

Prosit retour n°1

Mots clef :

- Transitoire $Q_s(t)$
- Mode manuel Repetier
- Pupitre ECR20
- Débit
- Modélisation
- Etude des risques
- AMDEC (modèle)
- Equation différentielle
- Analyse fonctionnelle
- G-code

Contexte :

On souhaite réaliser une étude sur les risque de manipulation d'une encolleuse dans l'objectif d'en déduire une modélisation du cordon de façon à optimiser le dépôt de colle constant.

Contraintes :

- Matériel dont on dispose

Problématiques :

- Comment optimiser le cordon de colle de manière constante ?

Avec la modélisation on peut l'optimiser en régime libre et forcé.

- Comment mettre en place un modèle AMDEC ?

Suivre la méthodologie AMDEC en 4 étapes (couplé au 5M et diagramme d'Ishikawa)

Livrables :

- L'étude et la modélisation du cordon de colle
- Corbeilles

Généralisation :

Equation différentielle, AMDEC

Hypothèses :

- Pour optimiser le cordon de colle de manière constante, il faut utiliser des équations différentiel ?
- Les équations différentiel que nous allons utiliser sont du seconde ordre

- On va utiliser la méthodologie AMDEC pour l'étude de risque
- La vitesse et le débit permettrait d'uniformiser le cordon de colle
- Il va falloir étudier une relation entre la pression de la seringue et le débit de la colle
- AMDEC est une sous partie de l'analyse fonctionnelle (C'est complémentaire à l'AF)

Plan d'action :

I – Analyse fonctionnelle

L'AF est une démarche qui s'adresse au constructeur du produit.

Se fait au début du projet pour éviter les piège classique de conception.

A qui ? :

Au concepteur s de produits

Quel but ? :

Optimiser la conception ou la reconception de produits en s'appuyant sur les fonctions que doit réaliser le produit. Une fois les fonctions du produit identifiées et caractérisées, l'équipe de conception peut mesurer son état d'avancement et de réussite par rapport à des critères objectifs.

Quand l'utiliser ? :

Au début du projet

Pourquoi ? :

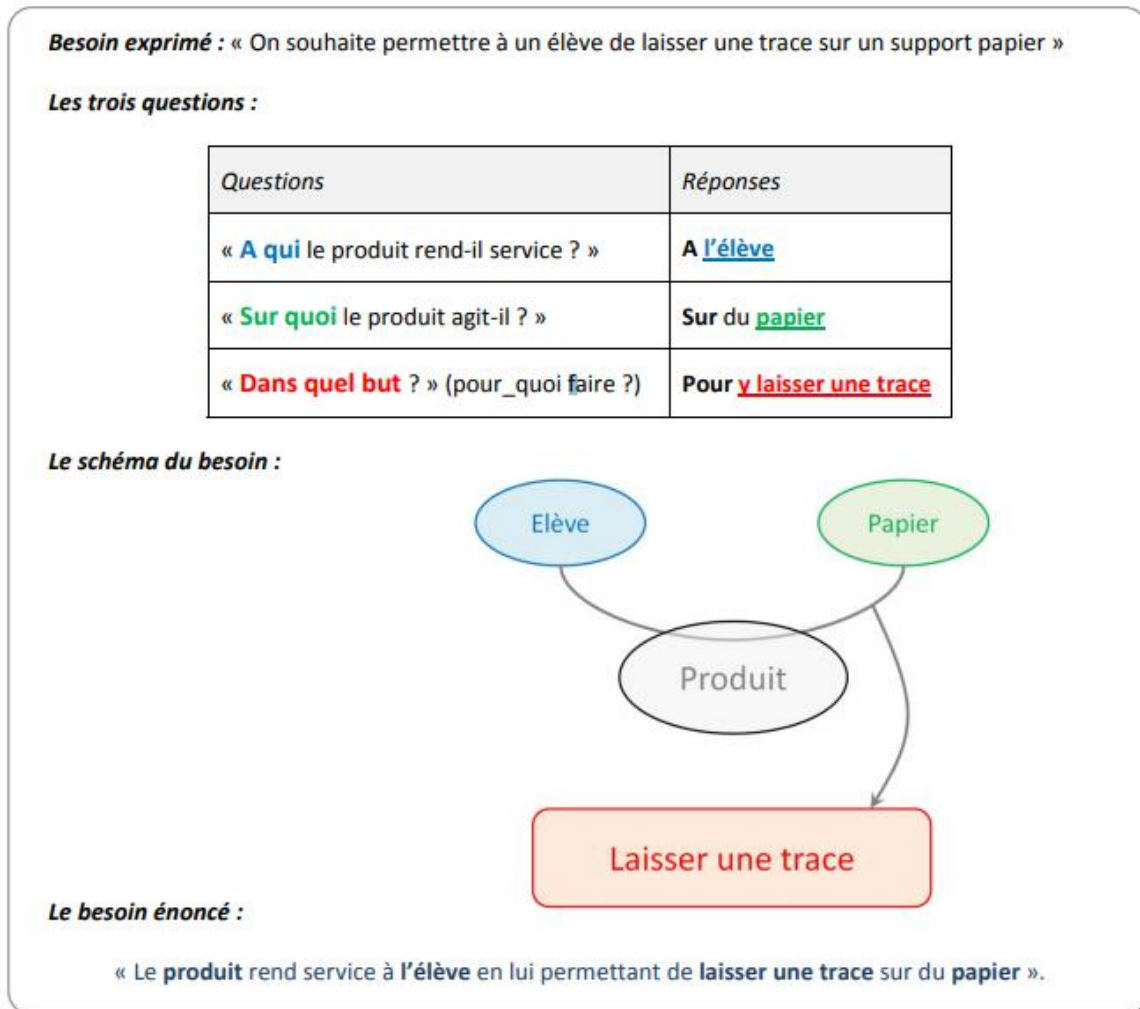
Elle permet d'éviter certains pièges classiques de la conception (aveuglement, manque d'objectivité, mauvaise gestion des priorités). Dans les faits, les premières étapes de l'AF sont générales et concernent tous les acteurs d'un même projet. C'est seulement dans un deuxième temps que l'AF devient technique, et oriente les concepteurs vers des solutions techniques. L'AF rend ainsi possible un dialogue entre tous les intervenants d'un projet (quels que soient leurs domaines de compétence). C'est un gage d'objectivité et de créativité dans la conduite du projet.

