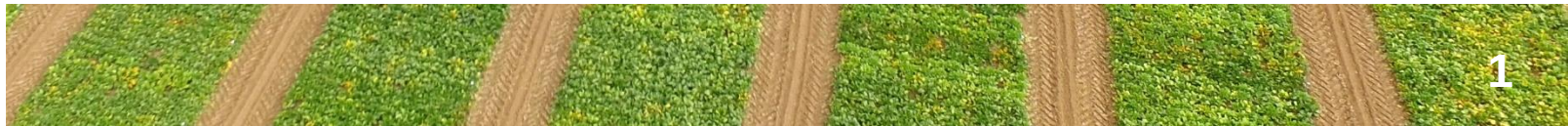
La Chicorée et l'exploitation de la diversité : un bel exemple de diversification des usages et de la sélection

Caroline Rambaud, Jean-Louis Hilbert

UMR-t 1158 BioEcoAgro, Univ-Lille, Univ-Liège, INRAé, UPJV

Equipe Mixte de Recherche CHIC41Health



INTRODUCTION

- **Introduction : la plante, ses utilisations anciennes et actuelles**
- **Les projets collaboratifs et la mise en place d'un véritable partenariat public-privé**
- **Perspectives**

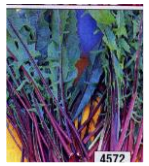
INTRODUCTION
La plante

Famille des Astéracées
Genre *Cichorium*

C. endivia L.
- var. *latifolia*

- var. *crispa*

C. intybus L.
- chicorées à feuilles

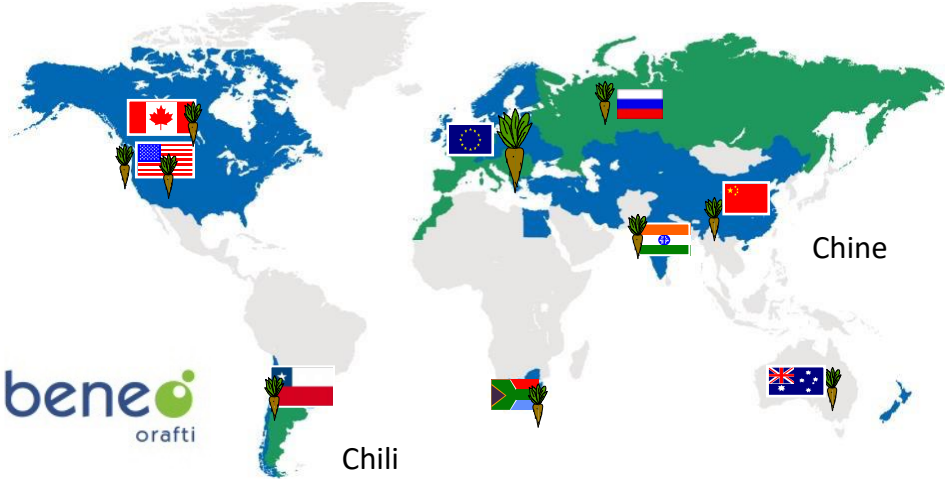


- chicorées à racines
  - var. *witloof*

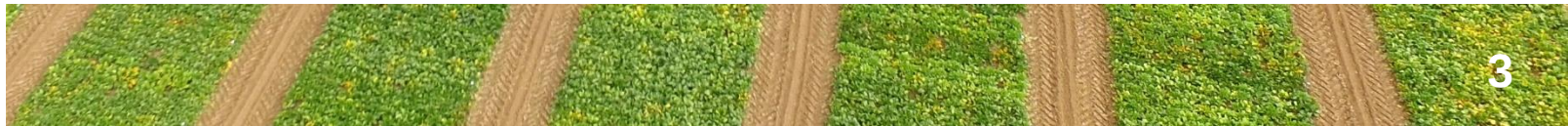
  - var. *sativum*

C. spinosum L.

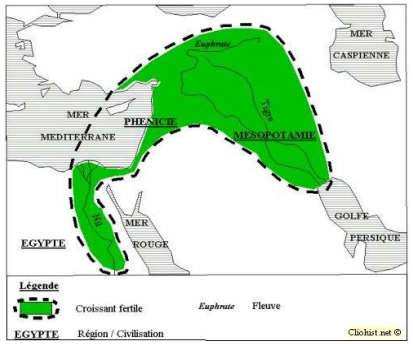
Diploïdes : 2n = 18
Bisannuelles
Allogames

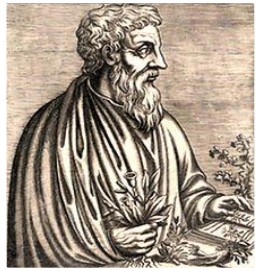


Production de la chicorée industrielle
dans une 10aine de pays
(env 50.000 ha)
Culture emblématique de la région des Hauts-de-France
(Florimond-Desprez, Leroux)



INTRODUCTION
Un peu d'histoire





Dioscoride
médecin grec de l'armée romaine
Traité *De Materia Medica*

Utilisation par les armées

-10.000 ans

-1.550 ans

Vers 100

Vers 795

Egypte, papyrus *d'Ebers*

Charlemagne
Capitulaire De Villis

"INTUBA" de Charlemagne

Eurosibérienne bien connue pour ses racines que l'on torréfie, la Chicorée, Barbe de capucin, est primodomestiquée au Proche-Orient depuis 6 000 ans. Outre ses très nombreuses applications thérapeutiques, en particulier sur le foie, elle est aussi préconisée contre certains empoisonnements. Toutes les parties de la plante sont comestibles.

Préconisée contre
la galle
la jaunisse
la fièvre
les dermatoses
les rhumatismes
etc.

