

Bilan des connaissances sur l'invasion du frelon asiatique en Europe

Claire Villemant* et Quentin Rome**



MUSÉUM
NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE



**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT



*Institut Systématique Evolution Biodiversité (ISYEB)

** UMS patrimoine naturel – AFB, CNRS, MNHN

Muséum national d'Histoire naturelle, CNRS, Sorbonne Université, EPHE

Historique et biologie



Le frelon asiatique à pattes jaunes

Vespa velutina nigrithorax



Une nouvelle espèce pour l'Europe



Frelon à pattes jaunes
Vespa velutina

ouvrières: 20-30
reines: 25-30 mm

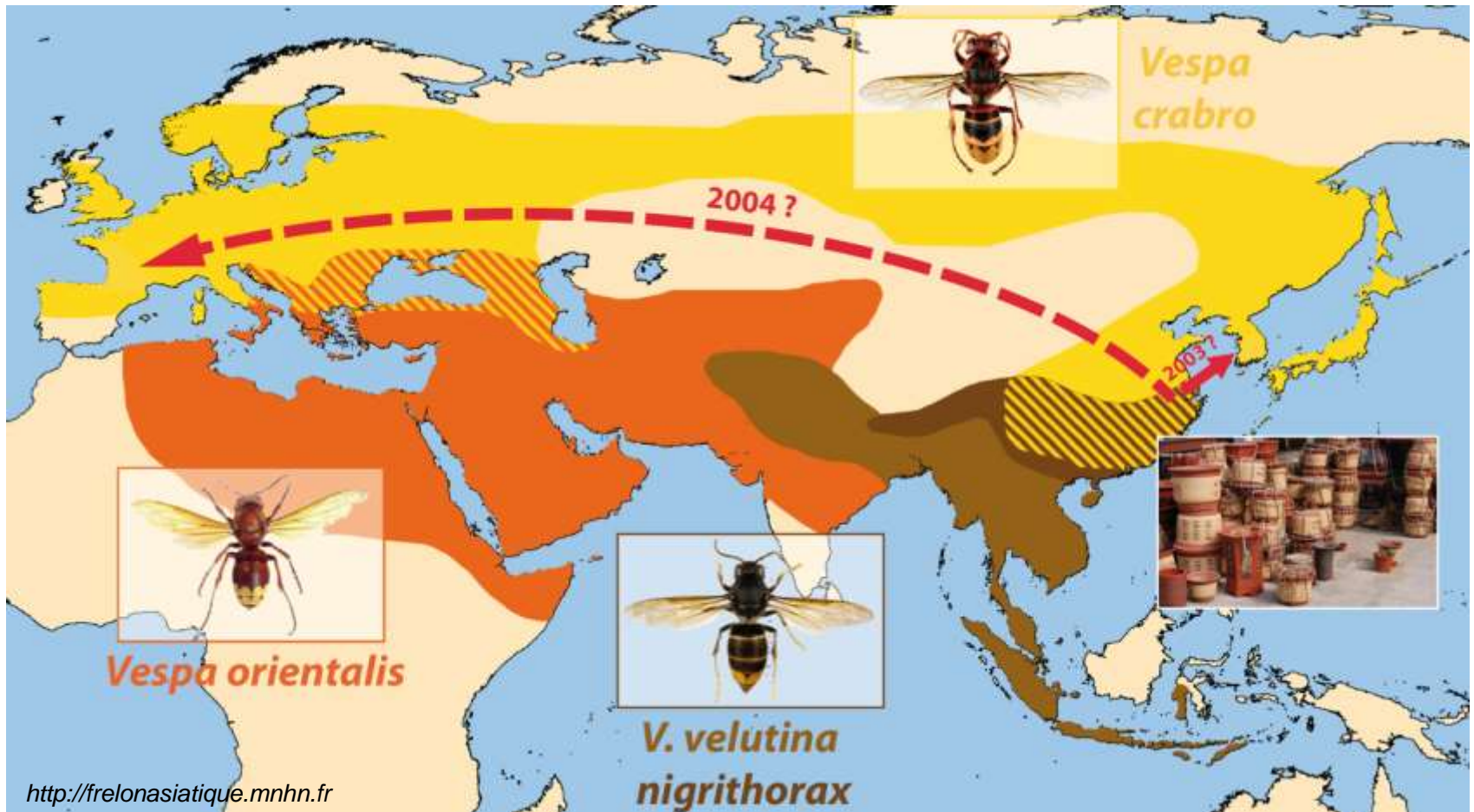


Frelon d'Europe
Vespa crabro

ouvrières: 25-30
reines: 35-40 mm

<http://frelonasiatique.mnhn.fr>

Origine de l'invasion



Avant 2004 : 22 espèces du genre *Vespa* en Asie et seulement 2 en Europe
Vespa velutina introduit avant 2004 par le commerce horticole?

Origine de l'invasion

Analyses moléculaires:

lignées invasives (France, Corée) et populations de l'aire d'origine (Asie)

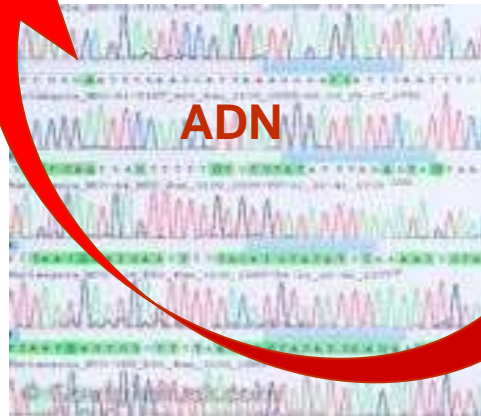


Origine invasion:

- Chine
- région de Shanghai

Introduction:

- une seule reine
- fécondée par 4-5 mâles



Un prédateur d'abeilles



L'abeille asiatique *Apis cerana* se défend contre ce prédateur par **hypertermie** (*heat balling behaviour*)

Un prédateur d'abeilles



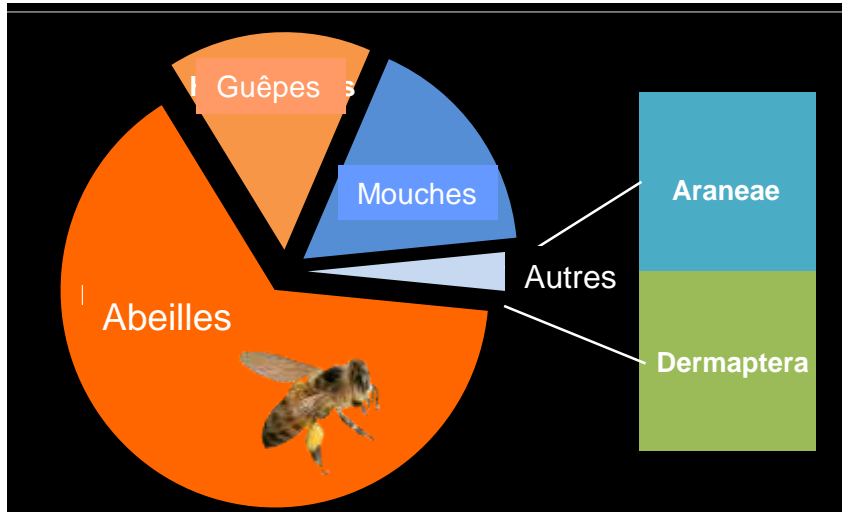
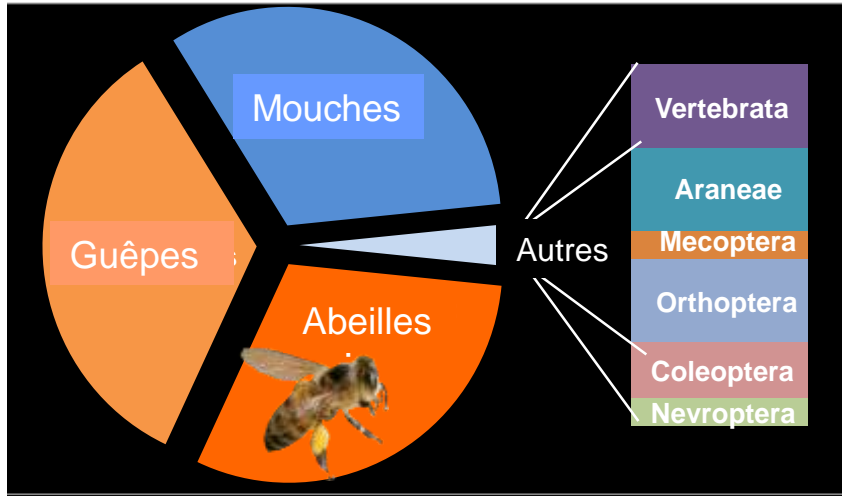
En Europe *Apis mellifera* ne sait **pas encore** se défendre

