
Élimination du phloroglucinol et de l'Acide pyroméllitique par combinaison Sulfate d'aluminium /Charbon actif

II.1. Introduction

Au cours de cette étape de l'étude expérimentale, notre objectif, est dans un premier temps, d'observer et d'interpréter l'effet du sulfate d'aluminium seul sur l'élimination des composés organiques testés. Les composés organiques qui font l'objet de notre étude sont le phloroglucinol et l'acide pyroméllitique. Dans un second temps, nous étudierons l'effet de la combinaison sulfate d'aluminium /charbon actif

Les essais sont tous réalisés en eau distillée et différents paramètres réactionnels sont pris en compte tels que la dose de coagulant, la dose de charbon actif, la concentration initiale du composé organique et le pH des solutions. Les résultats obtenus pourront faire l'objet d'une discussion concernant les mécanismes réactionnels possibles.

II.2. Élimination par le sulfate d'aluminium seul en eau distillée

II.2.1. Effet de la dose de coagulant- Résultats

Les essais de coagulation-floculation sont conduits sur des solutions synthétiques contenant une concentration constante des composés organiques phloroglucinol et l'acide pyroméllitique (10 mg/l) en eau distillée (pH ajusté 7 et 5.5). Des doses croissantes de sulfate d'aluminium sont introduites dans les différentes solutions. Les figures 8 et 9 présentent les résultats définitifs obtenus. Ils montrent que les rendements d'élimination des composés organiques évoluent différemment selon la structure chimique de ces composés. De plus, l'effet de la dose de coagulant introduite est variable d'un composé à l'autre.

II.2.1.1. Phloroglucinol

Nous pouvons observer, d'après la courbe illustrée sur la figure 8, que le processus de coagulation- floculation du phloroglucinol (10mg/l) avec le sulfate d'aluminium à pH=7 mène à des rendements faibles.

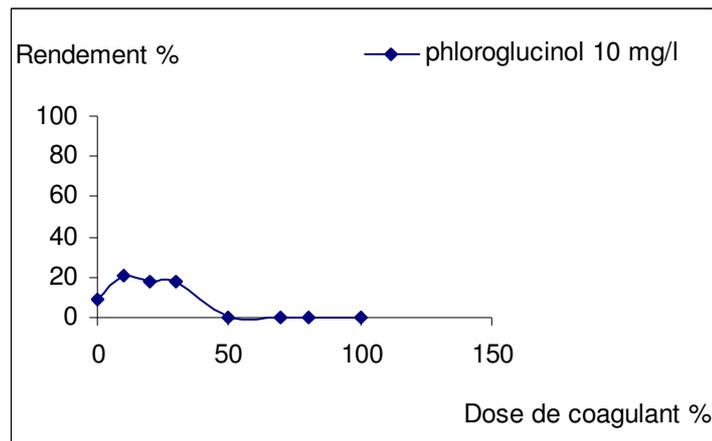


Figure 8: Effet de la dose de coagulant sur l'élimination du phloroglucinol (10 mg/l) à pH =7

II.2.1.2. Acide pyromellitique

Les courbes illustrées sur la figure 9 représentent l'évolution des rendements en fonction de la dose du coagulant pour 10 mg/l d'acide pyroméllitique à 2 pH différents (pH= 5.5 et 7).

On observe que l'acide pyroméllitique aboutit à de bons rendements d'élimination pour les deux cas de pH, avec une petite différence des rendements illustrés dans les deux courbes et une demande plus importante de coagulant à pH = 7.

Par ailleurs, nous avons constaté pour chaque courbe concernant les essais sur l'acide pyroméllitique, soit à pH =5.5 ou à pH= 7, qu'il existe une dose optimale en sulfate d'aluminium à partir de laquelle les rendements se rapprochent de la stabilité.

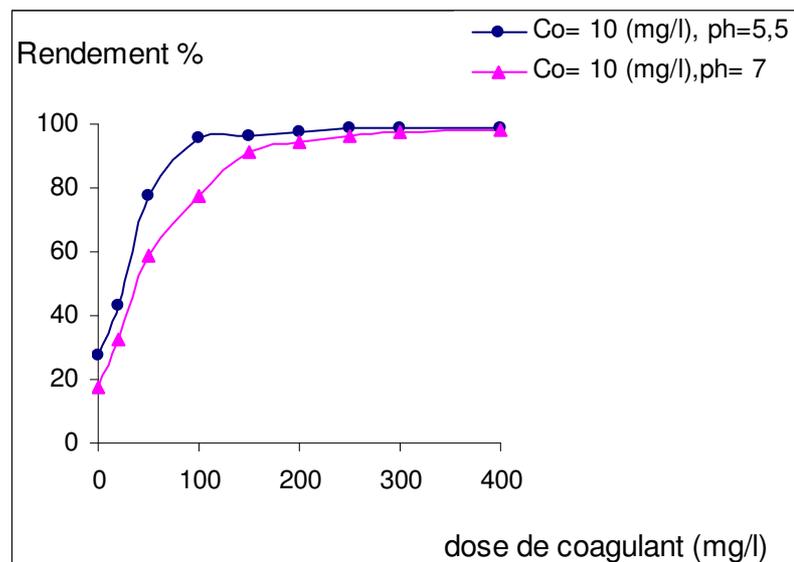


Figure 9 : Influence de la dose de coagulant sur l'élimination de l'acide pyroméllitique (10mg/l) à pH ajusté = 7 et pH ajusté = 5.5

Concernant nos essais en eau distillée, le tableau 18 permet de récapituler l'ensemble des résultats en utilisant le sulfate d'aluminium seul. Les rendements maxima et les doses optimales de coagulant pour une concentration constante des deux composés organiques y sont présentés.

