



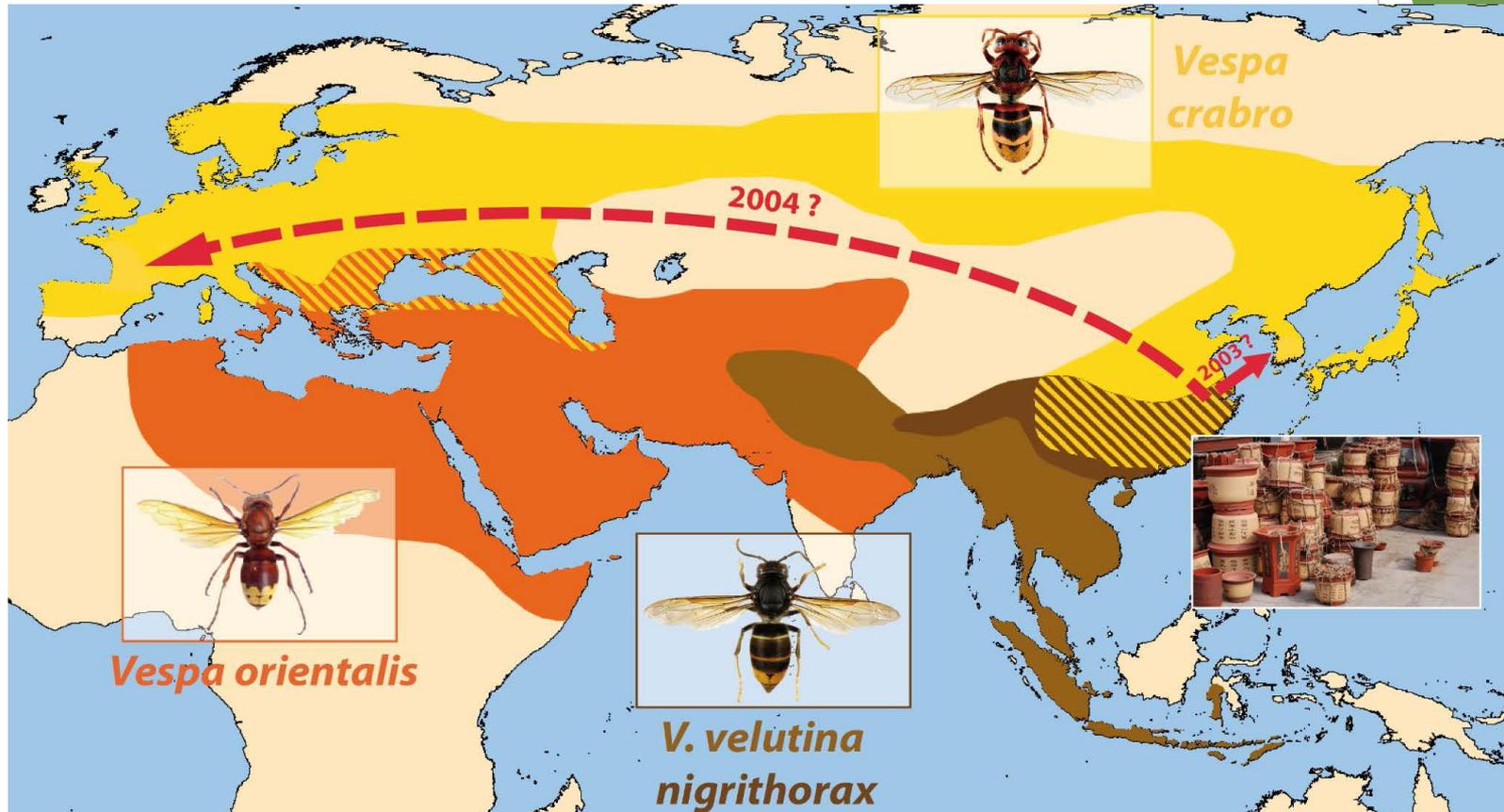
Stratégies prospectives de lutte contre le Frelon asiatique

Benoit Dérijard - Institut de Biologie de Nice - CNRS

Association Apis Campus - Nice



Vespa velutina nigrithorax



Avant 2004 : 22 espèces de *Vespa* en Asie
et seulement 2 en Europe

Villemant et al. 2011. *Biol. Cons.*
Arcaet al. 2015. *Biol. Invasion*

Distribution de *Vespa velutina* au 27/09/2017

- Premier nid (2004)
- Départements colonisés en 2017
- Départements colonisés avant 2017
- Sans données / probablement absent

100 0 100 200 km

France

2004 : 1 départ
2005 : 2
2006 : 13
2007 : 21
2008 : 26
2009 : 32
2010 : 39
2011 : 50
2012 : 56
2013 : 60
2014 : 67
2015 : 71
2016 : 78
2017 : 86

- 2010 Spain
- 2011 Portugal / Belgium
- 2012 Italy
- 2014 Germany
- 2016 United Kingdom
- 2017 Holland

Estimation du coût économique de la prédation par *Vespa velutina* sur les ruchers

- **Dans les Alpes Maritimes :**

Disparition de 400 ruches/an* (sur 14000): 20kg à 12€/kg : $240 \times 400 = 96\text{K€}$

Remplacement essaims $400 \times 60\text{€} = 24\text{K€}$

Baisse de rendement de 20-30% sur env. 50% des ruches : $5\text{kg} \times 12\text{€} \times 7000 = 420\text{k€}$

Nourrissement de compensation $5 \times 2\text{€} \times 7000 \text{ ruches} = 70\text{k€}$

Main d'œuvre $2\text{h} \times 30\text{€} \times 7000 \text{ ruches} = 420\text{k€}$

Soit un coût de 1M€/an à minima pour les AM

- **En France :**

Pour 1,3M de ruches avec un impact du frelon sur 50% des départements on estime un coût de $(1\text{M€}/14000) \times (1,3\text{M}/2) =$

46M€/an en France soit env. 1/3 du CA de l'apiculture Française, hors pollinisation...

