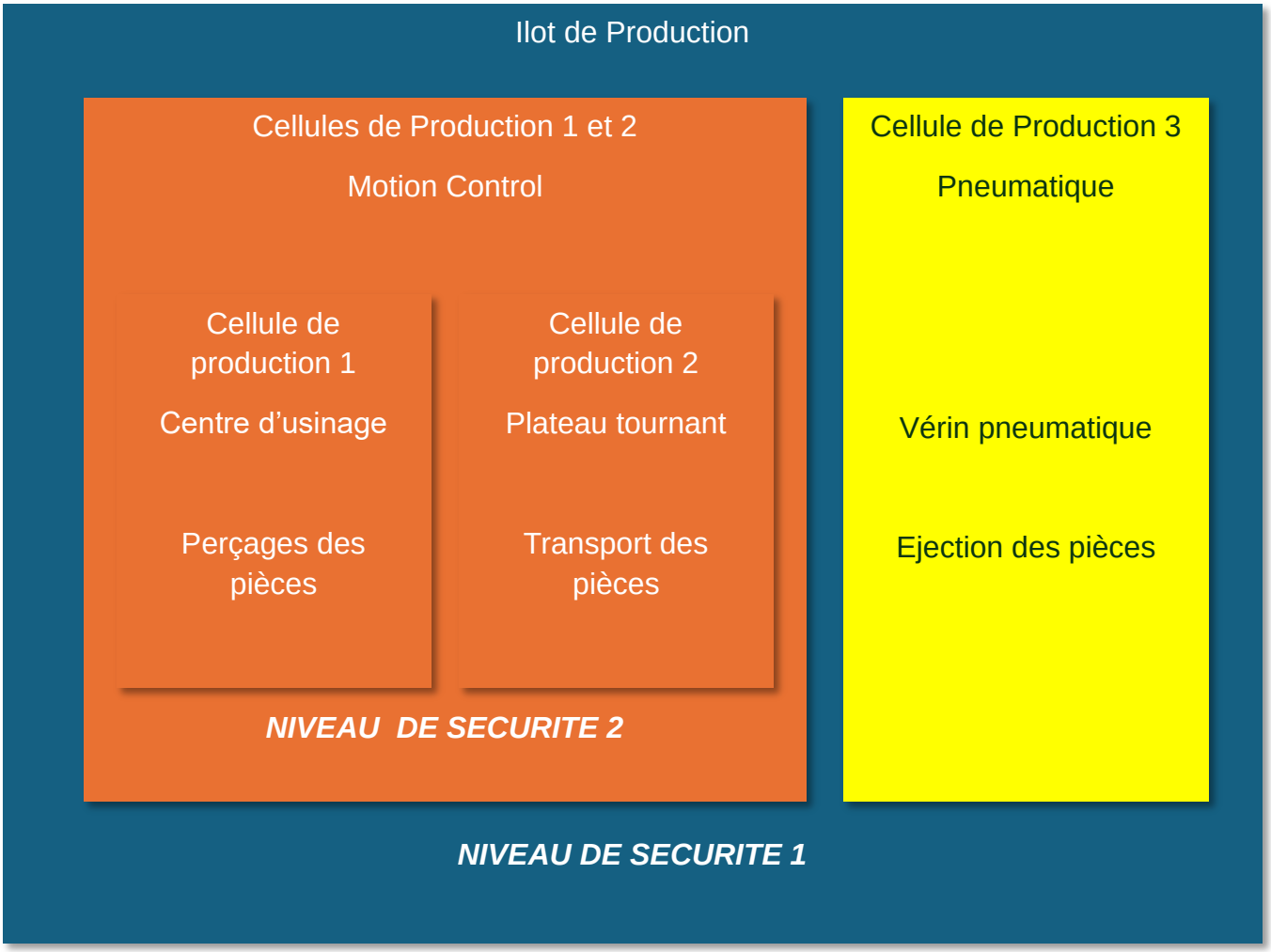
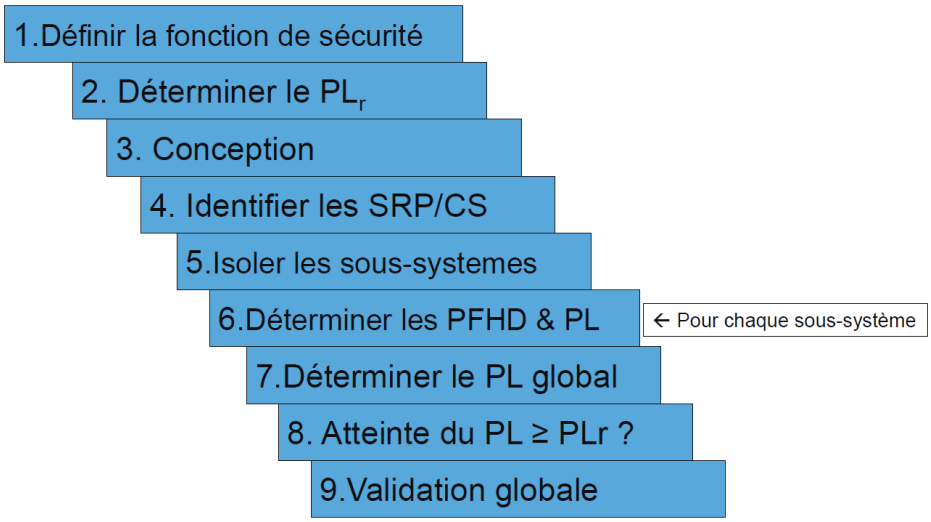
| | | |
|---|---|---|
| APN AUTOMATION SOLUTIONS D'AUTOMATISME INDUSTRIEL | **SECURITE MACHINE** | JUSTIFICATION SC/FS DU CONTROLEUR D'AXE SERVODRIVE OMRON |

