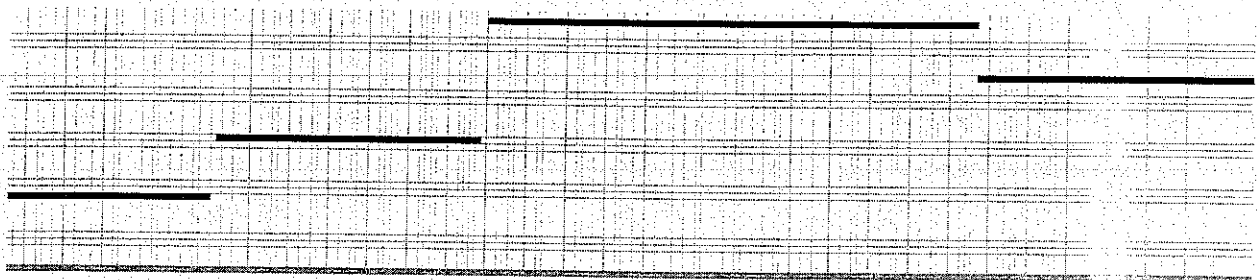


% effort (h.mois)		% durée (mois)		Nombre de personnes	
Besoin	20,0	Besoin	3,6	Besoin	5,5
Concept. gén.	48,6	Concept. gén.	4,7	Concept. gén.	10,3
Concept. dét.	71,5	Réalisation	8,7	Réalisation	19,1
Codage & TU	94,4	Intégration	4,7	Intégration	15,2
Intégration	71,5				

La durée de développement est de 18,1 mois et la durée totale du projet de 21,7 mois.

Le diagramme ci-dessous (abscisse temps, ordonnée effectif) donne la courbe de charge du projet, en faisant l'hypothèse que l'effectif est constant pendant la durée d'une phase.



Question 3 (2 points)

L'architecture de l'application se présente de la manière suivante (3 éléments logiciels « client léger IHM », « serveur de transactions », « serveur de données » dans la figure donnée page suivante). Chaque élément est constitué de composants indiqués par des rectangles auxquels on a affecté un pourcentage en terme de nombre de lignes de code (par exemple 25% pour « écrans ... »).

Evaluer les caractéristiques S/P/E de chacun des composants en le justifiant. L'approximation en P de l'ensemble de l'application vous semble-t-elle raisonnable ? Argumentez de manière quantitative.

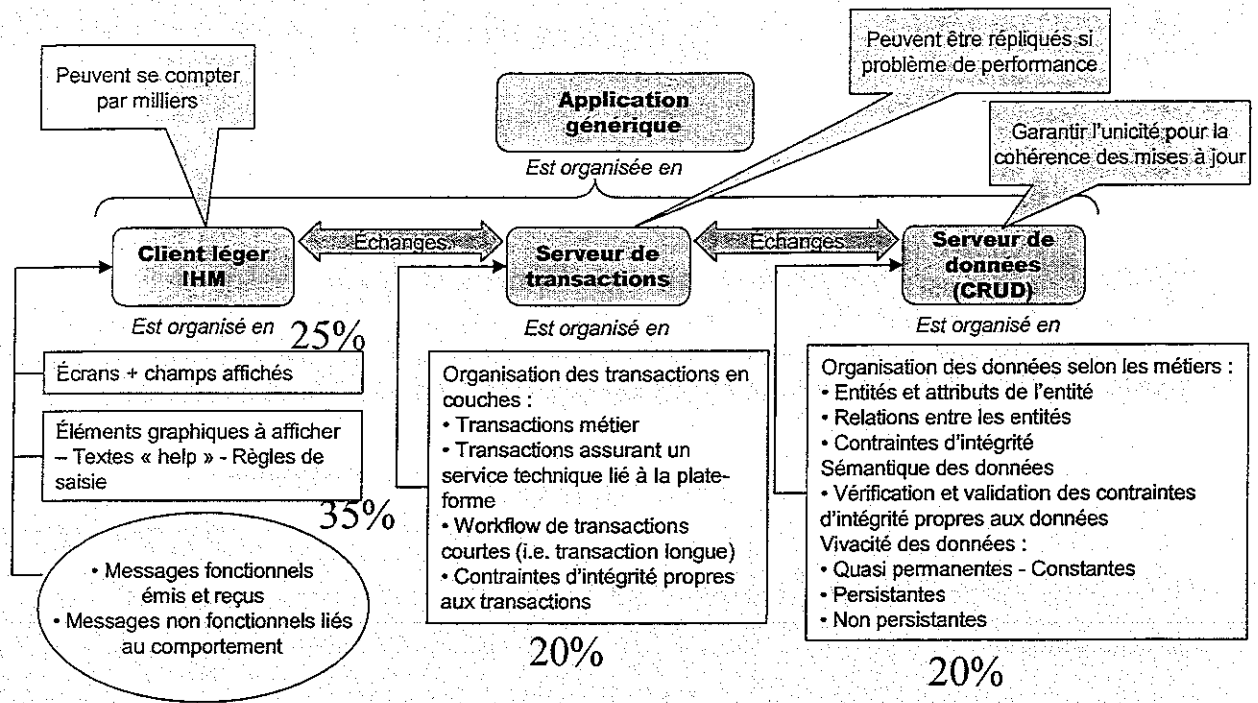
- *Client léger IHM :*
 - *Ecrans + champs : se charge de l'interaction avec les usagers ; type E*
 - *Eléments graphiques : traitement simples ; type S*
- *Serveur de transactions : traitements complexes ; type P*
- *Serveur de données : traitements complexes ; type P*

