

## 5.3. Le métabolisme urbain : L'azote, XIXe-XXe siècle.

Sabine Barles<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Théorie des Mutations Urbaines, UMR 7136 AUS, 4 rue Alfred Nobel, Cité Descartes, F-77420 Champs-sur-Marne. [sabine.barles@univ-paris8.fr](mailto:sabine.barles@univ-paris8.fr)

5.3. Le métabolisme urbain : L'azote, XIXe-XXe siècle. ....	1
1. Introduction.....	1
2. Les sources.....	2
2.1. L'octroi de Paris.....	2
2.2. La comptabilité nationale.....	2
2.3. Les enquêtes de l'INSEE.....	3
2.4. Les études relatives aux apports alimentaires.....	4
2.5. Les teneurs en azote.....	4
2.6. Bilan.....	5
3. XIXe siècle.....	5
3.1. 1820 : Rappel.....	5
3.2. 1854.....	6
3.3. 1889.....	7
3.4. Bilan.....	9
4. 1950-2005.....	10
4.1. Les disponibilités alimentaires.....	10
4.1.1 Aliments.....	10
4.1.2 Azote.....	11
4.2. Les consommations à domicile.....	12
4.2.1 Tendances.....	12
4.2.2 Disponibilité et consommation.....	13
4.2.3 Consommation francilienne.....	15
5. Conclusion et perspectives.....	15
6. Bibliographie.....	16

### 1. Introduction

La phase III du PIREN-Seine a permis de lancer un certain nombre de travaux exploratoires et partiels concernant le cycle urbain de l'azote. L'impact des techniques de stockage, de collecte et de valorisation et ou de traitement des *excreta* humains et des eaux urbaines a ainsi pu être évalué pour les deux derniers siècles, bien que la quantification ne soit pas encore totalement aboutie. Pour la phase IV, il s'agit d'aller plus loin dans l'analyse du métabolisme urbain, et, plus particulièrement du cycle parisien de l'azote et de l'effet trophique de la capitale.

Pour l'année 2004, nous avons choisi de privilégier l'analyse de l'azote alimentaire, déjà initiée en 2003 avec le travail réalisé pour 1820, et plus précisément les flux entrants. Il s'est agi d'une part de poursuivre les recherches engagées pour le XIXe siècle, d'autre part de faire l'inventaire des sources disponibles pour le XXe siècle, en particulier pour les cinquante à soixante dernières années.

Nous présentons ainsi l'ensemble des sources identifiées à ce jour, leur intérêt et leurs limites, puis, sur la base des quelques données collectées, nous en testerons l'exploitation.

## 2. Les sources

Il n'existe malheureusement pas de chroniques continues de la consommation alimentaire parisienne ou nationale pour les deux derniers siècles, ainsi les données dont nous pouvons disposer sont-elles rarement compatibles.

### 2.1. L'octroi de Paris

Du début du XIXe siècle aux années 1940, les principales informations sont fournies par les statistiques de l'octroi, aboli sous l'occupation allemande en 1943, abolition confirmée en 1948 (Fierro 1996). Cependant, comme nous l'avons déjà noté dans le rapport d'activité de l'année précédente, les données alimentaires sont loin d'être exhaustives, et ce pour deux raisons complémentaires :

- La fraude, qui se traduit par une sous-estimation systématique des entrées dans la capitale et semble accrue dans l'entre-deux-guerres où s'aggravent les difficultés de perception (Fierro 1996) ;
- 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. Certains d'entre eux peuvent être évalués par les mouvements des halles et marchés – encore faudrait-il connaître la part vendue aux Parisiens et la part vendue aux banlieusards – d'autres, comme la farine et le lait par des évaluations ponctuelles relatées par la littérature contemporaine.

Comme nous l'avons fait pour 1820, nous devons donc compléter les données fournies par l'octroi par celles produites à l'occasion d'enquêtes de consommation particulières. On peut citer, outre Benoiston de Châteauneuf (1820) dont nous avons exploité le travail, *Les consommations de Paris* d'Armand Husson, publiées une première fois en 1856 puis en 1875 avec une mise à jour, ainsi que les travaux d'Alfred de Foville (1890) qui portent sur la France entière mais mentionnent de précieuses informations en ce qui concerne Paris, notamment la consommation de pain et son évolution, ou la France entière avec des informations intéressantes concernant le pain et la viande. D'autres études plus ponctuelles encore pourront compléter ces données.

### 2.2. La comptabilité nationale

La suppression de l'octroi entraîne celle des statistiques qui en émanaient. Cependant, d'autres sources permettent de connaître tout ou partie de la consommation alimentaire après la Seconde Guerre Mondiale.

La comptabilité nationale permet ainsi d'accéder aux disponibilités alimentaires ou consommations alimentaires totales, bien que cette dernière expression soit source de confusion. Dans cette perspective, la totalité des aliments disponibles sur le territoire français est estimée sur la base de la production nationale totale, à laquelle sont ajoutées les importations et, depuis 1991, l'autoconsommation (fruits du jardin par exemple), et soustraites les exportations. Les données sont issues du ministère de l'Agriculture et Centre français du commerce extérieur. La disponibilité alimentaire se situe donc à l'amont de la consommation par les ménages et comprend aussi bien celle-ci, où qu'elle ait lieu (à domicile ou hors du domicile), que les pertes intervenant entre la mise sur le marché et l'ingestion ou que les utilisations industrielles de certains aliments (Guillemant, Decoitre, Volatier 1998).

Les chiffres de la comptabilité nationale sont disponibles depuis 1950 au moins ce qui leur confère un grand intérêt. Leur utilisation n'est pas sans inconvénient :

- Les chroniques ne sont pas strictement continues compte tenu de l'évolution de la nomenclature dont le Tableau 1 rend partiellement compte ;
- Elles sont non spatialisables.

Tableau 1 : Évolution des disponibilités alimentaires par principaux groupes d'aliments, France, 1950-1995, kg ou l/hab/j (INSEE 1999 ; HCSP 2000).

Groupe d'aliments	1950	1960	1970	1980	1985	1990	1995
Pain <sup>1</sup>	121,7	100,0	80,3	70,6	66,3	63,4	59,6
Produits céréaliers <sup>2</sup>	13,3	15,9	19,8	23,8	24,9	27,3	28,0
Pommes de terre	152,7	126,5	125,6	89,0	80,5	62,4	64,1
Légumes secs	3,1	3,5	2,3	1,9	1,4	1,6	1,6
Légumes <sup>3</sup>	59,5	82,2	103,6	107,9	114,2	117,2	118,8
Fruits <sup>4</sup>	37,7	55,5	66,9	67,0	71,6	71,7	67,8
Viandes <sup>5</sup>	44,4	60,5	71,2	86,0	88,8	90,9	85,5
Poissons <sup>6</sup>	10,5	13,8	15,4	18,1	19,7	23,4	25,4
Laits	77,6	ND	ND	74,0	ND	ND	68,4
Yaourts	ND	ND	ND	8,7	ND	ND	18,2
Laits, yaourts <sup>7</sup>	ND	76,8	83,9	90,0	99,7	104,5	106,1
Fromages <sup>8</sup>	5,0	8,5	11,5	15,3	16,0	17,1	18,4
Beurre, saindoux <sup>9</sup>	5,8	8,4	10,4	9,4	8,5	8,1	8,0
Huiles végétales <sup>10</sup>	5,2	7,6	8,1	10,8	11,3	11,4	12,9
Margarines <sup>11</sup>	0,9	1,6	1,9	2,3	2,4	2,3	2,1
Sucre <sup>12</sup>	13,2	17,0	23,2	19,6	16,9	14,7	14,2
Crèmes glacées dessert <sup>13</sup>	0,0	1,1	2,2	6,6	8,8	12,4	14,2
Boissons gazeuses, jus <sup>14</sup>	8,4	10,5	21,4	26,3	31,4	42,7	48,3
Bières, cidres	50,4	50,8	48,8	51,7	47,0	46,1	44,2
Vins + vins doux <sup>15</sup>	123,4	142,7	111,1	93,7	80,5	72,0	68,1
Eau de vie, liqueurs	3,9	2,7	3,1	3,1	3,1	3,2	ND

