



- Concevoir et évaluer des systèmes maraîchers agroécologiques par l'expérimentation en s'appuyant sur une démarche ouverte, plurielle et en continu

Démarche développée dans l'expérimentation système 4SYSLEG (2013-2018)

13èmes Rencontres du GIS PIClég
24 novembre 2020 en webinaire



➤ 3 dimensions considérées au départ

Intégrer la DIVERSITE des systèmes maraîchers dans l'expérimentation

diversité des contextes de commercialisation, des cultures et créneaux de production, du cortège de bioagresseurs et de leur expression au champ, des leviers techniques disponibles

Assumer et anticiper la COMPLEXITE et l'INCERTITUDE de ces systèmes en agroécologie

variabilité du cortège de BAs, variabilité des effets des leviers, impact des systèmes sur le risque et la valeur commerciale des produits...

Valoriser la COMPLEMENTARITE des connaissances et savoirs dispersés et partiels

- 1** **S'entourer** pour représenter **4 situations de production contrastées**: être en capacité de construire des systèmes, les piloter et les évaluer sur-mesure
- 2** S'organiser pour pouvoir **gérer les imprévus et adapter chemin faisant** : on se prépare à ne pas avoir tout prévu
- 3** **Adapter les formats d'interactions** et/ou de recueil de connaissances



➤ Cadrage et objectifs généraux de 4SYSLEG

Contrôle les bioagresseurs ?
limite leurs dommages et
pertes sur produits récoltés? ...

S'adapte, répond
aux multiples
attendus
du CVA... (?)

Système technique

Conception ET mise en œuvre pratique
d'une stratégie de protection agroécologique
des cultures maraîchères sous tunnel

Bonnes pratiques
agronomiques
« de base »

Moyens matériels,
humains,
compétences
techniques...

Stratégie = combinaison
des leviers utilisés + les
modalités de pilotage
qui déterminent leur
usage (ou non)

Production maraîchère - marché de frais

Mise en marché et
commercialisation

Spécifications

« Définition des caractéristiques
essentielles (qualité, dimensions, etc.)
que doit avoir une marchandise, une
construction, un matériel, etc. » Larousse

Exploitation maraîchère

objectifs et moyens de production

Organisation globale

moyens d'actions, leviers
et processus décisionnels

= Chaîne de valeur alimentaire CVA*
(Food value chain, FAO)

Climat, Pression sanitaire locale ...

Réglementations, disponibilités en intrants externes ...

➤ Contexte local



Production maraîchère - marché de frais en Roussillon (P-O, Occitanie)

Développement des CCs dans les 2000's dans un bassin horticole basé sur circuits longs.
Demande variable selon saisons

Mise en marché et commercialisation

Exploitation maraîchère

Mixité des débouchés
Pression foncière (périurbain, littoral...)
...

Système technique

4 systèmes de culture => 4 stratégies de protection agroécologique des cultures

Station expérimentale
INRA Alénya



4 nouveaux tunnels de 400m²
conversion maraîchage 2013

Sol limono-sableux
Taux de MO 1,3 à 1,7
pH eau = 7,8 (2013)

Zone méditerranéenne, littoral, Tramontane
Risque fort de pression sanitaire liée à l'environnement
Important panel de bioagresseurs aériens et telluriques
souvent généralistes / polyphages

Roussillon = Zone vulnérable Nitrates,
Objectifs Ecophyto - Réglementation AB, ...

