De chasseurs-cueilleurs à agriculteurs-éleveurs : comment les études génétiques éclairent l'impact de la transition néolithique sur les populations humaines

Céline Bon

Académie de l'Agriculture – 11 mai 2022

Université Paris Cité
éco-anthropologie
cnrs
MUSÉUM NAT HIST NATURELLE
MUSÉE DE L'HOMME

Le Néolithique, une transformation majeure de l’Histoire de l’Humanité

Qu’est ce que le Néolithique ?

Mésolithique

Populations nomades ; Faible densité de population
Chasse, pêche, Cueillette

Néolithique

Populations sédentaires ; Augmentation de la densité de population
Elevage, Agriculture

Néolithique

Génétique
Paléogénétique

- Mouvement de population
- Impacts sur les populations humaines
- Impacts sur les populations animales et végétales

Linguistique

- Organisations sociales, mouvements de populations

Ethnologie

- Organisations sociales

Archéologie : étude des sociétés humaines à travers les traces qu'elles laissent dans le sol.

- Impacts culturels
- Emprise sur le territoire

Archéo-anthropologie

- Impact sur la biologie et la santé humaine

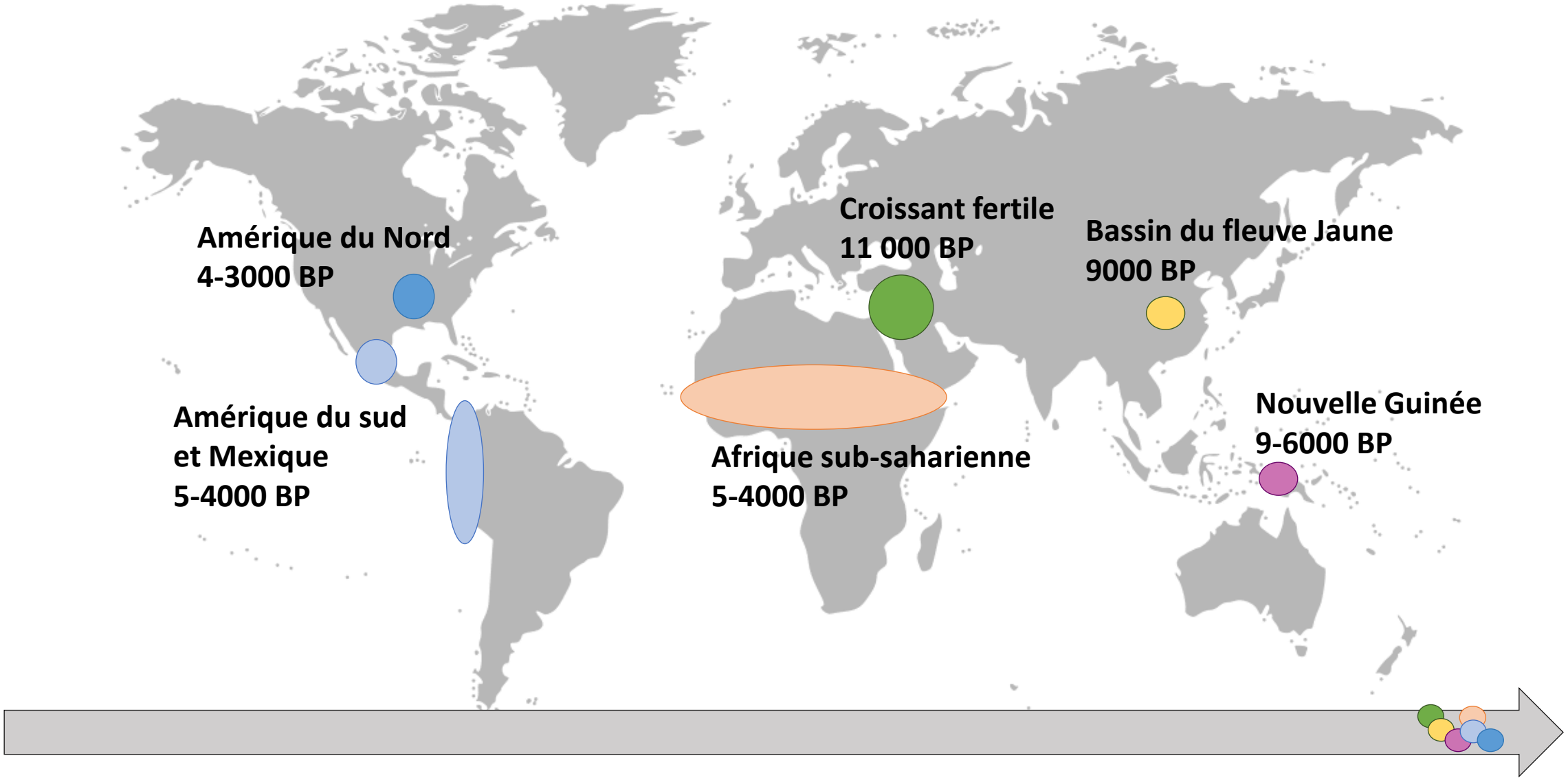
Comment définir le Néolithique ?

1. ***La (agri)culture*** : **séquence consciente** d'activités humaines comprenant la plantation/le semis, la protection des jeunes plants, la récolte, puis la préparation du terrain permettant un nouveau cycle.

2. ***La sédentarisation*** : adoption d'un mode de vie dans lequel l'habitat est occupé en permanence tout au long de l'année.
- Nouveaux outils difficiles à transporter
- Stockage
- Transformation du territoire (irrigation, déboisement)
- Droit de propriété

3. ***La domestication*** : processus par lequel les êtres humains changent le génotype et le phénotype d'espèce sauvages, via la sélection consciente ou inconsciente de traits.
- observation des traits phénotypiques modifiés sur les restes archéo-zoologiques/archéo-botaniques

L’émergence du Néolithique



La première néolithisation : le Croissant Fertile

14 000 – 11 000 BP : les natoufiens
Chasseurs-cueilleurs sédentaires

La première néolithisation : le Croissant Fertile

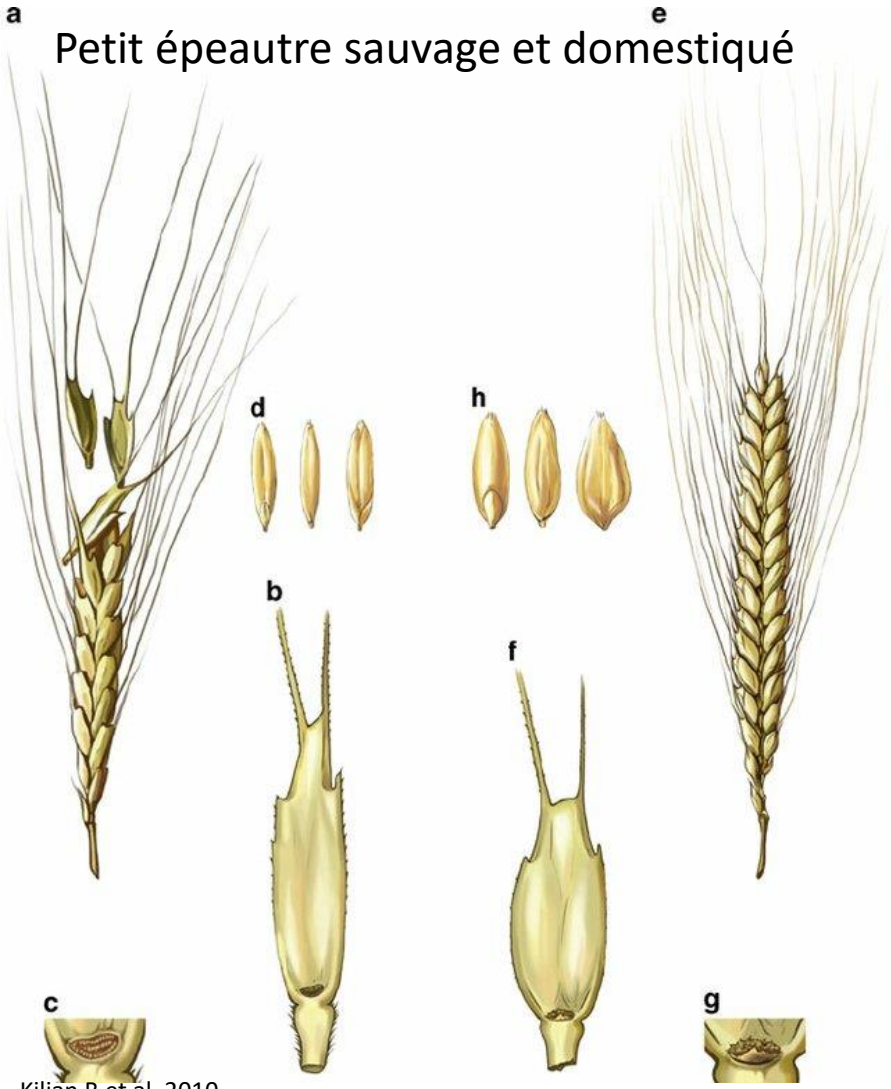
14 000 – 11 000 BP : les natoufiens
Chasseurs-cueilleurs sédentaires

11 500 – 9 000 BP : le néolithique prépotterie
Débuts de l'agriculture

Premières domestications … difficiles à voir dans le contexte archéozoologique

Produits primaires ou secondaires ?

Petit épeautre sauvage et domestiqué



Kilian B et al. 2010
Genetic Diversity, Evolution and Domestication of Wheat and Barley in the Fertile Crescent

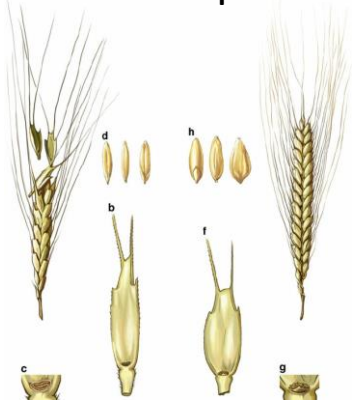
La première néolithisation : le Croissant Fertile

14 000 – 11 000 BP : les natoufiens
Chasseurs-cueilleurs sédentaires

11 500 – 9 000 BP : le néolithique précéramique
Débuts de l'agriculture

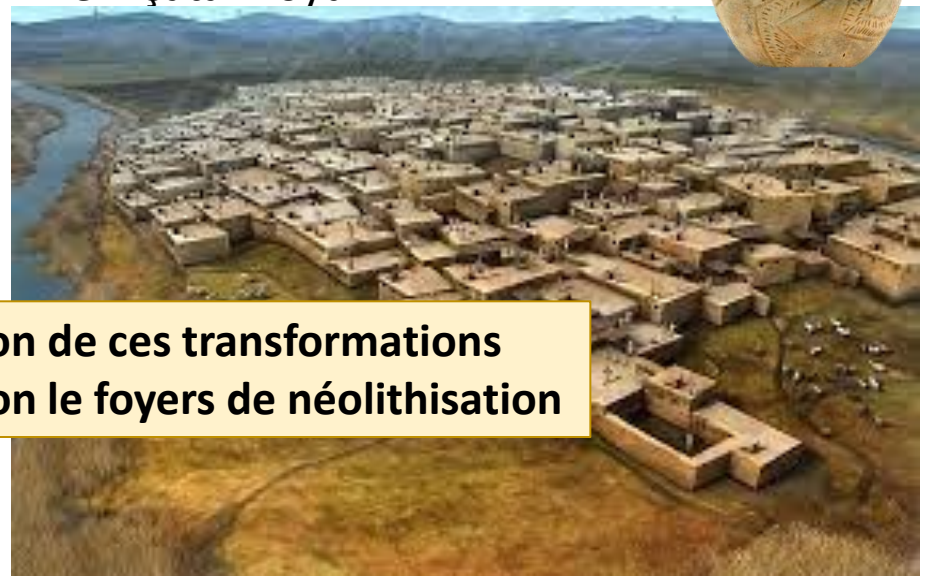
Premières domestications … difficiles à voir dans le contexte archéozoologique

- Produits primaires ou secondaires ?



9 000 BP et après : le néolithique céramique
Développement de la céramique

Concentration de populations : ex. Çatal Höyük



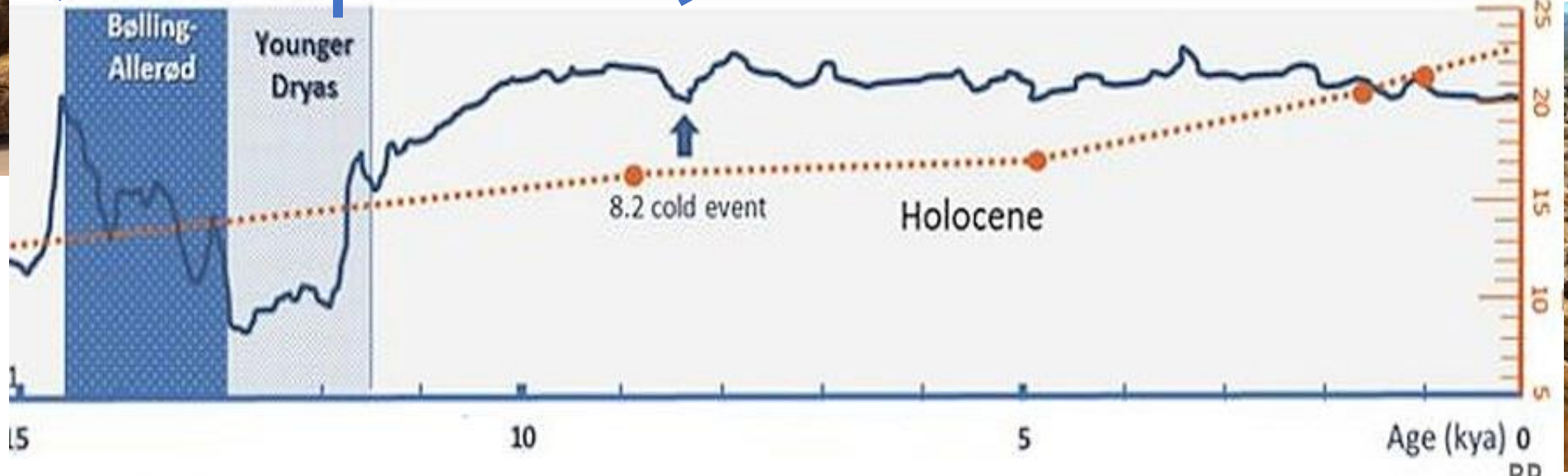
Simultanéité ou non de ces transformations
Ordre variable selon le foyers de néolithisation

