



# **le risque mécanique**

**application par  
l'approche par les risques**

# risque mécanique

## *définition*

- **ensemble des facteurs physiques qui peuvent être à l'origine d'une blessure par l'action mécanique d'éléments**
  - de machine
  - d'outils
  - de pièces
  - de matériaux solides
  - de fluides projetés

# machine

## *définition*

*(R 233 - 83 code du travail)*

**une machine est :**

- **un ensemble de pièces ou d'organes liés entre eux dont au moins un est mobile et le cas échéant, d'actionneurs, de circuits de commande et de puissance réunis de façon solidaire en vue de transformer, traiter ou conditionner des matériaux ou déplacer des charges**
- ***ou* un ensemble de machines qui concourent à un même résultat et sont solidaires dans leur fonctionnement**
- ***ou* un équipement interchangeable destiné à être assemblé à une ou plusieurs machines différentes par l'utilisateur lui-même en vue d'en modifier la fonction**



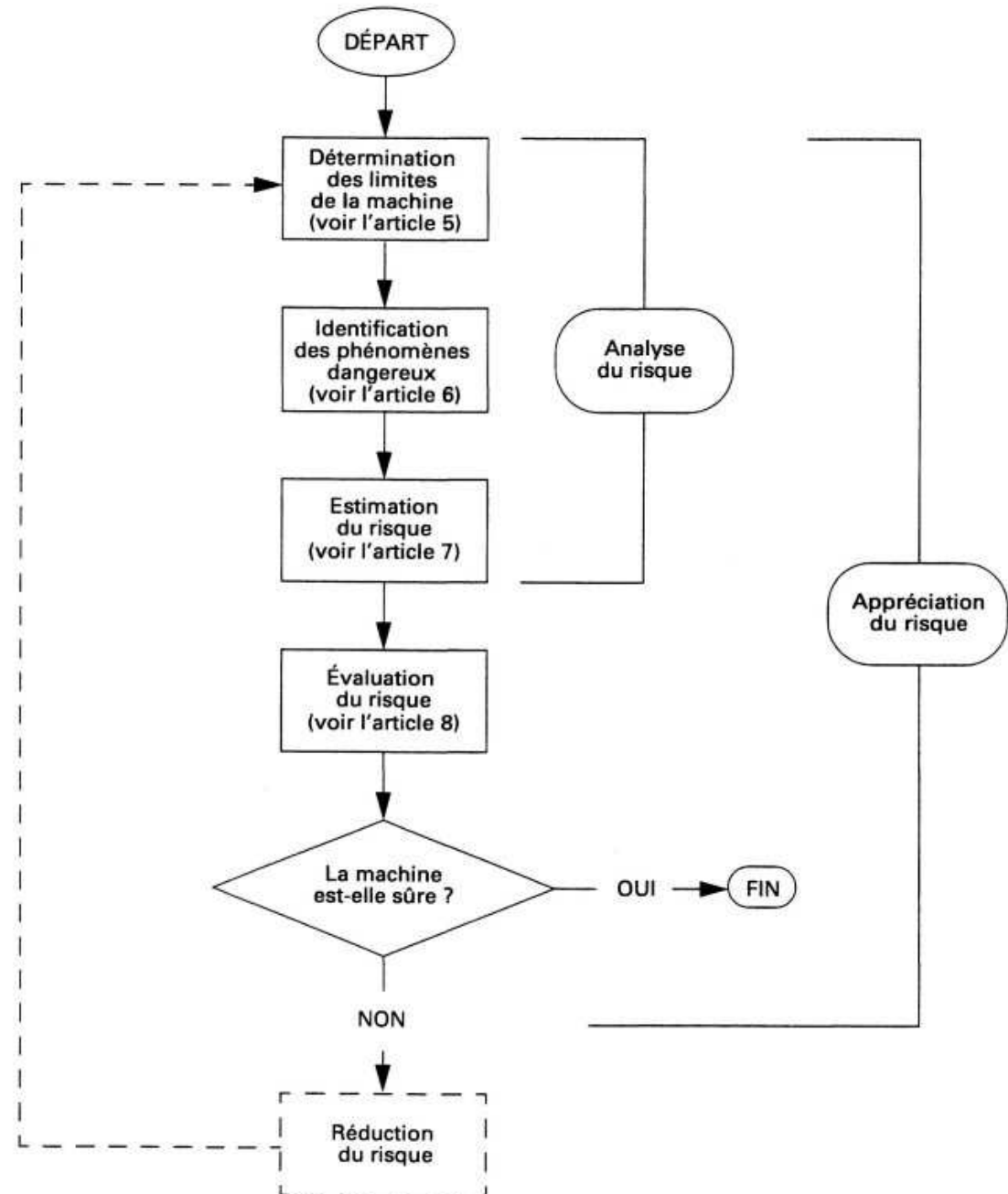
# les accidents de travail dus aux machines



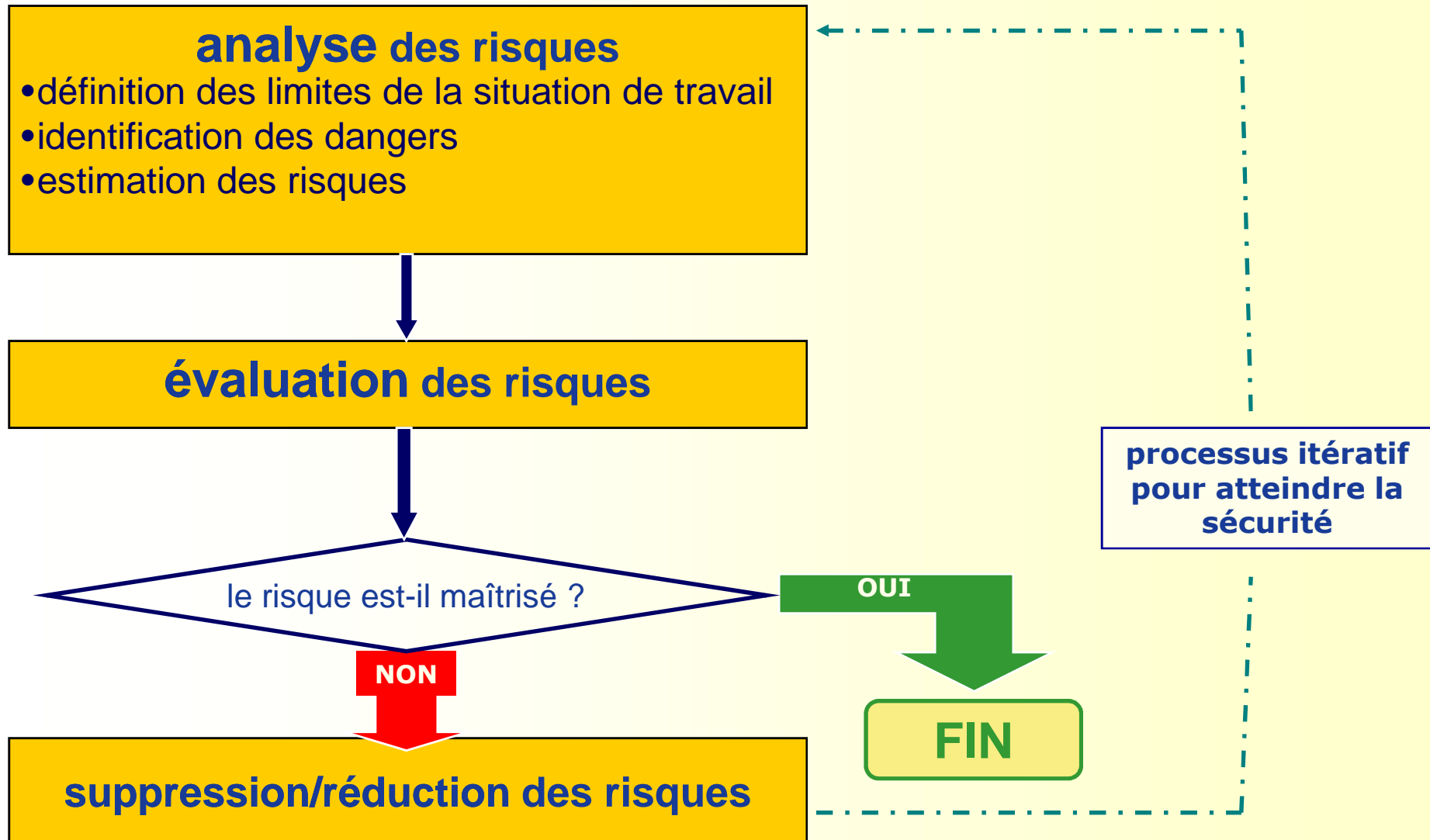
**utilisation de l'approche par les  
risques pour appréhender le  
risque mécanique et ses  
caractéristiques**

# une origine normative

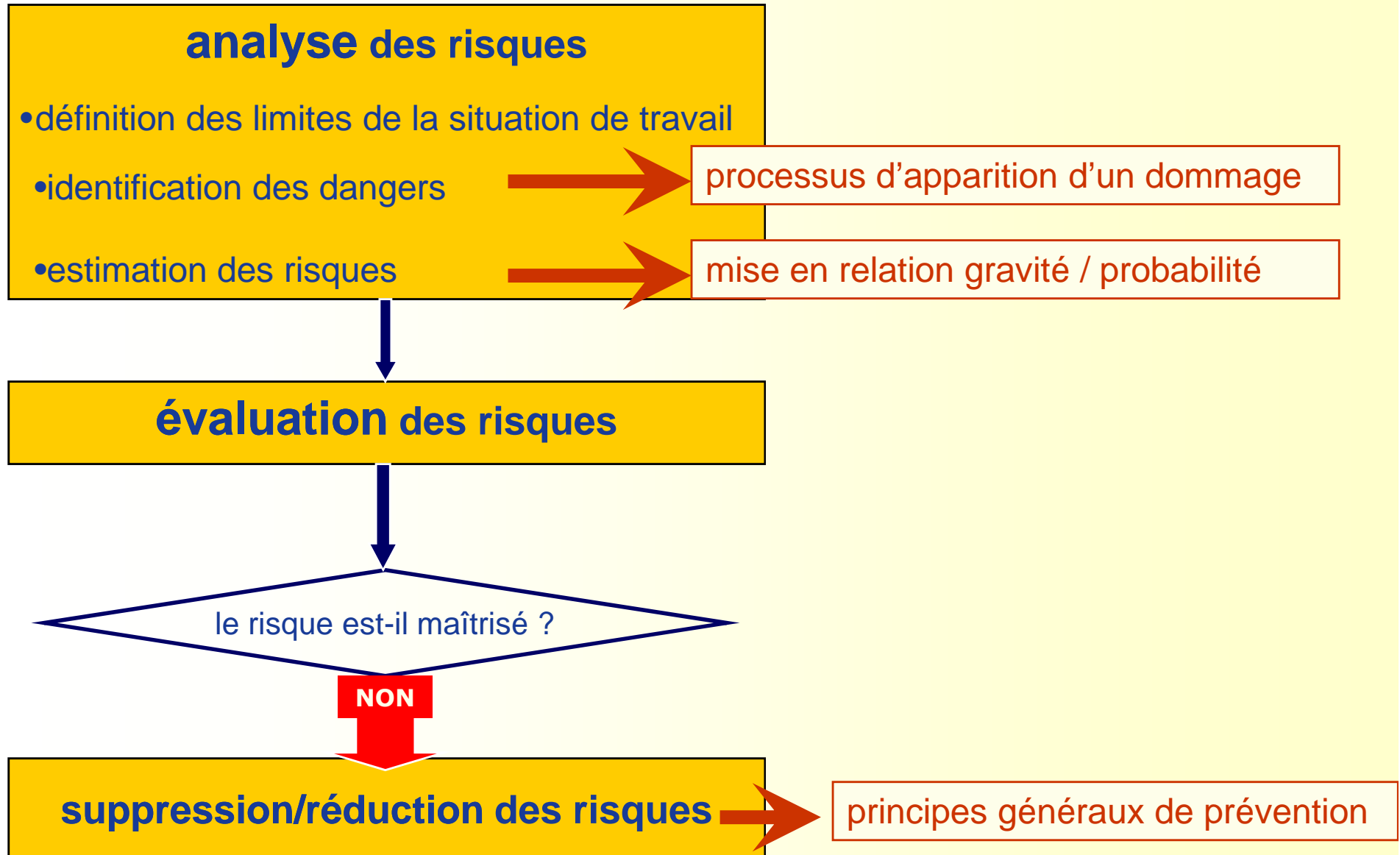
extrait des normes  
EN1050 et ISO12100  
(processus itératif pour  
atteindre la sécurité)



# les phases de la démarche d'approche par les risques



# les outils de chaque étape



## analyse des risques

- définition des limites de la situation de travail
- identification des dangers
- estimation des risques

évaluation des risques

le risque est-il maîtrisé ?

