



Cours de Gestion et Organisation des Chantiers

Module : MS9GC02 - Organisation et Conduite de Chantiers

5^{ème} Année - Génie Civil, Bâtiments et Travaux Publics - E.M.S.I Casablanca

Chapitre 3 : Suivi de Chantier – Partie 1/2 : Cours

Novembre 2021

MELIANI Mehdi, Ing.- Dr.

Plan du Chapitre 3 : Suivi de Chantier

- Budget du Chantier

- Modes d'exécution de travaux

- Suivi des travaux et de la main d'œuvre

- Suivi des matériaux et de matériels

- Suivi Comptable de travaux

Chap.3 : Suivi du chantier

- 1/ Budget de Chantier :

Le déroulement des travaux fait l'objet d'un **suivi financier** par le maître d'ouvrage, en vue de rémunérer l'entreprise de travaux, suivant **l'estimation financière prévue déjà établie** depuis la signature du marché.

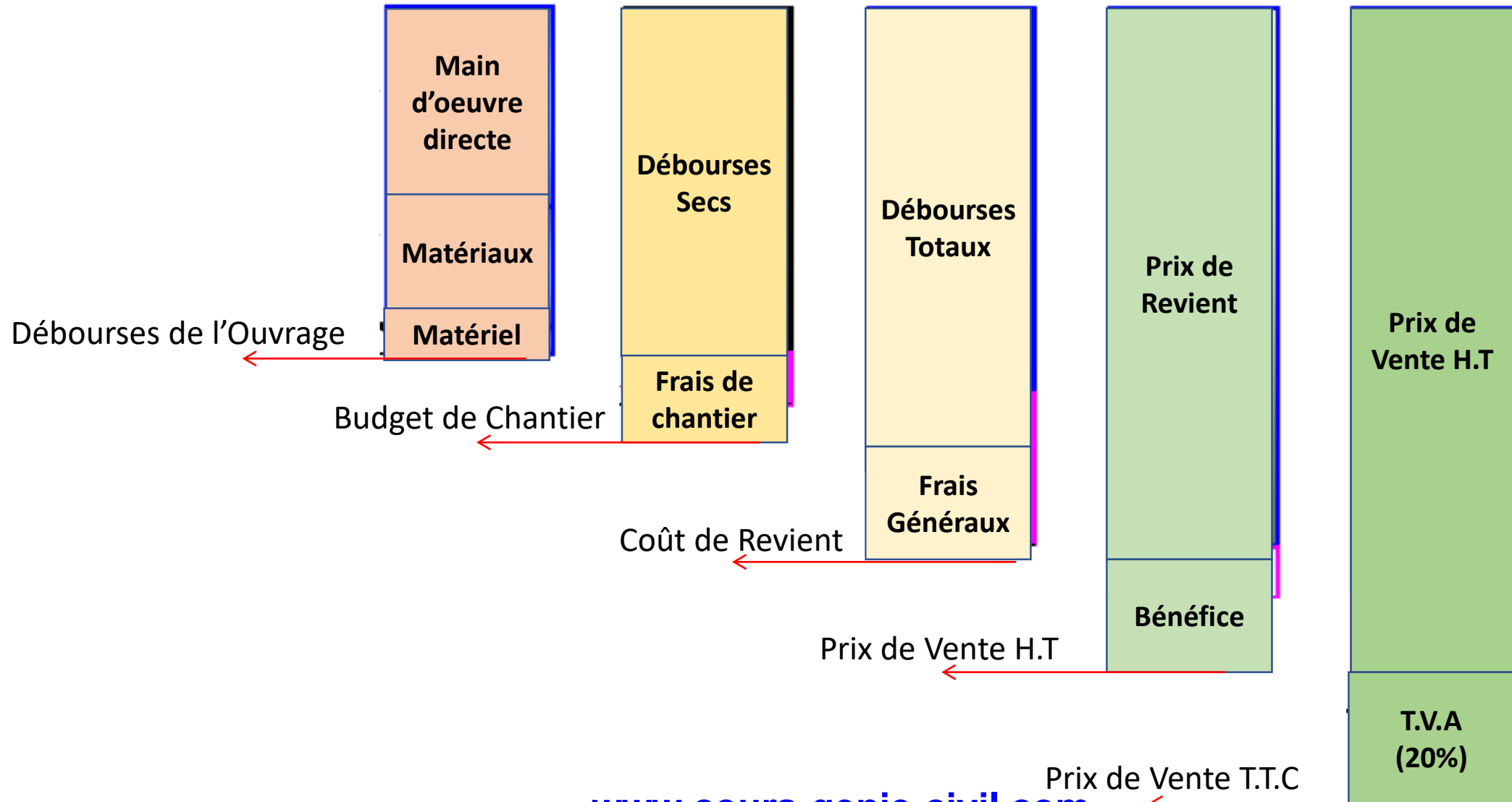
Les modes de règlement d'**acomptes** (paiements mensuels) dépendent du **type de marché** :

- Marché à prix forfaitaire : décomposé en prix élémentaires, ayant chacune un prix global.
- Marché à prix unitaire : décomposé en prestations, avec des prix unitaires affectés à chaque prestation.
- Marché à prix mixtes : décomposé en prestations rémunérées en prix global, et d'autres à prix unitaire.

