

➤ Définition des priorités et co-construction des objectifs pour la sélection variétale fruitière à 20 ans

Focus sur le cerisier (*Prunus avium* L.)



José Quero-García & Anthony Bernard

INRAE Centre Nouvelle-Aquitaine Bordeaux

UMR BFP – Biologie du Fruit et Pathologie

Equipe PrADAm – *Prunus* : Adaptation, Diversité, Amélioration

Mercredi 26 novembre 2025

Sommaire

- 1. Contexte**
- 2. Synthèse des caractères**
- 3. Priorisation des caractères**
- 4. Indicateurs et protocoles**
- 5. Diversité disponible**
- 6. Génétique quantitative**
- 7. Verrous**
- 8. Leviers**



1. Contexte



- Initiative GIS Fruits/Projet InnOBreed/INRAE/CTIFL
 - repenser l'idéotypage des espèces fruitières avec les acteurs de la filière (producteurs, recherche, etc.)
 - quels sont les caractères importants à l'avenir pour l'évaluation du matériel végétal ?

- Deux séances de travail
 - identification et priorisation des caractères d'intérêt



1. Contexte

- Objectif

 - feuille de route pour évaluer, expérimenter et élaborer le matériel végétal de demain (changement climatique/agroécologie)

- Enjeux pour chaque caractère

 - indicateurs à mesurer

 - leviers de gestion du matériel végétal (génétique, management, post-récolte)



2. Synthèse des caractères

| | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------|
| Arbre | Mise à fruit rapide |
| Arbre | Vigueur |
| Arbre | Productivité (taux de nouaison, chute physio) |
| Arbre | Régularité de production / Alternance |
| Arbre | Plasticité phénotypique |
| Arbre | Rusticité (résilience? adaptation au terroir ? facilité de conduite ?) |
| Arbre | Architecture: port, ramification |
| Arbre | Type de fructification |
| Arbre | Date de floraison |
| Arbre | Floribondité |
| Arbre | Auto-fertilité |
| Arbre | Allèles auto-incompatibilité |
| Arbre | Fertilité (taux de nouaison) |
| Arbre | Chute physio |
| Arbre | Besoins en froid |
| Arbre | Besoins en chaud |
| Arbre | Cycle court floraison / Maturité |
| Arbre | Charge autorégulée (éclaircissage) |
| Arbre | Tolérance au gel (bourgeon, fleur) |
| Arbre | Tolérance aux chaleurs estivales / Variations climatiques |
| Arbre | Fruits doubles |
| Arbre | Elargissement du calendrier variétal |

2. Synthèse des caractères

| | |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fruits | Date de maturité |
| Fruits | Homogénéité de maturité |
| Fruits | Calibre |
| Fruits | Homogénéité |
| Fruits | Fermeté |
| Fruits | Eclatement |
| Fruits | Qualité gustative (y compris avant maturité) - Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation |
| Fruits | Gamme bicolore |
| Fruits | Forme du fruit |
| Fruits | Jutosité |
| Fruits | Brillance |
| Fruits | Taille novau |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule |
| Fruits | Longueur pédoncule |
| Fruits | Qualité épiderme (granuleux) |
| Fruits | Aptitude à la récolte mécanique |
| Fruits | Chute pétales pédoncule |
| Fruits | Longueur et fraîcheur du pédoncule (reste vert) |
| Fruits | Tenue post-récolte (fermeté, tenue au choc, maladies post-récolte) |
| Fruits | Double fin |

2. Synthèse des caractères

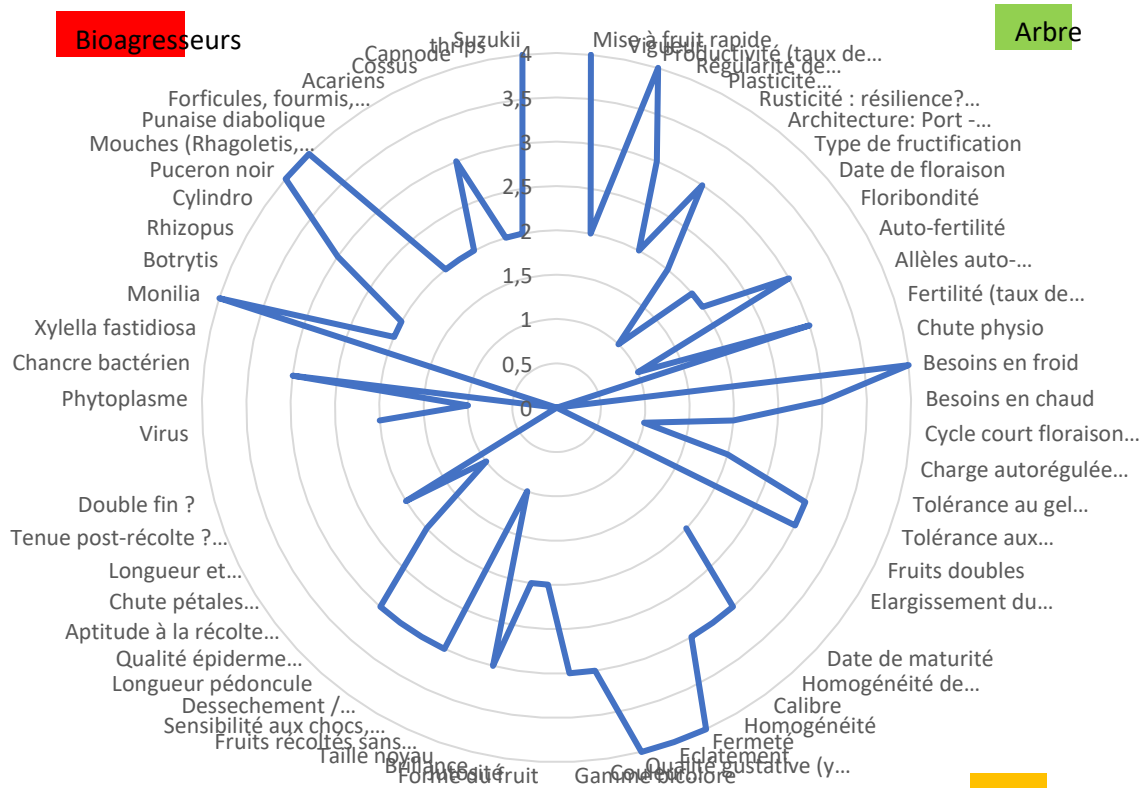
| | |
|----------------------|-----------------------------|
| Bioagresseurs | Virus |
| Bioagresseurs | Phytoplasme |
| Bioagresseurs | Chancre bactérien |
| Bioagresseurs | Xylella fastidiosa |
| Bioagresseurs | Monilia |
| Bioagresseurs | Botrytis |
| Bioagresseurs | Rhizopus |
| Bioagresseurs | Cylindrosporiose |
| Bioagresseurs | Puceron noir |
| Bioagresseurs | Rhagoletis |
| Bioagresseurs | Punaise diabolique |
| Bioagresseurs | Forficules, fourmis, guêpes |
| Bioagresseurs | Acariens |
| Bioagresseurs | Cossus |
| Bioagresseurs | Capnode |
| Bioagresseurs | Thrips |
| Bioagresseurs | Suzukii |



3. Priorisation des caractères

Cerisier - Priorités

- 0 = peu important
- 4 = important



INRAE

Idéotypage des espèces fruitières / Focus cerisier
 José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

Fruits

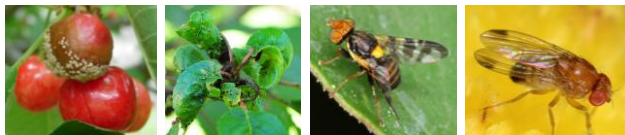
3. Priorisation des caractères

Productivité
Maturité rapide
Besoins en froid

| | | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------|---|
| Arbre | Mise à fruit rapide | 4 |
| Arbre | Productivité (taux de nouaison, chute physio) | 4 |
| Arbre | Besoins en froid | 4 |
| Arbre | Régularité de production / Alternance | 3 |
| Arbre | Rusticité (résilience? adaptation au terroir ? facilité de conduite ?) | 3 |
| Arbre | Auto-fertilité | 3 |
| Arbre | Fertilité (taux de nouaison) | 3 |
| Arbre | Besoins en chaud | 3 |
| Arbre | Tolérance aux chaleurs estivales / Variations climatiques | 3 |
| Arbre | Fruits doubles | 3 |

Fermeté
Eclatement
Goût

| | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|
| Fruits | Fermeté | 4 |
| Fruits | Eclatement | 4 |
| Fruits | Qualité gustative / Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût | 4 |
| Fruits | Homogénéité de maturité | 3 |
| Fruits | Calibre | 3 |
| Fruits | Homogénéité | 3 |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation | 3 |
| Fruits | Gamme bicolore | 3 |
| Fruits | Brillance | 3 |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule | 3 |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage | 3 |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule | 3 |
| Fruits | Longueur pédoncule | 3 |



| | | |
|----------------------|-------------------|---|
| Bioagresseurs | Monilia | 4 |
| Bioagresseurs | Puceron noir | 4 |
| Bioagresseurs | Rhagoletis | 4 |
| Bioagresseurs | Suzukii | 4 |
| Bioagresseurs | Chancre bactérien | 3 |
| Bioagresseurs | Cylindrosporiose | 3 |
| Bioagresseurs | Cossus | 3 |

4. Indicateurs et protocoles

- Un caractère → différentes ontologies (recherche, IPGRI/ECPGR, DHS) mais globalement très similaires

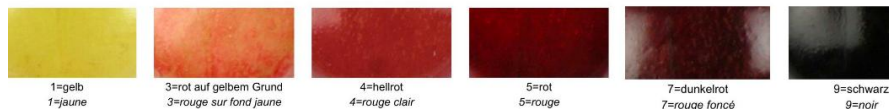
ECPGR → 6 classes

FPD8. Fruit: skin colour

Visual assessment of a pseudo-qualitative trait recorded on a 1-9 scale. All relevant states of expression are presented in the Table of characteristics.

Ground colour of the skin of fully mature fruits.

| | Class | Reference cultivars sweet cherries (EPDB) |
|---|----------------------------|-----------------------------------------------|
| 1 | yellow | Dönissens Gelbe Knorpelkirsche, Yellow Drogan |
| 3 | vermilion on yellow ground | Napoléon, Vega, Büttners Rote Knorpelkirsche |
| 4 | light red | |
| 5 | red | Schneiders Späte Knorpelkirsche, Van |
| 7 | dark red | Hedelfingen, Sam |
| 9 | black | Knauffs Schwarze Herzkirsche |



UPOV → 7 classes

| 34. | (*) | PQ | MG/VG | (d) | 87 | | | | | | |
|-----|-----|-----------------------------|-------|---------------------------------------|----|-----------------------------|--|---------------------------------------|--|------------------------------------------------|---|
| | | Fruit: ground color of skin | | Fruit : couleur de fond de l'épiderme | | Frucht: Grundfarbe der Haut | | Fruto: color de fondo de la epidermis | | | |
| | | yellow | | jaune | | gelb | | amarillo | | Bigarreau d'Or, Dönissens Gelbe Knorpelkirsche | 1 |
| | | orange red | | rouge orangé | | orangerot | | rojo anaranjado | | | 2 |
| | | light red | | rouge clair | | hellrot | | rojo claro | | Krupnoplodnaya | 3 |
| | | medium red | | rouge moyen | | mittelrot | | rojo medio | | Alex, Sunburst | 4 |
| | | brown red | | rouge-brun | | braunrot | | rojo parduzco | | Burlat, Kordia, Lapins | 5 |
| | | dark red | | rouge foncé | | dunkelrot | | rojo oscuro | | Hedelfinger Riesenkirsche, Stella | 6 |
| | | blackish | | noirâtre | | schwärzlich | | negruzco | | Annabella, Knauffs Schwarze, Namosa | 7 |



INRAE

Idéotypage des espèces fruitières / Focus cerisier
José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Arbre | Mise à fruit rapide | 4 | ▲ |
| Arbre | Productivité (taux de nouaison, chute physio) | 4 | ▲ |
| Arbre | Besoins en froid | 4 | ▲ |
| Arbre | Régularité de production / Alternance | 3 | ▲ |
| Arbre | Rusticité (résilience? adaptation au terroir ? facilité de conduite ?) | 3 | ▲ |
| Arbre | Auto-fertilité | 3 | ▲ |
| Arbre | Fertilité (taux de nouaison) | 3 | ▲ |
| Arbre | Besoins en chaud | 3 | ▲ |
| Arbre | Tolérance aux chaleurs estivales / Variations climatiques | 3 | ▲ |
| Arbre | Fruits doubles | 3 | ▲ |

Mise à fruit rapide
→ juvénilité

Créer une échelle de 1 à 5 :

- 1 : production significative en 3 ans
- 2 : production significative en 4 ans
- 3 : production significative en 5 ans
- 4 : production significative en 6 ans
- 5 : production significative en 7 ans



