CHAPITRE II:
ESTIMATION DE LA CHARGE ET DE LA DURÉE

Centre Universitaire de AbdElhafid Boussouf, Mila
2ème Année Master STIC
Année universitaire : 2018/2019
Matière: Gestion de projets informatiques
Responsable de la matière: DR. SADEK BENHAMMADA

I. Introduction

- L'estimation de l'effort (charge), des coûts et des durées est l'une des plus importantes activités d'un projet.

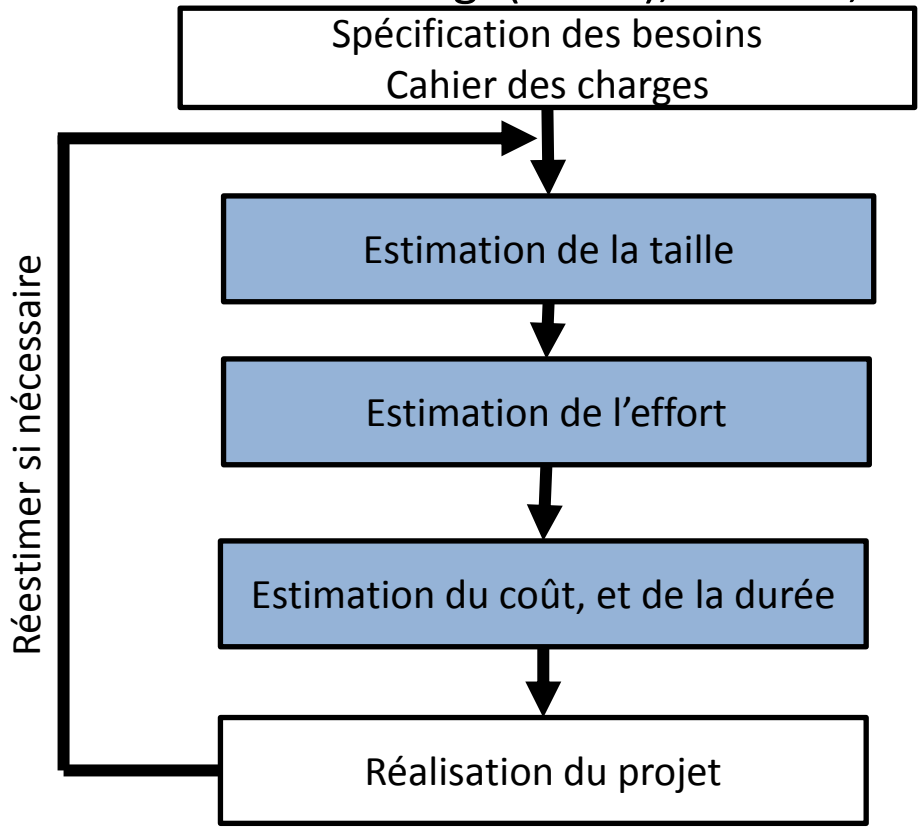
- Les besoins d'estimation se situent au niveaux: du *projet*, des *phases* et des *tâches*.

  - Au niveau du projet: Le MOE (fournisseur) et le MOA (client) font chacun une estimation de la durée et du coût du projet pour:
    - Déterminer une enveloppe budgétaire ;
    - Faire une estimation de la rentabilité de l'investissement ;
    - Évaluer une durée vraisemblable du projet.

  - Au niveau des phases et tâches: l'estimation est nécessaire pour :
    - Faire une planification précise ;
    - Annoncer un calendrier de remise des différents résultats intermédiaires;
    - Effectuer un suivi du projet pour surveiller les écarts ;
    - Prévoir l'affectation des ressources,

2. Etapes d'estimation

- L'estimation d'un projet informatique comprend deux étapes :
  1. Estimation de la taille,
  2. Estimation de la charge(effort), du coût, et de la durée,



Processus d'estimation

2. Etapes d'estimation

2.1. Estimation de la taille

- La taille d'un logiciel est la quantification des exigences fonctionnelles exprimées par les utilisateurs.

- S'appuie sur les spécifications des besoins et du cahier des charges exprimant les exigences du client.

- Elle peut être exprimée par plusieurs unités:
  - Points de fonction (Function Points: FP)
  - Lignes de code source (Line Of Code: LOC)
  - ..

- L'estimation de la taille constitue une base pour L'estimation de l'effort, du coût et de la durée du projet.

2. Etapes d'estimation

2.2. Estimation de la charge, le durée et le coût

- Après avoir estimé la taille du logiciel à produire, on peut convertir la taille du logiciel en charge.

- La charge (effort) d'un logiciel est la quantité du travail nécessaire indépendamment du nombre de personnes qui vont réaliser ce travail.
  - Il s'exprime généralement en *Homme-mois*.
  - Un *Homme-mois* représente le travail d'une personne pendant un mois.
- Exemple:
  - Si 10 personnes ont travaillé pendant 5 mois dans un projet, l'effort de développement de ce projet est alors 50 Homme-mois.
  - Si on évalue le coût d'un Homme-mois à 20000 DA, alors le coût de développement sera estimé à 2 Million DA.

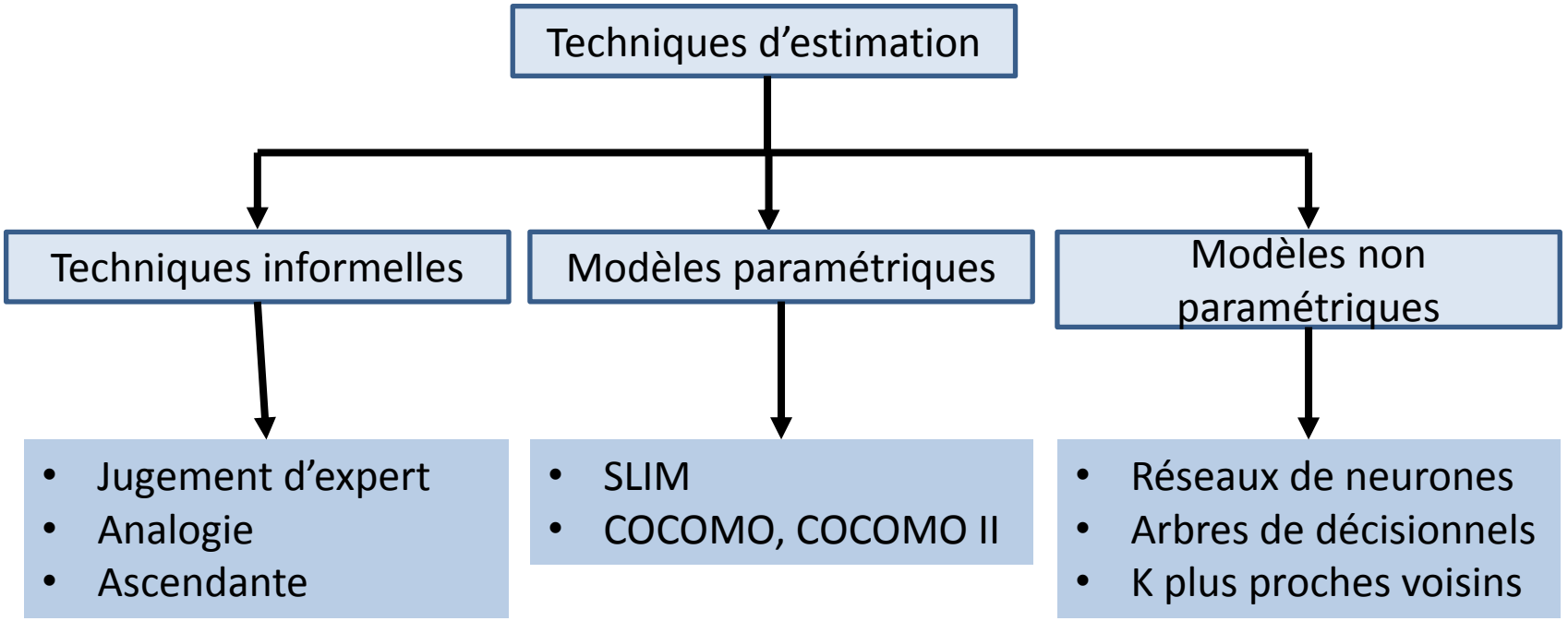
2. Etapes d'estimation

Remarques importante

- Le coût total d'un projet logiciel comprend:
  - Le coût de développement du logiciel
  - Le coût du matériel
  - Le coût des déplacements…etc.
- Le coût de développement du logiciel correspond au temps passé à développer celui-ci par les développeurs dont on connaît les frais salariaux.
- Dans les projets logiciels, le coût de développement dépasse 80% du coût total du projet.

3. Techniques d'estimation

- **3 catégories des techniques d'estimation:** (1) Techniques informelles, (2) Modèles paramétriques, et (3) Modèles non paramétriques



3. Techniques d'estimation

3.1. Techniques informelles

- S'appuient sur l'expérience de l'historique des projets similaires,
- Conduites par une ou plusieurs personnes dites expertes dans le domaine de l'estimation.

- **Avantage**
  - Rapides et peuvent être utilisées assez tôt dans le cycle de développement logiciel.
- **Inconvénient**
  - Nécessite la disponibilité d'experts,
  - Très subjectives, et manquent d'argumentation analytique.

- Parmi ces techniques, nous pouvons citer: *le jugement d'expert*, *l'analogie* et *l'estimation ascendante,*

3. Techniques d'estimation

3.1.1. Jugement de l'expert

- Consiste à consulter un ou plusieurs experts qui utilisent leurs expériences ainsi que leur compréhension du projet afin de fournir une estimation à son coût.
- La ***méthode Delphi*** propose une démarche pour combiner les différents jugements d'experts :
    1) Chaque expert propose une estimation en utilisant sa propre expérience
    2) Tous les jugements son rendus publics, mais restent anonymes. Chaque expert peut alors modifier sa propre estimation ou la confirmer: Un expert doit se poser des questions si ses estimations sont très éloignées de celles des autres.
    3) Les estimations sont dévoilées et chacun peut justifier son propre jugement.
    4) Chacun propose une révision de son estimation.
    5) Ce processus est réitéré jusqu'à l'adoption d'une estimation par tout le groupe.