Tableau 18: Résultats optima des essais de floculation en eau distillée.

Paramètres	Composés organiques		
	Phloroglucinol	Acide pyroméllitique	
Concentration initiale (mg/l)	10	10	10
Dose optimale de coagulant (mg/l)	10	400	250
Rendement %	20,59	98,06	98,71
pH initial	7	7	5.5

II.2.2. Discussion des résultats

Au vu des résultats présentés, il semble possible de distinguer deux catégories de comportements des composés organiques vis-à-vis du coagulant. La première catégorie inclut le phloroglucinol, qui est faiblement éliminé par coagulation -floculation, aux pH de nos essais. Le rendement maximal obtenu est de l'ordre de 20,59 % pour le phloroglucinol.

La deuxième catégorie se rapporte à l'acide pyroméllitique et qui est parfaitement éliminé dans les conditions de nos essais. A l'optimum, l'élimination de notre composé organique atteint 98,71% à pH =5,5 alors que pour celle à pH =7, l'acide pyroméllitique atteint 98,06%. Par ailleurs, nous pouvons constater que l'évolution des rendements d'élimination est affectée par le dosage du coagulant. Nous pouvons aussi remarquer que les doses de coagulant nécessaires à l'obtention de l'optimum sont beaucoup plus importantes à pH =7 qu'à pH=5,5.

Un optimum d'élimination est obtenu dans le cas de l'acide pyroméllitique et respectivement pour une dose de 250mg/l à pH =5,5 et 400 mg/l à pH =7 en sulfate d'aluminium. De plus, il faut remarquer que les rendements d'élimination de l'acide pyroméllitique se stabilisent au-delà de l'optimum.

D'après *Lefebvre (1990)*, la présence de deux fois deux groupements acides (COOH ou OH) contigus sur ces composés semble leur conférer un comportement semblable aux substances humiques. Par contre et comme attendu (*Lefebvre et Legube, 1993 ; Rahni, 1994 ; Semmens et Ayers, 1985*), les composés aromatiques présentant une seule fonction acide ou deux ou trois fonctions non contiguës (fonction en position méta ou para) ne sont pas bien éliminés. Dans nos

conditions expérimentales, c'est le cas du phloroglucinol. Des travaux antérieurs (Achour, 2001 ; Guesbaya, 1998) avaient pu également mettre en évidence que le phénol et le résorcinol étaient très peu éliminés quelle que soit la dose de coagulant.

L'étude de Hecini et Achour (2008) montre également que des composés tels que le phloroglucinol et le phénol, sont faiblement éliminés par coagulation-floculation, à pH non ajusté. Les rendements maxima obtenus sont respectivement de l'ordre de 13.54% pour le phénol et 18.81 % pour le phloroglucinol.

Signalons que des essais similaires ont été effectués par Rezeg et Achour (2005), sur des solutions aqueuses à pH non ajusté pour le phloroglucinol et l'acide pyroméllitique. Le suivi du pH final a montré ainsi qu'une élimination optimale est obtenue pour un pH de 4 à 6 selon le composé et selon la dose de coagulant. De ce fait, les espèces hydrolysées prépondérantes de l'aluminium seraient des complexes solubles cationiques qui pourraient conditionner les mécanismes de la coagulation-floculation. La formation des oxo-hydroxydes métalliques solides serait peu favorisée et la part prise par l'adsorption purement physique serait faible aux pH obtenus. Ainsi, conformément à la bibliographie, le phloroglucinol a été très peu éliminé quelle que soit la variation des paramètres réactionnels (coagulant, pH) ; ce qui confirme nos résultats pour le phloroglucinol au pH = 7.

Le pH du milieu influe donc directement à la fois sur la dissociation des groupements fonctionnels acides des acides organiques et la nature des espèces hydrolysées prédominantes du métal.

D'après nos résultats, le pH a surtout eu une influence sur la demande en coagulant et très peu sur l'amélioration des rendements.

En se référant aux données bibliographiques, l'élimination de l'acide pyroméllitique à pH = 5,5 ne peut être apparemment expliquée que par le mécanisme qui prend en compte les réactions entre la matière organique et les formes solubles hydrolysées métalliques pour conduire à la formation d'un précipité. Ces mécanismes ont déjà été cités lors de travaux sur des substances humiques.