De manière quantitative, on applique la formule de l'effort pondéré. On obtient :

$$\text{Effort_pondéré} = 2,4 \times 0,35 \times (58,5)^{1,05} + 3 \times 0,4 \times (58,5)^{1,12} + 3,6 * 0,25 \times (58,5)^{1,2}$$

C'est à dire Effort_pondéré = 293,4 hommes.mois

La valeur de l'effort de développement obtenu à la question 1 étant égale à 285,7 hommes.mois, l'approximation est tout à fait légitime.



Question 4 (2 points)

La Société Rocard' confie la maîtrise d'œuvre de ce projet à la SSII Intelliroute. Le cahier des charges fourni à cette Société par Rocard' comporte environ 400 exigences. Le contrat fixe un délai de 2 ans pour la réalisation totale du projet. Le Chef de Projet d'Intelliroute, considérant qu'il va pouvoir employer des COTS pour certains services de cet Intranet et, compte tenu de son expérience, estime qu'en moyenne, une exigence va coûter 100 lignes de code. Ne connaissant pas COCOMO, il s'appuie sur des chiffres de même nature que ceux du Vade Mecum du chef de projet qui vous a été fourni.

A votre avis, à quelle valeur de l'effort va-t-il estimer le projet ? précisez l'utilisation que vous faites du Vade Mecum. Quelle durée moyenne, pour ce projet, en déduira-t-il ? Est-ce faisable dans le cadre contractuel ?

Sachant que à chaque exigence on peut associer 100 lignes de code, l'évaluation faite par le CP d'Intelliroute est sur la base de 40 KISL. Il sait que, selon le vade-mecum, pour « 350 instructions source sans commentaire est une bonne productivité moyenne par personne et par mois pour un projet de complexité moyenne. La durée moyenne est $\approx 0.5 \times \sqrt[3]{\text{Effort}(\text{EnHA})}$. ».

Il utilisera ces données car la réalisation du projet est de complexité P moyenne. Ainsi comme :

Productivité = KISL/Effort, on obtient :

Effort = 40/0,35 = 114,3 hommes.mois = 9,52 hommes.années, d'où :

Durée = 1,06 ans

Les valeurs diffèrent beaucoup de celles obtenues aux questions précédentes (plus d'un facteur 2 pour l'effort). Malgré cet écart, la durée du projet sera toujours inférieure à 2 ans et pourra potentiellement se faire dans le cadre contractuel. En revanche le risque est sur un mauvais

calcul de l'effort qui pourra, si l'estimation du coût est trop faible, avoir des impacts économiques graves pour le MOE Interoute.

Question 5 (2 points)

En comparant les estimations des deux sociétés, la Société Rocard', à votre avis, a-t-elle surestimé ou sous-estimé le projet ? Quelles sont les différentes conclusions auxquelles le Chef de Projet d'Intelliroute peut aboutir quant à ses estimations ?