NON

suppression/réduction des risques

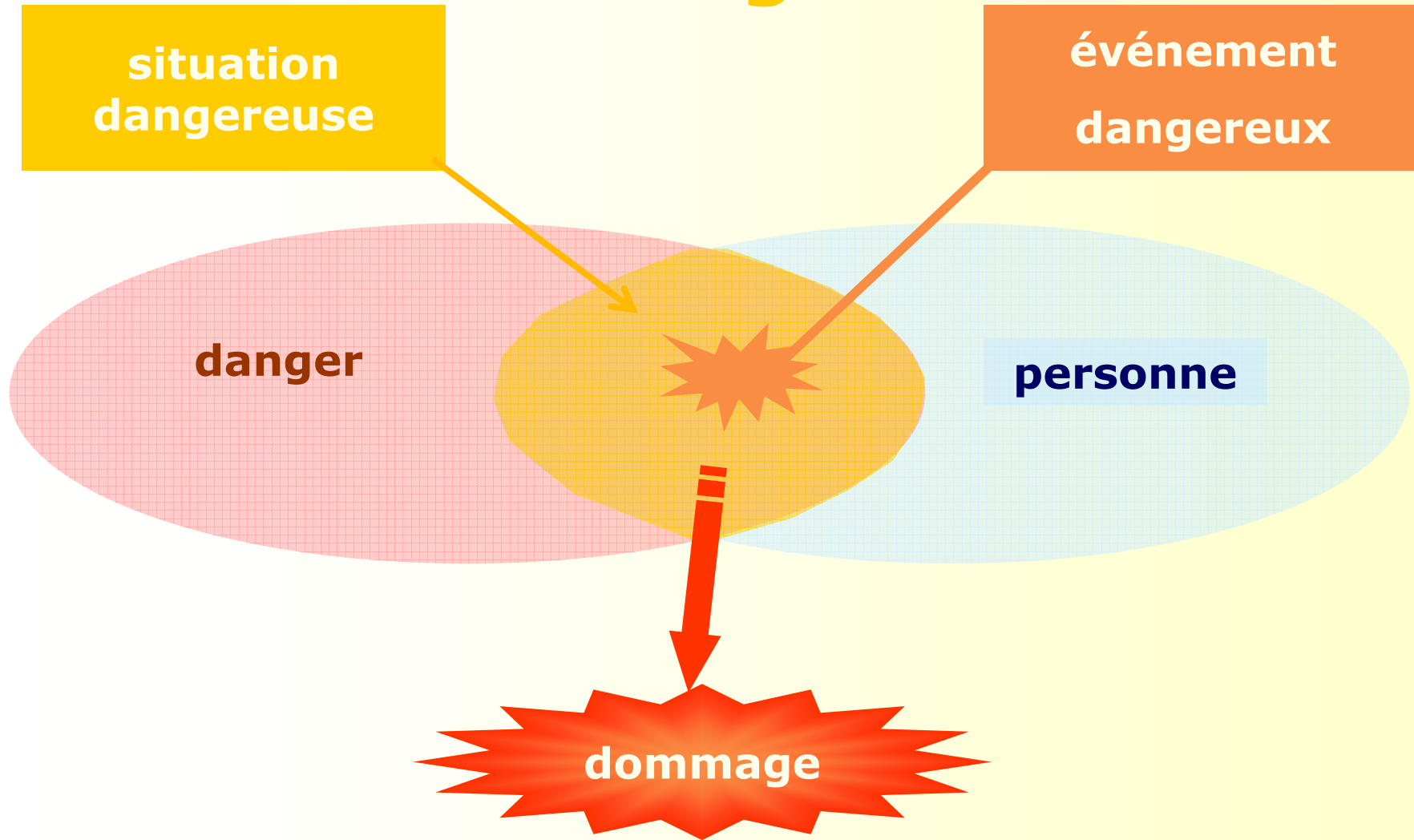
# étape 1

# l'analyse des risques

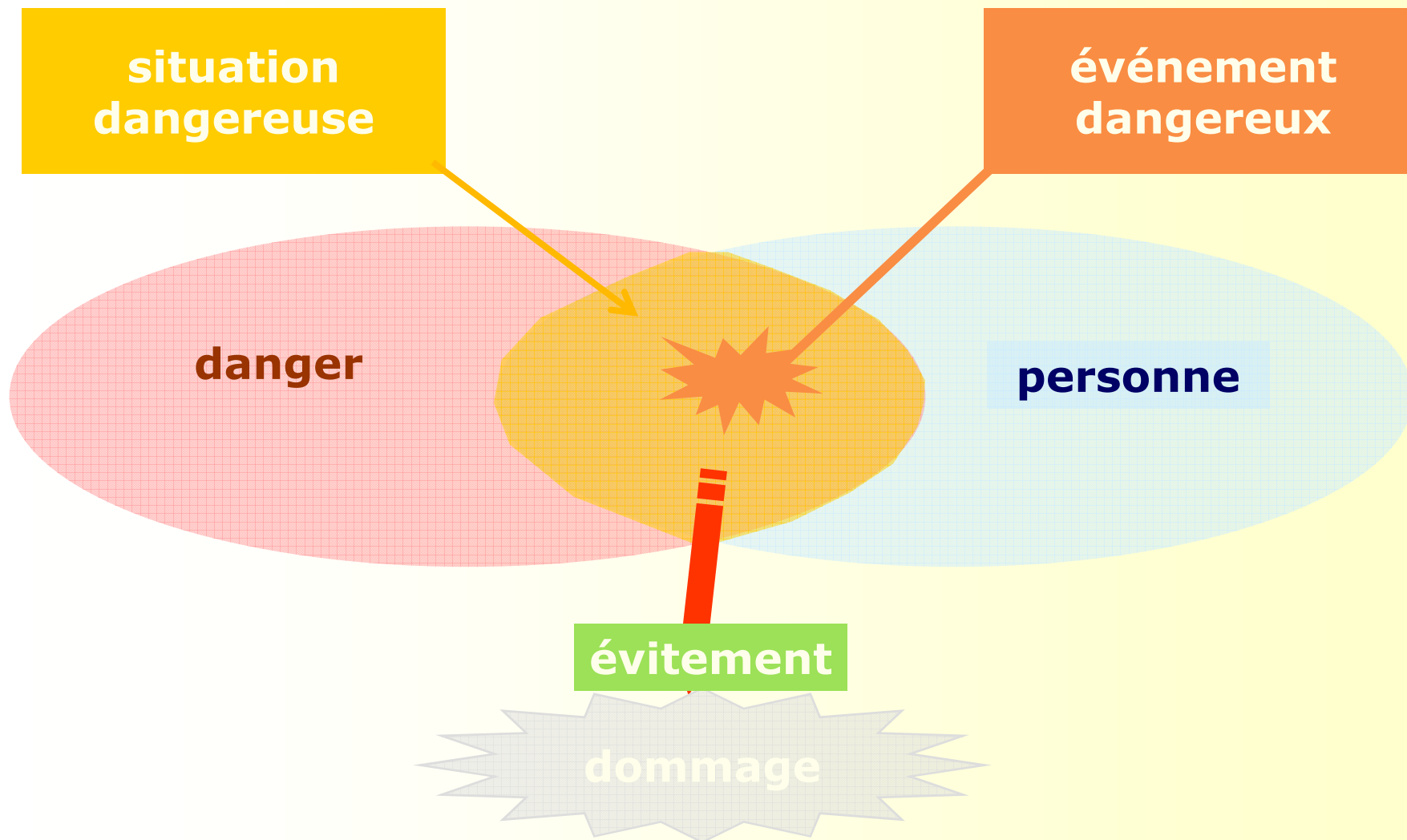
**outil :**

**processus  
d'apparition  
d'un dommage**

# apparition d'un dommage



# éviter



# **danger** *définition*

## **source potentielle de dommage**

- exemple : fraise coupante, charge en hauteur, atmosphère confinée

# situation dangereuse

## *définition*

**toute situation dans laquelle une (plusieurs) personne(s) est (sont) exposée(s) à un ou plusieurs dangers.**

- **l'exposition peut entraîner un dommage immédiat ou à plus long terme**

### **exemples**

- travailler à proximité d'une pièce nue sous tension, manipuler des produits chimiques, travailler sous une charge en hauteur, manipuler un objet tranchant
- travailler en ambiance sonore élevée ...

# événement dangereux

## *définition*

### **événement capable de provoquer un dommage (accident ou atteinte à la santé)**

- il se caractérise par sa probabilité d'apparition
- il peut se produire sur une période courte ou au contraire sur une période prolongée (notion d'exposition à long terme)

### **exemples**

- contact de la pièce nue sous tension avec la peau, inhalation de vapeurs toxiques, chute de hauteur, de plain-pied, mouvement inopiné ...
- fréquence et/ou durée d'exposition au bruit, au transport manuel de charges ...

# dommage *définition*

## **blessure physique ou atteinte à la santé**

- le dommage est caractérisé par sa gravité

### **exemples**

- brûlure, fractures, amputation, décès ...
- lombalgie, surdité, cancer ...
- blessure superficielle sans arrêt
- blessure grave avec arrêt

## analyse des risques

- définition des limites de la situation de travail
- identification des dangers
- estimation des risques

évaluation des risques

le risque est-il maîtrisé ?

NON

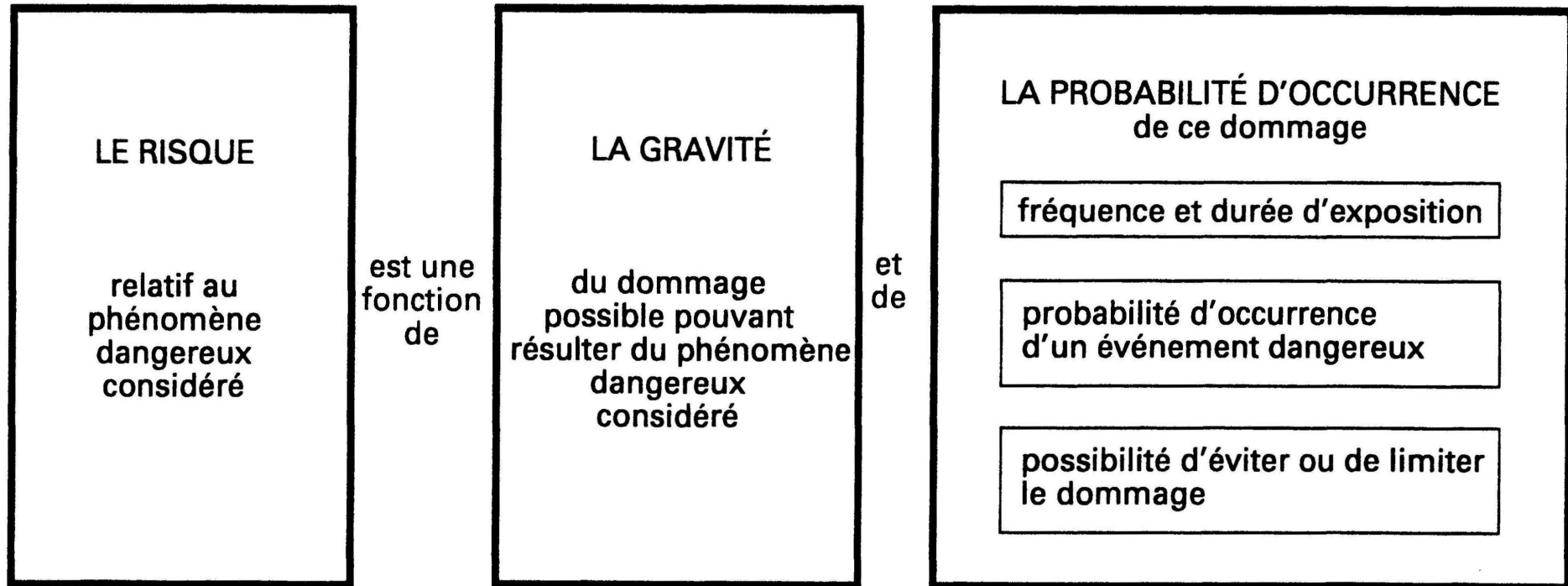
suppression/réduction des risques

**étape 1**  
**l'analyse**  
**des risques**

**outil :**

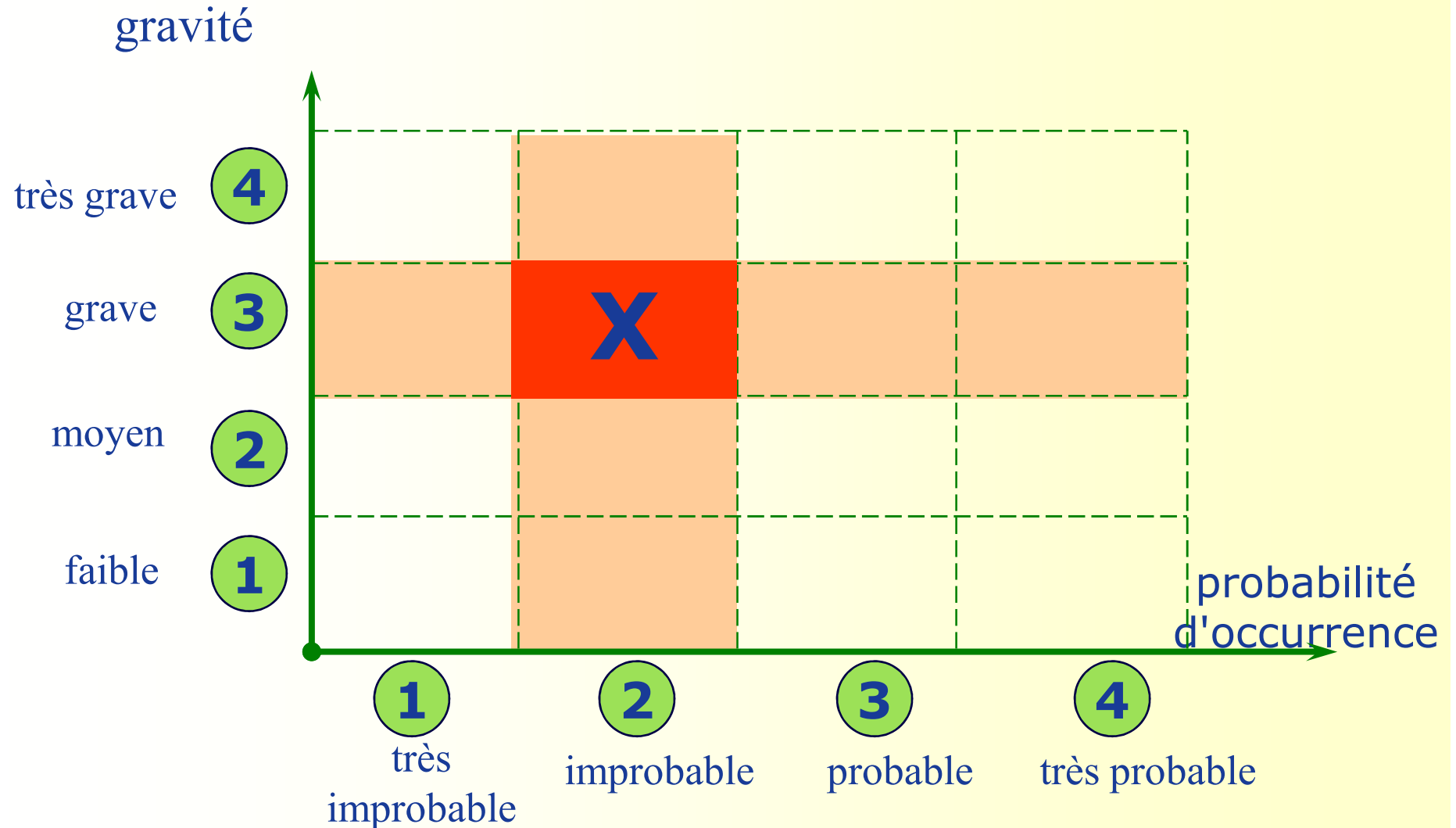
**mise en relation**  
**gravité /**  
**probabilité**

# estimation du risque



extrait des normes EN 1050 / ISO 12100

# exemple d'estimation des risques *mise en relation*





# **les risques d'origine mécanique**

# paramètres des machines à intégrer

- la forme (éléments coupants, arêtes vives)
- la disposition relative des pièces en mouvement
- la masse et la stabilité (chute)
- la masse et la vitesse (énergie cinétique)
- l'accélération
- la résistance mécanique (rupture, éclatement, flexion)
- l'énergie potentielle (ressorts, éléments élastiques, gaz et liquides sous pression)



enseigner la santé & sécurité au travail

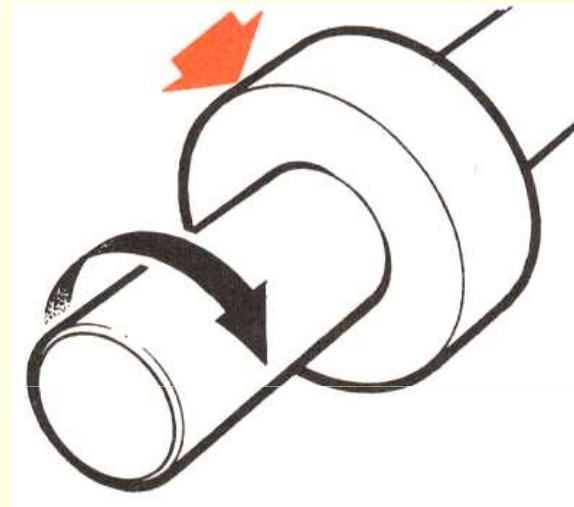
# risques d'origine mécaniques

- écrasement
- cisaillement
- coupure, sectionnement
- happement, enroulement
- entraînement, engagement
- chocs
- perforation, piqûre
- abrasion
- éjection de fluides sous haute pression
- projection de pièces, outils, poussières ...

