoculum sur l'année 2021, une partie des essais en 2022 sera mise à contribution pour caractériser le comportement des inoculums à rhizobia au champ et statuer sur leur opérationnalité.

2. Itinéraire(s) Technique(s) optimal(aux)

Les thématiques à tester seront à la fois définies par les issues de l'action 1 et dimensionnées en fonction du matériel accessible sur les stations expérimentales. Des premiers éléments d'itinéraires techniques pourront être évalués, comme par exemple le ratio des deux espèces dans le mélange, les modes d'implantation, la sélectivité des matières actives de désherbage l'optimisation du stade de récolte.

D'autre part, les tests réalisés en Pays de la Loire, à proximité de la station expérimentale de la Jaillière – Arvalis où seront menés les tests sur vaches fistulées, serviront à alimenter ce test en fourrages pour mesurer la digestibilité des MAT.

Le réseau de tests pourra aborder des questions plus fines d'itinéraire technique en 2023 : optimisation du désherbage, choix d'idéotypes variétaux pour assurer la meilleure composition du fourrage. Les coopératives agricoles et les semenciers pourront être associés en amont de la mise en place de ces tests, notamment pour aider au choix des variétés de la céréale fourragère d'été dans les tests et pour inclure dans leurs dispositifs d'évaluation des modalités testées dans le cadre du projet TROPICOW.

Indicateurs de suivi	- nombre d'essais analytiques validés - protocole de suivi des essais
Indicateurs de réalisation	- Synthèse technique sur les « points clés » de l'itinéraire technique des associations - Description d'itinéraires techniques adaptés

Volet 3 : Réseau de tests en bandes auprès des éleveurs (pilotage CRA NA)

Ce réseau de 15 à 20 tests par année du projet sera mis en place à partir de 2021. Il est complémentaire du réseau d'expérimentations analytiques et permettra d'explorer une plus grande diversité de conditions de sols, de climat et de récoltes. Il servira de socle pour l'acquisition de données techniques et économiques sur les associations : valeurs alimentaires, Itinéraires Techniques, coût de production de la culture, récolte et conservation. Des tronc communs seront définis de manière à pouvoir regrouper les informations et réaliser des analyses statistiques.

Des échantillons seront prélevés afin d'alimenter la Base de Données de l'action 3. Un diagnostic simple sera réalisé, sur les parcelles, par un binôme éleveurs/conseillers afin de statuer sur l'impact des différents bioagresseurs sur l'association et sur l'ensemble du système de culture (pression maladies/adventices/ravageurs). Ces éléments d'observation permettront de qualifier l'impact de la réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires sur la dynamique des bioagresseurs.

D'autres espèces intéressantes pourront aussi être évaluées lors de ces tests (soja, vesce, haricot, pois, ...) et ainsi compléter la gamme des associations possibles.

A partir de 2022, ces parcelles serviront aussi de supports à l'évaluation de l'adaptabilité, à différentes conditions pédo-climatiques, des inoculums produits. L'accent sera mis sur l'évaluation des capacités de nodulation des deux espèces CowPea et Lablab, ainsi que sur l'évaluation de la performance symbiotique des légumineuses et leur capacité à fonctionner en plante de service.

Un document sera établi permettant d'identifier les itinéraires techniques réalisés par les agriculteurs « experts » et les résultats obtenus (rendements, valeurs alimentaires, diminution de la pression bioagresseurs...). La compilation de ces témoignages permettra de produire des « associations – types » qui seront, par la suite, valorisées et intégrées dans les modélisations techniques des cas-types de l'Action 4. Ces témoignages viendront également enrichir les fiches techniques.

Indicateurs de suivi	- nombre de tests en bandes / an
Indicateurs de réalisation	- Compte-rendu des tests

Action 3 : caractérisation des fourrages produits et effet de leur intégration sur les systèmes de culture et d'élevage (pilote : IDELE)

Volet 1 : Constitution d'une base de données des analyses chimiques des valeurs alimentaires (BDD) et lien avec les conditions de culture

Cette action propose de rassembler et compiler dans une BDD partagée les résultats de caractérisation des compositions chimiques des espèces pures et associations en agriculture biologique et conventionnelle (% MS, Matières azotées totales, fibres, matières minérales, digestibilité...). Ce travail mobilisera les différents travaux déjà conduits par les partenaires du projet (notamment de l'IDELE, FRAB, Chambre d'Agriculture, semenciers) et en intégrant tout au long du projet ceux issus du réseau d'éleveurs de l'Action 2. Cette base de données sera – *a priori* - constituée sous Excel, validée et partagée par l'ensemble des partenaires du projet. Sur la base des compositions chimiques, cette base de donnée permettra le calcul des valeurs alimentaires selon les méthodes de références INRAE (équation maïs fourrage, légumineuse, proportion des deux fourrages) et éclaircir les inconnues sous nos latitudes des teneurs en énergie, azote et encombrement. Elle rassemblera les valeurs alimentaires des espèces en culture pure et en mélange. Une analyse statistique multivariée sera réalisée afin de mieux cerner les sources de variabilité des valeurs alimentaires et notamment protéiques des associations.

Cette Base de Données (BDD) est un livrable important du projet car elle n'existe pas à ce jour et permettra, après détermination de la composition de l'association légumineuse tropicale/plante en C4, d'estimer les valeurs fourragères et alimentaires de ces associations et d'apporter un conseil pertinent aux éleveurs. Cette étape du projet sera facilitée par le partenariat mobilisé rassemblant la plupart des acteurs ayant travaillé ce thème depuis 2 ans.

Modalités d'acquisition des données :

- Compilation des données bibliographiques des essais antérieurs
- Compilation des données de l'action 2 (essais analytiques / tests chez éleveurs),

Dans la mesure du possible, un seul laboratoire d'analyse sera retenu afin d'obtenir des données homogènes. Dans les essais analytiques et les tests en bandes, les fourrages seront triés afin de permettre la connaissance des compositions chimiques de chaque fourrage.

