

# Estimation du rendement à l'aide de capteurs et de modélisations

Projets Floating Robotics et Esti-Grappe 3D

Jean-Philippe Burdet - 25 janvier 2023

# Genèse : projet de développement d'une mécanisation des vignobles en pente





# Développement d'un robot suspendu



1<sup>er</sup> prototype (2021)



2<sup>ème</sup> prototype (2022)

# Objectifs du projet

Développer un robot viticole portable capable de travailler de manière autonome dans des vignobles difficiles d'accès.

- Il doit être assez puissant pour porter des capteurs et faire fonctionner des outils (sécateur, cisaille)
- A l'aide des capteurs, il doit être capable d'identifier et différencier les différents organes de la vigne

Tâches étudiées: effeuillage, écimage, vendange





## 2<sup>ème</sup> prototype: « Eagle »



- **Autonomie assurée par des cellules photovoltaïques**  
(possibilité d'ajouter des batteries)
- **Châssis en Aluminium et fibres de carbone**
- 4 câbles en acier inoxydable
- **Dimension: 150 x 150 x 20 cm**
- **Poids: 25 kg**
- Charge utile : 20 kg (10 kg en pente de 45%)
- Vitesse max : 2m/s (~7 km/h)
- Pente max : **45 %**
- Surface travaillée : max 50 x 50m

# Application des capteurs en viticulture

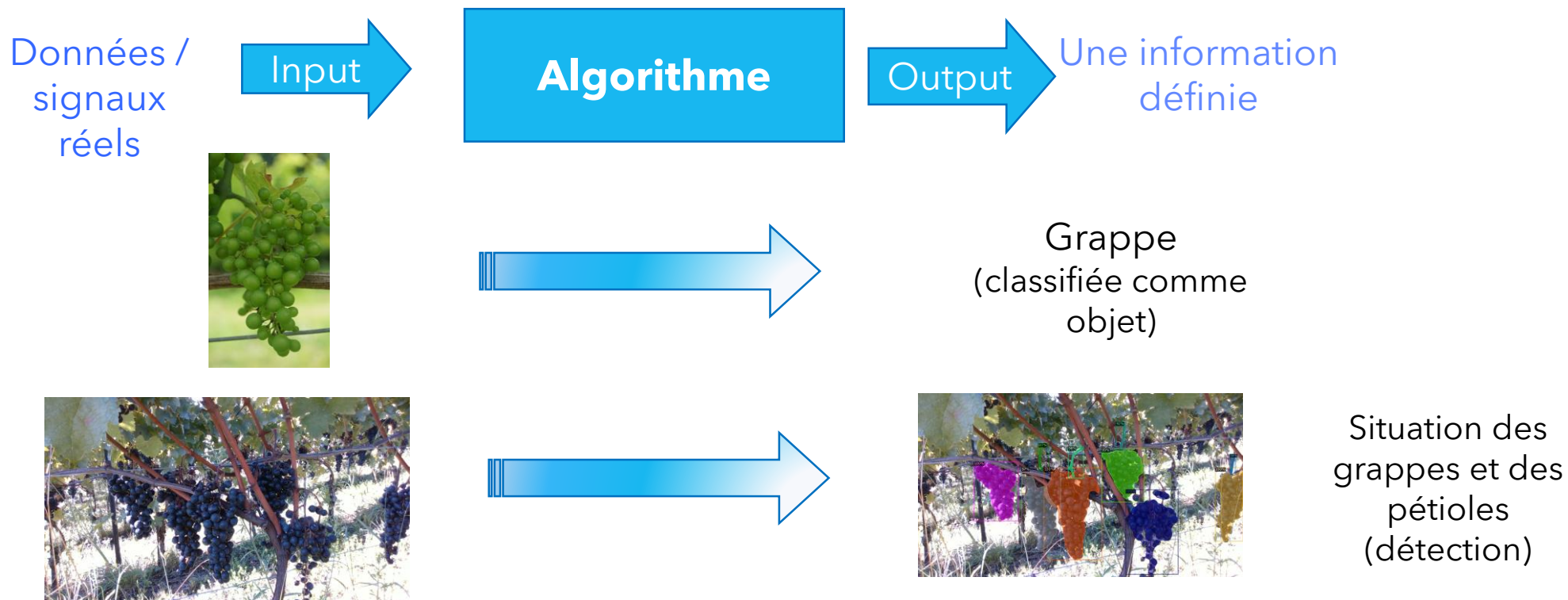
- **Détection et reconnaissance des différents organes de la vigne :**
  - Feuilles (limbe et pétiole), grappes à différents stades, rameaux (principaux et entre-cœurs) + installation de soutien
- **Récoltes d'informations** dans le vignoble :
  - Détection et identification des maladies et des carences
  - Estimation du rendement à différents stades de développement des grappes
  - Evaluation de la maturité