3. Techniques d'estimation

3.1.2. Analogie

- Si on dispose d'un projet similaire déjà achevé, dont on connait la taille, il est possible d'estimerez chaque partie principale du nouveau projet comme un pourcentage de la taille de la partie similaire du précédent projet.
- Avantage
  - Rapide à mettre en œuvre et peut être utilisée durant tout le cycle de vie du logiciel.
- Inconvénients
  - Nécessité d'avoir une historique sur lequel on peut se baser afin d'établir des analogies
  - Difficulté de trouver dans l'ensemble des tâches réalisées, une tâche suffisamment similaire à la tâche à estime

3. Techniques d'estimation

3.1.3. Estimation ascendante (bottom-up)

- **L**e projet logiciel est décomposé en plusieurs tâches constituant une arborescence (WBS).
- On estime l'effort nécessaire pour chaque tâche du plus bas niveau dans l'arborescence (généralement par jugement d'expert);
- On détermine progressivement l'effort des autres tâches, se retrouvant dans un niveau supérieur dans l'arborescence, en combinant les efforts nécessaires associés aux sous-tâches.
- L'effort de tout le projet est alors la somme de l'effort des estimations de chaque tâche du projet, éventuellement avec l'ajout d'une quantité d'effort pour couvrir les activités et les événements imprévus,

- **Inconvénient**
  - Le découpage du projet en tâches nécessite une connaissance détaillée du projet, elle ne peut en conséquence être appliquée que dans les phases aval du projet.

3. Techniques d'estimation

3.2. Modèles paramétriques

- Développés pour pallier aux inconvénients des techniques informelles se basant essentiellement sur la disponibilité des experts.
- S'appuient sur la modélisation statistique pour exprimer la relation qui existent entre l'effort et les variables considérées déterminantes de l'effort et appelées « facteurs d'effort » ou " « *cost drivers* ».
- L'élaboration des modèles d'estimation se fait deux étapes majeures:
  1. Identification des facteurs influençant l'effort de développement du logiciels « *cost drivers* ».:
     - La taille du projet logiciel est le facteur d'effort principal.
     - D'autres facteurs peuvent être prise en compte: Expérience du personnel (analystes, concepteurs, programmeurs, etc.), Technologie utilisée,
  2. Identification de la nature de la relation exprimant l'effort en fonction de ces facteurs.

3. Techniques d'estimation

3.2. Modèles paramétriques

- La relation entre l'effort et ses facteurs sera représentée par une fonction f:

$$Effort = f(X_1, X_2, \ldots, X_m)$$

Où $X_1, X_2, \ldots, X_m$ sont les facteurs affectant l'effort; f est la relation exprimant l'effort en fonction des facteurs X_i .

- L'élaboration de la fonction f est souvent basée sur l'analyse des données historiques collectées sur les projets logiciels déjà achevés.
- Ces données historiques peuvent être représentées par une matrice Nx(M+1):

	Effort réel	X_1	X_2	…	X_M
Projet 1	E_1	x_{11}	x_{12}	…	x_{1M}
Projet 2	E_2	x_{21}	x_{22}	…	x_{2M}
Projet 3	E_3	x_{31}	x_{32}	…	x_{3M}
…	…	…	…	…	…
Projet N	E_N	x_{N1}	x_{N2}	…	x_{NM}

3. Techniques d'estimation

3.2. Modèles paramétriques

- La relation entre l'effort et ses facteurs sera représentée par une fonction f:

$$Effort = f(X_1, X_2, \ldots, X_m)$$

Où $X_1, X_2, \ldots, X_m$ sont les facteurs affectant l'effort; f est la relation exprimant l'effort en fonction des facteurs X_i .

- L'élaboration de la fonction f est souvent basée sur l'analyse des données historiques collectées sur les projets logiciels déjà achevés.
- Ces données historiques peuvent être représentées par une matrice Nx(M+1):

	Effort réel	X_1	X_2	…	X_M
Projet 1	E_1	x_{11}	x_{12}	…	x_{1M}
Projet 2	E_2	x_{21}	x_{22}	…	x_{2M}
Projet 3	E_3	x_{31}	x_{32}	…	x_{3M}
…	…	…	…	…	…
Projet N	E_N	x_{N1}	x_{N2}	…	x_{NM}

3. Techniques d'estimation

3.2. Modèles paramétriques

- *N* représente le nombre de projets logiciels déjà achevés et *M* le nombre de facteurs affectant l'effort.
- La colonne *Effort réel* ($E_1, E_2, \ldots, E_N$) représente l'effort réel de chaque projet logiciel déjà achevé.

	Effort réel	X_1	X_2	…	X_M
Projet 1	E_1	x_{11}	x_{12}	…	x_{1M}
Projet 2	E_2	x_{21}	x_{22}	…	x_{2M}
Projet 3	E_3	x_{31}	x_{32}	…	x_{3M}
…	…	…	…	…	…
Projet N	E_N	x_{N1}	x_{N2}	…	x_{NM}

- Le défi est de reconstruire cette relation f à partir de ces données afin qu'elle soit utilisée pour prédire le coût des nouveaux projets logiciels.
- Il existe plusieurs techniques qui permettent la reconstruction de la fonction *f* à partir d'un ensemble d'exemples.

3. Techniques d'estimation

3.2. Modèles paramétriques

- Le défi est de reconstruire cette relation f à partir de ces données afin qu'elle soit utilisée pour prédire le coût des nouveaux projets logiciels.

- Plusieurs techniques qui permettent la reconstruction de la fonction *f* à partir d'un ensemble d'exemples:

3.2.1. Régression simple

– L'application de la régression linéaire simple, considère la taille du logiciel comme étant le facteur le plus significatif pour la prédiction de l'effort:

$$Effort = A + B \times taille$$

Où *A* et *B* sont des constantes.

– La taille d'un logiciel est souvent mesurée par le nombre de lignes de son code source (Kilo Line Of Code -KLOC-) ou le nombre de points de fonctions.

3. Techniques d'estimation

3.2. Modèles paramétriques

3.2.2. Transformation logarithmique

– La transformation logarithmique est la plus utilisée en estimation des coûts du fait que les modèles adoptent souvent une équation centrale de la forme:

$$Effort = B \times taille^{C}$$

Pour rendre linéaire ce genre de modèles, on transforme les deux variables *effort* et *taille* en *log(effort)* et *log(taille)*. Ainsi, l'équation centrale transformée du modèle s'écrit comme suit:

$$log(Effort) = log(B) + C \times log(taille)$$

On utilise ensuite la régression linéaire pour déterminer les deux constantes $log(B)$ et C .

3. Techniques d'estimation

3.2. Modèles paramétriques

3.2.3. Régression linéaire multiple

- Dans le cas où le nombre de ces facteurs est supérieur ou égal à deux, la mise au point du modèle fait appel à la régression linéaire multiple.

- Des exemples de facteurs affectant le coût, autres que la taille, sont l'expérience du personnel impliqué dans le développement, la complexité de l'application et la méthodologie de développement.

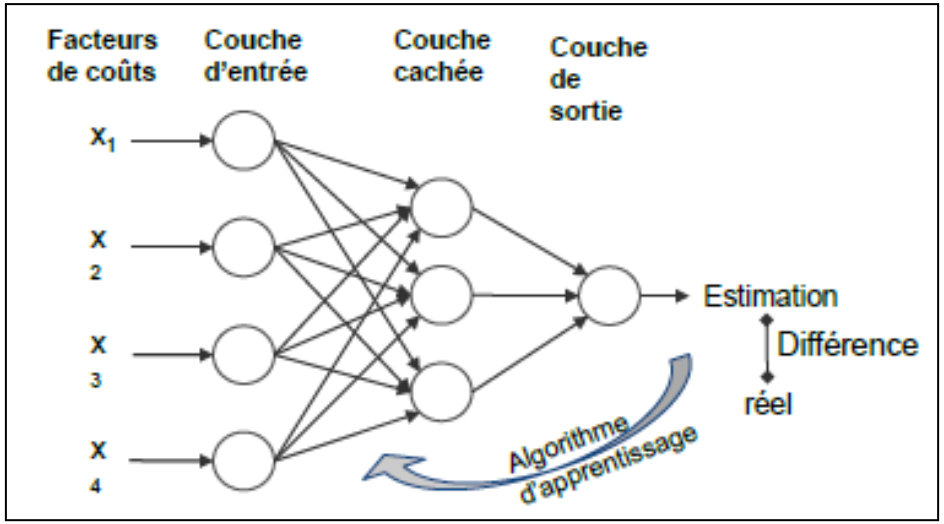
$$Effort = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \cdots a_m x_m$$

Où les a_i sont les facteurs affectant l'effort et les x_i sont des coefficients choisis pour fournir le meilleur ajustement à l'ensemble des données historiques observées.

3. Techniques d'estimation

3.3. Modèles non paramétriques

- Les modèles non paramétriques s'appuient sur moins d'hypothèses concernant la distribution des données et supposent que la forme de la fonction n'est pas définie *à priori*.
- Les modèles non paramétriques s'appuient aux algorithmes d'apprentissage automatique:
  - Les réseaux de neurones
  - Les arbres de décision,
  - La méthode des k plus poches voisins



Structure d'un réseau de neurones

4. Incertitude des estimations

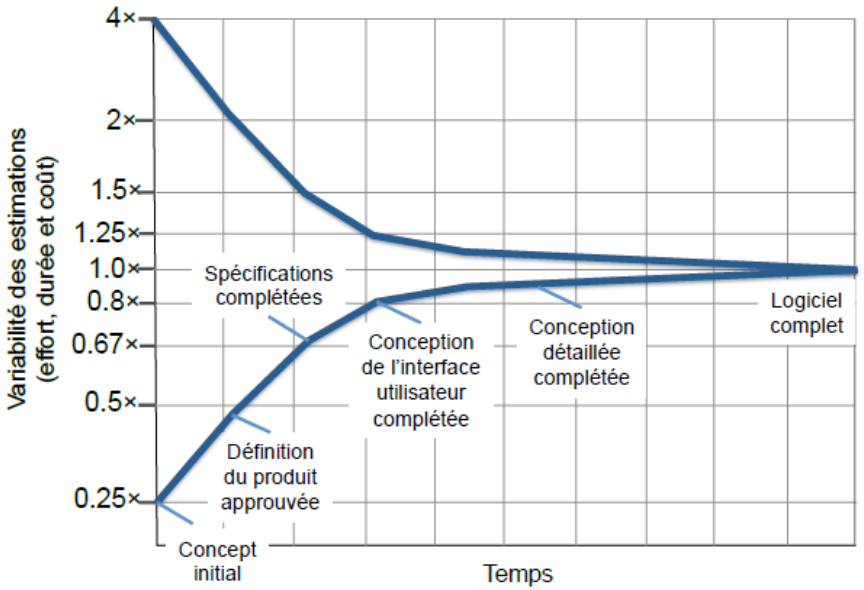
- Les spécifications du projet peuvent changer au cours du projet ce qui rend nécessaire la **ré-estimation** de l'effort tout au long du cycle de vie du projet.