La démarche est généralement conduite en mode projet et peut être utilisée pour créer (conception) ou améliorer (re-conception) un produit.

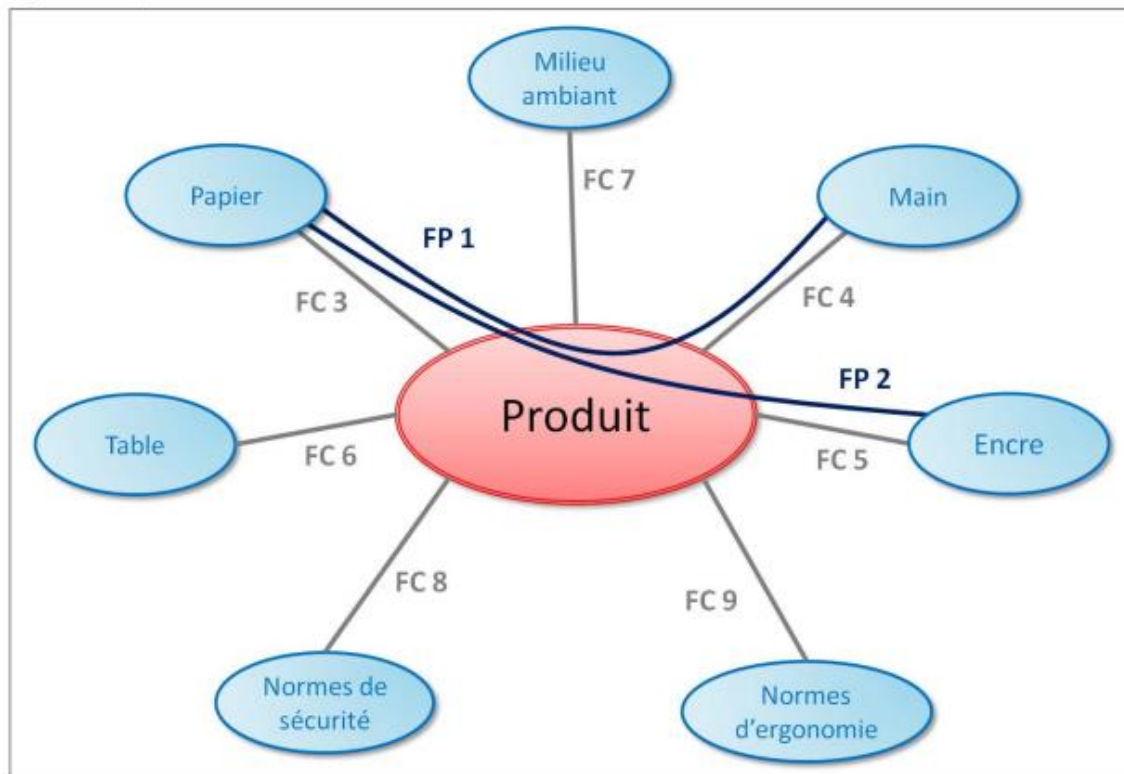
- L'objet visé par la démarche peut être un objet, un matériel, un processus matériel ou vivant, une organisation, un logiciel, etc.
- Les besoins sont de toute nature et sont exprimés de façon individuelle ou collective, objective ou subjective, avec des degrés de justification disparates.
- La ou les fonctions étudiées sont également diverses : fonctions de service, fonctions d'évaluation, fonctions de traitement.
- Le cadre de l'étude doit être aussi pris en compte : contraintes ou variables déduites de l'environnement, la réglementation, des usages, etc.