➤ La démarche

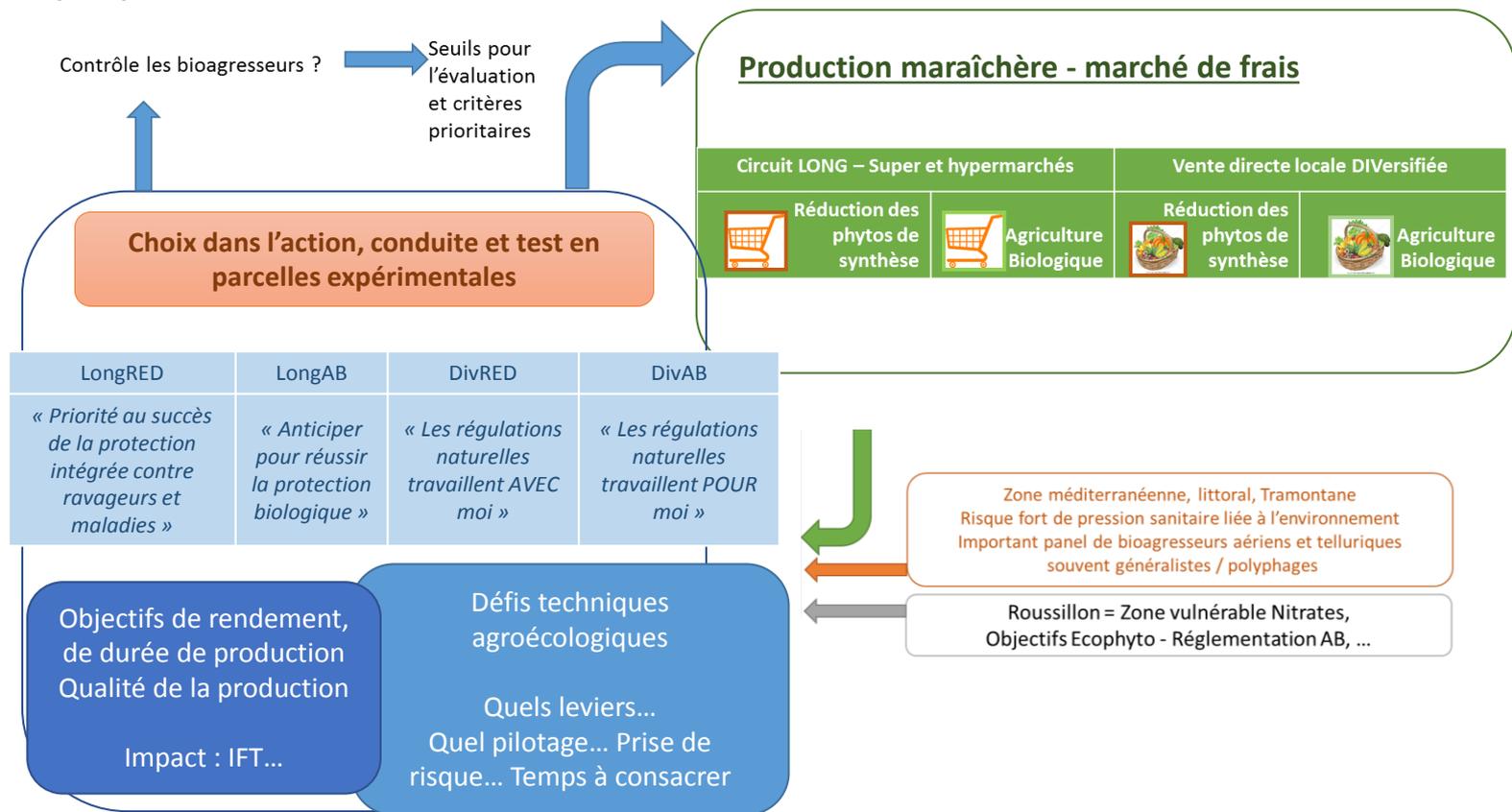


INRAE

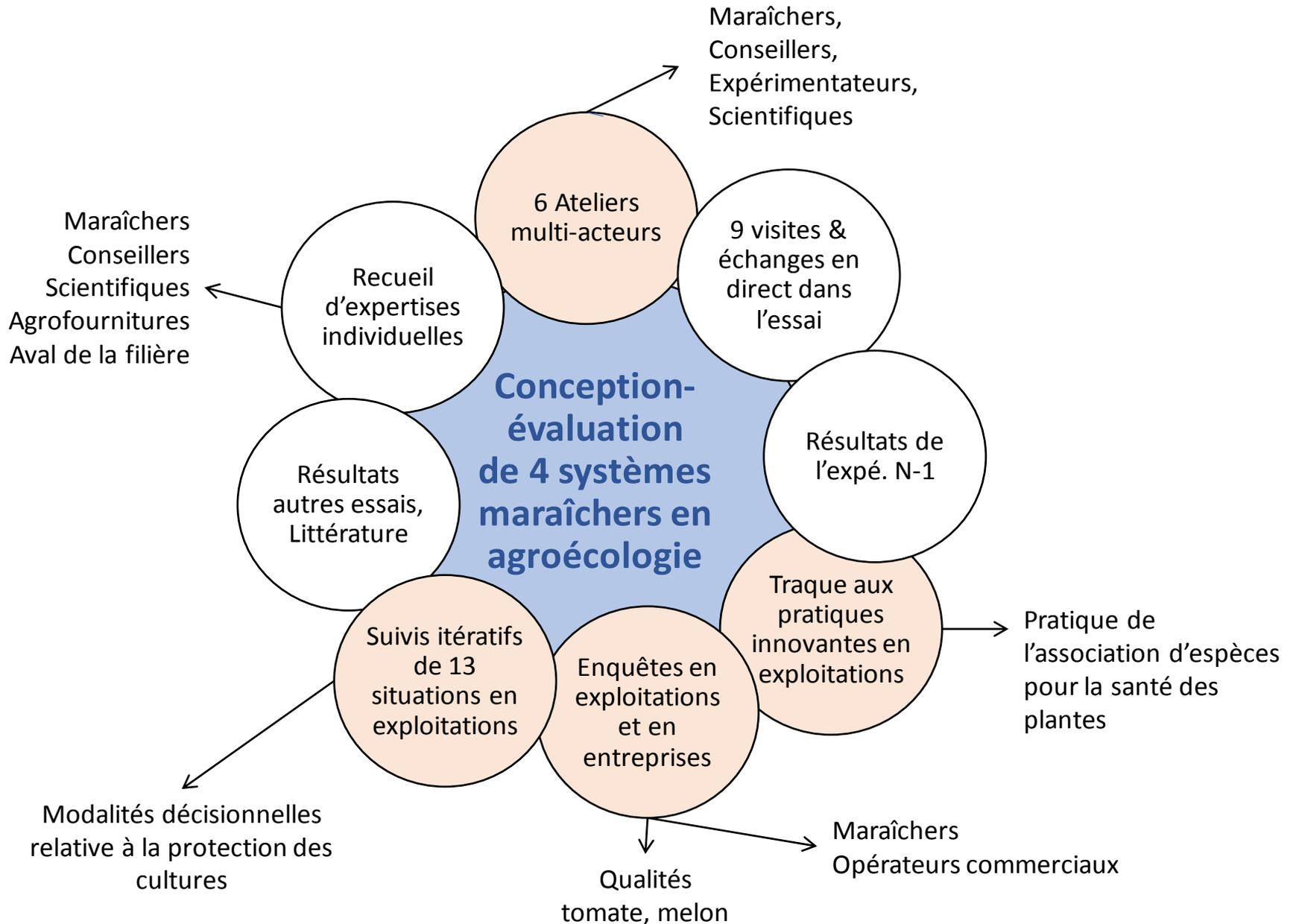
4SYSLEG - Démarche ouverte de conception & évaluation des systèmes expérimentés
24 novembre 2020 / Rencontres Annuelles GIS PIClég / Lefèvre A. Lesur-Dumoulin C.

