



S9- Stratégie & Organisation de la maintenance

1. INTRODUCTION :

Des machines, des appareils, des installations mis à l'arrêt pour intervention ou travaux sont à l'origine d'accidents du travail aux conséquences souvent graves. Ces accidents sont dus au contact d'un ou plusieurs salariés avec :

- ⇒ Des pièces nues sous tension électrique
- ⇒ Des produits chimiques dangereux
- ⇒ Des organes mécaniques effectuant un mouvement imprévu
- ⇒ Des fluides sous pression

Dans la majorité des cas, la victime se croyait en sécurité, mais la **consignation** s'est avérée incomplète.

2. DEMARCHE GENERALE A APPLIQUER LORS D'INTERVENTIONS :

Avant d'effectuer ou de faire effectuer une intervention sur des machines, appareils ou installations, il y a lieu de :

- 1) S'assurer que les modes opératoires à mettre en œuvre sont définis et que les risques sont analysés. Cette analyse détaillée devra prendre en compte tous les aspects de la sécurité des personnes et des biens, y compris ceux qui ne sont pas directement liés à l'intervention considérée (présence d'autres chantiers à proximité, autre partie de l'atelier restant en fonctionnement, etc.).
- 2) Prendre les mesures appropriées pour éliminer ces risques ou, en cas d'impossibilité technique justifiée, en limiter les conséquences éventuelles. Parmi ces mesures, existe notamment la **consignation** d'un appareil, d'une machine, d'un équipement ou d'une installation.
- 3) Ne confier l'intervention qu'à du personnel possédant les aptitudes requises, ayant reçu une formation pratique et informé des mesures spécifiques à l'intervention.
- 4) Mettre à la disposition de ce personnel les moyens nécessaires au bon accomplissement de l'intervention et veiller à ce que ces moyens soient correctement utilisés.

3. DEFINITIONS :

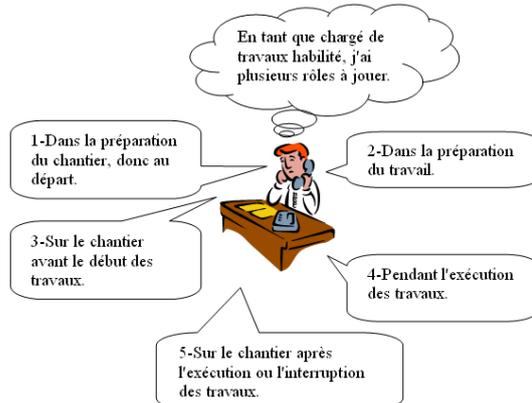
CONSIGNATION : ensemble des dispositions permettant de mettre et de maintenir en sécurité (si possible par un dispositif matériel) une machine, un appareil ou une installation de façon qu'un changement d'état (remise en état de marche d'une machine, fermeture d'un circuit électrique, ouverture d'une vanne, etc.) soit impossible sans l'action volontaire de tous les intervenants.

DECONSIGNATION : ensemble des dispositions permettant de remettre en état de fonctionnement une machine, un appareil ou une installation préalablement consigné, en assurant la sécurité des intervenants et des exploitants.

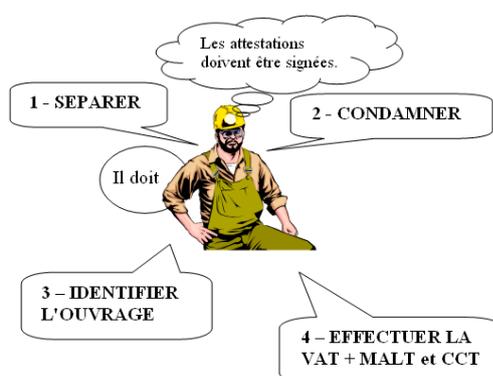
INTERVENANT : il est chargé de réaliser des travaux prédéfinis. Ce peut être une personne ou une équipe comprenant en permanence un chef d'équipe ou un chargé de travaux présent en permanence sur le chantier.

