



Pièges connectés et biocontrôle

la technologie au service du suivi épidémiologique

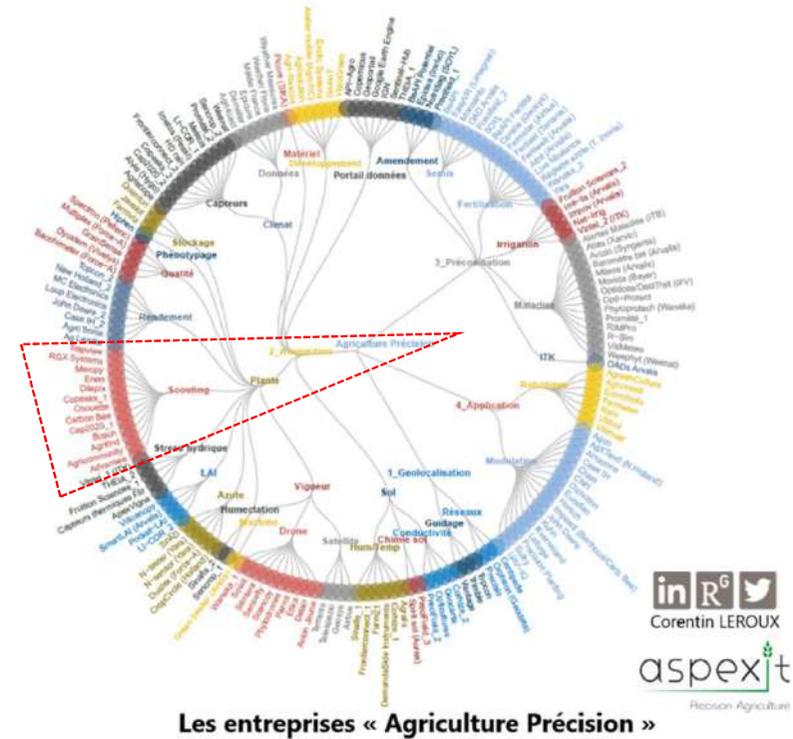
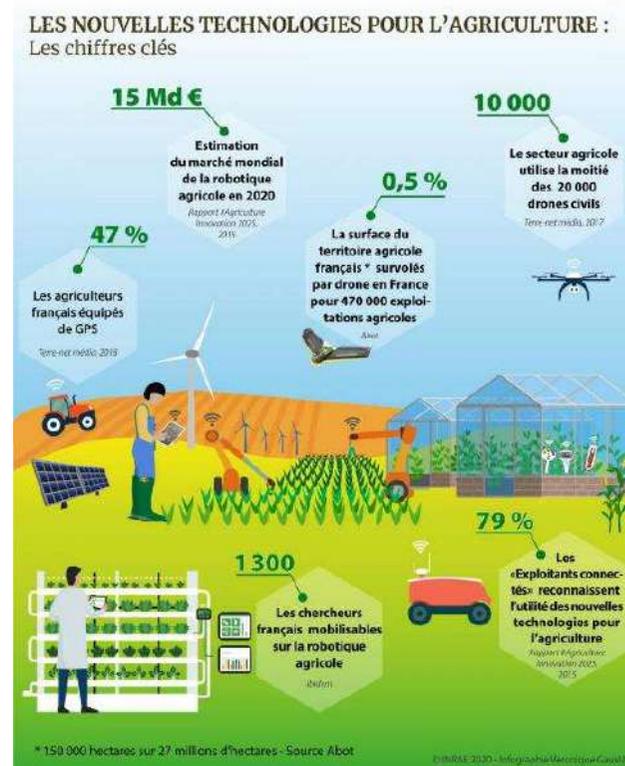
Emilie Maugin
ASTREDHOR Sud-Ouest



CONTEXTE

NUMÉRIQUE ET AGRICULTURE

Démocratisation du smartphone + Politique Agricole Numérique = Florilège d'outils et de structures





CONTEXTE

NUMÉRIQUE ET BIOCONTRÔLE

Numérique

- « Qui se traduit en nombre » :
Culture de la donnée
- Agriculture de précision

Biocontrôle

- « Organismes vivants ou substances naturelles pour prévenir des bioagresseurs »
 - Agroécologie

