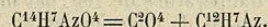


solution de soude caustique pour dissoudre l'indigo réduit. La liqueur incolore, versée dans un vase large, se colore à l'air et dépose l'indigo bleu pur. L'indigo sert pour la teinture à la cuve.

PROPRIÉTÉS. — L'indigo pur, ou *indigotine*, a pour formule $C^{16}H^5AzO^2$. C'est un solide bleu à reflets pourpres; il devient rouge cuivre par frottement. Il est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et dans l'éther. Si on chauffe l'indigo dans un têt recouvert d'un second têt semblable, il se produit des vapeurs intenses, qui vont se condenser en aiguilles orthorhombiques à la surface de la masse chauffée et sur le têt supérieur.

Avec l'acide sulfurique de Nordhausen, il forme l'acide *sulfopurpurique* $2C^{16}H^5AzO^2, S^2O^6$ et l'acide *sulfindigotique* $C^{16}H^5AzO^2, S^2O^6$, employés en teinture (bleu de Saxe, etc.).

L'indigo, chauffé avec de la potasse hydratée, se transforme en acide *anthranilique* qui peut se dédoubler en acide carbonique et *aniline* :



L'indigotine, traitée par l'acide azotique concentré, donne l'acide *nitrosalicylique* $C^{14}H^5(AzO^4)O^6$ et ensuite l'acide *picrique*.

1827. Isatine ($C^{16}H^5AzO^4$.. $C^8H^5AzO^2$). — L'indigotine, chauffée dans une cornue (fig. 95) avec de l'acide azotique étendu, prend 2 équival. d'oxygène et se transforme en *isatine*, qui cristallise en prismes hexagonaux rouge brun.

L'isatine traitée par l'acide sulfhydrique prend de l'hydrogène et donne l'*isathyde* $C^{16}H^{12}Az^2O^8$.

L'isatine dissoute dans l'eau et traitée par l'amalgame de sodium, donne le *dioxindol* $C^{16}H^7AzO^4$, puis l'*oxindol* $C^{16}H^7AzO^2$ (MM. Knop et Baeyer); ce dernier, réduit par la poudre de zinc, a donné l'*indol* $C^{16}H^7Az$, corps fusible à 52° , soluble dans l'eau bouillante et doué de propriétés basiques.

CUVE D'INDIGO. — On utilise, dans la teinture, la propriété que possède l'indigo blanc soluble de devenir insoluble en s'oxydant. On forme une dissolution d'indigo blanc (*cuve d'indigo*) en opérant comme au § 1826, ou en mêlant à l'indigo pulvérisé de l'hydrosulfite de soude, et la quantité de chaux ou de soude nécessaire pour dissoudre l'indigo réduit (MM. Schützenberger et de Lalande). Un tissu qu'on y plonge et qu'on expose ensuite à l'air se colore en bleu. Dans l'industrie, on active cette transformation de l'indigo blanc en indigo bleu par les agents oxydants, tels que l'hypochlorite de chaux, en solution étendue, au contact d'acides.

PRODUCTION DIRECTE DE L'INDIGO SUR ÉTOFFE. — La belle synthèse de l'indigotine, réalisée par M. Baeyer (1824), donne un produit qui, pour la teinture à la cuve, lutte difficilement contre l'indigo naturel obtenu à un prix relativement peu élevé; mais l'*indigotine artificielle* peut prendre naissance directement sur les tissus, et il y a là une application immédiate importante.

Pour produire l'indigotine directement sur un tissu, le calicot par exemple, on imprime sur ce calicot avec de l'eau gommée contenant de l'acide *phénylpropionique nitre*, du carbonate de soude et du glucose. Il suffit ensuite d'exposer pendant 2 minutes le tissu, ainsi préparé, au-dessus d'un vase contenant de l'eau en ébullition. Le dessin apparaît immédiatement en bleu. Un lavage à l'eau enlève les principes solubles. Cette application est d'un grand intérêt pour l'industrie des indiennes.

CHAPITRE XV

ALBUMINE. — CASÉINE. — LAIT. — FIBRINE. — MYOSINE. — OSSÉINE. — GÉLATINE. — SANG. — HÉMOGLOBINE.

1828. Généralités. — Les composés que l'on rencontre dans les organes des animaux sont en général des corps analogues aux *amides* que nous avons étudiées. Il en est un certain nombre que l'on n'a pas encore produits artificiellement (albumine et ses analogues), mais il en est beaucoup que l'on a déjà obtenus par synthèse.

1829. Matières albuminoïdes. — On donne ce nom à des substances azotées que leur composition et leurs propriétés rapprochent de l'albumine contenue dans le blanc d'œuf et dans le sang. Les principales matières albuminoïdes sont : l'*albumine*, la *fibrine* et la *caséine*.

Les matières albuminoïdes que l'on rencontre dans les organes des animaux paraissent avoir été empruntées par ces derniers aux végétaux dont ils se nourrissent. Nous avons déjà constaté que la farine malaxée avec l'eau donne : 1° un liquide contenant de l'*albumine*; 2° de l'*amidon* et 3° du *gluten*.