Butineuses capturées surtout au retour au nid et sur planche d'envol

Monceau et al 2013, Arca et al 2014

Un prédateur opportuniste

Milieux naturels



Milieux urbanisés

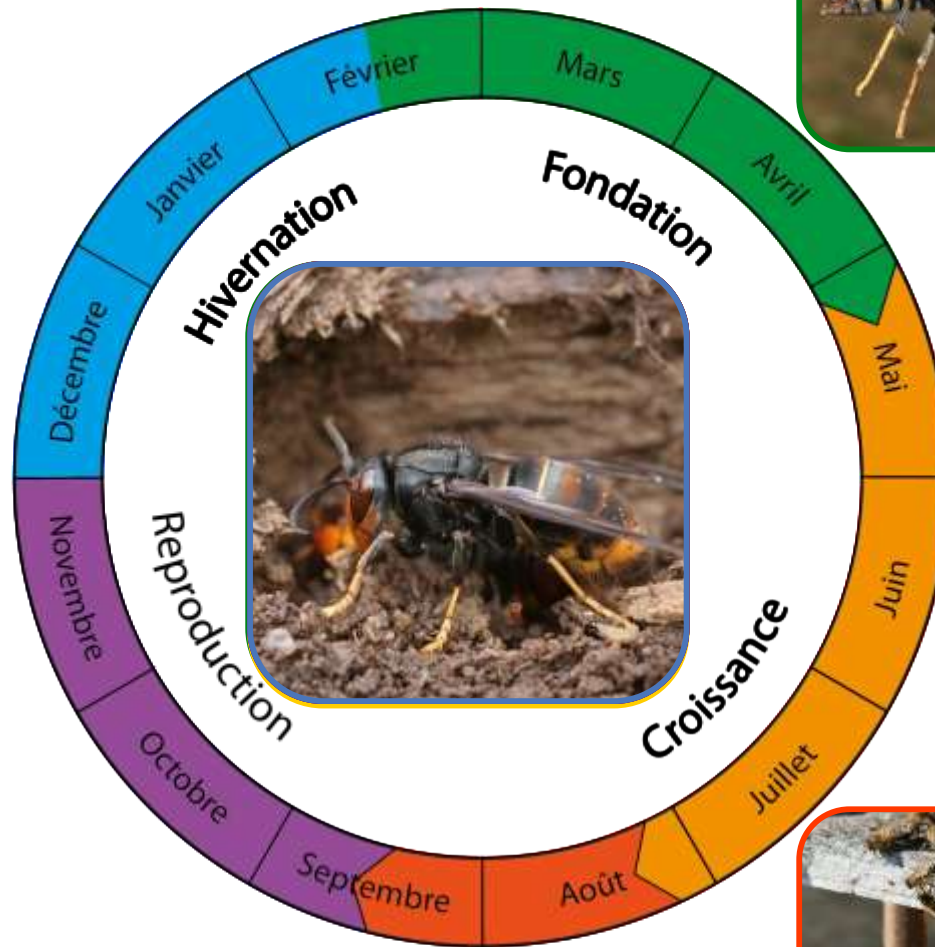
- 23 nids échantillonnés
- 13 000 frelons capturés
- 2300 proies identifiées
- 2100 proies barcodées



- **prédateur très opportuniste**
- **grand spectre de proies**

Cycle biologique

Colonie annuelle



<http://frelonasiatique.mnhn.fr>

Nids primaires et secondaires



Nid embryon

Ø < 20 cm
avril-juin



Nid primaire ou secondaire



Nid secondaire

Ø > 60 cm
septembre-décembre

Si moins de 200 m entre 2 nids
= même colonie

70%
des
nids

Delocalisation



Nid
secondaire

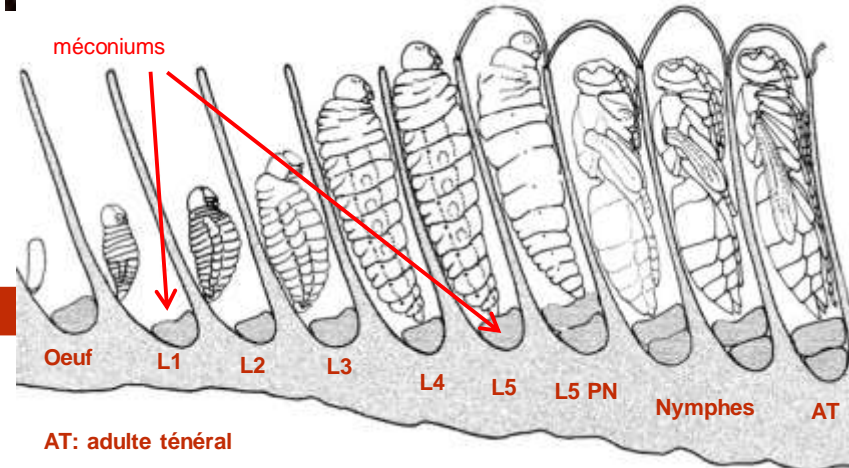


Nid primaire ou
secondaire

Taille des colonies



© P. Goetgheluck



nids matures :

- 11 galettes max
- en moyenne; **8 galettes ~ 6 000 cellules**



77 nids
étudiés

© P. Goetgheluck

les plus grands :

- plus de **13 000 individus** en une saison
- **1800 ouvrières/nid** en automne

Génération sexuée

Mâle

Femelle



Reine



Femelle sexuée



Ouvrière (stérile)

Plus de **550 futures fondatrices** produites par nid

Suivi de l'invasion



PARIS – MNHN / INPN
<http://frelonasiatique.mnhn.fr>



Accueil » Signaler

Observation

Date : *



Photo (jpg/png)