Liens

- Tendances actuelles fortes
 - Apparente simplicité
 - Ecosystème d'acteurs et de services superposés
 - Intégration dans une solution globale
- => Aspects clés de leur déploiement : recherche, développement, communication et formation

NUMÉRIQUE ET BIOCONTRÔLE

CIBLER LE BESOIN : ASSISTER L'HOMME DANS SA PRISE DE DÉCISION

Suivre



Décider



Appliquer



- Bioagresseur
- Culture
- Environnement de la culture

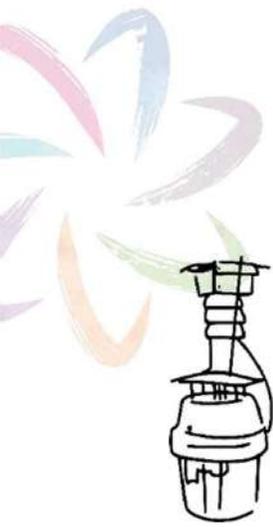
- Faire ou ne pas faire
- Quand ?
- Où ?
- Avec quoi ?
- Etat souhaité culture / bioagresseur

- Equipement
- Environnement / conditions
- **Effizienz du procédé**

Objectif : Etat viable et soutenable de la culture /de la planète

SIVAL 2022 - Matinée technique ASTREDHOR « L'horticulture connectée et numérique : Etat des lieux »

*D'après Olivier Naud, INRAE UMR ITAP,
webinaire consortium Biocontrôle*



PIÈGES CONNECTÉS

LES PROJETS MENÉS À ASTREDHOR

- ✓ Gamme de pièges classiques et équivalents connectés
 - panneau englué, delta, entonnoir, nasse
- ✓ Possibilité détection nombreux ravageurs :
 - Axe mono-espèce et lépidoptère, nombreux ravageurs en développement

Projet Cocon

(ASM, CDHR)

Nouvelles solutions pour lutter contre les chenilles en cultures horticoles

Modèles : *A gamma* et *C. pronubana*

3 types de pièges connectés :

Trapview (NewFarm Agriconsult)

CapTrap Entonnoir et CapTRapVision (CAP2020)



Projet S@MOSA

(UMT Fiorimed)

Oser l'intelligence artificielle en agriculture spécialisée avec l'OAD S@M

Modèles : multi-espèces à la famille

2 types de pièges connectés :

iSCOUT® Pheromone et iSCOUT® ColorTrap(Pessl)



Projet Outils connectés et Biocontrôle ABA PIC (ACTA, ASO)

Positionnement du biocontrôle sur la base du diagnostic, du monitoring et de la prévision des dynamiques pop°

Modèles : mono (*Duponchelia fovealis*) et multi-espèces (thrips, pucerons, cicadelle)

1 type de piège connecté : CapTRapVision (CAP2020)



QUEL INTÉRÊT ?

Utilisation piège phéromone classique

1 x/saison
Piège 10-20 €



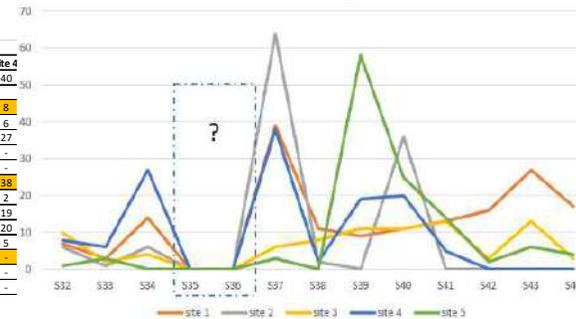
Phéromone : 40 €

1 x/sem. - 4 J/mois - 1000 €



relevé hebdomadaire Duponchelia 2020				
N° piège	site 1	site 2	site 3	site 4
semaine	43	42	41	40
32	7	6	10	8
33	3	1	2	6
34	14	6	4	27
35	-	-	-	-
36	-	-	-	-
37	39	64	6	38
38	11	2	8	2
39	9	7	11	19
40	11	36	11	20
41	13	-	13	5
42	16	-	3	-
43	27	-	13	-
44	17	-	3	-

