

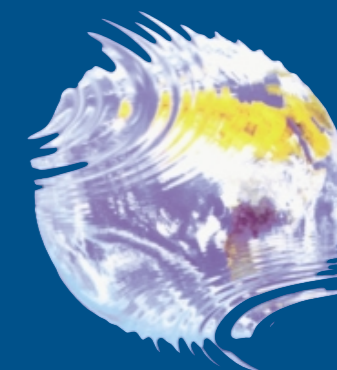
*PRÉPARATION  
DES POLYMÈRES  
ORGANIQUES*



**SNF FLOERGER**  
ZAC de Milieux  
42163 Andrézieux Cedex - FRANCE  
Tel: + 33 (0)4 77 36 86 00  
Fax: + 33 (0)4 77 36 86 96  
floerger@snf.fr



GUTENBERG ON LINE REGIONS - Tél. 04 77 42 35 00 / 03 - 2002



Une bonne connaissance des principales propriétés et caractéristiques des polymères organiques utilisés dans le traitement de l'eau permet une utilisation optimale de ces réactifs.

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>Généralités sur les coagulants et les floculants organiques : .....</b>	<b>4</b>
1.1.	<b>Les coagulants : .....</b>	<b>4</b>
1.1.1.	Caractéristiques : .....	4
1.1.2.	Mode d'action : .....	5
1.1.3.	Utilisation et dosage : .....	6
1.2.	<b>Les floculants : .....</b>	<b>6</b>
1.2.1.	Caractéristiques : .....	6
1.2.2.	Mode d'action : .....	8
1.2.3.	Utilisation et dosage : .....	9
<b>2</b>	<b>Mise en oeuvre laboratoire : .....</b>	<b>10</b>
2.1.	<b>Liquides : .....</b>	<b>11</b>
2.2.	<b>Emulsions : .....</b>	<b>12</b>
2.3.	<b>Poudres et Billes : .....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Mise en oeuvre industrielle : .....</b>	<b>14</b>
3.1.	<b>Liquides : .....</b>	<b>14</b>
3.2.	<b>Emulsions : .....</b>	<b>14</b>
3.3.	<b>Poudres et Billes : .....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>Stabilité et nettoyage : .....</b>	<b>16</b>
4.1.	<b>Stabilité des coagulants et des floculants FLOQUAT et FLOPAM sous leur forme commerciale : .....</b>	<b>16</b>
4.2.	<b>Stabilité des solutions de polymère : .....</b>	<b>16</b>
4.2.1.	Pour les coagulants organiques : .....	16
4.2.2.	Pour les floculants anioniques : .....	17
4.2.3.	Pour les floculants cationiques : .....	17
4.3.	<b>Nettoyage des installations : .....</b>	<b>18</b>
4.3.1.	Forme commerciale : .....	18
4.3.2.	Coagulant sous forme commerciale ou en solution : .....	19
4.3.3.	Solution de polymère : .....	19

## 1 Généralités sur les coagulants et les flocculants organiques

### 1.1. Les coagulants :

Il existe deux grandes familles de coagulants :

- **Les coagulants minéraux** qui sont les sels métalliques simples ( $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , ...) et les sels métalliques polymérisés (PAC, PASS, ...).
- **Les coagulants organiques** parmi lesquels nous distinguons notamment les polyamines, les polyDADMAC, les résines dicyandiamides et les résines mélamines formaldéhydes.

#### 1.1.1. Caractéristiques :

Les deux principales caractéristiques des coagulants organiques sont :

- **Une très forte densité de charge cationique** pour neutraliser les charges négatives présentes à la surface des colloïdes.
- **Un poids moléculaire relativement bas** pour permettre une bonne diffusion des charges cationiques autour de chaque particule et, du fait de leur faible viscosité, une bonne répartition du coagulant dans l'effluent.

Les coagulants organiques sont le plus souvent sous **forme liquide** avec une exception pour les polyDADMAC qui peuvent être produits sous forme solide (Billes de polyDADMAC). La viscosité des formes liquides est relativement faible (inférieure à 2 000 centipoises) mais peut atteindre 20 000 centipoises pour les polyDADMAC concentrés.

Les **concentrations** en matière active sont comprises entre 8 et 70% (exception pour les billes de polyDADMAC qui ont 100% de matière active) avec couramment des concentrations entre 40 et 50%.