Compte tenu des contraintes contractuelles (durée du projet = 2 ans), l'estimation de Rocard' est tout à fait satisfaisante. En revanche le chef de projet d'Intelliroute a tout lieu de s'inquiéter des résultats obtenus (rappelons le : écart d'un facteur de 2,5 pour les valeurs de l'effort calculée et de 2 pour la durée).

Question 6 (2 points)

Pour clarifier le débat précédent, nous allons préciser un certain nombre de choses.

Considérons que la Société Rocard' a raison dans ses estimations (résultats des questions 1 et 2) et considérons que le Chef de Projet de la Société Intelliroute connaît le modèle COCOMO intermédiaire et applique certains facteurs de coûts, à savoir :

- L'équipe de conception a une bonne expérience du domaine applicatif
- Les architectes ont une maturité très basse
- Les programmeurs ont une bonne expérience des langages de programmation utilisés et utilisent des outils de développement sophistiqués qu'ils maîtrisent

La valeur des autres facteurs de coût sera égale à 1.

Avec ces données, calculer l'effort puis la durée du projet chez Intelliroute. Comparer avec les résultats obtenus précédemment. Quelle conclusion pouvez-vous faire ?

Pour cela nous utilisons le modèle COCOMO intermédiaire et prendrons comme valeur pour les facteurs de coût $AEXP = 0,91$, $ACAP = 1,46$, $LEXP = 0,95$ et $TOOL = 0,91$.

Nous obtenons : Effort de développement = 328,5 hommes.mois, durée de développement = 19 mois, durée totale du projet = 23 mois.

Les valeurs obtenues sont légèrement supérieures à celles obtenues aux questions 1 et 2 et demeurent dans le cadre contractuel.

Question 7 (bonus 2 points)

Le Chef de Projet d'Intelliroute dispose de 10 personnes pour la phase d'intégration. En reprenant les résultats trouvés dans la question 2, déterminer si le projet se terminera dans les délais. Dans le cas contraire quelles mesures doit prendre le chef de projet ?

En question 2, nous avons obtenu pour la phase d'intégration :

effort = 71,5 hommes.mois, durée = 4,7 mois, effectif = 15,2 personnes.

A effort constant, si l'effectif est égal à 10 personnes, il sera nécessaire de faire du nivellement, c'est à dire d'augmenter la durée du projet pour trouver les ressources disponibles. Dans ce cas la durée de la phase d'intégration sera :

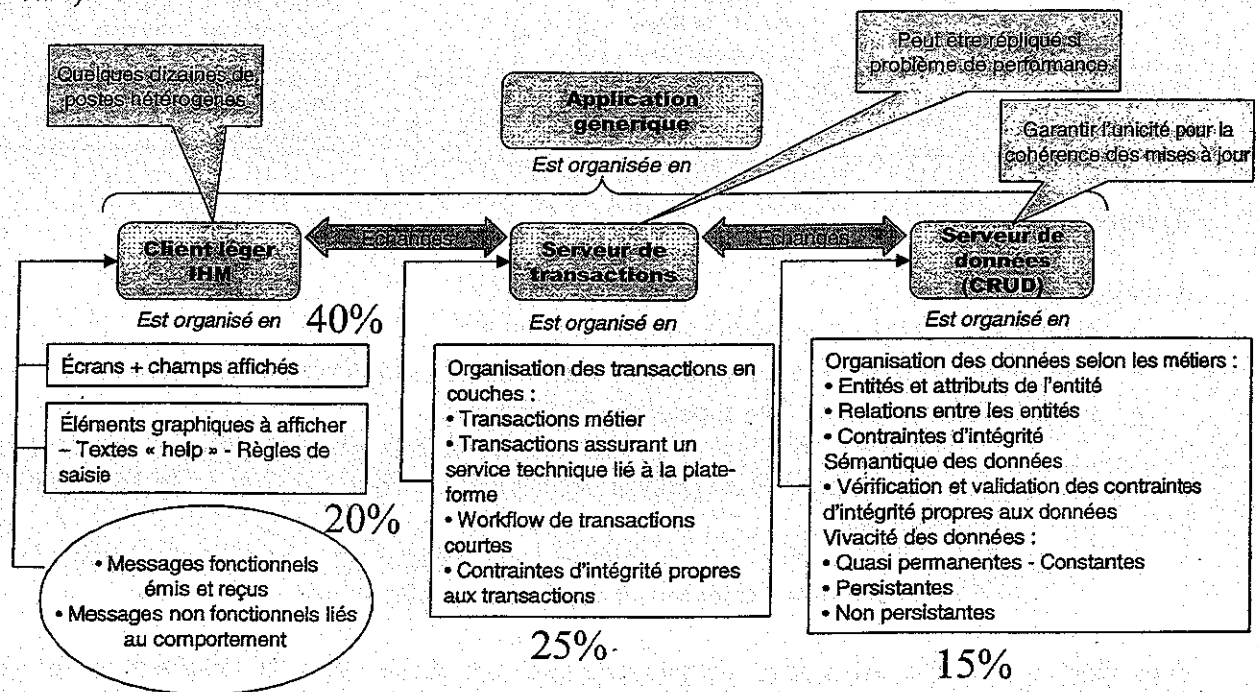
$$\text{Durée_intégration_nivellée} = \text{durée_intégration} \cdot 15,2/10 = 7,15 \text{ mois,}$$