Le prix du marché comprend les montants des prestations, les frais généraux, les impôts, les frais ou charges supplémentaires, le bénéfice de l'entreprise, et toutes les dépenses liées au marché jusqu'à l'achèvement.

Le prix du marché est **révisable** lorsqu'il peut être modifié en raison des variations économiques en cours d'exécution du projet. **Les avenants du marché** sont prévus en cas de modifications convenus sur le projet.

- 1/ Budget de Chantier : composantes du budget



- 1/ Budget de Chantier : composantes du budget

Main d'oeuvre directe	Salaires Charges Indemnités
------------------------------	-----------------------------------

Matériaux	Coût de matériaux livrés au chantier
------------------	--------------------------------------

Matériels	Coût de matériel spécifique à l'ouvrage
------------------	---

Frais de chantier	Installation Chantier Maitrise, Encadrement, Fourniture, Equipements Intervenants, sous traitants
--------------------------	--

Frais Généraux	Frais de gestion, d'administration et d'organisation
-----------------------	--

Bénéfice	Marge de gain de l'entreprise
-----------------	-------------------------------

T.V.A	Prix T.T.C = $1,2 \times \text{Prix H.T}$
--------------	--

- 1/ Budget de Chantier : Corrélation Montant des Travaux - Temps

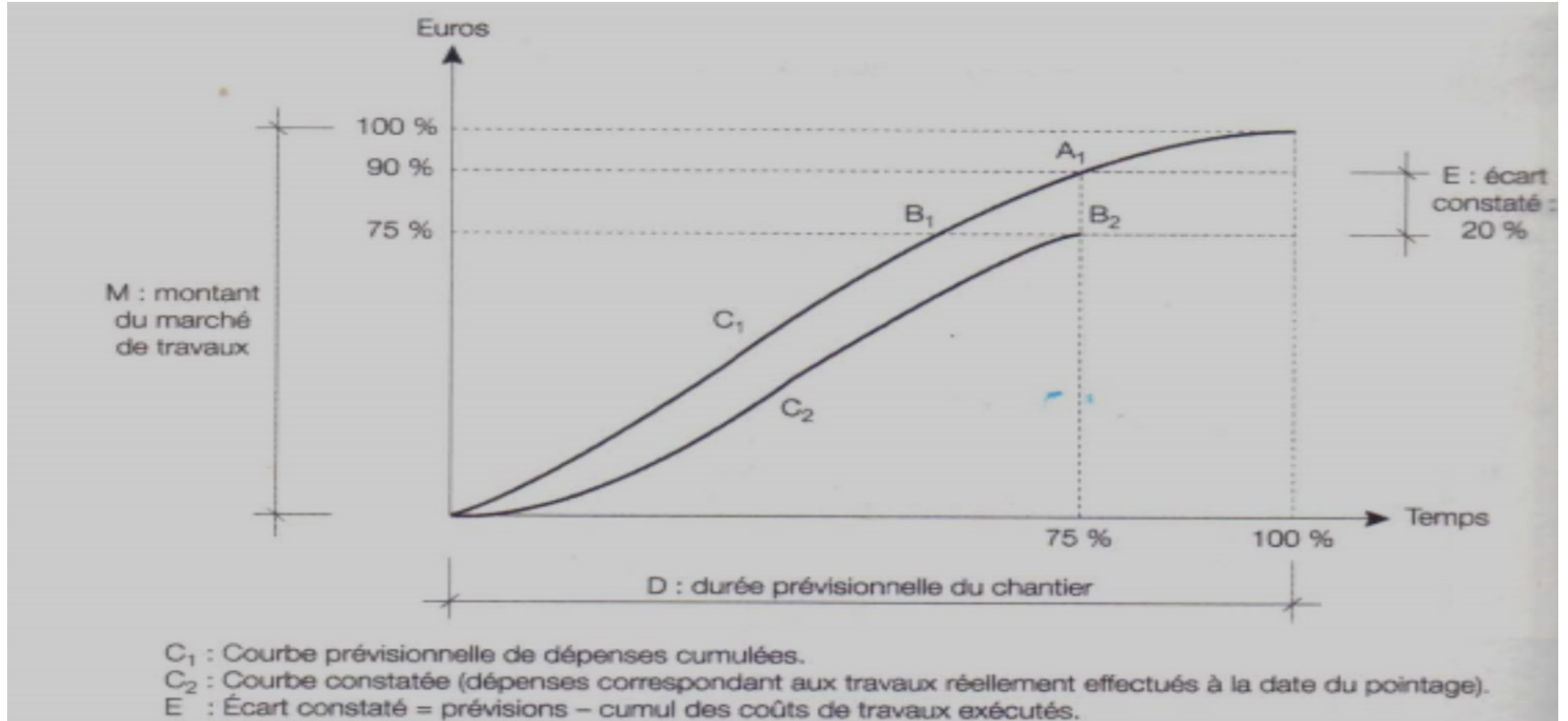
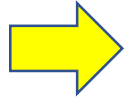
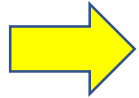