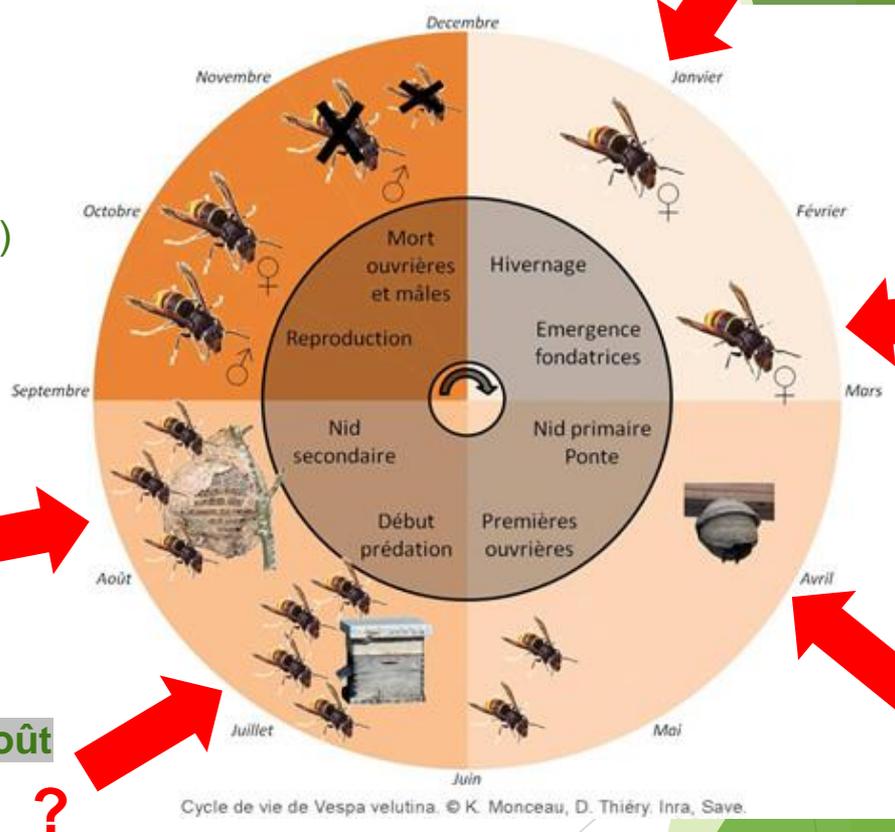
- **L'importance économique de l'abeille pour la pollinisation en France (env. 2M^d€) est 15 fois supérieure au CA de l'apiculture (135M€).**

* source Civam Apicole 06

Critères de lutte contre *V. velutina*

- Quand ? Période de la saison
- Comment ? Effets sur l'environnement (diffusion biocides et dégâts collatéraux...)
- Qui ? Particuliers, pros, collectivités...
- Avec quels résultats ? Efficacité (nombre de prises, reine ou pas...)
- Coût

Ratio Période/Impact/Prises/Sélectivité/Coût



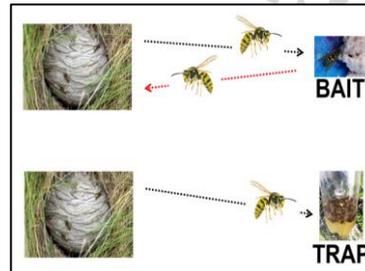
Méthodes de lutte

Actuelles :

- Tir au fusil
- Raquette de badminton
- Muselières
- Piégeage
- Appâts biocides
- Pièges à phéromones

Prospectives :

- Repérage automatique des nids
- Lutte biologique
- Technologies ADN



Elimination des nids

Distribution physique des nids secondaires* :

70% à plus de 10m de hauteur
26% à moins de 10m
4% à moins de 4m



Distribution géographique* :

49% en milieu urbain
43% en milieu agricole
7% en forêts



**Seuls 5% des nids
sont détruits !**

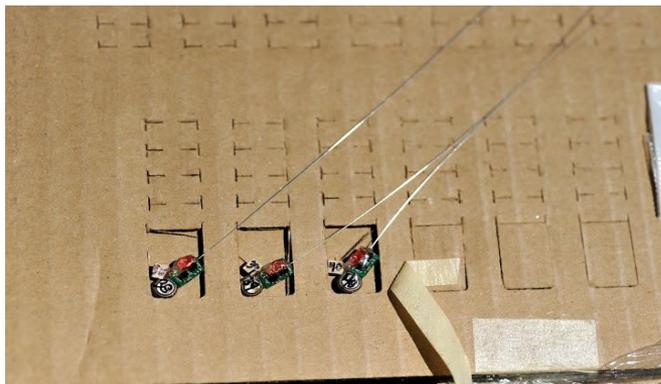
Coût énorme pour les collectivités locales du fait des problèmes d'identification et d'accessibilité. 95 k€ dépensés dans le plan Frelon par le CD06 en 2015 (env. 300 nids) et 140 k€ en 2016 et 200 k€ en 2017.

Dans les Alpes Maritimes, 95% des nids détruits le sont sur les 10 km de bande littorale.

*: source Civam Apicole

Localisation des nids par émetteur VHF

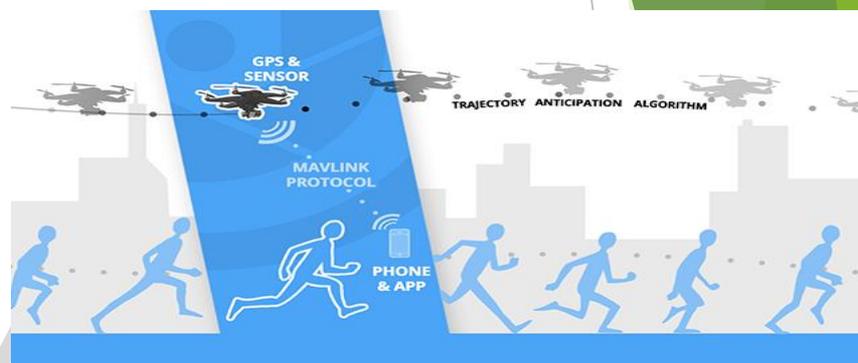
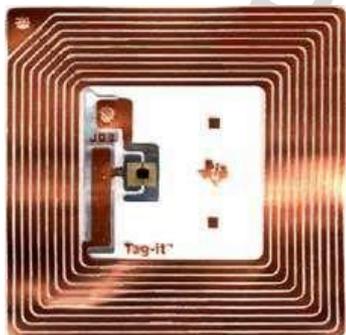
P. Morin/C. Aime CIVAM Apicole 06, L. Lizzi/F. Ferrero LEAT CNRS UNS,
B. Dérjard/L. Turchi asso. Apis Campus UNS



Différentes couples émetteur/récepteur

	Avantages	Inconvénients	Coût
<p>Emetteur VHF</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • récepteur mobile • coût du récepteur • mise en place facile • assez répandu 	<ul style="list-style-type: none"> • opérateur expérimenté • Poids émetteur • cout de l'émetteur • portée 400-500m 	<ul style="list-style-type: none"> • 150€ par émetteur • 450€ le récepteur complet
<p>Radar harmonique</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • poids de l'émetteur • coût émetteur • portée > 500m 	<ul style="list-style-type: none"> • coût récepteur • dangereux en ville • très rare • encombrement récept. 	<ul style="list-style-type: none"> • cout émetteur < 1€ • cout récepteur > 100K€
<p>RFID</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • poids de l'émetteur • coût émetteur • coût récepteur • très répandu 	<ul style="list-style-type: none"> • portée limitée 2-3m passif 20-30m semi-passif 	<ul style="list-style-type: none"> • 2€ par émetteur • 300€ récepteur

Puces RFID et drones suiveurs « esclaves »



Augmentation de la distance de communication !