L'*albumine* de la farine est identique à celle du blanc d'œuf et du sérum du sang. Le gluten cède à l'alcool bouillant de la *caséine*, et laisse, comme résidu, de la *fibrine* identique à celle du sang.

Les graines, les racines, les herbes qui servent d'aliments aux animaux, contiennent des matières analogues.

1830. Propriétés générales. — Les matières albuminoïdes sont amorphes; elles se présentent sous deux états : 1° à l'état soluble, dans les sucres végétaux, dans le sang, le lait et divers autres liquides animaux; 2° à l'état insoluble, lorsqu'elles ont été coagulées par les acides, par la chaleur, etc.

A l'état soluble, elles deviennent à gauche le plan de polarisation de la lumière. Elles sont insolubles dans l'alcool et l'éther. Elles se dissolvent dans les solutions alcalines étendues; l'acide acétique les en précipite.

L'acide chlorhydrique concentré et chaud dissout les matières albuminoïdes en leur donnant, au contact de l'air, une couleur violette.

Abandonnées au contact de l'air, elles subissent la fermentation putride.

CHALEUR. — Elles se décomposent sous l'influence de la chaleur en répandant une odeur désagréable : il se dégage de l'acide carbonique, de l'ammoniaque, des ammoniaques composées de la série grasse et de la série benzoïque, des carbures d'hydrogène et des produits oxygénés.

1831. Constitution des matières albuminoïdes. — On les a souvent regardées comme dérivant d'un même principe inconnu que l'on appelait la *protéine*, et on les désignait sous le nom de substances *protéiques*.

La constitution des matières albuminoïdes ne peut être établie que par la connaissance exacte de tous les produits de leur dédoublement. Beaucoup de ces produits, que l'on rencontre dans l'organisme, ont été obtenus en étudiant l'action qu'exercent les acides et les alcalis sur les matières albuminoïdes.

Les acides énergiques, comme l'acide sulfurique, déterminent la formation de composés amidés susceptibles de jouer le rôle de base; tels sont : le *glycolle* $C^4H^2(AzH^5)O^4$ et la *leucine* $C^{12}H^{10}(AzH^5)O^4$, qui se rattachent aux acides de

la série grasse; telle est la *tyrosine* $C^{18}H^8(AzH^3)O^6$, qui se rattache à un acide de la série benzoïque; tel est l'acide *aspartique* $C^8H^4(AzH^3)O^8$, amine-acide dérivée de l'acide malique, et son homologue, l'acide *glutamique* $C^{10}H^6(AzH^3)O^8$. On obtenait également d'autres composés oxygénés non définis.

L'action des alcalis énergiques, comme la potasse en solution concentrée et bouillante, donne les acides *carbonique*, *oxalique*, *sulfureux*, *acétique*, et les mêmes composés amidés, parce que ceux-ci jouissent de propriétés acides en même temps que de propriétés basiques; il se produit encore des composés oxygénés acides incomplètement étudiés.

Les oxydants énergiques, comme l'acide chromique ou le mélange de bioxyde de manganèse et d'acide sulfurique, en agissant sur l'albumine, donnent des acides de la série grasse, qui correspondent aux acides amidés ci-dessus indiqués, c'est-à-dire les acides *acétique*, *propionique*, *butyrique*, *valérique*, *caproïque*, en même temps que leurs aldéhydes, leurs nitriles, de l'acide *benzoïque* et de l'aldéhyde *benzyltique*.

Les oxydants moins énergiques, comme le permanganate de potasse, donnent, ainsi que l'a constaté M. Béchamp, de l'urée, ce produit constant du dédoublement de l'albumine dans l'organisme.

On savait donc que les matières albuminoïdes peuvent, en se décomposant, sous l'influence de réactifs convenables, fournir, comme sous l'influence de l'organisme: de l'urée, des acides amidés de la série grasse, un acide amidé de la série benzoïque, des acides amidés correspondant à des acides bibasiques, et enfin des composés oxygénés non définis. Ce qui variait avec la nature de la matière albuminoïde n'était pas tant la nature des produits que leur proportion.

1832. Dédoublement par l'hydrate de baryte à 200°, en vase clos, ou à 100° à l'air libre. — Les résultats précédents avaient besoin d'être interprétés et complétés. M. Schutzenberger a cherché, non seulement à reconnaître tous les produits du dédoublement des matières albuminoïdes, mais aussi les diverses phases de ce dédoublement et les proportions relatives de divers produits que peut fournir un poids connu de chacune des matières albuminoïdes.

Pour l'albumine, par exemple, il a traité 1^{re} d'albumine (préalablement séchée à 100°) avec 3^{re} d'hydrate de baryte cristallisé et 5 à 4^{re} d'eau; il a chauffé le tout dans un autoclave en acier pendant 4 ou 6 jours à la température de 160° à 200°. Il a constaté que, dans ces conditions, l'albumine fixant de l'eau se dédouble en deux séries distinctes de composés.

Dans la première série se trouvent l'ammoniaque, les acides *acétique*, *oxalique*, *carbonique* et *sulfureux*; les rapports des quantités de ces composés sont ceux qui résulteraient de la décomposition de l'urée, de l'oxamide et de la taurine.