➤ Arriver à élaborer, conduire et évaluer « sur-mesure » les 4 systèmes de 2013 à 2018 sur le site expé. d'Alénya

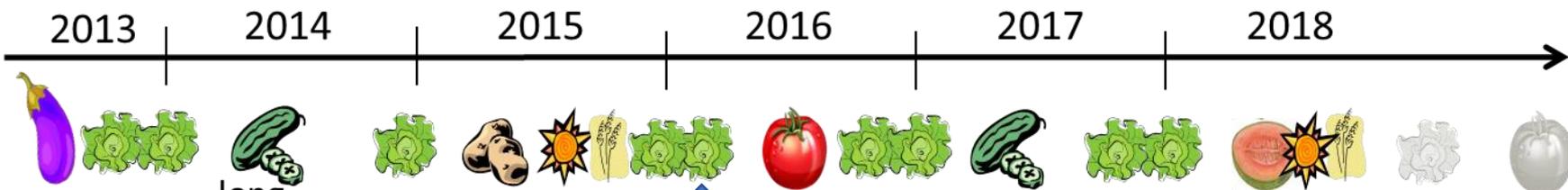
Instaurer une participation continue d'acteurs contribuant à une expérimentation pilotée in fine par l'équipe INRAE, par une mobilisation individuelle ou en collectif de l'expertise et l'expérience d'acteurs sollicités car porteurs de savoirs qu'on n'a pas (dans l'unité), qui en étant confrontés aux savoirs d'autres (ou aux nôtres) donneront plus de « valeur » aux systèmes testés et à l'interprétation des données, et qui tireront bénéfiques des échanges et des résultats partagés dans leurs propres activités.



➤ Plusieurs dispositifs coordonnés entre eux



➤ Exemple : un atelier multi-acteurs



T26



Préparation en amont de janvier à mars

Quel est le programme ?

13h30	Accueil café	
13h45	Que fait-on là... ensemble...? Quoi de neuf depuis la dernière fois? Rappel sur l'expérimentation 4SYSLEG	
14h30	Salades : Stratégies, Prévisionnel et Résultats obtenus... et propositions d'amélioration	
15h30	Pause café ...	
15h45	Salades : suite	
16h30	Visites tunnels - Cultures de diversification « hiver » → Rôle, atouts et limites de la diversification dans les systèmes...	
17h30	Débriefing post it (en salle)	
18h FIN		

Traitement, retranscriptions, formalisation... remobilisation...



INRAE

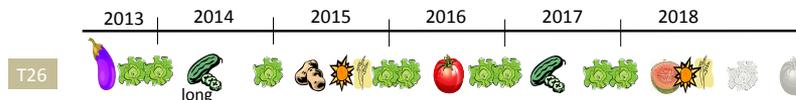
Exemple : un atelier multi-acteurs



Carte de visite de la « salade idéale »

LongRED T26	
Types	Si deux tours / hiver : alterner le type laitue pommée/batavia
Génétique / Variété	variétés Bl 16:32, Nr0 et les plus adaptées au calendrier
Place dans la succession	2 salades par hiver (possible 1 seule avant solarisation)
Calendrier	libérer la parcelle à temps pour préparation plantation été mi-mars anticiper les calendriers hiver pour solarisation 15 juillet maximum
Poids comm.	> 320g (g/pièce après parage)
Rendement commercialisable	100 % de pièces de salades comm. selon les critères « expédition »
Homogénéité maturité à récolte	homogène, récolte en 1 passage sans salade trop petite après parage
Dégâts à la pièce sans dommage	un minimum de parage et sans dommage sur commercialisation (>320g) une fois parée dégâts enlevés parage : brémia, trous feuilles, malaides, tip burn, phytotoxicité
Perte salade entière	100% Plantes récoltées (cœur / pomme) sans défaut et 320g après parage défauts rédhibitoires : pourriture Botrytis sur pommes, brémia, trous noctuelles / mollusques sur les feuilles de la pomme, pucerons au cœur, big vein, rhizoctonia, tip burn
Risques sanitaires pour salades à venir	pas de sclérotés (risque multiplication de l'inoculum...)
Principes pour protection maladies, ravageurs	anticiper les problèmes, prophylaxie limiter les traitements préventifs / sans détection observer et détecter infestation pour traiter au besoin mais le plus tôt possible et uniquement en cas de risque avéré
IFT	baisser l'IFT chimique (IFT de réf=10)
Nodu vert	/
équilibres biologiques	/
temps de travail	temps de sol plante récolte réaliste - temps de PBI peu contraint

Stratégie de protection intégrée de la salade en T26



2 salades l'hiver si possible : alternance des types batavia et laitue pommée.
1 seul tour de salade l'hiver 2015 (avant culture courte + solarisation)

Suivi hebdomadaire de la pression sanitaire (20-25 min/sem) pour déclencher des interventions : Si ...conditions... → ...intervention..
 On se permet d'enlever quelques plants pour faciliter l'observation au cœur des parcelles