ce qui correspond à un allongement du projet de 2,5 mois. Cela pourrait poser problème car la durée totale du projet serait alors de 24,2 mois. Compte-tenu des risques et incertitudes qui peuvent se produire en cours de projet, le risque de dépasser les délais impartis dans le contrat sera très élevé. Et cela s'applique bien entendu au cas de figure de l'utilisation du modèle intermédiaire.

I - Etude de cas (12 points + bonus 2 points)

La Société de Génie Civil Rocard', spécialisée dans la conception d'ouvrages d'art principalement dans le domaine routier, décide de réaliser un Intranet assez sophistiqué qui va inclure, outre ses référentiels et son savoir faire, des outils de visioconférence (elle a des filiales à l'étranger), workflow, gestion de projet, GED (gestion de documents électroniques) etc. Pour plusieurs de ces outils, il existe des COTS (logiciels sur étagère) mais les spécificités de son métier et le fait que certains documents sont classés « Confidentiel Industrie » l'obligent à mener des développements spécifiques pour sécuriser certains aspects de cet Intranet.

L'architecture de l'application se présente de la manière suivante en 3 éléments logiciels « client léger IHM », « serveur de transactions », « serveur de données » dans la figure donnée ci-dessous. Chaque élément est constitué de composants indiqués par des rectangles auxquels on a affecté un pourcentage en terme de nombre de lignes de code (par exemple 40% pour « écrans ... »).



Précisons que :

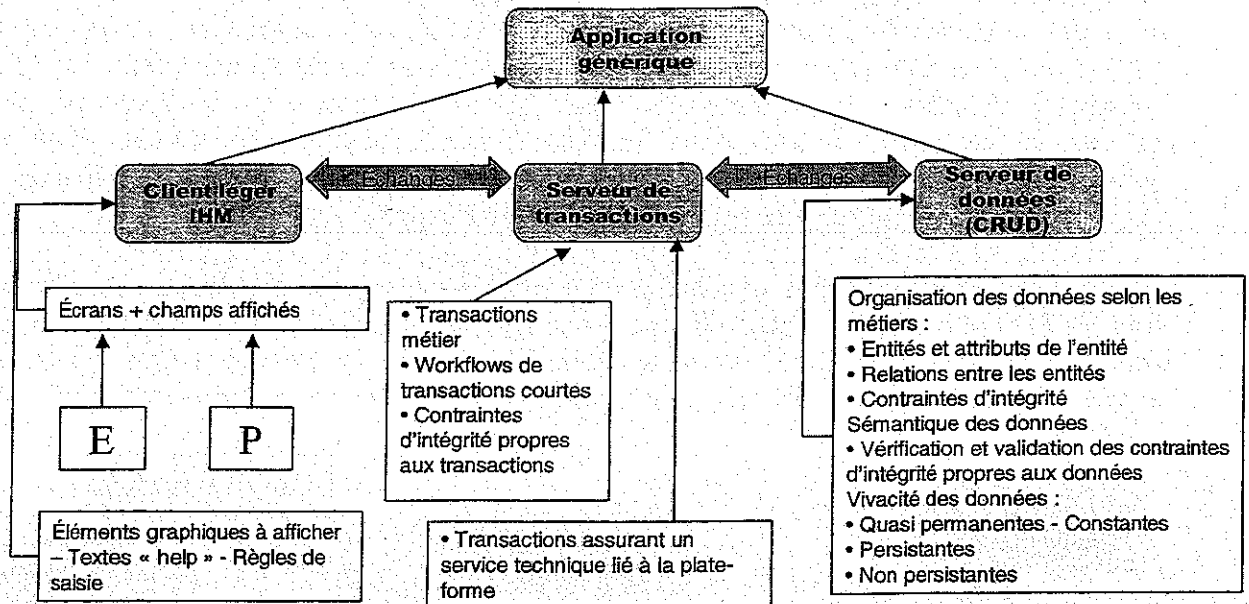
- La taille de l'application est estimée à 128 KLS
- Les caractéristiques S/P/E de chacun des éléments/composants sont :
 - Client léger IHM :
 - Écrans + champs : intermédiaire entre P et E (50%-50%)
 - Éléments graphiques : type S
 - Serveur de transactions :

