



Conférence organisée par la



Les conservatoires d'abeilles: une stratégie novatrice fondée sur l'Apiculture durable pour réduire le déclin des abeilles

- **Phylogéographie et histoire évolutive de l'espèce,**
- **Impact de l'homme sur la structure de la diversité**
- **Les conservatoires: une base pour une apiculture durable**

L.Garnery (1) Université de Versailles
-Saint-Quentin-en-Yvelines (UVSQ)
(2) Laboratoire Evolution Génomes
Comportement Ecologie(EGCE)
CNRS, Bât.13 Avenue de la terrasse
Email : garnery@egce.cnrs-gif.fr

samedi 9 décembre 2017



BUT DES ETUDES DE LA DIVERSITE DE L'ABEILLE DOMESTIQUE:

==> Comprendre la biodiversité naturelle de cette espèce

==> Impacts de l'agriculture et de l'apiculture moderne sur cette diversité

==> Définir des protocoles de gestion de cette diversité

Vaste aire de répartition naturelle: 26-29 races géographiques (morphologie / éco-éthologie)



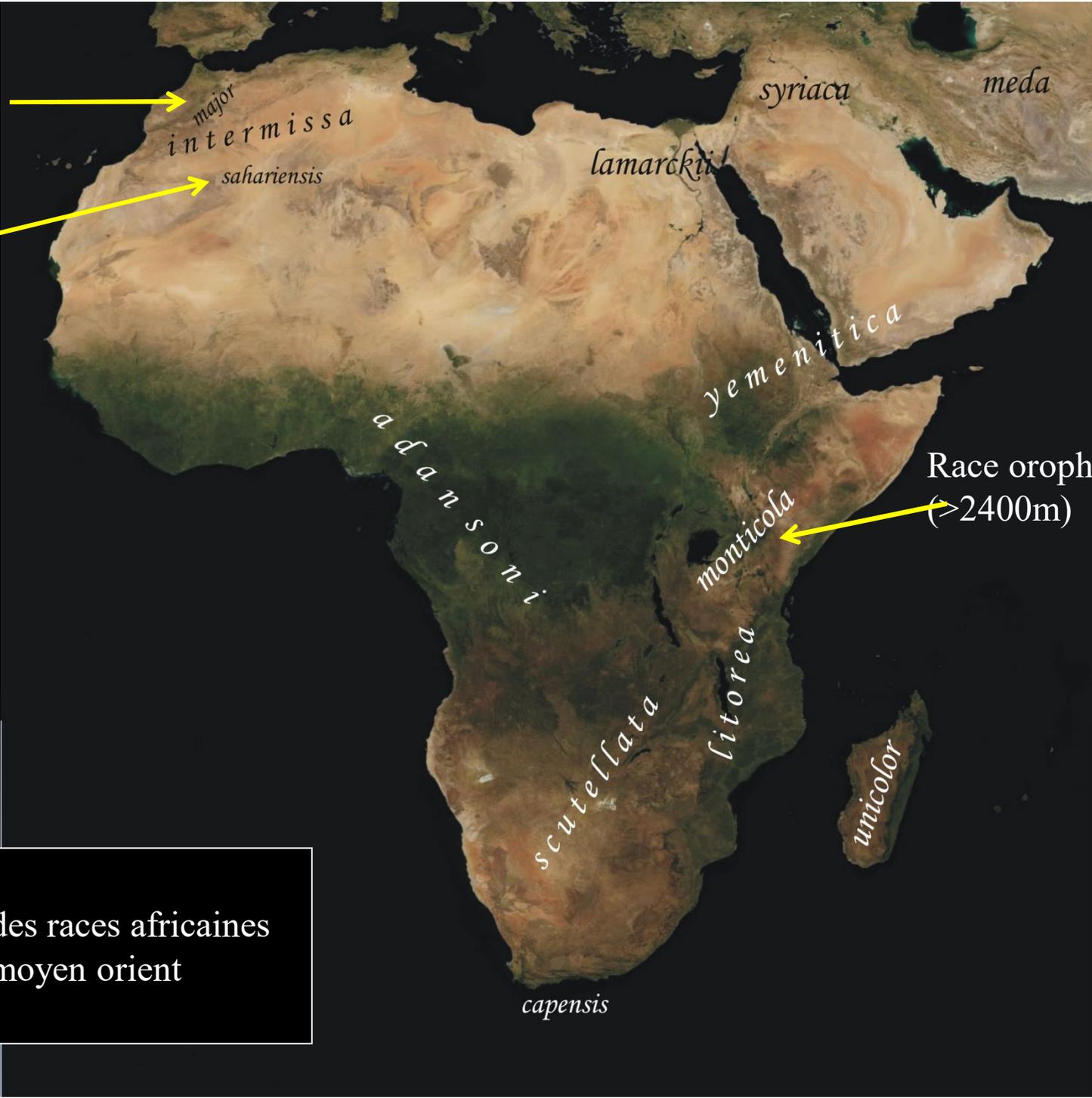
Répartition des différences races européennes

Race orophile
(>1500 m)

Race d'Oasis

Race orophile
(>2400m)

Répartition des races africaines
et du moyen orient



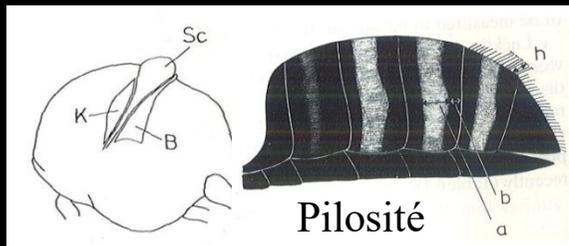
La variabilité morphologique de l'abeille:

Comment les races ont elles été caractérisées?

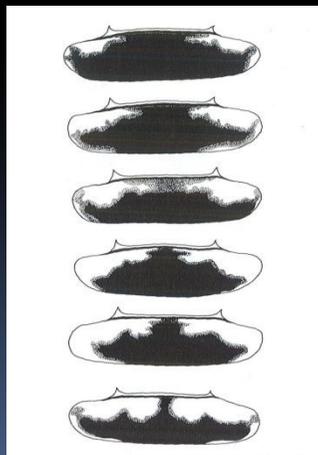
Les travaux de Biométrie (morphométrie) de Ruttner

Prises de mesures suivi d'analyses multivariées (ACP, analyse discriminante)

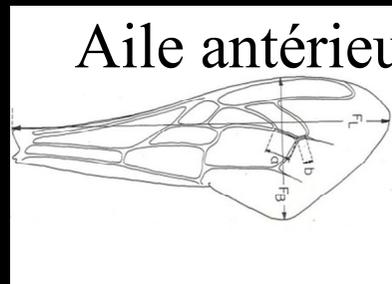
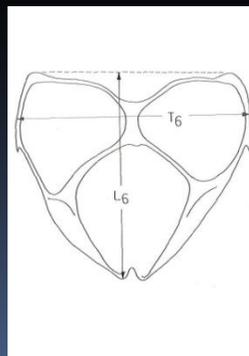
Pigmentation 1 Longueur pilosité tergite 5
 Scutellum (35, 36) 2 largeur tometum tergite 4
 Ruttner 1978 3 indice cubital



Pilosité

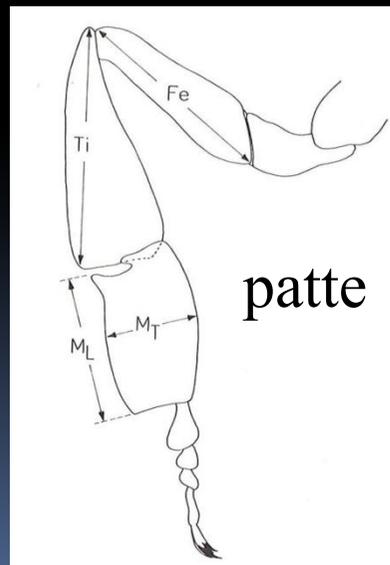


Goetze 1964



Aile antérieure

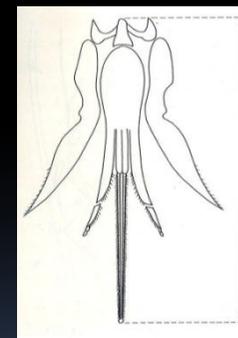
17 Longueur aile
 18 Largeur aile Alpatov 1929
 19 a
 20 b Goetze 1964
 => $A/B = \text{indice cubital}$



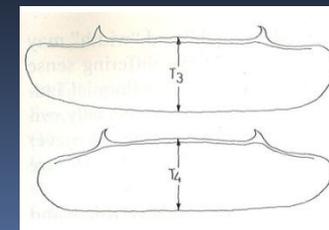
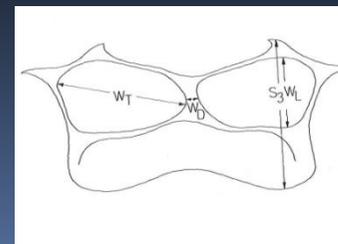
patte

5 Femur
 6 Tibia
 7, 8 Métatarse

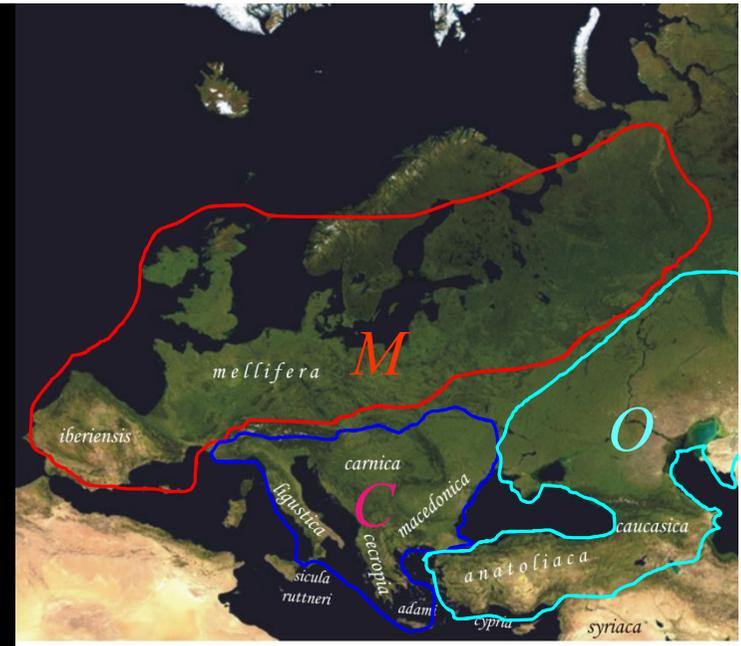
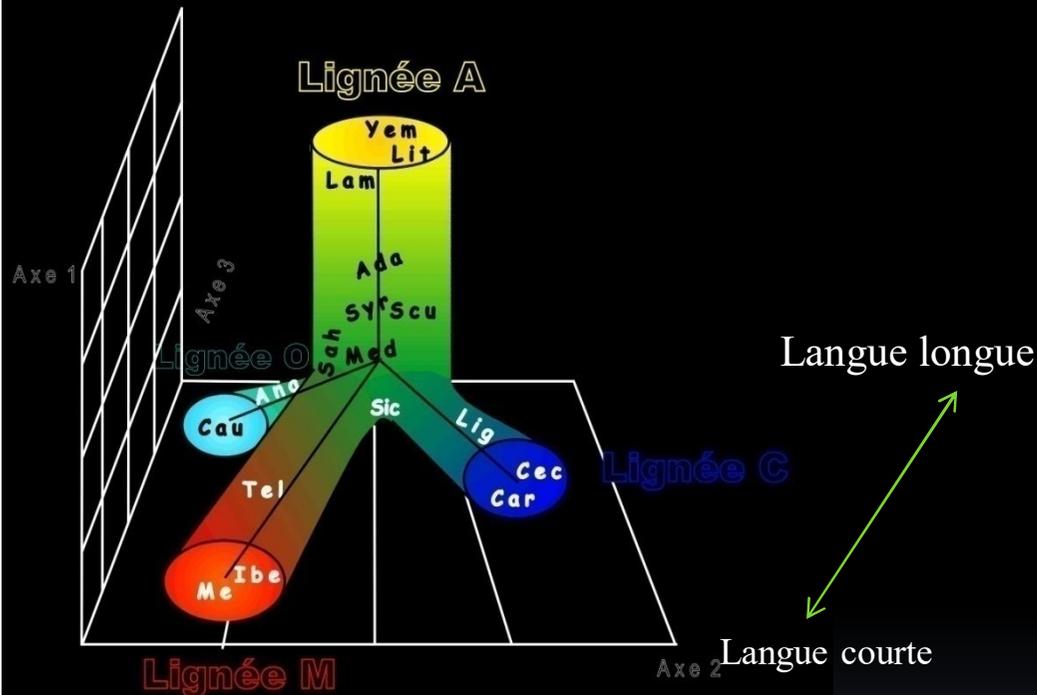
Alpatov 1929