Choisir le fichier

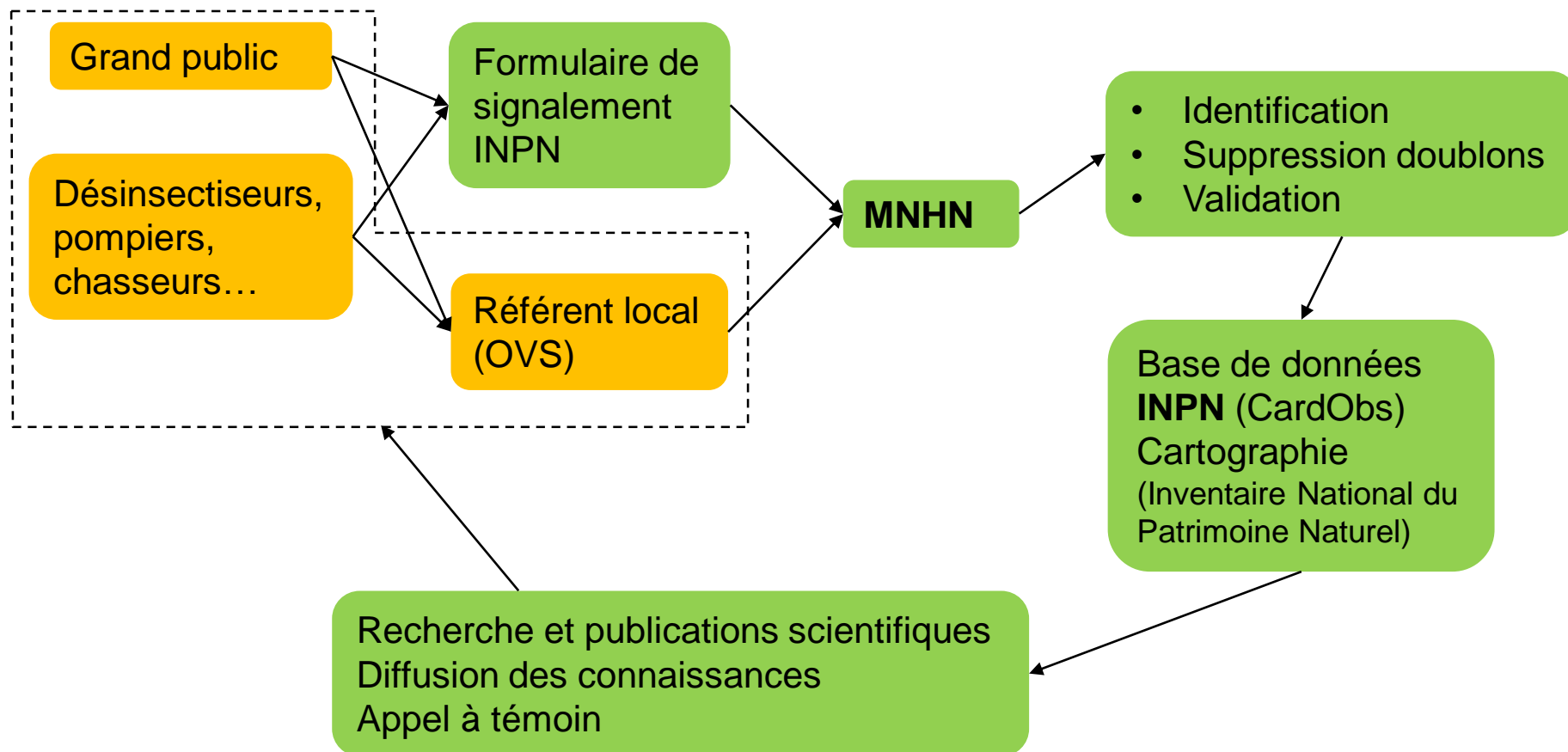
aucun fichier sél.



Les observations de *Vespa velutina* (individus, nids) en France par la population sont enregistrées dans la base de données de l'INPN

Plus de 100 000 visiteurs en 2018

Systeme de suivi



Confusion avec d'autres espèces



Vespa velutina



Megascolia maculata flavifrons



Urocerus gigas



Volucella zonaria



Xylocopa violacea



Vespa crabro



Milesia crabroniformis



Dolichovespula media

Adultes:
confusion
avec d'autres
espèces

Confusion avec d'autres espèces



Vespa velutina



Vespula vulgaris



Vespa crabro



Dolichovespula media

Nids:
confusion avec
d'autres espèces



Pica pica

Fiches d'information

14 langues européennes
(collaboration ANSES)

Identification Information Sheet
Possible areas of confusion between insects
If you print this page on an A4 sheet, the insects will be the size.
More information and a notification sheet are available on the internet:
http://ipm.mnhn.fr/inspec/cd_nom/433589/fich-fiche



The **Asian hornet**, also known as the yellow-legged hornet, *Vespa velutina*, is predominantly black with a broad orange stripe on the abdomen and a fine yellow band on the first segment. When seen from the front its head is orange, and its legs are yellow at the tips. It measures between 17 and 32mm.

The **European hornet**, *Vespa crabo*, is mainly pale yellow abdomen, with its yellow from the front and red from the back and legs are black and reddish-brown between 18 and 23mm and queen

The **Oriental hornet**, *Vespa orientalis*, is entirely yellow from the front and a band of its abdomen is only present in the south-east of Europe (Italy, Malta, Albania, Greece, Cyprus, Bosnia

Ficha de identificação
Possíveis confusões com outros insetos
Se imprimir esta página em uma folha A4, as imagens serão de tamanho real.
Mais informações e uma ficha de identificação são disponíveis no internet:
http://ipm.mnhn.fr/inspec/cd_nom/433589/fich-fiche

A **Vespa de patas amarelas**, também conhecida como a Vespa Asiática, *Vespa velutina*, é predominantemente preta com uma ampla faixa laranja no abdômen e uma fina faixa amarela no primeiro segmento. Quando é observado de frente a sua cabeça é laranja e as suas pernas são amarelas nas pontas. Mede entre 17 e 32mm.

A **Vespa Europeia**, *Vespa crabo*, tem o abdômen predominantemente amarelo pálido, com faixas pretas. A sua cabeça é amarela vista de frente e vermelha vista de cima. O tórax e patas são pretas e encaixadas acastanhadas. As obradeiras medem entre 18 e 23mm e as rainhas entre 25 e 35mm.

A **Vespa Oriental**, *Vespa orientalis*, tem o mesmo tamanho que a Vespa Europeia e é na sua totalidade encaixada. Só a cabeça vista de frente é amarela, assim como uma banda que apresenta no abdômen. Só está presente no sudoeste da Europa (Itália, Malta, Albânia, Grécia, Chipre, Romênia e Bulgária).

Outras **vespas** são mais pequenas, que a vespa asiática, europeia ou oriental. As rainhas as medem à volta de 5mm no final do verão. No entanto, devendo estar alerta para o facto, da rainha poder ultrapassar os 20mm ou seja o tamanho da vespa asiática, sem cabeça. Na Primavera, estas vespas podem ser maiores que as obradeiras das vespas europeia, asiática e oriental.

A **Vespa Mameta**, *Megacolon maculatum*, é uma das maiores vespas da Europa, sendo muitas vezes confundida com a Vespa Asiática. Ela está coberta por uma densa camada de pelos e tem um corpo preto brilhante. A sua cabeça é amarela no topo e tem 4 zonas amarelas sem pelos no abdômen. É uma rainha das larvas dos coleópteros, como a melobonta.

A **Vespa Gigante da Madeira**, *Urospina gigas*, é uma vespa cuja larva se alimenta da madeira. A banda preta e amarela é facilmente identificável, assim como o seu corpo cilíndrico e as suas antenas totalmente amarelas. A rainha pode alcançar 45mm de comprimento e tem um longo ovopositor para colocar os ovos nos troncos das árvores. Esta espécie é completamente inofensiva.

A **Abelha Carpinteira**, *Xylocopa violacea*, mede de 20 a 30mm, é totalmente preto com reflexos azul pracinha. A fêmea desta abelha solda a entrada o seu ninho em madeira morta e probe e recolhe pólen para alimentar as suas larvas.

Muitas **marças** (Diptera) podem confundir-se com as vespas, mas são diferentes pelo facto de só terem um par de



Informationsark til identifikation
Mulige forvekslinger med andre hvepsbe
Ved udbrivning af denne side på et A4-ark vil insekterne blive vist i naturlig størrelse.
Mere information og en anmeldelsesformular kan findes på internettet:
http://ipm.mnhn.fr/inspec/cd_nom/433589/fich-fiche

Om foråret grundlægger hver dronning selv sit bo, ofte på et beskyttet sted. Hos de fleste hveps ligner boet i begyndelsen en lille kugle, 5-10 cm i diameter med en åbning i bunden. Hos gedehame tøvær familien ikke med at flytte, hvis placeringen viser sig at være uhensigtsmæssig (mangel på plads eller sikkerhed).

