



EXPÉRIMENTATION DE SYSTÈMES DE CULTURES

CO-CONCEPTION DE SYSTÈMES INSPIRÉS DE L'AGROFORESTERIE SUR LA PLATE-FORME TAB

RÉSUMÉ

Dans un contexte national d'évolution des pratiques agricoles pour réduire l'impact sur l'environnement et faire progresser l'agriculture, il nous faut aujourd'hui imaginer des nouveaux modes de production. La plate-forme des techniques alternatives et biologiques (Plate-forme TAB), situé sur la ferme expérimentale à Étoile sur Rhône (26), conçoit et expérimente depuis 2012 des systèmes de culture associées. La conception de ces systèmes innovants est collective, en croisant des expertises agronomiques, écologiques et socio-économiques. Cette démarche partenariale s'appuie sur des ateliers de travail associant notamment des instituts et centres techniques, chercheurs, agriculteurs et collectivités territoriales.

CROPPING SYSTEM RESEARCH : CO-DESIGN OF SYSTEMS INSPIRED BY AGROFORESTRY ON THE « TAB » PLATFORM (ALTERNATIVE AND ORGANIC TECHNIQUES)

Within a national context of changing agricultural practices to reduce their impact on the environment and to improve agriculture, new production systems need to be devised. The alternative and organic techniques platform (« Plate-form TAB »), situated on the experimental farm at Etoile sur Rhône (Drôme), has been designing and testing associated cropping systems since 2012. The design of these innovative systems is collaborative, by combining agronomic, ecologic and socio-economic expertise. This partnership approach is achieved by workshops associating research institutes and centres, researchers, farmers and local authorities.

Le défi est grand pour les acteurs : proposer de nouveaux systèmes de production en arboriculture et grandes cultures pour atteindre des objectifs de performances économiques, sociales et environnementales, en limitant le développement des maladies et des ravageurs.



> SYSTÈME DE CULTURE MULTI-ESPÈCES EN PLACE, ASSOCIANT PÊCHERS ET GRANDES CULTURES



APPROCHE SYSTÈME SUR LA PLATE-FORME TAB ÉCONOME EN INTRANTS

POURQUOI L'APPROCHE SYSTÈME ?

La difficulté de faire face à des enjeux environnementaux et socio-économiques grandissants tels que l'érosion de la biodiversité et de la matière organique des sols, et l'utilisation massive des intrants, source de pollution et de dépendance, conduit aujourd'hui à une image détériorée de l'agriculture. Pour y répondre, le travail de l'agronome mobilise le concept de système de culture qui conduit à changer d'échelle temporelle et/ou spatiale. L'évaluation des performances des systèmes se fait alors dans son ensemble. Elle va au-delà des résultats techniques et économiques et intègre aussi des objectifs environnementaux et sociaux. La complexité des connaissances à prendre en compte pour construire des systèmes aux cultures diversifiées répondant à des enjeux multiples exige de mobiliser des compétences et des disciplines très variées.

POURQUOI ASSOCIER LES ESPÈCES ?

Les connaissances scientifiques actuelles sur l'agroforesterie et plus globalement sur l'association d'espèces et leurs effets sur les bioagresseurs amènent à s'intéresser aux mélanges d'espèces cultivées et non-cultivées sur une même surface (INRA, Innovations Agronomiques, volume 40). Pour répondre aux objectifs de la Plate-forme TAB (voir encadré ci-contre) que sont notamment l'autonomie en intrants et l'augmentation de la biodiversité, les systèmes conçus tentent de favoriser la restitution de ressources (azote, eau), de fournir des habitats pour les auxiliaires de culture, de diminuer les pertes de production par la diversification, de rompre les couloirs de contamination et diluer les ressources des ravageurs et maladies.