Dans la seconde série, on trouve, en opérant à 100°, des *glucoprotéines* incolores cristallisables, de saveur sucrée, dont la formule générale est $C^{2n}H^{2n}Az^{2n}O^8$ (n variant de 7 à 11) et un produit moins abondant, de formule $C^{2n}H^{2n-2}Az^{2n}O^8$, n étant compris entre 9 et 10.

Quand on opère à 200°, on obtient: 1° des *leucines* $C^{2n}H^{2n+1}AzO^4$ (*Leucine*, *butalanine*, *acide amidobutyrique*); 2° des acides de formule $C^{2n}H^{2n}Az^{2n}O^{10}$ (n variant de 8 à 10), que M. Schutzenberger appelle *hydroprotéiques*. Ces acides se transforment à 120° en anhydrides, qu'il appelle *leucines*; 3° des acides qu'il appelle *protéiques* $C^{2n}H^{2n-2}Az^{2n}O^{10}$ (n variant de 6 à 8), ces composés paraissent résulter du dédoublement des glucoprotéines avec absorption d'eau:

On obtient de plus les produits du dédoublement des corps $C^{2n}H^{2n-2}Az^{2n}O^8$. Il y a, enfin, de la *tyrosine*, des acides *aspartique* et *glutamique*. L'ensemble de ces résultats montre que 1 équiv. d'albumine peut, en fixant de l'eau, fournir:

- 4 à 4,5 pour 100, soit 2 équiv. d'urée en partie remplacée par l'oxamide.
- 2,5 à 3 pour 100 de tyrosine.
- 7 à 7,5 pour 100, soit 1 équiv. de taurine.

20 à 25 pour 100, soit 5 équiv. d'acide *aspartique*, mêlé d'acide *glutamique*. 60 à 65 pour 100 de glucoprotéines formées d'acides amidés de la série grasse combinés avec des acides protéiques ou hydroprotéiques, et enfin des corps de la formule $C^{2n}H^{2n-2}Az^{2n}O^8$.

Les acides amidés de la série grasse sont surtout ceux qui correspondent aux acides *butyrique*, *valérique* et *caproïque*: il y en a de faibles quantités qui correspondent aux acides *propionique* et *céphanthylque*.

Il se produit enfin une petite quantité d'acide lactique provenant probablement du dédoublement d'un principe cellulosique. Par la baryte à 100° on a de la *dextrine*, au lieu d'acide lactique produit à 160°. Dans l'économie animale il y a de l'*inosite*, principe sucré qui a probablement la même origine, car il donne, par les ferments, de l'acide butyrique et de l'acide lactique.

Les diverses matières albuminoïdes se différencient par les proportions relatives des divers acides amidés qu'elles peuvent produire en se dédoublant.

ALBUMINE.

1833. Propriétés. — État naturel. — L'albumine est la matière transparente et inodore qui constitue le blanc d'œuf.

COMPOSITION D'UN ŒUF DE POULE.			
Blanc (60 pour 100).	Jaune (40 pour 100).		
Albumine.	12,6	Vitelline (isomère de l'albumine).	15,
Membranes et matières grasses.	0,5	Margarine, oléine, lécithine, né-	
Matières sucrées.	0,2	vrines, acides gras libres.	28,5
Sel marin.	0,7	Acide phosphoglycérique.	1,2
Eau.	86,0	Cholestérine.	0,4
		Matières organiques.	1,2
		Sels.	1,4
		Eau.	51,5
			100,0

Elle existe également dans le sérum du sang, dans la lymphe, le chyle et tous les liquides séreux.

Elle est abondante dans les graines des céréales et des légumineuses. Pour obtenir l'albumine pure, on délaye le blanc d'œuf dans trois fois son volume d'eau, on passe à travers un linge, puis on traite le liquide par le sous-acétate de plomb. Le précipité, purifié par lavages, est mis en suspension dans l'eau où l'on fait passer un courant d'acide carbonique. On filtre et on se débarrasse des dernières traces de plomb par l'acide sulfhydrique. En déterminant ensuite une légère coagulation, on extrait le sulfure produit. Une filtration donne l'albumine pure.

1834. Propriétés. — Évaporée dans le vide, c'est une masse transparente, amorphe, soluble dans l'eau, et verdissant le sirop de violettes.

Soumise à une température d'environ 75°, elle se coagule et devient dure, blanche et opaque. — Suivant MM. Mathieu et Urbain, l'albumine ne se coagule par la chaleur que parce qu'elle contient de l'acide carbonique en dissolution; privée de ce gaz par le vide, elle ne se coagule plus, même à 100°. — Elle se coagule à froid sous l'influence des acides, sauf de l'acide acétique et de l'acide phosphorique bi ou trihydraté. La coagulation de l'albumine par l'acide *métaphosphorique* a fait employer cet acide pour arrêter les hémorrhagies; elle se coagule de même par l'action de l'alcool et du tannin. C'est sur cette propriété qu'est fondé l'emploi du blanc d'œuf pour coller les vins: l'albumine, en se coagulant, forme un réseau qui entraîne toutes les matières en suspension.

La coagulation de l'albumine par la chaleur fait employer le sang

pour clarifier les liquides, comme le sirop de sucre. On emploie l'albumine dans l'impression pour fixer les couleurs insolubles.