<sup>1</sup> Ne comprend pas le pain préemballé, à partir de 1980 ; <sup>2</sup> Comprend toutes les farines, le riz et les produits à base de céréales autres que le pain ; <sup>3</sup> comprend les légumes frais, en conserve et surgelés, à partir de 1970 ; <sup>4</sup> Comprend les postes fruits frais, bananes, agrumes et fruits surgelés, mais non les fruits secs, les fruits au sirop, confitures, gelées et compotes ; <sup>5</sup> Comprend les postes porc frais, jambon, autres charcuteries et conserves de viandes, triperie, bœuf, veau, mouton, agneau, cheval, volailles, produits carnés surgelés, lapin, gibier ; <sup>6</sup> Comprend les postes poissons, crustacés, coquillages frais, poissons et crustacés surgelés, conserves de poisson ; <sup>7</sup> À partir de 1980, comprend les desserts lactés et le fromage frais ; <sup>8</sup> Comprend les autres fromages ; <sup>9</sup> Beurre, saindoux et autres graisses animales jusqu'en 1975, ensuite beurre ; <sup>10</sup> Ensemble des huiles végétales ; <sup>11</sup> Margarines et autres graisses végétales ; <sup>12</sup> Comprend le sucre acheté en l'état, le miel et les confiseries (ne comprend pas le sucre incorporé dans les pâtisseries achetées, les boissons sucrées, desserts lactés, yaourts sucrés, crèmes glacées, chocolat) ; <sup>13</sup> Crèmes glacées, sorbets, entremets et gâteaux glacés ; <sup>14</sup> Boissons gazeuses, jus de fruit et nectars (mais non eaux minérales gazeuses) ; <sup>15</sup> Vins courants, vins AOC, champagnes. Le vin doux est compris dans ce poste pour les années antérieures à 1980 ; ND : données non disponibles.

### 2.3. Les enquêtes de l'INSEE

Depuis 1965, l'INSEE produit des statistiques relatives à l'alimentation à travers l'enquête permanente sur la consommation alimentaire des ménages. Comme le soulignent Guillemant, Decoitre et Volatier (1998), cette enquête a essentiellement une visée socio-économique.

Elle porte sur un échantillon de 15 000, puis 10 000 et enfin 7 000 ménages ordinaires (se distinguant des ménages collectifs tels que cités universitaires, maisons de retraites, communautés religieuses, casernes, etc.) ; elle est annuelle mais non réalisée en 1968 et 1975. Les informations précises concernant les quantités consommées ne concernent que la consommation à domicile, ou plus précisément que les achats alimentaires qui passent par le domicile, auxquels sont ajoutés les produits prélevés sur la production ou le stock du ménage (autoconsommation – jardins privés par exemple – et autofourniture – pour les commerçants par exemple). En revanche, les consommations prises hors domicile ne sont connues qu'en valeur monétaire (Beyer, Mercier 1986 ; INSEE 1988a ; INSEE 1990 ; Guillemant, Decoitre, Volatier 1998). Ces données sont grossièrement spatialisées, et permettent d'extraire soit l'agglomération parisienne, soit la région Île-de-France.

Elles présentent un certain nombre de limites :

- La chronique pourrait sembler continue pour les quarante dernières années ; comme dans le cas de la comptabilité nationale, elle ne l'est pas vraiment en raison de l'évolution des nomenclatures – elle-même partiellement due à l'évolution des comportements alimentaires – ;

- La représentativité de l'échantillon, lorsque l'agglomération parisienne ou l'Île-de-France sont considérées seules n'est pas complètement assurée ;
- Les informations concernent les aliments qui entrent dans le foyer, mais ne permettent pas de connaître ce qui est pris hors du domicile. Or, d'après l'enquête INCA réalisée en 1998-1999 (*cf. infra*, Tableau 2), pour les adultes (15 ans et plus), seulement 95 % des petits déjeuners, 75 % des déjeuners, 77 % des goûters et 88 % des dîners sont pris à domicile. Ces chiffres sont portés respectivement à 96 %, 70 %, 77 % et 91 % pour les enfants (AFSSA 2003). On sait par ailleurs d'une part que ces chiffres ont évolué dans le temps (ceci concerne notamment les déjeuners des actifs et les déjeuners et goûters des enfants), d'autre part qu'ils varient dans l'espace (probablement plus de repas pris hors du domicile en région Île-de-France).

#### 2.4. Les études relatives aux apports alimentaires

Pas plus que les informations issues de l'octroi, les données fournies par l'INSEE ne représentent la consommation réelle des aliments (l'ingestion au sens strict du terme). Pour la période récente, nous pouvons avoir recours aux études portant sur les apports nutritionnels individuels. Ceci permettrait, par soustraction, de connaître la quantité de nourriture non consommée, pour l'essentiel jetée et contribuant à la formation des déchets ménagers. Le Tableau 2 donne les principales caractéristiques des enquêtes alimentaires les plus récentes.

Tableau 2 : Études récentes relatives aux apports alimentaires individuels (HCSP, 2000).

Nom de l'étude	Période	Principales caractéristiques
« Val-de-Marne »	1988	1 108 sujets, 6 mois à 97 ans Méthode de l'histoire alimentaire à domicile
ASPCC	1993-1994	271 enfants, 2 à 17 ans ; 1 229 adultes France entière Relevé alimentaire de sept jours avec pesée à domicile
SU.VI.MAX	1994-2003	13 535 adultes (hommes 45 à 60 ans, femmes 35 à 60 ans) France entière Enregistrement de l'alimentation sur 24 h tous les 2 mois pendant 10 ans
INCA	1998-1999	1 018 enfants (3 à 14 ans) ; 1 985 adultes (≥ 15 ans) France entière, échantillon représentatif

Leur utilisation comporte un certain nombre d'inconvénients :

- À l'exception de l'enquête SU.VI.MAX, aucune n'est spatialisable compte tenu de la faiblesse de l'échantillon ; on pourrait néanmoins retenir l'enquête Val-de-Marne comme représentative de l'alimentation francilienne (hypothèse à discuter) ;
- L'enquête la plus complète, SU.VI.MAX ne prend en compte qu'une tranche d'âge (adultes mûrs mais pas trop), or on sait que les quantités comme la nature des aliments consommés varient assez considérablement d'une tranche d'âge à l'autre (par exemple en moyenne 61,5 grammes de pain et biscottes par jour pour les 3-14 ans – mais 87,5 g/j pour les 12-14 ans – et 122,6 g/j pour les 15 ans et plus d'après l'enquête INCA (AFSSA 2003)) ;
- Les nomenclatures retenues – en fonction de caractéristiques nutritionnelles – ne sont pas compatibles avec celles de l'INSEE ;
- Nous n'avons pas encore identifié les enquêtes réalisées avant les années 1980.

#### 2.5. Les teneurs en azote

Quelle que soit la source, la recherche des teneurs en azote n'est pas toujours aisée. Certains aliments étaient consommés au XIXe siècle mais ne le sont plus – cas assez rares et concernant des aliments marginaux – ; pour la période récente, l'évolution combinée de l'offre et des pratiques alimentaires se traduit par une consommation de plus en plus importante de produits élaborés (Monceau, Blanche-Barbat, Échampe 2002), difficilement classables dans les nomenclatures traditionnelles et pour lesquels l'établissement de la teneur en azote nécessiterait une analyse précise des compositions, tâche démesurée dans le cadre de ce travail. En outre, les auteurs retiennent des teneurs variées et variables pour tel ou tel aliment : c'est en particulier le cas du pain, avec des chiffres

allant du simple au double (peut-être en raison d'une confusion entre farine et pain chez certains auteurs). Le Tableau 3, établi sur la base des données fournies par le Tableau 1, présente ces variations.

Tableau 3 : Disponibilités d'azote alimentaire (gN/hab/j), variations, France, 1950-1995 (INSEE 1999, HCSP 2000).

gN/hab/j	1950	1960	1970	1980	1985	1990	1995
Mini	12,8	17,7	19,4	22,9	22,4	23,3	25,1
Maxi	18,3	27,3	29,7	34,0	33,6	34,8	37,4
Moyenne	15,5	22,5	24,5	28,4	28,0	29,0	31,3

## 2.6. Bilan

La quantification de la partie amont du cycle de l'azote urbain nécessiterait la connaissance d'au moins trois variables correspondant à différentes étapes de consommation :

- Les aliments qui entrent dans la ville, dont nous informe partiellement l'octroi jusqu'à sa disparition et qui ne concerne de fait que Paris et non l'agglomération parisienne tandis que les chiffres fournis par la comptabilité nationale, s'ils permettent de tracer la frontière entre production et distribution alimentaires, ne peuvent être spatialisés (la fabrication peut avoir lieu dans l'espace urbain, surtout si l'on raisonne à l'échelle francilienne) ;
- Les aliments qui entrent en possession des citoyens (dans le logement ou ailleurs) dont nous n'avons aucune connaissance avant les années 1950 et dont l'INSEE ne nous indique qu'une partie (consommation à domicile), ce qui peut néanmoins être très précieux pour l'étude des consommations et rejets domestiques ;
- Les aliments qui sont effectivement consommés (ingérés) par les citoyens que seules quelques enquêtes nous permettent de quantifier, pour la période récente.

