

PROJET PROFESSIONNEL DE BTS

Une troisième voie pour vos projets

CHRISTOPHE ULTRÉ ^[1]

Entre le projet mené en interne dans l'établissement et le projet industriel initié par un maître d'ouvrage extérieur, il existe une voie médiane, qui introduit une nouvelle dimension : il s'agit de convaincre le client potentiel, qui n'avait pas souhaité financer le projet, de l'intérêt du système une fois celui-ci réalisé. Un challenge relevé par une équipe du lycée Jacquard de Paris.

À leur entrée en première année de section de technicien supérieur en électrotechnique, l'équipe pédagogique qui accueille les étudiants les informe qu'une partie importante de l'enseignement de cette première année sera consacrée à la mise en place des outils techniques et scientifiques. Cela leur permettra de mener à bien le projet professionnel qu'ils doivent réaliser à la fin leur cycle de formation. À partir du mois de février de leur deuxième année, l'ensemble des enseignements techniques est consacré au projet, qui devra totaliser, à la fin du mois de mai, les 196 heures allouées.

La problématique pour l'équipe enseignante est de répondre au référentiel du diplôme en proposant aux étudiants un maximum de projets à caractère industriel.

La première voie est bien sûr de trouver un partenaire industriel qui accepte de confier un de ses propres projets à un groupe d'étudiants (l'équipe projet) et de le financer. Ce type de projets fait entrer un acteur supplémentaire dans la formation : l'industriel en tant que « maître d'ouvrage ».

La deuxième voie est de créer un projet interne au lycée, lorsque que les négociations avec les partenaires industriels n'ont pas abouti. Il va se

mots-clés

électrotechnique, outil & méthode, postbac, projet

substituer à un projet industriel en essayant de l'imiter le plus possible. On essaiera dans cette situation de rechercher un maître d'ouvrage dans les autres sections du lycée. L'équipe projet travaille certes sous la conduite d'un enseignant, mais celui-ci est inconnu des étudiants.

La troisième voie, ce sont les enseignants d'électrotechnique du lycée Jacquard qui l'ont tracée. C'est une situation intermédiaire : le projet répondra aux besoins d'un industriel, mais le partenariat avec l'entreprise n'est pas acté. Le lycée va financer le prototype. L'équipe pédagogique et l'équipe projet prennent le pari de recontacter l'industriel pour lui vendre la réalisation a posteriori.

Il existe une quatrième voie, lorsqu'un groupe d'étudiants s'inscrit dans un projet collaboratif, et va participer à un challenge ou à un concours (voir Jean-Pierre Lamy, « Projet Mines-BTS : Les leçons de l'expérience », *Technologie*, n° 188, nov.-déc. 2013). C'est une situation assez rare en électrotechnique ; nous n'avons pas eu l'occasion de la mettre en pratique au lycée Jacquard.

Les origines de la troisième voie

Au cours de leur cycle de formation, les étudiants font deux stages en entreprise. Pendant le déroulement de ces stages, l'équipe pédagogique rend visite aux étudiants sur le site

de production. Ces visites sont des moments clés où l'étudiant et l'équipe peuvent négocier l'obtention d'un projet de la part de l'industriel qui accueille le stagiaire. Mais ce sont également des moments où l'équipe peut faire des suggestions « intéressées » à l'industriel qui la reçoit : en observant les armoires électriques, les parties opératives, les équipements de maintenance, les automates, etc., elle est en mesure de signaler les supports susceptibles de donner lieu à un projet.

C'est donc au cours d'une visite au technicentre SNCF du Landy, dont l'une des missions est d'assurer la maintenance des trains « Eurostar » ^[1], que j'ai suggéré à M. Johakim Ouarab, dirigeant de proximité de l'unité électrique TMST (transManche supertrain, plus couramment appelé Eurostar), la possibilité de réalisation d'une nouvelle armoire de maintenance par nos étudiants pour remplacer et/ou suppléer l'ancienne armoire d'alimentation des pompes et du ventilateur du transformateur de puissance de l'Eurostar ^[2].

M. Ouarab a très vite manifesté un intérêt pour cette proposition, et nous avons conjointement tenté de mettre en place un partenariat afin que le technicentre subventionne ce projet. Malheureusement, nos démarches n'ont pu aboutir avant la date butoir de validation des projets, le technicentre du Landy ne pouvant se prononcer sur le financement a priori du projet.

