

THEME HABITAT

Exemple de parcours pédagogique en TS autour du lycée Vaclav Havel (Bègles, 33)

↳ Lien avec le programme (SPC – Term. S)

Extrait du BO n°8 du 13/10/2011		
COMPRENDRE		
Transferts d'énergie entre systèmes macroscopiques		
<p>Capacité thermique.</p> <p>Transferts thermiques : conduction, convection, rayonnement.</p> <p>Flux thermique. Résistance thermique.</p> <p>Notion d'irréversibilité.</p> <p>Bilans d'énergie</p>	<p>Connaître et exploiter la relation entre la variation d'énergie interne et la variation de température pour un corps dans un état condensé.</p> <p>Interpréter les transferts thermiques dans la matière à l'échelle microscopique.</p> <p>Exploiter la relation entre le flux thermique à travers une paroi plane et l'écart de température entre ses deux faces.</p> <p>Établir un bilan énergétique faisant intervenir transfert thermique et travail.</p>	<p>→ Activité 1 : Un chauffe-eau solaire pour produire l'eau chaude du lycée Vaclav Havel</p> <p>→ Activité 2 : L'isolation thermique au lycée Vaclav Havel</p> <p>→ Activité 3 : Des pompes à chaleur pour le chauffage du lycée Vaclav Havel</p>
AGIR		
Économiser les ressources et respecter l'environnement		
Enjeux énergétiques		
<p>Nouvelles chaînes énergétiques.</p> <p>Économies d'énergie.</p>	<p>Extraire et exploiter des informations sur des réalisations ou des projets scientifiques répondant à des problématiques énergétiques contemporaines.</p> <p>Faire un bilan énergétique dans les domaines de l'habitat ou du transport.</p> <p>Argumenter sur des solutions permettant de réaliser des économies d'énergie</p>	<p>→ Activité 3 : Des pompes à chaleur pour le chauffage du lycée Vaclav Havel</p>
AGIR		
Créer et innover		
<p>Culture scientifique et technique ; relation science-société</p> <p>Métiers de l'activité scientifique (partenariat avec une institution de recherche, une entreprise, etc...)</p>	<p>Rédiger une synthèse de documents pouvant porter sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'actualité scientifique et technologique - des métiers ou des formations scientifiques et techniques - les interactions entre la science et la société 	<p>→ Activité 4 : Le lycée Vaclav Havel, un exemple de développement durable</p>

Activité 1 : Un chauffe-eau solaire pour produire l'eau chaude du lycée Vaclav Havel

Document 1 : Principe de fonctionnement d'un chauffe-eau solaire

Dans le panneau solaire thermique, l'eau ou un liquide caloporteur chauffe sous l'action du soleil. Ce liquide part ensuite vers le chauffe-eau. Il traverse le chauffe eau dans un serpentin et diffuse la chaleur qu'il a emmagasinée. Puis il remonte vers le panneau. Une énergie d'appoint permet de chauffer votre eau les jours de mauvais temps.

Le capteur solaire (1) absorbe l'énergie des rayons du soleil et la restitue sous forme de chaleur, ce capteur est en général placé sur le toit.

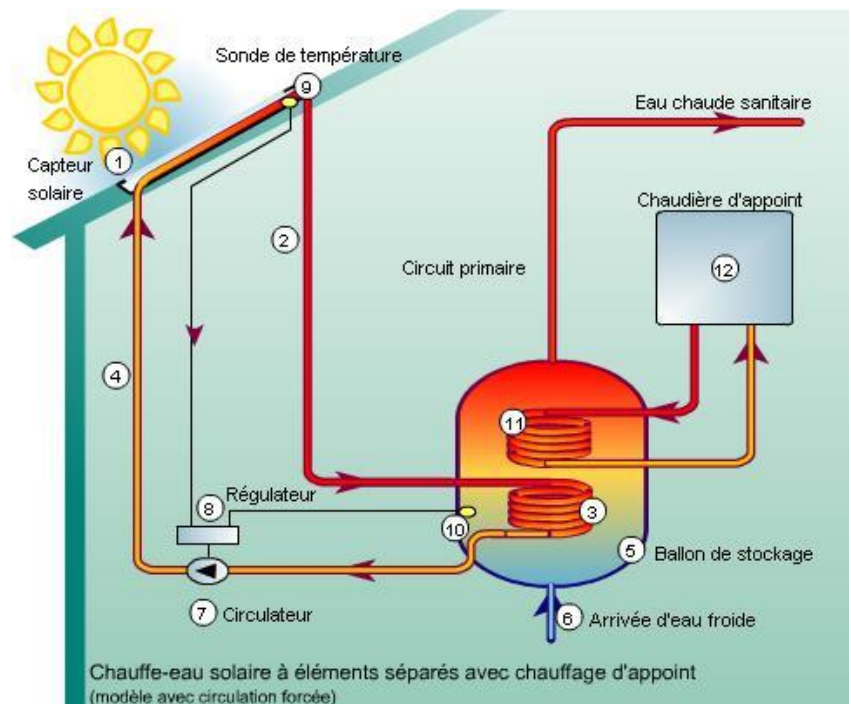
Le circuit primaire (2) transporte la chaleur, il est étanche, calorifugé et contient de l'eau additionnée d'antigel. Ce liquide s'échauffe en passant dans les tubes du capteur, et se dirige vers un ballon de stockage.