3 étapes :

Analyse du besoin (Diagramme bête à corne)



Analyse fonctionnelle du besoin (Diagramme pieuvre)



Quelques énoncés possibles (le verbe est en rouge, les EME sont en bleu)

FP1 : Reproduire les mouvements de la **main** sur le **papier**

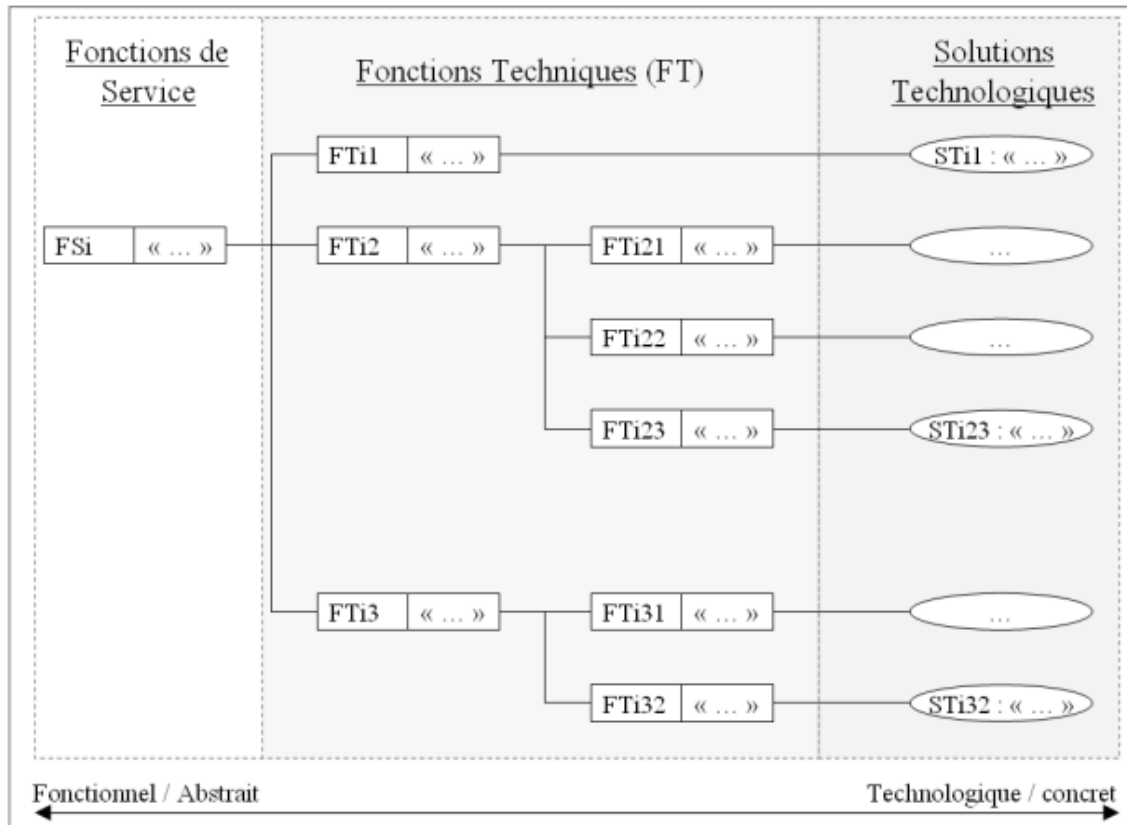
FP2 : Transférer l'**encre** sur le **papier**