La première néolithisation : le Croissant Fertile

14 000 – 11 000 BP : les natoufiens
Chasseurs-cueilleurs sédentaires

11 500 – 9 000 BP : le néolithique précéramique
Débuts de l'agriculture

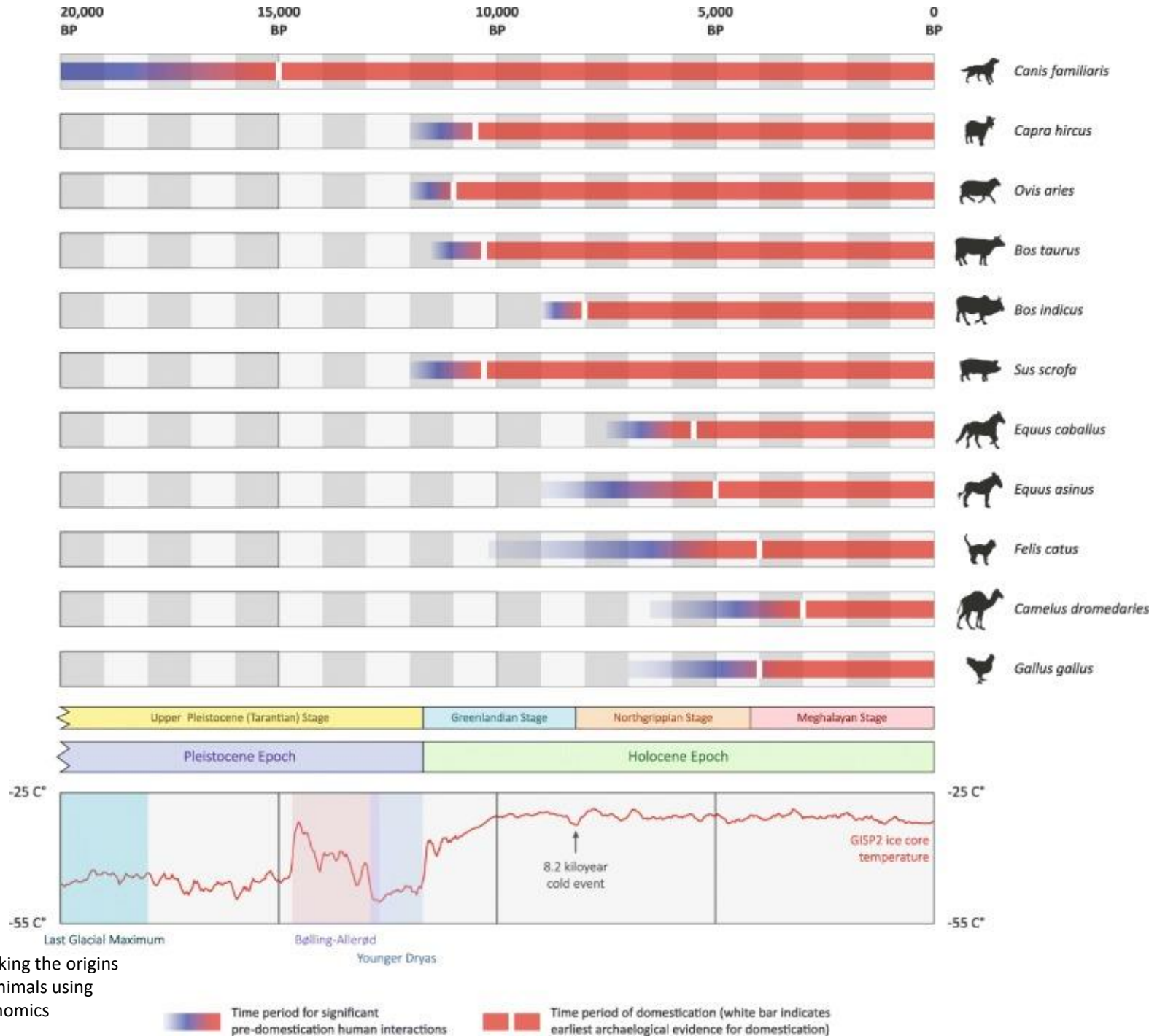
Premières domestications difficiles à



9 000 BP et après : le néolithique céramique
Développement de la céramique

Concentration de populations :

Les origines du Néolithique : un facteur climatique ?



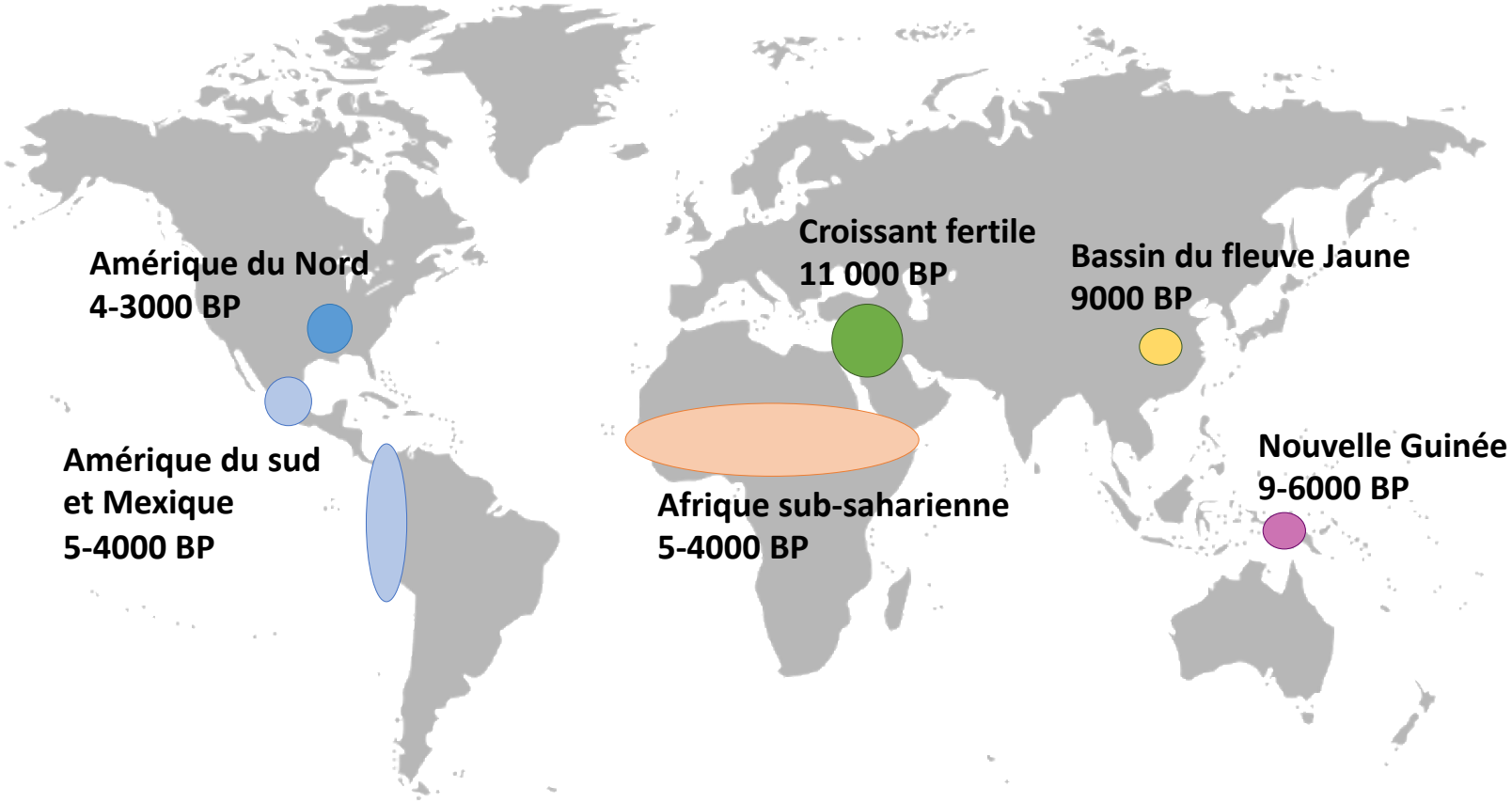
McHugo et al. 2019 Unlocking the origins and biology of domestic animals using ancient DNA and paleogenomics

Les origines du Néolithique : des facteurs locaux ?

Cette néolithisation ne se produit pas dans toutes les régions du monde : existence de facteurs locaux.

Climatiques et environnementaux :

- étés secs, hivers humides, avec un climat stable d'année en année
- Présence de graines faciles à récolter et à sélectionner (autopollinisation)

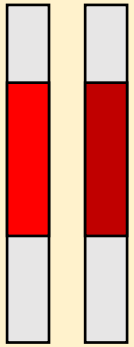


Les origines du Néolithique : des facteurs locaux ?

Cette néolithisation ne se produit pas dans toutes les régions du monde : existence de facteurs locaux.

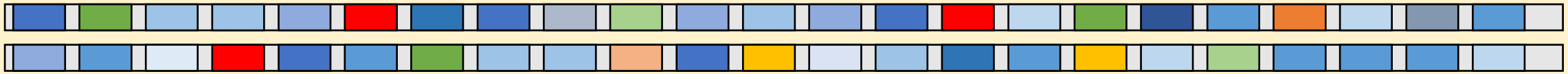
Démographique : reconstitution de la taille des populations au cours du temps.

Utiliser la génétique pour reconstituer la taille des populations, grâce à la coalescence



De quand date l'ancêtre commun qui a transmis le fragment d'ADN ?
Si population de petite taille : forte probabilité pour qu'il soit récent
Si population de grande taille : forte probabilité pour qu'il soit ancien

Compter le nb de mutations : date approximative



13 fragments avec ancêtre commun très récent
3 fragments avec ancêtre commun récent
2 fargments avec ancêtre commun assez ancien
5 fragments avec ancêtre commun très ancien

Diminution récente de la taille de la population

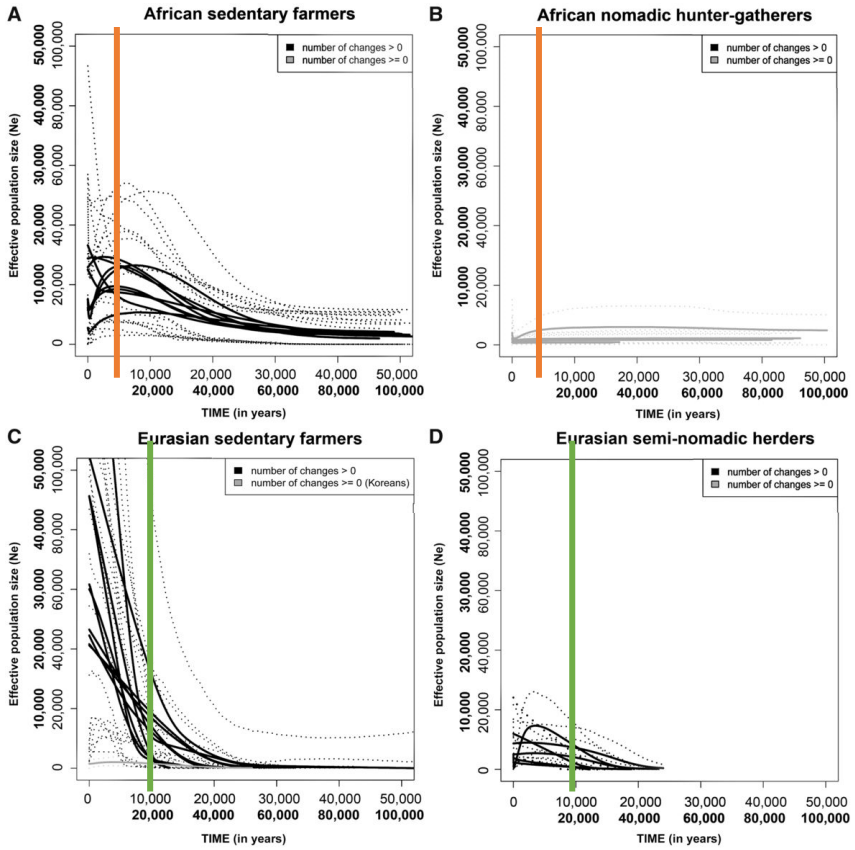
Les origines du Néolithique : des facteurs locaux ?

Cette néolithisation ne se produit pas dans toutes les régions du monde : existence de facteurs locaux.

Démographique : reconstitution de la taille des populations au cours du temps.

