



COVALIANCE

MAÏS POPULATION

BILAN TECHNIQUE

Projet COVALIANCE 2018-2021

COVALIANCE : Co-Conception d'outils de pilotage et d'évaluation de la sélection des allogames pour l'adaptation locale et la résilience des agroécosystèmes : cas du maïs

Période concernée : du 01/01/18 au 30/06/21

Référence du projet : Convention AAP n° 5714

Organisme chef de file : ITAB

Date d'élaboration du compte rendu : 30 juin 2022

Nom et organisme du chef de projet

HAZARD Laurent, INRA, UMR1248 Agir, Toulouse

REY Frédéric, ITAB

Site Internet du projet

<http://www.itab.asso.fr/programmes/re-COVALIANCE.php>

Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



COVALIENGE - Sélection participative des maïs population pour une agriculture basée sur la biodiversité

Laurent Hazard, INRAE et Frédéric Rey, ITAB

Objectifs

Développer les méthodes et outils pour accompagner la sélection participative du maïs population.

Cet objectif se décline en 3 sous-objectifs :

- Caractériser ce à quoi les acteurs de la sélection donnent de la valeur pour définir les critères de performance de ce travail.
- Analyser et évaluer la sélection pratiquée par les agriculteurs.
- Apprendre de l'expérience pour former, accompagner et innover.

Résultats et perspectives

Construire une agriculture basée sur la diversité engage un changement dans les raisonnements et les valeurs des agriculteurs. Selon une perspective pragmatique, ceux-ci se révèlent et se transforment dans l'action. Nous avons utilisé la vidéo pour confronter les acteurs à ce qu'ils font. Nous avons filmé leurs pratiques de sélection¹ et ainsi révélé, entre autres, leur attachement à la dimension collective de ce travail². Il apparaît également qu'ils ne cessent de comparer le maïs population aux hybrides F1, qui sont les variétés de maïs commercialisées, alors qu'ils souhaitent s'affranchir des références construites avec -et pour- ces hybrides. Les instruments de mesure existants et la définition même de la performance entravent la transformation des pratiques, les raisonnements et valeurs nécessaires au développement d'une agriculture basée sur la biodiversité. Comprendre cela aide à penser l'accompagnement au changement en travaillant sur les outils et les représentations.

Notre travail montre que, comparée à d'autres schémas de sélections plus complexes, la sélection massale dans des parcelles de production est la plus adaptée et efficace pour les agriculteurs. La diversité des pratiques et des terroirs permet de maintenir la diversité des populations. La précocité est le critère qui répond le mieux à la sélection, ce qui invite à créer des zones agro-climatiques de récolte-échange-utilisation des semences. La diversité confère aux populations de maïs une qualité qui évolue peu autour de la date d'ensilage, offrant une souplesse de récolte en adéquation avec la performance recherchée pour un atelier « ensilage » venant sécuriser un système à base d'herbe.

L'innovation propre à la sélection du maïs population est formalisée dans les fiches disponibles sur le site de l'ITAB³ et les séquences pédagogiques « Enseigner les maïs populations » pour l'enseignement agricole. Elle est aussi présentée au grand public dans le film « Le maïs pop cultive sa diversité »⁴.

Des ateliers de prospective ont fait émerger une nouvelle vision du maïs population et des collectifs qui les portent :

- La versatilité du maïs en fait un élément de diversification pour une agriculture basée sur la biodiversité. Ce maïs population, agroécologique, renouvelle l'image d'une espèce inféodée aux systèmes intensifs.
- Le collectif est apparu comme une ressource pour le changement. En constante reconfiguration, il doit être considéré et géré comme tel. L'animation doit donc prendre en charge la construction de son identité, de ses valeurs, du sens de l'entreprise collective et ne pas considérer que les agriculteurs n'attachent de la valeur qu'à la dimension technique.

Projet construit dans le cadre du projet CASDAR Innovation et Partenariat COVALIENGE

Organismes porteurs :

INRAE, UMR AGIR, Toulouse
ITAB, Paris

Partenaires

Covalience repose sur 5 initiatives régionales :
AgroBio Périgord (Dordogne),
FD Civam 44 (Loire-Atlantique),
CBD (Poitou-Charentes),
ARDEAR du Centre ,
ADDEAR de la Loire

accompagnées par :

l'INRAE Toulouse et Moulon,
l'ITAB,
le Réseau Semences Paysannes,
l'EI Purpan,
l'EPL de Valence

Pour en savoir plus

¹<https://vimeo.com/showcase/8728734>

²https://www.youtube.com/watch?v=iqOj1Ma_rNs

³itab.asso.fr/programmes/re-covalience.php

⁴https://www.youtube.com/watch?v=NqkUqPhL_zA

Contact

L. Hazard, INRAE,
laurent.hazard@inrae.fr
F. Rey, ITAB
frederic.rey@itab.asso.fr



Atelier de sélection participative, 2018, Dordogne

© AgraBio Périgord



Formation en maïs population, octobre 2018, Loire-Atlantique

© CIVAM44



Battage des maïs populations, octobre 2020, Poitou-Charentes

© CBD-PC



Chantier égrenage et tri, mars 2018, Loire

© ADDEAR42



Atelier "Prospective : maïs, systèmes et pratiques agricoles de demain", décembre 2019, Loire-Atlantique

© CIVAM44



Formation en maïs population, juin 2020, Vienne

© CBD-PC



Rencontres nationales dans la Loire avec les élèves de 7 lycées, octobre 2018

© ADDEAR42

STRUCTURES RESSOURCES



© ADDEAR42

Semis d'une parcelle de sélection, juin 2018, Loire



© CIVAM44

Accompagnement Collectif 72, Octobre 2020



© AgroBio Périgord

Comité de pilotage COVALIANCE 2020, Poitou-Charentes



© CIVAM44

Récolte semences Loire-Atlantique, 2019



© AgroBio Périgord

Réunion annuelle maïs population, automne 2020, Dordogne



© AgroBio Périgord

Atelier "Prospective : maïs, systèmes et pratiques agricoles de demain", novembre 2020, Dordogne



ADDEAR 42

www.agriculturepaysanne.org/loire

ARDEAR Centre
www.agriculturepaysanne.org/ardearcentre



AgroBio Périgord

biodiversite@agrobioperigord.fr
www.agrobioperigord.fr/produire-bio/
[biodiversite-cultivee](http://biodiversite-cultivee.com)