Fig. 11.02-5. Comparaison entre la courbe prévisionnelle des dépenses cumulées et le paiement des acc

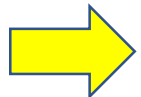
- 2/ Modes d'exécution : Cas Général



Les Travaux de chantier se décomposent en général d'une suite d'opérations qui suivent l'ordre chronologique dépendant de la nature ou du type de l'ouvrage :
Bâtiment – Route – Ouvrage d'Art – Ouvrage Hydraulique



L'ordre présenté ci-après représente la décomposition normale des plannings des travaux en plusieurs sections, et chaque section comprend des sous-sections ou lots



Chaque sous-section ou lot inclut la partie de l'ouvrage à construire. Les sections et incluent les frais fixes relatives au projet, puis les frais de travaux, ainsi que les frais de prestations indirectes nécessaires à l'installation et l'exécution des travaux .

- 2/ Mode d'exécution : Bâtiment :

II.2.2 BATIMENT

► Frais fixes

(assurance + entretiens + transport)

F 1 Frais indivis de chantier

F 2 Laboratoire

F 3 Topographie

F 4 Matériel de chantier

II.2.2.2 En prestation

P 1 Centrale à béton

P 2 Préfabrication

II.2.2.1 En travaux

T 1 Installation de chantier

Gros œuvre

T 2 Terrassements/Préparation de site

T 3 Fondations spéciales

T 4 Fondations traditionnelles

T 5 Superstructures

T 6 Travaux en maçonnerie

Second œuvre

T 7 Charpente

T 8 Couverture et bardages

T 9 Etanchéité

T 10 Menuiserie extérieure

T 11 Menuiserie intérieure

T 12 Faux Plafonds

T 13 Revêtements de sols et murs

T 14 Peintures

Corps d'états techniques

T 15 Plomberie

T 16 Climatisation

T 17 Ventilation

T 18 Electricité courants forts

T 19 Electricité courants faibles

Voiries et réseaux divers

T 20 Voiries

T 21 Réseaux

T 22 Clotures et Divers

- 2/ Mode d'exécution : Routes :

II.2.1 **ROUTES**

► Frais fixes

(assurance + entretiens + transport)

F 1 Frais indivis de chantier

F 2 Laboratoire

F 3 Topographie

F 4 Matériel de chantier

II.2.1.1 En prestation

P 1 Concasseur

P 2 Centrale d'enrobés

P 3 Centrale à béton

P 4 Préfabrication

► En travaux

T 1 Installation de chantier

T 2 Défrichage, décapage, démolition

T 3 Terrassement

T 4 Assainissement

T 5 Fossés bétonnés

T 6 Couche de fondation

T 7 Stabilisation

T 8 Couche de base

T 9 Revêtements

T 10 Ouvrages d'art

T 11 Travaux divers

- 2/ Mode d'exécution : Ouvrages d'Art:

II.2.3

OUVRAGES D'ART

► Frais fixes

(assurance + entretiens + transport)

F 1 Frais indivis de chantier

F 2 Laboratoire

F 3 Topographie

F 4 Matériel de chantier

II.2.3.1 En travaux

T 1 Installation de chantier / Préparation

T 2 Fondations spéciales

T 3 Travaux spéciaux

T 4 Superstructures

T 5 Revêtement - Etanchéité

T 6 Divers

II.2.3.2 En prestation

P 1 Concasseur

P 2 Centrale à béton

P 3 Préfabrication

- 2/ Mode d'exécution : Ouvrages Hydrauliques :

II.2.4 HYDRAULIQUE / CANALISATION

► Frais fixes

(assurance + entretiens + transport)

- F 1 Frais indivis de chantier
- F 2 Laboratoire
- F 3 Topographie
- F 4 Matériel de chantier

II.2.4.1 En travaux

- T 1 Fourniture du tuyau
- T 2 Fournitures diverses
- T 3 Terrassement de la tranchée
- T 4 Pose et remblaiement
- T 5 Travaux divers

II.2.5 HYDRAULIQUE / USINE DE TRAITEMENT

► Frais fixes

- F 1 Frais indivis de chantier
- F 2 Laboratoire
- F 3 Topographie
- F 4 Matériel de chantier

