

2. Nourrir la ville : Consommation alimentaire et circulation de l'azote, Paris, 1801-1914

Sabine Barles¹

¹ *Laboratoire Théorie des Mutations Urbaines, UMR CNRS AUS 7136 - 4 rue Alfred Nobel - Cité Descartes - 77420 Champs-sur-Marne - France. - email : sabine.barles@univ-paris8.fr.*

| | |
|---|----|
| 1. Introduction..... | 1 |
| 2. Sources et méthodes | 2 |
| 2.1. Le site, ses limites, ses habitants..... | 2 |
| 2.2. Les importations alimentaires..... | 3 |
| 2.3. La circulation des matières | 4 |
| 3. Résultats et discussion..... | 5 |
| 3.1. Les importations alimentaires..... | 5 |
| 3.1.1 La viande | 5 |
| 3.1.2 Le pain | 6 |
| 3.1.3 Le fourrage | 7 |
| 3.1.4 Quelles tendances ?..... | 8 |
| 3.2. Les importations d'azote alimentaire..... | 8 |
| 3.3. La circulation des matières | 10 |
| 3.4. La circulation de l'azote alimentaire..... | 12 |
| 4. Conclusions et perspectives | 15 |
| 5. Remerciements..... | 15 |
| 6. Références..... | 16 |

1. Introduction

Au cours des deux derniers siècles, les villes européennes ont connu de profondes transformations qui ont eu pour la plupart un impact considérable sur l'environnement local, régional, voire planétaire. L'augmentation de la population, l'industrialisation et la motorisation, l'essor de la consommation, la naissance du confort et sa diffusion, mais aussi la révolution hygiénique en constituent les éléments les plus marquants.

Ces transformations ont eu une influence déterminante sur le métabolisme urbain tel que défini par Eugen Odum (1963), Abel Wolman (1965) ou Paul Duvignaud (1974) il y a quelques décennies et pour ne citer que quelques pionniers en la matière. Plus d'habitants qui consomment plus signifie plus d'entrées et de sorties, des flux de matières accrues ; les mutations techniques en termes de gestion des excreta urbains, qu'ils soient solides ou liquides, ont des impacts multiples sur l'air, l'eau et le sol, etc.

Ces constats semblent aujourd'hui évidents. Cependant, les connaissances relatives au métabolisme urbain et à la circulation des matières demeurent relativement pauvres, surtout si l'on considère la longue durée. L'histoire du métabolisme urbain est souvent plus qualitative (voir par exemple Tarr, 2002 ; Douglas et al., 2002) que quantitative et les travaux portant sur les villes françaises et Paris en particulier demeurent rares (voir néanmoins, pour une approche quantitative : Billen et al., 1999, et pour une approche qualitative : Barles, 2005c). Pourtant, les résultats établis pour la ville de Linköping en Suède (Schmid Naset, Lohm, sous presse) ou Vienne en Autriche (Krausmann, 2005) montrent l'intérêt de l'analyse des flux de matières dans la longue durée.

Afin d'apporter une contribution à ce champ de recherche émergent, nous avons choisi de nous concentrer sur le cas de Paris au XIXe siècle — exactement de 1801 à 1914 — en mettant l'accent sur la circulation des matières alimentaires puis sur celle de l'azote qu'elles contiennent.

Plusieurs raisons expliquent ces choix. Paris est au XIXe siècle la plus peuplée des villes françaises, celle qui connaît les plus importantes mutations. Son statut de capitale lui vaut une attention particulière de la part du pouvoir central et des édiles : non seulement on y réalise des aménagements et des équipements nombreux, mais aussi des observations, des relevés, des enquêtes qui font qu'il s'agit d'une des villes les mieux documentées du point de vue des sources primaires. En outre, l'alimentation des populations urbaines constitue un enjeu majeur du XIXe siècle dans la mesure où d'une part la demande augmente, d'autre part les techniques agricoles et en particulier les méthodes de fertilisation sont jugées insuffisantes par rapport aux besoins. En d'autres termes, la pression exercée par les villes sur les territoires agricoles est considérable et mérite d'être évaluée. Par ailleurs, les politiques de gestion des excreta urbains alors mises en œuvre visent précisément à la diminuer en apportant la contribution des villes aux campagnes par la fourniture d'engrais (Barles, 2005b) ; on mesure tout l'intérêt d'estimer cette contribution. Enfin, nous avons choisi l'azote non seulement en raison de son importance intrinsèque mais aussi parce qu'il fait au XIXe siècle l'objet d'une quête scientifique et matérielle (Barles, Lestel, sous presse) qui nous a laissé de nombreux témoignages qui en rendent l'analyse plus aisée que celle d'autres matières, tel le phosphore.

Au XIXe siècle, une grande partie des denrées entrant dans la capitale était soumise au droit d'octroi. Les statistiques collectées par l'administration constituent ainsi notre principale source concernant les entrées alimentaires, complétées par d'autres statistiques officielles ou études ponctuelles pour les produits non taxés. La circulation des déchets alimentaires, des urines et des matières fécales a été analysée en détail sur la base de nos précédents travaux (Barles, 2002a et b ; Barles, 2005b) ; les données quantitatives sont tirées des statistiques officielles.

Les modalités de collecte des données, leurs limites, ainsi que les grandes lignes des méthodes employées sont dans un premier temps précisées. La présentation des résultats est divisée en quatre parties : 1) chroniques d'importations alimentaires, 2) chroniques relatives à l'azote qu'elles contiennent, 3) circulation des matières : principaux flux et tendances, 4) circulation de l'azote alimentaire pour trois années témoins : 1817, 1869 et 1913.

2. Sources et méthodes

2.1. Le site, ses limites, ses habitants

Le découpage administratif nous fournit deux entités distinctes : la ville de Paris au sens strict du terme et le département de la Seine qui la contient. Les populations en sont assez bien connues grâce aux recensements qui ont lieu tous les cinq ans de 1801 à 1911. Au début du XIXe siècle, la ville de Paris, qui concentre l'essentiel de la population (550 000 habitants en 1801), couvre ainsi 3 400 hectares et le département un peu moins de 50 000 ha. Cependant, comme le montre la Figure 1, le processus d'urbanisation conduit non seulement à une forte augmentation de la population parisienne mais aussi à celle de la banlieue, en particulier à partir des années 1840 : plus d'un million d'habitants à Paris en 1851, mais déjà près de 400 000 en banlieue. Cette situation conduit en 1860 à l'annexion par Paris des communes périphériques, la capitale couvrant désormais 7 800 hectares et accueillant 1 700 000 habitants en 1861. L'annexion n'a pourtant pas suffi à concentrer l'essor démographique dans la capitale. En 1911, Paris comprend ainsi 2 900 000 habitants contre près de 1 300 000 pour le reste du département de la Seine.

Deux problèmes se posent donc : d'une part, celui du déplacement des limites de Paris, d'autre part celui de la pertinence de ces limites pour qui veut analyser le métabolisme urbain. La Figure 1 montre en effet que la population agglomérée (celle que l'on peut qualifier d'urbaine) telle que définie par Georges Dupeux (1981) s'écarte de la population de Paris, surtout après 1880. Néanmoins, les sources disponibles portant essentiellement sur la capitale, nous conservons ses limites. Par la suite, tous les chiffres concerneront donc la population parisienne annuelle moyenne établie sur la base des recensements et des taux de croissance annuels moyens.

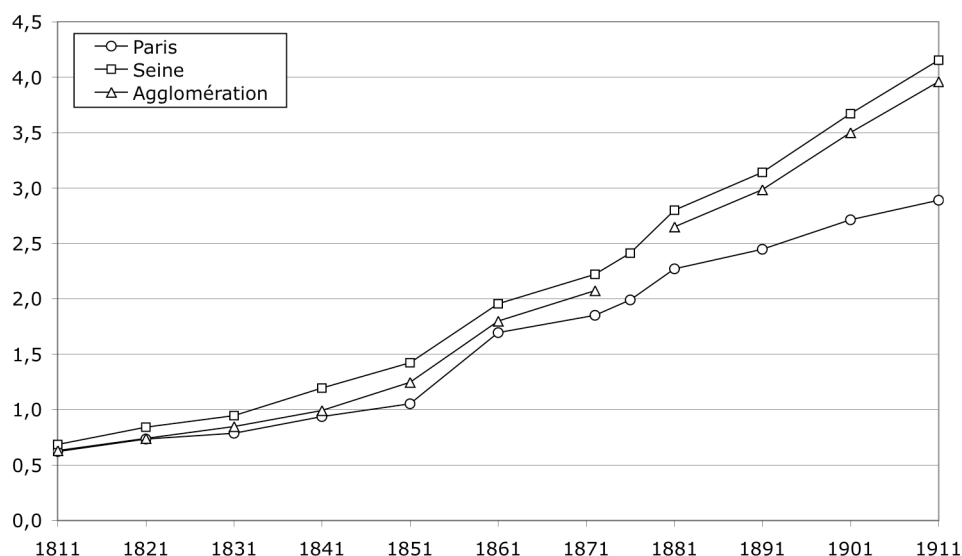


Figure 1. Population, Paris, département de la Seine, agglomération parisienne, 1801-1911 (recensements généraux de la population et Dupeux, 1981).