Cependant, mes collègues d'électrotechnique et de physique appliquée et moi-même avons décidé de maintenir ce projet très intéressant et de le proposer à la commission de validation. Nous avons les données

[1] Professeur d'électrotechnique au lycée Jacquard de Paris (75019).

techniques des équipements à alimenter et la définition du rôle principal de l'armoire existante. À partir de ces données et de notre expérience, nous avons rédigé un cahier des charges (voir « La définition de la demande » en encadré) permettant, d'une part, la réalisation d'une armoire innovante répondant aux fonctions principales et, d'autre part, d'assurer des fonctions de sécurité et d'ergonomie susceptibles de séduire notre client potentiel.

En effet, il fallait maintenant inclure dans ce projet « Armoire Eurostar » une nouvelle dimension : vendre le projet au technicentre du Landy.

Le phasage du projet

Les premières étapes de l'épreuve de projet concernent l'organisation. Les étudiants ne sont pas directement impliqués (voir « L'organisation des projets : un travail de longue haleine » en encadré).

Début février, à leur retour de stage de deuxième année, les étudiants se

voient attribuer leur place dans les équipes de projet ainsi que le cahier des charges fonctionnel (CdCF) et les contrats individuels qu'ils se répartissent rapidement en fonction de leur capacité à y répondre. L'équipe « Armoire Eurostar », constituée de quatre étudiants, a très bien accepté le fait que leur projet revêtait un aspect un peu particulier, leur maître d'ouvrage n'étant que partiellement impliqué.

Une fois les tâches réparties, les étudiants débutent leur étude avec l'objectif de présenter leurs travaux pour la première revue de projet.

Revue n° 1 : l'organisation du projet

Cette revue, qui doit se tenir assez tôt, permet de vérifier l'aptitude des étudiants à :

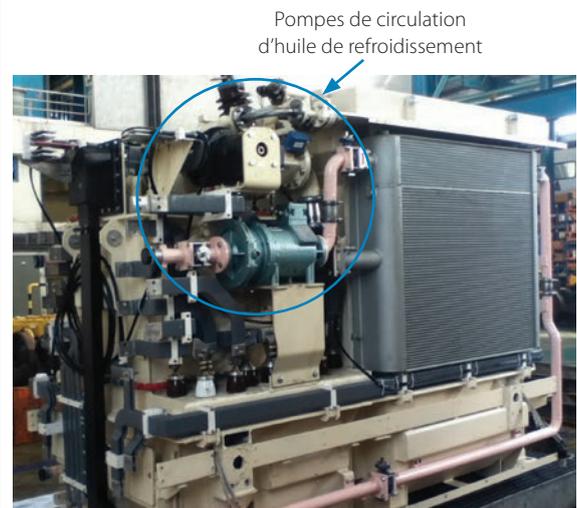
- participer à l'élaboration d'un cahier des charges ;
- rechercher et exploiter des documents **3** ;
- déterminer les coûts du matériel et des ressources ;

– déterminer et planifier les tâches.

Elle prend souvent la forme d'une réunion technique avec tous les acteurs du projet – auxquels manque bien sûr le maître d'ouvrage lorsque le projet a été trouvé par la « troisième voie », comme dans notre cas. C'est pourquoi nous avons organisé une visite au technicentre SNCF de Villeneuve-Saint-Georges, moins sensible que celui du Landy en termes d'autorisation d'accès. M. Olivier Blot, l'assistant du dirigeant de proximité de l'unité conversion-distribution, a

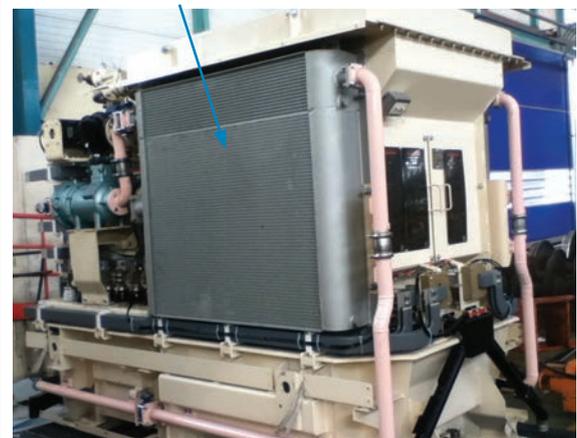


1 L'Eurostar



Pompes de circulation d'huile de refroidissement

Radiateur du ventilateur de refroidissement



2 Le transformateur de puissance

accepté de nous y guider et d'informer les étudiants pour qu'ils appréhendent mieux les problèmes liés à la maintenance des TGV, et plus particulièrement à celle du transformateur de puissance, qui les concernait directement.

