

# **Intégrer l'éducation technologique à l'éducation scientifique : pertinence pour les élèves et impacts sur les pratiques d'enseignants**

Mathieu Lacasse

*Université Laval*

Sylvie Barma

*Université Laval*

## **Résumé**

Cette recherche collaborative, qui s'est déroulée pendant plus de quinze mois, s'intéresse aux défis que présente, pour les enseignants, l'intégration du travail en classe-atelier à l'enseignement des sciences dans un contexte de réforme de programme d'études au 2<sup>e</sup> cycle du secondaire au Québec. Cet état des faits a justifié la mise en place d'un travail de collaboration entre plusieurs intervenants du milieu scolaire, et plus particulièrement avec deux praticiens réflexifs qui ont modélisé, avec l'équipe de recherche, deux situations d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ) intégrant le travail en classe-atelier à l'enseignement des sciences : ceci dans le but de former leurs pairs à l'approche d'enseignement qu'ils proposaient en cohérence avec les prescriptions du programme scolaire québécois. À la suite de deux sessions de formation, des enseignants ayant accepté de mettre en œuvre ces SAÉ nous ont fait part des conditions favorables et des contraintes liées à leur mise en place. Cette recherche documente également les motivations des enseignants à intégrer la technologie alors qu'ils abordent le thème des éoliennes et de l'électronique avec les élèves dans l'intention de contextualiser l'enseignement et d'augmenter l'intérêt de ces derniers.

**Mots clés :** Classe-atelier, enseignement au secondaire, pratiques didactiques, sciences, technologie.

### **Abstract**

This collaborative research, which ran for more than 15 months, focuses on some challenges that science and technology teachers face as they try to integrate class-workshops to science education in the context of a curricular reform in Quebec. This situation justified the establishment of a collaborative effort between several stakeholders from the school, and especially between two reflective practitioners who modeled, with the research team, two teaching and evaluating learning situations (TLS) that aimed to integrate with their peers a technological design approach to science education, engaging in five-day teacher training sessions. Following these sessions, some participating teachers agreed to implement the TLS in their classes and welcomed members of the research team to do some co-teaching. We were able to document conditions favouring and as well as limiting the motivation of teachers to integrate technology in the study of wind turbines and electronics with students with the aim of better contextualizing the scientific and technological concepts of the program.

**Keywords :** Class-workshop, high school science, teachers training, teaching practices, sciences, technology.

## **Intégrer l'éducation technologique à l'éducation scientifique : pertinence pour les élèves et impacts sur les pratiques d'enseignants**

Au Québec, à la suite des États généraux sur l'éducation du milieu des années 1990, le cours « Science et technologie » (S&T) a été mis en place au secondaire dans le but de favoriser une contextualisation des apprentissages et le développement d'une culture scientifique et technologique pour tous (Commission des États généraux sur l'éducation, 1996). Depuis 2006, la mise en œuvre du nouveau curriculum en S&T présente de nouveaux enjeux pour l'enseignement. En plus d'intégrer l'enseignement de la technologie à celui d'autres disciplines telles la biologie, la chimie, la géologie, l'astronomie et la physique, au 2<sup>e</sup> cycle du secondaire, les élèves inscrits au parcours général de formation ont l'option de poursuivre leurs études vers un *itinéraire régulier* ou un *itinéraire appliqué*. Cette diversification des parcours a été mise en place pour favoriser la différenciation des apprentissages<sup>1</sup>. L'itinéraire appliqué met de l'avant le cours « Applications technologiques et scientifiques ». Il est principalement orienté vers une approche pédagogique ancrée dans les objets techniques, systèmes technologiques ou produits plus ou moins familiers aux élèves, mais faisant toutefois partie de leur environnement.

Ce cours d'ATS se démarque de plusieurs curriculums occidentaux, car il vise l'intégration de la technologie à l'enseignement des sciences, ce qui n'est pas une pratique courante (Barma, 2008). Pour le lecteur peu familier avec le programme québécois, il est important de préciser que la technologie est ici définie comme étant plus « particulièrement orientée vers l'action et l'intervention [et] vise à soutenir l'activité humaine exercée sur l'environnement. Ses champs d'application couvrent toutes les sphères d'activité » (Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport, 2006, p.1). Il ne s'agit donc pas de l'usage lié aux technologies de l'information et de la communication.

### **Décalage avec le curriculum implanté**

Malgré son effort d'intégration des disciplines scientifiques à celle de la technologie, le message véhiculé par le programme « Science et technologie » est paradoxal (Barma, 2007). D'une part, il regroupe des disciplines scientifiques traditionnelles (biologie, géologie, chimie, etc.) avec la technologie et il se veut intégrateur. D'autre part, il dichotomise clairement science et technologie dans l'appellation même du programme ainsi que par la distinction faite entre certaines démarches d'investigation qui seraient propres à la science et d'autres propres à la technologie<sup>2</sup>. La recherche que nous présentons ici s'est inscrite à la suite des prescriptions ministérielles et présente ainsi la technologie comme une discipline scolaire contribuant à l'appropriation de concepts scientifiques et technologiques présents dans le programme québécois.

La refonte du curriculum québécois s'inscrit dans les propos de plusieurs chercheurs et se situe dans un contexte international de réforme où prennent place, dans plusieurs pays (Royaume-Uni, Finlande, Pays-Bas), des débats sur l'organisation, le contenu, la méthodologie et l'introduction de standards éducatifs sous la forme de compétences-clés (Commission européenne, 2006). En effet, « les modèles traditionnels d'enseignement des sciences, basés sur la transmission de contenus, ont... eu pour effet d'entraîner chez les élèves une importante baisse

---

<sup>1</sup> Afin de mieux cerner la nature de ce cours, consulter Barma (2007).

<sup>2</sup> À ce propos, consulter la section *Démarches* dans la présentation du contenu (Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport, 2006). On fait ici référence à la démarche technologique de conception et à la démarche technologique d'analyse.

de motivation et d'intérêt » (Charland, Potvin, & Riopel, 2009, p. 68). Ce constat s'exprime notamment par un désintérêt des jeunes envers les sciences et, en définitive, envers les carrières scientifiques et techniques (Robitaille, 2010). Osborne, Simon et Collins (2003) rapportent que plusieurs ouvrages récents témoignent de la pertinence de présenter aux élèves des activités plus signifiantes puisque les pratiques didactiques courantes décontextualisées désintéressent les élèves.

Du point de vue de la recherche, l'importance de renouveler les pratiques didactiques en éducation aux sciences et à la technologie provient également d'un écart observé entre les méthodes d'enseignement actuelles et la pertinence qu'elles dégagent pour l'élève (Juuti, Lavonen, Uitto, Byman, & Meisalo, 2009; Urgelli, 2008). À la suite de ces travaux, nous nous sommes centrés sur l'intérêt de mettre à profit la technologie en classe-atelier pour servir d'appui à l'apprentissage des sciences afin de cerner les défis auxquels font face les enseignants de sciences alors qu'ils mettent en œuvre de telles pratiques et leurs possibles répercussions sur les élèves.

### **Vers une recherche collaborative pour modéliser et partager de nouvelles pratiques.**

Nous présentons maintenant quelques fondements théoriques qui nous ont amenés à mettre en place une recherche collaborative dans ce contexte de réforme de programme d'études. Alors qu'ils s'intéressent aux méthodes d'enseignement comme facteurs pouvant influencer l'intérêt des élèves, Juuti et al. (2009) cherchent à préciser des éléments sujets à déclencher et à maintenir l'intérêt des élèves en classe de sciences. Hidi et Renninger (2006) soutiennent que certaines situations en enseignement susciteraient davantage l'intérêt des élèves. En ce sens, une situation dite pertinente pour l'élève permettrait un engagement personnel de sa part sur une plus longue période de temps. En outre, le sentiment positif qu'il développerait par rapport à un concept scientifique, lorsqu'il voit l'opportunité de réinvestir ses apprentissages, aiderait à faire émerger son intérêt. Ces auteurs suggèrent que l'intérêt envers une situation peut être déclenché par le travail de groupe et maintenu par l'apprentissage par projet ou le travail coopératif. À la lumière de ces suggestions, Juuti et ses collaborateurs émettent l'hypothèse que les méthodes d'enseignement préférées par les élèves soutiendraient les effets socioaffectifs positifs.

Koballa et Glynn (2007), tout comme Eick et Reed (2002), rapportent qu'une majorité d'élèves souhaiterait une plus grande proportion de travaux pratiques en classe de science. Selon ces chercheurs, les enseignants doivent non seulement privilégier les approches *minds on*, mais aussi celles *hands on*. À cet effet, des recherches nous éclairent sur l'importance d'avoir recours à des activités pédagogiques qui guident les élèves vers une démarche de design<sup>3</sup> ou de mise à l'épreuve d'objets techniques (Crismond, 2001; Edelson, 2001). Ces activités favorisent une meilleure analyse critique de ces objets et de leur intégration aux concepts scientifiques, ce qui n'est pas sans rappeler Vygotsky (1962) qui soutient que l'apprentissage est fonction de l'activité, du contexte et de la culture dans lequel il est fait (Greeno, 1998; Lave & Wenger, 1991).