Les **poids moléculaires** les plus faibles sont obtenus avec les résines dicyandiamides (entre 3 000 et 150 000) et les plus élevés avec les polyDADMAC (au delà de 2 500 000).

#### 1.1.2. Mode d'action :

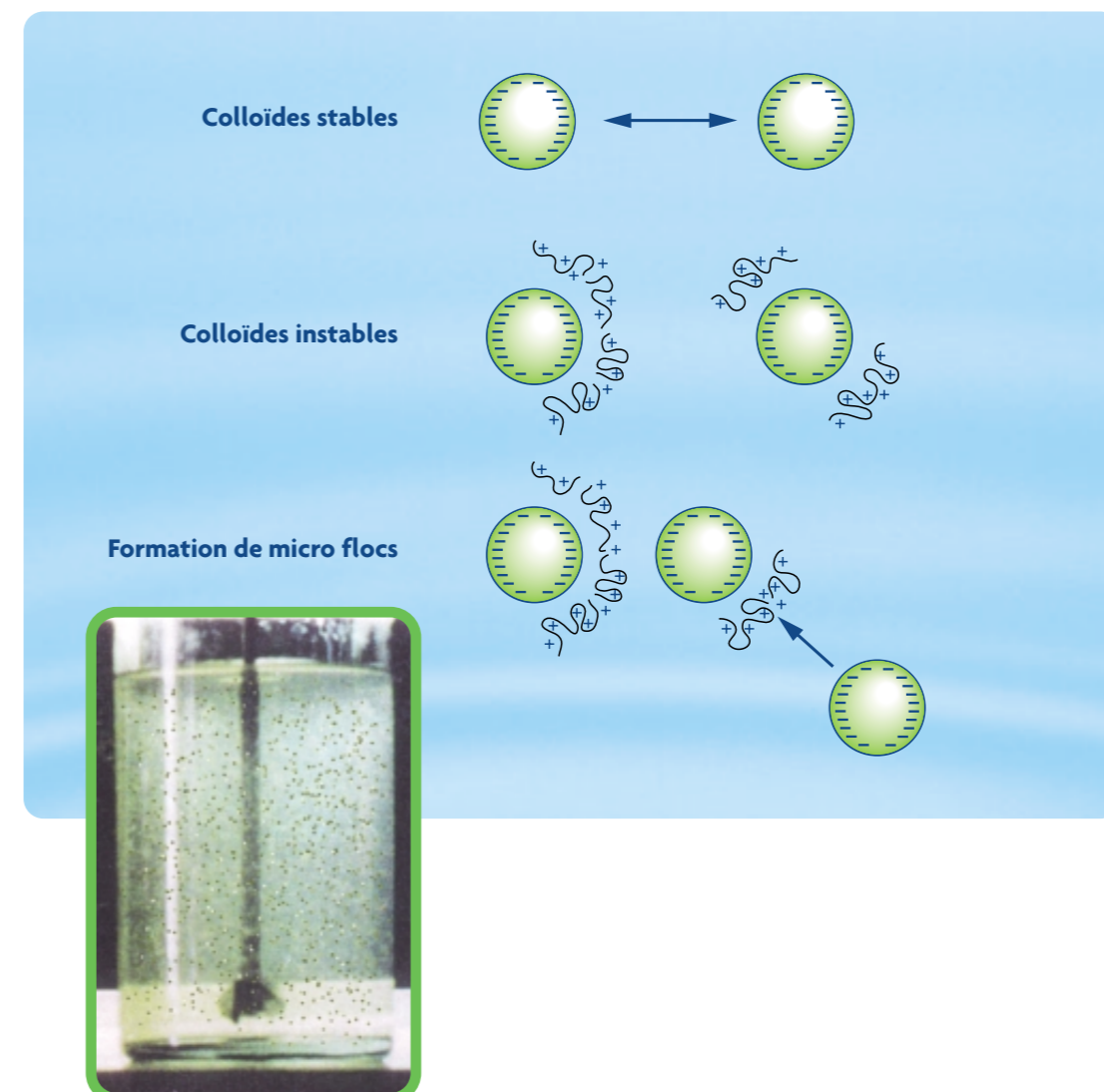
Les coagulants, qu'ils soient minéraux ou organiques, possèdent des groupements actifs : les **charges cationiques (+)**.