CHARGE DE CONSIGNATION : personne compétente désignée par le chef d'entreprise pour effectuer la consignation et la déconsignation d'une installation et qui est chargée de prendre ou de faire prendre les mesures de sécurité qui en découlent.

ROLE DU CHARGE DE TRAVAUX:



ROLE DU CHARGE DE CONSIGNATION





S9- Stratégie & Organisation de la maintenance

4. PROCEDURES DE CONSIGNATION ET DE DECONSIGNATION :

41 – Introduction :

Pour **maintenir une situation en sécurité**, la consignation d'une machine, d'un appareil ou d'une installation doit comporter **4 phases indissociables** :

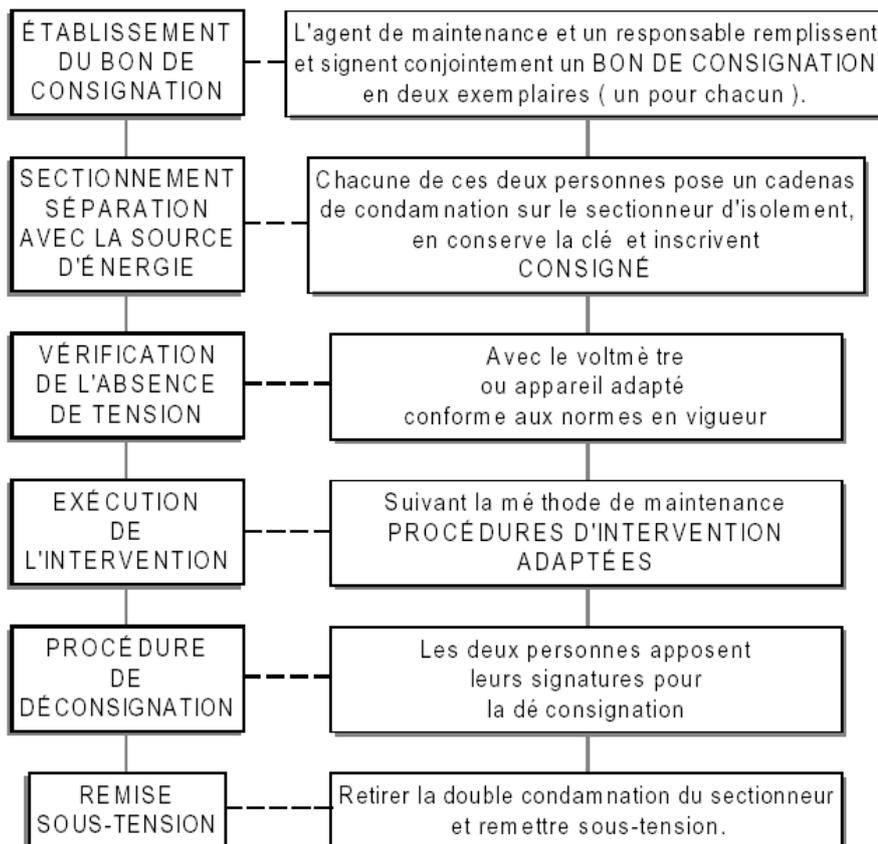
- 1) **Séparation**
- 2) **Condamnation et signalisation**
- 3) **Dissipation ou rétention / confinement**
- 4) **Vérification et identification**

L'ordre de réalisation de ces phases peut être modifié en fonction de la spécificité du cas considéré, après l'analyse des risques : par exemple, en électricité, la mise à la terre (dissipation de l'énergie accumulée) doit être effectuée après la vérification de l'absence de tension.

La dissipation consiste à éliminer toutes les énergies potentielles et résiduelles ou à évacuer les produits dangereux : décharge d'un condensateur, élimination d'une pression, vidange d'une canalisation de liquide corrosif, mise au « point mort bas » d'une presse, etc.

Dans le cas où l'élimination n'est pas possible, on peut recourir à la rétention ou au confinement des énergies : calage mécanique d'une masse suspendue par exemple.

La séparation et la dissipation doivent se faire au plus près de la zone d'intervention afin de faciliter les vérifications. La vérification de l'absence de tension, pression, etc., doit être considérée comme un travail sous tension, pression, etc.