## Contexte industriel




***NIVEAU DE SECURITE 1 : ACCES A L'ILOT DE PRODUCTION***

Application de la norme NF EN ISO 13849-1 en 9 étapes



## Etape 1 : Définition de la fonction de sécurité

- **Exigences de sécurité**

  L'accès à l'ilot de production est autorisé quand le verrou de sécurité TR10 est dans l'état déverrouillé. Ce qui implique l'arrêt en mode **arrêt de sécurité** des cellules de production 1, 2 et 3 :

  + Activation des entrées de sécurités des préactionneurs des cellules de production 1 et 2.
  + Mise hors énergie pneumatique de la cellule de production 3.

  Condition de déverrouillage du verrou de sécurité TR10 :

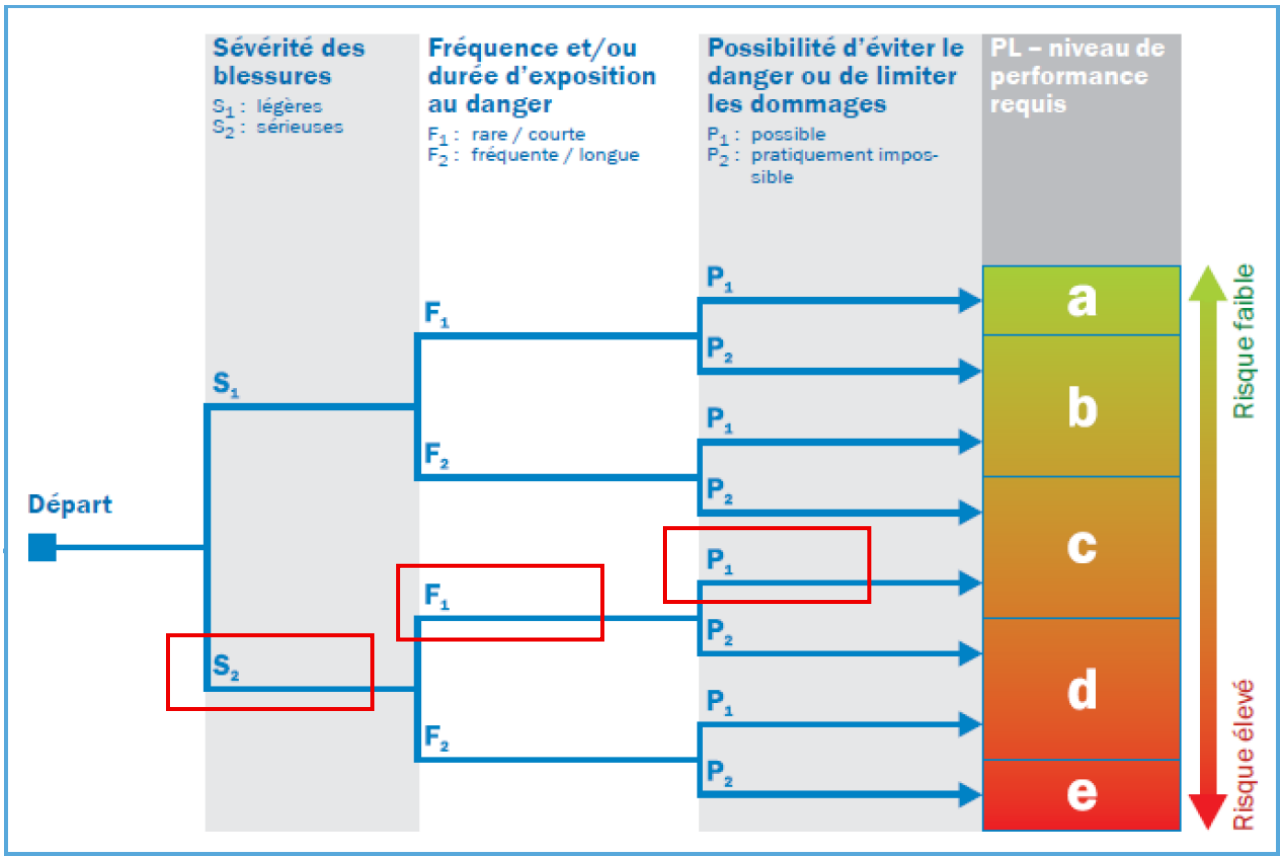
  + BP ATU enclenché et verrouillé.

  L'accès à l'ilot de production est interdit quand le verrou de sécurité TR10 est dans l'état verrouillé. Ce qui implique la mise en service normale des cellules de production 1, 2 et 3.

  Condition de verrouillage du verrou de sécurité TR10 :

  + Présence du capteur RFID au-dessus du verrou de sécurité TR10
  + Impulsion sur BP REARM.

## Etape 2 : Détermination du PLr




L'appréciation du risque pour le niveau 1 de sécurité qui correspond à l'accès à l'ilot de production recommande un niveau de sécurité PLr d'indice « c ».