# Qu'est-ce que l'apprentissage automatique (*machine learning*) ?

Donner aux ordinateurs la capacité **d'apprendre à partir de données**, d'améliorer leurs performances à résoudre des tâches sans être programmés pour chacune. Les algorithmes sont améliorés par l'entraînement sur des exemples jusqu'à obtenir des résultats satisfaisants. Le principe général est le suivant:



# Exemple: détection du mildiou sur feuilles

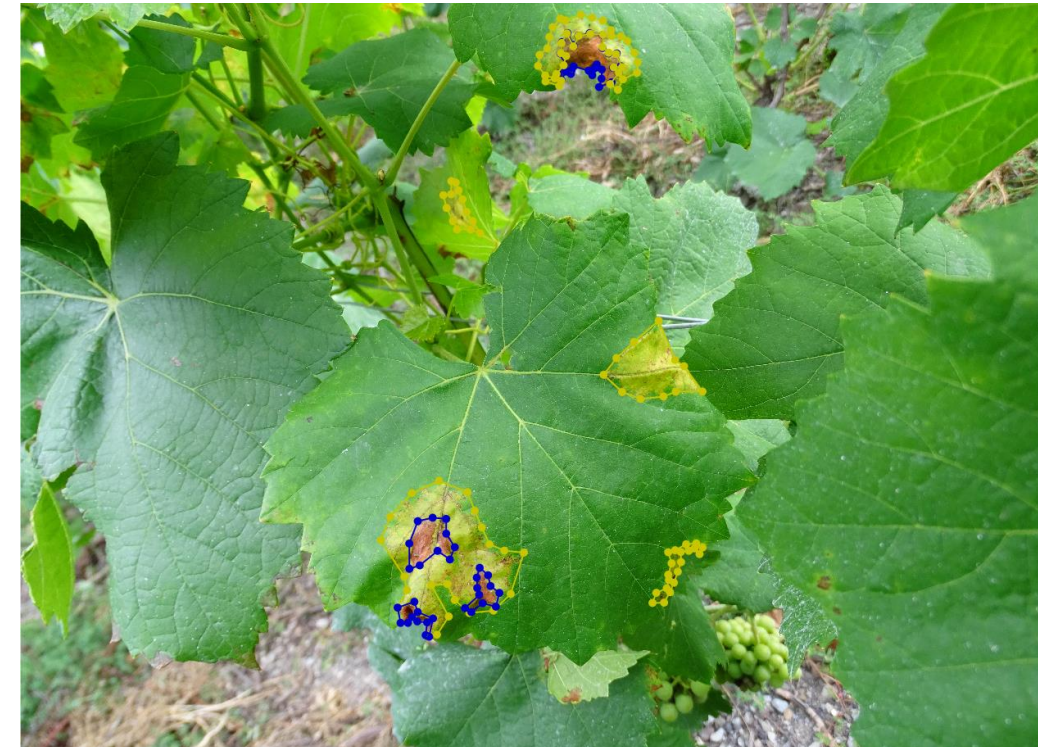
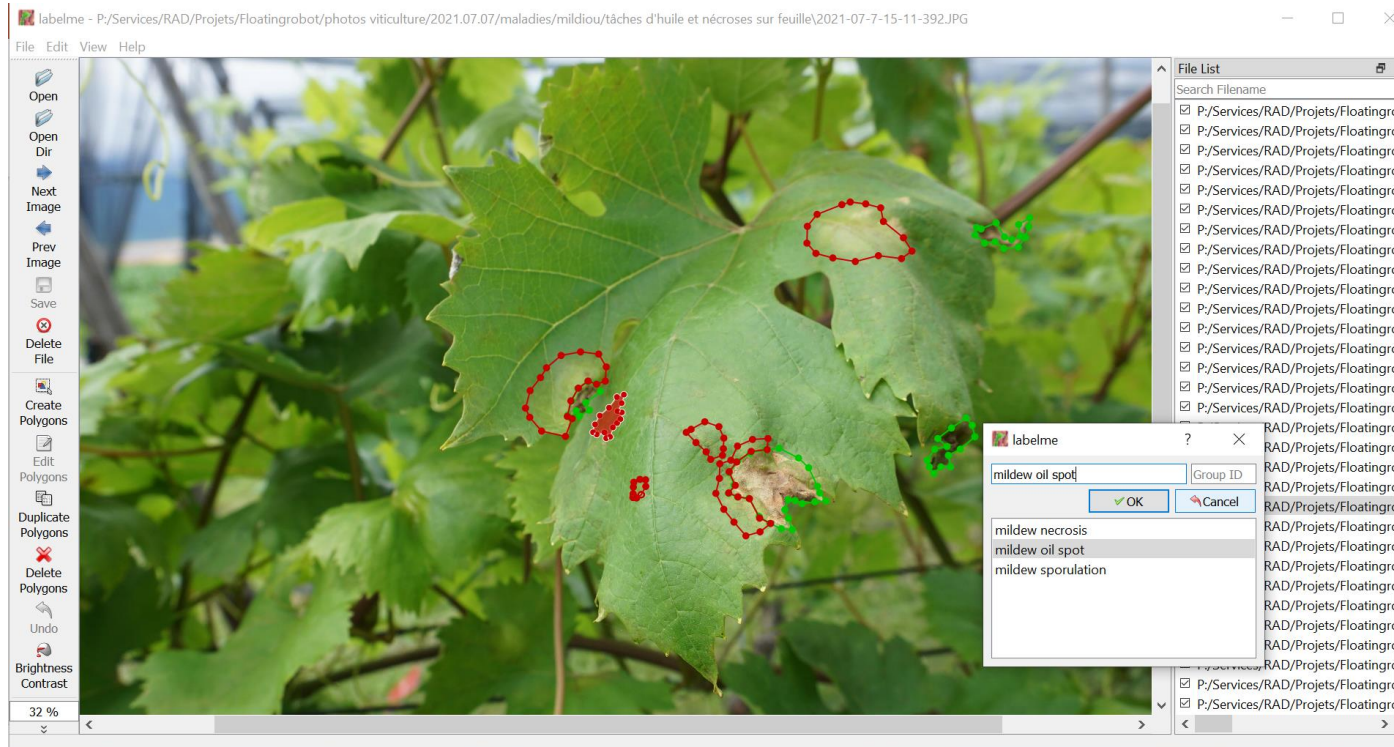
- Etape 1 : créer un catalogue de photos avec des feuilles saines et des feuilles avec symptômes