ASSOCIATION DES SÉLECTIONNEURS FRANÇAIS

ACADÉMIE d'AGRICULTURE de FRANCE
AGRICULTURE ▪ ALIMENTATION ▪ ENVIRONNEMENT

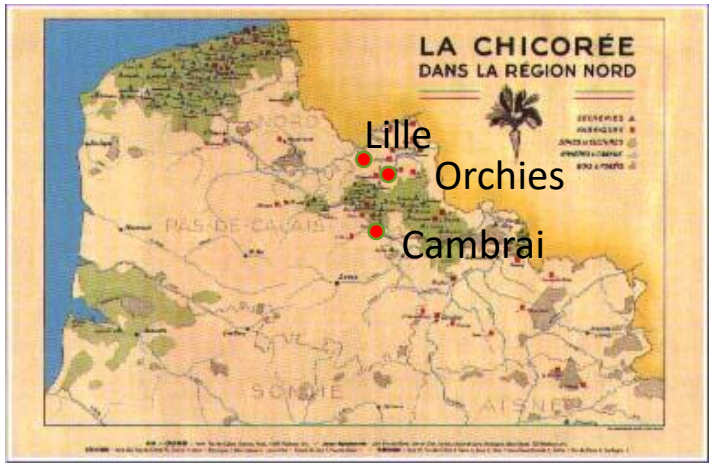
INTRODUCTION
Un peu d'histoire

1771

Torréfaction de la chicorée
à Onnaing
Charles Guiraud

Blocus Continental
Napoléon Ier

1806



Après 1918

Chicorée à
torréfier

Leroux à Orchies

Production
d'Inuline

1985

ASSOCIATION DES SÉLECTIONNEURS FRANÇAIS

ACADÉMIE d'AGRICULTURE de FRANCE
AGRICULTURE ▪ ALIMENTATION ▪ ENVIRONNEMENT

INTRODUCTION Usages agroalimentaires et autres

1) Fourragère

2) Alimentation animaux de compagnie

5) Inuline et sucres

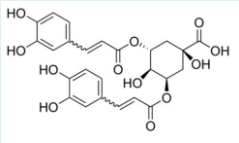
4) Torréfiée, à boisson

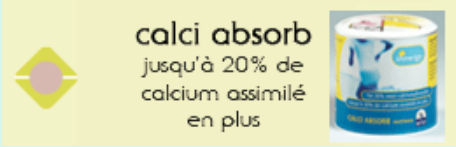
3) Farine pour la boulangerie et la patisserie

6) Produits de beauté

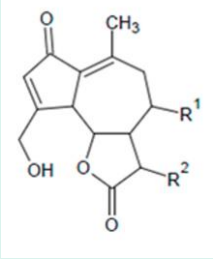
INTRODUCTION Usages santé et pharmacopée

1) Actions antivirales, antibactériennes, antifongiques, antiparasitaire (VIH, VHB, Grippe, Herpès, ascaris,, malaria…)

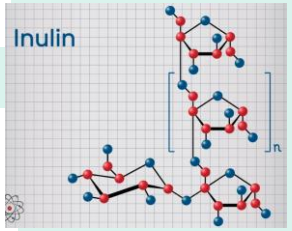




2) Favorise l'assimilation du Calcium du Fer et du Magnésium



8) Utilisation de l'inuline pour l'encapsulation de principes actifs

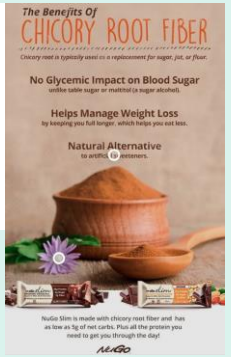


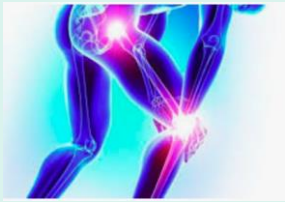
7) Effet pré et probiotique de l'inuline avec régulation du transit intestinal et action positive sur les bifidobactéries

3) Diminue la prolifération et la croissance des tumeurs du cancer du colon

5) Exhausteur de goût pour réduire l'apport de sel alimentaire

6) Action sur la satiété et la sécrétion d'insuline en relation avec l'obésité, action antidiabétique





4) Action anti-inflammatoire, analgésique et sédative

LES PROJETS COLLABORATIFS

La Collaboration Florimond Desprez - Université de Lille

Une histoire démarrée au 19ème siècle …

qui s'est accélérée au 20ème siècle

Louis Pasteur
(1822-1896)

Laboratoire Betteraves Cappelle-en-Pévèle - Aquarelle 1893

Florimond Desprez
1830-1900

Charles Viollette
(1823-1898)

Gabriel Bertrand
(1867-1962)

ASSOCIATION DES SÉLECTIONNEURS FRANÇAIS

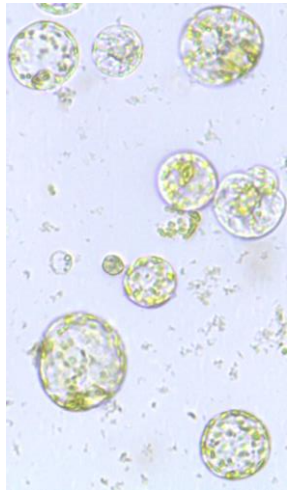
ACADÉMIE d'AGRICULTURE de FRANCE
AGRICULTURE ▪ ALIMENTATION ▪ ENVIRONNEMENT

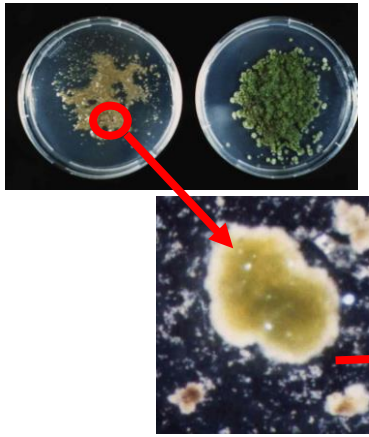
LES PROJETS COLLABORATIFS

Les premiers projets collaboratifs

1875	-------	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000

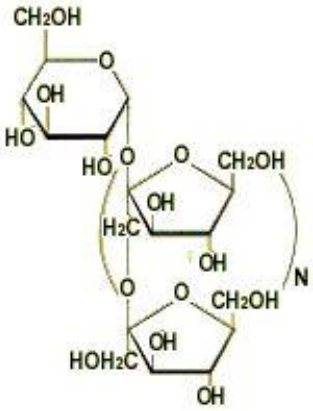
Culture *in vitro*, Stérilité mâle cytoplasmique, Embryons somatiques

