

ALPS Safety SA  
Vouvry &  
Yverdon-les-Bains  
Spécialiste en  
Sécurité Machines  
et Equipements  
Process





# La robotique collaborative

Formation du 9 mars 2021



2019

---



**Yves GALLEY**

**Pierre BOREL**

**Santhosh RAYAPPIN**

**Cyril FAIVRE**

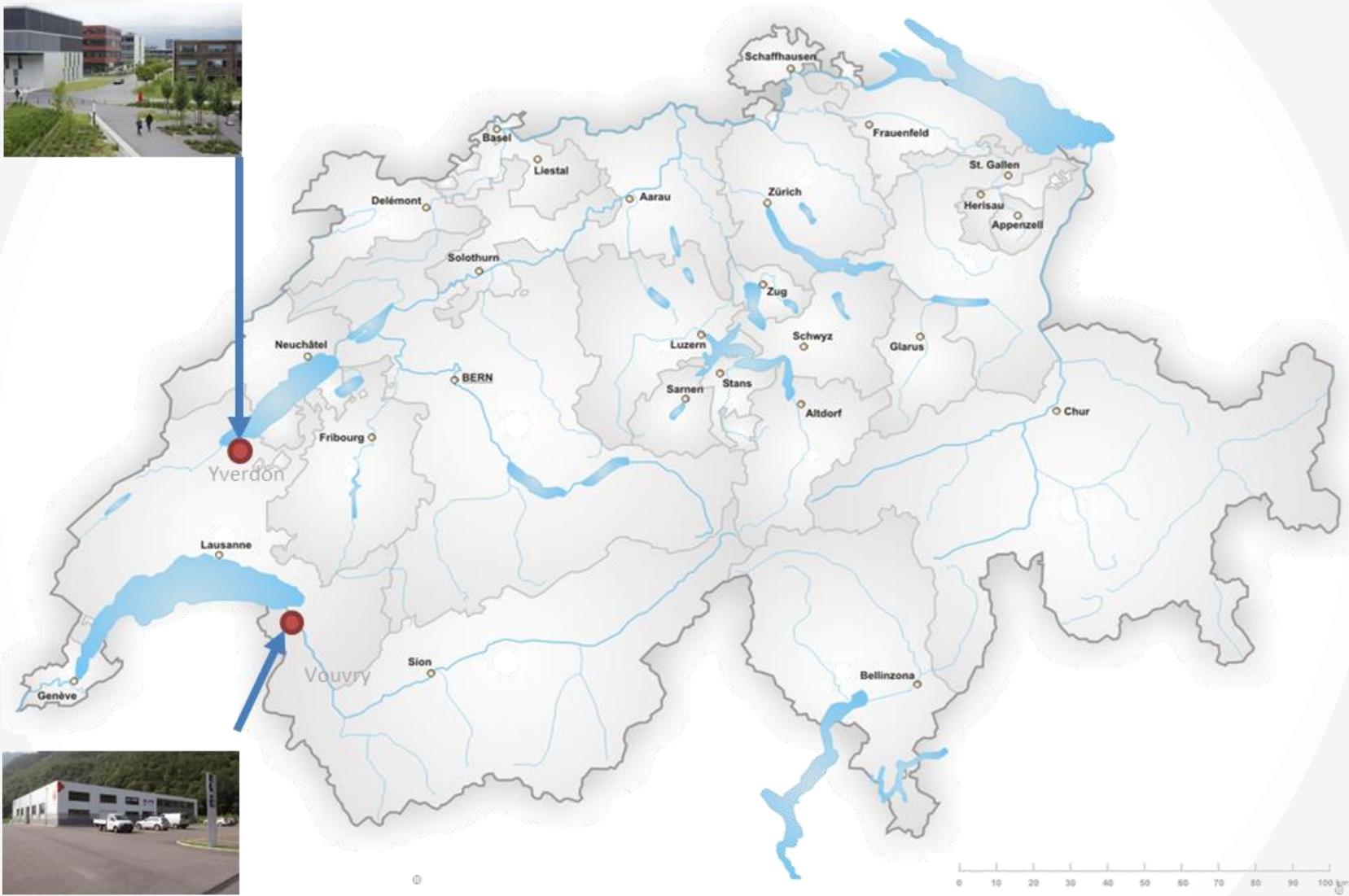
**CEO / Expert Safety**

**Expert safety / Chef de Projets**

**Expert safety / Chef de Projets**

**Directeur Commercial (PT)**

**60+ collaborateurs d'ALPS Automation :**  
**chefs de projets, techniciens, ingénieurs et assistants**



**2000+**

**Diagnostics de sécurité / conformité** dans le cadre d'audit de parcs machines

**400+**

**Dossiers techniques machines** : Analyse de risque, calculs PL, essais électriques, ...

**10+**

**Dossiers techniques pour CE D'ENSEMBLE** d'installations process



**350+**

**Mises en conformité CE** et améliorations sécurité de machines de tous types, clé en main, jusqu'à la **remise d'un Certificat CE 2006/42/CE**

**250+**

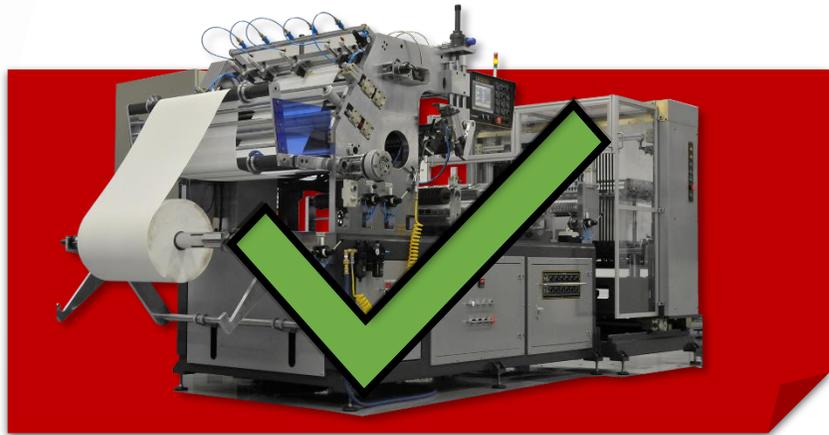
Personnes **formées** lors de nos sessions standards et sur mesure destinées aux constructeurs de machines, chefs de projets, acheteurs, ...

1<sup>ère</sup> partie :  
**Introduction à la Directive machine 2006/42/CE**

- Qu'est-ce que la **sécurité machines** ?
- Notions de **Directives** et de **Normes**
- Directive Machines **2006/42/CE** et **OMach**
- **OPA**
- Directive Machines **2006/42/CE** versus **OPA**
- Questions ?

# Qu'est-ce que la **sécurité machines** ?

## La sécurité machine concerne ?



Les machines et équipements process



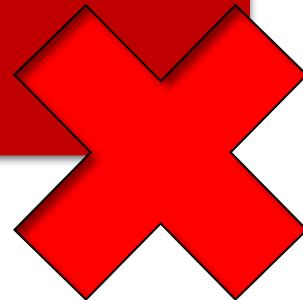
et aussi les outils portatifs, engins de chantiers, etc...  
***tout ce qui «bouge» !***



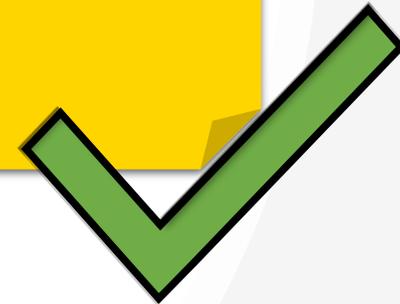
L'objectif de la sécurité machines est d'atteindre :