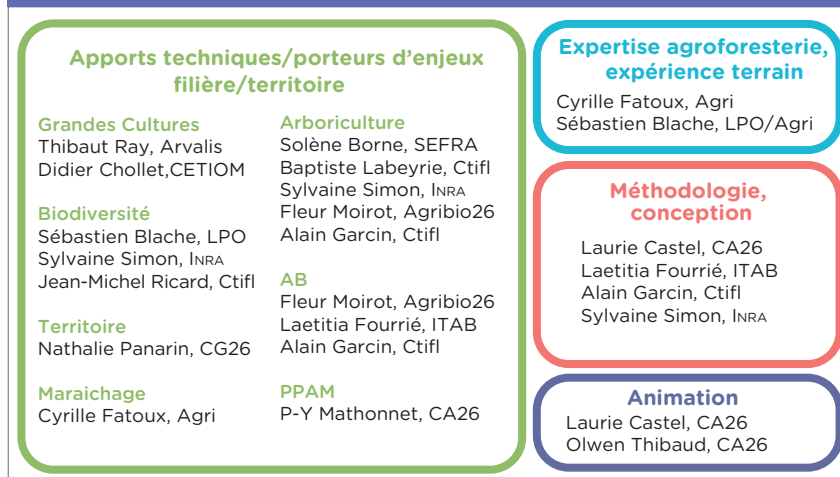
LE PROCESSUS DE CONCEPTION ÉTAPE PAR ÉTAPE

« La conception est un processus actif, qui vise à générer simultanément des concepts et des connaissances en vue de déboucher sur de nouveaux produits et de nouvelles technologies » (Meynard *et al.* 2006). À partir de méthodes publiées par Vereijken dans les années 1990, l'INRA via le Réseau Mixte Technologiques Systèmes de Culture innovants (RMT SdCi) a conçu et formalisé une

LA PLATE-FORME TAB : CONTEXTE GÉNÉRAL

Elle est située sur la ferme expérimentale d'Étoile-sur-Rhône dans la Drôme et a vocation à développer des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires et à valoriser les expériences réussies de changement de pratiques auprès des agriculteurs de Rhône-Alpes, et au-delà. Sur la ferme, la chambre d'agriculture de la Drôme et ses partenaires se sont associés sur la Plate-forme TAB pour répondre à trois enjeux majeurs : préserver les ressources naturelles, maintenir la compétitivité des filières agricoles rhône-alpines et développer l'agriculture biologique. La Plate-forme TAB constitue un espace de 20 hectares dédié, sur le long terme, à l'expérimentation et à la démonstration de systèmes de culture multifilières (arboriculture, grandes cultures, semences, légumes et plantes aromatiques) et innovants conduits en agriculture biologique et en agriculture faibles intrants. Ses partenaires techniques sont aujourd'hui : la Sefra, le Ctifl, l'Agfee, Arvalis, le Cetiom, l'Itab, la Fnams, l'Anamso, le GRAB, l'INRA et la Lpo Drôme. Elle bénéficie du soutien financier du conseil général de la Drôme, la région Rhône-Alpes, l'Agence de l'eau, l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques et la Compagnie Nationale du Rhône.

FIGURE 1 : Groupe d'experts pluridisciplinaire, acteurs des ateliers de la co-conception



démarche de raisonnement qui aboutit à la « conception à dire d'experts de prototypes de systèmes de culture » en grandes cultures. Le challenge que les partenaires de la Plate-forme TAB veulent relever, va au-delà en intégrant des cultures pérennes et annuelles faisant partie des productions régionales.

LA CONSTITUTION DU GROUPE

D'EXPERTS SUR LA PLATE-FORME TAB

L'innovation naît et se construit via des interactions entre plusieurs catégories d'acteurs : les agriculteurs, les conseillers, les ingénieurs et les chercheurs, ayant chacun des logiques, des outils et des expériences différentes.

Le préalable au processus de conception est la constitution d'un groupe d'experts. La composition du groupe et la mise en scène de l'atelier sont primor-

diales. Avoir des participants contents et convaincus de l'utilité de ce travail est un gage de réussite de la conception. Une attention particulière doit être portée sur la diversité et la complémentarité des compétences et connaissances au sein des membres choisis d'un groupe d'experts. Afin qu'ils se sentent impliqués au mieux dans la démarche collective et limiter les remises en cause des étapes antérieures, il est préférable que les mêmes experts participent aux différentes étapes de travail. Des agriculteurs locaux, des ingénieurs, des techniciens et des scientifiques avec différentes capacités d'expertise ont participé à la conception sur la Plate-forme TAB, lors des séances de travail mis en place et étalées sur plusieurs mois (Figure 1). Ici, l'animation a permis de garantir un bon déroulement de la conception, et



