

Dans ce chapitre, nous décrivons comment nous avons traité ces questions. Nous montrerons que tous les élèves n'ont pas le même avis sur CarboSchools et nous expliquerons ces différences d'opinions importantes. De plus, nous donnerons quelques aperçus de leurs sentiments sur la science et sur les changements climatiques. Sachant que la plupart des élèves adolescents ont une opinion négative profondément ancrée sur la science en général et sur la manière dont elle est abordée en classe, nous souhaitons voir si nos projets pouvaient les faire changer d'avis. Nous croyons que cette évaluation peut contribuer à la recherche sur l'approche expérimentale dans l'enseignement des sciences dans et en dehors de l'école, et nous espérons que nos résultats seront utiles aux décideurs et professeurs intéressés par la mise en place d'un projet comme CarboSchools.

Des projets CarboSchools variés

1 Projets carboschools évalués en 2009

Projets	52
Élèves dont filles et garçons	1 354 721 622
Âge des élèves	12-21 ans (moyenne : 16,2 ans)
Établissements	60
Instituts de recherche	8
Pays	6
Temps consacré au projet	1 à 100 heures (moyenne : 36 heures)
Nombre de visites à l'institut de recherche	0 à 8 par projet (moyenne : 1)
Nombre d'intervention des scientifiques dans l'établissement scolaire	0 à 20 par projet (moyenne : 4,4)

Il a été demandé à la plupart des élèves participant à des projets CarboSchools de fournir des informations factuelles comme leur âge, leur sexe, ainsi que leurs opinions sur les activités. Ces données aident le coordinateur régional à identifier les contraintes et à améliorer les projets ; elles donnent d'autre part un aperçu de l'appréciation générale du projet par les élèves. Pour les besoins de notre analyse, nous distinguons plusieurs groupes, par exemple les garçons et les filles, les élèves jeunes et les moins jeunes, les élèves qui ont de bonnes notes en science...

Comme on peut le voir dans l'encadré 1, nous avons évalué 52 projets, auxquels un total de 60 écoles et 1 354 élèves ont participé. Les projets différaient en plusieurs points comme l'âge des élèves impliqués et le nombre d'heures qu'ils consacraient au projet. Des projets consistant en une heure d'expérimentations ou de présentation comme d'autres à plus long terme sont inclus dans l'évaluation. Nous avons trouvé de grandes disparités dans le degré de collaboration entre les instituts de recherche et les établissements : dans la grande majorité des cas, les élèves ont visité l'institut au moins une fois, mais parfois ils y sont allés beaucoup plus souvent ; de même, si les chercheurs se sont rendus en moyenne dans les établissements six fois par projet, certains l'ont fait jusqu'à vingt fois.

Les autres différences (qui n'apparaissent pas dans l'encadré 1) portent sur les sujets, la nature des projets (projets de recherche ouverts ou expériences en classe plus standardisées) et la façon dont les projets étaient reliés au programme de sciences.

Des élèves très positifs à propos de CarboSchools

Les questions sur les opinions du questionnaire peuvent être regroupées en quatre catégories : organisation, plaisir, difficulté et impact du projet. L'encadré 3 liste les questions du questionnaire et l'encadré 2 explique comment il a été élaboré.

2 Comment mesurons-nous l'opinion des élèves sur CarboSchools ?

Nous avons conçu un outil d'auto-évaluation (SET, pour *self-evaluation tool*) qui a fourni aux coordinateurs régionaux des informations importantes sur les avantages et les difficultés de chaque projet spécifique et, plus largement, nous a permis de mieux savoir ce que les élèves pensaient de nos activités. Un seul questionnaire a été réalisé pour l'ensemble des projets, quelle qu'ait été leur diversité.

Le questionnaire comporte trois parties :

- La partie A contient 12 questions destinées à situer l'élève : âge, sexe, notes en sciences, intérêt pour la science, etc.
- La partie B (14 questions) mesure l'opinion de l'élève sur les projets scientifiques et consiste donc en des questions fermées selon une échelle de Likert à 4 choix (pas du tout d'accord, pas d'accord, d'accord et tout à fait d'accord). Sont évaluées dans cette partie du questionnaire les opinions sur l'organisation des projets, leur caractère agréable, leur difficulté et l'impact des projets régionaux.

Exemple de question de cette partie B :

Les consignes étaient claires

- Pas du tout d'accord
 Pas d'accord
 D'accord
 Tout à fait d'accord

- La partie C est formée de 4 questions ouvertes, que les coordinateurs régionaux peuvent réorganiser en fonction de leurs projets spécifiques. Les réponses à cette partie du questionnaire peuvent inclure les idées personnelles des élèves sur le projet, etc. Les réponses à ces questions aideront le coordinateur régional à améliorer le projet.

Le questionnaire a été traduit dans toutes les langues des participants (norvégien, catalan, italien, allemand, hollandais, français et anglais). Il a été soumis aux élèves vers la fin du projet, pas plus d'une semaine après la fin des activités. Des informations supplémentaires sur les projets (nombre de visites à l'institut de recherche, temps consacré au projet par les élèves, etc.) étaient fournies par le coordinateur régional. Pour obtenir plus de détails, nous avons aussi mené de nombreux entretiens avec les élèves, les scientifiques, les professeurs et les coordinateurs. Cela nous a permis d'obtenir des précisions sur les conditions locales spécifiques qui pouvaient influencer sur la collaboration entre les écoles et les instituts de recherche.

