

Augmentation de la quantité de biomasse autotrophe par ajout d'alcali.

Comment assurer la nitrification en cas d'insuffisance de bactéries nitrifiantes ?

Réponse : Apporter une source d'azote ammoniacal afin d'augmenter la quantité de biomasse nitrifiante autotrophe.

La nitrification d'1 mg de N-NH_4^+ consomme :
8,7 mg de HCO_3^-
Ou 0,7°F
Ou 7,1 mg CaCO_3

1. Objectif :

- Disposer à un moment donné d'une quantité de biomasse autotrophe suffisante pour traiter une pointe de pollution d'une durée significative (au moins supérieure à la semaine),
- Respecter le rejet sur l'azote (NH_4) durant la période de pointe (niveau exigé sur un échantillon moyen 24h et non en moyenne annuelle).

Cette situation entraîne l'ajout d'une source azotée préalable à la pointe de pollution pour augmenter la population présente dans le réacteur biologique qui est fonction de la charge apportée. Cette augmentation rapide de la biomasse autotrophe permet de faire face à une variation de charge tout en respectant la qualité du rejet demandée.

2. Domaine d'application :

Toutes les stations qui subissent de fortes variations de charge sont concernées par ce phénomène (stations touristiques de montagne ou balnéaires par exemple). Cette démarche est adaptée aux pointes de charge supérieures à une semaine. Pour des durées plus courtes, les contraintes d'exploitation et financières deviennent trop lourdes.

Critères contraignant à prendre en compte :

- Amplitude de la montée en charge : en moyenne, on a les mêmes amplitudes en montagne qu'à la mer,
- Vitesse d'augmentation de la charge,
- Température de l'effluent : La vitesse de croissance est fonction de la température. Par exemple entre 10 et 20°C, on note un doublement du taux de croissance de la biomasse, ou un âge des boues divisé par deux.

Exemple : pour une station nitrifiante dont l'âge de boue est de 20 jours à 10°C, en été à 20°C on aura besoin d'un âge de boue de 10 jours pour traiter une quantité d'azote équivalente.

Quels sont les procédés pour lesquels on peut appliquer la méthode ?

Pour des facilités d'exploitation, les procédés les plus adaptés sont ceux qui s'arrêtent à la nitrification sans exigence réglementaires sur la dénitrification.

- Cultures fixées : biofiltres nitrifiants, culture fixée fluidisée avec flottateur (MBBR),
- Cultures libres : Procédés boues activées avec membranes de filtration,

Pour les boues activées faibles charges avec clarificateur, il existe un fort risque de dénitrification sauvage dans le clarificateur. Cette technique n'est pas adaptée pour la méthode présentée dans cette fiche, car il faudrait en plus rajouter du méthanol pour dénitrifier en amont du clarificateur (contraintes d'exploitation, coût...). En effet l'apport en excès d'azote entraîne une carence en carbone qu'il faut compenser par du carbone exogène.

Les filières composées de plusieurs files parallèles fonctionnant en rotation sont plus adaptées pour traiter les variations de charge (Cf. document technique FNDAE n°34).

Attention : la méthode peut nécessiter un apport de carbone minéral pour compenser les besoins en bicarbonates.

Applications fréquentes :

Ce sont donc principalement les installations confrontées à des pentes de montée en charge supérieures au taux de croissance de la biomasse nitrifiante où le traitement de l'azote est demandé.

Exemple : Cas des stations d'épuration situées en zone touristique avec un taux de fréquentation différent dans l'année (Stations de sports d'hiver).

3. Données à collecter :

L'exemple ci-dessous porte uniquement sur la mise en place de la nitrification.

Les données à connaître sur l'installation sont les suivantes :

- Variation de charge réelle de l'installation et plus particulièrement pour la période critique (pente de montée en charge la plus importante : amplitude et durée),
- Charge azotée réellement collectée à la basse saison,
- Charge azotée réellement à traiter en pointe (haute saison),
- Niveau de rejet demandé, plus particulièrement à la pointe de charge,
- Quantité de bicarbonates à l'entrée du biologique (Ils peuvent être consommés si présence de décanteur primaire avec traitement physico-chimique).

