

Application de la TIS dans des Programmes Area-Wide Charançon rouge du Palmier

Massimo Cristofaro & Michèle Guedj

ENEA - C. R. Casaccia, Rome, Italie
BBCA-onlus, Rome, Italie

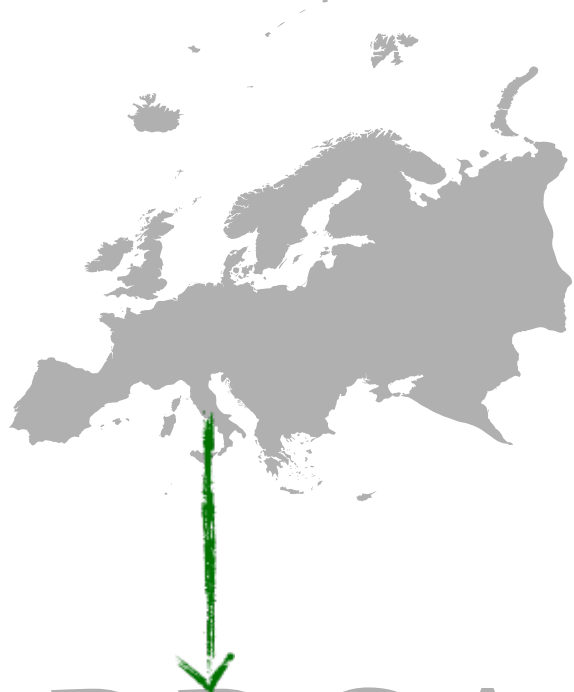
ENEA Casaccia



- 40 km au Nord de Rome
- 188 Edifices sur 90 ha
- Environ 1500 employés
500 étudiants, visiteurs,
Partenaires, post-doc.

3 Principaux domaines d'activité:

- Energie
- Nouvelles Technologies
- Développement durable



BBCA:

BBCA en partenariat: Explorations & Tests en plein champs

Bureau

Serre



Jardin

About us

Directeur Scientifique

*Massimo
CRISTOFARO*

Chercheuse Biologiste

*Alessandra LA
MARCA*

Chercheuse Biologiste

Michèle GUEDJ

Chercheuse Entomologiste

Francesca MARINI

Assistantes de Recherche

*Francesca DI CRISTINA
Silvia BARLATTANI*

Étudiants PhD

*Fabrizio FREDA
Gerardo ROSELLI*

Étudiants

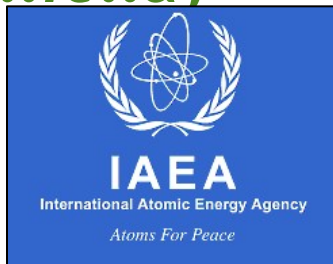
*Edoardo Cerini
Silvia Pilletteri
Erica Profeta*



A propos

Liste des projets utilisant la Technique de l'Insecte Stérile TIS

- Mouche Méditerranéenne des Fruits (*Ceratitis capitata*)
- Carpocapse du pommier (*Cydia pomonella*)
- Charançon rouge du palmier (*Rhynchophorus ferrugineus*)
- Drosophile à ailes tachetées (*Drosophila suzukii*)
- Punaise marmorée brune (*Halyomorpha halys*)
- Teigne commune des vêtements (*Tineola bisselliella*)



Charançon rouge du Palmier:

Rhynchophorus ferrugineus

(Asie Sud-orientale)

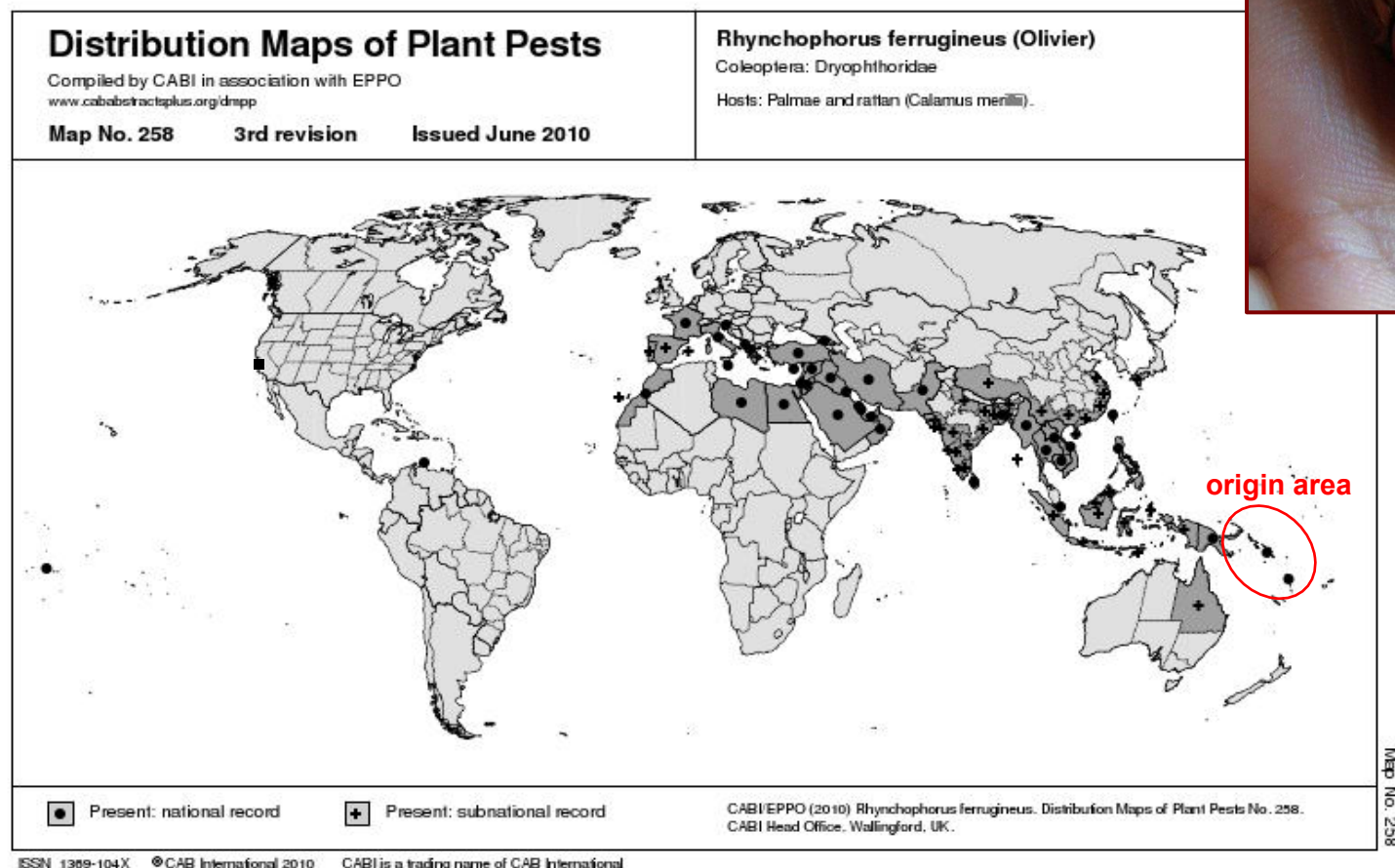
- Originaire de l'Asie Sud-orientale
- Attaque les palmiers (généralement) dans la zone apicale
- A un comportement grégaire
- Conduit à la mort du palmier attaqué



Charançon rouge du palmier



Rhynchophorus ferrugineus (Coleoptera, Curculionoidea, Dryophthoridae) RPW *red palm weevil*