La comparaison de ces différentes données permettrait d'identifier les pertes correspondantes. Il faudrait y ajouter une étude de l'industrie alimentaire locale, que nous avons déjà évoquée lors du précédent rapport, afin non seulement de quantifier les pertes *in situ* mais aussi de déterminer les quantités exportées.

Pour l'année 2004, la recherche de données s'est faite tous azimuts, afin d'en identifier les principales sources et d'en évaluer l'intérêt et les potentialités. D'autres pourraient être mobilisées, notamment certaines enquêtes réalisées par le CREDOC.

## 3. XIXe siècle

### 3.1. 1820 : Rappel

Le Tableau 4 rappelle les résultats obtenus pour 1820.

Tableau 4. Entrées alimentaires, Paris, 1820.

Alimentation humaine (716 000 hab.)	t/an, m <sup>3</sup> /an	g/hab/j	%N	tN	gN/hab/j
<b>industrie alimentaire locale</b>					
bière	4 414	17	0,05	2	0,01
eau-de-vie	8 000	31	0	0	0,00
sucre	5385	21	0	0	0,00
total inudtsrie alimentaire locale	17 799	68		2	0,01
<b>viande issue du bétail</b>					
total	32 238	123	3,4	1 096	4,19
<b>autres aliments</b>					
pain	131 213	502	1,444	1 895	7,25
volaille et gibier	5 342	20	3,4	182	0,69
poisson	5 660	22	3,4	192	0,74
œufs	3 700	14	2,1	78	0,30

beurre	3 051	12	0,14	4	0,02
fromage	1 381	5	3,7	51	0,20
lait	45 539	174	0,5	228	0,87
café	2 448	9	0,17	4	0,02
cacao	245	1	0,17	0	0,00
haricots secs	10 390	40	2,1	218	0,83
lentilles	6 240	24	2,1	131	0,50
pois secs	5 616	21	2,1	118	0,45
pommes de terre	24 741	95	0,3	74	0,28
vin	41 318	158	0,034	14	0,05
cidre	3 837	15	0,05	2	0,01
total autres aliments	290 721	1 112		3 191	12,21
<b>total alimentation humaine</b>	<b>340 757</b>	<b>1 304</b>		<b>4 290</b>	<b>16,4</b>
<b>fourrages</b>					
foin	41 846		0,8	335	
paille	55 331		0,45	249	
avoine	42 901		1,92	824	
<b>total fourrages</b>	<b>140 077</b>			<b>1 407</b>	<b>5,4</b>
<b>TOTAL GÉNÉRAL</b>	<b>480 834</b>			<b>5 697</b>	<b>21,8</b>

### 3.2. 1854

Tableau 5. Entrées alimentaires, Paris, 1854, mêmes aliments que 1820.

<i>Population moyenne : 1 137 000 hab</i>	t/an, m <sup>3</sup> /an	g/hab/j	%N	tN	gN/hab/j
<b>industrie alimentaire locale</b>					
bière	14 002	34	0,05	7	0,02
eau-de-vie	13 732	33	0	0	0,00
sucre	11 300	27	0	0	0,00
total industrie alimentaire locale	39 033	94		7	0,02
<b>viande issue du bétail</b>					
total	40 764	98	3,4	1 386	3,34
<b>autres aliments</b>					
pain	204 782	494	1,444	2 957	7,13
volaille et gibier	9 625	23	3,4	327	0,79
poisson	12 441	30	3,4	423	1,02
œufs	8 700	21	2,1	183	0,44
beurre	10 198	25	0,14	14	0,03
fromage	1 621	4	3,7	60	0,14
lait	100 889	243	0,5	504	1,22
café	3 750	9	0,17	6	0,02
cacao	1 350	3	0,17	2	0,01
haricots secs	4 651	11	2,1	98	0,24
lentilles	2 122	5	2,1	45	0,11
pois secs	1 805	4	2,1	38	0,09
pommes de terre	26 031	63	0,3	78	0,19
vin	119 355	288	0,034	41	0,10
cidre	2 272	5	0,05	1	0,00
total autres aliments	509 592	1 228		4 777	11,51
<b>total alimentation humaine</b>	<b>589 389</b>	<b>1 421</b>		<b>6 170</b>	<b>14,9</b>

Les données disponibles pour 1854, regroupées par Husson (1856), ont été exploitées de deux façons : d'une part en reprenant les mêmes denrées que celles qui ont été chiffrées par Benoiston de Châteauneuf (liste très incomplète), d'autre part en prenant en considération l'intégralité des aliments cités par Husson, dont l'enquête est beaucoup plus complète. La différence est non-négligeable, le résultat obtenu par la seconde méthode étant de 20 % supérieur à celui que donne la première. L'écart est principalement dû à la prise en compte des fruits (frais et secs) et des légumes (frais) dans le second cas.

Tableau 6. Entrées alimentaires, Paris, 1854, d'après Husson (1856).

Population moyenne : 1 137 000 hab	t/an, m <sup>3</sup> /an	g/hab/j	%N	tN	gN/hab/j
pain	194 405	469	1,44	2 799	6,75
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
fécule de pomme de terre	425	1		0	0,00
légumes frais	107 920	260	0,4	432	1,04
légumes secs	8 657	21	1,1	95	0,23
fruits frais	431 265	1 039	0,1	431	1,04
fruits secs	4 006	10	0,17	7	0,02
viandes	40 764	98	3,4	1 386	3,34
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	3,7	437	1,05
beurre	10 198	25	0,14	14	0,03
huile	0	0		0	0,00
sucre	11 300	27	0	0	0,00
miel	240	1	0	0	0,00
glaces et fromages à la crème	371	1	0,5	2	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
eau de vie, liqueurs	13 732	33	0	0	0,00
café vert	3 750	9	3	113	0,27
thé	40	0	1	0	0,00
<b>Total alimentation humaine</b>	<b>1 159 354</b>	<b>2 794</b>		<b>7 491</b>	<b>18,1</b>

### 3.3. 1889

L'année 1889 a été retenue en raison de la relative importance des données concernant les rejets dont nous disposons pour cette date. Le bilan de l'azote entrant a été établi à partir des données fournies par l'octroi, complétées pour le pain et le lait. La consommation du premier a été évaluée sur la base des indications données par Foville (1890), qui estime la ration quotidienne à 400 grammes par habitant à Paris ; il s'agit donc d'une évaluation grossière. Pour le lait, nous avons eu recours à une enquête réalisée par l'agronome Paul Vincey en 1895 (Tableau 7), qui permet d'établir la consommation annuelle moyenne à 83 litres par Parisien, consommation unitaire que nous avons retenue pour 1889. Les chiffres fournis font par ailleurs abstraction des pommes de terre et des fruits et légumes. Au total (Tableau 8), la consommation unitaire d'azote s'élèverait à 17 gN/hab/j, soit 14 800 tN/an, pour l'alimentation humaine uniquement. La prise en compte des fourrages (6 gN/hab/j) l'augmente de 40 % et la porte à 20 400 tN/an soit 23 gN/hab/j.

Tableau 7. Consommation et provenance du lait, Paris, 1895 (litres) (Lait 1897).

Paris	Banlieue (rayon 20 km)	Départements voisins	Total
21 000 000	53 000 000	135 000 000	209 000 000

Tableau 8. Entrées alimentaires, Paris, 1889.