II.2.5.1 En travaux

- T 1 Génie civil
- T 2 Process
- T 3 Travaux divers

II.2.5.2 En prestation

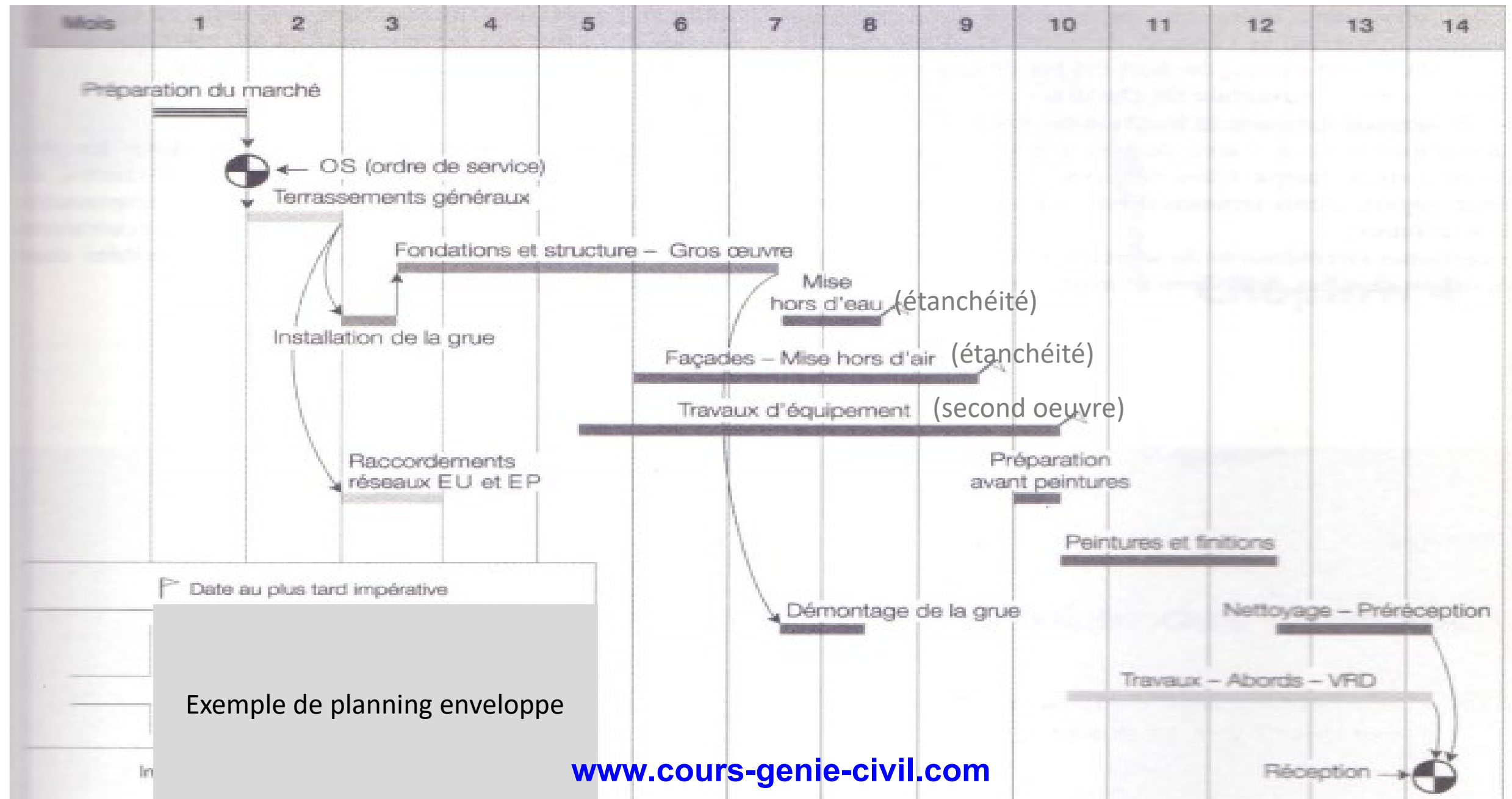
- P 1 Centrale à béton

- 3/ Suivi des travaux et de la main d'oeuvre: Généralités

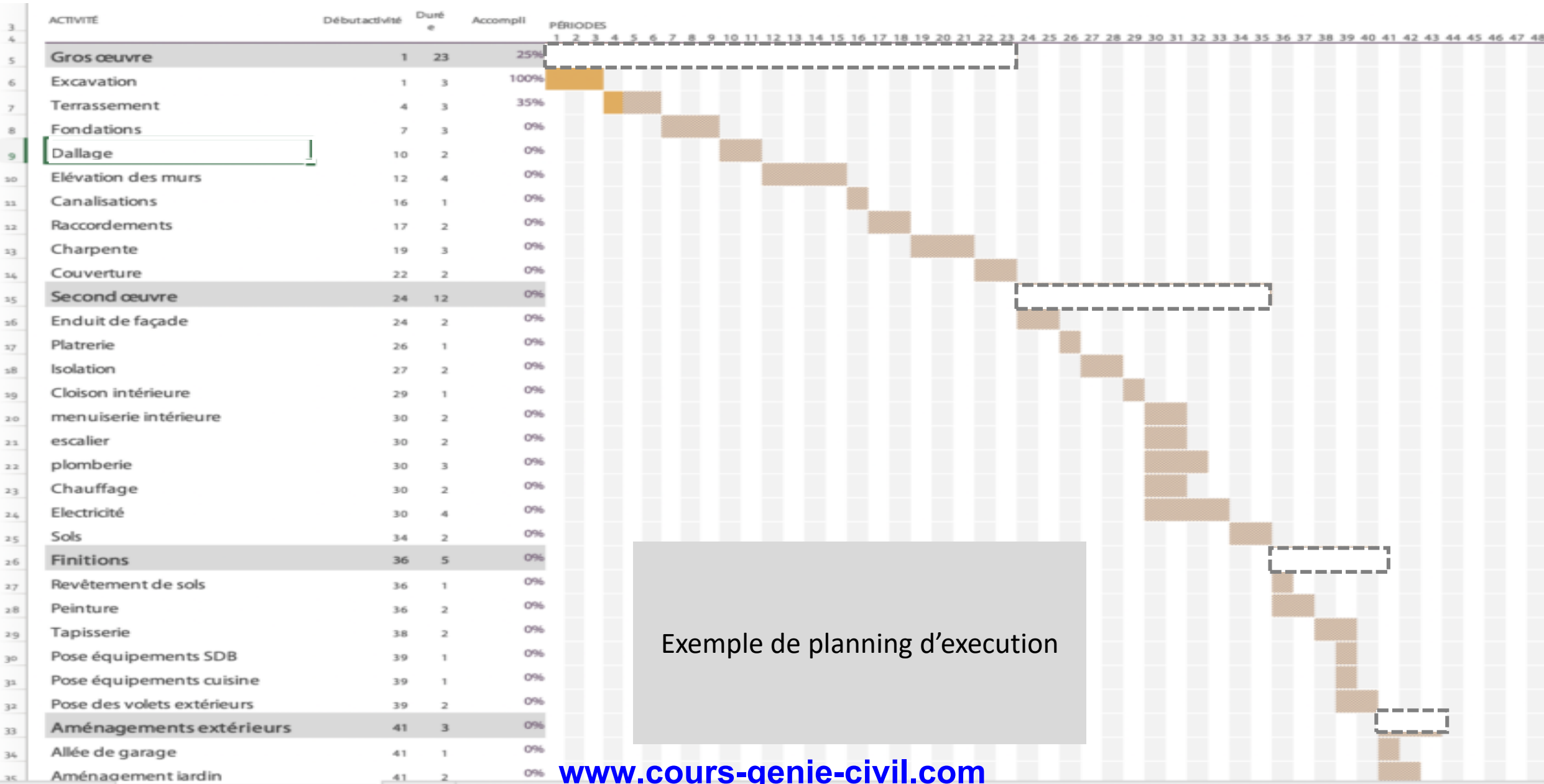
L'établissement du calendrier prévisionnel des travaux est parmi les documents contractuels essentiels de consultation du projet. Il doit mentionner les éléments clés suivants :

- **Le délai global (en jours et en mois)** décidé par le maître d'ouvrage, figure dans l'acte d'engagement ou du cahier de charges CPS, à travers les CCAP et CCTP.
- **Le planning enveloppe** : qui englobe les dates clés du calendrier des travaux, et qui suppose la préétude des délais partiels notifiées dans le Dossier de consultation des entreprises (DCE).
- **Les plannings détaillés** : qui respectent les dates clés du planning enveloppe, et qui explicitent les durées des sections ou tâches d'exécution des principales phases : Installations, Gros Œuvres, Seconds Œuvres, Finitions, Nettoyage-Préreception.

- 3/ Suivi des travaux : Planning Enveloppe :



• 3/ Suivi des travaux : Planning Détaillé :



Exemple de planning d'exécution

- 3/ Suivi des Travaux : Délai global et Délais partiels:

$$\text{Délai d'une section de travaux} = \frac{\text{Nombre d'heures de réalisation de section} \times \text{délai contractuel (global)}}{\text{Nombre total d'heures Projet}}$$

Exemple : Pour une prestation donnée d'une durée prévisionnelle : 100 heures

* Si le délai contractuel du projet est de 6 mois, avec un nombre total de 2000 heures

$$\Rightarrow \text{délai} = 100 \times 6 / 2000 = \mathbf{0,3 \text{ mois}}$$

* Si le délai contractuel du projet est de 12 mois, avec un nombre total de 1500 heures

$$\Rightarrow \text{délai} = 100 \times 12 / 1500 = \mathbf{0,9 \text{ mois}}$$

- 3/ Suivi des travaux suivant le suivi de la main d'œuvre :
- La main d'œuvre joue un rôle fondamental dans la réalisation du projet, car elle intervient dans **les temps de réalisation de chaque section** (ou tâche ou lot).
- L'organisation de la main d'œuvre prévoit donc une équipe qui veille au respect **de la conformité et durée des travaux, des délais partiels, des dépenses, et aussi de la qualité** prescrite de l'ouvrage.

