

## CONTRAINTES ET AVANTAGES DE LA CONSTRUCTION ROUTIERE A FORTE INTENSITE DE MAIN D'ŒUVRE

par Luc GERARD  
*Coopérant technique - C.N.E.R.*

### Introduction :

Cet exposé fait une synthèse d'une expérience personnelle, que j'ai vécue il y a quelques années, j'étais en charge du projet BOL-78-010 des programmes des Nations Unies pour le développement.

Ce projet consistait en la construction de 2.500 kilomètres de routes de pénétration en Bolivie. Le projet était entièrement basé sur l'usage intensive de main d'œuvre.

Comme ceci s'est passé dans un autre pays, un autre continent, je crois qu'il est sage de ne pas approfondir le côté économique, dans le sens des investissements. La situation du développement de la Bolivie étant tout autre et nettement inférieure a celle du Maroc.

De temps en temps je citerai des chiffres ; j'aimerais vous situer ceux-ci dans le contexte Bolivien, moyennant quelques prix de référence :

Prix des engins et équipements routiers :

—prix CIF + 26 %, le prix CIF étant comparable à ceux du Maroc.  
Carburants, Gasoil slon la région entre 0,45 et 0,52 DH/litre.

Ciment : 700 DH/tonne

Main d'œuvre :

—Non qualifiée : 9,05 DH/jour

—Qualifiée : 20 à 25 DH toute charge comprise.

Pour vous situer l'intensité de travail : en 5 ans nous avons construit un total de 3.752 km de routes de pénétration (Largeur de la plateforme 6 m en montagne et 10 en plaine forêt) au niveau de la couche de roulement. La couche de roulement n'a -à deux exceptions près- jamais été exécutée. On employait en moyenne 50.000 personnes et en Aout 79 nous avons employé le maximum de 82.000 ouvriers.

## La main d'œuvre

Passons maintenant à la procédure même qui dit « main d'œuvre intensive » dit « main d'œuvre disponible », et ici on considère la main d'œuvre non qualifiée.

Ceci n'est pas toujours évident. Nous avons constaté qu'il faut une densité de population suffisante pour disposer de la main d'œuvre. Le niveau minimum semblait se situer vers 13 habitants par kilomètre carré, dans la zone d'influence de la route en construction. En deçà de ce niveau, les coûts des transports, campements etc... rendaient l'économie du projet aléatoire.

Une deuxième condition est naturellement que cette main d'œuvre soit disponible. Ceci signifie soit un certain sous-emploi soit surtout un niveau de chômage saisonnier important.

Ceci est assez fréquent dans des régions à vocation agricole, où durant des longues périodes, les agriculteurs ne sont pas obligés de travailler leurs terres. Sinon on peut naturellement attirer la main d'œuvre en proposant des salaires intéressants ; mais ceci est contraire à l'économie du projet.

Le fait de disposer d'un réservoir de main d'œuvre potentiel, ne signifie pas encore que celle-ci sera présente sur le chantier. IL faut pour cela :

- Que la population se sente concernée, (il y aura un bénéfice ou un intérêt réel pour la population dans la réalisation de l'œuvre).
- Que la masse de travail soit limitée, (il veulent savoir à quoi ils s'engagent et pour combien de temps). Cela signifie des tronçons relativement courts et bien planifiés.
- Qu'au cours du déroulement du chantier ils soient capables d'évaluer l'état d'avancement des travaux et d'apprécier la qualité finale de l'œuvre. Les différentes étapes de la construction doivent être visibles à peu de distance ; c'est à dire qu'il faut des chantiers à taille humaine.

### Les travaux

Décomposons un chantier en différentes activités et voyons où peut intervenir la main d'œuvre.

Nous avons essayé d'employer la main d'œuvre dans l'ensemble des activités, avec plus ou moins de succès.

### Les terrassements

En théorie cette activité se prête bien à la technique. Pourtant plusieurs facteurs limitent cet a priori :

Par exemple si on regarde un tableau des rendements (*annexe 1*)

on constate que dès que le volume par km dépasse un certain niveau, on doit prévoir un délai d'exécution très important. En effet la densité d'ouvriers terrasseurs doit être limitée, sinon l'un gênera l'autre dans son travail. Nous avons constaté que dans le cas de mouvements de terres transversaux sans transports, on peut admettre une densité de maximum 300 ouvriers par km. Dans le cas des transports de matériaux surtout dans le sens longitudinal, la situation devient supérieure à 20 mètres, il est préférable de mécaniser l'ensemble des terrassements.

