



FEUX DE MÉTAUX

(sous forme solide et cristalline)



NDO 11

- Version du 26 juin 2018 -

LISTE DES DESTINATAIRES

DIFFUSION INTERNE		
	Pour action	Pour information
Directeur Départemental	x	
Directeur Départemental Adjoint	x	
Officiers Supérieurs de Direction	x	
Chefs de site	x	
Chefs de colonne	x	
Chefs de groupe	x	
Chefs de centre	x	
Officiers RT	x	
CODIS 26	x	

DIFFUSION EXTERNE		
	Pour action	Pour information
SDIS 07		x

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Date	Page	Objet
26/06/18		Création du document

SOMMAIRE

LISTE DES DESTINATAIRES.....	2
HISTORIQUE DES MODIFICATIONS	3
SOMMAIRE	4
PRÉAMBULE	5
1. GÉNÉRALITÉS SUR LES MÉTAUX.....	5
2. LA RÉACTIVITÉ DES MÉTAUX	5
2.1 AVEC LES ACIDES	5
2.2 AVEC LES BASES.....	6
2.3 AVEC L'EAU	6
2.3.1 LA RÉACTIVITÉ VIOLENTE À FROID.....	6
2.3.2 LA RÉACTIVITÉ VIOLENTE À CHAUD	6
2.4 AVEC L'AIR	6
3. LA COMBUSTION DES MÉTAUX	7
3.1 LES PHÉNOMÈNES D'OXYDATION.....	7
3.1.1 L'oxydation « violente », la combustion	7
3.1.2 L'oxydation lente, la corrosion.....	7
3.2 LA NITRURATION	7
3.3 L'AGENT EXTINCTEUR	7
4. LA MÉTHODOLOGIE OPÉRATIONNELLE.....	8
5. ANNEXES	9
Annexe 1 – Liste des éléments classés dans la catégorie des métaux	9
Annexe 2 – Ressources en agent extincteur en Drôme.....	10
Annexe 3 – Fiche MOD INC.05	11

PRÉAMBULE

La doctrine n'a pour objet que de guider l'action et faciliter la prise de décision des sapeurs-pompiers lors de leurs interventions, à partir de la connaissance des meilleures pratiques identifiées lors de retours d'expériences. Elle n'a nullement pour objet d'imposer des méthodes d'actions strictes. Chaque situation de terrain ayant ses particularités. Chercher à prévoir un cadre théorique unique pour chacune serait un non-sens. Dès lors, seuls des conseils à adapter au cas par cas sont pertinents et nécessaires.

La mise en œuvre de la doctrine requiert du jugement pour être adaptée aux impératifs et contraintes de chaque situation. La décision, dans une situation particulière, qui s'écarte des orientations données par les documents de doctrine relève de l'exercice du pouvoir d'appréciation, intégrée à la fonction de commandement inhérente à la mission en cours.

1. GÉNÉRALITÉS SUR LES MÉTAUX

En chimie, les métaux sont des matériaux dont les atomes sont unis par des liaisons métalliques. Pour être classé dans la catégorie des métaux un élément doit avoir les 4 caractéristiques suivantes :

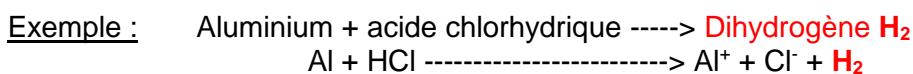
Éclat métallique	<ul style="list-style-type: none">L'élément est brillant et reflète bien la lumière.
Conducteur de chaleur et d'électricité	<ul style="list-style-type: none">L'élément laisse passer la chaleur et conduit bien l'électricité.
Réaction aux acides	<ul style="list-style-type: none">L'élément est effervescent (émet des bulles) lorsqu'on le met en contact avec un acide.
Malléabilité	<ul style="list-style-type: none">L'élément peut se déformer sans se casser et sans reprendre sa forme initiale.

86 éléments du tableau périodique (voir annexe 1) répondent à la description ci-dessus (métaux alcalins ou alcalino-terreux).

2. LA RÉACTIVITÉ DES MÉTAUX

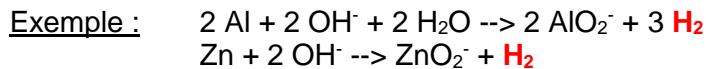
2.1 AVEC LES ACIDES

Tous les métaux réagissent avec les acides pour produire du dihydrogène H₂, c'est d'ailleurs une des 4 caractéristiques qui permet de classer un élément en métal.



2.2 AVEC LES BASES

À l'exception de l'aluminium (Al) et du zinc (Zn) qui réagissent avec les bases en produisant du dihydrogène H_2 (comme avec un acide) les autres métaux sont sensiblement inertes aux bases.



