

Grandeau, L. / Alekan, A.. Vingt années d'expériences sur l'alimentation du cheval de trait : études sur les rations d'entretien, de marche et de travail. Composition des fourrages, digestibilité, statiques de l'eau et de l'azote

Paris : Courtier, 1904.

11198
F. 2004

110.006

COMPAGNIE GÉNÉRALE DES VOITURES A PARIS

LABORATOIRE DE RECHERCHES

VINGT ANNÉES D'EXPÉRIENCES
SUR
L'ALIMENTATION DU CHEVAL DE TRAIT

ÉTUDES SUR LES RATIONS D'ENTRETIEN, DE MARCHÉ & DE TRAVAIL

COMPOSITION DES FOURRAGES-DIGESTIBILITÉ-STATIQUES DE L'EAU ET DE L'AZOTE

PAR

L. GRANDEAU & A. ALEKAN

DIRECTEURS DU LABORATOIRE DE RECHERCHES

AVEC LA COLLABORATION

DE

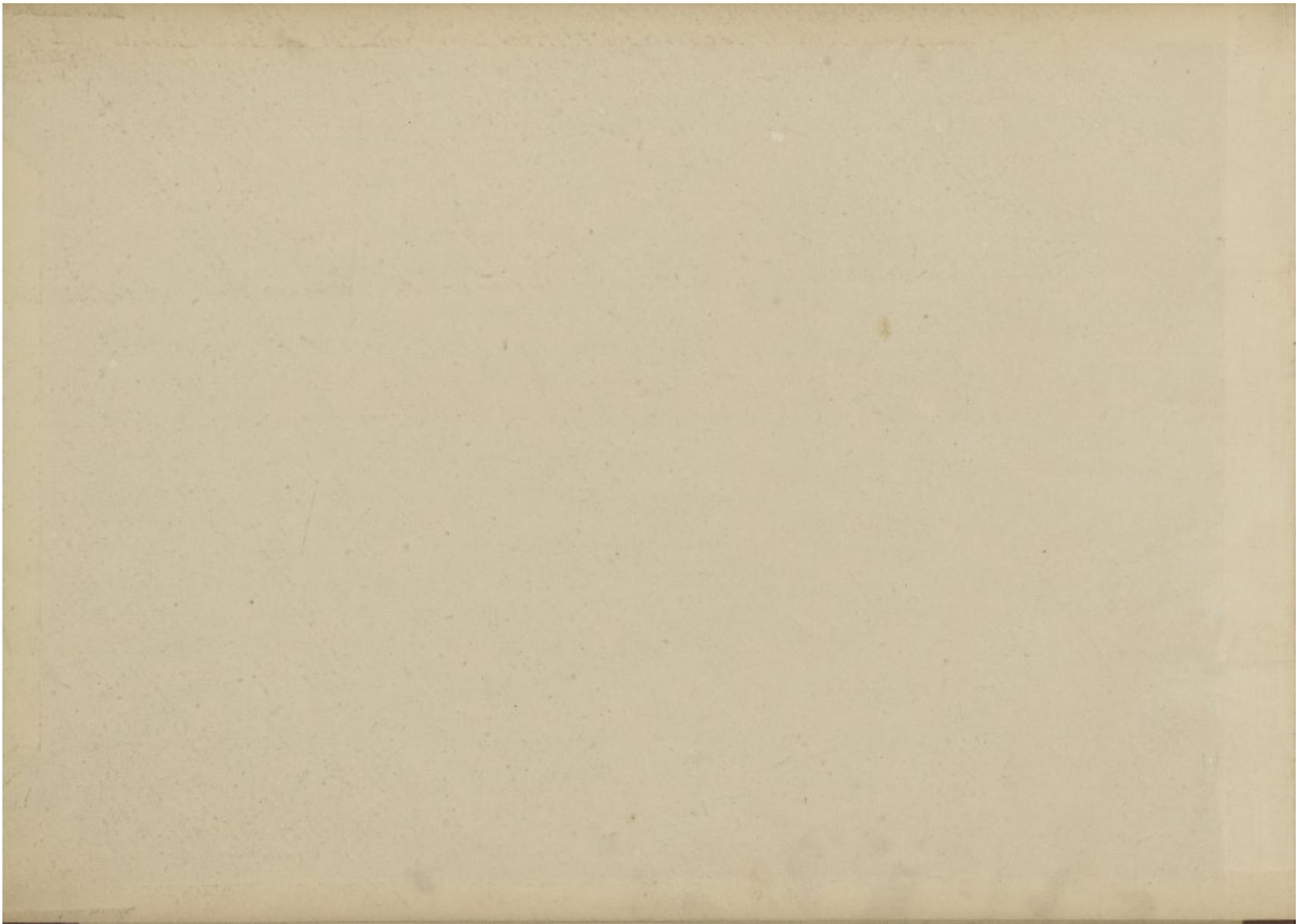
A. LECLERC (1880-1890) ET DE H. BALLACEY (1890-1894)

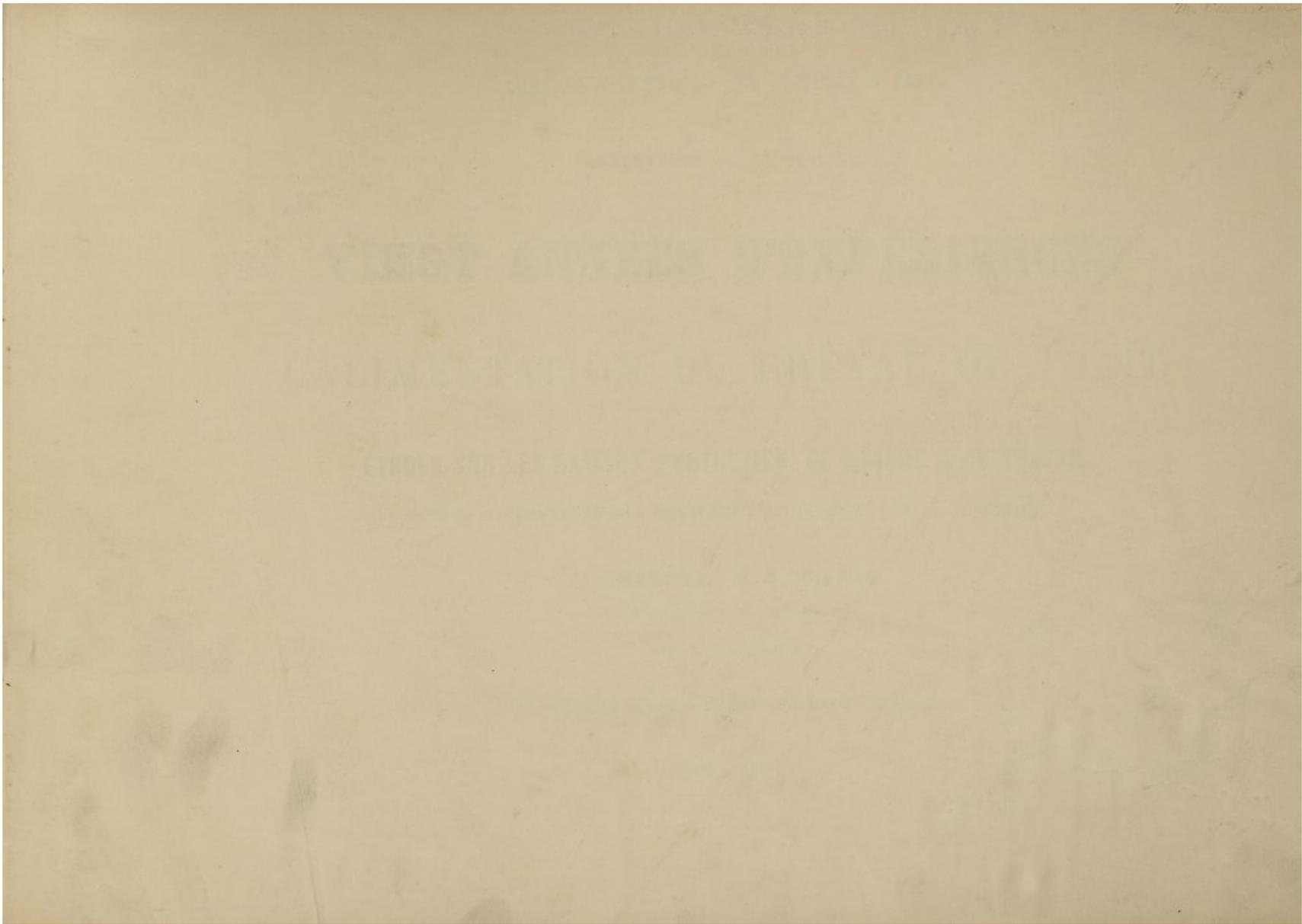
PARIS - 1904

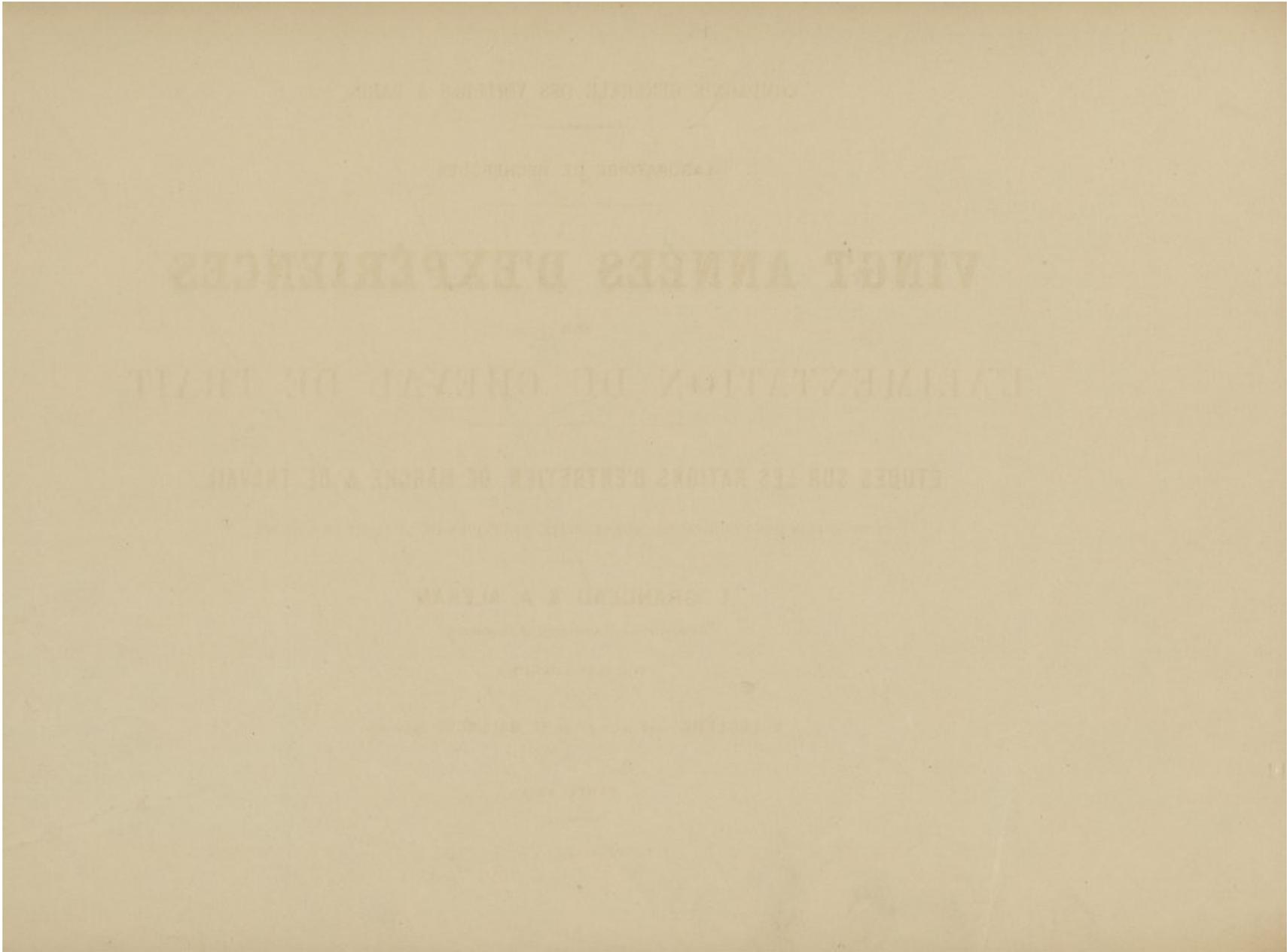
— 286 —
Imprimé et imprimé
sur commande de la Compagnie Générale
des Voitures à Paris
11, rue de Valenciennes, PARIS.



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9







COMPAGNIE GÉNÉRALE DES VOITURES A PARIS

LABORATOIRE DE RECHERCHES

VINGT ANNÉES D'EXPÉRIENCES

SUR

L'ALIMENTATION DU CHEVAL DE TRAIT

ÉTUDES SUR LES RATIONS D'ENTRETIEN, DE MARCHE & DE TRAVAIL

COMPOSITION DES FOURRAGES-DIGESTIBILITÉ-STATIQUES DE L'EAU ET DE L'AZOTE

PAR

L. GRANDEAU & A. ALEKAN

DIRECTEURS DU LABORATOIRE DE RECHERCHES

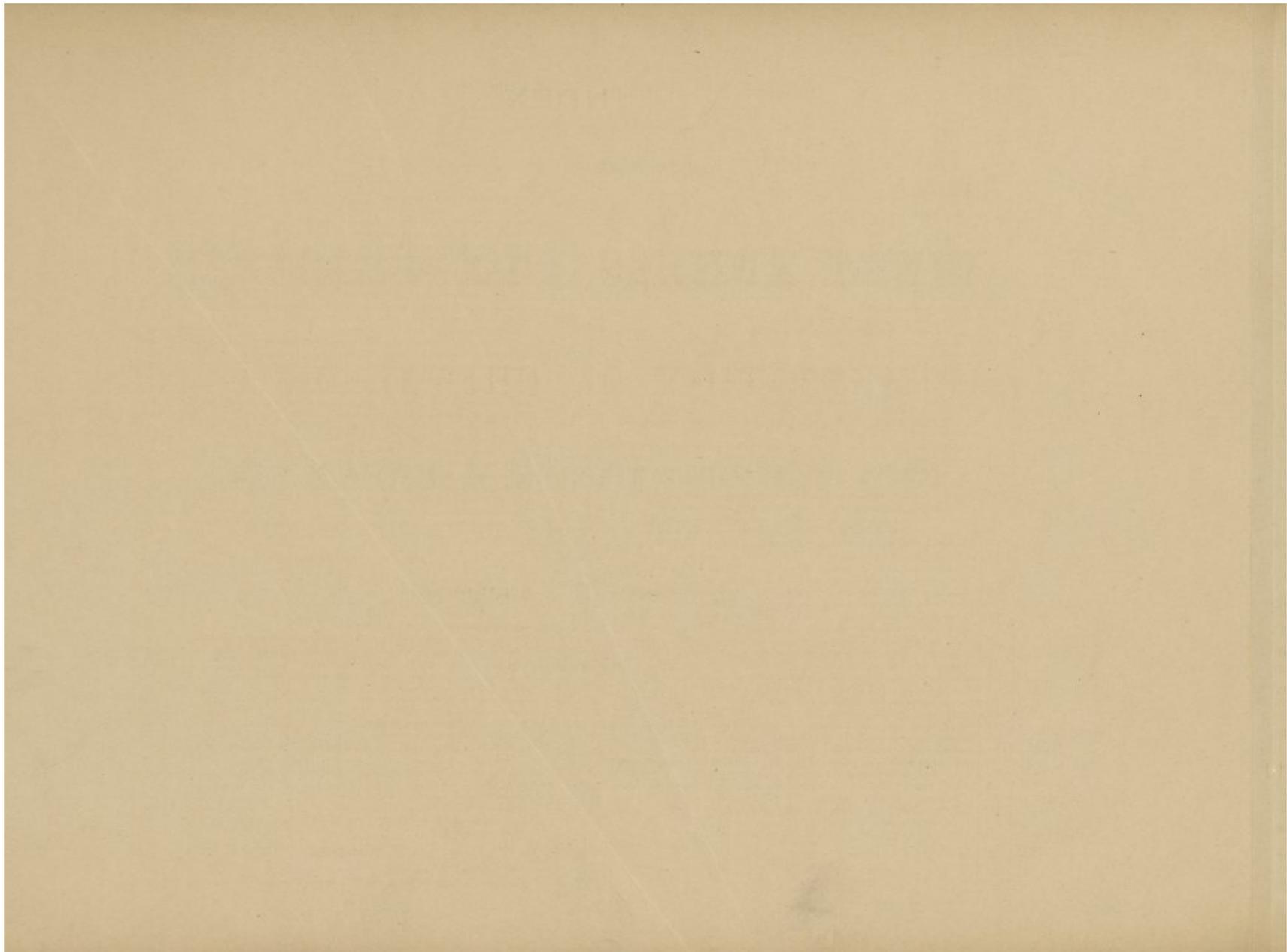
AVEC LA COLLABORATION

DE

A. LECLERC (1880-1890) ET DE H. BALLACEY (1890-1894)

PARIS - 1904

L. COUSTIER, 43, Rue de Valenciennes, Paris



INDEX

N ^o des Pages	Pages	NOTICES	Pages
AVANT-PROPOS	3		
INTRODUCTION	5		
GRAPHIQUES			
PREMIÈRE PARTIE : Documents généraux			
1	7	Prix moyen des denrées consommées	6
2	9	Prix du kilogramme de protéine dans les denrées	8
3	11	Prix du kilogramme d'amidon dans les denrées	10
4	13	Prix du kilogramme de graisse dans les denrées	12
5	15	Prix de l'unité nutritive dans les denrées	14
6	17	Teneur en principes nutritifs bruts de la ration journalière du cheval de place	16
7	19	Teneur en principes nutritifs digérés de la ration moyenne journalière du cheval de place	18
DEUXIÈME PARTIE : Résultats des Expériences d'Alimentation			
8	21	Composition moyenne centésimale des denrées d'expériences en matière sèche, cendres et matière azotée	20
9	23	Composition moyenne centésimale des denrées d'expériences en cellulose, sacros, amidon et graisse	22
10	25	Composition moyenne centésimale des denrées d'expériences en matières minérales. — Statistique journalière de l'acide phosphorique. — Variations de poids et balance de l'année.	24
11	27	Composition des rations moyennes consommées par cheval et par jour au travail et à la marche	26
12	29	Composition des rations consommées par cheval et par jour au travail et à la marche	28
13	31	Coefficients de digestibilité de la substance sèche, des matières azotées et de la graisse	30
14	33	Coefficients de digestibilité du glucose, de l'amidon et des celluloses brutes et saccharifiables	32
15	35	Principes nutritifs ingérés et digérés par jour au repos. — Variations journalières de poids vif. — Valeur calorifique et relation nutritive de la ration digérée	34
16	37	Principes nutritifs ingérés et digérés par jour à la marche. — Variations journalières de poids vif. — Valeur calorifique et relation nutritive de la ration digérée	36
17	39	Principes nutritifs ingérés et digérés par jour au travail. — Variations journalières de poids vif. — Valeur calorifique et relation nutritive de la ration digérée	38
18	41	Principes nutritifs ingérés et digérés par jour moyen. — Variations journalières moyennes de poids vif. — Valeur calorifique et relation nutritive de la ration digérée	40
19	43	Statistique journalière de l'eau, au repos. — Poids vif moyen au repos	42
20	45	Statistique journalière de l'eau, à la marche. — Poids vif moyen à la marche	44
21	47	Statistique journalière de l'eau, au travail. — Poids vif moyen au travail	46
22	49	Statistique journalière moyenne de l'eau. — Poids vif moyen	48
23	51	Statistique journalière de l'azote au repos. — Variations journalières de poids vif	50
24	53	Statistique journalière de l'azote à la marche. — Variations journalières de poids vif	52
25	55	Statistique journalière de l'azote au travail. — Variations journalières de poids vif	54
26	57	Statistique journalière moyenne de l'azote. — Variations journalières de poids vif	56
27	59	Travail moyen journalier au manège et à la voiture. — Quantités de travail. — Chemins. — Vitesses. — Variations de poids journalières	58
28	61	Principes digérés, relation nutritive et valeur calorifique des rations journalières pendant le travail au manège et à la voiture	60
29	63	Travail moyen journalier. — Données relatives aux rations de travail. — Pertes journalières de poids vif au travail	62
TABLEAUX NUMÉRIQUES			
		Prix moyen, par quintal, des denrées (1880-1890)	6
		Prix du kilogramme de protéine	8
		Prix du kilogramme d'amidon	10
		Prix du kilogramme de graisse	12
		Prix moyen de l'unité nutritive (Méthode J. Käfer)	14
		Teneur en principes nutritifs bruts de la ration moyenne journalière du cheval de place	16
		Teneur en principes nutritifs digérés de la ration moyenne journalière du cheval de place	18
		Composition moyenne centésimale des denrées d'expériences	20-22
		Composition moyenne minérale des denrées d'expériences (1897-98)	24
		Statistique journalière de l'acide phosphorique	26
		Composition moyenne des rations consommées par cheval et par jour	28-28
		Coefficients moyens de digestibilité	30-32
		Principes nutritifs journalièrement ingérés	34
		Principes nutritifs journalièrement digérés	36
		Rations digérées : Groupement des principes nutritifs, valeurs calorifiques et relations nutritives	38
		Variations moyennes journalières de poids vif et poids moyen des chevaux	40
		Statistique journalière de l'eau	42-44
		Statistique journalière de l'azote. — Résultats généraux	48
		Statistique journalière de l'azote. — Résultats généraux	50
		Ration digérée au travail. — Variations de poids vif	60
		Travail moyen journalier	62
PLANCHES			
		Stalle d'expériences (Élevation et plan)	65
		Manège dynamométrique de Wall avec compteur intégrateur de Ledere. (Élévation et plan)	67



AVANT-PROPOS

Avant de présenter, sous forme de Graphiques et de Tableaux numériques, les résultats de vingt années d'expériences sur l'alimentation du cheval de trait, il nous semble nécessaire d'indiquer pourquoi la Compagnie Générale des Voitures a créé un Laboratoire de Recherches et une Manutention Centrale pour ses fourrages, et de décrire en quelques lignes le fonctionnement de ces deux établissements.

Le Laboratoire de Recherches a été fondé à Paris, en 1873, dans le but d'appliquer à l'alimentation du cheval de trait les données de la chimie et de la physiologie, et de tirer de cette application, d'une part des déductions scientifiques d'un ordre général, et d'autre part des conclusions pratiques de nature à intéresser la Compagnie Générale des Voitures. Antérieurement à cette création, la Compagnie Générale avait déjà adopté, pour l'alimentation de sa nombreuse cavalerie, la méthode des *Saisonnages rationnels*, sous l'impulsion de M. Bixio, président du Conseil d'Administration, et sur les indications de son conseil technique, M. L. Grandjean. Les résultats très favorables obtenus de 1872 à 1878, par l'emploi de cette méthode, ont inspiré, dans le cadre matériel des fourrages, ont engagé le Conseil d'Administration de la Compagnie à établir, en 1879, une *Manutention générale* pour les denrées nécessaires à toute sa cavalerie, avec un *Laboratoire d'analyses*, pourvu d'une *Écurie expérimentale* et de tous les appareils destinés aux recherches sur l'alimentation des animaux.

En créant ces divers services, la Compagnie Générale a voulu faciliter l'application rigoureuse, à toute sa cavalerie, de la méthode des *Saisonnages rationnels*, inactive en outre, d'une façon industrielle, un système alimentaire dont l'expérience lui avait permis d'apprécier les nombreux avantages, et ouvrir largement la voie aux améliorations à apporter dans l'alimentation du cheval de service, en faisant collaborer à cette œuvre la science et la pratique.

Le *Système d'alimentation* de la Compagnie Générale présente, en effet, deux caractères bien définis :

1° Les fourrages ne sont distribués qu'après avoir subi un *soilage* complet ;

2° Ils ne sont consommés qu'après avoir été soignés aussi intimement que possible. Le nettoyage des denrées fourragères a été reconnu indispensable à une bonne alimentation, par suite de la consistance, faite depuis longtemps, que tous les fourrages, même ceux que le commerce regarde comme loyaux et marchands, renferment toujours une notable proportion d'impuretés diverses, et que l'ingestion de ces substances étrangères présente les plus grands dangers pour la santé des animaux, comme l'ont montré les nombreuses autopsies de chevaux morts de coliques. Aussi, le Conseil d'Administration de la Compagnie n'a-t-il pas hésité à installer, à la manutention, des appareils spéciaux permettant de faire subir aux grains un nettoyage aussi parfait que possible.

L'observation ayant montré, d'autre part, que les chevaux qui consomment des grains seuls, non mélangés ni préalable à de la paille ou du foin, les mastiquent incomplètement, et qu'une partie de ces grains se retrouve intacte dans les excréments, on a cherché à éviter la perte très-sensible qui en résulte sur une nombreuse cavalerie, en mélangeant après concassage, les grains avec de la paille hachée. À l'aide de ce mélange préalable, la Compagnie Générale obtient une meilleure utilisation plus régulière et plus complète, qu'on distrait séparément les grains et la paille ; de plus, elle peut ainsi faire plus facilement consommer à ses chevaux une ration de *soilage rationnel*.

La Manutention, qui est chargée de la réalisation pratique du système alimentaire de la Compagnie, doit donc, en résumé :

- 1° Recevoir toutes les denrées nécessaires à la cavalerie ;
 - 2° Les nettoyer mécaniquement ;
 - 3° Les préparer en vue de la fabrication des rations (aplatir, concasser, hacher) ;
 - 4° Les mélanger à l'aide de moyens mécaniques ;
 - 5° Évacuer le mélange, la répartir entre les divers dépôts de cavalerie, et le transporter journellement aux lieux de consommation ;
 - 6° Conserver, en silos, les denrées qui ne sont pas consommées de suite.
- La manutention, qui occupe une superficie de 20.000 mètres carrés, comprend :
- Une *Groupe*, isolée des autres constructions et pouvant contenir 800.000 kilogrammes de fourrages en lottes ;
 - Un *Bâtiment pour les machines*, avec deux machines à vapeur de 70 chevaux chacune et une installation électrique ;
 - Un *Magasin de réception des grains* ;

Des *silos* pour le nettoyage des grains et la fabrication des rations ;
Divers *Ateliers* pour les bureaux, magasins, écuries et dépendances ;
Enfin 55 *Silos* *soilage*, entièrement étanches, permettant de conserver 6 millions de kilogrammes de grains.

Telle qu'elle est organisée, la manutention peut préparer et livrer journellement les rations nécessaires à 45.000 chevaux.

Pour que ces rations aient une *valor nutritive réellement constante*, quelles que soient les denrées employées, il est indispensable que la manutention soit renseignée journellement sur la composition de ces denrées : à cet effet, elle adresse chaque jour au Laboratoire un échantillon de tous les fourrages reçus, et d'après la composition chimique trouvée à l'analyse, le Laboratoire établit la proportion dans laquelle chaque fourrage doit entrer dans le mélange. Nous voyons donc que *l'analyse chimique est la base de l'établissement des rations de la Compagnie* ; c'est d'ailleurs la seule base à adopter, dès l'instant où la Compagnie répondait avec raison les deux modes de rationnement, *soilage rationnel*, *soilage en poids*, comme conduisant à distribuer des rations de richesse trop variable, suivant les denrées d'abord, et pour un même fourrage, suivant la provenance et l'année de la récolte.

L'exposé précédent suffit à faire comprendre le rôle de premier ordre que joue le Laboratoire dans l'organisation créée par la Compagnie.

On peut dire, d'une façon générale que ce rôle consiste :

1° À vérifier la qualité et à rechercher la valeur nutritive des fourrages destinés à la cavalerie de la Compagnie ; à l'heure actuelle, le Laboratoire a exécuté plus de 35.000 analyses de fourrages divers pouvant être consommés par le cheval.

2° À fixer et à modifier les rations, suivant le prix des fourrages, tant en leur conservant la même valeur nutritive, c'est-à-dire à établir une *Balance de Valeur Alimentaire* constante et de *Prix de revient* minimum ;

3° À fournir les indications nécessaires à la bonne conservation des grains dans les silos de la manutention ;

4° À établir, par des expériences directes sur le cheval, la valeur alimentaire de chaque fourrage, consommé isolément ou en mélange, en se plaçant dans des conditions aussi variées que celles des chevaux du service de place (repos, marche, travail à différentes allures).

Le présent Album contient une partie seulement des résultats obtenus en poursuivant pendant vingt ans le programme dont les grandes lignes viennent d'être énumérées ; en ce qui concerne les moyens d'évaluation mis en œuvre pour remplir ce programme, il nous est impossible de les décrire ici sans sortir du cadre de cet ouvrage ; on se fera cependant une idée exacte du dispositif actuel des deux annexes principales du Laboratoire, l'*Écurie expérimentale* et le *Musée physiologique*, en consultant les planches placées à la fin de l'Album et qui représentent, la première, une salle de l'écurie, et la seconde, le *Manège de Wolf* muni du compteur inventé par Leclerc. Comme le Laboratoire, l'*Écurie expérimentale* et le *Manège* ont été installés d'après les indications de M. L. Grandjean, qui a également arrêté le plan général des expériences et en a dirigé l'exécution depuis 1879. Plusieurs collaborateurs ont participé à cette œuvre de longue haleine, et parmi eux il convient de rappeler les noms de A. Leclerc et H. Ballay, tous deux disparus prématurément, et qui ont dirigé le Laboratoire, le premier de 1879 à 1890, le second de 1890 à 1894. De plus, le Conseil d'Administration a institué, depuis 1894, un *Comité scientifique*, chargé spécialement de suivre les *Expériences d'alimentation* entreprises au Laboratoire.

Ce Comité comprend, outre les auteurs du présent ouvrage :
MM. Chassignon, membre de l'Institut, président ; Maréchal, membre de l'Institut ; A. Müntz, membre de l'Institut ; Bixio, président du Conseil d'Administration de la Compagnie Générale des Voitures ; Nocard, membre de l'Académie de médecine, dont nous déplorons la disparition prématurée ; Regnard, membre de l'Académie de médecine ; Devain, sous-directeur de la cavalerie de la Compagnie Générale des Voitures.

Nous remercions avec empressement l'occasion qui nous est offerte de témoigner à tous les membres du Comité scientifique notre gratitude pour avoir bien voulu, depuis douze ans, prêter à nos expériences l'appui de leur autorité.

D'autre part, nous nous reprocherions d'oublier que si nos travaux ont pu être menés à bonne fin, c'est grâce au concours intelligent et dévoué de M. J. Alquier, ingénieur-agronome et préparateur au Laboratoire, que nous sommes heureux de remercier en cette circonstance.

(1) Cet ouvrage était sur le point d'être publié quand est survenue la mort de M. Maréchal. Nous avons à cœur de signaler ici le part important pris par l'illustre physiologiste aux travaux du Comité scientifique, et de rendre à sa mémoire un hommage bien mérité.



INTRODUCTION

Les recherches poursuivies depuis 20 ans au laboratoire de la Compagnie Générale des Voitures nous ont permis de recueillir une telle quantité de documents relatifs à l'alimentation du cheval, que, pour pouvoir à l'heure actuelle envisager l'ensemble de ces données et en tirer quelques conclusions, il nous a paru indispensable de réunir sous forme de graphiques les plus importants de ces documents.

C'est dans ce but que nous publions le présent album, qui contient 29 planches, et que l'on peut diviser en deux parties :

La Première partie, composée de sept graphiques, renferme des données extraites de 20.000 analyses de fourrages, de grains et de résidus industriels, effectuées de 1880 à 1890 pour contrôler la valeur nutritive des rations de la Compagnie; chacun de ces graphiques est d'ailleurs commenté dans une notice annexe, qui le rend suffisamment explicite.

La Deuxième partie, composée des vingt-deux derniers graphiques, est entièrement consacrée aux expériences d'alimentation exécutées au Laboratoire de 1880 à 1899, sur des animaux soumis aux régimes les plus variés.

Les principaux phénomènes observés au cours de seize séries d'expériences effectuées pendant cette période, sont traduits dans ces vingt-deux graphiques, qui contiennent, outre les résultats déjà parus dans les Annales de la Science Agronomique française et étrangère, ceux de plusieurs séries d'essais qui n'ont pas encore été publiés. Chaque expérience correspond à une alimentation différente et chaque graphique renferme l'ensemble des résultats de même ordre constatés dans les seize expériences en question.

Malgré le commentaire joint à chaque graphique, nous ne croyons pas inutile d'indiquer brièvement le but des Expériences, leur plan général et leur mode d'exécution.

Le but des expériences d'alimentation a été de déterminer la composition que devait avoir la ration des chevaux de la Compagnie pour leur permettre de s'entretenir, dans les meilleures conditions économiques, tout en effectuant leur travail journalier.

Pour atteindre ce but, on a d'abord étudié en bloc le Mélange que recevaient les chevaux à l'époque où les expériences ont commencé, c'est-à-dire en 1880, puis successivement, de 1880 à 1892, chacun des éléments de ce Mélange: Poin, Avoine, Maïs, Fécule et Tourteau. A partir de cette époque, la Compagnie Générale ayant été obligée d'utiliser davantage les aliments industriels, par suite de l'augmentation de prix des grains et des fourrages, le Laboratoire a étudié l'alimentation aux Pommes de terre, celle à la Maltine, puis aux Granules, pour revenir en 1897 à une nouvelle étude du Mélange distribué à la Cavalerie, ce Mélange différant sensiblement de celui qu'on utilisait en 1880. Enfin, depuis 1898, les expériences ont porté sur le rôle du Sacre dans l'alimentation chevaline et les Graphiques contiennent, sur ce sujet spécial, les résultats de trois de ces expériences. Tel a été, en somme, l'enchaînement des divers essais effectués de 1880 à 1899, enchaînement qu'on a scrupuleusement respecté dans la reproduction graphique des résultats.

Dans chaque expérience on a étudié, pour les diverses situations où pouvaient se trouver les chevaux de service de la Compagnie (repos, marche, travail à différentes allures) les questions de Composition et de Digestibilité des rations, de Statique de l'Eau et de l'Azote, et celle du travail mécanique effectué, en mettant en parallèle les Variations

de Poids vifs éprouvés par les animaux d'expérience; dans les graphiques, on a donc groupé les données relatives à chacune de ces grandes questions, pour l'ensemble des expériences, mais en se bornant aux trois situations de Repos, Marche, et Travail, en ce qui concernait le rationnement et les Statiques.

Quant au mode d'exécution des expériences, il a consisté, en **principe**, à choisir comme sujets d'expérience et pour chaque alimentation, 3 chevaux aussi comparables que possible entre eux et avec l'ensemble de la Cavalerie de la Compagnie, et à observer ensuite ces animaux, chacun pendant un mois au minimum, dans les diverses situations de: Repos, Marche au pas et au trot, Travail au manège au pas et au trot, Travail à la voiture vide et chargée.

Ce sont là, bien entendu, des conditions-types dont on a cherché à se rapprocher le plus possible, mais il a fallu parfois s'en écarter plus ou moins, ce qui s'explique très bien si l'on songe à la variété des essais, à leur durée, et aux difficultés de toute sorte provenant soit des animaux, soit des aliments, soit des instruments de mesure employés ou même des circonstances climatiques.

Toute exception au programme général est d'ailleurs signalée dans les notices explicatives. En récapitulant l'ensemble des expériences figurées dans l'album, on trouve qu'elles ont porté sur 30 chevaux hongres, pesant de 500 à 450^k et représentant par leur origine, leur âge et leur conformation générale les types moyens des chevaux de service de la Compagnie.

C'est dans ces conditions que, pendant des périodes variant de un mois à deux ans, pour un même régime alimentaire, on a journellement déterminé les éléments ci-dessous :

- 1^o Poids des Boissons et des Aliments consommés;
- 2^o Composition chimique des Aliments;
- 3^o Quantité et nature des produits éliminés (Urines, Fèces, Poils, Crasse, Sueur);
- 4^o Chemin parcouru dans chaque expérience, vitesse et quantité de travail effectué;
- 5^o Variations de Poids vif des animaux d'expérience;
- 6^o Observations thermométriques et hygrométriques.

Il est facile de concevoir que le relevé, pendant 20 ans, de ces différentes données, puisse constituer une masse considérable de documents; aussi avons-nous dû, pour chaque régime étudié, établir des moyennes correspondantes aux diverses situations et aux phénomènes les plus remarquables, et nous servir de ces moyennes pour dresser tous nos graphiques. Ces moyennes ont été reproduites, à la fin de chacune des Notices, sous forme de tableaux numériques, de sorte qu'il suffira de s'y reporter pour connaître la valeur exacte des données représentées.

Les indications précédentes font ressortir, croyons-nous, assez nettement le caractère général, à la fois scientifique et pratique des expériences du Laboratoire; quant aux résultats obtenus, nous faisons simplement remarquer que l'application journalière qui en est faite à la Compagnie Générale sur plus de 40.000 chevaux, est une preuve décisive de la confiance qu'on peut leur accorder. Les personnes qu'intéresse la question de l'alimentation animale pourront donc, nous l'espérons, puiser d'utiles renseignements dans la présente publication, qui résume en quelque sorte le laborieux travail de vingt années d'expériences.

NOTICE

Prix moyens des Dentrées consommées

Ce premier Graphique renferme les prix moyens, par année, des denrées consommées par la Cavalerie de la Compagnie, de 1880 à 1899.

Ces prix, rapportés au Quintal, ont été établis en tenant compte de tous les frais, c'est-à-dire les Denrées étant amenées dans la mangeoire des chevaux; aussi les a-t-on désignés sous le nom de: *Prix moyens de consommation*. Leur groupement permet de juger d'un coup d'œil les fluctuations du marché pour une même denrée pendant 20 ans, et de comparer les prix des huit principales denrées utilisées par la Compagnie.

On peut considérer ces denrées comme formant 3 catégories:

1^o Les Grains: Avoine, Maïs, Féverole;

2^o Les Fourrages: Paille et Foin;

3^o Les Aliments industriels: Tourteaux, Maltine, Granules.

Grains. — Si l'on range les trois espèces de grains utilisés, par ordre de prix décroissant, on obtient le classement ci-après: Féverole, Avoine, Maïs.

A l'exception des années 1881 et 1894, la Féverole a toujours coûté plus cher que l'Avoine et le Maïs, pendant la période de 1880 à 1896. Elle ne figure plus sur le Graphique à partir de 1897, son emploi ayant été suspendu depuis cette époque. Son prix maximum a été atteint en 1882 (24 fr. 06) et son prix minimum (18 fr. 37) en 1891; le prix moyen de toute la période est de 20 fr. 77. Nous verrons dans d'autres graphiques, que la cherté de la Féverole n'en fait pas cependant une denrée désavantageuse; pour juger, d'ailleurs, de l'avantage réel que peut présenter l'emploi d'un aliment, il faut tenir compte non seulement de son prix sur le marché, mais encore de sa composition chimique.

L'Avoine s'est, en général, maintenue à un prix intermédiaire entre les prix de la Féverole et du Maïs, sauf en 1892, où le Maïs a été exceptionnellement cher. C'est, d'ailleurs, dans la période 1892-1895 que le Maïs s'est élevé à des prix très voisins de ceux de l'Avoine, sous l'influence combinée de quelques mauvaises récoltes et des droits nouvellement mis en vigueur. L'Avoine a atteint son prix maximum en 1882 (22 fr. 12), comme la Féverole, et elle est descendue à un minimum de 16 fr. 34 en 1897, pour dépasser depuis cette époque le prix de 20 francs.

Quant au Maïs, il a été relativement cher de 1880 à 1885 (maximum 18 fr. 81 en 1883); son prix s'est progressivement abaissé jusqu'en 1890 où il a été minimum (13 fr. 95); considérablement relevé de 1891 à 1895, il s'est maintenu ensuite aux environs de 15 fr. 50. Si l'on établit la moyenne des prix annuels de 1880 à 1899, on trouve:

Pour l'Avoine: 19 fr. 11

Pour le Maïs: 16 fr. 64

Fourrages. — Les fourrages bruts consommés d'une façon régulière par la Cavalerie de la Compagnie, ont été le Foin et les Pailles d'avoine et de blé. La consommation du Foin a beaucoup perdu de son importance à la Compagnie depuis que les expé-

riences du Laboratoire ont démontré combien cet aliment était mal utilisé par le cheval; par contre, celle de la Paille a suivi une marche inverse, et les données numériques réunies à propos de cette denrée ont d'autant plus d'intérêt qu'elles s'appliquent à des quantités considérables mises en consommation. Les prix moyens établis pour la paille s'appliquent à des approvisionnements mixtes de Paille d'avoine et de Paille de blé, dans lesquels cette dernière a toujours été en moins grande quantité, la Paille d'avoine lui ayant été préférée comme plus savoureuse et plus recherchée par la cavalerie.

Les prix maximum, minimum et moyen ont été les suivants:

	Prix maximum	Prix minimum	Prix moyen
Foin.....	11 fr. 23	8 fr. 83	10 fr. 63
Pailles.....	9 fr. 27	4 fr. 86	6 fr. 38

En dehors des années 1881-1882 d'une part, 1893-1894 d'autre part, où la sécheresse a fait hausser les prix des fourrages d'une façon anormale, ces denrées n'ont pas éprouvé de variations considérables dans leurs prix.

Aliments industriels. — Il s'agit au nombre de trois; les Tourteaux, utilisés depuis 1880, la Maltine depuis 1885 et les Granules depuis 1896. Les Tourteaux employés sont à base de Maïs et d'Orge; la Maltine est un résidu séché provenant du traitement du maïs en distillerie par le procédé au Malt; les Granules sont des agglomérés fabriqués par la Compagnie avec divers sous-produits industriels, qui sont mélangés dans des proportions réglées sur leur composition chimique et soumis ensuite à une véritable cuisson. La caractéristique de ces 3 sortes d'aliments est leur teneur élevée en matières azotées et grasses; l'intérêt tout particulier que présentent les Granules provient de la facilité que l'on a d'utiliser seulement des sous-produits irréprochables et de faire varier la valeur alimentaire du produit fabriqué avec la composition des éléments employés.

Les prix des 3 aliments industriels consommés se sont toujours maintenus entre ceux des Grains et des Fourrages, en suivant assez régulièrement les variations de prix du Maïs. Ainsi, en ce qui concerne les Tourteaux, les prix ont graduellement diminué de 1880 à 1890, brusquement monté de 1891 à 1894, pour redevenir au minimum de 12 fr. 57 en 1897. Les prix moyens ont été:

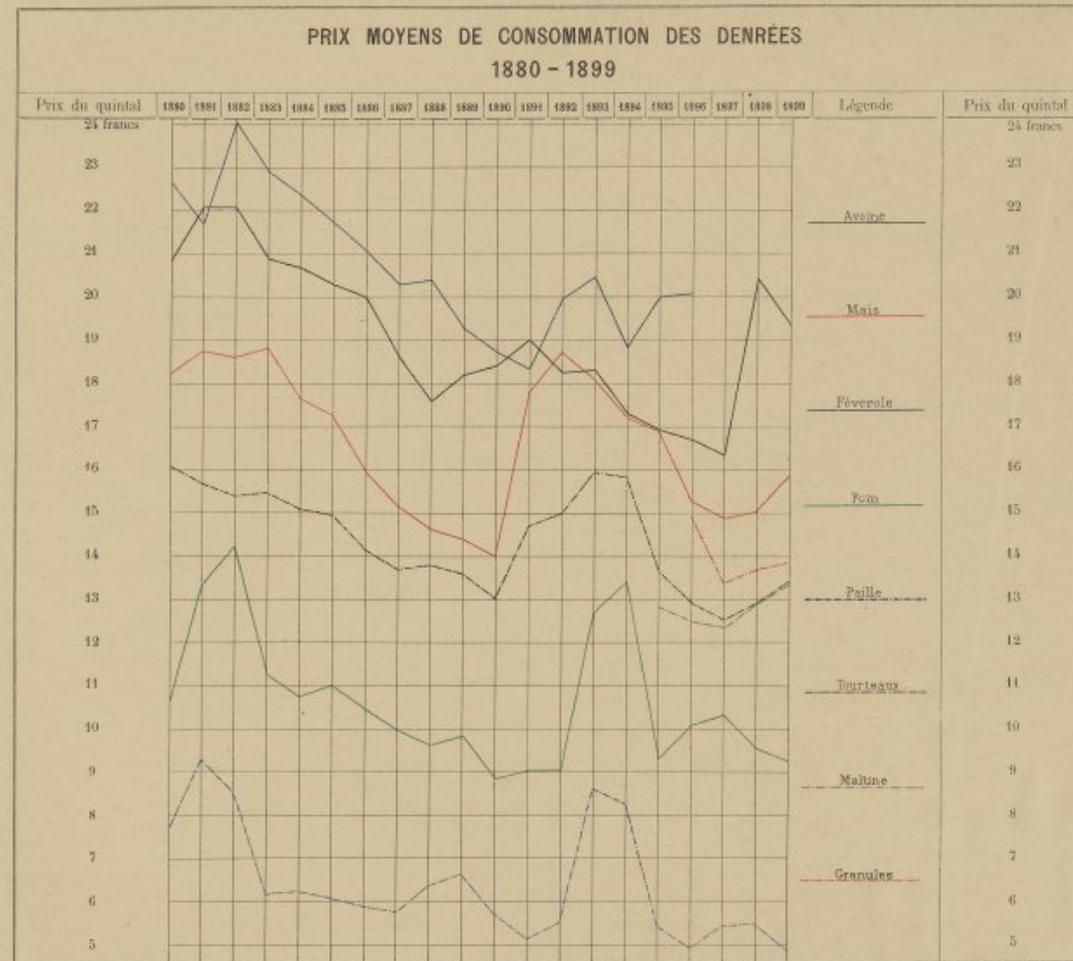
Pour les Tourteaux.....	14 fr. 25
de la Maltine.....	12 fr. 80
de les Granules.....	13 fr. 93

C'est la Maltine qui a donc été la moins chère et c'est elle aussi dont les prix ont le moins varié.