CIVAM 44
initiatives@fdcivam44.org
www.civam-paysdelaloire.org



Cultivons la BioDiversité en Poitou Charentes

contact.cbd.pc@gmail.com
facebook.com/cbdbiodiversite

Réseau Semences Paysannes
www.semencespaysannes.org



ITAB

frederic.rey@itab.asso.fr

INRAe UMR AGIR
laurent.hazard@inrae.fr
nathalie.couix@inrae.fr



INRAe Moulon
isabelle.goldringer@inrae.fr



Lycée le Valentin

estelle.jourdan@educagri.fr

El Purpan
simon.giuliano@purpan.fr



Juin 2021

Rédaction :

Elodie Baritoux (ARDEAR Centre),
Nathalie Couix (INRAE),
Domitille Cribier (CIVAM 44),
Elodie Gras (AgroBio Périgord),
Carl Waroquiers (ADDEAR 42).

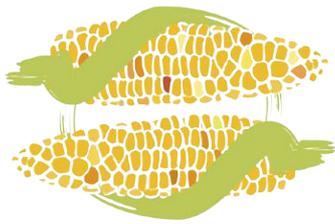
Graphisme :

Stéphanie Jousse,
Cabane Graphique
www.cabanegraphique.com



Document sous licence Creative Commons BY (Reproduction partielle autorisée avec autorisation et citation de l'auteur initial obligatoire et partage dans les mêmes conditions, c'est-à-dire avec la même licence CC BY+SA).





COVALIENCE

Co-concevoir des outils de pilotage de la sélection sur allogames pour l'adaptation locale et la résilience des agrosystèmes - cas du maïs

SÉLECTION PARTICIPATIVE SUR MAÏS POPULATION

BILAN TECHNIQUE

OBJECTIFS ET ACTIONS DU PROJET

Développer un réseau, des méthodes et des outils permettant d'accompagner la sélection participative d'une espèce allogame, avec ici comme plante école : le maïs population.

Disposer de semences adaptées et adaptables est capital pour obtenir des plantes robustes, répondant aux attentes diverses des producteurs et assurant la qualité des produits. C'est pourquoi un nombre croissant d'acteurs, engagés en Agriculture Biologique (AB) ou dans une démarche agroécologique, s'organise pour développer leurs propres semences par la sélection participative.

Pour accompagner les groupes d'agriculteurs engagés dans la sélection participative du maïs population, le projet COVALIENCE repose sur 3 actions interconnectées (Fig. 1) :

- **Caractériser** ce à quoi les acteurs concernés donnent de la **valeur**, ce qui est important pour eux (**ACTION 1**)
- **Analyser** les **pratiques effectives** de sélection participative dans les fermes et **conduire** des **expérimentations** pour tester et évaluer divers modes de sélection (**ACTION 2**)
- **Apprendre** de l'**expérience** pour former, accompagner et innover (ACTION 3)

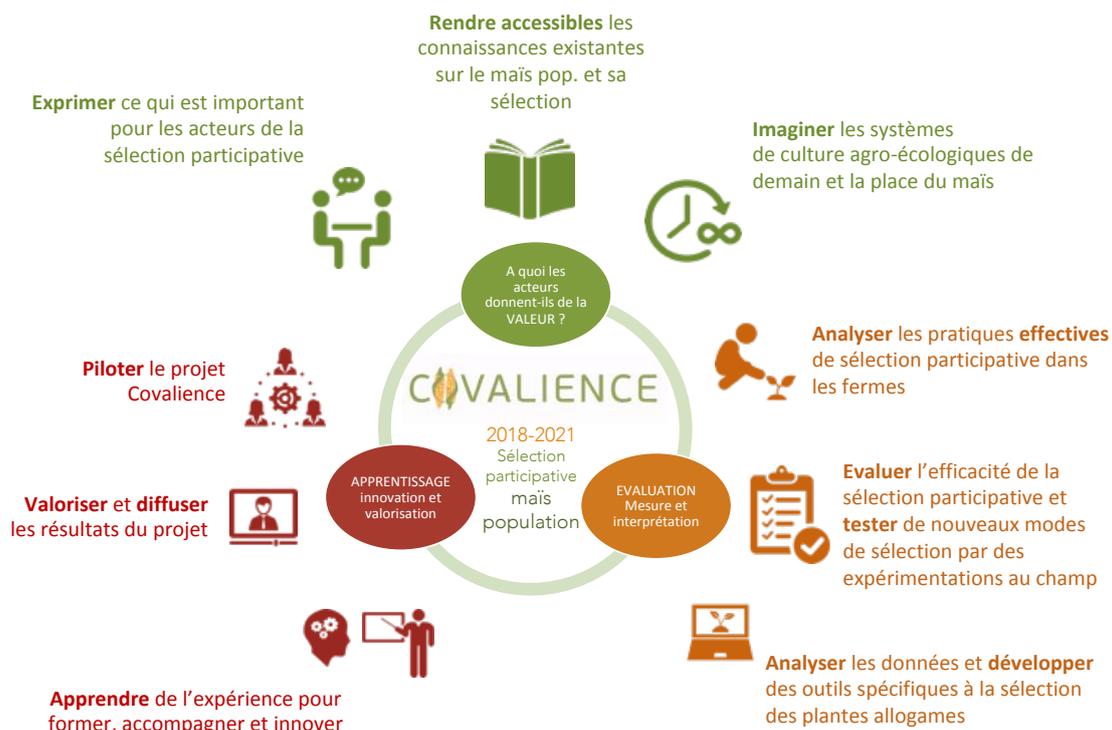


Figure 1- Les actions et tâches du projet COVALIENCE - Sélection participative sur maïs population

UN PROJET DE RECHERCHE COLLABORATIVE

Nous avons travaillé dans l'esprit d'une recherche d'amélioration permanente de notre action collective. COVALIENCE a été une belle aventure humaine avec des départs et des arrivées, des choses qui marchent et des déconvenues et surtout des échanges pour ajuster constamment notre action afin de produire des connaissances utiles et utilisées. En dépit de la crise COVID-19, nous sommes parvenus à atteindre nos objectifs grâce à une gouvernance distribuée, à la confiance que cela a instauré et au plaisir qu'il en a découlé de travailler ensemble. Tirer les enseignements en matière de conduite de projet aurait nécessité de produire une analyse réflexive collective : amener chaque participant à faire un récit du projet, croiser les regards et réaliser une synthèse partagée. Nous n'avions pas prévu de réaliser ce travail dans le cadre du projet.