Lefebvre (1990), mentionnent que dans la zone des pH voisins de 4 à 6, il y a interaction chimique spécifique entre les polymères d'aluminium chargés. De même, Hall et Packham (1965) notent que pour des pH optima de 5 à 6, il existe une relation stœchiométrique entre la teneur en matière humique et la dose de coagulant. Pour l'acide pyroméllitique, Rezeg et Achour (2005) ont pu mettre en évidence que, d'une part le pH optimal se situe entre 5 et 6 et que d'autre part, les réactions sont stœchiométriques entre la teneur initiale du composé organique et le taux de coagulant, les rendements d'élimination augmentant en même temps que la concentration initiale

du composé. La loi obtenue est telle que la dose optimale de sulfate d'aluminium = 20 concentration initiale de l'acide pyromellitique en milieu acide non tamponné.

Compte tenu de ces aspects, pour nos résultats l'élimination de l'acide pyroméllitique à pH= 5,5 par coagulation-floculation au sulfate d'aluminium peut s'effectuer principalement par un mécanisme qui suppose la formation d'un sel insoluble entre les monomères ou les polymères métalliques solubles cationiques et la matière organique.

Les réactions d'hydrolyse de l'aluminium vers les formes $Al(OH)_3$ pourraient être favorisées aux dépens des réactions de complexation avec la matière organique (*Van Benschoten et Edzwald, 1990*). Ce qui expliquerait la demande plus importante en coagulant pour des pH plus élevés.

II.3 Combinaison sulfate d'aluminium / charbon actif en eau distillée

Au cours de cette étape, des essais de combinaison sont réalisés en testant les adsorbants précédemment cités (charbon actif en grains et en poudre) en présence de sulfate d'aluminium. Les essais ont concerné aussi bien le phloroglucinol que l'acide pyromellitique.

II.3.1 Effet de la dose de charbon actif

En eau distillée, les doses d'adsorbants varient de 0 à 4000 mg/l en utilisant le charbon actif en grains et en poudre. Concernant la dose de coagulant, une dose optimale de 10 mg/l a été utilisée à un pH =7 pour traiter des solutions de phloroglucinol (10 mg/l). Dans le cas de l'acide pyromellitique, 2 valeurs de doses de coagulant ont été adoptées dans les différents essais (une dose optimale égale à 20 C_0). L'acide pyromellitique a été utilisé à des concentrations $C_0 = 5\text{mg/l}$ et $C_0 = 10\text{mg/l}$ ainsi qu'à 2 pH différents, pH = 7 et pH =5,5. Les résultats obtenus sont illustrés sur les figures 10 à 15.

A travers ces résultats, nous pouvons observer que les rendements d'élimination aussi bien du phloroglucinol que de l'acide pyromellitique subissent des variations significatives lorsque les masses de charbon actif augmentent jusqu'à une masse optimale, à partir de laquelle les rendements se stabilisent. De plus, les rendements d'élimination sur charbon actif en poudre sont en général nettement supérieurs à ceux obtenus avec le charbon actif en grains.

II.3.1.1 Phloroglucinol

Les résultats obtenus (figure10) montrent que les rendements d'élimination du phloroglucinol augmentent avec l'accroissement de la masse de charbon actif en poudre ou en grains et atteignent des valeurs maximales de l'ordre de 60,71% à une dose optimale de 200mg/l pour le charbon actif en poudre et 47,06 % à une dose optimale de 2000mg/l pour le charbon actif en grains, lorsque le milieu est à pH= 7.

L'ensemble des résultats obtenus confirment que le charbon actif en poudre et le charbon actif en grains présentent des comportements différents vis-à-vis de l'élimination de phloroglucinol. Les rendements d'élimination du phloroglucinol sur charbon actif en poudre sont en général supérieurs à ceux obtenus avec le charbon actif en grains. Ceci peut être expliqué par une différence au niveau de la nature des interactions entre le soluté et les sites superficiels du matériau et par une différence au niveau de la surface totale accessible aux solutés (porosité, aire spécifique).

Le tableau 19 présente l'amélioration des rendements entre le coagulant seul et avec la combinaison

Tableau 19 : Récapitulatif des résultats d'élimination du phloroglucinol (10mg/l) par le coagulant seul et par le sulfate d'al + charbon actif

	Coagulant seul	Combinaison (coagulant+charbon actif)
Dose optimale de coagulant (mg/l)	10	10
Dose charbon Actif optimale (mg/l)	-	CAP : 200 CAG : 2000
Rendement % optimale	20,59	CAP : 60,71 CAG : 47,06