Afrique

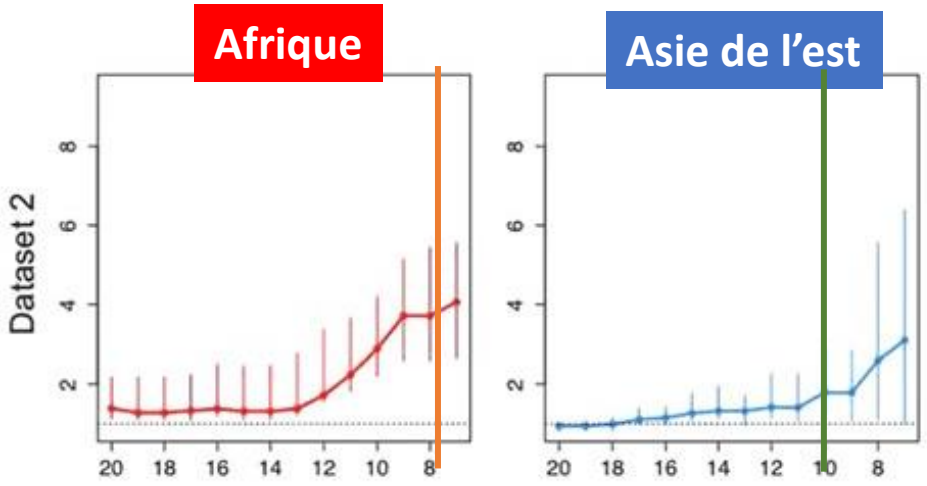
Eurasie



Aimé et al. 2013

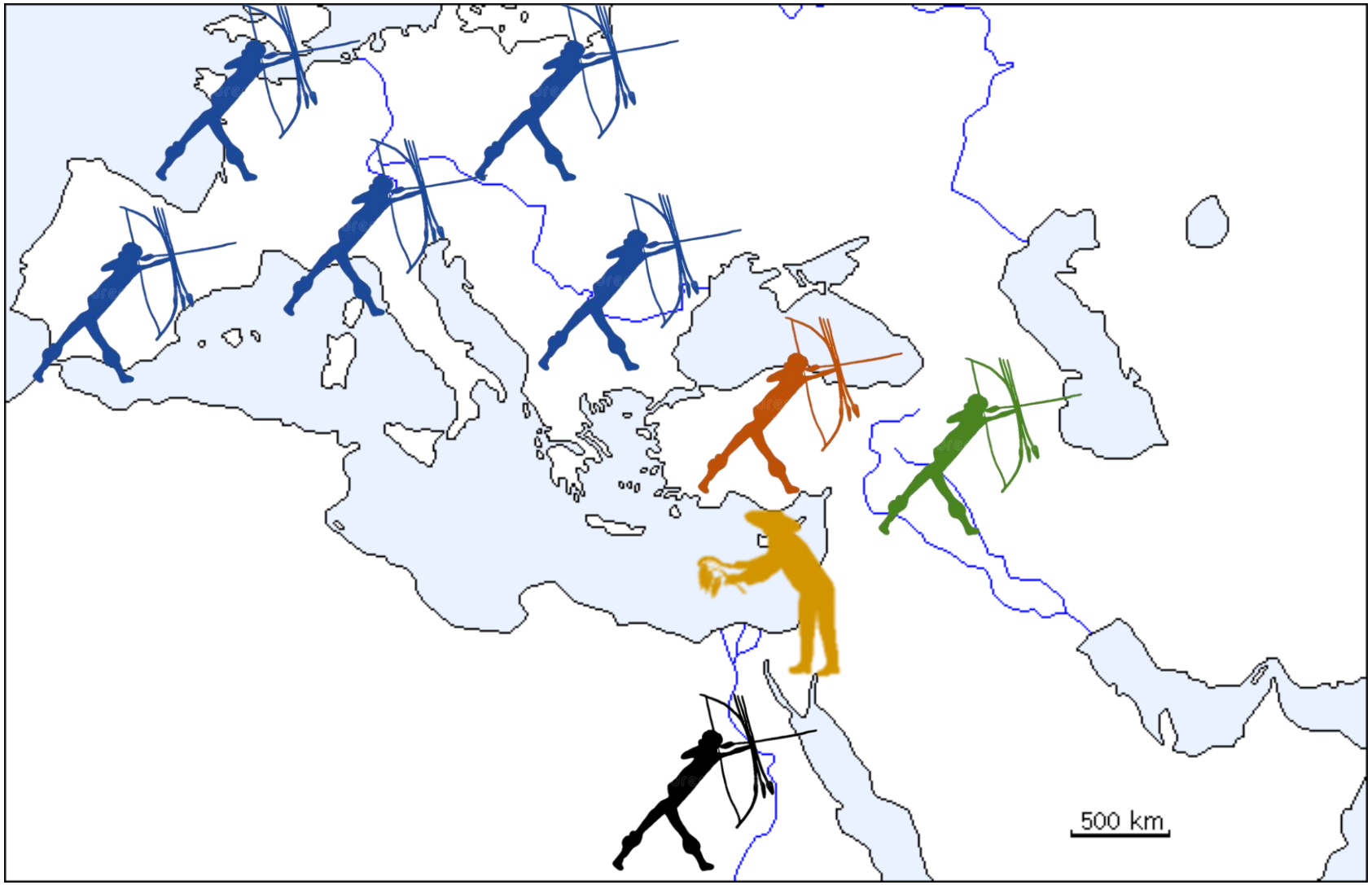
L'augmentation de la taille des populations commence **avant le Néolithique** chez certaines populations d'agriculteurs-éleveurs sédentaires : taille critique pour l'innovation ?

Ratio des tailles de population AE/HG

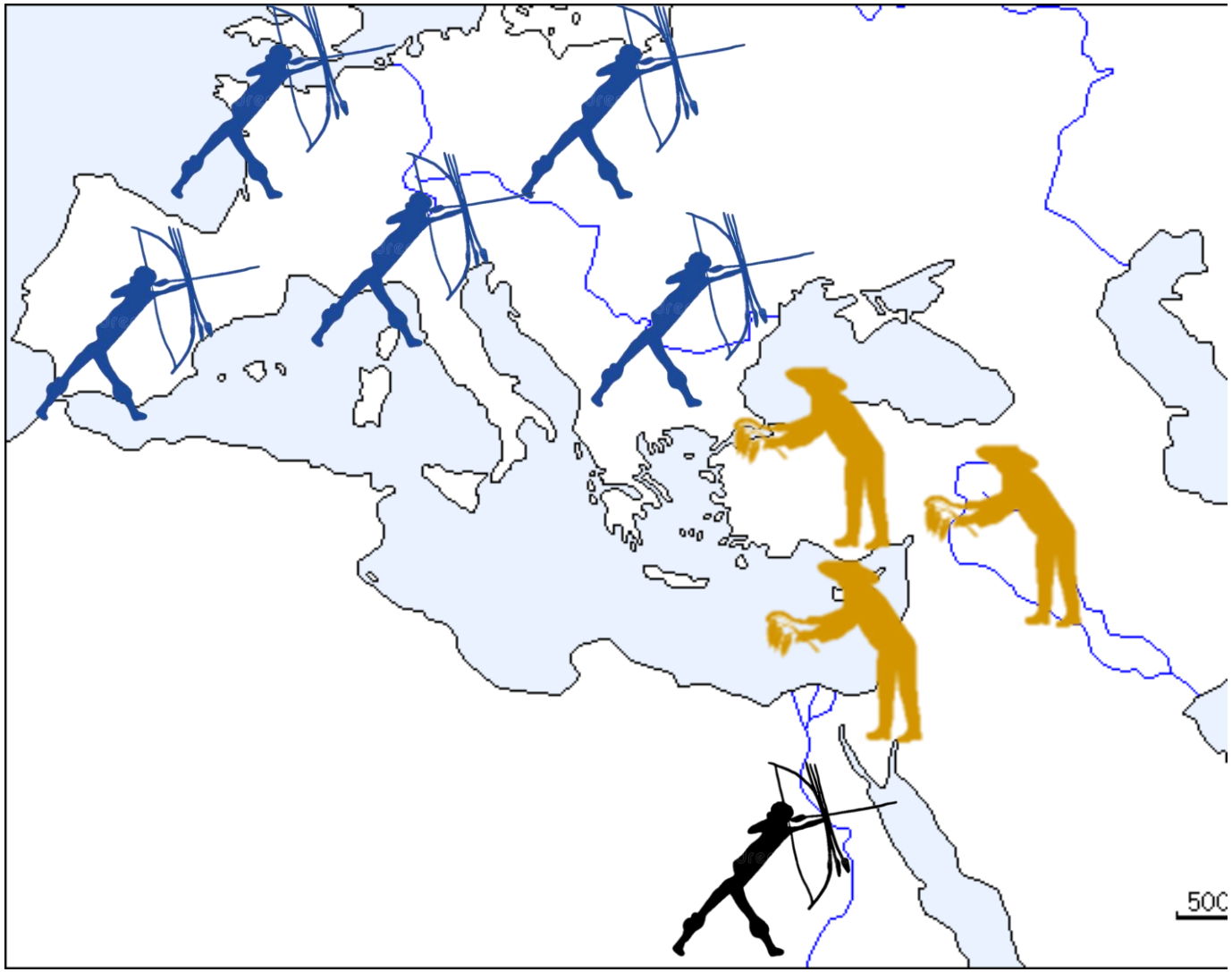


Leonardi et al. 2017

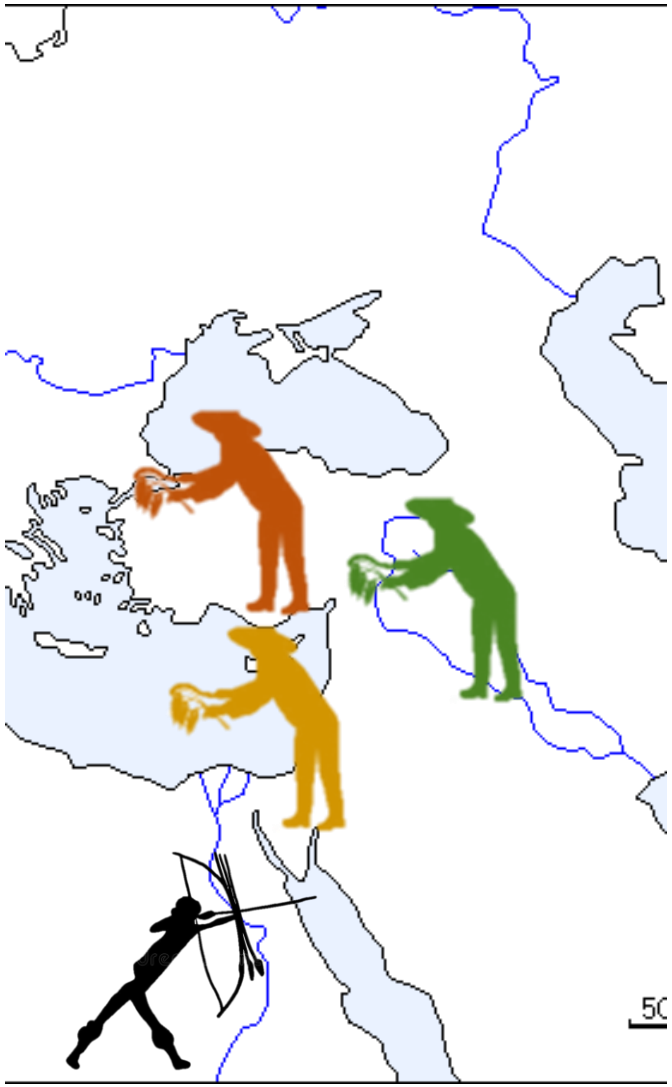
La diffusion du Néolithique : démographique ou culturelle ?



La diffusion du Néolithique : démographique ou culturelle ?



ou



Analyses génétiques

Objectif : analyser le patrimoine génétique des populations pour tester l'éloignement des populations.

Ancêtres communs proches → Peu de mutations → Patrimoine génétique similaire

- **3-5 millions de différences / 3,2 milliards de positions**
- **Seulement 10% des positions variables différencient les populations**

1/10 000 positions informatives

Définition d'une population : ensemble d'individus d'une même espèce qui ont plus de chance de se croiser avec les membres de la même population qu'avec des membres d'autres populations.

Différentes échelles

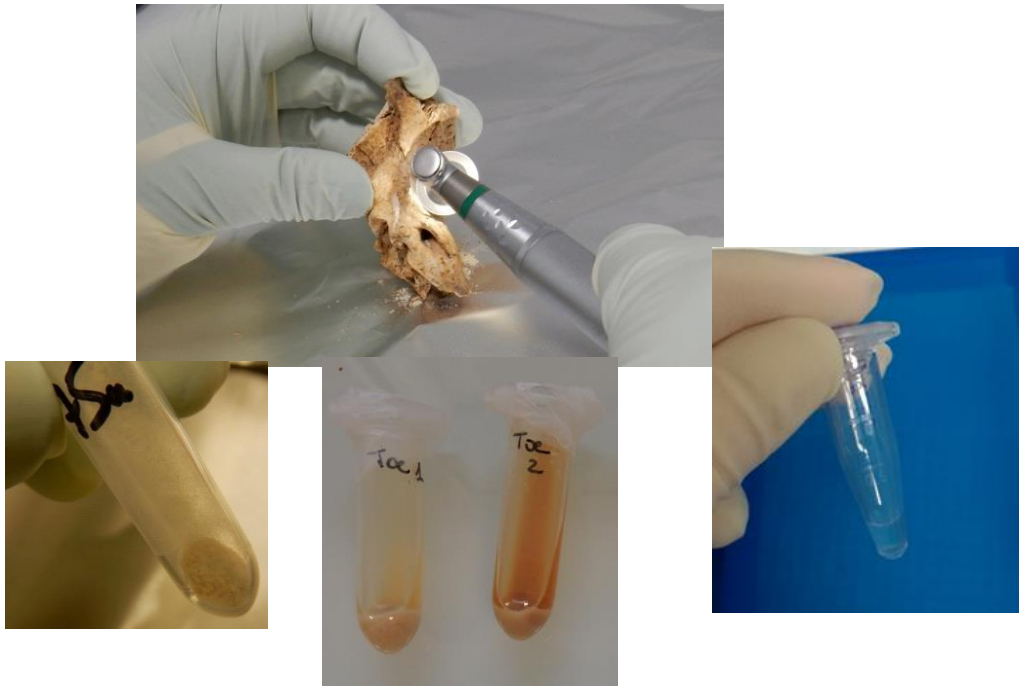
Auto-déclaration

Pour les populations du passé ?

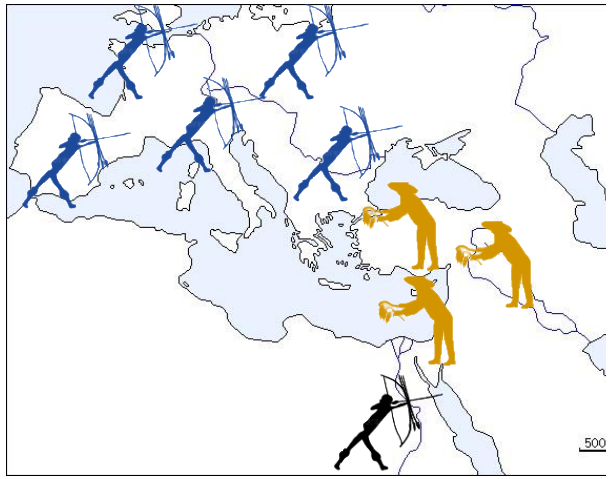
Analyses paléogénétiques

Objectif : analyser le patrimoine génétique des populations pour tester l'éloignement des populations anciennes.