L'échangeur thermique (3) (serpentin) cède ses calories solaires à l'eau sanitaire. Le liquide refroidi, repart vers le capteur (4) ou il est à nouveau chauffé tant que l'ensoleillement reste efficace.

Le ballon de stockage (5) ou le ballon solaire est une cuve métallique qui constitue la réserve d'eau sanitaire. L'eau froide du réseau (6) remplace l'eau chaude soutirée, elle sera de nouveau réchauffée à son tour par le liquide du circuit primaire.

Le circulateur (7) met en mouvement le liquide caloporteur quand il est plus chaud que l'eau sanitaire du ballon. Son fonctionnement est commandé par un dispositif de régulation (8) jouant sur les différences de températures : si la sonde du ballon (10) est plus chaude que celle du capteur (9), la régulation coupe le circulateur. Sinon, le circulateur est remis en route et le liquide primaire réchauffe l'eau sanitaire du ballon.

En hiver ou lors de longue période de mauvais temps, la totalité de la production d'eau chaude ne peut être assurée par cette énergie solaire, un dispositif d'appoint (résistance ou serpentin raccordé à une chaudière d'appoint (12) prend donc le relais et reconstitue un stock d'eau chaude.



Ch chauffe-eau solaire à éléments séparés avec chauffage d'appoint (modèle avec circulation forcée)

<http://www.les-energies-renouvelables.eu/fonctionnement-du-chauffe-eau-solaire.html>

Document 2 : Production d'eau chaude sanitaire au lycée Vaclav Havel

L'eau chaude sanitaire du lycée Vaclav Havel est produite par les capteurs solaires disposés en façade ou sur les terrasses des différents bâtiments du lycée. La production est instantanée et assurée grâce à plusieurs chauffe-eau solaire, dont un au niveau du gymnase. Celui-ci est constitué d'un réservoir de 1500 litres en tôle d'acier noir isolé extérieurement. L'échangeur thermique, de puissance utile 131 kW, assure une production d'eau chaude distribuée aux utilisateurs dès que la température atteint 55°C.

Données extraites du *Cahier des clauses techniques particulières* relatif à la construction du lycée Vaclav Havel

Questions :

1. Citer les trois modes de transfert thermique. Indiquer, en justifiant, à quel niveau d'un chauffe eau-solaire chaque mode intervient.
2. Comment varie l'énergie interne du liquide caloporteur circulant dans le circuit primaire ? Justifier.
3. Exprimer puis calculer l'énergie nécessaire pour produire de l'eau chaude sanitaire à partir du ballon de stockage du gymnase du lycée Vaclav Havel. On considèrera que l'eau du ballon est initialement à une température de 5°C.
4. Déterminer la durée nécessaire au chauffage de l'eau.

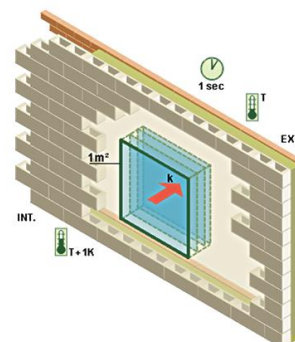
Activité 2 : L'isolation thermique au lycée Vaclav Havel

A partir des exemples des vitrages et portes, montrer que les choix techniques lors de la construction du lycée Vaclav Havel permettent une isolation thermique renforcée.