Ces charges cationiques présentent une grande affinité pour la surface des particules très fines et colloïdales en suspension dans l'eau qui sont entourées de charges électriques inverses (-). Les charges cationiques apportées par l'ajout de coagulant vont donc contribuer à la diminution des forces électriques répulsives par **neutralisation des charges autour de chaque particule colloïdale**.

Cette neutralisation des charges conduit à une déstabilisation des particules très fines, une agglomération des particules s'en suit. Ces agglomérats sont alors appelés des **flocs** ou **microflocs**.

Les flocs, qui sont constitués de très nombreuses particules élémentaires, seront faciles à extraire de la suspension traitée.

### COAGULATION





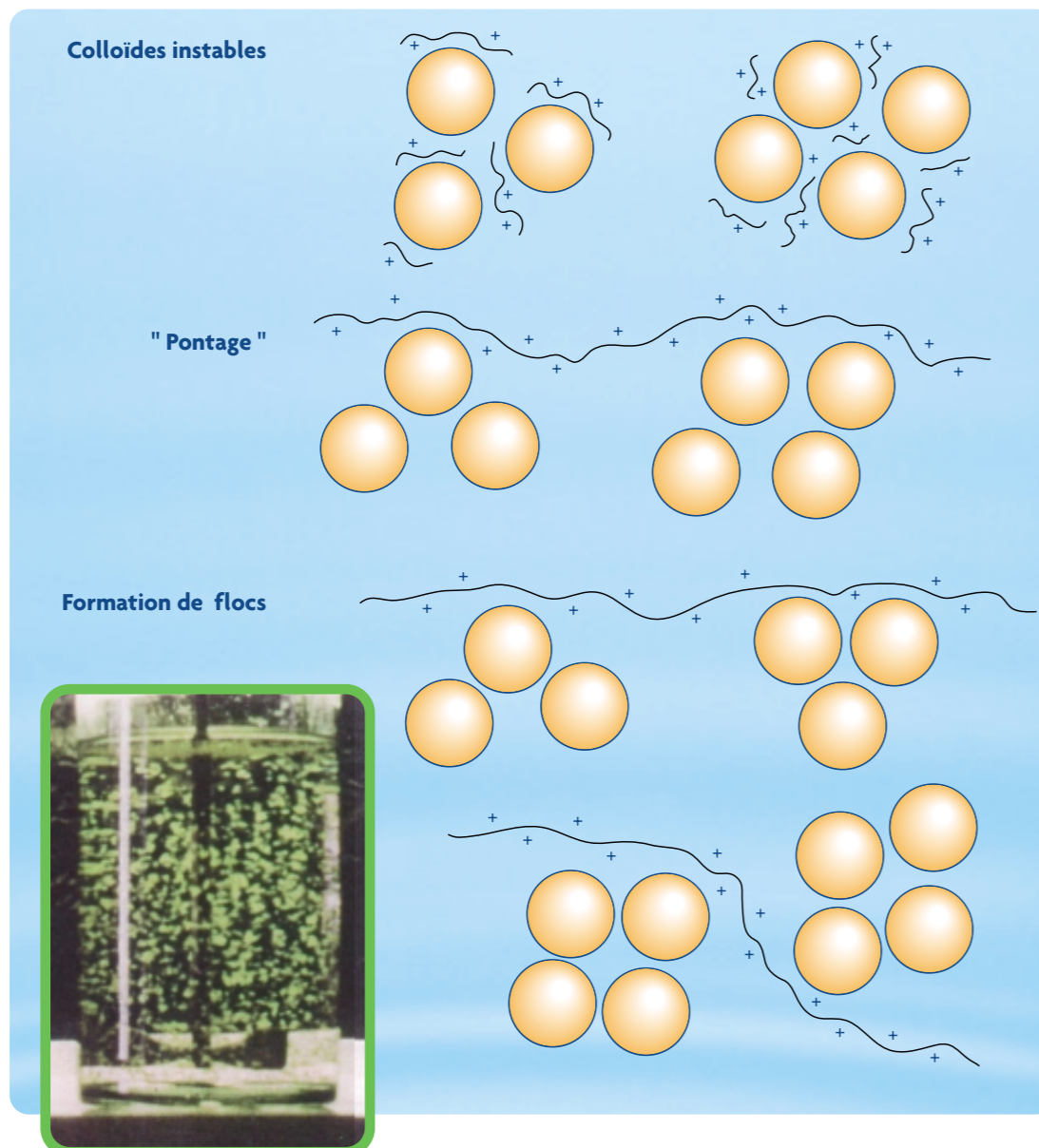
### 1.2.2. Mode d'action :

Les floculants, une fois en solution aqueuse possèdent des groupements actifs : des charges (+) et/ou des charges (-). Suivant le caractère plus ou moins ionique du floculant, l'interaction avec les particules s'effectue par des **liaisons ioniques** mais aussi par des **liaisons hydrogènes** (cas des polymères non-ioniques).