- Au début du projet les spécifications sont souvent incomplètes et imprécises, par conséquent, la marge d'erreur des estimations est considérable.

- Au fur et à mesure que les spécifications deviennent plus détaillée, ainsi, la marge d'erreur diminue et les estimations se rapprochent du coût réel.

4. Incertitude des estimations

- Boehm (1981) et McConnell (2006) illustrent l'évolution de l'erreur des estimations durant le cycle de vie du projet à travers le « Cône d'incertitude»:



- Au début du projet, les estimations varient entre 25% et 400% du couts réel du projet.
- À la phase de conception détaillée, les estimations passent au-dessous de 120% du couts réel.

5. LE MODELE COCOMO

- Le modèle COCOMO est le modèle le plus connu et le mieux documenté dans toute la littérature d'estimation des coûts.

- Il a été construit par Boehm en 1981 à partir d'une analyse des données par régression pratiquée sur 63 projets logiciels de 2.000 à 100.000 lignes de codes dans l'entreprise TRW Int.

- COCOMO est un acronyme pour COnstructive COst MOdel (Modèle de construction de coût).

- Ce modèle général se compose de trois modèles différents: le *modèle de base*, le *modèle intermédiaire*, et le *modèle détaillé.*

- Une nouvelle version du modèle appelé COCOMO II a été développé en 2000. COCOMO II est réputé être mieux adapté pour estimer des projets de développement de logiciels modernes.

5. LE MODELE COCOMO

5.1.Le modèle COCOMO de base

- Le modèle COCOMO s'appuis sur une estimation de la charge basée sur les formules:

$$Charge = a \times KLOC^{b} \times FAE$$

$$Durée = c \times Charge^{d}$$

- Charge (ou effort): est l'effort de développement exprimé en *homme-mois* (HM).
  - Un homme-mois correspond à 152 heures (19 jours) de travail effectif. Ce chiffre tient compte des absences pour formation, vacances, arrêts maladie…
- KLOC représente la taille du logiciel en milliers de lignes de code (instructions) (KLOC = Kilo Lines Of Code).
- FAE est le Facteur de l'Ajustement de l'Effort

$$FAE = \begin{cases} 1, (modèle\ de\ base) \\ \prod_{i=1}^{15} C_i\ (modèle\ intermidiaire\ et\ detaillé) \end{cases}$$

- *Durée* : est la durée de développement en *Mois*

5. LE MODELE COCOMO

5.1. Le modèle COCOMO de base

- Les paramètres *a*,*b*,*c* et *d* prennent des valeurs différentes selon le type du projet.
- Les 3 types de projets dans COCOMO sont:
  - **Simple** *(Organique)*: *projet qui* peut être réalisé par une équipe de petite taille (2 à 8 personnes), travaillant dans un domaine qu'ils connaissent (ex: petite gestion, système de notes dans une école, traducteurs).
  - **Moyen** *(Semi-détaché)*: projet qui présente un degré de difficulté moyen, l'équipe a une expérience limitée du type d'application (ex: Compilateurs, système bancaire interactif).
  - **Complexe** *(Intégré)* : projet complexe qui présente des contraintes fortes (contraintes de type temps réel, sécurité, support matériel et logiciel complexes). Le coût de changement d'une contrainte est très élevé. (Exemples: Gros système d'exploitation, système de contrôle aérospatial..)

Type de projet	*a*	*b*	*c*	*d*
Simple	2.4	1.05	2,5	0,38
Moyen	3.0	1.12	2,5	0,35
Complexe	3.6	1.20	2,5	0,32

5. LE MODELE COCOMO

5.1. Le modèle COCOMO de base

- A partir des valeurs obtenues pour la charge et la durée, on peut déduire :

  - **Le Staffing Moyen** : Le nombre de personnes requises pour réaliser le projet dans la durée estimée, exprimé en FSP (Full Time Equivalent Software Personnel):

    Staffing Moyen =Charge/Durée

  - **La productivité moyenne** de l'équipe , exprimée en LOC/HM (lignes de code par homme-mois):

    Productivité= Taille (LOC) /Charge

5. LE MODELE COCOMO

5.1. Le modèle COCOMO de base

- On peut ensuite calculer la distribution de la charge et de la durée de développement par phases (en %), selon le type et la taille du logiciel.

Type de projet	Phase	2 KLOC	8 KLOC	32 KLOC	128 KLOC	512 KLOC
Simple	Conception général	16	16	16	16	
	Conception détaillée	26	25	24	23	
	Programmation et tests unitaires	42	40	38	36	
	Intégration et test d'intégration	16	19	22	25	
Moyen	Conception général	17	17	17	17	17
	Conception détaillée	27	26	25	24	23
	Programmation et tests unitaires	37	35	33	31	29
	Intégration et test d'intégration	19	22	25	28	31
Complexe	Conception général	18	18	18	18	18
	Conception détaillée	28	27	26	25	24
	Programmation et tests unitaires	32	30	28	26	24
	Intégration et test d'intégration	22	25	28	31	34

Distribution de la charge par phase en pourcentage

5. LE MODELE COCOMO

5.1. Le modèle COCOMO de base

Type du projet	Phase	2 KLOC	8 KLOC	32 KLOC	128 KLOC	512 KLOC
Simple	Conception générale	19	19	19	19	
	Conception détaillée et Programmation	63	59	55	51	
	Tests et intégration	18	22	26	30	
Moyen	Conception générale	24	25	26	27	28
	Conception détaillée et Programmation	56	52	48	44	40
	Tests et intégration	20	23	26	29	32
Complexe	Conception générale	30	32	34	36	38
	Conception détaillée et Programmation	48	44	40	36	32
	Tests et intégration	22	24	26	28	30

Distribution de la durée par phase en pourcentage

5. LE MODELE COCOMO

5.1. Le modèle COCOMO de base

EXEMPLE : Un projet de type *simple* ayant une taille estimée à 32000 lignes de code.

- Charge = $2.4 * (32)^{1.05}$ = 91 HM (Homme-Mois)
- Durée = $2.5 * (91)^{0.38}$ = 14 Mois
- Productivité= 32000 LOC/91 HM = 352 LOC/HM
- Staffing Moyen = 91 HM / 14 MOIS = 6.5 FSP
- **Distribution de la charge :**
  - Phase de conception générale : 0.16 * 91 = 14.6 HM
  - Phase de conception détaillée : 0.24 * 91 = 21.9 HM
  - Phase de programmation : 0.38* 91=34.6 HM
  - Phase d'intégration : 0.22*91= 20HM
- **Distribution de la durée :**
  - Phase de conception : 0.19*14=2.6 Mois
  - Phase de conception et de la programmation: 0.55 * 14 = 7.7 Mois
  - Phase d'intégration : 0.26 * 14 = 3.7 Mois

5. LE MODELE COCOMO

5.2. Le modèle COCOMO intermédiaire

- Le modèle COCOMO de base ne prend en compte que la taille et le type du logiciel lors de l'estimation de l'effort, toutefois, Il existe d'autres facteurs qui influencent l'effort.
- Le modèle COCOMO Intermédiaire est une extension du modèle COCOMO de base. Il prend en compte 15 facteurs, en plus de la taille et le type du logiciel
- Les équations de l'effort et de la durée du modèle COCOMO Intermédiaire:

$$Charge = a \times KLOC^{b} \times \prod_{i=1}^{15} C_i$$

$$Durée = c \times Charge^{d}$$

- Les paramètres *a*, *b*, *c*, et *d* du modèle COCOMO intermédiaire:

Type de projet	*a*	*b*	*c*	*d*
Simple	3,20	1,05	2,50	0,38
Moyen	3,00	1,12	2,50	0,35
Complexe	2,80	1,20	2,50	0,32

5. LE MODELE COCOMO

5.2. Le modèle COCOMO intermédiaire

- Les 15 facteurs d'effort C_i du modèle COCOMO intermédiaire:

Attributs du Produit
RELY (*Required Software Reliability*): Fiabilité requise
DATA (*Data Base Size*): Taille de la base de données
CPLX (*Product Complexity*): Complexité du logiciel
Attributs du Matériel
TIME (*Execution Time Contraint*): Contrainte du temps d'exécution
STOR (*Main storage Contraint*) Contrainte de la taille mémoire
VIRT (*Virtual machine Volatility)*: Instabilité de la plateforme
TURN (*Computer Turnaround Time*): Temps de restitution de l'ordinateur
Attributs du Personnel
ACAP (*Analyst Capability*): Compétence des analystes
PCAP (*Programmer Capability*): Compétence des programmeurs
AEXP (*Application Experience*): Expérience du domaine d'application
VEXP (*Virtual Machine Experience*): Expérience dans la plateforme
LEXP (*Programming Language Experience*): Expérience du langage de programmation
Attributs du Projet
MODP (*Modern Programming Practices*): Pratiques des méthodes de programmation
TOOL (*Use of Software Tools*): Utilisation d'outils logiciels
SCED (*Required Development Schedule*): Contraintes de plannification

5. LE MODELE COCOMO

5.2. Le modèle COCOMO intermédiaire

- Chaque facteur est évalué avec une note, ensuite, la note est converti à une valeur.
- Les notes qu'un facteur d'effort peut prendre sont : **Très faible, Faible, Moyen, Élevé, Très élevé, et Extra-élevé**

Facteur	Evaluation					
	Très faible	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé	Extra-élevé
RELY	0,75	0,88	1	1,15	1,4	
DATA		0,94	1	1,08	1,16	
CPLX	0,7	0,85	1	1,15	1,3	1,65
TIME			1	1,11	1,3	1,66
STOR			1	1,06	1,21	1,56
VIRT		0,87	1	1,15	1,3	
TURN		0,87	1	1,07	1,15	
ACAP	1,46	1,19	1	0,86	0,71	
AEXP	1,29	1,13	1	0,91	0,82	
PCAP	1,42	1,17	1	0,86	0,7	
VEXP	1,21	1,1	1	0,9		
LEXP	1,14	1,07	1	0,95		
MODP	1,24	1,1	1	0,91	0,82	
TOOL	1,24	1,1	1	0,91	0,83	
SCED	1,23	1,08	1	1,04	1,1	

5. LE MODELE COCOMO

5.2. Le modèle COCOMO intermédiaire

EXEMPLE : Considérons un projet de type *simple* ayant une taille estimée à 32000 lignes de code.

