

# Analyse et management des risques industriels



- Cours – 1

➤ Questions ?

# Analyse et management des risques industriels

- 1. Identification des dangers**
- 2. Caractérisation des réactions dangereuses**
- 3. Fil rouge**

# Analyse et management des risques industriels

- 1. Identification des dangers**
2. Caractérisation des réactions dangereuses
3. Fil rouge

# 1. Identification des dangers

- **Dangers**

- Ce qui constitue une menace pour la tranquillité ou l'existence même d'une personne, d'un bien

- **2 familles :**

- **Industriels / technologique**

- **Périmètre large**  
(au-delà de l'enceinte usine)

- **Professionnels / du travail**

- **Périmètre limité**  
(salariés, enceinte usine)

# 1. Identification des dangers

5'

Qu'est ce qui constitue une menace pour la tranquillité / l'existence d'une personne ou d'un bien ?

Quels dommages ?	Quels événements ?	Quelles cibles?

➤ à classer par sous-famille d'origine

## 2. Identification des dangers

- **Les dangers professionnels**

- **mécaniques** (yc manutention, transport)
- **électriques**
- **surpression** (yc acoustique)
- **rayonnement non ionisant**
- **rayonnement ionisant**
- **chimique**
- **biologique**
- **thermique**

# 1. Identification des dangers

- **Les dangers industriels**

	➤ <b>mécaniques</b>	<b>Explosion (missiles)</b>
<b>Précurseur</b>	➤ <b>électriques</b>	
	➤ <b>surpression</b>	<b>Explosion</b>
<b>Précurseur</b>	➤ <b>rayonnement non ionisant</b>	
	➤ <b>rayonnement ionisant</b>	<b>Libération</b>
	➤ <b>chimique</b>	<b>Libération, incendie, explosion</b>
	➤ <b>biologique</b>	<b>Libération</b>
	➤ <b>thermique</b>	<b>Incendie, explosion</b>



# 1. Identification des dangers

**Pour les dangers industriels :**

- **3 entités porteuses de dangers :**
  - **Substances pures**
  - **Mélanges**
  - **Réactions chimiques (qui génèrent des substances)**

**-> Clé pour l'identification des dangers**

- **3 phénomènes :**
  - **Incendie**
  - **Explosion**
  - **Libération**

**-> Clé pour l'évaluation des dommages**

# 1. Identification des dangers



**Quelles sont les causes à l'origine des accidents ?**



# 1. Identification des dangers

**Quelles sont les causes à l'origine des accidents ?**

➤ **Causes internes**

- **Défaillance matériel / technique**
- **Défaillance humaine (erreur humaine, défaut de conception ou d'exploitation, manque de maintenance)**

➤ **Causes extérieures**

- **Phénomènes naturels**
- **Site industriel voisin**
- **Malveillance**
- **Avions, moyens de transport ext.**

**-> Clé pour l'élaboration des scénarios**

# 1. Identification des dangers

**Comment pouvez-vous identifier les dangers présents ?**

## 1 - Etiquetage: législation harmonisée avec l'UE

	Ancienne législation	Nouvelle législation
<b>UE</b>	Directive 67/548/CEE Directive 1999/45/CE	Règlement CLP
<b>Suisse</b>	OChim	OChim

# 1. Identification des dangers

## Les substances dangereuses (Classification)

Le règlement CLP définit 28 classes de danger :

- 16 classes de **danger physique**,
- 10 classes de **danger pour la santé**,
- 2 classes de **danger pour l'environnement**

Cf pdf moodle

# 1. Identification des dangers

## 4. Pictogrammes des principaux dangers (9)



## 1. Nom commercial du produit

## 3. Nom, adresse et numéro de téléphone

Prochim SA  
xxxxxxxxxxxxx  
40YY Liège



**TRICHLOROETHYLENE**

CE: 201-167-4 CAS: 79-01-6 INDEX: 602-027-00-9

## DANGER

H315 Provoque une irritation cutanée  
H319 Provoque une sévère irritation des yeux  
H336 Peut provoquer somnolence ou vertiges  
H350 Peut provoquer le cancer-Susceptible d'induire des anomalies génétiques  
H412 Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme

P202 Ne pas manipuler avant d'avoir lu et compris toutes les précautions de sécurité  
P273 Eviter le rejet dans l'environnement  
P308+P313 EN CAS d'exposition prouvée ou suspectée : consulter un médecin

## 2. Numéro d'identification

## 5. Mention d'avertissement (2)

## 6. Mentions de danger H

## 7. Conseils de prudence P

# 1. Identification des dangers

- **Substances dangereuses**



- **ATTENTION DANGEREUX** : Peut causer des irritations cutanées, des allergies, des eczémas ou une somnolence. Intoxication possible dès le premier contact avec le produit. Peut endommager la couche d'ozone.



- **EXTRÊMEMENT INFLAMMABLE** : Peut prendre feu au contact d'une flamme ou d'une étincelle, en cas de choc ou de frottements, sous l'effet de la chaleur, au contact de l'air ou de l'eau. Susceptible de s'enflammer spontanément s'il n'est pas stocké correctement.