Traitements chimiques : alterner les molécules et modes d'action/ **Bt** alterner les souches

Conduite climatique :

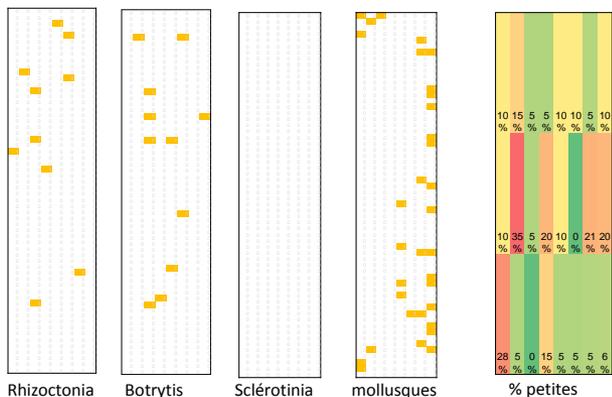
- **Limiter l'eau libre** et irriguer en début ou milieu de journée, plutôt par temps de tramontane et/ou grand soleil
- Après reprise des plants, **ouverture maximale des faitages et ouvrants latéraux** pour favoriser l'aération sauf si risque de fortes pluies
- **Ouverture des portes** si temps chaud et vent faible, surtout en fin de culture

Protection des plantes en pépinière :

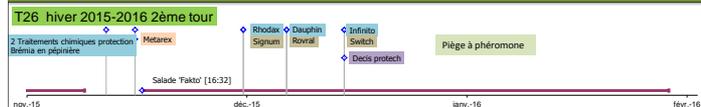
- Bremia : **traitements chimiques**
- Noctuelles : **1 Bt** au plus proche de la plantation

Résultats de la salade en T26_1^{er} tour

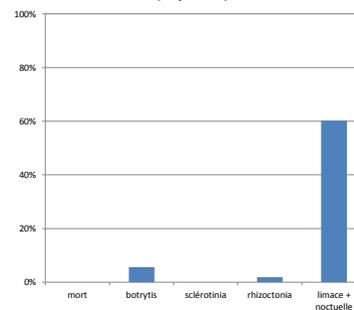
Observations à la récolte



Résultats de la salade en T26_2nd tour



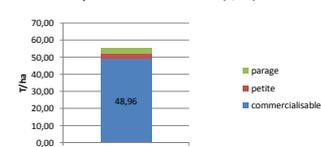
Incidence des bioagresseurs (% pièces)



Composantes du rendement (% pièces)

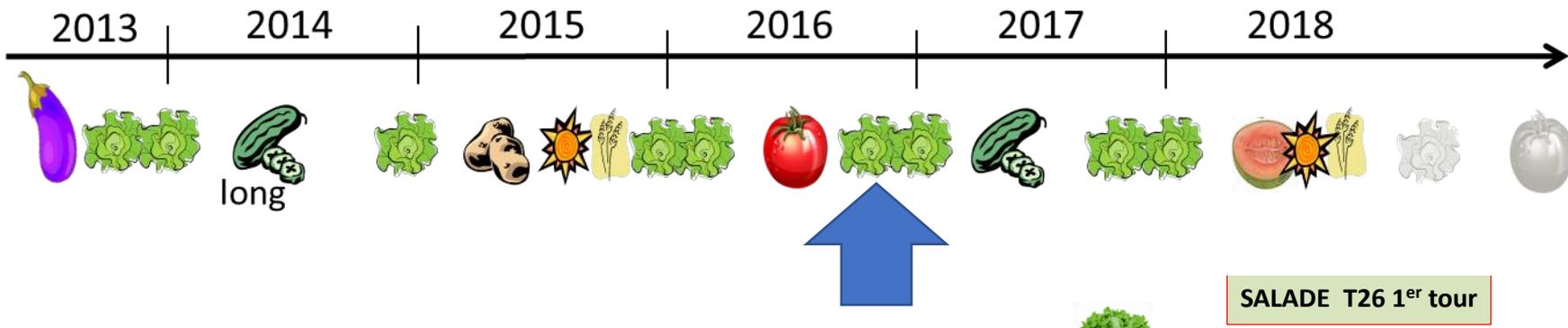


Composantes du rendement (T/ha)