Le projet COVALIENCE réunit un consortium de **10 partenaires**. L'idée principale était de s'appuyer sur des expériences existantes pour les analyser et de travailler des pistes d'amélioration. Cinq partenaires engagés dans la sélection participative du maïs population constituaient ainsi le cœur du projet :

- AgroBio Périgord (Dordogne)
- FD Civam 44 (Loire-Atlantique)
- CBD (Poitou-Charentes)
- ARDEAR du Centre
- ADDEAR de la Loire

Ces partenaires étaient accompagnés dans l'analyse, l'amélioration et la capitalisation par :

- l'ITAB,
- l'INRAE de Toulouse et du Moulon,
- le Réseau Semences Paysannes,
- l'École d'Ingénieur de Purpan,
- l'EPL de Valence

COVALIENCE a été conduit comme **un projet de recherche collaborative** dans lequel les identités professionnelles ont été bousculées : agriculteurs faisant de l'expérimentation, chercheurs faisant de l'animation, animateurs faisant de la formation, etc... Pour produire des connaissances sur la sélection participative du maïs population, nous avons mobilisé différentes méthodes d'investigation : ateliers participatifs, entretiens, vidéo pour des entretiens de confrontation, expérimentations contrôlées ou à la ferme, analyse de document, formation-action, analyse bibliographique etc....

De la même façon, nous avons mobilisé une diversité de méthodes et de supports pour favoriser les apprentissages croisés et la diffusion des connaissances produites : ateliers et comités de pilotages, accompagnement de nouveaux collectifs, réalisation d'une boîte à outils, vidéos, interventions, articles scientifiques...

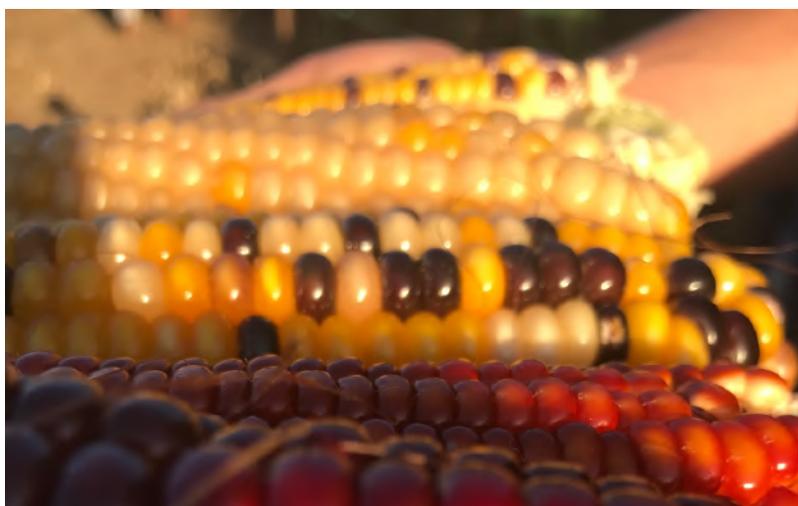


Photo (F. Rey) -Une illustration de la diversité des maïs travaillés dans COVALIENCE

PRINCIPAUX RESULTATS ET ENSEIGNEMENTS DU PROJET

1- S'attacher à la dimension collective

Construire une agriculture basée sur la diversité engage un changement dans les raisonnements et les valeurs des agriculteurs. Selon la perspective pragmatique que nous avons adoptée dans le projet, ceux-ci se révèlent et se transforment dans l'action. Nous avons utilisé la vidéo pour confronter les acteurs à ce qu'ils font. Nous avons filmé leurs pratiques de sélection (semer, éliminer, choisir, trier, sécuriser) et nous les avons mis en débat. Nous en avons tiré une série de 5 vidéos¹ « **Les gestes techniques de la sélection du maïs population : Semer, Eliminer, Choisir, Trier et Sécuriser** ». Ce travail a ainsi révélé, entre autres, leur attachement à la dimension collective de ce travail. Il a lui aussi donné lieu à une vidéo² « **Maïs Population : Le Sens Du Collectif** ».

L'accompagnement et l'animation des collectifs de sélection participative doit donc s'attacher à **développer ce volet collectif** et à travailler sur l'identité du collectif **au côté des aspects purement techniques** de la conduite de la sélection.

Ce travail fait l'objet d'une communication scientifique en 2018³ : *Le film comme outil de partage de l'enquête. A la Biennale d'ethnographie de l'EHESS*. Un article scientifique est en cours de finalisation intitulé « *From hybrid maize varieties to open-pollinated maize populations : ambivalences in the transition process to agroecology in France* ».