3 Opinions des élèves sur CarboSchools

Question	Pas du tout d'accord %	Pas d'accord %	D'accord %	Tout à fait d'accord %
Organisation				
Ce projet était bien organisé	4	12	50	34
Les consignes étaient claires	4	18	53	25
Les explications du responsable m'ont aidé à comprendre le projet	4	13	59	24
J'ai une bonne opinion générale du projet	2	10	53	34
Plaisir				
J'ai beaucoup aimé ce projet	4	14	58	24
J'aimerais travailler plus souvent sur des projets de ce type	7	21	47	25
J'aime apprendre les sciences de cette façon	4	13	46	37
Difficulté				
Ce projet était trop difficile	21	58	16	4
Mes connaissances étaient suffisantes pour comprendre ce projet	4	21	49	25
Impact				
J'ai appris beaucoup de nouvelles choses grâce à ce projet	3	14	51	32
Ce projet m'a fait comprendre que les études sur les changements climatiques sont très importantes pour l'avenir de l'humanité	4	11	42	43
J'ai beaucoup appris de la part des scientifiques	3	17	53	27
Ce projet m'a fait réaliser que nous pouvions agir sur les changements climatiques	4	14	44	38
Ce projet a développé mon intérêt pour une carrière scientifique	18	36	33	13

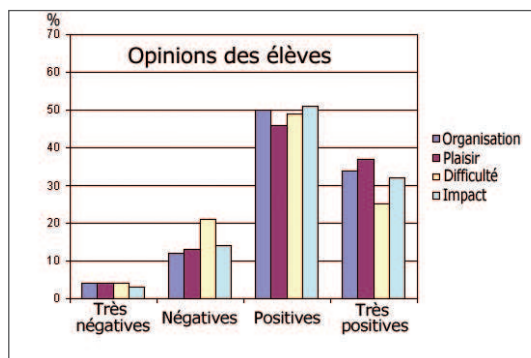


Fig. 1 : Opinions des élèves sur les projets CarboSchools

Dans l'encadré 3 et la figure 1, nous présentons les résultats d'évaluation de tous les projets. Ces résultats montrent que nos élèves sont très positifs sur leur participation à CarboSchools. À une large majorité, les élèves ont pensé que les projets étaient bien organisés et ils les ont beaucoup appréciés; ils ont réalisé qu'on pouvait agir sur les changements climatiques et aimeraient travailler plus souvent sur des activités de ce type. Nous n'avons pas trouvé de différences d'appréciation entre des projets à court ou à long terme, mais le temps passé sur le projet est corrélé positivement avec la perception de son impact. Par ailleurs, les élèves les plus jeunes ont été un peu plus positifs que leurs aînés pour tous les aspects évalués. La plupart des élèves ont été satisfaits

de la difficulté des projets mais environ un cinquième d'entre eux les ont trouvés trop difficiles. Il semble que l'appréciation des élèves sur cette façon d'enseigner les sciences soit très bonne.

Les effets positifs du projet sur l'intérêt des élèves pour les carrières scientifiques méritent d'être notés, surtout vu les objectifs principaux de CarboSchools : presque la moitié des élèves (46 %) ont déclaré que les projets ont augmenté leur intérêt pour les carrières scientifiques. Nous avons en outre ajouté quelques questions ouvertes dans le questionnaire, pour permettre aux élèves de commenter les projets et d'appuyer ainsi les réponses positives aux questions fermées. L'encadré 4 fournit quelques exemples de leurs commentaires.

Les évaluations ont aussi fourni des informations sur les opinions des élèves sur la science et les scientifiques. Il est apparu que les élèves étaient plutôt positifs vis-à-vis de la science : la plupart (au moins 70 %) s'intéressent aux disciplines scientifiques, ont de bonnes notes en sciences, font beaucoup de science à l'école et préfèrent les cours de sciences aux autres cours. Bien que la plupart des élèves ne trouvent pas les scientifiques ennuyeux, une large proportion d'entre eux (45 %) pense que les scientifiques sont difficiles à comprendre.

Comme on pouvait s'y attendre, les élèves ayant de bonnes notes en sciences et ceux qui sont intéressés par la science ont tendance à avoir des opinions plus positives sur les projets et vice versa. Ces élèves se sont déclarés stimulés par le projet CarboSchools à choisir une carrière scientifique. La minorité d'élèves ayant des sentiments négatifs envers les sciences a aussi une opinion moins positive du

4 Que pensent les élèves de CarboSchools ?

Qu'avez-vous appris durant ce projet ?

«L'effet de la pollution sur l'océan, et à quel point il est important d'en découvrir plus sur ce sujet.» (Bergen)

«Je comprends mieux maintenant pourquoi les océans sont si importants pour la préservation de notre terre (espace de vie).» (Kiel)

«Comment fonctionnent les instruments et comment les scientifiques font leur travail.» (Bergen)

«Pendant ce projet, j'ai appris à travailler avec tous mes camarades et j'ai appris plus sur le CO₂ dans l'atmosphère. Et nous avons réalisé que le travail de scientifique est intéressant et difficile quelquefois.» (Barcelone)

Qu'avez-vous préféré ?