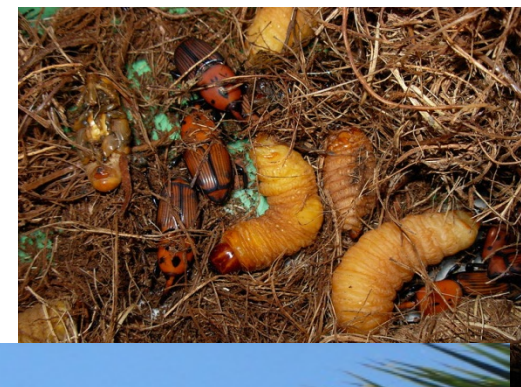


Charançon rouge du Palmier:

Rhynchophorus ferrugineus
(Asie Sud-orientale)



Invasion de l'écosystème du palmier et sa gestion



Dégats provoqués par l'insecte en Italie



Cycle Biologique



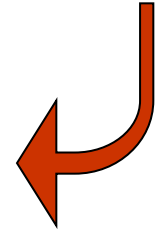
oeuf:3 mm



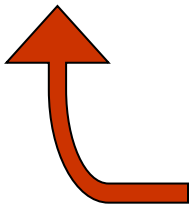
Larve mature:40 mm



Pupee:30 mm



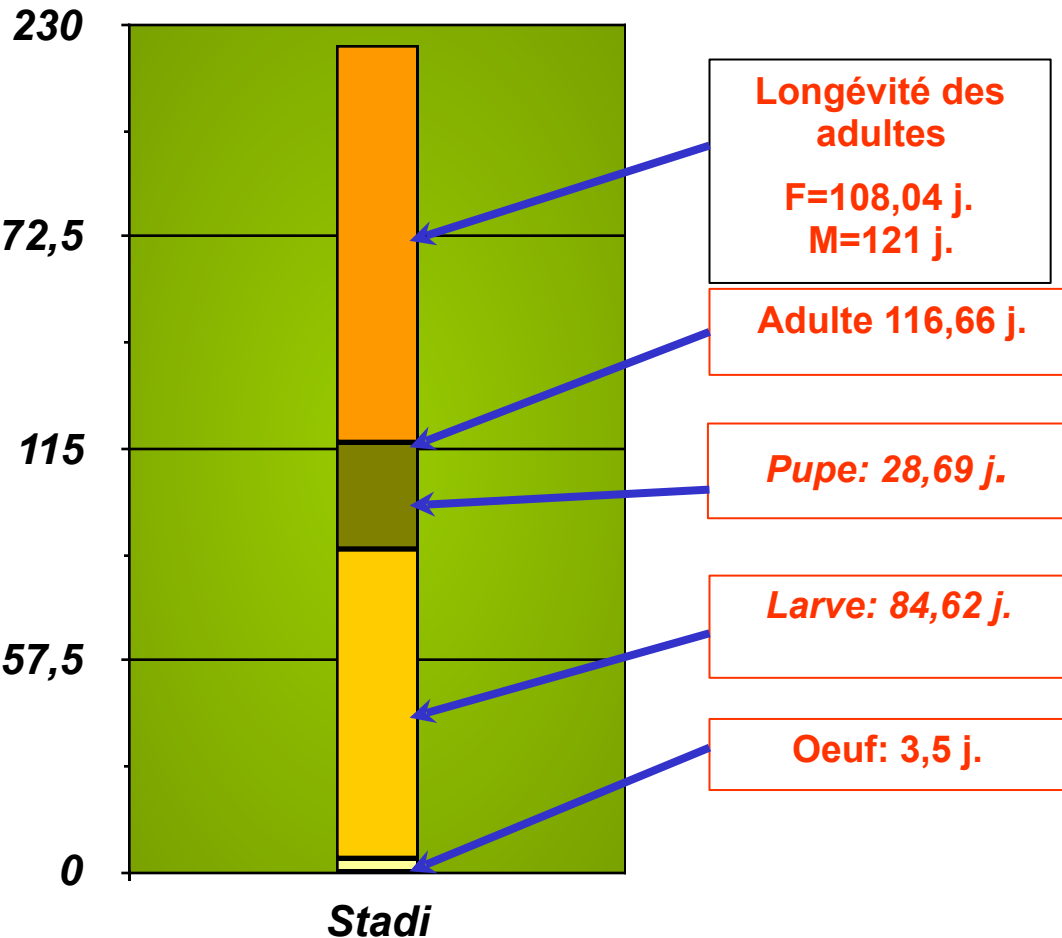
cocoons:45-50 mm



Femelle:35 mm



Cycle Biologique



 comportement alimentaire:
oligophagie opportuniste

 comportement social:
grégaire

 Reproduction:
accouplement et oviposition
Polyandrique

 Diffusion sur le territoire:
approche et reconnaissance
de la nouvelle plante hôte?

 Colonisation de la plante:
Capacité de compléter un ou
plusieurs cycles biologiques
à l'intérieur de la plante
hôte?

Systèmes de contrôle

1. Monitoring et piégeage de masse (mass trapping)
2. Piège (*bait station*) à phéromone avec insecticide
3. Manicotti (Manchons)
4. Systèmes agrotechniques
5. Endothérapie
6. Contrôle Biologique
 -  Espèces entomophages auxiliaires en provenance des lieux d'origine
 -  entomopathogènes de nature variée
7. Insecticides naturels
8. Technique de l'Insecte Stérile (SIT)

Systèmes de contrôle

1. Monitoring et piégeage de masse (mass trapping)
2. Piège (*bait station*) à phéromone avec insecticide
3. Manicotti (Manchons)
4. Systèmes agrotechniques
5. Endothérapie
6. Contrôle Biologique
 -  Espèces entomophages auxiliaires en provenance des lieux d'origine
 -  entomopathogènes de nature variée
7. Insecticides naturels
8. **Technique de l'insecte stérile (TIS)**

❖ Approches ponctuelles

❖ **Stratégies territoriales**

Contrôle du Charançon rouge du Palmier avec la Technique de l'Insecte Stérile (TIS): utopie ou réalité?



Research Contract 15804 (2009 – 2013)
'Laboratory and Confined-Field Assessments
for the Feasibility of an Integrated SIT Project
for the Control of the Red Palm Weevil in Italy'

Intégration de la TIS avec d'autres pratiques
agronomiques: Contrôle (micro)-biologique



Sterile Insect Technique (SIT)

Approche classique

Stérilisation et lâchers périodiques d'adultes stérile (mâles) dans des zones bien définies d'un point de vue géographique et écologique

- Irradiation (γ or x) →
- Stérilisation chimique →
- Génétique (RIDL) →
- Wolbachia →

Pas d'oeufs fertiles et/ou spermes, pas d'interférence avec le comportement sexuel-
déclin de la démographie de la population du ravageur

Avantages

- Faible impact sur l'environnement
- Zone d'accueil restreinte
- Aucun déplacement de l'hôte
- Synergie avec d'autres approches
- Suppression ou éradication



S.I.T.