Nous verrons dans les notices des planches suivantes quels aliments se sont montrés les plus économiques.

Prix moyens, par Quintal, des Dentrées (1880-1899)

Année	Avoine	Maïs	Féverole	Foin	Paille	Tourteau	Maltine	Granules	Année	Avoine	Maïs	Féverole	Foin	Paille	Tourteau	Maltine	Granules
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.		fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
1880	20,836	18,129	22,702	10,427	7,161	16,118	.	.	1890	18,810	18,269	18,768	8,826	5,729	15,056	.	.
1881	22,168	18,755	21,762	18,591	9,269	18,722	.	.	1891	16,981	17,759	18,566	9,082	8,071	14,702	.	.
1882	22,124	18,629	24,293	14,255	8,198	18,808	.	.	1892	18,228	18,290	14,984	9,077	5,490	18,007	.	.
1883	24,970	18,808	21,045	14,250	4,129	18,869	.	.	1893	18,290	18,791	20,465	11,486	8,594	16,260	.	.
1884	20,650	17,679	21,567	10,756	6,267	18,168	.	.	1894	17,806	17,268	18,875	13,588	8,262	16,841	.	.
1885	20,297	17,545	21,738	10,297	6,053	14,964	.	.	1895	16,888	16,850	20,425	9,287	6,568	18,633	12,875	.
1886	19,090	16,907	21,114	10,467	5,868	14,168	.	.	1896	16,711	15,863	20,296	10,123	4,883	18,883	12,890	14,002
1887	18,691	15,156	20,215	9,967	5,764	13,694	.	.	1897	16,802	16,800	.	10,328	5,379	12,570	12,877	18,371
1888	17,876	14,881	20,389	9,619	6,350	13,806	.	.	1898	20,576	16,009	.	9,859	5,603	12,832	12,886	15,638
1889	18,208	14,340	19,880	9,808	6,610	13,022	.	.	1899	19,359	16,862	.	9,261	4,888	13,663	13,388	18,763



NOTICE

Prix du kilogramme de Protéine dans les Dénrées

Le Graphique précédent renferme les prix des différentes dénaires utilisées à la Compagnie; celui-ci représente les prix auxquels ces mêmes dénaires ont été livrés annuellement à la consommation le kilogramme de Protéine, pendant la période 1880-1899. Pour établir ces prix, on s'est servi des prix moyens de consommation et de la composition chimique moyenne annuelle des dénaires, en suivant une méthode que nous allons expliquer succinctement.

Pour fixer les idées, prenons comme exemple les Avoines livrées à la Compagnie en 1899, au prix de 19 fr. 34, et cherchons comment a été obtenu le prix de revient de 0 fr. 85 pour le kilogramme de Protéine de ces Avoines. Ces Avoines ont présenté la teneur moyenne suivante en principes nutritifs bruts:

- 59,46 % pour les Matières non azotées
- 4,09 % pour les Matières grasses
- 9,60 % pour les Matières azotées (Protéine)

En désignant par x le prix du kilogramme de Matière non azotée, et en appliquant respectivement à la Graisse et aux Matières azotées les facteurs 2,33 et 5,22 dont nous expliquerons plus loin l'origine, on obtient la relation suivante:

$$59,46 x + (4,09 \times 2,33) x + (9,60 \times 5,22) x = 19 \text{ fr. } 34$$

D'où l'on déduit: $x = 0 \text{ fr. } 1624$
Et par suite: $5,22 x = 0 \text{ fr. } 85$, prix de la Protéine dans les Avoines de 1899, tel qu'il figure sur le Graphique et dans le tableau inséré ci-dessous.

Voyons maintenant comment on détermine les coefficients 2,33 et 5,22 affectés à la Graisse et aux Matières azotées:

Parmi les 350 Analyses d'Avoine effectuées en 1899, choisissons-en trois, ayant donné:

- Pour les Matières non azotées, les taux %: a, a', a''
- Pour la Graisse: b, b', b''
- Pour les Matières azotées: c, c', c''

En désignant respectivement par X, Y, Z les prix du kilogramme de ces divers principes nutritifs, nous aurons le système d'équations suivant:

$$\begin{aligned} a X + b Y + c Z &= 19,34 \\ a' X + b' Y + c' Z &= 19,34 \\ a'' X + b'' Y + c'' Z &= 19,34 \end{aligned}$$

La résolution de ce système nous donnera certaines valeurs pour X, Y, Z.

Si maintenant nous répétons ce calcul sur plusieurs systèmes de 3 équations formés comme les précédentes, nous obtiendrons pour X, Y et Z une série de valeurs, dont nous désignerons les moyennes par X_m , Y_m , Z_m . Il est donc facile d'avoir les rapports $\frac{Y_m}{X_m}$ et $\frac{Z_m}{X_m}$ qui représentent, pour l'année 1899, les prix d'un kilogramme de Graisse et d'un kilogramme de Matière azotée dans l'Avoine, en supposant égal à l'unité le prix du kilogramme de Matière non azotée.

Appliquons ensuite la même méthode aux analyses d'Avoines consommées pendant une série d'années (de façon à avoir des résultats plus rigoureux), on obtient pour les rapports $\frac{Y_m}{X_m}$ et $\frac{Z_m}{X_m}$ différentes valeurs, dont les moyennes finales donnent précisément

2,33 et 5,22 pour prix respectifs d'un kilogramme de Graisse et d'un kilogramme de Matière azotée, dans l'hypothèse où les Matières non azotées valent 1. Ces coefficients étant déterminés, on peut, ainsi qu'on vient de le montrer, établir facilement le prix du kilogramme des différents principes nutritifs bruts, dans une Avoine quelconque, dont on connaît la composition et le prix de revient, en prenant comme unique inconnue du problème, le prix du kilogramme des Matières non azotées. C'est ainsi qu'on a trouvé plus haut le prix de 0 fr. 16 pour le kilogramme de Matière non azotée dans les Avoines de 1899, et qu'on en a déduit le prix de la Protéine dans ces mêmes Avoines: 0 fr. 85.

(Planche N° 2).

Le même mode de calcul s'applique, bien entendu, aux autres dénaires; mais, pour chaque groupe (Grains, Fourrages, Aliments industriels) il existe des coefficients différents, qu'il faut déterminer comme l'ont été les coefficients 2,33 et 5,22, si l'on veut avoir une base d'évaluation aussi vraie que possible. A. Leclerc, qui a fait de très nombreuses déterminations à ce sujet, a obtenu finalement les résultats suivants:

Le kilogramme de Matière non azotée vaut 1.	2,33 dans les Grains (Avoine, Maïs, Féverole)
Le kilogramme de Graisse vaut . . .	2,04 dans les Fourrages (Foin, Paille)
	2,42 dans les Aliments industriels azotés (Tourteaux, Maltine, Granules)
et le kilogramme de Matière azotée vaut	5,22 dans les Grains
	5,97 dans les Fourrages
	5,90 dans les Aliments industriels azotés.

Tels sont les coefficients qui nous ont servi à établir, année par année, le prix de revient du kilogramme des différents principes nutritifs bruts, dans les huit dénaires principales de la Compagnie, prix qui figurent dans la planche ci-contre et dans les deux suivantes. Nous ne discutons pas ici les avantages et les inconvénients de la méthode qui vient d'être exposée; pas plus que toutes celles qu'on a employées pour résoudre la question qui nous occupe, elle ne donne, évidemment, des résultats exacts en valeur absolue, mais elle permet d'établir entre les différentes dénaires des comparaisons qui ne manquent pas d'intérêt.

Ainsi, nous voyons que, de toutes les dénaires consommées de 1880 à 1899, c'est l'Avoine qui a livré le kilogramme de Protéine au prix le plus élevé pendant toute cette période; ce résultat n'a rien de surprenant si on compare seulement l'Avoine et le Maïs, ce dernier ayant une teneur en Protéine très voisine de celle de l'Avoine, et ayant d'autre part un prix de revient moindre; mais il n'en est plus de même si on compare l'Avoine ou le Maïs avec la Féverole, dans ce cas, on voit que c'est la Féverole qui est la plus avantageuse, malgré son prix de revient très élevé, puisqu'elle a fourni, en moyenne, le kilogramme de Protéine à 0 fr. 59, cette même Protéine valant 0 fr. 68 dans le Maïs et 0 fr. 82 dans l'Avoine.

Dans les Fourrages, on trouve que le Foin, considéré au point de vue de la Protéine, est moins avantageux que la Paille; les résultats moyens obtenus pour ces deux dénaires (dans les années où les éléments analytiques ont été reconnus suffisants), sont: 0 fr. 49 pour le Foin, 0 fr. 33 pour la Paille.

Remarquons, en passant, la hausse anormale des années 1881-1882 d'une part, 1893-1894, d'autre part; pour ces dernières, la sécheresse suffit à l'expliquer.

En ce qui concerne les Aliments industriels, les variations des prix de la Protéine sont moindres que dans les autres dénaires; ces prix eux-mêmes ne sont supérieurs qu'à celui trouvé pour la Paille.

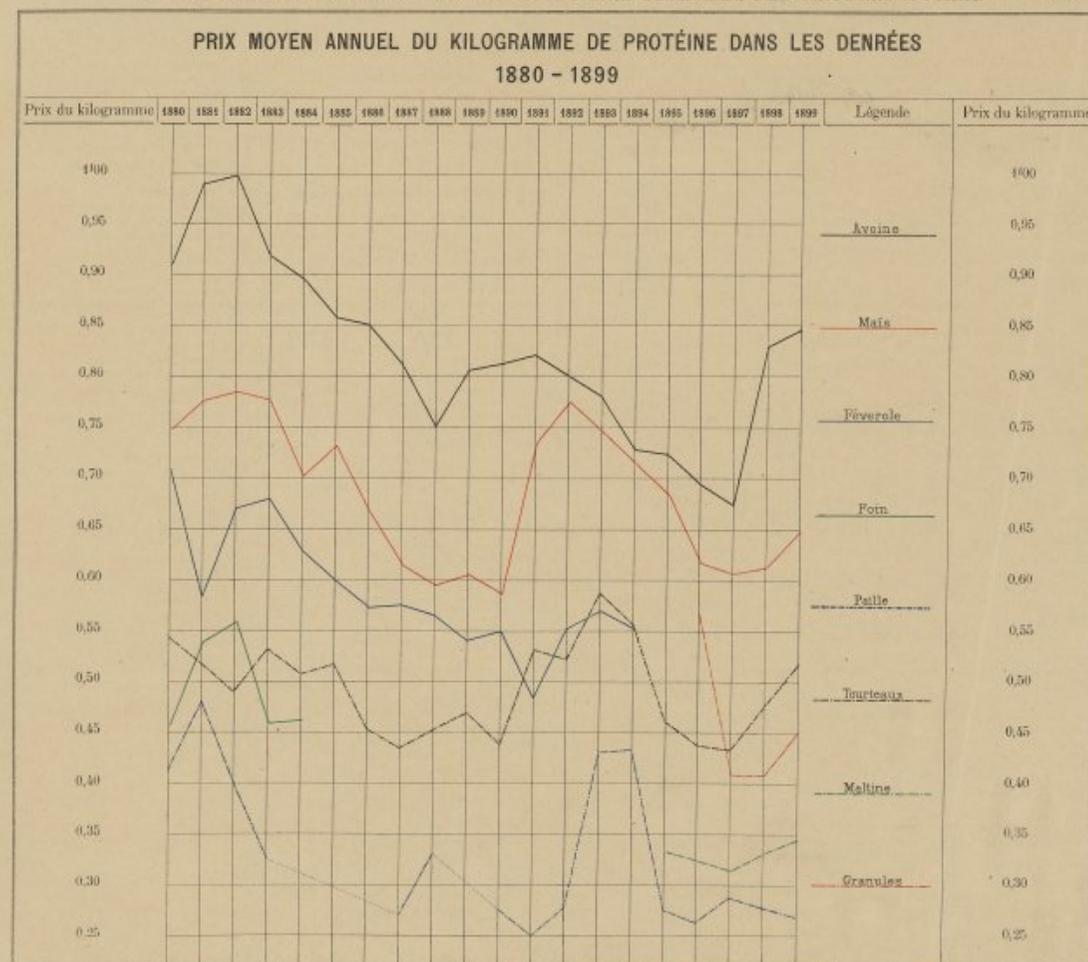
- En moyenne, ils sont de } 0 fr. 49 dans les Tourteaux
- 0 fr. 46 dans les Granules
- 0 fr. 33 dans la Maltine.

La Maltine, dont le prix de consommation est inférieur à ceux des Grains et des autres résidus d'industrie (Voir planche 1), a donc encore l'avantage de livrer la Protéine au prix minimum. Sa substitution à la Féverole (dont elle se rapproche par sa composition) est donc parfaitement justifiée au point de vue économique. On voit en même temps, que les substitutions du Maïs à l'Avoine et de la Paille au Foin, envisagées au même point de vue, méritent d'être l'attention.

Nous ferons remarquer, en terminant, que les courbes du Graphique ci-contre ne sont pas toujours complètes; cela tient, soit à ce que la Compagnie a renoncé à certaines dénaires (Féverole) pour en utiliser d'autres (Maltine, Granules), soit à ce que les données analytiques ont été insuffisantes (Paille); dans ce dernier cas, les parties interrompues des courbes sont représentées en pointillé.

Prix du kilogramme de Protéine

Année	Avoine	Maïs	Féverole	Foin	Paille	Tourteau	Maltine	Granules	Année	Avoine	Maïs	Féverole	Foin	Paille	Tourteau	Maltine	Granules
1880	0,91	0,74	0,71	0,46	0,41	0,54	.	.	1890	0,81	0,59	0,55	.	0,27	0,44	.	.
1881	0,89	0,77	0,58	0,54	0,48	0,52	.	.	1891	0,82	0,73	0,48	.	0,25	0,53	.	.
1882	1,00	0,76	0,67	0,56	0,40	0,49	.	.	1892	0,80	0,78	0,53	.	0,28	0,52	.	.
1883	0,92	0,78	0,68	0,46	0,32	0,53	.	.	1893	0,78	0,75	0,59	.	0,43	0,59	.	.
1884	0,90	0,70	0,63	0,45	.	0,51	.	.	1894	0,73	0,71	0,55	.	0,43	0,56	.	.
1885	0,86	0,73	0,60	.	.	0,52	.	.	1895	0,72	0,68	.	.	0,27	0,46	0,33	.
1886	0,85	0,67	0,57	.	.	0,46	.	.	1896	0,69	0,62	.	.	0,26	0,44	0,32	0,56
1887	0,81	0,61	0,57	.	0,27	0,43	.	.	1897	0,67	0,61	.	.	0,29	0,43	0,31	0,41
1888	0,75	0,59	0,56	.	0,33	0,45	.	.	1898	0,55	0,61	.	.	0,28	0,48	0,33	0,41
1889	0,81	0,60	0,54	.	.	0,47	.	.	1899	0,58	0,65	.	.	0,27	0,52	0,34	0,45



NOTICE

Prix du kilogramme d'Amidon dans les Denrées

Le Graphique ci-contre est relatif aux prix du kilogramme d'Amidon dans les denrées consommées de 1880 à 1899 à la Compagnie Générale.

Nous ne reviendrons pas sur la méthode employée pour déterminer ces prix, la notice précédente contenant sur ce sujet toutes les explications nécessaires; mais nous ferons remarquer que le mot Amidon désigne ici l'ensemble des Matières non azotées brutes, c'est-à-dire non seulement l'Amidon proprement dit, mais encore la Cellulose saccharifiable, les Sucres et les Indéterminés (Gommes, Pentosanes, Corps pectiques, etc.)

On a vu précédemment que, pour chaque groupe d'aliments (Grains, Fourrages, Aliments industriels) on avait trouvé un rapport constant, d'environ 1/3, 1/5 ou 1/6 suivant le cas, entre le prix des Matières non azotées et celui de la Protéine; il en résulte que les variations observées dans les prix de la Protéine doivent se retrouver dans ceux de l'Amidon; c'est d'ailleurs ce que la lecture du Graphique ci-contre permet de constater.

On voit ainsi que, parmi toutes les denrées utilisées de 1880 à 1899, l'Avoine et le Foin ont livré le kilogramme d'Amidon au prix moyen le plus élevé; viennent ensuite, par ordre décroissant, le Maïs, la Féverole, la Paille, puis les Tourteaux, les Granules et en dernier lieu la Maltine.

Les prix moyens du kilogramme d'Amidon sont d'ailleurs reproduits ci-dessous :

Grains		Fourrages		Aliments Industriels	
Avoine	0 fr. 16	Foin	0 fr. 16	Tourteaux.....	0 fr. 08
Maïs	0 fr. 13	Paille	0 fr. 11	Granules.....	0 fr. 08
Féverole.....	0 fr. 11			Maltine.....	0 fr. 06

Ces résultats montrent que, sous le rapport de l'Amidon, la Féverole est un aliment beaucoup plus avantageux que l'Avoine et un peu plus que le Maïs, malgré son prix d'achat élevé; le même fait a d'ailleurs été constaté à propos de la Protéine.

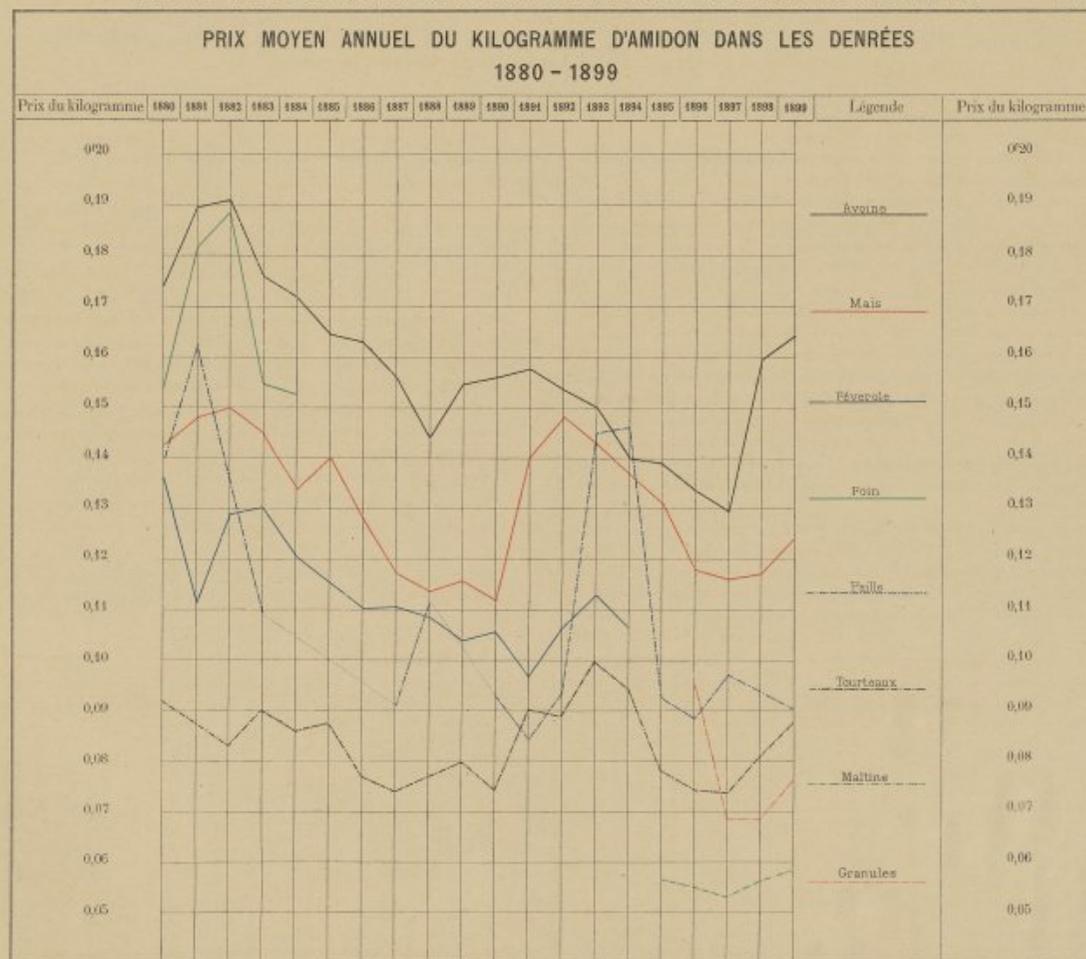
Dans les Fourrages proprement dits, la Paille s'est montrée plus économique que le Foin; enfin, dans les Aliments industriels, la valeur du kilogramme d'Amidon consommé a dépassé à peine la moitié de celle qu'il a atteint dans les Grains et les Fourrages, et c'est la Maltine qui l'a livré constamment au prix minimum.

Ces diverses observations s'appliquent, bien entendu, aux moyennes des prix relevés pour chaque denrée; on peut constater, il est vrai, sur le Graphique que dans telle année, 1894 par exemple, l'Amidon a été plus cher dans la Paille que dans l'Avoine, tandis que dans telle autre comme 1891, l'Amidon de la Paille a été exceptionnellement bon marché, au-dessous même de celui des Tourteaux; mais ce sont là des anomalies dues à des conditions spéciales, soit climatiques, soit économiques, et qui n'influent en rien les remarques ci-dessus.

Comme dans la planche N° 2, et pour les mêmes raisons, les courbes de certaines denrées n'embrassent pas la période entière de 1880 à 1899.

Prix du kilogramme d'Amidon

Année	Avoine	Maïs	Féverole	Foin	Paille	Tourteaux	Maltine	Granules	Année	Avoine	Maïs	Féverole	Foin	Paille	Tourteaux	Maltine	Granules
1880	0,17	0,14	0,12	0,15	0,12	0,09	.	.	1890	0,15	0,11	0,10	.	0,09	0,07	.	.
1881	0,19	0,15	0,11	0,18	0,16	0,09	.	.	1891	0,16	0,14	0,09	.	0,08	0,09	.	.
1882	0,19	0,15	0,10	0,19	0,13	0,08	.	.	1892	0,15	0,15	0,10	.	0,09	0,09	.	.
1883	0,18	0,15	0,13	0,18	0,11	0,09	.	.	1893	0,15	0,14	0,11	.	0,10	0,10	.	.
1884	0,17	0,13	0,12	0,15	.	0,09	.	.	1894	0,16	0,14	0,10	.	0,10	0,09	.	.
1885	0,16	0,14	0,11	.	.	0,09	.	.	1895	0,14	0,15	.	.	0,09	0,08	0,06	.
1886	0,16	0,13	0,11	.	.	0,08	.	.	1896	0,13	0,12	.	.	0,09	0,07	0,05	0,09
1887	0,15	0,12	0,11	.	0,09	0,07	.	.	1897	0,13	0,12	.	.	0,10	0,07	0,05	0,07
1888	0,14	0,11	0,11	.	0,11	0,08	.	.	1898	0,16	0,12	.	.	0,09	0,08	0,06	0,07
1889	0,15	0,11	0,10	.	.	0,08	.	.	1899	0,16	0,12	.	.	0,09	0,09	0,06	0,08



NOTICE

(Planche N° 4).

Prix du kilogramme de Graisse dans les Dentrées

Le Graphique ci-contre renferme les prix du kilogramme de Graisse dans les différentes denrées consommées de 1880 à 1889.

Ces prix ont été établis d'après la méthode exposée dans la notice de la planche N° 2; les commentaires de cette notice nous dispensent donc de revenir sur ce sujet. Nous ferons, toutefois, les deux observations suivantes:

1° Le mot Graisse désigne ici l'ensemble des matières extraites des aliments par le Sulfure de carbone;

2° Un rapport constant a été trouvé, pour les denrées d'un même groupe (Grains, Fourrages, ou Aliments industriels), entre le prix des Matières aux Azotés et celui de la Graisse.

Il résulte de cette dernière remarque que les courbes des prix de la Graisse présentent, pour les aliments de même groupe, la même allure générale que les courbes correspondantes des prix de l'Amidon, figurées dans la planche N° 3. On ne doit donc pas s'étonner si l'AVOINE a livré la matière grasse au prix maximum pendant toute la période envisagée, puisque le même fait a été constaté pour l'Amidon. Les autres grains se sont montrés plus avantageux, le MAÏS se classant après l'AVOINE dans l'ordre décroissant des prix, et la FÉVÈROLE étant, ici encore, le plus économique des trois Grains consommés.

En ce qui concerne les Fourrages, la PAILLE a livré constamment la Graisse à bien meilleur compte que le FOIN; quant aux Aliments industriels, ils ont été plus avantageux que toutes les autres denrées, aussi bien sous ce rapport que pour la Protéine et l'Amidon. La MALTINE doit être signalée comme ayant fourni la Matière grasse au prix minimum, sensiblement inférieur au prix trouvé dans les TOURTEAUX et les GRANULES.

Si pour chaque denrée, on établit la moyenne des prix du kilogramme de Graisse, on obtient les résultats suivants:

Grains		Fourrages		Aliments industriels	
Avoine	0 fr. 37	Foin	0 fr. 34	Tourteaux	0 fr. 20
Maïs	0 fr. 30	Paille	0 fr. 22	Granules	0 fr. 19
Féverole	0 fr. 27			Maltine	0 fr. 13

En rapprochant ces résultats de ceux trouvés précédemment pour l'Amidon et la Protéine, on arrive, en fin de compte, à classer comme suit les huit denrées consommées, en commençant par celle qui a livré les principes nutritifs bruts aux prix les plus élevés: Avoine, Foin, Maïs, Féverole, Paille, Tourteaux, Granules, Maltine.

Cette classification ne correspond pas du tout à l'échelle décroissante des prix des mêmes denrées, ainsi qu'on l'a fait prévoir en commentant la planche N° 1. Cette échelle serait, en effet, la suivante:

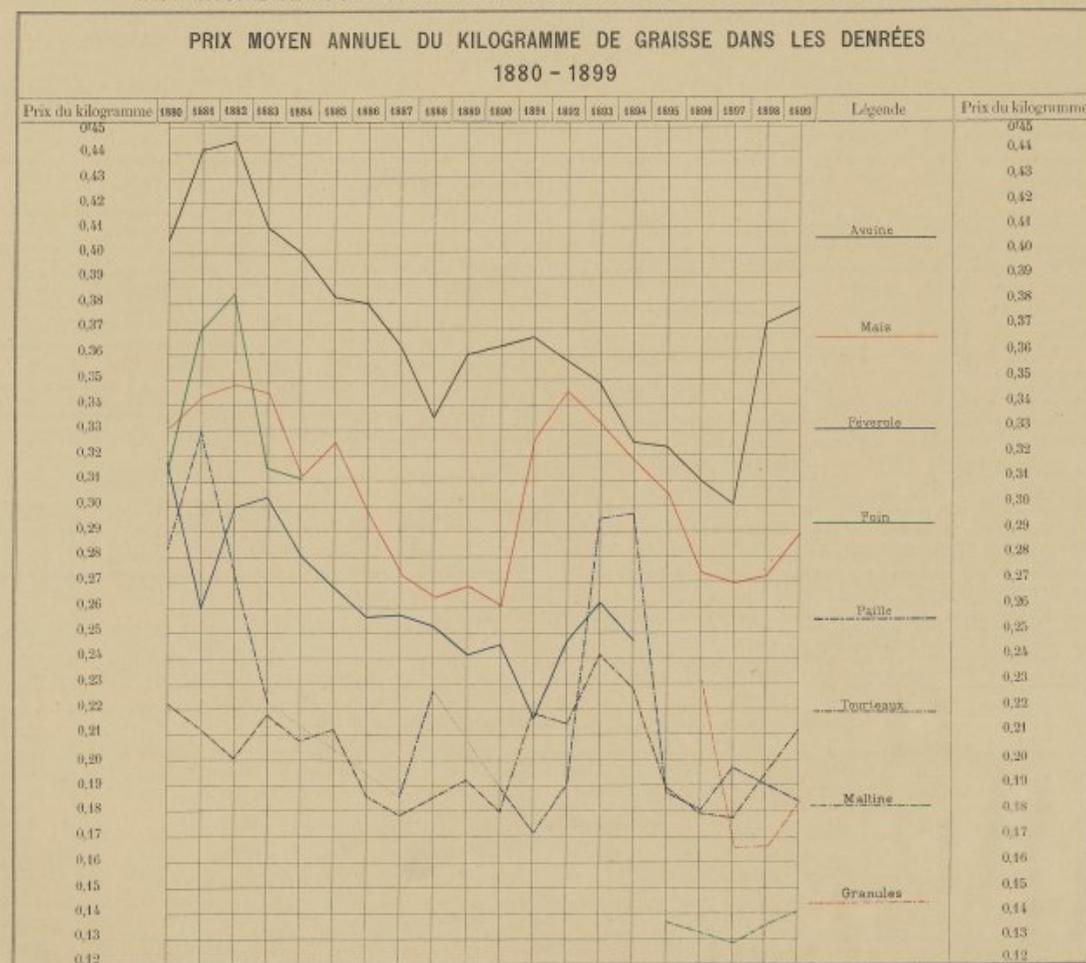
Féverole, Avoine, Maïs, Tourteaux, Granules, Maltine, Foin, Paille.

On voit donc que, surtout pour la Féverole, le Foin et la Paille, le prix ne peut pas, à lui seul, servir de base à une estimation exacte de la valeur économique de la denrée.

Nous verrons, à propos du Graphique suivant, qu'en envisageant un peu différemment cette question du prix des éléments nutritifs, on arrive à des conclusions presque identiques.

Prix du kilogramme de Graisse

Année	Avoine	Maïs	Féverole	Foin	Paille	Tourteau	Maltine	Granules	Année	Avoine	Maïs	Féverole	Foin	Paille	Tourteau	Maltine	Granules
1880	0,40	0,33	0,32	0,31	0,28	0,22			1890	0,36	0,28	0,24		0,19	0,18		
1881	0,44	0,34	0,26	0,37	0,33	0,21			1891	0,37	0,33	0,22		0,17	0,22		
1882	0,44	0,35	0,30	0,38	0,27	0,20			1892	0,36	0,35	0,25		0,19	0,21		
1883	0,41	0,35	0,30	0,34	0,22	0,22			1893	0,35	0,33	0,36		0,20	0,24		
1884	0,40	0,31	0,28	0,34		0,24			1894	0,32	0,32	0,25		0,30	0,23		
1885	0,38	0,33	0,27			0,21			1895	0,32	0,30			0,19	0,19	0,16	
1886	0,38	0,30	0,26			0,18			1896	0,31	0,27			0,18	0,18	0,13	0,23
1887	0,36	0,27	0,26		0,18	0,18			1897	0,30	0,27			0,20	0,18	0,13	0,17
1888	0,33	0,26	0,25		0,23	0,18			1898	0,37	0,27			0,19	0,19	0,13	0,17
1889	0,36	0,27	0,24			0,19			1899	0,38	0,29			0,18	0,21	0,14	0,18



NOTICE

Prix de l'Unité nutritive dans les Dénrées

On a vu précédemment (Planches 2, 3 et 4), comment on pouvait établir les prix de revient du kilogramme des différents principes nutritifs et quelles conclusions on pouvait en tirer sur la valeur comparative des aliments du cheval. Nous avons pensé qu'il était intéressant de compléter cette étude et d'en contrôler les résultats à l'aide de la méthode imaginée par le Professeur J. Kühn, de Halle.

Dans cette méthode, on calcule le nombre d'Unités nutritives que contiennent 100 kilos d'un aliment quelconque, d'après les conventions suivantes :

- 1 Kilogr. de Matières non azotées digestibles est compté pour 1 Unité nutritive.
- 1 » de Graisse digestible » » » 2,44 »
- 1 » de Matières azotées digestibles » » » 6 »

On multiplie donc respectivement par 6 et 2,44 les quantités de Matières digestibles Azotées et Grasses contenues dans 100 Kilogr. d'aliment; à ces deux produits, additionnés ensemble, on ajoute les Hydrocarbonés digestibles, et le total de ces opérations représente le nombre d'Unités nutritives contenues dans 100 Kilogr. de l'aliment en question. Connaissant d'autre part le prix de la denrée, on déduit aisément, à l'aide du nombre qu'on vient de trouver, la valeur argent de l'Unité nutritive dans cette denrée.

Cette Méthode, appliquée aux huit dénnées dont il a été question antérieurement, a donné, pour la période 1880-1899, les résultats figurés dans le Graphique ci-contre. Nous ferons toutefois, au sujet de cette application, les remarques suivantes :

1° Pour établir la composition des différentes dénnées en éléments digestibles, on s'est servi de la composition moyenne annuelle de ces dénnées, calculée d'après les analyses du Laboratoire, et des coefficients de digestibilité déterminés par nos expériences directes sur le cheval ;

2° Les Matières azotées digestibles ont été comptées en bloc, c'est-à-dire sans déduction des Amidés ;

3° Dans les Matières non Azotées, on n'a pas tenu compte de la très faible proportion de cellulose brute digestible utilisée par le cheval.

Poursuivi dans de telles conditions, le calcul de la valeur argent de l'unité nutritive dans les différentes dénnées conduit aux résultats ci-après :

Si l'on embrasse l'ensemble de la période 1880-1899 pour les huit aliments consommés, on constate des oscillations très sensibles dans le prix de l'Unité nutritive dans les différents fourrages, c'est-à-dire dans le prix du Kilogr. d'Hydrocarbonés digestibles; on voit, en effet, ce prix qui était d'environ 0 fr. 35 dans le Foin en 1882, descendre en 1897 à 0 fr. 08 dans la Maltine éprouvant ainsi une diminution de plus des 3/4 de sa valeur. Même en se bornant aux variations de prix dans une même denrée, on constate encore que l'écart entre les prix extrêmes a atteint 0 fr. 16 dans la Paille, 0 fr. 09 dans l'Avoine, 0 fr. 07 dans le Foin, pour descendre à 0 fr. 05 dans le Maïs, la Fève-rolle, les Grammes, à 0 fr. 04 dans les Tourteaux, et à moins de 0 fr. 01 dans la Maltine. C'est donc dans le Foin que l'Unité nutritive a atteint son prix maximum, dans la Paille qu'elle a subi les plus grandes variations de prix, et dans la Maltine qu'elle a eu à la fois la valeur la plus constante et la plus faible.

En établissant la moyenne, par denrée, des prix de l'Unité nutritive, pour les 20 années, on obtient les valeurs suivantes :

Prix moyen de l'Unité nutritive			
Foin	0 fr. 30	Fève-rolle	0 fr. 14
Avoine	0 » 23	Tourteaux	0 » 13
Paille	0 » 22	Grammes	0 » 13
Maïs	0 » 18	Maltine	0 » 08

Ces résultats nous montrent que, des huit aliments expérimentés, le Foin est le moins avantageux de tous, celui qui livre le Kilogr. d'Hydrocarbonés digestibles au prix le plus élevé, et la Maltine au contraire, la denrée la plus économique; parmi les Grains, l'Avoine est moins avantageuse que le Maïs et la Fève-rolle, et cette dernière malgré le bas prix de son unité nutritive, ne peut pas lutter, au point de vue économique, avec la Maltine, qui lui a été substituée dans les rations courantes de la Compagnie.

Le classement des dénnées auquel nous avons conduit la Méthode employée précédemment (Voir Notice de la Pl. 4) était presque semblable à celui que donne ici l'emploi de la Méthode Kühn. On peut se rendre compte de la façon suivante que les deux systèmes fournissent, quand on les interprète convenablement, des indications tout-à-fait voisines. Dans le premier système, on détermine la valeur du Kilogr. des différents principes nutritifs bruts (Protéine, Amidon, Graisse) à l'aide de coefficients déduits de nombreuses analyses; dans la Méthode Kühn, on évalue le prix du Kilogr. des matières non azotées digestibles, en affectant les autres éléments digestibles de coefficients conventionnels.

Il est donc possible de comparer les résultats trouvés pour le Kilogr. de Matières non azotées (Amidon) par la première Méthode, avec ceux trouvés par la Méthode Kühn pour les Matières non azotées digestibles; il suffit, pour cela, de tenir compte de la digestibilité des Matières non azotées, dans lesquelles on ne fait entrer ni la Graisse ni la Cellulose brute, comme on l'a vu plus haut. Prenons comme exemples l'Avoine et le Foin; la première Méthode nous a donné :

Prix de 1 Kilogr. de Matières non azotées brutes dans l'Avoine . . . 0 fr. 156
 dans le Foin . . . 0 fr. 184

La digestibilité de ces matières, d'après les expériences du Laboratoire, est de : 76,76 % dans l'Avoine et 45,84 % dans le Foin. Avec ces données, on trouve alors que :

1 Kilogr. de Matières non azotées digestibles vaut dans l'Avoine . . . 0 fr. 20
 dans le Foin . . . 0 fr. 30

Ces résultats se rapprochent beaucoup de ceux que fournit la Méthode Kühn et qui sont :

Pour l'Avoine . . . 0 fr. 23
 Pour le Foin . . . 0 fr. 30

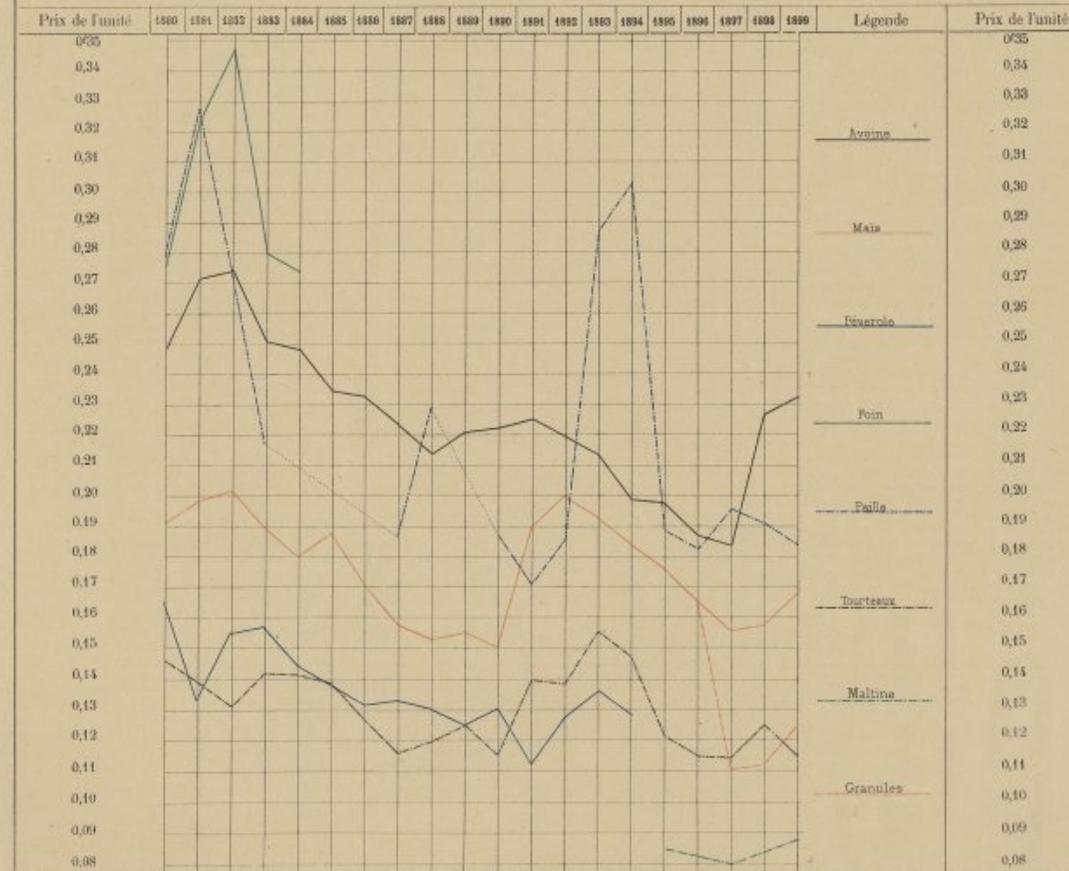
On peut conclure, en résumé :

- 1° Que le prix des dénnées ne permet pas, sans le concours de leur composition chimique, de les apprécier à leur valeur réelle ;
- 2° Que les aliments classiques du cheval : Foin, Avoine, Paille, sont moins avantageux, au point de vue économique, que le Maïs et la Fève-rolle, et surtout que les Aliments dits industriels.

Prix moyen de l'Unité nutritive (Méthode J. Kühn)

Année	Avoine	Maïs	Fève-rolle	Foin	Paille	Orzoine	Maltine	Grammes	Année	Avoine	Maïs	Fève-rolle	Foin	Paille	Orzoine	Maltine	Grammes
1880	0,2990	0,1910	0,1630	0,2707	0,2751	0,1663	.	.	1890	0,2223	0,1509	0,1297	.	0,1666	0,1159	.	.
1881	0,2718	0,1935	0,1591	0,3208	0,3298	0,1592	.	.	1891	0,2251	0,1387	0,1115	.	0,1707	0,1002	.	.
1882	0,2761	0,2015	0,1580	0,3070	0,2765	0,1513	.	.	1892	0,2198	0,1306	0,1272	.	0,1651	0,1380	.	.
1883	0,2512	0,1596	0,1668	0,2806	0,2777	0,1625	.	.	1893	0,2183	0,1320	0,1356	.	0,2020	0,1550	.	.
1884	0,2480	0,1502	0,1606	0,2761	.	0,1617	.	.	1894	0,1980	0,1301	0,1279	.	0,2025	0,1472	.	.
1885	0,2513	0,1581	0,1575	.	.	0,1588	.	.	1895	0,1970	0,1201	.	.	0,1880	0,1210	0,1500	.
1886	0,2325	0,1713	0,1510	.	.	0,1570	.	.	1896	0,2066	0,1030	.	.	0,1818	0,1150	0,1000	0,1050
1887	0,2230	0,1630	0,1325	.	0,1819	0,1160	.	.	1897	0,1855	0,1068	.	.	0,1668	0,1109	0,1095	0,1113
1888	0,2156	0,1530	0,1300	.	0,2286	0,1197	.	.	1898	0,2067	0,1096	.	.	0,1903	0,1051	0,1033	0,1129
1889	0,2205	0,1655	0,1297	.	.	0,1252	.	.	1899	0,2323	0,1070	.	.	0,1830	0,1146	0,1079	0,1200

**PRIX MOYEN ANNUEL DE L'UNITÉ NUTRITIVE DANS LES DENRÉES - MÉTHODE J. KÜHN
1880 - 1899**



L. Goussier, 18, rue de Valenciennes, Paris

NOTICE

(Planche N° 6)

Teneur en principes nutritifs bruts de la ration journalière du cheval de place

Dans les précédents graphiques, nous avons envisagé, séparément et au seul point de vue des besoins, chacune des denrées entrant dans les rations des chevaux de la Compagnie; voyons maintenant quels résultats la Compagnie a obtenus, au point de vue alimentaire, en mélangeant ces mêmes denrées et en les substituant les unes aux autres, dans des proportions déterminées par leur composition chimique. Avant de commenter le Graphique ci-contre, où sont représentés ces résultats, il nous paraît indispensable d'indiquer les caractères essentiels du système d'alimentation de la Compagnie.

Dans ce système, les chevaux ne consomment que des aliments soignés, parfaitement adaptés au préalable, et dont les uns (Grains et Tourteaux) sont concassés, tandis que les autres sont hachés: la Paille, par exemple. Ainsi préparé, ce mélange de fourrages et d'aliments concentrés, permet d'obtenir une mastication plus parfaite, et par suite une assimilation plus régulière et plus complète.

En outre, grâce aux analyses de son Laboratoire, la Compagnie est toujours à même de donner à ses chevaux des rations en rapport avec leurs besoins, et de varier celles-ci en conséquence, malgré la variété des denrées employées et des substitutions pratiquées pour des raisons économiques.

Les chevaux de la Compagnie travaillant, en général, un jour sur deux, il a été reconnu indispensable de leur donner des rations différentes, le jour de repos et le jour de travail.

Le jour de repos, ils reçoivent, en quatre repas, le mélange dont il est question plus haut, composé de 5,30 de Grains, 3,10 de Paille et 2,10 d'Aliments industriels azotés; le jour de travail, ils reçoivent:

- 1° Avant leur départ de l'écurie: 1/4 du mélange précédent;
- 2° Au cours du travail: une ration de Grains (4 kils, d'avoine par exemple);
- 3° A leur rentrée à l'écurie: une ration contenant 4/5 de Grains et 1/5 de Paille.

Le poids total de ces diverses rations, destinées à entretenir le cheval pendant deux jours, tout en lui permettant de fournir un travail d'environ un million de kilogrammètres, a toujours été d'au moins 18 kilogrammes: la ration journalière moyenne a donc constamment dépassé le poids de 9 kilogrammes. C'est précisément la composition en principes nutritifs bruts de cette ration journalière moyenne (pour la période de 1882 à 1899) qui fait l'objet du Graphique ci-contre.

Les denrées utilisées pendant cette période ont été assez nombreuses; outre les aliments classiques du cheval (Avoine, Foin, Paille) on a employé le Maïs, le Seigle, l'Orge, le Blé et le Sarrasin, les Tourteaux, la Maltine et les Granules. Cependant, malgré la diversité de ces éléments, la ration moyenne a toujours conservé la même valeur alimentaire, comme le montre le Graphique.

Dans ce Graphique, les poids des principes nutritifs de la ration journalière, établis en tenant compte, pour chaque année, des modifications survenues, sont figurés par des rectangles de hauteur proportionnelle. Trois groupes, comportant chacun une échelle distincte, ont été formés parmi ces principes nutritifs: 1° Matière sèche; 2° Cendres; 3° Hydrocarbonés (Cellulose et Matières non azotées), Graisse et Matières azotées totales.