Le frelon équipé d'une puce électronique miniaturisée est suivi jusqu'à son nid par un drone géolocalisable.

La lutte biologique

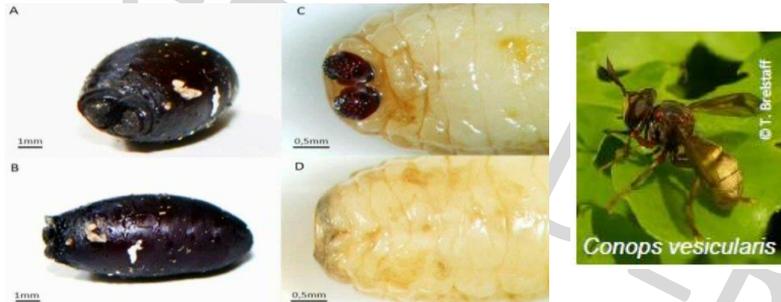
- Utilisation d'auxiliaires de lutte, prédateurs, parasitoïdes, agents pathogènes....contre des nuisibles.



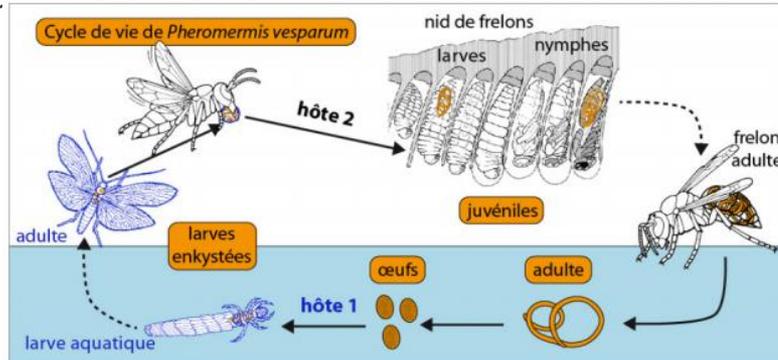
Lutte biologique contre *V. velutina*

Deux endoparasitoïdes autochtones :

- Mouche Conopidae : *Conops vesicularis* (Darrouzet et al. 2014)



- Nématode Mermithidae : *Dheromermis ? vesparum* (Villemant et al., 2015)



Cycle de vie du nématode *Pheromermis* © MNHN – Quentin Rome, Claire Villemant

Autres parasitoïdes potentiels

Strepsiptères : *Xenos moutoni* et *vesparum*

Insect. Soc. (2010) 57:83–90
DOI 10.1007/s00040-009-0057-6

Insectes Sociaux

RESEARCH ARTICLE

Smaller nests of the hornet *Vespa analis* (Hymenoptera, Vespidae) are more severely affected by the strepsipteran parasite *Xenos moutoni* (Strepsiptera, Stylopidae) than are larger nests

S. Makino · Y. Yamaura · H. Yamauchi



- cycle complexe => élevage ?
- cible principalement les sexués

Hyménoptères : *Specophaga vesparum*

NOTE

A. Havron and Y. Margalith (1995) *Phytoparasitica* 23(1):19-25

Parasitization of *Vespa orientalis* Nests by *Specophaga vesparum* Curtis in Southern Israel (Hymenoptera: Vespidae, Ichneumonidae)

Abraham Havron and Yoel Margalith¹



Diptères syrphides: *Volucella inanis*

Ces syrphidés de grande taille sont pour la plupart mimétiques des hyménoptères sociaux qu'ils parasitent. Les cibles connues sont les nids de bourdons, de frelons et de guêpes. La larve de forme aplatie est un ectoparasite des larves de frelons dans les cellules desquelles elles entrent et dont elles se nourrissent.



Nématodes : *Sphaerularia vespae* et *bombi*

Insect. Soc. (2013) 60:383–388
DOI 10.1007/s00040-013-0303-9

Insectes Sociaux

RESEARCH ARTICLE

Release of juvenile nematodes at hibernation sites by overwintered queens of the hornet *Vespa simillima*

K. Sayama · H. Kosaka · S. Makino

Insect. Soc. 54 (2007) 53–55
0020-1812/07/010053-3
DOI 10.1007/s00040-007-0912-2
© Birkhäuser Verlag, Basel, 2007

Insectes Sociaux

The first record of infection and sterilization by the nematode *Sphaerularia* in hornets (Hymenoptera, Vespidae, *Vespa*)

K. Sayama¹, H. Kosaka¹ and S. Makino²



- présent en France
- infecte/stérilise les reines
- cycle simple
- infecte poten^t le bourdon...

Steinernema Feltiae

ENTOMOPHAGA 37 (1). 1992. 107-114

FIELD TEST OF THE NEMATODE *STEINERNEMA FELTIAE* (*NEMATODA* : *STEINERNEMATIDAE*) AGAINST YELLOWJACKET COLONIES (*HYM.* : *VESPIDAE*)

P. GAMBINO ⁽¹⁾, G. J. PIERLUISI ⁽²⁾ & G. O. POINAR, JR. ⁽³⁾

⁽¹⁾ Bronx High School of Science, Bronx, New York, 10468, USA

⁽²⁾ College of Medicine, SUNY Health Sciences Center
Syracuse, New York, 13210 USA

⁽³⁾ Department of Entomological Sciences, University of California
Berkeley, 94720 USA



- présent en France
- développé par Biotop
- cible plusieurs nuisibles :
 - Sciarides
 - Larves de taupins,
 - Chenilles du verger
 - Chenilles du potager
 - Fourmis

•...

Champignon entomopathogène : *Beauveria bassiana*

Journal of Invertebrate Pathology 75, 251–258 (2000)

doi:10.1006/jipa.2000.4928, available online at <http://www.idealibrary.com> on IDEAL[®]

Susceptibility of *Vespula vulgaris* (Hymenoptera: Vespidae) to Generalist Entomopathogenic Fungi and Their Potential for Wasp Control

Richard J. Harris,* Stephen J. Harcourt,† Travis R. Glare,‡ E. Anne F. Rose,§¹ and Tracey J. Nelson‡

*Landcare Research, Private Bag 6, Nelson, New Zealand; †Soil, Plant and Ecological Sciences Division, Lincoln University, PO Box 84, Lincoln, New Zealand; ‡AgResearch, PO Box 60, Lincoln, New Zealand; and §Landcare Research, PO Box 69, Lincoln, New Zealand



Champignon entomopathogène utilisé dans la lutte contre le charançon du palmier (Vegetech) et susceptible d'infecter aussi les vespidés.