Revue n° 2 : la conception du projet

Cette revue permet de vérifier l'aptitude des étudiants à :

- suivre l'organisation et la réalisation d'une production ;
- concevoir des plans, schémas et organigramme ;



3 La recherche d'un connecteur de puissance



4 Le câblage de la platine

- déterminer les grandeurs à contrôler et identifier les paramètres à prendre en compte ;

- dialoguer et échanger des informations avec les membres d'une équipe.

Lors de cette revue, chaque étudiant est interrogé individuellement et doit produire tous les documents nécessaires à la mise en œuvre du projet 4. Celle-ci sera évaluée par la troisième et dernière revue de projet.

Revue n° 3 : la mise en œuvre

Cette revue permet de vérifier l'aptitude des étudiants à :

- élaborer et suivre une procédure de mesure ou d'essai ;

- choisir le matériel de mesurage adapté ;

- interpréter les résultats obtenus ;

- traduire un processus de fonctionnement en un langage compatible avec un système programmable industriel 5 ;

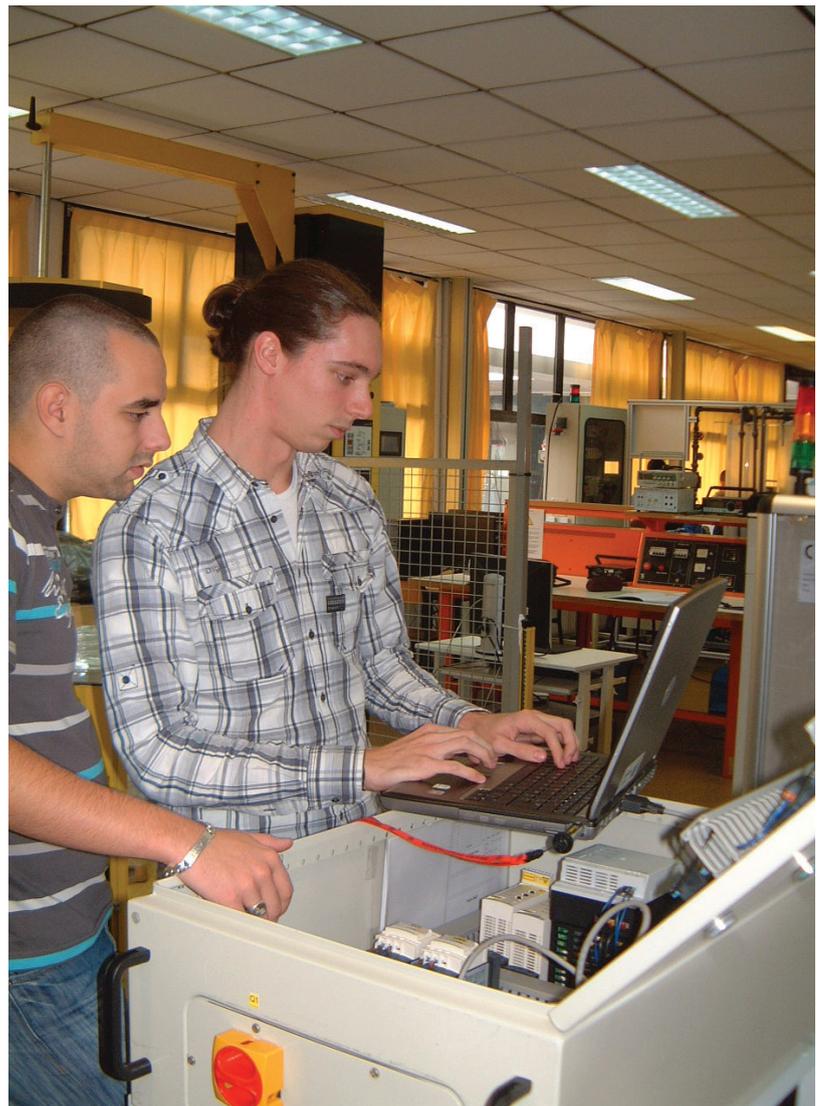
- réaliser tout ou partie d'un ouvrage, d'un équipement ou d'un produit 6 ;

- procéder à la mise en service d'un appareillage ;

- réaliser des mesures ou des essais qualitatifs en toute sécurité 7 ;

- analyser les causes de dysfonctionnement.