Quelques conditions préalables

- **Pas de parthénogénèse**
- **Élevage de masse**
- **Qualité des insectes**
- **Contrôle du territoire**
- **Faible taux de re-colonisation**
- **Connaissance du comportement de reproduction et biologie reproductive**

AW-IPM with SIT - Strategies

- **Eradication**

- the application of phytosanitary measures to eliminate the pest from an area

- **Suppression**

- the application of phytosanitary measures in an infested area to reduce pest populations

- **Containment**

- the application of phytosanitary measures in and around an infested area to prevent the spread of a pest

- **Prevention**

- the application of phytosanitary measures in an around a pest free area to avoid the introduction of the pest





Activités de recherche

1. Collecte et surveillance des charançons sauvages
2. Évaluation de la fécondité et de la fertilité des femelles sauvages:
 - prélevées sur des palmiers (automne, printemps)
 - capturées par piégeage (printemps, été)
 - issues de cocons en laboratoire
3. Élevage des insectes sur substrat de substitution
4. Irradiation des mâles à peine éclos avec des doses de 15 to 100 Gy pour l'expérience SIT
5. Bio-essais pour l'étude du comportement sexuel



Activités de recherche

1. Collecte et surveillance des charançons sauvages
2. Évaluation de la fécondité et de la fertilité des femelles sauvages:
 - prélevées sur des palmiers (automne, printemps)
 - - capturées par piégeage (printemps, été)
 - - issues de cocons en laboratoire
3. Élevage de l'insecte sur substrat de substitution
4. Irradiation de mâles à peine éclos de 15 à 100 Gy pour l'expérience SIT
5. Bio-essais pour l'étude du comportement sexuel

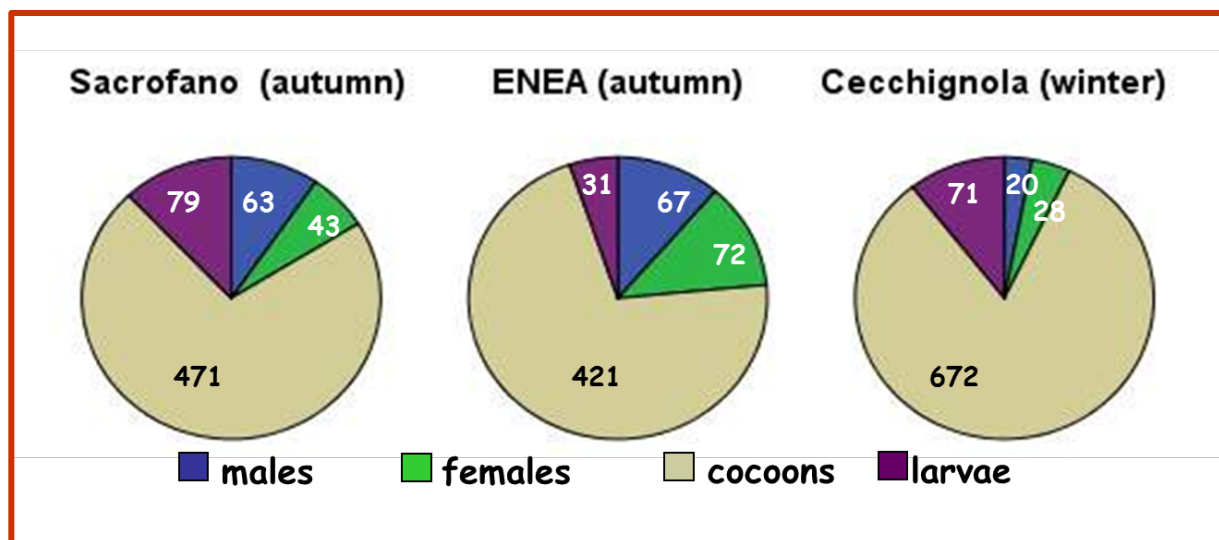
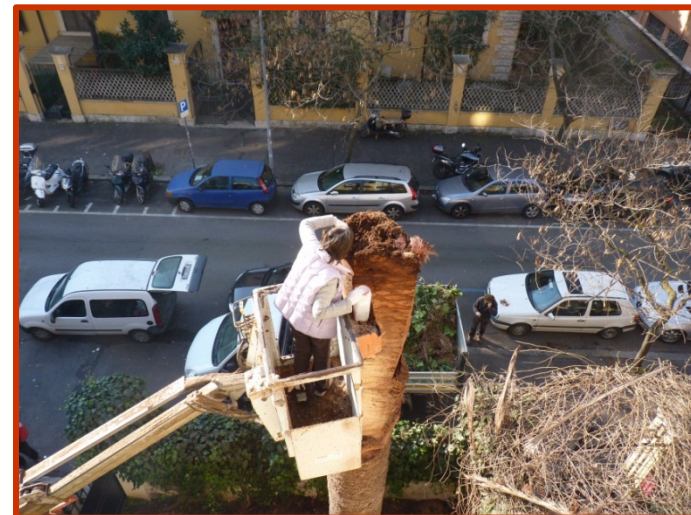


Récolte et contrôle des charançons sauvages



(automne) (automne) (hiver)