Acariens : *Pneumolaelaps niutirani*

New Zealand *Pneumolaelaps* Berlese (Acari: Laelapidae): description of a new species, key to species and notes on biology

Qing-Hai Fan¹, Zhi-Qiang Zhang², Robert Brown³, Santha France¹ & Shaun Bennett¹

¹ Plant Health & Environment Laboratory, Ministry for Primary Industries, 231 Morrin Road, Auckland, New Zealand. E-mail: Qinghai.Fan@mpi.govt.nz

² Landcare Research, Private Bag 92170, Auckland, New Zealand & School of Biological Sciences, The University of Auckland, Auckland, New Zealand.. E-mail: zhangz@landcareresearch.co.nz

³ Landcare Research, PO Box 69040, Lincoln 7640, New Zealand.

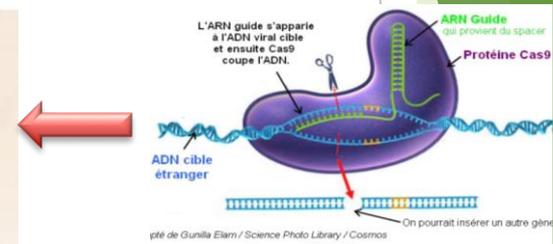
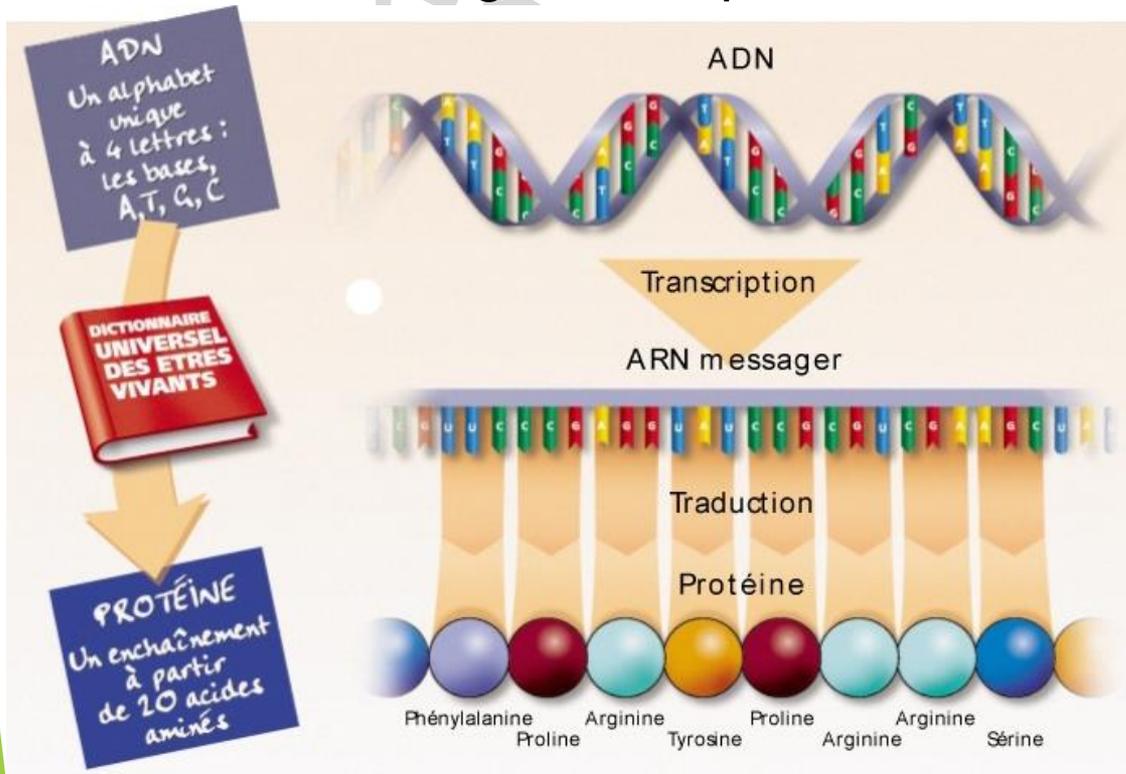
<http://zoobank.org/LSIDurn:Isid:zoobank.org:pub:2E436271-0EB8-4370-8759-4F084C9BB774>