2.2. Les importations alimentaires

De 1801 aux années 1940, les principales informations relatives aux importations alimentaires sont fournies par les statistiques de l'octroi, taxe frappant de nombreux produits de consommation destinés à Paris, dont les registres partiels ont été localisés dans les dépôts d'archives parisiens¹. Les produits sont classés en huit chapitres ; seuls les chapitres 1 et 2, consacrés aux boissons, le chapitre 3, relatif aux comestibles (viande, volaille, poisson et crustacés, beurre, œufs, fromage) et le chapitre 7, comprenant les fourrages sont susceptibles de nous intéresser. Ces données alimentaires ne sont pas exhaustives, en raison d'une part de la fraude, d'où une sous-estimation systématique des entrées dans la capitale, d'autre part de l'existence de produits de consommation non taxés. Il s'agit principalement de la farine donc du pain, du lait, des légumes et des fruits.

Le rôle social, économique et politique du pain a néanmoins conduit à une abondante réglementation concernant la boulangerie, activité sévèrement contrôlée tant par l'État que par les pouvoirs locaux². Plusieurs sources ont ainsi été mobilisées afin d'estimer les consommations de farine et de pain (Paris importe de la farine et très peu de blé, les meuneries étant extérieures à la ville ; le pain est presque intégralement fabriqué sur place). Jusqu'en 1863, les boulangeries sont réparties en trois à cinq classes en fonction de leur production moyenne ; le nombre de boulangers (alors contingenté) et leur production approximative par classe sont ainsi connus. De 1854 à 1869, nous pouvons utiliser les statistiques de la Caisse de service de la boulangerie, structure destinée à acheter la farine pour le compte des boulangers. En 1863, suite à la libération de la boulangerie, blé, pain et farine sont soumis à l'octroi, taxe supprimée en 1870. À partir de 1870, les données officielles se raréfient, seul le nombre de boulangers est connu.

Les lacunes des statistiques officielles ont conduit à rechercher d'autres sources, en particulier les enquêtes relatives aux consommations de Paris et des Parisiens effectuées ponctuellement au cours de la période (en particulier Benoiston de Châteauneuf, 1820-1821 ; Husson, 1856 ; Husson, 1875) qui permettent de préciser les résultats.

¹ Archives de Paris, série VL2, en particulier carton 16. Voir aussi Octroi de Paris (187.) et Annuaire statistique (1880-1914). L'octroi est aboli sous l'occupation allemande en 1943, abolition confirmée en 1948 (Fierro, 1996).

² Voir en particulier, aux Archives de la Préfecture de Police, la série DB, qui a été dépouillée pour ce sujet (cartons 303 à 322).

Tableau 1. La ration alimentaire au XIXe siècle, g/hab/j (Dauphin, Pézerat, 1975).

| | Moyenne nationale, 1855-1904 (Toutain, 1971) | Paris, 1851-1873 (Dauphin, Pézerat, 1975) | Paris, années 1820 (Aron, 1965) |
|-------------------------|---|--|------------------------------------|
| Pain | 783 (et céréales) | 476 | 500 |
| Pommes de terre | 285 | | - |
| Fruits et légumes frais | 273 | 637 | 300 |
| Légumes secs | 23 | 23 | - |
| Viande | | | 170 |
| Poisson | 123 | 271 | 10 |
| Œufs | | | 20 |
| Lait | 206 | 203 | |
| Fromage | 8,8 | 13 | 160 |
| Matières grasses | 24,2 | 21,6 (beurre seul) | 14 |
| Sucre | 25,4 | 27 | - |
| Café | 4,2 | 8,8 | - |
| Sel | - | 17 | - |

Afin de dégager les tendances caractéristiques des importations alimentaires parisiennes, l'analyse de certains produits a été privilégiée. Les travaux de Jean-Claude Toutain (1971) et de Cécile Dauphin et Pierrette Pézerat (1975) donnent en effet un aperçu de l'alimentation à l'échelle nationale, ceux de Jean-Paul Aron (1967) de l'alimentation parisienne. Associés aux enquêtes que nous venons de citer, ils ont été utilisés afin de déterminer les principaux postes de consommation. Le Tableau 1 montre en effet l'importance, quelle que soit l'estimation, des consommations de pain et de viande, en particulier à Paris. Ces deux aliments ont ainsi été retenus comme témoins des tendances à long terme. On y a ajouté les fourrages, qui font partie intégrante de la consommation urbaine qui ne saurait en effet se réduire à la nourriture des citadins.

2.3. La circulation des matières

Les aliments entrent en ville sous une forme plus ou moins élaborée, plutôt moins que plus au XIXe siècle compte tenu des problèmes de conservation. Le bétail arrive sur pied, le futur pain sous forme de farine, etc. Ils passent entre les mains de divers intermédiaires avant d'être mis à disposition des consommateurs, première étape qui se traduit par des pertes de matière. Lorsqu'ils arrivent chez leurs utilisateurs finaux, ils font l'objet de préparations diverses, occasionnant de nouvelles pertes. Une fois consommés, que ce soit par les citadins ou par leurs animaux, ils sont transformés et excrétés, excréta qui sont éventuellement stockés, transportés, traités, manipulés, rejetés ou transformés.

Ce schéma très général, qui unit processus biologiques et processus politiques au sens premier du terme, ne diffère pas de celui qui caractérise les villes d'aujourd'hui. En revanche, il s'en écarte dès lors que l'on tente de décrypter sa part politique et anthropique. En d'autres termes, l'analyse des flux de matières brutes (*material flow analysis*) ou élémentaires (*substance flow analysis*) dans la ville du XIXe siècle nécessite la connaissance de la société qui les organise partiellement et des techniques qu'elle met en œuvre. Il n'y a pour ainsi dire pas d'égout à Paris au début du XIXe siècle et lorsqu'il y en a, le coulage des déjections humaines y est interdit. Où vont-elles alors ? Il n'y a pas de récipients pour les ordures avant la fin du XIXe siècle. Que deviennent-elles ? Scientifiques et politiques militent pour l'utilisation agricole des excréta urbains. Comment les industriels les transforment-ils en engrais ? Autant de questions auxquelles le chercheur doit trouver une réponse avant de pouvoir envisager une analyse du métabolisme urbain.

La démarche adoptée a donc été historique. Nous avons d'abord cherché à suivre pas à pas le cheminement des matières grâce à une analyse précise des politiques et techniques de gestion du milieu et des excréta urbains et de leurs évolutions, basée notamment sur le dépouillement de la littérature technique du XIXe siècle, mais aussi sur l'exploitation des archives locales³, ce qui donne un point de vue qualitatif sur le métabolisme urbain (Barles, 2005b).

³ En particulier série VO3 des Archives de Paris.

La quantification des matières brutes et de l'azote a ensuite été établie en recourant autant que possible aux sources primaires afin de limiter les cumuls d'erreurs. Ceci n'a été possible qu'en raison du goût prononcé de l'administration parisienne pour les statistiques. Nous disposons ainsi de données éparses puis de chroniques relatives aux boues et ordures ménagères (continue depuis 1868), aux vidanges extraites des fosses d'aisances (depuis 1840 avec quelques discontinuités), au débit des égouts (depuis 1868 avec des discontinuités initiales), etc.

Quant à l'azote, il fait l'objet d'un intense débat scientifique, politique et économique au cours de la période en raison de son rôle dans la fertilisation agricole, l'alimentation, la contamination des eaux. La valorisation de l'azote urbain apparaît alors comme un moyen d'assainir les villes, de soutenir la production agricole et de dynamiser l'économie urbaine (Barles, Lestel, sous presse). Sa quantification constitue ainsi un enjeu majeur, et les chimistes ont réalisé de nombreuses analyses d'aliments, d'excréments, de vidanges, de boues de rue, d'ordures, d'eaux d'égout, d'engrais humains et urbains qui ont été mobilisées (voir par exemple : Boussingault, Payen, 1841 ; Payen, 1865 ; Girardin, Du Breuil, 1885). Le principal écueil d'une démarche reposant sur les sources primaires tient aux incertitudes relatives aux conditions et méthodes d'analyse. Il a semblé qu'il s'agissait pourtant de la meilleure solution, compte tenu de l'impossibilité aujourd'hui de disposer de matières équivalentes ou de reproduire les conditions dans lesquelles se trouvait Paris au XIXe siècle. Le recours à la modélisation pourrait intervenir dans un second temps.

3. Résultats et discussion

3.1. Les importations alimentaires

3.1.1 La viande

Le dépouillement des registres de l'octroi a permis de suivre les importations de viande depuis 1801. Les chroniques concernent les viandes de boucherie (bœuf, vache, veau, mouton) et les viandes de porc, mais ni les abats, ni la charcuterie, ni les pâtés, dont la nomenclature a trop souvent varié, qui n'ont pas été taxés de façon continue et dont les quantités demeurent faibles. En outre, jusqu'en 1846, la taxe porte sur les animaux entrant sur pied dans Paris, puis à partir de 1847 sur les quantités de viande qui en sont extraites. Il a donc fallu convertir les têtes de bétail en poids de viande, ce grâce aux chiffres fournis par la littérature de l'époque.

