



**HAL**  
open science

## Les résistantes

Louise Plantin, Anne-Sophie Miclot, Julien Papaïx, Jean-François Rey, Loup Rimbaud, Marta Zaffaroni, Adeline Alonso Ugaglia, Frédéric Fabre

► **To cite this version:**

Louise Plantin, Anne-Sophie Miclot, Julien Papaïx, Jean-François Rey, Loup Rimbaud, et al.. Les résistantes : Des vignes pas comme les autres. 2024. hal-04604456

**HAL Id: hal-04604456**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04604456>**

Submitted on 7 Jun 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

The illustration depicts a vineyard scene. In the foreground and background, several large, blue, anthropomorphic leaves with large white eyes and simple smiles are shown. Some leaves have small mouths and appear to be looking at the people. In the center, a group of five people is walking and talking. On the left, a woman with glasses and a red book is walking. Next to her is a man with glasses and a blue jacket. Then a woman in a blue top and orange pants, followed by a woman in a red coat, and finally a woman in a blue coat and white scarf. The background shows rolling hills under a light blue sky with a few bees flying. The overall style is a simple, clean line drawing with a limited color palette of blues, oranges, and whites.

# LES RÉSISTANTES

DES VIGNES PAS COMME LES AUTRES



# LES RÉSISTANTES

DES VIGNES PAS COMME LES AUTRES

SCÉNARIO ET DESSIN

Louise Plantin

DIRECTION SCIENTIFIQUE

Adeline Alonso Ugaglia et Frédéric Fabre

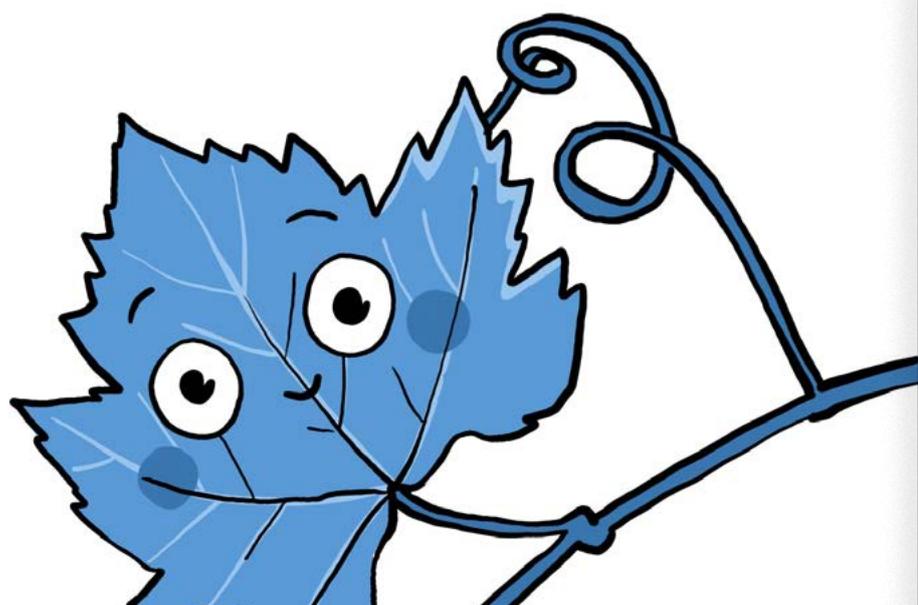
CONTRIBUTION

Anne-Sophie Miclot, Jean-François Rey, Julien Papaïx,  
Loup Rimbaud et Marta Zaffaroni

ET LA PARTICIPATION DE LA COOPÉRATIVE

« NOUS, les Vignerons de Buzet »





# AVANT-PROPOS

par Adeline Alonso Ugaglia et Frédéric Fabre

Cette bande dessinée aborde la question de la réduction de l'utilisation des pesticides en agriculture. Vaste question à laquelle contribue le projet de recherche MÉDÉE « vers des Mosaïques agricoles économes en pesticides : de la modÉlisation à la concertation territoriale pour le DÉploiEment des cépages Résistants ». Nous sommes nombreux à être convaincus, et en premier lieu les agriculteurs, de la nécessité de réduire l'utilisation des pesticides afin de préserver notre santé et celle de notre environnement. Mais construire des alternatives n'est pas chose aisée. Rapprocher recherche, conseil et pratique constitue une voie d'avenir pour relever ce défi. C'est l'intérêt de ce rapprochement et la multiplicité des enjeux sous-jacents que le lecteur découvrira dans ces pages qui retracent les échanges au fil de l'eau entre la cave coopérative « Nous, les vignerons de Buzet » et une équipe de recherche INRAE - Bordeaux Sciences Agro.

L'histoire compte bon nombre d'exemples de surexploitation collective de ressources communes, souvent des ressources naturelles en libre accès. Aucun problème de gestion lorsqu'elles sont abondantes. Mais qu'advient-il lorsqu'elles se raréfient et que s'installe un conflit entre intérêt individuel et intérêt collectif ? Leur gestion devient alors un vrai défi. C'est en ce sens, à travers l'exemple de gestion de pâturages en commun, que Garrett Hardin a popularisé le concept de tragédie des communs : la propriété commune d'une ressource conduit nécessairement à la ruine de celle-ci. Or, depuis les années 1970, les sciences sociales ont documenté de nombreuses communautés, présentes ou passées, gérant durablement leurs ressources sous le régime de la propriété commune. La politiste Elinor Ostrom (1933-2012) a d'ailleurs obtenu le prix Nobel d'économie en 2009 pour l'étude de ces systèmes (Locher, 2018).

De bien commun, il est effectivement question ici : les gènes de résistance aux maladies. La capacité de la vigne cultivée à résister aux maladies, conférée par des gènes de résistances hérités de parents sauvages de la vigne, est fragile. Tout comme l'utilisation des antibiotiques favorise la sélection de bactéries résistantes, cultiver des variétés résistantes favorise la sélection d'agents pathogènes capables de contourner les gènes de résistances aux maladies. Ces gènes, rares dans les vignes sauvages, sont soumis au risque de surexploitation dans les vignobles. Ils constituent de fait un bien commun à préserver sous peine d'en perdre le bénéfice.

D'organisation agricole pour gérer ce bien commun, il est aussi question ici : une coopérative viticole. Les stratégies durables de déploiement des variétés résistantes doivent être pensées à l'échelle du territoire, pour des raisons biologiques, mais également parce qu'il s'agit d'un construit entre un paysage et des acteurs. Le territoire est aussi l'échelle naturelle d'organisation et d'intervention d'une coopérative, où sont prises des décisions aussi bien individuelles que collectives, pour des stratégies gagnant-gagnant. C'est donc une organisation à même de garantir une gestion collective et durable de la résistance aux maladies des cultures.

Le nom de Médée, personnage de la mythologie Grecque, est issu du verbe grec μήδομαι « méditer ». Méditer sur les futurs possibles de l'agriculture et des variétés de vigne résistantes, telle est l'invitation de cet ouvrage intitulé « Les Résistantes ». Méditer tout en accompagnant le lecteur pour comprendre comment la dimension territoriale des coopératives est un atout pour préserver l'efficacité des résistances et prendre soin collectivement les paysages viticoles.

Référence : Locher, F. *La tragédie des communs était un mythe*, Le journal du CNRS, 2018.

Lien <https://lejournal.cnrs.fr/billets/la-tragedie-des-communs-etait-un-mythe>



## PRÉFACE

par Christian Lannou, Directeur de Recherche INRAE,  
spécialisé en épidémiologie végétale

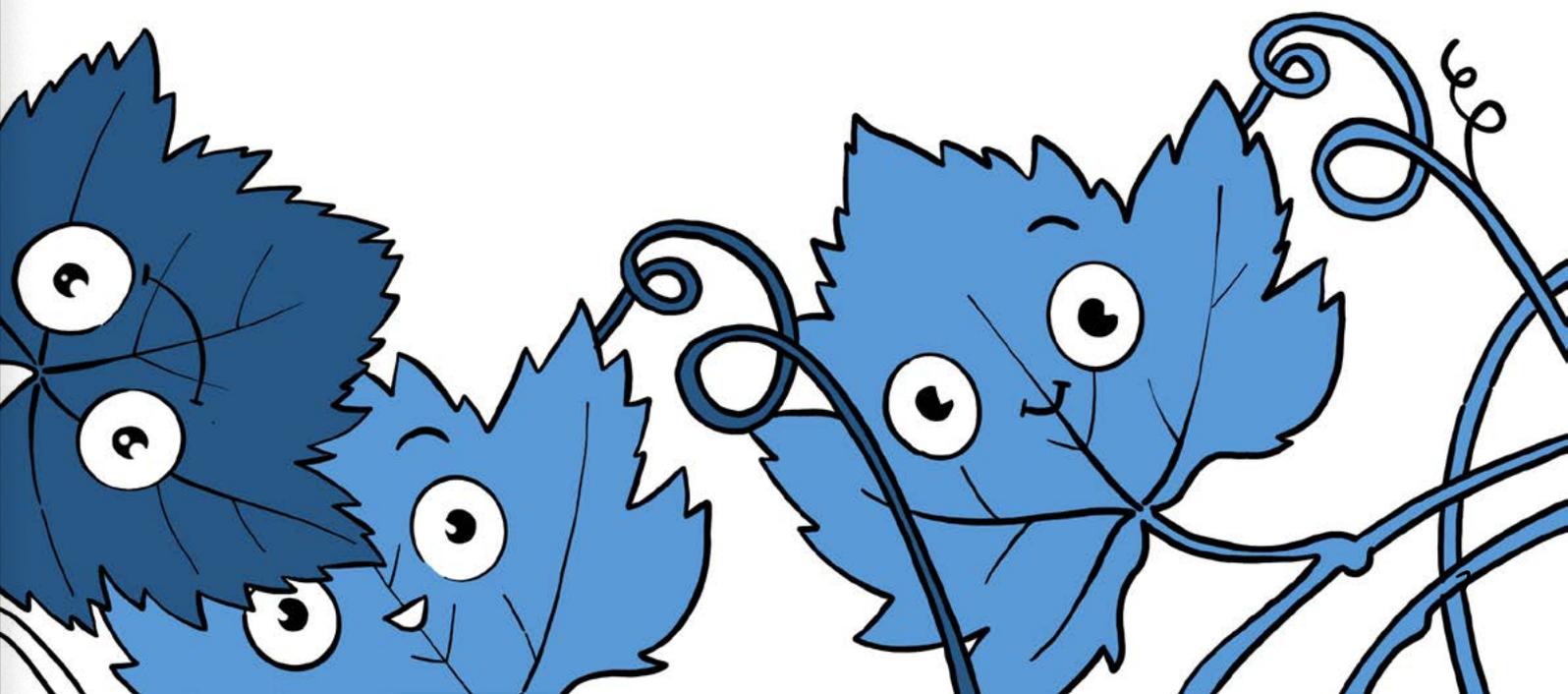
Au début des années 1990, alors que je soutenais ma thèse sur le sujet, l'idée que l'on pouvait réfléchir à la manière d'utiliser les variétés pour rendre leur résistance plus durable n'était pas très répandue. A l'époque, la mode était plutôt de chercher des «super» gènes de résistance que les agents pathogènes ne pourraient pas contourner (mais à ce jeu, les parasites sont restés les plus forts).

Au début des années 2000, nous nous demandions si la manière de répartir différentes variétés dans un paysage agricole pouvait changer la vitesse des épidémies et l'évolution des populations pathogènes. Nous avons des indices pour penser que oui, mais il nous fallait des modèles pour explorer la question et nous avons commencé à établir des collaborations avec des mathématiciens.

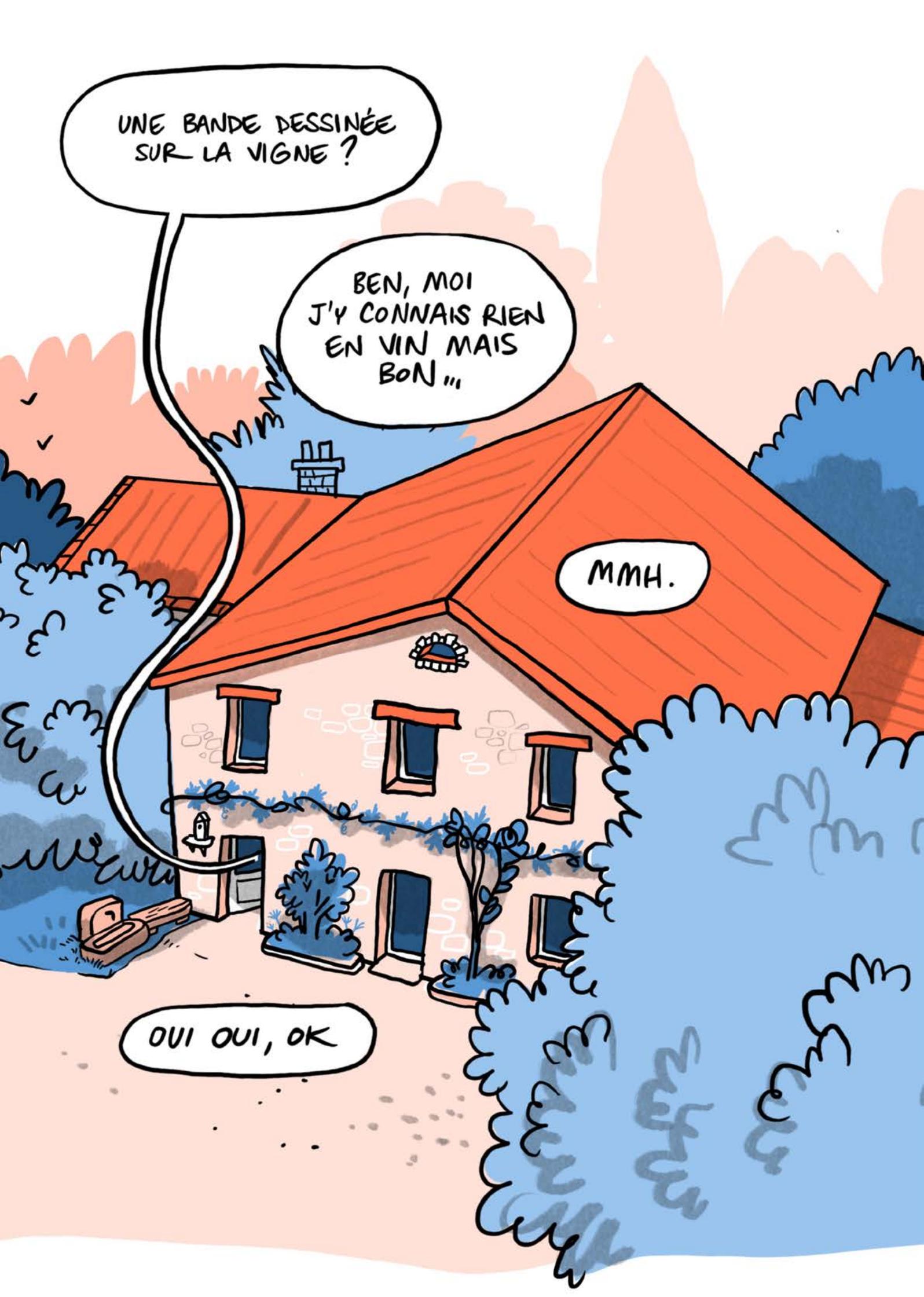
En parcourant cet ouvrage, j'ai retrouvé la sensation si précieuse du chercheur qui analyse des résultats et voit apparaître un fait nouveau, qui n'avait encore jamais été mis à jour. Voir si bien illustré les notions de durabilité des résistances ou de stratégies de déploiement, c'est un peu la validation attendue que des hypothèses qui nous ont tant motivés étaient finalement pertinentes.

Je suis donc très reconnaissant à mes collègues chercheurs et chercheuses, qui ont brillamment contribué à cette aventure scientifique, d'avoir eu l'idée de cet ouvrage. Je suis admiratif du talent de Louise Plantin qui a si bien raconté l'histoire.