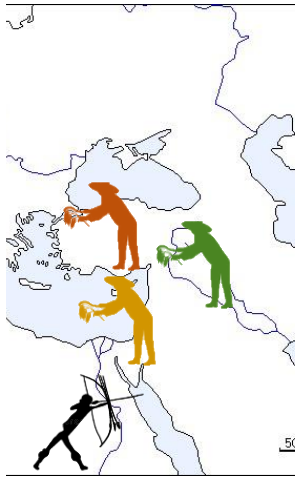
- Biais dans la représentativité des restes
- Les questions de catégorisation
- Dégradation de l'ADN ancien au cours du temps
- Impact des conditions climatiques
- Contamination par l'ADN environnemental et humain



Analyses paléogénétiques



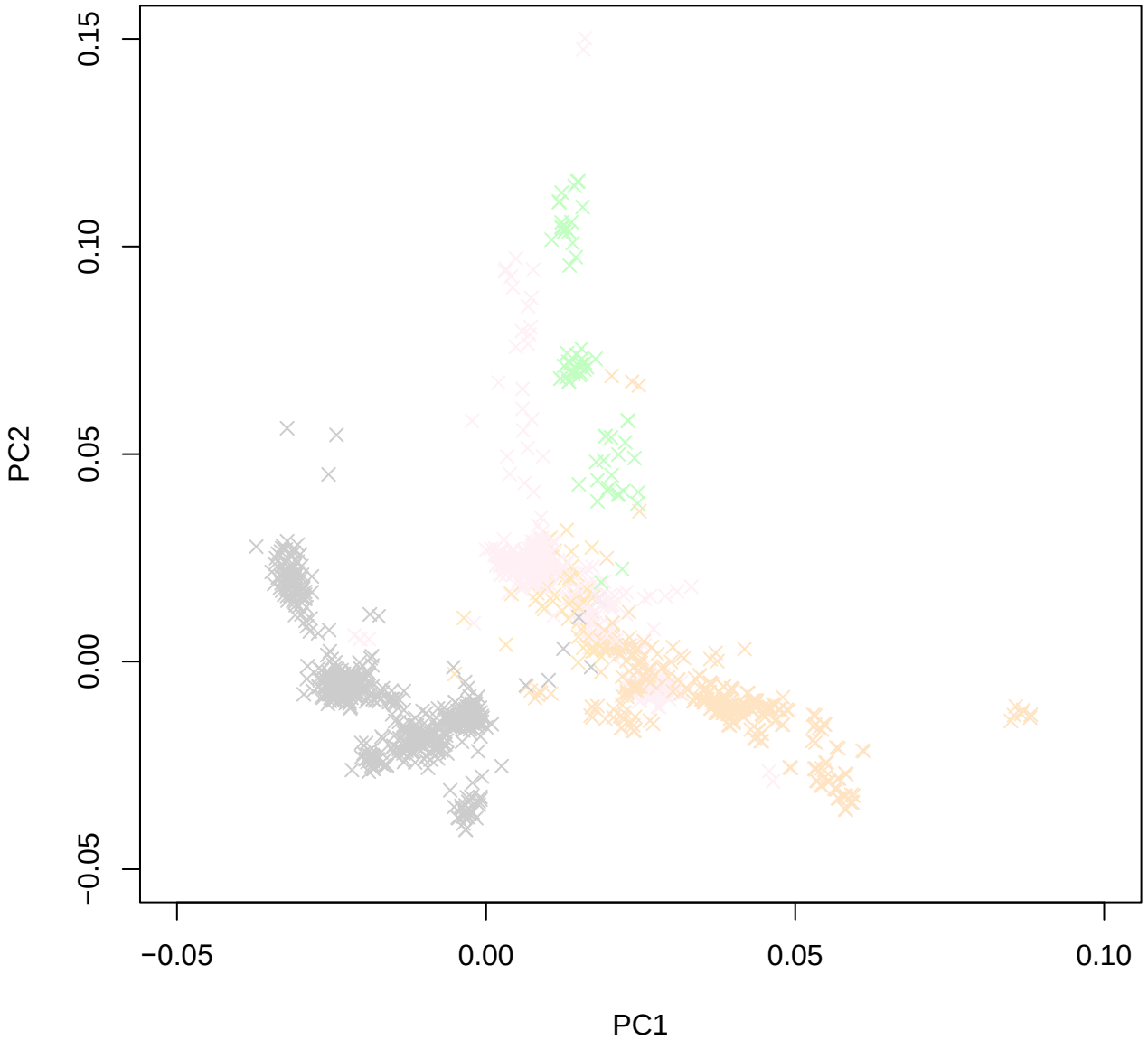
ou



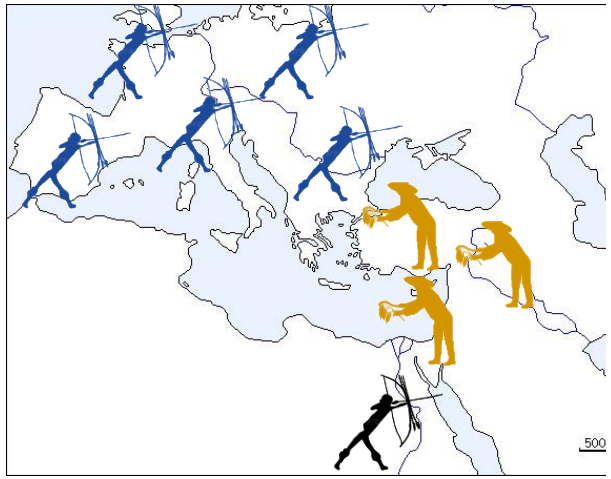
Analyse en composantes principales

- Sur les populations modernes ouest-eurasiatiques

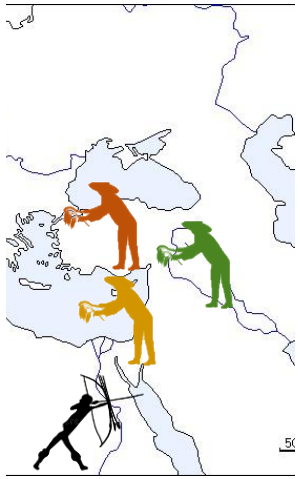
  - Europe
  - Proche Orient
  - Caucase
  - Iran/Turan



Analyses paléogénétiques



ou

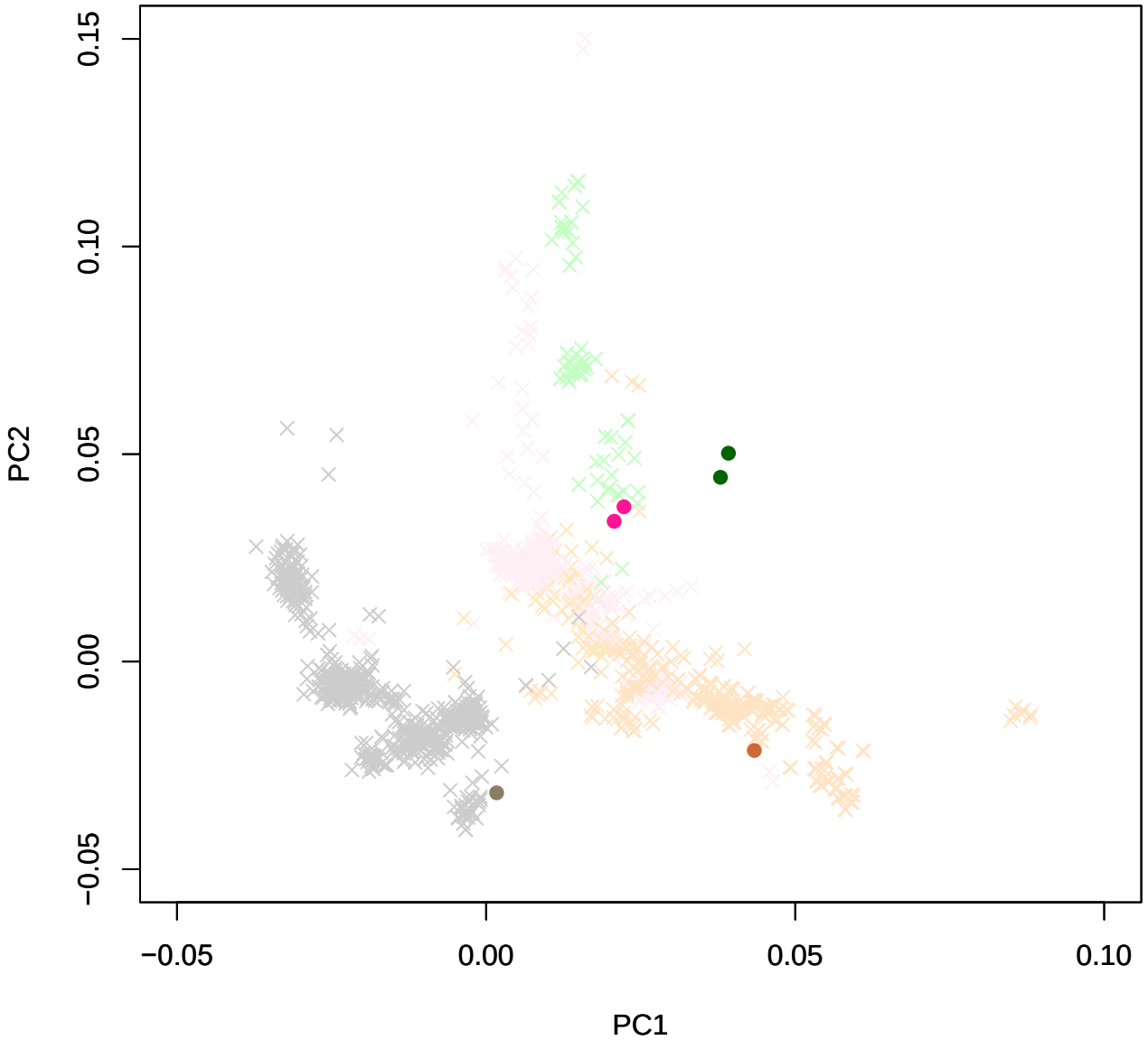


Analyse en composantes principales

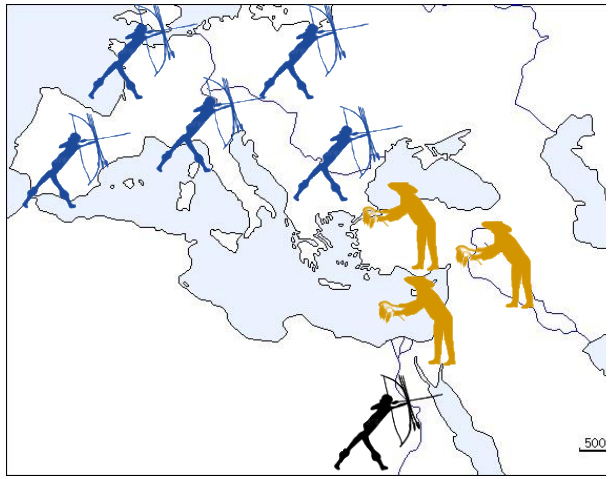
- Sur les populations modernes ouest-eurasiatiques

