

Exercices Partie 1 : Les coûts

Objectifs pédagogiques : Les étudiants devront être capables de :

- Distinguer BUILD et RUN
- Différencier investissements, coûts fixes et coûts variables
- Construire un TCO simplifié sur 5 ans
- Établir une conclusion au vu des éléments calculés

Exercice 1 :

La start-up GamaIA développe une plateforme d'aide au diagnostic médical par intelligence artificielle.

Les prévisions d'activité :

Année	Utilisateurs actifs
1	5 000
2	10 000
3	18 000
4	30 000
5	45 000

L'équipe technique hésite entre deux architectures :

Solution A : Infrastructure interne

Solution B : Cloud public

Ci-dessous les éléments de coût :

Éléments de coûts valorisés en K€	Solution A	Solution B
Serveurs	600	
Réseau	80	
Installation	70	
Maintenance constructeur annuelle	45	
Électricité	35	
Licences système	20	
2 administrateurs systèmes	150	
Configuration initiale		80
Abonnement cloud fixe		25 K€/mois
Coût variable cloud par utilisateur actif		0,35 €/utilisateur/mois
Support cloud Premium		30 k€/an

En ce qui concerne la solution A, lorsque le nombre d'utilisateurs dépasse 30 000, de nouveaux serveurs devront être achetés (250 k€) et la maintenance augmente alors de 15k€/an.

Question 1 :

Complétez les tableaux suivants pour identifier les coûts de Build, de Run fixes et de Run variables :

SOLUTION A	K€	BUILD	RUN Fixe	Run Variable
Serveurs	600	600		
Réseau	80	80		
Installation	70	70		
Maintenance constructeur annuelle	45		45	
Électricité	35		35	
Licences système	20		20	
2 administrateurs systèmes	150		150	
Total		750	250	-

Pas de Run variable sauf qu'à partir de 30 000 utilisateurs la maintenance augmente de 15 et le RUN passe à 265 k€. On rajoutera un investissement supplémentaire de 250 k€ (serveurs)

SOLUTION B		BUILD	RUN Fixe	Run Variable
Configuration initiale	80 K€	80		
Abonnement cloud fixe	25K€/mois		25 x12= 300	
Coût variable cloud par utilisateur actif mensuel	0,35€			0,35€
Support cloud Premium	30K€/an		30	

Question 2 : calculez le cout annuel du Run

Solution A : 250 K€ sur les 4 ans et 265 K€ pour la 5^{ème} année

Solution B :

K€	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
Utilisateurs	5 000	10 000	18 000	30 000	45 000
Coût variable cloud par utilisateur actif	0,35*5000*12 =21	42	75,6	126	189
Abonnement cloud fixe	300	300	300	300	300
Support cloud P	30	30	30	30	30
TOTAL	351	372	405,6	456	519

Question 3 : calculez le TCO

	Total K€
Projet A	
Build	750
Run fixe	$(250 \times 4) + 265 = 1\,265$
Run variable	
Coût total du Run	2 015
Nouveaux serveurs à partir de la 5 ^{ème} année	250
TCO-A	2 265
Projet B	
Build	80
Run fixe	$330 \times 5 = 1\,650$
Run variable	453,6
Coût total du Run	2 103,6
TCO-B	2 183,6

Les 250 k€ de nouveaux serveurs ne sont pas nécessaires au lancement du projet. Ils sont achetés plus tard, lorsque la croissance de l'activité rend la capacité initiale insuffisante. Ce sont donc des investissements d'évolution (ou de montée en capacité).

Question 4 : conclusion

Favoriser les échanges étudiants

Le cloud est légèrement moins coûteux sur cinq ans. Mais si la croissance continue après la cinquième année, il deviendra probablement plus coûteux que l'infrastructure interne.

L'idée dans l'exercice c'est que les étudiants sachent identifier et distinguer les coûts de Build et de Run, calculer et comprendre le TCO (coût total sur la durée de vie du projet).

Enfin qu'ils notent également que des coûts fixes peuvent se modifier : ici un pallier d'activité passé oblige à un investissement supplémentaire.

Enfin qu'une solution cloud n'a pas un RUN entièrement variable : elle comporte souvent un socle fixe (abonnement, support, supervision) auquel s'ajoute une part variable liée à l'usage.

Exercice 2 :

La société Alpha développe une plateforme de paiement en ligne. Une fonctionnalité d'authentification forte doit être intégrée. Deux solutions sont possibles :

Solution 1 : développement en interne dont voici les éléments

- 3 développeurs à 75 k€/an pendant 8 mois
- Des tests pour 40 k€
- De la documentation pour 20 k€
- Un audit de sécurité pour 35 k€
- Maintenance corrective 35k€ par an
- Évolutions réglementaires pour 25 k€ par an

Solution 2 : achat d'un composant du marché ; un éditeur propose un composant prêt à l'emploi

- Intégration du composant 80k€
- Formation 15 k€
- Licence éditeur 90 k€ par an
- Support 20 k€ par an
- Évolutions réglementaires sont incluses dans le coût du support

Questions :

1. Calculer pour chaque solution le coût du BUILD, le coût du RUN annuel, et le TCO sur 5 ans
2. Quelle solution recommandez-vous si elle est destinée à être exploitée pendant plus de 10 ans ?