# entraînement

## exemples :

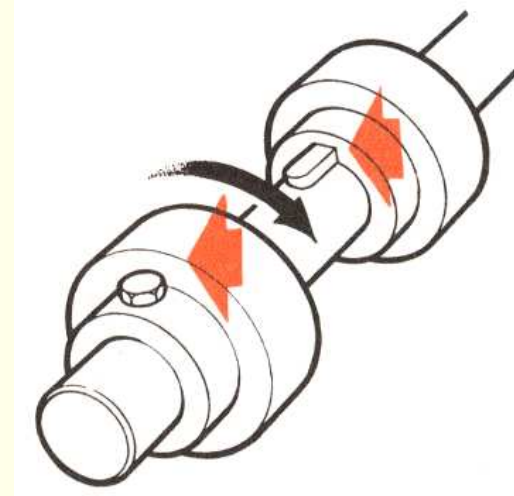
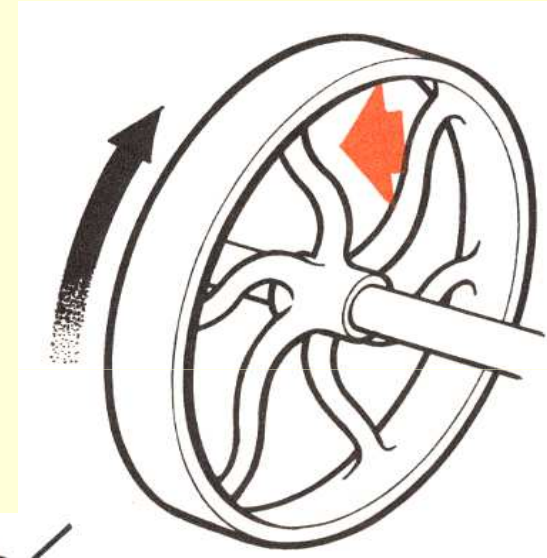
- **accouplement**
- **broche**
- **plateau**
- **barre ...**



# choc, écrasement, cisaillement, entraînement, sectionnement

## exemples :

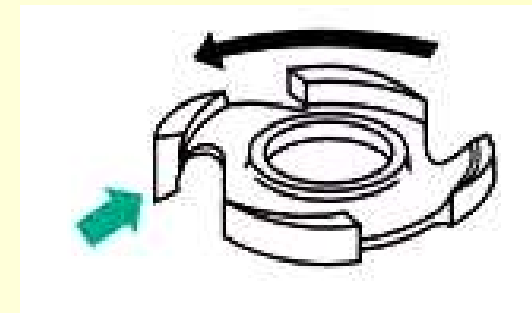
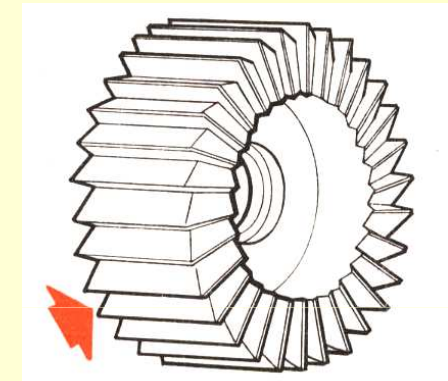
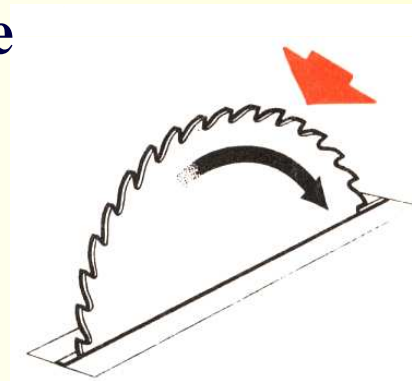
- **poulies, volant**
- **clavettes, vis d'arrêt**
- **ventilateur**
- **bras de mélangeur**



# coupure, projection, entraînement, sectionnement

## exemples :

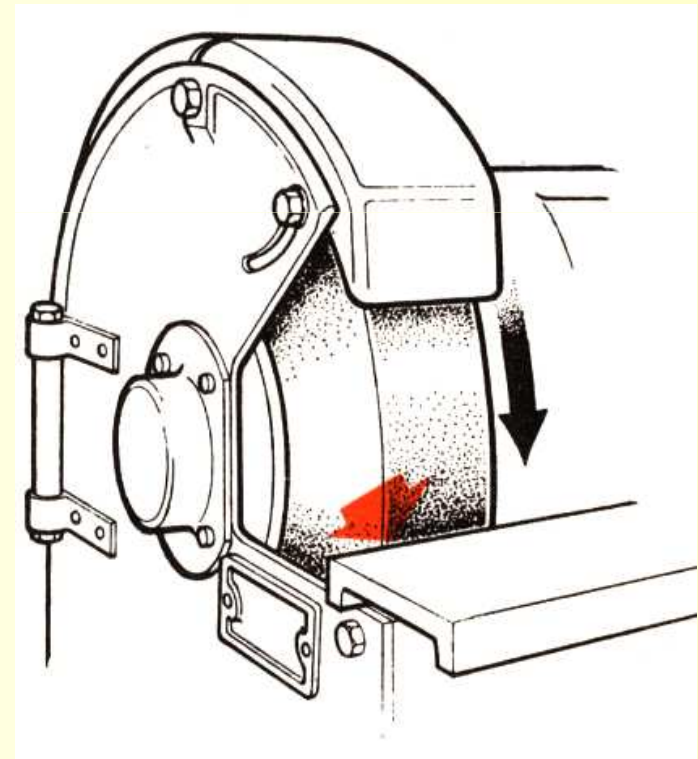
- barre d'alésage
- fraise de toupie
- lame de scie
- disque de tronçonnage



# entraînement, sectionnement, brûlure, projection

## exemples :

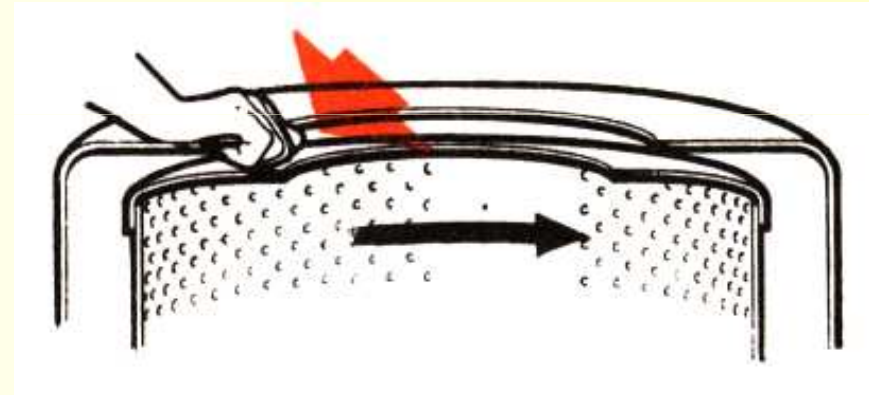
- tronçonneuse
- rectifieuse
- meuleuse ...



# entraînement, cisaillement

## exemples :

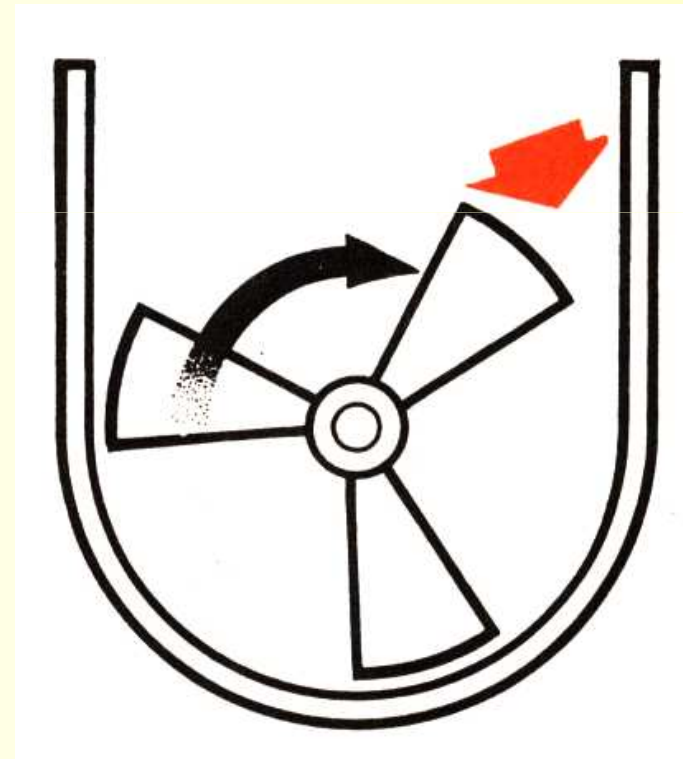
- centrifugeuse
- essoreuse



# choc, entraînement, sectionnement

## exemples :

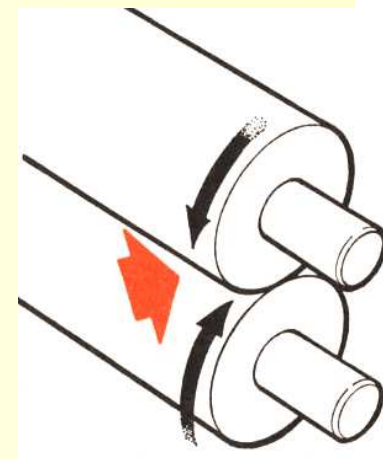
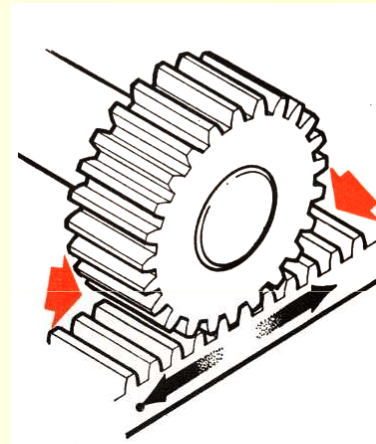
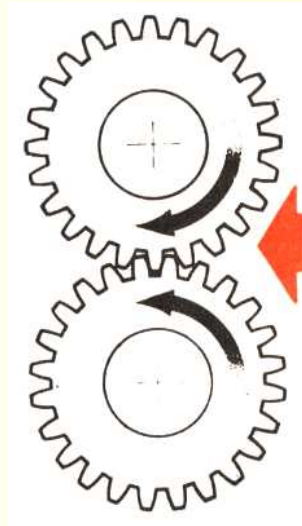
- malaxeur
- mélangeur
- hachoir



# écrasement, entraînement, brûlure

## exemples :

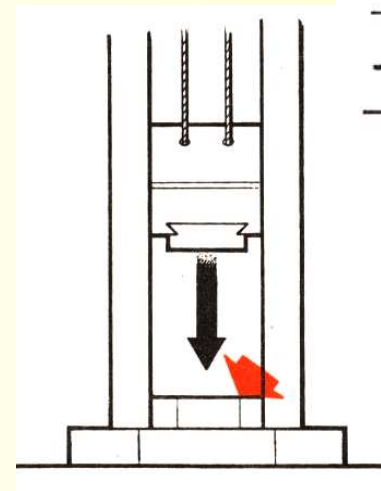
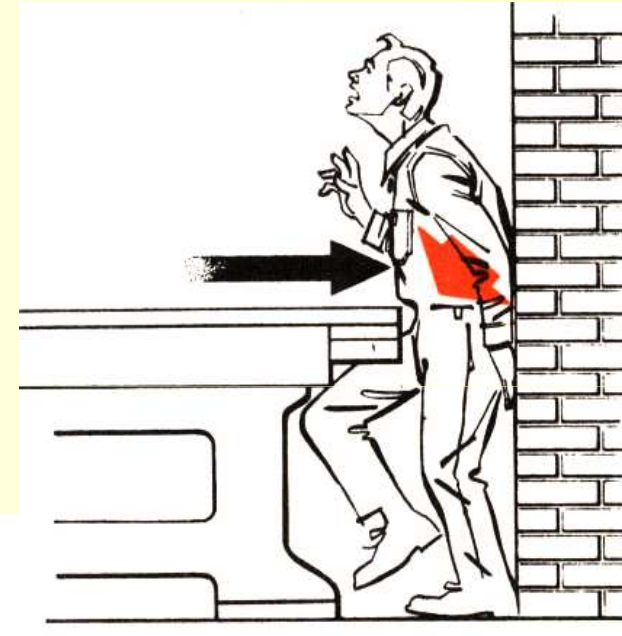
- engrenage, crémaillère
- laminoir, cylindre malaxeur
- convoyeur à rouleaux
- machine à imprimer



# écrasement, cisaillement, chocs

## exemples :

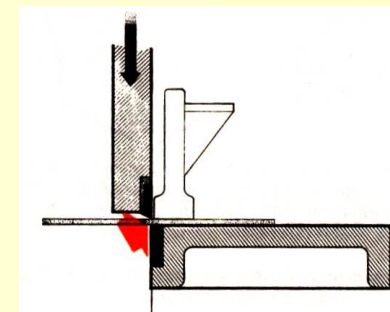
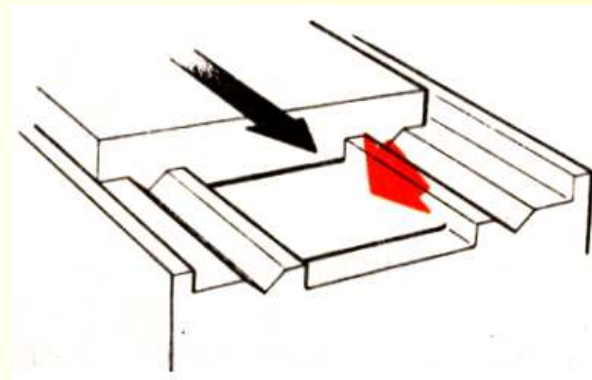
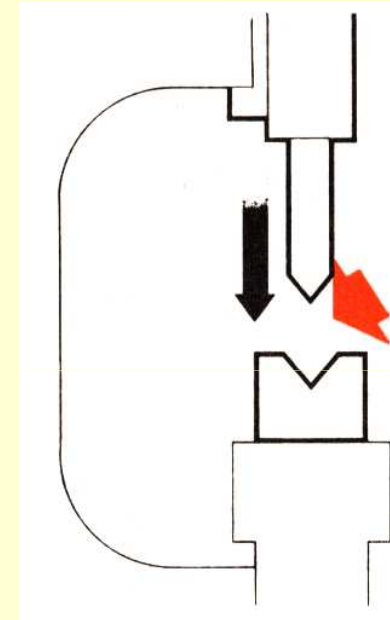
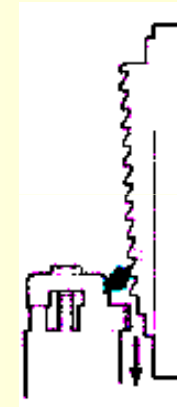
- machines à bois
- presses
- machine de moulage
- unité d'avance



# cisaillement, sectionnement, entraînement, écrasement, chocs

## exemples :

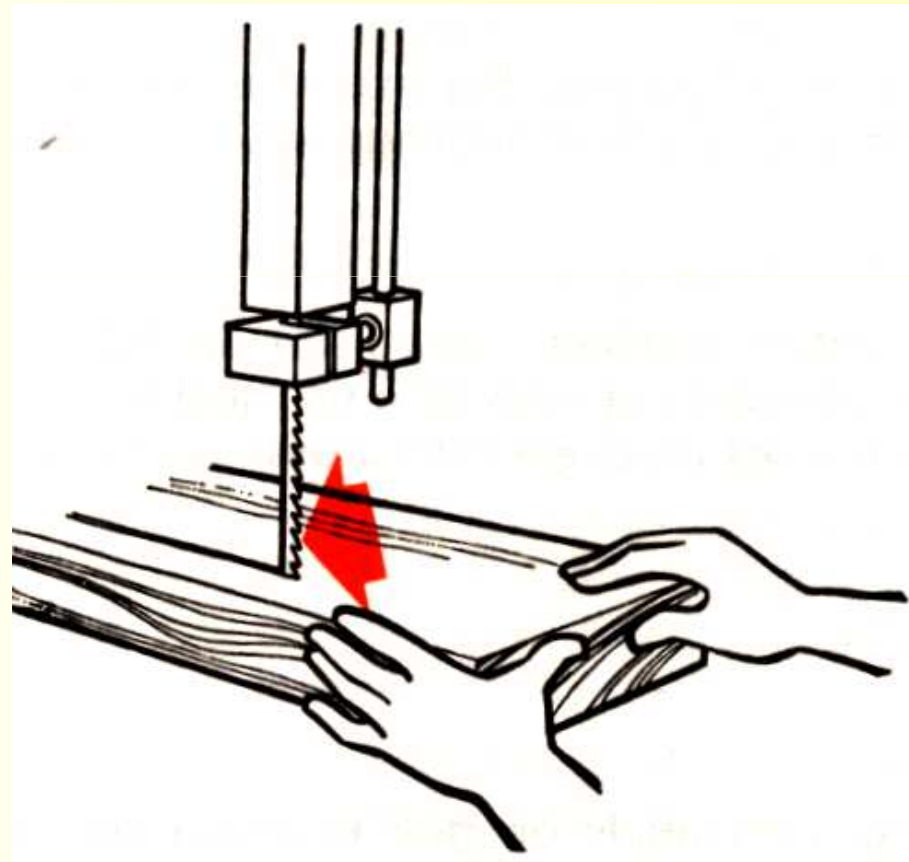
- cisaille
- presse plieuse
- brocheuse
- unité d'avance