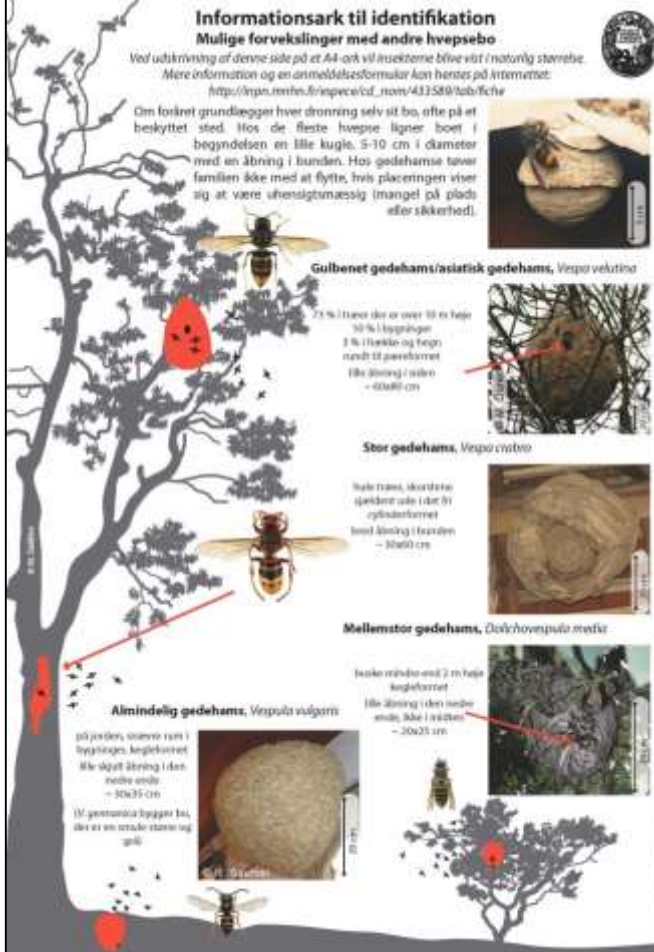
Gulbenet gedehame/asiatisk gedehame, Vespa velutina
75% i træer der er over 10 år høje
10% i lægger
1% i buske og træer rundt om pæleborret
I alle åbning i siden
~ 60000 cm

Stor gedehame, Vespa crabo
I alle træer, især i træer
I alle åbning i alle
I alle åbning i træer
~ 30000 cm

Mellemstor gedehame, Dolichovespula media
I alle træer med 2 m høje
I alle åbning i alle
I alle åbning i alle
~ 20000 cm

Almindelig gedehame, Vespa vulgaris
I alle træer, især i træer
I alle åbning i alle
I alle åbning i alle
~ 30000 cm

I alle træer, især i træer
I alle åbning i alle
I alle åbning i alle
~ 30000 cm



<http://frelonasiatique.mnhn.fr/>

<https://sites.anses.fr/en/minisite/abeilles/free-access-documents-0>

Cartographie de l'invasion



La progression de l'invasion est visible sur frelonasiatique.mnhn.fr



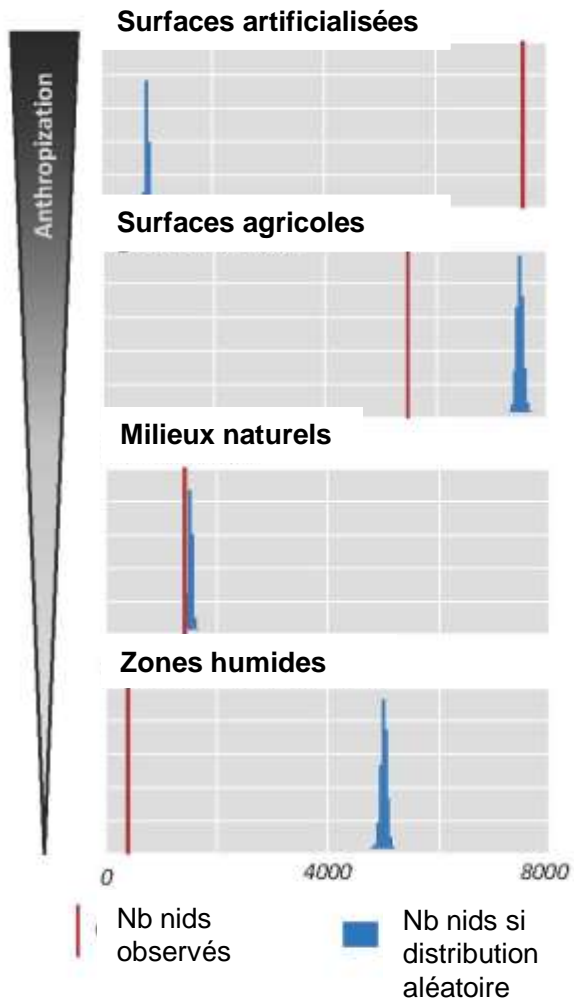
Distribution de *Vespa velutina*
au 20/09/2018

- Premier nid (2004)
- Départements colonisés en 2018
- Départements colonisés avant 2018
- Sans données / probablement absent

100 0 100 200 km

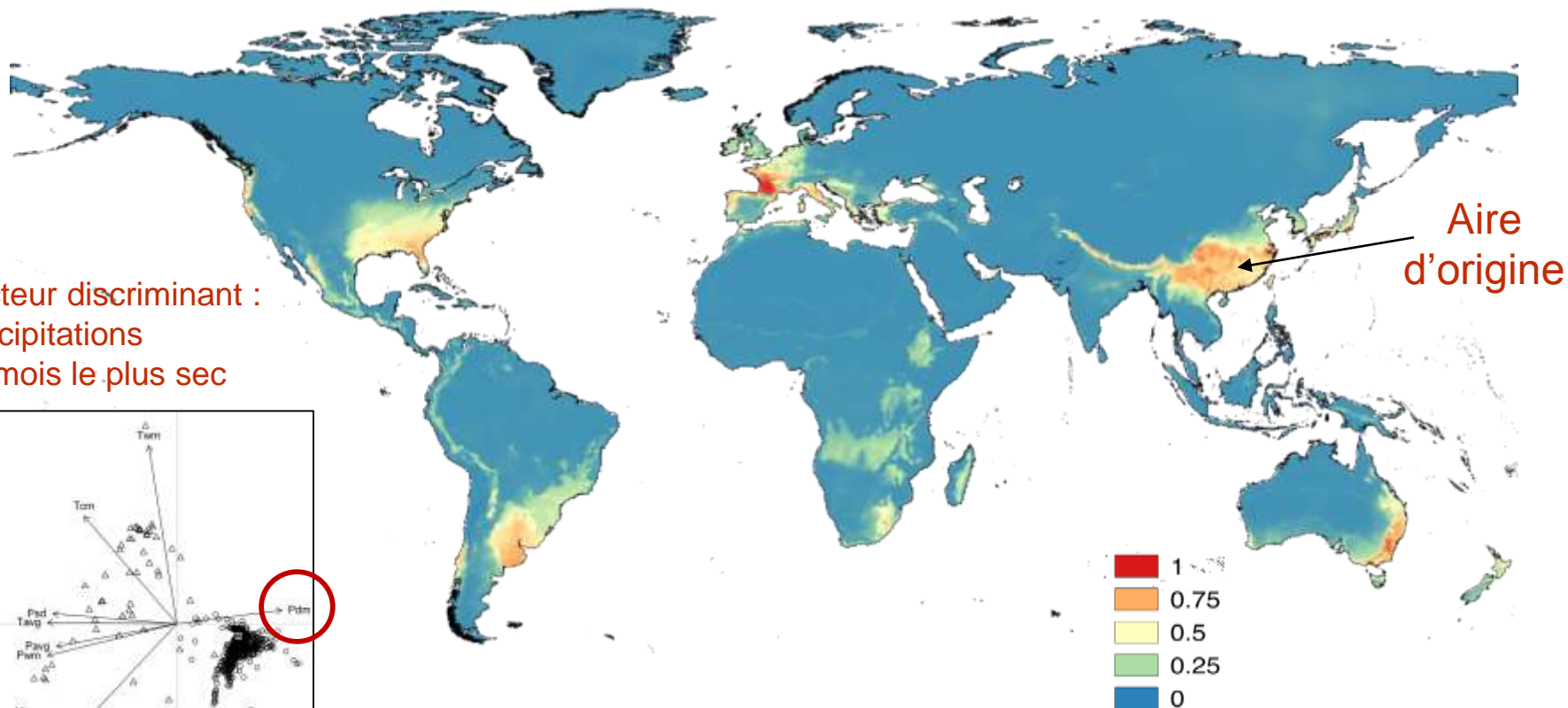
Rome 09/2017 INPN
DGCEAMN (Espagne), ICNF
NATIVA et SOS Vespa (Portugal)
CARI et CiEi DGARNE Belgique)
Univ de Torino et CREA (Italie),
Witt (Allemagne)
NNSS et NBU (UK)
Rome et al., 2013; 2012; 2009 BSEF

