

# ASEES

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE  
EUROPÉENNE EAU ET SANTÉ



Eaux de piscines : analyse, qualité, normes  
Etablissements municipaux, hospitaliers et privés

Mercredi 9 décembre 2020



Visioconférence organisée par HYDREOS

Pôle de l'eau Grand Est



Hommages à *Gilles HUSSON*, ancien Président de l'ASEES

*Sylvie RAUZY*

*Gilles SOUCHET*

*Mathieu LAZERGES*

*« La piscine est un atout important dans la vie d'une collectivité qu'elle soit publique ou privée. Une piscine est un équipement permettant des activités de sports et de loisirs, mais c'est aussi un équipement où se pratiquent l'apprentissage, les échanges socioculturels et la réadaptation motrice et psychologique. Cependant, par ses propres caractéristiques (chaleur et humidité), une piscine est un lieu à forts risques sanitaires et sécuritaires. »*

*Agence Régionale de Santé Languedoc-Roussillon*

*Délégation territoriale de la Lozère*

*Qualité des eaux de piscine – Résultats 2009 et évolution depuis 2000*

# ASEES

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE  
EUROPÉENNE EAU ET SANTÉ



## **Le contrôle microbiologique des eaux de piscine et de rééducation dans les établissements de santé. Contexte, mise en œuvre, limites.**

*Didier LECOINTE*

*Centre Hospitalier Sud-Francilien, Pôle Médico-Technique et Fonctions Transversales, Unité Fonctionnelle d'Hygiène Hospitalière et de Lutte contre les Infections Nosocomiales (UFHHLIN)*

*- ASEES*

**L'ATP-métrie quantitative pour l'évaluation rapide in-situ de la qualité  
microbiologique sur les surfaces et dans l'eau des piscines**

*Rodrigue Letort, ARS Pays de la Loire - délégation territoriale de Loire-Atlantique*

*Nicolas Simon, ARS Nouvelle Aquitaine - délégation territoriale des Deux-Sèvres*

*Yannick Fournier - GL Biocontrol - 34 Clapiers*

*Carinne Mangeruca - GACHES Chimie Spécialités - 31 Toulouse*

**Détection en temps réel de la trichloramine dans l'air des piscines :  
caractérisation fine de l'exposition réelle**

*Tomas FÖLDES,<sup>1</sup> Olivier BRIGODE,<sup>2</sup> Eric CHAUVEHEID<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Service de Chimie Quantique et Photophysique, *Université Libre de Bruxelles,  
Aquality Technologies, Bruxelles, Belgique*

<sup>2</sup> *Laboratoire Vivaqua, Bruxelles, Belgique*

# ASEES

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE  
EUROPÉENNE EAU ET SANTÉ



## Qualité chimique et physico-chimique d'une eau de piscine

*Mathieu LAZERGES*

*Université de Paris - Faculté de Pharmacie de Paris - ASEES*

## **Code de la santé publique**

Partie réglementaire (Articles R1110-1 à D6431-75)

Protection générale de la santé (Articles R1110-1 à R1518-1)

Protection de la santé et environnement (Articles R1310-1 à R1343-2)

Prévention des risques sanitaires liés à l'environnement et au travail (Articles R1331-1 à R1337-14)

Piscines et baignades (Articles D1332-1 à D1332-42)

**Règles sanitaires applicables aux piscines (Articles D1332-1 à D1332-13)**

<https://www.legifrance.gouv.fr/>



## **Article D1332-13**

**Modifié par Décret n°2010-344 du 31 mars 2010 - art. 47**

Lorsque l'une au moins des normes de la présente section n'est pas respectée, le préfet, sur le rapport du directeur général de l'agence régionale de santé, peut interdire ou limiter l'utilisation de l'établissement ou de la partie concernée de celui-ci. L'interdiction ne peut être levée que lorsque le déclarant a fait la preuve que ces normes sont de nouveau respectées.

<https://www.legifrance.gouv.fr/>

## **Article D1332-4**

**Modifié par Décret n°2010-344 du 31 mars 2010 - art. 47**

L'eau des bassins doit être filtrée, désinfectée et désinfectante.

L'alimentation en eau des bassins doit être assurée à partir d'un réseau de distribution publique. Toute utilisation d'eau d'une autre origine doit faire l'objet d'une autorisation prise par arrêté préfectoral sur proposition du directeur général de l'agence régionale de santé après avis du conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques.

<https://www.legifrance.gouv.fr/>

## Article D1332-2

Modifié par Décret n°2006-676 du 8 juin 2006 - art. 2 () JORF 10 juin 2006

L'eau des bassins des piscines doit répondre aux normes physiques, chimiques et microbiologiques suivantes :

- 1° Sa transparence permet de voir parfaitement au fond de chaque bassin les lignes de nage ou un repère sombre de 0,30 mètre de côté, placé au point le plus profond ;
- 2° Elle n'est pas irritante pour les yeux, la peau et les muqueuses ;
- 3° La teneur en substance oxydable au permanganate de potassium à chaud en milieu alcalin exprimée en oxygène ne doit pas dépasser de plus de 4 mg/l la teneur de l'eau de remplissage des bassins ;
- 4° Elle ne contient pas de substances dont la quantité serait susceptible de nuire à la santé des baigneurs ;
- 5° Le pH est compris entre 6,9 et 8,2 ;
- 6° Le nombre de bactéries aérobies revivifiables à 37° C dans un millilitre est inférieur à 100 ;
- 7° Le nombre de coliformes totaux dans 100 millilitres est inférieur à 10 avec absence de coliformes fécaux dans 100 millilitres ;
- 8° Elle ne contient pas de germes pathogènes, notamment pas de staphylocoques pathogènes dans 100 ml pour 90 % des échantillons.