«Faire des expériences, puis comparer les résultats et en tirer des conclusions.» (Paris)

« Les présentations à l'IFM-Geomar. » (Kiel)

« La plongée en scaphandre. » (Paris)

« L'interaction avec les scientifiques et la recherche. » (Barcelone)

« Le moment où nous avons voyagé en bateau. » (Bergen)

« Travailler en groupe et mener à bien notre propre projet. Et travailler avec des scientifiques et voir comment ils travaillent. C'est une autre façon de travailler; c'est très intéressant, une nouvelle voie. » (Bordeaux)

Qu'est-ce que vous avez le moins aimé ?

« C'était un projet long et parfois difficile. » (Paris)

« Le temps passé sur ce projet. » (Groningen)

« Parler anglais. » (Florence)

« Écrire un rapport était ennuyeux. » (Bergen)

« Qu'on ne m'ait pas donné les choix de participer ou non. » (Bordeaux)

« Rien, j'ai tout aimé. » (Paris)

projet, notamment concernant le plaisir. Malheureusement, il semble que les projets n'aient pas réussi à convaincre ces élèves que CarboSchools est agréable.

La figure 2 montre que les appréciations sur les projets diffèrent beaucoup selon que les élèves ont eu ou non le choix d'y participer. Les élèves qui ont décidé eux-mêmes de prendre part aux projets ont des opinions bien plus positives sur l'agrément, l'organisation et l'impact de ces derniers que ceux à qui les activités ont été imposées par un professeur de sciences. Ce résultat indique que la motivation peut avoir une influence importante sur les opinions des élèves.

CarboSchools a réveillé l'enthousiasme des filles

Des recherches qui ont été menées en sciences de l'éducation, il ressort que les garçons ont en général une opinion plus positive sur la science que les filles. En moyenne, l'intérêt des filles pour la science est plus centré sur la biologie que sur les sciences physiques. Par ailleurs, il est connu que les filles ont une image plus négative des scientifiques.

Ces données diffèrent des résultats de nos évaluations, dans lesquelles les filles sont aussi positives à propos de CarboSchools que les garçons. Cela peut s'expliquer par la nature de nos projets :

ils visent en effet à examiner la pertinence de la science pour la société et à créer un environnement d'apprentissage plus coopératif que dans les cours de sciences habituels, des facteurs qui, de nombreuses études l'ont montré, séduisent plus les filles que les garçons. Comme en témoigne la figure 3, les filles sont nettement plus positives que les garçons sur la pertinence de la recherche sur les changements climatiques pour le futur de l'humanité. Cependant, elles ont trouvé les projets un peu plus difficiles que les garçons.

Portée de nos résultats d'évaluation

Comme l'indiquent les données, les élèves CarboSchools étaient plus positifs sur la science que l'étudiant européen moyen. Mais il ne faut pas oublier que certains professeurs et coordinateurs ont fait une présélection des élèves et des projets. Ils devaient décider si le projet était approprié aux élèves et si les élèves montreraient assez d'intérêt, d'enthousiasme et s'ils auraient les connaissances requises pour les tâches demandées. Dans certains cas, les élèves participants étaient volontaires. Cela signifie que nos étudiants n'ont pas été choisis au hasard et que nos découvertes ne reflètent pas les opinions de « l'élève moyen ».

Il est tentant de comparer les données des évaluations de chaque projet pour chercher à savoir ce qui fonctionne le mieux. Mais il faut être prudents en tirant ce type de conclusions. N'oublions pas que la force de CarboSchools repose dans le fait que chaque projet est le résultat d'une collaboration entre un institut de recherche et un établissement particuliers, et que son succès dépend de ce groupe spécifique d'élèves, de professeurs et de chercheurs. Pour cette raison, nous ne pouvons pas transférer un projet réussi d'une région à une autre. De même, nous ne pouvons pas généraliser les découvertes portant sur une région à d'autres situations.

Attitudes envers la science et choix de carrière

Nos évaluations sont centrées sur les opinions des élèves sur les projets CarboSchools. Elles fournissent des informations valables pour les coordinateurs régionaux et toutes les personnes

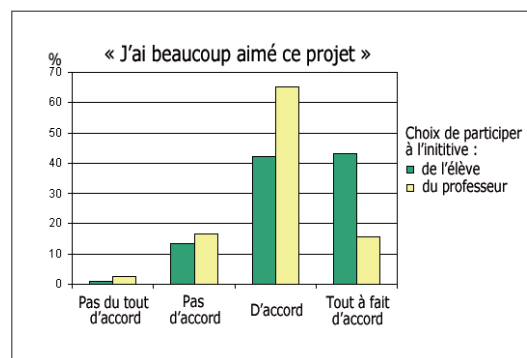


Fig. 2 : Appréciation du projet par les élèves selon leur motivation initiale

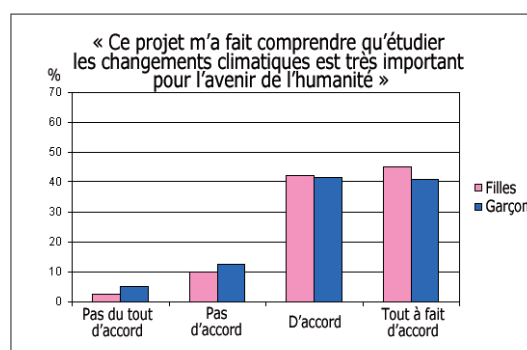


Fig. 3 : Effet des projets CarboSchools sur les élèves selon leur sexe : opinions sur les changements climatiques

impliquées dans l'organisation des projets. Cependant, nous voulions obtenir une mesure plus objective des effets des projets CarboSchools, et nous avons pour cela conduit une étude d'attitudes. «L'attitude envers la science», notion bien connue des sciences de l'éducation, nous intéresse car elle influe sur le choix de carrière et les performances scolaires.