4 Longueur de la langue (proboscis)
 Alpatov 1929



MORPHOMETRIE:

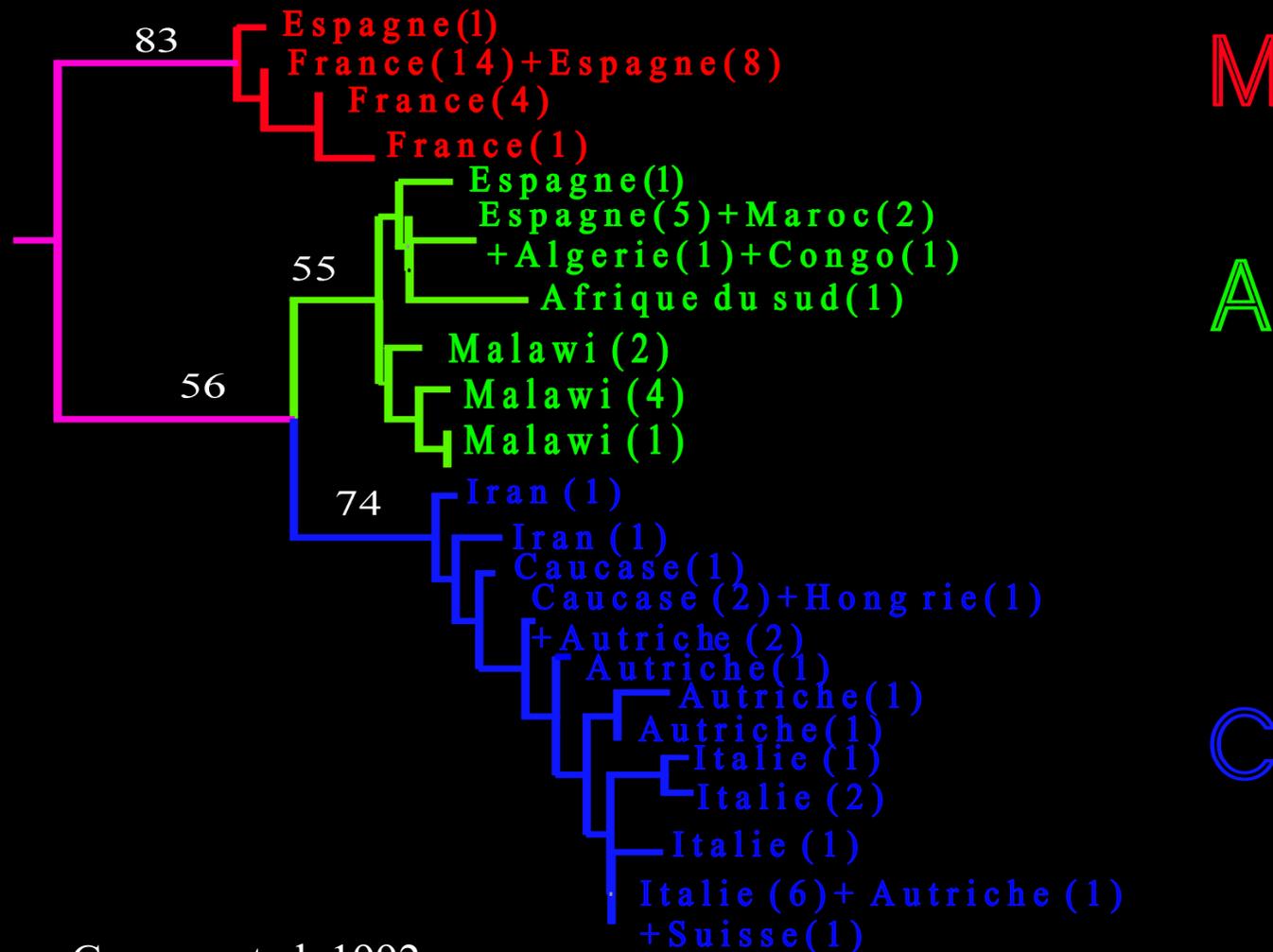


=) Les 26 races sont réparties en 4 lignées évolutives (Ruttner, 1988)

=) **Interprétation génétique et évolutive de cette variabilité ?**

Variabilité de l'ADN mitochondrial

3 lignées évolutives (RFLPs molécule complète)



Garnery et al. 1992

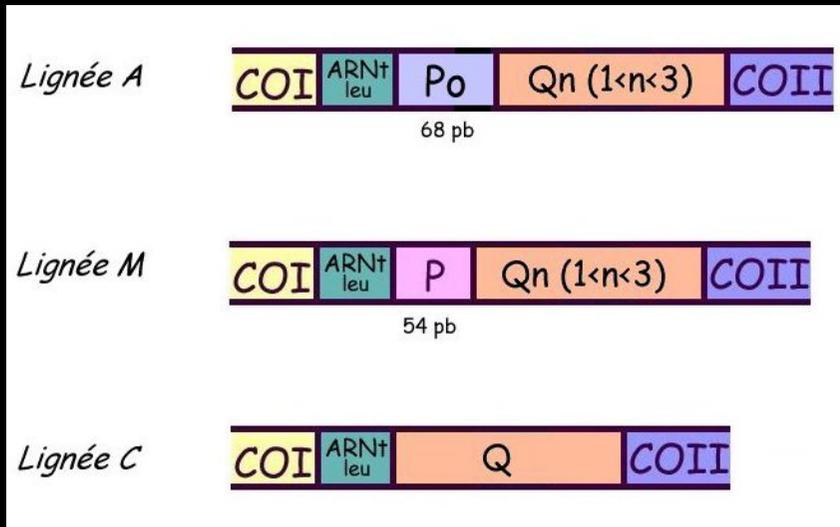
Datations:

Séparations des lignées:

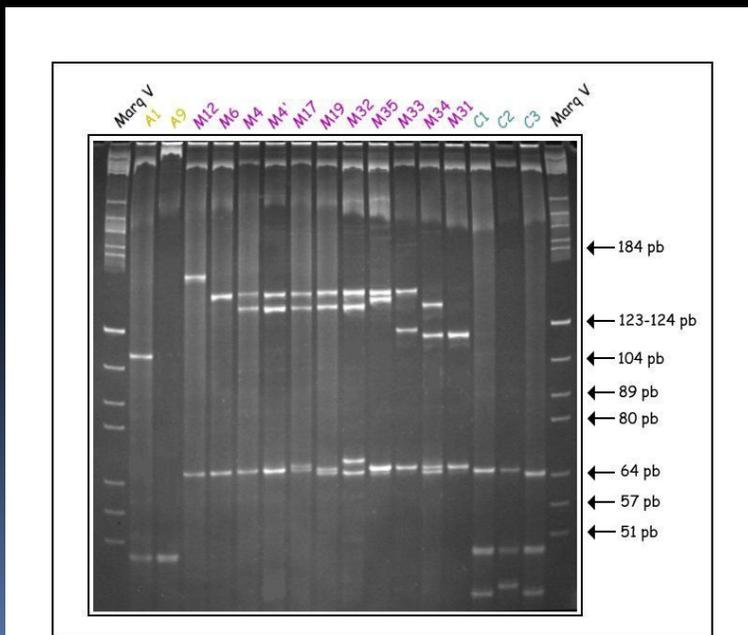
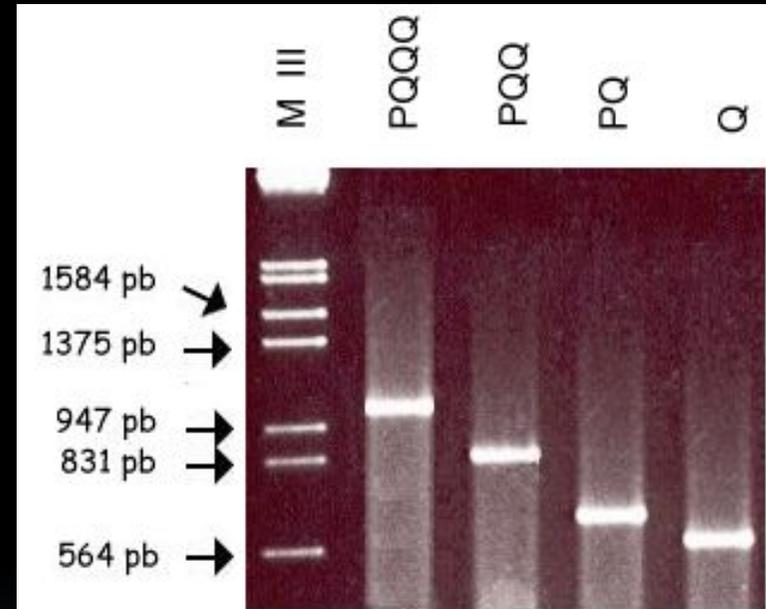
- Divergence entre lignées: 1 MA
- Diversité intralignées (max): 200 000 ans