DOCUMENTS A DISPOSITION

Document 1 : Conduction thermique

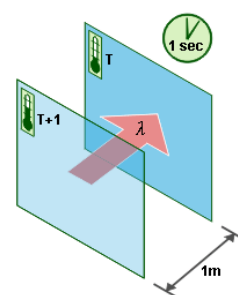
Le coefficient U de transmission thermique d'une paroi est la quantité de chaleur traversant cette paroi par unité de temps, par unité de surface et par unité de différence de température entre les ambiances situées de part et d'autre de la paroi. Il s'exprime en $W/m^2.K$.



La conductivité thermique λ est une caractéristique propre à chaque matériau. Elle indique la quantité de chaleur qui se propage par conduction thermique :

- en 1 seconde,
- à travers $1 m^2$ d'un matériau,
- épais d'un 1 m,
- lorsque la différence de température entre les deux faces est de 1 K (1 K = $1 ^\circ C$).

La conductivité thermique s'exprime en **W/mK**.



D'après <http://www.energieplus-lesite.be/>

Document 2 : Résistance thermique et conductivité thermique de différentes parois ou matériaux

	Fenêtre avec simple vitrage	Fenêtre avec double vitrage standard à lame d'air	Fenêtre avec double vitrage renforcé à lame d'argon
Résistance thermique ($K.m^2.W^{-1}$)	0,17	0,33	0,67

	Polystyrène extrudé	Mousse phénolique	Polyuréthane
Conductivité thermique ($W.m^{-1}.K^{-1}$)	0,045	0,045	0,035

Données extraites du site <http://www.energieplus-lesite.be/>

Document 3 : Fiches techniques des matériaux isolants (extrait du Cahier des clauses techniques particulières relatif à la construction du lycée Vaclav Havel)

Paroi	Composition de l'extérieur vers l'intérieur	Coefficient U
Vitrages extérieurs	Vitrage à isolation thermique renforcée et à très basse émissivité (lame d'air 16 mm avec remplissage argon 85%, $\epsilon = 0,03$) sur châssis mixte bois / aluminium	1,50 $W/m^2.K$
Portes extérieures	Vitrage à isolation thermique renforcée et à très basse émissivité (lame d'air 16 mm avec remplissage argon 85%, $\epsilon = 0,03$) sur châssis acier à barrière thermique	1,90 $W/m^2.K$
Portes d'accès en terrasse	Porte pleine isotherme avec isolation en mousse de polyuréthane injecté de 60 mm d'épaisseur	2,00 $W/m^2.K$

Activité 3 : Des pompes à chaleur pour le chauffage du lycée Vaclav Havel

Document 1 : La pompe à chaleur

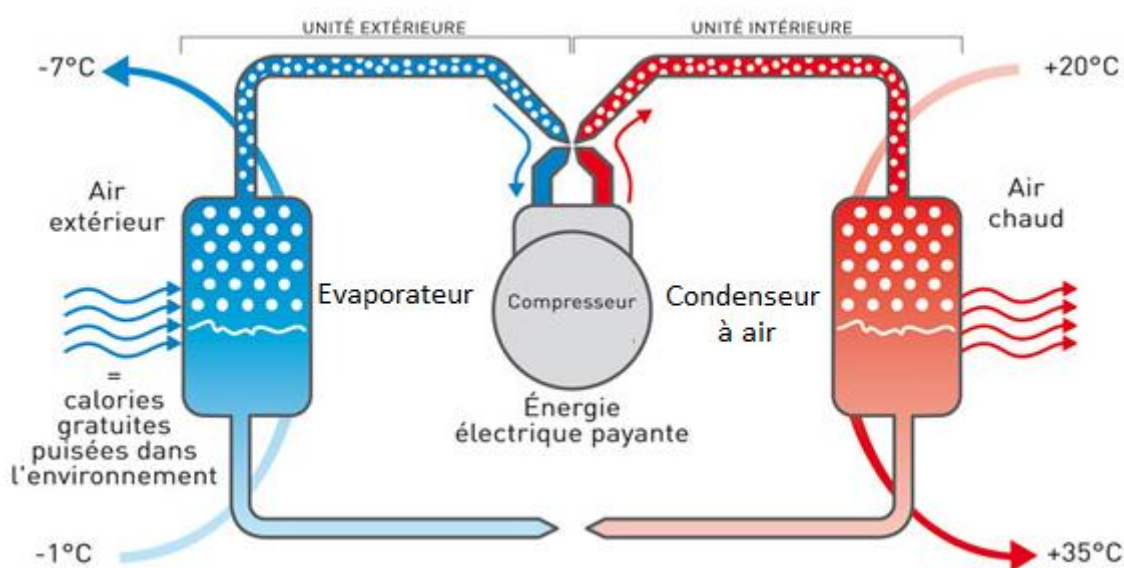
La pompe à chaleur air-air, également appelé PAC, est un système de chauffage qui utilise l'air extérieur pour chauffer votre habitation. Cet équipement, de plus en plus utilisé, est une alternative aux chauffages traditionnels au gaz ou à l'électricité.