Volet 2 : Caractérisation de la dégradabilité des MAT.

Les fourrages produits sur la station expérimentale d'un des partenaires seront fermentés en mini-silos et donneront lieu à des tests de dégradabilité ruminale sur des vaches fistulées – dispositif *In Sacco* de la Jaillière – Arvalis. Ce test permettra de produire des valeurs de dégradabilité de la MAT du fourrage et *in fine* de calculer des valeurs de PDI du fourrage. Des tests de dégradabilité ruminale pourront alors être réalisés, à la fois pour le fourrage de référence (maïs et sorgho), le fourrage issu de l'association, ainsi que la légumineuse seule. Ce dispositif permettra notamment de mesurer si le fourrage issu de l'association d'espèces permet d'augmenter la valeur des PDI.

Indicateurs de suivi	- nombre d'analyses réalisées - nombre de fourrages testés sur le dispositif <i>in sacco</i>
Indicateurs de réalisation	- Base de Données - Analyse des valeurs PDI de 12 fourrages (légumineuse pure, association, céréale de printemps) - fiche de synthèse sur la valeur alimentaire des fourrages issus des associations

Volet 3 : Incidences sur les performances globales / Mesure de l'impact de l'introduction de ces fourrages sur les systèmes de production (IDELE)

En fonction des résultats acquis dans les différents dispositifs (rendements, valeurs alimentaires), l'introduction de ces cultures sera simulée sur un échantillon de cas types représentatifs de la zone. Les conséquences de ces nouvelles cultures sur les rotations traditionnellement pratiquées seront mesurées, et les modifications alimentaires pratiquées dans les systèmes de rationnement seront évaluées. Une analyse multicritères sera réalisée pour mesurer les conséquences de l'introduction de ces fourrages à l'échelle du système d'exploitation. Cette étape est indispensable pour promouvoir ces pratiques auprès des éleveurs.

Etape 1 : Identification des cas types

Les cas types des réseaux INOSYS (filières bovins lait et bovins viande) seront mobilisés. La première étape consistera à identifier les cas types les plus pertinents à étudier au sein des différentes zones pédoclimatiques et types d'élevage.

Etape 2 : Co-conception des systèmes fourragers incluant du maïs associé pour chacun des cas types identifiés et de l'intégration possible dans les rations.

Ces ateliers multi-acteurs associeront des éleveurs, des conseillers et des chercheurs pour, à partir des connaissances produites (actions 1 et 2), définir les adaptations des systèmes de culture et des élevages en intégrant des cultures associées. La méthode de travail pourra s'inspirer de ce qui a pu être fait dans différents réseaux et projets (RMT Systèmes de Culture Innovants, ANR LEGITIMES...).

Etape 3 : Evaluation multicritères.

Les conséquences de l'insertion de maïs associé dans les systèmes (résultats issus des ateliers de co-conception) seront évaluées à la fois à l'échelle du système de culture et à l'échelle du système d'élevage et d'exploitation.

Les performances techniques, agronomiques (utilisation d'intrants, évolution de l'assolement...), économiques (productivité, économie d'engrais minéral dans le système de cultures, économie de correcteur azoté dans l'élevage, autonomie fourragère et protéique, ...) et environnementales (émission de GES notamment) de l'introduction de ces fourrages seront calculées. Une approche sociale sera également réalisée notamment sur les conséquences en termes de charge de travail après modification des assolements (augmentation, réduction, pénibilité, compatibilité calendrier de travaux).

Ces évaluations mobiliseront à la fois les références agronomiques (action 2) et les références zootechniques (action 3). Plusieurs outils existent aujourd'hui dans les différentes régions pour réaliser des modélisations systémiques (PERSYST, SYSTERRE pour la partie agronomie et systèmes de culture), tableurs Excel des réseaux Inosys, outil DEVAUTOP,...pour la partie système d'élevage). L'évaluation environnementale mobilisera l'outil Cap2ER.

Le choix des indicateurs clés à mobiliser pour évaluer les performances globales sera réalisé en début de projet.

La réalisation de cette tâche s'appuiera sur la complémentarité des compétences entre acteurs des réseaux d'élevage (INOSYS) et agronomes, avec une vision systémique.

Indicateurs de suivi	<ul style="list-style-type: none">- nombre de réunions de co-conception- nombre de cas-types étudiés- calcul d'indicateurs de performance économique et environnementale à l'échelle de la culture de l'association- calculs d'indicateurs de performance à l'échelle du système de culture fourrager- calculs de la performance et de la durabilité des systèmes après introduction de ces fourrages innovants.
Indicateurs de réalisation	<ul style="list-style-type: none">- Brochure technique sur les conséquences de l'introduction de ces fourrages sur le fonctionnement des fermes d'élevages des zones d'étude (synthèse des performances).

Action 4 : Capitalisation et diffusion des connaissances (pilotage : CRA-NA, CRA PdL)

La diffusion des connaissances commencera au cours du projet, au travers de visites au champ et de témoignages vidéos. Il sera proposé aux lycées agricoles qui le souhaiteront de réaliser des vidéos de valorisation des résultats. Un séminaire de restitution clôturera le projet et des livrables classiques seront produits (plaquettes, documents de préconisations) ainsi que des supports vidéos courts. Des dispositifs existeront dans d'autres régions. Ils seront valorisés via la participation de l'APCA tête de réseau des chambres d'agriculture et membre du comité de pilotage.

Volet 1 : Visites au champ/ séminaire de clôture

Des visites au champ seront mises en place pour les publics d'éleveurs et de conseillers sur les années 2022 et 2023 du projet, à la fois aux moments clés de la culture, puis en post-récolte pour restituer les premiers résultats. Des dispositifs de vulgarisation seront mis en place avec le concours des lycées agricoles partenaires en 2024, avec une optique de valorisation des supports produits tout au long du projet (plaquettes, vidéo, ateliers thématiques).

