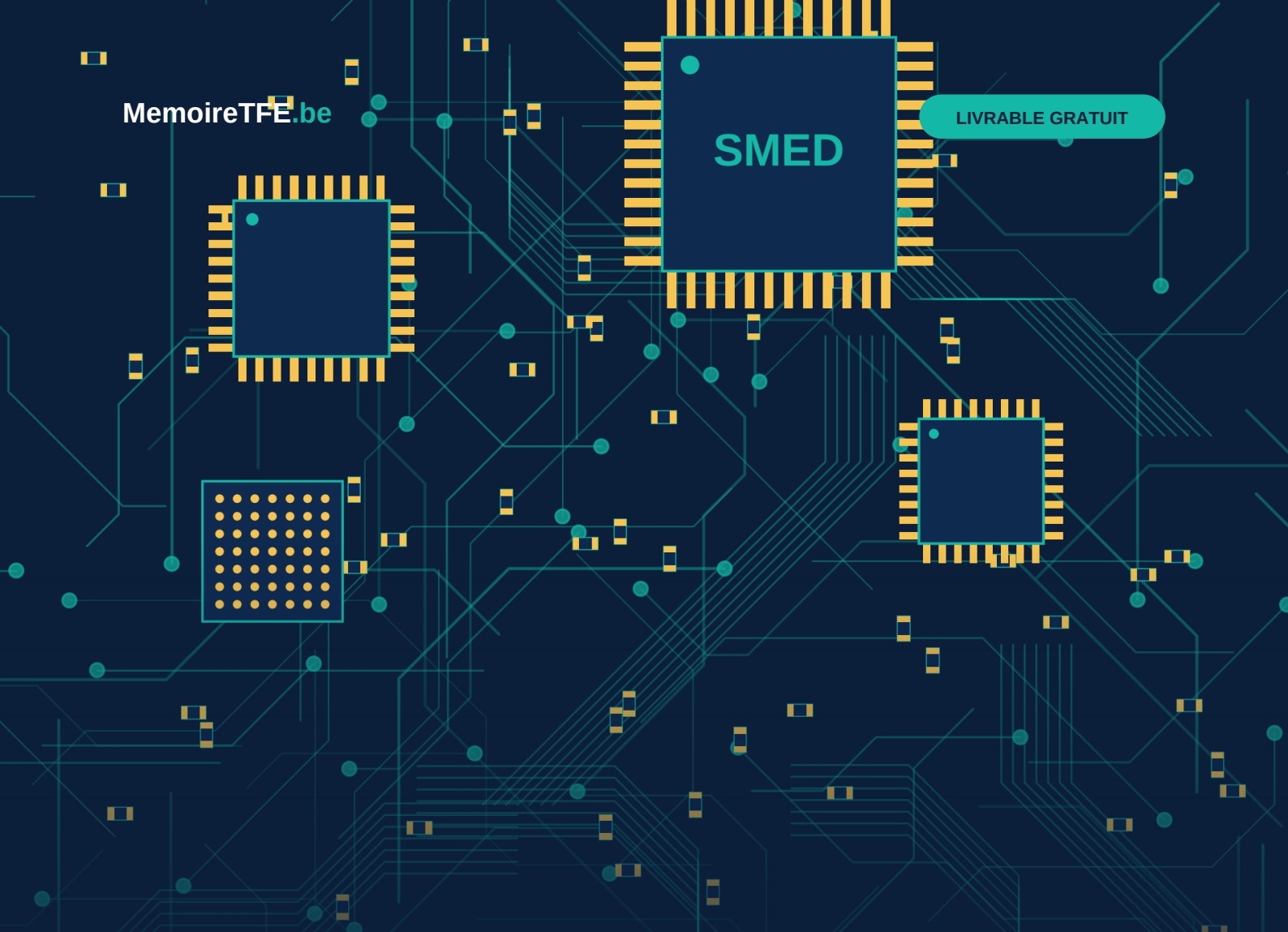
MemoireTFE.be



LIVRABLE GRATUIT

KIT DE DÉMARRAGE · TFE GÉNIE ÉLECTRIQUE & ÉLECTRONIQUE

Kit d'analyse SMED

pour ton TFE en électronique

La grille de chronométrage et la matrice de séparation des tâches (internes vs externes) pour mesurer, classer et réduire les temps de changement de série d'une ligne de production électronique, avec un exemple chiffré, des schémas et des check-lists.

- Grille de chronométrage
- Matrice Internes vs Externes
- Exemple chiffré
- Check-lists

Inspiré du cas de Bruce : ≈ 20 % de temps gagné par changement de format.

Édition 2026 · memoiretfe.be

Sommaire

Tout ce qu'il te faut pour transformer un goulot d'étranglement en TFE d'ingénieur.

01	**L'histoire de Bruce** Un cas réel : 31 h prévues, 54,5 h constatées	3
02	**La méthode SMED en 4 étapes** Interne vs externe, de l'observation à la rationalisation	4
03	**Ton terrain : la ligne CMS** Où se cachent les temps de changement en électronique	5
04	**Protocole de chronométrage** 6 règles pour des mesures défendables devant le jury	6
05	**Grille de chronométrage** Exemple pré-rempli + version vierge à imprimer (A4 paysage)	7
06	**Matrice Internes vs Externes** Exemple chiffré, arbre de décision et version vierge	9
07	**Lire tes données** Pareto et diagramme avant / après	12
08	**Causes racines** Diagramme d'Ishikawa 5M pour une ligne électronique	13
09	**Plan d'action** Check-list pré-arrêt et fiche standard visuelle	14
10	**Chiffrer le gain** Minutes, heures, euros : formules et exemple	15
11	**Structurer ton TFE** DMAIC, annexes et bibliographie IEEE	16
12	**Check-list finale** À cocher avant de cliquer sur « Envoyer »	18
13	**Et maintenant ?** Ressources et aide gratuite	19

Comment utiliser ce kit en 5 étapes

1 **Choisis** un changement de série à étudier (ex. produit A → produit B)

2 **Chronomètre** chaque étape sur le terrain, 3 fois minimum

3 **Remplis** la grille de chronométrage

4 **Classe** chaque étape : interne ou externe ? convertible ?

5 **Chiffre** le gain, puis rédige ton chapitre (DMAIC)

À savoir avant de commencer

Seule l'histoire de Bruce (section 01) vient d'un cas réel. Les chiffres de l'exemple ligne CMS (120 → 43 min) sont **fictifs** : ils servent à montrer comment remplir les outils. Remplace-les par **tes propres mesures**. Imprime les pages vierges en A4 paysage : elles sont faites pour le terrain.