Qu'entendons-nous par «attitude envers la science»? Un sentiment à l'égard de la science; par exemple, approuver l'affirmation «J'aime la science» est l'expression d'une attitude positive envers la science. «L'attitude envers la science» comprend de nombreux éléments. C'est pourquoi nous distinguons les attitudes envers la science enseignée en classe, envers les scientifiques, envers les carrières scientifiques, et envers les implications sociales de la science (voir encadré 5 pour plus d'informations).

5 Comment mesurons-nous les attitudes des élèves envers les sciences et les changements climatiques ?

Pour mesurer ces changements d'attitudes, nous avons développé le Questionnaire d'attitudes (QA) et nous l'avons soumis aux élèves avant le début du projet puis une fois le projet terminé, afin de voir ce qui avait changé. La première partie contient 12 points concernant différentes variables pour situer l'élève comme le sexe, l'âge ou le niveau d'études de ses parents. La seconde partie contient 39 déclarations d'attitudes.

Exemples

Échelle d'attitude	Exemple de déclaration d'attitude
- envers la science à l'école	Les cours de sciences sont amusants
- envers les implications sociales de la science	La science aide à rendre la vie meilleure
- envers les scientifiques	Les scientifiques sont moins gentils que d'autres gens
- envers une carrière scientifique	Le métier de scientifique doit être intéressant
- envers l'urgence des changements climatiques	Les changements climatiques sont une menace pour le monde
- Conscience de l'environnement	Il est important de bien protéger l'environnement

Pour mesurer ces attitudes, nous avons utilisé la méthode de Likert des degrés d'accord, c'est-à-dire que l'élève pouvait choisir pour chaque affirmation, entre les cinq réponses suivantes : pas du tout d'accord, pas d'accord, indifférent, d'accord, tout à fait d'accord. La plupart des affirmations ont été reprises de questionnaires qui avaient déjà été utilisés avec les élèves. Nous avons testé ces outils d'évaluation et toutes les échelles ont été considérées comme fiables. Toutes les échelles d'attitudes listées ont été choisies dans les domaines susceptibles d'être influencés par une initiative comme celle de CarboSchools.

La troisième partie du questionnaire est un test de connaissance sur les changements climatiques en 12 points. En les mesurant, nous pouvons voir si la connaissance a un effet sur les attitudes des élèves. Le test de connaissances sur les changements climatiques est présenté dans l'encadré 6.

Nous avons mis en pratique un plan presque expérimental. Cela veut dire que nous avons mesuré les différences entre les résultats sur les questionnaires préliminaires et finaux sans utiliser de groupe de contrôle. Pour des raisons à la fois pratiques et méthodologiques, l'inclusion de groupes de contrôles équivalents aux groupes expérimentaux était trop difficile dans ce projet. Les différences entre les questionnaires préliminaires et finaux et entre les différents groupes d'élèves ont été analysées par des tests de Student, par étude de la variance à un degré de signification $p < 0,05$ (bilatéral).

Le déclin de l'intérêt pour la science en Europe a suscité un nombre considérable d'études menées sur les attitudes des étudiants envers la science. Ces recherches ont établi que les filles ont des attitudes plus négatives que les garçons. L'âge des élèves est aussi important : les attitudes envers la science sont encore assez positives chez les enfants d'école primaire, puis elles se dégradent dans le secondaire, ce déclin étant plus prononcé chez les filles que chez les garçons. La chute la plus accentuée concerne l'attitude envers la science enseignée en classe. Les expériences de la science à l'école entre 11 et 14 ans sont donc cruciales dans la formation de l'attitude des élèves et des comportements qui en résulteront concernant le choix des matières étudiées plus tard.

Autre résultat important de ces recherches, les élèves de lycée ont des attitudes plus positives envers la science qu'envers les cours de science. Des études ont montré que des expériences de science extra-scolaires ont une influence positive sur l'attitude envers les sciences. Cela rend intéressante la question de savoir si les projets CarboSchools modifient l'inflexion négative des attitudes envers la science.

Effets de CarboSchools sur les attitudes envers la science des élèves

Dans un certain nombre de projets CarboSchools (voir en encadré 6 les principales caractéristiques des projets concernés) nous avons enquêté sur les attitudes des élèves envers la science à deux moments différents : au départ (questionnaire préliminaire) et juste après la fin des projets (questionnaire final). De cette façon, nous pouvons voir si les attitudes des élèves ont changé de façon significative pendant la période où ils ont travaillé sur le projet. Une différence entre les résultats des tests avant et après projet est considérée comme statistiquement significative si elle ne peut être attribuée au hasard.

Les résultats des enquêtes préliminaires montrent que les élèves avaient déjà des attitudes positives envers la science avant le démarrage du projet. Tous les résultats dépassent la moyenne avec un score supérieur à 3 pour une évaluation de 1 à 5 (1 = très négatif, 5 = très positif). Cependant, si avant de commencer leur projet CarboSchools, nos élèves avaient des attitudes positives envers les cours de science, les implications sociales de la science, les scientifiques et les carrières scientifiques, tous ne pensaient pas la même chose. Pouvons-nous expliquer certaines des différences trouvées dans les questionnaires préliminaires? Comme cela apparaît sur la figure 4, avoir de bonnes notes en sciences, des parents ayant un haut niveau d'études et des travaux pratiques fréquents en sciences est corrélé positivement avec les attitudes envers la science. En outre, plus les élèves sont jeunes, plus ils sont positifs à l'égard des sciences telles qu'elles sont enseignées, des scientifiques, et d'une carrière dans la science (voir figure 5). Nous ne trouvons pas de différence significative entre les résultats des filles et des garçons sur les attitudes.