Exemple : un atelier multi-acteurs

T26



	Noctuelles terricoles	Noctuelles défoliatrices	Limace/ escargot	Puceron	Brémia	Botrytis	Sclérotinia
Bioagresseurs							
Leviers protection cultures	<p>Application préventive de Sluux en plein sous le paillage et en plein dans les IT</p> <p>Piège à phéromones pour affiner les observations selon les vols</p> <p>pièges à limaces dans IT et tunnel</p>			<p>Choix variété salade résistante Nr0 + BI 16:32 + solarisation + batavia port érigé en 1^{er} tour</p> <p>2 pièges jaunes/tunnel au niveau des ouvrants + BSV et météo pour affiner les observations selon les vols</p> <p>Traitements chimiques 1^{er} à 10j 2^{ème} à 21-24j selon météo</p>		<p>Contans avant 2^{ème} tour si nombreuses sclérotés sur 1^{er} tour Contans en fin de 2^{ème} tour si nombreuses sclérotés pendant la culture Sauf si solarisation prévue derrière</p> <p>Arrachage des plants fondus à cause de sclérotinia</p>	
	<p>Retrait des noctuelles Si détection Remplacement des plants détruits Jusqu'à 7 JAP</p>		<p>Arrachage des plants Si détection précoce d'un petit foyer (quelques plants) Jusqu'à environ 100 plants Et observation des plants voisins</p>		<p>Serenade en curatif Si détection faible de Botrytis ou de Sclérotinia (quelques plants touchés) et si météo plutôt défavorable au botrytis Traitement chimique en curatif Si détection forte de Botrytis ou de Sclérotinia (nombreux plants touchés).</p> <p>Traitement chimique en curatif 7 jours après le 1^{er} traitement Si détection de Botrytis ou de Sclérotinia après le 1^{er} traitement jusqu'à 18 feuilles</p>		
	<p>2 Bt à 7j Si petites chenilles Renouvelables Si petites chenilles Succes 4 Si grosses chenilles</p>		<p>Application curative de Sluux possible tous les 15j, localisé sur les bords de tunnel et/ou dans les IT selon piégeage et symptômes</p>		<p>Naturen si faible pression et pomme non fermée</p>		
	<p>Avancement de la récolte Si moins d'1 semaine avant la récolte Si DAR respectées et poids min atteint</p>						
	<p>Traitements chimiques Si besoin</p>			<p>Traitement chimique Si besoin</p>			
Prophylaxie	<p>OBSERVATION : 1 fois par semaine, 20-25 min, possibilité d'enlever quelques plants en cours de culture pour faciliter l'observation en parcelle Observation d'une 40aine de plants pour détecter la présence de pucerons et de maladies et la taille et position des foyers (sur un plan). Si détection de foyers alors centrer les observations autour de ces foyers la semaine suivante</p>						
	<p>CLIMAT - Limiter l'eau libre et irriguer en début-milieu de journée, plutôt par temps de tramontane et/ou grand soleil. - Après la reprise des plants, aération maximale des fatages et ouvrants latéraux pour favoriser l'aération sauf si risque de fortes pluies - Ouverture des portes Si chaud et pas de vent. Surtout en fin de culture</p>						
	<p>Alterner les modes d'actions/molécules/souches et Privilégier les produits les moins nocifs pour la faune auxiliaire Privilégier les produits multi-cibles lorsqu'elles sont présentes et problématiques et traiter en localiser de préférence</p>						



INRAE

4SYSLEG - Démarche ouverte
24 novembre 2020 / Rencontre

➤ Résultats de la démarche



➤ Résultats de la démarche ...

Capter diverses connaissances utiles et complémentaires aux expertises et savoir-faire des expérimentateurs :

→ caractériser et préciser certains volets des **cadres d'objectifs et de contraintes**

Lien entre les contraintes exercées à l'échelle du circuit de commercialisation, du cahier des charges ou de l'exploitation agricole et se répercutant sur le système de culture.

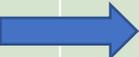
Des éléments de priorisation dans les objectifs et contraintes de gestion, d'utilisation des moyens...



➤ Résultats de la démarche ...

Capter diverses connaissances utiles et complémentaires aux expertises et savoir-faire des expérimentateurs :

➔ caractériser et préciser certains volets des **cadres d'objectifs et de contraintes**

			Circuit LONG – Super et hypermarchés		Vente directe locale DIVERsifiée	
			 Réduction des phytos de synthèse	 Agriculture Biologique	 Réduction des phytos de synthèse	 Agriculture Biologique
Production	Gamme attendue par la chaîne de valeur alimentaire	<i>Nombre de légumes visuellement différents</i>	+	++	++++	++++
	Niveau d'exigence par légume pour être commercialisable (qualité <i>sensu lato</i>)	<i>Grille de tri à la pesée récolte</i>	+++	+++	+	+
	 Volume commercialisable requis par produit	<i>Ecart du rdt com à la référence Ratio com' / brut</i>	+++	++	+	+
	Continuité de production	<i>PROP</i>	+	+	++	++
Méthodes de production et protection des cultures	PPPs de synthèse	<i>IFT synthèse</i>	Le moins possible	Pas de PPPs de synthèse	Le moins possible	Pas de PPPs de synthèse
	Préserver les équilibres naturels, stimuler l'activité biologique des sols	<i>IFT biobased ...</i>	PPPs biocontrol OK, Solarisation OK	PPPs biocontrol OK, Solarisation OK	Limiter les PPPs biocontrol qui perturbent les EN Pas de solarisation	
	Limiter le temps pour des interventions (en culture) : lâchers, passages traitements...	<i>Nombre d'actions « clés »</i>	+	+	++	+++
Gestion sanitaire			Conserver un état le plus sain possible jusqu'à la récolte		Infestation acceptée	

➤ Résultats de la démarche ...

Capter diverses connaissances utiles et complémentaires aux expertises et savoir-faire des expérimentateurs :

→ [...]

→ identifier des éléments d'ordre **stratégique**, d'autres **tactique et opérationnel**

sur une succession de culture (cohérence agronomique, vraisemblance et faisabilité), les calendriers et critères pour la planification...

identifier des éléments pour la gestion d'une culture, la mise en œuvre à l'ITK de groupes de techniques – des critères pour le pilotage...