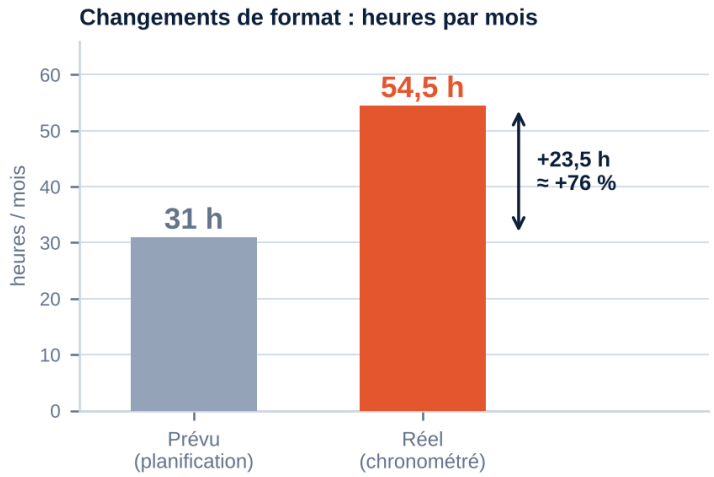
01

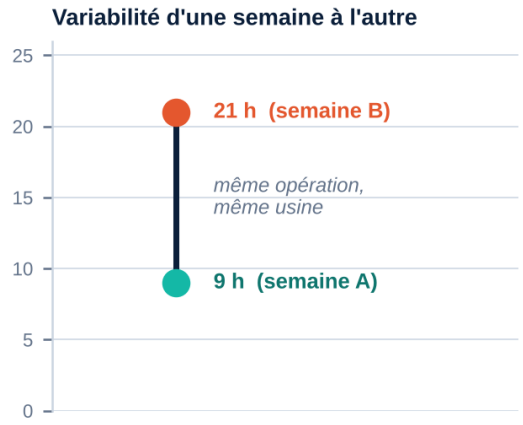
L'histoire de Bruce

Un cas réel : 31 h prévues, 54,5 h constatées

Bruce n'a pas écrit un mémoire théorique. En alternance dans une usine de production pharmaceutique, il a mis les mains dans le cambouis et appliqué une méthode issue du **Toyota Production System** : le Lean Management. Son terrain : les temps de changement de format d'une presse. Son problème : un écart énorme entre la théorie et la réalité.

31 h	54,5 h	9 → 21 h	63
prévues par mois dans le logiciel de planification	réellement constatées sur le terrain	pour la même opération, d'une semaine à l'autre	étapes du changement observées une à une





Écart planifié / réel = (54,5 − 31) / 31 ≈ 76 %. Source : cas de Bruce, étudiant en alternance.

Ce que Bruce a fait (et que tu peux copier)

1. **Poser la vraie problématique** : comment réduire le temps de changement de format tout en gardant le niveau d'exigence sur la qualité et la sécurité ?
2. **Mesurer sur le terrain**, chronomètre en main : par exemple 47 min pour nettoyer les logements de poinçons et 1 h 35 pour remonter les matrices.
3. **Trouver les causes racines** avec un diagramme d'Ishikawa (5M), puis agir : check-list de préparation pré-arrêt, standard visuel avec temps cibles, vis standardisées.
4. **Chiffrer** : un gain estimé à près de 20 %, soit environ 2 heures par changement de format, **sans dégrader la qualité** (BPF en pharma).

Transposition pharma → électronique

Dans l'usine de Bruce (pharma)	Dans ta ligne électronique
Presse pharmaceutique	Ligne CMS (montage en surface)
Nettoyage des logements de poinçons (47 min)	Nettoyage du stencil, des racles, des buses (machine à vague incluse)
Remontage des matrices (1 h 35)	Rechargement des feeders, changement de fixture de test
Changement de format	Changement de référence produit (carte A → carte B)
Normes BPF	Normes IPC-A-610 et ISO 9001

02

La méthode SMED en 4 étapes

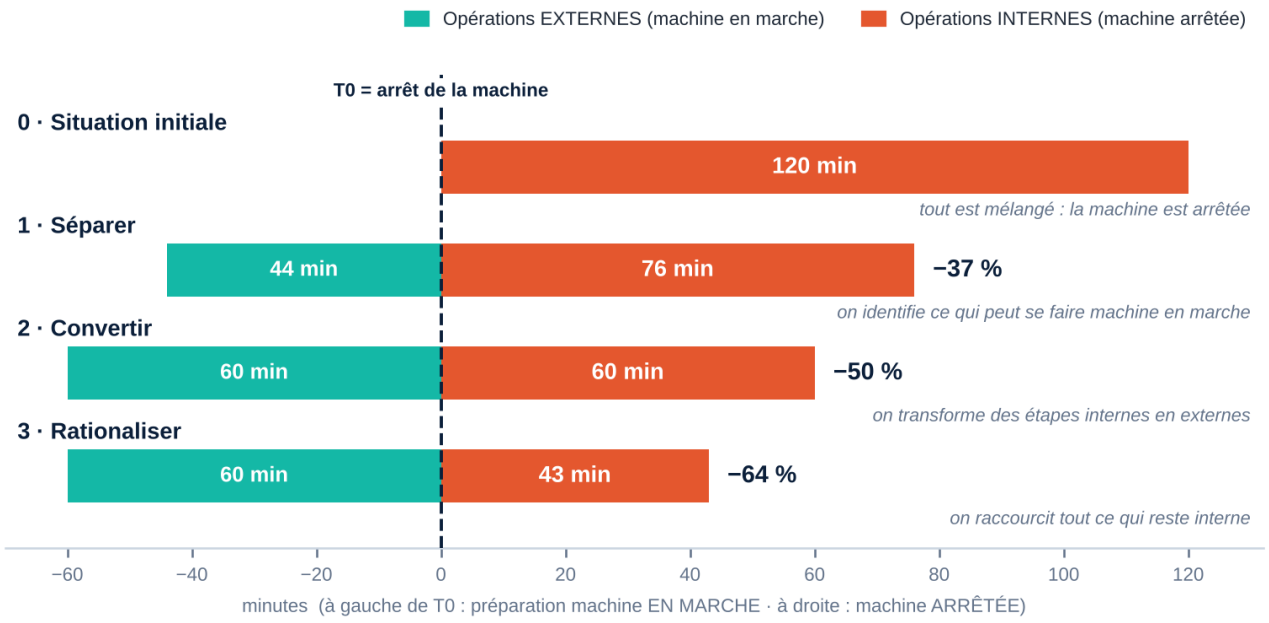
Interne vs externe, de l'observation à la rationalisation

SMED (*Single Minute Exchange of Die*) vise un changement de série en quelques minutes seulement (le « single minute » désigne un temps à un chiffre). Le principe est d'une logique implacable : on découpe le changement en étapes, puis on les range en deux familles.