- **1ier Cas**: Tous les facteurs ont tous la valeur « Moyen »:

  Charge = $3.2 * (32)^{1.05} * 1 =$ 122 H-M

- **2ème Cas**: La fiabilité est «Très élevée », et le reste des facteurs ont la valeur « Moyen » :

  Charge = $3.2 * (32)^{1.05} 1.4 =$ 170.5 H-M

- **3ème Cas**: La fiabilité est «Très faible », et le reste des facteurs ont la valeur « Moyen » :

  Charge = $3.2 * (32)^{1.05} 0.75 =$ 91.3 H-M

5. LE MODELE COCOMO

5.3. Le modèle détaillé

- Evolue les 15 facteurs en fonction des phases et de trois niveaux du logiciel: système, sous-système et module.
- Par exemple, le facteur PCAP (Compétence des programmeurs):
- N'a aucun effet sur l'effort durant la phase de conception;
- Pendant la phase de codage, il a un effet positif si la compétence des programmeurs est élevée et un effet négatif si elle est faible.

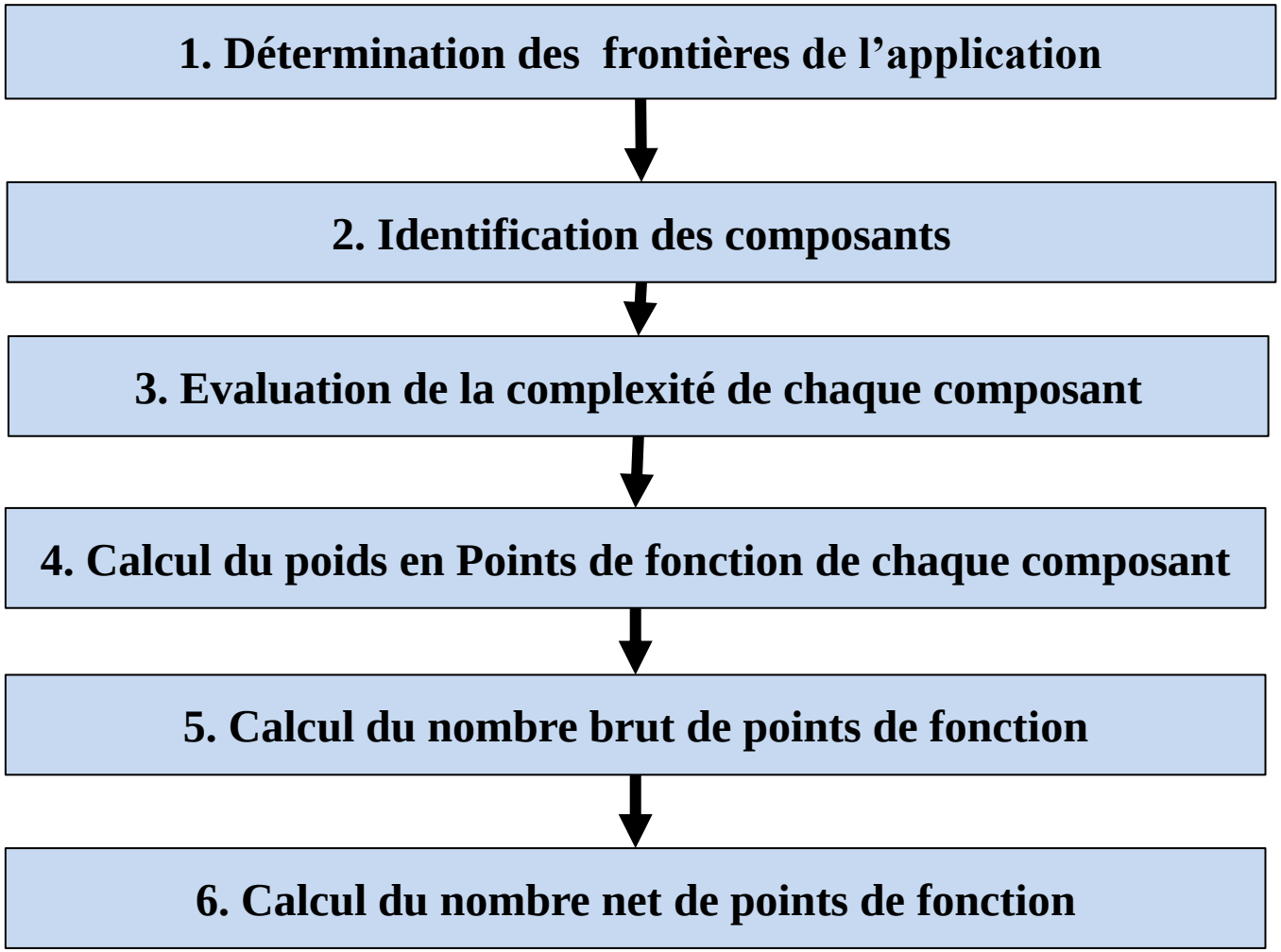
6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.1. Introduction

- **Objectif**: Estimer la taille du future logiciel en points de fonction (FP) à partir d'une **description externe du futur logiciel**.
  - Les points de fonction (FP) quantifient les fonctionnalités offertes par un programme à ses utilisateurs.
- En 1979, *Alan Albrecht* propose une première version de la méthode de points de fonction.
- En 1986, a été fondé l'IFPUG (International Function Points User Group) pour assurer la plus grande diffusion de cette méthode.
- La méthode de comptage en points de fonction est décrite en détail dans " The Function points Counting Practices Manual " publié par l'IFPUG.
- Site web: www.ifpug.org

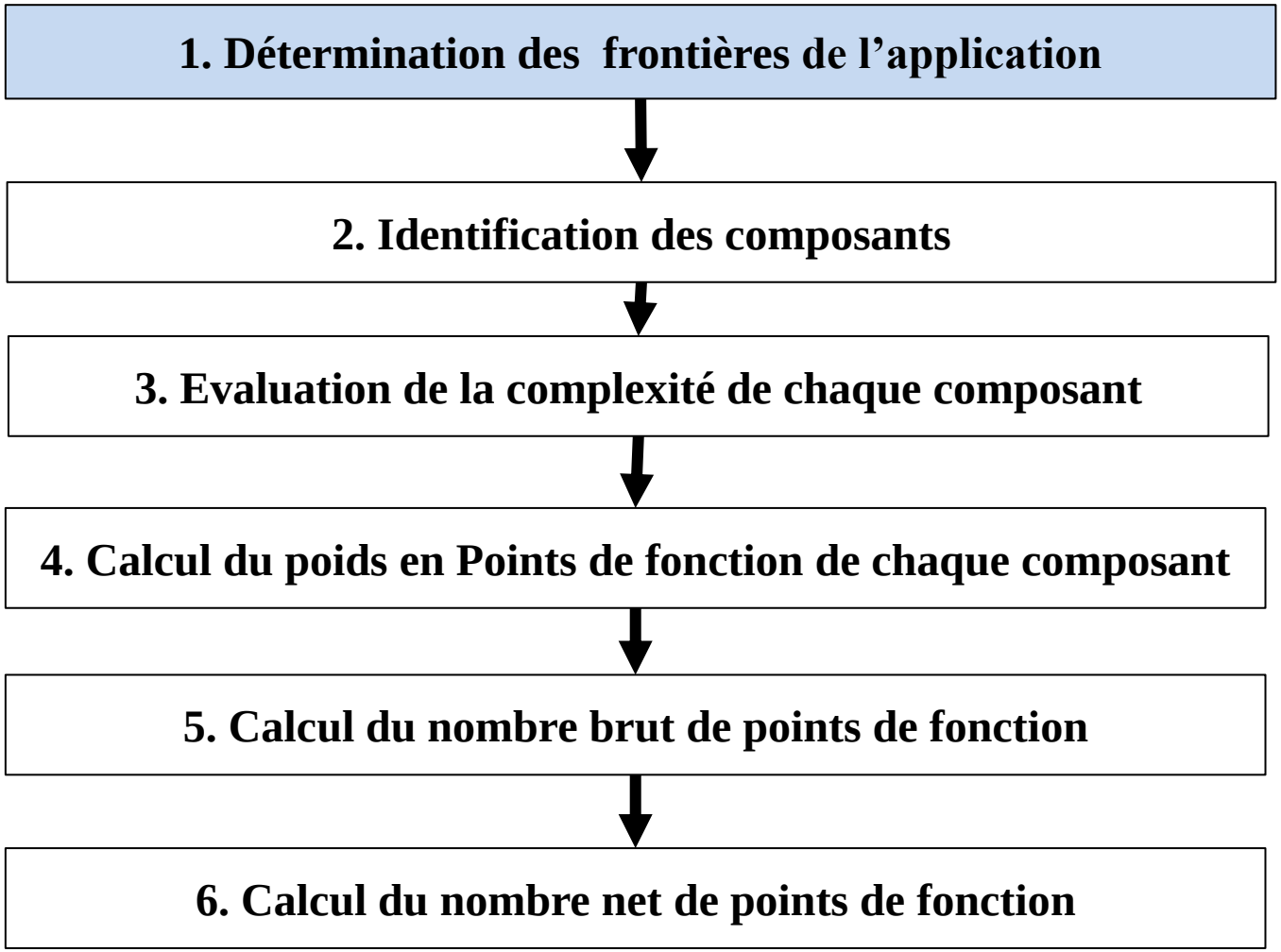
6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2. Les étapes de l'application de la méthode