Organigramme Chantier	Fonction
Directeur Travaux ou de Projet	Direction technique et commerciale du chantier
Conducteur de Travaux	Responsable de conduite et coordination des travaux
Responsable de stocks	Assure le suivi des matériaux, matériels et fourniture en stock
Chef de Chantier	Responsable d'organisation et d'exécution de l'ensemble des travaux
Chef d'équipe	Responsable d'exécution et supervision d'un lot partiel de travaux.
Pointeur	Assure la collecte des quantités de l'ensemble des ressources utilisés

- 3/ Suivi de main d'œuvre : Coût – Temps :

 Temps unitaire

Le temps unitaire, dont la valeur est toujours donnée en fraction décimale de l'heure de façon à faciliter les multiplications et les additions, correspond à la durée de travail de l'ouvrier moyen pour réaliser à lui seul une unité d'ouvrage.

$$\text{Temps unitaire} \times \text{Quantité} = \text{Temps de main d'œuvre (par nature d'ouvrage)}$$

 Le rendement

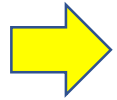
Le rendement est utilisé pour définir les possibilités de travail ou de production d'un engin ou d'un matériel. Il dépend de la puissance et des dimensions des outils, les conditions de travail, etc.

La connaissance du rendement permet de déterminer la durée d'emploi du matériel en divisant la quantité par le rendement :

$$\text{Durée} = \frac{\text{Quantité à réaliser}}{\text{Rendement}}$$

$$\text{Rendement} = \frac{1}{\text{Temps Unitaire}} : \text{unité m}^2/\text{h ou ml/h}$$

- 3/ Suivi de main d'oeuvre: Temps Unitaire (T.U) :



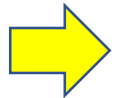
Le temps unitaire peut être déterminé par comparaison :

Exemple :
- nombre d'ouvriers : n ;
- quantité d'ouvrage effectuée dans la journée avec n ouvriers : q ;
- nombre d'heures de travail par journée : 8 .

Le temps unitaire moyen pour réaliser une unité d'ouvrage est alors :

$$t = \frac{8.n}{q}$$

Exemple: 0,9 h/m² pour tâche de maçonnerie normale



Le temps unitaire peut être déterminé par déduction :

Exemple : La détermination du temps unitaire se fera par déduction, à la suite de recherche et de raisonnement logique basés sur :

- l'étude des mouvements, la décomposition des tâches;
- la durée probable des mouvements et des tâches décomposées.

- 3/ Suivi de main d'oeuvre: Exemples de Temps Unitaire (T.U) :

Coffrage (pour Dalles)

Le coffrage comprend les étaitements ; il est réalisé en conditions normales, avec coffrage traditionnel (contre-plaqué sur poutrelles, bois ou alu, et étais), jusqu'à 2,50 m de hauteur.

Temps Unitaire T.U (en h/u : heure par unité)			
grande surface	m2	0,60	
surface moyenne	m2	0,85	
petite surface	m2	1,40 à 1,90	

- 3/ Suivi de main d'oeuvre: Exemples de Temps Unitaire (T.U) :

Bétonnage

Poutre isolée	m3	2,00 à 3,00	selon la section et le nombre à réaliser
---------------	----	-------------------	--

Poteau

pose	u	1,80 à 2,50	la préfabrication des poteaux ne se fait que si des circonstances particulières l'imposent; par exemple, un délais d'exécution très court ou bien un système constructif globalement à base de préfabrication
------	---	-------------------	---

- 3/ Suivi de main d'oeuvre: Exemples de Temps Unitaire (T.U) :

Panneau de façade

fabrication	m2	0,80 à 1,00	
pose	u	5,00	dont 1,00 h pour la mise en place de sécurité

Voile intérieur

fabrication	m2	1,00	
pose	u	4,00	

- 3/ Suivi de main d'oeuvre: Exemples de Temps Unitaire (T.U) :

Etalement

	ml	1,00	
--	----	------	--

Briques (Assemblage)

Temps unitaires au m2	Grandes surfaces	Petites surfaces
Briques apparentes	2,50	3,50

Aciers (Préparation Armatures)

Aciers « afna »	kg	0,07	
Aciers « afa »	kg	0,03	

- 3/ Suivi de main d'oeuvre: Temps Total Prévisionnel :