**==> bonne concordance pour diversité intra minimum
Lignée M : 10 000 ans (dernière glaciation)**

ADNmt: Développement d'un test rapide d'utilisation



Amplification de la région par PCR

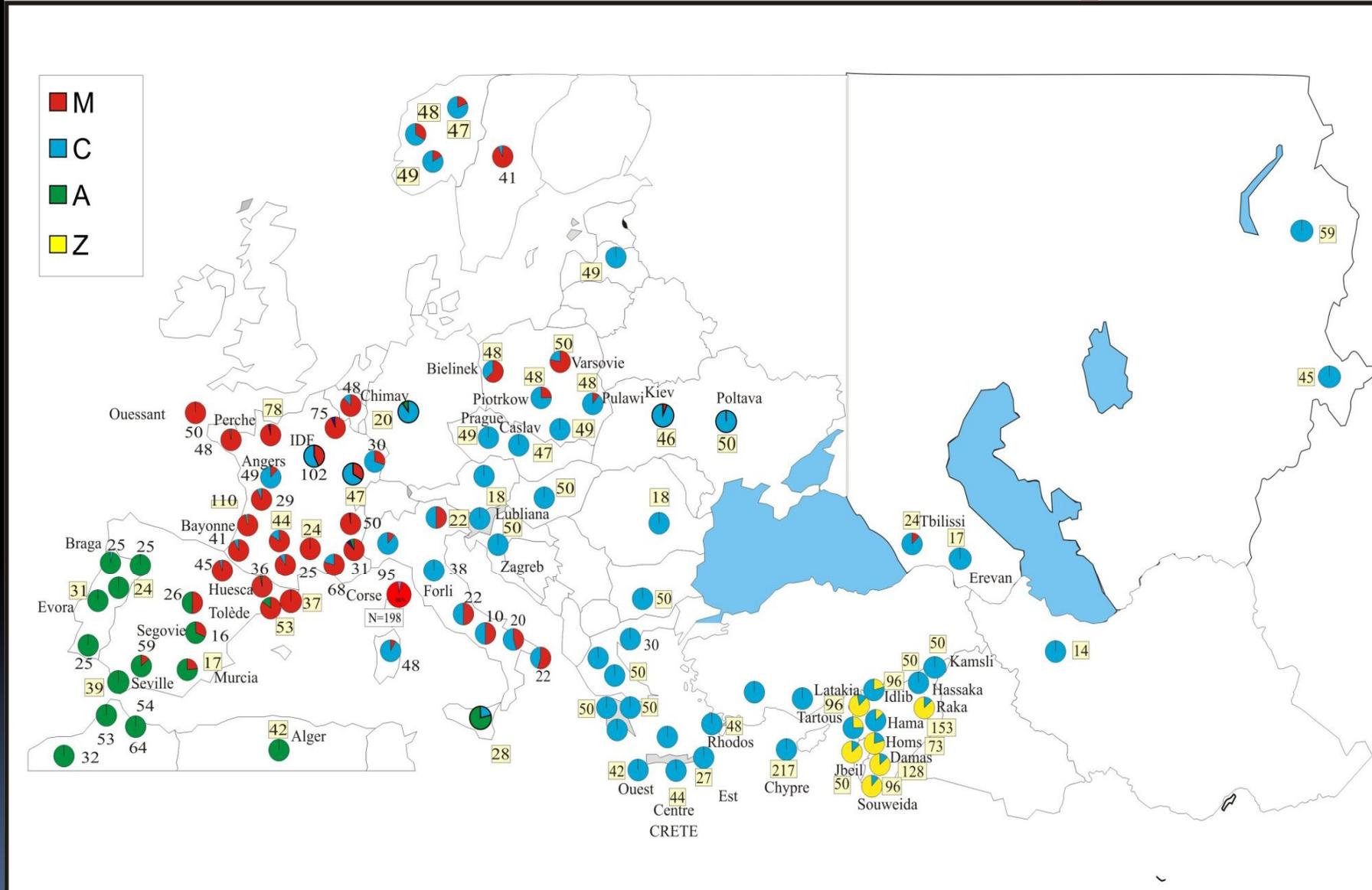


Digestion de l'amplicon
Par l'enzyme DraI (TTTAAA)



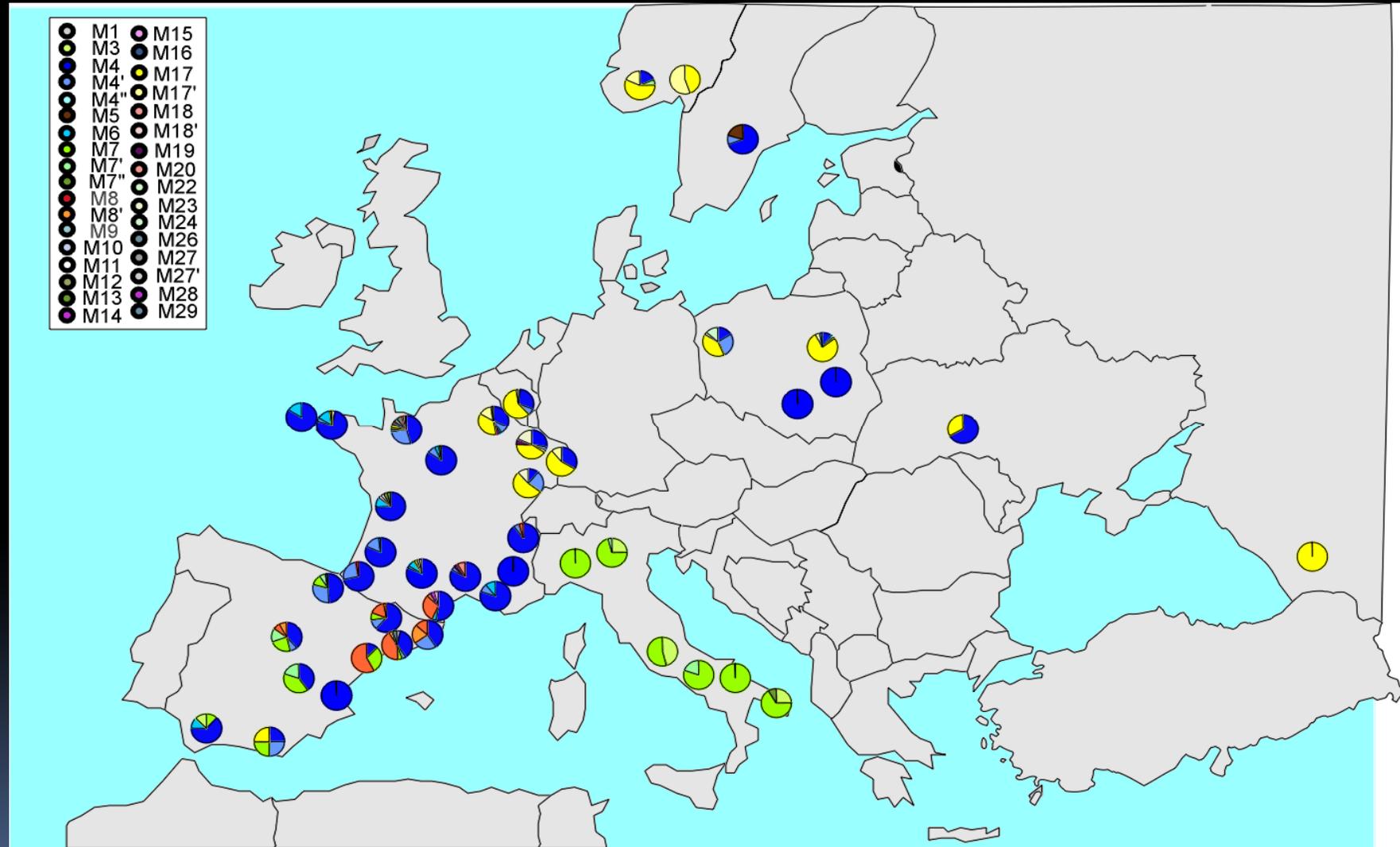
Situation en Europe

Diversité mitochondriale en Europe



150 populations Européennes: 40 000 colonies typées

Diversité haplotypique:intra lignée M



Variabilité de l'ADN nucléaire

Niveau de variabilité des populations
(hétérozygoties)

	Lignée A	Lignée C	Lignée M
11 loci*	0.798	0.558	0.341-0.486
8 loci**	0.788-0.872	0.464-0.612	0.291-0.410

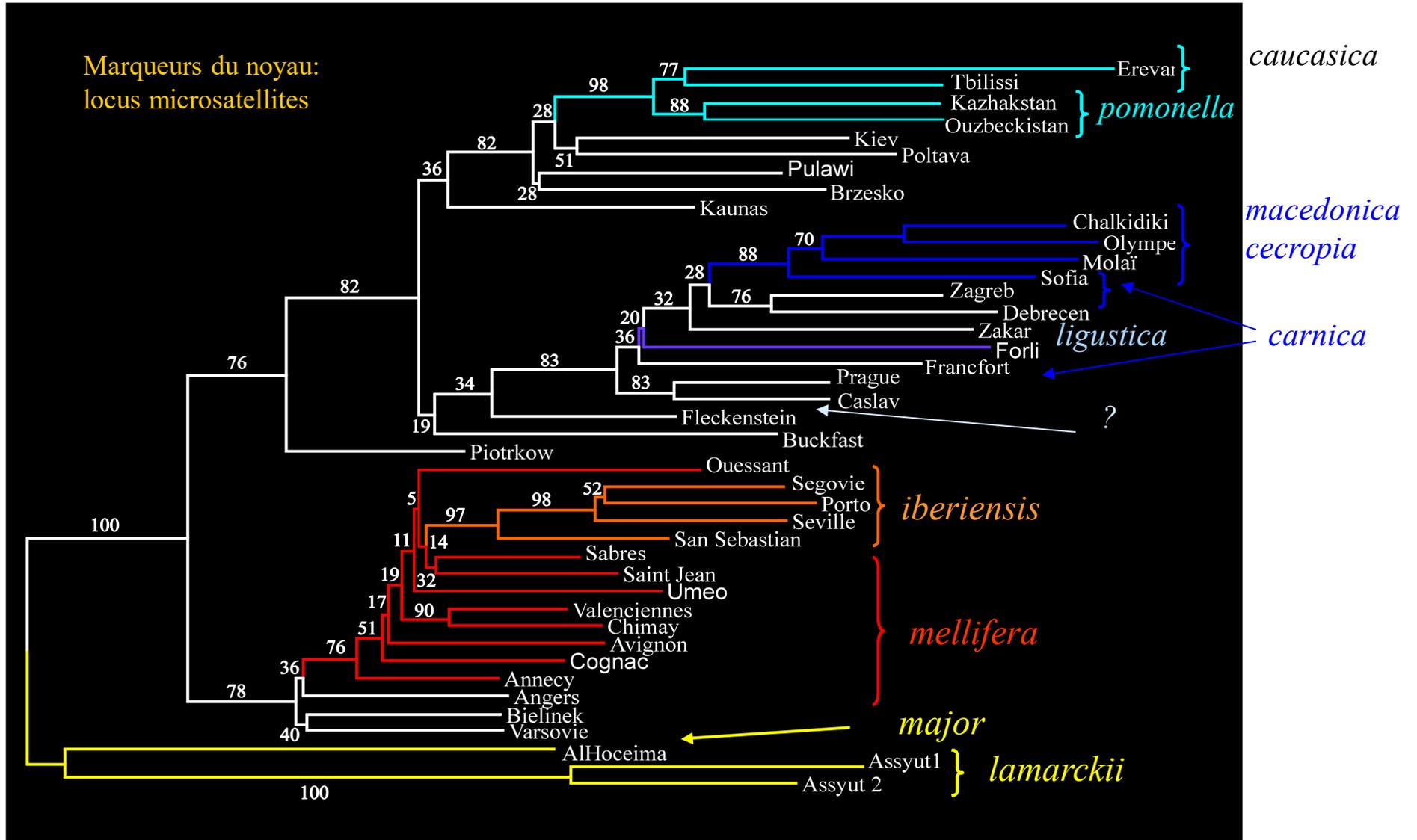
Garnery et al. 1998
Estoup et al. 1995

La lignée Ouest méditerranéenne *A.m.mellifera* montre une diversité naturelle plus faible que les autres