Sa conclusion elle-même montre bien que la recherche de connaissance n'a pas de fin («tout est encore ouvert») mais aussi que les connaissances produites trouvent peu à peu leur application. Avec l'aide des sciences sociales, il s'agit maintenant d'ouvrir un nouveau front d'exploration sur les démarches participatives pour mieux faire entrer dans la pratique une idée qui semblait utopique il y a vingt ans.







UNE BANDE DESSINÉE  
SUR LA VIGNE ?

BEN, MOI  
J'Y CONNAIS RIEN  
EN VIN MAIS  
BON !!!

MMH.

OUI OUI, OK



NAN MAIS OUI,  
CARRÉMENT

OK, SUPER!





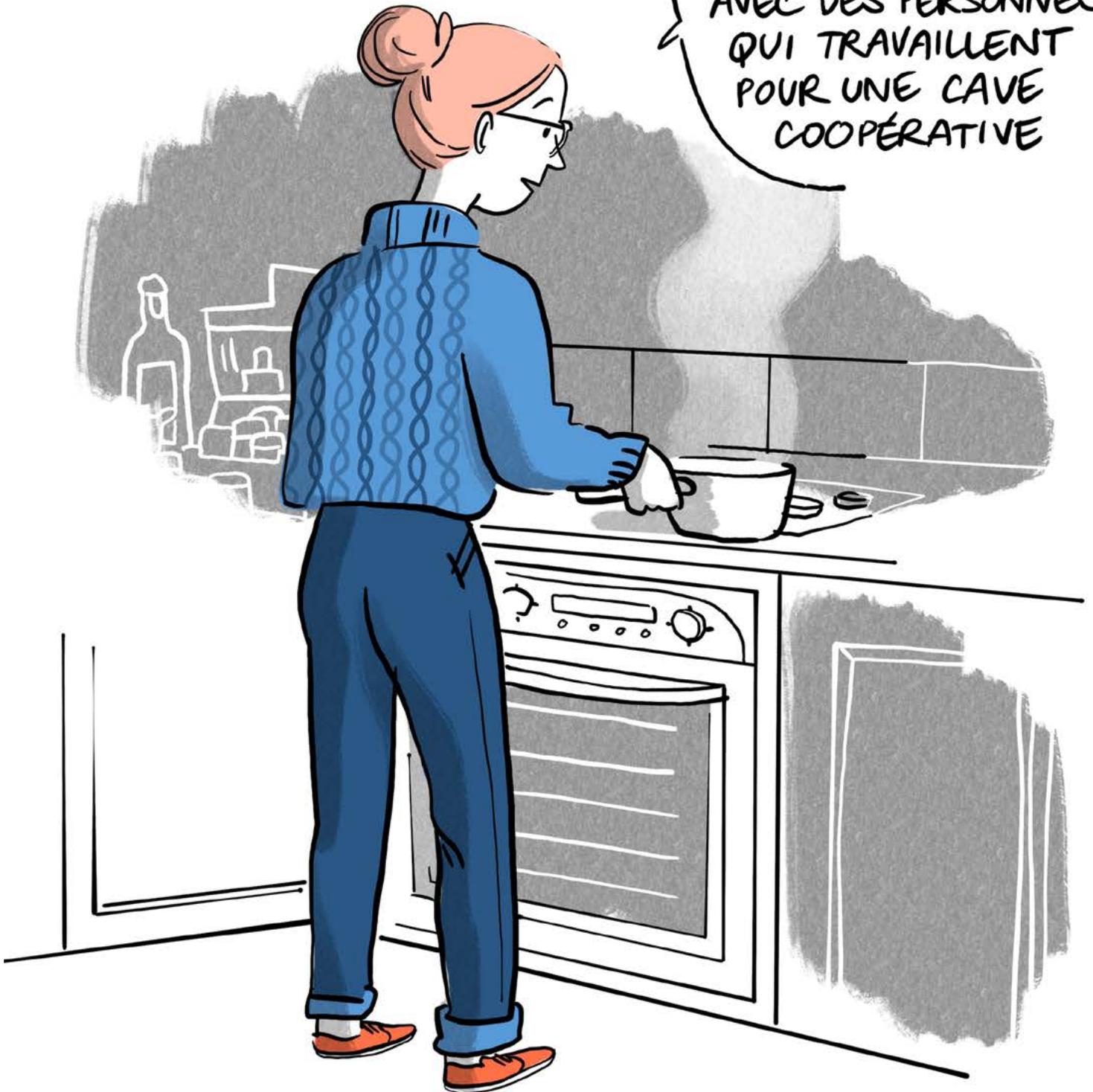
J'AI EU  
UN COUP DE FIL  
D'ADELINE, TU SAIS,  
LA CHERCHEUSE  
DE BORDEAUX ?

CELLE AVEC QUI  
TU AVAIS BOSSÉ  
L'AUTRE FOIS ?

OUI

ELLE ME PROPOSE  
DE VULGARISER EN BD  
UN PROGRAMME  
DE RECHERCHE  
SUR LE VIN

IL Y AURA  
DES ATELIERS  
AVEC DES PERSONNES  
QUI TRAVAILLENT  
POUR UNE CAVE  
COOPÉRATIVE



EN GROS, C'EST À PROPOS  
DE VARIÉTÉS DE VIGNES  
QUI N'ATTRAPENT  
PAS DE MALADIES

PRATIQUE !

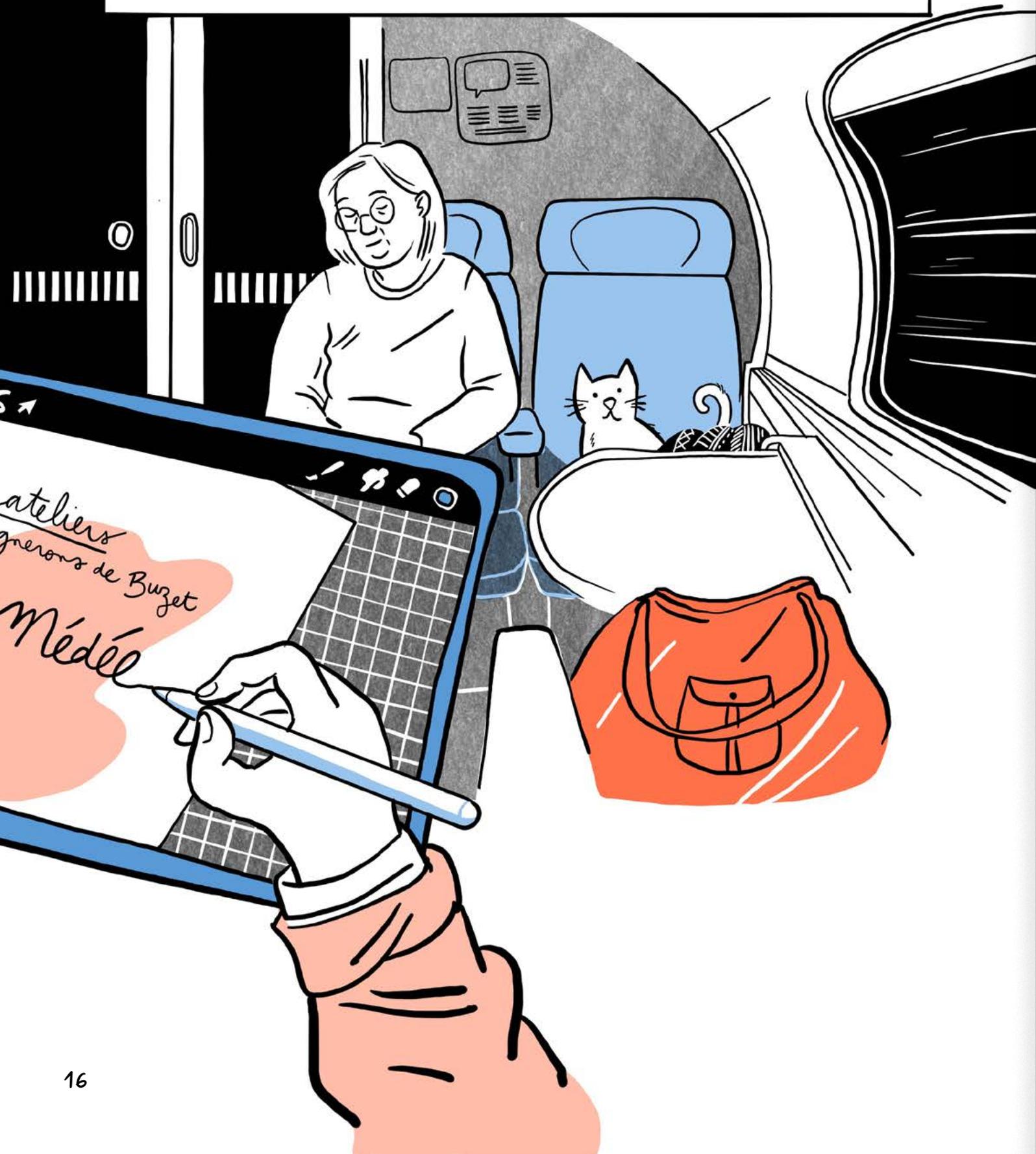


OUI, ENFIN  
JE SUPPOSE QUE  
CE N'EST PAS  
AUSSI SIMPLE  
QUE ÇA...



QUELQUES SEMAINES @ TARD...

RENDEZ-VOUS EST PRIS AVEC L'ÉQUIPE  
SUR LE SITE INRAE DE BORDEAUX





SALUT LOUISE!  
BIENVENUE A INRAE.

JE VAIS TE  
PRÉSENTER  
L'ÉQUIPE.

ADELINE ALONSO UGAGLIA, maître de conférences  
en économie à Bordeaux Sciences Agro

Elle s'intéresse aux décisions des  
agriculteurs dans l'adoption de  
nouvelles pratiques dans le cadre de la  
transition agroécologique.

DONC, VOILÀ  
FRED !

SALUT LOUISE !  
TU VEUX UN CAFÉ ?



← FRÉDÉRIC FABRE  
Chercheur en  
épidémiologie  
à l'UMR SAVE -  
INRAE Bordeaux

Il étudie comment  
gérer les maladies  
des plantes avec  
moins de pesticides

MARTA ZAFFARONI

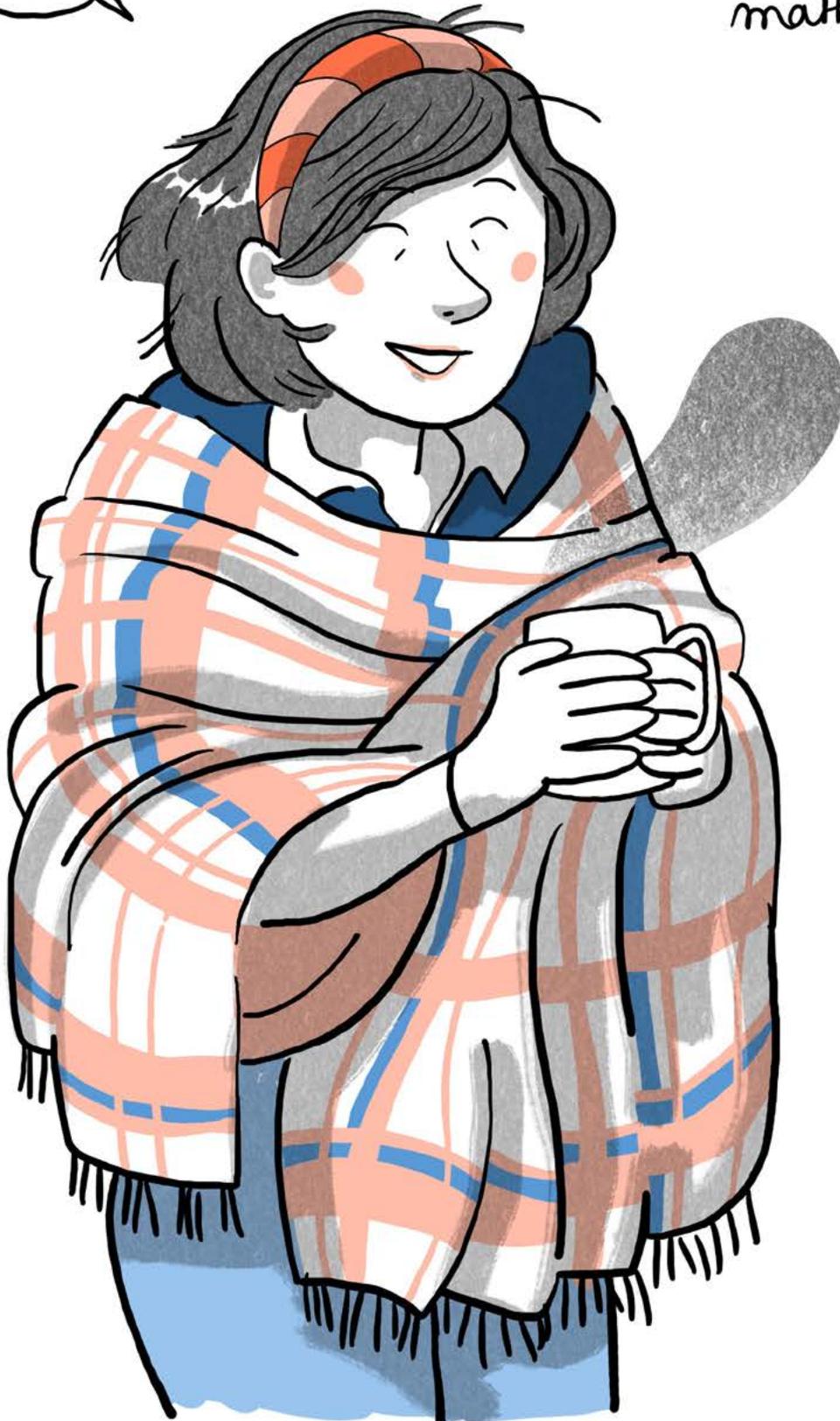
chercheuse à l'UMR SAVE-INRAE Bordeaux

Elle étudie le déploiement  
de variétés résistantes dans  
les paysages agricoles

à l'aide de  
modèles  
mathématiques

ET  
MARTA

SALUT



ET ENFIN  
ANNE-SOPHIE !

BONJOUR !

← ANNE-SOPHIE MICLOT  
ingénieure d'étude  
à l'UMR SAVE-  
INRAE Bordeaux

Elle coordonne  
l'observatoire national  
du déploiement des  
variétés résistantes  
(OSCAR).

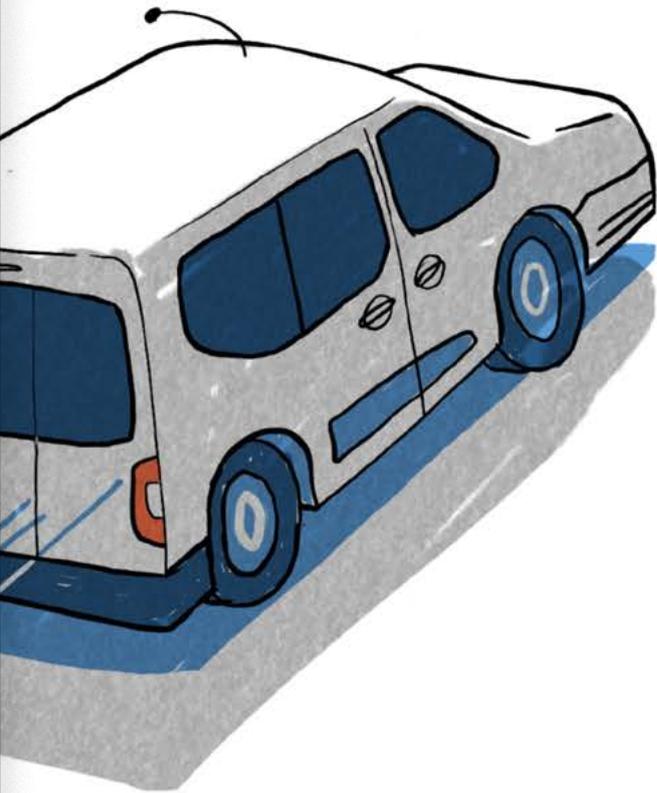


EN SAVOIR ⊕  
SUR OSCAR





ON VA PROFITER  
DU TRAJET POUR  
TE BRIEFER UN PEU





DONC, NOTRE SUJET  
D'ÉTUDE, CE SONT LES  
VARIÉTÉS RÉSISTANTES

JE NE SUIS PAS SÛRE  
D'AVOIR BIEN COMPRIS  
CE QUE C'ÉTAIT ...