<i>Population moyenne : 2 416 000 hab.</i>	t/an, m <sup>3</sup> /an	g/hab/j	%N	tN/an	gN/hab/j
<b>Hors octroi</b>					
pain	352 807	400	1,41	4 960	5,62
lait	200 632	227	0,53	1 063	1,21
<b>Octroi</b>					
vins en cercle ou en bouteille	470 348	533	0,034	160	0,18
alcool pur et liqueurs	16 523	19	0	0	0,00
alcool pur contenu dans les vins alcoolisés	156	0	0	0	0,00
cidres, poirés et hydromels à l'entrée	17 964	20	0,05	9	0,01
cidres, poirés et hydromels à la fabrication	138	0	0,05	0	0,00
alcool pur contenu dans les boissons dit dénaturé	2 183	2	0	0	0,00
préparations à base alcoolique	213	0	0	0	0,00
vinaigre	4 045	5	0	0	0,00
acide acétique cristallisé	5	0	0	0	0,00
fruits et conserves au vinaigre, lie de vin, verjus, sureau, etc.	242	0	0	0	0,00
huile d'olive	1 409	2	0	0	0,00
huile de toute autre espèce	13 516	15	0	0	0,00
huile animale sortant des abattoirs	72	0	0	0	0,00
bière à l'entrée	32 829	37	0,05	16	0,02
bière à la fabrication	2 484	3	0,05	1	0,00
raisins	10 003	11	1,1	110	0,12
raisins secs	1 517	2	0,17	3	0,00
enlèvement des abattoirs : v. de boucherie	128 245	145	3,4	4 360	4,94
enlèvement des abattoirs : v. de porc	21 185	24	3,4	720	0,82
provenance de l'extérieur : v. de boucherie	38 612	44	3,4	1 313	1,49
provenance de l'extérieur : viande de porc	2 903	3	3,4	99	0,11
provenance de l'extérieur : charcuterie	2 675	3	3,4	91	0,10
truffes, volailles et gibier truffés	119	0	3,4	4	0,00
viandes confites, poissons marinés etc	1 602	2	3,4	54	0,06
volaille et gibier : 1ère catégorie	767	1	3,4	26	0,03
volaille et gibier : 2e catégorie	15 162	17	3,4	515	0,58
volaille et gibier : 3e catégorie	4 305	5	3,4	146	0,17
volaille et gibier : 4e catégorie	7 405	8	3,4	252	0,29
poissons : 1ère catégorie	2 597	3	3,4	88	0,10
poissons : 2e catégorie	2 229	3	3,4	76	0,09
huîtres à coquilles lourdes	94	0	nd		
huîtres à coquilles légères	2 301	3	nd		
huîtres d'Ostende	21	0	nd		
huîtres de Portugal	7 088	8	nd		
huîtres marinées	5	0	nd		
beurres de toute espèce	19 960	23	0,14	28	0,03
fromages secs	5 998	7	3,7	222	0,25
œufs	22 780	26	2,1	478	0,54
<b>Total alimentation humaine</b>	<b>1 413 137</b>	<b>1 602</b>		<b>14 796</b>	<b>16,8</b>
<b>Fourrages</b>					
foin	104 116		0,80	833	
paille	207 770		0,45	935	
avoine	195 173		1,92	3 747	
orge	5 797		1,52	88	
<b>Total fourrages</b>	<b>512 857</b>			<b>5 603</b>	<b>6,4</b>
<b>Total général</b>				<b>20 399</b>	<b>23,2</b>

nd : non déterminé.

### 3.4. Bilan

La comparaison des résultats pour les trois années (Tableau 9) doit être considérée avec précaution, compte tenu de la variation des méthodes de calcul et des nombreuses incertitudes qui caractérisent ces résultats. Cependant, on peut noter la relative stabilité des entrées unitaires d'azote destiné à la consommation humaine (entre 15 et 17 gN/hab/j). Ramenée à l'habitant, la consommation de fourrage s'élève légèrement entre 1820 et 1889, ce qui est essentiellement dû à l'augmentation du nombre de chevaux par habitant (23 chevaux pour 1 000 habitants en 1820, 27 % en 1889). Au total, la croissance de la demande d'azote urbaine est avant tout celle de la population, comme le montrent les chiffres totaux : 5 700 tN en 1817, 20 400 tN en 1889, soit environ quatre fois plus, sachant que tous nos calculs produisent des sous-estimations.

Tableau 9. Entrées d'azote alimentaire, Paris, 1820, 1854, 1889.

	Population moyenne	Remarque	tN/an	gN/hab/j
1820	716 000	Alimentation humaine	4 300	16,4
		Fourrages	1 400	5,4
		Total	5 700	21,8
1854	1 137 000	Alimentation humaine méthode 1820	6 200	14,9
		Alimentation humaine données Husson	7 500	18,1
1889	2 416 000	Alimentation humaine	14 800	16,8
		Fourrages	5 600	6,4
		Total	20 400	23,2

Afin de mesurer l'évolution des entrées d'azote alimentaire dans l'agglomération (Figure 1), nous avons retenu le chiffre de 20gN/hab/j pour la période 1820-1891 et pour l'alimentation humaine seulement. Le terme entrée est ici entendu au sens d'importation dans le socio-système, et non d'importation dans le territoire considéré, puisqu'une partie des aliments consommés est produite localement, surtout si l'on raisonne à l'échelle du département ou de l'actuelle région Île-de-France. On comprend mieux, au vu de ce graphique, l'intensité des réflexions relatives à l'impératif alimentaire et à la recherche d'azote caractéristique du XIXe siècle (Barles 2005 ; Barles, Lestel 2005) : rien qu'à considérer le département de la Seine, la demande quadruple presque en 70 ans.

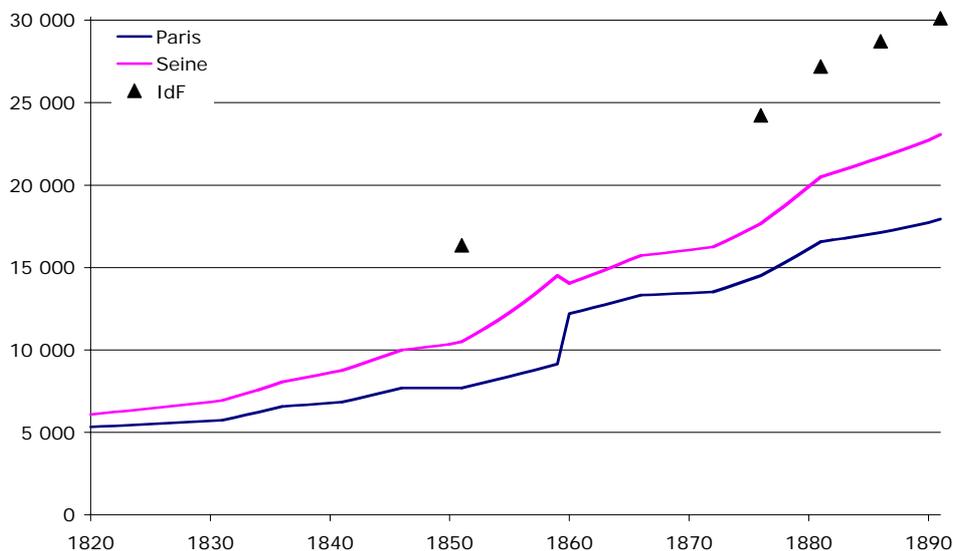


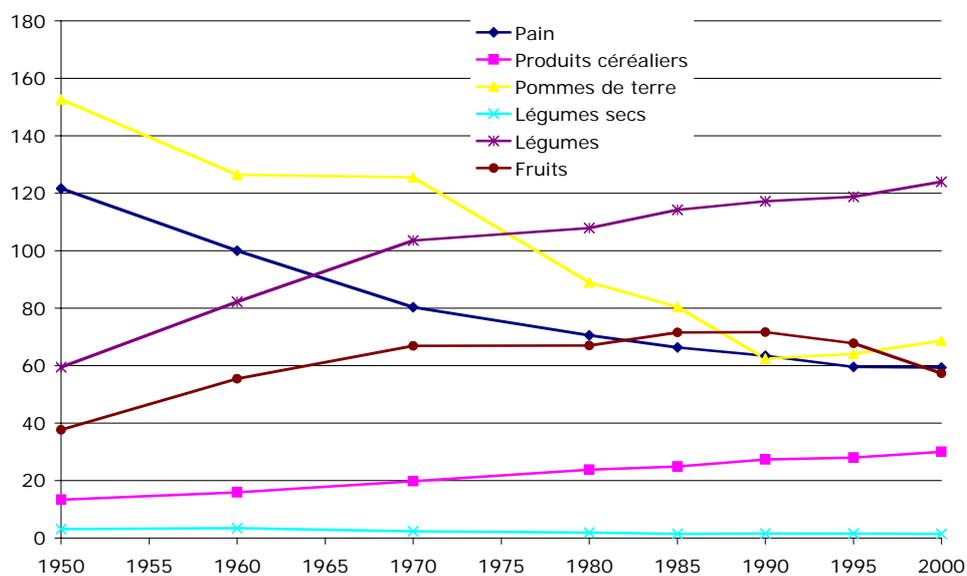
Figure 1. Entrées d'azote alimentaire, Paris, département de la Seine, Île-de-France, 1820-1891 (tN/an, sur la base de 20gN/hab/j).