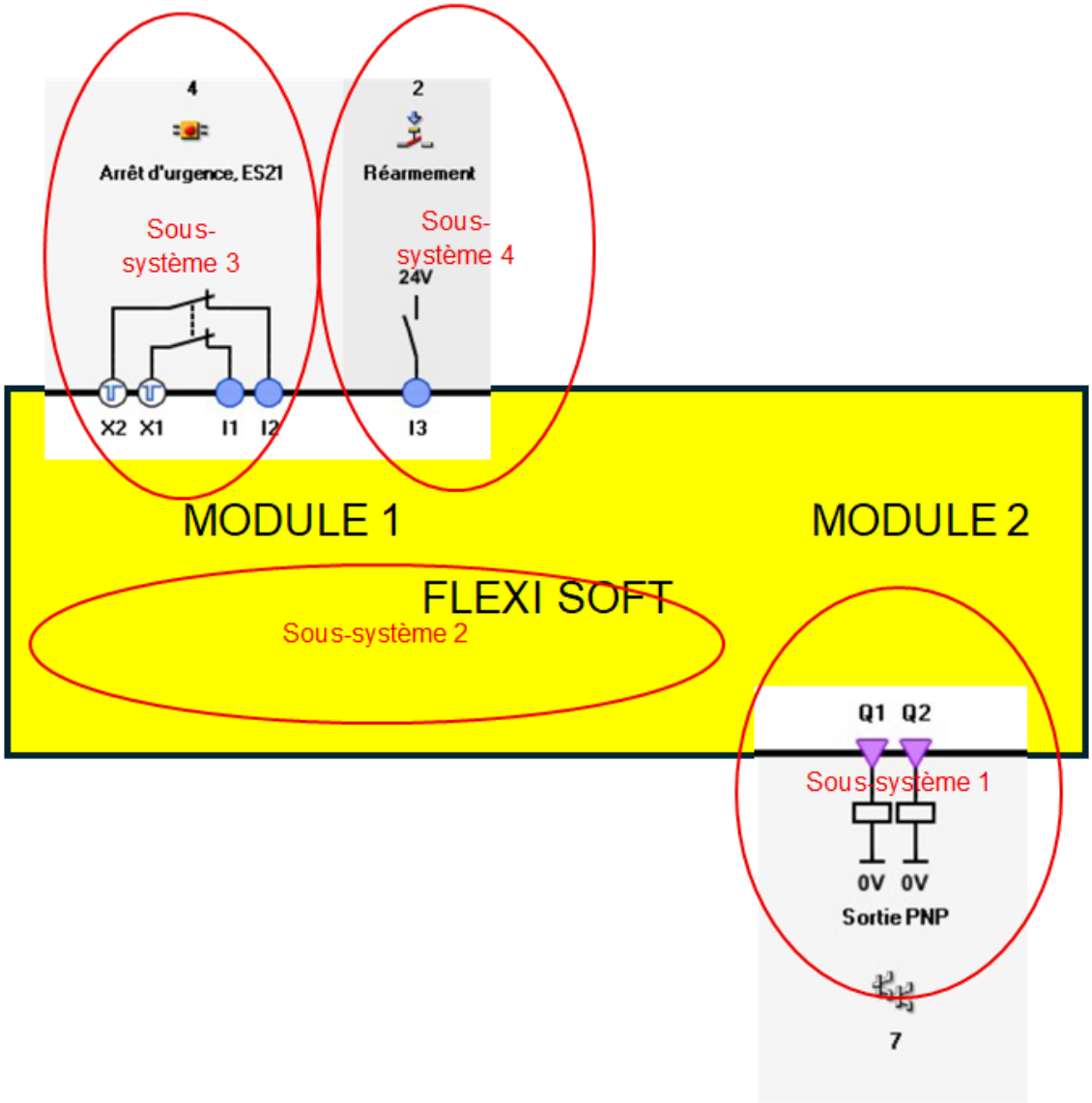
## Etape 3 : Conception pour la **chaine « servo-drive OMRON R88D»**

La partie sécurité de l'ilot de production est confiée à un système de commande de sécurité Flexi Soft de la société SICK. Elle met en œuvre :

- Un module Flexi Soft  CPU0. Pour la programmation des scénarios de sécurité
- Un module Flexi Soft GETC ETHERCAT. Pour la remontée des informations vers le PLC
- Deux modules Flexi Soft XTIO. Pour les interfaces d'entrées/sorties
- **Un servo-drive OMRON R88D**
- Un bouton d'arrêt d'urgence à verrouillage (d'usage courant) : BP ATU
- Un bouton poussoir de réarmement (d'usage courant) : BP REARM.

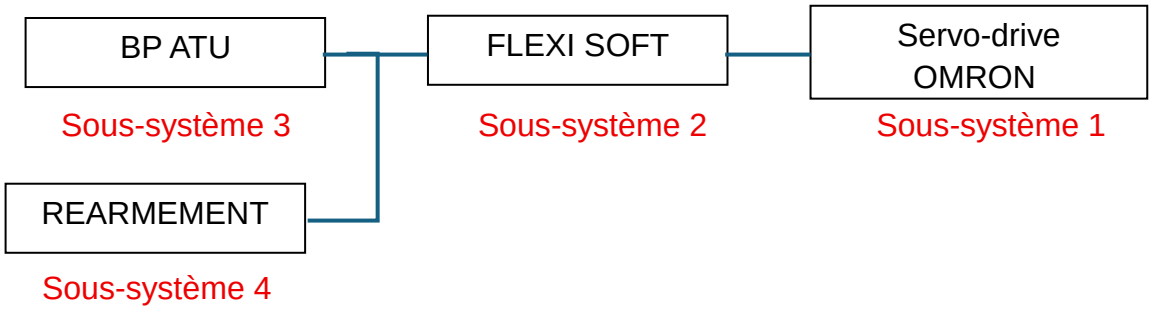
## Etape 4 : Identification des SRP/CS

SRP/CS : Partie d'un système de commande relatif à la sécurité selon NF EN ISO 13849-1.