L'acide chlorhydrique concentré et chaud dissout l'albumine, et la colore en violet en donnant la *syntonine*.

L'albumine, battue avec quelques gouttes de potasse, acquiert les propriétés de la *caséine*; elle est devenue précipitable par l'acide acétique. L'albumine coagulée redevient soluble après une ébullition prolongée dans l'eau, ou plus facilement dans une dissolution de potasse. Ces dissolutions sont précipitées par les acides étendus.

L'albumine forme, avec le bichlorure de mercure, le sulfate de cuivre, l'acétate de plomb ou l'azotate d'argent, des précipités insolubles: aussi le blanc d'œuf est-il recommandé comme contrepoison du sublimé corrosif. Elle forme avec la chaux un lut très résistant.

Sous l'influence des oxydants faibles, comme le permanganate de potasse, l'albumine donne de l'acide carbonique et de l'urée (M. Béchamp).

CASÉINE.

1835. Propriétés de la caséine. — La caséine est une partie nutritive essentielle du lait.

PRINCIPES DU LAIT.	VACHE.	CHÈVRE.	BREBIS.	ANESSE.	JUMENT.	LAMA.	FEMME.
Caséine	5.00	5.50	4.00	0.60	0.78	5.00	0.54
Albumine	1.20	1.55	1.70	1.35	1.40	0.90	1.50
Beurre	5.20	4.40	7.50	1.50	0.55	5.10	5.80
Lactose	4.50	5.10	4.50	6.40	5.50	5.60	7.00
Sels divers	0.70	0.35	0.90	0.52	0.40	0.80	0.18
Matières solides.	12.40	12.70	18.40	10.57	8.65	15.40	12.62
Eau	87.60	87.60	81.60	89.65	91.57	85.60	87.58
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Une goutte de lait vue sous le microscope (*fig. 465*) a l'aspect d'un liquide transparent au milieu duquel nagent de petits globules remplis de beurre. Lorsqu'on abandonne le lait à lui-même, les globules montent à la surface *a*, et constituent la crème (*fig. 464*); brisés dans la baratte, ils laissent la matière grasse qu'ils contiennent se réunir et former le beurre. Le lait écrémé contient encore la caséine, le sucre de lait, l'albumine et les matières minérales.

Le lait frais est alcalin. Abandonné à l'air, il subit la fermentation lactique, et l'acide lactique formé détermine la coagulation du lait (*fig. 466*).

Les acides minéraux ou la présure déterminent la coagulation du lait.

Le lait, caillé après la séparation de la crème, forme les fromages maigres, qui contiennent de la caséine avec très peu de beurre.

Pour extraire la caséine du lait, on écrème du lait, après un repos de 24 heures, et on y ajoute ensuite de l'acide sulfurique étendu.

La caséine précipitée est lavée, puis mise à digérer avec du carbonate de soude qui la dissout; la petite quantité de beurre qui était restée dans le lait, monte alors à la surface: on la décante, et on précipite la

caséine par un acide; on la lave à l'eau, puis à l'alcool et à l'éther.

La caséine est regardée, par quelques chimistes, comme étant un *albuminate alcalin*. La caséine est transformée en albumine soluble par un ferment (M. Duclaux) qui semble simplement hydrater la caséine. M. Duclaux a constaté l'existence d'un grand nombre de ferments des matières albuminoïdes; ces ferments agissent pendant la digestion. Elle se dissout dans les alcalis étendus.

La caséine soluble ne se coagule pas par l'ébullition, ce qui la distingue de l'albumine. Tous les acides la coagulent, même l'acide acétique, qui ne coagule pas l'albumine.

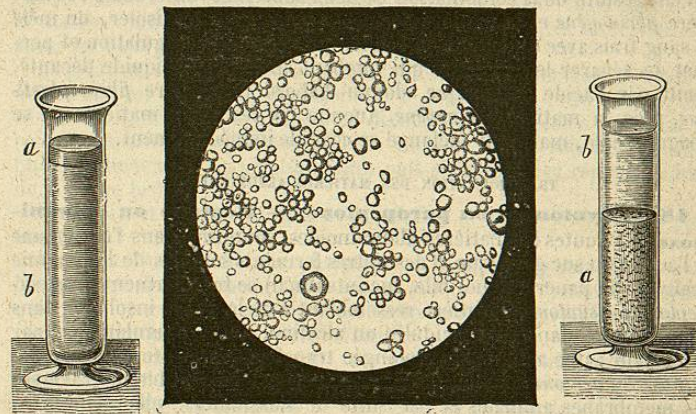


Fig. 464.
Lait avec crème.

Fig. 465.
Goutte de lait vue au microscope.

Fig. 466.
Lait caillé.

La caséine des légumineuses (*légumine*) présente les mêmes réactions.

FIBRINE.

1836. Propriétés. Extraction. — La fibrine, isomère de l'albumine, est un corps solide, blanc, inodore et insipide; molle et élastique à l'état humide, elle devient dure et cassante quand elle a été desséchée.

Elle est insoluble dans l'eau et dans l'alcool. Elle se dissout, à l'aide d'une douce chaleur, dans les solutions faiblement alcalines.