4. Indicateurs et protocoles

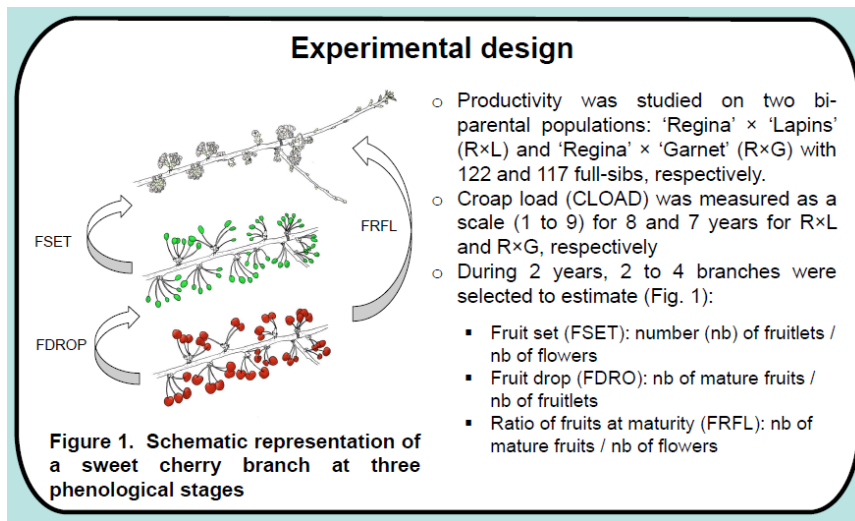
| | | | |
|-------|------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Arbre | Mise à fruit rapide | 4 | ▲ |
| Arbre | Productivité (taux de nouaison, chute physio) | 4 | ▲ |
| Arbre | Besoins en froid | 4 | ▲ |
| Arbre | Régularité de production / Alternance | 3 | ▲ |
| Arbre | Rusticité (résilience? adaptation au terroir ? facilité de conduite ?) | 3 | ▲ |
| Arbre | Auto-fertilité | 3 | ▲ |
| Arbre | Fertilité (taux de nouaison) | 3 | ▲ |
| Arbre | Besoins en chaud | 3 | ▲ |
| Arbre | Tolérance aux chaleurs estivales / Variations climatiques | 3 | ▲ |
| Arbre | Fruits doubles | 3 | ▲ |

Productivité →
rendement

Niveaux 1 et 2

| | |
|--------------|------------------------|
| Productivité | 0-Nulle |
| Productivité | 1-Très faible |
| Productivité | 2-Très faible à faible |
| Productivité | 3-Faible |
| Productivité | 4-Faible à moyenne |
| Productivité | 5-Moyenne |
| Productivité | 6-Moyenne à forte |
| Productivité | 7-Forte |
| Productivité | 8-Forte à très forte |
| Productivité | 9-Très forte |

Recherche : taux de nouaison



4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Arbre | Mise à fruit rapide | 4 | ▲ |
| Arbre | Productivité (taux de nouaison, chute physio) | 4 | ▲ |
| Arbre | Besoins en froid | 4 | ▲ |
| Arbre | Régularité de production / Alternance | 3 | ▲ |
| Arbre | Rusticité (résilience? adaptation au terroir ? facilité de conduite ?) | 3 | ▲ |
| Arbre | Auto-fertilité | 3 | ▲ |
| Arbre | Fertilité (taux de nouaison) | 3 | ▲ |
| Arbre | Besoins en chaud | 3 | ▲ |
| Arbre | Tolérance aux chaleurs estivales / Variations climatiques | 3 | ▲ |
| Arbre | Fruits doubles | 3 | ▲ |

Régularité de production → alternance

Besoin de :

- plusieurs années de données de productivité
- sur des sites climatiquement contrastés



4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Arbre | Mise à fruit rapide | 4 | ▲ |
| Arbre | Productivité (taux de nouaison, chute physio) | 4 | ▲ |
| Arbre | Besoins en froid | 4 | ▲ |
| Arbre | Régularité de production / Alternance | 3 | ▲ |
| Arbre | Rusticité (résilience? adaptation au terroir ? facilité de conduite ?) | 3 | ▲ |
| Arbre | Auto-fertilité | 3 | ▲ |
| Arbre | Fertilité (taux de nouaison) | 3 | ▲ |
| Arbre | Besoins en chaud | 3 | ▲ |
| Arbre | Tolérance aux chaleurs estivales / Variations climatiques | 3 | ▲ |
| Arbre | Fruits doubles | 3 | ▲ |

Besoins en froid

Besoins en chaud

→ Lien entre phénologie et température

Recherche : test de forçage



Besoins en froid : portions de froid cumulées pour arriver à 50% de bourgeons au stade BBCH53 → date de levée de dormance



Besoins en chaud : degrés jour de croissance entre la date de levée de dormance et le stade de début de floraison BBCH61



4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Arbre | Mise à fruit rapide | 4 | ▲ |
| Arbre | Productivité (taux de nouaison, chute physio) | 4 | ▲ |
| Arbre | Besoins en froid | 4 | ▲ |
| Arbre | Régularité de production / Alternance | 3 | ▲ |
| Arbre | Rusticité (résilience? adaptation au terroir ? facilité de conduite ?) | 3 | ▲ |
| Arbre | Auto-fertilité | 3 | ▲ |
| Arbre | Fertilité (taux de nouaison) | 3 | ▲ |
| Arbre | Besoins en chaud | 3 | ▲ |
| Arbre | Tolérance aux chaleurs estivales / Variations climatiques | 3 | ▲ |
| Arbre | Fruits doubles | 3 | ▲ |

Auto-fertilité

→ Système d'auto-incompatibilité gamétophytique

Tableau d'incompatibilité gamétophytique de 1700 cultivars

| Sweet cherry | S-genotype | Incomp.-group | Origin ¹ | Parentage (if known) | | Reference |
|---------------------------|--------------------------------|---------------|---------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------|
| | | | | Mother | Father | |
| 0900 Ziraat | S ₃ S ₁₂ | XXII | TR | Manisa, Aegean region | | 38, 44 |
| 20 de Mayo | S ₂ S ₆ | XXV | ES | | | 55 |
| Abardeh | S ₃ S ₄ | III | IR | | | 3 |
| Abdullah | S ₆ S ₉ | X | TR | | | 44 |
| Abenavoli bianco | S ₆ S ₁₀ | XLVIII | IT | | | 45, 79 |
| Aboryhenka (Аборигенка) | S ₁ S ₃ | II | UA | | | 89 |
| Abouriou | S ₂ S ₆ | XX | FR | | | 71 |
| Abundance | S ₁ S ₃ | II | US | Napoleon | open pollinated | 1, 4 |
| Acı Bursa | S ₃ S ₇ | XLIV | TR | | | 44 |
| Acı Kara 0922 | S ₂ S ₃ | IV | TR | | | 44 |
| Adelina (Аделина) | S ₃ S ₅ | VII | RU | Slava Zhukova (Слава Жукова) | Valerij Chkalov (Валерий Чкалов) | 111, 115 |
| Adelise™ (Masdel) | S ₂ S ₃ | II | FR | Gobet | VSP4 | 71 |
| Adélka | S ₁ S ₆ | XX | CZ | Knauffs Schwarze | Granat | 77, 91 |
| Adlerkirsche von Bärtschi | S ₇ S ₉ | 0 | CH | | | 116, 125 |

91 auto-fertiles (Stella, Lapins, etc.)

| Sweet cherry | S-genotype | Incomp.-group | Origin ¹ | Parentage (if known) | | Reference |
|--------------------|--------------------------------|---------------|---------------------|----------------------|----------------------------|-----------|
| | | | | Mother | Father | |
| Axel (Alex) | S ₃ S _{3'} | SC | HU | Van | J12420 | 21, 22 |
| Benton™ (PC7146-8) | S ₄ S ₉ | SC | US | Stella | | 59 |
| Black Gold | S ₄ S ₆ | SC | US | Stark Gold | Stella | 88 |
| Blaze Star | S ₄ S ₆ | SC | IT | Lapins | Durone Compatto di Vignola | 21 |
| Bouargoub | S ₂ S ₁₀ | SC | TN | local cultivar | | 95 |
| Cashmere | S ₄ S ₉ | SC | US | Stella | Early Burlat | 31, 35 |



INRAE

Idéotypage des espèces fruitières / Focus cerisier
José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Arbre | Mise à fruit rapide | 4 | ▲ |
| Arbre | Productivité (taux de nouaison, chute physio) | 4 | ▲ |
| Arbre | Besoins en froid | 4 | ▲ |
| Arbre | Régularité de production / Alternance | 3 | ▲ |
| Arbre | Rusticité (résilience? adaptation au terroir ? facilité de conduite ?) | 3 | ▲ |
| Arbre | Auto-fertilité | 3 | ▲ |
| Arbre | Fertilité (taux de nouaison) | 3 | ▲ |
| Arbre | Besoins en chaud | 3 | ▲ |
| Arbre | Tolérance aux chaleurs estivales / Variations climatiques | 3 | ▲ |
| Arbre | Fruits doubles | 3 | ▲ |

Fruits doubles

→ canicules estivales en année n-1

| High | Average | Low |
|----------------------|---------------------|----------------------|
| Bellise® Bedel | Kordia | Belge |
| Burlat | Starblush® SPC 207 | Bigalise® Enjidel |
| Feroni | Sweetheart® Sumtare | Black Star |
| Folfer | | Brooks |
| Giant Red, Mariant | | Cambrina |
| Napoléon | | Coralise® Gardel |
| NewMoon® Sumini | | Earlise® Rivedel |
| Sweet Early® Panaro1 | | Early Red, Maraly |
| Tieton® | | Early Star® Panaro 2 |
| | | Ferdiva |
| | | Ferdouce |
| | | Fermina |
| | | Fernier |
| | | Fertard |
| | | Grace Star |
| | | Impériale |
| | | Lapins |
| | | Penny |
| | | Poisdel |
| | | Rainier |
| | | Regina |
| | | Rosie |
| | | Rosilam |
| | | Rubilam |
| | | Rubin |
| | | Sabrina® Sumn314ch |
| | | Samba® Sumste |
| | | Satin® Sumele |
| | | Stardust® 13N0770 |
| | | Stark Hardy Giant |
| | | Summit |
| | | Staccato® |
| | | Techlovan |
| | | Van |

| Variétés | Fruits doubles | Floraison | Maturité |
|----------------------|----------------|----------------------------|--------------------|
| Bellise Bedel | Sensible | Précoce (Burlat - 2 à 6 j) | Burlat + 4 à 8 j |
| Burlat | Sensible | Précoce | Précoce |
| Fernier | Sensible | Tardive (Burlat + 0 à 4 j) | Burlat + 16 à 22 j |
| Feroni | Sensible | Tardive (Burlat + 2 à 6 j) | Burlat + 22 à 25 j |
| Folfer | Sensible | Précoce (Burlat - 2 à 6 j) | Burlat + 7 à 13 j |
| Giant Red Mariant | Sensible | Précoce (Burlat - 1 à 3 j) | Burlat + 8 à 18 j |
| Napoléon | Sensible | Précoce (Burlat + 0 j) | / |
| New Moon Sumini | Sensible | Précoce (Burlat - 0 à 6 j) | Burlat + 15 à 19 j |
| Starblush | Sensible | Tardive (Burlat + 0 à 7 j) | Burlat + 15 à 22 j |
| Sweet Early Panaro 1 | Sensible | Précoce (Burlat + 0 j) | Burlat + 0 j |
| Sweetheart Sumtare | Sensible | Précoce (Burlat + 0 j) | Burlat + 30 à 35 j |
| Tieton | Sensible | Précoce (Burlat + 0 j) | Burlat + 7 à 14 j |



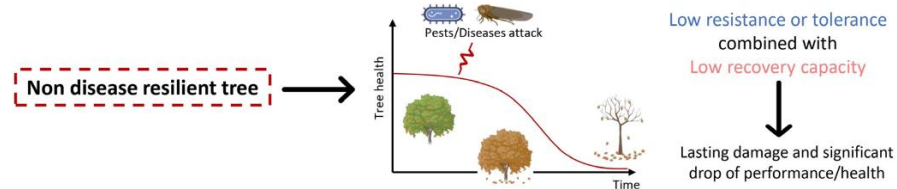
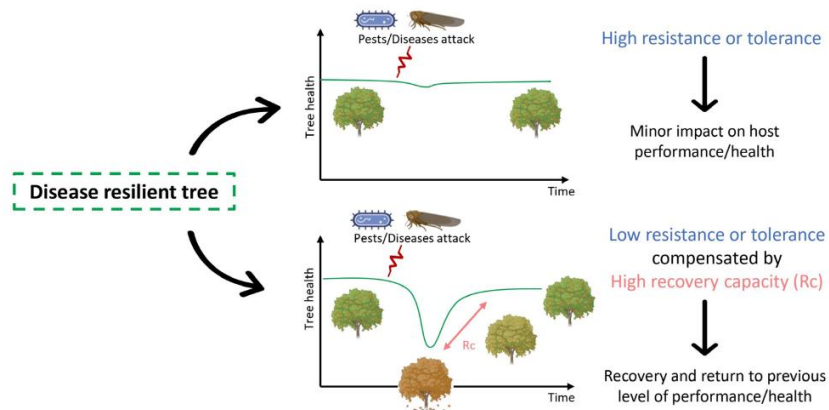
INRAE

Idéotypage des espèces fruitières / Focus cerisier
José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Arbre | Mise à fruit rapide | 4 | ▲ |
| Arbre | Productivité (taux de nouaison, chute physio) | 4 | ▲ |
| Arbre | Besoins en froid | 4 | ▲ |
| Arbre | Régularité de production / Alternance | 3 | ▲ |
| Arbre | Rusticité (résilience? adaptation au terroir ? facilité de conduite ?) | 3 | ▲ |
| Arbre | Auto-fertilité | 3 | ▲ |
| Arbre | Fertilité (taux de nouaison) | 3 | ▲ |
| Arbre | Besoins en chaud | 3 | ▲ |
| Arbre | Tolérance aux chaleurs estivales / Variations climatiques | 3 | ▲ |
| Arbre | Fruits doubles | 3 | ▲ |

Notion de résilience →
travail en cours chez les
espèces fruitières
pérennes...