Evolution du nombre de Duponchelia piégés hebdomadairement



- Bilan : 6 000 €/an
- Suivi moins régulier
- Chronophage
- Technique

Utilisation piège phéromone connecté

1x/ saison
Achat : 500-700 €
Loc° : 30-50 €/mois

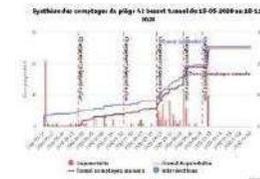


1 x/jour => donnée envoyée

SIM + stockage + interface = 40 €/mois/piège



1x/sem = 1 J/mois = 250 €
Alerte quand seuil dépassé



- Bilan : 2 600 €/an
- Suivi précis
- Relevé simplifié
- Automatique
- Coût matériel

FONCTIONNEMENT DU PIÈGE CONNECTÉ

LA BOITE NOIRE DE L'IDENTIFICATION PAR LA MACHINE

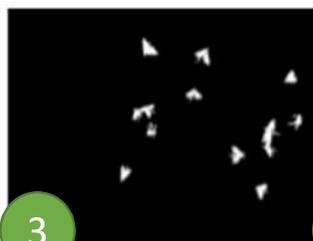


1



2

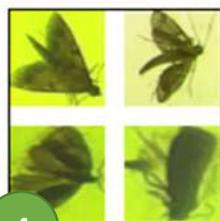
Prise d'image



3

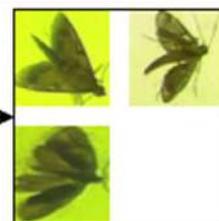
SEGMENTATION

TRAITEMENT



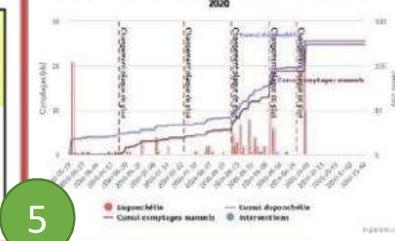
4

Filtre morphologique



Intelligence artificielle

CLASSIFICATION



5

Transmission du comptage

0

Au Labo
Deep learning
Faire apprendre
l'algorithme

Terrain

- 1 - Piégeage : comptage journalier automatique
- 2 - Acquisition et envoi d'image : détection flou et changement de plaque
- 3 - Traitement de la photo : segmentation
- 4 - Analyse de la donnée : classification (algorithme de comptage)
- 5 - Transmission du comptage et courbe évolution

FONCTIONNEMENT DU PIÈGE CONNECTÉ

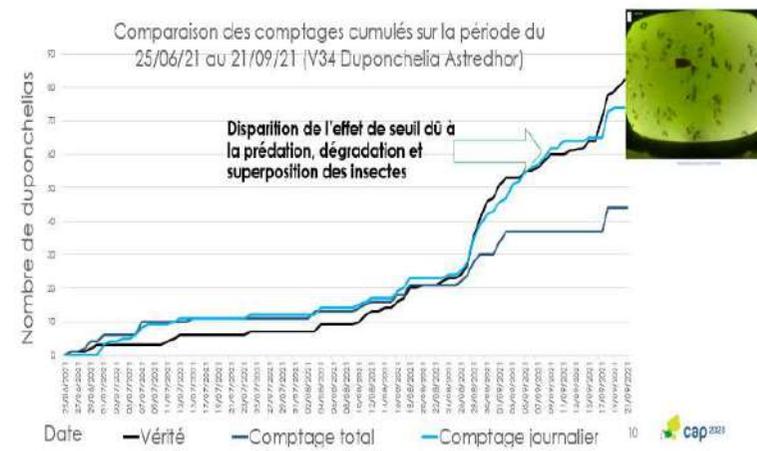
UTILITÉ DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



qq faux négatifs



La précision dépend aussi de la BDD



Comptage : faux positifs et faux négatifs

- ✓ Bordure de plaque, superposition, dégradation
- ✓ Travail important sur la segmentation : taille et forme

Plaque avant et après consommation des papillons/araignée



➔ **Précision actuelle algorithme Duponchelia : 98%**

SIVAL 2022 - Matinée technique ASTREDHOR « L'horticulture connectée et numérique: Etat des lieux »

EN RÉSUMÉ

Partie Visible



Partie invisible

- ✓ 1 Algorithme Travail humain le + complexe
- ✓ Acquisition d'image
- ✓ Labélisation des données Dvp en amont
- ✓ Entraînement = nourrir algorithme (deep learning)
- Algorithme « entraîné » qui sait généraliser
- ✓ Sur le terrain = l'algorithme « entraîné » embarqué dans le piège qui fait des prédictions
 - Donne une valeur qui va être interprétée
 - Algorithme de classification = interprétation de la prédiction



COMMENT L'UTILISER ?

