

4. Stockage des produits et aménagement des places

4.1. Le laboratoire et les produits chimiques

Le travail dans un laboratoire, notamment de chimie, se caractérise par la manipulation et le stockage d'un grand nombre de produits chimiques (substances et mélanges) conditionnés pour la plupart en petits volumes. Ils peuvent être solides, pulvérulents, pâteux, liquides, gazeux ou conditionnés sous la forme de générateur d'aérosol. Ces produits sont, pour la plupart, classés dangereux : explosibles, comburants, inflammables, corrosifs, irritants, cancérogènes, mutagènes,

Les volumes de ces conditionnements se répartissent dans leur grande majorité entre quelques millilitres et quelques dizaines de litres, une grande partie d'entre eux se situant autour du litre. La diversité de leur nature et de leur forme (bidon, bouteille, ampoule, berlingot, caisse, boîte, sac,) ainsi que les différents matériaux d'emballage utilisés (verre, plastique, métal, carton, papier,) viennent encore compliquer la situation.

4.2. Le principe de répartition des produits à stocker et de séparation des produits incompatibles ou dangereux

Une partie des produits chimiques utilisés au laboratoire peut être à l'origine de risques pouvant avoir pour conséquence des accidents violents : projections, dégagement de gaz dangereux, inflammation, explosion.

Ces produits sont :

- par nature instables (explosibles, pyrophoriques) ;
- incompatibles, réagissant de manière violente entre eux (acide/base, comburant/combustible, oxydant/réducteur.....) ;
- sensibles aux sources d'inflammation (inflammables.....).
- Par ailleurs, certains produits (qui peuvent être les même que ceux cités précédemment) présentent des propriétés toxicologiques telles qu'ils exposent à un d'intoxication grave, voire mortelle.

Tous ces produits doivent faire l'objet de mesures d'isolement et de séparation.

4.2.1. Produits présentant des propriétés physico-chimiques dangereuses



Ces produits doivent être isolés non seulement des autres produits chimiques, mais aussi, dans la mesure du possible, les uns des autres. Il s'agit des produits explosibles, explosibles désensibilisés, inflammables, comburants, autoréactifs,

pyrophoriques, auto-échauffants, des gaz sous pression ou des produits qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables.

De façon générale, ces produits doivent être stockés à l'abri de la chaleur (tous les facteurs influant sur la température, tel qu'un équipement de chauffage ou le rayonnement solaire, doivent être évités) et de toute source d'inflammation. Le lieu de leur stockage doit bénéficier d'une ventilation permanente, qu'il s'agisse d'un local de stockage ou d'une armoire de stockage de sécurité incendie en fonction des quantités à stocker. Quelle que soit la configuration choisie, l'air extrait du local ou de l'armoire doit être rejeté à l'extérieur des bâtiments. Si les caractéristiques du produit le permettent, un stockage en extérieur peut constituer également une solution.

Suivant les propriétés intrinsèques des produits, des mesures complémentaires peuvent s'ajouter. Les principales mesures sont résumées dans le tableau 3. Ce tableau intègre des éléments de classification et d'étiquetage réglementaire.

Tableau 3. Préconisations complémentaires pour la séparation des produits présentant des propriétés physico-chimiques dangereuses

 <p>Unst. Expl., H200 Expl. 1.1, H201 Expl. 1.2, H202 Expl. 1.3, H203 Expl. 1.4, H204 Expl. 1.5, H205 (pas de pictogramme de danger) Expl.1.6 (aucun élément d'étiquetage)</p>	<p>Du fait de leur dangerosité extrême, le stockage des produits explosibles doit avoir lieu dans des conditions très particulières. La définition de ces conditions nécessite d'étudier les risques associés à chaque produit de manière approfondie, préalablement à leur introduction au laboratoire.</p> <p>Suivant leurs caractéristiques intrinsèques, ces produits peuvent être sensibles à la température, aux chocs... Les conditions de stockage doivent prendre en compte ces paramètres.</p> <p>Les mesures de prévention du risque pyrotechnique sont détaillées aux articles R 4462-1 et suivants du Code du travail ainsi que dans l'instruction explicative DGT/CT3/2017/235 [10], notamment l'étude sécurité travail.</p>
 <p>Desen. Expl.1, H206 Desen. Expl.2, H207 Desen. Expl.3, H207 Desen. Expl.4, H208</p>	<p>Du fait de leur dangerosité extrême, le stockage des produits explosibles désensibilisés doit avoir lieu dans des conditions très particulières. La définition de ces conditions nécessite d'étudier les risques associés à chaque produit de manière approfondie, préalablement à leur introduction au laboratoire.</p> <p>Suivant leurs caractéristiques intrinsèques, ces produits peuvent être sensibles à la température, aux chocs... Les conditions de stockage doivent prendre en compte ces paramètres. Une attention particulière sera portée au désensibilisateur (par exemple, flegmatisant, agent mouillant ou traitement) qu'il ne faudra ni réduire, ni détériorer afin de conserver les propriétés initiales du produit.</p> <p>Dans certaines conditions, la teneur en agent désensibilisateur peut diminuer au cours des phases de livraison et d'utilisation, et dès lors, le danger potentiel des explosibles désensibilisés peut augmenter.</p> <p>Les mesures de prévention du risque pyrotechnique sont détaillées aux articles R 4462-1 et suivants du Code du travail ainsi que dans l'instruction explicative DGT/CT3/2017/235 [10], notamment l'étude sécurité travail.</p>