42 – Conception des installations :

La réglementation du travail, qui impose l'intégration de la sécurité dans la conception des machines et des appareils, recommande d'étendre ce principe à l'ensemble des installations industrielles.

Les bureaux, notamment, devront intégrer des dispositifs matériels permettant de satisfaire à ces recommandations : sectionneur cadénassable, vanne de purge cadénassable, etc. Des notices d'instruction devront préciser le fonctionnement de ces dispositifs.

Ces installations devront être examinées par le CHSCT dans le cadre de sa mission d'analyse des risques.



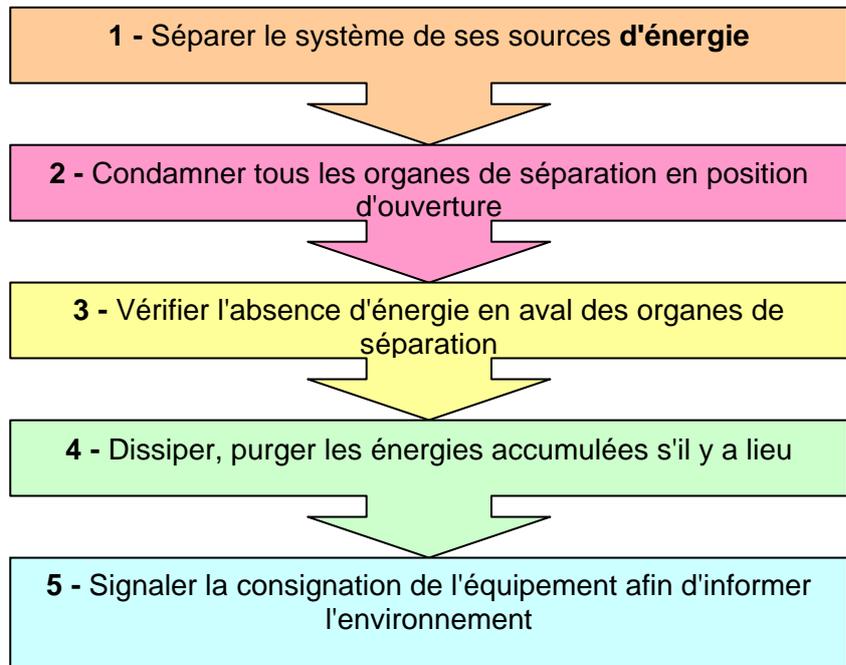
S9- Stratégie & Organisation de la maintenance

43 – Procédures types de consignation :

Phase de consignation	Nature du risque		
	Electrique	Chimique	Mécanique
SEPARATION	Mise hors tension de tous les circuits de puissance et de commande de façon pleinement apparente ¹ y compris les alimentations de secours (ex : onduleurs).	Suppression des arrivées de tous les fluides ou solides de façon pleinement apparente* y compris les circuits auxiliaires.	Coupage de la transmission de toutes les formes d'énergie de façon pleinement apparente* y compris secours et accumulateurs d'énergie.
CONDAMNATION <i>Signalisation</i>	Verrouillage par un dispositif matériel difficilement neutralisable, dont l'état est visible de l'extérieur, réversible uniquement par un outil spécifique personnalisé pour chaque intervenant Information claire et permanente de la réalisation de la condamnation		
DISSIPATION RETENTION / CONFINEMENT	Mise à la terre et en court-circuit des conducteurs (opération à réaliser après la vérification) Décharge des condensateurs	Vidange, purge, nettoyage. Elimination d'atmosphère inerte ou dangereuse. Ventilation.	Mise au niveau d'énergie le plus bas par arrêt des mécanismes y compris les volants d'inertie, mise en équilibre mécanique stable (point mort bas), ou à défaut calage mécanique, mise à la pression atmosphérique.
VERIFICATION <i>Identification</i>	Absence de tension entre tous les conducteurs (y compris le neutre) et entre eux et la terre.	Absence de pression, d'écoulement. Contrôle éventuel spécifique (atmosphère, pH, etc.).	Absence d'énergie, tension de courroie, pression, mouvement, etc.
<p>Eventuellement balisage des zones dangereuses résiduelles.</p> <p>Elle a pour but de s'assurer que les travaux seront effectués sur l'installation ou l'équipement consigné. Pour cela, les schémas et le repérage des éléments devront être lisibles, permanent et à jour.</p>			

Cependant, cet ordre de réalisation peut être modifié en fonction des systèmes.