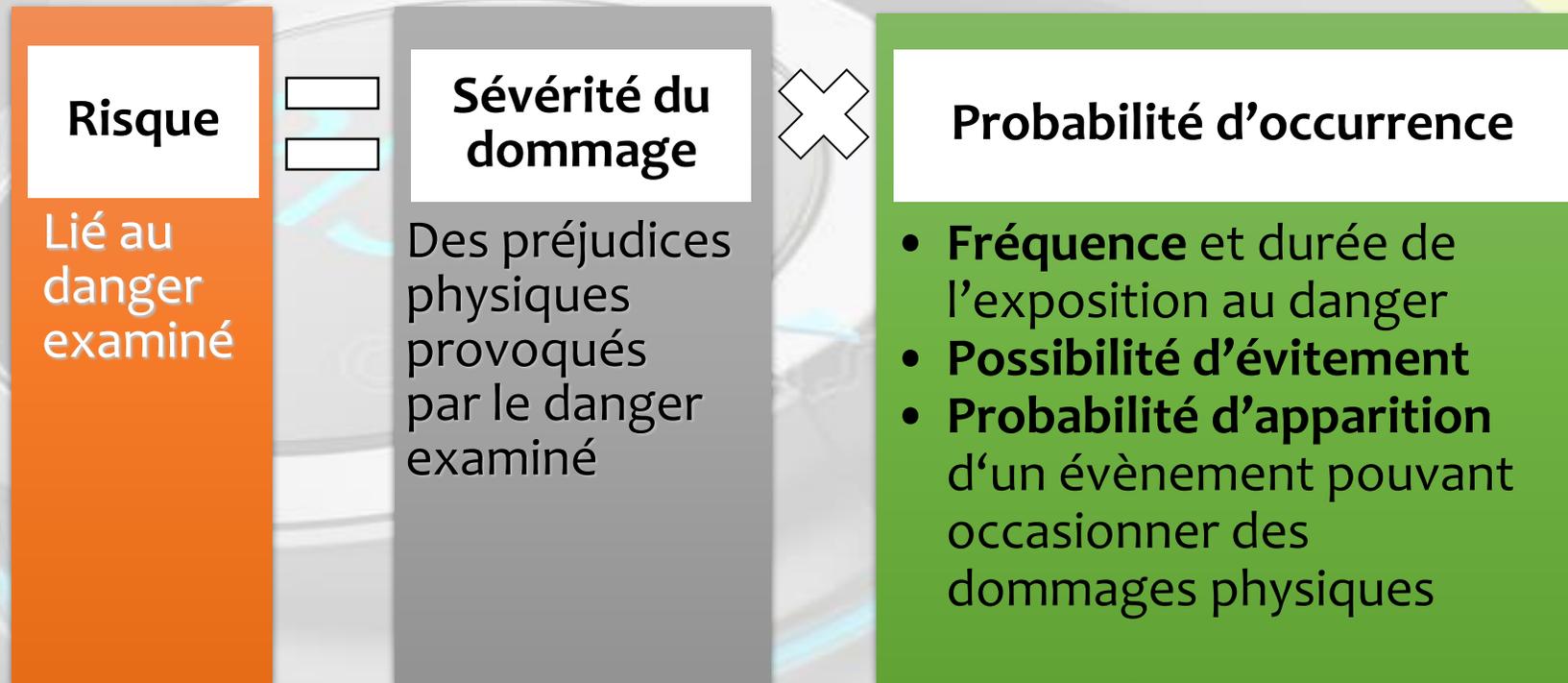


**Un risque ZERO**



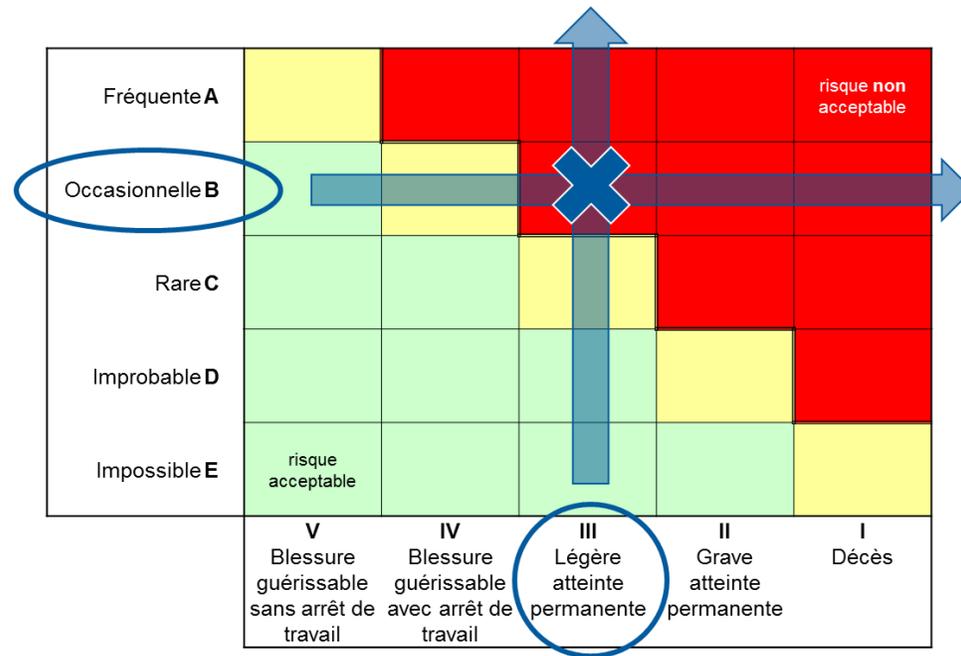
**Un risque ACCEPTABLE**





La première étape consiste en l'évaluation des risques de la machine

# C'est L'ANALYSE DES RISQUES (ANR)

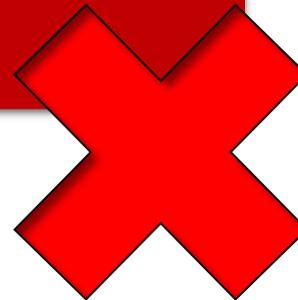


**PRINCIPE:**

**Comment rendre une machine ou un équipement plus sûr ?**



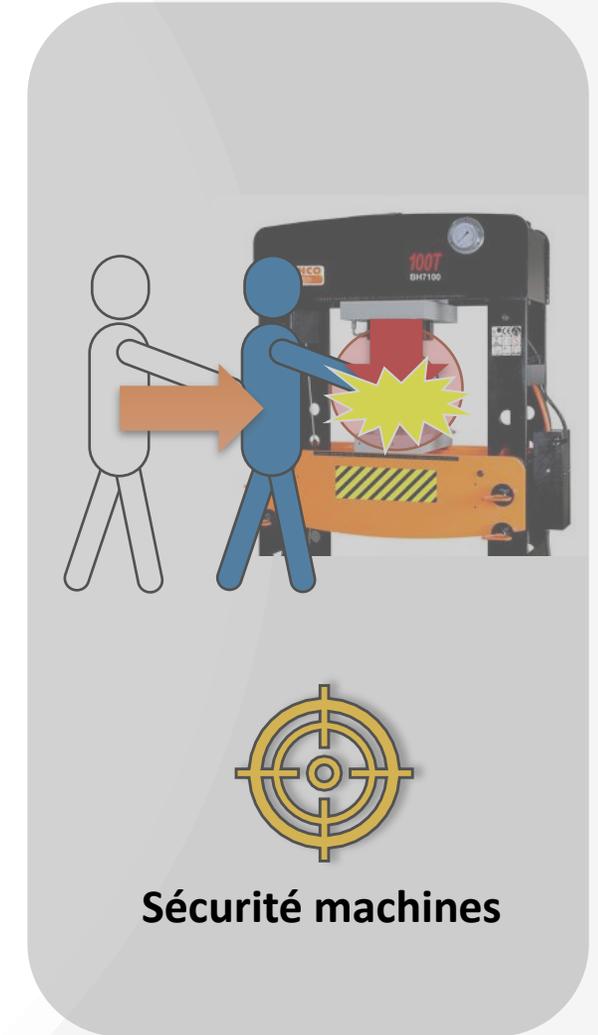
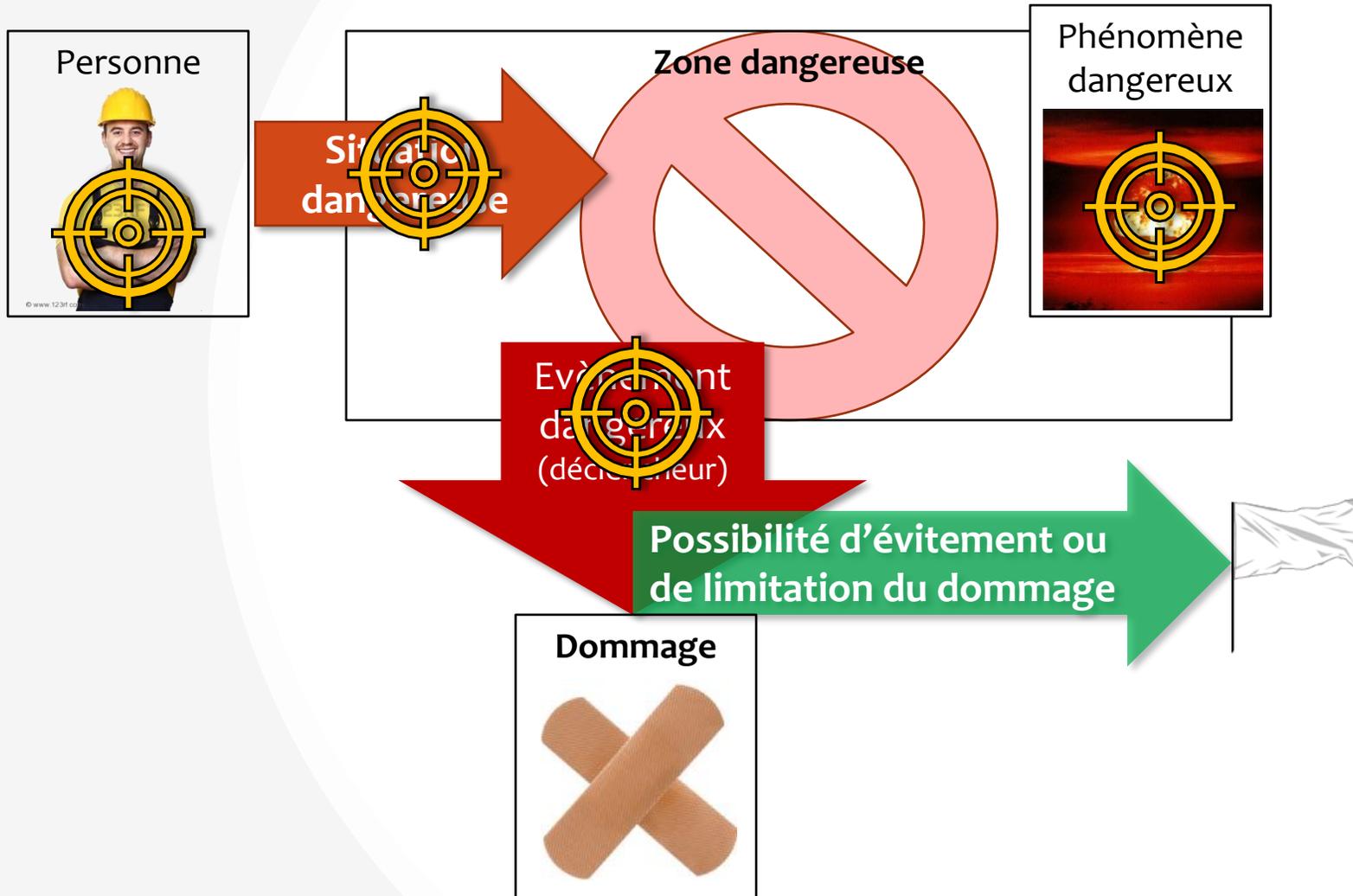
**En ADAPTANT le process  
à la machine**



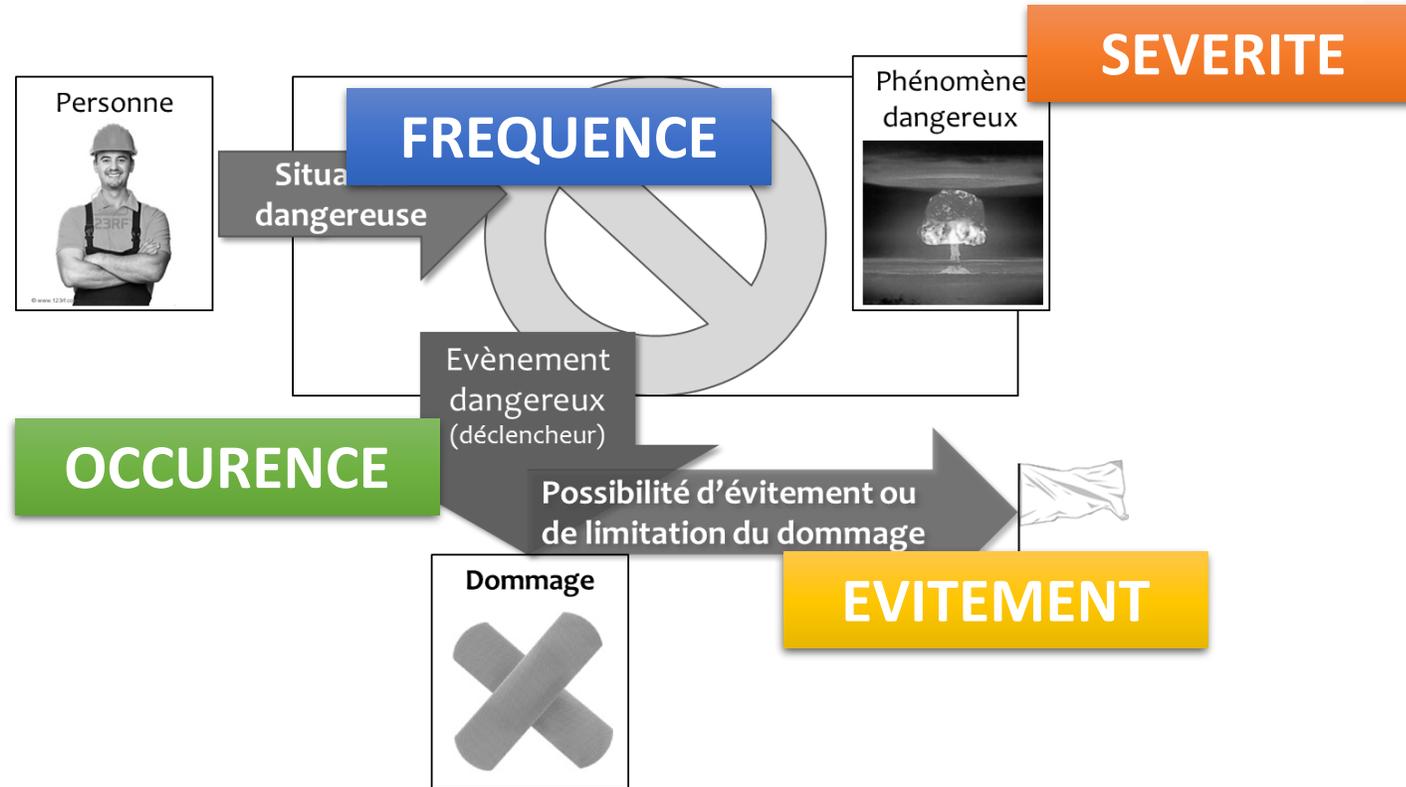
**En appliquant des  
MESURES correctives  
à la machine**



Un scénario d'accident :



Notion de SEVERITE, FREQUENCE ET PROBABILITE D'OCCURRENCE:

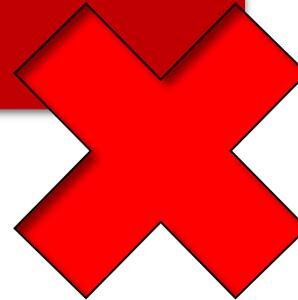


RISQUE = SEVERITE × FREQUENCE × OCCURENCE × EVITEMENT

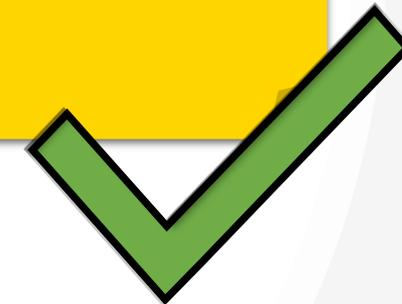
# Notion de **Directives** et de **Normes**

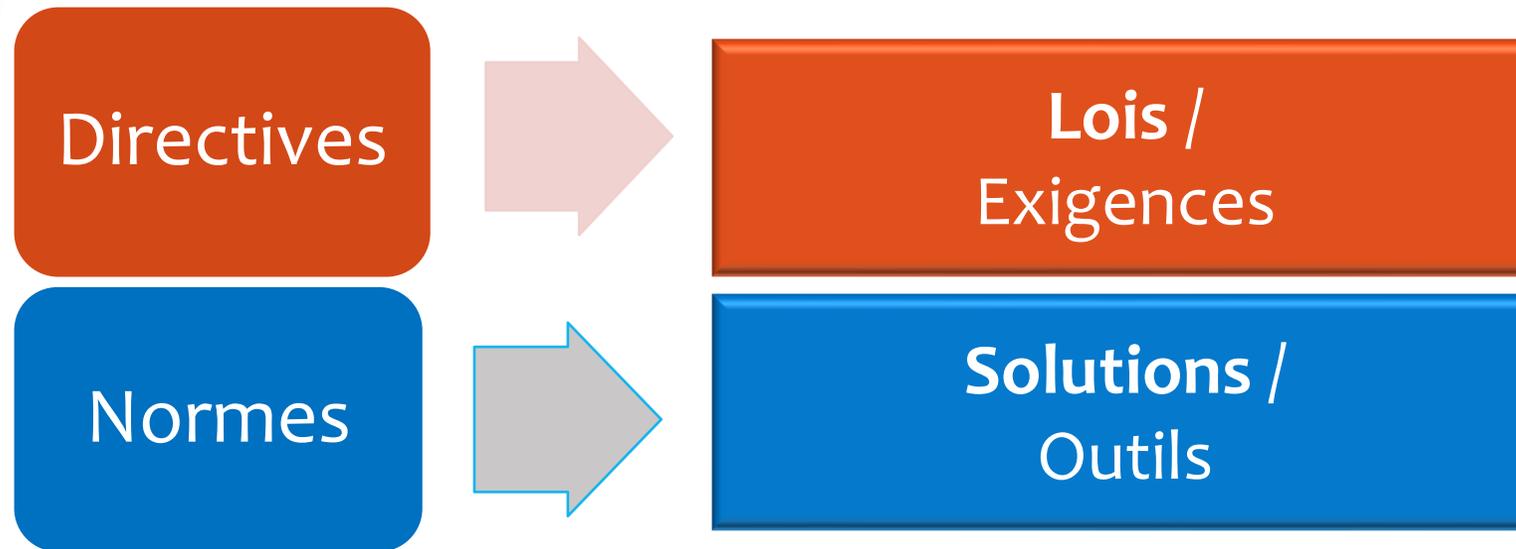
Une directive c'est :

**Un outil / une solution  
permettant d'atteindre  
les exigences**



**La LOI  
Les EXIGENCES**





*On présume qu'un produit remplit les exigences essentielles (d'une directive) lorsqu'il correspond aux normes **harmonisées** qui sont publiées dans le Journal Officiel de l'UE.*

### **Exemple EN ISO 12100:2010 (F)**

#### **Annexe ZA** (informative)

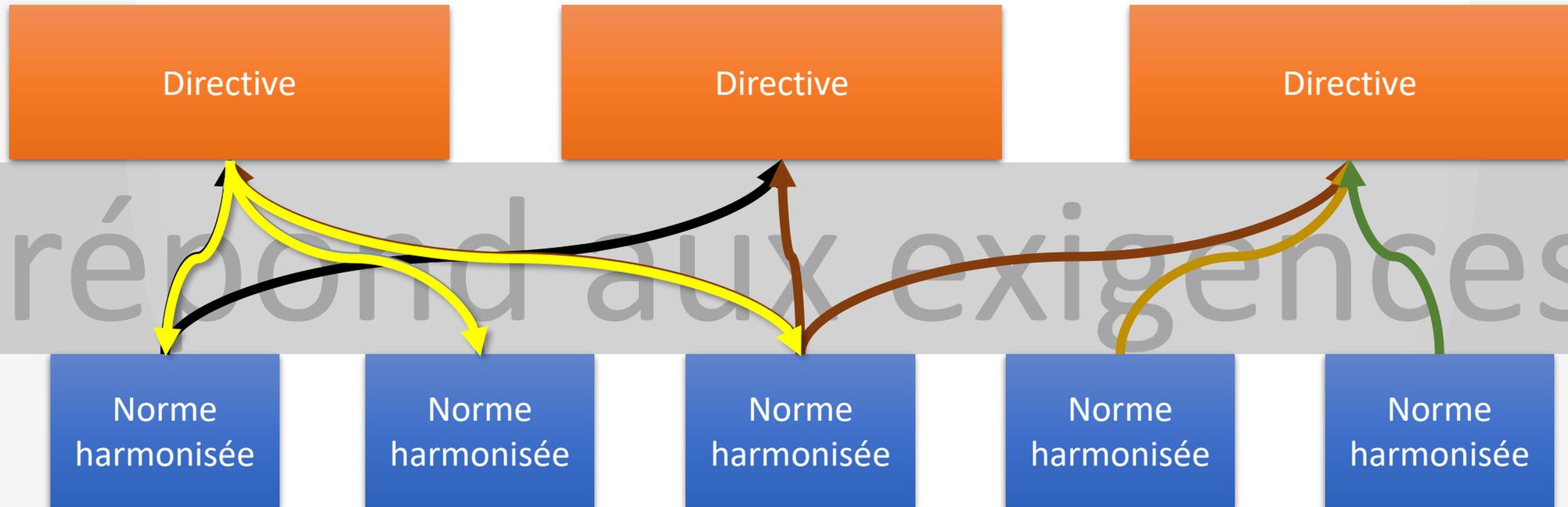
#### **Relation entre la présente norme européenne et les exigences essentielles de la Directive UE 2006/42/CE**

La présente Norme européenne **a été élaborée** dans le cadre d'un mandat donné au CEN par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Echange **afin d'offrir un moyen de se conformer aux exigences essentielles de la Directive Nouvelle approche 2006/42/CE «Machines»**.