Comment ça marche ?

La pompe à chaleur air-air est constituée de plusieurs éléments qui permettent le cheminement de l'énergie jusqu'à l'habitation.

Tout d'abord la PAC est constituée d'une unité extérieure. Sorte de borne, elle va recueillir les calories présentes dans l'air pour ensuite les transformer en énergie. Les calories sont emprisonnées dans le liquide frigorigène, liquide contenu dans la pompe à chaleur.

Cette unité extérieure doit être située dans un endroit bien aéré pour optimiser la rentabilité énergétique. Souvent placée dans la cour ou le jardin de l'habitation, elle évapore le liquide frigorigène grâce aux calories de l'air collectées. Le liquide frigorigène, alors sous forme gazeuse, est aspiré et comprimé par le compresseur à moteur électrique. Le fluide passe ensuite à l'état liquide dans le condenseur. Cette condensation produit de la chaleur qui est disséminée par les unités intérieures.



Les avantages de la PAC

La pompe à chaleur air-air est plus onéreuse qu'un système de chauffage traditionnel mais permet, à terme, de réaliser jusqu'à 60 % d'économie. La production de chaleur est permise par une faible consommation d'électricité. En moyenne, on estime qu'une production de 3 kWh de chaleur a nécessité 1 kWh d'électricité (coefficient de performance ou COP). L'installation d'une PAC permet donc une consommation d'énergie trois fois moins importante et un retour sur investissement plus rapide.

D'après <http://www.eco2energie.com/solutions-economie-energie/chauffage/pompe-a-chaleur-airair>

Document 2 : Caractéristiques des pompes à chaleur installées au lycée Vaclav Havel

Le chauffage des logements de fonction est assuré par un système à récupération de calories actives sur l'air extrait au moyen d'une pompe à chaleur air / air dont les caractéristiques sont :

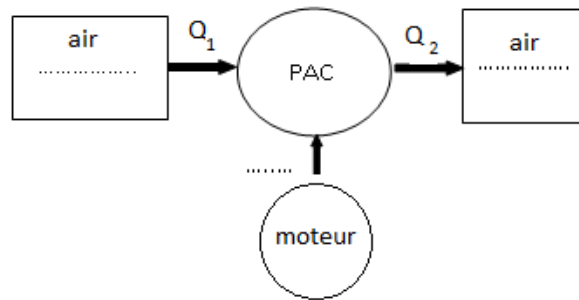
- COP de la pompe à chaleur en mode chauffage à $+7^{\circ}\text{C}$: 3,5 minimum ;
- puissance nominale en chauffage : 2 000 W.

Données extraites du *Cahier des clauses techniques particulières* relatif à la construction du lycée Vaclav Havel

Questions :

1. Indiquer les changements d'état physique subis par le fluide frigorigène au niveau de l'évaporateur et du condenseur à air d'une pompe à chaleur air-air. Préciser pour chacun s'il est exothermique ou endothermique.
2. Sous quelle forme le moteur du compresseur reçoit-il de l'énergie électrique ?

3. A partir du schéma ci-dessous, que l'on complètera, établir le bilan énergétique d'une pompe à chaleur air-air.



4. Calculer, pour une pompe à chaleur installée au lycée Vaclav Havel, fonctionnant pendant une heure :
- l'énergie thermique utile pour le chauffage ;
 - l'énergie minimale prélevée à l'air extérieur ;
 - l'énergie électrique consommée.
5. Déterminer, en pourcentage, l'économie d'énergie électrique réalisée par l'utilisation de la pompe à chaleur par rapport à un chauffage électrique. Commenter la phrase en italique du doc.1.