STRATÉGIE DE BIOCONTRÔLE DE LA PYRALE *DUPONCHELIA FOVEALIS*

Objectif : Trouver une alternative aux néonicotinoïdes pour lutter durablement contre la pyrale

Ce qui a été testé : 2019-2021

- Réseau de piégeage : station ASO + 2 producteurs => 6 pièges connectés
- Piège Connecté Vision : développement du comptage par IA et réseau de neurone
- Stratégie de biocontrôle : Utilisation phéromone pour attirer et capturer les mâles
Utilisation Plante piège Heuchère pour attirer les femelles + T biocontrôle

Evaluation sensibilité variétale



Test de choix En serre



Evaluation Stratégie en production En station





COMMENT L'UTILISER ?

STRATÉGIE DE BIOCONTRÔLE DE LA PYRALE *DUPONCHELIA FOVEALIS*

Gestion du réseau de piégeage

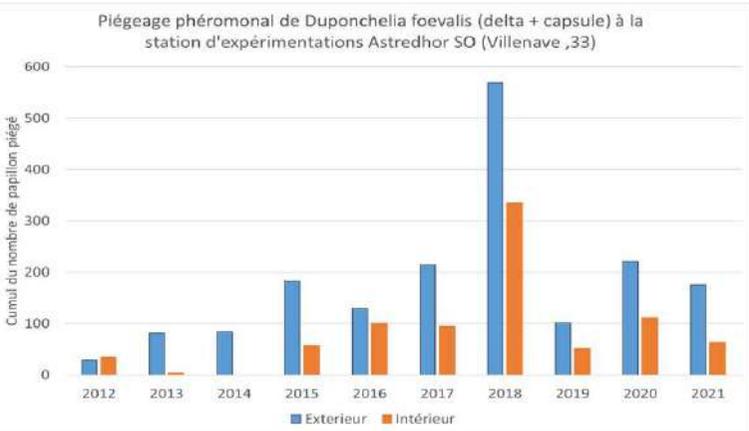
Interface du CaptrapVision

The interface displays the following components:

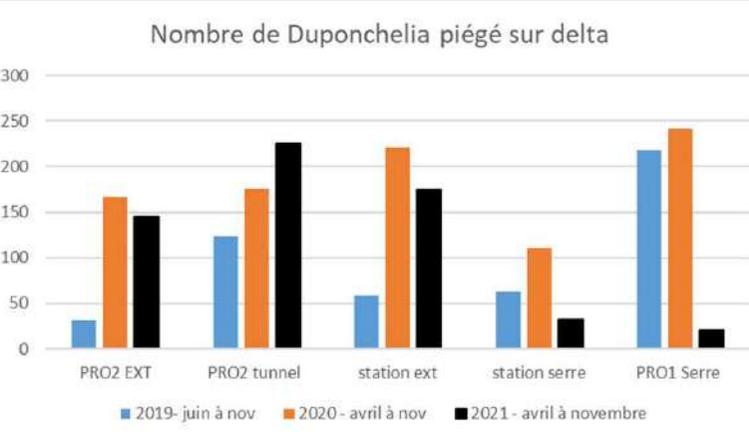
- Header:** CapTrap - Pièges connectés
- Etat du réseau:** Includes a pie chart for 'Depuis le début du suivi', a status indicator for 'Avec connexion', and a 'Date nuit' gauge.
- Suivi du réseau:** Features a dropdown menu for 'Tous les pièges' and a date range selector from '01-01-2021' to '31-05-2021'.
- Map:** A satellite view showing the geographical distribution of traps with labels like 'Villon 12', 'Villon 21', etc.