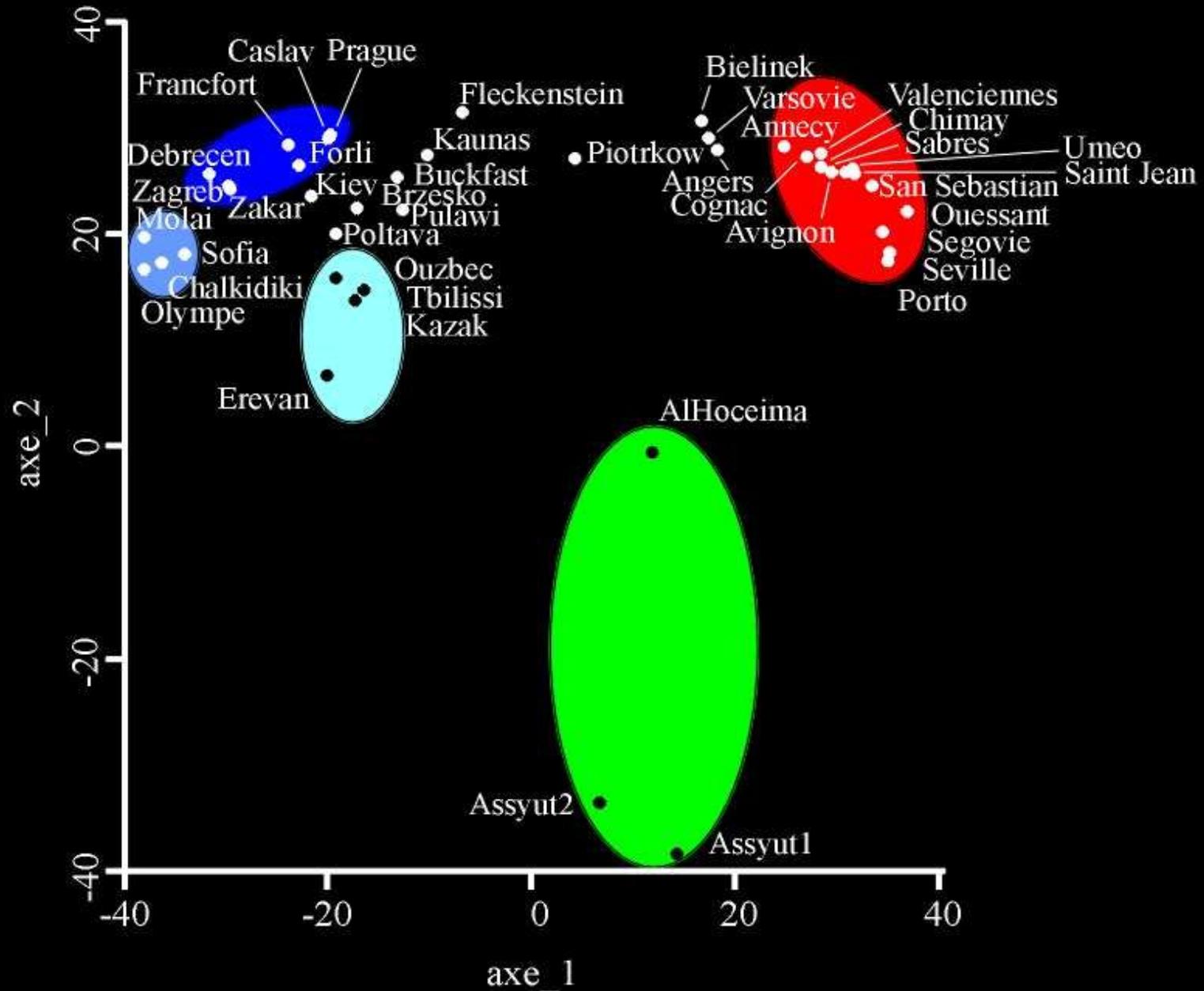
Utilisation des marqueurs du noyau

Classification hiérarchique des populations

Marqueurs du noyau:
locus microsatellites



Variabilité de l'ADN nucléaire



Microsatellites

- 4 lignées évolutives M, A, C, O (un 5^{ième} groupe caractérisé en 2013 = lignée Z

diversités lignées : A > Z > O > C > M

- Détermination des zones refuges: Espagne/Italie/Grèce/Caucase

- légère sous-structuration dans la lignée C

-mélange de populations en Europe centrale = Zones de remise en contact (introgressions secondaires)

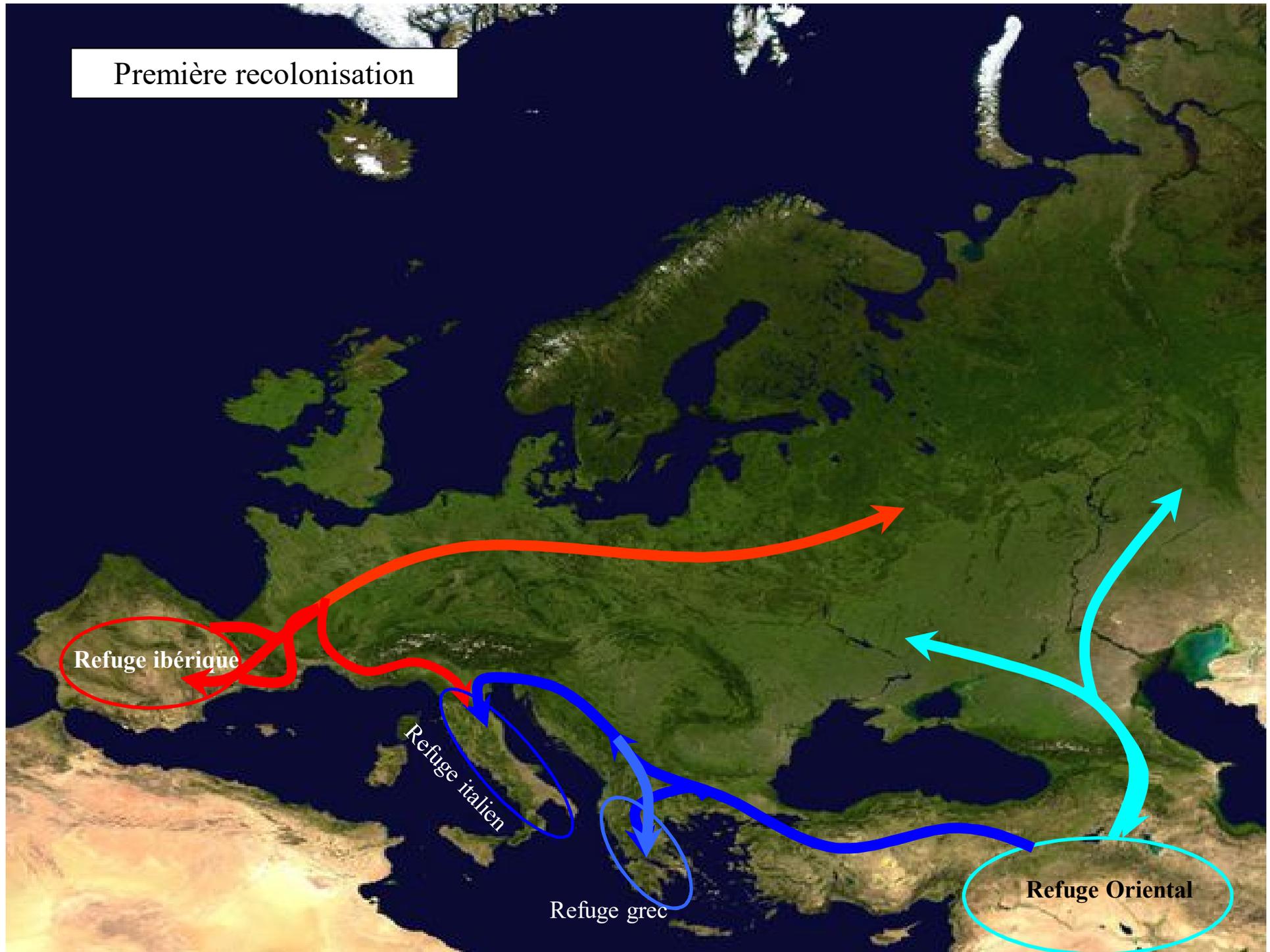
Pologne = remise en contact M/C/O, Ukraine = C/O

==> Synthèse: **Un nouveau scénario évolutif de l'espèce**



Centre de dispersion

Première recolonisation



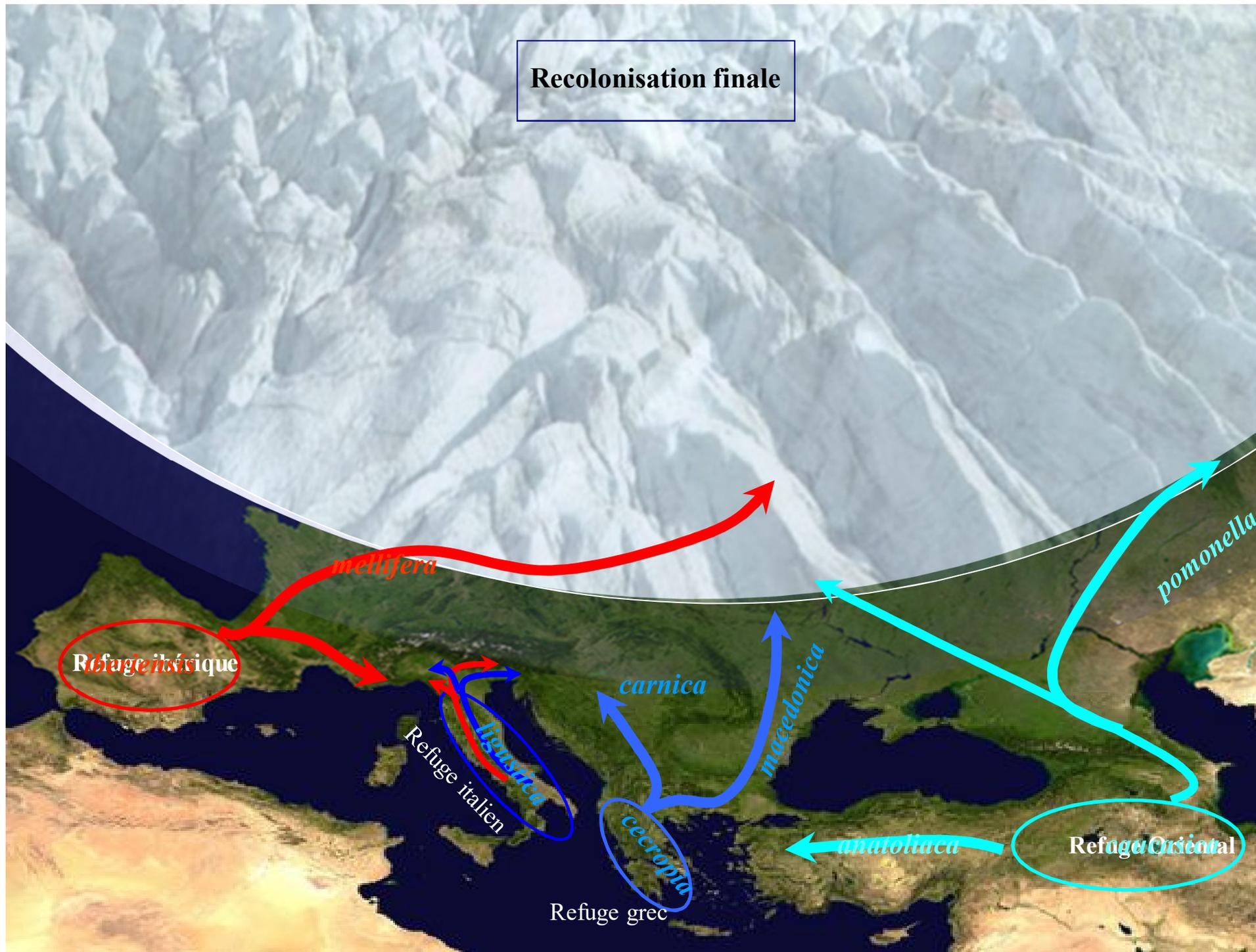
Refuge ibérique

Refuge italien

Refuge grec

Refuge Oriental

Recolonisation finale



Refuge iberique

Refuge italien

Refuge grec

Refuge Oriental

mellifera

ligustica

carnica

cecropia

macedonica

anatoliaca

pomonella

Conclusion:

La diversité naturelle de cette espèce est importante et est le fruit d'un processus évolutif long et complexe.