4. Description de la démarche :

Apporter une source d'azote externe (type alcali) afin d'augmenter la quantité de biomasse autotrophe pour préparer la montée en charge et respecter les niveaux de rejet sur l'azote Kjeldhal.

La durée de traitement et les doses appliquées sont fonction des taux de croissance des bactéries nitrifiantes.

Exemple :

A une température de 8°C (température du milieu où se trouve la biomasse), un taux de croissance net de 0,1 j⁻¹ (symbole μ_o exprimé en j⁻¹) correspond à une augmentation de la population autotrophe de 10 % par rapport à la journée précédente.

Température	8°C	10°C	12°C	14°C
Ordre de grandeur μ_o net (j ⁻¹)	0,1	0,12	0,15	0,18
% d'accroissement de la biomasse autotrophe nitrifiante	10	12	15	18

Ce taux de croissance est obtenu en l'absence de facteurs limitants : Bicarbonates (HCO₃⁻), Substrat (azote ammoniacal), pH (en lien avec les bicarbonates), oxygène et nutriments (P-PO₄³⁻).

Concernant l'apport de substrat :

- 1 litre d'alcali¹ commercial concentré à **20,5 %** (NH₄OH exprimé en NH₃) apporte 0,155 kg de N-NH₄⁺/litre. (cf. annexe 1)

- La nitrification d'1 mg de N-NH₄⁺ consomme 8,7 mg de HCO₃⁻ ou 0,7°F (1 degré Français équivaut à 12,2 mg de HCO₃⁻ ou 10 mg CaCO₃).

Concernant le suivi des bicarbonates :

La quantité de bicarbonates présents dans les eaux peut être approchée par la mesure de la conductivité.

En effet, pour une eau contenant peu de chlorures ([Cl] < 40 mg/l), la concentration en sels dissous (en mg/l) correspond à 70 - 85% de la mesure de la conductivité (transformation d'une mesure électrique en une concentration).

Les sels majeurs sont : HCO₃⁻ ; Cl⁻ ; SO₄²⁻ ; NO₃⁻ et Ca²⁺ ; Na⁺ ; Mg²⁺ ; K⁺. Les bicarbonates représentent les 3/4 de ces sels majeurs (en réalité [HCO₃⁻] = 3 [Ca²⁺] et les autres sels ne sont pas pris en compte).

Par exemple , une eau de conductivité de 500 µS/cm est composée de (500 x 0.8) = 400 mg/l de sels dissous. Sa concentration en bicarbonates est de l'ordre de (400 x 0.75) = 300 mg HCO₃⁻/l.

(Pour mémoire pour l'eau potable : Eau douce < 10°F / Eau dure > 30°F)

Eau Usée domestique ou urbaine concentrée (pas d'eau parasite)	
Conductivité (µS/cm)	1000 - 1200
HCO₃⁻ (mg/l)	580 - 700
CaCO₃ (mg/l)	470 - 570
° F	47 - 57

En moyenne, une eau usée oscille entre 15 à 35 °F (avec eau parasite, suivant la région...).

Paramètres à surveiller lors de l'ajout d'alcali :

Le suivi des paramètres N-NH₄⁺, N-NO₃⁻ et HCO₃⁻ est indispensable pour réussir un ensemencement optimisé de la filière, en particulier pour caler les apports d'alcali en fonction des taux de croissance réels de la biomasse en place afin d'éviter une surconsommation de réactifs et pénaliser ainsi le milieu récepteur.

Le taux de croissance est estimé en tenant compte de la température :

¹ On utilisera de l'alcali plus simple à mettre en œuvre malgré le fait qu'il soit plus cher que l'urée ou engrais azoté.