Par exemple, lors de la consignation d'un circuit d'air comprimé, il sera nécessaire de le purger avant de vérifier l'absence de pression.



¹ C'est à dire, soit par la vue directe du dispositif de séparation, soit par un asservissement fiable entre la position de ce dispositif et celle de l'organe extérieur de manœuvre reflétant cette position.



S9- Stratégie & Organisation de la maintenance

44 – Commentaires sur le risque électrique :

Séparation :

L'installation doit pouvoir être séparée de sa source d'énergie par un dispositif de sectionnement agissant directement sur les circuits de puissance. Au-delà de 500 V, ce sectionnement doit être réalisé par un dispositif (interrupteur / sectionneur, sectionneur, etc.) garantissant une séparation pleinement apparente. Cette disposition peut être réalisée, soit par la vue directe des contacts séparés, soit par un asservissement présentant une bonne fiabilité entre la position des contacts et celle de l'organe extérieur de manœuvre reflétant cette position.

Si les circuits de commande sont alimentés indépendamment des circuits de puissance, leur séparation est nécessaire.

Attention au risque de confusion des circuits

- Le verrouillage par transfert de clefs est actuellement le seul système qui, par conception, rend matériellement obligatoire la procédure de consignation et empêche toute confusion de circuit.
- L'appareil de séparation permettant d'isoler une machine, une installation ou partie d'installation, doit être parfaitement et durablement identifié (ex : étiquetage)
- Dans tous les cas, l'installation de l'interrupteur / sectionneur au plus près de la zone à isoler est vivement conseillée.

Condamnation :

La condamnation des appareils de séparation en position d'ouverture doit être, dans le cas général, réalisée par des dispositifs de verrouillage tels que cadenas ou serrures. Les clefs non spécifiques (carrés, triangles, cadenas standard à clefs identiques, etc.) ne doivent pas être utilisées.

Toutefois, dans les installations du domaine de tension inférieure à 500 V en courant alternatif, l'apposition d'une pancarte interdisant la manœuvre du dispositif de sectionnement est admise lorsque ce dispositif n'est pas conçu pour permettre le verrouillage mécanique.

Vérification :

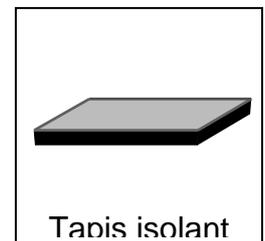
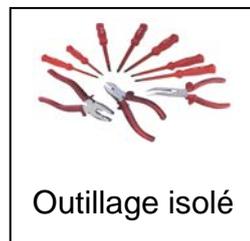
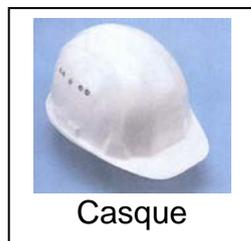
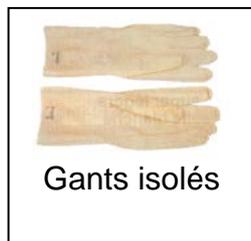
Dans tous les cas, la vérification de l'absence de tension doit être effectuée au plus près du lieu de l'intervention et avec des vérificateurs de tension normalisés (normes NFC 18-310 ou NFC 18-311), à l'exclusion des appareils de mesure et des détecteurs (voltmètre, tournevis testeur, etc.).

Dissipation :

La dissipation des énergies accumulées (mise au niveau d'énergie le plus bas) doit comporter la décharge des condensateurs éventuels.

Elle comprend également la mise à la terre et en court-circuit des conducteurs qui est obligatoire à partir de 500 volts en courant alternatif, fortement recommandée en dessous.