## Etape 5 : Isoler des SRP/CS

Représentation schématique




## Etape 6 : Détermination des PFHd et PL pour chaque sous-système

- Sous-système 1 Composant de sécurité.
  Servo-drive OMRON R88D-KT

**Caractéristiques techniques relatives à la sécurité Servo-drive R88D-KT :**

**Connecteur de sécurité (CN8) – (tous les servodrivers)**

| N° broche | Nom du signal | Fonction |
|---|---|---|
| 1 | – | Non utilisée. Ne pas connecter |
| 2 | – | |
| 3 | SF1– | Entrée de sécurité 1 & 2. Cette entrée désactive les signaux d'entraînement du transistor de tension dans le servodriver pour couper la sortie de courant vers le moteur. |
| 4 | SF1+ | |
| 5 | SF2– | |
| 6 | SF2+ | |
| 7 | EDM– | Un signal de surveillance est émis pour détecter une panne de la fonction de sécurité. |
| 8 | EDM+ | |
| Coque | FG | Masse de châssis. |

D'après le document OMRON "Reliability Data for Safety of Machinery" :
Indice PL = "d". PFHd = $2.8E^{-8}$. Catégorie 3.

- Sous-système 2. Composant de sécurité
  Flexi Soft CPU et Flexi Soft XTIO.

## Caractéristiques techniques relatives à la sécurité Flexi Soft CPU

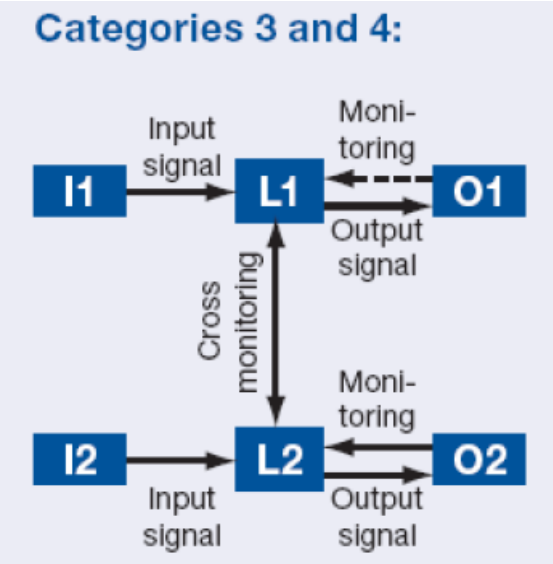
| | CPU0 | CPU1/2/3 |
|---|---|---|
| Niveau d'intégrité de la sécurité (CEI 61508)<br>Niveau d'intégrité de la sécurité (CEI 62061) | Niveau d'intégrité de la sécurité 3 | |
| Catégorie (ISO 13849) | Catégorie 4 | |
| Niveau de performance (ISO 13849) | PL e | |
| $PFH_D$ | $1{,}07 \times 10^{-9}$ | $1{,}69 \times 10^{-9}$ |
| $PFH_D$ pour station Flexi Line [1] | – | $0{,}40 \times 10^{-9}$ |
| $PFH_D$ pour Flexi Link / EFI | - | $1{,}69 \times 10^{-9}$ |
| $PFD_{avg}$ | $5 \times 10^{-5}$ | |
| $PFD_{avg}$ pour station Flexi Line [1] | – | $5 \times 10^{-5}$ |
| $T_M$ (durée d'utilisation) (ISO 13849) | 20 ans | |