# Détection du mildiou sur feuilles

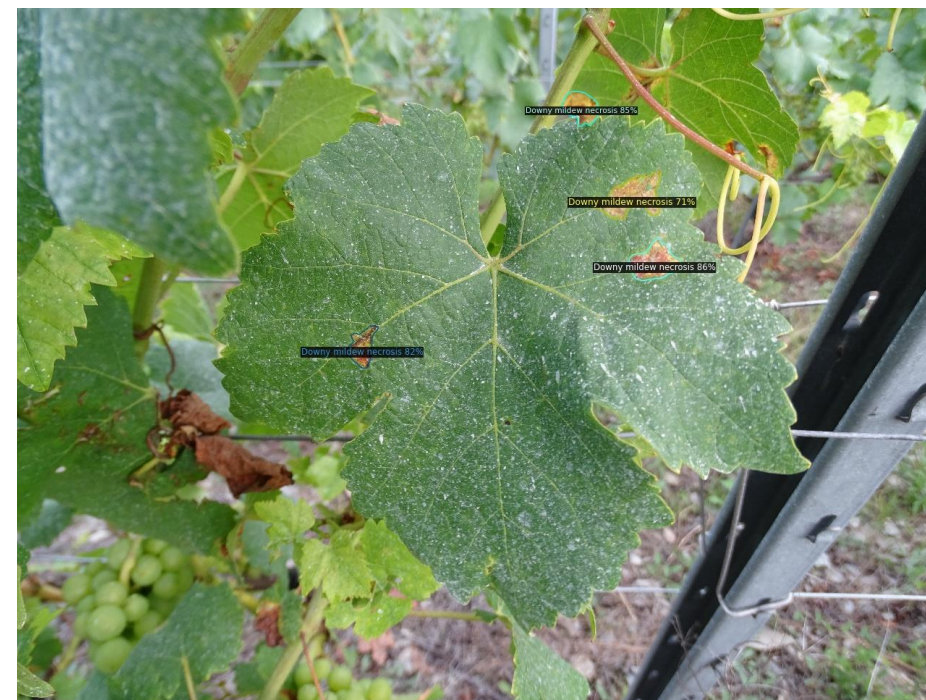
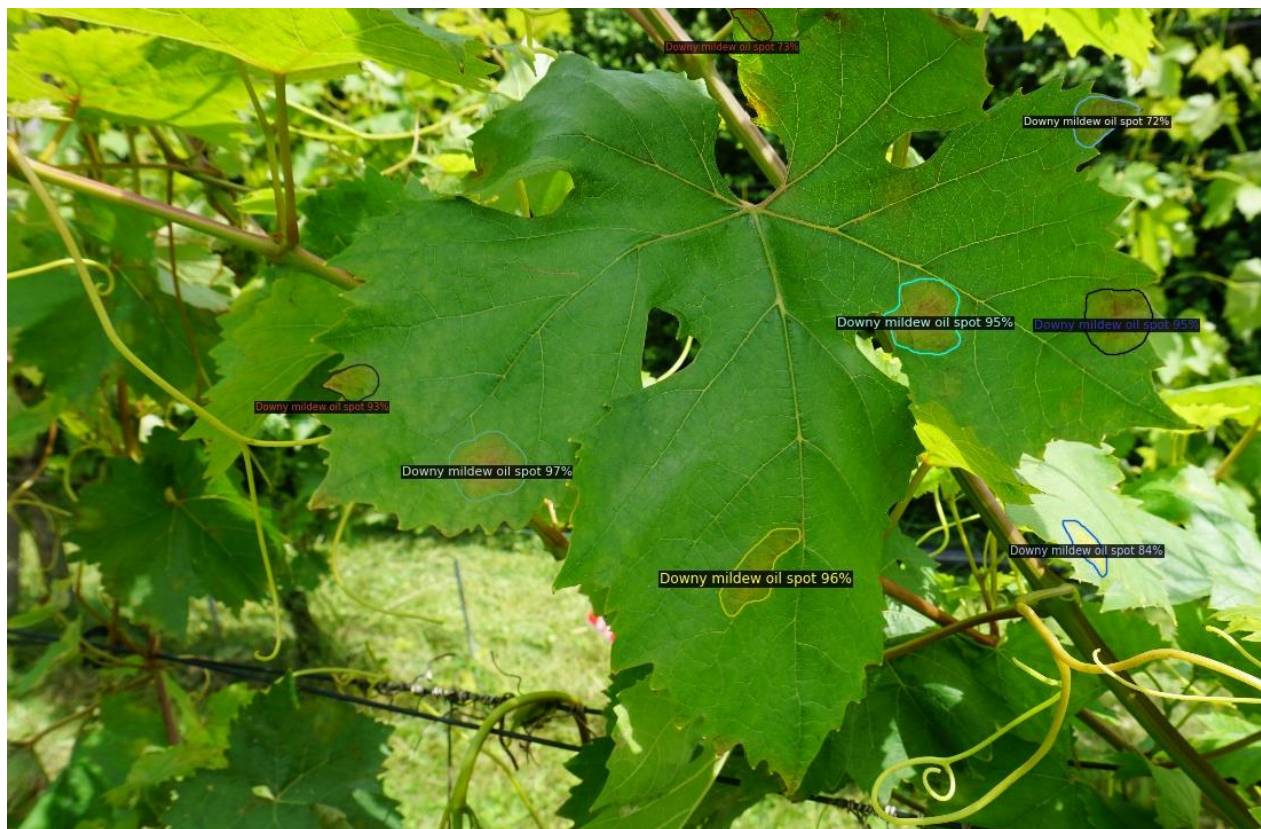
- Etape 2 : annotation des symptômes visibles (logiciel Labelme)





