

Utilisation des insectes en lutte biologique

Plan de travail

Introduction

1 Quelques insectes auxiliaires employés en L B

- 1.1- Les Prédateurs
- 1.2- Les prédateurs secondaires
- 1.3- les parasitoïdes
 - 1.3.1- Les ooparasites
 - 1.3.2- Parasites ovo larvaires
 - 1.3.3-Parasites larvaires
 - 1.3.3.1- Ectoparasites larvaires
 - 1.3.3.2- Endoparasites larvaires
 - 1.3.4- Parasites chrysalidiens
 - 1.3.5- Parasites imagos

2 Principales applications en LB

- 2.1- les coccinelles aphidiphages
- 2.2- les coccinelles coccidiphages
- 2.3- Cas de *Aphelinus mali*
- 2.4- Insecte sous serres

3 Applications en Algérie

- 3.1- Introduction
- 3.2-Historique de la L B en Algérie
- 3.3- Utilisation de *N. cardinalis* contre *I. purchasi*

3.4-utilisation de *P. ancharago* et *C. palmarum* contre *P. blanchardi*

3.5- Utilisation de *C. montouzieri* contre *P. citri*

3.6- utilisation de *T. embryophagum* contre *E. ceratoniae*

3.6.1- Inventaire des ennemis naturels

3.6.2-Elevage de l'hôte de substitution

3.6.3- Les lâchers

3.7- Utilisation de *C. noacki* contre *A. flocosus*

3.7.1- présentation de l'Aleurode floconneuse

3.7.2- Lâcher de *C. noacki* dans le monde et en Mitidja

3.7.3-Résultats obtenus en Mitidja

4-Exemple d'un insectarium: Mechra Del Kssiri à Rabat

4.1- Introduction

4.2- Description:

4.2.1- Matériel d'élevage

4.2.2-Méthode d'élevage des cochenilles

4.2.3- Méthode d'élevage du parasite

4.2.4-Lâcher du parasite

4.2.5- Control de l'efficacité du parasite

Introduction

- Le parasitisme et la prédation chez les insectes sont connus depuis très longtemps
- Mais ce n'est qu'au cours de la moitié du 19^e siècle que les 1ers essais ont commencé
- C'est le
- Rilez en 1873 en France a essayé de lutter contre *Phyloxera vastatrix* (Homoptera: Phyloxeridae) en envoyant aux USA un acarien *Rhysoglyphus phyloxere* en obtenant des résultats satisfaisants
- En 1874 *Coccinella septempunctata* (Coleoptera:Coccinellidae), un aphidiphage a été envoyé d'Angleterre en Nouvelle Zélande pour lutter contre divers pucerons
- en 1882 Cambel a envoyé *Novius cardinalis* (Coleoptera: Coccinellidae) à partir d'Australie pour lutter contre *Icerya purchasi* (Homoptera: Coccidae) en Californie
- Ensuite , il y a eu des milliers d'introduction de parasites ou de prédateurs

1- Quelques insectes auxiliaires employés en LB

1.1- Les Prédateurs:

- Les **coccinelles**: (Coleoptera: Coccinellidae) il ya environ 2500 sp presque prédatrices aphidiphages, coccidiphages ou aleurodiphages, ils très agiles et voraces qu'ils soient des larves ou adultes, **C. septempunctata** peut consommer jusqu'à 260 pucerons par jour; d'où leur nom de nettoyeurs des feuilles
- Les **Syrphes** (Diptera: Syrphidae): il existe environ 4000 s, très efficaces en LB, leur larves ou asticots agissent contre les pucerons et cochenilles
- Les **Cecidomyies**: (Diptera: Cecidomyiidae): prédateurs de pucerons
- Les **Crhysopes** (Nevroptères: Chrysopidae): **Chrysopa vulgaris** et **C. septempunctata**: leur larves attaquent les pucerons et les fourmis
- Les **Carabes** (Coleoptera: Carabidae): **Carabus morbulosus** appelé aussi jardinière (nettoie les jardins des déprédateurs), **Calosoma sycophanta** prédateur des chenilles de la processionnaire et de la spongieuse
- Les **punaïses** (Heteroptera: Anthocoridae): s'attaquent aux œuf et larves de Lepidoptères, cas de **Cardiastehus** contre **Ectomyelois**

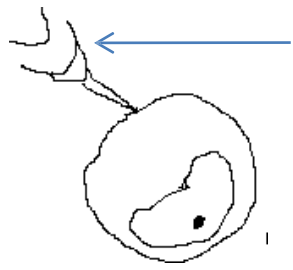
1.2- Les prédateurs secondaires

- *Ovius*: punaise s'attaquant aux acariens Tetranyques
- *Cicendelles* (Coleoptera: Cicindelidae) comme *Cicendella campestris* qui s'attaque aux larves et chenilles de divers insectes
- Les *Mantes* (Mantoptera: mantidae) comme *Mantis religiosa* et *Sphodromantis bioculata* qui jouent un rôle important dans le maintien de l'équilibre biologique
- Les *Libellules* (Odonatoptères) dont les adultes sont d'excellents chasseurs dans les airs
- *Sphecx* (Hymenoptera: Sphecidae) : prédateur contre de nombreux insectes

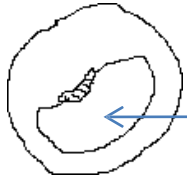
1.3- les parasitoïdes

1.3.1- Les ooparasites(parasites oophages)

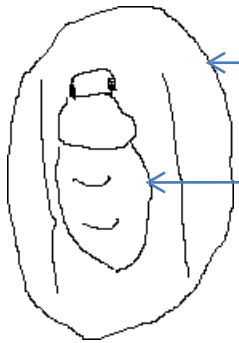
- Cas de *Trichogramma embryophagum* contre *Cydia pomonella* ou *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera) et *T. evanescens* contre *Pieris brassicae*
- Le développement embryonnaire, larvaire et nymphal du parasite se déroule à l'intérieur de l'œuf de l'hôte
- L'imago du parasite quitte l'œuf en creusant un trou dans la coquille
- C'est le mode de parasitisme le plus intéressant vu qu'il détruit le ravageur à la base



♀ du parasitoïde piquant grâce à son ovipositeur l'œuf de l'hôte pour y déposer son œuf