FC3 : S'adapter au **papier**

FC4 : S'adapter à la **main**

Analyse fonctionnelle technique (Diagramme FAST)

Fig.14 : FAST de la fonction de service FS_i



II – AMDEC

AMDE -> Analyse des modes de défaillance et de leur effet

AMDEC -> Analyse des modes de défaillance et de leur criticité

Etudie :

- Défaillance
- Cause
- Effet

Les différents types d'AMDEC

Types d'AMDEC	Rôle	Document de travail associé
AMDEC Fonctionnelle	Analyse des défaillances et de ses causes à l'étape de la conception.	<ul style="list-style-type: none">• Plan de construction• Brevet
AMDEC Produit	Analyse les demandes des clients en termes de fiabilité.	Plan de fiabilisation
AMDEC Process	Analyse des risques liés aux défaillances d'un produit.	<ul style="list-style-type: none">• Plan de surveillance• Contrôle qualité
AMDEC Moyen de Production	Analyse les risques liés aux défaillances de la chaîne de production.	Guide de maintenance
AMDEC Flux	Analyses les risques liés à l'approvisionnement, le temps de réaction et de correction et leurs coûts.	<ul style="list-style-type: none">• Plan de gestion des stocks• Procédure de sécurité

Cas d'utilisation de AMDEC :

Au sein d'une entreprise, l'utilisation de l'AMDEC se traduit par :

- Une production optimisée, le bon produit du premier coup,
- Une amélioration permanente des moyens de production afin de limiter les défaillances,
- Une amélioration constante de l'organisation,
- La fixation d'un seuil de qualité à obtenir, la mise en place des moyens pour y parvenir,
- Une analyse de chacun des défauts de production,
- La rédaction de recommandations en cas de défaillances.

Notes de criticité :

Note de 1 à 10 (ou 1 à 4) sur 3 critères

- Fréquence de défaillance
- Gravité de la défaillance
- Qualité de détection

Criticité = Fréquence × Gravité × Détection

De manière générale les entreprises fix un seuil de criticité qu'il ne faut pas dépasser

NIVEAU OU COTATION	1	2	3	4
FREQUENCE	Très faible taux d'apparition Moins de une défaillance par An	Faible taux d'apparition 3 mois < f < 6 mois	Taux d'apparition Moyen 1 semaine < f < 3 mois	Taux d'apparition Régulier Plusieurs défaillances par semaine
DETECTION	VISUELLE A COUP SUR	VISUELLE APRES ACTION DE L'OPERATEUR	DIFFICILEMENT DECELABLE (Eventuellement auditif)	DETECTION IMPOSSIBLE
GRAVITE	Durée d'intervention D < 10 mn Peu ou pas de pertes de production	Durée d'intervention 10 mn < D < 30 mn	Durée d'intervention 30 mn < D < 45 mn	Durée d'intervention D > 45 mn

		Gravité			
		1	2	3	4
Probabilité	1	1	2	3	4
	2	2	4	6	8
	3	3	6	9	12
	4	4	8	12	16
		Criticité			

Fréquence de défaillance	Indice de fréquence
Rare	1
Probable	2
Très probable	3
Inévitable	4

Gravité	Indice de gravité
Mineure	1
Majeure	2
Importante	3
Critique	4

Défectabilité	Indice de détection
Facilement décelable	1
Décelable par un technicien	2
Difficile à détecter	3
Indétectable	4