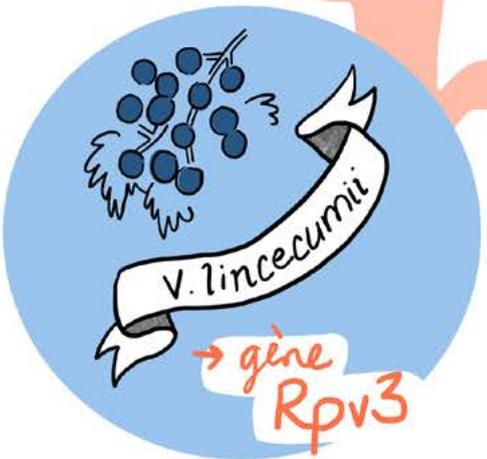
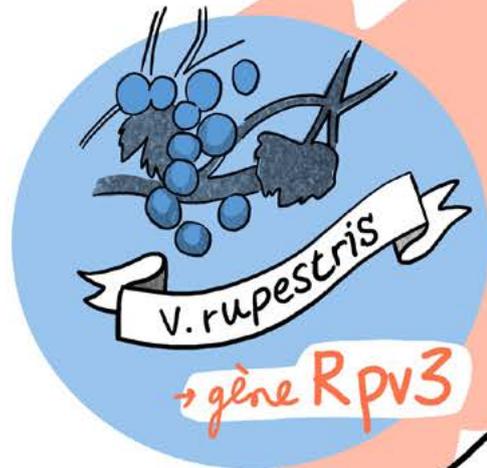
CE SONT DES VARIÉTÉS DE VIGNE  
QUI PRÉSENTENT UNE RÉSISTANCE  
AUX MALADIES

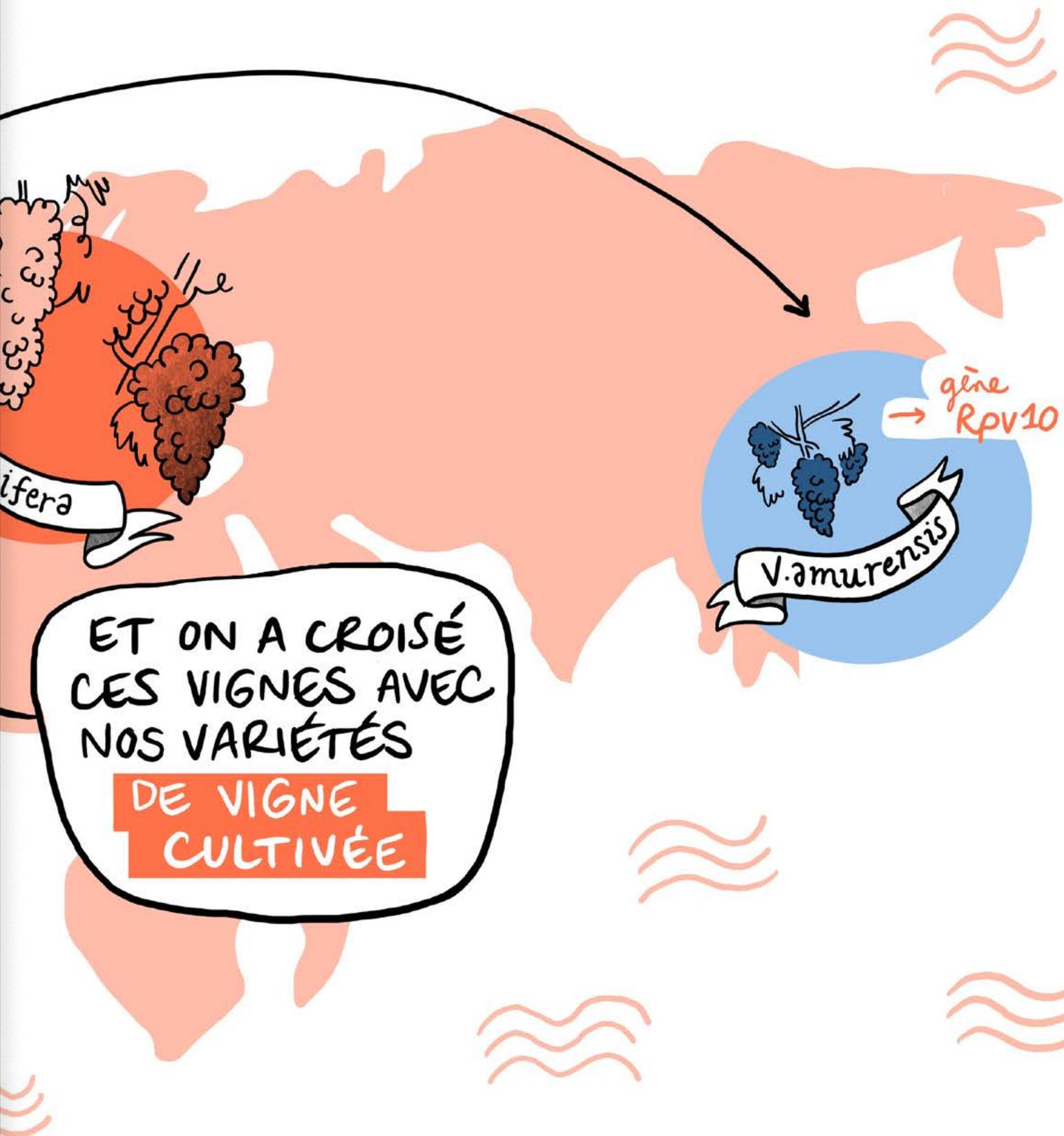
CE SONT  
DES OGM ?

NON,  
C'EST GÉNÉTIQUE  
MAIS CE NE SONT  
PAS DES OGM !

ON A TROUVÉ DES GÈNES DE RÉSISTANCE DANS CERTAINES ESPÈCES DE VIGNES SAUVAGES

EN AMÉRIQUE ET EN ASIE





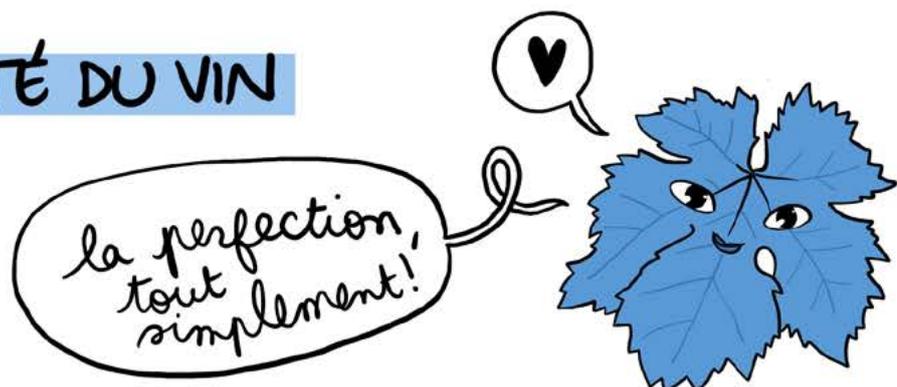


MAIS À CE STADE, LA VIGNE OBTENUE ÉTAIT DIFFICILE À CULTIVER ET LE VIN ÉTAIT FRANCHEMENT MAUVAIS !

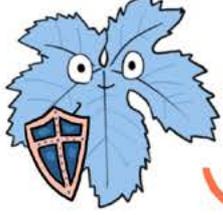
donc ↓

ON A MULTIPLIÉ LES ÉTAPES DE CROISEMENT POUR AUGMENTER LES CHANCES DE GÉNÉRER UNE VARIÉTÉ QUI COMBINE :

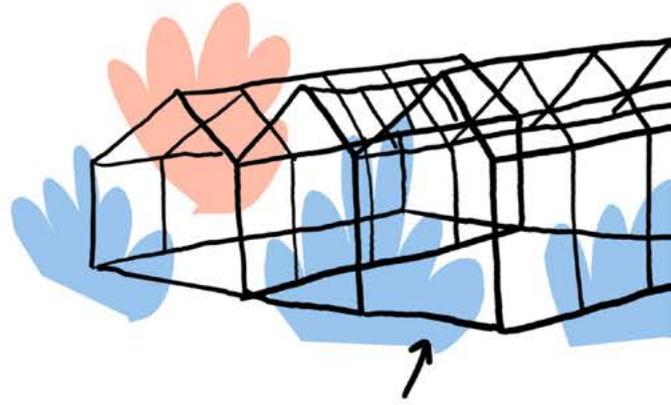
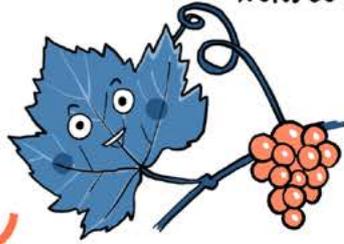
- ☑ **BONNE RÉSISTANCE AUX MALADIES**
- ☑ **PERFORMANCE CULTURALE**
- ☑ **QUALITÉ DU VIN**



VIGNE SAUVAGE  
résistante

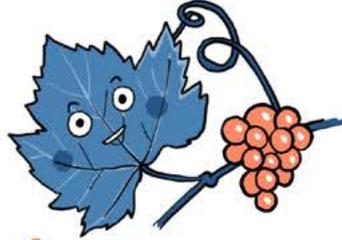


VIGNE CULTIVÉE  
sensible

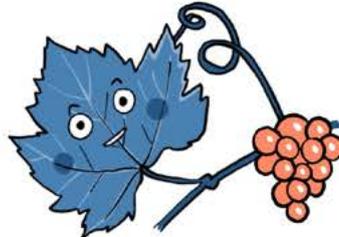


concrètement,  
ça se fait  
sur des plants  
en pot (dans  
les serres  
INRAE de  
Colmar  
par exemple!)

DESCENDANT  
ayant conservé  
le gène de  
résistance



DESCENDANT  
ayant conservé  
le gène de résistance



OOOH ♡

QUEL BEAU  
BÉBÉ!

DESCENDANT  
ayant conservé  
le gène de résistance



et ainsi de suite  
pendant  
longtemps\*  
jusqu'à...



NOUVELLE  
VARIÉTÉ

ET EN PLUS ELLE  
N'EST PLUS TOUCHÉE PAR  
LE MILDIOU ET L'OÏDIUM!



\*10 À 15 ANS POUR OBTENIR  
UNE NOUVELLE VARIÉTÉ

ET C'EST COMME ÇA  
QUE, GRÂCE À LA  
SÉLECTION VARIÉTALE,  
LES SCIENTIFIQUES  
OBTIENNENT  
DES VARIÉTÉS

résistantes  
& vinifiables!



- NOTE : on peut introduire 1 gène de résistance ou, au prix d'un travail bien plus long, plusieurs gènes, ce qui va donner une résistance plus durable.

MAIS BON, C'EST ENCORE  
TRÈS MARGINAL

EN 2023, LE RÉSEAU OSCAR  
RECENSAIT 168 PARCELLES DE  
VARIÉTÉS RÉSISTANTES



SOIT UNE SUPERFICIE DE 120 HECTARES PLANTÉS.  
AU TOTAL, 2300 ha DE VARIÉTÉS RÉSISTANTES SONT  
PLANTÉS SUR LE VIGNOBLE FRANÇAIS, CE QUI  
REPRÉSENTE 0,3% DE LA SUPERFICIE DE VIGNE  
PLANTÉE EN FRANCE (812 000 ha EN 2022)



AH OUI,  
C'EST PAS  
ÉNORME !!!

OUI, CE CI DIT  
ON CONSTATE UN REGAIN  
D'INTÉRÊT POUR LES  
VARIÉTÉS RÉSISTANTES,  
NOTAMMENT DU FAIT  
DE LA DEMANDE  
SOCIÉTALE  
SUR LE SUJET  
DES PESTICIDES

!!!

... ET QU'ON ARRIVE  
À FAIRE DU BIEN MEILLEUR  
VIN AVEC LES VARIÉTÉS  
RÉSISTANTES QU'IL Y A  
QUELQUES ANNÉES !

ET VOILÀ,  
C'EST ICI !

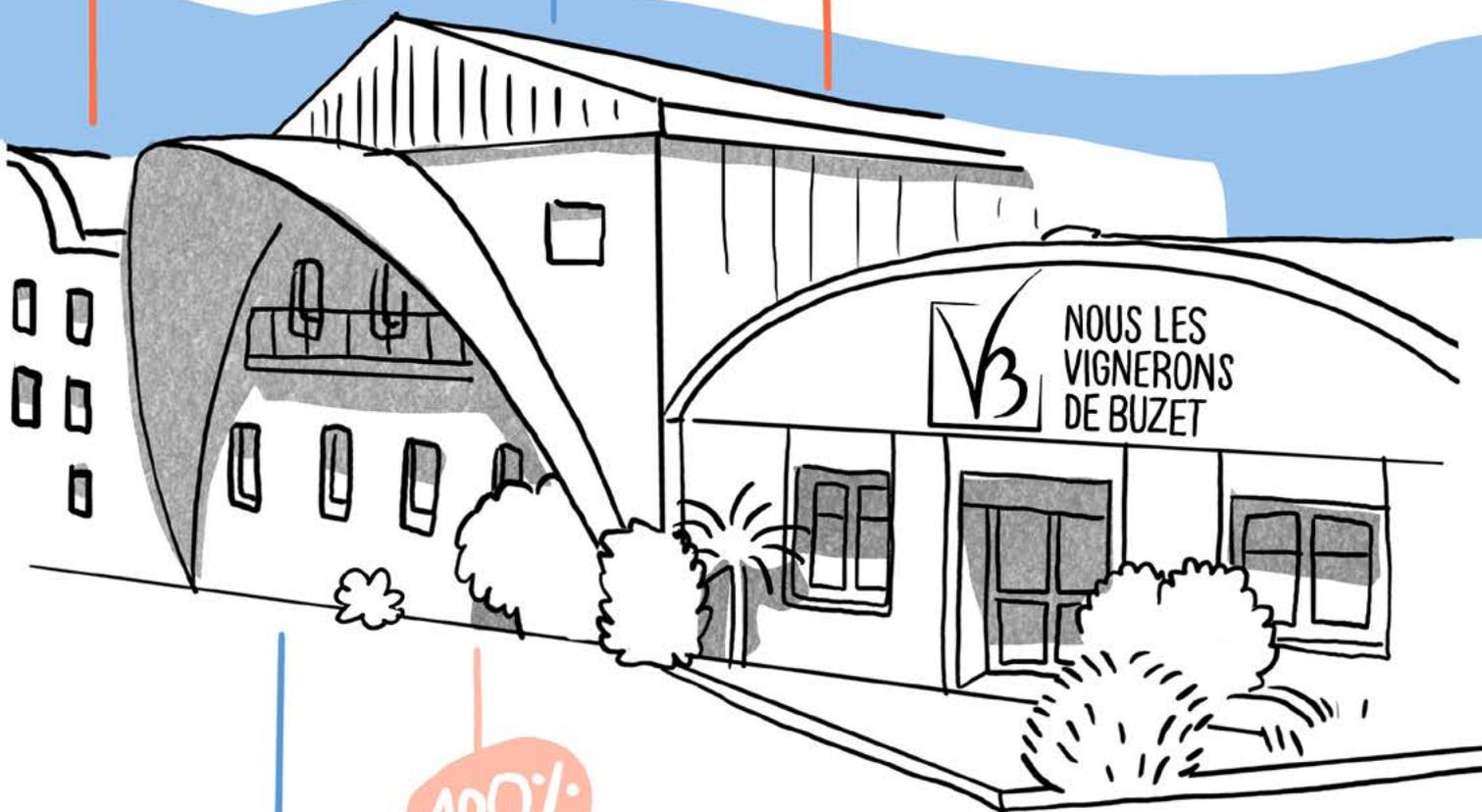
COOPÉRATIVE

née en 1953

160 viticulteurs

90 salariés

AOC depuis 1973



100%

SANS ENGRAIS  
CHIMIQUE

depuis 2020  
(95%) du vignoble  
en HVE\* ou bio  
ou en conversion

2000 ha  
de vignes



13 MILLIONS  
de bouteilles/an

\* Haute Valeur Environnementale

CES ATELIERS, C'EST  
POUR LES CONVAINCRE  
DE PLANTER DES  
VARIÉTÉS RÉSISTANTES ?