👉 Activité 4 : Le lycée Vaclav Havel, un exemple de développement durable

A l'aide des documents ci-dessous, expliquer, dans un paragraphe argumenté d'une vingtaine de lignes, en quoi le lycée Vaclav Havel est un exemple de développement durable environnemental, économique et sociétal.

DOCUMENTS A DISPOSITION

Document 1 : La rentrée positive pour le lycée Vaclav Havel à Bègles

Le lycée Vaclav Havel, situé dans l'éco-quartier Terres Sud de Bègles, est le premier lycée à énergie positive en Aquitaine, utilisant tous les équipements technologiques existants pour faire de cet édifice, un lycée économe.

« On est au-delà de la basse consommation avec un bâtiment à énergie positive, explique François Jolly, directeur de la maîtrise d'ouvrage à la région. Ce lycée aura onze ans d'avance sur les demandes du Grenelle de l'environnement. »

Les architectes, ont donc favorisé l'orientation selon l'axe nord-sud permettant de favoriser un maximum l'éclairage naturel.

Ainsi tout de bois et de verre, le lycée fait la part belle à une isolation renforcée (fenêtres double-vitrage avec une grande étanchéité à l'air, renouvellement d'air via une ventilation double-flux, captation optimale de l'énergie solaire...), et des stores «brise-soleil» commandés automatiquement grâce à une GTC (gestion technique centralisée) qui gèrera aussi l'éclairage.

S'agissant de la construction, la structure est en béton, «mais le bois, en grande partie du pin des Landes, tient une place importante dans le bâtiment: 75 dm³ par m² de surface» souligne Philippe Véron. Il y en aura essentiellement en façade, et dans les planchers. Les toitures végétalisées permettent de récupérer les eaux de pluie, qui sont stockées dans plusieurs bassins.

L'établissement et ses bâtiments annexes n'utilisent aucune énergie fossile. Pas de pétrole, ni gaz, les 2 863 m² de panneaux photovoltaïques produisent de l'électricité, tandis que des capteurs solaires thermiques couvrant 400 m² de toiture produiront l'eau chaude qui alimentera notamment le sol du gymnase et les sanitaires. 100 % des autres besoins sont couverts par une chaufferie au bois. L'électricité produite est revendue à ERDF à un prix supérieur de celui d'achat par le lycée : « C'est un calcul économique qui va compenser les investissements sur le projet », assure François Jolly. Les eaux de pluie sont elles aussi récoltées et réutilisées grâce à trois bassins. Le lycée couvrira 20 300 m² de surface avec quatre bâtiments : un externat de 10 000 m², une résidence lycéenne de 200 places (50 chambres) et un espace de restauration de 6 000 m², un gymnase avec 300 places assises de public et un bâtiment de logement pour les personnels. Un parking limité à 74 places pour obliger les gens à venir autrement qu'avec leur voiture. 700 lycéens et 70 professeurs à la rentrée du 4 septembre 2012, 1427 lycéens et 120 autres personnels, à terme, d'ici la troisième rentrée. Des classes de 35 élèves de 70 m² avec ordinateurs et vidéoprojecteurs pour les professeurs.

Premier lycée à énergie positive de France. 0 énergie fossile et bilan carbone = 0 grâce à 2 863 m² de panneaux photovoltaïques et 100 % des besoins thermiques couverts par chaufferie au bois ou énergie solaire. Un bilan carbone global négatif estimé à -7 tonnes de CO₂/an. Des critères que le Grenelle de l'environnement ne rendra obligatoire pour les dépôts de permis de construire qu'à compter de fin 2020...

D'après http://www.capingelec.com/medias/4b630ceed07ac/files/article_de_presse/296.pdf

Document 2 : Extrait du journal Sud-Ouest

ÉDUCATION

LE 1^{ER} LYCÉE DE FRANCE À ÉNERGIE POSITIVE EST AQUITAIN

Le lycée de Bègles entame sa première année d'existence. La Région a souhaité qu'il soit pionnier sur le plan environnemental et qu'il porte un nouveau modèle pédagogique, en prise avec les réalités locales et au service d'élèves autonomes, capables de trouver leur place dans le monde de demain.