2221

- service technique lié à la plate-forme (30% du code du serveur de transactions) de type P
- le reste (composants métiers...) de type S
- Serveur de données : type P
- le service technique du serveur de transaction est réutilisé d'un autre applicatif.

Question 1 (1 point)

Construire l'arbre produit de l'application, en y faisant figurer tous les éléments / composants.



Question 2 (4 points)

Considérons que :

- le processus de développement est un cycle en V
- les éléments/composants, feuilles de l'arbre produit, sont développés en parallèle
- le plan d'intégration est organisé selon 2 variantes :
 - 1^{ère} variante : pour chaque élément on intègre les composants entre eux ; on procède ensuite à l'intégration des 2 serveurs entre eux, suivie de l'intégration de la partie IHM
 - 2^e variante : pour chaque élément on intègre les composants entre eux ; on procède ensuite à l'intégration des 3 éléments entre eux.

Pour chaque variante, construire l'organigramme des tâches puis le diagramme de PERT d'enchaînement des tâches du projet de développement sans y faire apparaître les dates. Quelle variante vous paraît la plus adaptée ? Argumentez en faisant des hypothèses sur le nombre et les types d'interfaces entre éléments. Il n'est pas demandé de faire de calcul à cette question.

Organigramme des tâches

App. Générique : CG, intégration des serveurs, intégration client avec ce qui a été intégré, validation (variante 1)

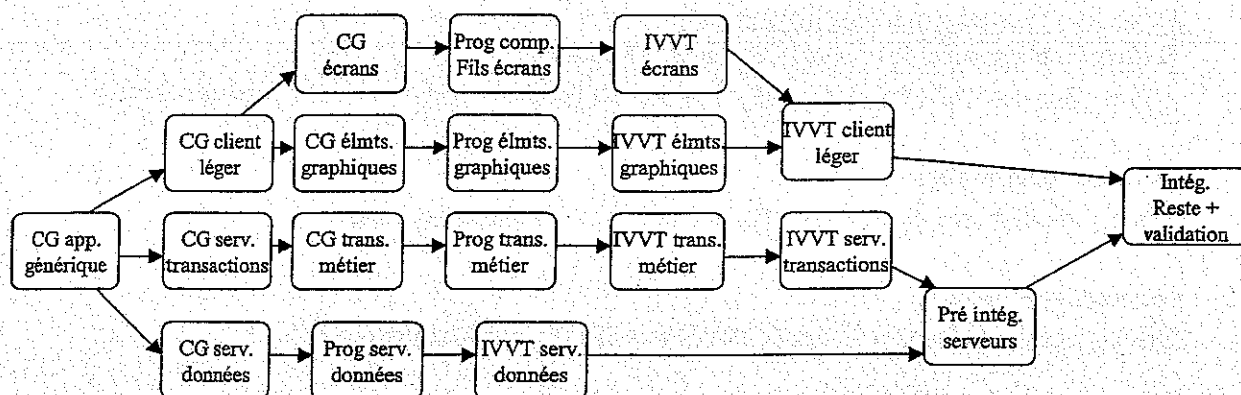
CG, intégration des 3 éléments (variante 2)

Le reste est le même pour les 2 variantes :