HAHA,  
NON, PAS  
DU TOUT !

ON EST  
CONTENTS DE  
POUVOIR FAIRE  
DAVANTAGE  
CONNAÎTRE LES VR\*,  
MAIS ON N'EST  
PAS DES  
COMMERCIAUX !

\* VR : VARIÉTÉS RÉSISTANTES

ON AIMERAIT  
PERMETTRE AUX  
ACTEURS DE TERRAIN  
DE FAIRE DES CHOIX  
PLUS INFORMÉS

CES ATELIERS,  
C'EST AUSSI UNE  
OCCASION D'EXPLIQUER  
NOS HYPOTHÈSES  
DE TRAVAIL, DE LES  
CONFRONTER À LA  
RÉALITÉ DU TERRAIN,  
ET D'EN FORMULER  
DE NOUVELLES  
POUR FAIRE  
AVANCER NOS  
RECHERCHES

POUR UNE SCIENCE  
BELLE, UTILE  
& PARTAGÉE  
COMME ON DIT  
CHEZ NOUS !



ET DANS LEUR SECTEUR, LES VIGNERONS  
DE BUZET (VDB) SONT PLUTÔT EN  
AVANCE SUR LE PLAN  
ENVIRONNEMENTAL !

DU COUP, POUR EUX  
CES ATELIERS C'EST  
UNE FAÇON DE CAPTER  
DES INFORMATIONS...

DE RESTER  
À LA POINTE !

EXACTEMENT !



BONJOUR À TOUS,  
MERCI D'ÊTRE LÀ

Pierre

Directeur  
général  
des  
Vignerons  
de Bulzet



EFFECTIVEMENT,  
CES INFOS SERONT  
SÛREMENT TRÈS  
PRÉCIEUSES POUR  
NOUS !!

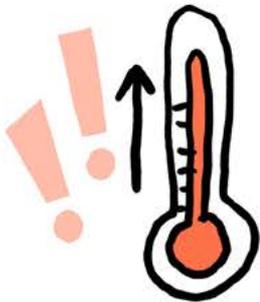


AUJOURD'HUI, LE VIN  
FAIT FACE À DE NOMBREUX DÉFIS :



UNE TRÈS FORTE  
BAISSE DE LA  
CONSOMMATION,  
NOTAMMENT  
DEPUIS LE COVID  
(c'est désastreux)

LE VIEILLISSEMENT  
(ET LE NON-REMPLACEMENT !)  
DES AGRICULTEURS (c'est terrible)



LE RÉCHAUFFEMENT  
CLIMATIQUE (c'est effrayant)

L'EXTINCTION DE  
LA BIODIVERSITÉ  
(c'est une catastrophe)



etc.

AH OUI,  
QUAND  
MÊME

**SUD  
OUEST**

# Disparition des oiseaux : les pesticides, des coupables qui ne peuvent plus se cacher

🕒 Lecture 3min

Accueil • Environnement • Biodiversité

VOUS AVEZ  
VU L'ARTICLE DE  
SUD-OUEST  
D'AILLEURS ?

C'EST  
D'ACTUALITÉ ...

ON A AUSSI APPRIS  
RÉCEMMENT QUE 20%.  
DES VITICULTEURS DE  
GIRONDE ONT DÉPOSÉ  
UN DOSSIER DE DEMANDE  
D'ARRACHAGE DE VIGNE  
CETTE ANNÉE

PARMI EUX,  
300 SOUHAITENT  
DÉFINITIVEMENT  
ARRÊTER LA  
VIGNE...



OUI...

IL Y A UNE FORME  
DE GRAVITÉ AUTOUR  
DES ENJEUX QUI  
NOUS RASSEMBLENT...



C'EST SÛR !

ICI, POUR RÉDUIRE NOTRE  
IMPACT ENVIRONNEMENTAL,  
ON A DÉJÀ SUPPRIMÉ LES  
ENGRAIS CHIMIQUES

ET LES INSECTICIDES  
TOXIQUES POUR  
LES ABEILLES



← Carine,  
responsable  
du service  
"Vigne"  
chez les VDB.

ET ON ESSAIE DES CHOSSES  
ENCORE PLUS INNOVANTES  
DANS NOTRE VIGNOBLE  
EXPÉRIMENTAL

VENEZ, JE  
VAIS VOUS  
MONTRER





DONC CET ESPACE  
DE 19 HECTARES, C'EST  
UN PEU NOTRE  
TERRAIN DE JEU

C'EST TOUT  
EN BIO



ON FAVORISE LA BIODIVERSITÉ  
POUR RENDRE L'ÉCOSYSTÈME  
LE PLUS RÉSILIENT POSSIBLE

ON TESTE :  
L'AGROFORESTERIE

...  
LES CÉPAGES  
RÉSISTANTS  
(diminution  
des pesticides)

... LES VIFA\*  
(adaptation  
au dérèglement  
climatique)

VIFA = Variétés d'Intérêt  
à Fins d'Adaptation

A person wearing a black jacket, orange pants, and a grey scarf is standing in a field. The field is filled with rows of small, stylized trees or bushes. In the background, there are rolling hills and two birds flying in the sky. The person is pointing towards the ground with their right hand. Two speech bubbles are connected to the person by lines. The first speech bubble is larger and contains the text '... LÀ ON A FAIT UN SEMIS POUR COUVRIR LE SOL'. The second speech bubble is smaller and contains the text 'ET ON A PLANTÉ DES RANGÉES D'ARBRES'. The overall scene is a rural landscape with a focus on agricultural practices.

...  
LÀ ON A FAIT  
UN SEMIS POUR  
COUVRIR LE  
SOL

ET ON A  
PLANTÉ DES  
RANGÉES  
D'ARBRES

CE QUI EST MARRANT  
C'EST QUÉ PENDANT DES SIÈCLES  
ON A ESSAYÉ DE MAXIMISER  
L'EXPOSITION DE LA VIGNE  
AU SOLEIL !!! ET AUJOURD'HUI  
ON FAIT LE CONTRAIRE !

LÀ PAR EXEMPLE  
ON A CRÉÉ UNE NOUVE  
OMBRAGÉE POUR  
FAIRE UN ÎLOT DE  
FRAÎCHEUR

BÊÊ!

AH, ET AUSSI,  
ON A DES  
MOUTONS  
QUI PATÛRENT  
AU MILIEU  
DES VIGNES

?

ET DU COUP, LES VARIÉTÉS  
RÉSISTANTES VOUS PERMETTENT  
DE VOUS PASSER COMPLÈTEMENT  
DE PESTICIDES ?

ALORS, NON, PAS EXACTEMENT !  
ÇA NOUS PERMET DE FAIRE  
MOINS DE TRAITEMENT,  
ET PLUS ÉLOIGNÉS DES  
DATES DE RÉCOLTE .



VARIÉTÉS SENSIBLES

12 à 15 traitements  
par an

VARIÉTÉS RÉSISTANTES

1 à 3 traitements  
par an

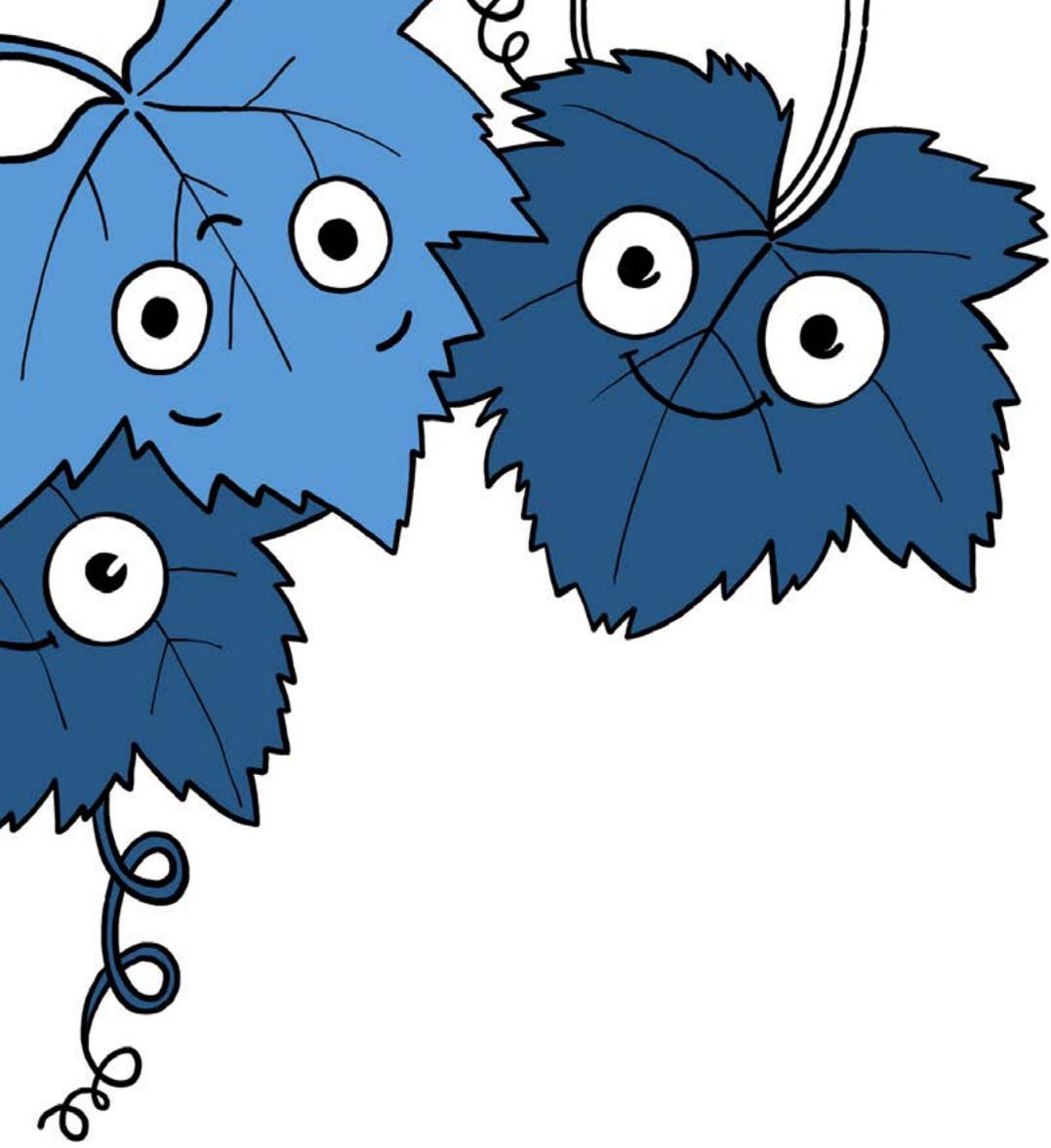
→ sur les 6 premières années de suivi du réseau OSCAR, une  
réduction moyenne de **80%** de l'IFT\* fongicide a été  
observée par rapport à la référence nationale 2019.

\* IFT: Indice de Fréquence de Traitement ( phytosanitaire )

POUR NOUS L'OBJECTIF ICI  
ÇA VA ÊTRE AVANT TOUT DE  
CHERCHER COMMENT  
PRÉSERVER AU MIEUX  
LA DURABILITÉ  
DE LA RÉSISTANCE

LA  
DURABILITÉ ?







 quand on dit  
qu'ils s'adaptent,  
c'est pas ça

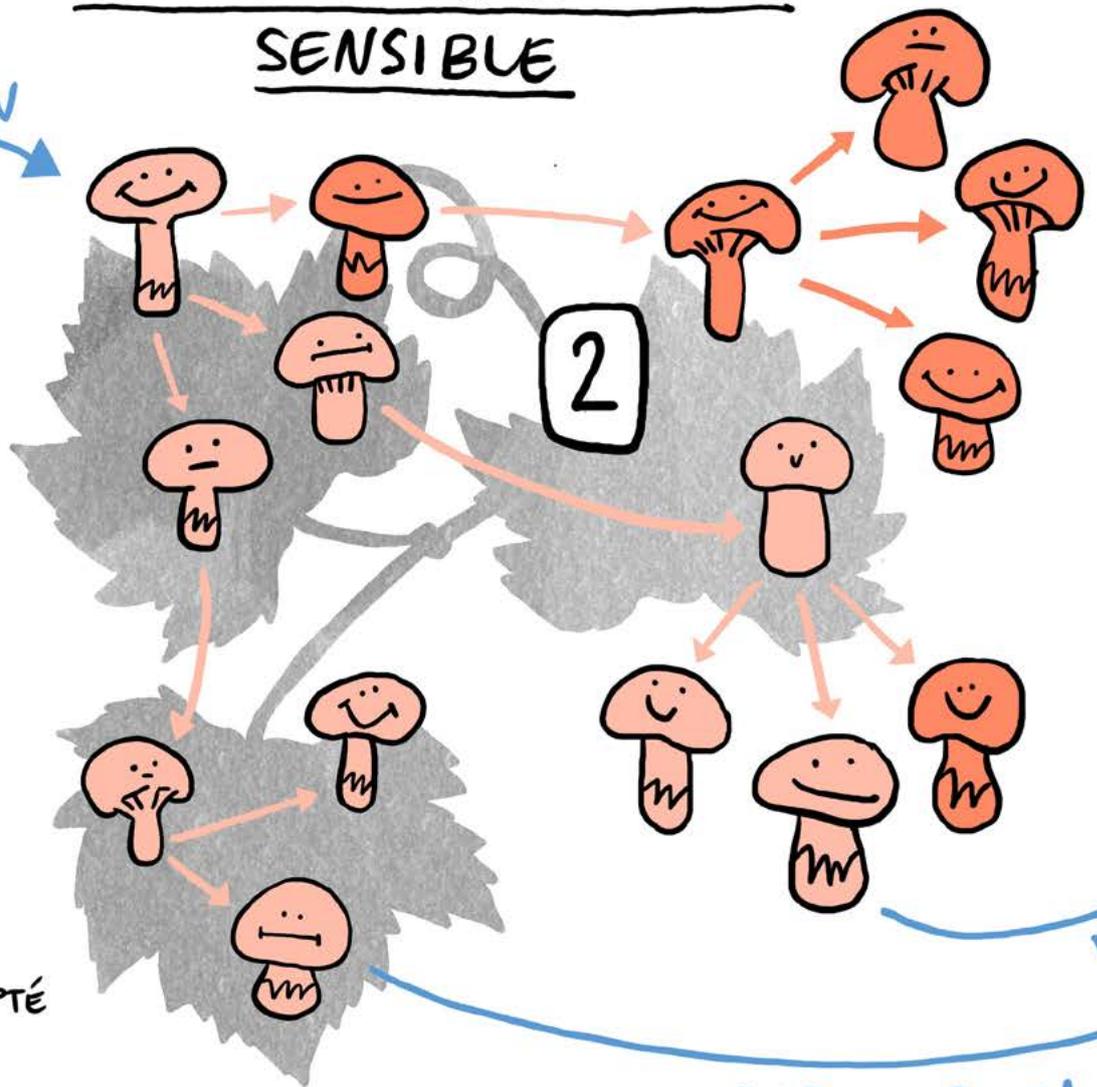
TU RÉSISTES ?  
ATTENDS,  
JE VAIS DEVENIR  
⊕ AGGRESSIF !