Localisation des nids matures



Milieu urbanisé (49%), agricole (43%), forêts (7%), zone humide (1%) / 15000 nids

Modélisation des potentialités d'expansion

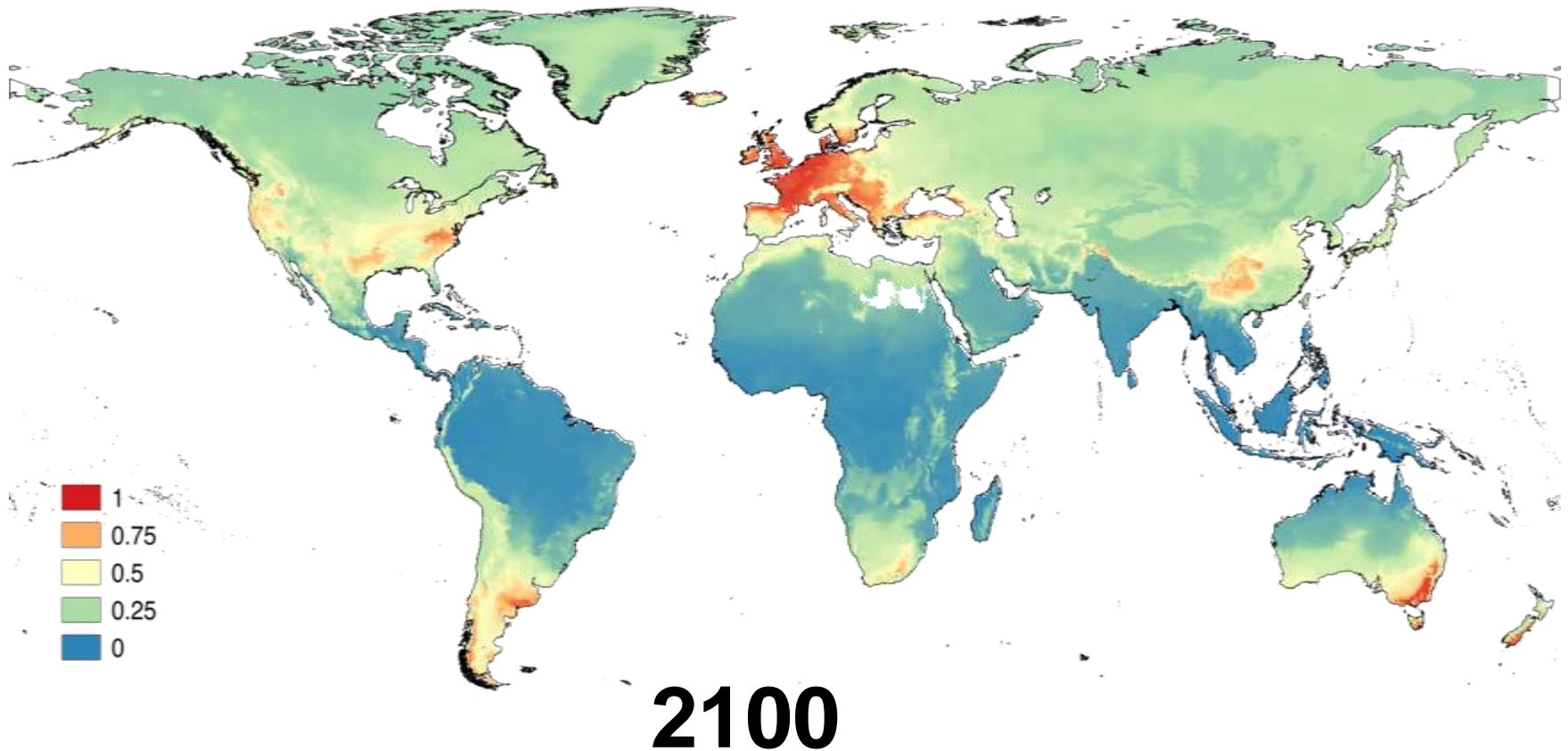


2011

Carte consensus des probabilités d'acclimatation

- moyenne de 8 modèles de niche climatique
- données climatiques estimées pour 2011 (8 variables)
- modèles calibrés sur les données 2004-2010 de l'aire d'origine

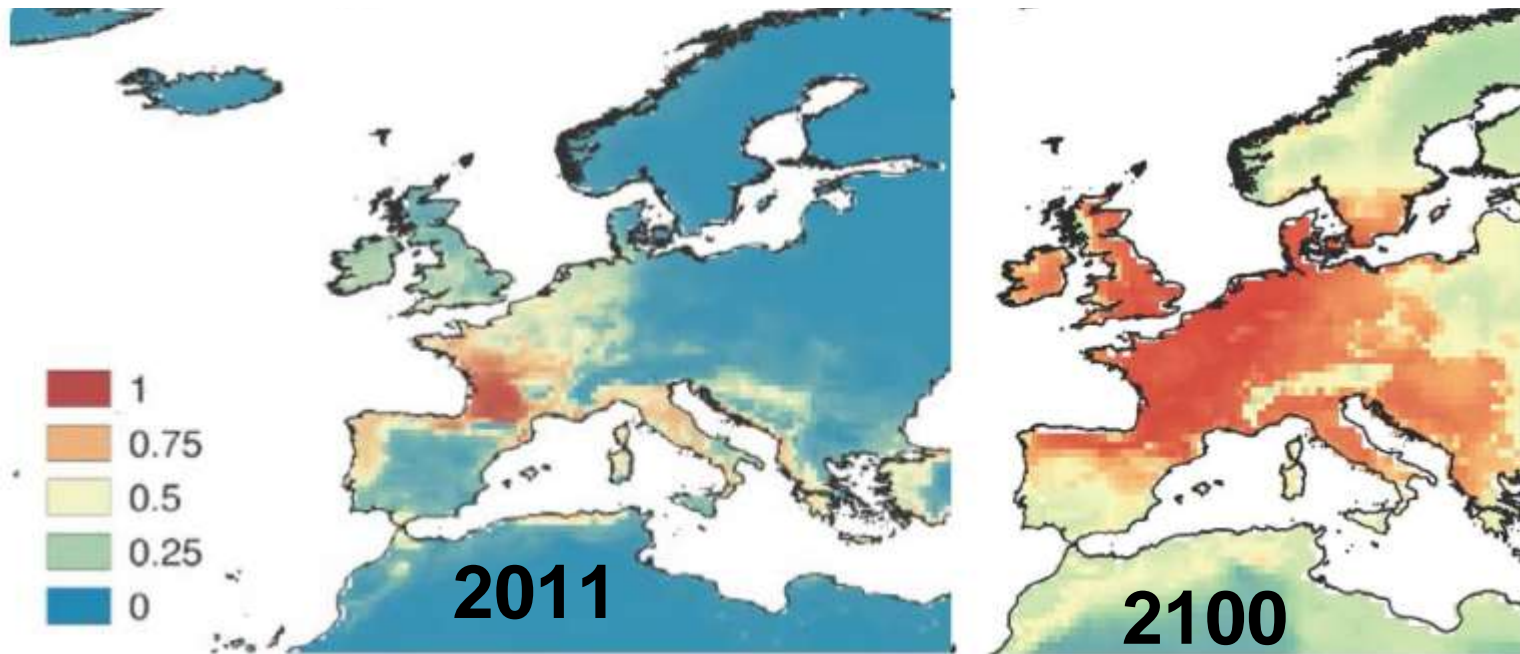
Potentialités d'expansion et réchauffement global



