Chapitre 3.2
Une question-clé : la représentativité des échantillons en anthropologie biologique

Isabelle SÉGUY

Institut national d'études démographiques (Ined), Campus Condorcet, Aubervilliers/CEPAM UMR 7264, Université Côte d'Azur, CNRS, Nice

→ Nous invitons le lecteur à lire au préalable le chapitre 4. En particulier 4.1 « Notions fondamentales ».

1 Particularités des échantillons anthropologiques

Les squelettes humains issus des fouilles archéologiques constituent de véritables archives biologiques car les tissus osseux et dentaires – et les tissus mous dans les cas assez rares de momification – enregistrent et conservent des informations sur les conditions de vie des individus. On peut ainsi connaître, non seulement leur état sanitaire à travers des pathologies, des indicateurs de stress ou des marqueurs d'activités, mais aussi avoir des informations sur leurs déplacements, leurs modes alimentaires, leurs liens familiaux, etc. Ces squelettes forment un échantillon* censé refléter les comportements démographiques, autant que les caractéristiques* socioéconomiques et bio-culturelles de population(s)[1] plus large(s), dont ils sont issus.

Le problème est ici différent de celui habituellement traité en statistique, qui est celui de l'échantillonnage et des techniques les plus indiquées pour composer un échantillon représentatif, c'est-à-dire qui conserve les caractéristiques de la population de départ tout en étant de taille moindre (Figure 1) (*cf.* 4.1). Notre problème diffère, d'une part, parce qu'on ne connaît pas la population de départ -qui est précisément ce qu'on cherche à estimer- ; d'autre part, les modalités de constitution des échantillons bio-anthropologiques échappent le plus souvent à l'observateur. Faute de connaître la

[1] Le terme de population est ici pris dans son sens démographique, c'est-à-dire l'ensemble des individus qui, à un moment donné, occupe de façon durable un territoire bien délimité. C'est aussi l'ensemble des individus sur lesquels on souhaite obtenir des informations.

ou les population(s) dont ils sont issus, il faut examiner si les échantillons anthropologiques possèdent cette vertu *princeps* -être représentatifs de la population-cible- qui, seule, permet d'élargir la portée de résultats obtenus à leur échelle. La question de leur représentativité doit donc être posée de manière inversée : représentatif par rapport à quelle population-mère ? Jusqu'où, et sous quelles hypothèses, est-il possible d'accepter la représentativité de l'échantillon étudié ? La taille des effectifs* considérés, généralement assez petite, ne limite-t-elle pas la portée des résultats ?

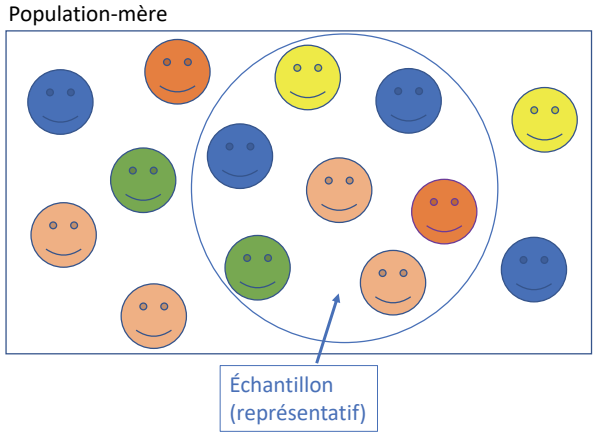


FIG. 1 : Population-mère et sélection d'un échantillon qui en soit représentatif.
Les différentes couleurs représentent la diversité des caractéristiques des individus* qui composent la population. Les individus dans le cercle bleu constituent un sous-échantillon parfaitement représentatif la diversité observée dans la population-mère (avec un taux de sondage de près de 50%).

2 Évaluer les biais des échantillons anthropologiques

Pour tirer des informations pertinentes de ces échantillons, il faut connaître préalablement la nature des biais qui sont susceptibles de les affecter. Les séries anthropologiques[2] étant elles-mêmes issues de populations échantillonnées, il importe d'examiner les différents filtres qui ont opéré avant leur constitution.

