

empire fortement organisé par son fondateur le Malinké Samory; mais cet empire n'a eu que une puissance éphémère de 1888, la décadence a commencé pour lui. Au XIII^e siècle, les Malinkés et leurs congénères les Soussous, ces derniers établis actuellement sur le territoire de la Sénégambie, avaient fondé un grand empire, l'empire de Mali, enlevé aux Berbères, qui s'étendait au N. jusqu'à Tombouctou, à l'E. jusqu'à la branche orientale du Niger, au S. jusqu'à la chaîne des monts Koug, et à l'O. jusqu'à la mer; il se dissolva, vers le fin XVI^e siècle, sous la pression des Foulbés envahisseurs.

La seconde race soudanaïenne, formant un type nouveau en ethnologie, est la *race rouge africaine* ou la famille des *Foulbés* (appelés aussi *Peulhs*, *Foulahs*, *Fellatahs*, et *Fellani*), Africains orientaux qui étendirent leurs usurpations sur le Soudan presque entier. Cette race, entrant en scène dans l'histoire au XI^e siècle, a parcouru 3.000 lieues de l'E. à l'O. Elle se divise en deux rameaux : le *rameau occidental*, qui s'est maintenu le plus pur (peu de couleur rouge cuivre, cheveux lisses, etc.) aux sources du Sénégal (Fouta-Djallon et Fouta-Djallon) et sur le Niger inférieur (Haoussa ou Sokoto), et le *rameau oriental* ou *nubien*, resté pur seulement chez les Barabars (Nubie), mais modifié dans les autres pays (Soudan, Darfour, etc.). Les Foulbés ont été vaincus par les Arabes et les Touaregs, refoulés vers le S. par les Arabes, dans le cours du XII^e siècle, et versèrent le Sahara, d'où ils ont été semés dans des colonies dans le Soudan septentrional, autour de la grande boucle du Niger; les Arabes suivirent plus tard le même itinéraire. Les Foulbés ont été vaincus et rencontrèrent sur les rives du Niger moyen et du haut fleuve les peuples de souche mandingue, qui ont entamé la puissance politique. En s'alliant à la famille de la famille *denka*, les Foulbés donnèrent naissance à un groupe remarquable, à un peuple métis : les *Toucouleurs* ou *Torodoss* (corruption du mot arabe « Tokroun »; les Toucouleurs, est un mot arabe « Tokroun »; en 1803 par le sultan Othman-Danfolio, sont les dominants de la Haoussa. En 1850 El-Hadj-Omar fonda à Ségon, en pays bambara, c'est-à-dire mandingue, un autre empire, les Toucouleurs; aujourd'hui ne reste qu'un fantôme de cet empire, démembré par Samory, cantonné dans quelques places fortes et vassal de la France.

V. SOUDAN FRANÇAIS. La civilisation, civilisation informe, a donc marché dans le Takroum de l'E. à l'O. et du N. au S.; elle a été impuissante à triompher de la barbarie. Cette civilisation imparfaite a trouvé ses éléments les plus favorables dans les grandes vallées des fleuves soudanais. C'est dans les plaines fertiles du Niger et du Nil que sont assises les villes les plus florissantes et que se presse la population la plus dense. De nos jours s'opère à pas lents, mais sûrs, une évolution du fétichisme à l'islamisme. Mais l'esclavage persiste; les razzias, les expéditions armées pour la guerre ou pour la conquête, qui tourmentent les territoires à peine constitués, ou qui soudevent par la violence et le massacre des provinces hétérogènes en royaumes et en empires aux destinées éphémères, ont fait des divers peuples du Soudan, Mandingues, Foulbés et Nilotiques, un amalgame batarde de tribus sans esprit de nationalité et en remous perpétuel comme une mer humaine.

Voici la nomenclature des peuples et territoires principaux du Soudan : **Mandingues** (à l'est de la Sénégambie), dont les fractions les plus connues portent les noms de *Khasonkés*, *Matinkés*, *Soninkés* (Mandingues), *Bambaras* ou *Bambanas* (Mandingues), *Beledougou*, *Kénérédougou*, *Bambouk*, *Kaarta*, *Ouassoulou*, *Ségon*; mélangés de *Peulhs*; intelligents, agriculteurs, industriels et commerçants, organisés en petites républiques et en empire (Ouassoulou). **Mossi** ou *Mori* (sur les pentes des monts Kong), métis de Mandingues et de Foulbés, jadis gouvernés par un roi et constitués actuellement en principautés. **Dirmans** (Massina), peuple croisé de Touaregs et de Peulhs; Etat démembré de l'empire toucouleur. **Soninkés** ou *Songhais* (au conde du Niger, à la limite du Sahara), métis de Touaregs; leur langue est parlée à Agahades (Sahara) et dans la Haoussa; fondateurs d'un royaume au XVI^e siècle. **Toucouleurs** (à l'est du Niger et à l'ouest du Bornou), métis de Peulhs et dominés par eux; vifs, doux, industriels, commerçants, agriculteurs habiles; leur langue, sonore et harmonieuse, est très répandue dans le Soudan; ils sont plus civilisés que leurs maîtres. **Foulbés**, conquérants du Haoussa et fondateurs de l'empire de Sokoto; dont les vassaux (Gando et Noupé) agissent la puissance; plus ou moins civilisés, ils ont, à l'exception de dixième des terres soit à peine cultivé, le sol est assez fertile pour nourrir les tribus. Cette grande région, conquise par le vice-roi Méhémet-Ali, ou plutôt de son fils Ibrahim,

avant l'arrivée des Foulbés dans le Soudan central. **Mandarans** (Bornou), métis de Foulbés; leurs femmes sont renommées pour la beauté de leurs formes; forgerons habiles. **Battas et Falis** (Adamaoua), peuples mixtes, croisés de Peulhs et autres races. **Bahirmis** (S.-E. du Tchad), négroïdes, métis de Foulbés et d'Arabes Ghous; sujets d'une monarchie absolue. **Logons** (Bornou), négroïdes; traqués par les Kanouris et les Baghimis. **Moussou** (S. du Tchad), négroïdes et dérivés du groupe tibbou. **Yedinas** ou *Biddoumas* (les du Tchad), parents des Kanouris; pirates et négroïdes; superposés aux Foulbés et aux Arabes; leurs femmes sont très dissolues; ils font une propagande active de l'islamisme; leur sultan a pour vassaux les pays limrophes : Baghimis, Pittiri et Kanem. **Tibbous** ou *Tédas* (Kanem, Bourgom et Tibesti), métis de noirs et de Touaregs, mais restés à l'état pur dans le Tibesti. Dans le bassin du Bahr-el-Abiad et du haut Nil vivent diverses peuplades négroïdes métissées : *Gallas*, *Madis*, *Baris*, *El-Liab*; *Bohrs*, *Dinkas*, *Kradis*, *Golas*, *Sévérs*, *Diers*, *Dembos*, *Milons*, *Bongos*, *Changallats*, *Nouvers*, *Chillouks*. Les Baris sont remarquables par la prestance et la beauté des formes; les Dinkas sont d'habiles fermiers; les Kradis sont les moins intelligents et les plus laids; les Bongos mangent les mets les plus repugnants.

Noubas, *Barabars*, *Foumdjis* (Nubie, Sennar, Kordofan, Darfour), Nubiens, de race foubé; dans le Darfour, mélangés d'Arabes et de négres. Les idiomes négres appartiennent à la classe des langues agglutinantes : huit sont parlés dans le Soudan. Les principaux sont : le *mandé* (*mandingue* et *bambara*), le *sonhai*, la *haoussa*, divisé en nombreux dialectes, le *bornou* (*kanouri*, *kanem*, *téda*), le *moagou*, le *logon*, le *bagha*, le *baghimis*, le *denka*, le *nouer*, le *bari*. Ces langues, sans monuments écrits, n'ont point un vocabulaire fixe. Les idiomes de la famille foubé, qui ont été étudiés par le général Faucheret, appartiennent également à la classe des langues agglutinantes et se divisent en deux groupes distincts : le *poular*, parlé dans le Fouta-Toro, le Fouta-Djallon, le Bondou et le Sokoto; le sudanais, idiome des Barabars, le *tomati* (Kordofan) et le *konjara* (Kordofan et Darfour).

— Industrie et Commerce. La paresse des noirs, la chasse aux esclaves et une guerre en quelque sorte permanente sont en première ligne les obstacles qui tiennent en échec l'essor de l'agriculture; seul, le Haoussa a réalisé de réels progrès. L'industrie, bien qu'employant des procédés primitifs, a pris un assez large développement en certains métiers, ceux, par exemple, de forgeron, joaillier, tisserand, teinturier, tourneur, même graveur en pierres fines. Le commerce est actif et florissant. Les Takrouniers ont l'instinct et la passion des échanges. Ségon, Djenné, Tombouctou, Sokoto, Katsena, Yaouri, Niffé, Kano, Gando, Yacoba, Kouka, Sinder, Ouara, Abeche, El-Férah, Koudou, sont les principales places de commerce. Les expéditions et les importations s'effectuent par des caravanes de 3.000 à 4.000 chameaux traversant le Sahara et dirigées par des Maures, des Touaregs et des Tibbous. Le Maroc, Tripoli et Bengazi reçoivent les caravanes du Haoussa et du Bornou; l'Egypte, celles du Darfour et du Bahr-el-Abiad. Les principaux articles d'importation sont les perles, la verroterie, le corail, les indiennes, les draps, les épices, le sel, le sucre, les parfums, les tabatières, etc. Les principales marchandises exportées sont, outre les esclaves, les plumes d'autruche, les peaux brutes, les cornes de rhinocéros, la gomme et la cire.