OPÉRATION INTERNE	OPÉRATION EXTERNE
Exige que la **machine soit arrêtée**. *Ex. : démonter physiquement les buses de la machine de placement CMS.*	Peut être faite **pendant que la machine tourne**. *Ex. : préparer les nouvelles bobines à côté, charger le nouveau programme de test sur un ordinateur.*

Si ton opérateur attend l'arrêt de la machine pour aller chercher la bobine de résistances 0402 dont il a besoin, tu perds des minutes précieuses, et donc de l'argent. L'objectif : **convertir un maximum d'opérations internes en opérations externes**, puis rationaliser tout le reste.

Les 4 étapes, sur un exemple chiffré



Exemple pédagogique (données fictives) : l'arrêt machine passe de 120 à 43 min. Les étapes détaillées sont dans la grille (section 05).

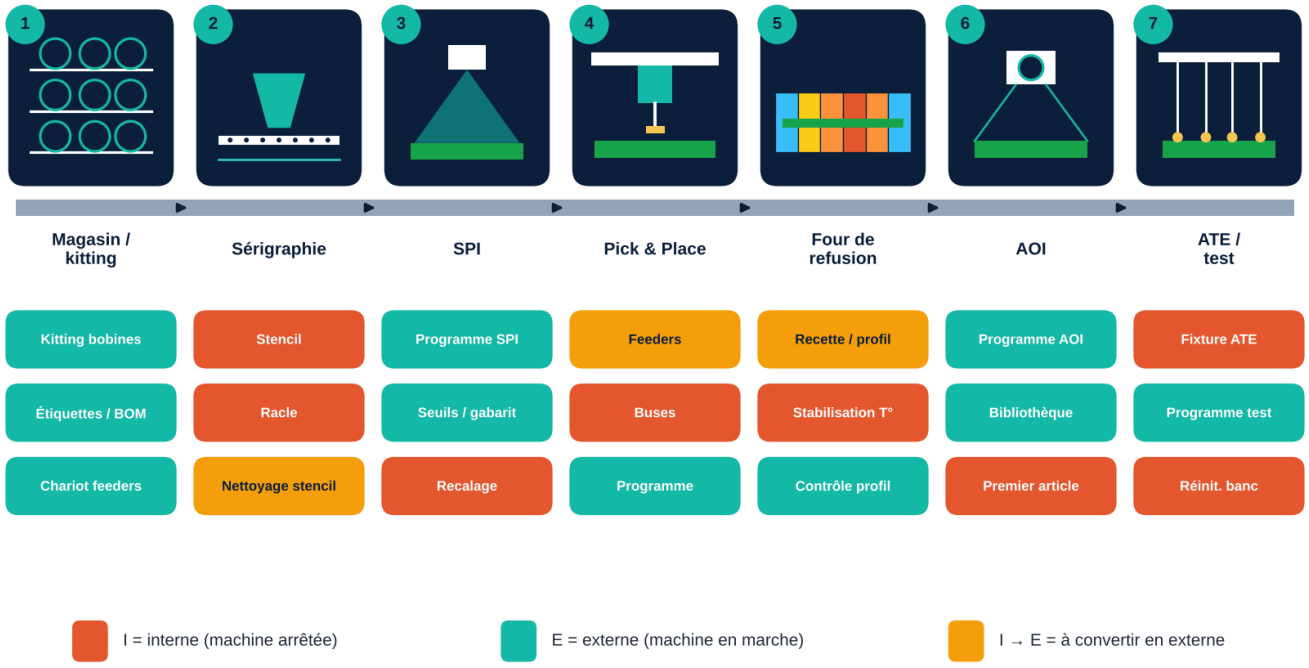
Étape	Question à te poser	Ce que tu produis
0 · Observer	Que se passe-t-il vraiment, minute par minute ?	La grille de chronométrage remplie
1 · Séparer	Quelles étapes nécessitent vraiment l'arrêt de la machine ?	La matrice internes / externes
2 · Convertir	Comment rendre une étape interne réalisable machine en marche ?	Liste d'actions (chariots, pré-chargement, hors ligne)
3 · Rationaliser	Comment raccourcir ce qui reste forcément interne ?	Standards visuels, outillage rapide, travail en parallèle

03

Ton terrain : la ligne CMS

Où se cachent les temps de changement en électronique

Imagine une ligne CMS (Composants Montés en Surface) qui doit passer de la carte mère d'un smartphone à une carte de contrôle pour l'automobile. Il faut changer les programmes de la machine, les buses, reconfigurer les fours de refusion et réinitialiser les bancs de test ATE. Voici où se cachent les minutes.



Chaque poste a ses opérations de changement. En rouge : internes. En vert : externes. En orange : internes qu'on peut souvent convertir.

Poste	Ce qui change	Typiquement interne	Typiquement externe / convertible
Magasin / kitting	Bobines, étiquettes, nomenclature (BOM)	—	Tout le kit, préparé avant l'arrêt
Sérigraphie	Stencil, racles, pâte à braser	Dépose / pose du stencil, réglages	Nettoyage hors ligne, pâte mise à température
SPI	Programme d'inspection de pâte	Recalage sur la carte	Chargement du programme, seuils
Pick & Place	Feeders, buses, programme	Pose des feeders, changement de buses	Pré-chargement sur chariot, programme préparé hors ligne
Four de refusion	Recette / profil thermique	Stabilisation en température	Profil validé à l'avance
AOI	Programme, bibliothèque de composants	Premier article	Chargement du programme
ATE / test	Fixture, programme de test	Pose de la fixture, réinitialisation	Préparation du programme de test

Sécurité et ESD

Sur le terrain, respecte les consignes de sécurité de la ligne et la zone protégée contre les décharges électrostatiques (EPA/ESD). Demande l'accord de ton responsable avant de chronométrer ou de filmer.