- **COMBURANT** : Peut provoquer un incendie ou attiser un feu. Libère de l'oxygène lorsqu'il brûle, requiert donc un moyen d'extinction du feu adapté. Il est impossible d'étouffer le feu.

# 1. Identification des dangers

- **Substances dangereuses**



- **EXPLOSIF** : Peut exploser au contact d'une flamme ou d'une étincelle, en cas de choc ou de frottements, ou sous l'effet de la chaleur. Susceptible d'exploser spontanément s'il n'est pas stocké correctement



- **GAZ SOUS PRESSION** : Contient des gaz comprimés, liquéfiés ou dissous. Les gaz inodores ou invisibles peuvent se disperser sans que personne ne s'en aperçoive. Les récipients contenant des gaz comprimés peuvent exploser sous l'effet de la chaleur ou s'ils sont déformés.



- **DANGEREUX POUR LE MILIEU AQUATIQUE** : Peut nuire, en faibles quantités déjà, aux organismes aquatiques (poissons, insectes et plantes), immédiatement ou à long terme.



# 1. Identification des dangers

- **Substances dangereuses**



- **CORROSIF** : Peut provoquer de graves brûlures en cas de contact avec la peau ou les yeux. Susceptible d'endommager certains matériaux (p.ex. textiles). Nocif pour les animaux, les plantes et les matériaux organiques de toute sorte.



- **DANGEREUX POUR LA SANTÉ** : Peut endommager certains organes. Susceptible de porter gravement atteinte à la santé, immédiatement ou à long terme, de provoquer un cancer, d'endommager le patrimoine génétique ou d'affecter la fertilité ou le développement. Peut être mortel en cas de pénétration dans les voies respiratoires.



- **TRÈS TOXIQUE** : Même en petites quantités, peut provoquer de graves intoxications ou entraîner la mort.

# 1. Identification des dangers

**Comment pouvez-vous identifier les dangers présents ?**

## 2 - Les propriétés physico-chimiques

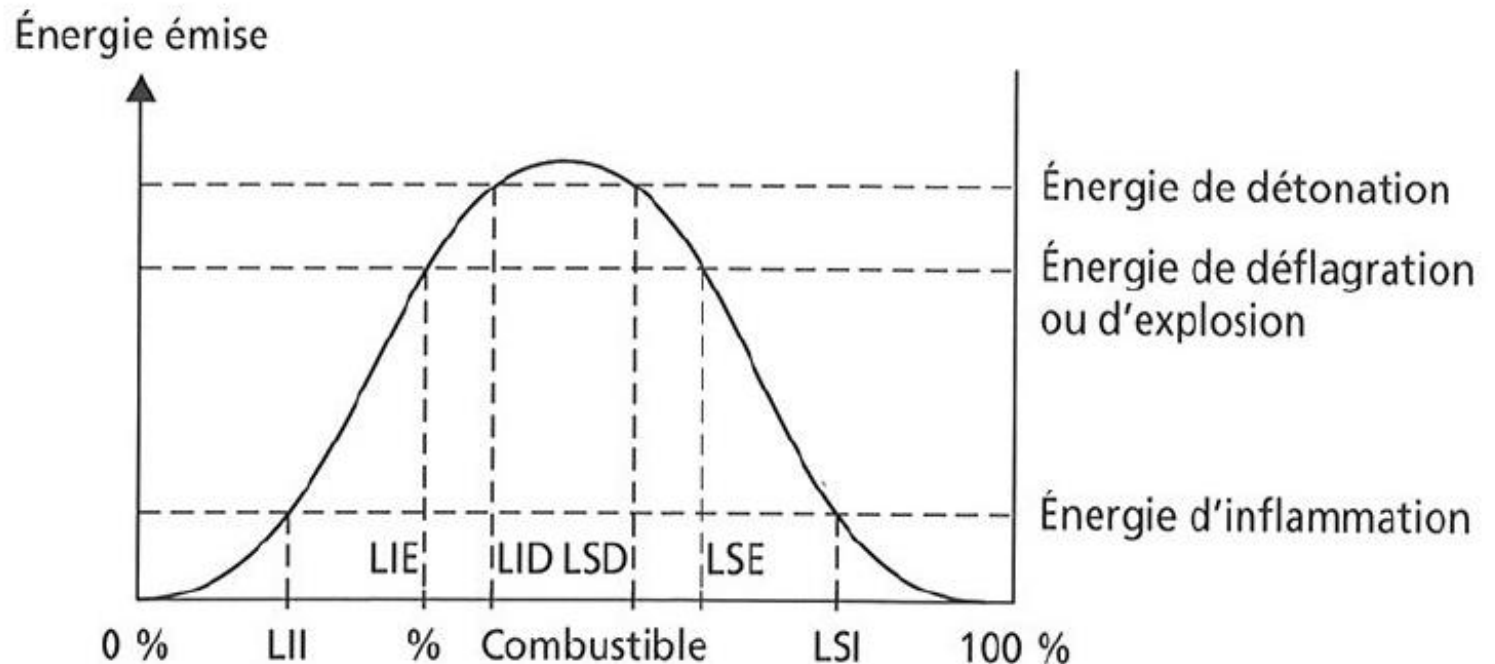
# 1. Identification des dangers

## Appréciation de l'inflammabilité (liquides, solides)

- Le **point d'auto-inflammation** désigne la température minimum à laquelle une substance s'enflamme d'elle-même sans apport de flamme ou d'étincelle.
- Le **point éclair** est la température à laquelle il faut porter un solide ou un liquide contenu dans une coupelle chauffée pour que le produit s'enflamme à l'approche d'une flamme.