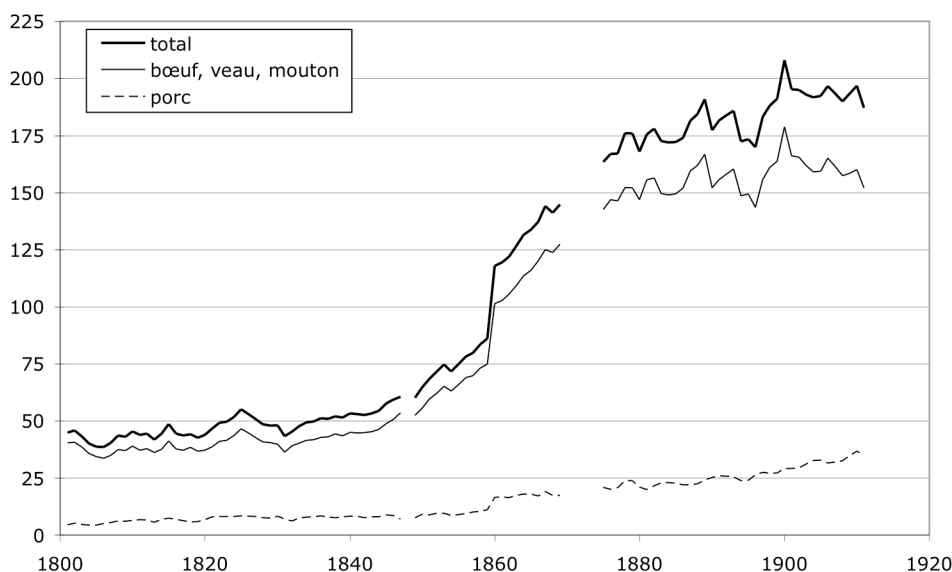


Figure 2. Importations de viande, Paris, 1801-1914 (10³ t/a).

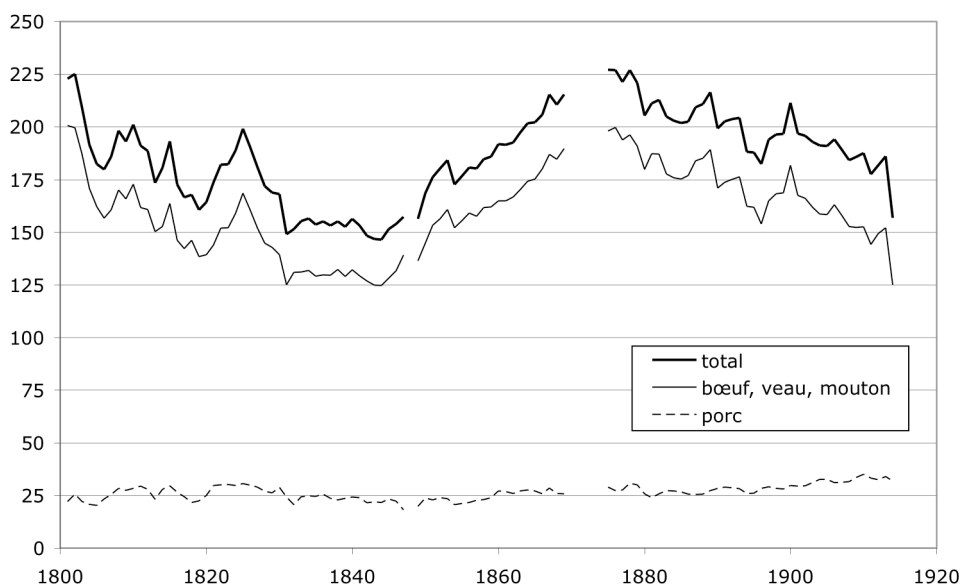


Figure 3. *Importations unitaires de viande, Paris, 1801-1914 (g/hab/j).*

Les importations totales de viande connaissent ainsi trois périodes distinctes (Figure 2). Pendant le premier tiers du siècle, elles sont stables et voisines de 50 000 t/an, tandis que la consommation unitaire diminue, passant de 220 g/hab/j à 150 g/hab/j (Figure 3). Cette tendance peut être le résultat d'un biais, le poids en viande des animaux ayant été supposé constant de 1801 à 1846, alors qu'il a pu varier dans les faits. À partir de 1835, et indépendamment de l'effet de l'annexion des communes périphériques en 1860, les importations connaissent une forte augmentation : 50 000 tonnes en 1835, 86 000 tonnes en 1859, 120 000 tonnes en 1860, 190 000 tonnes en 1889. Jusqu'en 1870, cette croissance est aussi bien due à celle de la population qu'à celle de la consommation unitaire qui reprend les valeurs du début du siècle. En revanche, après la guerre de 1870 la croissance faiblit et la consommation unitaire décroît. Enfin, au cours de la période 1890-1914, les importations sont très fluctuantes, la consommation unitaire continue sa chute (180 g/hab/j à la veille de la Première Guerre Mondiale).

3.1.2 *Le pain*

La compilation des sources relatives à la consommation de pain et aux importations de farine ne permet pas d'établir une chronique aussi précise que pour la viande, compte tenu de la discontinuité, de l'hétérogénéité et parfois de l'absence de données. Le Tableau 2 réunit les informations les plus fiables et les plus compatibles, basées soit sur les consommations de farines constatées, soit sur les ventes de pain. La conversion de la farine en pain est établie sur la base du rendement de 128 % confirmé par différentes commissions réunies tout au long du XIXe siècle (le rendement joue en effet sur le prix du pain). Les chiffres donnés dans ce tableau sont à considérer avec précaution, dans la mesure où les sources mobilisées concernent généralement la boulangerie que l'on peut qualifier d'ordinaire, par opposition aux boulangeries collectives et ou publiques (hospices, garnisons, établissements religieux).

Compte tenu de l'extrême variabilité de ces évaluations, nous pouvons conclure que pour la période considérée, la consommation unitaire de pain a dû être comprise entre 400 et 500 grammes par habitant et par jour, probablement proche du maximum au début du XIXe siècle et du minimum à la fin (le chiffre fourni pour 1904 semble anormalement bas). Néanmoins, compte tenu des variations de consommation constatées pour la viande, il est aussi probable que la consommation de pain, par ailleurs très dépendante des conditions climatiques et des aléas des récoltes, ait connu des périodes successives de diminution et d'augmentation, au gré de l'évolution du contexte économique et social.

La Figure 4, basée sur l'hypothèse d'une consommation unitaire comprise entre 400 et 500 g/hab/j, simule l'évolution des importations de farine et des consommations de blé correspondantes, sachant que le taux de blutage est au XIXe siècle voisin de 35 % donc le rendement en farine de 65 %. On mesure ainsi l'effet de l'augmentation de la population urbaine sur la demande de blé qui quintuple entre 1801 et 1914 où elle atteint 500 000 à 600 000 tonnes par an.

Tableau 2. Importations de farines, consommation de pain, Paris, XIXe siècle.

| Année | farine (10 ³ t/an) | pain (10 ³ t/an) | pain (g/hab/j) | Source |
|-------|-------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------------|
| 1810 | 74 | 97 | 429 | Husson, 1856 |
| 1817 | 97 | 127 | 484 | Benoiston de C., 1820-1821 |
| 1831 | 92 | 119 | 410 | APP, DB 305 et 308 |
| 1850 | 138 | 179 | 465 | |
| 1854 | 143 | 186 | 449 | Husson, 1856 |
| 1855 | 140 | 179 | 423 | APP DB 308 |
| 1856 | 137 | 176 | 406 | |
| 1857 | 137 | 175 | 395 | |
| 1858 | 132 | 169 | 373 | |
| 1859 | 125 | 160 | 347 | |
| 1860 | 197 | 253 | 411 | |
| 1861 | 202 | 258 | 414 | |
| 1862 | 197 | 252 | 397 | |
| 1863 | 200 | 256 | 399 | |
| 1868 | 210 | 269 | 402 | |
| 1869 | 216 | 276 | 411 | |
| 1882 | 277 | 355 | 424 | Colin, 1885 |
| 1904 | 307 | 392 | 306 | APP DB @ |

* APP : Archives de la Préfecture de Police.