---

<sup>3</sup> La démarche de design est vue comme une activité créatrice qui naît d'un besoin et qui oblige l'élève, par le biais du travail d'élaboration et de réalisation d'un objet ou d'un système, à envisager tous les aspects qui y sont liés. Cette démarche s'appuie nécessairement sur un contexte et n'est pas exempte de contraintes. Les étapes qui la caractérisent favorisent le développement de l'autonomie de l'élève puisqu'au regard d'une nouvelle situation, elle l'amène à prendre en considération les différents points de vue, à émettre des hypothèses et à raisonner par induction. (Applications technologiques et scientifiques, 2008, p. 30).

Sidawi (2007), pour sa part, souligne l'importance de mettre à profit une démarche de conception technologique pour l'enseignement scientifique. Selon lui, une conception technologique constitue un contexte porteur pour réinvestir l'appropriation de connaissances scientifiques qui à leur tour alimentent une démarche de conception :

Through the pursuit of a solution to these problems, students experience the three aspects of developing, planning and communicating ideas; working with tools, equipment, aspects of developing, planning and communicating ideas; equipment, materials and components to make quality products, and evaluating processes and products. (Qualification and Curriculum Authority, 2001, cité par Sidawi, 2007, p. 270)

La mise en œuvre de démarche de conceptions technologiques ferait en sorte que les élèves sont plus autonomes et efficaces pour planifier, développer et communiquer leurs idées. En utilisant des outils mis à leur disposition pour fabriquer un produit, il serait à même d'évaluer leur démarche ainsi que la qualité de leur prototype (Sidawi, 2007).

C'est dans cette foulée et dans celle des propositions du curriculum québécois qui visent l'intégration de la technologie à l'enseignement des sciences que nos préoccupations se sont centrées sur l'intérêt de proposer des activités d'enseignement-apprentissage intégrant la technologie aux sciences et de collaborer avec divers acteurs du milieu. Nous nous inscrivons ainsi dans les recommandations d'un récent avis du Conseil supérieur de l'éducation (2009) qui propose aux commissions scolaires de « participer à l'expérimentation de formules de dégageant qui permettent au personnel enseignant de développer des compétences en recherche, de collaborer avec d'autres et d'en utiliser les résultats dans la pratique quotidienne. » (p. 15)

Une réorganisation d'un curriculum qui demande l'intégration de la technologie à l'enseignement des sciences constitue un grand défi (Barma, 2008). Modifier une approche d'enseignement nécessite un travail de concertation entre les différents intervenants du milieu scolaire. Sidawi (2007) fait référence à la coordination entre les enseignants, à la planification et à l'affectation des ressources comme conditions liées à l'intégration. Puisque peu de recherches ont été menées sur les conditions et les contraintes à l'implantation de cette nouvelle pratique, nous souhaitons, par notre étude, contribuer à documenter cet aspect (Barma, 2008).

### **La concrétisation de la collaboration**

Le projet de recherche collaborative que nous présentons fut mis en marche en avril 2010 et s'est terminé en mars 2012. Le premier volet de ce projet, qui s'est concrétisé par cinq journées de formation continue, a pour but d'accompagner des enseignants de sciences et technologie (ST) et d'applications technologiques et scientifiques (ATS) du 2<sup>e</sup> cycle du secondaire dans leurs efforts d'appropriation de nouvelles pratiques en classe-atelier, particulièrement en ce qui a trait aux compétences manuelles à développer sur les machines-outils. Depuis plus de deux ans, il réunit plusieurs acteurs du milieu scolaire (enseignants, universitaires, conseillers pédagogiques, techniciens de laboratoire, etc.) dans la préparation et la participation à ces formations. Nous cherchons ainsi à favoriser une démarche individuelle et collective de développement professionnel chez les enseignants<sup>4</sup> qui ont accepté de se joindre à

---

<sup>4</sup> Que nous qualifierons de praticiens réflexifs au sens où Desgagné (1997) l'entend puisque plusieurs d'entre eux sont engagés dans une démarche réflexive avec l'équipe de recherche.

l'équipe et jeter les bases d'une collaboration durable entre le milieu universitaire et le milieu scolaire dans le domaine de l'enseignement des sciences et technologie au secondaire.

Par le biais de cette collaboration, nous espérons développer l'autonomie des enseignants en classe-atelier, dégager des conditions gagnantes pour les soutenir dans leurs efforts d'intégrer la technologie à l'enseignement des sciences et investiguer l'impact de nouvelles pratiques sur les élèves.

À la suite de deux sessions de formation continue (construction d'un prototype d'éolienne, familiarisation à l'électronique, les résultats de recherche permettent de dégager certaines motivations d'enseignants de sciences à intégrer le travail en classe-atelier à leurs cours de sciences, des contraintes et conditions favorables à la mise en place de nouvelles pratiques ainsi que quelques impacts de ces pratiques sur leurs élèves.

Toutefois, mettre en place de telles activités représente un défi pour les enseignants qui, souvent issus d'un parcours monodisciplinaire, ne sont pas formés à une telle pratique (Urgelli, 2008).

Cet état de la question nous amène à nous interroger sur les impacts possibles de pratiques d'enseignement qui intègrent le travail en classe-atelier à l'enseignement des sciences, plus particulièrement du point de vue des enseignants qui mettent en œuvre ces pratiques et de leur position face aux conditions favorables ou aux contraintes qui y sont liées. De plus, lorsque ces pratiques sont vécues en classe auprès d'élèves, comment ces derniers y répondent-ils?

### **Cadre théorique**

Lorsque les enseignants mettent à profit une démarche de conception technologique pour favoriser l'appropriation de concepts scientifiques, ils s'engagent vraisemblablement dans une réflexion sur les liens possibles qui unissent sciences et technologie (Barma, 2008). Nous sommes portés à croire que cette interprétation est susceptible d'influencer leur approche d'enseignement (Sidawi, 2007). Au regard de leur étude conduite auprès de vingt représentants<sup>5</sup> des quatre groupes touchés par l'implantation d'un nouveau curriculum albertain (développeurs du curriculum, coordonnateur du programme, directions d'écoles et enseignants), Rowell, Gustafson et Guilbert (1999) mentionnent que, pour la quasi-totalité des enseignants, la technologie est perçue comme une application scientifique.

Selon Roth (2001), plusieurs recherches mettent en lumière l'intérêt pour les enseignants d'avoir recours à des activités pédagogiques qui guident les élèves vers une démarche de design ou de mise à l'épreuve d'objets techniques. Ces activités seraient propices à l'appropriation de la démarche de modélisation et à la construction de représentations (mentales ou physiques). De plus, elles favoriseraient une meilleure analyse critique de la performance de ces objets.

### **Relations possibles entre science(s) et technologie(s) : postures de chercheurs**

Fourez (1994) rapporte que de nombreux auteurs ont mis en lumière les relations complexes entre les sciences et les technologies. Selon Layton (1993), les relations entre sciences et technologies en contexte scolaire n'ont pas toujours eu la même signification. Par exemple, l'application technologique favorise tantôt la compréhension de concepts scientifiques, tantôt elle rend l'enseignement des sciences plus intéressant et tantôt elle prend un rôle plus

---

<sup>5</sup> Développeur du curriculum (2 hommes); Coordonnateur du programme (1 homme); Directions d'écoles (2 femmes et 4 hommes); Enseignants (10 femmes et 1 homme)

dynamique qui « met la science au service des développements technologiques » (Fourez, 1994, p. 43).

Du côté du Ministère de l'Éducation, des Loisirs et du Sport (MELS), on insiste sur l'importance de l'aspect pratique dans la formation des élèves. La première compétence disciplinaire en est un exemple, car elle met l'accent sur la dimension méthodologique de l'apprentissage et s'intéresse au processus d'investigation dans le contexte des sciences et des technologies (Barma, 2007).

Au Québec, la dichotomie entre science et technologie est moins apparente dans le curriculum du deuxième cycle du secondaire que dans celui du premier cycle (Barma, 2007), bien qu'elle soit présente dans la section des démarches. On y trouve la démarche technologique de conception qui serait propre à la technologie et la démarche expérimentale propre à une investigation scientifique.

Qu'en pensent les chercheurs? Les positionnements sont variés. Selon Jenkins (1999), les activités expérimentales motivent les élèves, développent des habiletés de manipulation et des attitudes scientifiques. Leach et Paulsen (1999) tout comme Hart, Mulhall, Berry, Loughran et Gunstone (2000) questionnent l'efficacité de telles activités et soulignent que les démarches expérimentales apparaissent trop souvent sous formes stéréotypées et qu'elles laissent peu de place à la réflexion sur l'expérience. En effet, le « travail pratique ne susciterait pas toujours la motivation, l'amélioration de l'apprentissage et le développement des habiletés et attitudes attendues » (Hodson, 2006, p. 64).

Le souci qu'a le nouveau programme d'études québécois en « Science et technologie » d'amener les élèves à développer une méthode de travail rationnelle et rigoureuse, ainsi qu'à développer certaines attitudes traditionnellement perçues comme propres aux scientifiques s'inscrit dans l'esprit des critiques et des propositions de Méheut (2006), qui précise qu'il est important de donner une image plus riche et diversifiée des démarches scientifiques et de donner plus d'autonomie aux élèves en leur proposant des tâches plus ouvertes. Hodson (2006) s'intéresse aussi aux objectifs de l'enseignement des sciences, examinés principalement à la lumière du travail pratique (*practical work*) qu'il utilise pour désigner « toute classe, tout laboratoire ou domaine d'activités qui requièrent l'utilisation d'appareils scientifiques... ou de modèle scientifiques, que ce soit par les élèves ou par les enseignants » (Hodson, 2006, p. 61). L'auteur y fait valoir que le travail pratique ne couvre pas une seule catégorie d'activités ni ne vise un seul type d'objectifs d'apprentissage.