Flam. Liq. 1, H224
Flam. Liq. 2, H225
Flam. Liq. 3, H226
Flam. Sol. 1, H228
Flam. Sol. 2, H228
Flam. Gas 1A, H220
Flam. Gas 1B, H221
Flam. Gas 2, H221 (pas de pictogramme de danger)
Chem. Unst. Gas A, H220 et H230
Chem. Unst. Gas B, H220 et H231

En plus des dispositions communes à tous les produits présentant des propriétés physico-chimiques dangereuses, il est recommandé de conserver les **liquides et les solides inflammables** sur rétention.

Concernant les **gaz inflammables ou chimiquement instables**, voir les dispositions relatives aux gaz sous pression.

Dans tous les cas, il est nécessaire de prendre en compte les éléments de l'analyse du risque ATEX (risque de formation d'une atmosphère explosive gaz ou vapeurs) [4].



et/ou

Self-react. A, H240
Self-react. B, H241
Self-react. C, D, E ou F, H242
Self-react. G (aucun élément d'étiquetage)

Un stockage sur rétention des **produits autoréactifs** est conseillé. De plus, le choix et l'équipement du lieu de stockage doivent permettre de maintenir à tout instant sa température en-dessous de la température de combustion spontanée des produits. Un contrôle permanent de la température s'avère donc nécessaire. Il est impératif de respecter les conditions de stockage du fabricant (y compris la nature et le volume du contenant). Certains produits autoréactifs nécessitent une réfrigération.



Pyr. Liq. 1, H250
Pyr. Sol. 1, H250
Pyr. Gas, H220 et H232

Les **produits pyrophoriques** doivent être maintenus hermétiquement dans leur emballage d'origine et sous atmosphère inerte. S'il y a lieu de penser que l'emballage a été endommagé au cours du transport, le produit ne doit pas être mis au stock, mais être traité selon la procédure d'urgence définie.

Concernant les **gaz pyrophoriques**, voir aussi les dispositions relatives aux gaz inflammables.



Self-heat. 1, H251
Self-heat. 2, H252

Les produits **auto-échauffants** sont à traiter comme les produits pyrophoriques du point de vue du stockage (phénomène réactionnel identique mais se produisant en présence de plus grandes quantités et sur des durées plus longues).



Water-react. 1, H260
Water-react. 2, H261
Water-react. 3, H261

Il est conseillé de placer sur rétention les **produits réagissant avec l'eau en dégageant des gaz inflammables**. Ceux-ci doivent être protégés de l'humidité. La présence de ces produits doit être notamment prise en compte lors de l'organisation de la prévention du risque incendie : des moyens d'extinction autres que ceux à base d'eau et une signalétique spécifique adaptée doivent être prévus. Du fait de ces propriétés, il est conseillé de les stocker dans une armoire dédiée afin que ces produits n'aggravent pas un éventuel incendie.



Ox. Liq. 1, H271
Ox. Liq. 2, H272
Ox. Liq. 3, H272
Ox. Sol. 1, H271
Ox. Sol. 2, H272
Ox. Sol. 3, H272
Ox. Gas 1, H270

Les **liquides et les solides comburants** sont à conserver sur rétention et à l'écart de tout produit combustible.

Les **gaz comburants** sont également à séparer des produits combustibles. En complément, voir les dispositions relatives aux gaz sous pression.