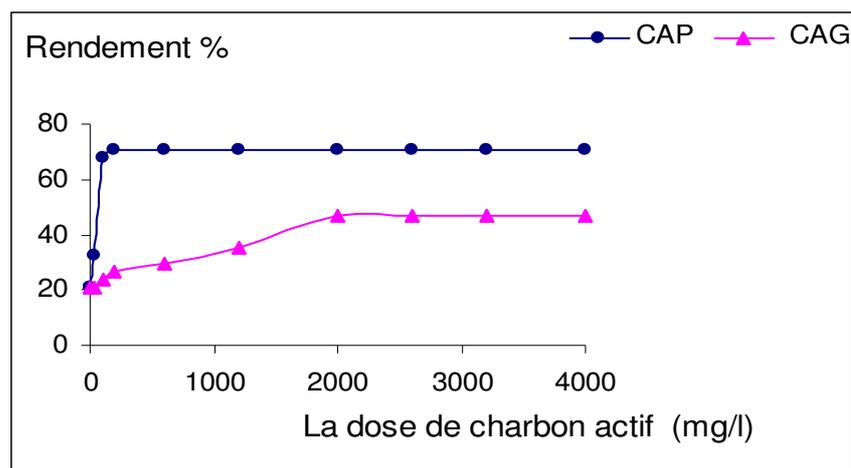


Figure 10 : Effet de la dose de charbon actif en poudre et en grains sur l'élimination du phloroglucinol (10 mg/l). Dose de coagulant = dose optimale = 10 mg/l ; pH = 7

II.3.1.2. Acide pyromellitique

Les essais de combinaison sont conduits sur l'acide pyromellitique avec des concentrations différentes de 5mg/l et 10 mg/l et en présence de doses variables de charbon actif en poudre ou en grains de 0 à 4000mg/l. Dans un premier temps, nous avons considéré une dose optimale de coagulant, soit 100mg/l pour une concentration d'acide pyromellitique de 5mg/l puis une dose de 200 mg/l en coagulant pour une concentration du composé organique de 10mg/l. Les essais sont réalisés en milieu ajusté à pH = 7 ou à pH =5,5. Les valeurs optimales adoptées pour la dose de coagulant dérivent de la relation stœchiométrique entre la teneur initiale de l'acide pyromellitique et le taux de coagulant : ($Y = 20 X$) d'après *Rezeg et Achour (2004)*. Dans un second temps, nous avons utilisé des doses de coagulant inférieures à l'optimale mais uniquement avec le charbon actif en poudre pour les deux concentrations (5 et 10 mg/l) en acide pyromellitique.

a) Dose coagulant = dose optimale

Les résultats obtenus (figure11) montrent que les rendements d'élimination de l'acide pyromellitique sur le charbon actif en poudre sont élevés et augmentent au fur et à mesure que la dose de charbon augmente jusqu'à un pic à l'optimale qui atteint 40mg/l pour une concentration de 10mg/l en acide pyromellitique ; le rendement maximal d'élimination est de 98,49%. Au-delà de cet optimum, nous observons une légère diminution dans les rendements.

Le même phénomène est observé pour une concentration de 5mg/l de l'acide pyromellitique qui donne un rendement moins élevé que les rendements de la concentration de 10mg/l, un pic d'efficacité à 97,91 % pour une dose de charbon 100mg/l.

Les résultats obtenus (figure 12) de l'acide pyromellitique en présence de charbon actif en grains pour les deux concentrations de 10mg/l et pour 5mg/l montrent des rendements d'élimination élevés. Ces derniers augmentent avec la variation de la dose de charbon jusqu'à l'optimale puis ils se stabilisent. Pour la concentration de 10mg/l en acide pyromellitique, l'optimum est à une valeur de 98,49% pour une dose de 1600 mg/l de charbon actif en grains et une dose de coagulant de 200 mg/l. A une concentration de 5mg/l en composé organique, le rendement optimal est de 97,91% pour une dose de 2000mg/l en charbon actif en grains et une dose de 100mg/l en coagulant.

Pour les deux types d'adsorbants, l'élimination de l'acide pyromellitique est supérieure pour la concentration de 10 mg/l par rapport à celle de 5mg/l.

Les rendements d'élimination de l'acide pyromellitique sont importants même à de faibles doses de charbon, et ceci pourrait être dû à la présence de coagulant à fortes doses. De ce fait, la suite des essais a été réalisée en adoptant une dose constante de coagulant, inférieure à l'optimale pour tenter de mettre en évidence le rôle du charbon actif.

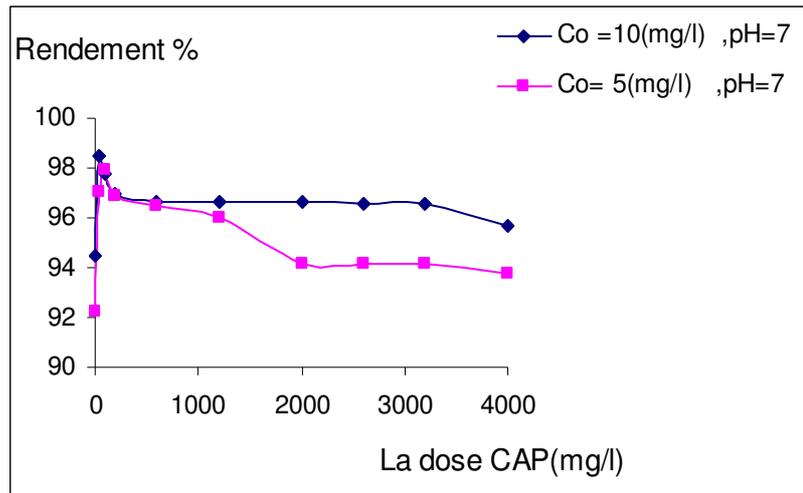


Figure 11: Influence de la dose de CAP sur l'élimination de l'acide pyroméllitique à différentes concentrations à pH ajusté = 7 ; dose de coagulant = dose optimale = constante