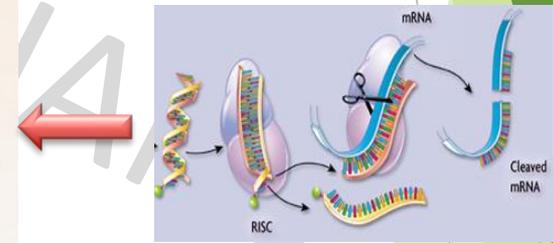
Très rares chez les vespidés

Les technologies ADN contre les nuisibles

Du gène à la protéine

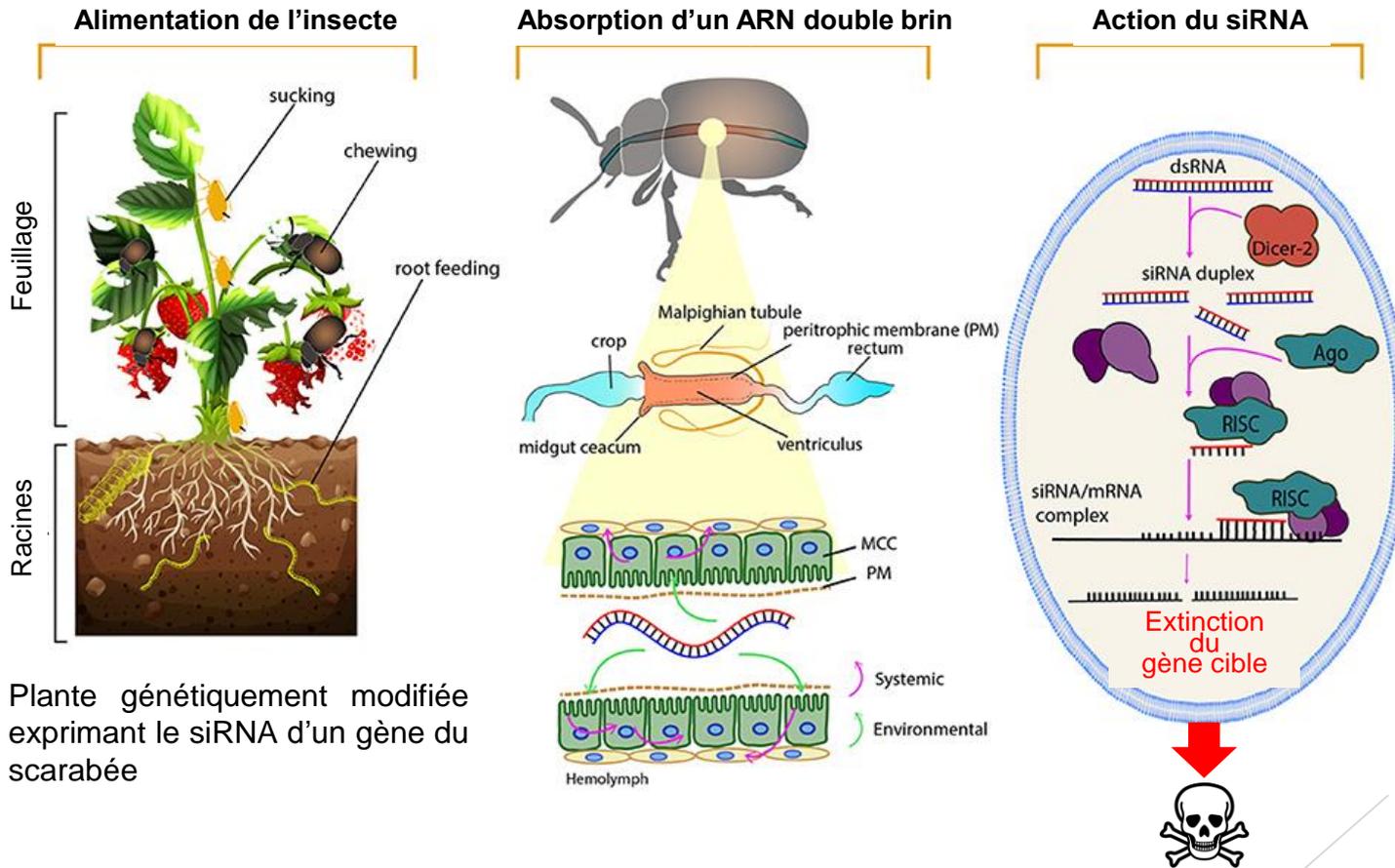


Crispr
Cas9



siRN
A
Small
interfering
RNA

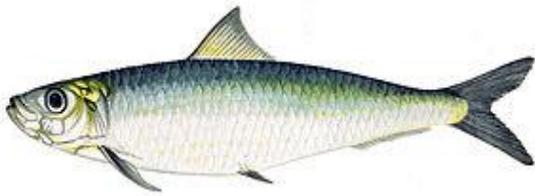
Technologie siRNA chez les insectes nuisibles



Plante génétiquement modifiée exprimant le siRNA d'un gène du scarabée

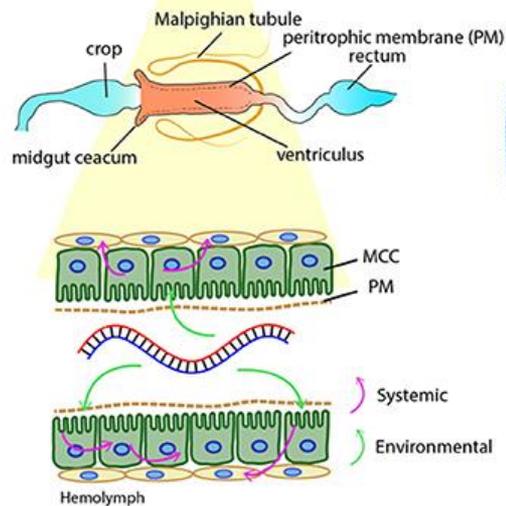
Technologie siRNA chez *V. velutina*

Alimentation de l'insecte

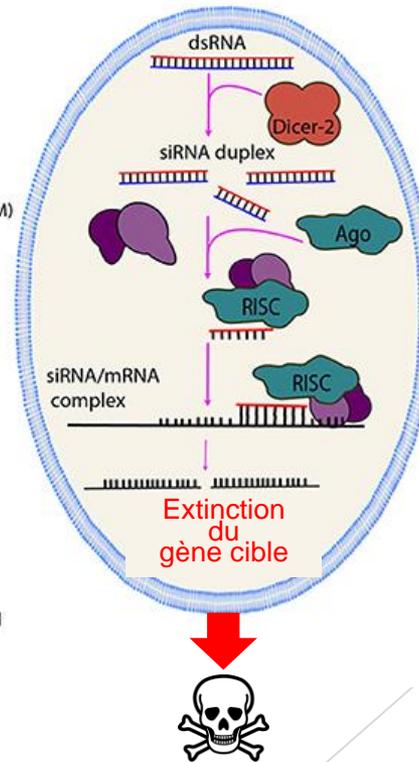


Poisson génétiquement modifié exprimant le siRNA d'un gène du Frelon asiatique

Absorption d'un ARN double brin



Action du siRNA



Liste de gènes codants des protéines/enzymes clés utilisés dans la lutte siRNA contre les insectes.