- Europe
- Proche Orient
- Caucase
- Iran/Turan

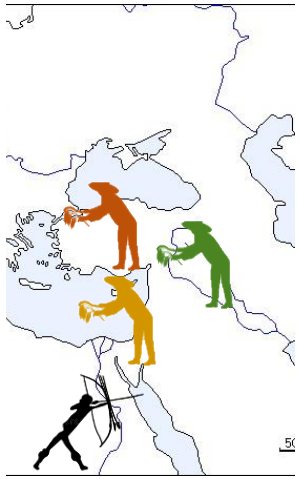
● Chasseurs-cueilleurs



Analyses paléogénétiques



ou



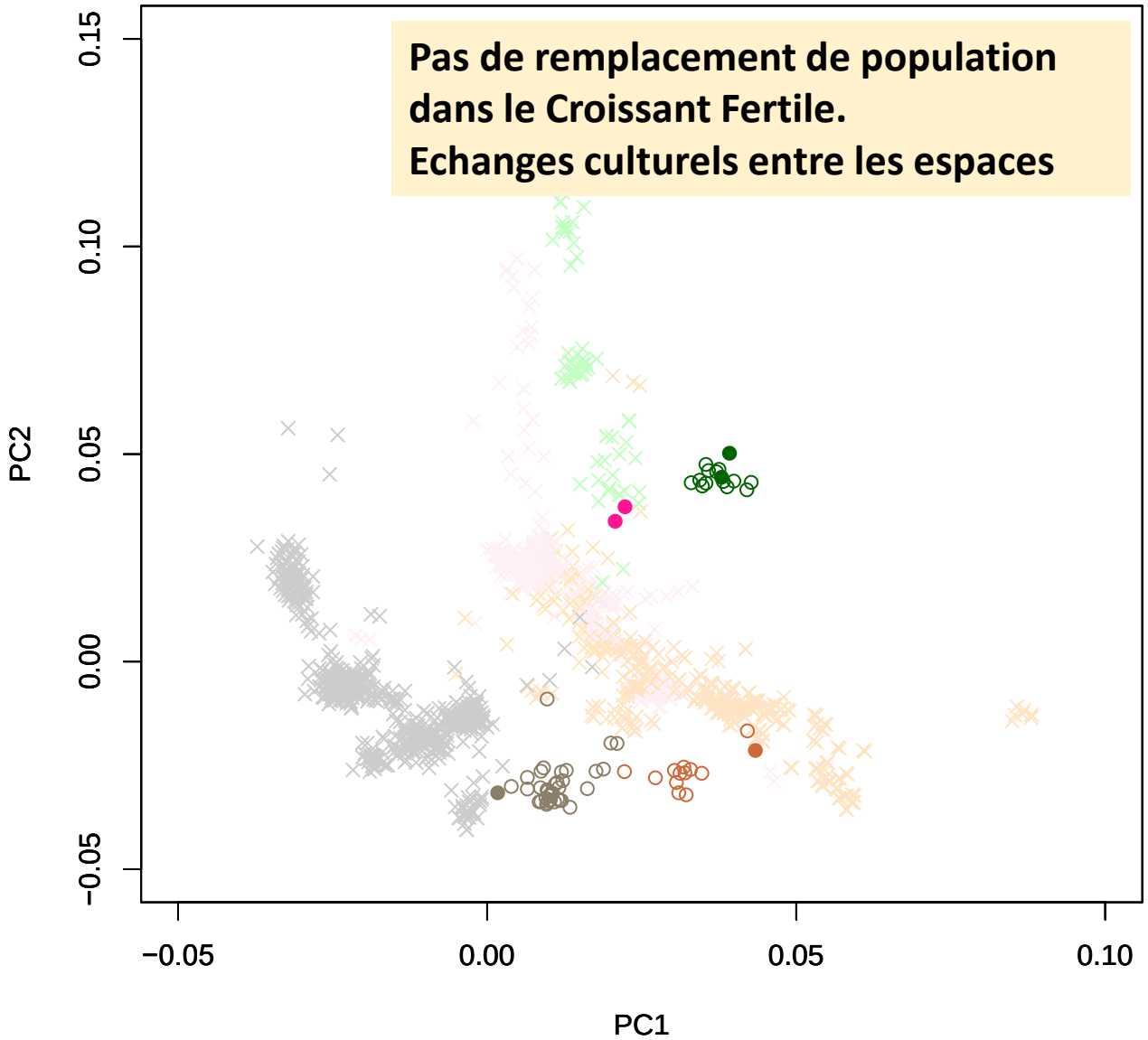
Analyse en composantes principales

- Sur les populations modernes ouest-eurasiatiques

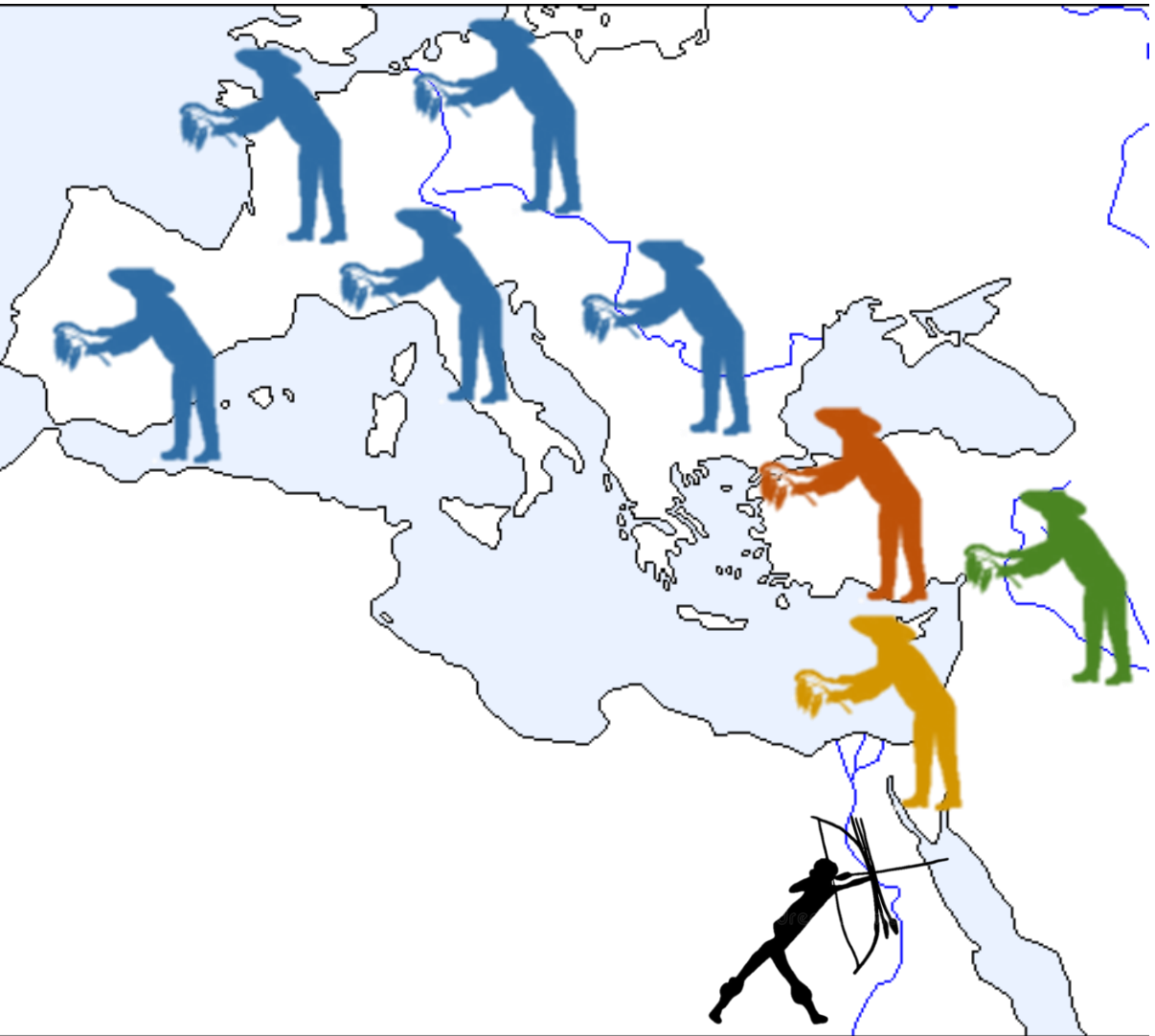
- Europe
- Proche Orient
- Caucase
- Iran/Turan

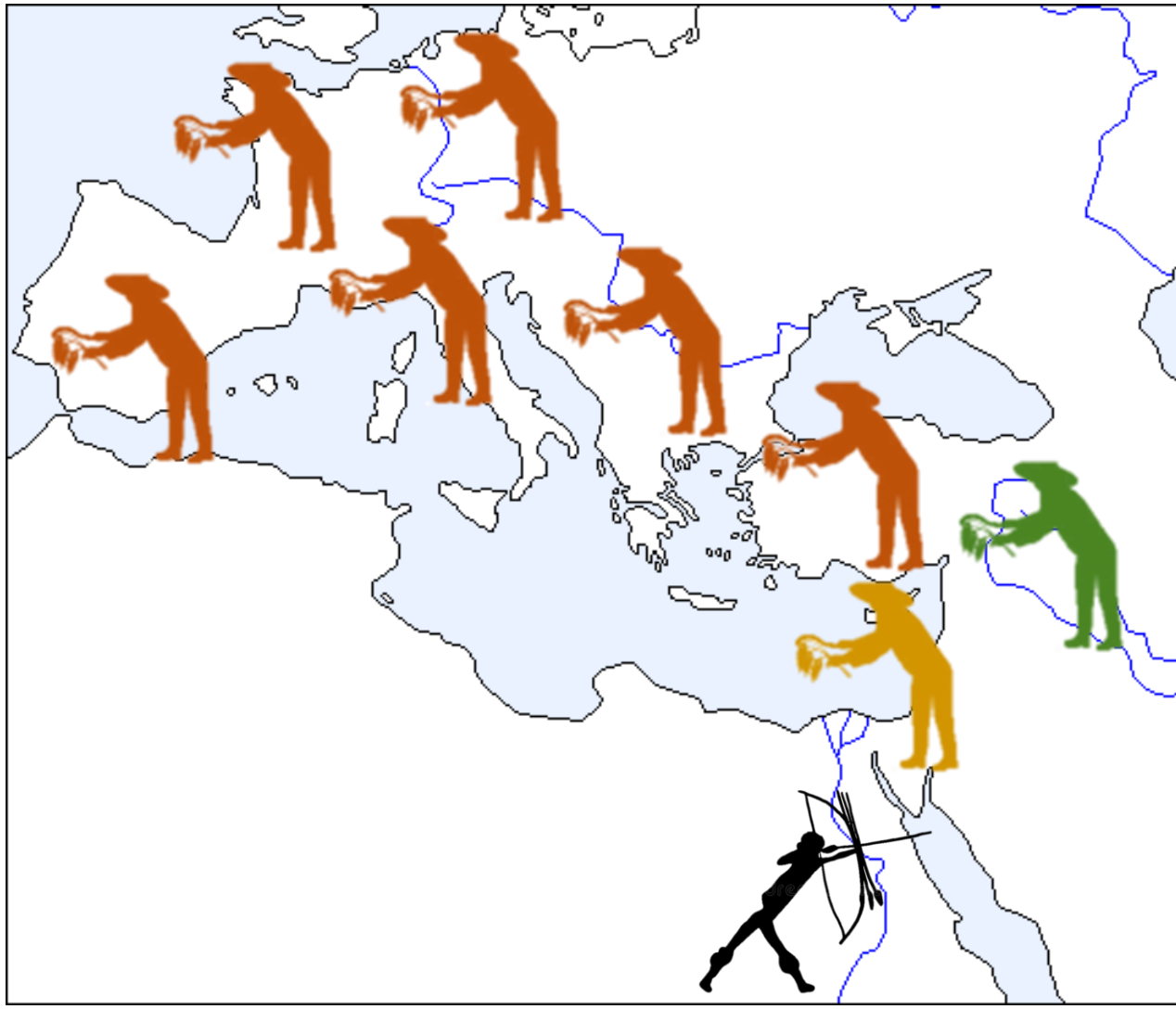
● Chasseurs-cueilleurs

○ Agriculteurs-éleveurs



Et en Europe ?





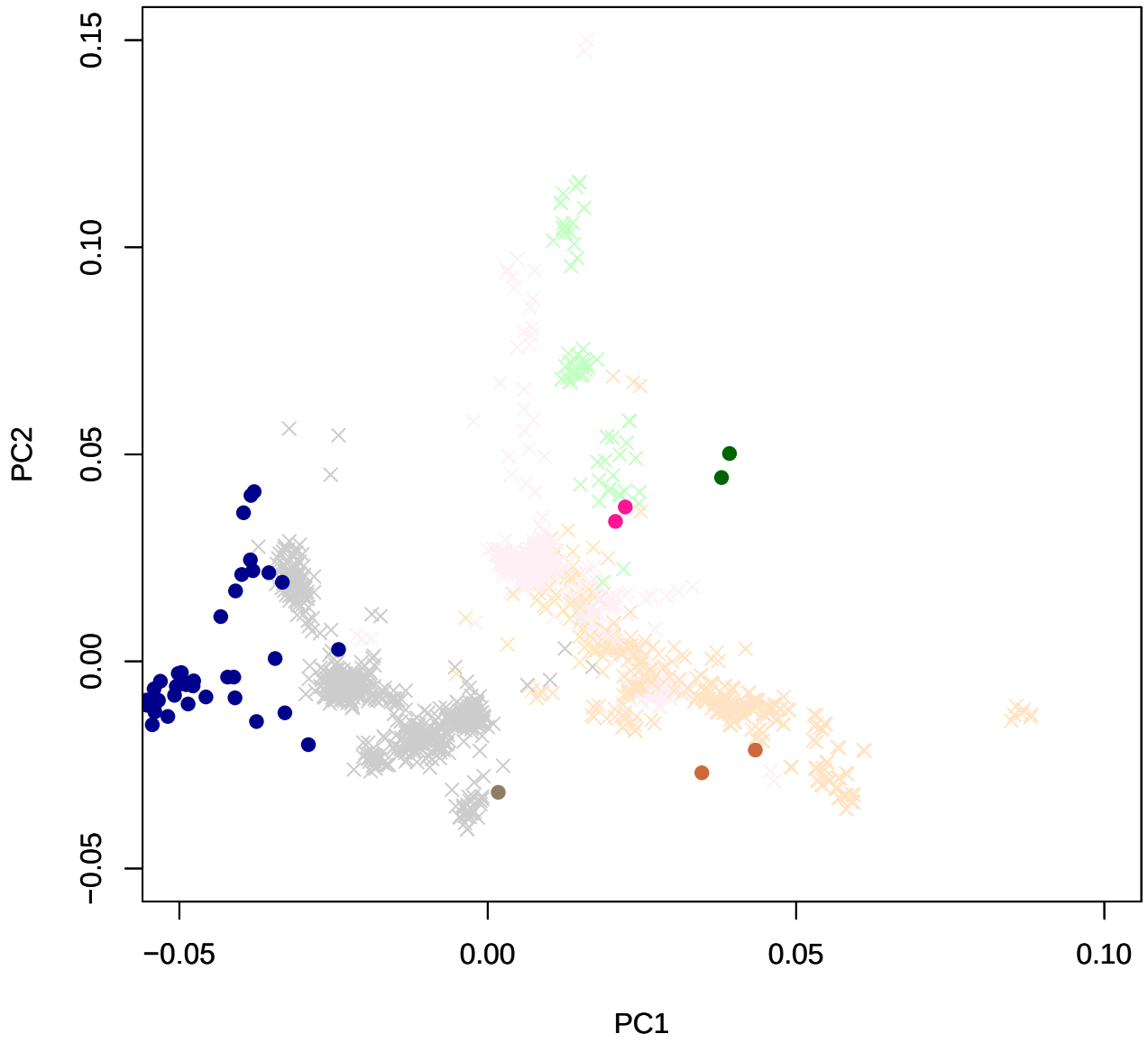
Et en Europe ?

Analyse en composantes principales

- Sur les populations modernes ouest-eurasiatiques

  - **Europe**
  - **Proche Orient**
  - **Caucase**
  - **Iran/Turan**

● Chasseurs-cueilleurs



Et en Europe ?

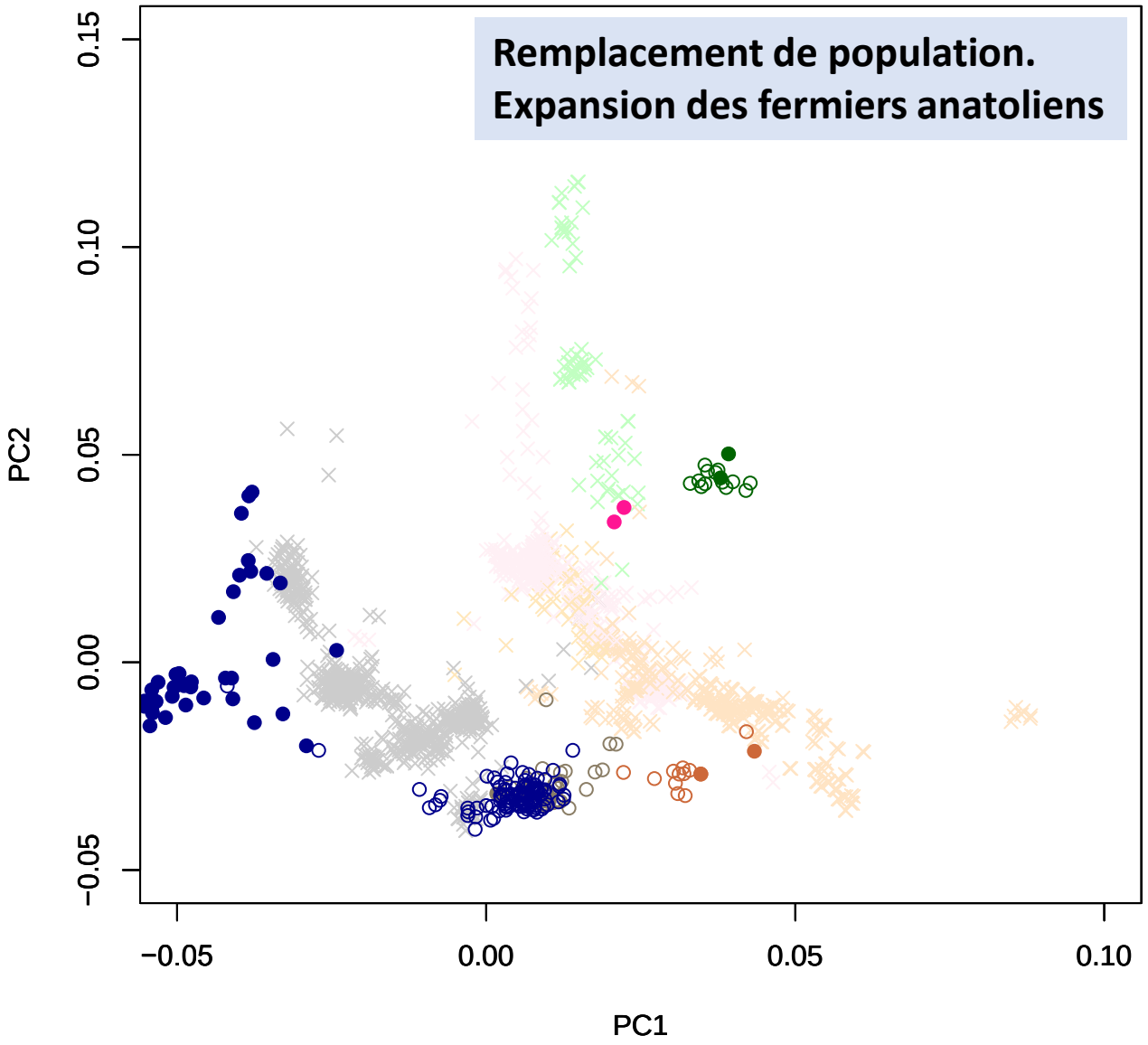
Analyse en composantes principales

- Sur les populations modernes ouest-eurasiatiques

- Europe
- Proche Orient
- Caucase
- Iran/Turan

● Chasseurs-cueilleurs

○ Agriculteurs-éleveurs



Et en Europe ?