# coupure, sectionnement

## exemples :

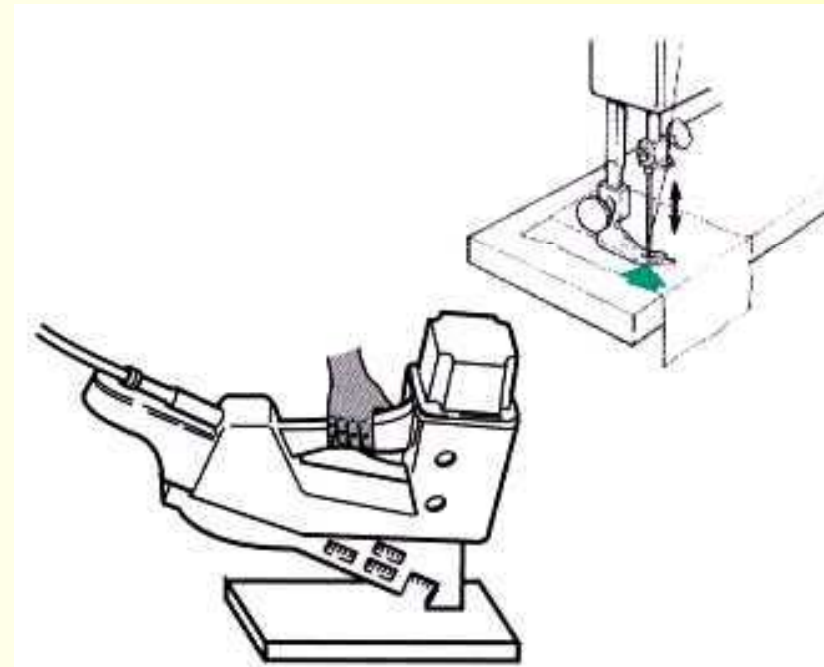
- scie à ruban



# piqûre, poinçonnement, perforation

## exemples :

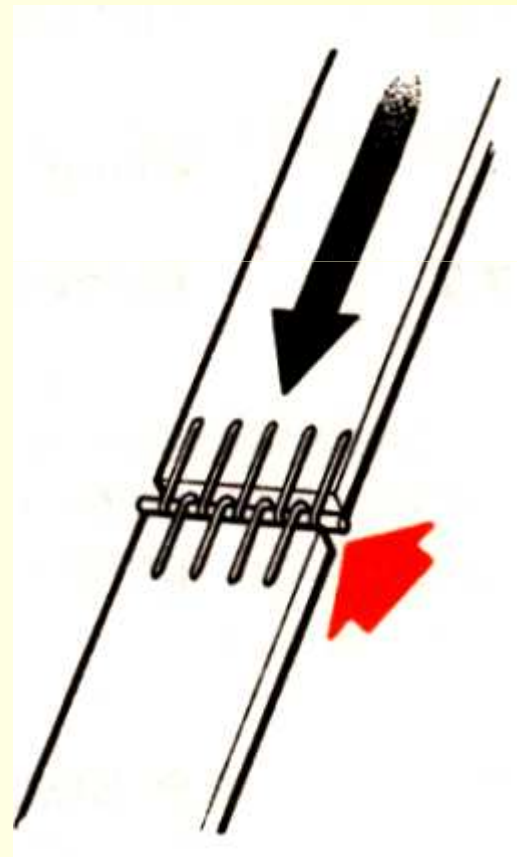
- **cloueuse**
- **agrafeuse**
- **poinçonneuse**
- **machine à coudre**



# entraînement, brûlure, piqûre

## exemples :

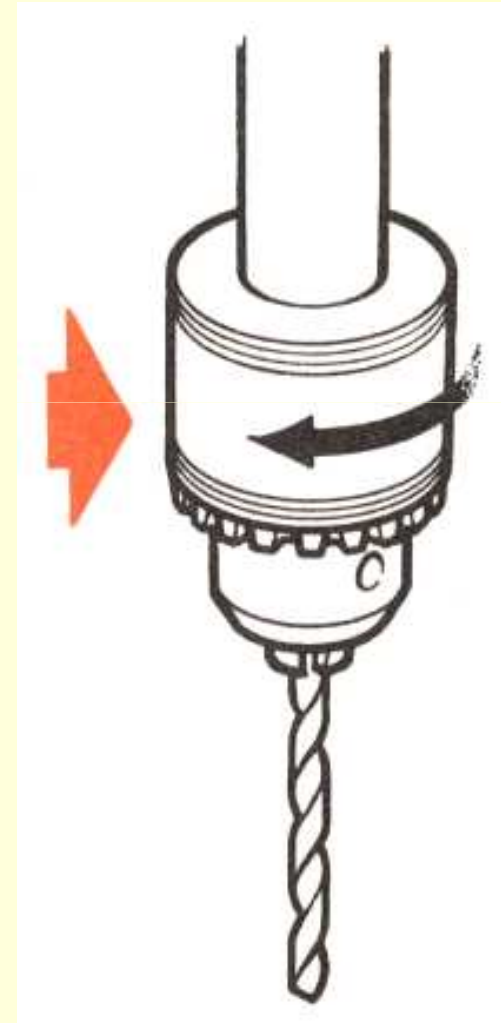
- ponceuse à bande
- agrafe de courroie



# entraînement, arrachement, choc

## exemples :

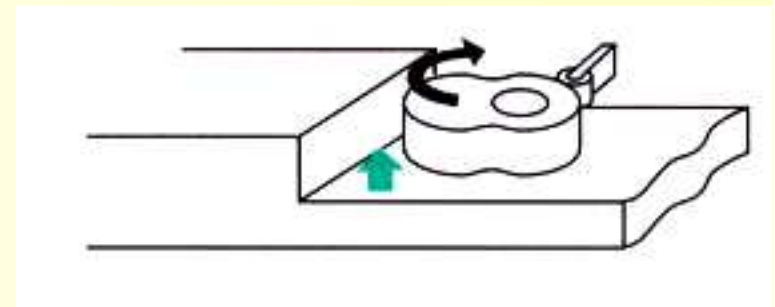
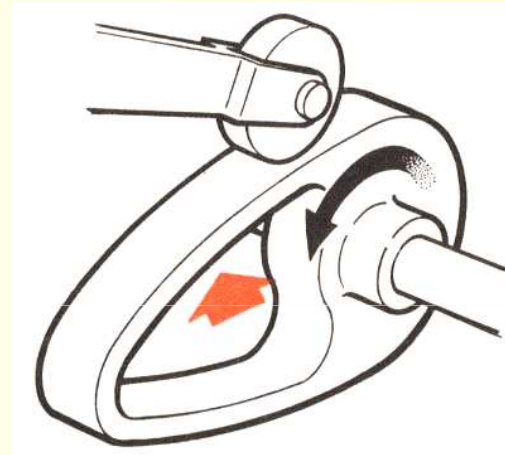
- vis d'Archimède
- broche
- mandrin



# choc, écrasement, entraînement

## exemples :

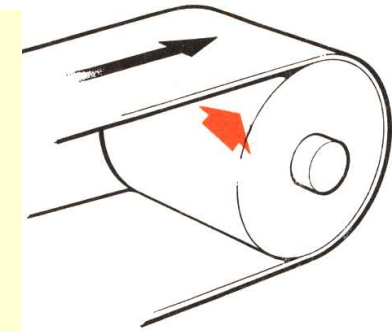
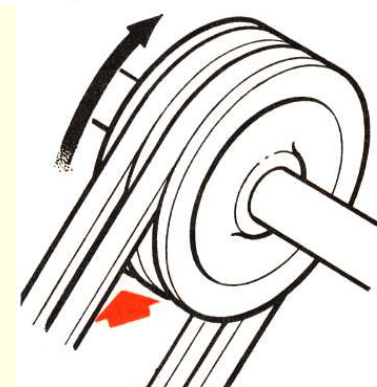
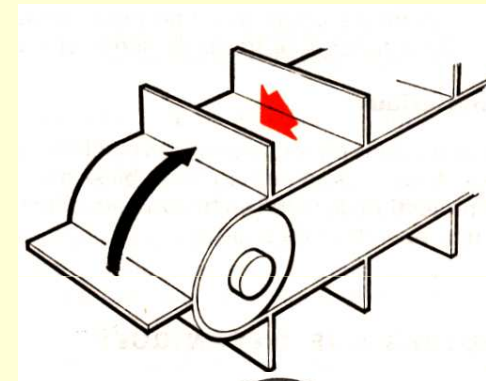
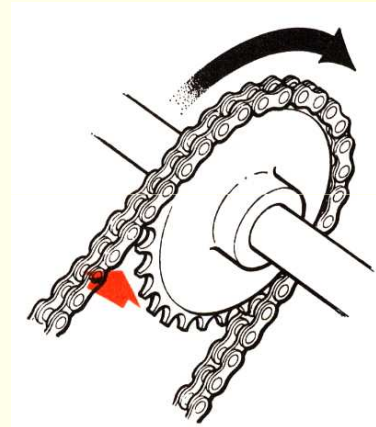
- arbre à came et galet
- excentrique



# écrasement, entraînement, choc, arrachement, sectionnement

## exemples :

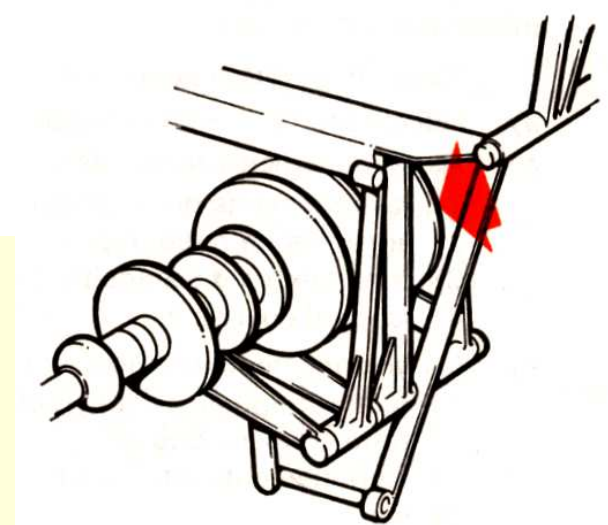
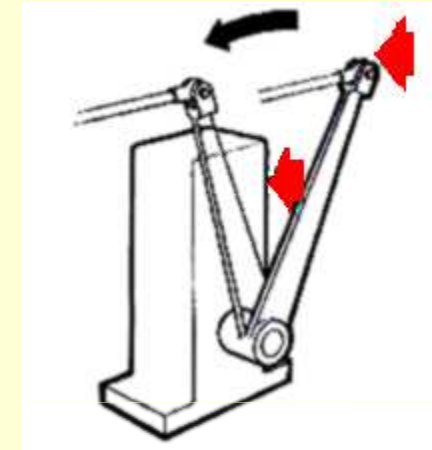
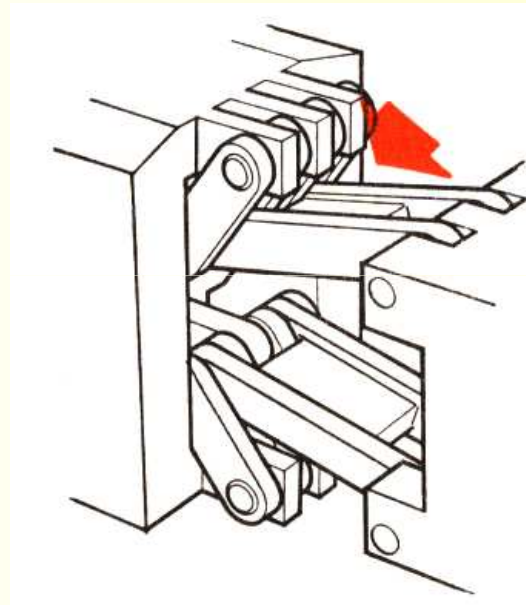
- transporteur à bandes
- transporteur à auges
- poulies et courroies
- tapis roulant
- roue à chaîne



# choc, cisaillement, écrasement, entraînement

## exemples :

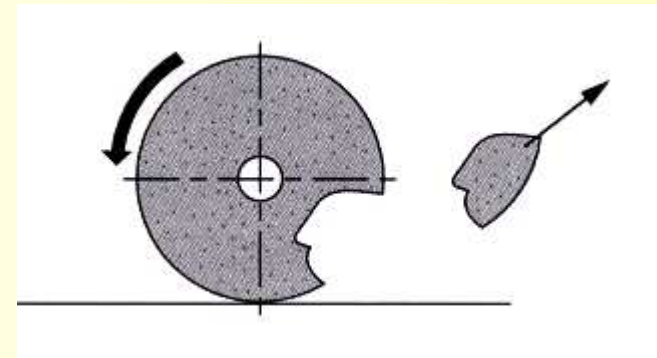
- **bielle - manivelle**
- **bras d'amenage**



# choc, projection

## exemples :

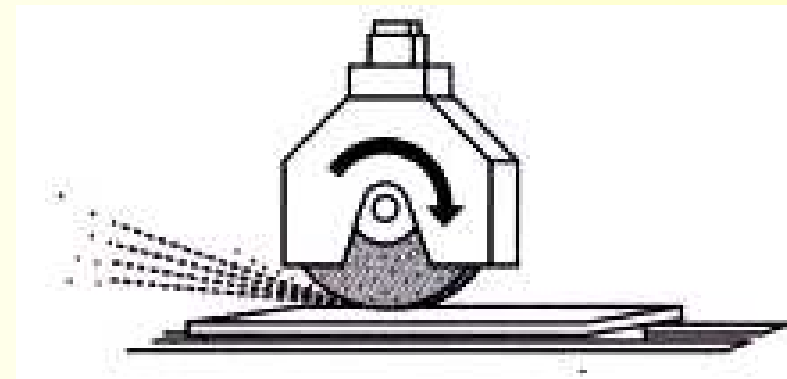
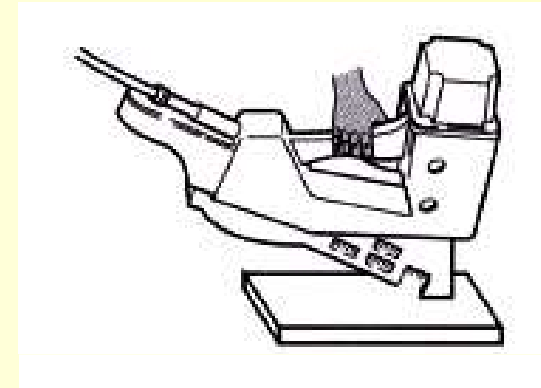
- **meule**
- **denture rapportée**
- **disque de tronçonnage**



# brûlure, entraînement, choc, projection, perforation

## exemples :

- pistolet de scellement
- meule
- conduite hydraulique, pneumatique
- cloueuse



# autres risques engendrés par les machines

- électrique
- thermique
- bruit
- vibrations
- rayonnements
- matériaux et produits utilisés
- non-respect des principes ergonomiques



## analyse des risques

- définition des limites de la situation de travail
- identification des dangers
- estimation des risques

## évaluation des risques

le risque est-il maîtrisé ?