Le type et le pourcentage de charge électrique à apporter dans le milieu à floculer devront donc être sélectionnés en laboratoire pour les adapter au mieux aux types de particules présentes dans l'eau : minérales, organiques, ...

Avec leur poids moléculaire très élevé, les floculants permettent d'augmenter la taille de particules déjà déstabilisées (par une coagulation ou non) et ainsi d'**accélérer la séparation liquide/solide**.

### FLOCCULATION



### 1.2.3. Utilisation et dosage :

Les floculants doivent impérativement être dissous avant toute utilisation. Cette **dissolution** est fonction de la forme commerciale :

- Pour les produits sous **forme solide** : après une bonne **dispersion de chaque grain séparément dans l'eau**, une agitation d'environ une heure est nécessaire pour arriver à maturation. L'agitation doit être suffisante pour maintenir le produit en suspension mais pas trop rapide pour éviter la dégradation mécanique du polymère. Après maturation, une solution uniforme et visqueuse doit être obtenue.
- Pour les **émulsions** : une **agitation violente** est nécessaire lorsque l'émulsion entre en contact avec l'eau. La maturation est instantanée et la solution peut être utilisée immédiatement. Un temps de maturation de l'ordre de 10 minutes est toutefois conseillé.
- Pour les **liquides** : une dilution en ligne avec mélangeur statique est suffisante.
- En règle générale, nous recommandons des concentrations **en matière active de 1 g/l pour les floculants anioniques et 3 g/l pour les floculants cationiques**. Une **post-dilution** est ensuite souvent mise en œuvre pour faciliter le mélange floculant/solution à traiter par diminution de la concentration et donc de la viscosité de la solution de floculant.

#### Notes :

- Ces solutions, même diluées, sont très visqueuses. La viscosité d'une solution de floculant est principalement liée à son poids moléculaire.
- Les polymères sont sensibles à la dégradation mécanique (agitation).
- Les grains ont tendance à s'agglomérer s'ils ne sont pas correctement dispersés.
- Ces produits répandus sur un sol mouillé, sont extrêmement glissants.
- La rapidité de mise en œuvre des poudres dépend :
  - de la charge ionique,
  - de la granulométrie,
  - de la concentration de préparation,
  - de la température de l'eau.
- Le temps de dissolution pour des floculants sous forme poudre **non-ionique** peut dépasser **4h00**.
- Les solutions de floculant cationique sont peu stables dans le temps (phénomène d'**hydrolyse**) et une solution fraîche doit être préparée chaque jour avec un contrôle du pH de la solution. Un **pH inférieur à 5,5** est recommandé.

## 2 Mise en œuvre laboratoire

A l'échelle du laboratoire, le but est de sélectionner et d'évaluer les performances des polymères sur un effluent. Une préparation optimale des solutions de polymère permettra l'obtention de résultats reproductibles à l'échelle industrielle.

Pour préparer de petits volumes de solution (100, 200 millilitres) un équipement minimum est nécessaire :

- **Des agitateurs** : ces derniers peuvent être des agitateurs magnétiques ou mécaniques. Leur but est de créer une agitation suffisante à la dispersion des produits dans l'eau.
- **Des béchers** : en plastique ou en verre et d'un volume compris entre 200 et 1 000 millilitres.
- **Une balance de précision** : elle doit permettre de peser avec une précision de 0,001 gramme.
- **Une spatule et une main à peser** pour les produits sous forme solide.
- **Des seringues plastiques** ou des pipettes pour injecter les produits sous forme liquide.

Pour chaque forme commerciale de produit, nous distinguerons les trois phases principales de mise en œuvre.