La lignée ouest méditerranéenne a survécu à 2 glaciations

La diversité de l'abeille noire a une valeur patrimoniale qui date d'un million d'années.

Sa diversité est moins importante que celle des autres lignées

Les outils moléculaires permettent:

=) de retracer l'histoire évolutive de l'espèce

Mais aussi:

=) de réaliser des études d'impact sur l'action des facteurs qui agissent sur la diversité des populations

INFLUENCE DE L'HOMME SUR LA DIVERSITE DES ESPECES ?

Comme de nombreuses espèces européennes l'abeille a vu son environnement changer de façon très rapide:

Agriculture intensive

Urbanisation

Fractionnement / disparition
des milieux naturels

Risque élevé de perte de populations
d'abeilles locales (adaptations)

Les risques associés:

**Transformation des modalités
d'évolution des espèces:**
Sélection Naturelle vs Dérive Génétique

Abeille et «domestication»:

* Jusqu'au début du 20^{ième} siècle l'apiculteur est essentiellement un cueilleur

* Depuis l'invention de la ruche moderne:

==> Développement de nouvelles pratiques apicoles
Transhumance des colonies et importations de reines

* **Elevage de reines:**
(de plus en plus pratiqué)

* **Insémination artificielle:**
(ponctuelle)

Véritable domestication
(influence le système
de reproduction)

==> Grande influence potentielle sur la
diversité génétique de l'espèce

Conséquences de l'apiculture moderne sur la diversité?

Mouvements de colonies

(importations de reines, transhumance)

Introduction de caractères non adaptatifs

Homogénéisation

Dispersion des maladies

(Varroas et autres acarioses, loques américaine et européenne ...)

Sélection

Réduction de variabilité

Perte de caractères adaptatifs

SITUATION EN FRANCE

Espèce d'intérêt agronomique :

Recourt à l'importation massive de souches de production

Lorsque la souche locale a acquis une mauvaise réputation

C'est le cas de l'abeille noire de France *A.m.mellifera*

- *agressive*
- *non productive*
- *essaimeuse*

Ceci a amené à l'éradication de cette race en Allemagne

La France fait partie des champions d'Europe de l'importation de races, véritable phénomène de mode.

Historique des importations en France

Années 30-40 : Abeille Italienne (*A.m. ligustica*) et continue jusque dans les années 80

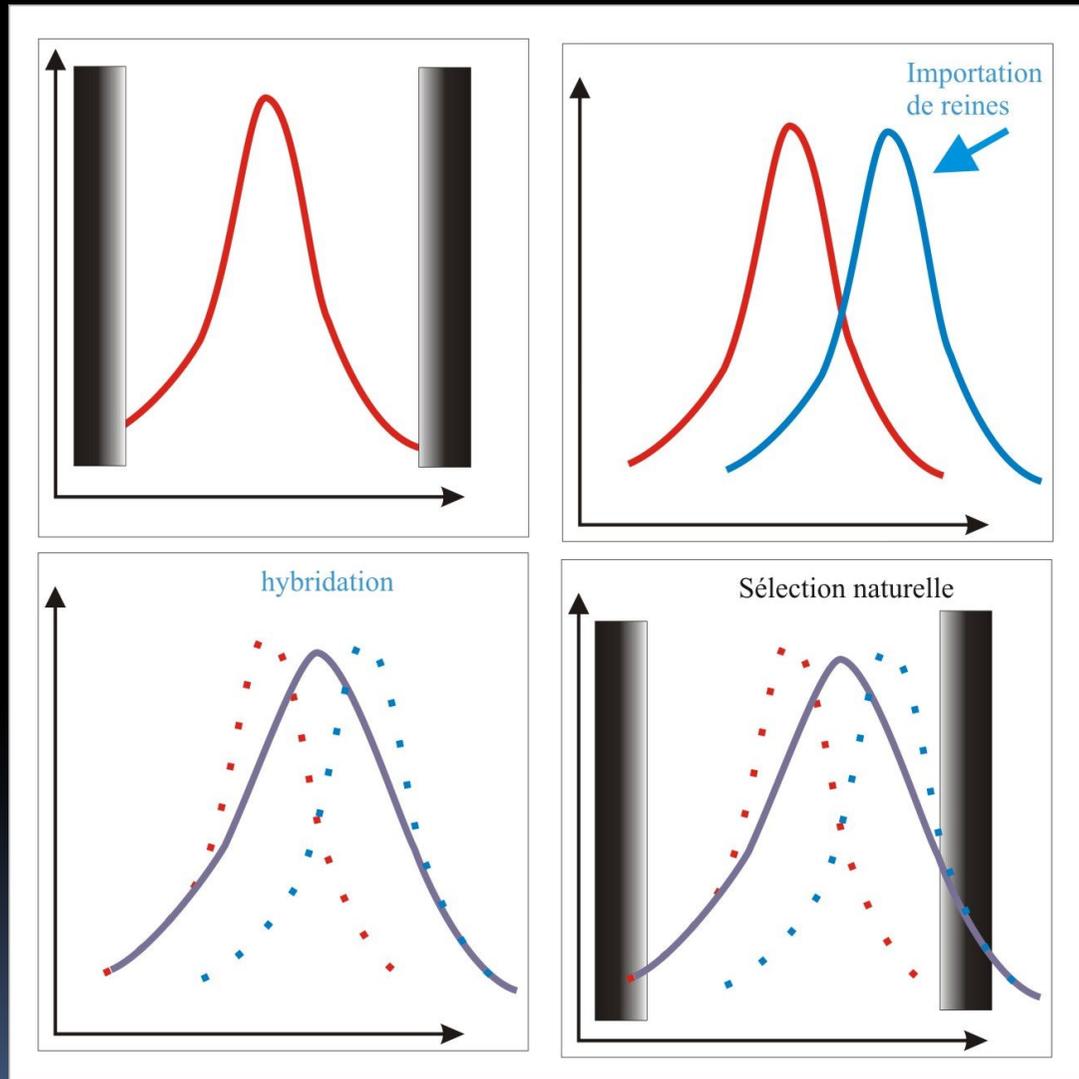
Années 50-70: Caucasienne, italo caucasienne, triple hybride.

Années 90-Aujourd'hui: Buckfast

Actuellement *A.m. ligustica* (sicile), *A.m. cecropia* (Grèce) et grand développement dans ces deux pays de la filière élevage (inonde le marché).

+ Des marchés traditionnels locaux (Alsace / Allemagne) ==
A.m. carnica.

Action des importations et de l'introduction de caractères Non adaptatifs ?



Bilan : Augmentation des pertes

Conséquences en France

Balance haplotypes locaux / importés

(haplotypes M / haplotypes C)

73 % M

26 % C et O

1 % A

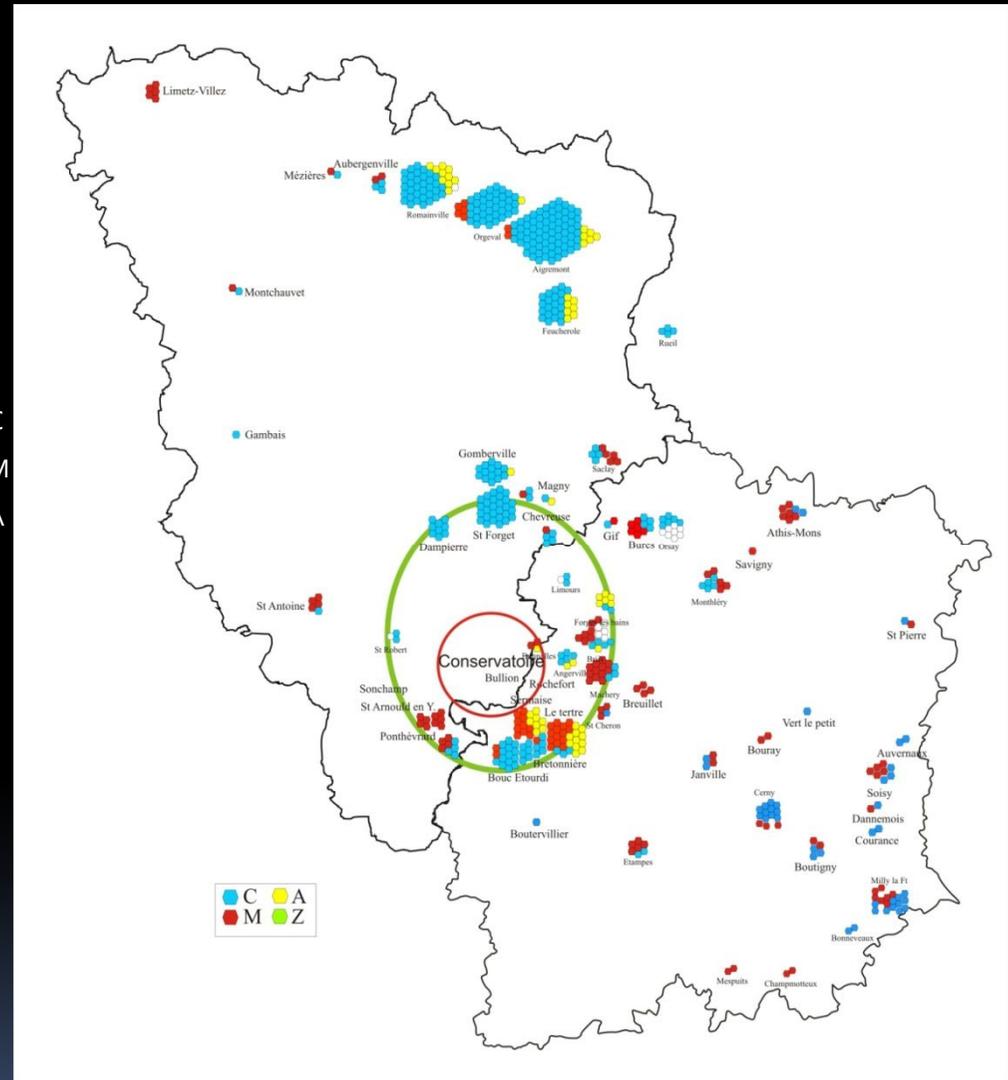
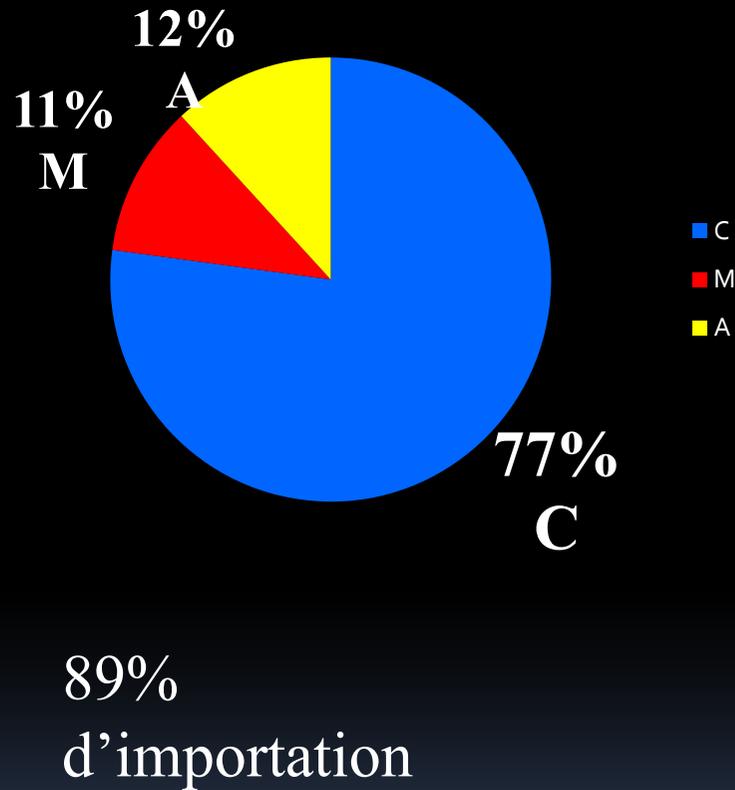
Echantillon:
5227 colonies