3 séminaires de clôture au champ sont envisagés dans 3 zones géographiques (PDL, Poitou-Dordogne, Occitanie) pour un large public de conseillers, d'éleveurs et d'étudiants (lycées agricoles et écoles d'ingénieurs).

Indicateurs de suivi	nombre de journées de communication organisées / an nombre de visiteurs
Indicateurs de réalisation	Nombre total de journées organisées Colloques / nombres de participants

Volet 2 : supports rédactionnels et pédagogiques

Des brochures techniques thématiques seront produites : (i) itinéraires techniques adaptés à chaque contexte et objectif de production – mode d'application des inoculants ; densités de semis optimales des espèces ; modalité de désherbage (ii) optimisation de la récolte et de la conservation (iii) modalité d'intégration dans les rations et niveau d'économie attendue sur les concentrés azotés (iv) impact de l'intégration de ces fourrages sur le système fourrager et l'économie des fermes d'élevage. Des articles de vulgarisation seront publiés dans les journaux agricoles départementaux.

Le projet se propose, en partenariat avec les enseignants d'agronomie et zootechnie des 5 lycées agricoles impliqués de construire un module de formation (diaporama) de 3 heures sur les associations en direction des EPL et CFPPA des 3 régions.

Indicateurs de suivi	Articles de vulgarisation agricoles
Indicateurs de réalisation	Brochures techniques Module de formation pour EPL Nombre de formations aux éleveurs Article scientifique sur la production de l'inoculum (INRAE Dijon)

Volet 3 : Les numériques: GECO / Forum / VIDEOS /

Les supports produits pour le volet 2 auront une déclinaison en supports vidéos. L'ambition est d'associer les lycées agricoles dans la réalisation chacun d'une vidéo thématique, sous la forme de tutoriel.

Un groupe de 6 personnes ressources (deux par régions) seront chargés d'alimenter et d'animer un forum pour répondre aux questions posées par les éleveurs et conseillers sur cette thématique. Le support pressenti est l'outil GECO, plateforme collaborative portée par l'ACTA et le RMT SdCi (forum et espace de connaissances, <http://www.geco.ecophytopic.fr/recherche/-/recherche/zone/base-connaissance/>). Les références seront ainsi accessibles au plus grand nombre. Cette mission pourra être maintenue à l'issue du projet notamment en l'intégrant dans les programmes des PRDA-R.

L'ensemble de ces supports pourra être valorisé à l'issue du projet au travers de webinaires (réunions internet) à destination de conseillers.

Indicateurs de suivi	- Alimentation du forum GECO - nombre de participants aux webinaires
Indicateurs de réalisation	- Fiches techniques GECO - Vidéos

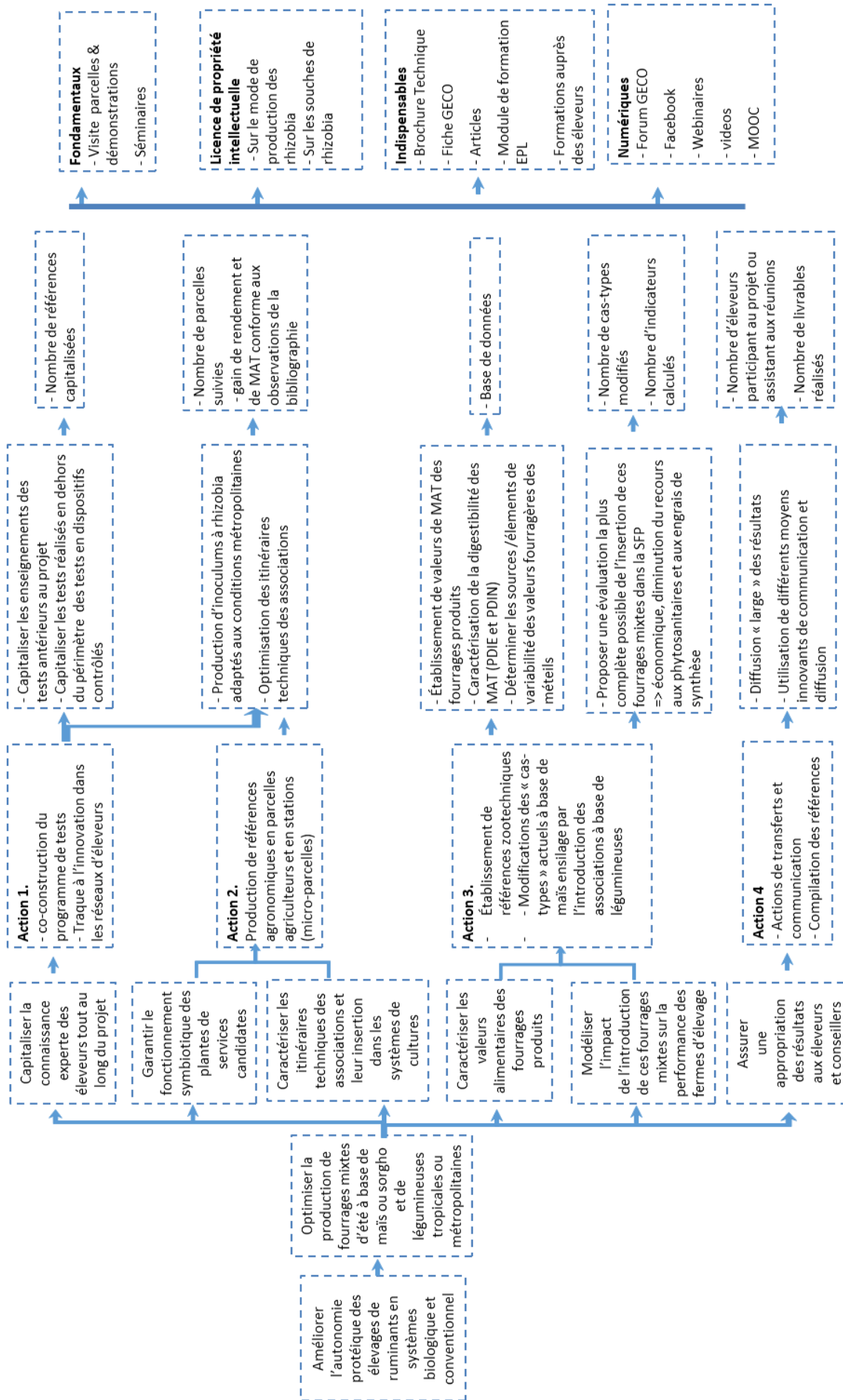
Action 5 : Coordination du projet (pilotage CRA – NA)