### 2.1. Liquides :



*L'injection d'un coagulant ne nécessite pas de précaution particulière puisque le produit est déjà sous forme aqueuse.*



*Moyennant une bonne agitation, en quelques secondes la solution est prête à l'emploi.*



*L'aspect final de la solution doit être le suivant : une solution sans viscosité apparente, translucide (exception pour les sels de fer) et d'un aspect homogène.*



## 2.2. Emulsions :



L'injection de l'émulsion se réalise dans le vortex créé par l'agitation.  
La totalité de l'émulsion doit être injectée le plus rapidement possible.



Après l'injection, le vortex se referme suite à l'augmentation de viscosité de la solution (Voir paragraphe 3.2 : schématisation d'une inversion)



Après 10 minutes d'agitation, la solution doit présenter une viscosité apparente, une couleur blanche et un aspect homogène.

## 2.3. Poudres et billes :



Pour les solides et à l'inverse des émulsions, l'injection se réalise lentement et dans le vortex : le but étant d'hydrater chaque grain séparément pour éviter leur agglomération.



Après l'injection du solide, les particules ont tendance à gonfler en s'hydratant et deviennent translucides. Le vortex se referme suite à l'augmentation de la viscosité.



Après 40 minutes d'agitation pour les billes et 60 minutes minimum pour les poudres, la solution doit présenter une viscosité apparente et l'absence de particules translucides (particules de polymère non dissoutes).

### 3 Mise en œuvre industrielle

La mise en œuvre industrielle dépend essentiellement de la forme commerciale des polymères.

#### 3.1. Liquides :

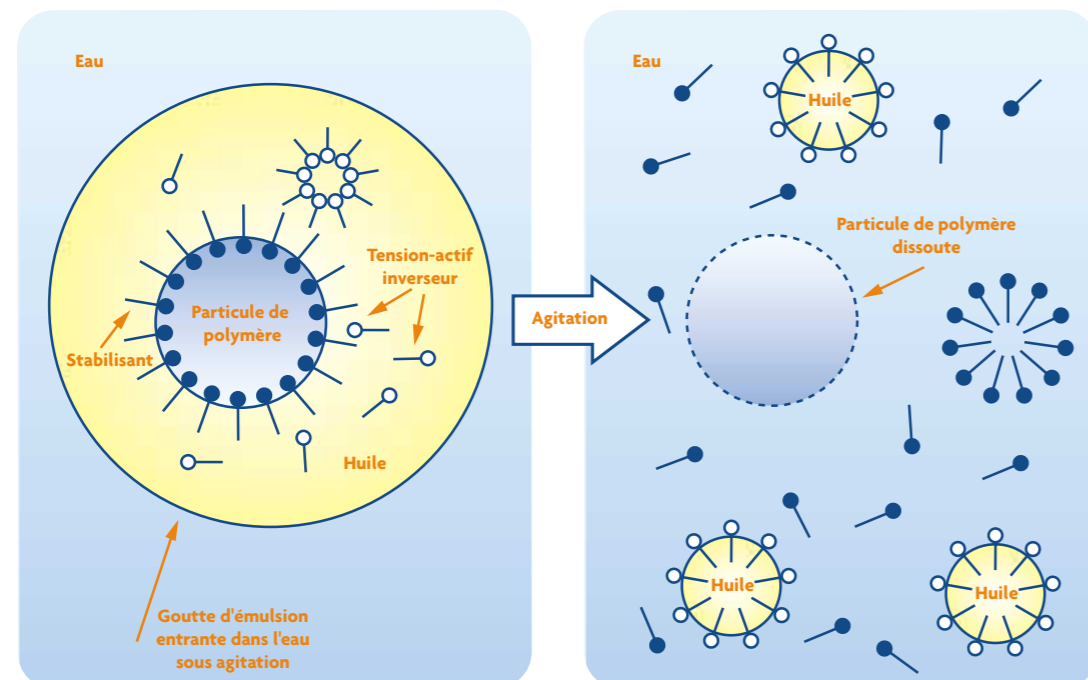
Les produits liquides tels que les coagulants organiques et les flocculants issus d'une réaction de Mannich nécessitent un équipement relativement simple. Ils peuvent être pompés et dilués aisément soit par une **dilution en ligne avec mélangeur statique**, soit dans un **container agité**.