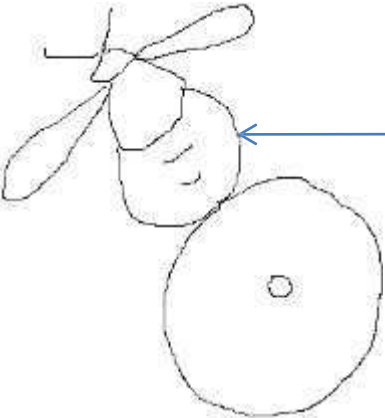


L3 du parasitoïde, la L1 s'alimente de l'embryon hôte puis mue en L2 et L3



L'œuf hôte devient gris puis noir synonyme de parasitisme

Nymphe hôte

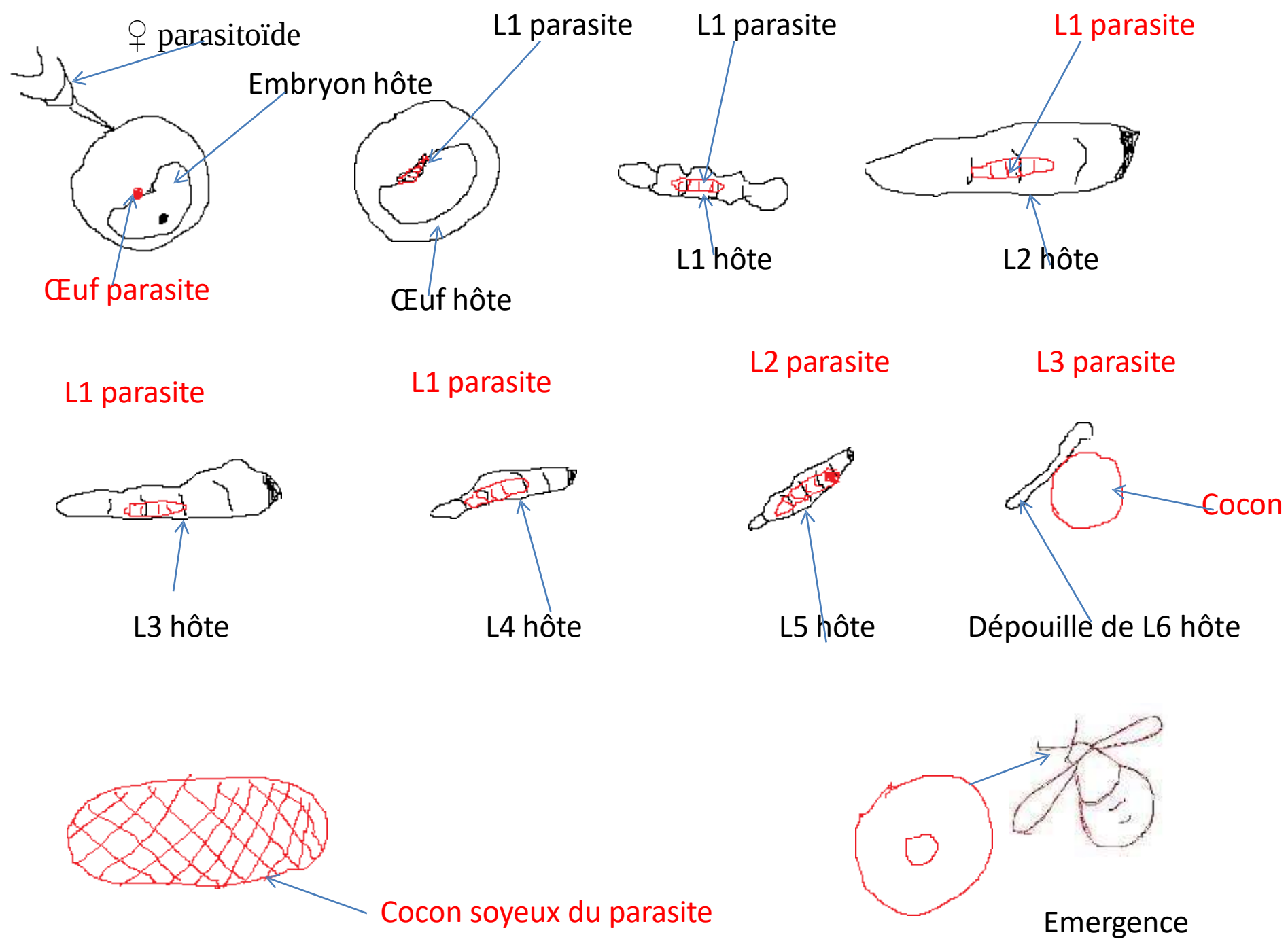


Au 8^e jour, émergence de l'imago

NB- on peut remplacer l'œuf adulte par une capsule contenant une substance nutritive, pour faire parasiter cette espèce en utilisant un hôte de substitution: le ver de la farine ou *Ephesia kuhniella*

1.3.2- Parasites ovolarvaire: Cas de *Phanerotoma flavitestaceae* (Hymenoptera: Braconidae contre *Ectomyelois* ou *Cadra*