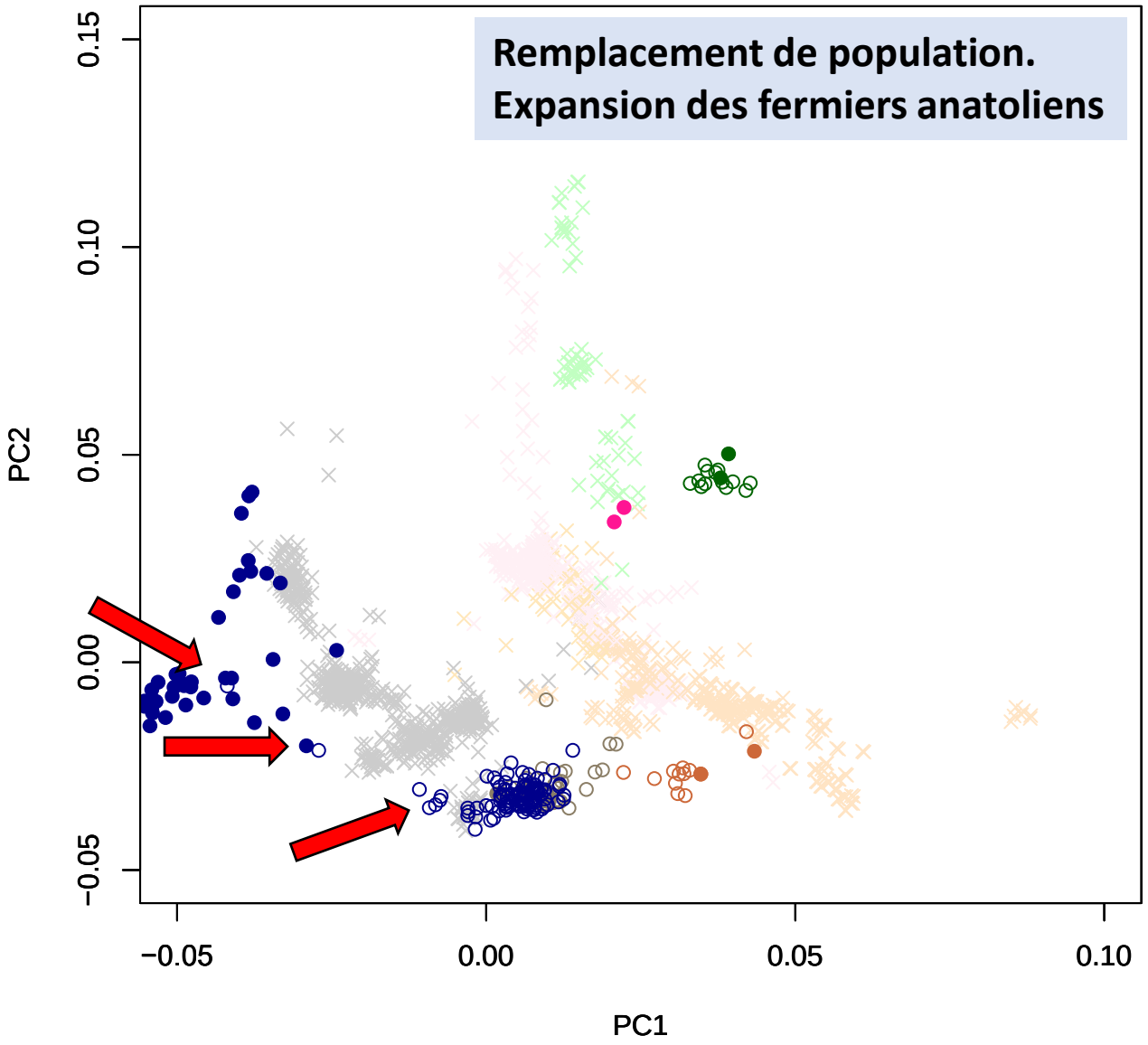
Analyse en composantes principales

- Sur les populations modernes ouest-eurasiatiques

- Europe
- Proche Orient
- Caucase
- Iran/Turan

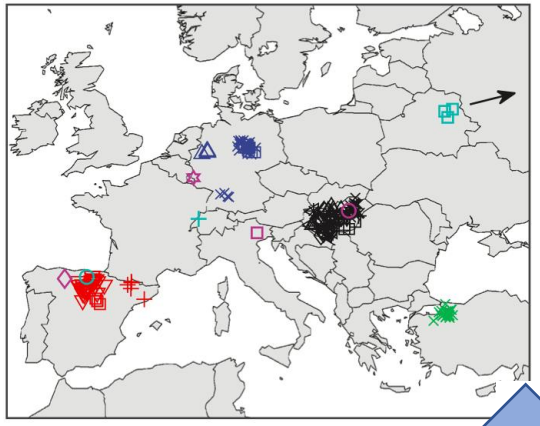
● Chasseurs-cueilleurs

○ Agriculteurs-éleveurs



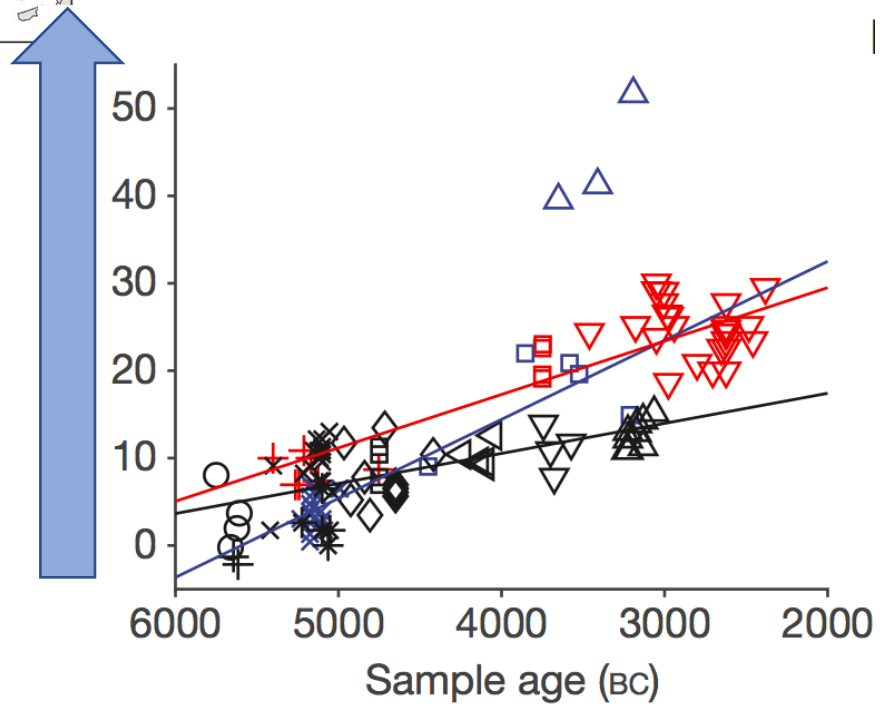
Un métissage entre chasseurs-cueilleurs et agriculteurs-éleveurs

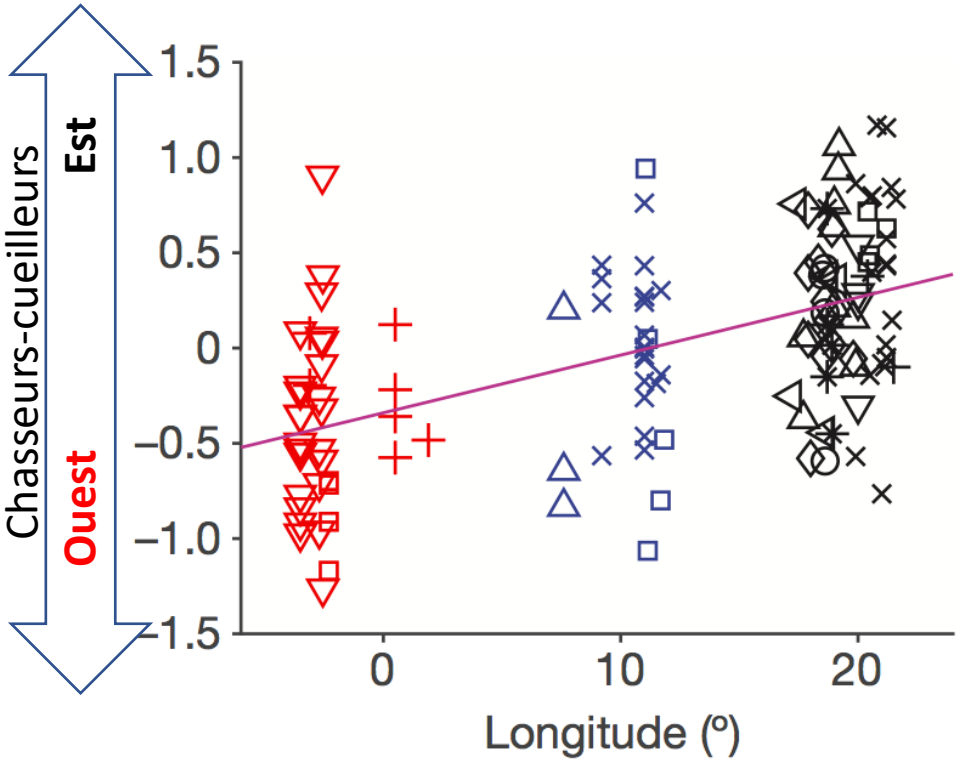
a



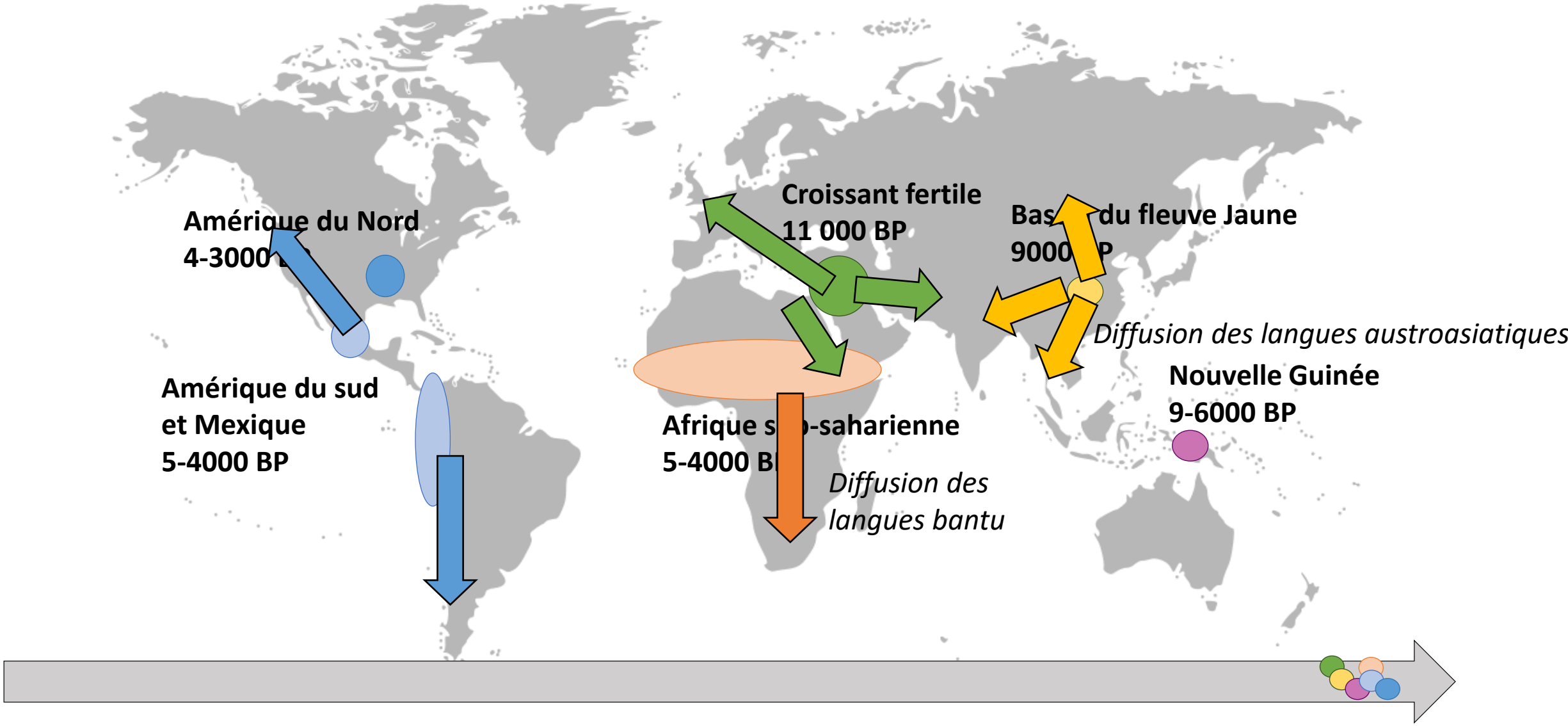
Un métissage **progressif**, avec des chasseurs-cueilleurs **locaux**
Des **modalités particulières** selon les groupes
Pas/Peu de biais en fonction du **sexe biologique**