NON

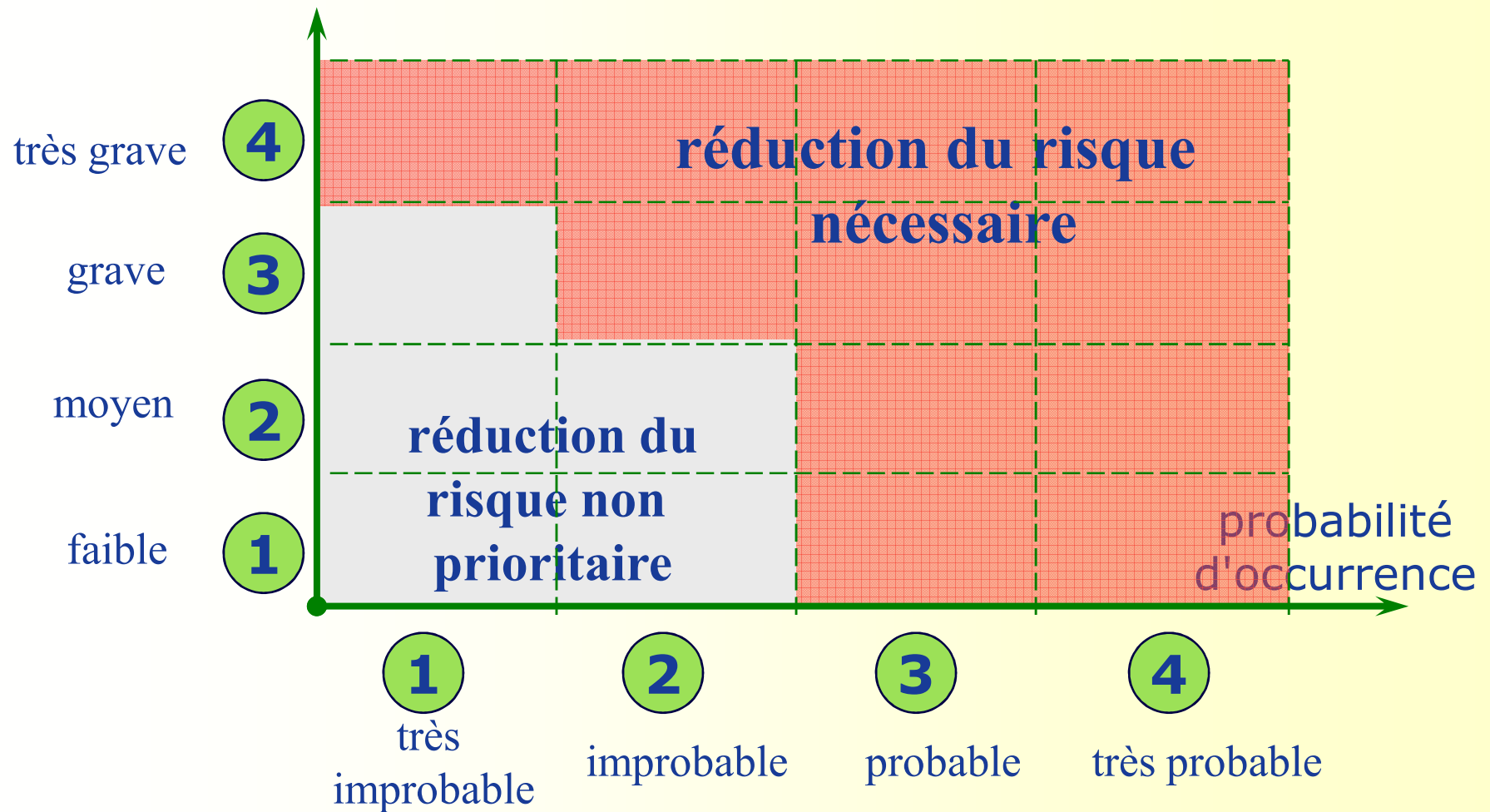
suppression/réduction des risques

# étape 2

# évaluation des risques

# évaluation des risques

gravité





## analyse des risques

- définition des limites de la situation de travail
- identification des dangers
- estimation des risques

## évaluation des risques

le risque est-il maîtrisé ?

**NON**

**suppression/réduction des risques**

## étape 3

**suppression  
ou réduction  
des risques**

**outil :**

**principes  
généraux de  
prévention**

# principes généraux de prévention

## Article II

prévention  
intrinsèque  
équipement ou  
organisation

protection  
collective

protection  
individuelle

instructions

information /  
habilitations

- a. Éviter les risques,
- b. Évaluer les risques qui ne peuvent être évités,
- c. Combattre les risques à la source,
- d. Adapter le travail à l'homme, en particulier en ce qui concerne la conception des postes de travail ainsi que le choix des équipements de travail et des méthodes de travail et de production, en vue notamment de limiter le travail monotone et le travail cadencé et de réduire les effets de ceux-ci sur la santé
- e. Tenir compte de l'évolution de la technique,
- f. Remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou moins dangereux,
- g. Planifier la prévention en y intégrant, dans un ensemble cohérent, la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants;
- h. Prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle;
- i. Donner les instructions appropriées aux travailleurs,

## Article III

- a. Évaluer les risques pour la sécurité et la santé des travailleurs, y compris dans le choix des procédés de fabrication, des équipements de travail, des substances ou préparations chimiques, dans l'aménagement ou le réaménagement des lieux de travail ou des installations et dans la définition des postes de travail; à la suite de cette évaluation et en tant que de besoin, les actions de prévention ainsi que les méthodes de travail et de production mises en oeuvre par l'employeur doivent garantir un meilleur niveau de protection de la sécurité et de la santé des travailleurs et être intégrées dans l'ensemble des activités de l'établissement et à tous les niveaux de l'encadrement;
- b. Lorsqu'il confie des tâches à un travailleur, prendre en considération les capacités de l'intéressé à mettre en oeuvre les précautions nécessaires pour la sécurité et la santé.

# hiérarchie des moyens de réduction des risques

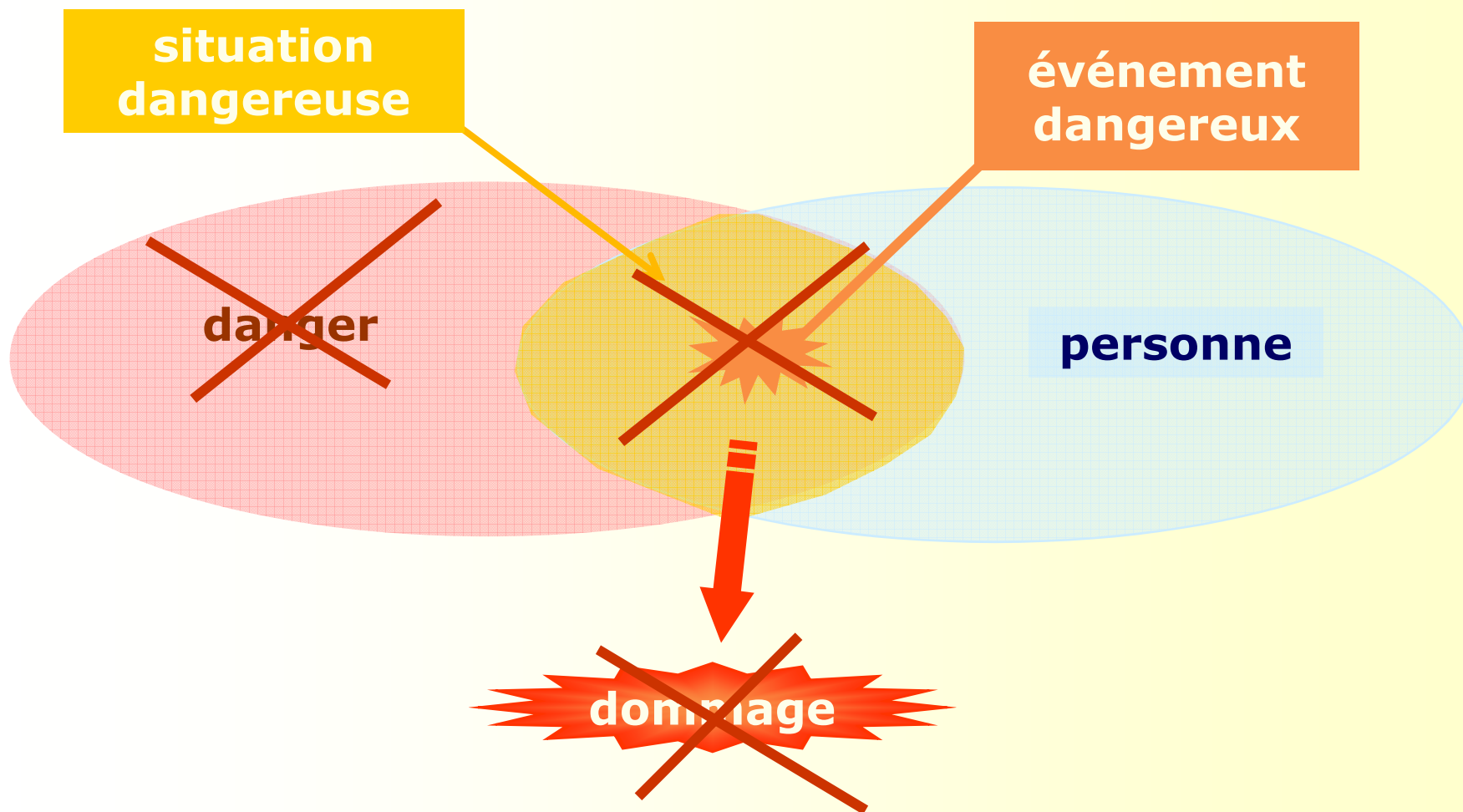
- prévention intrinsèque
  - protection collective
    - protection individuelle
      - instruction
        - information /habilitations