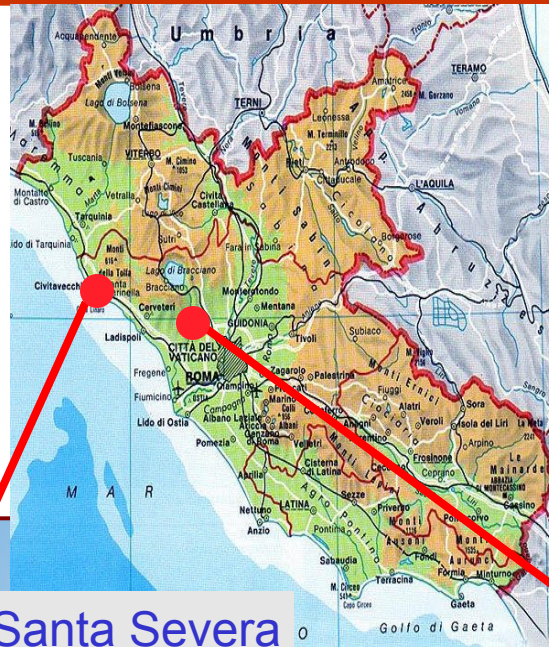
Males Femelles Cocons Larves



Récolte de spécimens sauvages



Contrôle de
la population
grâce au
piégeage



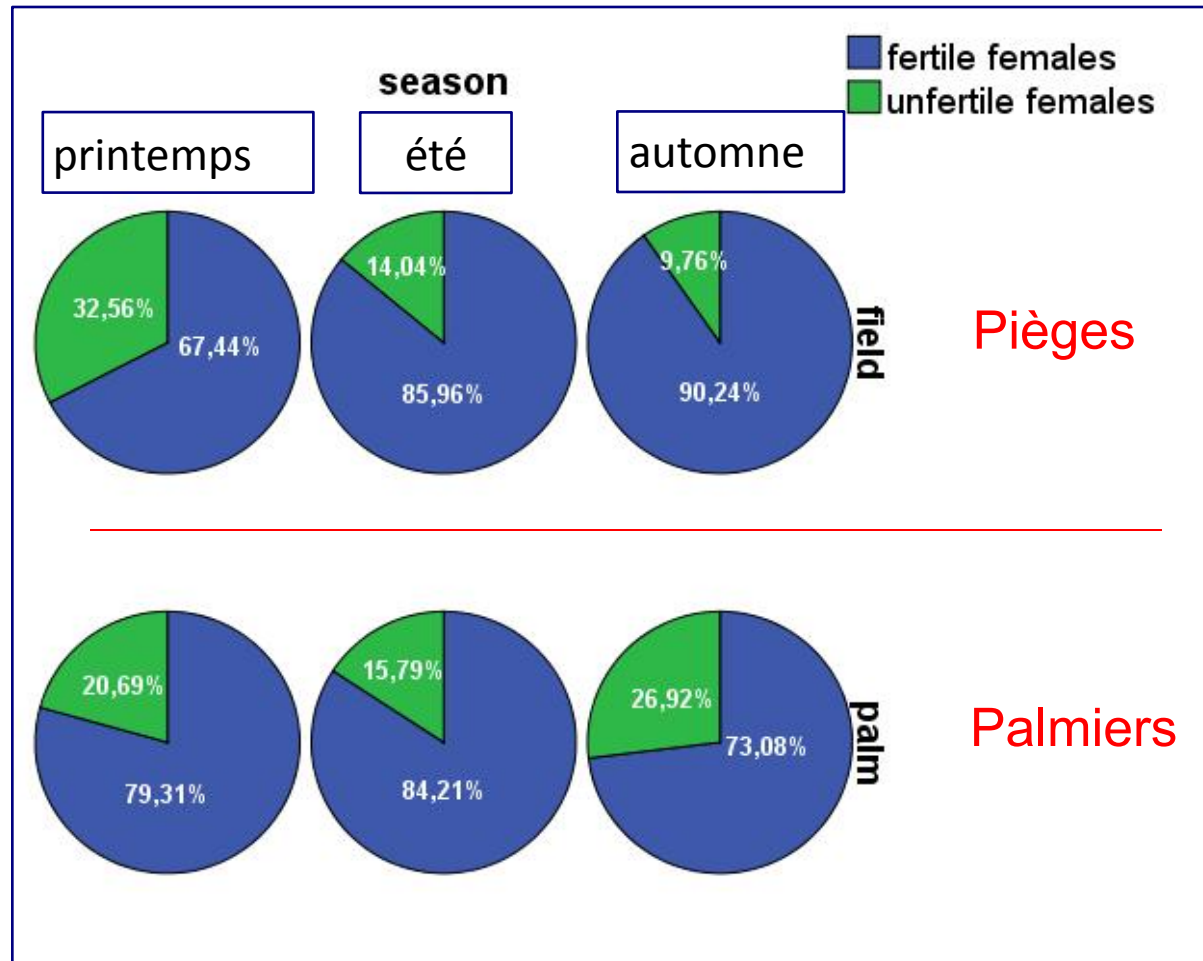
Santa Severa



Données sur la reproduction des femelles sauvages du charançon



Fertilité des femelles dans les pièges et les palmiers

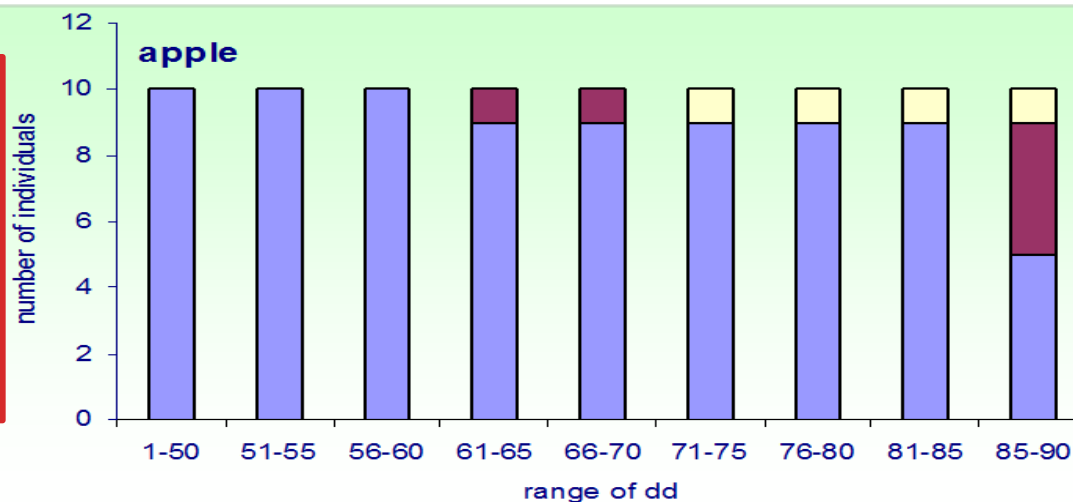
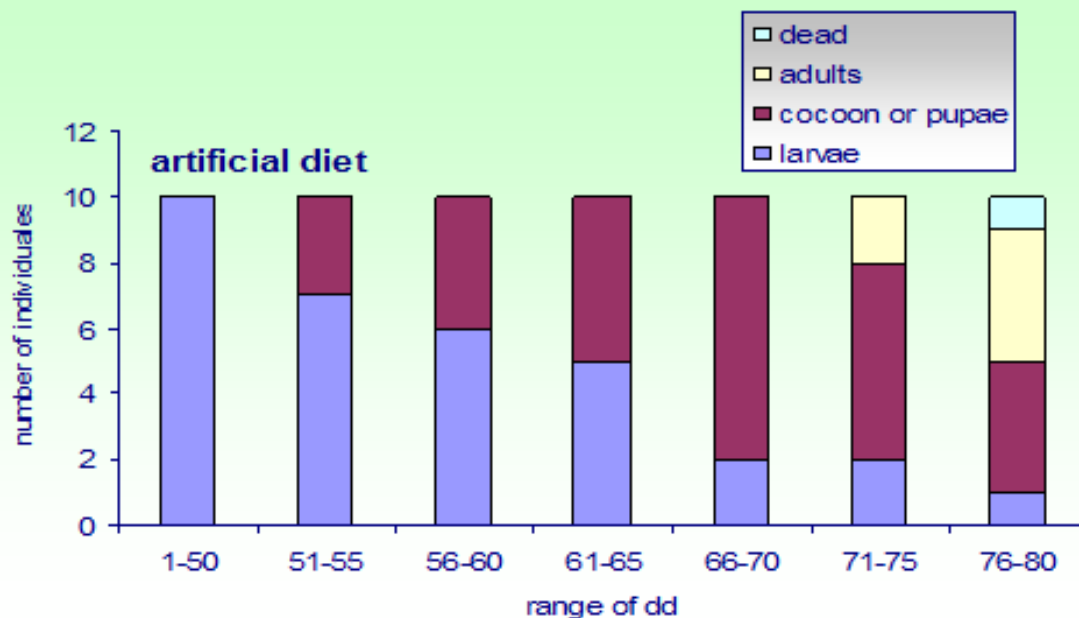




Activités de recherche

1. Collecte et contrôle de charançons sauvages
2. Evaluation de la fécondité et de la fertilité des femelles sauvages:
 - attrapées dans les palmiers (automne, printemps)
 - attrapées par le piégeage (printemps, été)
 - issus de l'élevage des cocons en laboratoire
3. **Elevage de l'insecte sur substrat de substitution**
4. Irradiation des mâles à peine éclos de 15 à 100 Gy pour l'expérience SIT
5. Bio-essais pour l'étude du comportement sexuel

Elevage des insectes: bio-essais





Research activities

1. Collecte et contrôle de charançons sauvages
2. Evaluation de la fécondité et de la fertilité des femelles sauvages:
 - attrapées dans les palmiers (automne, printemps)
 - attrapées par le piégeage (printemps, été)
 - issues de l'élevage des cocons en laboratoire
3. Elevage de l'insecte sur substrat de substitution
4. **Irradiation des mâles à peine éclos de 15 à 100 Gy pour l'expérience SIT**
5. Bio-essais pour l'étude du comportement sexuel



Co60

Bio-essais d'irradiation



Irradiation à $15 \text{ Gy} \div 100 \text{ Gy}$ (*taux 0,21 Gy/s*) des mâles à peine éclos, suivie d'un accouplement avec des femelles vierges