# Qualité chimique et physico-chimique d'une eau de piscine

## Normes

<b>Aspect visuel</b>	Eau transparente
<b>Matières organiques oxydées <math>\text{KMnO}_4</math></b>	< eau réseau + 4 mg/L
<b>pH (désinfection chlore)</b>	6,9 – 7,7
<b>Chlore libre actif</b>	0,4 mg/L – 1,4 mg/L
<b>Chlore combiné</b>	< 0,6 mg/L
<b>Acide isocyanurique</b>	< 75 mg/L

# Résultats des analyses du contrôle sanitaire des eaux de piscines

Données accessibles au grand public

<https://www.ars.sante.fr/>

## Conformité

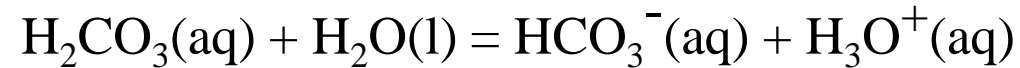
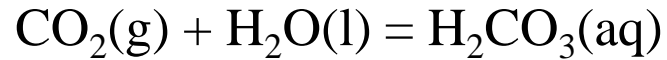
Conclusions sanitaires	Eau de piscine conforme aux exigences de qualité en vigueur pour l'ensemble des paramètres mesurés.
Conformité bactériologique	oui
Conformité physico-chimique	oui

## Résultats d'analyses

Paramètre	Valeur	Limite de qualité
Staphylocoques pathogènes par 100ml	0 n/(100mL)	≤ 0 n/(100mL)
Bact. aér. revivifiables à 36°-44h	<1 n/mL	≤ 100 n/mL
Pseudomonas aeruginosa par 100ml	0 n/(100mL)	≤ 0 n/(100mL)
Bactéries coliformes /100ml-MS	0 n/(100mL)	≤ 10 n/(100mL)
Escherichia coli /100ml - MF	0 n/(100mL)	≤ 0 n/(100mL)
Température de l'eau *	36 °C	
Température de l'air *	27,3 °C	
Chlore libre *	1,51 mg(Cl <sub>2</sub> )/L	
Chlore combiné *	0,44 mg(Cl <sub>2</sub> )/L	≤ 0.6 mg(Cl <sub>2</sub> )/L
Chlore total *	1,95 mg(Cl <sub>2</sub> )/L	
Chlore libre actif *	0,59 mg(Cl <sub>2</sub> )/L	≥ 0.4 et ≤ 1.4 mg(Cl <sub>2</sub> )/L
Acide isocyanurique *	<10 mg/L	≤ 75 mg/L
pH *	7,6 unité pH	≥ 6.9 et ≤ 7.7 unité pH
Chlorures	78 mg/L	
Carbone organique total	3,69 mg(C)/L	
Oxydab. KMnO <sub>4</sub> en milieu basique à chaud	1,2 mg(O <sub>2</sub> )/L	

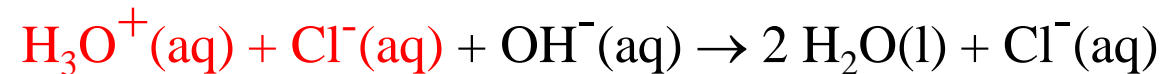
\* Analyse réalisée sur site

## pH d'une eau de piscine

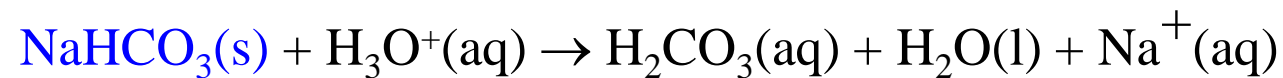


$$\text{pKa}(\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-) = 6,4$$

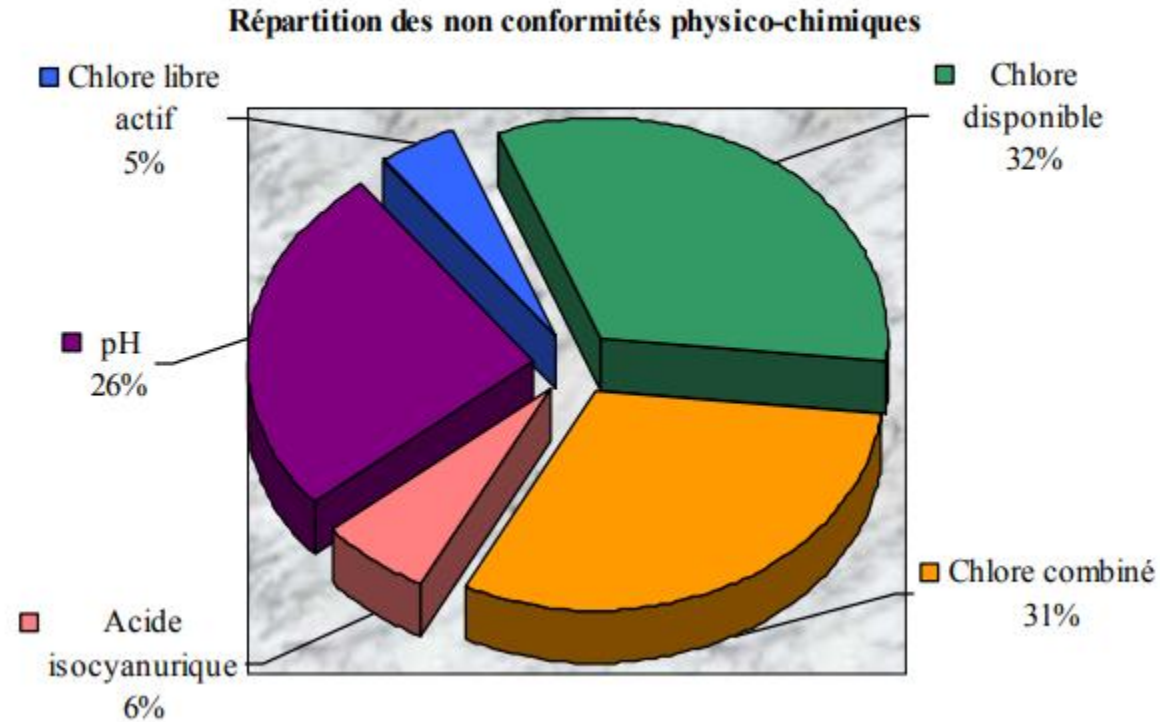
### Ajustement acide



### Ajustement basique



49% des contrôles physico-chimiques présentent au moins un paramètre non conforme.