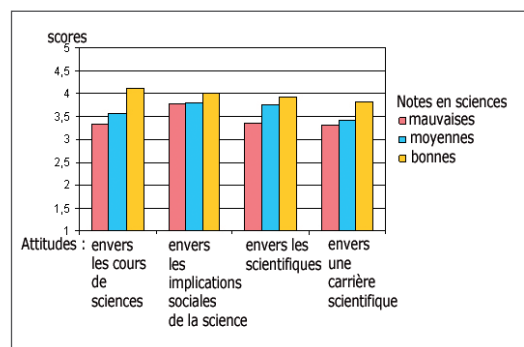


Fig. 4 : Attitudes des élèves envers la science en fonction de leurs notes en sciences

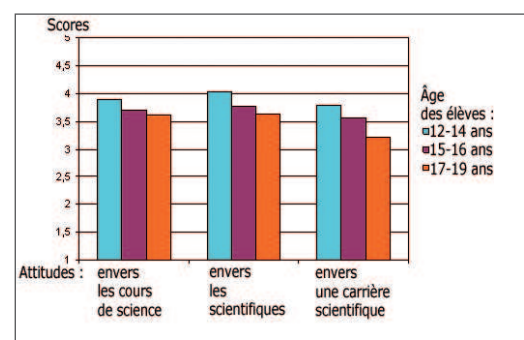


Fig. 5 : Attitudes des élèves envers la science en fonction de leur âge

6 Projets carboschools 2009-2010 ayant fait l'objet d'une enquête d'attitudes

Tous les projets CarboSchools n'étaient pas inclus dans notre analyse. Nous n'avons gardé que ceux qui avaient duré au moins 10 heures par élève, parce qu'un certain degré d'exposition est nécessaire pour changer les attitudes. De plus, nous avons exclu les projets pour lesquels nous n'avions pas le même nombre de questionnaires préliminaires et finaux. Il est important de souligner que les projets de Bordeaux sont sur-représentés (10 sur 17 projets).

Projets	17
Élèves	369
dont filles	200
garçons	167
Âge des élèves	12 à 21 ans (moyenne : 15,6 ans)
Établissements	16
Instituts de recherche	5
Pays	4
Nombre d'heures de cours de sciences par semaine	1 à 20 heures par élève (moyenne = 6,7)
Temps consacré au projet	22 à 100 heures par élève (moyenne = 59)
Nombre de visites à l'institut de recherche	0 à 3 par projet (moyenne = 0,5)
Nombre d'interventions des scientifiques dans l'établissement scolaire	0 à 15 par projet (moyenne = 2)

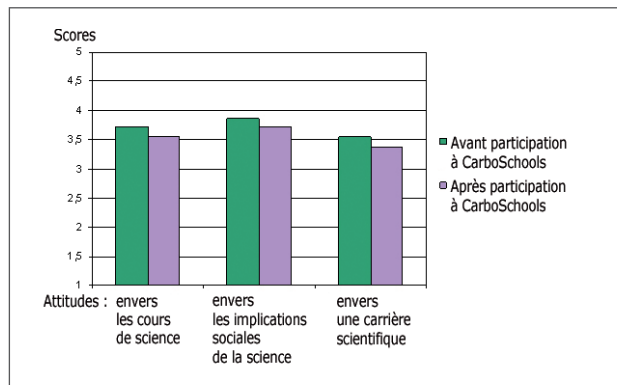


Fig. 6 : Moyenne des scores des attitudes envers la science avant et après participation des élèves à un projet CarboSchools

L'étude des différences entre les réponses aux questionnaires préliminaires et aux questionnaires finaux nous renseigne sur l'influence que les projets ont eue sur les attitudes des élèves. Contrairement à nos espérances, nous avons trouvé que la plupart des attitudes liées à la science avaient légèrement décliné après les projets. Nous n'avons pas relevé de changement significatif dans l'attitude envers les scientifiques pour l'ensemble du groupe des élèves, bien que les garçons aient mis des notes plus basses sur l'attitude envers les scientifiques dans le questionnaire final. Une synthèse des scores moyens obtenus avant et après participation est présentée dans la figure 6.

Pourquoi les attitudes déclinent-elles alors que les opinions sont positives ?

Il est important de réaliser que les attitudes – mesurées par des observateurs externes – et les opinions sur les projets – exprimées directement par les participants eux-mêmes – sont des catégories différentes, qui ne se correspondent pas forcément. Il est possible que les élèves aient des opinions positives sur les projets, mais que leurs images de la science (c'est-à-dire leur attitude envers la science) restent négatives. Cela s'applique particulièrement à l'échelle mesurant les attitudes des élèves envers la science. Il y a peu de chance que cela soit influencé par nos projets, quand bien même ils sont très appréciés par les élèves.