EPI :





S9- Stratégie & Organisation de la maintenance

Procédure :

Phase de consignation	Actions à réaliser	Matériel, observations
<p>1 – Séparation</p> 	<p>Mettre hors tension tous les circuits de puissance et de commande de façon apparente</p>	<p>L'installation doit être séparée de ses sources d'énergies par un dispositif de sectionnement agissant directement sur les circuits de puissance. Si les circuits de commande sont alimentés indépendamment, ils doivent également comporter un ou des séparateurs. La séparation doit être pleinement apparente, cette disposition peut être réalisée, soit par la vue directe des contacts séparés (armoire avec hublot), soit être ramenée en façade armoire par une poignée fiable (on doit être sûr de la séparation des contacts).</p>
<p>2 – Condamnation</p> 	<p>Verrouiller les séparateurs en position ouverture par un dispositif mécanique fiable et inviolable.</p>	<p>Le verrouillage est en général réalisé par cadenas ou serrure. La norme veut que soient posés trois cadenas : Un par le technicien de maintenance, le second par le responsable de production et le dernier par le directeur du site (ce qui n'est jamais respecté vu la lourdeur de la procédure). Les clés non spécifiques tels que carré, triangle, clés identiques 455 ... sont à proscrire. Lorsqu'il n'est pas possible d'immobiliser les organes de manœuvre, une signalisation constitue la protection minimale.</p>
<p>3 – Vérification</p> 	<p>S'assurer de l'absence de tension entre tous les conducteurs, y compris le neutre, entre eux et la terre.</p>	<p>Cette vérification doit être effectuée en aval du sectionnement et au plus près du lieu de travail, à l'aide d'un appareil spécialement conçu à cet effet et répondant aux normes en vigueur. Immédiatement avant et après cette opération le bon fonctionnement du VAT doit être vérifié à l'aide de parties actives restées sous tension à proximité.</p>
<p>4 – Dissipation</p>  <p>condensateur</p>	<p>Décharger les condensateurs, effectuer la mise à la terre (MALT) et mettre en court circuit (CCT) les conducteurs.</p>	<p>Ces MALT et CCT sont les plus sûrs moyens de se prémunir contre les réalimentations accidentelles à condition d'utiliser un matériel conçu à cet effet et compatible avec le courant de court circuit.</p>
<p>5 – Signalisation</p> 	<p>Information claire, permanente et visible de la réalisation de la condamnation.</p>	<p>Balisage éventuel des zones dangereuses résiduelles. Cette signalisation doit comporter au minimum le nom du chargé de consignation, la date et l'heure de l'exécution. Elle est placée en général directement sur l'organe de sectionnement ou sur le pupitre de commande du système.</p>

LA CONSIGNATION

Eléments de cours



45 – Commentaires sur le risque chimique :

Séparation (ou isolement) :

Le degré d'efficacité de la séparation devra être apprécié en fonction des risques engendrés (intoxication, atteintes oculaires ou cutanées, brûlures thermiques ou chimiques, réactions violentes, inflammation, explosion).

Pour tous les produits dangereux,

- ⇒ classés comme tels au sens de l'article R. 231.51 du Code du travail (toxiques, corrosifs, inflammables, etc.)
- ⇒ susceptibles de réagir violemment (eau/sodium) ou de provoquer une inflammation explosive
- ⇒ susceptibles de rendre l'atmosphère asphyxiante (azote, gaz carbonique, etc.)

L'un des procédés de séparation suivants devra être utilisé :

- ⇒ deux vannes fermées avec purge intermédiaire ouverte ;
- ⇒ vanne condamnable associée à un second dispositif (vanne ou joint plein) ;
- ⇒ dépose d'un élément de tuyauterie aval et pose d'une bride pleine ;
- ⇒ joint plein.

La pose d'un joint plein ou la dépose d'un élément de tuyauterie est une intervention qui peut être dangereuse et donc impliquer préalablement une procédure de consignation locale.

Condamnation :

On installera, de préférence dès l'origine, des dispositifs de séparation comportant un moyen de condamnation intégré (vanne cadennassable). Dans les installations existantes non équipées de ces moyens intégrés, des mesures compensatrices devront être mises en oeuvre (chaîne, équerre soudée, etc.). Les clefs non spécifiques (carrés, triangles, cadenas standards à clefs identiques, etc.) ne doivent pas être utilisées.

