

Observations sur l'action détersive des solutions de savon,

PAR M. W. SPRING.

(Deuxième communication).

Les solutions de savon et les composés ferriques.

Dans la première communication que j'ai eu l'honneur de faire sur l'action détersive des solutions de savon¹⁾, je ne me suis occupé que de l'action du savon sur le noir de fumée.

J'ai montré alors, que le nettoyage d'un objet quelconque peut facilement être compris si l'on envisage l'objet sali par le noir de fumée comme étant une combinaison du carbone avec cet objet, combinaison que l'eau seule ne détruit pas, ou seulement difficilement, mais qui est résolue si l'eau tient du savon en solution, parce qu'il s'en forme une autre, alors, entre le savon et le noir de fumée et que celle-ci n'a plus la propriété de se laisser adsorber par les corps solides. Je rappellerai encore que le carbone ne forme toutefois pas de combinaison avec le savon neutre dissous, mais qu'il décompose d'abord celui-ci en savon acide et en savon basique; il s'agglutine ensuite avec le savon acide parce que ces deux corps possèdent, au sein de l'eau, une polarité électrique différente; le savon basique, lui, reste dissous dans le liquide.

¹⁾ Voir ce Recueil, t. XXVIII, p.p. 120—135; 1909.

En résumé, le nettoyage d'un objet par le savon n'est rien autre chose qu'un phénomène de substitution du savon à cet objet: la combinaison colloïdale carbone-savon ne jouissant pas de la propriété de se fixer, par adsorption, sur des corps solides est facilement entraînée par l'eau.

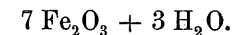
Dans les recherches que je viens de résumer, il n'a été question que de l'action du savon sur le noir de fumée, parce que le temps m'a fait défaut pour examiner, au même point de vue, d'autres substances qui ne manquent cependant jamais, pour ainsi dire, dans les matières salissantes communes, savoir: la silice, les matières argileuses, les composés ferriques. La lacune laissée dans mon travail précédent est comblée. Je prends la liberté, aujourd'hui, de faire connaître les résultats obtenus à l'aide des composés ferriques. La prochaine communication portera sur les autres substances.

1°. — *Les solutions de savon et l'oxyde ferrique.*

Il existe une variété d'oxyde ferrique (ou plutôt d'hydrate) qui s'indique tout naturellement à notre attention par suite de la facilité avec laquelle elle souille les objets, c'est la sanguine.

On sait combien aisément le savon enlève cet enduit rouge, alors que l'eau pure est, pour ainsi dire, sans effet.

Nous nous occuperons tout d'abord de cette substance. La variété dont je me suis servi renfermait 4.60% d'eau, ce qui donne très exactement la formule:



Les points principaux à vérifier sont les suivants:

1°. — Si la sanguine forme une combinaison colloïdale avec le savon dissous dans l'eau;

2°. — Si la sanguine forme une combinaison d'adsorption avec certains corps solides;

3°. — Si une solution de savon détruit cette combinaison d'adsorption.

On s'assure de la réalité du „premier point” en comparant la façon dont se comporte une suspension de sanguine dans l'eau pure avec une suspension dans des solutions de savon de diverses concentrations.

De l'eau pure, troublée à l'aide de sanguine en poudre fine, ne se clarifie qu'avec une extrême lenteur. Il faut attendre des journées entières pour observer un commencement de clarification, même si la température est élevée. Néanmoins, la sédimentation progresse d'une manière continue avec le temps. Si l'eau renferme une trace d'acide ou d'alcali, la clarification s'opère en moins d'une demi-heure. On doit conclure de là que que les particules de sanguine fonctionnent comme si elles portaient, indifféremment, une charge positive ou une charge négative. De fait, la cataphorèse d'une suspension de sanguine a lieu, à la fois, à l'anode et à la cathode, sous un potentiel de 20 volts; mais le dépouillement paraît plus rapide à l'anode. On peut sans doute dire que la sanguine descend plus vite le courant qu'elle ne le remonte et qu'en somme, elle est positive.

Dans les solutions de savon, le phénomène est plus compliqué.

J'ai agité des solutions de savon de concentrations diverses, depuis 7 % jusque $\frac{1}{32}$ %, au nombre de quatorze, avec de la sanguine en poudre fine et je les ai abandonnées au repos comparativement avec un témoin formé de sanguine et d'eau pure.