La coordination du projet sera assurée par la Chambre régionale de Nouvelle Aquitaine. Un comité de pilotage sera composé, (i) des responsables d'actions (ii) de représentants des éleveurs des différentes régions, (iii) des représentants de l'Etat (DRAAF et DGER) et des régions du périmètre géographique du projet (correspondants techniques des conseils régionaux). Ce comité de pilotage se réunira physiquement sur un rythme annuel et réalisera un point d'avancement semestriel, pour veiller à ce que les livrables des actions les plus en amont du projet soient en capacité d'alimenter les actions finales.

Un espace collaboratif permettra de rendre accessibles à tous les partenaires du projet les livrables intermédiaires et les outils de cadrage des travaux (protocoles, comptes-rendus de tests et de réunions, masque et charte graphique pour garantir une communication homogène).

Indicateurs de suivi	Nombre de comités de pilotage (compte-rendu)
Indicateurs de réalisation	Bilan technique et financier du projet



















III.2. Schéma "Finalités-Actions"



III.3. Calendrier des travaux : diagramme de Gantt

N°	Thématiques	2021				2022				2023				2024	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
Action 1	Co-construction des thématiques à expertiser au champ	L1	L2												
	Traque à l'innovation		L3				L3				L4				
Action 2 Agronomie	Mise au point d'un inoculum à rhizobia			L5		L6					L7				L16
	Expérimentations analytiques en stations expérimentales											L8		L8	
	Tests en « bandes » auprès d'éleveurs							L8							
	Evaluation de la performance des associations														
Action 3 évaluation de l'introduction des associations dans les systèmes d'élevage	Synthèse des valeurs alimentaires								L9				L9		L11
	Tests sur vaches fistulées									L10					
	Co-conception de systèmes fourragers à base de fourrages mixtes														
	Evaluation multicritères										L12			L12	
	Incidence sur l'économie générale des exploitations														L13
Action 4	Transfert et valorisation des innovations								L15				L15	L14	L17
Action 5	Pilotage du projet	CP				CP				CP				CP	

Phases du projet et livrables :

-  Réunion du Comité de Pilotage –**compte-rendu**- état d'avancement et reste à faire
-  L1 : Liste des thématiques à expertiser en micro -parcelle et échéancier
-  L2 : Liste des thématiques à expertiser en bandes agriculteurs et échéancier
-  L3 : Fiches de synthèse sur les expériences réalisées chez les producteurs
-  L4 : Synthèse des traques à l'innovation menées sur 2 années.
-  L5 : Panel de rhizobia à tester en serre et à screener
-  L6: Panel de rhizobia à tester au champ et à screener
-  L7 : Un ou plusieurs inoculums candidats à la production
-  L8 : Fiche descriptive des éléments d'itinéraires techniques contextualisés
-  L9 : Base de données des valeurs alimentaires des fourrages produits
-  L10 : valeurs de digestibilité des fourrages mixtes – valeurs de PDI
-  L11 : fiche de synthèse sur les valeurs alimentaires
-  L12 : production d'indicateurs de durabilité des itinéraires techniques, des systèmes fourragers, des systèmes d'élevage
-  L13 : description de cas-types d'élevages avant et après introduction de ces fourrages mixtes
-  L14 : Outils de communication
-  L15 : Visites au champ et Webinaires
-  L16 : Licence de propriété intellectuelle sur le ou les inoculum(s) produit (s)
-  L17 : Colloques de restitution

III.4. Equipes techniques mobilisées

Tableau 3 : équipes techniques mobilisées par structure partenaire et nombre de jours par action.

Personnel mobilisé	Activité	Rôle dans TROPICOW	Nombre de jours / action					total
			Action 1. traque + co-conception	Action 2. tests agronomiques + inocula	Action 3. caractérisation des fourrages évaluation multi-critères	Action 4. transfert	Action 5 pilotage	
A Pelletier	conseiller en production fourragère	suité agronomique	7	16	3	5	2	33
J F Levrat	conseiller en production fourragère	suité agronomique	7	16	3	5	2	33
E Beynet	conseiller en production fourragère	suité agronomique	7	21	3	5	2	38
N Lebeau	conseiller en production fourragère	suité agronomique	7	16	3	5	2	33
L Dupuy	conseiller en production fourragère	suité agronomique	7	46	3	5	2	63
C Merienne	conseiller en production fourragère	suité agronomique	7	16	3	5	2	33
P. Mahieu	conseiller en production fourragère	suité agronomique	7	46	3	5	2	63
O Micos	conseiller en production fourragère	suité agronomique	7	16	3	5	2	33
P. Raimon	conseiller en production fourragère	suité agronomique	7	16	3	5	2	33
C. Brajot	Conseillère / responsable d'équipe	suité agronomique	7	16	3	5	2	33
C. Revellin S Novak G Audebert P Walczak	PhD, Ingénieur de Recherche Ingénieure de recherche Technicien de recherche Technicien de recherche	production d'inoculum conception et évaluation de systèmes chef de culture responsable des expérimentations	0	60	5	5	0	70
F. Launay	Chargée de projets	Expertise zootechnique BDD	0	0	35	5	4	44
A. Ujttewaal	Chargé de projets	Expertise zootechnique BDD	0	27	47	2	10	86
A Vandewalle C Bourlet	Chargés de projets	Expertise agronomique évaluation multicritère	7	132	60	5	4	208
T Mouchard	conseiller élevage	suité agronomique	7	16	2	5	4	34
O Guerin S Minette JL Fort F Auzanneau	Chargés de projet Chef de service Assistante de service	suité agronomique communication pilotage projet	60	90	15	50	64	279
Total			144	550	194	122	106	1116