Thèse de Marie Serrie
(direction : Bénédicte Quilot / encadrement : Morgane Roth et Jean-Marc Audergon)

4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Fruits | Fermeté | 4 | ▲ |
| Fruits | Eclatement | 4 | ▲ |
| Fruits | Qualité gustative / Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût | 4 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité de maturité | 3 | ▲ |
| Fruits | Calibre | 3 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité | 3 | ▲ |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation | 3 | ▲ |
| Fruits | Gamme bicolore | 3 | ▲ |
| Fruits | Brillance | 3 | ▲ |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage | 3 | ▲ |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Longueur pédoncule | 3 | ▲ |

Fermeté → au toucher

DHS

| 42. | (*) | QN | MG/MS/VG | (d) | 87 | |
|-----|-----|-----------------|-----------------|--------------------|----------------|---------------------------------------------------------------|
| | | Fruit: firmness | Fruit : fermeté | Frucht: Festigkeit | Fruto: firmeza | |
| | | very soft | très molle | sehr weich | muy blanda | Early Rivers 1 |
| | | soft | molle | weich | blanda | Narana, Sunburst 2 |
| | | medium | moyenne | mittel | media | Bedel, Carmen, Emma, Gemersdorfer, PC7146-8, Reverchon, Van 3 |
| | | firm | ferme | fest | firme | Folfer, Kavics, Kordia, PA2UNIBO, Regina, Sumtare 4 |
| | | very firm | très ferme | sehr fest | muy firme | Balrine, Ferdiva 5 |

ECPGR

37. Firmness of flesh

| | Firmness | Ref. cult. sweet cherries |
|---|-----------|----------------------------------------------|
| 1 | very soft | Kunzes Kirsche, Luciens Kirsche |
| 3 | soft | Early Rivers, Kasins Frühe, Knauffs Schwarze |
| 5 | medium | Burlat, Schauenburger |
| 7 | firm | Hedelfingen, Kordia, Van, Sam |
| 9 | very firm | Bing, Starking Hardy Giant, Schneiders Späte |



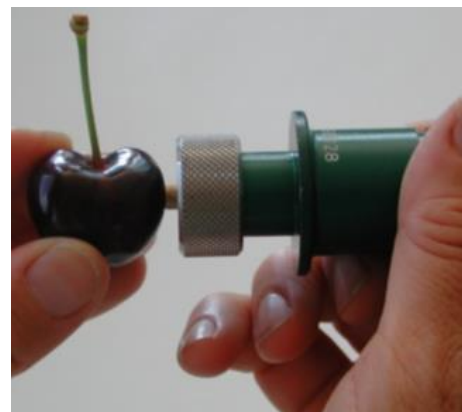
INRAE

Idéotypage des espèces fruitières / Focus cerisier
José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Fruits | Fermeté | 4 | ▲ |
| Fruits | Eclatement | 4 | ▲ |
| Fruits | Qualité gustative / Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût | 4 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité de maturité | 3 | ▲ |
| Fruits | Calibre | 3 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité | 3 | ▲ |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation | 3 | ▲ |
| Fruits | Gamme bicolore | 3 | ▲ |
| Fruits | Brillance | 3 | ▲ |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage | 3 | ▲ |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Longueur pédoncule | 3 | ▲ |

Fermeté → au
Durofel®



4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Fruits | Fermeté | 4 | ▲ |
| Fruits | Eclatement | 4 | ▲ |
| Fruits | Qualité gustative / Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût | 4 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité de maturité | 3 | ▲ |
| Fruits | Calibre | 3 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité | 3 | ▲ |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation | 3 | ▲ |
| Fruits | Gamme bicolore | 3 | ▲ |
| Fruits | Brillance | 3 | ▲ |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage | 3 | ▲ |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Longueur pédoncule | 3 | ▲ |

Eclatement →
différents types

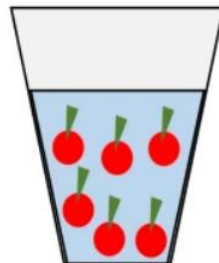
ECPGR + Niveaux 1 et 2

36. Fruit cracking susceptibility (based on the average of three years observations)

| | Susceptibility | % | Reference cultivars |
|---|----------------|--------|---------------------|
| 1 | none | 0 | Early Rivers |
| 2 | very low | [1%] | |
| 3 | low | [5%] | Anabella |
| 5 | intermediate | [25%] | Hedelfingen, Stella |
| 7 | high | [50%] | Van |
| 9 | extremely high | [>60%] | Bing |

Recherche

Christensen method



Hourly assessment for cracking
(until 6 hours)



INRAE

Idéotypage des espèces fruitières / Focus cerisier
José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Fruits | Fermeté | 4 | ▲ |
| Fruits | Eclatement | 4 | ▲ |
| Fruits | Qualité gustative / Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût | 4 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité de maturité | 3 | ▲ |
| Fruits | Calibre | 3 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité | 3 | ▲ |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation | 3 | ▲ |
| Fruits | Gamme bicolore | 3 | ▲ |
| Fruits | Brillance | 3 | ▲ |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage | 3 | ▲ |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Longueur pédoncule | 3 | ▲ |

Qualité gustative →
sucres, acides

DHS

| 43. | QN | MG/VG | (+) | (d) | 87 | |
|-----|-------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|---|
| | Fruit: sweetness | Fruit : sucrosité | Frucht: Süße | Fruto: sabor dulce | | |
| | low | faible | gering | bajo | Müncheberger Frühernte | 1 |
| | low to medium | faible à moyenne | gering bis mittel | bajo a medio | | 2 |
| | medium | moyenne | mittel | medio | Burlat, Sunburst | 3 |
| | medium to high | moyenne à élevée | mittel bis hoch | medio a alto | | 4 |
| | high | élevée | hoch | alto | Bigarreau d'Or, Kordia | 5 |
| 44. | QN | MG/VG | (+) | (d) | 87 | |
| | Fruit: acidity | Fruit : acidité | Frucht: Säure | Fruto: acidez | | |
| | low | faible | gering | baja | Burlat, Müncheberger Frühernte | 1 |
| | medium | moyenne | gering bis mittel | media | Napoléon, Van | 2 |
| | high | élevée | mittel | alta | Sunburst | 3 |

% Brix

mEq/100mL



4. Indicateurs et protocoles

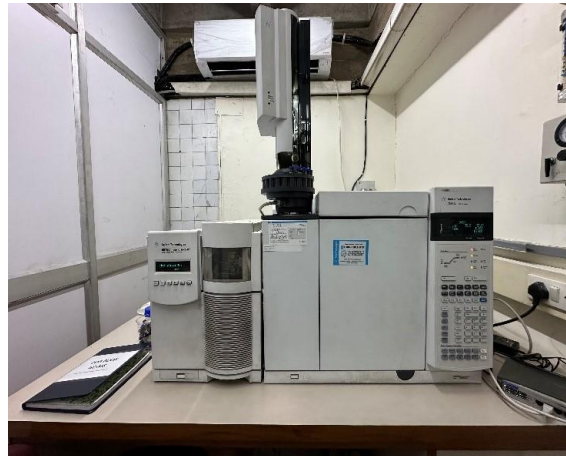
| | | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Fruits | Fermeté | 4 | ▲ |
| Fruits | Eclatement | 4 | ▲ |
| Fruits | Qualité gustative / Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût | 4 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité de maturité | 3 | ▲ |
| Fruits | Calibre | 3 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité | 3 | ▲ |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation | 3 | ▲ |
| Fruits | Gamme bicolore | 3 | ▲ |
| Fruits | Brillance | 3 | ▲ |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage | 3 | ▲ |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Longueur pédoncule | 3 | ▲ |

Qualité gustative →
arômes, propriétés
phytochimiques et
goût

LC-MS



GC-MS



INRAE

Idéotypage des espèces fruitières / Focus cerisier
José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Fruits | Fermeté | 4 | ▲ |
| Fruits | Eclatement | 4 | ▲ |
| Fruits | Qualité gustative / Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût | 4 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité de maturité | 3 | ▲ |
| Fruits | Calibre | 3 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité | 3 | ▲ |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation | 3 | ▲ |
| Fruits | Gamme bicolore | 3 | ▲ |
| Fruits | Brillance | 3 | ▲ |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage | 3 | ▲ |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Longueur pédoncule | 3 | ▲ |

Qualité gustative →
analyses
sensorielles

Analyse sensorielle

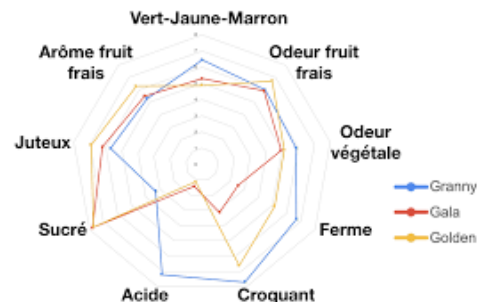


Figure n°2 : Graphique en radar présentant le profil sensoriel des 3 types de pomme

4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Fruits | Fermeté | 4 | ▲ |
| Fruits | Eclatement | 4 | ▲ |
| Fruits | Qualité gustative / Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût | 4 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité de maturité | 3 | ▲ |
| Fruits | Calibre | 3 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité | 3 | ▲ |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation | 3 | ▲ |
| Fruits | Gamme bicolore | 3 | ▲ |
| Fruits | Brillance | 3 | ▲ |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage | 3 | ▲ |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Longueur pédoncule | 3 | ▲ |

Homogénéité de maturité → dispersion selon le code couleur

Date de maturité : fruits ont atteint leur taille finale avec une coloration avancée BBCH85



4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Fruits | Fermeté | 4 | ▲ |
| Fruits | Eclatement | 4 | ▲ |
| Fruits | Qualité gustative / Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût | 4 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité de maturité | 3 | ▲ |
| Fruits | Calibre | 3 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité | 3 | ▲ |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation | 3 | ▲ |
| Fruits | Gamme bicolore | 3 | ▲ |
| Fruits | Brillance | 3 | ▲ |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage | 3 | ▲ |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Longueur pédoncule | 3 | ▲ |

Calibre → dimensions
3D du fruit

DHS

| 22. (*) | QN | MG/MS/VG | (+) | (d) | 87 | |
|---------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------------------|---|
| | Fruit: size | Fruit : taille | Frucht: Größe | Fruto: tamaño | | |
| | very small | très petite | sehr klein | muy pequeño | Müncheberger Frühernte, Szomolyai fekete | 1 |
| | very small to small | très petite à petite | sehr klein bis klein | muy pequeño a pequeño | Cristobalina, Merton Crane | 2 |
| | small | petite | klein | pequeño | Ulster | 3 |
| | small to medium | petite à moyenne | klein bis mittel | pequeño a medio | Alex | 4 |
| | medium | moyenne | mittel | medio | Bing, Burlat, Rainier | 5 |
| | medium to large | moyenne à grande | mittel bis groß | medio a grande | Belge, Sunburst | 6 |
| | large | grande | groß | grande | Folfer, Rosie | 7 |
| | large to very large | grande à très grande | groß bis sehr groß | grande a muy grande | Baia, Louis | 8 |
| | very large | très grande | sehr groß | muy grande | | 9 |



+ hauteur
+ largeur
+ ratio hauteur/largeur



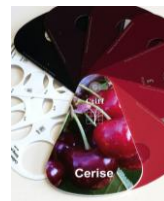
INRAE

Idéotypage des espèces fruitières / Focus cerisier
José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Fruits | Fermeté | 4 | ▲ |
| Fruits | Eclatement | 4 | ▲ |
| Fruits | Qualité gustative / Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût | 4 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité de maturité | 3 | ▲ |
| Fruits | Calibre | 3 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité | 3 | ▲ |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation | 3 | ▲ |
| Fruits | Gamme bicolore | 3 | ▲ |
| Fruits | Brillance | 3 | ▲ |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage | 3 | ▲ |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Longueur pédoncule | 3 | ▲ |

Couleur → épiderme



CTIFL

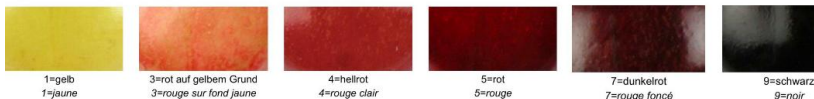
ECPGR

FPD8. Fruit: skin colour

Visual assessment of a pseudo-qualitative trait recorded on a 1-9 scale. All relevant states of expression are presented in the Table of characteristics.