2.1 Population vivante et population inhumante

Longtemps, les chercheurs ont cherché à évaluer la représentativité de ces séries par rapport à la population-mère, qu'ils définissaient comme l'ensemble des individus présents (vivants) sur le site à une période donnée. Ce qui suppose d'accepter plusieurs hypothèses.
En particulier :
– tous les individus de la population-mère doivent avoir les mêmes chances de bénéficier des mêmes pratiques funéraires. Par exemple, être tous enterrés au même endroit et selon des modalités assez similaires pour que leur probabilité de découverte n'en

[2]Ensemble de squelettes provenant d'un ou plusieurs sites* et fournissant, par la prise de mesures* métriques, biologiques ou génétiques, des séries de valeurs homogènes à partir desquelles un certain nombre de calculs sont possibles.

soit pas affectée ;
– que toute la zone funéraire possède les mêmes caractéristiques topo-pédologiques, assurant une conservation identique à tous les restes humains (en supposant aussi que la conservation des ossements est indépendante de l'âge du sujet) ;
– que la zone funéraire ait été exhaustivement fouillée et que des données* topo-chronologiques précises permettent de distinguer les différentes phases d'utilisation ;
– que la conservation post-fouille ait été la même pour tous, permettant de conduire des analyses identiques pour tous les individus.
S'y ajoutent également des contraintes démographiques fortes pour que la structure par sexes et par âges de la population du cimetière soit identique à la pyramide des âges de la population vivante (*cf.* infra).

Ce faisceau d'hypothèses a longtemps été à la base des études anthropologiques et paléodémographiques (Acsádi *et al.*, 1970), bien que difficilement tenables face aux réalités archéologiques. En effet, sauf cas très exceptionnels, tels qu'une surmortalité aussi violente que soudaine devant laquelle l'urgence prime (mortalité de catastrophe), des pratiques funéraires différentes s'appliquent, selon des critères d'âge, de sexe, de richesse, de cause de mort, etc. Il est donc rare de pouvoir atteindre toutes les composantes de la population ; d'autant plus que les facteurs taphonomiques[3] et physico-chimiques, qui interviennent dans les processus de conservation des restes humains (Guy *et al.*, 1997), créent aussi les conditions d'une préservation à long terme différentielle.

Un exemple peut en être donné avec les sépultures des très jeunes enfants (moins d'un an) qu'il est extrêmement rare de retrouver dans les cimetières et les nécropoles, alors que l'importante mortalité des populations préindustrielles fauchait entre le quart et le tiers des enfants nés dans l'année. Les archéologues les trouvent plus fréquemment dans certains espaces -près des murs ou sous les gouttières des églises-, confortant l'idée que des secteurs leur étaient réservés (Treffort 1996 ; Lett 1997 ; Niel, 2009). Toutefois, le contexte plus humide qui caractérise la plupart de ces espaces crée aussi les conditions d'une meilleure conservation de leurs ossements, qui se seraient dissous dans des terrains plus secs. La conservation différentielle des squelettes dépend des caractéristiques pédologiques[4] du site, mais aussi du degré de minéralisation des os. Les biais liés à l'inhumation ne sont pas seuls en cause, se greffent également les conditions de terrain qui ne permettent pas toujours une fouille extensive, ainsi que les modalités de conservation post-fouille, parfois médiocres, qui dégradent certains squelettes, les rendant impropres à l'étude.

Depuis les travaux de Claude Masset (Masset 1987, Masset *et al.*, 1990), les anthropologues ont admis que leurs échantillons présentaient des différences importantes, en termes d'effectifs comme de structure par âges, avec la population vivante dont ils sont pourtant issus. Ils ont donc cherché à mesurer la représentativité de leurs échantillons, non plus par rapport à l'ensemble de la population vivante, mais par rapport

[3] Divers phénomènes naturels autorisent une conservation, plus ou moins partielle, des ossements dans la terre. La taphonomie étudie les mécanismes de décomposition qui, de la mort et de l'enterrement d'un individu jusqu'à sa découverte sur une fouille archéologique, conduisent ou non à sa préservation.

[4] Propriétés des sols. La pédologie est la science des sols, elle diffère de la géologie qui est la science des roches.

à celle qui est susceptible d'être inhumée dans le site (la « population inhumante », selon l'expression de Jean Leclerc) ; ce qu'illustre la figure 2.