## Caractéristiques techniques relatives à la sécurité Flexi Soft XTIO

| | XTIO |
|---|---|
| Niveau d'intégrité de la sécurité (CEI 61508)<br>Niveau d'intégrité de la sécurité (CEI 62061) | Niveau d'intégrité de la sécurité 3 |
| Catégorie (ISO 13849) [1] | |
| Pour les sorties mono canal avec impulsions de test activées sur toutes les sorties de sécurité (Q1 ... Q4) | Catégorie 4 [2] |
| Pour les sorties mono canal avec impulsions de test désactivées sur cette sortie ou sur n'importe quelle autre sortie de sécurité (Q1 ... Q4) | Catégorie 3 [2] [3] |
| Pour les sorties double canal avec ou sans impulsions de test désactivées sur cette sortie de sécurité ou sur n'importe quelle autre (Q1 ... Q4) | Catégorie 4 [3] [4] |
| Niveau de performance (ISO 13849) | PL e |
| $PFH_D$ [1] | |
| Pour sorties mono canal | $4{,}8 \times 10^{-9}$ |
| Pour sorties double canal | $0{,}9 \times 10^{-9}$ |
| $PFD_{avg}$ [1] | |
| Pour sorties mono canal | $4{,}2 \times 10^{-4}$ |
| Pour sorties double canal | $5 \times 10^{-5}$ |
| $T_M$ (durée d'utilisation) (ISO 13849) | 20 ans [3] |

- Sous-système 3. Composant standard à deux contacts.

**Structure double canal**




Catégorie retenue : 3

- Sous-système 4. Composant standard à un contact.

Le sous-système 4 n'intervient pas directement dans la chaine de sécurité car il donne l'ordre de redémarrer quand toutes les conditions de sécurité sont remplies. Une défaillance du BP REARM n'a donc pas de conséquence.

- Catégorie. Synthèse.

| Sous- système | Catégorie |
|---|---|
| 1 | 3 |
| 2 | 3 |
| 3 | 3 |
| 4 | Non retenu |

<u>Détermination du MTTFd : Durée moyenne de fonctionnement avant défaillance (dangereuse) du sous-système 3. (*Sert à la détermination du PFHd et du PL*)</u>

La norme NF EN ISO 13849-1 (annexe C) donne une méthode simplifiée pour les composants électromécaniques**,** basée sur :

$$MTTFd = \frac{B_{10d}}{0{,}1 \times n_{op} \times h_{op} \times d}$$

| Symbole | Signification | Unité | Commentaire |
|---|---|---|---|
| MTTFd | Durée moyenne de fonctionnement avant défaillance (dangereuse) | Année | A calculer |
| $B_{10}d$ | Nombre de cycles avant 10 % de défaillances dangereuses | cycles | Donné ou estimé par le constructeur |
| $n_{op}$ | Nombre d'opérations par heure | cycles/h | Fréquence d'utilisation |
| $h_{op}$ | Heures de fonctionnement par jour | h/j | Typiquement 8 à 24 |
| d | Jours de fonctionnement par an | j/an | Typiquement 220 (industriel) à 365 (continu) |

Pour

- **$B_{10d}$** = 2 000 000 cycles ($2E^6$)
  (valeur standard issue de l'annexe C de l'ISO 13849-1)
- **$n_{op}$** = 1 opérations / h (appui toutes les heures environ)
- **$h_{op}$** = 8 h / jour
- **d** = 220 jours / an

MTTFd = 11363 années par canal
Le sous-système 3 est composé de 2 canaux.
$MTTFd_3$ = 5681 années

Détermination du PFHd et du PL du sous-système 3

Tableau K.1 (*suite*)