Ground colour of the skin of fully mature fruits.

| | Class | Reference cultivars sweet cherries (EPDB) |
|---|----------------------------|-----------------------------------------------|
| 1 | yellow | Dönissens Gelbe Knorpelkirsche, Yellow Drogan |
| 3 | vermilion on yellow ground | Napoléon, Vega, Büttner's Rote Knorpelkirsche |
| 4 | light red | |
| 5 | red | Schneiders Späte Knorpelkirsche, Van |
| 7 | dark red | Hedelfingen, Sam |
| 9 | black | Knauffs Schwarze Herzkirsche |



DHS

| 34 | (*) | PQ | MG/VG | (d) | 87 | | |
|----|-----|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|---|
| | | Fruit: ground color of skin | Fruit : couleur de fond de l'épiderme | Frucht: Grundfarbe der Haut | Fruto: color de fondo de la epidermis | | |
| | | yellow | jaune | gelb | amarillo | Bigarreau d'Or, Donnissens Gelbe Knorpelkirsche | 1 |
| | | orange red | rouge orangé | orangerot | rojo anaranjado | | 2 |
| | | light red | rouge clair | hellrot | rojo claro | Krupnoplodnaya | 3 |
| | | medium red | rouge moyen | mittelrot | rojo medio | Alex, Sunburst | 4 |
| | | brown red | rouge-brun | braunrot | rojo parduzco | Burlat, Kordia, Lapins | 5 |
| | | dark red | rouge foncé | dunkelrot | rojo oscuro | Hedelfinger Riesenkirsche, Stella | 6 |
| | | blackish | noirâtre | schwärzlich | negruzco | Annabella, Knauffs Schwarze, Namosa | 7 |

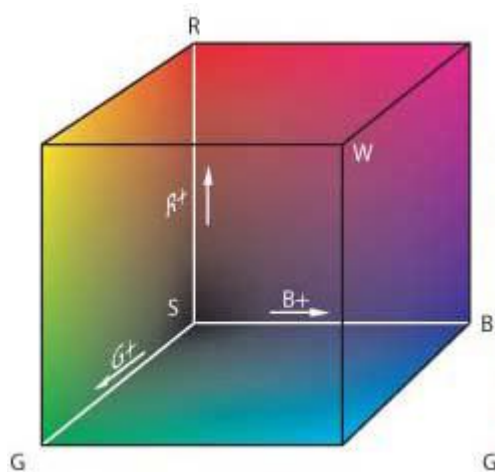


4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Fruits | Fermeté | 4 | ▲ |
| Fruits | Eclatement | 4 | ▲ |
| Fruits | Qualité gustative / Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût | 4 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité de maturité | 3 | ▲ |
| Fruits | Calibre | 3 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité | 3 | ▲ |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation | 3 | ▲ |
| Fruits | Gamme bicolore | 3 | ▲ |
| Fruits | Brillance | 3 | ▲ |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage | 3 | ▲ |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Longueur pédoncule | 3 | ▲ |

Couleur →
segmentation par
imagerie

Colorimètre RGB → écart-type



4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Fruits | Fermeté | 4 | ▲ |
| Fruits | Eclatement | 4 | ▲ |
| Fruits | Qualité gustative / Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût | 4 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité de maturité | 3 | ▲ |
| Fruits | Calibre | 3 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité | 3 | ▲ |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation | 3 | ▲ |
| Fruits | Gamme bicolore | 3 | ▲ |
| Fruits | Brillance | 3 | ▲ |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage | 3 | ▲ |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Longueur pédoncule | 3 | ▲ |

Brillance → réflectance lumineuse

| Gamme de brillance | Valeur 60° | Notes |
|--------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Haut brillant | >70 UB | Si la mesure dépasse 70 UB, modifier l'angle de mesure du test à 20°. |
| Moyen brillant | 10 - 70 UB | |
| Bas brillant | <10 UB | Si la mesure est inférieure à 10 UB, modifier l'angle de mesure du test à 85°. |

Brillancemètre



4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Fruits | Fermeté | 4 | ▲ |
| Fruits | Eclatement | 4 | ▲ |
| Fruits | Qualité gustative / Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût | 4 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité de maturité | 3 | ▲ |
| Fruits | Calibre | 3 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité | 3 | ▲ |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation | 3 | ▲ |
| Fruits | Gamme bicolore | 3 | ▲ |
| Fruits | Brillance | 3 | ▲ |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage | 3 | ▲ |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Longueur pédoncule | 3 | ▲ |

Pédoncule → longueur, largeur, adhérence

DHS

| 31. (*) | QN | MG/VG | (d) | 87 | | |
|---------|------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|---|
| | Fruit: length of stalk | Fruit : longueur du pédoncule | Frucht: Länge des Stiels | Fruto: longitud del pedúnculo | | |
| | very short | très courte | sehr kurz | muy corta | Folfer, Walter | 1 |
| | very short to short | très courte à courte | sehr kurz bis kurz | muy corta a corta | Rubilam, Van | 2 |
| | short | courte | kurz | corta | Babelle, Burlat, Royal Edie, Szomolyai fekete | 3 |
| | short to medium | courte à moyenne | kurz bis mittel | corta a media | Duroni 3, Frisco | 4 |
| | medium | moyenne | mittel | media | Hedelfinger Riesenkirsche, Henriette, Summit | 5 |
| | medium to long | moyenne à longue | mittel bis lang | media a larga | Regina, SPC106, Sunburst | 6 |
| | long | longue | lang | larga | Belge, Kordia, Noire de Meched | 7 |
| | long to very long | longue à très longue | lang bis sehr lang | larga a muy larga | Hâtive de Bâle, Vanda | 8 |
| | very long | très longue | sehr lang | muy larga | Delflash, Louis | 9 |

Cerises « Picota »



4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Fruits | Fermeté | 4 | ▲ |
| Fruits | Eclatement | 4 | ▲ |
| Fruits | Qualité gustative / Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût | 4 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité de maturité | 3 | ▲ |
| Fruits | Calibre | 3 | ▲ |
| Fruits | Homogénéité | 3 | ▲ |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation | 3 | ▲ |
| Fruits | Gamme bicolore | 3 | ▲ |
| Fruits | Brillance | 3 | ▲ |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage | 3 | ▲ |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule | 3 | ▲ |
| Fruits | Longueur pédoncule | 3 | ▲ |

Sensibilité aux chocs,
marquage → post-
récolte

'Folfer'

Maintien qualité après récolte

- o Peau granuleuse : non
- o Marques : peu sensible
- o Flétrissement de la chair : non
- o Pédoncule (dessèchement rapide) : non



INRAE

Idéotypage des espèces fruitières / Focus cerisier
José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|---------------|-------------------|---|---|
| Bioagresseurs | Monilia | 4 | ▲ |
| Bioagresseurs | Puceron noir | 4 | ▲ |
| Bioagresseurs | Rhagoletis | 4 | ▲ |
| Bioagresseurs | Suzukii | 4 | ▲ |
| Bioagresseurs | Chancre bactérien | 3 | ▲ |
| Bioagresseurs | Cylindrosporiose | 3 | ▲ |
| Bioagresseurs | Cossus | 3 | ▲ |

Bioagresseurs → pas d'indicateur précis mais...

'Folfer'

Sensibilités particulières ?

- o Bactériose à Pseudomonas : sensible très sensible
- o Cylindrosporiose : sensibilité moyenne
- o Gnomonia : sensible
- o Stress climatique : forte sensibilité
- o Hiver doux : sensible à très sensible

Sensibilités particulières au verger ?

- o Éclatement :
 - FR Niveau : forte dès la véraison, très forte notamment pour les calibres supérieurs à 28 mm
 - FR Lieu : stigate, joue, cuvette pédonculaire
- o Fruits doubles : moyenne à forte
- o Monilia : moyenne
- o Marques : non
- o Perte pédoncule : non

Niveaux 1 et 2

| |
|-----------------------------------|
| Sensibilité à la Cylindrosporiose |
| Sensibilité à la Cloque |
| Sensibilité à la Rouille |
| Sensibilité au Monilia sur fleur |
| Sensibilité aux Thrips |
| Sensibilité à la TOP/Anarsia |
| Sensibilité à la Bactériose |
| Sensibilité à la Cochenille |
| Sensibilité au Puceron brun |
| Sensibilité au Puceron vert |
| Sensibilité au Puceron farineux |
| Sensibilité au Puceron cigarier |

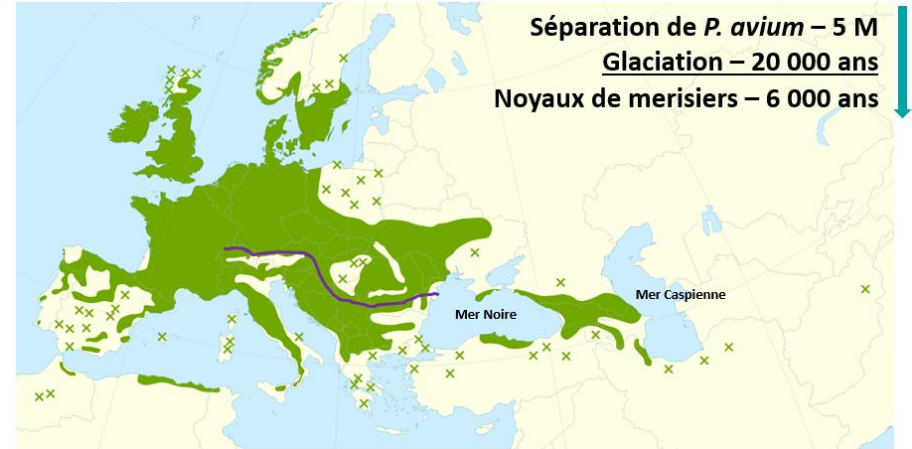
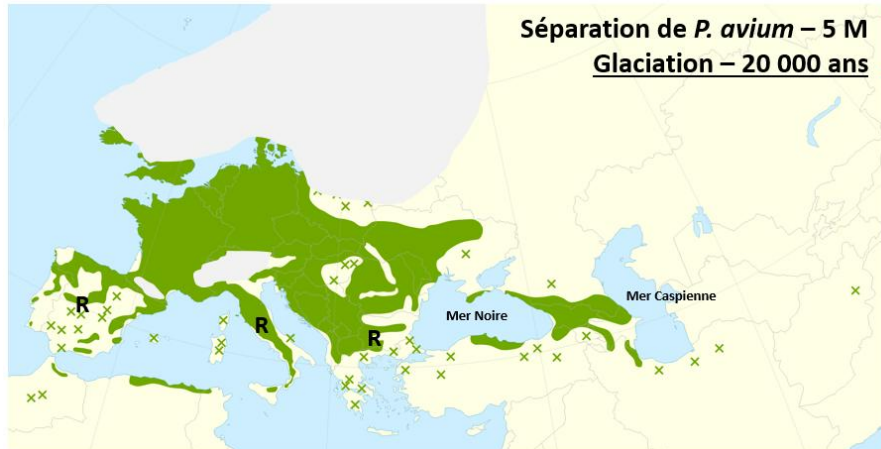
4. Indicateurs et protocoles

| | | | |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arbre | Mise à fruit rapide | 4 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais nouvelle grille de 1 a 5 proposée |
| Arbre | Productivité (taux de nouaison, chute physio) | 4 ▲ | Indicateur global en niveaux 1 et 2, puis possibilité de peser tous les fruits récoltés |
| Arbre | Besoins en froid | 4 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais calcul des portions de froid (évolution des modèles ?) |
| Arbre | Régularité de production / Alternance | 3 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais possible d'évaluer si données sur plusieurs années et plusieurs sites |
| Arbre | Rusticité (résilience? adaptation au terroir ? facilité de conduite ?) | 3 ▲ | Mesure de la résilience ? |
| Arbre | Auto-fertilité | 3 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais connaissance des variétés auto-fertiles |
| Arbre | Fertilité (taux de nouaison) | 3 ▲ | / |
| Arbre | Besoins en chaud | 3 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais calcul des degrés-jour de croissance (évolution des modèles ?) |
| Arbre | Tolérance aux chaleurs estivales / Variations climatiques | 3 ▲ | Mesure de la résilience ? |
| Arbre | Fruits doubles | 3 ▲ | Indicateur global en niveaux 1 et 2, puis connaissance des variétés tolérantes |
| Fruits | Fermeté | 4 ▲ | Indicateur DHS, au toucher ou avec le Durofel |
| Fruits | Eclatement | 4 ▲ | Indicateur en niveaux 1 et 2, puis test d'immersion et différenciation des types (pôles, joue) |
| Fruits | Qualité gustative / Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût | 4 ▲ | Indicateurs DHS pour les sucres (%Brix) et l'acidité (mEq/100ml), ou GC/LC-MS + analyse sensorielle |
| Fruits | Homogénéité de maturité | 3 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais estimation du pourcentage de chaque couleur sur plusieurs fruits possible |
| Fruits | Calibre | 3 ▲ | Indicateurs DHS, pour le calibre et les dimensions, avec un pied à coulisse |
| Fruits | Homogénéité | 3 ▲ | / |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation | 3 ▲ | Indicateur DHS pour la gamme de rouge, ou colorimètre RGB ? |
| Fruits | Gamme bicolore | 3 ▲ | / |
| Fruits | Brillance | 3 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais brillancemètre ? |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule | 3 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais connaissance des cerises « picota » et mesure de l'adhérence |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage | 3 ▲ | Indicateur en niveaux 1 et 2, voir les fiches CTIFL |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule | 3 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais connaissance des cerises « picota » et mesure de l'adhérence |
| Fruits | Longueur pédoncule | 3 ▲ | Indicateur DHS, longueur avec un pied a coulisse |
| Bioagresseurs | Monilia | 4 ▲ | Indicateur en niveaux 1 et 2 pour certains bioagresseurs, voir les fiches CTIFL Mais connaissances trop minces... |
| Bioagresseurs | Puceron noir | 4 ▲ | |
| Bioagresseurs | Rhagoletis | 4 ▲ | |
| Bioagresseurs | Suzukii | 4 ▲ | |
| Bioagresseurs | Chancre bactérien | 3 ▲ | |
| Bioagresseurs | Cylindrosporiose | 3 ▲ | |
| Bioagresseurs | Cossus | 3 ▲ | |