...

**AVERTISSEMENT: D'autres exigences et d'autres Directives UE peuvent être applicables au(x) produit(s) relevant du domaine d'application de la présente norme.**

### La notion de **NORMES HARMONISEES**

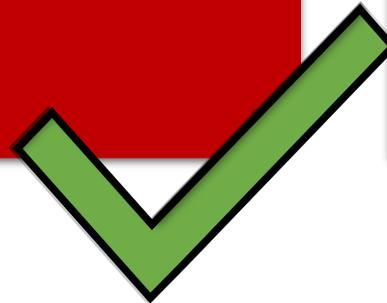




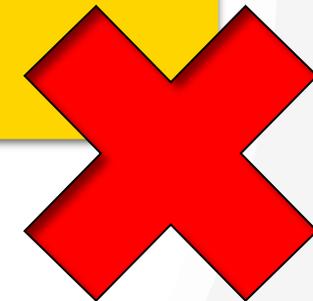
L'observation d'une NORME est :



**PAS obligatoire**



**Obligatoire**



**EN EFFET:**

**L'observation d'une norme n'est pas obligatoire !**

**En suivant** les préconisations d'une norme, il y a **présomption de conformité** :

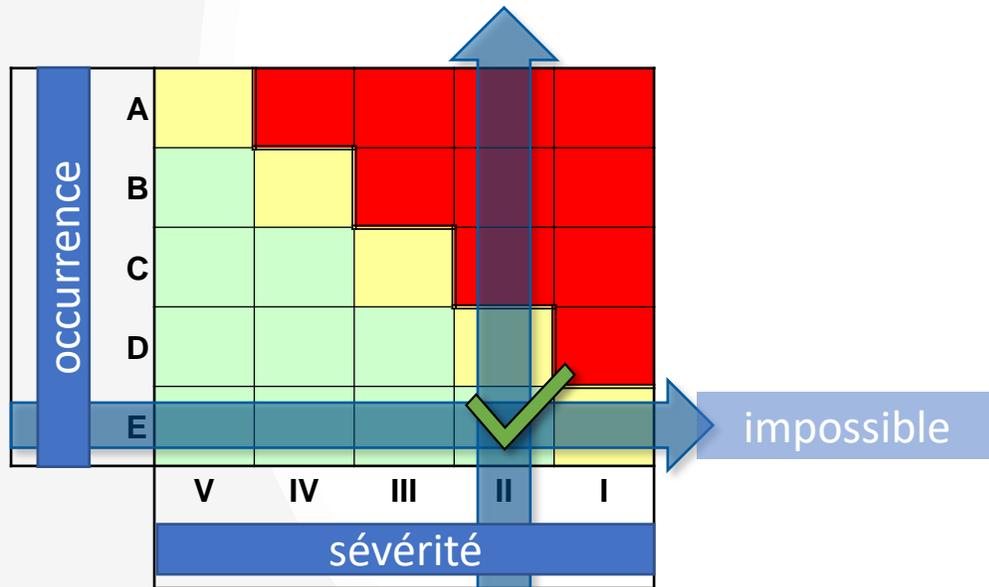
> on ne doit pas prouver la conformité

**Sinon, on doit prouver la conformité**

> par l'analyse de risques

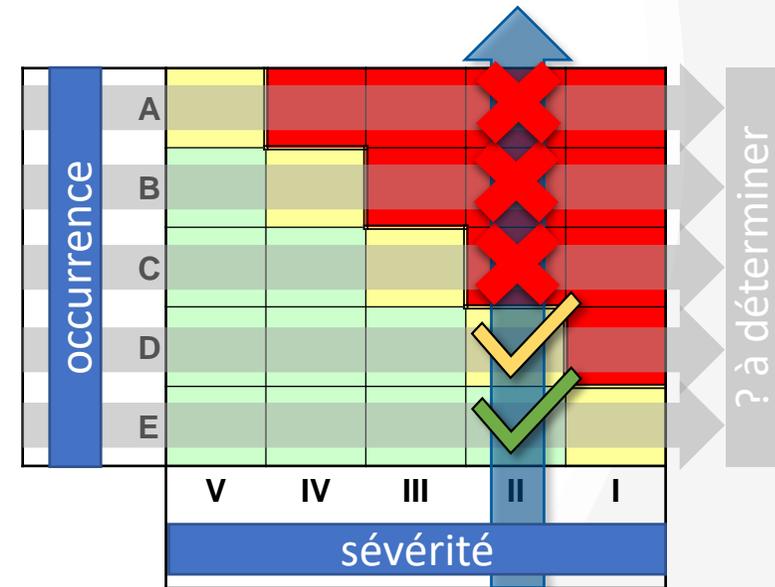
### En respectant une norme:

- l'occurrence est « impossible »,
- le risque est donc toujours Acceptable !



### Sinon:

- il faut estimer l'occurrence
- Le risque résiduel dépend de la sévérité



DIRECTIVE 2006/42/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL

Dans le cas de la sécurité machines, c'est la

# Directive « machines » 2006/42/CE

LE PARLEMENT EUROPÉENNE,

qui s'applique, et qui concerne les risques **MECANIQUES, ELECTRIQUES, etc...**

es utilisateurs, il est  
sément possible le  
te directive et les

vu le traité instituant son article 9!

Si seul des risques électriques sont présents, on applique alors la  
**Directive « basse tension » 2014/35/UE**

vu la proposition de la Commission <sup>(1)</sup>,

vu l'avis du Comité économique et social européen <sup>(2)</sup>,

personnes ou de personnes et d'objets, fréquemment complétées par des spécifications techniques obligatoires de facto et/ou par des normes volontaires, ne conduisent pas nécessairement à des niveaux de santé et de sécurité différents, mais constituent néanmoins, en raison de leurs disparités, des entraves aux échanges à l'intérieur de la Communauté. De plus, les systèmes nationaux d'attestation de conformité et de certification de ces États membres destinés au levage de

statuant conformément à la procédure visée à l'article 251 du

**En résumé pour une MACHINE:**

**Exigences:**

**Directive «machines» 2006/42/CE**

> S'applique au fabricant de la machine  
→ **Certificat CE de conformité**

**Outils pour le fabricant de machines:**

**Norme ISO 12100:2010**

> Analyse des risques

**Norme ISO 13849-1**

> Calculs PL des circuits de sécurité

**Norme EN 60204-1**

> Partie électrique de la machine

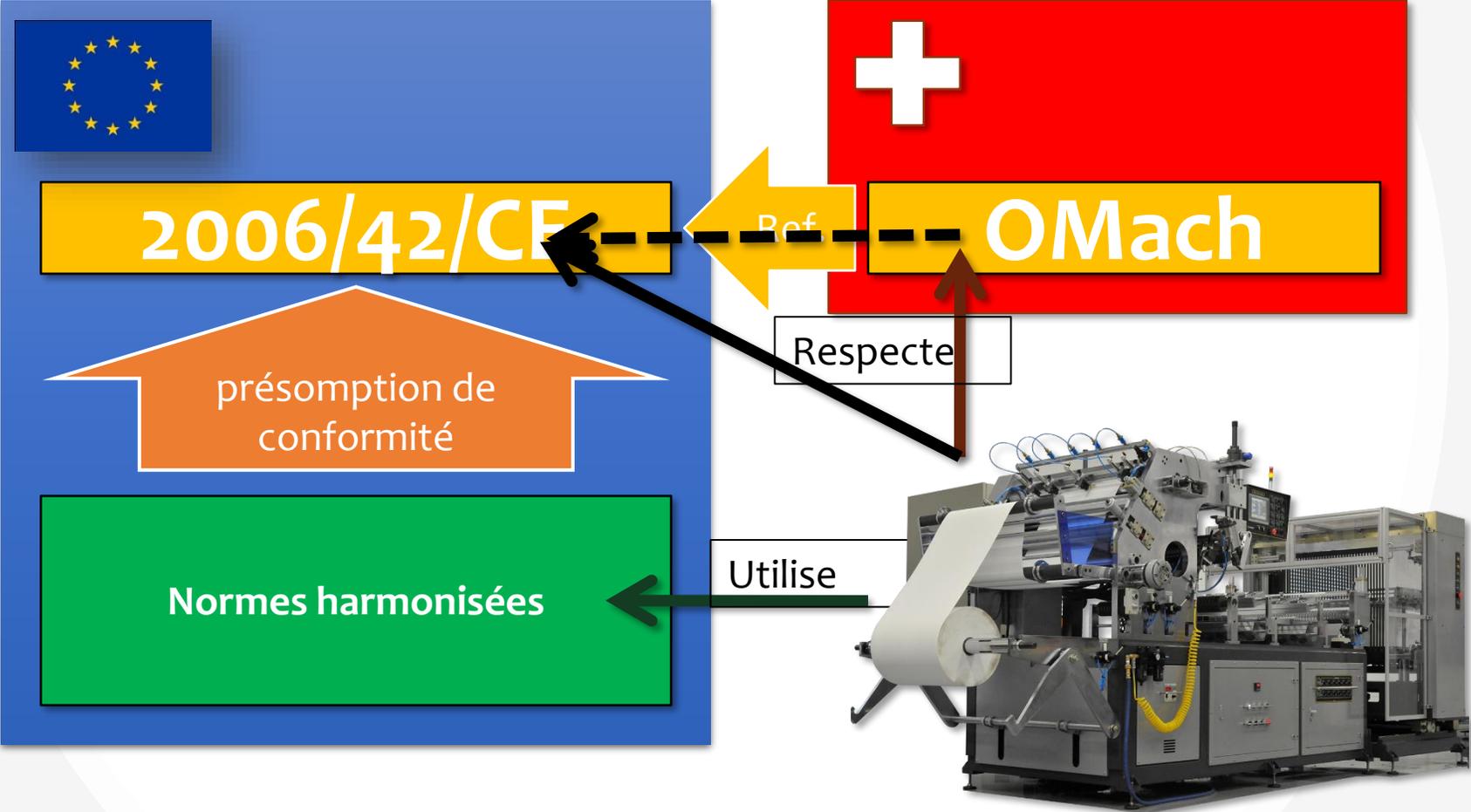
**Norme TYPE B**

> Selon le type de risques...

**Norme TYPE C**

> Selon le type de machines...

# Directive Machines **2006/42/CE** et **OMach**



# La Directive machines 2006/42/CE

détermine les exigences de santé et sécurité  
applicables aux machines



## Objectif

- Déterminer les exigences de santé et sécurité qui s'appliquent à une machine
- La machine doit ensuite être conçue et construite en conséquence



## Comment contrôle-t-on ces exigences ?

En effectuant une évaluation des risques et en exécutant un processus de réduction de ces risques



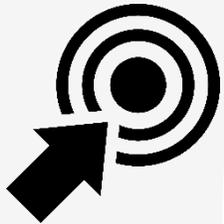
## Qui garantit le respect de ces exigences?

**Le fabricant** ou son mandataire

**OPA**

# L'OPA

(Ordonnance sur la Prévention des Accident)  
détermine les exigences de santé et sécurité  
**applicables à l'environnement de travail**



## Objectif

Les prescriptions sur la sécurité au travail s'appliquent à toutes les entreprises dont les travailleurs exécutent des travaux en Suisse



## Comment assure-t-on ces exigences ?

En n'utilisant uniquement des équipements qui ne mettent pas en danger leurs utilisateurs et en les utilisant correctement



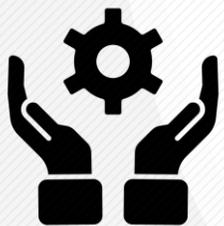
## Qui garantit le respect de ces exigences?

**L'employeur** ainsi que l'employé

**L'OPA** définit des exigences concernant :



**1) Les aspects «Techniques» des machines**



**2) Les aspects «Utilisation» des machines**

# Aspects «Techniques» des machines dans l’OPA

**Art. 28 Dispositifs et mesures de protection**

**Art. 30 Dispositifs de commande**

**Art. 25 Capacité de charge**

**Art. 26 Aménagement et nettoyage**

**Art. 27 Accessibilité**

**Art. 29 Sources d’inflammation**

**Art. 31 Réservoirs et conduites**

**Art. 32 Installations de chauffage pour les besoins techniques**

*Art. 32a Utilisation des équipements de travail*

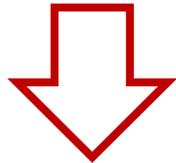
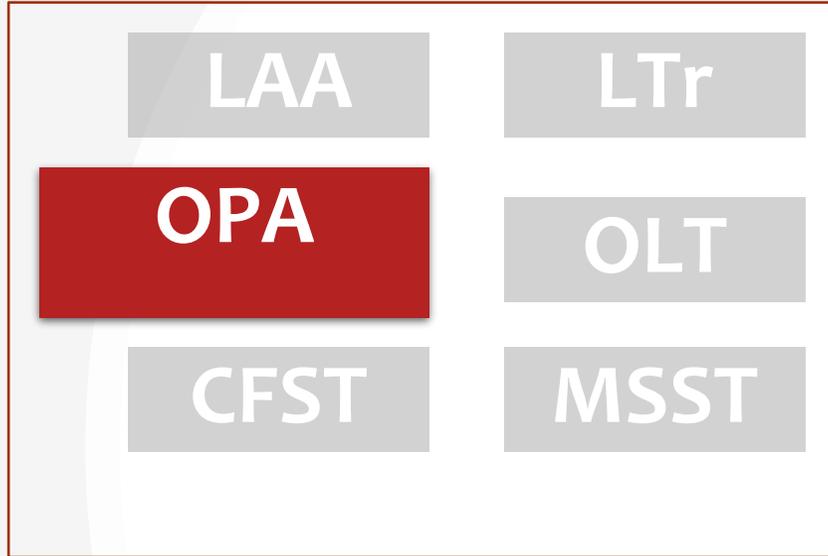
*Art. 32b Entretien des équipements de travail*

**Art. 34 Bruit et vibrations**

# Aspects «Utilisation» des machines dans l'OPA

- Art. 28 Dispositifs et mesures de protection
- Art. 30 Dispositifs de commande
- Art. 25 Capacité de charge
- Art. 26 Aménagement et nettoyage
- Art. 27 Accessibilité
- Art. 29 Sources d'inflammation
- Art. 31 Réservoirs et conduites
- Art. 32 Installations de chauffage pour les besoins techniques
- Art. 32a Utilisation des équipements de travail**
- Art. 32b Entretien des équipements de travail**
- Art. 34 Bruit et vibrations

# Directive Machines **2006/42/CE** versus **OPA**



**EMPLOYEURS / employés**



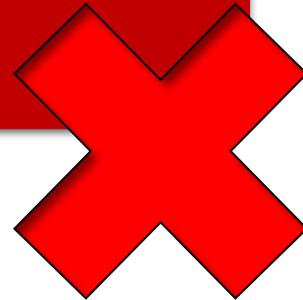
**FABRICANTS / importateurs**



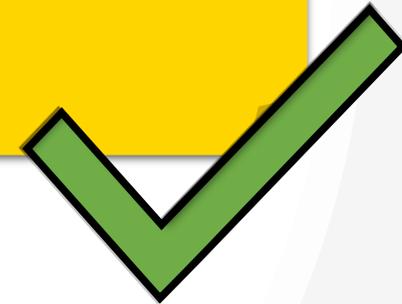
Donc, qui est responsable de la «sécurité machines» ?