# 1. Identification des dangers

## Appréciation de l'inflammabilité (gaz)



**Hydrogène (4 %- 75 %) - Acétylène (2,5 %- 81 %) - Propane (2,2 %- 9,5 %)**

# Analyse et management des risques industriels

1. Identification des dangers
- 2. Caractérisation des réactions dangereuses**
3. Fil rouge

## 2. Caractérisation des réactions dangereuses

### Réactions chimiques

### Principes de base énergétiques

➤  $E_t = E_p + E_c$

$$E_t = E_{p_{\text{micro}}} + E_{c_{\text{micro}}} + E_{p_{\text{macro}}} + E_{c_{\text{macro}}}$$

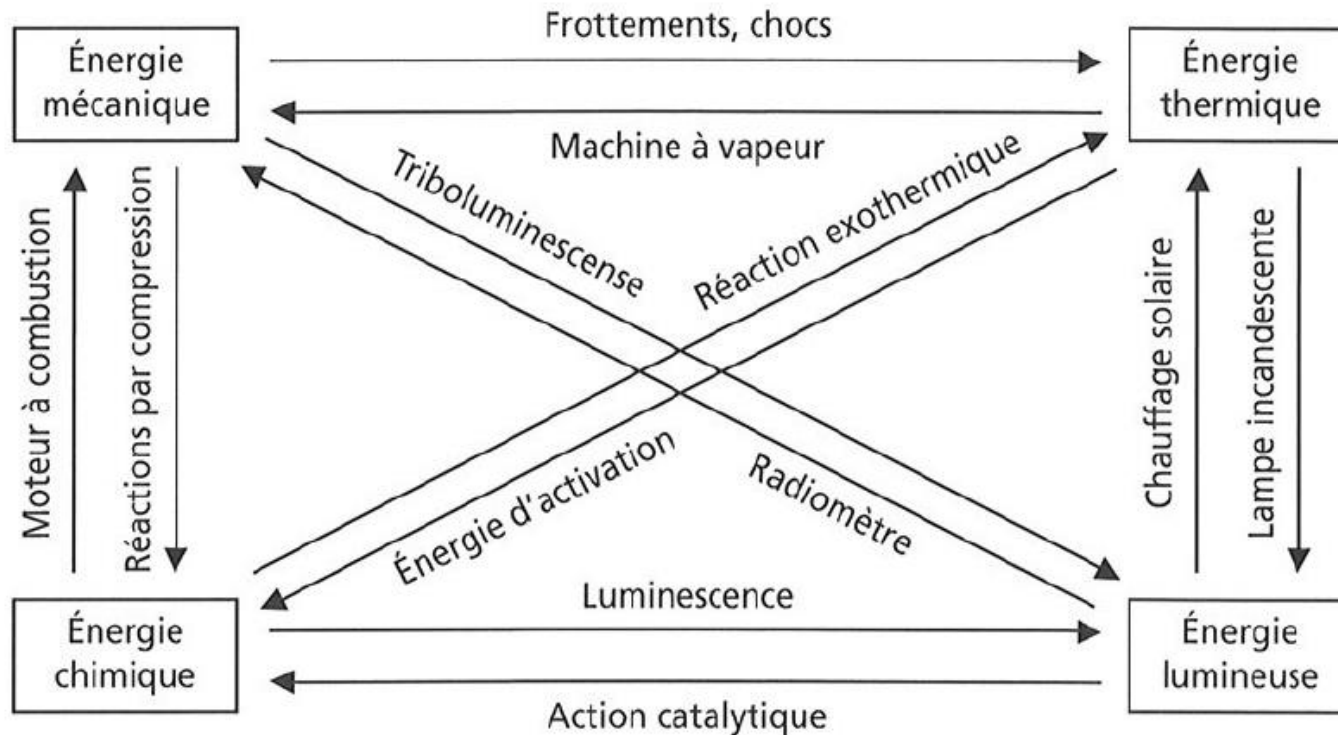
➤ 1<sup>er</sup> principe de thermodynamique