*Agence Régionale de Santé Languedoc-Roussillon*

Délégation territoriale de la Lozère

Qualité des eau de piscine – Résultats 2009 et évolution depuis 2000

Source : Analyses du contrôle sanitaire des eaux de piscines ARS 2020

T	Cl libre	Cl combiné	Cltotal	Clöre actif	Acide isocyanurique	pH	Chlorures	COT	KMnO4	Conforme
Normes		< 0,6		0,4 - 1,4	< 75	6,9 - 7,7				
28	2,27	0,32	2,59	1,47	<10	7,2	275	2,67	1,30	non
30	1,15	0,13	1,28	0,67	<10	7,3	509	1,84	1,40	oui
33	1,79	0,18	1,97	1,22	<10	7,1	41	1,97	0,52	oui
30	1,19	0,08	1,27	0,69	<10	7,3	507	1,65	1,20	oui
30	1,36	0,13	1,49	0,96	<10	7,0	381	2,74	1,40	oui
27	1,42	0,19	1,61	0,95	<10	7,1	259	2,62	1,30	oui
30	1,25	0,12	1,37	0,83	<10	7,1	382	2,66	1,50	oui
29	0,92	0,55	1,44	0,76	<10	6,7	482	5,24	1,7	non
35	1,2	0,34	1,54	0,72	<10	7,2	58	3,11	1,7	oui
28	1,67	0,49	2,16	1,36	<10	6,8	183	9,32	1,7	non
20	2,88	0,42	3,30	-	36	7,3	157	7,27	2,8	oui
27	1,27	0,24	1,51	0,82	<10	7,2	1285	2,69	2,1	oui
27	2,43	0,11	2,54	1,46	<10	7,2	165	1,18	0,62	non
25	1,65	0,19	1,84	0,82	<10	7,4	218	1,63	0,7	oui
30	1,4	0,22	1,62	0,74	<10	7,4	50	1,88	0,88	oui
26	1,83	0,14	1,97	1,04	<10	7,3	127	1,33	0,46	oui
25	1,6	0,15	1,75	0,92	<10	7,3	160	2,87	1,6	oui
27	1,08	0,22	1,3	0,51	<10	7,5	190	3,83	2,2	oui
35	0,025	0,025	0,05	0	<10	8,0	53	6,95	2,2	non
34	0,72	0,91	1,63	0,2	<10	7,8	66	8,94	1,6	non

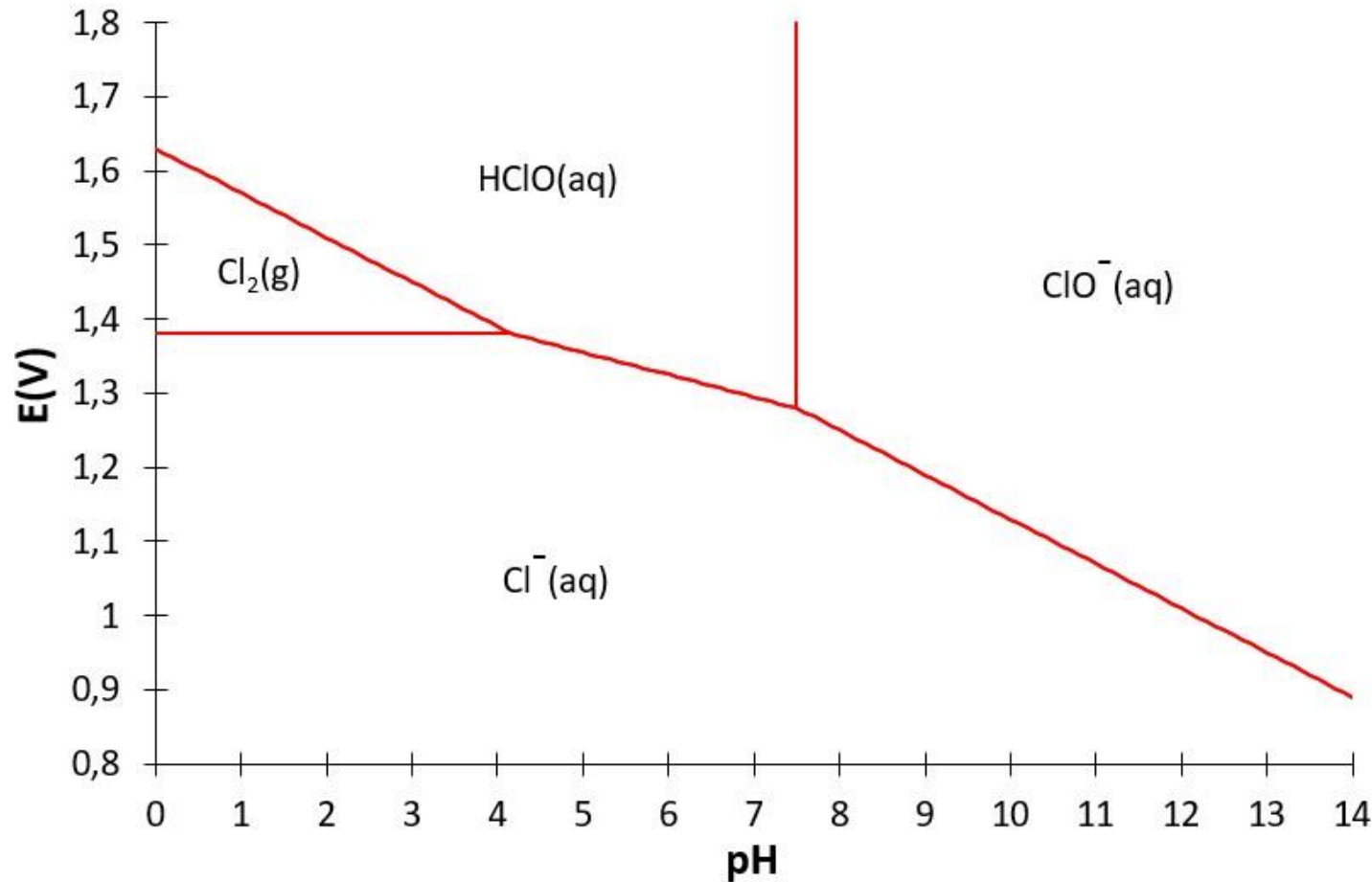
10% de cause non-conformité pH (40 analyses)