6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

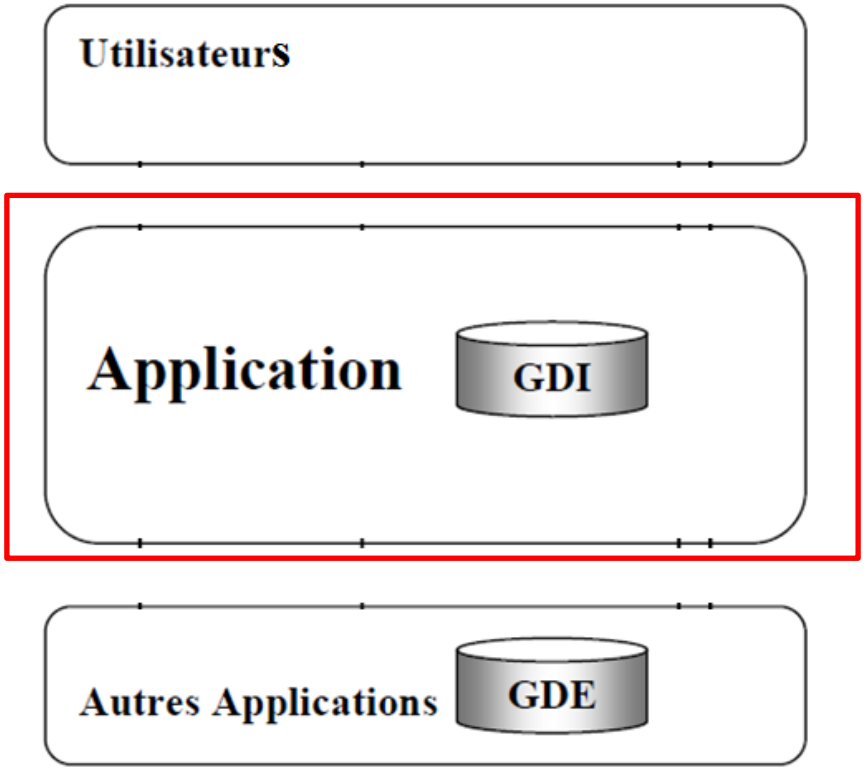
6.2.1. Détermination des frontières de l'application



6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

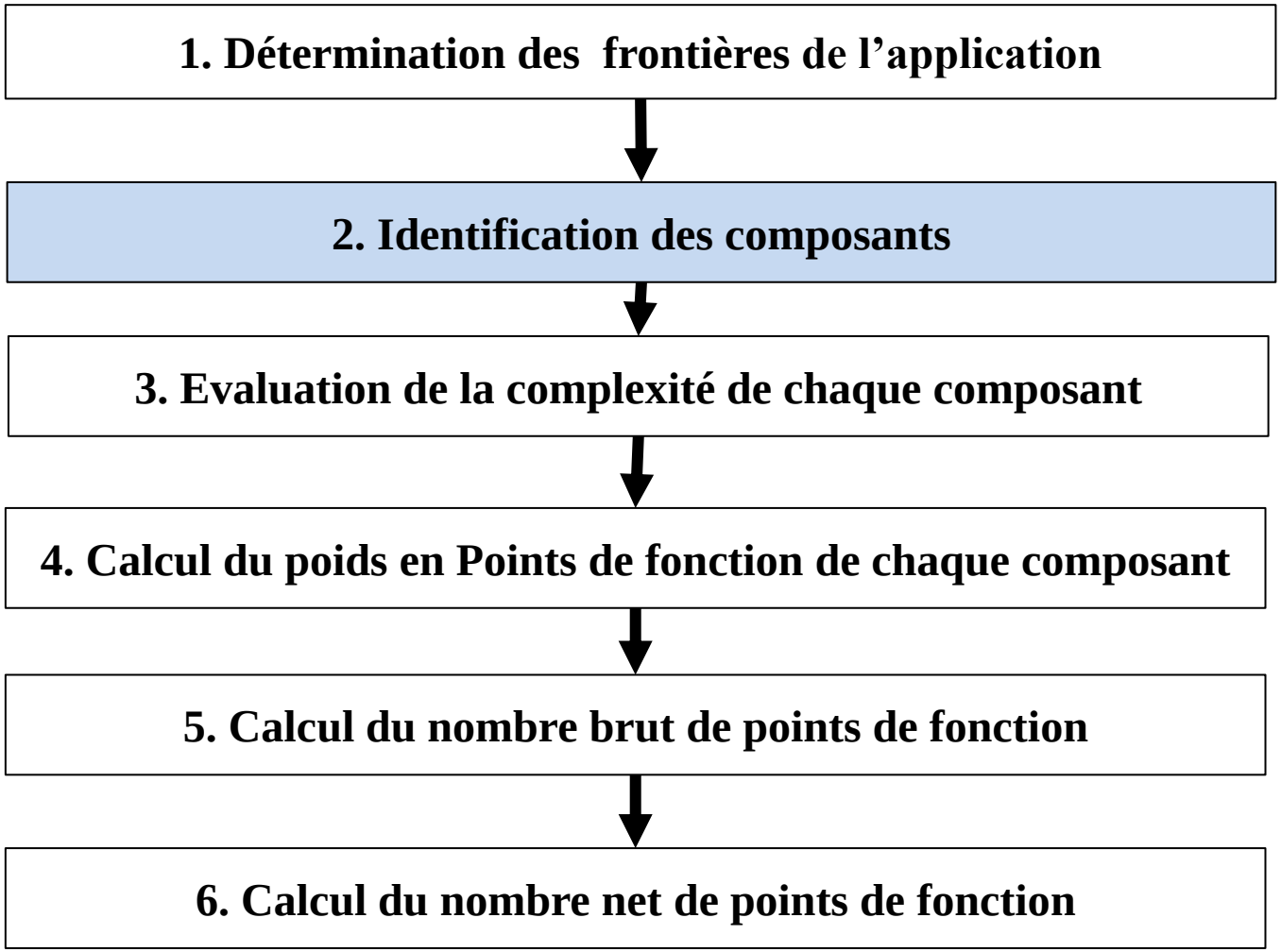
6.2.1. Détermination des frontières de l'application

- Identifier les utilisateurs de l'application,
- Identifier les applications externes qui interagissent avec l'application.



6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.2. Identification des composants



6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.2. Identification des composants

- On distingue 5 types de composants utilisés par la méthode de points de fonction:

  - 2 sont relatif à l'aspect statique du système (Données):
    - Groupe logique de données internes (GDI);
    - Groupe logique de données externes (GDE).
  - 3 à l'aspect dynamique (Traitements):
    - Les entrées (ENT);
    - Les sorties (SOR);
    - Les interrogations (INT).

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.2. Identification des composants

1. Groupe logique de données internes [GDI] (*ILF :Internal Logical Files*)

Groupe de données:

- Logiquement liées,
- Identifiables par l'utilisateur,
- Mis à jour et utilisés à l'intérieur de la frontière de l'application.

2. Groupe de données externes [GDE] (*EIF: External Interface Files*)

Groupe de données:

- Liées logiquement,
- Identifiables par l'utilisateur,
- Utilisés par l'application,
- Mis à jour par une autre application. Un GDE est un GDI d'une autre application.

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.2. Identification des composants

3. Les entrées [ENT] (*EI: External Inputs*)

Les données ou les paramètres de contrôle qui :

- Entrent dans l'application.
- Initialisent un traitement comprenant la mise à jour d'un ou plusieurs GDI.
- Fait l'objet d'un traitement unique.

Par simplification, une Entrée correspond à un écran de saisie, ou à une réception de données provenant d'une autre application, et provoquant une mise à jour.

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.2. Identification des composants

4. Les sorties [SOR] (*EO : External Outputs*)

Les données ou les paramètres de contrôle qui :

- Sortent de l'application
- Sont le résultat d'un traitement unique. Ce traitement unique doit être différent d'une simple extraction de données: combinaison des extractions avec des calculs et traitements.

Par simplification, une sortie correspond à la génération d'un écran de visualisation ou d'un message à destination d'une autre application, avec des données calculées à partir d'autres données.

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.2. Identification des composants

5. Les interrogations [INT] (*EQ: External Inquiries*)

Combinaison Entrée-Sortie:

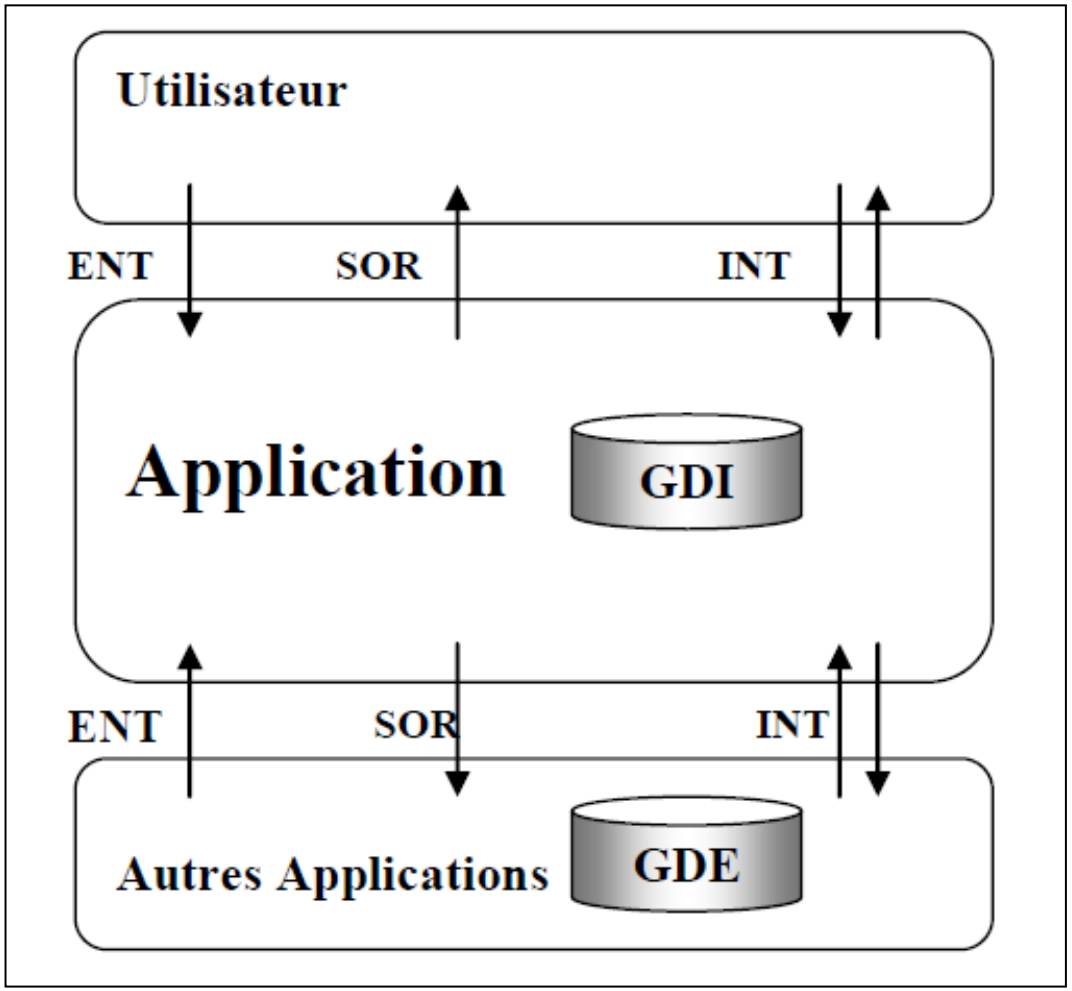
Entrée: paramètre de l'interrogation

Sortie: résultat de l'interrogation

- Ne fait pas de mise à jour de GDI;
- Ne résulte pas d'un traitement autre que des extractions de données;
- Ne contient pas de données dérivées (calculées en sortie).

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

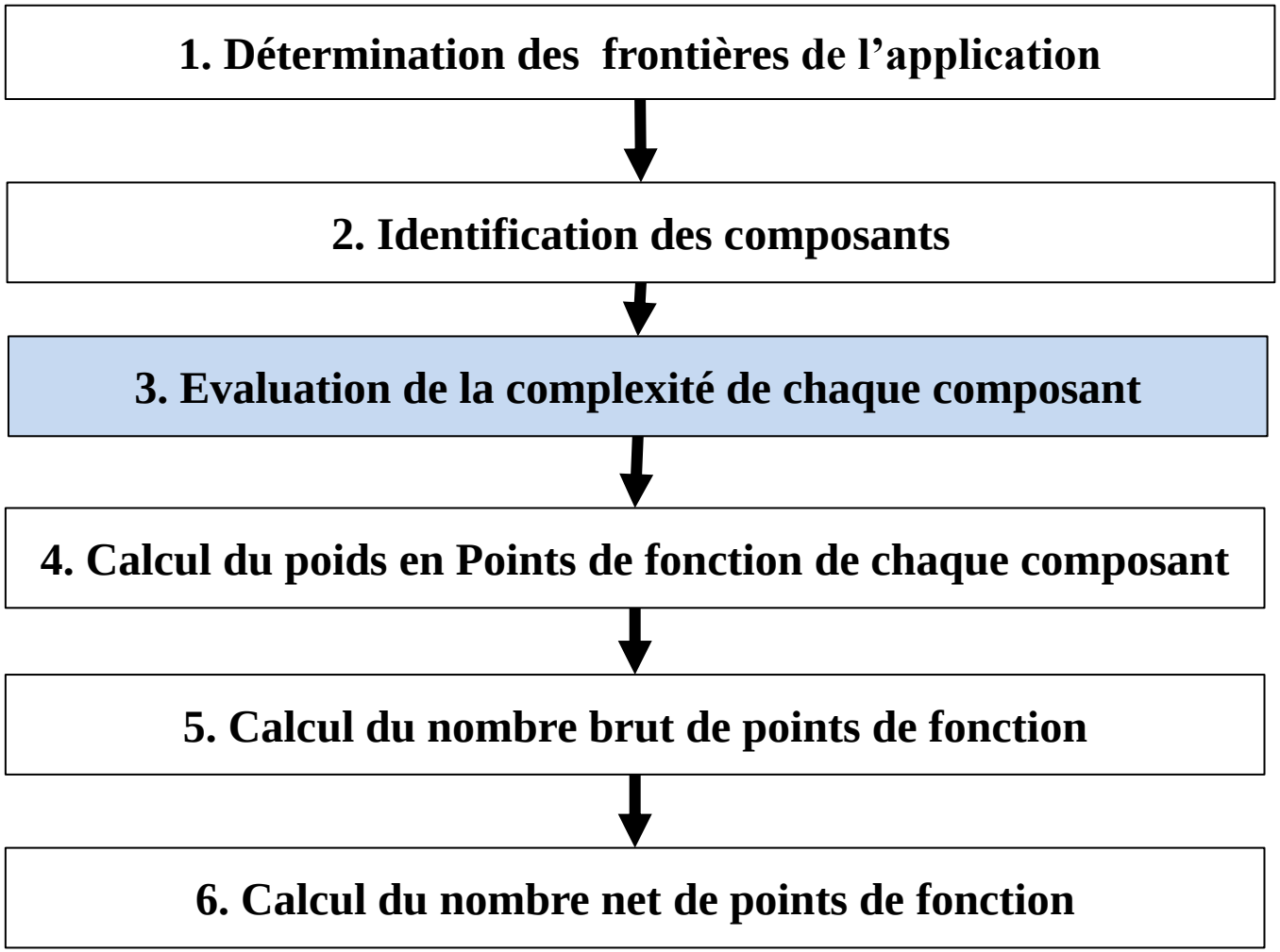
6.2.2. Identification des composants



6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.3. Evaluation de la complexité de chaque composant

- Pour chaque composant (données ou traitements), on détermine le niveau de complexité : *faible*, *moyen*, *élevé*.



6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.3. Evaluation de la complexité de chaque composant

6.2.3.1. Complexité des groupes logiques de données (*GDI* et *GDE*)

- Un *GDI* (*GDE*) est composé de Données Elémentaires (DE). Une *DE* correspond à un champ de données (Une *DE* est un attribut au sens digramme de classes *UML*).
- On peut parfois identifier plusieurs Sous-ensemble Logique de Données (*SLD*) dans un *GDI* ou *GDE* (Dans un diagramme de classes, un *SLD* peut être assimilé à une classe fille).
- Le niveau de complexité d'un *GDI* (*GDE*) est déterminé par le nombre de Sous-ensembles Logique de Données (*SLD*) et de Données Elémentaires (*DE*) du groupe logique de données.

SLD	DE		
	1-19	20-50	51 et plus
1	Faible	Faible	Moyen
2 à 5	Faible	Moyen	Elevé
6 et plus	Moyen	Elevé	Elevé

Niveau de complexité GDE/GDI

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.3. Evaluation de la complexité de chaque composant

6.2.3.2. Complexité des entrées (ENT)

Le niveau de complexité d'une Entrée est déterminé par le nombre de Groupe de Données Référencées (*GDR*) et de *DE* de l'Entrée.

- Nombre de *GDR*= Nombre de GDI mis à jour par l'Entrée
  + Nombre de GDI consultés par l'Entrée
  + Nombre de GDE consultés par l'Entrée
- Seules les *DE* mis à jour par l'Entrée sont comptabilisées.

GDR	DE		
	1-4	5-15	16 et plus
0 ou 1	Faible	Faible	Moyen
2	Faible	Moyen	Elevé
3 et plus	Moyen	Elevé	Elevé

Niveau de complexité ENT

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.3. Evaluation de la complexité de chaque composant

6.2.3.3. Complexité des sorties (SOR) et des interrogations (INT)

- Le niveau de complexité d'une Sortie ou d'une Interrogation est déterminé par le nombre de Groupe de Données Référencées (GDR) et de DE,
- Nombre de *GDR* = Nombre de GDI consultés
  + Nombre de GDE consultés