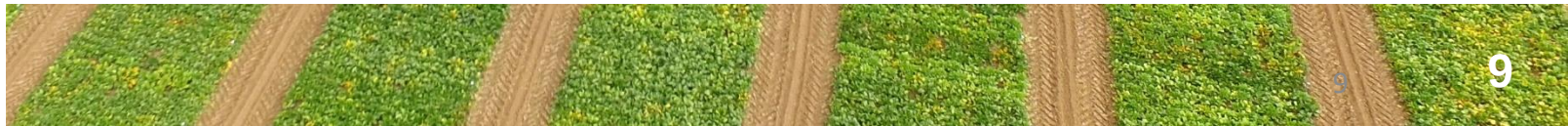




Résistance aux sulfonylurées, au glyphosate

Inuline





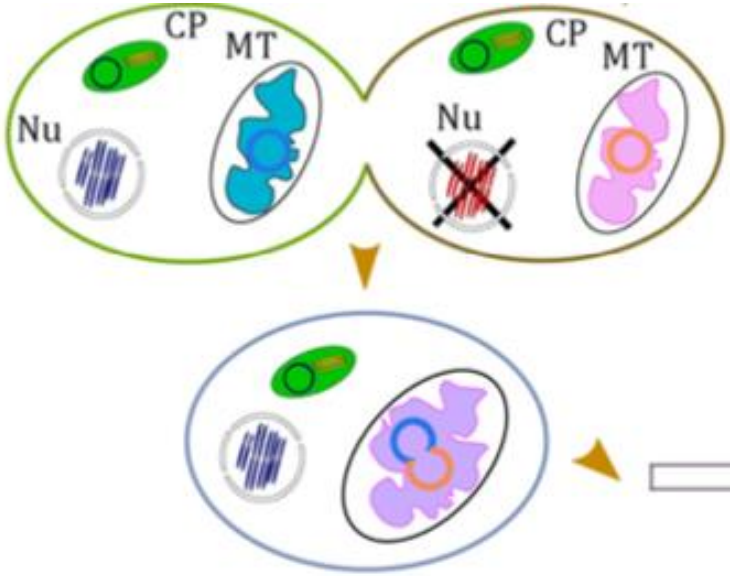
LES PROJETS COLLABORATIFS

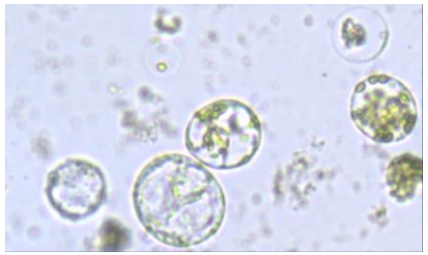
Projet CMS

1986: Pas de stérilité mâle cytoplasmique chez la chicorée

L'obtenir par fusion de protoplastes

Remaniements du génome mitochondrial



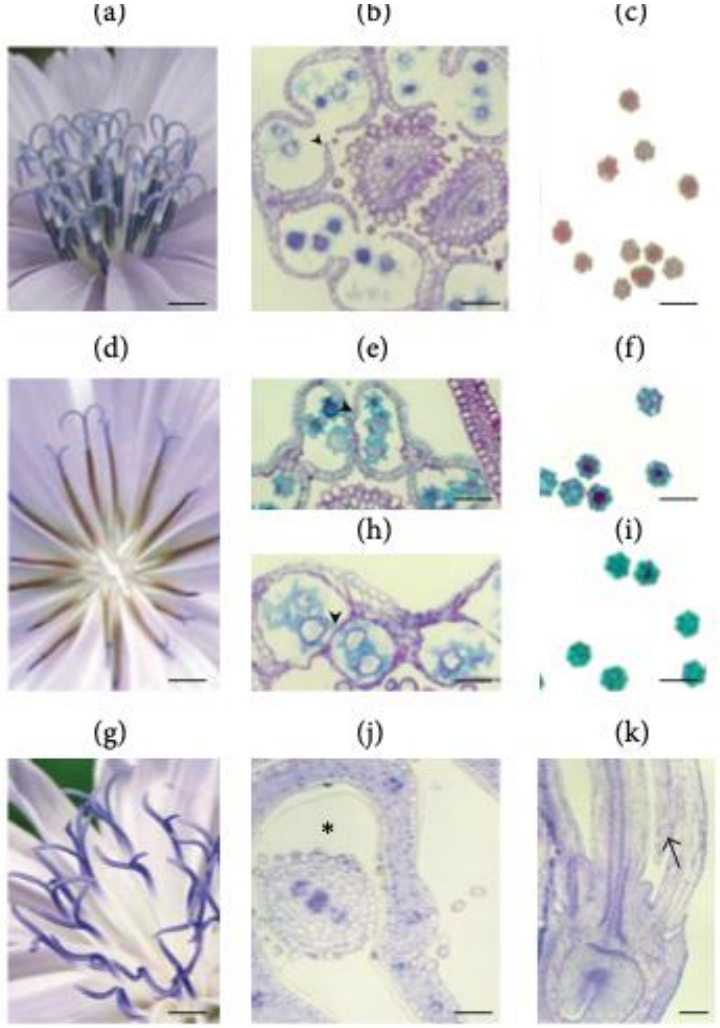


Quel partenaire de fusion?

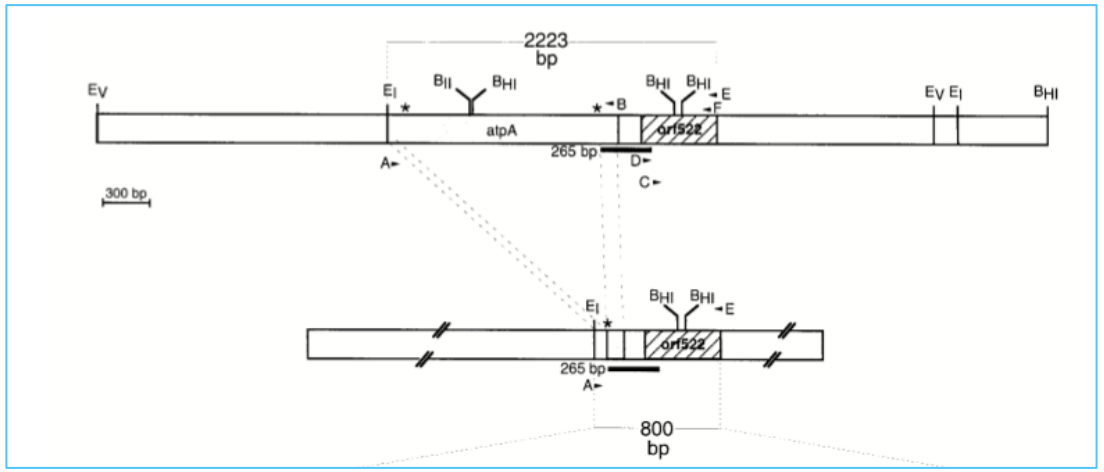
Famille
Variétés mâle-stériles
Distance phylogénétique