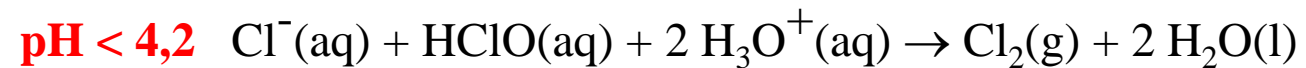
## **Eau de javel**



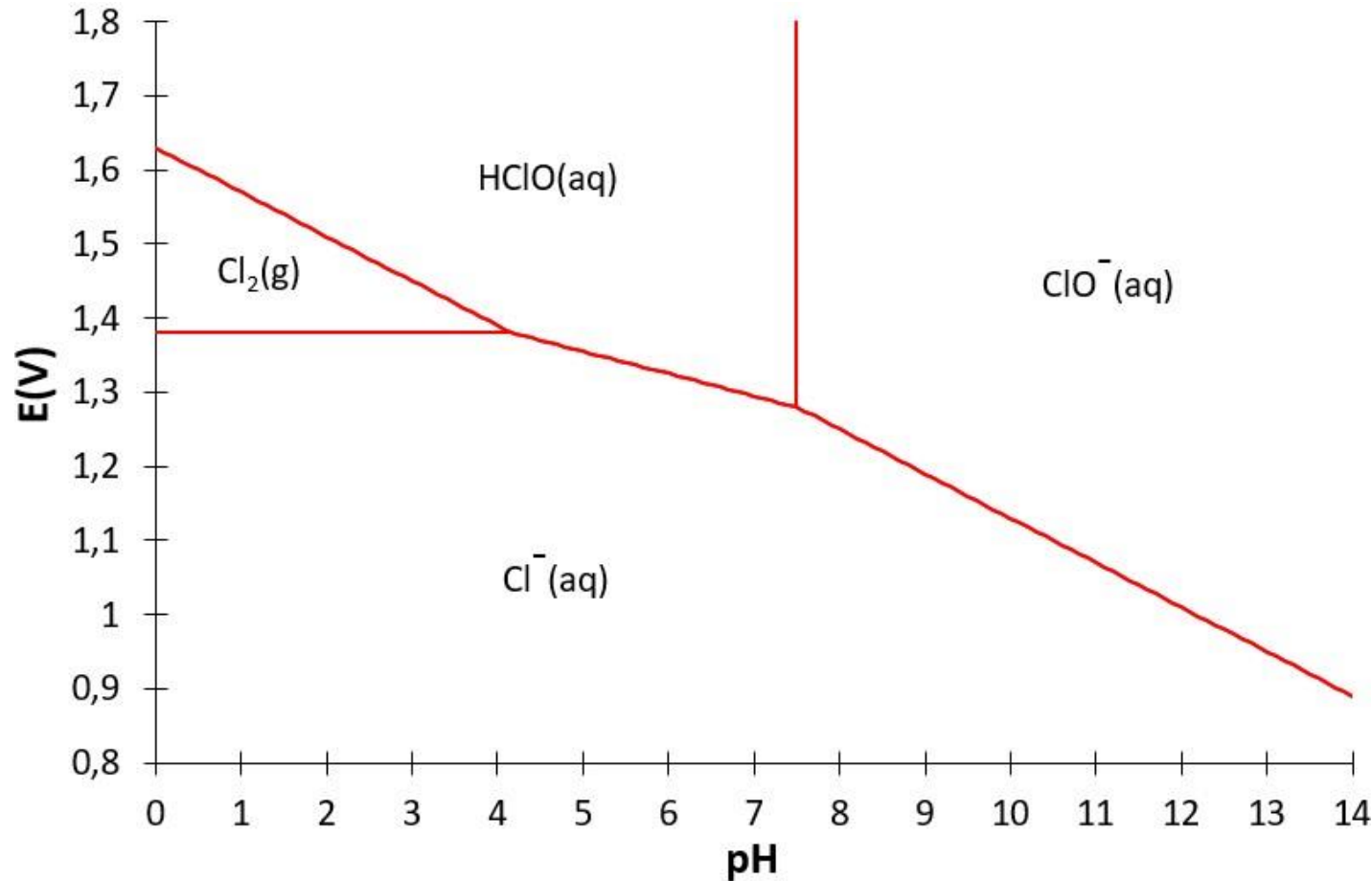
# Diagramme de *Pourbaix* ou diagramme potentiel – pH du chlore