Une situation
préoccupante

Des régions à fort niveau
d'introgressions
(importations)
56% < % C < 96 %

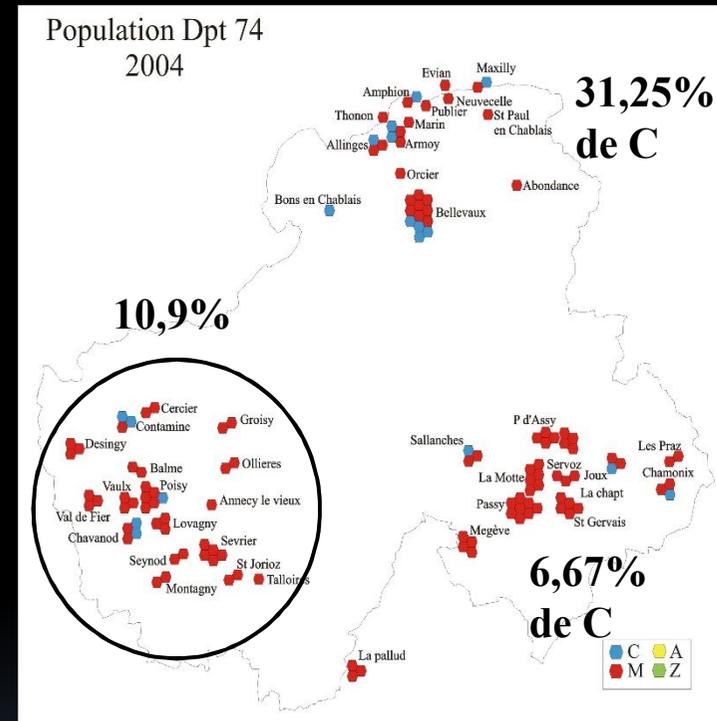
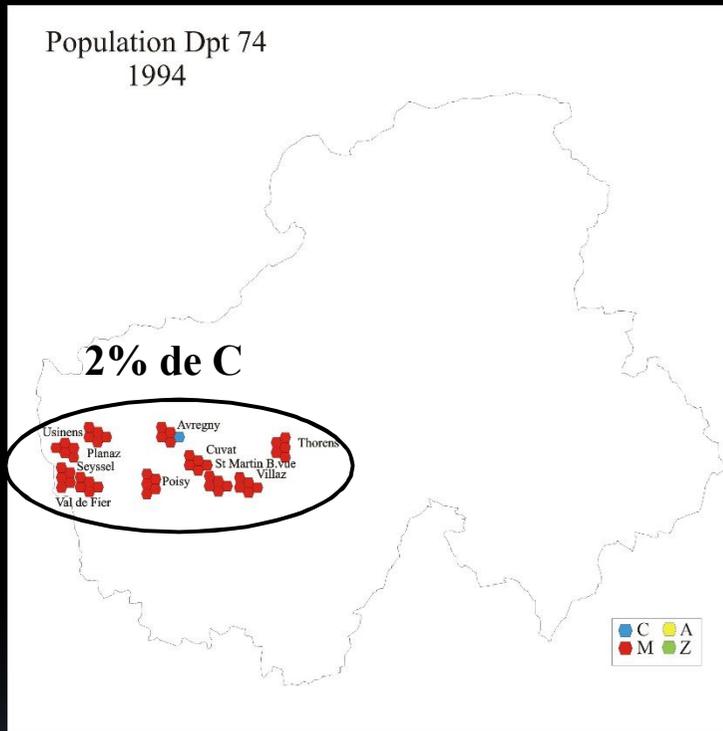
Quelle situation en Ile de France ?



L'abeille noire sacrifiée sur l'autel d'une pseudo-productivité ?

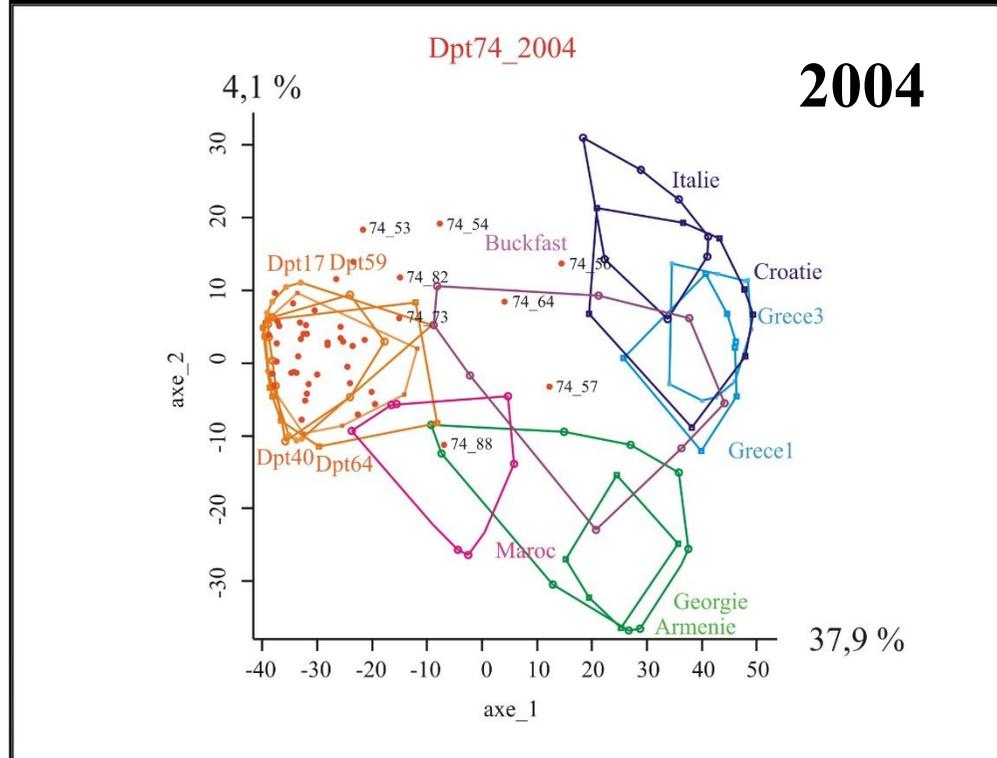
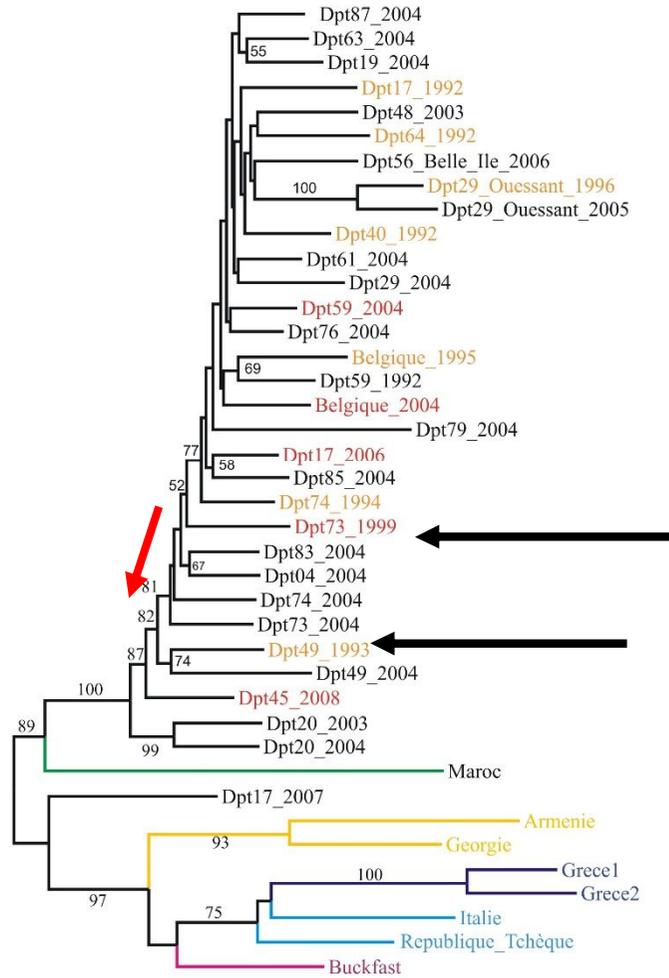
La population de Haute Savoie