**Le fabricant**



**TOUS !**



QUESTIONS  
&  
PAUSE

2<sup>ème</sup> partie :  
**La robotique collaborative**

- Qu'est-ce que la **robotique collaborative** ? *Un peu de théorie...*
- Un robot collaboratif est-il une **machine** ?
- Aspect **normatif** de la robotique collaborative
- La norme **ISO/TS 15066:2016**
- Cas pratiques

# Qu'est-ce que la **robotique collaborative**?

*Un peu de théorie ...*

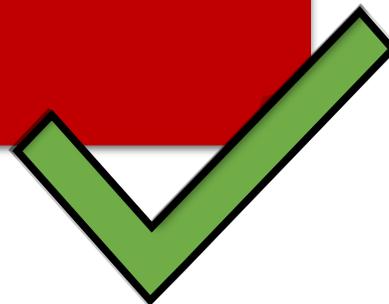
La terminologie utilisée pour définir le type d'interaction entre un robot et un opérateur est caractérisée par 2 paramètres :

# L'espace et le temps

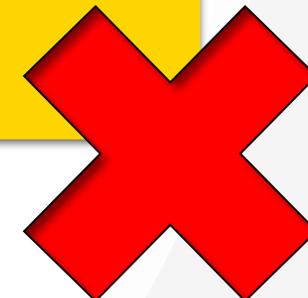
Les notions de COEXISTENCE, COOPERATION et COLLABORATION  
sont-elles identiques ?



**NON**

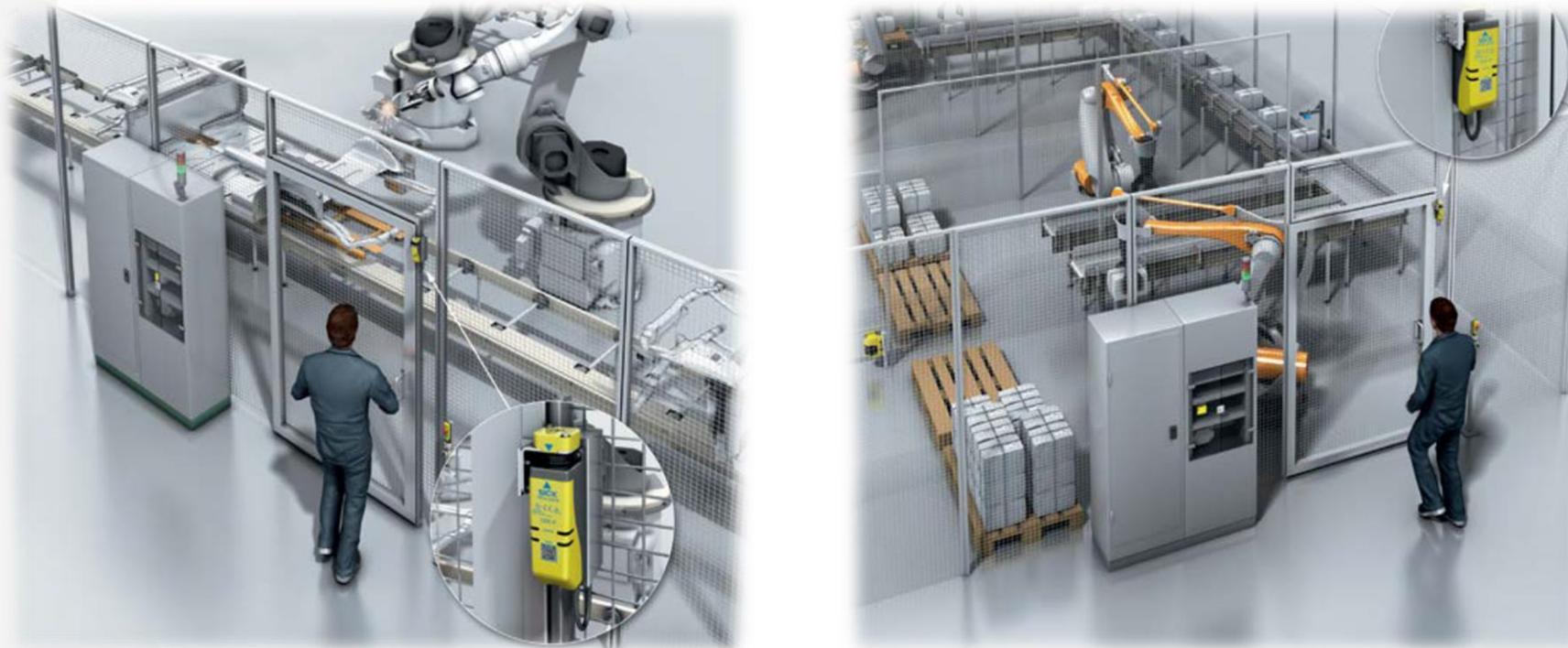


**OUI**



## COEXISTENCE

- > ESPACE : La zone dangereuse du robot est **clôturée** et les accès verrouillés
- > TEMPS : Le déverrouillage d'un accès **provoque l'arrêt du robot**



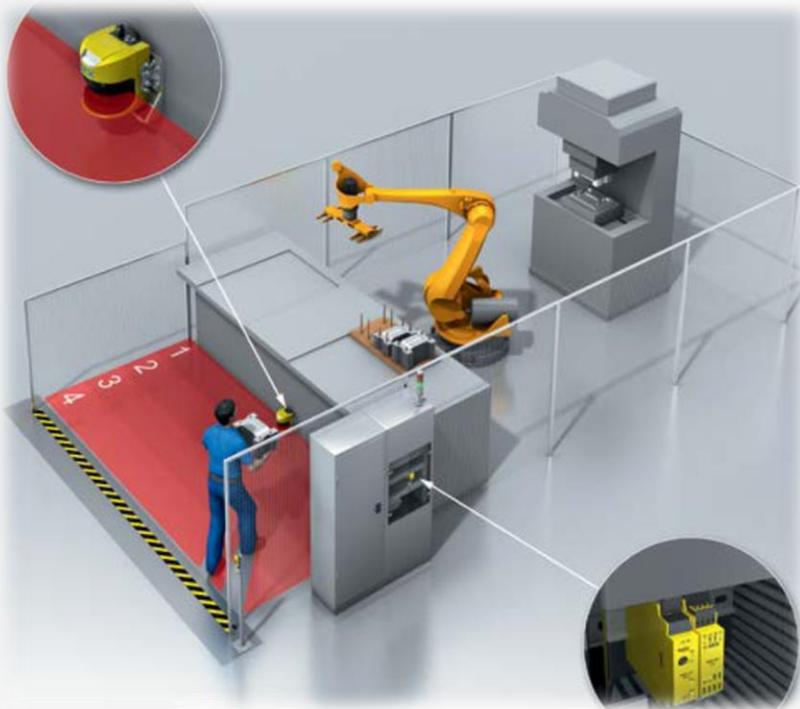
*Illustrations : SICK / Robotique sécurisée – Sécurité des systèmes de robotique collaborative 2016-11*

*Comment garantir la sécurité de l'opérateur en mode COEXISTENCE ?*

- Clôturer la zone dangereuse** du robot (grillage, mur, ...)
- Détecter les accès** (porte avec capteur, barrière immatérielle, ...)
- Arrêter le robot** lorsque l'opérateur entre dans la zone dangereuse
- Manipulation sûre du robot en mode **réglage** :  
Homme mort, limitation de la vitesse, exclusion du déroulement automatique des mouvements, ...
- Ceci est également applicable aux équipements associés, outils et pièces de travail

## COOPERATION

- > ESPACE : Un **espace commun** de travail robot-opérateur existe
- > TEMPS : La **présence de l'opérateur** dans l'espace commun **interdit** le fonctionnement du robot dans cet espace commun



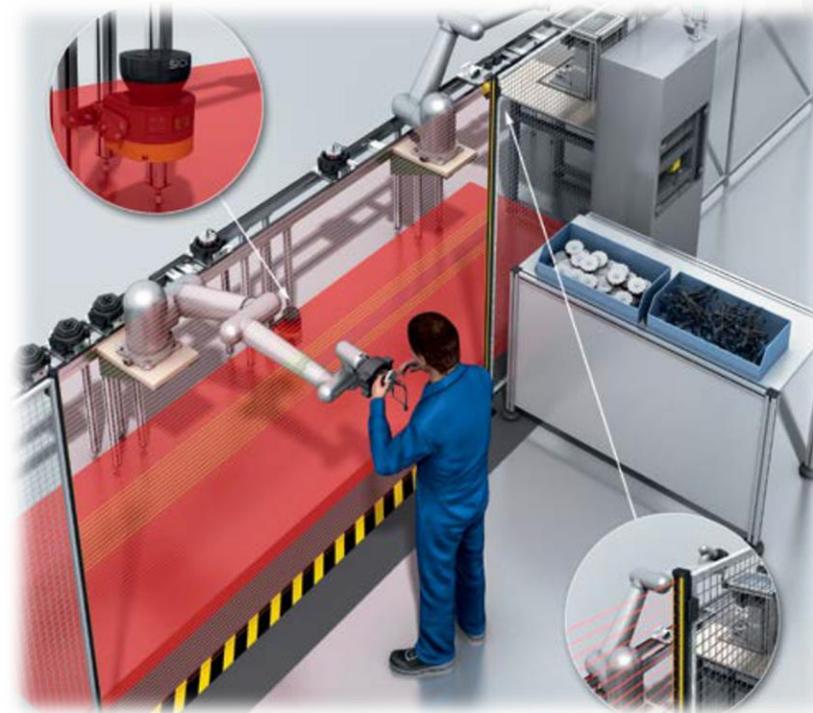
*Illustrations : SICK / Robotique sécurisée – Sécurité des systèmes de robotique collaborative 2016-11*

*Comment garantir la sécurité de l'opérateur en mode COOPERATION ?*

- Même gestion que celle du mode COEXISTENCE pour l'espace de travail non commun
- Détection de **l'accès** de l'opérateur à **l'espace commun** (porte avec capteur, barrière immatérielle, scrutateur, ...)
- Le robot doit disposer de **fonctions de sécurité** permettant
  - 1) de lui définir l'espace commun et
  - 2) de stopper ses mouvements si il se trouve dans cet espace OU de lui interdire cet espace, en cas de présence opérateur.
- Attention à inclure le «terminal» du robot (outil et/ou pièce portée par le robot)
- Attention à aussi gérer les équipements associés

# COLLABORATION

- > ESPACE : Un **espace commun** de travail robot-opérateur existe
- > TEMPS : L'opérateur et le robot travaillent **simultanément** dans l'espace commun



*Illustrations : SICK / Robotique sécurisée – Sécurité des systèmes de robotique collaborative 2016-11*

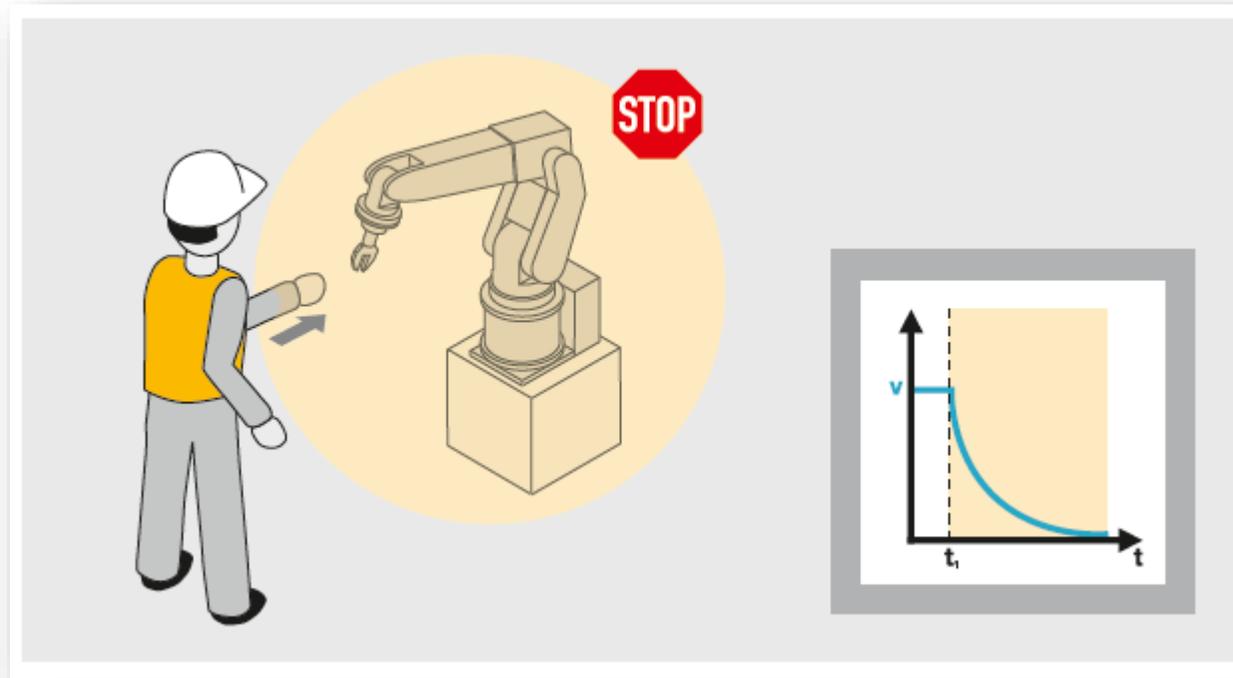
*Comment garantir la sécurité de l'opérateur en mode COLLABORATION ?*