Dans la poursuite des travaux de Kerr (1963) et de Lavonen, Fauhiainen, Koponen et Kurki-Suonio (2004), Hodson (2006) porte à notre attention cinq raisons qu'ont les enseignants à intégrer le travail pratique lors de leurs activités en classe.

Le Tableau 1 présente les principales raisons évoquées par les enseignants du secondaire pour justifier le recours au travail pratique selon ces chercheurs. Exception faite de leurs rangs relatifs, au « cours des quarante années qui ont suivi l'étude de Kerr (1963), les justifications des enseignants relativement à l'utilisation du travail pratique sont demeurées les mêmes » (Hodson, 2006, p. 63).

Tableau 1.

*Principales raisons évoquées par les enseignants du secondaire pour justifier le recours au travail pratique*

	<b>Kerr (1963)</b>	<b>Lavonen et al. (2004)</b>	<b>Hodson (2006)</b>
1	Encourager l'observation attentive et la prise de notes	Soutenir l'appropriation des concepts	Soutenir l'acquisition et le développement de concepts
2	Aider à la compréhension de la théorie	Augmenter la motivation des élèves	Stimuler l'intérêt pour motiver l'élève
3	Déterminer les faits qui mènent aux principes de base	Développer des habiletés <i>hands on</i>	Développer des habiletés en laboratoire
4	Promouvoir la pensée scientifique	Apprendre sur la nature du sujet, son épistémologie.	Familiariser l'élève avec la méthode scientifique et son application
5	Développer des habiletés dans la manipulation	Développer des habiletés en laboratoire	Développer des attitudes scientifiques : curiosité, ouverture d'esprit, objectivité.
6	Vérifier les faits et les principes déjà enseignés	Développer des habiletés réflexives (raisonnement, pensée critique, résolution de problème)	
7	Faire l'expérience de phénomènes biologiques, chimiques et physiques	Lier l'apprentissage des concepts au contexte pour le rendre plus intéressant	
8	Fournir une formation dans la résolution de problème		
9	Préparer l'élève aux examens pratiques		
10	Éveiller et soutenir l'intérêt		



Afin d'approfondir les propositions de Hodson (2006), le Tableau 2 présente ce que ce chercheur considère comme objectifs pertinents à poursuivre lorsque le travail pratique est mis à profit en enseignement des sciences.

Tableau 2.

*Objectifs possibles du travail pratique.*

<b>Objectif</b>	<b>Description</b>	<b>Apprentissage visé</b>
1	Apprendre la science	Apprendre à utiliser des concepts, des lois et des théories
2	Apprendre à propos de la science	Comprendre comment les sciences apprises à l'école sont produites et validées. Comprendre la nature des relations qu'elles entretiennent avec les contextes sociohistoriques
3	Faire de la science	Placer les élèves dans des conditions leur permettant de prendre en charge des investigations scientifiques et de comprendre le travail des scientifiques

Ces catégories d'objectifs ne sont pas sans rappeler les propos de Layton quant à la signification des relations entre sciences et technologies. Hodson (2006) souligne la nécessité d'une formation initiale des enseignants qui tienne sérieusement compte de la complexité du travail pratique et des défis qu'il pose tant aux enseignants qu'aux élèves. Il propose le recours à la recherche-action comme un moyen de réfléchir à la formation adéquate des enseignants. Alors que la recherche-action se prête plus à une investigation du changement comme processus et comme résultat (Dolbec & Clément, 2000), notre souci, qui est moins l'idée de changement en avant plan que l'idée de faire valoir un savoir non considéré et qui aurait intérêt à être considéré, nous dirige vers ce que Desgagné, Bednarz, Couture, Poirier et Lebus (2001) appellent la recherche collaborative. En terme de développement des connaissances liées à la pratique enseignante, cette recherche collaborative mise davantage sur la coconstruction de sens entre enseignants et chercheurs, « sans pour autant faire de cette identité de praticien-chercheur une condition de leur émancipation », comme entendu en recherche-action (Desgagné, 1997, p. 388). Cette recherche collaborative trouve donc, en partie, ancrage dans la proposition d'Hodson puisqu'elle amène le praticien réflexif qui met en œuvre une SAÉ intégrant la technologie à l'enseignement des sciences à proposer une formation pour ses pairs et à s'interroger sur sa pratique.

### Méthodologie

#### **Des visions partagées, négociées pour modéliser de nouvelles SAÉ en ATS : une recherche collaborative**

Une collaboration multidisciplinaire (Tableau 3) a été mise en place, d'une part, pour susciter l'émergence d'approches d'enseignement qui intègrent la technologie à l'enseignement des sciences chez une centaine d'enseignants de sciences et technologie au secondaire et, d'autre part, pour documenter ses incidences possibles lorsque réinvesties en classe sous forme de SAÉ. L'équipe de recherche a accompagné les élèves

et les enseignants en classe, fait de l'observation participante et du *coenseignement* afin d'évaluer l'incidence d'une pratique intégrant la technologie dans les cours de sciences et de soutenir les enseignants dans leur pratique.

Megan et Gabriel, deux enseignants au secondaire de la région de Québec ainsi que Philippe, un professionnel à la pédagogie, sont devenus ce que Desgagné (1997) appelle des « coconstructeurs » de la connaissance à produire. En s'alliant avec une chercheuse, ces trois praticiens réflexifs<sup>6</sup> ont offert une vision réelle du contexte d'exploration où prend place la construction de nouvelles connaissances. Ils se sont engagés dans une démarche de réflexion sur leur pratique professionnelle et investis dans la modélisation de rencontres de formation continue pour leurs pairs. La chercheuse, quant à elle, a mis en place les conditions optimales pour jumeler la recherche et la formation : accompagnement, dégageant, valorisation des enseignants, ressources financières, support de techniciens, collaboration avec les directions d'établissement. Elle a balisé les praticiens réflexifs, au sens où l'entend Elliott (1976, 1990), afin que la technologie puisse servir d'appui à l'apprentissage des sciences et que soient mises en œuvre des SAÉ signifiantes pour l'élève, selon les exigences, les contraintes et les ressources de leur contexte de pratique.

Tableau 3.

*Équipe multidisciplinaire.*

Université	Commission scolaire	École secondaire
Chercheuse universitaire (Ph. D. Didactique des sciences)	Philippe (Professionnel de la pédagogie, ing. M. Sc.)	Megan (Enseignante science et technologie)
Professionnel de recherche (Ph. D.)		Gabriel (Enseignant sciences et technologie)
Étudiante au 2 <sup>e</sup> cycle		Technicien en travaux pratiques
Trois étudiants au 1 <sup>er</sup> cycle		

Cette recherche collaborative s'intéresse à la fois aux volets intervention et recherche, et ce, dans l'esprit de Desgagné (1997):

En fait, partant du pivot central que constitue la démarche de réflexion conjointe ou de coconstruction réalisée dans l'interaction entre le chercheur et les praticiens, le projet va s'articuler, d'une part, comme un projet de perfectionnement pour des praticiens qui souhaitent questionner ou explorer un aspect de leur pratique professionnelle, d'autre part, comme un projet d'investigation pour un chercheur qui souhaite, de l'intérieur de la démarche de réflexion qu'il va encadrer, investiguer un objet de recherche qui le préoccupe.,(p. 377).

<sup>6</sup> Praticien réflexif conçu « comme le partenaire averti » dont le savoir d'expérience (Schön, 1983,1987) est nécessaire « à la prise en compte du caractère contextualisé et personnalisé du savoir de la pratique ». (Desgagné, Bednarz, Couture, Poirier & Lebuis, 2001, p.35.)

Voyons maintenant plus en détail chacun de ces volets.

### Volet intervention

Le volet intervention fut constitué par la modélisation et la mise en œuvre de cinq journées de formation continue. Le premier bloc de trois jours de formation sous le thème « Conception et évaluation d'un prototype d'éolienne » s'est centré sur la construction d'un prototype d'éolienne ayant la capacité de produire entre 30 et 50 volts. La démarche de conception élaborée par les praticiens réflexifs a servi de prémisse aux tests de performance, au réinvestissement ainsi qu'au volet de l'évaluation (compétences et connaissances). Plus de dix mois de préparation et de planification ont été nécessaires. Le plus grand défi rencontré fut d'harmoniser le travail à effectuer sur les machines-outils afin de donner sens aux concepts scientifiques à développer. Des documents, destinés aux enseignants et aux élèves ont été produits. Déposés sur un serveur web, ils demeureraient accessibles aux participants après les journées de formation<sup>7</sup>. Huit périodes de 75 minutes ont été nécessaires pour que les élèves produisent le prototype et complètent les documents liés à l'appropriation des concepts scientifiques<sup>8</sup> (Annexe 1).

