

## DEVONS-NOUS LIMITER L'ACCÈS AUX INDIVIDUS OU ENFERMER LES ROBOTS TOTALEMENT ?

« Vos barrières sont-elles à l'épreuve des robots ? » Beaucoup se sont posé cette question au cours des dernières années. Avec un peu d'audace, la réponse pourrait être une contre-question : « Faut-il que ce soit le cas ? » Quasiment tout le monde semble le croire ; mais comme c'est souvent le cas, la réponse varie selon les circonstances. Trois aspects doivent être pris en compte :

- Les barrières de protection, les boîtiers et autres objets seront-ils placés à proximité du robot ?
- Quelle est la taille et la vitesse du robot ?
- Existe-t-il un système de commandes sécurisées du robot ou d'autres dispositifs permettant de limiter l'amplitude de ses mouvements ? Enfin, une quatrième question peut également être posée, bien qu'elle soit un peu présomptueuse : - En quoi les antécédents concernant les accidents de robots ont-ils une incidence sur la question ?

Répondons d'abord à cette question. Tout au long des quelques années d'histoire des robots industriels, les barrières de protection étaient principalement - si ce n'est exclusivement - considérées comme un moyen de tenir les individus à l'écart des zones dangereuses. Et à juste titre. Les antécédents d'accidents impliquant des robots révèlent que les victimes sont heurtées ou blessées par des robots essentiellement lorsqu'elles pénètrent dans la zone de danger dans laquelle le robot opère. Cela se produit soit fortuitement, en l'absence de mesures de protection appropriées, soit délibérément lorsque des personnes contournent ou manipulent les dispositifs de protection.

**MAIS LE ROBOT** peut aussi « errer ». Il se déplace parfois trop vite, trop loin, ou relâche une pièce ou un outil à une vitesse excessive. Certains accidents de robot se sont produits de par la collision d'un robot avec une pièce ou à une partie de la machine qui l'entourait et a provoqué une projection dangereuse de pièces ou de débris. Dans tous ces cas, les barrières de protection peuvent théoriquement agir comme un dispositif de « récupération » ou même comme un « dresseur de robots ».

### QUE PRÉVOIENT LES NORMES ?

La première norme européenne en matière de sécurité des robots, la norme EN 775, publiée en 1992, mentionnait déjà la nécessité de limiter la mobilité des robots. Cependant, elle ne contenait aucune information claire sur la manière d'y parvenir. C'est également le cas pour la norme américaine de sécurité des robots, ANSI RIA 15.06. Une première norme internationale sur la sécurité des robots a ensuite été publiée en 2006, la norme ISO 10218-1. La version actuelle date de 2011 et une seconde disposition relative à l'intégration des robots dans les systèmes de fabrication a été ajoutée la même année (ISO 10218-2).

Le chapitre 5.4 de la norme ISO 10218-2 distingue l'« espace maximal », c'est-à-dire l'amplitude de mouvement du robot, et son « espace de fonctionnement », c'est-à-dire l'espace réellement utilisé par le robot lorsqu'il est en marche. Bien souvent, « l'espace maximal » est considérablement supérieur aux exigences liées à son utilisation. Toutefois, un concepteur de système aspire à utiliser le moins d'espace possible au sol pour son utilisation. De ce fait, les barrières de protection (et autres équipements de sécurité) sont presque toujours placées à l'intérieur de l'espace maximum, c'est-à-dire à la portée du robot. Les barrières de protection délimitent ce que la norme qualifie « d'espace sécurisé », une zone dans laquelle aucune personne ne peut pénétrer en raison du danger qu'elle représente.

**IL EST ÉVIDENT** que « l'espace de fonctionnement » doit être plus petit que « l'espace sécurisé ». Dans le cas contraire, le robot pourrait entrer en collision avec une barrière de protection pendant son fonctionnement ou heurter une personne se tenant directement devant un rideau lumineux. Dès lors, la norme définit un quatrième terme qu'il faut comprendre afin de concevoir un système robotique fiable, « l'espace limité ». « L'espace limité » est plus grand que « l'espace de fonctionnement » et plus petit que « l'espace sécurisé ». Il permet de maintenir en permanence une distance de sécurité entre l'espace sécurisé et l'espace de fonctionnement.