Nous savons par la littérature que les attitudes sont assez stables – et pour cela difficiles à changer par des facteurs externes – et qu'elles deviennent encore plus négatives à mesure que les élèves vieillissent. Ce déclin souvent observé chez les élèves de lycée est dû à de nombreux facteurs, le plus important étant sûrement leur expérience des cours de science. Malgré les jugements positifs des élèves sur les projets CarboSchools, la tendance reste inchangée. Une autre raison de la non-amélioration des attitudes est que ces dernières étaient déjà très hautes chez les élèves participants avant que le projet ne démarre, ce qui signifie que notre groupe d'élèves ne reflétait pas la pensée d'un groupe d'élèves moyen.

L'un de nos résultats les plus curieux est que les élèves se disent plus disposés à choisir une carrière scientifique grâce au projet CarboSchools alors même que leurs attitudes envers les carrières scientifiques déclinent – les filles notamment ont des scores plus bas dans les attitudes envers les carrières scientifiques après qu'avant le projet. Ici encore il faut réaliser qu'opinions et attitudes sont des catégories différentes. Les élèves peuvent avoir une bonne opinion des carrières scientifiques tout en ayant une attitude négative envers ces mêmes carrières. Ce n'est pas une contradiction et cela peut aussi s'expliquer par l'impact d'autres facteurs, vraisemblablement les expériences scolaires.

Idées des élèves sur l'environnement et les changements climatiques

Nous avons aussi utilisé les questionnaires préliminaire et final pour découvrir ce que les élèves pensent de l'environnement et de l'urgence des changements climatiques (voir encadré 5). Nous espérons que la participation à des projets CarboSchools aurait une influence sur la conscience environnementale des élèves, leurs attitudes envers l'urgence des changements climatiques et leurs connaissances sur ces questions.

La littérature nous dit que les attitudes et les connaissances influencent le comportement vis-à-vis de l'environnement. Cependant, les connaissances sur l'environnement semblent être un élément important, mais non suffisant, d'un comportement responsable; des attitudes positives envers

l'environnement sont donc nécessaires. Par ailleurs, il est connu que les filles se montrent plus concernées que les garçons par l'environnement. Mais les élèves garçons ont plus de connaissances sur l'environnement que les filles... Notre étude nous permet de préciser la relation entre connaissances, attitudes et conscience environnementale.

Les résultats de notre enquête préliminaire montrent que les élèves avaient des attitudes positives envers l'urgence du changement climatique et une conscience environnementale élevée avant que ne commence le projet. Les moyennes de tous les résultats sont au-dessus de 3. Cependant, le test de connaissances sur les changements climatiques (voir encadré 7) semble être difficile pour les élèves, qui donnent en moyenne 48 % de réponses correctes seulement.

7 Test de connaissances sur les changements climatiques

	Vrai	Faux	Je ne sais pas
1. Les gaz à effet de serre émis par les activités humaines sont la cause principale des changements climatiques actuels.			
2. Si ma ville connaît des vagues de chaleur cet été, cela signifiera que le climat est en train de changer.			
3. Les changements climatiques sont définis seulement comme une augmentation de la température à la surface de la Terre.			
4. Les changements climatiques sont le résultat de la diminution de l'épaisseur de la couche d'ozone.			
5. Les changements climatiques sont dus en partie à l'augmentation de l'émission des métaux lourds.			
6. L'augmentation du niveau des mers et les sécheresses résultent des changements climatiques.			
7. Il y a un lien direct entre les changements climatiques et les cancers de la peau.			
8. Les océans peuvent absorber du CO ₂ émis par les activités humaines.			
9. Un déficit en oxygène peut apparaître à cause des changements climatiques.			
10. À cause des changements climatiques, l'eau des mers et des océans va se dilater.			
11. L'acidification des forêts est une conséquence des changements climatiques.			
12. Certains animaux et plantes vont disparaître à cause des changements climatiques.			

Au niveau préliminaire, nous n'avons trouvé aucune différence dans les attitudes sur l'urgence des changements climatiques ou la conscience environnementale entre les élèves ayant de bonnes, moyennes ou mauvaises notes en sciences. La connaissance sur les changements climatiques n'est pas corrélée avec la conscience environnementale des élèves ni avec les attitudes envers l'urgence des changements climatiques. Nous avons relevé des différences intéressantes dans les opinions des élèves : les garçons ont des résultats significativement meilleurs que les filles au questionnaire sur les changements climatiques, et les plus jeunes élèves ont des attitudes plus positives envers l'urgence des changements et montrent une plus grande conscience de l'environnement que les autres élèves, comme l'indique la figure 7.

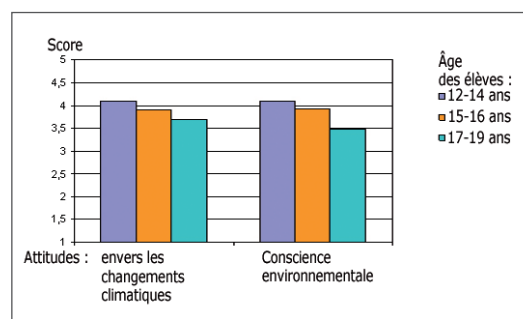


Fig. 7 : Attitudes envers les changements climatiques et conscience de l'environnement des élèves selon leur âge

Les résultats d'ensemble des questionnaires finaux montrent des attitudes inchangées envers l'urgence des changements climatiques et la conscience de l'environnement, mais des connaissances

significativement augmentées sur le sujet : dans le test de connaissances, les élèves choisissent moins souvent l'option «Je ne sais pas», il semble donc qu'ils soient plus confiants dans leur savoir. Ainsi, dans CarboSchools, l'augmentation des connaissances sur les changements climatiques n'a pas eu pour résultat de faire monter le sentiment d'urgence des changements climatiques ni la conscience de l'environnement, contrairement à ce que la littérature décrivait pour d'autres contextes.