Elle décompose l'eau oxygénée; chauffée à 60°, elle perd cette propriété. L'acide chlorhydrique et l'acide acétique la transforment en une gelée soluble dans l'eau chaude. Longtemps maintenue dans l'eau bouillante, elle prend les propriétés de l'albumine.

La fibrine existe dans le sérum du sang, dans la *chair musculaire* et dans le *gluten* des céréales. Elle se coagule dès que le sang récemment extrait de la veine est abandonné à lui-même. Dans ces conditions, le sang se partage en deux parties: l'une, liquide jaunâtre, est le *sérum* qui contient l'albumine; l'autre, coagulée, est rouge: c'est le *caillot* formé par les globules du sang emprisonnés dans la fibrine. On peut isoler la fibrine par des lavages répétés, qui entraînent les globules.

Une goutte de sang, sortant des veines et placée sous le microscope,

présente d'abord un liquide incolore avec des globules rouges : on voit ensuite apparaître les filaments de fibrine, qui enlacent les globules et forment le caillot qui se sépare du sérum.

Si l'on verse sur un filtre du sang frais de grenouille, les globules très gros sont arrêtés par le filtre; le liquide contenant la fibrine passe limpide, et c'est dans ce liquide incolore que se coagule la fibrine.

Pour obtenir la fibrine pure, on bat avec un petit balai le sang encore chaud (au sortir des vaisseaux sanguins) : la fibrine s'attache aux branches, sous forme de filaments blanchâtres, qu'on lave d'abord à l'eau, puis à l'alcool et à l'éther, pour enlever les matières grasses.

On admet que la fibrine n'existe pas toute formée dans le sang, mais qu'elle résulte de la combinaison de deux substances différentes : la matière *fibrinogène* et la matière *fibrinoplastique*. Pour les isoler, on mêle le sang frais avec du sulfate de soude, qui retarde la coagulation et permet de séparer les globules qui tombent au fond; le liquide décanté, traité par l'acide carbonique, donne d'abord la matière *fibrinoplastique*, puis la matière *fibrinogène*. Aucune de ces deux matières ne se coagule seule, mais leur mélange se coagule immédiatement.

TRANSFORMATION DES MATIÈRES ALBUMINOÏDES.

1837. Syntonine ou parapeptone. — Peptone ou albuminose. — Toutes les matières albuminoïdes soumises dans l'organisme à l'action du suc gastrique et des autres ferments solubles de l'économie (salive, suc pancréatique, bile, suc intestinal) se transforment en *parapeptone* ou *syntonine*, matière ressemblant à de la gelée, insoluble dans l'eau, soluble dans l'eau acidulée ou alcaline, ne se coagulant pas par la chaleur : une action plus prolongée transforme la syntonine en *albuminose* ou *peptone* soluble. Cette substance est susceptible de traverser les membranes animales et par suite de s'assimiler : elle nourrit les organes; au contact des muscles, elle forme la *myosine*; au contact des os, elle forme l'*osséine*.

Les ferments solubles, tels que la *pepsine* et la *papaïne*, modifient la fibrine et la caséine de telle façon qu'elles s'hydratent à 40°, par l'action de l'eau pure, en formant de véritables peptones (Wurtz).

1838. Myosine. — La *myosine* est un liquide que l'on peut isoler en broyant la chair musculaire avec de l'eau renfermant moins de 1/10 de chlorure de sodium. On laisse macérer pendant 24 heures et on filtre. La myosine se précipite par addition d'eau. Elle décompose l'eau oxygénée. La myosine, soluble dans l'eau contenant du sel marin, se coagule à 61°.

1839. Osséine ($C^{48}H^{40}Az^8O^{16}$. . . $C^{24}H^{40}Az^8O^8$). — C'est également aux dépens des matières albuminoïdes que se forme l'*osséine*. On l'isole dans les os en les traitant par l'acide chlorhydrique, qui dissout les matières minérales, phosphate et carbonate de chaux¹.

L'*osséine* constitue aussi le tissu cellulaire de la peau, du derme et des cartilages. L'*osséine*, soumise à l'action prolongée de l'eau bouillante, se transforme en *gélatine*.

L'*osséine* et les matières gélatineuses diffèrent de l'albumine en ce qu'elles ne contiennent pas de *soufre*. En se décomposant elles ne don-

1. Les os sont d'abord sciés suivant leur longueur en lamelles plates de 2 millimètres environ d'épaisseur, on y découpe des disques qui constitueront les boutons d'os; le squelette (*dentelle d'os*) qui reste est traité pour *osséine*.

nent pas de *taurine*, mais elles donnent les autres produits de la décomposition des matières albuminoïdes.

1840. Gélatine. — Colle forte. — La gélatine n'existe pas toute formée dans les tissus animaux; elle résulte d'une transformation que l'eau bouillante fait éprouver aux substances isomériques (M. Fremy), *osséine*, etc., qui existent dans les tissus animaux et les os.

Pour préparer la gélatine, on fait bouillir pendant longtemps avec l'eau de la peau, des tendons, des cartilages, etc. Quand la dissolution est complète, on filtre, puis on concentre et on verse dans les moules, où la gélatine se prend en plaques par refroidissement.