— Exploration du Soudan. Parmi les voyageurs qui ont exploré l'Afrique sud-équatoriale, une mention particulière est due à ceux qui ont obtenu les résultats les plus remarquables. Expéditions ou missions dans le Soudan oriental : Khédive (1838); Armand et Sabatier (1839-1841); Trévisan (1850); Bolognesi (1856); Brun-Rollet (1860); G. Lejean (1861-1864); Heuglin et Burmann (1861-1863); Baker (1862-1870); Schweinfurth (1870); Junker (1880). Expéditions et missions dans le Soudan central et occidental : Mungo-Park (1795-1806); Denham, Oudney et Clapperton (1822); R. Caillé (1826-1828); J. et R. Lander (1830); St. Richardson, Overweg et H. Barth (1831-1834); Vogel (1855-1856); G. Rohlf (1868-1874); Zweifel et Moustier (1879); Oscar Leuz (1879); capitaine Binger (1887-1889).

SOUFAN ÉGYPTIENNE. Cette vaste contrée, qui embrasse, au N., la Nubie entre l'Abysinie et la mer Rouge, et qui comprend, au S.-O., le Kordofan, le Darfour, le Sennar et la province de l'Équateur, renferme une population nomade et sédentaire qu'on évalue à 10.670.000 âmes. Sa superficie (1.700.000 kilom. carrés) équivaut à plus de trois fois celle de la France. Bien qu'un dixième des terres soit à peine cultivé, le sol est assez fertile pour nourrir les tribus. Cette grande région, conquise par le vice-roi Méhémet-Ali, ou plutôt de son fils Ibrahim,

et de ses derniers successeurs, semble déformés par le vice-roi d'Égypte. **Mandarans** (Bornou), métis de Foulbés; leurs femmes sont renommées pour la beauté de leurs formes; forgerons habiles. **Battas et Falis** (Adamaoua), peuples mixtes, croisés de Peulhs et autres races. **Bahirmis** (S.-E. du Tchad), négroïdes, métis de Foulbés et d'Arabes Ghous; sujets d'une monarchie absolue. **Logons** (Bornou), négroïdes; traqués par les Kanouris et les Baghimis. **Moussou** (S. du Tchad), négroïdes et dérivés du groupe tibbou. **Yedinas** ou *Biddoumas* (les du Tchad), parents des Kanouris; pirates et négroïdes; superposés aux Foulbés et aux Arabes; leurs femmes sont très dissolues; ils font une propagande active de l'islamisme; leur sultan a pour vassaux les pays limrophes : Baghimis, Pittiri et Kanem. **Tibbous** ou *Tédas* (Kanem, Bourgom et Tibesti), métis de noirs et de Touaregs, mais restés à l'état pur dans le Tibesti. Dans le bassin du Bahr-el-Abiad et du haut Nil vivent diverses peuplades négroïdes métissées : *Gallas*, *Madis*, *Baris*, *El-Liab*; *Bohrs*, *Dinkas*, *Kradis*, *Golas*, *Sévérs*, *Diers*, *Dembos*, *Milons*, *Bongos*, *Changallats*, *Nouvers*, *Chillouks*. Les Baris sont remarquables par la prestance et la beauté des formes; les Dinkas sont d'habiles fermiers; les Kradis sont les moins intelligents et les plus laids; les Bongos mangent les mets les plus repugnants.

Noubas, *Barabars*, *Foumdjis* (Nubie, Sennar, Kordofan, Darfour), Nubiens, de race foubé; dans le Darfour, mélangés d'Arabes et de négres. Les idiomes négres appartiennent à la classe des langues agglutinantes : huit sont parlés dans le Soudan. Les principaux sont : le *mandé* (*mandingue* et *bambara*), le *sonhai*, la *haoussa*, divisé en nombreux dialectes, le *bornou* (*kanouri*, *kanem*, *téda*), le *moagou*, le *logon*, le *bagha*, le *baghimis*, le *denka*, le *nouer*, le *bari*. Ces langues, sans monuments écrits, n'ont point un vocabulaire fixe. Les idiomes de la famille foubé, qui ont été étudiés par le général Faucheret, appartiennent également à la classe des langues agglutinantes et se divisent en deux groupes distincts : le *poular*, parlé dans le Fouta-Toro, le Fouta-Djallon, le Bondou et le Sokoto; le sudanais, idiome des Barabars, le *tomati* (Kordofan) et le *konjara* (Kordofan et Darfour).

— Industrie et Commerce. La paresse des noirs, la chasse aux esclaves et une guerre en quelque sorte permanente sont en première ligne les obstacles qui tiennent en échec l'essor de l'agriculture; seul, le Haoussa a réalisé de réels progrès. L'industrie, bien qu'employant des procédés primitifs, a pris un assez large développement en certains métiers, ceux, par exemple, de forgeron, joaillier, tisserand, teinturier, tourneur, même graveur en pierres fines. Le commerce est actif et florissant. Les Takrouniers ont l'instinct et la passion des échanges. Ségon, Djenné, Tombouctou, Sokoto, Katsena, Yaouri, Niffé, Kano, Gando, Yacoba, Kouka, Sinder, Ouara, Abeche, El-Férah, Koudou, sont les principales places de commerce. Les expéditions et les importations s'effectuent par des caravanes de 3.000 à 4.000 chameaux traversant le Sahara et dirigées par des Maures, des Touaregs et des Tibbous. Le Maroc, Tripoli et Bengazi reçoivent les caravanes du Haoussa et du Bornou; l'Egypte, celles du Darfour et du Bahr-el-Abiad. Les principaux articles d'importation sont les perles, la verroterie, le corail, les indiennes, les draps, les épices, le sel, le sucre, les parfums, les tabatières, etc. Les principales marchandises exportées sont, outre les esclaves, les plumes d'autruche, les peaux brutes, les cornes de rhinocéros, la gomme et la cire.

— Exploration du Soudan. Parmi les voyageurs qui ont exploré l'Afrique sud-équatoriale, une mention particulière est due à ceux qui ont obtenu les résultats les plus remarquables. Expéditions ou missions dans le Soudan oriental : Khédive (1838); Armand et Sabatier (1839-1841); Trévisan (1850); Bolognesi (1856); Brun-Rollet (1860); G. Lejean (1861-1864); Heuglin et Burmann (1861-1863); Baker (1862-1870); Schweinfurth (1870); Junker (1880). Expéditions et missions dans le Soudan central et occidental : Mungo-Park (1795-1806); Denham, Oudney et Clapperton (1822); R. Caillé (1826-1828); J. et R. Lander (1830); St. Richardson, Overweg et H. Barth (1831-1834); Vogel (1855-1856); G. Rohlf (1868-1874); Zweifel et Moustier (1879); Oscar Leuz (1879); capitaine Binger (1887-1889).

SOUFAN ÉGYPTIENNE. Cette vaste contrée, qui embrasse, au N., la Nubie entre l'Abysinie et la mer Rouge, et qui comprend, au S.-O., le Kordofan, le Darfour, le Sennar et la province de l'Équateur, renferme une population nomade et sédentaire qu'on évalue à 10.670.000 âmes. Sa superficie (1.700.000 kilom. carrés) équivaut à plus de trois fois celle de la France. Bien qu'un dixième des terres soit à peine cultivé, le sol est assez fertile pour nourrir les tribus. Cette grande région, conquise par le vice-roi Méhémet-Ali, ou plutôt de son fils Ibrahim,

et de ses derniers successeurs, semble déformés par le vice-roi d'Égypte. **Mandarans** (Bornou), métis de Foulbés; leurs femmes sont renommées pour la beauté de leurs formes; forgerons habiles. **Battas et Falis** (Adamaoua), peuples mixtes, croisés de Peulhs et autres races. **Bahirmis** (S.-E. du Tchad), négroïdes, métis de Foulbés et d'Arabes Ghous; sujets d'une monarchie absolue. **Logons** (Bornou), négroïdes; traqués par les Kanouris et les Baghimis. **Moussou** (S. du Tchad), négroïdes et dérivés du groupe tibbou. **Yedinas** ou *Biddoumas* (les du Tchad), parents des Kanouris; pirates et négroïdes; superposés aux Foulbés et aux Arabes; leurs femmes sont très dissolues; ils font une propagande active de l'islamisme; leur sultan a pour vassaux les pays limrophes : Baghimis, Pittiri et Kanem. **Tibbous** ou *Tédas* (Kanem, Bourgom et Tibesti), métis de noirs et de Touaregs, mais restés à l'état pur dans le Tibesti. Dans le bassin du Bahr-el-Abiad et du haut Nil vivent diverses peuplades négroïdes métissées : *Gallas*, *Madis*, *Baris*, *El-Liab*; *Bohrs*, *Dinkas*, *Kradis*, *Golas*, *Sévérs*, *Diers*, *Dembos*, *Milons*, *Bongos*, *Changallats*, *Nouvers*, *Chillouks*. Les Baris sont remarquables par la prestance et la beauté des formes; les Dinkas sont d'habiles fermiers; les Kradis sont les moins intelligents et les plus laids; les Bongos mangent les mets les plus repugnants.