Evolution de l'ADN mt

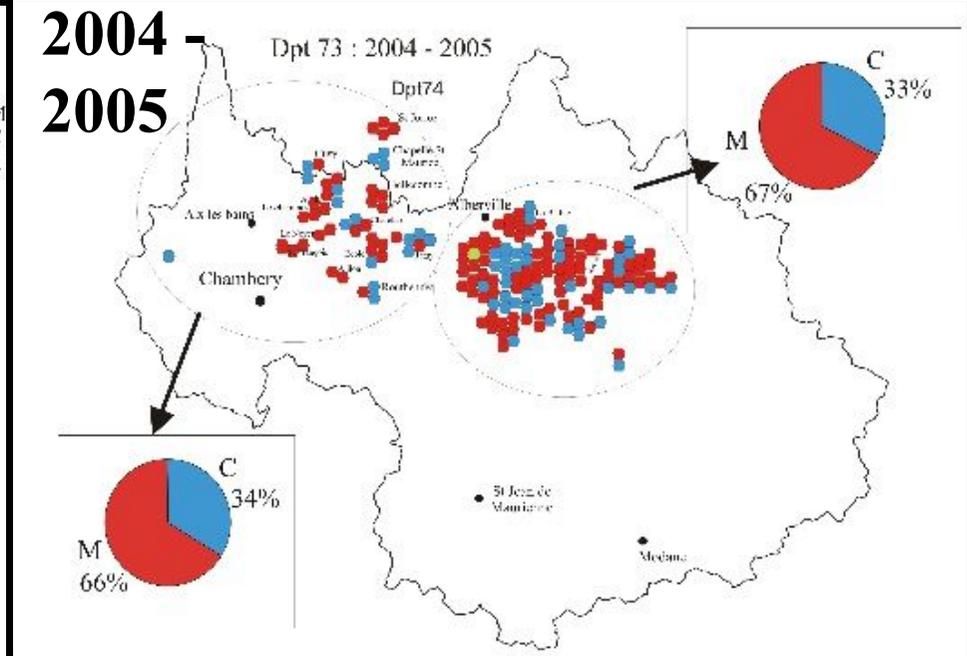
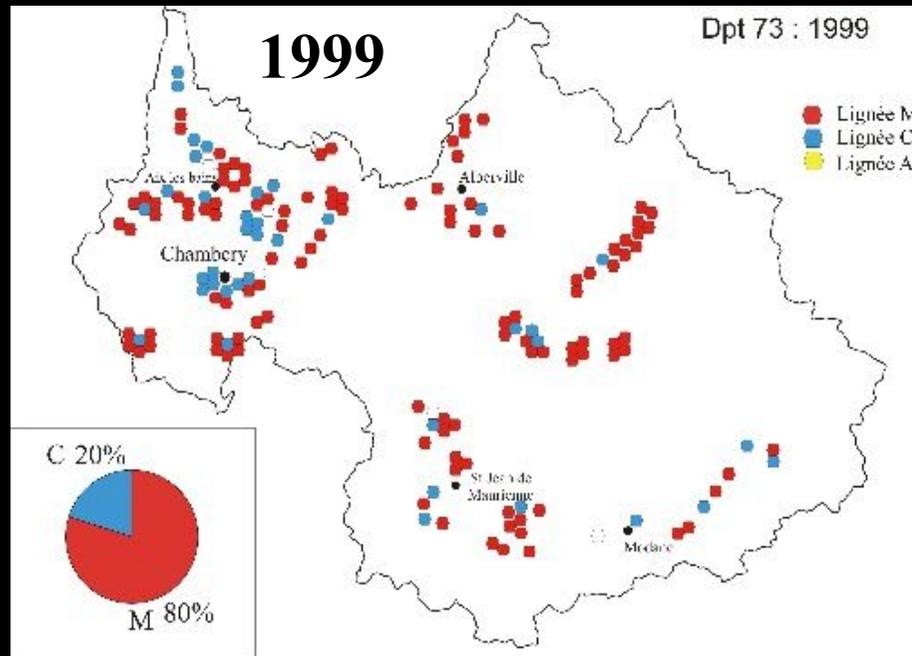


total: 15 % C

Cavalli-Sforza, NJ - 2000 Bootstraps

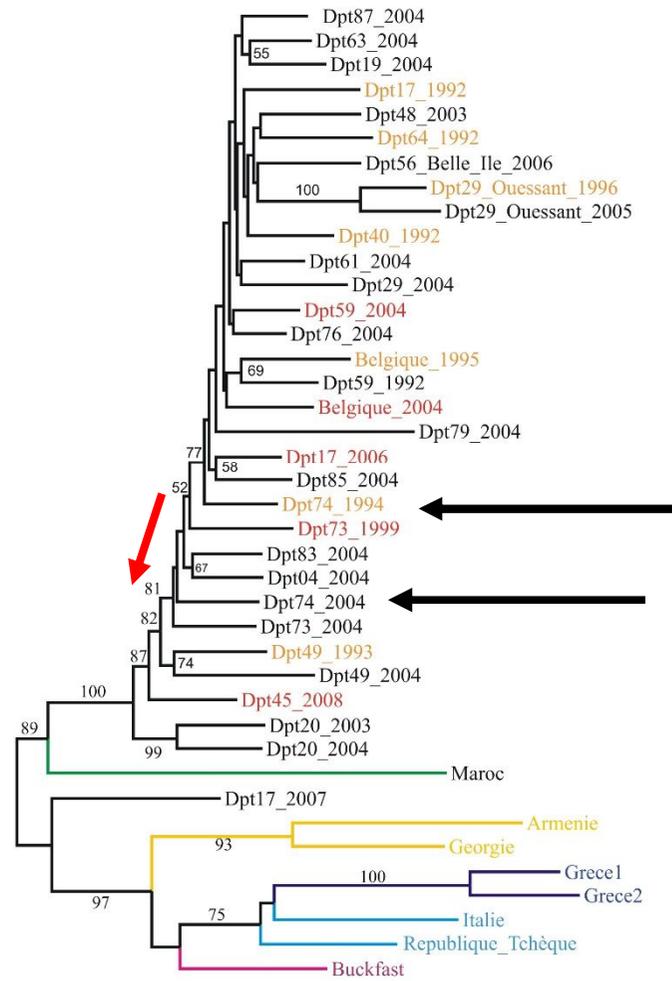


Population de Savoie

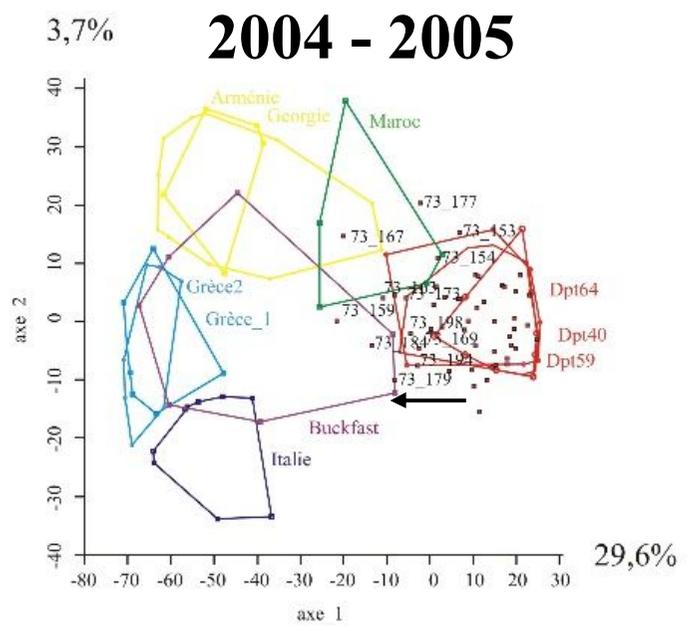
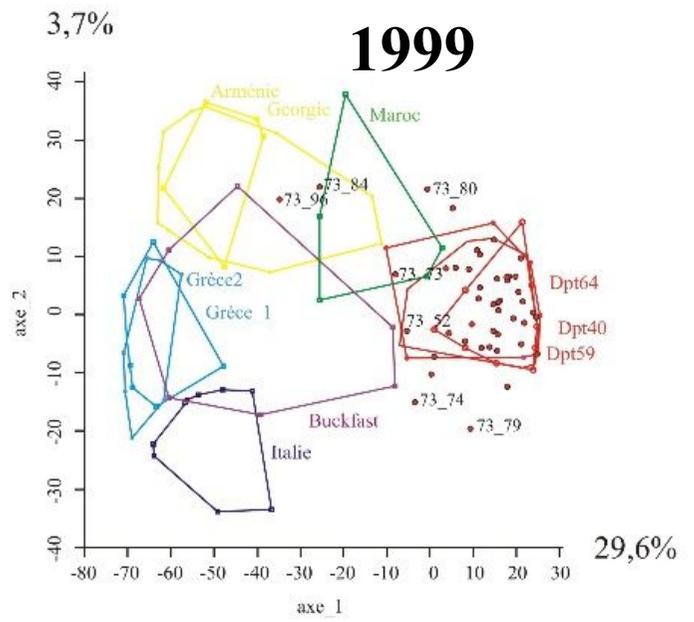