Pourquoi cela est-il nécessaire ? Pour deux raisons : (1) le robot doit avoir le temps de ralentir et de s'arrêter lorsqu'une personne pénètre dans

” La sécurité prime sur l'efficacité

L'espace protégé est détectée (par une barrière lumineuse, un scanner, une caméra ou un interrupteur de porte). (2) Lorsque l'« espace sécurisé » est formé par une barrière, ce qui correspond encore à la mesure de sécurité la plus commune, une personne peut passer ses doigts à travers le treillis métallique et pourrait se blesser si le robot venait à s'approcher trop près de la barrière. Selon la largeur des mailles, il faut prévoir une distance comprise entre 120 et 200 mm pour éviter toute blessure aux doigts (voir ISO 13857, tableau 4). Vous êtes-vous égaré entre tous les « espaces » mentionnés ? Reportez-vous alors à l'encadré et à l'illustration ci-dessous pour obtenir des précisions.

La norme ISO 10218-2 stipule très clairement qu'il faut limiter l'amplitude des mouvements d'un robot pour des raisons de sécurité. Comment ? En adoptant l'une des mesures suivantes :

- Utiliser des butées de limitation d'espace ou des butées dures (blocs et goupilles d'arrêt)
- Utiliser des dispositifs de limitation externes (interrupteurs mécaniques ou de proximité)
- Utiliser un logiciel de contrôle du mouvement lié à la sécurité (répondant au moins à PL = d selon la norme ISO 13849-1)

Il est intéressant de noter que la norme exclut l'utilisation d'une clôture pour définir l'« espace limité ». La norme ISO 10218-2 précise : « L'utilisation d'un protecteur de périmètre comme dispositif de limitation n'est normalement possible que lorsque les robots ne peuvent pas provoquer de déformation dangereuse du protecteur » (citation de la note 4 du point 5.4.4). Néanmoins, un robot qui entre en collision avec la barrière à grande vitesse et avec force entraînera une déformation au moins partielle, même s'il s'agit d'une barrière solide. Cela peut être dangereux. Comme indiqué plus haut, les opérateurs peuvent aussi passer leurs doigts à travers les barrières.

**UNE AUTRE NOTE** de la norme a une incidence sur ce point. Voici ce qu'elle dit : « L'espace limité est défini là où le mouvement du robot s'arrête réellement, et non par l'endroit où un arrêt est déclenché » (citation de la note 2 de la section 5.4.4). Par conséquent, il est interdit d'utiliser un robot dont le mouvement lui permet

de heurter théoriquement la clôture. Il faudrait émettre une commande d'arrêt au robot suffisamment tôt pour éviter que le robot n'entre en collision avec la barrière de protection. Une barrière « à l'épreuve des robots » est donc à la fois une illusion et une idée fausse.

#### EXCEPTIONS À LA RÈGLE

Il existe cependant des « MAIS » :

- Mais que faire si l'espace est très restreint et que le robot doit se déplacer rapidement pour respecter des temps de cycle courts ? Dans ce cas, il ne sera peut-être pas possible de limiter ses mouvements et il s'arrêtera avant de heurter la barrière. En tout état de cause, il pourrait ne pas s'arrêter à 120 ou 200 mm avant de heurter la barrière. Que faire ?

- Mais que se passerait-il si le robot pouvait simplement relâcher une pièce ou un outil à grande vitesse ? La barrière de protection ne devrait-elle pas retenir la pièce en question ?

- Mais que faire si le robot et le système de contrôle sont relativement anciens et n'offrent pas un contrôle des mouvements du robot en toute sécurité ?

Toutes ces situations peuvent nécessiter l'utilisation de barrières de protection suffisamment robustes pour empêcher le robot ou une pièce de sa traverser. Dans de nombreux cas, des mesures de sécurité supplémentaires seront nécessaires, par exemple :

- Renforcer la barrière avec des équipements supplémentaires
- Recourir à des panneaux de métal ou de polycarbonate retenant les objets susceptibles de passer à travers un grillage
- Utiliser des rideaux lumineux, des scanners laser ou d'autres équipements de détection à l'intérieur de l'« espace sécurisé » pour détecter un robot s'approchant de la clôture (en général, cela ne sera nécessaire que pour moderniser d'anciennes installations de robots qui ne sont pas équipées d'un système de commande de robot lié à la sécurité)

**IL CONVIENT TOUTEFOIS** d'étudier la situation et ses dangers spécifiques dans le cadre d'une évaluation des risques. Celle-ci comprendrait le calcul de la puissance d'impact attendue de la masse en mouvement multipliée par le carré de la vitesse, divisé par deux  $[(m \times v^2)/2]$ . Sur la base des résultats de l'évaluation des risques et des calculs de la puissance d'impact, les mesures supplémentaires nécessaires doivent être adoptées.

Dans la majorité des situations actuelles, les mouvements des robots pourront être limités en toute sécurité grâce à un système de contrôle des mouvements à deux canaux (redondant). La chute de pièces et d'outils peut être évitée grâce à des pinces qui verrouillent fermement la pièce manipulée au lieu de se fier uniquement à la friction ou à la force de serrage. Dans certains cas, la seule solution est de réduire la vitesse de mouvement du robot et de se contenter d'un temps de cycle plus long. N'oubliez pas : la sécurité prime sur l'efficacité !