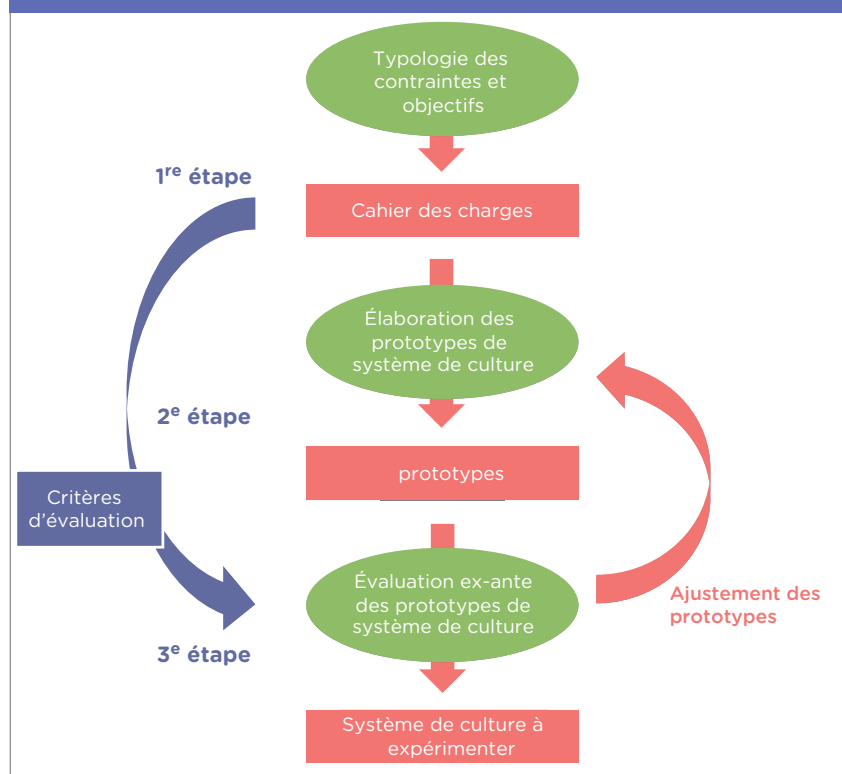
les différents experts ont été capables de proposer des outils et solutions techniques nouvelles ou adaptées, et de juger de leur cohérence dans les contextes étudiés. Associer cette diversité d'acteurs a mené à la réussite de l'atelier notamment parce qu'ils ont été capables d'endosser des fonctions essentielles et complémentaires: la fonction scientifique qui doit réunir les savoirs et les savoir-faire; la fonction technique qui exprime les points de blocage de la réussite des cultures dans les contextes étudiés et donnent un premier regard sur la faisabilité et l'innovation des propositions. Tout le monde a eu la liberté de proposer des pistes et amener le collectif vers des idées nouvelles.

TROIS PHASES DANS LA CONCEPTION

La première phase est la définition du cahier des charges (Figure 2). Le groupe s'approprié le jeu de contraintes dans lequel les systèmes doivent être élaborés et priorise les objectifs des systèmes et d'expérimentation. Les composantes du système conçu découlent de ces objectifs. Ils doivent être ensuite déclinés en critères et indicateurs d'évaluation qui peuvent être utilisés lors de l'évaluation *a priori* des systèmes (voir la troisième phase ci-après). Par exemple, réduire les intrants phytosanitaires est un objectif qui a été traduit en fixant un Indice de Fréquence de Traitement (IFT) maximal. Ces indicateurs doivent attester que les principaux objectifs fixés au départ sont bien atteints. Dans cette première phase, un système de référence auquel sont comparés les prototypes en construction peut être défini. C'est ce qui a été fait sur la Plate-forme TAB.