➤ Résultats de la démarche

Stratégie de protection des cultures LongAB



Agriculture Biologique & Circuit Long – Super et hypermarchés



« Anticiper pour réussir la protection biologique »

Processus décisionnel relatif à la protection en exploitation par un maraîcher « LongAB »

Stratégie de gestion des ravageurs aériens

Leviers	Principes d'action
Variétés résistantes	Laitues résistantes à <i>Nasonovia ribisnigri</i> (Nro). Melons résistants à <i>Aphis gossypii</i> (Ag). Toutes cultures d'étés : choix de variétés résistantes aux virus les plus fréquents et dommageables.
Plantes de service	Pour les cultures hôtes de <i>M. pygmaeus</i> (tomate et aubergine), des pots de souci (<i>Calendula officinalis</i> : 40 pots/100 m ²) chargés de <i>Macrolophus</i> récupérés des cultures précédentes sont installés au printemps sous les abris. Pour les cultures d'été sensibles aux pucerons (melon, concombre, aubergine), des plantes relais pour <i>A. colemani</i> (<i>Eleusine coracana</i> : 1 pot/100 m ²) et attractives pour les syrphes (<i>Alyssum maritimum</i> : 6 mottes/100 m ²) sont installées sous les abris au printemps dans les rangs de culture.
Eradication manuelle	Les 1 ^{ers} foyers localisés de ravageurs sans auxiliaire sont éradiqués par retrait des organismes, des organes touchés ou des plantes entières. En hiver les plants détruits par les mollusques durant les 7 premiers jours suivant la plantation sont remplacés par de nouveaux plants.
Piégeage	Pièges à phéromone pour détecter et réduire les problèmes de noctuelles sur laitues (<i>Autographa gamma</i> , <i>Agrotis ipsilon</i>) et de <i>Tuta absoluta</i> sur tomate. En été, installation panneaux jaunes et bleus englués pour suivre pressions aleurodes et thrips resp. Panneaux supplémentaires ajoutés et/ou renouvelés en cas de forte pression.
Macroorganismes	Lâchers de macroorganismes prédateurs le plus tôt possible sur les cultures d'été (en pépinière si possible), des nourrissages sont effectués en l'absence de proies et de ressources. Des lâchers complémentaires de prédateurs et/ou de parasitoïdes sont possibles en culture.
Microorganismes	Si les auxiliaires sont insuffisants et que les conditions climatiques sont compatibles, des microorganismes peuvent être appliqués. Les microorganismes utilisés sont principalement des Bt appliqués lorsque de jeunes chenilles sont observées et du <i>Lecanicillium muscarium</i> contre les larves d'aleurodes.
Substances naturelles	En hiver application phosphate ferrique à la plantation sur ou sous le paillage pour gérer les mollusques. Si la pression observée le justifie, 1 ou 2 apports supplémentaires en culture sont possibles avant que les laitues ne commencent. En été apports de phosphate ferrique uniquement en cas de pression observée.
Bassinage	En concombre et aubergine des aspersions de 10 min sont réalisées en milieu de la journée dès la plantation par temps sec (soleil + tramontane) sauf si du mildiou est détecté. L'objectif est d'augmenter l'hygrométrie pour favoriser les acariens prédateurs et retarder le développement des acariens tétranyques. Suivi hebdomadaire des symptômes, des dégâts et des pressions des ravageurs et des auxiliaires et localisation des foyers. Identification des espèces de ravageurs pour activer certains leviers bénéfiques (ex : lâcher de parasitoïdes).

Critères d'évaluation (satisfaction) des stratégies relatives à la protection des cultures

IFT Biocontrol	<p>Tu = 11 - Ts = 8</p>
Nombre de lâchers d'auxiliaires (été)	<p>Tu = 8 - Ts = 5</p>
Nombre d'applications de produits	<p>Tu = 7 - Ts = 3</p>

➤ Résultats de la démarche ...

Capter diverses connaissances utiles et complémentaires aux expertises et savoir-faire des expérimentateurs :

→ [...]