#### 3.2. Emulsions :

Pour les flocculants sous forme d'émulsion, une simple dilution dans l'eau est impossible. En effet, deux phénomènes interviennent lors de la préparation d'une solution de polymère à partir d'une émulsion :

- Une **phase d'inversion** : le flocculant passe d'une phase majoritaire en huile à une phase majoritaire en eau.
- Une **phase de dissolution** : rapide.

Ces deux phases sont schématisées dans le graphique suivant :

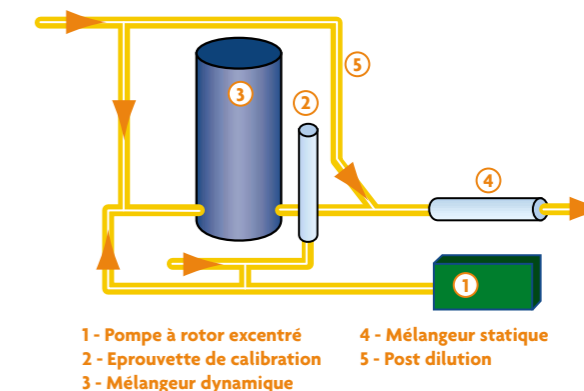


La qualité de l'inversion/dissolution dépend des règles suivantes :

- L'émulsion doit être déversée dans un volume d'eau et non l'inverse.
- Un cisaillement important doit être appliqué lorsque l'émulsion entre en contact avec l'eau. Ceci évite la formation de grumeaux.

Divers équipements existent sur le marché. SNF recommande l'utilisation du Floquip® DE.

#### PREPARATION EMULSION

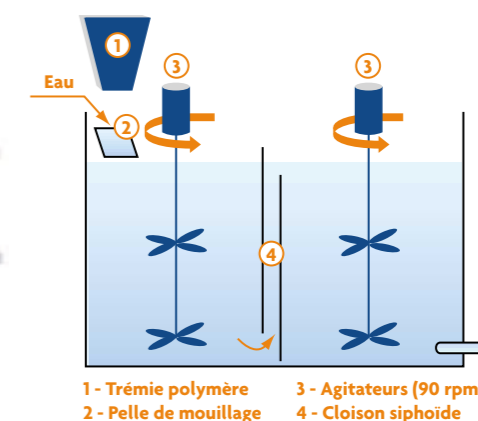


- 1 - Pompe à rotor excentré
- 2 - Eprouvette de calibration
- 3 - Mélangeur dynamique
- 4 - Mélangeur statique
- 5 - Post dilution

#### 3.3. Poudres et Billes :

Les flocculants sous forme solide nécessitent un équipement spécifique pour leur dissolution avec au minimum un disperseur à flocculant et un bac agité. De plus, il est important de tenir compte du temps de maturation. C'est pourquoi sur des installations classiques nous retrouvons au minimum 2 bacs, dont un bac de mise en solution et un bac de soutirage.

#### PREPARATION POUDRE



- 1 - Trémie polymère
- 2 - PELLE de mouillage
- 3 - Agitateurs (90 rpm)
- 4 - Cloison siphonide



## 4 Stabilité et nettoyage

### 4.1. Stabilité des coagulants et des flocculants FLOQUAT et FLOPAM sous leur forme commerciale :

	Coagulant Liquide	Flocculant Poudre/bille	Flocculant Liquide	Flocculant Emulsion
Stabilité en mois	24	24	12	6*

\* Une stabilité de 12 mois est obtenue sur les émulsions distillées. (Série FLOPAM DW)

### 4.2. Stabilité des solutions de polymère :

Elle est directement fonction de la **concentration** de la solution et de la **qualité de l'eau** utilisée pour la dissolution.

#### 4.2.1. Pour les coagulants organiques :

Bien qu'ils apportent aussi des charges cationiques dans le milieu à traiter, ils sont nettement moins sensibles que les flocculants cationiques à l'hydrolyse.