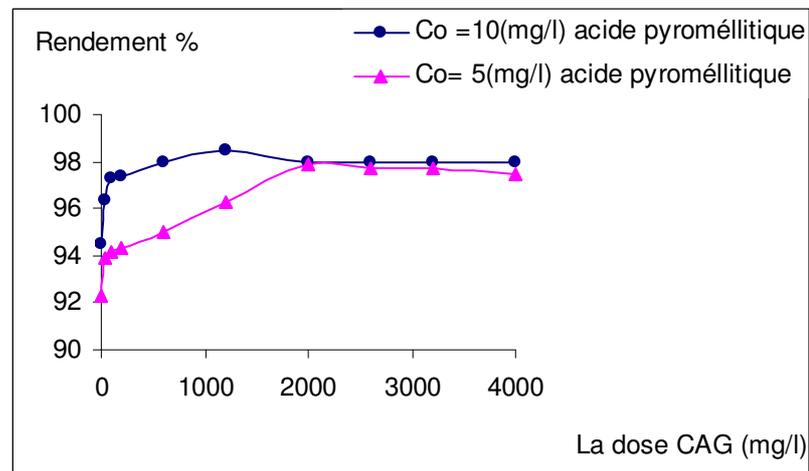


Figure 12: Influence de la dose de CAG sur l'élimination de l'acide pyroméllitique à différentes concentrations à pH ajusté = 7 ; dose de coagulant = dose optimale = constante

b) Dose de coagulant < dose optimale

En se plaçant dans ces conditions, les rendements d'élimination de l'acide pyroméllitique sur le charbon actif en poudre varient assez peu selon les concentrations et les pH (figures 13 et 14). Toutefois, l'élimination est meilleure à pH = 5,5 qu'à pH = 7, et pour une concentration de 10 mg/l, les rendements sont plus élevés que pour 5 mg/l, les résultats sont supérieurs à 98%.

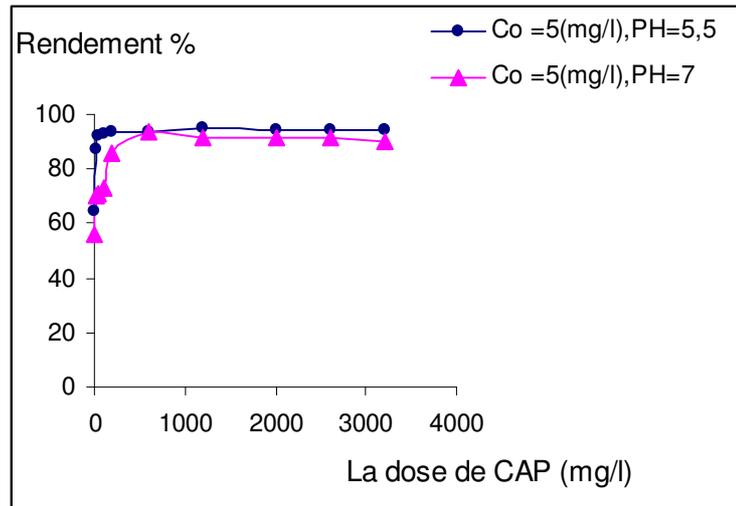


Figure 13 : Effet de la dose de CAP sur l'élimination de l'acide pyroméllitique (5mg/l) à pH=5.5 et pH = 7. Dose de coagulant =25mg/l < dose optimale.

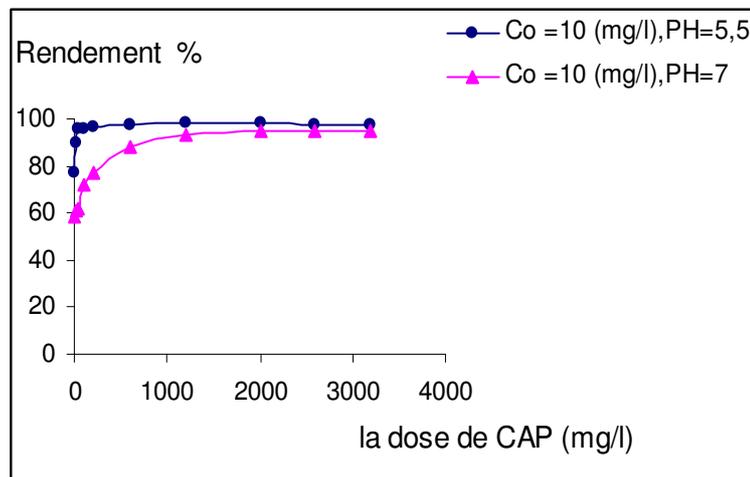


Figure 14 : Effet de la dose de CAP sur l'élimination acide pyroméllitique (10 mg/l) à pH =5.5 et pH = 7. Dose de coagulant =50mg/l < dose optimale.