Noubas, *Barabars*, *Foumdjis* (Nubie, Sennar, Kordofan, Darfour), Nubiens, de race foubé; dans le Darfour, mélangés d'Arabes et de négres. Les idiomes négres appartiennent à la classe des langues agglutinantes : huit sont parlés dans le Soudan. Les principaux sont : le *mandé* (*mandingue* et *bambara*), le *sonhai*, la *haoussa*, divisé en nombreux dialectes, le *bornou* (*kanouri*, *kanem*, *téda*), le *moagou*, le *logon*, le *bagha*, le *baghimis*, le *denka*, le *nouer*, le *bari*. Ces langues, sans monuments écrits, n'ont point un vocabulaire fixe. Les idiomes de la famille foubé, qui ont été étudiés par le général Faucheret, appartiennent également à la classe des langues agglutinantes et se divisent en deux groupes distincts : le *poular*, parlé dans le Fouta-Toro, le Fouta-Djallon, le Bondou et le Sokoto; le sudanais, idiome des Barabars, le *tomati* (Kordofan) et le *konjara* (Kordofan et Darfour).

— Industrie et Commerce. La paresse des noirs, la chasse aux esclaves et une guerre en quelque sorte permanente sont en première ligne les obstacles qui tiennent en échec l'essor de l'agriculture; seul, le Haoussa a réalisé de réels progrès. L'industrie, bien qu'employant des procédés primitifs, a pris un assez large développement en certains métiers, ceux, par exemple, de forgeron, joaillier, tisserand, teinturier, tourneur, même graveur en pierres fines. Le commerce est actif et florissant. Les Takrouniers ont l'instinct et la passion des échanges. Ségon, Djenné, Tombouctou, Sokoto, Katsena, Yaouri, Niffé, Kano, Gando, Yacoba, Kouka, Sinder, Ouara, Abeche, El-Férah, Koudou, sont les principales places de commerce. Les expéditions et les importations s'effectuent par des caravanes de 3.000 à 4.000 chameaux traversant le Sahara et dirigées par des Maures, des Touaregs et des Tibbous. Le Maroc, Tripoli et Bengazi reçoivent les caravanes du Haoussa et du Bornou; l'Egypte, celles du Darfour et du Bahr-el-Abiad. Les principaux articles d'importation sont les perles, la verroterie, le corail, les indiennes, les draps, les épices, le sel, le sucre, les parfums, les tabatières, etc. Les principales marchandises exportées sont, outre les esclaves, les plumes d'autruche, les peaux brutes, les cornes de rhinocéros, la gomme et la cire.

— Exploration du Soudan. Parmi les voyageurs qui ont exploré l'Afrique sud-équatoriale, une mention particulière est due à ceux qui ont obtenu les résultats les plus remarquables. Expéditions ou missions dans le Soudan oriental : Khédive (1838); Armand et Sabatier (1839-1841); Trévisan (1850); Bolognesi (1856); Brun-Rollet (1860); G. Lejean (1861-1864); Heuglin et Burmann (1861-1863); Baker (1862-1870); Schweinfurth (1870); Junker (1880). Expéditions et missions dans le Soudan central et occidental : Mungo-Park (1795-1806); Denham, Oudney et Clapperton (1822); R. Caillé (1826-1828); J. et R. Lander (1830); St. Richardson, Overweg et H. Barth (1831-1834); Vogel (1855-1856); G. Rohlf (1868-1874); Zweifel et Moustier (1879); Oscar Leuz (1879); capitaine Binger (1887-1889).

SOUFAN ÉGYPTIENNE. Cette vaste contrée, qui embrasse, au N., la Nubie entre l'Abysinie et la mer Rouge, et qui comprend, au S.-O., le Kordofan, le Darfour, le Sennar et la province de l'Équateur, renferme une population nomade et sédentaire qu'on évalue à 10.670.000 âmes. Sa superficie (1.700.000 kilom. carrés) équivaut à plus de trois fois celle de la France. Bien qu'un dixième des terres soit à peine cultivé, le sol est assez fertile pour nourrir les tribus. Cette grande région, conquise par le vice-roi Méhémet-Ali, ou plutôt de son fils Ibrahim,

et de ses derniers successeurs, semble déformés par le vice-roi d'Égypte. **Mandarans** (Bornou), métis de Foulbés; leurs femmes sont renommées pour la beauté de leurs formes; forgerons habiles. **Battas et Falis** (Adamaoua), peuples mixtes, croisés de Peulhs et autres races. **Bahirmis** (S.-E. du Tchad), négroïdes, métis de Foulbés et d'Arabes Ghous; sujets d'une monarchie absolue. **Logons** (Bornou), négroïdes; traqués par les Kanouris et les Baghimis. **Moussou** (S. du Tchad), négroïdes et dérivés du groupe tibbou. **Yedinas** ou *Biddoumas* (les du Tchad), parents des Kanouris; pirates et négroïdes; superposés aux Foulbés et aux Arabes; leurs femmes sont très dissolues; ils font une propagande active de l'islamisme; leur sultan a pour vassaux les pays limrophes : Baghimis, Pittiri et Kanem. **Tibbous** ou *Tédas* (Kanem, Bourgom et Tibesti), métis de noirs et de Touaregs, mais restés à l'état pur dans le Tibesti. Dans le bassin du Bahr-el-Abiad et du haut Nil vivent diverses peuplades négroïdes métissées : *Gallas*, *Madis*, *Baris*, *El-Liab*; *Bohrs*, *Dinkas*, *Kradis*, *Golas*, *Sévérs*, *Diers*, *Dembos*, *Milons*, *Bongos*, *Changallats*, *Nouvers*, *Chillouks*. Les Baris sont remarquables par la prestance et la beauté des formes; les Dinkas sont d'habiles fermiers; les Kradis sont les moins intelligents et les plus laids; les Bongos mangent les mets les plus repugnants.

et de ses derniers successeurs, semble déformés par le vice-roi d'Égypte. **Mandarans** (Bornou), métis de Foulbés; leurs femmes sont renommées pour la beauté de leurs formes; forgerons habiles. **Battas et Falis** (Adamaoua), peuples mixtes, croisés de Peulhs et autres races. **Bahirmis** (S.-E. du Tchad), négroïdes, métis de Foulbés et d'Arabes Ghous; sujets d'une monarchie absolue. **Logons** (Bornou), négroïdes; traqués par les Kanouris et les Baghimis. **Moussou** (S. du Tchad), négroïdes et dérivés du groupe tibbou. **Yedinas** ou *Biddoumas* (les du Tchad), parents des Kanouris; pirates et négroïdes; superposés aux Foulbés et aux Arabes; leurs femmes sont très dissolues; ils font une propagande active de l'islamisme; leur sultan a pour vassaux les pays limrophes : Baghimis, Pittiri et Kanem. **Tibbous** ou *Tédas* (Kanem, Bourgom et Tibesti), métis de noirs et de Touaregs, mais restés à l'état pur dans le Tibesti. Dans le bassin du Bahr-el-Abiad et du haut Nil vivent diverses peuplades négroïdes métissées : *Gallas*, *Madis*, *Baris*, *El-Liab*; *Bohrs*, *Dinkas*, *Kradis*, *Golas*, *Sévérs*, *Diers*, *Dembos*, *Milons*, *Bongos*, *Changallats*, *Nouvers*, *Chillouks*. Les Baris sont remarquables par la prestance et la beauté des formes; les Dinkas sont d'habiles fermiers; les Kradis sont les moins intelligents et les plus laids; les Bongos mangent les mets les plus repugnants.

Noubas, *Barabars*, *Foumdjis* (Nubie, Sennar, Kordofan, Darfour), Nubiens, de race foubé; dans le Darfour, mélangés d'Arabes et de négres. Les idiomes négres appartiennent à la classe des langues agglutinantes : huit sont parlés dans le Soudan. Les principaux sont : le *mandé* (*mandingue* et *bambara*), le *sonhai*, la *haoussa*, divisé en nombreux dialectes, le *bornou* (*kanouri*, *kanem*, *téda*), le *moagou*, le *logon*, le *bagha*, le *baghimis*, le *denka*, le *nouer*, le *bari*. Ces langues, sans monuments écrits, n'ont point un vocabulaire fixe. Les idiomes de la famille foubé, qui ont été étudiés par le général Faucheret, appartiennent également à la classe des langues agglutinantes et se divisent en deux groupes distincts : le *poular*, parlé dans le Fouta-Toro, le Fouta-Djallon, le Bondou et le Sokoto; le sudanais, idiome des Barabars, le *tomati* (Kordofan) et le *konjara* (Kordofan et Darfour).

— Industrie et Commerce. La paresse des noirs, la chasse aux esclaves et une guerre en quelque sorte permanente sont en première ligne les obstacles qui tiennent en échec l'essor de l'agriculture; seul, le Haoussa a réalisé de réels progrès. L'industrie, bien qu'employant des procédés primitifs, a pris un assez large développement en certains métiers, ceux, par exemple, de forgeron, joaillier, tisserand, teinturier, tourneur, même graveur en pierres fines. Le commerce est actif et florissant. Les Takrouniers ont l'instinct et la passion des échanges. Ségon, Djenné, Tombouctou, Sokoto, Katsena, Yaouri, Niffé, Kano, Gando, Yacoba, Kouka, Sinder, Ouara, Abeche, El-Férah, Koudou, sont les principales places de commerce. Les expéditions et les importations s'effectuent par des caravanes de 3.000 à 4.000 chameaux traversant le Sahara et dirigées par des Maures, des Touaregs et des Tibbous. Le Maroc, Tripoli et Bengazi reçoivent les caravanes du Haoussa et du Bornou; l'Egypte, celles du Darfour et du Bahr-el-Abiad. Les principaux articles d'importation sont les perles, la verroterie, le corail, les indiennes, les draps, les épices, le sel, le sucre, les parfums, les tabatières, etc. Les principales marchandises exportées sont, outre les esclaves, les plumes d'autruche, les peaux brutes, les cornes de rhinocéros, la gomme et la cire.