On peut encore la retirer des os, que l'on met à digérer, en vases clos, avec de l'eau chauffée au-dessus de 100°. On peut aussi dissoudre la matière minérale des os dans l'acide chlorhydrique, et les traiter ensuite par l'eau bouillante.

La gélatine est une substance solide, transparente, incolore et inodore quand elle est pure. Elle se ramollit et se gonfle dans l'eau froide; elle se dissout dans l'eau bouillante. Sa dissolution se prend en *gelée* par le refroidissement, même quand elle ne contient que 1/100 de gélatine. Chauffée fortement, la gélatine fond, puis s'enflamme et répand l'odeur de la corne brûlée.

Le tannin et l'alcool précipitent la gélatine de ses dissolutions les plus étendues.

L'acide sulfurique étendu, maintenu en ébullition pendant plusieurs heures avec de la gélatine, puis saturé par la craie, donne un liquide qui, filtré et évaporé, constitue un sirop pouvant cristalliser; c'est le *suc de gélatine* ou *glyccocolle* ($C^4H^2AzO^4$).

Les usages de la gélatine sont très variés. La gélatine ordinaire ou *colle forte*, est constamment employée dans l'ébénisterie.

1841. Colle de poisson. — La *colle de poisson* est de la gélatine pure; on l'obtient avec la membrane interne de la vessie natatoire de l'esturgeon. Elle sert à coller le vin et la bière; on l'emploie pour apprêter les étoffes de soie, la gaze argentine et les fleurs artificielles.

1842. Chondrine. — La *chondrine*, qu'on obtient en faisant bouillir longtemps les cartilages permanents des fausses côtes, du larynx, etc., avec de l'eau, se distingue de la gélatine en ce qu'elle précipite par l'alun, qui ne précipite pas la gélatine.

SANG.

1843. Sang. — Le sang est un liquide très complexe, dont la densité varie de 1,045 à 1,075; il a une odeur particulière, variable avec l'animal. Il contient les substances qui doivent concourir à la nutrition des organes, et celles qui proviennent de la désassimilation de ces organes. Le sang de l'homme contient :

Eau	789	} = 100,0
Albumine	67	
Globules du sang	131	
Fibrine	2	
Matières	5,5	
Substances minérales et créatine, créatinine, cholestérine, urée	7,5	

1844. Caillot, sérum. — Le sang, abandonné à lui-même, se coagule en se séparant en deux parties : le caillot, composé de la fibrine et des globules; le sérum, formé d'eau, d'albumine, de matières minérales, de créatine, de créatinine, de cholestérine et d'urée.

1845. Globules du sang. — Les globules sont en général des disques dont la forme et les dimensions sont les mêmes dans une même espèce animale, mais varient d'une espèce à l'autre. Chez l'homme et la plupart des mammifères, les globules sont circulaires; ils sont elliptiques chez les chaméliens, les oiseaux, les reptiles et les poissons. Le diamètre des globules est de $\frac{1}{100}$ mm chez l'homme (fig. 467), $\frac{1}{200}$ mm chez la chèvre, $\frac{1}{40}$ mm chez les grenouilles (fig. 468).

Le sang des oiseaux est plus riche en globules que celui de l'homme, et le sang de ce dernier est plus riche que celui des reptiles et des poissons.



Fig. 467. — Globules du sang de l'homme.

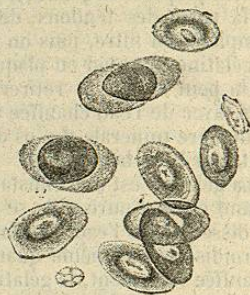


Fig. 468. — Globules du sang de grenouille.

Le sang des carnivores paraît plus riche en globules que celui des herbivores. Le sang de tous les animaux contient du fer. M. Boussingault a dosé dans les globules sept fois autant de fer que dans la fibrine, et quatre fois autant que dans l'albumine. Le sang de l'homme contient, pour 100^{rs}, 0^{rs}.051 de fer :

	Homme.	Fer.	Vache.	Fer
Fibrine.	0,5	0,00015	0,4	0,00019
Albumine.	7,0	0,00604	7,4	0,00659
Globules.	12,7	0,04445	10,5	0,05675
Eau, etc.	50,0	»	81,7	»
	100,0	0,05065	100,0	0,04555

Les globules sont formés d'une membrane close, analogue à la fibrine, renfermant deux substances spéciales du globule : l'hémoglobine, qui constitue les 70 à 80 centièmes du résidu sec des globules, et la globuline, matière albuminoïde formant 10 à 12 centièmes du résidu sec. Il y a, dans les globules, de l'acide phosphorique, de l'oxyde de fer et de la potasse, tandis que, dans le sérum, l'alcali est la soude avec des traces de fer et d'acide phosphorique.

1846. Hémoglobine. — L'hémoglobine, appelée aussi *hématocristaline*, est, au point de vue physiologique, le principe le plus important des globules. Elle donne au sang sa couleur : elle contient du fer.

Pour l'obtenir, on agite, dans un flacon, du sang frais avec une petite quantité d'éther, et on abandonne le mélange dans de la glace fondante. Les membranes ont été déchirées par l'agitation; l'hémoglobine se rassemble en cristaux rouges sur les parois du flacon. Ces cristaux ont des formes caractéristiques du sang des divers animaux. Les cristaux du sang de l'homme et du chien sont prismatiques (fig. 469). Ceux du cochon d'Inde et de la souris sont des tétraèdres (fig. 470); ils sont moins solubles que ceux de l'homme.