F  
O  
R  
M  
A  
T  
I  
O  
N  
S

C  
E  
R  
T  
I  
F  
I  
C  
A  
T  
I  
V  
E  
S

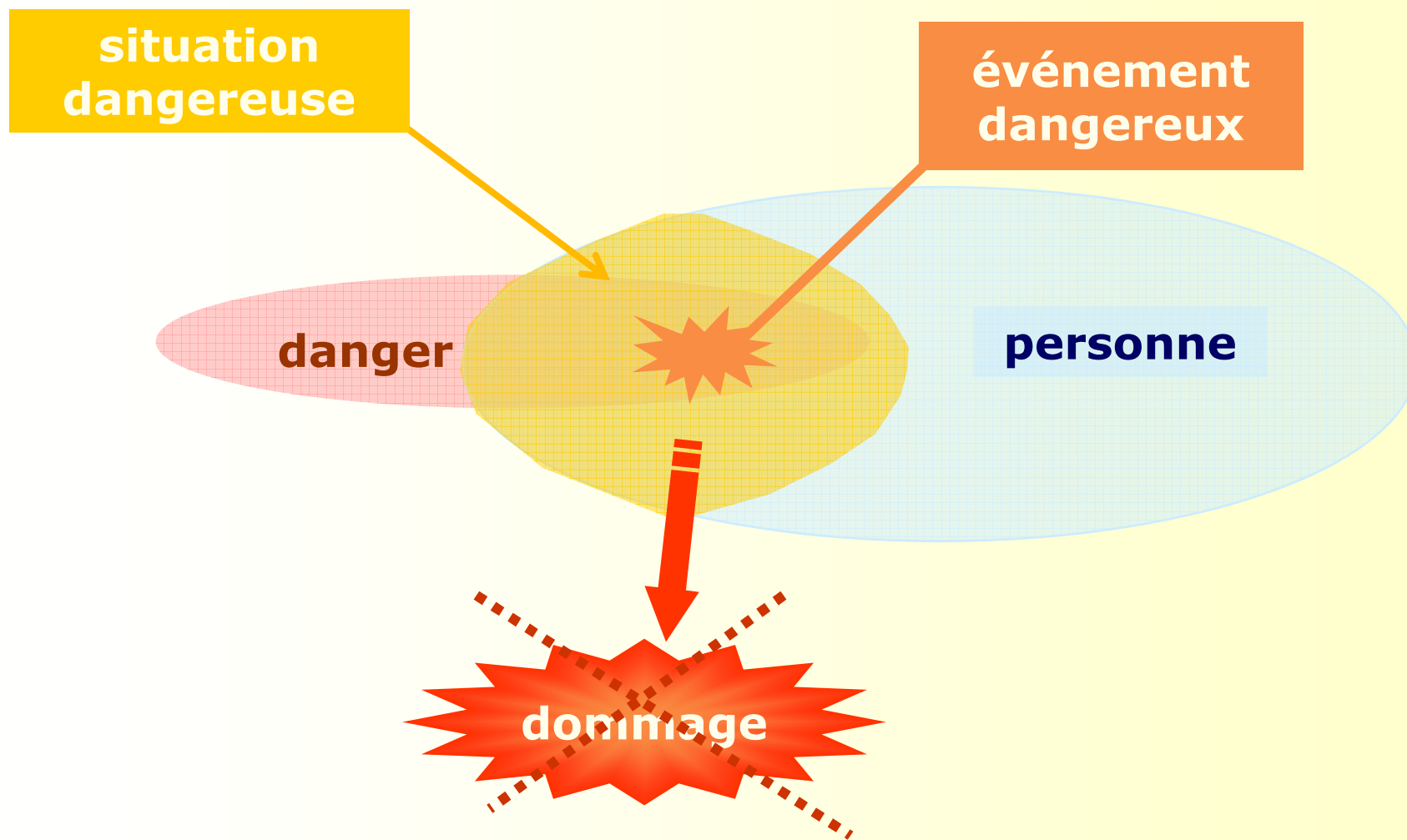
# supprimer le danger

## *prévention intrinsèque*

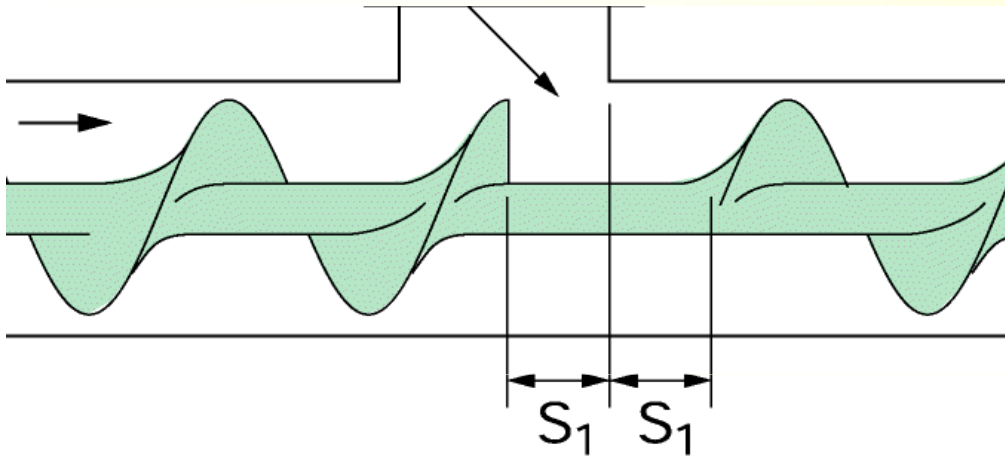


# réduire le danger

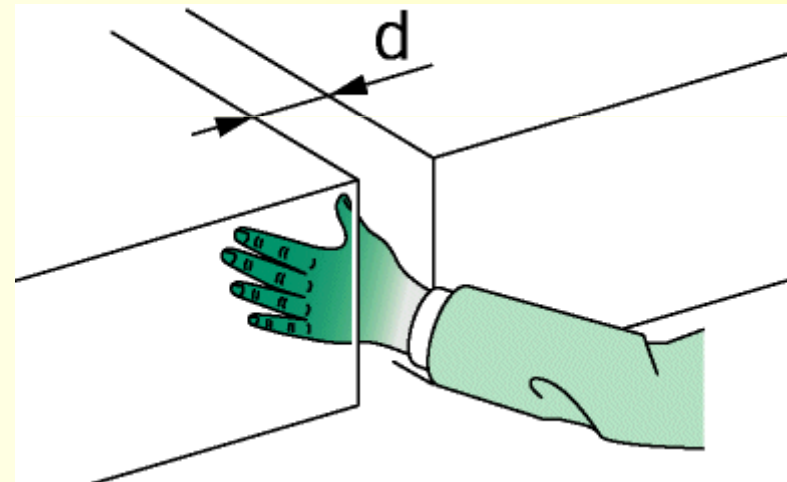
## *prévention intrinsèque*



# exemples de prévention intrinsèque



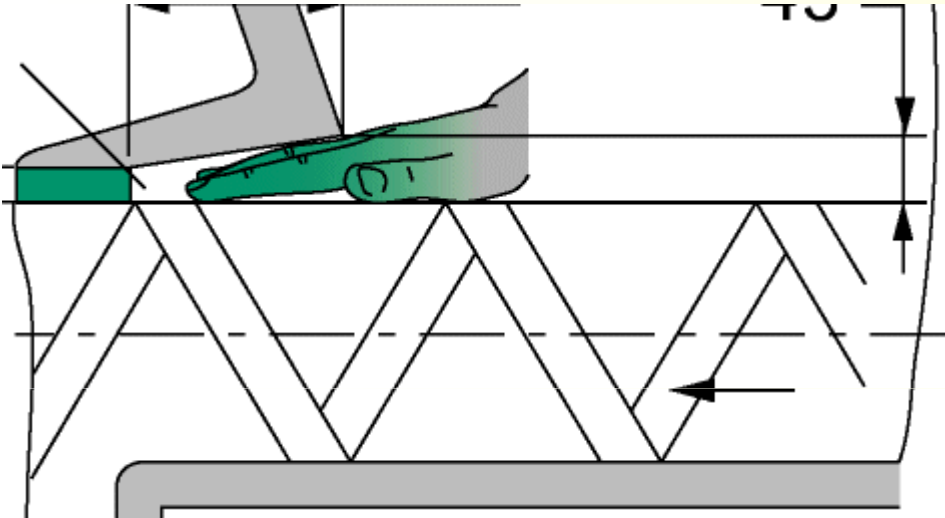
**interruption de l'hélice**



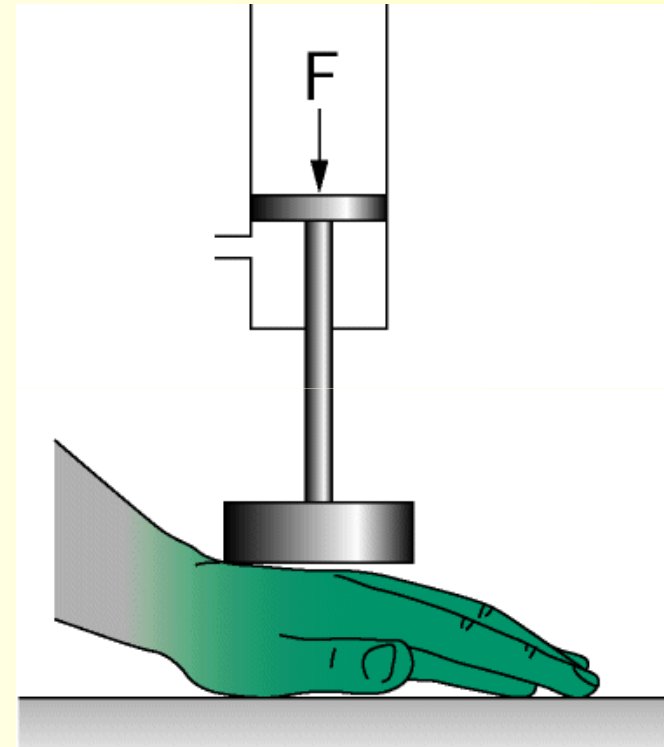
**écartement minimal pour les doigts**

**$d$  mini = 25 mm**

# exemples de prévention intrinsèque



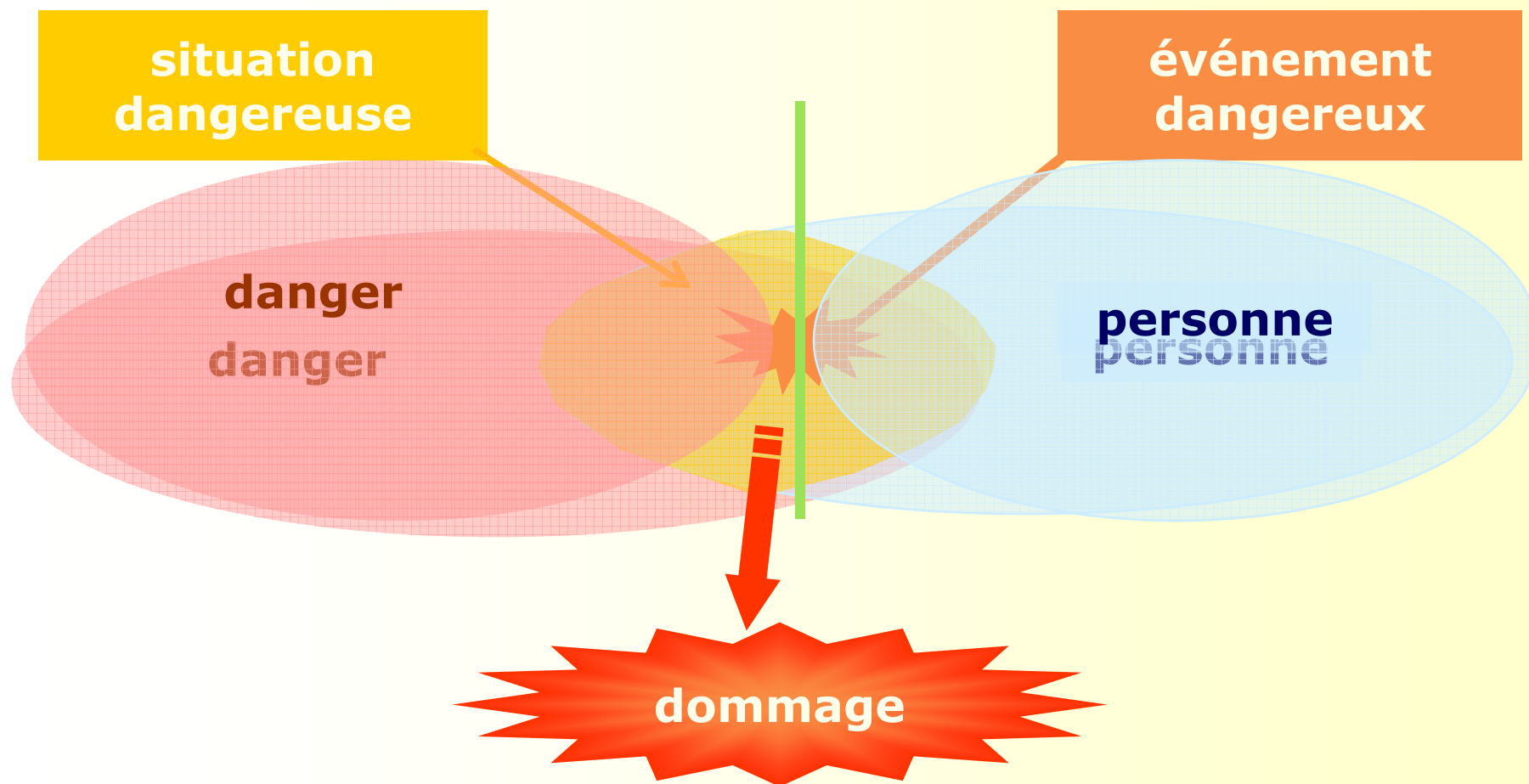
**mise en place  
d'un logement de  
protection et  
d'une butée**



**limitation des efforts  
et de l'énergie à des  
valeurs non  
dangereuses**

# protéger les personnes du danger

## *protection collective*



# principes de protection collective

- **éloignement**
  - **obstacles**
    - **protecteurs fixes**
    - **protecteurs mobiles**
  - **détection de personne**
    - **immatérielle**
    - **sensible**
  - **limitation des efforts et de l'énergie**
    - **consignation**

# types de protecteurs

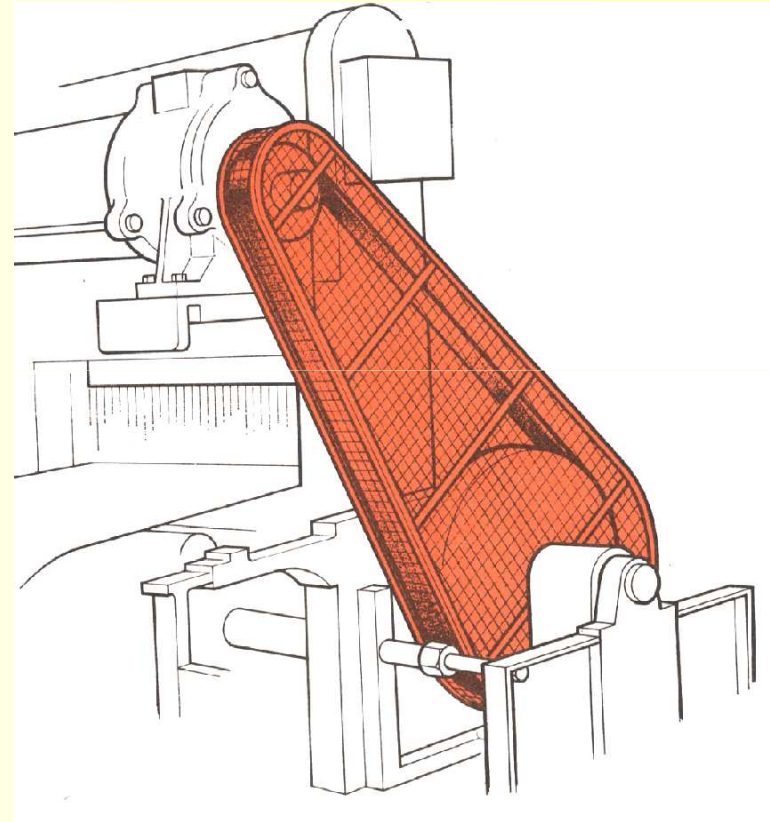
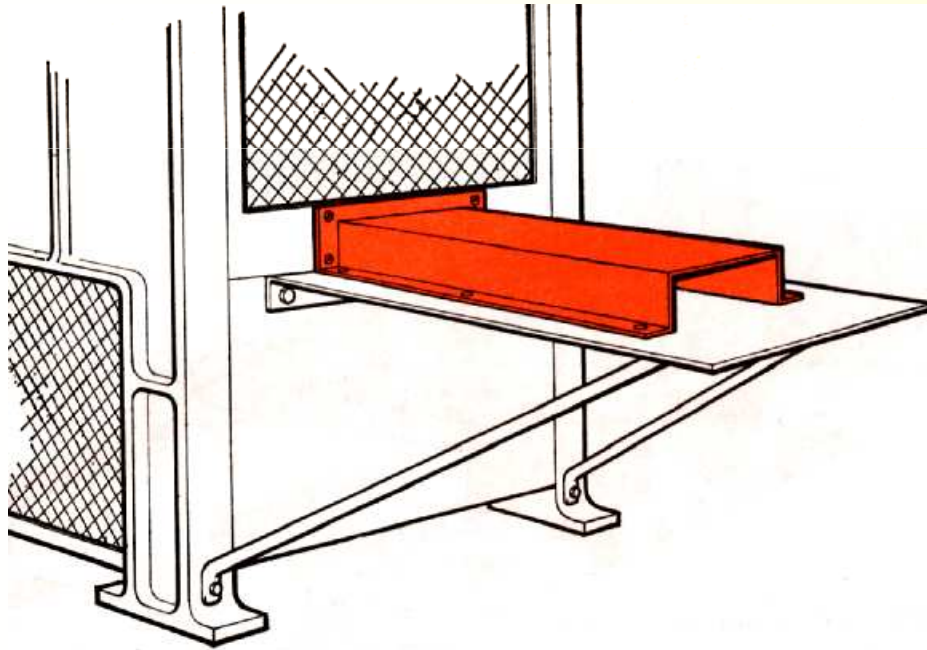
## *protection collective*

- **pour les éléments mobiles**
  - de transmission
  - de travail
- **les protecteurs peuvent être**
  - fixes ou réglables ou mobiles
  - avec ou sans verrouillage ou interverrouillage
  - avec ou sans auto surveillance
  - avec ou sans redondance

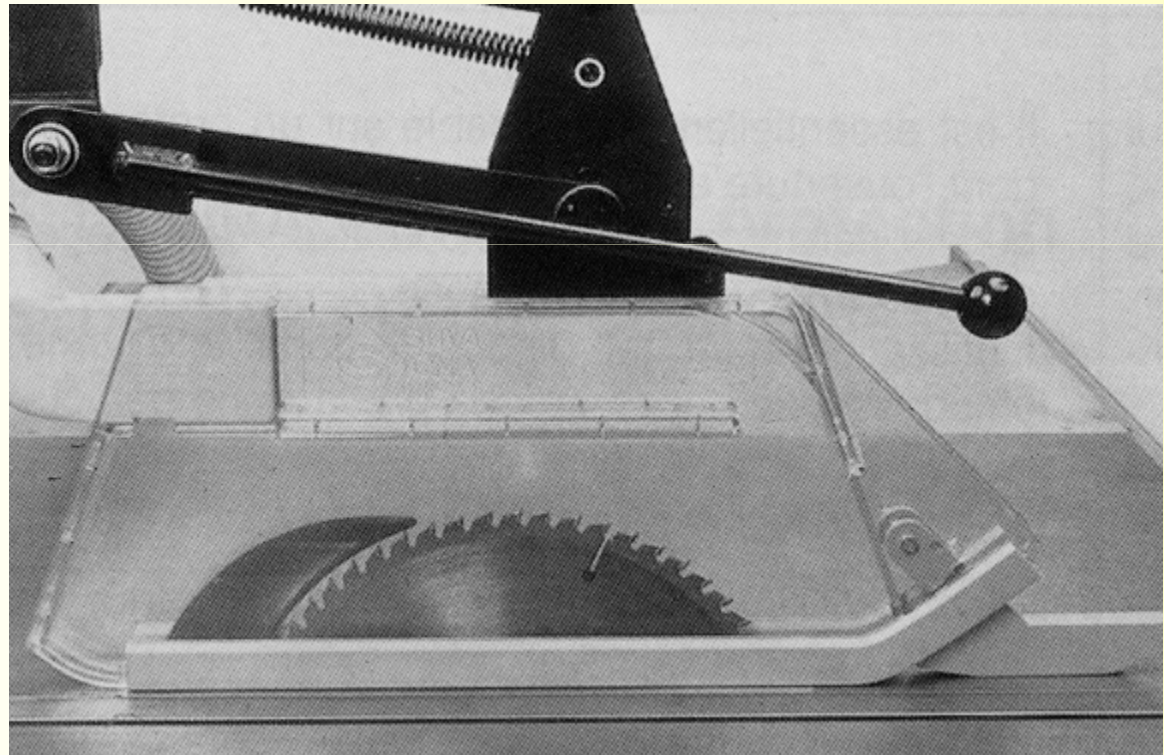
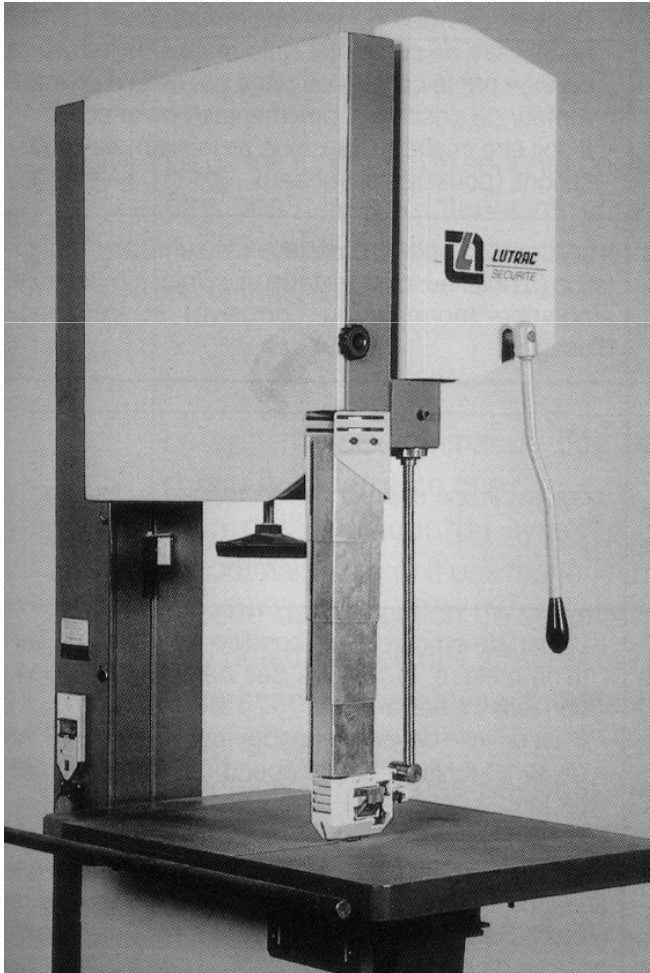
# exemples