Le 154^e lycée public d'Aquitaine porte le nom du dramaturge et homme d'État tchèque Václav Havel, décédé l'année dernière. Grande figure européenne de la dissidence, il fut un ardent défenseur de la liberté et de la dignité humaine. C'est dire toute la volonté du conseil régional d'Aquitaine – maître-d'œuvre – et de la communauté éducative de faire du nouvel établissement scolaire un exemple pour les générations futures.

Une prouesse énergétique

Le lycée Václav Havel est le premier lycée à énergie positive de France: il produit plus d'énergie qu'il n'en consomme*. « Nous avons doté le bâtiment d'un maximum de technologies passives, sans mécanisme, explique Philippe Véron, du cabinet d'architectes Véron-Ducasse-Gorse. Cela passe notamment par une orientation optimale du bâtiment par rapport au soleil, à la lumière et au vent; par une isolation et une ventilation qui permettent de donner au bâtiment une grande résistance aux variations de températures. » À cela s'ajoutent 2 500 m² de pan-

neaux photovoltaïques; des conduits de lumière, qui éclairent naturellement les couloirs ou la cantine; des capteurs thermiques pour régler le chauffage des salles de classe en fonction de leur taux d'occupation, etc. Autant de technologies mises au service du respect de la planète et de la réussite d'un projet pédagogique.

La mixité des formations

La Région Aquitaine soutient pleinement la mixité des voies de formation dans les lycées et les passerelles entre ces voies de formation. Le lycée de Bègles propose, outre un pôle d'enseignement général et technologique (dont une section européenne), 3 pôles de formation professionnelle: métiers de la mode et industries connexes; industrie chimique et traitement des eaux; médico-social et sanitaire et social. « Cette polyvalence, c'est aussi le gage d'une plus grande mixité sociale, explique Marc Chauvet, le proviseur. On le voit bien, l'ambition du projet d'établissement est à la hauteur du défi écologique. »

Dans la liste des orientations pédagogiques voulues par la

Région figure aussi l'émergence du « lycée numérique », qui sera généralisé à toute l'Aquitaine à l'horizon 2014. Il est le gage d'une plus grande efficacité de l'enseignement et d'un meilleur accès au savoir: « Salles de classe connectées, tableau blanc interactif, bureau virtuel où professeurs et élèves pourront communiquer en permanence: les innovations ne manquent pas au lycée de Bègles », se félicite le proviseur.