Ne sont pas comptabilisés dans le tableau 3 les contributions de stagiaires et de CDD (9 mémoires de fin d'études et 1 CDD).

Pour le chef de file: Chambre régionale d'agriculture Nouvelle Aquitaine.

Expérience en gestion de projets multipartenaires : La Chambre régionale d'agriculture Nouvelle-Aquitaine a l'expérience du pilotage et de la coordination de projets nationaux et régionaux avec de multiples partenaires et dont elle assure la coordination technique et administrative : entre autres, Programme régional de développement Agricole et Rural - PRDAR , Plan Ecophyto, Projet SURVAPI, Agrifaune, RMT sol & territoires.

La CRA NA participe également à de nombreux projets Casdar, projets ADEME et gère ainsi un portefeuille comptant plus de 30 projets ayant répondu à des appels à projets de différents financeurs.

Expérience en tant qu'interface Recherche-Développement-Innovation : Le service IRD de la chambre régionale d'agriculture gère les actions de transfert des résultats des projets de R&D en Nouvelle Aquitaine. Ce transfert se réalise via différentes media :

- mise en ligne des projets sur une plate forme web régionale partagée avec les principaux acteurs de la filière R&D
- Présentation des innovations dans le cadre de journées innov'action « les agriculteurs parlent aux agriculteurs de leurs innovations »
- organisation de Webinaires pour les agents de développement et les agriculteurs

Pour le chef de projet

Olivier GUERIN en charge du projet TROPICOW, possède à la fois de solides compétences agronomiques, d'animation et de gestion de programmes d'acquisition de références. Son activité au sein des chambres d'agriculture est centrée sur le transfert des innovations multi-performantes vers les agriculteurs et les réseaux de conseillers du développement et de la distribution. Il a notamment contribué de 2003 à 2011 aux productions du réseau « blé et orges rustiques », à la caractérisation de la conduite du colza associé. Il a contribué au projet CASDAR « systèmes de culture innovants » de 2004 à 2006 et valorise la méthode de co-conception de systèmes de culture dans des formations pour conseillers. Il a également contribué à l'adoption d'outils innovants et en rupture dans une structure coopérative. Ces réalisations concernent notamment (i) le déploiement d'un progiciel de gestion de données d'expérimentation (ii) la mise en place et l'animation d'un réseau d'observation type BSV (iii) la mise en place et le déploiement d'un outil personnalisé de prévision du risque maladie des céréales.

Sébastien MINETTE, Chargé de projets agronomique à la CRA NA apportera son expérience de la gestion de projets multipartenaires et co-pilotera le projet TROPICOW. Il conduit depuis 2001 à la CRA Nouvelle-Aquitaine des projets de recherche et développement en agronomie tels que le projet Fertilisation Azotée et Cultures intermédiaires (2001-2010) ou le projet

Systemes de Culture Innovants (2008-2016). Depuis 2005, il fait partie de l'équipe d'animation du Réseau Mixte Technologique "systèmes de culture innovants" (évaluation multicritère, développement de GECCO) et a participé à de nombreux projets de R & D à l'échelon national et régional sur la gestion des agrosystèmes et les pratiques agroécologiques (Casdar PICOBLE 2010-12, ALLIANCE 2014-2017, 3C2A 2019-2023). Ses travaux sont menés en partenariat avec l'ensemble des acteurs locaux de la Recherche et du développement agricole (INRAE, Instituts techniques Chambre d'Agriculture, Coopératives, CIVAMs, ...).

Olivier Guérin et Sébastien Minette participent au développement de techniques innovantes sur la région Nouvelle Aquitaine et ont des habitudes de collaboration depuis 2001 qui ont débouché sur des productions de références, par exemple sur la thématique du « colza associé » en Poitou-Charentes à partir de 2007.

La complémentarité de leurs compétences permettra d'assurer une conduite performante du projet.

III.5. Organisation prévue, rôle de chaque partenaire technique (présentation par action le cas échéant)

Un comité technique regroupant le responsable du projet et chaque responsable d'action se réunira à un rythme trimestriel sur des formats courts de réunion téléphonique pour partager les états d'avancement et identifier les risques de non réalisation d'un volet ou d'une action et ainsi mettre en place des actions préventives ou correctives.

Chaque partenaire en charge du pilotage d'une action devra veiller à ce que les livrables de l'action qu'il anime soient produits de manière à alimenter l'action suivante. Des points de vigilance seront portés avec une attention particulière sur :

- la capacité à mettre à disposition un inoculum pour les tests en serre, en stations expérimentales et en bandes agriculteurs. Les mois précis de livraison seront précisés lors du séminaire de lancement.
- la capacité à produire du fourrage en quantités suffisantes pour mener à bien les tests sur les vaches fistulées. Pour réduire les risques, deux essais au moins, à proximité de la station de la Jaillière seront dédiés à cette thématique en 2022.
- les données issues des tests sur vaches fistulées et la première version de la base de données des valeurs alimentaires doivent être à même d'aider les éleveurs, conseillers et chercheurs à imaginer des adaptations des systèmes fourragers et du rationnement des troupeaux.