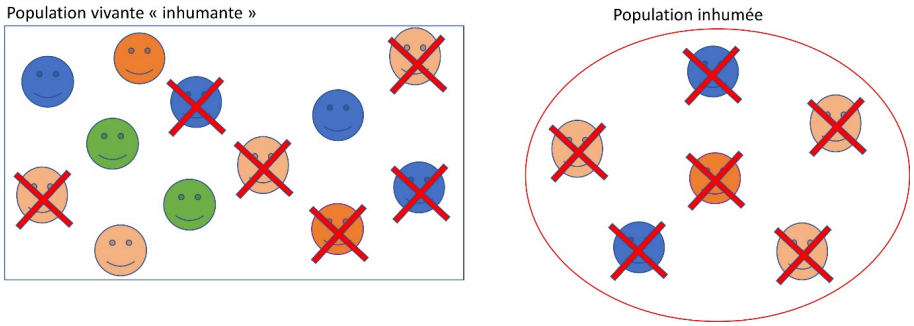


Fig. 2 : La population décédée/inhumée est un sous-échantillon de la « population inhumante », mais pas nécessairement représentatif.
Tous les individus susceptibles d'être inhumés dans tel ou tel cimetière (ou zone funéraire) ne le seront pas ; certains décéderont plus tard ou dans un autre lieu. La sous-population des individus décédés et inhumés dans le site n'est ni représentative de la population vivante (figure 1), ni tout à fait de la population « inhumante ».

Cette population inhumante peut présenter des caractéristiques très différentes de celles de la population vivante, que l'échantillon de squelettes qui en est extrait peut, ou non, refléter. Par exemple, un cimetière militaire ne peut pas être représentatif de toute la population, définie par l'ensemble de ses catégories* d'âge et de sexe ; ce que les archéologues appellent une « population naturelle ». En revanche, ces squelettes sont étroitement liés à la population soumise au risque de mourir dans ces conditions particulières (sur un champ de bataille ou dans un hôpital de campagne), et inhumée dans un lieu précis et dans un temps généralement bref. La représentativité des soldats exhumés est donc à relier à la population militaire présente sur le site et à ses caractéristiques bio-démographiques ; c'est-à-dire majoritairement, mais non exclusivement, à une population masculine, jeune, en bonne condition physique mais décédée des suites de blessures ou d'épidémies.

La question de la représentativité de l'échantillon anthropologique par rapport à la population inhumante -comme à la population vivante- renvoie aux modalités de constitution de la population inhumée (et donc décédée). Or celle-ci évolue indépendamment des lois qui régissent la population vivante[5] ; elle présente des caractéristiques démographiques qui lui sont propres, héritées de la sélection à l'inhumation, mais aussi des caractéristiques sociobiologiques de la population-mère. En effet, le statut socio-économique, la profession, la religion, l'origine géographique, la génétique, etc. qui caractérisent chaque individu lui confèrent une vulnérabilité (*frailty*) plus ou moins grande et déterminent, au niveau du groupe, des comportements de morbidité et de mortalité différents. Ainsi, la population inhumée est un sous-échantillon de la population vivante ou de la population inhumante, mais il est rarement représentatif

[5] Un programme développé par Andreas Duering (*Population & Cemetery Simulator -PCS*) permet de simuler la constitution de populations de cimetière et illustre de façon très pédagogique les différences entre population vivante et population décédée (http://m.modelling4all.org/m/?frozen=gLAGb0nItGTAU0H8xqV17-\&MforAllModel=1).,

car cela supposerait une situation où, en l'absence de migrations, 1) le nombre de naissances serait égal au nombre de décès, 2) l'effectif de chaque classe d'âge demeurerait constant et 3) les lois de mortalité et de fécondité selon l'âge seraient invariables (ces populations théoriques sont dites « stationnaires »). Cela peut néanmoins se produire dans des situations particulières, par exemple dans des populations conventuelles (populations fermées) ou lors d'épisodes catastrophiques, lorsque la mort n'est plus, alors, fonction de l'âge[6].

Dès lors, à quelle représentativité pourrait prétendre l'échantillon bio-anthropologique ?