RAMEAU D'UNE VARIÉTÉ  
SENSIBLE

DISPERSION

1



légende



VARIANT NON-ADAPTÉ AUX VR

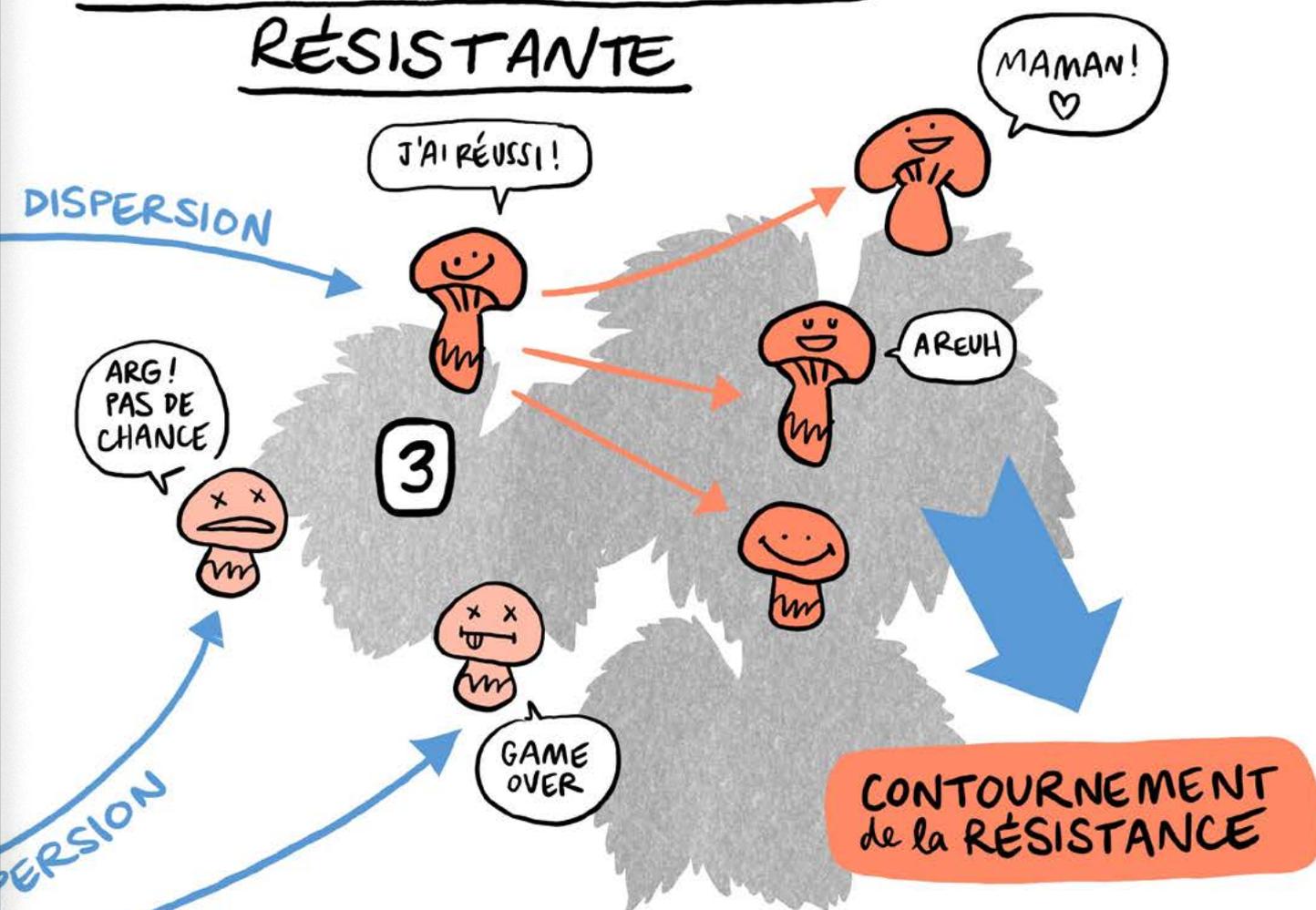


VARIANT MUTANT ADAPTÉ AUX VR

DISPERSION

1 Au printemps et en été, le cycle du mildiou alterne entre des étapes de **dispersion** des spores et de **multiplication** de l'agent pathogène sur les plantes

# RAMEAU D'UNE VARIÉTÉ RÉSISTANTE

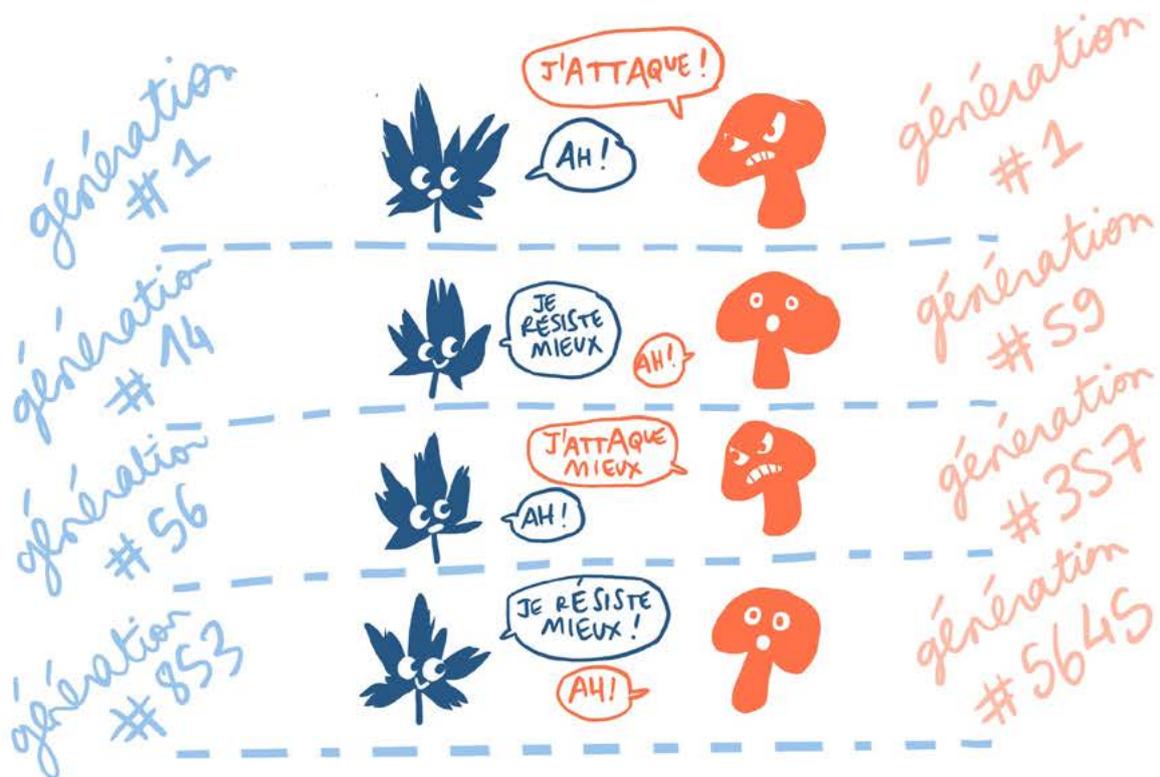


② Des variants adaptés aux VR peuvent apparaître lors de la multiplication. Ils résultent de **mutation** qui modifient au hasard le génome du mildiou d'une génération à la suivante

③ À la faveur d'un événement de dispersion, un variant adapté peut coloniser une plante résistante et s'y multiplier. Comme il se reproduit aussi sur les plantes sensibles, **ce variant va devenir majoritaire.**

**NB:**

on observe  
un processus  
similaire chez  
les plantes  
sauvages



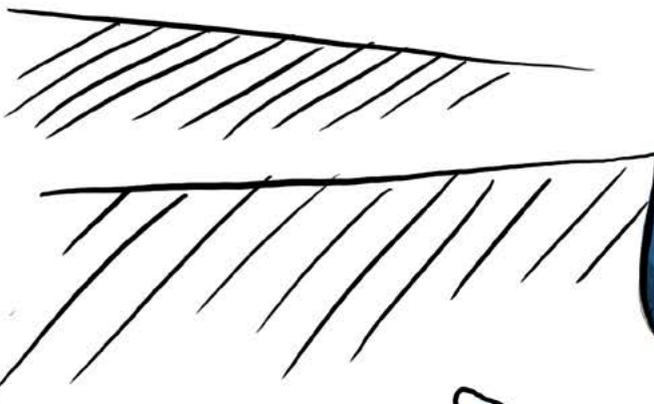
CETTE CO-ADAPTATION ENTRE PLANTE  
ET AGENT PATHOGÈNE S'APPELLE LA

## CO-ÉVOLUTION

C'EST UN PROCESSUS QUI SE FAIT SUR  
UN TEMPS LONG MAIS AUSSI ASSYMETRIQUE  
CAR LES TEMPS DE GÉNÉRATION DES  
PLANTES (quelques mois à quelques années)  
SONT BIEN PLUS LONGS QUE CEUX DES AGENTS  
PATHOGÈNES (quelques heures à quelques semaines)

C'EST NOTAMMENT  
POUR RETARDER LES  
CONTOURNEMENTS  
QU'ON PRÉCONISE  
1 À 3 TRAITEMENTS  
PAR AN SUR LES  
VARIÉTÉS  
RÉSISTANTES

ÇA DIMINUE  
LA TAILLE DE  
LA POPULATION DES  
AGENTS PATHOGÈNES,  
DONC LES RISQUES  
DE CONTOURNEMENT !



EN SAVOIR ⊕  
SUR LES  
CONTOURNEMENTS  
DE RÉSISTANCE



MAIS ATTENDS  
DU COUP SI ÇA S'É  
TROUVE AU BOUT  
DE 5 ANS LA  
RÉSISTANCE  
EST  
PERDUE ?

GENRE,  
POUR  
TOUJOURS ?



EN TOUS CAS  
SI C'EST CA,  
C'EST CLAIR,  
MOI JE DIS  
NIET

ON NE SAIT PAS ENCORE  
QUELLE EST LA DURÉE  
DE LA RÉSISTANCE !

L'OBJET DE  
NOS TRAVAUX,  
C'EST JUSTEMENT  
DE VOIR QUELLE  
IMPLANTATION DANS  
LE PAYSAGE MAXIMISE  
LA DURABILITÉ



AU PIRE, EST-CE QU'ON  
NE POURRAIT PAS UTILISER  
CES VARIÉTÉS RÉSISTANTES  
PENDANT QUELQUES ANNÉES,  
PUIS EN REPLANTER  
D'AUTRES QUAND LA  
MALADIE S'EST ADAPTÉE ?

HEIN ?!  
ÇA COÛTERAIT  
SUPER CHER !



ET AU-DELÀ DE ÇA,  
CELA SUPPOSERAIT QUE  
LES GÈNES DE RÉSISTANCE  
SOIENT UNE RESSOURCE  
**ABONDANTE OU RENOUVELABLE :**  
**CE N'EST PAS LE CAS !**



AU MIEUX,  
POUR UN AGENT  
PATHOGÈNE ET  
UNE CULTURE  
DONNÉS ...

ON NE  
CONNAIT  
QUE QUELQUES  
GÈNES DE  
RÉSISTANCE

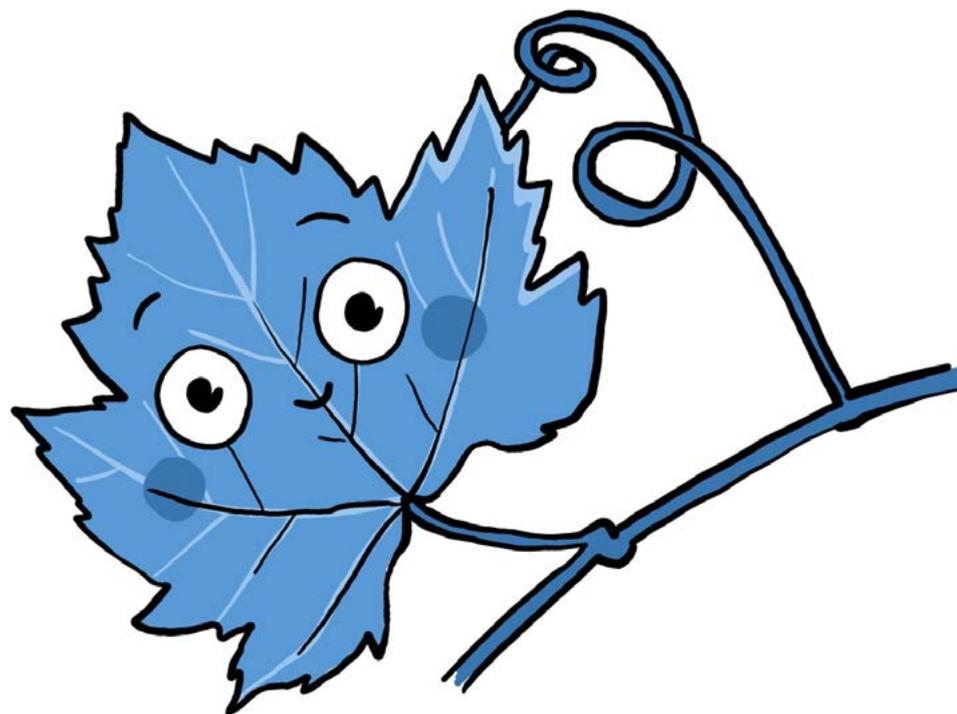
C'EST  
UN BIEN  
RARE  
& PRÉCIEUX



MAIS IL Y A DES  
FAÇONS D'AGIR!

CE QUI EST ACQUIS,  
C'EST QUE LA FAÇON  
DONT ON **UTILISE** LES RÉSISTANCES,  
C'EST-À-DIRE LES STRATÉGIES  
DE DÉPLOIEMENT,  
CONDITIONNE LA VITESSE  
À LAQUELLE LES GÈNES  
DE RÉSISTANCE PERDENT  
LEUR EFFICACITÉ.





DONC  
ON VA VOIR  
COMMENT LES  
STRATÉGIES DE  
DÉPLOIEMENT VONT  
NOUS PERMETTRE  
UNE MEILLEURE  
& efficacité  
durabilité

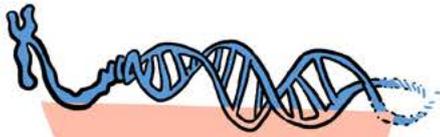
## OBJECTIFS

contrôler LES ÉPIDÉMIES ⇒ efficacité

+  
ralentir L'ADAPTATION DES PATHOGÈNES ⇒ durabilité

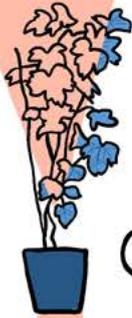
↓  
QUELLES  
STRATÉGIES  
DE DÉPLOIEMENT ?