5. Diversité disponible

- Origine du cerisier

- séparation de *P. avium* : 5 millions d'années (merisier)
- glaciation (refuges : Espagne, Italie, Roumanie) : 20 000 ans
- merisier consommé autour du Danube : 6 000 ans



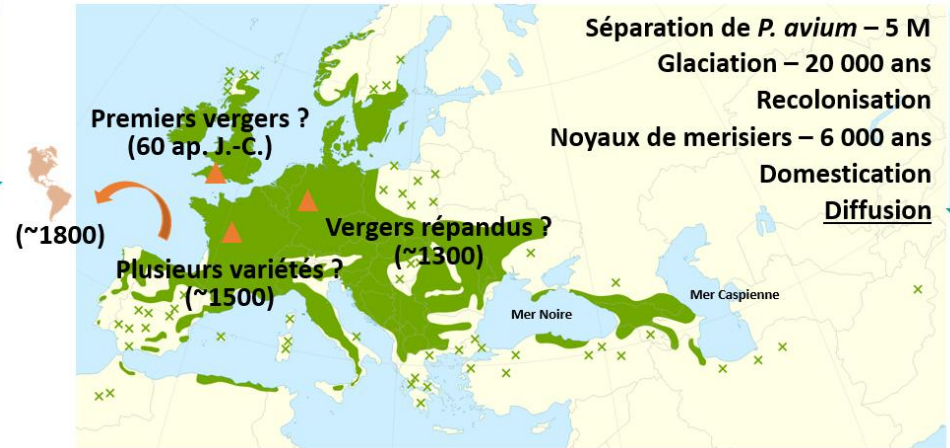
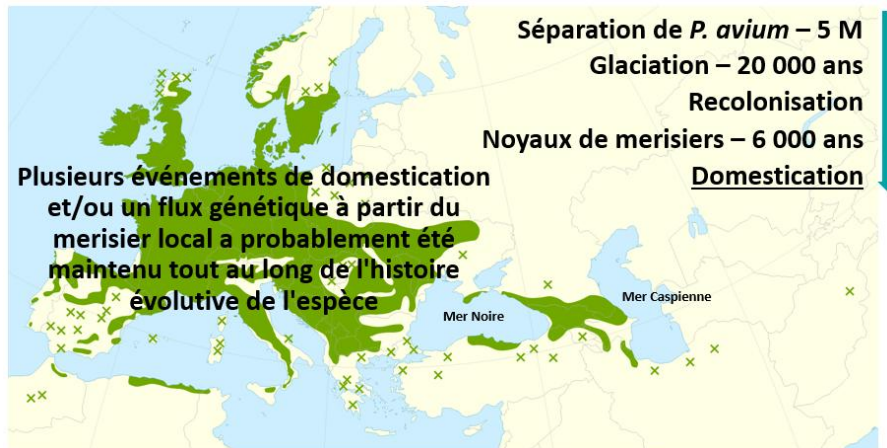
5. Diversité disponible

- Domestication

→ plusieurs évènements multi locaux + flux de gènes (merisier/cerisier)

- Diffusion

→ Romains, greffage, plusieurs cultivars dès le XVI^e, USA au XIX^e



5. Diversité disponible

Variété 'Bing' - 1875



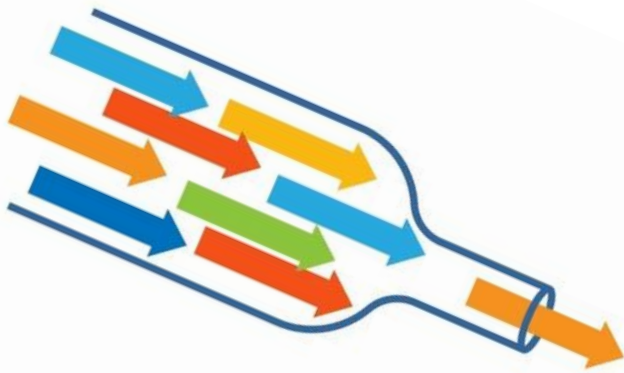
Seth Lewelling



5. Diversité disponible



Variétés locales



Variétés modernes

Nombre restreint en production



'0900 Ziraat'

Parents restreints

- 🇫🇷 'Bedel' ('Starking Hardy Giant' x 'Burlat')
- 🇺🇸 'Bing' ('Black Republican' x 'Napoleon')
- 🇮🇹 'Black Star' ('Lapins' x 'Burlat')
- 🇺🇸 'Brooks' ('Rainier' x 'Burlat')
- 🇺🇸 'Chelan' ('Stella' x 'Beaulieu')
- 🇮🇹 'Grace Star' ('Burlat' x ?)
- 🇨🇳 'Hongdeng' ('Napoleon' x 'Governor Wood')
- 🇨🇦 'Lapins' ('Van' x 'Stella')
- 🇺🇸 'Rainier' ('Bing' x 'Van')
- 'Satonishiki' ('Royal Ann' x 'Governor Wood')
- 🇨🇦 'Sumele' ('Lapins' x ('Van' x 'Stella'))
- 🇨🇦 'Summit' ('Van' x 'Sam')
- 🇷🇺 'Vanda' ('Van' x 'Kordia')

INRAE

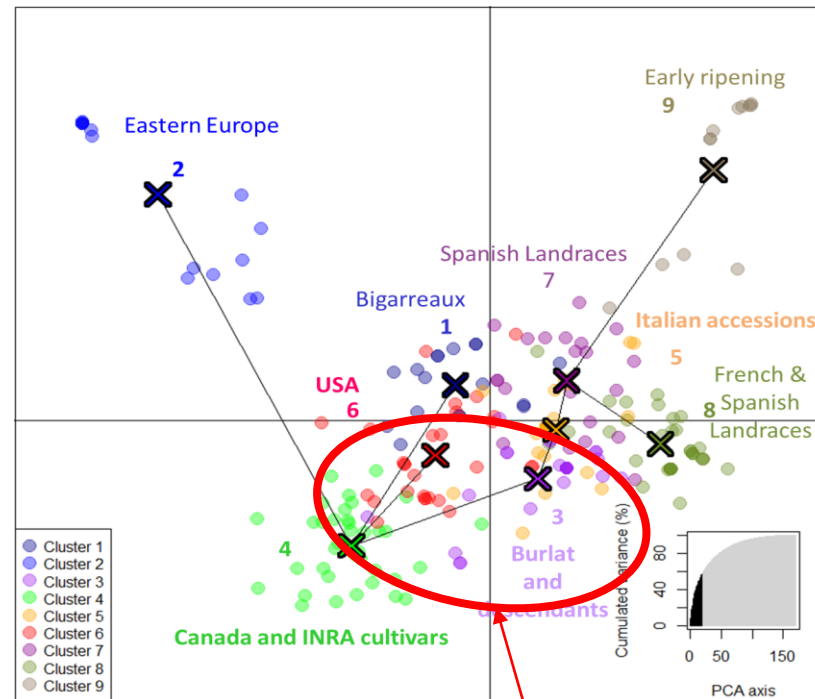
Idéotypage des espèces fruitières / Focus cerisier
José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

5. Diversité disponible

DAPC → Discriminant analysis of principal component (Campoy et al., 2016)

- 1 - Bigarreux
- 2 - Europe de l'Est
- 3 - Burlat
- 4 - Canada/INRAE
- 5 - Italie
- 6 - USA
- 7 - Espagne (landraces)
- 8 - France/Espagne (landraces)
- 9 - Maturité précoce

9 groupes



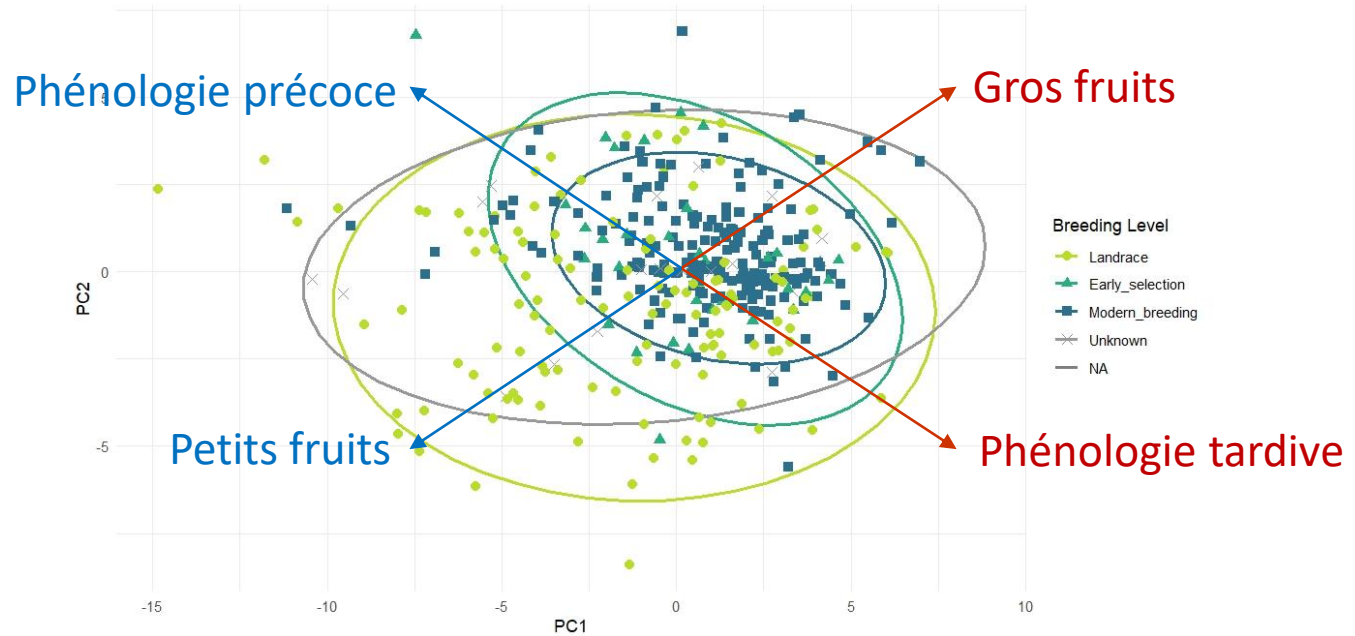
Géniteurs des principaux programmes de sélection chez le cerisier



INRAE

Idéotypage des espèces fruitières / Focus cerisier
José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

5. Diversité disponible



5. Diversité disponible

- Programmes d'amélioration nord-américains
 - ensemble restreint de géniteurs
- Maximiser la diversité génétique
 - éviter la consanguinité des cultivars modernes populaires
 - intégrer des variétés locales (ex: 'Cristobalina' : faibles besoins en froid et auto-fertilité)
- Difficultés
 - floraison et auto-incompatibilité pollinique
 - allèles défavorables dominants (calibre)



6. Génétique quantitative

Quelles sont les zones du genome en lien avec les caractères ?

| | QTLs | GWAS |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Type de population | Populations contrôlées souvent issues de croisements (ex : F ₁) | Populations naturelles ou collections d'individus non apparentés |
| Principe | Suivre la ségrégation des marqueurs et du caractère dans une descendance connue | Rechercher des associations statistiques entre SNPs et caractère dans une population sans croisement dirigé |
| Recombinaisons | Limitées à celles issues du croisement initial | Accumulation de nombreuses recombinaisons historiques |
| Résolution | Moyenne (régions chromosomiques) | Elevée (niveau du gène ou SNP causal si grande densité de marqueurs) |
| Limitation | Dépendance d'un croisement spécifique | Risque de fausses associations (structure de la population) |