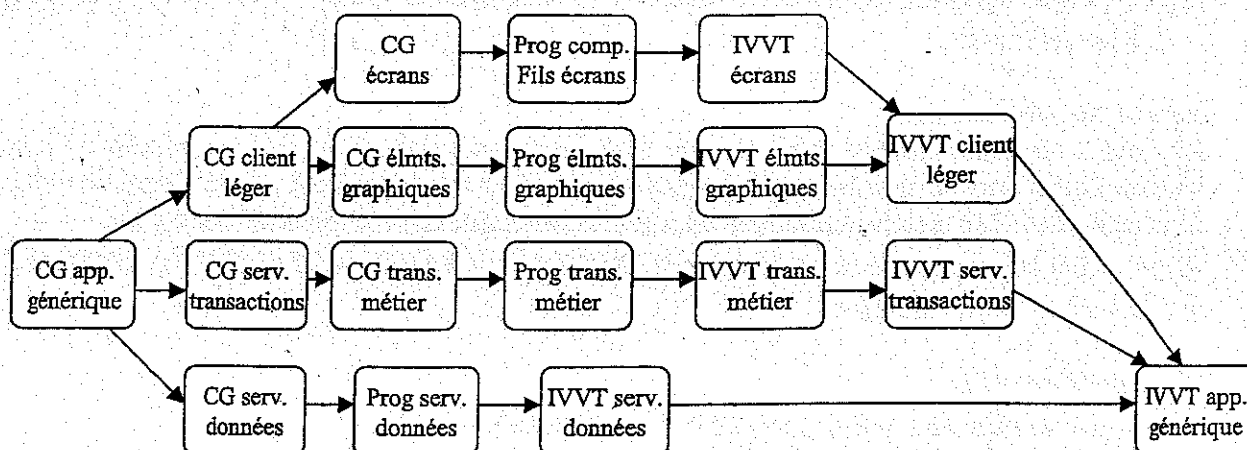
Client léger : CG, intégration des composants fils
 Ecrans : CG, prog des composants fils (S,P), IVVT
 Eléments graphiques : CG, prog, , IVVT
 Serveur de transaction : CG, IVVT
 Transaction métiers : CG, prog, IVVT
 Autres : rien (réutilisé)
 Serveur de données : CG, prog, IVVT

Diagramme de PERT

Variante 1



Variante 2



Classiquement, c'est la variante 2 qui est suivie comme stratégie d'intégration, dite big-bang. Aujourd'hui ce type d'application est le plus souvent conçue en utilisant des standards tels que J2EE, .NET, etc. La partie client consiste fréquemment en un navigateur Web. Cependant si l'application est développée sans l'aide de standards, pour des raisons par exemple liées à la réutilisation de composants existants, il est préférable de choisir plutôt la variante 1 qui consiste à passer par des étapes successives de pré-intégration avant de traiter l'intégration à proprement parler.

Question 3 (3 points)

Calculer à l'aide du modèle COCOMO 81 et en utilisant si besoin l'équation de l'effort pondéré, l'effort de développement de chacun des composants, puis de chaque élément et enfin de l'application en totalité.

Ne pas oublier que le composant service technique du serveur de transaction est réutilisé : on considérera donc qu'il demande un effort et une durée de développement nuls. On précisera la façon de calculer l'effort et la durée pour l'autre composant de ce serveur, ainsi que pour l'élément « serveur de transactions » dans son ensemble.

Vérifier la cohérence de vos calculs en utilisant la méthode du vade-mecum, en prenant comme base le nombre de lignes de code à développer.

Effort de développement des composants

Ecrans : on applique la formule de l'effort pondéré :

$$\text{Effort}_{\text{écran}} = 3 \times 0,5 \times (0,4 \times 128)^{1,12} + 3,6 * 0,5 \times (0,4 \times 128)^{1,2} = 326 \text{ hommes.mois}$$

Eléments graphiques

$$\text{Effort}_{\text{elmtsgraphiques}} = 2,4 \times (0,2 \times 128)^{1,05} = 72 \text{ hommes.mois}$$

Transactions métier

$$\text{Effort}_{\text{transacmétiers}} = 2,4 \times (0,7 \times 0,25 \times 128)^{1,05} = 63 \text{ hommes.mois}$$

Effort de développement des composants

Client léger : on applique la formule de l'effort pondéré comme suit :

$$\begin{aligned} \text{Effort}_{\text{clientléger}} &= 2,4 \times 0,33 \times (0,6 \times 128)^{1,05} + 3 \times 0,33 \times (0,6 \times 128)^{1,12} + 3,6 * 0,33 \times (0,6 \times 128)^{1,2} \\ &= 425 \text{ hommes.mois} \end{aligned}$$