Pour ne pas surcharger le Graphique, on n'a pas fait figurer l'eau de la ration journalière, mais en se reportant au tableau ci-dessous, on voit que l'eau n'a pas plus sensiblement varié que les autres éléments de la ration, et qu'on peut fixer à 19350 la quantité moyenne d'eau consommée par le cheval de place dans sa ration journalière.

L'année 1889 doit être envisagée à part; la ration ayant été augmentée en raison du surcroît de travail de la cavalerie, il n'y a pas lieu de s'étonner si les poids de presque tous les éléments nutritifs atteignent pendant cette année là, leur valeur maximum.

Exception faite pour 1889, on constate sur le Graphique et sur le Tableau les variations suivantes dans le taux journalier des différents principes nutritifs:

- Moins de 300 grammes pour la matière sèche et la cellulose.
- Environ 50 grammes pour la graisse et les matières azotées.
- Plus de 500 grammes pour les matières non azotées.

- Ces variations équivalent aux fractions ci-après:
- 1/25 du poids de la matière sèche,
 - 1/4 de celui de la cellulose,
 - 1/7 " de la graisse,
 - 1/20 " des matières azotées,
 - 1/10 " des matières non azotées.

Sauf pour la Cellulose brute, dont le rôle est d'ailleurs assez restreint dans l'alimentation du cheval, ces variations ont donc été minimes, et ce résultat mérite d'autant plus d'attirer l'attention que la ration du cheval de la Compagnie a subi de fréquentes modifications dont les principales ont été:

- 1° L'admission simultanée du Maïs et de l'Avoine, dans des proportions variables avec les années;
- 2° La diminution progressive du Foin au profit de la Paille, et sa suppression complète depuis 1889;
- 3° La substitution de la Maltine à la Féverole depuis 1885;
- 4° La distribution, en quantités variables, de Tourteaux depuis 1882;
- 5° L'introduction des Granules fabriqués par la Compagnie depuis 1886.

En résumé, on peut affirmer que tous ces changements n'ont pas influé sur la ration journalière qui, pendant la période 1882-1899, ne s'est pas écartée sensiblement de la valeur moyenne suivante en principes nutritifs bruts:

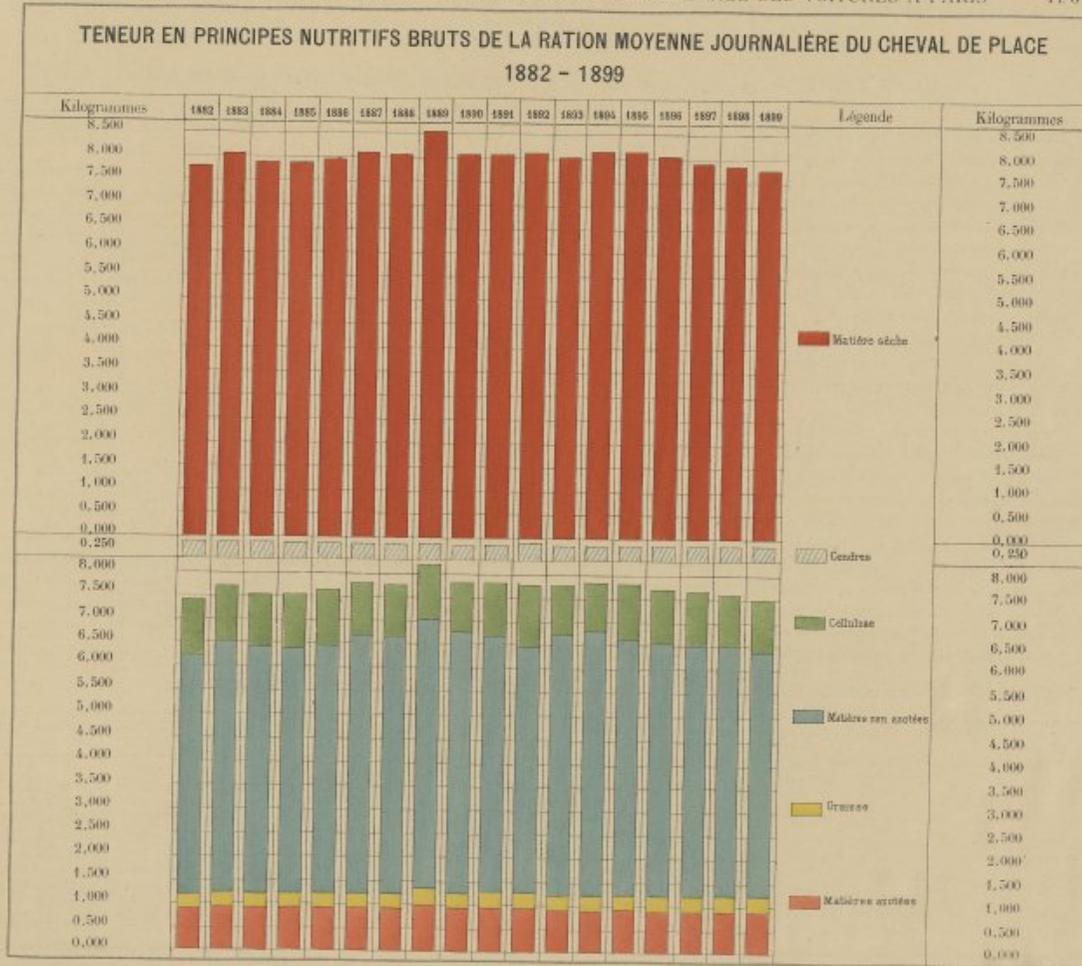
Matière sèche	39037	Cellulose	44138
Cendres	9323	Graisse	18327
Acide phosphorique	9063	Matières azotées	19907
Chaux	9627	Matières non azotées	54338

Cette ration concorde exactement avec les résultats constatés dans les expériences faites au Laboratoire en 1881-1882.

Pour les matières minérales, les résultats détaillés concernant l'acide phosphorique et la chaux figurent seulement sur le tableau ci-dessous, et l'on peut se rendre compte aisément de leurs faibles variations annuelles.

Teneur en principes nutritifs bruts de la ration moyenne journalière du cheval de place

Année	P	Matière sèche	Cendres	Cellulose brute	Hydroc.	Matière azotée	Matière non azotée	Grain phosph.	Chaux	Année	P	Matière sèche	Cendres	Cellulose brute	Hydroc.	Matière azotée	Matière non azotée	Grain phosph.	Chaux
1882	7,701	0,360	1,748	0,402	2,904	0,057	0,078	0,035	1891	7,359	0,307	1,507	0,295	2,788	0,042	0,120	0,030	0,030	1,810
1883	7,872	0,387	1,760	0,398	2,920	0,052	0,080	0,030	1892	7,350	0,300	1,500	0,290	2,780	0,040	0,110	0,030	0,030	1,800
1884	7,876	0,386	1,750	0,390	2,910	0,050	0,070	0,030	1893	7,340	0,290	1,490	0,280	2,770	0,040	0,110	0,030	0,030	1,790
1885	7,878	0,387	1,750	0,390	2,910	0,050	0,070	0,030	1894	7,340	0,290	1,490	0,280	2,770	0,040	0,110	0,030	0,030	1,790
1886	7,879	0,387	1,750	0,390	2,910	0,050	0,070	0,030	1895	7,340	0,290	1,490	0,280	2,770	0,040	0,110	0,030	0,030	1,790
1887	7,879	0,387	1,750	0,390	2,910	0,050	0,070	0,030	1896	7,340	0,290	1,490	0,280	2,770	0,040	0,110	0,030	0,030	1,790
1888	7,879	0,387	1,750	0,390	2,910	0,050	0,070	0,030	1897	7,340	0,290	1,490	0,280	2,770	0,040	0,110	0,030	0,030	1,790
1889	8,096	0,390	1,760	0,390	2,920	0,050	0,070	0,030	1898	7,340	0,290	1,490	0,280	2,770	0,040	0,110	0,030	0,030	1,790
1890	8,096	0,390	1,760	0,390	2,920	0,050	0,070	0,030	1899	7,340	0,290	1,490	0,280	2,770	0,040	0,110	0,030	0,030	1,790



L. FORTIN, 41, Boulevard de la Chapelle, Paris

NOTICE

Teneur en principes digestibles de la Ration journalière du cheval de place

L'analogie existant entre ce Graphique et le précédent, dont il n'est d'ailleurs que le complément, nous permettra d'être très bref dans cette notice.

On vient de voir quelle a été la teneur en principes nutritifs bruts de la ration journalière du cheval de place pendant la période 1882-1889; ici, c'est la teneur de la même ration en principes nutritifs digestibles qui est représentée.

La disposition générale du Graphique est la même que celle du précédent, exception faite pour les cendres, qui n'y figurent pas, faute de données précises sur leur digestibilité; les autres principes (Matière sèche, Cellulose, Matières non azotées, Graisse et Matières azotées) sont représentés dans le même ordre que dans la Planche 6.

La teneur de la ration en principes digestibles a été déduite de la teneur en principes bruts, à l'aide des coefficients de digestibilité trouvés pour chacun de ces principes dans les expériences faites au Laboratoire en 1881 et 1897 sur la ration du cheval de place.

Ces expériences ont porté, en 1881, sur une ration avec Foin, et en 1897, sur une ration sans Foin, contenant plus d'aliments industriels que la précédente.

On a donc appliqué les coefficients de 1881 à toutes les rations de la période de 1882 à 1888, rations ayant contenu du Foin, et ceux de 1897 aux rations de 1889 à 1899, dans lesquelles le Foin a été supprimé et les Aliments industriels employés en plus grande quantité.

Ces coefficients seront donnés en détail dans un autre Graphique; ici, nous ferons seulement remarquer, que les coefficients de digestibilité trouvés pour les principes nutritifs des rations sans Foin sont supérieurs à ceux des rations avec Foin; il n'y a donc pas lieu de s'étonner si l'examen du présent Graphique fait ressortir depuis 1890 une augmentation dans la teneur en principes digestibles. (L'année 1889 doit être regardée

comme exceptionnelle et mise à part pour les raisons indiquées dans la notice précédente).

Comme la teneur en principes nutritifs bruts n'a pas sensiblement varié depuis 1890, l'augmentation constatée pour les éléments digestibles est donc entièrement due à la digestibilité plus grande des rations distribuées depuis cette époque. Cette augmentation porte d'ailleurs sur tous les principes nutritifs: azotés, gras ou hydrocarbonés, mais principalement sur ces derniers, ainsi que le montre le tableau qui suit cette notice. En faisant la moyenne des résultats de ce tableau, on trouve que, de 1882 à 1899, la ration journalière du cheval de place a renfermé les quantités suivantes de principes digestibles:

Matière sèche	50637	Matières azotées	04658
Cellulose	08518	Matières non azotées	44177
Graisse	04195		

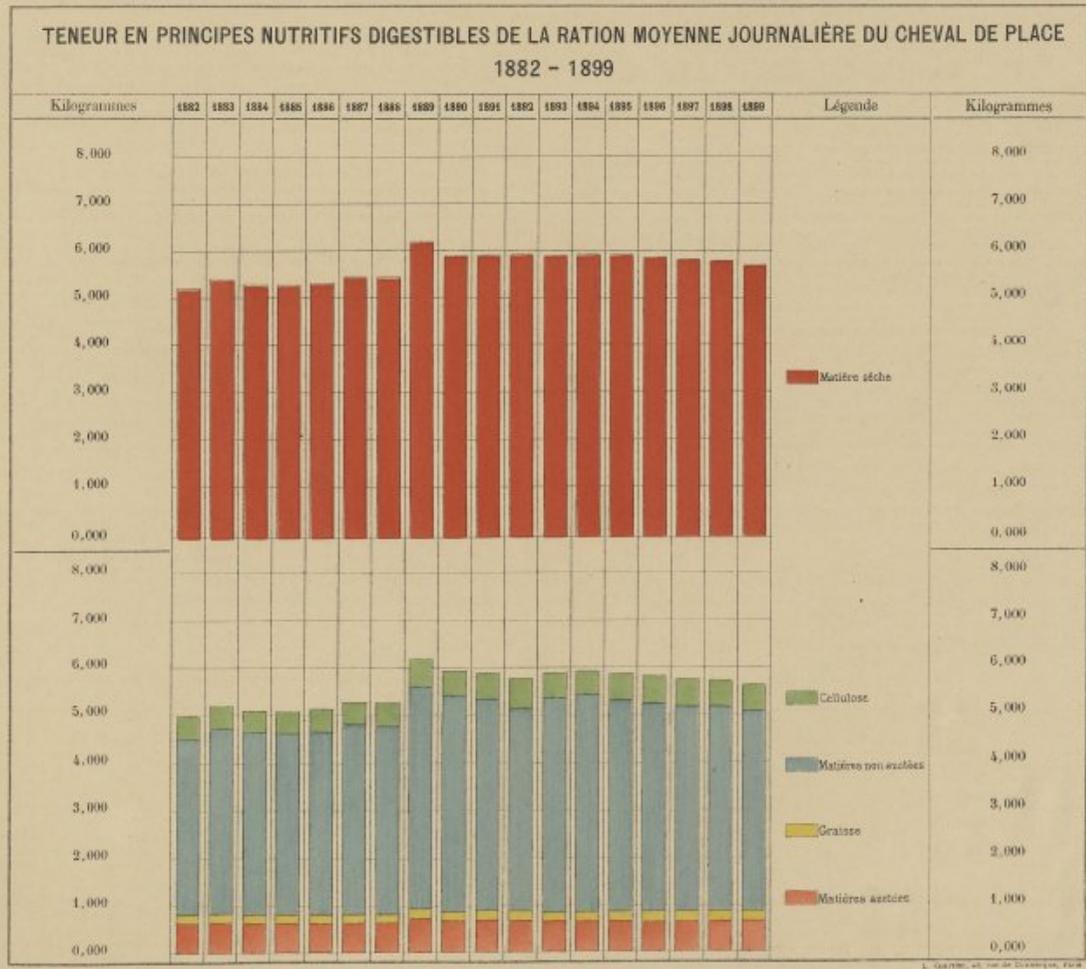
Ces quantités peuvent être regardées comme amplement suffisantes pour permettre à un cheval, de 400 à 450 kilos de s'entretenir, en effectuant tous les deux jours un travail minimum de un million de kilogrammètres.

On remarquera que le rapport des matières azotées digestibles aux matières digestibles non azotées (la Graisse étant calculée en Amidon à l'aide du coefficient 2,44) est exprimé, dans cette ration moyenne, par la fraction: 1/7,1.

Telle est la relation nutritive que la Compagnie a été conduite à adopter pour ses rations, à la suite des essais de l'année 1882, constamment confirmés depuis cette époque par les expériences poursuivies dans son Laboratoire. Le passage à 1/7 de la relation nutritive, fixée autrefois à 1/3,5, est un fait d'une importance économique considérable, que les Graphiques concernant les prix des éléments nutritifs permettent d'apprécier exactement.

Teneur en principes nutritifs digestibles de la Ration moyenne journalière du cheval de place

Année	Matière sèche	Cellulose brut.	Graisse	Matière azotée.	Matière non azotée	Année	Matière sèche	Cellulose brut.	Graisse	Matière azotée.	Matière non azotée.
1882	5,215	0,402	0,174	0,223	3,595	1891	5,822	0,428	0,198	0,273	4,303
1883	5,229	0,378	0,182	0,220	3,372	1892	5,274	0,456	0,199	0,289	4,300
1884	5,251	0,362	0,184	0,220	3,362	1893	5,260	0,381	0,188	0,261	4,322
1885	5,334	0,372	0,182	0,220	3,306	1894	5,380	0,308	0,196	0,267	4,383
1886	5,365	0,358	0,184	0,221	3,298	1895	5,376	0,366	0,196	0,261	4,324
1887	5,461	0,366	0,189	0,225	4,001	1896	5,381	0,307	0,211	0,258	4,372
1888	5,491	0,357	0,189	0,226	3,989	1897	5,768	0,323	0,217	0,258	4,306
1889	5,170	0,369	0,209	0,221	4,080	1898	5,767	0,351	0,217	0,266	4,297
1890	5,519	0,310	0,196	0,222	4,322	1899	5,427	0,337	0,216	0,260	4,216



NOTICE

Composition centésimale des Dentrées d'Expériences 1880-1899

Nous abordons, avec le présent Graphique, la deuxième partie de l'Album, qui concerne les *Expériences d'alimentation* poursuivies au Laboratoire depuis vingt ans. Le but de ces expériences, leur enchaînement, et leur mode d'exécution ont été suffisamment expliqués dans l'introduction, pour que nous nous dispensions d'y revenir. Il nous a paru rationnel de commencer l'exposé de nos résultats, en donnant la composition centésimale de toutes les denrées qui ont figuré dans nos séries d'expériences; aussi cette composition fait-elle l'objet du présent Graphique et du suivant.

Les données relatives à la matière sèche, aux cendres et aux matières azotées figurent seules ici; les autres éléments (Hydrocarbures et Graisses) ont été réservés pour le Graphique suivant: les cendres sont les cendres totales, et les matières azotées représentent le produit par 6,25 de l'azote total, sans déduction des amides. Tous ces éléments rapportés à 100 grammes de matière humide, sont figurés en rectangles proportionnels justposés pour les denrées d'une même nature; exception doit être faite pour le mélange de grains et de pommes de terre, où les résultats d'analyse ont été figurés en rectangles superposés, cette analyse ayant porté sur le mélange tout entier et non sur chaque composant. Pour la clarté du Graphique, on a dû diviser les rectangles en trois groupes correspondant, l'un à la matière sèche, l'autre aux cendres, le troisième aux matières azotées, et affecter à chacun de ces groupes une échelle spéciale.

Deux denrées différentes font l'objet des seize expériences figurant ici: on peut les ranger en trois catégories:

- 1° Les grains et analogues: Avoine, Maïs, Féverole, Seigle et Pommes de terre;
- 2° Les fourrages: Paille d'avoine, Paille de blé et Foin;
- 3° Les aliments industriels: Tourteaux, Maltine, Granules et Sucre.

Ces denrées, de qualité irréprochable, ont toujours été tirées des approvisionnements destinés à la Cavalerie de la Compagnie; au cours de chaque essai, on a prélevé à de fréquents intervalles des échantillons dans les lots consommés par les chevaux d'expérience, et ce sont ces nombreux échantillons, qui ont servi aux analyses. Ces analyses représentent donc, aussi exactement que possible, la composition moyenne des aliments dont il s'agit. Parmi ces aliments, nous ne mentionnerons en particulier que les Pommes de terre et le Sucre, les autres ayant déjà donné lieu (voir notice de la planche 1)

à des commentaires suffisants; les Pommes de terre provenaient de tubercules découpés en cossettes et séchés dans le vide à basse température; quant au Sucre, employé dans trois des expériences figurées, c'était du Sucre cristallisé dit "Sucre roux de 1^{er} jet".

On peut faire les remarques suivantes au sujet de la composition même de ces denrées:

1° La teneur en matière sèche a pour valeurs extrêmes, 83 %, dans la Paille et 99 %, dans le Sucre; elle est plus constante dans les Grains et les Aliments industriels que dans la Paille, et plus élevée, en général, dans les Aliments industriels que dans les Grains et la Paille.

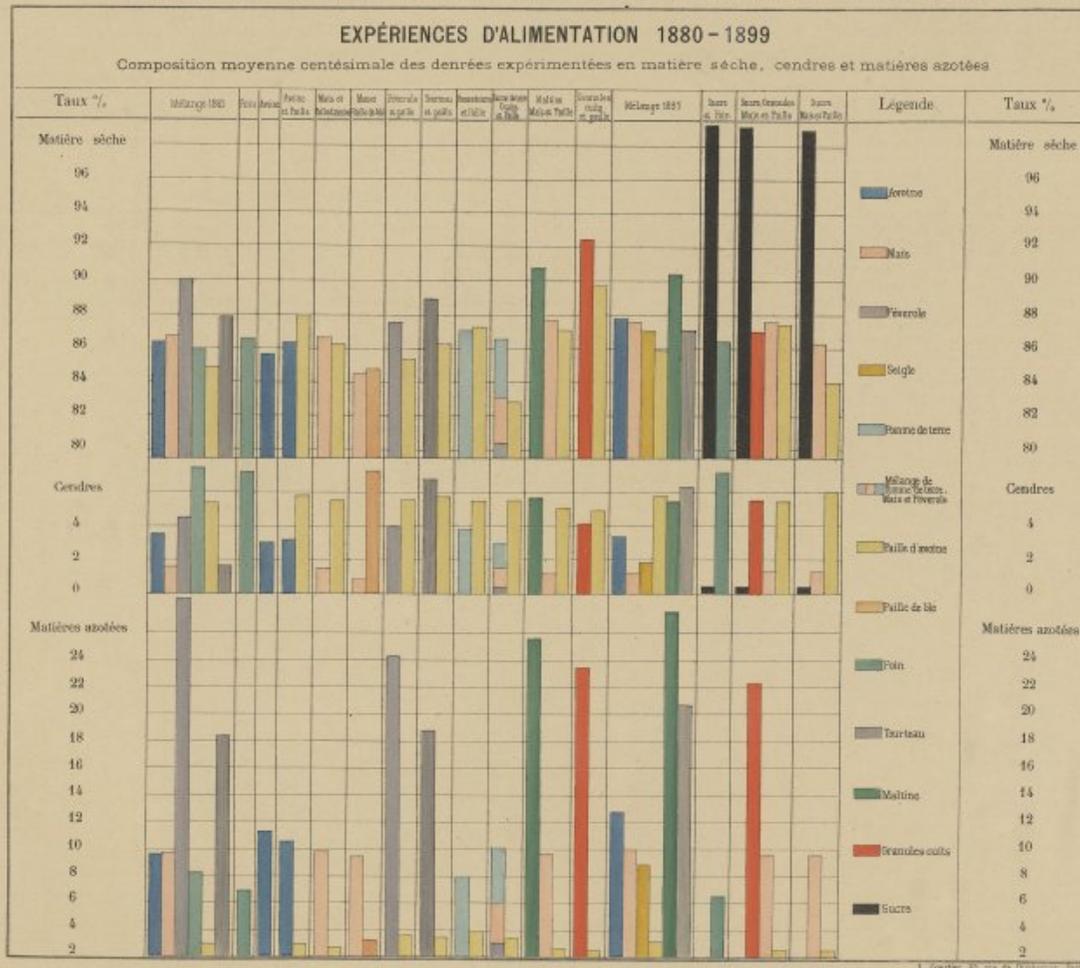
2° La teneur en cendres totales varie de 0,38 %, dans le Sucre à 7,41 %, dans le Foin; les fourrages (Paille et Foin) sont plus riches que toutes les autres denrées, mais il faut tenir compte de la part importante de la silice dans leur teneur élevée en cendres. D'après leur richesse en cendres, les denrées expérimentées peuvent se classer comme suit:

Foin, Paille, Maltine, Tourteau, Granules, Féverole, Pommes de terre, Avoine, Seigle, Maïs et Sucre; c'est-à-dire: Fourrages, Aliments industriels et Grains en dernier lieu;

3° Au point de vue des matières azotées, les aliments industriels (sauf le Sucre bien entendu) viennent en tête, avec des teneurs allant de 18 à 28 %; la Féverole peut être placée sur le même rang que la Maltine, puis viennent les autres grains: Avoine, Maïs, Seigle, et enfin la Pomme de terre et les Fourrages (Foin et Paille). Les teneurs extrêmes étant de 2,36 %, dans la Paille d'avoine et de 28,54 %, dans la Féverole, on voit que l'écart est bien supérieur à celui que l'on trouve pour la matière sèche et les Cendres. La même denrée présente d'ailleurs suivant l'année et la provenance, des différences sensibles dans le taux des matières azotées; ces différences se sont élevées à 4 %, dans la Féverole et à 3 %, dans l'Avoine, mais n'ont jamais atteint 1 %, dans le Maïs. Il est vrai de dire que les provenances ont été beaucoup plus variées pour les deux premières denrées que pour le Maïs et que, pour l'Avoine en particulier, on a toujours constaté une richesse plus grande dans l'Avoine d'Amérique que dans celle de France ou de Russie, à qualité égale.

Composition moyenne centésimale des Dentrées d'Expériences

Denrée	Matière sèche		Cendres		Matière azotée		Hydrocarbures	Graisses	Cendres totales	Matière azotée	Hydrocarbures	Cendres totales	Matière azotée
	%	g	%	g	%	g							
Mélange 1881													
Avoine	87,27	87,27	2,88	2,88	2,22	2,22	0,00	0,00	42,01	2,55	15,16		
Maïs	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		
Féverole	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		
Seigle	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		
Pomme de terre	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		
Foin													
Foin	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		
Avoine seule													
Avoine	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		
Avoine et Paille													
Avoine	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		
Paille d'avoine	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		
Maïs et Paille Noire													
Maïs	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		
Paille Noire	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		
Maïs et Paille de blé													
Maïs	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		
Paille de blé	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		
Féverole													
Féverole	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		
Seigle													
Seigle	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		
Pomme de terre													
Pomme de terre	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		
Sucre et Paille													
Sucre	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		
Paille	87,30	87,30	2,87	2,87	2,23	2,23	0,00	0,00	41,99	2,59	15,19		



NOTICE

Composition centésimale des Dentrées d'Expériences (suite)

Ce Graphique renferme tous les éléments de composition des Dentrées qui n'ont pu être représentés précédemment, c'est-à-dire les Celluloses, les Sucres, l'Amidon et la Graisse. Le mode de représentation est le même que celui déjà suivi : rectangles de hauteur proportionnelle au taux %, de l'élément figuré, avec une échelle spéciale pour chaque élément. Dans la plupart des analyses, la cellulose saccharifiable a été distinguée de la cellulose brute, à deux exceptions près. Ainsi, dans les analyses du mélange de 1881, la cellulose saccharifiable a été dosée avec l'amidon ; les taux trouvés pour ce dernier sont donc trop élevés, surtout pour la Paille, le Foin et l'avoine ; dans le cas des expériences à l'avoine, la cellulose saccharifiable n'a pas été dosée séparément et a été par suite comptée avec les Indéterminés ; la hauteur des rectangles qui la représentent est donc supérieure à ce qu'elle devrait être en réalité.

En dehors de ces deux cas particuliers, on voit sur le Graphique et sur le Tableau inséré plus bas, toute l'importance de la cellulose saccharifiable dans les aliments du cheval ; dans les Fourrages, il y en a environ moitié autant que de cellulose brute ; dans les Grains et les Résidus industriels autant et quelquefois davantage. Il semble donc intéressant de doser à part cet élément, dont nous verrons ultérieurement le degré de digestibilité.

Le glucose est en faible proportion dans toutes les denrées expérimentées ; les aliments industriels, comme la Maltine, en contiennent pourtant plus que les autres. Quant au saccharose, il constitue plus des 97 % du sucre brut employé ; on voit par là combien est grande la pureté de cet aliment.

L'amidon se présente en quantités beaucoup plus variables que le glucose, d'une denrée à l'autre : le Maïs et le Seigle viennent au premier rang, avec la Pomme de terre ; la Féverole et l'avoine se classent ensuite, puis, les Aliments industriels, dont la teneur en amidon varie beaucoup avec les traitements subis, et en dernier lieu les Fourrages.

En ce qui concerne la Graisse, on n'en trouve des quantités un peu notables que dans les Tourteaux et surtout dans la Maltine ; on remarquera à ce propos, la richesse relative en graisse des avoines d'Amérique (Expériences du mélange de 1897) dont on a déjà signalé la teneur élevée en Azote.

Tous les résultats qui ont servi à établir les deux Graphiques de la composition des denrées, sont réunis dans le Tableau ci-dessous.

Composition moyenne centésimale des Dentrées d'Expériences

	Mélange 1884										Mélange de Pomme de terre, Maïs et Féverole avec Paille.									
	Amidon	Glucose	Saccharose	Cellulose brute	Cellulose saccharifiable	Indéterminés	Graisse	Azote	Carbone	Hydrogène	Amidon	Glucose	Saccharose	Cellulose brute	Cellulose saccharifiable	Indéterminés	Graisse	Azote	Carbone	Hydrogène
Mélange 1884																				
Orzoine	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82	Composés	0.00	46.61	5.30	12.41										
Maïs	13.51	66.63	1.57	0.00	1.50	Amidon	1.12	49.33	3.09	9.31										
Féverole	9.95	50.63	4.65	29.52	3.02	Indéterminés	1.02	65.52	1.38	2.23										
Agave	12.50	59.50	1.00	12.50	2.50		0.50	71.25	0.50	12.50										
Orzoine	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Paille	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Foin																				
Foin	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
avoine seule.																				
avoine	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
avoine et Paille.																				
avoine	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Paille	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Maïs et Paille d'avoine.																				
Maïs	13.51	66.63	1.57	0.00	1.50		1.12	49.33	3.09	9.31										
Paille d'avoine	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Maïs et Paille de blé.																				
Maïs	13.51	66.63	1.57	0.00	1.50		1.12	49.33	3.09	9.31										
Paille de blé	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Féverole.																				
Féverole	9.95	50.63	4.65	29.52	3.02		1.02	65.52	1.38	2.23										
Tourteau.																				
Tourteau	12.50	59.50	1.00	12.50	2.50		0.50	71.25	0.50	12.50										
Pomme de terre et Paille.																				
Pomme de terre	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Paille d'avoine	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Mélange de Pomme de terre, Maïs et Féverole avec Paille.																				
Mélange	13.20	66.60	2.20	0.00	2.20		1.20	50.00	3.00	3.00										
Paille d'avoine	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Maltine.																				
Maltine	9.00	60.00	0.00	0.00	0.00		0.00	60.00	0.00	0.00										
Paille	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Paille d'avoine	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Granules cuits.																				
Granules	9.00	60.00	0.00	0.00	0.00		0.00	60.00	0.00	0.00										
Paille d'avoine	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Mélange 1897.																				
Orzoine	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Foin	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Maïs	13.51	66.63	1.57	0.00	1.50		1.12	49.33	3.09	9.31										
Paille	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Indéterminés	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Paille d'avoine	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Sucre et Foin.																				
Sucre	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Foin	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Sucre et Granules.																				
Sucre	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Granules	9.00	60.00	0.00	0.00	0.00		0.00	60.00	0.00	0.00										
Maïs	13.51	66.63	1.57	0.00	1.50		1.12	49.33	3.09	9.31										
Paille d'avoine	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Sucre et Maïs.																				
Sucre	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										
Maïs	13.51	66.63	1.57	0.00	1.50		1.12	49.33	3.09	9.31										
Paille d'avoine	15.59	62.63	3.30	3.97	8.82		0.89	47.50	5.42	12.41										

NOTICE

Composition minérale des Denrées d'Expériences - Statique de l'acide phosphorique

Les documents que nous donnons ici sur les *matières minérales* des denrées ayant servi à nos expériences, viennent compléter ceux des précédents Graphiques sur la *composition organique* des mêmes denrées. Ils ont été faits en 1897, à propos d'expériences sur le mélange au Laboratoire pendant plusieurs mois; et en 1898, lors des essais d'alimentation au *Mais et au Sureau*. Nous ne donnerons aucun détail sur les méthodes d'analyse employées, nous réservant de traiter cette question dans les mémoires qui seront publiés à ce sujet; nous ferons seulement observer qu'on a pris toutes les précautions nécessaires pour obtenir des résultats exacts.

Le Graphique ci-contre se divise en trois parties, contenant: l'une - la partie supérieure - la composition centésimale des denrées du mélange de 1897 en éléments minéraux; la seconde, les résultats relatifs au bilan de l'acide phosphorique, constatés au cours des deux expériences citées plus haut; la troisième, placée au bas du Graphique, les variations de poids vifs et la balance de l'azote correspondant précisément à ces périodes pendant lesquelles on a établi la statique de l'acide phosphorique.

Les denrées analysées sont: l'avoine, le Maïs et la Paille, les Tourteaux, la Maltine et les Granules fabriqués par la Compagnie. On y a dosé les éléments suivants: Silice, Acide phosphorique, Acide sulfurique, Chlore, Chaux, Magnésie, Potasse, Soude, Oxyde de fer et Alumine; exception doit être faite pour les Granules, dans lesquels on n'a déterminé que l'acide phosphorique et la chaux. Les taux pour cent de ces éléments sont figurés par des rectangles de hauteurs proportionnelles; ces rectangles sont groupés par élément, de manière à faciliter les comparaisons, qui d'ailleurs peuvent être précises davantage à l'aide des échelles latérales et du tableau inséré à la suite de cette notice. Comme tous les résultats ont été rapportés aux aliments tels qu'ils ont été consommés, c'est-à-dire avec leur humidité, on a fait figurer cette dernière dans un tracé spécial, qui permet de se rendre compte de son influence.

En parcourant le Graphique de gauche à droite, on constate les résultats suivants: La Paille, l'avoine et les Tourteaux contiennent bien plus de Silice que les autres aliments expérimentés, c'est-à-dire que la Maltine, le Seigle et surtout le Maïs. Les denrées riches en **acide phosphorique** sont les résidus industriels: Maltine, Granules et Tourteaux. Parmi les grains, l'avoine et le Seigle en contiennent davantage que le Maïs, mais l'écart est moins grand que pour la Silice; quant à la Paille, elle vient au dernier rang. En désignant par 1 la quantité moyenne d'acide phosphorique des résidus industriels sur lesquels nous avons opéré, celle de l'avoine et du Seigle équivaut à 1/2, celle du Maïs à 1/3 et celle de la Paille à 1/10.

En ce qui concerne le Soufre et le Chlore, les Tourteaux et la Maltine sont plus riches que les autres aliments. De même pour la Chaux et la Magnésie, mais il est bon de noter que les teneurs en magnésie des différentes denrées, sauf la Maltine, sont très voisines les unes des autres. D'autre part, c'est la Paille qui renferme le plus de Potasse et de Soude.

On peut résumer ainsi ces divers résultats: 1° Les résidus d'industrie employés aux expériences sont plus minéralisés, d'une façon générale, que la paille et les grains, surtout sous le rapport de l'acide phosphorique, de la chaux, de la magnésie et de l'oxyde de fer.

2° La paille renferme surtout de la silice et des bases alcalines.

3° Parmi les grains utilisés, l'avoine est plus riche que le seigle, surtout en silice et en chaux, et celui-ci plus que le maïs; mais les différences de teneurs sont moindres pour l'acide phosphorique et la magnésie que pour les autres éléments.

La composition minérale des denrées de quelques uns de nos rations expérimentales, n'a été déterminée que dans le but d'établir le degré d'utilisation des principes

Composition moyenne minérale des denrées d'expériences (1897-1898)

	Silice	Acide phosphorique	Acide sulfurique	Chlore	Chaux	Magnésie	Potasse	Soude	Oxyde de fer	Alumine
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Avoine	1.63	0.76	0.53	0.30	0.16	0.22	0.44	0.25	0.05	0.02
Maïs	0.08	0.52	0.33	0.23	0.02	0.18	0.28	0.15	0.02	0.03
Seigle	0.09	0.71	0.36	0.26	0.09	0.20	0.42	0.19	0.02	0.03
Paille	2.02	0.07	0.50	0.82	1.53	0.10	1.24	0.34	0.05	0.02
Tourteaux	1.11	1.08	1.27	1.33	0.52	0.38	0.87	0.67	0.77	0.12
Maltine	0.37	1.70	0.94	0.71	1.12	0.55	0.80	0.50	0.16	0.07
Granules	1.68	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

minéraux ingérés par le cheval dans les diverses situations de repos, marche, ou travail. Aussi avons-nous, outre les aliments, analysé encore la boisson, les fèces et les urines de nos trois chevaux d'expériences, pour dresser ensuite le bilan journalier de chaque principe minéral.

Ce travail délicat, poursuivi pendant plusieurs mois, ne nous a donné des résultats bien nets qu'en ce qui concerne l'acide phosphorique; les moyennes de ces résultats figurent dans la seconde partie du Graphique ci-contre. Pour les deux alimentations étudiées (Mélange de la Compagnie et Sureau avec Maïs et Paille) on a représenté par des rectangles les quantités d'acide phosphorique ingérées et rendues chaque jour dans trois situations différentes, puis dans l'ensemble de chaque expérience; des échelles permettent d'évaluer exactement ces quantités ainsi que leur balance journalière, c'est-à-dire la différence entre l'entrée et la sortie pour chaque cas étudié. Il est bon de noter que l'acide phosphorique représenté ici comme sorti, comprend à la fois celui des fèces et celui des urines, qu'on n'a pas distingués sur le Graphique pour éviter des complications. C'est bien par les fèces que se fait la majeure partie de l'élimination de l'acide phosphorique (22 à 34 grammes par jour), mais son élimination par l'urine, n'est cependant pas négligeable, car on peut l'évaluer à environ 3 grammes par jour. On voit, sur le Graphique que, sauf dans un cas (Travail modéré avec régime Sureau et Maïs) l'entrée a été, en général, supérieure à la sortie, et qu'il y a eu en moyenne:

Avec la ration de la Compagnie, un gain journalier de 3 grammes d'acide phosphorique;

Avec la ration Sureau et Maïs, un équilibre journalier d'acide phosphorique.

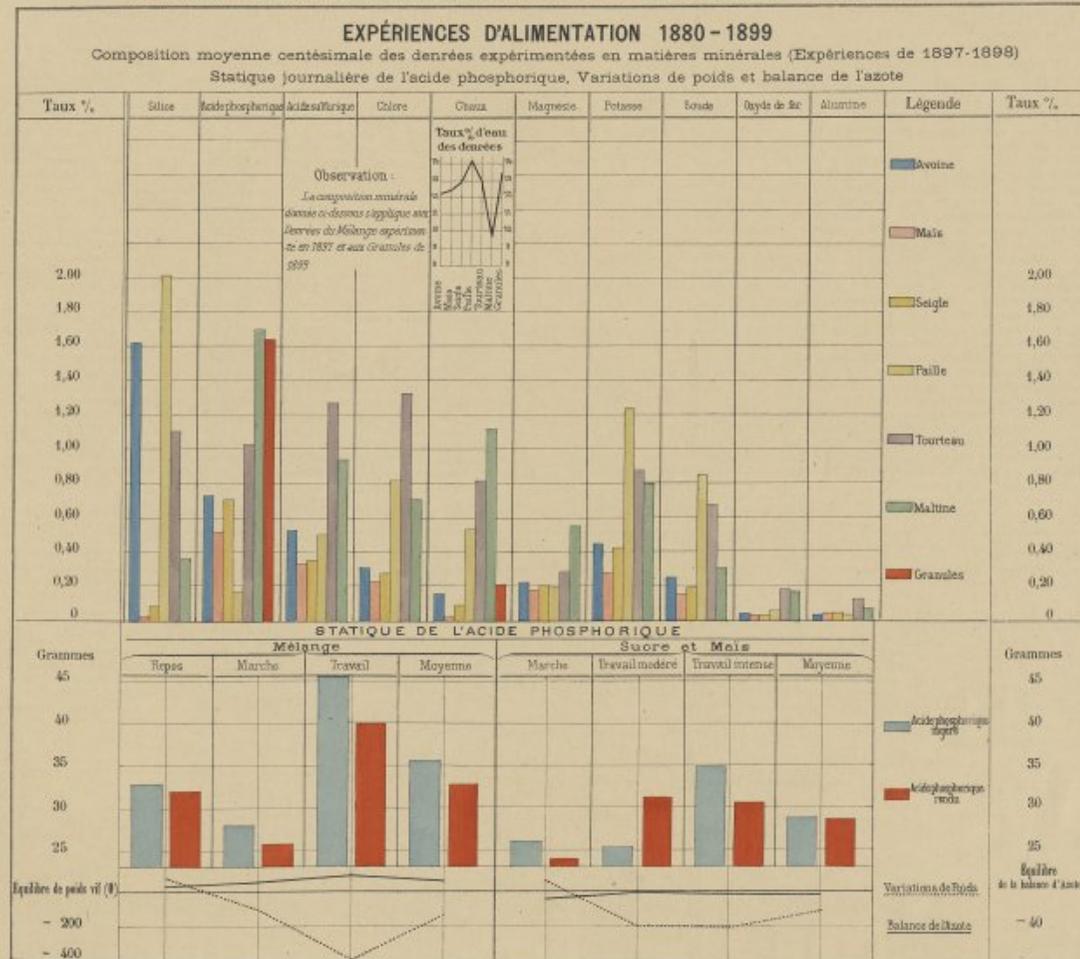
Il est vrai que cette dernière ration ne comprenait en moyenne que 28 grammes par jour d'acide phosphorique, tandis que l'autre en avait plus de 35 grammes.

Il semble résulter de ces essais que 25 grammes d'acide phosphorique ingérés par jour ont été suffisants pour des chevaux de 400 à 450 kilos, n'effectuant d'autre travail mécanique que le transport de leur propre poids sur une longueur de 20 kilomètres (marche), mais que cette quantité est insuffisante dès qu'on leur a demandé un travail supplémentaire, si modéré qu'il fut. Avec 35 grammes d'acide phosphorique dans leur ration, ils en ont fixé davantage tout en effectuant un travail double du précédent, et avec 45 grammes (Mélange, période de travail), la fixation a été encore supérieure bien que la quantité de travail produit ait été 2 fois et demie celle de la période dite de travail modéré avec l'alimentation Sureau-Maïs.

Les résultats ainsi constatés pour l'acide phosphorique ne sont d'ailleurs nullement d'accord avec ceux que montrent les courbes insérées au bas du Graphique, courbes concernant: l'une, les variations de poids vifs des chevaux en expériences et l'autre la balance entre l'entrée et la sortie de l'azote. Ces deux courbes ont un axe commun, balance entre l'entrée et la sortie de l'azote. Ces deux courbes ont un axe commun, figuré par un trait renforcé et qui sert de ligne d'équilibre; au-dessus de cette ligne, on a porté les augmentations journalières de poids vifs et les gains journaliers d'azote, tandis que les pertes d'azote et de poids vifs sont portées au-dessous. On voit ainsi que, sur les six périodes d'expériences dont il s'agit ici, il n'y en a eu que deux où les poids vifs ont augmenté (Repos, avec alimentation au mélange, et Marche, avec le régime Sureau-Maïs); pendant les quatre autres il y a eu perte de poids. Or les deux périodes où l'on constate des augmentations de poids vifs ne sont justement ni celles où l'assimilation de l'acide phosphorique a été la plus grande, ni celles où la balance de l'azote a donné le meilleur résultat. Entre les variations de poids vifs d'une part et la fixation ou la perte d'acide phosphorique et d'azote, d'autre part, nous n'avons donc pas pu établir de relations, du moins chez l'animal adulte et en bon état; ce fait que nous avons souvent constaté au cours de nos expériences, méritait d'être signalé ici.

Statique journalière de l'Acide phosphorique

	Mélange 1897			Sureau et Maïs			
	Entrée	Sortie	Balances	Entrée	Sortie	Balances	
	g ^r	g ^r	g ^r	g ^r	g ^r	g ^r	
Repos	32.828	32.025	+ 0.803	26.918	23.885	+ 2.033	
Marche	28.037	25.707	+ 2.330	Travail modéré	25.187	31.133	- 5.946
Travail	45.689	29.981	+ 15.708	Travail intense	34.665	30.494	+ 4.171
Moyenne	35.475	32.571	+ 2.907	Moyenne	28.576	26.504	+ 2.072



Composition des Rations moyennes et des Rations d'entretien

Les deux points, dont la connaissance est indispensable pour établir les quantités journalières de principes nutritifs ingérées dans chaque expérience, sont :

- 1° La composition chimique des aliments composant les rations ;
- 2° Le poids des aliments consommés chaque jour.

Le premier point a été exposé précédemment (Voir planches 8, 9 et 10) ; reste à faire connaître le second. C'est là le but du présent Graphique et de cette Notice.

Ce Graphique ne contient que les poids d'aliments consommés en moyennes par cheval et par jour, dans chaque expérience, et ceux consommés au repos, tout ce qui concerne les rations de marche et de travail devant faire l'objet de la planche suivante. Les douze aliments, dont il est question ici sont ceux dont on a donné déjà la composition chimique ; les poids consommés sont figurés par des rectangles superposés pour les aliments d'une même ration ; la hauteur du rectangle ainsi formé pour chaque expérience, représente donc le poids de la ration journalière réellement consommée. Le même ordre de superposition ayant été suivi pour les différentes rations, on trouve de bas en haut : 1° les aliments industriels ; 2° les grains ; 3° les fourrages.