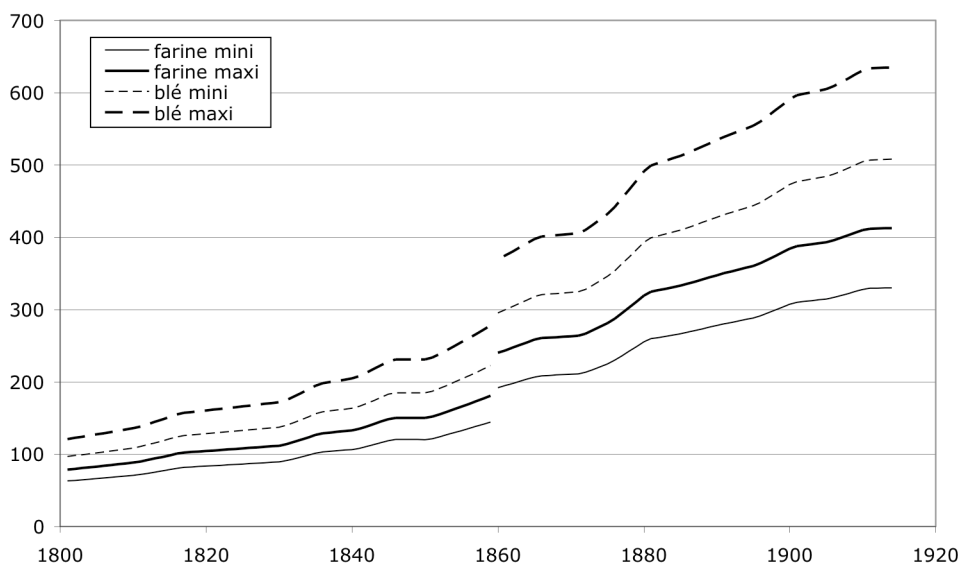


Figure 4. Importations de farine et production de blé correspondante, estimation, Paris, 1801-1914 (10³ t/a).

3.1.3 Le fourrage

La Figure 5 présente l'évolution des importations de fourrage d'après l'octroi : foin, avoine, orge, paille. Bien que cette dernière ne constitue pas à proprement parler un aliment, puisqu'elle est destinée à la litière, elle a été comptabilisée en raison d'une part de son origine végétale, et d'autre part parce que les chevaux s'en nourrissent souvent, bien qu'elle ne soit pas destinée à cet usage. Après

une augmentation légère de 1801 à 1825, les importations stagnent voire régressent jusqu'en 1860, puis augmentent sensiblement jusqu'en 1891 avant de décliner.

Le fourrage est en effet destiné à l'entretien et à la nourriture des animaux qui peuplent la capitale (Barles, 2004), en particulier les vaches laitières — 2 000 en 1870, 5 700 en 1897 — et surtout les chevaux, dont le nombre ne cesse de croître jusqu'aux années 1880 (Tableau 3). Les importations de fourrage constituent ainsi le pendant de l'essor de la circulation urbaine, tant qu'elle est majoritairement hippomobile. Dès le début du XXe siècle, l'essor de la traction mécanique pour le transport des marchandises et les transports collectifs conduit à une diminution des importations de fourrage, de même que le déplacement de l'habitat des chevaux de Paris, trop encombré et trop peuplé, en banlieue.

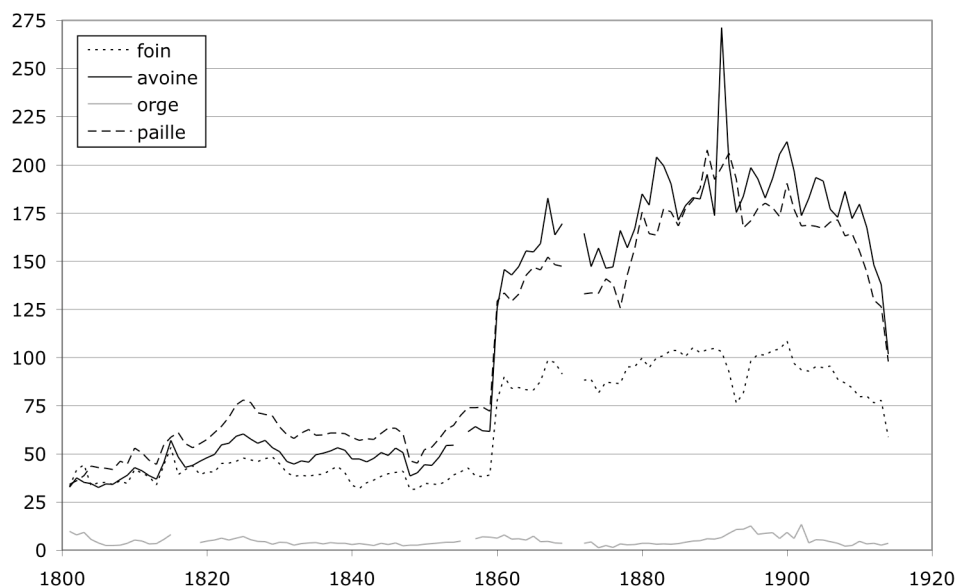


Figure 5. Importations de fourrage, Paris, 1801-1914 (10^3 t/a).

Tableau 3. Chevaux résidant dans Paris, 1820-1912.

| | 1820 | 1850 | 1874 | 1880 | 1912 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Effectif | 17 000 | 22 400 | 54 300 | 78 900 | 55 400 |
| Nb/100 hab. | 2,3 | 2,1 | 2,8 | 3,6 | 1,9 |

3.1.4 Quelles tendances ?

L'analyse de l'évolution des consommations de viande et de pain montre que l'augmentation de la pression alimentaire urbaine est bien réelle au cours du XIXe siècle. Cependant, plus que l'évolution des modes de consommation et du régime alimentaire, c'est la croissance sans précédent de la population urbaine qui est en cause. Cela ne signifie pas que les pratiques alimentaires n'ont pas évolué. En effet, le raisonnement global qui nous intéresse ici masque les tendances contradictoires qui caractérisent alors les sociétés urbaines, avec les multiples nuances qui existent entre des pauvres plus nombreux qui consomment moins ou mangent plus mal et des riches plus riches qui s'alimentent de mieux en mieux, ou de plus en plus. À l'échelle de la ville toute entière, ces tendances semblent s'annuler au XIXe siècle. Par ailleurs, la prise en compte du fourrage témoigne dans une certaine mesure de l'importance du secteur des transports en termes de pression sur l'environnement, mais aussi de contrainte urbaine.

3.2. Les importations d'azote alimentaire

La Figure 6 et la Figure 7 présentent l'évolution des importations d'azote alimentaire en reprenant nos trois produits : viande, farine et fourrage. Afin de clarifier les graphiques, nous avons

retenu la consommation moyenne pour la farine (et non plus les extrêmes comme précédemment). On retrouve naturellement les tendances relevées plus haut, avec des importations qui passent de 4 000 tN/an au début du XIXe siècle à environ 18 000 tN/an à la fin, puis marquent une légère baisse imputable à la diminution des importations de fourrage.

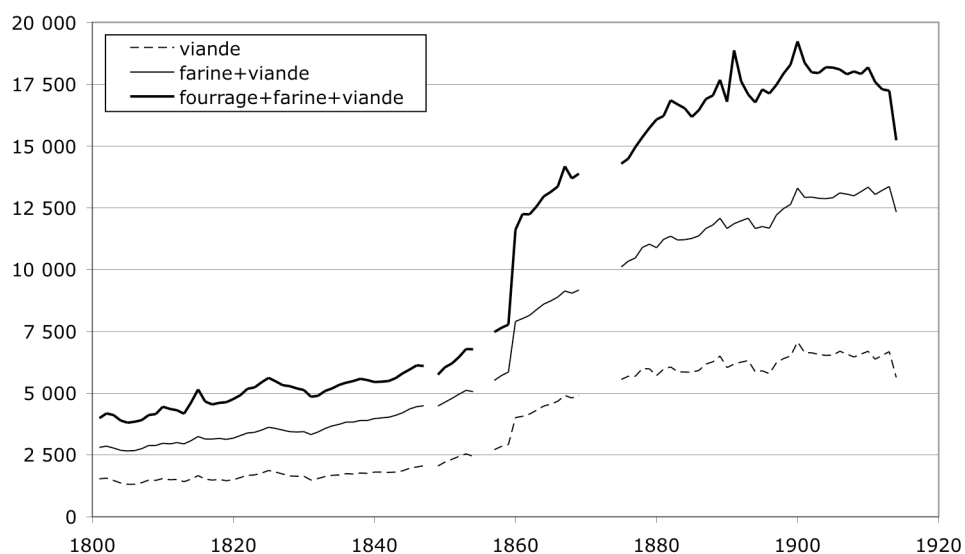


Figure 6. Importations d'azote alimentaire (viande, farine, fourrage), Paris, 1801-1914 (tN/an).