Le tableau 20 présente la comparaison des résultats entre le coagulant seul et avec la combinaison coagulant et charbon actif

Tableau 20 : Récapitulatif des résultats d'élimination de l'acide pyroméllitique (10mg/l) par le coagulant seul et en combinaison avec le charbon actif

	Coagulant seul		Combinaison (coagulant+charbon actif)			
	7	5.5	7		5.5	
Concentration initiale du comp.organique (mg/l)	10	10	5	10	5	10
Dose coagulant optimale (mg/l)	400	250	100	200	-	-
Rendement optimal %	98,06	98,71	CAP : 97,91 CAG : 97,91	CAP: 98,49 CAG :98,49	-	-
Dose charbon actif (mg/l) à l'optimale CAP CAG	-	-	100 200	40 1600	-	-
Dose coagulant < Dose optimale (mg/l)	-	-	CAP : 25	CAP : 50	CAP : 25	CAP : 50
Dose charbon Actif CAP	-	-	600	2000	1200	1200
Rendement %	-	-	CAP :93,33	CAP :95,26	CAP :94,93	CAP :98,28

II.3.2. Effet du pH sur la combinaison sulfate d'aluminium / charbon actif

Chacun des composés précédemment testés a été dissous à une même concentration, soit 10 mg/l en eau distillée. Nous représentons sur les figures de 15 et 16, l'évolution des rendements d'élimination de chaque composé organique en fonction du pH (de 3 à 9) au cours de la combinaison coagulant / charbon actif. Signalons que les doses de sulfate d'aluminium introduites correspondent à l'optimum de leur élimination, une dose égale à 10mg/l pour le phloroglucinol et 200mg/l pour l'acide pyroméllitique. Les doses ajoutées en charbon actif correspondent aux doses optimales précédemment déterminées. Pour le phloroglucinol : 200 mg/l en CAP, 2000mg/l en CAG, et pour l'acide pyromellitique : 40mg/l en CAP, 1200 mg/l en CAG.

II.3.2.1. Phloroglucinol

La figure 15 montre l'influence du pH sur l'élimination du phloroglucinol par la combinaison coagulant/adsorbant (CAP et CAG). Il apparaît que l'élimination du phloroglucinol est influencée par la valeur du pH qui modifie la spéciation du coagulant (espèces aluminiques dérivant de l'hydrolyse) ainsi que la charge ionique de la surface de l'adsorbant, de même que le degré d'ionisation de l'adsorbat. L'influence du pH est liée à la libération de protons H^+ par le matériau et le milieu, créant ainsi de nouveaux sites d'échanges et la formation de nouvelles espèces chimiques en solution. La solubilité des composés organiques, en particulier le phloroglucinol pourrait être influencée par le pH.

D'une façon générale, le phloroglucinol est mieux éliminé avec le charbon actif en poudre (CAP) qu'avec le charbon actif en grains (CAG) quelque soit le pH du milieu. Par ailleurs, la gamme optimale est plus large (pH de 4 à 7) pour le CAP alors que pour le CAG, la gamme est du pH 6 à 7. A pH optimal, les rendements sont appréciables. Ainsi, les valeurs des rendements optima sont de 80,65% à pH= 4 pour le CAP et de 50% à pH= 6 pour le CAG. Pour des valeurs de pH plus élevés, on remarque une diminution de l'efficacité pour les deux types de charbon.

Les données bibliographiques (*Semmens et Ayers, 1985 ; Jekel, 1986 ; Rahni, 1994 ; Achour, 2001 ; Rezeg 2004*) concernant l'élimination de molécules organiques indiquent des pH se situant globalement entre 5 et 7 selon la structure du composé ainsi que la nature du coagulant (sulfate ferrique ou d'aluminium, chlorure ferrique). Nos résultats, bien qu'ayant trait à la combinaison du coagulant avec le charbon actif, rejoignent ces conclusions.

Nous avons pu ainsi observer qu'à des pH basiques supérieurs à 7, les rendements d'élimination des composés organiques décroissent pour le phloroglucinol. Ceci peut s'expliquer par une complexation compétitive des OH^- du milieu avec l'aluminium.

Boufatit et Ait - Amar (2006) ont montré que le pH pouvait affecter le degré d'ionisation d'une molécule telle que la N, N-diméthylaniline et que cela pouvait augmenter ou diminuer les forces d'interactions adsorbant-adsorbat. Parmi les composés organiques simples, les composés aromatiques phénoliques s'adsorbent bien sur le charbon actif comme le montrent divers travaux (*Le Cloirec, 1985 ; Lemarchand, 1981 ; Julien et al., 1994*).

Compte tenu de la présence simultanée de plusieurs espèces hydrolysées de l'aluminium (solubles ou insolubles) à ces pH, les réactions mises en jeu sont probablement nombreuses. Mais la part prise par chaque type d'interaction est souvent difficile à estimer.

En présence de sulfate d'aluminium, le charbon actif et notamment le CAP pourrait conserver son pouvoir adsorbant vis-à-vis de ces composés qui ne se complexent pas à l'aluminium.

Cathalifaud et al. (1995) indiquent ainsi que ce serait le cas de composés tels le phénol ou le pyrocatechol et tous ceux dont le pKa est supérieur au pH d'étude.