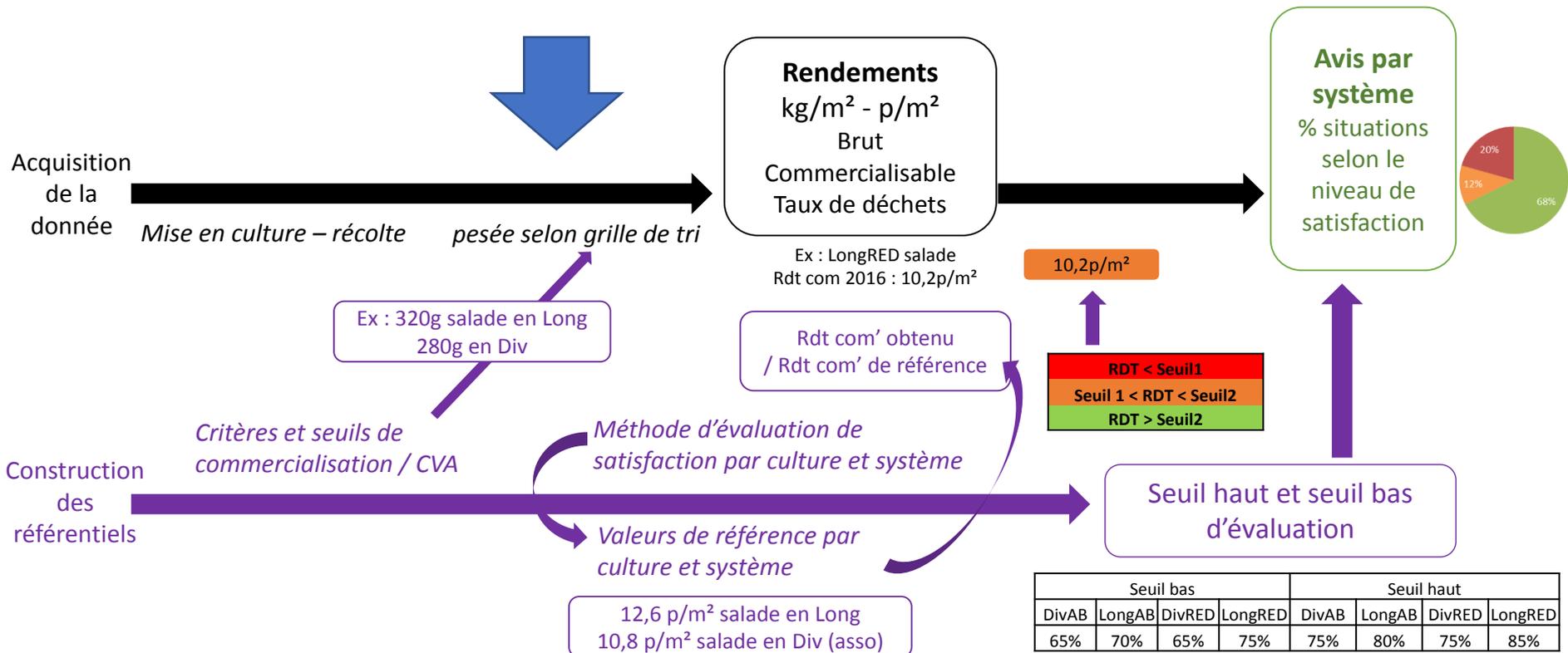
→ Apporter des connaissances et outiller le diagnostic agronomique, technico-économique sur le fonctionnement de certaines composantes du système, sur certains processus, sur des leviers techniques, sur des espèces maraîchères peu connues ou mal connues
Aider à trier ce qui est plutôt lié au système technique au sens large de ce qui est lié aux conditions environnementales « subies » (qualifier l'année).

→ discuter des critères (hiérarchie?) **d'évaluation des systèmes**, des indicateurs de performance, des objectifs de performance.



➤ Résultats de la démarche ...

Seuils de satisfaction « sur mesure »

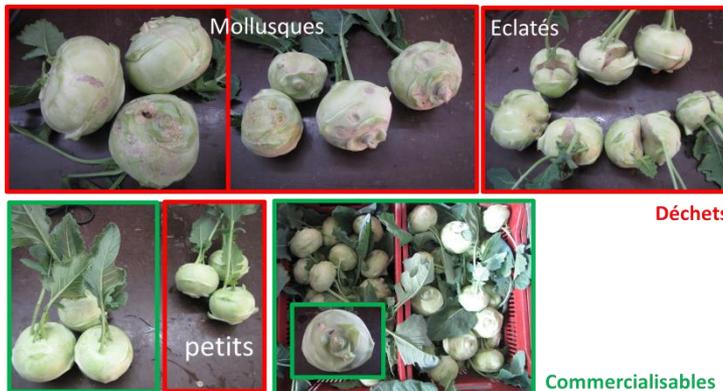


➤ Résultats de la démarche ...

Evaluation du caractère commercial du chou rave selon ses caractéristiques



		parcelles en X			parcelles en Y														
		Xh, Xi, Xm, Xn			Y1, Y1', Y2, Y2', Y3, Y3'														
		nb plante sur ligne			nb ligne			plante sur ligne		nb ligne		plts/parcelle							
		89			1			89 plts/parcelle		6		5		30 plts/parcelle					
		Commercialisable						Déchets											
		>200g ≤ 2 petites traces mollusque petites fentes cicatrisées acceptées						petits (<200g)			mollusque (plus de 2 petits traces)			fendu et éclaté (grosses fentes ou petites non cicatrisée)			autre		
2017-2018																			
date	parcelle	tare	poids com 1	nb com 1	tare	poids petits	nb petits	Tare	poids mollusque	nb mollusque	Tare	pds éclatés	nb éclatés	Tare	poids autres	nb autres	cause		



		nb plante sur ligne			nb ligne			plante/ parcelle											
		14			7			98											
		Commercialisable						Déchets											
		petits (<250g)						mollusques			éclatés			autre					
date	parcelle	tare	poids com	nb com	tare	poids petits	nb petits	Tare	poids mollusques	nb mollusque	Tare	pds éclatés	nb éclatés	Tare	poids autres	nb autres	cause		



INRAE

➤ Pour conclure



> Ce que nous retenons de la diversité dans l'expé

1

L'hybridation de connaissances issues d'une diversité d'acteurs et de compétences en continu sur la durée du projet, rend possible :

- de concevoir, piloter et évaluer **4 systèmes maraîchers agroécologiques différents**
- d'**enrichir les caractéristiques** de 4 systèmes autour de l'expérimentation système

4 systèmes qui sont des « représentations-type » de systèmes de production ...
mais **situés de façon explicite** tout au long du processus

Ex : un système de culture relié à un unique débouché commercial...

/!\ Gérer les 4 systèmes dans leur cohérence propre ET gérer un ensemble de systèmes diversifiés (sans interférence)

→ Le défi de piloter au quotidien des systèmes en respectant toujours leurs différences...

/!\ Comment aider les acteurs à s'approprier la complexité de la démarche et sa finalité (et de partager les enjeux portés par d'autres acteurs) [?]