LES PROJETS COLLABORATIFS

Projet CMS

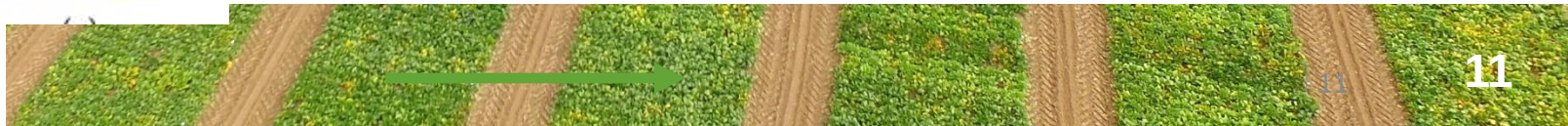


Obtention de cybrides
avec différents phénotypes



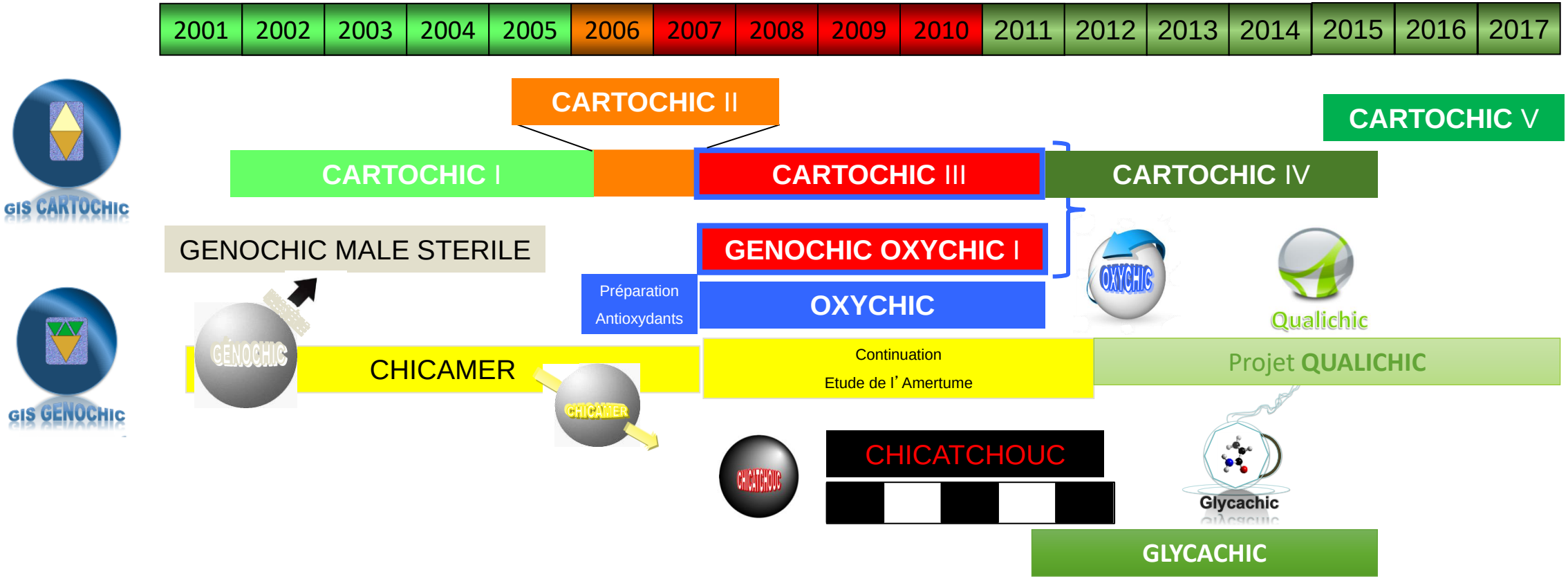
Recombinaison du l'ADN mitochondiral

Brevet et utilisation en sélection



LES PROJETS COLLABORATIFS

Une montée en puissance : création de 2 GIS

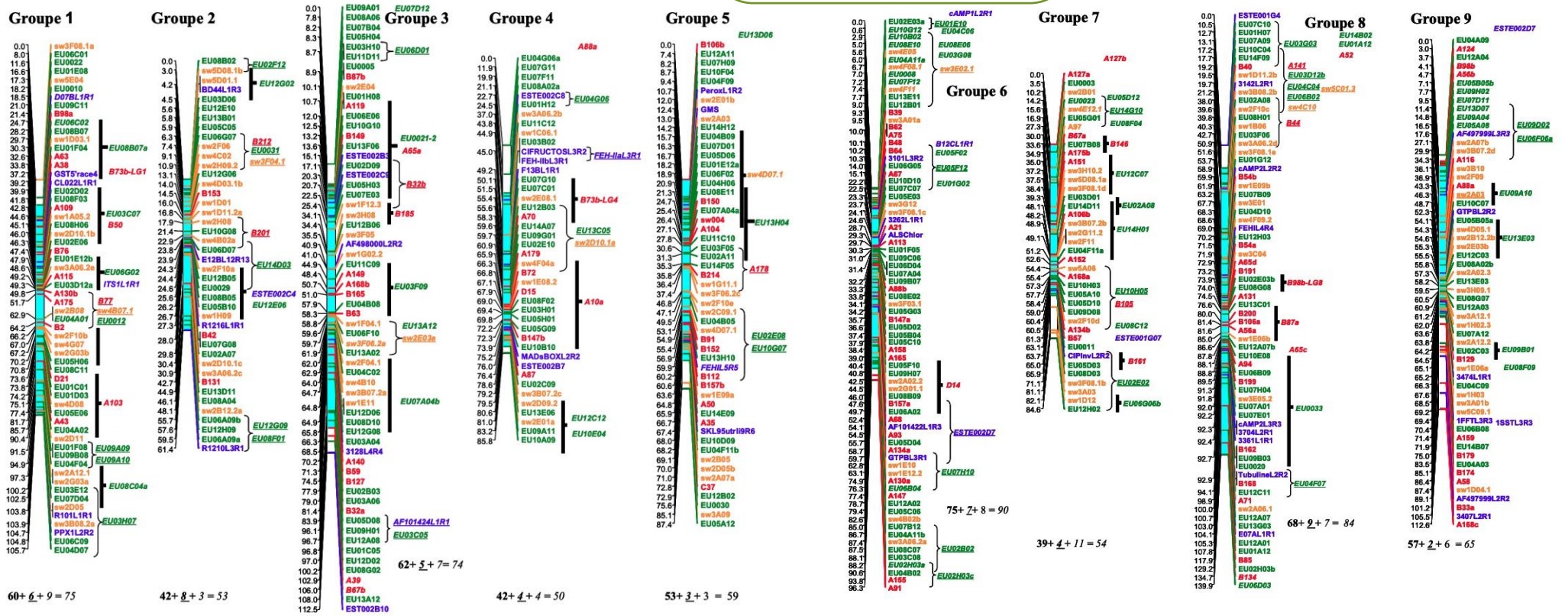


LES PROJETS COLLABORATIFS

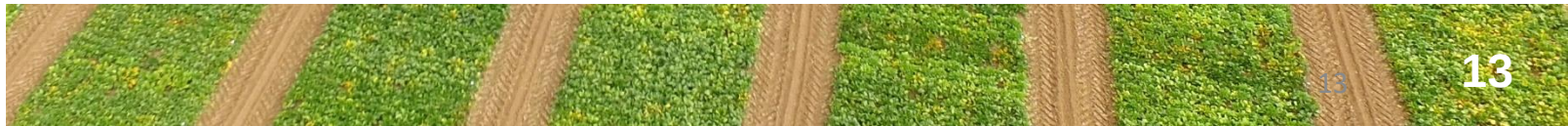
Projet CARTOCHIC

604 marqueurs codominants sur les 9 groupes de liaisons

Couverture de 886,2 cM



1ère carte génétique de référence des chicorées (Cadalen et al., 2010)



LES PROJETS COLLABORATIFS

Projet OXYCHIC

Parvenir à une valorisation de la chicorée industrielle ou de coproduits de sa transformation (dont torréfaction) comme ingrédient santé/fonctionnel en influençant sa concentration en métabolites spécialisés présentant des propriétés antioxydantes.