04

Protocole de chronométrage

6 règles pour des mesures défendables devant le jury

Si tu montres au jury que tu as mesuré, étape par étape, où le temps est perdu, tu marques des points. Voici comment rendre tes mesures défendables.

1	**Fixe le début et la fin** Du dernier bon produit A au premier bon produit B. Écris cette définition sur la grille.
2	**Découpe en étapes élémentaires** Une étape = une action = un verbe (« Retirer le stencil », pas « Gérer la sérigraphie »).
3	**Chronomètre chaque étape** Début et fin en minutes (ou mm:ss). Note aussi les déplacements, recherches et attentes.
4	**Répète : 3 observations minimum** L'exemple de Bruce (9 h une semaine, 21 h la suivante) montre qu'une seule mesure ne suffit pas.
5	**Note qui fait quoi** Opérateur, régleur, nombre de personnes : indispensable pour paralléliser ensuite.
6	**Valide avec les opérateurs** Ils connaissent la réalité du terrain. Fais relire ta grille avant de conclure.

Les deux formules à connaître

Écart planifié / réel (%)	$(T_{réel} - T_{planifié}) / T_{planifié} \times 100$	Bruce : (54,5 − 31) / 31 ≈ **76 %**
Variabilité (écart max/min)	T_{max} / T_{min} sur tes observations	Bruce : 21 / 9 ≈ **2,3 fois**

Matériel à emporter

- Chronomètre (ou smartphone en mode chronomètre) et planchette
- La **grille de chronométrage vierge** imprimée en plusieurs exemplaires (section 05)
- Un appareil photo ou une caméra, uniquement avec autorisation, pour revoir les étapes au calme
- Un plan simplifié de la ligne pour noter les déplacements

Pour ton mémoire

Reporte tes mesures brutes en annexe (Annexe A) et utilise le corps du texte pour l'analyse. Les graphiques doivent être exportés proprement (PNG ou PDF) : pas de photo d'écran prise au smartphone.

05 Grille de chronométrage

Exemple pré-rempli (données fictives) · ligne CMS, produit A → B

DATE	LIGNE / PRODUIT	OBSERVATEUR	OPÉRATEUR(S)	N° D'OBSERVATION
12/03/2026	Ligne CMS 2 · A → B	Étudiant TFE	1 régleur + 1 opérateur	1 / 3

N°	Étape (1 action = 1 verbe)	Poste	Début (min)	Fin (min)	Durée (min)	I / E	Convertible en E ?	Perte observée	Idée d'amélioration
1	Arrêter la ligne, vider les convoyeurs, sécuriser	Ligne	0	3	**3**	I	Non	—	Procédure d'arrêt standard (1 page)
2	Retirer l'ancien stencil et la racle	Sérigraphie	3	9	**6**	I	Non	Mouvement	Chariot / rail de dépose dédié au stencil
3	Nettoyer stencil et racles (ancien produit)	Sérigraphie	9	21	**12**	I	Oui	Attente	Nettoyer HORS LIGNE, pendant la production
4	Poser le nouveau stencil et régler	Sérigraphie	21	31	**10**	I	Non	Réglage	Repères visuels de centrage, pré-réglage pression
5	Chercher les bobines et préparer le kit du nouveau produit	Magasin	31	49	**18**	I	Oui	Recherche	Kitting la veille, vérifié vs nomenclature (BOM)
6	Démonter les feeders du produit précédent	Pick & Place	49	59	**10**	I	Non	Mouvement	Chariot de feeders à poste fixe
7	Charger les feeders du nouveau produit	Pick & Place	59	73	**14**	I	Partiel	Mouvement	Pré-charger les feeders sur chariot, hors ligne
8	Changer les buses et contrôler la vision	Pick & Place	73	81	**8**	I	Non	Réglage	Kit de buses étiqueté par produit
9	Charger le programme de la machine de placement	Pick & Place	81	87	**6**	I	Oui	Attente	Charger le programme pendant la production précédente
10	Changer la recette du four et attendre la stabilisation	Four de refusion	87	99	**12**	I	Partiel	Attente	Profil thermique validé à l'avance
11	Charger les programmes AOI / ATE et la fixture de test	AOI / ATE	99	107	**8**	I	Oui	Attente	Charger programmes AOI / ATE avant l'arrêt
12	Valider le premier article	AOI / ATE	107	120	**13**	I	Non	Réglage	Gabarit de premier article + critères IPC-A-610
TOTAL = temps d'arrêt machine (somme des étapes I)					**120**				*Cible après SMED : voir section 06*

Lecture : au départ, tout est interne (I) puisque rien n'est préparé avant l'arrêt. C'est exactement ce que la colonne « Convertible en E ? » va remettre en cause. Pertes observées : recherche, mouvement, attente, réglage.

05 Grille de chronométrage

Version vierge à imprimer · une feuille par observation

DATE	LIGNE / PRODUIT (A → B)	OBSERVATEUR	OPÉRATEUR(S)	N° D'OBSERVATION

N°	Étape (1 action = 1 verbe)	Poste	Début (min)	Fin (min)	Durée (min)	I / E	Convertible en E ?	Perte observée	Idée d'amélioration
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
TOTAL (Σ durées des étapes I = temps d'arrêt)									Σ I = _____ min Σ E = _____ min

I = interne (machine arrêtée) · E = externe (machine en marche) · Perte : recherche, mouvement, attente, réglage, défaut. Fais au moins 3 observations.