— Exploration du Soudan. Parmi les voyageurs qui ont exploré l'Afrique sud-équatoriale, une mention particulière est due à ceux qui ont obtenu les résultats les plus remarquables. Expéditions ou missions dans le Soudan oriental : Khédive (1838); Armand et Sabatier (1839-1841); Trévisan (1850); Bolognesi (1856); Brun-Rollet (1860); G. Lejean (1861-1864); Heuglin et Burmann (1861-1863); Baker (1862-1870); Schweinfurth (1870); Junker (1880). Expéditions et missions dans le Soudan central et occidental : Mungo-Park (1795-1806); Denham, Oudney et Clapperton (1822); R. Caillé (1826-1828); J. et R. Lander (1830); St. Richardson, Overweg et H. Barth (1831-1834); Vogel (1855-1856); G. Rohlf (1868-1874); Zweifel et Moustier (1879); Oscar Leuz (1879); capitaine Binger (1887-1889).

SOUFAN ÉGYPTIENNE. Cette vaste contrée, qui embrasse, au N., la Nubie entre l'Abysinie et la mer Rouge, et qui comprend, au S.-O., le Kordofan, le Darfour, le Sennar et la province de l'Équateur, renferme une population nomade et sédentaire qu'on évalue à 10.670.000 âmes. Sa superficie (1.700.000 kilom. carrés) équivaut à plus de trois fois celle de la France. Bien qu'un dixième des terres soit à peine cultivé, le sol est assez fertile pour nourrir les tribus. Cette grande région, conquise par le vice-roi Méhémet-Ali, ou plutôt de son fils Ibrahim,

et de ses derniers successeurs, semble déformés par le vice-roi d'Égypte. **Mandarans** (Bornou), métis de Foulbés; leurs femmes sont renommées pour la beauté de leurs formes; forgerons habiles. **Battas et Falis** (Adamaoua), peuples mixtes, croisés de Peulhs et autres races. **Bahirmis** (S.-E. du Tchad), négroïdes, métis de Foulbés et d'Arabes Ghous; sujets d'une monarchie absolue. **Logons** (Bornou), négroïdes; traqués par les Kanouris et les Baghimis. **Moussou** (S. du Tchad), négroïdes et dérivés du groupe tibbou. **Yedinas** ou *Biddoumas* (les du Tchad), parents des Kanouris; pirates et négroïdes; superposés aux Foulbés et aux Arabes; leurs femmes sont très dissolues; ils font une propagande active de l'islamisme; leur sultan a pour vassaux les pays limrophes : Baghimis, Pittiri et Kanem. **Tibbous** ou *Tédas* (Kanem, Bourgom et Tibesti), métis de noirs et de Touaregs, mais restés à l'état pur dans le Tibesti. Dans le bassin du Bahr-el-Abiad et du haut Nil vivent diverses peuplades négroïdes métissées : *Gallas*, *Madis*, *Baris*, *El-Liab*; *Bohrs*, *Dinkas*, *Kradis*, *Golas*, *Sévérs*, *Diers*, *Dembos*, *Milons*, *Bongos*, *Changallats*, *Nouvers*, *Chillouks*. Les Baris sont remarquables par la prestance et la beauté des formes; les Dinkas sont d'habiles fermiers; les Kradis sont les moins intelligents et les plus laids; les Bongos mangent les mets les plus repugnants.

et de ses derniers successeurs, semble déformés par le vice-roi d'Égypte. **Mandarans** (Bornou), métis de Foulbés; leurs femmes sont renommées pour la beauté de leurs formes; forgerons habiles. **Battas et Falis** (Adamaoua), peuples mixtes, croisés de Peulhs et autres races. **Bahirmis** (S.-E. du Tchad), négroïdes, métis de Foulbés et d'Arabes Ghous; sujets d'une monarchie absolue. **Logons** (Bornou), négroïdes; traqués par les Kanouris et les Baghimis. **Moussou** (S. du Tchad), négroïdes et dérivés du groupe tibbou. **Yedinas** ou *Biddoumas* (les du Tchad), parents des Kanouris; pirates et négroïdes; superposés aux Foulbés et aux Arabes; leurs femmes sont très dissolues; ils font une propagande active de l'islamisme; leur sultan a pour vassaux les pays limrophes : Baghimis, Pittiri et Kanem. **Tibbous** ou *Tédas* (Kanem, Bourgom et Tibesti), métis de noirs et de Touaregs, mais restés à l'état pur dans le Tibesti. Dans le bassin du Bahr-el-Abiad et du haut Nil vivent diverses peuplades négroïdes métissées : *Gallas*, *Madis*, *Baris*, *El-Liab*; *Bohrs*, *Dinkas*, *Kradis*, *Golas*, *Sévérs*, *Diers*, *Dembos*, *Milons*, *Bongos*, *Changallats*, *Nouvers*, *Chillouks*. Les Baris sont remarquables par la prestance et la beauté des formes; les Dinkas sont d'habiles fermiers; les Kradis sont les moins intelligents et les plus laids; les Bongos mangent les mets les plus repugnants.

et de ses derniers successeurs, semble déformés par le vice-roi d'Égypte. **Mandarans** (Bornou), métis de Foulbés; leurs femmes sont renommées pour la beauté de leurs formes; forgerons habiles. **Battas et Falis** (Adamaoua), peuples mixtes, croisés de Peulhs et autres races. **Bahirmis** (S.-E. du Tchad), négroïdes, métis de Foulbés et d'Arabes Ghous; sujets d'une monarchie absolue. **Logons** (Bornou), négroïdes; traqués par les Kanouris et les Baghimis. **Moussou** (S. du Tchad), négroïdes et dérivés du groupe tibbou. **Yedinas** ou *Biddoumas* (les du Tchad), parents des Kanouris; pirates et négroïdes; superposés aux Foulbés et aux Arabes; leurs femmes sont très dissolues; ils font une propagande active de l'islamisme; leur sultan a pour vassaux les pays limrophes : Baghimis, Pittiri et Kanem. **Tibbous** ou *Tédas* (Kanem, Bourgom et Tibesti), métis de noirs et de Touaregs, mais restés à l'état pur dans le Tibesti. Dans le bassin du Bahr-el-Abiad et du haut Nil vivent diverses peuplades négroïdes métissées : *Gallas*, *Madis*, *Baris*, *El*

décomposition du sel ammoniac formé dans une réaction antérieure apporté avec lui une certaine proportion de vapeur d'eau qui tend à diluer la solution primitive; il faut donc ajouter à cette solution un excès de sel solide.

Presque toutes les fabrications, notamment celles de MM. Solvay et Cie et les fabrications anglaises, emploient les solutions de sel gemme ou saumures que fournit directement l'exploitation des salines par le procédé des trous de sondes; ces saumures doivent être débarrassées de la chaux et de la magnésie qu'elles contiennent. A cet effet, on peut précipiter d'abord la magnésie par une addition de chaux, puis précipiter la chaux par le carbonate d'ammoniac; toutefois la magnésie n'est ainsi éliminée que d'une manière imparfaite et les sondes préparées de cette façon donnent, quand on les dissout, une solution rendue légèrement trouble par un précipité de carbonate de magnésie. M. Solvay a imaginé (1879) un procédé de purification qui consiste à précipiter la chaux et la magnésie par le carbonate de soude à chaud; en ajoutant un peu de chlorure de chaux on précipite en même temps le fer, et les précipités ne retenant pas d'ammoniac peuvent être abandonnés sans précaution de la magnésie peut encore être faite à l'état d'arséniate ammoniac-magnésien, mais on peut craindre l'introduction d'arsenic dans le produit.

L'appareil Solvay (fig. 1) pour l'introduction de l'ammoniac dans la saumure consiste en

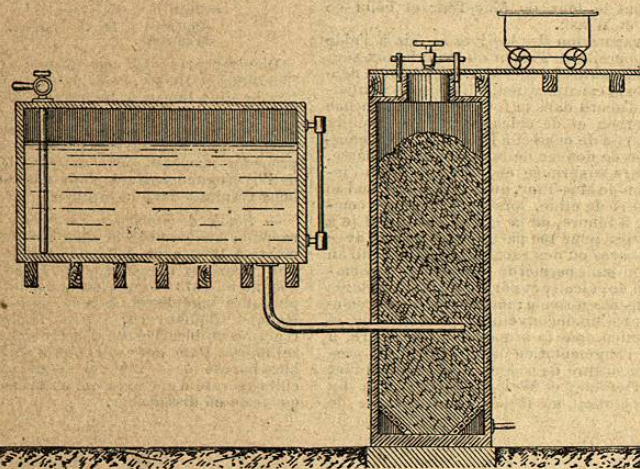
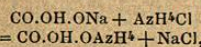


Fig. 1. — Appareil de Boulouvard pour le traitement du sel solide pour la solution ammoniacale.