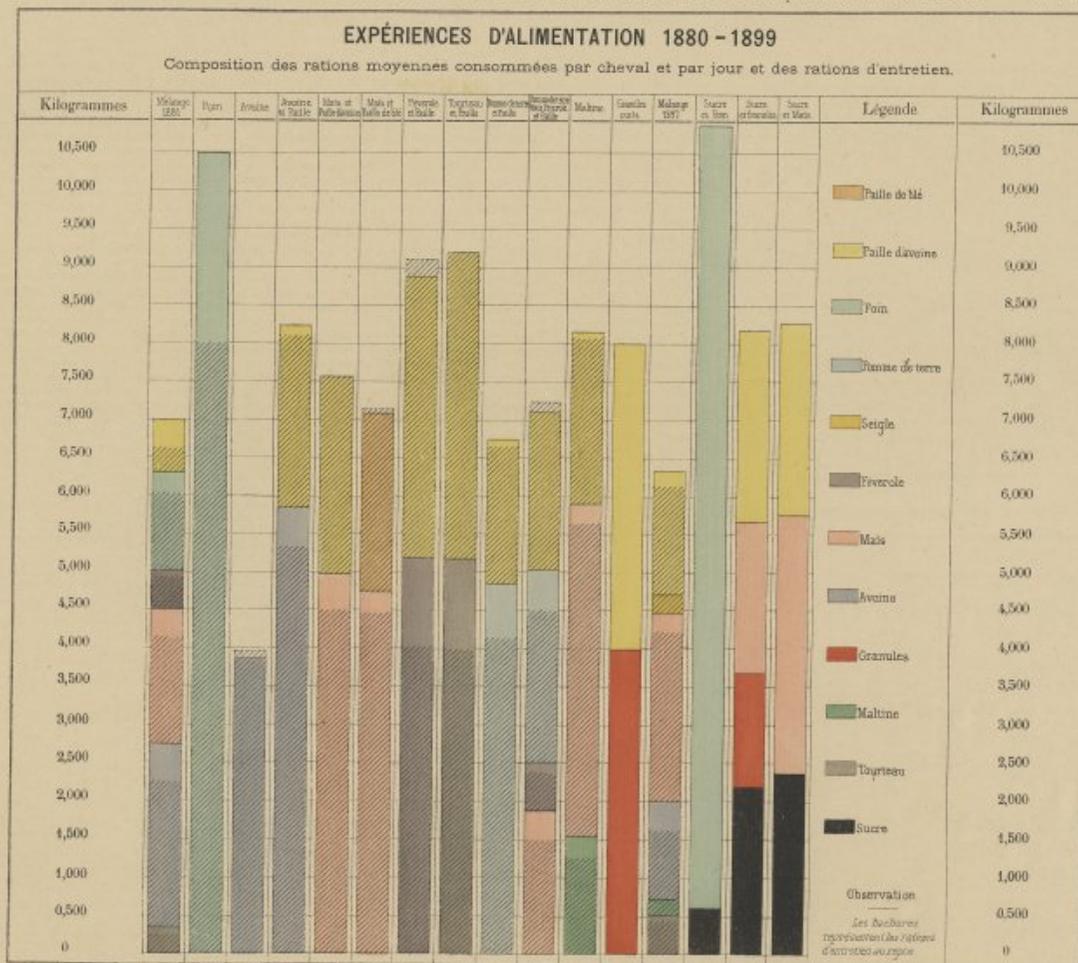
Les poids d'aliments consommés pour l'entretien du cheval au repos sont figurés par les portions hachurées des rectangles ; on ne peut pas lire, il est vrai, sur le Graphique le poids total des rations de repos ; seulement, on y voit quelle a été, pour chaque aliment, la fraction de la ration moyenne nécessaire à l'entretien au repos. Il est d'ailleurs facile de se reporter au tableau numérique ci-dessous, où toutes les données des rations de repos, marche et travail ont été groupées intentionnellement pour permettre les comparaisons. Les rations d'entretien au repos présentent, dans quatre expériences (Avoine seule, Maïs et Paille de blé, Féverole et Paille d'avoine, Pommes de terre avec grains et Paille), un trait tel qu'on pourrait les croire supérieures aux rations moyennes ; cette anomalie n'est réelle que pour l'essai à l'Avoine seule, dans lequel les chevaux à la marche ou au travail ont laissé une fraction importante de leur ration ; comme on a tenu compte de ces restes dans le calcul de la ration moyenne, celle-ci s'est trouvée inférieure d'environ 100 grammes à la ration de repos ; aussi n'est-on fait dépasser aux hachures, ou les limitant par un trait discontinu, le rectangle figuratif de la ration moyenne d'avoine. Pour les trois autres essais, où l'on remarque la même exception graphique, la ration moyenne n'a cependant pas été inférieure à la ration de repos, mais c'est la quantité de

paille consommée pendant la moyenne de l'expérience qui s'est trouvée moindre que celle consommée au repos, par suite des restes laissés pendant les périodes de travail, il en est résulté des différences de consommation allant jusqu'à 200 grammes par jour (essai à la Féverole). Les expériences sur les Graines et celles du Sucre n'ont pas comporté de chevaux au repos ; les rectangles correspondants n'offrent donc pas de hachures et représentent uniquement des rations moyennes. L'examen du Graphique montre combien, d'un régime à l'autre, ont varié le nombre, la nature et le poids des aliments. Les rations ont comporté tantôt un seul aliment (Avoine ou Foin), tantôt deux (Grain ou résidu industriel avec paille), tantôt davantage (trois, quatre et même six dans les mélanges de 1881 et 1897) ; elles ont été parfois très riches en matières azotées (Féverole, Tourteau, Graines, Maltine) et parfois très pauvres (Pommes de terre, Sucre et Foin, Sacre et Maïs). De toutes ces différences est résultée une très grande variation dans le poids consommé de chaque aliment ; ainsi n'est-il pas étonnant que dans les rations de repos, l'Avoine consommée par jour ait varié de 0,900 à plus de 5 kilos, le Maïs de 4,400 à 4,500, la Féverole de 0,400 à 4 kilos, la Paille de 0,500 à 4 kilos, le Foin de 4 à 8 kilos, les Aliments industriels de 0,200 à 4 kilos, et le Sucre de 0,600 à 2,400 dans les rations moyennes.

Quant au poids total de la ration, il atteint son minimum avec le régime à l'Avoine seule (moins de 4 kilos) ; c'est là d'ailleurs une quantité absolument insuffisante, mais il a été impossible d'en faire consommer davantage ; avec le Foin et le Sucre, nous trouvons, au contraire, une ration de poids maximum (10,867), et si nous considérons l'ensemble des expériences, en mettant de côté les cas exceptionnels, nous voyons que le poids moyen d'une ration de repos, composée de grains, de fourrages et d'aliments industriels, a été d'environ 6 kilos par jour. C'est, du reste, à ce résultat qu'aboutissent les essais de 1881 et 1897 sur les mélanges utilisés par la Compagnie, puisque dans les deux cas, la ration de repos reconstruite d'ailleurs suffisante comme on le verra plus loin, a été voisine de 5,500 par jour. On remarquera cependant que les deux rations dont il s'agit étaient composées différemment : celle de 1897, renfermant moins d'Avoine, pas de Féverole ni de Foin, mais plus de Maïs, de Paille et de Tourteau, ainsi que du Seigle et de la Maltine. C'est même la grande différence existant entre les éléments de ces rations qui nous a conduits à les étudier comparativement. Nous verrons dans d'autres graphiques comment se sont comportés les chevaux soumis à des régimes aussi variés.

Composition moyenne des Rations consommées par cheval et par jour

Expériences	Aliments des rations.	Rations				Expériences.	Aliments des rations.	Rations			
		de Repos	de Marche	de Travail	Moyennes			de Repos	de Marche	de Travail	Moyennes
Mélange 1881	Avoine	1,212	2,100	2,252	2,400	Graines de terre, grains et Paille	Avoine de terre	2,374	-	2,252	2,374
	Foin	1,511	1,600	2,750	1,775		Foin	1,524	-	2,252	1,894
	Féverole	0,220	0,200	0,212	0,170		Féverole	2,400	-	0,700	2,100
	Graines	0,210	0,210	0,202	0,200		Maïs	2,100	-	1,252	2,152
	Paille	0,212	0,210	0,202	0,200		Total	6,298	-	6,456	7,178
Total	3,465	4,322	5,616	7,100							
Foin	Foin	5,210	9,600	10,200	10,000	Maltine	Maltine	1,250	1,250	1,250	1,250
	Total	5,210	9,600	10,200	10,000		Maïs	4,100	4,200	4,270	4,170
Avoine seule	Avoine	2,374	2,374	2,374	2,374	Total	7,220	5,450	5,520	5,165	
	Total	2,374	2,374	2,374	2,374						
Avoine et Paille	Avoine	2,374	2,374	2,374	2,374	Graines cuites	Graines cuites	-	-	6,000	6,000
	Paille	2,227	2,400	2,502	2,350		Total	-	-	6,000	6,000
Total	4,601	4,774	4,876	4,724							
Maïs et Paille d'avoine	Maïs	4,400	4,400	4,400	4,400	Mélange 1897	Avoine	0,200	1,200	1,400	1,200
	Paille d'avoine	2,197	2,197	2,197	2,197		Maïs	2,570	2,100	2,100	2,270
Total	6,597	6,597	6,597	6,597	Féverole	0,200	0,200	0,202	0,200		
Maïs et Paille de blé	Maïs	4,400	4,400	4,400	4,400	Graines	0,200	0,200	0,170	0,170	
	Paille de blé	2,197	2,197	2,197	2,197	Paille	1,200	1,200	1,200	1,200	
Total	6,597	6,597	6,597	6,597	Total	4,270	3,100	3,172	3,260		
Féverole	Féverole	2,000	2,000	2,000	2,000	Sucre et Foin	Sucre	-	-	1,000	1,000
	Total	2,000	2,000	2,000	2,000		Foin	-	-	10,267	10,267
Tourteau	Tourteau	2,227	2,227	2,227	2,227	Total	4,270	-	11,267	11,267	
	Total	2,227	2,227	2,227	2,227						
Graines et Paille	Graines	0,200	1,000	0,200	0,400	Sucre et Maïs	Sucre	-	2,400	2,400	2,400
	Paille	2,227	0,200	2,227	2,227		Maïs	-	2,500	2,500	2,500
Total	2,427	1,200	2,427	2,427	Total	4,900	-	4,900	4,900		
Graines de terre et Paille	Graines de terre	2,374	2,374	2,374	2,374						
	Paille	1,821	0,202	1,827	1,824						
Total	4,195	2,576	4,201	4,198							



NOTICE

Composition des Rations de Travail et de Marche

Le Graphique ci-contre ne fait que compléter le précédent, puisqu'il renferme, groupés par expérience, les poids d'aliments consommés par cheval et par jour, d'une part au travail, d'autre part à la marche; en rapprochant les données des Pl. 11 et 12, on sera donc renseigné complètement sur la nature et la quantité des différents fourrages contenus dans nos rations expérimentales de repos, de travail et de transport.

Le mode de représentation employé est le même que précédemment; il est donc inutile de revenir sur les explications déjà données à ce sujet. Faisons remarquer cependant que les hauchures représentent ici la quantité de chaque aliment consommée par le cheval pour le transport de son propre poids, et que les rectangles totaux correspondent aux poids d'aliments de la ration de travail; les portions non hauchurées de ces rectangles représentent donc bien les quantités d'aliments qui ont servi aux animaux d'expérience à effectuer le travail mécanique exigé d'eux.

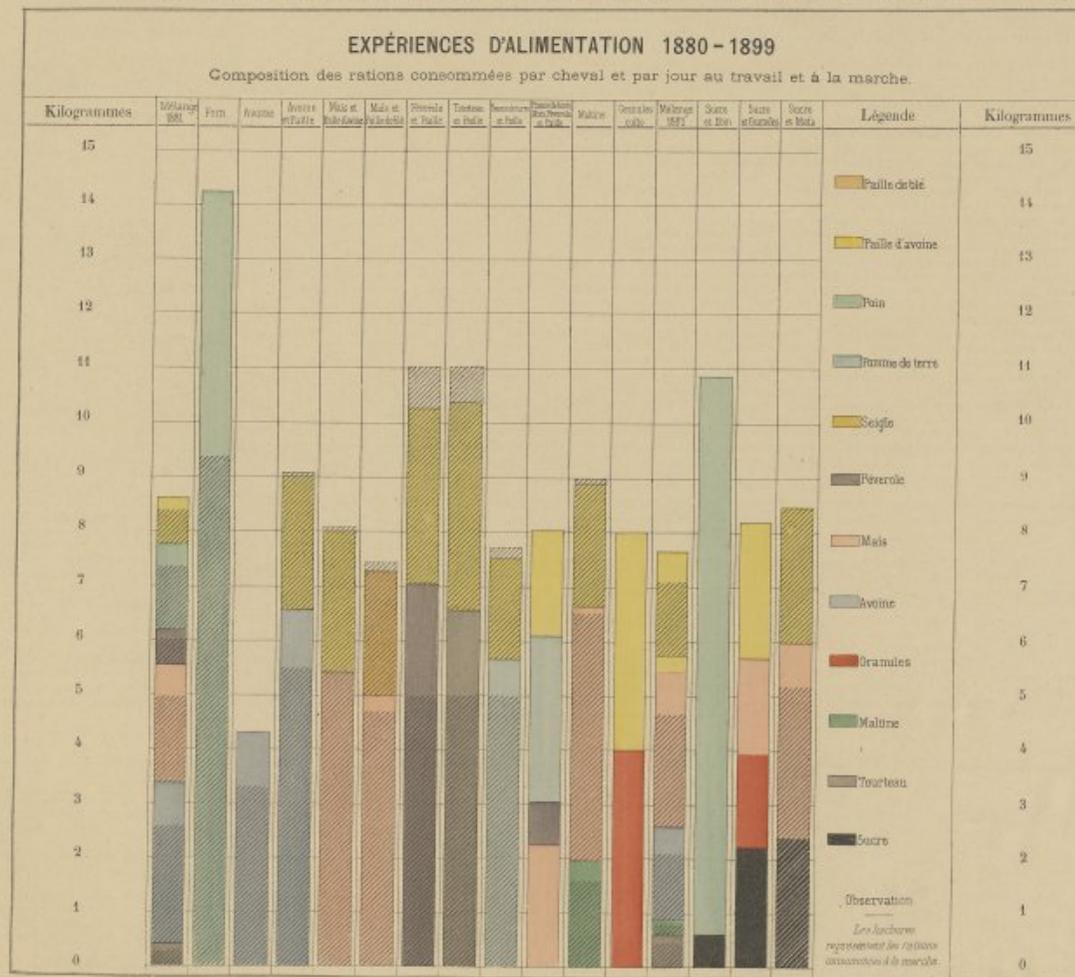
Le Graphique ci-contre offre quelques particularités, utiles à signaler: ainsi, on voit dans les six expériences suivantes (Maïs et Paille d'Avoine, Maïs et Paille de Blé, Féverole, Tourteau, Pommes de terre, Maltine) les hauchures dépasser les rectangles figuratifs des rations de travail; les rations de marche n'ont cependant pas été supérieures à celles du travail mais les quantités de Pails réellement consommées ont été plus élevées, pendant la marche, que celles consommées pendant le travail: les différences, mises en relief par le Graphique, portent donc uniquement sur la Paille consommée. Ces différences, qui dépassent quelquefois 700 gr. (Féverole) ont été, en général, compensées par des différences d'ordres inverse dans la consommation des grains et autres aliments concentrés, consommation plus grande au travail qu'à la marche. Une seconde exception à signaler, est l'absence de hauchures dans les quatre expériences où les minaux n'ont pas été observés à la marche (Pommes de terre avec Grains et Paille, Gramules cuites, Sucre et Foin, Sucre et Gramules); dans ces différents cas, les rectangles représentent uniquement des rations de travail.

Les remarques de la précédente Notice sur la diversité de composition des rations et la variation du poids consommé de chaque aliment, trouvent ici encore leur

application: on voit, par exemple, la consommation de l'Avoine passer de 4 kil. 200 à 5 kil. 500 (Marche) ou de 4 kil. 700 à 6 kil. 000 (Travail), celle du Maïs suivre la même voie, celle du Foin varier de 1 kil. 600 à plus de 14 kilos, suivant la nature des autres composants de la ration expérimentée. Pour soumettre nos sujets à des régimes tantôt très azotés, tantôt très hydrocarbonés, on a dû parfois pousser très loin la consommation de certains aliments; on est arrivé ainsi à faire consommer jusqu'à 7 kilos de Féverole, 6 de Tourteau, 2 de Maltine, 3 de Gramules, ou bien 6 kilos de Cossettes de Pommes de terre, ou encore 2 kil. 400 de Sucre, après avoir débuté par 0 kil. 600. Quant à la Paille, sa consommation a également varié, avec 4 kil. 500 comme maximum, mais sa proportion dans la ration s'est toujours maintenue entre le quart et la moitié du poids total des rations consommées. Ce poids total est d'ailleurs resté beaucoup plus constant que ne le ferait supposer la variation des éléments des rations; ainsi le poids moyen, déduit de l'ensemble des expériences, et sans tenir compte des régimes trop exceptionnels, serait de 6 kil. 500 pour les Rations de travail, et pour les Rations de transport, de 7 kil. 700 par jour, mais les valeurs extrêmes oscilleraient seulement de 7 à 10 kilos dans le premier cas, et de 5 kil. 500 à 9 kil. 500 dans le second. Les rations de travail et même celles de transport étant montrées un peu faibles, comme on le verra plus loin, il conviendrait de ne pas considérer comme définitifs les résultats moyens ainsi trouvés, et de les regarder plutôt comme de simples points de départ. Les essais du Laboratoire exécutés de 1880 à 1882 avaient conduit à fixer entre le poids des rations de repos, de transport et de travail les relations suivantes: 1 étant le poids de la ration de repos, les poids respectifs des deux autres étaient 1,1 et 1,5, dans les conditions où les essais avaient eu lieu; il semble résulter de l'ensemble des expériences effectuées depuis, que ces rapports doivent être considérés comme des minimums. Nous rappellerons, d'ailleurs, que ces résultats s'appliquent à des chevaux de 400 à 450 kilos, transportant journellement leur propre poids sur une longueur de 20 kilomètres (Marche) ou travaillant chaque jour 5 à 600.000 kilogrammètres de travail extérieur mesurable (Travail).

Composition moyenne des Rations consommées par cheval et par jour

Expériences	Aliments des rations	Rations				Expériences	Aliments des rations	Rations			
		de Repos	de Marche	de Travail	Transport			de Repos	de Marche	de Travail	Transport
		gr.	gr.	gr.	gr.			gr.	gr.	gr.	gr.
Mélange 1881	Avoine	4,918	4,468	5,482	5,445	Bonne de terre (grains et Paille)	Grains de terre	2,100	-	2,100	2,100
	Foin	1,411	1,600	2,080	1,798		Paille	1,100	-	1,100	1,100
	Féverole	2,448	2,400	2,400	2,400		Grains	2,400	-	2,400	2,400
	Tourteau	1,186	2,416	2,400	2,400		Paille	2,400	-	2,400	2,400
	Sucre	1,118	1,168	1,200	1,200		Total	6,100	-	6,100	6,100
Total	5,271	6,352	8,462	7,000							
Foin	Foin	8,000	9,000	10,000	10,000	Maltine	Maltine	1,000	1,000	1,000	1,000
	Total	8,000	9,000	10,000	10,000		Total	1,000	1,000	1,000	1,000
Avoine seule	Avoine	3,971	3,971	4,460	4,460	Gramules cuites	Gramules	-	-	2,000	2,000
	Total	3,971	3,971	4,460	4,460		Total	-	-	2,000	2,000
Avoine et Paille	Avoine	5,551	5,551	6,000	6,000	Mélange 1897	Avoine	2,400	1,000	1,000	1,000
	Paille	2,227	2,227	2,460	2,460		Foin	2,227	2,400	2,400	2,400
Total	7,778	7,778	8,460	8,460	Total	4,627	3,400	3,400	3,400		
Maïs et Paille d'avoine	Maïs	4,073	4,073	4,460	4,460	Sucre et Foin	Sucre	-	-	1,000	1,000
	Paille d'avoine	2,490	2,490	2,460	2,460		Foin	-	-	10,000	10,000
Total	6,563	6,563	6,920	6,920	Total	-	-	11,000	11,000		
Maïs et Paille de Blé	Maïs	4,081	4,081	4,460	4,460	Sucre et Gramules	Sucre	-	-	2,000	2,000
	Paille de Blé	2,405	2,405	2,460	2,460		Gramules	-	-	1,000	1,000
Total	6,486	6,486	6,920	6,920	Total	-	-	3,000	3,000		
Féverole	Féverole	2,000	2,000	2,460	2,460	Sucre et Maïs	Sucre	-	2,000	2,000	2,000
	Total	2,000	2,000	2,460	2,460		Maïs	-	2,000	2,000	2,000
Tourteau	Tourteau	2,000	2,000	2,460	2,460	Total	-	4,000	4,000	4,000	
	Total	2,000	2,000	2,460	2,460						
Bonne de terre et Paille	Grains de terre	2,100	2,100	2,460	2,460						
	Paille	1,500	1,500	1,500	1,500	Total	3,600	4,000	4,000	4,000	
Total	3,600	3,600	3,960	3,960							



NOTICE

Coefficients de Digestibilité des Principes nutritifs (Substance sèche, Matières azotées et Graisse)

Les résultats exposés dans les Planches précédentes (nos 8 à 12), et relatifs :
 1° A la composition chimique des fourrages d'expérience;
 2° A la consommation journalière des mêmes fourrages;
 permettent d'établir, pour chaque régime étudié, les quantités journalièrement ingérées des différents principes nutritifs; les quantités non digérées de ces mêmes principes se déduisent, d'une façon analogue, de la composition chimique et du poids des Fèces rendues; par différence avec les quantités ingérées, elles permettent d'obtenir les quantités digérées de chaque élément nutritif, quantités qui, rapportées à 100 parties en poids d'élément ingéré, représentent les coefficients de digestibilité de chacun des éléments de la ration.

Les Planches 13 et 14 ont pour objet la représentation graphique des coefficients moyens de digestibilité, trouvés pour les principes nutritifs les plus importants au cours de seize expériences différentes. Ces coefficients moyens ont été établis, dans chaque essai, à l'aide des coefficients obtenus pour un même principe nutritif sur les différents chevaux observés au repos, à la marche et au travail à différentes heures; on procédait ainsi, on atténue l'influence de l'individualité et celle de la situation de l'animal en expérience, et l'on obtient des résultats pouvant être généralisés avec une plus grande certitude. Comme il est toujours facile de se reporter aux mémoires originaux, si l'on désire connaître le détail des coefficients de chaque expérience, nous avons préféré nous en tenir ici au résumé des résultats obtenus.

Ce Résumé lui-même occupe d'ailleurs deux Planches (nos 13 et 14), les coefficients moyens présentant des valeurs trop différentes d'un principe nutritif à l'autre pour être groupés sur un seul graphique; aussi, la Planche 13 ne renferme-t-elle que les coefficients de digestibilité de la Substance sèche, des Matières azotées et de la Graisse. Le tableau numérique inséré à la suite de cette notice contient, outre les données des Pl. 13 et 14, quelques coefficients n'ayant pas trouvé place dans les Planches en question (Substance organique, Cendres, Indéterminés). La digestibilité de la Substance organique étant toujours supérieure à celle de la Substance sèche (d'environ 1,50 à 2,50 %), sa courbe serait suivie exactement les variations de la courbe de la Substance sèche; aussi, on-en juge inutile la figure. D'autre part, les coefficients de digestibilité des Cendres ont été omis pour insuffisance de précision, par suite de la difficulté de résoudre les Fèces sans entraînement de matières minérales étrangères. Quant aux Indéterminés, ces substances étant données par différence et supportant toutes les erreurs d'analyse, leurs coefficients de digestibilité nous ont paru présenter un intérêt secondaire.

La simplicité du mode de représentation employé rend très facile la lecture du graphique, et dispense de tout commentaire à cet égard. Les résultats qu'il contient permettent de se faire une idée d'autant plus exacte de la valeur comparative des seize rations étudiées, que les expériences ont duré, en général, de six mois à un an. Ces résultats qui sont figurés, comme précédemment, par ordre chronologique, donnent lieu à un certain nombre de remarques :

La digestibilité de la Matière sèche d'une ration peut être regardée comme résulant à elle seule la digestibilité de cette ration tout entière; la variation du coefficient de digestibilité de la Matière sèche indique alors, d'un régime à l'autre, la différence de digestibilité de ces régimes. Nous constatons ainsi que la Matière sèche est digérée au maximum avec le Sucre et le Maïs (78,30 %), et au minimum avec le Foin donné seul (41,72 %), et qu'en moyenne le cheval digère 65 à 70 % d'une ration normale. Les rations

les mieux digérées sont celles contenant surtout des aliments hydrocarbonés : Sucre, Pommes de terre, Graines de Céréales, ou encore les Rations mixtes contenant à la fois des Grains, des Résidus industriels et une faible proportion de Fourrages bruts (mélanges de 1881 et de 1897).

Les Fourrages bruts, comme le Foin et la Paille, sont mal digérés par le Cheval et dépassent la digestibilité des aliments auxquels on les associe; ce fait ressort très nettement des essais à l'Avoine seule et à l'Avoine additionnée de Paille; l'addition de Paille à une ration d'Avoine a fait passer la digestibilité de cette dernière de 74 à 58 %. Les résultats trouvés avec les Rations diées : Mélanges, en sont encore une nouvelle preuve; le mélange de 1897, dans lequel il n'y avait pas de Foin, et où la proportion de fourrage brut était un peu moindre que dans le mélange de 1881, a été plus complètement digéré que ce dernier. Dans le même ordre d'idées, on remarquera que si les Rations de Féverole, de Tourteau et de Grammes ont été moyennement digérées dans leur ensemble, peut-être doit-on l'attribuer à la forte proportion de Paille ajoutée à ces divers aliments. Au contraire, l'introduction de Sucre dans une ration en augmente la digestibilité; le Maïs avec Paille d'Avoine a pour coefficient de digestibilité 70 %, tandis que ce coefficient dépassait 78 % avec le Maïs et la Paille d'Avoine, additionnés de Sucre.

En ce qui concerne les Matières azotées, nous rappellerons qu'il s'agit ici des Matières azotées totales, calculées d'après l'Azote total à l'aide du coefficient 6,25. Les Matières azotées les mieux digérées sont celles des Rations suivantes : Avoine seule, Féverole et Paille, Mélanges de 1897 et 1881, Maïs et Paille de Blé; dans ces différents cas, la digestibilité de l'Azote a dépassé 70 %. Entre 70 et 60 %, de digestibilité, viennent se ranger les Rations de Tourteau, de Sucre (sauf avec Foin), d'Avoine et Paille, de Maïs et Paille d'Avoine, de Moutine et de Grammes. Enfin, les Pommes de terre et le Foin viennent en dernier lieu avec 43 à 55 %, seulement de leur Azote digéré. Dernière remarque : la fermentation ne paraît pas modifier la digestibilité de la matière azotée du Maïs; la Maltine, donnée avec Maïs et Paille d'Avoine, a exactement le même coefficient de digestibilité que le Maïs et la Paille d'Avoine donnés seuls (61 %).

Quant à la Graisse, nous rappellerons qu'on désigne ainsi l'ensemble des substances extraites des Aliments et des Fèces par des dissolvants comme le Sulfure de Carbone et l'Ether; cette dénomination englobe donc des corps de nature très différente (Graisse, Chlorophylle, Résines, Cires, Produits biliaires et Produits de sécrétion intestinale). Il en résulte que, pour la Graisse, on ne peut réellement compter sur des coefficients comparables que s'il s'agit d'alimentations très voisines. Cette réserve se justifie quand on constate que, pour trois de nos rations : Pommes de terre, Féverole, Foin et Sucre, on n'a pas pu établir les coefficients de digestibilité de la Graisse, la sortie par les Fèces ayant été supérieure à l'entrée par la Ration; ce fait est dû à ce que, dans les Fèces, on dose parfois comme Graisse des corps tout différents de ceux qu'on dose dans les aliments, et que, dans certains cas, la Ration contenant très peu de Graisse, les Fèces renferment pourtant une quantité notable de principes d'origine biliaire ou intestinale.

Ces anomalies mises à part, on voit sur le Graphique que la Digestibilité de la Graisse, minima avec le Foin seul (9 %), est maxima avec l'Avoine seule (75 %), qu'elle subit une dépression de 75 à 67 % quand on ajoute de la Paille à la Ration d'Avoine, qu'elle se maintient entre 66 et 60 %, avec le Maïs, fermenté ou non, qu'elle est de 60 % dans nos Mélanges, qu'elle n'est pas influencée par l'introduction du Sucre, mais qu'elle tombe à 44 % puis à 39 %, avec les Grammes et les Tourteaux, quand ces fourrages sont associés à une forte proportion de Paille.

Coefficients moyens de Digestibilité

Expériences	Substance sèche	Substance organique	Cendres	Matières azotées	Graisse	Glucose	Amidon	Cellulose		Indéterminés	Expériences	Substance sèche	Substance organique	Cendres	Matières azotées	Graisse	Amidon	Cellulose		Indéterminés
								avec	sans									avec	sans	
Mélanges 1881	69,48	79,20	12,40	71,67	67,65	100,0	65,55	41,23	—	61,78	74,51	75,77	47,47	47,56	100,0	52,18	41,35	61,67	38,17	
Foin	21,72	22,22	28,23	60,77	5,36	100,0	51,60	62,10	41,71	26,59	74,70	77,12	46,15	48,55	100,0	26,14	27,74	44,14	30,20	
Choucroute	71,74	72,02	—	78,41	74,10	100,0	28,28	29,46	—	21,71 ^b	71,57	73,13	—	61,12	63,05	100,0	26,28	23,81	41,94	
Avoine et paille d'avoine	48,46	42,10	—	41,20	27,19	100,0	21,18	21,27	—	30,36 ^b	44,43	47,50	—	46,22	48,23	100,0	47,00	48,20	7,53	
Maïs et paille d'avoine	70,27	71,25	—	21,12	23,23	100,0	27,79	27,66	40,47	16,41	72,21	70,29	42,78	74,81	63,62	100,0	29,14	48,50	42,40	
Maïs et paille de blé	69,52	71,70	—	70,77	66,22	100,0	28,16	22,59	39,39	39,66	40,50	42,00	24,12	47,78	—	100,0	76,22	39,28	29,29	
Féverole et paille d'avoine	47,68	46,62	—	71,43	—	100,0	24,14	27,13	49,21	32,24	70,48	70,37	—	47,41	44,71	100,0	49,87	47,31	37,40	
Tourteau et paille d'avoine	45,24	42,43	—	27,41	26,15	100,0	20,23	20,57	29,24	36,14	71,40	73,23	26,62	49,30	47,49	100,0	39,71	22,20	42,20	

^a - selon le tableau des analyses.
^b - d'après les analyses de la substance sèche.
^c - d'après les analyses de la substance sèche.

NOTICE

Coefficients de Digestibilité des Principes nutritifs (Glucose, Amidon, Celluloses)

Les détails donnés dans la Notice précédente nous permettront, pour celle-ci, d'être d'autant plus bref qu'elle concerne une Planche tout à fait semblable à la Planche N° 13. Le Graphique ci-contre ne renferme, en effet, que les coefficients moyens de digestibilité des principes hydrocarbonés les plus importants, coefficients obtenus comme on l'a déjà expliqué. Ces principes ont été rapportés à quatre groupes : *Glucose, Amidon, Cellulose brute et Cellulose saccharifiable*, pour chacun desquels nous allons examiner les résultats de nos expériences.

Nous remarquerons d'abord que *Glucose* désigne ici l'ensemble des matières sucrées de nos fourrages; il faut donc donner à ce terme le sens général de *Sucres*. On constate à première vue sur le Graphique que les Sucres ont été intégralement digérés, avec les alimentations les plus diverses, et quelle que soit leur proportion dans la ration; que la ration journalière en contient 60 gr. comme dans l'essai à l'Avoine, ou 2400 gr. comme avec le Sucre et le Maïs, il est impossible d'en retrouver la moindre trace, aussi bien dans les Fèces que dans les Urines: *les Sucres sont donc totalement digérés et utilisés*.

La digestibilité de l'*Amidon* s'est montrée en général très élevée, mais plus variable toutefois que celle du *Glucose*; les limites extrêmes ont été de 76 %, au minimum avec le *Foin et le Sacre*, et de 100 %, avec les *Granules cuits*. L'*Amidon* du *Foin* ayant un coefficient de digestibilité de 83 %, c'est donc avec les rations de *Foin* que l'*Amidon* est le moins bien digéré, et, dans ce cas, la présence du *Sucre* ne modifie pas la digestibilité de l'*Amidon*. Le maximum trouvé pour les *Granules* indique que la cuisson exerce une influence favorable, et d'autre part, la comparaison entre l'*Avoine* seule et l'*Avoine* avec *Paille* montre que la dépression constatée pour la Matière sèche totale ne porte pas sur l'*Amidon*. Les aliments amylinés (*Avoine, Maïs, Pomme de terre*) présentent des coefficients identiques 98 à 99 %, tandis que la *Féverole* (comme d'ailleurs le *Tour-*

teau) a donné des résultats un peu faibles, la méthode d'analyse employée ayant fait compter comme *Amidon* une partie de la *Cellulose* des *Fèces*. Enfin, dans le *Mélange de 1881*, l'*Amidon* accuse une digestibilité bien inférieure à celle du *Mélange de 1887*; nous devons observer que ces deux cas ne sont pas comparables, l'*Amidon* et la *Cellulose* saccharifiable n'ayant pas été séparés l'un de l'autre dans les analyses de 1881.

En ce qui concerne les *Celluloses*, le Graphique montre qu'elles sont beaucoup moins bien digérées que les autres principes hydrocarbonés et que la *Cellulose* saccharifiable est généralement mieux assimilée que la *Cellulose brute*. Avec la ration de *Pomme de terre et Grains*, on constate un maximum de plus de 57 % de *Cellulose brute* digérée; mais, par contre, on trouve un minimum de 31 %, avec l'*Avoine et le Paille*. On peut également noter la faible digestibilité de la *Cellulose brute* dans les deux essais au *Foin* et dans ceux où la Ration contenait beaucoup de *Paille* (*Féverole, Tourteau*); seuls, les *Granules* semblent faire exception à ce fait, mais alors on peut se demander s'il ne faut pas y voir l'influence de la cuisson. La comparaison des *Expériences à l'Avoine* et au *Maïs* montre encore que la *Cellulose brute*, moins digeste dans l'*Avoine* que dans le *Maïs*, l'est davantage dans la *Paille d'Avoine* que dans la *Paille de Blé*. Quant au *Sucre*, son influence paraît nulle ou peu sensible sur l'assimilation de la *Cellulose brute*.

Ce sont les Rations sucrées (*Granules et Sacre, Maïs et Sacre*) qui ont donné les coefficients les plus faibles pour la *Cellulose saccharifiable*; ces deux cas mis à part, ce dernier élément accuse presque toujours une digestibilité meilleure et variant dans le même sens que celle de la *Cellulose brute*. On remarquera que les parties interrompues de la courbe représentant la *Cellulose saccharifiable*, correspondent à des expériences où ce principe nutritif n'a pas été dosé séparément (*Mélange 1881-Avoine, Avoine et Paille*).

Coefficients moyens de Digestibilité

Expériences.	Substance sèche.	Substance organique.	Cendres.	Matières organiques.	Fécules.	Glucose.	Amidon.	Cellulose.		Substance totale.	Expériences.	Substance sèche.	Substance organique.	Cendres.	Matières organiques.	Fécules.	Glucose.	Amidon.	Cellulose.		Substance totale.
								brute.	saccharifiable.										brute.	saccharifiable.	
Mélange 1880	49,48	70,20	11,00	71,27	59,88	100,0	81,88	81,22	41,76	74,82	75,77	49,48	49,48	100,0	29,15	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Foin	41,72	62,00	10,22	62,77	51,22	100,0	81,22	81,22	11,72	41,72	75,77	75,77	41,72	41,72	100,0	41,72	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Orge seule	71,74	73,82	11,00	75,41	75,82	100,0	81,22	81,22	11,74	71,74	75,82	75,82	71,74	71,74	100,0	71,74	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Orge et paille d'avoine	64,00	60,10	11,00	61,20	51,22	100,0	81,22	81,22	11,00	64,00	75,82	75,82	64,00	64,00	100,0	64,00	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	70,17	71,05	11,00	72,15	61,22	100,0	81,22	81,22	11,05	70,17	75,82	75,82	70,17	70,17	100,0	70,17	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille de blé	49,22	71,70	11,00	72,70	61,22	100,0	81,22	81,22	11,70	49,22	75,82	75,82	49,22	49,22	100,0	49,22	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Foin et paille d'avoine	45,95	65,05	11,00	66,05	51,22	100,0	81,22	81,22	11,05	45,95	75,82	75,82	45,95	45,95	100,0	45,95	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Foin et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	100,0	41,24	81,22	81,22	81,22	81,22	81,22
Maïs et paille d'avoine	41,24	60,02	11,00	61,02	51,22	100,0	81,22	81,22	11,02	41,24	75,82	75,82	41,24	41,24	10						

Principes nutritifs ingérés et digérés au Repos. — Variations de Poids vifs.

Au cours d'une précédente Notice (Planche 13), on a montré comment on pouvait, à l'aide des résultats déjà exposés (Voir Pl. 8 à 12), évaluer les quantités de principes nutritifs ingérés et digérés chaque jour par nos animaux. Ces quantités, groupées par expérience, font l'objet de la Planche ci-contre et des trois suivantes. L'importance de ces documents, qui représentent en quelque sorte le bilan de la digestion, nous a engagés à les exposer en détail; aussi, leur avons-nous consacré, quant à la Graphique, contenant respectivement les quantités ingérées et digérées au Repos, à la Marche, au Travail et dans l'ensemble de chaque expérience. Sur chaque Planche, figurent également les variations journalières de poids vif et des données complémentaires sur les rations (Relations nutritives et Valeurs calorifiques), de façon à mettre en évidence tous les éléments de comparaison. Les renseignements ainsi groupés, se sont trouvés si nombreux, qu'il a été impossible de faire figurer intégralement dans le tableau de chaque Notice toutes les données numériques correspondantes; ici, par exemple, on trouvera les quantités de principes nutritifs ingérés dans toutes les phases de nos essais, mais pour avoir d'autres renseignements, même concernant le Repos, on devra recourir aux tableaux des Notices suivantes (quantités digérées, variations de poids, etc.).

Le présent Graphique a pour objet de représenter les *Relations d'Entretien au Repos*; il est, comme on voit, divisé en deux parties: la partie supérieure renfermant, figurées par des rectangles superposés et de hauteurs proportionnelles aux poids, les quantités ingérées et digérées au Repos, dans chaque expérience; la partie inférieure contenant, enroulées et digérées au Repos, dans chaque expérience, les valeurs sous forme de courbes, les variations de poids vifs des animaux, ainsi que les valeurs calorifiques et les relations nutritives des Rations digérées. La hauteur des rectangles se lit sur les échelles latérales correspondantes, et les variations des courbes s'évaluent à l'aide des deux autres échelles: à droite, s'il s'agit d'augmentations ou de diminutions de poids, et à gauche, s'il s'agit de Calories ou de Relations nutritives. Avant de passer en revue les résultats ainsi groupés, disons un mot de la façon dont les valeurs calorifiques et les relations nutritives ont été calculées: il n'est d'ailleurs question que des Rations digérées. On a classé, à cet effet, les principes nutritifs digérés en deux groupes: 1° Les Matières azotées; 2° les Matières non azotées, comprenant non seulement l'Amidon, les Sucres, les Celluloses et les Indéterminés, mais encore la Graisse transformée à l'aide du coefficient 2,4. Le rapport entre les poids trouvés pour le premier groupe et pour le second groupe donne la *Relation nutritive*. La valeur calorifique de ces deux groupes de principes nutritifs s'obtient en multipliant leur poids en grammes, respectivement par 4,6 et par 4,4, représentant les chaleurs de combustion; l'addition des deux produits ainsi trouvés donne ensuite la *Valeur calorifique* de la ration digérée, telle qu'elle figure dans le présent Graphique et les suivantes. Nous ne reviendrons pas sur le mode de représentation adopté pour les poids de principes nutritifs ingérés et digérés, la méthode des rectangles superposés et inclinés ayant déjà figuré dans d'autres planches du même ouvrage; faisons seulement remarquer que, du premier coup d'œil, on peut lire sur le Graphique à la fois le détail et l'ensemble des principes nutritifs ingérés par ration, mais que, pour les principes digérés, le détail seul peut se lire immédiatement. Nous ajouterons encore que les trois expériences au Sucre ne figurent pas ici, aucun cheval n'ayant été observé au repos pendant ces expériences.

De l'examen du Graphique, ressort ce fait dominant que, sur treize Rations expérimentées, deux seulement se sont montrées insuffisantes pour l'entretien au Repos: la ration d'Avoine donnée seule, et celle de Pommes de terre avec Paille; les onze autres ont non seulement suffi, mais quelques-unes même elles ont été trop abondantes; ainsi, se vérifie de nouveau la possibilité d'assurer l'entretien au repos du Cheval avec les régimes les plus

vaciés. Cette diversité est bien mise en évidence par la courbe des relations nutritives, qu'on voit passer de 1/3,4 avec la Féverole, à 1/18 avec les Pommes de terre; les quantités relatives de Principes azotés et hydrocarbonés digérés ont donc varié dans des limites très larges. Il en est de même, d'ailleurs, de leurs quantités absolues, comme le montrent les données suivantes:

Principes digérés par jour

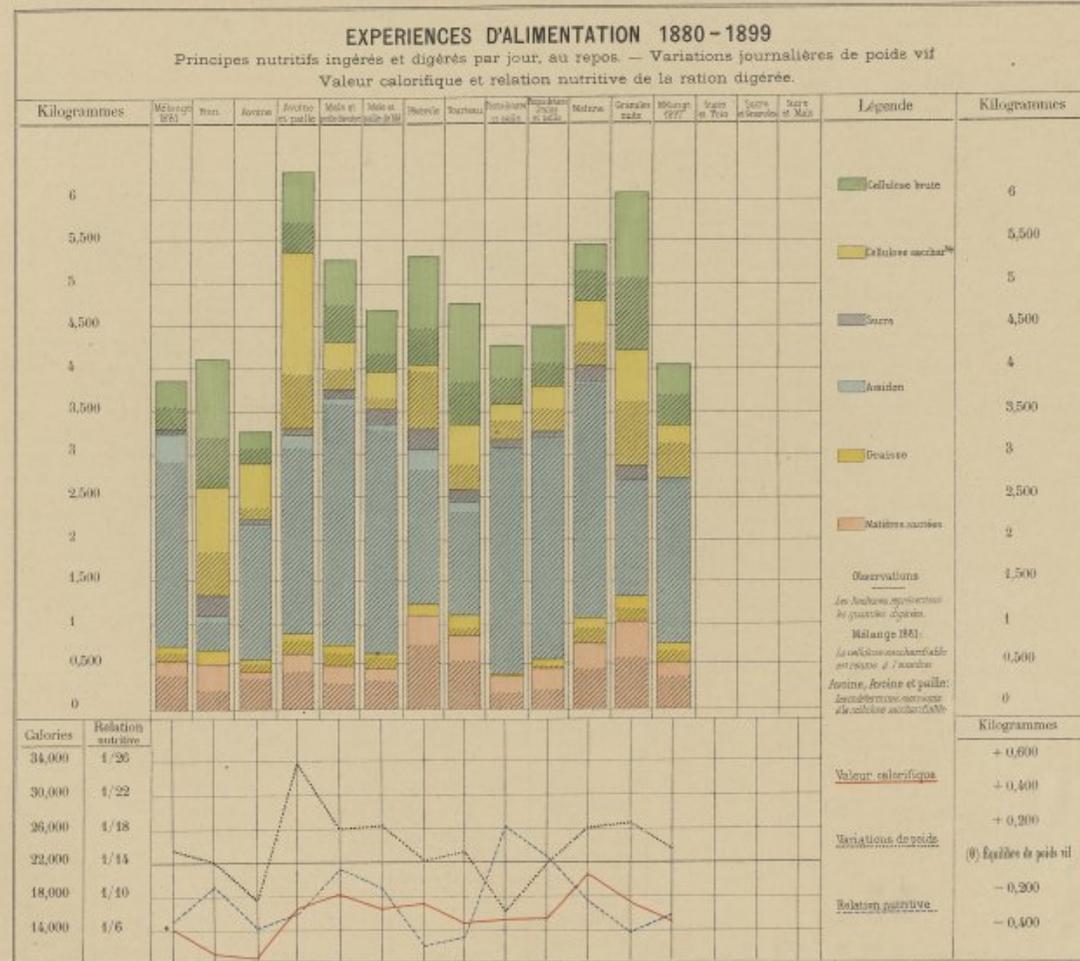
Matières azotées	Grasses	Amidon	Sucres	Cellulose non azotée	Cellulose azotée
Minimums . . .	197 (P. de terre)	12 (Avoine)	316 (Fève)	56 (Avoine)	118 (Avoine)
Maximums . . .	726 (Féverole)	178 (Maltine)	3810 (Malt)	251 (Féverole)	759 (Graminée)

Les minimums constatés pour la ration d'Avoine seule, joints à la très faible quantité de matière sèche totale digérée (2 k. 466), montrent que cette ration a été nettement insuffisante; les animaux ayant refusé d'en consommer davantage. Le cas n'est pas le même avec la ration de Pommes de terre et Paille; là, il n'y a pas eu insuffisance générale, puisque les chevaux ont eu à leur disposition 5 k. 2 de matière sèche, sur lesquels 3 k. 9 ont été digérés, et que, dans d'autres essais (mélanges de 1881 et 1897), ils n'ont reçu que 4 k. 8 de matière sèche, en ont digéré seulement 3 k. 4 et se sont entretenus en bon état. La caractéristique de l'essai à la Pomme de terre, c'est plutôt l'insuffisance des matières azotées digérées, qui devaient être au-dessous, peut-être avec très peu d'écart, mais certainement au-dessous du minimum nécessaire à l'entretien. Dès que la ration, par la substitution de Malt et de Féverole à une fraction des Pommes de terre, a fourni aux mêmes animaux un supplément journalier de 40 gr. de matières azotées digestibles, les matières hydrocarbonées restant sensiblement les mêmes, ils ont pu se maintenir en équilibre de poids vif; la relation nutritive n'a pourtant varié que de 1/3,4 à 1/14,7, c'est-à-dire dans des limites très étroites. Nous verrons cependant ailleurs que, dans certains cas, on a entretenu des chevaux avec des rations encore moins azotées que la ration de Pommes de terre dont il s'agit, mais alors ces animaux recevaient un grand excès de matières hydrocarbonées et surtout des hydrocarbonés totalement digestibles (Sucre); d'une façon générale, on peut admettre que 200 grammes par jour de Matières azotées digestibles dans une ration d'entretien, constituent un minimum au-dessous duquel il est préférable de se maintenir. Est-il nécessaire, par contre, de dépasser beaucoup ce minimum quand il s'agit de chevaux adultes? Nous voyons sur le Graphique qu'avec des rations très azotées comme celles avec Féverole ou Tourteau (Relations nutritives: 1/3,4 et 1/5,3), on n'a pas obtenu de meilleurs résultats qu'avec des rations moins riches: 1/8,3 et de relation nutritive plus large (Avoine et paille: 1/8,3; Maltine: 1/9,5; Malt: 1/11 et 1/13,3). Il semble donc inutile de donner des rations contenant par jour 5 à 700 gr. de Matières azotées digestibles, si l'on peut dire que: la quantité moyenne de Matières azotées digestibles ingérées pour l'entretien au repos d'un cheval de 350 k., est de 350 gr., d'après nos expériences, soit pour 1000 kilos de poids vif, 780 gr. par jour.