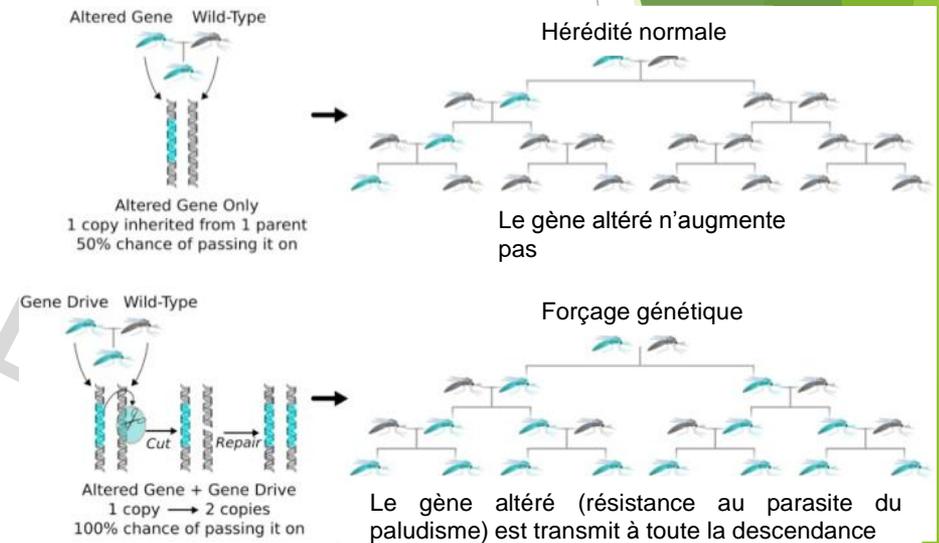
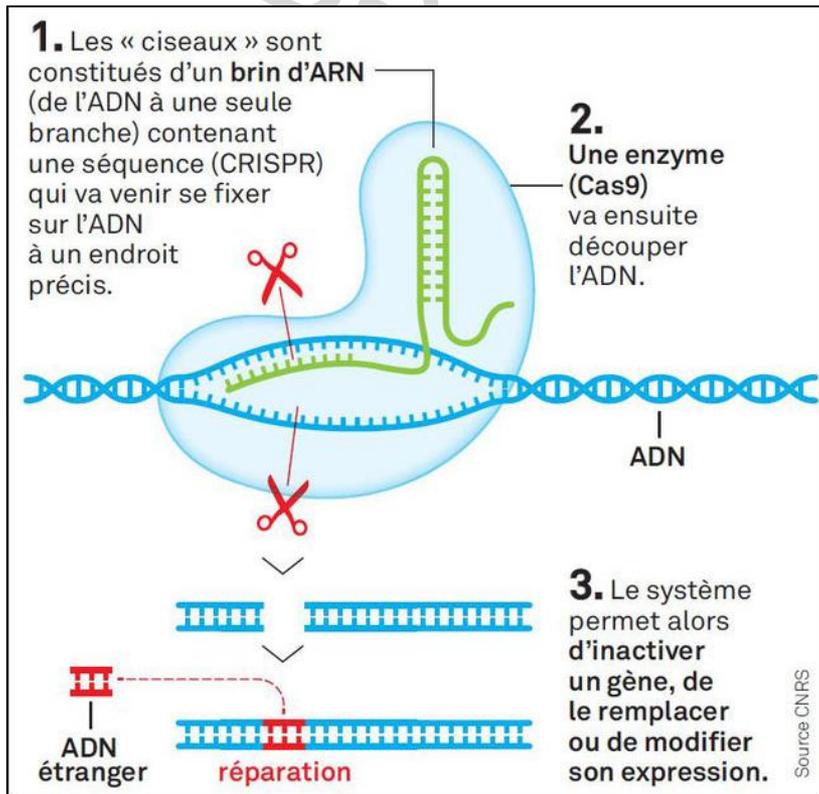
Questions/Frelon :

- modes d'administration ?
- efficacité ?
- spécificité ?
- coût ?

S.No	Target gene	Type of RNAi construct	Crop/plant	Delivery method	Reported insects	References
1.	Adenylatekinase 2 (AK2)	dsRNA	—	Feeding	<i>Helicoverpa, Drosophila</i>	Chen et al., 2012
2.	Vacuolar-ATPase A V-ATPase E	dsRNA	—	Ingestion and injection	<i>Peregrinus maidis, and Bemisia tabaci Diabrotica virgifera virgifera</i>	Baum et al., 2007; Upadhyay et al., 2011; Yao et al., 2013
3.	α -Tubulin	dsRNA	—	Feeding	<i>D. virgifera virgifera</i>	Baum et al., 2007
4.	Carboxylesterases (CarEs)	dsRNA	—	Injection	<i>Locusta migratoria</i>	Zhang et al., 2014
5.	Carboxylesterase gene <i>EposCXE1</i> and pheromone binding protein gene <i>EposPBP1</i>	dsRNA	—	Oral delivery /feeding	<i>Epiphyas Postvittana</i>	Turner et al., 2006
6.	Catalase (CAT)	dsRNA	—	Injection	<i>Spodoptera litura</i>	Zhao et al., 2013
7.	Superoxide dismutase	dsRNA	—	Injection	<i>Culex pipiens</i>	Sim and Denlinger, 2011
8.	Laccase 2 (Lac2)	dsRNA	—	Injection	<i>D. virgifera virgifera</i>	Alves et al., 2010
9.	Arginine kinase	dsRNA	—	Feeding	<i>Phyllotreta striolata</i>	Zhao et al., 2008
10.	Allatotropin	dsRNA	—	Injection	<i>Tribolium castaneum</i>	Abdel-latif and Hoffmann, 2014
11.	Allatostatin C	dsRNA	—	Injection	<i>T. castaneum</i>	Abdel-latif and Hoffmann, 2014; Lungchukiet et al., 2008
12.	Trehalose phosphate synthase (TPS)	dsRNA	—	Feeding	<i>Nilaparvata Lugens</i>	Chen et al., 2010
13.	Vitellogenin protein	dsRNA	—	Injection	<i>S. litura</i>	Shu et al., 2011
14.	Cytochrome P 450 CYP6BG1	dsRNA	—	Feeding	<i>Plutella xylostella</i>	Bautista et al., 2009
15.	CYP6B6	dsRNA	—	Feeding	<i>H. armigera</i>	Zhang et al., 2013a
16.	CYP6AE14	pBI121-pCAM-BIA1300	Arabidopsis and Tobacco	Feeding	<i>H. armigera</i>	Mao et al., 2007
17.	Aminopeptidase N	dsRNA	—	Injection	<i>S. litura</i>	Rajagopal et al., 2002
18.	3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase (HMG-CoA reductase; HMGF) gene	dsRNA	—	Injection	<i>H. armigera</i>	Wang et al., 2013
19.	Tryptophan oxygenase	dsRNA	—	Injection	<i>Plodia interpunctella</i>	Lorenzen et al., 2002
20.	HaHR3	pCAMBIA2300-35s-OCS	Tobacco	Feeding bioassays and transgenic expressing hairpin RNAs	<i>H. armigera</i>	Xiong et al., 2013
21.	Hexose transporter gene <i>NIHT1</i>	pCU	Rice	Hairpin RNAi construct.	<i>N. lugens</i>	Zha et al., 2011
22.	Carboxypeptidase gene <i>Nicar</i>	pCU	Rice	Hairpin RNAi construct.	<i>N. lugens</i>	Zha et al., 2011
23.	Circadian clock gene <i>per</i>	dsRNA	—	Injection	<i>Gryllus Bimaculatus</i>	Moriyama et al., 2008
24.	Salivary nitrophenol 2 gene <i>NP2</i>	dsRNA	—	Injection	<i>Rhodnius prolixus</i>	Araujo et al., 2006
25.	Eye color gene vermillion	dsRNA	—	Injection	<i>Schistocerca Americana</i>	Dong and Friedrich, 2005
26.	Trypsin-like serine protease gene <i>Nltry</i>	Hairpin RNAi construct	Rice	.	<i>N. lugens</i>	Zha et al., 2011
27.	Circadian clock gene	dsRNA	—	Injection	<i>S. littoralis</i>	Kotwica et al., 2009
28.	β -actin gene	dsRNA	—	Injection	<i>S. littoralis</i>	Gvakharia et al., 2003
29.	Glutathione-S-transferase gene <i>GST1</i>	dsRNA	—	Feeding	<i>H. armigera</i>	Mao et al., 2007
30.	Chitin synthase gene	dsRNA	—	Injection	<i>S. exigua</i>	Chen et al., 2008
31.	Chitin synthase genes <i>TcCHS1</i> and <i>TcCHS2</i>	dsRNA	—	Injection	<i>T. castaneum</i>	Arakane et al., 2005
32.	Chitinase like proteins <i>TcCHT5</i> , <i>TcCHT10</i> , <i>TcCHT7</i> , and <i>TcIDGF4</i>	dsRNA	—	Injection	<i>T. castaneum</i>	Zhu et al., 2008
33.	Polygalacturonase	dsRNA	—	Injection	<i>Lygus lineolaris</i>	Walker and Allen, 2010
34.	Acetylcholinesterase	dsRNA	—	Feeding	<i>H. armigera</i>	Kumar et al., 2009