Dissipation (ou purge) :

L'analyse des risques déterminera les conditions et le moment les plus opportuns pour la réalisation de la vidange, du nettoyage. Par exemple, certains silos ne peuvent être vidés qu'en utilisant leur vis d'extraction. Cette vis ne pourra donc être condamnée qu'après vidange et avant pénétration pour nettoyage.

Les spécifications du circuit de purge doivent être compatibles avec celles du circuit principal (débit, résistance mécanique et chimique, etc.).

La purge devra assurer l'évacuation des produits dangereux et s'opposer à leur retour éventuel par une « entrée » ou une « sortie ». Une attention particulière sera portée aux points bas, aux éléments susceptibles d'emprisonner les produits (fonds de vannes, clapets, etc.) et à la création d'atmosphères explosives transitoires (purge de tuyauterie de gaz).

Les vannes de purge seront condamnées ouvertes.

Dans le cas des produits dangereux, des dispositions spécifiques devront être prises :

- ⇒ envoi à la bache, à la torche, sur tour d'abattage,
- ⇒ envoi en réceptacle particulier, en cuvette de rétention,
- ⇒ envoi à la neutralisation des acides et des bases,
- ⇒ envoi à des traitements conduisant à des substances non dangereuses.

On s'assurera du transfert effectif des produits par exemple avec un détecteur de passage à « sécurité positive », c'est-à-dire dont la défaillance éventuelle n'affecte pas la fonction sécurité.

Dans le cas de l'élimination d'une atmosphère inerte (azote, gaz carbonique) ou appauvrie en oxygène, une procédure spécifique devra être établie à partir d'une analyse rigoureuse des risques : cette procédure intégrera en particulier la ventilation, la mesure du taux d'oxygène et le contrôle d'accès.

Vérification :

C'est la vérification de l'absence de risque résiduel :

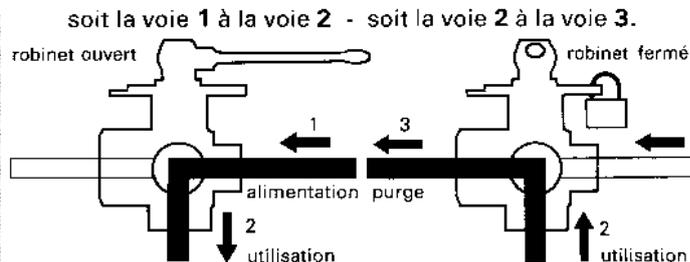
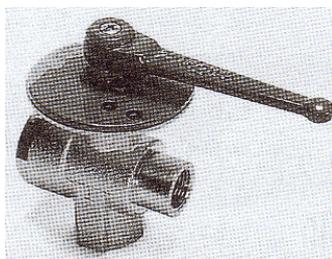
- ⇒ l'absence d'écoulement n'est qu'une indication car certains produits peuvent être figeant, colmatant, cristallisés, visqueux,
- ⇒ dans tous les cas, l'efficacité de la purge devra être contrôlée (par exemple absence de bouchage testée par balayage).



Principes de séparation des circuits :