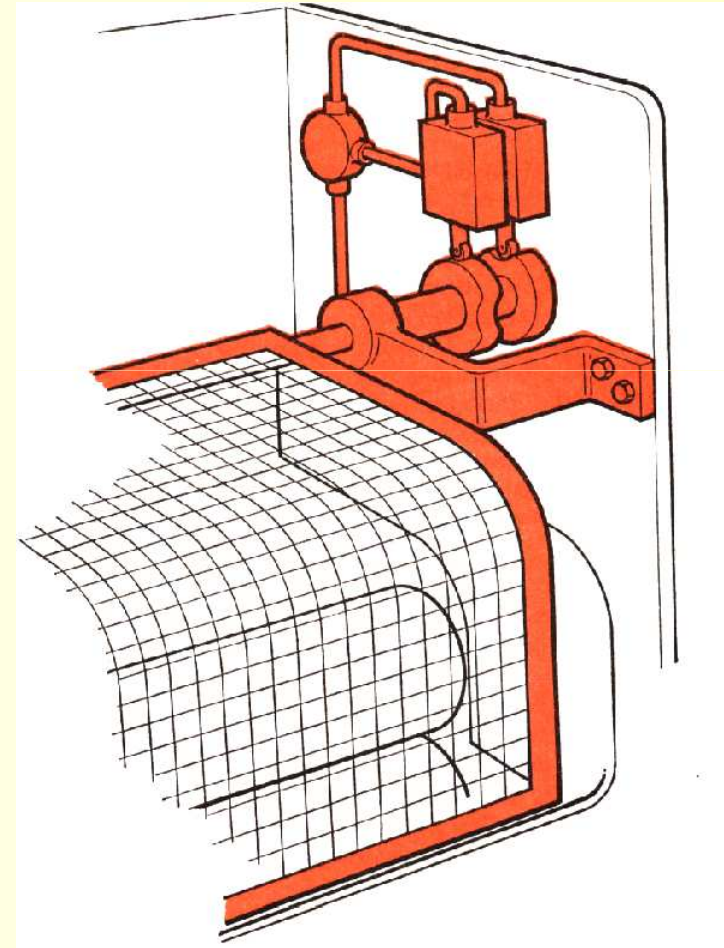
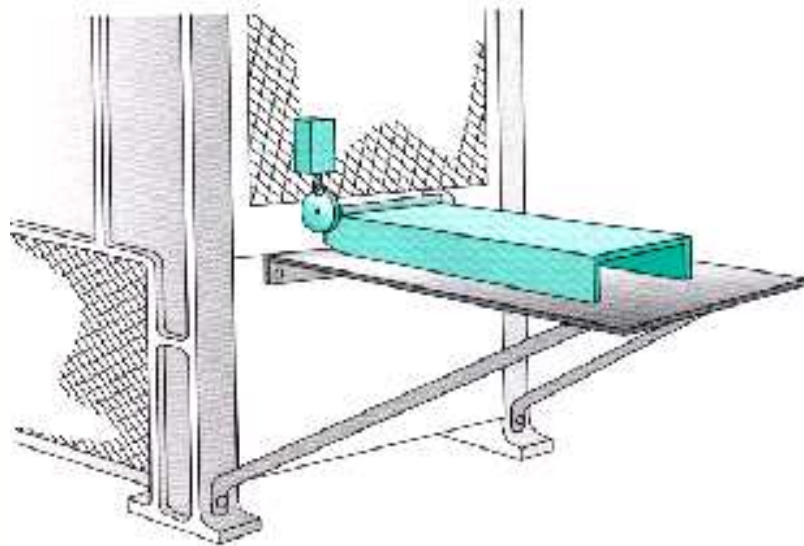
# protecteurs fixes



# protecteurs réglables



# protecteurs mobiles





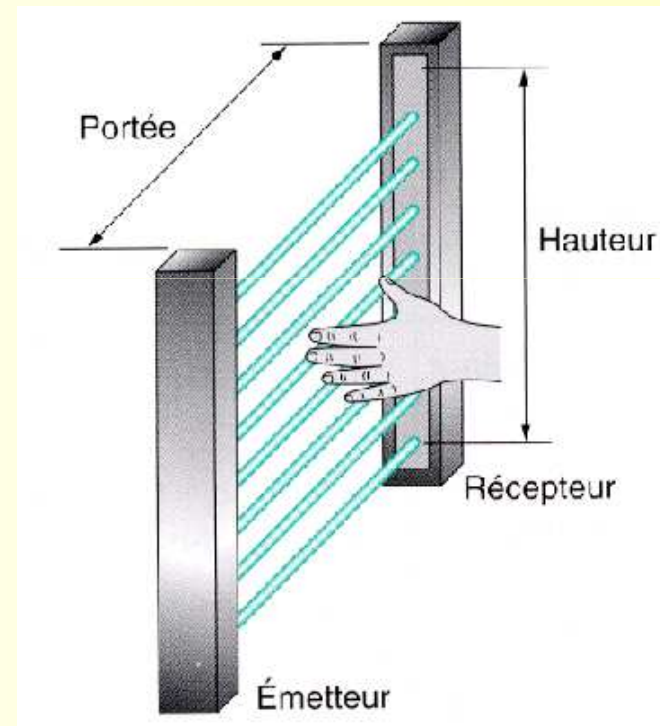
enseigner la santé & sécurité au travail

# détection des personnes

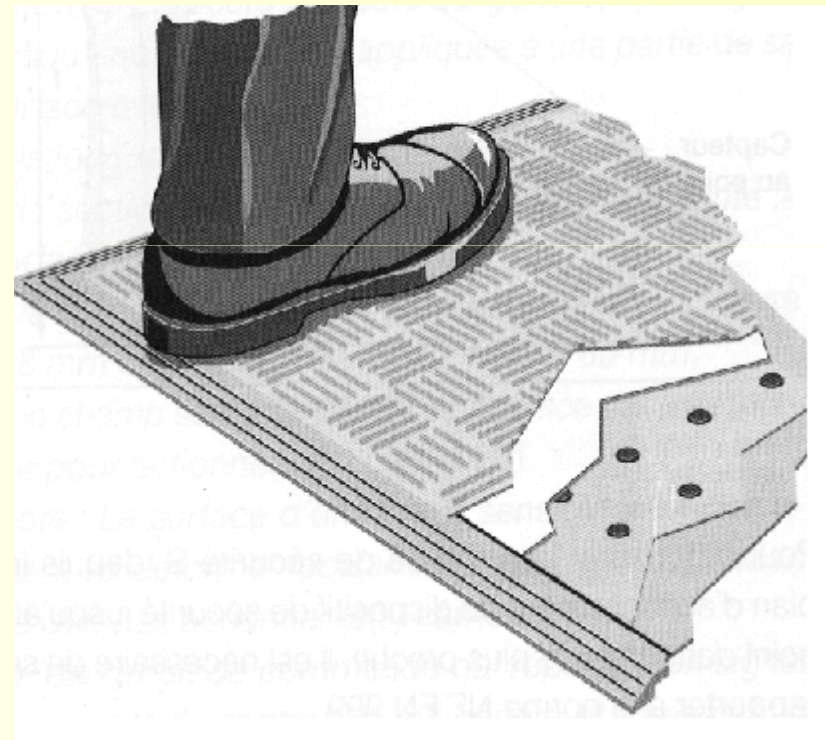
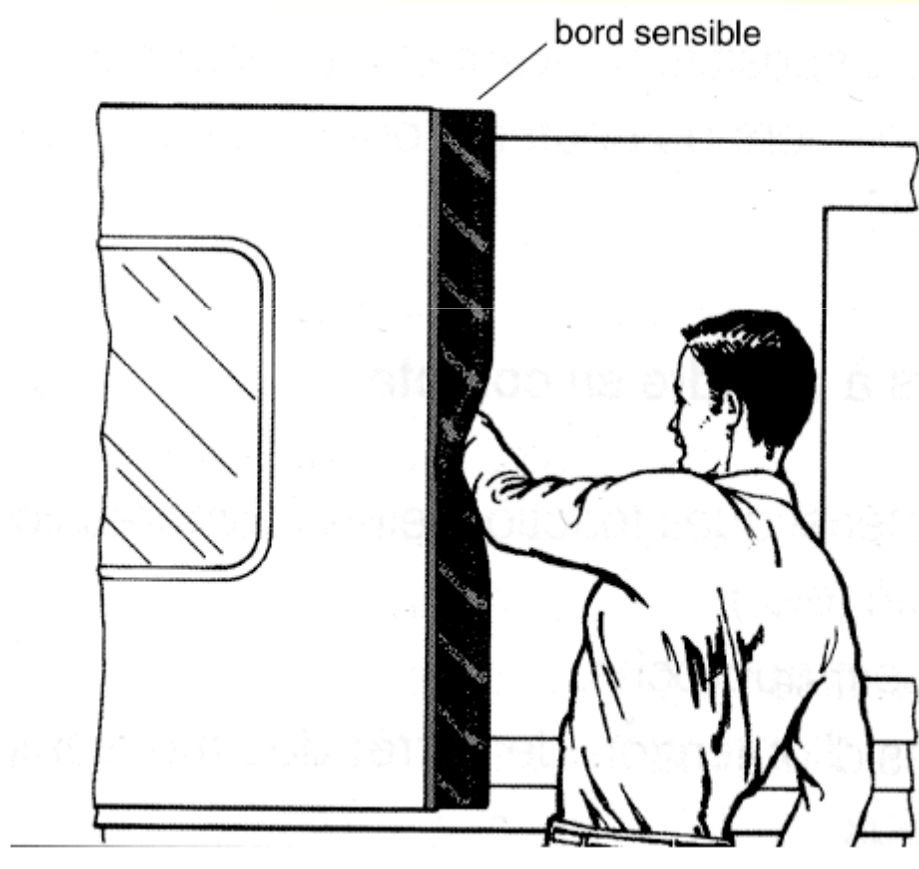
## *protection collective*

- **protection sensible optoélectronique**
  - par barrage immatériel
    - par cellules mono-faisceau
      - par détection de surface
  
- **protection sensible à la pression**
  - tapis ou plancher sensible
    - bord sensible
      - barre sensible
  
- **autres équipements**
  - dispositifs à infrarouge passif
    - dispositifs à ultrasons

# barrage immatériel



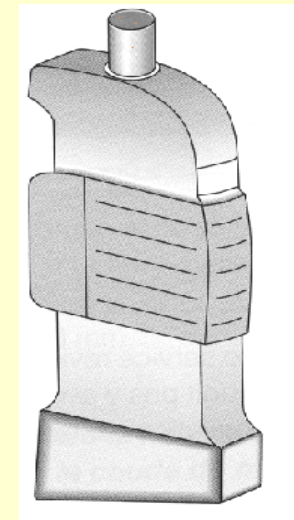
# bords et tapis sensibles



# dispositifs de validation

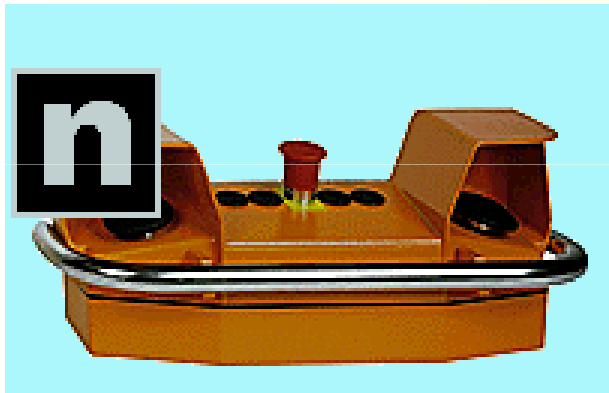
## *protection collective*

- **commandes bi-manuelles**  
dispositif qui requiert au moins une manœuvre simultanée par les deux mains pour déclencher et entretenir le fonctionnement d'une machine tant qu'une situation dangereuse existe
- **autres dispositifs (poignée, pédale...)**  
dispositif de commande supplémentaire utilisé conjointement avec une commande de mise en marche qui, lorsqu'il est actionné, permet à la machine de fonctionner



poignet de validation

# commande bi-manuelle



# arrêts d'urgence

## *protection collective*

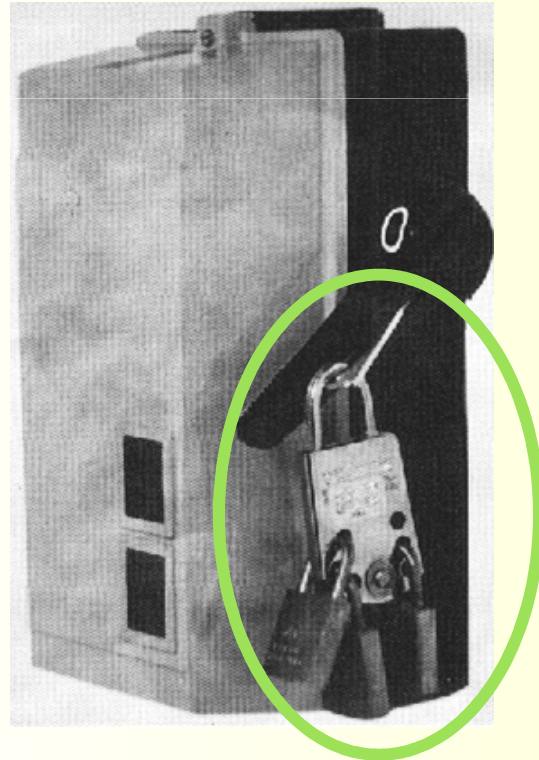
- **permettent par action sur l'organe de service d'arrêter rapidement une machine en cas d'anomalie sans entraîner de conditions dangereuse**



# consignation

## *protection collective*

- **c 'est une procédure qui permet de figer un équipement en sécurité**

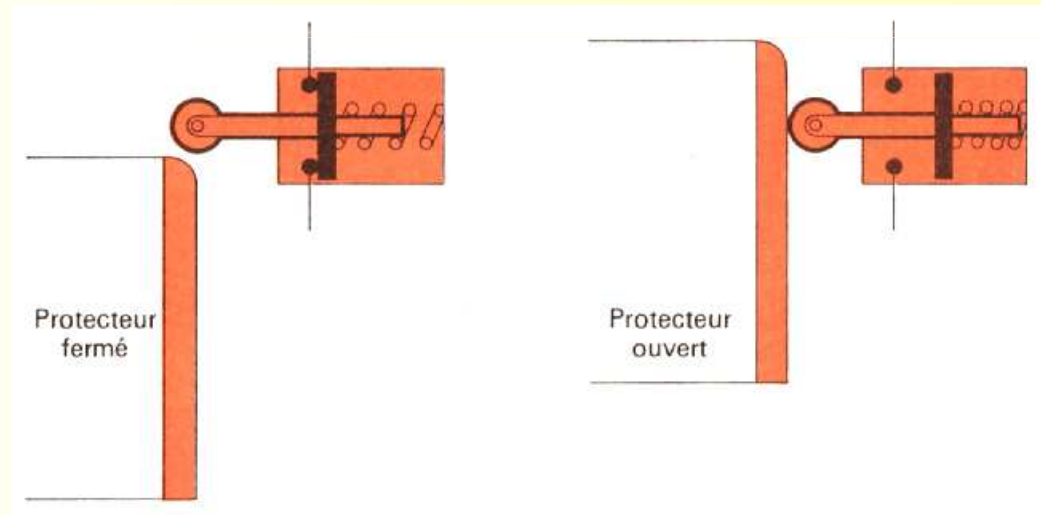
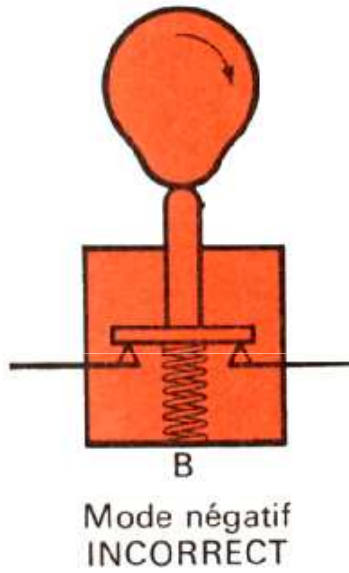