Pour les étudiants de l'équipe « Armoire Eurostar », la particularité



5 L'ajustement du programme de l'automate

de leur projet n'a en rien modifié le déroulement de ces deux dernières phases par rapport aux autres projets. Ils ont pu rédiger leurs documents de travail et réaliser l'armoire. Les essais ont été effectués avec le moteur asynchrone d'un banc didactique **7**.

La soutenance

Dans la seconde moitié du mois de juin, les étudiants présentent leur travail devant la commission d'évaluation. Ils auront au préalable rédigé un dossier support de présentation du projet élaboré en vue de la soutenance orale. Cette soutenance dure 40 minutes au maximum, décomposées en 25 minutes de présentation et 15 minutes d'entretien.

L'après-projet : convaincre... et vendre

Le 24 juin, alors que toutes leurs épreuves étaient achevées, les étudiants de l'équipe « Armoire Eurostar » sont revenus au lycée Jacquard pour faire une démonstration de leur équipement à M. Ouarab, à qui nous avons envoyé une invitation.

M. Ouarab était accompagné de son agent électricien. Ils ont été fortement impressionnés par la démonstration du système, et ont rapidement compris les avantages que cet équipement pouvait leur apporter. C'est pourquoi, à l'issue de cette entrevue, M. Ouarab a demandé aux étudiants de lui faire une proposition de prix. Cette proposition a été immédiatement

acceptée, puis validée par le conseil d'administration du lycée. Le technicien du Landy a démarché la société Dekra pour la certification de l'armoire électrique.

Que la production d'un projet mené selon cette troisième voie soit vendue ou non n'est pas le plus important. Il est certes préférable que le lycée rentre dans ses frais, mais on peut toujours imaginer récupérer le matériel pour un futur projet. Le plus important est que cette troisième voie offre une possibilité supplémentaire de ne pas proposer aux étudiants de projet factice. Même si la vente de leur système n'entraîne d'aucune façon en ligne de compte pour l'obtention de leur diplôme, les étudiants ont suivi la démarche de projet au-delà de ce qui leur était demandé. La motivation et l'investissement de ce groupe d'étudiants étaient indiscutablement portés par l'espoir de la reconnaissance par l'industriel de la valeur de leur travail.

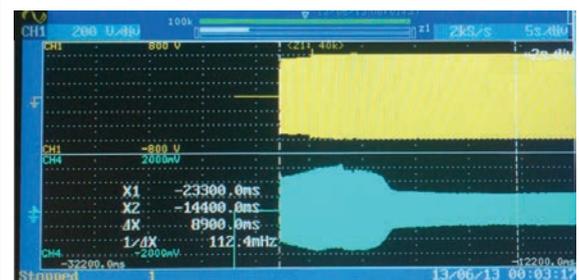
Il faut donc rester curieux lors de nos visites en entreprise, et ne pas hésiter à s'engager sur cette troisième voie. L'issue sera forcément positive pour nos étudiants (voir « 6 questions à... » en encadré) !

Une démarche motivante

Malgré la disparité des caractères et des origines de nos étudiants, les créneaux horaires consacrés aux projets sont toujours accueillis avec enthousiasme. En effet, nous constatons que, par cette démarche de projet, l'étudiant génère lui-même sa source de satisfaction et donc sa motivation à suivre sa formation. L'étudiant est, pour reprendre les



6 Le câblage terminé



7 Un exemple de mesure : le démarrage d'un moteur avec un démarreur électronique

(en jaune la tension, en bleu le courant)

mots du Dr Daniel Favre (*Cessons de démotiver les élèves*, Dunod, 2010), en « référence interne », et fait appel à son « système de motivation d'innovation », il va gagner en autonomie et surmonter des difficultés en faisant preuve de créativité et d'innovation. Dans cette référence interne, l'étudiant n'attend pas de récompense sous forme de

note : sa propre capacité à résoudre des problèmes va lui apporter une satisfaction suffisante pour continuer à s'investir.