La spécification technique **ISO/TS 15066** définit 4 modes de fonctionnement:

- Arrêt nominal de sécurité contrôlé
- Guidage manuel
- Limitation de la force et de la puissance
- Contrôle de la vitesse et de la distance de séparation

## Mode de fonctionnement selon ISO/TS 15066 : Arrêt nominal de sécurité contrôlé

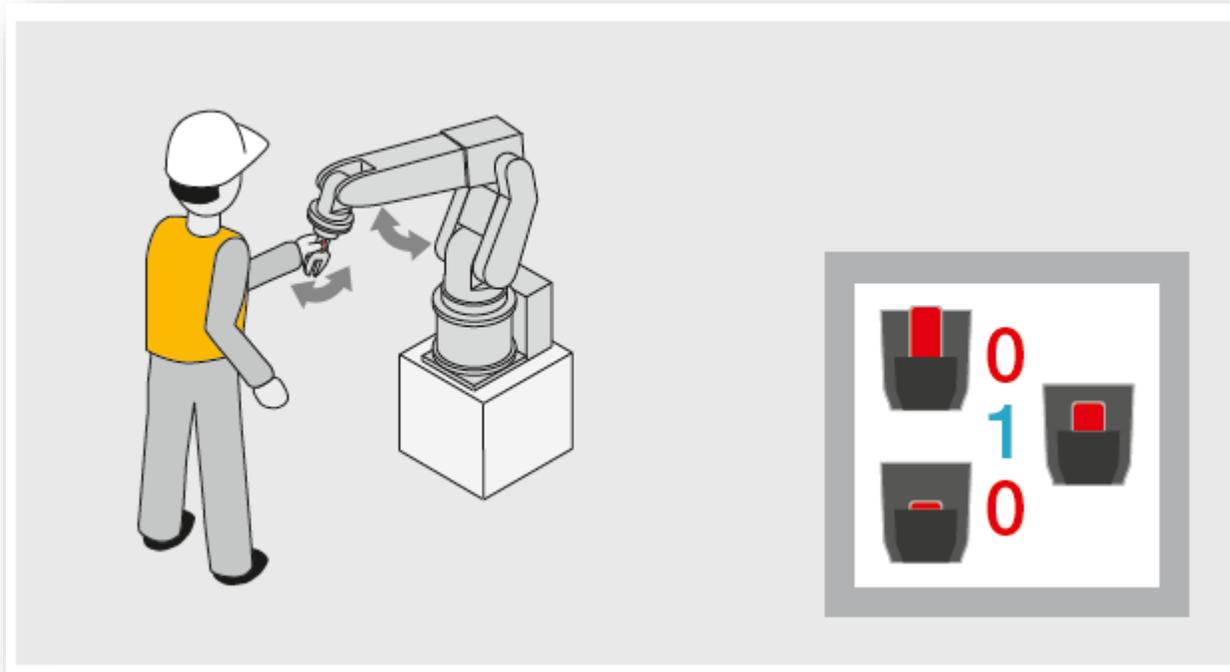
*Le robot est à l'arrêt pendant l'interaction avec l'opérateur dans l'espace collaboratif. Cet état est contrôlé et l'entraînement peut rester opérationnel*



*Illustrations : PILZ / Automatiser les systèmes robotisés de manière économique et en toute sécurité*

## Mode de fonctionnement selon ISO/TS 15066 : **Guidage manuel**

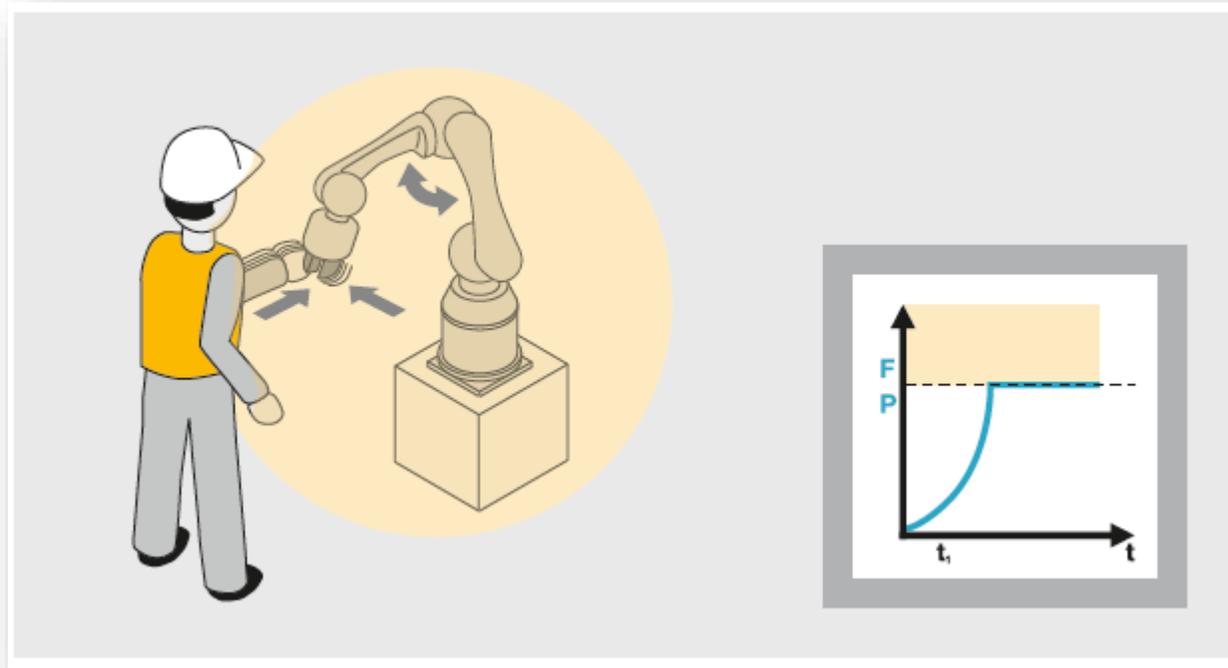
*Le robot peut être guidé manuellement avec une vitesse réduite de sécurité. La vitesse résulte de l'appréciation du risque. De plus, un dispositif de validation et un circuit d'arrêt d'urgence doivent être facilement accessibles et être dédiés à la sécurité.*



*Illustrations : PILZ / Automatiser les systèmes robotisés de manière économique et en toute sécurité*

Mode de fonctionnement selon ISO/TS 15066 : **Limitation de la force et de la puissance**

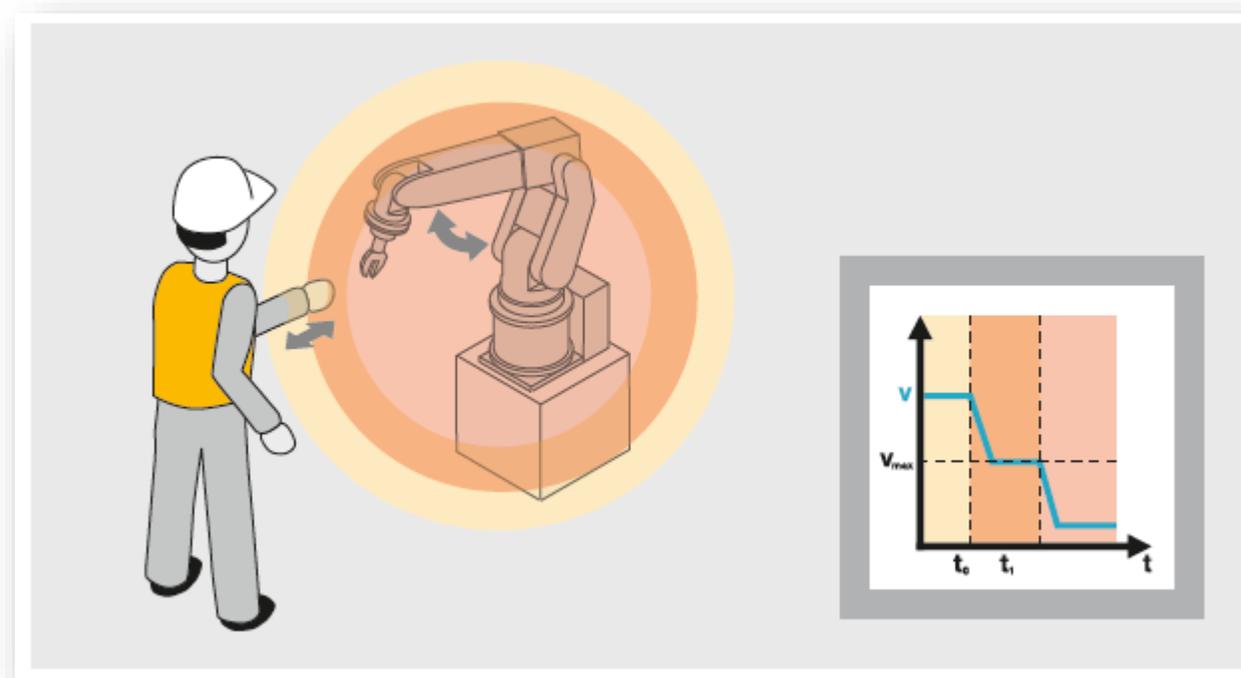
**Un contact physique** entre le système robot et l'opérateur **peut intervenir** intentionnellement ou non.  
 La **sécurité** nécessaire est alors **assurée par la limitation** de la puissance et de la force.  
 La collaboration exige que les robots aient été conçus spécifiquement pour ce mode de fonctionnement.



Illustrations : PILZ / Automatiser les systèmes robotisés de manière économique et en toute sécurité

Mode de fonctionnement selon ISO/TS 15066 : **Contrôle de la vitesse et de la distance de séparation**

*Les vitesses et les mouvements des robots sont contrôlés et ajustés en fonction de la vitesse et de la position de l'opérateur dans l'espace contrôlé.*

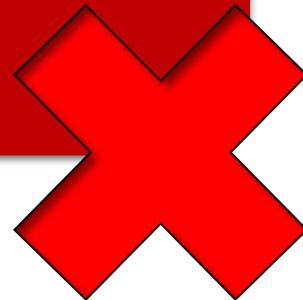


*Illustrations : PILZ / Automatiser les systèmes robotisés de manière économique et en toute sécurité*

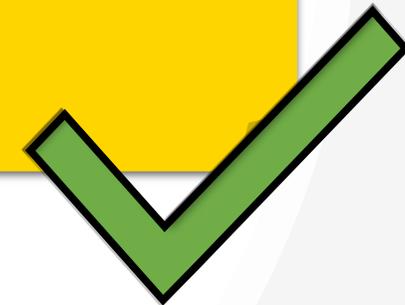
Un système robotique collaboratif est-il une machine ?



NON



OUI



*Un robot collaboratif est-il une machine ?*

D'après les définitions d'une « machine » selon la Directive 2006/42/CE (article 2, alinéa a)

Un robot **COLLABORATIF** entre bien dans le champ d'application de la directive machine **2006/42/CE !**

Donc les équipements qui utilisent un robot collaboratif **sont soumis aux exigences** de cette directive 2006/42/CE

# Aspect **NORMATIF** de la robotique collaborative

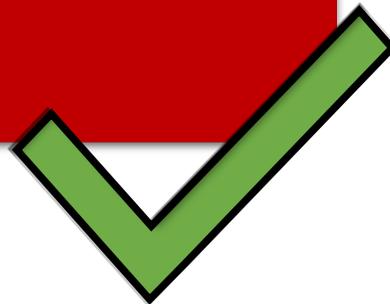
*Etant donné qu'un robot collaboratif doit respecter les exigences 2006/42/CE, cela signifie que:*

- ❑ Une **ANALYSE DES RISQUES** selon **ISO 12100:2010** doit être réalisée  
> *Identifications et évaluation des risques > Risques résiduels ACCEPTABLES*
- ❑ Des **CALCULS PL** selon **ISO 13849-1:2015** doivent être réalisés  
> *Calculs (SITEMA 2) > Fonctions de sécurités performantes*
- ❑ La norme de type C **ISO 10218-2:2011** «Systèmes robots et intégration» est applicable  
(remarque : ISO10218-1 concerne les robots eux-mêmes et donc les fabricants de robot et pas les intégrateurs)
- ❑ → ISO10218 réfère à l'**ISO/TS 15066:2016**

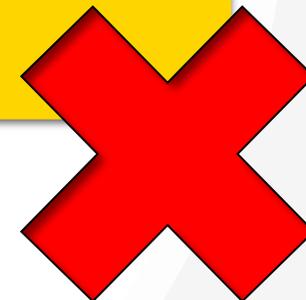
L'utilisation d'un robot certifié «collaboratif» est-elle une preuve de conformité ?



**NON**



**OUI**



## **En conclusion:**

L'utilisation d'un robot certifié «Collaboratif» n'est pas une preuve de conformité de l'équipement dans lequel il est intégré !

**Le Dossier Technique au sens de 2006/42/CE doit être réalisé afin prouver la conformité → Auto-certification → Certificat CE**

... comme pour toutes les autres «machines» !