 <p>et/ou Org. Perox. A, H240 Org. Perox. B, H241 Org. Perox. C, D, E et F, H242 Org. Perox. G (aucun élément d'étiquetage)</p>	<p>Les peroxydes sont également à conserver sur rétention et à l'écart de toute substance combustible [11][12]. La température du lieu de stockage est à adapter au peroxyde stocké et à contrôler en permanence. Certains peroxydes nécessitent une réfrigération.</p>
 <p>Press. Gas, H280 Press. Gas, H281</p>	<p>Les gaz sous pression sont contenus dans des bouteilles devant respecter des règles de conception et de remplissage édictées au niveau de l'Union Européenne. La nature des gaz contenus dans les bouteilles et le volume libéré en cas de fuite impose cependant la prise de mesures de prévention complémentaires. Un stockage à l'air libre, à distance de locaux occupés et à l'abri des intempéries et des actes de malveillance est préféré. Si nécessaire, les bouteilles peuvent être entreposées à l'intérieur d'un local si celui-ci est bien ventilé, éventuellement dans une armoire de stockage de sécurité incendie ventilée en permanence avec rejet de l'air extrait à l'extérieur des bâtiments [13]. Aussi bien en extérieur qu'en intérieur, les bouteilles doivent être maintenues à la verticale et solidement arrimées.</p> <p>Par ailleurs, certains gaz sous pression sont stockés réfrigérés (et sont donc sous forme liquide) ; un contrôle permanent de la température s'avère donc nécessaire.</p>
 <p>Aerosol 1, H222 et H229 Aerosol 2, H223 et H229 Aerosol 3, H229 (pas de pictogramme de danger)</p>	<p>Les générateurs d'aérosols [14] doivent respecter des règles de conception et de remplissage édictées au niveau de l'Union Européenne. Néanmoins, les générateurs d'aérosols sont des dispositifs sensibles à la chaleur et risquent d'éclater, s'ils sont exposés à des températures supérieures à 50°C. Par ailleurs, la majeure partie d'entre eux est inflammable.</p> <p>En complément des dispositions citées précédemment, il est conseillé de stocker les générateurs d'aérosol dans une enceinte, afin d'éviter la projection des boîtiers enflammés en cas d'incendie. Il peut s'agir d'une armoire de stockage de sécurité incendie dédiée [13].</p>

4.2.2. Produits incompatibles

Les produits incompatibles doivent être séparés physiquement éviter tout contact entre eux : produits acides et basique, produits oxydants et réducteurs, produits inflammables/compatibles et comburants. Cette séparation physique doit assurer une mise à l'écart en toute situation, même accidentelle.

Ces produits doivent être entreposés sur des bacs de rétention distincts. Ils ne doivent pas se trouver superposés les uns aux autres (pas d'empilement, ni de placement sur les rayonnages superposés). Par ailleurs, la volatilité de ces produits doit être prise en considération, afin d'éviter un contact en phase gazeuse lors d'une fuite : la ventilation de la zone de stockage est à adapter en conséquence.





Enfin, lors de l'étude de l'incompatibilité, il est important de tenir compte de la nature des équipements de stockage, en effet, par exemple, une réaction d'oxydo-réduction peut avoir lieu entre les acides et la plupart des métaux (dont le fer contenu dans les rayonnages en acier) avec dégagement d'hydrogène, gaz hautement inflammable.

L'incompatibilité de produits chimiques entre eux est liée à leur réactivité. La classification européenne ne permet pas à elle seule d'identifier la réactivité des produits chimiques. A cette fin, il est nécessaire de consulter « la stabilité et la réactivité » des fiches de données de sécurité des produits. Pour compléter ces renseignements, des informations approfondies sur plusieurs centaines de substances ou familles de substances sont disponibles dans les ressources documentaires proposées par les instituts et les organismes de prévention.

4.2.3. Produits étiquetés mortels, produits cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction

En raison des conséquences sévères sur la santé dont ils peuvent être à l'origine, il est recommandé de confiner les produits étiquetés mortels et les produits cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction en les stockant, sur rétention, dans une enceinte dédiée, signalée et ventilée en permanence avec rejet de l'air extrait à l'extérieur des bâtiments si ces produits peuvent se disséminer dans l'atmosphère (produit volatils, sublimables dans les conditions normales de température et de pression ou pulvérulents). Ces produits peuvent être identifiés grâce à leur classification et leur étiquetage, dont certains éléments sont repris dans le tableau 4, et grâce aux ressources documentaires proposées par les instituts et les organismes de prévention.