Carbonatation. La carbonatation ou précipitation de la soude à l'état de bicarbonate est la phase principale de la fabrication de la soude à l'ammoniac. L'échange des bases entre le bicarbonate d'ammoniac et le chlorure de sodium n'est jamais total et la réaction est limitée par la réaction inverse



laquelle prend une importance relative d'autant plus grande que la pression est plus faible et la température plus élevée. La proportion de bicarbonate de soude obtenue augmente, pour une quantité donnée d'ammoniac, lorsque la proportion de sel marin augmente. Si le sel est mis seulement en proportion théorique selon la formule (1), le rendement en bicarbonate de soude n'est que les deux tiers du rendement théorique calculé en supposant que toute l'ammoniac passe à l'état de chlorhydrate; il atteint les quatre cinquièmes par rapport à l'ammoniac employé, et l'on double la proportion de sel. La perte de sel qui en résulte est moins onéreuse que la régénération de l'ammoniac non utilisée, au moins dans une large mesure, et il appartient à chaque industriel de déterminer l'excès de sel qui fournit, comme toute, le rendement le plus avantageux. M. Solvay profite de ce que la réaction, faite avec une saumure ammoniacale saturée de sel, fournit une solution non saturée de bicarbonate de soude et de sel ammoniac, pour ajouter le sel à mesure que la réaction s'avance, jusqu'à ce que la liqueur ne puisse plus dissoudre les produits de la réaction.

Le gaz acide carbonique provient de différentes sources : la combustion du coke ou de tout autre charbon, la calcination de la pierre à chaux, l'attaque de cette pierre par les acides, enfin la décomposition de bicarbonate formé dans une opération antérieure. La seule qui soit avantageuse est la calcination de la pierre à chaux, qui fournit à la fois deux matières nécessaires à la fabrication, puisque la chaux sert à régénérer l'ammoniac. Le gaz ainsi obtenu sert à commencer la carbonatation, que l'on termine avec l'acide carbonique pur provenant de la calcination du bicarbonate de soude.

une batterie de cylindres recevant la saumure et communiquant chacun par deux tubes, l'un en haut, l'autre en bas avec un cylindre absorbant ou arrive l'ammoniac. Il s'établit une circulation automatique due à la diminution de densité des parties du liquide saturées d'ammoniac; des agitateurs complètent le mélange.

Quand la saumure d'un cylindre est suffisamment chargée d'ammoniac, on isole ce cylindre de l'absorbant en fermant les robinets r, r', et on fait écouler le liquide, par pression, dans le récipient D. De là on le fait passer dans un filtre formé d'une poche en feutre enveloppée d'une gainé métallique et de là dans des tubes réfrigérants.

Dans les régions où le sel solide est peu coûteux à obtenir, par exemple sur les bords de la Méditerranée et de l'Océan, il est avantageux de procéder autrement et de dissoudre le sel marin dans la solution ammoniacale. A cet effet, on a appliqué divers dispositifs indiqués par M. Schlosing, Solvay, Rolland, Boulouvard. Celui de Boulouvard (fig. 2), renouvelé de celui de Heeren, paraît le plus simple; il consiste en un bac en plomb où on amène les eaux mères ammoniacales provenant d'opérations antérieures et où on ajoute la quantité d'eau pure nécessaire, et en une série de caisses à sol dont le fond est formé de toiles filtrantes et où le sel est amené par les wagonnets. L'eau ammoniacale amenée dans ces caisses dissout le sel avec absorption de chaleur et la solution s'écoule toute filtrée par la base.

Carbonatation. La carbonatation ou précipitation de la soude à l'état de bicarbonate est la phase principale de la fabrication de la soude à l'ammoniac. L'échange des bases entre le bicarbonate d'ammoniac et le chlorure de sodium n'est jamais total et la réaction est limitée par la réaction inverse

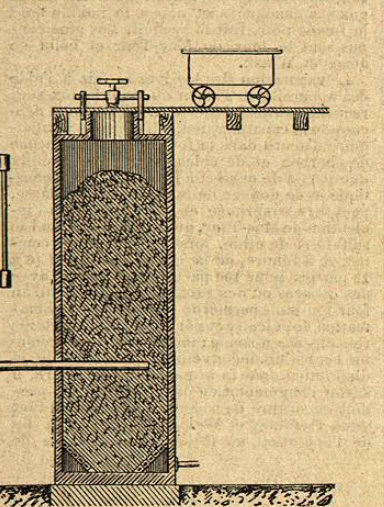


Fig. 2. — Appareil à carbonatation de Solvay.

Carbonatation. La carbonatation ou précipitation de la soude à l'état de bicarbonate est la phase principale de la fabrication de la soude à l'ammoniac. L'échange des bases entre le bicarbonate d'ammoniac et le chlorure de sodium n'est jamais total et la réaction est limitée par la réaction inverse



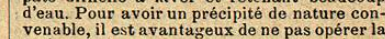
laquelle prend une importance relative d'autant plus grande que la pression est plus faible et la température plus élevée. La proportion de bicarbonate de soude obtenue augmente, pour une quantité donnée d'ammoniac, lorsque la proportion de sel marin augmente. Si le sel est mis seulement en proportion théorique selon la formule (1), le rendement en bicarbonate de soude n'est que les deux tiers du rendement théorique calculé en supposant que toute l'ammoniac passe à l'état de chlorhydrate; il atteint les quatre cinquièmes par rapport à l'ammoniac employé, et l'on double la proportion de sel. La perte de sel qui en résulte est moins onéreuse que la régénération de l'ammoniac non utilisée, au moins dans une large mesure, et il appartient à chaque industriel de déterminer l'excès de sel qui fournit, comme toute, le rendement le plus avantageux. M. Solvay profite de ce que la réaction, faite avec une saumure ammoniacale saturée de sel, fournit une solution non saturée de bicarbonate de soude et de sel ammoniac, pour ajouter le sel à mesure que la réaction s'avance, jusqu'à ce que la liqueur ne puisse plus dissoudre les produits de la réaction.

Le gaz acide carbonique provient de différentes sources : la combustion du coke ou de tout autre charbon, la calcination de la pierre à chaux, l'attaque de cette pierre par les acides, enfin la décomposition de bicarbonate formé dans une opération antérieure. La seule qui soit avantageuse est la calcination de la pierre à chaux, qui fournit à la fois deux matières nécessaires à la fabrication, puisque la chaux sert à régénérer l'ammoniac. Le gaz ainsi obtenu sert à commencer la carbonatation, que l'on termine avec l'acide carbonique pur provenant de la calcination du bicarbonate de soude.

à chaux est introduit vers le haut, où il accompli aisément la première phase de la carbonatation, c'est-à-dire la formation du monocarbonate. L'acide carbonique pur arrive par la base sous une pression qui peut atteindre 2 ou 3 atmosphères et achève la transformation en bicarbonate. On a aussi essayé de la presse, qui exige une dépense de combustible, était évitée dans l'appareil de MM. Schlosing et Rolland avait été installé à Puteaux, et dans celui de Boulouvard, installé à l'usine de Sorques, qui se rapproche beaucoup du précédent. Il consiste en une série de cylindres horizontaux disposés en gradins, où la solution ammoniacale, constamment remuée par un agitateur à palettes animé d'un mouvement de rotation rapide dans l'appareil de Schlosing, par un agitateur à auge tournant lentement dans celui de Boulouvard, descend de cylindre en cylindre à partir du plus élevé, tandis que l'acide carbonique parcourt la série en sens inverse. D'autres appareils ont été brevetés et proposés par MM. Schlosing et Cie en 1881, par M. Honigman et par plusieurs autres ingénieurs.

Filtration du bicarbonate de soude. Le bicarbonate de soude en suspension doit être séparé; il importe, pour que l'opération soit aisément praticable, que les parcelles en suspension ne soient pas trop volumineuses, qu'elles retiendraient de l'eau mère emprisonnée dans chaque cristal, ni trop menues, parce que le précipité formerait une sorte de pâte difficile à laver et retenant beaucoup d'eau. Pour avoir un précipité de nature convenable, il est avantageux de ne pas opérer la carbonatation à une température trop basse et de maintenir le sel marin en suspension pendant la filtration, précédée ou non d'une dénaturation, elle est opérée de diverses manières. MM. Schlosing et Rolland avaient installé dans leur usine des essoreuses; M. Boulouvard se sert de la presse hydraulique. M. Solvay procède à une filtration par le vide. La boue de bicarbonate est amenée mécaniquement sur une toile filtrante soutenant un tamis en bois ou en fer, disposé sur un réservoir où l'on fait le vide; la pression atmosphérique fait passer l'eau mère ainsi que les eaux que l'on verse ensuite sur les lits de cristaux pour les laver. Dans tous les cas les eaux de lavage sont recueillies.