L'étudiant doit d'abord identifier les coûts qui relèvent du BUILD et du RUN

SOLUTION 1	K€
Salaires ($3 \times (75/12 \times 8) =$	150
Tests	40
Documentation	20
Audit Sécurité	35
Total BUILD	245
Maintenance corrective	35
Évolutions réglementaires	25
Total RUN annuel	60
RUN sur 5 ans	300
TCO sur 5 ans	545

SOLUTION 2	K€
Intégration du composant	80
Formation	15
Total BUILD	95
Licence éditeur	90
Support	20
Total RUN annuel	110
RUN sur 5 ans	550
TCO sur 5 ans	645

La solution 2 est plus économique au démarrage mais son coût d'exploitation récurrent devient pénalisant sur le long terme.

Faire discuter les étudiants sur les différentes postures. Faire ressortir l'idée que la décision dépend de plusieurs facteurs et des contraintes de l'entreprise ; peut-être l'entreprise aura intérêt à privilégier la solution 2 si à court terme elle a des tensions de trésorerie.

Exercice 3 :

La plateforme Lambdacampus permet aux écoles du groupe Forming d'organiser les examens en ligne. Deux niveaux de disponibilité sont envisagés.

Niveau 1 :

- Caractéristiques
 - Disponibilité : 99,5 %
 - Sauvegarde quotidienne
 - Support en heures ouvrées
- Données
 - Infrastructure : 420 k€
 - Déploiement : 70 k€
 - Hébergement : 120 k€/an
 - Support : 90 k€/an
 - Maintenance annuelle : 35 k€

Niveau 2 :

- Caractéristiques
 - Disponibilité : 99,99%
 - Infrastructure redondante pour limiter les interruptions
 - Sauvegarde en temps réel
 - Support 24h/24
- Données
 - Data center 260 k€
 - Réplication en temps réel 90k€
 - Configuration : 40 k€

- Supervision : 55 k€ par an
- Astreintes : 60 k€ par an
- Maintenance supplémentaire : 35 k€ par an

Questions :

1. Calculer pour chaque option le coût du BUILD, le coût du RUN annuel, et le TCO sur 5 ans
2. Quelle solution choisissez-vous et pourquoi ? Votre réponse doit s'appuyer sur au moins 2 critères non financiers

L'étudiant doit d'abord identifier les coûts qui relèvent du BUILD et du RUN

Niveau 1	K€
Infrastructure	420
Déploiement	70
Total BUILD	490
Hébergement	120
Support	90
Maintenance	35
Total RUN annuel	245
RUN sur 5 ans	1 225
TCO sur 5 ans	1 715

Niveau 2	K€
Data center	260
Réplication	90
Configuration	40
Total BUILD	390
Supervision	55
Astreintes	60
Maintenance supplémentaire	35
<i>Coût Run du niveau 1 *</i>	<i>245</i>
Total RUN annuel	395
RUN sur 5 ans	1 975
TCO sur 5 ans	2 365

- * ici je rajoute le coût de Run du niveau 1 car les (55+60+35) sont des surcoûts liés au niveau 2 ; il faut conserver hébergement, support et maintenance normale du niveau 1

- Commentaires :

- L'idée n'est pas de conclure qu'une solution coûte moins chère que l'autre. L'enjeu est de faire comprendre que le coût dépend des choix techniques, du niveau de l'activité et de la durée de vie de la solution. Les idées suivantes peuvent être amenées :
 - Un choix technique est aussi un choix économique ; en effet chaque choix technique entraîne des coûts de Build, de Run, et aussi d'évolution :
 - Internaliser engendre un investissement initial plus important mais certains coûts de fonctionnement mieux maîtrisés
 - Externaliser (cloud) permet un investissement initial plus faible mais en contrepartie des coûts récurrents plus importants et parfois variables
 - Choisir un haut niveau de dispo génère un surcoût d'infrastructure, supervision, redondance...
 - Il n'existe pas forcément de « solution la moins chère ». La moins chère à faible activité peut être la plus coûteuse à forte activité, ou inversement. Il faut s'interroger sur les conditions dans laquelle la solution peut apparaître moins chère. Le coût peut évoluer en fonction :
 - Du nombre d'utilisateurs
 - Du volume de données
 - Du nombre de requêtes,
 - Du niveau de service,
 - Etc..
 - Le TCO oblige à raisonner au-delà de l'investissement initial (TCO = Build + Run + évolutions + coûts de fin de vie si on la prend en compte). Aussi une solution peut être :
 - Chère à concevoir mais peu coûteuse à exploiter
 - Peu chère à concevoir mais coûteuse à exploiter
 - Intéressante pendant 2 ans mais moins intéressante sur 5 ans compte tenu de la vitesse de l'obsolescence des solutions consécutives aux innovations.
 - Etc...
 - Le coût n'est pas le seul critère. Voir la relation coût valeur. D'autres critères vont peser dans les décisions :
 - Performance
 - Disponibilité
 - Sécurité
 - Scalabilité
 - Dépendance fournisseur
 - Capacité à évoluer
 - Qualité de service
 - Etc...