| | Probabilité moyenne d'une défaillance dangereuse par heure (1/h) et niveau de performance correspondant (PL) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $MTTF_d$ pour chaque canal années | Cat. B $DC_{avg}$ = nulle | PL | Cat. 1 $DC_{avg}$ = nulle | PL | Cat. 2 $DC_{avg}$ = faible | PL | Cat. 2 $DC_{avg}$ = moyenne | PL | Cat. 3 $DC_{avg}$ = faible | PL | Cat. 3 $DC_{avg}$ = moyenne | PL | Cat. 4 $DC_{avg}$ = élevée | PL |
| 15 | $7,61 \times 10^{-6}$ | b | | | $4,53 \times 10^{-6}$ | b | $3,01 \times 10^{-6}$ | b | $1,82 \times 10^{-6}$ | c | $7,44 \times 10^{-7}$ | d | | |
| 16 | $7,13 \times 10^{-6}$ | b | | | $4,21 \times 10^{-6}$ | b | $2,77 \times 10^{-6}$ | c | $1,67 \times 10^{-6}$ | c | $6,76 \times 10^{-7}$ | d | | |
| 18 | $6,34 \times 10^{-6}$ | b | | | $3,68 \times 10^{-6}$ | b | $2,37 \times 10^{-6}$ | c | $1,41 \times 10^{-6}$ | c | $5,67 \times 10^{-7}$ | d | | |
| 20 | $5,71 \times 10^{-6}$ | b | | | $3,26 \times 10^{-6}$ | b | $2,06 \times 10^{-6}$ | c | $1,22 \times 10^{-6}$ | c | $4,85 \times 10^{-7}$ | d | | |
| 22 | $5,19 \times 10^{-6}$ | b | | | $2,93 \times 10^{-6}$ | c | $1,82 \times 10^{-6}$ | c | $1,07 \times 10^{-6}$ | c | $4,21 \times 10^{-7}$ | d | | |
| 24 | $4,76 \times 10^{-6}$ | b | | | $2,65 \times 10^{-6}$ | c | $1,62 \times 10^{-6}$ | c | $9,47 \times 10^{-7}$ | d | $3,70 \times 10^{-7}$ | d | | |
| 27 | $4,23 \times 10^{-6}$ | b | | | $2,32 \times 10^{-6}$ | c | $1,39 \times 10^{-6}$ | c | $8,04 \times 10^{-7}$ | d | $3,10 \times 10^{-7}$ | d | | |
| 30 | | | $3,80 \times 10^{-6}$ | b | $2,06 \times 10^{-6}$ | c | $1,21 \times 10^{-6}$ | c | $6,94 \times 10^{-7}$ | d | $2,65 \times 10^{-7}$ | d | $9,54 \times 10^{-8}$ | e |
| 33 | | | $3,46 \times 10^{-6}$ | b | $1,85 \times 10^{-6}$ | c | $1,06 \times 10^{-6}$ | c | $5,94 \times 10^{-7}$ | d | $2,30 \times 10^{-7}$ | d | $8,57 \times 10^{-8}$ | e |
| 36 | | | $3,17 \times 10^{-6}$ | b | $1,67 \times 10^{-6}$ | c | $9,39 \times 10^{-7}$ | d | $5,16 \times 10^{-7}$ | d | $2,01 \times 10^{-7}$ | d | $7,77 \times 10^{-8}$ | e |