✓ Pression annuelle



✓ Pression du site suivi





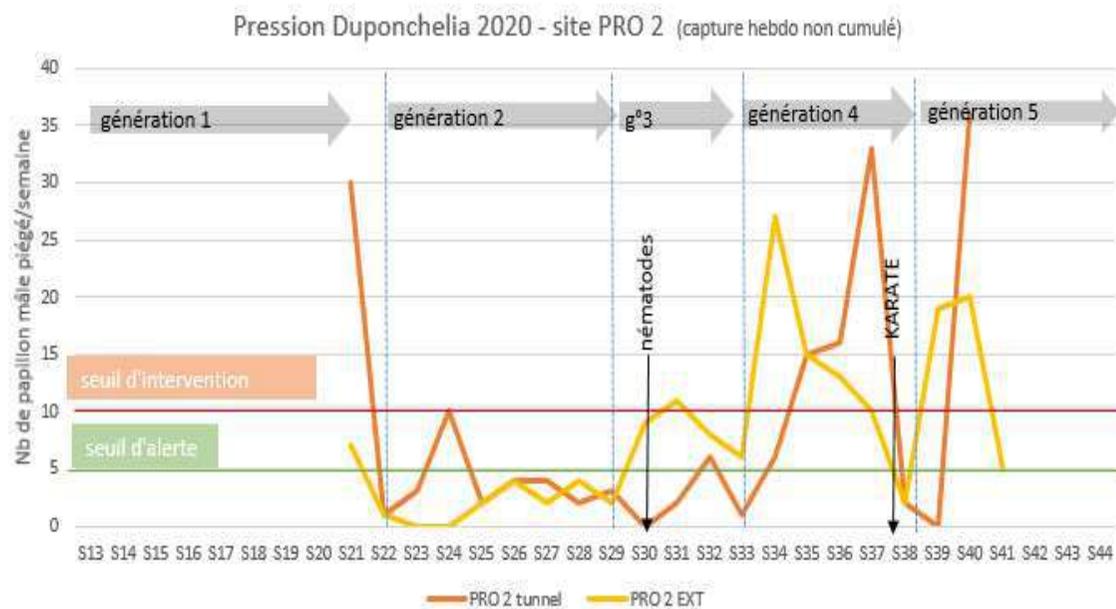
COMMENT L'UTILISER ?

CULTURE DE CHRYSANTHÈME

Meilleure compréhension du cycle pour cibler les interventions

Observation de dégâts de *Duponchelia* en culture de chrysanthème

- . Origine de l'infestation ?
- . Niveau de pression ?
- . Lien pression *Duponchelia* dégâts ?
- . Impacts des traitements réalisés ?
- . Définition de seuils



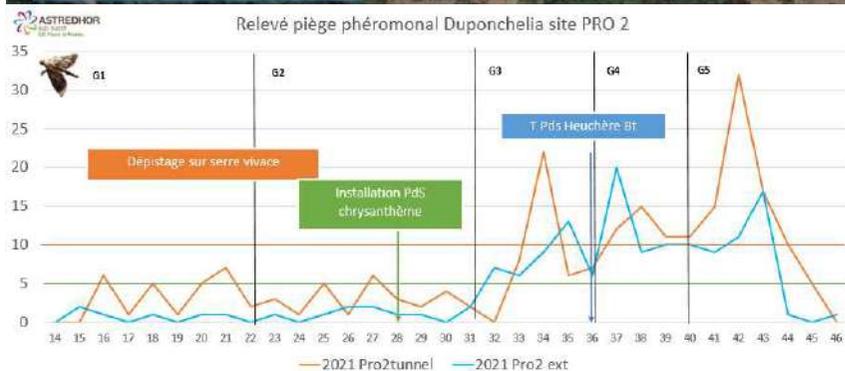
QUELLE UTILISATION DANS STRATÉGIE DE BIOCONTRÔLE ?