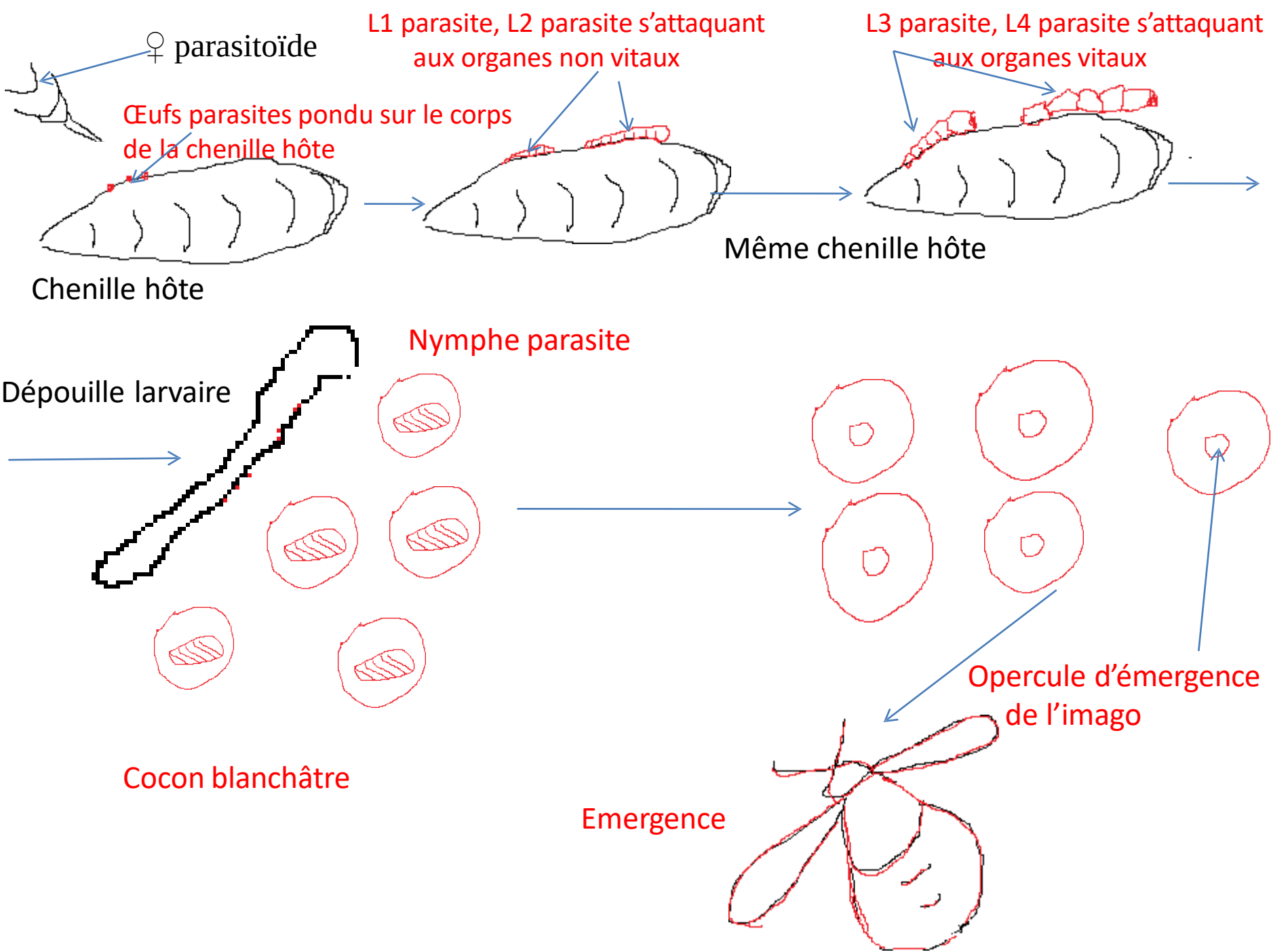
- La ponte du parasite se fait dans l'œuf de l'hôte
- Le développement larvaire se fait dans l'œuf hôte et se poursuit dans les stades larvaires hôtes
- Il s'agit d'un parasite solitaire: 1 seul œuf parasite/œuf hôte



1.3.3-Parasite larvaire

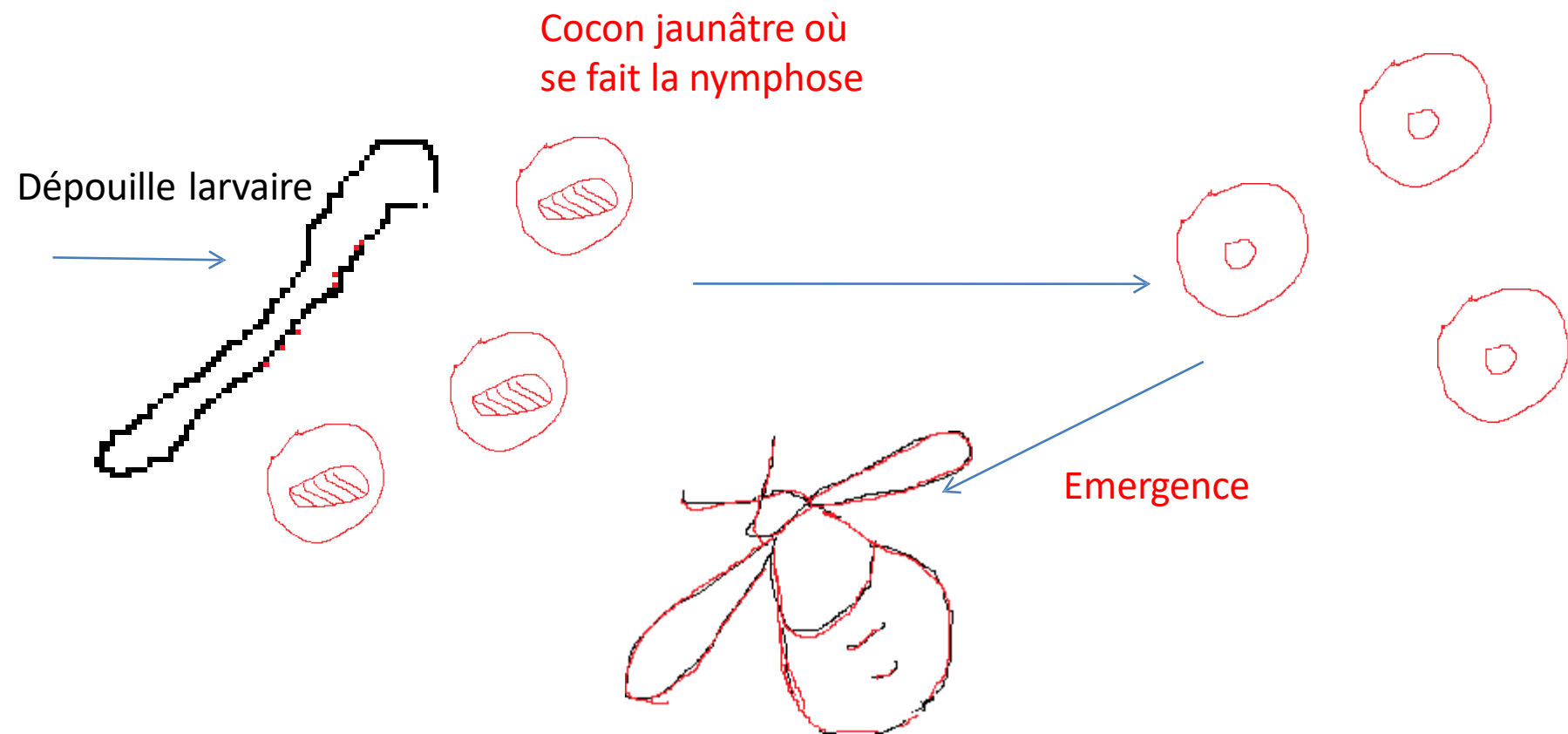
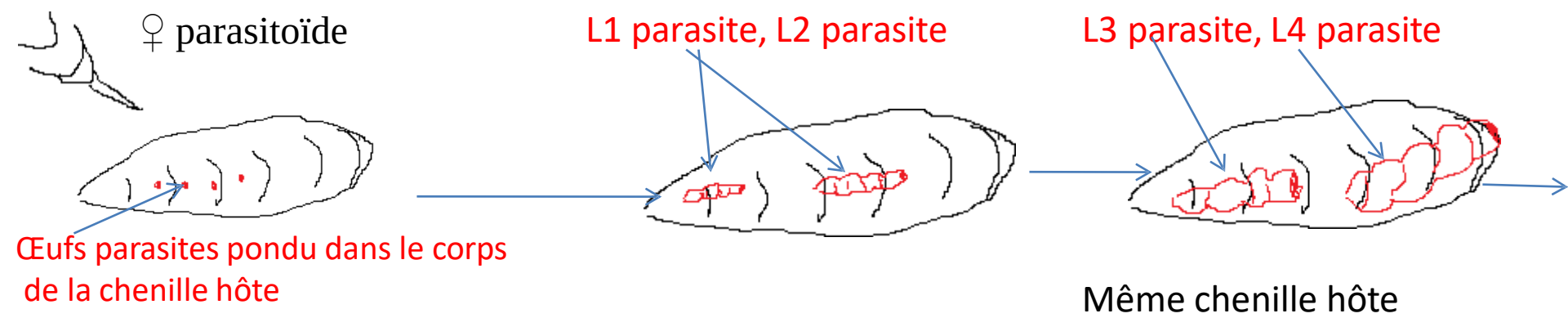
1.3.3.1- Ectoparasite larvaire: Cas de *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) contre *Ectomyelois*