Il y a une exception : Le sentier de niveau. Si on travaille sur des pentes très abruptes, les machines ne peuvent plus travailler, ou voient leurs rendements effectifs tomber de manière spectaculaire. En général les mouvements de terres se font transversalement. A cet instant il devient intéressant d'ouvrir une brèche de plus ou moins deux mètres de largeur moyennant main d'œuvre.

### **Organisation des travaux de terrassements manuels**

Au début du projet on procédait comme suit : On disposait les ouvriers à des entredistances de plus ou moins 4 m. par groupe de deux. Un désagrège le sol avec une pioche, l'autre évacue les matériaux. Tant que le mouvement transversal est inférieur à 3 mètres, on ne prévoyait pas le moyens de transport. Sinon on avait prévu des brouettes. Le nombre était fonction de la distance de transport. La supervision était à charge d'un chef d'équipe par 50 à 60 postes de travail.

Nous avons très tôt constaté que les rendements qu'on obtenait étaient trop bas. A ce moment nous avons procédé à des chronométrages et à des observations systématiques. On a constaté que si on chronométrait, les rendements étaient compatibles à ceux qu'on retrouve dans la littérature. On a ensuite introduit les travaux par contrat.

On convient qu'un trançon, calculé de manière à obtenir un volume de travail de 15 jours aux rendements observés pour trois personnes sera exécuté par tel ou tel personne. On met à sa disposition l'outillage pour un groupe de 5 personnes. On contrôlait l'avance chaque semaine et on payait à la fin du travail la somme convenue. Après l'introduction de cette tactique on a obtenu des rendements nettement supérieurs à ceux trouvés lors des chronométrages.

Cette approche est donc assez intéressante. Pourtant on doit veiller à quelques points :

Si un groupe ne remplit pas son contrat la continuité est rompue. On a constaté que les marquages avaient tendance à être déplacés. Ceci nous a obligé à introduire des doubles points de référence.

## Les couches structurelles

Pour chaque on peut distinguer des activités similaires :

- Approvisionnement en matériaux
- Distribution
- Réglage
- Apport d'eau
- Compactage

Nous avons à priori exclu le compactage comme activité manuelle. Nous avons considéré que on ne peut obtenir qu'une qualité pauvre avec des équipements manuels. Pourtant on doit considérer un facteur dans le compactage : comme l'avance est assez lente, on a intérêt à prévoir des unités de compactage assez légères mais mobiles. Ceci permettra de suivre de près les opérations manuels ce qui signifie des déplacements fréquents.

L'approvisionnement peut être une activité manuelle. Nous avons souvent opté pour la procédure suivante :

Chargement de matériaux dans des lits de rivière à la main, transport vers les concasseurs par camion, reprise après concassage et distribution sur chantier à la main.

A la rigueur, le réglage peut être manuel. Notre expérience montre qu'un réglage final mécanisé est plus effectif et précis.

Ici on doit ouvrir une parenthèse :

En ce qui concerne les routes à faibles trafic, on dispose de quelques techniques déjà anciennes, mais qui ont fait leur preuves et qui ont très intensives en main d'œuvre.

## Le hérisson et ses dérivées en ce qui concerne les fondations

- Le hérisson et ses dérivées en ce qui concerne les fondations
- Le macadam à l'eau en ce qui concerne les bases

Les rendements qu'on peut espérer sont par ailleurs très intéressants :

Si on utilise des pierres de dimensions 150 x 180 un ouvrier pose en 35 h un mètre carré d'hérisson.

On a besoin de 09 h par m<sup>2</sup> pour rompre les pointes à la masse. Le remplissage avec des graves prend 08 h par m<sup>2</sup> et on utilise à peu près 40 litres pour cette opération. Le compactage manuel prend. 018 h par m<sup>2</sup>.

Soit un total par mètre carré de 0,538 h.

La réalisation des surfaces de roulement peut être manuelle. Comme je l'ai dit dans l'introduction, je n'ai pas assez d'expériences pour en juger. Nous avions prévu de répandre le liant avec des distributeurs légers et de répandre les gravettes à la main. Les seuls

revêtements que nous avons réalisés ont été des tapis d'enrobés posés avec des équipements.

### **Les annexes de la route.**

Ce sont les annexes de la route qui sont les plus aptes à être exécutés avec une haute intensité de main d'œuvre.

Nous distinguerons les travaux de drainage

- en long
- en travers
- La construction de petits ouvrages
- La protection des talus.

Le drainage longitudinal se scinde en deux grands groupes :

- Les fossés de collecte des eaux de la plateforme et des talus
- Les fossés de crête qui protègent les talus en déblais.

Le fossé longitudinal peut être exécuté à la main. Il faut alors choisir un profil apte à être exécuté à la pelle.