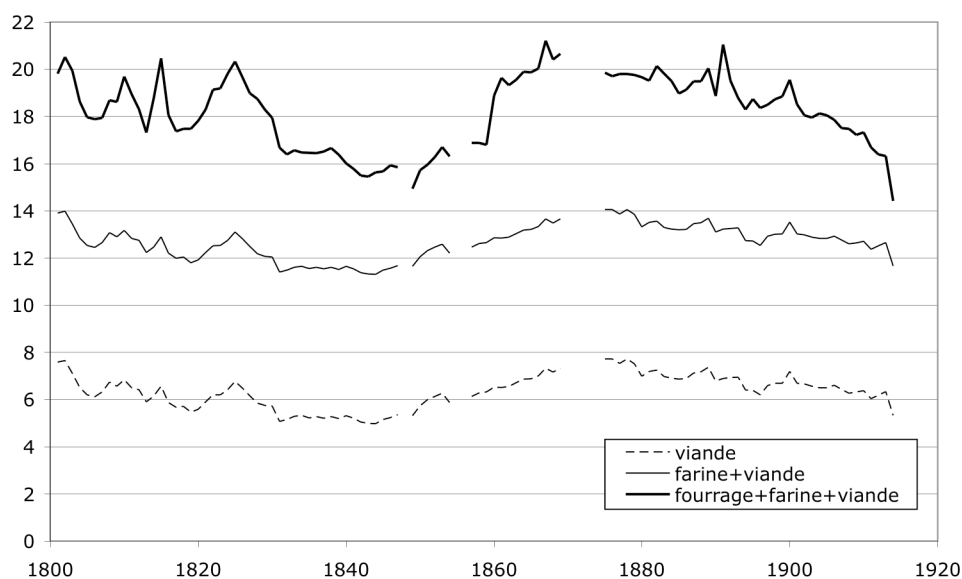


Figure 7. Importations unitaires d'azote alimentaire (viande, farine, fourrage), Paris, 1801-1914 (gN/hab/j).

L'autre fait marquant est que les importations se répartissent de façon à peu près égale entre les trois postes, et ce quelle que soit l'année considérée : 6,3 gN/hab/j pour la farine, ce qui est le résultat de notre hypothèse de départ, mais aussi 6,3 gN/hab/j en moyenne pour la viande et 5,5 gN/hab/j pour le fourrage, soit en moyenne 18,2 gN/hab/j. Ces résultats ne sont pas très éloignés de ceux qui ont été établis précédemment grâce à des analyses ponctuelles (Barles, 2005a). Le Tableau 4 montre en particulier la consommation de 1854, année particulièrement bien renseignée pour laquelle les importations alimentaires à destination humaine représentent 19 gN/hab/j. Ainsi, à Paris au XIXe siècle, les importations alimentaires totales peuvent être réparties en quatre parts correspondant à des quantités d'azote de l'ordre de 6 gN/hab/j chacune : 1) la viande, 2) la farine, 3) les autres aliments à

destination humaine, 4) le fourrage. Au total, la demande parisienne est de l'ordre de 24 gN/hab/j, dont un quart pour le transport.

La pression urbaine sur les zones agricoles est ainsi très forte et elle résulte de trois facteurs : d'une part la demande absolue en azote, toujours croissante ; d'autre part l'importance de l'alimentation carnée (beaucoup plus développée à Paris qu'ailleurs) ; enfin la pénurie d'engrais caractéristique du XIXe siècle.

Tableau 4. *Importations alimentaires, Paris, 1854 (d'après Husson, 1856, et divers).*

| | Tonnes/an | g/hab/j | %N | tN/an | gN/hab/j |
|-----------------|----------------|--------------|-------|--------------|-------------|
| Farine | 151 879 | 366 | 1,8 | 2 734 | 6,59 |
| Pâtes | 2 170 | 5 | 1,8 | 39 | 0,09 |
| Riz | 1 602 | 4 | 1,2 | 19 | 0,05 |
| Pommes de terre | 26 031 | 63 | 0,3 | 78 | 0,19 |
| Légumes frais | 107 920 | 260 | 0,4 | 432 | 1,04 |
| Légumes secs | 8 657 | 21 | 1,1 | 95 | 0,23 |
| Fruits frais | 220 000 | 530 | 0,1 | 220 | 0,53 |
| Fruits secs | 4 006 | 10 | 0,17 | 7 | 0,02 |
| Viandes | 71 628 | 173 | 3,4 | 2 435 | 5,87 |
| Volailles | 10 365 | 25 | 3,4 | 352 | 0,85 |
| Œufs | 8 650 | 21 | 2,1 | 182 | 0,44 |
| Poisson | 12 441 | 30 | 3,4 | 423 | 1,02 |
| Huîtres | 1 005 | 2 | 2 | 20 | 0,05 |
| Lait | 109 291 | 263 | 0,5 | 546 | 1,32 |
| Fromages secs | 1 621 | 4 | 3,7 | 60 | 0,14 |
| Fromages frais | 11 819 | 28 | 2 | 236 | 0,57 |
| Beurre | 10 198 | 25 | 0,14 | 14 | 0,03 |
| Sucre | 11 300 | 27 | 0 | 0 | 0,00 |
| Miel | 240 | 1 | 0 | 0 | 0,00 |
| Cacao | 1 350 | 3 | 0,17 | 2 | 0,01 |
| Bières | 14 002 | 34 | 0,05 | 7 | 0,02 |
| Cidres | 2 272 | 5 | 0,05 | 1 | 0,00 |
| Vins | 129 662 | 313 | 0,034 | 44 | 0,11 |
| Total | 918 110 | 2 213 | | 7 948 | 19,2 |

3.3. La circulation des matières

Du point de vue de la circulation des matières alimentaires, de leurs déchets et des excréments humains et animaux, la période peut être divisée en trois phases : 1801-1830, 1831-1869, 1870-1914, chacune de ces bornes étant indicative.

Jusqu'aux années 1830, les égouts sont rares. Lorsqu'ils existent, ils ont pour vocation la collecte des eaux pluviales et des eaux de nettoyage des rues ; le rejet des eaux issues des maisons y est théoriquement interdit. Les urines et excréments des Parisiens sont recueillis dans des fosses d'aisances par l'intermédiaire des latrines sèches. Ces fosses sont périodiquement vidangées et les matières extraites, les vidanges, transportées par voitures à la voirie de Montfaucon (et de Bondy à partir des années 1820), où elles sont transformées en poudrette, engrais pulvérulent très en vogue commercialisé auprès des cultivateurs. Les petites quantités d'eaux sales — petites car la consommation est très faible — sont jetées à la rue, au caniveau ou au ruisseau. Il en va de même des eaux sales des ateliers. Souvent ces eaux stagnent avant de ruisseler vers la Seine ou la Bièvre.

Les ordures ménagères et détritiques en tout genre sont elles aussi déposées dans la rue. Les citadins sont tenus de balayer devant leur porte et forment ainsi chaque matin des tas composés de leurs ordures et, surtout, de la boue produite par la rue. Les chiffonniers viennent y récupérer les

matières qu'ils pourront revendre (chiffons, os, verre, faïence, croûtons, métaux divers, etc.). Tôt le matin, des tombereaux collectent les boues restantes et les amènent soit directement chez les agriculteurs, soit dans des voiries, autres dépôts où elles mûriront avant d'être commercialisées. Les déchets de l'industrie alimentaire sont par ailleurs peu abondants et constituent plus des sous-produits à vocation industrielle ou agricole que des rebuts. Parallèlement, les fumiers font l'objet d'un commerce actif.

La deuxième phase présente beaucoup de caractéristiques similaires. La collecte des ordures et des boues n'a pas changé ; celle des vidanges, si elle a connu quelques perfectionnements repose sur les mêmes principes. En revanche, deux éléments la distinguent. D'une part, l'intensification des discours, projets, réalisations relatifs à la récupération et à la valorisation des sous-produits urbains : le chiffonnage connaît son âge d'or ; les industriels mettent au point de nouveaux engrais humains (en particulier le sulfate d'ammoniaque) ; la croissance de la population amène l'essor du maraîchage qui se nourrit des boues de Paris ; on se dispute le fumier, de cheval en particulier.

D'autre part, la construction d'un réseau d'égouts est engagée. Jusqu'aux années 1850, sa vocation ne change pas : les canalisations souterraines se substituent aux ruisseaux et se jettent dans la Seine dans Paris. Mais en 1852, pour faire face à l'augmentation de la consommation d'eau, le raccordement des eaux ménagères est rendu obligatoire — les eaux ménagères sont les eaux sales issues de la maison à l'exception de celle provenant des latrines. Enfin, à partir de 1858 le réseau d'égouts est unifié et déverse désormais toutes ses eaux à l'aval de Paris.

La troisième phase traduit de profondes mutations dans la gestion de l'environnement urbain. Pour de multiples raisons, les sous-produits urbains sont de moins en moins recherchés (fumiers exceptés). Les considérations hygiéniques sont en outre à l'origine de l'adoption, en 1884, des boîtes à ordures. La crise des débouchés agricoles conduit à aller chercher plus loin des terres à fertiliser et à envisager de nouveaux modes de traitement pour les ordures ménagères, en particulier l'incinération à partir de 1901.

La poursuite de l'essor de la consommation d'eau, les critiques dont fait l'objet le système des vidanges, la recherche de nouveaux débouchés agricoles pour les excréments humains conduisent dès la toute fin des années 1860 à expérimenter l'épandage agricole des eaux d'égout ; les surfaces d'irrigation s'étendent sur plus de 5 000 hectares au début du XXe siècle. Parallèlement, le tout-à-l'égout, facultatif dès 1885, devient obligatoire en 1894.