Proportion du génome d'origine chasseur-cueilleur européen

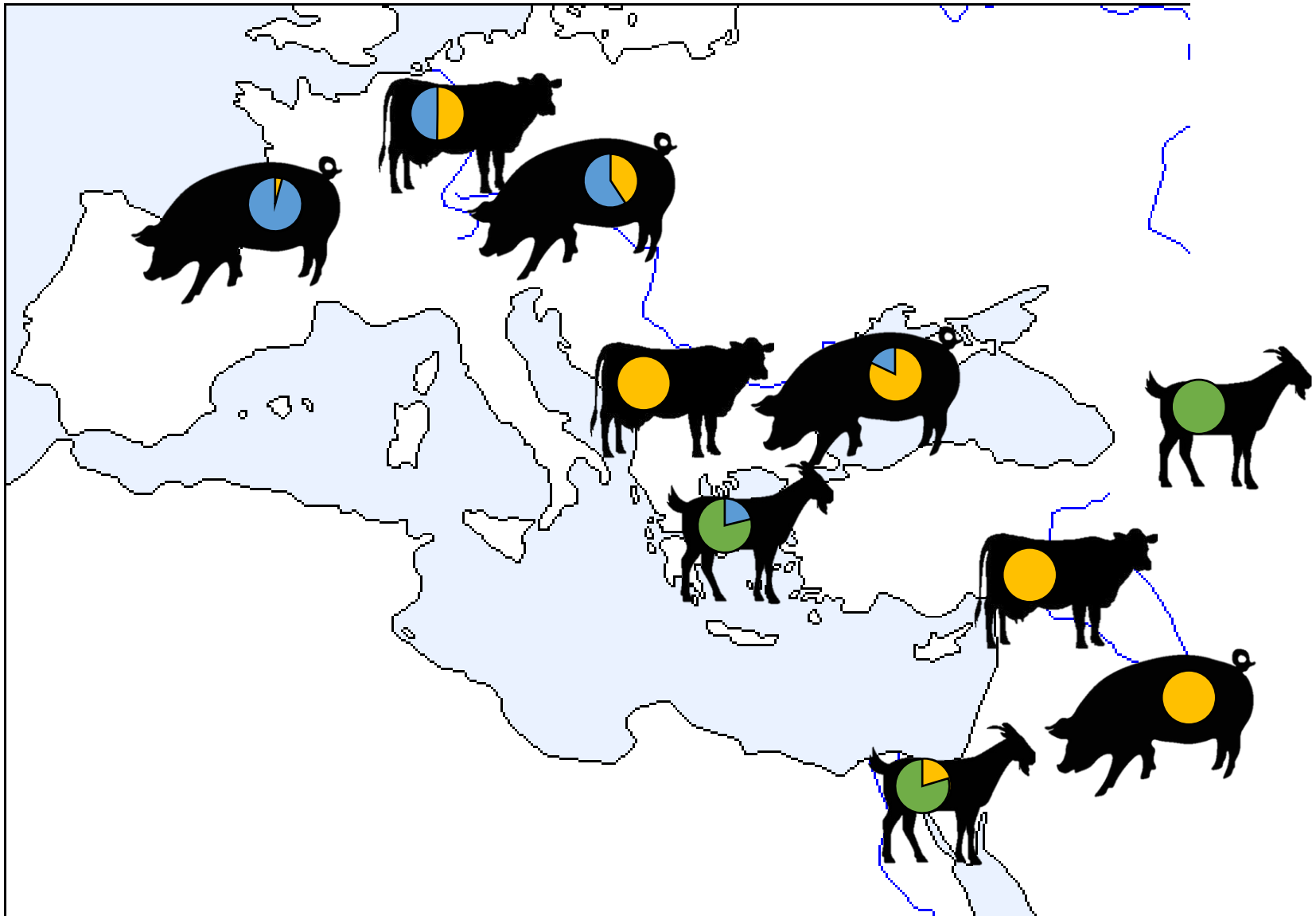




La diffusion du Néolithique



Et le bétail ?

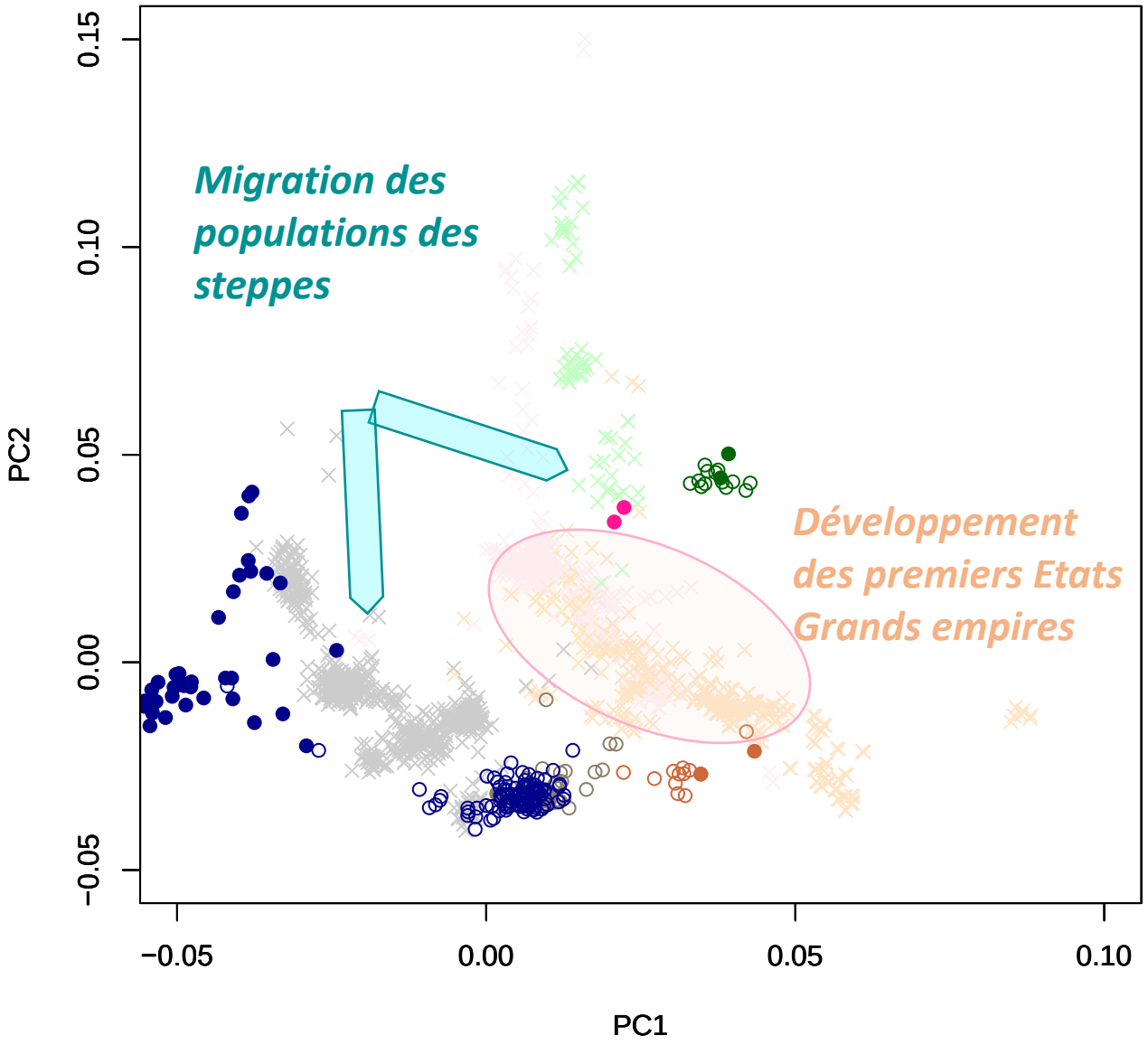


La fin de l'Histoire ?

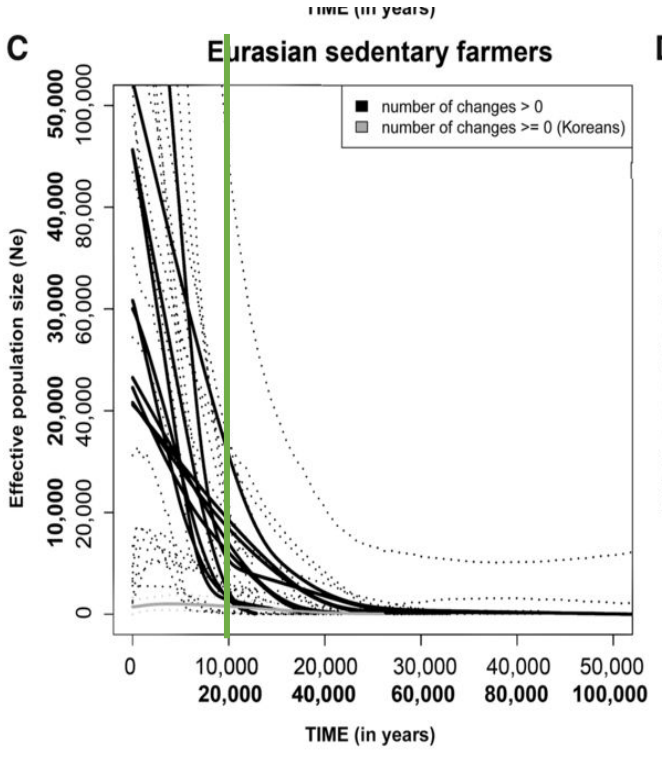
D'autres migrations de populations sont nécessaires pour expliquer la diversité génétique des populations actuelles – et la diversité linguistique.

Migrations des steppes :

- Diffusion de la roue
- Domestication du cheval
- Sans doute les langues indo-européennes.



Les conséquences du Néolithique sur les humains



Augmentation de la taille des populations néolithisées

- Une meilleure sécurité alimentaire
- La possibilité de rapprocher les naissances
- Le lait du bétail comme alimentation de transition

Un moins bon état de santé ?

Augmentation du nombre de caries, de l'usure des articulations, etc.
Un reflet de l'augmentation de l'espérance de vie ?

Changement de posture

Les conséquences du Néolithique sur les humains

Sédentarisation : problème de l'évacuation des déchets

Domestication : zoonoses

Développement du commerce : propagation des maladies

Les conséquences du Néolithique sur les

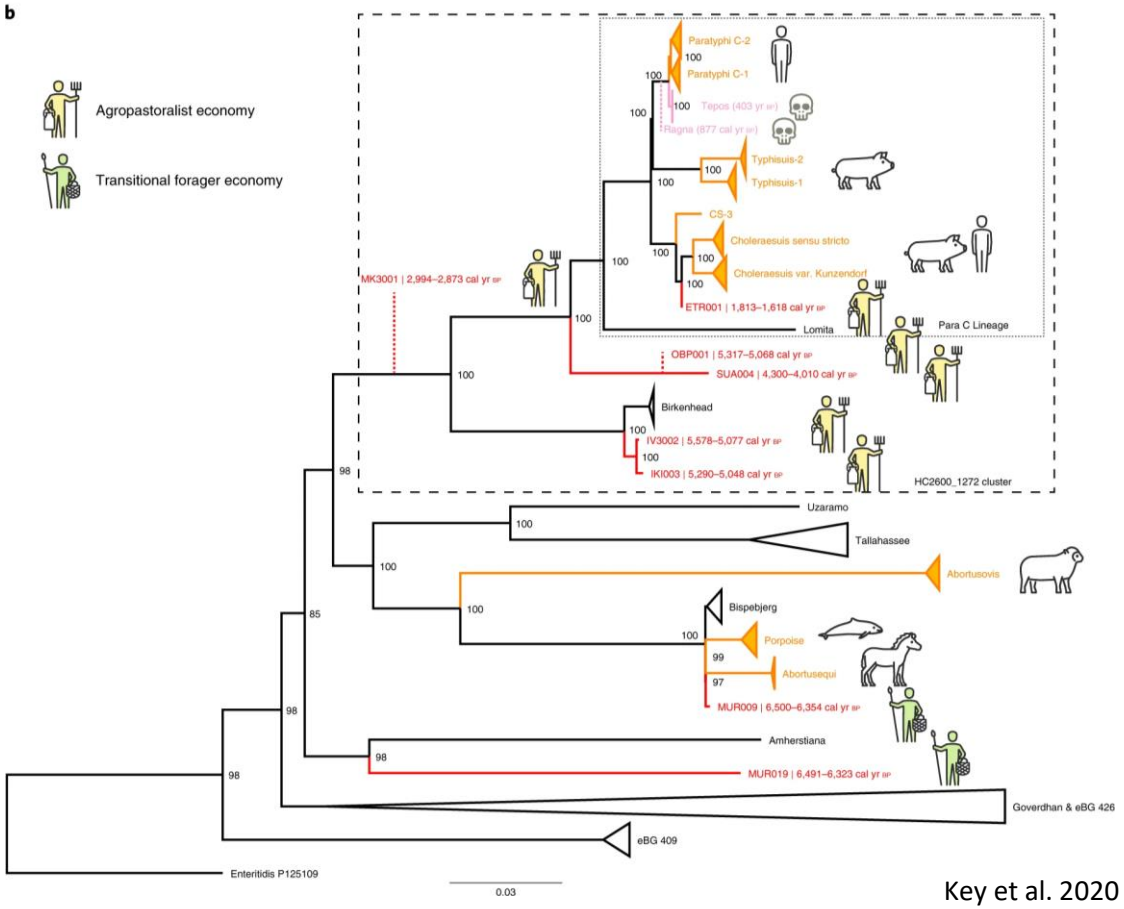
Brucellose:

- Syndromes grippaux, maux de têtes
- Complication oseto-articulaires voir décès

Salomnellose, fièvre typhoïde : *Salmonella enterica*, transmise par les porcs

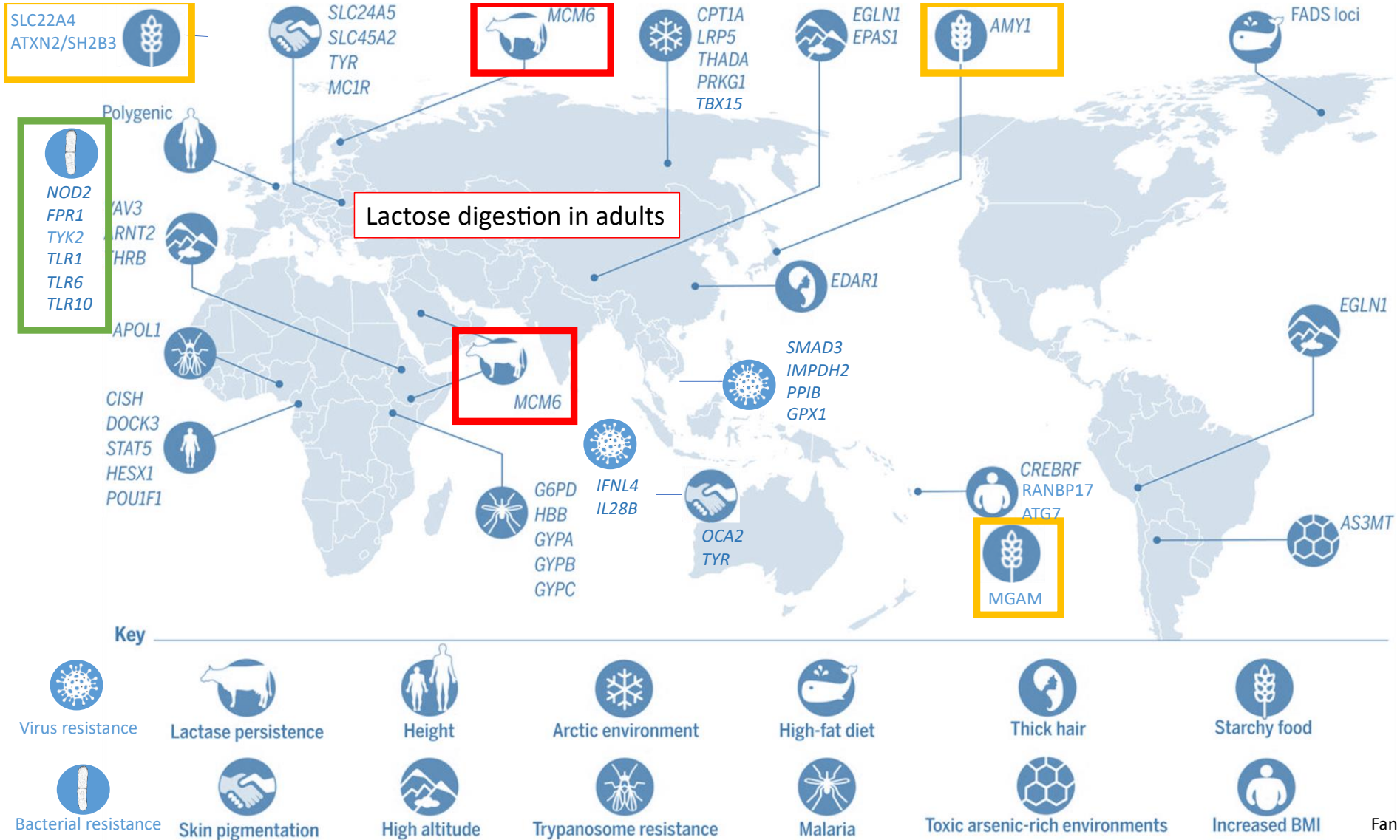
- Ffièvres, douleurs abdominales, décès.