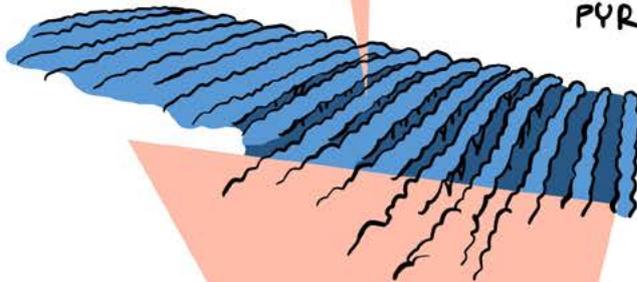
① gène

IL Y A PLUSIEURS  
GÈNES DE RÉSISTANCE  
POSSIBLES



② plante

UNE VARIÉTÉ PEUT PORTER UN SEUL  
GÈNE DE RÉSISTANCE (MONOGÉNIQUE)  
OU PLUSIEURS (ON PARLE ALORS DE  
PYRAMIDAGE)



③ parcelle

UNE PARCELLE  
PEUT ÊTRE CULTIVÉE  
AVEC UNE SEULE  
VARIÉTÉ OU AVEC  
UN MÉLANGE DE  
VARIÉTÉS



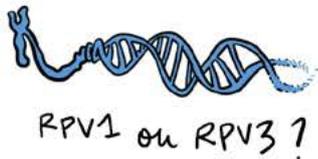
④ paysage

LORSQUE LES PARCELLES  
DU PAYSAGE SONT  
CULTIVÉES AVEC  
PLUSIEURS VARIÉTÉS,  
ON PARLE DE  
MOSAÏQUE VARIÉTALE



... ET DIFFÉRENTS  
LEVIERS D'ACTION

nous les sélectionneurs,  
on a dans les mains le choix  
des gènes de  
résistance ...



... et le choix  
d'en mettre  
un seul ou  
plusieurs

monogénique  
ou  
pyramidée ?



Antaban, Floréal ou Vidoc ?

un peu,  
beaucoup ou  
pas du tout  
de traitement ?

à 100%,  
en  
mélange  
ou  
en  
mosaïque ?

nous les agriculteurs,  
on a le choix des  
variétés, du mode  
d'association  
(mélange, mosaïque...),  
de leurs proportions  
relatives et des  
traitements.



DONC, POUR FAIRE BREF :  
VOUS POUVEZ MÉLANGER DES VARIÉTÉS  
DIFFÉRENTES, DES VARIÉTÉS SENSIBLES  
ET DES VARIÉTÉS RÉSISTANTES, CES DERNIÈRES  
POUVANT AVOIR PLUSIEURS (COMBINAISONS DE)  
GÈNES OU NON, DANS DES PARCELLES ELLES-  
MÊMES IMBRIQUÉES DANS UNE MOSAÏQUE  
PAYSAGÈRE. VOUS POUVEZ AUSSI CHOISIR SI  
VOUS TRAITÉZ, OU NON, ET COMMENT.

LE CHAMP DES POSSIBLES  
EST VASTE, N'EST-CE PAS ?



... C'EST D'AILLEURS POUR ÇA  
QU'ON VA UTILISER UN



# \* = MODÈLE = MATHÉMATIQUE =

LANDSEPI,  
de son petit nom

C'est un modèle développé  
sur les rouilles du blé  
par Loup Rimbaud,  
Julien Papaïsc  
et Jean-François Rey  
qui simule la propagation  
et l'évolution d'un agent  
pathogène dans des paysages  
agricoles pendant plusieurs  
saisons pour élaborer  
des scénarios de déploiement.



EN SAVOIR ⊕ SUR LA  
MODÉLISATION POUR LA  
GESTION DURABLE DES  
RÉSISTANCES

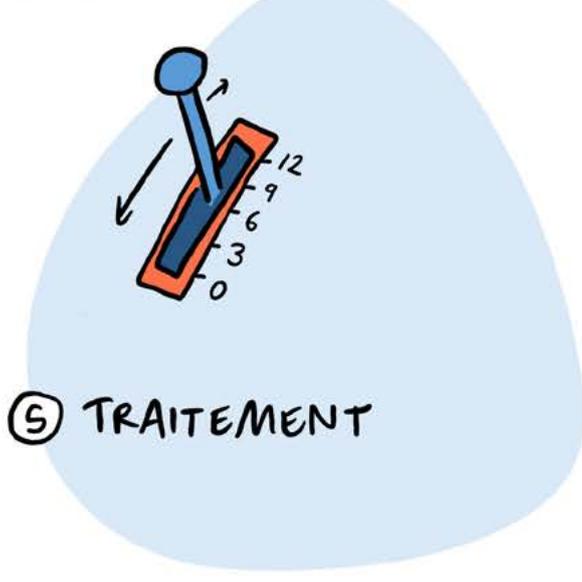
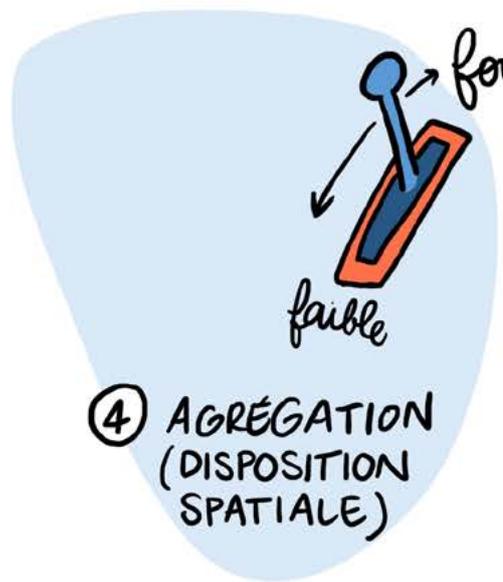
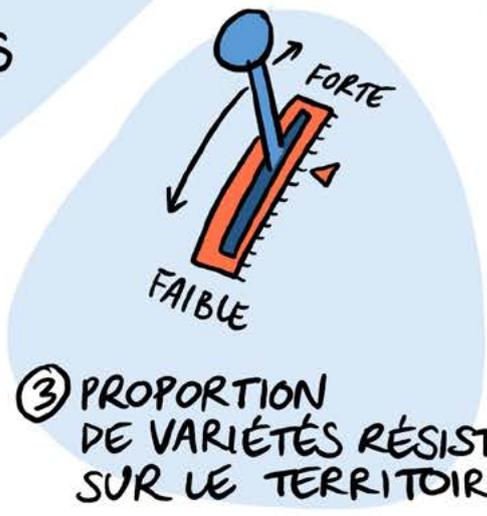


CE MODÈLE S'APPUIE SUR DES EXPÉRIMENTATIONS CONCRÈTES ET NOS CONNAISSANCES DES MALADIES.

ON NE POURRAIT PAS TESTER « EN VRAI », SUR LE TERRAIN, TOUTES CES COMBINAISONS DE STRATÉGIES, SURTOUT SUR UN TEMPS ASSEZ LONG ET À L'ÉCHELLE D'UN TERRITOIRE.



DONC, DANS CE MODÈLE, VOUS POUVEZ UTILISER 5 LEVIERS POUR DÉFINIR VOTRE STRATÉGIE DE DEPLOIEMENT :



ET VOILÀ  
CE QU'ON CONSTATE  
COMME EFFETS  
DE TOUS CES LEVIERS

## levier 1

### CHOIX DES CÉPAGES

associer plusieurs gènes  
de résistance réduit fortement  
la probabilité d'apparition  
de variants capables d'infecter  
la plante (et donc de contourner  
les 2 gènes à la fois)



OH NON!  
ELLE EST  
TROP FORTE  
POUR MOI...

MAIS SUR ÇA,  
PLEIN D'AUTRES  
CRITÈRES  
ENTRENT  
EN JEU !

BIEN SÛR !  
pour les viticulteurs,  
le rendement, les  
itinéraires de culture,  
l'œnologie, etc. sont  
des critères tout aussi  
importants !

## levier 2

### MODES D'ASSOCIATION

les associations (mélange, mosaïque...)  
ralentissent les épidémies (= EFFICACITÉ)

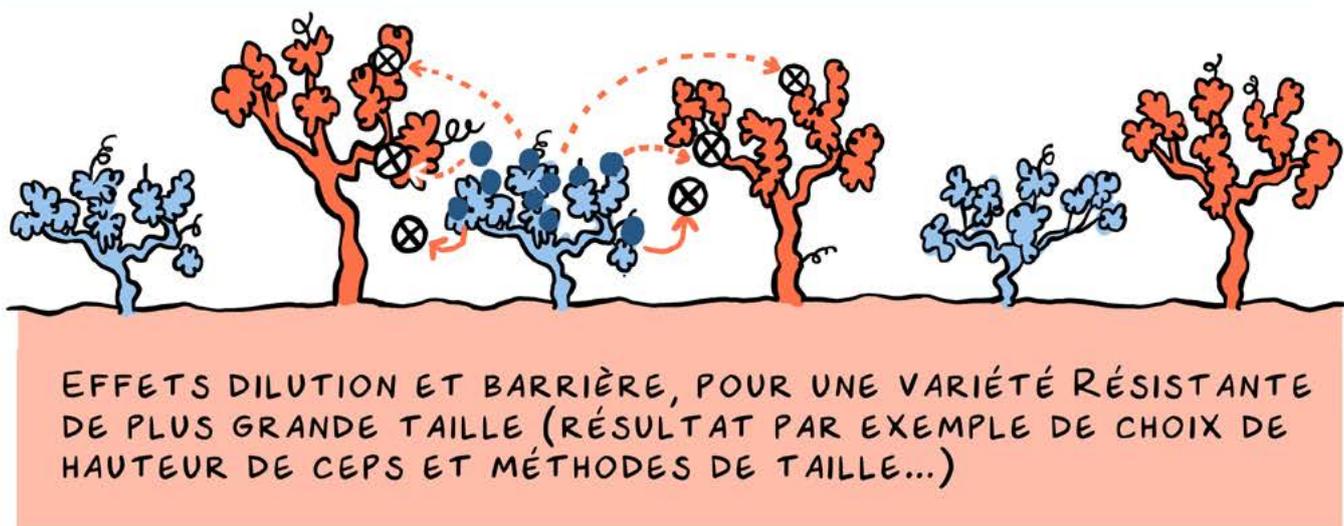
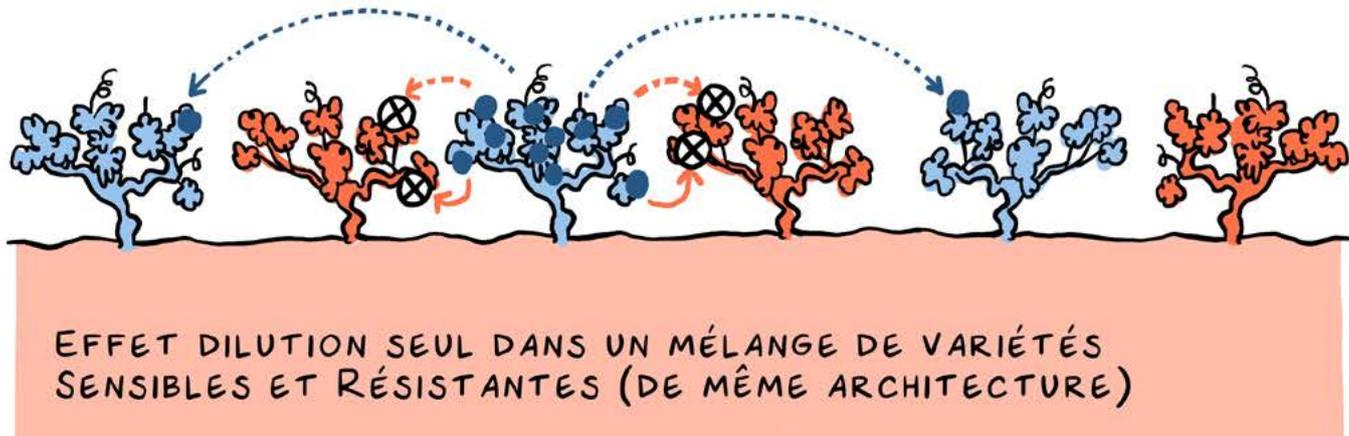
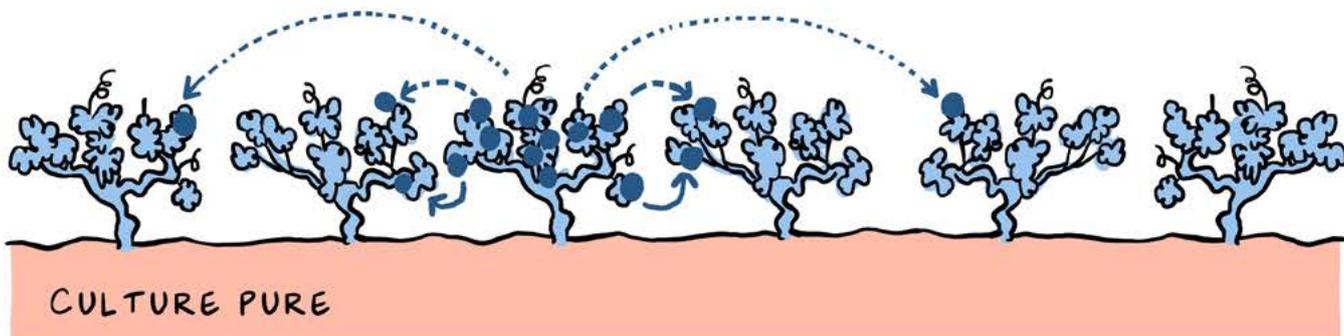
via **L'EFFET DILUTION**

= **éloignement** entre les plantes sensibles  
→ **limite la transmission**

= **faible densité** de plantes sensibles  
→ **réduit la production d'inoculum**  
générée par la culture en mélange

→ D'AUTRES EFFETS PEUVENT PARTICIPER  
À RALENTIR LES ÉPIDÉMIES, COMME LES  
**EFFETS BARRIÈRES** LORSQUE DES  
DIFFÉRENCES D'ARCHITECTURE (TAILLE,  
FORME...) EXISTENT ENTRE VARIÉTÉS

→ CES MÉCANISMES SONT AUSSI  
À L'OEUVRE DANS LES ASSOCIATIONS DE  
DIFFÉRENTES ESPÈCES CULTIVÉES

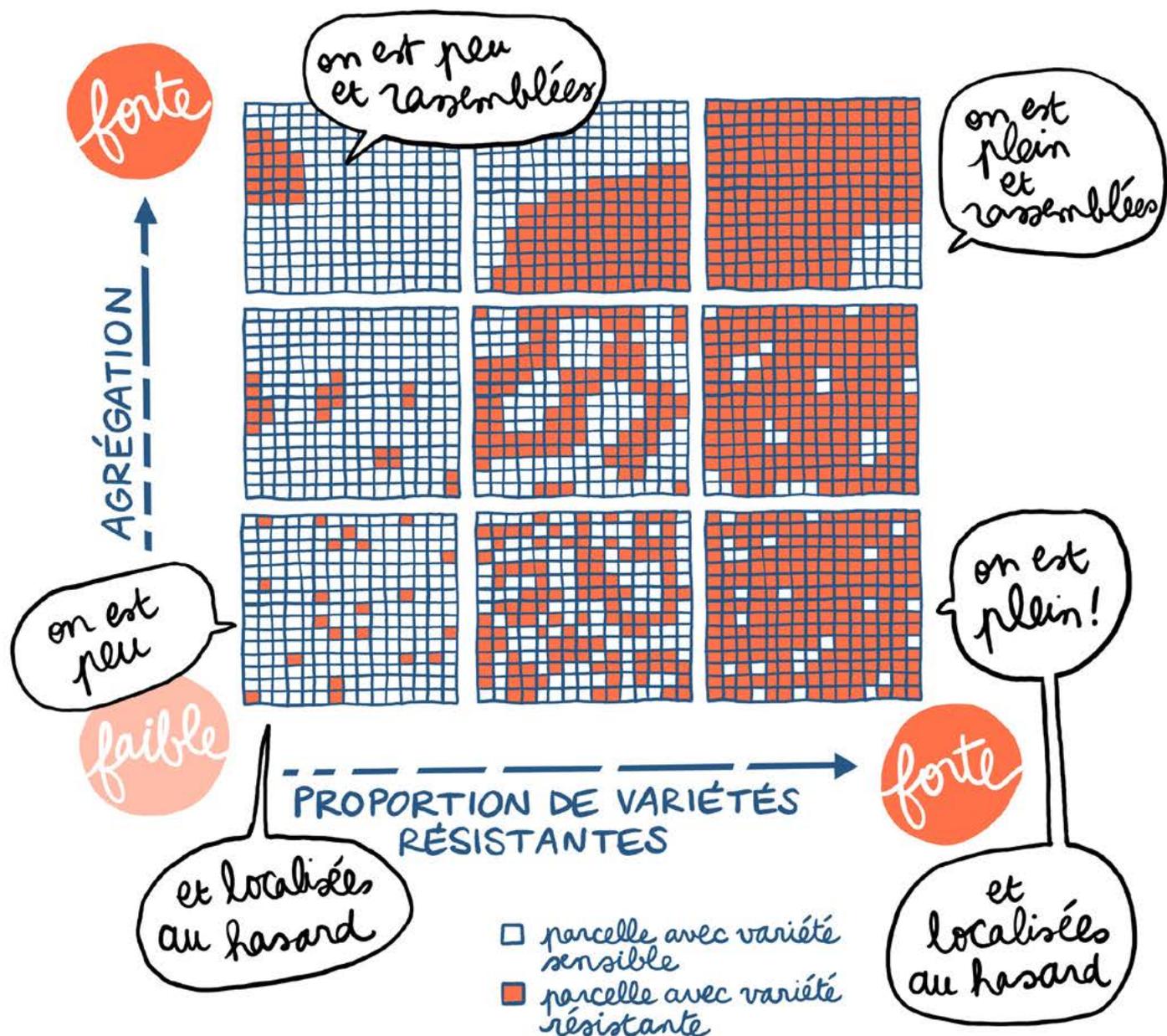


- vigne sensible
- vigne résistante
- autre espèce cultivée
- contamination
- X absence de contamination