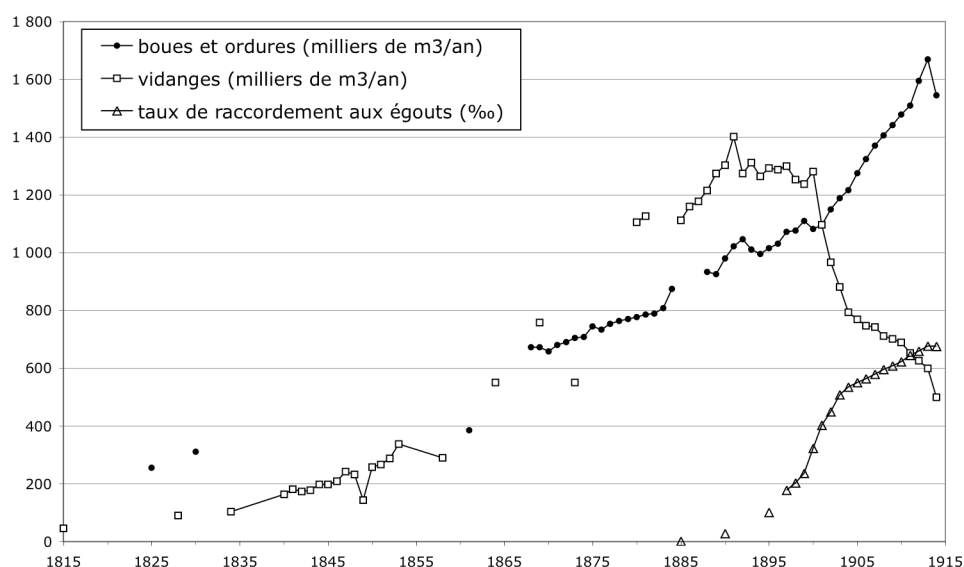


Figure 8. Production de boues de rue et d'ordures ménagères, de vidanges et taux de raccordement des immeubles au tout-à-l'égout, Paris, 1815-1914.

La Figure 8 résume l'évolution quantitative des trois grandes catégories d'excreta urbains : boues et ordures ménagères, vidanges, eaux d'égout. Les premières connaissent une augmentation

continue tout au long de la période (en laissant de côté l'année 1914) : on enlève environ 250 000 m³ de boue des rues de Paris en 1815, 1 700 000 m³ en 1913. La production unitaire, quasiment stable au XIXe siècle où elle représente environ un litre par habitant et par jour, s'élève par la suite pour atteindre 1,7 l/hab/j en 1913 : on y lit déjà la régression du chiffonnage et la moindre attention portée à la récupération des sous-produits de toutes sortes.

Le cas des vidanges est différent et plus complexe. Jusqu'en 1891, les quantités collectées augmentent — elles culminent alors à 1 400 000 m³ contre 45 000 m³ en 1815. Cette élévation résulte aussi bien de l'accroissement de la population urbaine que de l'augmentation de la production unitaire : 65 l/hab/an en 1815, 570 l/hab/an en 1891. En effet, la diffusion progressive de la distribution d'eau à domicile et des toilettes à l'anglaise — dotées d'une chasse d'eau — entraîne une liquéfaction des matières reçues dans les fosses d'aisance qui contribue d'ailleurs à l'obsolescence du système. Elle nécessite en effet des vidanges plus fréquentes et rend difficile la fabrication d'engrais secs.

Par la suite, les quantités diminuent légèrement puis rapidement à partir de 1900 : à peine 500 000 m³ en 1914, soit 170 l/hab/j. En effet, le nombre d'immeubles raccordés à l'égout pour l'ensemble de leurs eaux est en pleine croissance : 10 % en 1895, 32 % en 1900, près de 70 % en 1914.

3.4. La circulation de l'azote alimentaire

Afin de mesurer l'impact de la consommation alimentaire et des techniques de gestion des excréta urbains sur la circulation de l'azote, trois années représentatives de chacune des périodes qui viennent d'être évoquées ont été retenues : 1817, 1869, 1913. La première a été choisie en raison de l'abondance des sources qui la caractérisent et notamment des informations fournies par Benoiston de Châteauneuf (1820-1821) dans son enquête sur les consommations de Paris. La deuxième et la troisième ont été sélectionnées pour les mêmes raisons, mais aussi parce que, situées en fin de période, elles traduisent l'aboutissement des politiques mises en œuvre. Les schémas de circulation proposés, qui reposent sur la rapide description donnée au § 3.3, ont été volontairement simplifiés et ne mentionnent pas les flux mineurs d'azote. Lorsqu'un chiffre est inscrit, il résulte de l'évaluation dont le principe est exposé dans les paragraphes suivants ; dans les autres cas, l'épaisseur de la flèche doit être considérée comme indicative.

Les schémas de circulation pour 1817 et 1869 diffèrent peu (Figure 9 et Figure 10). Ils ont été établis sur la base des importations alimentaires telles que définies aux § 3.1 et 3.2, en considérant pour la farine les données fournies par Benoiston de Châteauneuf en 1817 et par la Caisse de service de la boulangerie en 1869⁴. L'azote rejeté par les Parisiens a été évalué sur la base de 10 gN/hab/j. Un précédent travail portant sur les vidanges extraites des fosses d'aisances et les engrais fabriqués dans les voiries parisiennes a permis de quantifier l'azote correspondant pour 1815 et 1864 (Barles, 2002 a et b). Il a été adapté en considérant la population et les vidanges extraites en 1817 et 1869.

La production d'azote liée aux chevaux est plus difficile à évaluer et à localiser. Leurs excréments se trouvent à la fois dans la rue, mêlés aux boues, et dans l'écurie puis dans le fumier, ce qui signifie considérer aussi l'apport d'azote imputable à la paille. La consultation de la littérature agronomique contemporaine donne quelques analyses des excréta de chevaux ; celles de Girardin et Du Breuil (1885), les plus complètes, ont été retenues, sachant qu'elles ne s'éloignent guère des résultats d'autres savants. Un cheval rejetterait ainsi 113 gN/j sous forme d'urine et de crottin. Reste à savoir où vont ces déjections. Faisant l'hypothèse d'une collecte méticuleuse, dans l'écurie et dans la rue, compte tenu de la haute valeur du fumier de cheval, nous supposons que seul un cinquième des déjections est abandonné (provisoirement) à la rue, le reste étant soit émis à l'écurie, soit à l'extérieur, mais récupéré et mélangé à la paille de la litière, soit 132 gN/cheval/j et 100 gN/cheval/j en supposant une perte de 25 % pour le fumier.

⁴ La Caisse fournit une estimation précise des consommations totales de farine et de pain (et pas seulement des boulangeries ordinaires (cf. § 2.2).

Les déjections équinées abandonnées dans la rue se trouvent mêlées aux boues avec les ordures. Le ruissellement, les pertes atmosphériques appauvrissent celles-ci, bien qu'elles trouvent un débouché agricole. Les analyses de boues sont rares, et nous retenons celle qui est mentionnée par Paul Vincey (1896), certes tardive, mais faute de mieux. Selon l'agronome, la boue parisienne titrerait 0,38 % d'azote en poids, pour une densité de 0,5.

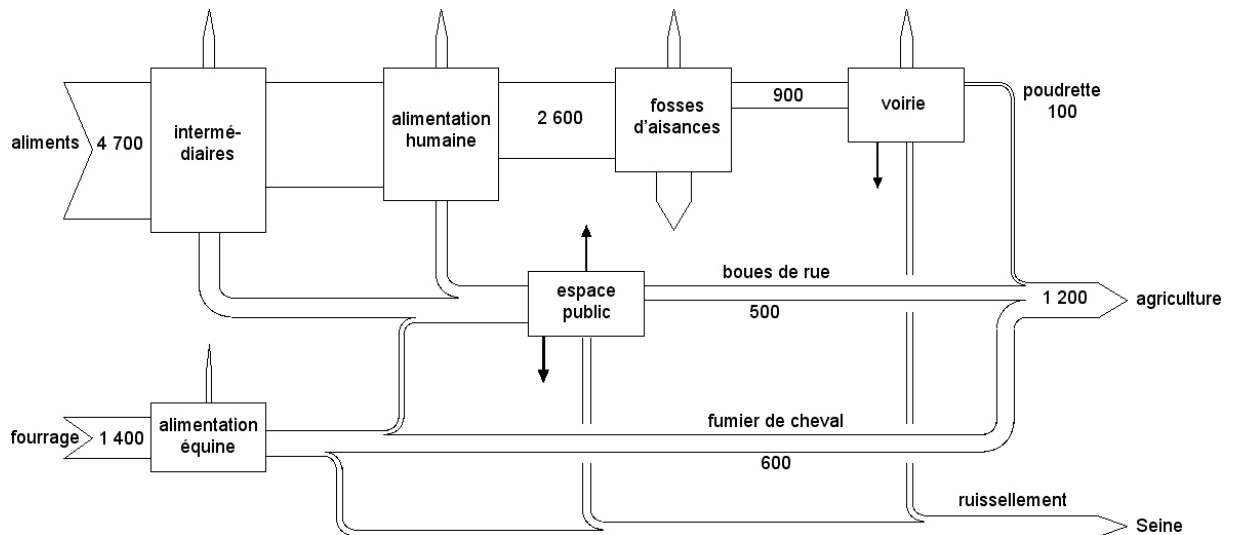


Figure 9. Circulation de l'azote d'origine alimentaire, Paris (716 000 habitants, 16 500 chevaux), 1817 (tN/an).