Pour des lycées acteurs du développement local

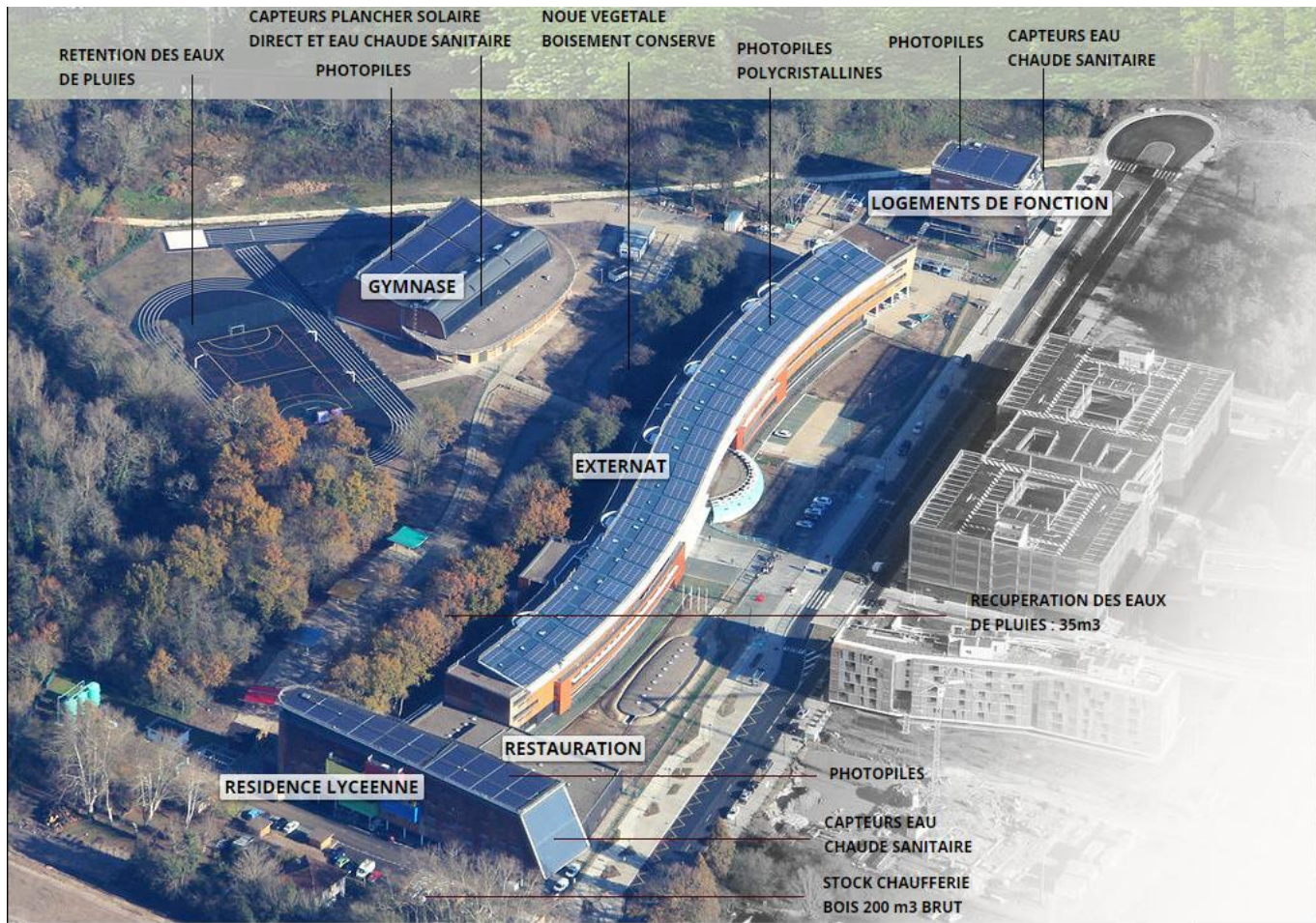
« Le lycée Václav-Havel a été au cœur d'une aventure technologique et économique, déclarait lors de son inauguration Alain Rousset, président du conseil régional. Le chantier a impliqué de nombreuses PME aquitaines et comptabilise plus de 45 000 heures d'insertion par l'emploi effectuées par des personnes en difficulté sociale ou professionnelle. Une dynamique qui conforte l'idée selon laquelle les lycées doivent être ouverts sur le monde. » En atteste la toute récente inauguration, au lycée Val-de-Garonne à Marmande (47), d'un plateau tech-

nique dédié aux matériaux composites, qui va permettre de constituer et de fixer sur le territoire un vivier de jeunes qualifiés pour les entreprises de l'industrie aéronautique du Marmandais, actuellement en manque de main-d'œuvre; ce même lycée travaille d'ailleurs avec Pôle emploi pour répondre à ce besoin.

Ce nécessaire décloisonnement implique un dialogue constant entre l'éducation nationale, les acteurs publics et les entreprises. À ce titre, la Région Aquitaine travaille main dans la main avec le rectorat sur de nombreux dossiers – tels que les ateliers médialangues pour la mobilité internationale des élèves ou la lutte contre le décrochage scolaire – ainsi qu'avec les filières industrielles sur une offre de formation en phase avec les besoins locaux. En période de crise économique, le dynamisme d'un territoire dépend plus que jamais de la réussite de ses jeunes. ■

** Le futur lycée des métiers de l'Alba à Bergerac, qui devrait accueillir ses premiers élèves en 2014, sera le deuxième lycée à énergie positive d'Aquitaine.*

Document 3 : Vue aérienne des installations du Lycée Vaclav Havel



Document 4 : Le développement durable au sens du rapport Brundtland

Pour définir le développement durable, la moindre des choses est de citer le rapport Brundtland. Le passage le plus mentionné indique qu'il s'agit d'« un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ». Autrement dit, l'amélioration de notre bien-être ne peut pas être pensée indépendamment de celui des autres, de nos contemporains et de nos enfants, car les ressources ne sont pas toutes renouvelables. [...] Cependant, allons un peu plus loin, car la définition « officielle » ne s'arrête pas là. Elle met en avant deux concepts. D'une part, celui des besoins, « et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité » (le développement durable ne vise donc pas seulement à préserver la nature mais aussi à lutter contre la pauvreté). D'autre part, celui des limitations : celles « que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir. »



Pourquoi le développement durable ? Sylvain Allemand – Belin