Le temps total prévisionnel est directement lié aux quantité d'ouvrage à réaliser :

$$\begin{array}{c} \text{Temps Total Main} \\ \text{d'Œuvre (M.O)} = \\ \sum \text{Temps unitaires} * \\ \text{Quantités à réaliser} \end{array} + \begin{array}{c} \text{Temps Total Matériel} = \\ \sum \frac{\text{Quantité à opérer}}{\text{rendement matériel}} \end{array} + \begin{array}{c} \text{Temps complémentaire} \\ \sum \text{Temps :} \\ \text{finitions, aléas,} \\ \text{nettoyage,} \\ \text{déchargement,..} \end{array} =$$

Temps total nécessaire à la réalisation de l'ouvrage

• 3/ Suivi des Travaux : Besoin en Main d'Œuvre :

- Grâce aux temps de main d'œuvre (M.O), qui représente la durée de travail des ouvriers pour la tâche liée à une partie de l'ouvrage, nous pouvons ainsi estimer l'effectif d'ouvriers N capables de réaliser la tâche en question dans un délai fixé (calculé précédemment).
- Les ouvriers sont supposés travailler normalement du début à la fin des travaux, et de façon continu pour les tâches qui leur sont assignés.

$$\text{Effectif N de M.O (pour la tâche)} = \frac{\text{Temps de main d'oeuvre (à partir des temps unitaires)}}{8 \times \text{durée de tâche en jours (à partir du planning)}}$$

NB : Pour une tâche différente qui se déroule en même temps, il faut prévoir un autre effectif N' se calculant de la même manière pour la nouvelle tâche.

- 4/ Suivi des Matériaux et du Matériel : Généralités des besoins en matériaux :
- Afin de connaître les **besoins de matériaux** et pour estimer l'effectif nécessaire pour la réalisation de chaque tâche dans le planning, il faut établir un **métré complet** des éléments horizontaux et verticaux **des gros œuvre** de la structure du projet (en Béton Armé, ou Béton Précontraint, ou Charpente, ou Elements Préfabriqués) ainsi que les **éléments en second œuvre**, et pour toutes les phases du projet.

Besoins en matériaux	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4 ...
Béton (m ³)	---	---	---	---
Acier (Kg)	---	---	---	---
Préfabriqués ..	---	---	---	---
Revêtements ..	---	---	---	---
Câbles / Conduites ..	---	---	---	---

- 4/ Suivi des Matériaux et du Matériel : Généralités des besoins en engins :
- Afin de connaître les **besoins en matériels** podu chantier, il faut établir une liste complète de l'ensemble des engins nécessaires, ayant les capacités suffisantes pour les rotations des travaux.
- On distingue les 6 familles d'engins et du matériel de chantier :
 - Les engins de levage : incluent tous les appareils de levage : grues fixes ou mobiles ou treuils.
 - Les engins de production : pelles pour le chargement et déchargement de matériaux
 - Les engins d'assistance à la production : telles que les compacteurs, boteurs, malaxeurs.
 - Les engins de transport : pour le transport de matériaux (ex. camions, gabarits).
 - Les Coffrages : incluant leurs dispositifs : banches, outils de serrage et de montage.
 - Les Echafaudages et Etalements.

- 4/ Suivi des Matériaux et du Matériel : Calcul des besoins :

On peut estimer les quantités d'armatures en acier ou de charpente :

Quantité d'Armatures Projet = Somme des masses d'armatures pour chaque lot B.Ade gros oeuvre

Quantité de Charpente Projet = Somme des masses De profilés pour chaque lot de la structure

De même, on peut calculer la capacité de la station de bétonnage nécessaire pour fournir les Gros œuvres:

$$\text{Capacité Station Bétonnage} = \frac{\text{Quantité de béton à mettre (en m3)}}{\text{Délai gros oeuvres (près de 70\% du délai global)}}$$

- 4/ Suivi des Matériaux et du Matériel : Calcul des besoins - suite :

De même, on peut estimer le nombre de grues nécessaires aux Gros-Oeuvres chantier selon la formule :

$$\text{Nombre de grues} = \frac{\text{Quantité de plancher mensuelle à couler par mois (en m}^2\text{)}}{\text{Cadence moyenne mensuelle de la grue (selon capacité)}}$$

Capacité petite à moyenne de grue: 800 m² à 1100 m² / mois

Capacité moyenne à grande de la grue: 1100 m² à 1400 m² / mois

De même, on peut estimer le cycle de coffrages nécessaires pour une partie de l'ouvrage (ou lot) comme :

$$\text{Cycle de rotation de coffrage} = \text{Durée d'utilisation pour la réalisation d'une partie d'ouvrage}$$

- 4/ Suivi des Matériaux et du Matériel : Fiches de dépenses de débourses :

Débourses de l'ouvrage	Prévisionnel		Réalisé	Ecart
<i>Main d'œuvre</i>	D_1	- X_1	- W_1	$W_1 - X_1$
<i>Matériel</i>	D_2	- X_2	- W_2	$W_2 - X_2$
Matériaux	D_3	- X_3	- W_3	$W_3 - X_3$
<i>Fournitures</i>	D_4	- X_4	- W_4	$W_4 - X_4$
<i>Sous traitants</i>	D_5	- X_5	- W_5	$W_5 - X_5$
<i>Charges d'exploitation</i>	D_6	- X_6	- W_6	$W_6 - X_6$
RESULTAT	R_P	R_1	R_2	