- La ♀ parasite pique la chenille hôte en la paralysant avec sa carrière
- Elle dépose ensuite **sur la chenille hôte** plusieurs œufs: parasite **grégaire**
- Tout le développement du parasite se déroule sur le corps de la chenille hôte
- Au terme de son développement, la larve quitte la chenille pour construire son cocon
- Si l'hôte continue à vivre jusqu'à l'émergence: sp **koinobionte** si la mort survient immédiatement: il s'agit alors d'une sp **idiobionte**



1.3.3.2- Endoparasite larvaire

- Cas d' *Apanteles solitarius* (Hymenoptera: Braconidae) (P. solitaire) contre *Lymatria dispar* et *A. glomeratus* (P. grégaire) contre *Pieris brassicae*, *Pimpla brassicae* contre *pieris* ou *Ichneumon rudis* (Hymenoptera: Ichneumonidae) contre *Taumatopoa pytiocompa*
- La ♀ parasite pond ces œufs à l'intérieur du corps de la chenille où s déroule tout le développement larvaire
- Une fois le développement achevé, les larves parasites quittent la chenille pour construire leur cocon



1.3.4- Parasite chrysalidien

- C'est le cas de *Nemeritis canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae): parasite solitaire et de *Pteromalus puparum* (Hymenoptera: Pteromalidae): parasite grégaire contre *Cadra*
- La femelle dépose à l'intérieur des **chrysalides** 1 ou plusieurs œufs
- Le développement embryonnaire; larvaire et nymphale se déroule à l'intérieur du corps de la chrysalide hôte
- Pour sortir, l'imago parasite creuse un trou dans la dépouille chrysalidienne

1.3.5- Parasite imaginal

- C'est le cas de *Systoeus ctenopterus* (Diptera: Bombylidae) contre *Dociostaurus marocanus*
- Tout le cycle du parasite se déroule dans le corps de **l'imago** hôte

2- Principales applications en LB

2.1- les coccinelles aphidiphages

- Elles hivernent s/forme imaginale soit s/ pierres ou les touffes de végétations
- Les abris sont placés en zones montagneuses
- Dès 1920, Carnes a transporté ces coccinelles à partir des montagnes vers les plaines fruitières pour lutter contre les pucerons

2.2- les coccinelles coccidiphages

- Jperti a utilisé ces coccinelles contre *Parlatoria blanchardi*: cochenille blanche du palmier dattier
- En Algérie, Balachowski a utilisé *Pharoscymnus ancharago* (Coleoptera: Coccidae) et *Cybocephalus palmarum* (Coleoptera: Nitidulidae) contre *P. blanchardi*
- 1921 à Bechar Balachowski et Lepigre ont introduit puis lâchers massivement avec succès ces 2 sp contre ce même ravageur

2.3- Cas de *Aphelinus mali* (Hymenoptera:Aphelinidae) endoparasite utilisé contre *Eriosoma lanigera* (Homoptera: Aphidae)

2.4- Insecte sous serres

- Utilisation de l' *Encarcie* (Hymenoptera: Chalcididae) pour lutter contre *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleurodidae) introduit pour la 1ere fois en Angleterre

3- Applications en Algérie

3.1- Introduction

- Pour entreprendre une LB efficace, il ya certaines étapes à franchir:
- Etude bio écologique du déprédateur: (cycle de développement, nombre de F/an, plantes hôtes, ennemis naturels, longévité...)
- Choix de l'auxiliaire à utiliser en L B contre ce ravageur, ce choix portera sur le plus performant d'entre eux
- Etude bioécologique de l'auxiliaire choisi (parasite ou prédateur)
- Élevage de l'auxiliaire (temps cour et espace réduit pour avoir un très grand nombre d'individus)
- Multiplication sur l'hôte de substitution (*Ephestia kuhniella*)
- Ce n'est qu' une fois ces étapes franchies qu'il faudra songer à pratiquer une LB
- Effectuer d'abord un lâcher expérimental sur le terrain pour voir si l'auxiliaire s'adapte parfaitement sur le terrain
- Faire ensuite un lâcher de grande envergure