C < 24 24 ≤ C < 32 C ≥ 32 →

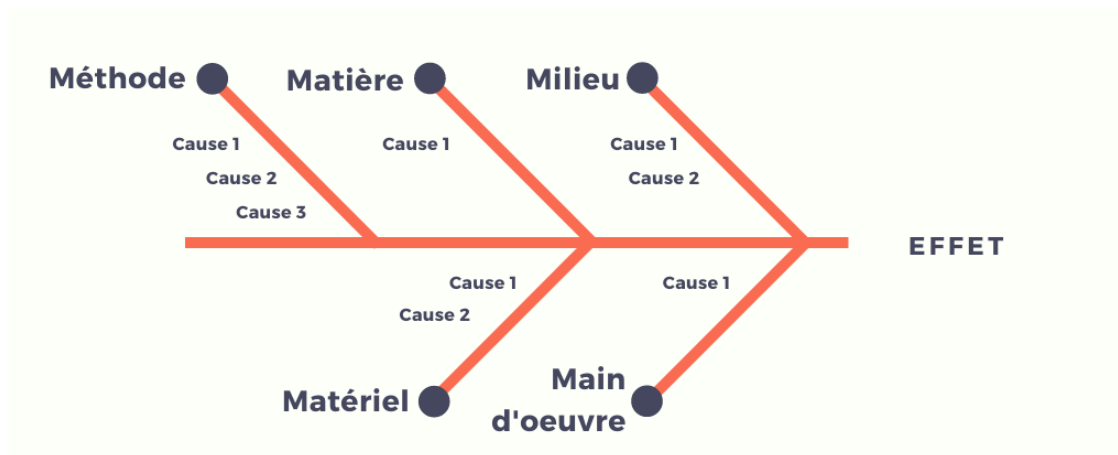
Formule de la criticité :

$$C = F \times G \times D$$

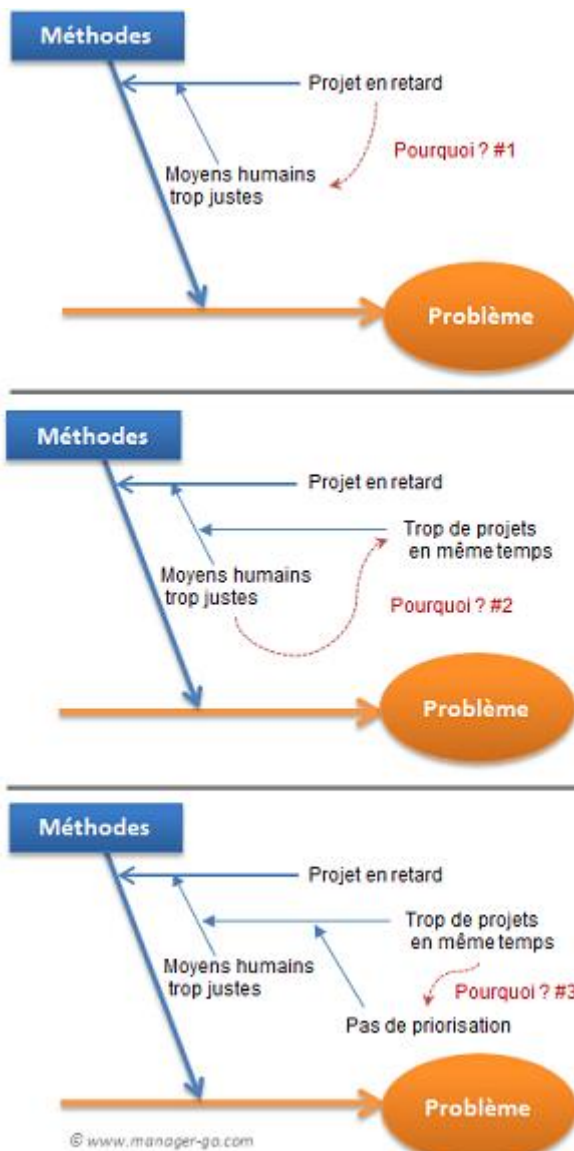
Classez les causes par familles (5M)

Ces regroupements forment les arêtes principales du diagramme d'Ishikawa. Dans le domaine de la qualité et de la production, les 5M sont fréquemment utilisés pour cette tâche :

- **Main d'œuvre** : les collaborateurs, leurs compétences...
- **Matières** : les matières concernées, la qualité... Pour une fabrication, les composants entrant dans l'élaboration du produit..
- **Matériels** : Les moyens de production, les équipements...
- **Méthodes** : les techniques, les procédures, modes opératoires...
- **Milieu** : l'environnement de travail, la concurrence...



Méthode des 5 pourquoi :



III – Equation différentiel

Une équation différentielle est une relation mathématique liant des fonctions inconnues et leurs dérivées. L'ordre d'une équation différentielle correspond au degré maximal de dérivation auquel l'une des fonctions a été soumise.