Dessiccation et torréfaction du bicarbonate de soude. Ces deux opérations, que l'on peut pratiquer successivement et qui ont pour objet, la première d'éliminer l'eau, la seconde de chasser la moitié de l'acide carbonique, tendent à être réunies en une seule dans la pratique. La difficulté principale de ces opérations vient de la tendance du bicarbonate à s'agglomérer par ses cristaux, difficile de chasser l'acide carbonique des conglomerats mauvais conducteurs ou la chaleur pénètre très difficilement. Il est avantageux d'opérer à l'état de saumure, qui empêche l'agglomération et de terminer par une forte torréfaction. Les appareils varient beaucoup d'une fabrique à l'autre; MM. Schlosing et Rolland, M. Solvay, M. Boulouvard, ont adopté des modèles différents, mais ces appareils ont tous un trait commun, c'est qu'ils sont disposés de manière à recueillir l'acide carbonique, qui est utilisé comme tel, ou à l'éliminer par l'eau de la carbonatation. La calcination doit d'ailleurs être faite dans un courant de gaz pour entraîner la vapeur d'eau et ce courant gazeux ne peut être que chlorure et de matières siliceuses dans un courant de vapeur d'eau surchauffée, et se traduit par la formule suivante :



SiO2. Chlorure de calcium. Eau. Silicate chloruré de calcium.

De son côté, le chlorure de magnésium peut donner de l'acide chlorhydrique sous l'action de la vapeur d'eau; mais pratiquement la réaction réussit mal à cause de la présence du chlorure de sodium qui entre en combinaison avec le chlorure de magnésium. Une autre réaction, dont le principe a été indiqué par M. Berthelot et qui a été appliquée à Salsigne par M. Péchiney, fournit à la fois du chlorure par l'action de l'oxygène et de l'acide chlorhydrique par l'action de la vapeur d'eau surchauffée. On sait en effet que l'oxygène déplace le chlore du chlorure de magnésium à haute température. Le traitement comporte trois phases : préparation d'un oxychlorure de magnésium par addition de chlorure de sodium; dessiccation du mélange, enfin calcination dans un courant d'air.

Procédé Sibel. Un autre procédé, qui a été proposé par Sibel, repose sur les réactions suivantes : quand on calcine un mélange de phosphate disodique, de pyrophosphate de sodium et d'azotate de sodium, il se dégage de l'acide azotique et il se forme du phosphate trisodique; ce dernier, traité par l'acide carbonique, régénère le phosphate disodique en fournissant du carbonate de sodium, c'est-à-dire de la soude. On obtient encore du carbonate de sodium en traitant le phosphate disodique par le carbonate d'ammonium dissous dans une solution concentrée. Le résidu insoluble de la réaction est le phosphate ammoniosodique PhO4.AzH3.Na2H.

Opérations complémentaires. Aux quatre opérations ci-dessus mentionnées il est quelquefois indispensable d'en ajouter d'autres. En effet, le sel de soude préparé comme on vient de le dire est pulvérulent et par conséquent moins dense et plus encombrant que le sel Leblanc. Dans l'industrie du verre, ce sel pulvérulent est trop facile à entraîner par le courant de gaz du foyer; en outre, les verriers préfèrent une soude un peu caustique comme la soude Leblanc, parce qu'elle donne un verre plus fusible. Pour amener le sel de soude à l'ammoniac, dont la densité est 0,7, ou 0,8, à la densité du sel Leblanc 1,2, il suffit de le soumettre, comme ce dernier, à une chauffe intense dans des fours à réverbère. D'un autre côté, les usines de soude à l'ammoniac, qui souillent les caustiques qui tirent les mêmes proportions de soude libre que les sels Leblanc et sont exempts des impuretés (sulfate de soude, chlorure de sodium), qui souillent les derniers dans la proportion de 6 à 7 pour 100. Elles contiennent en place une égale quantité d'eau; elles paraissent en conséquence obtusées en fondant; le sel est obtenu dans une solution concentrée de soude caustique. Il ne paraît pas en effet qu'on ait rendu industrielle la caustification du carbonate de sodium par la vapeur d'eau surchauffée, bien que cette réaction ait été réalisée dans le laboratoire.

Régénération de l'ammoniac. Les eaux mères du bicarbonate de soude contiennent presque entièrement l'ammoniac employée, qu'il importe de récupérer. Voici d'ailleurs, d'après MM. Schlosing et Rolland, la composition moyenne de ces eaux mères, en poids :

Table with 2 columns: Substance and Weight. Includes Eau, Chlorure de sodium NaCl, Chlorhydrate d'ammoniac AzH4Cl, Acide carbonique CO2, Bicarbonate de soude CO3Na, and Sulfate de soude Na2SO4.

position moyenne de ces eaux mères, en poids : Eau... 100, Chlorure de sodium NaCl... 10,2, Chlorhydrate d'ammoniac AzH4Cl... 18,5, Acide carbonique CO2... 2,65, Bicarbonate de soude CO3Na... 0,50, Sulfate de soude Na2SO4... 0,50.

Opérations complémentaires. Aux quatre opérations ci-dessus mentionnées il est quelquefois indispensable d'en ajouter d'autres. En effet, le sel de soude préparé comme on vient de le dire est pulvérulent et par conséquent moins dense et plus encombrant que le sel Leblanc. Dans l'industrie du verre, ce sel pulvérulent est trop facile à entraîner par le courant de gaz du foyer; en outre, les verriers préfèrent une soude un peu caustique comme la soude Leblanc, parce qu'elle donne un verre plus fusible. Pour amener le sel de soude à l'ammoniac, dont la densité est 0,7, ou 0,8, à la densité du sel Leblanc 1,2, il suffit de le soumettre, comme ce dernier, à une chauffe intense dans des fours à réverbère. D'un autre côté, les usines de soude à l'ammoniac, qui souillent les caustiques qui tirent les mêmes proportions de soude libre que les sels Leblanc et sont exempts des impuretés (sulfate de soude, chlorure de sodium), qui souillent les derniers dans la proportion de 6 à 7 pour 100. Elles contiennent en place une égale quantité d'eau; elles paraissent en conséquence obtusées en fondant; le sel est obtenu dans une solution concentrée de soude caustique. Il ne paraît pas en effet qu'on ait rendu industrielle la caustification du carbonate de sodium par la vapeur d'eau surchauffée, bien que cette réaction ait été réalisée dans le laboratoire.

à chaux est introduit vers le haut, où il accompli aisément la première phase de la carbonatation, c'est-à-dire la formation du monocarbonate. L'acide carbonique pur arrive par la base sous une pression qui peut atteindre 2 ou 3 atmosphères et achève la transformation en bicarbonate. On a aussi essayé de la presse, qui exige une dépense de combustible, était évitée dans l'appareil de MM. Schlosing et Rolland avait été installé à Puteaux, et dans celui de Boulouvard, installé à l'usine de Sorques, qui se rapproche beaucoup du précédent. Il consiste en une série de cylindres horizontaux disposés en gradins, où la solution ammoniacale, constamment remuée par un agitateur à palettes animé d'un mouvement de rotation rapide dans l'appareil de Schlosing, par un agitateur à auge tournant lentement dans celui de Boulouvard, descend de cylindre en cylindre à partir du plus élevé, tandis que l'acide carbonique parcourt la série en sens inverse. D'autres appareils ont été brevetés et proposés par MM. Schlosing et Cie en 1881, par M. Honigman et par plusieurs autres ingénieurs.

Filtration du bicarbonate de soude. Le bicarbonate de soude en suspension doit être séparé; il importe, pour que l'opération soit aisément praticable, que les parcelles en suspension ne soient pas trop volumineuses, qu'elles retiendraient de l'eau mère emprisonnée dans chaque cristal, ni trop menues, parce que le précipité formerait une sorte de pâte difficile à laver et retenant beaucoup d'eau. Pour avoir un précipité de nature convenable, il est avantageux de ne pas opérer la carbonatation à une température trop basse et de maintenir le sel marin en suspension pendant la filtration, précédée ou non d'une dénaturation, elle est opérée de diverses manières. MM. Schlosing et Rolland avaient installé dans leur usine des essoreuses; M. Boulouvard se sert de la presse hydraulique. M. Solvay procède à une filtration par le vide. La boue de bicarbonate est amenée mécaniquement sur une toile filtrante soutenant un tamis en bois ou en fer, disposé sur un réservoir où l'on fait le vide; la pression atmosphérique fait passer l'eau mère ainsi que les eaux que l'on verse ensuite sur les lits de cristaux pour les laver. Dans tous les cas les eaux de lavage sont recueillies.

Dessiccation et torréfaction du bicarbonate de soude. Ces deux opérations, que l'on peut pratiquer successivement et qui ont pour objet, la première d'éliminer l'eau, la seconde de chasser la moitié de l'acide carbonique, tendent à être réunies en une seule dans la pratique. La difficulté principale de ces opérations vient de la tendance du bicarbonate à s'agglomérer par ses cristaux, difficile de chasser l'acide carbonique des conglomerats mauvais conducteurs ou la chaleur pénètre très difficilement. Il est avantageux d'opérer à l'état de saumure, qui empêche l'agglomération et de terminer par une forte torréfaction. Les appareils varient beaucoup d'une fabrique à l'autre; MM. Schlosing et Rolland, M. Solvay, M. Boulouvard, ont adopté des modèles différents, mais ces appareils ont tous un trait commun, c'est qu'ils sont disposés de manière à recueillir l'acide carbonique, qui est utilisé comme tel, ou à l'éliminer par l'eau de la carbonatation. La calcination doit d'ailleurs être faite dans un courant de gaz pour entraîner la vapeur d'eau et ce courant gazeux ne peut être que chlorure et de matières siliceuses dans un courant de vapeur d'eau surchauffée, et se traduit par la formule suivante :



SiO2. Chlorure de calcium. Eau. Silicate chloruré de calcium.