| 39 | | | $2,93 \times 10^{-6}$ | c | $1,53 \times 10^{-6}$ | c | $8,40 \times 10^{-7}$ | d | $4,53 \times 10^{-7}$ | d | $1,78 \times 10^{-7}$ | d | $7,11 \times 10^{-8}$ | e |
| 43 | | | $2,65 \times 10^{-6}$ | c | $1,37 \times 10^{-6}$ | c | $7,34 \times 10^{-7}$ | d | $3,87 \times 10^{-7}$ | d | $1,54 \times 10^{-7}$ | d | $6,37 \times 10^{-8}$ | e |
| 47 | | | $2,43 \times 10^{-6}$ | c | $1,24 \times 10^{-6}$ | c | $6,49 \times 10^{-7}$ | d | $3,35 \times 10^{-7}$ | d | $1,34 \times 10^{-7}$ | d | $5,76 \times 10^{-8}$ | e |
| 51 | | | $2,24 \times 10^{-6}$ | c | $1,13 \times 10^{-6}$ | c | $5,80 \times 10^{-7}$ | d | $2,93 \times 10^{-7}$ | d | $1,19 \times 10^{-7}$ | d | $5,26 \times 10^{-8}$ | e |
| 56 | | | $2,04 \times 10^{-6}$ | c | $1,02 \times 10^{-6}$ | c | $5,10 \times 10^{-7}$ | d | $2,52 \times 10^{-7}$ | d | $1,03 \times 10^{-7}$ | d | $4,73 \times 10^{-8}$ | e |
| 62 | | | $1,84 \times 10^{-6}$ | c | $9,06 \times 10^{-7}$ | d | $4,43 \times 10^{-7}$ | d | $2,13 \times 10^{-7}$ | d | $8,84 \times 10^{-8}$ | e | $4,22 \times 10^{-8}$ | e |
| 68 | | | $1,68 \times 10^{-6}$ | c | $8,17 \times 10^{-7}$ | d | $3,90 \times 10^{-7}$ | d | $1,84 \times 10^{-7}$ | d | $7,68 \times 10^{-8}$ | e | $3,80 \times 10^{-8}$ | e |
| 75 | | | $1,52 \times 10^{-6}$ | c | $7,31 \times 10^{-7}$ | d | $3,40 \times 10^{-7}$ | d | $1,57 \times 10^{-7}$ | d | $6,62 \times 10^{-8}$ | e | $3,41 \times 10^{-8}$ | e |
| 82 | | | $1,39 \times 10^{-6}$ | c | $6,61 \times 10^{-7}$ | d | $3,01 \times 10^{-7}$ | d | $1,35 \times 10^{-7}$ | d | $5,79 \times 10^{-8}$ | e | $3,08 \times 10^{-8}$ | e |
| 91 | | | $1,25 \times 10^{-6}$ | c | $5,88 \times 10^{-7}$ | d | $2,61 \times 10^{-7}$ | d | $1,14 \times 10^{-7}$ | d | $4,94 \times 10^{-8}$ | e | $2,74 \times 10^{-8}$ | e |
| 100 | | | $1,14 \times 10^{-6}$ | c | $5,28 \times 10^{-7}$ | d | $2,23 \times 10^{-7}$ | d | $1,01 \times 10^{-7}$ | d | $4,29 \times 10^{-8}$ | e | $2,47 \times 10^{-8}$ | e |