## 4. 1950-2005

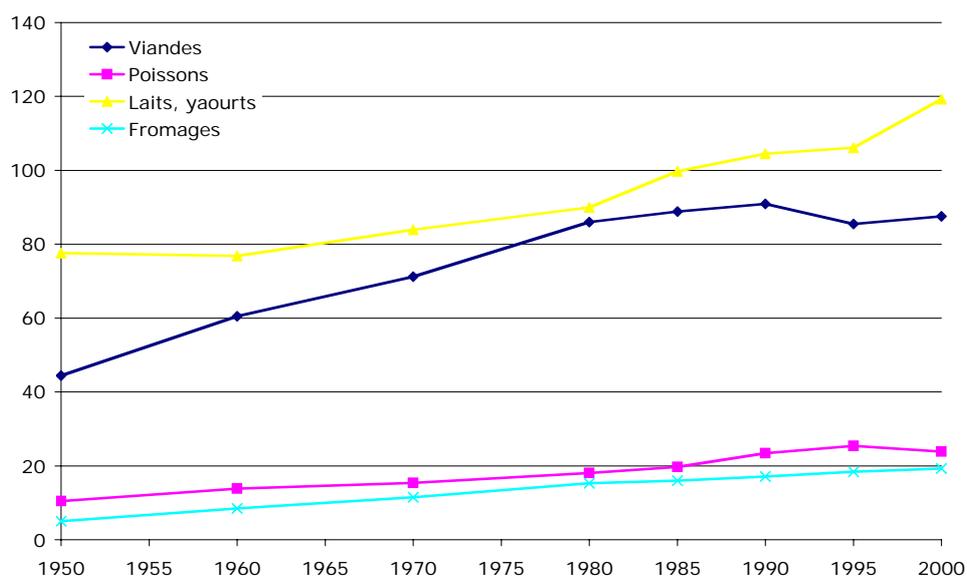
### 4.1. Les disponibilités alimentaires

#### 4.1.1 Aliments

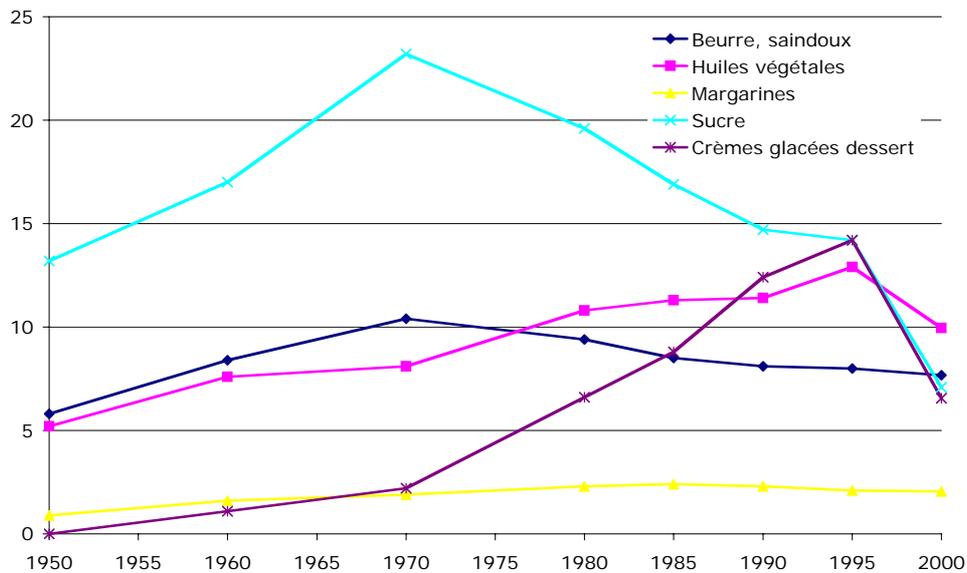
Nous avons exploité les chiffres fournis par la comptabilité nationale pour sept années comprises entre 1950 et 2000. La Figure 2 (a à d) permet de mesurer l'évolution des disponibilités par habitant à l'échelle nationale pour les principaux aliments et, partant, de la production (offre) et des pratiques (demande) alimentaires. Les disponibilités qui ont le plus baissé sont ainsi les pommes de terre, le pain, le vin ; d'autres ont pris le relais en étant en hausse constante depuis 1950 : produits laitiers, fruits, produits céréaliers, boissons non alcoolisées, dans une moindre mesure poissons, crustacés et coquillages. D'autres enfin ont d'abord connu une hausse accompagnant l'augmentation du niveau de vie, puis une baisse traduisant l'évolution des comportements alimentaires : sucre désormais intégré aux aliments préparés ; beurre ; plus récemment viande.



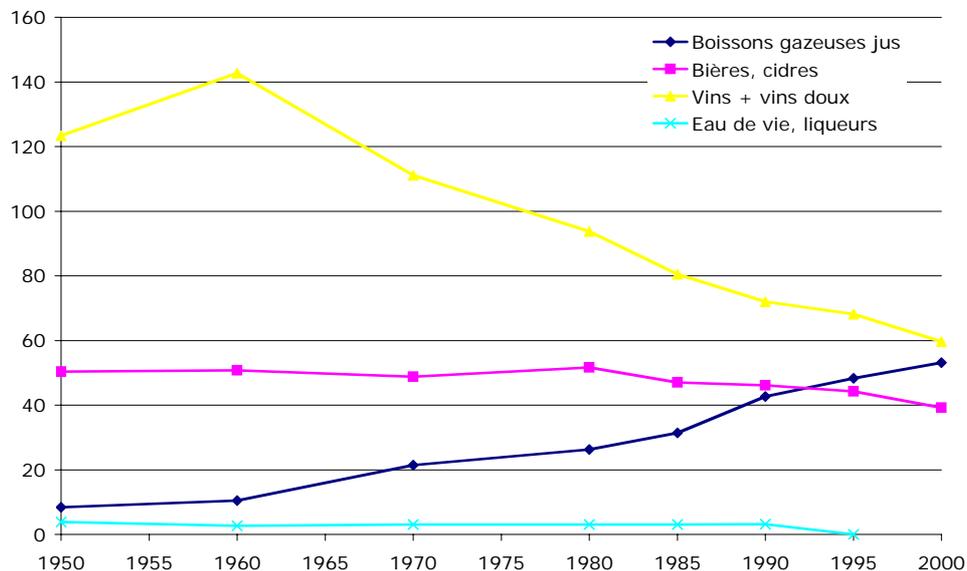
a)



b)



c)



d)

Figure 2 (a à d): Disponibilités alimentaires, France, 1950-1995 (kg ou l/hab/an).

#### 4.1.2 Azote

Sur la base des données évoquées ci-dessus, la Figure 3 présente l'évolution de la disponibilité d'azote alimentaire total à l'échelle nationale pour la période 1950-2000, selon que l'on considère les teneurs maximales en azote données par la littérature, les teneurs minimales itou ou les teneurs moyennes pour chaque aliment considéré. Nous ne commenterons dans la suite du texte que les courbes moyennes.

Entre 1950 et 2000, la disponibilité totale d'azote alimentaire est ainsi multipliée par 2,4 – mais elle avait presque triplé entre 1950 et 1990, malgré une légère régression en 1980. La tendance est la même pour la disponibilité unitaire d'azote (Figure 4), quoique moins marquée du fait de l'augmentation de la population au cours de la période : multiplication par 1,65 entre 1950 et 2000 et doublement entre 1950 et 1990. Reste à compléter les chroniques afin de mieux prendre en compte et d'expliquer les périodes de baisse de disponibilité.