2.3 AVEC L'EAU

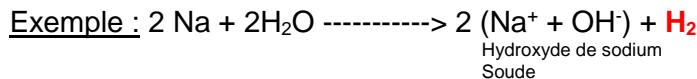
Tous les métaux réagissent avec l'eau en produisant notamment du dihydrogène H₂, pour certains d'entre eux cette réaction peut-être plus ou moins violente en fonction de la température de l'eau.

2.3.1 LA RÉACTIVITÉ VIOLENTE À FROID

Les métaux listés ci-dessous ont la caractéristique de réagir violemment à froid avec l'eau :

- Lithium (Li)
 - Sodium (Na)
 - Potassium (K)
 - Rubidium (Rb)
 - Calcium (Ca)
 - Césium (Cs)
 - Strontium (Sr)
 - Baryum (Ba)

La réaction avec l'eau génère notamment du dihydrogène H₂ et de l'énergie, l'effluent aqueux devient basique après réaction.

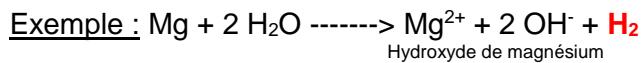


2.3.2 LA RÉACTIVITÉ VIOLENTE À CHAUD

Les métaux suivants listés ci-dessous ont la caractéristique de réagir violemment à chaud avec l'eau :

- Béryllium (Be)
 - Magnésium (Mg)
 - Titane (Ti)
 - Aluminium (Al)

La réaction avec l'eau génère notamment du dihydrogène H₂ et de l'énergie, l'effluent aqueux devient basique après réaction.



2.4 AVEC L'AIR

Tous les métaux en poudre « explosent » (réaction de combustion très rapide) à froid lorsqu'ils sont en suspension dans l'air, on appelle cette propriété la pyrophoricité. Il s'agit du même phénomène de combustion que celui détaillé au 3.1.1 ci-dessous mais en l'absence de source de chaleur. Ce phénomène dépend de la taille des particules de métal.

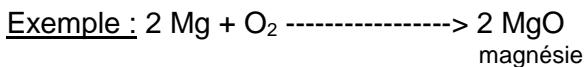
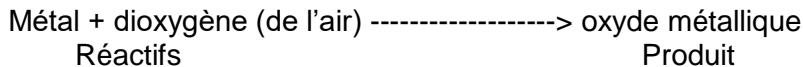
3. LA COMBUSTION DES MÉTAUX

La combustion des métaux comme toute combustion est un phénomène chimique d'oxydo-réduction entre un réducteur : le métal (le combustible) et un oxydant (le comburant) le plus souvent le dioxygène (O_2) de l'air.

3.1 LES PHÉNOMÈNES D'OXYDATION

3.1.1 L'oxydation « violente », la combustion

La combustion des métaux dans l'air est une transformation chimique dont la réaction est du type :



Certains métaux ont la capacité de brûler dans l'air et génèrent des températures élevées comprises entre 2000°C et 3000°C. Ils émettent alors une lumière blanche (spectre des UV) très dangereuse pour les yeux (procédé ancestral des flashes des appareils photo). Lorsque l'on projette de l'eau sur le métal chauffé, il peut y avoir une réaction violente avec production d' H_2 (voir 2.3.2) :

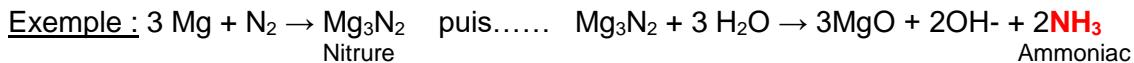


3.1.2 L'oxydation lente, la corrosion

La réaction d'oxydation décrite ci-dessus se déroule aussi lorsque le métal est au contact de l'air, elle est par contre très lente. La chaleur dégagée est donc faible et lentement dissipée dans l'environnement. C'est le domaine de la corrosion (par exemple la rouille du fer et de l'acier).

3.2 LA NITRURATION

Dans certaines conditions de température, entre 350°C et 600°C, les métaux peuvent « brûler » avec l'azote de l'air. Ce phénomène est appelé nitruration. Les produits générés, des nitrides, ont une très grande affinité avec l'eau et génèrent un dégagement d'ammoniac au contact de ceux-ci :



3.3 L'AGENT EXTINCTEUR

Le choix de l'agent extincteur doit concourir à obtenir une extinction ayant les caractéristiques suivantes :

- une température qui baisse rapidement,
- une grande quantité d'imbrûlés (qui par définition marque l'arrêt de la combustion),
- peu de nitrides pour diminuer les risques secondaires,
- une quantité d'agent extincteur raisonnable.