RÈGLES DE DÉCISION (RDD)



Exemple de RDD pour *Duponchelia foederalis*

- 1** Quand le ravageur sort-il de diapause ?
Pose d'un piège sentinelle dans zone à risque (1 piège/500 m²)
- 2** Quelle pression initiale ?
 - < 5 mâles piégés/semaine = JE SURVEILLE
 - Entre 5 et 10 mâles = JE DEPISTE
Je déploie un réseau de pièges
Je mets en place des plantes pièges
 - > 10 papillons = JE TRAITE
Je réalise un traitement Bt 10 jours après pic de vol
- 3** Culture à risque (chrysanthème)
 - J'installe mes plantes pièges (1 plante/100 m²)
 - Je les traite au Bt 10 jours après pic de vol
 - J'élimine mes PdS à la fin de la saison
- 4** Bilan de la saison
 - Pas de dégât sur chrysanthème
 - Entre 5 et 7 D. *foederalis*/Heuchère en novembre



BILAN DU PIÈGE CONNECTÉ



- ✔ Coûts matériel/usage → Favoriser la location de matériel
- ✔ Appropriation par l'agriculteur → Développer réseau coordonné/structure
- ✔ Approche 'high tech' peut inquiéter → Approche frugale outil simple peu coûteux
- ✔ Identification mono-spécifique → Vers multi-espèces pour développer l'usage
 - Développement de BDD de reconnaissance = Automatisation des étapes identification
 - Interface ludique= Info essentielle et ciblée



QUELLE UTILISATION DANS STRATÉGIE DE BIOCONTRÔLE ?

DÉTECTION MULTI-ESPÈCES SUR PANNEAU ENGLUÉ

Projet CATCH : Capture des Aleurodes, Thrips et des Cicadelles en Horticulture

- Objectif : améliorer le dépistage des ravageurs en optimisant la méthode de collecte et d'analyse des données de comptage
- Comptage de panneau : chronophage, besoin traçabilité, technicité reconnaissance insectes



Cicadelle 	<ul style="list-style-type: none">- Forme de petite cigale caractéristique- Couleur blanche, verte ou tachetée en fonction des espèces	Aleurode 	<ul style="list-style-type: none">- Petit insecte à pruine blanche caractéristique- Perte de la couleur blanche cireuse après piégeage
Mouche sciaridé 	<ul style="list-style-type: none">- 2 ailes grises.- Veine distincte en forme de Y à l'extrémité de l'aile- pattes et des antennes longues et minces.	Thrips 	<ul style="list-style-type: none">- Petit bâtonnet brun-orangé- Antenne trapue en forme de V
Puceron 	<ul style="list-style-type: none">- Ailes plus longues que le corps posées souvent en symétrie- Recherchez 2 nervures parallèles près du bord avec une zone foncée- Les pucerons piégés peuvent donner naissance à plusieurs nymphes avant de mourir		

DÉTECTION MULTI-ESPÈCES SUR PANNEAU ENGLUÉ

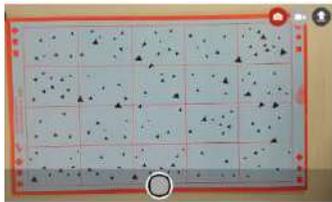
LE MARCHÉ



Les API



Natutec Scout (Koppert)



Glueboard Scanner Pro
(Alcochem Hygiène B.V)



Les pièges



800 €

I-scout (Pessl)



600 €

E-Gleek (Advanseer)

Le scanner de plaque



4000 €

ScoutBox (AgroCare)

Fiabilité des résultats :

- Qualité de la prise de vue : détection
- Performance de prédiction de l'algorithme

Développement d'un outil à partir du CapTRapVision : 1 outil multifonctions



PROJET CATCH

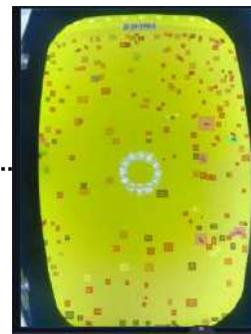
CAPTURE DES ALEURODES, THRIPS ET DES CICADELLES EN HORTICULTURE

Collecte des données

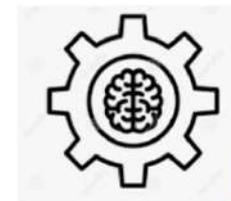
- 5 sessions de capture sur 40 panneaux
- Prise de photo : 2 jeux de données en BD et HD
- Labélisation : identification à partir d'observations des panneaux à la loupe

20 classes
3 285 objets
identifiés

- **Ravageurs** : cicadelles, thrips, sciarides, aleurodes, altises, pucerons aptères et ailés, punaises, tigres
- **Auxiliaires** : guêpes parasitoïdes, coccinelles, syrphes, Aeolothrips, Orius, Macrolophus
- **Autres** : mouches, autres insectes, incertains, débris