Cette démarche est aussi motivante pour nous, enseignants, dans le sens où :

– premièrement, pendant la période du projet, notre pédagogie change également. Nous n'abreuvons pas

nos étudiants de connaissances, mais nous instillons au moment opportun un savoir ou un savoir-faire, quand l'étudiant en a besoin ;

– deuxièmement, nous sommes amenés à élaborer une méthodologie de recherche qui doit permettre à l'étudiant d'acquérir sa propre autonomie sur la stratégie à adopter pour résoudre les problèmes.

Au travers de cette stratégie, nous sommes témoins de la manière dont les difficultés sont vaincues. ■

La définition de la demande

Présentation du projet

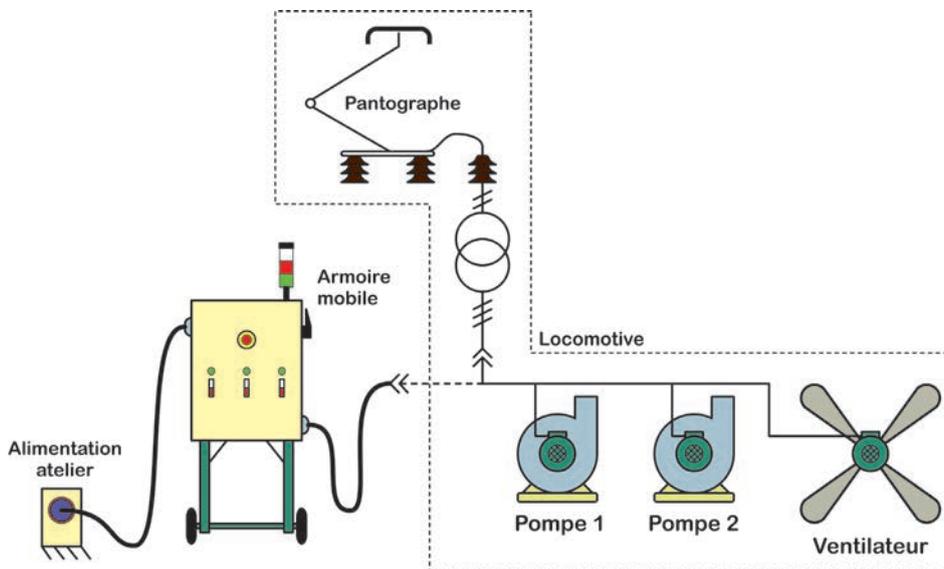
Jusqu'à présent, les essais des pompes et du ventilateur du transformateur principal des rames TGV nécessitent le maintien de la rame sous tension par la caténaire. Le but de l'armoire mobile est de permettre de faire les essais rame hors énergie pour améliorer la sécurité des agents et les conditions de travail, mais également la productivité de ces opérations de maintenance.

Cette armoire mobile permettra aussi de conduire des tests sur un transformateur sorti de la locomotive.

Objectif du projet

Réalisation d'une armoire mobile de raccordement au réseau électrique de l'atelier de maintenance des auxiliaires du bloc transformateur Eurostar, soit deux pompes et un ou deux ventilateurs, via des connecteurs spécifiques TGV.

Synoptique du projet



Cahier des charges

Accès au réseau électrique sur des prises « atelier » pas forcément normalisées (ordre des phases inconnu) : détection automatique et remise en ordre normalisé de l'ordre des phases pour ne pas faire tourner les pompes dans le mauvais sens.

Rendre impossible la mise sous tension du connecteur de puissance si celui-ci n'est pas raccordé au transformateur du train.

Programmation d'un API pour gérer les sécurités et l'ergonomie de l'armoire mobile.

Démarrer le ou les ventilateurs (mis en parallèle) de façon progressive, et rendre possible l'inversion du sens de rotation afin de permettre le nettoyage des filtres.

Démarrer les pompes de façon progressive avec élimination (si nécessaire) du procédé de démarrage en fin de démarrage.

Gérer les contraintes de poids et d'encombrement d'une armoire mobile.

Prévoir des rallonges spécifiques pour l'adaptation aux différents types de matériel roulant.