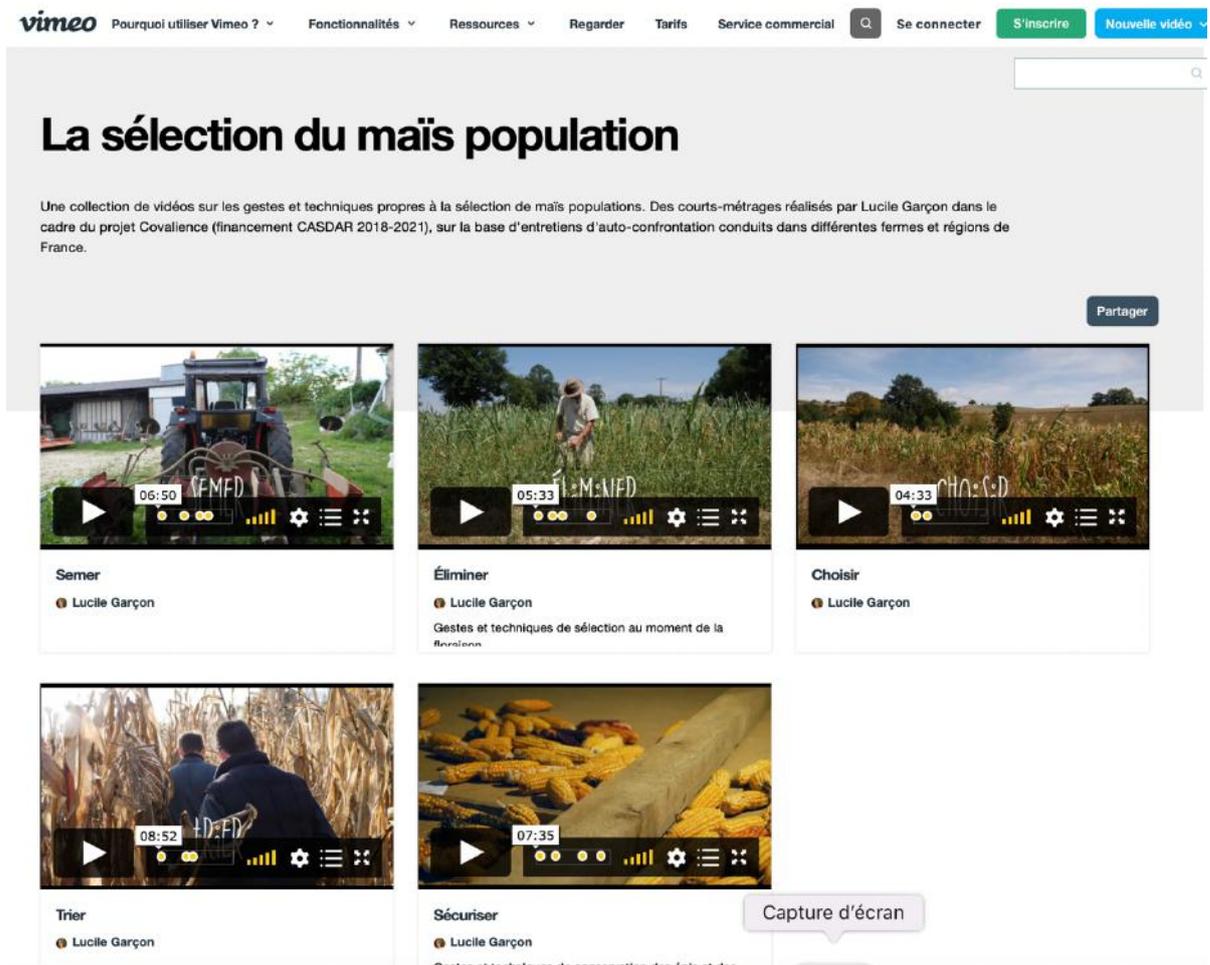


Figure 2- Vidéos¹ « Les gestes techniques de la sélection du maïs population : Semer, Eliminer, Choisir, Trier et Sécuriser »

¹ <https://vimeo.com/showcase/8728734>

² https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=iqOj1Ma_rNs

³ Lucile Garçon, Nathalie Couix, Laurent Hazard. Le film comme outil de partage de l'enquête. Biennale d'ethnographie de l'EHESS, Oct 2018, Paris, France. (hal-02364188)

2- Développer des références propres au maïs population

Le travail de confrontation conduit sur les pratiques de sélection, et plus largement sur l'ensemble des interactions ayant existées dans le cadre du projet COVALIENCE, laisse apparaître que paradoxalement les acteurs de la sélection participative du maïs population ne cessent de le comparer aux hybrides F1, que sont les variétés de maïs commercialisés, alors qu'ils souhaitent s'affranchir des références construites avec -et pour- ces hybrides. Les instruments de mesure existants et la définition même de la performance entravent la transformation des pratiques, des raisonnements et des valeurs nécessaires au développement d'une agriculture basée sur la biodiversité. Notre leitmotiv a donc été de produire des outils et des références qui s'affranchissent de cette comparaison, notamment en travaillant sur la place et l'identité du maïs population dans les systèmes agricoles de demain (cf point 7).

3- Garder la simplicité des choses dans la sélection

Notre travail montre que comparé à d'autres schémas de sélections plus complexes que nous avons testés comme la sélection généalogique (épi-ligne), **la sélection massale dans des parcelles de production est la plus adaptée et efficace pour les agriculteurs**. La diversité des pratiques et des terroirs permet de maintenir la diversité des populations. **La précocité** est le critère qui répond le mieux à la sélection, ce qui invite à **créer des zones agro-climatiques** de récolte-échange-utilisation des semences (cf. Compte-rendu technique sur l'expérimentation « adaptation de la variété Poromb à 4 fermes de la FD CIVAM 44 »⁴). Ces résultats sont issus d'un essai de 3 ans (2018, 2019, 2020), où chaque ferme impliquée a cultivé et comparé sa version de la variété *Poromb* (graines issue de sa propre ferme) avec celles d'autres versions issues de la récolte de trois autres fermes.

Le travail d'expérimentation réalisé nous a aussi permis de revenir sur des pratiques consistant à multiplier les critères de sélection et à conserver un nombre important d'épis lors de la sélection. Ce sont là des pratiques de gestion conservatoire, mais pas des pratiques d'amélioration génétique. Pour sélectionner efficacement, il faut créer un différentiel de sélection. Nous avons montré que cela implique de choisir 1 ou 2 critères de sélection et de limiter grandement le nombre d'épi choisi. Le **protocole P1C**⁵ permet de créer un différentiel de sélection sur le poids de l'épi. La sélection sur le poids des épis fonctionne (cf. rapport « Etude de la réponse à la sélection massale paysanne sur les variétés de maïs population »), mais se traduit par une évolution de la protandrie. La tentative de corriger cet effet indirect (**protocole P2C**) en écartant les pieds les plus précoces pour la floraison mâle n'a pas permis d'enrayer cette tendance. Il est toutefois intéressant de noter qu'un cycle de sélection sur le poids de l'épi se traduit par une tendance à l'augmentation du rendement. Cela laisse à penser que plusieurs cycles de sélection permettront d'améliorer le rendement pour peu qu'il soit possible de corriger l'augmentation du décalage entre floraison mâle / femelle. Sur une espèce allogame comme le ray-grass anglais, l'augmentation du rendement d'une année à l'autre de l'ordre de 0,5% n'est pas significatif en sélection, mais le devient clairement en une dizaine d'année (cf. McDonagh et al. 2016, *Euphytica* **212**, 187–199).