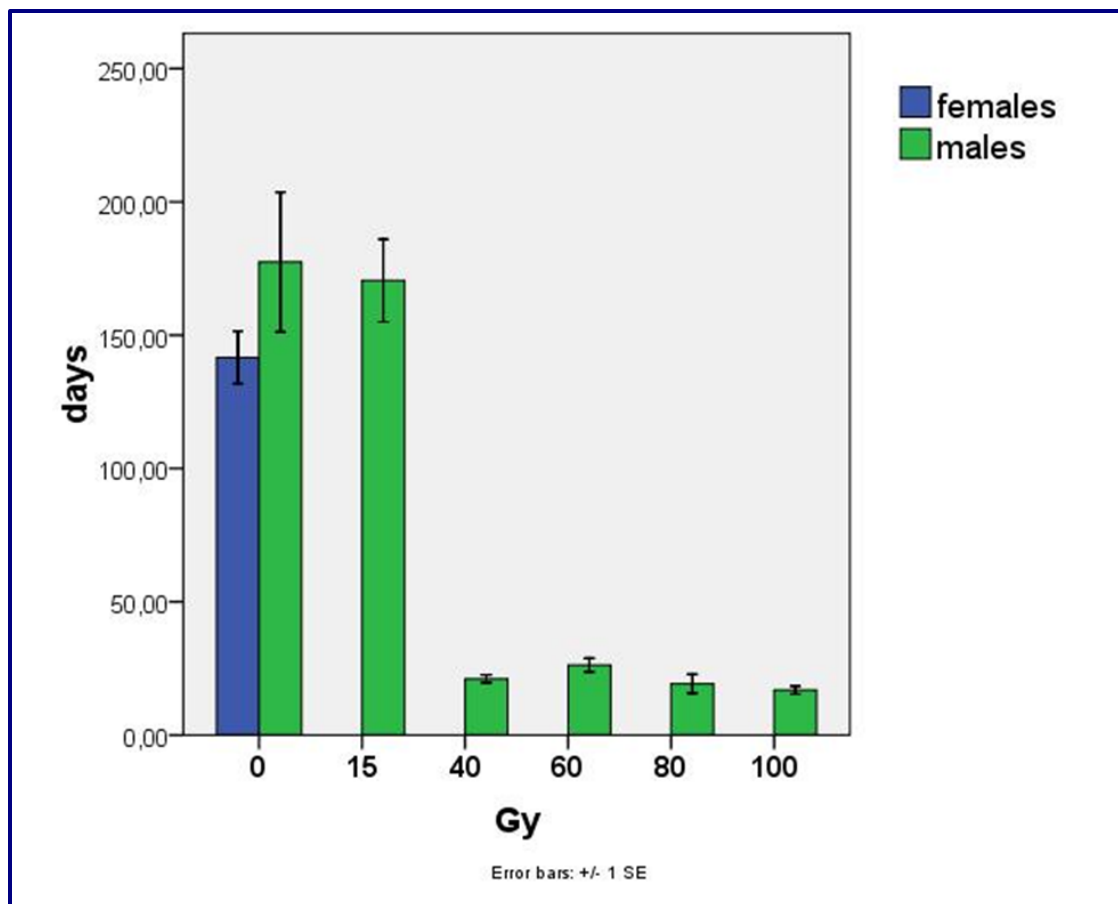


Co60

Bio-essais d'irradiation



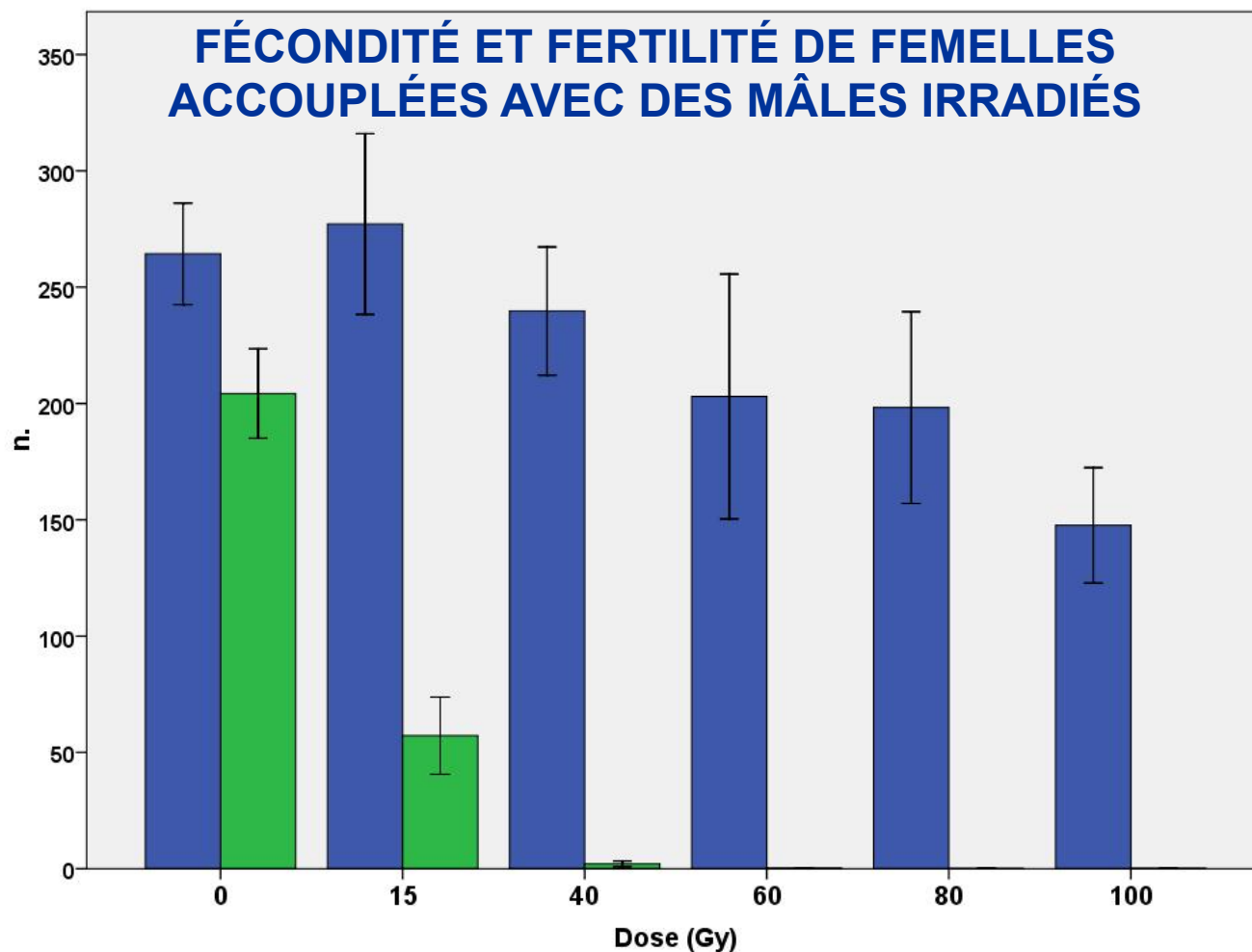
LONGÉVITÉ DES MÂLES IRRADIÉS





Co60

Bio-essais d'irradiation



Error bars: +/- 1 SE

n. OEUFs $\chi^2 = 12,9$
 $P = 0,005$

n. LARVE $\chi^2 = 33,9$
 $P = 0,000$



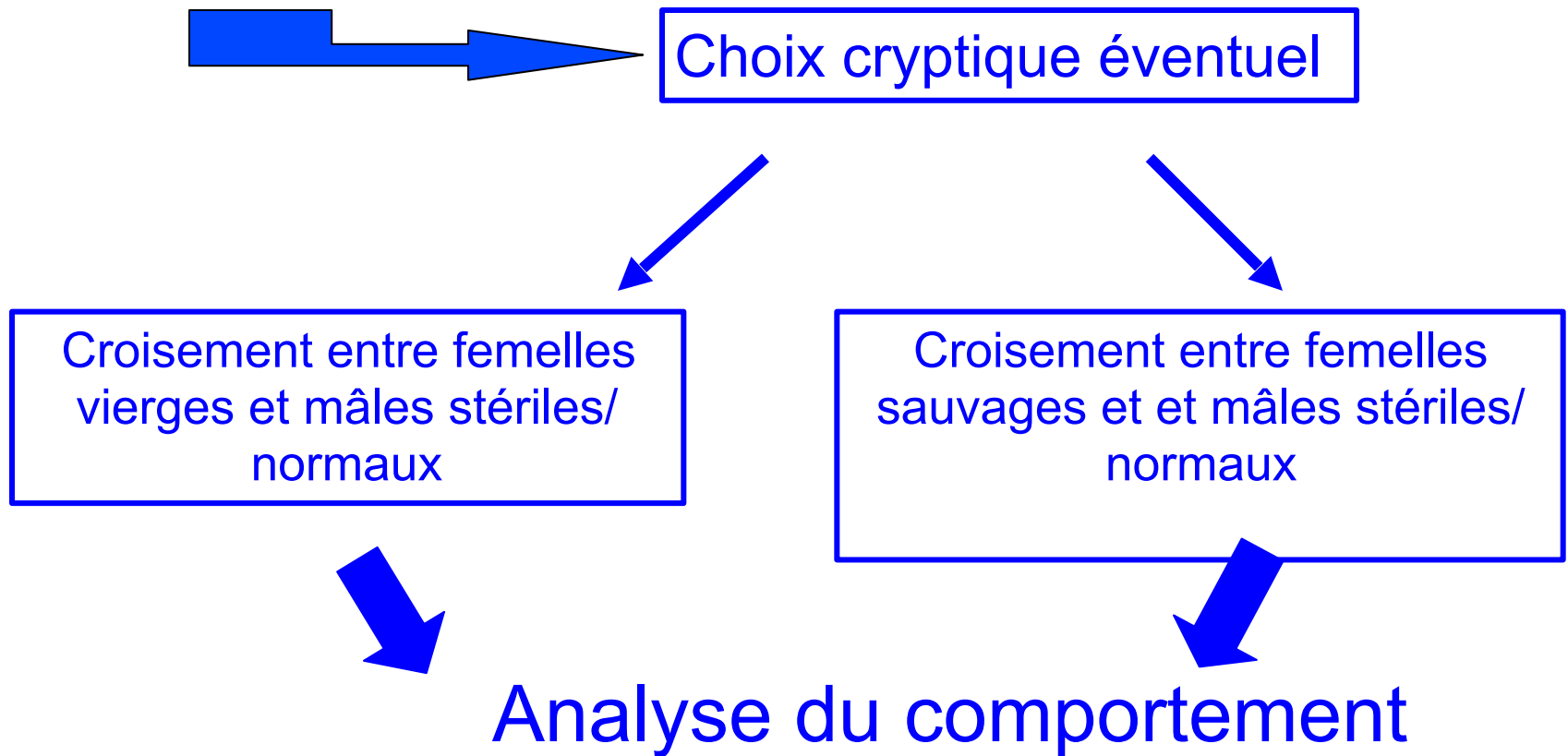
Activités de recherche

1. 1 Collecte et contrôle de charançons sauvages
2. Evaluation de la fécondité et de la fertilité des femelles sauvages:
 - attrapées dans les palmiers (automne, printemps)
 - attrapées par le piégeage (printemps, été)
 - issues de l'élevage des cocons en laboratoire