Le lendemain, les solutions concentrées, à 7 et 8 %, qui étaient cependant les moins fluides, étaient clarifiées, mais elles avaient gardé une couleur ferrugineuse. Les solutions à 6, 5 et 4 % étaient en voie de clarification, tandis qu'aucune autre n'accusait un changement. Le cinquième jour, toutes les solutions étaient claires, excepté celles qui se trouvaient autour du titre de $\frac{1}{2}$ %.

J'ai dosé alors la sanguine restée en suspension dans ces solutions, en pesant Fe_2O_3 trouvé dans le résidu d'évaporation de volumes égaux des solutions; voici les résultats obtenus:

Titres % des solutions	Fe_2O_3 qu'elles renferment
2	0.0314
1	0.0420
$\frac{1}{2}$	0.0488
$\frac{1}{4}$	0.0392
$\frac{1}{8}$	0.0282
$\frac{1}{16}$	0.0198

Il résulte de ces nombres que si, à la vérité, la sanguine reste plus longtemps en suspension dans les solutions de savon que dans l'eau pure, il n'y a, en aucune façon, proportionnalité entre la quantité de savon dissoute et la quantité de sanguine suspendue. Les solutions concentrées de savon laissent tomber la sanguine assez vite, puis on observe aux environs du titre $\frac{1}{2}$ %, un optimum de suspension au delà duquel la chute reprend en vitesse.

J'ai procédé ensuite à l'analyse de la partie du liquide clarifiée par le repos de la solution à 7 %, agitée avec de la sanguine, pour vérifier si la sanguine entraîne du savon dans sa chute et si, en même temps, il y a décomposition du savon en savon acide et en savon basique.

A cet effet, j'ai déterminé le résidu laissé à l'évaporation par 20 cc. de la solution de savon, puis le poids des cendres de ces résidus.

Voici les résultats obtenus:

	Poids du Résidu	Poids des Cendres	% des Cendres
I	1.3112	0.2468	18.82
II	1.3084	0.2434	18.60

Or, la solution de savon clarifiée avait une couleur ferrugineuse (voir plus haut), les cendres contenaient donc de l'oxyde ferrugineux dont il faut encore tenir compte. — On a trouvé pour le N^o. I, 0.0152 et pour le N^o. II, 0.0144; le % des cendres du savon devient alors, respectivement 17.66 et 17.50. — Un témoin, non agité avec de la sanguine, a fourni 18.31 % de cendres. Il en résulte que l'agitation avec la sanguine fait baisser la proportion de cendres du savon, c'est-à-dire, qu'elle décompose la solution: le sel acide reste en plus grande quantité dissous, conjointement avec de l'oxyde ferrugineux (peut-être se forme-t-il un savon de fer?), tandis que le savon basique se trouve plutôt entraîné par la sanguine précipitée. On peut se demander si le double effet constaté, avec une suspension de sanguine, pendant cataphorese (voir plus haut), ne trouve pas son écho ici. Notons encore que l'analyse permet de constater que la proportion d'oxyde ferrugineux augmente notablement avec la durée du contact de la sanguine et du savon.

Après avoir constaté que le savon est décomposé par la sanguine comme par le noir de fumée, en savon acide et en savon basique, il devenait intéressant de serrer d'un peu plus près l'influence du milieu acide, ou alcalin, sur la sédimentation de la sanguine et surtout de déterminer, si possible, le minimum d'acide ou d'alcali nécessaire pour produire un effet Ceci, afin de se renseigner sur le point de savoir si ces deux minima sont chimiquement équivalents.

Des poids égaux de poudre de sanguine ont donc été agités avec des solutions d'hydroxyde de potassium, de titres décroissant depuis 5 % jusque 0.040 %. — Le lendemain les solutions fortes, jusque et y compris celle de 0.312 %, avaient floculé, celle à 0.156 était à moitié trouble, mais celle à 0.078 % était au même état qu'un témoin sans alcali. — Les jours suivants le parallélisme

entre le 0.078 % et le témoin s'est maintenu. On peut donc regarder le titre alcalin de 0.078 % comme étant la limite en-dessous de laquelle l'action floculante de l'alcali ne se produit plus sur la sanguine.

Opérant ensuite, de même, à l'aide de solutions d'acide chlorhydrique, j'ai constaté que la floculation est, cette fois, bien plus rapide. Ainsi la sanguine se dépose encore le jour même, dans l'eau chargée de 0.0176 de HCl et du jour au lendemain, dans de l'eau contenant 0.001 %. — Ce n'est qu'après avoir fait descendre le titre de l'acide à environ 0.0001 % que la sédimentation ne s'est pas faite plus rapidement que dans de l'eau pure.