Le deuxième bloc de formation sur l'électronique<sup>9</sup> s'est planifié et concrétisé en beaucoup moins de temps, les praticiens réflexifs voulant répondre à un besoin criant de perfectionnement exprimé par leurs pairs. Cette formation consistait en une introduction aux composants passifs (résistance, diode et condensateur) et actif (transistor) utilisés en électronique. Les caractéristiques électriques ainsi que des applications ont été étudiées afin de bien faire comprendre aux participants le fonctionnement de chacune des composantes. Pour chaque cas, l'étude a débuté par un modèle théorique sur papier et s'est terminée par un assemblage et des mesures sur un circuit opérationnel.

Le Tableau 4 donne un aperçu des deux formations offertes dans la région de Québec à la fin de la première année du projet.

Tableau 4.

#### *Résumé des formations.*

	Formation éolienne	Formation électronique
<b>Coopération du contenu de la formation</b>	Avril 2010 à octobre 2010. Formation élaborée par des enseignants réflexifs	Septembre 2010 à janvier 2011. Formation élaborée par des enseignants réflexifs à la suite d'une demande du milieu
<b>Date de formation</b>	Octobre 2010	Janvier 2011
<b>Durée</b>	3 jours consécutifs	2 jours consécutifs
<b>Lieu</b>	Classe-atelier Salle machines-outils Accès internet	Classe combinant postes de travail (atelier) et postes informatiques Accès internet

<sup>7</sup> <http://www.polyvalentedecharlesbourg.csdps.qc.ca/science/techno/eole/index.html>

<sup>8</sup> Concepts : Induction électromagnétique, magnétisme, résistance, résistance électrique, collage, perçage, construction du moteur.

<sup>9</sup> <http://www.polyvalentedecharlesbourg.csdps.qc.ca/science/techno/electronique/chantier7.html>

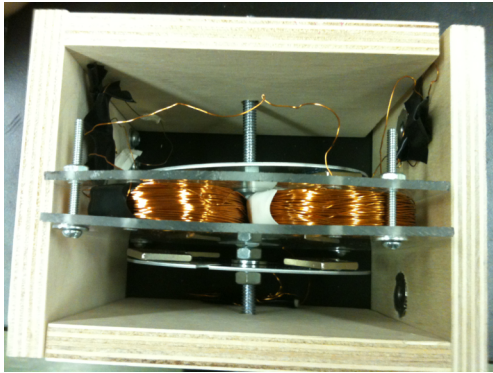


Figure 1. Vue plongeante de la conception du moteur de l'éolienne : bobines de fil de cuivre, plaques et aimants.



Figure 3. Praticien réflexif en formation continue avec ses pairs (électronique).



Figure 2. Le prototype de l'éolienne terminé.

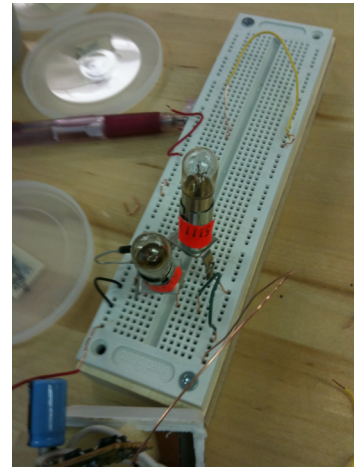


Figure 4. Modélisation d'un circuit électronique sur *breadboard*.

### Volet recherche

Cette recherche collaborative, comme décrite par Desgagné (1997), est comprise comme un processus social de production de connaissances et a exigé une interaction entre tous les participants, incluant les chercheurs. Précisons que la recherche a été menée en parallèle avec l'intervention. La prochaine section décrit de quelle façon s'est effectué le recrutement des membres de l'équipe, le recrutement des participants aux formations, ainsi que le suivi, soit auprès des enseignants ou des élèves.

### Recrutement

#### Recrutement de l'équipe multidisciplinaire

C'est lors d'une formation continue à l'automne 2008 que nous avons identifié des enseignants prêts à innover dans leurs pratiques et à mettre en place une collaboration. Le projet a pris forme et, deux ans plus tard, nous avons contacté leur

commission scolaire afin de les dégager d'une portion de leur tâche. Lorsque la direction de la commission scolaire nous a donné son appui, il y a eu entente particulière avec les directeurs des établissements de telle sorte que nous avons eu accès aux classes-ateliers et aux locaux pour planifier et offrir les formations continues.

### **Recrutement des participants aux formations**

L'équipe de recherche a identifié les écoles secondaires publiques du Québec pour contacter des participants : enseignants, techniciens de laboratoire, conseillers pédagogiques et enseignants en formation initiale (Tableau 5). Elle n'a pas contacté directement les participants, mais les contacts administratifs. L'envoi de courriels a été utilisé pour joindre les conseillers pédagogiques qui ont relayé l'information aux enseignants et aux techniciens de laboratoire.

Tableau 5.

*Types, nombres de participants et commissions scolaires touchées.*

	<b>Formation éolienne</b>	<b>Formation électronique</b>
<b>Participants</b>	<b>15</b>	<b>32</b>
Enseignants	9	19
Conseillers pédagogiques	2	4
Techniciens	2	9
Enseignants en formation	2	-
<b>Commissions scolaires touchées</b>	<b>7</b>	<b>6</b>

### **Données**

Les données ont été recueillies d'avril 2010 à juin 2011. Le nombre substantiel de rencontres dans le milieu scolaire ainsi que d'échanges de courriels entre les différents acteurs de cette recherche a entraîné de multiples interactions formelles et informelles entre les participants. Ce partage est un élément central à la constitution des notes de recherche. Plusieurs outils de recherche ont été mis à profit et seront discutés en fonction du contexte où ils ont été utilisés : notes d'observation, questionnaires ouverts et fermés, entretiens semi-structurés, entretiens de groupes et observation participante (durant les formations, dans les classes et dans les classes-ateliers).

### **Suivi dans les classes.**

À la suite des formations, qui ont regroupé 47 participants, quatre enseignants ont réinvesti auprès de leurs élèves les SAÉ proposées par les praticiens réflexifs. Les élèves ( $n=137$ ) ont ainsi pu s'investir dans une démarche de conception technologique, s'approprier d'une nouvelle façon des concepts scientifiques et technologiques et réfléchir sur une telle démarche. Volontairement, 77 d'entre eux ont rempli un questionnaire ouvert sur la pertinence d'intégrer une démarche technologique à leur cours de sciences construit en cohérence avec les indicateurs présents dans les Tableaux 1 et 2 (Annexe 2). Cinq entretiens de groupes d'élèves ( $n=27$ ), d'une durée de 20 à 30 minutes,

ont été menés afin de trianguler les données. L'équipe de recherche a également fait de l'observation participante à huit reprises. Les membres de l'équipe de recherche se sont joints aux enseignants en exercice qui ont participé et ont collaboré à toutes les phases des activités liées à la mise en œuvre de la conception de l'éolienne (présentation du projet, lecture de plan, travail sur les machines-outils, tests de performance). Les techniciens de laboratoire étaient également présents. Le tableau 6 présente un résumé du suivi réalisé à la suite des formations. Le suivi s'est principalement fait sur la construction de l'éolienne étant donné que la formation a eu lieu plus tôt dans l'année.

Tableau 6.

*Aperçu du suivi dans les classes*

<b>Suivi de la formation sur l'éolienne. Février à juin 2011.</b>							
<b>École</b>	<b>Enseignant</b>	<b>Entretien semi-dirigé d'enseignants</b>	<b>Groupe-classe par enseignant (nombre d'élèves)</b>	<b>Observations participantes</b>	<b>Collaborateurs présents lors de l'observation participante</b>	<b>Élèves en entretien de groupe</b>	<b>Élèves ayant répondu au questionnaire ouvert</b>
A	1	1	2 (60 élèves)	4	Coenseignant Technicien Chercheuse	Entretien i : 6	33
B	1	1	1 (31 élèves)	2	Technicien Chercheuse	Entretien ii : 4 Entretien iii : 5 Entretien iv : 6	20
C	1	1	1 (14 élèves)	1	Technicien Chercheuse	Entretien v : 6	-
D	1	-	1 (32 élèves)	1	Technicien Chercheuse	-	24

### Suivi auprès des enseignants

Des entretiens semi-dirigés (Annexe 3) ont été réalisés avec trois enseignants pour explorer : (1) leur degré de satisfaction, (2) leur évaluation de l'intérêt des élèves, (3) leur motivation à faire de la différenciation pédagogique, (4) leur appréciation de la qualité de la production des élèves. Ces entretiens se voulaient également un moyen de faire émerger les principales raisons évoquées par ces enseignants pour justifier l'intégration de la technologie à l'enseignement des sciences ainsi que les visées qu'ils appréhendent par ce travail pratique.

Ces entretiens furent structurés autour de quatre sujets : formation initiale, motivation(s) à innover, compréhension du « Programme de formation de l'école québécoise » et impacts liés aux nouvelles pratiques qui intègrent la technologie à l'enseignement des sciences. Les entretiens d'une durée de 15 à 45 minutes ont été enregistrés en mode audio et transcrits pour analyse.