Carte consensus des probabilités d'acclimatation

- moyenne de 8 modèles de niche bioclimatique
- données climatiques estimées pour 2100 (8 variables)
- modèles calibrés sur les données 2004-2011 des aires d'origine et d'invasion

Potentialités d'expansion en Europe



Carte consensus des probabilités d'acclimatation

Calibrée avec les données 2004-2010

Validée avec les données 2011-2015

Modèles de niche : prédiction fiable >prédiction au hasard / distance du point d'origine

Mais niche en cours de modification: risques d'expansion accrus

Barbet-Massin et al 2018

A nuancer à l'échelle locale selon le type d'habitat

Fournier et al 2017

Impact sur l'apiculture et réglementation



Impact sur l'apiculture

Projet RISQAPI : suivi de 180 ruches dans le sud-ouest

- Evaluation de l'impact du frelon selon l'état de santé des ruches
- Mesure de l'activité de prédation et de l'activité de vol des abeilles
- Modèle BEEHAVE de dynamique de ruche

L'activité des abeilles décroît
avec l'augmentation du nombre de frelons devant la ruche

Le comportement de paralysie
peut accroître le risque d'effondrement des colonies

Risques de déclin

- si la colonie est déjà affaiblie avant l'attaque des frelons
- si elle stoppe vite son activité de butinage en présence des frelons

Réglementation

Arrêté ministériel du 26 décembre 2012

- Classement du frelon asiatique :
Danger sanitaire de 2e catégorie
- Les OVS (Organismes à Vocation Sanitaire) peuvent mettre en place une **stratégie de prévention, de surveillance et de lutte** pour limiter la prédation dans les ruchers, avec :
 - Information / formation
 - Piégeage des ouvrières de *V. velutina* dans les ruchers
 - Identification et destruction des nids à proximité des ruchers



Arrêté ministériel du 22 janvier 2016

- Classement du frelon asiatique :
EEE (espèce exotique envahissante)
- Introduction dans le milieu naturel interdite



Réglementation

Vespa velutina nigrithorax



Liste des EEE préoccupantes pour l'UE du 13 juillet 2016

- Prévenir, réduire au minimum ou atténuer les effets néfastes des EEE sur la biodiversité et les écosystèmes, sur la santé humaine et l'économie
- 3 ans : plan d'action pour éradiquer, gérer ou **limiter la propagation**

Code de l'environnement (Loi du 8 août 2016)

- **Introduction, détention, transport**, utilisation, vente ou achat de tout spécimen EEE vivant sont **interdits**
- Le préfet peut faire procéder à la destruction d'EEE présents dans son département (y compris domaine privé)
- Subvention de la recherche (MNHN et ITSAP) pour valider des **méthodes de prévention et de lutte efficaces et sans danger pour l'environnement** en vue de **la mise en place d'une stratégie nationale de lutte**
- **En attendant pas d'obligation de lutte ni de financement de l'Etat**



Régulation des populations



Régulation par les ennemis naturels?

Prédateurs



Pernis apivorus

Seule la **Bondrée apivore** peut détruire un nid *Giraudet 2009*

Guêpier



Merops apiaster

Parasitoïdes

Nématode



2.3 – 3.5 cm

8 cm

Pheromermis vesparum

Cycle complexe via un insecte aquatique

Villemant et al 2015

- Guêpier, nématode et mouche parasitoïdes attaquent les frelons **individuellement**
- Les colonies peuvent perdre 75% d'ouvrières et produire encore une **descendance sexuée**

➤ **Impact négligeable des parasites sur les populations de *Vespa velutina*** *Villemant et al 2015*

Mouche Conopidae



Conops vesicularis

Parasite aussi les bourdons

Darrouzet et al 2015

Dépression de consanguinité?

Haplo-diploïdie



© Q Rome

Reine ♀ (2n)



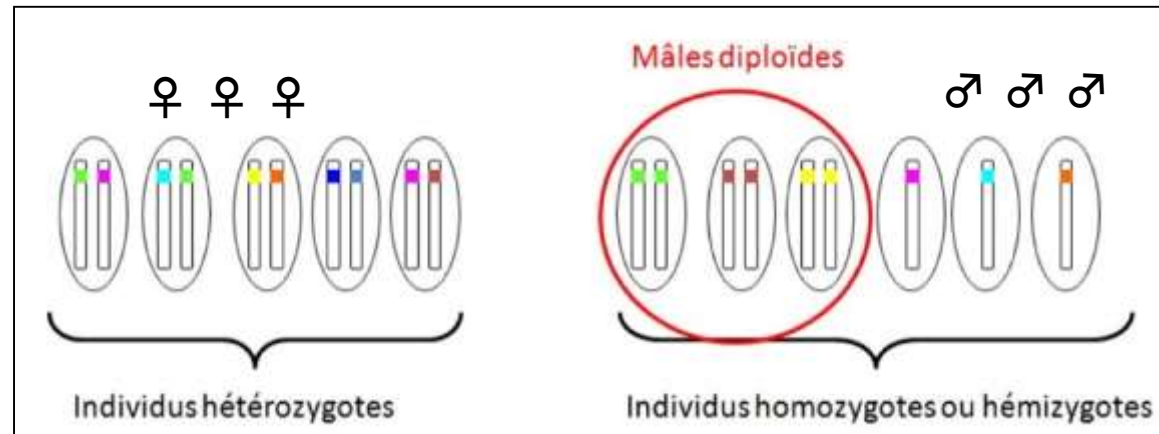
© Goetgueluck

Ouvrière ♀ (2n)



© Haxaire

Mâle ♂ (n)