$PFHd_3 = 1.01^{-7}$. $PL_3$ indice d

- Synthèse.

| Sous- système | Catégorie | PL | PFHd | $T_M$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | d | $2.8E^{-8}$ | 20 années |
| 2 | 3 | e | $1.07E^{-9} + 4.8E^{-9} = 5.87 E^{-9}$ | 20 années |
| 3 | 3 | d | $1.1E^{-7}$ | 20 années |

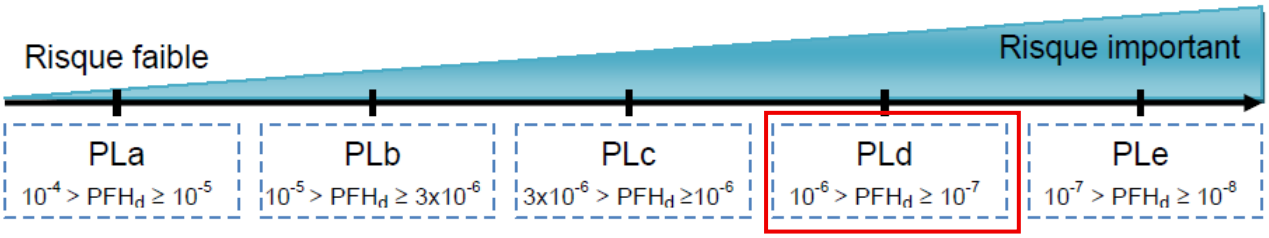
Détermination du $PFHd_{Global}$

$PFHd_{GLOBAL} = PFHd_{sous\text{-}système1} + PFHd_{sous\text{-}système2} + PFHd_{sous\text{-}système3}$

$PFHd_{GLOBAL} = 2.8E^{-8} + 5.87\ E^{-9} + 1.1E^{-7} + = 1.4E^{-7}$

$PFHd_{GLOBAL} = 1.4E^{-7}$

## Etape 7 : Détermination du $PL_{GLOBAL}$




$PL_{GLOBAL}$ = PL « d »

## ETAPE 8 : Objectif atteint : PL ≥ PLr ?

- Niveau de performance requis : PLr indice « c »
- Niveau de performance global : $PL_{GLOBAL}$ « d »

OBJECTIF ATTEINT

## ETAPE 9 : Validation globale

Pendant l'intégration et les tests, les points suivants doivent également être documentés:

- Modifications
- Information à l'utilisation (formation des utilisateurs)
- Documentation, dossier technique…CE.