PROPRIÉTÉS DE L'HÉMOGLOBINE. — L'hémoglobine en dissolution se coagule, comme l'albumine, par la chaleur.

Elle remplit un rôle physiologique important; c'est elle qui absorbe, dans les poumons, l'oxygène de l'air pour le transporter avec le sang artériel dans les divers organes.

1846 bis. Oxyhémoglobine. — Une dissolution d'hémoglobine, introduite

dans un tube plein d'oxygène sur la cuve à mercure, absorbe ce gaz, forme l'*oxyhémoglobine* et prend une teinte rouge vif. L'oxygène ainsi absorbé peut être enlevé, soit par le vide, soit par les corps réducteurs, comme le fer métallique ou le sulfhydrate d'ammoniaque.

L'hémoglobine peut également se combiner avec d'autres gaz, comme l'acide carbonique, le bioxyde d'azote ou l'oxyde de carbone. L'acide carbonique est chassé de sa combinaison avec l'hémoglobine par l'oxygène, qui, à son tour, peut être déplacé par l'oxyde de carbone ou par le bioxyde d'azote (M. Hoppe-Seyler). Le volume d'oxyde de carbone absorbé par le sang peut servir à doser l'hémoglobine (M. Gréhant).

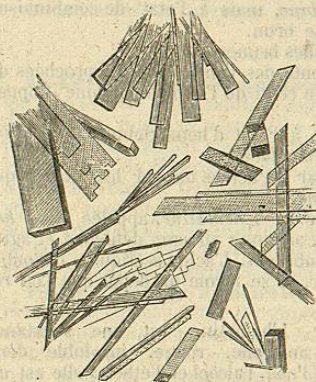


Fig. 469. — Hémoglobine du sang de l'homme.

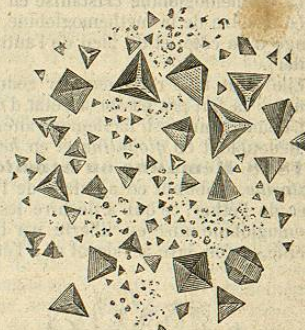


Fig. 470. — Hémoglobine du sang de cochon d'Inde.

La combinaison de l'oxyde de carbone avec l'hémoglobine est une combinaison très stable qui, empêchant l'absorption de l'oxygène, empêche le globule de jouer son rôle physiologique et cause l'asphyxie.

L'oxyhémoglobine, en solution étendue, placée entre une source de lumière et la fente du spectroscope, donne dans le spectre (fig. 471, 1^o) deux bandes d'absorption caractéristiques entre les lignes D et E.

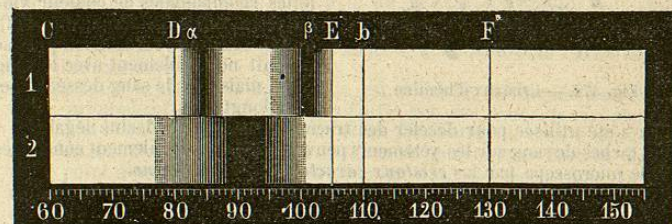


Fig. 471. — 1^o Spectre d'absorption de l'hémoglobine oxygénée; 2^o spectre d'absorption de l'hémoglobine réduite.

Si l'on ajoute alors à la dissolution quelques gouttes de sulfhydrate d'ammoniaque, on voit les bandes d'absorption s'éclaircir peu après, tandis que l'espace intermédiaire s'obscurcit (fig. 471, 2^o), de sorte qu'au lieu des deux bandes primitives on n'a plus qu'une seule bande dans l'espace intermédiaire. L'hémoglobine, combinée avec l'oxyde de carbone, est rouge comme l'oxy-

hémoglobine; elle présente aussi deux bandes d'absorption, mais ces bandes ne disparaissent pas par le sulfhydrate d'ammoniaque.

Toutes ces réactions caractéristiques peuvent se constater avec le sang défibriné tout aussi bien qu'avec l'hémoglobine isolée.

Du sang, agité dans un flacon d'oxygène, devient rouge vif; agité dans un flacon d'acide carbonique, il devient brun.

1847. Méthémoglobine. — Si au lieu de faire agir l'oxygène ou l'air sur l'hémoglobine, on fait agir sur elle ou sur l'oxyhémoglobine, un corps oxydant en solution neutre ou alcaline: ozone, permanganate, chlorate, hypochlorite ou nitrite de potasse, l'hémoglobine se transforme en *méthémoglobine*, contenant moins d'oxygène que l'oxyhémoglobine, mais à l'état de combinaison stable. La solution prend une teinte jaune brun.

La méthémoglobine cristallise en aiguilles brunes.

Le spectre de la méthémoglobine présente des bandes plus rapprochées du rouge d'un côté, et du bleu de l'autre, que celui de l'oxyhémoglobine (Hoppe-Seiler).

Elle peut être ramenée par réduction à l'état d'hémoglobine, mais l'oxygène ne la fait pas passer à l'état d'oxyhémoglobine.