3.2-Historique de la L B en Algérie

- D'après Delassus et (1931), 3 cas sont à noter:
 - *N. cardinalis* contre *I. purchasi* en 1922
 - *P. ancharago* et *Cybocephalus palmarum* et *C. sminelum* contre *P. blanchardi* en 1922
 - *Cryptolaemus montouzieri* contre *Pseudococcus citri* en 1931
- Plus récemment , des essays de lutte ont été enregistrés:
 - *T. embryophagum* contre *E. ceratoniae* en 1983
 - *Cales noacki* contre *Aleurothrixus floccosus* dans l'Oranie puis en Mitidja en 1986

3.3- Utilisation de *N. cardinalis* contre *I. purchasi*

- *I. purchasi* est un déprédateur sur Aurantiaceae(Agrumes)
- Dégâts observés pour la 1ere fois en Californie
- En 1896 elle est passée en méditerranée puis à Boufarik
- En 1922 1ere application en Algérie à l'IAA(Institut agricole algérien)
- Elevage réalisé au jardin d'essais
- 2 mois après, le ravageur fut éliminé

3.4-utilisation de *P. ancharago* et *C. palmarum* contre *P. blanchardi*

- *P. blanchardi* a été signalée pour la 1ere fois par Blanchardi en 1869 dans le sud algérien
- Elle est introduite à Bechar en 1920 où elle a causé des dégâts importants
- En 1925, Balashowski a constaté qu'à Biskra, il n'y avait pas de dégâts à cause de la présence de ces 2 prédateurs ce qui n'était pas le cas à Bechar, d'où la tentative mais échouée d'acclimatation de ces derniers à Bechar en provenance de Biskra à cause de l'éloignement des 2 régions
- Deuxième tentative échouée aussi d'élevage au jardin d'essais
- Troisième tentative réussie d'élevage en palmeraie sur place
- 2 mois après, les 2 sp surtout *C. palmarum* étaient parfaitement adaptées

3.5- Utilisation de *C montouzieri* contre *P. citri*

- Cette cochenille est polyphage mais surtout sur agrumes et sous serres
- La coccinelle est introduite puis élevée au jardin d'essai en 1913 par Trabut
- 1931: essai mais difficile d'acclimatation sur parcelles d'agrumes

3.6- utilisation de *T. embryophagum* contre *E. ceratoniae*

3.6.1- Inventaire des ennemis naturels

A- Parasitoides

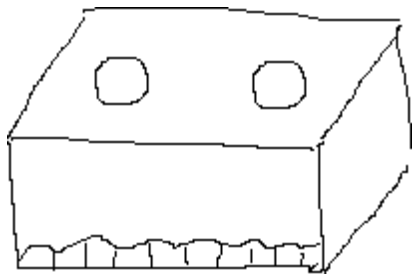
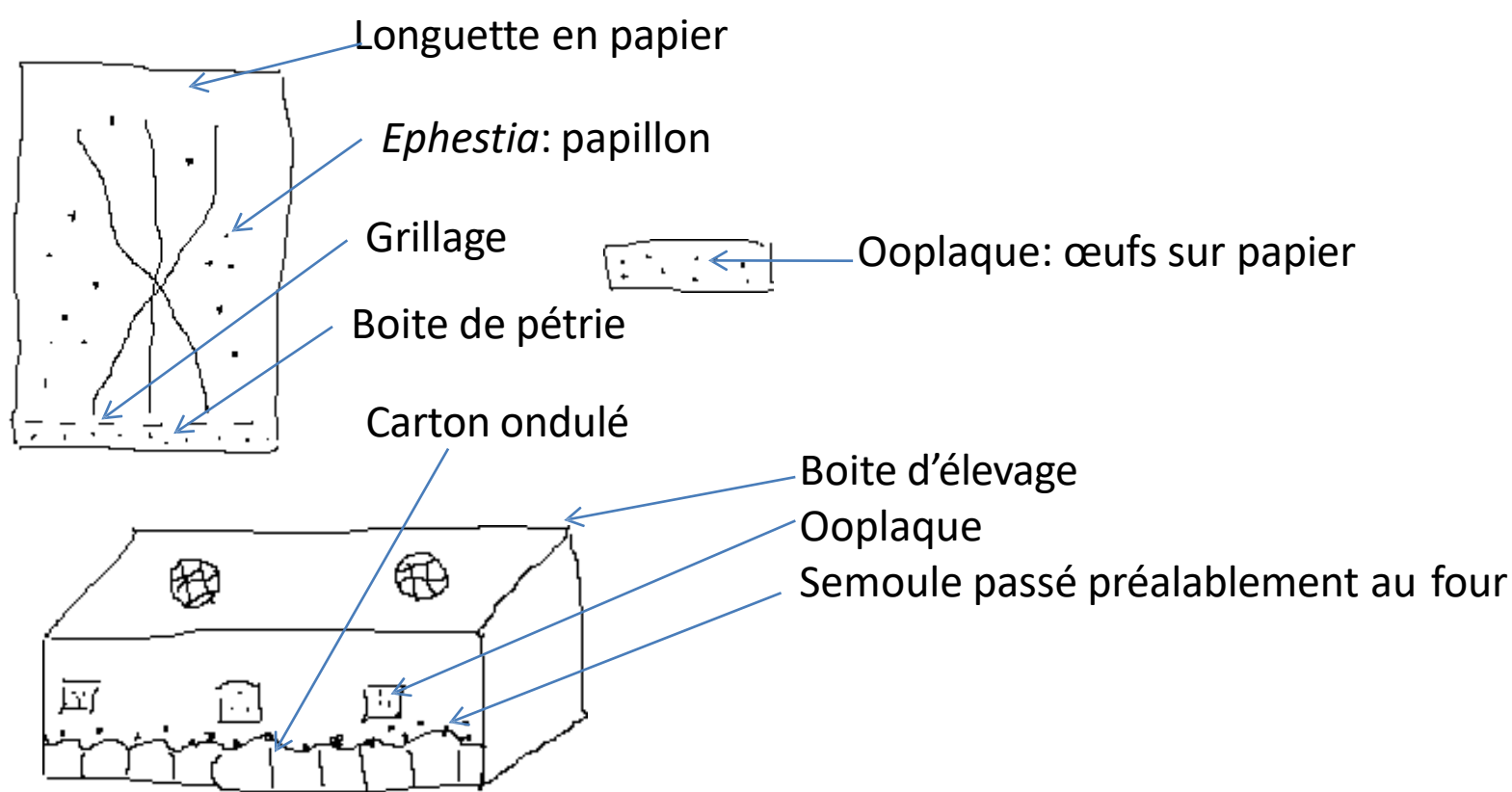
- A- Parasites oophages: *T. embryophagum*
- P.ovolarvaire: *P.flavitestacea*
- Ectoparasite larvaire: *Bracon hebetor*
- Endoparasite larvaire: *Apanteles sp* et *Clausicella siturata* (Dip:Tachinidae)
- Endoparasite chrysalidien: *Nemeretis canescens*