Le résultat est évident: la raison pour laquelle la floculation de la sanguine est plus rapide en milieu acide n'est pas exclusivement d'ordre physique (électrique), mais elle doit être la résultante de plusieurs causes non encore précisées.

L'examen de la décomposition du savon par la sanguine a été repris au moyen de solutions faites à l'aide d'alcool méthylique, au lieu d'eau, parce que la combinaison sanguine-savon ne se dissout pas dans cet alcool, ce qui simplifie le problème.

Quatre analyses de solutions à environ 2 %, agitées avec de la sanguine, ont conduit aux moyennes suivantes:

	Résidu d'évap. sur 20 cc.	Cendres.	% des cendres.
Moyenne des analyses	0.3815	0.0675	17.68
Témoin	0.3860	0.0704	18.24

Le résultat est plus probant et plus évident que le précédent, parce que le poids du résidu d'évaporation n'est plus chargé de celui d'une matière étrangère. — On voit de suite que la sanguine a appauvri la solution en savon,

puisque l'on trouve 0.0045 de savon de moins dans le résidu que dans le témoin.

Si l'on rapporte cette perte à 100, on trouve: 1.16%. On remarquera, d'autre part, que le % des cendres, trouvé ici, se rapproche remarquablement de celui que l'on a obtenu plus haut, après avoir corrigé le résultat brut en soustrayant le poids de l'oxyde ferrique, c'est-à-dire 17.66 et 17.50.

Nous devons examiner, à présent, si la sanguine forme une combinaison d'adsorption avec les corps solides et si le savon détruit cette combinaison. A la vérité, la persistance des taches de sanguine sur des corps solides quelconques peut déjà être invoquée à l'appui de son pouvoir adhésif, mais on trouvera une démonstration plus complète dans les faits suivants.

Si l'on verse sur un filtre ordinaire, de papier, une suspension de sanguine dans l'eau, ou dans l'alcool, les premières gouttes du filtrat sont troubles et rouges, mais peu à peu le filtrat devient moins trouble. — Si l'on reverse continuellement le filtrat sur le même filtre, on constate que dans le cas de l'eau, le filtrat est tout à fait clair après environ 16 filtrations successives et dans le cas de l'alcool, déjà après la quatrième.

Le filtre n'est cependant pas bouché alors, la filtration continue, bien que très lentement. Ceci prouve donc que le papier du filtre a adsorbé la sanguine et que, de ce chef, les pores mécaniques du filtre se sont rétrécis. L'eau pure (ou l'alcool), versée ensuite, n'enlève plus la sanguine. Ceci prouve que l'adsorption de l'eau (ou de l'alcool) à la sanguine est plus faible que l'adsorption de la sanguine au papier. On objectera peut-être que c'est l'occlusion des pores du filtre par la sanguine, qui est la raison pour laquelle les liquides passent clairs. C'est une erreur, car si dans le filtre chargé de sanguine, à travers lequel l'alcool passe clair, on verse de l'eau pure, on voit celle-ci passer de plus en plus trouble à mesure que l'eau enlève

l'alcool. L'eau ne passe donc pas simplement à travers les canaux parcourus d'abord par l'alcool, mais elle fait s'effondrer les berges de ces canaux et en entraîne la matière avec elle. On doit donc reconnaître un pouvoir détersif à l'eau ainsi qu'une adsorption de la cellulose du filtre et de la sanguine.

La démonstration est plus frappante encore si, au lieu d'eau pure, on verse de l'eau de savon (à 2 %) sur un filtre préparé comme il vient d'être dit. — La vitesse de la filtration grandit rapidement et il passe une boue rouge, opaque, comme si l'on avait percé le filtre. — En continuant le lavage à l'eau de savon, on finit par recueillir un filtrat de moins en moins trouble. C'est qu'alors il ne reste plus, sur le filtre, que des particules de sanguine plus grosses que les dimensions des pores du filtre, et que l'on se trouve devant un véritable tamisage.

On le voit donc, le savon se comporte à l'égard de la sanguine comme à l'égard du noir de fumée; il forme avec la sanguine une combinaison d'adsorption plus stable que celle que forme la sanguine avec les divers solides, particulièrement avec la cellulose.

Il est intéressant de savoir dans quelle mesure le savon favorise le passage de la sanguine à travers un filtre.