	<p>Une vanne seule fermée : quels que soient le type de vanne et son principe de fonctionnement, une seule vanne présente toujours un risque de fuite et ne peut donc constituer une séparation efficace.</p> <p>➔ A PROSCRIRE</p>
	<p>2 vannes fermées en série : pour les mêmes raisons que ci-dessus, ce dispositif présente toujours un risque de fuite. En effet, la partie de ligne située entre les 2 vannes peut, dans le temps, se mettre en charge.</p> <p>➔ A PROSCRIRE</p>
<p>OUI SI</p>	<p>2 vannes fermées et purge intermédiaire ouverte : ce principe de séparation peut être considéré comme efficace sous réserve que :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le robinet de purge soit effectivement condamné en position ouverte ; • qu'il n'y ait pas de bouchage au niveau de cette purge. <p>Se méfier des produits qui coagulent, cristallisent, etc., et de manière générale qui provoquent un colmatage des canalisations</p>
<p>OUI</p>	<p>Vanne simple fermée + vanne 3 voies : une vanne 3 voies peut assurer 2 fonctions en une seule manœuvre : séparation aval et purge.</p> <p>Attention : la fermeture de la vanne 3 voies ne doit pouvoir se faire que dans un sens qui plus est, doit être clairement identifié.</p>
<p>OUI</p>	<p>Vanne amont fermée + purge intermédiaire ouverte + joint plein aval ou bride pleine et manchette aval démontée :</p> <p>Les mesures de séparation sont efficaces. Mais attention au déplacement du risque :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La mise en place et le retrait d'un joint plein sont une intervention qui nécessite que la ligne sur laquelle on intervient soit d'abord efficacement consignée • Un joint plein doit être clairement identifiable • Un joint plein, sans état apparent visible de l'extérieur, sera proscrit

Attention : la purge d'une portion de ligne par desserrage progressif des boulons de bride doit être systématiquement interdite. Il faut tenir compte du risque éventuel de retour par la canalisation aval.



EPI :



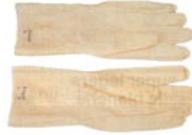
S9- Stratégie & Organisation de la maintenance



Bottes



Masque à gaz



Gants



Accessoires anti-pollution

LA CONSIGNATION

Éléments de cours



S9- Stratégie & Organisation de la maintenance

46 – Commentaires sur le risque mécanique :

Le terme mécanique se réfère à la nature du risque. Les mesures de consignation porteront sur la ou les énergies induisant ce risque. Ces énergies peuvent être hydraulique, pneumatique, électrique, cinétique (volant d'inertie), potentielle (pesanteur, tension d'un câble ou d'un ressort, etc.).

Séparation :

Le degré de l'efficacité de la séparation sera apprécié en fonction des risques directs ou indirects engendrés. Les mesures à prendre seront différentes selon les sources d'énergie :

- ⇒ coupure de l'énergie électrique,
- ⇒ coupure de l'énergie pneumatique : ex : vanne avec mise à l'air,
- ⇒ coupure de l'énergie hydraulique : ex : vanne avec retour à la bêche,
- ⇒ coupure de l'énergie mécanique : ex : désaccouplement d'un élément de transmission, dépose d'un élément fonctionnel (bougies, batterie dans le cas d'engins à moteur thermique).

Condamnation :

Les opérations énoncées dans les paragraphes « Risque électrique » et « Risque chimique » s'appliquent également. La condamnation est toujours conseillée, mais elle ne s'impose vraiment que lorsque l'opérateur ne peut pas, de tous les emplacements de travail qu'il doit occuper, vérifier la permanence de la séparation (cf. EN 292-2).

Dissipation :

La dissipation est l'annulation ou la maîtrise des énergies accumulées :

- ⇒ cinétiques : arrêt de toutes les pièces en mouvement,
- ⇒ potentielles : mise et maintien en équilibre stable, point mort bas ou, à défaut, calage mécanique,
- ⇒ hydrauliques : mise à la bêche des accumulateurs hydrauliques,
- ⇒ pneumatiques : mise à l'air libre (purge) des accumulateurs pneumatiques.

On s'assurera que la purge des accumulateurs ne peut pas provoquer de mouvements dangereux (vérins, pistons, etc.).

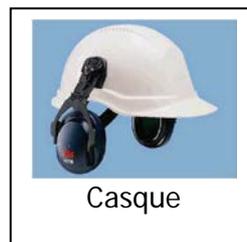
Vérification :

Selon le cas, la vérification de l'absence ou de la maîtrise des énergies pourra, soit être faite visuellement, soit nécessiter des appareils de contrôle (ex : manomètre).

Cas particulier :

Pour certains équipements commandés par microprocesseurs, il peut être impératif de maintenir l'unité centrale sous tension, par exemple pour conserver les données. Dans ce cas, les circuits de puissance et de commande (à l'exception de cette unité centrale) devront être consignés et les circuits restant sous tension seront signalés.