06 Matrice Internes vs Externes

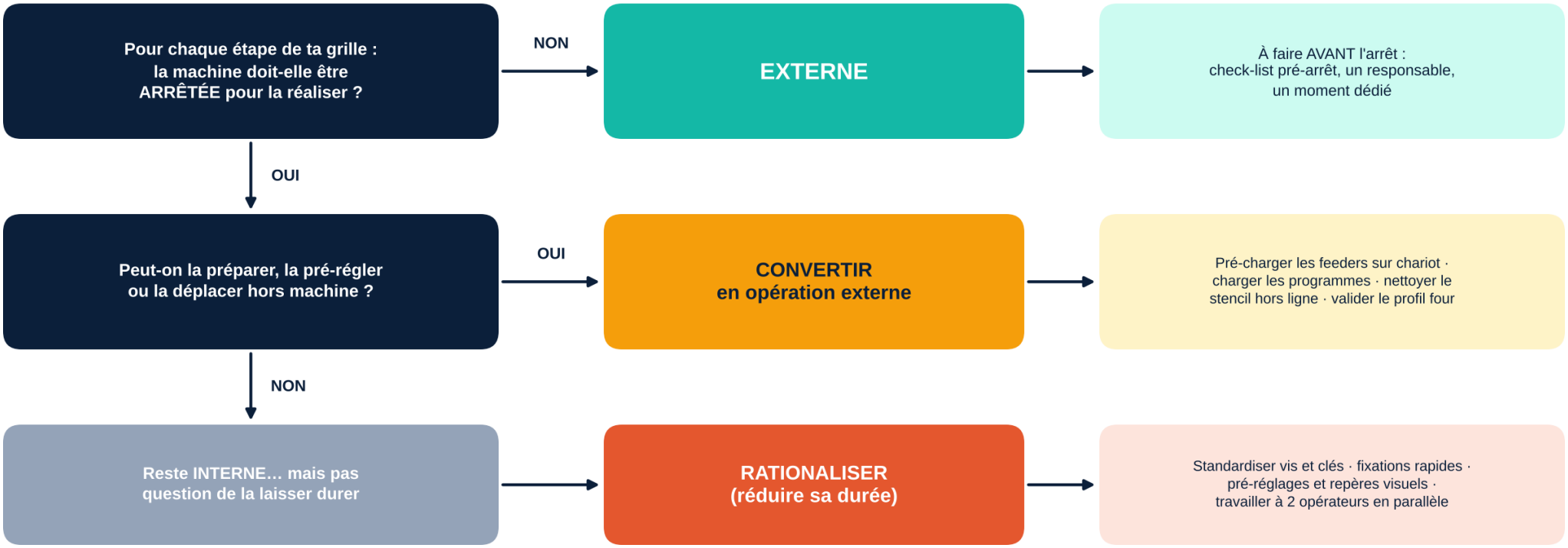
Exemple chiffré (données fictives) · 12 étapes classées en internes / externes

N°	Étape	Avant (min)	INTERNE après (min)	EXTERNE après (min)	Levier	Action concrète	Gain (min)
1	Arrêter la ligne, vider les convoyeurs, sécuriser	3	3	—	—	Rien à convertir : standardiser la séquence d'arrêt	0
2	Retirer l'ancien stencil et la racle	6	5	—	Rationaliser	Chariot de dépose à hauteur de machine, fixation sans outil	1
3	Nettoyer stencil et racles (ancien produit)	12	—	12	Convertir	Nettoyer le stencil sur poste dédié, hors machine	12
4	Poser le nouveau stencil et régler	10	8	—	Rationaliser	Repères de centrage, réglages mémorisés par produit	2
5	Chercher les bobines et préparer le kit du nouveau produit	18	—	18	Convertir	Kit complet prêt sur chariot avant l'arrêt	18
6	Démonter les feeders du produit précédent	10	6	—	Rationaliser	Chariot dédié, dépose par rangée, étiquetage	4
7	Charger les feeders du nouveau produit	14	3	10	Convertir + rationaliser	10 min de pré-chargement hors ligne, 3 min de pose	11
8	Changer les buses et contrôler la vision	8	4	—	Rationaliser	Kit de buses prêt, contrôle vision guidé	4
9	Charger le programme de la machine de placement	6	—	6	Convertir	Programme préparé et validé sur poste hors ligne	6
10	Changer la recette du four et attendre la stabilisation	12	4	6	Convertir + rationaliser	Profil pré-validé (6 min), stabilisation réduite (4 min)	8
11	Charger les programmes AOI / ATE et la fixture de test	8	—	8	Convertir	Programmes et fixture préparés pendant la production	8
12	Valider le premier article	13	10	—	Rationaliser	Gabarit de contrôle et critères d'acceptation affichés	3
TOTAL		**120**	**43**	**60**		**Arrêt machine : 120 → 43 min (−64 %)**	**77**

Vérification : étapes internes restantes (43) + externalisées (60) = 103 min ; les 17 min d'écart avec les 120 min d'origine sont le temps gagné par la rationalisation des étapes qui restent internes. Gain d'arrêt machine = 120 − 43 = 77 min.

06 Matrice Internes vs Externes

Arbre de décision : comment classer chaque étape



Les 4 leviers de rationalisation

Standardiser	Outillage rapide	Pré-régler	Paralléliser
Mêmes vis, mêmes clés, mêmes gabarits : fini les 10 minutes à chercher la bonne clé.	Fixations sans outil, clips, verrous : on remplace le serrage par un geste.	Repères visuels, réglages mémorisés par produit, programmes validés d'avance.	Deux personnes : chacune sur son poste, en même temps, au lieu de l'une après l'autre.

06 Matrice Internes vs Externes

Version vierge à imprimer · classe les étapes de ta propre grille

N°	Étape (reprise de ta grille)	Durée actuelle	Interne (I)	Externe (E)	Convertible ? (O/N)	Action de conversion / rationalisation	I après (min)	E après (min)	Gain (min)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
TOTAUX									

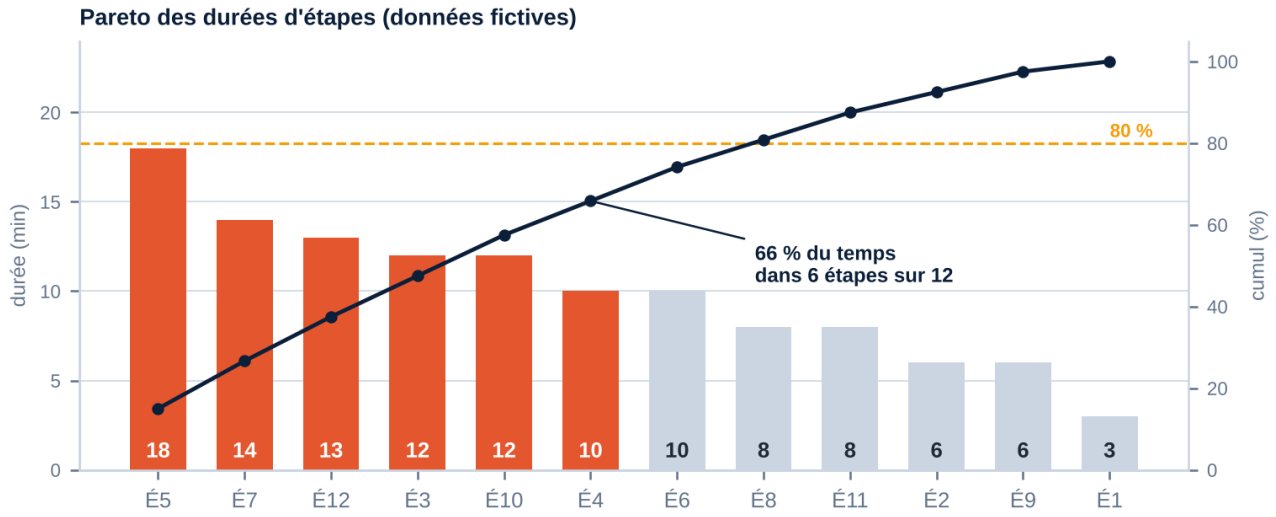
Coche la colonne I ou E selon la situation actuelle. Si l'étape est convertible, indique ce qui devient externe (E après) et ce qui reste interne (I après).