**Conservation globale de l'énergie**

**Pas de perte mais des transferts**

## 2. Caractérisation des réactions dangereuses

### Les transferts énergétiques



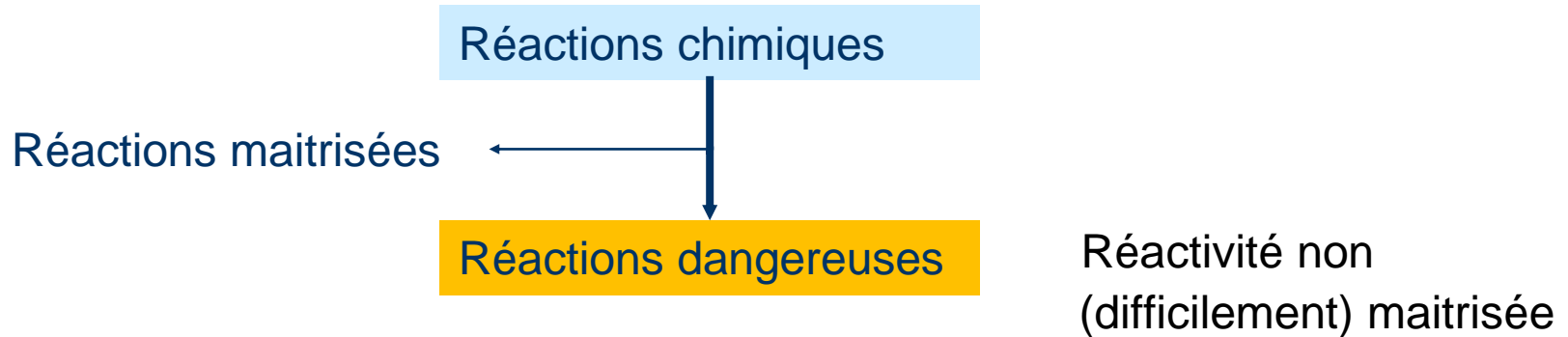
## 2. Caractérisation des réactions dangereuses

### Réactions chimiques (caractéristiques)

- **Energie de réaction (enthalpie)**  
dégagement ou absorption énergie
- **Energie d'activation** : chaleur,..., catalyseur
- **Vitesse de réaction =f()**  
température, concentration, division particules,  
poids moléculaires



## 2. Caractérisation des réactions dangereuses



- Se traduisent par (ou/et):
- Forte production de chaleur (emballement)
  - Incendie
  - Explosion
- Générations de composés nocifs
  - Libérations
  - ex : javel + acide :  $\text{HClO} + \text{H}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$



## 2. Caractérisation des réactions dangereuses

### Générations de composés nocifs

## 2. Caractérisation des réactions dangereuses

### Générations de composés nocifs

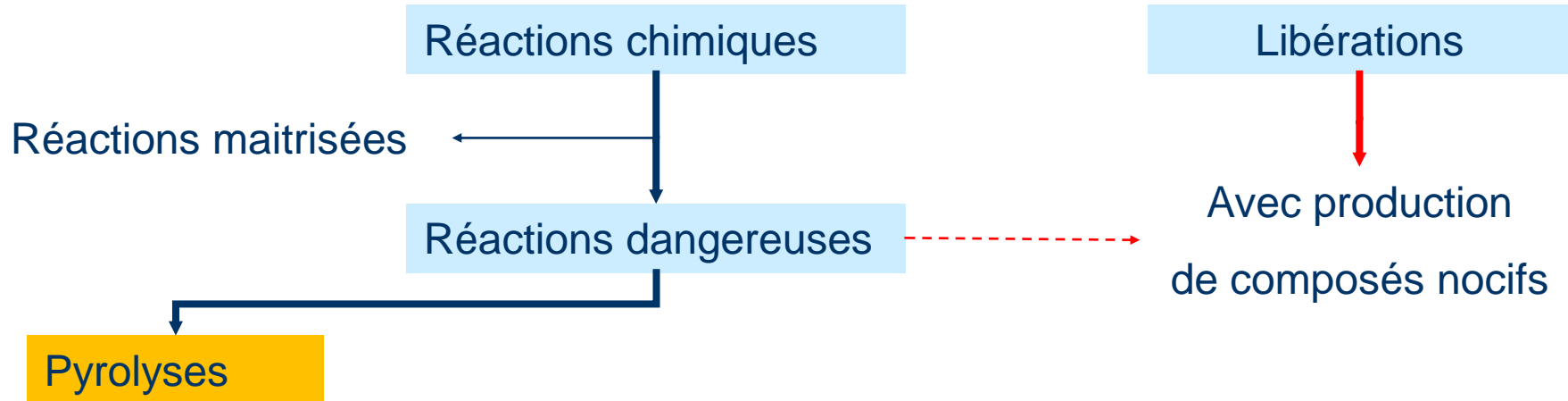
#### 1. Synthèse

- réaction chimique non contrôlée
- dégradation (mauvaises conditions de stockage)  
T°C, humidité, rayonnement
- impuretés (transvasement, réacteurs polyvalents)

#### 2. Substance présente et rupture de confinement

- Gaz et vapeurs
- Liquide (liquide, brouillard)
- Solide (poussières)