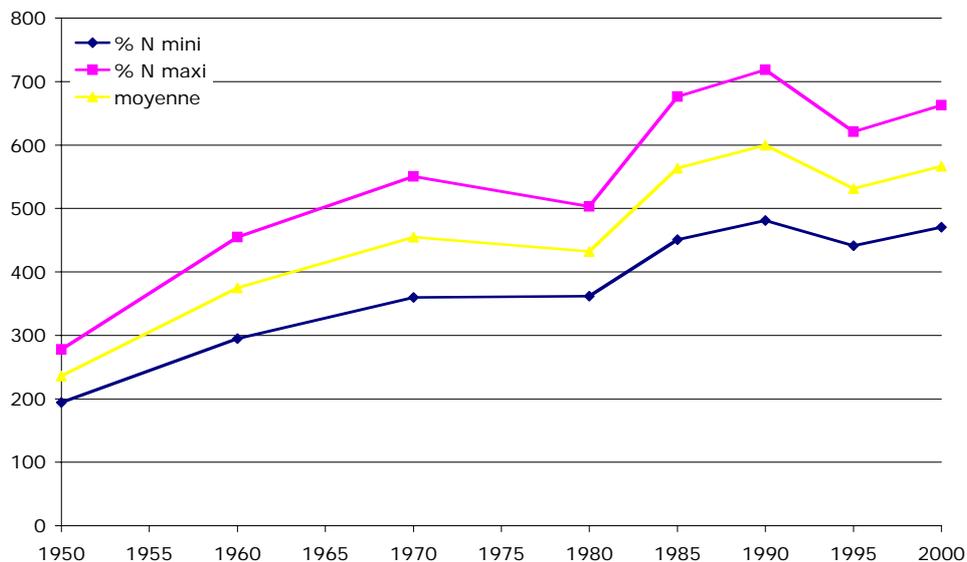


Figure 3: Disponibilités totales d'azote alimentaire, France, 1950-2000 ( $10^3$  tN/an).

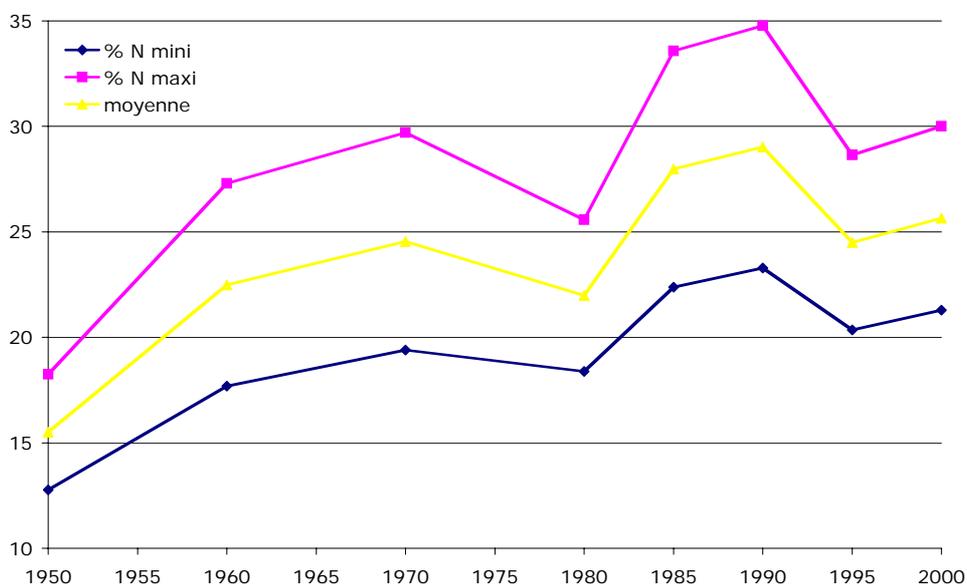


Figure 4: Disponibilités unitaires d'azote alimentaire, France, 1950-2000 (gN/hab/j).

## 4.2. Les consommations à domicile

### 4.2.1 Tendances

La Figure 5 traduit l'évolution de la consommation totale d'azote alimentaire à domicile d'après l'enquête permanente de l'INSEE pour la période 1965-1985. Les variations en sont beaucoup moins importantes que celles des disponibilités à période identique. La Figure 6, relative à l'évolution de la consommation unitaire, en montre la grande stabilité : la valeur moyenne ne s'éloigne guère de 16gN/hab/j pour ces vingt années. L'augmentation de la consommation totale constatée de 1965 à 1980 est donc essentiellement due à celle de la population.

Compte tenu des chiffres avancés au § 2.3, la prise en compte de l'ensemble de la consommation alimentaire nécessiterait une majoration de ces chiffres de l'ordre de 20 à 25 %, soit 20 gN/hab/jour environ. Ce résultat est très supérieur aux rejets métaboliques couramment avancés : 8,5 gN/hab/j dans les urines et matières fécales et 0,3 gN/hab/j via la respiration d'après Baccini et

Brunner (1991). En d'autres termes, plus de la moitié de l'azote contenu dans les aliments serait perdu lors du stockage final et de la préparation du repas.

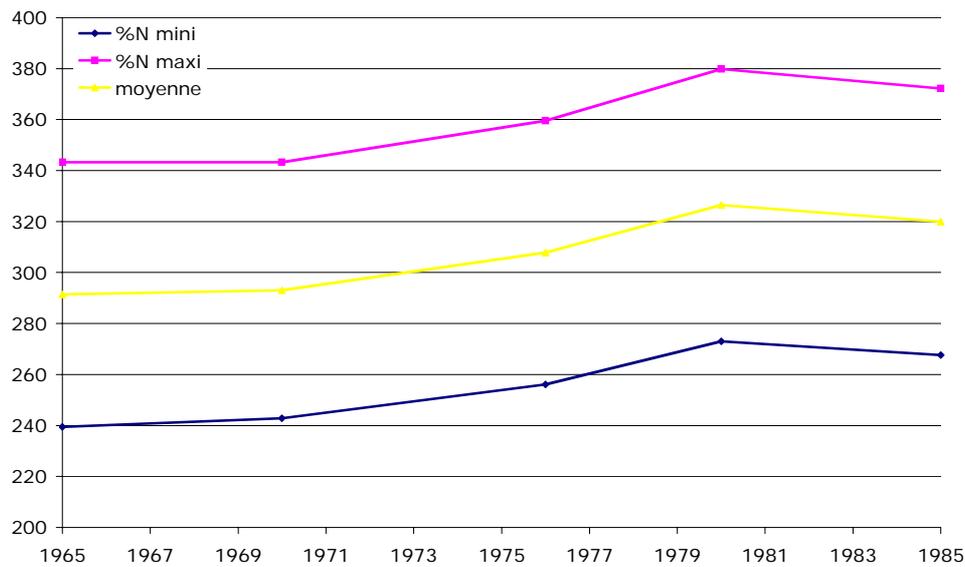


Figure 5. Consommation totale d'azote alimentaire à domicile, France, 1965-1985 ( $10^3$  tN/an).

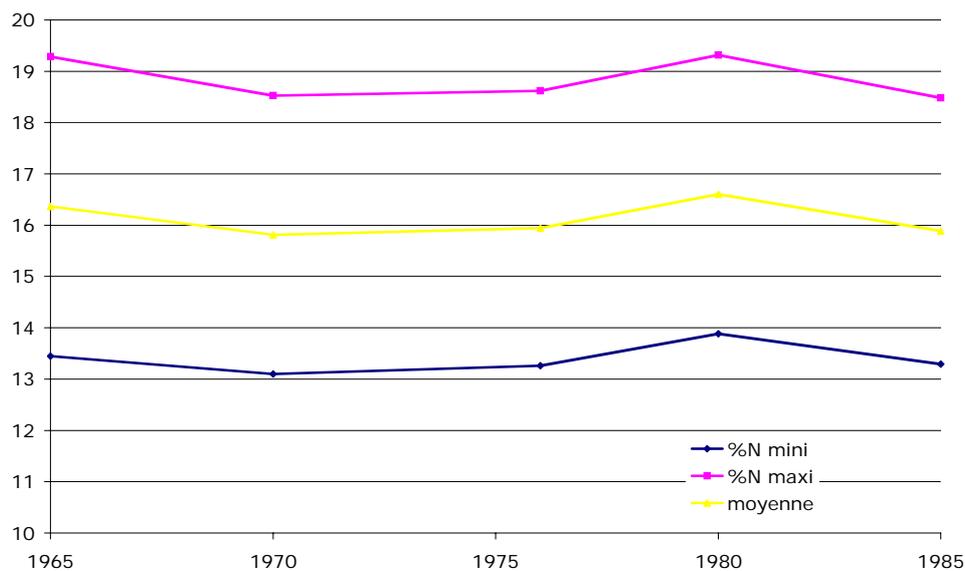


Figure 6. Consommation unitaire d'azote alimentaire à domicile, France, 1965-1985 (gN/hab/j).