2.2 Population inhumée et population exhumée

Il est clair que l'échantillon observé possède un certain nombre de relations statistiques avec l'ensemble de la population inhumée dans le site étudié et pour la période considérée. Ces relations sont d'autant plus fortes que le site aura pu être fouillé exhaustivement et que les squelettes seront tous en bon état de conservation. Mais il faut bien reconnaître que ces cas restent exceptionnels. Ainsi, faute de connaître l'effectif total, la structure par âges et par sexes de la population inhumée, ses caractéristiques socio-économiques et bio-culturelles, mesurer la représentativité des échantillons anthropologiques reste tout aussi problématique à cette échelle.

Pour contourner cette difficulté, des chercheurs ont cherché à mesurer les biais liés au mode de constitution des échantillons anthropologiques (désignés comme des biais de « recrutement funéraire »), comparativement à une population inhumée. Peuvent ainsi être comparées la structure par groupes d'âges observée dans le site funéraire et la distribution* des décès par âges que présenterait telle ou telle population théorique, en fonction des caractéristiques démographiques qu'on lui affecte (une espérance de vie à la naissance de 25 ou 30 ans, par exemple). Dans la lignée des travaux de Milner *et al.* (1989) et de Paine (1989), cette technique dite de « *pattern maching* » a été introduite en France par P. Sellier (1996) et reste largement diffusée en dépit des critiques méthodologiques formulées[7].

Une autre difficulté vient du fait que, parfois, l'emprise de la fouille ne couvre pas l'intégralité de la zone funéraire. Si la distribution spatiale* des individus obéit à des critères sociaux (tels que l'âge, le genre, le statut socio-économique ou la cause du décès), si les conditions de conservation des corps varient d'une zone à l'autre, une observation partielle risque de produire des résultats différents de la réalité du site. Mark Guillon (1997, 2004) s'est ainsi attaché à évaluer la représentativité de différents secteurs d'une nécropole par rapport à sa totalité, en simulant des fouilles partielles sur le site médiéval de Tournedos-Portejoie (Eure), exhaustivement fouillé et ayant livré un très grand nombre de sépultures. Des résultats significativement différents sont apparus entre les différents secteurs de la nécropole, et entre ces mêmes

[6] De tels cas, associés à des sources historiques permettant d'établir la structure par âge au décès de la population, ont été étudiés et discutés ces dernières années (Buchet, Séguy 1999 ; Signoli *et al,* 2005 ; Séguy, Buchet, 2011).

[7] Ces comparaisons sont malheureusement biaisées par la prise en compte dans les calculs de la part de population sous-représentée ; c'est-à-dire du biais même que l'on cherche à évaluer. Il faut aussi rappeler que cette méthode repose sur l'hypothèse que les structures par âge au décès des populations archéologiques sont identiques à celles des populations stables des modèles contemporains ; ce qui est infirmé par la théorie de la transition démographique (Chamberlain, 2000 ; Buchet, Séguy, 2002 ; Séguy, Buchet, 2011).

secteurs et le site pris dans sa totalité. Cette expérience[8] démontre que l'échantillon anthropologique ne permet pas de tirer des conclusions fiables au-delà de la part de population décédée qu'il représente, voire au-delà de l'échantillon lui-même si le nombre de squelettes non observables* est important, ce qu'illustre la figure 3.

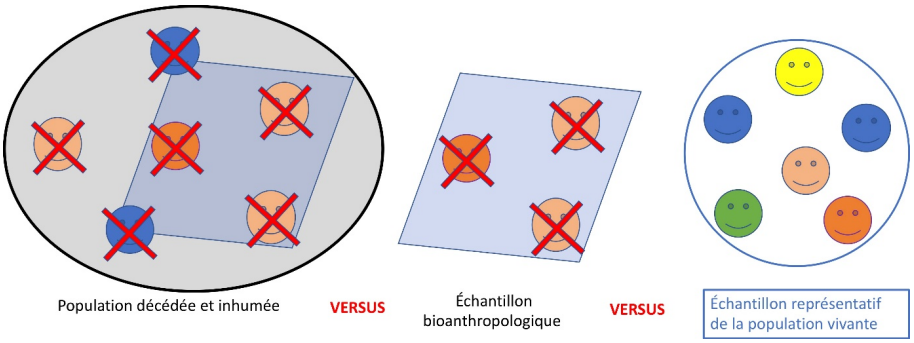
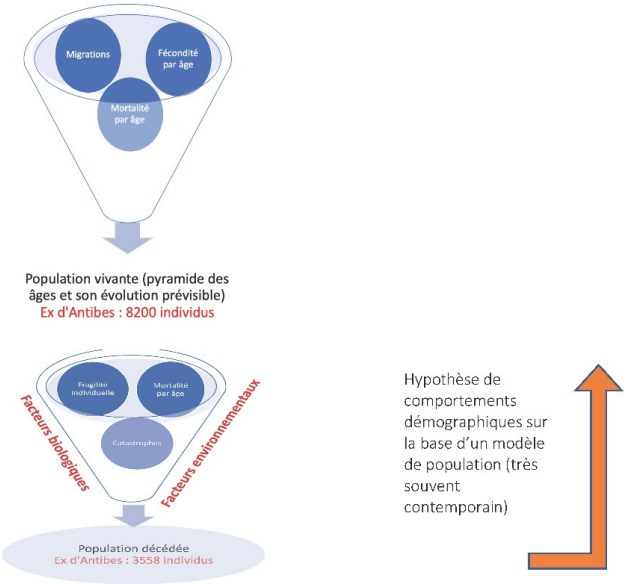