Le rôle de l'ingénieur n'est pas de chercher la solution la moins chère mais le meilleur compromis entre coût et valeur apportée, contraintes techniques et risques.

Pour la dernière question portant sur le choix et la justification du choix, l'idée c'est d'entraîner les étudiants au raisonnement qu'on attend d'un ingénieur pour défendre une décision technique devant des décideurs :

- La solution préconisée représente un TCO de ...
- Elle présente l'avantage du point de vue technique de
- Je recommande cette solution parce que....

Exercice 4 :

Une ESN recrute 60 développeurs pour un nouveau projet. Deux solutions sont envisagées :

Solution A : acheter les ordinateurs

- Coût d'un ordi : 2 200 €
- Installation et configuration initiale : 200 € par poste
- Maintenance annuelle par ordinateur : 120 €
- Renouvellement poste après 4 ans : 2 200 € (pas de valeur de revente des anciens postes)

Solution B : louer les ordinateurs

- Configuration initiale par poste : 150 €
- Location : 75 €/poste/mois maintenance incluse
- La durée d'engagement est de 12 mois renouvelable.

Dans un premier scénario l'entreprise prévoit un effectif stable de 60 développeurs sur 5 ans.

Dans un second scénario l'entreprise prévoit 90 développeurs à partir de l'année 3

1. Calculer le Build, le Run et le TCO sur 5 ans dans l'hypothèse d'un effectif stable
2. Quelle solution est préférable si l'effectif passe de 60 à 90 personnes au bout de 2 ans ?

Solution A	K€
Ordinateurs (60 x 2 200)	132
Installation (200 x 60)	12
Total BUILD	144
Maintenance (120 x 60)	7,2
Total RUN annuel	7,2
Run sur 5 ans	36
Renouvellement en année 5 (investissement de renouvellement)	132
TCO	312

Solution B	K€
Configuration (150 x60)	9
Total BUILD	9
Location (75x60x12)	54
Total RUN annuel	54
RUN sur 5 ans	270
TCO	279

Sur 5 ans la location paraît plus avantageuse.

Périodes	TCO Achat	Location
Année 1	151,2	63
Année 2	158,4	117
Année 3	165,6	171
Année 4	172,8	225
Année 5	312	279

On a un point de bascule entre 2 et 3 ans

Le renouvellement en année 5 crée à nouveau un avantage temporaire pour la location.

Le résultat ne dépend pas que du coup mais également du cycle de vie.

Dans l'hypothèse de croissance des effectifs :

- Option achat :
 - o Année 3 achat de 30 postes supplémentaires : 66 k€
 - o Surplus de maintenance à partir de l'année 3 : $30 \times 120 \times 3 \text{ ans} = 10,8\text{k€}$
 - o $\text{TCO} = 312 + 66 + 10,8 = 388,8 \text{ k€}$
- Option location
 - o $\text{TCO} = 9 + (54 \times 2) + (75 \times 90 \times 12) \times 3 = 9 + 108 + 243 = 260 \text{ k€}$

Dans l'hypothèse de croissance des effectifs la location reste moins couteuse et elle évite de mobiliser 66 k€ d'investissement supplémentaires pour équiper les 30 développeurs.

Avec un effectif stable et une durée suffisamment longue, l'achat peut devenir économiquement intéressant. La location est en revanche avantageuse si l'entreprise recherche de la flexibilité ou si l'effectif est susceptible d'évoluer.

Ici en théorie la croissance de l'effectif renforce l'intérêt de la location car elle permet d'ajuster rapidement le nombre de postes sans réaliser immédiatement un investissement important.

Message pédagogique à faire retenir

Le choix économique d'une solution technique ne dépend pas que du coût dépend de plusieurs facteurs dont : faire faire des propositions par les étudiants :

- La durée d'utilisation, du niveau d'activité, de son évolution, et du cycle de vie, mais aussi de la flexibilité recherchée, de la possibilité d'adapter rapidement un parc d'ordinateurs, du risque d'obsolescence, de la capacité à réduire l'investissement initial....
- L'importance de lier au coût la notion de valeur, risques, contraintes