## 2. Caractérisation des réactions dangereuses



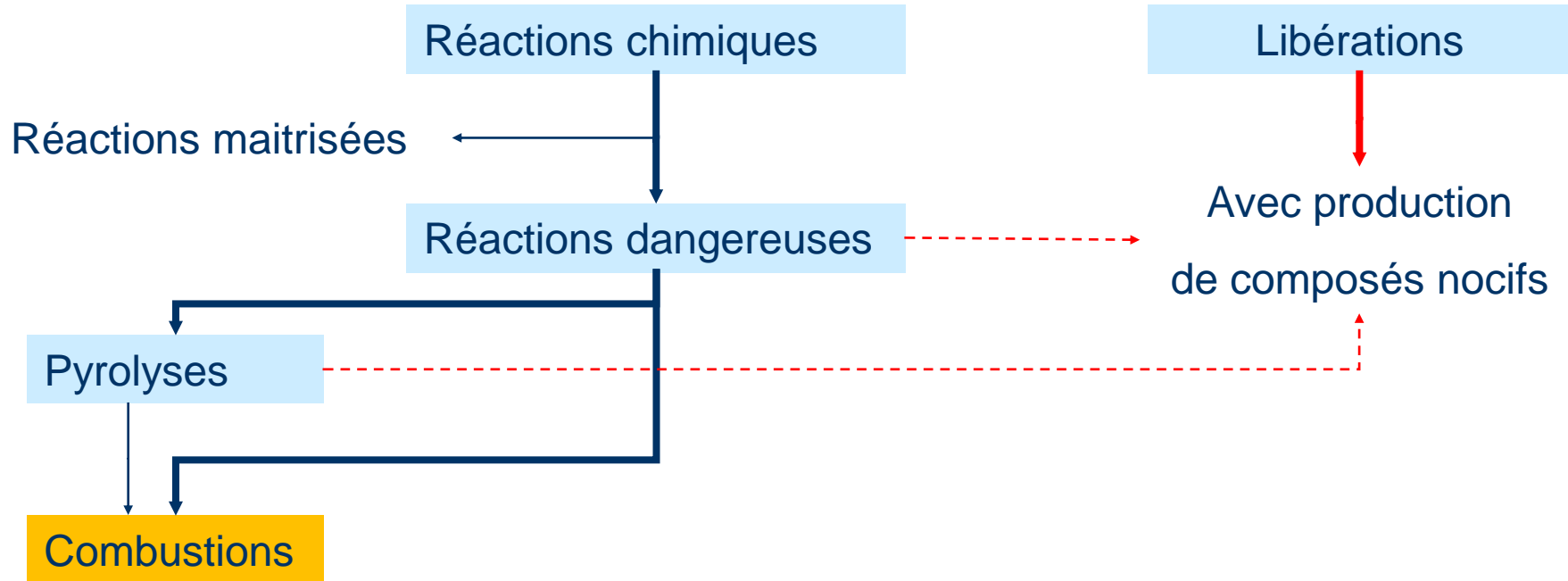
## 2. Caractérisation des réactions dangereuses

### Réactions de pyrolyse

#### Stable -> décomposition f(°C)

- 100-150°C : modification propriétés mécaniques et physiques
- ~200°C : début décomposition avec changement couleur + texture
- ~300°C : poursuite décomposition avec dégagement gazeux avec inflammation possible
- ~500-700°C : organiques en décomposition complète
- ~700-900°C : minéraux en décomposition partielle

## 2. Caractérisation des réactions dangereuses



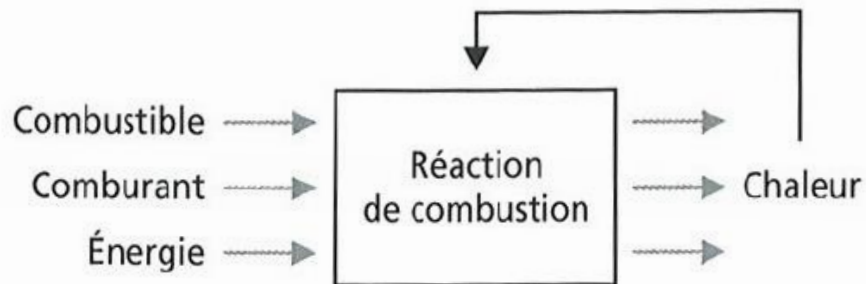
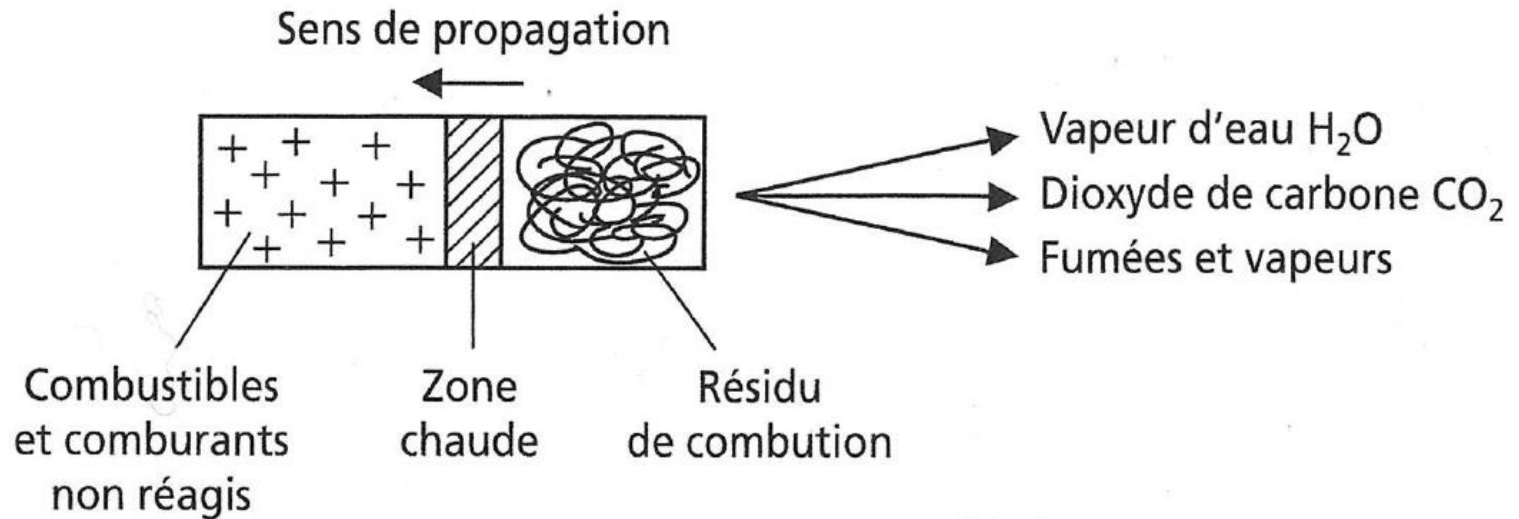
## 2. Caractérisation des réactions dangereuses