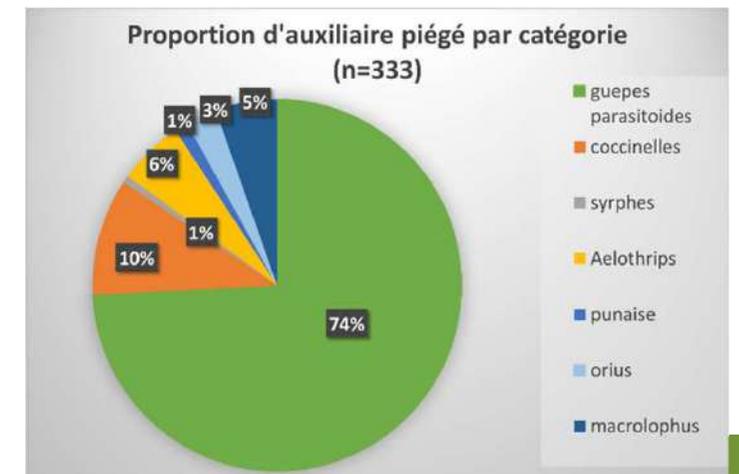
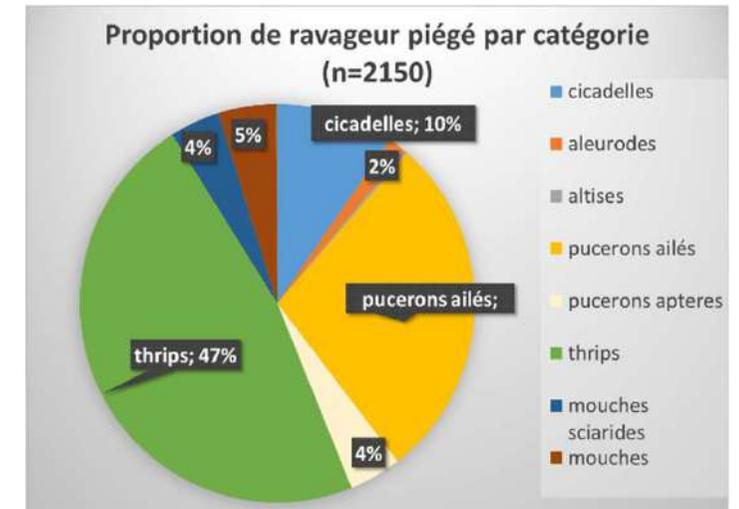
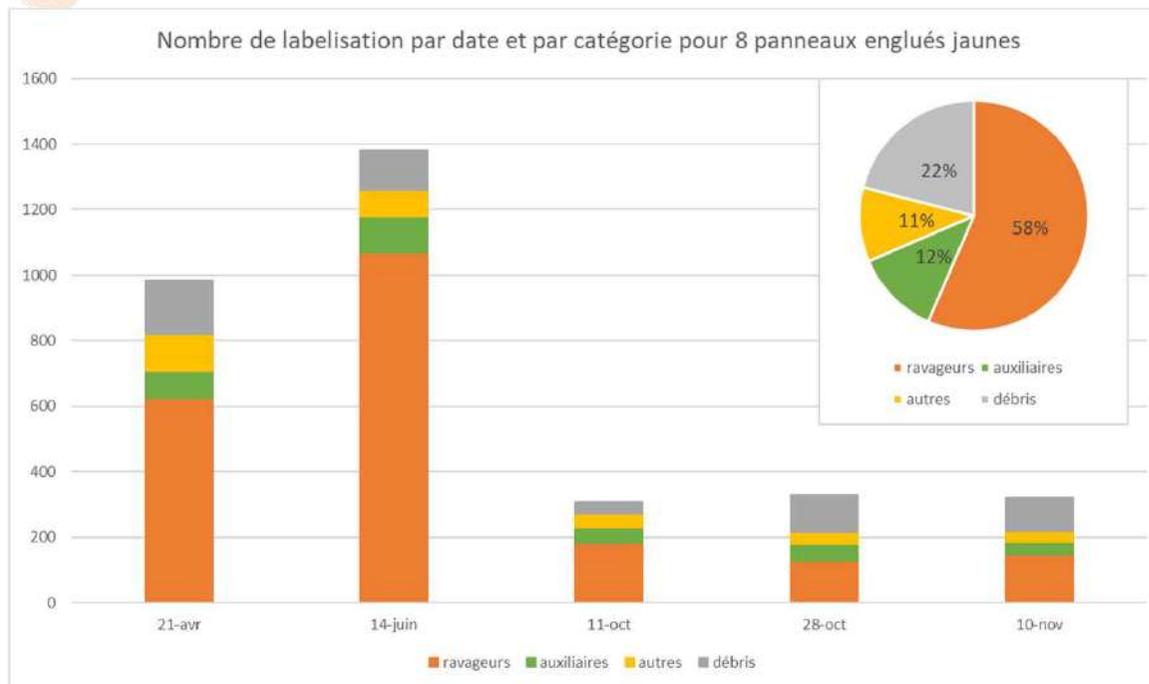