B- Prédateurs:

- *Cardaiasthetus nagarinus* (Heter:Antochoridae) œuf et L1
- *Crematogaster scutellaris* (Hym:Formicidae)œuf
- *Mantis religiosa* et *Sphodromantis bioculata* adulte
- *Melichares tarsalis* (acarien)
- *Pycnonotus barbatus*: bulbul des jardins (oiseau)
- Choix de l'auxiliaire à utiliser en LB contre la pyrale: le choix s'est porté sur *T. embryophagum* car *C. nagarinus* s'est révélé pas intéressant car c'est une sp polyphage et difficile à élever
- *T. embryophagum* : cycle biologique court: 8 à 10j, le parasitisme à lieu entre 4 à 6j, ces œufs sont mis à 4 degrés pendant 10 mois
- Les trichogammes trouvent facilement les œufs à parasiter (parthenogenese tellithoque

3.6.2-Elevage de l'hôte de substitution *E. kuhniella*

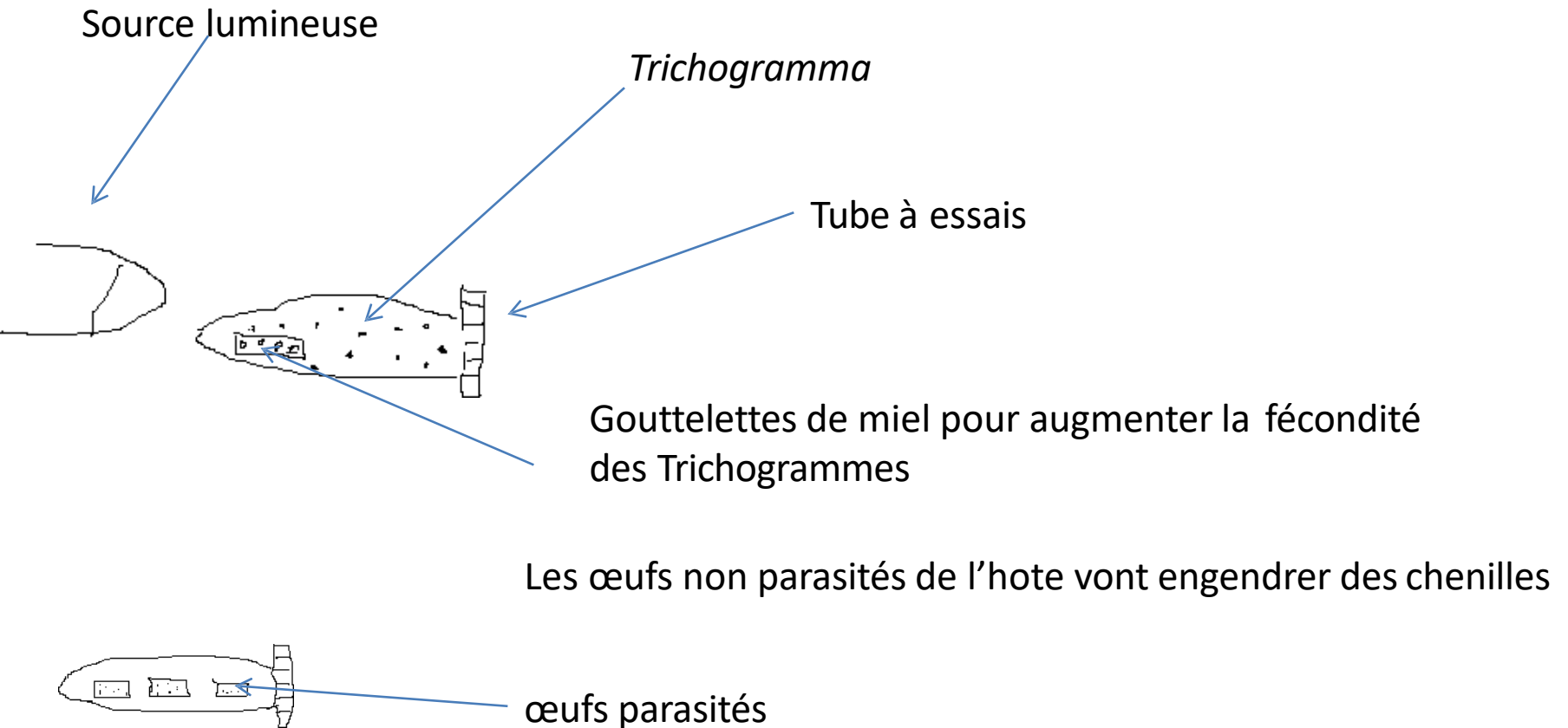
- Il peut remplacer n'importe quel ravageur naturel
- Sa multiplication ne peut pas se faire sur son hôte naturel
- L'élevage se fait à 27-28 degrés, 70 d'HR dans des boîtes parallélépipèdes, placées dans des étuves dans des salles climatisées biofabriquées
- Une partie est consacrée pour reprendre l'élevage d'*Ephestia* , l'autre pour l'élevage du parasite



Connaître le nombre d'œufs /plaque pour les calculs
 Eclosion des œufs d'*Ephestia* chenilles s'alimentant de la semoule
 Se cachant pour la nymphose
 Enlèvement des plaques
 Chrysalisation dans le carton ondulé
 Emergence des papillons
 Le cycle dure 45j
 Récupération des papillons et reprise de l'élevage

Elevage de *Trichogramma*

Cycle dure 8-10j à 27degrès et 70% d'HR



Au 4^e-5^e j, les œufs noircissent quand le parasite devient une nymphe, à ce moment on peut stocker ces œufs parasités à 4degrès et ce pendant plusieurs mois