Récolte du matériel

- Feuille
- Racine
- Dérivés alimentaires

Produit

Extraction

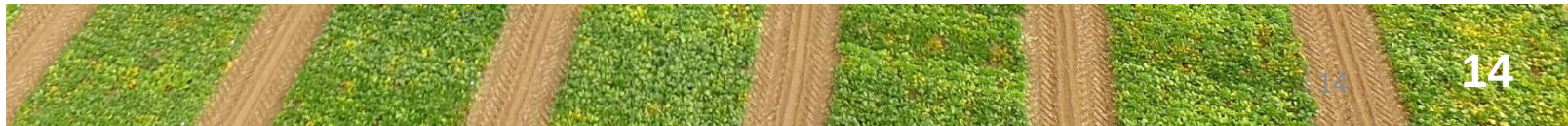
- Feuille : macération **É**thanol
- Racine : macération **M**éthanol
- Dérivés alimentaires : décoction

Extrait

Analyses

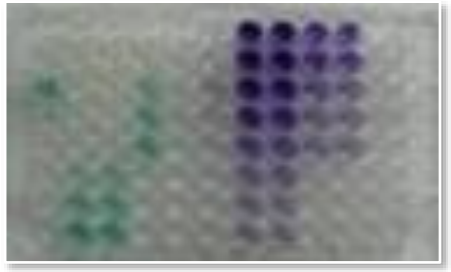
- Activités antioxydantes
- Profil moléculaire

Composé/activité

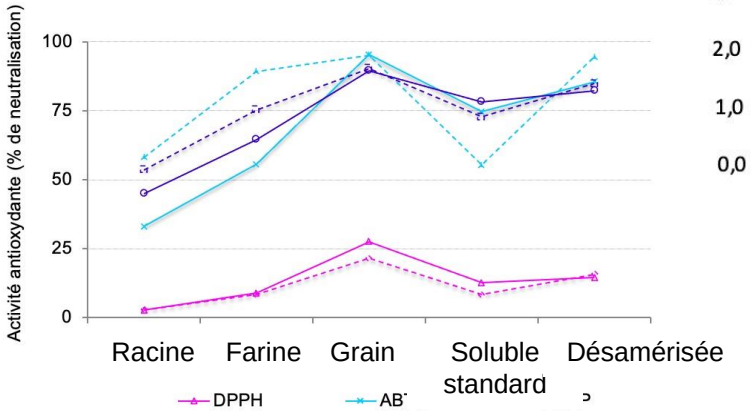


LES PROJETS COLLABORATIFS

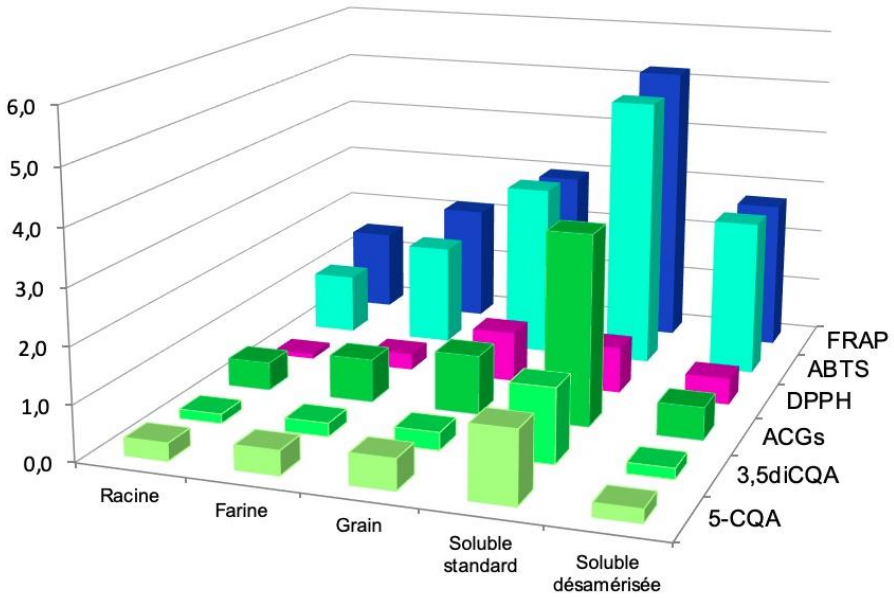
Projet OXYCHIC



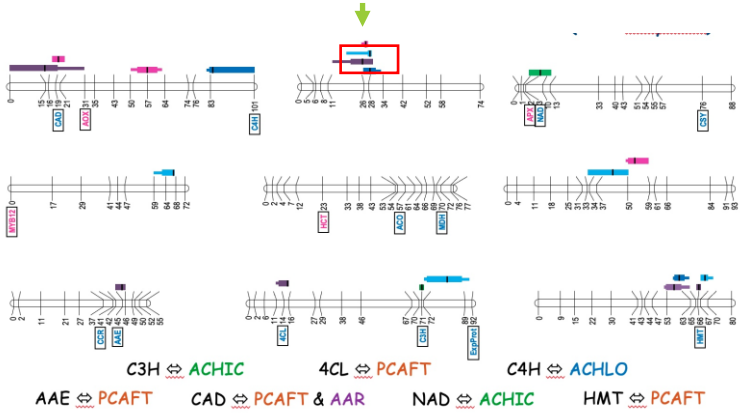
Activité AOX
en microplaques 96 puits



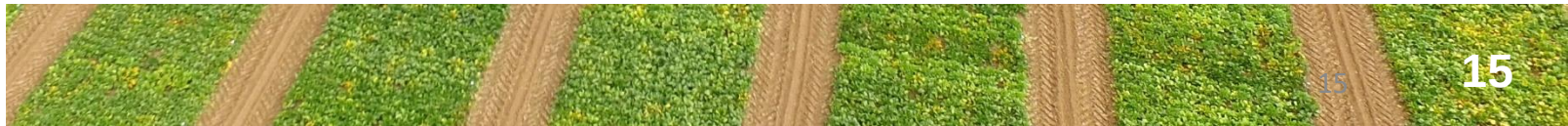
Extraction phytochimique ——
Extraction alimentaire - - - -



Extraction alimentaire
des produits torréfiés



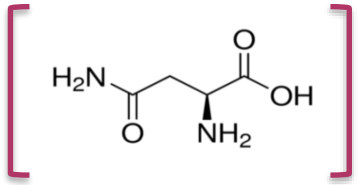
Recherche de QTL d'activités et
des composés phénoliques sur la carte OXYCHIC



LES PROJETS COLLABORATIFS

Projet GLYCACHIC

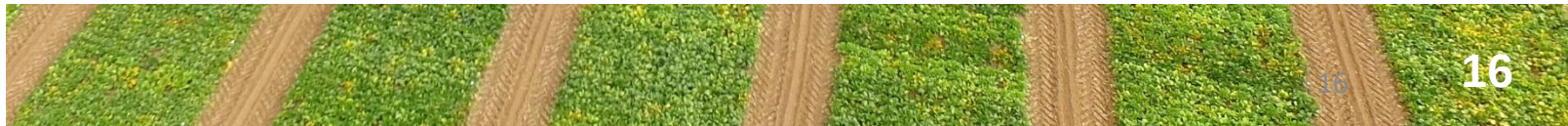
Réduire dans la racine de chicorée et ses co-produits la présence de molécules impliquées dans la formation d'acrylamide.