Algorithme de prédiction



ETAPE DE LABÉLISATION DES IMAGES

QUE CAPTURE-T-ON ?

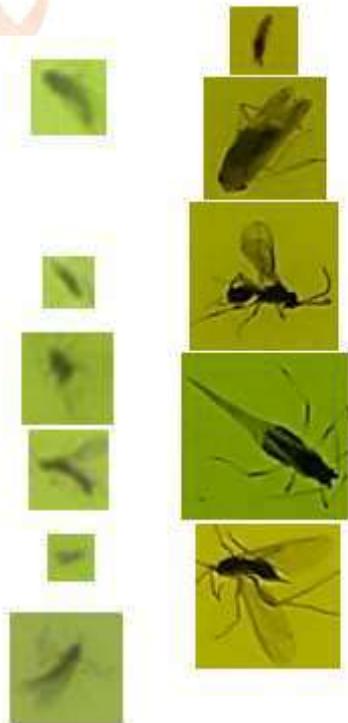




ALGORITHME DE PRÉDICTION

TEST DE L'IA : MATRICE DE CONFUSION ET PRÉDICTION

Vignettes BD et HD



Matrice de confusion

		Classes prédites							Total
		Autres	Cicadelle	Puceron ailé	Puceron aptère	Rien	Thrips		
Classes réelles	Autres	43	0	18	1	4	29	95	
	Cicadelle	1	8	2	0	0	0	11	
	Puceron ailé	7	2	74	3	0	4	90	
	Puceron aptère	0	0	2	9	0	0	11	
	Rien	0	0	0	1	73	0	74	
	Thrips	3	0	3	0	0	105	111	
	Total	54	10	99	14	77	138	392	

Ce que compte l'algorithme

Comptages fournis

	Prédiction	Réalité
Cicadelle	10	11
Autres	54	95
Thrips	138	111
Puceron ailé	99	90
Puceron aptère	14	11

La réalité

Données BD = Test de l'IA sur 392 vignettes : **précision globale = 80%**

Données HD = **Précision globale = 88,7%** avec des effectifs faibles



PERSPECTIVES

COMPTAGES DES TRÈS PETITS RAVAGEURS SUR PANNEAUX ENGLUÉS

✓ Développement de l'algorithme : besoin en labélisation

- ↗ **les effectifs** pour ↗ la précision :

- Augmenter le jeu de données en HR pour atteindre une bonne fiabilité
- Pour Eudemis en vigne / **200-300 individus** pour obtenir une précision de 95%

- Augmenter **la résolution de l'image** :

- jeu de données HR > 90% de précision, malgré des effectifs très faibles

✓ Cibler d'autres indicateurs à suivre : ravageurs, auxiliaires, ratio ravageur/auxiliaire





INTÉRÊT TECHNIQUE DES PIÈGES CONNECTÉS

- Collecte et traitement des données pour accompagner certaines tâches
 - Analyse données pour anticiper des actions à mener : déployer un outil complémentaire, utiliser un produit,...
 - Système d'alerte pour remonter les infos en temps réels
 - Aider à la traçabilité et au suivi

Avantages

- Anticiper les risques
- Réduire utilisation PPPs
- Moindre pénibilité travail
- Plus de temps

Limites

- Coût des outils et services associés (SIM, cloud, interface)
- Evolution rapide du matériel
- Dépendance au data science



MERCI DE VOTRE ATTENTION