## levier 3 & levier 4

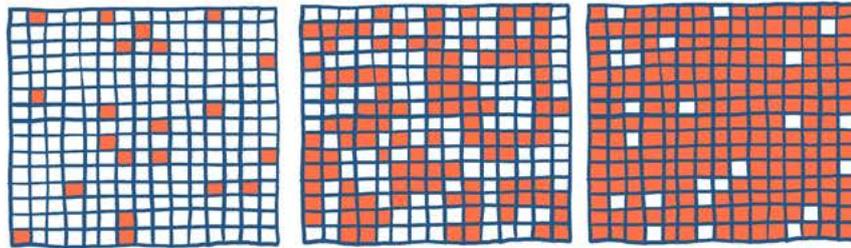
# PROPORTION & AGRÉGATION DE VARIÉTÉS RÉSISTANTES SUR LE TERRITOIRE

LA PROPORTION DE VARIÉTÉS RÉSISTANTES ET LEURS NIVEAUX D'AGRÉGATION ONT DES EFFETS CONTRASTÉS, ET DONC PAS TOUJOURS COMPATIBLES, SUR L'EFFICACITÉ ET LA DURABILITÉ



# levier 3

## PROPORTION DE VARIÉTÉS RÉSISTANTES SUR LE TERRITOIRE

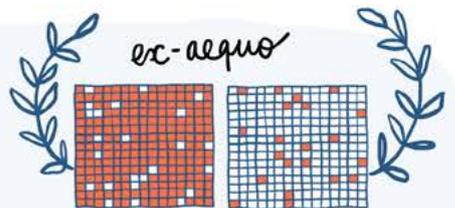


faible

PROPORTION DE VARIÉTÉS RÉSISTANTES (VR)

forte

MIEUX VAUT NE PAS ÊTRE MODÉRÉ!

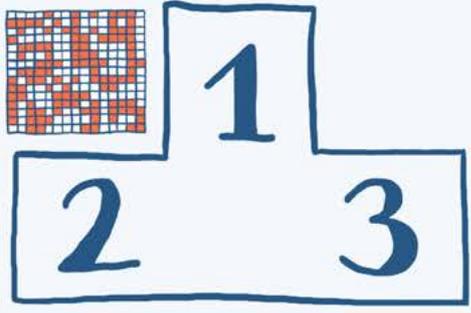


### DURABILITÉ

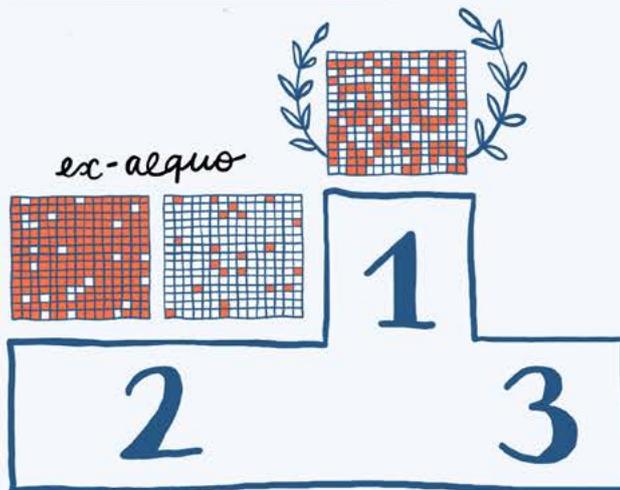


→ soit **plein** de VR  
= on diminue les chances d'apparition des variants adaptés

→ soit **peu** de VR  
= la compétition entre variants virulents et avirulents sur les plantes sensibles réduit la probabilité qu'un variant adapté atteigne une plante résistante (qui sont en faible proportion)



# EFFICACITÉ

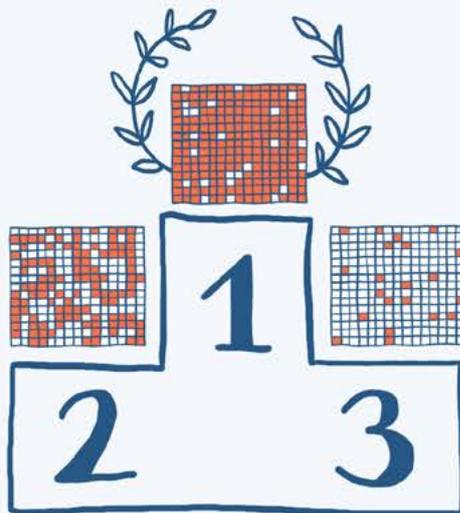


soit (A) il y a déjà des agents pathogènes adaptés



HIN HIN  
HIN

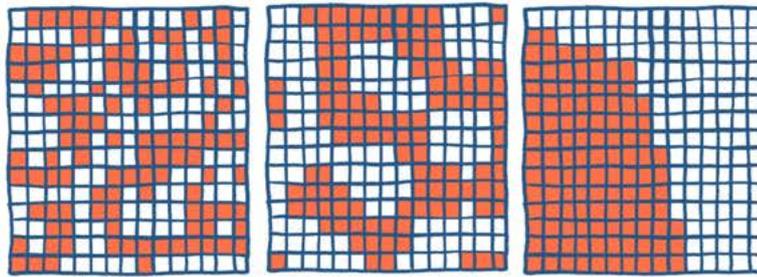
→ dans ce cas il vaut mieux un pourcentage intermédiaire de VR → effet **DILUTION**



soit (B) il n'y a pas d'agents pathogènes adaptés déjà sur place  
→ dans ce cas, **+** le pourcentage de VR est fort, **+** c'est efficace

# levier 4

## AGRÉGATION



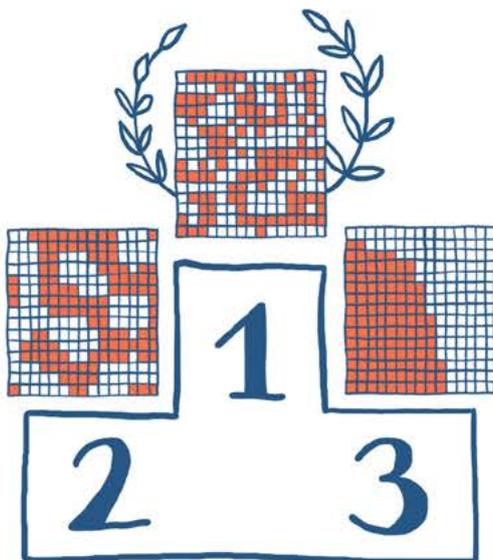
faible

AGRÉGATION

forte

faible durabilité & meilleure efficacité

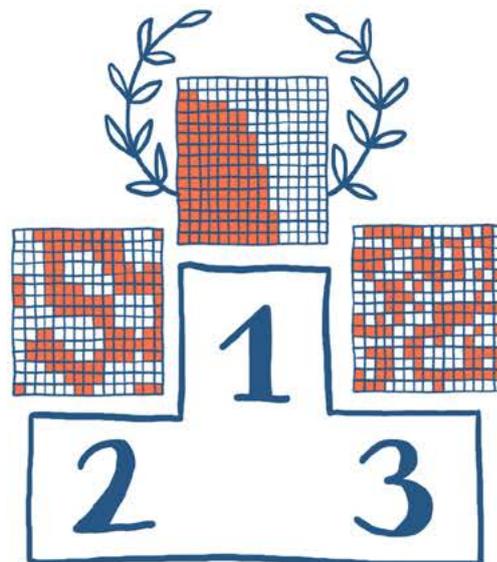
faible efficacité & meilleure durabilité



meilleure

**EFFICACITÉ**

parce que la variété sensible protège la variété résistante par effet de dilution



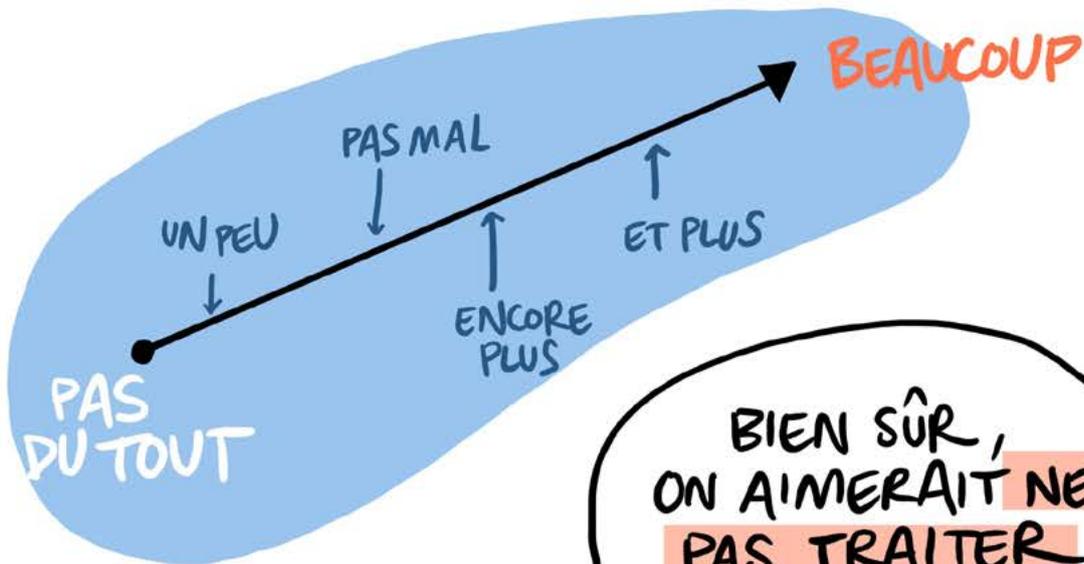
meilleure

**DURABILITÉ**

parce qu'il y a moins de zones de contact entre variétés sensibles et résistantes donc les VR sont moins exposées aux souches mutantes qui émergent des variétés sensibles.

## levier 5

... et enfin on peut choisir de traiter



BIEN SÛR,  
ON AIMERAIT NE  
PAS TRAITER  
DU TOUT...

MAIS ÇA N'EST  
PROFITABLE  
(NI) À L'EFFICACITÉ  
(NI) À LA DURABILITÉ  
"  
FAUT DOSER!





CE QUE L'ON VOIT,  
C'EST QU'IL Y N'Y A  
PAS DE SOLUTION  
MIRACIE !

IL VA falloir  
FAIRE LES BONS  
CHOIX AU CAS  
PAR CAS  
'''

ET C'EST LÀ  
QUE LA MODÉLISATION  
VA NOUS AIDER !

A PRIORI, QUELLES  
STRATÉGIES AVIEZ-VOUS  
ENVIE DE TESTER ?

ON POURRAIT  
PEUT-ÊTRE COMMENCER  
PAR LES VIGNES LES  
⊕ VIEILLES ?

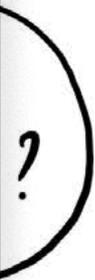
AH OUI !

SUR LES ZNT  
"AQUATIQUES"  
ÇA POURRAIT  
ÊTRE BIEN  
AUSSI

OU PAR LES  
VITICULTEURS  
VOLONTAIRES

MOI J'AVAIS  
PENSÉ AUX ZNT \*  
"RIVERAINS"





ZNT = Zone Non Traitée

OK, DONC ON VA TESTER  
10 SCÉNARIOS EN FAISANT  
VARIER LE RYTHME D'INTRODUCTION  
DES VARIÉTÉS RÉSISTANTES  
(MASSIVE OU PROGRESSIVE),

EN SE CONFORMANT OU PAS  
À LA RÈGLE DES 5% DE VR  
PAR EXPLOITATION

EN PRIORISANT LES PARCELLES  
EN ZNT AQUATIQUES

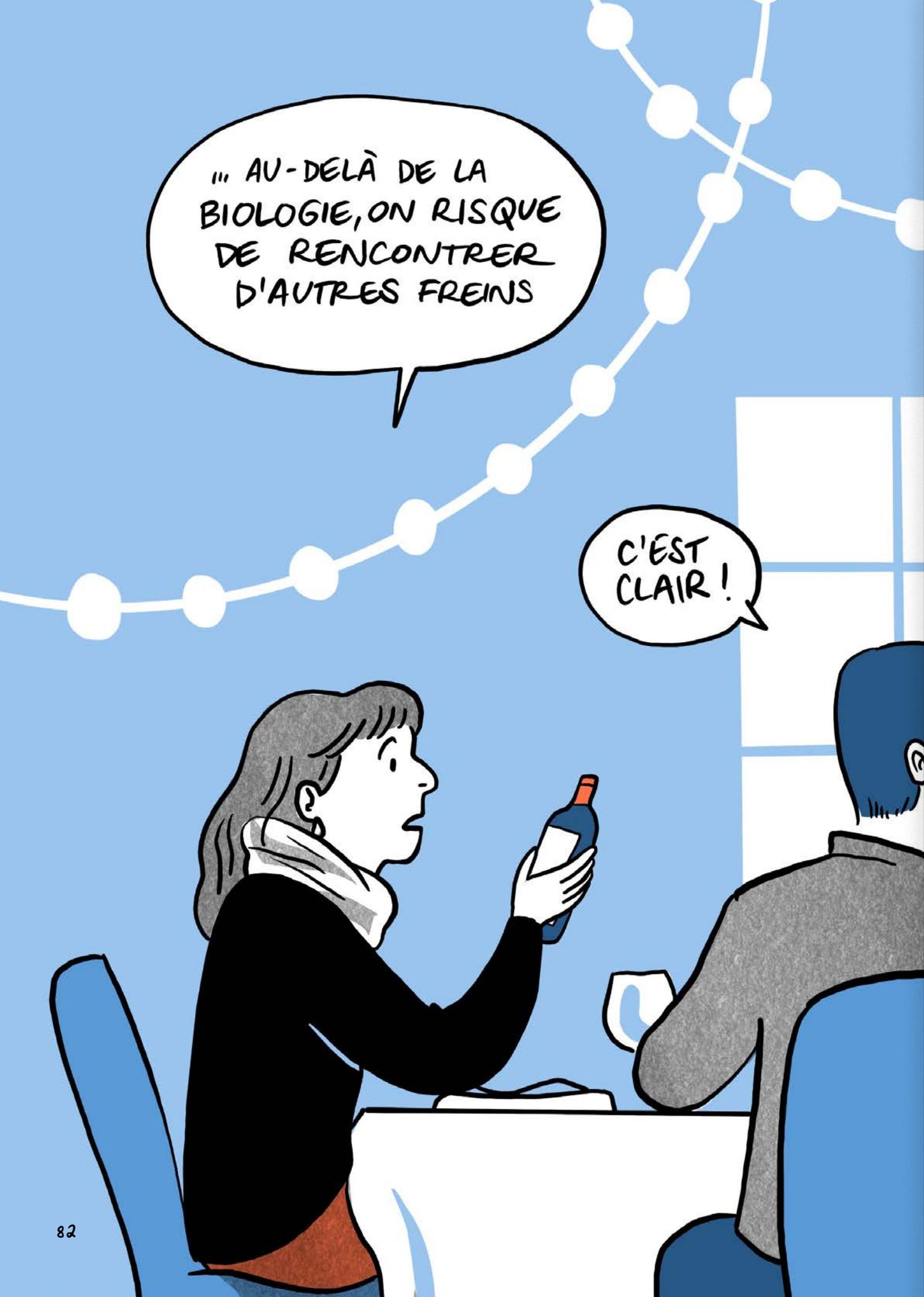
ET ON A DIT AUSSI  
LES ZNT RIVERAINS,  
ET LA POSSIBILITÉ  
DE PASSER À ZÉRO  
TRAITEMENT

AH OUI C'EST VRAI.  
DONC, 12 SCÉNARIOS  
À TESTER AVEC  
LE MODÈLE !