La deuxième phase est l'élaboration des prototypes candidats. Il s'agit alors pour le groupe d'avoir une représentation com-

FIGURE 2 : Démarche d'élaboration de prototypes selon Lançon *et al.* (2008)



mune du système en construction, par l'identification d'un vocabulaire commun ou encore la réalisation de graphiques pour avoir une visualisation commune de ce qui est possible. Un inventaire collectif de l'ensemble des connaissances et techniques mobilisables pour atteindre les objectifs (les leviers d'action) a été réalisé. Les prototypes doivent alors être décrits en détail: composantes, organisation spatiale, règles de gestion, itinéraire technique... Des schémas permettant de visualiser les composantes et/ou de mettre en évidence les interactions sont un plus pour décrire le système. Plusieurs séances collectives de travail ont été nécessaires lors de cette phase. Il est primordial que l'exercice conserve une dimension ludique, d'où l'importance des outils d'animation mobilisés dans cette étape: travail en petit groupe, brainstorming, présentation devant le reste du groupe, illustrations... (Photo 1).

La troisième phase est l'évaluation des prototypes consti-

tués. Cette phase est qualifiée d'évaluation « *ex ante* » ou *a priori* avant la mise au champ des prototypes. Elle est réalisée à des fins d'ajustement ou de sélection des différents prototypes pour leur expérimentation (Figure 2). Le choix de l'outil d'évaluation est fonction des indicateurs qu'on souhaite évaluer (exemple: le rendement, l'IFT et le temps de travail dont le niveau attendu est estimé). Pour les systèmes de cultures associés que nous avons imaginés, nous avons été confrontés au fait qu'il n'existe pas aujourd'hui d'outil d'évaluation disponible pour une évaluation multicritère (type MASC AB). Pour prendre en compte les interactions et complémentarités entre espèces, un outil a été co-construit sous le logiciel DEXI dans le cadre du projet VERTICAL (ECOPHYTO EXPE), piloté par la chambre d'agriculture de la Drôme, et déployé sur les sites expérimentaux de la Plate-forme TAB et de la Durette (site cette étape: travail en petit groupe, brainstorming, présentation devant le reste du groupe, illustrations... (Photo 1).

La démarche de conception n'est pas linéaire, les phases peuvent se croiser avec des allers-retours possibles. Elle



> PHOTO 1 : BRAINSTORMING POUR LE PROTOTYPAGE DES SYSTÈMES



fait recourt à de nombreuses formes de mobilisation et d'interactions entre les experts conduisant à l'élaboration de systèmes pertinents, fruit d'un consensus entre de nombreux points de vue. Ces phases clés de la conception sont ici identifiées, pour autant la diversité des expériences détaillées par Reau et Doré (2008) montre que la conception ne peut pas être enfermée dans une démarche normative.

PREMIERS RÉSULTATS DE CONCEPTION

Un premier système a été conçu en 2012. Le cadre de contraintes établi était de conduire en agriculture biologique, avec des productions destinées aux circuits longs, laissant place à la mécanisation (cultures en lignes, passages de tracteurs prévus), sans élevage et en associant au moins trois strates : arbres fruitiers, cultures assolées en rotation et arbres forestiers.

La conception à « dire d'experts » a été menée de manière privilégiée avec les personnes travaillant sur la ferme et qui sont maîtres d'œuvre des expérimentations (voir encadré ci-contre). C'est un avantage pour la mise en œuvre et l'implication des acteurs dans l'expérimentation mais cela peut être un inconvénient d'avoir probablement écarté des pistes d'innovation qui auraient pu être amenées par des acteurs différents. En se basant plutôt sur une démarche dite « pas à pas » de « co-conception », complétée dans un second temps par une conception « distribuée » pour préciser certains points techniques avec les spécialistes concernés, le groupe s'est concentré sur un unique prototype avec l'avantage d'avoir pu vite approfondir de manière détaillée les règles de gestion du système.

L'atelier a suivi les démarches de raisonnement décrites par le RMT SdCi avec les différentes phases de la conception. Ce premier travail collectif a abouti à la mise en place en 2013, d'un premier système multi-espèces (Photo 2).