Paramètres à suivre	Entrée du réacteur biologique	Sortie du réacteur biologique
	Flux de N-NH ₄ ⁺	Flux de N-NH ₄ ⁺
	bicarbonates	Flux de N-NO ₃ ⁻
		bicarbonates

- Le flux de N-NH₄⁺ mesuré en sortie permet de réajuster régulièrement les apports d'alcali en entrée du réacteur biologique.

- Le flux de nitrates formés permet d'estimer la quantité de biomasse installée et son taux de croissance dans le réacteur biologique.

- Le flux de bicarbonates consommés (flux de bicarbonates d'entrée – flux de bicarbonates de sortie) permet de vérifier le flux de nitrates formés ou d'azote ammoniacal nitrifié (les bicarbonates éliminés divisés par 8,7 sur la base du HCO₃⁻ ou 7,1 sur la base du CaCO₃ donne le flux d'azote nitrifié).

Par exemple : Une consommation de 34,8 mg/l d'HCO₃⁻ correspond à la nitrification de (34.8 / 8.7) 4 mg de N-NH₄⁺ .

De plus, la présence d'un résiduel en bicarbonates en sortie de réacteur est indispensable pour confirmer que ce paramètre n'a pas été un facteur limitant de la nitrification (Il faut au minimum un résiduel de 34 mg/l d'HCO₃⁻ soit 3°F).

Le niveau de bicarbonates limite en sortie est choisi selon les contraintes du site (surconsommation possible d'alcali). En cas de pointe, si la quantité d'alcali injectée est insuffisante, la croissance de la biomasse n'évolue pas.

5. Exemple de démarche d'apport d'alcali :

Une collectivité de sports d'hiver doit traiter les charges suivantes :

	Basse saison	Haute saison
Débit journalier (m ³ /j)	100	1000
Flux entrant NTK kg/j	7	70
N-NH ₄	5	45
Flux assimilé N-NH ₄ (20% de NTK)	1,4	14
Flux rejeté N-NH ₄	0	10*
Soit 2,5% du NTK	0,175	0**
Flux rejeté en azote particulaire		
Soit 2,5% du NTK	0,175	0**
Flux à nitrifier	5,25 (soit 5)	46 (soit 45)

* pour une station de 1000 m³/j et limite de rejet à 10 mg NTK /l

** sont compris dans les valeurs de sortie

- En Basse Saison (de septembre à mi décembre), la charge entrante dans la station d'épuration est de 5 kg de N-NH_4^+ (soit 7 kg de NTK/j). Cette charge de 7 kg de NTK va fixer approximativement (fonction ou non de facteur limitant) la quantité de biomasse autotrophe présente dans le réacteur biologique.

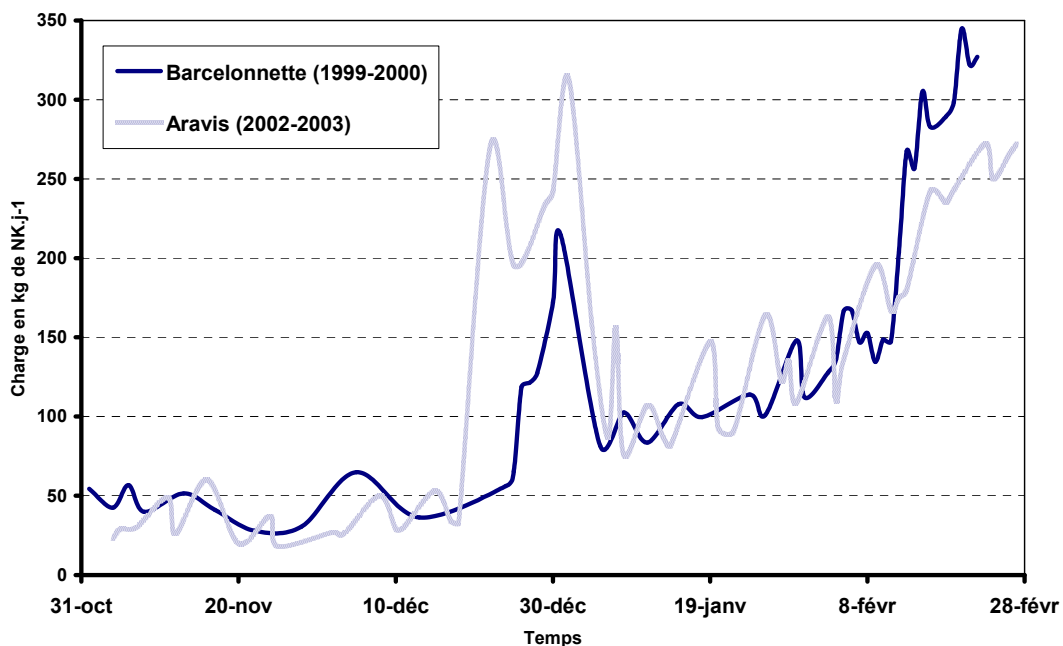
La part d'azote nitrifiable résulte de la différence entre le flux d'azote apporté et le flux d'azote organique non ammonifiable (azote organique réfractaire), de la part d'azote assimilé dans le réacteur et de la part rejetée (en basse saison, l'azote rejeté est proche de 0).