### **La réaction de combustion**

- réaction classique et maîtrisée (chauffage, moteur)
- réaction oxydation ( $O_2$  atmo)
  - Fixation sur molécule de base
  - Destruction molécule de base (combustion)

## 2. Caractérisation des réactions dangereuses

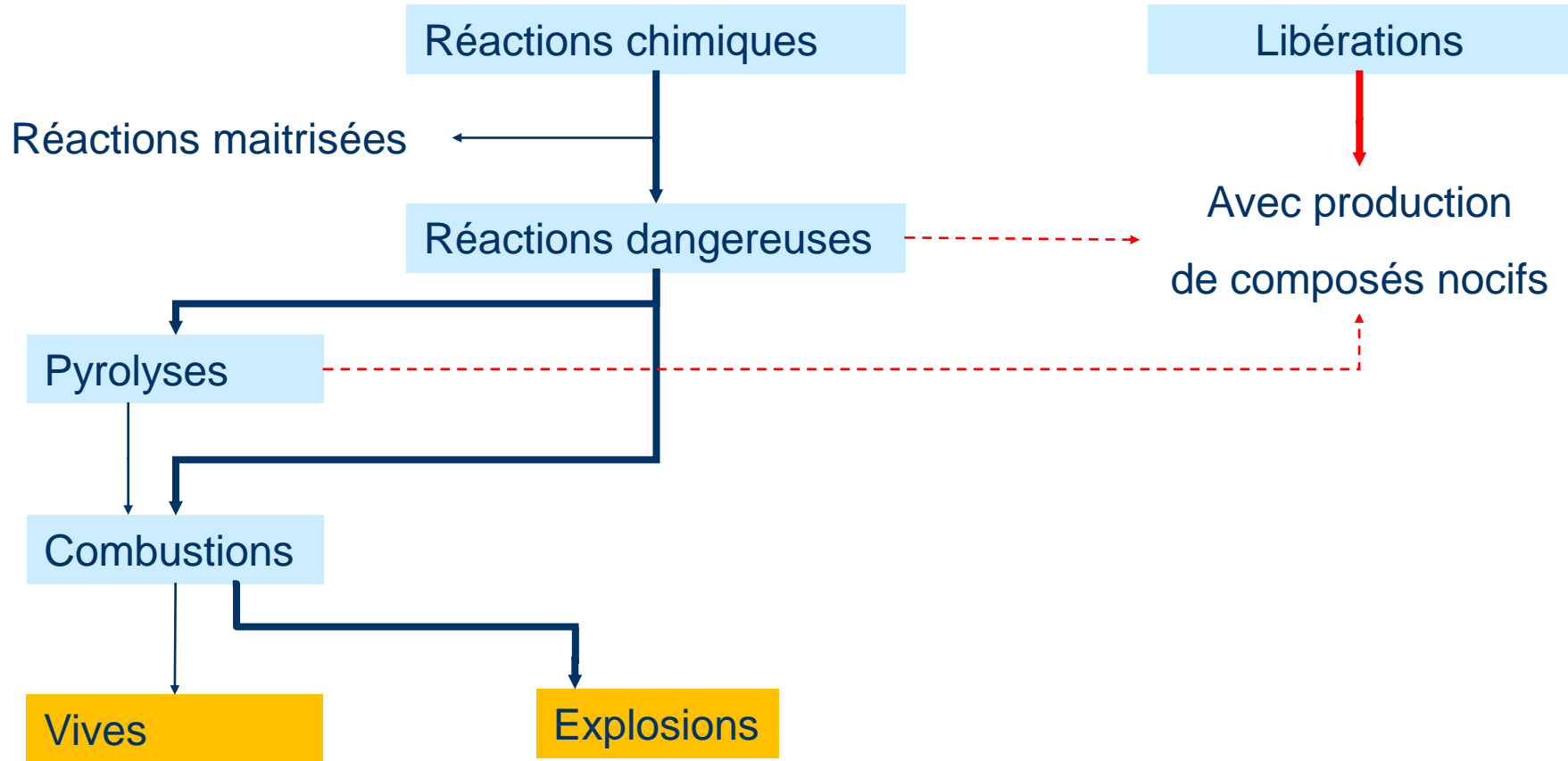
### La réaction de combustion



Combustion vs explosion ?