Modèle des allèles complémentaires

• *V. velutina* en France

- faible diversité génétique des populations

Arca 2012, Arca et al 2015

- mâles diploïdes précoces

Arca 2012, Darrouzet et al 2015

- observés depuis 2008 mais l'invasion se poursuit

Arca 2012

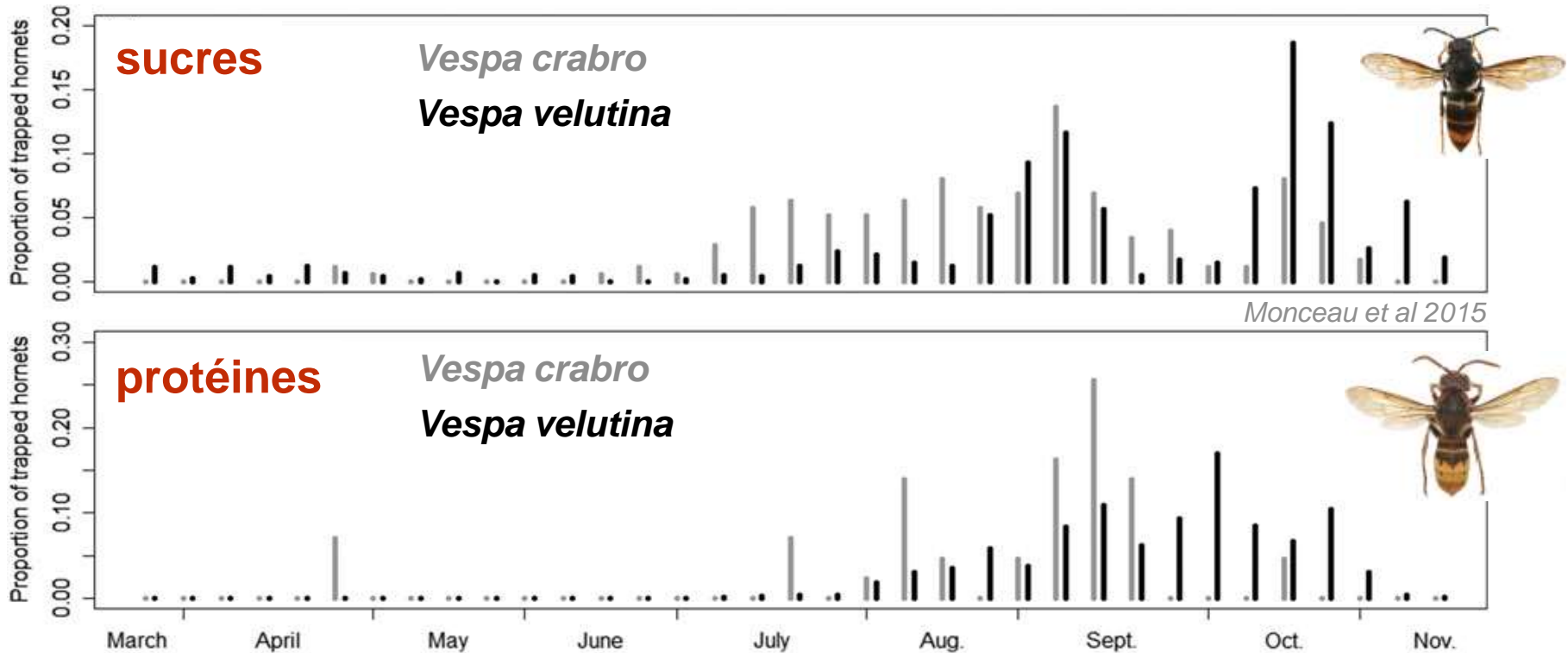
• Autres Hyménoptères invasifs

- *Solenopsis invicta* fourmi de feu introduite aux USA avant 1930

- mâles diploïdes connus depuis 1985, l'invasion continue

Deyrup et al., 2000

Compétition avec *Vespa crabro*



Les niches des deux espèces se recouvrent partiellement

Monceau et al 2015a,b

Comportement exploratoire des fondatrices *V. velutina* >> *V. crabro*

Préférences trophiques très proches (abeilles >> polistes ou autres protéines)

V. crabro consomme plus de sucre (besoin énergétique / taille ?)

Comportement exploratoire des ouvrières *V. crabro* = *V. velutina*

Cini et al 2018

L'expérience des autres guêpes invasives



**Aucune guêpe sociale
invasive n'a jamais pu être
éradiquée dans le monde**

Beggs et al 2011

- **Piégeage des reines au printemps : effet insignifiant**

Monceau et al 2012

- en moyenne 95% de mortalité en hiver + 95% au printemps
- régulation naturelle par combats pour l'usurpation des nids
- le taux d'usurpation augmente avec la densité

Thomas 1960

Archer 2012

McDonald & Matthews 1981

- **Effet du piégeage de printemps équilibré par la régulation naturelle**

- **Destruction des colonies: ré-infestation rapide les années suivantes**

- ***Vespa velutina* / guêpes invasives**

- même capacité de reproduction, plus grande capacité de dispersion
- pas d'appât sélectif et efficace
- nids trouvés trop tard

- **Seule lutte possible: limiter son impact sur les ruchers**

Rome et al. 2013
Villemant et al 2015

Piégeage des fondatrices

Expérimentation en cours
dans 3 départements français

ITSAP-MNHN (2016-2019)



Science participative et collaborative

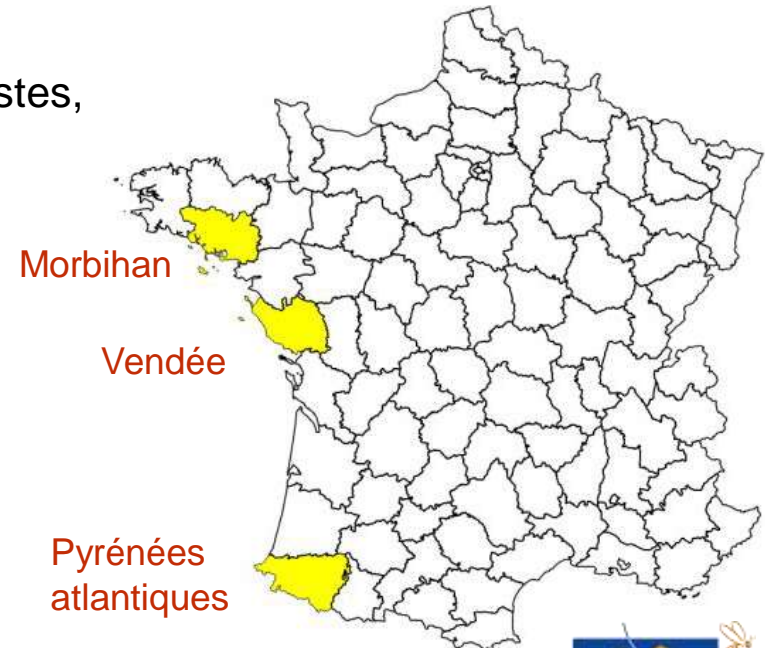
- bénévoles (apiculteurs, désinsectiseurs, naturalistes, chasseurs, municipalités)
- partenaires locaux (FDGON, ADA France)

Faire le lien entre :

- densité pièges/
- nombre de fondatrices capturées
- Nombre de nids détruits ou non
- pression de prédation sur ruchers

Conditions indispensables:

- beaucoup de données
- large répartition géographique
- zones d'études dans leur globalité



Piégeage des ouvrières

Sans appât spécifique, le piégeage est inefficace et tue beaucoup d'insectes non-cibles



Tests d'efficacité du piégeage

- il faut suivre l'évolution des effectifs de nids pendant plusieurs années
- Il faut compter seulement les nids matures (détruits ou non)
- résultats très variables



- Limiter le piégeage des ouvrières **aux ruchers attaqués** et de **juin à novembre**

Vers un piégeage sélectif?

Phéromones

- **Couto *et al.* 2014**
Pollen, miel et **géraniol** (phéromone abeille)
sont très attractifs
- **Cheng *et al.* 2016**
Venin : contient une phéromone d'alarme
(16 molécules)
attire les frelons et augmente leur agressivité
- **Wen et al 2017**
Phéromone sexuelle
Attraction des mâles (piège commercialisé en 2019?)
- **INRA Bordeaux**
Présence de frelons dans le piège: attractivité accrue



Vers un piégeage sélectif?

Plantes carnivores



À droite devant la serre du jardin des plantes de Nantes, une rétro-tourbière héberge une population de sarracénies. Ci-contre, urnes de Sarracenia. - Cliquez Maxime Perrocheau

Par François Mourgey et Romaric Perrocheau

Les Sarracénies

pièges pour le Frelon à pattes jaunes

Muséum de Nantes Mars 2015:

203 urnes disséquées

- 1388 insectes
- 702 mouches scatophages et nécrophages
- **673 *Vespa velutina***
- 6 *Vespa crabro*, 1 *Polistes dominula*

Mais résultats limités au printemps!

Montpellier
2016-2020:
étude en cours
(AMAP-MNHN)



Trouver une composition
odeurs/couleurs attirant
spécifiquement *V. velutina*



Autres méthodes de capture

Raquette



Nasse sur ruche



Harpe électrique



Bac de miel cristallisé

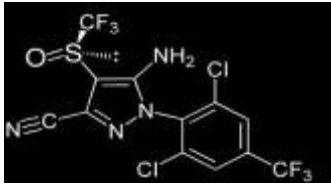


etc...