↗ des introgessions mitochondriales

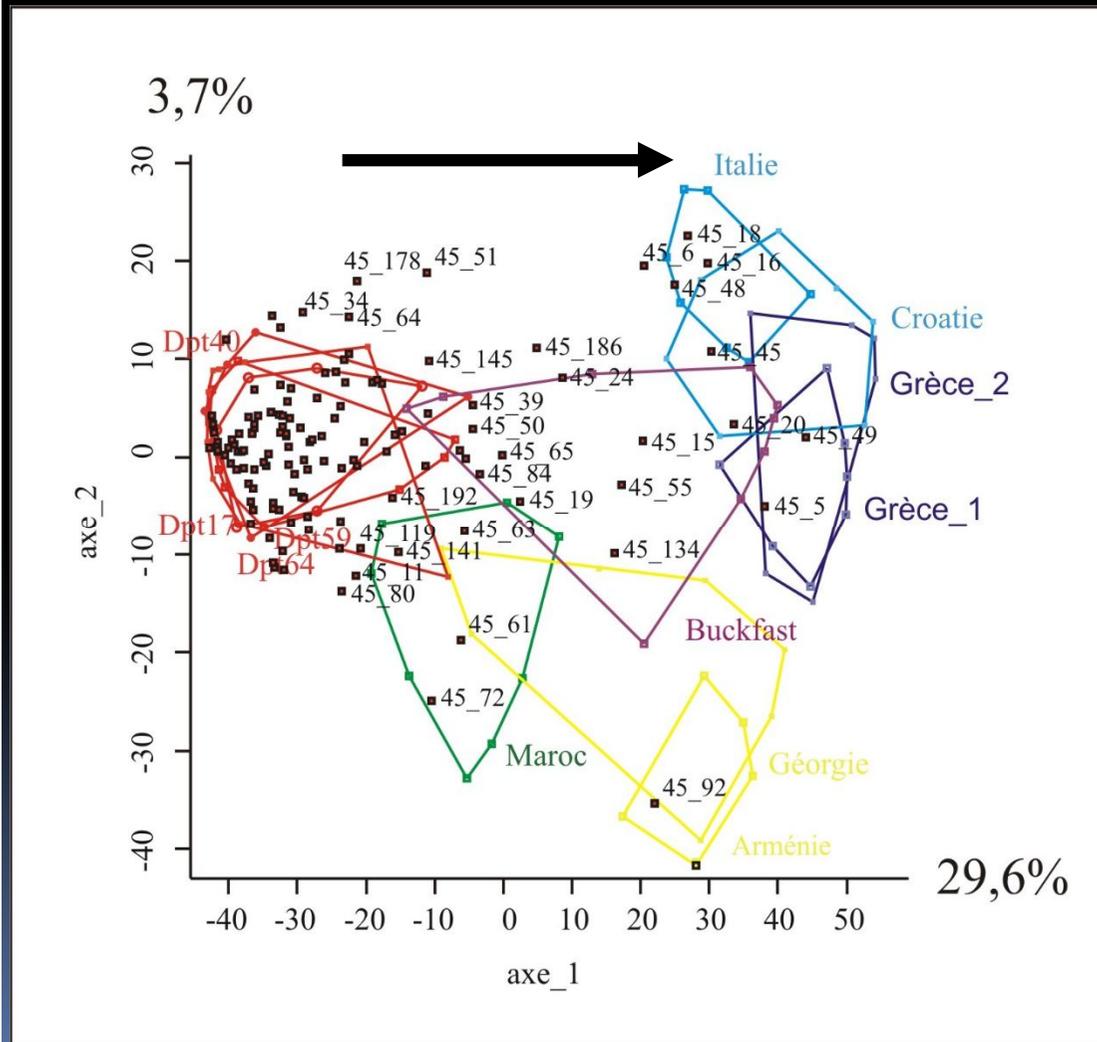
Cavalli-Sforza, NJ - 2000 Bootstraps



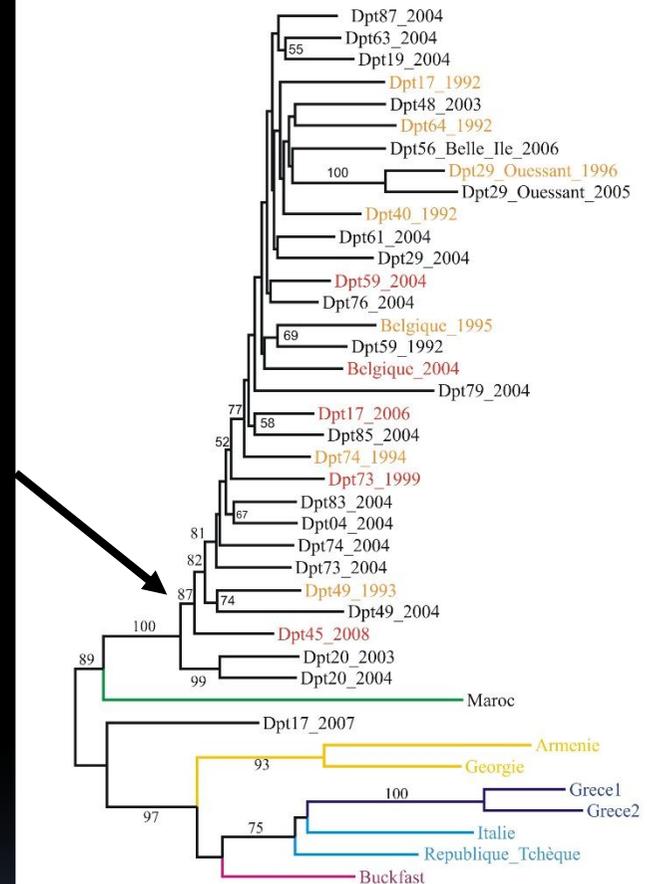
↗ des introgressions nucléaires



Région Centre : Département du Loiret



Cavalli-Sforza, NJ - 2000 Bootstraps



Constats sur les 20 dernières années :

Augmentation de la pollution génétique

Baisse de productivité des colonies

Augmentation des pertes de colonies

Augmentation de la consommation de sucre

Diminution de la vitalité des Reines (capacité de pontes, durée de vie)

Un seul accusé : les pesticides!!!

Ne doit on pas aussi revoir notre copie en terme de bonnes pratiques apicoles ?

Importation de reines:

- mauvaise adaptation au milieu ?
- diffusion rapide des pathogènes (activée par la transhumance)

Pourtant l'Apiculture a beaucoup d'expérience dans le domaine:

Varroa, *Nosema cerenae* et maintenant *Aethinia thumida*



Quelle solution ?

Les Conservatoires d'abeilles: des outils clés pour une Apiculture durable

Rôle de la Génétique des populations ?

- ==) Etudes d'impact
- ==) Evaluation de la diversité (éco-éthologique et moléculaire)



Maintien du polymorphisme

zones conservatoires

Génétique quantitative fondamentale



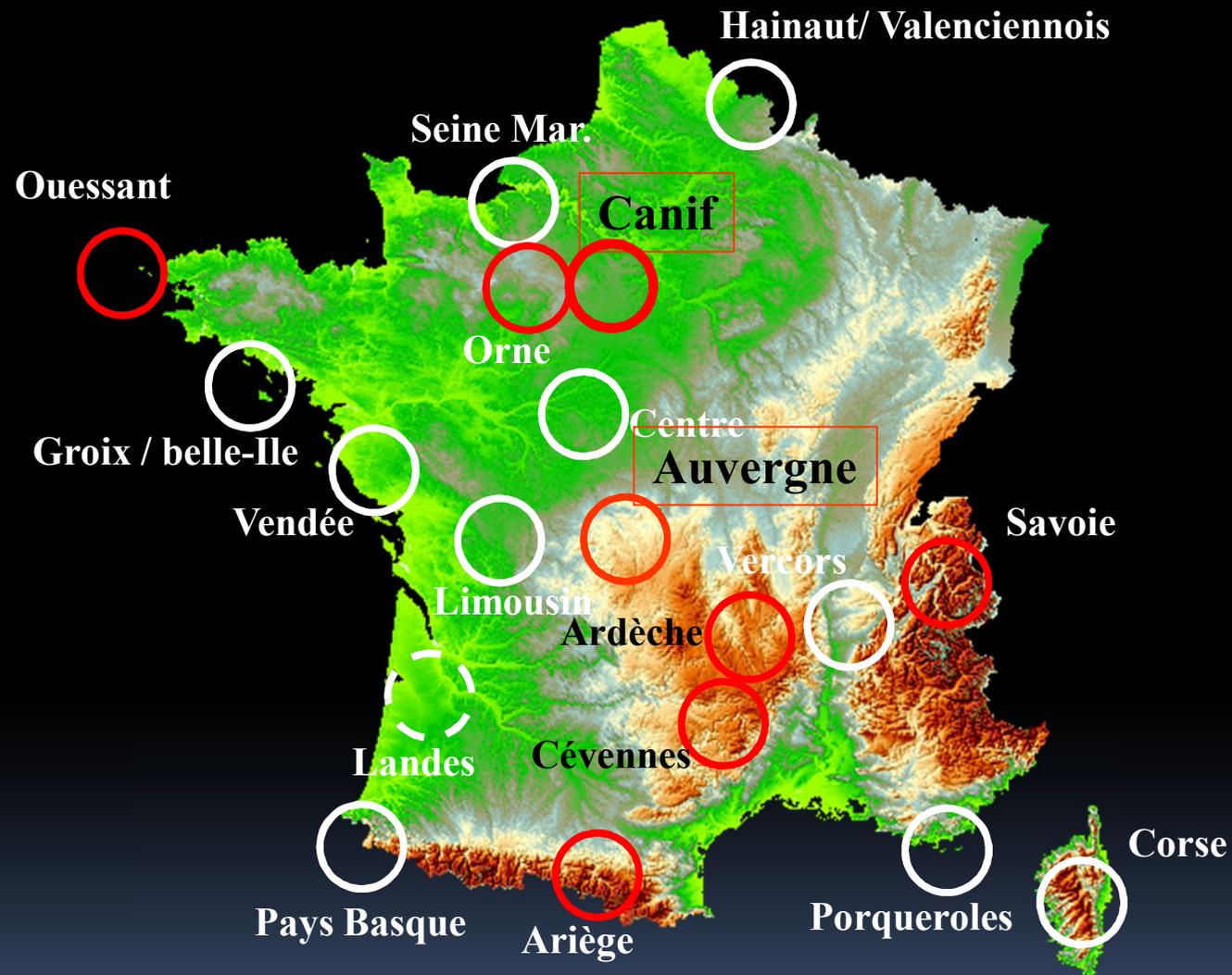
Sélection



- diminution variabilité
- pertes de colonies

=) Conservation et sélection concertées

Extension à d'autres Conservatoires en France



La Fédération Européenne Des Conservatoires d'Abeilles Noires (FEDCAN) est née le 16 décembre 2015 (WP4: Socio Economy)

Les Conservatoires d'*Apis mellifera mellifera* une alternative pour une Apiculture durable

= Perspectives du projet européen BEEHOPE

Objectifs: Revenir à une Apiculture plus durable

=) Nécessité de mettre en place des conservatoires

**Mettre en place une apiculture durable, c'est d'abord travailler avec
les ressources naturelles locales**

=) Conserver la diversité locale actuelle de l'abeille noire pour les générations futures

Mieux comprendre l'augmentation des pertes de colonies (de 5-10% à 30%-60%)

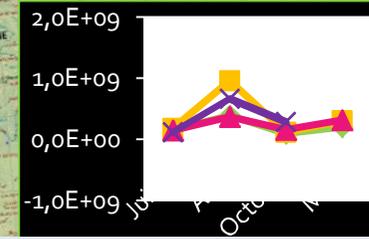
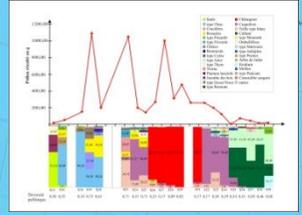
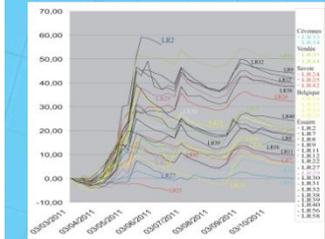
Mettre en place une filière d'élevage de reines d'abeilles locales (noires) pour suppléer aux pertes

=) multiplier et sélectionner les souches d'intérêt en dehors du conservatoire

=) aide à la reconstitution du cheptel

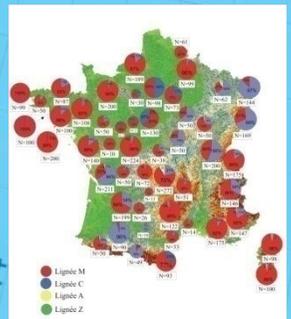
Réseau des conservatoires BEEHOPE

○ conservatoires — gradient

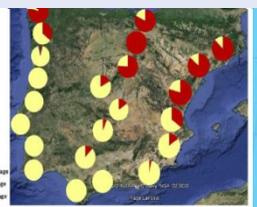


WP2: Eco-ethology

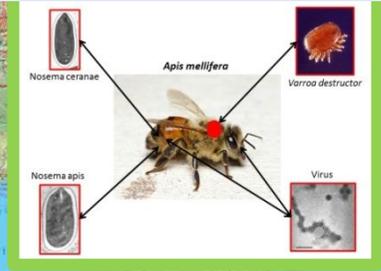
Western honeybees



WP 1: Population genetics and genomics

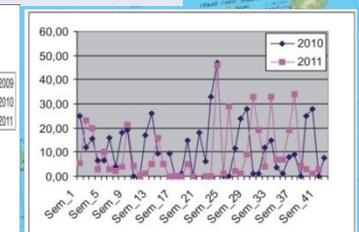


WP3: Spatio-temporal evolution of pathogens



WP4: Socio Economy Sustainable Beekeeping

Climat changes



250 0 250 500 750 1000 km

ipb
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA - escola Superior Agrária

Centre d'Etudes Biologiques de Chizé

Laboratoire Microorganismes, Génome et Environnement

INSTITUT POLITÉCHNIQUE DE BRAGANÇA

EGCE



Merci à tous les acteurs du projet

David BIRON

Noel MALLET

Claude GRENIER

Luc CHAMPLIN

Jean-Charles LABAT

Iris EOUZAN

Francis FABRE

**Telesphore SIME-
NGANDO**

Frédéric DELBAC

Jonathan COLOMBET

Samuel GUYOT

Jérôme LESOBRE

Alice PINTO

Jorge ARAUJO

Julio CHAVEZ-
GALARZA

Dora HENRIQUES

Miguel VILAS-BOAS

Sylvie HOUTE

Vincent DOUARRE

Cécile RIBOUT

Jean-François
ODOUX

Andone ESTONBA

Mikel IRIONDO

Carmen MANZANO

Otsanda RUIZ

Iratxe MONTES

Lionel GARNERY

Hélène LEGOUT

Damien
DELALANDE

Merci de votre attention



Kick-off meeting, 4-5 Mars 2015 en Auvergne
(Journal la Montagne du 5 mars 2015)