### Participants aux formations

#### Questionnaire fermé

Les participants aux formations ( $n=47$ ) ont rempli deux types de questionnaires fermés. Un premier questionnaire distribué avant les formations a recensé les données sociodémographiques des participants. Un deuxième (Annexe 4), rempli par 13 participants sur une base volontaire, a permis de trianguler les résultats avec l'analyse des entretiens et les notes de chercheur : compréhension du nouveau programme, motivations à innover, contraintes liées à l'implantation de pratiques qui intègrent la technologie en classe de sciences en cohérence avec les indicateurs présentés dans les Tableaux 1 et 2.

#### Analyse

Les verbatim d'entretiens ont été analysés qualitativement selon une démarche inductive pour faire émerger « une mise en ordre compréhensive et un sens explicatif global des données collectées » (Blais & Martineau, 2006, p. 15). Cette théorie inductive consiste à interpréter les données brutes au moyen du raisonnement analytique pour dégager des unités de sens et faire émerger des catégories (Paillé & Mucchielli, 2003). Les membres de l'équipe de recherche ont consulté les transcriptions et noté les tendances générales ce qui a permis de faire ressortir les thèmes émergents.

Les renseignements obtenus à la suite de l'analyse des deux questionnaires fermés ont été mis en commun et synthétisés afin d'avoir un aperçu global des participants aux formations (L'Écuyer, 1990).

Au terme des formations, le suivi réalisé par l'équipe de recherche, en appui direct dans les classes, a permis d'accompagner les enseignants et les élèves dans cette approche collaborative. Les entretiens réalisés avec les enseignants volontaires ( $n=3$ ) et les réponses fournies au sondage ( $n=13$ ) distribué à la fin des formations ont visé, *a priori*, les aspects liés à la formation initiale des participants, à leurs motivations, à leur conception du « Programme de formation de l'école québécoise » et finalement aux impacts et contraintes de l'innovation pédagogique.

L'analyse des données recueillies dans le cadre de l'observation participante, des cinq entretiens de groupes réunissant 27 élèves et des réponses à un questionnaire ouvert ( $n=77$ ), documente les incidences possibles, sur les élèves, de cette pratique d'enseignement qui intègre le travail en classe-atelier à l'enseignement des sciences.



## Résultats

L'analyse thématique des résultats (Paillé & Mucchielli, 2003) a fait émerger les thèmes suivants : incidences de la réforme sur la pratique des enseignants ; leur(s) motivation(s) à intégrer la technologie aux cours de sciences; des ressources désirées ainsi que des conditions favorables ou des contraintes à l'innovation pédagogique.

À la suite du réinvestissement de la formation sur l'éolienne dans leur classe, les élèves ont été interrogés sur la pertinence d'intégrer une démarche technologique à leur cours de sciences. Le Tableau 7 présente les résultats de l'analyse qualitative des réponses au questionnaire ouvert d'élèves.

Tableau 7.

*Faits saillants – Questionnaire ouvert d'élèves (n=77) de la 2<sup>e</sup> année du 2<sup>e</sup> cycle du secondaire.*

<i>1. Pour toi, qu'est-ce que ça veut dire suivre un cours de sciences?</i>	
Apprendre	47
Comprendre	25
leur environnement	7
les phénomènes	7
Réaliser des projets	11
Écouter	5
Discipline obligatoire	5
<i>2. Pour toi, qu'est-ce que c'est la technologie?</i>	
Objets (inventions/évolution)	31
Travail manuel	17
Moyen pour mettre en pratique	11
Domaine	9
en aval des sciences	4
lié aux les sciences	2
des sciences	2
qui permet l'avancement des sciences	1
Discipline obligatoire du curriculum	4
<i>3. Est-ce que tu penses qu'il y a un lien entre les sciences et la technologie?</i>	
Les S&T sont reliées	66
La technologie (dépend) suit les sciences	19
La technologie est une mise en contexte des sciences	2
Aucun lien	7
Ne sais pas	2
<i>4. Est-ce que tu trouves ça plus intéressant en classe de S-T de faire des projets en atelier? Peu importe ta réponse, donne-moi une ou deux raisons.</i>	
Oui	70
Mettre en pratique	35
Dynamique	22
Différent des cours théoriques	22
Saisir utilité	5
Travail d'équipe	3
Non	3
Préfère la théorie	2
N'aime pas S&T	1
Les deux	2
Autre	2

<i>5. Est-ce que la conception d'une éolienne t'a aidé à comprendre des principes de science comme le sens du courant, le magnétisme?</i>	
Oui	48
Non	17
En partie	12
<i>6. Est-ce que tu trouves que le travail en atelier facilite ou rend plus difficile ton apprentissage des S&amp;T?</i>	
Facilite	62
Rend plus difficile	9
Cela dépend	3
Autre	3
<i>7. Sur une échelle de 1 à 5 (1 étant le plus bas) comment dirais-tu que tu aimes la S&amp;T?</i>	
5/5	8
4/5	28
3/5	27
2/5	7
1/5	3
Autres	4
<i>8. Penses-tu choisir les options en science l'an prochain?</i>	
Chimie et Physique	36
Chimie seulement	6
Physique seulement	2
Non	24
Peut-être	7
Autre	2

Bien que pour une majorité d'élèves les sciences et la technologie soient différentes, c'est-à-dire que les sciences sont associées au volet théorique alors que la technologie se veut plus pratique, on remarque que pour plusieurs d'entre eux ( $n=66$ ), les sciences et la technologie sont interreliées. Pour les élèves, le travail en classe-atelier facilite la compréhension de concepts scientifiques et technologiques souvent abstraits. Ils reconnaissent que le travail en classe-atelier, son dynamisme et sa distinction d'avec les cours théoriques sont des éléments qui augmentent leur intérêt pour cette matière scolaire.

Ces résultats, triangulés avec l'interprétation croisée des verbatim d'enseignants et d'élèves, font émerger trois incidences potentiellement positives pour l'élève quant à l'intégration de la technologie dans les classes de sciences : augmentation du sentiment d'efficacité personnelle, contextualisation des apprentissages et augmentation de l'intérêt chez les garçons (Tableau 8).

Tableau 8.

*Intégrer la technologie à l'enseignement : incidences sur l'élève*

Extraits de verbatim	Premier niveau d'analyse	Catégorie
<i>Élève : Les outils : oublie ça là! [Je ne] sais pas faire ça... maintenant [je suis] à l'aise.</i>	Augmentation du sentiment d'efficacité personnelle	Incidences sur l'élève
<i>Enseignant : J'ai l'impression que plusieurs de mes jeunes se réalisent. Ils ont le sentiment de contrôle sur la tâche puis ils ont le sentiment d'être bons, peut-être meilleurs que les autres où à plusieurs égards ils sont deuxièmes.</i>		
<i>Élève : ça met du réalisme dans ce qu'on apprend. [Ce n'est] pas juste une information qui rentre et qui ressort.</i>	Contextualisation des apprentissages	
<i>Enseignant [parlant de l'électronique dans l'ancien programme] : Dans quel contexte est-ce que je vais placer cet outil-là, qui est un outil de travail, mais sans rien à mesurer? Les choses n'ont aucune valeur, alors là j'avais une série de choses que je devais montrer [aux élèves]. Je voyais très bien que toutes ces choses là énumérées étaient tout importantes, mais qu'elles ne prenaient aucun sens s'il n'y avait pas de contexte.</i>		
<i>Élève : Je trouve que les cours de sciences sont trop théoriques. C'est la raison pour laquelle j'aime faire des projets comme celui de l'éolienne puisque ce genre de projet est plus « techno ». [...] En fait, c'est nous qui réfléchissons tandis qu'en classe c'est l'enseignante qui donne l'information. Dans ce temps-là, on écrit, mais on n'écoute pas nécessairement, on retient donc moins l'information.</i>	Augmentation de l'intérêt chez les garçons	
<i>Enseignant : Une tendance marquée, les garçons sont plus intéressés [...] les plus intéressés parmi les garçons ont des cotes de difficultés : dyslexie, déficit d'attention, donc on s'adresse directement à la clientèle cible.</i>		

En plus des éléments que nous avons relevés à la suite de l'analyse des questionnaires ouverts, les verbatim font également état d'une augmentation de l'intérêt des élèves pour le travail en classe-atelier. Le travail en classe-atelier semble donner un nouveau sens aux apprentissages puisqu'il permet de lier les concepts scientifiques et technologiques à un contexte.

Cette tâche pratique en classe-atelier permet à l'élève de réfléchir par lui-même et lui offre une fenêtre moins théorique et plus tangible pour atteindre les buts visés par le cours d'ATS.

Le Tableau 9 fait état de quatre facteurs qui, selon les enseignants, sont susceptibles de les motiver à intégrer le travail en classe-atelier à l'enseignement des sciences : rendre signifiant les apprentissages, l'intérêt pour les élèves, des raisons personnelles ainsi que le besoin de réussir.

Tableau 9.