A cet effet, j'ai dosé d'abord le Fe_2O_3 entraîné à travers le filtre par de l'eau pure, puis le Fe_2O_3 entraîné par de l'eau de savon à 1 %. — Dans le premier cas j'ai obtenu 0.0098 gr. de Fe_2O_3 pour les dix premiers cc. de liquide et dans le second cas 0.0595 gr. pour le même volume de liquide: il passe donc au delà de six fois plus de sanguine par le filtre avec l'eau de savon, car:

$$\frac{0.0595}{0.0098} = 6.08.$$

Il est remarquable, toutefois, que la quantité de sanguine qui passe par le filtre n'est pas en relation simple avec la composition de l'eau de savon. — En effet, si l'on opère avec des solutions de savon à divers titres on obtient:

Titre en savon.	Fe ₂ O ₃ dans 10 cc. du filtrat.
2 %	0.0472
1 %	0.0595
$\frac{1}{2}$ %	0.0422
$\frac{1}{4}$ %	0.0478
$\frac{1}{8}$ %	0.0180
$\frac{1}{16}$ %	0.0104

On voit que le poids de Fe₂O₃ ne suit pas régulièrement la diminution de la proportion de savon; le titre à 1 % a donné plus de Fe₂O₃ et c'est seulement après le titre $\frac{1}{4}$ % que le poids de Fe₂O₃ diminue comme le savon. On peut se demander si, sous ce titre de $\frac{1}{4}$ %, la solution de savon ne possède pas la puissance nécessaire et suffisante pour détruire l'adhérence du savon au papier? S'il en est vraiment ainsi on pourra voir dans ce fait, l'indication de ce que la combinaison d'adsorption sanguine-savon est justiciable plutôt du facteur surfaces en présence que du facteur des masses; il serait plutôt de l'ordre physique que de l'ordre chimique proprement dit.

Il se pose à présent une question qui peut avoir un certain intérêt pour la chimie des colloïdes. On peut se demander si l'effet de surface, mentionné dans le paragraphe précédent, exige pour se montrer, que l'on ait affaire, au moins dans l'un des réactifs, à une surface physique vraie, telle que celle des particules d'une suspension, ou bien si cet effet se produit encore lorsqu'on n'a plus à compter qu'avec des surfaces de molécules, telles qu'on les trouve dans les pseudo-solutions ou solutions dites colloïdales?

Pour répondre à cette question, j'ai examiné l'action du

savon, non plus sur des suspensions de sanguine mais sur des solutions colloïdales d'hydroxyde de fer.

J'ai vérifié d'abord si le savon consolide la solution ferrique colloïdale, comme il conserve les suspensions de sanguine? On constate que si, d'une manière générale, le savon agit comme protecteur du colloïde, il y a néanmoins des cas, où le contraire s'observe, c'est-à-dire qu'alors l'hydrosol ferrique flocule en peu de temps; il donne un précipité de couleur ocre, très facile à laver et laissant au-dessus de lui de l'eau absolument limpide. Tout dépend des états de concentration des solutions.

En effet, si l'on prépare des solutions de savon dans l'eau, de titres décroissant depuis 0.40% jusque 0.0025% (il y en avait 21 en tout), et que l'on agite chacune d'elles avec une même proportion d'hydrosol ferrique, au titre de 0.475% par exemple, on trouve la solution de 0.030% entièrement dépouillée, le lendemain, sans plus trace de composé ferrique en suspension, tandis que les solutions plus riches ou moins riches en savon gardent toutes leur composé en solution ou en suspension, avec cette remarque, cependant, que seule la solution à 0.40% et les solutions extrêmes 0.020 à 0.005 deviennent limpides; les autres restent troubles. Le surlendemain l'état général était le même; seulement la solution à 0.40% s'était clarifiée; le troisième jour, la clarification avait progressé dans les solutions 0.050; 0.055; 0.66% mais sans autre changement.

L'expérience a été reprise, ensuite, en faisant varier la proportion d'hydrosol ferrique, les solutions de savon restant au même titre. On a d'abord pris une quantité d'hydrosol ferrique de moitié plus faible, donc à 0.237%. Le résultat a été semblable au précédent, seulement la clarification complète n'a plus eu lieu dans la solution à 1.030%, mais dans une solution plus faible, à 0.020%. Les autres solutions étaient plus ou moins troublées, mais aucune d'elles n'avait floculé.

Le surlendemain et le troisième jour, l'état était resté le même. On a ensuite pris un quantité d'hydrosol ferrique

double de celle qui avait servi dans la première constatation, soit donc une solution de 0.95%.