III.6. Nature, composition et modalités de fonctionnement de(s) l'instance(s) de pilotage

Le comité de pilotage du projet TROPICOW sera composé :

- de représentants des DRAAF Nouvelle Aquitaine, Occitanie et Pays de la Loire
- de représentants des Agences de l'eau Adour-Garonne et Loire-Bretagne
- de représentants des Conseils régionaux Nouvelle Aquitaine, Occitanie et Pays de la Loire
- de représentants des participants au projet, notamment des éleveurs (2 pour NA, 2 pour Occitanie et 2 pour Pays de la Loire)
- des coordinateurs d'action

Ce comité de pilotage se réunira au démarrage du projet, puis à une fréquence annuelle. Un compte rendu sera réalisé à chaque comité de pilotage.

III.7 Modalités d'évaluation du projet

Fournir des indicateurs de suivi et pilotage du projet (indicateurs de moyens)

	Indicateurs de moyens
Action 1 : Définition des thématiques à expertiser au champ et repérage des innovations produites par les éleveurs	
1.1. Définition des thématiques à expertiser au champ	- nombre de réunions de co-conception réalisées - nombre d'enquêtes réalisées - modalités à tester dans les essais analytiques et les bandes chez les éleveurs
1.2. traque à l'innovation sur la durée du projet	- nombre d'enquêtes réalisées
Action 2 : Production de références agronomiques	
2.1 : Recherche d'inoculants potentiels à rhizobia : production et tests au champ	- nombre d'inoculums sélectionnés - nombre d'inoculums retenus - protocoles d'évaluation en serre et au champ des capacités de nodulation
2.2 : Réseau d'expérimentations analytiques	- nombre d'essais analytiques validés - protocole de suivi des essais
2.3 : Réseau de tests en bandes auprès des éleveurs	- nombre de tests en bandes / an
Action 3 :	
3.1 : constitution d'une base de données des analyses chimiques des valeurs alimentaires	- nombre d'analyses réalisées
3.2 : caractérisation de la dégradabilité des MAT	- nombre de fourrages testés sur le dispositif in sacco
3.3 Mesure de l'impact de l'introduction de ces fourrages sur les systèmes de production	
3.3.1 : Identification des cas types	- nombre de cas-types étudiés
3.3.2 : Co-conception des systèmes fourragers	- nombre de réunions de co-conception
3.3.3 : Evaluation multicritère	- calcul d'indicateurs de performance économique et environnementale à l'échelle de la culture de l'association - calculs d'indicateurs de performance à l'échelle du système de culture fourrager - calculs de la performance et de la durabilité des systèmes après introduction de ces fourrages innovants.
Action 4 : Capitalisation et diffusion des connaissances	
5.1 : Visites au champ/ séminaire de clôture	- nombre de journées de communication organisées / an - nombre de visiteurs
5.2 : supports rédactionnels et pédagogiques	- Articles de vulgarisation agricoles
5.3 : Les numériques: GECO / Forum / VIDEOS	- Alimentation du forum GECO - Nombre de participants aux webinaires
Action 5 : Coordination du projet	Nombre de comités de pilotage (compte-rendu)

Fournir des « indicateurs d'évaluation » permettant d'évaluer les résultats en fin de projet :

- Indicateurs techniques : gain de productivité en MS/ha, gain en MAT des fourrages produits, gain ou perte de temps pour la mise en place des associations, à l'échelle de l'itinéraire technique et du système d'élevage, appétence des fourrages produits.
- Indicateurs économiques : économies d'azote minéral pour la conduite des associations et pour les cultures suivantes, économie ou surcoût de complémentation de la ration en concentré énergétique, chiffrage de matériel spécifique pour la récolte si besoin.
- Indicateurs environnementaux : réduction des émissions de GES suite aux économies d'azote, variation de la balance globale azotée à l'échelle du système de culture et de l'élevage (sur des cas-types).

Cette liste d'indicateurs n'est pas exhaustive, elle comprend notamment tous les indicateurs calculés soit à l'échelle du système de culture par les outils de type SYSTERRE, et les indicateurs calculés à l'échelle de l'élevage comme CAP2ER

Indiquer les modalités envisagées pour une analyse réflexive des partenaires sur le déroulement du projet et sur ses résultats :

Lors des séminaires annuels des temps d'échanges et de partage seront programmés, sous forme d'ateliers sur des thématiques importantes du projet. Ces ateliers mixeront les parties prenantes du projet (conseillers, éleveurs, chercheurs) et permettront de garantir que les actions menées répondront aux questionnements des acteurs.

IV- BUDGET PREVISIONNEL ET PLAN DE FINANCEMENT DU PROJET

(cf. Annexes III et IV)

Le budget prévisionnel du projet doit être établi en tenant compte des éléments relatifs aux modalités financières décrites dans les paragraphes 4.4 et 4.5 du règlement de l'appel à projets.

Un appui sous forme de CDD ou de mémoires de fin d'études est d'ores et déjà prévu pour des actions identifiées comme capitales par les responsables d'action. Il s'agit de :

- action 1 : traque à l'innovation : mémoires de fin d'études en 2021 et 2022 à la CRA NA : 8 000 €
- action 2, volet 1 : production d'inoculum à rhizobia : CDD 12 mois hébergé à l'UMR Agroécologie de INRAE DIJON : 38 082 €
- action 2, volet 1 : tests en serre d'inoculum à rhizobia : un mémoire de fin d'études à la CRA NA : 4 000 €
- action 2 : dispositifs expérimentaux : mémoires de fin d'études en 2022 à la CRA NA : 4 000 €
- action 2 : dispositifs expérimentaux : mémoires de fin d'études en 2022 et 2023 à la CRA PDL : 8 000 €
- action 2 : dispositifs expérimentaux : mémoires de fin d'études en 2022 et 2023 à INRAE unité Ferlus : 6 590 €
- action 3 : évaluation multi-critères : mémoire de fin d'études en 2023 à l'IDELE : 4 000 €

Observations particulières relatives au financement du projet

Expliciter la nature des dépenses :

Les dépenses prévues au cours du projet sont de 4 ordres :

- Action 2 , Volet 1 Recherche d'inoculants potentiels à rhizobia : achats de matériel et frais d'expédition en conditionnement maîtrisé pour récupérer des souches de rhizobia pertinentes dans les DROM ; frais de dossier pour obtention du permis d'expérimenter au champ : 30 712 €.