- En Saison (Vacances de Noël et nouvel an), la charge à traiter est de 70 kg de NTK/j, ce qui nécessite de nitrifier 45 kg de N-NH_4^+ compte tenu de la part réfractaire (5 % du NTK entrant), de la part assimilée (de l'ordre de 20 %) et d'un niveau de rejet fixé à 10 mg N-NH_4^+ /l.

Cette charge à nitrifier nécessite d'avoir un réacteur biologiqueensemencé avec une population autotrophe équivalente, soit 9 fois plus de biomasse autotrophe qu'en basse saison (ratio 45/5).

On rappelle que la période de Noël est celle où l'amplitude sera la plus forte (« hauteur de la marche »)

Ceci donne pour cette collectivité un ratio Haute Saison / Basse Saison (HS/BS), ou variation de charge, de 9.



Exemple de variation de charge en entrée de station (kg de NK/j) de novembre à février

Pour permettre une augmentation rapide de la biomasse autotrophe, l'ajout d'une source azotée externe est indispensable. Parallèlement, il conviendra de vérifier l'absence de facteurs limitants. En effet, les bicarbonates des eaux usées à traiter doivent être en concentration suffisante pour nitrifier l'ensemble de l'azote apporté par les eaux usées et par la source azotée externe (alcali).

La température des effluents est de l'ordre de 10 °C pendant la période d'ajout d'alcali, de fin novembre à début décembre, ce qui va occasionner un taux de croissance de l'ordre de $0,12 \text{ j}^{-1}$ (12%).

6. Questions / Réponses

1^{ère} question : Quelle sera la durée en jours (avec n : nombre de jours) d'apport d'alcali pour passer d'une biomasse autotrophe équivalente à 5 kg d'azote nitrifié en Basse Saison (BS) à une biomasse en Haute Saison (HS) pouvant nitrifier à terme les 45 kg d'azote ?

A 10 °C , le taux de croissance (μ_0) est de $0,12 \text{ j}^{-1}$, la charge Haute saison (HS) après n jours d'ajout azoté est donc égale à :

$$\text{Charge HS} = \text{Charge BS} \times (1 + \mu_0)^n$$

$$\text{D'où } n = \text{Ln}(\text{variation de charge}) / \text{Ln}(1 + \mu_0)$$

$$n = \text{Ln } 9 / \text{Ln } 1,12 = 19,4 \text{ jours que l'on arrondit à } 20 \text{ jours.}$$

2^{ème} question : A partir de quelle date faut-il envisager l'injection d'alcali ?

Sachant que l'ensemencement maximal doit être obtenu pour la pointe qui se situe vers le 25 décembre, le début d'injection d'alcali se fera 20 jours avant, avec 2 jours de sécurité soit le 3 décembre (y compris les week-ends).

3^{ème} question : Quelle quantité d'alcali faut il injecter par jour ?