Conduit en agriculture biologique, ce dispositif de trois hectares associe des planches de péchers et de grandes cultures (soja, maïs semence, féverole d'hiver, colza, blé tendre), disposées en alternance, de 20 m et 18 m de largeur respectivement, et des aménagements pour la biodiversité, haies, luzernières,

QUELQUES ÉLÉMENTS DE MÉTHODOLOGIE DE LA CONCEPTION

Dans une démarche à dire d'expert, deux types d'approches ont été explorées sur la Plate-forme TAB : L'approche « pas à pas » diagnostique l'existant dans lequel des alternatives sont proposées pour améliorer et faire évoluer les systèmes de culture face aux nouveaux enjeux. L'approche « de novo » a pour objectif d'ouvrir le champ des possibles pour concevoir des systèmes prenant en compte toutes les combinaisons de techniques potentielles. Elle consiste à faire abstraction de l'existant pour ne pas se laisser brider ni par le réalisme, ni par le conservatisme qui peut être reproché aux démarches pas à pas. Cette démarche est particulièrement adaptée à l'exploration de systèmes dits « en rupture » (Meynard, 2008).

Deux formes d'organisation de la conception se distinguent. La « co-conception », où le travail est partagé et se fait au cours des séances de travail communes à l'ensemble des acteurs. L'animateur identifie et définit les objectifs à atteindre. Des ateliers de conception sont mis en place et aboutissent à la proposition de pistes potentielles pour répondre aux objectifs du système. La conception « distribuée », quant à elle, consiste en la répartition des opérations de travail entre les acteurs suivant les compétences et l'expertise de chacun. Chacun va ensuite travailler individuellement ou en sous-groupe. Le travail réalisé est compilé, synthétisé par l'animateur et présenté à l'ensemble des acteurs afin de valider les hypothèses de travail. (Reau *et al.* 2012).

bandes herbeuses (Photo 2). Ce système a été pensé pour limiter la prolifération des maladies et des ravageurs, favoriser la présence des auxiliaires, et obtenir une production satisfaisant une commercialisation en circuits longs tout en facilitant les interventions mécaniques. Les cultures ont été choisies pour leurs enjeux phytosanitaires et économiques et leur adaptation locale. C'est pourquoi le pêcher, le maïs semence, le colza et le blé ont été sélectionnés. La rotation assolée intègre également des légumineuses (féverole et soja) pour limiter les apports externes d'azote et l'alternance des familles de cultures pour réduire le stock grainier d'adventices et de maladies. 600 mètres linéaires de haies et des zones non productives ont été aménagés, valorisant les espaces « hors pro-

duction ». Les premières productions des arbres fruitiers sont prévues pour la saison 2015.

VERS DE NOUVEAUX SYSTÈMES ?

En se basant cette fois-ci sur une démarche de conception « de novo », la volonté était de proposer des systèmes avec un niveau de rupture plus important. Ce choix, appuyé par le comité scientifique de la Plate-forme TAB a été renforcé par le constat d'agriculteurs impliqués : « une station expérimentale est l'occasion de tester des choses que les agriculteurs ne testeraient pas chez eux ». Des ateliers de co-conception ont donc été mis en place en 2014, avec un groupe d'experts élargi. Cette ouverture