Si, maintenant, on groupe les Matières non azotées comme il a été expliqué précédemment, on constate que l'entretien au repos a été entièrement assuré chaque fois que les rations contenaient, avec le taux précédent de Matières azotées, 3 à 5 à 4 k. de Matières hydrocarbonées digestibles. Il en résulte, pour la relation nutritive, une valeur oscillant de 1/10 à 1/11,4 pour l'entretien au repos, quant à la valeur calorifique, elle a varié de 11000 à 21000 calories pour la ration digérée journellement, mais l'ensemble de nos expériences montre que, chaque fois qu'une ration a fourni, après digestion, 45 à 16000 calories, l'entretien au repos de nos animaux a été largement assuré.

Principes nutritifs journalièrement ingérés

Expériences	Célestes	Matières azotées totales	Matières azotées	Grasses	Sucre	Amidon	Cellulose		Lignocellulose	Indéterminés	Matière sèche totale	Matières azotées	Grasses	Sucre	Amidon	Cellulose	
							non azotée	azotée								non azotée	azotée
Mélange 51	Sucre	4847,0	367,2	152,2	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	367,2	152,2	48,3	2700,0	100,0	100,0
	Maltine	818,0	201,0	100,0	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	201,0	100,0	48,3	2700,0	100,0	100,0
	Féverole	718,0	489,0	189,0	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	489,0	189,0	48,3	2700,0	100,0	100,0
Fève	Sucre	4042,0	367,2	152,2	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	367,2	152,2	48,3	2700,0	100,0	100,0
	Maltine	818,0	201,0	100,0	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	201,0	100,0	48,3	2700,0	100,0	100,0
	Féverole	1070,0	489,0	189,0	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	489,0	189,0	48,3	2700,0	100,0	100,0
Avoine seule	Sucre	318,0	367,2	152,2	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	367,2	152,2	48,3	2700,0	100,0	100,0
	Maltine	818,0	201,0	100,0	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	201,0	100,0	48,3	2700,0	100,0	100,0
	Féverole	1070,0	489,0	189,0	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	489,0	189,0	48,3	2700,0	100,0	100,0
Avoine et Paille	Sucre	4042,0	367,2	152,2	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	367,2	152,2	48,3	2700,0	100,0	100,0
	Maltine	818,0	201,0	100,0	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	201,0	100,0	48,3	2700,0	100,0	100,0
	Féverole	1070,0	489,0	189,0	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	489,0	189,0	48,3	2700,0	100,0	100,0
Ration de Paille et Avoine	Sucre	4042,0	367,2	152,2	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	367,2	152,2	48,3	2700,0	100,0	100,0
	Maltine	818,0	201,0	100,0	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	201,0	100,0	48,3	2700,0	100,0	100,0
	Féverole	1070,0	489,0	189,0	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	489,0	189,0	48,3	2700,0	100,0	100,0
Ration de Paille et Fève	Sucre	4042,0	367,2	152,2	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	367,2	152,2	48,3	2700,0	100,0	100,0
	Maltine	818,0	201,0	100,0	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	201,0	100,0	48,3	2700,0	100,0	100,0
	Féverole	1070,0	489,0	189,0	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	489,0	189,0	48,3	2700,0	100,0	100,0
Ration de Paille et Avoine et Fève	Sucre	4042,0	367,2	152,2	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	367,2	152,2	48,3	2700,0	100,0	100,0
	Maltine	818,0	201,0	100,0	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	201,0	100,0	48,3	2700,0	100,0	100,0
	Féverole	1070,0	489,0	189,0	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	489,0	189,0	48,3	2700,0	100,0	100,0
Féverole	Sucre	4042,0	367,2	152,2	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	367,2	152,2	48,3	2700,0	100,0	100,0
	Maltine	818,0	201,0	100,0	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	201,0	100,0	48,3	2700,0	100,0	100,0
	Féverole	1070,0	489,0	189,0	48,3	2700,0	100,0	100,0	0,0	0,0	4295,2	489,0	189,0	48,3	2700,0	100,0	100,0



NOTICE

Principes nutritifs ingérés et digérés à la Marche. — Variations de Poids vifs

Étant donnée la complète similitude des Planches 15 et 16, nous ne reviendrons pas sur les détails donnés dans la précédente Notice. La comparaison des deux Graphiques en question montre d'ailleurs que leur disposition générale est la même, et que les éléments figurés sont de même ordre, avec cette unique différence qu'il s'agit ici des **Rations de Transport**.

On trouvera donc, représentés dans la présente Planche : 1° Les principes nutritifs journalièrement ingérés et digérés pendant la marche; 2° Les variations de poids vif des animaux; 3° Les relations nutritives et les valeurs calorifiques des rations digérées. Quant au tableau numérique inscrit ci-dessous, il renferme, suivant la remarque faite à la Notice précédente, les quantités de principes nutritifs digérées dans toutes les phases de nos Expériences. Avant d'examiner les résultats groupés ci-dessus, nous ferons observer que quatre Expériences (Fommes de terre et Grains, Gramales, Sucre et Foin, Sucre et Granules) n'y figurent pas, aucun cheval n'ayant été mis à la marche pendant ces expériences; on a donc dû interrompre les courbes sur les ordonnées correspondantes et figurer en pointillé les parties interrompues.

Sur les douze Rations de transport expérimentées, trois se sont montrées plus que suffisantes (Maïs et Paille de Blé, Fécule, Sucre et Maïs), deux ont simplement assuré l'équilibre de poids vif (Maïs et Paille d'Asie, Molène), et les sept autres ont été insuffisantes, mais à des degrés divers. Nous ne pouvons que constater à nouveau la grande variété des régimes à l'aide desquels on a pu parer aux besoins du cheveu de 600 kilos, transportant chaque jour leur propre poids sur une longueur de 30 kilomètres : les valeurs extrêmes de la courbe des Relations nutritives (4,28,55 et 4,3,48) en sont la meilleure preuve, et nous comprenons dans cette opinion, émise déjà plusieurs fois, qu'il convient de ne pas exagérer l'importance de la Relation nutritive pour les animaux de travail adultes. Que constatons-nous, en effet, si nous envisageons les régimes ayant assuré, les uns largement, les autres strictement, l'entretien de nos sujets d'Expériences? Nous voyons que les deux régimes correspondant aux Relations nutritives extrêmes (Sucre et Maïs, Fécule) se sont montrés également favorables; l'un d'eux (Sucre et Maïs) rapportait pourtant chaque jour que 182 grammes de Matières azotées digestibles, c'est-à-dire moins que le régime à la Pomme de terre, reconnu insuffisant, n'en avait fourni pour l'entretien et le repos; mais, à côté de cette très faible quantité de Matières azotées, il contenait plus de 5 kilos de Matières non azotées digestibles, ces matières étant groupées comme il a été dit précédemment. L'apport d'une aussi forte quantité d'Hydrocarbonés digestibles a donc amplement racheté l'insuffisance de la ration en principes azotés. D'autre part, avec la ration de Fécule, dont la relation nutritive a été la plus étroite de toutes, nos chevaux ont augmenté de poids comme avec le Sucre et le Maïs, en recevant journalièrement six fois plus de Matières azotées digestibles (1663 grammes), et seulement 3 kilos 7 de matières non azotées digestibles. Quant au troisième régime ayant produit une augmentation de poids, on peut le considérer comme un moyen terme entre les deux précédents, puisqu'il a fourni chaque jour plus de 260 grammes de Matières azotées, soit le double de la Ration Sucre

et Maïs, et près de 4 kilos de Matières hydrocarbonées, sa relation nutritive étant de 1/11 environ.

Les deux rations qui ont simplement assuré l'équilibre de poids vif, présentent également des différences, mais beaucoup plus atténuées; elles nous montrent, en tout cas, qu'on n'a pas obtenu de meilleur résultat avec la Ration de Molène contenant plus de 500 grammes de Matières azotées digestibles et près de 5 kilos de Matières hydrocarbonées, qu'avec le Maïs et la Paille d'Asie qui ne renfermaient même pas 600 grammes des premières associées à 4 kilos 7 des secondes.

Parmi les rations insuffisantes pour le transport, nous en trouvons de très riches en Matières azotées, comme le Tourteau avec 1/5,2 pour Relation nutritive, et de très pauvres comme la Pomme de terre, dont la Relation nutritive est de 1/16,4; la quantité de Matière sèche totale digestible fournie dans ces deux cas particuliers n'a pourtant pas été sensiblement inférieure à celle qu'avaient apportée les régimes reconnus favorables. Ces deux cas mis à part, on constate aisément sur le tableau qui suit la notice, que les rations insuffisantes contenaient une trop faible somme d'éléments digestibles.

Comme nous l'avons fait pour le Repos, nous résumons ici les quantités minimales et maximales de principes journalièrement digérés à la Marche :

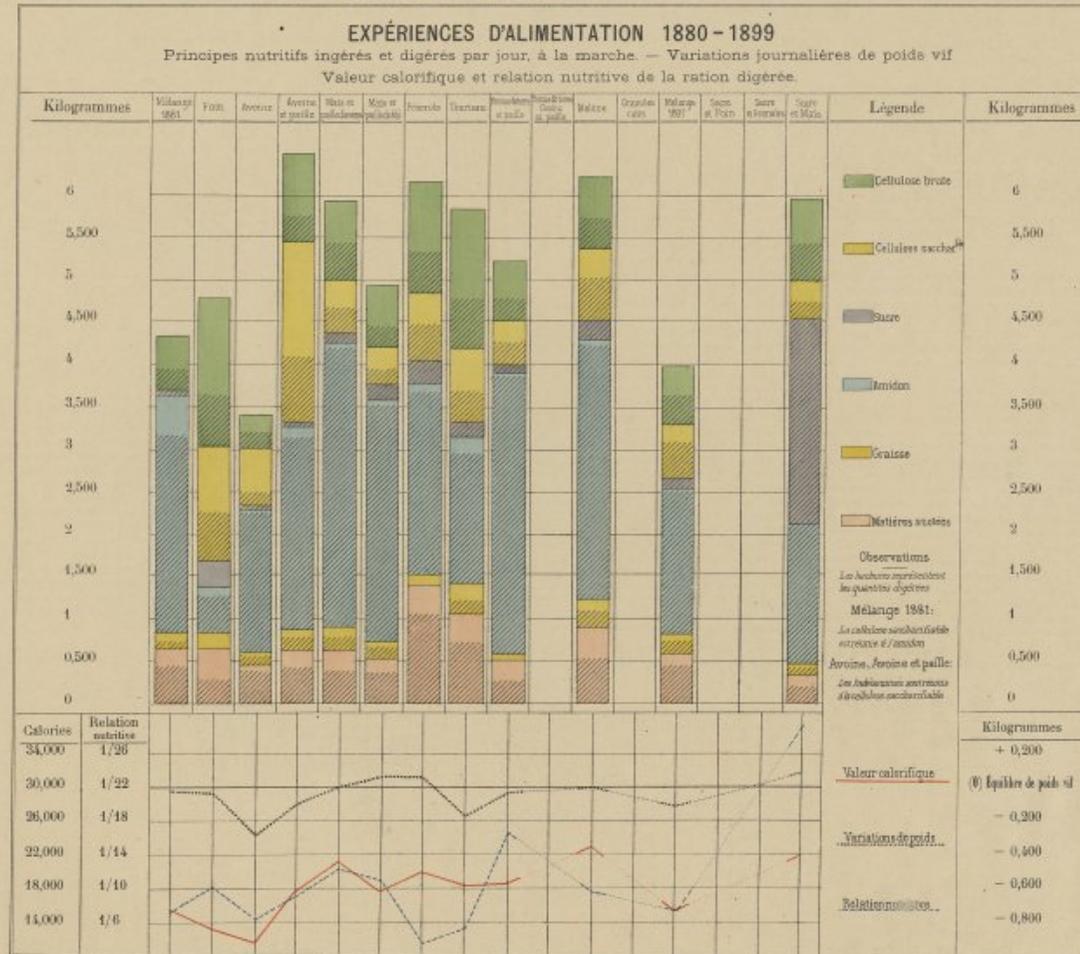
Principes digérés par jour

	MATIÈRES AZOTÉES		SUCRE		AMIDON		CELLULOSE saccharifiée		CELLULOSE brute	
	g.	kg.	g.	kg.	g.	kg.	g.	kg.	g.	kg.
Minimum	150 (Avoine)	142 (Sucre-Maïs)	3 (Foin)	43 (Avoine)	437 (Foin)	96 (Avoine)	258 (Avoine)	258 (Avoine)	258 (Avoine)	258 (Avoine)
Maximum	1215 (Sucre et Maïs)	1043 (Fécule)	116 (Molène)	233 (Sucre et Maïs)	328 (Maïs et Paille d'Asie)	355 (Avoine et Foin)	321 (Foin)			

En ce qui concerne les résultats moyens, et bien qu'il soit difficile d'après ce qui précède de conclure d'une façon définitive, on peut être en considérant l'ensemble de nos essais, que la Ration de Transport, pour remplir les conditions qui ont été rappelés plus haut, doit renfermer au général 650 grammes de Matières azotées digestibles et 4 kilos 5 de Matières hydrocarbonées digestibles, groupées comme il est expliqué à la Notice 15. Cette conclusion, rapprochée de ce qui a été dit pour le Cheval au Repos, montre que dans les conditions de nos Expériences, il faut augmenter d'un tiers le tiers de la Ration d'entretien en principes digestibles pour obtenir celle de la Ration de Transport. Les Essais de 1881-1882 avaient conduit à admettre comme suffisante une augmentation de 1/10, mais toutes les expériences faites depuis cette époque démontrent que cette dernière augmentation était trop faible. Quant aux valeurs calorifiques des Rations digérées, elles ont, bien entendu, éprouvé d'assez grandes variations, puisqu'on les voit passer d'un minimum de 11500 calories avec l'Avoine donnée seule à un maximum de 25000 calories avec la Molène; on peut admettre, dans le cas qui nous occupe, une valeur d'un moins 15000 calories, pour se trouver dans de bonnes conditions.

Principes nutritifs journalièrement digérés

Expériences	Ration	Matières azotées totales	Matières azotées utiles	SUCRE	AMIDON	Cellulose		Matières azotées totales	Matières azotées utiles	SUCRE	AMIDON	Cellulose		Matières azotées totales	Matières azotées utiles				
						saccharifiée						brute				saccharifiée		brute	
						g.	kg.					g.	kg.			g.	kg.	g.	kg.
Molène	Sucre	214,1	217,6	87,6	29,2	270,1	257,7	270,1	257,7	270,1	257,7	270,1	257,7	270,1	257,7				
	Foin	244,2	250,0	93,1	31,8	284,3	270,3	284,3	270,3	284,3	270,3	284,3	270,3	284,3	270,3				
	Rayon	259,2	265,0	98,5	33,1	298,7	284,7	298,7	284,7	298,7	284,7	298,7	284,7	298,7	284,7				
Foin	Sucre	250,5	254,0	101,2	33,8	314,4	301,4	314,4	301,4	314,4	301,4	314,4	301,4	314,4	301,4				
	Foin	274,9	282,2	108,8	36,2	339,1	326,1	339,1	326,1	339,1	326,1	339,1	326,1	339,1	326,1				
	Rayon	289,2	297,0	116,8	38,6	363,8	350,8	363,8	350,8	363,8	350,8	363,8	350,8	363,8	350,8				
Avoine seule	Sucre	240,3	243,3	97,7	32,8	302,1	289,1	302,1	289,1	302,1	289,1	302,1	289,1	302,1	289,1				
	Foin	264,8	270,0	104,0	34,3	326,8	313,8	326,8	313,8	326,8	313,8	326,8	313,8	326,8	313,8				
	Rayon	279,2	285,0	110,2	36,7	351,4	338,4	351,4	338,4	351,4	338,4	351,4	338,4	351,4	338,4				
Avoine et Maïs	Sucre	344,1	347,2	142,2	47,4	414,3	401,3	414,3	401,3	414,3	401,3	414,3	401,3	414,3	401,3				
	Foin	368,6	373,0	148,6	49,5	438,8	425,8	438,8	425,8	438,8	425,8	438,8	425,8	438,8	425,8				
	Rayon	383,1	387,0	154,1	50,7	463,3	450,3	463,3	450,3	463,3	450,3	463,3	450,3	463,3	450,3				
Maïs et Paille d'Asie	Sucre	312,1	317,0	126,2	42,0	382,3	369,3	382,3	369,3	382,3	369,3	382,3	369,3	382,3	369,3				
	Foin	336,6	341,0	132,6	43,5	406,8	393,8	406,8	393,8	406,8	393,8	406,8	393,8	406,8	393,8				
	Rayon	351,1	355,0	138,1	44,9	431,3	418,3	431,3	418,3	431,3	418,3	431,3	418,3	431,3	418,3				
Maïs et Paille de Blé	Sucre	310,7	314,0	124,7	41,5	380,9	367,9	380,9	367,9	380,9	367,9	380,9	367,9	380,9	367,9				
	Foin	335,2	339,0	130,2	43,0	405,4	392,4	405,4	392,4	405,4	392,4	405,4	392,4	405,4	392,4				
	Rayon	349,7	353,0	135,7	44,5	430,9	417,9	430,9	417,9	430,9	417,9	430,9	417,9	430,9	417,9				
Fécule	Sucre	265,4	268,0	106,0	35,3	335,6	322,6	335,6	322,6	335,6	322,6	335,6	322,6	335,6	322,6				
	Foin	289,9	293,0	112,0	36,8	360,1	347,1	360,1	347,1	360,1	347,1	360,1	347,1	360,1	347,1				
	Rayon	304,4	307,0	118,0	38,3	384,6	371,6	384,6	371,6	384,6	371,6	384,6	371,6	384,6	371,6				



NOTICE

(Planche N° 17).

Principes nutritifs ingérés et digérés au Travail. — Variations de Poids vifs

On a groupé ci-contre, en ce qui concerne le Travail, des données analogues à celles des Planches 15 et 16; mais, comme pour la marche, on a dû réunir les résultats obtenus avec les divers modes de travail (Manège et Voiture) et les différentes allures (Pas et Trot), de façon à ne pas multiplier outre mesure les Graphiques relatifs à la Digestion; ces résultats sont d'ailleurs les mêmes que ceux dont les valeurs numériques figurent dans les tableaux qui accompagnent les précédentes Notices. Quant au Tableau inséré ci-dessous, il est, au contraire, plus explicite que les autres en ce qui concerne le Travail; qu'il s'agisse soit de la répartition en deux groupes des principes digérés, soit de la valeur calorifique et de la relation nutritive des rations, il donne le détail des diverses situations de travail; nous aurons d'ailleurs l'occasion, à propos des Graphiques du Travail, de revenir sur les données de ce tableau, qui synthétise à lui seul tout ce qui concerne la digestibilité de nos rations d'expériences.

Le Graphique ci-contre ne compare que deux observations préliminaires: 1° Il renferme les résultats de quinze expériences, le seul essai n'y figurant pas étant celui des Granules cuits, qui n'a pas comparé de chevaux au travail;

2° Comme dans les autres Planches relatives à la digestion, on a, dans les premières expériences, employé la Cellulose Saccharifiable tantôt avec l'Amidon, tantôt avec les Indeterminés, par suite des changements apportés aux méthodes d'analyse.

La première constatation à faire sur l'ensemble des résultats représentés ici, est l'augmentation du poids vif dans deux expériences seulement: Sucre et Foin, Sucre et Granules. Avec tous les autres régimes, il y a eu perte de poids au travail, de sorte que toutes nos rations de travail semblent avoir été insuffisantes à couvrir les dépenses de l'organisme de nos sujets d'expérience. Ces pertes de poids ont varié de 500 gr. par jour comme maximum, avec l'avoine seule, à un peu plus de 100 gr. comme minimum, avec les Pommes de terre additionnées de Groins; dans la plupart des cas, elles ne sont maintenues entre 200 et 400 gr. par jour. Il sera plus facile de comparer les différents régimes, quand on aura exposé toutes les données concernant le travail, pour le moment, nous ferons simplement remarquer que le travail journalier a varié dans d'assez larges limites (230 000 à 650 000 kilogrammètres) et que ces variations sont loin d'avoir été en rapport direct avec celles des poids vifs. Dans les deux expériences (Sucre et Foin, Sucre et Granules) où le poids vif a augmenté, on a demandé aux animaux un travail intense, mais de durée beaucoup plus courte que dans les autres essais; même avec le régime Sucre et Maïs, les conditions moyennes dans lesquelles s'est effectué le travail n'ont pas encore été les mêmes: les comparaisons portant sur l'ensemble des expériences sont donc plutôt malaisées à établir. En nous limitant aux essais dans lesquels les conditions du travail malaisées à établir. En nous limitant aux essais dans lesquels les conditions du travail malaisées à établir. En nous limitant aux essais dans lesquels les conditions du travail malaisées à établir.

et Maïs; or, dans le premier cas, le travail a été inférieur de près de 70 000 kilogrammètres à celui du second cas. Si, toujours dans la même série, nous comparons des rations très azotées comme celles de la Féverole et du Traveaux (Relations nutritives: 1/3,2 et 1/4,2) avec des régimes 3 à 4 fois plus riches en Hydrocarbures (Pommes de terre et Groins, ayant une relation nutritive de 1/1,8), nous voyons que pour un travail sensiblement égal, les rations azotées ont entretenu les animaux en moins bon état que les rations hydrocarbonées. Avec la Féverole, nos sujets d'expérience recevaient près de 1600 gr. par jour de Matières azotées digestibles pour 4 k. 5 de Matières non azotées, tandis que le régime de Pommes de terre et Groins ne leur apportait que 425 gr. des premières et un peu plus de 5 k. des secondes, dont 3 k. 8 d'Amidon; la supériorité des Matières hydrocarbonées pour la production de travail ressort donc nettement de cette comparaison. Le régime de la Maltine, avec lequel le travail produit a été tout à fait analogue à celui de la Féverole, a donné lieu à une moindre perte de poids; ce régime ne fournissait cependant chaque jour que 600 gr. de Matières azotées, mais par contre 5 k. 3 de Matières hydrocarbonées digestibles (Relation nutritive 1/8,7). Le Maïs avec Paille de blé et le Mélange de 1837 (Relations nutritives: 1/10,8 et 1/7,8) peuvent encore fournir de nouveaux exemples à l'appui de ce que nous avançons.

Nous donnons ci-après, comme nous l'avons fait pour le Repos et la Marche, les minimums et maximums journaliers des principes nutritifs digérés:

Principes digérés par jour:

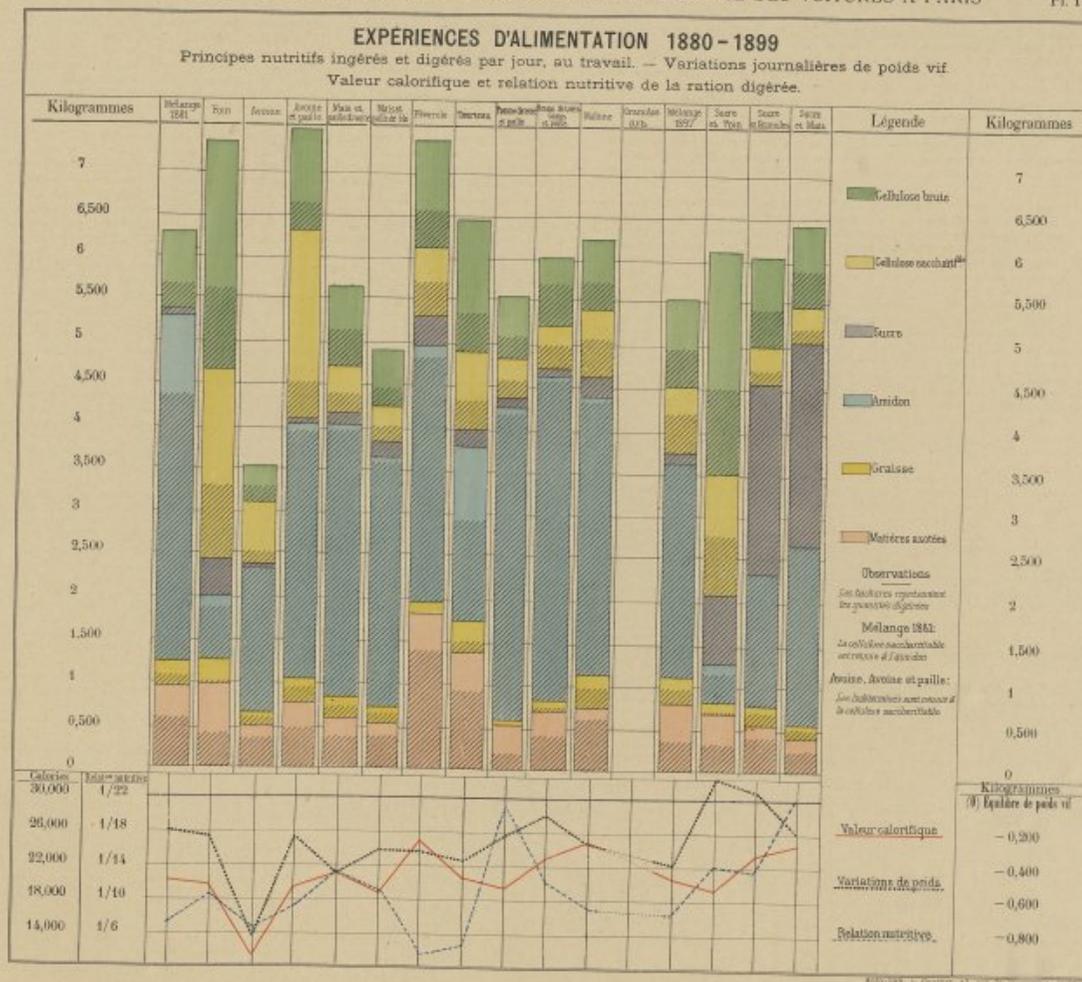
MATIÈRE NUTRITIVE	MATIÈRES AZOTÉES		GLUCOSE		SUCRE		AMIDON		CELLULOSE SACCHARIFIABLE		CELLULOSE BRUTE	
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	
Minimums	250 (Avoine seule)	213 (Pommes de terre)	21 (Foin)	52 (Maïs)	42 (Avoine et Maïs)	345 (Sucre et Foin)	126 (Avoine et Foin)	173 (Foin)	1024 (Sucre et Foin)	215 (Avoine)	1024 (Sucre et Foin)	200
Maximums	197 (Féverole)	137 (Féverole)				260 (Sucre et Maïs)	178 (Foin et Groins)					

Quant aux données moyennes, bien que toutes nos rations se soient montrées un peu faibles, on peut, en tablant sur celles dont le résultat a été le plus satisfaisant, admettre que, dans les conditions de nos expériences, il faut donner chaque jour un minimum de 600 gr. de Matières azotées digestibles, avec 6 k. environ de Matières hydrocarbonées digestibles pour un travail de 500 000 kilogrammètres en moyenne. Un résultat, comparé à celui que nous avons admis pour l'entretien au Repos, nous montre que le facteur 3/2 adopté, dans les premières expériences, comme représentant le rapport de la Relation de Travail à celle de Repos, doit être regardé comme un minimum; si l'on désigne par 1 la Relation d'entretien au Repos, celle de Travail devra plutôt être représentée par 1,7 que par 1,5.

Une dernière remarque concerne la variation des valeurs calorifiques des Rations digérées; ces valeurs passent, en effet, de 14 400 pour l'avoine seule à près de 25 000 pour la Féverole, la Maltine, le Sucre et le Maïs; notoirement insuffisante dans le premier cas, elle n'a pas même atteint la valeur nécessaire dans le dernier cas, malgré sa variation de 1 à 2,5; il était d'ailleurs difficile de s'attendre à un autre résultat après ce que nous avons constaté au sujet des principes digérés.

Rations digérées: Groupement des Principes nutritifs, Valeurs calorifiques et Relations nutritives

Expériences	Situations	Composition des principes digérés		Valeur en calories	Relation nutritive	Expériences	Situations	Composition des principes digérés		Valeur en calories	Relation nutritive	Expériences	Situations	Composition des principes digérés		Valeur en calories	Relation nutritive
		Matière azotée	Hydrocarbure non azoté					Matière azotée	Hydrocarbure non azoté					Matière azotée	Hydrocarbure non azoté		
Mélange ST	Repos	227,0	2015,0	13227,0	1/7,45	Maïs et Paille de blé	Repos	252,0	2775,0	16800,0	1/11,00	Sucre et Foin	Repos	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45
	Travail	165,0	1815,0	10890,0	1/11,00		Travail	165,0	1815,0	10890,0	1/11,00		Travail	165,0	1815,0	10890,0	1/11,00
	Travail au pas	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45		Travail au pas	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45		Travail au pas	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45
	à la trotte	177,0	1980,0	12060,0	1/11,00		à la trotte	177,0	1980,0	12060,0	1/11,00		à la trotte	177,0	1980,0	12060,0	1/11,00
	(impair)	267,0	2400,0	15660,0	1/7,45		(impair)	267,0	2400,0	15660,0	1/7,45		(impair)	267,0	2400,0	15660,0	1/7,45
Maïs	Repos	225,0	2025,0	13227,0	1/7,45	Féverole	Repos	260,0	2350,0	17050,0	1/8,45	Sucre et Groins	Repos	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45
	Travail	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45		Travail	165,0	1815,0	10890,0	1/11,00		Travail	165,0	1815,0	10890,0	1/11,00
	Travail au pas	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45		Travail au pas	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45		Travail au pas	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45
	à la trotte	177,0	1980,0	12060,0	1/11,00		à la trotte	177,0	1980,0	12060,0	1/11,00		à la trotte	177,0	1980,0	12060,0	1/11,00
	(impair)	267,0	2400,0	15660,0	1/7,45		(impair)	267,0	2400,0	15660,0	1/7,45		(impair)	267,0	2400,0	15660,0	1/7,45
Avoine seule	Repos	227,0	2015,0	13227,0	1/7,45	Pommes de terre	Repos	277,0	2525,0	16627,0	1/9,45	Sucre et Maïs	Repos	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45
	Travail	174,0	1935,0	12525,0	1/11,00		Travail	174,0	1935,0	12525,0	1/11,00		Travail	174,0	1935,0	12525,0	1/11,00
	Travail au pas	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45		Travail au pas	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45		Travail au pas	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45
	à la trotte	177,0	1980,0	12060,0	1/11,00		à la trotte	177,0	1980,0	12060,0	1/11,00		à la trotte	177,0	1980,0	12060,0	1/11,00
	(impair)	267,0	2400,0	15660,0	1/7,45		(impair)	267,0	2400,0	15660,0	1/7,45		(impair)	267,0	2400,0	15660,0	1/7,45
Avoine et Paille	Repos	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45	Sucre et Groins	Repos	277,0	2525,0	16627,0	1/9,45	Sucre et Maïs	Repos	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45
	Travail	174,0	1935,0	12525,0	1/11,00		Travail	174,0	1935,0	12525,0	1/11,00		Travail	174,0	1935,0	12525,0	1/11,00
	Travail au pas	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45		Travail au pas	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45		Travail au pas	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45
	à la trotte	177,0	1980,0	12060,0	1/11,00		à la trotte	177,0	1980,0	12060,0	1/11,00		à la trotte	177,0	1980,0	12060,0	1/11,00
	(impair)	267,0	2400,0	15660,0	1/7,45		(impair)	267,0	2400,0	15660,0	1/7,45		(impair)	267,0	2400,0	15660,0	1/7,45
Maïs et Paille d'avoine	Repos	211,0	1915,0	12525,0	1/11,00	Sucre et Groins	Repos	277,0	2525,0	16627,0	1/9,45	Sucre et Maïs	Repos	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45
	Travail	174,0	1935,0	12525,0	1/11,00		Travail	174,0	1935,0	12525,0	1/11,00		Travail	174,0	1935,0	12525,0	1/11,00
	Travail au pas	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45		Travail au pas	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45		Travail au pas	222,0	2025,0	13227,0	1/7,45
	à la trotte	177,0	1980,0	12060,0	1/11,00		à la trotte	177,0	1980,0	12060,0	1/11,00		à la trotte	177,0	1980,0	12060,0	1/11,00
	(impair)	267,0	2400,0	15660,0	1/7,45		(impair)	267,0	2400,0	15660,0	1/7,45		(impair)	267,0	2400,0	15660,0	1/7,45



NOTICE

(Planche N° 18).

Principes nutritifs ingérés et digérés par jour moyen. — Variations moyennes de Poids vifs

Le but du présent Graphique est de résumer toutes les données concernant le rationnement et les variations de poids de nos animaux, données dont le détail a fait l'objet des trois planches précédentes. Nous sommes donc ici en présence de *résumés* moyens, qui peuvent nous donner une idée d'ensemble sur la valeur des divers régimes alimentaires que nous avons expérimentés. Le mode de représentation employé étant le même que précédemment, il n'y a pas lieu d'ajouter de nouvelle remarque à celles qui ont été faites antérieurement et qui trouvent encore ici leur application : le seul point particulier à faire ressortir, est que les seize régimes étudiés figurent dans la Planche actuelle, (usant au Tableau numérique inséré ci-dessous, il donne les Variations journalières de Poids vifs pour chaque situation et les Poids moyens des chevaux dans les principes de ces situations; ces renseignements viennent compléter ceux des Notices 15, 16 et 17 sur les Principes ingérés et digérés, les Valeurs calorifiques et les Relations nutritives des rations.

Si nous envisageons la série entière de nos expériences, non plus cette fois au point de vue de telle ou telle situation spéciale, mais dans l'ensemble de leurs diverses phases, et en nous souvenant que chaque régime a souvent comporté une durée d'un an, nous voyons de suite que les rationnements adoptés ont largement couvert les besoins de nos animaux dans les six cas suivants : *Avoine et Paille, Fécule, Maïs, Gramées, Sacre et Foin, Sacre et Gramées*; dans quelques autres, les pertes de poids moyennes ont été légères (*Mélange 1881, Foin, Maïs, Pommes de terre et Grames*); enfin, la ration a été insuffisante dans cinq expériences (*Avoine seule, Tourteau, Pommes de terre seules, Mélange 1897, Sacre et Maïs*). Pour faciliter l'examen des résultats obtenus avec ces différents régimes, nous les avons groupés ci-dessous, en trois catégories, suivant que les rations ont été suffisantes, presque suffisantes (pertes de poids inférieures à 100 gr. par jour), ou insuffisantes, et dans chaque catégorie nous avons classé les expériences, non par ordre chronologique comme ci-dessus, mais en commençant par celles dont le résultat a été le plus favorable. En même temps, nous avons extrait du Tableau de la Notice 17 les données moyennes sur les principes digérés, les valeurs calorifiques et les relations nutritives, et du Tableau inséré plus bas, les variations moyennes journalières de poids vifs.

EXPERIENCES	PRINCIPES DIGÉRÉS PAR JOUR		Valeur calorifique	RELATION nutritive	VARIATION moyenne journalière de Poids vif
	Matières azotées	Matières non azotées			
	I. — Rations suffisantes				
Gramées	821.4	3288.2	1728.7	15.88	+ 227
Avoine et Paille	841.8	3225.2	1791.0	16.46	+ 222
Sacre et Foin	314.2	830.1	953.8	15.26	+ 120
Sacre et Gramées	335.7	2382.8	1123.4	16.34	+ 10
Fécule	1098.1	3625.9	2504.1	18.20	Équilibre
Maïs	582.2	3075.5	2433.6	19.16	Équilibre
	II. — Rations presque suffisantes				
Maïs et Paille de Sé	325.4	1210.3	1715.0	15.92	- 25
Maïs et Paille d'avoine	325.9	4931.7	1985.8	15.19	- 27
Mélange 1881	486.8	3628.1	1987.0	17.22	- 54
Pommes de terre et Grames	321.4	4228.2	1974.1	18.00	- 82
Foin	267.9	3274.4	1871.8	17.80	- 98
	III. — Rations insuffisantes				
Sacre et Maïs	245.3	2280.0	997.0	16.81	- 134
Mélange 1897	468.0	3813.9	1892.8	17.22	- 148
Tourteau	245.7	3536.2	1788.3	14.20	- 180
Pommes de terre	213.4	4077.7	1743.4	18.76	- 215
Avoine seule	360.7	3181.2	1571.2	18.84	- 262

Cet ensemble de données permet de faire quelques remarques intéressantes : ainsi, on peut constater que, dans chaque catégorie, se trouvent certaines rations à relation nutritive étroite, et d'autres à relation beaucoup plus large; nous voyons, par exemple, la *Fécule* produire, avec une relation de 1/3.53, le même effet que la *Maïs* avec 1/9.16,

Variations moyennes journalières de Poids vifs et Poids moyens des Chevaux

Expériences	Situation	Quantité journalière de poids	Poids moyen	Expériences	Situation	Quantité journalière de poids	Poids moyen	Expériences	Situation	Quantité journalière de poids	Poids moyen
Mélange 1881	Sacre et Paille	+ 27	57	Sacre et Paille et Grames	Sacre et Paille	+ 27	57	Sacre et Grames	Sacre et Grames	+ 27	57
	Sacre et Foin	+ 25	57		Sacre et Foin	+ 25	57		Sacre et Foin	+ 25	57
	Sacre et Grames	+ 27	57		Sacre et Grames	+ 27	57		Sacre et Grames	+ 27	57
	Sacre et Paille	+ 27	57		Sacre et Paille	+ 27	57		Sacre et Paille	+ 27	57
Foin	Foin	+ 27	57	Foin et Grames	Foin et Grames	+ 27	57	Foin et Grames	Foin et Grames	+ 27	57
	Foin	+ 27	57		Foin et Grames	+ 27	57		Foin et Grames	+ 27	57
	Foin	+ 27	57		Foin et Grames	+ 27	57		Foin et Grames	+ 27	57
	Foin	+ 27	57		Foin et Grames	+ 27	57		Foin et Grames	+ 27	57
Avoine seule	Avoine	+ 27	57	Avoine seule	Avoine	+ 27	57	Avoine seule	Avoine	+ 27	57
	Avoine	+ 27	57		Avoine	+ 27	57		Avoine	+ 27	57
	Avoine	+ 27	57		Avoine	+ 27	57		Avoine	+ 27	57
	Avoine	+ 27	57		Avoine	+ 27	57		Avoine	+ 27	57
Avoine et Paille	Avoine et Paille	+ 27	57	Avoine et Paille	Avoine et Paille	+ 27	57	Avoine et Paille	Avoine et Paille	+ 27	57
	Avoine et Paille	+ 27	57		Avoine et Paille	+ 27	57		Avoine et Paille	+ 27	57
	Avoine et Paille	+ 27	57		Avoine et Paille	+ 27	57		Avoine et Paille	+ 27	57
	Avoine et Paille	+ 27	57		Avoine et Paille	+ 27	57		Avoine et Paille	+ 27	57

pour un travail d'ailleurs équivalent. Dans la deuxième catégorie, le *Mélange de 1881* se signale par une perte de poids sensiblement égale à celles du *Maïs avec Paille d'avoine* et de la *Pomme de terre associée aux Grames*, dont la relation nutritive est environ deux fois plus large; mais il convient d'ajouter que le travail à la voiture (le seul dont nous ayons la valeur exacte pour les expériences antérieures à 1887) a été, dans l'essai au *Mélange* notablement supérieur au travail produit avec le *Maïs* ou la *Pomme de terre*. Enfin, parmi les rations insuffisantes, nous voyons figurer, avec des pertes de poids très voisines, le *Mélange de 1897* et le *Tourteau*, dont les relations nutritives sont de 1/7.72 et 1/4.76, le travail moyen ayant été plus considérable avec le *Mélange* qu'avec le *Tourteau*. C'est encore dans la même catégorie que sont rangées les rations de *Sacre et Maïs* (Relation nutritive : 1/23.12) et d'*Avoine seule* (Relation : 1/6.44) qui ont, du reste, produit des résultats bien différents. On peut conclure de là que la valeur alimentaire d'une ration dépend beaucoup moins de sa Relation nutritive que de la quantité totale de Principes digestibles qu'elle renferme.

Examinons maintenant nos diverses expériences, dans l'ordre où elles ont été classées plus haut. Le régime des *Gramées* a produit, comme on le voit, le maximum d'augmentation de poids vif avec une faible teneur en éléments digestibles; nous ferons observer que ce régime n'a servi qu'à des chevaux au repos et qu'il est seul dans ce cas, toutes les autres expériences ayant porté sur des animaux au travail. En ce qui concerne l'*Avoine avec Paille*, il ne peut pas être question de comparer cette ration avec celle d'*Avoine seule*, qui a été manifestement insuffisante; si, d'autre part, le résultat moyen du régime *Avoine et Paille* a été meilleur que celui des essais au *Maïs*, cela tient, surtout pour le *Maïs avec Paille d'avoine*, à l'excédent de travail à la voiture fourni dans ce dernier essai. La ration de *Sacre et Foin* semble, au premier abord, avoir constitué un régime préférable au *Foin seul*, grâce au supplément de Matières hydrocarbonées fourni aux chevaux, les Matières azotées restant d'ailleurs les mêmes; mais nous devons remarquer qu'avec le *Foin seul*, le travail à la voiture a été plus du double de celui du *Foin avec Sacre*. Quant aux rations de *Fécule* et de *Maïs*, elles démontrent que, dans les mêmes conditions de travail, on peut obtenir le même entretien de poids vif, en diminuant les Matières azotées digestibles de plus de 500 gr. par jour et en augmentant, par contre, les Hydrocarbonés digestibles de 1250 gr. — La différence des résultats constatés avec les *Mélanges de 1881 et 1897* ne peut pas être attribuée au travail, qui aurait plutôt agi en sens inverse, mais il est possible que la ration de 1881 étant déjà légèrement insuffisante, la plus faible diminution des Matières azotées digestibles, non compensée d'ailleurs par une augmentation de matières hydrocarbonées, soit venue causer en 1897 une perte de poids deux fois et demi plus grande. Le régime des *Pommes de terre avec Grames*, succédant à celui des *Pommes de terre seules*, a apporté un supplément appréciable de Principes azotés et non azotés digestibles; aussi, tout en produisant plus de travail, les chevaux se sont-ils mieux comportés pendant la deuxième expérience. Avec le *Tourteau*, l'excès de Matières azotées de la ration ne parait pas avoir équilibré l'apport plutôt modeste en principes non azotés. Enfin, pour terminer cette sorte de révision, nous ferons observer qu'à première vue, on pourrait être surpris du résultat final produit par le régime *Sacre et Maïs*, qui, malgré ses 5 kilos 6 d'Hydrocarbonés digestibles, a causé une perte de poids assez sensible; en remarquant toutefois que cette ration n'a livré que 6 à 350 par jour de Matières azotées digestibles à des animaux en plein travail (voir tableau de la Notice 17), on sera beaucoup moins étonné : il s'est produit ici le phénomène inverse de celui qui a été signalé pour le *Tourteau*, c'est-à-dire que l'excédent de Matières hydrocarbonées digérées n'a pas compensé la faiblesse de l'apport en Matières azotées, apport qui s'est trouvé inférieur au minimum indispensable à l'entretien des muscles; tant qu'il ne s'est agi que de simple transport, la ration, même avec moins d'azote, s'est montrée plus que suffisante (voir Planche 16), mais dès qu'on a voulu faire exécuter un travail mécanique supplémentaire, son insuffisance s'est manifestée aussitôt par la diminution des Poids vifs.

Statique journalière de l'Eau chez le Cheval au Repos

Dans tous les Graphiques relatifs à la digestion, nous nous sommes attachés exclusivement à étudier l'Eau par la Boisson et la Soie par les Fèces des différents régimes, organiques et minéraux, constituant la matière sèche des Fourrages. Comme complément à cet étude, il nous a paru indispensable d'établir, en ce qui concerne l'Eau, tout le rôle dans l'organisme est capital, la Balance journalière entre la consommation sous forme de Boisson et d'Aliments, et l'élimination par le Peau, l'Intestin, la Peau et les Poumons.

En raison de l'importance de la question, et pour mieux faire saisir l'influence des divers modes de mouvement sur l'absorption et l'élimination de l'eau chez le cheval, nous avons séparé les résultats obtenus au repos, à la marche et au travail; trois graphiques seront donc consacrés à exposer ces résultats, les moyennes générales figurant dans une quatrième planche qui en résumera l'ensemble.

La Planche ci-contre représente la Statique journalière de l'Eau au Repos dans la série successive de nos expériences depuis 1880; pour quelques-unes de ces expériences, le tracé des courbes se trouve interrompu, soit parce que les données recueillies étaient incomplètes (Avoine, Pommes de terre), soit parce que nos animaux n'ont pas été observés au Repos (Expériences au Sucre); une seule courbe fait exception, celle de l'Eau bu par kilogramme de matière sèche ingérée, qui a pu être dressée complètement pour les essais de 1880 à 1888; remarquons d'ailleurs que cette courbe est une des plus intéressantes, car elle permet de mesurer aussi exactement que possible l'influence des différents régimes alimentaires sur la consommation de l'Eau. Nous ajouterons même que cette comparaison atteint son maximum de précision dans le cas présent, celui du Repos, où ni le mouvement ni le travail mécanique ne viennent ajouter leurs effets à ceux de l'alimentation.