*IUPAC Gold Book*

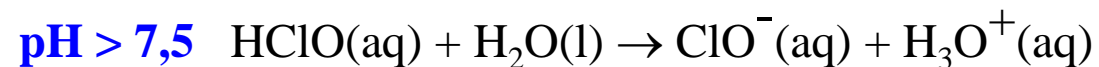
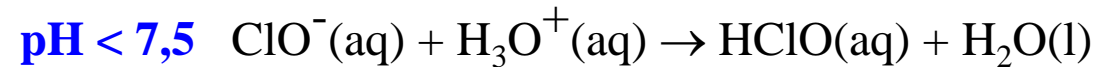


# Diagramme de *Pourbaix* ou diagramme potentiel – pH du chlore

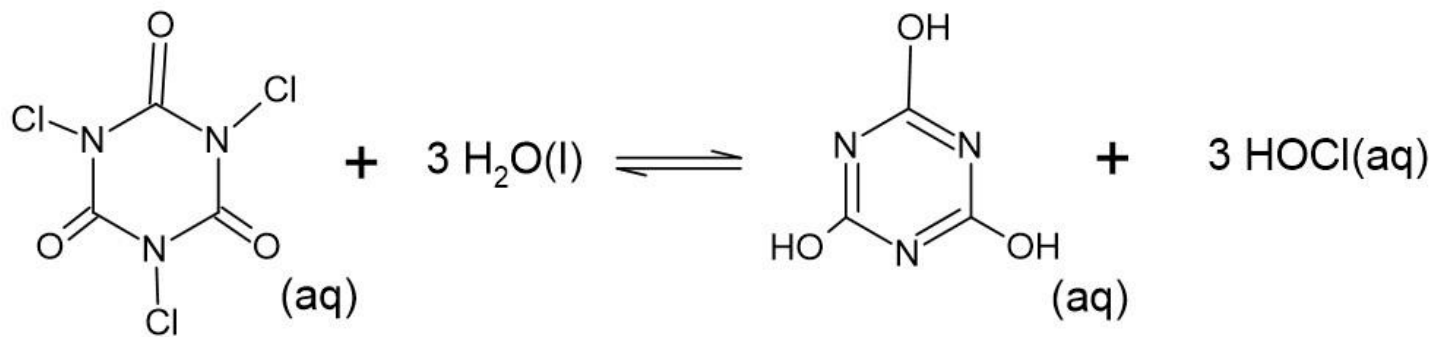
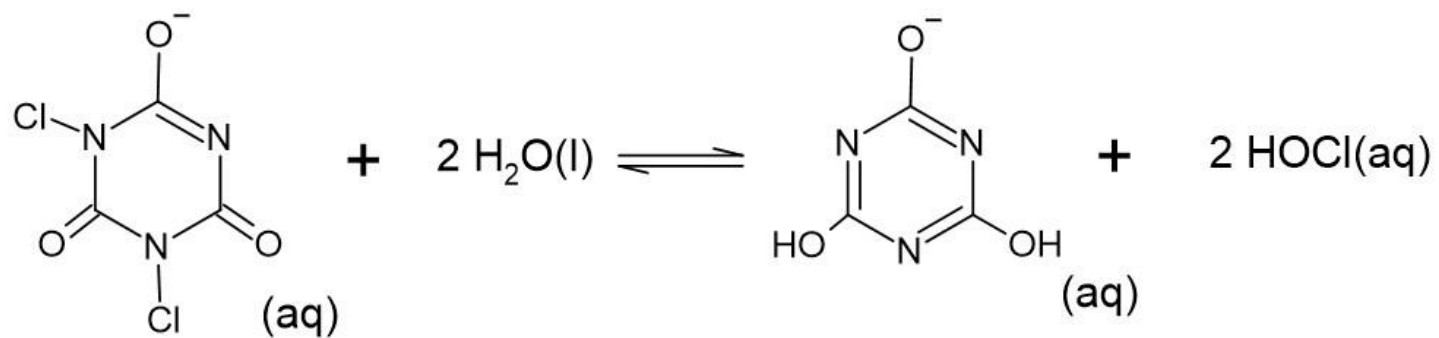


$$pK_a(HClO/ClO^-) = 7,5$$

$$pH = pK_a + \log\left(\frac{[ClO^-]}{[HClO]}\right)$$

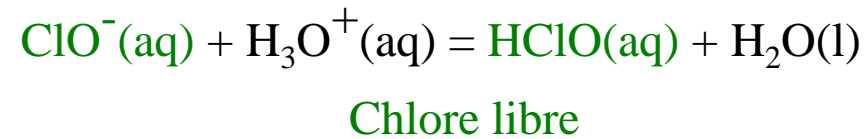
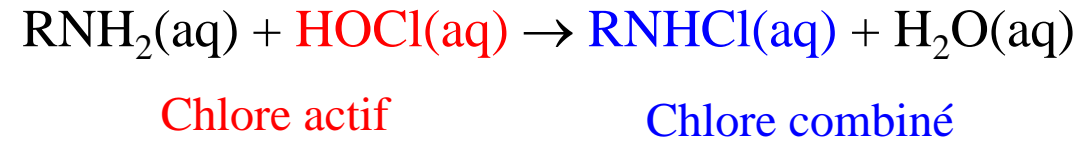