3.6.3- Les lâchers

- Les 1ers lâchers massif ont été effectués pour la 1ere fois à Tachkent en Russie en 1904 par Vassiliev pour lutter contre le carpocapse des pommes
- L'objectif des lâchers est double:
 - Renforcer le taux de parasitisme quand le parasite existe mais en quantités insuffisantes (lâchers s'effectuant au début des vols du ravageur
 - Introduction et acclimatation du *Trichogramma* là où il n'existe pas

- Dans les 2 cas on doit avoir des lâchers massifs et saisonniers mais aussi périodiques
- Ces lâchers doivent être synchronisés avec les pontes du ravageur
- Il doit y avoir une coïncidence spatiotemporelle entre les 2 parties
- Les *trichogrammes* doivent être lâchés dans les champs, vergers ou forêts soit à l'état larvaire ou nymphale dans l'œuf hôte soit à l'état imaginal
- S'ils sont lâchés à l'état larvaire ou nymphale, ils sont disposés sur des plaquettes dans les flancs des arbres ou alors suspendus, comme ils peuvent être mis dans des tubes à essais ouverts, les *Trichogrammes* pouvant alors sortir pour parasiter leur hôte
- Aux USA, les œufs sont mis en suspension dans l'eau puis projetés sur les cultures par un pulvérisateur

3.7- Utilisation de *C. noacki* contre *A. floccosus*

3.7.1- présentation de l'Aleurode floconeuse

- Appelés mouches blanches
- Homoptera:Aleurodidae
- Peut tuer l'arbre au bout de 5-6 ans
- Secrete le miellat et favorise l'installation de la fumagine
- Forme un amas cotonneux sur les feuilles (diminution de la photosynthèse et la respiration)
- Œufs pondus en amas, 4 stades larvaires: L1 sans cire;L2: 8 amas cireux; L3: cire très bien développée et grande taille
- adulte émergeant en faisant une fente dans le puparium
- D'origine asiatique, elle s'est installée en Amérique centrale au siècle dernier ensuite en Méditerranée: France; Espagne, Maroc ensuite Algérie
- 1981:Oranie, 1983: Miltidja et 1986: Est (Annaba)
- Lutte chimique: sans effet
- L . Biologique en utilisant *C.noacki*, c'est le 2^{ème} cas réussi de L.B en Algérie

3.7.2- Lâcher de *C. noacki* dans le monde et en Mitidja

- Utilisée pour la 1ere fois en Amérique centrale
- En France, elle a été introduite en cote d'Azur en 1970 en provenance du Chili par Onillon
- Elle s'attaque à la L2, L3 et L4 du ravageur
- Un lâcher e 400 ♀ et 1200♂ a abouti à un effondrement de l'Aleurode en 15 mois
- Espagne: 1^{er} lâcher par Garrido et al en 1973: disparition de l'Aleurode en 1975
- Italie: Cales est introduit par Liotta en 1978
- Maroc: introduite en 1973, 3 lâchers effectués, le 1^{er} et 2^{em} (1985) échoués, le 3^{em} réussi en 1986

3.7.3-Résultats obtenus en Mitidja

- Dès son introduction en Mitidja, soit 2 à 3 jours après —————> émergence, la disparition du parasite se faisait par création de foyers concentriques
- Taux de parasitisme obtenu: aout 1986: 42%, novembre 1986: 90-95%

4-Exemple d'un insctarium: Mechra Del Kssiri à Rabat

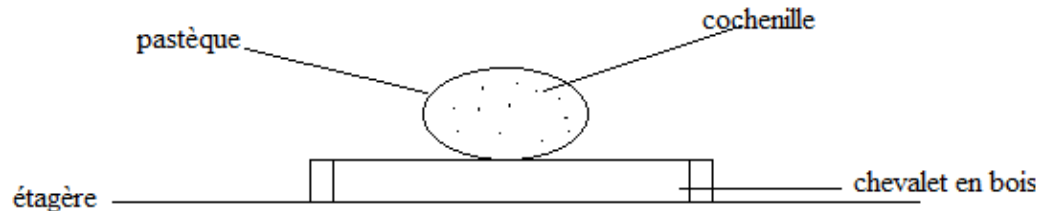
4.1- Introduction

- Un **insectarium** est le lieu où l'on reproduit massivement les insectes entomophages ne pouvant se multiplier spontanément en quantité suffisante
- But: élevage de **Aphytis** (Hym: Aphelinida) pour lutter contre le **pou de Californie**: *Aunidiella aurantii* (Hom: Diaspidae)
- Hôte de substitution: la **cochenille du Lierre**: *Aspidiotus hederae* (Hom: Diaspidae) élevée sur Pastèque et Courge
- Le pou de Californie a été introduit au Maroc en 1933
- 15 ans après, la cochenille avait envahi tous les vergers d'agrumes
- D'où l'installation de l'insectarium par Benassy

4.2- Description:

4.2.1- Matériel d'élevage

- **Récolteur de larves** démontable en fer de bois: 9 travets et 6 étagères formant un cercle au centre duquel existe un tube fluorescent comme source lumineuse
- 176 pastèques ou 200 courges y sont déposés
- **Housse d'isolation** pour isoler les cochenilles des différents parasites et prédateurs
- **Chevalet**: pour y mettre la plante hôte



- **Chariot transporteur**: pour le déplacement des fruits contaminés vers la **salle d'élevage**, et aussi pour le stockage, chaque chariot pouvant contenir jusqu'à 60 fruits
 - 12 fruits sont transportés pour élever le parasite dans des tiroirs d'élevage
 - 9 fruits servent pour reprendre l'élevage de la cochenille (hôte de substitution)

4.2.2-Méthode d'élevage des cochenilles

Se fait à 24 °C et 55% d'HR, selon les étapes suivantes:

a. Récolte des larves mobiles: réalisée grâce au phototropisme positif que présente les larves

b. contamination des fruits

- Chaque jour, ces larves sont transférés sur pastèque grâce à une boîte métallique fermée par un tissu à maille très fine, utilisé comme salière pour saupoudrer ces larves sur les pastèques
- Cette boîte permet de répartir les larves à raison de 35-80 L/cm²
- Les L sont mis s/ source lumineuse pour leur permettre de se disperser
- Quand toute la pastèque est contaminée, on la place s/ housse d'isolement puis on les charge sur un chariot transporteur en attendant la maturation des larves