➤ Ce que nous retenons de l'approche évolutive

2

POUR LES EXPERIMENTATEURS, adosser l'expérimentation à une démarche ouverte en continu **PERMET**

- de gérer des imprévus, résoudre des problèmes dont la nature se précise par le projet et qui n'étaient pas posés aussi précisément en 2012

Ex : Les déterminants du choix variétal tomate pour prendre en compte les enjeux des acteurs

- d'oser faire différemment, d'introduire des nouveautés en s'appuyant sur des expertises externes

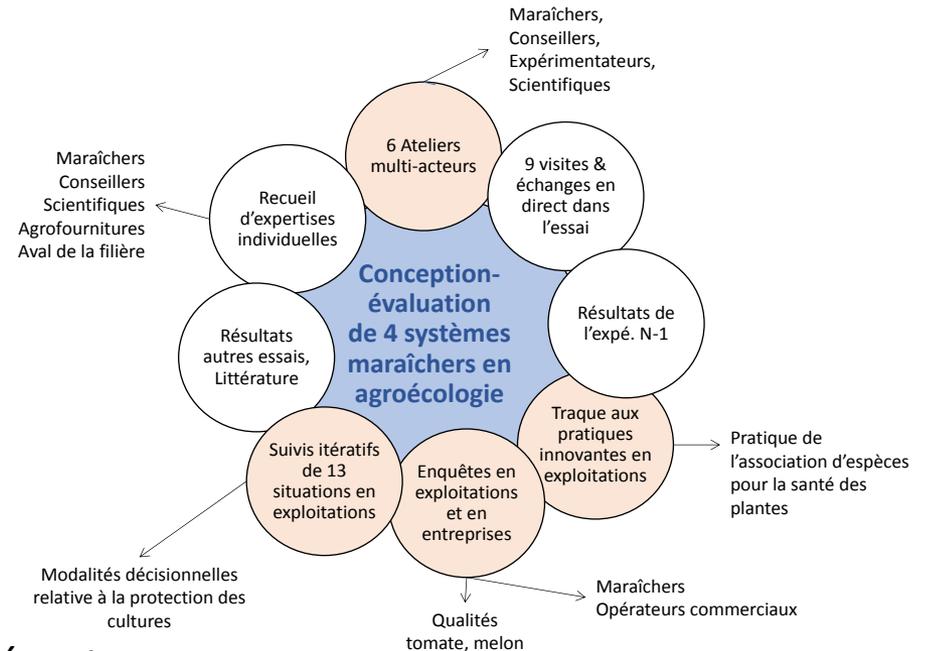
Ex : système en association, très diversifiés avec des espèces peu référencées localement

POUR LES EXPERIMENTATEURS,, adosser l'expérimentation à une démarche ouverte en continu **IMPOSE**

- de développer aussi des compétences et moyens pour organiser (anticiper) cette démarche
- Clarifier ce qui est « fixé, déterminé » et ce qui est « ouvert / évolutif » : le choisir, le justifier et le tracer → tracer les résultats des décisions ET les motifs des décisions

➤ Ce que nous retenons de la pluralité des dispositifs

3



Ces dispositifs se complètent bien.

Des dispositifs dont la diversité est réelle et opérante.

Ils sont hétérogènes :

- dans la variabilité des participants et dans des participations variables
- dans notre capacité à tracer précisément les connaissances acquises

Ex : échange au champ VS atelier enregistré

- dans l'impact direct ou indirect sur le cours de l'expérimentation, la conduite des cultures ...
- dans leur rapport coût / bénéfice...

rapport qui s'améliore avec la pratique et la contribution des acteurs !

INRAE

4SYSLEG - Démarche ouverte de conception & évaluation des systèmes expérimentés

24 novembre 2020 / Rencontres Annuelles GIS PIClég / Lefèvre A. Lesur-Dumoulin C.

➤ Pour aller plus loin, références

<https://ecophytopic.fr/sites/default/files/2020-05/4SYSLEG%20pdf%20compil%C3%A9.pdf>

Articles en lien :

- Lefèvre, A., Perrin, B., Lesur-Dumoulin, C., Salembier, C., Navarrete, M., 2020. Challenges of complying with both food value chain specifications and agroecology principles in vegetable crop protection. *Agricultural Systems* 185, 102953.
- Perrin B., Lefèvre A., 2019. 4SYSLEG : L'association culturale, un levier pour améliorer santé des plantes, fertilité du sol et production des systèmes de culture maraichers diversifiés. *Innovations Agronomiques* 76, 3-20.
- Cardona, A., Lefèvre, A., Simon, S. (2018). Les stations expérimentales comme lieux de production des savoirs agronomiques semi-confinés: Enquête dans deux stations INRA engagées dans l'agro-écologie. *Revue d'Anthropologie des Connaissances*, 12 (2), 139-170.
- Navarrete, M., Lefevre, A., Dufils, A., Pares, L., Perrin, B. (2017). Concevoir et évaluer avec les acteurs des systèmes de culture adaptés à leurs cadres de contraintes et d'objectifs en production maraichère sous abri. Mise en pratique et enseignements dans les projets GeDuNem et 4SYSLEG. *Innovations Agronomiques*, 61, 33-49.

Sous presse

- Navarrete M., Brives H., Catalogna M., Lefèvre A., Simon S., Intertwining deterministic and open-ended perspectives in the experimentation of agroecological production systems: a challenge for agronomy researchers. In Book chapter - Agroecological transition, between determinist and open-ended visions.