Asparagine limitante

Exploitation de
5 variétés élites

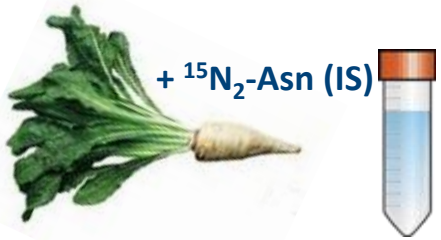
Orchies **Calcite** **Chrysolite** **Silex** **Malachite**



LES PROJETS COLLABORATIFS

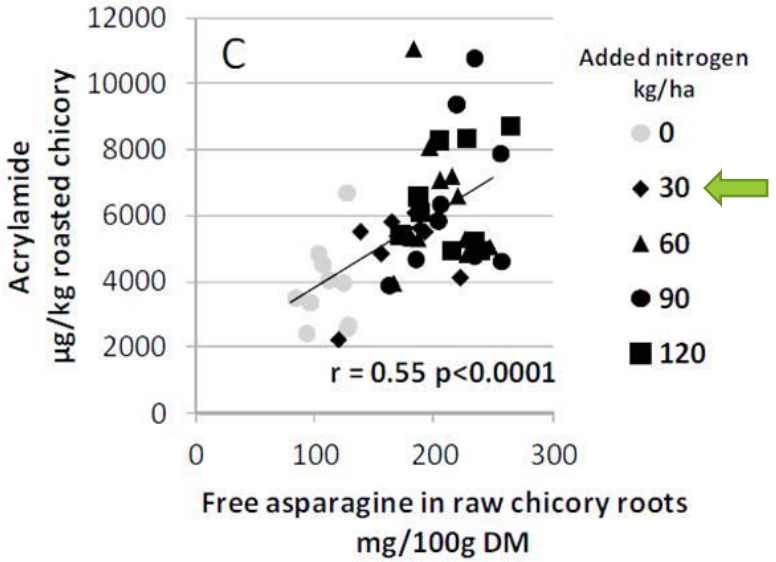
Projet GLYCACHIC

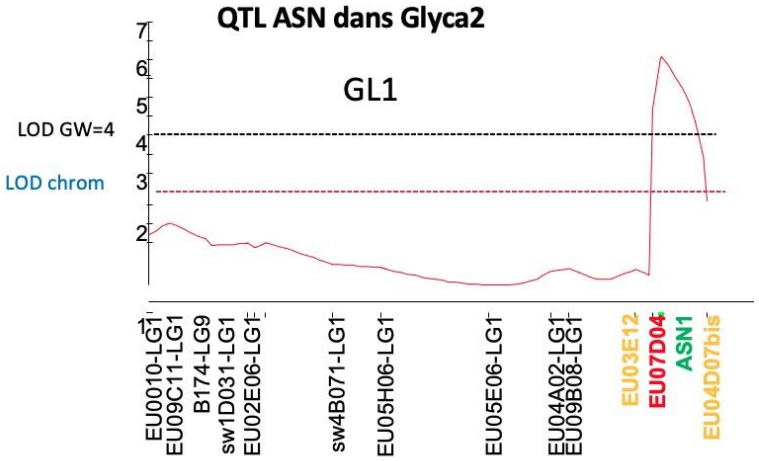
LC-MS/MS

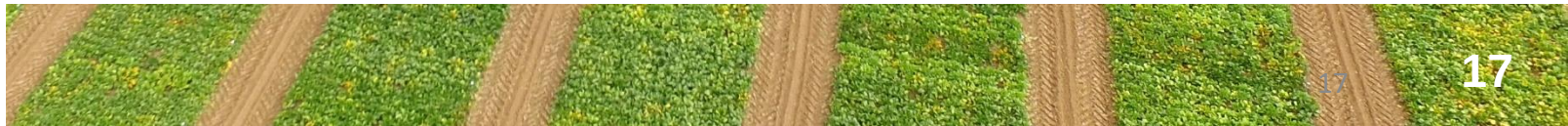


+ $^{15}N_2$-Asn (IS)

+ $^{13}C_3$-AAM (IS)







LES PROJETS COLLABORATIFS

Projet QUALICHIC

Qualichic

Valoriser et justifier les capacités nutritionnelles de la racine de chicorée industrielle et des produits qui en sont issus dont la chicorée à boisson tout en assurant des propriétés organoleptiques favorables.