L'organisation des projets : un travail de longue haleine

Après un travail de recherche d'entreprises capables de proposer un projet, l'équipe pédagogique constitue une liste. Son objectif est de constituer plusieurs équipes de projet afin d'y intégrer tous les étudiants de la promotion. Au lycée Jacquard, ces équipes sont constituées par les professeurs après le dépouillement d'un petit questionnaire rempli par les étudiants. L'idée est d'élaborer des équipes le plus homogènes possible sans pour autant négliger les affinités de chacun ou chacune.

Une fois que les supports de projet sont définis et qu'un nombre d'étudiants leur est attribué, un professeur d'électrotechnique du lycée va les présenter devant une précommission de validation – nouveauté 2013 – à la mi-octobre. Cette précommission détermine si les supports de projet proposés sont conformes aux exigences du référentiel.

Les supports de projet refusés le sont définitivement. L'avis de la précommission permet aux enseignants d'électrotechnique de ne pas avoir à produire de documents – dont la rédaction est fastidieuse – pour des projets qui n'aboutiront pas.

Les supports de projet acceptés seront étudiés par la commission interacadémique de validation, qui se réunit fin novembre, début décembre. Elle permet d'ajuster le CdCF des projets (expression fonctionnelle du besoin, faisabilité technique et économique) et les contrats individuels des tâches par projet, si nécessaire.

6 QUESTIONS À

Thomas DIAS, Nicolas MESLET, Sébastien PIOCH et Quentin RUSSI,
les étudiants de l'équipe du projet « Armoire Eurostar »

« La nécessité d'être tout le temps à 100 % »

Comment avez-vous vécu le passage en mode projet par rapport aux classiques TD et TP ?

[Points positifs :]

Thomas Dias : On est en autonomie et responsable de son travail. On travaille pour satisfaire un client.

Nicolas Meslet : Il faut argumenter les choix que l'on fait pour ne pas se faire contredire en revue de projet.

Sébastien Pioch : On répond à un besoin concret.

Quentin Russi : On se rend vraiment compte de ce qu'on sait et de ce qu'on ne sait pas faire.

[Points négatifs :]

N. M. : Partir de rien, ça fait un peu peur à cause de notre manque de culture technologique.

S. P. : D'habitude, on travaille en binôme ; là, nous étions quatre, et ce n'était pas toujours facile à gérer.

Q. R. : On passe beaucoup de temps à chercher des infos, alors qu'on avait l'habitude de les trouver dans des docs toutes prêtes.

Quelles difficultés avez-vous rencontrées tout au long du projet ?

T. D. : Gérer les retours de matériel quand on s'est trompé : nous n'avions pas eu toutes les infos dans la doc constructeur.

N. M. : Pas spécialement de difficultés, nous avons été bien préparés.

S. P. : C'est clairement la nécessité d'être tout le temps à 100 %.

Q. R. : Comprendre le fonctionnement du matériel spécifique à notre projet.

Le projet vous a-t-il apporté un travail à la maison supplémentaire ? Si oui, de quelle nature ? Et comment le projet se prolongeait-il en dehors des heures réservées ?

Tous : Nous en reparlions ensemble le soir sur Skype ou le lendemain si des idées nous étaient venues dans la nuit.

Y a-t-il eu émergence d'un leader ?

Tous : C'était une entraide entre tous les membres du groupe plus qu'une équipe avec un leader.

Comment avez-vous vécu le fait que votre projet industriel n'était pas encore « vendu », alors que les autres l'étaient ?

N. M. : C'était une pression supplémentaire, car il fallait à tout prix que notre armoire soit finie si nous voulions réussir à la vendre.

S. P. : ... Surtout de mes parents, qui me demandaient souvent : « Alors, il est vendu, ce projet ? » !

Q. R. : Une pression supplémentaire, mais positive... et j'ai pu mettre dans mon CV que notre projet de fin d'année a été vendu à la SNCF !

T. D. : J'ai trouvé ça gratifiant d'avoir à satisfaire un client, que les choses ne soient pas jouées d'avance.

Une dernière réflexion sur cette aventure ?

T. D. : On s'est sentis dans la vie active quelques heures par semaine.

N. M. : On a vendu notre travail, on laisse une trace derrière nous, ce n'est pas rien !

S. P. : On apprend à faire avec les idées des autres, et finalement ça aide.

Q. R. : En projet, même les membres des autres groupes ne nous laissent pas dans la « misère » ! Il y a une entraide générale.