# Chlore stabilisé



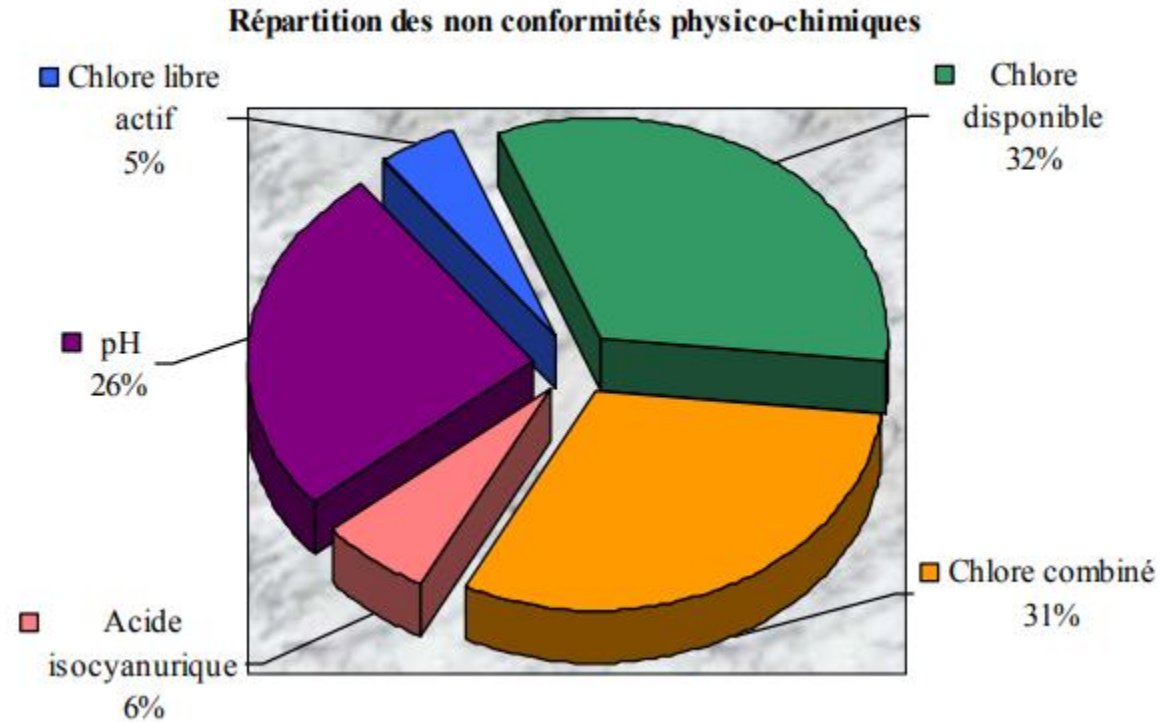
# Différentes formes du chlore

## Mécanisme de désinfection et terminologie



Chlore libre + Chlore combiné = Chlore total

49% des contrôles physico-chimiques présentent au moins un paramètre non conforme.



*Agence Régionale de Santé Languedoc-Roussillon*

Délégation territoriale de la Lozère

Qualité des eau de piscine – Résultats 2009 et évolution depuis 2000

**Source : Analyses du contrôle sanitaire des eaux de piscines ARS 2020**

T	Cl libre	Cl combiné	Cl total	Cl actif	pH	Chlorures	COT	KMnO4	Conforme
		< 0,6		0,4 - 1,4	6,9 - 7,7				
28	2,27	0,32	2,59	1,47	7,2	275	2,67	1,30	non
30	1,15	0,13	1,28	0,67	7,3	509	1,84	1,40	oui
33	1,79	0,18	1,97	1,22	7,1	41	1,97	0,52	oui
30	1,19	0,08	1,27	0,69	7,3	507	1,65	1,20	oui
30	1,36	0,13	1,49	0,96	7,0	381	2,74	1,40	oui
27	1,42	0,19	1,61	0,95	7,1	259	2,62	1,30	oui
30	1,25	0,12	1,37	0,83	7,1	382	2,66	1,50	oui
29	0,92	0,55	1,44	0,76	6,7	482	5,24	1,7	non
35	1,2	0,34	1,54	0,72	7,2	58	3,11	1,7	oui
28	1,67	0,49	2,16	1,36	6,8	183	9,32	1,7	non
20	2,88	0,42	3,30	-	7,3	157	7,27	2,8	oui
27	1,27	0,24	1,51	0,82	7,2	1285	2,69	2,1	oui
27	2,43	0,11	2,54	1,46	7,2	165	1,18	0,62	non
25	1,65	0,19	1,84	0,82	7,4	218	1,63	0,7	oui
30	1,4	0,22	1,62	0,74	7,4	50	1,88	0,88	oui
26	1,83	0,14	1,97	1,04	7,3	127	1,33	0,46	oui
25	1,6	0,15	1,75	0,92	7,3	160	2,87	1,6	oui
27	1,08	0,22	1,3	0,51	7,5	190	3,83	2,2	oui
35	0,025	0,025	0,05	0	8,0	53	6,95	2,2	non
34	0,72	0,91	1,63	0,2	7,8	66	8,94	1,6	non

15% de cause non-conformité chlore (40 analyses)