Qu'avons-nous appris ?

Pour résumer, les élèves ont fait des évaluations positives de tous les projets. Les résultats des recherches sur les attitudes montrent que nos élèves dans toutes les régions avaient une conscience élevée de l'environnement et des attitudes très positives envers différents aspects de la science et

8 Que pensent les professeurs et les scientifiques de CarboSchools ?

Collaboration entre professeurs et scientifiques

«Je pense que cela fonctionne bien. Bien sûr, l'un des défis est que chacun de nous a des choses à faire et qu'il faut trouver le temps. Nous devons nous dire "D'accord, je parle au professeur qui est très occupé, donc je n'aurai pas toujours les réponses rapides que j'espérais." Nous faisons notre propre travail et c'est quelque chose entretemps. Mais je dois dire que je suis très satisfait des professeurs que nous avons contactés, c'est très positif et très encourageant.» (Coordinateur régional, Bergen)

«En Italie, il n'est pas simple de mener des activités de laboratoire à l'école. Ça ne fait que quelques années que nous avons un laboratoire et ça fait trois ou quatre ans que j'essaie de débiter un programme avec des expérimentations. Avant, nous n'avions que des cours théoriques et des recherches sur Internet ou en bibliothèque. Tout ça était très théorique. J'enseigne depuis 18 ans, mais c'est nouveau pour moi. L'année dernière, nous avons mené des expériences sur le CO₂ : Qu'est-ce que le CO₂ ? Quel est son effet sur les océans, sur les roches, etc. ? Et dans notre établissement, nous avons maintenant une Semaine de la science avec une exposition. Alors les élèves aiment beaucoup ça.» (Professeur, Italie)

«Quand ils visitent un site, ce qu'ils font dépend vraiment du professeur. Certains sont vraiment bien préparés et veulent que leurs élèves fassent des activités précises et ils organisent cela avec moi et les chercheurs concernés. Dans ce cas, les visites sont plus appréciées par les élèves que quand le professeur laisse juste le chercheur faire faire un tour aux élèves.» (Coordinateur régional, Bordeaux)

«Les scientifiques sont vraiment faciles à approcher. En Norvège, il n'y a pas de grande distance entre les scientifiques et les autres gens, ni entre les professeurs et les élèves. L'autorité ne crée pas de fossé comme dans les autres pays et ne joue pas sur les contacts entre les gens. On ne se sent pas inférieurs aux scientifiques. Quand les chercheurs interviennent à l'école, ce sont juste de

nouveaux intervenants. Les élèves n'ont pas peur de leur poser des questions...» (Professeur, Bergen)

«La collaboration entre professeur et scientifique est très utile, parce que les données sur le sujet évoluent tout le temps, et seul le scientifique dispose des dernières informations. Et les élèves peuvent rencontrer des chercheurs, ce qui donne du poids au projet.» (Professeur, Paris)

Le travail des scientifiques avec les élèves

«Un des scientifique est un ami mais les autres ne le sont pas – nous travaillons avec cinq chercheurs différents. Ils sont très précieux pour les élèves [...]. Le contact avec eux est très facile. Ils veulent montrer leur travail, et ce qu'ils montrent est intéressant. Pour moi, le problème est qu'ils sont très occupés.» (Professeur, Bordeaux)

«Je pense que cela peut donner aux scientifiques une nouvelle vision. Par exemple, après la conférence finale, tous les chercheurs ont dit qu'ils n'auraient pas imaginé que les élèves pourraient aller si loin dans le cycle du carbone. Ils étaient très surpris de ce que les professeurs et les élèves avaient réussi à faire. C'est pourquoi je pense que cela a changé l'idée qu'ils se faisaient des professeurs et des élèves.» (Coordinateur régional, Paris)

«Je suis contente quand les élèves réalisent des mesures. On leur montre ce que nous faisons vraiment au bureau et sur le terrain, on apporte en classe nos activités quotidiennes de recherche pour aiguïser leur intérêt et aussi bien sûr, leur donner des connaissances scientifiques.» (Coordinateur régional, Florence)

«Ça a été stimulant de travailler et de communiquer avec des adolescents.» (Coordinateur régional, Bergen)

«J'ai appris quel type d'activités peut fonctionner avec des élèves. Par exemple, ils peuvent travailler avec des fichiers Excel, ils peuvent faire des calculs, ils peuvent mesurer du CO₂. Mais ce projet est trop long. C'est difficile de mener à bien des projets de plus de trois mois. Les élèves veulent changer de sujet. Et je me suis rendu compte qu'il est difficile pour eux de retenir ce qu'ils ont appris parce qu'ils font d'autres choses – les scientifiques ont tendance à oublier cela. Ils parlent et une semaine plus tard, ils croient que les élèves ont retenu tout ce qu'ils ont dit.» (Coordinateur régional, Paris)