L'effet a encore été semblable aux précédents, mais, cette fois, la clarification complète a eu lieu dans les solutions contenant 0.050% et 0.055% de savon, les autres solutions étaient plus ou moins troubles ou bien elles étaient restées limpides, suivant leur titre en savon. L'effet n'a pas non plus changé après trois jours.

Ces expériences, qui ont donné plusieurs fois le même résultat, montrent que la floculation de l'hydrosol ferrique dépend moins de l'état de concentration des solutions mélangées que de la proportion dans laquelle l'hydrate de fer se trouve relativement à la quantité de savon dissous. Ainsi, d'une manière générale, si le savon dépasse un certain pour cent variant avec le titre en hydrate ferrique, le liquide se trouble, mais la matière du trouble ne se dépose pas; si le savon reste en dessous de ce pour cent, il arrive même que le liquide ne se trouble pas du tout, tandis que si ce pour cent est atteint le composé ferrique est précipité quantitativement en très peu de temps et le liquide devient absolument clair.

Il n'est pas facile de préciser cette valeur parce que le temps intervient comme facteur dans la floculation et dans le dépôt complet des flocons. Il est donc préférable de parler d'une région de concentration du savon. La limite inférieure de cette région est donnée, d'après les expériences précédentes, pour la proportion d'une molécule de savon et 2.16 de Fe_2O_3 ; la limite supérieure est donnée pour 1 de savon et 3.47 de Fe_2O_3 .

Il s'agit à présent de se renseigner sur la composition de ce précipité ferrique qui se forme dans la région dont nous venons de donner les limites.

La première pensée est de se demander si ce précipité n'est pas simplement du savon ferrique, formé à la suite d'une double décomposition. Dans ce cas, il devrait

rester de l'hydrate de sodium en solution dans la mesure de la disparition de l'hydrate ferrique.

Or, si l'on examine les eaux-mères du précipité ferrique à l'aide de la phénolphaléine, on les trouve absolument neutres¹⁾; on doit donc rejeter l'idée d'une double décomposition.

J'ai procédé alors à un essai quantitatif de floculation de l'hydrate ferrique colloïdale par le savon. Voici les résultats obtenus en laissant couler l'hydrosol dans la solution de savon jusqu'à ce que le liquide limpide restât coloré:

10 cc. d'une solution de savon à 2% flocculent 48 cc. d'hydrosol ferrique contenant 0.71 de Fe_2O_3 dans 100 cc. Les 48 cc. renferment donc 0.340 de Fe_2O_3 . Or le poids moléculaire de Fe_2O_3 étant 160 et celui du savon employé 292, on a: $\frac{0.340}{160} = 0.002125$ et $\frac{0.2}{292} = 0.000685$

d'où le rapport $\frac{0.002125}{0.000685} = 3.10$.

C'est-à-dire que 3.10 molécules de Fe_2O_3 sont précipitées par une molécule de savon.

S'il y avait double décomposition, une molécule de Fe_2O_3 réagirait déjà avec 6 molécules de savon; le résultat trouvé est donc $3.10 \times 6 = 18.60$ fois plus fort que celui auquel conduirait une double décomposition. On se trouve donc certainement en présence d'un phénomène de précipitation d'une autre nature qu'un simple acte chimique. Il s'agit très probablement d'une combinaison d'adsorption entre le savon et l'hydrate ferrique (voir plus haut le résultat obtenu au moyen de la sanguine).

A titre de contrôle j'ai répété l'essai précédent et trouvé cette fois 3.25 de Fe_2O_3 pour 1 molécule de savon.

D'autre part, j'ai renversé l'essai en laissant couler le

¹⁾ Il est à remarquer que la solution de savon-mère donnait une faible coloration avec la phénolphaléine; mais celle-ci ne s'est plus montrée après la réaction avec l'hydrate de fer. Il est donc probable que le précipité ferrique agglutine l'alcali et l'entraîne avec lui.

savon dans l'hydrosol ferrique et en prenant l'apparition de l'écume permanente formée par agitation, comme indicateur de la fin de la réaction.

Je suis arrivé au rapport 3.67.

L'accord entre ces trois rapports n'est pas bien grand, mais on tiendra compte du fait qu'il s'agit ici de combinaisons colloïdales qui ne suivent pas nécessairement la loi des proportions définies. En revanche, on constatera que ces rapports sont dans l'ordre des grandeurs des limites trouvées plus haut pour les titres en Fe_2O_3 et en savon, que doivent avoir les solutions donnant des précipités se déposant bien, savoir: 2.16 à 3.47.