La disposition générale du Graphique n'offre rien de particulier, sauf qu'elle comporte deux échelles différentes: celle de gauche pour toutes les données relatives à l'Eau, et celle de droite pour les Poids vifs moyens au Repos, qui n'a représenté également sur la Planche 19. En ce qui concerne l'Eau, six courbes, distinctes par le tracé et la couleur, figurent: 1° l'Eau bu par jour; 2° l'Eau bu par kilogramme de matière sèche ingérée; 3° l'Eau totale consommée, c'est-à-dire l'ensemble de la boisson et de l'eau des fourrages; 4° l'Eau de l'urine; 5° l'Eau totale rendue, somme de l'eau de l'urine et de celle des fèces; 6° l'Eau éliminée par le poulon et par la peau (eau expirée et perspirée). Pour simplifier la lecture du Graphique, on n'a pas représenté, à l'aide de courbes spéciales, l'Eau des fourrages ni celle des fèces; mais leur valeur est celle des ordonnées comprises d'une part entre les courbes de l'Eau totale consommée et de l'Eau de l'urine, et d'autre part entre les courbes de l'Eau totale rendue et de l'Eau de l'urine. Le tableau numérique qui suit la Notice, renferme toutes les données relatives à la consommation et à l'élimination de l'Eau, contenues dans les Graphiques 19 à 22; les poids vifs n'y sont pas mentionnés, mais on les trouvera au bas de la Notice 18.

De l'ensemble du Graphique ci-contre, il résulte à première vue que l'allure générale de toutes les courbes relatives à l'Eau se trouve à peu près la même, sauf dans quelques cas exceptionnels; on peut donc dire qu'en moyenne, au repos, l'élimination totale de l'Eau varie dans le même sens que sa consommation. La majeure partie de l'Eau consommée provient de la boisson, les fourrages n'entrant dans le total que pour une fraction très réduite, assez peu variable d'ailleurs pour le cheval au repos, même avec des régimes très différents. La quantité d'eau journalière apportée par la Ration d'entretien à nos chevaux, dont le poids moyen a été de 529 kilos, a toujours oscillé autour de 4 kilo; la valeur moyenne de cette eau est de 900 grammes par jour, avec des écarts extrêmes de 800 à 1400 grammes. Autrement importantes sont les quantités d'Eau bu chaque jour et les variations de ces quantités, comme on peut s'en rendre compte aisément; avec le Métrage de 1888 les chevaux n'ont bu que 9 kilos 7, c'est à dire la quantité

minima, tandis qu'ils ont bu près de 24 kilos avec le Foin et 24 kilos 5 avec les Graminées crues; la moyenne de tous les essais donne: 16 kilos 3 d'Eau bu par jour. Ce chiffre est d'autant plus intéressant qu'on peut le considérer comme indépendant de la température, nos essais au repos ayant eu lieu à des époques très différentes, réparties d'un bout de l'année à l'autre; on peut donc l'admettre comme une moyenne exacte pour le cheval au Repos et fixer, par suite à 17 kilos 2, soit à 4%, du poids vif, la quantité d'eau totale consommée par jour.

La nature du régime alimentaire paraît influencer nettement sur la quantité d'eau bue; les fourrages bruts (Foin, Paille) font boire davantage que les Grains ou les rations mixtes, et en se reportant aux tableaux des notices 11 et 15, on voit que les régimes ayant comporté beaucoup de Foin ou de Paille, riches par conséquent en Cellulose brute, sont précisément ceux pour lesquels on a constaté les plus grandes quantités d'eau bue chaque jour (Foin, Graminées, Fèves, Tourteau). La courbe de l'Eau bue par Kilogramme de matière sèche ingérée semble contrôler en fait dans les deux cas de l'Avoine consommée seule et du Maïs avec Paille de Blé. Pour l'Avoine seule, on constate à la fois le maximum (5 kilos 8) d'eau bu par kilogramme de matière sèche, et le minimum (11%) de Cellulose dans cette matière sèche; en se servant toutefois de la ration d'Avoine seule, inférieure d'un poids 1/3 à la ration moyenne, renfermait une quantité insuffisante de matière sèche, ou s'explique fort bien que la proportion d'eau bue par rapport à cette matière sèche se soit traduite numériquement par un chiffre anormal. Avec le Maïs et la Paille de Blé, on trouve 3 kilos 2 d'Eau bu par kilogramme de matière sèche, c'est-à-dire presque autant qu'avec le Foin et les Graminées, bien qu'il y ait 12% seulement de Cellulose dans la ration, tandis qu'on en compte près de 22% avec le Foin et plus de 25% avec les Graminées; peut-être ce fait est-il imputable à la nature même de la Paille de Blé, car si on consulte notre essai sur le Maïs avec Paille d'Avoine, on voit qu'avec une ration ayant plus de 15% de Cellulose, les chevaux n'ont bu que 3 kilos 6 par kilogramme de matière sèche. En négligeant le cas, tout à fait anormal, de l'Avoine seule, on trouve, en résumé, qu'un cheval au repos doit chaque jour 2 kilos 2 d'Eau pour chaque kilogramme de matière sèche ingérée dans sa ration.

Voilà maintenant comment se répartit, à l'élimination, l'Eau dont nous venons d'étudier la consommation. Par l'urine, il en sort journellement, en moyenne: 6 kilos 4, et par les fèces: 6 kilos 9, soit au total: 13 kilos 3 par les reins et l'intestin. Sur les 17 kilos 2 d'eau consommée, il y en aurait donc seulement 3 kilos 9 dont l'élimination se ferait par le poulon et par les poumons. Le minimum d'Eau urinaire, constaté dans un des Essais à la Pomme de terre, est de 3 kilos 8 par jour, et il correspond au minimum d'Eau bu par kilogramme de matière sèche; quant au maximum 10 kilos 3, il s'est produit avec le régime du Maïs et de la Paille de Blé, où la quantité d'Eau bue a été relativement forte. Les variations de l'Eau éliminée par les Fèces sont plus considérables; on trouve, par exemple, un minimum de 3 kilos 1 (Maïs 1892) et un maximum de 13 kilos 6 (Foin), soit une différence de plus de 10 kilos entre les deux régimes. Avec les rations riches en Cellulose, qui, en général, font boire davantage, l'élimination d'Eau par les Fèces est notablement supérieure à celle qui a lieu par l'urine; ainsi, avec les régimes de Fèves ou Tourteau, additionnés de Paille (18 et 20% de Cellulose) et avec ceux du Foin ou des Graminées, on constate une élimination d'Eau de 9 kilos 3 à 13 kilos 6 par les Fèces, et seulement de 5 kilos 6 à 7 kilos 9 par l'urine; les quantités d'Eau éliminées par ces deux voies ne sont donc plus du tout dans les proportions que nous venons de donner comme moyennes.

Pour nous résumer, si nous considérons l'Eau totale éliminée au Repos, pour l'ensemble de nos expériences, elle représente 77,53% de l'Eau totale consommée. La peau et les poumons en éliminent donc (à supposer que les tissus n'en aient pas fixé): 22,47% seulement. En moyenne, il en sortait: 37,45% par l'urine, et 50,08% par les Fèces. Tels sont les résultats d'ensemble que donnent nos essais, pour la Statique de l'Eau au Repos.

Statique journalière de l'Eau

Table with multiple columns: Régimes, Boisson, Eau bue, Eau totale consommée, Eau de l'urine, Eau totale rendue, Eau éliminée par le poulon et la peau. Rows include various feed types like Maïs, Foin, Graminées, etc.

1880-1881, 1881-1882, 1882-1883, 1883-1884, 1884-1885, 1885-1886, 1886-1887, 1887-1888, 1888-1889, 1889-1890, 1890-1891, 1891-1892, 1892-1893, 1893-1894, 1894-1895, 1895-1896, 1896-1897, 1897-1898, 1898-1899, 1899-1900, 1900-1901, 1901-1902, 1902-1903, 1903-1904, 1904-1905, 1905-1906, 1906-1907, 1907-1908, 1908-1909, 1909-1910, 1910-1911, 1911-1912, 1912-1913, 1913-1914, 1914-1915, 1915-1916, 1916-1917, 1917-1918, 1918-1919, 1919-1920, 1920-1921, 1921-1922, 1922-1923, 1923-1924, 1924-1925, 1925-1926, 1926-1927, 1927-1928, 1928-1929, 1929-1930, 1930-1931, 1931-1932, 1932-1933, 1933-1934, 1934-1935, 1935-1936, 1936-1937, 1937-1938, 1938-1939, 1939-1940, 1940-1941, 1941-1942, 1942-1943, 1943-1944, 1944-1945, 1945-1946, 1946-1947, 1947-1948, 1948-1949, 1949-1950, 1950-1951, 1951-1952, 1952-1953, 1953-1954, 1954-1955, 1955-1956, 1956-1957, 1957-1958, 1958-1959, 1959-1960, 1960-1961, 1961-1962, 1962-1963, 1963-1964, 1964-1965, 1965-1966, 1966-1967, 1967-1968, 1968-1969, 1969-1970, 1970-1971, 1971-1972, 1972-1973, 1973-1974, 1974-1975, 1975-1976, 1976-1977, 1977-1978, 1978-1979, 1979-1980, 1980-1981, 1981-1982, 1982-1983, 1983-1984, 1984-1985, 1985-1986, 1986-1987, 1987-1988, 1988-1989, 1989-1990, 1990-1991, 1991-1992, 1992-1993, 1993-1994, 1994-1995, 1995-1996, 1996-1997, 1997-1998, 1998-1999, 1999-2000, 2000-2001, 2001-2002, 2002-2003, 2003-2004, 2004-2005, 2005-2006, 2006-2007, 2007-2008, 2008-2009, 2009-2010, 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018, 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021, 2021-2022, 2022-2023, 2023-2024, 2024-2025, 2025-2026, 2026-2027, 2027-2028, 2028-2029, 2029-2030, 2030-2031, 2031-2032, 2032-2033, 2033-2034, 2034-2035, 2035-2036, 2036-2037, 2037-2038, 2038-2039, 2039-2040, 2040-2041, 2041-2042, 2042-2043, 2043-2044, 2044-2045, 2045-2046, 2046-2047, 2047-2048, 2048-2049, 2049-2050, 2050-2051, 2051-2052, 2052-2053, 2053-2054, 2054-2055, 2055-2056, 2056-2057, 2057-2058, 2058-2059, 2059-2060, 2060-2061, 2061-2062, 2062-2063, 2063-2064, 2064-2065, 2065-2066, 2066-2067, 2067-2068, 2068-2069, 2069-2070, 2070-2071, 2071-2072, 2072-2073, 2073-2074, 2074-2075, 2075-2076, 2076-2077, 2077-2078, 2078-2079, 2079-2080, 2080-2081, 2081-2082, 2082-2083, 2083-2084, 2084-2085, 2085-2086, 2086-2087, 2087-2088, 2088-2089, 2089-2090, 2090-2091, 2091-2092, 2092-2093, 2093-2094, 2094-2095, 2095-2096, 2096-2097, 2097-2098, 2098-2099, 2099-2100, 2100-2101, 2101-2102, 2102-2103, 2103-2104, 2104-2105, 2105-2106, 2106-2107, 2107-2108, 2108-2109, 2109-2110, 2110-2111, 2111-2112, 2112-2113, 2113-2114, 2114-2115, 2115-2116, 2116-2117, 2117-2118, 2118-2119, 2119-2120, 2120-2121, 2121-2122, 2122-2123, 2123-2124, 2124-2125, 2125-2126, 2126-2127, 2127-2128, 2128-2129, 2129-2130, 2130-2131, 2131-2132, 2132-2133, 2133-2134, 2134-2135, 2135-2136, 2136-2137, 2137-2138, 2138-2139, 2139-2140, 2140-2141, 2141-2142, 2142-2143, 2143-2144, 2144-2145, 2145-2146, 2146-2147, 2147-2148, 2148-2149, 2149-2150, 2150-2151, 2151-2152, 2152-2153, 2153-2154, 2154-2155, 2155-2156, 2156-2157, 2157-2158, 2158-2159, 2159-2160, 2160-2161, 2161-2162, 2162-2163, 2163-2164, 2164-2165, 2165-2166, 2166-2167, 2167-2168, 2168-2169, 2169-2170, 2170-2171, 2171-2172, 2172-2173, 2173-2174, 2174-2175, 2175-2176, 2176-2177, 2177-2178, 2178-2179, 2179-2180, 2180-2181, 2181-2182, 2182-2183, 2183-2184, 2184-2185, 2185-2186, 2186-2187, 2187-2188, 2188-2189, 2189-2190, 2190-2191, 2191-2192, 2192-2193, 2193-2194, 2194-2195, 2195-2196, 2196-2197, 2197-2198, 2198-2199, 2199-2200, 2200-2201, 2201-2202, 2202-2203, 2203-2204, 2204-2205, 2205-2206, 2206-2207, 2207-2208, 2208-2209, 2209-2210, 2210-2211, 2211-2212, 2212-2213, 2213-2214, 2214-2215, 2215-2216, 2216-2217, 2217-2218, 2218-2219, 2219-2220, 2220-2221, 2221-2222, 2222-2223, 2223-2224, 2224-2225, 2225-2226, 2226-2227, 2227-2228, 2228-2229, 2229-2230, 2230-2231, 2231-2232, 2232-2233, 2233-2234, 2234-2235, 2235-2236, 2236-2237, 2237-2238, 2238-2239, 2239-2240, 2240-2241, 2241-2242, 2242-2243, 2243-2244, 2244-2245, 2245-2246, 2246-2247, 2247-2248, 2248-2249, 2249-2250, 2250-2251, 2251-2252, 2252-2253, 2253-2254, 2254-2255, 2255-2256, 2256-2257, 2257-2258, 2258-2259, 2259-2260, 2260-2261, 2261-2262, 2262-2263, 2263-2264, 2264-2265, 2265-2266, 2266-2267, 2267-2268, 2268-2269, 2269-2270, 2270-2271, 2271-2272, 2272-2273, 2273-2274, 2274-2275, 2275-2276, 2276-2277, 2277-2278, 2278-2279, 2279-2280, 2280-2281, 2281-2282, 2282-2283, 2283-2284, 2284-2285, 2285-2286, 2286-2287, 2287-2288, 2288-2289, 2289-2290, 2290-2291, 2291-2292, 2292-2293, 2293-2294, 2294-2295, 2295-2296, 2296-2297, 2297-2298, 2298-2299, 2299-2300, 2300-2301, 2301-2302, 2302-2303, 2303-2304, 2304-2305, 2305-2306, 2306-2307, 2307-2308, 2308-2309, 2309-2310, 2310-2311, 2311-2312, 2312-2313, 2313-2314, 2314-2315, 2315-2316, 2316-2317, 2317-2318, 2318-2319, 2319-2320, 2320-2321, 2321-2322, 2322-2323, 2323-2324, 2324-2325, 2325-2326, 2326-2327, 2327-2328, 2328-2329, 2329-2330, 2330-2331, 2331-2332, 2332-2333, 2333-2334, 2334-2335, 2335-2336, 2336-2337, 2337-2338, 2338-2339, 2339-2340, 2340-2341, 2341-2342, 2342-2343, 2343-2344, 2344-2345, 2345-2346, 2346-2347, 2347-2348, 2348-2349, 2349-2350, 2350-2351, 2351-2352, 2352-2353, 2353-2354, 2354-2355, 2355-2356, 2356-2357, 2357-2358, 2358-2359, 2359-2360, 2360-2361, 2361-2362, 2362-2363, 2363-2364, 2364-2365, 2365-2366, 2366-2367, 2367-2368, 2368-2369, 2369-2370, 2370-2371, 2371-2372, 2372-2373, 2373-2374, 2374-2375, 2375-2376, 2376-2377, 2377-2378, 2378-2379, 2379-2380, 2380-2381, 2381-2382, 2382-2383, 2383-2384, 2384-2385, 2385-2386, 2386-2387, 2387-2388, 2388-2389, 2389-2390, 2390-2391, 2391-2392, 2392-2393, 2393-2394, 2394-2395, 2395-2396, 2396-2397, 2397-2398, 2398-2399, 2399-2400, 2400-2401, 2401-2402, 2402-2403, 2403-2404, 2404-2405, 2405-2406, 2406-2407, 2407-2408, 2408-2409, 2409-2410, 2410-2411, 2411-2412, 2412-2413, 2413-2414, 2414-2415, 2415-2416, 2416-2417, 2417-2418, 2418-2419, 2419-2420, 2420-2421, 2421-2422, 2422-2423, 2423-2424, 2424-2425, 2425-2426, 2426-2427, 2427-2428, 2428-2429, 2429-2430, 2430-2431, 2431-2432, 2432-2433, 2433-2434, 2434-2435, 2435-2436, 2436-2437, 2437-2438, 2438-2439, 2439-2440, 2440-2441, 2441-2442, 2442-2443, 2443-2444, 2444-2445, 2445-2446, 2446-2447, 2447-2448, 2448-2449, 2449-2450, 2450-2451, 2451-2452, 2452-2453, 2453-2454, 2454-2455, 2455-2456, 2456-2457, 2457-2458, 2458-2459, 2459-2460, 2460-2461, 2461-2462, 2462-2463, 2463-2464, 2464-2465, 2465-2466, 2466-2467, 2467-2468, 2468-2469, 2469-2470, 2470-2471, 2471-2472, 2472-2473, 2473-2474, 2474-2475, 2475-2476, 2476-2477, 2477-2478, 2478-2479, 2479-2480, 2480-2481, 2481-2482, 2482-2483, 2483-2484, 2484-2485, 2485-2486, 2486-2487, 2487-2488, 2488-2489, 2489-2490, 2490-2491, 2491-2492, 2492-2493, 2493-2494, 2494-2495, 2495-2496, 2496-2497, 2497-2498, 2498-2499, 2499-2500, 2500-2501, 2501-2502, 2502-2503, 2503-2504, 2504-2505, 2505-2506, 2506-2507, 2507-2508, 2508-2509, 2509-2510, 2510-2511, 2511-2512, 2512-2513, 2513-2514, 2514-2515, 2515-2516, 2516-2517, 2517-2518, 2518-2519, 2519-2520, 2520-2521, 2521-2522, 2522-2523, 2523-2524, 2524-2525, 2525-2526, 2526-2527, 2527-2528, 2528-2529, 2529-2530, 2530-2531, 2531-2532, 2532-2533, 2533-2534, 2534-2535, 2535-2536, 2536-2537, 2537-2538, 2538-2539, 2539-2540, 2540-2541, 2541-2542, 2542-2543, 2543-2544, 2544-2545, 2545-2546, 2546-2547, 2547-2548, 2548-2549, 2549-2550, 2550-2551, 2551-2552, 2552-2553, 2553-2554, 2554-2555, 2555-2556, 2556-2557, 2557-2558, 2558-2559, 2559-2560, 2560-2561, 2561-2562, 2562-2563, 2563-2564, 2564-2565, 2565-2566, 2566-2567, 2567-2568, 2568-2569, 2569-2570, 2570-2571, 2571-2572, 2572-2573, 2573-2574, 2574-2575, 2575-2576, 2576-2577, 2577-2578, 2578-2579, 2579-2580, 2580-2581, 2581-2582, 2582-2583, 2583-2584, 2584-2585, 2585-2586, 2586-2587, 2587-2588, 2588-2589, 2589-2590, 2590-2591, 2591-2592, 2592-2593, 2593-2594, 2594-2595, 2595-2596, 2596-2597, 2597-2598, 2598-2599, 2599-2600, 2600-2601, 2601-2602, 2602-2603, 2603-2604, 2604-2605, 2605-2606, 2606-2607, 2607-2608, 2608-2609, 2609-2610, 2610-2611, 2611-2612, 2612-2613, 2613-2614, 2614-2615, 2615-2616, 2616-2617, 2617-2618, 2618-2619, 2619-2620, 2620-2621, 2621-2622, 2622-2623, 2623-2624, 2624-2625, 2625-2626, 2626-2627, 2627-2628, 2628-2629, 2629-2630, 2630-2631, 2631-2632, 2632-2633, 2633-2634, 2634-2635, 2635-2636, 2636-2637, 2637-2638, 2638-2639, 2639-2640, 2640-2641, 2641-2642, 2642-2643, 2643-2644, 2644-2645, 2645-2646, 2646-2647, 2647-2648, 2648-2649, 2649-2650, 2650-2651, 2651-2652, 2652-2653, 2653-2654, 2654-2655, 2655-2656, 2656-2657, 2657-2658, 2658-2659, 2659-2660, 2660-2661, 2661-2662, 2662-2663, 2663-2664, 2664-2665, 2665-2666, 2666-2667, 2667-2668, 2668-2669, 2669-2670, 2670-2671, 2671-2672, 2672-2673, 2673-2674, 2674-2675, 2675-2676, 2676-2677, 2677-2678, 2678-2679, 2679-2680, 2680-2681, 2681-2682, 2682-2683, 2683-2684, 2684-2685, 2685-2686, 2686-2687, 2687-2688, 2688-2689, 2689-2690, 2690-2691, 2691-2692, 2692-2693, 2693-2694, 2694-2695, 2695-2696, 2696-2697, 2697-2698, 2698-2699, 2699-2700, 2700-2701, 2701-2702, 2702-2703, 2703-2704, 2704-2705, 2705-2706, 2706-2707, 2707-2708, 2708-2709, 2709-2710, 2710-2711, 2711-2712, 2712-2713, 2713-2714, 2714-2715, 2715-2716, 2716-2717, 2717-2718, 2718-2719, 2719-2720, 2720-2721, 2721-2722, 2722-2723, 2723-2724, 2724-2725, 2725-2726, 2726-2727, 2727-2728, 2728-2729, 2729-2730, 2730-2731, 2731-2732, 2732-2733, 2733-2734, 2734-2735, 273

Statique journalière de l'Eau chez le Cheval au Travail

La Planche ci-contre a pour objet la représentation graphique, pour des Chevaux au Travail, de la Statique journalière de l'Eau et des Poids vifs moyens. En ce qui concerne l'Eau consommée et l'Eau rendue, on y trouvera des données analogues à celles des Planches 19 et 20, et reproduites suivant le même mode de figuration; en se reportant aux deux Notices précédentes, on aura donc toutes les indications permettant de lire aisément le Graphique en question. Ainsi qu'on l'a déjà fait remarquer, la série complète de nos expériences ne figure pas intégralement ici, soit qu'il ait été impossible de recueillir tous les éléments de la Statique de l'Eau (*Assise, Pommis de terre*), soit qu'on n'ait pu observer de Chevaux au Travail (*Granules*); par contre, on trouvera tous les résultats concernant trois types d'expériences sur le Sucre (*Sucre et Foin, Sucre et Granules, Sucre et Maïs*). Avant d'examiner le détail de la Statique de l'Eau, il convient de se souvenir que, dans la majorité des expériences, on ne s'est servi, pour établir cette Statique, que des résultats fournis par les périodes de travail au manège; ceux qu'on a trouvés pendant le travail à la voiture, n'ont pu entrer en ligne de compte que dans un nombre de cas très restreint, où il a été possible de recueillir intégralement l'urine des animaux malgré leur séjour hors de l'écurie (*Mélange 1897, Sucre et Foin, Sucre et Granules, Sucre et Maïs*). Les conditions dans lesquelles s'est effectué le travail, soit au manège, soit à la voiture, seront précisées ailleurs, en même temps que les quantités de travail fournies; on verra alors, qu'en envisageant seulement ces dernières quantités, il est parfaitement légitime de comparer les Essais sur le Travail et sur le Sucre associé au Maïs, dans lesquels interviennent les deux modes de Travail, avec ceux où le Travail au manège a seul servi de base à la Statique de l'Eau. Le rapprochement peut même se poursuivre pour les deux autres Expériences au Sucre, pendant lesquelles le seul travail effectué était le travail à la voiture, en se souvenant toutefois que la quantité journalière moyenne de travail exigée des animaux a été un peu inférieure, dans ces deux cas, à celle des autres essais. Nous rappellerons ici qu'un des traits caractéristiques différenciant le travail au manège de celui de la voiture, est que ce dernier a lieu de deux jours l'un et sur une distance au moins double de celle parcourue au manège, tandis que le travail au manège est exécuté tous les jours; notons encore que, pour chaque régime alimentaire, on a réuni en une seule moyenne les résultats trouvés pour la Statique de l'Eau pendant le travail au pas et le travail au trot, pour ne pas multiplier outre mesure le nombre des graphiques.

Ces remarques étant faites, nous allons d'abord examiner dans quel sens et en quelle proportion le Travail mécanique a influé sur la consommation de l'Eau; ensuite nous verrons quelles ont été les variations de cette consommation suivant la nature des aliments. Il est tout naturel de constater qu'au Travail, les chevaux ont consommé plus d'eau pendant le Repos et la Marche, et que cette augmentation est due surtout à l'Eau de boisson. Avant chaque jour 16 kilos 2 au Repos et 18 kilos 8 à la Marche, les mêmes animaux ont bu en moyenne 22 kilos 2 au Travail, soit 43% de plus qu'au Repos; sur ces 43%, 45% devant être attribués, comme on l'a vu, au simple transport de leur poids vif, 28% représentent donc l'augmentation de Boisson résultant du Travail mécanique effectué chaque jour. L'Eau provenant des Fourrages, qui était de 9 kilos 940 au Repos, s'est élevée en moyenne à 7 kilos 2 pendant le Travail, éprouvant ainsi un accroissement de plus d'un quart. L'Eau totale consommée, qui était de 17 kilos 2 au Repos et 19 kilos 8 à la Marche, a par suite atteint 24 kilos 5 par jour, pendant le Travail, en augmentation de 42% par rapport à sa valeur au Repos et de plus de 25% de sa valeur pendant la Marche. Nous vérifions de nouveau que les 35% de l'eau consommée sont fournis par la Boisson, 5% seulement étant apportés par les Fourrages; et, de plus, nous rapportons au Poids vif moyen (423 kilos au Travail), la consommation totale de l'Eau, nous trouvons que: la consommation totale journalière de l'Eau, pendant le Travail, représente 5,80% du poids vif des animaux.

Les écarts constatés, d'un régime à l'autre, dans la consommation de l'Eau, ont été plus marqués au Travail qu'à la Marche et au Repos; minima avec la Ration de Sucre et Maïs (16 kilos 9, dont 16 pour la boisson), cette consommation a atteint son maximum (44 kilos 8 au total, dont 39 kilos 9 d'Eau bu) avec le Foin donné seul. Quant à l'Eau des Fourrages, elle a seulement varié de 900 grammes à 2 kilos.

Quelle a été l'influence du Sucre sur la consommation de l'Eau? Nous venons de voir que c'est avec une ration sucrée (*Sucre et Maïs*) que la consommation d'eau a été la plus faible; pour les deux autres régimes avec Sucre, on relève les résultats suivants: *Sucre et Foin*: 39 kilos 1, dont 29 kilos 8 pour la boisson; *Sucre et Granules*: 34 kilos, dont 26 kilos 2 pour la boisson. Prenons comme termes de comparaison des rations analogues, mais sans Sucre, nous trouvons alors: pour le Foin donné seul, le maximum de consommation d'Eau, comme nous venons de l'établir, c'est-à-dire environ 12 kilos de plus que pour le Foin associé au Sucre; avec des Granules seuls (expérience effectuée, il est vrai, sur des animaux au Repos), la consommation a été de 25 kilos 2 par jour, dont 25 kilos 5 pour la boisson; il est vraisemblable de supposer qu'au Travail, avec une ration analogue, les animaux auraient encore bu davantage, ce qui n'aurait pu que faire ressortir plus nettement l'influence du Sucre sur la diminution de l'eau bu. Nous ferons remarquer en outre, que la proportion de Cellulose de la matière sèche, n'a pu agir (sauf dans le cas des Granules) que dans le sens d'un accroissement ou d'un équilibre dans la consommation d'eau: la ration de Sucre et Foin avait, en effet, 27,36% de Cellulose contre 24,78% dans la ration de Foin seul; le Sucre avec Maïs en contenait 12,82%, et le Maïs sans Sucre: 14,44%, c'est-à-dire une proportion semblable.

Comme on pouvait le prévoir, la courbe de l'Eau bu par kilogramme de matière sèche passe par son point le plus bas pour le régime du Sucre avec Maïs (2 kilos 1); d'autres minimums sont atteints avec les rations d'Assise seule (2 kilos 6) et de Pommis de terre avec grains (2 kilos 5); l'ordonnée maxima correspond à l'expérience au Tartreau (2 kilos 5) et quelques autres rations (*Favrerie, Maïs et Paille d'Assise, Foin seul*) ont donné des résultats très voisins du maximum (2 kilos 3, 2 kilos 2). Le poids d'eau bu avec la ration d'Assise est beaucoup plus normal qu'au Repos et à la Marche; on ne peut cependant expliquer cette différence en se basant ni sur ce que la ration d'Assise consommée aurait été suffisante dans le cas du Travail, ni sur une diminution très sensible dans la quantité de Cellulose ingérée. Il en résulte que, en comparant les deux régimes d'Assise seule et d'Assise avec Paille, on ne constate plus, dans le cas présent, l'anomalie que présentait cette dernière ration quand il s'agissait de la Marche, et l'on trouve que l'eau bue par kilogramme de matière sèche augmente dès qu'on ajoute de la Paille à l'Assise consommée. Le régime Maïs et Foin de 60% contrairement à ce qui s'est passé au Repos et à la Marche, a fait boire un peu moins que le Maïs avec Paille d'Assise; à vrai dire, la différence est très peu sensible, mais il est bon de remarquer que la matière sèche contenait 11% de Cellulose dans le premier cas, et 14% dans le second. D'une façon générale, l'Eau bue par kilogramme de matière sèche a été, en moyenne, de: 3 kilos pendant le Travail, au lieu de 2 kilos 8 à la Marche et 2 kilos 7 au Repos.

Que constatons-nous maintenant en ce qui concerne l'Élimination de l'Eau ingérée? La quantité moyenne journalière d'Eau éliminée a été de: 6 kilos 8 par l'Urine et 5 kilos 2 par les Fèces, soit de 16 kilos au total, sur les 24 kilos 5 d'Eau consommée; il y a donc eu 8 kilos 5 d'eau éliminés chaque jour par la peau et les poumons, c'est-à-dire plus du double de la quantité éliminée au Repos. La comparaison avec les résultats trouvés au Repos et à la Marche nous montre que, pendant le Travail, l'élimination d'eau par l'urine n'est pas sensiblement augmentée en valeur absolue (6 kilos 8 au lieu de 6 kilos 4), mais que l'élimination par les Fèces est notablement plus forte (5 kilos 2 au lieu de 7 kilos 6 à la Marche et 6 kilos 9 au Repos). Les variations de l'eau urinaire s'étendent d'un minimum de 3 kilos 8 (*Mélange*) à un maximum de 10 kilos 1 (*Favrerie*); celles de l'eau des Fèces, toujours plus considérables, vont de 4 kilos 2 (*Sucre et Maïs*) à 23 kilos (*Foin seul*), soit environ de 1 à 6. Comme nous l'avons déjà constaté, l'élimination d'eau par l'intestin varie dans le même sens que la proportion de la Cellulose de la ration; c'est ainsi que, pour les régimes de Foin avec Sucre (27% de Cellulose) et de Tartreau (17%), l'eau journalière des Fèces s'est élevée bien au-dessus de la moyenne (18 kilos 2 dans le premier cas, et 12 kilos 7 dans le second). Pour le Maïs avec Paille de 60%, on constate, encore une fois, que la sortie d'eau par l'Urine (7 kilos 7) a été supérieure en valeur absolue à la sortie par les Fèces (6 kilos 6), ce qui est en contradiction avec le résultat moyen général.

Si l'on établit le rapport entre l'Élimination et la Consommation de l'Eau pour l'ensemble des expériences au Travail, on trouve que l'Élimination totale de l'Urine et des Fèces représente dans ce cas 65,21% de la consommation; l'élimination par la peau et les poumons serait donc les 39,79% de la consommation, c'est-à-dire plus du tiers, tandis qu'au Repos et à la Marche, elle n'en représenterait que 22,47% et 29,22%. Il n'y aurait, par contre, que 27,61% de l'eau consommée qui seraient éliminés par l'Urine et 37,60% par les Fèces, l'élimination ayant été respectivement:

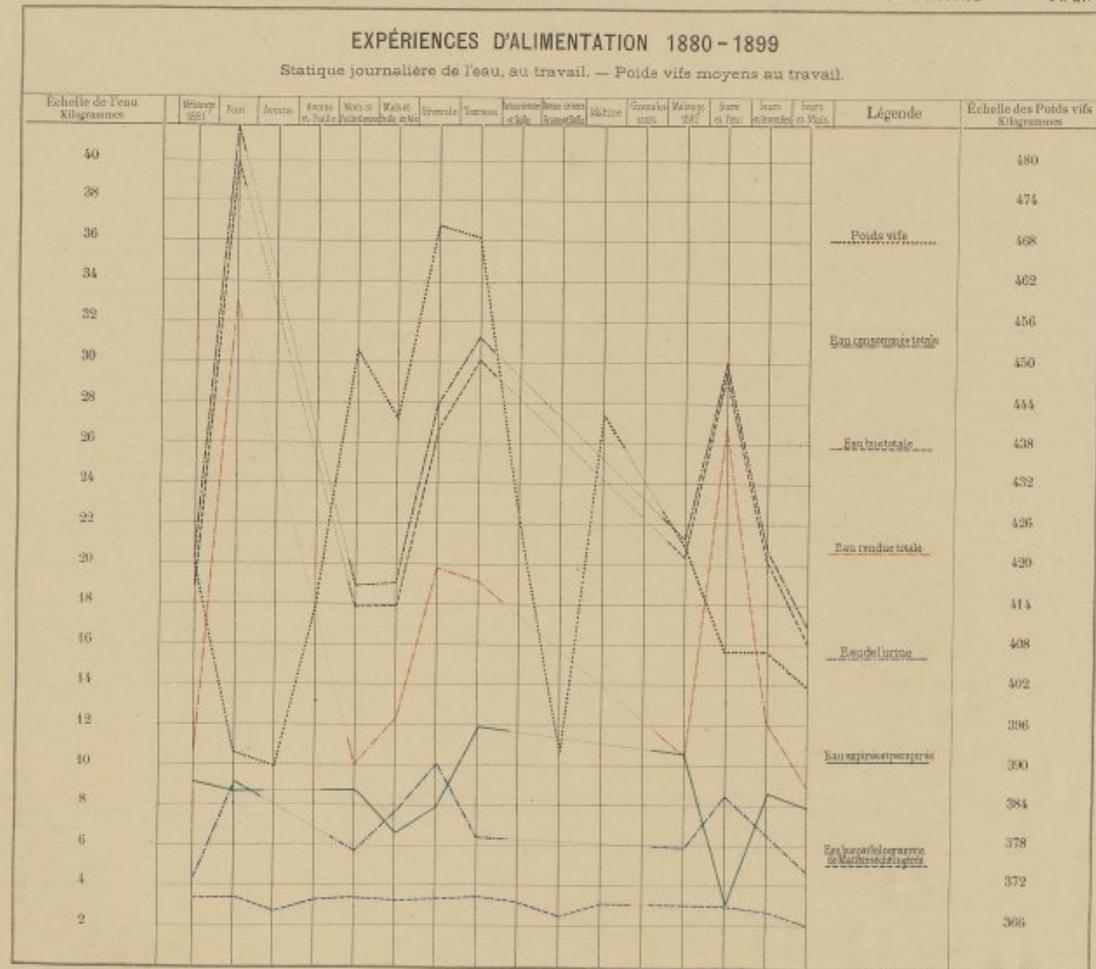
pour l'Urine, de: 37,45% au Repos et 52,56% à la Marche;
pour les Fèces de: 40,08% d' et 37,22% d'

En passant successivement du Repos à la Marche et au Travail, les animaux éliminent donc par les reins, une proportion moins grande de l'eau qu'ils absorbent; quant à la proportion éliminée par l'intestin, elle diminue du Repos à la Marche, mais le Travail ne paraît pas l'influencer davantage que le simple transport.

En ce qui concerne spécialement les rations au Sucre, le rapport entre l'élimination et la consommation, est supérieur au rapport moyen dans le cas du Sucre avec Foin (59,66%), et inférieur pour le Sucre avec Granules (58,43%), ainsi que pour le Sucre avec Maïs (52,51%). Comparons ces résultats avec ceux qu'ont donnés le Foin seul, les Granules seuls, et le Maïs avec Paille, sans Sucre; dans ces différents essais, on a trouvé que l'élimination totale représentait respectivement: 79,71%, 74,56% et 71,68% de la consommation; or, si on décompose ces rapports, on voit que la proportion d'eau éliminée par les Fèces est sensiblement plus élevée pour les rations au Sucre, tant pour elle-même que pour la proportion d'eau absorbée, soit dans le cas, inférieur, égale ou supérieur à celle que fournissent les Rations similaires sans Sucre; inférieure avec le Maïs, égale pour les Granules, supérieure avec le Foin. Il est facile, d'ailleurs, à l'aide du tableau suivant, de se rendre exactement compte de la valeur des résultats obtenus:

	FOIN		GRANULES		MAÏS ET PAILLE D'ASSISE	
	seul	avec sucre	seuls	avec sucre	seuls	avec sucre
Eau éliminée par l'Urine	21,77	28,48	31,15	31,87	40,18	37,76
Eau éliminée par les Fèces	57,94	62,58	41,81	36,16	30,70	24,75

OBSERVATION — Pour le tableau numérique de la Statique de l'Eau, se reporter à la Notice de la Planche N° 20.



NOTICE

(Planche N° 22).

Statique journalière moyenne de l'Eau chez le Cheval

Le but du présent Graphique est de résumer toutes les données relatives à la Statique journalière de l'Eau chez le cheval soumis à des alimentations variées et observé successivement au Repos, à la Marche, et au Travail; on trouvera donc ici des Résultats moyens applicables, pour chaque régime alimentaire, à l'ensemble des diverses situations de nos animaux d'expérience. De plus, si au lieu de considérer séparément nos différents essais, nous fondons en une seule moyenne les résultats trouvés pour chacun d'eux, en ne distinguant alors, comme on le verra plus bas, des données tout-à-fait générales sur la Consommation et l'Élimination journalière de l'Eau chez le cheval de trait en plein service. Les données, qu'on peut synthétiser comme la synthèse de toutes celles qui figurent sur les Planches 19, 20, 21 et 22, ont été réunies à la suite de cette Notice; au lieu du tableau détaillé, qui accompagne les Notices 19 et 20, et indique, pour chaque alimentation, les résultats moyens correspondants, nous avons donc réuni, pour un ensemble de renseignements, qui peuvent être regardés comme indépendants du régime alimentaire et variables seulement avec la situation de Repos, de Marche ou de Travail; nous insistons toutefois sur ce point, que ces données ne figurent pas sur le Graphique ci-joint, mais ont été simplement déduites de celles qui sont portées sur cette planche et sur les trois précédentes.

Nous ne reviendrons sur la disposition du Graphique, que pour faire remarquer son analogie complète avec celle des autres planches relatives à la Statique de l'Eau; constatons pourtant que les deux échelles employées, l'une pour l'Eau, l'autre pour les Poids vifs, ne se correspondent pas exactement, on a simplement amorcé leurs divisions au lieu de les tracer entièrement, dans la crainte de nuire à la clarté du dessin. Comme précédemment, toute la série des expériences n'a pas pu figurer intégralement, pour les raisons qui ont déjà été données; il est bon aussi de se souvenir que, d'un régime à l'autre, les chevaux n'ont pas, dans tous les cas, passé exactement par les mêmes situations; mais on a, de toute façon, cherché à établir les moyennes le plus exactement possible, en tenant compte de la durée respective des diverses périodes, pour chacun des régimes alimentaires expérimentés.

Les résultats moyens trouvés pour la consommation et l'élimination de l'eau découlent bien entendu, de ceux qui contiennent les Graphiques précédents; c'est ainsi que la quantité moyenne d'Eau buue chaque jour a été de 19 litres 5, c'est-à-dire à peine plus qu'à la Marche; l'Eau des fourrages s'élevant en moyenne à 1 litre. Il en est résulté une consommation totale journalière de 20 litres 5 par jour; comme le Poids vif moyen a atteint 425 kilos 8, on peut donc dire que la consommation moyenne journalière de l'Eau représente 4,82 % du Poids vif des animaux, les fourrages figurant seulement pour 1/20 et le reste, soit 19/20 étant fourni par la boisson. De toutes les expériences où nos chevaux ont parcouru le cycle complet du Repos, de la Marche et du Travail, celle du Mélange de 1881 présente la consommation d'Eau la plus faible (14 litres 2 dont 12 litres 2 pour la boisson); le régime des Pousses de terre avec Grains a produit, il est vrai, un résultat de même ordre (16 litres 8 de consommation totale), mais il faut se rappeler que, pendant cet essai, il n'y a eu de statique dressée pour l'eau, que dans le cas du Repos; le minimum à adopter pour la consommation totale reste donc bien celui qu'on a constaté avec le Mélange de 1881. Les régimes à base de Foin (Foin seul et Foin avec Sarras) ont entraîné la consommation d'Eau accrues: 22 litres 2, dont 20 litres 9 d'eau buue pour le Foin seul, et 20 litres 2 dont 20 litres 8 d'eau de boisson avec le Foin additionné de Sarras; les remarques antérieures sur la corrélation qui existe entre la consommation d'eau et la teneur en cellulose des rations, se trouvent donc vérifiées encore ici pour l'ensemble de nos expériences.

En ce qui concerne les fourrages, nous ne relevons, malgré la variété des régimes étudiés, que des écarts insignifiants dans les quantités d'eau qu'ils apportent journellement aux animaux; le minimum (0 litre 8) a été fourni par le Mélange de 1887 et le maximum (1 litre 5) par le Foin Secul seul.

La courbe de l'Eau buue par litre, de matière sèche, image exacte de la consommation successive de l'Eau pendant les différents essais, présente deux ordonnées minimum: l'une de 2 litres 2 dans le cas des Pousses de terre avec Grains et l'autre de 2 litres 1 pour le Sarras avec Maïs; ce dernier est d'autant plus intéressant qu'il n'y a pas eu de cheval au repos pendant cette expérience, et que, malgré ce fait qui n'a pu contribuer qu'à élever la quantité moyenne d'eau buue, cette quantité reste encore la plus faible de toutes celles que nous avons constatées. Les ordonnées maximum de la même courbe atteignent les valeurs suivantes: 3 litres 7 avec l'Arrosoir donnée seule (résultat expliqué précédemment), et 3 litres 4 pour les Graines seules et le Foin seul. En considérant l'ensemble de tous les essais, la valeur moyenne de l'Eau buue par litre, de matière sèche s'élève à 2 litres 9, chiffre très voisin de celui qu'on a observé à la Marche.

Verons maintenant quels résultats généraux ont été constatés pour l'élimination de l'Eau ainsi consommée. La quantité moyenne journalière d'Eau éliminée a été, pour la série entière de nos expériences, de: 4 litres 5 par l'Urine et 8 litres 9 par les Fèces, soit de 14 litres 7 au total, sur les 20 litres 5 d'Eau consommée; l'élimination par la peau et les poumons a donc été chaque jour de 5 litres 8, soit exactement la quantité trouvée pendant la Marche; il est à remarquer d'ailleurs que, dans chaque expérience, les résultats constatés pour le transport, correspondent assez bien à la moyenne de l'expérience entière. Les variations de l'Eau éliminée par l'Urine s'étendent d'un minimum de 3 litres 8 (Pousses de terre et Grains) à un maximum de 5 litres (Maïs et Paillé de Blé); certains régimes ont donné des résultats très voisins de ces deux termes extrêmes: avec le Mélange de 1881, par exemple, l'élimination d'eau urinaire a été de 3 litres 2 par jour, tandis que d'autre part elle a atteint 8 litres 4 pour le Foin seul et 8 litres 6 pour le Foin avec Sarras. Les variations de l'Eau des Fèces, toujours plus grandes que celles de l'Eau urinaire, vont d'un minimum de 3 litres 4 pour le Mélange de 1887, à un maximum de 18 litres 2 avec le Foin et le Sarras, le Foin seul ayant donné 18 litres. Il résulte de l'ensemble de ces variations, que l'élimination totale peut passer, suivant les cas, de 9 litres à environ 27 litres par jour.

Considérée dans ses rapports avec la consommation, cette même élimination totale par l'Urine et les Fèces présente encore des écarts considérables; avec les régimes de la Maïs, ou du Sarras associé aux Graines, soit au Maïs, elle n'atteint pas les 60 % de l'Eau journalièrement consommée; elle les dépasse, au contraire, avec les régimes de Mélange, pour atteindre 70 et même 73 %, de l'eau consommée dans les cas du Travail, de la Fécule et du Maïs, et s'élève à 89 %, de la consommation pour le Sarras avec Foin, le Foin seul donnant d'ailleurs 81 %, et les Pousses de terre avec Grains, près de 87 %.

Si l'on envisage l'ensemble de tous nos résultats, on est donc amené à conclure que: l'élimination totale journalière de l'Urine et des Fèces représente, en moyenne, 70,55 % de la consommation d'eau, 29,45 %, restant, au moins en grande partie, affectés à l'élimination par la peau et les poumons; sur les 70,55 % de l'Eau consommée que les reins et l'intestin éliminent journellement, on peut admettre que 21,72 %, seraient éliminés de l'organisme par l'Urine et 28,83 %, par les Fèces. Par rapport au poids vif, nous avons déjà constaté que la consommation totale représentait 4,82 % de ce poids; l'élimination urinaire et intestinale pouvant, d'après ce qui précède, être évaluée à 3,43 %, du même poids, il reste donc 1,37 %, pour l'Eau excréée et perspirée; autrement dit, 100 kilos de poids vif consommant en moyenne 4 litres 8 d'Eau par jour, en rejettent 3 litres 4 sous forme d'Urine et de Fèces, et 1 litre 4 par la peau et les poumons.