Nombre de jours	Ensemencement au jour J	Taux de croissance de la biomasse autotrophe	Ensemencement obtenu en équivalent azote	Alcali	
				Flux d'azote à apporter	Volume d'alcali à 20,5 %
jours	kg de N-NO ₃ formés/jour	jour ⁻¹	kg de N oxydé/jour	kg de N /j	litres
0 (Référence)	5	0,12	5,6	0,6	4
1	5,6	0,12	6,3	1,3	8
2	6,3	0,12	7,0	2,0	13
3	7,0	0,12	7,9	2,9	19
4	7,9	0,12	8,8	3,8	25
5	8,8	0,12	9,9	4,9	31
6	9,9	0,12	11,1	6,1	39
7	11,1	0,12	12,4	7,4	48
8	12,4	0,12	13,9	8,9	57
9	13,9	0,12	15,5	10,5	68
10	15,5	0,12	17,4	12,4	80
11	17,4	0,12	19,5	14,5	93
12	19,5	0,12	21,8	16,8	108
13	21,8	0,12	24,4	19,4	125
14	24,4	0,12	27,4	22,4	144
15	27,4	0,12	30,7	25,7	165
16	30,7	0,12	34,3	29,3	189
17	34,3	0,12	38,4	33,4	216
18	38,4	0,12	43,1	38,1	246
19	43,1	0,12	48,2	43,2	279
20	48,2	0,12	54,0	49,0	316
Volume total d'alcali =					2274

(Cette feuille de calcul Excel est disponible sur le site : « calcul dose alcali et bicarbonates.xls »)

La somme des apports journaliers de substrat azoté, sur les 20 jours, donne un total de 2274 litres d'alcali à 20,5%.

D'après le tableau, on observe qu'après 20 jours d'apport d'alcali (soit un volume consommé de 2274 l), l'ensemencement en autotrophes a atteint une possibilité de traiter 49 kg d'azote ammoniacal en nitrates soit un facteur de variation de charge (49/5) de 9,8.

Durant cet apport d'alcali, un suivi poussé des nitrates formés en sortie de réacteur biologique (équivalent en biomasse autotrophe) et un suivi du résiduel en N-NH₄⁺ non nitrifié sont nécessaires. Ce dernier paramètre permet d'optimiser la dose d'alcali à injecter par jour et d'éviter une sur-consommation de réactifs.

4^{ème} question : Quels sont les facteurs limitants de la nitrification ?

Les biomasses responsables de la nitrification sont des bactéries autotrophes très sensibles à certains paramètres du milieu. Ainsi, les principaux facteurs à surveiller sont :

- le substrat (l'azote ammoniacal),

- l'oxygène, avec des concentrations en O₂ dissous supérieures à 2 - 3 mg d'O₂/l dans le milieu, normalement compatibles avec les capacités d'aération existantes sur la station,
- le pH, avec une limitation de l'activité biologique à des pH inférieurs à 6,9 ; voire un blocage de cette activité à des pH inférieurs à 6,5,
- la quantité de carbone minéral (bactéries autotrophes) dont la concentration se mesure par les bicarbonates (en degré Français ou en mg HCO₃⁻).

5^{ème} question : Quelle quantité de bicarbonate de sodium faut il ajouter ?

Dans notre exemple, la quantité de bicarbonates des eaux usées en Basse Saison est de 35 °F ou 427 mg de HCO₃⁻/l (35 °F x 12,2 mg de HCO₃⁻) pour un volume à traiter de 100 m³/j ; soit un flux journalier de bicarbonates de 42,7 kg HCO₃⁻/l.