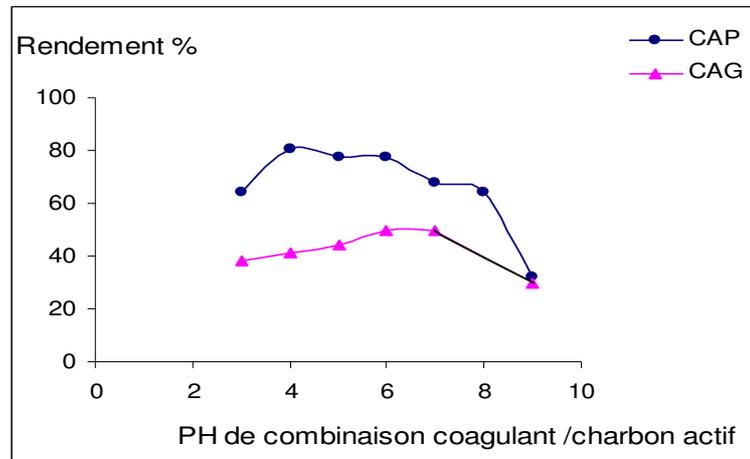


Figure 15 : Effet du pH sur l'élimination du Phloroglucinol (10 mg/l); Dose de coagulant = 10mg/l; Dose CAP = 200 mg/l ; Dose CAG = 2000 mg/l ; pH = 7.

II.3.2.2. Acide pyroméllitique

Nous représentons, sur la figure 16, l'évolution des rendements d'élimination de l'acide pyroméllitique en fonction du pH. Les résultats obtenus montrent que les rendements sont assez voisins en testant les 2 types de charbon actif (CAP et CAG). Nous observons également une large gamme optimale de pH entre 5 et 8 et pour les deux types de charbon actif. Le rendement d'élimination de l'acide pyroméllitique sur le charbon actif en poudre ou en grain augmente au fur et à mesure que le pH augmente jusqu'à pH = 7 (99,36 % CAP et 98,52% CAG). Pour des valeurs de pH < 5, les rendements sont moyens pour le charbon actif en poudre et faibles pour le charbon actif en grains.

Par ailleurs, nous avons pu observer que le pH optimal est généralement inférieur aux pKa des composés testés, plus particulièrement l'acide pyroméllitique.

Dans la gamme optimale de pH observée, les formes hydrolysées de l'aluminium peuvent être constituées par des floccs comportant un mélange de $\text{Al}(\text{OH})_3$ amorphe et d'espèces chargées positivement tels que $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$ et $\text{Al}(\text{OH})^+$. Un mécanisme électrostatique de neutralisation de charges par les formes anioniques des composés organiques partiellement dissociés peut alors avoir lieu. Il conduit généralement à des variations significatives du potentiel Zêta mesuré sur les floccs d'hydroxyde d'aluminium (*Julien et al, 1994*). A ce pH, un second mécanisme déjà évoqué par *Rahni (1994)* correspondrait à une réaction d'échange d'ions hydroxydes sur les floccs (adsorption spécifique). Une adsorption physique de type Van Der Waals pourrait intervenir simultanément pour les composés non ionisés à ces pH sur le charbon actif.

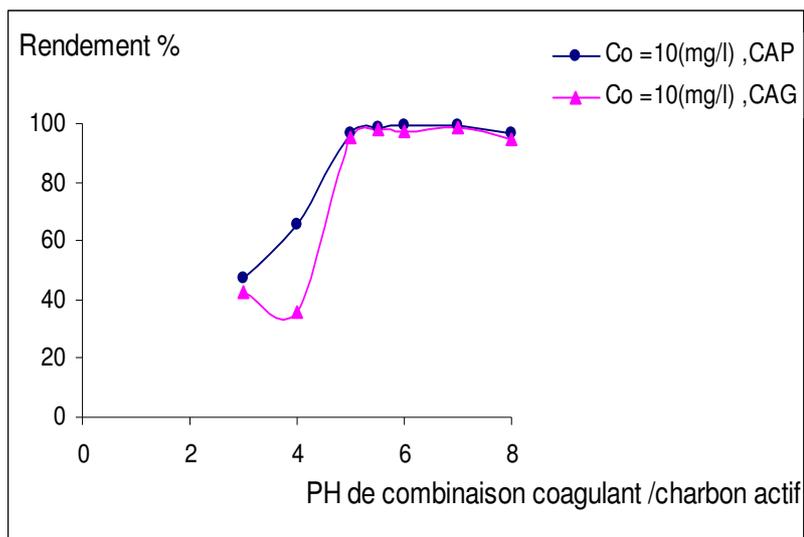


Figure 16: Effet du pH sur l'élimination de l'acide pyroméllitique (10 mg/l) ; Dose de coagulant = 200 mg/l ; Dose CAP = 40 mg/l, Dose CAG = 1200 mg/l Dans le tableau 21, nous allons récapituler les rendements à pH optimal pour chacun des composés organiques.