## 2. Caractérisation des réactions dangereuses



## 2. Caractérisation des réactions dangereuses

### **Les réactions explosives**

**Nécessite un amorçage (chimique : catalyseur ou non chimique: mécanique, thermique,..)**

- **Dégagement important de chaleur**
- **Vitesse de réaction élevées**
- **Formation de gaz**

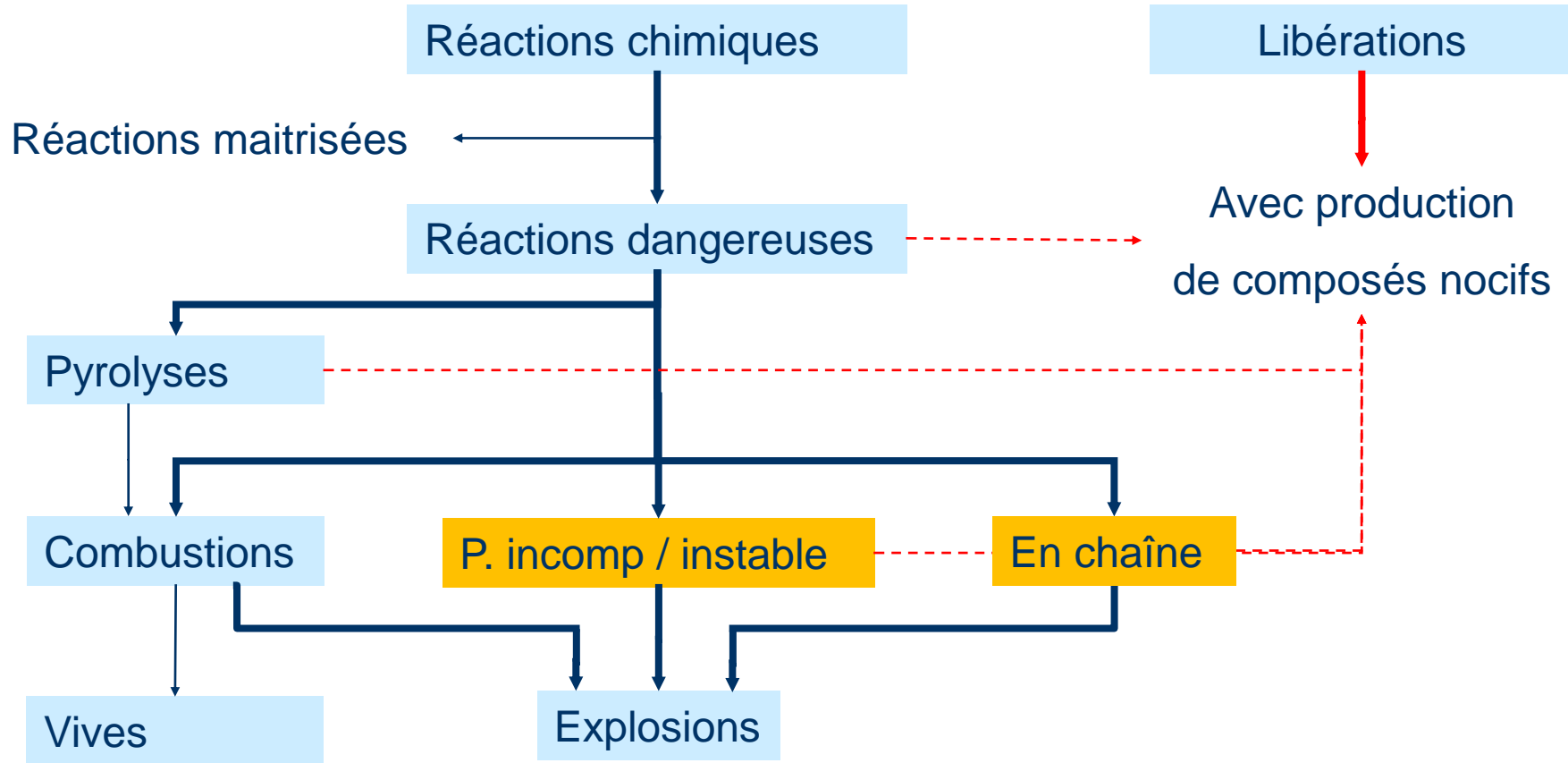
**Libérations de gaz chauds sous pression  
-> onde de choc**

## 2. Caractérisation des réactions dangereuses

### **Incendies vs Explosions**

- **réaction plus lente**
- **durée du phénomène plus longue**
- **pas d'onde de choc**
- **mise en œuvre de la matière par pyrolyse (vs éclatement de la matière)**

## 2. Caractérisation des réactions dangereuses



## 2. Caractérisation des réactions dangereuses

### **Réactions chimiques explosives**

- **réaction de combustion**
- **réaction en chaîne (oxydo-réduction,...)**
- **décomposition produits instables**