Action 2 , volet 2 : Réseau d'expérimentations analytiques : prestation de semis et récolte pour les partenaires non équipés des matériels adéquats un montant de 2000 € par essai est retenu, soit un total de 24 450 €

Action 3 : réalisation d'analyses chimiques sur les fourrages produits, provenant (i) des réseaux de parcelles analytiques (ii) des tests en bandes chez les éleveurs, (iii) des tests sur vaches fistulées : 46 900 €

Action 5 : communication : location de salles pour colloques de restitution : 15 460 €

Expliciter la nature des recettes:

A ce jour, aucune recette n'est programmée pendant la durée du projet. En revanche, les droits de propriété intellectuelle sur les process de production de rhizobia peuvent à terme donner lieu à la perception de royalties par les membres du consortium.

V- RESULTATS ATTENDUS ET SUITES DU PROJET (soyez bref et précis)

V.1 Difficultés éventuelles que pourrait rencontrer le projet et moyens d'y répondre

- **Disponibilité et participation au projet** : Il conviendra de mobiliser les éleveurs en amont des périodes de pointe. Ce projet mobilise des partenaires répartis sur trois régions de grande taille. Une vigilance particulière est à apporter à sa coordination ce qui se traduit opérationnellement par un co-pilotage des 3 chambres régionales.

- **Caractérisation des valeurs fourragères** : la logistique pour transmettre soit des plantes, soit des échantillons de fourrage, entre des sites expérimentaux au champ et des laboratoires devra être appropriée. Cela concerne principalement la partie évaluation des fourrages et la partie caractérisation de l'activité symbiotique.

- **Accès à l'inoculum**: des contacts ont été pris au printemps 2019 et débouchent sur la mise à disposition de souches d'inocula en provenance des DOM et d'Australie. Des tests sont prévus sur le premier semestre 2020, en conditions contrôlées à la fois à l'INRAE de Dijon et de Lusignan. L'incertitude d'accès à l'inoculum est donc quasiment levée.

V.2 Interopérabilité des données et systèmes d'information

Décrire les modalités envisagées pour la gestion des données et des systèmes d'information au cours et à l'issue du projet
L'ensemble des données collectées dans ce projet sera rassemblé et conservé par l'organisme chef de file et mis à disposition (à tout moment durant le projet) des partenaires du projet. A l'issue du projet, la base de données ainsi constituée et les applications créées seront mis à disposition des coordinateurs des programmes CASDAR.

Par ailleurs, ces résultats ayant bénéficié de financements publics, l'objectif sera d'en favoriser le rayonnement et une utilisation large (sous réserve évidente de bien citer les financeurs tel que prévu dans le règlement des projets CASDAR).

V.3 Résultats attendus

Les résultats attendus dans ce projet sont de différentes natures :

- Sélection d'inocula à base de Rhizobia adaptés aux conditions métropolitaines ;
- Production de connaissances scientifiques et techniques en agronomie sur les associations de plantes en C4/légumineuses et plus largement sur la multiperformance de systèmes de culture et de production en élevage ;
- Proposition de règles de décision (RDD) formalisées et organisées sur les itinéraires techniques pertinents pour produire un fourrage de qualité (protéines en premier lieu) en quantité à base de plantes en C4 et légumineuses ;
- Mise à disposition des conseillers d'une BDD partagée sur les valeurs alimentaires.

L'objectif général du projet est d'expertiser l'intérêt et les modalités de production de maïs ou sorgho associé. Les résultats permettront aux éleveurs innovants d'objectiver la mise en place de ces associations sur leurs exploitations et d'identifier les adaptations de leurs systèmes fourragers et du rationnement des animaux.

V.4 Livrables attendus

Livrables « communication »	Public visé	Echéances	Moyens mobilisés	Nombre potentiel
Brochures Techniques	Agriculteurs, conseillers	Fin de projet	Edition de documents, ressources en ligne	> 500 téléchargements
Formations participatives sous forme d'atelier de co-conception	Conseillers, porteurs de projet, Organismes de conseil	Fin de projet	Services formation des organismes de développement et des instituts	20 formations
Journées Techniques « au champ »	Eleveurs et conseillers	Durant le projet	Ressources humaines des partenaires pour organisation + édition de posters / présentation de séquences vidéo	Au moins 15 participants / journée
Fiche GECO		A partir de 24 mois	Lien Ecophyto, Agroécologie	./
Plateforme RAIN		A partir de 24 mois		./
Articles techniques		Durant le projet	Pilotes de tâches mobilisés – lien avec presse agricole	5 à 8 articles
Participation à colloques, salons nationaux	Conseillers, Administrations,	A partir de 24 mois	Ressources humaines des partenaires	2 à 5 participations
Vidéos tutorielles sur le mode d'emploi des associations	Eleveurs, conseillers	A partir de 24 mois	Prestataire de vidéos, lycées agricoles	6 vidéos
Webinaires annuels de présentation des résultats	Eleveurs, conseillers	A partir de 18 mois	Prestataire de Webinaire	2 Webinaires, 100 participants à chaque édition
Séminaire de clôture du projet			Ressources humaines des partenaires pour organisation, réservation de salles, édition de posters, présentation de séquences vidéo	150 participants