# Carbone

**COT : carbone organique total**

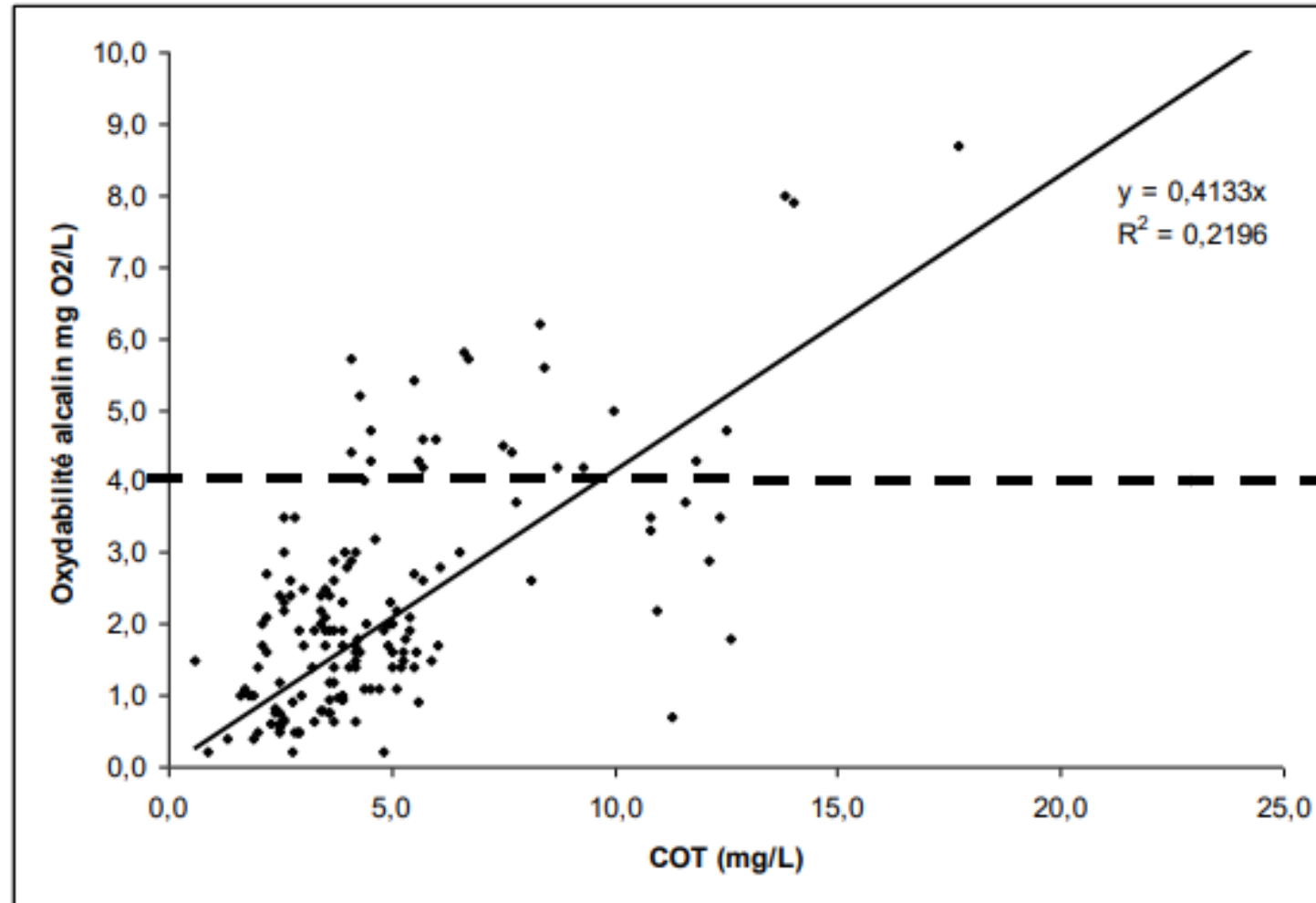
**CIT : carbone inorganique total**

**Carbone total = CIT + COT**

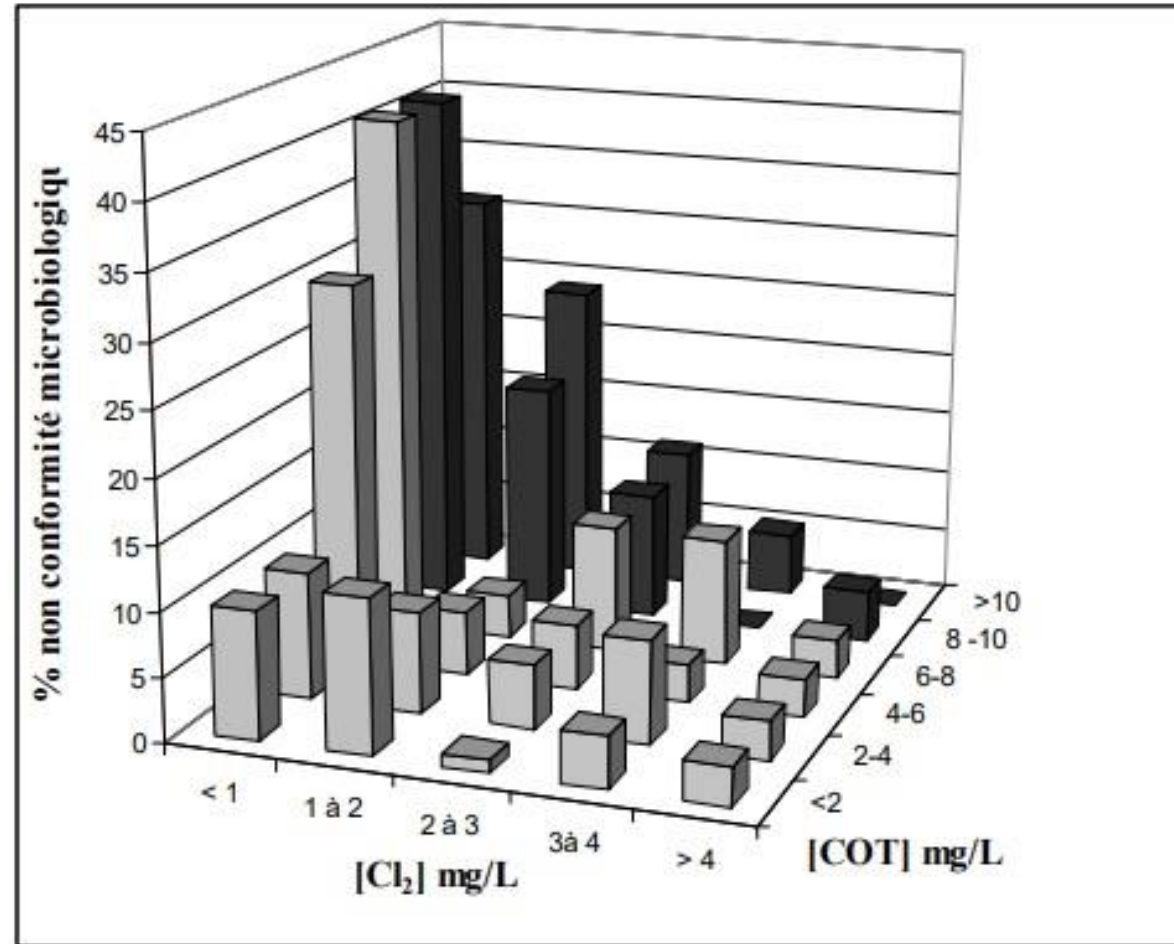
**Carbone oxydé par  $\text{KMnO}_4 < \text{COT}$**