3. Elevage de l'insecte sur substrat de substitution
4. Irradiation des mâles à peine éclos de 15 à 100 Gy pour l'expérience SIT
5. **Bio-essais pour étudier le comportement de l'espèce et les relations entre les individus**

Évaluation du comportement sexuel



Alors que l'accouplement multiple a souvent été observé en laboratoire



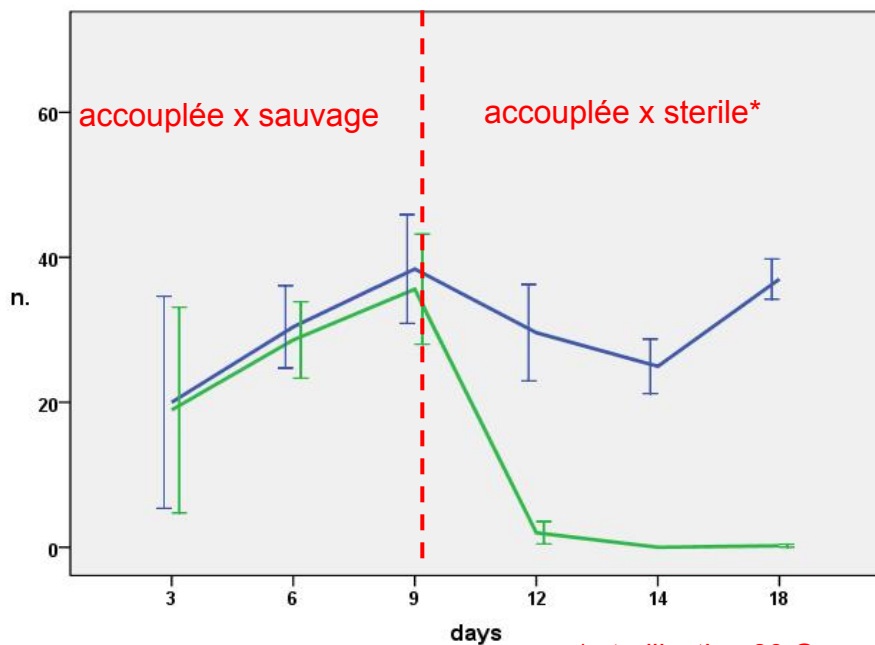


Co60

Bio-essais d'irradiation

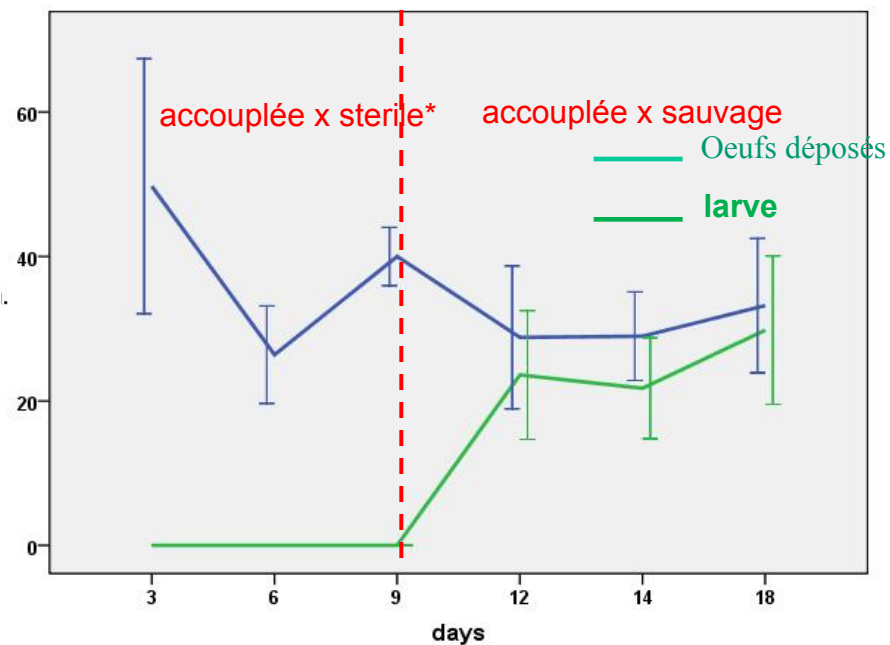


Fécondité et fertilité des femelles accouplées avec des mâles irradiés (1ère expérience avec des spécimens à peine éclos)



Error bars: $\pm$ s.e.