# Détection du mildiou sur feuilles

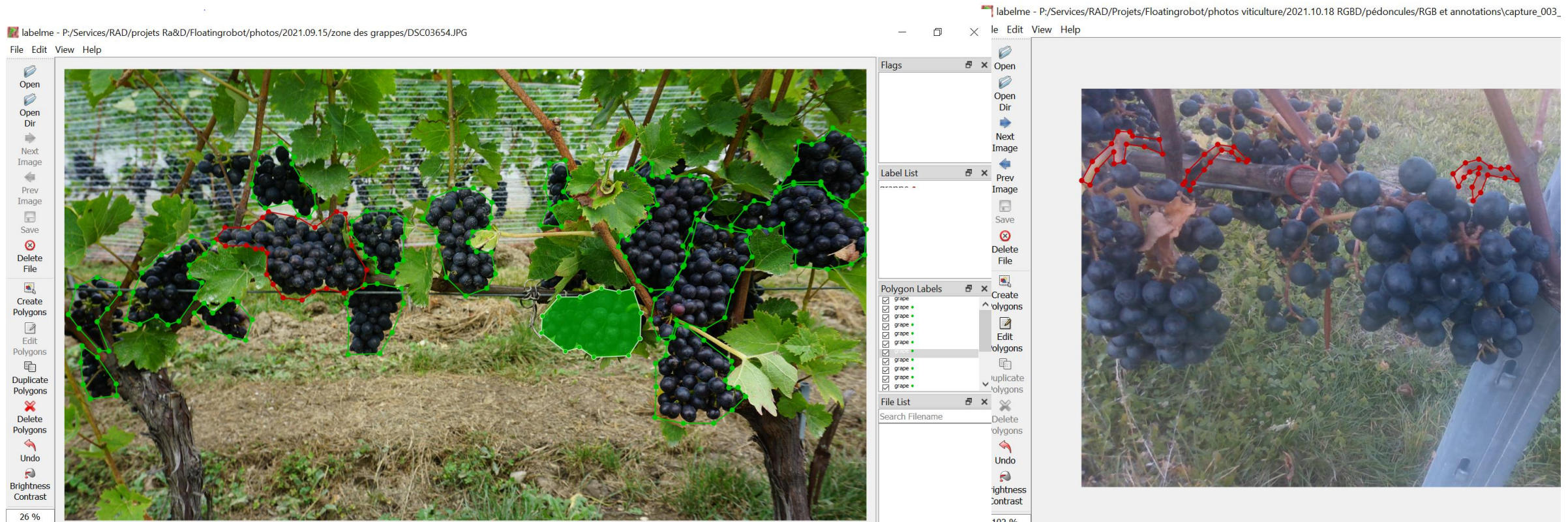
- Etape 3 : entrainer l'apprentissage machine avec des images annotées, puis tester le programme avec des images non annotées (566 photos annotées pour ces premiers résultats)





# Exemple : détection des grappes

- **Développement de la vision artificielle** : détection des grappes par apprentissage profond.