## Dosage du carbone avec $\text{KMnO}_4$ contesté.



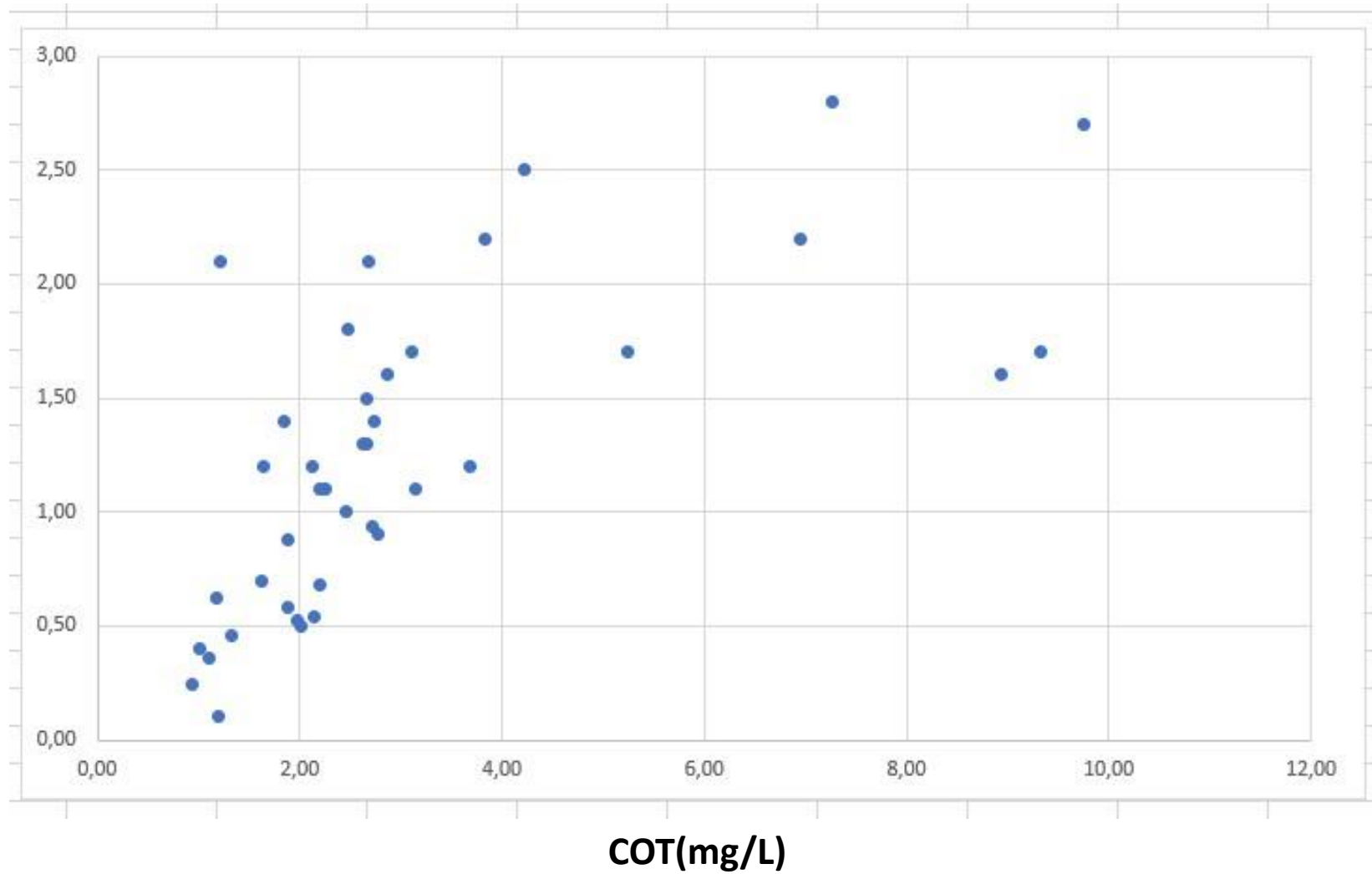
Christophe Rosin, Benoît Gassilloud, Romain Mehut, Jean-François Munoz. Vers l'abandon de la mesure de l'oxydabilité au permanganate en eaux de piscines. European journal of water quality - Journal européen d'hydrologie, EDP sciences, 2009, 40 (2), pp. 165-174.



Christophe Rosin, Benoît Gassilloud, Romain Mehut, Jean-François Munoz. Vers l'abandon de la mesure de l'oxydabilité au permanganate en eaux de piscines. European journal of water quality - Journal européen d'hydrologie, EDP sciences, 2009, 40 (2), pp. 165-174.

Source : Analyses du contrôle sanitaire des eaux de piscines ARS 2020

C-KMnO<sub>4</sub>(mg/L)



**Merci pour votre attention**