A – Première ordre

Soit l'équation E :

$$E: a y'(x) + by(x) = h(x) \rightarrow \text{où } a \in \mathbb{R}^* \text{ et } b \in \mathbb{R}.$$

$$a y'(x) + b y(x) = 0$$

- On associe à (E_0) l'équation caractéristique $a r + b = 0$ dont la solution est $r_0 = -\frac{b}{a}$
- Les solutions de (E_0) sont alors $y_0 = C e^{r_0 x}$

2) On cherche une solution particulière y_1 de (E)

Recherche d'une solution particulière :

Soit l'équation (E) : $a y' + b y = h(x)$

La forme de la solution particulière y_1 de (E) dépend de celle de $h(x)$.

Nous développons les trois cas les plus courants ($P_n(x)$ et $\Psi_n(x)$ désignent des polynômes de degré n)

Premier cas :

$$h(x) = P_n(x)$$

Si $b \neq 0$, alors $y_1 = \Psi_n(x)$

Si $b = 0$, alors $y_1 = x \Psi_n(x)$

Deuxième cas :

$$h(x) = P_n(x) e^{\lambda x}$$

Si $\lambda \neq r_0$, alors $y_1 = \Psi_n(x) e^{\lambda x}$

Si $\lambda = r_0$, alors $y_1 = x \Psi_n(x) e^{\lambda x}$

Troisième cas :

$$h(x) = A \cos(px) + B \sin(px), \text{ où } A, B \in \mathbb{R}$$

Alors $y_1 = C \cos(px) + D \sin(px)$ où $C, D \in \mathbb{R}$

3) Les solutions de (E) sont les fonctions $y = y_0 + y_1$

4) La connaissance d'une condition particulière est nécessaire pour déterminer la constante K

Méthode de Lagrange:

Soit l'équation (E) : $a y'(x) + b y(x) = h(x)$

La méthode de Lagrange permet d'obtenir la solution générale de l'équation (E) en « faisant varier » la constante K de la solution de l'équation homogène

(E₀): $y(x) = K(x)y_0(x)$

Exemple : $y'(x) + y(x) = 2xe^{-x}$

Les solutions de (E₀) sont $y_0(x) = Ke^{-x}$ où $K \in \mathbb{R}$.

La solution générale de (E) est donc $y(x) = K(x)e^{-x}$

Par identification, on obtient : $K'(x)e^{-x} - K(x)e^{-x} + K(x)e^{-x} = 2xe^{-x}$

Soit $K'(x)e^{-x} = 2xe^{-x} \Rightarrow K'(x) = 2x \Rightarrow K(x) = x^2 + C$

La solution générale de (E) est donc $y(x) = (x^2 + C)e^{-x}$



Cette méthode s'utilise lorsque l'on ne sait pas déterminer facilement une solution particulière.

B – Second ordre

METHODE DE RESOLUTION :

Soit l'équation (E) : $a y''(x) + b y'(x) + cy(x) = h(x)$

1) On résout l'équation homogène (E₀) : $a y''(x) + b y'(x) + cy(x) = 0$
de la façon suivante :

- On associe à (E₀) l'équation caractéristique $ar^2 + br + c = 0$ (E_C)
- On calcule $\Delta = b^2 - 4ac$

Si $\Delta > 0$, (E_C) admet deux racines réelles $r_1 = \frac{-b-\sqrt{\Delta}}{2a}$ et $r_2 = \frac{-b+\sqrt{\Delta}}{2a}$

Les solutions de (E₀) sont $y_0 = Ae^{r_1x} + Be^{r_2x}$, avec $A, B \in \mathbb{R}$

Si $\Delta = 0$, (E_C) admet une racine double réelle $r = \frac{-b}{2a}$

Les solutions de (E₀) sont $y_0 = (Ax + B)e^{rx}$, avec $A, B \in \mathbb{R}$

Si $\Delta < 0$, (E_C) admet deux racines complexes $r_1 = \alpha + i\beta$ et $r_2 = \alpha - i\beta$

Les solutions de (E₀) sont $y_0 = e^{\alpha x}(A \cos(\beta x) + B \sin(\beta x))$, avec $A, B \in \mathbb{R}$

METHODE DE RESOLUTION :

2) On cherche une solution particulière y_1 de (E)

3) Les solutions de (E) sont les fonctions $y = y_0 + y_1$

4) La connaissance de $y(x_0)$ et $y'(x_0)$ est nécessaire pour déterminer les constantes A et B

Recherche d'une solution particulière :

Soit l'équation (E) : $a y''(x) + b y'(x) + c y(x) = h(x)$

La forme de la solution particulière $y_1(x)$ de (E) dépend de celle de $h(x)$.