# Exemple : détection des grappes

- **Développement de la vision artificielle** : détection des grappes par apprentissage

profond

- Chasselas
- Doral
- Pinot Noir
- Gamaret
- Merlot





# Apprentissage de la vendange

- Premiers essais dans le vignoble



# Développement du robot dans d'autres cultures

- Développement dans les serres pour les cultures de tomates :
  - Effeillage
  - Récolte
  - Détection de maladies et de carences





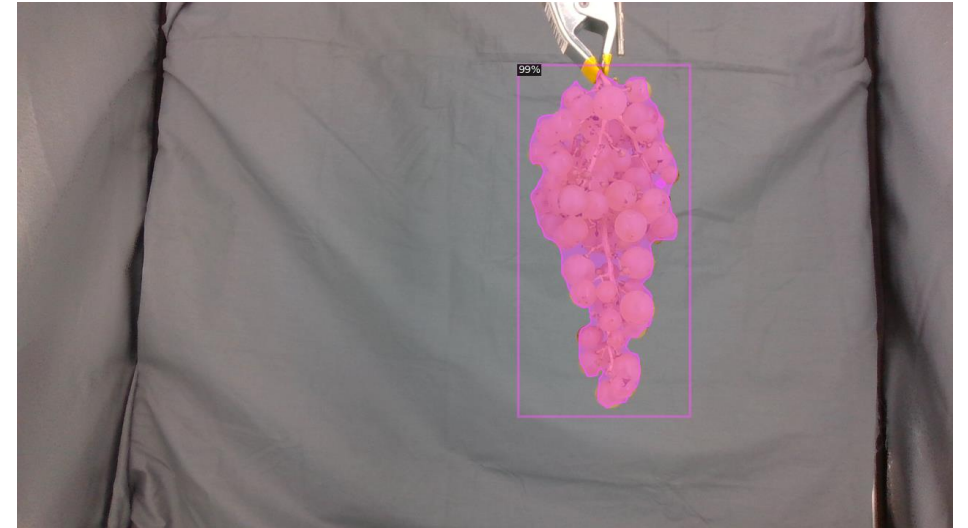
# Projet Estigrape-3D : estimation du rendement

- Peut-on utiliser les images annotées pour la détection des grappes pour estimer le rendement?



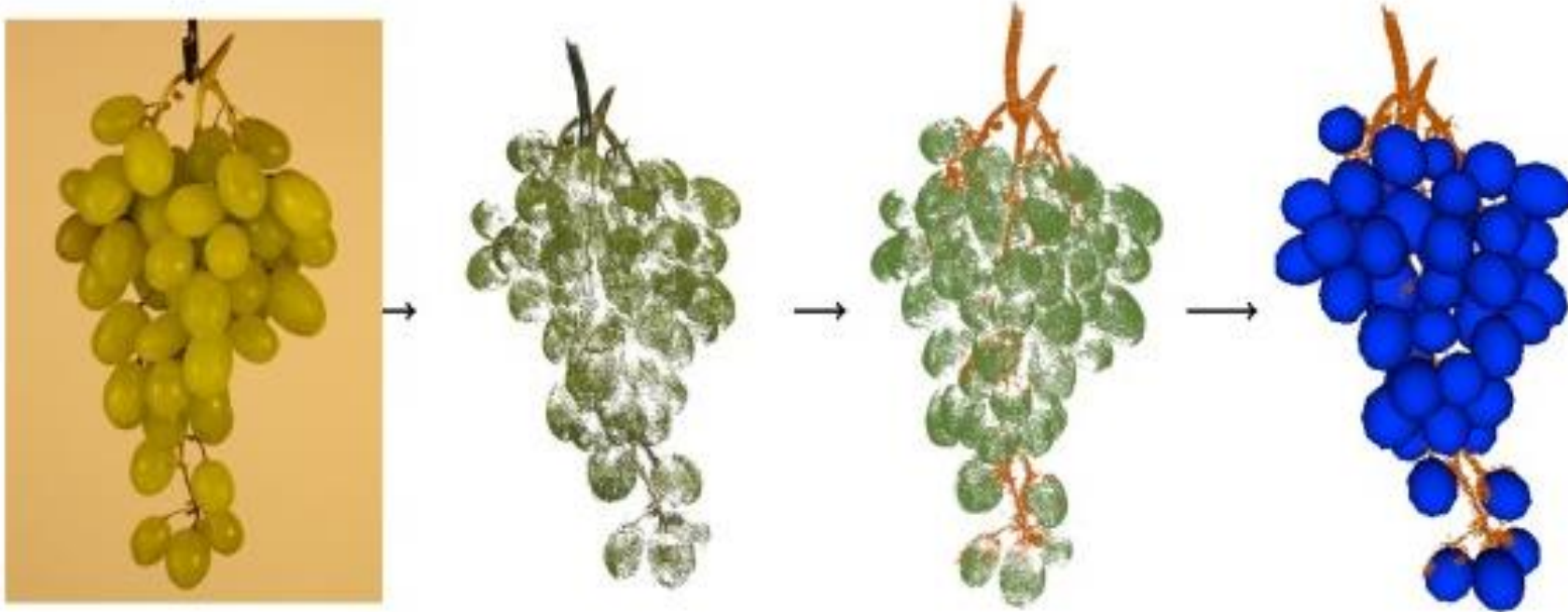
# Projet Estigrape-3D : estimation du rendement