# **circuits de commandes** *protection collective*

**ils doivent être conçus pour :**

- **donner la priorité aux ordres d'arrêt**
- **être à sécurité positive (c'est à dire ne pas entraîner de risque en cas de défaillance)**
- **être d'une catégorie correspondante à l'estimation du risque c'est à dire**
  - **non neutralisables**
  - **éprouvés et fiables**
  - **faciles à maintenir**

# sécurité positive



# catégories de circuits de commandes

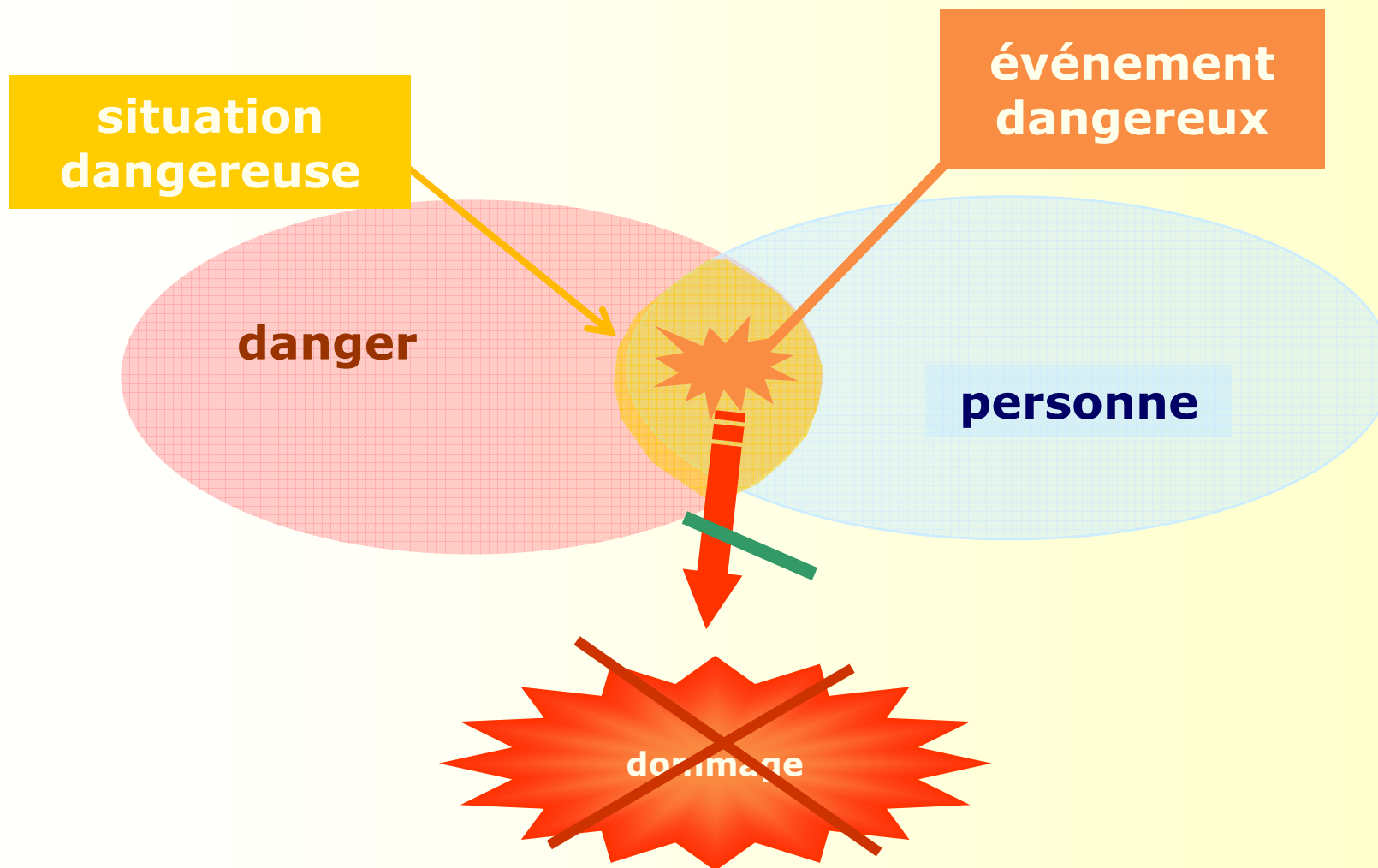
<b>Catégorie</b>	<b>Comportement du système</b>	<b>Principes</b>
<b>B</b>	Perte de la fonction sécurité en cas de défaut	Pas de sécurité
<b>1</b>	Perte possible de la fonction sécurité en cas de défaut	Unique
<b>2</b>	Perte possible de la fonction sécurité entre deux contrôles en cas de défaut	Unique Auto contrôle
<b>3</b>	Fonction de sécurité assurée en cas de défaut unique, perte possible en cas d'accumulation de défauts	Redondance Auto contrôle
<b>4</b>	Fonction de sécurité assurée en permanence	Redondance Contrôle permanent

# choix de la catégorie du circuit de commande

Lésion	Fréquence/Durée	Evitement	Catégories				
			B	1	2	3	4
S1: légère		P1: possible		●			
		P2: impossible		●	●		
S2: grave	F1: rare/courte	P1: possible			●	●	
		P2: impossible				●	
	F2: fréquent/longue	P1: possible				●	
		P2: impossible					●

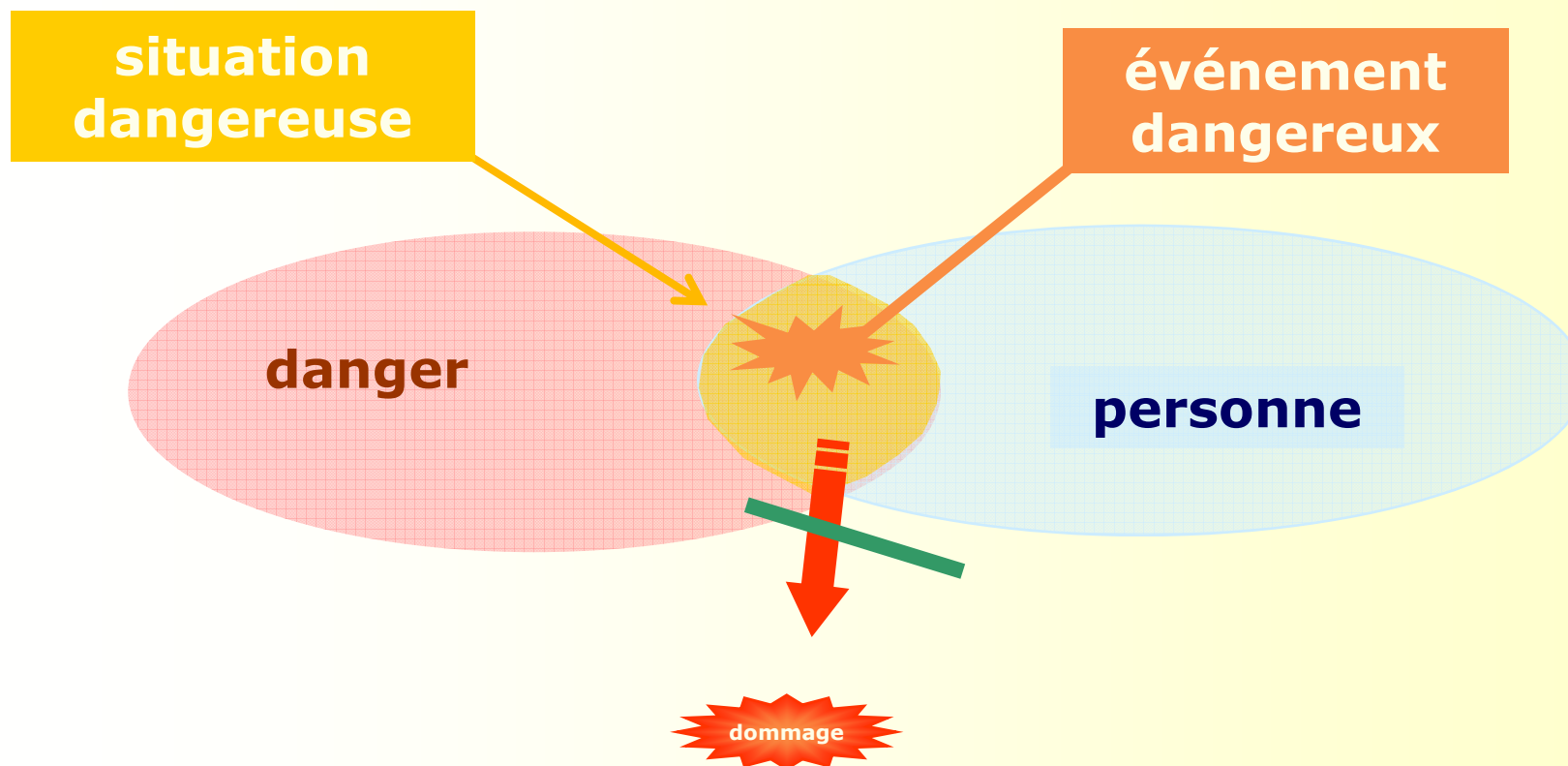
# éviter des dommages

## *protection individuelle*



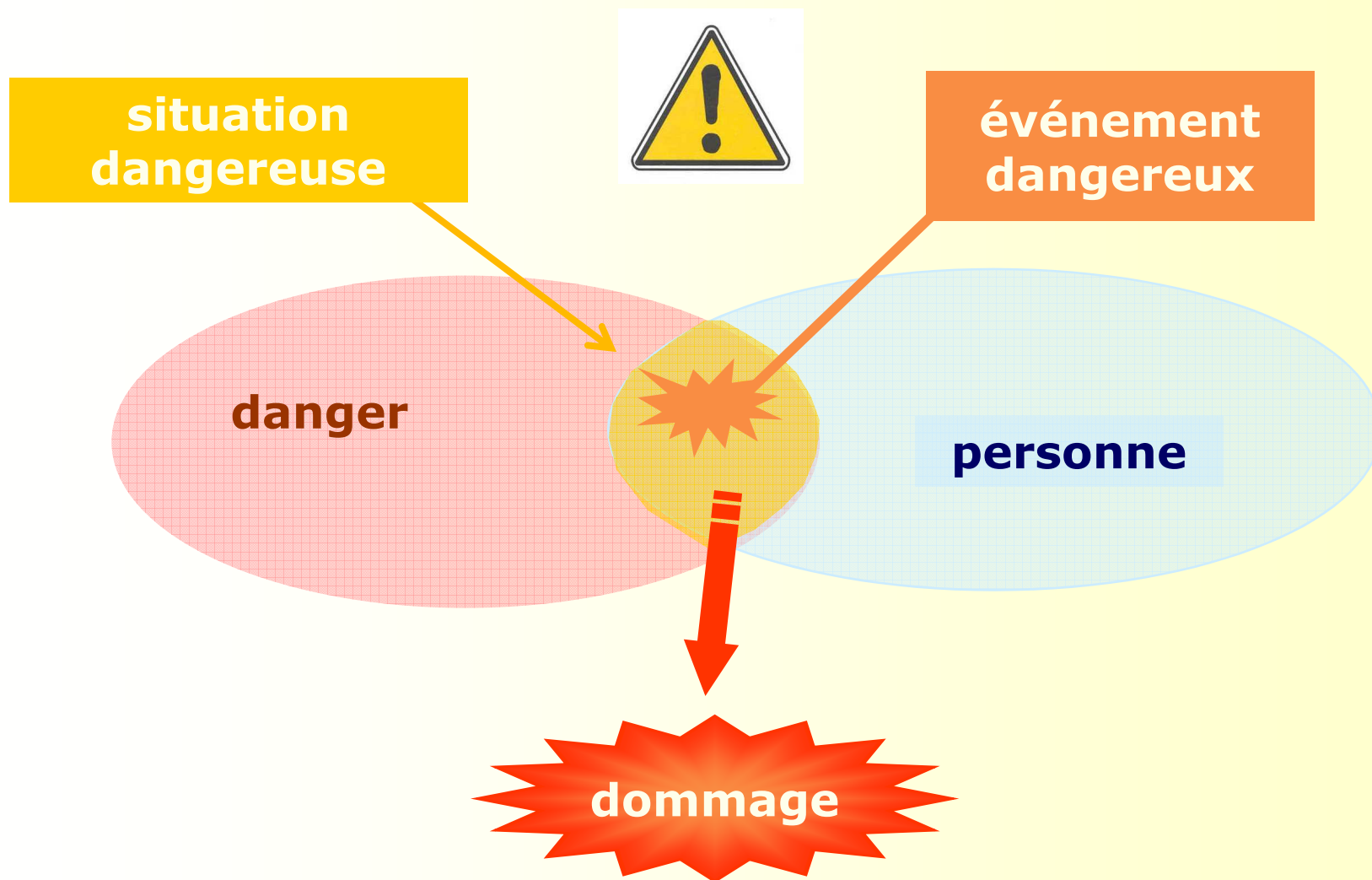
# réduction des dommages

## *protection individuelle*



# information de la personne

## *instructions*





enseigner la santé & sécurité au travail

# habilitations

- **accueil au poste**
- **habilitation électrique**
- **CACES**
- **permis de feu**
- **travail en hauteur**
- **...**



# **exemples de moyens de réduction du risque machine**

# moyens de réduction

*✂ au  
niveau du  
concepteur*

*✂ au  
niveau de  
l'utilisateur*

<b>PREVENTION INTRINSEQUE</b> article 3 de l'EN 292-2	<b>PROTECTION</b> article 4 de l'EN 292-2	<b>INFORMATIONS UTILISATION</b> article 5 de l'EN 292-2	<b>DISPOSITIONS SUPPLEMENTAIRES</b> article 6 de l'EN 292-2
Eviter arêtes vives, angles vifs, arêtes saillantes Choix forme et position relative des composants mécaniques Limitation efforts d'entraînement Limitation masse et vitesse Limitation bruit, vibration Choix des matériaux  Choix des sources d'énergie (basse tension, produits ininflammables,...) Eviter mouvement libre (gravité, ressort,...) Respect « principes ergonomiques » (postures, cadences, indicateurs,...)  Conception circuit de commande - mise en marche √ énergie 0 - arrêt √ énergie I - fiabilité des composants - mode de commande adapté au poste de travail	Choix de protecteurs (fixe, verrouillé, inter verrouillé)  √ Prévention de l'accès  √ Rétention/capture produits éjectés	Définition usage de la machine Information risques résiduels Signaux et dispositifs d'avertissement	Situations d'urgence - Arrêt d'urgence - Sauvetage personnes emprisonnées Equipement contribuant à la sécurité - Maintenabilité - Consignation - Manutention - Accès machine - Stabilité machine
	FOURNITURE EPI	FORMATION SUR MODE OPERATOIRE  SURVEILLANCE  PERMIS DE TRAVAIL	
	MESURES DE SECURITE PRISES PAR L'UTILISATEUR		



# la réglementation européenne

**le risque mécanique**



# **la documentation utile de l'INRS**



enseigner la santé & sécurité au travail

# références

site Internet : [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)

**ED 807 : sécurité des machines et des équipements de travail, moyens de protection contre les risques mécaniques**

**ED 804 : conception des équipements de travail et des moyens de protection**

**ED 770 : mise en conformité des machines et équipements de travail**