Tableau 4. Identification des propriétés toxicologiques particulièrement préoccupantes

	<p>Toxique aiguë de catégorie 1 ou 2 (mortel en cas d'ingestion, par contact cutané ou par inhalation) :</p> <p>Acute Tox. 1, H300 ou H310 ou H330 Acute Tox. 2, H300 ou H310 ou H330</p>
	<p>Mutagène :</p> <p>Muta. 1A ou 1B, H340 Muta. 2, H341</p>
	<p>Cancérogène :</p> <p>Carc. 1A ou 1B, H350 Carc. 2, H351</p>
	<p>Toxique pour la reproduction :</p> <p>Repr. 1A ou Repr. 1B, H360 Repr. 2, H361 Effets sur ou via l'allaitement : Lact., H362 (pas de pictogramme de danger)</p>

4.2.4. Produits cumulant propriétés physico-chimiques et propriétés toxicologiques dangereuses

Pour établir les règles de stockage de produits cumulant des propriétés physico-chimiques et des propriétés toxicologiques dangereuses, il convient de donner la priorité aux risques physico-chimiques précédemment cités. Dans tous les cas, c'est l'évaluation des risques prenant en compte l'ensemble des caractéristiques des produits qui permette de définir au mieux leurs conditions d'entreposage.

4.3. Le stockage dans le laboratoire

Les armoires et les étagères propres à un laboratoire ne doivent assurer que le stockage tampon correspondant, soit à des besoins à court terme en produits usuels, soit à des besoins particuliers au laboratoire à court ou éventuellement moyen terme.

Les armoires doivent être de sécurité et disposent d'une ventilation extrayant l'air vers l'extérieur. Les caractéristiques de résistance au feu de ces armoires dépendront de l'évaluation du risque incendie et de l'objectif souhaité pour le maîtriser.

Les préconisations, notamment concernant la séparation des produits incompatibles, ne peuvent être aussi strictes que dans le cas d'un local de stockage central, mais on essaiera, dans la mesure du possible et du raisonnable,

D'appliquer les mêmes règles. On pourra ainsi utiliser des armoires différentes pour chaque classe de produit (cas d'un stockage relativement important) ou séparer physiquement les différentes classes à l'intérieur d'une même armoire par de petites capacités de rétention

Les produits n'appartenant pas aux catégories à stocker peuvent être stockés sur de simples étagères, non poreuses, résistantes aux produits chimiques, correctement disposées et stabilisées. Le stockage sur les tablettes de décharge des paillasse, sortes d'étagères situées en hauteur en fond de paillasse ou entre deux paillasse faisant face, est à éviter. Pour les atteindre, il faut en effet allonger le bras, souvent au-dessus des montages réalisés sur la paillasse, au risque de les accrocher, de les renverser ou de les casser, ce qui peut avoir de graves conséquences.

4.3.1. Le stockage sur la paillasse

La paillasse n'est pas un lieu prévu pour le stockage. Il ne doit se trouver dessus que la quantité de produit nécessaire aux opérations en cours. Plus elle sera dégagée,

plus les opérations en cours seront sûres et aisées. L'ordre et le rangement doivent être assurés chaque soir avec retour des produits :

- soit dans l'armoire servant au stockage à court terme des produits utilisés de façon pratiquement journalière ;
- soit dans le local de stockage central lorsque leur utilisation n'est pas prévue dans les jours à venir.

De même, les sorbonnes de laboratoire sont des installations prévues pour effectuer des expériences et des manipulations de laboratoire ; elles ne doivent pas devenir des emplacements de stockage. De plus, le séjour de flacons ou bidons dans une sorbonne :

- diminue son efficacité en perturbant son aérodynamisme ;
- réduit l'espace disponible pour le travail et augmente par conséquent les risques de casse, de réaction dangereuse, de confusion ;
- peut amener le manipulateur à travailler sur une paillasse ordinaire, dans des conditions de ventilation insuffisantes, la ou les sorbonnes étant encombrées et non disponibles pour leur fonction initiale.
- Toutefois, on pourra cependant conserver sous sorbonne les produits fortement émissifs nécessaires aux opérations en cours.

4.3.2. Les réfrigérateurs, congélateurs, chambres froides

Le stockage d'aliments ou de boissons et de produits chimiques dans un même réfrigérateur ou congélateur doit être strictement prohibé.

Dans le cadre du laboratoire, le stockage en réfrigérateur, en congélateur ou en chambre froide doit être réservé aux produits exigeant d'être maintenus à des températures inférieures à la température ambiante.

Le stockage dans un réfrigérateur, dans un congélateur ou dans une chambre froide présente trois risques principaux :

- le risque d'incendie ou d'explosion ;
- le risque d'intoxication par inhalation ;
- le risque d'anoxie (pour les chambres froides).