Les agents extincteurs préconisés sont les suivants :

- 1- l'oxyde du métal qui brûle (exemple la magnésie pour le magnésium).
- 2- La terre à foulon ou bentonite (argile).
- 3- La poudre D (composition surtout adaptée pour le sodium).
- 4- Du sable sec (très difficile à avoir car le sable se charge automatiquement en eau au contact de l'humidité de l'air).

4. LA MÉTHODOLOGIE OPÉRATIONNELLE

➤ Observer

- Présence de lumière très blanche dans le foyer ?
- Flammes de couleur inhabituelles ?
- Réactivité du foyer à la projection d'eau ?

➤ Questionner

- Il y a-t-il des métaux impliqués dans le sinistre ?
- Quels métaux ? Faire le lien avec la classe de réactivité à l'eau.
- Sous quelle forme ? Poudre ? Copeaux ? Blocs ?
- Quelle quantité ?

➤ Si présence avérée ou suspectée de métaux dans le foyer

- Port de la tenue de feu complète avec l'écran facial du casque baissé.
- Éviter de regarder directement le sinistre sans protection oculaire.
- Prioriser les actions visant à effectuer la part du feu. Séparer/isoler si possible les métaux non impactés par l'incendie, attention au risque de mise en suspension du métal si un accident de manutention survient.
- **PROSCRIRE L'UTILISATION DE L'EAU**, utiliser un agent extincteur préconisé pour les feux de métaux parfois disponible sur le site auprès de l'exploitant.
- Réaliser un réseau de mesures par rapport aux fumées d'incendie, rechercher la présence d'ammoniac (nitruration).
- En fin d'intervention ne pas nettoyer les cendres du métal qui a brûlé avec de l'eau car si des nitrures sont présents dans celles-ci il y aura dégagement d'ammoniac.

5. ANNEXES

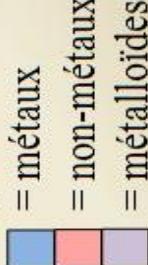
Annexe 1 – Liste des éléments classés dans la catégorie des métaux

NDO.07
Annexe 1

Tableau périodique des éléments

I **II**

Légende



	1 H Hydrogène	2 He Hélium	3 Li Lithium	4 Be Béryllium	5 B Boron	6 C Carbone	7 N Azote	8 O Oxygène	9 F Fluor	10 Ne Néon
19 K Potassium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titanium	23 V Vanadium	24 Cr Chromium	25 Mn Manganèse	26 Fe Fer	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Cuivre
37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirconium	41 Nb Nioberium	42 Mo Molibdène	43 Tc Technétium	44 Ru Rhodium	45 Pd Palladium	46 Ag Argent	47 Cd Cadmium
55 Cs Césium	56 Ba Barium	57-71 La-Lu Lanthanides	72 Hf Hafnium	73 Ra Thorium	74 W Tungstène	75 Re Rhenium	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platine	79 Au Or
87 Fr Francium	88 Ra Radium	89-103 Ac-Lr Actinides	104 Rf Rutherfordium	105 Db Dubnium	106 Sg Sougoum	107 Bh Bohrium	108 Mt Meitnerium	109 Hs Hassium	110 Uun Ununium	111 Uuu Unununium
57 La Lanthane	58 Ce Cérotine	59 Pr Praseodyme	60 Nd Néodyme	61 Pm Prométhium	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Thulium	66 Dy Dysprosium	67 Ho Holmium
89 Ac Actinium	90 Th Thorium	91 Pa Protactinium	92 U Uranium	93 Np Neptunium	94 Pu Plutonium	95 Am Americium	96 Cm Curium	97 Bk Berkelium	98 Cf Californium	99 Es Einsteinium

101 Md Méridium	102 No Néodimium	103 Lr Lanthanum

➤ **BENTONITE (terre à foulon)**

Société
CLARIANT PRODUCTION FRANCE
(ex. BENTOFRANCE)

**815 Rue Louis SAILLANS
26800 PORTES LES VALENCE**

04 75 57 30 22

Annexe 3 – Fiche MOD INC.05

MEMENTO OPERATIONNEL DEPARTEMENTAL
Feu de métaux (sous forme solide et cristalline)
INC.05

Généralités sur les métaux	<p>Le tableau périodique des éléments est divisé en plusieurs sections :</p> <ul style="list-style-type: none"> Section 1 (H à Sc) : Métaux (gris), Métaux de transition (orange), Non métal (rouge), Groupe d'actinides (bleu). Section 2 (Ti à Cd) : Métaux (gris). Section 3 (V à Mo) : Métaux (gris). Section 4 (Nb à Ru) : Métaux (gris). Section 5 (Ta à Hf) : Métaux (gris). Section 6 (W à Pt) : Métaux (gris). Section 7 (Os à Au) : Métaux (gris). Section 8 (Ir à Tl) : Métaux (gris). Section 9 (Rh à Pb) : Métaux (gris). Section 10 (Pd à Bi) : Métaux (gris). Section 11 (Ag à Te) : Métaux (gris). Section 12 (Cd à Po) : Métaux (gris). Section 13 (Zn à Ge) : Métaux (gris). Section 14 (Al à Si) : Métaux (gris). Section 15 (As à S) : Métaux (gris). Section 16 (Se à Cl) : Métaux (gris). Section 17 (Br à Ar) : Métaux (gris). Section 18 (Kr à He) : Métaux (gris). 																	
	Éléments artificiels																	

Dans le tableau périodique des éléments, la diagonale partant du bore (B) et allant jusqu'au polonium (Po) sépare les éléments métalliques (en bas à gauche, H étant exclu) des éléments non métalliques (en haut à droite).