Nombre de jours	Flux de bicarbonates disponible naturellement à l'entrée de la station	Quantité d'azote nitrifié en basse saison	Quantité d'azote alcali nitrifié en basse saison	Flux d'azote total à nitrifier	Dose de bicarbonate de Na à apporter		
					Besoins en HCO ₃ ⁻	Besoins en HCO ₃ ⁻ complémentaires	Quantité de bicarbonate à injecter
jours	kg HCO ₃ ⁻ /j	kg N-NO ₃ ⁻ /j	kg de N oxydé/jour	kg de N /j	kg HCO ₃ ⁻ /j	kg HCO ₃ ⁻ /j	kg de poudre commerciale / j
0 (Référence)	42,7	5	0,6	5,6	49	6	8
1	42,7	5	1,3	6,3	55	12	17
2	42,7	5	2,0	7,0	61	18	26
3	42,7	5	2,9	7,9	68	26	36
4	42,7	5	3,8	8,8	77	34	48
5	42,7	5	4,9	9,9	86	43	61
6	42,7	5	6,1	11,1	96	53	75
7	42,7	5	7,4	12,4	108	65	91
8	42,7	5	8,9	13,9	121	78	109
9	42,7	5	10,5	15,5	135	92	130
10	42,7	5	12,4	17,4	151	109	153
11	42,7	5	14,5	19,5	169	127	178
12	42,7	5	16,8	21,8	190	147	207
13	42,7	5	19,4	24,4	213	170	239
14	42,7	5	22,4	27,4	238	195	275
15	42,7	5	25,7	30,7	267	224	315
16	42,7	5	29,3	34,3	299	256	360
17	42,7	5	33,4	38,4	335	292	410
18	42,7	5	38,1	43,1	375	332	466
19	42,7	5	43,2	48,2	420	377	530
20	42,7	5	49,0	54,0	470	427	600

Massse Totale :

3732

(cette feuille de calcul Excel est disponible sur le site : « calcul dose alcali et bicarbonates.xls »)

La somme des apports journaliers donne un total de 3732 kg de poudre commerciale de bicarbonate de sodium.

6^{ème} question: Quel est le coût de cet ensemencement artificiel ?

Le coût des produits est fonction de la localisation des dépôts et des quantités consommées.

A titre d'information, les prix évoqués ci-dessous sont des tarifs 2008 en hors taxe.

Coût d'un container de 800 l d'alcali : 450 €

Coût d'une tonne de bicarbonate de Sodium : 730 €

Dans notre exemple, l'ensemencement artificiel entraîne un coût total pour cette collectivité de :

$$(2274 \text{ litres d'alcali}/800 \times 450 \text{ €}) + (3,732 \text{ T de bicarbonate} \times 730 \text{ €}) = 4\,004 \text{ € HT}$$

Pour faire face à une variation de charge d'un facteur proche de 10, ce coût représente pour la collectivité :

20% du coût du poste réactifs utilisés sur l'ensemble de la station.

2 à 2,5 % du budget global d'exploitation (comprenant produits chimiques, temps passé, consommable analytique, etc....)

Annexe 1 : Fiche Alkali

Nom commercial : **Alkali**

Formule chimique : **NH₄OH** exprimé en NH₃

Masse molaire : 17 g par mole de NH₃ soit 82,4 % de N (14/17)

Autres caractéristiques :

Produit liquide, solution aqueuse de gaz ammoniac dissous

Pureté (% de gaz) : de **20 à 35 %** de gaz ammoniac dissous (NH₃ fonction du produit commercial)

Densité : variable selon la quantité de gaz : 0,92 (20 %) et 0,88 (35 %)

Attention : Précautions à prendre car ce produit est corrosif et très volatil : irritations des muqueuses oculaires et respiratoires, brûlures, etc..... masque et gants indispensables. (cf. Fiche de Données de Sécurité)

Exemple :

Calcul de la concentration d'azote injecté / litre de solution commerciale à 20,5 %
= 1 litre x 0,92 (densité) x **0,205** (% de produit) x 0,824 (% d'azote)
= 0,155 kg d'azote.

1 litre de solution commerciale à 20,5 % apporte 0,155 kg d'azote.

Ou

Calcul de la concentration d'azote injecté / litre de solution commerciale à 35 %
= 1 litre x 0,88 (densité) x **0,35** (% de produit) x 0,824 (% d'azote)
= 0,254 kg d'azote.