Statique journalière de l'Eau. — Résultats généraux

	Repos.	Marche.	Travail.	Moyenne.		Repos.	Marche.	Travail.	Moyenne.	
Poids vif moyen	Kg. 425,9	426,6	423,3	425,8	Eau aspirée et perspirée	Kg. 2,0	5,8	4,5	5,3	
Eau totale consommée	Kg. 17,2	19,8	20,6	20,5	Eau totale éliminée	Kg. 77,92	69,38	65,21	70,85	
Eau buue par jour	Kg. 16,5	18,8	20,3	19,5	Eau de l'Urine	Par 100	37,46	32,46	37,61	34,32
Eau des Fourrages	Kg. 0,9	1,0	1,2	1,0	Eau des Fèces	2 Eau consommée	40,46	37,22	37,60	38,53
Eau buue par Kg. de matière sèche	Kg. 2,7	2,8	3,0	2,9	Eau excréée et perspirée		22,87	36,92	32,79	29,46
Eau totale éliminée (Urine et Fèces)	Kg. 15,2	16,0	16,7	16,7	Eau totale consommée		2,09	6,50	5,20	4,82
Eau de l'Urine	Kg. 6,4	6,8	6,6	6,6	Eau totale éliminée	Par 100 de Poids vif	3,59	3,21	3,73	3,46
Eau des Fèces	Kg. 6,0	7,6	9,2	8,2	Eau excréée et perspirée		0,90	4,33	2,42	4,37

NOTICE

(Planche N° 23)

Statique journalière de l'Azote chez le Cheval au Repos

En raison de l'intérêt, à la fois scientifique et pratique, que présente la détermination exacte du rôle de l'AZOTE dans l'alimentation animale, nous nous sommes efforcés, dans tous les essais effectués au Laboratoire depuis 1880, de poursuivre la solution de cette question, sans nous laisser arrêter ni par les difficultés expérimentales, ni par le nombre énorme d'analyses que nécessitait une étude d'aussi longue haleine. Nous devons renvoyer, pour le détail de ces recherches, aux mémoires originaux; ici, c'est-à-dire dans les Planches 23 à 26, nous reproduisons seulement les principaux résultats que nous avons obtenus sur la consommation et l'élimination journalière de l'Azote chez le cheval de trait soumis au Repos, à la Marche et au Travail, avec les régimes alimentaires les plus variés. Comme nous l'avons fait précédemment pour les autres problèmes de l'alimentation (*Digestibilité, Succion de l'Eau*), nous avons, en ce qui touche l'Azote, séparé les données relatives aux trois situations principales dans lesquelles ont été observés nos animaux : le présent Graphique ne comprend donc que la *Statique journalière de l'Azote* chez le Cheval au Repos, dans la série successive de nos expériences depuis 1880.

Quelques-unes de ces expériences marquent sur la Planche ci-contre, soit par insuffisance de données relatives à l'Azote (*Pousses de terre, Malline*), soit parce que nos animaux n'ont pas été observés au Repos (Savo, par exemple); néanmoins, nous pouvons présenter des résultats complets pour dix régimes différents.

Le dispositif de ce graphique n'offre aucune particularité à signaler; six courbes, différentes par le tracé ou la couleur, représentent, pour le cas du Repos, les données journalières concernant l'Azote, c'est-à-dire :

1° L'Azote ingéré; 2° L'Azote digéré; 3° L'Azote urinaire; 4° L'Azote total rendu par le rein, l'intestin et la peau; 5° Ce même azote, rapporté à 100 parties d'azote ingéré; 6° La Balance entre l'entrée et la sortie de l'Azote. Une septième courbe figure les *Variations journalières de Poids vif*, intéressantes à rapprocher des gains ou des pertes d'Azote éprouvés par nos animaux. Les oscillations de toutes ces courbes se lisent sur trois échelles latérales, conservées celle de gauche aux entrées et sorties d'azote (Azote ingéré, digéré, urinaire et total rendu), et celles de droite à la Balance de l'Azote et aux variations de poids vif; ces deux dernières échelles ont une base commune, dite *Ligne d'Equilibre*, au-dessus de laquelle sont portées les augmentations de poids vif et les gains d'azote, la partie inférieure étant réservée aux diminutions de poids et aux pertes d'azote. Nous remarquons ici que l'Azote des *Fèces sèches* n'a pas été figuré à part, sa valeur étant représentée, pour chaque régime, par la portion d'ordonnée comprise entre les deux courbes d'Azote ingéré et d'Azote digéré; il en est de même, dans un but de simplification, pour l'Azote *total des Fèces* et celui qui est éliminé par les *peaux, la crève, les débris de passage et la sueur*; aucune de ces formes d'élimination d'azote n'a été représentée à part, toutes ayant été réunies à l'Azote urinaire et à l'Azote total des Fèces, sous la rubrique d'Azote total rendu. On trouvera plus loin le tableau des données numériques à l'aide desquelles on a dressé les Graphiques 23 à 26; on y a même ajouté celles qu'on a pu compléter après l'établissement des Planches (*Pousses de terre, Malline*); par contre, les variations de poids vif n'y figurent pas, mais il suffira, pour les consulter, de se reporter à la Notice 18.

Nous dirons peu de chose ici sur l'Azote ingéré et l'Azote digéré au Repos dont il a été question ailleurs (Voir Planche et Notice 15, Tableaux 15 et 16); nous ferons cependant remarquer que les résultats donnés précédemment ont été obtenus en supposant à l'Azote ingéré et à celui des Fèces la forme albuminoïde, c'est-à-dire en transformant à l'aide du facteur 6,25 l'Azote trouvé par l'analyse dans les aliments et les excréments. Le Graphique donne, au contraire, les valeurs de l'Azote ingéré et digéré, telles qu'elles résultent des analyses elles-mêmes, et sans la moindre hypothèse sur la nature de cet azote. L'ensemble de nos essais montre que, pour les périodes où l'on a pu dresser la statique complète de l'Azote, que chevaux ont, chaque jour de Repos :

Ingréré en moyenne	104 grammes 65 d'Azote.
Digéré en moyenne	47

Il en résulte que l'Azote non rendu des Fèces peut être évalué en moyenne à 37 grammes 01 par jour, soit aux 25,36 0/0 de l'Azote ingéré.

Voilà maintenant comment se répartit, à l'élimination, l'azote qui, entré dans la circulation, a concouru aux divers besoins de nos sujets d'expérience. Cet azote, comme on vient de le rappeler, est éliminé par le rein et par la peau, cette dernière fournissant, sous forme de poils, de corne, de débris de passage et de sueur une quantité journalière d'azote très appréciable, mais toujours notablement inférieure à celle que contient l'urine. Les taux d'azote figurés sur la Planche sous le nom d'Azote urinaire, correspondant

à la totalité de l'azote expulsé par le rein en 24 heures; pour la moyenne de tous nos essais, cet azote total s'élève à :

82 grammes 40 par jour de Repos.

avec des valeurs extrêmes allant de 23^{gr} 61 (*Pousses de terre*) et 36^{gr} 14 (*Poids à 105^{gr} 33, Fécovale*).

Il en résulte donc que 50 0/0 de l'Azote ingéré au Repos seraient éliminés journellement de l'organisme sous forme d'azote urinaire. Ce résultat est certainement trop faible, étant donnée la formation de chair qui semble avoir été, chez nos chevaux, la conséquence d'un rationnement trop abondant au Repos; dans le cas de parfait équilibre de poids vif, il serait plus exact d'évaluer à 60 0/0 de l'Azote ingéré la proportion d'Azote éliminée en 24 heures par l'urine. Il s'agit là de l'ensemble des matériaux azotés de l'urine; mais quelle est la part revenant à chacun d'eux dans l'élimination journalière? Nous nous sommes efforcés de résoudre partiellement cette question délicate, en cherchant à fléchir, au cours de plusieurs séries d'essais, les quantités journalièrement éliminées d'Uréa, d'Acide hippurique et de Créatinine. Bien que les chiffres relatifs à l'Acide hippurique et la Créatinine soient certainement inférieurs à la réalité, à cause de l'imperfection des méthodes d'analyse, nous croyons utiles de reproduire la moyenne des résultats trouvés au Repos sur des chevaux ayant reçu une alimentation mixte (*Mélanges de 1887 et 1897*) pendant deux périodes de très longue durée :

Par jour	Année
Uréa	402 gr. 00 correspondant à 47 gr. 61
Acide hippurique	10 gr. 42 1 gr. 52
Créatinine	2 gr. 91 1 gr. 08

L'azote total de l'urine journalière ayant été, dans le cas qui nous occupe, de 50 gr. 76, nous voyons que la majeure partie (87,67 0/0) de l'azote urinaire est constituée par l'urée, et que les dosages séparés d'urée, d'acide hippurique et de créatinine ne permettent pas de retrouver intégralement l'azote de l'urine. Dans ces expériences, nous constatons encore que l'Azote de l'Uréa représente 33 0/0 de l'Azote ingéré et l'Azote urinaire total : 60 0/0 du même Azote; en 1897 comme en 1881, nos chevaux n'ayant éprouvé que de très faibles augmentations de poids vif, on trouve ici une confirmation de la conclusion donnée plus haut.

Revenons maintenant à l'élimination d'Azote par la peau : pour en établir la valeur, nous nous sommes attachés à déterminer, dans chacun de nos essais depuis 1880, l'Azote que contenaient les poils de la tonte, les débris de passage et la corne; de plus, M. Leclerc ayant montré dès 1887 la présence constante, au Repos comme au travail, d'azote sous forme d'urée et d'albumine dans la sueur du cheval, nous en avons constamment tenu compte depuis cette époque; ces différentes déterminations montrent, en résumé, qu'un cheval au Repos élimine par jour :

1° Sous forme de Poils et de Débris de passage	1 gr. 0 d'Azote;
2° Sous forme de Crève	0 gr. 4
3° Sous forme de Sueur	1 gr. 3
Soit, au total, une élimination de 2 gr. 7 d'Azote par la voie cutanée.	

Si nous faisons maintenant la moyenne de l'Azote total rendu par nos chevaux au Repos, nous trouvons : 93 gr. 26 par jour; d'autre part, en additionnant l'Azote des Fèces, l'Azote urinaire et l'Azote éliminé par la peau, nous trouvons seulement : 92 gr. 11 par jour.

La différence, c'est-à-dire 1 gr. 15, représente la moyenne, pour le Repos, de l'Azote existant dans les Fèces à l'état soluble (azote ammoniacal). Là encore, on s'est livré au Laboratoire de Recherches à de très nombreuses déterminations journalières de cet azote, dont on ne tenait pas compte autrefois et qui atteint souvent des valeurs bien supérieures à la moyenne indiquée.

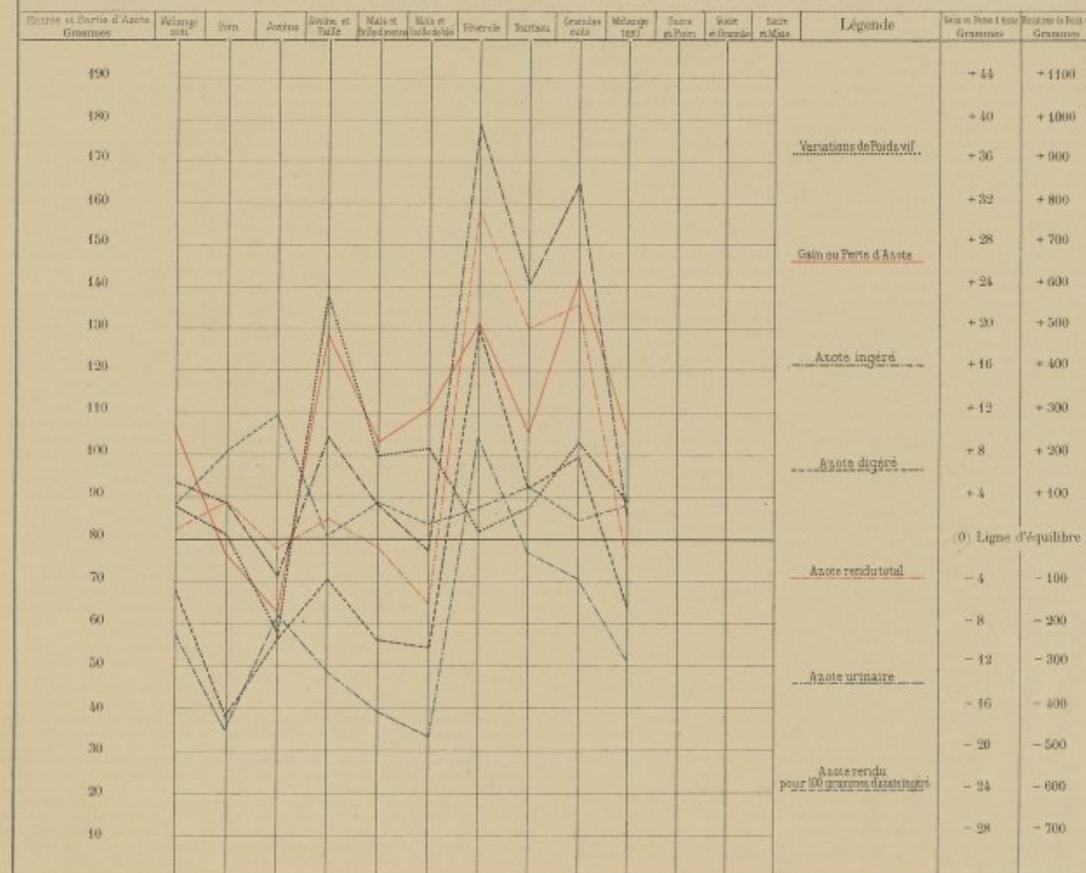
Nous venons, dans ce rapide exposé de détailler les formes diverses sous lesquelles a lieu l'élimination de l'azote; la valeur totale de cet azote est, pour le cas du Repos, de : 93 gr. 26 par jour, pour 104 gr. 65 d'azote ingéré. Nous ne retrouvons donc, en somme, malgré tous les soins apportés à la récolte de l'azote, que les 89,12 0/0 de l'Azote ingéré par jour.

La différence, soit 16,88 0/0 de l'Azote ingéré et 11 gr. 4 en valeur absolue, qui a subi d'ailleurs d'assez grandes variations d'un régime à l'autre, résume la *Balance journalière de l'Azote au Repos*. Cette différence devrait, si elle était réelle, constituer un gain d'azote au profit de nos animaux, l'Azote ingéré étant alors supérieur à l'Azote éliminé; il est d'ailleurs probable que, dans le cas du Repos, il y a bien eu formation de chair pour la majorité de nos expériences, mais nous ne devons pas oublier que cette différence se serait atténuée sensiblement, si nos moyens de retrouver l'Azote, à l'élimination, n'eussent été encore plus rigoureux qu'ils ne sont.

OBSERVATION — Pour le tableau numérique de la Statique de l'Azote, se reporter à la Notice de la Planche N° 26

EXPÉRIENCES D'ALIMENTATION 1880-1899

Statique journalière de l'azote, au repos. — Variations journalières de poids vif.



Ann. Mag. L. Dumas, 48, rue de Valenciennes, Paris

NOTICE

(Planche N° 24).

Statique journalière de l'Azote chez le Cheval à la Marche

Le présent Graphique a pour objet la représentation de la Statique journalière de l'Azote chez des chevaux à la Marche, c'est-à-dire n'effectuant d'autre travail que le transport quotidien de leur propre poids sur une distance de 20 kilomètres. Étant donnée l'analyse complète des Planches 23 et 24, nous renverrons à la Notice 23 pour les détails sur le dispositif général du Graphique dont il est question ici. Comme précédemment, on trouve ci-contre, d'une part tout ce qui concerne l'Azote et la Statique journalière de l'Azote pendant la Marche, et d'autre part les Variations journalières de Poids vif. Dix expériences complètes font l'objet de la Planche en question; trois autres n'y figurent pas, aucun cheval n'ayant été, sous ces régimes, observé à la Marche; pour ces trois cas, on a interrompu les courbes sur les ordonnées correspondantes.

Nous allons examiner successivement la Conservation et l'Élimination journalière de l'Azote pendant la Marche. Pour la série entière de nos essais, la quantité d'Azote ingéré journellement, a été en moyenne, de : 110 gr. 51, avec un maximum de 227 gr. 89 (Février) et un minimum de 50 gr. 66 (Sucre et Maïs).

Il en a été digéré, en moyenne :

73 gr. 31, avec des écarts allant de : 79 gr. 02 (Février) à 29 gr. 0 (Sucre et Maïs).

L'Azote moyen digéré pendant la Marche représente donc :

66,48 % de l'Azote ingéré par jour.

Quant à l'Azote des Fèces on peut, d'après les résultats précédents, lui assigner comme valeur moyenne :

37 gr. 08 par jour, soit les 33,52 % de l'Azote ingéré chaque jour.

En se reportant à la Notice précédente, on constate que la quantité d'Azote ayant échappé à la digestion se trouve la même, en valeur absolue, à la Marche et au Repos, mais que le rapport entre cet azote et l'azote ingéré diminue de près de 2 % sous l'influence de la Marche; cela revient à dire que la digestibilité moyenne de l'Azote éprouve une augmentation d'environ 2 0/0 chez des animaux passant du Repos à la Marche. Nous ferons observer que, malgré cette dernière augmentation et malgré la plus grande quantité d'Azote digérée à la Marche, les diverses rations représentées ci-contre ont amené, en moyenne, une légère diminution de poids vif.

Voyons dans quelle proportion s'est effectuée, pendant la Marche, l'Élimination de l'Azote mis, par suite de la digestion, à la disposition de nos chevaux. L'Élimination journalière par le rein a été, pour la moyenne des expériences, de :

58 gr. 22 d'Azote, correspondant à 52,64 % de l'Azote ingéré.

Les chiffres extrêmes sont, en se bornant aux essais figurés sur le Graphique :

21 gr. 6 d'Azote urinaire par jour, au minimum (Sucre et Maïs)
733 gr. 86 id. au maximum (Février).

À ne considérer que les seuls résultats moyens obtenus à la Marche et au Repos, on serait tenté de croire que la Marche a eu pour effet d'augmenter l'Azote urinaire en valeur absolue et en valeur relative; mais nous ne devons pas nous hâter de conclure ainsi, en nous souvenant que, ni à la Marche, ni au Repos, nos animaux n'ont pu conserver leur équilibre de poids vif.

Reportons-nous maintenant comme dans la précédente Notice, aux Essais de 1881 et de 1897 sur les Hélopes de la Compagnie Générale; nous voyons qu'à la Marche, il a été éliminé chaque jour, les quantités suivantes d'Urée, d'Acide Hippurique et de Créatinine :

Urée	114 gr. 55	correspondant à	53 gr. 46 d'Azote
Acide Hippurique	41 gr. 12	—	1 gr. 21 id.
Créatinine	3 gr. 20	—	1 gr. 21 id.

La comparaison avec les résultats trouvés au Repos montre qu'à la Marche, sous réserve des observations antérieures sur l'exactitude des chiffres obtenus :

- * La quantité journalière d'Urée augmente de 1/10 en valeur absolue;
- ** L'Acide Hippurique reste constant;
- ** La Créatinine augmente également de 1/10.

L'Azote urinaire total et l'Azote ingéré ayant été respectivement de 60 gr. 63 et 97 gr. 22, on trouve donc que, pour ce cas particulier des Essais de 1881 et de 1897 :

L'Azote de l'Urée correspond à : 61,75 % de l'Azote urinaire ou à 54,59 % de l'Azote ingéré, et l'Azote urinaire correspond à 62,37 % de l'Azote ingéré.

OBSERVATION. — Pour le tableau numérique de la Statique de l'Azote, se reporter à la Notice de la Planche N° 26

Pour la même quantité d'Azote ingérée à la Marche et au Repos, l'élimination d'Azote urinaire total et d'Urée se montrerait donc supérieure à la Marche; mais, suivant la remarque faite plus haut, les chevaux ayant éprouvé, à la Marche et au Repos, des variations de poids, de valeur et de sens différents, il est prudent de faire des réserves sur les conclusions qu'on pourrait tirer des variations constatées pour l'Urée.

En ce qui concerne l'Élimination d'Azote par la Peau, on peut admettre pour les Poids, le Passage et la Corne, des chiffres très voisins de ceux trouvés au Repos. Pour la Saie, nous manquons de données expérimentales directes sur l'Azote éliminé sous cette forme pendant la Marche; il est vraisemblable de supposer que la quantité réelle est intermédiaire entre celles que M. Leclère a déterminées pour le Repos et le Travail; 1 gr. 2 et 2 gr. 2, de sorte que finalement, on peut évaluer à un minimum de : 3 gr. l'Azote éliminé chaque jour par la Peau.

Nous pouvons maintenant nous rendre compte de la quantité d'Azote existant dans les Fèces à l'état total, pendant la Marche; en effet, l'Azote total rendu qui figure sur le Graphique s'élève, pour la moyenne de nos essais, à : 29 gr. 50 par jour.

En retranchant de ce total : 1° l'Azote fixe des Fèces (57 gr. 08); 2° l'Azote urinaire (58 gr. 22); 3° l'Azote éliminé par la Peau (3 gr.), la différence ainsi trouvée, soit 1 gr. 29 par jour, représente l'Azote total des Fèces; cette quantité est la même qu'au Repos, mais il est bon de répéter qu'il s'agit là d'une moyenne et que les nombreuses déterminations faites sur l'Azote volatil des Fèces nous ont conduit souvent à des résultats bien supérieurs à 1 gr. 29.

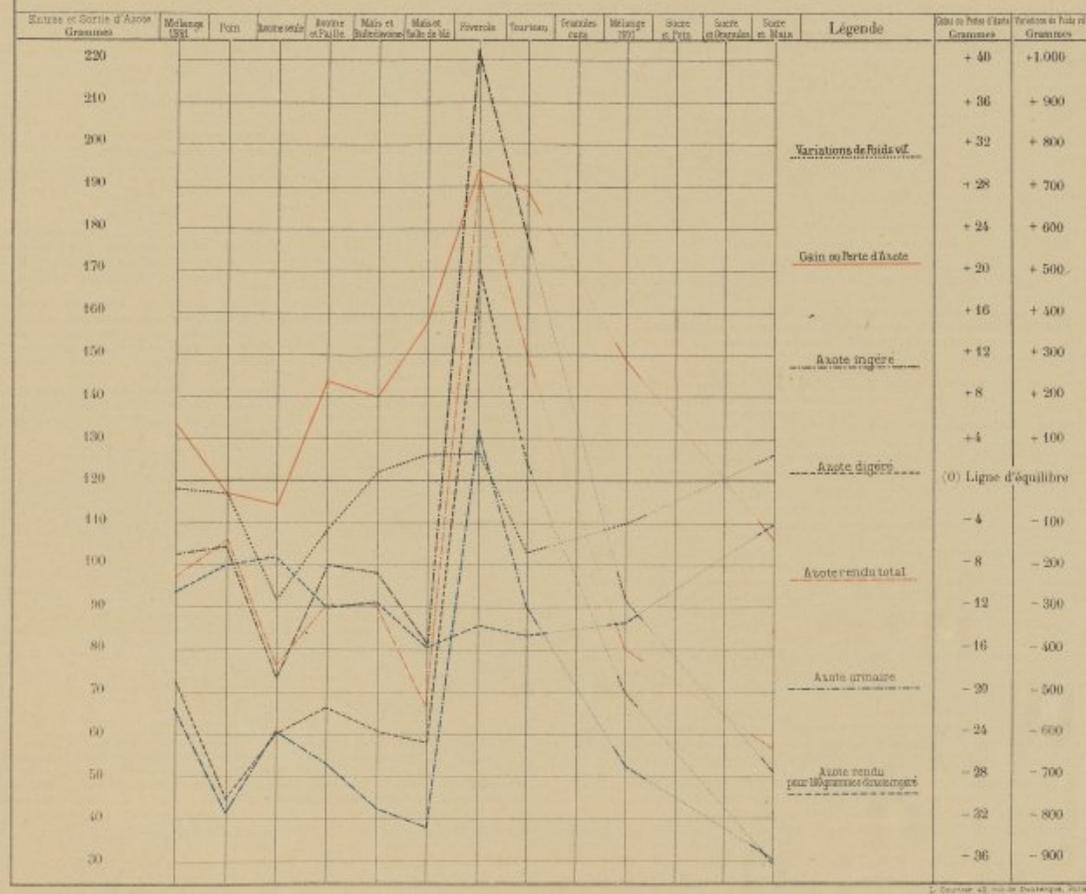
Nous venons de voir que, pendant la Marche, on retrouve à l'élimination journalière : 39 gr. 50 d'Azote sur les 110 gr. 61 ingérés par nos Chevaux. Cette élimination totale représente : 89,25 0/0 de l'Azote ingéré, soit un peu plus qu'au Repos, où l'on avait retrouvé 89,12 0/0 de l'Azote ingéré. Notre récolte d'Azote, pendant la Marche, est donc comparable à celle des mois de Repos, mais les difficultés étant plus grandes à la marche, particulièrement à cause de l'Urine, nous inclinons à croire que cette récolte n'a pas été parfaite, et qu'on ne doit pas considérer comme gain réel d'Azote les 11 gr. 11 trouvés comme excédent moyen journalier de l'Azote ingéré sur l'Azote éliminé. D'ailleurs, la bascule et la statique paraissent être en contradiction, la première indiquant une diminution de poids vif (très faible, il est vrai, pour la moyenne des essais), et la seconde un gain d'azote; il faudrait, pour trancher la question, pouvoir tenir un compte exact des variations de l'eau chez nos animaux, ces variations ayant une influence prépondérante sur les oscillations du poids vif. En examinant sur le Graphique les Gains et les Pertes d'Azote d'une part, et les Variations de poids d'autre part, on constate que sur sept expériences où, d'après la statique, il y aurait eu Gain d'Azote, la bascule indique trois cas seulement d'augmentation de poids (Maïs et Paille d'Avoine, Maïs et Paille de Blé, Féverole) et quatre fois une diminution, ce qui vient contredire le résultat de la statique d'Azote. De même pour les trois expériences, où la Statique accuse une Perte d'Azote; ici, la bascule donne deux fois une Perte (Foin, Avoine) et une seule fois une Augmentation de poids vif (Sucre et Maïs). Cette dernière expérience est même la seule où l'on ait constaté, à la Marche, une contradiction dans ce sens; un fait intéressant à noter, c'est que, sous le régime sucré, l'augmentation de poids a été exactement la même qu'avec les rations de Maïs et Paille de Blé, ou de Féverole et Paille d'Avoine. Le rapprochement de ces trois expériences, où la situation des animaux et l'estimation de leurs poids vifs ont été identiques, nous montre que sur 100 gr. d'Azote ingéré, il en a été rejeté journellement :

RÉGIMES	AZOTE ÉLIMINÉ		
	PAR L'URINE	PAR LES FÈCES ET LA PEAU	TOTAL
Maïs et Paille de Blé	47,40 %	34,40 %	81,80 %
Féverole et Paille d'Avoine	60,54	29,52	90,06
Sucre, Maïs et Paille d'Avoine	61,00	40,00	101,00

La proportion d'Azote ingéré qu'élimine le rein a donc été sensiblement plus forte avec le régime sucré qu'avec le Maïs et la Paille, sans addition de Sucre; et à peine supérieure à la proportion constatée avec la Féverole. Quant à l'élimination par l'intestin et par la peau, elle se montre bien plus élevée avec le Sucre et le Maïs qu'avec le Maïs sans Sucre et surtout qu'avec la Féverole; ce résultat est d'accord avec la digestibilité de l'Azote, qui, faible dans le cas du Sucre (52 0/0), s'élève à 71 0/0 avec la ration de Maïs, pour atteindre près de 77 0/0 avec la Féverole.

EXPÉRIENCES D'ALIMENTATION 1880 - 1899

Statique journalière de l'azote, à la marche. - Variations journalières de poids vif



L. Drouot 43 - rue de Valenciennes, Paris

NOTICE

(Planche N° 25).

Statique journalière de l'Azote chez le Cheval au Travail

Nous nous occuperons ici des résultats obtenus sur des chevaux au Travail pour la Statique journalière de l'Azote. En ce qui concerne la Consommation et l'Élimination journalière de l'Azote, le présent Graphique contient des données analogues à celles des Planches 23 et 24, et reproduites suivant la même méthode; il suffira donc de consulter la Notice 23 pour avoir toutes les indications nécessaires à sa lecture. Comme on l'a déjà fait remarquer ailleurs, la série entière des expériences n'a pas pu être prise en place ici; dans quelques essais, il a été impossible de recueillir complètement les urines pendant le Travail et d'établir, par suite, la statique de l'Azote; dans un autre cas (*Granule* caillé), nous n'avons pas eu de chevaux au Travail; il ne reste donc sur le Graphique que deux expériences complètes, relatives à autant d'aliments différents et, parmi elles, trois de nos expériences au Sacre. Nous ferons observer, en passant, que le régime de la *Féverole* a comporté de si grandes quantités d'Azote, que les points correspondants de certaines courbes se sont trouvés hors des limites du dessin et ont nécessité des coupures. Notons encore ce fait qu'on a dû réunir les résultats concernant les différents modes de travail (*Masse* et *Vaincu*) et les différentes allures (*Pas* et *Trot*), pour ne pas surcharger outre mesure le présent Album; les moyennes ainsi établies, à propos desquelles on se reportera utilement aux commentaires de la Notice 21, sont groupées dans le tableau numérique de la Notice 26, à côté de celles concernant le Repos et la Marche.

Voyons comment, dans le cas du Travail, se sont comportés nos chevaux sous le rapport de la Consommation et de l'Élimination de l'Azote. Pour l'ensemble de nos essais, la quantité d'Azote ingéré chaque jour s'est élevée en moyenne à : 124 gr. 59.

Sur cette quantité, les chevaux ont, en moyenne, digéré journellement :

87 gr. 80 d'Azote, c'est-à-dire les 69.86 % de l'Azote ingéré.

Quant aux valeurs extrêmes, elles ont été :

Pour l'Azote ingéré	64 gr. 10 au minimum (Sacre et Mâle)
	270 gr. 83 au maximum (Féverole)
Pour l'Azote digéré	41 gr. 90 au minimum (Sacre et Mâle)
	210 gr. 13 au maximum (Féverole)

L'Azote retrouvé dans les Fèces a donc été, en moyenne, chaque jour de Travail, de : 44 gr. 79 représentant les 35.94 % de l'Azote ingéré.

En comparant ces données avec celles trouvées à la Marche, nous voyons que la Digestibilité moyenne de l'Azote est restée, pendant le Travail, exactement ce qu'elle était pour le simple transport, c'est-à-dire les 2/3 de l'Azote ingéré. Les quantités ingérées et digérées ont, il est vrai, augmenté en valeur absolue pendant le passage d'une situation à l'autre, mais malgré cette augmentation l'ensemble de nos rations de travail paraît, à deux exceptions près, avoir été insuffisant; ces exceptions s'appliquent aux régimes du Sacre avec Foin et du Sacre avec Granule, pour lesquels il y a eu augmentation de poids vif; les détails donnés ailleurs (Voir Notice 17) nous dispensent de revenir ici sur ce point particulier.

Passons maintenant à l'Élimination journalière de l'Azote pendant le travail. L'Élimination sous forme d'Urine a été, en moyenne, et pour l'ensemble des essais, de :

60 gr. 83 par jour, correspondant à 48.86 % de l'Azote ingéré,

avec des écarts de :

38 gr. 45 Sacre et Mâle à 470 gr. 66 Féverole.

La comparaison du poids moyen d'Azote urinaire émis au Repos, à la Marche et au Travail, montre qu'en passant successivement par ces trois situations, le cheval élimine par le rein des quantités d'Azote croissantes, en valeur absolue, mais très peu différentes si on les rapporte au même taux d'Azote ingéré.

Les expériences de 1881 et de 1897, au cours desquelles on a dosé, dans le cas du Travail, les trois principes azotés les plus importants de l'urine du cheval (Urée, Acide hippurique, Créatinine), fournissent, à cet égard, des résultats intéressants. Au Travail, nos chevaux ont, en effet, éliminé chaque jour pendant les essais en question :

Urée	138 gr. 02	correspondant à	64 gr. 70 d'Azote
Acide hippurique	22 gr. 06	—	4 gr. 72 —
Créatinine	3 gr. 80	—	1 gr. 41 —

En se bornant à l'Urée, on constaterait donc, par rapport à ce qui s'est passé à la Marche :

230 d'augmentation en valeur absolue.

Il n'en est plus de même, si on rapporte l'Urée émise à 100 parties d'azote ingéré, comme dans les cas du Repos et de la Marche.

Pour les chevaux au travail, en 1881 et 1897, l'Azote urinaire total et l'Azote ingéré ont été de 74 gr. 30 et 131 gr. 88 par jour.

L'Azote de l'Urée correspond donc à 57.06 % de l'Azote urinaire ou à 49.06 % de l'Azote ingéré, et l'Azote urinaire correspond à 56.39 %, de l'Azote ingéré.

Rapprochant ces données de celles des précédentes Notices, on constate alors que :

Au Repos	l'Azote de l'Urée correspond à 23	% de l'Azote ingéré ou à 71.59 % de l'Azote digéré.
À la Marche	—	à 34.98 % — ou à 75.07 % —
Au Travail	—	à 49.06 % — ou à 63.05 % —

Pour le cas particulier qui nous occupe, nous voyons donc que les taux d'Urée varient très peu sous l'influence de la Marche ou du Travail; en même temps, et toute réserve faite sur ce que nos animaux n'ont pas conservé leur équilibre de poids vif dans les trois situations, nous avons ici une précieuse indication tendant à démontrer que le travail n'est pas produit aux dépens des substances azotées.

L'Élimination d'Azote par la Peau, au cours du Travail, diffère peu de celle constatée à la Marche, du moins en ce qui concerne l'élimination sous forme de Poils et de Cornes; pour la Sueur, les essais directs de M. Lecleue sur des chevaux au travail conduisent à fixer à 2 gr. 2 par jour l'Azote éliminé sous cette forme, de telle sorte que l'élimination journalière d'Azote par la voie cutanée serait de 3 gr. 5 à 4 gr. dans le cas du Travail.

L'Azote total rendu figuré sur le Graphique étant, pour la moyenne des essais, de : 112 gr. 60 par jour, si l'on en déduit l'Azote non digéré (41 gr. 79), l'Azote urinaire (60 gr. 83) et l'Azote éliminé par la peau (3 gr. 7), il reste, comme différence : 1 gr. 3, représentant l'Azote retenu des Fèces émis journellement pendant le Travail.

En fin de compte, nous retrouvons à l'élimination 113 gr. 60 d'Azote sur les 124 gr. 59 ingérés par nos animaux; cette élimination totale correspond à 91.48 % de l'Azote ingéré, soit un peu plus qu'au Repos et à la Marche. Les 11 grammes d'Azote non retrouvés à la sortie, et qui résument la Balance journalière de l'Azote au Travail, sont en valeur absolue équivalents aux résultats analogues du Repos et de la Marche; par rapport à l'Azote ingéré, ils représentent ici 8.82 % de cet azote. Nous avons déjà dit ailleurs et nous répétons encore que cet excédent apparent d'Azote ingéré ne saurait être regardé comme un Gain réel d'Azote; il serait d'ailleurs difficile de conclure à un Gain d'Azote chez des animaux ayant, comme les nôtres, subi de notables pertes de poids vif dans presque toutes les expériences; nous sommes donc amenés de nouveau à envisager les 11 gr. d'Azote en question comme représentant la portion d'Azote ingéré que nos méthodes de recherches ne nous permettent pas de retrouver à la sortie de l'organisme.

Les remarques de la précédente Notice sur le désaccord constaté entre les Variations de Poids vif et la Statique de l'Azote, trouvent encore ici leur application, les seules expériences où la Bascule et la Statique aient donné des indications de même sens étant les suivantes :

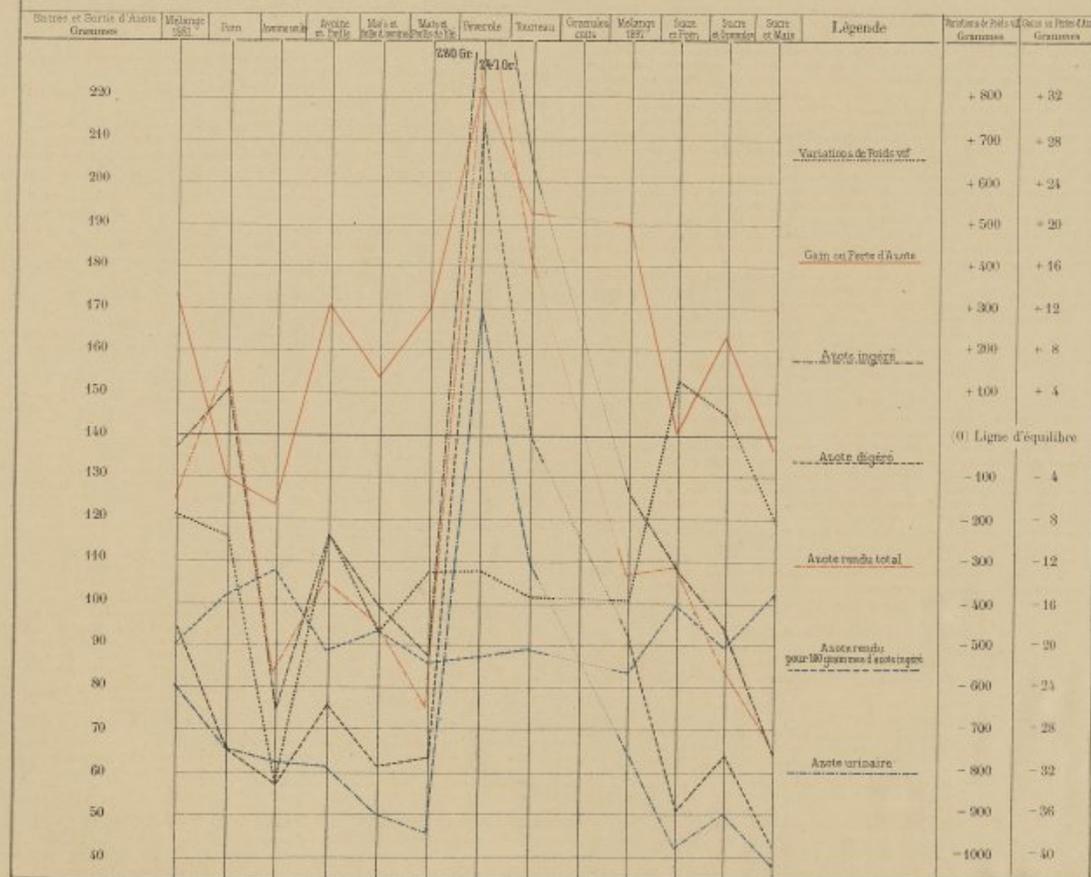
Sucre et Granule	Gain de poids vif et Gain d'Azote.
Sucre et Foin	Gain de poids vif et Équilibre d'Azote.
Sucre et Mâle	Perte de poids vif et Perte d'Azote.
Foin	Perte de poids vif et Perte d'Azote.
Avoine seule	Perte de poids vif et Perte d'Azote.

À part ces cinq exemples, tous les autres essais conduisent à des résultats contradictoires; d'ailleurs, même dans les cas particuliers où l'on constate un accord apparent, on ne peut établir aucune relation entre la grandeur des variations de poids et celle des variations de l'Azote accusées par la Statique.

OBSERVATION — Pour le tableau numérique de la Statique de l'Azote, se reporter à la Notice de la Planche N° 26

EXPÉRIENCES D'ALIMENTATION 1880-1899

Statique journalière de l'azote, au travail. — Variations journalières de poids vif.



L. Gauthier, 42, rue de Valenciennes, Paris

Statique journalière moyenne de l'Azote chez le Cheval

Notre objectif, en dressant le présent Graphique, a été de résumer toutes les données relatives à la Statique journalière de l'Azote chez le cheval soumis à des régimes variés et observé, comme on l'a vu précédemment, au Repos, à la Marche et au Travail; les résultats représentés ci-contre sont donc des Résultats moyens applicables, pour chaque alimentation étudiée, à l'ensemble des diverses situations imposées à nos sujets d'expérience; ils permettent de dégager l'influence du régime alimentaire sur la Consommation et l'Élimination de l'Azote chez le cheval de trait soumis à toutes les exigences de la pratique. Si maintenant, au lieu d'envisager séparément nos différents essais, nous groupons les données moyennes fournies par chacun d'eux, nous obtenons alors des Résultats généraux que l'on peut considérer comme la synthèse de la question du Bilan de l'Azote chez le cheval. La valeur numérique de ces renseignements généraux figure dans le tableau ci-dessous, ainsi que la Statique détaillée par expérience; on y a également porté la valeur numérique des moyennes relatives au Repos, à la Marche et au Travail des moyennes établies d'après les données des différents graphiques de l'Azote, ne figurant, comme on s'en souvient, sur aucune des Planches en question; il est bon de remarquer ici que les Résultats généraux se trouvent dans le même cas. En ce qui concerne les Variations de Poids vifs dans chaque expérience, leurs valeurs n'ont pas été reproduites de nouveau, et on devra se reporter à la Notice 18 pour les consulter.

Nous ne reviendrons pas sur la disposition générale du présent Graphique, semblable de tout point à celle des Planches 23 à 25; nous ferons simplement observer que trois expériences différentes y figurent, et que, d'un régime à l'autre, les chevaux n'ont pas toujours passé exactement par les mêmes situations. (Cas des Grandes cuites et des Essais au Sucre); on a toutefois cherché à évaluer les moyennes avec le plus de précision possible, en tenant compte de la durée respective des différentes périodes, pour chaque régime alimentaire expérimenté.

De l'examen du présent Graphique ressort clairement ce fait, mis déjà en évidence dans les Notices précédentes, de l'extrême variété des rations que nous avons étudiées, au point de vue de la teneur en Azote. Aussi, voyons-nous nos chevaux, placés d'ailleurs dans les conditions moyennes des animaux de service, consommer tantôt plus de 160 gr. d'Azote par jour (Féverole: 215 gr. 16, Tourteau: 163 gr. 21), tantôt 60 à 80 gr. (Sucre et Maïs: 60 gr. 74, Maïs et Paille de Blé: 82 gr. 13), en passant par toute une série de valeurs intermédiaires. Quel a été, au point de vue de l'Élimination de l'Azote, et particulièrement de l'Élimination par le Reu, le résultat de ces différences énormes dans la Consommation? La courbe de l'Azote urinaire suit assez régulièrement les sinuosités de celle de l'Azote ingéré; l'Élimination par l'Urine varierait donc, en valeur absolue, sensiblement dans le même rapport que la Consommation; il n'en est plus de même si l'on consulte la courbe de l'Azote total rendu pour 100 d'Azote ingéré, les oscillations de cette courbe qui, mieux que toute autre, permet de comparer nos diverses rations, étant bien plus rebelles d'une expérience à l'autre que celles des deux courbes que nous venons de citer.

Le rapprochement des données numériques fournies par des régimes, les uns très riches en Azote, les autres très pauvres, donne une idée plus précise de la question; ce rapprochement a été effectué ci-contre pour deux groupes d'essais comprenant:

le premier, l'alimentation au Maïs avec Paille de Blé et celle à la Féverole; le second, l'alimentation au Tourteau et celle du Sucre avec Maïs.

RÉGIMES	AZOTE INGRÉ par jour	AZOTE URINÉ par 100 d'ingéré	AZOTE URINAIRE par 100 d'ingéré	VARIATION de poids vif par jour	TRAVAIL moyen par jour
Maïs et Paille de Blé..	215.16	74.51	34.07	- 25	437.000
Féverole.....	163.21	75.81	34.81	Equilibre	404.000
Tourteau.....	163.21	67.32	33.82	- 148	433.000
Sucre et Maïs.....	60.74	61.00	30.20	- 136	400.000

Dans le premier groupe d'essais, où les chevaux se sont trouvés exactement dans les mêmes conditions de variations de Poids et de Travail, nous voyons qu'une augmentation de plus de 3/2 pour l'Azote ingéré (augmentation résultant du passage de la première à la deuxième alimentation) n'a été suivie que d'un accroissement de 1/3 dans l'élimination d'Azote par l'Urine, cette élimination étant, bien entendu, rapportée dans chaque cas à 100 parties d'Azote ingéré. Nous rappellerons ici que l'augmentation d'Azote consommé avait été accompagnée, d'un régime à l'autre, d'une diminution légère dans les Hydrates de carbone ingérés. Le second groupe d'expériences nous montre qu'à une diminution d'environ 2/3 dans la consommation d'Azote, concordant avec une augmentation notable d'Hydrocarbures, correspond un accroissement de 1/10 dans l'Azote éliminé par l'Urine, nos animaux ayant d'ailleurs éprouvé des Pertes de Poids du même ordre et produit des quantités de Travail très comparables. Il ne semble donc pas résulter de la comparaison de ces chiffres de relation bien nette entre les variations de la consommation de l'Azote et de son élimination par l'Urine.

Si nous rapprochons l'expérience du Maïs avec Paille d'Azote de celle du Sucre avec Maïs, nous trouvons encore, d'un côté, dissimulé, en valeur absolue, de l'Azote consommé, et de l'autre, suggestives de l'Azote urinaire rapporté, comme précédemment, à 100 parties d'Azote ingéré. Le travail moyen produit dans chaque essai a bien été le même exactement, mais la perte de poids vif a été environ 3 fois plus grande avec la ration sucrée, sans qu'on puisse d'ailleurs établir de rapport entre les pertes de poids vif et le surcroît d'Azote éliminé par l'Urine. La succession des trois expériences au Sucre permet de constater qu'en passant du Sucre avec Foin au Sucre avec Graminés, pour aboutir au Sucre avec Maïs, la consommation d'Azote diminue progressivement, et les Hydrocarbures de la ration augmentent; en même temps, l'élimination azotée de l'Urine s'accroît par rapport à l'Azote ingéré, mais on n'aperçoit aucune corrélation entre cet accroissement et celui du travail effectué.