# La norme **ISO/TS 15066:2016**

Cette norme «ISO/TS» est une **Spécification Technique** et présente des objectifs de santé et de sécurité pratiques, à utiliser lors de l'intégration d'une application «COLLABORATIVE»

*Remarque:*

*Le titre de cette norme, disponible uniquement en anglais, présente une ambiguïté sur les termes «collaboratif» et «coopératif».*

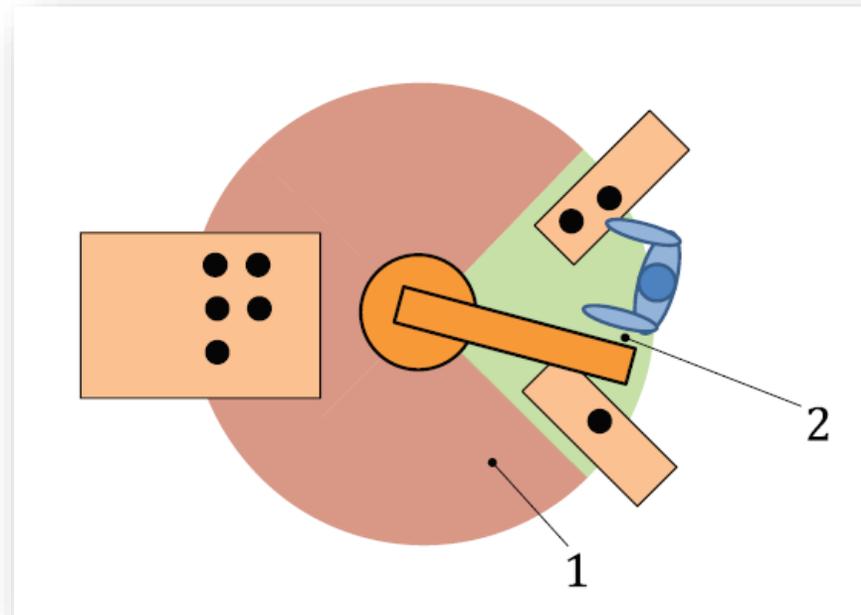
---

---

## **Robots and robotic devices — Collaborative robots**

*Robots et dispositifs robotiques — Robots coopératifs*

On y retrouve la notion **d'espace d'exploitation (1)** et **d'espace de collaboration (2)**



**I) La conception d'un espace collaboratif doit intégrer les considérations suivantes:**

- ❑ **Etablissement des limites (3 dimensions) de l'espace collaboratif**
- ❑ **Accès des opérateurs**  
→ y.c. contacts physiques raisonnablement prévisibles entre le robot et l'opérateur
- ❑ **Ergonomie et interface homme-machine avec l'équipement**  
→ limites biomécaniques acceptables (en cas de travail collaboratif avec le robot)
- ❑ **Limites d'utilisation**

## II) Une identification et une appréciation des risques doit être réalisée (référence à ISO 12100 et ISO 10218-2, 4.3)

- ❑ **Risques liés au robot**
  - caractéristiques du robot (force, vitesse, forme, matériaux, ...)
  - emplacement de l'opérateur par rapport à la proximité du robot
  
- ❑ **Risques liés à l'environnement du robot**
  - outil et pièce portée (par le robot), équipements associés,
  - déplacement de l'opérateur, conception et emplacement de la commande
  
- ❑ **Risques liés à l'application**
  - risques spécifiques au process (température, éjection de pièces, ...)
  - ergonomie

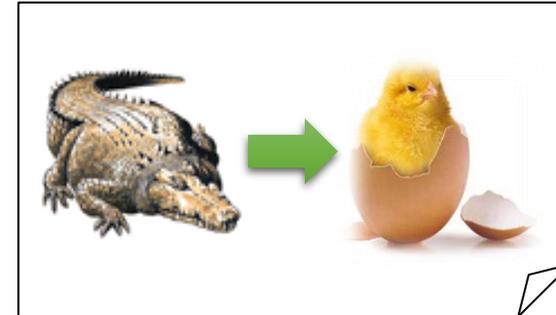
### III) Une identification et une documentation des opérations «collaboratives» doit être réalisée

- Fréquence et durée de la **présence de l'opérateur avec le robot en mouvement**
- Fréquence et durée des **opérations ou l'opérateur est en contact avec le robot**
- Transition** entre les opérations collaboratives et non-collaboratives
- Redémarrage** manuel ou automatique du robot une fois l'opération collaborative terminée
- Opérations nécessitant **plus d'un opérateur**
- Toutes les autres tâches effectuées à l'intérieur de l'espace collaboratif

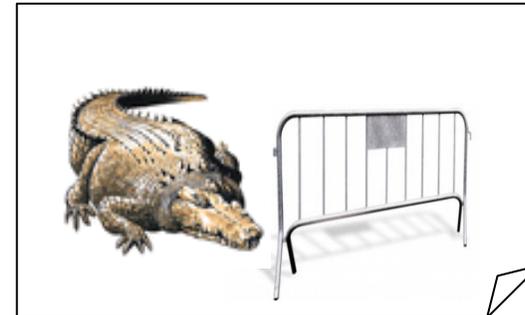
#### IV) Elimination ou réduction des risques

dans l'ordre de priorité défini dans ISO 10218, 4.1.2

a) Eliminer les phénomènes dangereux par **conception** ou les réduire par **substitution**;



b) Empêcher les opérateurs d'être confrontés à des phénomènes dangereux ou s'assurer de leur maîtrise en réalisant un état sûr avant que l'opérateur puisse y être confronté;

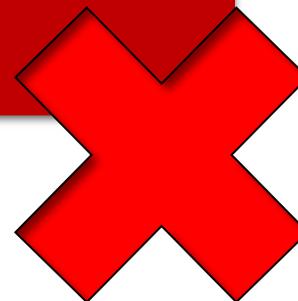


c) Réduire le risque lors des interventions (par exemple apprentissage).



La réduction des risques pour un robot collaboratif est faite par ?

**Limitation des accès  
et l'arrêt du robot**



**Conception du robot  
et de l'espace  
collaboratif**

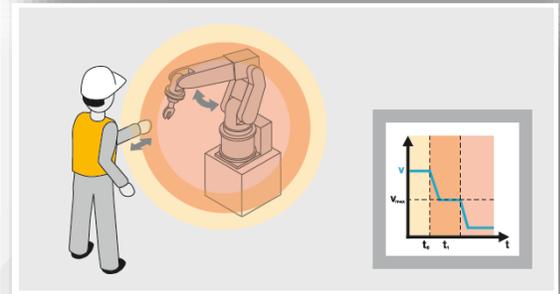
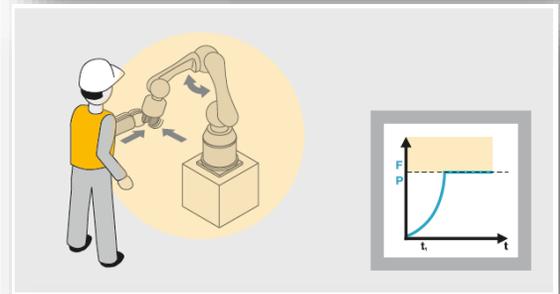
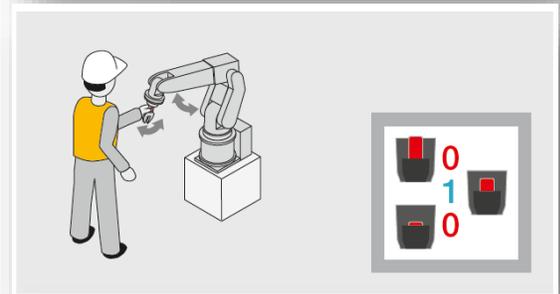
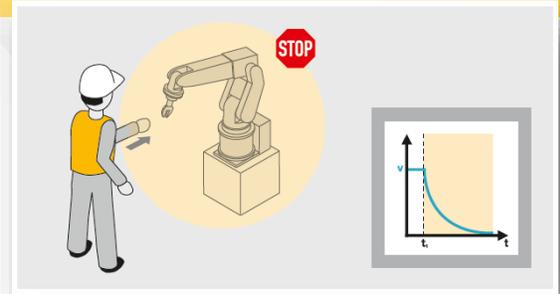


Pour les applications robotiques «traditionnelles» la réduction des risques est principalement assurée par:

- la limitation de l'accès à la zone dangereuse du robot
- l'arrêt du robot en cas d'intrusion dans la zone dangereuse

**Dans le cas des applications robotiques COLLABORATIVES,**  
la réduction des risques sera cette fois principalement assurée par:

- la conception et l'utilisation du robot
- la conception de l'espace collaboratif

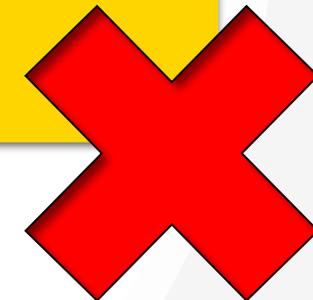
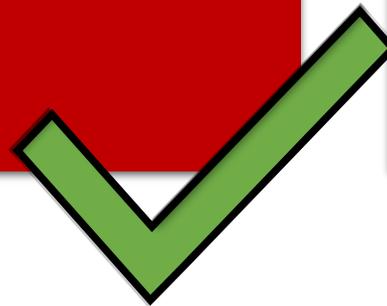


Un système robotisé collaboratif est-il, par sa conception, toujours sans risque ?



NON

OUI



# Cas pratique 1

un robot collaboratif «sans risque»... vraiment ?

- Utilisation d'un robot «certifié sans risque»



- Ce robot est **conçu intrinsèquement** (vitesse et force faible, forme sans arrêtes vives, matériaux absorbant les chocs) afin de **limiter la sévérité des blessures à un niveau quasi-nul**, selon l'annexe A de ISO/TS 15066 dans toute sa gamme de vitesse/couple/force
- Ce robot ne nécessite donc pas la mise en place de protecteurs externes ou de système de détection d'approche/présence des personnes.

La seule fonction de sécurité disponible est un arrêt par l'actionnement du bouton d'arrêt d'urgence disposé sur sa commande, ou via un AU externe, qui coupe l'énergie des bras.



conception intrinsèque

❑ **Les outils fixés sur le robot sont les suivants :**

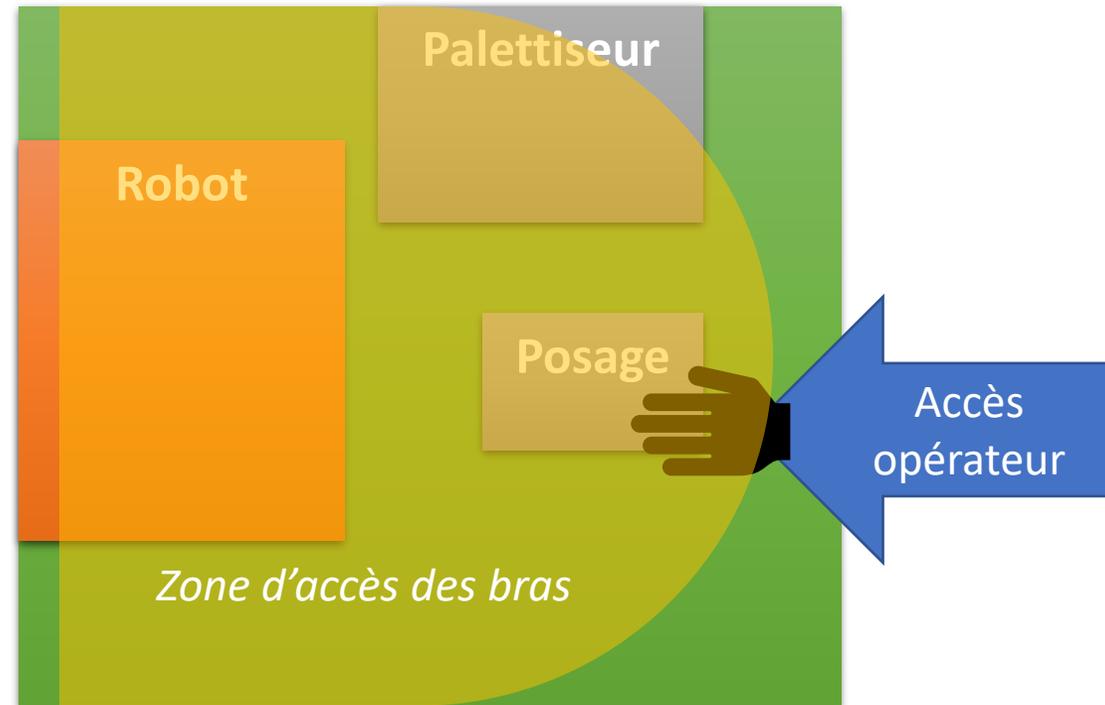
- Extrémité du bras 1 : pince permettant de manipuler une pièce
- Extrémité du bras 2 : fer à souder (400°C) doté d'une pointe pour soudure de précision



❑ **Intégration mécanique**

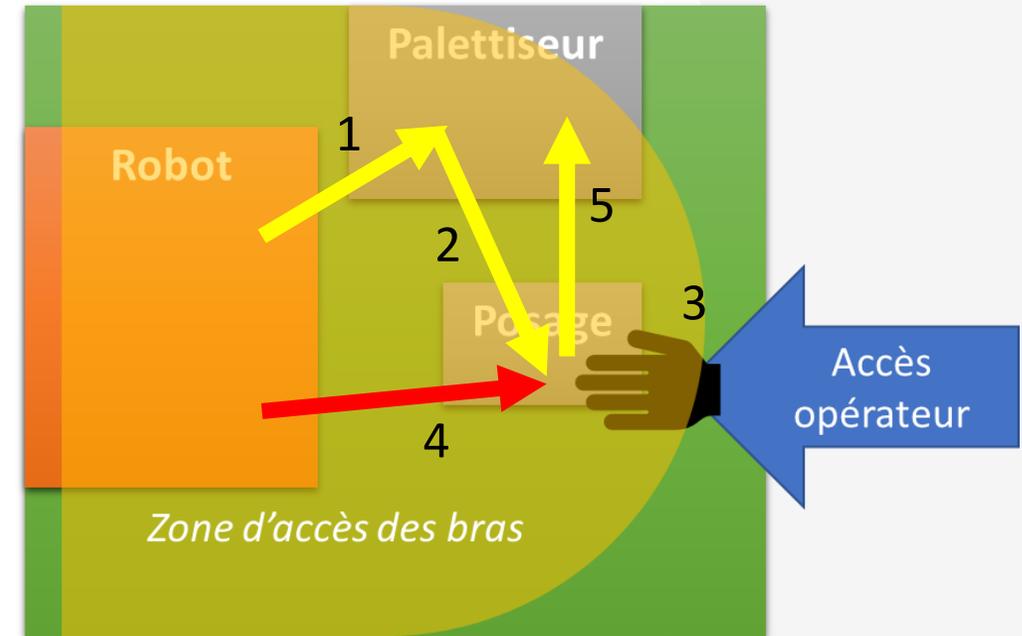
- Le robot et les périphériques sont fixés sur une table.
- Aucun protecteur ni système de détection de l'opérateur.

On considère donc **l'ensemble de l'espace** comme «**collaboratif**» !