V.5 Valorisation et communication prévues sur le projet et les résultats

Trois volets seront développés :

- ☞ Les fondamentaux :
- Journées de démonstration/visite au champ/journées techniques
 - Salons professionnels (Salon de l'Herbe et des Fourrages, Sommet de l'Elevage, Tech&Bio, SPACE)
 - Séminaire de restitution et interventions dans le cadre de colloques (EGF, AFPP...)
 - Articles techniques (presses régionales, nationales et newsletter des partenaires)
 - Brochures techniques à destination des conseillers/éleveurs
 - Articles scientifiques (revue Fourrages, Rencontres Recherches Ruminants, EGF)
 - Contribution à la plateforme AUTOSYSEL (Autonomie des systèmes d'Elevage, IDELE)

- ☞ Les + numériques
- Contribution et utilisation de la plateforme collaborative GECO (fiche technique / forum)
 - Tutoriel pédagogique de mise en œuvre de cette technique (itinéraires, avantages, témoignages)
 - Organisation de conférences webinaires pour une diffusion large

- ☞ L'enseignement agricole : Action spécifique vers les lycées agricoles à travers la participation à :
- des modules d'enseignement (diaporama, vidéos)
 - la mise en place au cours de la 3^{ème} année de plate-forme de démonstration sur un maximum d'exploitation de lycées agricoles et organisation d'1 journée de communication

V.6 Évolution attendue des compétences de l'organisme porteur du projet, ainsi que celles des partenaires associés :

La diversification et la ré-introduction de légumineuses dans les systèmes de culture est un enjeu important pour l'agriculture de demain. Les livrables produits permettront aux conseillers de gagner en compétences dans le conseil pour la production de fourrage innovant, notamment en (i) apportant des réponses à une question concrète de développement agricole sur l'introduction et l'intérêt de associations de plantes en C4/légumineuses et (ii) confortant un changement de posture du conseiller vis-à-vis des producteurs en les associant davantage aux processus de production de références.

V.7 - Suites attendues du projet :

La diffusion des références établies pourra être reprise notamment au travers des PRDAR, dans des ateliers de co-conception ou pour l'animation de groupes d'éleveurs en recherche d'autonomie alimentaire et protéique.

La plupart des partenaires techniques du projet étudient depuis plusieurs années différents leviers pour améliorer l'autonomie protéique des élevages. En ce sens, ces travaux s'inscrivent dans la continuité de ce qui a été engagé mais avec un angle nouveau. Les références issues de TROPICOW seront donc incrémentées dans le panel des solutions possibles. A l'issue du projet, si un besoin d'acquisition de références supplémentaires est identifié, il pourra être pris en charge par un ou plusieurs partenaires à l'occasion d'un nouvel AAP ou en interne.

V.8 - Propriété intellectuelle :

La production d'inoculants pourra faire l'objet de contrat de licence de savoir-faire alliant les différents partenaires et éventuellement d'autres industriels spécialisés dans la production d'inoculants.

Fiche de synthèse des modifications apportées au dossier suite aux remarques du jury sur la manifestation d'intérêt.

Demande d'amélioration/ Précision	Réponse
Modalités retenues pour le partenariat /type d'accord	Les acteurs ont des compétences complémentaires : INRAE pour la production amont, les instituts sur la partie valorisation des fourrages, les organismes de développement sur la production de tests et le lien avec les éleveurs. La conduite du projet en tant que tel ne nécessite pas d'accord autre que celui indiqué dans la candidature. En revanche, un consortium sera constitué pour gérer les royalties issues de la production d'inoculum.
Préciser les prestations pour un montant de 120 000 €	La partie nodulation, en particulier les screenings de souches en serres sont évalués à 30 712 €. Les plantes étudiées sont très peu connues, des analyses chimiques d'un montant élevé (144 €) est prévu, car nous avons besoin de précisions pour qualifier les fourrages produits. Le montant total des analyses est de 46 900 €. D'autre part, une partie des structures doit faire appel à des prestataires de services pour la mise en place et la récolte d'essais en micro-parcelles (montant de 24 450 € au total).
Les salaires publics semblent sous-estimés	La conduite d'une thèse CIFRE en parallèle du projet TropiCow permettra de screener un nombre important d'inoculums et de variétés. L'existence de cette thèse explique le faible poids relatif des salaires publics dans le projet dans sa version 2020.
S'inspirer de l'ANR légitimes	L'effet précédent d'une association céréale/légumineuse, en particulier pour l'azote sera étudié pour l'association plante en C4/légumineuse tropicale dans le projet TropiCow.
Préciser la plus-value en termes d'efficacité globale	L'un des livrables du projet consistera à proposer une modélisation de l'effet de l'intégration de cette solution plante en C4+ légumineuse tropicale sur 20 à 40 % de la sole de maïs fourrage, en terme d'économie d'azote minéral dans les systèmes de culture et de concentré dans les rations des ruminants.
Préciser les modes d'évaluation des systèmes	Les itinéraires techniques seront principalement évalués sur les critères de productivité, d'économie d'azote et d'économies réalisées sur les achats de concentrés par rapport à la plante en C4 cultivée seule. A l'échelle du système, les indicateurs de CAP2'R seront utilisés et complétés par une enquête auprès des éleveurs expérimentateurs pour évaluer les changements en terme de temps de travail d'impact sur les chantiers (semis, récolte, conditionnement)
Lever les doutes quant à la disponibilité de l'inoculum	Une expérimentation préalable menée par l'UMR agroécologie de INRAE Dijon a permis de mesurer la capacité des semences distribuées en France à être inoculées par un inoculum australien qu'il est possible d'importer. Par ailleurs des correspondants du réseau CIRAD sont d'ores et déjà mobilisés pour transmettre à l'équipe de Dijon des souches de rhizobia fonctionnelles dans les DROM.