#### CE QUE LA BARRIÈRE NE PEUT PAS FAIRE

Certains fabricants peuvent prétendre que leurs barrières sont « à l'épreuve des robots ». Cette affirmation est facile à comprendre, car c'est exactement ce que les clients peuvent demander. Néanmoins, il est légitime de se méfier de ces affirmations. Dans la mesure où il n'existe pas deux applications robotisées identiques, il est peu probable que des barrières de protection spécifiques puissent répondre aux exigences dans chaque cas. Avec un robot particulièrement grand et rapide, la puissance d'impact pourrait bien dépasser les 5 000 joules. Cela équivaut à ce qu'une Volkswagen Golf heurte une barrière à environ 20 km/h. Une barrière standardisée ne pourra guère résister à un tel impact.

Axelen ne revendique toutefois pas que ses produits résistent à tous les types d'impact. Nos tests ont prouvé que nos produits sont sûrs et fiables dans le domaine des applications robotiques de petite et moyenne taille ou relativement « normales » avec des puissances d'impact maximales comprises entre 1 200 et 1 600 joules. Pour les applications où cela ne suffit pas, des poteaux plus résistants de 70 x 70 mm et des fixations de renforcement spéciales pour les panneaux peuvent être utilisés pour augmenter la résistance aux chocs pour atteindre ou dépasser les 2 000 joules.

**POUR CHOISIR LA** bonne solution en matière de barrières de protection, une analyse approfondie des risques est nécessaire. Où pourraient-ils être expulsés et où heurteraient-ils des parties du système ou des barrières de protection ? Des pièces peuvent-elles se perdre ? Dans l'affirmative, vont-ils simplement tomber sur le sol à l'intérieur de la zone de danger ou peuvent-ils être « éjectés » ?

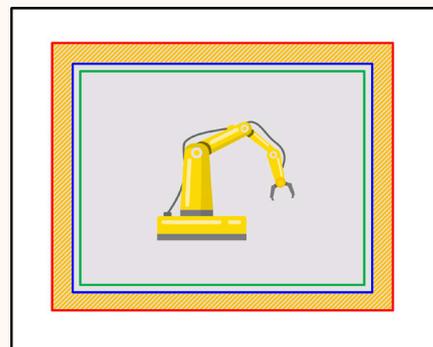
Quelle sera la taille et quel sera le poids de ces objets projetés ? Où pourraient-ils être éjectés et où heurteraient-ils des parties du système ou des barrières de protection ? Les réponses à ces questions permettront de déterminer les mesures à adopter pour empêcher la projection elle-même. Lorsque de telles mesures ne sont pas réalisables, il peut être nécessaire de retenir les « objets volants ». Toutefois, cela peut s'avérer inutile dans l'ensemble de la zone dangereuse ou du système, mais seulement à certains endroits. En approfondissant les questions ci-dessus et en y répondant avec soin, il est possible de trouver la bonne solution et de réaliser des économies.

Cependant, il faut comprendre que les barrières de protection ne sont pas destinées à freiner les robots errants. La norme ISO 10218-2 précise clairement que d'autres mesures doivent être prises pour limiter les mouvements des robots. La conception des machines et des systèmes qui s'appuient sur des barrières de protection comme « attrape-tout » est défectueuse.

**PLUS LE ROBOT** est rapide et puissant, moins vous devez compter sur les barrières de protection pour le contrôler. Quelle que soit la solidité de la barrière, il s'agit tout simplement d'une approche inappropriée de la sécurité des robots. Les barrières de protection sont principalement

destinées à maintenir les individus hors de portée, et non le robot à l'intérieur.

*\* La traduction peut légèrement différer du texte dans la langue originale.*



#### • Espace maximal\*\*

Tout l'espace auquel un robot peut prétendre en se déplaçant (amplitude de mouvement)

#### • Espace sécurisé\*

Espace défini par le périmètre de protection (c'est-à-dire les « barrières de protection » et autres dispositifs de protection)

#### • Distance de sécurité

#### • Espace limité\*

Section de l'espace maximal limitée par des dispositifs de limitation qui établissent des limites qui ne seront pas dépassées

#### • Espace de fonctionnement\*

Section de l'espace limité qui est effectivement utilisée lors de l'exécution de tous les mouvements commandés par le programme de tâches

...

\*Source: ISO 10218-2

\*\*Non défini dans la norme, il s'agit de notre propre interprétation)



## Matthias Schulz

Consultant en matière de sécurité des machines