*Motivations de l'enseignant à intégrer le travail en classe-atelier à l'enseignement des sciences.*

Extraits de verbatim (enseignants)	Premier niveau d'analyse	Catégorie
<p><i>Ce qu'on faisait jusque-là en technologie n'avait aucun lien.</i></p> <p><i>Dès qu'on sort du modèle papier crayon [...], le défi, c'est de rendre signifiant tous ces moments-là.</i></p> <p><i>Avec la réforme, on touche à presque toutes les disciplines, on intègre des projets qui touchent à tout ça. Les projets rendent la matière plus concrète.</i></p> <p><i>[...] le défi, c'est de rendre signifiants tous ces moments-là, pour justement aller chercher la matière.</i></p>	Signifiante des apprentissages	Motivations de l'enseignant à intégrer le travail en classe-atelier à l'enseignement des sciences
<p><i>Les élèves apprécient d'être en action, c'est-à-dire de construire un prototype qu'ils vont pouvoir tester.</i></p> <p><i>J'ai la responsabilité de l'améliorer, comment je peux faire pour aller chercher plus de jeunes.</i></p> <p><i>Le projet de l'éolienne, c'est un peu ça qui me motive quelque part, je vois le potentiel, je vois de l'intérêt de l'élève.</i></p> <p><i>L'importance d'offrir aux jeunes en difficulté quelque chose qui sort du cadre traditionnel qui est très convergent.</i></p>	Intérêt de l'élève	
<p><i>J'aurais eu de la misère à rester assis toute la journée [au secondaire], c'est la même chose pour les élèves aujourd'hui.</i></p> <p><i>Il y a deux sources de motivations pour moi, l'esprit, pas de compétition, mais appelons ça de saine compétition.</i></p>	Raison personnelle	
<p><i>Peu importe les motivations, ce qui est primordial c'est de bien faire.</i></p> <p><i>Le côté attrayant que le défi propose pis aussi la crainte de voir ce projet-là ne pas se concrétiser alors qu'on a été libéré.</i></p> <p><i>[Le projet m'amène] à faire de mon mieux pis à essayer d'aller au-delà de ce que je sais déjà.</i></p> <p><i>Innover c'est prendre un risque et c'est le risque d'échouer quelque part.</i></p>	Réussite	

On remarque ici que les motivations premières des enseignants à intégrer le travail en classe-atelier à l'enseignement des sciences sont situées du côté des incidences possibles chez l'élève. On pense ici à celle d'augmenter la signifiante des apprentissages proposés qui constitue un vrai défi pour les enseignants. Ils souhaitent également, par l'intégration du travail en classe-atelier, augmenter le niveau d'intérêt des élèves. Les motivations des enseignants sont aussi d'ordre personnel, c'est-à-dire qu'ils veulent différencier leur enseignement, offrir quelque chose de nouveau à leurs élèves et s'assurer que leur projet soit une réussite.

De la même façon que les précédents, les Tableaux 10 et 11 exposent les conditions favorables ainsi que les contraintes à l'implantation de nouvelles pratiques en classe de sciences.

Tableau 10.

*Conditions favorables à l'implantation de nouvelles pratiques qui intègrent la technologie aux cours de sciences.*

Extraits de verbatim (enseignants)	Premier niveau d'analyse	Deuxième niveau d'analyse	Catégorie
[Il y a eu] <i>des investissements majeurs, puis une volonté de faire plus que le minimum attendu par le MELS. Donc j'imagine, je n'ai jamais vérifié, probablement de l'argent investi par l'école.</i>	Budget	Ressource matérielle	Conditions favorables
[Un directeur] <i>qui nous supporte beaucoup, puis sans [lui], je ne me serais pas embarqué dans un projet comme ça.</i>	Collaboration avec la direction	Soutien institutionnel	
<i>Ils [les enseignants] ont jumelé 2 périodes pour permettre [...] aux jeunes de s'avancer [...] alors c'est un aménagement qui est intéressant.</i>	Dégagement de tâche	Condition de travail	
<i>En plus d'avoir un technicien qui aide, il y a un autre enseignant qui est là [...] on a une classe de « coteaching ». Ça fait partie des conditions de travail des enseignants de la polyvalente.</i>	Coordination des plages horaires pour collaboration entre enseignants		
<i>En plus d'avoir un technicien qui aide, il y a un autre enseignant qui est là en classe donc on a une classe de coteaching. Ça fait partie des conditions de travail des enseignants.</i>			
<i>C'est important de collaborer, de s'entraider et de partager [...] les bons et les mauvais coups ainsi que de se supporter les uns avec les autres.</i>			
<i>J'ai travaillé avec [un enseignant] qui m'a montré comment faire de la techno dans une classe.</i>			
<i>J'ai appris de mes collègues, beaucoup.</i>			

Tableau 11.

*Contraintes à l'implantation de nouvelles pratiques qui intègrent la technologie aux cours de sciences.*

Extraits de verbatim (enseignants)	Premier niveau d'analyse	Deuxième niveau d'analyse	Catégorie
[Un enseignant parlant de l'évaluation] <i>le problème selon moi de l'évaluation c'est le suivant : c'est que ça nous mobilise tellement que ça nous prive de notre créativité, de notre souci de l'amélioration des choses parce qu'on est enlisé dans le présent.</i>	Évaluation	Surcharge de travail	Contraintes
<i>Parce que c'est présent je pense chez tous les enseignants, la question de l'évaluation comment ça peut devenir aussi une préoccupation, et pis même peut-être un stress.</i>			
[En parlant d'un projet] <i>C'est mon plus gros cas de conscience quand je fais un choix comme celui-là parce que je sais que ça va me prendre du temps.</i>	Temps		
<i>Moi je paniquais un peu quand j'ai vu qu'il fallait faire la techno.</i>	Craintes	L'approche pratique met aux prises les enseignants à leurs limites par rapport à l'appropriation des concepts	
<i>Il faut sécuriser les enseignants aussi pour qu'ils [fassent] des projets, sinon ils [n'iraient] pas en atelier.</i>			
<i>Alors, je pense que le un programme comme celui-là où on peut amener les élèves à s'intéresser beaucoup par les nombreuses manipulations, laboratoires, expériences. Ça vient comme probablement chez moi combler un manque.</i>	Compréhension de la réforme		

Il est intéressant de noter que malgré les motivations des enseignants à intégrer le travail en classe-atelier, se dégagent des conditions qui limitent l'implantation de ces nouvelles



pratiques. Les enseignants mentionnent qu'il est nécessaire de coordonner les plages horaires avec leurs pairs pour mieux collaborer et partager le travail entre les collègues. Cet élément constituerait un moyen pour réduire leur charge de travail qui, d'après eux, a augmenté depuis l'implantation du nouveau programme. Elle offrirait également, à l'enseignant moins familier avec un concept scientifique ou une manipulation en classe-atelier, le soutien d'un pair. Ces conditions nécessitent le soutien des directions d'établissement et des ressources matérielles adéquates.

## Discussion

### Motivations d'enseignants à intégrer l'éducation technologique à l'éducation scientifique

Alors que pour la plupart des enseignants interrogés la modification des pratiques didactiques résulte d'une demande inscrite dans le nouveau curriculum, certains l'associent à un défi personnel. D'une façon générale, les enseignants justifient l'intégration de la technologie à l'enseignement des sciences dans leur classe par l'intérêt qu'ils sont capables de susciter chez l'élève. Ces résultats sont cohérents avec ceux d'autres chercheurs (Hodson, 2006; Kerr, 1963; Lavonen et al., 2004) et avec ceux de Juuti et al. (2009) qui mentionnent que tout changement dans les méthodes d'enseignement doit se faire dans le but d'augmenter le sentiment positif des élèves. Les enseignants souhaitent également rendre les apprentissages signifiants, motivation que Lavonen et al. (2004) considèrent également de premiers ordres lorsqu'ils font référence à l'importance de lier l'apprentissage des concepts au contexte pour le rendre plus intéressant pour les élèves, ce qui est important pour démontrer l'importance de l'éducation scientifique (Stokking, 2000).

### Conditions favorables et contraintes

Les conditions favorables et les contraintes liées à l'implantation de nouvelles pratiques sont intimement reliées. Les résultats illustrent que des conditions de travail favorables, l'accès à des ressources matérielles et le soutien institutionnel sont trois aspects nécessaires pour que de nouvelles approches d'enseignement soient adoptées, ce qui s'inscrit dans les propos de Paterson (2010), Sharpe & Breunig (2009), Charland et al. (2009). Une limite importante à l'intégration de la technologie à l'enseignement des sciences proviendrait de la surcharge de travail ainsi que des craintes exprimées par les enseignants. La triangulation des données indique qu'une nouvelle approche pratique, telle que celle proposée par les praticiens réflexifs, fait en sorte que les enseignants se heurtent à leurs limites par rapport à l'appropriation des concepts. Les travaux de Barma (2008) et Loughran (2008) appuient ces conclusions quant à la nécessité d'offrir des journées de formation continue qui rassurent les enseignants dans leur développement professionnel.

La demande de formation continue est ressentie dans le milieu scolaire, entre autres en ce qui concerne la démarche de conception technologique (Barma, 2008). Les changements orchestrés lors des dernières années en S&T, conjugués avec la provenance éclatée des enseignants expliquent largement l'expression de ce besoin (Charland et al., 2009). L'intégration de la technologie à l'éducation scientifique n'est pas un automatisme pour l'enseignant. La formation par les pairs ou par des personnes qualifiées est décrite comme un besoin essentiel. En ce sens, la formation devient une condition incontournable pour familiariser les enseignants à de nouvelles SAÉ.