❑ **Le processus est le suivant:**

- 1) Bras 1: Chargement d'une pièce sur le plateau
- 2) Bras 1: Dépose de la pièce dans le posage
- 3) L'opérateur dispose le composant à souder sur la pièce avec une brucelles et la maintient  
→ Quittance par une pédale**
- 4) Bras 2: Soudage du composant sur la pièce
- 5) Bras 1: Déchargement de la pièce terminée sur le plateau

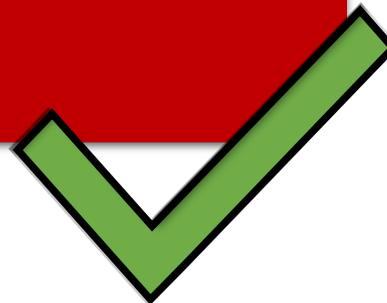


Analyse de risques

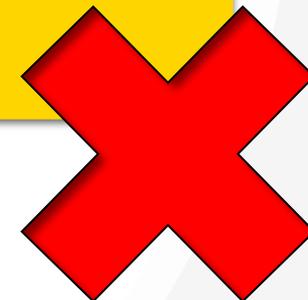
**La limitation de la force et de la vitesse du robot influence-t-elle ?**



**La SEVERITE**

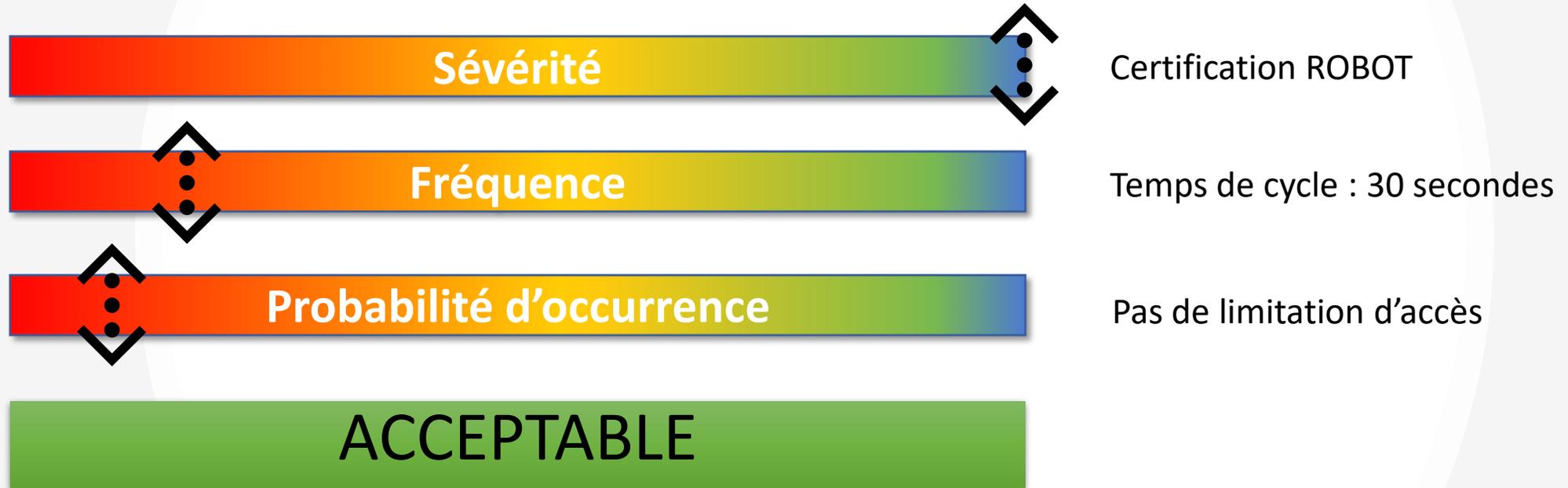


**L'OCCURENCE**



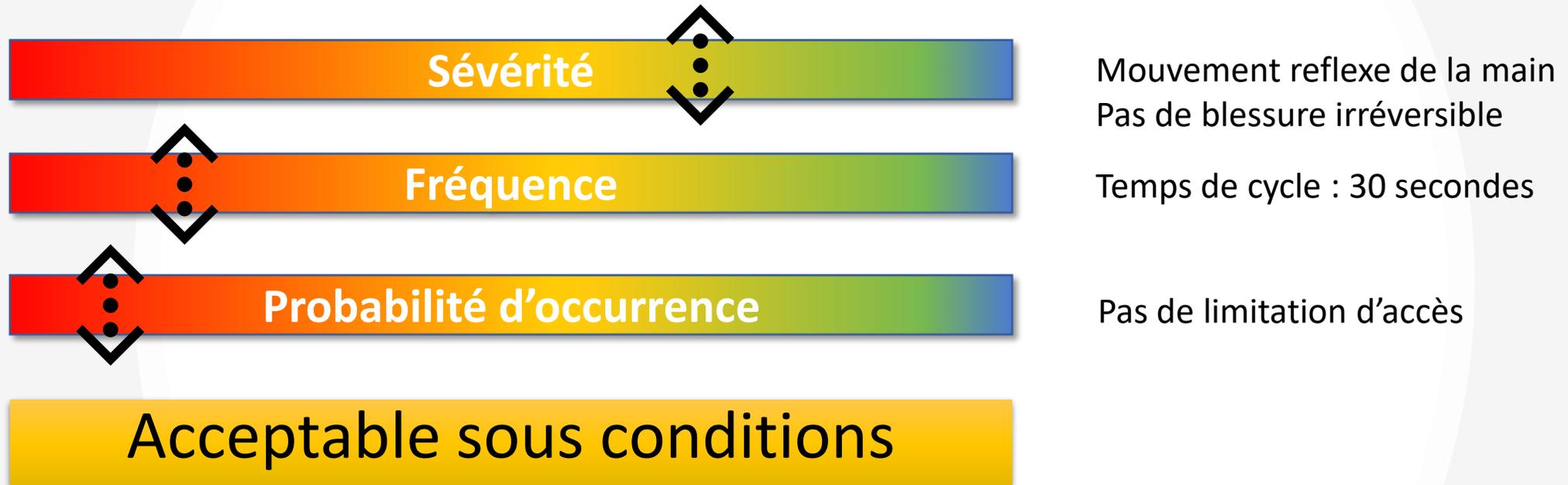
❑ ANALYSE DES RISQUES : RISQUE 1

Choc/écrasement des doigts/mains avec les bras du robot



❑ ANALYSE DES RISQUES : RISQUE 3

Brûlure/perforation des DOIGTS/MAINS avec le fer à souder porté par le bras 2

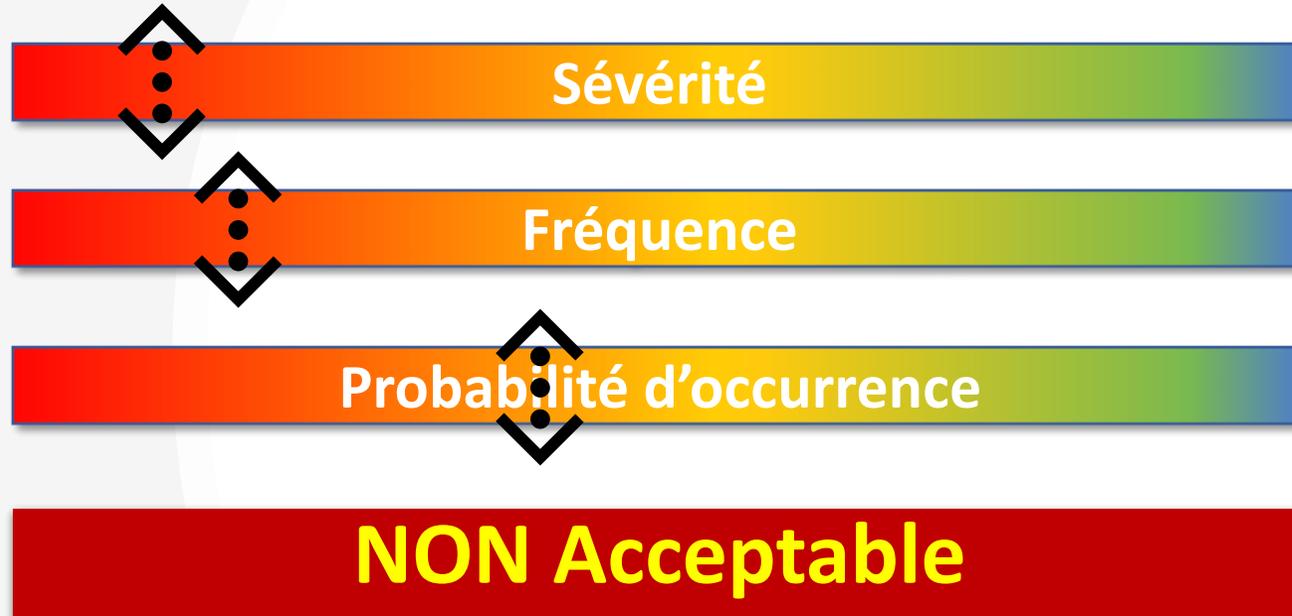


### Mesures

- Limiter vitesse des mouvements dangereux, principalement pour permettre l'évitement du dommage
- EPI

❑ ANALYSE DES RISQUES : RISQUE 4

Brûlure/perforation des YEUX avec le fer à souder porté par le bras 2



Perte partielle de la vue !

Temps de cycle : 30 secondes

Pas de limitation d'accès mais probabilité de contact yeux-fer à souder faible car zone dangereuse pas au niveau des yeux

### Mesures

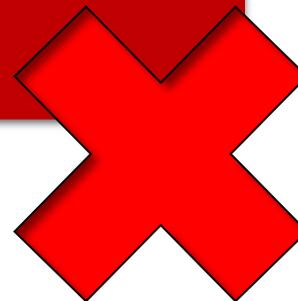
- Limiter vitesse des mouvements dangereux (limite l'occurrence et non la sévérité dans ce cas !)
- Limiter la position du bras 2 afin de limiter le fer à souder, dans la bonne orientation, proche du posage
- EPI

Réduction du risque

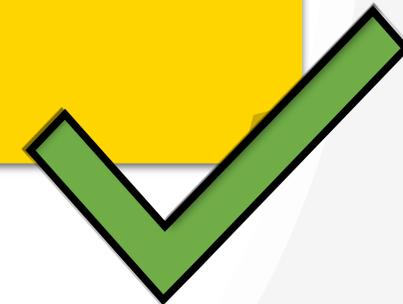
**La limitation de la position «contre le bas» du fer à souder influence ... ?**



**La SEVERITE**



**L'OCCURENCE**



❑ ANALYSE DES RISQUES : RISQUE 4 / MESURE CORRECTIVE 1

Limitation de la position du fer par la bonne pratique de la programmation

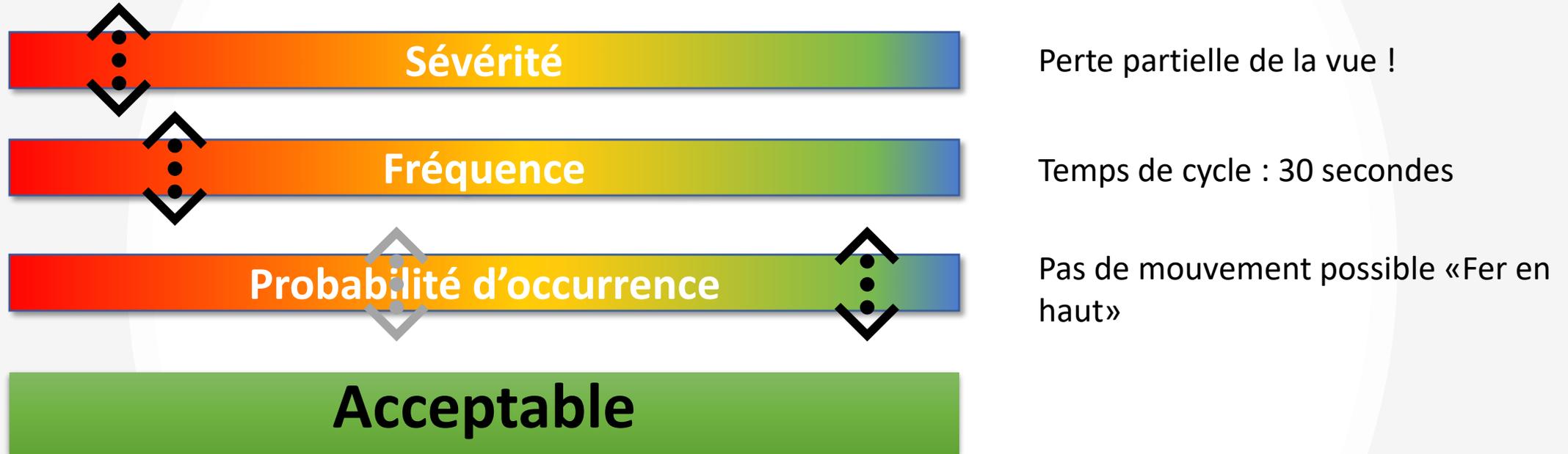


### Mesures

- Limiter vitesse des mouvements dangereux
- Avertir du mouvement dangereux : lampe flash et/ou buzzer dès que l'on déplace le bras 2
- EPI

❑ ANALYSE DES RISQUES : RISQUE 4 / MESURE CORRECTIVE 2

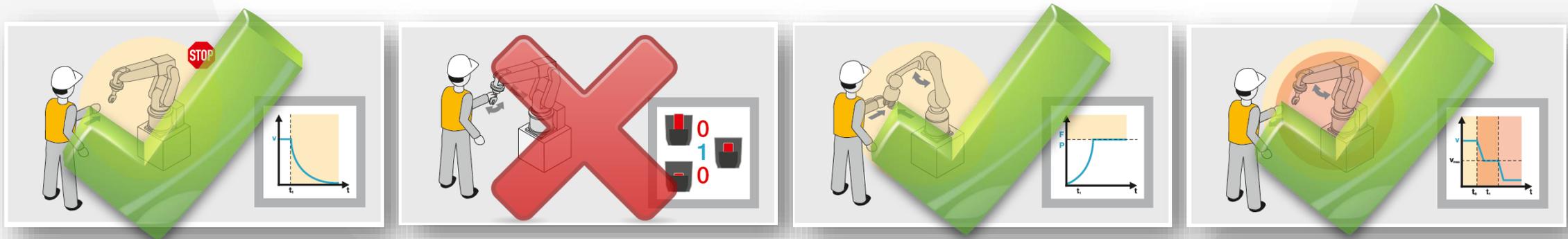
Limitation de la position du fer par une FONCTION SAFETY de la commande