Technologie Crispr-Cas9 : le forçage génétique

Création d'un frelon génétiquement modifié



Avantages :

- simple
- pas cher
- transmission 100%

Inconvénients :

- simple
- pas cher
- transmission 100%
- élevage

Comparaison des différentes méthodes de lutte

METHODE	EFFICACITE	DEGATS COLLATERAU X	SURFACE	COUT	R&D
PIEGEAGE	Faible	Elevés (E)	Petite	Faible	Non
MUSELIERES	Faible	Non	Rucher	Faible	Non
RAQUETTES	Faible	Non	Rucher	Faible (time)	Non
TIR FUSILS	Faible	Faibles	Petite	Moyen	Non
PIEGES A PHEROMONE	Indéterminée	Faibles (?)	Petite	Moyen	Oui
PIEGE ELECTRIQUE	Indéterminée	Faibles (?)	Petite	Elevé	Evaluation
HARPE ELECTRIQUE	Faible (?)	Faibles	Rucher	Moyen	Evaluation
APISHIELD	Faible	Non	Ruches	Moyen	Non
APPATS EMPOISONNES	Elevée ¹	Elevés (E, B)	Moyenne	Moyen	Evaluation
JUDA KILLER (KIT SUBITO)	Indéterminée	Elevés (B)	Moyenne	Moyen	Evaluation
TRIANGULATION	Faible	Non	Moyenne	Faible (time)	Non
FRELON MARQUÉ	Faible	Non	Moyenne	Non	Non
DRONES - RFID	Indéterminée	Non	Moyenne	Elevé	Oui
RADAR HARMONIQUE	Indéterminée	Non	Moyenne	Elevé	Oui
LUTTE BIOLOGIQUE	Indéterminée	Faibles (?)	Importante	Elevé	Oui
siRNA	Indéterminée	Non (?)	Moyenne	Elevé	Oui
CRISPR-CAS9	Indéterminée	Faibles (?)	Moyenne	Elevé	Oui

entomoraune et biodiversité et (B) diffusion des bioicides; **Surface** : taille supposée de la zone contrôlée; **Cout** : évaluation approximative du coût de la méthode; **R & D** : investissements nécessaires dans la recherche et le développement. Les méthodes de contrôle soulignées sont celles qui peuvent influencer sur l'ensemble du nid sans en connaître initialement l'emplacement. (?) Non évalué pour *V. velutina*. (1) seulement amélioré pour *Vespula germanica* et *vulgaris*.

Conclusion

- Pas de solution miracle
- Approche multimodale
 - Solutions à court terme :
 - raquette, muselières
 - pièges à phéromones
 - pièges blot version 3
 - Solutions à long terme :
 - localisation des nids (drones suiveurs/radars harmoniques) et destruction
 - lutte biologique (hyménoptères, diptères, nématodes, champignons entomopathogènes, acariens....)
 - technologie siRNA/Crispr-Cas9

Mais en tout état de cause, pas de solutions miracle sans investissements en R & D !

Correspondence

Climate costing is politics not science

Nicholas Stern argues that today's integrated assessment models for quantifying the economic and societal impacts of climate change are inadequate (*Nature* 530, 407–409; 2016). We disagree with his view on the superiority of more complex models such as DSGE (dynamic stochastic computable general equilibrium) models, which purport to account for a larger class of uncertain future events.

In our view, DSGE models have proved to be ineffective for policymaking, even in simple, short-term settings of pure economics, by failing to anticipate the onset of the recent recession (see P. Mirowski *Never Let a Serious Crisis Go to Waste* 275–286; Verso, 2013). Three decades of social-sciences research on climate and politics make it clear that cost-benefit models cannot tame policy-relevant uncertainties or promote political agreement (see, for example, D. Collingridge and C. Reeve *Science Speaks to Power* 3–4, 59–60; Pinter, 1986).

Models that predict higher costs of climate change might make political intervention more palatable. But prescribing models that generate more precisely quantified estimates of a desired output is a political programme, not a scientific one. Responsible research requires responsible quantification and responsible acknowledgement of uncertainty.

Andrea Saltelli* *Autonomous University of Barcelona, Cerdanyola del Vallès, Spain. andrea.saltelli@uibn.no*
*On behalf of 6 correspondents (see go.nature.com/ua0aq for full list).

Europe must block hornet invasion

Another notable omission from the European Union's list of invasive alien species that are targeted for action is the Asian yellow-legged hornet, *Vespa*

velutina nigrithorax (see J. Pergl *et al. Nature* 531, 173; 2016). Since its arrival in Europe more than a decade ago, this voracious honeybee predator has also caused human deaths from its sting (see K. Monceau *et al. J. Pest. Sci.* 87, 1–16; 2014).

The hornet's impact is severe in Mediterranean countries, where beekeeping is a crucial source of income. Local beekeepers have their own makeshift eradication methods (such as traps of vinegar with glue), but these also kill important insect pollinators.

The species needs to be officially classified as an invader in all European countries, so that funds can be applied to its study and control. Public campaigns are essential to increase people's awareness and understanding of this threat — for example, regarding the differences between wasp species, many of which are vital for ecosystem functions and services.

We urgently need a coordinated EU plan to control this hornet invasion and to mitigate its potentially serious economic and ecological impacts.

Frederico Santarem* *Research Centre in Biodiversity and Genetic Resources (CIBIO/InBIO), Porto, Portugal. fredericosantarem@gmail.com*
*On behalf of 5 correspondents (see go.nature.com/ua0aq for full list).

Software for study design falls short

Online software that can improve the design of animal studies is welcome, but it should not replace specialist advice (see *Nature* 531, 128; 2016).