Ce profil, bien que équivalent pour ses performances hydrauliques n'est pourtant pas adapté à un entretien mécanisé à posteriori. Si on choisit un profil adapté il faudra en peser les conséquences. De l'autre côté, comme on ne peut entretenir un fossé en U avec des machines, rien n'empêche de construire des fossés partiellement revêtus. De cette manière on peut admettre des vitesses d'écoulement plus importantes et donc augmenter la distance entre ouvrages d'évacuation transversaux.

Les fossés de crête : Ce type de drainage est le cas type à être exécuté à force de bras en effet, les machines ne sont pas adaptées pour exécuter ce type d'ouvrage, sans mouvements de terres qui excèdent nettement les mouvements à réaliser pour l'ouvrage même. Exécuter ces fossés réduit fortement l'entretien des fossés de plateforme !

Le drainage transversal est resté le domaine de la main d'œuvre. Ici toute activité peut être faite à main, depuis les mouvements de terres à la finition finale.

Il est utile d'opter pour des techniques adaptées mais même l'exécution la plus traditionnelle est réalisable du moment que les poids à manipuler ne sont pas excessifs.

Les talus aussi nécessitent certaines interventions, il y a la protection contre l'érosion (assez délaissée au Maroc me semble-t-il) moyennant le peignage, la plantation ou la construction de dispositifs protecteurs (revêtements, fossés à semences etc...), ce travail est aussi destiné à être exécuté sans intervention de machines.

### **Adaptation des techniques :**

Après ce survol des activités nous voulons nous concentrer quelques instants sur les adaptations qu'on a trouvé utile à faire aux techniques, disons habituelles pour optimiser la M/O disponible.

Les travaux intensifs en main d'œuvre supposent en général main d'œuvre non qualifiée.

Cela signifie que l'on court des dangers de mal façon si on utilise celle-ci pour l'exécution des travaux qui nécessitent expérience et formation.

Dans une première étape, nous avons opté pour les procédures traditionnelles de construction (ici je me réfère surtout aux ouvrages annexes de la chaussée).

Bien vite on a du se rendre à l'évidence :

Si on pratique ainsi on a besoin d'un encadrement très important aussi en M/O spécialisée qu'en supervision simple.

On a donc fait la réflexion suivante :

On élimine au maximum la technicité et les activités spécialisées du chantier.

Là où on ne peut éliminer, pour des raisons techniques les activités spécialisées on essaiera de les remplacer par un système de préfabrication.

Puis dans le souci d'économie, dans notre projet, on avait pris l'option de limiter tant que possible les transports de matériaux des centres urbains vers les lieux de construction.

Ainsi on est arrivé à construire des ouvrages « type » le plus souvent en pierre naturelle (quand elle était disponible) ou en préfabrication et on confiait les métiers spécialisés à quelques personnes par chantier.

Dans cette rubrique on doit insister sur l'ingéniosité de l'ingénieur pour utiliser au maximum les capacités et parfois les traditions de la main d'œuvre dont il dispose. Et on doit insister sur le fait que l'ingénieur, en charge du projet, doit éliminer ses *a priori* et réfléchir sur le fait que les techniques et procédures, qu'on nous a enseignées sont celles qui ont été créées dans des pays où la main d'œuvre est chère et rare et les matériaux et le matériel relativement bon marché.

Je vous présente ici quelques techniques qu'on a utilisé :

- Fondations de ponts sur puits perdus
  - Construction de ponts en pierre de taille
  - Préfabrication de dalots.
  - Drainage transversal sur voute
- Poreux  
Cimenté

### **La planification :**

Si on considère les contraintes qu'on subit quant à la disponibilité de la main d'œuvre, on voit qu'une planification bien élaborée s'avère nécessaire.

Dans notre cas en Bolivie, on était obligé de planifier les chantiers en fonction des activités agricoles d'une part, du climat d'autre part.

La première année, on avait opté pour une saison de travail pour l'ouverture du tracé, une seconde saison pour les travaux annexes. Hélas après une saison de pluies on a constaté qu'une bonne partie de travail était à reprendre.

Sans travaux de drainage on avait créé par mal de lits de torrents potentiels avec des résultats Ad HOc qui ne se sont pas faits attendre.

Par la suite nous avons travaillé par tronçons courts ou toutes les activités se déroulaient quasi simultanément. Outre l'avantage d'éviter les problèmes déjà mentionnés, nous avons constaté que cette approche stimulait les travailleurs « ils voyait l'avance de leur chantier ! ».

Ceci nous a amené à définir une zone de travail optimale. Elle se situe (pour la Bolivie) à 6 km de développement.