Enfin, il est à noter que certaines expérimentations ont été déclassées suite à l'effet maternel⁶ qui s'est avéré très important : c'est-à-dire le fait que les différences de qualité des graines produites dans des milieux différentes ont eu un impact important sur la levée, la vigueur à la levée et *in fine* sur la densité de plantes, ce qui rendait toute interprétation sujette à caution. Une des conclusions, que nous pouvons tirer ici, est que l'amélioration du rendement passe clairement par l'utilisation de graines saines et bien remplies, produites et stockées dans de bonnes conditions. Ces éléments viennent corroborer les conclusions d'une étude récente conduite dans le projet européen LIVESEED⁷.

⁴ Lien vers le compte-rendu d'expérimentation :

[https://orprints.org/id/eprint/42404/1/C28.%20R%C3%A9sultats%20%C3%89volution%20d'une%20vari%C3%A9t%C3%A9%20dans%20le%20temps%20\(Poromb\).pdf](https://orprints.org/id/eprint/42404/1/C28.%20R%C3%A9sultats%20%C3%89volution%20d'une%20vari%C3%A9t%C3%A9%20dans%20le%20temps%20(Poromb).pdf)

⁵ **Protocoles et rapports** d'expérimentation disponibles ici : <http://itab.asso.fr/programmes/covalience-fiches-documents-resultats.php>

⁶ **Un effet maternel** est un effet se manifestant lorsque le phénotype d'une mère affecte directement le phénotype de ses descendants. Le mécanisme des effets maternels se fait généralement à travers l'environnement maternel. Les contributions de la mère aux phénotypes de sa descendance peuvent alors prendre différentes formes. Dans notre cas sur maïs, la qualité de la semence produite (grain plus ou moins rempli, taux de protéines et d'acides gras lui confèrent une capacité de résilience face aux stress biotiques et abiotiques) sur la plante mère aura un impact très fort sur la descendance (Wolf JB & Wade MJ, 2009. What are maternal effects (and what are they not)? *Phil. Trans. R. Soc. B* 364: 1107-1115, 2009).

⁷ Klaedtke S., Rey F., Groot S. (sous presse). Designing a Seed Health Strategy for Organic Cropping Systems, based on a dynamic perspective on seed and plant health. Sustainability.

D'autre part, sur la base du mémoire d'un groupe de projet ingénieur VetAgro Sup, qu'il a encadré « Identification des traits phénotypiques de tolérance à la sécheresse pour la sélection de maïs population⁸ », AgroBio Périgord a rédigé une fiche de synthèse⁹ « **Sélectionner le maïs population sur la tolérance à la sécheresse : quels leviers de sélection mettre en œuvre pour s'adapter ?** » à destination des agriculteurs et conseillers (Fig. 3).



SELECTIONNER LE MAÏS POPULATION SUR LA TOLERANCE A LA SECHERESSE

Quels leviers de sélection mettre en œuvre pour s'adapter ?

2020, Adrien Amé, AgroBio Périgord

Ce projet bénéficie du concours du ministère de l'agriculture et de l'alimentation (CASDAR) sous convention AAP n° 5714

Résumé : Cet article présente les effets de la sécheresse sur la physiologie du maïs et explore des stratégies envisageables d'amélioration de la tolérance à la sécheresse par la sélection paysanne.

Vagues de chaleur, sécheresses et autres épisodes climatiques extrêmes... Voilà ce qu'annoncent les différents rapports de prédiction du climat pour la France d'ici la fin du XXIème siècle. Ces éléments nous interrogent sur notre future capacité à cultiver du maïs en Dordogne (peut-être même en France). Il est bien entendu impossible de répondre à cette question aujourd'hui. Néanmoins, des connaissances sur la physiologie de la plante ainsi que des techniques de sélection existent déjà et peuvent constituer une partie des clés de notre réussite à faire face au changement climatique.

Le changement climatique : quelles sont les prédictions ?

Si les différents rapports de prédiction ne sont pas unanimes sur l'amplitude des changements que nous allons affronter, ils s'accordent tout du moins sur une augmentation des températures, accompagnée en été de vagues de chaleur plus nombreuses et plus fréquentes. Dans le même temps, il est probable que les épisodes de sécheresse deviennent de plus en plus récurrents. Ces phénomènes iraient alors de pair avec une baisse de niveaux des lacs et rivières et un assèchement progressif des nappes phréatiques. Malheureusement, il est bien connu qu'en été, les fortes chaleurs et le manque d'eau sont deux contraintes très fortes pour la culture du maïs grain, qui provoquent une chute drastique des rendements. Il convient alors de comprendre de manière précise comment ces stress impactent la plante pour trouver une manière de diminuer leurs effets.

Le stress hydrique et le stress thermique

Le **stress thermique** survient lorsque la température est supérieure ou inférieure à un intervalle optimum pour la plante, ce qui a pour effet d'inhiber les réactions enzymatiques du métabolisme « classique » de la plante. Le dépassement de l'optimum induit également une augmentation de l'évapotranspiration, c'est-à-dire de la quantité d'eau perdue par évaporation depuis les feuilles.

Le **stress hydrique** se produit pour la plante lorsque la quantité d'eau absorbée par celle-ci ne suffit pas à compenser celle perdue par évapotranspiration. Il se traduit au niveau physiologique par une perte de turgescence (aussi appelée plasmolyse), c'est-à-dire que les cellules de la plante ne contiennent plus suffisamment d'eau pour maintenir leur paroi sous pression.

Stress hydrique-stress thermique : comprendre les effets sur le maïs

Au niveau végétatif

Ces deux contraintes induisent une diminution de la croissance végétative. En effet, pour limiter les pertes en eau, les stomates (orifices situés sur les feuilles par lesquels le CO₂ pénètre dans la plante et par lesquels l'eau s'échappe) se ferment et les feuilles se recourbent sur elles-mêmes. Il est possible que ce comportement ne suffise pas. Des parties de la



Ce projet (2018-2021) bénéficie du concours du ministère de l'agriculture et de l'alimentation (CASDAR) sous convention AAP n° 5714



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION
Liberté
Égalité
Fraternité

Figure 3- Illustration de la fiche « Sélectionner le maïs population sur la tolérance à la sécheresse »⁵ (page 1 sur 6)

Ce travail a également été l'occasion de former les agriculteurs et animateurs aux principes de la **génétique quantitative**. AgroBio Périgord a produit dans le cadre de ce projet plusieurs fiches de vulgarisation (7 chapitres ; voir ci-après).