Désirables

OXYCHIC

Glycachic

Indésirables

Qualichic

Organoleptiques

LES PROJETS COLLABORATIFS

Projet QUALICHIC

Collection de 48 génotypes

⇩

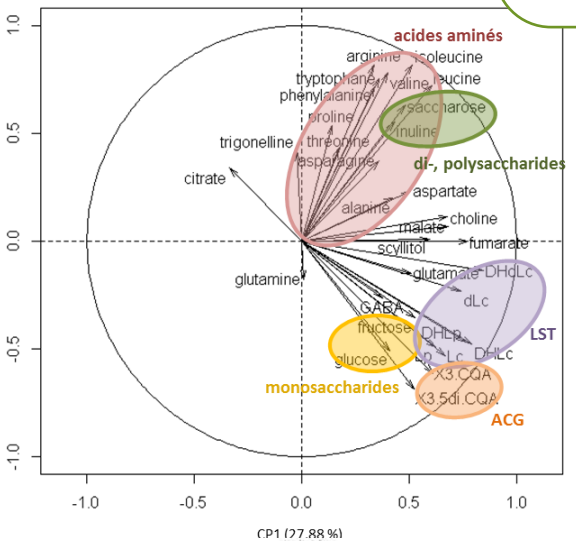
Collection de référence

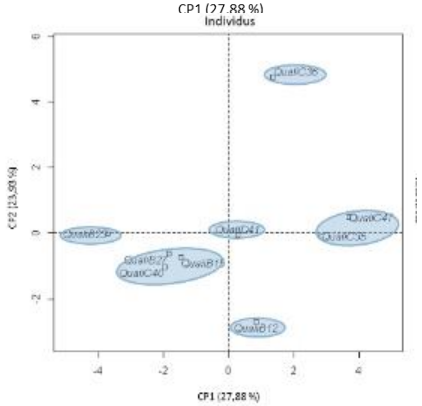
⇩ ⇩

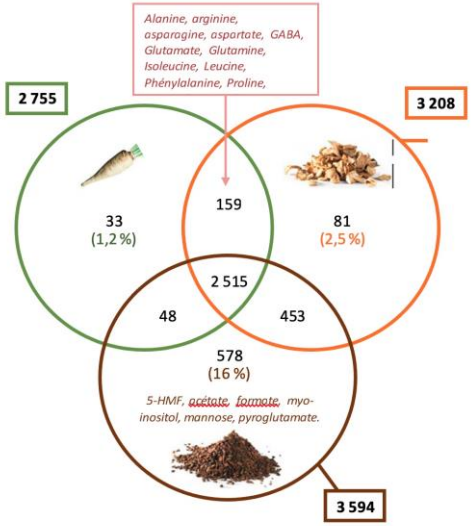
Caractérisation métabolomique des produits issus de la racine

Caractérisation sensorielle des produits torréfiés issus de la racine

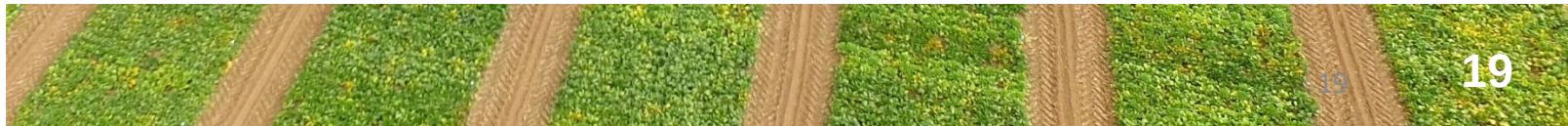
Qualichic







Analyse sensorielle permet d'associer 9 signaux à l'amertume des produits torréfiés de la racine de chicorée dont le 5-HMF, le fumarate et le lactate



Expression des résultats dans la création variétale

Publications

Conférences

Article Journal

Proceedings

ASSOCIATION DES SÉLECTIONNEURS FRANÇAIS

ACADÉMIE d'AGRICULTURE de FRANCE
AGRICULTURE ▪ ALIMENTATION ▪ ENVIRONNEMENT

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Chicory for one Health
Equipe mixte Université-Entreprise
(CHIC41H)

2019	2020	2021				→	

Amélioration des qualités physiologiques, nutritionnelles et organoleptiques de la chicorée industrielle dans un contexte One Health : santé végétale, santé animale, santé humaine

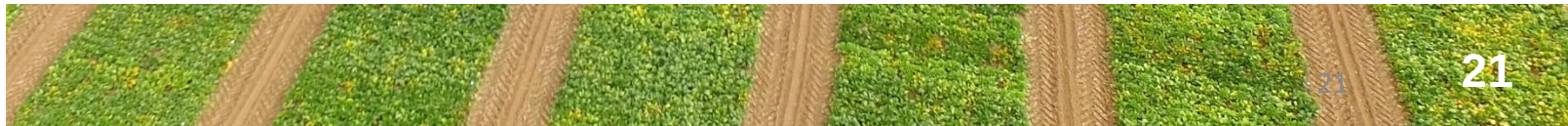
(i) contrôler l'amertume

(ii) améliorer les défenses de la **plante**

(iii) étudier l'impact sur le microbiote intestinal, l'activité anti-inflammatoire chez **l'animal et l'humain**

(iv) créer des produits pour la protection parasitaire des **animaux**

(v) etc. (les projets et les idées ne manquent pas…)



CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Chicory for one Health
Equipe mixte Université-Entreprise
(CHIC41H)

Le projet Amertume

Chicorée industrielle:
nouveaux débouchés

FARINE

Utilisation de la farine de chicorée
dans l'industrie de la boulangerie

Riche en inuline

- Prébiotique
- Exhausteur de goût
- Agent de texture
- Substitut de gras
- Substitut au sucre

+ de 5%
Amertume ressentie

D'où la nécessité de créer
des variétés de chicorée moins amères

Contient des métabolites spécialisés

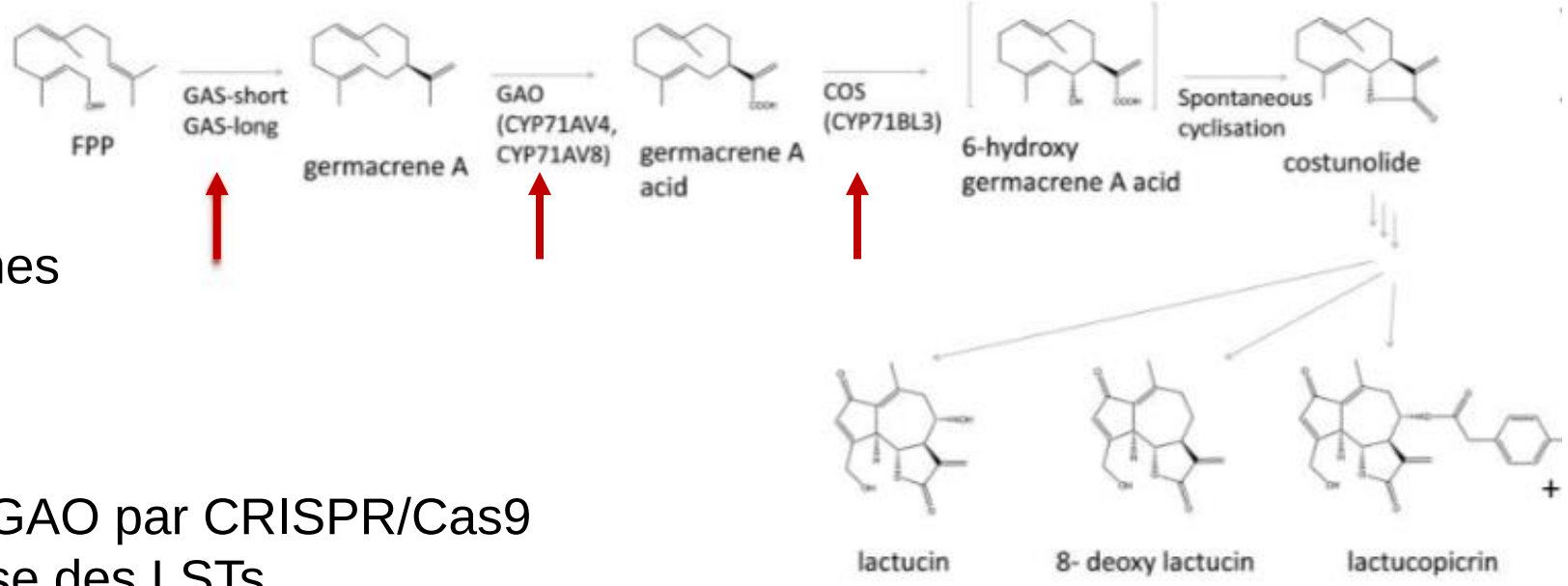
-Anti-oxydant

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Chicory for one Health
Equipe mixte Université-Entreprise
(CHIC41H)