Méthodes nombreuses mais non validées par des protocoles expérimentaux

Destruction des nids

- Tir au fusil
- Brûlage
- **Injection d'insecticide**
(perche, drone)



Cypermétrine

- **Ensachage** (sans insecticide)
- **Perche chauffante**
(Pollinis, FROSAIF)
- Empoisonnement du nid
(produits interdits: fipronil etc...)



Destruction des nids

• Quand ?

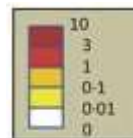
- De fin juin à mi-novembre
- Si danger immédiat pour les personnes
- Si < 3km d'un rucher attaqué

• Comment ?

- Du crépuscule à l'aube
- Coton et sac si accessible (échelle ou nacelle)
- Perche télescopique (**certibiocide homologué**)
- **Ne pas laisser un nid traité en place**

• Pourquoi?

- **Diminuer la pression sur les ruchers**



$\alpha = 60\%$



$\alpha = 95\%$



Plus de 95% des nids doivent être détruits pour diminuer de 50% la densité en 7 ans (2013-2020)

Mais pourrait freiner la vitesse d'expansion de 43%

<http://www.itsap.asso.fr/>; <http://www.frelonasiatique.mnhn.fr>

Robinet et al 2018



Tuer les colonies

Appâts empoisonnés

- Fipronil (interdit dans l'environnement)
- Colonies détruites mais non localisées
- Dispersion de l'insecticide dans l'environnement
- Pendant une longue période
- **Pourtant de plus en plus utilisé...**



➤ Expérimentation ITSAP-MNHN (2016-2019)

- **Evaluer d'autres molécules moins nocives et légales**
(Fenoxycarbe, Cyromazine, Pyréthrinés)
- Intoxication de nids en captivité
- Tests en cours



Détection des nids



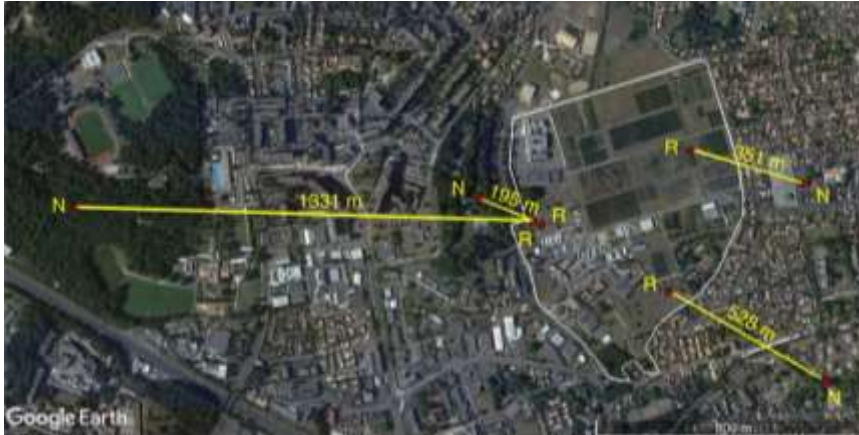
Méthode asiatique de triangulation

- Suivis à vue de frelons
- Depuis des points d'observation ou d'appâtage
- Triangulation
- Technique très chronophage...



Détection des nids

Emetteur radio



Kennedy et al 2017 Com Biol

- Balises de 22 ou 28 g (rapport poids balise/frelon: 0,8)
- Antenne 10 cm
- Durée batterie 4-12 j
- Détectables entre 300 et 800 m
- Récepteur Sika radio tracking (Biotrack)

- 50% des frelons volent (test en cage)

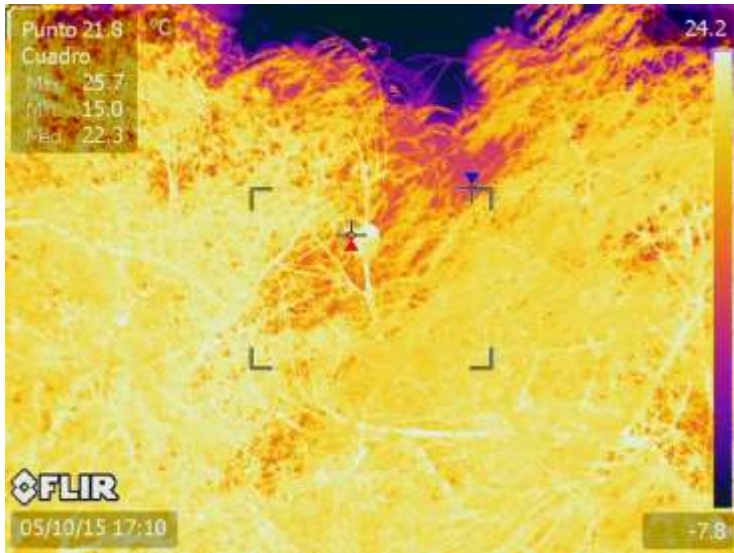
6 frelons suivis par radiodétection

5 nids retrouvés (200 à 1300 m du point de lâcher)

Mais: usage unique: 150 € par balise



Détection des nids



Caméra thermique

± efficace selon conditions environnementales

Ne marche pas si masqué par le feuillage

Nid très bien isolé
- θ interne $\pm 29^{\circ}\text{C}$
= température écorce

Puces RFID



Radar harmonique

Signal renvoyé par un obstacle ou un amplificateur

Portée de l'antenne
Fixe de 2 m de large:
125m uniquement sur terrain dégagé

Ne permet pas de localiser un nid



Limiter le stress des abeilles

- **Eviter d'attirer le frelon**

- pas de piégeage préventif
- ni extraction ni stockage de cadres près des ruches

- **Limiter son accès aux ruches**

- grille d'entrée, écran herbacé
- Encagement, muselières



© A Lavignotte



Gros ruchers :
moins attaqués

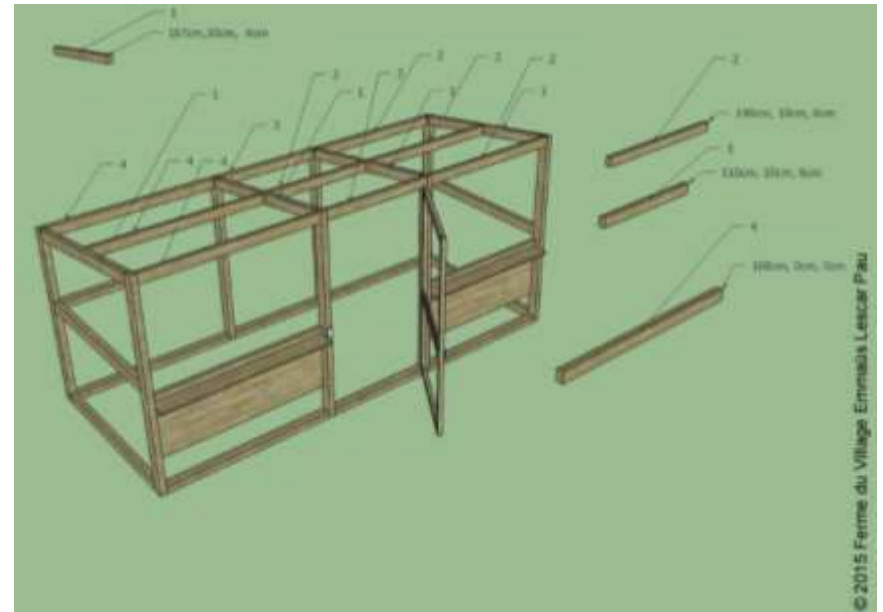


Limiter le stress des abeilles

Encagement



Cas du Rucher Emmaüs Pau-Lescar



Plan disponible sur

frelonasiatique.mnhn.fr

Limiter le stress des abeilles

Muselières

Conception: André Lavignotte (GDSA Pau)



Tests d'efficacité en cours : collaboration MNHN/apiculteurs



Merci pour votre attention

Et à toutes les personnes qui ont contribué à ces études

Plus d'informations sur <http://frelonasiatique.mnhn.fr>

Pour sauver les abeilles
mangez des frelons !