	Polyamines	PolyDADMAC	Résine Dicyandiamide	Mélatamine Formaldéhyde	PAC	Série FLB
Concentration	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Stabilité couramment observée	inférieure à 24 heures	inférieure à 24 heures	24 heures*	1 heure*	10 minutes	10 minutes

\*dépend du pH

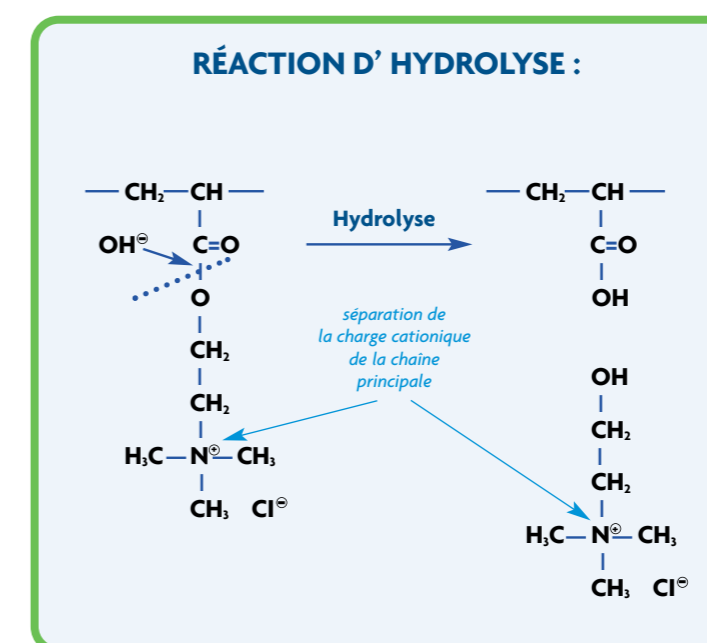
#### 4.2.2. Pour les flocculants anioniques :

La stabilité des solutions de flocculants anioniques est relativement bonne :

	Poudre		Emulsion	
Concentration en matière active	1 g/l	5 g/l	1 g/l	5 g/l
Stabilité couramment observée	24 à 48 heures	8 jours	8 heures	8 jours

#### 4.2.3. Pour les flocculants cationiques :

Pour les flocculants cationiques, un **phénomène d'hydrolyse** des charges cationiques intervient dès que le **pH** de la solution est supérieur à **5,5**. Ce phénomène entraîne une perte des charges cationiques sur la chaîne principale du polymère selon la réaction suivante :



Des charges anioniques apparaissent sur chaque monomère ayant subi l'hydrolyse. Ces charges réagissent avec les charges cationiques entraînant une accélération de la dégradation du polymère. Les performances en application s'en ressentent immédiatement.

Pour pallier ce problème, un **ajout d'acide** dans le floculant en fabrication peut être réalisé pour obtenir un pH correct après dissolution.

La stabilité des solutions de polymère cationique est donc fonction de la qualité des eaux utilisées pour la dissolution (effet tampon avec une eau dure) :

	EAU DOUCE				EAU DURE			
	Poudre		Emulsion		Poudre		Emulsion	
Concentration en matière active	1 g/l	5 g/l	1 g/l	5 g/l	1 g/l	5 g/l	1 g/l	5 g/l
Stabilité couramment observée sans modification de pH	4 heures	24 heures	1 heure	8 heures	Perte d'efficacité de 1/2 après 1h	Perte d'efficacité de 1/3 après 1h	10 minutes	30 minutes

### 4.3. Nettoyage des installations :

#### 4.3.1. Forme commerciale :

Pour les poudres et les émulsions déversées par inadvertance sur le sol, il est important de **ramasser ou d'éponger au maximum** avant tout ajout d'eau. En effet, ces produits ont tendance à gonfler au contact de l'eau augmentant les volumes à ramasser et surtout ils deviennent très glissants.

Après cette étape, différents réactifs peuvent être utilisés pour affiner le nettoyage des sols :

- FLOPAM Cleaning Solution (voir brochure spécifique).
- Eau de javel.
- Sel.
- Sciure ou tout produit absorbant.

#### 4.3.2. Coagulant : forme commerciale ou en solution :

Pour les coagulants qui sont déjà en solution aqueuse sous leur forme commerciale, un simple rinçage à l'eau est suffisant.

#### 4.3.3. Solution de polymère :

Pour les floculants déjà en solution (moins de 20 g/l), le problème du nettoyage est beaucoup plus simple. Une utilisation du FLOPAM Cleaning Solution permet d'éliminer toute trace de solution. Un **rinçage à l'eau sous haute pression** est aussi possible.

#### Note :

- Il est important de **ne jamais mélanger une solution de floculant anionique avec une solution de floculant cationique**. Une précipitation des polymères apparaît immédiatement sous la forme de fils blancs.