07

Lire tes données

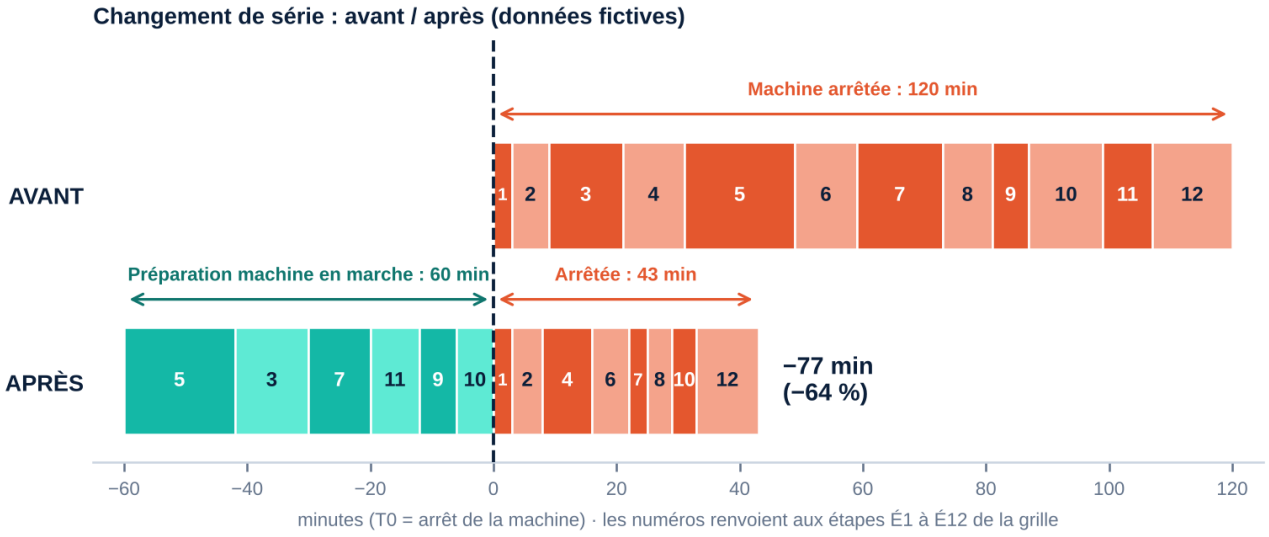
Pareto et diagramme avant / après

Où se cache le temps ? Le Pareto



Lecture : 6 étapes sur 12 concentrent 66 % du temps d'arrêt. C'est par elles qu'on commence, pas par les petites étapes de 3 ou 6 minutes. Dans ton TFE, ce graphique justifie tes priorités d'action.

Que gagne-t-on ? Le diagramme avant / après



É1 Arrêt ligne · **É2** Retrait stencil · **É3** Nettoyage stencil · **É4** Pose stencil · **É5** Kitting bobines · **É6** Démontage feeders · **É7** Chargement feeders · **É8** Buses + vision · **É9** Programme P&P; · **É10** Recette four · **É11** Programmes AOI/ATE · **É12** Premier article