• 5/ Suivi Comptable des travaux : Généralités :

- Sur la base des éléments comptables remis par l'entreprise : projet de décompte ou état financier de situation ou de dépenses), et après vérification, le maître d'œuvre calcule le montant de l'acompte dû par le maître d'ouvrage à l'entrepreneur en application des clauses du marché.
- Cette gestion financière va de pair avec la direction des travaux. C'est l'équipe de maîtrise d'œuvre qui se voit confier cette mission, et incluant l'architecte, et l'économiste de la construction, et parfois le coordonnateur OPC.
- Les acomptes, représentant des paiements mensuels, incluant en général les éléments suivants :
 - Montant du Marché de travaux (incluant les avenants si convenus).
 - Montant des Travaux effectués durant le mois de l'acompte
 - Les révisions pouvant s'appliquer (en cas de variation des prix de base).
 - Retenues = Retenue de garantie (5% du montant travaux) – cautionnement.
 - TVA : multiplier les montants HT par 1,2 pour obtenir les montants en TTC

- 5/ Suivi Comptable de travaux: Structure d'un Acompte :

Tab. 15.03-1. Exemple de demande d'acompte en marché privé

• Maître de l'ouvrage :	SCI Les Perdrix
• Chantier :	Bâtiment B
• Lot :	Carrelage
• Entrepreneur :	Établissements CARMO

État de l'acompte n° 4 au 31 octobre 2014

1. Montant des travaux engagés

1.1. Marché	436 620
1.2. Commande supplémentaire	+ 12 100
Total 1 (1.1 + 1.2)	448 720

2. Travaux effectués au 31 octobre 2014

2.1. Travaux	321 430
2.2. Travaux supplémentaires	+ 0
Total 2 (2.1 + 2.2)	321 430

3. Révisions

3.1. Montant mensuel révisable. Variation du total 2	78 377
3.2. Révision. Cumul précédent	+ 0
3.3. Révision définitive. Juillet 2014 : $82400 \times 0,0424$	3 493
3.4. Révision provisoire :	
août 2014 : 58 621	
septembre 2014 : 102 032	
octobre 2014 : 78 377	
Total 3 (3.2 + 3.3)	3 493

- 5/ Suivi Comptable des travaux : Structure d'un Acompte - suite:

4. Retenues	
4.1. Retenue de garantie : 5 % du total (2 + 3)	16 246
4.2. Caution personnelle et solidaire	- 15 000
4.3. Retenue résiduelle	1 246
4.4. Honoraires TEC : 1,2 % du total (2 + 3)	3 899
4.5. Honoraires pilotage : 0,95 % du total (2 + 3)	3 086
Total 4 (4.3 + 4.4 + 4.5)	8 231
5. Montant de l'acompte à verser à l'entreprise	
5.1. Total des sommes dues (2 + 3 - 4)	316 692
5.2. Total des acomptes précédents	- 237 828
Acompte du mois (5.1 - 5.2) hors taxes	78 864
TVA à 20 %	15 772,8
Total TTC (en euros)	94 638,8

Montant de l'acompte TTC = (Montant des travaux effectués + Révisions – Retenues) x 1,2

- Conclusion du Chapitre 3 :

- Le suivi de chantier s'effectue à plusieurs niveaux complémentaire pour garantir sa bonne marche : Suivi de planning de travaux, suivi de la main d'œuvre, suivi du matériel et des matériaux, ainsi que le suivi budgétaire.
- Plusieurs intervenants sur chantier doivent collaborer ensemble pour mener à bien cette mission essentielle du suivi : allant du directeur de chantier ou travaux, passant par le conducteur de travaux, l'ingénieur méthodes, le chef de chantier, jusqu'au responsable du matériel et stocks et du pointeur.
- La mission de maître d'œuvre est également essentielle pour contrôler les états de suivi et de dépenses réalisés par l'entreprise en vue de les vérifier, de corriger tous écarts éventuels, et de les valider selon les clauses du marché.

- Objectifs / Applications du Chapitre 3 :

- Dans le cadre du suivi de chantier, **l'ingénieur conducteur** au sein de l'entreprise doit d'abord effectuer **les prévisions des besoins des ressources de fonctionnement de chantier**, et donc:

- Les estimations horaires des tâches (et sections de travaux) : à partir des temps unitaires.
- Les effectifs de main d'œuvre : par tâches, puis par lots – répartis mensuellement.
- Les engins de levage, notamment les grues (fixes ou mobiles).
- Les engins de chantier, incluant les coffrages.
- Les quantités de matériaux à produire – selon les phases du planning.
- La sous-traitance.

=> L'établissement des fiches de dépenses pour recevoir des acomptes du maitre d'ouvrage.