Le projet Amertume

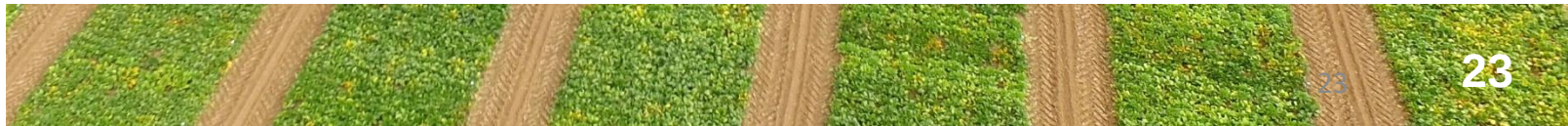
Accumulation de lactones sesquiterpéniques dans les racines



+ dérivés (oxalate, glycosyle…)

(i) Etablir une preuve de concept :
Mutation des gènes GAS, COS ou GAO par CRISPR/Cas9
——————> inhibition de la synthèse des LSTs

(ii) Etablir des corrélations entre variabilité génétique et variabilité phénotypique :
Analyser la variabilité génétique des gènes du métabolisme des LSTs, mesurer les quantités en LSTs, réaliser une analyse sensorielle. Etablir des corrélations.

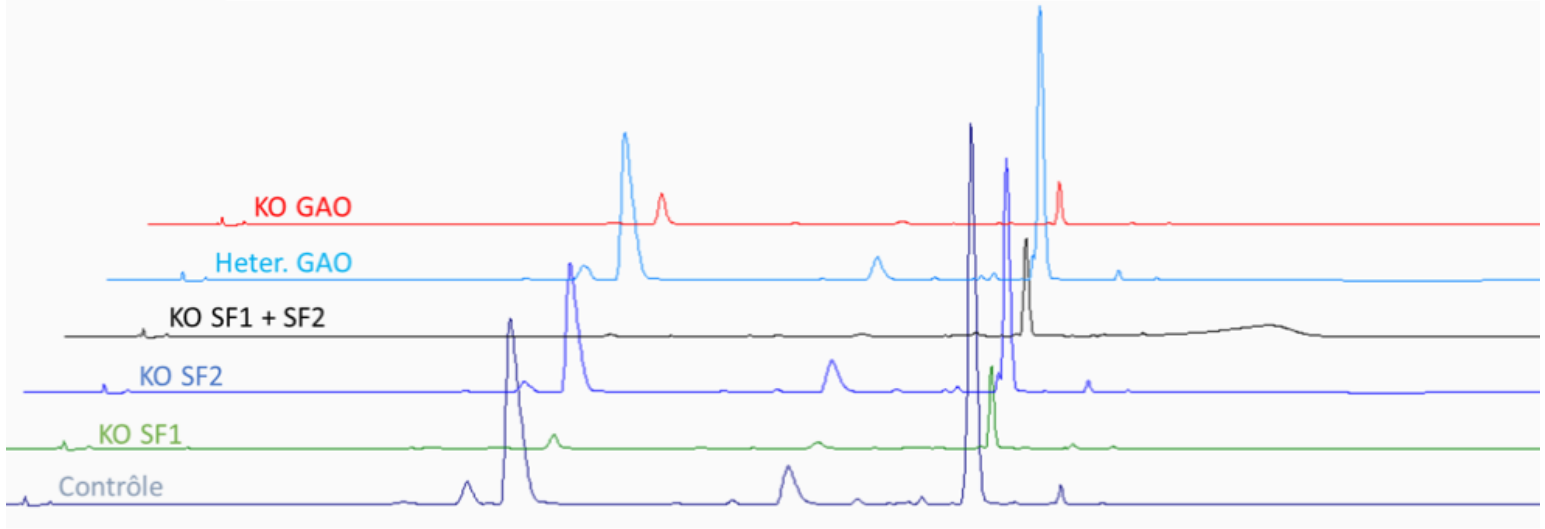


CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Chicory for one Health
Equipe mixte Université-Entreprise
(CHIC41H)

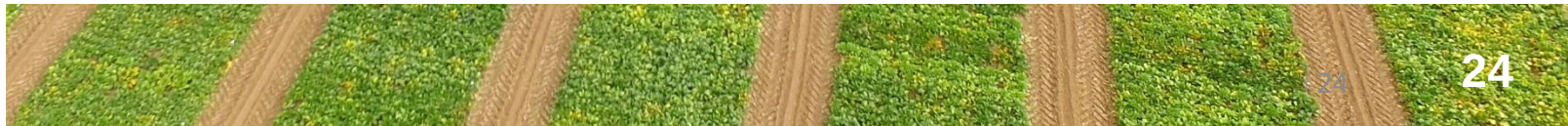
Le projet Amertume

Inhibition des gènes GAS et GAO
par CRISPR/Cas9
——> Diminution globale des terpènes



La mutation d'une copie du gène GAS, plus efficace pour diminuer la teneur en LSTs

Corrélations positives entre teneurs en LSTs et amertume
Perspectives sur les outils d'aide à la sélection variétale et la création variétale

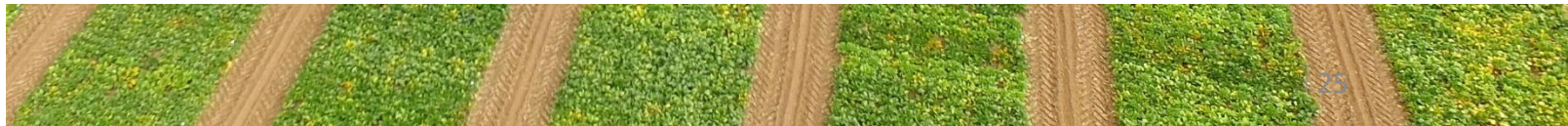


CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Tous ces projets, ces aventures sont le fruit de rencontres, de partage de passions et d'amitiés…
Merci à tous!

INRA
Institut National de la Recherche Agronomique

USTL

ASF
ASSOCIATION DES SÉLECTIONNEURS FRANÇAIS

ACADÉMIE d'AGRICULTURE de FRANCE
AGRICULTURE ▪ ALIMENTATION ▪ ENVIRONNEMENT