6. Génétique quantitative

QTLs

- Zhang et al., 2010 – fruit size
- Sooriyapathirana et al., 2010 – fruit skin and flesh color
- Dirlewanger et al., 2012 – flowering and maturity dates
- De Franceschi et al., 2013 – fruit size
- Rosyara et al., 2013 – fruit size
- Castède et al., 2014 – flowering date and chill/heat requirements
- Quero-Garcia et al., 2014 – flowering/ripening dates, fruit cracking, weight and firmness
- Campoy et al., 2014 – fruit firmness and weight
- Wang et al., 2015 – trunk diameter
- Castède et al., 2015 – Bud dormancy and flowering time (fine mapping)
- Isuzugawa et al., 2019 – harvest date
- Cai et al., 2019 – fruit firmness
- Calle et al., 2020 – bloom time in low chilling cultivars
- Calle et al., 2020 – fruit size and firmness
- Calle & Wünsch, 2020 – maturity date, fruit size, weight, firmness, sugar and acid content
- Calle et al., 2021 – phenolic compounds and fruit color
- Quero-Garcia et al., 2021 – fruit cracking
- Branchereau et al., 2022 – flowering date (fine mapping)
- Branchereau et al., 2023 – flowering date (QTL-by-environment interactions)
- Gracia et al., 2025 – sugar and acid content

GWAS

- Crump et al., 2020 – fruit cracking and firmness
- Donkpegan et al., 2023 – fruit quality
- Holusova et al., 2023 – fruit maturity and quality



6. Génétique quantitative

QTLs

- Zhang et al., 2010 – fruit size
- Sooriyapathirana et al., 2010 – fruit skin and flesh color
- Dirlewanger et al., 2012 – flowering and maturity dates
- De Franceschi et al., 2013 – fruit size
- Rosyara et al., 2013 – fruit size
- Castède et al., 2014 – flowering date and chill/heat requirements
- Quero-Garcia et al., 2014 – flowering/ripening dates, fruit cracking, weight and firmness
- Campoy et al., 2014 – fruit firmness and weight
- Wang et al., 2015 – trunk diameter
- Castède et al., 2015 – bud dormancy and flowering time (fine mapping)
- Isuzugawa et al., 2019 – harvest date
- Cai et al., 2019 – fruit firmness
- Calle et al., 2020 – bloom time in low chilling cultivars
- Calle et al., 2020 – fruit size and firmness
- Calle & Wünsch, 2020 – maturity date, fruit size, weight, firmness, sugar and acid content
- Calle et al., 2021 – phenolic compounds and fruit color
- Quero-Garcia et al., 2021 – fruit cracking
- Branchereau et al., 2022 – flowering date (fine mapping)
- Branchereau et al., 2023 – flowering date (QTL-by-environment interactions)
- Gracia et al., 2025 – sugar and acid content

GWAS

- Crump et al., 2020 – fruit cracking and firmness
- Donkpegan et al., 2023 – fruit quality
- Holusova et al., 2023 – fruit maturity and quality



6. Génétique quantitative

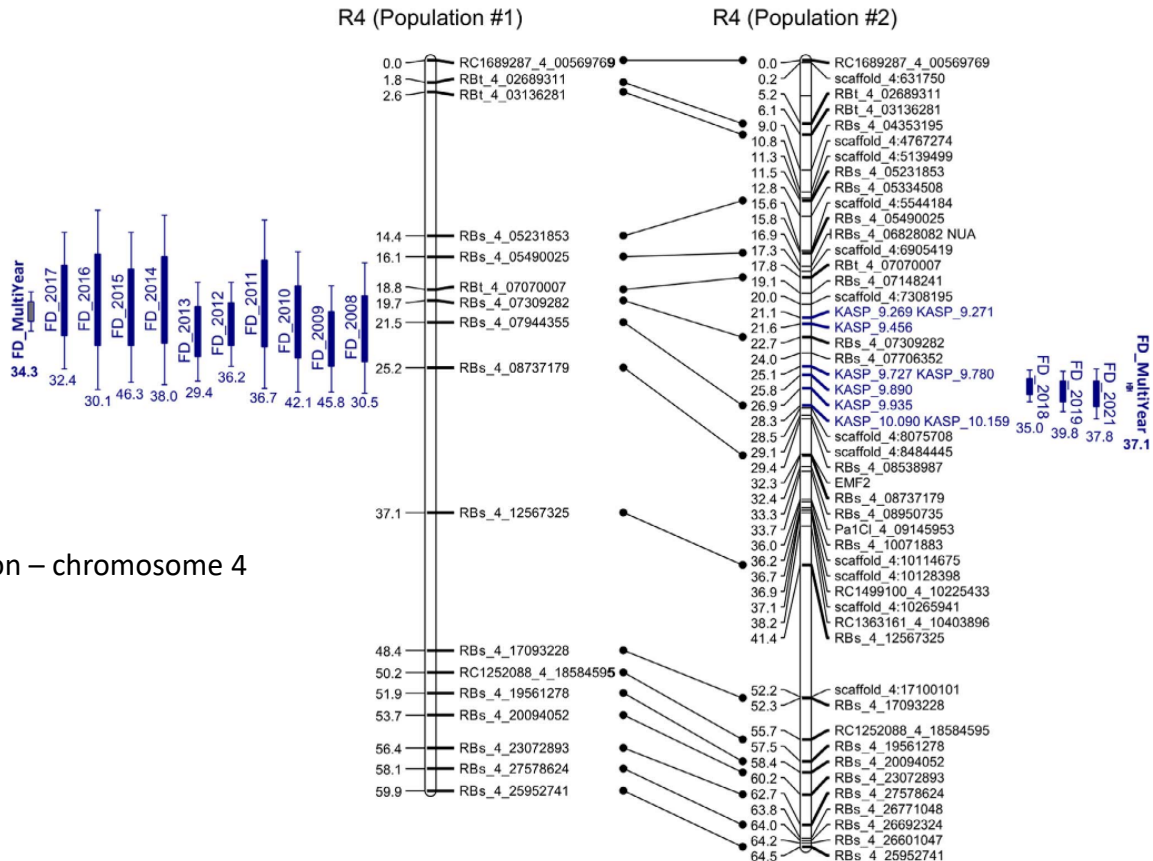
Héritabilité des caractères

| $H^2 > 0.85$ | $H^2 < 0.65$ |
|--------------------------------------------|-----------------------------|
| Poids du fruit | Productivité |
| Date de débourrement | Eclatement |
| Dates de début, pleine et fin de floraison | Teneur en sucres et acidité |
| Couleur de la peau et de la chair | |
| Fermeté | |
| | |

6. Génétique quantitative

Phénologie

Branchereau et al., 2022



Date de floraison – chromosome 4



INRAE

Idéotypage des espèces fruitières / Focus cerisier
 José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

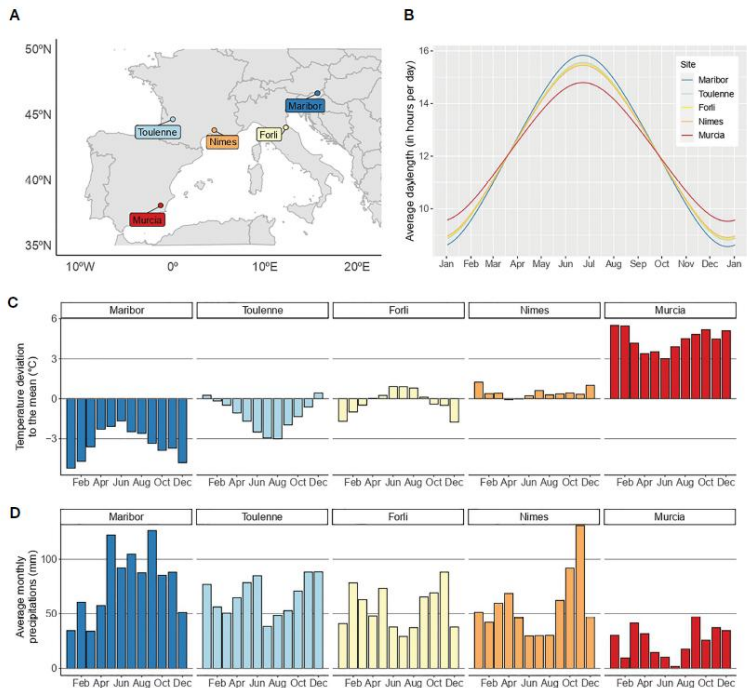
6. Génétique quantitative

Phénologie

| Caractère | Référence | Chromosomes | |
|------------------------|--------------------------|-----------------|-----|
| Date de floraison | Dirlewanger et al., 2012 | 1,2,3,4,5,6,7 | 1,4 |
| | Castède et al., 2014 | 1,2,3,4,5,6,7,8 | |
| | Calle & Wünsch, 2020 | 1,2,4,5,7 | |
| | Branchereau et al., 2022 | 1,2,3,4,5,6,7,8 | |
| Besoins en froid/chaud | Castède et al., 2014 | 1,2,3,4,6,7,8 | 4 |
| Date de maturité | Dirlewanger et al., 2012 | 1,4,5 | 4 |
| | Calle & Wünsch, 2020 | 1,2,3,4,5 | |



6. Génétique quantitative



Maribor

Murcie

QTL x E

| LG | L (cM) | CI 95% (cM) | PVE mean in each location (%) | | | | | PVE overall mean (%) | QTL x E - Multi-QTL model | |
|----|--------|-------------|-------------------------------|---------------|--------------|-------------|----------------|----------------------|---------------------------|-----------------|
| | | | Forli (4 y) | Maribor (3 y) | Murcia (4 y) | Nimes (4 y) | Toulonne (5 y) | | P-value QTL main effect | P-value QTL x E |
| | | | | | | | | | | |
| R3 | 47.6 | 36.2-59.0 | 1.4 | 0.6 | 4.8 | 2.2 | 2.5 | 2.4 | 0.098975 | 0.1786204 |
| R4 | 29.4 | < 0.5 cM | 20.1 | 36.1 | 3.6 | 23.2 | 24.6 | 20.9 | < 2.2e-16 *** | 1.628e-09 *** |
| R7 | 60.3 | 21.8-70.4 | 1.5 | 1.2 | 5.1 | 0.8 | 1.6 | 2.0 | 0.0221818 * | 0.1879125 |
| L1 | 145.9 | 136.9-152.2 | 7.7 | 3.1 | 14.8 | 3.3 | 6.2 | 7.2 | 1.512e-10 *** | 0.0002322 *** |
| L6 | 16.0 | 8.6-23.4 | 5.5 | 2.9 | 3.2 | 10.2 | 12.4 | 7.3 | 6.909e-05 *** | 0.0027840 ** |

QTL du Chr4: plus grand effet à Maribor

QTL du Chr1: plus grand effet à Murcie



INRAE

Idéotypage des espèces fruitières / Focus cerisier
José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

6. Génétique quantitative

Qualité du fruit

| Caractère | Référence | Chromosomes | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------|
| Poids/taille du fruit | Zhang et al., 2010 | 2,6 | 1,2,3,5 |
| | Rosyara et al., 2023 | 1,2,3,6 | |
| | Campoy et al., 2014 | 1,2,3,4,5,6,7,8 | |
| | Calle & Wünsch, 2020 | 1,2,5 | |
| | Calle et al., 2020 | 1,3 | |
| | Holusova et al., 2023 | 2 | |
| Fermeté | Campoy et al., 2014 | 1,2,3,4,5,6,7,8 | 1,2,4,5,6 |
| | Cai et al., 2019 | 4 | |
| | Calle & Wünsch, 2020 | 4,6 | |
| | Calle et al., 2020 | 1,6 | |
| | Crump et al., 2020 | 1,3 | |
| | Holusova et al., 2023 | 2,4 | |



6. Génétique quantitative

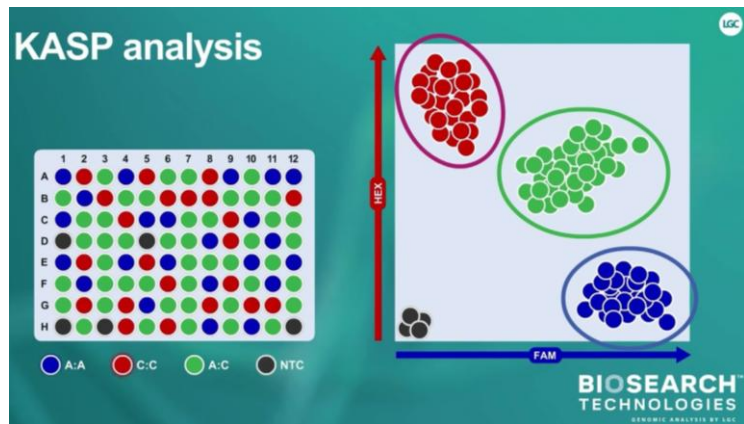
Qualité du fruit

| Caractère | Référence | Chromosomes | |
|--------------------------|-------------------------------------------------|----------------------|---------|
| Eclatement | Quero-Garcia et al., 2021 Crump et al., 2020 | 1,2,3,4,5,6,7 1,5 | 1,2,4,5 |
| Sucres | Calle & Wünsch, 2020 Gracia et al., 2025 | 3,4 1,3,4 | 4 |
| Acidité | Calle & Wünsch, 2020 Gracia et al., 2025 | 6 1,3,6,8 | 6 |
| Couleur (chair/épiderme) | Calle et al., 2021 Holusova et al., 2023 | 3 3 | 3 |
| Productivité | Quero-Garcia et al., 2019 | 1,6 | 1,6 |