# **Cas pratique 2**

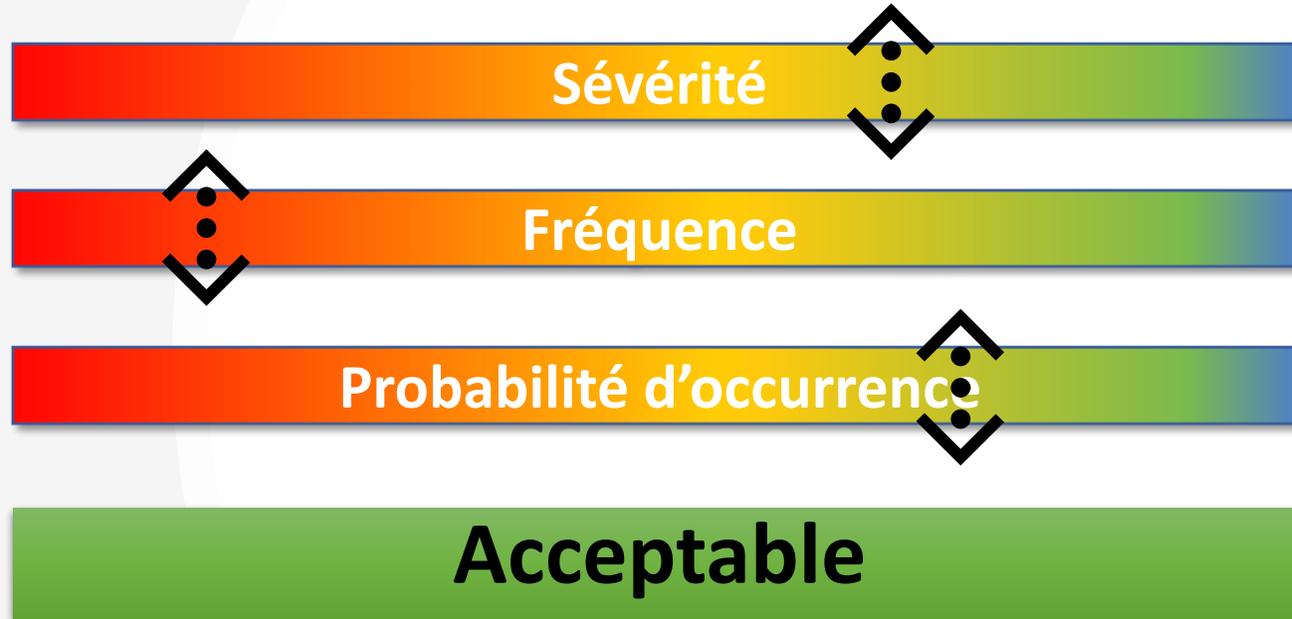
## **Collaboration sans risques sauf si....**

❑ Utilisation d'un robot «certifié sans risque»

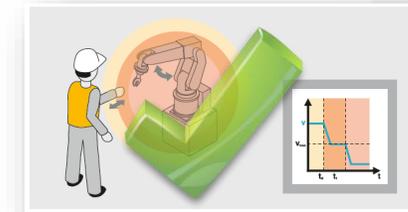


ANALYSE DES RISQUES – Transport d’une pièce plastique souple

Risque de choc/écrasement des pieds/mains en mode COLLABORATIF avec peau

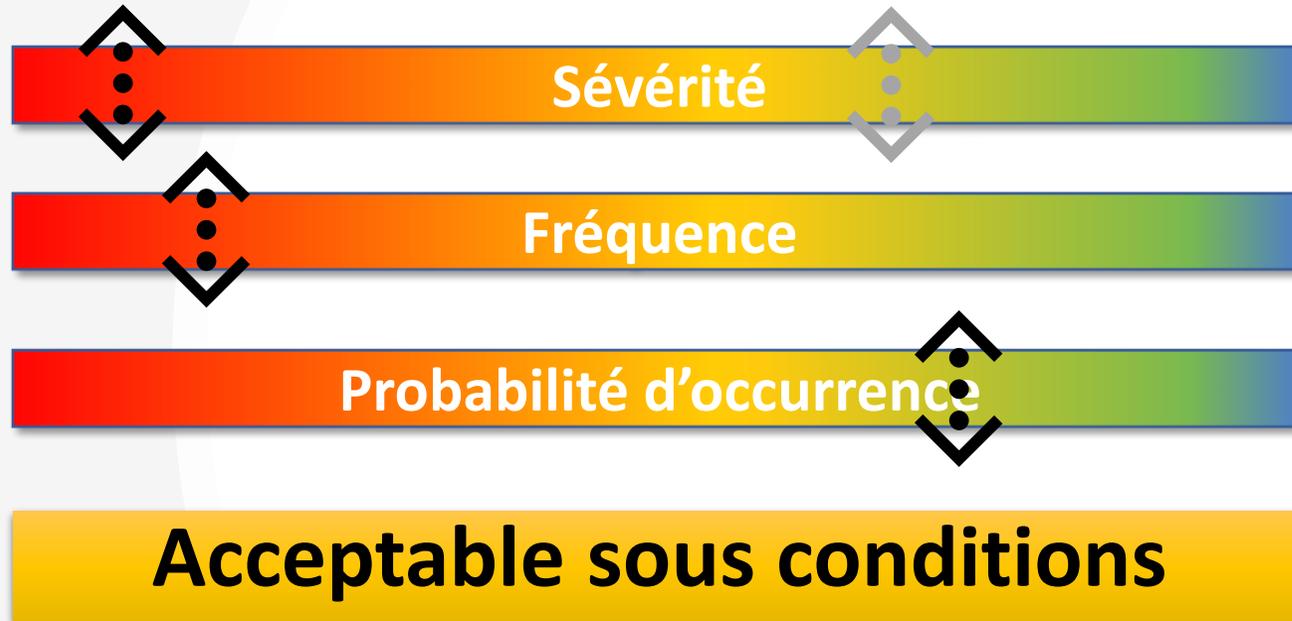


Temps de cycle : 20 secondes

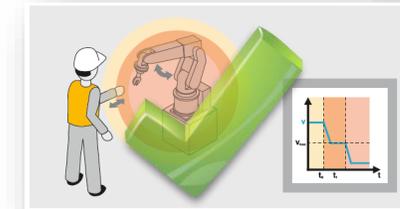


ANALYSE DES RISQUES – Transport d'une lame

Risque de perforation des pieds/mains en mode COLLABORATIF



Temps de cycle : 20 secondes



**Mesures**

- Limiter vitesse des mouvements dangereux
- Avertir du mouvement dangereux (lampe flash ou buzzer dès que le robot se déplace)
- EPI

# **Cas pratique 3**

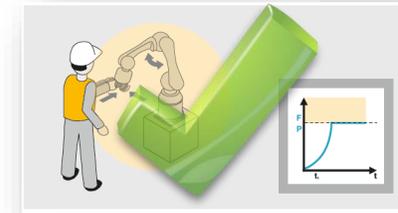
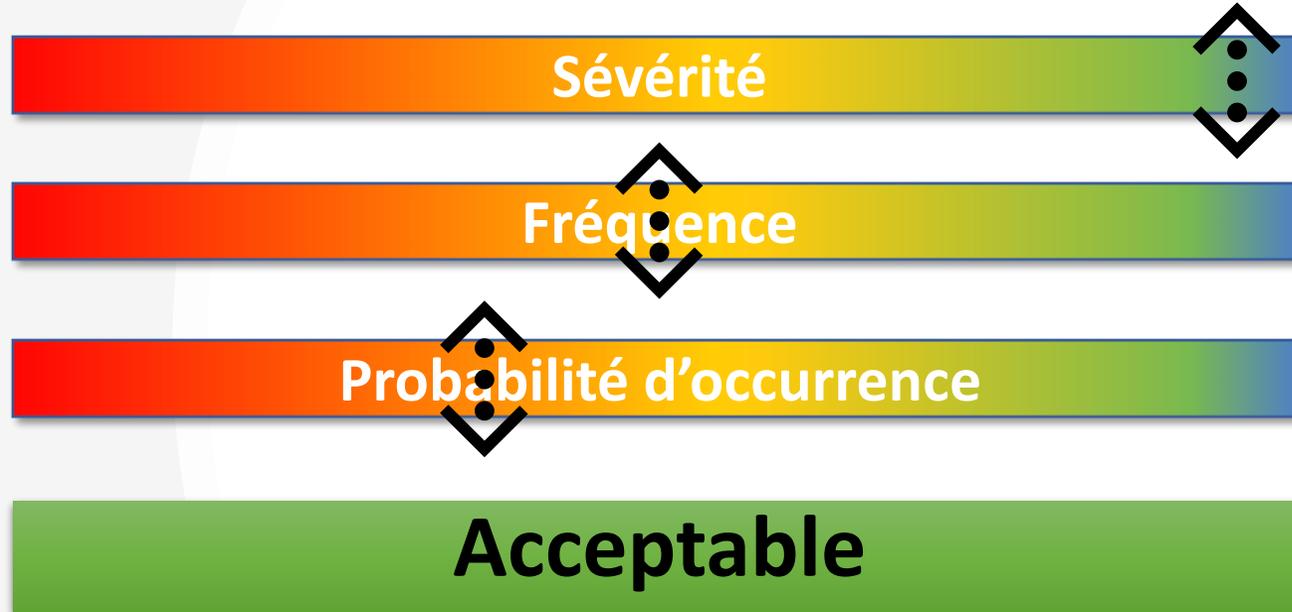
## **Collaboration sans risques sauf si....**

❑ Utilisation d'un robot «certifié sans risque»

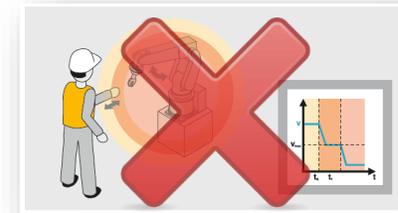


ANALYSE DES RISQUES – Transport d'un pneu

Risque de choc/écrasement des pieds/mains en mode COLLABORATIF



Temps de cycle : 120 secondes



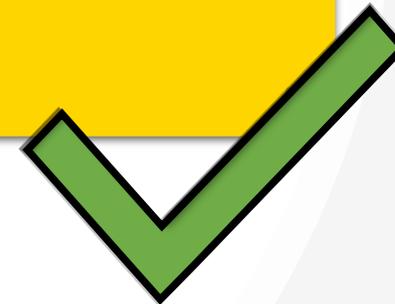
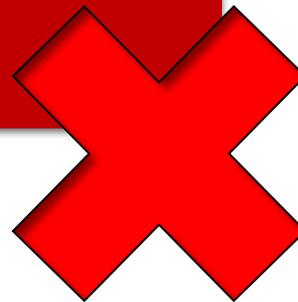
Analyse de risques

Si on transporte un objet tranchant ou pointu à la place du pneu, le risque est-il .... ?



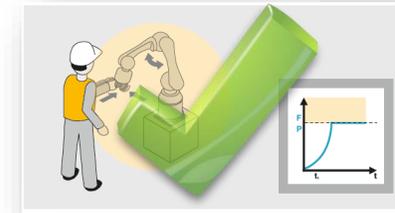
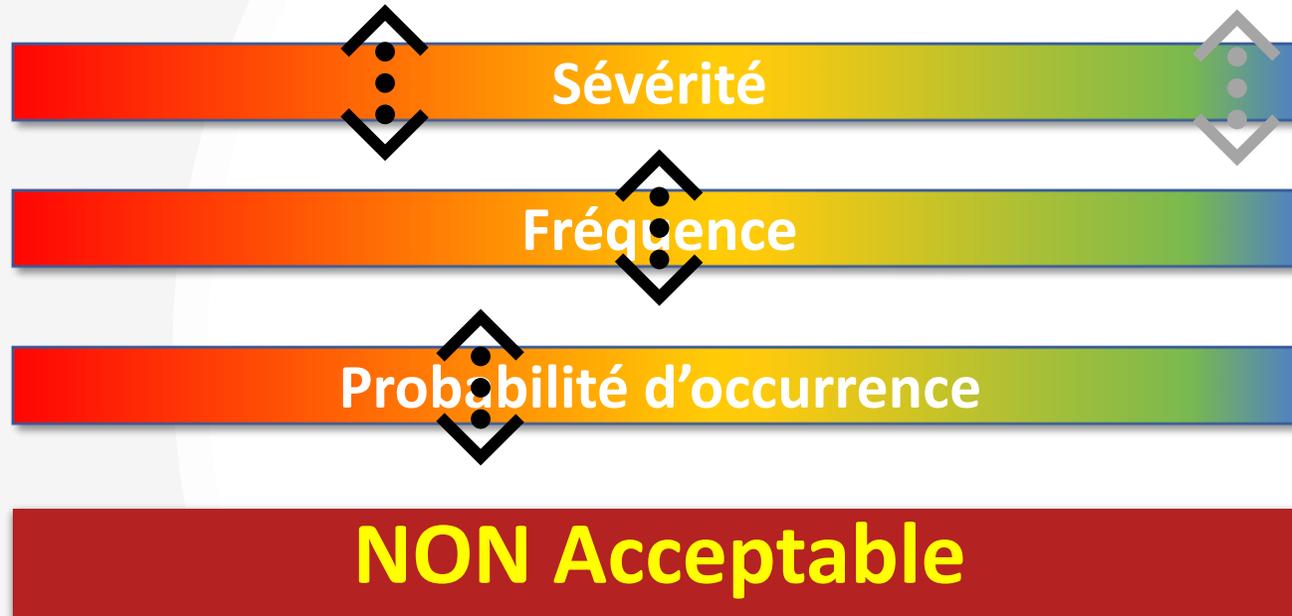
**Toujours ACCEPTABLE**

**NON ACCEPTABLE**



❑ ANALYSE DES RISQUES – Transport d'une lame

Risque de perforation des pieds/mains en mode COLLABORATIF



Temps de cycle : 120 secondes



## Mesures

- Activation du mode **Contrôle de la vitesse et de la distance de séparation**
- Avertir du mouvement dangereux (lampe flash ou buzzer dès que le robot se déplace)
- EPI

## □ CONCLUSIONS

L'utilisation d'un robot «certifié» collaboratif **ne signifie pas** que les risques sont ACCEPTABLES

Il faut caractériser chaque mouvement du process afin de déterminer les risques précisément !

→ Analyse de risques

Dans différents cas, les mesures correctives liées au robot, limitation de la vitesse et limitation de position du bras, limitation de la force, etc.... ne suffisent pas forcément. On voit que certaines situations à risque ne peuvent pas être gérées par des fonctions de sécurités du bras (PL - ISO 13849) car la commande du robot n'intègre pas ce type de contrôles

→ Risques résiduels à gérer par le port d'EPI (gants, lunettes, chaussures) ou adjonction d'autres systèmes SAFETY

QUESTIONS ?



**MERCI !**