* sterilisation 80 Gy



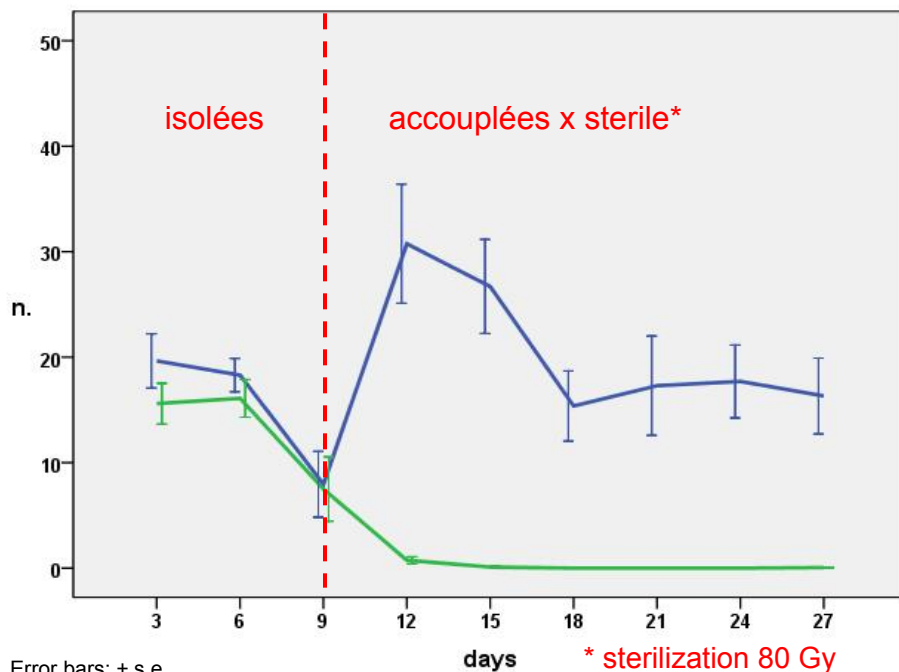


Co60

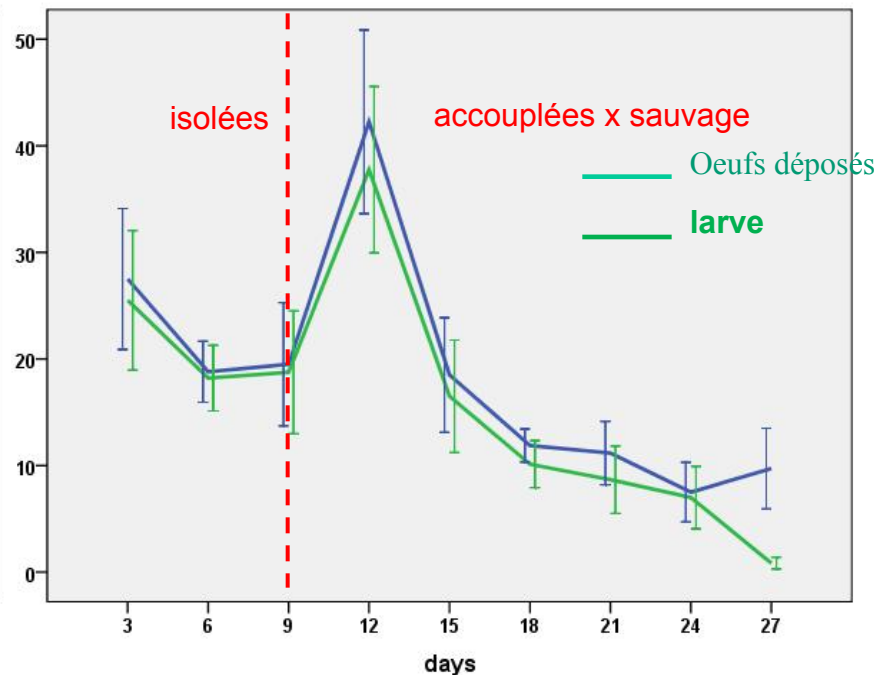
Bio-essais d'irradiation



Fécondité et fertilité des femelles accouplées avec des mâles irradiés (2ème expérience avec des spécimens capturés par piégeage)



Error bars: $\pm$ s.e.





Bio-essais avec des accouplements multiples

1. Comportement grégaire (cage avec 40 charançons)
 2. Essais avec un sex ratio 1:1
 3. Insecte avec une physiologie différente
- Mâles stériles contre mâles sauvages

Bio-essais avec accouplements multiples



Nous nous sommes efforcés de caractériser le comportement sexuel de l'espèce en observant les agrégations sexuelles mixtes en conditions de laboratoire.

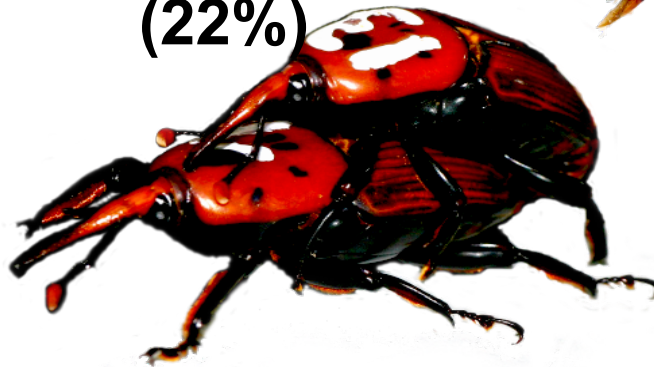
Résultats

Nous avons enregistré un taux élevé d'interactions, en particulier les accouplements de mâles recherchant activement des femelles. Les femelles ne recherchent pas activement les mâles. Nous avons observé des interactions mâles-femelles, mâles-mâle et des interruptions des accouplements par l'intervention d'un troisième mâle grâce à l'utilisation de son rostrum.