ON A DU PAIN SUR LA PLANCHE  
... D'AILLEURS, LE DÉJEUNER  
NOUS ATTEND !





A woman with brown hair, wearing a black top and a white scarf, is sitting at a table. She is holding a blue bottle and looking towards a man whose back is to the viewer. The man is wearing a grey jacket. The background is light blue with a white molecular structure graphic consisting of circles connected by lines. A window with a grid pattern is visible on the right.

... AU-DELÀ DE LA  
BIOLOGIE, ON RISQUE  
DE RENCONTRER  
D'AUTRES FREINS

C'EST  
CLAIR !



COMMENT  
CONVAINCRE  
LE CONSOMMATEUR?

MOI, JE CRAINS  
LA CONFUSION  
AVEC LES OGM

AH ?



JE NE SAIS  
PAS SI LES GENS  
VONT PENSER  
À ÇA!!!

IL FAUDRA  
APPUYER SUR  
VARIÉTÉ  
NATURELLEMENT  
RÉSISTANTE

ET SUR LA  
DIMINUTION  
DES PESTICIDES

TU CROIS ?  
EST QUE ÇA NE  
RISQUE PAS DE  
DÉVALORISER  
LE RESTE DE  
NOTRE  
GAMME ?

GENRE "AH PARCE  
QUE VOS AUTRES  
VINS SONT BOURRÉS  
DE PESTICIDES" ?!

ET IL Y A LES  
CONTRAINTE  
RÉGLEMENTAIRES,  
C'EST PAS RIEN!

OUI, ÇA VA  
PRENDRE  
DU TEMPS  
DE FAIRE  
BOUGER  
TOUT ÇA

...

TU NOUS  
SERS, EN  
ATTENDANT  
?

HAHA!

HAHA

EN SAVOIR⊕  
sur la  
RÉGLEMENTATION

QUELQUES SEMAINES PLUS TARD ...

ALORS, VOS  
MODÉLISATIONS  
SONT PRÊTES ?





PFF... ON A  
BOUCLÉ LA  
PRÉSENTATION  
CE MATIN  
''

C'ÉTAIT  
CHAUD.

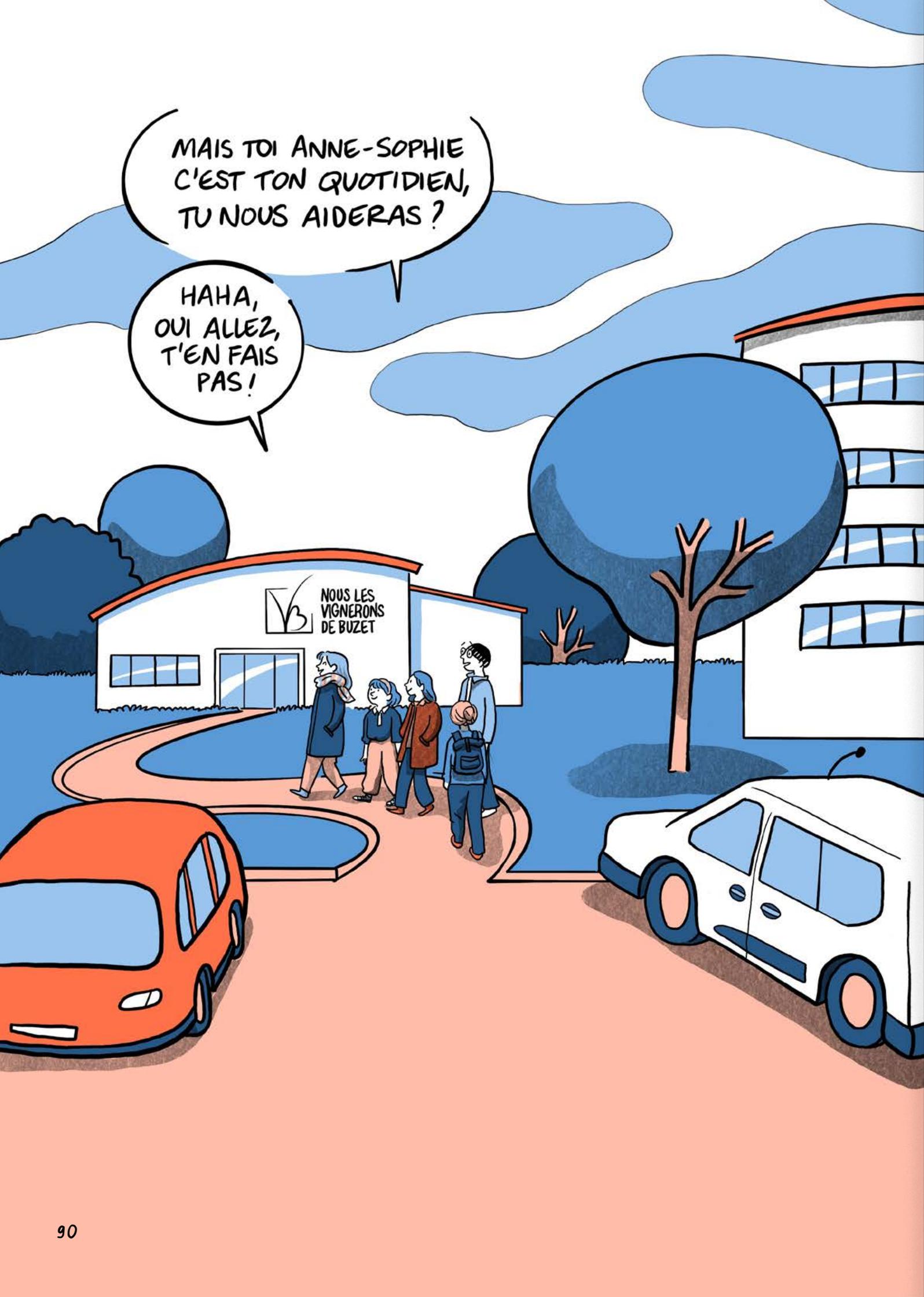
JE DOIS DIRE QUE  
JE SUIS QUAND MÊME  
UN PEU STRESSÉ...

J'AI PAS TROP  
L'HABITUDE DE  
PRÉSENTER MON  
BOULOT À DES  
VIGNERONS,  
JE SUIS MIEUX  
DERRIÈRE MON  
BUREAU !



MAIS TOI ANNE-SOPHIE  
C'EST TON QUOTIDIEN,  
TU NOUS AIDERAS ?

HAHA,  
OUI ALLEZ,  
T'EN FAIS  
PAS !



BONJOUR À TOUTES  
ET À TOUS. ON A ÉVALUÉ  
LES SORTIES DU MODÈLE  
EN FONCTION DE  
PLUSIEURS CRITÈRES

RÉUNION CONCLUSIVE

### SORTIES DU MODÈLE : critères d'évaluation



• **SORTIE ÉVOLUTIVE** durabilité de la résistance  
capacité à limiter l'évolution des agents pathogènes  
& à retarder le contournement de la résistance



• **SORTIE ÉPIDÉMIOLOGIQUE** contrôle de la maladie  
capacité à réduire l'impact de la maladie



• **SORTIE ENVIRONNEMENTALE** nombre de traitements fongicides  
capacité à limiter le recours aux traitements phytosanitaires



• **SORTIE ÉCONOMIQUE** analyse coûts-bénéfices  
du déploiement des VR.  
capacité de surcompenser les pertes épidémiques et les coûts de gestion



EN GROS, CE QU'ON A PU OBSERVER  
GRÂCE AUX MODÉLISATIONS, C'EST QUE  
CHEZ VOUS UNE INTRODUCTION  
MASSIVE DES VARIÉTÉS RÉSISTANTES  
SERAIT GLOBALEMENT PLUS FAVORABLE  
(durabilité + efficacité)

MAIS C'EST PEU RÉALISTE

OUI,  
ÇA NE PARAÎT PAS  
JOUABLE, ON NE PEUT  
PAS TOUT DÉPLANTER  
D'UN COUP ET  
ATTENDRE DES  
ANNÉES AVANT  
DE RESSORTIR  
UNE BOUTEILLE

'''

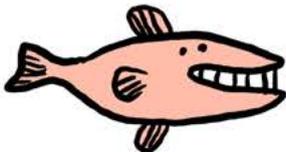


... DU COUP, D'APRÈS NOS CALCULS ET LES DISCUSSIONS AVEC VOUS, ON A IDENTIFIÉ QUELQUES PISTES INTÉRESSANTES, NOTAMMENT:

- ① commencer par choisir les lieux d'implantation en fonction des **PERSONNES**

LA BONNE PARCELLE EST CELLE QUI EST CULTIVÉE PAR UNE PERSONNE MOTIVÉE & OUVERTE AU CHANGEMENT !

ET CELLE OÙ Y A PAS L'CHOIX !



- ② commencer avec les lieux où il y a une **forte contrainte** à la réduction de l'IFT = les ZNT riverains & aquatique

➔ LES PARCELLES QUI **COMBINENT** CES 2 CRITÈRES POURRAIENT ÊTRE PARTICULIÈREMENT **FAVORABLES!**

ET RETENONS  
SURTOUT CECI :

DANS TOUS LES CAS,  
LES MODÉLISATIONS  
ONT CLAIREMENT MONTRÉ  
QUE CULTIVER SUR UN  
MÊME TERRITOIRE DES  
VARIÉTÉS QUI N'ONT QU'UN  
GÈNE DE RÉSISTANCE ET DES  
VARIÉTÉS QUI EN ONT PLUSIEURS,  
SOIT EN MÉLANGE SOIT  
MOSAÏQUE, FAIT PERDRE  
UNE GRANDE PARTIE DE  
L'INTÉRÊT DES VARIÉTÉS  
QUI ONT PLUSIEURS  
GÈNES DE RÉSISTANCE

'''



EH BIEN MERCI  
POUR CE TRAVAIL !

ÇA NOUS DONNE  
DE LA MATIÈRE  
POUR RÉFLÉCHIR !

SUPER



MERCI À VOUS !

SALUT !

AU  
PLAISIR !

BONNE  
CONTINUATION !

NOUS LES  
VIGNERONS  
DE BUZET



A cartoon illustration of a woman with reddish-brown hair in a bun, wearing glasses and a blue patterned top. She is sitting at a table, holding a wine glass with red wine. On the table in front of her is a bottle of wine, a small plate with blue food, and a white ashtray with cigarettes. The background features stylized blue leaves.

ALORS, CES ATELIERS ?

SI TU SAVAIS  
TOUT CE QUI  
SE CACHE  
DERRIÈRE  
CE VERRE  
DE VIN !

DES ANNÉES DE  
RECHERCHE POUR SÉLECTIONNER  
UN GÈNE VENU DU FIN FOND  
DE L'AMÉRIQUE OU DE L'ASIE...

DES TAS  
DE QUESTIONS, POUR  
SAVOIR QUOI PLANTER,  
OÙ ET À CÔTÉ DE QUOI...

UNE ATTENTION  
DE TOUS LES  
INSTANTS...



CETTE BOUTEILLE  
CONTIENT AU FOND  
TOUTES NOS INTERROGATIONS  
SUR L'AVENIR



est-ce qu'on  
arrivera enfin à  
faire du vin  
sans pesticide  
et à préserver  
la biodiversité ?

est-ce qu'on va pouvoir  
faire des variétés  
résistantes adaptées  
au dérèglement  
climatique ?

est-ce qu'on  
arrivera à se  
concerter pour  
préserver les  
biens communs  
que sont les gènes  
de résistance ?

est-ce que  
l'intérêt  
collectif  
l'emportera  
sur les stratégies  
privées ?

TOUT  
EST ENCORE  
OUVERT!





## FINANCEMENTS

Le projet Médée a été financé par l'Office Français de la Biodiversité (OFB) dans son cadre l'appel à projets de recherche du programme Ecophyto «Leviers territoriaux pour réduire l'utilisation et les risques liés aux produits phytopharmaceutiques». Il s'est déroulé sur 3 ans à partir d'octobre 2020.

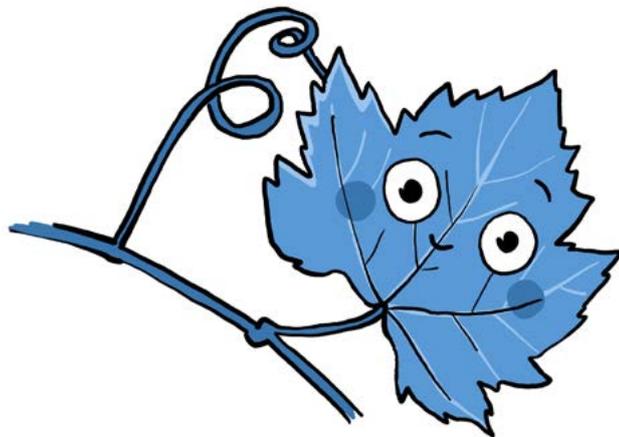
## REMERCIEMENTS

Tous nos remerciements vont à l'équipe de la cave coopérative « Nous les vigneron de Buzet » (Pierre Philippe, Carine Magot, Carine Galante, Sébastien Bourguignon) pour leur accueil et les riches discussions, à l'agence Think+ (Vincent Collet, Hélène Lovato) pour l'animation des ateliers, à Gautier Sabrià pour son analyse sociologique, à Louise Plantin autrice de cette BD et à nos indispensables collègues INRAE (Anne-Sophie Miclot, Jean-François Rey, Julien Papaix, Loup Rimbaud et Marta Zaffaroni).

Adeline Alonso Ugaglia et Frédéric Fabre

Merci à Adeline et Frédéric de m'avoir embarquée dans cette belle aventure, à Marta et Anne-Sophie pour leur chaleureuse compagnie, à l'équipe de la cave coopérative « Nous les vigneron de Buzet » pour leur accueil et à Syméon Smith pour la version numérique de cette bande dessinée. Un merci tout spécial à Baptiste d'avoir pris soin de nos enfants pendant que j'arpentais les vignes.

Louise Plantin



Les Résistantes © 2024  
by Louise Plantin, Adeline Alonso Ugaglia, Frédéric Fabre is licensed  
under CC BY-NC-ND 4.0