Serveur de transactions

Le service technique est ré-utilisé, il n'est donc pas re-développé. L'effort se calcule à l'aide de la formule de l'effort pondéré sur la partie technique et sur la partie métier à laquelle on retire la valeur de l'effort de développement du service technique développé seul. On a donc :

$$\begin{aligned} \text{Effort}_{\text{serveurtransaction}} &= (2,4 \times 0,7 \times (0,25 \times 128)^{1,05} + 3 \times 0,3 \times (0,25 \times 128)^{1,12}) - 3 * (0,25 \times 0,3 \times 128)^{1,2} \\ &= 108 - 38 = 70 \text{ hommes.mois} \end{aligned}$$

Serveur de données

$$\text{Effort}_{\text{serveurdonnées}} = 3 \times (0,15 \times 128)^{1,12} = 82 \text{ hommes.mois}$$

Application générique

$$\begin{aligned} \text{Effort}_{\text{total}} &= 2,4 \times (0,2 + 0,7 \times 0,25) \times 128^{1,05} + 3 \times (0,35 + 0,3 \times 0,25) \times 128^{1,12} + 3,6 * 0,2 \times 128^{1,2} \\ &\quad - 3 * (0,25 \times 0,3 \times 128)^{1,2} \\ &= 682 - 38 = 644 \text{ hommesxmois} \end{aligned}$$

Vérification à l'aide de la formule du vade-mecum

Le nombre de lignes de code à développer est égal à $128 (1-0,25.0,3) = 118,4$

Sachant que « 350 instructions source sans commentaire est une bonne productivité moyenne par personne et par mois pour un projet de complexité moyenne. », et que notre projet peut être considéré comme cela, on a :

Effort = KISL/productivité, c'est à dire :

$$\text{Effort} = 118,4/0,35 = 338 \text{ hommes.mois}$$

Nous constatons sur cette base un écart important avec les résultats obtenus avec COCOMO.

En revanche si nous nous appuyons sur l'hypothèse « Pour des applications à caractère technique et à dominante algorithmique (volume entre 500 et 1.000 KLS) on peut prendre en moyenne : programme à forte combinatoire : 2.000 LS/HA », on obtient :

$$\text{Effort} = 59,2 \text{ hommes.années} = 710,4 \text{ hommes.mois,}$$

Ce qui est relativement proche du résultat obtenu avec COCOMO.

Question 4 (4 points)

Nous allons à présent évaluer la durée du développement du projet.

Calculer la durée de développement du serveur de données, du serveur de transaction (rappel : seuls 70% sont développés !) et de chacun des composants de l'IHM. Que pensez-vous des résultats obtenus ?

Considérez maintenant les diagrammes de PERT obtenus à la question 2 et affecter la durée pour chacune des tâches y figurant, à l'aide des tableaux de répartition de la durée du modèle COCOMO, quand cela est possible (cela n'est pas le cas notamment pour les tâches d'intégration).

Utilisez maintenant la méthode du vade-mecum pour calculer la durée du projet. Pour chacune des variantes, l'organisation du projet est-elle compatible avec cette durée ? Argumentez.

- Pour le serveur de données, $TDEV_serveurdonnées = 2,5 \times (82)^{0,35} = 11,7 \text{ mois}$
- La durée de développement du serveur de transaction sera > à la durée de développement de la partie métier, car on doit y affecter les conception et d'intégration (voir PERT), soit $> 2,5 \times (63)^{0,38} = 12 \text{ mois}$.
- IHM éléments graphiques, $TDEV_elmtsgraphiques = 2,5 \times (72)^{0,38} = 12,7 \text{ mois}$
 - Le module écrans doit être réalisée en parallèle selon qu'on considère la partie S ou P. Ceux-ci sont développés en 13 mois pris séparément. (On calcule l'effort de développement pour chacun des modules et on applique ensuite la formule de la durée).