6. Génétique quantitative

Phénologie et taille/qualité du fruit → levier génétique mobilisé à INRAE



| Caractère | Marqueurs validés disponibles |
|-------------------|-------------------------------|
| Date de floraison | 2 KASP (chromosome 4) |
| Poids | 1 KASP (chromosome 2) |
| Fermeté | 1 KASP (chromosome 4) |
| Eclatement | 2 KASP (chromosome 5) |
| Productivité | 2 KASP (chromosome 6) |

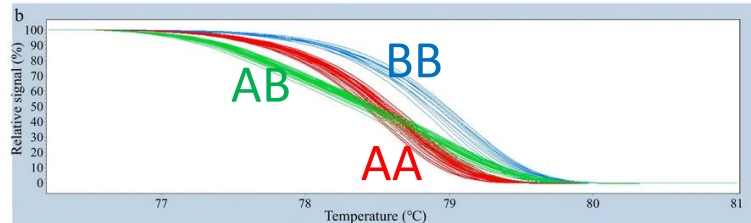
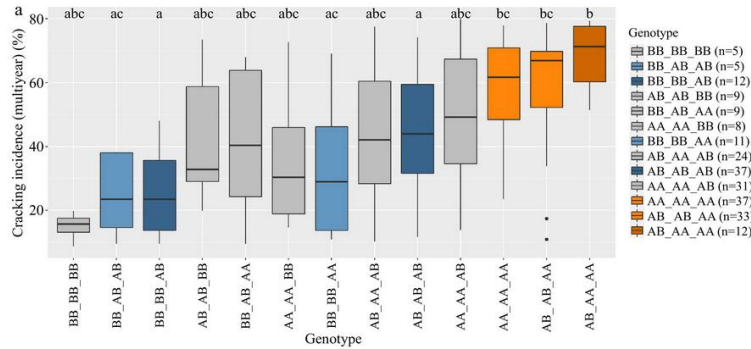


Mais manque de connaissances en GQ concernant les bioagresseurs !

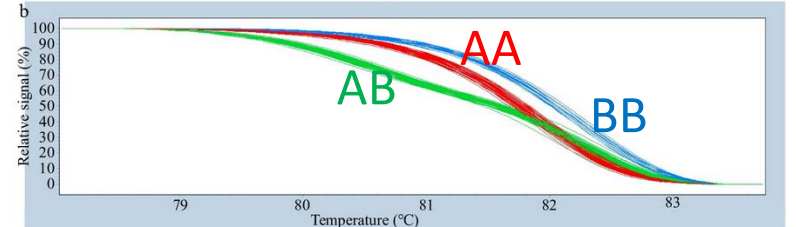
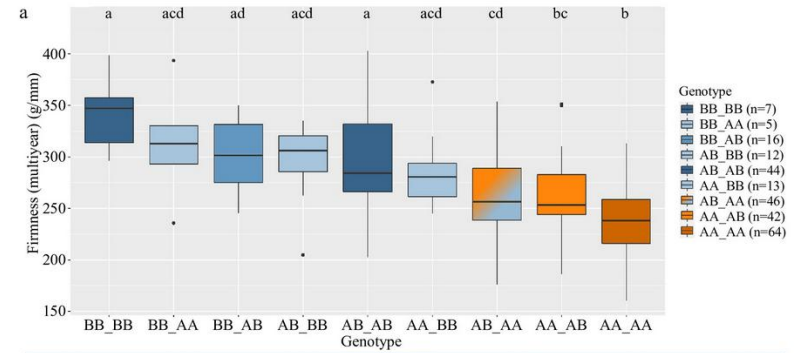
6. Génétique quantitative

Qualité du fruit → levier génétique mobilisé à Washington State University

Eclatement (chromosomes 1+5)



Fermeté (chromosomes 1+3)



marqueur 1 (A/G), marqueur 2 (C/T),
→ haplotype = AA/CC, AG/CT, AA/TT, etc.



6. Génétique quantitative

Locus de compatibilité pollinique et couleur du fruit → caractères monogéniques



Allèles communs (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S9)

Allèle d'auto-compatibilité (S4')

DNA TESTS FOR CHERRY

Pav-S-common
Cross-Compatibility

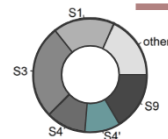
Many sweet cherry cultivars are not able to set a crop through self-pollination. These "self-incompatible" cultivars must be planted with a genetically different cherry cultivar (a pollinizer) that will provide the "compatible" pollen required for fruit set. Other cultivars are self-fertile and do not require a pollinizer.

Genetics of the Trait

The ability of cherry pollen to grow down the flower style is controlled by the S locus. Each cultivar has two S-alleles and each pollen grain carries one of these. Flowers cannot be pollinated by pollen from any source that carries either of those two alleles, including its own. Due to inbreeding in the narrow gene pool of North America, many pairs of cultivars share the same two S-alleles (same S-genotypes) and thus are cross-incompatible. The exception is the S4' allele, which confers self-fertility. Effectively, S4' acts as "stealth pollen" that can pollinate anything including flowers of the cultivar it came from.

Cross-incompatible cultivars with the same S-genotypes are placed in the same "Incompatibility Group" and cannot fertilize each other successfully.

Although dozens of S-alleles are known, some are very common. The S4' allele is increasing in frequency as breeders often strive to develop self-fertile cultivars.



S-allele frequencies in public U.S. cultivars. "Other" includes S2, S5, S6 and other rare alleles

| Genotype | Example Cultivar | Trait Level |
|----------|------------------|--------------------------------|
| S1 S4 | Rainier | Group IX, requires pollinizer |
| S1 S4' | Lapins | self-fertile |
| S3 S4 | Bing | Group III, requires pollinizer |
| S4' S9 | Glacier | self-fertile |

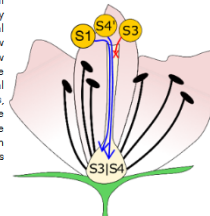
*CPRCT040b is adapted from a previous test developed by researchers at INRA, France

DNA TESTS FOR CHERRY

Pav-S-common
Cross-Compatibility

When to Assay

Although the S-genotypes are well known for most sweet cherry cultivars, every new individual created by breeding is a new unknown. S-genotypes of new cultivar releases should be determined prior to commercial planting. Before planning crosses, all prospective parents should be S-genotyped to avoid incompatible combinations. The DNA test can also identify self-fertile seedlings within breeding families.



Predictive Capacity

This DNA test robustly detects the common S-alleles of S1, S2, S3, S4, S4', S5, S6, and S9. Most rare S-alleles are not detected and result in null alleles. For example, an S3 | S2 tree would only show the S3 allele with this test. To detect other alleles requires different DNA testing with allele-specific primers.

Technical Details

Two simple PCR-based assays are multiplexed in this DNA test: Pav-S-universal that detects all of the common alleles in U.S. germplasm, and Pav-S4'-indel that distinguishes self-fertility-providing S4' from the regular S4. For more details on this DNA test, other cherry tests, or tests for other rosaceous crops, visit www.rosbreed.org/breeding/dna-testing.

RosBREED

Combining disease resistance with horticultural quality in new rosaceous cultivars



Look For Updates!
31 DEC 2017

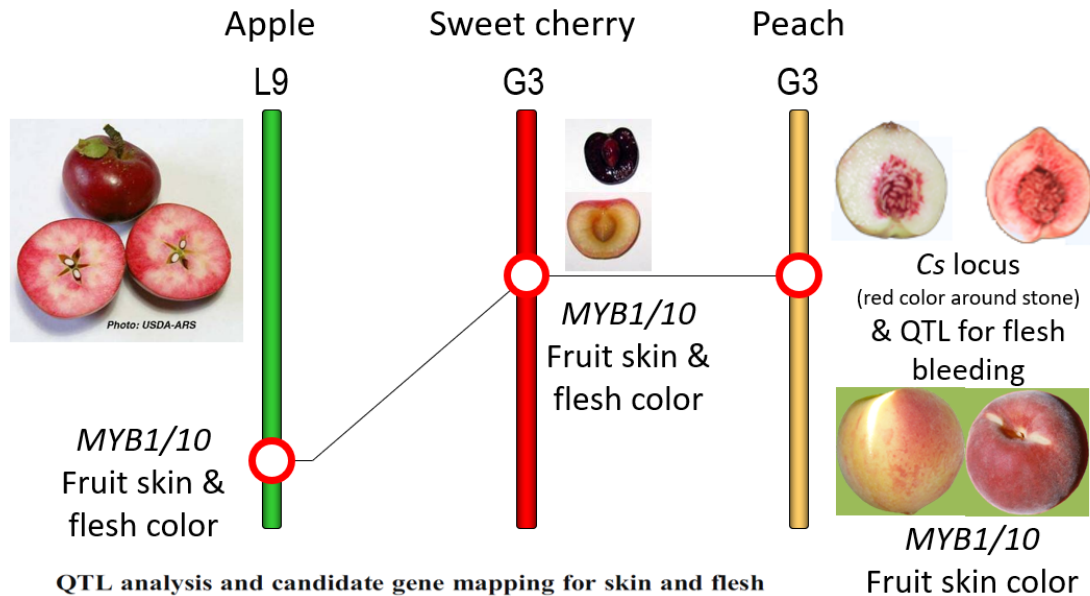


INRAE

Idéotype des espèces fruitières / Focus cerisier
José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

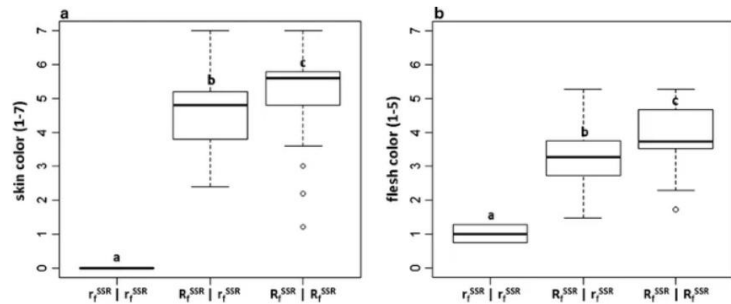
6. Génétique quantitative

Locus de compatibilité pollinique et couleur du fruit → caractères monogéniques



QTL analysis and candidate gene mapping for skin and flesh color in sweet cherry fruit (*Prunus avium* L.)

Suneth S. Sooriyapathirana · Amjad Khan · Audrey M. Sebolt · Dechun Wang · Jill M. Bushakra · Kui Lin-Wang · Andrew C. Allan · Susan E. Gardiner · David Chagné · Amy F. Iezzoni



INRAE

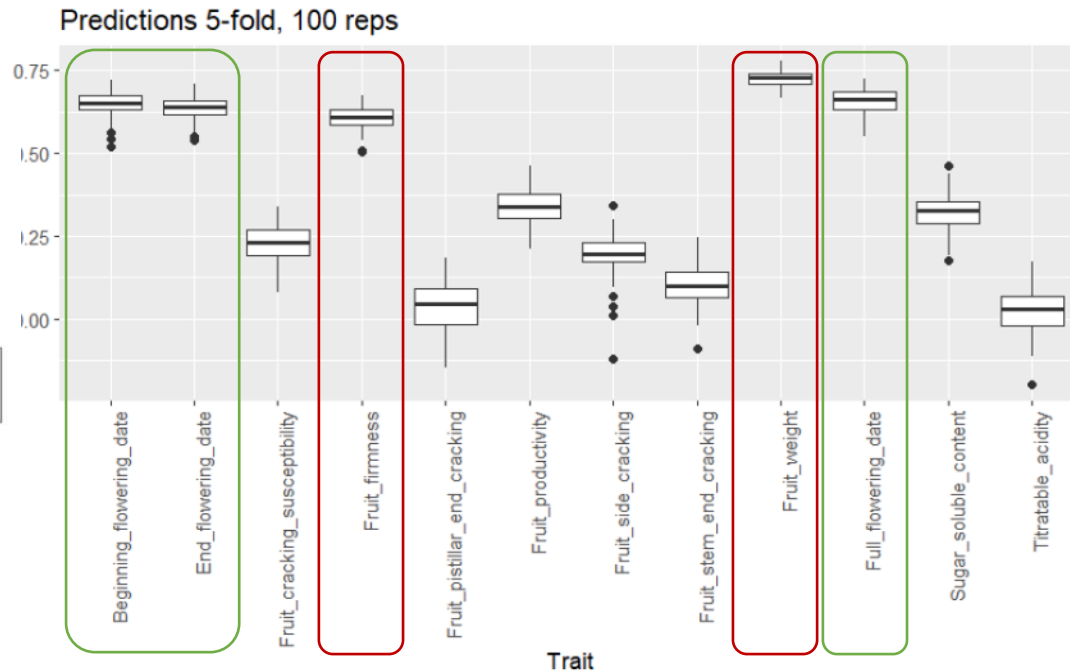
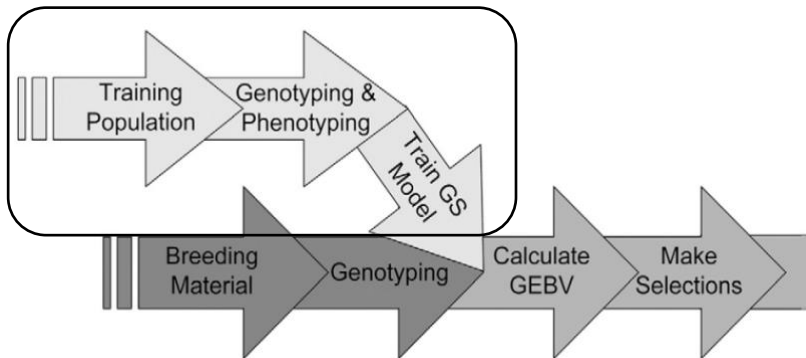
Idéotype des espèces fruitières / Focus cerisier
José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