Tuberculose: transmission animal – homme ou homme– animal ?



Key et al. 2020

Adaptation des humains



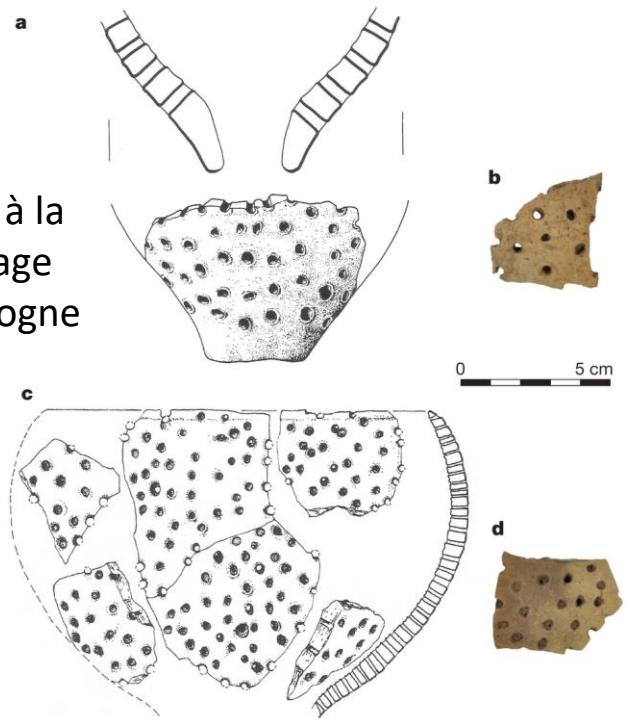
Fan et al. 2016

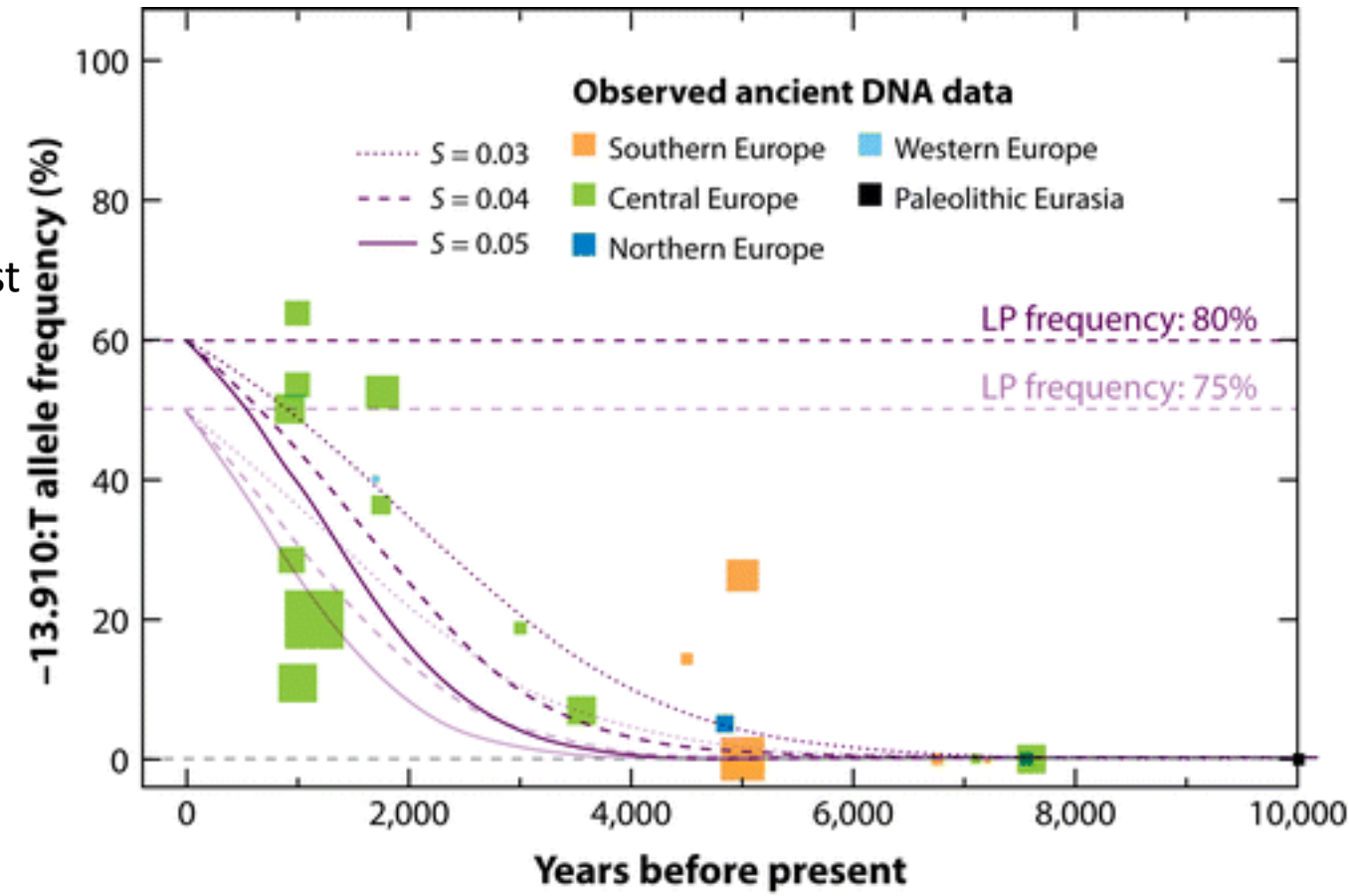
Persistence de la lactase

- Mutations permettant d'exprimer la lactase à l'âge adulte
- Apparaît indépendamment dans plusieurs populations humaines

- Tardif dans les populations néolithisées d'Europe de l'ouest

Céramiques dédiées à la fabrication de fromage (source : Kuyavia, Pologne – 7000 ans)





Ségurel L, Bon C. 2017.
Annu. Rev. Genom. Hum. Genet. 18:297–319

Et modification des espèces domestiquées !

IGF1, NCAPG

ASIP TRPM1 MC1R

MSTNC

PLCB1 P2RX2 PANK4

MC1R

DGAT1 PLCB1 BEST3

TBX19 GNRHR LRRC4

MC1R

MSTN SOX2-OT

SLAMF7

SLAMF1 HMGI-C NBEA MTMR7 EXOC2

HERC5 CRYL1 SUPT3H

TRIP13

KITL

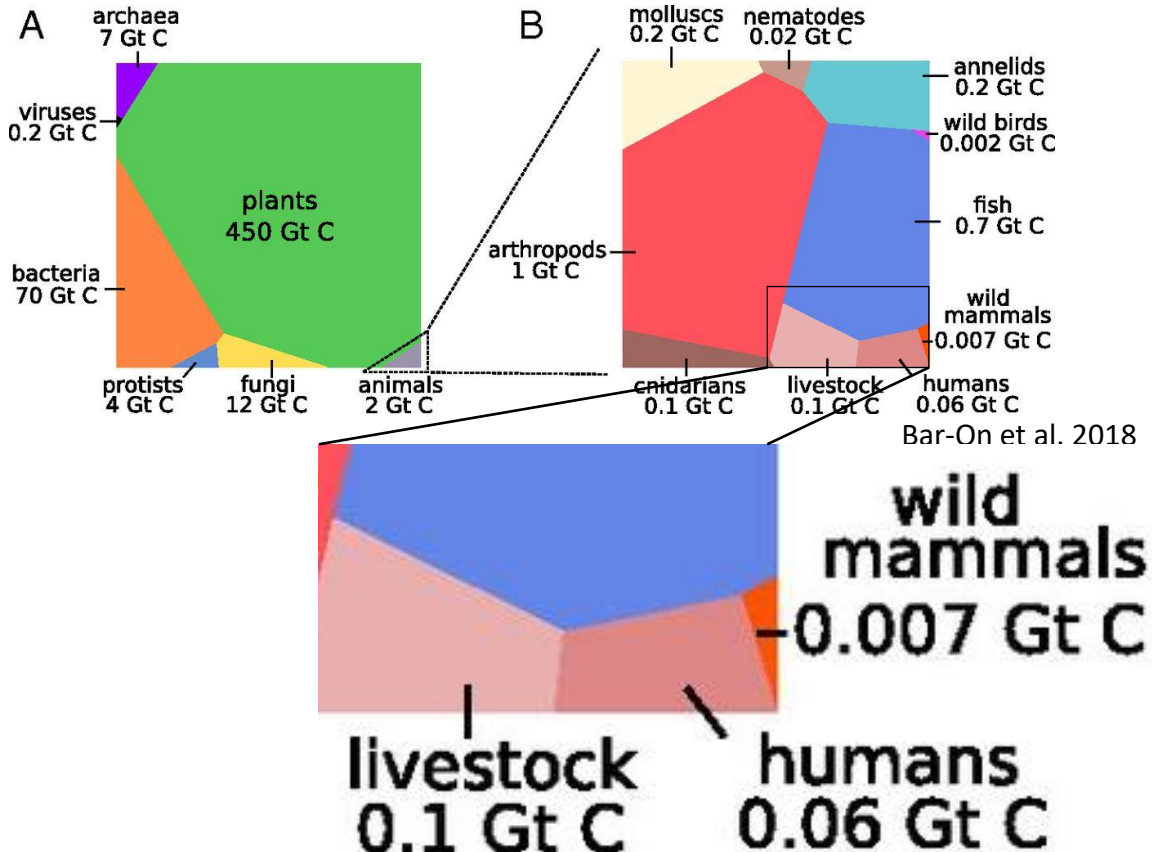
BCDO2

TSHR

Changements massifs dans les génoms

- Blé = triplication du génome
- Sélection de variants avantageux
- Accumulation de variants délétères

Global biomass distribution by taxa

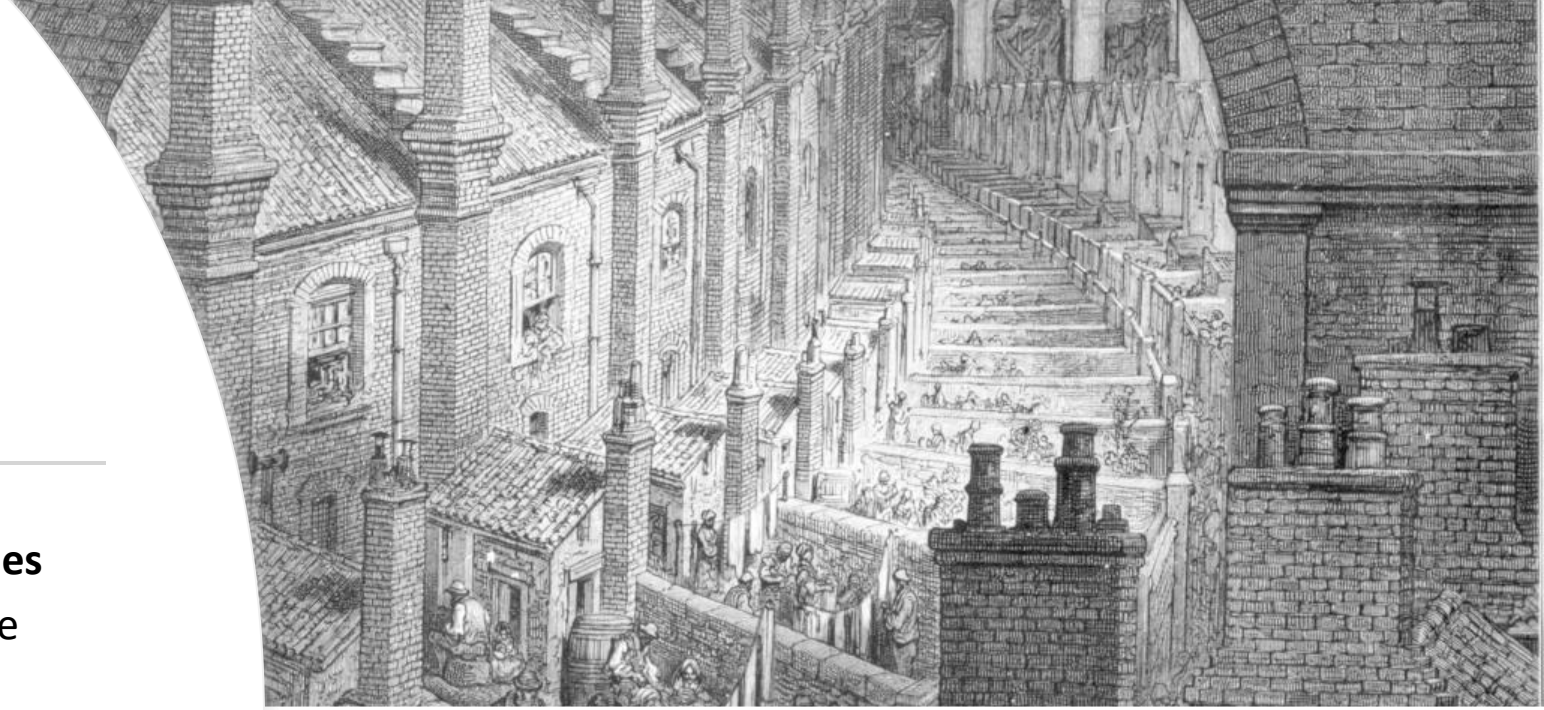


Bar-On et al. 2018

Quand commence l'Anthropocène ?

- **Changements environnementaux et climatiques**
- Transformation massive des paysages, début de l'augmentation du méthane dans l'atmosphère

- **Croissance exponentielle** de la population humaine

- L'espèce humaine **transforme le génome** des espèces qui l'entoure en exerçant une pression de sélection dessus.

- **L'espèce humaine** se transforme en s'adaptant au nouvel environnement ainsi créé.