⁸ <http://itab.asso.fr/downloads/covalience/memoire-etudiants-vetagrosup.pdf>

⁹ <https://orprints.org/id/eprint/42434/1/C10%20Selectionner%20le%20ma%20s%20sur%20la%20tolerance%20a%20la%20secheresse%20-%20leviers%20de%20selection.pdf>

Principes de la génétique quantitative

- **Chapitre 1** : Rôle et fonctionnement biologique de l'expression des gènes. Comment une mouche ou un roseau peuvent-ils émerger d'un code à 4 lettres : l'ADN?¹⁰
- **Chapitre 2** : La sexualité du maïs, la transmission des gènes d'une génération à l'autre et le brassage génétique¹¹
- **Chapitre 3** : Transmissibilité de l'information génétique à l'échelle d'une population allogame, ou l'évolution de la structure allélique.¹²
- **Chapitre 4** : Les forces qui font évoluer les structures alléliques. Mutation, migration, dérive génétique, sélection naturelle et consciente¹³
- **Chapitre 5** : L'unique effet du hasard sur la structure allélique. Dérive génétique, étranglement, consanguinité et nombre minimum d'individus à sélectionner¹⁴
- **Chapitre 6** : La sélection naturelle chez les plantes cultivées. Contre l'adaptation d'une population à un environnement agricole ?¹⁵ (Fig. 4)
- **Chapitre 7** : Introduction à la génétique quantitative. Construction et évolution de la valeur génétique, des individus à la population¹⁶



CHAPITRE 6 : LA SÉLECTION NATURELLE CHEZ LES PLANTES CULTIVÉES Contre l'adaptation d'une population à un environnement agricole?

Novembre 2021, Robin NOEL – AgroBio Périgord

Préambule

La **sélection paysanne** est une sélection effectuée par et pour les communautés paysannes. Elle est l'effet combiné de plusieurs processus de modification de la structure génétique des populations de plantes cultivées dont la **sélection naturelle**. Dans ce chapitre, nous expliquerons le mécanisme de l'évolution des espèces par la sélection naturelle et verrons que, dans le cadre de la **domestication**, elle n'est pas forcément synonyme d'adaptation (voire antinomique !). Puis nous développerons la notion d'**adaptation** des variétés à des environnements agricoles en évoquant quelques exemples concrets.

Ce chapitre fait appel à des notions de génétique de base comme "gènes", "allèles", "mutation", "brassage génétique", "phénotype"... la lecture des chapitres précédents sur les bases de la génétique sont conseillés.

Contenu du chapitre

1. Évolution, sélection naturelle ou adaptation.....	1
2. Comprendre le principe de l'évolution et de la sélection naturelle avec un papillon	2
3. L'évolution des plantes cultivées, sans sélection paysanne	4
5. État adapté et processus d'adaptation	6
6. Les idées reçues ou les affirmations encore non vérifiées scientifiquement	8
a. "Quand on récupère une variété, il faut laisser la population "s'adapter" au territoire avant de faire de la sélection massive"	8
b. "On peut compter uniquement sur la sélection naturelle pour que la variété s'améliore"	9
c. "La population garde le souvenir d'un épisode de stress et le transmet à la génération suivante"	9
Sources	10



1. Évolution, sélection naturelle ou adaptation

L'**évolution** d'une population c'est quand la structure allélique de cette population change au cours du temps sous l'effet combiné du hasard (brassage génétique et mutation), de flux de gènes (croisements, contaminations...) et de la pression de l'environnement (la sélection naturelle ou la sélection paysanne). Ainsi la **sélection naturelle** est un **mécanisme d'évolution** parmi d'autres qui fait notamment intervenir l'**environnement** dans lequel évolue la population. Enfin, l'**adaptation** est une conséquence de l'évolution aboutissant à des situations particulières où, par exemple, une variété A sera meilleure qu'une variété B dans l'environnement 1 et la variété B meilleure que la variété A dans un environnement 2. Dans ce chapitre nous allons d'abord décrire le mécanisme de la sélection naturelle permettant l'évolution des populations et des espèces sauvages dans un environnement donné. Puis nous verrons que, dans un contexte de domestication des plantes, la sélection naturelle seule est un mécanisme qui engendre, parfois, des évolutions phénotypiques antagonistes avec les usages que font les humains des plantes. Autrement dit, elle tend à les « désadapter des contextes agricoles ». C'est d'ailleurs pour cela qu'on parle davantage de **coévolution** humain-plante (ou humaine-bête) plutôt que de sélection naturelle pour ce qui concerne l'évolution des espèces domestiquées.



Ce projet (2018-2021) bénéficie du concours du ministère de l'Agriculture et de l'alimentation (CASDAR) sous convention AAP n° 5714



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR



Figure 4- Illustration du chapitre 6 sur la génétique quantitative¹¹ (page 1 sur 10)

¹⁰ <https://orgprints.org/id/eprint/42435/>

¹¹ <https://orgprints.org/id/eprint/42436/>

¹² <https://orgprints.org/id/eprint/42437/>

¹³ <https://orgprints.org/id/eprint/42450/>

¹⁴ <https://orgprints.org/id/eprint/42454/>

¹⁵ <https://orgprints.org/id/eprint/42456/>

¹⁶ http://itab.asso.fr/downloads/covalience/chapitre_7_introduction_a768_la_ge769ne769tique_quantitative.pdf

4- Valoriser la souplesse d'utilisation du maïs

La diversité confère aux populations de maïs une qualité qui évolue peu autour de la date d'ensilage (Fig. 5), offrant une souplesse de récolte en adéquation avec la performance recherchée pour un atelier ensilage venant sécuriser un système à base d'herbe.