6. Génétique quantitative

Autres méthodologies = prédiction génomique

Phénologie
Qualité du fruit

Entraînement d'un modèle de PG sur une core-collection de 116 individus et ~1,200 SNPs



INRAE

Idéotypage des espèces fruitières / Focus cerisier
José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

6. Génétique quantitative

Autres méthodologies = prédiction phénomique

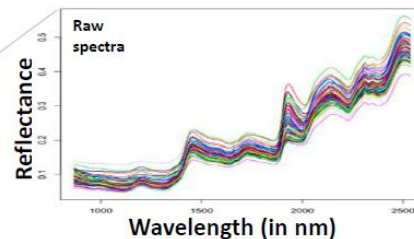


How phenomic prediction works?

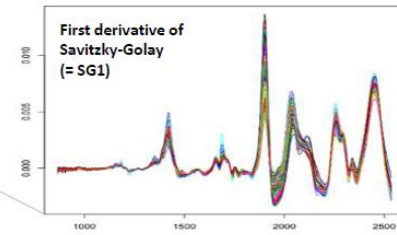
Hypothesis

Spectra are able to capture genetic relatedness as SNPs do

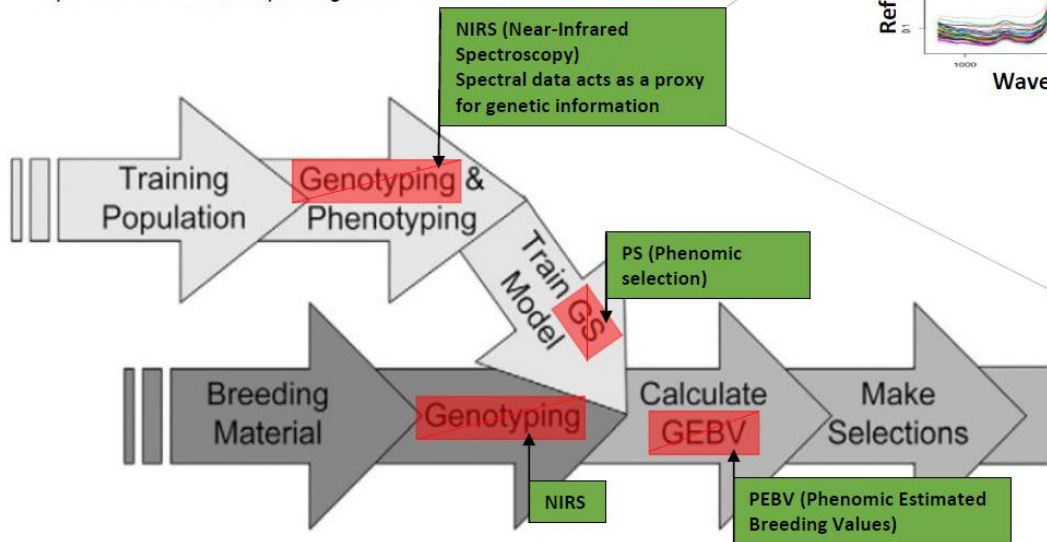
NIRS (Near-Infrared Spectroscopy)
Spectral data acts as a proxy for genetic information



Signal processing



| Geno | X867,45 | X868,06 | X868,66 | [...] | X2525,25 | X2530,36 | X2535,49 |
|-------|---------|---------|---------|-------|----------|----------|----------|
| VO088 | 0,0803 | 0,0802 | 0,0804 | [...] | 0,4753 | 0,4740 | 0,4726 |
| VO089 | 0,0796 | 0,0795 | 0,0795 | [...] | 0,5055 | 0,5034 | 0,5012 |
| VO167 | 0,0930 | 0,0929 | 0,0929 | [...] | 0,4697 | 0,4679 | 0,4661 |
| VO175 | 0,0817 | 0,0819 | 0,0819 | [...] | 0,4952 | 0,4935 | 0,4917 |
| VO254 | 0,0818 | 0,0820 | 0,0822 | [...] | 0,4672 | 0,4666 | 0,4659 |
| VO262 | 0,0918 | 0,0918 | 0,0918 | [...] | 0,4891 | 0,4876 | 0,4859 |
| VO284 | 0,1055 | 0,1053 | 0,1053 | [...] | 0,5266 | 0,5245 | 0,5222 |
| VO305 | 0,0864 | 0,0863 | 0,0864 | [...] | 0,4870 | 0,4858 | 0,4845 |
| VO370 | 0,0962 | 0,0962 | 0,0964 | [...] | 0,5035 | 0,5018 | 0,5000 |
| VO372 | 0,0970 | 0,0970 | 0,0969 | [...] | 0,5198 | 0,5177 | 0,5156 |
| VO892 | 0,0966 | 0,0966 | 0,0964 | [...] | 0,5072 | 0,5050 | 0,5028 |
| VO896 | 0,1028 | 0,1029 | 0,1031 | [...] | 0,5181 | 0,5160 | 0,5138 |
| VO897 | 0,0900 | 0,0900 | 0,0899 | [...] | 0,5277 | 0,5257 | 0,5235 |
| VO935 | 0,1076 | 0,1074 | 0,1072 | [...] | 0,5119 | 0,5092 | 0,5065 |



INRAE

Idéotypage des espèces fruitières / Focus cerisier
José Quero-García & Anthony Bernard / UMR 1332 BFP

7. Verrous

- Phénotypage de la tolérance aux bioagresseurs pour des travaux de GQ → exemple de Monilia
- Poids et fermeté en corrélation négative et colocalisation de QTLs sur le chromosome 5
- Idem pour date de maturité et fermeté (tardif = ferme) sur le chromosome 4



8. Leviers

| | | | |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arbre | Mise à fruit rapide | 4 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais nouvelle grille de 1 a 5 proposée |
| Arbre | Productivité (taux de nouaison, chute physio) | 4 ▲ | Indicateur global en niveaux 1 et 2, puis possibilité de peser tous les fruits récoltés |
| Arbre | Besoins en froid | 4 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais calcul des portions de froid (évolution des modèles ?) |
| Arbre | Régularité de production / Alternance | 3 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais possible d'évaluer si données sur plusieurs années et plusieurs sites |
| Arbre | Rusticité (résilience? adaptation au terroir ? facilité de conduite ?) | 3 ▲ | Mesure de la résilience ? |
| Arbre | Auto-fertilité | 3 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais connaissance des variétés auto-fertiles |
| Arbre | Fertilité (taux de nouaison) | 3 ▲ | / |
| Arbre | Besoins en chaud | 3 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais calcul des degrés-jour de croissance (évolution des modèles ?) |
| Arbre | Tolérance aux chaleurs estivales / Variations climatiques | 3 ▲ | Mesure de la résilience ? |
| Arbre | Fruits doubles | 3 ▲ | Indicateur global en niveaux 1 et 2, puis connaissance des variétés tolérantes |
| Fruits | Fermeté | 4 ▲ | Indicateur DHS, au toucher ou avec le Durofel |
| Fruits | Eclatement | 4 ▲ | Indicateur en niveaux 1 et 2, puis test d'immersion et différenciation des types (pôles, joue) |
| Fruits | Qualité gustative / Sucres, acides, arômes, propriétés phytochimiques, goût | 4 ▲ | Indicateurs DHS pour les sucres (%Brix) et l'acidité (mEq/100ml), ou GC/LC-MS + analyse sensorielle |
| Fruits | Homogénéité de maturité | 3 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais estimation du pourcentage de chaque couleur sur plusieurs fruits possible |
| Fruits | Calibre | 3 ▲ | Indicateurs DHS, pour le calibre et les dimensions, avec un pied à coulisse |
| Fruits | Homogénéité | 3 ▲ | / |
| Fruits | Couleur (homogénéité) / Segmentation | 3 ▲ | Indicateur DHS pour la gamme de rouge, ou colorimètre RGB ? |
| Fruits | Gamme bicolore | 3 ▲ | / |
| Fruits | Brillance | 3 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais brillancemètre ? |
| Fruits | Fruits récoltés sans pédoncule | 3 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais connaissance des cerises « picota » et mesure de l'adhérence |
| Fruits | Sensibilité aux chocs, marquage | 3 ▲ | Indicateur en niveaux 1 et 2, voir les fiches CTIFL |
| Fruits | Dessèchement / Arrachement pédoncule | 3 ▲ | Pas d'indicateur DHS, mais connaissance des cerises « picota » et mesure de l'adhérence |
| Fruits | Longueur pédoncule | 3 ▲ | Indicateur DHS, longueur avec un pied a coulisse |
| Bioagresseurs | Monilia | 4 ▲ | Indicateur en niveaux 1 et 2 pour certains bioagresseurs, voir les fiches CTIFL Mais connaissances trop minces... |
| Bioagresseurs | Puceron noir | 4 ▲ | |
| Bioagresseurs | Rhagoletis | 4 ▲ | |
| Bioagresseurs | Suzukii | 4 ▲ | |
| Bioagresseurs | Chancre bactérien | 3 ▲ | |
| Bioagresseurs | Cylindrosporiose | 3 ▲ | |
| Bioagresseurs | Cossus | 3 ▲ | |

8. Leviers

| Critères | Indicateur | Leviers | | | | | Commentaires |
|----------|---------------------------------------------------------|-----------------------|---------|--------------|----------------|---------------------|----------------------------|
| | | Pratiques culturelles | Récolte | Post-récolte | Mat. vég. – PG | Mat. vég. – Variété | |
| Arbre | Mise à fruit rapide | X | | | X | X | PG nanisant (ex: Gisela 5) |
| | Productivité/chute physio | X | | | | X | |
| | Besoins en froid | X | | | | X | |
| | Régularité de production | X | | | | X | |
| | Rusticité/résilience | X | | | X | X | |
| | Auto-fertilité | | | | | X | Marqueur disponible |
| | Fertilité/taux de nouaison | X | | | | X | |
| | Besoins en chaud | X | | | | X | |
| | Tolérance aux variations climatiques/chaleurs estivales | X | | | X | X | |
| | Fruits doubles | X | | | | X | |



8. Leviers

| Critères | Indicateur | Leviers | | | | | Commentaires |
|----------|-------------------------------------------------|-----------------------|---------|--------------|----------------|---------------------|----------------------------|
| | | Pratiques culturelles | Récolte | Post-récolte | Mat. vég. – PG | Mat. vég. – Variété | |
| Fruits | Fermeté | X | X | | | X | Marqueur disponible |
| | Eclatement | X | | | | X | Marqueur disponible |
| | Goût/sucres/acides/arômes | X | X | | | X | |
| | Homogénéité de maturité | X | X | | | X | |
| | Calibre | X | | | | X | |
| | Couleur/homogénéité/segmentation/gamme bicolore | | X | | | X | |
| | Brillance | X | | X | | X | Filet augmente brillance ? |
| | Pédoncule | | X | | | X | |
| | Sensibilité aux chocs/marquage | | | X | | X | |



8. Leviers

| Critères | Indicateur | Leviers | | | | | Commentaires |
|---------------|-------------------|----------------------|---------|--------------|----------------|---------------------|--------------|
| | | Pratiques culturales | Récolte | Post-récolte | Mat. vég. – PG | Mat. vég. – Variété | |
| Bioagresseurs | Monilia | X | X | X | | X | |
| | Puceron noir | X | | | | X | |
| | Rhagoletis | X | X | | | | |
| | D. suzukii | X | X | | | | |
| | Chancre bactérien | X | | | X | X | |
| | Cylindrosporiose | | | | | X | |
| | Cossus | | | | | | |