- Étape 1 : **Acquisition de données complémentaires** dans les vignobles et en laboratoire
  - Comptage des baies
  - Détermination de corrélations entre la surface des grappes - le nombre de baies - le volume de la grappe - le poids ...



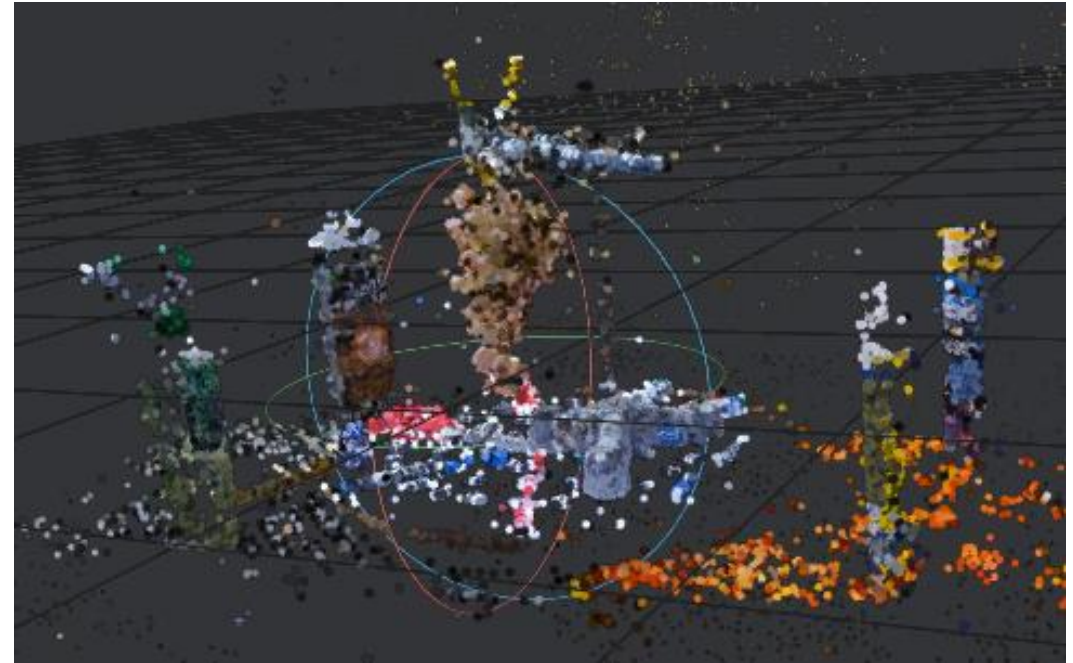


- Étape 2 : **Test de nouvelles méthodes d'estimation du rendement**
  - **Nombre de pixels par grappe** (estimation de la surface des grappes sur l'image)
  - **Modélisation 3D**