Fig. 3 : L'échantillon bio-anthropologique est un sous-échantillon de la population décédée/inhumée, pas nécessairement représentatif. Il est un sous-sous-échantillon de la population vivante, dont il peine souvent à rendre compte des caractéristiques.
Le fond grisé représente la population du cimetière, tandis que le fond blanc représente la population vivante. La population inhumée n'est pas représentative de la population vivante. Sur un fond bleu, les squelettes qui sont étudiables pour une analyse paléodémographique, c'est-à-dire dont on peut estimer le sexe et mesurer des indicateurs biologiques d'âge. Cet échantillon n'est représentatif ni de la population inhumée, ni de la population vivante.



[8] Cette expérience était destinée à analyser les conséquences des contraintes de terrain et de temps qui pèsent souvent sur l'archéologie préventive, et à mesurer les biais potentiellement induits par des fouilles non exhaustives en archéologie funéraire.

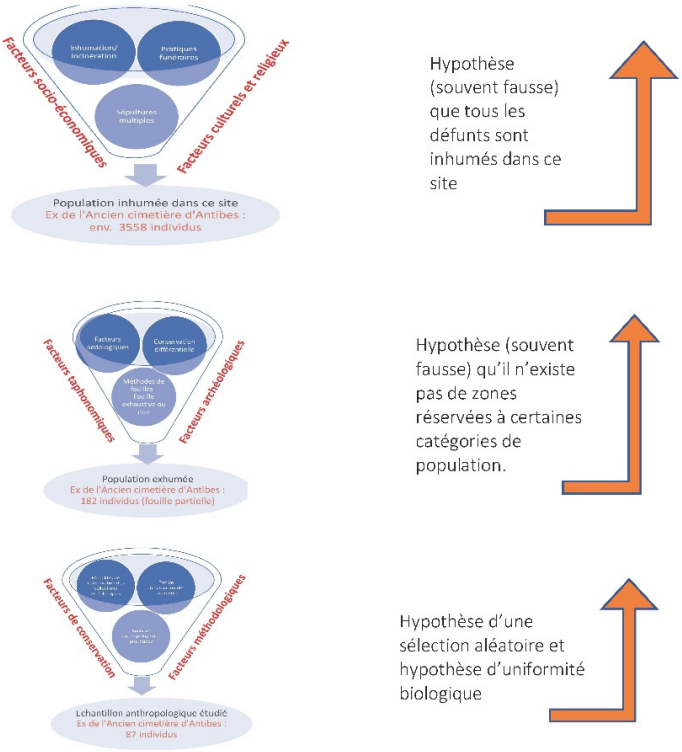


FIG. 4 : De la population vivante à l'échantillon bioanthropologique, une série de filtres de natures diverses biaise le « tirage » des échantillons successifs.
1) Pour contourner les problèmes statistiques que posent l'estimation d'un âge chronologique à partir d'indicateurs biologiques (Séguy, Buchet, 2011 ; Séguy *et al.*, 2013) et les biais éventuellement induits par une conservation différentielle des ossements, il est nécessaire d'accepter, d'une part, l'hypothèse d'uniformité biologique formulée par Nancy Howell (1986) et, d'autre part, que l'échantillon de squelettes étudiables représente à peu près correctement l'ensemble de la population exhumée si l'on peut admettre qu'il en est extrait plus ou moins aléatoirement.
2) Pour que les conclusions formulées à l'échelle de la population exhumée puissent être extrapolées à l'ensemble de la zone funéraire étudiée, il faut négliger le poids des facteurs taphonomiques ou archéologiques (fouilles partielles, de secteurs spécifiquement réservés à certaines catégories de population) qui pourraient en fausser l'image.
3) Prétendre atteindre l'ensemble de la population qui est décédée en ces temps et lieux, c'est admettre l'hypothèse, parfois très contraignante, que tous les individus ont été inhumés dans ce seul site, faisant fi des traditions culturelles et religieuses et des hiérarchies sociales qui dictent la conduite des vivants envers leurs morts.
4) Reconstituer la dynamique démographique de la population vivante (qu'elle soit prise globalement ou restreinte à celle qui avait l'usage de la nécropole ou du cimetière), à partir de l'image statique qu'en donne l'ensemble des individus décédés durant plusieurs décennies, voire plusieurs siècles, n'est possible qu'à travers des modèles de populations théoriques, dont on fixe arbitrairement certaines caractéristiques démographiques, telles que le taux d'accroissement -naturel et par migrations- et les paramètres de mortalité par sexe et par âge. On doit donc admettre l'invariance des constantes biologiques et des comportements démographiques, que l'on sait pourtant extrêmement sensibles aux conditions environnementales et aux contextes socio-économiques