1 litre de solution commerciale à 35 % apporte 0,254 kg d'azote.

Annexe 2 : Fiche Bicarbonate de sodium.

Nom commercial : **Bicarbonate de sodium** ou **Hydrogénocarbonate de sodium**

Formule chimique : **NaHCO₃**

Masse molaire : 84 avec 72,62 % de HCO₃⁻

Autres caractéristiques :

Produit solide, en poudre

Pureté du produit : 98 %

Solubilité : 96 g pour 1 l à 20 °C

Cette substance n'est pas classée comme dangereuse au sens de la Directive 67/548/CEE.

Exemple :

On prépare une solution à 50 g de bicarbonate de Sodium du commerce /l.
(dilution d'un sac de 50 kg de NaHCO₃ dans 1m³).

Calcul de la concentration de HCO₃⁻ injecté / litre de solution préparée :

La concentration en HCO₃⁻/l de la solution injectée est de :

50 x 0,98 (98% de pureté) x 0,726 (on a 72,62 % de HCO₃⁻ /kg de produit pur)

ce qui donne une concentration **de 35,58 g HCO₃⁻/l.**

ou 1 kg de produit commercial apporte 711,7 g de HCO₃⁻.

Annexe 3 : Fiche Méthanol

Nom commercial : **Méthanol**

Formule chimique : **CH₃OH**

Masse molaire : 34

Rapport : DCO soluble / méthanol : 1,5

Masse volumique : 0,8

Attention : Ce produit est très dangereux (cf. Vue d'Ensemble du Plan d'Urgence ci-après)

Calcul de la concentration en DCO soluble injecté / litre de méthanol :

$$1 \text{ litre} \times 0,8 \times 1,5 = 1,2 \text{ kg}$$

L'injection de 1 litre de méthanol apporte 1,2 kg de DCO soluble.

Vue d'Ensemble du Plan d'Urgence

Facilement inflammable. Toxique par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion. Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.

Effets Potentiels sur la Santé

- Yeux:** Risque de causer une sensibilisation douloureuse à la lumière. Le méthanol est un irritant oculaire bénin à modéré. L'inhalation, l'ingestion ou l'absorption de méthanol par la peau peuvent entraîner des perturbations importantes de la vue y compris la cécité.
- Peau:** Cause une irritation modérée de la peau. Risque d'être absorbé par la peau en quantités nocives. Le contact prolongé ou répété risque de causer un dégraissage cutané et une dermatite. Le méthanol peut être absorbé par la peau pour provoquer des effets systémiques dont des troubles de la vision.
- Ingestion:** En cas d'ingestion, risque d'être fatal ou de causer la cécité. Risque d'aspiration. Ne peut être rendu non toxique. Risque de causer une toxicité systémique accompagnée d'acidose. Risque de causer une dépression du système nerveux central caractérisée par une agitation et suivie des symptômes suivants : mal de tête, étourdissement, somnolence, nausée. La phase avancée risque de causer : collapsus. Peut affecter le système cardio-pulmonaire.
- Inhalation:** Le méthanol est toxique et peut très facilement former des concentrations de vapeur élevées à température ambiante. L'inhalation est la voie d'exposition professionnelle la plus courante. En premier lieu, le méthanol provoque une dépression du SNC acco d'incoordination. Une période sans symptômes évidents suit (en général 8-24 heures). Cette période de latence est suivie d'une acidose métabolique et d'effets graves sur la vision qui peuvent comprendre une réactivité réduite et/ou une augmentation de et/ou neigeuse ainsi que la cécité selon la sévérité de l'exposition et la rapidité des soins. Les survivants peuvent guérir complètement ou peuvent conserver une cécité permanente, des troubles de la vision et/ou des effets sur le système nerveux.
- Chronique:** Le contact cutané prolongé ou répété risque de causer une dermatite. Les expositions chroniques peuvent provoquer des effets semblables à ceux d'une exposition aiguë. Le corps élimine très lentement le méthanol. Par conséquent, il faut considérer le méthanol comme étant un poison cumulé..