Il est possible que cette combinaison d'adsorption soit le résultat de l'application de molécules d'hydrate ferrique autour de chaque molécule de savon. Le fait que 18 molécules d'hydrate ferrique trouveraient place autour d'une molécule de savon donnerait même à penser que le diamètre de la molécule de savon, supposée sphérique, doit être plus grand que le diamètre de l'hydrate ferrique, car 12 sphères égales, seulement, peuvent être tangentes, à la fois, à une seule sphère de même diamètre.

D'autre part, l'édification d'une telle combinaison apparaît vraiment comme dépendant plutôt des attractions moléculaires et, par conséquent, des surfaces en jeu, que des affinités chimiques proprement dites.

Enfin, cette structure moléculaire fait comprendre aisément pourquoi un lavage à l'eau n'enlève pas trace de savon à cette combinaison; celui-ci se trouvant emprisonné par l'hydrate de fer.

J'ai préparé alors une notable quantité de cette combinaison colloïdale pour en faire l'analyse et constater ses principales propriétés.

Il est à remarquer, d'abord, qu'à l'état de précipité ce corps est jaune d'ocre et qu'il n'est absolument pas gluant. — Il n'adhère pas au verre ni au papier. — On peut donc

le laver avec facilité. — Pendant la dessiccation, il perd sa couleur et sa forme pulvérulente pour prendre celle d'une masse brun-chocolat à cassure conchoïde.

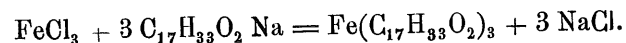
L'analyse ¹⁾ de deux produits dans la préparation desquels on a laissé tantôt le savon en excès tantôt l'hydrosol ferrique, ont donné pour des échantillons desséchés à 120°:

	I. (Hydrosol en excès)	II. (Savon en excès)
Fe_2O_3	60.81	60.16
Savon	26.38	—
Eau	12.81	—
	100.00	

On peut regarder ces compositions comme identiques. Si l'on calcule d'après cette analyse la formule du corps, on arrive à: $38 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9 (\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{O}_2\text{Na}) \cdot 71 \text{H}_2\text{O}$.

Le rapport du Fe_2O_3 au savon n'est donc pas le même que celui qui doit exister dans les solutions pour que celles-ci se clarifient bien; mais il ne faut pas perdre de vue que les manipulations, les lavages, etc. ont pu modifier la substance avant l'analyse.

Enfin, j'ai tenu à m'assurer directement si, en employant un sel ferrique au lieu de l'hydrosol pour la préparation d'un savon ferrique par double décomposition, les proportions des réactifs sont différentes et conformes à ce qu'exige l'équation chimique:



Une solution titrée de savon a donc été traitée par une solution titrée de Fe_2O_3 jusqu'à ce qu'il ne se produisit

¹⁾ Le Fe_2O_3 a été dosé après destruction de la substance dans un creuset de platine par le sulfate acide de potassium à la température du rouge. — Le poids du savon a été calculé après avoir déterminé le carbone par combustion au sein de chromate de plomb. Le poids de l'eau s'est établi par différence.

plus d'écume pendant l'agitation de la solution de savon. — On constata que 0.2 gr. de savon demandaient 0.03795 de Fe_2Cl_3 . En divisant ces nombres par les poids moléculaires respectifs on a :

$$\frac{0.2}{292} = 0.000685 \text{ et } \frac{0.03795}{162.5} = 0.000233$$

d'où: $\frac{0.000685}{0.000233} = 3$, très approximativement

Il s'agit donc bien, ici, d'une double décomposition et non d'une combinaison colloïdale.

J'ajouterai, pour terminer ce paragraphe, que le savon de fer ainsi obtenu, contraste complètement avec la combinaison d'adsorption: il est plus brun, gluant, très difficile à laver. Séché, il se présente sous forme d'une masse poisseuse, noire, fusible, ressemblant à de l'emplâtre.

En résumé, la sanguine et l'hydrate de fer colloïdal forment très facilement avec le savon une combinaison d'adsorption que l'eau ne détruit pas, ou difficilement. Cette combinaison n'a plus le pouvoir d'adhérer, sous l'eau, à d'autres corps, tels que le verre, la porcelaine, la cellulose, la peau, etc.; il en résulte que le nettoyage de ces corps par le savon se ramène à la formation d'une combinaison colloïdale de celui-ci et des composés ferriques, combinaison qui ne jouit plus de la propriété d'être adsorbée par la plupart des corps solides.

Liège, Juillet 1909.

Institut de Chimie Générale.