**Mâle-femelle
interaction
(55%)**

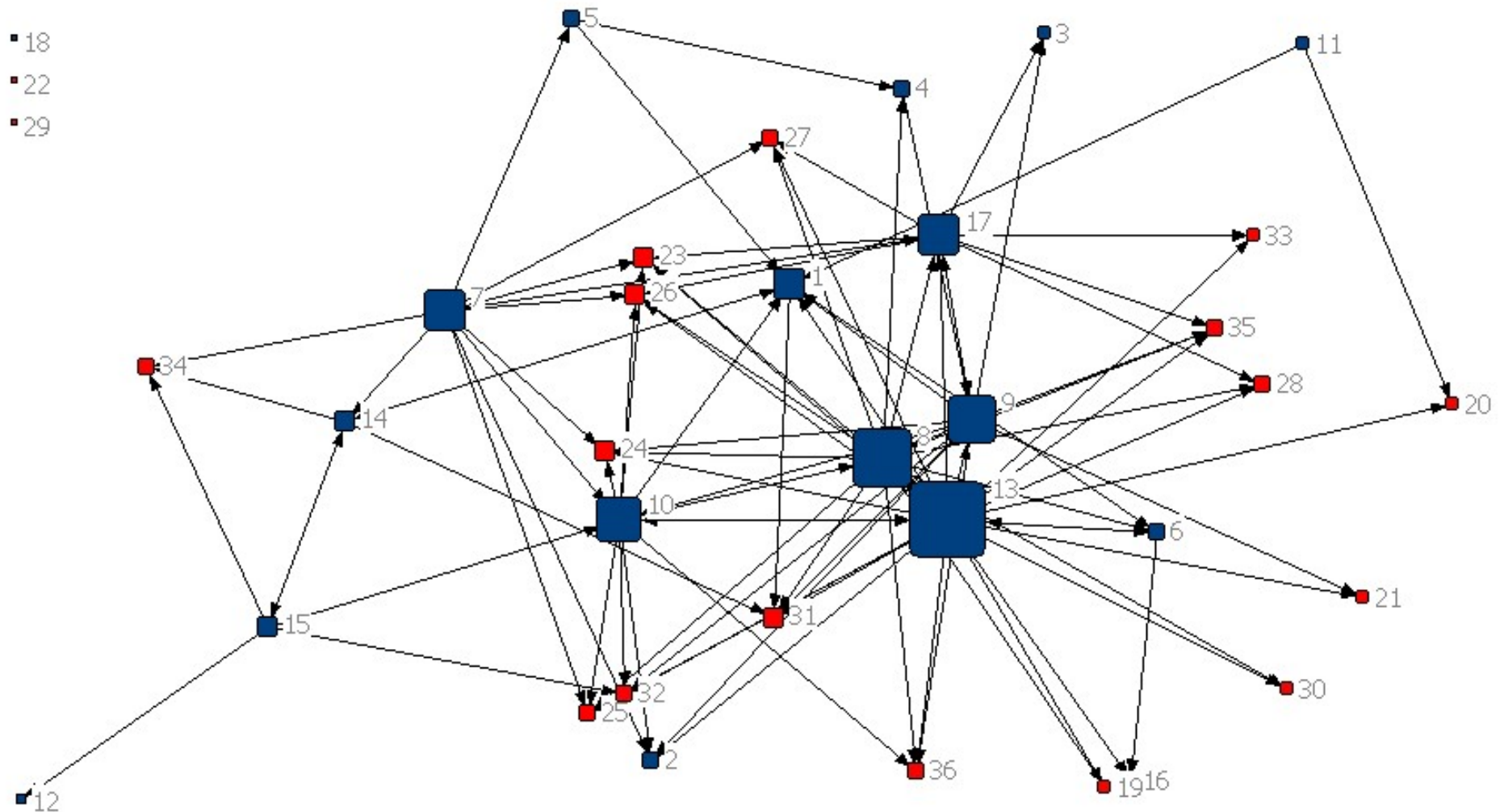
**Mâle-mâle
interaction
(22%)**



**Interruptions
(23%)**

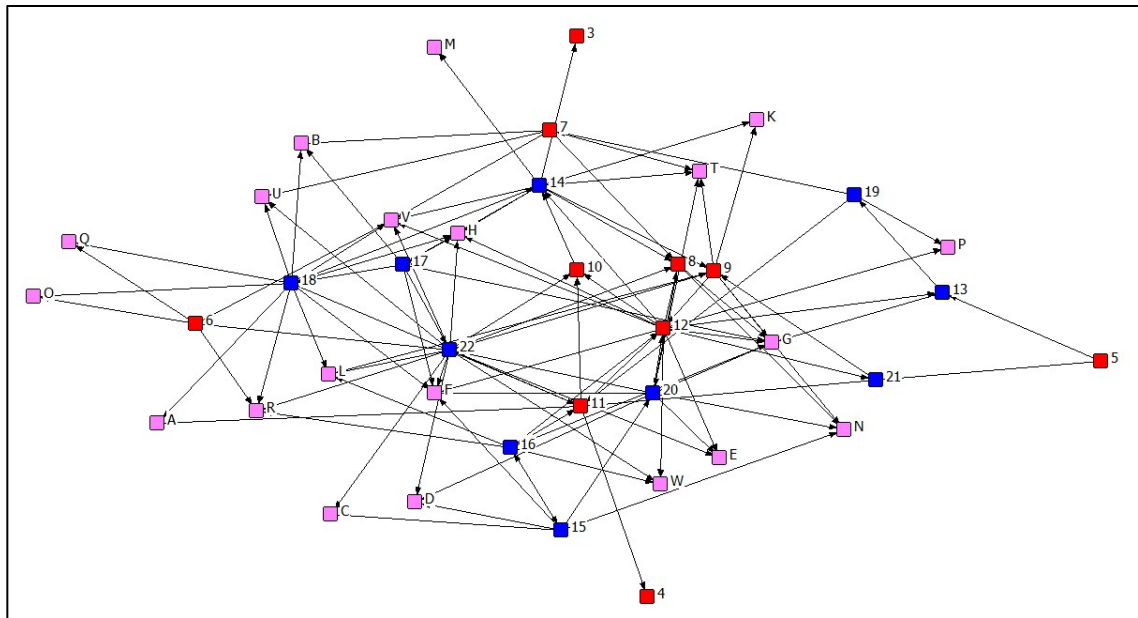
Les interactions entre les charançons ont été montrées avec un réseau utilisant le programme NetDraw

Réseau dont la taille des carrés est proportionnelle aux degrés (nombre d'insectes avec lesquels l'insecte cible entre en contact au moins une fois, de manière active ou passive) (rouge=femelles, bleu=males)





Network of sex: mâles stériles vs. males normaux



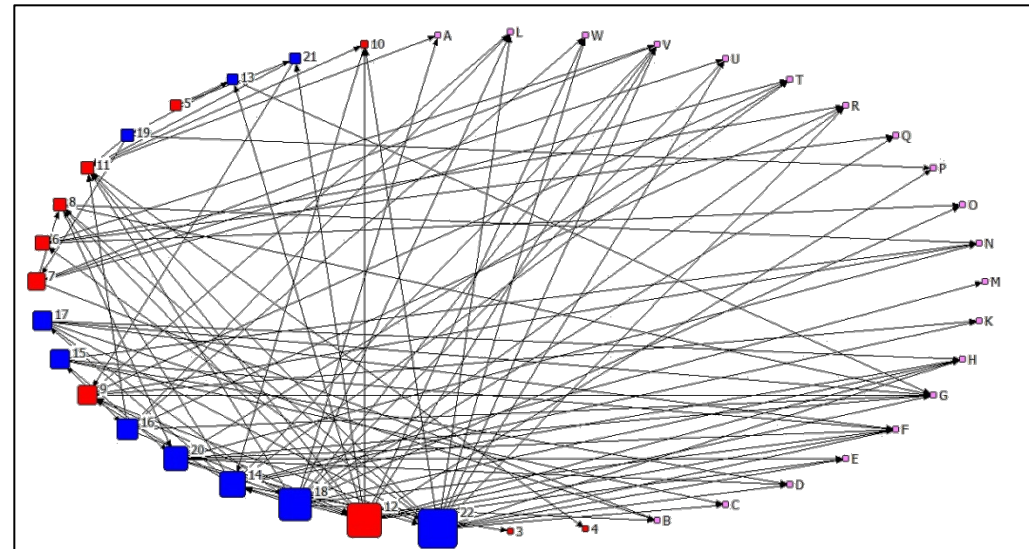
Réseau des accouplements

Rouge: mâles normaux (n=10)

Bleu: 80Gy mâles (n=10)

Rose: femelles (n=20)

Outdegrees





TIS: Perspectives

- Contrôle de qualité des mâles stériles
- Marquage du sperme pour la détection paternelle
- Essais biologiques éthologiques : couple vs. observations comportementales
- Approche intégrée : combinaison de la TIS avec des agents attractifs et pathogènes
- Intégration avec d'autres stratégies de lutte antiparasitaire

MERCI POUR L'ATTENTION

m.cristofaro55@gmail.com