De son côté, le chlorure de magnésium peut donner de l'acide chlorhydrique sous l'action de la vapeur d'eau; mais pratiquement la réaction réussit mal à cause de la présence du chlorure de sodium qui entre en combinaison avec le chlorure de magnésium. Une autre réaction, dont le principe a été indiqué par M. Berthelot et qui a été appliquée à Salsigne par M. Péchiney, fournit à la fois du chlorure par l'action de l'oxygène et de l'acide chlorhydrique par l'action de la vapeur d'eau surchauffée. On sait en effet que l'oxygène déplace le chlore du chlorure de magnésium à haute température. Le traitement comporte trois phases : préparation d'un oxychlorure de magnésium par addition de chlorure de sodium; dessiccation du mélange, enfin calcination dans un courant d'air.

Procédé Sibel. Un autre procédé, qui a été proposé par Sibel, repose sur les réactions suivantes : quand on calcine un mélange de phosphate disodique, de pyrophosphate de sodium et d'azotate de sodium, il se dégage de l'acide azotique et il se forme du phosphate trisodique; ce dernier, traité par l'acide carbonique, régénère le phosphate disodique en fournissant du carbonate de sodium, c'est-à-dire de la soude. On obtient encore du carbonate de sodium en traitant le phosphate disodique par le carbonate d'ammonium dissous dans une solution concentrée. Le résidu insoluble de la réaction est le phosphate ammoniosodique PhO4.AzH3.Na2H.

Opérations complémentaires. Aux quatre opérations ci-dessus mentionnées il est quelquefois indispensable d'en ajouter d'autres. En effet, le sel de soude préparé comme on vient de le dire est pulvérulent et par conséquent moins dense et plus encombrant que le sel Leblanc. Dans l'industrie du verre, ce sel pulvérulent est trop facile à entraîner par le courant de gaz du foyer; en outre, les verriers préfèrent une soude un peu caustique comme la soude Leblanc, parce qu'elle donne un verre plus fusible. Pour amener le sel de soude à l'ammoniac, dont la densité est 0,7, ou 0,8, à la densité du sel Leblanc 1,2, il suffit de le soumettre, comme ce dernier, à une chauffe intense dans des fours à réverbère. D'un autre côté, les usines de soude à l'ammoniac, qui souillent les caustiques qui tirent les mêmes proportions de soude libre que les sels Leblanc et sont exempts des impuretés (sulfate de soude, chlorure de sodium), qui souillent les derniers dans la proportion de 6 à 7 pour 100. Elles contiennent en place une égale quantité d'eau; elles paraissent en conséquence obtusées en fondant; le sel est obtenu dans une solution concentrée de soude caustique. Il ne paraît pas en effet qu'on ait rendu industrielle la caustification du carbonate de sodium par la vapeur d'eau surchauffée, bien que cette réaction ait été réalisée dans le laboratoire.

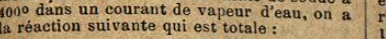
Régénération de l'ammoniac. Les eaux mères du bicarbonate de soude contiennent presque entièrement l'ammoniac employée, qu'il importe de récupérer. Voici d'ailleurs, d'après MM. Schlosing et Rolland, la composition moyenne de ces eaux mères, en poids :

Table with 2 columns: Substance and Weight. Includes Eau, Chlorure de sodium NaCl, Chlorhydrate d'ammoniac AzH4Cl, Acide carbonique CO2, Bicarbonate de soude CO3Na, and Sulfate de soude Na2SO4.

position moyenne de ces eaux mères, en poids : Eau... 100, Chlorure de sodium NaCl... 10,2, Chlorhydrate d'ammoniac AzH4Cl... 18,5, Acide carbonique CO2... 2,65, Bicarbonate de soude CO3Na... 0,50, Sulfate de soude Na2SO4... 0,50.

Opérations complémentaires. Aux quatre opérations ci-dessus mentionnées il est quelquefois indispensable d'en ajouter d'autres. En effet, le sel de soude préparé comme on vient de le dire est pulvérulent et par conséquent moins dense et plus encombrant que le sel Leblanc. Dans l'industrie du verre, ce sel pulvérulent est trop facile à entraîner par le courant de gaz du foyer; en outre, les verriers préfèrent une soude un peu caustique comme la soude Leblanc, parce qu'elle donne un verre plus fusible. Pour amener le sel de soude à l'ammoniac, dont la densité est 0,7, ou 0,8, à la densité du sel Leblanc 1,2, il suffit de le soumettre, comme ce dernier, à une chauffe intense dans des fours à réverbère. D'un autre côté, les usines de soude à l'ammoniac, qui souillent les caustiques qui tirent les mêmes proportions de soude libre que les sels Leblanc et sont exempts des impuretés (sulfate de soude, chlorure de sodium), qui souillent les derniers dans la proportion de 6 à 7 pour 100. Elles contiennent en place une égale quantité d'eau; elles paraissent en conséquence obtusées en fondant; le sel est obtenu dans une solution concentrée de soude caustique. Il ne paraît pas en effet qu'on ait rendu industrielle la caustification du carbonate de sodium par la vapeur d'eau surchauffée, bien que cette réaction ait été réalisée dans le laboratoire.

Carey, Gaskell et Hurter ont découvert une réaction fort intéressante qui se traduit par un procédé mixte dans lequel la soude est produite à l'aide du sulfate de soude et de l'ammoniac. Ce qui recommande le procédé, c'est la facilité de régénérer l'ammoniac. En effet, si on chauffe le sulfate d'ammoniac formé avec du sulfate de soude à 400 dans un courant de vapeur d'eau, on a la réaction suivante qui est totale :

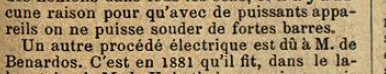


Le sulfate de soude, G. Sulfate acide de soude. ammoniacale. ammoniac. de soude. Soudre caustique. La fabrication de l'azurine et des matières colorantes artificielles, qui emploie des quantités de plus en plus grandes de soude caustique, donne à ce dernier produit une véritable importance industrielle. On sait que la caustification du carbonate de soude par la chaux n'est jamais complète, mais il résulte d'une longue expérience que c'est dans les lessives diluées, ne dépassant pas 15° Baumé, qu'elle peut être poussée le plus loin. Les lessives diluées fournissent aussi une soude plus pure, mais l'évaporation de l'excès d'eau est onéreuse pour le fabricant, et d'après M. Schreuer-Klesner, il faut trois tonnes de combustible pour fabriquer une tonne de soude. M. Parnell a fait connaître un procédé de caustification sous pression à la température ordinaire, applicable aux lessives concentrées. Il caustifie ainsi au moins 90 pour 100 de l'acide.

SOUFRE s. f. — Electr. Soudure électrique. Procédé de soudure des métaux consistant à placer les deux pièces à souder en contact l'une avec l'autre et à les faire traverser par un courant électrique d'une grande intensité qui détermine la fusion et par suite la soudure des pièces.

Encycl. L'idée de la soudure électrique, due à M. Elihu Thomson, est réalisée au moyen d'un générateur secondaire dont la bobine primaire est en circuit avec un dynamo à courant alternatif. La bobine secondaire se compose de quelques spires d'un gros câble en cuivre de résistance négligeable; ses extrémités sont attachées à deux blocs métalliques, munis chacun d'une pince dans laquelle on introduit l'une des pièces. Une résistance auxiliaire et un commutateur sont intercalés dans le circuit primaire et permettent de régler le courant suivant les besoins. Ce procédé a été appliqué pour souder des fils de cuivre et de fer composant des câbles. La soudure était assez forte pour que les fils aient résisté à des torsions et à des flexions dans tous les sens, et il n'y a aucune raison pour qu'avec de puissants appareils on ne puisse souder de fortes barres.

Un autre procédé électrique est dû à M. de Benardis. C'est en 1881 qu'il fit, dans le laboratoire de M. de Kabath, les premiers essais d'application de l'énergie électrique à la soude autogène des lames de plomb des accumulateurs. Les résultats obtenus ayant été satisfaisants, M. de Benardis appliqua ce procédé à d'autres métaux et fit ainsi naître à créer une industrie nouvelle; il fonda la Société pour le travail électrique des métaux. Ce procédé consiste à relier d'une manière quelconque les pièces à souder au pôle négatif d'une source électrique d'un potentiel supérieur à la force contre-électromotrice de l'arc voltaïque; on simplifie, dans la pratique, cette fixation en reliant une des pièces à souder, appelée enclume électrique, au pôle négatif de la source d'électricité, et c'est sur cette table qu'on pose les pièces à souder; un mélange intime de chlorure et de matières siliceuses dans un courant de vapeur d'eau surchauffée, et se traduit par la formule suivante :



SiO2. Chlorure de calcium. Eau. Silicate chloruré de calcium.

De son côté, le chlorure de magnésium peut donner de l'acide chlorhydrique sous l'action de la vapeur d'eau; mais pratiquement la réaction réussit mal à cause de la présence du chlorure de sodium qui entre en combinaison avec le chlorure de magnésium. Une autre réaction, dont le principe a été indiqué par M. Berthelot et qui a été appliquée à Salsigne par M. Péchiney, fournit à la fois du chlorure par l'action de l'oxygène et de l'acide chlorhydrique par l'action de la vapeur d'eau surchauffée. On sait en effet que l'oxygène déplace le chlore du chlorure de magnésium à haute température. Le traitement comporte trois phases : préparation d'un oxychlorure de magnésium par addition de chlorure de sodium; dessiccation du mélange, enfin calcination dans un courant d'air.