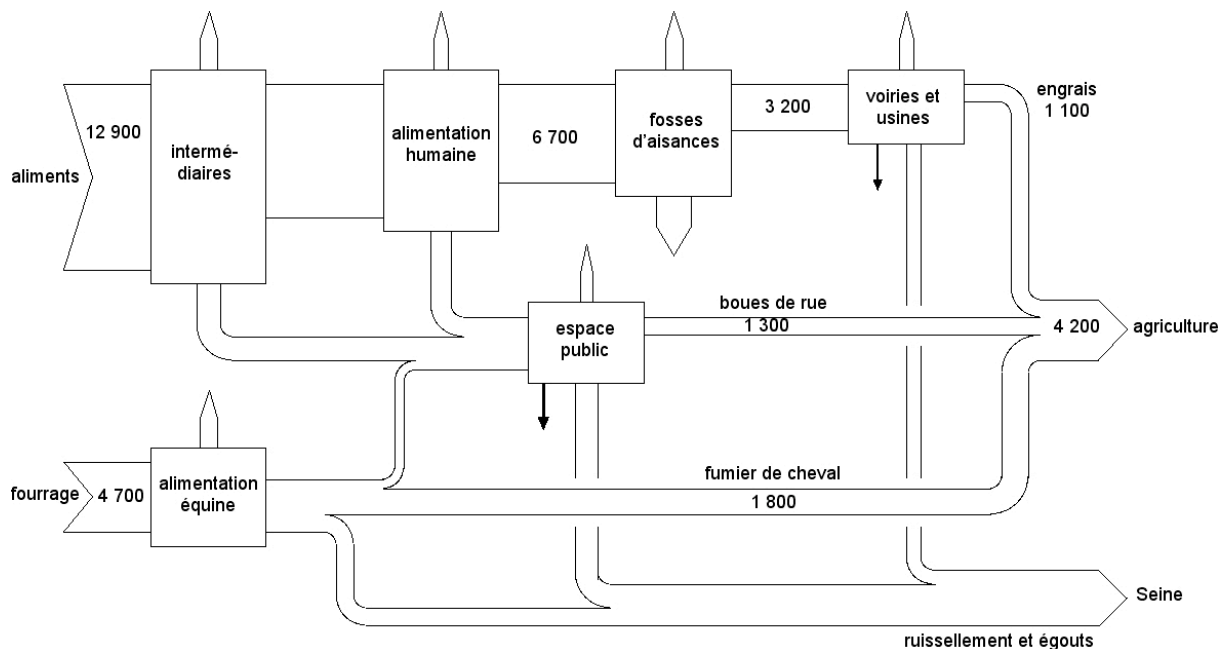


Figure 10. Circulation de l'azote d'origine alimentaire, Paris (1 841 000 habitants, 50 000 chevaux), 1869 (tN/an).

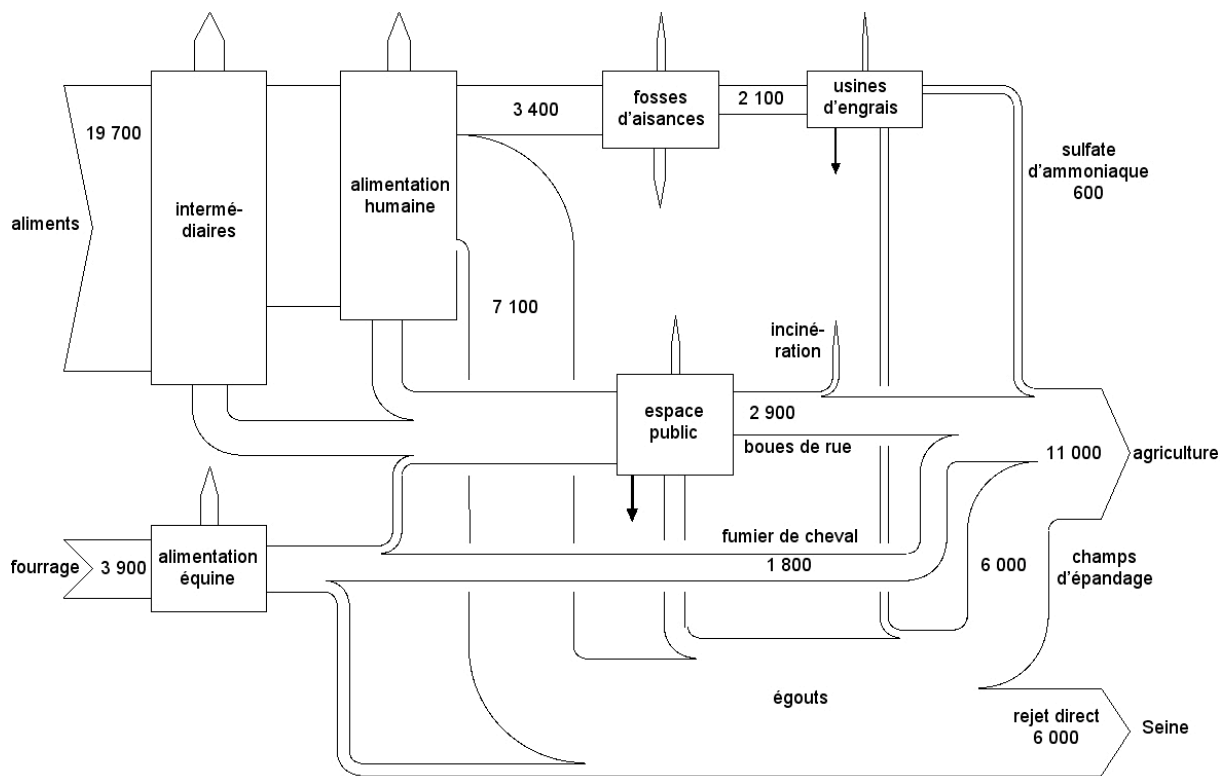


Figure 11. Circulation de l'azote d'origine alimentaire, Paris (2 893 000 habitants, 55 000 chevaux), 1913 (tN/an).

Pour 1913 (Figure 11), l'estimation moyenne de 450 grammes de pain par habitant et par jour a été reprise afin de compléter les sources relatives aux entrées alimentaires. Les mêmes principes que pour 1817 et 1869 ont servi à quantifier l'azote des boues et celui des chevaux. La prise en compte du taux de raccordement des immeubles à l'égout a permis de répartir les déjections des Parisiens entre égouts et fosses d'aisances. Les chiffres de production de sulfate d'ammoniaque en 1913 (Pluvinage, 1926-1927) permettent d'évaluer à un peu plus de 3 000 tonnes la quantité élaborée à partir des vidanges parisiennes, soit 600 tN ; parallèlement la production d'autres engrais humains est devenue anecdotique. Les statistiques concernant le débit des égouts, les quantités épandues, leurs teneurs en azote respectives permettent de déterminer les rejets en Seine et les apports à l'agriculture d'azote d'origine alimentaire (il ne s'agit donc pas de la totalité des apports, les égouts transportant d'autres matières).

Pour l'année 1817 (Figure 9), on constate que les pertes d'azote dans la filière des vidanges sont considérables : les fosses d'aisances ne sont pas étanches et les infiltrations contaminent le sous-sol et les eaux des puits parisiens ; de plus, la préparation de la poudrette provoque d'énormes pertes par voie atmosphérique. Boues de rues et fumiers permettent une bien meilleure valorisation. Leur collecte, la faible consommation d'eau et la quasi-absence de réseau d'égouts épargnent relativement la Seine.

En 1869 (Figure 10), la valorisation a progressé : les fosses d'aisances sont probablement plus étanches, et surtout les nouveaux engrais ont de bien meilleurs rendements de production que la poudrette qui demeure néanmoins un fertilisant recherché. Les chevaux, toujours plus nombreux, fournissent néanmoins la principale source d'engrais urbain. L'extension du réseau d'égouts, l'augmentation de la population pèsent déjà sur la Seine.

Enfin, en 1913 (Figure 11), la circulation de l'azote a complètement changé pour se reporter en majorité sur le réseau d'égouts. Les vidanges sont moins abondantes qu'en 1869, malgré leur contribution à la production de sulfate d'ammoniaque, elle jouent un rôle de plus en plus anecdotique. Les boues de rues trouvent moins preneur : on en incinère d'encore petites quantités. Le nombre de chevaux, qui a augmenté jusqu'aux années 1880, décline et est voisin de celui de 1869 : le rôle du

fumier est proportionnellement moins important que par le passé. Cependant, les champs d'épandage permettent de détourner une partie de l'azote urbain de la Seine.