Réactivité avec les acides (pH < 5)	Tous les métaux réagissent avec les acides pour produire de l'H ₂ (Hydrogène) : Ex : Al + HCl → Al ⁺ + Cl ⁻ + H ₂
Réactivité avec les bases (pH > 9)	À l'exception de l'aluminium (Al) et du zinc (Zn) qui réagissent avec les bases en produisant du dihydrogène H ₂ (comme avec un acide), les métaux sont sensiblement inertes aux bases.
Réactivité avec l'eau	<p>* Réactivité violente à froid (métaux peu inflammables)</p> <p>> Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium, Césium, Calcium, Strontium, Baryum</p> <p>> Oxydo-réduction du métal à froid avec l'eau qui génère de l'H₂ :</p> <p>Ex : Na + 2 H₂O → 2 (Na⁺ + OH⁻) + H₂</p> <p>* Réactivité violente à chaud (métaux inflammables)</p> <p>> Béryllium, Magnésium, Titane, Aluminium</p> <p>> Oxydo-réduction du métal à chaud avec l'eau qui génère de l'H₂ :</p> <p>Ex : Al + H₂O → Al⁺ + OH⁻ + H₂</p>
Réactivité avec l'air	Tous les métaux en poudre explosent à froid lorsqu'ils sont en suspension dans l'air (pyrophorisme).
Combustion des métaux (Description des phénomènes)	<p>RISQUE D'EXPLOSION SYSTEMATIQUE AU CONTACT DE L'EAU (PRODUCTION D'H₂) :</p> <ul style="list-style-type: none"> Certains métaux ont la capacité de brûler dans l'air avec des températures entre 2000°C et 3000°C. Ils émettent une lumière très dangereuse pour les yeux lorsque l'on projette de l'eau sur le métal chauffé, du fait d'une réaction violente avec production d'H₂ : <p>Ex : 2 Mg + O₂ → 2 MgO (magnésie) et parfois Mg + 2 H₂O → Mg²⁺ + 2OH⁻ + H₂</p> Dans certaines conditions de température, entre 350°C et 600°C, les métaux peuvent « brûler » avec l'azote de l'air. Ce phénomène est appelé nitruration. Les produits générés, des nitrides, ont une très grande affinité avec l'eau et génèrent un dégagement d'ammoniac : <p>Ex : 3 Mg + N₂ → Mg₃N₂ (niture) puis..... Mg₃N₂ + 3 H₂O → 3MgO + 2OH⁻ + 2NH₃</p>
Agents extincteurs préconisés	<ul style="list-style-type: none"> L'oxyde du métal qui brûle (Ex Magnésie pour le magnésium) La terre à foulon ou bentonite (argile) <ul style="list-style-type: none"> La poudre D Le sable sec
Moyens spécifiques SP ou autres	FPT : Caméra thermique VIRT : Thermomètre laser + toximètre NH ₃ + Officiers Risques Technologiques Stock de BENTONITE : société CLARIANT PRIDUCTION France (ex BENTOFRANCE) 815, Rue L.SAILLANT, 26800 PORTES LES VALENCE, 04.75.57.30.22
Conduite opérationnelle pour feu avec des métaux impliqués	<p>> METAUX STOCKES dans le local en feu ? Si OUI > quelle famille de réactivité et en quelle quantité ?</p> <p>> Sous quelle forme physique est le métal (poudre, copeaux,...) ?</p> <p>> TENUE de FEU COMPLETE + écran facial du casque (protection oculaire)</p> <p>> PART du FEU : séparer/isoler si possible les métaux non impactés par l'incendie / attention au risque de mise en suspension du métal si accident de manutention</p> <p>> PROSCRIRE L'UTILISATION DE L'EAU > utiliser un agent extincteur préconisé pour les feux de métaux parfois disponible sur le site auprès de l'exploitant</p> <p>> RESEAU de MESURES / FUMÉES d'INCENDIE (ammoniac)</p> <p>> En fin d'intervention ne pas nettoyer les cendres du métal qui a brûlé avec de l'eau (si nitrides dégagement d'ammoniac)</p>