Procédé Sibel. Un autre procédé, qui a été proposé par Sibel, repose sur les réactions suivantes : quand on calcine un mélange de phosphate disodique, de pyrophosphate de sodium et d'azotate de sodium, il se dégage de l'acide azotique et il se forme du phosphate trisodique; ce dernier, traité par l'acide carbonique, régénère le phosphate disodique en fournissant du carbonate de sodium, c'est-à-dire de la soude. On obtient encore du carbonate de sodium en traitant le phosphate disodique par le carbonate d'ammonium dissous dans une solution concentrée. Le résidu insoluble de la réaction est le phosphate ammoniosodique PhO4.AzH3.Na2H.

Opérations complémentaires. Aux quatre opérations ci-dessus mentionnées il est quelquefois indispensable d'en ajouter d'autres. En effet, le sel de soude préparé comme on vient de le dire est pulvérulent et par conséquent moins dense et plus encombrant que le sel Leblanc. Dans l'industrie du verre, ce sel pulvérulent est trop facile à entraîner par le courant de gaz du foyer; en outre, les verriers préfèrent une soude un peu caustique comme la soude Leblanc, parce qu'elle donne un verre plus fusible. Pour amener le sel de soude à l'ammoniac, dont la densité est 0,7, ou 0,8, à la densité du sel Leblanc 1,2, il suffit de le soumettre, comme ce dernier, à une chauffe intense dans des fours à réverbère. D'un autre côté, les usines de soude à l'ammoniac, qui souillent les caustiques qui tirent les mêmes proportions de soude libre que les sels Leblanc et sont exempts des impuretés (sulfate de soude, chlorure de sodium), qui souillent les derniers dans la proportion de 6 à 7 pour 100. Elles contiennent en place une égale quantité d'eau; elles paraissent en conséquence obtusées en fondant; le sel est obtenu dans une solution concentrée de soude caustique. Il ne paraît pas en effet qu'on ait rendu industrielle la caustification du carbonate de sodium par la vapeur d'eau surchauffée, bien que cette réaction ait été réalisée dans le laboratoire.

Si dans la solution sur saturée on introduit un cristal octaédrique par l'une des branches, un cristal prismatique par l'autre branche. Quand les deux cristaux progressent des deux côtés, ils se rencontrent, les cristaux prismatiques se modifient peu à peu et de proche en proche en cristaux octaédriques. L'expérience, répétée avec du soufre sur fondus à 1000, donne des résultats analogues; mais, quand les traînées de cristaux viennent à se rencontrer, ce sont les cristaux octaédriques qui se transforment en cristaux prismatiques.

Une autre variété de soufre, appelée soufre naissant, se dépose au fond des solutions de soufre dans le sulfure de carbone et se forme aussi par la décomposition lente des polysulfures. On le sépare en traitant le dépôt par l'éther. Cette sorte de soufre insoluble, sur laquelle on a rappelé l'attention en 1883, paraît avoir été signalée par Thénard.

M. Brème a fait de curieuses observations sur les cristaux de soufre en voie de formation. Du soufre étalé porté à 250°, on le recouvre d'une lame de verre, préalablement chauffée au delà de 500. Pour les cristaux de 10 à 15 millimètres qui se déposent sur la lame de verre, il y en a plusieurs qui se transforment en cristaux prismatiques. Les lignes courbes du sphéroïde vitreux tendent, se redressent et se changent en lignes droites, décrivant un carré parfait sans que les angles soient emboîtés d'autres côtés; ces carrés sont interrompus par des sortes de croix, à branches plus ou moins arrondies, engendrées par la partie inférieure d'un réseau membriforme de l'utricule.

En maintenant de petites gouttelettes de soufre à 120° et pendant quelques minutes, recevant la vapeur sur une lame de verre, il apparaît sur cette lame de petits amas blancs, arrondis, qui, examinés au microscope, se montrent formés de vésicules de 0,0002 à 0,0003 de diamètre. Abandonnées à elles-mêmes à la température ordinaire, ces vésicules s'élargissent et se transforment en petites formes de tables carrées de deux à trois millimètres et plus de côté. On voit ces vésicules s'aplatir, s'étaler, se joindre, se confondre et finalement se transformer en un seul cristal transparent. Les cristaux tabulaires segmentés ou incomplets présentent eux-mêmes, en différents points de leur surface, des vésicules génératrices. Ce qui y a de remarquable dans les résultats de cette expérience, c'est que la forme du cristal, lequel n'existe pas encore ou bien n'existe qu'en partie, est dessinée par des vésicules, transformées ou non; si bien que celles-ci occupent les parties absentes des arêtes du cristal.

Physiol. Le soufre s'élimine de l'organisme sous forme de sulfate et de polysulfate; d'après M. de Rey-Paillette (1888), le phénomène physiologique aurait pour agent une substance qui se trouve très répandue sous des formes peu différentes dans le monde organique, depuis les cellules animales jusqu'aux tissus animaux les plus élevés. Cette substance, qu'il propose d'appeler phylotone (du gr. philein, aimer, et thion, soufre), jouerait par rapport au soufre le rôle que l'hémoglobine joue par rapport à l'oxygène.

ACIDE PERSULFURIQUE SO7. L'acide persulfurique a été découvert en 1878 par Berthelot, qui en a constaté la formation en faisant agir l'électricité à forte tension sur un mélange à volumes égaux d'acide sulfureux et d'oxygène secs. Il se dépose dans ces circonstances sous forme de gouttelettes huileuses de l'acide sulfureux refroidi il se produit aussi de l'acide persulfurique; quand la solution se concentre, il apparaît de l'eau oxygénée qui se combine à l'acide persulfurique pour former le composé SO7H2O. La formation de SO7 à partir de l'acide sulfureux est exothermique (-50 calories); mais à partir de l'acide sulfureux, elle est endothermique (-13 calories); c'est pour quoi l'acide persulfurique est instable; il se transforme lentement à l'air, plus rapidement au contact de l'eau, en acide sulfureux et formate d'eau oxygénée. C'est un oxydant, mais moins énergique que l'eau oxygénée; il oxyde le sulfate de fer et le protochlorure d'étain, mais il n'oxyde pas l'acide arsénieux, le permanganate de potassium ni l'acide chromique. Il forme avec la baryte un persulfate de baryte instable qui se transforme en baryte et sulfate avec dégagement d'oxygène.

ACIDE SULFHYDRIQUE HS (en équivalents HS). L'hydrogène forme avec le soufre deux combinaisons bien définies. L'une, l'acide sulfhydrique HS, correspond à l'eau de soufre, ce qui justifie la formule.

Etat naturel et préparation. L'hydrogène sulfuré existe quelquefois libre, quelquefois à l'état de sulfhydrate de sulfate de sodium dans certaines eaux minérales (Cauterets, Barèges, Bagnères-de-Luchon, Aix les Bains, etc.). Les sulfures métalliques se forment par réduction des sulfates dans le sang des fosses d'aisances et des égouts appelés plomb des vidangeurs semble démontrer que le poison agit directement sur les centres nerveux.

Thérap. M. Bergeon préconise contre les maladies qui affectent les voies respiratoires un traitement fondé sur l'élimination du soufre par la réduction des sulfates dans le sang des fosses d'aisances et des égouts appelés plomb des vidangeurs semble démontrer que le poison agit directement sur les centres nerveux.

Si dans la solution sur saturée on introduit un cristal octaédrique par l'une des branches, un cristal prismatique par l'autre branche. Quand les deux cristaux progressent des deux côtés, ils se rencontrent, les cristaux prismatiques se modifient peu à peu et de proche en proche en cristaux octaédriques. L'expérience, répétée avec du soufre sur fondus à 1000, donne des résultats analogues; mais, quand les traînées de cristaux viennent à se rencontrer, ce sont les cristaux octaédriques qui se transforment en cristaux prismatiques.

Une autre variété de soufre, appelée soufre naissant, se dépose au fond des solutions de soufre dans le sulfure de carbone et se forme aussi par la décomposition lente des polysulfures. On le sépare en traitant le dépôt par l'éther. Cette sorte de soufre insoluble, sur laquelle on a rappelé l'attention en 1883, paraît avoir été signalée par Thénard.

M. Brème a fait de curieuses observations sur les cristaux de soufre en voie de formation. Du soufre étalé porté à 250°, on le recouvre d'une lame de verre, préalablement chauffée au delà de 500. Pour les cristaux de 10 à 15 millimètres qui se déposent sur la lame de verre, il y en a plusieurs qui se transforment en cristaux prismatiques. Les lignes courbes du sphéroïde vitreux tendent, se redressent et se changent en lignes droites, décrivant un carré parfait sans que les angles soient emboîtés d'autres côtés; ces carrés sont interrompus par des sortes de croix, à branches plus ou moins arrondies, engendrées par la partie inférieure d'un réseau membriforme de l'utricule.

En maintenant de petites gouttelettes de soufre à 120° et pendant quelques minutes, recevant la vapeur sur une lame de verre, il apparaît sur cette lame de petits amas blancs, arrondis, qui, examinés au microscope, se montrent formés de vésicules de 0,0002 à 0,0003 de diamètre. Abandonnées à elles-mêmes à la température ordinaire, ces v