C- Maturation des cochenilles

- Dans les conditions d'élevage de l'insectarium, le cycle de *A. hederae* dure 63 j, depuis la date de la fixation de la larve jusqu'à l'émission de la 1^{ère} larve mobile
- L1: 14j, L2: 10j et la maturation de la femelle: 39j
- quand 21 fruits sont contaminés/j, 9 d'entre eux sont destinés à l'élevage des larves mobiles, les 12 autres étant dirigés vers l'élevage du parasite

4.2.3- Méthode d'élevage du parasite

- Se fait à 27°C et 50% d'HR
- Chaque jour, des fruits contaminés avec des ♀ matures sont placées dans des **tiroires d'élevage**
- On place du miel sur des plaques d'alimentation sous forme de petites gouttelettes
- un nombre variable du parasite (**inoculum**) est mis à pondre
- période de ponte: 24 h
- Ces parasites serviront à des lâchers dans les vergers
- Evolution du parasite de la nouvelle F: 14-18j
- Après leur émergence, les individus sont **anesthésiés**
- Ils sont récupérés: une partie sert à reprendre l'élevage du parasite, l'autre sert à des lâchers dans les vergers
- Avant les lâchers, on les place dans des **compteurs volumétriques** (boite graduée) puis on les met dans des boites à raison de 4000♀ + 1000♂ / boite de lâchers

4.2.4-Lacher du parasite

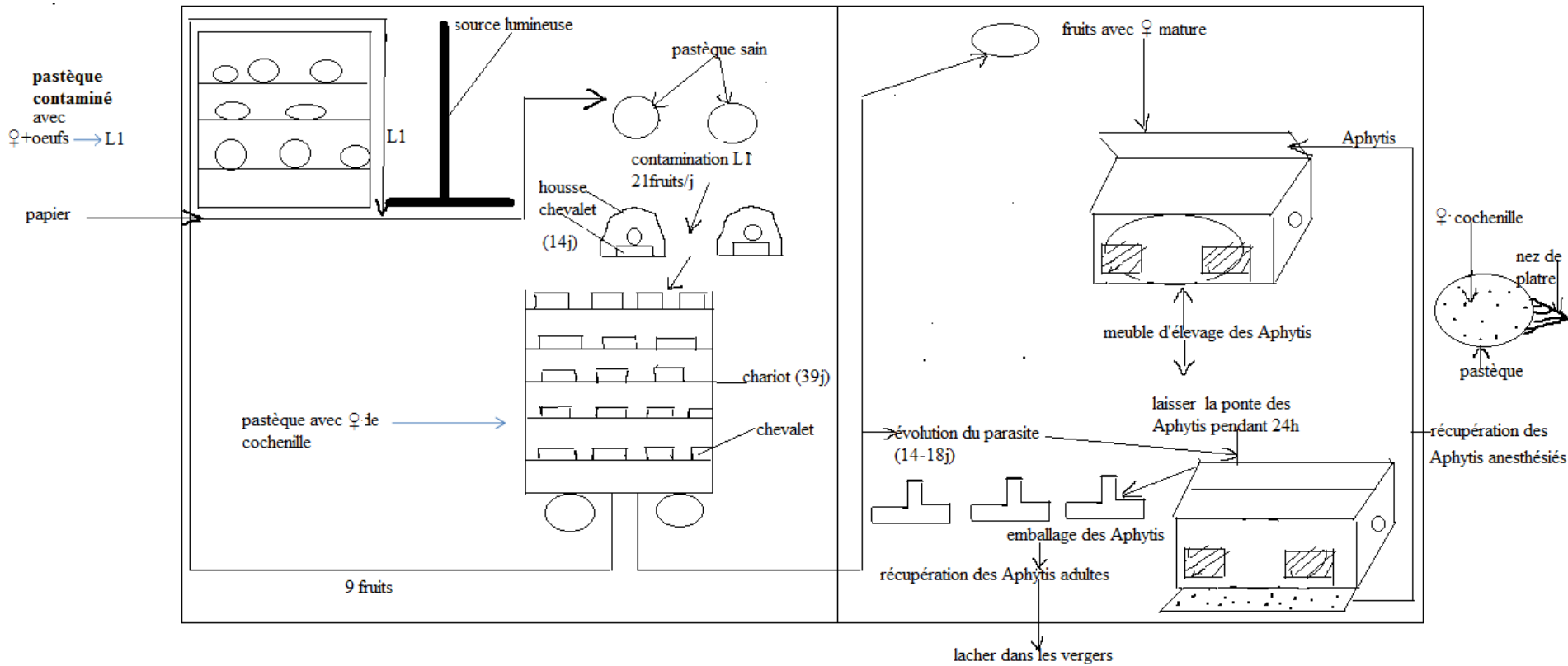
- La méthode consiste à libérer le parasite d'une façon échelonnée, tout au long de l'année, afin d'atteindre la dose moyenne de 4000 à 5000 individus/arbre, ce qui correspond à presque 8000 à 1 million d'individus/ha
- L'arbre contenant des parasites se trouve au centre d'un bloc de 9 arbres
- La dispersion du parasite se fait ainsi rapidement

4.2.5- Control de l' efficacité du parasite

- Il ne suffit pas de lâcher uniquement mais de voir si le parasite est efficace sur le terrain ou non
- L'estimation de la survie du parasite, de son acclimatation et de son efficacité se fait grâce à la récolte d'échantillons et à leur mise en **éclosoir** afin de noter la présence du parasite dans différents foyers
- Les échantillons sont constitués de feuilles, rameaux et fruits selon la saison
- On récolte ces échantillons et on les met dans des éclosiers
- On compte le nombre de cochenilles sortant de l'éclosoir ainsi que le nombre de cochenilles parasités ($\% \text{ de parasitisme} = \frac{\text{nombre total de cochenilles parasités}}{\text{nombre total de cochenilles présentes sur fruits ou feuilles}} \times 100$)
- Exemple:
 - nombre total de cochenilles présentes sur fruits= 250
 - nombre total de cochenilles parasitées= 70
 - $\text{taux de parasitisme} = \frac{70}{250} \times 100 = 28\%$

Elevage de l'hôte de substitution

Elevage du parasite



(D'après Euverte, 1974)