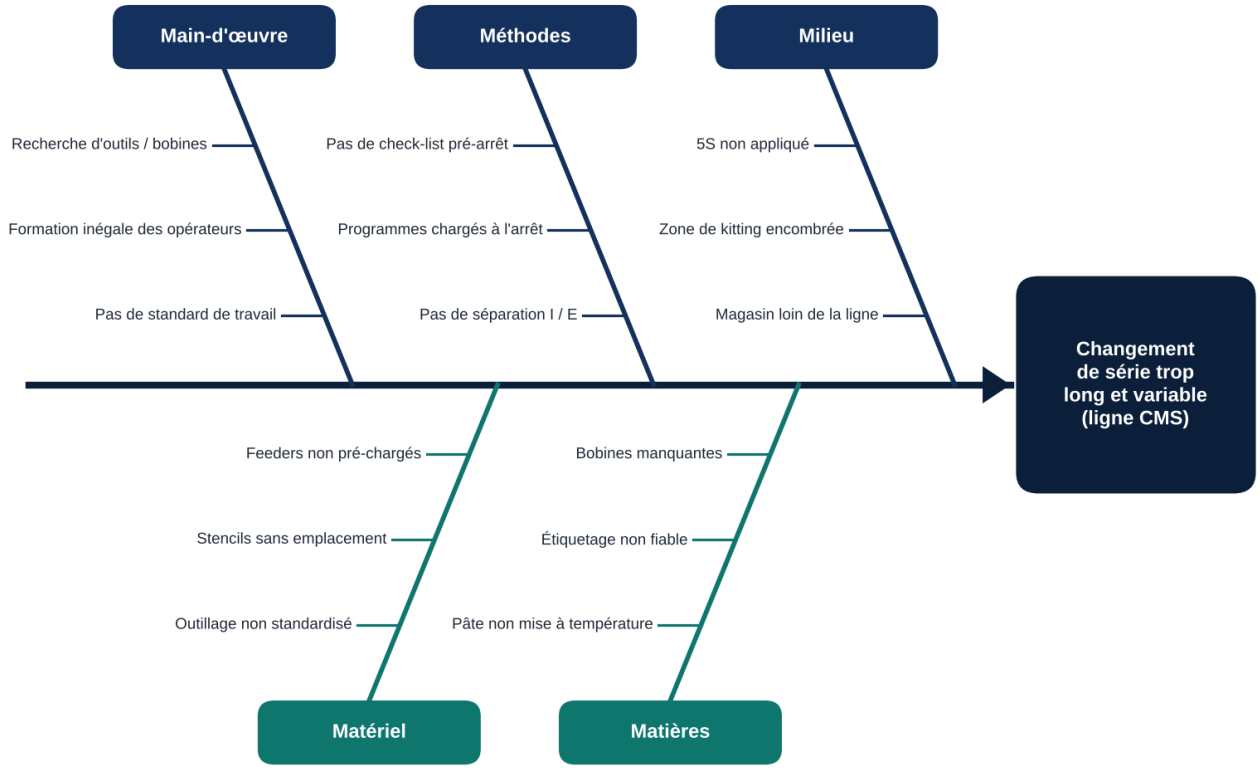
Comment le présenter dans ton mémoire

Place le Pareto dans le chapitre d'analyse et le diagramme avant / après dans le chapitre des solutions. Numérote les figures, appelle-les dans le texte, et donne toujours la source de tes données (ici : tes observations, Annexe A). Chiffre le résultat : 120 → 43 min d'arrêt (−64 %) dans l'exemple.

08 Causes racines

Diagramme d'Ishikawa 5M pour une ligne électronique

Une fois les temps mesurés, il faut comprendre **pourquoi** ils sont longs. Le diagramme d'Ishikawa (ou 5M : Main-d'œuvre, Matériel, Méthodes, Milieu, Matières) range toutes les causes possibles d'un problème. Voici un point de départ pour un changement de série sur ligne CMS.



5M : Main-d'œuvre · Matériel · Méthodes · Milieu · Matières

Exemple de causes à vérifier sur le terrain. Ne garde dans ton mémoire que celles que tes mesures ou tes observations confirment.

Méthode en 3 temps

1. **Brainstorme** avec les opérateurs et le régleur : une cause par post-it, classée dans l'un des 5M.
2. **Vérifie** chaque cause avec des faits (chronométrage, observation, comptage).
3. **Creuse** les causes confirmées avec la méthode des 5 Pourquoi, jusqu'à la cause racine.

Exemple de « 5 Pourquoi » (fictif)

Pourquoi le chargement des bobines prend-il 18 min ?	Parce que l'opérateur les cherche au magasin.
Pourquoi les cherche-t-il pendant l'arrêt ?	Parce que le kit n'est pas préparé avant.
Pourquoi n'est-il pas préparé ?	Parce qu'aucune procédure ni responsable ne l'impose.
Cause racine	Absence de standard de préparation pré-arrêt → action : check-list (section 09).

09

Plan d'action

Check-list pré-arrêt et fiche standard visuelle

Bruce a obtenu l'essentiel de son gain avec trois actions simples : une **check-list de préparation pré-arrêt**, un **standard visuel** avec des temps cibles, et la **standardisation de l'outillage**. Voici une version adaptée à une ligne électronique, à imprimer et à adapter.

CHECK-LIST DE PRÉPARATION PRÉ-ARRÊT	OK
☐ Outils, clés standard et chiffons à portée de main au poste	
☐ Nouveau stencil nettoyé, contrôlé et placé sur son chariot	
☐ Bobines kittées et vérifiées par rapport à la nomenclature (BOM)	
☐ Feeders du nouveau produit pré-chargés sur chariot	
☐ Kit de buses du nouveau produit prêt et étiqueté	
☐ Programmes (placement, SPI, AOI, ATE) disponibles en version validée	
☐ Profil thermique du four validé ou pré-validé	
☐ Pâte à braser prête (mise à température selon la procédure)	
☐ Documents prêts : ordre de fabrication, instructions, plan de contrôle	
☐ Équipements de protection et zone ESD vérifiés	

Fiche standard visuelle (modèle)

Ordre	Étape standard	Qui	I / E	Temps cible	Réel
1	Arrêt ligne	Régleur	I	3 min	
2	Retrait stencil	Régleur	I	5 min	
3	Nettoyage stencil	Opérateur	E	12 min (hors arrêt)	
4	Pose stencil	Régleur	I	8 min	
5	Kitting bobines	Opérateur	E	18 min (hors arrêt)	
6	Démontage feeders	Régleur	I	6 min	
7	Chargement feeders	Régleur	E+I	3 min	
8	Buses + vision	Régleur	I	4 min	

Extrait de l'exemple fictif. Les temps cibles de ta fiche viennent de ta matrice (colonne « après »). Affiche-la au poste.

10

Chiffrer le gain

Minutes, heures, euros : formules et exemple

Un TFE d'ingénieur ne s'arrête pas à « c'est plus rapide ». Chiffre le gain en **temps**, en **euros** ou en **fiabilité**, et montre que la qualité tient.

Indicateur	Formule	Ton résultat
Gain par changement (min)	$T_{avant} - T_{après}$ (temps d'arrêt machine)	_____ min
Gain relatif (%)	$(T_{avant} - T_{après}) / T_{avant} \times 100$	_____ %
Gain annuel (h)	Gain par changement × N changements par an / 60	_____ h
Gain financier (€)	Gain annuel (h) × coût horaire de la ligne (€/h)	_____ €
Capacité libérée	Gain annuel (h) × cadence (cartes/h)	_____ cartes

Exemple chiffré (hypothèses fictives)

77 min
gagnés par changement
(120 → 43 min)

−64 %
de temps d'arrêt
par changement

308 h
libérées par an
(240 changements)

55 440 €
par an
(à 180 €/h de ligne)

Hypothèses : 240 changements par an (environ un par jour ouvré) et un coût horaire de ligne de 180 €/h, à remplacer par les valeurs de ton entreprise. Calcul : 77 min × 240 / 60 = 308 h, soit environ 38.5 journées de 8 h ; 308 h × 180 € = 55 440 €.

Prouve que la qualité n'a pas baissé

Bruce a démontré que ses solutions respectaient les normes de qualité de son secteur. En électronique, tes garde-fous sont les normes **IPC-A-610** et **ISO 9001**. Montre-le avec des indicateurs avant / après :

- Taux de rebuts ou de défauts au premier article
- Taux de conformité au premier passage (FPY) sur les premières cartes après changement
- Respect des critères d'acceptation IPC-A-610 sur le premier article
- Aucun incident de sécurité ni de décharge électrostatique introduit par la nouvelle méthode

À ne pas oublier

Annonce toujours si tes gains sont **mesurés** (changements réellement faits avec la nouvelle méthode) ou **estimés** (simulation sur la base des temps chronométrés). Bruce parle d'un gain « estimé » : sois aussi précis que lui.