#### 4.2.2 Disponibilité et consommation

La Figure 7 permet de comparer, pour trois années, les disponibilités et les consommations unitaires d'azote à domicile. On note l'importance des écarts entre ces deux variables, écarts qui sont en partie imputables aux repas pris hors du domicile (*cf. supra*). Cependant, cette explication ne semble pas suffisante : pour 1970, la disponibilité est supérieure de 23 % à la consommation à domicile, mais de 41 % pour 1980 et 87 % pour 1985, chiffres beaucoup trop importants pour pouvoir être justifiés par la prise alimentaire extérieure seule. En revanche, l'écart peut en partie être attribué aux pertes diverses dans les circuits de distribution, qui s'ajoutent aux pertes à domicile déjà mentionnées (Figure 8). Le Tableau 10 montre l'importance des premières en volume : l'écart absolu triple entre 1970 et 1985 où il atteint 262 000 tN.

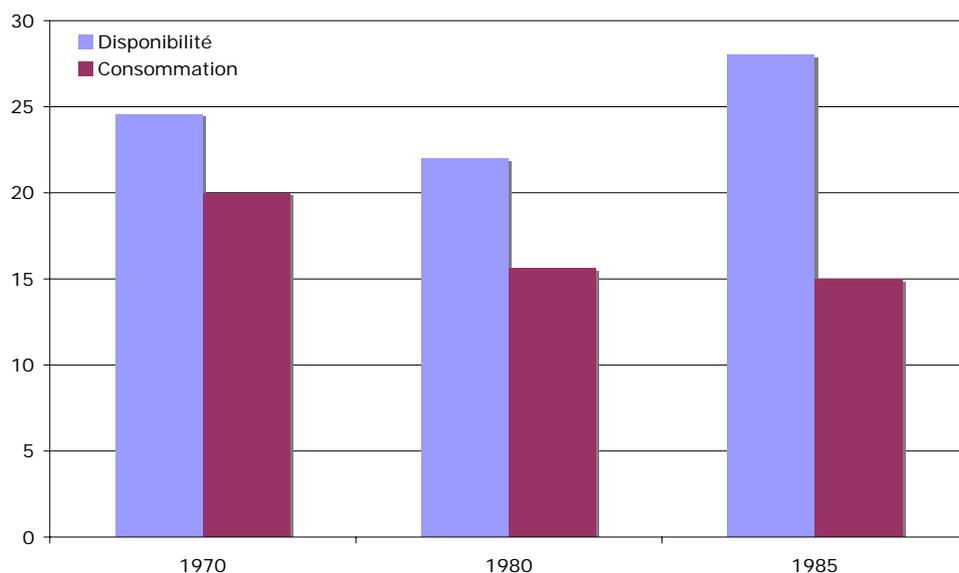


Figure 7. Disponibilité unitaire d'azote alimentaire et consommation unitaire à domicile, France, 1970, 1980, 1985 (gN/hab/j).

Tableau 10. Comparaison entre la disponibilité totale et la consommation totale à domicile d'azote alimentaire, France, 1970, 1980, 1985 ( $10^3$  tN/an).

	Disponibilité	Consommation	Différence
1970	455	370	85
1980	432	307	125
1985	564	301	262

La Figure 8 présente, pour l'année 1985 – la plus défavorable en termes de pertes – le bilan d'azote alimentaire, de la production mise sur le marché français (dont importée) jusqu'à la consommation et à l'excrétion. Les deux tiers de l'azote disponible auraient ainsi été perdus : la *question de l'azote* ne pourra être traitée que par la prise en compte de l'ensemble du cycle, et non par celle des seuls rejets.

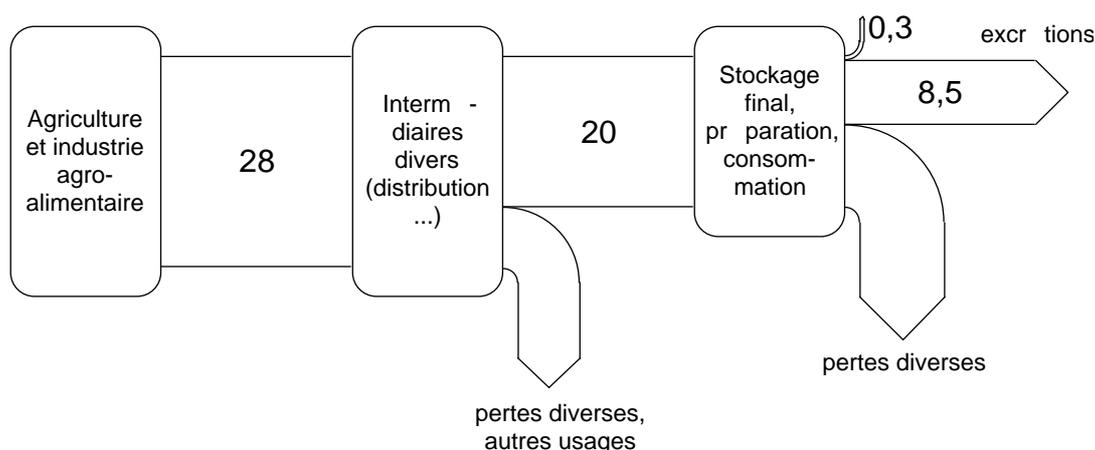


Figure 8. Bilan d'azote alimentaire, de la disponibilité à l'excrétion, France, 1985 (gN/hab/j).

### 4.2.3 Consommation francilienne

La Figure 9 permet de comparer l'alimentation à domicile des Franciliens à celle de l'ensemble des habitants de la France métropolitaine, par groupes d'aliments (non exhaustifs). On voit que l'écart s'amoinde de 1971 à 1991, le mode de consommation francilien ayant tendance à se généraliser.

Le Tableau 11 est la traduction de ces données en termes de consommation unitaire d'azote (les chiffres sont légèrement inférieurs à ceux indiqués Figure 6 car seuls les principaux postes de consommation ont été renseignés). On constate que l'écart est très faible entre l'Île-de-France et la France entière. Au total, l'azote consommé à domicile par les Franciliens s'élève à environ 50 000 tonnes pour chacune des trois années étudiées, soit environ 60 000 tN pour l'ensemble de l'alimentation (+ 20 à 25 %).

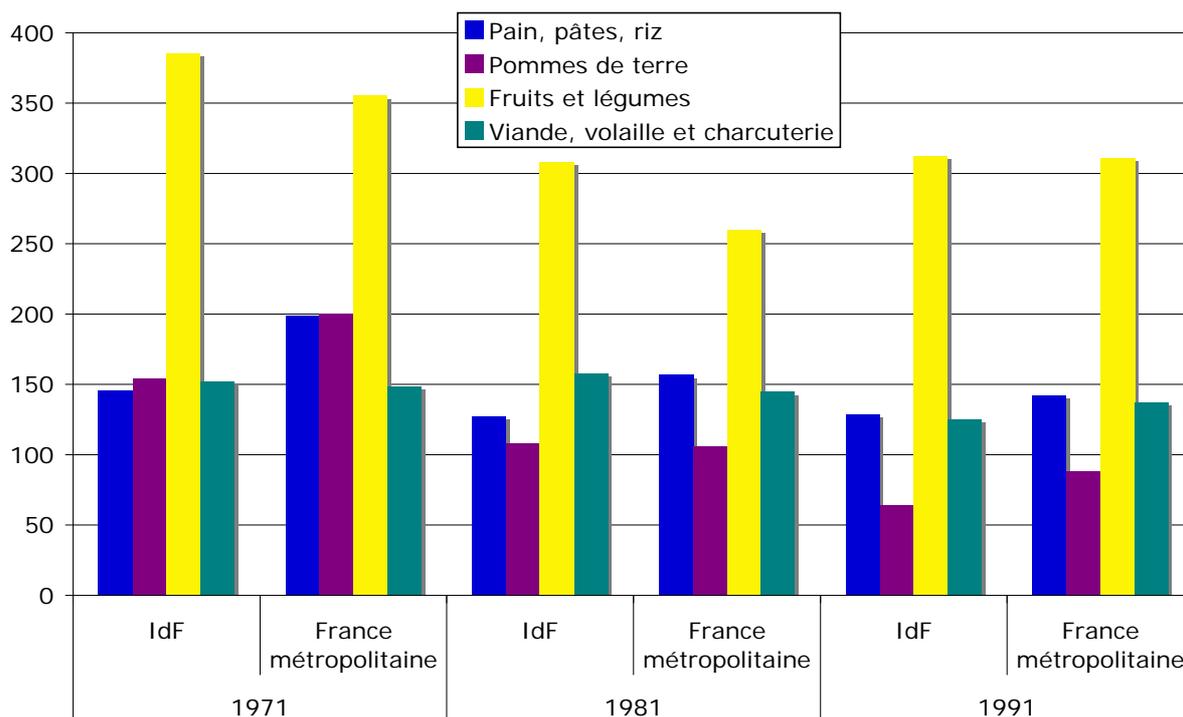


Figure 9. Principales consommations alimentaires à domicile, Île-de-France et France métropolitaine, 1971, 1981, 1991 (g/hab/j).