Compte tenu de ces éléments, on ne peut ventiler la durée que pour le développement de :

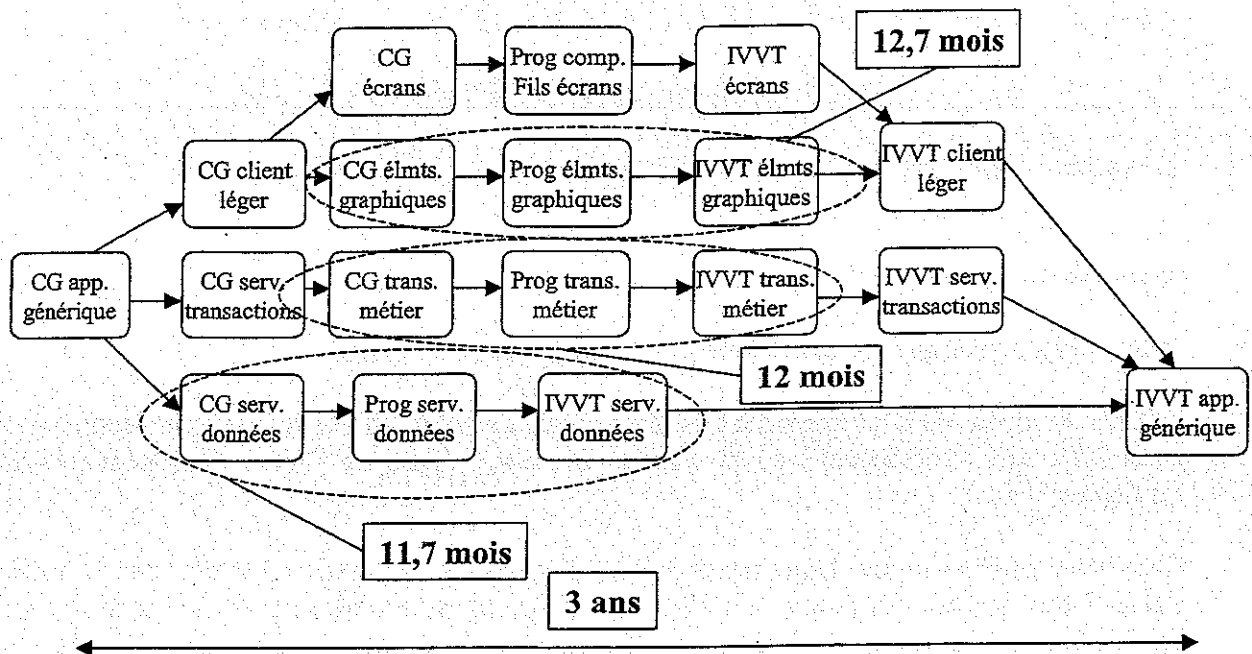
- l'élément serveur de données (P) : CG = 3,2 mois, prog = 5,9 mois, IVVT = 3,2 mois

- la partie métier du serveur de transactions (S) : CG = 1,9 mois, prog = 5,4 mois, IVVT = 2,6 mois
- les éléments graphiques du client léger (S) : CG = 2 mois, prog = 5,7 mois, IVVT = 2,7 mois

Selon le vade-mecum, « La durée moyenne est $= 0.5 \times \sqrt[3]{\text{Effort}(\text{EnHA})}$. ». L'effort obtenu à la question précédente est de 338 hommes.mois, soit 28 hommes.années.

On obtient : durée moyenne = 1 an et demi environ, quelque soit la variante d'intégration.
En prenant la seconde hypothèse (effort = 59,2 hommes.années), on obtient durée moyenne = 2 ans environ

Le diagramme de PERT enrichi se présente de la manière suivante :



Ceci est conforme au vade-mecum qui indique qu'à la fin de la phase de programmation, on est à peu près à 50% du délai.

Question 5 (bonus 2 points)

L'application, en phase de maintenance, est amenée à évoluer dans le temps (IHM, ajout de transactions). Chaque évolution fait l'objet d'une livraison. A chaque livraison on effectue 20 tests spécifiques à celle-ci. Les tests exécutés pour les versions précédentes doivent être repassés systématiquement. Fort heureusement on dispose d'outils à cette fin.

Donner les raisons de cette stratégie de VVT. Quel type d'outil doit-on disposer ? Combien de tests seront-ils nécessaires pour la 17^e livraison ? Evaluer l'effort de tests total, sachant que chaque test coûte 0,5 hommes.jours. Comparer cette valeur avec celle de l'effort VVT du projet initial, déterminée avec la méthode du vade-mecum. Que pouvez conclure sur cette valeur de maintenance évolutive et quant à la durée de vie potentielle de l'application ?