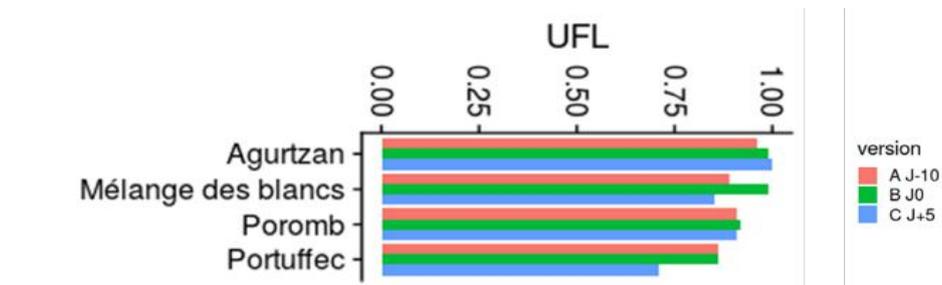


Figure 5 – Variation des UFL (Unité Fourragère Lait = valeur énergétique) pour les 4 populations de maïs testées entre 0.71 (qualité médiocre) et 1 (résultat exceptionnel) en fonction de la date d'ensilage (expérimentation COVALIENNE sur 3 ans : 2018, 2019 et 2020)

L'expérimentation multi-sites conduite par l'EI Purpan visait à trouver la date d'ensilage optimale pour chacune des fermes et la relier à un critère visuel. Les notations J-10, J et J+5 après l'ensilage et l'analyse chimique des échantillons montrent des résultats très disparates, mais fort peu évolutifs¹⁷. A titre d'exemple, les taux de matière sèche varient pour le jour J entre 27,5 et 40,5%. En maïs population, les éleveurs ont tendance à garder un peu plus d'humidité que pour les hybrides, car ils font le constat que même humide, le silo ne « coule » pas. La diversité des résultats renvoie à des usages différents de l'ensilage sur les fermes, qu'il conviendrait d'explicitier.

5- Mettre à disposition les bases sur la sélection participative du maïs population

Nous avons produit collectivement un film généraliste sur la sélection participative du maïs population intitulé « **Le maïs pop cultive sa diversité** »¹⁸ (Fig. 6). Réalisé en collaboration avec l'ENSAV¹⁹, il présente le « maïs pop » d'hier à aujourd'hui, mais aussi comment et pourquoi des acteurs engagés en agriculture biologique ou en agroécologie s'y intéressent et en cultivent. Sa visée est d'expliquer, à donner à voir et susciter l'envie de cultiver ou de s'intéresser au maïs population. En juin 2022, cette vidéo a été visionnée plus de 1 900 fois.



Figure 6 – Vidéo de COVALIENNE « **Le maïs pop cultive sa diversité** »

L'accompagnement réalisé par certains des partenaires du projet auprès de collectifs souhaitant se lancer dans la sélection participative du maïs population nous a amené à proposer un kit de fiches « mémo » renseignant sur les différentes étapes et

¹⁷ Analyse de l'essai - Date d'ensilage : Résultats de l'expérimentation date d'ensilage (2021) :

https://orgprints.org/id/eprint/43830/1/C.24_Rapport_final_date_ensilage_VF.pdf

¹⁸ https://www.youtube.com/watch?v=NqkUqPhL_zA

¹⁹ ENSAV : Ecole Nationale Supérieure d'AudioVisuel de Toulouse

dimensions propres à ce travail (Fig. 7). Ces fiches sont des outils pour découvrir et comprendre les maïs population. Elles ont été réalisées par des collectifs paysans, des animateurs, enseignants et chercheurs, partenaires du projet Covalience (2018-2021). Elles apportent de la matière pour alimenter la réflexion et pour construire des parcours de formation. En revanche, elles n'ont pas pour ambition de donner des recettes, ni une marche à suivre. Elles renvoient vers des ressources existantes : structures, publications, vidéos, etc. Elles complètent, mais ne remplacent pas, les liens humains nécessaires aux échanges de semences et d'expériences.

Ces fiches « mémo » sont disponibles sur la page Internet du projet²⁰. A côté de 5 fiches techniques, une 6^{ème} portant sur l'accompagnement de la dynamique collective a été produite (cf. Tableau 1).

Produire ces ressources a été l'objet d'un long travail de mise en forme des connaissances, pour qu'elles puissent être utiles et utilisées dans l'action. Ce travail de co-construction a dû dépasser les différences de cultures entre les différents organismes travaillant sur les semences paysannes. Ce qui est capitalisé dévoile ces différences avec des CIVAM experts sur l'animation, AgroBio Périgord faisant référence sur les aspects techniques, les ARDEAR composant avec les deux dimensions.



Figure 7 – Sommaire des 6 fiches « mémo » produites par COVALIENCE

Pochette Fiches Mémo avec SOMMAIRE	http://itab.asso.fr/downloads/covalience/pochettecovalience.pdf
Fiche Mémo A : COMPRENDRE les maïs populations	http://itab.asso.fr/downloads/covalience/fiche-a-comprendre.pdf
Fiche Mémo B : CULTIVER les maïs population	http://itab.asso.fr/downloads/covalience/fiche-b-cultiver.pdf
Fiche Mémo C : ACQUERIR et ECHANGER de la semence de maïs pop	http://itab.asso.fr/downloads/covalience/fiche-c-acquerir.pdf
Fiche Mémo D : PRODUIRE de la semence de maïs population	http://itab.asso.fr/downloads/covalience/fiche-d-produire.pdf
Fiche Mémo E : VALORISER - Maïs population : quelle(s) valeur(s) ?	http://itab.asso.fr/downloads/covalience/fiche-e-valoriser.pdf
Fiche Mémo Omega : ACCOMPAGNER une dynamique collective	http://itab.asso.fr/downloads/covalience/fiche-omega.pdf
Fiche Mémo RESSOURCES : références citées dans les fiches « mémo »	http://itab.asso.fr/downloads/covalience/fiche-ressources_.pdf

Tableau 1 – Liste et liens des fiches « mémo » produites par COVALIENCE

²⁰ <http://itab.asso.fr/programmes/Covalience-fiches%20memo.php>

6- Développer un maïs agroécologique

Nous avons réalisé des ateliers participatifs avec chacun des collectifs du projet sur la pertinence du maïs dans leurs systèmes agricoles. Le travail conduit a révélé que la polyvalence du maïs population pouvait être considéré comme ressource pour la diversification des systèmes agricoles. En Inde, cette polyvalence a déjà rendu le maïs populaire pour diversifier les systèmes agricoles et/ou d'augmenter leur résilience (Dass et al. 2012).