11 Structurer ton TFE

DMAIC, annexes et bibliographie IEEE

Pour structurer son mémoire, Bruce a utilisé la démarche **DMAIC** (Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler), le couteau suisse du Lean Six Sigma. C'est une trame parfaite pour un TFE en génie électrique ou électronique.



Où ranger quoi : corps du texte ou annexe ?

Élément	Où ?	Remarque
Grille de chronométrage complétée	**Annexe A**	Données brutes, une page par observation
Matrice internes / externes complète	**Annexe B**	Dans le texte : seulement la synthèse
Fiches standard et check-lists	**Annexe C**	Version imprimable utilisée sur le terrain
Script d'analyse des temps (Python, MATLAB…)	**Annexe D**	Police monospace, numéros de ligne, code écrit par toi uniquement
Pareto, Ishikawa, avant / après	**Corps du texte**	Figures numérotées et appelées dans le texte

Numérote les annexes (A, B, C…), renvoie-y dans le texte à chaque fois, et crée une table des matières dédiée aux annexes. Exporte tes courbes en PNG ou PDF depuis l'appareil de mesure : une photo d'écran prise avec un smartphone est rédhibitoire.

Bibliographie : le format IEEE

En génie électrique, le standard attendu est le format **IEEE** : citations numérotées entre crochets ([1], [2]) et liste classée par **ordre d'apparition** dans le texte, pas par ordre alphabétique. **Attention :** certaines Hautes Écoles imposent l'APA ou un format maison. Télécharge d'abord le guide de rédaction de ton département et, au moindre doute, demande à ton Promoteur.

Livre	[1] S. Shingo, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Cambridge, MA, USA: Productivity Press, 1985.
Article	[2] A. Auteur, B. Auteur, « Titre de l'article », *Abrév. Revue*, vol. X, n° X, pp. XXX–XXX, mois année, doi: XXXX.
Norme	[3] *Titre de la norme*, Numéro de la norme, Organisme, année. (ex. IPC-A-610, *Acceptability of Electronic Assemblies*, IPC : indique la révision que tu utilises.)
Site web	[4] Organisme / Auteur, « Titre de la page », Nom du site. URL (consulté le jj mois aaaa).

Ne tape plus tes références à la main

- **Zotero** : Édition → Paramètres → Citer → Styles → « Obtenir d'autres styles » → cherche « IEEE ». Ta bibliographie se met en forme automatiquement.
- **MyBib** (générateur IEEE gratuit, sans inscription) : colle l'URL, le DOI ou le titre, copie la référence : mybib.com/tools/ieee-citation-generator
- **Guide officiel IEEE** (PDF gratuit) : IEEE Reference Guide

Intégrité académique

Si tu utilises une bibliothèque open source, cite-la explicitement. Ne colle jamais du code que tu n'as pas écrit sans le signaler, et redessine toi-même les schémas empruntés à des articles pour éviter le plagiat visuel.

12

Check-list finale

À cocher avant de cliquer sur « Envoyer »

Avant de déposer ton TFE, prends cinq minutes. Si tu as un doute sur une seule de ces réponses, ne dépose pas encore.

FORME ET BIBLIOGRAPHIE

- [ ] J'ai vérifié le format de citation exigé par ma Haute École (IEEE, APA ou format maison)
- [ ] Toutes mes figures sont numérotées et appelées dans le texte
- [ ] J'ai utilisé Zotero ou MyBib pour générer ma bibliographie
- [ ] J'ai redessiné moi-même les schémas empruntés à des articles

ANNEXES

- [ ] Mon code source est en annexe, en police monospace avec numéros de ligne
- [ ] Les datasheets joints ne concernent que les composants critiques (pages utiles seulement)
- [ ] Mes annexes sont numérotées (A, B, C…) et référencées dans le texte
- [ ] Mes courbes sont exportées en PNG ou PDF, pas photographiées

ANALYSE SMED

- [ ] Ma grille de chronométrage couvre au moins 3 observations
- [ ] Chaque étape est classée interne ou externe, avec une justification
- [ ] Mon gain est chiffré en minutes, en pourcentage et en euros, avec mes hypothèses
- [ ] J'ai montré que la qualité et la sécurité sont maintenues (IPC-A-610, ISO 9001)
- [ ] Je présente les limites de mon étude et des pistes d'amélioration

Les erreurs qui font perdre des points

Captures d'écran floues · datasheets entières collées en annexe · code non écrit par toi présenté comme le tien · format de citation supposé au lieu d'être vérifié.

13

Et maintenant ?

Ressources et aide gratuite

Ton TFE mérite mieux qu'une nuit blanche.

Tu as maintenant les outils pour mesurer, classer et chiffrer. Si tu bloques sur ton sujet, ta méthode ou la mise en page de tes annexes, tu n'es pas seul : envoie-nous un message sur WhatsApp et nous ferons une **analyse gratuite de ton sujet** (ou de tes 5 dernières pages).

→ **Écris-nous sur WhatsApp**

→ **Calculateur de prix transparent** memoiretfe.be/simulateur

→ **memoiretfe.be**

Pour aller plus loin

Exemple de mémoire en génie électrique et électronique
https://memoiretfe.be/exemple-de-memoire-en-genie-electrique-et-electronique/

Comment rédiger l'introduction générale d'un mémoire en génie électrique et électronique ?
https://memoiretfe.be/comment-rediger-lintroduction-generale-dun-memoire-en-genie-electrique-et-electronique/

Comment présenter les résultats et la discussion d'un mémoire en génie électrique et électronique ?
https://memoiretfe.be/comment-presenter-les-resultats-et-la-discussion-dun-memoire-en-genie-electrique-et-electronique/

Ressources citées dans ce kit

- IEEE Reference Guide (PDF officiel) et MyBib pour les citations IEEE
- Zotero (gestionnaire de références) · Overleaf (éditeur LaTeX en ligne, modèles IEEE et de Hautes Écoles)
- Vade-mecum et cahiers des charges de ton institution (UCLouvain, ULiège, HEPL, HELB, HE Charlemagne…) : c'est le seul document qui fasse foi

© 2026 MemoireTFE.be · Document pédagogique : les données de l'exemple ligne CMS sont fictives. Le cas de Bruce est un cas réel d'optimisation de temps de changement de format.