> PHOTO 2 : SYSTÈME MULTI-ESPÈCES INSTALLÉ, ICI EN AVRIL 2013, ISSU DE LA PHASE DE CONCEPTION 2012



TABLEAU 1 : TABLEAU DES LEVIERS À LONG TERME, ET À MOYEN TERME STRUCTURANT LES PROTOTYPES

Leviers	Effets recherchés
Leviers mobilisables à long terme pour diminuer l'utilisation des intrants et favoriser la biodiversité	
Choisir un matériel génétique tolérant et peu consommateur en intrants	
<ul style="list-style-type: none"> - Faible sensibilité des espèces/variétés aux bio-agresseurs - Vigueur modérée du porte-greffe - Espèce peu gourmande en eau 	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution des traitements phytosanitaires - Enracinement profond et attraction limitée des ravageurs - Adaptabilité aux changements climatiques
Organiser spatialement le système pour limiter la pression des ravageurs et optimiser l'utilisation des ressources	
<ul style="list-style-type: none"> - Diversité et mixité des espèces et variétés - Stratification dans la parcelle - Densité : inter-rang et distance entre arbres plus large - Organisation en patch, selon des gradients écologiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Distance génétique, coupure, barrière, échelonnage des périodes de floraisons et des pics de travail - Complémentarité dans l'utilisation des ressources et création de microclimat favorable. - Limiter la pression des ravageurs - Flux de matière, meilleure organisation du travail
Introduire des aménagements écologiques pour favoriser la biodiversité et les auxiliaires	
<ul style="list-style-type: none"> - Bandes fleuries ou herbeuses ; haies composites multifonctionnelles doublée (production de fruit, bois énergie, BRF, attraction biodiversité...). Espèces locales forestières/fruitières ; Nichoirs, Perchoirs, abris, mare, tas de pierres ... - Corridor aquatique ou de végétation, étagement - Patches de biodiversité intégrés aux zones de production 	<ul style="list-style-type: none"> - Diversité d'habitats pour favoriser la biodiversité la plus vaste possible et donc les phénomènes de bio-régulations - Favoriser le déplacement des populations dans la parcelle - Favoriser la présence des auxiliaires au sein de la parcelle
Améliorer la fertilité du sol	
<ul style="list-style-type: none"> - Travail de préparation, mise en place de cultures à restituer au sol. - BRF + légumineuses, attention définir l'origine du BRF (pas de résineux...). - BRF consomme de l'N et favorise ainsi les légumineuses par rapport aux graminées. -Légumineuses: arbres ou herbacées. Arboriculture : Fauche des légumineuses et dépôts sur le rang. Grandes cultures : Rotations longues comprenant les légumineuses -Maximiser la couverture du sol 	<ul style="list-style-type: none"> - Régénération du sol avant la mise en place du système: favoriser la microbiologie du sol. - Apports d'azote. - Limiter le lessivage, augmenter la matière organique
Introduire des animaux pour gérer la matière organique et les bio-agresseurs	
<ul style="list-style-type: none"> - Abeille, pose de ruches. - Poule/Oie : 20 à 40 m²/ poule, attention à risque sanitaire pour certaines cultures (récolte noisette au sol ou PPAM). - Mouton : race qui ne mange pas l'écorce des arbres (Shropshire). Filets de protection, formation haute des arbres. En PPAM, pâture interdite pour risque sanitaire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pollinisation, teinture mère de propolis - Tonte de l'herbe, lutte contre certains ravageurs (ex : charançon), apport de déjection (fertilisant). - Tonte de l'herbe, apport de déjection (fertilisant), accélération de la décomposition des feuilles en hiver : réduction inoculum
Leviers mobilisables à moyen terme pour diminuer l'utilisation des intrants et favoriser la biodiversité	
Choisir des méthodes de fertilisation alternatives	
<ul style="list-style-type: none"> - Paillage du rang (biodégradable, blé/mulch, BRF) - Restitution fauche et bois de taille (mulch ou autre) - Éviter les à-coups, utiliser le compost de la ferme 	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution désherbage mécanique et eau, augmentation biodiversité et taux de matière organique - Apport de matière organique - Éviter le lessivage, se passer de fertilisants extérieurs
Choisir des techniques d'implantation des arbres améliorant l'enracinement	
<ul style="list-style-type: none"> - Semis directs en Arboriculture (pépin, noyau) pour porte greffe (PG) - Plantation du PG puis greffage au champ - Planter les arbres dans un couvert mis en place. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ne pas couper le pivot pour meilleure implantation de l'arbre et meilleure utilisation des ressources (eau). Diminution transfert maladie depuis la pépinière. - Laisse plus de temps sur la réflexion de la variété. - Meilleure gestion du couvert, limitation des adventices, enracinement profond des arbres.
Raisonner son irrigation pour limiter le gaspillage	
<ul style="list-style-type: none"> - Éviter à-coups, goutte à goutte en surface ou enterré 	<ul style="list-style-type: none"> - Éviter le gaspillage, pouvoir restreindre l'irrigation.
Utiliser des méthodes d'entretien et de protection des cultures alternatives pour limiter l'utilisation des intrants	
<ul style="list-style-type: none"> - Roulage des zones herbeuses - Conduite arbre: forme libre - Préparation de plantes (SDN, argile, tisanes) - Protections mécaniques, filets : mais très structurant 	<ul style="list-style-type: none"> - Favoriser les dicotylédones et donc la biodiversité - Permet culture au pied ou possibilité pâture - Lutte contre les bio-agresseurs - Lutte contre les bio-agresseurs