De nouveaux usages et débouchés sont apparus comme les ventes pour l'alimentation humaine sans gluten. En élevage, le maïs permet de sécuriser les stocks, de mieux gérer le pâturage ou de préparer les animaux à la reproduction (flushing). En grande quantité dans une ration, le maïs est difficile et coûteux à corriger avec des concentrés azotés, mais c'est un correcteur très pratique de l'excès d'azote dans une alimentation à base d'herbe et riche en légumineuses. Il peut être utilisé comme "énergie à digestion lente" lorsque seuls les épis sont utilisés pour produire du concentré. Dans ce cas, la majeure partie de la biomasse végétale est restituée au sol, ce qui favorise la conservation des sols. Le maïs s'intègre dans la rotation comme une excellente culture de printemps/été. Il est facile à cultiver sur les sols hydromorphes et permet de "valoriser le fumier produit en seconde partie d'hiver". Cependant, son implantation après une prairie nécessite un nettoyage par un labour ou l'utilisation d'herbicides, ce qui est problématique pour de nombreux agriculteurs intéressés par l'agriculture biologique de conservation (ABC). Certains agriculteurs parviennent, malgré tout, à cultiver le maïs en ABC, en intercalant une culture de rotation estivale entre la prairie et la culture de maïs. Le maïs reste *"la culture qui fonctionne le mieux en agriculture biologique .../..., il pousse à une période de l'année où la température entraîne la minéralisation de l'azote .../... C'est une des plantes qui a le plus haut taux de photosynthèse"*, selon des agriculteurs participants aux ateliers participatifs COVALIENNE. Même si elle a besoin d'eau, son efficacité est considérée comme exceptionnelle. Néanmoins, les agriculteurs s'interrogent sur la pertinence de comparer l'efficacité du blé, qui consomme de l'eau quand elle est disponible, avec celle du maïs, qui consomme de l'eau à une période de l'année où l'eau est rare. Enfin, la production de semences de maïs population est moins chère que l'achat de semences hybrides commerciales.

La comparaison entre le « maïs pop » et les hybrides est source de beaucoup de débats (cf. points 1 et 2). Les agriculteurs reconnaissent que les comparaisons sont difficiles, car le maïs population pousse plus tard que les hybrides et il est souvent cultivé sur des terres plus pauvres. Néanmoins, certains agriculteurs considèrent que le maïs population produit 20 à 30% de grains en moins que les hybrides. D'autre part, d'autres affirment que le maïs pop est de meilleure qualité nutritionnelle, ce qui augmente la croissance et améliore la santé de leurs animaux. Ils souhaiteraient que des études scientifiques soient menées pour vérifier ces hypothèses.

7- Repenser l'animation du maïs dans logique plus systémique

Les ateliers participatifs ont été l'occasion de concevoir une méthode d'animation permettant d'articuler les projets individuels avec l'action collective. Il s'agissait également de travailler sur la pertinence et la pérennité des groupes, en réajustant leurs finalités en fonction de l'avancée des transformations mises en œuvre ou vécues par les agriculteurs sur leurs exploitations. Nous avons donc mobilisé les concepts "d'enquête pragmatique" et de "communauté de pratiques" pour créer une approche en 5 étapes pour 1) clarifier avec les agriculteurs les changements sur leurs fermes, 2) cartographier les changements, 3) enregistrer leurs surprises, et questionner 4) leur action collective et 5) leur organisation. Cette méthode a produit, outre un changement de perception du maïs, passant de symbole de l'agriculture intensive à un élément important de la diversification des systèmes agricoles, une prise de conscience que l'animation des groupes doit aller au-delà des techniques de sélection. Cette animation doit être plus systémique, et réfléchir au renouvellement de l'action collective et à l'identité du groupe. Le collectif est apparu comme une ressource pour le changement. En constante reconfiguration, il doit être considéré et géré comme tel. L'animation doit donc prendre en charge la construction de son identité, de ses valeurs, du sens de l'entreprise collective et ne pas considérer que les agriculteurs n'attachent de la valeur qu'à la dimension technique. Cette prise de conscience a donné lieu à une fiche spécifique sur l'accompagnement « Fiche Mémo Omega : ACCOMPAGNER une dynamique collective » (cf. point 5).

Les aspects développées dans ces points 6 et 7 font l'objet d'une publication scientifique soumise à *Agronomy for sustainable development* et intitulée « *A pragmatist approach to foster collective action in sustainable transition: application to farmer groups breeding their maize*²¹ » (publication acceptée en juillet 2022).

8- Persévérer pour développer la formation initiale

Les membres du projet ont travaillé sous la direction des enseignants de l'EPL de Valence pour concevoir des séquences pédagogiques²² « Enseigner les maïs populations » à destination de l'enseignement agricole.

Dans le cadre du catalogue nationale 2019 et 2020 du programme de formation national de l'enseignement agricole, un stage de 3 jours « *La sélection participative, un levier pour l'agroécologie et Enseigner à Produire Autrement, l'exemple de la sélection de maïs population* » a été proposé aux enseignants / formateurs / chefs d'exploitation de l'enseignement agricole. Malheureusement, en dépit de travail de préparation, ces stages n'ont pas pu être mis en œuvre en raison d'un nombre insuffisant d'inscrits à la formation, la pandémie ayant grandement compliqué les choses.

Le 30 juin 2022,

HAZARD Laurent, INRA, UMR1248 Agir, Toulouse

REY Frédéric, ITAB

²¹ Hazard L., Locqueville J., Rey F. (sous presse). *A pragmatist approach to foster collective action in sustainable transition: application to farmer groups breeding their maize*. *Agronomy for sustainable development*.

²² ENSEIGNER LES MAIS POPULATION : Séquences pédagogiques – enseignement agricole - <https://orgprints.org/id/eprint/42433/1/C35bis%20exemples%20de%20séquences%20pédagogiques.pdf>



MAÏS POPULATIONS DE FRANCE LES PAYSANS CULTIVENT LA DIVERSITÉ

LIBERTÉ
CONFIANCE
BIEN-ÊTRE
Avenir
ADAPTATION
VOYAGE
AUTONOMIE DÉCISIONNELLE
CO-CONSTRUCTION
SÉLECTION PAYSANNE
RESILIENCE
SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE
RENCONTRES
ECHANGES
ESSAIMAGE
BIOEFFICACITÉ
ENTRAÏDE
SAVOIR-FAIRE
PLAISIR

AVENTURE HUMAINE
SERVICES PAYSANS
LIBERTÉ
DYNAMIQUE COLLECTIVE
AUTONOMIE
RESERVOIR DE SOLUTIONS
PATRIMOINE
PARTAGES DE CONNAISSANCES
CRÉATION INDIVISIBLE PHYSIQUE
REAPPROPRIATION
INDÉPENDANCE
COLLECTIF