## 2. Caractérisation des réactions dangereuses

### Réactions en chaîne

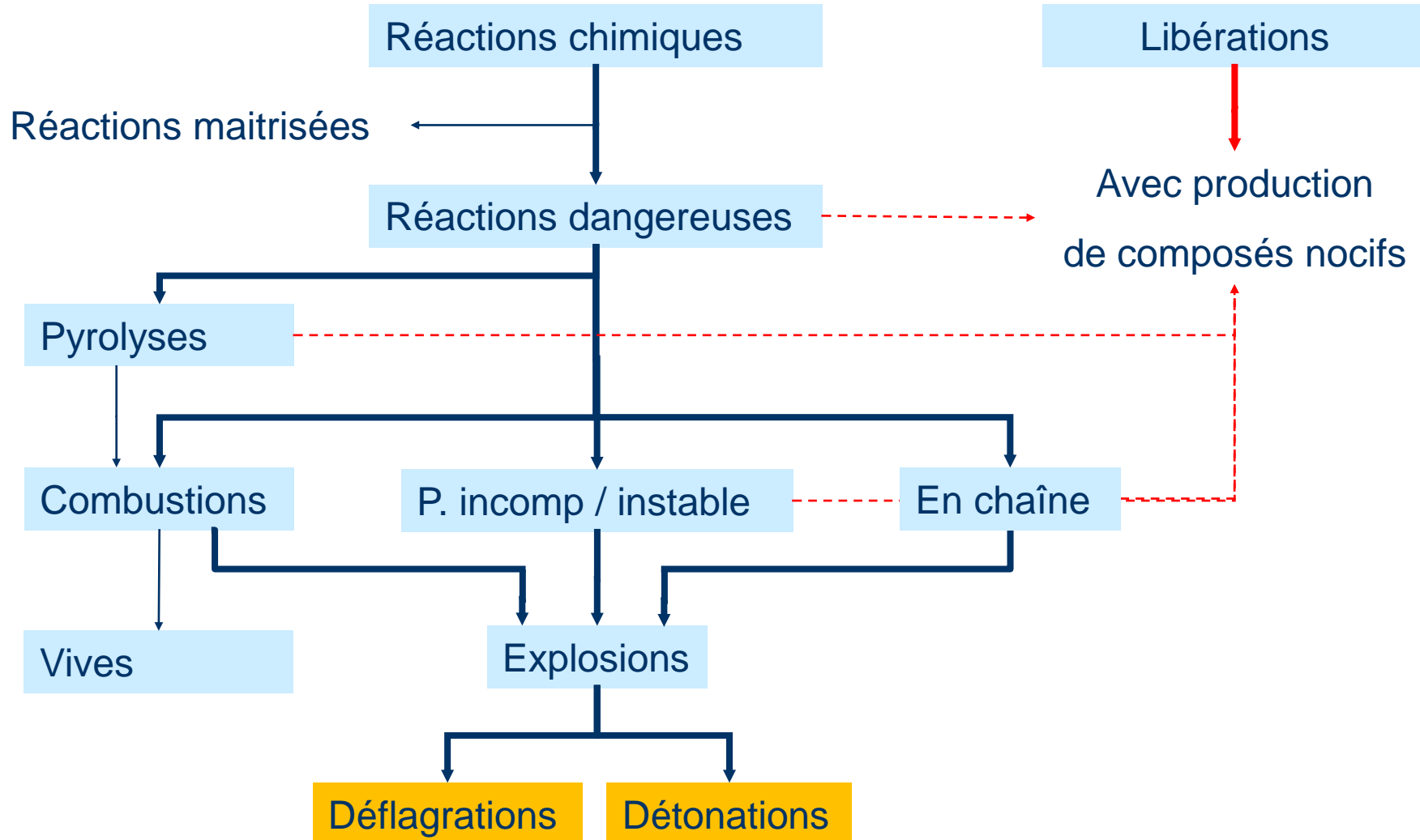
- **Un paramètre nécessaire à la réaction est produit par la réaction elle-même**
  - **oxydoréductions**
  - **polymérisations**
    - **Polymérisations (+/-)**
    - **Polycondensations (++)**
    - **Polyadditions (+ mais eau)**
  - **réactions nucléaires**

## 2. Caractérisation des réactions dangereuses

### **Explosifs**

- **Molécules avec fonctions oxydantes et réductrices**
- **Décompositions molécules instables**
- **Types d'explosion :**
  - **Décomposition lente (propulsion fusée)**
  - **Déflagration**
  - **Détonation**

## 2. Caractérisation des réactions dangereuses





## 2. Caractérisation des réactions dangereuses

- **Explosions (type)**
  - **Déflagration (vitesse de réaction lente)**
    - **Front de flamme 100m/s**
    - **Energie dégagée sur « longue durée »**
    - **P + faible**
    - **Onde de choc faible**
    - **Faible ampleur (pouvoir destructeur)**
  - **Proche combustion (hors onde de choc)**
  - **maîtrisée = propulsion des fusées**

## 2. Caractérisation des réactions dangereuses

- **Explosions (type)**
  - **Détonation (vitesse de réaction rapide)**
    - **Front de flamme plusieurs km/s**
    - **Energie dégagée sur 300 ms**
    - **Onde de choc forte**
    - **Forte ampleur (pouvoir destructeur)**
  
  - **Exemple (Explosifs, AZF)**

## 2. Caractérisation des réactions dangereuses