Bornant à nos remarques sur les rapports entre la Consommation et l'Élimination de l'Azote, indiquons maintenant les Résultats généraux de la Statique de l'Azote fournis par l'ensemble de nos essais:

L'Azote moyen ingéré par un cheval de trait en plein service étant de 110 gr. 71 par jour, 70 gr. 96 (ou 64.99 %) sont éliminés, et 39 gr. 75 passent dans les Fèces. Le Reu en élimine 55 gr. 85 (ou 50.44 %), et la peau: 2 gr. 9; de plus, les Fèces en contiennent 1 gr. 2 sous forme soluble. Il en est donc rendu un total de 99 gr. 71 (ou 90.66 %), et la Statique se solde par un gain apparent de 11 gr. d'Azote, correspondant à 10 % de l'Azote ingéré.

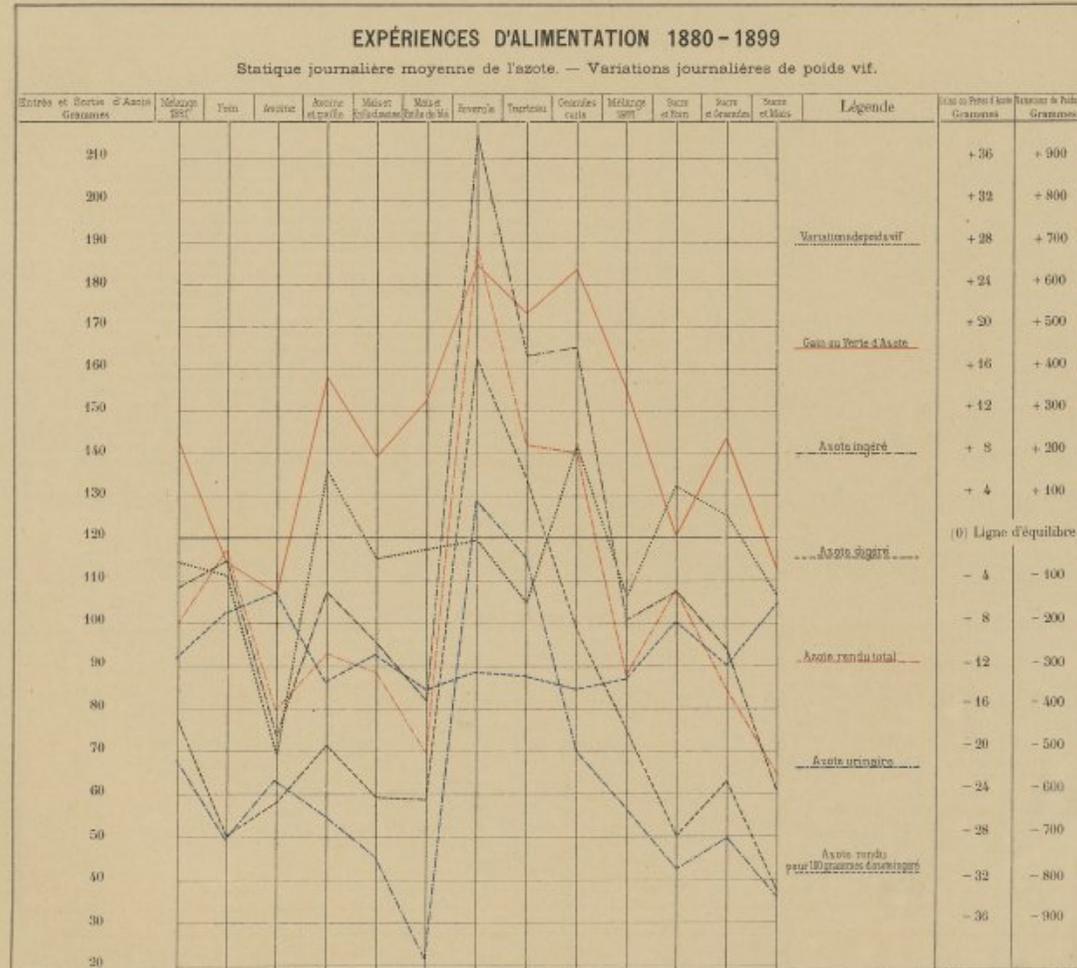
Statique journalière de l'Azote

Expériences	Aliments de base					Moyennes	Expériences	Aliments de base					Moyennes	Expériences	Aliments de base					Moyennes							
	Maïs	Féverole	Tourteau	Sucre	Maïs			Maïs	Féverole	Tourteau	Sucre	Maïs			Maïs	Féverole	Tourteau	Sucre	Maïs		Féverole	Tourteau	Sucre	Maïs			
Moyenne 1887	Maïs	152.30	102.20	102.20	102.20	102.20	Moyenne 1887	Maïs	152.30	102.20	102.20	102.20	102.20	Moyenne 1887	Maïs	152.30	102.20	102.20	102.20	102.20	Moyenne 1887	Maïs	152.30	102.20	102.20	102.20	102.20
	Féverole	102.20	152.30	102.20	102.20	102.20		Féverole	102.20	152.30	102.20	102.20	102.20		Féverole	102.20	152.30	102.20	102.20	102.20		Féverole	102.20	152.30	102.20	102.20	102.20
	Tourteau	102.20	102.20	152.30	102.20	102.20		Tourteau	102.20	102.20	152.30	102.20	102.20		Tourteau	102.20	102.20	152.30	102.20	102.20		Tourteau	102.20	102.20	152.30	102.20	102.20
	Sucre	102.20	102.20	102.20	152.30	102.20		Sucre	102.20	102.20	102.20	152.30	102.20		Sucre	102.20	102.20	102.20	152.30	102.20		Sucre	102.20	102.20	102.20	152.30	102.20

RÉSULTATS GÉNÉRAUX

	Repos	Marche	Travail	Moyenne		Repos	Marche	Travail	Moyenne
Poids vif moyen	432.0	432.0	432.0	432.0	Azote total rendu	99.71	99.71	99.71	99.71
Quantité journalière de paille	+ 20	+ 20	+ 20	+ 20	Excès de l'Azote	+ 11.00	+ 11.00	+ 11.00	+ 11.00
Azote ingéré	110.71	110.71	110.71	110.71	Azote urinaire	98.51	98.51	98.51	98.51
Azote excréé	70.96	70.96	70.96	70.96	Excès azoté	87.51	87.51	87.51	87.51
Azote en fèces	39.75	39.75	39.75	39.75	Excès total rendu	99.71	99.71	99.71	99.71
Excès azoté	39.75	39.75	39.75	39.75	Excès de l'Azote	+ 11.00	+ 11.00	+ 11.00	+ 11.00
Excès azoté par la peau	2.90	2.90	2.90	2.90					
Excès azoté total	42.65	42.65	42.65	42.65					

Observations: Les chiffres en italique sont en double par l'effet journalier des analyses. Les valeurs de la Statique de l'Azote sont en double par l'effet journalier des analyses. Les chiffres en double sont en double par l'effet journalier des analyses.



NOTICE

(Planche N° 27).

Travail journalier au Manège et à la Voiture

Les précédents Graphiques relatifs aux expériences d'alimentation du Laboratoire de Recherches peuvent se ramener à quatre groupes principaux, suivant qu'ils concernent : 1° Le Rationnement des chevaux d'Expérience; 2° La Digestibilité des Fourrages étudiés; 3° La Balance journalière de l'Écu; 4° La Balance journalière de l'Azote. Ici, nous abordons un nouveau groupe de Graphiques, contenant les résultats relatifs au Travail mécanique produit par nos chevaux, pendant nos différentes expériences. Étant donnée l'importance de ces résultats, qui intéressent d'ailleurs toute cavalerie industrielle, nous avons tenu à les réserver pour la dernière partie de cet ouvrage, auquel ils pourront, en quelque sorte, servir de conclusion.

La Planche ci-contre est consacrée uniquement aux données concernant le Travail mécanique quotidien de nos animaux (*Vélocité et Chemins*) parcourus, exprimés en kilomètres. Travail par jour et par jour traduit en kilogrammètres; outre ces données, on a cru devoir faire figurer de nouveau les Variations de poids vif résultant, en fin de compte, du travail produit, variations dont les valeurs numériques se trouvent au bas de la Notice 18. Pour l'instant, nous ferons donc abstraction des régimes alimentaires imposés à nos chevaux pendant leurs périodes de travail, cette question devant faire l'objet de la Planche suivante.

Avant d'examiner le dispositif du présent Graphique, voyons en quelques mots comment ont été obtenues les données qui y figurent : En général, nos chevaux ont, dans chaque essai, effectué leur travail, d'abord avec le *Motage* dynamométrique de E. Wolff, soit ailleurs du pas et du trot, et ensuite, toujours au trot, avec une *Voiture de type des seigneurs de plus*, tantôt vide, tantôt chargée de 140 kilogrammes. Au manège, ils font nos *Contrôles*, mais et sur un certain nombre de tours de piste (350 par exemple), nombre contrôlé à l'aide d'un compteur; connaissant les dimensions de la piste et la durée du travail, on en déduit, d'une part, le *chemin journalier* et, d'autre part, le *travail à l'heure*. Quant au Travail, il a été déterminé jusqu'aux essais de 1887 (Avoine et Paille), par la méthode de Wolff, c'est-à-dire en multipliant le chemin parcouru par la traction que donnait directement un dispositif spécial du manège. MM. Grandjeu et Leclercq ayant reconnu, par de nombreux essais, les inexactitudes de ce procédé, et M. Leclercq ayant imaginé un *Compteur-télégraphique* qui permettait de les éviter, l'addition de cet appareil à notre manège nous a conduits à des évaluations rigoureuses du travail journalier, depuis 1887. Pour le travail à la voiture, nous avons cherché à placer nos animaux dans des conditions identiques à celles de tous les chevaux de service de la Compagnie. Nos chevaux d'expérience ont donc, au cours des essais à la voiture, travaillé un jour sur deux, pendant un nombre déterminé d'heures, espacés par des repas, de façon à parcourir, suivant leur vitesse, 40 à 55 kilomètres par jour de travail. Relevé exactement à l'aide d'un *Odéographe Marey* installé dans la voiture, le *chemin parcouru*, rapproché de la *durée du travail*, donne de suite la *vitesse*. Comme, d'autre part, on détermine la résistance à la traction de cette même voiture, par une série d'essais dynamométriques exécutés à vide et en charge, on obtient ainsi des *coefficients moyens*, vérifiés d'ailleurs pour chaque expérience, et qui, multipliés par les chemins parcourus, donnent la valeur du Travail produit avec le *matériel*.

Telles sont les méthodes à l'aide desquelles on a obtenu les résultats contenus dans le présent Graphique, où ils sont d'ailleurs classés par mode de mouvement et de travail, pour la série successive de nos expériences; dans chaque expérience, on a étudié la moyenne des données fournies par le travail de chacun de nos sujets. Ce Graphique est, comme on le voit, divisé en trois parties, consacrées chacune à un mode différent de travail; en le lisant de haut en bas, on trouve successivement ce qui concerne le *Manège au pas*, le *Manège au trot*, puis la *Voiture*; pour cette dernière, et dans un but de simplification, on n'a pas distingué les périodes de travail à vide et de travail en charge, et les moyennes ont été établies sur l'ensemble. De plus, nous ferons observer que le travail à la voiture ayant eu lieu sur les deux jours, tandis que celui du manège était effectué *sur les jours*, on a dû déduire par 2 toutes les données relatives au travail à la voiture pour les rendre comparables à celles obtenues au manège; en tout cas, il ne faut pas perdre de vue que, en réalité, nos chevaux ont fourni, tous les deux jours, avec la voiture, un travail double de celui que représente la Planche 27; c'est comme si on rapportait ce travail à la moyenne de deux jours consécutifs, comprenant un jour de repos et un jour de travail, au lieu de le rapporter au seul jour de travail. Il n'y a d'exception que pour les *essais au manège*, pendant lesquels le travail à la voiture, en raison même de sa modération, était exécuté tous les jours; dans ces trois cas, le Graphique traduit exactement la réalité de l'expérience. Chacune des parties de la Planche ci-contre forme un Graphique isolé, ayant ses trois échelles distinctes; sur l'échelle de gauche, on lit, en kilomètres, les *vélocités à l'heure* et les *parcours journaliers*, et sur celles de droite, les *kilogrammètres* produits par leur et par jour et les *variations journalières de poids*, exprimées en grammes; dans la majorité des

cas, ces dernières se sont traduites par des pertes, de telle sorte que les points correspondants des courbes sont presque tous au-dessous des *lignes d'équilibre*, figurées en trait renforcé à la partie supérieure de chaque Graphique partiel. Nous ferons observer que la série entière de nos expériences ne figure pas ici, soit que nous n'ayions pas eu de chevaux au travail (Gimnales), soit que les données obtenues fussent insuffisantes (Avoine seule); même pour les quatorze expériences portées sur la Pl. 27, certains modes de travail font parfois défaut (le manège, par exemple, pour les essais de *Pomme de terre et Foin*, de *Sucre et Foin*, de *Sucre et Grosseau*), ou bien ils sont figurés incomplètement, ne qui est le cas du manège pour le *Mélange de 1887*, le *Foin, l'Assise avec Paille*, et celui de la Voiture pour le *Foin et l'Assise avec Paille*. En ce qui concerne le manège, le principal motif de cette figuration incomplète est l'inexactitude des résultats antérieurs à 1887; nous avons tenu à ne rapporter ici que des données absolument certaines. On remarquera, enfin, que pour ne pas surcharger le dessin, nous n'avons représenté ni la *durée du travail*, ni la *traction*; la durée est indiquée dans le tableau numérique concernant le travail; quant à la traction, il est facile d'en déduire la valeur, pour chaque cas, connaissant le travail produit et le chemin parcouru.

Si nous examinons successivement les différents modes de travail, nous constatons qu'au *Manège*, à l'allure de pas, le parcours journalier et la durée du travail sont restés presque constants pendant toute la série de nos essais; la vitesse a donc fort peu varié, et si l'on constate de notables différences dans le travail produit, cela tient en grande partie aux variations de traction que M. Leclercq a parfaitement mises en relief dans ses essais de 1885 à 1887, et que nous avons observés souvent depuis cette époque. Il nous paraît bien établi que l'effort nécessaire pour vaincre les résistances au frottement, mises en jeu pendant le mouvement du Manège de Wolff, est en relation très étroite, d'une part avec la vitesse et de l'autre avec les conditions extérieures (température, état hygrométrique); la fonction qui lie l'effort à la vitesse est telle que, toutes choses égales d'ailleurs, cet effort augmente quand la vitesse diminue. Pour l'ensemble de nos expériences, le travail au pas, avec le Manège, a été minimum pour le régime des *Pommes de terre avec Paille et mézencin* pour le *Mélange de 1887*. En arrondissant les chiffres, on trouve comme résultats moyens pour le travail au pas :

1° Un parcours journalier de 20 kilomètres, en 4 heures, soit une vitesse de 5 kilomètres à l'heure;
2° Un travail de 100.000 kilogrammètres par heure, soit par jour 400.000 kilogrammètres, avec une traction de 20 kilogrammes.

Les résultats trouvés avec le *Manège*, pendant les essais au trot, nous montrent que, là aussi, les chemins parcourus et les durées du travail présentent de très faibles écarts d'un régime à l'autre. Il n'en n'est pas de même pour les quantités journalières de travail qui ont varié de :

245.300 kilogrammètres au minimum (Mais avec Paille d'avoine) à 662.400 kilogrammètres au maximum (Mélange 1887), cette dernière quantité correspondant d'ailleurs très exactement avec le minimum de vitesse.

On peut dire, d'une façon générale, que nos chevaux attelés au Manège et travaillant au trot ont :

1° Parcours journaliers plus de 24 kilomètres, en 2 h. 30 m., c'est-à-dire réalisé une vitesse de près de 9 kilomètres à l'heure;

2° Travail par heure 120.000 kilogrammètres, soit par jour 420.000 kilogrammètres, avec une traction de 10 kg. 7.

Le rapprochement des essais au pas et au trot nous montre que, pendant ces derniers essais, le chemin parcouru chaque jour a été un peu supérieur, bien que le même nombre de tours de piste ait été effectué dans les deux cas; ce résultat est dû à ce que les chevaux attelés au manège décrivent toujours, par suite de leur vitesse, un cercle de plus grand diamètre au trot qu'au pas. Quant au travail, si sa valeur totale n'a pas beaucoup varié avec le mode de mouvement, il a, dans tous les cas, été produit avec une intensité bien plus grande au trot qu'au pas.

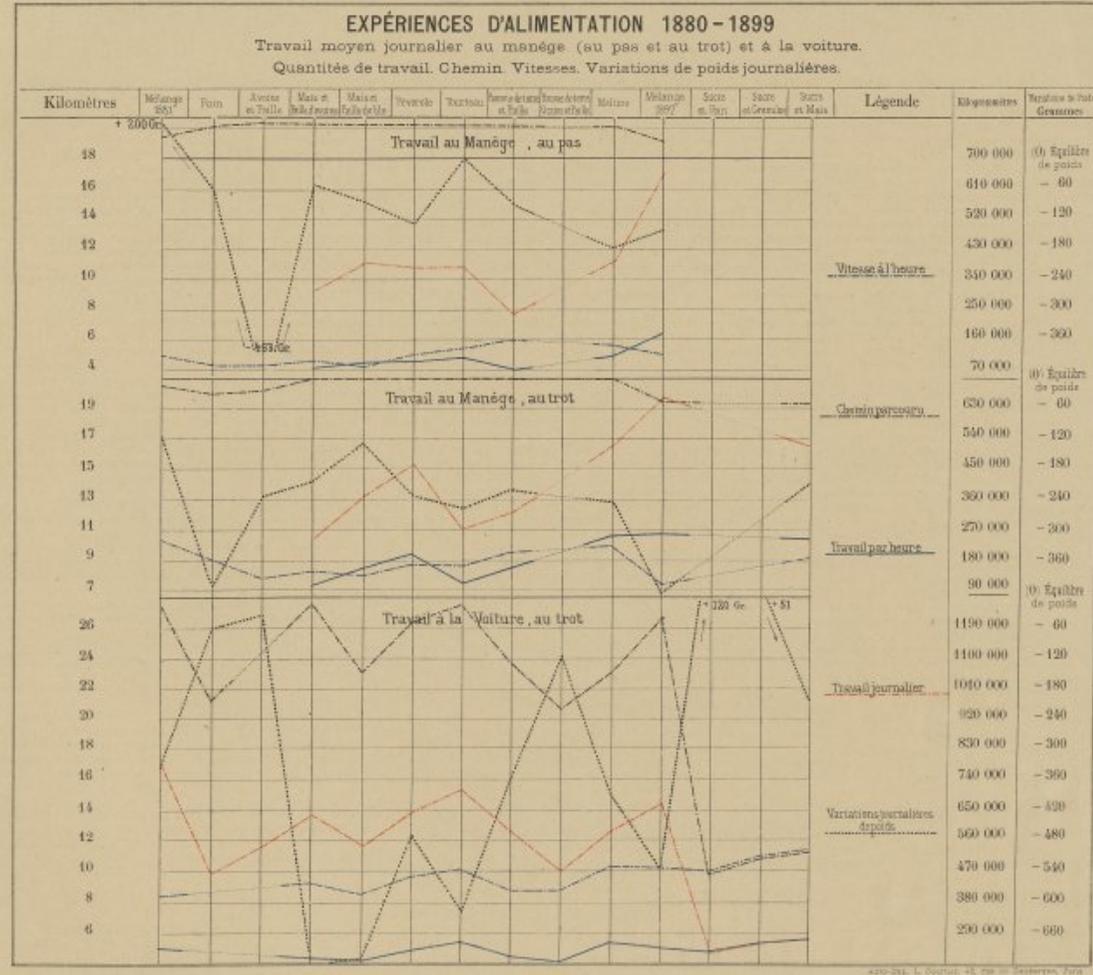
En ce qui concerne la Voiture, et sans réserve des remarques faites plus haut à ce sujet, nous constatons un parcours plus élevé et une durée de travail moindre que pour le manège au trot; nos chevaux ont donc fait preuve d'une plus grande vitesse. D'autre part, la traction moyenne étant plus grande qu'au manège, il en résulte, par jour moyen, un travail à la fois plus intense et plus considérable. Les résultats journaliers moyens, exprimés comme on l'a déjà expliqué, sont les suivants :

1° 22 kilomètres de parcours en 2 h. 17 m., c'est-à-dire à une vitesse de 9 kilomètres à l'heure;

2° 120.000 kilogrammètres de travail par heure, ou 520.000 par jour moyen, avec 24 kg. de traction.

Le travail minimum a été fourni pendant les essais à la *Pomme de terre* et le travail maximum avec les *Mélanges de la Compagnie* et avec le *Tourteau*; le travail le plus intense et le plus grande vitesse correspondant au régime du *Sucre avec Méis*.

OBSERVATION. — Pour le tableau numérique du Travail, se reporter à la Notice de la Planche N° 29



Principes nutritifs digérés pendant le Travail au Manège et à la Voiture

La présente Planche traite exclusivement de l'Alimentation de nos chevaux d'expérience pendant les périodes de Travail; elle forme donc le complément indispensable de la précédente, qui renfermait uniquement les résultats relatifs au travail mécanique produit. Pour faciliter le rapprochement de ces deux planches, dont les sujets sont intimement liés, on a employé, de part et d'autre, le même dispositif; on trouvera donc, pour chacune des expériences, et pour chaque mode de travail employé, les éléments essentiels du rationnement imposé à nos animaux. Pour caractériser ce rationnement d'une façon simple et précise, on a d'abord ramené les principes nutritifs digérés chaque jour à deux groupes, comprenant: l'un les **Matières azotées** prises en bloc, l'autre les **Matières non azotées**, c'est-à-dire l'Amidon, les Sucres, les Celluloses, les Indéterminés, et la Graisse, transformée à l'aide du facteur 2,5. Ensuite, on a établi, suivant la méthode exposée à la Notice 15, la **Relation nutritive** et la **Valeur calorifique** de chaque ration expérimentale digérée; le rationnement pendant le travail se trouve donc, finalement, caractérisé par les quatre éléments suivants: **Matières azotées digérées**, **Matières non azotées digérées**, **Relation nutritive** et **Valeur calorifique**, dont la représentation graphique constitue l'objet de la Planche qui nous occupe. Cette Planche est divisée en trois parties superposées, concernant respectivement le **Manège au pas**, le **Manège au trot** et le **Travail à la Voiture**, et ayant chacune ses trois échelles distinctes; celle de gauche pour les Principes nutritifs digérés, exprimés en kilogrammes, et celle de droite pour les Relations nutritives et les Valeurs calorifiques. Il est bon de remarquer que les données du Travail à la voiture se sont trouvées telles qu'on a dû, avec la courbe des **Matières non azotées**, empiéter légèrement sur la partie du graphique située au-dessus, et avec celle des Relations nutritives interrompre le tracé pour éviter toute confusion, la valeur numérique de la partie interrompue étant indiquée en chiffres gras.

Dans chaque partie de la Planche, le dessin présente d'ailleurs plusieurs solutions de continuité, soit que l'un des modes de travail ait fait défaut (Essais aux Pommes de terre, au Sacre, à l'avoine), soit que l'on n'ait pas recueilli les feces (Mélange 1881-Voiture); à part ces exceptions, on a représenté aussi complètement que possible les résultats de quinze expériences différentes. Pour éviter des recherches au lecteur, on a extrait des Tableaux 17 et 18 les nombres ayant servi à dresser le présent graphique; on trouvera donc ci-dessous tous les renseignements auverges relatifs à l'alimentation de nos animaux pendant leurs diverses périodes de travail; à ces renseignements, on a ajouté, d'une part, les résultats *autres* fournis, pour chaque expérience, par l'ensemble des différents modes de travail, ces résultats devant figurer à la Planche 29, et d'autre part les *Variations de poids vif* dont il a été question à diverses reprises. Quant au Travail effectué dans chaque cas, on en trouvera la valeur numérique à la Notice 29.

Si nous passons en revue les différentes parties de la Planche, nous constatons que, pendant le Travail au Manège au pas, nos chevaux ont eu à leur disposition, par suite de la nature et de la quantité des fourrages qui leur étaient offerts, des quantités éminemment variables de principes nutritifs. C'est ainsi qu'ils ont dû fournir leur travail journalier avec des quantités de matières Azotées digérées allant de 200 gr. par jour (Pommes de terre) à plus de 1.200 gr. (Féverole), les matières non Azotées digérées passant, d'autre part, de 2.500 gr. au minimum (avoine seule) à 5.200 gr. au maximum (Molène); il en résulte, comme on peut le voir sur le Graphique, des écarts considérables dans la Relation nutritive des rations digérées; cette relation a varié, en effet, de 1/3 (Féverole à 1/16 (Pommes de terre), et la Valeur calorifique des mêmes rations est passée de 41.300 (avoine seule) à 24.000 calories (Molène). Quelle a été, sur l'entretien du poids vif, l'influence de cette diversité de régimes alimentaires? Au manège, à l'allure du pas, nous relevons deux cas seulement où il y a eu équilibre et même augmentation de poids: le *Tourteau* et le *Mélange de 1881*; dans tous les autres essais, il y a eu perte de poids vif. Inférieure à 100 gr. par jour pour les expériences au Pain, au Maïs et à la Pomme de terre, comprise entre 100 et 200 gr. dans les cas de la Féverole, du Mélange de 1887 et de la Molène, cette perte s'est considérablement augmentée pendant les essais à l'avoine. Il est regrettable que nous ne possédions pas, faute de données précises, rapprocher de ces résultats le travail produit dans nos quatre premières expériences, où justement les variations de poids ont été les

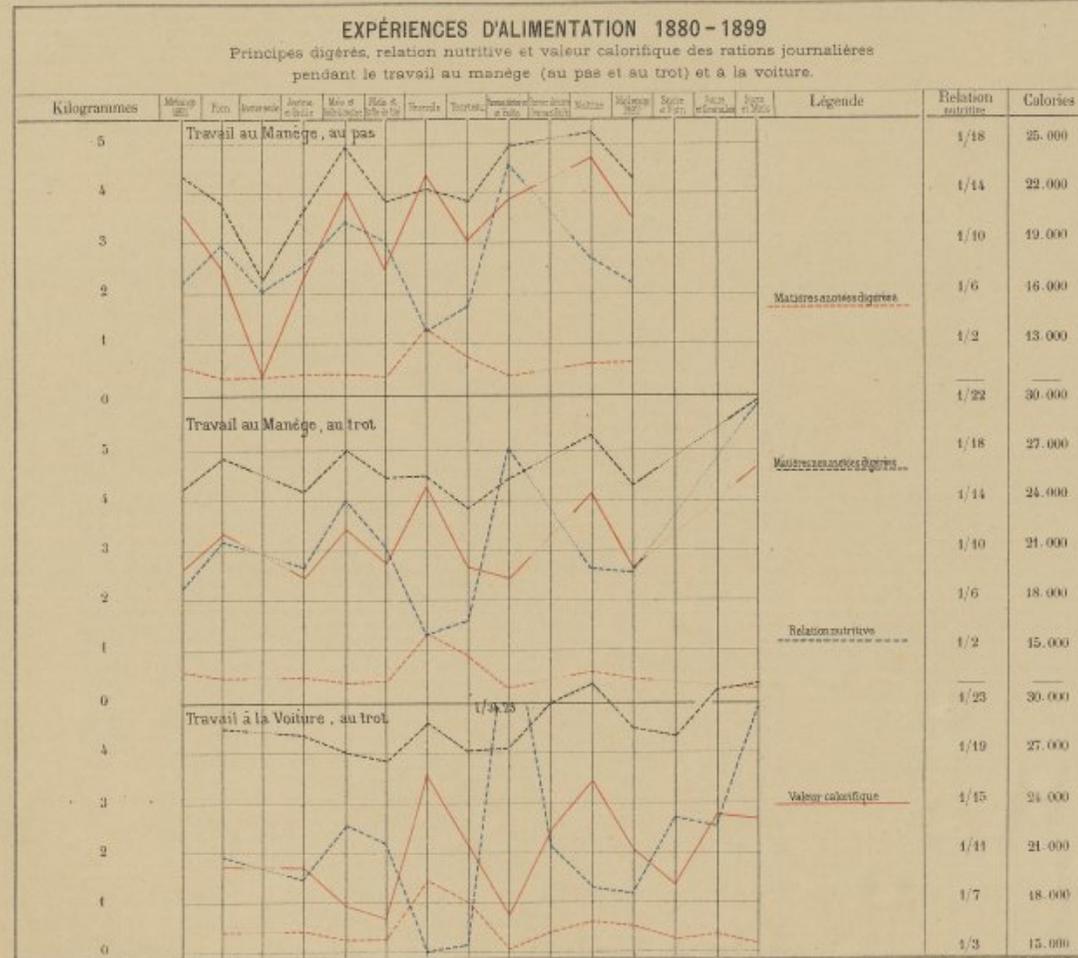
plus grandes dans les deux sens; nous devons donc nous borner aux sept dernières, dans lesquelles le travail journalier au pas a oscillé de 250.000 kilogrammètres (Pommes de terre) à 650.000 (Mélange 1887), en passant par des valeurs comprises entre 300 et 500.000 kilogrammètres. Dans ces différents cas, nous voyons bien qu'il n'y a pas concordance entre le travail et la variation de poids; le travail minimum ne coïncide pas avec le meilleur entretien du poids vif, et le maximum de travail n'est pas suivi non plus de la perte la plus grande; certains régimes alimentaires semblent donc avoir été plus favorables que les autres à la production du travail. Faut-il considérer les régimes à relation nutritive étroite comme préférables, parce que nos chevaux, dans l'essai au *Tourteau* (Relation nutritive 1/5) ont pu produire près de 350.000 kilogrammètres en se maintenant en équilibre? Non, car alors, avec la *Féverole* (Relation nutritive 1/3), où ils recevaient plus de principes nutritifs et surtout plus de principes azotés digestibles (près de 100 gr. en plus), ils auraient dû, pour un travail mécanique sensiblement le même (374.000 kilogrammètres), se maintenir en meilleur état, tandis qu'on constate plus de 135 gr. de perte journalière. Il semble résulter de là que de fortes quantités de matières azotées ne sont nullement nécessaires aux animaux de travail adultes, et toutefois leur ration leur apporte suffisamment de principes hydrocarbonés digestibles; nous en avons encore la preuve dans l'expérience du Mélange de 1887 (Relation nutritive 1/6,8, où, avec 150 gr. de **Matières hydrocarbonées digestibles** en plus et 700 gr. de **Matières azotées digestibles** de moins qu'avec la Féverole, les chevaux ont produit le maximum de travail (650.000 kilogrammètres) en éprouvant sensiblement la même perte de poids. La comparaison des essais à la Molène et au Maïs (Maïs et Paille de Blé) nous apporte une nouvelle confirmation du même fait, car avec plus d'éléments nutritifs à leur disposition dans le premier cas que dans le second, nos chevaux se sont pourtant moins bien comportés, tout en fournissant à peu près le même travail.

L'examen des résultats du Travail au Manège au trot nous conduit à des constatations de même ordre; les principes digérés ont varié de moins de 300 gr (Pommes de terre, Sacre et Maïs) à 1.250 gr. (Féverole), pour les matières azotées, et de 3 Kgr. 9 (Tourteau) à 6 Kgr. (Sacre et Maïs) pour les hydrocarbonés; la Relation nutritive est, par suite, tantôt étroite (1/3,35 et 1/4,25 pour la Féverole et le Tourteau) et tantôt très large (1/18,28: Pommes de terre, 1/21,48: Sacre et Maïs); d'autre part, il y a eu perte de poids vif dans tous les cas. C'est au régime du Maïs avec Paille de Blé que les chevaux se sont le mieux maintenus (les quatre premières expériences étant mises à part), et c'est avec le Mélange de 1897 qu'ils ont éprouvé leur maximum de perte, en fournissant, il est vrai, la plus grande somme de travail. La comparaison des Essais sur le Maïs et la Paille d'Avoine sans Sacre et avec Sacre est particulièrement intéressante: dans le premier cas, avec 5 à 5 de principes digestibles, dont 5 à d'hydrocarbonés sous forme d'Amidon, de Graisse et de Cellulose, les chevaux ont journalièrement perdu 200 gr. en produisant moins de 250.000 kilogrammètres; dans le deuxième cas, en disposant d'un supplément de 1 Kgr. d'hydrocarbonés digérés sous forme de Sacre et d'un peu moins de Matières azotées, ils ont pu fournir un travail plus que double (520.000 kilogrammètres) sans perdre davantage de poids vif; la Relation nutritive de la première ration était de: 1/14,18 et celle de la seconde: 1/21,48. Dans l'ensemble, nos chevaux n'ont pas disposé de plus de Matières azotées digestibles, au trot qu'au pas; c'est donc uniquement avec leur supplément de Matières non azotées qu'ils ont dû couvrir les dépenses organiques résultant de l'augmentation de leur travail et surtout du développement de vitesse.

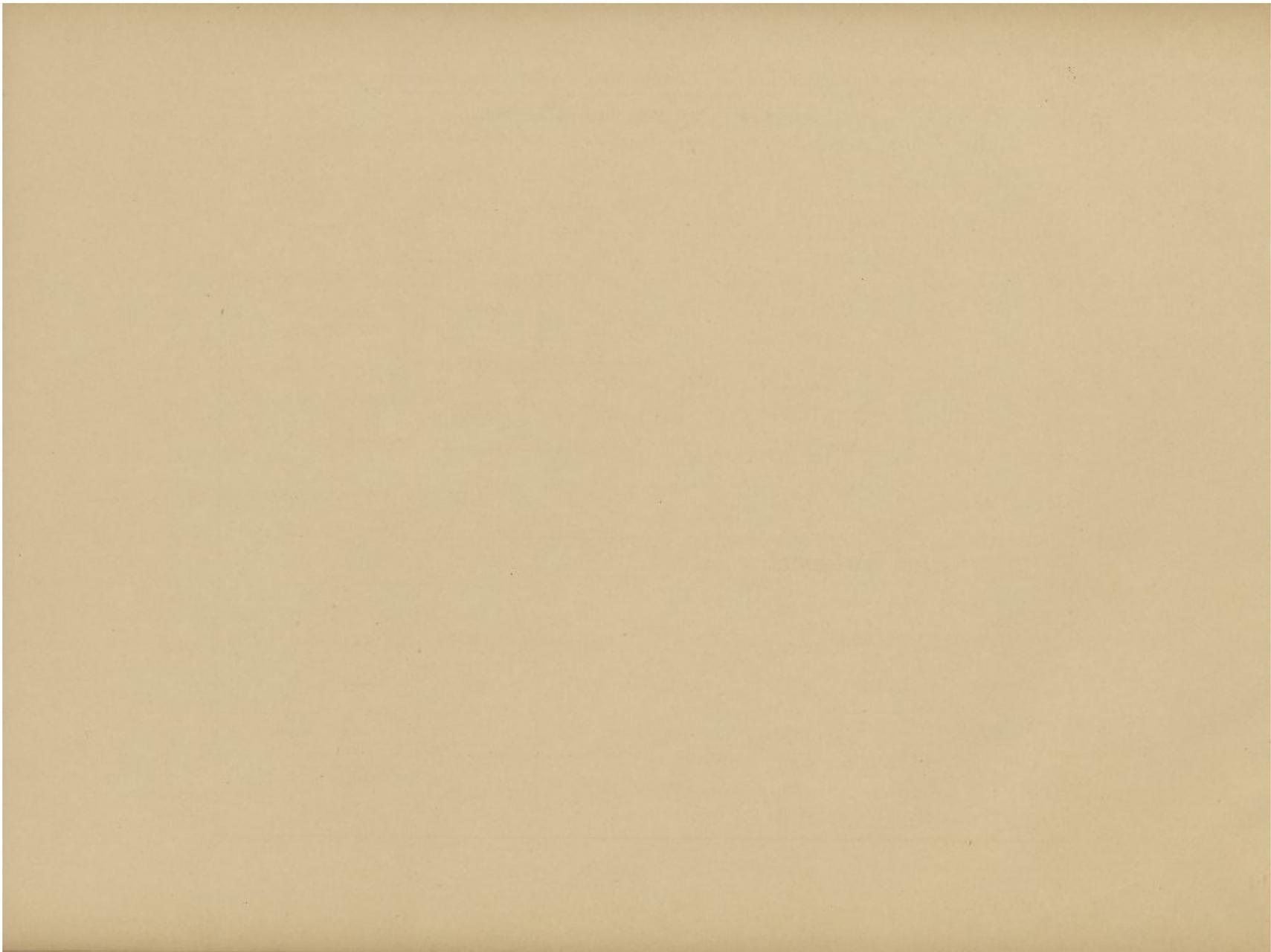
Pendant les essais à la Voiture, il y a eu, en général, un peu moins de principes alibés digérés que pendant le travail du Manège au trot, bien que les rations distribuées aient été plus abondantes; le travail moyen journalier ayant été plus considérable et plus rapide, il n'est pas surprenant que les pertes de poids vif soient plus élevées. Le Graphique nous montre que les écarts entre les quantités extrêmes de principes digérés ont été plus grands que lors des essais au Manège; la place nous manque pour faire, comme ci-dessus, des comparaisons entre les divers régimes, mais nous tenons à signaler la Relation nutritive toute spéciale de 1/39,73, constatée pendant l'essai à la Pomme de terre. On remarquera, d'autre part, que dans les Essais au Sacre, le travail mécanique a été en augmentant avec la quantité d'hydrocarbonés digérés de la ration.

Rations digérées au Travail — Variations de Poids

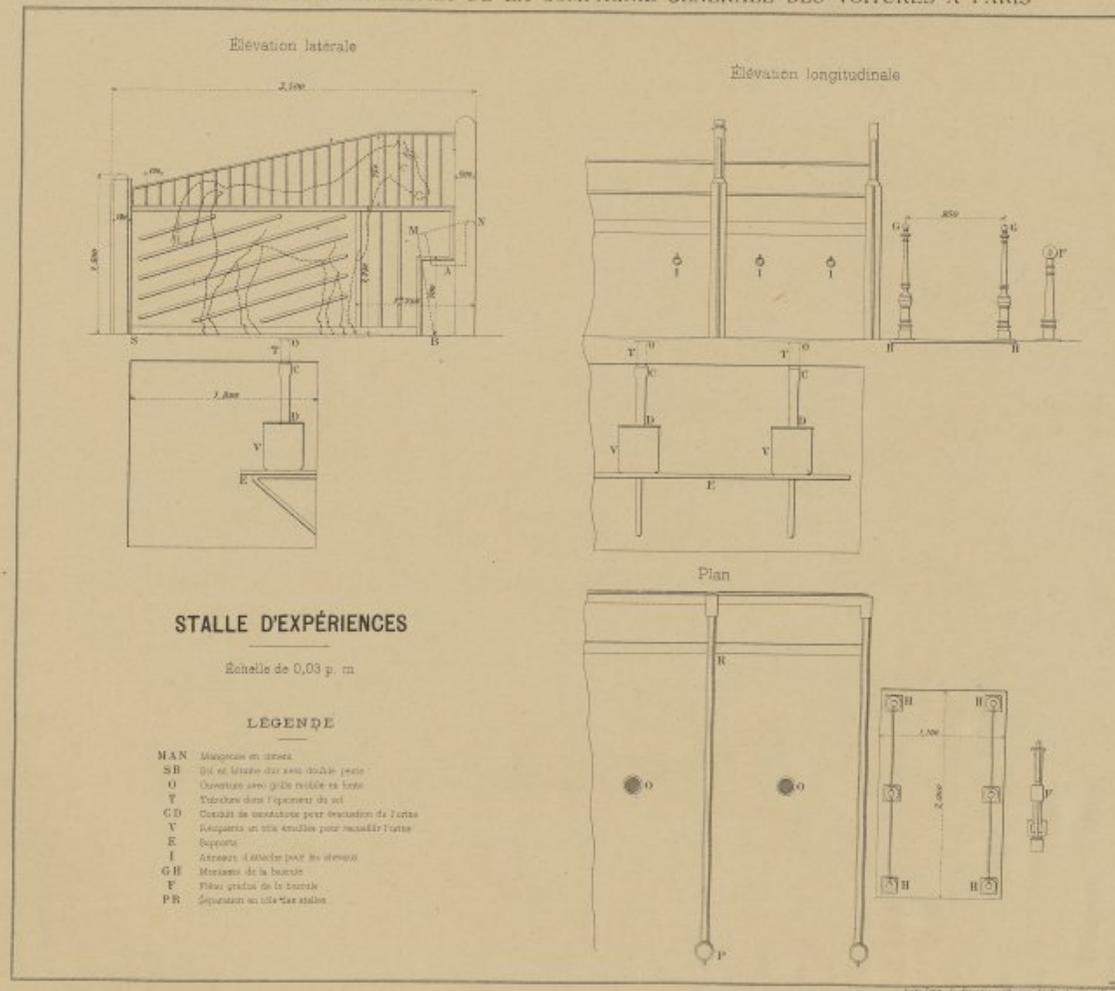
Expériences	Situation des Chevaux	Principes nutritifs digérés		Valeur calorifique	Relation nutritive	Variation de poids vif	Expériences	Situation des Chevaux	Principes nutritifs digérés		Valeur calorifique	Relation nutritive	Variation de poids vif	Expériences	Situation des Chevaux	Principes nutritifs digérés		Valeur calorifique	Relation nutritive	Variation de poids vif
		matières azotées	matières non azotées						matières azotées	matières non azotées						matières azotées	matières non azotées			
Mélange 1881	Travail au pas	1000	4000	10000	1/4	+ 200	Manège au pas	Travail au pas	1000	4000	10000	1/4	+ 200	Manège au pas	Travail au pas	1000	4000	10000	1/4	+ 200
		1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200
		1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200
Voie	Travail au pas	1000	4000	10000	1/4	+ 200	Manège au trot	Travail au trot	1000	4000	10000	1/4	+ 200	Manège au trot	Travail au trot	1000	4000	10000	1/4	+ 200
		1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200
		1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200
Avoine seule	Travail au pas	1000	4000	10000	1/4	+ 200	Manège au trot	Travail au trot	1000	4000	10000	1/4	+ 200	Manège au trot	Travail au trot	1000	4000	10000	1/4	+ 200
		1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200
		1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200
Sacre et Maïs	Travail au pas	1000	4000	10000	1/4	+ 200	Manège au trot	Travail au trot	1000	4000	10000	1/4	+ 200	Manège au trot	Travail au trot	1000	4000	10000	1/4	+ 200
		1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200
		1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200
Maïs et Paille de Blé	Travail au pas	1000	4000	10000	1/4	+ 200	Manège au trot	Travail au trot	1000	4000	10000	1/4	+ 200	Manège au trot	Travail au trot	1000	4000	10000	1/4	+ 200
		1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200
		1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200			1000	4000	10000	1/4	+ 200



L. Ducloux, 11, rue de Valenciennes, Paris



LABORATOIRE DE RECHERCHES DE LA COMPAGNIE GÉNÉRALE DES VOITURES A PARIS



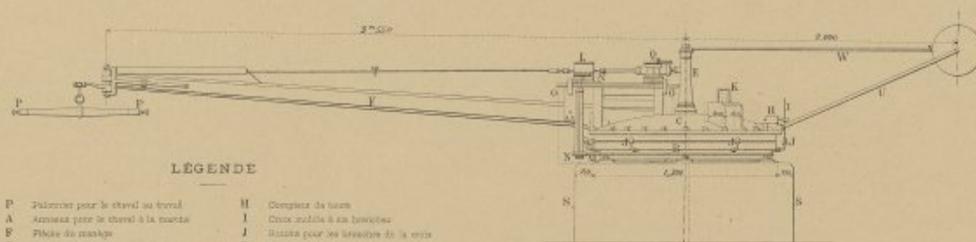


LABORATOIRE DE RECHERCHES DE LA COMPAGNIE GÉNÉRALE DES VOITURES A PARIS

MANÈGE DYNAMOMÉTRIQUE DE WOLFF AVEC COMPTEUR TOTALISATEUR DE LECLERC

Echelle de 0,04 p. m.

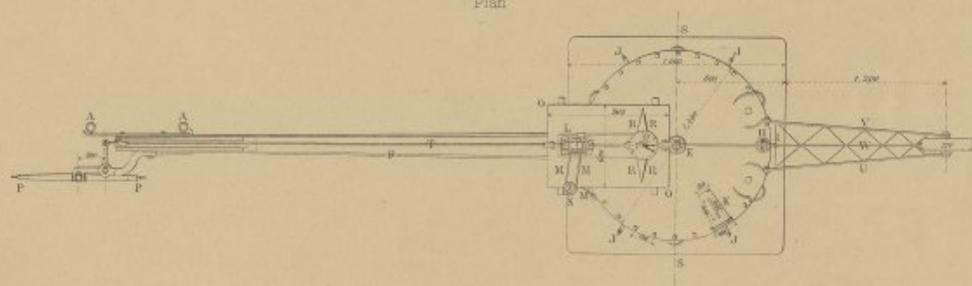
Elevation



LÉGENDE

P	Paliers pour le cheval ou travail	H	Compteur de tours
A	Appareil pour le cheval à la manège	I	Courts axiaux à six branches
F	Flèche de manège	J	Boîte pour les ressorts de la voie
T	Trouble de transmission de l'effort	K	Bouteflange de 40 kilogrammes
C	Chapeau axiale de manège	L	Boîte du compteur Leclerc
B	Flèche-forme des de manège	M	Courroies de transmission
D	Contre-poids de la flèche	N	Traverse à gorge
S	Souls en laiton	O	Support de compteur Leclerc
E, V, W	Trappe de travail du contre-poids	Q	Vitesse graduée du dynamomètre
E	Chapeau de manège	R	Boîte de dynamomètre

Plan



Échelle: L. Courcier, 45, rue de Valenciennes, Paris