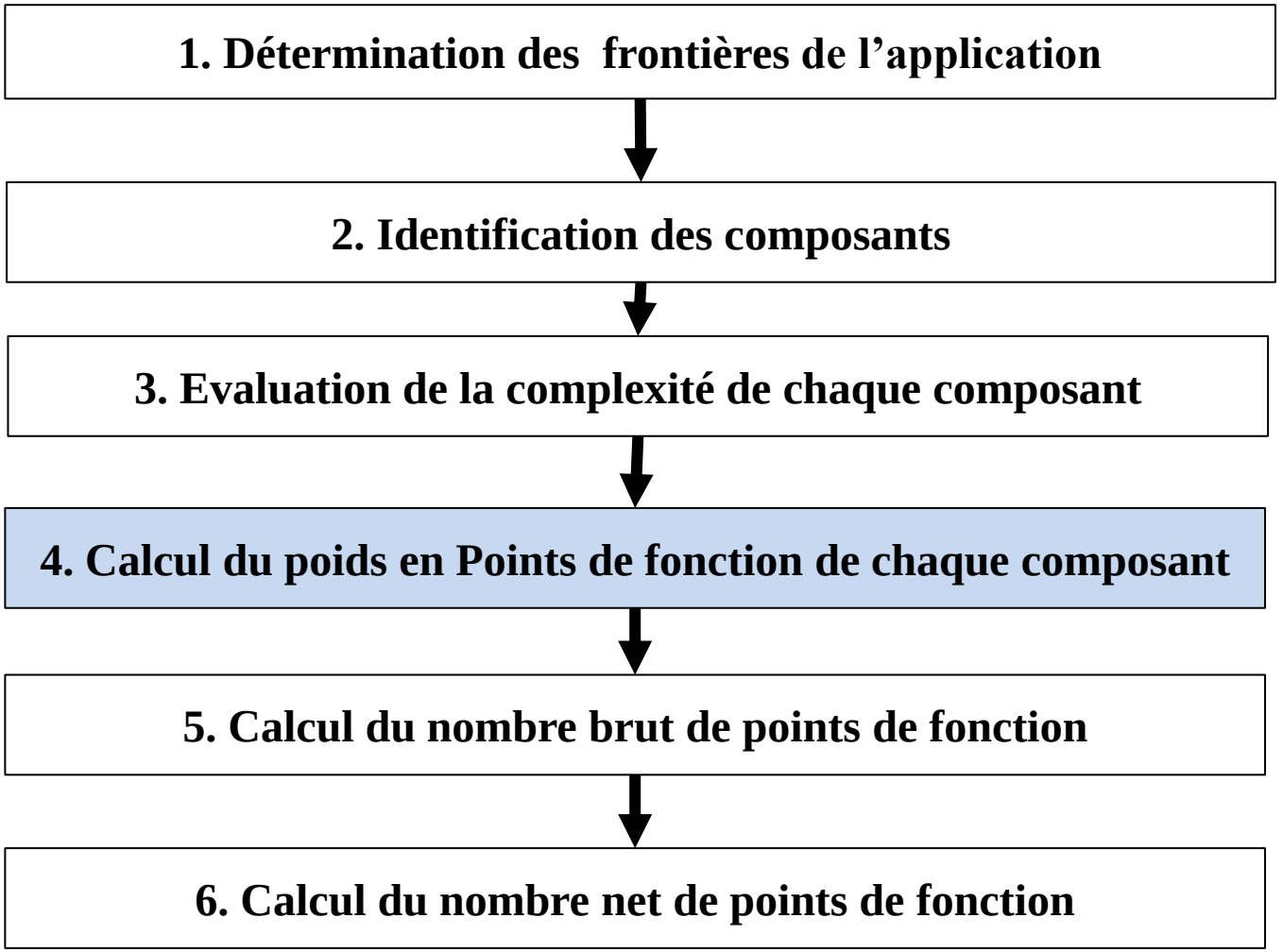
- Le nombre de DE est celui de DE utilisées par la Sortie ou l'interrogation.

GDR	DE		
	1-5	5-19	20 et plus
0 ou 1	Faible	Faible	Moyen
2 à 3	Faible	Moyen	Elevé
4 et plus	Moyen	Elevé	Elevé

Niveau de complexité SOR et INT

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.4. Calcul du poids en Points de fonction de chaque composant



6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

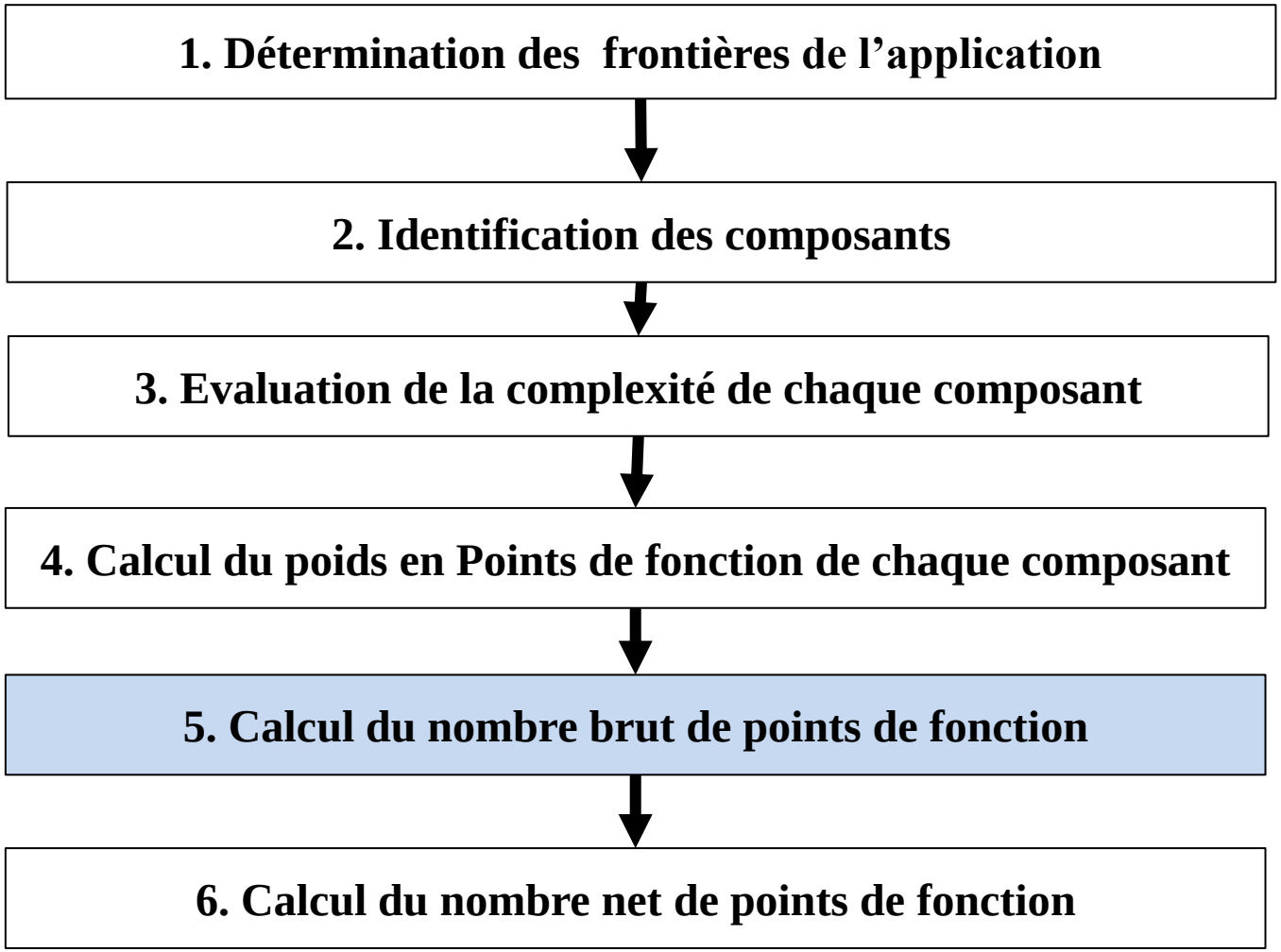
6.2.4. Calcul du poids en Points de fonction de chaque composant

Degré de complexité du composant	Faible	Moyen	Elevé
Nombre de points de fonction du GDI	7	10	15
Nombre de points de fonction du GDE	5	7	10
Nombre de points de l'ENT	3	4	6
Nombre de points de fonction de SOR	4	5	7
Nombre de points de fonction de l'INT	3	4	6

Nombre de points de fonction correspondant à chaque composant selon son niveau de complexité

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.5. Calcul du nombre brut de Points de fonction



6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.5. Calcul du nombre brut de Points de fonction

(UFP : *Unadjusted Function Point*)

- Le calcul se fait en sommant pour chaque type de composant, les composants ayant le même niveau de complexité.

- Chaque nombre est ensuite multiplié par le poids correspondant.

- On réalise ensuite le total général des points de fonction brut UFP (Unadjusted Function Point).

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.5. Calcul du nombre brut de Points de fonction

Type de composant	Complexité	Nombre	Poids	Totaux par types de composant
GDI	Faible	1	*7=	
	Moyenne	1	*10=	
	Elevéee	2	*15=	
GDE	Faible	0	*5=	
	Moyenne	1	*7=	
	Elevéee	1	*10=	
ENT	Faible	3	*3=	
	Moyenne	3	*4=	
	Elevéee	4	*6=	
SOR	Faible	4	*4=	
	Moyenne	4	*5=	
	Elevéee	2	*7=	
INT	Faible	3	*3=	
	Moyenne	2	*4=	
	Elevéee	0	*6=	

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

Exemple:

Soit un système composé de:

- 4 GDI (1 simple, 1 moyen et 2 complexes),
- 2 GDE (1 moyen et 1 complexe),
- 10 ENT (3 simples, 3 moyennes et 4 complexes),
- 10 SOR (4 simples, 4 moyennes et 2 complexes),
- 5 INT (3 simples, 2 moyennes et 0 complexes).

Type de composant	Complexité	Nombre	Poids	Totaux par types de composant
GDI	Faible	1	**7**	7
	Moyenne	1	**10**	10
	Elevéee	2	**15**	30
GDE	Faible	0	**5**	0
	Moyenne	1	**7**	7
	Elevéee	1	**10**	10
ENT	Faible	3	**3**	9
	Moyenne	3	**4**	12
	Elevéee	4	**6**	24
SOR	Faible	4	**4**	16
	Moyenne	4	**5**	20
	Elevéee	2	**7**	14
INT	Faible	3	**3**	9
	Moyenne	2	**4**	8
	Elevéee	0	**6**	0
Nombre de points de fonction brut				**176**