Animals are complex biological systems. Their organs and tissues have variable and dynamic functions and morphology in pathophysiological conditions. This complexity calls for a holistic perspective from researchers, who can anticipate and tackle different experimental issues through all phases of a study

while aiming for reduction, refinement and replacement in animal use (see www.nc3rs.org.uk/the-3rs).

Such multidisciplinary input also helps to overcome limitations in researchers' scientific scope, experience and skill sets and to improve the quality and interpretation of the results (H. A. Adisu *et al. Dis. Model. Mech.* 7, 515–524; 2014).
David K. Meyerholz *University of Iowa, Iowa City, USA.*
Alessandra Piersigilli *University of Bern, Bern, Switzerland.*
david-meyerholz@uiowa.edu

Silver lining to irreproducibility

There is room for improvement in how science is done and reported, but something can often be learned from irreproducible experiments. The situation may not be as dire as some headlines imply.

It is crucial to include caveats when citing analyses of reproducibility. For example, an often-quoted 2015 survey of factors that could improve the reproducibility of scientific research (see go.nature.com/ywzwt5) noted that there was a low response rate to the questionnaire, a qualifier that is not always mentioned.

It is important to recognize that researchers cannot control for an unknown variable. Take a web tool for identifying unwanted 'passenger mutations' that could confound analyses of transgenic mice (T. Vanden Bergh *et al. Immunity* 43, 200–209; 2015). This tool arose from reports of mouse phenotypes that, unbeknownst to researchers, depended on unintended mutations. This is an example of a useful resource that enhances our understanding of underlying biological phenomena and results from experiments that might otherwise be branded as irreproducible.

It is in this context that

scientific societies are pushing to increase experimental rigour and reporting transparency. For instance, guidelines from the Federation of American Societies for Experimental Biology (go.nature.com/zdf89b) aim to help scientists to meet the reproducibility requirements of research funded by the US National Institutes of Health.
Alyssa Ward *Johns Hopkins University School of Medicine, Baltimore, Maryland, USA.*
Thomas O. Baldwin *University of California, Riverside, USA.*
Parker R. Martin *University of Arizona, Tucson, USA.*
award30a@jhu.edu

Social cooperation among agnostics

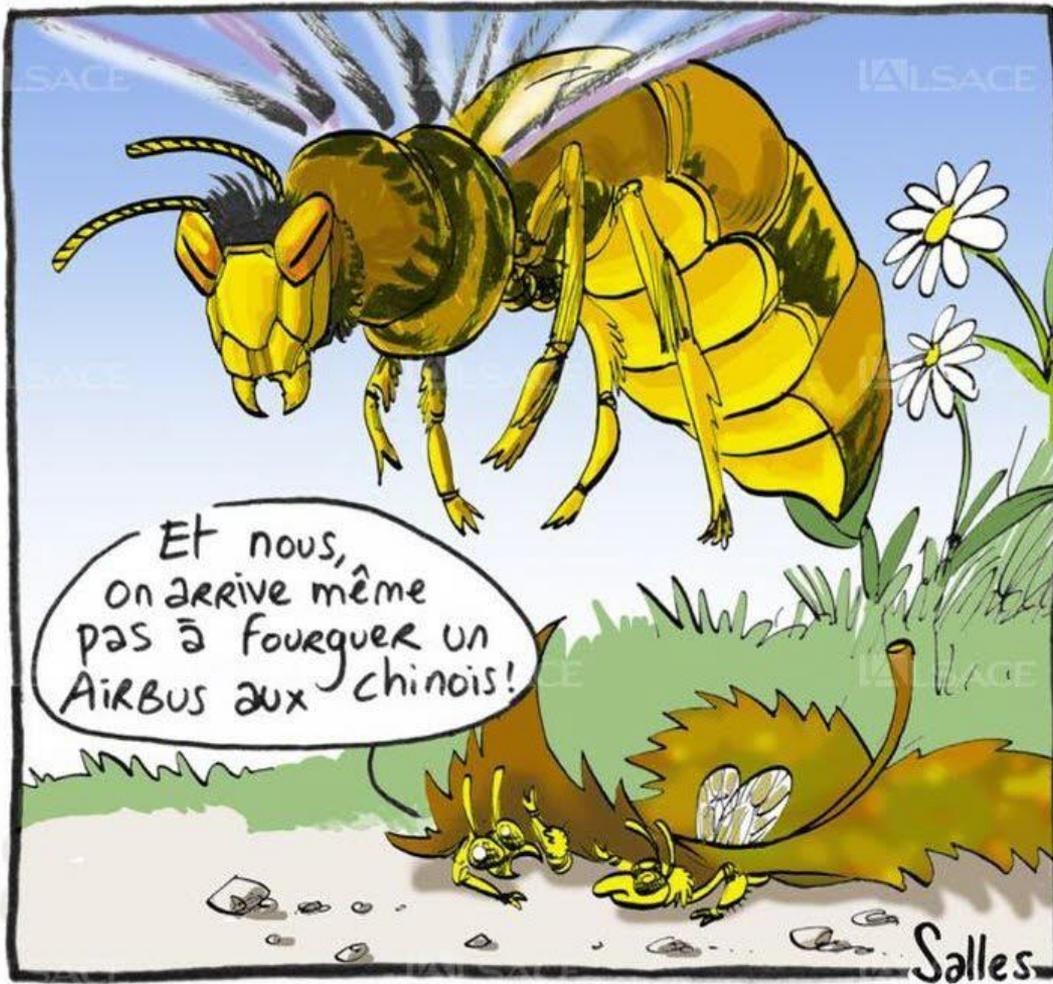
Benjamin Grant Purzycki and colleagues suggest that religion helps to explain cooperation in large societies (*Nature* 530, 327–330; 2016). In my view, knowledge of others' reputations forms a more stable basis for cooperation.

A network with redundant connections transmits these reputations (J. Bruggeman *Social Networks*, Routledge, 2008). It also avoids the strategic manipulation of information by religious entrepreneurs. Once such a cohesive network is established, religious solidarity can enhance cooperation, as can a shared enemy (J.-K. Choi and S. Shalizi *Science* 318, 636–640; 2007), but it is not essential.

Take the revolt against Communist regimes in 1989. These were overthrown by large-scale collective action, even though religion was negligible and subservient in those countries. Protesters united, despite each knowing only a few others (the regimes suppressed their critics). Religion is one road towards cooperation between strangers, as the experiments show, but not the only one.
Jeroen Bruggeman *University of Amsterdam, the Netherlands.*
j.p.bruggeman@uva.nl

We urgently need a coordinated EU plan to control this hornet invasion and to mitigate its potentially serious economic and ecological impacts.

Nous avons urgemment besoin d'un plan coordonné de l'UE pour contrôler cette invasion de frelons et pour atténuer son impact potentiel sur l'économie et l'environnement.



Merci pour votre attention !

IRD