Toutefois, nombre d'études extrapolent les résultats -obtenus à cette petite échelle- à des populations plus larges, sans formuler les hypothèses sous-jacentes. Or, de la population vivante à l'échantillon bio-anthropologique, des filtres de natures diverses perturbent la constitution des échantillons successifs, qu'on ne peut pas considérer comme tirés aléatoirement[9] (Hoppa 1996).

Remonter les différents niveaux de population dont l'échantillon de squelettes renvoie une image partielle, n'est possible qu'à condition de poser et d'accepter les hypothèses qui permettent de les relier, ainsi que le détaille la figure 4.

3 En conclusion, les squelettes de nos laboratoires sont-ils le reflet des vivants, en termes biodémographiques ?

Le plus souvent, non ; ils ne possèdent pas l'ensemble des caractéristiques de la population dont ils sont issus, mais en expriment toutefois une certaine quantité. Définir et interpréter cette « quantité » en termes populationnels demeure délicat ; d'autant plus que les échantillons anthropologiques sont souvent de très petite taille. Les résultats devraient donc toujours être assortis de mesure de significativité. Mais parfois, si. Dans certaines circonstances exceptionnelles, l'échantillon anthropologique peut refléter correctement la structure par sexe et par âge de la population vivante. Par exemple lorsque la mort soudaine frappe au hasard, lorsqu'il s'agit de populations fermées, ou lorsque des informations historiques permettent de connaître leurs structures par âge au décès.

Dans tous les cas, une réflexion sur le niveau de représentativité de ces séries anthropologiques reste indispensable. D'autant qu'un échantillon peut être biaisé pour certaines questions de recherche, mais représentatif pour d'autres aspects de l'étude. Deux exemples, parmi d'autres, peuvent en être donnés : l'un à travers la détection de crises démographiques de grande ampleur, à partir d'échantillons anthropologiques considérés, non plus site par site, mais à une échelle régionale (Buchet *et al.* 2017, Séguy *et al.* dans cet ouvrage *cf.* 3.5) ; l'autre, avec la mise en évidence de la « transition démographique néolithique » qui accompagne la sédentarisation des populations lors de l'introduction de l'agriculture (Bocquet-Appel, 2002, article *princeps*).

[9] Un tirage aléatoire, sans garantir systématiquement la représentativité de l'échantillon, en améliorerait néanmoins la probabilité.

En résumé :

La population observée n'offre qu'une vision partielle de ce qui a été,

- D'où la question : qui est là et qui n'est pas là ?
- Connaître le pourquoi (critères de sélection) permet de restituer la part d'information manquante, mais moyennant des hypothèses qui doivent être explicitées.

Rester prudents dans l'énoncé des conclusions :

- Que peut-on dire, sous quelles hypothèses et avec quelle marge d'erreur ?
- Et jusqu'où les résultats obtenus sont-ils transposables au-delà de l'échantillon observé ?