### Impact sur les élèves

Une grande majorité d'élèves apprécie cette approche d'enseignement. Au-delà de l'approche, l'éolienne considérée comme objet d'apprentissage permet d'aborder plusieurs concepts scientifiques et technologiques et constitue pour l'élève une infrastructure présente dans son environnement, immédiat ou éloigné, et fait sens pour lui. Du point de vue didactique, nous croyons que le choix de l'objet d'apprentissage peut influencer l'appréciation des élèves et l'intérêt qu'ils portent à une SAÉ, et ce, pour une même approche d'enseignement. Ils développent un sentiment positif par rapport à l'objet d'apprentissage étudié : deux des conditions essentielles pour susciter l'intérêt selon Hidi et Renninger (2006) et pour saisir l'utilité des apprentissages qu'ils font.

Enseignants et élèves mentionnent que la contextualisation des apprentissages est un aspect positif du projet, reconnu pour être porteur de sens pour les élèves (Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport, 2006). Ce résultat est cohérent avec les conclusions de Klosterman et Sadler (2010) qui soutiennent que l'enseignement des sciences à l'école doit être fait dans un contexte réel.

Les difficultés scolaires des garçons feraient en soi l'objet d'une analyse d'envergure qui déborde nettement notre propos. Toutefois, une tendance se dégage : les garçons, particulièrement ceux qui éprouvent des difficultés d'apprentissage, s'impliquent dans un projet en classe-atelier alors que plusieurs de leurs habiletés sont mises à contribution. Cette réflexion est cohérente avec les propos de chercheurs qui s'intéressent à l'évolution de l'éducation au primaire et qui soulignent que les classes en mouvement, c'est-à-dire où les déplacements sont permis, semblent mieux entretenir l'engagement des garçons dans leur démarche d'apprentissage (Marsolais, 2003).

Bien que cet article porte sur la première année de suivi dans les classes et auprès des enseignants, il semble se dégager une tendance : les élèves apprécient les activités *hands on* qui mettent à profit la technologie pour soutenir l'apprentissage des sciences. Ils expriment le fait que ces activités plus dynamiques facilitent leur apprentissage des sciences et de la technologie, ce qui rejoint les propos de Koballa et Glynn (2007). Ces résultats vont cependant à l'encontre des propos de Juuti et al. (2009) qui, à la suite d'une récente étude conduite auprès d'élèves finlandais de neuvième année, soutiennent que plus du cinquième des élèves souhaite que la fréquence des activités *hands on* soit réduite.

### Limites

Bien que les deux formations continues offertes aux enseignants, techniciens de laboratoire et conseillers pédagogiques aient rejoint un nombre important de participants, il fut plus difficile d'obtenir la collaboration d'un bon nombre d'entre eux pour faire le suivi en classe. Malgré un accompagnement fort marqué durant les cinq journées de formation, l'insécurité de plusieurs enseignants est restée bel et bien palpable. Plusieurs d'entre eux ont exprimé le désir de réinvestir les SAÉ (éolienne et électronique) une première année avant de laisser l'équipe de recherche venir faire de l'observation participante.

Une minorité d'entre eux ont complété le questionnaire fermé ce qui a rendu impossible la présentation d'une analyse statistique. Toutefois, une analyse qualitative des résultats obtenus nous permet d'orienter la préparation de la deuxième année du projet.

Du côté de l'effet de pratiques didactiques intégrant le travail en classe-atelier à l'enseignement des sciences sur les élèves, cette étude n'est certainement qu'une première exploration de la question. Il serait certainement imprudent de généraliser l'interprétation de ces

données de recherche qualitative. La nouveauté, pour les élèves, de consacrer beaucoup de temps au travail manuel semble certes les avoir motivés. Ils ont cependant manifesté de l'insécurité face aux épreuves uniques de fin d'année en ayant l'impression qu'ils avaient consacré moins de temps à l'appropriation de concepts prescrits même si cette SAÉ les avait grandement mobilisés. L'équipe de recherche suivra de près l'évolution de l'introduction de ces nouvelles pratiques; la deuxième phase du projet étant entamée. Il est intéressant d'ajouter que les résultats à l'épreuve unique des élèves qui ont participé à la mise en œuvre des SAÉ n'ont été ni plus élevés ni plus bas que ceux des années précédentes. Cependant, une augmentation de leur engagement par rapport à la tâche a clairement été constatée par les enseignants.

### **Conclusion**

À la suite des nouvelles prescriptions ministérielles au deuxième cycle du secondaire en ATS et en ST, les praticiens réflexifs, tout comme les participants aux formations, trouvent nécessaire et pertinent d'intégrer la technologie dans leurs classes de sciences. La mise en place de nouvelles pratiques a éveillé l'intérêt des élèves.

Ce projet de recherche collaborative répond à un besoin exprimé autant par des directeurs que des conseillers pédagogiques ou des enseignants en exercice. Le suivi effectué porte à penser que l'apprentissage des élèves passe par l'agir de l'enseignant, c'est-à-dire, comme le soutien Desgagné (1997), que c'est à l'enseignant de créer les conditions nécessaires à cet apprentissage.

La démarche technologique apparaît comme une voie intéressante pour l'enseignement des sciences. Toutefois, nous avons pris conscience que la réussite d'une telle intégration est un processus qui nécessite du temps et des ressources pour soutenir les acteurs motivés à faire autrement.

### Références

- Barma, S. (2007). Point de vue sur le nouveau programme science et technologie du secondaire au Québec: Regards croisés sur les enjeux de part et d'autre de l'Atlantique. *Didaskalia*, 30, 109-137.
- Barma, S. (2008). Un contexte de renouvellement de pratiques en éducation aux sciences et aux technologies: Une étude de cas réalisée sous l'angle de la théorie de l'activité. Thèse de doctorat inédite, Université Laval – Québec.
- Blais, M., & Martineau, S. (2006). L'analyse inductive générale: Description d'une démarche visant à donner un sens à des données brutes. *Recherches qualitatives*, 26(2), 1-18.
- Charland, P., Potvin, P., & Riopel, M. (2009). L'éducation relative à l'environnement en enseignement des sciences et de la technologie: Une contribution pour mieux Vivre ensemble sur Terre. *Association canadienne d'éducation de langue française: Éducation et francophonie*, 37(2), 63-78.
- Commission des États généraux sur l'éducation. (1996). *Rénover notre système d'éducation: Dix chantiers prioritaires*. Rapport final. Québec: Ministère de l'Éducation.
- Commission européenne, Direction générale de l'éducation et de la culture. (2006). *L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe: État des lieux et politiques de la recherche*. Bruxelles: Eurydice.
- Conseil supérieur de l'éducation. (2009). Une école secondaire qui s'adapte aux besoins des jeunes pour soutenir leur réussite: Avis à la Ministre de l'Éducation, du Loisir et du Sport. Québec: Conseil supérieur de l'éducation.
- Crismond, D. (2001). Learning and using science ideas when doing investigated-and-redesign tasks: A study of naive, novice and expert designers doing constrained and scaffolded design work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 791-820.
- Desgagné, S. (1997). Le concept de recherche collaborative: L'idée d'un rapprochement entre chercheurs universitaires et praticiens enseignants. *Revue des sciences de l'éducation*, 23(2), 371-393.
- Desgagné, S., Bednarz, N., Couture, C., Poirier, L., & Lebus, P. (2001). L'approche collaborative de recherche en éducation: Un rapport nouveau à établir entre recherche et formation. *Revue des sciences de l'éducation*, 27(1), 33-64.
- Dolbec, A., & Clément, J. (2000). La recherche-action. In T. Karsenti & L. Savoie-Zajc (Eds.), *Introduction à la recherche en éducation* (pp. 199-224). Sherbrooke: Éditions du CRP.
- Edelson, D. C. (2001). Learning for use: A framework for design of technology-supported inquiry activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 355-385.