Tableau 21: Récapitulatif des rendements à pH optimal pour chaque composé organique

	Composés organiques	
	Phloroglucinol	Acide pyroméllitique
C_0	10	10
Dose coagulant optimale (mg/l)	10	200
Dose charbon Actif optimale (mg/l)	200	40
CAP	2000	1200
CAG		
Rendement %	80,65	99,36
CAP	50,00	98,52
CAG		
pH optimal	4	7
CAP	6	7
CAG		

II.3.3. Récapitulatif des résultats de la combinaison sulfate d'aluminium/charbon actif.

La présence des adjuvants, notamment le charbon actif en mélange avec le sulfate d'aluminium donne des résultats aussi intéressants et même parfois meilleurs que lors de l'emploi du coagulant seul, notamment dans le cas des composés aromatiques simples.

La dose de coagulant ajoutée au charbon actif étudié peut représenter des économies de produit de plus de 50% en comparaison avec l'emploi du coagulant seul.

Les conditions optimales obtenues ont permis d'abattre plus de 98% de l'acide pyroméllitique et 80% de phloroglucinol en présence de charbon actif en poudre.

Les résultats obtenus et présentés précédemment sont récapitulés dans le tableau 22.

Tableau 22 : Récapitulatif des résultats des rendements maxima pour différents paramètres

	Composés organiques				
	Phloroglucinol	Acide pyroméllitique			
	pH=7	pH=7	pH=5,5	pH=7	pH=5,5
Concentration initiale (mg/l)	10	5		10	
Dose coagulant optimale (mg/l)					
CAP	10	100	-	200	-
CAG	10	100	-	200	-
Dose charbon Actif à l'optimale (mg/l)					
CAP	200	100	-	40	-
CAG	2000	2000	-	1600	-
Rendement % à l'optimale					
CAP	60,71	97,91	-	98,49	-
CAG	47,06	97,91	-	98,49	-
Dose coagulant < Dose optimale (mg/l)					
CAP	-	25	25	50	50
Dose charbon Actif pour dose de coagulant < Dose optimale					
CAP	-	600	1200	2000	1200
Rendement % pour dose de coagulant < Dose optimale					
CAP	-	93,33	94,93	95,26	98,28

II.4. Conclusion

L'étude expérimentale que nous avons menée a été consacrée à l'élimination, par floculation au sulfate d'aluminium seul puis combiné avec le charbon actif en poudre eu en grains, de deux composés organiques le phloroglucinol et l'acide pyroméllitique en eau distillée.

Les résultats obtenus ont indiqué que l'élimination d'une molécule organique dépend de la nature et du nombre de groupements fonctionnels ainsi que de leur position. Ainsi, conformément à la bibliographie, le phloroglucinol a été très peu éliminé, quelle que soit la dose de coagulant à pH égal à 7. Par contre, l'acide pyroméllitique est bien éliminé à pH = 7 et pH=5,5 dans le cas de la coagulation-floculation seule. Cependant, en eau distillée, l'élimination optimale dans le cas de la combinaison sulfate d'aluminium /charbon actif, est apparue pour des pH entre 4 à 7 pour le phloroglucinol dans le cas du CAP et 6 à 7 pour le CAG. Pour l'acide pyroméllitique, la gamme optimale est de pH = 5 à 8 pour les deux types de charbon actif. Le pH optimal est inférieur au pKa des composés testés (phloroglucinol et l'acide pyroméllitique).

Concernant les rendements d'élimination du phloroglucinol et de l'acide pyroméllitique à une concentration de 10mg/l, à pH = 7, et pour une dose optimale de coagulant, l'ordre d'efficacité est comme suit : $R\%_{\text{coag} + \text{CAP}} > R\%_{\text{coag} + \text{CAG}} > R\%_{\text{coag seule}}$. Les conditions optimales obtenues ont permis d'abattre plus de 98% de l'acide pyroméllitique et 80% de phloroglucinol en présence de charbon actif en poudre.

Dans le cas de l'acide pyroméllitique, et pour une dose de coagulant très inférieure à la dose optimale, les rendements bien qu'inférieurs à ceux du cas précédent, restent très intéressants du point de vue de l'efficacité et tout à fait acceptables en pratique. Ce qui peut constituer un avantage sur le plan économique.

La présence des adjuvants, notamment le charbon actif en poudre en mélange avec le sulfate d'aluminium pourrait donc donner des résultats aussi intéressants et même parfois meilleurs que lors de l'emploi du coagulant seul, notamment dans le cas des composés aromatiques simples.

La dose de coagulant ajoutée au charbon actif étudié peut représenter des économies de produit de plus de 50% en comparaison avec l'emploi du coagulant seul.

Les mécanismes prédominants seraient essentiellement des mécanismes de surface, représentés par une complexation avec les espèces hydrolysées cationiques ou anioniques de l'aluminium aboutissant à des formes organo-aluminiques solubles ou insolubles selon le pH des solutions et selon la structure du composé organique. Un autre mécanisme de surface consisterait en un échange de ligand avec les groupements hydroxyles à la surface des floes, voire même une adsorption purement physique comme dans le cas du phloroglucinol en présence de charbon actif.