Nous développons les trois cas les plus courants ($P_n(x)$, $\Psi_n(x)$ et $\Phi_n(x)$ désignent des polynômes de degré n) :

□ **Premier cas :** $h(x) = P_n(x)$

Si $b \neq 0$ et $c \neq 0$, alors $y_1(x) = \Psi_n(x)$

Si $b \neq 0$ et $c = 0$, alors $y_1(x) = x\Psi_n(x)$

Si $b = 0$ et $c = 0$, alors $y_1(x) = x^2\Psi_n(x)$

□ **Deuxième cas :** $h(x) = P_n(x)e^{\lambda x}$

Si λ n'est pas solution de (Ec), alors $y_1(x) = \Psi_n(x)e^{\lambda x}$

Si λ est une solution de (Ec), alors $y_1(x) = x\Psi_n(x)e^{\lambda x}$

Si λ est la solution de (Ec), alors $y_1(x) = x^2\Psi_n(x)e^{\lambda x}$



□ **Troisième cas :** $h(x) = P_n(x)\cos(px)$ ou $P_n(x)\sin(px)$

Si ip n'est pas solution de (Ec), alors $y_1 = \Psi_n(x)\cos(px) + \Phi_n(x)\sin(px)$

Si ip est solution de (Ec), alors $y_1 = x [\Psi_n(x)\cos(px) + \Phi_n(x)\sin(px)]$

IV – Réalisation

A – Corbeille

AMDEC -> Etude d'un pont

Réaliser l'étude AMDEC d'un pont

Etude d'un four : Equation différentiel

Tracer les courbes de croissance de la température

B – Prosit

Donnée :

$Q_s(t)$: Débit de colle à la sortie du tube

t : temps d'encollage

$Q_e(t)$: Débit de colle à l'entrée du tube

Aiguille d'encollage supposée cylindrique de rayon intérieur r et de longueur k

L : longueur

$\Delta V = P \cdot K1$

$P(t) = Q_s(t) \cdot K2 \Delta$

Détermination de $Q_s(t)$ de 0 à T (Régime forcé)

Conditions initiales : On applique un débit d'entrée constant alors $Q_e(t) = Q_E =$

Constante ; $Q_s(0) = 0$;

Détermination de $Q_s(t)$ de T à $2T$ (Régime libre)

Conditions initiales : On coupe le débit d'entrée alors $Q_e(t) = \text{constante} = 0$; $Q_s(T) =$

Q_E

$Q_e(t)$ = Débit en entrée

L = Longueur du tube

$Q_s(t)$ = Débit en sortie

Aiguille: Rayon a
Longueur K

ΔV = Variation de volume

t = temps de collapse

a = longueur = 3 mm
 b = épaisseur / 2 = 0,75 mm

U = constant

$Q_e(t) = Q_s = \text{cte}$

$Q_s(0) = 0$

$$\Delta V = P \cdot K_1$$

$$P(t) = Q_s(t) \cdot K_2$$

$$\Delta V = 0 \quad V_s = V_e$$

$$V_s - V_e = 0$$

$$\frac{d\Delta V}{dt} = \frac{dV_s}{dt} - \frac{dV_e}{dt}$$

$$P'(t)K_1 = Q_s'(t) - Q_e'(t)$$

$$P'(t)K_1 = \frac{P(t)}{K_2} - Q_e'(t)$$

$$Q_s(t) = P'(t)K_1 + Q_e(t) \Rightarrow \frac{P(t)}{K_2} = P'(t)K_1 + Q_e(t)$$

$$\Leftrightarrow Q_s(t) = Q_s'(t) \frac{K_1}{K_2} + Q_e(t)$$

$$\Rightarrow P(t) = P'(t)K_1K_2 + K_2Q_e(t)$$

$$\Leftrightarrow -K_1K_2Q_s'(t) + Q_s(t) = Q_e(t)$$

$$\Rightarrow Q_e(t) = -P'(t)K_1K_2 + P(t)$$

$$E : -K_2 * K_1 * Q_s'(t) + Q_s(t) = Q_e(t)$$