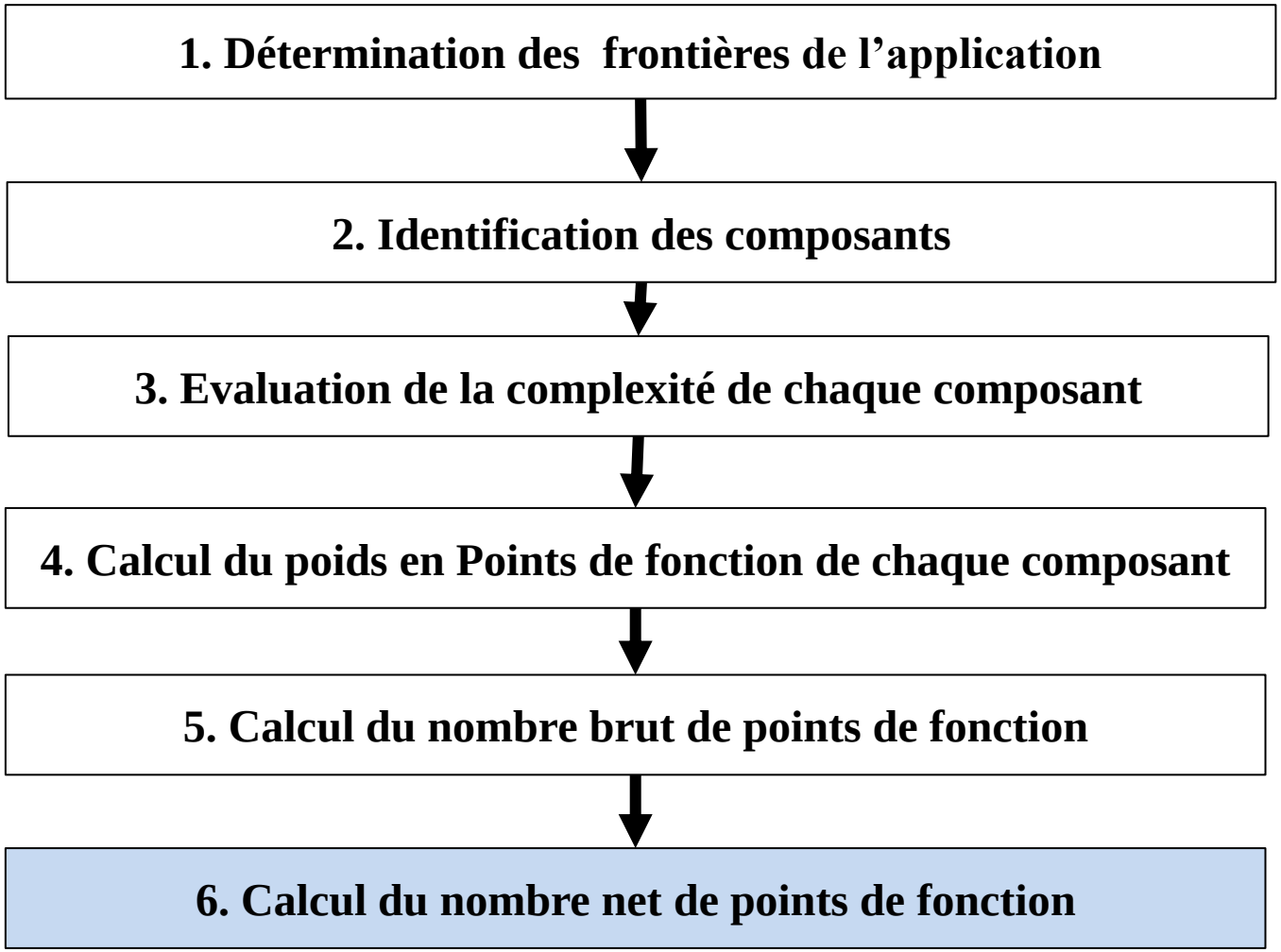
6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.6. Calcul du nombre net de points de fonction brut

- La dernière étape (**facultative**) consiste à ajuster le nombre de points de fonction brut (UFP) à des points de fonction net (UFP).
- Le principe est le suivant : On calcule le facteur d'ajustement **(TCF : *technical complexity factor*)** à partir de 14 caractéristiques générales du système. Pour chaque caractéristique on évalue le degré d'influence **DI.** Chaque DI aura une valeur entre 0 et 5 (0 : inexistante ou sans influence, 1: influence secondaire, 2 : influence restreinte, 3 : influence moyenne, 4 : influence importante, 5 : influence intensive partout). La table ci-dessous donne un aperçu des caractéristiques générales du système pour les auteurs du manuel utilisateurs de l'IFPUG.

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.5. Calcul du nombre net de Points de fonction



6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.6. Calcul du nombre net de Points de fonction

- La dernière étape (facultative) consiste à ajuster le nombre de points de fonction brut (UFP).
- Le principe est le suivant : On calcule le facteur d'ajustement (**TCF** : te*chnical complexity factor*) à partir de 14 caractéristiques générales du système.
- Pour chaque caractéristique on évalue le degré d'influence **DI**.
- Chaque DI aura une valeur entre 0 et 5 (0 : inexistante ou sans influence, 1: influence secondaire, 2 : influence restreinte, 3 : influence moyenne, 4 : influence importante, 5 : influence intensive partout).
- Une fois que les caractéristiques générales du système ont été évaluées avec leur degré d'influence respectif, on peut calculer le **degré d'influence total DIT.** (**0<DIT<70**) qui est la somme des degrés d'influence de chaque caractéristique.
- Le facteur d'ajustement se calcule par :

$$TCF=(DIT*0.01)+0.65$$

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.6. Calcul du nombre net de Points de fonction

- La dernière étape (facultative) consiste à ajuster le nombre de points de fonction brut (UFP).
- Le principe est le suivant : On calcule le facteur d'ajustement (**TCF** : te*chnical complexity factor*) à partir de **14 caractéristiques** générales du système.
- Pour chaque caractéristique on évalue le degré d'influence **DI**.
- Chaque DI aura une valeur entre 0 et 5:
  - 0 : inexistante ou sans influence,
  - 1: influence secondaire,
  - 2 : influence restreinte,
  - 3 : influence moyenne,
  - 4 : influence importante,
  - 5 : influence intensive partout.
- Une fois que les caractéristiques générales du système ont été évaluées avec leur degré d'influence respectif, on peut calculer le **degré d'influence total DIT. (0<DIT<70**) qui est la somme des degrés d'influence de chaque caractéristique.

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

- La table ci-dessous donne un aperçu des caractéristiques générales du système pour les auteurs du manuel utilisateurs de l'IFPUG.

Caractéristiques générales du système	**Description**
Communication de données	Combien de facilités de communication pour aider au transfert ou à l'échange d'information avec l'application ou le système?
Distribution du traitement et des données	Comment les données et les traitements distribués sont ils gérés?
Critères de performance	L'utilisateur a t il des exigences en matière de temps de réponse?
Configuration matérielle très chargée	Quel est l'état de charge actuel de la plate-forme matérielle sur laquelle le système sera mis en exploitation?
Fréquence des transactions	Quelle est la fréquence d'exécution des transactions (quotidien, hebdomadaire, mensuel…)
Données saisies en temps réel	Quel est le pourcentage de données saisies en temps réel?
Efficacité des interfaces utilisateur	Les interfaces ont elles été dessinées pour atteindre à l'efficacité maximale de l'utilisateur
Mise à jour en temps réel des fichiers internes logiques	Combien de fichiers logiques internes sont ils mis à jour en temps réel?
Calculs complexes	L'application fait elle appel à des traitements logiques ou mathématiques complexes?
Réutilisation	L'application est elle développée pour satisfaire un ou plusieurs besoins clients?
Facilité d'installation	Quelle est la difficulté de conversion et d'installation?
Facilité opérationnelle	Quelle est l'efficacité et /ou l'automatisation des procédures de démarrage, backup, et récupération en cas de panne ?
Portabilité	L'application est elle spécifiquement conçue, développée maintenue pour être installée sur de multiples sites pour de multiples organisations?
Evolutivité	L'application est elle spécifiquement conçue, développée maintenue pour faciliter le changement?

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.2.6. Calcul du nombre net de Points de fonction

- Une fois que les caractéristiques générales du système ont été évaluées avec leur degré d'influence respectif, on peut calculer le **degré d'influence total DIT.** (**0<DIT<70**) qui est la somme des degrés d'influence de chaque caractéristique.
- Le facteur d'ajustement se calcule par:

$$TCF=(DIT*0.01)+0.65$$

On a : (0.65<TCF<1.35)

- Le passage du nombre brut (**UFC**) au nombre ajusté (**FP**), se fait par la multiplication par le Facteur d'Ajustement (**TCF**) :

$$FP = TCF * UFC$$

- Le Facteur d'Ajustement ajuste le nombre brut de points de fonction avec un taux allant de -35% à +35%.

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.3. Calcul de la charge: 2 Solutions:

1. **Transformation directe des points de fonctions en charge**
   - Le coefficient de transformation est variable selon l'environnement matériel et humain.
   - Il est recommandé que chaque entreprise établisse sa base de projets pour déterminer ses propres coefficients.
   - Les valeurs couramment admises:

Taille du projet	Charge (Homme/Jour)
Petit	2
Moyen	3
Grand	4

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.3. Calcul de la charge: 2 Solutions:

2. Transformation des points de fonctions en lignes de code

- Il y a une relation entre le nombre de lignes de codes et le nombre de points de fonction que l'on peut trouver :
  - Dans les archives de sa propre entreprise
  - En utilisant les tables de conversion nombre de points de fonction / nombre de lignes de code, selon langage de programmation utilisé.

  (Exemple: http://www.qsm.com/resources/function-point-languages-table)
- Après la conversion, il est possible d'appliquer une technique d'estimation de l'effort à partir du nombre de lignes de code (COCOMO,…)

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.4. Les avantages et les inconvénients de la méthode de point de fonction

Avantages

- La méthode des points de fonction utilisée dans de nombreuse entreprises pour mesurer la complexité ou la taille d'une application.
- Elle peut être réalisée très en amont dans le cycle de développement de l'application.
- Cette méthode est indépendante du langage utilisé.

6. METHODE DE POINTS DE FONCTION

6.4. Les avantages et les inconvénients de la méthode de point de fonction

Inconvénients

- L'utilisation de cette méthode demande encore un travail important, la présence d'un spécialiste de cette méthode et ne peut pas encore être automatisée.
- Le comptage d'une personne à une autre peut varier de 10% contrairement à ce que la méthode présente théoriquement.
- Cette méthode est conçue pour les systèmes d'information de gestion. Elle n'est pas applicable pour les autres types de logiciel (p.ex., industrielles, temps réel, scientifique). Dans ces cas précis la méthode des points de fonction ne permet pas d'apprécier la complexité de développement d'algorithmes. Pour ce genre d'applications, le nombre de lignes de code reste le mieux approprié.

Références

- McConnell, S. (2006). *Software estimation: demystifying the black art*. Microsoft press.
- Morley, C. (2008). Management d'un projet système d'information: Principes, techniques, mise en oeuvre et outils.
- Laqrichi, S. (2015). *Approche pour la construction de modèles d'estimation réaliste de l'effort/coût de projet dans un environnement incertain: application au domaine du développement logiciel* (Doctoral dissertation, Ecole des Mines d'Albi-Carmaux).
- Boehm, B. W. (1981). *Software engineering economics* (Vol. 197). Englewood Cliffs (NJ): Prentice-hall.