- Eick, C. J., & Reed, C. J. (2002). What makes an inquiry-oriented science teacher? The influence of learning histories on student. *Science Education*, 86(3), 401-416.
- Elliott, J. (1976). Developing hypotheses about classrooms from teacher's practical constructs: An account of the work of the Ford teaching project. *Interchange*, 7(2), 2-26.
- Elliott, J. (1990). Teachers as researchers: Implications for supervision and for teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 6(1), 1-26.
- Fourez, G. (1994). *Alphabétisation scientifique et technique: Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*. Bruxelles: De Boeck Université.
- Greeno, J. G. (1998). The situativity of knowing, learning, and research. *American Psychologist*, 53(1), 5-26.
- Hart, C., Mulhall, P., Berry, A., Loughran, J., & Gunstone, R. (2000). What is the purpose of this experiment? Or can students learn something from doing experiments? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 655-675.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 4(2), 111-127.
- Hodson, D. (2006). Pour une approche plus critique du travail pratique en science à l'école. In A. Hasni, Y. Lenoir, & J. Lebeaume (Ed.), *La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire dans le contexte des réformes par compétences* (pp. 59-96). Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.
- Jenkins, E. W. (1999). Practical work in school science. In J. Leach & A. Paulsen (Eds.), *Practical work in science. Education – Recent research studies* (pp. 19-32). Dordrecht: Kluwer.
- Juuti, K., Lavonen, J., Uitto, A., Byman, R., & Meisalo, V. (2009). Science Teaching Methods Preferred By Grade 9 Students in Finland. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(4), 611-632.
- Kerr, J. F. (1963). *Practical work in school science*. Leicester: Leicester University Press.
- Klosterman, M., & Sadler, T. (2010). Multi-level assessment of scientific content knowledge gains associated with socioscientific issues-based instruction. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1017-1043.
- Koballa, T. R., Jr., & Glynn, S. M. (2007). Attitudinal and motivational constructs in science learning. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 75-102). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lavonen, F., Jauhiainen, J., Koponen, I. T., & Kurki-Suonio, K. (2004). Effect of a long-term in-service training program on teachers' beliefs about the role of experiments in. *International Journal of Science Education*, 26(3), 309-328.
- Layton, D. (1993). *Technology's challenge to science education: Cathedral, quarry, or company store*. Buckingham: Open University Press.
- Leach, J., & Paulsen, A. (Eds.) (1999). *Practical work in science education*. Fredericksburg: Roskilde University Press.
- L'Écuyer, R. (1990). *Méthodologie de l'analyse développementale de contenu*. Sillery: Presses de l'Université du Québec.
- Loughran, J. J. (2008). Science teacher as learner. In S. K. Abell & N. J. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp.1043-1065). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Marsolais, A. (2003). Les difficultés scolaires des garçons: Des analyses à réinvestir dans l'action. *Vie pédagogique*, 127, 21-24.
- Méheut, M. (2006). Recherches en didactique et formation des enseignants de sciences. In Commission européenne, Direction générale de l'éducation et de la culture (Ed.), *L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe. États des lieux des politiques et de la recherche* (pp. 55-76). Bruxelles: Eurydice.
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. (2006). *Programme de Science et technologie. Enseignement secondaire deuxième cycle*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Paillé, P., & Mucchielli, A. (2003). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. Paris: Armand Colin.
- Paterson, J. (2010). Integrating Environmental Education. *Education Digest: Essential Readings Condensed for Quick Review*, 75(7), 38-42.
- Robitaille, J. P. (2010). La relève en sciences et technologies au Québec: Un état des lieux. *ACFAS*, 1-66.
- Roth, W. M. (2001). Learning science through technological design. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 768-790.

- Rowell, P. M., Gustafson, B. J., & Guilbert, S. M. (1999). Characterization of technology within an elementary science program. *International Journal of Technology and Design Education*, 9(1), 37-55.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner*. New York, NY: Basic Books.
- Schön, D. A. (1987). *Educating the reflective practitioner*. San Francisco, CA: Jossey Bass.
- Sharpe, E., & Breunig, M. (2009). Sustaining environmental pedagogy in times of educational conservatism: A case study of integrated curriculum programs. *Environmental Education Research*, 15(3), 299-313.
- Sidawi, M. M. (2007). Teaching through designing technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), 269-287.
- Stokking, K. M. (2000). Predicting the choice of physics in secondary education. *International Journal of Science Education*, 22(12), 1261-1283.
- Urgelli, B. (2008). Éducation aux risques climatiques: Premières analyses d'un dispositif pédagogique interdisciplinaire. *Aster*, 46, 97-121.
- Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and language*. Cambridge, MA: MIT Press

## Annexe 1.

*Déroulement de la situation d'apprentissage et d'évaluation telle que mise en action par les enseignants.*

---

**Planification des cours**

---

1. Rappel sur la sécurité, lecture des plans
  2. Traçage des pièces
  3. Fabrication des pièces (perçage, sablage, etc.)
  4. Assemblage des aimants et sablage des fils électriques
  5. Assemblage des autres pièces, assemblage du rotor et le dépannage du circuit électrique (raccordement série en tenant compte de la règle de la main droite) (cours 1 de 2)
  6. Assemblage des autres pièces, assemblage du rotor et le dépannage du circuit électrique (raccordement série en tenant compte de la règle de la main droite) (cours 2 de 2)
  7. Essais en soufflerie, optimisation de la performance du prototype
  8. Période pour compléter le document d'évaluation
-



## Annexe 2.

*Questionnaire ouvert destiné aux élèves à la suite de la conception du prototype d'éolienne.*

---

**Impact du réinvestissement de la formation éolienne sur les élèves**

---

1. Pour toi, qu'est-ce que ça veut dire suivre un cours de sciences?
  2. Pour toi, qu'est-ce que c'est la technologie?
  3. Est-ce que tu penses qu'il y a un lien entre les sciences et la technologie?
  4. Est-ce que tu trouves ça plus intéressant en classe de S-T de faire des projets en atelier? Peu importe ta réponse, donne-moi une ou deux raisons.
  5. Est-ce que la conception d'une éolienne t'a aidé à comprendre des principes de science comme le sens du courant, le magnétisme?
  6. Est-ce que tu trouves que le travail en atelier facilite ou rend plus difficile ton apprentissage des sciences et techno?
  7. Sur une échelle de 1 à 5 (1 étant le plus bas) comment dirais-tu que tu aimes la S-T?
  8. Penses-tu choisir les options en science l'an prochain?
-

Annexe 3.

*Protocole d'entretien semi-structuré d'enseignants.*

---

**A) Formation initiale**

---

1. Quel est ton parcours (de vie et scolaire) depuis la fin de tes études secondaires?
  2. Qu'est-ce que tu enseignes, depuis combien d'années?
- 

**B) Motivation (s) à innover**

---

3. Pourquoi changer ta façon de faire en classe?
  4. Que signifie innover?
  5. Quel est l'intérêt de mettre à profit le travail en atelier?
- 

**C) Compréhension du *Programme de formation de l'école québécoise***

---

6. Qu'est-ce qui différencie le programme ATS des autres programmes pour toi?
  7. Te sens-tu à l'aise avec les concepts et les compétences à développer?
- 

**D) Impacts liés aux nouvelles pratiques didactiques**

---

8. Les élèves sont-ils intéressés par ce genre de projets?
  9. Est-ce profitable pour tous les élèves?
  10. Quels sont les défis selon toi?
-

## Annexe 4.

*Questionnaire fermé destiné aux participants à la suite des formations.*

Age							
Sexe							
<b>A. Depuis combien de temps enseignez-vous?</b>							
<b>B. Combien d'heures par semaine consacrez-vous à la planification de vos cours?</b>							
2 à 3	<input type="checkbox"/>	4 à 6	<input type="checkbox"/>	7 à 9	<input type="checkbox"/>	Autre	<input type="checkbox"/>
<b>C. Quelle est votre principale ressource de planification?</b>							
Manuels scolaires	<input type="checkbox"/>	Internet	<input type="checkbox"/>	Documents de collègues	<input type="checkbox"/>	Autre	<input type="checkbox"/>
<b>D. Collaborez-vous avec vos collègues de travail pour planifier vos cours?</b>							
Fréquemment	<input type="checkbox"/>	Régulièrement	<input type="checkbox"/>	Parfois	<input type="checkbox"/>	Jamais	<input type="checkbox"/>
<b>E. Êtes-vous réticent au nouveau Programme du MELS?</b>							
Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>				
<b>Si oui, précisez à quel niveau?</b>							
Compétences	<input type="checkbox"/>						
Contenu	<input type="checkbox"/>						
Évaluation	<input type="checkbox"/>						
<b>F. Avez-vous le sentiment d'être soutenu dans vos efforts d'appropriation du Programme par votre direction ?</b>							
Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>				
<b>G. Le nouveau Programme de ST et d'ATS est-il assez clair pour vous?</b>							
1. Contenu	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>			
2. Compétences		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
3. Évaluation		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
<b>H. L'arrivée du nouveau Programme a-t-elle été un facteur de stress pour vous?</b>							

Oui  Non

**I. Avez-vous modifié votre façon de faire en classe?**

Oui  Non

**J. Avez-vous accès régulièrement à des sessions de formation?**

Oui  Non

**Si oui, qui offre ces formations?**

**K. Les formations que vous avez suivies jusqu'à maintenant vous ont-elles été utiles?**

Oui  Non

**L. Avez-vous réinvesti ces formations en classe avec vos élèves?**

Oui  Non

**Si oui, quelles ont été les principales contraintes auxquelles vous avez fait face?**

Temps	<input type="checkbox"/>
Insécurité	<input type="checkbox"/>
Niveau d'appropriation des concepts insuffisant	<input type="checkbox"/>
Support technique	<input type="checkbox"/>
Budget	<input type="checkbox"/>
Autre	<input type="checkbox"/>

**M. L'implantation du nouveau Programme a-t-elle eu un impact sur votre vie personnelle :**

Oui  Non

**Si oui, précisez :**

Famille	<input type="checkbox"/>
Amis	<input type="checkbox"/>
Santé	<input type="checkbox"/>

**N. L'implantation du nouveau Programme a-t-elle eu un impact sur votre vie professionnelle :**

Oui  Non

**Si oui, précisez :**

Collègues	<input type="checkbox"/>
Travail	<input type="checkbox"/>
Direction	<input type="checkbox"/>
Élèves	<input type="checkbox"/>

**O. Considérez-vous comme étant enseignant motivé?**

Oui  Non

**P. Considérez-vous comme étant efficace dans votre gestion du temps?**

Oui  Non

**Q. Le respect que vos collègues ont à votre égard est-il important pour vous?**

Oui  Non