Tableau 11. Consommation unitaire d'azote alimentaire à domicile, Île-de-France et France, 1971, 1981, 1991 (gN/hab/j).

	Île-de-France	France métropolitaine
1971	14,2	14,7
1981	14,2	13,5
1991	13,4	14,1

## 5. Conclusion et perspectives

Au terme de cette exploitation très partielle, les sources identifiées s'avèrent prometteuses quant à l'exploration du cycle de l'azote. Pour le XIXe siècle, on retiendra la relative stabilité de la consommation urbaine unitaire, mais sa très forte augmentation liée à l'urbanisation, donc l'intensité de la sollicitation que la capitale impose aux espaces agricoles. Ce processus est amplifié après la deuxième guerre mondiale, non seulement en raison de l'expansion démographique, mais aussi parce que les disponibilités alimentaires unitaires augmentent. On produit plus, on achète plus – mais moins que l'on ne produit –, tandis que l'on mange différemment. Les pertes qui en résultent sont extrêmement importantes, à tous les stades de cette partie du cycle de l'azote.

Il reste à vérifier ces conclusions préliminaires en complétant les chroniques, en précisant les teneurs en azote. Il reste aussi à boucler le cycle en considérant les rejets, mais aussi les productions agricoles (Billen, Théry 2004). Ce travail sera effectué au cours de l'année 2005, en même temps qu'une approche plus générale et contemporaine des flux de matières dans la capitale (projet financé par la ville de Paris).

## 6. Bibliographie

- AFSSA (2003). Enquête INCA. Graphiques et tableaux. Disponible sur la toile, format PDF, [réf. du 12 sept. 2003]. [http://www.afssa.fr/dossiers/index.asp?id\\_dossier=2842](http://www.afssa.fr/dossiers/index.asp?id_dossier=2842).
- Aron J. P. (1967). Essai sur la sensibilité alimentaire à Paris au XIXe siècle. Armand Colin, Paris (coll. « Cahiers des Annales », 25).
- Baccini P., Brunner P. H. (1991). Metabolism of the Anthroposphere. Springer Verlag, Berlin.
- Barles S. (2004). Le cycle de l'azote alimentaire à Paris vers 1820. Rapport d'activité PIREN-Seine 2003.
- Barles S. (2005). 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 (coll. « Urban History Series »), sous presse.
- Barles S., Lestel L. (2005). The nitrogen question: Urbanisation, industrialisation and river quality. The case of Paris (France), 1830-1939. *Journal of Urban History*, sous presse.
- Bennassar B., Goy J. (eds.) (1975). Histoire de la consommation. *Annales Économies, Sociétés, Civilisations* 30:402-632.
- Benoiston de Châteauneuf (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.
- Beyer M. N., Mercier M. A. (1986). Consommation et lieux d'achat des produits alimentaires en 1982. INSEE, Paris (coll. « Les collections de l'INSEE-M », 117).
- Billen G., Garnier, J. (1996). Les modifications historiques du cycle de l'azote aux échelles régionale et globale. *Nature, Science et Technique* 14(4):129-140.
- Billen G., Théry S. (2004). Cycle de l'azote à l'échelle des territoires régionaux : Un regard biogéochimique et rétrospectif sur l'approvisionnement alimentaire des villes et la spécialisation fonctionnelle des régions rurales. Rapport d'activité PIREN-Seine 2003.
- Brunner P. H., Rechberger H. (2004). Practical Handbook of Material Flow Analysis. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Burström F., Brandt N., Frostell B., Mohlander U. (1998). Material flow accounting and information for environmental policies in the city of Stockholm. in : Bringezu S., Fischer-Kowalski M., Kleijn R., Palm V. (eds.). Analysis for Action : Support for Policy towards Sustainability by Material Flow Accounting. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy. p. 135-144.
- Danius L., Burström F. (2001). Kvävetabolism i Västerås kommun 1995 och 1998. Praktisk tillämpning av materialflödesanalys / Nitrogen Flows in Västerås in 1995 and 1998. A Practical Application of Material Flow Analysis. Royal Institute of Technology, Division of Industrial Ecology, Stockholm (TRITA-KET-IM 2001:1).
- Daxbeck H., Lampert C., Morf L., Obernosterer R., Rechberger H., Reiner I., Brunner P. H. (1997). The anthropogenic metabolism of the city of Vienna. in : Bringezu S., Fischer-Kowalski M., Kleijn R., Palm V. (eds.). Regional and National Material Flow Accounting : From Paradigm to Practice of Sustainability. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy. p. 249-254.
- Færge J., Magid J., Frits W. T., De Vries P. (2001). Urban nutrient balance for Bangkok. *Ecological Modelling* 139(1):63-74.
- Fierro A. (1996). Histoire et dictionnaire de Paris. Robert Laffont, Paris (coll. « Bouquins »).
- Flandrin J. L., Montanari M. (1996). Histoire de l'alimentation. Fayard, Paris.
- Foville A. de (1890). La France économique. Statistique raisonnée et comparative. Année 1889. Paris.

- Galloway J. N. (1998). The global nitrogen cycle : Changes and consequences. *Environmental Pollution* 102(S1).
- Galloway J. N., Cowling, E. (2002) Reactive nitrogen and the World : 200 years of change. *Ambio* 31(2):64-71.
- Guillemant A., Decloitre F., Volatier J. L. (1998). Comparaison de différentes données d'enquête de consommation alimentaire recueillies par des méthodologies différentes. Le cas de la consommation de fruits et légumes. *Cahier de recherche du CREDOC* 117:2-49.
- HCSP (2000). Ministère de l'Emploi et de la Solidarité. Haut Comité de la Santé Publique. Pour une politique nutritionnelle de santé publique en France. Enjeux et propositions. Éd. De l'ENSP, Rennes.
- Husson A. (1856). Les Consommations de Paris. 1<sup>ère</sup> éd. Paris.
- Husson A. (1875). Les Consommations de Paris. 2<sup>e</sup> éd. Paris.
- INSEE (1984). Tableaux économiques de l'Île-de-France. INSEE/CRIF, Paris.
- INSEE (1986). Tableaux économiques de l'Île-de-France. INSEE/CRIF, Paris.
- INSEE (1988a). Dictionnaire des sources statistiques. Édition 1988. INSEE, Paris.
- INSEE (1988b). Tableaux économiques de l'Île-de-France. INSEE, Paris.
- INSEE (1995). Tableaux économiques de l'Île-de-France. INSEE, Paris.
- INSEE (1990). Annuaire rétrospectif de la France. Séries longues. INSEE, Paris.
- INSEE (1999). Annuaire statistique de la France. INSEE, Paris.
- INSEE (2004). Annuaire statistique de la France. INSEE, Paris.
- Lait (le) à Paris. *La Nature*, 2<sup>e</sup> sem. 1897, p. 30.
- Monceau C., Blanche-Barbat É., Échampe J. (2002). La consommation alimentaire depuis quarante ans. *INSEE Première* 846:1-4.
- Paillat, M. (ed.) (1997). Le mangeur et l'animal. Mutations de l'élevage et de la consommation. Autrement, Paris (coll. « Mutations/Mangeurs », n° 172).
- 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<sup>e</sup> éd. Paris.
- Philipp É. (2004). Approvisionnement de Paris en viande : Entre marchés, abattoirs et entrepôts, 1800-1970. Thèse, histoire des techniques, CNAM.
- Philippe R. (1961). Une opération pilote : L'étude du ravitaillement de Paris au temps de Lavoisier. *Annales Économies, Sociétés, Civilisations* 16(3):564-568.