Le Tableau 5 montre ainsi l'importance des exportations vers l'agriculture, en particulier en 1913 où elles représentent environ 40 % des entrées d'azote alimentaire. Ces quantités portent sur les produits (boues, poudrette, sulfate d'ammoniaque, engrais mixtes, fumier, eaux d'égout) à leur départ de Paris ; il est certain que de nombreuses pertes interviennent après, par la manipulation du fumier et de la boue pour ne citer qu'eux, par l'intermédiaire des drains des champs d'épandage qui collectent les eaux en excès (et 40 % de l'azote épandu en 1913). Quoi qu'il en soit, si 1869 constitue l'apogée de la valorisation des excreta urbains solides, 1913 est celle de la valorisation des excreta liquides qui semble plus efficace que la première — les difficultés inhérentes à l'épandage agricole des eaux usées comme l'augmentation de la population de l'agglomération parisienne après la Première Guerre Mondiale ne permettront plus jamais d'atteindre de tels résultats (Barles, 2002).

Tableau 5. Importations d'azote alimentaire et exportations vers l'agriculture, Paris, 1817, 1869, 1913.

| | 1817 | 1869 | 1913 |
|--------------------------------------|-------|--------|--------|
| Importations alimentaires (tN) | 6 100 | 17 600 | 23 500 |
| Exportations vers l'agriculture (tN) | 1 200 | 4 200 | 9 100 |
| % | 20 | 24 | 40 |

4. Conclusions et perspectives

De 1801 à 1914, le quintuplement de la population parisienne se traduit par des besoins alimentaires accrus. La pression sur les espaces agricoles est d'autant plus forte que la consommation de viande l'est aussi et que la demande alimentaire parisienne ne se cantonne pas à celle des citadins : les chevaux, nombreux et essentiels aux transports urbains, nécessitent des approvisionnements en fourrage qui augmentent jusqu'à la fin du XIXe siècle.

Les importations unitaires d'azote correspondantes sont relativement stables tout au long de la période et peuvent être divisées en quatre parts sensiblement égales d'environ 6 gN/hab/j : 1) la viande, 2) la farine, 3) les autres aliments à destination humaine, 4) le fourrage (en diminution au tout début du XXe siècle). Au total, la demande alimentaire parisienne est de l'ordre de 24 gN/hab/j, dont un quart pour le transport.

La circulation des matières est caractérisée par la recherche de techniques valorisant les sous-produits urbains et excreta en tout genre et singulièrement de l'azote, très recherché jusqu'à la mise au point d'engrais de synthèse. L'examen de la circulation de cet élément en 1817, 1869 et 1913 montre que la Seine a dans un premier temps été relativement épargnée par les rejets d'origine alimentaire, tandis que la contamination locale (sous-sol et eau souterraine) était importante. Si la valorisation des excreta solides atteint son point d'orgue en 1869, celle des eaux d'égout est optimale en 1913. Cependant, l'épandage agricole des eaux d'égout ne suffit pas à préserver la Seine.

Ces résultats appellent d'autres recherches. On pense par exemple à la mesure de l'empreinte spatiale de la consommation alimentaire (Schmid Neset, Lohm, sous presse) ; mais aussi à la poursuite d'une part des chroniques statistiques au XXe siècle, que la discontinuité des sources rend pour l'instant difficile à réaliser (Barles, 2005a), d'autre part de l'analyse de la circulation des matières. Un effort de comparaison pourrait aussi être entrepris afin de mesurer la spécificité ou l'exemplarité du fait urbain parisien. Enfin, la consommation urbaine ne se réduit pas à l'alimentation. Il faudrait étendre l'analyse à d'autres activités, industrie notamment, compte tenu de son impact sur les milieux, et sur la Seine en particulier (Billen et al., 1999).

5. Remerciements

Je tiens à remercier Sarah Jardel pour son aide précieuse dans la collecte des données.

6. Références

- Annuaire statistique de la ville de Paris et du département de la Seine*. Paris, 1880-1914.
- Aron JP. (1967). *Essai sur la sensibilité alimentaire à Paris au XIXe siècle*. Armand Colin, Paris.
- Barles S. (ed.). (2002a). *Analyse rétrospective du système Seine*. Rapport de synthèse dans le cadre du programme PIREN-Seine 1998-2001.
- Barles S. (2002b). L'invention des eaux usées: L'assainissement de Paris de la fin de l'Ancien Régime à la Seconde guerre mondiale. In: Bernhardt C, Massard-Guilbaud G (eds). *The Modern Demon. Pollution in Urban and Industrial European Societies*. Presses de l'Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, pp. 129-56.
- Barles S. (2004). La nature indésirable : L'animal, ressource et nuisance urbaines, Paris, XIXe siècle, communication à la 3^e table ronde d'histoire de l'environnement urbain (XIXe-XXe siècle) *The Making of European Contemporary Cities: an Environmental History*, Sienna, 24-27 juin 2004.
- Barles S. (2005a). Le métabolisme urbain : L'azote, XIXe-XXe siècle. In: *Programme PIREN-Seine, rapport d'activité 2004*. <<http://www.sisyphes.jussieu.fr/internet/piren/>>.
- Barles S. (2005b). *L'invention des déchets urbains, France, 1790-1970*. Champ Vallon, Seyssel.
- Barles S. (2005c). A Metabolic Approach to the City: Nineteenth and Twentieth Century Paris. In : Luckin B, Massard-Guilbaud G, Schott D (eds). *Environment and the City. Modern European Cities and the Management of their Resources*. Ashgate, Aldershot, pp. 28-47.
- Barles S, Lestel L. (sous presse). The Nitrogen Question: Urbanisation, Industrialisation and river quality in Paris (France), 1830-1939. *Journal of Urban History*.
- Benoiston de Châteauneuf LF. (1820-1821). *Recherches sur les consommations en tout genre de la ville de Paris en 1817 comparées avec ce qu'elles étaient en 1789*. Paris. 2 vol.
- Billen G, Garnier J, Deligne C, Billen C. (1999). Estimates of early-industrial inputs of nutrients to river systems: Implication for coastal eutrophication. *The Science of the Total Environment*, 243-244: 43-52.
- Boussingault JB, Payen A. (1841). Sur les engrais et leurs valeurs comparées. *Annales de chimie et de physique*, 3^e série, 3: 70.
- Colin L. (1885). *Paris : sa topographie, son hygiène, ses maladies*. Paris.
- Dauphin C, Pézerat P. (1975). Les consommations populaires dans la seconde moitié du XIXe siècle à travers les monographies de l'école de Le Play. *Annales Économies Sociétés Civilisations*, 30(2-3): 537-552.
- Douglas I, Hodgson R, Lawson N. (2002). Industry, environment and health through 200 years in Manchester. *Ecological Economics*, 41: 235-255.
- Dupeux G. (1981). *Atlas historique de l'urbanisation en France (1811-1975)*. Éditions du CNRS, Paris.
- Duvigneaud P. (1974). *La synthèse écologique. Populations, communautés, écosystèmes, biosphère, noosphère*. Doin, Paris.
- Fierro A. (1996). *Histoire et dictionnaire de Paris*. Robert, Laffont Paris.
- Girardin J, Du Breuil A. (1885). *Traité élémentaire d'agriculture*. 4^e éd. Paris. 2 vol.
- Husson A. (1856). *Les consommations de Paris*. 1^{ère} éd. Paris.
- Husson A. (1875). *Les consommations de Paris*. 2^e éd. Paris.
- Krausmann F. (2005). A city and its hinterland: The social metabolism of Vienna 1800-2000. *History and sustainability, 3th ESEH conference*, Firenze févr. 2005.
- Loua T. (1873). *Atlas statistique de la population de Paris*. Paris.
- Octroi de Paris. État général des produits depuis 1801*. Paris, 187.
- Odum, EP. (1963). *Ecology*. New York.
- Payen A. (1865). *Précis théorique et pratique des substances alimentaires et des moyens de les améliorer, de les conserver et d'en reconnaître les altérations*. 4^e éd. Paris.
- Pluvinage C. (1926-1927). *Industrie et commerce des engrais et des anticryptogamiques et insecticides*. 2^e éd. Paris. 2 vol.
- Schmid Neset TS, Lohm U. (Sous presse). Spatial imprint of food consumption. A comparative analysis for Sweden, 1870-2000. *Journal of Human Ecology*.

- Tarr JA. (2002). The metabolism of the industrial city: The case of Pittsburgh. *Journal of Urban History*, 28(5): 511-545.
- Toutain JC. (1971). La consommation alimentaire en France. *Cahiers de l'ISEA*, V(11).
- Vincey P. (1896). *Les gadoues de Paris et l'agriculture du département de la Seine*. Paris.
- Wolman A. (1965). The Metabolism of Cities. *Scientific American*, 213(3): 179-190.