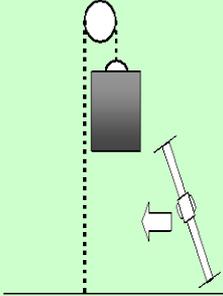
EPI :





S9- Stratégie & Organisation de la maintenance

Procédure :

Phase de consignation	Actions à réaliser	Matériel, observations
<p>1 – Séparation</p>  <p>vannes</p>	<p>Coupure de la transmission de toutes les formes d'énergie de façon pleinement apparente y compris secours et accumulateurs.</p>	<p>Les mesures à prendre seront différentes selon les sources d'énergie :</p> <p><u>Pneumatique</u> : vanne de sectionnement verrouillable avec mise à l'air libre <u>Hydraulique</u> : vanne de sectionnement verrouillable avec retour réservoir <u>Mécanique</u> : désaccoupler un élément de transmission</p>  <p>accouplement flexible démonté</p>
<p>2 – Condamnation</p>  <p>vanne d'air comprimé cadenassable</p>	<p>Verrouiller les séparateurs en position ouverture par un dispositif mécanique fiable et inviolable.</p>	<p>Le verrouillage est en général réalisé par cadenas ou serrure.</p>  <p>condamnateurs de vannes</p>
<p>3 – Dissipation</p> 	<p>Mettre au niveau d'énergie le plus bas :</p> <p><u>Cinétique</u> : arrêt des mécanismes y compris volant d'inertie <u>Potentielle</u> : mettre en équilibre mécanique stable, caler les éléments dangereux, mettre les circuits pneumatiques à la pression atmosphérique et les circuits hydrauliques au réservoir.</p>	<p>La dissipation est l'annulation ou la maîtrise des énergies accumulées.</p> <p>Lors de la mise à l'air libre des accumulateurs pneumatiques ou la mise au réservoir des accumulateurs hydraulique il faut s'assurer que ces purges ne peuvent pas provoquer de mouvements dangereux.</p>
<p>4 – Vérification</p>  <p>manomètre</p>	<p>Vérifier l'absence de : Pression, circulation de fluides, mouvement mécanique, etc.</p>	<p>Selon les cas la vérification de l'absence ou de la maîtrise des énergies pourra se faire visuellement ou nécessitera un matériel spécifique (manomètre par exemple).</p>
<p>5 – Signalisation</p> 	<p>Information claire, permanente et visible de la réalisation de la condamnation.</p>	<p>Balilage éventuel des zones dangereuses résiduelles.</p> <p>Cette signalisation doit comporter au minimum le nom du chargé de consignation, la date et l'heure de l'exécution.</p>

LA CONSIGNATION

Eléments de cours



S9- Stratégie & Organisation de la maintenance

47- Procédures de déconsignation :

Logiquement, la procédure de déconsignation doit être strictement inverse à celle de consignation.

Les feuilles de déconsignation jouent un rôle important dans cette phase aussi, surtout si c'est un autre technicien qui déconsigne la machine.

L'analyse des risques doit permettre de déterminer le contenu et l'ordre des opérations de déconsignation. Par exemple :

- ⇒ la dépose ou l'arrêt du dispositif de dissipation (ou de rétention / confinement) ainsi que la réalimentation en énergie peuvent entraîner des risques spécifiques (mouvements de vérins, démarrage à vide de pompes),
- ⇒ une initialisation des équipements commandés par certains automatismes (microprocesseur, API, etc.) devra être effectuée avant toute remise en service afin d'éviter des commandes intempestives.

Une attention particulière sera apportée à l'identification des circuits pour limiter les risques de confusion d'installation et donc de déconsignation intempestive. En particulier, c'est le **chargé de déconsignation** qui a pour rôle de recevoir les dispositifs de condamnation restitués par les différents intervenants à la fin de leur travail.

NB : avant la phase de redémarrage normal, une phase transitoire est souvent nécessaire : c'est la phase d'essai, pour laquelle les sécurités mises en place pour l'exploitation doivent être parfois partiellement neutralisées ; des procédures compensatrices spécifiques et rigoureuses doivent alors être mises en place pour cette phase.