L'hémoglobine est facilement altérée par les acides ou par les alcalis, qui la dédoublent en *globuline* et en *hématine*.

1848. Hématine ou hématosine. — L'hématine, appelée aussi *hématosine*, s'obtient en ajoutant de l'acide acétique au sang défibriné et agité avec de l'éther, ce qui a déchiré les membranes. L'acide acétique a dédoublé l'hémoglobine mise en liberté par l'éther. Il se forme un dépôt que l'on recueille, qu'on lave à l'alcool et à l'éther.



Fig. 472. — Cristaux d'hématine.

L'hématine est une substance amorphe, rouge, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; elle est un peu soluble dans l'acide acétique.

La dissolution d'hématine dans l'acide acétique additionné de chlorure de sodium donne des cristaux d'hémine.

1848 bis. Hémine. — L'hémine ou chlorhydrate d'hématine s'obtient par l'action du sel marin et de l'acide acétique cristallisable sur l'hémoglobine; elle cristallise en paillettes rhomboïdales de couleur violet gris à reflets métalliques (fig. 472). Cette réaction caractéristique se produit non seulement avec le sang frais, mais avec le sang desséché depuis longtemps.

Elle a été utilisée pour déceler des traces de sang en médecine légale. Des taches de sang sur les vêtements peuvent être ainsi facilement constatées sous le microscope par les *cristaux caractéristiques d'hémine*.

CHAPITRE XVI

FERMENTATIONS. — FERMENTS ORGANISÉS. — FERMENTS SOLUBLES. — FERMENTATION ALCOOLIQUE. — BOISSONS FERMENTÉES. — VIN. — BIÈRE. — CIDRE. — ALCOOLS D'INDUSTRIE. — FERMENTATION ACÉTIQUE. — FERMENTATION LACTIQUE. — FERMENTATION BUTYRIQUE. — FERMENTATION VISQUEUSE. — FERMENTATION GALLIQUE. — FERMENTATION AMMONIACALE. — FERMENTATION PUTRIDE. — CONSERVATION DES MATIÈRES ANIMALES.

1849. Ferments organisés. — Les *ferments organisés* sont des êtres qui, placés dans des conditions convenables, vivent et s'accroissent aux dépens de certaines matières organiques en les décomposant en un petit nombre de principes plus simples, toujours les mêmes. La décomposition corrélative du développement du ferment a reçu le nom général de *fermentation*, et l'on spécifie d'ordinaire chaque fermentation par le nom de l'un des produits les plus importants auxquels elle donne naissance: de là le nom de *fermentation alcoolique* donné au mode de décomposition dans lequel le sucre, en présence de la levure de bière, donne de l'alcool en même temps que d'autres produits. Le sucre est ici la substance fermentescible; la levure de bière est le ferment.

1850. Ferments solubles. — Cette définition établit une distinction entre le phénomène de la décomposition du sucre, sous l'influence du ferment vivant qui croît et se multiplie en décomposant le sucre, et le phénomène de la transformation de l'amidon en dextrine, sous l'influence de la *diastase*, matière azotée ou ferment soluble, dénué de vie et qui se détruit en transformant l'amidon en dextrine.

1851. Fermentations. — On peut rapprocher l'action de la diastase ou du suc pancréatique de celle des ferments organisés, et les comprendre toutes deux dans une même définition générale des fermentations. Pour cela, on attribue, avec M. Berthelot, l'action des ferments organisés à une matière azotée qui serait sécrétée par ces ferments, comme le suc pancréatique est sécrété par les animaux supérieurs. L'exactitude de cette hypothèse n'a pas été démontrée d'une manière générale par l'expérience: ainsi, dans la fermentation alcoolique du moût de raisin, l'expérience a démontré simplement la formation de l'alcool et de l'acide carbonique comme corrélative du développement du ferment alcoolique. Mais MM. Pasteur et Joubert ont établi que dans la fermentation ammoniacale, le ferment organisé de l'urée sécrète le ferment soluble (découvert par M. Musculus) qui transforme l'urée en carbonate d'ammoniaque.

Dans l'état actuel de la science, on est obligé de distinguer les *fermentations proprement dites*, qui sont produites par des *ferments vivants* que les poisons et l'eau oxygénée font périr, et les *fermentations dues à des ferments solubles* sur lesquels les poisons et l'eau oxygénée (Paul Bert et Regnard) n'ont point d'action, et qui se détruisent en décomposant les matières organiques. L'action de la *diastase* sur l'amidon et celle de l'*émulsine* sur l'amygdaline ou sur la salicine, nous ont montré les fermentations dues à des ferments solubles. Nous précisons ici l'action des *ferments organisés*, en insistant surtout sur la *fermentation alcoolique*.

FERMENTATION ALCOOLIQUE.

1852. Fermentation alcoolique. — Ses produits. — La fermentation alcoolique est le type des fermentations; elle donne le vin et les autres boissons alcooliques.

Nous avons vu (1855) que M. Pasteur a démontré, en 1857, que le sucre se décompose en présence de la levure de bière fraîche, en donnant non seulement de l'alcool et de l'acide carbonique, mais encore de la *glycérine* (C³H⁸O³)