Ces risques peuvent se manifester des façons suivantes :

- initiation d'une réaction dangereuse par un réchauffement accidentel :
 - certains peroxydes industriels, utilisés par exemple comme initiateurs de réactions radicalaires, sont instables à température ambiante.....

- Formation d'une atmosphère dangereuse (explosive ou toxique) à l'intérieur de l'enceinte réfrigérée consécutive à un réchauffement accidentel (pouvant s'accompagner d'une ouverture de flaconnage) ou à l'évaporation à basse température d'un produit volatil placé dans un récipient ouvert.

4.3.3. Les étuves de stockage

Le stockage en étuve doit être réservé aux produits exigeant d'être maintenus à des températures supérieures à la température ambiante. Il s'agit essentiellement de produits maintenus à l'état fondu pour permettre des prélèvements réguliers et homogènes, parfois de produits instables à température ambiante.

L'utilisation d'une étuve, contenant ou ayant contenu des produits chimiques, pour réchauffer des aliments ou des boissons doit être strictement prohibée.

Le stockage dans une étuve présente deux risques principaux :

- le risque d'incendie ou d'explosion ;
- le risque d'épandage de produit suite à une fragilisation des emballage.

4.3.4. Le stockage des générateurs d'aérosols

Les générateurs d'aérosols seront stockés à part dans un local ou une zone bien aéré, frais, à l'abri de toute source de chaleur, notamment du rayonnement solaire.

4.3.5. Le stockage des produits cryogéniques

Ces produits (azote liquide, air liquide, carboglace) sont essentiellement utilisés comme source de froid. Ils sont stockés en récipients spécialisés. Les stockages importants doivent être situés à l'extérieur, à distance des locaux occupés. Le stockage interne n'est autorisé que pour les quantités nécessaires aux travaux en cours.

Noter que pour ces produits :

- il ne faut jamais accompagner un réservoir dans l'ascenseur (risque d'asphyxie en cas de panne d'ascenseur) ;
- il faut éviter de laisser séjourner trop longtemps de l'azote liquide ou de l'air liquide dans un récipient largement ouvert (risque de condensation de l'oxygène de l'air enrichissant progressivement le liquide cryogénique en oxydant).

4.3.6. Le stockage des gros volumes

Si un laboratoire est amené à stocker des produits chimiques en conditionnements importants (futs de 200 litres par exemple), on suivra les recommandations applicables aux stockages industriels et, s'il y a lieu, la réglementation des « Installations classées pour la protection de l'environnement ».

4.4. Causes principales d'accidents en laboratoire : Incompatibilité entre produits chimiques

Une incompatibilité se produit quand des réactions chimiques indésirables et imprévues surviennent entre deux ou plusieurs produits chimiques ou matières.

L'incompatibilité peut provoquer: de la chaleur ou de la pression; un incendie ou une explosion; des réactions violentes; des poussières, des brouillards, des fumées ou des gaz toxiques; des vapeurs ou des gaz inflammables.

Un mélange de produits dangereux conduit souvent à un événement grave et brutal, à dynamique rapide (explosion, rejet dangereux), aggravé par des projections de missiles et des effets dominos. La chimie est très concernée par ces accidents, en raison de la multiplicité des produits utilisés et des nombreux stockages nécessaires, ainsi que de la complexité de certaines installations.

Voici le tableau illustrant les incompatibilités entre produits chimiques:

	 INFLAMMABLE	 COMBURANT	 TOXIQUE	 NOCIF/ IRRITANT	 CORROSIF
 INFLAMMABLE	COMPATIBLES 	INCOMPATIBLES 	INCOMPATIBLES 	COMPATIBLES 	INCOMPATIBLES 
 COMBURANT	INCOMPATIBLES 	COMPATIBLES 	INCOMPATIBLES 	INCOMPATIBLES 	INCOMPATIBLES 
 TOXIQUE	INCOMPATIBLES 	INCOMPATIBLES 	COMPATIBLES 	COMPATIBLES 	INCOMPATIBLES 
 NOCIF/ IRRITANT	COMPATIBLES 	INCOMPATIBLES 	COMPATIBLES 	COMPATIBLES 	INCOMPATIBLES 
 CORROSIF	INCOMPATIBLES 	INCOMPATIBLES 	INCOMPATIBLES 	INCOMPATIBLES 	COMPATIBLES* 

Figure 5. Les incompatibilités chimiques