- Étape 2 : **Test de nouvelles méthodes d'estimation du rendement**

### → Modélisation 3D



Nuage de points



- Étape 2 : **Test de nouvelles méthodes d'estimation du rendement**

## → Modélisation 3D

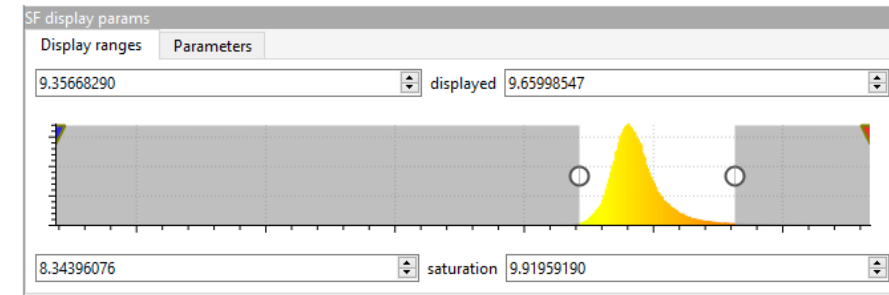
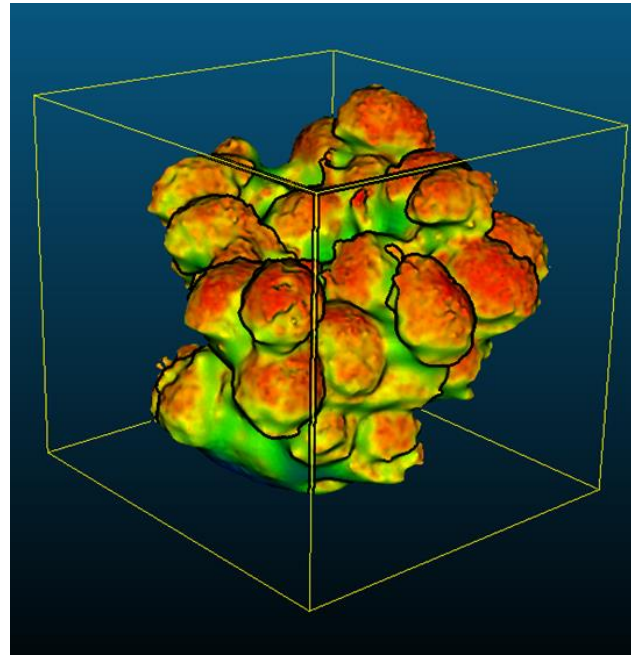
show 'to align' entities r = 20.000 RMS < 10%

	X	Y	Z	Error	
A0	-0.174223	0.078787	2.614243	0.0185948	<input checked="" type="checkbox"/>
A1	-0.148844	0.099719	2.588358	0.016412	<input checked="" type="checkbox"/>
A2	-0.116000	0.084601	2.608770	0.0202939	<input checked="" type="checkbox"/>
A3	-0.140476	0.065324	2.635147	0.0221759	<input checked="" type="checkbox"/>

show 'reference' entities

	X	Y	Z	Error	
R0	0.000000	0.000000	0.000000	0.0185948	<input checked="" type="checkbox"/>
R1	1.600000	0.000000	0.000000	0.016412	<input checked="" type="checkbox"/>
R2	1.600000	1.600000	0.000000	0.0202939	<input checked="" type="checkbox"/>
R3	0.000000	1.600000	0.000000	0.0221759	<input checked="" type="checkbox"/>

adjust scale      Rotation XYZ     Tx     Ty     Tz  
 auto update zoom      align    reset    ✓    ✕



Volume modélisé  
= 450 ml

# Projet Estigrape-3D : estimation du rendement

- Le projet est toujours en cours avec d'importants travaux à effectuer
  - Tester la prédiction et la robustesse de la méthode de modélisation 3D pour 5 cépages (Chasselas, Doral, Pinot Noir, Gamaret, Merlot)
  - Comparer la méthode des pixels («surface» des grappes) avec la méthode de modélisation 3D (estimation du volume des grappes)
  - Vérifier l'intérêt de fusionner les deux méthodes pour obtenir des résultats plus précis



# Merci de votre attention



Dorothea Noll  
Responsable du  
projet Estigrape3D



Martha Violet  
Assistante HES



Luc Delmaire  
Collaborateur  
technique



Salman Faraji  
Co-fondateur -  
CTO de  
Floatingsrobotics

**Ces projets ont été soutenus par:**