9 Obstacles aux activités CarboSchools identifiés par les professeurs participants

- Les heures consacrées au projet sont seulement volontaires et donc forcément limitées (nos programmes scolaires ne prévoient pas de temps pour des activités "hors programme").
- Notre hiérarchie ne soutient pas ces projets ni les idées individuelles; elle est débordée par les tâches administratives et n'a pas le temps de s'occuper d'activités qui sortent du cadre ordinaire.
- Les autres professeurs de la classe ne sont pas très coopératifs ni pour nous, ni pour les élèves (ils sont peut-être envieux?).
- Les problèmes pour trouver de l'argent, lever des fonds, trouver des sponsors.
- Les difficultés à obtenir l'accord de l'administration pour les voyages, sorties, etc. Vous devez demander la permission pour tout et toute activité, tout matériel, doivent être contrôlés, ce qui rend les choses difficiles car il faut expliquer encore et encore.
- Les problèmes liés aux emplois du temps donnés par le chef d'établissement : par exemple, un professeur réalisant ce type de projet peut avoir besoin de deux ou trois heures de suite de cours, mais ne pas les obtenir.
- Les horaires des élèves : le nombre d'heures par matière alloué à chaque élève obéit à des règles très strictes, ce qui signifie qu'il peut être difficile d'emmener les élèves pour un travail de terrain d'une journée entière par exemple. La plupart du temps, on peut s'en sortir si l'on veut seulement deux ou trois jours dans toute l'année, mais il est impossible d'avoir des tâches spécifiques à accomplir toutes les trois semaines.
- La collaboration avec les collègues : il est relativement facile de rencontrer des professeurs prêts à travailler ensemble, mais il est difficile de trouver le temps de mettre en place cette collaboration. Nous avons plein de réunions aux ordres du jour très longs et très généraux, et même si nous demandons du temps pour nous réunir entre collègues qui enseignent la même matière ou qui veulent discuter de leurs matières, il y a toujours de nombreux points à régler avant.
- Tous les élèves ne sont pas motivés, beaucoup d'entre eux ne le sont pas du tout. Et si je veux faire un projet de ce type, je dois inclure toute la classe, ou bien le faire sur mes temps libre et sur le temps libre des élèves. Cela signifie que le projet doit être facile à inclure dans le programme.

(Affirmations écrites par les professeurs pendant une séance consacrée aux obstacles structurels lors d'un colloque CarboSchools à Iéna, en avril 2010)

des changements climatiques mais que, en dépit de leur expérience positive de CarboSchools, cette attitude suit le déclin habituel observé pendant l'adolescence.

Ces découvertes ne signifient pas que les attitudes déclinent à cause des activités CarboSchools, c'est-à-dire que les expériences pratiques et l'implication de scientifiques dans les établissements scolaires aient une influence négative sur les attitudes – elles sont tout au contraire plébiscitées par les élèves. Ces résultats indiquent que la proportion, durée et portée de ces activités par rapport aux activités scolaires quotidiennes (et d'autres facteurs plus larges) a été insuffisante pour contrer l'effet dominant.

Les informations supplémentaires recueillies lors d'entretiens avec les élèves, les professeurs, les scientifiques et les coordinateurs régionaux (voir encadrés 4 et 8) confortent cette analyse. Elles mettent en particulier l'accent sur la collaboration entre les écoles et les instituts de recherche, et entre les professeurs et les chercheurs. C'est un résultat important qui peut avoir un gros impact sur la manière dont la science est enseignée dans le secondaire. Développer ces types de partenariats professeurs-scientifiques à l'échelle régionale et nationale influera sur les programmes de sciences à un large degré. Cela contribuera à combler le fossé entre la science telle qu'on la pratique en classe et la recherche scientifique, et cela pourra avoir des effets positifs sur les choix d'études puis de carrière des élèves.

Dans le même temps, les interviewés ont aussi identifié de nombreuses contraintes. Du côté des scientifiques, le manque de temps a été mentionné, ainsi que le sentiment de ne pas avoir toujours vu leur implication auprès des élèves du secondaire valorisée par leur hiérarchie. Les professeurs ont souligné que les projets externes sont difficiles à intégrer au programme scolaire : ils nécessitent de délicats aménagements d'emplois du temps et se heurtent souvent à des limites de temps et de moyens. De plus, des activités hors programmes, comme celles offertes par CarboSchools, semblent parfois peu attractives aux élèves qui ne veulent pas consacrer plus de temps à des activités périscolaires. La hiérarchie éducative n'a pas toujours soutenu la participation des écoles aux projets CarboSchools (voir encadré 9).

En fin de compte, développer des projets fondés sur des activités pratiques et impliquant des scientifiques reste un vrai défi dans le contexte contraignant des systèmes éducatifs. Cela montre les limites de telles expériences au sein du système scolaire actuel et de sa culture dominante. CarboSchools illustre une fois encore ce que les praticiens de l'Éducation au développement durable (EDD) constatent partout : pour remplir leurs promesses (et pouvoir ainsi un jour toucher un grand nombre de professeurs), de telles activités ne devraient pas être proposées comme un ajout à des programmes et emplois du temps surchargés, mais être pleinement intégrées, ce qui supposerait de profonds changements dans l'ensemble du système éducatif.

Le contact personnel entre les élèves et les scientifiques, la pertinence des questions traitées dans les projets CarboSchools, la démarche d'investigation mise en œuvre dans certains projets et enfin le travail en équipe, tout ces éléments ont donné aux élèves une nouvelle expérience très positive de la science. CarboSchools a montré aux élèves que la science est différente de ce qu'ils connaissent à l'école et qu'elle peut vraiment être intéressante et importante pour leur avenir, à la fois en tant que travailleurs et en tant que citoyens.